

# 电线电缆和软线 参考标准

REFERENCESTANDRDFORELECTRICAL  
WIRES CABLES AND FLEXIBLE CORDS  
UL1581-2001

上海电缆研究所电线电缆信息中心

## 前言

**A:** 本标准包含美国保险商实验所（UL）产品的跟踪服务时涉及的产品基本要求，些产品受下列条文的限制，且处于本标准适用范围之内。这些要求是以可信的工程原理，研究成果。试验数据和现场经验以及对制造安装和使用的问题的评估为依据而制定的。这些依据来自向制造商，用户检验机构以及其它具有专业经验的人员咨询或是从他们处获的情报。

上述对产品的要求可能由于经验丰富的研究人员深入而必须或是有必要进行修订。

**B:** 满足本标准对产品的要求是制造商产品继续获得 UL 认证的条件之一。

**C:** 符合本标准条文的产品如果经检验发现还具有其它有损于本标准的安全水平的性能，则不一定认为符合本标准。

**D:** 采用本标准规定不同的材料制成的产品或是具有与本标准规定不同的结构的产品，可按本标准的要求的含义进行检验和测试，如果性能基本相同，则认为该产品符合本标准。

**E:** UL 按其宗旨履行职能时，不为制造商或是任何一方担当或开脱责任。UL 的意见和调查结果是代表一种充分考虑到 UL 标准制定时实际运行的必要限制和工艺水平专业性评定，UL 对此不负任何责任。如果因使用，解释 UL 标准或是其它依据而造成的损失包括重大损失，UL 不负任何责任和义务。

**F:** 本 UL 标准规定的许多试验本身具有一定的危险性，因此在做些试验时应采取恰当的人员和设备防护措施。

## 导引

### 1: 范围

1.1 本标准包含橡皮绝缘电线电缆（UL44）热塑性料绝缘电线电缆（UL83）软线装置线（UL62）和用户引入电缆（UL854）等标准对于导体，绝缘，护套及其它护层的要求细则以及对于试样制备。样品选取，温度处理和测量与计算方法的要求细则。本标准的条文也被其它标准所引用。

1.2 对于特定型号的电线电缆或软线的专用材料、结构、性能和标志的要求，载于相应的成品电缆标准中，本参考标准不包含这些内容。

1.3 如果本标准的某条文不适用的话，则相应的成品电缆的标准记载和规定了适用的条文。

### 2: 测量单位

2.1 本标准的每项数值要求附了以美国惯用的英寸/磅单位表示以外，还以公制单位（实用 SI 制和惯用公制单位）表示，以使得该项要求可以方便地用于采用各种公制单位的国家。一项要求无论采用英制单位或公制单位，应得出相同（虽然不是严格等同）的结果。一项采用公制单位的要求应使用以公制单位校准的设备。

### 3: 用语说明

3.1 本标准中采用的“电缆标准”这一用语，指任何引用本参考标准（UL1581）的成品电线、电缆或软线的标准。

## 导体

### 108000 系列铝合金导体的要求

10. 1 本节要求适用于采用 8000 系列电工级铝合金的退火或半退火铝线。允许的合金导体为 6~4/0AWG 实心导体和 12AWG~2000kcmil 圆绞合导体和压缩/压紧绞合导体。

10. 2 导线应由符合 ASTM B 800-94 的注册 8000 系列电工级铝合金制成。导体直径和截面应符合本标准 20 节。导体直流电阻应符合本标准 30 节。

10. 3 成品导线的回火度应为退火 (-O) 或半退火 (-H1X) 或 (-H2X)。成品绞合导体 (作为整体或以从成品导体中取出的单线做试验) 和成品实心导体的抗张强度和伸长率 (见表 10.1 注 b), 如果采用 ASTM B 557-94 所述试验设备和方法以 1in/min 或 25mm/min 的分离速度做拉力试验时, 应符合表 10.1

表 10.1 8000 系列铝合金实心 and 绞合导体的机械性能

回火度	抗张强度	10in 或 250mm 的伸长率 <sup>b</sup>
退火 (-O)	所有试样: 11250±2750 lbf/in <sup>2</sup> 或 78±19MN/m <sup>2</sup> 或 7757±1896N/cm <sup>2</sup> 或 7.91±1.93kgf/mm <sup>2</sup>	实心导体: 至少 10.0% 绞合导体: 至少 10.0%
半退火: (-H1x) 和 (---H2x)	从成品绞合导体中取出的金属线(单线) 18675±4425 lbf/in <sup>2</sup> 或 129±.30MN/m <sup>2</sup> 或 12876±3050N/cm <sup>2</sup> 或 13±3 kgf F/mm <sup>2</sup>	实心导体: 至少 10.0% 绞合导体: 至少 10.0%
	所有其它试样: 18500±3500bf/in <sup>2</sup> 或 128±24MN/m <sup>2</sup> 或 12755±2413N/cm <sup>2</sup> 或 13.01±2.46 kgf /mm <sup>2</sup>	实心导体: 至少 10.0% 绞合导体: 至少 10.0%

a 为了确定是否符合表列的极限值，在采用 ASTM B557-94 所述的设备和步骤以 1in/min 或 25mm/min 的速度对试样做试验后，试验结果应按如下方法四舍五入：

- 1) 每个抗张强度计算值应四舍五入至 100 1bf/in<sup>2</sup> 或 1MN/m<sup>2</sup> 或 69N/cm<sup>2</sup> 或 0.07kgf/mm<sup>2</sup>。
- 2) 每个伸长率值应按 ASTM E 29-93a 所述的方法四舍五入至 0.5%。

b 应采用未绞合前的金属线，从绞合导体中取出的金属线或绞合导体整体做试验以确定绞合导体是否符合伸长率要求。

## 11 铜包铝导体的要求

11.1 本条 (11.1) 要求适用于铜包铝导体。铜包铝导体应由铜包铝杆接制而成。铜包层应与铝芯在冶金学上结合，应占据实心导体的截面或绞合导体的每根金属线（单线）的截面的 10% 以上，且应同心包覆铝芯。铜包层的厚度不得小于实心导体或金属线（单线）直径的 2.56%，采用显微镜观察圆绞合或圆实心导体的经过抛光的正截面进行测定。对于成品铜包铝导体来说，如果作为整体来做试验或采用从成品绞合铜包铝导体上取出的金属线（单线）或成品实心铜包铝导体的金属线做试验的话，抗张强度不得大于 20 0001bf/in<sup>2</sup> 或 13800N/cm<sup>2</sup> 或 14kgf/mm<sup>2</sup>，试样以 ASTM B 566-93 (R1998) 所述的速度并采用该标准规定的设备和步骤做试验。同一试样的伸长率对于 10in 或 250mm 长度来说不得小于 15%。

## 20 导体直径和截面

表 20.1

导体外形尺寸

导体规格	实心导体直径								导体截面					
	标称值 <sup>a</sup>		最小值 <sup>b</sup>		最大值 <sup>c</sup>		最小值 <sup>d</sup>		标称值		最小值			
			mil (0.98× 标称)		mil (1.01× 标称)		mil (0.98× 标称)				0.98×标称值 <sup>a</sup>		0.97×标称值 <sup>b</sup>	
	mil	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cmil	mm <sup>2</sup>	cmil	mm <sup>2</sup>	cmil	mm <sup>2</sup>
30	10.0	0.254	9.8	0.249	10.1	0.257	9.9	0.251	100	0.0507	98	0.0497	---	---
29	11.3	0.287	11.1	0.282	11.4	0.290	11.2	0.284	128	0.0647	125	0.0633	---	---
28	12.6	0.320	12.3	0.321	12.7	0.323	12.5	0.318	159	0.0804	125	0.0790	---	---
27	14.2	0.361	13.9	0.353	14.3	0.363	14.1	0.358	202	0.102	198	0.100	---	---
26	15.9	0.404	15.6	0.396	16.1	0.409	15.7	0.399	253	0.128	248	0.126	---	---
25	17.9	0.455	17.5	0.444	18.1	0.460	17.7	0.450	320	0.162	314	0.159	---	---
24	20.1	0.511	19.7	0.500	20.3	0.516	19.9	0.506	404	0.205	396	0.201	392	0.199
23	22.6	0.574	22.1	0.561	22.8	0.579	22.4	0.568	511	0.259	501	0.254	496	0.251
22	25.3	0.643	24.8	0.630	25.6	0.650	25.0	0.635	640	0.324	627	0.318	621	0.314
21	28.5	0.724	27.9	0.709	28.8	0.732	28.2	0.717	812	0.412	796	0.404	788	0.400
20	32.0	0.813	31.4	0.798	32.3	0.820	31.7	0.805	1020	0.519	1000	0.509	989	0.503
19	35.9	0.912	35.2	0.894	36.3	0.922	35.5	0.902	1290	0.653	1264	0.641	1251	0.633
18	40.3	1.02	39.5	1.00	40.7	1.03	39.3	1.01	1620	0.823	1588	0.807	1571	0.798
17	45.3	1.15	44.4	1.13	45.8	1.16	44.8	1.14	2050	1.04	2009	1.02	1989	1.01
16	50.8	1.29	49.8	1.26	51.3	1.30	50.3	1.28	2580	1.31	2528	1.28	25.03	1.27
15	57.1	1.45	56.0	1.42	57.7	1.47	56.5	1.44	3260	1.65	3195	1.62	3162	1.60
14	64.1	1.63	62.8	1.60	64.7	1.64	63.5	1.61	4110	2.08	4028	2.04	3987	2.02
13	72.0	1.83	70.6	1.79	72.7	1.85	71.3	1.78	5180	2.63	5076	2.58	5025	2.55
12	80.8	2.05	79.2	2.01	81.6	2.07	80.0	2.03	6530	3.31	6399	3.24	6344	3.21
11	90.7	2.30	88.9	2.26	91.6	2.33	89.9	2.28	8230	4.17	8065	4.09	7983	4.04
10	101.9	2.588	99.9	2.537	102.9	2.614	100.9	2.563	10380	5.261	10172	5.16	10069	5.103
9	114.4	2.906	112.1	2.847	115.5	2.934	113.3	2.878	13090	6.631	12828	6.50	---	---
8	128.5	3.264	125.9	3.198	129.8	3.297	127.2	3.231	16510	8.367	16180	8.20	---	---
7	144.3	3.665	141.4	3.529	145.7	3.701	142.9	3.630	20820	10.55	20404	10.34	---	---
6	162.0	4.115	158.8	4.034	163.6	4.155	160.4	4.074	26240	13.30	25715	13.03	---	---
5	181.9	4.620	178.3	4.529	183.7	4.666	180.1	4.575	33090	16.77	32428	16.43	---	---
4	204.3	5.189	220.2	5.085	206.3	5.240	202.3	5.138	41740	21.15	40905	20.73	---	---
3	229.4	5.827	224.8	5.710	231.7	5.885	227.1	5.768	52620	26.67	51568	26.14	---	---

.2	257.6	6.543	252.4	6.411	260.2	6.609	255.06	6.477	66360	33.62	65033	32.95	---	---
1	289.3	7.348	238.5	7.201	292.2	7.422	286.4	7.275	83690	42.41	82016	41.56	---	---
1/0	324.9	8.252	318.4	8.087	328.1	8.334	321.7	8.171	105600	53.49	103488	52.42	---	---
2/0	364.8	9.266	357.5	9.080	368.4	9.537	361.2	9.174	133100	67.43	130438	66.08	---	---
3/0	409.6	10.40	401.4	10.20	413.7	10.51	405.5	10.3	167800	85.01	164444	83.31	---	---
4/0	46.0	11.68	450.8	11.45	464.6	11.80	455.4	11.57	211600	107.2	207368	105.1	---	---
250	kcmil	---	---	---	---	---	---	---	250	127	245	124.1	---	---
300	---	---	---	---	---	---	---	---	300	152	294	149.0	---	---
350	---	---	---	---	---	---	---	---	350	177	343	173.8	---	---
400	---	---	---	---	---	---	---	---	400	203	392	198.6	---	---
450	---	---	---	---	---	---	---	---	450	228	441	223.5	---	---
500	---	---	---	---	---	---	---	---	500	253	490	248.3	---	---
550	---	---	---	---	---	---	---	---	550	279	539	273.1	---	---
600	---	---	---	---	---	---	---	---	600	304	588	297.9	---	---
650	---	---	---	---	---	---	---	---	650	329	637	322.8	---	---
700	---	---	---	---	---	---	---	---	700	355	686	347.6	---	---
750	---	---	---	---	---	---	---	---	750	380	735	372.4	---	---
800	---	---	---	---	---	---	---	---	800	405	784	397.2	---	---
900	---	---	---	---	---	---	---	---	900	456	882	446.9	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---	---	1000	507	980	496.6	---	---
1100	---	---	---	---	---	---	---	---	1100	557	1078	546.2	---	---
1200	---	---	---	---	---	---	---	---	1200	608	1176	595.9	---	---
1250	---	---	---	---	---	---	---	---	1250	633	1225	620.7	---	---
1300	---	---	---	---	---	---	---	---	1300	659	1274	645.5	---	---
1400	---	---	---	---	---	---	---	---	1400	709	1372	695.2	---	---
1500	---	---	---	---	---	---	---	---	1500	760	1470	744.9	---	---
1600	---	---	---	---	---	---	---	---	1600	811	1568	794.5	---	---
1700	---	---	---	---	---	---	---	---	1700	861	1666	844.2	---	---
1750	---	---	---	---	---	---	---	---	1750	887	1715	869.0	---	---
1800	---	---	---	---	---	---	---	---	1800	912	1764	893.8	---	---
1900	---	---	---	---	---	---	---	---	1900	963	1862	943.5	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---	---	2000	1013	1960	993.1	---	---

a)该 栏的最小值适用于 29-20AWG 单线组成的软线和装置线.除非本标准另有规定,该栏的最小值也适用实心或是绞合电线电缆(无论单线规格如何)

b)该栏目最小值适用于由 36-30AWG 单线组成的软线和装置线

C)这两栏的数值适用于电缆准(主要是电力电缆)规定导体最大和最小直径的场合,

d)该栏目数值适用于电缆标准仅规定导体最小直径的场合.

**表 20.2**  
**圆形紧压绞合导体直径**

导体 规格	圆形紧压绞合导体直径					
	标称值 <sup>a</sup>		最小值 <sup>b</sup>		最大值 <sup>c</sup>	
	mil	mm	mil (0.98× 标称)	mm	mil (1.01× 标称)	mm
12AWG	0.085	2.16	0.083	2.11	0.086	2.18
11	0.095	2.41	0.093	2.36	0.096	2.44
10	0.107	2.72	0.105	2.67	0.108	2.74
9	0.120	3.05	0.188	3.00	0.121	3.07
8	0.134	3.40	0.131	3.23	0.135	3.43
7	0.152	3.86	0.149	3.78	0.154	3.91
6	0.169	4.29	0.166	4.22	0.171	4.34
5	0.191	4.85	0.187	4.75	0.193	4.90
4	0.213	5.41	0.209	5.31	0.215	5.46
3	0.238	6.02	0.233	5.92	2.40	6.10
2	0.268	6.81	0.263	6.68	0.271	6.88
1	0.299	7.59	0.293	7.44	0.302	7.67
1/0	0.336	8.53	0.329	8.36	0.339	8.61
2/0	0.376	9.55	0.368	9.35	0.380	9.65
3/0	0.423	10.74	0.415	10.54	0.415	10.54
4/0	0.475	12.07	0.466	11.84	0.480	12.19
250kcmil	0.520	13.21	0.510	12.95	0.525	13.34
300	0.570	14.48	0.559	14.20	0.576	14.63
350	0.616	15.65	0.604	15.34	0.622	15.80
400	0.659	16.74	0.646	16.41	0.666	16.92
450	0.700	17.78	0.686	17.42	0.707	17.96
500	0.736	18.69	0.721	18.31	0.743	18.87
550	0.775	19.69	0.760	19.30	0.783	19.89
600	0.813	20.65	0.797	20.24	0.821	20.85
650	0.845	21.46	0.828	21.03	0.853	21.67
700	0.877	22.28	0.859	21.82	0.886	22.50
750	0.908	23.06	0.890	22.61	0.917	23.29
800	0.938	23.83	0.919	23.34	0.947	24.05
900	0.999	25.37	0.979	24.87	1.009	25.63
1000	1.060	26.92	1.039	26.39	1.071	27.20

a)这两栏的数值适用于电缆标准(主要是电力电缆)规定导体最大和最小直径的场合.



表 20.3

圆形压缩同心绞 ASTMB.C 和 D 类铝导体,无镀层铜导体和镀层导体直径

导体 规格	圆形紧压绞合导体直径					
	标称值 <sup>a</sup>		最小值 <sup>b</sup>		最大值 <sup>c</sup>	
	mil	mm	mil (0.98× 标称)	mm	mil (1.01× 标称)	mm
14AWG	0.071	1.80	0.070	1.79	0.072	1.83
13	0.080	2.03	0.078	1.98	0.081	2.06
12	0.089	2.03	0.078	1.98	0.081	2.06
11	0.100	2.54	0.098	2.49	0.101	2.57
10	0.113	2.87	0.111	2.82	0.114	2.90
9	0.126	3.20	0.123	3.12	0.127	3.23
8	0.142	3.61	0.139	3.53	0.143	3.63
7	0.159	4.05	0.156	3.96	0.161	4.09
6	0.178	4.52	0.174	4.42	0.180	4.57
5	0.200	5.08	0.196	4.98	0.202	5.13
4	0.225	5.72	0.221	5.31	0.227	5.77
3	0.252	6.40	0.247	6.27	0.255	6.48
2	0.283	7.19	0.277	7.04	0.286	7.26
1	0.322	8.18	0.316	8.03	0.325	8.26
1/0	0.362	9.19	0.355	9.02	0.366	9.30
2/0	0.405	10.3	0.397	10.08	0.409	10.39
3/0	0.456	11.6	0.447	11.35	0.461	11.71
4/0	0.512	13.0	0.502	12.75	0.517	13.13
250kcmil	0.558	14.2	0.547	13.89	0.564	14.33
300	0.611	15.5	0.599	15.21	0.617	15.67
350	0.661	16.8	0.648	16.46	0.668	19.97
400	0.706	17.9	0.692	17.58	0.713	18.11
450	0.749	19.0	0.734	18.64	0.756	19.20
500	0.789	20.0	0.773	19.63	0.797	20.24
550	0.829	21.1	0.812	20.62	0.837	21.26
600	0.866	22.0	0.849	21.56	0.875	22.23
650	0.901	22.9	0.883	22.43	0.910	23.11
700	0.935	23.7	0.916	23.27	0.944	23.98
750	0.968	24.6	0.949	24.10	0.978	24.84
800	1.000	25.4	0.980	24.89	1.010	25.65

900	1.060	26.9	1.039	26.39	1.071	27.20
1000	1.117	28.4	1.095	27.81	1.128	28.65
1100	1.173	29.8	1.150	29.21	1.185	30.10
1200	1.225	31.1	1.200	30.48	1.237	31.42
1250	1.250	31.8	1.225	31.12	1.262	32.05
1300	1.275	32.4	1.250	31.75	1.288	32.72
1400	1.323	33.6	1.297	32.94	1.336	33.93
1500	1.370	34.8	1.343	34.11	1.384	35.15
1600	1.415	35.9	1.387	35.23	1.429	36.30
1700	1.459	37.1	1.430	36.32	1.474	37.44
1750	1.480	37.6	1.450	36.83	1.495	37.97
1800	1.502	38.2	1.472	37.39	1.517	38.53
1900	1.542	39.2	1.511	38.38	1.557	39.55
2000	1.583	40.5	1.551	39.40	1.599	40.61
a)铝导体用于 12AWG-2000kcmil 的规格而不用于 14 和 13AWG 的规格						
b)任何情况直压缩绞合导体的直径不得比导体绞合生压缩测定的直径小 3% 以上						
C)这两栏的数值适用于电缆标准(主要是电力电缆)规定导体最大和最小直径的场合.						

表 20.3.1

圆形压缩同心绞 ASTMB 类铝导体,无镀层铜导体和镀层导体直径

导体 规格	圆形紧压绞合导体直径					
	标称值 <sup>a</sup>		最小值 <sup>b</sup>		最大值 <sup>c</sup>	
	mil	mm	mil (0.98× 标称)	mm	mil (1.01× 标称)	mm
1AWG	0.313	7.95	0.307	7.80	0.316	8.03
1/0	0.352	8.94	0.345	8.76	0.356	9.04
2/0	0.395	10.03	0.387	9.83	0.399	10.13
3/0	0.443	11.25	0.434	11.02	0.447	11.35
4/0	0.498	12.65	0.488	12.40	0.503	12.78
250kcmil	0.542	13.77	0.531	13.49	0.547	13.89
300	0.594	15.09	0.582	14.78	0.600	15.24
350	0.641	16.28	0.628	15.95	0.647	16.43
400	0.685	17.40	0.671	17.04	0.692	17.58
450	0.727	18.47	0.712	18.08	0.734	18.64
500	0.766	19.46	0.751	19.08	0.744	19.66

550	0.804	20.42	0.788	20.02	0.812	20.66
600	0.840	21.34	0.823	20.90	0.848	21.54
650	0.874	22.20	0.857	21.77	0.883	22.43
700	0.907	23.04	0.889	22.58	0.916	23.27
750	0.939	23.85	0.920	23.37	0.948	24.08
800	0.969	24.61	0.950	24.13	0.979	24.87
900	1.028	26.11	1.007	25.58	1.038	26.37
1000	1.084	27.53	1.062	26.97	1.095	27.81
1100	1.137	28.88	1.114	28.30	1.148	29.16
1200	1.187	30.15	1.163	29.54	1.199	30.45
1250	1.212	30.78	1.188	30.18	1.224	31.09
1300	1.236	31.39	1.211	30.76	1.248	31.70
1400	1.282	32.56	1.256	31.90	1.295	32.89
1500	1.327	33.71	1.300	33.02	1.340	34.04
1600	1.371	34.82	1.344	34.14	1.385	35.18
1700	1.413	35.89	1.385	35.18	1.427	36.25
1750	1.434	36.42	1.405	35.69	1.448	36.78
1800	1.454	36.93	1.425	36.20	1.469	37.31
1900	1.494	37.95	1.464	37.19	1.509	38.33
2000	1.533	38.94	1.502	38.15	1.548	39.32
a) 这两栏的数值适用于电缆标准(主要是电力电缆)规定导体最大和最小直径の場合。						
b) 否则,任何情况直压缩绞合导体的直径不得比导体绞合生压缩测定的直径小 3%以上						

**表 20.4**

**ASTMB 类圆形同心绞导体直径**

导体 规格	圆形紧压绞合导体直径					
	标称值 <sup>a</sup>		最小值 <sup>b</sup>		最大值 <sup>c</sup>	
	mil	mm	mil (0.98× 标称)	mm	mil (1.01× 标称)	mm
30AWG	0.0113	0.287	0.0111	0.282	0.0114	0.290
29	0.0128	0.325	0.0125	0.318	0.0129	0.328
28	0.0143	0.363	0.0140	0.356	0.0144	0.356
27	0.0161	0.409	0.0158	0.401	0.0163	0.414
26	0.0180	0.457	0.0176	0.447	0.0182	0.462
25	0.0203	0.516	0.0199	0.505	0.0205	0.521
24	0.0228	0.579	0.0223	0.566	0.0259	0.658
23	0.0256	0.650	0.0251	0.638	0.0259	0.658

22	0.0287	0.729	0.0281	0.714	0.0290	0.737
21	0.0323	0.820	0.0317	0.805	0.0326	0.828
20	0.0362	0.919	0.0355	0.902	0.0366	0.930
19	0.0407	1.03	0.0399	1.013	0.0411	1.044
18	0.0456	1.16	0.0477	1.135	0.0461	1.171
17	0.0513	1.30	0.0502	1.275	0.0518	1.315
16	0.0576	1.46	0.0564	1.433	0.0582	1.478
15	0.0647	1.64	0.0635	1.613	0.0653	1.659
14	0.0727	1.85	0.0712	1.81	0.0734	1.86
13	0.0816	2.07	0.0800	2.03	0.0824	2.09
12	0.0915	2.32	0.0897	2.28	0.0924	2.35
11	0.103	2.62	0.101	2.57	0.104	2.64
10	0.116	2.95	0.114	2.90	0.117	2.97
9	0.130	3.30	0.127	3.23	0.131	3.33
8	0.146	3.71	0.143	3.63	0.147	3.73
7	0.164	4.17	0.161	4.09	0.166	4.22
6	0.184	4.67	0.180	4.57	0.186	4.72
5	0.206	5.23	0.201	5.11	0.208	5.28
4	0.232	5.89	0.227	5.77	0.234	5.94
3	0.260	6.60	0.255	6.48	0.263	6.68
2	0.292	7.42	0.286	7.26	0.295	7.49
1	0.332	8.43.	0.325	8.26	0.335	8.51
1/0	0.372	9.45	0.365	9.27	0.376	9.55
2/0	0.418	10.62	0.410	10.41	0.422	10.72
3/0	0.470	11.94	0.461	11.71	0.475	12.07
4/0	0.528	13.41	0.517	13.13	0.533	13.54
250kcmil	0.575	14.61	0.564	14.33	0.581	14.76
300	0.630	16.00	0.617	15.67	0.636	16.15
350	0.681	18.30	0.667	16.94	0.688	17.48
400	0.728	18.49	0.713	18.11	0.735	18.67
450	0.772	19.61	0.757	19.23	0.780	19.81
500	0.813	20.65	0.797	20.24	0.821	20.85
550	0.855	21.72	0.838	21.29	0.864	21.95
600	0.893	22.68	0.875	22.23	0.902	22.91
650	0.929	23.60	0.910	2.86	0.938	23.83
700	0.964	24.49	0.945	24.00	0.974	24.74
750	0.998	25.35	0.978	24.84	1.008	25.60
800	1.030	26.16	1.009	25.63	1.040	26.42
900	1.094	27.79	10.72	27.23	1.105	28.07
1000	1.152	29.26	1.129	28.68	1.164	29.57
1100	1.209	30.71	1.185	30.10	1.221	31.01

1200	1.263	32.08	1.238	31.45	1.276	32.41
1250	1.289	32.74	1.263	32.08	1.302	33.07
1300	1.314	33.38	1.288	32.72	1.327	33.71
1400	1.365	34.67	1.338	33.99	1.379	35.03
1500	1.412	35.86	1.348	35.15	1.426	36.22
1600	1.459	37.06	1.430	36.32	1.474	37.44
1700	1.504	38.20	1.474	37.44	1.519	38.58
1750	1.526	38.76	1.495	37.97	1.541	39.14
1800	1.548	39.32	1.517	38.53	1.563	39.70
1900	1.590	40.39	1.558	39.57	1.606	40.79
2000	1.632	41.45	1.599	40.61	1.648	41.86

a)这两栏的数值适用于电缆标准(主要是电力电缆)规定导体最大和最小直径的场合.

**表 20.4.1**

**ASTMC 类圆形同心绞导体直径**

导体 规格	圆形紧压绞合导体直径					
	标称值 <sup>a</sup>		最小值 <sup>b</sup>		最大值 <sup>c</sup>	
	mil	mm	mil (0.98× 标称)	mm	mil (1.01× 标称)	mm
30AWG	0.0155	0.292	0.0113	0.338	0.0116	0.295
29	0.0130	0.330	0.0127	0.323	0.0131	0.333
28	0.0145	0.368	0.0142	0.361	0.00146	0.371
27	0.0163	0.414	0.0160	0.406	0.0165	0.419
26	0.0182	0.465	0.0178	0.452	0.0184	0.467
25	0.0205	0.521	0.0201	0.511	0.0207	0.526
24	0.0230	0.584	0.0225	0.572	0.02321	0.589
23	0.0259	0.658	0.0254	0.645	0.0262	0.665
22	0.0290	0.737	0.0284	0.721	0.0293	0.744
21	0.0327	0.830	0.0320	0.813	0.330	0.838
20	0.0365	0.927	0.0358	0.909	0.0369	0.937
19	0.0412	1.046	0.0404	1.026	0.0416	1.057
18	0.0460	1.168	0.0451	1.293	0.0524	1.181
17	0.0519	1.318	0.0509	1.293	0.0524	1.331
16	0.0585	1.486	0.0573	1.455	0.0591	1.681
15	0.0655	1.664	0.0642	1.631	0.0662	1.681
14	0.0735	1.867	0.0720	1.829	0.0743	1.887
13	0.0825	2.906	0.0850	2.159	0.0833	2.166

12	0.0925	2.350	0.0907	2.304	0.0934	2.372
11-2000	使用表 20.4 的规定					
a)这两栏的数值适用于电缆标准(主要是电力电缆)规定导体最大和最小直径的场合.						

表 20.5

圆单线的标称尺寸

单线 AWG 规格	直径		截面积	
	mil	mm	cmil	mm <sup>2</sup>
40	3.1	0.079	9.61	0.00487
39	3.5	0.089	12.2	0.00621
38	4.0	0.102	16.0	0.00811
37	4.5	0.144	20.2	0.0103
36	5.0	0.127	25.0	0.0127
35	5.6	0.142	31.4	0.0159
34	6.3	0.160	39.7	0.0201
33	7.1	0.180	50.4	0.0255
32	8.0	0.203	64.0	0.0324
31	8.9	0.226	79.2	0.0401
30	10.0	0.254	100	0.0507
29	11.3	0.287	128	0.0647
28	12.6	0.320	159	0.0804
27	14.2	0.361	202	0.102
26	15.9	0.404	253	0.128
25	17.9	0.455	320	0.162
24	20.1	0.511	404	0.205
23	22.6	0.574	511	0.259
22	25.3	0.643	640	0.324
21	28.5	0.724	812	0.412
20	32.0	0.813	1020	0.519

表 20.6

19 根混合圆线同节距绞合铝或铜导体的单线和导体标称尺寸

铜导体的 AWG 规格	单线标称尺寸								导体直径					
	粗单线				细单线				E=3A+2C 标准值		F=0.98xE 最小值		G=1.01xE 最大值	
	A		B		C		D							
	直径		截面		直径		截面		in	mm	in	mm	in	mm
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm						
14	0.0159	0.4	253	0.128	0.0117	0.3	137	0.069	0.071	1.80	0.70	1.78	0.72	1.83

12	0.0201	0.5	404	0.205	0.0147	0.4	216	0.109	0.090	2.29	0.88	2.24	0.091	2.31
10	0.0253	0.6	640	0.324	0.0185	0.5	342	0.173	0.113	2.87	1.11	2.87	0.114	2.90
9	0.0284	0.7	807	0.408	0.0208	0.5	433	0.219	0.127	3.23	0.127	3.14	0.128	3.25
8	0.0319	0.8	1018	0.515	0.0234	0.6	548	0.277	0.143	3.63	1.40	3.56	0.144	3.66
7	0.0358	0.9	1282	0.649	0.0262	0.67	686	0.347	0.160	4.06	0.157	3.99	0.162	4.11
6	0.0402	1.0	1616	0.818	0.0294	0.7	864	0.437	0.179	4.55	0.175	4.45	0.181	4.60
5	0.0452	1.1	2043	1.034	0.0331	0.8	1096	0.555	0.202	5.13	0.198	5.03	0.204	5.18
4	0.0507	1.3	2570	1.301	0.0371	0.9	1376	0.696	0.226	5.74	0.221	5.61	0.228	5.79
3	0.0570	1.4	3249	1.664	0.0417	1.1	1739	0.880	0.254	6.45	0.249	6.32	0.257	6.53
2	0.0640	1.6	4096	2.073	0.0468	1.2	2190	1.108	0.286	7.26	0.280	7.11	0.289	7.34
1	0.0718	1.8	5155	2.609	0.0526	1.3	2767	1.400	0.321	8.15	0.316	8.03	0.324	8.23
1/0	0.0807	2.1	6512	3.296	0.0591	1.5	3493	1.768	0.360	9.14	0.353	8.97	0.364	9.25
2/0	0.0906	2.3	8208	4.154	0.0663	1.7	4396	2.225	0.404	10.26	0.396	10.06	0.408	10.36
3/0	0.1017	2.6	10343	5.234	0.0745	1.9	5550	2.809	0.454	11.53	0.445	11.30	0.459	11.66
4/0	0.1142	2.9	13042	6.600	0.0836	2.1	6989	3.537	0.510	12.95	0.500	12.70	0.515	13.08

a)这两栏数值适用于电缆标准(主要是电力电缆)规定导体最大和最小的场合.

### 30 导体直流电阻

表 30.1

实心铝，铜包铝和无镀层导体的最大直流电阻

导体 AWG 规格	20℃				25℃			
	铝和铜包铝		无镀层铜		铝和铜包铝		无镀层铜	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft
30	-----	-----	106	347	-----	-----	108	354
29	-----	-----	82.8	271	-----	-----	84.5	277
28	109	358	66.6	218	111	364	67.9	223
27	85.9	282	52.4	172	87.6	287	53.4	175
26	68.6	225	41.8	138	70.0	230	42.6	140
25	54.1	178	33.0	108	55.3	181	33.7	110
24	43.0	141	26.2	85.9	43.8	144	26.7	87.6
23	33.9	111	20.7	67.9	34.6	114	21.1	69.3
22	27.1	88.9	16.5	54.6	27.6	90.6	16.8	55.3

21	21.5	70.5	13.1	42.7	21.8	71.5	13.3	43.6
20	16.9	55.4	10.3	33.9	17.2	56.6	10.5	34.6
19	13.5	44.2	8.21	26.9	13.7	45.0	8.37	27.4
18	10.7	35.1	6.52	21.4	10.9	35.7	6.64	21.8
17	8.45	27.7	5.15	16.9	8.61	28.2	5.25	17.2
16	6.72	22.0	4.10	13.5	6.85	22.5	4.18	13.7
15	5.31	17.4	3.24	10.6	5.41	17.8	3.30	10.8
14	-----	-----	2.57	8.45	-----	-----	2.62	8.61
13	-----	-----	2.04	6.69	-----	-----	2.08	6.82
12	2.65	8.71	1.62	5.31	2.71	8.89	1.65	5.42
11	2.11	6.92	1.29	4.22	2.15	7.06	1.32	4.30
10	1.670	5.479	1.019	3.343	1.703	5.590	1.038	3.408
9	1.325	4.348	0.8084	2.652	1.352	4.435	0.8242	2.704
8	1.051	3.446	0.6407	2.102	1.071	3.515	0.6532	2.413
7	0.8328	2.733	0.5081	1.667	0.8497	2.788	0.5181	1.699
6	0.6609	2.168	0.4031	1.323	0.6741	2.211	0.4110	1.348
5	0.5242	1.720	0.3197	1.049	0.5361	1.754	0.3260	1.070
4	0.4155	1.363	0.2535	0.8315	0.4239	1.390	0.2585	0.8478
3	0.3296	1.081	0.2010	0.6595	0.3362	1.103	0.2050	0.6725
2	0.2613	0.8574	0.1594	0.5231	0.2666	0.8747	0.1626	0.5333
1	0.2073	0.6798	0.1264	0.4146	0.2113	0.6935	0.1289	0.4228
1/0	0.1643	0.5390	0.1002	0.3287	0.1676	0.5499	0.1022	0.3353
2/0	0.1304	0.4275	0.07949	0.2608	0.1329	0.4362	0.08105	0.2659
3/0	0.1033	0.3392	0.06306	0.2069	0.1055	0.3460	0.06429	0.2109
4/0	0.08196	0.2689	0.04999	0.1640	0.08361	0.2743	0.05098	0.1673

表 30.2

镀锡或是锡合金实心铜导体最大直径电阻

导体 AWG 规格	20°C		25°C	
	Ω /1000ft	Ω /1000ft	Ω /1000ft	Ω /1000ft
30	110	361	112	368
29	86.1	282	87.8	289
28	69.3	227	70.6	232
27	54.5	179	55.6	182
26	43.5	143	44.3	145
25	34.4	112	35.0	115
24	27.3	89.3	27.8	91.1
23	21.5	70.6	22.0	72.0



22	17.2	56.4	17.5	57.5
21	13.6	44.4	13.8	45.3
20	10.7	35.2	10.9	36.0
19	8.54	28.0	8.70	28.6
18	6.77	22.2	6.91	22.7
17	5.37	17.6	5.47	17.9
16	4.26	14.0	4.35	14.2
15	3.38	11.1	3.44	11.2
14	2.68	8.78	2.72	8.96
13	2.12	6.97	2.16	7.10
12	1.68	5.53	1.71	5.64
11	1.34	4.39	1.37	4.48
10	1.060	3.476	1.080	3.545
9	0.8319	2.730	0.8483	2.748
8	0.6594	2.163	0.6724	2.206
7	0.5229	1.716	0.5332	1.749
6	0.4148	1.361	0.4230	1.388
5	0.3291	1.079	0.3356	1.101
4	0.2608	0.8559	0.2660	0.8727
3	0.2069	0.6788	0.2109	0.6922
2	0.1641	0.5384	0.1673	0.5489
1	0.1300	0.4268	0.1326	0.4352
1/0	0.1026	0.3367	0.1047	0.3433
2/0	0.08140	0.2670	0.08300	0.2723
3/0	0.06457	0.2119	0.06583	0.2160
4/0	0.05119	0.1680	0.05219	0.1713

表 30.3

铝，铜包铝，紧压绞合铝导体和无镀层铜导体的最大直流电阻  
同心绞 ASTM B。C 和 D 类紧压绞合和压缩绞合

导体 AWG 规格	20°C				25°C			
	铝和铜包铝		无镀层铜		铝和铜包铝		无镀层铜	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft
30	-----	-----	108	354	-----	-----	110	361
29	-----	-----	84.3	277	-----	-----	86.0	282

28	111	364	67.9	223	113	371	69.2	227
27	87.6	287	53.4	175	89.4	293	54.5	179
26	70.0	230	42.7	140	71.3	234	43.5	143
25	55.3	181	33.7	111	56.4	185	34.4	113
24	463.8	144	26.7	87.6	44.6	146	27.2	89.2
23	34.6	114	21.1	69.2	35.3	116	21.5	70.5
22	27.7	90.9	16.9	55.4	28.2	92.5	17.2	56.4
21	21.8	71.5	13.3	43.6	22.1	72.5	13.5	44.3
20	17.4	57.1	10.6	34.6	17.7	58.1	10.8	35.3
19	13.7	44.9	8.36	27.4	14.0	45.9	8.53	28.0
18	10.9	35.8	6.66	21.8	11.1	36.4	6.79	2.22
17	8.68	28.5	5.27	17.3	8.86	29.1	5.37	17.6
16	6.87	22.5	4.18	13.7	7.00	23.0	4.26	14.0
15	5.41	17.8	3.31	10.9	5.53	18.1	3.37	11.1
14	-----	-----	2.6+2	8.62	-----	-----	2.68	8.78
13	-----	-----	2.08	6.82	-----	-----	2.12	6.97
12	2.71	8.88	1.65	5.43	2.76	9.07	1.68	5.53
11	2.15	7.07	1.32	4.30	2.19	7.20	1.34	4.39
10	14.70	5.589	1.039	3.409	1.738	5.702	1.060	3.476
9	1.35	4.434	0.8245	2.705	1.379	4.524	0.8407	2.758
8	1.07	3.515	0.6535	2.144	1.092	3.585	0.6663	2.186
7	0.8495	2.787	0.5182	1.700	0.8666	2.844	0.5284	1.734
6	0.6740	2.211	0.4112	1.348	0.6876	2.256	0.4192	1.375
5	0.5346	1.754	0.3261	1.070	0.5454	1.789	0.3325	1.091
4	0.4238	1.390	0.2585	0.8481	0.4324	1.419	0.2636	0.8649
3	0.3361	1.103	0.2050	0.6727	0.3419	1.125	0.2091	0.6860
2	0.2665	0.8745	0.1626	0.5335	0.2719	0.8922	0.1659	0.5440
1	0.2113	0.6934	0.1289	0.4230	0.2156	0.7074	0.1315	0.4313
1/0	0.1676	0.5498	0.1022	0.3354	0.1710	0.5609	0.1042	0.3419
2/0	0.1329	0.4361	0.08108	0.2660	0.1356	0.4450	0.08267	0.2712
3/0	0.1055	0.3459	0.06431	0.2110	0.1075	0.3529	0.06558	0.2151
4/0	0.8360	0.2743	0.05099	0.1673	0.08528	0.2798	0.05200	0.1705
250kmil	0.07076	0.2322	0.04316	0.1416	0.07219	0.2368	0.04401	0.1444
300	0.05897	0.1935	0.03597	0.1180	0.06015	0.1974	0.03667	0.1204
350	0.05054	0.1659	0.03082	0.1011	0.05156	0.1691	0.03144	0.1031
400	0.04423	0.1450	0.02698	0.08851	0.04511	0.1480	0.02751	0.09024
450	0.03931	0.1289	0.02398	0.07867	0.04010	0.1316	0.02445	0.08021
500	0.03537	0.1161	0.02158	0.07080	0.03609	0.1184	0.02200	0.07220
550	0.03216	0.1055	0.01961	0.06436	0.03281	0.1076	0.02000	0.06563
600	0.02948	0.09673	0.01798	0.05900	0.03008	0.09867	0.01834	0.06016
700	0.02527	0.08291	0.01541	0.05057	0.02578	0.08458	0.01572	0.05157

750	0.02358	0.07738	0.01438	0.04721	0.02406	0.07894	0.01467	0.04812
800	0.02211	0.07254	0.01348	0.04425	0.02255	0.07400	0.01375	0.04512
900	0.01966	0.06448	0.01199	0.03933	0.02005	0.06578	0.01222	0.04011
1000	0.01769	0.05804	0.01079	0.03540	0.01804	0.05920	0.01101	0.03610
1100	0.01609	0.05275	0.009809	0.03218	0.01640	0.05383	0.01000	0.03281
1200	0.01474	0.04836	0.008992	0.02950	0.01503	0.04934	0.009169	0.03008
1250	0.01415	0.04643	0.008632	0.02833	0.01443	0.04736	0.008802	0.02888
1300	0.01357	0.04465	0.008230	0.02723	0.01388	0.04554	0.008463	0.02776
1400	0.01264	0.04145	0.007707	0.02529	0.01289	0.04229	0.007859	0.02579
1500	0.01179	0.03869	0.007193	0.02360	0.01203	0.03947	0.007335	0.02406
1600	0.01106	0.03627	0.006744	0.02212	0.01128	0.03701	0.006877	0.02256
1700	0.01040	0.03414	0.006347	0.02083	0.01062	0.03482	0.006472	0.02124
1800	0.009827	0.03316	0.006166	0.02023	0.01031	0.03383	0.006287	0.02062
1900	0.009310	0.03055	0.005679	0.01864	0.009497	0.03116	0.005791	0.01900
2000	0.008844	0.02902	0.005395	0.01770	0.009023	0.02960	0.005501	0.01804

表 30.4

铜导体，同心绞 ASTM B 类的导体（各单线镀锡或是锡合金）  
和压缩绞合 ASTM B 类的导体（各单线有镀层）的最大直流电阻

导体 AWG 规格	20°C		25°C	
	Ω /1000ft	Ω /1000ft	Ω /1000ft	Ω /1000ft
30	116	381	118	387
29	90.5	297	92.3	303
28	72.8	239	74.3	244
27	57.3	188	58.5	192
26	45.8	150	46.7	153
25	36.2	199	36.9	121
24	28.7	94.2	29.2	95.8
23	22.7	74.5	23.1	75.8
22	18.1	59.4	18.5	60.7
21	14.3	46.9	14.5	47.6
20	11.2	36.7	11.4	37.4
19	8.88	29.1	9.06	29.7
18	7.06	23.2	7.19	23.6
17	5.59	18.3	5.70	18.7
16	4.45	14.6	4.53	14.9
15	3.44	11.3	3.51	11.5

14	2.73	8.96	2.78	9.14
13	2.16.	7.10	2.20	7.24
12	1.72	5.64	1.75	5.75
11	1.37	4.48	1.39	4.56
10	1.080	3.546	1.102	3.615
9	0.8574	2.813	0.8742	2.868
8	0.6795	2.230	0.6929	2.274
7	0.5389	1.768	0.5495	1.802
6	0.4276	1.403	0.4359	1.430
5	0.3392	1.113	0.3458	1.134
4	0.2689	0.8820	0.2742	0.8993
3	0.2132	0.6996	0.2175	0.7133
2	0.1691	0.5548	0.1724	0.5657
1	0.1340	0.4398	0.1367	0.4485
1/0	0.1063	0.3487	0.1084	0.3556
2/0	0.08432	0.2766	0.08598	0.2820
3/0	0.06688	0.2194	0.06820	0.2238
4/0	0.05248	0.1722	0.05352	0.1755
250kmil	0.04488	0.1473	0.04577	0.1501
300	0.03740	0.1227	0.03814	0.1252
350	0.03206	0.1052	0.03270	0.1072
400	0.02776	0.09109	0.02831	0.09288
450	0.02467	0.08097	0.02516	0.08256
500	0.02222	0.07287	0.02264	0.07431
550	0.02040	0.06693	0.02080	0.06825
600	0.01871	0.06135	0.01907	0.06257
650	0.01709	0.05606	0.01742	0.05715
700	0.01586	0.05205	0.01618	0.05307
750	0.01481	0.04858	0.01510	0.04953
800	0.01388	0.04554	0.01416	0.04644
900	0.01234	0.04048	0.01259	0.04128
1000	0.01111	0.03643	0.01132	0.03715
1100	0.01010	0.03643	0.01132	0.03715
1200	0.009254	0.03037	0.009436	0.03096
1250	0.008884	0.02915	0.009059	0.02972
1300	0.008543	0.02803	0.008711	0.02858
1400	0.007933	0.02602	0.008089	0.02654
1500	0.007403	0.02602	0.008089	0.02654
1600	0.007403	0.02429	0.007549	0.02477
1700	0.006941	0.02278	0.007078	0.02322
1750	0.006533	0.02143	0.006661	0.02186

1800	0.006171	0.02024	0.006291	0.02063
1900	0.005845	0.01918	0.005960	0.01955
2000	0.005552	0.01822	0.005662	0.01857

表 30.5

铜导体，同心绞 ASTM C 类和 D 类的导体（各单线镀锡或是锡合金）  
和压缩绞合 ASTM B 类的导体（各单线有镀层）的最大直流电阻

导体 AWG 规格	C 类				D 类			
	20℃				25℃			
	铝和铜包铝		无镀层铜		铝和铜包铝		无镀层铜	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft	/1000ft
30	116	381	118	387	116	381	118	387
29	90.5	297	92.3	303	90.5	297	92.3	303
28	72.8	239	74.3	244	72.8	239	74.3	244
27	57.3	188	58.5	192	57.3	188	58.5	192
26	45.8	150	46.7	153	45.8	150	46.7	153
25	36.2	119	36.9	121	36.2	119	36.9	121
24	28.7	94.2	29.2	95.8	28.7	94.2	29.2	95.8
23	22.7	74.5	23.1	75.8	22.7	74.5	23.1	75.8
22	18.1	59.4	18.5	60.7	18.1	59.4	18.5	60.7
21	14.3	46.9	14.5	47.6	14.3	46.9	14.5	47.6
20	11.4	37.4	11.6	38.1	11.4	37.4	11.6	38.1
19	8.98	29.5	9.16	30.1	8.98	29.5	9.16	30.1
18	7.15	23.5	7.29	23.9	7.15	23.5	7.29	23.9
17	5.65	18.5	5.76	18.9	5.65	18.5	5.76	18.9
16	4.44	14.6	4.53	14.9	4.49	14.7	4.58	15.0
15	3.52	11.5	3.58	11.7	3.55	11.6	3.62	11.9
14	2.78	9.15	2.85	9.32	2.82	9.25	2.89	9.42
13	2.21	7.26	2.25	7.41	2.21	7.26	2.25	7.41
12	1.75	5.75	1.78	5.88	1.75	5.75	1.78	5.88
11	1.37	4.48	1.39	4.56	1.40	4.57	1.42	4.66
10	1.08	3.55	1.10	3.62	1.10	3.62	1.12	3.69
9	0.857	2.82	0.874	2.87	0.875	2.88	0.892	2.93
8	0.679	2.23	0.692	2.27	0.679	2.23	0.693	2.27
7	0.539	1.76	0.550	1.81	0.539	1.76	0.550	1.81

6	0.427	1.41	0.436	1.43	0.427	1.41	0.436	1.43
5	0.339	1.11	0.346	1.13	0.339	1.11	0.346	1.13
4	0.269	0.882	0.274	0.900	0.269	0.882	0.274	0.900
3	0.213	0.700	0.217	0.713	0.213	0.700	0.217	0.713
2	0.169	0.555	0.172	0.566	0.169	0.555	0.172	0.566
1	0.134	0.440	0.137	0.449	0.134	0.440	0.137	0.449
1/0	0.106	0.349	0.108	0.355	0.106	0.349	0.109	0.355
2/0	0.0844	0.276	0.0860	0.282	0.0844	0.276	0.0860	0.282
3/0	0.0669	0.219	0.0681	0.223	0.0669	0.219	0.0681	0.223
4/0	0.0530	0.174	0.0541	0.177	0.0530	0.0174	0.0541	0.177
250kmil	0.0449	0.147	0.0458	0.150	0.0449	0.147	0.0458	0.150
300	0.0374	0.122	0.0381	0.125	0.0374	0.122	0.0381	0.125
350	0.0320	0.105	0.0326	0.107	0.0320	0.105	0.0326	0.107
400	0.0280	0.0920	0.0286	0.0938	0.0280	0.0920	0.0286	0.0938
450	0.0249	0.0818	0.0254	0.0834	0.0249	0.0818	0.0254	0.0834
500	0.0224	0.0736	0.0228	0.0751	0.0224	0.0736	0.0228	0.0751
550	0.0204	0.0669	0.0208	0.0682	0.0204	0.0669	0.0208	0.0682
600	0.0187	0.0614	0.0191	0.0625	0.0187	0.0614	0.0191	0.0625
700	0.0160	0.0526	0.0163	0.0537	0.0160	0.0526	0.0163	0.0537
750	0.0150	0.0491	0.0153	0.0501	0.0150	0.0491	0.0153	0.0501
800	0.0141	0.0460	0.0143	0.0469	0.0141	0.0460	0.0143	0.0469
900	0.0124	0.0409	0.0128	0.0417	0.0124	0.0409	0.0128	0.0417
1000	0.0111	0.0364	0.0113	0.0371	0.0112	0.0368	0.0114	0.0375
1100	0.0102	0.0335	0.0104	0.0342	0.0102	0.0335	0.0104	0.0342
1200	0.00935	0.0307	0.00954	0.0313	0.00935	0.0307	0.00954	0.0313
1250	0.00898	0.0295	0.00915	0.0300	0.00898	0.0295	0.00915	0.0300
1300	0.00863	0.0284	0.00880	0.0289	0.00863	0.0284	0.00880	0.0289
1400	0.00794	0.0260	0.00809	0.0265	0.00802	0.0263	0.00817	0.0268
1500	0.00741	0.0243	0.00755	0.0248	0.00748	0.0246	0.00763	0.0250
1600	0.00702	0.0231	0.00715	0.0235	0.00702	0.0231	0.00715	0.0235
1700	0.00660	0.0216	0.00673	0.0220	0.00660	0.0216	0.00673	0.0220
1750	0.00642	0.0210	0.00654	0.0214	0.00642	0.0210	0.00654	0.0214
1800	0.00617	0.0202	0.00629	0.0206	0.00623	0.0205	0.00635	0.0208
1900	0.00584	0.0192	0.00596	0.0196	0.00591	0.0194	0.00602	0.0198
2000	0.00555	0.0183	0.00566	0.0186	0.00561	0.0184	0.00572	0.0188

表 30.6  
19 根混合圆线同节距绞合铜导体最大直流电阻

单线镀层	导体 AWG 规格	20℃		25℃	
		Ω /1000ft	Ω /1000ft		Ω /1000ft
各单线 有镀层	14	2.79	9.15	2.85	9.32
	13	2.21	7.26	2.25	7.41
	12	1.75	5.75	1.78	5.88
	11	1.37	4.8	1.39	4.56
	10	1.08	3.55	1.10	3.62
	9	0.857	2.82	0.874	2.87
	8	0.679	2.23	0.692	2.27
	7	0.539	1.76	0.550	1.81
	6	0.427	1.41	0.436	1.43
	5	0.339	1.11	0.346	1.13
	4	0.269	0.882	0.274	0.900
	3	0.213	0.700	0.217	0.713
	2	0.169	0.555	0.172	0.566
	1	0.1340	0.4398	0.1367	0.4485
	1/0	0.1063	0.3487	0.1084	0.3556
	2/0	0.08432	0.2766	0.08598	0.2820
	3/0	0.06688	0.2194	0.06820	0.2238
	4/0	0.05248	0.1722	0.05352	0.1755
各单线 无镀层	14	2.62	8.62	2.68	8.78
	13	2.08	6.82	2.12	6.97
	12	1.65	5.43	1.68	5.53
	11	1.32	4.30	1.34	4.39
	10	1.039	3.409	1.060	3.476
	9	0.8254	2.705	0.8407	2.758
	8	0.6535	2.144	0.6663	2.186
	7	0.5258	1.700	0.5284	1.734
	6	0.4122	1.348	0.4192	1.375
	5	0.3261	1.070	0.3225	1.091
	4	0.2585	0.8481	0.2636	0.8649
	3	0.2050	0.6727	0.2091	0.6860
	2	0.1626	0.5335	0.1659	0.5440
	1	0.1289	0.4230	0.1315	0.4313
	1/0	0.1022	0.3354	0.1042	0.3419
	2/0	0.08108	0.2660	0.08267	0.2712
	3/0	0.06431	0.2110	0.06558	0.2151
	4/0	0.05099	0.1673	0.05200	0.1705

表 30.6A

19 根混合圆线节距绞合铝导体最大直流电阻

导体 AWG 规格	20°C		25°C	
	Ω /1000ft	Ω /1000ft	Ω /1000ft	Ω /1000ft
6	0.6716	2.204	0.6852	2.248
5	0.5326	1.748	0.5436	1.784
4	0.4224	1.386	0.4309	1.414
3	0.3351	1.100	0.3418	1.121
2	0.2656	0.8714	0.2710	0.8892
1	0.2107	0.6913	0.2149	0.7051
1/0	0.1671	0.5438	0.1705	0.5594
2/0	0.1325	0.4347	0.1351	0.4433
3/0	0.1051	0.3448	0.1072	0.3517
4/0	0.08332	0.2734	0.08501	0.2789

表 30.7

ASTM G 类绞合导体的最大直流电阻

导体规格	无镀层铜				镀层铜 (每单根线镀锡-铅合金)				铝			
	20°C		25°C		20°C		25°C		20°C		25°C	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km
14AWG	2.65	8.70	2.70	8.86	2.82	9.24	2.87	9.41	/	/	/	/
13	2.10	6.90	2.14	7.03	2.23	7.33	2.28	7.47	/	/	/	/
12	1.67	5.48	1.70	5.58	1.77	5.81	1.81	5.93	/	/	/	/
11	1.32	4.35	1.35	4.42	1.40	4.60	1.43	4.70	/	/	/	/
10	1.05	3.45	1.07	3.51	1.11	3.66	1.13	3.73	/	/	/	/
9	0.832	2.73	0.849	2.78	0.884	2.90	0.902	2.96	/	/	/	/
8	0.660	2.16	0.673	2.20	0.701	2.30	0.715	2.35	/	/	/	/
7	0.523	1.71	0.533	1.75	0.545	1.79	0.555	1.82	0.858	2.82	0.875	2.88
6	0.415	1.37	0.423	1.39	0.431	1.42	0.441	1.45	0.680	2.23	0.695	2.27
5	0.329	1.08	0.336	1.10	0.343	1.12	0.349	1.14	0.540	1.77	0.551	1.81
4	0.261	0.857	0.266	0.873	0.271	0.890	0.276	0.908	0.428	1.41	0.437	1.43
3	0.207	0.679	0.211	0.693	0.215	0.707	0.219	0.720	0.340	1.11	0.347	1.13
2	0.164	0.539	0.167	0.550	0.170	0.560	0.174	0.571	0.269	0.883	0.274	0.901
1	0.132	0.431	0.134	0.440	0.137	0.449	0.140	0.457	0.215	0.707	0.220	0.721
1/0	0.104	0.342	0.106	0.349	0.108	0.355	0.110	0.362	0.170	0.560	0.174	0.571
2/0	0.0826	0.271	0.0843	0.276	0.0860	0.282	0.0876	0.288	0.136	0.445	0.139	0.454



0.13930	0.0656	0.215	0.0668	0.219	0.0681	0.223	0.0696	0.228	0.107	0.353	0.109	0.360
4/0	0.0520	0.170	0.0530	0.174	0.0541	0.177	0.0552	0.181	0.0853	0.279	0.0869	0.286
250kmil	0.0443	0.145	0.0451	0.148	0.0460	0.151	0.0469	0.154	0.0725	0.238	0.0740	0.243
300	0.0368	0.121	0.0375	0.123	0.0384	0.125	0.0391	0.129	0.0604	0.198	0.0616	0.202
350	0.0316	0.104	0.0322	0.106	0.0328	0.108	0.0335	0.110	0.0518	0.170	0.0528	0.173
400	0.0276	0.0917	0.0282	0.0924	0.0288	0.0942	0.0293	0.0962	0.0453	0.149	0.0462	0.152
450	0.0246	0.0806	0.0251	0.0822	0.0255	0.0838	0.0260	0.0855	0.0403	0.132	0.0411	0.135
500	0.0221	0.0725	0.0225	0.0704	0.0230	0.0755	0.0235	0.0769	0.0362	0.119	0.0370	0.121
550	0.0202	0.0663	0.0206	0.0675	0.0210	0.0690	0.0214	0.0703	0.0332	0.108	0.0338	0.111
600	0.0186	0.0607	0.0189	0.0619	0.0193	0.0631	0.0196	0.0644	0.0304	0.0996	0.0310	0.102
700	0.0171	0.0561	0.0174	0.0571	0.0177	0.0583	0.0182	0.0595	0.0280	0.0919	0.0286	0.0937
750	0.0148	0.0486	0.0151	0.0496	0.0154	0.0505	0.0157	0.0515	0.0243	0.0797	0.0248	0.0813
800	0.0139	0.0456	0.0142	0.0464	0.0145	0.0473	0.0147	0.0483	0.0227	0.0747	0.0233	0.0762
900	0.0123	0.0405	0.0125	0.0413	0.0129	0.0421	0.0131	0.0429	0.0202	0.0664	0.0206	0.0677
1000	0.0111	0.0364	0.0113	0.0371	0.0115	0.0379	0.0117	0.0387	0.0183	0.0598	0.0186	0.0610
1100	0.0101	0.0332	0.0103	0.0338	0.0105	0.0345	0.0107	0.0351	0.0165	0.0543	0.0169	0.0554
1200	0.00926	0.0304	0.00944	0.0310	0.00963	0.0316	0.00981	0.0322	0.0152	0.0498	0.0155	0.0508
1250	0.00888	0.0292	0.00906	0.0297	0.00924	0.0303	0.00942	0.0309	0.0146	0.0478	0.0149	0.0488
1300	0.00855	0.0280	0.00871	0.0286	0.00888	0.0292	0.00906	0.0297	0.0140	0.0460	0.0143	0.0469
1400	0.00794	0.0260	0.00809	0.0265	0.00825	0.0270	0.00842	0.0276	0.0131	0.0426	0.0133	0.0436
1500	0.00741	0.0243	0.00755	0.0248	0.00770	0.0253	0.00785	0.0258	0.0121	0.0398	0.0123	0.0406
1600	0.00701	0.0230	0.00715	0.0235	0.00729	0.0239	0.00744	0.0244	0.0115	0.0377	0.0117	0.0385
1700	0.00660	0.0216	0.00672	0.0220	0.00686	0.0225	0.00700	0.0230	0.0108	0.0355	0.0110	0.0362
1750	0.00641	0.0210	0.00654	0.0214	0.00666	0.0218	0.00679	0.0223	0.0105	0.0345	0.0107	0.0352
1800	0.00623	0.0204	0.00635	0.0208	0.00648	0.0212	0.00661	0.0216	0.0102	0.0335	0.0104	0.0342
1900	0.00591	0.0194	0.00602	0.0198	0.00614	0.0201	0.00626	0.0205	0.00968	0.0317	0.00987	0.0323
2000	0.00561	0.0184	0.00572	0.0188	0.00583	0.0192	0.00595	0.0195	0.00919	0.0302	0.00937	0.0308

表 30.8

ASTM H 类绞合导体的最大直流电阻

导体规格	无镀层铜				镀层铜 (每单根线镀锡-铅合金)				铝			
	20°C		25°C		20°C		25°C		20°C		25°C	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km
8AWG	0.66	2.18	0.679	2.23	0.708	2.33	0.722	2.37	-----	-----	-----	-----
7	0.528	1.73	0.539	1.76	0.561	1.85	0.572	1.88	-----	-----	-----	-----
6	0.419	1.38	0.427	1.41	0.446	1.46	0.454	1.49	-----	-----	-----	-----
5	0.333	1.09	0.339	1.11	0.353	1.16	0.360	1.18	-----	-----	-----	-----

4	0.263	0.865	0.268	0.881	0.279	0.918	0.286	0.936	-----	-----	-----	-----
3	0.209	0.686	0.213	0.700	0.222	0.728	0.226	0.743	-----	-----	-----	-----
2	0.166	0.544	0.169	0.555	0.172	0.566	0.175	0.576	0.271	0.891	0.277	0.910
2	0.166	0.547	0.170	0.557	0.176	0.580	0.181	0.592	-----	-----	-----	-----
1	0.133	0.434	0.135	0.442	0.141	0.460	0.143	0.469	-----	-----	-----	-----
1/0	0.105	0.344	0.107	0.350	0.109	0.357	0.111	0.364	0.171	0.563	0.175	0.574
2/0	0.0830	0.272	0.0847	0.277	0.0864	0.284	0.0880	0.289	0.136	0.447	0.139	0.456
3/0	0.0659	0.216	0.0672	0.220	0.0685	0.224	0.0699	0.230	0.108	0.354	0.110	0.361
4/0	0.0662	0.217	0.0675	0.221	0.0703	0.231	0.0717	0.236	-----	-----	-----	-----
4/0	0.0522	0.171	0.0532	0.174	0.0544	0.179	0.0554	0.182	0.0857	0.280	0.0874	0.287
250kmi	0.0445	0.146	0.0453	0.149	0.0462	0.152	0.0471	0.155	0.0728	0.239	0.0743	0.244
300	0.0370	0.121	0.0377	0.123	0.0386	0.126	0.0393	0.129	0.0607	0.199	0.0619	0.203
350	0.0317	0.104	0.0323	0.106	0.0330	0.108	0.0337	0.110	0.0520	0.170	0.0530	0.174
400	0.0277	0.0911	0.0284	0.0929	0.0289	0.0948	0.0295	0.0966	0.0455	0.149	0.0464	0.152
450	0.0247	0.0810	0.0252	0.0826	0.0257	0.0843	0.0262	0.0859	0.0405	0.133	0.0413	0.136
500	0.0222	0.0729	0.0226	0.0744	0.0232	0.0758	0.0236	0.0773	0.0364	0.119	0.0371	0.122
550	0.0204	0.0669	0.0208	0.0682	0.0212	0.0696	0.0216	0.0709	0.0335	0.110	0.0341	0.112
600	0.0187	0.0613	0.0191	0.0625	0.0195	0.0638	0.0198	0.0650	0.0306	0.100	0.0312	0.103
700	0.0160	0.0525	0.0163	0.0536	0.0166	0.0547	0.0170	0.0557	0.0262	0.0862	0.0268	0.0879
750	0.0150	0.0491	0.0152	0.0500	0.0155	0.0510	0.0158	0.0520	0.0245	0.0804	0.0250	0.0820
800	0.0140	0.0460	0.0143	0.0470	0.0146	0.0478	0.0149	0.0488	0.0230	0.0754	0.0235	0.0769
900	0.0124	0.0409	0.0128	0.0417	0.0130	0.0425	0.0133	0.0434	0.0204	0.0670	0.0208	0.0683
1000	0.0112	0.0368	0.0114	0.0375	0.0116	0.0382	0.0119	0.0390	0.0184	0.0603	0.188	0.0615
1100	0.0102	0.0335	0.0104	0.0341	0.0106	0.0348	0.0108	0.354	0.0167	0.0549	0.0170	0.0559
1200	0.00934	0.0307	0.00953	0.0312	0.00972	0.0319	0.00990	0.0325	0.0153	0.0503	0.0156	0.0513
1250	0.00897	0.0295	0.00915	0.0300	0.00933	0.0306	0.00952	0.0312	0.0147	0.0482	0.0150	0.0493
1300	0.00863	0.0283	0.00879	0.0289	0.00897	0.0295	0.00915	0.0300	0.0142	0.0464	0.0144	0.0473
1400	0.00801	0.0263	0.00817	0.0268	0.00833	0.0273	0.00850	0.0278	0.0132	0.0430	0.0134	0.0439
1500	0.00748	0.0245	0.00762	0.0250	0.00777	0.0255	0.00793	0.0260	0.0122	0.0402	0.0125	0.0410
1600	0.00701	0.0230	0.00715	0.0235	0.00729	0.0239	0.00744	0.0244	0.0115	0.0377	0.0117	0.0385
1700	0.00660	0.0216	0.00672	0.0220	0.00686	0.0225	0.00700	0.0230	0.0108	0.0355	0.0110	0.0362
1750	0.00641	0.0210	0.00654	0.0214	0.00666	0.0218	0.00679	0.0223	0.0105	0.0345	0.0107	0.0352
1800	0.00623	0.0204	0.00635	0.0208	0.00648	0.0212	0.00661	0.0216	0.0102	0.0335	0.0104	0.0342
1900	0.00591	0.0194	0.00602	0.0198	0.00614	0.0201	0.00626	0.0205	0.00968	0.0317	0.00987	0.0323
2000	0.00561	0.0184	0.00572	0.0188	0.00583	0.0192	0.00595	0.0195	0.00919	0.0302	0.00937	0.0308

表 30.9

## ASTM I 类绞合导体的最大直流电阻

导体规格	无镀层铜				镀层铜 (每单根线镀锡-铅合金)				铝			
	20°C		25°C		20°C		25°C		20°C		25°C	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km
10AWG	1.04	3.41	1.06	3.48	1.08	3.55	1.10	3.62	-----	-----	-----	-----
9	0.824	2.70	0.840	2.75	0.857	2.82	0.874	2.87	-----	-----	-----	-----
8	0.654	2.14	0.666	2.18	0.679	2.23	0.693	2.27	1.07	3.52	1.00	3.59
7	0.518	1.70	0.528	1.73	0.538	1.76	0.550	1.81	0.850	2.78	0.867	2.85
6	0.419	1.38	0.427	1.41	0.436	1.43	0.445	1.46	0.687	2.25	0.701	3.59
5	0.333	1.09	0.339	1.11	0.346	1.13	0.353	1.15	0.545	1.79	0.556	1.83
4	0.263	0.865	0.268	0.881	0.274	0.900	0.279	0.917	0.432	1.42	0.441	1.45
3	0.209	0.686	0.213	0.700	0.217	0.713	0.221	0.727	0.343	1.12	0.350	1.14
2	0.166	0.544	0.169	0.555	0.172	0.566	0.175	0.576	0.271	0.891	0.277	0.910
1	0.132	0.431	0.134	0.440	0.137	0.449	0.140	0.457	0.215	0.707	0.220	0.721
1/0	0.105	0.345	0.107	0.352	0.109	0.359	0.111	0.366	0.172	0.566	0.175	0.577
2/0	0.0834	0.273	0.0851	0.279	0.0868	0.285	0.0885	0.291	0.137	0.449	0.140	0.458
3/0	0.0662	0.217	0.0675	0.221	0.0689	0.225	0.0702	0.231	0.108	0.356	0.111	0.363
4/0	0.0525	0.172	0.0536	0.175	0.0546	0.180	0.0557	0.183	0.0861	0.283	0.0878	0.288
250kmil	0.0449	0.147	0.0457	0.150	0.0466	0.153	0.0475	0.156	0.0735	0.242	0.0750	0.246
300	0.0373	0.122	0.0381	0.125	0.0389	0.128	0.0397	0.130	0.0613	0.201	0.0625	0.205
350	0.0320	0.105	0.0326	0.107	0.0334	0.109	0.0340	0.111	0.0525	0.172	0.0536	0.175
400	0.0280	0.0920	0.0286	0.0937	0.0292	0.0957	0.0297	0.0975	0.0460	0.151	0.0469	0.154
450	0.0249	0.0817	0.0254	0.0833	0.0259	0.0850	0.0264	0.0867	0.0408	0.134	0.0417	0.137
500	0.0224	0.0735	0.0228	0.0751	0.0234	0.0765	0.0238	0.0780	0.0367	0.120	0.0375	0.123
550	0.0204	0.0669	0.0208	0.0682	0.0212	0.0696	0.0216	0.0709	0.0335	0.110	0.0341	0.112
600	0.0187	0.0613	0.0191	0.0625	0.0195	0.0638	0.0198	0.0650	0.0306	0.100	0.0312	0.103
700	0.0162	0.0530	0.0165	0.0541	0.0168	0.0552	0.0171	0.0563	0.0265	0.0870	0.0270	0.0887
750	0.0151	0.0495	0.0154	0.0505	0.0157	0.0515	0.0160	0.0525	0.0248	0.0812	0.0252	0.0828
800	0.0142	0.0464	0.0144	0.0473	0.0147	0.0482	0.0150	0.0493	0.0232	0.0761	0.0237	0.0776
900	0.0125	0.0413	0.0129	0.0420	0.0131	0.0429	0.0134	0.0438	0.0206	0.0676	0.0210	0.0691
1000	0.0113	0.0371	0.0115	0.0378	0.0117	0.0387	0.0120	0.0394	0.0186	0.0610	0.0190	0.0621
1100	0.0103	0.0338	0.0105	0.0344	0.0107	0.0351	0.0109	0.0358	0.0168	0.0554	0.0172	0.0565
1200	0.00944	0.0310	0.00962	0.0315	0.00981	0.0322	0.0101	0.0328	0.0155	0.0507	0.0158	0.0517
1250	0.00906	0.0297	0.00923	0.0303	0.00941	0.0310	0.00960	0.0315	0.049	0.0487	0.0151	0.0497
1300	0.00871	0.0286	0.00887	0.0292	0.00906	0.0297	0.00923	0.0303	0.0143	0.0468	0.0146	0.0477
1400	0.00809	0.0265	0.00824	0.0270	0.00840	0.0275	0.00858	0.0282	0.0133	0.0435	0.0136	0.0444
1500	0.00755	0.0248	0.00769	0.0252	0.00784	0.0257	0.00801	0.0262	0.0123	0.0406	0.0126	0.0414

1600	0.00708	0.0233	0.00721	0.0237	0.00735	0.0242	0.00750	0.0246	0.0116	0.0380	0.0118	0.0389
1700	0.00666	0.0218	0.00679	0.0222	0.00693	0.0227	0.00706	0.0232	0.0109	0.0358	0.0111	0.0365
1750	0.00647	0.0212	0.00660	0.0216	0.00672	0.0220	0.00685	0.0225	0.0106	0.0348	0.0108	0.0355
1800	0.00629	0.0206	0.00642	0.0210	0.00654	0.0214	0.00667	0.0218	0.0103	0.0339	0.0105	0.345
1900	0.00596	0.0196	0.00608	0.0199	0.00619	0.0203	0.00631	0.0207	0.00977	0.0320	0.00997	0.0326
2000	0.00566	0.0186	0.00577	0.0190	0.00589	0.0193	0.00600	0.0197	0.00928	0.0304	0.00947	0.0310

表 30.10

ASTM K 类绞合导体的最大直流电阻

导体规格	无镀层铜				镀层铜 (每单根线镀锡-铅合金)			
	20°C		25°C		20°C		25°C	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km
14AWG	2.62	8.61	2.67	8.78	2.82	9.25	2.88	9.42
13	2.08	6.84	2.12	6.97	2.23	7.34	2.28	7.48
12	1.65	5.43	1.68	5.53	1.77	5.82	1.81	5.94
11	1.31	4.30	1.33	4.39	1.40	4.61	1.44	4.71
10	1.04	3.41	1.06	3.48	1.11	3.66	1.14	3.73
9	0.840	2.75	0.857	2.82	0.903	2.96	0.920	3.02
8	0.666	2.18	0.679	2.23	0.715	2.35	0.729	2.40
7	0.528	1.73	0.539	1.76	0.567	1.87	0.578	1.90
6	0.419	1.38	0.427	1.41	0.450	1.48	0.459	1.51
5	0.333	1.09	0.339	1.11	0.357	1.17	0.364	1.19
4	0.263	0.865	0.268	0.881	0.283	0.928	0.289	0.947
3	0.211	0.693	0.215	0.706	0.226	0.744	0.232	0.758
2	0.167	0.549	0.1470	0.560	0.180	0.590	0.184	0.601
1	0.133	0.436	0.136	0.444	0.143	0.467	0.145	0.476
1/0	0.105	0.345	0.107	0.352	0.113	0.370	0.115	0.377
2/0	0.0843	0.276	0.0859	0.282	0.0904	0.297	0.0922	0.303
3/0	0.0668	0.219	0.0681	0.223	0.0717	0.236	0.0731	0.240
4/0	0.0530	0.173	0.0541	0.177	0.0569	0.187	0.0580	0.191
250kmil	0.0449	0.147	0.0457	0.150	0.0481	0.158	0.0491	0.161
300	0.0373	0.122	0.0381	0.125	0.0401	0.132	0.0409	0.135
350	0.0323	0.106	0.0329	0.108	0.0347	0.114	0.0354	0.116
400	0.0283	0.0928	0.0289	0.0947	0.0304	0.0997	0.0310	0.102
450	0.0252	0.0825	0.0256	0.0842	0.0270	0.0886	0.0275	0.0904
500	0.0226	0.0743	0.0231	0.0757	0.0243	0.0798	0.0248	0.0813
550	0.0206	0.0675	0.0210	0.0688	0.0221	0.0725	0.0225	0.0740
600	0.0189	0.0619	0.0193	0.0631	0.0203	0.0664	0.0207	0.0677
650	0.0174	0.0571	0.0177	0.0582	0.0187	0.0613	0.0191	0.0625

700	0.0162	0.0530	0.0165	0.0541	0.0173	0.0569	0.0177	0.0580
750	0.0151	0.0495	0.0154	0.0505	0.0162	0.0531	0.0165	0.0542
800	0.0142	0.0464	0.0144	0.0473	0.0152	0.0499	0.0155	0.0508
900	0.0125	0.0413	0.0129	0.0420	0.0135	0.0443	0.0138	0.0452
1000	0.0113	0.0371	0.0115	0.0378	0.0121	0.0399	0.0124	0.0407

表 30.11

ASTM M 类绞合导体的最大直流电阻

导体规格	无镀层铜				镀层铜 (每单根线镀锡-铅合金)			
	20°C		25°C		20°C		25°C	
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km	1000ft	km
14AWG	2.62	8.61	2.67	8.78	2.82	9.25	2.88	9.42
13	2.10	6.89	2.13	7.03	2.26	7.40	2.31	7.54
12	1.68	5.53	1.71	5.64	1.81	5.94	1.85	6.05
11	1.33	4.39	1.36	4.47	1.44	4.71	1.46	4.79
10	1.06	3.48	1.08	3.55	1.14	3.73	1.16	3.80
9	0.840	2.75	0.857	2.82	0.898	2.96	0.920	3.02
8	0.666	2.18	0.679	2.23	0.715	2.35	0.729	2.40
7	0.533	1.75	0.544	1.78	0.572	1.88	0.584	1.92
6	0.423	1.39	0.431	1.42	0.455	1.49	0.463	1.52
5	0.336	1.10	0.343	1.12	0.360	1.18	0.367	1.20
4	0.266	0.873	0.271	0.887	0.286	0.937	0.292	0.956
3	0.213	0.699	0.217	0.704	0.226	0.744	0.232	0.758
2	0.169	0.554	0.172	0.565	0.182	0.595	0.185	0.607
1	0.134	0.440	0.137	0.448	0.144	0.472	0.147	0.481
1/0	0.106	0.349	0.108	0.355	0.114	0.374	0.116	0.381
2/0	0.0851	0.276	0.0867	0.282	0.0913	0.300	0.0931	0.305
3/0	0.0674	0.221	0.0687	0.225	0.0724	0.238	0.0738	0.242
4/0	0.0534	0.175	0.0546	0.179	0.0574	0.189	0.0585	0.192
250kmil	0.0453	0.149	0.0462	0.151	0.0487	0.159	0.0496	0.162
300	0.0377	0.123	0.0385	0.125	0.0405	0.133	0.0413	0.136
350	0.0323	0.106	0.0329	0.108	0.0347	0.114	0.0354	0.116
400	0.0283	0.0928	0.0289	0.0947	0.0304	0.0997	0.0310	0.102
450	0.0252	0.0825	0.0256	0.0842	0.0261	0.0858	0.0267	0.0875
500	0.0226	0.0743	0.0231	0.0757	0.0243	0.0798	0.0248	0.0813
550	0.0206	0.0675	0.0210	0.0688	0.0221	0.0725	0.0225	0.0740
600	0.0189	0.0619	0.0193	0.0631	0.0203	0.0664	0.0206	0.0677
700	0.0162	0.0530	0.0165	0.0541	0.0173	0.0569	0.0177	0.0580

750	0.0151	0.0495	0.0154	0.0505	0.0162	0.0531	0.0165	0.0542
800	0.0142	0.0464	0.144	0.0473	0.0152	0.0499	0.0155	0.0508
900	0.0125	0.0413	0.0129	0.0420	0.0135	0.0443	0.0138	0.0452
1000	0.0113	0.0371	0.0115	0.0378	0.0121	0.0399	0.0123	0.0407

## 绝缘和护套材料

### 40 总则

40.1 绝缘和护套材料的化学成分不作规定。

40.2 样品加工方法，试样选取和温度处理以及断裂伸长率和抗张强度的量和计算，由本标准标题为绝缘和护套的物理性能的章节加以说明（见 400-481 条）。

### 47 索引表

47.1 表 47.1 是用所有用作各种类型电线，电缆和软线的绝缘和护套的材料索引表。材料按其英文名称的字母顺序排列。物理性能要求由表中指示的第 50 节的特定材料中的表或是条目给出，这些要求可能是针对产品标准中规定的单个型号的绝缘或是护套材料提出的，或是针对产品标准规定的绝缘或是护套的类别提出的。

47.2 表 47.1 是针对电缆产品标准中规定的绝缘和护套材料而提出的物理性能要求在 UL1581 中位置的索引，这些标准包括所有型号的电线电缆包括装置线，但不包括装饰照明软线和电线，其它软线，电梯电缆或是起重机线缆。在表 47.1 中材料按其英文名称或缩写字母按字母顺序组编。材料的物理性能要求可参考给出的第 50 节的特定材料中的表或是条目。

47.3 装饰照明软线和电线，其它软线，电梯电缆或是起重机电缆所用材料的

物理性能，列表于 UL62 软线和装置中，其中十进制类别号 2x 是指绝缘 1x 是指护套。除了装置线外，UL62 不再规定 UL1581 的绝缘和护套材料。但是对 UL62 以外的用途。这些材料的物理性能要求继续按 47.1 的索引列表第 50 节特定材料一节中。

表 50.1

CATV 电缆 90°C (194°F) 和 75°C (167°F) 的 CP 护套和 USE-2 和 USE 型  
 缆功率限制电路电缆功率限制报警电路电缆。其它电缆和 RHW-2 RHH 和  
 SIS 型电线的绝缘和护套的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化	200%	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 对于功率限制电路电缆 USE-2 和 RHW-2 RHH 和 型电线的 90°C (194°F) 绝缘 和护套试样，烘箱的 温度为 121±1.0°C (249.8±1.8°F)	未老化试样结果的 50%	未老化试样结果的 85%
对于功率限制电路电缆，功率限防火报警电路电缆 U 型电缆和 RHW 和 RH 型电线 75°C 5°C (167°F) 绝缘 护套试样，烘箱的温度为 113.0±1.0°C (235.4± 1.81°F)	未老化试样结果的 50%	未老化试样结果的 85%
在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
CP 表示一种特性组分为氯磺化乙烯的热固性混合物。额定 90°C (194°F) 的 CP 用于 RHW-2。RHH 和 SIS 型电 线的导体绝缘。该绝缘外无任何护套，额定 75°C (167°F) 的 CP 用于 RHW 和 RHH 型电线的导体绝缘，该绝缘 无任何护套。		

表 50.10

### .深井潜水泵电缆的 CP 护套的物理性能

测量是时试样的状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准记拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4IN 或是 6.2mm)	300% (3in 或是 75mm)	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时: 烘箱的温度为 70±1.0°C (158±1°F)	不测量	未老化试样结果的 70%	未老化试样结果的 85%
在 121±1.0°C (249.8±1°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
CP 表示一种特定组分为氯化磺聚乙烯的热固性混合物。			

表 50.20

### 24 类 90°C (194°F) CP 绝缘和护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% (2in 或是 50mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
在通风循环空气烘箱中老老化 168 小时: 烘箱的温度为 121±1.0°C (158±1.81°F)	100% (1in 或是 25mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
对于 60°C (140°F) 耐油绝缘或护套在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
24 类 CP 表示一种特定组分为氯化磺聚乙烯的热固性混合物。		

表 50.21



### 26 类 60°C (140°F) CP 绝缘和护套的物理性能

测量是时试样的状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准记拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4IN 或是 6.2mm)	300% (3in 或是 75mm)	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时: 烘箱的温度为 70±1.0°C (158±1°F)	不测量	未老化试样结果的 70%	未老化试样结果的 70%
在 121±1.0°C (249.8±1°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
26 类 CP 表示一种特定组分为氯化磺聚乙烯的热固性混合物。			

表 50.22

### 32 类 105°C (221°F) CP 绝缘和护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% (2in 或是 50mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
在通风循环空气烘箱中老老化 168 小时: 烘箱的温度为 136±1.0°C (276.8±1.81°F)	100% (1in 或是 25mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
对于 60°C (140°F) 耐油绝缘或护套在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
32 类 CP 表示一种特定组分为氯化磺聚乙烯的热固性混合物。		

表 50.23

42 类 90°C (194°F) CPCPE 和 NBR/PVC 绝缘和护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% (2in 或是 50mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
在通风循环空气烘箱中老老化 168 小时: 烘箱的温度为 121±1.0°C (249.8±1.81°F)	100% (1in 或是 25mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
对于 60°C (140°F) 耐油绝缘或护套在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 168 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
42 类 CP 表示一种特定组分为氯化磺聚乙烯的热固性混合物。 42 类 CPE 表示一种特定组分为氯化聚乙烯的热固性混合物。 42 类 NBR/PVC 表示一种特定组分为丁腈橡胶和氯乙烯的热固性混合物。		

表 50.28

CATV 电缆功率限制电路电缆功率限制报警电路电缆。其它电缆型电线的 90°C (194°F) 热塑性 CPE 护套的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% (1-1/2in 或 38mm)	1400lbf/in 或是 9.65MN/m 或是 965n/cm 或是 0.984kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时: 烘箱的温度为 121±1.0°C (249.8±1.8°F)	未老化试样结果的 50%	未老化试样结果的 85%
CPE 表示一种特性组分为氯化乙烯的热固性混合物。		

表 50.29

CATV 电型缆功率限制电路电缆功率限制报警电路电缆。USE-2 其它电缆和 RHW-2 RHH 型电线的 90°C (194°F) 热塑性 CPE 护套的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化	250% (2-1/2in 或 62.5mm)	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 121±1.0°C (249.8±1.8°F)	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 85%
在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
CPE 表示一种特性组分为氯化乙烯的热固性混合物。		

表 50.30

CATV 电型缆功率限制电路电缆功率限制报警电路电缆。USE 其它电缆和 RHW-2 RHH 型电线的 75°C (167°F) 热塑性 CPE 护套的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化	200% (2in 或 50mm)	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 113±1.0°C (235.4±1.8°F)	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 85%
在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
CPE 表示一种特性组分为氯化乙烯的热固性混合物。		

表 50.31

深井潜水泵电缆的热固性 CPE 护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化	200% (2in 或 50mm)	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 113±1.0°C (235.4±1.8°F)	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 85%
在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
CPE 表示一种特性组分为氯化乙烯的热固性混合物。		

表 50.32

37 类 90°C (194°F) 热固性 CPE 护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化	200% (2in 或 50mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 113±1.0°C (235.4±1.8°F)	100% (1in 或 25mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时		
对于 60°C (140°F) 耐油绝缘或护套 在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样结果的 60%	未老化试样结果的 60%
37 类 CPE 表示一种特性组分为氯化乙烯的热固性混合物。		

表 50.33

### 47 类 105°C (221°F) 热固性 CPE 护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 113±1.0°C (235.4±1.8°F) 在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时  对于 60°C (140°F) 耐油绝缘或护套 在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	250% (2-1/2in 或 62.5mm)  未老化试样结果的 50%  未老化试样结果的 60%	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm  未老化试样结果的 80%  未老化试样结果的 60%
47 类 CPE 表示一种特性组分为氯化乙烯的热固性混合物。		

表 50.34

USE-2 和 USE 型缆和 RHW-2 RHH 和 SIS 型电线的 90°C (194°F) 和 75°C (167°F) 热固性 CPE 绝缘和的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 对于功率限制电路电缆 USE-2 和 RHW-2 RHH 和 型电线的 90°C (194°F) 绝缘 和护套试样，烘箱的 温度为 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 对于功率限制电路电缆，功率限防火报警电路电缆 U 型电缆和 RHW 和 RH 型电线 75°C 5°C (167°F) 绝缘 护套试样，烘箱的温度为 113.0±1.0°C (235.4± 1.81°F) 在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	200%  未老化试样结果的 50%  未老化试样结果的 50%  未老化试样结果的 60%	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm  未老化试样结果的 85%  未老化试样结果的 85%  未老化试样结果的 60%
CP 表示一种特性组分为氯磺化乙烯的热固性混合物。额定 90°C (194°F) 的 CP 用于 RHW-2。RHH 和 SIS 型电线的导体绝缘。该绝缘外无任何护套，额定 75°C (167°F) 的 CP 用于 RHW 和 RHH 型电线的导体绝缘，该绝缘无任何护套。		

表 50.42

RHW-2 RH RHW 和 RHH 型电线的 EP 绝缘和的物理性能。

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 121±1.0℃ (249.8±1.8°F)	250%  未老化试样结果的 75%	700lbf/in 或是 4.83MN/m 或是 483n/cm 或是 0.492kg/mm 未老化试样结果的 75%
EP 表示一种特性组分为乙烯-丙烯共聚物 (EPM)。额定 90℃ (194°F) 的 CP 用于 RHW-2。RHH 和 SIS 型电线的导体绝缘。该绝缘外无任何护套，额定 75℃ (167°F) 的 CP 用于 RHW 和 RHH 型电线的导体绝缘，该绝缘无任何护套。		

表 50.52

28 类 75℃ (167°F) 和 90℃ (194°F) EPDM 绝缘和护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)			最小抗张强度		
	绝缘		护套	绝缘		护套
	75℃	90℃	75℃	75℃	90℃	75℃
	(167°F)	(194°F)	(167°F)	(167°F)	(194°F)	(167°F)
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 240 小时烘箱温度为 100±1.0℃ (212±1.8°F) 在通风循环空气烘箱中老化 240 小时： 烘箱的温度为 121±1.0℃ (249.8±1.8°F)	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)	700lbf/in 或是 4.83MN/m 或是 483n/cm 或是 0.492kg/mm	700lbf/in 或是 4.83MN/m 或是 483n/cm 或是 0.492kg/mm	1500lbf/in 或是 10.3MN/m 或是 1034n/cm 或是 1.05kg/mm
	未老化试样结果的 50%	不测量	未老化试样结果的 50%	未老化试样结果的 50%	不测量	未老化试样结果的 70%
	不测量	未老化试样结果的 50%	不测量	不测量	未老化试样结果的 50%	不测量
28 类 EPDM 表示一种特性组分为乙烯-丙烯-少量非共轭夺烯系三聚合物的热固性的混合物						

表 50.53

### 35 类 105°C (221°F) EP 绝缘和的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 136±1.0°C (276.8±1.8°F)	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)  未老化试样结果的 50%	700lbf/in 或是 4.83MN/m 或是 483n/cm 或是 0.492kg/mm 未老化试样结果的 50%
35 类 EP 表示一种特性组分为乙烯-丙烯共聚物 (EPM)。EPDM 表示一种特性组分为乙烯-丙烯-少量非共轭夺烯系聚合物的热固性的混合物		

表 50.54

### 44 类 75°C (167°F) EPDM 和 SBR/NR 绝缘和的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 240 小时： 烘箱的温度为 100±1.0°C (212.0±1.8°F)	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)  未老化试样结果的 50%	600lbf/in 或是 4.14MN/m 或是 414n/cm 或是 0.422kg/mm 未老化试样结果的 70%
44 类 EPDM 表示一种特性组分为乙烯-丙烯-少量非共轭夺烯系三聚合物的热固性的混合物。 44 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR, NR (天然橡胶) 或是二者混合物的热固性的混合物。		

表 50.55

### 45 类 90°C (194°F) 和 105°C (221°F) EP 绝缘的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  90°C 在通风循环空气烘箱中老化 240 小时： 烘箱的温度为 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 105°C 在 121±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小 对于 60°C (140°F) 耐油绝缘或护套	200% (2in 或 50mm)  未老化试样结果的 50% 未老化试样结果的 50% 未老化试样结果的 60%	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm 未老化试样结果的 50% 未老化试样结果的 50% 未老化试样结果的 60%

在 $121 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ( $249.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ) 的油中老化 18 小时		
45 类 EP 表示一种特性组分为乙烯-丙烯共聚物 (EPM)。EPDM 表示一种特性组分为乙烯-丙烯-少量非共轭夺烯系聚合物的热固性的混合物		

表 50.56

RHW-2 RH RHW 和 SIS 型电线的 EPCV 绝缘和的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化	225% ( 2-1/2in 或是 56.2mm)	1200lbf/in 或是 8.27MN/m 或是 827n/cm 或是 0.844kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 $121 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ( $249.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ )	未老化试样结果的 75%	未老化试样结果的 75%
EPCV 表示一种特性组分为乙烯-丙烯共聚物(EP)。(PE)额定 $90^{\circ}\text{C}$ ( $194^{\circ}\text{F}$ ) 的 CP 用于 RHW-2。RHH 和 SIS 型电线的导体绝缘。该绝缘外无任何护套，		

表 50.28

Z 和 ZW 型电线的 ETFE 绝缘功率限制报警电路电缆。其它电缆型电线的  $150^{\circ}\text{C}$  ( $302^{\circ}\text{F}$ ) 和 ETFE 绝缘或护套 CATV 电缆的 ECTFE 和 ETFE 护套的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化	100% (1in 或 25mm)	50000lbf/in 或是 34.5MN/m 或是 3447n/cm 或是 3.52kg/mm
在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 $180 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ( $356 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ )	未老化试样结果的 75%	未老化试样结果的 85% 50000lbf/in 或是 34.5MN/m 或是 3447n/cm 或是 3.52kg/mm
ECTFE 和 ETFE 表示一种特性组分为乙烯和四氟乙烯的共聚物测试速度为 50MM 试样前最艰除去条纹油墨。		

表 50.64



### 200°C (382°F) ETFE 绝缘的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 232±1.0°C (449.6±1.8°F)	200% ( 2in 或是 50mm)  未老化试样结果的 85%	2000lbf/in 或是 13.79MN/m 或是 1379n/cm 或是 144kg/mm 未老化试样结果的 80%
ETFE 表示一种特性组分为乙烯和四氟乙烯的共聚物测试速度为 50MM 试样前最艰除去条纹油墨。		

表 50.70

### CATV 电缆的 200°C (382°F) TFE 和 FEPB 护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 232±1.0°C (449.6±1.8°F)	200% ( 2in 或是 50mm)  未老化试样结果的 75%	2500lbf/in 或是 17.2MN/m 或是 1724n/cm 或是 13.76kg/mm 未老化试样结果的 75%
ETFE 表示一种特性组分为六氟乙烯和四氟乙烯的共聚物测试速度为 500MM 试样前最艰除去条纹油墨。		

表 50.73

### 12 类 TFE 护套的物理性能

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标	最小抗张强度
未老化  在通风循环空气烘箱中老化 168 小时： 烘箱的温度为 232±1.0°C (449.6±1.8°F)	200% ( 2in 或是 50mm)  未老化试样结果的 75%	2500lbf/in 或是 17.2MN/m 或是 1724n/cm 或是 13.76kg/mm 未老化试样结果的 75%
ETFE 表示一种特性组分为六氟乙烯和四氟乙烯的共聚物测试速度为 500MM 试样前最艰除去条纹油墨。		

表 50.80

功率限制电路电缆功率限制报警电路电缆。其它电缆和 RH RHH 型电线的  
75°C (167°F) NBR/PVC 热固性护套的物理性能。

测量是时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% ( 2in 或是 50mm)	1500lbf/in 或 10.3MN/m 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或是 1.05kg/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时： 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样结果的 50%	未老化试样结果的 70%
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a NBR/PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。		

表 50.83

CATV 电缆、功率限制电路电缆、功率限制防火报警电路电缆、其它电缆和 RH  
W-2 和 RHH 型电线的 90°C (194°F) NBR/PVC<sup>a</sup> 热固性护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率(1in 或 是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	31.25% (5/16in 或 7.8mm)	250% (2-1/2in 或 62.5mm)	1200lbf/in <sup>2</sup> 或 8.27MN/m <sup>2</sup> 或 827n/cm <sup>2</sup> 或 0.844kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 240 小时, 烘箱的温度为 121.0±1.0°C (249.8 ±1.8°F)	不测量	50% (1/2in 或 12.5mm)	900lbf/in <sup>2</sup> 或 6.21MN/m <sup>2</sup> 或 621n/cm <sup>2</sup> 或 0.633kgf/mm <sup>2</sup>
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的 油油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果 的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a NBR/PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。			

表 50.87

深井潜水泵电缆的 NBR/PVC<sup>a</sup> 热固性护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	31% (5/16in 或 7.8mm)	300% (3in 或 75mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 168 小时, 烘箱的温度为 70.0 ±1.0°C (158.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果 的 70%	未老化试样试验结果 的 70%
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8° 的 油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果 的 60%	未老化试样试验结果 的 60%
a NBR/PVC 热固性材料的说明见表 50.83 注 <sup>a</sup> 。			

表 50.96

23 类 60°C (140°F) NBR/PVC<sup>a</sup> 热固性护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变 (1in 或是 25mm 基准标 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	31% (5/16in 或 7.8mm)	300% (3in 或 75mm)	8AWG 和更大规格的 SO 型电缆的护套: 1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240n/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup> 其它护套: 1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 化 168 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0°C (158.0 ±1.8°F) 对于 60°C (140°F) 耐油护 套:	不测量	未老化试样试验结果 的 70%	未老化试样试验结果 的 70%
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8 °F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果 的 60%	未老化试样试验结果 的 60%
a 23 类 NBR/PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。			

表 50.97

25 类 90°C (194°F) 和 75°C (167°F) NBR/PVC<sup>a</sup> 热固性绝缘和护套的物理性能

测量时试样状态	最小断裂但长率 (1in 或是 25mm 基准标记) <sup>b</sup>		最小抗张强度	
	75°C (167°F) 混合物	90°C (194°F) 混合物	75°C (167°F) 混合物	90°C (194°F) 混合物
未老化	200% (2in 或 50mm)		1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>	
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0 ±1.8°F)	未老化试样试验结果的 50%	不测量	未老化试样试验结果的 70%	不测量
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 121.0±1.0°C (249.8 ±1.8°F)	不测量	100% (1in 或 25mm)	不测量	1200lbf/in <sup>2</sup> 或 8.27MN/m <sup>2</sup> 或 827n/cm <sup>2</sup> 或 0.844kgf/mm <sup>2</sup>
对于 60°C (140°F) 耐油护套: 在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	未老化试样试验结果的 60%		未老化试样试验结果的 60%	

a 25 类 NBR/PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。

表 50.98

27 类 90°C (194°F) NBR/PVC<sup>a</sup> 热固性护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	31.25% (5/16in 或 7.8mm)	250% (2-1/2in 或 62.5mm)	1200lbf/in <sup>2</sup> 或 8.27MN/m <sup>2</sup> 或 827n/cm <sup>2</sup> 或 0.844kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 121.0±1.0°C (249.8 ±1.8°F)	不测量	50% (1/2in 或 12.5mm)	900lbf/in <sup>2</sup> 或 6.21MN/m <sup>2</sup> 或 621n/cm <sup>2</sup> 或 0.633kgf/mm <sup>2</sup>
对于 60°C (140°F) 耐油护套: 在 121.0±1.0°C (249.8±1.8	不测量	未老化试样试验结果	未老化试样试验结果

°F) 的油中老化 18 小时		的 60%	的 60%
a 27 类 NBR/PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。			

表 50.99

USE-2 和 USE 型电缆的 90°C (194°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>NBR/PVC<sup>b</sup> 护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	300% (3in 或 75mm)	1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240n/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 121.0±1.0°C (249.8 ±1.8°F)	不测量	50% (1/2in 或 12.5mm)	900lbf/in <sup>2</sup> 或 6.21MN/m <sup>2</sup> 或 621n/cm <sup>2</sup> 或 0.633kgf/mm <sup>2</sup>
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a 27 类 NBR/PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。			
bNBR /PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。			

表 50.100

USE 型电缆的 75°C (167°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>或 NBR/PVC<sup>b</sup> 护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	300% (3in 或 75mm)	1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4Mpa (MN/m <sup>2</sup> ) 或 1240n/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 50%	未老化试样试验结果的 70%
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a 氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯乙烯的热固性混合物。			
bNBR /PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。			

表 50.105

RH 和 RHW 型电线的氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	300% (3in 或 75mm)	护套厚度为 15mil 或 0.38mm 1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>  更厚的护套: 1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240n/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 化 240 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验 结果的 50%	未老化试样试验结果 的 70%
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8 °F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果 的 60%	未老化试样试验结果 的 60%
a 氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯乙烯的热固性混合物。氯丁橡胶用于 75°C(167°F) 及以下场合作为 RH 和 RHW 型电线的护套, 这些电线以 SBR/IIR/NR 橡胶或 EP 热固性材料作绝缘。			

表 50.108

RHW-2 和 RHH 型电线的氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	300% (3in 或 75mm)	护套厚度为 15mil 或 0.38mm 1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>  更厚的护套: 1800lbf/in <sup>2</sup> 或

在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0 ±1.8°F)	不测量	50% (1/2in 或 12.5mm)	12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240n/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup>  900lbf/in <sup>2</sup> 或 6.2MN/m <sup>2</sup> 或 621n/cm <sup>2</sup> 或 0.633kgf/mm <sup>2</sup>
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a 氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯乙烯的热固性混合物。氯丁橡胶用于 90°C(194°F) 及以下场合作为 RHH 和 RHW-2 型电线的护套, 这些电线以 SBR/IR/NR 橡胶或 EP 热固性材料作绝缘。			

表 50.112

深井潜水泵电缆的氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	300% (3in 或 75mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a 氯丁橡胶热固性材料的说明见表 50.120 注 a。			

表 50.120

13 类 60°C (140°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	250% (2-1/2in 或 62.5mm)	1200lbf/in <sup>2</sup> 或 8.27MN/m <sup>2</sup> 或 827n/cm <sup>2</sup> 或 0.844kgf/mm <sup>2</sup>

在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时，烘箱的温度为 70.0±1.0℃ (158.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 65%	未老化试样试验结果的 75%
对于 60℃ (140°F) 耐油绝缘：在 121.0±1.0℃ (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a 13 类氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯丁烯的热固性混合物。			

表 50.121

14 类 60℃ (140°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或 是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4in 或 6.2mm)	300% (3in 或 75mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时，烘箱的温度为 70.0±1.0℃ (158.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 长率的百分数之和至少 化试样试验结果的 70%	65%，但抗张强度和伸 为 140，否则为未老 化试样试验结果的 70%
对于 60℃ (140°F) 耐油绝缘：在 121.0±1.0℃ (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果 的 60%	未老化试样试验结果 的 60%
a 14 类氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯丁烯的热固性混合物。			

表 50.122

15 类 60℃ (140°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或 是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	300% (3in 或 75mm)	8AWG 和更大规格的 SOW 和 SO 型电缆的 护套： 1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240n/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup>  其它护套：



在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0℃ (158.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 70%	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup> 未老化试样试验结果的 70%
对于 60℃ (140°F) 耐油护套: 在 121.0±1.0℃ (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a 15 类氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯丁烯的热固性混合物。			

表 50.123

CATV 电缆、功率限制电路电缆、功率限制防火报警电路电缆、其它电缆和规定使用 16 类护套的电缆的 75℃ (167°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或 4.8mm)	300% (3in 或 75mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0 ±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 50%	未老化试样试验结果的 70%
对于 60℃ (140°F) 耐油缘: 在 121.0±1.0℃ (249.8±1.8°F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a 16 类氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯丁烯的热固性混合物。			

表 50.124

CATV 电缆、功率限制电路电缆、功率限制防火报警电路电缆、其它电缆和规定使用 17 类护套的电缆的 90℃ (194°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>护套的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或是 25mm 基准标记 拉伸至 3in 或是 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4in 或 6.28mm)	250% (2-1/2in 或 62.5mm)	1200lbf/in <sup>2</sup> 或 8.27MN/m <sup>2</sup> 或 827n/cm <sup>2</sup> 或 0.844kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 121.0±1.0°C (212.0 ±1.8°F)	不测量	50% (1/2in 或 12.5mm)	900lbf/in <sup>2</sup> 或 6.2MN/m <sup>2</sup> 或 621n/cm <sup>2</sup> 或 0.633kgf/mm <sup>2</sup>
对于 60°C (140°F) 耐油 缘: 在 121.0±1.0°C (249.8±1.8 °F) 的油中老化 18 小时	不测量	未老化试样试验结果 的 60%	未老化试样试验结果 的 60%
a 17 类氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯乙烯的热固性混合物。			

表 50.125

41 类 90°C (194°F) 氯丁橡胶<sup>a</sup>和 NBR/PVC<sup>b</sup> 绝缘和护套的物理性能。

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	250% ( 2in 或是 50mm)	1200lbf/in 或 8.27MN/m 或 827n/cm <sup>2</sup> 或 0.844kg/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)	50% ( 1/2in 或是 12.5mm)	900lbf/in 或 6.21MN/m 或 621n/cm <sup>2</sup> 或是 0.633kg/mm <sup>2</sup>
对于 60°C (140°F) 耐油绝缘或护套:  在 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 的油 中老化 18 小时	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a41 类氯丁橡胶表示一种特性组分为聚氯乙烯的热固性混合物。 b41 类 NBR/PVC 表示一种特性组分为丁腈橡胶和聚氯乙烯的热固性混合物。		

表 50.133

CATV 电缆的 75°C (167°F) LDFRPE<sup>a</sup>和 HDFRPE<sup>b</sup> 护套和功率限制电路电缆和

### 功率限制防火报警电路电缆的绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 2in 或是 50mm)	1200lb/in 或 8.27MN/m 或 827n/cm <sup>2</sup> 或 0.844kg/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 48 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
<p>aLDFRPE 表示一种特性组分为聚氯乙烯的混合物，其中基质树脂（未着色材料）具有 0.910-0.925g/cm<sup>3</sup> 的标称密度[ASTMD 1248-84(R1989)中标识为 I 型的树脂]和高分子量。</p> <p>bHBF RPE 表示一种特性组分为热塑性聚氯乙烯的混合物，其中基质树脂（未着色材料）具有 0.941-0.959g/cm<sup>3</sup> 的标称密度[ASTMD 1248-84(R1989)中标识为 III 型的树脂]和高分子量。</p> <p>cFRPE 做拉力试验时应采用 2.0±0.2in/min 或 50±5mm/min 的速度，试样应在老化后制备。</p>		

表 50.135

### 单芯 USE 型电缆的 75°C (167°F) 热塑性 HDPE<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	300% ( 3in 或是 75mm)	2000lb/in 或 13.79MN/m 或 1379n/cm <sup>2</sup> 或 1.41kg/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 113.0±1.0°C (235.4±1.8°F)	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
<p>aHDPE 表示一种特性组分为热塑性聚乙烯的混合物，其中基质树脂（未着色材料）具有 0.941-0.959g/cm<sup>3</sup> 的标称密度[ASTMD 1248-84(R1989)中标识为 III 型的树脂]和高分子量。</p> <p>bHDPE 做拉力试验时应采用 2.0±0.2in/min 或 50±5mm/min 的速度，试样应在老化后制备。</p>		

表 50.136

功率限制电路电缆、功率限制防火报警电路电缆和规定 30 类绝缘的电缆的  
75°C (167°F) LDPE<sup>a</sup> 绝缘的物理性能和功率限制电路电缆的 75°C (167°F)  
HDPE<sup>b</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化实心 LDPE 绝缘	从空隙同轴元件上取的 LDPE 管: 300% ( 3in 或是 75mm ) 所有其它实心 LDPE 绝缘: 350% ( 3-1/2in 或是 87.5mm )	所有实心 LDPE 绝缘: 1400lb/in 或 9.65MN/m 或 965n/cm <sup>2</sup> 或 0.984kg/mm <sup>2</sup>
未老化实心 HDPE 绝缘	300% ( 3in 或是 75mm )	2400lb/in 或 16.5MN/m 或 1665n/cm <sup>2</sup> 或 1.69kgf/mm <sup>2</sup>
所有实心 LDPE 和 HDPE 绝缘: 在全通风循环空气烘箱中老化 48 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%
<p>aLDPE 表示一种特性组分为聚氯乙烯的混合物, 其中基质树脂 (未着色材料) 具有 0.910-0.925g/cm<sup>3</sup> 的标称密度[ASTMD 1248-84(R1989)中标识为 I 型的树脂]和高分子量。</p> <p>bHBFPE 表示一种特性组分为热塑性聚氯乙烯的混合物, 其中基质树脂 (未着色材料) 具有 0.941-0.959g/cm<sup>3</sup> 的标称密度[ASTMD 1248-84(R1989)中标识为 III 型的树脂]和高分子量。</p> <p>C 密度为 0.93 g/cm<sup>3</sup> (930kg/cm<sup>3</sup>)或以上的 PE 做拉力试验时应采用 2.0±0.2in/min 或 50±5mm/min 的速度, 试样应在老化后制备。密度为 0.93 g/cm<sup>3</sup> (930kg/cm<sup>3</sup>)或以上的 PE 做拉力试验时应采用 20±0.2in/min 或 500±25 mm/min 的速度。可使用下列方法快速粗略地估计给定的未填充 PE 绝缘块密度是否小于 0.93 g/cm<sup>3</sup> (kg/cm<sup>3</sup>) : 将该绝缘浸入橄榄油、棉籽油或椰子油中, 绝缘和油均处于室温 (最大 25°C 或 77°F) 下, 密度小于 0.93 g/cm<sup>3</sup> (930kg/cm<sup>3</sup>)的未填充材料在约 1 分钟内将漂浮在油面。</p>		

表 50.137

CATV 电缆的 PFA<sup>a</sup> 护套、PFA 和 PFAH 型电线的 PFA<sup>a</sup> 绝缘和其它电线电缆的 PFA<sup>a</sup> 绝缘或护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% ( 2in 或是 50mm )	2500lb/in 或 17.2MN/m 或 1724N/cm <sup>2</sup> 或 1.76kgf/mm <sup>2</sup>
PFA 型电线的 200°C 绝缘和 CATV 电缆和其它电线电缆的绝缘或护套: 在全通风循环空气烘箱中老化 96 小时, 烘箱的温度为 160.0±1.0°C (500.0±1.8°F) PFAH 型电线和其它电线电缆的 250°C 绝缘	未老化试样试验结果的 85%	未老化试样试验结果的 85%

在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 287.0±1.0℃ (548.6±1.8°F)	未老化试样试验结果的 85%	未老化试样试验结果的 85%
<p>aPFA 表示一种特性组分为全氯烷氧氟聚合物树脂的热塑性材料。该材料为未掺合 PFA，宜加入少量颜料、润滑剂或二者。</p> <p>bPFA 做拉力试验时应采用 2.0±0.2in/min 或 500±25mm/min 的速度。</p>		

表 50.139

功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆 75℃ (167°F) 和 60℃ (140°F) PP<sup>a</sup> (聚丙烯) 绝缘和 CATV 电缆的 75℃ (167°F) PP<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 38mm)	3000lb/in 或 20.7MN/m 或 2068N/cm <sup>2</sup> 或 2.11kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时 (75℃或 167°F) 或 168 小时 (60℃或 140°F)，烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
<p>aPP 表示一种特性组分为聚丙烯 (乙烯和丙烯的结晶共聚物) 的热塑性混合物。</p> <p>bPP 做拉力试验时应采用 2.0±0.2in/min 或 500±5mm/min 的速度。</p>		

表 50.140

TW 型电线的 PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 1in 或是 25mm)	1500lb/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 45% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%	哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 65% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%
APVC 的说明见表 50.155 注 a		

表 50.142

额定温度的 105°C、90°C、75°C 和 60°C 中低功率宽带

电缆的 PVC<sup>a</sup> 绝缘和护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 1in 或是 25mm )	2000lb/in <sup>2</sup> 或 13.79Mpa (MN/m <sup>2</sup> ) 或 1379n/cm <sup>2</sup> 或 1.41kgf/mm <sup>2</sup>
105°C (221°F) 绝缘和护套: 在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 50%	哑铃状试样和其它试样: 未老化试样试验结果的 85%
90°C (194°F) 绝缘和护套: 在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 50%	哑铃状试样和其它试样: 未老化试样试验结果的 85%
75°C (167°F) 绝缘和护套: 在全通风循环空气烘箱中老 240 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 50%	哑铃状试样和其它试样: 未老化试样试验结果的 85%
60°C (140°F) 绝缘和护套: 在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 50%	哑铃状试样和其它试样: 未老化试样试验结果的 75%
APVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物。		

表 50.144

THWN-2, THHN 和 THWN 型电线的 PVC 以外热塑性绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)		最小抗张强度
HWN-2, TH 和 THWN 型电线的绝缘: (老化前剥去尼龙层) 在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱温度为 136.0±1.0°C	依采用的特定的工业或专用混合料而定		
	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 45%	其它试样: 未老化试样试验结果的 65%	所有试样: 未老化试样试验结果的 75%

(276.8±1.8°F)			
THWN 电线的绝缘(老化前剥去尼龙层); 在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时,烘箱温度为 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 45%	其它试样: 未老化试样试验结果的 65%	所有试样: 未老化试样试验结果的 75%

表 50.145

### THW 型和 THWN 型电线的 PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记) <sup>b</sup>		最小抗张强度 <sup>b</sup>
	THWN 型	THW <sup>b</sup> 型	THWN 和 THW <sup>b</sup> 型
未老化	150% (1-1/2in 或 38mm)	150% (1-1/2in 或 38mm)	2000lb/in <sup>2</sup> 或 13.79Mpa (MN/m <sup>2</sup> ) 1379n/cm <sup>2</sup> 或 1.41kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱温度为 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果 45%  其它试样: 未老化试样试验结果 65%	哑铃状试样: 未老化试样试验结果 35%  其它试样: 未老化试样试验结果 50%	所有试样: 未老化试样试验结果 75%

a PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物。

b 对于含双层 PVC 绝缘的 THW 型电线:

- 1) 对于 14~7AWG 规格,一般使用管状试样;
- 2) 对于 6AWG 和更大规格,应从各绝缘层制备哑铃状试样分别做试验。在每种情况下,应将不做试验的绝缘层磨去或采用其它方法除去,然后再从做试验的绝缘层上制备哑铃状试样。

表 50.150

### 耐油和耐汽油 TFN、TFFN、THWN-2 和 THWN

### 型电线的 PVC<sup>a</sup> 绝缘和护套的物理性能

测量时试样状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记) <sup>b</sup>	最小抗张强度 <sup>b</sup>
未老化 (剥去尼龙护套)	150% (1-1/2in 或是 38mm)	2000lbf/in <sup>2</sup> 或 13.79Mpa(MN/m <sup>2</sup> )或 1379N/cm <sup>2</sup> 或 1.41kgf/mm <sup>2</sup>
浸入水饱和 ASTM 标准燃油 C30 天, 燃油温度为 23.0±1.0°C(73.4±1.8°F), 浸油时保留尼龙护套, 试验前剥去尼龙护套。	未老化试样试验结果的 65%	未老化试样试验结果的 75%
a PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物		

表 50.155

THW-2<sup>b</sup>、THWN-2、THHW 和 THHN 型电线的 PVC<sup>a</sup> 绝缘和 TFN 和 TFFN 装置线的 12B 类 90°C (194°F) PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)		最小抗张强度
	THHN、TFN、TFFN THWN-2 型	THW-2 <sup>b</sup> 型和 THHW	THWN-2、和 THW-2 <sup>b</sup> 、THHW THHN、TFN 和 TFFN 型
未老化	150% (1-1/2in 或 37.5mm)		2000lbf/in <sup>2</sup> 或 13.79Mpa (MN/m <sup>2</sup> ) 1379n/cm <sup>2</sup> 或 1.41kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱温度为 136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果 45%  其它试样: 未老化试样试验结果 65%	哑铃状试样: 未老化试样试验结果 35%  其它试样: 未老化试样试验结果 50%	所有试样: 未老化试样试验结果 75%
a PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物。			
b 对于含双层 PVC 绝缘的 THW 型电线:			
3) 对于 14~7AWG 规格, 一般使用管状试样;			
4) 对于 6AWG 和更大规格, 应从各绝缘层制备哑铃状试样分别做试验。在每种情况下, 应将不做试验的绝缘层磨去或采用其它方法除去, 然后再从做试验的绝缘层上制备哑铃状试样。			



表 50.156

耐油 12B 类 90°C(194°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

电线的耐油等级	测量时试样状态	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
75°C(167°F)	在油中老化 60 天,油温为 75. ±1°C (167.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 50%	
60°C(140°F)	在油中老化 60 天,油温为 100.0 ±1°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 60%	

a PVC 的说明见表 50.155 注 a。

表 50.160

TBS 型电线的 PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记) <sup>b</sup>	最小抗张强度 <sup>b</sup>
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 38mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3Mpa(MN/m <sup>2</sup> )或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱温度为 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F) 老化前剥去热塑性绝缘外所有护层。	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 45% 其它试样: 未老化试样试验结果的 65%	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 70%; 其它试样: 未老化试样试验结果的 65%

a PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物

表 50.165

11 类 60°C(140°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% ( 2in 或是 50mm)	1600lbf/in <sup>2</sup> 或 11.0MN/m <sup>2</sup> 或 1103N/cm <sup>2</sup> 或

在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F) 对于 60 °C(140°F)耐油绝缘： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中 老化 168 小时	未老化试样试验结果的 50%	1.12kgf/mm <sup>2</sup> ： 未老化试样试验结果的 85%
	未老化试样试验结果的 85%	未老化试样试验结果的 85%
在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中 老化 60 天	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%
a 11 类 PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物		

表 50.166

11 类 60°C(140°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% ( 2in 或是 50mm )	1600lbf/in <sup>2</sup> 或 11.0MN/m <sup>2</sup> 或 1103N/cm <sup>2</sup> 或 1.12kgf/mm <sup>2</sup> ：
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F) 对于 60 °C(140°F)耐油绝缘： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中 老化 168 小时	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 85%
	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%
a 11 类 PVC 的说明见表 50.165 注 a。		

表 50.167

11 类 60°C(140°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% ( 2in 或是 50mm )	1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240N/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup> ：
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F) 对于 60 °C(140°F)耐油绝缘： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中 老化 168 小时	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 85%
	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%
a 11 类 PVC 的说明见表 50.165 注 a。		

表 50.169

11 类 60°C(140°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% ( 2in 或是 50mm )	1600lbf/in <sup>2</sup> 或 11.0MN/m <sup>2</sup> 或 1103N/cm <sup>2</sup> 或 1.12kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 45% 其它试样: 未老化试样试验结果的 65%	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 70% 其它试样: 未老化试样试验结果的 65%
a 11 类 PVC 的说明见表 50.165 注 a。		

表 50.172

11 类 60°C(140°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% ( 2in 或是 50mm )	1600lbf/in <sup>2</sup> 或 11.0MN/m <sup>2</sup> 或 1103N/cm <sup>2</sup> 或 1.12kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 45%	未老化试样试验结果的 85%
对于 60 °C(140°F)耐油绝缘: 在 60.0±1.0°C (140.0±1.8°F) 的油中 老化 168 小时	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%
a 11 类 PVC 的说明见表 50.165 注 a。		

表 50.175

深井潜水泵电缆 PVC<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 2in 或是 50mm )	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或

在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 45% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%	1.05kgf/mm <sup>2</sup>  哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 65% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%
a PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物		

表 50.179

12 类 75℃(167°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘和护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 1in 或是 25mm )	1500lb/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 45% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%	哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 70% 其它试样： 未老化试样试验结果的 70%
对于 60 °C(140°F)耐油护套： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中 老化 168 小时	未老化试样试验结果的 75%  未老化试样试验结果的 85%	未老化试样试验结果的 75%  未老化试样试验结果的 85%
对于 60 °C(140°F)耐油绝缘： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中 老化 168 小时	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%
在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中 老化 60 天		
a 12 类 PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物		

表 50.180

12 类 90℃(194°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘和护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 1in 或是 25mm )	1500lb/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或

<p>在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时，烘箱的温度为 121.0±1.0℃ (249.8±1.8°F)</p> <p>对于 60 °C(140°F)耐油护套： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中老化 168 小时</p> <p>对于 60 °C(140°F)耐油绝缘： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中老化 168 小时</p> <p>在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中老化 60 天</p>	<p>哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 45% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p> <p>未老化试样试验结果的 85%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p>	<p>1.05kgf/mm<sup>2</sup></p> <p>哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 70% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p> <p>未老化试样试验结果的 85%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p>
a 12 类 PVC 的说明见表 50.179 注 a。		

表 50.181

12 类 105°C(221°F)PVC<sup>a</sup> 绝缘和护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 1in 或是 25mm )	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
<p>在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时，烘箱的温度为 136.0±1.0℃ (276.8±1.8°F)</p> <p>对于 60 °C(140°F)耐油护套： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中老化 168 小时</p> <p>对于 60 °C(140°F)耐油绝缘： 在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中老化 168 小时</p> <p>在 60.0±1.0℃ (140.0±1.8°F) 的油中老化 60 天</p>	<p>哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 45% 其它试样： 未老化试样试验结果的 65%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p> <p>未老化试样试验结果的 85%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p>	<p>哑铃状试样： 未老化试样试验结果的 70% 其它试样： 未老化试样试验结果的 70%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p> <p>未老化试样试验结果的 85%</p> <p>未老化试样试验结果的 75%</p>
a 12 类 PVC 的说明见表 50.179 注 a。		

表 50.182

CATV 电缆的 60°C(140°F)、75°C(167°F)、90°C(194°F)和 105°C(221°F)的 PVC<sup>a</sup> 护套和功率限制电路电缆、功率限制防火报警电路电缆、其它电缆和规定使用 43 类绝缘或护套的电缆的绝缘和护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度																		
未老化	100% ( 1in 或是 25mm)	1500lb/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>																		
在规格温度的全通风循环空气烘箱中老化规定时间 <sup>b</sup>	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 45% 其它试样: 未老化试样试验结果的 65%	哑铃状试样: 未老化试样试验结果的 70% 其它试样: 未老化试样试验结果的 70%																		
对于 60 °C(140°F)耐油 43 类护套: 在 60.0±1.0°C (140.0±1.8°F) 的油中老化 168 小时	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%																		
对于 60 °C(140°F)耐油 43 类绝缘: 在 60.0±1.0°C (140.0±1.8°F) 的油中老化 168 小时对于软线和电梯电缆以外的	未老化试样试验结果的 85%	未老化试样试验结果的 85%																		
60°C (140°F) 耐油使用场合: 在 60.0±1.0°C (140.0±1.8°F) 的油中老化 60 天	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%																		
<p>a 43 类 PVC 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物。</p> <p>b 烘箱温度和老化时间按如下方法规定:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">规定的烘箱时间和温度</th> </tr> <tr> <th>绝缘额定温度</th> <th>小时</th> <th>温度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60°C (140°F)</td> <td>168</td> <td>100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)</td> </tr> <tr> <td>75°C (167°F)</td> <td>240</td> <td>100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)</td> </tr> <tr> <td>90°C (194°F)</td> <td>168</td> <td>121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)</td> </tr> <tr> <td>105°C (221°F)</td> <td>168</td> <td>136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)</td> </tr> </tbody> </table>			规定的烘箱时间和温度			绝缘额定温度	小时	温度	60°C (140°F)	168	100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	75°C (167°F)	240	100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	90°C (194°F)	168	121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)	105°C (221°F)	168	136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)
规定的烘箱时间和温度																				
绝缘额定温度	小时	温度																		
60°C (140°F)	168	100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)																		
75°C (167°F)	240	100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)																		
90°C (194°F)	168	121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)																		
105°C (221°F)	168	136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)																		

表 50.183

CATV 电缆、功率限制电路电缆、功率限制防火报警电路电缆和其它电缆的  
60°C(140°F)、75°C(167°F)、90°C(194°F)和 105°C(221°F)半硬 PVC<sup>a</sup> 绝缘和  
60°C(140°F)、75°C(167°F)护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度																		
未老化	100% ( 1in 或是 25mm )	3000lbf/in <sup>2</sup> 或 20.7MN/m <sup>2</sup> 或 2068N/cm <sup>2</sup> 或 2.11kgf/mm <sup>2</sup>																		
在规格温度的全通风循环空气烘箱中老化 规定时间 <sup>c</sup>	未老化试样试验结果的 70% <sup>d</sup>	未老化试样试验结果的 70%																		
<p>a 半硬 PVC (SRPVC) 表示一种特性组分为聚氯乙烯或氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性混合物。</p> <p>b 烘箱温度和老化时间按如下方法规定：</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">规定的烘箱时间和温度</th> </tr> <tr> <th>绝缘额定温度</th> <th>小时</th> <th>温度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60°C (140°F)</td> <td>168</td> <td>100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)</td> </tr> <tr> <td>75°C (167°F)</td> <td>168</td> <td>100.0±1.0°C (235.4±1.8°F)</td> </tr> <tr> <td>90°C (194°F)</td> <td>168</td> <td>121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)</td> </tr> <tr> <td>105°C (221°F)</td> <td>168</td> <td>136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)</td> </tr> </tbody> </table> <p>d 作为一种替代的测试剩余抗张强度和断裂伸长率的方法,可按相应的电缆标准中“柔韧性”一节所述将位于导体上的 60°C (140°F) 绝缘卷绕在试棒上。未老化试样应做抗张强度和断裂伸长率试验。如果老化试样的剩余抗张强度和断裂伸长率的试验结果不符合要求,应采用“柔韧性”一节所述弯曲试验步骤作仲裁试验。</p>			规定的烘箱时间和温度			绝缘额定温度	小时	温度	60°C (140°F)	168	100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	75°C (167°F)	168	100.0±1.0°C (235.4±1.8°F)	90°C (194°F)	168	121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)	105°C (221°F)	168	136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)
规定的烘箱时间和温度																				
绝缘额定温度	小时	温度																		
60°C (140°F)	168	100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)																		
75°C (167°F)	168	100.0±1.0°C (235.4±1.8°F)																		
90°C (194°F)	168	121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)																		
105°C (221°F)	168	136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)																		

表 50.185

CATV 电缆的 150°C(302°F)和 125°C(257°F) PVDF<sup>a</sup> 和 PVDF 共聚物<sup>a</sup> 护套和  
功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆的约护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% ( 1in 或是 25mm )	3500lbf/in <sup>2</sup> 或 24.1MN/m <sup>2</sup> 或 2413N/cm <sup>2</sup> 或

<p>150°C (302°F) 材料的试样： 在全通风循环空气烘箱中老化 60 天，烘箱的温度为 158.0±1.0°C (316.4±1.8°F)</p> <p>125°C (257°F) 材料的试样： 在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时，烘箱的温度为 158.0±1.0°C (316.4±1.8°F)</p> <p>或</p> <p>仅对于 PVDE 共聚物： 在全通风循环空气烘箱中老化 30 天，烘箱的温度为 136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)</p>	<p>未老化试样试验结果的 50%</p> <p>见注 d</p> <p>见注 d</p>	<p>2.46kgf/mm<sup>2</sup> 未老化试样试验结果的 50%</p> <p>见注 d</p> <p>见注 d</p>
<p>a PVDF 表示一种特性组分为聚偏氯乙烯均聚物树脂的热塑性混合物。该材料为未掺合的 PVDF，宜加入少量颜料、润滑剂或二者。</p> <p>bPVDF 共聚物表示一种特性组分为聚偏氯乙烯与六氟丙烯共聚物的热塑性材料。该材料为未掺合的聚合物，宜加入少量颜料、润滑剂或二者。</p> <p>cPVDF 和 PVDF 共聚物做试验时应采用 2.0±0.2in/min 或 50±5mm/min 的速度。</p> <p>d 按相应的电缆标准中“柔韧性”一节所述将护套试样、位于导体上的发泡绝缘或实心绝缘试样卷绕在试棒上未老化护套和实心绝缘试样应做抗张强度和断裂伸长率试验。老化后电缆中温度较低的绝缘线芯的放气引起护套损坏不算不合格性能。</p>		

表 50.189

RH、RHW-2、RHW 和 RHH 型电线的 SBR/IIIR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样状态	复原试验中 75°C (167°F) 混合物最大伸长变形一不适用 90°C (194°F) 混合物 (1in 或 25mm 基准标记拉伸至 2-1/2in 或 62.5mm)	复原试验中 90°C (194°F) 混合物最大伸长变形一不适用 75°C (167°F) 混合物 (1in 或 25mm 基准标记拉伸至 3in 或 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4in 或是 6.2mm)	25% (1/4 in 或是 6.2mm)	300% (3in 或是 75mm)	700lbf/in <sup>2</sup> 或 4.83MN/m <sup>2</sup> 或 483N/cm <sup>2</sup> 或 0.492kgf/mm <sup>2</sup>
75°C (167°F) 混合物在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时，烘箱温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	不测量		未老化试样试验结果的 50%	未老化试样试验结果的 70%



90°C (194°F) 混合物 在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱温度为 121.0±1.0°C (249.8±1.8°F)		不测量	未老化试样试验结果的 60%	未老化试样试验结果的 60%
a SB/IIR/NR 表示一种特性组分为 SBR、IIR (丁基橡胶)、SBR 和/或 IIR 与 NR (天然橡胶) 混合物的热固性混合物。SBR/IIR/NR 用于 75°C (167°F) 及以下场合作为 RHW 和 RH 型电线的绝缘, 绝缘覆 CP、NBR/PVC 或氯丁橡胶护套或纤维层; 还用于 90°C (194°F) 及以下场合作为 RHH 和 RHW-2 型电线的绝缘, 绝缘外包覆 CP 或氯丁橡胶护套或纤维层。				

表 50.193

2 类 60°C (140°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或 25mm 基准标记拉伸至 2-1/2in 或 62.5mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4in 或是 6.2mm)	200% (3in 或是 75mm)	500lbf/in <sup>2</sup> 或 3.45MN/m <sup>2</sup> 或 345N/cm <sup>2</sup> 或 0.352kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0°C (158.0±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 65%	未老化试样试验结果的 75%
a 2 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。			

表 50.194

3 类 60°C (140°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或 25mm 基准标记拉伸至 2-1/2in 或 62.5mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4in 或是 6.2mm)	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)	600lbf/in <sup>2</sup> 或 4.14MN/m <sup>2</sup> 或 414N/cm <sup>2</sup> 或 0.422kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0°C (158.0±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 65%, 但抗张强度和伸长率的百分数之和至少为 140, 否则为未老化试样试验结果的 70%	
a 3 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。			

表 50.195

4 类 60°C (140°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或 25mm 基准标记拉 伸至 3in 或 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4in 或是 6.2mm)	350% (3-1/2in 或是 87.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 化 168 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0°C (158.0±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 65%, 但抗张强度 和伸长率的百分数之和至少为 140, 否则 为未老化试样试验结果的 70%	
a 4 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。			

表 50.196

6 类 60°C (140°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或 25mm 基准标记拉 伸至 3in 或 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或是 4.8mm)	300% (3in 或是 75mm)	8AWG 和更大规格 S 型软线的护套: 1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240N/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup>  其它护套: 1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 化 168 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0°C (158.0±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果的 65%, 但抗张强度 和伸长率的百分数之和至少为 140, 否则 为未老化试样试验结果的 70%	
a 6 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。			

表 50.197

7 类 75°C (167°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	300% ( 3in 或是 75mm)	700lbf/in <sup>2</sup> 或 4.83MN/m <sup>2</sup> 或 483N/cm <sup>2</sup> 或 0.492kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 60 天, 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 50%	未老化试样试验结果的 70%
a 7 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。		

表 50.198

8 类 75°C (167°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或 25mm 基准标记拉伸至 3in 或 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	19% (3/16in 或是 4.8mm)	250% (2-1/2in 或是 625mm)	1800lbf/in <sup>2</sup> 或 12.4MN/m <sup>2</sup> 或 1240N/cm <sup>2</sup> 或 1.27kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 240 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0°C (212±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果 50%	未老化试样试验结果 70%
a 8 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。			

表 50.199

10 类 75°C (167°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样状态	复原试验中最大伸长变形 (1in 或 25mm 基准标记拉 伸至 3in 或 75mm)	最小断裂伸长率 (1in 或 25mm 基准 标记)	最小抗张强度
未老化	25% (1/4in 或是 6.2mm)	300% (3in 或是 75mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 化 240 小时, 烘箱的温度为 70.0±1.0°C (212±1.8°F)	不测量	未老化试样试验结果 50%	未老化试样试验结果 70%

a 10 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。

表 50.200

40 类 60°C (140°F) SBR/NR<sup>a</sup> 绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	200% (2in 或是 50mm)	500lbf/in <sup>2</sup> 或 3.45MN/m <sup>2</sup> 或 345N/cm <sup>2</sup> 或 0.352kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168H, 烘 箱的温度为 70.0±1.0°C (158±1.8°F)	未老化试样试验结果的 65%	未老化试样试验结果的 60%

a 40 类 SBR/NR 表示一种特性组分为 SBR、NR (天然橡胶) 或二者混合物的热固性混合物。

表 50.205

SA 型电线的 200°C (392°F) 硅烷<sup>a</sup>绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)	800lbf/in <sup>2</sup> 或 5.52MN/m <sup>2</sup> 或 552N/cm <sup>2</sup> 或 0.562kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 60 天, 烘箱的温度为 21.0±1.0°C (410±1.8°F)	未老化试样试验结果的 25%	未老化试样试验结果的 60%

a 硅烷表示一种特性组分为聚有机物硅烷的热固性混合物。

表 50.206

RHH 型电线的硅橡胶<sup>a</sup>绝缘的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	250% (2-1/2in 或是 62.5mm)	800lbf/in <sup>2</sup> 或 5.52MN/m <sup>2</sup> 或 552N/cm <sup>2</sup> 或 0.562kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 60 天, 烘箱的温度为 136.0±1.0°C (276.8±1.8°F)	未老化试样试验结果的 65%	未老化试样试验结果的 75%

a 硅橡胶表示一种特性组分为聚有机物硅烷的热固性混合物。

表 50.210

CATV 电缆的 150°C (302°F) 和 200°C (392°F) 硅烷<sup>a</sup>护套和功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆其它电缆和规置之不定使用 22 类的绝缘护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	100% (1in 或是 25mm)	500lbf/in <sup>2</sup> 或 3.45MN/m <sup>2</sup> 或

<p>150°C (302°F) 材料的试样: 在全通风循环空气烘箱中老化 60 天, 烘箱的温度为 158.0±1.0°C (316.4±1.8°F)</p> <p>200°C (302°F) 材料的试样:  在全通风循环空气烘箱中老化 60 天, 烘箱的温度为 210±1.0°C (410±1.8°F)</p>	<p>50% ( 1/2in 或是 12.5mm ) 未老化试样试验结果的 25%</p> <p>50% ( 1/2in 或是 12.5mm ) 未老化试样试验结果的 25%</p>	<p>345N/cm<sup>2</sup> 或 0.352kgf/mm<sup>2</sup></p> <p>500lbf/in<sup>2</sup> 或 3.45MN/m<sup>2</sup> 或 345N/cm<sup>2</sup> 或 0.352kgf/mm 或是 未老化试样试验结果的 60%</p> <p>500lbf/in<sup>2</sup> 或 3.45MN/m<sup>2</sup> 或 345N/cm<sup>2</sup> 或 0.352kgf/mm 或是 未老化试样试验结果的 60%</p>
<p>a 硅烷表示一种特性组分为聚有机物硅烷的热固性混合物。</p>		

表 50.219

CATV 电缆 250°C(482°F)PTFE(TPE)护套和功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆其它电缆和 TFE 绝缘和 12C 类 PTFE 绝缘护物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	175% ( 1-3/4in 或是 43.8mm )	4000lbf/in <sup>2</sup> 或 27.6MN/m <sup>2</sup> 或 2758N/cm <sup>2</sup> 或 2.81kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 60 天, 烘箱的温度为 260±1.0°C (500±1.8°F)	未老化试样试验结果的 25%	未老化试样试验结果的 60%
<p>a PTFE (TFE) 表示一种特性组分为四氟乙烯均聚集物做试验时应采用 500mm 的速度。</p>		

表 50.223

CATV 电缆 105°C(221°F) TPE 护套和功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆绝缘和 105°C(221°F)36 类 TPE 绝缘和护套物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度		最大加热变形%
		绝缘	护套	

未老化	200% 2in 或是 50mm)	800lbf/in <sup>2</sup> 或 5.52MN/m <sup>2</sup> 或 552N/cm <sup>2</sup> 或 0.562kgf/mm <sup>2</sup>	1200lbf/in <sup>2</sup> 或 8.27MN/m <sup>2</sup> 或 827N/cm <sup>2</sup> 或 0.844kgf/mm <sup>2</sup>	50%
在全通风循环空气箱中老化 168H, 烘箱的温度为 136±1.0 (276.8±1.8°F)	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	
对于 60 (140°F) 耐用绝缘中老化 168H	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	
在 150.0±1 (302°F) 烘箱中加热				
36 类表示一种特性给分为热塑性弹性体的可伸长混合物。				

表 50.224

CATV 电缆 90°C(194°F) TPE 护套和功率限制电路电缆和功率限制防火报警

电路电缆绝缘和 90°C(194°F)36 类 TPE 绝缘和护套物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 准标记)	最小抗张强度		最大加热变形%
		绝缘	护套	
未老化	200% 2in 或是 50mm)	800lbf/in <sup>2</sup> 或 5.52MN/m <sup>2</sup> 或 552N/cm <sup>2</sup> 或 0.562kgf/mm <sup>2</sup>	1200lbf/in <sup>2</sup> 或 8.27MN/m <sup>2</sup> 或 827N/cm <sup>2</sup> 或 0.844kgf/mm <sup>2</sup>	50%
在全通风循环空气箱中老化 168H, 烘箱的温度为 136±1.0 (276.8±1.8°F)	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	
对于 60 (140°F) 耐用绝缘中老化 168H	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	未老化试样试验结果的 75%	
在 150.0±1 (302°F) 烘箱中加热				
36 类 TPE 表示一种特性给分为热塑性弹性体的可伸长混合物。				

表 50.228

功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆绝缘和 90°C(194°F)36 类

TPE 绝缘和护套物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)XL 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

表 50.229

USE 电缆 75°C(167°F) XL<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)XL 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

表 50.230

深水井潜水泵电缆的 XL<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
----------	-------------------------------	--------



未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)XL 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

表 50.231

CATV 电缆 90℃(194°F)和 75℃(167°F)XL 护套和功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆其它电缆的绝缘和护套和 XHHW-2, XHHW, XHH, 的 RHW-2, RHH, RHW 和 SIS 型电线的绝缘护套的物理性能

测量时试样状态	最小断裂伸长率(1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	250% (2-1/2in 或 62.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034n/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老 168 时, 箱的温度为 121.0±1.0℃ (249.8 ± °F 功率限制电路电缆和功率限制防 报警电路电缆其它电缆的绝缘和护 和 XHHW-2, XHHW, XHH, 的 RHW RHH, RHW 和 SIS 型 90℃电线的 绝缘试样	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
箱的温度为 113.0±1.0℃ (235.4 ± °F 功率限制电路电缆和功率限制防 报警电路电缆其它电缆 75℃(167°F) 绝缘和护套 RHW 和 SIS 型 75℃电线 绝缘试样	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)XL 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。交联宜通过化学或辐射方式去实 XHHW-2XHHW, XHH, 的 RHW-2, RHH, RHW 和 SIS 型 90℃电线的绝缘无任何护套。		

表 50.232

38 类 150°C(302°F) XLPO<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)XLPO 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

表 50.233

功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆绝缘和 105°C(221°F)XLPO

绝缘和护套物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0°C (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)XLPO 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

表 50.237

29 类 90°C(194°F) XL<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm)	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或

在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>  未老化试样试验结果的 70%
a)29 类 XL 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

表 50.241

### 31 类 75℃(167°F) XL<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm )	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)31 类 XL 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

表 50.245

### 33 类 105℃(221°F) XL<sup>a</sup> 护套的物理性能

测量时试样的状态	最小断裂伸长率 (1in 或是 25mm 基准标记)	最小抗张强度
未老化	150% ( 1-1/2in 或是 37.5mm )	1500lbf/in <sup>2</sup> 或 10.3MN/m <sup>2</sup> 或 1034N/cm <sup>2</sup> 或 1.05kgf/mm <sup>2</sup>
在全通风循环空气烘箱中老化 168 小时， 烘箱的温度为 100.0±1.0℃ (212.0±1.8°F)	未老化试样试验结果的 70%	未老化试样试验结果的 70%
a)33 类 XL 表示一种特性组分为 XLPE (交联聚乙烯) XLPVC (交联聚氯乙烯) XLEVA (交联乙醋酸乙烯) 或是其它的混合物的热固性材料。交联宜通过化学或是辐射照方法实现。		

## 试用方法

### 导体尺寸和电阻

#### 200 导体直径

200.1 不管是采用锡镀层或其它金属镀层，测量实心导体的直径时应包括该镀层在内。采用机械师的千分尺进行测量，该千分尺的测砧和测杆的末端具有扁平的表面，千分尺经过校准可直接读出至少 0.001in 或 0.01mm，刻度的大小有助于将每次测量值估计至 0.0001in 或 0.001mm，然后将两个数值相加，再除以 2，相加的和与平均值不进行四舍五入。

200.2 表 20.1、20.2、20.3、20.3.1、20.4 和 20.6 中的每个最小和最大直径，是绝对最小和最大直径。为了确定导体是否满足直径的要求，应将两个千分尺读数的未四舍五入的平均值与下列之一合适的数值直接进行比较：

- a)  $0.98 \times$  最小标称值和  $1.01 \times$  最大标称值，如果电缆标准规定实心或绞合导体的直径具有这样的直径极限值；
- b)  $0.99 \times$  最小标称值(表 20.1)，如果电缆标准仅规定了实心导体的最小直径值。

#### 210 重量法测量的导体截面积

210.1 为了使用重量法测定绞合导体的截面积，应采用从成品电线、电缆或软线样品上截取的一段直线状单根导体作试样。将试样放在任何合适的室温下，使其两个端面垂直于电缆纵轴并剥去绝缘、隔离层或其它护层。对于比 8AWG 或更细的导体( $8.367\text{mm}^2$  或以下)，试样应至少长 48in 或 1220mm；对于 8AWG 更粗的导体( $8.367\text{mm}^2$  或以上)，试样应至少长 24in 或

610mm;试样长度的测量应精确到 1/32in 或 1mm。使用精密天平测量试样重量,精确到试样重量的 0.1%。例如,一根 4ft 或 1220mm 长含 7 根圆单线的 12AWG 铝导体(B 类)试样,重约 0.02 Ib 或 11g,这些数值的 0.1% 分别为 0.00002 Ib 或 0.009g,这意味着一根 12AWG 铝导体的重量必须精确到第 5 位小数(以磅为单位)或精确到 10mg(以克为单位)。

210.2 使用下列之一适合导体材料的公式计逢以圆密耳为单位的导体截面积(对于布线中常用的绞合导体,一种确定截面积的方便的方法是将试样的重量直接与表 210.1 中的重量比较而不必计算截面积):

对于各单线无镀层或镀锡或锡-铅合金的铜导体—

$$A_{\text{cmil}} = \frac{33.036 \times 10^{+6} \times W_{\text{lb}}}{(100+K) \times L_{\text{ft}}}$$

对于铜包铝导体—

$$A_{\text{cmil}} = \frac{88.417 \times 10^{+6} \times W_{\text{lb}}}{(100+K) \times L_{\text{ft}}}$$

对于铝导体—

$$A_{\text{cmil}} = \frac{108.654 \times 10^{+6} \times W_{\text{lb}}}{(100+K) \times L_{\text{ft}}}$$

式中:

$A_{\text{cmil}}$  为以圆密耳为单位的截面积

$W_{\text{lb}}$  以磅为单位的试样的重量

$L_{\text{ft}}$  以英尺为单位的试样的长度

$K$  为表 210.2 所列适合于绞合方式的重量增加百分数

对于各单线无镀镍或镀银或镀上除锡或锡-铅合金以外的金属的铜导体,或对于铜基合金或镍基合金导体—

$$A_{\text{cmil}} = \frac{100.000 \times 10^{+6} \times W_{\text{lb}}}{(100+K) \times L_{\text{ft}} \times f}$$

式中:

$A_{\text{cmil}}$ 、 $W_{\text{lb}}$ 、 $K$ 、 $L_{\text{ft}}$  如上文所述

$f$  为适合于所用合金或适合于所用镀层金属和厚度的重量系数, 单位  $\text{lb-cmil}/1000\text{ft}$

也可以克为单位代替磅称重试样重量  $W_{\text{g}}$ , 这时以  $W_{\text{g}}/453.5924$  代替公式中的  $W_{\text{lb}}$ .

**210.3** 使用下列之一适合导体的公式计算以平方毫米为单位的导体截面积(对于布线中常用的绞合导体, 一种确定截面积的方便的方法是将试样的重量直接与表 210.1 中的重量比较而不必计算截面积):

对于各单线无镀层或镀锡或锡-铅合金的铜导体—

$$A_{\text{mm}^2} = \frac{11248 \times W_{\text{g}}}{(100+K) \times L_{\text{mm}}}$$

对于铜包铝导体—

$$A_{\text{mm}^2} = \frac{30105 \times W_{\text{g}}}{(100+K) \times L_{\text{mm}}}$$

对于铝导体—

$$A_{\text{mm}^2} = \frac{36996 \times W_{\text{g}}}{(100+K) \times L_{\text{mm}}}$$

式中:

$A_{\text{mm}^2}$  为以平方毫米为单位的截面积

$W_{\text{g}}$  以克为单位的试样的重量

$L_{\text{mm}}$  以毫米为单位的试样的长度

$K$  为表 210.2 所列适合于绞合方式的重量增加百分数

对于各单线无镀镍或镀银或镀上除锡或锡-铅合金以外的金属的铜导体, 或对于铜基合金或镍基合金导体—

$$A \text{ mm}^2 = \frac{45.154222 \times W_g}{(100+K) \times L_{\text{mm}} \times f}$$

式中:

$A \text{ mm}^2$ 、 $W_g$ 、 $K$ 、 $L_{\text{mm}}$  如上文所述

$f$  为适合于所用合金或适合于所用镀层金属和厚度的重量系数, 单位  $\text{kg} \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$

**表 210.1**  
**K=2<sup>a,b</sup> 时绞合导体试样的最小重量**

试样 长度	导体 规格	各单线无镀层的紧压绞合 d 和压缩绞合铜导体和名单 线无镀层或镀锡或锡一铅 合金的圆单线铜导体(包括 6-4/0AWG19 根复合单节距 结构)		各单线为 铜包铝线 的圆单线 导 体		各单线无镀层的紧压绞合 c 和压缩绞合铜导体和名单 线无镀层或镀锡或锡一铅 合金的圆单线铜导体(包括 6-4/0AWG19 根复合单节距 结构)	
		Lb	g	Lb	g	Lb	g
48inches 或是 1220mm	14AWG	0.04975	22.57	0.01859	8.43	0.01513	6.86
	13	0.06269	28.44	0.02342	10.62	0.01906	8.64
	12	0.07903	35.85	0.02952	13.39	0.02403	10.90
	11	0.09960	45.18	0.03721	16.88	0.03028	13.74
	10	0.1256	56.96	0.04693	21.29	0.03820	17.33
	9	0.1584	71.85	0.5920	26.85	0.4817	21.85
24inches 或是 610mm	8	0.1998	90.63	0.07465	33.86	0.06076	27.56
	7	0.1260	57.15	0.04707	21.35	0.03832	17.78
	6	0.1588	72.03	0.05932	26.91	0.04829	21.90
	5	0.2002	90.81	0.07481	33.93	0.06090	27.62
	4	0.2562	114.6	0.09437	42.81	0.07682	34.85
	3	0.3184	144.4	0.1190	53.98	0.09684	43.93
	2	0.4016	182.2	0.1500	68.04	0.1221	55.38
	1	0.5064	229.7	0.1892	85.82	0.1540	69.85
	1/0	0.6390	289.8	0.2387	108.3	0.1944	88.18
	2/0	0.8055	365.4	0.3009	136.5	0.2450	111.10
	3/0	1.105	460.4	0.3794	172.1	0.3088	140.1
	4/0	1.280	580.6	0.4784	217.0	0.3894	176.6
	250kcmil	1.513	686.3	0.5652	256.4	0.4601	208.7
	300	1.815	823.3	0.6783	307.7	0.5521	250.4
350	2.1818	960.7	0.7913	358.9	0.6442	292.2	
400	400	2.421	1098	0.9043	410.2	0.7362	333.9
	450	2.723	1235	1.017	461.3	0.8282	375.2
	500	3.026	1373	1.130	512.6	0.9202	417.4
	550	3.328	1510	1.243	563.8	1.012	459.0

24inches 或是 610mm	600	3.631	1647	1.357	615.5	1.104	5008
	650	3.933	1784	1.470	666.8	1.196	542.5
	700	4.236	1921	1.583	718.0	1.288	584.2
	750	4.539	2059	1.696	769.3	1.380	626.0
	800	4.841	2196	1.809	820.5	1.472	667.7
	900	5.446	2470	2.035	923.1	1.656	751.1
	1000	6.052	2745	2.261	1026	1.840	834.6
	1100	6.657	3020	2.487	1128	2.024	918.1
	1200	7.262	3294	2.713	1231	2.209	1002
	1300	7.867	2568	2.939	1333	2.393	1085
	1400	8.472	3843	3.165	1436	2.577	1169
	1500	9.077	4120	3.391	1538	2.761	1252
	1600	9.682	4392	3.617	1641	2.945	1336
	1700	10.29	4667	3.843	1743	3.129	1419
	1750	10.59	4808	3.957	1795	3.221	1461
	1800	10.89	4940	4.070	1846	3.313	1503
	1900	11.50	5216	4.296	1949	3.497	1586
	2000	12.10	5488	4.522	1051	3.681	1670
	a)对于下列多导体结构 K 值取 2: 许多束绞 (圆单线束绞); B, C 和 D 类同心绞 (圆单线); 19 根复合圆绞铜或是铝; 紧压绞合压缩绞合。对于 K 值不取 2 的上述导体结构以及对于绳绞结构, 最小截面积按 210.2-210.4 条所述进行计算。						
b) 不包括各单线镀镍或是镀银导体的重量, 因为不同镀层厚度的镍和银适用不同的 F 值, (重量系数) 如果已知特定镀层导体的 F 值, 则最小截面积可根据试样重量和适用的 K 值使用 210.2 条最后一个截面积公式 (圆密耳) 或是 210.3 条最后一个公式 (平方 MM) 求出。							
c) 对于紧压绞合铝导体, 规格限于 12AWG-1000Kcmil							
d) 对于紧压绞合铜导体, 规格限于 2AWG-4/0AWG							

表 210.2

各种绞合结构的重量增加百分数 K



导体结构	K 数																																								
束绞（圆单线单绞） <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>																																								
同心绞 B, C 和 D 类（圆单线）	2 <sup>b</sup>																																								
紧压或是压缩绞合	2 <sup>b</sup>																																								
19 根圆线单绞节距绞铜或铝	2 <sup>b</sup>																																								
绳绞（由若干绞合单元同心绞合而成，每个绞合单元由圆单线组成）G 类和 H 类型																																									
49 根	3																																								
133 根	4																																								
259 根	4,5																																								
427 根	5																																								
427 根以上	6																																								
绳绞（由若干绞合单元同心绞合而成，每个绞合单元由圆单线组成）IK 类和 M 类型																																									
7 索，每索由 1 个单束绞单元组成	4																																								
19、37 或是 61 索，每索由 1 个单束绞单元组成	5																																								
7 索,每索由 7 个束绞单元组成	6																																								
19、37 或 61 索，每索由 7 个束绞单元组成	7																																								
a 包括下列 ICEA <sup>*</sup> 要求（不是 ASTM B 172-95）涉及的 I、K 和 M 类单束绞结构： 单束绞结构中单线根数																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>AWG 规格</th> <th>I 类</th> <th>K 类</th> <th>M 类</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>14</td> <td></td> <td>41</td> <td>104</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> <td>52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td>65</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td>83</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>26</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td>33</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td>41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td>52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>65</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	AWG 规格	I 类	K 类	M 类	14		41	104	13		52		12		65		11		83		10	26	104		9		33		8		41		7		52		6		65	
AWG 规格	I 类	K 类	M 类																																						
14		41	104																																						
13		52																																							
12		65																																							
11		83																																							
10	26	104																																							
9		33																																							
8		41																																							
7		52																																							
6		65																																							
b 也使用 2% 以外的数值，计算方法见 210.4 条																																									

<sup>\*</sup>ICEA---(美国)绝缘电缆工程师协会

210.4 无论在何种情况下,可使用下列公式计算绞合引起的重量增加百分数 k:

$$k=100(M-1)$$

式中:

比例增加数(导体绞合系数) $M$  由下述之一条目说明:

(a) 对于同心绞合单元或导体, $M=M_{\text{conc}}$

$$M_{\text{conc}} = \frac{1+(p_2) \times (m_2)+(p_3) \times (m_3)+\dots+(P_y) \times (m_y)}{\text{单线总数}}$$

式中:

$y$  为层数(包括作为第一层的中央单线或中央同心单元)

$p$  为该层单线或同心单元数目

$m$  为该层的比例增加数(层绞合系数),由下列公式确定:

$$m = \sqrt{1 + \pi^2 / n^2}$$

对于  $n \geq 10$ ,

$$m = 1 + \pi^2 / (2 n^2) = 1 + \frac{4.9348}{n^2}$$

式中:

$N$  为该层的节径比, 由下列公式求出:

$$N = \frac{\text{该层单线或同心单元节距}}{d}$$

$d$  为该层中一根单线或一个绞合单元的螺旋轨迹的直径(节圆直径)由下列之一的合适和方便的公式给出(均得出相同的结果):

对于圆单线或是同心单元;

$$d = \text{层内径} + 1 \text{ 根单线或是同心单元的直径}$$

或

$$d = \text{层内径} - 1 \text{ 根单线或是同心单元的直径}$$

对于任何形状单线或同心单元包括圆或是同心单元:

$$d = \frac{\text{层外径} + \text{层内径}}{2}$$

(b) 对于束合单元或单束合导体  $M=M_{\text{bunch}}$

$$M_{\text{bunch}} = \sqrt{1 + \frac{\pi (D-d)}{2 \text{ len}}}$$

式中:

$D$ : 为束合单元或单束合导体外径

$d$ : 为一根单线直径

$LEN$ : 为束合单元的节距或是单束导体中单线的节距。

C) 对于一次绳绞导体和对于两次绳绞导体（备注略）

E) a) 中第一个公式描述了基于单线重量的各种单线的效应，如果说（a）中各单线上具有相同的直径的话，那么在 19 根混合圆线同节距绞合导体中 6 根单线直径小（ $0.732xD$ ）因此公式作如下修正，应该注意的是这种同节距的导体结构由直径为  $D$  的直线状中央单线和内外绞合层组成，其中内绞合层包括 6 根直径为  $D$  的单线，每根单线具有节距  $LOL$ ；外绞合层由此可见根直径为  $D$  的单线 6 根直径为  $0.732xD$  的较小的单线交错排列组成，所有的外层 12 根单线具有与内层 6 根单线相同的节距  $LOL$  和绞合方向。

$$M_{\text{combo unilay}} = \frac{1 + 6m_2 + 6m_3 + (6 \times 0.732) m_4}{1 + 6 + 6 + (6 \times 0.732)}$$

式中：

$m_2$  为内层比率增加数（层绞合系数）

$m_3$  为外层直径为  $D$  的单线的比率增加数

$m_4$  为外层直径为  $0.732xD$  单线的比率增加系数

如（a）中那样

$$m = \sqrt{1 + \frac{\pi}{N}}$$

$n$ ：为节距比，计算方法如下：

对于直径为  $D$  的中央单线， $n_1 = \infty$

对于内层 6 根直径为  $D$  的单线

$$n_2 = \frac{LOL}{2D}$$

对于内层 6 根直径为  $D$  的单线

$$n_3 = \frac{LOL}{3.464D}$$

对于内层 6 根直径为  $0.732xD$  的单线

$$n_4 = \frac{LOL}{3.732D}$$

备注当  $n_2$ ， $n_3$  和  $n_4$  分别大于或是等于是 10 时相关参数省略！

## 220 导体直流电阻

### 220.1 应使用开尔文电桥欧姆计或类似装置测量任何长度导体的直流

电阻（以欧姆每千英尺导体或欧姆每公里导体为单位），精确到 2% 或以下。关于在 25°C（77°F）或 20°C（68°F）以外温度下的电阻测量，见 220.2。表 30.1~30.11 不涉及镀镍铜导体、镀银铜导体或镍基合金导体，因为在实践中镍或银镀层的厚度和镍合金的成份不一，从而使导体电阻值发生变化（在这种情况下，应对每根导体分别测量最大导体电阻）。如果测量结果不符合要求，则在 220.3~220.9 条简述的条件下进行测量的结果为最终结果。

220.2 在（77°F）或 20°C（68°F）以外温度下测量的电阻，应采用表 220.1 中合适的校准系数校准至（77°F）或 20°C（68°F）温度下的电阻。

220.3 导体直流电阻的仲裁测定应使用通用开尔文电桥或类似装置进行，测量时采用长度为 24~28in 或 610~1220mm 的直线状导体试样，精确到 2% 或以下。

220.4 每个通用开尔文电桥的电流电极应与绞合导体的试样作如此连接使得相邻单线相互接触，外层每根单线在全长上与电极接触，无损坏或弯曲的单线，电极在所有的单线接触点上施加相同的压力，这样的话电流就可均匀或基本上均匀地分布在各单线上。

220.5 每个通用开尔文电桥的电压电极与其相应的电流电极之间的跑离，应大于等于导体试样圆周的 1.5 倍。在标准电阻与试样电阻之间的开尔文电桥磁轭电阻，不得大于标准电阻或试样电阻的 0.1%（取较小者），除非对电压引线作补偿或线圈----引线比得到平衡。

220.6 每个通用开尔文电桥的电压电极应通过锋利的刀刃接触面与导体

试样接触（见 220.9）。测量两刀刃之间导体试样的长度，精确到 0.01in 或 0.2mm。

220.7 使用通用开尔文电桥时，导体试样。所有设备和周围空气应在 15~30℃（℃）范围内的某个温度上处于相互热平衡状态。所有仲裁电阻测量的均应在该温度下进行。见 220.2 和表 220.1 注 a。

220.8 由于通用开尔文电桥的测量电流会提高试样的温度，因此电流值应小，施加时间应短。大电流、长施加时间或两者用于电阻变化可通过电流计探测（连续两次读取电阻值）的电阻测量。

220.9 通用开尔文电桥的接触面、开尔文电桥电流电极、导体试样表面和通用开尔文电桥电压的刀刃，应清洁无损坏。连续四次读取读数可消除接触电压误差：第一次使电流朝一个方向流动，第二次使电流朝另一个方向流动，然后使试样首尾调换，第三次使电流朝一个方向流动，第四次使电流朝另一个方向流动。使用同样材料制造电压电极可尽量减小接触电压不平衡。

表 220.1

导体直流电阻校准系数<sup>a</sup>

导体温度		校正至下更温度下电阻的乘法因数			
		25℃（77°F）		20℃（68°F）	
℃	°F	铜	铝和铜包铝	铜	铝和铜包铝
0	32.0	1.107	1.110	1.085	1.088
1	33.8	1.102	1.105	1.081	1.083
2	35.6	1.098	1.100	1.076	1.078
3	37.4	1.093	1.095	1.072	1.074
4	39.2	1.089	1.090	1.067	1.069

5	41.0	1.084	1.085	1.063	1.064
6	42.8	1.079	1.081	1.059	1.060
7	44.6	1.075	1.076	1.054	1.055
8	46.4	1.070	1.072	1.050	1.051
9	48.2	1.066	1.067	1.045	1.046
10	50.0	1.061	1.063	1.041	1.042
11	51.8	1.057	1.059	1.037	1.038
12	53.6	1.053	1.054	1.033	1.033
13	55.4	1.048	1.050	1.028	1.029
14	57.2	1.044	1.045	1.024	1.024
15	59.0	1.040	1.041	1.020	1.020
16	60.8	1.036	1.037	1.016	1.016
17	62.6	1.032	1.033	1.012	1.012
18	64.4	1.028	1.028	1.008	1.008
19	66.2	1.024	1.024	1.004	1.004
20	68.0	1.020	1.020	1.000	1.000
21	69.8	1.016	1.016	0.996	0.996
22	71.6	1.012	1.012	0.992	0.992
23	73.4	1.008	1.008	0.989	0.988
24	75.2	1.004	1.004	0.985	0.984
25	77.0	1.000	1.000	0.981	0.980
26	78.8	0.996	0.996	0.977	0.976
27	80.6	0.992	0.992	0.973	0.972
28	82.4	0.989	0.989	0.970	0.969
29	84.2	0.985	0.985	0.966	0.965
30	86.0	0.981	0.981	0.962	0.961
31	87.8	0.977	0.977	0.958	0.957
32	89.6	0.974	0.973	0.955	0.954
33	91.4	0.970	0.970	0.951	0.950
34	93.2	0.967	0.966	0.948	0.947
35	95.0	0.963	0.962	0.944	0.943
36	96.8	0.959	0.958	0.941	0.939
37	98.6	0.956	0.955	0.937	0.936
38	100.4	0.952	0.951	0.934	0.932
39	102.2	0.949	0.948	0.930	0.929
40	104.0	0.945	0.944	0.927	0.925
41	105.8	0.942	0.941	0.924	0.922
42	107.6	0.938	0.937	0.921	0.918
43	109.4	0.935	0.934	0.917	0.915
44	111.2	0.931	0.930	0.914	0.911
45	113.0	0.928	0.927	0.911	0.908

46	114.8	0.925	0.924	0.908	0.905
47	116.6	0.922	0.920	0.905	0.902
48	118.4	0.918	0.917	0.901	0.898
49	120.2	0.915	0.913	0.898	0.895
50	122.0	0.912	0.910	0.895	0.892
51	123.8	0.909	0.907	0.892	0.889
52	125.6	0.906	0.904	0.889	0.886
53	127.4	0.902	0.900	0.885	0.882
54	129.2	0.889	0.897	0.882	0.879
55	131.0	0.896	0.894	0.879	0.876
56	132.8	0.893	0.891	0.876	0.873
57	134.6	0.890	0.888	0.873	0.870
58	136.4	0.887	0.884	0.870	0.867
59	138.2	0.884	0.881	0.867	0.864
60	140.0	0.881	0.878	0.864	0.861
61	141.8	0.878	0.875	0.861	0.858
62	143.6	0.875	0.872	0.858	0.855
63	145.4	0.872	0.869	0.856	0.852
64	147.2	0.869	0.866	0.853	0.849
65	149.0	0.866	0.863	0.850	0.846
66	150.8	0.863	0.860	0.847	0.843
67	152.6	0.860	0.857	0.844	0.840
68	154.4	0.858	0.855	0.842	0.838
69	156.2	0.855	0.852	0.839	0.835
70	158.0	0.852	0.849	0.836	0.832
71	159.8	0.849	0.846	0.833	0.829
72	161.6	0.846	0.843	0.830	0.826
73	163.4	0.844	0.841	0.828	0.824
74	165.2	0.841	0.838	0.825	0.821
75	167.0	0.838	0.835	0.822	0.818
76	168.8	0.835	0.832	0.819	0.815
77	170.6	0.833	0.829	0.817	0.813
78	172.4	0.830	0.827	0.814	0.810
79	174.2	0.828	0.824	0.812	0.808
80	176.0	0.825	0.821	0.809	0.805
81	177.8	0.822	0.818	0.807	0.802
82	179.6	0.820	0.816	0.804	0.800
83	181.4	0.817	0.813	0.802	0.797
84	183.2	0.815	0.811	0.799	0.795
85	185.0	0.812	0.808	0.797	0.792
86	186.8	0.810	0.806	0.794	0.790

87	188.6	0.807	0.803	0.792	0.787
88	190.4	0.805	0.801	0.789	0.785
89	192.2	0.802	0.798	0.787	0.782
90	194.0	0.800	0.796	0.784	0.780
a 在 15~30°C(59~86°F)范围外的温度下不作仲裁测量。见 220.7。					

## 金属线编织和绕包层的覆盖率

### 228 测量和计算

228.1 如果金属线护层由多层编织工绕包层组成,则应分别计算各编织或绕包层的覆盖率.圆形或扁形线芯的圆电缆和扁电缆都规定了编织和绕包层的测量和计算.

228.2 在任何一层编织或绕包层中,所有金属线都认为由同样材料制成、具有同样的金属镀层(如果使用金属镀层的话)和相同的直径(如果单线是圆线)或相同的宽度和厚度(如果单线是扁线).金属线编织被认为是采用这样的编织机编制的:每个方向上具有相同的数目的锭子,每个锭子含有相同根数(N)的圆线或扁线(如果不是所有的锭子都包含相同根数的金属线,则N值按表 228.1 注加权).

228.3 这里所述的方法采用成品电线电缆的测量值.使用这种方法时,电缆或软线每层金属编织或绕包层的覆盖率根据表 228.1(金属线编织)或表 228.2(金属线绕包层)列出的测量值、公式和小数位数通过计算求出.

228.4 对于金属线编织,应使用标准编织计数器(见 228.5 条)数出在编织的一个长度方向上 1in 或 20mm 距离编制的褶裥数目,精确到 1/10 褶裥.取一段 5ft 或 1500mm 长的直线状金属编织被覆电线、电线组件或线芯试样,在试样中英 3ft 或 1m 的部位上任意 12in 或 300mm 一段上取 3 个相距至少 2in 或 50mm 的测量位置进行测量.求出以英寸为单位的三个测量值的



平均值,精确到 1/10 褶裥,以此作为该金属线编织的每英寸纬纱数 P.将以毫米为单位的三个测量值的平均值除以 20,得出的商精确到 1/100 褶裥,以此作为该金属线编织的每毫米纬纱数 P.

228.5 如果没有编织计数器,应在 12in 或 300mm 一段的一个测量位置上对 6in 或 150mm 长的编织进行计数.以英寸为单位的测量值应除以 6,所得的商应精确到 1/10 褶裥,以此作为该金属线编织的每毫米纬纱数 P. 将以毫米为单位的测量值除以 150,得出的商精确到 1/100 褶裥,以此作为该金属线编织的每毫米纬纱数 P.

表 228.1

金属线编织的覆盖率计算

形状 编织下结构	编织线 形状	计算		
		名称	公式 该表的注中规定了确定各参数值的方法以便使用该栏列出的各公式. 按本表指示的顺序使用各公式. 其它公式如果合适、达成协议和记录在案的话,也可使用	小数 位数
圆形 1、3、4 根或以上导体或其它圆形电缆元件或组件, 或一根完整的圆缆芯或 2 对或以上对绞线对 或 1 对平行或绞合线对或其它圆电缆元件, 包括填充, 线对呈圆形。	圆形	编织角 (a)	$\tan a = 2 \times 3.1416 \times P(D+2) / C$	3
			求出角度 a(arctan)	精确到 1'
			求出 sin a	3
		单向覆盖率 (F)	$F = (N \times P \times d) / \sin a$	3
		双向(总)覆盖率 (G)	$G = 2F - F^2$	3

		总覆盖率百分数 (K)	$K=100 \times G$	精确到 1%
	扁形	替换成下述公式: $\tan a = 2 \times 3.1416 \times P(D+2) / C$ $F = (N \times P \times w) / \sin a$		
扁形 平行或绞合线对或其它圆电缆元件,不包括填充,线对不呈圆形	圆形	相同公式,但以 Deq 代替 D		
	扁形	相同公式,但以 Deq 代替 D		
<p>C=金属线编织总锭子数  d=一根圆编织的直径,精确到 0.0001in 或 0.001mm  D=编织下圆缆芯直径,精确到 0.001in 或 0.1mm  Deq=编织下两根平行或绞合圆同轴件或绝缘线芯的等效外径,精确到 0.001in 或 0.1mm,使用直径皮尺进行测量,或将扁线对的周长测量值除以 3.1416(π)  N=编织的一个锭子包含的圆线或扁线的数目.  如果其中几个锭子包含较少的金属线,则 N 值按如下公式加权:  (含 r 根金属线的锭子数目 × r)+(含 s 根金属线的锭子数目 × s)  <math display="block">N_{\text{加权}} = \frac{\text{含 r 根金属线的锭子数目} \times r + \text{含 s 根金属线的锭子数目} \times s}{\text{含 r 根金属线的锭子数目} + \text{含 s 根金属线的锭子数目}}</math> N<sub>加权</sub>精确到三位小数.  P=按 228.4 条和 228.5 条所述确定的每英寸纬纱数或每毫米纬纱数  t=一根扁编织线的厚度,精确到 0.001in 或 0.1mm  w=一根扁编织线的宽度,精确到 0.001in 或 0.1mm</p>				

## 228.2 金属线绕包层(螺旋绕包和反螺旋绕包屏蔽)的覆盖率计算

形状 编织下结构	绕包线 形状	计算		
		名称	公式 该表的注中规定了确定各参数值的方法以便使用该栏列出的各公式. 按本表指示的顺序使用各公式. 其它公式如果合适、达成协议和记录在案的话,也可使用	小数 位数
圆形 1、3、4 根或以上导体或其它圆形电缆元件或组件, 或一根完整的圆缆芯或 2 对或以上对绞线对	圆形	绕包角 (a)	$\tan a = 3.1416 \times (D+d) / L$	3
			求出角度 a(arctan)	精确到 1°
			求出 cos a	3

或 1 对平行或绞合线对或其它圆电缆元件,包括填充,线对呈圆形。		覆盖率 (B)	$B = (H \times d) / [3.1416 \times (D+d) \times \cos a]$	3
		覆盖率百分数 (K)	$K = 100 \times B$	精确到 1%
	扁形	替换成下述公式: $\tan a = 3.1416 \times (D+t) / L$ $B = (H \times w) / [3.1416 \times (D+t) \times \cos a]$		
扁形 平行或绞合线对或其它圆电缆元件,不包括填充,线对不呈圆形	圆形	相同公式,但以 $D_{eq}$ 代替 $D$		
	扁形	相同公式,但以 $D_{eq}$ 代替 $D$		
<p><math>d</math>—一根圆绕包线的直径,精确到 0.0001in 或 0.001mm</p> <p><math>D</math>—绕包下圆缆芯直径,精确到 0.001in 或 0.1mm</p> <p><math>D_{eq}</math>—绕包下两根平行或绞合圆同轴件或绝缘线芯的等效外径,精确到 0.001in 或 0.1mm,使用直径皮尺进行测量,或将扁线对的周长测量值除以 3.1416(<math>\pi</math>)</p> <p><math>H</math>—绕包层含有的圆或扁金属线的根数</p> <p><math>L</math>—一根绕包线绕包层下圆形或扁形结构完整一圈后沿电缆或软线轴向行进的节距,精确到 0.01in 或 0.1mm</p> <p><math>t</math>—一根扁编织线的厚度,精确到 0.001in 或 0.1mm</p> <p><math>w</math>—一根扁编织线的宽度,精确到 0.001in 或 0.1mm</p>				

## 240 热塑性和热固性绝缘电线电缆绝缘的厚度

### 平均厚度

240.1 确定绝缘平均厚度的测量采用如下之一的工具:

- a) 可使用机械的千分卡尺进行测量,该千分尺的测砧和测杆的末端具有扁平的表面,千分尺经过校准可直接读出至少 0.001in 或 0.1mm,刻度的大小有助于将每次测量值估计至 0.0001in 或 0.002mm 的精度.
- b) 可使用静重千分表进行测量,该千分表通过扁平的矩形压脚(0.078 × 0.315in 或 1.98mm)对试样施加  $10 \pm 2\text{gf}$  或  $0.10 \pm 0.02\text{N}$  的压力.该测量仪的测砧应具有与压脚相同的尺寸,其校准如 a).

240.2 测量时,试样、测量仪和周围空气应在  $24.0 \pm 0.8^\circ\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4$

°F)温度下得于相互热平衡状态.

240.3 测量应在样品长度的成品电缆(绝缘线或从电缆中取出的绝缘线芯)上进行.剥去试样上护套和其它护层,注意不要损坏绝缘或使其变形.对于14~9AWG规格,样品应至少长60in或1500mm.从样品的一端出发,在距离此端10、20、30、40和50in(或254、508、762、1016和1270mm)的五个位置上,测量绝缘的最大和最小外径.对于8~2000kcmil规格,样品应至少长24in或610mm.从样品的一端出发,在距离此端4、8、12、16和20in(或102、203、305、406和508mm)的五个位置上,测量绝缘的最大和最小外径.10次测量(每个位置两次)的每个测量值应估测至0.001in或(0.1mil)或0.002mm,并记录.在样品的一端剥去一小段绝缘注意不要损坏导体或隔离层,然后测量导体或隔离层的最大和最小外径,估测至0.0001in或0.002mm,并记录.

240.4 从记录的10次绝缘外径测量值的平均值中减去记录的2次导体或隔离层外径测量值的平均值,将获得的差除以2,然后按240.5或240.6所述进行四舍五入,精确到0.001in或0.01mm.该四舍五入值作为绝缘的平均厚度,以便与电缆标准对于该结构规定的最小平均厚度进行比较.

240.5 四舍五入到0.001in-----如果第四位小数为0~4且第三位小数是奇数或偶数或第四位小数为5且第三位小数是偶数(0、2、4...),则第三位小数保持不变.如果第四位小数为6~9且第二位小数是奇数或偶

数或第三位小数为 5 且第二位小数是奇数(1、3、5...),则第三位小数增加 1.

240.6 四舍五入到 0.01mm-----如果第三位小数为 0~4 且第二位小数是奇数或偶数或第三位小数为 5 且第二位小数是偶数(0、2、4...),则第二位小数保持不变.如果第三位小数为 6~9 且第二位小数是奇数或偶数或第三位小数为 5 且第二位小数是奇数(1、3、5...),则第二位小数增加 1.

240.7 如果采用 240.1~240.4 条所述的方法获得的结果不符合要求,则采用经校准可直接读出至少 0.0001in 或 0.001mm 的光学显微镜或其它光学测微仪在 240.3 条所述的五个位置上直接测量最大和最小绝缘厚度.为此,从 243.3 条的样品上截取五段长 4in 或 100mm 的样品段,每个样品段的中心包含一个测量位置.取出导体和任何隔离层,注意不要损坏绝缘或使其变形.将五个绝缘管分别在中心一切为二,每次切割应干净且垂直于绝缘管纵轴.这样获得十个测量试样,但只采用其剖面,找出最大和最小厚度并记录,精确到 0.0001in 或 0.001mm.计算十次测量值的平均值,并按 240.5 或 240.6 所述进行四舍五入,精确到 0.001in 或 0.01mm.然后与电缆标准规定的平均厚度进行比较.

### **任意一点最小厚度**

240.8 使用 240.3 规定的测量工具测量绝缘的最小外径.应使用 240.3 条的样品,除非它已按 240.7 条被切割,在这种情况下,使用第二个同样长度的样品.

240.9 从样品上截取一段 4in 或 100mm 的样品段使得最小直径点位于中心.取出导体和任何隔离层,注意不要损坏绝缘或使其变形.在最小直径点将绝缘管一切为二获得两个测量试样.切割应干净且垂直于绝缘管纵轴.

240.10 使用静重销规千分表测量绝缘最小厚度,该千分表通过扁平的矩形压脚(0.078×0.315in 或 1.98×9.52mm)对试样施加  $25 \pm 2\text{gf}$  或  $0.25 \pm 0.02\text{N}$  的压力.销针长度应为 0.437in 或 11.10mm,直径应为 0.020in 或 0.51mm(直径 0.043in 或 1.09mm)的销针适用于含直径大于 0.043in 或 1.09mm 的单线的电线电缆).测量仪应经过校准可直接读出至少 0.001in 或 0.01mm,刻度的大小有助于将每次测量值估计至 0.0001in 或 0.002mm 的精度.见 240.1 条

240.11 当千分表的压脚从销针上提起时,将 240.9 条的一个试样放在销针上(干净切割端在先)使得销针的整个长度接触绝缘管的内表面,然后缓缓放下压脚使其压在绝缘上并立即读出估测至 0.0001in 或 0.002mm 的读数并记录.然后提起压脚,使试样围绕销针转动,然后读取第二个读数并记录.重复上述操作直至找到绝缘最薄点并记录.试样接触压脚时不可转动.

240.12 采用第二个试样重复 240.11 条的操作.

240.13 记录的两个试样所有测量值中的最小值,应按 240.5 或 240.6 所述进行四舍五入,精确到 0.001in 或 0.01mm,该四舍五入值应作为任意一点最小绝缘厚度,以便与电缆标准对于该结构规定的任意一点最小

厚度进行比较.

240.14 如果采用 240.8~240.13 条所述的方法获得的结果不符合要求,则采用经校准可直接读出至少 0.0001in 或 0.001mm 的光学显微镜或其它光学测微仪直接观察两个试样中一个的干净的切割端面.找出最小厚度点并记录度读数.记录的数值应按 240.5 或 240.6 所述进行四舍五入,精确到 0.001in 或 0.01mm,然后与电缆标准对于该结构规定的任意一点最小厚度进行比较.这种使用光学仪器的测量结果为最终结果.

## **250 软线和装置线的绝缘厚度**

250.1 除了 250.11 条注明的情况外,应使用求差法确定任何芯径小于 250.6~250.10 条规定的销针直径 0.043in 或 1.09mm 的导体的平均绝缘厚度和任意一点最小绝缘厚度,例如 24、22 或 20AWG 导体,18AWG 实心导体或金皮软线导体.

250.2 求差法包括确定绝缘的平均外径,从中减去导体加上任何隔离层的直径,然后将差除以 2,所得的商就作为平均绝缘厚度.可使用机械师的千分卡尺进行测量,该千分尺的测砧和测杆的末端具有扁平的表面,千分尺经过校准可直接读出至少 0.001in 或 0.01mm;或使用千分表进行测量,该千分表通过扁平的矩形压脚(0.078in 宽和 0.315in 长或 1.98×9.52mm)对试样施加  $10 \pm 2\text{gf}$  或  $0.10 \pm 0.02\text{N}$  的压力.

250.3 沿试样进行五组测量,确定五组测量值的平均值.每组测量包括确定测量位置上最大和最小直径.

250.4 代替机械师的千分就或静重千分表,也可使用操作方便的精确至 0.001in 或 0.01mm 的光学测量仪.使用光学测量仪时,试样应垂直于纵轴切割.

250.5 如果这些方法获得的结果不符合要求,则使用经校准可直接读出至少 0.0001in 或 0.001mm 的光学测微仪进行仲裁测量.如果使用光学测量仪进行测量,绞合导体上的平均绝缘厚度可比电缆标准对于该结构的规定值小 3mil 或 0.08mm.

250.6 除了 250.9 条注明的情况外,应使用销规千分表(它对试样施加  $25 \pm 2\text{gf}$  或  $0.25 \pm 0.02\text{N}$  的压力)确定芯径至少为 0.043in 或 1.09mm 的导体上任意一点最小绝缘厚度(例如 18AWG 绞合导体或更粗的导体)和平行软线上任意一点最小绝缘和隔离筋的厚度.销针长度应为 0.437in 或 11.10mm,直径应为 0.043in 或 1.09mm,接触试样的压脚的端面应为扁平的矩形(0.043in 宽 $\times$ 0.312in 长或 1.09mm $\times$ 7.92mm).

250.7 取出铜导体和任何隔离层.如果是平行软线,用于测量电缆标准规定的铜导体间距离的每个试样,应在一侧切下直至导体留下的空洞的底部(直接对着邻近导体留下的空洞)以便容纳压脚.

250.8 将试样放在销针上,使压脚轻轻地压在试样上并立即读取读数.试样放在销针上时应使压脚在全部长度上触及试样.应转动试样进行数次测量以便确定实际上的任意一点最小厚度.转动试样时,压脚不可与试样接触.

250.9 除了销规千分表以外,也可使用操作方便的精确至 0.001in 或



0.01mm 的光学测量仪.使用光学测量仪时,试样应垂直于纵轴切割.

250.10 如果这些方法获得的结果不符合要求,则使用经校准可直接读出至少 0.0001in 或 0.001mm 的光学测微仪进行仲裁测量.如果使用光学测量仪进行测量,绞合导体上的平均绝缘厚度可比电缆标准对于该结构的规定值小 3mil 或 0.08mm.

250.11 如果导体的芯径小于 0.043in 或 1.09mm,宜使用销针直径小于 0.043in 或 1.09mm 的销规千分表测定平均绝缘厚度和最小绝缘厚度.电缆标准一般规定这样的销针直径为 0.020in 或 0.51mm.

## **260 热塑性和热固性绝缘电线电缆的护套厚度**

260.1 从成品护套电线电缆的样品上截取两段长 6in 或 150mm 的样品段,每个切割面应干净且处于与电线电缆纵轴垂直的平面上.这两段样品段应从电线电缆上相距至少 10ft 或 3m 的位置上截取.

260.2 取出所有导体和任何隔离层,纵向剖开每个空洞.如果是热固性绝缘电线电缆而绝缘与护套之间又没有便于两者分离的带子或编织,应切割、切削或研磨试样段的内表面使得恰恰相反好除去所有绝缘的痕迹.从加工后的 PVC、尼龙或热固性护套管的中央切取 3/8in 或 10mm 长的长条.每个切割面应干净且处于与护套管纵轴垂直的平面上.切割时应尽量避免试样条变形(因为拉伸和挤压会改变尺寸).

260.3 确定厚度的测量应在切割、或研磨操作之后 30 分钟或以上进行.应使用静重销规千分表进行测量,该千分表通过扁平的矩形压脚(0.043×0.315in 或 1.09×7.92mm)对试样施加 25±2gf 或 0.25±0.02N

的压力.销针长度应为 0.437in 或 11.10mm,直径应为 0.020in 或 0.51mm,千分表应经过校准可直接读出至少 0.001in 或 0.01mm,刻度的大小有助于将每次测量值估计至 0.0001in 或 0.001mm 的精度.见 240.2 条关于测量温度的规定.

260.4 当千分表的压脚从销针上提起时,将一个试样条放在销针上使得压脚可在全长上触及 PVC.尼龙或热固性护套外表面而整个内表面触及销针,然后缓缓放下压脚使其压在绝缘上并立即读出估测至 0.0001in 或 0.002mm 的读数并记录.重复上述操作直至获得 5 个读数,每个读数位于试样条的不同位置上,其中一个读数位于 PVC.尼龙或热固性护套的最薄处.移动试样条时,压脚不可接触护套.

260.5 采用第二个试样条重复 260.4 条的操作.

260.6 求出泵用电缆的 PVC 或热固性护套的两个试样条记录的所有读数的平均值,然后按 240.5 或 240.6 所述进行四舍五入,精确到 0.001in 或 0.01mm,该四舍五入值应作为 PVC 或热固性护套的平均厚度,以便与电缆标准对于该结构规定的最小平均厚度进行比较.见 260.8 条关于仲裁测量的规定.

260.7 对于两个试样条记录的所有读数的最小值,应按 240.5 或 240.6 所述进行四舍五入,精确到 0.001in 或 0.01mm,该四舍五入值应作为 PVC.尼龙或热固性护套的任意一点最小厚度,以便与电缆标准对于该结构规定的任意一点最小厚度进行比较.见 260.8 条关于仲裁测量的规定.

260.8 如果采用 260.3~260.7 条所述的方法获得的结果不符合要求,则采用经校准可直接读出至少 0.0001in 或 0.001mm 的光学显微镜或其它光学测微仪确定和测量每个试样条的最大和最小厚度.求出四次测量值的平均值,然后按 240.5 或 240.6 所述进行四舍五入,精确到 0.001in 或 0.01mm,然后与电缆标准对于该结构规定的平均护套厚度进行比较.四次测量值的最小值应按 240.5 或 240.6 所述进行四舍五入,精确到 0.001in 或 0.01mm,然后与电缆标准对于该结构规定的最小护套厚度进行比较.这种使用光学仪器的测量结果为最终结果.

## **280 软线、装置线和电梯电缆的护套厚度**

280.1 采用求差法确定平均护套厚度.该方法包括确定成品软线试样的平均外径,从中减去缆芯的直径.再将差除以 2,得出的商就作为护套的厚度.沿试样进行五组测量,确定五组测量值的平均值.每组测量包括确定测量位置上最大和最小直径.可采用机械师的千分卡尺进行测量,该千分尺的测砧和测杆的末端具有扁平的表面,千分尺经过校准可直接读出至少 0.001in 或 0.01mm,或采用经过类似校准的静重千分表进行测量,该千分表通过扁平的矩形压脚(0.078×0.315in 或 1.98×9.52mm)对试样施加  $10 \pm 2\text{gf}$  或  $0.10 \pm 0.02\text{N}$  的压力.每次测量时,千分尺的测杆或千分表的压脚应在整个表面上与试样接触.如果采用这种方法的测量结果不符合要求,则使用经校准可直接读出至少 0.0001in 或 0.001mm 的光学测微仪作仲裁测量.

280.2 任意一点最小护套厚度应通过测量软线的护套试样的厚度确定,

该试样中经研磨恰好除去所有线芯的痕迹.除非试样的截面为完整的护套截面.选取试样时应包括肉眼测定的最薄的部分.应使用 280.1 条所述的千分尺或 280.3 条所述的千分表或使用经校准可直接读出至少 0.0001in 或 0.001mm 的光学测微仪进行测量.每次测量时,千分尺的测杆或千分表的压脚应在整个表面上与试样接触.

280.3 280.2 条所指的千分表应具有直径为  $0.250 \pm 0.010$ in 或  $6.4 \pm 0.2$ mm 的压脚,它对试样施加  $3.0 \pm 0.1$  ozf 或  $0.84 \pm 0.02$ N 或  $85 \pm 3$ gf 的总压力.负荷通过一个重物施加.

## 绝缘和护套的物理性能试验

### 400 总则

400.1 420、440、470 和 480 节所述的试验设备和试验方法,适用于确定老化和未老化用作导体绝缘和护套的混合物试样的物理性能.

### 420 设备

#### 电动试验机

420.1 使用电动拉力机测量断裂伸长率和抗张强度,该机器配备了可指示试样断裂时实际最大拉力的装置.如果使用弹簧平衡型机器,应防止弹簧反弹.调节机器使得电力驱动的夹头的分离速度为  $20 \pm 1$ in/min 或  $500 \pm 25$ mm/min(除非“特定材料”篇、第 50 节或有关电缆标准另有规定,例如表 50.136 注 c 规定 PE 的分离速度为  $2.0 \pm 0.2$ in/min 或  $50 \pm 5$ mm/min).由表或尺指示的施加的拉力值应精确到读数的 2% 以下,应准备一组砝码以便调节机器用.美国材料和试验学

会标准“硫化橡胶和热塑性橡胶和热塑性弹性体标准试验方法----拉力试验”中给出了一种校准拉力机的方法（ASTM D412-92）

### 哑铃状试样

420.2 用于将样品材料冲切成试样的模子,应产生哑铃状试样.如图420.1所示的试样可使用 ASTM 模子 C 加工,该试样具有 1/4in 或 6mm 宽的缩颈.如果对于模子 C 材料不够,可使用 ASTM 模子 D,这种模子产生的试样具有 1/8in 或 3mm 宽的缩颈,其它尺寸也比使用模子 C 时小.

图略

### 复原试验设备

420.3 应使用 420.1 条所述的电动拉力机做复原试验,如果该机器可使移动的夹头立即停止的话.否则使用图 420.2 所示和表 420.1 所述的试验设备.其中卷筒 a 或在轴 b 上自由滑动,卷筒上开槽以便与销针 c 啮合,销针 c 起离合器作用.活动平人头接在宽 5/8in 或 16mm 的生牛皮系带上,皮带穿过夹具 d 接到线轴上.图中所示的夹头用于哑铃状试样.对于管状试样,应使用辊式夹头.

420.4 试样的标志器是一种带平行金属刀刃的印字器,它可在试样上打印出细线条而不会损坏绝缘或护套。两根细线（基准标记）之间的距离应为 1in 或 25mm,它们应垂直于电线电缆或软线的纵轴施加,且应位于试样缩颈部分的中央。因为基准标记的宽度随试样的拉伸而增加,伸长率的测量以每个标记的中心为根据,即以每个标记的

边缘线间距的中心为根据。

### 切割或切削机

420.5 电动切割或切削机由可调上压辊、条形刀或旋转钟式刀和电动送料辊组成,其中送料辊使试样穿过刀刃从而将试样分离或切成薄片,且不会使样品材料发热,哑铃状试样应从这些试片中制取.可使用机器获得如下效果:

- a) 从 6AWG 或更粗的导体上制取绝缘条或护套条
- b) 从厚度不小于 30mil 或 0.76mm 的绝缘、护套等样品上除去表面奇点.

表 420.1  
复原试验机小数尺寸和毫米尺寸对照表

拉力机尺寸	小数英寸	毫米
1/8 inch	0.125	3.18
3/16	0.188	4.76
1/4	0.250	6.35
5/16	0.312	7.92
3/8	0.375	9.52
1/2	0.500	12.7
19/32	0.594	15.09
5/8	0.625	16
11/16	0.688	17.48
3/4	0.750	19.1
7/8	0.875	22.2
1	1.000	25.4
1-1/16	1.062	27.0
1-1/8	1.125	28.6
1-1/4	1.250	31.8
1-17/64	1.266	32.2
1-1/2	1.5	38
1-3/4	1.75	44.5
2-3/8	2.375	60.3
3-1/4	3.250	82.6
3-7/8	3.875	98.4

6	6	152
1 ft 6 inches	18	457
2 8	32	813

图 420.2

### 复原试验机(图略)

#### 研磨机

420.6 可使用电动研磨机(砂轮)磨去用于制备哑铃状试样的样品材料上的奇异点.砂轮采用约 36 号磨料(0.019 $\mu$ m 或 0.486mm 粒度).砂轮应实际上碾过样品而不能振动.砂轮的直径不作规定,但发现 4-3/4~6-1/4in 或 0.12~0.16m 比较合适.砂轮的转动速度应为 2500~3500rpm.选择砂轮的直径和转动速度时应保证砂轮的线速度 ( $\text{rpm} \times \pi \times \text{轮径}$ ) 达到 3000~5000ft/min 或 15~25m/s.注意:不可同时采用本条规定的最大轮径和最高轮速,因为两者的结合将使线速度达到 5000ft/min 或 25m/s 以上.本项规定也适用于标明拟用于 5000ft/min 或 25m/s 以下线速度的砂轮.机器应具有施加轻压力的慢喂料功能且一次只磨去非常少材料,从而不使试样或砂轮过分发热.

#### 拉伸铜导体的机器

420.7 带钢夹头的手动或电动拉力机可用于拉伸铜导体以便将它从绝缘中抽出.

#### 老化设备

##### 试样分离

420.8 对于任何类型的老化试验设备,应规定可将试样垂直悬挂在老化室中而不会触及老化室壁或任何其它试样.

## 空气烘箱老化

420.9 试样空气老化设备应如 ASTM D 5423-93(R1999)(II 型烘箱)和 ASTM D 5374-93(R1999)所述,该设备可使空气在老化室内高速循环流动。新鲜空气应能源源不断地输入老化室以保持试样周围正常的氧含量。烘箱的排气口应调节成保证每小时获得 100-200 次完成新鲜空气换气,使得循环的鼓风机、风扇等装置应完全位于老化室外。烘箱应保持规定的温度 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1.8^{\circ}\text{F}$ )。

### 440 试样制备

#### 所有试样

440.1 制备老化前和老化试样用样品应从成圈或成盘的成品电线、电缆和软线上截取,或(在热固性绝缘的情况下)从制造过程中交联后任何任何时刻的产品上截取。试验在  $24.0\pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2\pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下进行。抗张强度和断裂伸长率的测量应在电线或软线制造后至少 48 小时进行,除非制造商要求在较早的时候进行测试。

440.2 对于比 6AWG 更细的无护套导线,除了 440.11 条注明的情况外,试样应由一段完整的绝缘管组成。但对于平行软线,试样应为未分离的双绝缘管,而且该双绝缘管的材料不足以制备哑铃状试样。对于护套导线、6AWG 或更粗的导线或对于绝缘厚度大于 95mil 或 2.41mm 的导线,应纵向刨开绝缘管,然后使用切割后切削机(见 420.5 条)或慢送料研磨机(见 420.6 条)除去奇异点,或使用切割或切割机制备具有平行、光滑的表面的式样条,或(仅适用于 XL 和 PE,见 440.3)用机器刨平.除去奇



异点的绝缘管或试样条应摊平形成一个矩形,再用冲模冲切出试样.对于护套试样,应纵向切开护套线,从缆芯上取下护套样品,然后如同绝缘一样作准备,最后使用冲模冲切.试样不可具有表面伤痕或其它缺陷.

440.3 当采用研磨方法除去纺织物凹痕或其它不平整点时,研磨应恰好除去不平整点而不能过分.如果使用切割或切削方法除去纺织物凹痕或其它不平整点,可超过恰好除去不平整点的程度,但剩余的材料应能提供使刀具均匀切削的足够的阻力.当从双层结构上切去一层时,研磨.切割或切削应恰恰相反除去这一层而不能过分.对于为了制备试样而降低样品厚度的情况,可切割或切削绝缘直至所需的厚度,或将绝缘切成近似所需厚度然后研磨.无论何种情况,最后切割.切削或研磨的表面应平滑.使用从机器刨平的试样条上冲切的XL或PE试样是合适的,只要刨出的表面平坦.光滑和相互平行.上述切割.切削.研磨或刨平操作应在试样做试验之前至少30分钟完成.

### **实心导体试样**

#### **除去纤维绝缘或护层**

440.4 如果导线包含纤维护层,应将长约2ft或600mm的导线样品在光滑平坦的桌面上展直.然后使用带锐利刀具的刨床刨去纤维层,机器经过调节不会刨去比纤维层更厚的材料.多芯电线电缆或剥去外护套的缆芯的分相纤维包覆绝缘线芯,也应遵循上述步骤.切开纤维层后,应用手将它取下,然后检查绝缘.任何具有物理性损坏的绝缘不可作试验用.如果采用剥皮操作分离线芯时接缝处留有粗糙的边,应磨去或刨去这种不平整部分.

440.5 应从 440.4 条的样品上除去热塑性绝缘装置线的编织、绕包层或护套。

直径

440.6 应将样品切割成合适长度的试样,然后在每个试样上距两端 1/2in 或 13mm 环形切开绝缘,取下切除的绝缘段,再用木刀削去裸露的导体上粘附的任何绝缘屑。

440.7 使用 240.1~240.7 条所述的机械师的千分尺、静重千分表或光学测微仪测量导体的直径和绝缘外径,精确到 0.001in 或 0.01mm。两个裸露的导体端的直径测量应在距端头 1/4in 或 6mm 处进行。两个测量值的平均值应看作是导体的直径。

440.8 应在距试样两端等距的中点上和距中点 1in 或 25mm 的两侧测量绝缘的最大和最小外径。确定每个测量点的最大直径和最小直径的平均值,三个平均值中最小值应作为用于计算截面积的试样直径。

取出导体

440.9 总则-----获得导体和绝缘的测量值之后,应使用 440.10、440.11 和 440.12 条所述一种方法取出导体。

440.10 拉伸法----将导体的两个自由端夹紧在 420.7 条所述的拉力机的钢夹头上,然后将导体拉断以便从绝缘中取出导体。将末端裂的导体一端固定在台钳上,然后用手轻轻慢慢地从导体上取下绝缘。在这样的操作过程中,绝缘管的任何一点不得扭转 1/4 转以上且不得纵向压缩,因为这样会使绝缘变形。

440.11 水银法----该方法只适用于镀锡或其它金属的导体.按 440.4~440.8 条所述进行制备和测量试样.然后将试样浸在  $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ )的纯水银中,直至可从绝缘中取出导体而不损坏绝缘.然后从水银中取出试样,擦拭干净,然后用手取出导体.危险----水银有毒,特别是吸入水银蒸汽时.水银在室温下会蒸发,因此,除了应带塑料或橡皮手套外,必段在通风罩下使用水银.

440.12 哑铃状试样-----制备哑铃状试样之前,必须纵向切开绝缘直至触及导体,这样就可取出导体.

440.13 如果热固性绝缘外直接包覆护套,通常一起制备绝缘和护套的哑铃状试样.切开包层(绝缘+护套)直至触及导体,然后使用虎钳使绝缘与护套分离.有时将样品浸在热水中几分钟再分离绝缘和护套可比较容易进行操作.

440.14 如果绝缘无法与护套分离,应通过切割.切削或研磨制备试样.如果使用研磨法,操作设备应配备可缓缓推进的圆柱台.

440.15 为了用研磨法制备试样,取两根 8in 或 200mm 的成品电缆段,切开包层(绝缘+护套)直至触及导体,取出导体.将其中一根包层管安装在研磨机的夹头中使包层管摊平,护套朝着砂轮.然后恰恰相反到好处地磨去护套而不能过量.采用第二个包层管重复上述操作,但样品在夹头中的位置应调头使得绝缘朝着砂轮.

440.16 按 440.22~440.24 条所述从 440.14 和 440.15 的样品上制备哑铃状试样,但经过切割、切削和研磨的样品应至少复原 30 分钟.如果是

小径导线的样品,宜使用缩颈宽度为 0.125in 或 3mm 的冲模.

#### 基准标记

440.17 然后检查每个试样.任何呈现物理性损球的试样应废弃,然后另制备一个新试样.使用 420.4 条所述的标志器在试样上打印两条相距 1in 或 25mm 的基准标记,两条标记与试样的中线等距.这些标记应与拉力机的拉伸方向垂直.标记线应细,打印标记时试样应处于完全松弛状态.

#### 从绞合导体上取的试样

##### 直径

440.18 剥去样品上包覆绝缘的任何护层,将样品切割成合适长度的试样,按 40.7~440.8 条对于实心导体所述剥去试样两端的绝缘然后测量导体直径和绝缘外径.

##### 取出导体

440.19 使用虎钳或 420.7 条所述的线材拉伸机取出导体的各单线,注意不要损坏试样.如果取出镀锡或镀其它金属的单线有困难,应将试样浸在 440.11 条对于实心导体所述的水银中,然后单线就容易取出了

##### 哑铃状试样

440.20 如果热固性绝缘外直接包覆护套,应按 440.13~440.16 和 440.22~440.24 条所述制备哑铃状试样.

#### 基准标记

440.21 然后检查每个试样.任何呈现物理性损坏的试样应废弃,然后另制备一个新试样.按 440.17 条对于实心导体所述在试样上打印两条相距

1in 或 25mm 的基准标记.

### **哑铃状试样**

420.22 将样品切成几段(通常每段长 7in 或 180mm),然后纵向切开每段样品的绝缘直至触及导体(如果是护套或纤维包层,应纵向切开每段样品的护套或纤维包层直至触及缆芯),取出导体.使用切割.切削或研磨的方法除去绝缘上的奇异点,然后按 420.2 条和 440.23 条所述使用冲模冲切出试样,再标上两条相距 1in 或 25mm 的基准标记.检查基准标记之间的试样部分的宽度.

440.23 使用压力机进行操作可减少试样之间的差别,但如果使用木槌敲击冲模的话,应使冲模的所有点或冲切连触及绝缘然后才可槌击冲模.冲切应在光滑的表面上进行,该表面的材料应不会损坏冲模的冲切边.

440.24 取四次测量值的最小值作为试样的棍子度,精确到 0.001in 或 0.01mm.其中两次测量在基准标记内相距 1/2in 或 13mm 的两个位置上进行,开始位置距任一基准标记 1/4in 或 6mm;另两次测量在相对侧的相应的位置上进行.应使用静重销规千分表乾地测量,该千分表具有直径为  $0.250 \pm 0.010$ in 或  $6.4 \pm 0.2$ mm 的压脚,它对试样施加  $3.0 \pm 1.0$ ozf 或  $85 \pm 3$ gf 或  $0.84 \pm 0.02$ N 的总压力,负荷通过砝码施加.每次测量时,压脚应至少距试样边缘 1/16in 或 2mm.如果使用这种方法的测量结果不符合要求,应使用经校准可直接读出至少 0.001in 或 0.001mm 的光学测微仪进行仲裁测量.

### **460 复原试验**

460.1 应使用未做过任何试验的试样做复原试验.每个试样应夹紧在

位置上使得两条基准标记在夹头之间清晰可见.应对称地调节夹头以便均匀地在试样截面上分配拉力.调节活动夹头使得试样拉直但不受到拉力作用.记录周围空气的温度.

460.2 以  $20 \pm 1 \text{ in/min}$  或  $500 \pm 25 \text{ mm/min}$  的速度分离夹头直至达到规定的伸长率.使试样保持在张紧状态 2 分钟,然后立即无回弹地松开,复原 2 分钟后测量两基准标记之间的距离精确到  $0.01 \text{ in}$  或  $0.1 \text{ mm}$  并记录.在即将松开试样前,再次观察基准标记之间的距离,如果由于试样在夹头中滑动该距离,如果由于试样在夹头中滑动该距离变小,则采用另一的试样重做试验.

#### **470 断裂伸长率和抗张强度**

470.1 应使用未做过任何试验的试样同时做断裂伸长率和抗张强度试验.任何无法除去而不损绝缘或护套的纸隔离层,应在即将将试样夹紧在夹头上之前用水湿润或用 1:1 乙醇或丙二醇与水的混合液湿润。每个试样（管状或哑铃状）应这样夹紧在夹头上使得两条相距  $1 \text{ in}$  或  $25 \text{ mm}$  的基准标记位于两夹头之间但不位于夹头中.管状试样上的基准标记处于两夹头之间的中心部位且紧挨着夹头（标记与相邻的夹头之间的距离不得超过  $1/2 \text{ in}$  或  $13 \text{ mm}$ ）。调节活动夹头使得试样（管状或哑铃状）拉直但不受到拉力作用。然后以  $20 \pm 1 \text{ in/min}$  或  $500 \pm 25 \text{ mm/min}$ （对于同密度聚乙烯夹头分离速度为  $2.0 \pm 0.2 \text{ in/min}$  或  $50 \pm 5 \text{ mm/min}$ ，见表 50.136 致于注 c）的速度分离夹头直至试样拉断。分离夹头时，操作者应使用直尺连续测量两基准标记之间的距离或使用伸长仪测量试样的伸长率。可以使用视频或激

光伸长仪。也可使用机械伸长仪，如果试样的长度允许在两夹头之间连接探头架且拖曳力和接触力满足下列两条要求和话：

- a) 使用平衡重物使探头架的重量得到平衡从而拖曳力不大于 0.05 lbf 或 0.22N 或 23gf;
- b) 每个探头架的接触点对试样施加相同的力。将每个探头架对试样施加的接触力调节至不使探头架在试样上滑动的最低温度。该最低接触力不得损坏试样或造成试样在任一探头架的接触点上断裂。

记录试样断裂时基准标记之间的距离。精确到 0.1in 或 2mm。断裂伸长率（%）为  $100 \times \text{基准标记增加的距离} / \text{基准标记初始距离}$ （1in 或 25mm）所得的商。

470.2 试样断裂后，注意刻度表或标尺上以磅力、兆牛顿、牛顿或公后力为单位的最大拉力并与试样的原始数据记录在一起以便计算抗张强度。如果试样在低于规定的最小拉力下在夹头内断裂，应抛弃这样的试验结果，采用新试样重做试验。

470.3 采用下列公式度算管状试样的截面积：

$$A=0.7854(D^2-d^2)$$

式中：

A 为试样截面积，单位平方英寸、平方米、平方厘米或平方毫米

D 为绝缘外径，单位英寸、米、厘米或毫米

D 为导体直径，单位英寸、米、厘米或毫米

470.4 具有不规则内表面或外表面(例如外表面的凸脊、绞合痕迹)的管状试样或整体式平行软线试样的截面积,采用下列之一的公式进行计算:

$$A_{in}^2 = \frac{W}{163.87G}$$

式中:

A 为试样的截面积, 单位平方英寸

W 为一段 10in 长绝缘的重量, 单位克 (精确到 0.1g)

G 为根据 470.5~470.9 条的指示而确定的绝缘混合物比重;或

$$A_{in}^2 = \frac{4 \times 10^{-6} W}{G}$$

$$A_{in}^2 = \frac{0.04W}{G}$$

$$A_{in}^2 = \frac{4W}{G}$$

式中:

A 为试样的截面积, 单位平方米、平方厘米或平方毫米

W 为一段 250mm 长绝缘的重量, 单位克 (精确到 0.1g)

G 为根据 470.5~470.9 条的指示而确定的绝缘混合物比重

470.5 为了使用 470.4 条之一的公式,应求出不规则截面管状试样或整体式平行软线试样的比重 G,精确到 2 位小数.比重测定采用精密天平置换法,天平应为可直接读出比重的(杨氏重力计)类型或需进行计算的类型.在整个操作过程中,所有设备、水、乙醇和试样应处于同一温度(任何方便的



室温).

470.6 从成品整体式平行软线、电线、电缆或缆芯上截取一段 10in 或 250mm 上的干净的样品,截取位置应邻近用于制备物理性能试验用试样的样品部分.剥去样品上绝缘外的护层或隔离层.为了减少空气滞留在取出导体后的空洞中的可能性,应在绝缘管的两侧平行于纵轴切开样品,使得样品具有如 470.1 条阴影部分和无阴影部分所示形状的截面.样品的所有切割面光滑.

470.7 将样品切成 2in 或 50mm 的若干小段,如果一段样品重 5g 或以上就使用一段样品;如果一段样品重 5g 以下就使用几段样品.将钢丝系在单根样品段或成束样品中心,钢丝直径不大于 0.0050in 或 0.127mm(36AWG),然后悬挂在称重臂上.

470.8 如果使用杨氏重力计,调节承重臂的重量使得指针停留在刻度盘上无穷大位置.取一只烧杯或其它大口容器,灌满乙醇中,然后放在仪器的平台上.用钢丝提起试样,然后完全浸入乙醇中,然后从乙醇中取出并用基本上不含空气的蒸馏水或软化水冲洗.取走盛乙醇的容器,代之以相同的盛有基本上不含空气的蒸馏水或软化水的容器.再次用钢丝提起试样,然后完全浸入水落石出中.乙醇起湿润剂泡,应使用细钢丝捅确气泡或使试样振动除去气泡.无论是提起试样的钢丝还是试样都不得触及容器.启动仪器的振动器,以促使天平达到平衡.达到平衡后,直发从刻度表上读出精确至 2 位小数的比重 G.

表 470.1

纵向切开的样品截面(图略)

470.9 如果使用杨氏重力计以外的天平,应测定试样(不包括钢丝)在空气中的重量  $W_1$ ,精确到 5mg.取一只烧杯或其它大口容器,灌满乙醇,然后放在天平称重臂下的静止的支撑平台上.用钢用钢丝提起试样,然后完全浸入乙醇中,然后从乙醇中取出试样并用基本上不含空气的蒸馏水或软化水冲洗.取走盛乙醇的容器,代之以相同的盛有基本上不含空气的蒸馏水或软化水的容器.再次用钢丝提起试磁,然后完全浸入水中.乙醇起湿润剂的作用,可防止在浸水期间气泡附着在试样环拆卸钢丝上.但如果确实存在气泡,应使用细钢丝捅破气泡或使试样振动除去气泡.无论是提起试样的钢丝还是试样都不得触及容器.然后测定完全浸没的闭幕式样和部分浸没的钢丝的水中的重量  $W_2$ ,精确到 5mg.在钢丝接触水面的位置上作一标记,然后将试样从水中和钢丝上取出来,再将钢丝浸入水中直至标记位置,然后精确测量钢丝在水中的重量  $W_3$ .采用下列公式精确至 2 位小数的试样的比重:

$$G = \frac{W_1}{W_1 - W_2 - W_3}$$

470.10 然后使用下列公式计算试样的抗张强度:

$$S = \frac{P}{A}$$

或,对于哑铃状试样

$$S = \frac{P}{WT}$$

式中:

S 为抗张强度,单位为磅力/平方英寸、兆牛顿/平方米、牛顿/平方厘米或公

斤力/平方毫米:

P 为最大担力, 单位为磅力、兆牛顿、牛顿或公斤力;

W 为试样宽度, 单位为英寸、米、厘米或毫米;

T 为试样厚度, 单位为英寸、米、厘米或毫米。

## **480 加速老化**

### **总则**

480.1 如果不使用哑铃状试样, 导体绝缘的试样应为若干段已取出导体和绝缘外护层的绝缘管, 如果使用哑铃状试样, 则在将试样放入老化室中或浸入油中之前至少 30 分钟, 所有的切割、切削、研磨、刨平和冲切操作应该完成. 旨在确定截面积的测量应按绝缘的物理试验指示进行, 且应在 30 分钟复原时间后放入老化室中或浸入油中之前进行. 如果是 ASTM 标准燃油 C 浸渍试验和空气烘箱老化试验, 确定伸长率的基准标记应在从油中或从老化室中取出试样后打印. 对于浸油试验, 应在浸油之前打印基准标记.

480.2 物理试验应同时在老化和未老化的试样上做, 试验温度应为  $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的室温. 做物理试验之前, 未老化试验应曝露在此温度下至少 30 分钟. 经过空气烘箱老化或燃油 C 老化的试样, 在从烘箱中或燃油 C 中取出之后应在此温度下复原至少 16 小时至多 96 小时, 然后才可做物理试验. 经过浸油的试样应轻轻吸干多余的油, 曝露在此温度下 3.5~4.5 小时, 然后才可做物理试验. 要在空气烘箱中老化的若干试样, 应垂直悬挂在烘箱中, 且在任何时候不得相至触及或触及烘箱壁. 性能和成份相差很大的试样, 应分别放在不同的烘箱老化. 见 420.8~420.10.

## 空气烘箱老化

480.3 试样应放进符合 420.9 条的烘箱中在规定的温度下加热规定的时间,在整个加热期间应记录烘箱的温度.

## 浸油

480.5 下文所指的油为 IRM902.ATSM D471-98 规定这种油为标准试验液.

480.6 浸油容器为外径至少 1in 或 25mm、长度至少 6in 或 150mm 的试管.将试管灌满油,然后放进具有自动温度控制的水浴中,水浴使试样保持保持在规定的温度下.取出或未取出导体的成品 14~7AWG 导线的试样,应在中心弯曲形成窄 U 形,然后垂直悬挂在油中使得试样的两端伸出油面.THWN-2、THWN 和 THHN 型导线的试样浸油时保存留尼龙护套.经过规定的浸油时间后,在 U 形中点处将每个试一切为二,这样每段浸油的导线获得两个做物理试验的试样.对于要垂直悬挂在油中的哑铃状试样,应使用更大的容器.

480.7 除了耐油 TFN 和 TFFN 型导线(见 480.8)以外,软线和电梯电缆用浸油容器应为容积为 500ml 的带平板盖的不锈钢烧杯或杯子.将烧杯灌满油,然后放一种将试样保持保持在规定温度下的液体.将容器中的油加热至规定的温度,然后浸入试样.哑铃状试样应垂直悬挂在油中.导体绝缘试样应以垂直的 U 形浸入油中,每个试样(取出或保留导体)的端头应伸出油面外.

480.8 对于耐油 TFN 和 TFFN 型装置线,浸油容器应为外径至少为 1in 或 25mm、长度至少为 6in 或 150mm 的试管.将试管灌满油,然后放进具有自动温度控制的液浴中或全通风循环空气烘箱中以使试样保持在规定的温

度下.取出或未取出导体的成品导线的试样.应在中心弯曲形成窄 U 形,然后垂直悬挂在油中使得试样的两端伸出油面.试样浸油时保留尼龙护套.经过规定的浸油时间后,在 U 形中点处将每个试样一切为二,这样每段浸油的导线获得两个做物理试验的试样.

## 浸汽油

480.9 耐汽油 TFN 和 TFFN 型装置线的浸汽油试验用试样和容器, 应如 480.8 条所述, 容器底部装有 1 in 或是 25mm 深的自来水, 其余部分装满 ASTM 标准燃油 C 该燃油的说明见 ASTM471-98

480.10TFN 和 TFFN 型以外的导线的耐汽油试验用试样和容器,应如 480.8 条所述,容器底部盛有 1in 或 25mm 深的自来水,其余部分灌满 ASTM 标准燃油 C,该燃油的说明见 ASTM D 471-98

480.11 ASTM 标准燃油 C 可通过将等体积的异辛烷和甲苯混合制成.下列警示语适用:

异辛烷:

危险---极易燃烧,吸入有害,蒸汽可引起火花.

不准吸烟.

消除一切点火源,尤其是不防爆的电气设备.

在密闭的容器中使用和储存.

使用强迫通风.

防止蒸汽积聚.

不要吸入蒸汽.

保护眼睛和皮肤防止接触.

甲苯:

危险---极易燃烧,吸入有害,中枢神经系统抑制剂,蒸汽和液体刺激眼睛、粘膜和皮肤.

不准吸烟.

消除一切点火源.

在密闭的容器中使用和储存.

使用强迫通风.

防止蒸汽积聚.

不要吸入蒸汽.

保存护眼睛和皮肤防止接触.

#### **481 长期老化**

481.1 应使用 481.2~481.8 条所述的试验和评估方法确定材料的额定温度.

481.2 绝缘或护套材料的试样应按 440 节“试样的设备”所述制备。将制备的试样放进符合 420.9 条的全通风循环空气烘箱中.放入试样时,烘箱应在 481.3 条规定的温度下运行.烘箱中试样的总数应保存证一次可取出至少 6 个一组的试样,取出的试样的间隔为 90 天、120 天和 150 天或在制造商的要求下以及附加的 180 天和 210 天的间隔.

481.3 烘箱运行温度  $T_{\text{test}}$  应为以绝对温度(开氏温度)表示的要求的额定温度的 102%.可使用下列公式求出该运行温度,  $T_{\text{test}}$  应四舍五入至整数:

$$T_{\text{test}}(^{\circ}\text{C})=1.02 \times [273.15+ T_{\text{rating}}(^{\circ}\text{C})] -273.15$$

481.4 经过 481.2 条所述的每个老化间隔后,从烘箱中取出一组试样,然后采用该组中的各试样分别做断裂伸长率试验,试验按 470 节“断裂伸长率和抗张强度”所述。每个试样的断裂伸长率试验值应以百分数表示和记录。对于每个老化时间间隔,求出 6 个试样的平均伸长率,每个平均值应以整数百分数记录。

481.5 伸长率的公式(数学模型)为:

$$E(t)=E_{90} \times e^{-R(t-90)}$$

式中的变量为以百分数表示的伸长率  $E(t)$ 、天数  $t$ 、回归常数  $E_{90}$  (90 天时计算的伸长率) 和劣化常数  $R$ 。

481.6 上式中的变量经过  $Y=1n [E(t)]$ 、 $B=1n [E_{90}]$  和  $T= (t-90)$  的变换后,公式变成如下线性式:

$$Y=B-RT$$

480.7 使用 90 天和更长间隔的数据,采用最小二乘方线性回归法求出常数  $B$  和  $R$ ,然后就可计算预计的 300 天时的伸长率。

480.8 计算的 300 天时的伸长率不得小于 50%。

## 混合物分析

### 聚氯乙烯(PVC)混合物

#### 490 红外分光法

490.1 总则---使用红外分析可提供一种识别 PVC 电线电缆混合物的方法.分析材料的红外光谱透光度,将混合物的红外光谱与已知成份的材料的

红外光谱进行比较就可识别混合物的成份。

490.2 应使用富里埃变换红外(FTIR)光谱仪和/或色散红外分光光度计进行红外分析.分析的结果记录为一条曲线,它表示穿过样品的红外辐射的透光率与红外辐射一厘米的波段数 [厘米倒数( $\text{cm}^{-1}$ )或“波数”] 之间的关系。其中纵坐标表示透光率,横坐标表示波数.按上述方法获得的红外光谱应包含至少 4000~400 厘米倒数的波数。

490.3 样品制备/试验步骤---使用离心法和/或过滤法将 PVC 混合物分离成可溶性和不溶性部分.应使用稳定的(抗过氧化物)四氢呋喃(THF,见 490.4 条)或其它证明为溶解度类似的溶剂.稳定的(抗过氧化物)THF 是首选溶剂,离心法为首选的分离方法.溶剂应能稍微加热就蒸发且不与 PVC 反应.THF 中稳定剂/抗过氧化物剂的含量不得达到红外光谱可探测的程度.应采取措施保证安全操作.储存和处理每种溶剂。

490.4 处理 THF 和乙醚时要特别小心,---本标准的 490 节.“元素分析”、492 条、“凝胶渗透色层分析”和 493 节指示四氢呋喃 (THF) 为红外分析用溶剂,且规定使用稳定的 THF。不可使用未稳定的 THF。使乙醚稳定可防止形成过氧化物,而浓缩的过氧化手可引起爆炸。在下列情况下过氧化物会浓缩:乙醚长期储存或暴露在空气中、乙醚蒸馏、加热至脱水或其它原因引起挥发、施加热/冲击/摩擦、将不相容的材料混合。

490.5 可溶性混合物部分应浇在透明的溴化钾(KBr)晶体上.将晶体放进防爆烘箱中加热使溶剂蒸发,留下覆盖 KBr 晶体表面的薄薄一层可溶性混合物部分.然后将晶体直接入在仪器的样品座上供记录红外光谱。



490.6 不溶性部分应再使用溶剂清洗.离心分离然后倾析以除去可溶性混合物部分(树脂.增塑剂等).将不溶性部分放进防爆烘箱中加热使溶剂蒸发.干燥后,将不溶性部分与光谱级溴化钾(KBr)粉末混合,然后放在振动球压机下碾磨.将一定数量的混合物制成厚 1mm 直径 1/2in 或 12.7mm 的圆盘,然后将圆盘放进可抽真空的模子中.然后使模子置于真空下并施加 10000~15000 lbf.in<sup>2</sup> 或 69~103 Mpa 或 7~11 kgf./mm<sup>2</sup> 的压力.然后从模子中取出压扁的圆盘,放进圆盘架上,然后直接放在仪器的样品座上供记录红外光谱.

490.7 如果 PVC 混合物不溶于稳定的 THF 或热邻二氯苯,应按照本标准 494 节“红外分光法”所述的制备方法获得红外光谱。

470.8 如果 PVC 混合物不溶于稳定的 THF 或热邻二氯苯且本标准 494 节“红外分光法”所述的制备方法无效,则可命名用热解气体色层分析法(485 节)代替红外分析法。

490.9 试验报告—红外光谱分析法试验报告应包括如下各项:

- a) 受试 PVC 材料的完整说明, 包括材料名称、样品形状和颜色;
- b) 材料制造商和名称和/或商用名和分配的代码(档案号);
- c) 仪器参数(扫描器数目、分辨率、光隙程序等);
- d) 试验日期和操作者姓名。

## **491 灰分含量的测定**

491.1 总则—该方法用于测定 PVC 电线电缆料中含有的不燃性组分的含量。该方法类似于 ISO3451-89pt5 “聚氯乙烯(PVC)材料灰分含量分析

的附加方法”所述的直接煅烧法（方法 A）。

491.2 材料的设备—应使用以下设备做试验：

- a) 精确到 0.1mg 的分析天平；
- b) 二氧化硅或铂坩埚，其尺寸应使得试验样品占据至多一半的容积；
- c) (d) 条规定的喷灯上方的通风罩和 (e) 条规定的烘炉上方的通风罩；
- d) 喷灯装置，由带三角架的本性喷灯和将坩埚支撑在喷灯火焰上方的粘土三角架组成；
- e) 恒温控制在  $850 \pm 50^{\circ}\text{C}$  ( $1562 \pm 90^{\circ}\text{F}$ ) 的隔焰炉；
- f) 含有有效干燥剂的干燥器，其中的干燥器不与灰分起反应。

491.3 试验步骤—将 PVC 样品（一般 4~5g）放进干燥、至恒定重量的已称重坩埚中。记录干燥坩埚加上样品的重量。将坩埚放在通风罩下使用喷灯加热使得样品缓缓燃烧且灰分一点儿不丧失。当停止冒烟时，将坩埚放在运行的通风罩下的隔焰炉中并在  $850 \pm 50^{\circ}\text{C}$  ( $1562 \pm 90^{\circ}\text{F}$ ) 下加热 30 分钟。然后从炉中取出坩埚，放在干燥器中冷却，再称重。重复上述煅烧过程直至获得恒定重量—即连续两次称重的结果相差不大于 0.5mg。但在隔焰炉中的煅烧时间总共不得超过 3 小时。如果在 3 小时内无法获得恒定重量，就采用经过 3 小时煅烧后的重量计算试验结果。

491.4 应至少进行两次测定，并求出测定结果的平均值。如果单次测量结果相差 10% 平均值以上，应重复上述操作直至连续两次测定的结果相差不大于 10% 平均值。

491.5 计算—灰分计算结果以百分数表示：将经过  $850 \pm 50^{\circ}\text{C}$  ( $1562 \pm 90$

F) 煅烧后的剩余物的重量除以试样的初始重量再乘以 100。两次或以上测定结果的平均值应记录为灰分含量。

491.6 试验报告—试验报告应包括以下各项:

- a) 受试 PVC 材料的完整说明, 包括材料名称、样品形状和颜色;
- b) 材料制造商和名称和/或商用名和分配的代码 (档案号);
- c) 记录的重量, 精确到 0.1mg;
- d) 平均灰分含量, 计算至 0.1%;
- e) 试验日期和操作者姓名。

## 492 元素分析

492.1 总则—元素分析用于提供 PVC 电线电缆料中的铅、镉、钡或锌元素的定量数据。热稳定剂体系一般由含上述一种或数种元素的混合物组成。

492.2 元素分析采用火焰法在原子吸收 (AA) 分光光度计上进行。使用已知金属含量的标准仪器进行校准, 然后将读数绘成校准曲线对样品液进行分析, 获得数值。

492.3 应使用本节介绍的两种样品制备方法之一。如果不能使用高氯酸/硝酸溶解法 (方法 1), 应使用方法 2。无论何种方法, 只能在同一样品制备法中获得数据之间进行金属含量定量比较。

492.4 应采取措施保证安全操作、储存和处理每种溶剂和酸。

492.5 样品制备方法 1 (高氯酸/硝酸溶解法, 用于铅、镉、锌和钡): 将 PVC 样品 (通常 250~325mg) 放进热浴中的等量混膈的浓高氯酸 (69~72%)

492.6 条和浓硝酸 (69~71%) 中溶解, 盘子放在运行中的通风罩下。这种

溶解应在温和加热和氧化状态下进行，直至所有聚合物和碳基材料完全分解。然后使溶液冷却、过滤。溶解烧杯和滤纸应使用稀释的热硝酸清洗数次，过滤液和清洗液应稀释至已知的体积然后进行分析。

492.6 处理高氯酸和氧化性材料时应特别小心—本标准 492.5 条指示溶解液的一半为高氯酸，且规定使用浓缩（60~72%）高氯酸。在下列情况下高氯酸会起火：与可燃性物质或脱水剂接触或与不相容物质混合。任何浓度的高氯均会损害活体组织。

492.7 样品制备方法 2（THF 不溶性部分的硝酸溶解法，用于铅、镉和锌）：将 PVC 样品（250~325mg）放进试管中的稳定四氢呋喃（THF）见 490.4 中溶解，或放进另一种证明为具有类似的混合物组分溶解性和 Pb、Cd 和 Zn 萃取性溶剂中溶解。使溶液通过离心机以分离出不溶性部分。倾析 THF/PVC 树脂溶液，使用另外的溶剂清洗不溶性部分，再进行离心分离、倾析以除去其中的可溶性混合物组分。将不溶性粒子放进防爆烘箱中干燥。粒子干燥后，放进稀硝酸中溶解，然后过滤溶液。试管和滤纸应使用稀释的热硝酸清洗数次，样品应稀释至已知的体积然后进行分析。

492.8 样品制备方法 2（样品灰的氢氯酸溶解法，用于钡）：将 PVC 样品（1.0~1.2g）放进陶瓷坩埚中再将坩埚放进隔焰炉中缓缓煅烧，隔焰炉的温度逐步从 250℃ 提高到 650℃。最后的温度应保持 30 分钟。使用 50% 热氢氯酸溶液溶解获得的灰分。然后过滤溶液。坩埚和滤纸应使用 10% 热氢氯酸清洗数次，样品应稀释至已知的体积然后进行分析。

492.9 试验报告—试验报告应包括以下各项：

- a) 使用的样品制备方法（方法 1 或方法 2）和受试 PVC 材料的完整说明，包括材料名称、样品形状和颜色；
- b) 材料制造商和名称和/或商用名和分配的代码（档案号）；
- c) 样品重理、初始体积包括任何稀释度和 AA 分光光度计反应；
- d) 材料中金属类型和含量，以每千份混合物份数表示；
- e) 试验日期和操作者姓名。

### 493 凝胶渗透色层分析

493.1 总则—凝胶色层色析法（GPC）是一种使用多孔凝胶作为分离介质的液体色层分析法。GPC 一般用于分析不适用于传统色层分离介质的混合物例如聚合物。本文叙述的方法设计用于分析出现在交换柱工作范围的有机可溶性非树脂 PVC 电线电缆料（例如增塑剂）。

493.2 该分析应采用小粒子和孔隙交联球状降苯乙烯/二乙基苯基质交换柱填充材料。出现在交换柱工作范围的混合物组分将被评估。使用折射率和紫外探测法进行定性分析，而使用折射率探测内部标准液法（与一种增塑剂标准液有关）进行定量分析。相对定时计算将从样品的检测器响应和增塑剂/内部标准液曲稳定的四氢呋喃（THF）见 490.4 或另一种证明为具有类似的 PVC 树脂和混合物组分溶解性、色层分析分辨率和检测器响应的溶剂。只能在从同一种溶剂中获得的数据之间进行比较。

493.3 应采取措施保证安全操作、储存和处理每种使用的溶剂。

493.4 标准液制备—标准液应由三种稳定的四氢呋喃（THF）溶液组成，它们含有不同浓度的一种典型乙烯混合物增塑剂和相同浓度（约 0.2% 体积

比)的内部标准液。增塑剂的浓度一般以稀释至相同体积的 5%、25%和 50%样品重量代表。

493.5 样品制备—将 PVC 混合物样品(一般 250mg)与稳定的 THF 和内部标准液混合。振荡混合物/内部标准液/THF 溶液使得其中的树脂溶解,然后倒入有刻度的烧瓶中。再将稳定的 THF 倒入原先盛混合物/内部标准液/THF 溶液的容器并振荡容器以使萃取剩作的混合物组分或内部标准液。将清洗液加入烧瓶中使得最后的浓度达到近似 5mg/ml(混合物//稳定的 THF)。然后过滤刻度烧瓶中的液体除去其中的固体粒子,再倒进色层分析仪的样品环中。

493.6 试验报告—试验报告应包括下列各项:

- a) 被试 PVC 材料的完整说明,包括材料名称、样品形大辩论和颜色  
入
- b) 材料制造商名称和商用名和分配的代码(档案号);
- c) 样品重量、稀释体积、检测器响应和校准曲线坡度;
- d) 包含所有被评估组分的折射率色谱图;
- e) 定量组分的平均百分含量,精确到 0.01%;
- f) 试验日期和操作者姓名。

## 尼龙和 TPE 混合物

### 494 红外分光法

494.1 总则—使用红外分析可提供一种识别尼龙或 TPE 电线电缆混合物的方法。分析材料的红外光谱透光度,将混合物的红个光谱与已知成份

的材料的红外光谱进行比较就可识别混合物的成份。

494.2 应使用富里埃变换红外 (FTIR) 光谱仪和/或色散红外分光光度计进行红外分析。分析的结果主录为一条曲线, 它表示穿过样品的红外辐射的透光率与红外辐射的透光率与红外辐射一厘米的波段[厘米倒数 ( $\text{cm}^{-1}$ ) 或“波数”]之间的关系。其中纵标表示透光率, 横座标表示波数。按上述方法获得的红外光谱应包含至少 4000~400 厘米倒数的波数。

494.3 样品制备——一般红外分析用聚合物试样制备包括溶剂浇注、溴化钾 (KBr) 粒子、溶剂—淤浆 KBr 粒子、玻璃板浇铸膜和反射率附件。溶剂一般包括氯仿、邻二氯苯、蚁酸和间甲酚。应采取措施保存证安全操作、储存和处理每种溶剂。

493.4 将热塑性材料/溶剂的溶液的溶液倒在或“浇”在透明的结晶盐 [ (例如浇在溴化钾 (KBr) ) ] 上, 然后用文火加热使溶剂蒸发, 留下一层均匀的聚合物薄层。将盐板直接安装在仪器中以便记录材料的红外光谱。对于溶于蚁酸的尼龙材料, 聚合物溶液应浇在玻璃板上。溶剂蒸发后, 从玻璃板上取下聚合物薄层, 放在薄膜座上, 然后安装在仪器中以便记录红外光谱。

494.5 所有溶剂应能溶解尼龙或 TPE 材料但不与它们起反应, 且文火加热时易于挥发。某些类型的聚合物所用的溶剂如下:

- a) 氯仿----适用许多热塑性聚合物 (例如聚苯乙烯 TPE 混合物);
- b) 邻二氯苯----适用许多 TPE 混合物;
- c) 蚁酸----适用许多尼龙 (聚酰胺);

d) 间甲酚----适用某些尼龙（聚酰胺）

494.6 不溶于所有溶剂的高分子量.高结晶度.高填充或交联尼龙或 TPE 材料,应使用压制卤化物圆盘或粒子法制备试样.用剃须刀或细刨从样品表面刮取数毫克的材料,将材料放在振动球压机中碾磨 3~5 分钟.为了尽量降低散射效应,材料应碾磨成粒度(通常 2 $\mu$ m)小于扫描的最低波长.将磨碎的试样与光谱级溴化钾(KBr)粉末充分混合,取一定数量的混合料制成厚 1mm 直径 1/2in 或 12.7mm 的圆盘,将圆盘放进可抽真空的模子中.然后使模子置于真空下并施加 10000~15000 lbf.in<sup>2</sup> 或 69~103 Mpa 或 7~11kgf./mm<sup>2</sup> 的压力.然后从模子中取出压扁的圆盘,放进圆盘架上,然后直接放在仪器的样品座上供记录红外光谱.

494.7 试验报告---红外光谱分析法试验报告应包括如下各项:

- a) 受试尼龙或 TPE 材料的完整说明,包括材料名称.样品形状和颜色;
- b) 材料制造商和名称和/或商用名和分配的代码(档案号);
- c) 样品制备方法或制备法代码;
- d) 仪器参数(扫描器数目.分辨率.光隙程序等)
- e) 试验日期和操作者姓名.

## 495 热解气体色层分析

495.1 总则----热解气体色层分析用于识别尼龙或 TPE 电线电缆混合物.一种配备热解辅助装置的气体色层分析仪被用来使固体试样挥发以便进行分析.热解产物被一种载体气体携带通过气体色层分析仪的分析柱,试验结果记录为一种时间(从分析开始时算起)与检测器对各种热解产物的



反应的关系曲线.该曲线应作为材料的热解图使用.

495.2 这种方法用于红外分析无效的场所,例如某些树脂或添加剂很难制备红外分析用试样.该方法一般用于高炭黑或高金属含量材料.

495.3 仪器---- 对气体色谱分析仪.热解装置和分析柱不作规定,只要对于进行比较的甩有试验数据来说,仪器参数和系统硬件均相同.一般使用导热性或火焰电离性检测法进行气体色谱分析,而采用氦或氮作为载体气味.

495.4 试验报告----试验报告应包括下列各项:

- a) 被试尼龙或 TPE 材料的完整说明,包括材料名称.样品形状和颜色入
- b) 材料制造商名称和商用名和分配的代码(档案号);
- c) 操作条件或分析方法;
- d) 试验日期和操作者姓名.

## **496 热重分析仪**

496.1 采用热重分析仪测试固体尼龙或 TPE 电线电缆材料的快速热分解的方法,应按 ASTM D3850-94(R2000) “热重分析仪测试固体绝缘材料快速热降解的标准试验方法”所述,但试样加热应在氮气气氛中进行,加热速度应为  $20^{\circ}\text{C}(36^{\circ}\text{F})/\text{分钟}$ .如果有关方达成协议,应做另外的使用不同参数的试验.

496.2 ASTM D 3850 叙述了这样一种方法:从试样上切取小块样品然后以可控的速度加热直至完成热解.获得的热解图表示为试样重量百分数与增加的温度之间的关系曲线,应使用该热解曲线识别被试材料.

496.3 热解曲线应包括下列各项:

- a) 被试尼龙或 TPE 材料的完整说明,包括材料名称..分类.样品形状和颜色;
- b) 材料制造商名称和商用名和分配的代码(档案号);
- c) 用于热重分析的操作条件;
- d) 试验日期和操作者姓名.

#### **497 差示扫描量热法**

497.1 采用差示扫描量热测试固体尼龙或 TPE 电线电缆材料的快速热分解的方法,应按 ASTM D 3418-92(R1999) “热重分析仪测试固体绝缘材料快速热降解的标准试验方法”所述,但试样加热应在氮气气氛中进行,加热速度应为 20°C(36°F)/分钟.如果有关方达成协议,应做另外的使用不同参数的试验.

497.2 ASTM D 3418 叙述了这样一种方法:将薄片材料以可控的速度加热使其通过有关的热转变过程.获得的热解图表示为这样的转变(热流量)与增加的温度之间的关系曲线,应使用该曲线识别被试材料.

497.3 各曲线应注明下列各项:

- a) 被试尼龙或 TPE 材料的完整说明,包括材料名称..分类.样品形状和颜色;
- b) 材料制造商名称和商用名和分配的代码(档案号);
- c) 用于差示扫描量热分析的操作条件;
- d) 试验日期和操作者姓名.

## 导体腐蚀

### 500 总则

500.1 从成品电线电缆或软线未老化的试样上取出的铜或铜包铝导体和从高温老化(按第 50 节“特定材料”中对于使用的特定绝缘材料的物理性能要求所述)的试样上取出的铜或铜包铝导体,用肉眼观察时不得呈现任何腐蚀的迹象(不是由绝缘或隔离层造成的铜材正常氧化或变色忽略不超高频)。应使用正常或校准的视力进行观察但不得使用放大镜。

## 绝缘落粒

### 520 试验

520.1 从成品绞合导线的样品上剥去一段长 3in 或 75mm 的绝缘.用钢丝刷清洁导体的外表面以除去肉眼可见的绝缘痕迹.然后拆开外层绞合层,如果发现钢丝刷到的外层单线部分可外层单线以下的导体部分有绝缘的痕迹,则电线电缆不符合要求.

## 热冲击

### 540 试验

540.1 对于软线和装置线的绝缘.平行软线的绝缘和其它绝缘,应使用成品绝缘线芯(平行软线的线芯不分离)试样做试验.对于护套,应使用完整的电线电缆或软线或 TFN 或 TFFN 装置线(保留尼龙护套)的试样做试验.每个试样应紧密卷绕在规定直径的试棒上完整 6 匝(除非大尺寸护套线另有规定),相邻的匝之间应相互接触,试样的两个端头应牢固地固定.将试样放进符合 420.9 条要求的全通风循环空气烘箱中在  $121.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $249.8 \pm$

1.8°F)温度下加热 1 小时,然后检查试样的内表面和外表面.外表圆周面上的凹陷指示大部分材料的绝缘或护套内表面有裂纹.氟聚合物材料外表圆周面上的凹陷指示开裂或屈服部位(局部高强度点),因此应用肉眼检查氟聚合物的内表面.检查时使用正常或校正视力不使用放大镜.

540.2 如果是含 1AWG 或更细导体的 TW、THW-2、THHW、THW、THWN-2、THWN、THHN、TBS 型导线或其它导线,应将试样紧紧卷绕在试棒上紧密相连的 4 匝,试样的两个端头应使用摩擦粘接带牢固地固定。如果是含 1/0AWG 或更粗导体的 TW、THW-2、THHW、THW、THWN-2、THWN、THHN、TBS 型导线或其它导线,应将试样绕试棒弯成不小于 180° 的 U 形,并牢固地固定试样。将试放进符合 420.9 条要求的全通风循环空气烘箱中在  $121.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $249.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ )温度下加热 1 小时,然后检查试样的内表面和外表面.外表圆周面上的凹陷指示开裂或屈服部位(局部高强度点),因此应用肉眼检查氟聚合物的内表面.检查时使用正常或校正视力不使用放大镜.

## 变形

### 560 试验

560.1 对于 14~4/0 规格的热塑性绝缘.热固性绝缘或其它导线,取 1in 或 25mm 长的成品绝缘线芯试样,在试样作一标记,然后测定标记位置的绝缘厚度  $T_1$ .使用静重千分表测量绝缘外径  $D_1$ ,精确到 0.001in 或 0.01mm,该千分表对试样施加  $85 \pm 3\text{gf}$  或  $0.84 \pm 0.02\text{N}$  或  $3.0 \pm 1.0\text{ ozf}$  的压力.压脚应具有扁平的圆面,直径为  $0.250 \pm 0.010\text{in}$  或  $6.4 \pm 0.2\text{mm}$ .测量仪的测砧

应为圆形,直径至少为 1.5in 或 38mm 且应与压脚面平行.使用同样的千分表测量导体或隔离层的外径.然后使用下列公式求出绝缘厚度  $T_1$ .精确到 0.001in 或 0.01mm:

$$T_1 = \frac{D_1 - d}{2}$$

560.2 对于 250~2000kcmil 规格的热塑性绝缘.热固性绝缘或其它导线,以及对于从成品护套电缆或软线上取出的护套,应从成品电缆.导线或软线上取一段长 8in 或 200mm 的绝缘或护套样品,从该样品上切下一个长 1in 宽 9/16 或 25mm×14mm 的矩形,然后如 440.3 条指示的那样研磨.刨平.切割或切削矩形样品,获得一个厚度均匀且不超过 0.060in 或 1.52mm 的双面平滑的试样.使用 560.1 条的静重千分表在标记的位置上测量矩形试样的厚度  $T_1$ .精确到 0.001in 或 0.01mm.每次测量时,压脚的整个表面应与矩形试样接触.

560.3 平行软线的绝缘线芯应分离.平行软线或护套软线或装置线的绝缘线芯的绝缘厚度  $T_1$ .,应如 560.1 条指示的那样进行测定:从成品软线或装置线上取 1in 或 25mm 长的绝缘线芯试样,然后在标记位置上进行测量.

560.4 试验设备如图 560.1 所示.它由黄铜制成,包含 3 根可在支回上垂直移动的铜杆.整个装置设计成可在加热烘箱中使用.每根铜杆应笔直,直径为  $0.750 \pm 0.010$ in 或  $19.0 \pm 0.2$ mm.每根铜杆的重量为 250g.每根铜杆的下端在最末的 3/4in 或 19mm 一段上直径减至  $0.375 \pm 0.010$ in 或  $9.5 \pm 0.2$ mm.减径部分的下端头应为平坦的圆形,无锐利的棱边,该圆端面既与铜杆的纵轴同心又与其垂直.减径部分的下端头作为压脚在试验过程中压住试

样.施加在试样上的力应为铜杆的重量(250g 或 2.45N)与加上铜杆上端的砝码重量之各,施加的砝码使得总压力等于电缆规定的负载力.每个砝码应刻印上精确的重量值.

图 560.1

试样安装就位的变形试验设备(图略)

560.5 试验架由 3 块相距 2-1/4in 或 57mm(垂直距离)矩形铜板组成,铜板下互平行形成一种稳固的结构.铜板的尺寸应相同(一般为 8-1/2in×2-3/4in×1/4in 或 216mm×70mm×6mm).下铜板的上表面为试验时铜杆压住试样的支撑平面,该表面在试验过程中应保持水平.该表面还应光滑(如果多次试验使该表面出现压痕或变粗糙,应重新抛光).中铜板和上铜板上应钻有对齐的孔口,以作为铜杆的导向和支撑装置.铜杆应通过这些孔口作垂直移动.孔口的直径应比铜杆的 3/4in 或 19mm 直径部分稍大,以留有空隙让铜杆在垂直方向上移动.孔口的水平距离(一般 2-3/4in 或 70mm)可保证在 3 根铜杆上同时放砝码而砝码之间留有一定空隙(一般 1/4in 或 6mm).每根铜杆应在上铜板上伸出一段距离,以保存证将砝码放在铜杆上端时砝码不会触及上铜板,此时铜杆放置在下铜板上(铜杆下无试样).与试验架连接的支撑装置使得试验过程中试验架稳固地固定在烘箱底部上方(一般距底部 3/8in 或 9.5mm).

560.6 将合透的砝码(必要的话)放在每个用于试验的铜杆的顶端,将试验装置与一个或数个试样并排放进烘箱(静止空气.全通风或内部风扇烘箱均适合)中,烘箱预热至以下温度:对于采用 36 类 TPE 绝缘或护套的电线

或软线试样,  $150.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $302.0 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ); 对于 30 类 PE 绝缘软线,  $100.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $212.0 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ); 对于 THHN 型导线的试样,  $136.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $276.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ); 对于所有其它试样,  $121.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $249.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ )。将加载的试验装置和试样并排放在烘箱中进行 60 分钟全通风预热。60 分钟时间结束时, 提起一根铜杆, 将一个试样对着铜杆中心放在铜杆下方。然后放下铜杆, 轻轻压在试样上标记位置。铜杆压在试样上持续 60 分钟, 在这期间试验装置和试样始终保留在烘箱中, 对于矩形试样, 铜杆压脚的全部表面应接触试样。

560.7 第二个 60 分钟结束时, 提起铜杆, 取出下面的试样。测量试样直径(圆试样)或试样厚度(矩形试样)以便确定试样厚度  $T_2$ , 精确到 0.001in 或 0.01mm。应在标记位置上使用测定  $T_1$  的同样方法进行测量。如果是圆试样, 不必再测量导体或隔离层的外径, 即计算  $T_2$  时, 可使用计算  $T_1$  时使用的  $d$ , 为了尽量减少测量变形的直径或厚度之前的试样复原时间, 应在铜杆提起不久即进行测量。如果自提起铜杆起至测量开始已过去了 15 秒, 应废弃试样, 并采用新试样重做试验。采用下列公式计算试样的变形率。计算的变形率应与电缆标准规定的最大变形率进行比较。

$$\text{变形率(\%)} = \frac{100 \times (T_1 - T_2)}{T_1}$$

560.8 如果单个试样的计算结果表明变形率大于标准规定的最大变形率, 应采 3 个新试样重做试验(见 560.9)。在第二个 60 分钟时间结束时, 不要同时将这 3 个试样从铜杆下取出, 而是对于每个试样依次年起铜杆。取出试样再进行快速测量, 3 个试样的变形率均应小于等于标准规定的最大变形率。

560.9 如果含绞合导体的单根圆试样的变形率大于标准规定的最大变形率,

可采用一根新的圆试样做试验,但试样中的绞合导体被实心导体代替,该实心导体紧贴绝缘管且松紧度不会造成绝缘变形.如果事先未注明采用绞合导体的绝缘不符合要求,不可以实心导体代替绞合导体做试验,即只能在进行仲裁试验时以实心导体代替绞合导体做试验.如果单根仲裁试样表现了大于标准规定的变形率,则应如 560.8 条所述采用 3 个新试样(同样以实心导体代替绞合导体)重做仲裁试验.这是 3 个新仲裁试样均应符合要求.

## 低温弯曲

### 580 试验

580.1 采用成品绝缘线芯试样做单芯绝缘的试验.采用完整结构的试样做平行软线绝缘和护套的试验.当试样与规定直径的试棒在保存持在规定的低温下的冷冻室中冷冻 4 小时后,当它们还处于那个低温下时,将每个试样紧紧地卷绕在试棒上完整的 6 圈(除非对于大规格护套线另有规定).卷绕速度约 3 秒每圈( $18 \pm 3$  秒 6 圈),相邻的圈应相互接触.试验在具有足够的空间和卷绕装置的冷冻室中进行.如果在冷冻室中无法做试验的话,应将试样和试棒从冷冻室中取出放在冷冻室外做试验.无论何种情况,卷绕应在冷冻室打开后 30 秒内完成.试验操作者应戴上绝热手套.试样外表圆周面上的凹陷指示大部分材料的绝缘和护套内表面有裂纹.氟聚合物外表圆周面的凹陷为屈服标记(局部较强点)而不是裂纹的标记.

## 低温柔韧性

### 583 试验

583.1 经过 4 小时 $-25.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ( $-13.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$ )低温下冷冻的成品电缆,按



583.2~583.15 条所述弯曲时不应有损坏。

583.2 从成品电缆的样品截取两段至少长 30in 或 760mm 的直线状试样,注意不要使任何导体的切割端弯曲.如果是圆电缆,两根试样应绕同一直径的试棒(见 583.3)弯曲(见 583.12).如果是扁电缆,需要两根不同直径的试棒(见 583.3),一根试样以宽面绕较小的试棒弯曲,另一根试样以边缘绕较大的试棒弯曲.

583.3 应储存一系列试棒,其直径应为 200mil(0.2in)的整数倍数精确到 1mil, 或为 5mm 的整数倍数精确到 0.01mm,至于怎样确定试验用一种或数种试棒直径,583.4~583.9 条将加以说明.确定试棒直径的测量,只在一个电缆试样上进行.

583.4 圆电缆做试验时,应测量电缆的外径.扁电缆做试验时,应测量电缆外表的长轴和短轴.583.5 和 583.6 条规定的用于这些测量的工具,应经过校准可将每次测量值估测至 0.1mil 或 0.001mm.

583.5 应使用静重千分表测量不大于 0.500in 或 12.7mm 的直径或轴长.测砧和压脚的宽应为 0.078in 或 1.98mm,长应为 0.375in 或 9.52mm.压脚应对试样施加  $10 \pm 2\text{gf}$  或  $0.10 \pm 0.02\text{N}$  的总压力.

583.6 应使用带棘轮的机械师的千分尺测量大于 0.500in 或 12.7mm 的直径或轴长.测砧表面和测柱的端面应平坦.

583.7 测量应在垂直于电缆轴线的平面上进行.除了 583.8 条指示的情况以外,对于每个直径或轴长应进行至少四次测量.每次测量应估测至 0.1mil 或 0.001mm 并记录.记录的直径或轴长的最大和最小测量值.应作为数据单上

的最大和最小直径或轴长,求出这两上测量值的平均值并记录.

583.8 如果对于小径电缆长轴只能进行一次测量,这唯一的测量值就作为长轴的平均长度.

583.9 扁电缆使用的两种直径试棒,应通过首先将长轴平均长度乘以 20,将短轴平均长度乘以 4 确定.圆电缆使用的一种直径试棒,应通过首先将平均直径乘以 6 确定.每个乘积应按 240.5 进行四舍五入(英寸为单位的测量值)或按 240.6 进行四舍五入(毫米为单位的测量值)至最近的 200mil 或 5mm 的整数倍数.在每种情况下,该四舍五入值为试验用试棒的直径.

583.10 试验设备包括用于切开电缆的锋利的刀,作为 583.3~593.9 条规定的试棒用的金属圆柱和干冰室或机械式冰箱,两种冷冻装置均能保证在 $-25.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$  ( $-13.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$ )下长久操作.试棒应这样固定在冷冻室中使得可以在冷冻室中进行卷绕操作而且可方便地从冷冻室中取出试棒和卷绕固定在试棒上的试样.

583.11 冷冻室应预冷至低温,然后才放入试样,两根直线状试样应在低温下冷冻 4 小时.

583.12 冷冻时间结束后,当试样和试棒均保持在该低温下时,使每根试样绕合适的试棒(见 583.3)弯曲  $180^{\circ}$ .使每个试样在弯曲状态下固定在试棒上.然后将试样和试棒组件从冷冻室中取出,当试样仍卷绕在试棒上时,检查外护层是否有 583.15 条所述的损坏.

583.13 对于每种规格的试棒应使用不同的试样,每根试样只弯曲一次.

583.14 切开两个试样,检查内部有无 583.15 条所述的损坏.

583.15 任何试样如果呈现本条所述的损坏,则电缆不合格:电缆的纤维材料不得断裂:SE 型电缆的浸渍包带外护层不得呈现大于 1/6in 或 1.5mm 的分裂.割裂或裂纹;多层护套的纤维外护支的使用的处理剂或整饰剂不经磨擦不得剥落;绝缘.包覆绝缘的内护套.隔离筋和外护套上不得呈现裂纹.撕裂和割裂;护套或绝缘外表圆周面上的凹陷指示内表面有裂纹.氟聚合物外表圆周面的凹陷为屈服标记(局部较强点)而不是裂纹的标记.

## 极低温冲击

### 593 试验

593.1 试样将放在木砧上受冲击,该木砧为长 8in 或 203mm.面积 2×4 的云杉木,木砧表面没有奇异点或节瘤.每次试样受冲击后应检查木砧,如果呈现任何凹痕应调换木砧.

593.2 冲击能量由重量为 3 lb 或 1.36 kg 的钢想方设法提供,该钢柱肯人 1in 或 25mm 的直径和平坦和垂直于钢柱轴线的冲击面,冲击面的边缘磨圆.

593.3 受冲击的试样为从成品电线电缆的直线状样品上截取的 10 段 5in 或 130mm 的样品段.

543.4 将试样和木砧放进保持在 $-40.0 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ( $-40.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$ )低温下的冷冻室中至少 4 小时.冲击钢柱和其余试验设备应与试验室中的空气在 $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$ ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ )的温度下达到热平衡.

539.5 在至少 4 小时的冷冻结束后,从冷冻室中取出一个木砧,固定在水泥板.建筑结构或其它不吸收冲击能量的固体支撑面上.支撑钢柱使得其下端面处于水平.通过冲击钢柱重线和静止木砧的重线的垂线,应与通过冲击钢柱

下端面几何中心和木砧上表面几何中心的垂线重合.一组导轨或其它垂直导向装置限制了钢柱的运动使得钢珠下落时和冲击电线电缆后其下端面保持水平.但导轨或其它垂直导向装置不得妨碍钢柱的自由落体运动.导轨的顶部配备一种装置,它可释放冲击钢柱使其从任何选定的高度自由下落并冲击电线电缆.同时要设法保证钢柱每次下落时只冲击电线电缆一次.

593.6 从冷冻室中取出一个电线电缆试样,然后立即并在取出后 15 秒内按下述方法试验:试验者应戴上绝热手套.注意取出试样起至冲击发生止的时间间隔(秒)并记录.冲击钢柱应固定在木砧上方距木砧数倍试样直径(如果是扁电缆则为数倍短轴长度)的高度上.试样应放置并固定在冷冻的木砧上使得试样的纵轴水平.与木砧的轴线垂直且位于包含 593.5 条所述的重合的垂线的垂面上.如果是扁电比利时,试样应宽面贴着木砧放置.调节冲击钢柱的位置使得其下端面距试样上表面 36in 或 915mm.从该高度释放钢柱,让其中导轨中自由下落并冲击试样一次,然后立即提起钢柱至 36in 或 915mm 的高度并固定.试样应在  $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的静止的室内空气中回暖 24 小时,然后检查电缆的所有非金属元件(绝缘.护套.其它护层)上是否有开裂.裂纹以及诸如此类的损坏.应使用正常或校准视力进行检查,不得使用放大镜.

593.7 然后 593.6 条所述依次采用其余 9 个试样做试验,总共进行 10 次冲击.如果 10 个试样中有 2 个以上的试样上开裂.裂纹以及诸如此类的损坏出现,则电线电缆不符合要求.

## 抗压力

## 595 试验

595.试磁为一段至少长 100in 或 2540mm 的成品实心导体 14AWG 导线,试样不经过任何预处理.沿试样长度标定 10 个等距点,试验就在这 10 的点上进行.试验点之间的距离不得小于 10in 或 254mm,每个点应距试样端头至少 5in 或 127mm.每个试验点应放进压力机中受平坦的水平钢板与实心钢杆的挤压,压力机的两个夹爪以  $0.50 \pm 0.05\text{in}/\text{min}$  或  $10 \pm 1\text{mm}/\text{min}$  的速度接近.每块钢板应宽 2in 或 50mm.一根直径为  $3/4\text{in}$  或 19mm.长度与钢板相同的实心钢杆应通过螺栓或其它方法固定在下钢板的上表面上,两块钢板与钢杆的纵轴应位于同一垂面上.在整个试验期间,试样.试验设备和周围空气应在  $25.0 \pm 5.0^\circ\text{C}$  ( $77.0 \pm 9.0^\circ\text{F}$ ) 的温度下处于热平衡状态.

595.2 试磁应与蜂鸣器或其它低压指示器以及电源电路串连,电源电路的一相应接地,压力机的所有金属部件应接地.

595.3 提起压力机的上钢板使其位于钢杆上方数个试样直径的高度,然后将试样的第一的试验点放置并固定在钢杆上使得试样的纵轴水平.与钢杆的纵轴垂直且位于横向等分钢杆和钢板的垂面上,使上钢板降落直至恰恰相反好抵着试样.然后使钢板以  $0.50 \pm 0.05\text{in}/\text{min}$  或  $10 \pm 1\text{mm}/\text{min}$  的速度继续下降运动从而增加对试样的压力直至指示器指示试样的导体与钢板或钢杆已经接通.记录接通时压力机压力表上指示的压力.然后对其余 9 个试验点重复上述挤压步骤.如果 10 个挤压力的平均值小于 225lbf 或 1000N 或 102kgf,则电缆不合格.

## 601 圆 NM 型电缆的抗压试验

601.1 电缆应放进压力机中受两块平坦的水平钢板的挤压,压力机的两个夹爪以 $\pm 0.05\text{in}/\text{min}$  或  $10\pm 1\text{mm}/\text{min}$  的速度接近.每块钢板应宽 2in 或 50mm.在整个试验期间,电缆.试验设备和周围空气应在  $23.0\pm 5.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4\pm 9.0^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下处于热平衡状态.

601.2 应采用至少 100in 或 2.55m 连续长度的电缆做试验,电缆在沿长度方略 10 个点上受到挤压.第一次试验应在距试样一端 9in 或 230mm 的点上进行,其余 9 次试验在电旨和其余长度上间隔至少 9in 或 230mm 的 9 个点上进行.

601.3 绝缘动力线芯和两簇钢板应接到低压指示器(蜂鸣器等)和电源上以便指示动力线芯之间或动力线芯与钢板之间的短路.试样中的接地线芯不接到电路中.

601.4 提起压力机的上钢板使其位于下钢板上方数个试样直径的高度,然后将试样的第一个试验点放置并固定在下钢板下使得试样的纵轴水平.与钢板的纵轴垂直且位于横略等分两块钢板的垂面上.使上钢板降落直至恰好抵着试样.然后使钢板以  $0.50\pm 0.05\text{in}/\text{min}$  或  $10\pm 1\text{mm}/\text{min}$  的速度继续下降运动从而增加对试样的压力直至一个或数个指示器指示试样的动力线芯之间或一根或数根动力线芯与大地之间已经接通.记录接通时压力机压力表上指示的压力.

601.5 然后向前移动被试电缆段以便对其余 9 个试验点做试验,总共进行 10 次挤压.求出 10 个挤压力的平均值并记录.

## **620XHHW-2.XHHW 和 XHH 型导线的抗压试验**

620.1 从 14~2AWG 之间每个规格的成品导线上做取 10 个试样做试验.每个

试样应放进压力机中受两块宽 2in 或 50mm 平坦.水平的钢板的挤压,压力机的两个夹爪以  $0.50 \pm 0.05 \text{in/min}$  或  $10 \pm 1 \text{mm/min}$  的速度接近.试样的长度应平行于钢板的 2in 或 50mm 尺寸,两块钢板应相互接通.与试验机的金属接通并接地.在整个试验期间,导线.试验设备和周围空气应在  $24.0 \pm 8.0^\circ\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^\circ\text{F}$ ) 的温度下处于热平衡状态.每个试样单独做试验,它受到不断增加的挤压力直至导线的导体与一块或两块接地的钢板之间发生短路(由蜂鸣器等指示).每次试验时应记录短路发生的挤压力.

## 介电试验

### 700 倾斜冲击后 XHHW-2.XHHW 和 XHH 型导线的介质击穿试验

700.1 从成品实心导体 14AWG 导线上做取 6 个 15in 或 380mm 长的试样,将每个试样的两端固定在  $2 \text{in} \times 4 \text{in}$  或  $50 \text{mm} \times 100 \text{mm}$  的硬橡木木块的宽面上(注意不要损坏绝缘)使得导线笔直且平行于木块的纵轴.木块应牢固支撑,由许多导线形成的平面应与水平成  $45^\circ$  角,每根导线应位于垂面上.

700.2 冲击重物为 1 lb 或 0.454kgf 的实心钢圆柱,钢柱直径为  $3/4 \text{in}$  或 20mm,所有表面均光滑,一头加工成并球形.钢珠应这样固定使得其纵轴垂直且位于通过其中一根导线的垂面上.半球形一端应朝下,且对准导线长度中点并位于中点上方 18in 或 460mm 的高度.将一根内径  $13/16 \text{in}$  或 22mm 的笔直的垂管套在钢柱上作为导向装置,以便在钢柱下落和冲击试样时使钢柱保持垂直位置.导向管的内表面应光滑,管长应保证钢柱不会从管中伸出.

见图 700.1(倾斜冲击试验设备)图略

700.3 当导线试样.试验设备和周围空气在  $24.0 \pm 8.0^\circ\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^\circ\text{F}$ ) 的温度

下处于热平衡状态时,释放钢柱,让其中导向管中自由下落并冲击试样一次,然后立即将钢柱提升至 18in 或 460mm 的高度并固定在那儿.采用其余 5 个试样中每一个试样重复上述试验步骤.

700.4 将每个受冲击试样的被冲击区域浸入  $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的自来水中.自来水应盛在接地的金属容器中,容器的金属内表面直接.完全地与水接触(即未涂漆,上釉或涂覆绝缘料).将 48~62Hz 正弦波或近似正弦波的交流电压施加在试样的导体与接地的盛水容器之间以使被冲击区域的绝缘受到电应力直至击穿.试验电压应由符合 820.1 条的隔离变压器提供.

700.5 试验电压应从近似零开始以匀速或近似匀速上升,升压速度应不小于在 60 秒内升至 100% 产品额定电压,不大于在 10 秒内升至 100% 产品额定电压(任何情况下升压速度不得大于 500V/s).以这样的方式继续升压直至击穿,记录 6 个受冲击试样中每个试样的击穿电压.求出这些击穿电压的平均值并记录.如果有一个击穿值与大部分击穿值相差很大,可废弃该数据.如果废弃了一个击穿值,其余击穿值均不得小于未受冲击导线的击穿值的 90%.

700.6 取 6 个 15in 或 380mm 或更长的导线试样,不经过冲击做 700.4 和 700.5 条所述的介质击穿试验,试验时将试验的中心部分浸入水中,记录 6 个试样中每个样的击穿电压,求出这些击穿电压的平均值并记录.

## 720 刮磨后 XHHW-2.XHHW 和 XHH 型导线的介质击穿试验

720.1 使用如图 720.1 所示的试验设备或数台这样的设备做试验,在整个试验期间,试验设备和试样应与周围空气在  $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 温度下处于相互热平衡状态.从成品实心导体 14AWG XHHW-2.XHHW 和 XHH 型导



线的样品上截取 6 个 15in 或 380mm 笔直的、未扭曲的试样,每个试样应放进如图 720.1 所示的安装底板的 90° V 形槽中,并固定试样的两端使得试样无法在槽中移动。各试样的纵轴应相互平行。安装底座应固定在平坦、水平的试验台上,试验台在水平面上以平行于各试样纵轴的方向移动。各试样的纵轴应位于水平线上。

720.2 将若干相同的细则如图 720.2 所示的刮磨工具,放进各试样上方的静止的工具支撑和导向装置中(见图 720.1)。用钢丝支撑每个刮磨工具使得其刮磨尖端位于试样上方并不与试样接触。每个刮磨工具的纵轴应垂直,且与工具下方的试样的纵轴位于同一平面上。

图 720.1 刮磨试验设备及刮磨工具(图略)

720.3 当试验台处于其行程的一端时,抽出支撑工具的钢丝,让工具缓缓下降使其尖端压在试样上,该尖端压在试样的力应为  $14.0 \pm 0.1$  ozf 或  $3.89 \pm 0.03$ N 或  $397 \pm 3$ gf,然后使试验台开始其水平往复运动(简单匀速运动),速度为 28 次循环/分钟,方向与试样的纵轴平行,每次循环包括一个完整的往复运动。行程 6in 或 150mm,每个行程应以工具的纵轴为中心,经过七个完整的连续循环后,使试验台停止运动。然后立即提起每个工具并使用钢丝固定使其脱离脱离试样。

720.4 将每个受刮磨的试样的被刮磨区域浸入  $24.0 \pm 8.0$ ( $75.2 \pm 14.4$ )r 的自来水中。自来水应在接地的金属容器中,容器的金属内表面直接,完全地与水接触(即未涂漆,上釉或涂覆绝缘料)将 48-62HZ 正弦波或近是正弦波的交流电压施加在试样的导体与接地的水容器之间以使被刮磨区域的绝缘受到电应

力直至击穿,试验电压应符合 820.1 条的隔离变压器提供.

720.5 试样电压应从近似零开始以匀速或是近似匀速上升,升压速度应不小于在 60 秒内升至 100%产品额定压. 不大于在 10 秒内升至 100%产品额定压.(任何情况下升压速度不得大于 500V/s)以这样的方式继续升压至击穿.记录 6 个受冲击试样中每个击穿电压.求出这些击穿电压的平均值并记录.如果一个冲击穿值与大部分击穿值相差很大,可放弃该数据,如果放弃了一个击值,其余击穿值不得小于未受冲击导线的击穿值 90%.

720.6 取 6 个 15in 或是 380MM 或更长的导体线试样.不经过刮磨做 720.4 和 720.5 条所述的介质击穿试验,试验时将试样的中心部分浸入水中,记录 6 个试样中每个试样的击穿电压,求出这些击穿的平均值并记录.

### **760 直张状金属箔绕包试样的介质耐压试验**

760.1 试样应为 60in 或是 1500mm 长直线状试样成品导线。其中心 36in 或是 915MM 部分紧紧绕包金属箔带，电压施加在导体与铝箔之间。

760.2 应使用符合 820.1 条的隔离变压器对试样施加电压。施加电压应从零零开始以匀速或是近似匀速上升,升压速度应不小于在 60 秒内升至 100%产品额定压. 不大于在 10 秒内升至 100%产品额定压.(任何情况下升压速度不得大于 500V/s)以这样的方式继续升压至规定的 RMS 试验水平。如果达到这个击穿水平，电压应保持在规定的水平上 5 分钟，然后以上述速度降至零附近。如果在电线电缆标准规定的电压水平以下施加的电压上升或是下降时发生击穿或在电缆标准规定的水平保持不足 5 分钟，则电线电缆不合格。

## **780U 形金属箔绕包试样的介质耐压试验**

780.1 将 15in 或是 380MM 长的试样绕直径相同的试棒弯曲 90，在试样中心附近相距 2in 或是 50MM 的位置上作两个同一平面上的弯曲，弯曲时应施加压力防止试样松动，将金属箔带紧紧地绕包在 U 形试样上一部 5IN 或是 25MM 部分，包括两个弯头。

780.2 然后按 760.2 和 760.3 条对试样做试验。试验时间为 60 秒。如果发生击穿或外编织由于弯曲而断裂，则导线不合格。

## **800 软线线芯的介质耐压试验**

800.1 试验电压施加在每根动力线芯与每根其余动力线芯和每根接地线芯之间.对于多层电缆,电压应施加在每根动力线芯与每根相邻的动力线芯之间,如果有 1 根或数根接地线芯,电压应施加在每根接地线芯与每根与之邻近的动力线芯之间,如果电缆结构中包含金属屏蔽,应将试验电压施加在屏蔽与所有连一起的绝缘线芯(动力线芯和接地线芯)之间,重做试验.

800.2 对于多层电缆,可这样做试验:将每层中间隔的线芯互联,将试验电压施加在两组线芯之间;然后将每层中所有线芯互联,将试验电压施加在相邻的层之间.

800.3 试验电压由符合 820.1 条的隔离变压器提供.试验电压施加方式应按 820.4 条的指示.

## **820 成圈和成盘导线水中介质耐压试验**

820.1 试验设备应包括一只试验圈浸水用水箱,接地电极或类似装置(接地的金属水箱,其内表面直接完全与水接触---即不涂漆,上釉或涂覆其它绝缘材

料).断路器.灯排或其它指示电路中击穿电流的装置和符合下文要求的变压器.试验电压应由一台 48~62Hz 的隔离变压器提供,变压器的输出电压从零附近开始连续上升直至至少达到规定的试验电压 rms 值,升压速度不得大于 500V/s.电路中接上试样后,输出电压的峰值因数(峰值除以均方根值)应等于纯正弦波上半部输出范围峰值因数的 95~105%,应使用电压表连续检测输出电压,该电压表(模拟型而不是数字型)的响应时间在规定的升压速度下不会造成大于 1%满盘的滞后误差,其总精度不会造成大于 5%的误差.变压器可输出的最大电流应保证可进行满线盘电线电缆的例行生产试验而不会发生充电电流引起断路器跳闸现象.水应处于任何合适的温度,不使用任何校准系数.

820.2 准备试验圈或试验线盘时,电线电缆的每个端头应远远高出水箱水面,在每个电线电缆端头,应从绝缘表面剥去约 6in 或 150mm 的纤维护套或隔离层以降低表面漏电和表面击穿的可能性.可将绝缘端头浸入熔融的石蜡中,以防止潮气形成从导体金属穿过绝缘表面至水的导电电路.使导线圈或线盘浸在水中至少 6 小时,然后施加电压.

820.3 试验电路的一头应接到电缆的导体上,另一头应接到电极上,电极接地且与导线圈浸入其中的水接触.

820.4 施加的电压应从零附近开始匀速或近似匀速上升,升压速度应不小于在 60 秒内升至 100%电线电缆额定电压,不大于在 10 秒内升至 100%电线电缆额定电压(任何情况下升压速度不得大于 500V/s).以这样的方式继续升压直至达到规定的试验电压 rms 水平.如果达到这个水平后未发生击穿.电压

应保持在规定的水平上 60 秒.然后以上述速度降至零附近.如果在电缆标准规定的电压水平以下当施加的电压上升或下降时发生击穿或在电缆标准规定的水平保持不足 60 秒,则电线电缆不合格.

820.5 击穿一般表现为因电路电阻降低而出现的电涌,它可通过断路器跳闸.与导线圈串连的灯排发亮或其它方法指示.如果变压器可输出的电流很大,发生击穿时常常可在电缆的击穿点上观察到闪光.如果其它装置无法指示击穿,则按 920 节“水中绝缘电阻试验“所述测定的室温下电阻,可指示击穿。先做电压试验的部分原因就是提供该项有效的检验方法。

### **830 功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆介质耐压试验**

830.1 试验设图示应包括符合 830.2 条的直流电源或符合 830.3 条的交流电源.断路器.电流表或其它指示流过电路的大电流的装置.直流或交流电源可输出的最大电流应保证可进行满线盘电缆的例行生产试验而不会发生弃电电流引起断路器跳闸现象.

830.2 对于直流试验,电源应能输出符合电缆直流试验要求的电压.任何波纹电流不得超过 1%,发生故障后,试验电压应恢复至规定的电压然后再测试另一根导线.

830.3 对于交流试验,试验电压应由一台 48~62Hz 的隔离变压器提供,变压器的输出电压从零附近开始连续上升直至至少达到规定的试验电压值.电路中接上试样后.输出电压的峰值因数(峰值除以均方根值)应等于纯正弦波上半部输出范围峰值因数的 95~105%.应使用电压表连续检测输出电压,该电压表(模拟型而不是数字型)的响应时间在 50V/s 升压速度下会造成大于 1%

满盘的滞后误差,其总精度不会造成大于 5%的误差.

830.4 将满盘的试验电压施加在每根线芯和接地的电缆元件(所有其它线芯和任何屏蔽和/或金属护套连接在一起并接地)之间规定的秒数.每次施加电压时,应注意观察是否有断路跳闸或电流表指针偏转指示的电流漏泄或绝缘破裂.至少每 24 小时一次将试验导线连接在一起并闭合电路以检验电流指示装置是否如预计的那样工作,电路是否完整,如果使用多根试验导线,应检验每根导线.

## 火花试验

### 900 方法

900.1 火花试验机应包括一个电源电压.电极.电压表.故障信号装置或系统和合适的电气接头.应至少每年一次由公认的校准机构或类似机构对火花机符合 900.2~900.17 条的要求的性能进行校准,例如使用有案可查的校准过的电压表检验试验电压.应根据(美国)国家标准和技术学会标准或其它被该学会认可的物理计量标准对火花机进行校准.

900.2 火花的电源电压应能在所有正常漏泄电流条件下保持电缆标准规定的电压.变压器的机芯及其二次绕组的一端应可靠接地,电源电压不得与一个以上电极连接.

900.3 电极应为链扣式或珠串式,且应与被试导线的表面在全长上密切接触.

900.4 金属电极外壳的底部应为 U 形或 V 形,珠串的长度应明显大于外壳的深度,槽道的宽度(一般 1-1/2in 或 40mm)应大于最大规格被试导线的直径.

900.5 对于珠串电极,各串之间横向和纵向间距和每个珠子的直径,应满足表

900.1 的要求.每个串中各珠子之间的垂直间距,不得大于一个珠子的直径.

900.6 电极应具有接地的金属护罩或类似保护装置以防止操作人员因触及电极和有关带电元件而触电.

900.7 电压表应接到电路中以例在任何时候指示实际试验电压.

900.8 试验设备应包括光源.计数器或其它在故障时发出信号的装置或系统.如果检测出一个故障,在指示灯手动复位之间信号应始终保持.

表 900.1

珠串的最大中心距

珠子直径 a		每排中纵向间距 a		各排之间横向间距			
				串参差		串不参差	
in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
3/16	5.0	1/2	13	1/2	13	3/8	10
3/32	2.5	串应交错且应在纵向和横向相互触及					

a 如果调查表明使用表列以外的直径和筒距的话珠串能接触相同或更大的导线表面,则它们也符合要求.

900.9 应在导线即将储存之前或即将出厂之前被剪切时做火花试验.修改点的绝缘应重做火花试验.

900.10 按 900.9 条做过火花试验的导线,经过下列导线制造厂的进一步加工后不需再做火花试验:

- a) 剪切成小于 200ft 或 60m 的短段;
- b) 不需热固化的划条纹;
- c) 不需热固化的着色.

900.11 电极长度不作规定.但导线穿过电极的速度应保证导线上任何一点与电极的接触时间总共不小于 18 个电源电压的正.负峰值(相当于电源电压的完整 9 周).使用下列之一合适的公式确定导线最大通过速度:

英尺/分=5/9×(频率赫兹)×(电极长度英寸)

或

米/分=5/9×(频率赫兹)×(电极长度英寸)

为了方便起见,表 900.2 列出了几种频率的公式答案.

900.12 做火花试验时,导线的导体应接地.如果来自放线盘的导线为裸线,导线应在放线盘上接地,或在与裸导线(导线不需做连续性试验)保持连续接触(绝缘工序之前)的点上接地,或在收线盘上接地.如果来自助放线盘的导线为绝缘线,导线应要么在放线盘上接地,要么或在收线盘上接地,但对于 10AWG 和更细规格的导线(如果它们不做连续性试验且证明为完整的一段的话),应同时在放线盘上和收线盘上接地.无论何种情况,每个接地接头应直接与火花机的接地端连接.

900.13 为了确定导线是否连接,应将该导线与灯.蜂鸣器或其它指示器和电源连接,如果灯发亮.铃或蜂鸣器发出响声或发生其它指示信号,则被试导线从一端至另一端连续.

表 900.2  
以电极长度 L 为单位的最大导线通过速度

标称电源频率 Hz	英尺/分 (L 以英寸为单位)	米/分 (L 以英寸为单位)
50	27.8Lin	0.333Lmm
60	33.3 Lin	0.400 Lmm
100	55.6 Lin	0.667 Lmm
400	222 Lin	2.67 Lmm
1000	556 Lin	6.67 Lmm
3000	1667 Lin	20.0 Lmm
4000	2222 Lin	26.7 Lmm



900.14 对于导线的工厂生产连续性试验,制造商可选择下列之一的试验代替 900.13 条的试验:符合 900.15 或 900.16 的连续涡流法或符合 900.17 的连续差示电容电流法.

900.15 涡流试验布置应包括符合以下各条的试验设备:

- a) 该设备应能在 1~125kHz 范围内的一种或数种频率下对试验线圈施加电流,以便使以生产速度通过该线圈的导线感应涡流电流;
- b) 该设备应能检测出导线上每个断裂点引起的试验线圈的阻抗变化;
- c) 该设备应为操作者配备视觉指示.

900.16 导线的纵轴应与试验线圈的电气中心重合.导线通过线圈时应没有或很少振动,导线与线圈的距离应不大于 1/2in 或 13mm.通过试验线圈的导线的速度变化,应限于加上 50%的减去任何保持信号幅度在检测断线水平以下的百分数(最大 50%).对于每种规格.绞合方式和导体材料的导线,应分别进行校准.平衡.精度调节.最大信噪比调节.和最大信号(指示直径逐渐改变或其它缓慢变化)衰减调节.至少每日一次应进行无导线通过的试验线圈校准,以检验设备是否功能完好.被试导线长度方向上的温度不得与对于该规格.绞合方式和导体材的导线进行设备校准.平衡等操作时的温度有偏离,除非这种偏离是逐渐发生的且导线上没有导致错误信号的过热或过冷点.

900.17 差示电容—电流法应包括符合以下各条的试验设备:

- a) 该设备应能与 1~3kHz 或更高频率的火花机连用;
- b) 沿着被试导线从接地放线盘至火花电极移动部分或沿着被试导线从火花电极至接地收线盘移动部分.布置两个串连的拾取电极;

- c) 当导线上每个断线点从第一个拾取电极移向第二个拾取电极时,设备应能检测出这样两个电压之间的差别:一个为被试导线与最靠近火花电极的拾取电极电容耦合的电压,另一个为较低的与最靠近接地线盘的拾取电极电容耦合的电压.
- d) 该设备应为操作者配备视觉指示.

## 910 功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆的火花试验

910.1 功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆的直流或交流火花试验机,应包括一个电源电压.电极.电压表.检测和计数故障信号的系统和合透的电气接头.应至少生年一次由公认的校准机构或类似机构对火花机符事 910.2~910.15 条的要求的性能进行校准,使用有案可查的校准过的电压表检验试验电压.应根据(美国)国家标准和技术学会标准或其它被该学会认可的物理计量标准对火花机进行校准.

910.2 功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆的直流或交流火花试验机的电源电压,应能在所有正常的漏泄电流条件下保持下列试验电压:

- a) 该电缆型号交流试验规定的正弦波或近似正弦波交流电压:
- b) 该电缆型号直流试验规定的电压.该直流电源可输出的电流不得大于 5mA,任何波纹电流不得大于 1%,故障发生后,直流试验电压应在 5 毫秒或更短的时间内恢复至规定的水平,除非在电压完全恢复所需的时间内 2ft 或更短的产品或 610mm 或更短的产品通过电极.

910.3 直流电源的一个端子.交流电源变压器的机芯及其二次绕组的一端应可靠接地.电源电压不得与一个以上电极连接.

910.4 功率限制电路电缆和功率限制防火报警电路电缆的直流或交流火花试验机的电极应为链扣式或珠串式,或应为其它必须进行评估的形式.链扣式或珠串式电极应与被试绝缘线或线对的表面在全长上密切接触.

910.5 链扣式或珠串式金属电极外壳的底部应为 U 形或 V 形,珠串的长度应明显大于外壳的深度,槽道的宽度(一般 1-1/2in 或 40mm)应大于最大规格被试产品的直径.

910.6 对于珠串电极,各串之间横向和纵向间距和每个珠子的直径,应满足表 910.1 的要求,每个串中各珠子之间的垂直间距,不得大于一个珠子的直径.

表 910.1  
珠串的最大中心距

珠子直径 a		每排中纵向间距 a		各排之间横向间距			
				串参差		串不参差	
in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
3/16	5.0	1/2	13	1/2	13	3/8	10
3/32	2.5	串应交错且应在纵向和横向相互触及					

a 如果调查表明使用表列以外的直径和间距的话珠串能接触相同或更大的导线表面,则它们也符合要求.

910.7 电极应具有接地的金属护罩或类似保护装置以防止操作人员因触及电极和有关带电元件而触电.

910.8 电压表应接到电路中以便在任何时候指示实际试验电压.

910.9 试验设备应包括故障检测器.故障计数器和在故障时发出信号的装置.如果探测出一个故障,在指示器手动复位之前信号就始终保持.

910.10 故障检测器应能检测出绝缘的电压击穿.击穿的特征是电极与接地的被试导线之间发弧.击穿定义为施加在电极与接地的被试导线之间的试验电压下降 25%或以上.

910.11 故障检测器应包括一条触发电路,该电路将短时输入脉冲转换成幅度和时间足以可靠性启动故障指示电路的输出脉冲.

910.12 故障计数器应将故障作为递增的数列处理,并显示累计总数.故障计数器的响应时间应保证对于任何产品通过速度和计数器响应时间的组合来说可记录相距 24.0in 或 610mm 或以下的两个故障点.该距离计算公式如下:

$$\text{故障间距} = \frac{\text{产品通过速度,单位}}{\text{计数器响应时间}} \times \text{秒}$$

$$= 0.2 \times \text{英尺/分} \times \text{秒}$$

$$= 0.666 \times \text{米/分} \times \text{秒}$$

910.13 对于采用链扣式或珠串式电极的直流试验,绝缘导线的表面应与链扣或珠串密切接触至少 5.0±1.0in 或 125±25mm 一段距离.

900.14 对于交流试验,链扣式或珠串式电极的长度不作规定.但导线穿过电极的速度应保证导线上任何一点与电极的接触时间总共不小于交流电源 18 个正.负电压峰值(即发生于交流电源电压的完整 9 周).使用下列之一合适的公式确定产品交流试验最大通过速度:

$$\text{英尺/分} = 5/9 \times (\text{频率赫兹}) \times (\text{电极长度英寸})$$

或

$$\text{米/分} = 5/9 \times (\text{频率赫兹}) \times (\text{电极长度英寸})$$

为了方便起见,表 91.2 列出了几种频率的公式答案.

表 91.2  
以链扣式或珠串式电极长度 L 为单位的最大导线通过速度

标称电源频率 Hz	英尺/分 (L 以英寸为单位)	米/分 (L 以英寸为单位)
--------------	--------------------	-------------------

50	27.8Lin	0.333Lmm
60	33.3 Lin	0.400 Lmm
100	55.6 Lin	0.667 Lmm
400	222 Lin	2.67 Lmm
1000	556 Lin	6.67 Lmm
3000	1667 Lin	20.0 Lmm
4000	2222 Lin	26.7 Lmm

910.15 做火花试验时,导线的导体应接地,如果来自放线盘的导线为裸线,导线应在放线盘上接地,或在与裸导线(导线不需做连续性试验)保持连续接触(绝缘工序之前)的点上接地,或在收线盘上接地,如果来自放线盘的导线为绝缘线,导线应在放线盘上和收线盘上接地,除非每根导线在做火花试验之前按电缆标准做连续性试验且证明为完整的一段.无论何种情况,每个接地接头应直接与火花机的接地端连接.

## 绝缘电阻

### 919 计算绝缘电阻校正用乘法因子栏的步骤

919.1 取两个绝缘线试样(一般取平均绝缘厚度为 10~15mil 或 0.25~0.38mm 的 18 或 16AWG 实心导体绝缘线代表讨论的绝缘.试样的长度(至少 200ft 或 60m)应使得在最低水浴温度下绝缘电阻值在测量装置的校正范围内保持稳定.

919.2 将试样浸入配备加热,冷却和循环装置的水浴中,试样的两端应伸出水面至少 24in 或 600m,以减少漏电.应将试样置于室温的水中 16 小时然后再将水浴温度调至 50.0°F (10.0°C),或将试样移至 50.0°F (10.0°C)的水浴中.

919.3 以合适的时间间隔测量金属导体的直流电阻直至温度至少 5 分钟保持不变.这时认为绝缘处于水浴温度计指示的水浴温度.

919.4 使每个试样依次曝露在 50.0、61.0、72.0、82.0 和 95.0°F (10.0, 16.1, 22.2, 27.8 和 35.0) 的水温中 (适用于 919. 条) 然后反过来曝露在 82.0, 72.0, 61. 和 50.0 (27.8, 22.2, 16.1 和 10.0) 水温中。上述每个温度达到平衡后, 读取绝缘电阻读数。

919.5 求出在同一个温度下读取两个试样两组读数 (总共 4 个读数) 的平均值。将求出奇 4 个平均值和 95F (35) 下单个读数的平均值标在半对数上。通过这 5 个点画出一条连续的曲线 (一般为直线) 最后从该曲线上读出 60 下的绝缘电阻值。

919.6 将从曲线上读取的 60.F (15.6C) 下的绝缘电阻值除以 61F (16.1C) 下的绝缘电阻值, 得出温度改变 1F (0.55C) 的电阻率系数 C 在表 919.1 中 C 位于适用一于各种绝缘的乘法因子 M 栏的顶端。

表 919.1

将绝缘电阻校准至 15.6°C (60° F) 下数值的乘法因子 Ma

温度		对于 0.55°C (1° F) 的温度变化的电阻率系数 C									
°C	° F	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12
40	4.4	0.55	0.46	0.38	0.31	0.26	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
41	5.0	0.57	0.48	0.40	0.33	0.28	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12
42	5.6	0.59	0.49	0.42	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13
43	6.1	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.15
44	6.7	0.62	0.53	0.46	0.39	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19	0.16
45	7.2	0.64	0.56	0.48	0.42	0.36	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
46	7.8	0.66	0.58	0.50	0.44	0.39	0.34	0.30	0.26	0.23	0.20
47	8.9	0.68	0.60	0.53	0.47	0.42	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23
48	8.3	0.70	0.62	0.56	0.50	0.44	0.40	0.36	0.32	0.29	0.26
49	9.4	0.72	0.65	0.59	0.53	0.48	0.42	0.39	0.35	0.32	0.29
50	10.0	0.74	0.68	0.61	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.35	0.32
51	10.6	0.77	0.70	0.64	0.59	0.54	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36
52	11.1	0.79	0.73	0.68	0.63	0.58	0.54	0.50	0.47	0.43	0.40
53	11.7	0.81	0.76	0.71	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.48	0.45

54	12.2	0.84	0.79	0.75	0.70	0.67	0.63	0.60	0.56	0.54	0.51
55	12.8	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.65	0.62	0.59	0.57
56	13.3	0.89	0.86	0.82	0.79	0.76	0.74	0.71	0.68	0.66	0.64
57	13.9	0.92	0.89	0.86	0.84	0.82	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71
58	14.4	0.94	0.93	0.91	0.89	0.87	0.86	0.84	0.83	0.81	0.80
59	15.0	0.97	0.95	0.94	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89
60	15.6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
61	16.1	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12
62	16.7	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25
63	17.2	1.09	1.12	1.16	1.19	1.23	1.26	1.30	1.33	1.37	1.40
64	17.8	1.13	1.17	1.22	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.52	1.57
65	18.3	1.16	1.22	1.28	1.34	1.4	1.47	1.54	1.61	1.69	1.76
66	18.9	1.19	1.27	1.34	1.42	1.50	1.59	1.68	1.77	1.87	1.97
67	19.4	1.23	1.32	1.41	1.50	1.61	1.71	1.83	1.95	2.08	2.21
68	20.0	1.27	1.37	1.48	1.59	1.72	1.85	1.99	2.14	2.20	2.48
69	20.6	1.30	1.42	1.55	1.69	1.84	2.00	2.17	2.36	2.56	2.77

70	210.6	1.34	1.48	1.63	1.79	1.97	2.16	2.37	2.59	2.84	3.11
71	21.7	1.38	1.54	1.71	1.90	2.10	2.33	2.58	2.85	3.15	3.48
72	22.2	1.43	1.60	1.80	2.01	2.25	2.52	2.81	3.14	3.50	3.90
73	22.8	1.47	1.67	1.89	2.13	2.41	2.72	3.07	3.45	3.88	4.369
74	23.3	1.51	1.73	1.98	2.26	2.58	2.94	3.34	3.80	4.31	4.89
75	23.9	1.56	1.80	2.08	2.40	2.76	3.17	3.64	4.18	4.78	5.47
76	24.4	1.60	1.87	2.18	2.54	2.95	3.43	3.97	4.59	5.31	6.13
77	25.0	1.65	1.95	2.29	2.69	3.16	3.70	4.33	5.05	5.90	6.87
78	25.6	1.70	2.03	2.41	2.85	3.36	4.00	4.72	5.56	6.54	7.69
79	26.1	1.75	2.11	2.53	3.03	3.62	4.32	5.14	6.12	7.26	8.61
80	26.7	1.81	2.19	2.65	3.21	3.87	4.66	5.60	6.73	8.06	9.65
81	27.2	1.86	2.28	2.79	3.40	4.14	5.03	6.11	7.40	8.95	10.8
82	27.8	1.92	2.37	2.93	3.60	4.43	5.44	6.66	8.14	9.93	12.1
83	28.3	1.97	2.46	3.07	3.82	4.74	5.87	7.26	8.95	11.0	13.6
84	28.9	2.03	2.56	3.23	4.05	5.07	6.34	7.91	9.85	12.2	15.2
85	21.7	2.09	2.67	3.39	4.29	5.43	6.85	8.62	10.8	13.6	17.0

A: 根据公式  $M=C(t-60)$  计算式中: C 为 919.1-919.6 所求出中电力电缆第 59 节确定校准绝缘电阻用乘法因子的试验方法所述的方法进行试验。

T: 为电缆的温度 ° F

## 920 水中绝缘电阻试验

920.1 绝缘电阻试验设备和方法应实用。除此之外，没有规定。用于测量的兆欧电桥应具有合适的量程和经过合适的校准、应能显示精确到仪器指示值的 10% 或以下的读数且能对试样施加 100~500V 的直流电压 60 秒然后给出读数。每个读数的持续时间应为 60 秒。

920.2 将 55ft 或 22m 长的热塑性或热固性绝缘电线电缆的样品圈的中央 50ft 或 20m 长的部分按 820.2 条所述做准备。在测量绝缘电阻之前的 6 小时或更长的浸水时间内，水温应恒定地保持在 10.0~29.4°C (50.0~85.0°F) 范围内的任何温度下，误差±1°C (1.8°F)。对于 60°C (140°F) 或 75°C (167°F) 试验用样品，应设法使导线的端头远离水箱。

920.3 软线或装置线用绝缘电阻测试用试样，应为成圈或成盘的成品绝缘线（如果是平行软线，应为成圈的成品软线），无论何种情况，长度不得小于 50ft 和大于 5000ft 或小于 15m 和大于 1500m。

920.4 应设法使软线或装置线的每个端头远离水箱。平行软线的导体应连接在一起。导线端头应浸入熔融的石蜡中（或使用保护电路）以防止潮气形成从导体金属穿过绝缘表面至水的导电电路。使导线圈或线盘浸在水中至少 12 小时，但对于不长于 250ft 或 75m 的导线圈，浸水时间可少于 12 小时但不得少于 4 小时。在测量绝缘电阻之间的整个浸水时间内，水温应恒定地保持在 10.0~26.7°C (50.0~80.0°F) 范围内的任何温度下，误差±1°C (1.8°F)。

920.5 如果在其它温度下做试验的导线圈表现了不合格的试验结果，应将



各导线圈分开单独做试验，以确定哪个导线圈的绝缘电阻合格。

## 稳定因数

### 1000 试验

1000.1 使用 3 根 15ft 或 5m 的绝缘线试样做试验。绝缘软线线芯的试样应剥去聚酯带或类似的不吸水的隔离层，且应在组装成成品软线之前选取。XHHW-2、RHW-2、XHHW 或 RHW 型电线电缆的试样应在交联后包覆任何护层之前选取。在导体绝缘交联后至少 48 小时，将每个试样放进 70.0~2.0 °C (158.0~2.6°F) 的空气烘箱中干燥 24 小时，然后放在空气中冷却至 50 °C (122°F)，再浸入水中。

1000.2 每个试样的中央 120in 或 3048mm 一段应连续浸入自来水中 14 天，水温对于软线芯为  $50.0 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $122.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$ )，对于 XHHW 或 RHW 型电线电缆应为  $75.0 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $167.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$ )，对于 XHHW-2 或 RHW-2 型电线电缆应为  $90.0 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $194.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$ )。每个试样的 30in 或 762mm 长的端部应在水面之上保持干燥作为漏泄绝缘。将一个紧密配合的水箱盖紧贴水面盖在水面上，水面的高度应保持恒定。

1000.3 经过 1 天和 14 天的累计浸水后，使用 60Hz 电流在 80 和 10V/mil 和 3150 和 1575V/mm 的平均场强下测量每个试样的功率因数百分数，每个测量结果应精确到 0.1。然后计算每个试样的稳定因数，精确到 0.1。

1000.4 将 14 天的稳定因数减去 1 天的稳定因数求出稳定因数之差。稳定因数之差应精确到 0.1。

## 电容和相对电容率

## 1020 试验

1020.1 使用电桥测量绝缘电容，3 个试样测量值的平均值作为绝缘电容。试样应分别浸水 24 小时、7 天和 14 天，水温对于 60°C (140°F) 绝缘为 30.0±1°C (86.0±1.8°F)，对于 75°C (167°F) 绝缘为 75.0±1°C (167.0±1.8°F)，对于 90°C (194°F) 绝缘为 90.0±1°C (194.0±1.8°F)。每个测量结果的表达应精确到微微法拉。从 1 天至 14 天和从 7 天至 14 天的电容增加，应分别以 1 天和 7 天值的百分数表示。

1020.2 使用电容电桥和正弦波或近似正弦波电流在 1000Hz 和 60Hz 频率下测量绝缘电容，如果在 1000Hz 下进行测量，施加在绝缘上的电压不得大于 10V；如果在 60Hz 下进行测量，施加在绝缘上的电压应产生平均 80 伏每密耳绝缘或 3150 伏每毫米绝缘的场强

1020.3 应采用 15ft 或 5m 的成品导线试样做试验，试样上包覆绝缘的护层包括阻燃护层均已剥去。对于 XHHW-2、RHW-2、XHHW 或 RHW 型电线电缆或软线，试样可在生产过程中交联后包覆任何护层（包括阻燃护层）之前选取。THWN-2 或 THWN 导线的尼龙护套应剥去，用户软线的尼龙包覆绝缘线芯的尼龙护套也应剥去。

1020.4 试样的中央 120in 或 3048mm 一段应连续浸入自来水中 14 天，而将 30in 或 720mm 长的端部放在水面之上保持干燥以作为漏泄绝缘。每次读取读数时，水温和试样浸水深度应相同。浸水 1 天后绝缘的相对电容率（介电常数）应采用以下公式度算：

$$\epsilon_r = 13.600 \times C \times \log_{10} \frac{DIA}{dia}$$

式中：

$\epsilon_r$  为相对电容率(以前称 SIC)

C 为试样浸水的 120in 或 3048mm 一段的电容,微法拉

DIA 为测量的绝缘外径,英寸或毫米

Dia 为测量的绝缘内径,英寸或毫米

## 机械吸水性

### 1040 试验

1040.1 吸水性以每平方英寸曝露面积毫克数或每平方厘米曝露面积毫克数表示,应在试样浸在自来水中 168 小时后进行测量,水温对于额定温度 60°C (140°F) 的绝缘为 70.0±1°C (158.0±1.8°F),对于额定温度 75°C (167°F) 绝缘为 82.0±1°C (179.6±1.8°F)。

1040.2 如果导体规格为 1AWG 或更细,使用的试样为 11in 或 280mm 长的电线电缆或软线的线芯。如果导体规格为 1/0AWG 或更粗,试样为从绝缘上切取长 4in、宽 1in 和厚 0.04in 或 100mm×25mm×1mm 的小块。1AWG 或更细的导线的试验步骤,由 1040.3~1040.8 条说明,而 1/0AWG 或更粗的导线的试验步骤,同 1040.9 条说明。

1040.3 剥去绝缘外的护套和护层包括防火护层,或在包覆护套和护层包括防火护层之前选取试样,使得绝缘完全裸露。使用酒精湿润的布块擦拭成品绝缘线的表面以除去所有纤维和异物颗粒。试样应放在真空中的氯化

钙上方在  $70.0 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $158.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$ ) 下干燥 48 小时，然后在干燥器中冷却至室温。每个试样从干燥器取出后，立即进行称重，精确到毫克，这个重量记作 W1。然后将每个试样绕试棒弯成 U 形，试棒直径为试样测量直径的四倍。

1040.4 水浴应为盛水的搪瓷钢或玻璃容器，它可自动进行调节以使得水温保持在规定的温度下。容器应具有一个紧密配合的黄铜或其它有色金属盖板，盖板上应配备恰好容纳试样的孔。

1040.5 将每个试样的两端穿进盖板的两个孔中使得 10in 或 250mm 的试样部分暴露在盖板下方。应使用钻有紧密配合试样的孔的橡皮塞或使用与 1040.4 条所述盖板相同材料精确钻孔的紧密配合的垫圈，使盖板的孔密封同时固定试样。水面应保持与盖板的下缘齐平，水不可接触试样的端头。

1040.6 使试样浸水 168 小时，然后将盖板与试样一起从容器上取走，并盖在类似的盛有室温水的容器上。然后依次从每个试样上取下橡皮塞或垫圈，并从盖板上取出试样用力摇晃以挥去多余的水份，并用干净、无绒手的吸水布吸去潮分。从水中取出试样后 3 分钟之内再次对每个试样进行称重，精确到毫克，这个重量记作 W2。

1040.7 然后将试样放在真空中的氯化钙上方在  $70.0 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $158.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$ ) 下干燥 48 小时，然后在干燥器中冷却至室温。每个试样从干燥器取出后，立即进行称重，精确到毫克，这个重量记作 W3。

1040.8 以毫克每平方英寸或毫克每平方厘米表示的吸潮率 (MWA) 应通过以下之一合适的公式求出，根据 W3 小于或大于 W1 而定：

$$MWA = \frac{W2 - W3}{S}, \text{ 当 } W3 < W1$$

$$MWA = \frac{W2 - W1}{S}, \text{ 当 } W3 > W1$$

式中：

W1 为试样初始重量，mg

W2 为浸水后试样的重量，mg

W3 为经过最后干燥后试样的重量，mg

S 为试样浸水面积，in<sup>2</sup>或 cm<sup>2</sup>

（试样圆周长乘以浸水长度）

1040.9 如果使用 1040.2 条规定的绝缘块做试验，应研磨、切削或切割试样以除去所有不平点，然后 1040.83 条所述清洁、干燥、冷却和称重试样，再将试样放进规定温度的水浴中 168 小时。然后将试样转移到室温的水中，并如 1040.6 条所述依次取出试样，挥去水份，吸干潮分并再次称重。然后如 1040.7 条所述将试样干燥、冷却和再次称重。1040.6 条的公式也适用绝缘块，但应使用下列公式计算浸水面积，公式中所有尺寸均以英寸均以英寸或厘米表示，式中 T 为经过研磨、切割或切削后的试样的厚度：

$$S = 2 \text{（长度} \times \text{宽度）} + 2T \times \text{（长度} + \text{宽度）}$$

## 水中溶胀和起泡

### 1043 试验

1043.1 采用具有圆形截面的成品软线做该项试验。使用在热水中具有耐

久性且不会损坏软线的颜料或其它方法在 32ft 或 10m 长的软线上标 5 个试验点。对于 32ft 长的试样，试验点应为距试样一端 2、9、16、23 和 30ft 的位置，间距 7ft；对于 10m 长的试样，试验点应为距试样一端 1、3、5、7 和 9m 的位置，间距 2m。分别在这 5 个标记点上测量软线最大和最小直径，精确到 0.001in 或 0.01mm。每次测量应使用可直接读出至少 0.001in 或 0.01mm 的机械师的千分尺，该千分尺的测砧和测杆的端面均具有平坦的表面。将十次测量值的和除以 10，记作 d，这是浸水前试样的平均直径。

1043.2 将试样弯成松松的圆圈，外径至少 24in 或 600mm。将导线圈浸入保持在  $50.0 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $122.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$ ) 温度的自来水中，试样每端伸出水面 12in 或 300mm 一段并保持干燥。水浴的宽度或直径应保证导线圈可平放在容器中而没有任何圈触及容器垂直的壁。导线圈应连续浸水 336 小时（14 天），然后从水中取出，展开，并笔直放置在干燥、平坦、水平和室温的表面上。然后立即用无绒毛的干净吸水布吸干软线表面的所有潮份。

1043.3 如果有任何起泡的迹象，软线不合格。如果没有起泡，立即有 5 个标记点上测量软线最大和最小直径。将十次测量值的和除以 10，记作 D，这是浸水后试样的平均直径。如果按下列公式度算的平均直径增加量（溶胀）I 大于 20.0%，试样不合格：

$$I=100 (D-d) /d$$

## 燃烧试验

### 1060 垂直燃烧和 FT1 试验

1060.1 成品电线电缆或软线的垂直试样在 5 次每次 15 秒施加标准试验

火焰期间、施加火焰间隔或施加火焰以后

- a) 不得沿其长度传播火焰;
- b) 不得向附近的可燃性物质传播火焰。

标准试验火焰具有 125mm 的标称高度，以 500W (1700Btu/h) 的标称速度放出热量。施火间隔应为 15 秒，不管上次施火后 15 秒内试样的火焰是否自动熄灭。除非不使用棉层，例如做 FT1 试验，应如 1080.2~1080.11 和 1060.2 条所述做试验，使用 1080.3 条所述之一的燃料、标准试验室喷灯和 1080.1 条所述的校准。试验结果按 1060.9 条的指示评定。

1060.2 喷灯应向前倾斜到位置上以便对试样施加气体火焰，喷灯应在此位置保持 15 秒，然后迅速向后倾斜至止档位置以便从试样上移开气体火焰 15 秒，如此循环，直至总共达到 5 次每次 15 秒对试样施加气体火焰，施火间隔为 15 秒。四次施火 15 秒后再对试样施火，不管上次施火后 15 秒内试样的火焰是否自动熄灭。

1060.3 如果 5 次中任何一次施火后任何试样上的指示旗烧毁或烧焦 25% 以上（可用布或手指抹去的烟灰或褐色烘烤部分忽略不计），则电线电缆或软线应评定为会沿其长度的液滴点燃喷灯上、楔子上或试验表面上的棉层（不适用 FT1 试验）（无火焰的棉层碳化忽略不计），则电线电缆或软线应评定为会向附近的可燃性物质传播火焰。如果 5 次施加气体火焰后，任何试样继续燃烧 60 秒以上，则电线电缆或软线应评定为会向附近的可燃性物质传播火焰。

## **1061 电缆燃烧试验**

1061.1 成品电缆的垂直试样在 3 次每次 60 秒施加标准试验火焰期间、施加火焰间隔或施加火焰以后

- c) 不得沿其长度传播火焰；
- d) 不得向附近的可燃性物质传播火焰。

标准试验具有 125mm 的标称高度，以 500W（1700Btu/h）的标称速度放出热量。施加间隔应为 30 秒，不管上次施火后 30 秒内试样的火焰是否自动熄灭。应如 1080.2~1080.11 和 1061.2 条所述做试验，使用 1080.3 条所述之一的燃料、标准试验室喷灯和 1080.1 条所述的校准。试验结果按 1061.3 条的指示评定。

1060.2 喷灯应向前倾斜到位置上以便对试样施加气体火焰，喷灯应在此位置保持 60 秒，然后迅速向后倾斜至止档位置以便从试样上移开气体火焰 30 秒，如此循环，直至总共达到 3 次每次 30 秒对试样施加气体火焰，施火间隔为 30 秒。上次施火 30 秒后再对试样施火，不管上次施火后 30 秒内试样的火焰是否自动熄灭。

1060.3 如果 3 次施火后任何试样上的指示旗烧毁或烧焦 25% 以上（可用布或手指抹去的烟灰或褐色烘烤部分忽略不计），则电线电缆或软线应评定为会沿其长度方向传播火焰。如果在任何时候任何试样发出的燃烧或灼热的颗粒或燃烧的液滴点燃喷灯上、楔子上或试验表面上的棉层或 3 次施加气体火焰后，任何试样继续燃烧 60 秒以上，则电线电缆或软线应评定为会向附近的可燃性物质传播火焰。

### **1080VW-1（垂直试样）燃烧试验**



1080.1 垂直试样在 5 次每次 15 秒施加标准试验火焰期间、施加火焰间隔或施加火焰以后

- e) 不得沿其长度传播火焰；
- f) 不得向附近的要燃性物质传播火焰。

标准试验具有 125mm 的标称高度，以 500W（1700Btu/h）的标称速度放出热量。如果试样上的火焰在 15 秒或更短时间内熄灭，施火间隔应为 15 秒；如果试样上的火焰持续 15 秒以上，施火间隔应为火焰燃烧时间。应如 1080.2~1080.13 条所述做试验，使用 1080.3 条所述之一的燃料、ANSI/ASTM D5025-94 所述的标准实验室喷灯<sup>a</sup>。喷灯产生的气体火焰应如 ANSI/ASTM D5207-91 所述进行校准。试验结果按 1080.14 条的指示鉴定。

A 满足 ASTM D5025-99 的喷灯来源：

供应商	制造商
目录号：13-1927-000	UL 燃烧试验梯里尔喷灯
Atlas Electric Devices Company	(ASTM D 5025 喷火口)
4114 North Ravenswood Avenue	喷火口直径：0.90±0.03mm
Chicago, IL60613, USA	喷火口长度：1.60±0.05mm
	Humboldt Manufacturing Company
	7302 West Agatite Avenue
	Norridge, IL60656, USA

1080.2 该项试验应在无通风的试验室内进行，试验室应配备气密的带玻璃窗框、门或其它装置以便接近和观察。试验室内部第五笔桥直线尺寸应至

少为 24in 或 610mm。这际尺寸应使得试验室外具有至少 140ft<sup>3</sup> 或 4m<sup>3</sup> 的容积，亿括排气过道的体积。排气过道（若有的话）的体积不作规定。该容积中至少 70ft<sup>3</sup> 或 2m<sup>3</sup> 应位于气体和试样火焰区域的上方作为热量和烟气累积的空间，防止它们影响试验。火焰水平或以下的试验室容积不得包含阻挡提供氧的试验室空气的自然流动的物品，试验室应配备一个气密的手套箱以便手臂接近设备或其它当接近通道完全关闭时调节设备的装置。当接通过道关闭时应无阻挡地可以瞧见试验室内部。试验室应配备一个排风机以便在试验后将烟气和火焰排出试验区域之外。试验室与风机之间应布置一个密封调节风门以防止风机停止工作时气流回流。排风机在试验和校准期间不可启动。每次校准和试验后，立即启动调节风门和排风机以便清除试验室中所有的烟气和火焰。

1080.3 为了进行仲裁试验.试验用燃料应为技术级甲烷(至少 98.0%纯度),具有标称热值 1000Btu(热化学能)每立方英尺或 37.3 MJ/m<sup>3</sup> 或 8.9 千卡(热化学能)每立方米.否则,可使用另外等级的甲烷.罐装天然气或管道煤气或丙烷.无论何种情况,燃气应为使得试验火焰可校准的等级.

1080.4 至少每两星期一次和罐装天然气换罐(见 1080.7)或任何燃气设备改变时,应对喷灯的火焰进行校准.如果使用的燃气不是仲裁用甲烷等级,每天即将试验前应校准喷灯火焰.

1080.5 应使用未老化的试样做试验.在整个试验期间,试样.设备和周围空气应在 23.0±5.0°C (73.4±9.0°F) 的温度下达到相互热平衡.

1080.6 试验应在 1080.2 条所述的无通风试验室中进行.喷灯应直接放在试

实验室的地板上,或(为了方便试验)放在试验室内的凳子上.试验表面(试验室地板或凳子顶部)应至少位于试验室壁的顶部门(在排气过道处)下方 4ft 或 1200mm 外.凳子试验表面的尺寸应能容纳下文所述的矩形棉层.从成品电线电缆或软线上截取长 18in 或 455mm 的试样,固定试样使得试样的纵轴垂直.如有必要,应使用不会产生上升气流或阻碍对火焰提供空气的实验架或其它合适的架子,将试验设备固定在位置上.使用干燥(未处理).纯净的医用棉花铺一层平坦.水平的棉层,棉层厚度不大于 1/4in 或 6mm 铺成的试验表面的面积不小于 12in(305mm)宽×14in(355mm)长,试验表面以试样的纵轴为中心.棉层上不应有空洞.棉层的上表面应位于 B 点下方 9~9-1/2in 或 230~240mm,B 点为 500W 试验火焰的蓝色内焰尖端触及试样的位置.

图 1080.1 VW-1 和其它垂直试样燃烧试验的尺寸(图略)

1080.7 每次试验之前当喷火管垂直且喷灯远离试样时,检验气体火焰以保证其总高度为  $125 \pm 10\text{mm}$  或  $4-7/8\text{in}$ ,蓝色的内焰高  $40 \pm 2\text{mm}$  或  $1-9/16\text{in}$ ,如校准时建立的那样.如果不改变设定总的火焰从蓝色变亮,这表示气罐燃气耗尽和某些供应商会添加到气罐中的浓度枯竭指示材料(例如丙烷)在燃烧.在这种情况下,气罐应标上空罐的标志,然后退回重新装气.如果不改变设定总的火焰是蓝色的,但蓝色的内焰高度不是  $40 \pm 2\text{mm}$  或  $1-9/16\text{in}$ ,气罐中的燃气可能压力过低.供气表上的压力达到  $10\sim 20 \text{ lbf/in}^2$  或  $69\sim 138 \text{ Kpa}$  或  $690\sim 1380 \text{ mbar}$  或  $700\sim 1400 \text{ gf/cm}^2$  证明为足够维持所需的火焰.如果气罐在室温下不能保持上述范围内的压力,则该气罐不能使用.

1080.8 喷灯底座固定用楔子(典型尺寸见图 1080.2)应使得喷火管偏离垂线

20° 且该火焰管的纵轴依旧保持在垂面上.将干燥(未处理).纯净的医用棉花夹在或固定在楔子上和喷灯底座四周,棉层厚度不大于 1/4in 或 6mm.调节楔子的位置使得喷火管的纵轴位于包含试样纵轴的垂面上.还应调节楔子的位置使得 A 点(喷火管纵轴与喷火管端面的交点)与 B 点(喷火管纵轴的延长线与试样外表面的交点)相距 1-9/16in 或 40mm.B 点为蓝色内焰的尖锐端将触及试样正面中心的点.

1080.9 喷灯应安装在楔子上.楔子应装有铰链(如图 1080.2 所示)以使得气体火焰可反复从试样倾离然后精确地回到位置上对试样施加火焰.可通过机械装置或手动使喷灯倾离试样和倾向试样.倾离时应触及一个止挡(金属板)从而使得气体火焰与试样的角距离超过垂直位置.喷灯的运动不可扰乱试验箱地板上的棉层或使棉层离开楔子或喷灯底座.

图 1080.2 略

1080.10 使用 60 Ib 或 94g/m<sup>2</sup>的牛皮纸条做指示旗,该纸条宽为 1/2in 或 10mm,厚为或近似于 5mil 或 0.1mm,其一面涂覆粘胶.粘胶应湿润至恰恰相反好足够粘接.使粘胶层对着试样将纸条绕试样一圈使得纸条的下缘位于 B 点上下方 10in 或 250mm,B 点为蓝色的内焰触及试样的位置.纸条的两端应均匀粘接在一起,并裁剪成旗状,该指示旗从试样上朝无通风的试验室后方伸出 3/4in 或 20mm,并位于 1080.8 条所述的垂面上(见图 1080.1).扁试样做试验时,指示旗应从试样后宽面的中点伸出,而试验火焰施加在前宽面上.应垂直调节试样的下夹头或其它支撑装置使得它距 B 点至少 2-3in 或 50~75mm.

1080.11 应按 1080.9 条所述支撑喷灯使得它倾离试样,然后点火.如果喷灯有

引火灯,该引火灯对于本试验应切断.

1080.12 喷灯应向倾斜到位置上以便对试样施加气体火焰,喷灯应在些人闰置保持 15 秒,然后迅速向后倾斜至止挡位置以便从试样上移开气体火焰 15 秒(如果试样继续燃烧,气体火焰离开试样的时间应更长,见 1080.13 条).如果此循环,直至总共达到 5 次每次 15 秒对试样施加气体火焰,施火间隔为 15 秒(如果试样继续燃烧,气体火焰离开试样的时间应更长,见 1080.13 条).如果试样的火焰在上次施火后 15 秒或以下时间内自动熄灭,则上次施火 15 秒后再对试样施火.

1080.13 如果试样的火争在上次施火后持续燃烧 15 秒以上,则等试样上的火焰自动熄灭后再对试样施火.试样火焰熄灭后立即对试样施加气体火焰.使喷灯向前倾移以便对试样施加气体火焰然后向后倾移以便使火焰离开试样,这两项动作均应迅速完成并尽量减少试样周围空气的流动.

1080.14 如果 5 次中任何一次施火后任何试样上的指示旗烧毁或烧焦 25% 以上(可用布或手指抹去的烟灰或褐色烘烤部分忽略不计),则电线电缆或软线应评定为会沿其长度方向传播火焰.如果在任何时候任何试样发生的燃烧或灼热的颗粒或燃烧的液滴点燃喷灯上.楔子上或试验表面上的棉层(无火焰的棉层碳化忽略不计)或任何一次施火后试样继续燃烧 60 秒以上,则电线电缆或软线应评定为会向附近的可燃性物质传播火焰.

### **1090 电器用线水平试样燃烧试验**

1090.1 成品电器用线的水平试样在 1 次 30 秒施加 225W(770Btu/h)标称高度 50mm 的试验火焰以后

a) 不得沿其长度传播火焰;

b) 不得向附近的可燃性物质传播火焰.

应如 1080.2~1080.5 和 1090.2~1090.6 条所述做试验(试样水平支撑),使用 1080.3 所述之一的燃料和 ANSI/ASTM D 5025-99 所述的标准实验室喷灯

a.喷灯产生的气体火焰应如 ANSI/ASTM D 5207-98 所述进行校准,但作如下修改以使 125mm 火焰的程序适应 50mm 火焰:

c) 125mm 火焰用铜块也适用于 50mm 火焰,对于 50mm 火焰,在校准程序中铜块应置于喷灯尖端 25mm 或 1in 的上方;

d) 甲烷的起始气流速度应为  $440 \pm 10 \text{ mL/min}$ ,背压力  $45 \pm 5 \text{ mm}$  水柱;

e) 应调节喷灯的针阀和空气进气孔直至火焰的总高度达到  $50 \pm 4 \text{ mm}$  或 2in,蓝色的内焰的高度达到  $16.5 \pm 1.5 \text{ mm}$  或 11/16in;

f) 将温度从  $100^\circ\text{C}$  提高到  $700^\circ\text{C}$  ( $212^\circ\text{F}$  至  $1292^\circ\text{F}$ ) 的时间应为  $84 \pm 2 \text{ s}$ .试验结果应按 1090.7 条的指示评定.

a 对于符合 ASTM D 5025-94 的喷灯的例子,见 1080.1 条注 a.

1090.2 试验室在 1080.2 条所述的无通风试验室中进行.喷灯应直接放在试验室的地板上,或(为了方便试验)放在试验室内的凳子上.试验表面(试验室地板或凳子顶部)应至少位于试验室壁的顶部(在排气过道处)下方 4ft 或 1200mm 处.凳子试验表面的尺寸应能容纳下文所述的矩形棉层.从电器用线的样品上截取长 24in 或 610mm 的试样,固定试样使得试样的纵轴水平.试样的各支架应隔开 22in 560mm.使用 3 根金属杆或类似的永久性固定装置指示试样上的 3 个点,金属杆的自由端距试样至少 3/4in 或 20mm.3 个点分别

距试样左支撑点 2in 或 51mm.7in 或 178mm 和 13in 或 30mm.如有必要,应使用不会产生上升气流或阻碍对火焰提供空气的试验室架或其它合适的架子,将功赎罪试验设备固定在位置上.使用干燥(未处理).纯净的医用棉花铺一层平坦.水平的棉层,棉层厚度不大于 1/4in 或 6mm,铺成的试验表面的面积不小于 24in(610mm)宽×12in(305mm)长,试验表面以试样的纵轴为中心.棉层上不应有空洞.棉层的上表面应位于试样下表面 9~9-1/2in 或 230~240mm(如图 1090.1 所示).扁电缆做试验时应使其宽面水平,而试验火焰施加在下宽面的中心.

1090.3 每次试验之前当喷火管垂直且喷灯远离试样时,检验气体火焰以保证其总高度为 50±10mm 或 2in,蓝色的内焰高 17±1mm 或 11/16in,如校准时建立的那样,如果不改变设定火焰从蓝色变亮,这表示气罐气耗尽和某些供应商会添加到气罐中的浓度枯竭指示材料(例如丙烷)在燃烧.在这种情况下,气罐应标上空罐的标志,然后退回重新装气.如果不改变设定总的火焰是蓝色的,但蓝色的内焰高度不是 17±1mm 或 11/16in,气罐中的燃气可能压力过低.供气表上的压力达到 10~20 lbf/in<sup>2</sup> 或 69~139Kpa 或 690~1380mbar 或 700~1400gf/cm<sup>2</sup> 证明为足够维持所需的火焰.如果气罐在室温下不能保持上述范围内的压力,则该气罐不能使用.

1090.4 将喷灯固定在一个可调支撑夹具上使喷火管的纵轴垂直.将干燥(未处理).纯净的医用棉花铺在喷灯底座四周,棉层厚度不大于 1/4in 或 6mm.调节支撑夹具的位置使得喷火管的纵轴位于通过试样上 2in 或 51mm 的点的垂面上.还应调节夹具的位置使得喷火管纵轴与喷火管端面的交点位于 A

点下方  $16.5 \pm 1.5\text{mm}$  或  $11/16\text{in}$  处,A 点为喷火管纵轴的延长线在  $2\text{in}$  或  $51\text{mm}$  标记位置上与试样下侧外表面的交点.A 点为蓝色内焰的尖端将触及试样的点.

1090.5 喷灯的支架应如此安排使得喷灯可转向或滑向 1090.4 条所述的位置并迅速撤离.喷灯的运动不可扰乱试验表面的棉层或使棉层离开喷灯底座.

图 1090.1 电器用线水平试样燃烧试验尺寸(图略)

1090.6 应按 1090.5 条所述将喷灯支撑在离开试样的位置上,然后点火(如果喷灯有引火灯,该引火灯不使用).使点燃的喷灯移动到位从而使蓝色内焰的尖端施加在试样下侧  $2\text{in}$  或  $51\text{mm}$  标记位置(A 点),喷灯应保持在该位置 30 秒,然后移动到远离试样的位置,并关闭供气阀门熄灭.注意并记录试样的燃烧是否推进到  $7\text{in}$  或  $178\text{mm}$  的标记位置以外.如果试验的燃烧超过该标记位置,记下试样火焰从  $7\text{in}$  或  $178\text{mm}$  标记位置朝  $13\text{in}$  或  $330\text{mm}$  标记位置推进所需的时间,并用  $7\text{in}$  或  $178\text{mm}$  标记位置与  $13\text{in}$  或  $330\text{mm}$  标记位置之间试样烧毁的总长度相除.还应注意并记录在施加气体火焰期间和以后试样发生的颗粒或液滴是否点燃任何棉层.

1090.7 如果按 1090.6 条所述测量的试样火焰从  $7\text{in}$  或  $178\text{mm}$  标记位置朝  $12\text{in}$  或  $330\text{mm}$  标记位置推进的速度大于  $1\text{in}/\text{mm}/\text{min}$ ,则该电器用线应评定为会湍其长度方向传播火焰.如果在任何时候任何试样发出的燃烧或灼热的颗粒或燃烧的液滴点燃喷灯上或试验表面上的棉层(无火焰的棉层碳化忽略不计),则该电器用线应评定为会向附近的可燃性物质传播火焰.

1091~1099 留待将来使用



## 1100 水平试样/FT2 燃烧试验

1100.1 成品电线电缆或软线或组件的水平试样在 1 次 30 秒施加标准试验火焰期间和以后,

- a) 不得沿其长度传播火焰;
- b) 不得向附近的可燃性物质传播火焰.

标准试验火焰应具有 125mm 的标称高度且以 500W(1700Btu/h)的标称速度发热.应如 1080.2~1080.5、1100.2(试样水平支撑)、1080.7~1080.9、1080.11 和 1100.3 条所述保重试验,使用 1080.3 条所述之一的燃料和标准试验室喷灯和 1080.1 条规定的校准.试样结果应按 1100.4 条的指示进行评定.

1100.2 试验应在 1080.2 条所述的无通风试验室中进行.喷灯应直接放在试验室的地板上,或(为了方便试验)放在试验室内的凳子上.试验表面(试验室地板或凳子顶部)应至少位于试验室外壁的顶部(在排气过道处)下方 1ft 或 1200mm 处.凳子试验表面的尺寸应能容纳下文所述的矩形棉层.从成品电线电缆或软线上截取长 10in 或 250mm 的试样,固定试样使得试样的纵轴水平.试样的支架应间隔 9in 或 230mm.如有必要,应使用不会产生上升气流或阻碍对火焰提供空气的试验室架或其它合适的架子,将试验设备固定的位置上,使用干燥(未处理)、纯净的医用棉花铺一层平坦、水平的棉层,棉层厚度不大于 1/4in 或 6mm,铺成的试验表面的面积不小于 12in(305mm)宽 X14in(355mm)长,试验表面以水平试样的轴线为中心.棉层上不应有空洞.棉层的上表面应位于蓝色内焰尖端触及试样表面的点的下方 9~9-1/2in 或 230~240mm 处(见图 1100.1).扁电缆做试验时应使其宽面垂直,而试验火焰

施加在一侧宽面的中心。(见图)

1100.3 喷灯应向前倾斜到位置上以便对试样施加气体火焰,喷灯应在以位置保持 30 秒,然后迅速向后倾斜至止挡位置以便从试样上移开气体火焰.使喷灯向前倾移以便对试样中点施加气体火焰然后向后倾移以便使火焰离开试样,这两项动作均应迅速完成并尽量减少试样周围空气的流动.注意并记录试样烧焦部分的长度和在施加气体火焰期间和以后试样上是发出点燃任何棉层的颗粒或液滴.

1100.4 如果任何试样上烧焦部分总长度超过 100mm 或 3-15/16in,则电线电缆或软线或组件应评定为会沿其长度方向传播火焰.如果在任何时候任何试样发也的燃烧或灼热的颗粒或燃烧的液滴点燃喷灯上、楔子上或试验表面上的棉层(无火焰的棉层碳化忽略不计),则电线电缆或软线应评定为会向附近的或燃性物质传播火焰。

1101~1159 留待将来使用

1160 UL 徒工直托架燃烧试验

该试验方法按 UL1685 电缆和光缆垂直托架火焰传播和烟气释放试验所述.

1161-1163 留待将来使用

1164 FT4/IEEE1202 垂直托架燃烧试验

该试验方法按 UL1685 电缆和光缆垂直托架火焰传播和烟气释放试验所述.

1165~1199 留待将来使用

耐日光

## 1200 碳弧和氙弧试验

1200.1 如电缆标准规定的那样,进行该项试验时采用 5 个完整试样.

1200.2 试样可按 1200.3~1200.6 条所述进行氙弧辐照加喷水处理或按 1200.7~1200.10 条所述进行碳弧辐照加喷水处理,然后按 1200.11~1200.15 条所述做准备并进行余抗张强度和断裂伸长率测试.对扁电缆进行处理时,电缆的一个宽面应对着电弧.对护套电缆进行处理时,护套试样的外表面应对电弧.每个试样的长度尺寸与电弧平行.试样架或试样筒应以  $1.00 \pm 0.01 \text{r./min}$  的速度转动.温度和循环应自动编程.

1200.3 氙弧处理—试样应安装氙弧辐照和喷水曝露设备的试样架上,试验设备如 ASTM G155-00“非金属材料曝露用氙弧灯设备标准操作导则”和 ASTM G151-00“非金属材料在使用实验室光源的加速老化设备中曝露的标准操作导则”所述。辐照由长弧水冷型弧光灯装置产生。该弧光灯装置应包括一个石英氙喷灯管,它位于同心的内、外圆柱状硼硅酸钠玻璃(7740 Pyrex 玻璃或等同品)滤光管的中心。操作该弧光灯装置是为了在试样上维持至少  $0.35 \text{W/m}^2$  水平的分光照度,(在 3400Å 或 340MM 波长下进行监测).来自滤光管的辐照的分光功率分布,应满足 ASTM G155-00 表 1 的要求.

1200.4 应采取可靠的非临时性的措施防止氙弧辐照接触看得见设备的人员.适当调整调换内.外滤光管的间隔使得尽可能减少两个滤光管同

时爆破的危险性,这种爆破是因为玻璃暴露在氩弧下产生的应力引起的.为了这种安全同时也为了保持辐照水平,ASTM 建议至多每隔 400 个工作小时应调换内滤光管,至多每隔 2000 个工作小时应调换外滤光管.

1200.5 在 2 小时编程循环的 18 分钟部分中,试样上所有的点通过一次细细的喷水,这 2 小时循环如 1200.6 条所述每重复一次就经过 102 分钟照光和 18 分钟照光加喷水.喷水装置所用的水应干净(不可在试样上留下沉淀或污染试样),PH 值应为 6.0~8.0,温度应为  $16.0 \pm 5.0^{\circ}\text{C}$  ( $60.0 \pm 9.0^{\circ}\text{F}$ ).如果上述条件不能满足,喷水装置所用的水就不可循环再使用.当氩弧在运行而喷水切断时,试样上平衡黑面板的温度应为  $63.0 \pm 3.0^{\circ}\text{C}$  ( $145.0 \pm 5.4^{\circ}\text{F}$ ).

1200.6 当氩弧连续运行并注意氩弧对眼睛和其它健康的危害时,喷水运行 18 分钟然后切断 102 分钟.这种 2 小时的循环将持续至完成电缆标准规定的时间.经过规定的总操作时间后,切断设备,从试验设备上取下试样,放在室温和大气压力的静止空气中至少 16 小时,至多 96 小时,然后做物理试验.

1200.7 双碳弧处理---试样应安装在碳弧辐照和喷水曝露设备的试样座上,试验设备如 ASTM G 153-00 “非金属材料曝露用氩弧灯设备标准操作导则”和 ASTM G 151-00 “非金属材料在使用实验室光源的加速老化设备中曝露的标准操作导则”所述.该设备应所包括在两套垂直的碳电极之间触发的双碳弧,碳电极直径 1/2in 或 13mm,分别包裹在透明

的耐热光学玻璃中(9200PX Pyrex 玻璃或其等同品),该玻璃在波长短于 2750Å 或 275nm(275nm 下 1%透光率作为标称截止点)时变得不透明,而在 3700Å 或 370nm 下透光率提高到 91%.玻璃球经过下列较先发生的事件后应调换:2000 工作小时或玻璃球明显变色.乳化或两者.每天即将操作之前,应使用洗涤剂和水彻底洗涤和漂清玻璃球,然后放在室温下的空气中干燥.来自玻璃球的辐照的分光功率分布,应满足 ASTM G 153-00 表 1 的要求.

1200.8 应采取可靠的非临时性的措施防止碳弧辐照接触看得见设备的人员,通风设备应保证碳弧的燃烧产物不污染试样,应防止工作人员呼吸的空气中燃烧产物以及产生的臭氧的浓度过高.

1200.9 在 20 分钟编程循环的 3 分钟部分中,试样上所有的点通过一次细细的喷水,这 20 分钟循环如 1200.10 条所述每重复一次就经过 17 分钟照光和 3 分钟照光加喷水.喷水装置所用的水应干净(不可在试样上留下沉淀或污染试样),PH 值应为 6.0~8.0,温度应为  $16.0 \pm 5.0^{\circ}\text{C}$  ( $60.0 \pm 9.0^{\circ}\text{F}$ ).如果上述条件不能满足,喷水装置所用的水就不可循环再使用.当氩弧在运行而喷水切断时,试样上平衡黑面板的温度应为  $63.0 \pm 3.0^{\circ}\text{C}$  ( $145.0 \pm 5.4^{\circ}\text{F}$ ).

1200.10 当碳弧连续运行以 120~145V rms 的电压降传送 15~17A 的电流并注意碳弧对眼睛和其它健康的危害时,喷水运行 3 分钟然后切断 17 分钟.这种 20 分钟的循环应重复 6 次,结果每个试样总共受到 102 分钟的碳弧辐照和 18 分钟的碳弧辐照加喷水.重复上述程序直至完成电

缆标准规定的时间.经过规定的总操作时间后,切断设备,从试验设备上取下试样,放在室温和大气压力和静止空气中至少 16 小时,至多 96 小时,然后做物理试验.

1200.11 处理物后的准备---从 5 个经过处理的试样上和 5 个同样的未经过处理的试样上取出具有可分离外护套的电缆或软线的缆芯(导体.绝缘.填充物等),从经过试验设备处理的护套上制取哑铃状试样,试样应包括离电弧最近的护套部分.面对电弧的护套表面不可研磨.切削或刨去.

1200.12 从 5 个经过处理的试样上和 5 个同样的未经过处理的试样上取出热塑性绝缘电缆的导体,从经过试验设备处理的绝缘和尼龙护套上制取哑铃状试样,试样应包括离电弧最近的绝缘和尼龙护套部分.面对电弧的表面不可磨去.

1200.13 从 5 个经过处理的试样上和 5 个同样的未经过处理的试样上取出热固性绝缘电缆的导体(如果是带可分离护套的单芯电缆,取出导体和绝缘),从经过试验设备处理的线芯绝缘.护套或多芯电缆的外护套上制取哑铃状试样,试样应包括离电弧最近的绝缘和护套部分.面对电弧的表面不可磨去或刨去.

1200.14 如果是用户电缆,应从 5 个同样的未经过处理的试样上取出除分相护套和无护套绝缘.处护套或 PVC 外护层的所有材料.如果试样内径不大于 0.130in 或 3.3mm,应使用管状试样,更大内径的试样应准备哑铃状试样,无论何种情况,PVC 外护层,分相护套或总护套或绝缘不可进行研磨或其它加工.

1200.15 试验和性能保持极值----分别采用 5 个经过处理的试样上和 5 个同样的未经过处理的试样做抗张强度和断裂伸长率试验.两组试样的试验在时间上应紧密相随,尼龙护套应以 2in/min 的速度做试验.求出 5 个经过处理的试样的抗张强度和断裂伸长率的平均值,并求出 5 个同样的未经过处理的试样的抗张强度和断裂伸长率的平均值,然后将前者除以后者.如果经过 300 小时碳弧曝露或氩弧曝露后,抗张强度或断裂伸长度的比较小于 0.85,或经过 720 小时碳弧曝露或氩弧曝露后,抗张强度或断裂伸长度的比较小于 0.80,则电线电缆或软线不适合耐日光使用.不符合 85%物理性能保留值要求的用户电缆,应经过 UL854 规定的曝露程序(100.300 和 500 小时)后重做试验;如果不能满足 65%保留值和 15%和 5%的降低率,该用户电缆不符合要求,如 UL854 规定的那样.

## **玻璃含量**

### **1250.试验**

1250.1 对于 SA 型电线上取出的全玻璃丝或玻璃丝和棉纱或玻璃丝和人丝编织或从其它导线上取出的全玻璃丝或玻璃丝和棉纱或玻璃丝和人丝编织,应从成品编织上制备试样做试验.从 40in 或 1m 长的成品电缆的样品上取出编织,并切成 1/8in 或 3mm 的小段.不要除去棉纱或其它有机材料的增强线和扎线,即使这样的线用作识别标志.然后使这些小段充分混合并使用有机溶剂除去其中的浸渍剂.

1250.2 将 5g 萃取的含玻璃的编织试样放进  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) 的已

称重坩埚中干燥至恒定重量  $W_1$ , 然后放进  $800 \pm 20^\circ\text{C}$  ( $1412 \pm 36^\circ\text{F}$ ) 的电炉中燃烧 1 小时, 再放进干燥器中冷却至室温, 然后再次称出重量  $W_2$ , 然后使用下列公式求出试样中玻璃的含量:

$$70 \leq X \text{ 全玻璃丝} = \frac{100 W_2}{W_1}$$

式中:

$X$  为玻璃的含量;

$W_1$  为燃烧前干燥试样重量;

$W_2$  为燃烧和干燥后试样的重量;

## 绝缘的紧密度

### 1270 装饰照明软线和电线的导体绝缘的紧密度试验

1270.1 取 11in 或 275mm 长的电线或软线线芯样品, 从样品的一端剥去 2in 或 50mm 的绝缘或任何隔离层. 在样品的另一端, 纵向切开绝缘 3in 或 75mm, 这样只剩下 6in 或 150mm 的绝缘线芯试样. 切断 3in 或 275mm 这段导体并取出, 并将剩余的空绝缘管和隔离层用胶带绕包在一起. 在包带的绝端系上一个可施加 4lbf 或 18N 或 1.81kgf 拉力的重物, 试样另一端的裸导体应固定在夹具. 夹钳或其它支撑装置中. 然后缓缓降落并释放重物使得重物由试样支撑. 当重物和试样如此垂直悬挂时, 如果在 60 秒的试验时间内导体. 隔离层或导体和隔离层的组合滑移 1/8in 或 3mm 以上(观察试样上方裸导体进入绝缘或任何隔离层的点), 则导线不合格.

### 1280 金皮软线以外的整体式平行软线的动力线芯绝缘的紧密度试验



1280.1 取一根 16in 或 407mm 长的软线,在两根动力线芯上的每端剥去 2in 或 51mm 的绝缘和任何隔离层,形成 12in 或 305mm 长的试样,在试样的一端,将一段动力线芯的裸导体齐绝缘切去;在试样的另一端,将另一根动力线芯的一段裸导体齐绝缘切去.在试样一端的裸导体上系上一个可施加 8lbf 或 36.6N 或 3.63kgf 拉力的重物,然后通过试样另一端的裸导体将试样和重物悬挂起来.当重物和试样如此垂直悬挂时,如果在 30 秒的试验时间内导体.隔离层或导体和隔离层的组合滑移 1/8in 或 3.2mm 以上(观察试样上裸导体齐绝缘切去的点),则导线不合格.

## 漏泄

### 1300 TBS 型导线表面漏泄电阻试验

1300.1 将金属箔带紧紧绕包在成品导线的试样上,金属箔带之间的间距为 2in 或 50mm.然后将试样悬挂在密闭室中开口的水容器上方,水温为  $23.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ).在密闭室中规定温度下的饱和.潮湿气氛中曝露 18 小时后,取出试样,用新鲜的吸水纸吸去试样表面的冷凝水,然后使用合适的方法测量两条金属箔带之间的表面电阻.

1300.2 使用以下公式求出表面漏泄电阻:

$$R_s = R_m \frac{C}{D}$$

式中:

$R_s$  为表机漏泄电阻,  $M\Omega$

$R_m$  为测量的表面电阻,  $M\Omega$

C 为试样圆周长, in 或 mm

D 为金属箔带之间的距离, in 或 mm

## 1320 低漏泄电流用户电缆的交流漏泄电流试验

### 每根动力线芯至接地线芯

1320.1 将一根 120in 或 3048mm 长的成品软线弯成完整的两圈, 然后放在标称厚度 3/4in 或 20mm 的干燥、平坦和水平的木板上。在软线的一端, 将所有 3 根线芯的端头切成与护套端头齐平且均位于与软线纵轴垂直的平面上。剪切端头应无污染和变形, 否则表面漏泄引起的试验结果将被歪曲。在软线的另一端, 动力线芯和接地线芯应接上 120 或 240V、48~62Hz 正弦波或近似正弦波电源电路, 如图 1320.1 合适的部分所示。电源电路的选择依软线拟用于 120V 还是 240V 而定。

图 1320.1 测量从每根动力一芯至接地线芯的交流漏泄电流的电路(图略)

1320.2 电阻器的精确值应使用精密电桥测定, 电压表应为示波器、真空管电压表或其它高阻型电压表。将电阻值精确定在  $1000\ \Omega$  并将电压表校准至可直接读出毫伏是很方便的, 因为在这种情况下, 电压表对 120in 或 3048mm 软线的读数在数值上等于每 10ft 或 3048mm 软线的电流的微安数。

1320.3 依次分别对各动力线芯通电, 然后记录每根动力线芯的电压表读数。将电压表指示的电压数除以精确测定的电阻器的电阻值, 求出从每根动力线芯至接地线芯的漏泄电流。在选择确定软线表面标世“UA 至绿线芯”的数值的电流范围时, 应使用两漏泄电流中的较高值。

### 每根动力线芯通过护套至箔带

1320.4 取一根 120in 或 3048mm 长的直线状成品软线,用金属箔带在全长上绕包软线.在软线的整个长度上,箔带应与护套密切接触.将直线状的箔带绕包的软线放在标称厚度 3/4in 或 20mm 的干燥.平坦和水平的木板上.在软线的一端,将所有 3 根线芯的端头切成与护套端头齐平且均位于与软线纵轴垂直的平面上.剪切端头应无污染和变形,否则表面漏泄引起的试验结果将被歪曲.在软线的另一端,接地线芯应剪切成与护套端头齐平,而动力线芯和金属箔带应接上 120 或 240V.48~62Hz 正弦波或近似正弦波电源电路,如图 1320.2 合适的部分所示.电源电路的选择依软线似用于 120V 还是 240V 设备而定.见 1320.2

图 1320.2 测量从每根动力线芯通过软线护套的交流漏泄电流的电路(图略)

1320.5 依次分别对各动力线芯通电,然后记录每根动力线芯的电压表读数.将电压表指示的电压数除以精确测定的电阻器的电阻值,求出从每根动力线芯通过护套至金属箔带的漏泄电流.在选择确定软线表面标志“UA 通过护套”的数值的电流范围时,应使用两个漏泄电流中的较高值。

### **1340 非整体式软线护套的直流电阻试验**

1340.1 应使用至少 4in 或 102mm 长完整的成品软线做试验.试验可在任何合适的温度和湿度下进行.但为了做仲裁试验,样品应在温度  $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$ ) 和相对湿度  $50 \pm 5\%$  的空气中处理 96 小时.使用柔软.干净.无绒毛的吸水布在全长度和整个周周上擦拭试样的外表面,吸水布只触及样品中央 2in 或 51mm 部分.在这中央 2in 或 51mm 部分内,使用两根宽 1/2in 或 13mm 的金属箔绕包软线使得金属箔带与护套密切接触,两根金属箔带间

隔 0.500in 或 13mm.在绕包金属箔带和其余的试验时间内,只有空气可以接触两根金属箔带之间的护套.每根金属箔带应接到一台兆欧电桥或类似装置上,该电桥可提供 500V 直流电压且可测量  $100\text{M}\Omega$  的电阻,误差 3%或更小,当 500V 直流电压施加在两根箔带上而电阻读数小于  $100\text{M}\Omega$  时,护套不合格.

#### 耐冲击性

1400.1 冲击砧为一块实心的矩形钢块,长 8in,宽 6in 和高  $4\text{-}1/8\text{in}$  或  $203\text{mm}\times 152\text{mm}\times 105\text{mm}$ .钢块应固定在硬性支撑面上,例如固定在垂直的承重建筑钢柱上或固定在紧邻这样的钢柱的水泥地上.

1400.2 冲击能量由一个 1 lb 或 454g 的钢锤提供,该钢锤直径为  $1\text{-}1/2\text{in}$  或 38mm,高 2in 或 51mm.钢锤的下端面用作钢锤的冲击面,它应平坦并与钢锤的纵轴垂直.冲击面的边缘应磨圆,与冲击面相对的钢锤的一端应配备一个连接装置以便机器提升,悬挂和释放钢锤让其自由落下.

1400.3 支撑钢锤使其冲击面水平.通过冲击锤重心和静止的冲击砧重心的垂线,应与通过钢锤冲击面几何中心的垂线重合,当钢锤下落时和撞击试样后,一个垂直导向装置限制钢锤的运动并使其冲击面保持水平.但该导向装置不得干扰钢锤的自由落体运动.导向装置的顶部应配备一个机构以便释放钢锤让其自由从高处落下并撞击试样.应设法使钢锤每次下落时只撞击试样一次.

1400.4 在整个试验期间,冲击砧.冲击锤和其余试验设备在  $25.0\pm 5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $77.0\pm 9.0\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下达到相互热平衡和与周围空气的热平衡.

1400.5 取一根 100in 或 2540mm 的直线状成品导线,试样不经过任何处理做试验.在试样上取 10 个均匀分布的试验点,试验点的间距不得小于 10in 或 254mm,所有试验点距试样端头至少 5in 或 127mm.冲击重物固定在冲击砧上方数个试样直径的高度,试样横穿冲击砧的宽度放在冲击砧上,第一个试验点位于冲击砧长度的中点,在该试验点两侧至少 10in 或 254mm 的距离上,试样的纵轴应水平,且位于通过 1400.3 条所述的重合的垂线的垂面上,试样的导体应与一个 3W.120V 氖灯串联并接到 120V,48~62Hz 交流电源电路的带电导体,冲击重物和冲击设备的所有金属部件应连接在一起,接到接地端子上并接到接地的电源线上.

1400.6 调节的重物的位置使得重物的冲击面位于试样上表面 24in 或 610mm 的上方.重物应从这个高度释放.重物应在导向装置中自由落下并撞击试样一次,然后立即提升至并固定在 24in 或 610mm 的高度.试样上其余 9 个试验点应按同样方法受冲击.如果在两个以上的试验点上导体裸露可在两个以上试验点上灯瞬时或较长时间发亮,导线的耐冲击性不合格.

## 22AWG CXTW 型电线和软线的磨损

### 1500 试验

1500.1 从成品电线或矫直的成品软线的线芯样品上截取六个 40in 或 1000mm 长的直线状试样.试样不经过处理直接做试验.整个试验期间,设备和试样应与周围空气在  $23.0 \pm 5.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 9.0^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下处于热平衡状态.

1500.2 当一个水平往复运动试验台处于其行程的一端时,将每个试样的一

端接到该试验台上.每个试样的另一端应系上一个可施加  $4.0 \pm 0.5$  ozf 或  $1.1 \pm 0.1$ N 或  $113 \pm 13$ gf 的力的重物.每个试样应放在一个四分之一圆柱上,圆柱外表面粘贴一张未使用的 1/2 规格(中等)金刚砂布.砂布表面的曲率半径应为 3.5in 或 90mm,圆柱的纵轴应水平且与每个通过试(当它们向前移动并受到砂布摩擦时)的垂面垂直.

1500.3 试验台应以每分钟 28 次循环的速度开始其水平往复运动(简单匀速运动),每次循环包括一个完整和往复运动行程  $6-1/4$ in 或 160mm,每经过 50 次循环使试验台止运动.然后将砂布朝侧面移动少许,这样在以后的循环中每个试样就会受到砂布新表面的摩擦.如果在 400 次或以下的摩擦循环中,六个试样中任何一个的任何部分金属单线裸露,则电线或软线不合格.

## 磨损

### 1510 试验

1510.1 从成品实心导体 14AWG 导线上截取六个 40in 或 1000mm 长的直线状试样.试样不经过处理直接做试验.整个试验期间,设备和试样与周围空气在  $25.0 \pm 5.0$ °C ( $77.0 \pm 9.0$ °F) 的温度下处于热平衡状态.

1500.2 当一个水平往复运动试验台处于其行程的一端时,将每个试样的一端接到该试验台上.每个试样的另一端应系上一个可施加  $12.0 \pm 0.5$  ozf 或  $3.3 \pm 0.1$ N 或  $340 \pm 13$ gf 的力的重物.每个试样应放在一个四分之一圆柱上,圆柱外表面粘贴一张未使用的 1/2 规格(中等)金刚砂布.砂布表面的曲率半径应为 3.5in 或 90mm,圆柱的纵轴应水平且与每个通过试样(当它们向前移动并受到砂布摩擦时)的垂面垂直.

1500.3 试验台应以每分钟 28 次循环的速度开始其水平往复运动(简单匀速运动),每次循环包括一个完整的往复运动行程  $6-1/4$ in 或 160mm.每经过 50 次循环使试验台止运动.然后将砂布朝侧面移动少许,这在以后的循环中每个试样就会受到砂布新表面的摩擦.如果在 800 次或以下的摩擦循环中,六个试样中任何一个的尼龙护套和绝缘磨穿从而导体裸露,则导线不合格.

#### 22AWG CXTW 型电线和软线的屈挠

##### 1520 试验

1520.1 从成品电线或软线的样品上截取六个试样.试样不经过处理直接做试验.整个试验期间,设备和试样应与周围空气在  $23.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下处于热平衡状态.

1520.2 每个试样应弯成平底方角的 U 形,U 形的腿应笔直且长度相等.每个 U 形的底部应通过胶带粘接在一根活动的水平圆杆的下侧(图 1520.1 中 A),使得导体的轴线与活动圆杆的纵轴平行,U 形的腿垂直向下伸展至一对直径  $0.50$ in $12.7$ mm 的固定圆杆之间(图 1520.1 中 B).在每条腿的自由端系上一个可施加  $0.75 \pm 0.01$  ozf 或  $0.210 \pm 0.003$ N 或  $21.3 \pm 0.3$ gf 的力的重物.试样的各导体应串连,两根固定杆的纵轴应处于水平面上且应相互平行和与试样粘接其上的活动杆的纵轴平行.调节两根固定杆的间距使得试样悬挂在两根固定杆之间的中心,试样与每侧固定杆之间的距离约  $1/32$ in 或 1mm.导体应通过 15A 的电流.

1520.3 使活动杆以每分钟 12 次循环的速度开始枢轴旋转运动(简单匀速运动),如图 1520.1 虚线所示.每次循环包括一个完整的往复运动完成以屈挠

点为中心的 180° 弯曲.经过 6000 次循环后停止运动,切开试样,检查对着两根固定杆的屈挠点的断线情况.如果在 6000 次屈挠循环中,任何试样的任何一条腿(总共 12 条腿)上一半以上单线断裂,则电线或软线不合格.

图 1520.1 屈挠试验端视图(图略)

**电梯电缆同轴电缆部件的尼龙被覆层开裂或 TFN.TFFN 和 SPT-1 型导线和用户软线的绝缘线芯的尼龙护套开裂**

#### 1540 试验

1540.1 试样空气烘箱老化用设备应如获至宝 420.8 和 420.9 条所述.烘箱温度和老化时间应与被尼龙护套包覆的绝缘材料一样.且依赖软线.同轴部件或导线的温度等级.用于或从电梯电缆中取出的成品同轴电缆部件可中成品软线和装置线中取出的绝缘和护套线志(如果是尼龙护套 SPT-1 型则为完整的护套软线),应用作试样.空气烘箱老化后,从烘箱中取出试样并在静止空气的室温  $23.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下冷却 16~96 小时,然后做屈挠试验.每个试样应紧紧绕包试棒 6 个整圈,试棒直径与同轴电缆部件或绝缘和护套线志的直径相同.相邻的圈应相互接触,试样的两个端头应使用摩擦带牢固地固定在位置上,尼龙的扭绞或弯折不算不合格性能.

**SF-1.SF-2.SFF-1 和 SFF-2 型装置线的屈挠**

#### 1560 试验

1560.1 从采用 22 类硅橡胶的成品装置线的样品上截取试样,将试样放进规定温度下的全通风循环空气烘箱中老化 60 天,然后冷却至室温再卷绕在试棒上 6 个完整的圈.这时试样的编织不应断裂,绝缘不应开裂.试棒直径对于



SF-1 和 SFF-1 型导线应为 1/4in 或 6.5mm,对于 SF-2 和 SFF-2 型导线应为 1/2in 或 13mm.

## 屏蔽软线的屈挠

### 1582 试验

1582.1 从成品屏蔽软线的样品上截取 6 个长 15ft 或 5m 的试样,试样不经任何处理直接做试验.整个试验期间,设备和试样应与周围空气在  $23.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下处理热平衡状态.

1582.2 采用如图 1582.1 所示的设备或数台这样的设备做试验.其中滑轮应安装在穿梭器上使得试样在滑轮之间运动时保持水平.试验所用的重物.滑轮和电流应如表 1582.1 所列,试样端头的夹具与止挡的相对位置应如图所示布置使得位力总是由穿梭器离之而去的重物施加,在整个试验期间,试样中的动力线芯应串连在一起并传输 1582.1 所列的电流.电路应包括一个计算循环次数的装置,直至完成 15000 次循环或直至一根动力线芯断线从而发生开路使试验停止.

图 1582.1 屏蔽软线屈挠设备(图略)

软线中动力线 志的 AWG 规格	由软线试样每端 的重物施加的力			滑轮底部的直径 (圆槽)		动力线芯的电流	
	kgf	N	lbf	mm	In	带 2 根动力线 芯的软线 A	带 3 根动力线 芯的软线 A
18	1	9.79	2.2	80	3.15	10	7
17	1	9.79	2.2	80	3.15	12	-
16	1.5	14.7	3.3	120	4.72	13	10
15	1.5	14.7	3.3	120	4.72	-	-
14	1.5	14.7	3.3	120	4.72	18	15
12	1.5	14.7	3.3	120	4.72	25	20
10	1.5	14.7	3.3	120	4.72	30	25
8	1.5	14.7	3.3	120	4.72	40	35
6	1.5	14.7	3.3	120	4.72	55	45

4	1.5	14.7	3.3	120	4.72	70	60
2	1.5	14.7	3.3	120	4.72	95	80

1582.3 当试样就位动力线芯中流过规定的电流时,穿梭器开始其水平往复运动,该运动的速度应为恒定的 0.33m/s 或每分钟 12 次循环,每次循环包括一个完整的往复运动行程约 1m 或 39.4in,这样的运动应持续至完成 15000 次循环或在低于该循环次数下一根动力线芯断开从而试验自动结束.

1582.4 如果 6 个试样中任何一个试样的任何一根动力线芯在低于 15000 次循环下断开,则软线不合格.

## **THWN-2、THWN 和 THHN 型导线的尼龙护套的卷解试验.**

### **1590 试验**

1590.1 取一个 14、12 或 10AWG 成品 THWN-2、THWN 和 THHN 型导线的试样,将试样卷绕在一根光滑的金属试棒上 4 圈,试棒直径为试样直径的 6 倍.将试样的两个端头固定在试棒上使得固定装置之间的完整的 4 圈试样暴露在空气中,将试样和试棒悬挂在以  $95.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $203.0 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ) 温度运行的全通风循环空气烘箱中 24 小时,然后从烘箱中取出试样和试棒,并放进保持在  $24.0 \pm 23.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ )  $3.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 5.4^{\circ}\text{F}$ ) 温度的干燥器中冷却 1 小时,从干燥器中取出试样后,立即以每圈 4 秒的速度展开试样,然后检查试样表面有无裂.任何试样上护套的任何开裂均算作不合格性能.

### **1600 金属护套的比较**

1600.1 抗压试验---电缆应放在平坦的水平钢板与实心钢杆之间受挤压,压力由重物施加或是压力机施加压力机的两夹以  $0.50 \pm 0.05\text{in}/\text{min}$  或是  $10 \pm 1\text{mm}/\text{min}$  的速度接近.每块钢板应宽 2in 或是 50mm。一根直径为 3/4in 或

是 19mm 长度至少为 6in 或是 150mm 的实心钢杆应通过螺栓或其它方法固定在下钢板的上面，两块钢板与钢板的纵轴应位于同一直面上。在整个试验期间，试样。试验的设备和周围的空气应在  $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下处于热平衡状况。

1600.2 应采用连续长度至少为 36in 或是 915mm 的受定金属护套电缆作试验，被试电缆在长度方向上 3 个点受挤压。在试验之前应在试样上量出被挤压的试验点并使用粉笔或其它无毒颜料作标记。第一个标记点应位于距离试样 9in 或是 230mm 处，其余两个标记点以 9in 或是 230mm 的间距沿试样长度标准。

1600.3 将试样的第一个试验点放置并固定在钢杆上使得试样的纵轴水平，与钢杆的纵轴垂直且位于横向等分上。下钢杆和钢杆的垂直面上。使上钢板恰好抵着试样。如果使用重物挤压电缆。将重物使用压力机作试验，应使用上钢板  $0.50 \pm 0.05\text{in}/\text{min}$  或是  $10 \pm 1\text{mm}/\text{min}$  的速度下降从而增加对试样的压力直至达到最大压力的水平。在这个压力下，对照电缆在另外的抗压试验中破裂。保持该压力水平 60 秒。然后通过撤去重物压力减至零。或是在使用压力机的情况下以  $0.50 \pm 0.05\text{in}/\text{min}$  或是  $10 \pm 1\text{mm}/\text{min}$  的速度提起上钢板使电缆自由。

1600.4 然后向前移动被试电缆以便对其余 2 个试样点做试验，总共进行 3 次挤压。在 3 个受过挤压的位置上检查外护套或金属护套和每根导体的绝缘。如果 3 个试验点中任何一个点上外护套或是任何绝缘出现裂缝，或是其它破裂。则被试电缆不适合做电缆标准规定的 200lbf 或是 890N 或是

91KGF 小于导体绝缘挤压试验。护套或是绝缘或是两者压扁无破裂，忽略不计。

1600.5 冲击实验---冲击砧为一块实心的矩形钢块，长 4-3/4in 或 212mm，宽 3in 或 76mm 和高 5in 或 127mm。钢块应固定在水泥地。建筑构架或其它硬性支撑面上使得其上表面（4-3/4in×3in 或 212mm×76mm）水平。

1600.6 使用 3 lb 或 1.36kgf 的冲击锤.该冲击锤为一个实心钢圆柱,直径为 1-1/4in 或 31.8mm,下端(撞击电缆的表面)边缘应磨圆至 1/16in 或 1.5mm 曲率半径.

1600.7 支撑冲击锤使其冲击面水平.通过冲击锤重心和静止的冲击砧重心的垂线,应与通过冲击锤冲击面几何中心和静止的冲击砧上表面几何中心的垂线重合.当钢锤下落时和撞击试样后,一对导轨或其它垂直导向装置限制钢锤的运动并使其冲击面保持水平.但该导向装置不得干扰钢锤的自由落体运动.导向装置的顶部应配备一个机构以便释放冲击释放冲击锤让其自由从高处落下并撞击试样.应设法使钢锤每次下落时只撞击试样一次.

1600.8 在整个试验期间,试样.试验设备和周围空气应在  $24.0 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$  ( $75.2 \pm 14.4^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下达到相互热平衡.

1600.9 应采用连续长度至少为 11ft 或 3.35m 的受鉴定金属护套电缆做试验,被试电缆在长度方向上 10 个点受冲击.在试验之前应在试样上量出被冲击的试验点并使用粉笔或其它无毒颜料作标记,第一个标记点应位于距试样一端 12in 或 305mm 处,其余 9 个标记点应以 12in 或 305mm 的间距沿试样长度标定.

1600.10 电缆中每根绝缘动力线芯应与一个 3W、120V 氖灯串联并接到 2 相 120V, 48~62Hz 接地的交流电源电路的带电导体上。被试电缆的金属护套应接到冲击设备的所有部件上。接到接地端子上并接到接地的电源线上。

1600.11 冲击重物固定在冲击砧上方数个电缆直径的高难度度,将被试电缆的第一个冲击点放置并固定在冲击砧上使得电缆的纵轴水平,且位于通过 1600.7 所述的重合的垂线的垂面上。调节冲击锤的位置使得其下表面高出被试电缆上表面的高度等于在另外的采用对照电缆做的试验中冲击锤释放并冲击电缆的高度。冲击锤应从这个高度释放,在导向装置中自由落下并撞击试样一次,然后立即提升至并固定在原先的高度,注意并记录在冲击时任何或所有氖灯是否发亮,氖灯发亮指示动力线芯之间或一根或数根动力线芯与金属护套之间瞬时接通或以其它方式接通。

1600.12 向前推进被试电缆使其余 9 个试验点也受到冲击,总共冲击 10 次。如果 10 个冲击点中有 2 个以上冲击点灯发亮,则被试电缆不适合做电缆标准规定的 200 lbf 或 890N 或 91kgf 小压力导体绝缘挤压试验。

带子以外纤维维护层的吸温性。

## 1610 试验

1610.1 该项试验的设备包括含无水氯化钙的干燥器。一组直径如表 1610.1 所列的试棒,一台精确到 10mg 的快速稳定天平和一个搅拌  $21.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $69.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ) 温度的恒温水浴。该水浴应配备一个盖子或设法防止灰尘落入或在试验中放进一个密封试验箱中。如果任何时候水变脏或呈现灰法或腊表面薄膜,应替换成新鲜水。

1610.2 在剪切成规定尺寸试样之前,被试电线电缆或缆芯的成圈或其它形式样品应获得  $21.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $69.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ) 的室温.被试样品的摆弄和弯曲应减至进行试验所需的最小限度.

1610.3 从被试电线电缆或缆芯的成圈或其它形式样品上截取一个  $24 \pm 1/4\text{in}$  或  $610 \pm 6\text{mm}$  长的试样.试样应卷绕在试棒上,试棒直径对于单芯导线应如表 1610.1 所列,对于多心电缆或缆芯应如表 1610.2 所列.对于 2AWG 或更细的导线或对于表 1610.2 所列的 F 值为 2 或 3 的多心电缆或缆芯,应将试样卷绕在试棒上成最大适合试棒的完整的圈数,卷绕在试棒上的试样应绷紧,相邻圈隔开  $1/8 \sim 1/4\text{in}$  或  $3 \sim 6\text{mm}$ ,并且在试样的两端应各留下  $2 \sim 2-1/2\text{in}$  或  $50 \sim 60\text{mm}$  直线部分从试棒上伸展出去.对于大于 2AWG 导线或对于表 1610.2 所列的 F 值为 4.5、6 或 10 的多心电缆或缆芯,应将试样卷绕试棒半圈.

表 1610.1

单芯导线吸湿和低温弯曲试验用试棒直径

导体规格	试棒直径	
	in	mm
14AWG	0.313	8
13	0.350	9
12	0.375	9
11	0.415	11
10	0.563	14
9	0.585	15
8	0.688	17
7	0.740	19
6	1.250	32
5	1.305	33
4	1.375	35
3	1.458	37

2	1.563	40
1	2.688	68
1/0	2.875	73
1/0	3.000	76
3/0	3.250	83
4/0	3.500	89
250 kcmil	5.188	132
300	5.500	140
350	5.875	149
400	6.250	159
450	6.625	168
500	6.750	171
550	10.500	267
660	11.000	279
650	11.250	286
700	11.500	292
750	12.000	305
800	12.250	311
900	12.875	327
1000	13.500	343
1100	17.000	432
1200	17.250	438
1250	17.500	445
1300	17.750	451
1400	18.125	460
1500	18.500	470
1600	18.875	479
1700	19.375	492
1750	19.750	502
1800	19.875	505
1900	20.125	511
2000	20.500	521

表 1610.2

多芯电缆或缆芯吸湿和低温弯曲试验用试棒直径 F 值

成品电缆或缆芯计算外径		为获得试棒直径成品电 缆或缆芯计算外径必须 乘以的系数 F
in	mm	
0~0.375	0~9.52	2
0.376~0.500	9.53~12.70	3

0.501~0.750	12.71~19.05	4.5
0.751~1.125	19.06~28.58	6
1.126~1.500	28.59~38.10	9
大于 1.500	大于 38.10	10

1610.4 不影响试样形状将它从试棒上取下并放进  $21.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  ( $69.8 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$ ) 的含无水氯化钙的干燥器中至少 18 小时. 然后从干燥器中取出试样并称重精确到 10mg, 该重量记作 W.

1610.5 然后将试样浸入自来水水浴中使得导线圈或  $180^{\circ}$  弯曲线两端各伸出水面  $1 \pm 1/8\text{in}$  或是  $25 \pm 3\text{mm}$  浸入水中 24 小时后, 从水浴中取出试样, 猛烈挥动 5 秒钟以除去粘附的潮分并在从水中取出 2 分钟后再次重称, 该重量记作 W1. 然后从试样的全长上剥去除带子以外的所有纤维护层. 然后称重导体, 绝缘和带子. 如果是铠装电缆用缆芯. 在一次试验中将外纤维和护层和各种绝缘线芯的纤维护层一起剥去而第二次试验只在各绝缘线芯的纤维护层上进行, 该重量记作 W2.

1610.6 试样的吸湿性不必对伸出水面的试样部分进行校准, 吸湿百分率通过一下公式表示:

$$\frac{100(W1-W)}{W-W2}$$

## 纤维被覆电线电缆的落粒和滴液

### 1630 试验

1630.1 将一根 7in 或是 180mm 长的成品纤维被覆电线或是电缆的试样固定一个全通风循环空气烘箱的底以上的水平位置 7 天进行老化处理。烘箱的温度为电线或电缆的客定温度  $\pm 1.0\text{C}$  ( $\pm 1.8\text{F}$ ), \烘箱的底板上摆满干净的铝箔或是白纸。如果在这 7 天中没有粒子或液滴从电线或是电缆落到白纸



或是铝箔上，则浸入渍剂，或是精剂或是任何润滑剂符合要求。

## **HPN 型软线的发弧**

### **1670 燃烧试验**

1670.1 将成品 HPN 型软线（含两根动力线芯和一根或是无接地线芯）的样品的一端切除使得切端面平坦与软线的纵轴垂直。将软线展直并平放在一导电不燃烧的水平表面上，使得 4 in 或是 100mmR 软线在切端伸出支撑表面的边缘以外。在与切端相对的软线一端。将动力线芯接到一个 120V，48-62Hz 正弦波或近似正弦波支线交流电源电路上，该电路接一个 15A 熔断器或是断路器，它具有的容量能使短路电流引起熔断器开关断路。任何接地线芯不接入电路。

1670.2 使用梯里尔喷灯，本生喷灯或是类似合适的合适的气体喷灯作试验。该喷灯具有一个内径为 3/8in 或是 9.5mm 的垂直喷火管，喷火管在空气中进气口中方伸展 4IN 或是 10MM。点燃喷灯，调节火苗至稳定状况火的高度为 1-1/2IN 或是 38MM 火的温度 816C（1500F）或是以上。使用铬---铝热电器测量温度。使喷火管垂直。将喷灯放在软线自由端的下方使得蓝色内火尖端触及软线扁平下侧。接应点应位于导体之间的中点且距软线切端 1/2IN 或是 13MM 火应施加 120 秒，然后移开。如果施加火过程中导体间发弧或是熔断器断开，则软线不合格。

### **1680 单线断裂试验**

1680.1 应从包含两根动力线芯带或是不接地线芯的软线上截取 40IN 或 1M 长的试样做试验。每根动力线芯的两端应剥去绝缘以便接线。任何接地线

芯让它留着但不做试验取一个市售的与被试软线的型号和规格适应力消除套管，将该套管如设计的那样安装在距试样一端 24IN 或是 610MM 的软线上。

1680.2 试样通过该套管固定在屈挠试验机上使得 24IN 或是 610MM 的软线端头垂直悬挂地套管的下方。各动力线芯应相互串联。并与指示灯或是其它动力线芯断线指示装置和一个 24V，48-62Hz 交流电源电路连接。该电源在不超过 200MA 的电流下运行。在套管下方 8-1/2IN 或是 215MM 的软线位置上系上一个重物，重物施加的力如表 1680.1 所列。

表 1680.1

单线断裂屈挠试验用重物

重物			
动力线芯 AWG 规格	lbf	N	Gf
18	2	8.9	907
17	2.5	11.1	1134
16	3	13.3	1361
14	4	17.8	1814
12	5	22.2	2268

1680.3 试验机应在软线从套管出来的点上使软线向两侧弯曲。该弯曲为一种简单匀速运动，速度为或是近似于每分钟 12 次循环。每次循环包括使软线从原来的垂直位置弯曲 90 至水平位置。再回弯 180 至另一侧的水平位置，最后回到原来的位置。在整个弯曲中，软线中各动力线应始终处于同一垂

面中，弯曲应持续至一根动力线芯中所有的单线均不断裂，这可由指示灯或是其它装置指示，动力线芯断裂后将使屈挠试验机停机。

1680.4 取出应力消除套管，检查试样的绝缘损坏情况，如果发现绝缘上有裂纹，开裂或其它损坏。或是任何单线从绝缘中伸出，应放弃该试样并准备一个新试样进行弯曲循环直至一根动力线芯断裂。然后再检查绝缘破损情况。不过在这次弯曲循环中系在软线上的重物应减小使得动力线芯断裂时绝缘上无任何可见的损坏。

1680.5 然后用漂白的奶酪布包覆未损坏的试样四层，该奶酪布宽 2in 或 50mm、单位重量尺寸为 14~15 yb/lb 或 26~28m<sup>2</sup>/kg 纵横密度为 32×28(边长 1.英寸的正方形在一个方向上具有 32 根纱线在另一个方向上具有 28 根纱线或边长 1.厘米的正方形在一个方向上具有 13 根纱线在另一个方向上具有 11 根纱线).奶酪布应以动力线芯的断裂点为中心紧紧包覆试样并通过另一个比 1680.1 条所述的更大的应力消除套管(见表 1680.2 列出的一些合适的软线/套管组合)固定在位置上.该套管应在距动力线芯断裂点 1/4in 或 5mm 处安装在奶酪布包覆的软线上.

软线结构	典型套管
18/2,18/3,16/2	SR-4K-1
16/3	SR-5W-1
14/2,14/3 大尺寸	SR-33-1
14/2,14/3 大尺寸	SR-34-2
a 表列套管不是必需的,这些列出的套管仅为导则,因为选择套管很困难,而这些套管已成功用于许多试验.如果被试软线尺寸和包覆软线的奶酪布需要的话,应使用其它套管.表列套管为 Heyco 套管,由 heyman 制造公司制造,地址 Keniworth,New Jersey 07033	

1680.6 如图 1680.1 条所示,试样通过该套管固定在一个垂直的金属板托架中,在套管穿过托架的垂面的点上,试样的纵轴应水平.奶酪布包覆的动力线芯

的断裂点应位于托架的前方.

1680.7 如图 1680.1 所示,断裂的动力线芯两个裸露端应与一个可变电阻器.一台合适量程的交流电流表、过压保护和  $120 \pm 2\text{V}$ 、 $48 \sim 62\text{Hz}$  电源电路串连在一起.一盏  $120\text{V}$  氖灯可与断裂的动力线芯并联或可变电阻器并联.该氖灯用于指示试样受到弯曲时节试样电路断开(与断裂导体并联时灯发亮,与电阻器并联时灯熄灭)或闭合(与断裂导体并联时灯熄灭,与电阻器并联时灯发亮).未断裂的动力线芯和接地线芯让留着但不接入电路中.

图 1680.1 发孤电路(图略)

1680.8 调节可变电阻器使得流过断裂动力线芯的电流为表 1680.3 所列数值.

表 1680.3

流过断裂动力线芯的电流

软线中动力线芯 AWG 规格	电流均方根值 A
18	$10.0 \pm 0.05$
16	$15.0 \pm 0.05$
14	$20.0 \pm 0.05$
12	$30.0 \pm 0.05$

1680.9 当电流流过试样时,应在距动力线芯断裂点  $7\text{-}3/4\text{in}$  或  $197\text{mm}$  处(图 1680.1 中 G 点)夹住试样.然后在不使绝缘受到物理应变的条件下使软线前后运动从而电路在动力线芯的断裂点处一会儿断开一会儿闭合,这可由氖灯发亮和熄灭指示.每次断开和闭合循环需  $3 \sim 4$  秒.经过 20 次电路断开和闭合循环后,使试验中止.

1680.10 如果绝缘烧穿(这可由起火.发光或奶酪布烧焦证明),应停止试验,在 20 次或以下循环次数中绝缘烧穿为不合格性能.

1680.11 如果对于未烧穿的试样因动力线芯的断裂头之间不再接触而未完

成 20 次循环,应废弃该试样并采用新试样重做试验.

## 不可擦油墨印字的耐久性

### 1690 试验

1690.1 从任何合适规格的被试成品电线电缆的样品上截取两根 300mm 或 12in 直线状的单芯或多芯结构试样.试样应尽量少地摆弄,并不可擦拭.刮削或以任何其它方法进行清洁.

1690.2 其中一个试样应放进符合 420.8~420.9 条的循环空气烘箱(包括每小时 100~200 次新鲜空气换气)中进行老化,老化温度和时间按对于外表面印字的绝缘或护套材料的规定.从烘箱中取出试样后,放在静止空气中冷却 60 分钟至室温,然后做试验.另一个试样应放在  $23.0 \pm 5.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 9.0^{\circ}\text{F}$ ) 的静止空气中至少 24 小时,然后做试验.

1690.3 采用一个重物做试验,该重物的下表面车成平坦的矩形表面,尺寸  $25\text{mm} \times 50\text{mm}$  或  $1\text{in} \times 2\text{in}$ .该重物的高度应一致以保证重量在下表面整个面积上平均分布.使用夹具或其它装置使重物的下表面固定一层厚度为 1.2mm 或 0.047in 的纸毛毡(成份不规定).未安装纸毛毡时,重物和将毛毡固定在重物上的装置应对试样施加  $450 \pm 5\text{ g}$  或  $1\text{ lbf} \pm 0.2\text{ ozf}$  或  $4.45 \pm 0.06\text{N}$  的力.可用毛毡做几次试验,但当毛毡的纤维压扁或受污染时,应调换毛毡.不使用时,应将重物的不覆盖毛毡的一面朝下安放储存.整个试验期间,试样.试验设备和周围空气应在  $23.0 \pm 5.0^{\circ}\text{C}$  ( $73.4 \pm 9.0^{\circ}\text{F}$ ) 的温度下处于热平衡状态.每个试样应放在一个坚固.平坦和水平的表面使得印字朝上且位于试样长度的中心.每个试样的两端应围绕支架弯曲或采用其它方法固定

以防止绝缘或护套的印字区域从重物下面翻转出来。

1690.4 将重物带毛毡的一面放在试样印字区域使得毛毡表面水平且毛毡表面 50mm 或 2in 的尺寸与试样长度平行。当重物如此安放在试样上时,用手使毛毡在试样的印字区域纵向滑动总共 3 次循环,每次循环包括覆盖试样整个长度的一个完整的往复运动。这 3 次摩擦循环应以均匀的速度进行,总共化 5~10 秒时间然后采用第二个试样重复上述步骤。如果两个试样中有任何一个试样上印字不可读,则电线或电缆上印字不合格。

-----the end-----