

电器布线电线电缆 及其试验方法

Standard for Appliance Wiring Material

UL 758/2010

ISBN-7629-1166-2

上海电缆研究所电线电缆信息中心

333 Pfingsten Road
Northbrook, IL 60062-2096
UL 电器布线电线电缆安全标准, UL758
2010-4-24, 第二版

本版标准包含以下变更:

1. 整体型绝缘及护套厚度测量明确;
2. 与法定标准值对应的公制单位数值的更正;
3. 删掉 AWG 线规要求中的 No. 及 Nos 参照;
4. 规定用到电线电缆及软线参考标准 UL1581 中的材料的限定;
5. 增加对尼龙护层及尼龙护套的抗张及伸长的要求;
6. 修定对多层结构的介质试验及挠曲性评估要求;
7. 增加聚酯材料标准的一般温度等级 - 长期物性评估 (UL746B 覆膜绝缘);
8. 修正表 7.6 的标题;
9. 删除导电聚酯层颜色的规定;
10. 明确绞合芯线绞距的要求;
11. 增加对长期物性试验样件数的规定;
12. 修正对 14.4 章节, 规定伸长恢回应记录;
13. 明确热压变形试验要求;
14. 明确热压变形要求;
15. 明确热压变形中有外被的样品做管状试样的条件
16. 增加 Mppe-PE 材质的参照
17. 明确热冲击试验温度要求
18. 修定表 24.1 材质术语的一致性
19. 增加油墨印字牢固度试验
20. 增加挤压试验要求
21. 明确试验样品的结构要求
22. 修定 VW-1 燃烧试验要求
23. 明确生产线耐压试验的失败准则

目录

导论	.....
1 范围	.....
2 总则	.....
2.1 部件	.....
2.2 测量单位	.....
2.3 未注明日期的参照	.....
结构	.....
3 总则	.....
4 材料	.....
5 导体	.....
5.1 总则	.....
5.2 金属	.....
5.3 尺寸及横截面积	.....
5.4 金属镀层/涂层	.....
5.5 接头	.....
5.6 导体电阻	.....
5.7 绞合	.....
5.8 隔离体	.....
6 光纤元件	.....
7 绝缘	.....
7.1 总则	.....
7.2 材质	.....
7.3 厚度	.....
8 护套	.....
9 填充物	.....
10 被覆层	.....
11 屏蔽	.....
12 成缆	.....
13 外护套	.....
13.1 总则	.....
13.2 材质	.....
13.3 厚度	.....
性能	.....
热学和化学性能试验	.....
14 未老化和空气烘箱老化绝缘和护套的物理性能	.....
15 浸油老化绝缘和护套的物理性能	.....
16 耐汽油绝缘和护套的物理性能	.....
17 耐日光绝缘和护套的物理性能	.....
18 导体腐蚀性试验	.....
19 变形试验(仅适用于热塑性和 XL 级材料)	.....
20 空气烘箱处理后柔韧性测试	.....
21 热冲击试验(仅适用于热塑性材料)	.....
22 低温弯曲试验	.....
23 脱层试验	.....
24 绝缘回缩试验-仅用于特种等级电视线	.....
25 耐臭氧试验-仅用于特种等级电视线	.....
26 油墨印字耐擦试验	.....
机械性能试验	.....
27 耐压裂试验	..... 65

电器性能测试.....	
28 介质耐压试验, 方法 I.....	
29 介质耐压试验, 方法 II.....	
30 介质耐压试验, 方法 III.....	
31 高压直流线介质耐电压试验, 方法 I.....	
32 高压直流线介质耐电压试验, 方法 II.....	
33 高压切通试验, 仅用于特种电视线.....	
34 室温水中期绝缘电阻试验 (潮湿场所 AWM)	
35 室温水中长期绝缘电阻试验 (潮湿场所 AWM)	
36 温度校正系数 (潮湿场所 AWM)	
37 电容和相对电容率试验 (潮湿场所 AWM)	
38 稳定因数 (潮湿场所 AWM)	
燃烧性能试验.....	
39 适用内部布线用途的水平燃烧试验.....	
40 垂直燃烧试验.....	
41 VW-1 燃烧试验.....	
42 FT1 燃烧试验.....	
43 FT2 燃烧试验.....	
制造和生产试验.....	
44 导体连续性试验.....	
45 火花试验.....	
46 生产线介质试验.....	
标志.....	
47AWM 的表面标志.....	
48 标牌, 线盘或纸箱上的标志.....	
49 多重标志.....	

导论

1 范围

- 1.1 本标准适用于电器布线线缆(AWM)，这些布线线缆可以是单芯电线、多芯电缆、光纤或用作多芯电缆构件的绝缘线芯和光纤元件。
- 1.2 适用于本标准的电器布线线缆(AWM)，仅用作工厂安装布线，它们可以是电器或其它设备外壳内的布线（内部布线），或电器之间的互连线（外部布线），或作为多芯电缆的构件用于进一步加工。
- 1.3 本标准不适用于目前由美国国家电气规程（NEC）NFPA70 纳入的任何电线、电缆或软线，如果它们在拟用于的最终产品的安装说明范围外不打算按 NEC 规程敷设在建筑或结构中的话。
- 1.4 适用于本标准的电器布线线缆(AWM)，最低工作温度为 60°C (140° F) 干燥环境，最低额定电压为 30V。导体规格从 50AWG~2000kcmil 不等。完全由光纤元件组成的电器布线线缆或由导线与光纤元件复合组成的电器布线线缆，也适用于本标准。
- 1.5 本标准不涉及任何光纤元件或光纤元件组的光学性能。
- 1.6 除了上述结构的电线电缆外，本标准还建立了评件特殊结构电线电缆的导则，这些电线电缆由于拟用于的最终产品的性质不需要满足通用电器布线线缆的全部要求。
- 1.7 电器布线线缆（AWM）的最终验收，取决于它在符合适用标准的完整设备中的使用。

2 总则

2.1 部件

2.1.1 除了 2.1.2 条注明的情况外，适用于本标准的产品的部件应满足于该部件规定的要求。

2.1.2 下列部件不需满足本标准的特定要求：

- a) 具有在适用于本标准的产品的部件使用中不需要的性能或特性；
- b) 被本标准的一项要求代替。

2.1.3 部件在使用中应符合为拟订的使用条件而建立的认可额定值。

2.1.4 某些特定的部件被认为是结构性能不完整可功能受限制的部件。这类部件只应在限定的条件下使用，例如在不超过规定极限的温度下使用，而肯只能在那些对于它们认可的特定条件下使用。

2.1.5 为拟订的用途而评价的聚合物材料，可用于表 2.1 所列的绝缘和护套。

表 2.1 电线电缆用聚合物材料及其 AWM 额定值

AWM 额定值	绝缘平均厚度		混合料用途和/或额定值
	in	mm	
耐日光	0.030	0.76	额定耐日光 720 小时的 PVC 或 TPE 外绝缘或护套
W60C(60°C潮湿)	0.030	0.76	额定用于 TW 型热塑性绝缘线的 PVC 绝缘 额定用于 THW 或 THHW 型热塑性绝缘线的 PVC 绝缘
W60C 或 W75C (60°C或 75°C潮湿)	0.030	0.76	额定用于 THWN 型热塑性绝缘线的 PVC 绝缘
W60C 或 W75C (60°C或 75°C潮湿)	0.015	0.38	额定用于 THWN-2 型热塑性绝缘线的 PVC 绝缘
W60C 或 W75C 或 W90C (60°C、75°C或 90°C潮湿)	0.015	0.38	

2.2 测量单位

2.2.1 没有括号的测量值是标准要求，用括号的数值是说明性或近似值。

2.2.2 除非另有规定，本标准所述的所有电压值皆为均方根值。

2.2.3 如果一项要求适用于公制单位，则应使用公制单位校验的设备。

2.3 未注明日期的参考文献

2.3.1 本标准中引用的未注明日期的规程或标准，应视为该规程或标准的最新版本。

2.3.2 如果本标准中某处使用“UL1581”一词，应参阅“电线、电缆的软线参考标准”（UL1581）的指定条目。

结构

3 总则

3.1 使用在特定的最终产品上的 AWM 的可接受性根据每一个体结构及燃烧等级进行判定。

3.2 表 3.1~3.7 为典型的 AWM 导线的结构细则和基本试验方法的索引表。

表 3.1

押出型单芯或多芯线

导体 材质 尺寸	见导体, 第 5 章节 见导体, 第 5 章节
绝缘 材质 厚度	见绝缘, 第 7 章节 见绝缘, 第 7 章节
护层 材质	见护层, 第 8 章节
标志	见 AWM 表面标志, 第 47 章节及标牌, 线盘或纸箱上的标志, 第 48 章节
<p>基本试验:</p> <p>老化前, 老化后 (第 14 章节) 绝缘和被覆物理性能</p> <p>导体腐蚀试验, 第 18 章节</p> <p>热压变形试验 (仅适用于热塑性和 XL 级材质), 第 19 章节</p> <p>空气烘箱处理后柔韧性测试, 第 20 章节</p> <p>热冲击试验 (仅适用于热塑性材质), 第 21 章节</p> <p>低温弯曲试验, 第 22 章节</p> <p>耐压裂试验, 第 27 章节</p> <p>介质试验, 方法 I, 第 28 章节</p> <p>介质试验, 方法 II, 第 29 章节</p> <p>介质试验, 方法 III, 第 30 章节</p> <p>内部布线用水平燃烧测试, 第 39 章节</p> <p>可选的测试/额定值: 见表 3.7</p>	

表 3.2

非押出型单芯线

导体 材质 尺寸	见导体, 第 5 章节 见导体, 第 5 章节
绝缘 材质 厚度	见绝缘, 第 7 章节 见绝缘, 第 7 章节
标志	见 AWM 表面标志, 第 47 章节及标牌, 线盘或纸箱上的标志, 第 48 章节
<p>基本试验:</p> <p>导体腐蚀试验, 第 18 章节</p> <p>空气烘箱处理后柔韧性测试, 第 20 章节</p> <p>低温弯曲试验, 第 22 章节</p> <p>介质试验, 方法 I, 第 28 章节</p> <p>介质试验, 方法 II, 第 29 章节</p> <p>内部布线用水平燃烧测试, 第 39 章节</p> <p>可选的测试/额定值: 见表 3.7</p>	

表 3.3

押出整形绝缘及外被的平等线

导体 材质 尺寸	见导体, 第 5 章节 见导体, 第 5 章节
整形绝缘及外被: 材质 厚度	见绝缘, 第 7 章节; 外被, 第 13 章节 见绝缘, 第 7 章节; 外被, 第 13 章节
护层 材质	见护层, 第 8 章节
标志	见 AWM 表面标志, 第 47 章节及标牌, 线盘或纸箱上的标志, 第 48 章节
<p>基本试验:</p> <p>老化前, 老化后 (第 14 章节) 绝缘和被覆物理性能</p> <p>导体腐蚀试验, 第 18 章节</p> <p>热压变形试验 (仅适用于热塑性和 XL 级材质), 第 19 章节</p> <p>空气烘箱处理后柔韧性测试, 第 20 章节</p> <p>热冲击试验 (仅适用于热塑性材质), 第 21 章节</p> <p>低温弯曲试验, 第 22 章节</p> <p>介质试验, 方法 I, 第 28 章节</p> <p>介质试验, 方法 II, 第 29 章节</p> <p>介质试验, 方法 III, 第 30 章节</p> <p>内部布线用水平燃烧测试, 第 39 章节</p> <p>垂直燃烧试验, 第 40 章节</p> <p>可选的测试/额定值: 见表 3.7</p>	

表 3.4

非整形外被的多芯线

导体 材质 尺寸	见导体, 第 5 章节 见导体, 第 5 章节
绝缘芯线:	见绝缘, 第 7 章节; 线材的额定电压、额定温度不能高于芯线或光纤组件中的最低的额定值。 用于潮湿环境的线材 (60C、75C、90C) 其芯线也应能符合相应的耐潮湿要求。
护层 材质	见护层, 第 8 章节
屏蔽	见屏蔽, 第 11 章节
外被: 材质 厚度	见外被, 第 13 章节 见外被, 第 13 章节
标志	见 AWM 表面标志, 第 47 章节及标牌, 线盘或纸箱上的标志, 第 48 章节
<p>基本试验:</p> <p>绝缘芯线测试参照表 3.1, 3.2, 3.3 或 3.5</p> <p>老化前, 老化后 (第 14 章节) 外被物理性能</p> <p>热压变形试验 (仅适用于热塑性和 XL 级材质), 第 19 章节</p>	

空气烘箱处理后柔韧性测试，第 20 章节 热冲击试验（仅适用于热塑性材质），第 21 章节 低温弯曲试验，第 22 章节 内部布线用水平燃烧测试，第 39 章节 垂直燃烧试验，第 40 章节 可选的测试/额定值： 见表 3.7
--

表 3.5

Bonded 型及层叠型扁平排线

导体 材质 尺寸	见导体，第 5 章节 见导体，第 5 章节
绝缘 材质 厚度	见绝缘，第 7 章节 见绝缘，第 7 章节
护层 材质	见护层，第 8 章节
标志	见 AWM 表面标志，第 47 章节及标牌，线盘或纸箱上的标志，第 48 章节
基本试验： 老化前，老化后（第 14 章节）绝缘和被覆物理性能 –仅测 Bonded 型 导体腐蚀试验，第 18 章节 热压变形试验（仅适用于热塑性和 XL 级材质），第 19 章节 空气烘箱处理后柔韧性测试，第 20 章节 热冲击试验（仅适用于热塑性材质），第 21 章节 低温弯曲试验，第 22 章节 脱层试验，第 23 章节 –仅适用于层叠型 介质试验，方法 I，第 28 章节 介质试验，方法 II，第 29 章节 介质试验，方法 III，第 30 章节 内部布线用水平燃烧测试，第 39 章节 可选的测试/额定值： 见表 3.7	

表 3.6

押出型绝缘高压 DC 线

导体 材质 尺寸	见导体，第 5 章节 见导体，第 5 章节
绝缘 材质 厚度	见绝缘，第 7 章节（仅适用于实体绝缘） 见绝缘，第 7 章节
护层 材质	见护层，第 8 章节
标志	见 AWM 表面标志，第 47 章节及标牌，线盘或纸箱上的标志，第 48 章节
基本试验： 老化前，老化后（第 14 章节）绝缘和被覆物理性能	

导体腐蚀试验, 第 18 章节 热压变形试验 (仅适用于热塑性和 XL 级材质), 第 19 章节 空气烘箱处理后柔韧性测试, 第 20 章节 热冲击试验 (仅适用于热塑性材质), 第 21 章节 绝缘回缩试验-仅用于特种等级电视线, 第 24 章节 耐臭氧试验-仅用于特种等级电视线, 第 25 章节 高压直流线介质耐压试验, 方法 I, 第 31 章节 高压直流线介质耐压试验, 方法 II, 第 32 章节 高压切穿试验 (仅适用于特定电视线), 第 33 章节 内部布线用水平燃烧测试, 第 39 章节 VW-1 燃烧试验 (电视线要求做), 第 41 章节 可选的测试/额定值: 见表 3.7
--

表 3.7
 可选试验及额定值

燃烧试验	VW-1 燃烧测试, 第 41 章节 FT-1 燃烧测试, 第 42 章节 FT-2 燃烧测试, 第 43 章节
机械性能测试	耐压测试, 第 27 章节
耐日光试验	绝缘及外被物理性能, 耐日光; 第 17 章节
耐煤油及耐汽油试验	绝缘及外被浸油老化物理性能, 第 15 章节 绝缘及外被耐汽油物理性能, 第 16 章节
耐潮湿试验	温度修正系数, 第 36 章节 电容和相对电容率试验, 第 37 章节 短时间水中室温绝缘电阻测试 (所有耐潮湿线材要求), 第 34 章节 长时间水中 50C 条件绝缘电阻测试 (额定 60C WET), 第 35 章节 长时间水中 75C 条件绝缘电阻测试 (额定 75C WET), 第 35 章节 长时间水中 90C 条件绝缘电阻测试 (额定 90C WET), 第 35 章节

4 材料

4.1 AWM 中使用的每种材料应与该电线电缆中所有其它的材料相同

4.2 由于材料可能不相容, 苯乙烯类热处理弹性体如果可能与 PVC 直接能性接触的话不适用于软线. 隔离层是一种防止直接接触的允许的方法. 其它可能不相容的材料组合尚未发现.

5 导体

5.1 总则

5.1.1 单条导体定义为单支导体, 多条导体组成的导体定义为绞合导体. AWG 美国线规、kcmil 千密耳圆、平方毫米每种单位都定义了标称截面积 (如表 5.1), 不因材质不同而有变化, 绞合导体中的单线不要符合某一美国线规或其它标准线规尺寸.

表 5.1
 导体外形尺寸

导体规格 AWG	实心导体直径				绞合导体直径			
	标准值		最小值		标准值		最小值	
	mil	(mm)	mil	(mm)	cmil	(mm ²)	cmil	(mm ²)
50	0.99	0.0251	0.98	0.025	0.980	0.000497	0.980	0.000486
49	1.11	0.0282	1.10	0.028	1.23	0.000624	1.21	0.000613
48	1.24	0.0315	1.23	0.031	1.54	0.000768	1.51	0.000765
47	1.40	0.0356	1.39	0.035	1.96	0.000993	1.92	0.000973

46	1.57	0.0399	1.55	0.029	2.46	0.00125	2.41	0.00122
45	1.76	0.0447	1.74	0.044	3.10	0.00157	3.04	0.00154
44	2.0	0.051	1.98	0.050	4.00	0.00203	3.92	0.00198
43	2.2	0.056	2.18	0.055	4.84	0.00245	4.74	0.00240
42	2.5	0.064	2.48	0.063	6.25	0.00317	6.13	0.00311
41	2.8	0.071	2.77	0.070	7.84	0.00397	7.68	0.00389
40	3.1	0.079	3.07	0.078	9.61	0.00487	9.42	0.00477
39	3.5	0.089	3.47	0.088	12.2	0.00621	11.9	0.00603
38	4.0	0.102	3.96	0.101	16.0	0.00811	15.7	0.00796
37	4.5	0.114	4.46	0.113	20.2	0.0103	19.8	0.0100
36	5.0	0.127	4.95	0.126	25.0	0.0127	24.5	0.0124
35	5.6	0.142	5.54	0.141	31.4	0.0159	30.8	0.0156
34	6.3	0.160	6.24	0.158	39.7	0.020	38.9	0.0197
33	7.1	0.180	7.03	0.179	50.4	0.0255	49.4	0.0250
32	8.0	0.203	7.92	0.201	64.0	0.0324	62.7	0.0318
31	8.9	0.226	8.81	0.244	79.2	0.0401	77.6	0.0393
30	10.0	0.254	9.9	0.251	100	0.0507	98	0.0497
29	11.3	0.287	11.2	0.284	128	0.0647	125	0.0633
28	12.6	0.320	12.5	0.318	159	0.0804	156	0.0790
27	14.2	0.361	14.1	0.358	202	0.102	198	0.100
26	15.9	0.404	15.7	0.399	253	0.128	248	0.126
25	17.9	0.455	17.7	0.450	320	0.162	314	0.159
24	20.1	0.511	19.9	0.506	404	0.205	396	0.201
23	22.6	0.574	22.4	0.568	511	0.259	501	0.254
22	25.3	0.643	25.0	0.637	640	0.324	627	0.318
21	28.5	0.724	28.2	0.717	812	0.412	796	0.404
20	32.0	0.813	31.7	0.805	1020	0.519	1000	0.509
19	35.9	0.912	35.6	0.904	1290	0.653	1264	0.641
18	40.3	1.02	40.0	1.016	1620	0.823	1588	0.807
17	45.3	1.15	44.9	1.140	2050	1.04	2009	1.02
16	50.8	1.29	50.3	1.278	2580	1.31	2528	1.28
15	57.1	1.45	56.5	1.435	3260	1.65	3195	1.62
14	64.1	1.63	63.5	1.613	4110	2.08	4028	2.04
13	72.0	1.83	71	1.81	5180	2.63	5076	2.58
12	80.8	2.05	80	2.03	6530	3.31	6399	3.24
11	90.7	2.30	90	2.28	8230	4.17	8065	4.09
10	101.9	2.588	101	2.56	10380	5.261	10172	5.16
9	114.4	2.906	113	2.88	13090	6.631	12828	6.50
8	128.5	3.264	127	3.23	16510	8.367	16180	8.20
7	144.3	3.665	143	3.63	20820	10.55	20404	10.34
6	162.0	4.115	160	4.07	26240	13.30	25715	13.03
5	181.9	4.620	180	4.57	33090	16.77	32428	16.43
4	204.3	5.189	202	5.14	41740	21.15	40905	20.73
3	229.4	5.827	227	5.77	52620	26.67	51568	26.14
2	257.6	6.543	255	6.48	66360	33.62	65033	32.95
1	289.3	7.348	286	7.27	83690	42.41	82016	41.56
1/0	324.9	8.252	322	8.17	105600	53.49	103488	52.42
2/0	364.8	9.226	361	9.17	133100	67.43	130438	66.08
3/0	409.6	10.40	406	10.30	167800	85.01	164444	83.31

4/0	460.0	11.68	455	11.56	211600	107.2	207368	105.1
250	/	/	/	/	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	1125	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	859.0
1800	/	/	/	/	1800	912	1764	89.38
1900	/	/	/	/	1900	963	1862	943.5
2000	/	/	/	/	2000	1010	1960	993.1

5. 1. 2 绞合导体不禁止加入纤维丝（提高导体强度）。纤维丝的结构及排列没有规定。

5. 2 金属

5. 2. 1 单支或绞合导体不能用在超过表 5. 2 中标示的温度。导体金属应符合 ASTM 相应规定。

表 5. 2
 导体用金属规范

导体金属	ASTM 相应参照	金属温度上限 C (F)	其它限制
------	-----------	--------------	------

无镀层铜，每股直径小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 3	150(302)	
无镀层铜，每股直径不小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 3	200 (392)	
镀锡铜(镀绞)，每股直径小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 33	150(302)	
镀锡铜(镀绞)，每股直径不小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 33	200 (392)	
铅基合金铜，每股直径小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 189	150(302)	
铅基合金铜，每股直径不小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 189	200 (392)	
无镀层铜或镀锡铜，每股直径小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 286	150(302)	使用时不考虑其柔软性的情形
无镀层铜或镀锡铜，每股直径不小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 286	200 (392)	使用时不考虑其柔软性的情形
镀银铜	ANSI/ASTM B 298	200 (392)	
镀镍铜	ANSI/ASTM B 355	250 (482)	
A 型镀镍铜，27%以上的镍镀层	ANSI/ASTM B 355	550 (1022)	
直径小于 0.38mm 硬拉铜合金	ANSI/ASTM B 105	150(302)	可以无镀层、镀锡或铅基合金镀层
直径不小于 0.38mm 硬拉铜合金	ANSI/ASTM B 105	200 (392)	可以无镀层、镀锡或铅基合金，镀银或镀镍
软铜合金，直径小于 0.38mm		150(302)	高抗张强度合金铜（最小抗张强度 5500PSI）最小 85%IACS 导电率，伸长率 6%以上。
软铜合金，直径不小于 0.38mm		200 (392)	
软铜或硬拉铜合金、镀银、软铜或硬拉镀镍铜合金		200 (392)	
铜包铝，面积 3.31mm ² 以上。	ASTM B 566	250 (482) 90 (194)	Class 10A
铜包钢，直径小于 0.38mm			
铜包钢，直径不小于 0.38mm	ANSI/ASTM B 452	150(302)	30%IACS 以上导电率
镀银铜包钢			
单支铝线，12-8AWG	ANSI/ASTM B 452	200 (392)	30%IACS 以上导电率
铝线(6-4/0AWG)单支 1/2、3/4 硬或 12AWG 以上	ANSI/ASTM B 501	200 (392)	30%IACS 以上导电率
1/2 硬铝	ANSI/ASTM B 800	90 (194)	
硬铝	ANSI/ASTM B 609	90 (194)	
不锈钢			
镀镍铁线			
镍合金			
镍铬铁合金			

备注：copper, tin coated 指镀绞铜线；copper, overcoated with tin 指绞镀铜线；
 IACS –指国际退火铜标准

5.3 尺寸及横截面积

5.3.1 导体尺寸不能小于表 5.1 所示。测量方法参照 UL1581，200 章节，导体直径。

5.3.2 金属箔丝当通过特定用途评估，也可用作导体。金属箔丝用作导体，其最大使用温度、尺寸、结构等应参照 UL62 软线及装置线标准中的规范。

5.3.3 绞合导体横截面积不能小于表 5.1 所示。可依据下面两种方法中的任一个进行判定。

a) 组成绞线的单线面积和；

b) UL1581 中描述的称重法。适用圆压紧形铝导体或压缩形铜导体或铝导体。

5.3.4 5.6.1-5.6.3 描述的导体电阻判定也可做为判定 AWG 尺寸导体截面积的方法。多芯缆绝缘芯 IEC 60228 应用公制单位导体，且应做为判定导体尺寸的参照方法。

5.4 金属镀层

5.4.1 由 UL1581 第 500 章节导体腐蚀试验中判定，当与铜导体或铝导体接触而腐蚀没有保护的铜线时，且没有保护性的隔离层进行隔离，此单支导体或绞线中的每股导体应分别进行镀层保护。

5.4.2

5.5 接头

5.5.1 实心导体或是绞合导体的一根单线的接头，不得改变实心导体单线或绞合导体的直径。在不需要弯曲的使用场合，绞合导体可作为整体制作接头或通过每根单线连接制作接头。在需要弯曲使用场合，绞合导体应通过使每根单线连接制作接头。导体的接头只能在包覆接头的绝缘应与剥除的绝缘相同用应符合本标准的要求。紧压或压缩绞合导体的接头应在紧压或压缩加工之前制作。

5.5.2 对于由中央线芯和围绕中央线芯的一层或几层绞合单元(一次组合)组成的复绞导体,每个绞合单元应作为整体制作接头,接头的间距应至少为 2 个节距。

5.6 电阻

5.6.1 导体电阻应不大于标准最大电阻值，测试方法 DC 导体电阻测试。14AWG-2000kcmil 的导体最大电阻值参见 UL1581 表 30.1-30.11;15-30AWG 导体，参见 UL1581 表 30.1-30.5。

5.6.2 对于不是 100%导电率的导体，如表 5.2 所示，将无镀层铜导体的最高电阻乘以 100 与该导体的导电率百分之比得出最高电阻值。例如确定期 12AWG (6350cmil 或是 3.31mm²) 40%导电率实心铜包钢导体的最高电阻时，方法如下：

a) $R[20^{\circ}\text{C}(68\text{F})\text{下 } 12\text{AWG 铜包钢}] = R(20^{\circ}\text{C}(68\text{F})\text{下 } 12\text{AWG 铜}) \times$

$100/40 = R(20^{\circ}\text{C}(68\text{F})\text{下 } 12\text{AWG 铜}) \times 2.5$

b) $R(20^{\circ}\text{C}(68\text{F})\text{下 } 12\text{AWG 铜}) = 1.62\Omega/1000\text{FT}$ 或 $5.31\Omega/\text{km}$

c) $R[20^{\circ}\text{C}(68\text{F})\text{下 } 12\text{AWG 铜包钢}] = 1.62 \times 2.5 = 4.05\Omega/1000\text{F}$ 或是

$5.31 \times 2.5 = 13.28\Omega/\text{km}$

5.6.3 允许使用导电率不小于 80%的特种铜合金导体，如果成品电线电缆适合该用途，导体的截面积足以给予该导体不小于 80%标准导体的导电率且标志上注明该导体的标称 AWM 尺寸的话。

5.7 绞合

5.7.1 绞合导体使用的绞合方法应满足 5.7.2-5.7.7 条的要求。

5.7.2 中间标称面积导体绞距应符合稍小导体的绞距要求。导体最大绞距表见表 5.3. AWG 美国线规尺寸代表中间标称面积的导体。

5.7.3 组成绞合导体的单线一般应制成相同的直径，但不一定等于任何 AWG 号或是其它标准线规号的直径。同心绞合导体的各单线不要求具有相同的直径。

5.7.4 本节所述的软退火铜或是铝合金 19 根组合圆线单一节距绞合导体，应具有圆形截面积和如下结构：

a) 一根直线状中心单线

b) 由 6 根单线组成的内层，这 6 根单线节距相同且单支线径相同。

c) 由 12 根单线组成的外层，其中 6 根具有相同的外径，这 6 根单线与另外 6 根具 0.732x 中心单线直径的单线交错，外层所有 12 根单线具有与内层 6 根单线相同的节距和绞合方向 (UL1581 表 20.6)

不要求任何其它绞合导体具有特定单线组合，但简单束绞合(单线不扭绞)方法不得用于全部或是部分导体结构。单束合束绞导体中的单线的节距不得大于表 5.3 所列的数值。单束合束绞导体中的单线的绞合方向应为左绞。UL1581 表 210.2 列出的任何绞合方式除紧压绞合和单束合束绞外，应满足

5.7.6 或 5.7.7 的要求。在所有的情况下，外层的绞合方向应为左绞。

表 5.3

单束合束绞铜导体的最大节距

AWG 规格	ln	(mm)
--------	----	------

28 或以上	0.5	13
26	0.50.6	15
24	0.60.7	18
22	0.70.8	20
20	0.81.25	32
18	2.0	51
16	2.0	51
14	2.0	51
12	2.0	51
10	2.5	64
8	3.0	76
6	3.5	89
4	4.0	102

5.7.5 紧压绞合导体应为圆导体，由一根中心金属线（单线）和一层或数层螺旋状绞合的金属线（单线）组成。紧压绞合铜导体应由无镀层的单线组成。紧压绞合铝导体的各绞合层应具有相同的绞合方向（单向左绞）。紧压绞合铜导体就要么为单向左绞要么使相邻绞合层绞合方向相反（同心绞合且外层左绞），每个绞合层应通轧制、拉制或其它压制方法使原先为圆形或部分预成型的单线变成密切配合的形状以便基本上填充单线间原先存在的空隙。每个绞合层应先进行紧压然后再包覆下一个绞合层。每个绞合层（包括最外层）应具有基本上光滑、圆整的外表面。对于 1AWG~1000kcmil 规格的导体，最外层单线的节距应为该层外径的 8~16 倍。对于 50~2AWG 规格的导体，最外层单线的节距应为该层外径的 8.0~17.5 倍。

5.7.6 压缩绞合导体应为圆导体，由一根中心金属线和一层或数层螺旋状绞合的金属线组成。可使相邻绞合层绞合方向相反或采用单一节距绞合或单向绞。在所有情况下，最外层的绞合方向应为左绞。一层或数层的单线应通过轧制拉制或其它方法略微压缩使原先为圆形的单线变成其它各种形状以便部分填充单线间原先存在的空隙。

5.7.7 除紧压绞合导体或单束合束绞导体外，UL1581 表 210.2 所列的每种绞合导体应满足下列各项条件：

- a) 对于规格为 6AWG~2000kcmil 除复合单一节距或压缩单一节距或压缩单向绞导体外的导体，相邻层中的单线、绞合单元或复绞单元的绞合方向应相反。由束绞或同心绞单元组成的复绞导体，可为单向绞或换向绞。所有单向绞和换向绞的最外层应为在绞。
- b) 对于复绞导体中的束绞单元，如果它们预先加工成复绞构件然后绞合成成品导体，则构件中的各束绞单元的节距不得大于束绞单元外径的 30 倍。
- c) 对于复绞导体中的同心绞单元，一个绞合单元中的各单线的节距为该层外径的 8~16 倍。各绞合单元中单线的绞合方向应使得相邻层绞合方向相反。
- d) 19 根组合圆线单一节距绞合铜或铝导体的两层中的单线，均应具有成品导体外径 8~16 倍的节距。此外 37 根以下同心绞或压缩绞导体中每层的单线，应具有如下规定的最大节距：
 - 1) 对于 30AWG 或更细的导体，导体外径的 40 倍；
 - 2) 对于 29~15AWG 导体，导体外径的 30 倍；
 - 3) 对于 14~6AWG 导体，导体外径的 20 倍；
 - 4) 对于 5AWG 或更粗的导体，导体外径的 16 倍；
- e) 37 根或以上同心绞导体最外两层的单线，应具有该层外径 8~16 倍的节距。
- f) 复绞导体最外层的绞合单元或复绞单元，应具有该层外径 8~16 倍的节距。

5.8 隔离层

5.8.1 应设法（通过工艺或为拟订用途制伯隔离层）防止热固性绝缘渗入绞合导体的单线之间。

5.8.2 剥除绝缘后，导体与绝缘之间采用的隔离层应为导体明显可区分。隔离层的颜色应为绿色或黄-绿以外的颜色，但单色加条纹或其它图案的隔离导符合该项要求。

6 光纤元件

6.1 电缆可以完全由光纤元件组成或由导电线芯和光纤元件组成。电缆中的光纤元件应要么单独成缆或要么相同绞合方向和节距与导电线芯一起成缆。对电缆进行性能评价时，每个光纤元件应看作是一个填充件。可采用不含任何导电线芯但包含一个或数个非载流金属元件（例如金属增强件或金属防潮层）的光纤元件组。这类部件的结构不作规定。每个这样的部件与电缆中任何无绝缘的接地线芯在物理和电气上隔离，且电缆敷设后这类部件应接地。

7 绝缘

7.1 总则

7.1.1 导体应在全长在绝缘，绝缘应

- a) 直接包覆导体或隔离层表面；
- b) 完全覆盖导体或隔离层；
- c) 无肉眼可见的缺陷（正常或校正视力不用放大镜）。

绝缘层可以是双色甚至多色，可以是不可分的两层或多层，且使用同一基体的原料（仅颜色不同）。每一单层的厚度没有规定。

7.2 材料

7.2.1 从成品绝缘上截取的单层实心挤包绝缘和多层不可分挤包绝缘每层绝缘的试样及可分层的每一层应符合表 7.1 和 7.2 列出的未老化和烘箱老化后抗张强度和伸长率值，或 UL1581 第 50 节：“特定材料”规定的数值。试样应按本标准第 14 节：“绝缘和护套未老化和烘箱老化后物理性能”的规定做试验，或按 UL1581 第 481 节：“长期老化”的规定进行评估。

7.2.2 不在表 7.2 及 7.3 中的单层实心挤包绝缘多层挤包绝缘应进行下述试验。150 天老化处理柔软性试验(20 章节)，介质试验方法 I, II (28 章节, 29 章节)。老化处理温度参照 UL1581, 481 章节。

表 7.1

绝缘和护套材料索引表

材 料	额定温度	适用 UL1581 物性表	备 注
CP	60	50. 1	--
	75	50. 1	
	90	50. 23	
	105	50. 22	
CPE	75	50.30	仅用于绝缘
	75	50.34	外被
	90	50.23	--
	105	50.33	--
ECTFE	150	50.63	--
EP	90	50.55	仅用于绝缘.护层要求或不承受机械压力
	105	50.55	仅用于绝缘.护层要求或不承受机械压力
EPCV	90	50. 62	--
EPDM	60	50. 24	--
	75	50. 54	--
	90	50. 52	--
ETFE	150	50. 63	--
	200	50. 64	--
FEP	150	50. 73	--
	200	50. 70	--
HDFRPE	75	50. 133	--
HDPE	75	50. 136	--
LDFRPE	75	50. 133	--
LDPE	75	50. 136	--
MFA 甲基氟烷氧	200	50. 137	--
	250	50. 137	--
NBR/PVC	60	50. 24	--
	75	50. 97	--
	90	50. 23	--

Neoprene	60	50.120	--
	60	50.122	--
	75	50.123	--
	90	50.125	--
PFA	200	50.137	--
	250	50.137	--
PP	60	50.139	--
	75	50.139	--
PTFE	250	50.219	--
PVC	60	50.182	--
	75	50.182	--
	90	50.182	--
	105	50.182	--
PVDF	125	50.185	--
	150	50.185	--
SBR/NR	60	50.195	--
	75	50.199	--
SR	150	50.210	仅用于绝缘.护层要求或不承受机械压力
	200	50.210	仅用于绝缘.护层要求或不承受机械压力
SRPVC	60	50.183	--
	75	50.183	--
	90	50.183	--
	105	50.183	--
THV	80	50.221	--
TPE	90	50.224	--
	105	50.223	--
TPES	60	50.226	--
	75	50.226	--
	80	50.226	--
TPU	60	50.227	--
	75	50.227	--
	80	50.227	--
XL	75	50.231	--
	90	50.231	--
	105	50.245	--
XLPO	105	50.233	--
	125	50.232	--
	150	50.232	--

表 7.2
 绝缘和护套材料老化前物理性能

聚合物名称	聚酯类型/试验速度 inches(mm)	老化前物理性能	
		伸长率%	抗张强度 psi(kgf/mm ²)

PTFE- 硅树脂(没护层 或编织 a 尼龙外被	热固性塑料/20+/-2inch 每分钟	200	3000 (2.11)
	热固性塑料/20+/-2inch 每分钟	250	1200 (0.84)
	热塑性塑料/20+/-2inch 每分钟	100	3000 (2.11)

a 适用于不评估如内部或外部使用类的限制用途线。硅树脂绝缘且带编织电线，不评估限制使用，及评估限制用途电线应能符合表 50.210 22 类绝缘和 UL1581 1560 章节的要求。

表 7.3
空气烘箱老化后绝缘和外被物理性能

聚酯类型	干燥环境额定 额定温度 C (F)	空气烘箱老化, 物理性能			
		老化处理条件		老化前数值的最小%	
		温度 C (F)	天数 days	伸长%	抗张强度%
PTFE- 硅树脂(没护层或编织 a	200(392)	260(500)	4	85	85
	150(302)	158(316)	60	25 b	60 c
	200(392)	210(410)	60	25 d	60 e
尼龙外被	80(176)	113(235)	7	65	65

a 适用于不评估如内部或外部使用类的限制用途线。硅树脂绝缘且带编织电线，不评估限制使用，及评估限制用途电线应能符合表 50.210 22 类绝缘和 UL1581 1560 章节的要求；
b 150%的伸长率符合此要求；
c 抗张强度为 850psi 符合此要求；
d 100%伸长率符合此要求；
e 600psi 的抗张强度符合此要求。

7.2.3 泡沫绝缘和泡沫成绝缘以及非挤包绝缘，应按本标准第 20 节：“绝缘、护层及外被烘箱外理后柔韧性试验”的规定进行评估。

7.2.4 用 UL1581 第 50 章节表 7.2 &表 7.3 以外的材质制成的发泡或发泡/皮绝缘及非挤出型绝缘，应能符合 150 天老化处理柔软性试验（20 章节）。老化处理温度参照 UL1581，481.3 章节。

例外：如果使用的一般温度等级的材质等同于聚酯材料标准表 7.1 中的材质（长期特性评估 746B）且材质的发泡与 UL746B 表 7.1 描述相同，老化时间和老化温度按表 14.1 进行。

7.2.5 被 UL1581 评定为可在 75°C (167° F) 下使用的材料，可进行 80°C (167° F) 下使用的评估，老化条件应为 7 天×113°C (235° F) 或 60 天×87°C (189° F), 物理性能要求应与 75°C 等级相同。

7.3 厚度

7.3.1 平均厚度测量应按照 UL1581，第 250 章节软线和装置线绝缘厚度方式进行判定。

7.3.2 任意一点最小厚度应至少等于平均厚度的 90%，四舍五入至 0.001in(0.025mm)

7.3.3 对于具有机械损坏等级 B 的电缆, 适用表 7.4~7.6 所列的厚度值. 对于比表列薄的厚度, 可按第 26 节：“压裂试验（机械损坏等级 B）”做试验以评估电缆是否符合机械损坏等级 B。

表 7.4
挤包非氟类聚合物绝缘材料的厚度要求

导体规格 AWG	导体规格 mm2	绝缘的最小平均厚度（平均）和任意一点最小厚度（最小） a									
		额定 30V 电线 in (mm)		额定 60, 90, 125, 和 150V 电线 in (mm)		额定 300V 电线 in (mm)		额定 600-1000V 电线 in (mm)		额定 1000V 以 上电线 in (mm)	
		平均	最小	平均	最小	平均	最小	平均	最小	平均	最小
50-31	0.01	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	b	b

30-25	0.05-0.1	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	b	b
24-20	0.50	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	b	b
19-15	0.65-1.5	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.015 (0.38)	0.013 (0.23)	0.015 (0.38)	0.013 (0.23)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	b	b
14-12	2.5	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	b	b
11,10	4.0	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	b	b
9,8	6.0	b	b	b	b	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	0.045 (1.14)	0.041 (1.04)	/	/
7,6	10.0	b	b	b	b	b	b	0.060 (1.52)	0.054 (1.37)	/	/
5-2	16.0-25.0	b	b	b	b	b	b	0.060 (1.52)	0.054 (1.37)	/	/
1-4/0	35.0-95.0	b	b	b	b	b	b	0.080 (2.03)	0.072 (1.83)	/	/
250-500 kcmil	120-240	b	b	b	b	b	b	0.095 (2.41)	0.086 (2.18)	/	/
501-1000 kcmil	300-500	b	b	b	b	b	b	0.110 (2.76)	0.099 (2.51)	/	/
1001-2000 kcmil	630-1000	b	b	b	b	b	b	0.125 (3.18)	0.112 (2.84)	/	/
a: b:见表 7.3.4											

表 7.5

挤包氟类聚合物绝缘材料的厚度要求 a
 ECTFE,ETFE,FEP,MFA,PFA,PTFE,和 PVDF

导体规格 AWG	导体规格 mm ²	绝缘的最小平均厚度（平均）和任意一点最小厚度（最小）									
		额定 30V 电线 in (mm) 平均最小		额定 60, 90, 125, 和 150V 电线 in (mm) 平均最小		额定 300V 电线 in (mm) 平均 最小		额定 600-1000V 电线 in (mm) 平 均最小		额定 1000V 以 上电线 in (mm) 平均 最小	
50-31	0.01	0.005 (0.13)	0.004 (0.10)	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	b	b
30-25	0.05-0.1	0.005 (0.13)	0.004 (0.10)	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	b	b
24-20	0.50	0.005 (0.13)	0.004 (0.10)	0.006 (0.15)	0.005 (0.13)	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	b	b

19	0.65	0.005 (0.13)	0.0 04 (0.1 0)	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	b	b
18-15	1.0-1.5	0.005 (0.13)	0.0 04 (0.1 0)	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	b	b
14-12	2.5	0.005 (0.13)	0.0 04 (0.1 0)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.015 (0.38)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	b	b
11,10	4.0	0.005 (0.13)	0.0 04 (0.1 0)	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.015 (0.38)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	b	b
9,8	6.0	b	b	b	b	0.015 (0.38)	0.013 (0.33)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	/	/
7,6	10.0	b	b	b	b	b	b	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	/	/
5-2	16.0-25. 0	b	b	b	b	b	b	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	/	/
1-4/0	35.0-95. 0	b	b	b	b	b	b	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	/	/
250-500 kcmil	/	b	b	b	b	b	b	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	/	/
501-100 0 kcmil	/	b	b	b	b	b	b	0.045 (1.14)	0.041 (1.04)	/	/
1001-20 00 kcmil	/	b	b	b	b	b	b	0.060 (1.52)	0.054 (1.37)	/	/
a: b:见表 7.3.4											

表 7.6
带尼龙护套的 PVC 绝缘材料的厚度要求 a

导体规格 AWG	导体规格 mm ²	额定 300VPVC 电线 in (mm)		尼龙护套 厚度 in (mm) 最小	额定 600VPVC 电线 in (mm)		尼龙护套 厚度 in (mm) 最小
		平均	最小		平均	最小	
24-19	0.50	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.002 (0.05)	0.015 (0.38)	0.013 (0.33)	0.004 (0.10)
18-1 5	1.0-1.5	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.002 (0.05)	0.015 (0.38)	0.013 (0.33)	0.004 (0.10)
14-12	2.5	0.009 (0.23)	0.008 (0.20)	0.002 (0.05)	0.015 (0.38)	0.013 (0.33)	0.004 (0.10)

11-10	4.0	0.012 (0.30)	0.011 (0.28)	0.003 (0.08)	0.020 (0.51)	0.018 (0.46)	0.004 (0.10)
9-8	6.0	0.015 (0.38)	0.013 (0.33)	0.003 (0.08)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	0.005 (0.13)
7-6	10.0	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	0.005 (0.13)	0.030 (0.76)	0.027 (0.69)	0.005 (0.13)
5-2	16.0-2 5.0	0.040 (1.02)	0.036 (0.91)	0.006 (0.15)	0.040 (1.02)	0.036 (0.91)	0.006 (0.15)
1-4/0	35.0-9 5.0	0.050 (1.27)	0.045 (1.14)	0.007 (0.18)	0.050 (1.27)	0.045 (1.14)	0.007 (0.18)

8 护套

8.1 包覆绝缘芯线，绝缘线芯组或是同轴件外可以采用护层或护套，也可以不采用。但在需要满足阻燃的要求时，护套或是护层是必需的。

8.2 总编织可以是包覆绝缘，屏蔽或是其它非金属编织的密织编织。编织应覆盖成品电缆的全长且应在全长上均匀一致。每根经纱应由相同种类，支数和股数的纱线组成。每英寸纬纱数或每厘米纬数不作规定。玻璃丝编织应涂油漆或是采用其它处理方式以防止织物磨损。采用编织的成品电线电缆的额定温度不得超过表 8.1 规定纱线的温度极限。

表 8.1
 纱线材质和温度极限

纱线种类	电线电缆最高额定温度℃ (° F)
玻璃丝	550 (1022)
芳族聚酰胺纸	250 (482)
芳族聚酰纤维	250 (482)
聚酯	200 (392)
聚对苯二甲酸乙酯	125 (257)
丙烯酸纤维或尼龙	105 (221)
任何形式的棉纱或人工丝或棉纱	90 (194)
和/或人工丝与玻璃丝聚酯纤维丙	
稀酸纤维或尼龙的组合	

8.3 8.2 条规定的密织编织的意思是要求编织完成全覆盖直接位于编织下方的材料。

9 填充物

9.1 不要求电线电缆中采用非导体和非金属填充物。填充物可与任何内护套或是电缆外护套连成一体或是分开。如果填充物与护套连成一体，护套下的缆芯应容易与填充物剥离。

10 被覆层

10.1 电缆内整个缆芯或是任何线芯组（和 / 或光纤元件）或若干这样的线芯组可被纳入屏蔽，编织，绕包带或其它未规定方式的被覆层中。

11 屏蔽

11.1 屏蔽不是必需的。但可以使用屏蔽包覆单根绝缘线芯，一个或数个线芯组（每个线芯组可包含或是一个或数个光纤元件）或整个缆芯。一根电线电缆中也可使用数层屏蔽。

11.2 屏蔽可由金属丝编织，绕包层，护层或金属带组成。

11.3 金属带应螺旋状绕包或纵包，可附带或是不带加地线。

11.4 由涂覆金属的纸或是聚酯带组成的屏蔽，应螺旋状绕包或是纵包，可附带或不带加地线。

11.5 由导电层聚合物层组成的屏蔽体积电阻率在绝缘额定温度下应不大于 50000ohm-cm，且应有一条地线或其它形式的终端。带有导电层聚合物屏蔽的电线电缆应按 47.3, 48.2(k) 条款进行标志。

11.6 屏蔽结构细则及其包覆方式不作规定没有对屏蔽电磁性要求

11.7 由绕包层，护套或是带子组成的屏蔽不可用作电线的最外层除非该电线还有外被层。采用这类屏蔽的电线应具有全外被或护套。由金属丝编织或导电挤出层组成的屏蔽，不要求外被层。

12 成缆

12.1 对于不同的额定温度的线芯的电缆，如果电缆额定温度取最低的绝缘线芯的额定温度，则电缆符合该项

要求。绝缘线芯不得标上比成品电缆额定温度更高的温度。

12.2 电缆中所有的动力线芯应由相同的金属材料组成，电缆可包含不同规格的线芯及包含 12.4 所有述的预绞合线芯组。

12.3 对于二芯电缆，动力线芯和任何接地线芯可绞合在一起（圆电缆）或平行排列（扁电缆）。

12.4 圆电缆包含的动力线芯应以在整个电缆长度上均匀一致的节距绞合在一起，绞合节距符合 12.1 表。不要求将动力线芯绞合成对，三线组，四线组或其它绞合单元。

12.5 绞合方向可在整个电缆长度上改变，间距不要求一致。对于绞合方向改变的电缆：

a: 在每节已经完成若干（一般 10 个）完整的左向或是右向扭绞（完整的 360 度循环）的电缆上，绝缘线芯组的节距不得大于 12.1 列出的数值。

b 在左绞与右绞之间的过渡上，每个节距的长度不得超过 12.1 所列出的最大节距的 1.8 倍。

12.6 如果包含若干个线芯或是线芯组绞合层的电线电缆方向不改变，相近的绞合层的方向不作规定。（左绞定义为离观察者去的反时针方向扭绞）。

表 12.1

额定 30V 以上电缆的绝缘线芯和绞线芯组的节距

电缆芯数	绝缘线芯和绞合线芯最大节距 a
2	成品绝缘线芯直径的 30 倍 b
3	成品绝缘线芯直径的 35 倍 b
4	成品绝缘线芯直径的 40 倍 b
5 或以上	缆芯计算直径的 15 倍。对于多层电缆
	电缆各内层的线芯的节距不作规定
注：额定 30V 电缆的绝缘线芯的节距不作规定。	
a 线芯组中每根线芯的节距应满足对于电缆要求的相同的数值。电线电缆中每个线芯组成的节距应满足对于线芯要求的相同的数值。	
b 线芯直径指电缆中最大的成品线芯的测量直径。	

13 外护套

13.1 总则

13.1.1 内部用线不要求有保护性外被。如有，外被应是整体形或非整体形结构。外被应采用表 7.1 和 7.2 列出的材料，或采用 UL1581 第 50 节中的特定材料。外被厚度不要求，但应能通过这些要求所述的试验。外被可以是不可分离的双色或多色，双层或多层，基体成份相同，仅颜色不同，每一单层厚度没作规定。

13.1.2 外部使用的电缆必须使用护套。护套应为整体式或非整体式结构。护套材料应符合 7.1 和 7.2 或 UL1581 第七 50 节特定材料。护套的厚度应满足 13.1-13.3，而电线电缆应满足第 40 节的垂直燃烧试验的要求。

13.2 材料

13.2.1 外被应使用表 7.1 和 7.2 或 UL1581 第七 50 节特定材料中的一种。除此之外的材料应按 UL1581, 481 章节，长期老化试验进行评估。外被应直接用在成缆的芯线外。

例外情形：如果一般温度等级的材料等同于 UL746B 长期物性评估（聚酯材料标准）表 7.1 材料及此类材料的发泡材料，其老化时间和老化温度见表 14.1。

13.2.2 外被材不是表 7.2, 7.3 及 UL1581, 第 50 章节中的材料，应进行第 20 章节老化后柔软性试验。

13.3 厚度

13.3.1 平均厚度测量应按 UL1581, 第 260 章节热塑性或热固性材料绝缘线外被厚度进行判定。

13.3.2 在一些情况下，必需采用表 13.1-13.3 规定以外的护套以确保电缆满足本标准所述的阻燃或其它试验。在这种情况下，厚度护套的任意一点最小厚度不得小于该厚度护套的 80%。对于厚度比表 13.1-13.3 规定的厚度小的外被，需要做压裂，冲击，磨损和其它试验以评价其性能。

表 13.1

外部用 AWM 电缆的非整体式非氟聚全物护套的厚度 a

	护套下圆缆芯的计算直径或护套下扁缆芯的等效计算直径 b				
	0-0.400in	0.401-0.700in	0.701-1.0in	1.01-1.500in	1.501-2.500in
	0-10.16mm	10.17-17.78mm	17.79-25.4mm	25.41-38.10mm	38.111-63.50mm

非氟聚合物护套 125V 以下电缆	最小平均厚度	0.024in	0.030in	0.045in		不适用
		0.61mm	0.76mm	1.14mm		
非氟聚合物护套 2类电缆	任意最小厚度	0.020in	0.024in	0.036in		不适用
		0.51mm	0.61mm	0.91mm		
非氟聚合物护套 125V 以下电缆	最小平均厚度	0.005in	0.005in	0.010in		不适用
		0.13mm	0.13mm	0.26mm		
非氟聚合物护套 125V 以下电缆	任意最小厚度	0.004in	0.004in	0.008in		不适用
		0.01mm	0.01mm	0.02mm		
非氟聚合物护套 125V 以下电缆	最小平均厚度	0.030in		0.045in	0.060in	0.080in
		0.76mm		1.14mm	1.52mm	2.03mm
非氟聚合物护套 125V 以下电缆	任意最小厚度	0.024in		0.036in	0.048in	0.064in
		0.61mm		0.91mm	1.22mm	1.63mm
a: 可采用更厚的护套以使电缆满足本标准所述的一项或几项试验。						
b: 扁缆芯的等效直径按如下方法计算: $1.1284X(TW)^{1/2}$ 式中 T: 为厚度 W: 为宽度。						

表 13.2

外部用 AWM 电缆的非整体式氟聚全物护套的厚度 a

		护套下圆缆芯的计算直径或护套下扁缆芯的等效计算直径 b					
		0-0.250in	0.251-0.350in	0.351-0.500in	0.501-0.700in	0.701-1.500in	1.501-2.500in
		0-6.36mm	6.37-8.91mm	8.92-12.72mm	12.73-17.80mm	17.81-38.10mm	38.11-63.50mm
氟类聚合物护套 30-600V 电缆	最小平均厚度	0.008in	0.010in	0.013in	0.020in	0.020in	N/A
		0.20mm	0.25mm	0.33mm	0.51mm	0.51mm	N/A
	任意最小厚度	0.006in	0.008in	0.010in	0.016in	0.016in	N/A
		0.16mm	0.20mm	0.25mm	0.41mm	0.41mm	N/A
a: 可采用更厚的护套以使电缆满足本标准所述的一项或几项试验。							
b: 扁缆芯的等效直径按如下方法计算: $1.1284X(TW)^{1/2}$ 式中 T: 为厚度 W: 为宽度。							

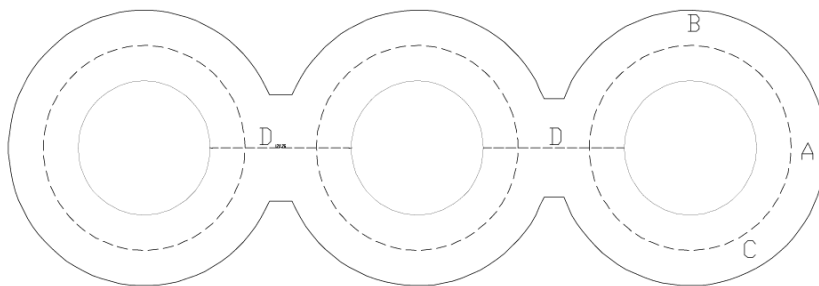
表 13.3

2. 3 或 4 芯平行扁线的整体式绝缘 (实心) 和护套的厚度及 125-600V 或 125V 以下电缆的导体间距

电缆类型和规格	标准厚度		撕裂最小厚度		撕裂任意点最小厚度		铜导体之间最小厚度	
	In	A (mm)	In	B (mm)	In	C (mm)	In	D (mm)
22-12AWG 125-600V	0.030	0.76	0.027	0.69	0.013	0.33	0.047	1.19
24-12AWG 125V 以下	0.020	0.51	0.018	0.46	0.010	0.25	0.030	0.76

A: 尺寸 A-D 的图示见图 13.1。

图 13.1 整体式电缆示例



性能

热学和化学性能试验

14 未老化和空气烘箱老化绝缘和护套的物理性能

14.1 除了泡沫绝缘和泡沫皮绝缘外，无论是未老化还是烘箱老化绝缘，护层和护套的物理性能（抗张强度、伸长率及伸长回复），应符合表 7.2 和 7.3 或是符合 UL1581 第 50 节所述的任何材料的要求。泡沫绝缘和泡沫皮绝缘应按第 20 节：空气烘箱处理后韧性测验进行评估。如果一种材料的额定温度不同上于表 7.3 或 UL1581 第 50 节的规定，短期老化试验条件应按表 14.1 进行，长期老化条件应按 UL1581，第 481 章节进行，

表 14.1
绝缘和外被的老化条件

干燥环境额定温度		空气烘箱老化条件		
C	F	老化温度		老化时间, 天
		C+/-2	F+/-3	
60	140	100	212	7
75	167	100	212	10
80	176	113	235	7
90	194	121	250	7
105	221	136	277	7
125	257	158	316	7
150	302	180	356	7
180	356	213	415	7
200	392	232	450	7
250	482	287	549	7

注：额定温度超过 250C 时，7 天老化温度应按以下公式计算：

$$T_c = 1.02 (T_r + 296) - 273$$
 其中：T_c 为老化温度；T_r 为额定温度，单位 C

14.2 老化前、老化后各取 5 件试样。线径小于 5.08mm 的线材外被可作管状，线径超过 5.08mm 的线材外被应做模切试样。如做 UL1581，481 章节长期老化试验，应取 6 条试样。

14.3 模切试样试验前可依照 UL1584，440 章节--样品准备做磨平。

14.4 经过空气烘箱处理后，应将试样放在室温的静止空气中冷却 16-96 小时然后再做试验。冷却结束后，未老化试样和烘箱老化试样都要做试验。应分别记录未老化试样和烘箱老化试样的最高抗张强度和最大的伸长率值。

14.5 应分别计处算和记录未老化试样和烘箱老化试样的最高抗张强度、最大伸长率值及伸长回复（要求的情形）的平均值。

15 浸油老化绝缘和护套的物理性能

15.1 耐油绝缘和/或是护套的试样应按 UL1581 第 480.6 和 480.7 条（加速老化）和表 15.1 进行处理。试样 5 件。

例外 1：7AWG 和更细的成品电线的试样应在中心弯曲形成狭窄的 U 形然后垂直悬挂在油中使得试样的端头伸出油面。护套试样应使用模子冲切并采用类似的方式浸油。

例外 2：尼龙护套线应保留尼龙护套浸油，然后剥除尼龙坊套做抗张强度和伸长率试验。

15.2 浸油后，耐油绝缘和/护套的试样应满足表 15.1 的物性要求。

表 15.1
 浸油老化后绝缘和护套的物理性能

聚合物名称	额定耐油温度 °C (°F)		浸油老化物理性能				
			浸油条件			最大老化前百分数	
			油温 °C±2 (°F±3)	时间 小时	伸长率 百分数	抗张强度 百分数	
CR-聚氯乙烯	60	140	121	250	18	60	60
CP-氯磺化聚乙烯	60	140	121	250	18	60	60
CPE-氯化聚乙烯	60	140	121	250	18	60	60
NBR/PVC- 丁腈橡胶/聚氯乙烯	60	140	121	250	18	60	60
PVC-聚氯乙烯	60	140	100	212	96	50	50
	75	167	75	167	1440	65	65
	80	176	80	176	1440	65	65
TPE-热塑性弹性体	60	140	60	140	168	75	75
XL-交联热固性材料	60	140	100	212	96	50	50
其它热塑性材料	60	140	100	212	96	50	50
	80	176	80	176	1440	65	65
其它热固性材料	60	140	100	212	96	50	50
	80	176	80	176	1440	65	65

16 耐汽油绝缘和护套的物理性能

16.1 耐汽油绝缘和护套试样各取 5 件，放入水油混和液中进行处理。试验容器要求，最小高度 152mm，25mm 深度为自来水，其它深度为 ASTM C 类燃油（见橡胶物性试验方法—液相影响，ASTM D 471 或 UL1581 480.11）。油温 23±1°C (73.4±1.8°F)，处理时间 30 天。

16.2 浸油后的绝缘和护套抗张强度和伸长率值大于等于老化前数值的 80%。

17 耐日光绝缘和护套的物理性能

17.1 耐日光绝缘和/护套试样各取 5 件放进碳弧或氙弧人工曝晒机中处理 720 小时，并按 UL1581 第 1200 节（碳弧和氙弧试验）进行评估。

17.2 人工曝晒机处理后的耐日光绝缘和/护套的试样，抗张强度和伸长率值应大于等于老化前试样值的 80%

18 导体腐蚀性试验

18.1 只有无金属镀层的裸铜导体需做该项试验。绝缘线试样应按照 UL1581 第 500 节：导体腐蚀做试验。应将保留导体的试样放进烘箱中进行处理，处理时间与温度应与第三者 14 节末老化和烘箱老化绝缘和护套的物理性能中特定材料及额定温度和物理性能要求所述的相同。如果材料未规定，应按表 7.3 进行老化。护套电缆的绝缘线芯应取出后独立于成品电缆做试验。

18.2 经过空气烘箱处理后，应将试样冷却至室温。一旦试样达到室温后，应剥除试样的绝缘，然后用肉眼检查导体是否有腐蚀的迹象。检查时除了检查者校正视力的眼镜外不得使用任何工具。

18.3 用肉眼（正常或是校正视力不使用放大镜）仔细检查时如果发现试样上有蚀斑或是腐蚀物，则试样评定为合格。非绝缘引起的正常变色忽略不计。

18.4 未通过导体腐蚀性试验的导线试样，需要镀锡或其它保护性金属层。

19 变形试验（仅用于热塑性和 XL 级材料）

19.1 只有热塑性弹性体（TPE），热塑性材料（氟类聚合物除外）和 XL 材需做该项试验。成品绝缘线试样应按 UL1581 第 560 节变形和本标准 19.1 对于特定结构线规材料和试样的额定温度的规定做试验。厚度减小最大不能超过表 19.1 中的数值，且绝缘不能破裂露出导体。外被线的外被及绝缘导线应作测试。层叠结构测试与外被测试相同，bonded 结构分开，按绝缘方式测试。发泡材料绝缘用作最外层也应作测试。

表 19.1
 变形试验用负载，温度和厚度减少率

材料	样品	导体规格	负载	试验温度	最大厚度减
----	----	------	----	------	-------

		AWG	gf	N	°C(°F)	少率%
HDFRPE LDFRPE LDPE	绝缘	30-21	250	2.45	100.0±1.0 (212.0±1.8)	50%
		20-12	400a	3.92a		
		10-7	500	4.90		
HDPE PP Mppe.-PE	任何分离 护套	/	2000b	19.61b	100.0±1.0 (212.0±1.8)	
PVC SR-PVC PU TPES	绝缘或整体 式绝缘和护 套	30-21	250	2.45	121.0±1.0 (249.8±1.8)	
		20-12	400a	3.92a		
		10-7	500	4.90		
		6-1	1600	9.80		
	1/0-4/0	2000b	19.61b			
	任何分离 护套	/	2000b	19.61b	121.0±1.0 249.8±1.8	
TPE	绝缘	30-21	250	2.45	121.0±1.0	
		20-12	400a	3.92a	249.8±1.8	
	任何分离 护套	/	2000b	19.61b	121.0±1.0 249.8±1.8	
实心 XLPO 实心 XL	绝缘或整体 式绝缘和护 套	30-21	250	2.45	121.0±1.0 249.8±1.8	
		20-12	400a	3.92a		
		10-7	500	4.90		
		6-1	1600	9.80		
	1/0-4/0	2000	19.61			
	任何分离 护套	/	2000b	19.61b	121.0±1.0 249.8±1.8	

a: 壁厚小于 30mils,负载用 250gf (2.45N);

b: 如果护套直径太小无法大于是等于 (测量仪) 压脚的直径的试样, 应采用管状试样直接插入护套管中。

20 绝缘、护层及护套空气烘箱处理后韧性试验

20.1 绝缘、护层及护套各取 1 件试样, 放入空气烘箱中处理, 处理时间和烘箱温度应如特定材料和额定温度的物理性能要求所述。

20.2 发泡、发泡-皮材料及表 7.2, 7.3 或 UL1581, 50 章节没有的其它形式材料, 应老化处理 150 天, 老化温度按 UL1581, 481.3 章节。

例外情形: 如果一般温度等级的材料等同于 UL746B 长期物性评估 (聚酯材料标准) 表 7.1 材料及此类材料的发泡材料, 其老化时间和老化温度见表 14.1。

20.3 空气烘箱处理后, 应将试样放在静止的室温空气中冷却 16-96 小时。

20.4 圆电线电缆的试样应绕在直径等于成品电线电缆直径 2 倍的试棒上 6 个紧密相连的圈。注意绕线时不能伤到试样。扁平电缆和大于 15.9mm 的电缆应围绕直径等于试样短径 2 倍的试棒上, 弯曲成 U 形并与试棒接触至少 180 度。

20.5 然后目视检查试样外表上是否有裂纹。目视检查时不得使用放大镜。试样上不得有任何开裂的迹象。

21 热冲击试验 (仅用于热塑性材料)

21.1 试样 1 件。如 20.4 条所述将试样应绕在直径等于成品电线电缆直径 2 倍的试棒上 6 个紧密相连的圈。注意绕线时不能伤到试样。扁平电缆和大于 15.9mm 的电缆应围绕直径等于试样短径 2 倍的试棒上, 弯曲成 U 形并与试棒接触至少 180 度。采用耐热带或是其它有效的方法使试样牢牢地固定在位置上然后放进循环空气烘箱中处理 1 小时, 烘箱温度按表 21.1 对于特定材料和额定温度的规定。绝缘线芯和成品护套电缆应单独进行试验。只有热塑性材料才需做该项试验。

21.2 空气烘箱处理后, 应将试样放在静止的室温中冷却 30 分钟或更长时间。然后用肉眼检查绝缘、护套或两者的表面和内部是否有裂纹。

21.3 检查时, 绝缘、护套或两者的表面和内部不得发现裂纹。

表 21.1

热冲击试验的烘箱温度

材料	电缆的额定温度, °C (°F)	烘箱温度, ±1.0°C(±1.8°F)
FRPE PE(聚乙烯)	60 (140)、75 (167)、80 (176)	100.0(212.0)
TPE (热塑性弹性体) 所有其它材料	60 (140)、80 (176)、90 (194)、105 (221) 60 (140)、75 (167)、80 (176)、 90 (194) 105 (221) 125 (257) 150 (302) 200 (392) 250 (482)	150.0(302.0) 121.0(249.8) 136.0(276.8) 158.0(316.4) 180.0(356.0) 232.0(482.0) 280.0(536.0)

22 低温弯曲试验

22.1 按 UL1581 第 580 节：“低温弯曲”的规定将 1 件成品电线电缆的试样和直径为成品电线电缆直径 2 倍的试棒放进低温箱中处理 4 小时，低温箱温度为 $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ($-14\pm 3.6^{\circ}\text{F}$)。扁电缆应围绕直径等于试样短径 2 倍的试棒弯曲成 U 形并与试棒接触至少 180° 。绝缘线芯和成品护套电缆应单独进行试验。

22.2 经过低温处理后，以每圈 3 秒的均匀速度将试样绕在试棒上。试样绕在试棒上的圈数应按表 22.1r 规定。扁电线电缆围绕直径等于短径的 2 倍的试样弯曲成 U 形并与试棒接触至少 180° 。

22.3 然后检查试样的外表面是否有裂纹。试样上不得出现裂纹的迹象。

表 22.1
低温弯曲试验规范

电线电缆外径	试样卷绕试棒上的圈数
小于或是等于 0.625in(16mm)	紧密围绕试棒的 6 个相连的圈
大于 0.625in(16mm)扁电线电缆	试棒弯曲成 U 形并与试棒接触至少 180° 。

23 脱层试验

23.1 从各种颜色和绝缘厚度的层合扁电线电缆上截取一根 12in 长的试样做试验。将试样放进烘箱中处理。处理时间和烘箱的温度应如第 14 节末老化和空气烘箱老化绝缘和护套的物理性能所述。经过烘箱处理后应将未老化和老化试样放在 32°C (80°F) 温度和 85% 相对湿度的空气中两周。两周后，检查试样是否脱层。

24 绝缘回缩试验-仅用于特种等级电视线

24.1 采用成品高压直流电视线的试样按 24.2-24.5 条所述的方法做试验。包含多层绝缘的成品电线仅作为成品电缆做试验。

24.2 取一根 12in (305mm) 长的成品电线试样，切割试样使得在试样两端绝缘与导体齐平。

24.3 然后用手校正直试样，并将试样放进循环空气烘箱中的或是加热滑石粉层或是玻璃珠上下班 18 小时，烘箱温度按表 24.1 规定。

24.4 处理时期结束时，从烘箱中和占床或是滑石粉珠层上取出试样，并放在室温中冷却 1 小时。如果绝缘发生收缩，试样一端或是两端的导体会暴露。使用标尺可是标尺测量绝缘的回收长度（由裸导体的长度指示）。

24.5 试样任一端的回缩不得大于 0.12in(3.0mm)。

表 24.1
回缩试验烘箱处理温度

电线电缆的额定温度 (°F)	烘箱的处理温度±2°C (±3°F)
60 (140) 75 (167) 80 (176) 90 (194)	121 (250) a
105 (221)	136 (277)
125 (257)	158 (317)
150 (302)	180 (356)
200 (392)	250 (482)
250 (782)	300 (572)

A: 额定温度 60、75 和 80℃的 LDPE, HDPE, FRLDPE, 和 FRHDPE 的试验温度应为 100±2℃ (212±3°F)

25 耐臭氧试验-仅用于特种等级电视线

25.1 采用成品高压直流电视线的试样按 25.2-25.8 的条所述的方法做试验。包含多层绝缘的成品电线仅作为成品电缆做试验。

25.2 取两个 4-8in (102-203mm) 长的合适试样做试验。

25.3 试验设备包括可产生受控数量臭氧的臭氧发生器和一种任何在受控温度和湿度条件下使用含臭氧空气流过盛有试样和试棒的试验箱的设备。还要配备测定臭氧浓度, 温度和湿度的仪器。关于试验的设备详情, 请参阅 ASTM D470 电线电缆交联绝缘和标准试验方法。

25.4 每个试样应绕在试棒上一圈, 试棒直径按表 25.1 在试样与本身叉处, 应使用带子可或是细绳将试样固定地围绕试棒的位置上。其中一个试样应顺着试样现有的弯曲方向绕在试棒上, 另一个试样应逆着试样现有弯曲方向绕在试样上。

25.5 试样固定在试样上以后, 用干净的布擦拭试样的表面以除去污秽, 汗迹或是油迹。然后将试样放进干燥烘箱中 30-45 分钟以除去潮气。

25.6 从干燥箱取出试样以后, 将固定在试棒上的试样产进臭氧试验箱中, 试验箱臭氧的浓度为 0.010-0.015%, 温度为 25±0.2℃ (77±0.3°F) 试样曝露在试验箱中的时间为 3 小时。在将试样转移到臭氧试验箱的过程中注意不要触及试样。

25.7 在处理时间结束时, 从臭氧试验箱中取出试样和试棒。当试样固定在试棒上时, 检查试样弯曲部分有无裂纹。记录试样弯曲部分任何裂纹或其它损坏。目检时除了观测者校正视力的眼镜(若需要的话)外, 不得使用任何工具。

25.8 通过检查确定试样是否合格。试样弯曲的部分不可呈现人任何裂纹或是其它损坏 180 度弯曲部分以外的试样忽略不计。

表 25.1
耐臭氧试验用长工棒的尺寸

电线外径	试棒直径
0-0.500in (0-12.70mm)	4X 电线外径
0.501-0.750in (12.71-19.10mm)	5X 电线外径
0.751-1.250in (19.11-32.00mm)	6X 电线外径
1.251-1.750in (32.01-44.50mm)	8X 电线外径
1.751in 及以上 (44.52mm 及以上)	10X 电线外径

26 油墨印字耐擦试验

26.1 依照 UL1581, 1690 章节印字耐磨擦试验, 试验后成品试样表面印字应保持可读性。

27 耐压裂试验

27.1 所有未限制用途的绝缘导线应符合下列要求中的一条:

- a) 表 7.4、7.5、7.6 的要求或
- b) 本节所述的压裂试验要求。

27.2 采用 5 个 20 - 14AWG 成品电线试样按下文所述的方法做试验。应试验绝缘线或从护套电缆中取出的绝缘线芯。在护套电缆的场合, 应从电缆中取出绝缘线芯并独立于护套做试验。实心导体绝缘线的试验可代表绞合导体类似结构的电线; 一条芯线代表多条芯线; 扁线仅在扁平面试验。

27.3 除出(泡沫)皮层外所有护层的去除后, 应用手指校直。从校直的绝缘线芯上截取 7in (180mm) 长的试样。5 个试样应分别做试验, 每件挤压两次。试验时将试样放在压力试验机的两块 2in (50mm) 宽的扁平、水平的钢板之间受挤压 2 次。压力机的夹头以 0.2±0.02in/min (5.0±0.5mm/min) 的速度接近。钢板的边缘应磨圆。每个试样的长度应与钢板的 2in (50mm) 的尺寸平行。试样在一端伸出钢板 1in (25mm), 在另一端伸出钢板 4in (100mm)。

27.4 两块钢板应相互接通、接到试验机的金属部件上并接地。在整个试验期间, 试样、设备和周围空气应在 24±8.0℃ (75±14.4°F) 的温度下达到热平衡。启动试验机并使试样受到相互接近的钢板的越来越大的压力, 直至试样中的导体与一块或两块接地的钢板短路。记录短路发生前施加在试样上的最大压力, 该压力应作为试样该端的压裂力。

27.5 短路发生后,应使机器反转以便使钢板分开,然后将试样调头,旋转 90°,并将与原先插入端相对的一端插入两块钢板之间受挤压。对于每个试样,求出两个压裂力的平均值。求出 5 个试样获得的所有 10 个压裂力的平均值,将该平均值与表 27.1 进行比较。

27.6 根据表 27.1 得出试样的平均压裂力。

表 27.1
压裂试验要求

电缆的额定电压	最小平均压裂力
30-90V	300 lbf (1334N 或 136kgf)
125—300V	600 lbf (2668N 或 272kgf)
600V 及以上	1000 lbf (4446N 或 453kg)

电气性能试验

28 介电试验,方法 I

28.1 应采用成品电线的试样按 28.2—28.9 所述的方法做试验。应试验绝缘线、绝缘扁电缆或护套电缆的绝缘线芯。在护套电缆的情况下,应取出绝缘线芯并独立于护套电缆做试验。

28.2 对于每个需进行评价的电线样品,应取 6 个绝缘线或护套电缆的绝缘线芯试样做试验。每个试样应长 24in (610mm)。其中 3 个试样在未老化状态下做试验,另 3 个试样应经过烘箱处理后做试验。

28.3 三个用于烘箱处理的直线状试样应放进烘箱中进行处理,处理时间和烘箱温度应与本标准第 14 节:绝缘和护套未老化和烘箱老化后物理性能所述和试验一致。

28.4 烘箱处理以后,应将这 3 个试样放在室温的静止空气中冷却 16-96 小时然后做试验。冷却期结束以后,同时采用未老化和烘箱老化的试样做试验。采用金属箔包每个试样中央的 12in (305mm) 的部分。

28.5 除了扁电线外,应将每个试样的金属箔绕包部分绕在金属试棒上 6 个完整的紧密相连的圈。试棒直径应为试样外径的 2 倍或是 0.19in(5mm)取二者中较大者,每个由此形成地螺旋线的端头应松松地缠绕在一起或是采用粘接带固定在一起以防止退绕。扁电线试样应围绕直径等于短径 2 倍的试棒弯曲成 U 形并与试棒接触至少 180°。

28.6 介电试验机应能提供 50 或是 60HZ 连续可变从零至电线试样额定电压 5 倍的输出电压。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)应等于纯正波上半部输出范围峰值因数的 95-105%。应使用电压表连续监测输出电压,该电压表的响应时间在规定的升压速度下不会造成大于 1%满盘的滞后的误差。其总电压精度不会造成大于 5%的误差。试验机变压器可输出的最大电流应保证可进行试样的击穿试验而示发持加载电流引起断路器跳闸现象。

28.7 将介电试验机的一根试验引接到作为一个电极的试样的导体上,并另一根试验引接到作为另一个电极的金属试棒上,电压应从零开始上升至 28.1

规定的试验电压。升压速度不得超过 500V/s 如果达到水平无击穿,电压应保持在水平 60 秒。

28.8 试验电压在规定电压水平上维持 60 秒后,应以不超过 500V/S 的速度继续升压至击穿。应分别记录未老化试样和烘箱老化试样的介质击穿电压并分别求出未老化试样和烘箱的老化试样的介质击穿电压的平均值。

28.9 未老化试样和烘箱老化试样应满足下列要求:

- a) 未老化试样和烘箱老化试样应耐受 28.1 规定的试验电压 60 秒不击穿;
- b) 烘箱老化试样的介质击穿电压的平均值不得小于未老化试样平均值的 50%。

表 28.1
介质耐压试验的试验电压

额定电压,VAC	导体尺寸,AWG	介质试验电压,V AC
----------	----------	-------------

30	所有	500
60,90	所有	1000
125,150	所有	1500
250a	所有	2000
300 及电压未规定 ^a	所有	2000
600	2 及更细	2000
600	1- 4/0	2500
600	250-500 kcmil	3000
600	500-1000 kcmil	3500
600	1100-2000 kcmil	4000
1000-10000	所有	2×额定电压+1000V AC 或 DC
3KV DC 及以上	所有	2×额定电压+1000V AC 或 DC

^a 符合表 3.2 的 250V 和 300V AC 电线应在 1500V 下做试验。

29 介电试验，方法 II

29.1 应采用成品电线的试样按 29.2~29.7 所述的方法做试验。应试验绝缘线、绝缘扁电缆或护套电缆的绝缘线芯。在护套电缆的情况下，应取出绝缘线芯并独立于护套电缆做试验。

29.2 对于每个需进行评价的电线样品，应取 6 个绝缘线或护套电缆的绝缘线芯试样做试验。每个试样应长 24in (610mm)。其中 3 个试样在未老化状态下做试验，另 3 个试样应按表 7.2 或 UL1581 第 50 节：“特定材料”的规定进行烘箱处理后做试验。非挤包绝缘应置于表 7.3 所述的老化条件下进行处理。

29.3 烘箱处理后，应将这 3 个试样放在室温的静止空气中冷却 16-96 小时，然后做试验。

29.4 将未老化和烘箱处理后的缠绕金属箔的试样放进循环空气烘箱中 1 小时。烘箱时，烘箱的温度应等于被试试样的额定温度。

29.5 介电试验机应能提供 50 或 60Hz 连续可变从零至电线试样额定电压 5 倍的输出电压。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%。应使用电压表连续监测输出电压，该电压表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。试验机变压器可输出的最大电流应保证可进行试样的击穿试验而不会发生加载电流引起断路器跳闸现象。当试样在循环空气烘箱中处于规定的温度时，将介电试验机的试验引接线穿一个孔进入循环空气烘箱中或采用其它方式使引接线接到试样上。

29.6 将介电试验机的一根试验引接线接到试样的导体上，并另一根试验引接线接到金属箔上。当试样在循环空气烘箱中处于规定的温度时，使电压从零开始上升至表 28.1 规定的试验电压，升压速度不得超过 500V/s。如果达到该水平后无击穿，电压应保持在水平 60 秒，然后降至零，降压速度不作规定。

29.7 未老化样和烘箱老化试样耐受表 28.1 规定试验电压 60 秒而不击穿。

30 介电试验，方法 III

30.1 应采用成品电线的试样按 30.2~30.6 所述的方法做试验。应试验绝缘线或护套电缆的绝缘线芯。在护套电缆的情况下，应取出绝缘线芯并独立于护套电缆做试验。

30.2 取一根 25ft(7.6m)长的绝缘线或护套电缆的绝缘线芯试样，将试样浸在室温的自来水水箱中 24 小时或更长。试样浸水的方式应使得试样中央 20ft(6.1m)的部分浸在水中而两端各伸出水面 2.5ft(0.76m)长部分。

30.3 将介电试验机的一根试验引接线接到试样的导体上，并另一根试验引接线接到插在水中的金属板或金属盘上。如果水箱是金属制成的，可将负极试验引接线直接接到水箱上。

30.4 介电试验机应能提供 50 或 60Hz 连续可变从零至电线试样额定电压 5 倍的输出电压。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%。应使用电压表连续监测输出电压，该电压表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。试验机变压器可输出的最大电流应保证可进行试样的击穿试验而不会发生加载电流引起断路器跳闸现象。

30.5 经过至少 24 小时的浸水后，使电压从零开始上升至表 28.1 规定的试验电压，升压速度不得超过 500V/s。如果达到该水平后无击穿，电压应保持在水平 60 秒，然后降至零，降压速度不作规定。

30.6 试样应耐受表 28.1 规定的试验电压 60 秒而不击穿。

31 高压直流线介质耐电压试验，方法 I

31.1 应采用成品高压直流电线的试样按 31.2~31.6 所述的方法做试验。由多层绝缘组成的成品绝缘线仅作为成品电缆做试验。

31.2 将试样放进湿度箱中处理 24 小时（如果在工厂做试验处理 6 小时），湿度箱温度至少为 30℃（86°F）相对湿度至少为 80%。

31.3 从湿度箱中取出试样后，立即用清洁的干布擦去表面的水份。然后将试样绕在金属试棒上 9 个密圈，试棒直径按 31.1 每个由此形成的螺族线的端头松松地缠绕在一起或是采用粘接带固定在一起以防止退绕。

31.4 介电试验机应能提供连续可变从零至至少被试电线的试验电压的直流输出电压。应使用电表连续临测输出电压，其总精度应不会造成大于 5% 的误差。试验机变压输出的最大的电流应保证可进行试样的击穿试验而不会发生加载电流引起断路器跳闸现象。

表 31.1

高压直流线介质耐电压试验试棒直径（方法 I 和 II）

成品电线外径 in (mm)	试棒的直径, in (mm)
0-0.150in (0-3.81)	0.50(12.7)
0-0.151-0.200in (3.84-5.08)	0.75(19.1)
0.201in 及以上 (5.11 及以上)	1.00(25.4)

31.5 将介电试验机的一根试验引接作为一个电极的试样的导体上，并另一根试验引线接到作为另一个电极的金属试棒上。电压应从零开始上升至试样直流额定电压的 2 倍，升压速度不得超过 500V/S。如果达到该水平后无击穿，电压应保持在水平 30 分钟，然后以同样的速度降至零。

31.6 如果试样耐受试验电压 30 分钟而不击穿，则证明合格。

32 高压直流线介质耐电压试验，方法 II

32.1 应采用成品高压直流电线的试样按 32.2~32.6 所述的方法做试验。多层绝缘组成的成品绝缘线仅作为成品电缆做试验。试样应在末老化状况下和烘箱老化后做试验。用于烘箱老化后做试验。用于烘箱处理的试应放进烘箱中进行处理，处理时间和烘箱温度应按本标准第 14 节：绝缘和护套末老化和烘箱的温度老化后物理性能所述的试验一致。

32.2 取 1 个末老化试样和 1 个烘箱老化试验样按如下方面军法做准备：将一个 5ft（1.5m）长的成品绝缘线试样绕在金属试棒上 9 个密圈，试棒直径按 31.1 每个由此形成的螺族线的端头松松地缠绕在一起或是采用粘接带固定在一起以防止退绕。

32.3 将绕的电线试样和试棒放进循环空气烘箱中，烘箱温度等于电线的额定温度。

32.4 介电试验机应能提供连续可变从零至至少被试电线的试验电压的直流输出电压。应使用电表连续临测输出电压，其总精度应不会造成大于 5% 的误差。试验机变压输出的最大的电流应保证可进行试样的击穿试验而不会发生加载电流引起断路器跳闸现象。当试样在循环空气烘箱中处于规定的温度时，将介电试验机的试验引接线穿过一个孔进入循环空气烘箱中或是采用其它方式使引接线接到试样上。

32.5 将介电试验机的一根试验引接作为一个电极的试样的导体上，并一根试验引线接到作为另一个电极的金属试棒上。电压应从零开始上升至试样直流额定电压的 1.25 倍，升压速度不得超过 500V/S。如果达到该水平后无击穿，电压应保持在水平 7 小时，然后以同样的速度降至零。

32.6 如果末老化和烘箱老化试样耐受试验电压 7 小时而不击穿，则证明该试样合格。

33 高压切通试验，仅用于特种电视线

33.1 应采用成品高压直流电视线的试样按 33.2~33.7 所述的方法做试验。由多层绝缘组成的成品绝缘线仅作为成品电缆做试验。

33.2 取一根至少 12in（305mm）长的成品绝缘线试样，在试样的两端各系上一个重物。重物的重量对于 20AWG 或是更细的电线为 1lbf（4.5N 或是 0.45kgf）对于 19AWG 或是更粗的电线为 2lbf（8.9N 或是 0.91kgf）。试样的一端应剥去绝缘以便介电试验机的试验引接线可与试样的导体连接。

33.3 将试样的中央部分悬挂在一个开口朝上的 U 形的金属上使得它恰好与 U 形金属贴合。然后提升 U 形金属并使用支架或是其它固定装置将它固定在水平位置使得重物在 U 形金属的两端悬挂。U 形金属槽的上缘应磨圆成具有 0.015in（0.038mm）半径，或是直径 0.032in（0.08mm）的钻杆沿 U 形金属槽的上缘固定在位置上，见图 33.1。

33.4 将系上的重物悬挂在 U 形金属槽上的电线试样放进循环空气烘箱中，烘箱温度与电线的额定温度相同。

33.5 介电试验机应能提供连续可变从零至至少被试电线的试验电压的直流输出电压。应使用电表连续临测输出电压，其总精度应不会造成大于 5% 的误差。试验机变压输出的最大的电流应保证可进行试样的击穿试验而不会发生加载电流引起断路器跳闸现象。当试样在循环空气烘箱中处于规定的温度时，将介电试验机的试验引接线穿过一个孔进入循环空气烘箱中或是采用其它方式使引接线接到试样上。

33.6 当试样和 U 形金属位于设定在电线额定温度下的烘箱中时，将介电试验机的一根试验引接作为一个电极的试样的导体上，并一根试验引线接到作为另一个电极的金属试棒上。电压应从零开始上升至试样直流额定电压的 1.5 倍，升压速度不得超过 500V/S。如果达到该水平后无击穿，电压应保持在水平 7 小时，然后以同样的速度降至零。

33.7 如果试样耐受试验电压 7 小时而不击穿，则证明该试样合格。

34 室温中短期绝缘电阻试验（潮湿场所级 AWM）

34.1 成品绝缘线（除去任何护套，屏蔽和护套）应具有大于 2.5MΩ.1000ft 导体（0.75MΩ.KM）的绝缘电阻。应按 UL 第 920 节的规定做试验。

35 高温水中长期绝缘电阻试验（潮湿场所级 AWM）

35.1 评估为水中的成品绝缘线，在浸水的任何时间应具有不小于下列合适的公式指示的自来水中绝缘电阻值。自来水应具有 50±1.0°C(122±1.8°F)或是 75±1.0°C(167±1.8°F)的水温，浸水时间为：

- a) 12 周或是以上，如果在浸水的整个最后 6 周时间期内绝缘电阻大于 10MΩ.1000ft 导体（3MΩ.KM 导体）的话。
- b) 24-36 周如果绝缘电阻小于 10MΩ.1000ft 导体而大于下列合适的公式指示的数值（小于 3MΩ.KM 导体而大于下列合适的公式指示的数值）的话。
- c) 除了读取绝缘电阻数值的时间外，所有浸水时间内均应施加 50HZ 或是 60HZ 正弦波形成相当于绝缘额定的电压的试验电压，关于绝缘电阻最大减少率的要求，见 36.4 条。

35.2 对于 PVC 和热固性材料，绝缘电阻应采用下列之一合适的公式进行计算：

- a) 英制 $IR_{50^{\circ}C} = K 15.6^{\circ}C \times 6.63 \times 10^{-4} \times \log D/d$

其中 IR 表示暴露在 50°C（140F）或是 75°C（167F）水中的电线的绝缘电阻，单位 MΩ.1000ft 导体

K 为 15.6°C（60F）下绝缘材料常数，单位 MΩ.1000ft 导体 6.63×10⁻⁴ 为将 PVC 在 15.6°C（60F）下的 K 值缩小成 50°C（122F）或是 75°C（167F）试验温下数值必需的因数。6.63×10⁻⁵ 为将热固性材料在 15.6°C（60F）下的 K 值缩小成规定试验温度下数值必需的因数。

D 为绝缘外径，单位 in 而 d 为金属导体的直径单位 in。

- b) 公制： $IR_{50^{\circ}C} = K 15.6^{\circ}C \times 2.02 \times 10^{-4} \times \log D/d$

式中 IR_{50°C}（122F）或是 IR_{75°C}（167F）分别表示暴露在 60°C（140F）或是 75°C（167F）水中的电线的绝缘电阻，单位 MΩ.1000ft 导体 K 为 15.6°C（60F）下绝缘材料常数，单位 MΩ.1000ft 导体 2.02×10⁻⁴ 为将 PVC 在 15.6°C（60F）下的 K 值缩小成 50°C（122F）或是 75°C（167F）试验温下数值必需的因数。1.94×10⁻⁵ 为将热固性材料在 15.6°C（60F）下的 K 值缩小成规定试验温度下数值必需的因数。

D 为绝缘外径，单位 mm 而 d 为金属导体的直径单位 mm。

35.3 IR_{50°C}（122F）或是 IR_{75°C}（167F）水中长期浸水为 60°C（140F）或是 75°C（167F）水中的电线的加速老化试验。虽然这类电线额定暴露在这样的水温下，但是使用时不希望电线同时长期暴露在 60°C 或 75°C 温度的水中。

35.4 在 12 周或是 24-36 周浸水时期的后半部分，每连续 3 周画出的覆盖该浸水时期且表示绝缘电阻测试读数平均值的平滑曲线，不得以大于下述的速度率下降：

- a) 每周 4% 如果单个绝缘电阻读数至少等于 10 MΩ.1000ft 导体（3MΩ.KM 导体）；
- b) 每周 2% 如果单个绝缘电阻读数大于按 35.5 条的计算绝缘电阻但少等于 10 MΩ.1000ft 导体（3MΩ.KM 导体）；

35.5 为了确定满足本节的要求，成品绝缘线应以以下方法做试验：使用每个浸水的试样两端远离水箱，水箱的

水保持在规定的温度绝缘电阻降低速率（在长期浸水期间）比 35.4 规定值更大的成圈电线可继续浸水 1 周，然后根据最后 12 周有浸水情况对该电线进行评估。

35.6 进行绝缘电阻试验的设备和程序虽然没有规定，但应适合测量。Megohm 电桥应有合适的量程，校验。读数精度应达到指数数值的 10% 或更小。读数前施加在绝缘上的 100-500V DC 电压应有 60 秒。每次读数前应使

检流计稳定 60 秒。读数时间应为 60 秒，对速读设备（已验证）读数时不用延迟。

36 温度校正系数（潮湿场所级 AWM）

36.1 取两个试样（最好是平均绝缘厚度为 10-15mil 或是 0.25-0.38MM 的 16-20AWG 实心导体电线）作为被考

的绝缘代表。试样的长度（至少 200FT 或是 60M）应使得绝缘电阻值在最低水温度下在测试仪器的校准范围保持稳定。

36.2 将这两个试样浸入配备加热、冷却和循环装置的水浴中。试样的两端头应伸出水面至少 24in（600mm）以

减少漏电。试样应留在室温下的水中 16 小时，然后将水浴调节 10°C（50F）或将试样转移到 10°C 的水浴中。

36.3 以合适的时间间隔量金属导体的直径流电阻，直至温度在至少 5 秒钟

的时间内保持恒定。在水中浴温度计指示水浴温度下测量绝缘电阻。

36.4 按 36.3 条所述使两个试样中每个试样依次暴露在 10/16.1/22.2/27.8/和 35°C（50/61/72/82 和 95°F）的水温中，

然后反过来依次暴露在 27.8/22.2/16.1 和 10°C（82/72/61/和 50°F）的水温中。在上述每个温度下达到热平衡后，读取

绝缘电阻读数。

36.5 求出两个试样两个读数（同一温度下共读取了 4 个读数）的平均值。将 4 个平均值和在 35°C（95°F）下

的五个读数的平均值绘在半对数纸上。通过这 5 个点可画出一条连续的曲线（一般为直线）。然后从该曲线上读出 15.6°C（60°F）温度下的绝缘电阻值。

36.6 将从曲线上读出的 15.6°C（60°F）温度下的绝缘电阻值除以 16.1°C（61°F）温度下的绝缘电阻值求出 0.55°C

或 1°F 温度变化的电阻率系数，精确到两位小数点。然后采用表 36.1 中相当于计算机电阻率的数值调 15.6（60°F）

温度下的绝缘电阻值。

表 36.1

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	29.4	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 UL1072 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											

37 电容和相对电容率试验 (潮湿场所级 **AWM**)

37.1 按 UL 1581 第 1020 节; 电容和相对容率的规定对插入自来水中的电线试样施加 1000HZ 正弦波的电流。对于额定 60°C (140°F) 的防水的电线绝缘 (剥除护套, 屏蔽和其它护层) 应具有下电容感和电容值。

a) 试样浸水 24 小时后测定的电感电容率 (相对电容率或是介电常数) 应等于 10 或以下。

b) 试样浸水落 14 天以后测定的电容值不得超过浸水 24 小时测定的电容值的 10% 以上。

c) 试样浸水 14 天以后测定的电容值不得超过浸水 7 天后测定电容值的 5% 以上。

37.2 按 UL 1581 第 1020 节; 电容和相对容率的规定对插入自来水中的电线试样施加 1000HZ 正弦波的电流。对于额定 75°C (167°F) 的防水的电线绝缘 (剥除护套, 屏蔽和其它护层) 应具有下电容感和电容值。

a) 试样浸水 24 小时后测定的电感电容率 (相对电容率或是介电常数) 应等于 10 或以下。

b) 试样浸水落 14 天以后测定的电容值不得超过浸水 24 小时测定的电容值的 10% 以上。

c) 试样浸水 14 天以后测定的电容值不得超过浸水 7 天后测定电容值的 5% 以上。

38 稳定因数 (潮湿场所级 **AWM**)

38.1 将热固性绝缘线的试样浸入水中连续 14 天, 水温对额定 75°C 的材料为 75±1°C (167±1.8°F) 对于额定 90°C 的材料为 90±1°C (194±1.8°F) 然后按 UL1581 的规定做稳定因数试验。试样应满足下述要求:

a) 经过 14 天浸水后测定的稳定因数 (施加 60HZ 平均场强为 80 和 40V/MIL 或是 3150 和 1575V/MM 的电流进行测量时, 功率因数百分数的数字差) 应等于 1.0 或是以下。

b) 14 天浸水后测定的稳定因数减去第一天浸水后的稳定因数, 应等于 0.5 或是以下。

燃烧性能测试试验

39 内部布线适用的水平燃烧试验

39.1 内部布线用的成品绝缘线或是成品电缆的 3 件试样，应按 UL1581 第 1090 节；电器布线水平试验燃烧试验的规定进行评估。

40 cable flame test 燃烧试验

40.1 外部用线的成品绝缘线或是成品电缆的 3 件试样，应按 UL1581 第 1061 节；电器布线 cable flame 试验燃烧试验的规定进行评估。

41 VW-1 燃烧试验

41.1 成品绝缘线或是成品电缆的 3 件试样，应按 UL1581 第 1080 节；VW-1（垂直试样）燃烧试验的规定进行评估。

41.2 阻燃等级 VW-1 适用于成品电线或电缆，成品电缆中的绝缘线芯不作等级 VW-1 的评定，除非标志上特别注明。

42 FT1 燃烧试验

42.1 成品绝缘线或是成品电缆的 3 件试样，应按 UL1581 第 1060 节；（垂直试样）燃烧试验的规定进行评估。

42.2 阻燃等级 FT1 适用于成品电线或电缆，成品电缆中的绝缘线芯不作等级 FT1 的评定，除非标志上特别注明。

43 FT2 燃烧试验

43.1 成品绝缘线或是成品电缆的试样，应按 UL1581 第 1100 节；热塑性和紧固性绝缘电线电缆水平试样燃烧试验的规定进行评估。

43.2 阻燃等级 FT2 适用于成品电线或电缆，成品电缆中的绝缘线芯不作等级 FT1 的评定，除非标志上特别注明。

制造和生产试验

44 导体连续性试验

44.1 每根动力线芯和接地线芯的导体应在成品电缆上的全长连续。电缆制造商应在工厂里试验成品电缆的每根 10AWG 或是更细的导体的连续性。只有那些火花试验后线芯又经过了进一步加工的电缆，才必须做该项试验。

44.2 为了确定电缆是否连续，应依次将每根线芯与灯，蜂蜜器电铃或其它指示器和电源串连。如果灯发亮，电铃或是蜂蜜器发声或其它指示器的信号被触发，则导体在电缆的一端到另一端连续，

44.3 对于工厂生产的电缆连续性试验，制造商可选择符合 43.4 和 43.5 条的连续涡流试验代替 43.2 的规定的试验。

44.4 连续涡流试验应采用符合下述各条的试验设备：

- a) 该设备应能对试验线圈施加 1-125KHZ 范围内的一种或数种频率的电流，试验线圈用于使以生产速度通过线圈的导线感应出涡流电流。
- b) 该设备应能检测出一根或是数根导线上每个断线点引起的线圈的阻抗变化。
- c) 该设备应能为操作者提供视觉显示。

44.5 电缆的纵轴应与试验线圈的电气中心重合。电缆通过试验线圈时应没有或是很少振动。电缆与线圈的距离应不大于 1/2in 或 13mm。通过试验线圈的电缆的速度变化，应限于加上 50%和减去任何保持信号幅度在检测断线水平以上的百分数（最大 50%）对于每种规格，绞合方式和导体材料的电缆，应分别进行校准，平衡精度调节。最大信号噪比调节。和信号干扰（指示直径渐渐改变或其它缓慢变化）调节。至少每日一次应进行无电缆通过的试验线圈校准，以检查设备是否完好。沿被试电缆长度方向上的温度可与对于该规格，绞合方式和导体材料和电缆进行设备校准。平衡等操作时间的温度有偏高，如果温度变化是渐渐发生的且电缆上没有导致错误信号的过热或过冷的话。

45 火花试验

45.1 作为例行试验，制造商应地工厂里对 100%成品电线电缆做火花试验，试验时应按 UL 1581 第 900 节；火花试验和第 900 节；功率限制电路电缆和功率限制防火电路电缆的火花试验的规定和本标准 45.2 所述的方法。1000V 及以下额定电压，其火花机电压应为额定电压的 10 倍，最小火花机试验电压为 1500V。额定电压未规定的，火花机试验电压为 3000V。额定电压超过 1000V 的，火花机电压为额定电压的 2 倍，最小火花机试验电压为 10000V。表 45.1 给出了额定电压为直流的电线的火花试验值。火花机试验应试验绝缘线和护套电缆的绝缘线芯。在护套电缆的场合，绝缘线芯应在包覆外护套或是护层之前做火花试验。

45.2 应在电缆即将剪切成装运长度之前的生产阶段做火花试验。

45.3 任何电缆缺陷点应剪去或是修复。修复点和绝缘应再做火花试验对于额定 30V 电缆，任何装盘长度的单根绝缘线如果平均每 3000FT（915M）至于多一个缺陷点，则绝缘线符合本条要求。

表 45.1

火花试验电压

额定电压	AWM 规格	火花试验电压
3KVDC	所有	7.5kvDC 或 3kvAC
5KVDC	所有	12.5kvDC 或 5kvAC
6KVDC	所有	7.5kvDC 或 6kvAC
10KVDC	所有	15kvDC 或 10kvAC
15KVDC	所有	25kvDC 或 12.5kvAC
20KVDC	所有	37.5kvDC 或 15kvAC
25KVDC	所有	50kvDC 或 17.5kvAC
30KVDC	所有	62.5kvDC 或 20kvAC
35KVDC	所有	87.5kvDC 或 22.5kvAC
40KVDC	所有	100kvDC 或 25kvAC
50KVDC	所有	125kvDC 或 30kvAC
60KVDC	所有	150kvDC 或 35kvAC

45.4 符合表 3.2（非押出绝缘线）要求的额定电压 300V 的电线，应用 1500V 的电压进行火花机试验。符合表 3.2（非押出绝缘线）要求的额定电压 600V 的电线，应用 2000V 的电压进行火花机试验。

46 生产线介质试验

46.1 绝缘芯线外进行金属屏蔽层时，制造商应进行 100%的介质试验。

46.2 成缆成品线中的绝缘芯线应能在室温下，承受试验电压而不出现击穿，试验电压见表 28.1,电极一端接互连的芯线，另一端接互连的屏蔽层。试验电压由 2KVA 或以上的变压装置提供，试验电压缓缓从零升到试验要求电压，并保持 1 分钟。

标志

47 AWM 的表面标志

47.1 电器布线电线电缆不要求表面标志

47.2 如果使用涉及 AWM 的标志：该标志应包含如下内容：

- a) 电线电缆名称：AWM；
- b) 制造商名称，商品名或是其它合适的标志或档案号。如果制造商在一家以上的工厂生产 AWM 电线电缆，应添加识别特定制造厂的标志。

其它诸如导体规格，芯数等数据的标志，如果不会引起误解和混淆的话，被认为满足本条要求。

47.3 对有导电聚酯屏蔽的线缆，外被或标示带应标记“导电性屏蔽”，“有聚酯导电屏蔽”等等信息。

48 标牌、线盘或纸箱上标上标志

48.1 电器布线电线电缆要求在标牌、线盘或纸箱上标上标志。这类标志应出现在最小装箱单元上。如果 AWM 从一个线盘或线轴上复绕至若干较小的线盘或线轴上，应复制标牌上的信息并使这些信息伴随复绕在最小装箱单元上的电缆。

48.2 标牌、线盘或纸箱上的标志应包含如下内容：

- a) 电线电缆名称：“AWM”；
- b) 应标明 AWM 的用途（内部或外部用），线材用在什么设备中，线材暴露在什么环境下（如汽油、煤油或蒸气），额定温度，额定电压（多芯线中额定电压最小绝缘芯线）
- c) 制造商名称、商品名或其它合适的标志或档案号。如果制造商在两个或以上的工厂生产 AWM 电线电缆，应添加识别特定制造厂的醒目的标志；
- d) 导体规格和芯数。除了单芯电缆外，应提供电线或电缆的芯数和导体的 AWG 号或公制尺寸 mm²。如果电缆包含不同规格的绝缘线芯或线对，应提供每种规格导体的芯数和规格（例如：2/18AWG 和 4/24AWG）；
- e) 导体材料；例外：对于非合金铜，导体材料不需标出。
- f) 导体导电率，以非合金铜的百分数表示，参阅 IACS（国际韧铜标准）；
例外：非合金铜或 61%IACS 铝不适用。
- g) 绝缘和护套材料和平均厚度（例如：绝缘 SRPVC 0.009in;护套 PVC0.030in），如有多层护套，每层的材料及厚度都应标示；
- h) 制造日期(年和月),作为一种选择,日期代码也可印在电缆表面；

- i) 对于包含一根或数根光纤的电缆,下列说明文字:
“电缆的光纤部分的安装按国家电气规程 NFPA70 770 章节和其它适用章节。当光纤安装在激光系统中,系统应符合 LIA/ANSI Z316 激光系统安全标准”。
- j) 对于包含一个或数个光纤元件或光纤元件组的电缆,如果光纤元件或元件组包含金属或其它导电部件,下列说明文字:“电缆的光纤部分包含非载流金属或其它导电部件。”
- k) 如果电缆包含导电聚合物屏蔽,且标牌上应包含如下文字说明:“导电屏蔽”或“包含导电聚合物屏蔽”。

除了上述标志外,包含其它标志的电缆只要不会引起误解或混淆,也符合本条要求。

49 多重标志

49.1 电缆除了满足本标准一种型号的要求外,还可同时满足下列一种或数种型号的要求:

- a) 一种或数种美国国家电气规程 (NEC) 所述的型号 (例如: CM 型通信电缆、SJT 型软线、MTW 型机床线等);
- b) 一种或数种符合加拿大电气规程 (CEC) 的电缆型号 (例如: TR-64 型无线电引接线、TEW 型设备线等);
- c) 一种或数种欧洲电缆型号 (例如: H05VV-F 软线)
- d) 一种或数种美国军用规范型号 (例如: RG-59/U 同轴电缆)。

49.2 对于满足 49.1 规定的多重要求的电缆,制造时应使得附加的电缆型号以及电压等级、温度等级和其它必须的标志出现在电缆表面、标牌、线盘和纸箱上。这类标志的顺序不作规定,但每种额定值和相关的标志应:

- a) 清楚地与其适用的电缆型号联系在一起;
- b) 与标出的所有其它电缆型号明显隔开。

49.3 在电缆表面标志中,各种电缆型号和亚型号及其相关标志应以文字“或”、长破折号或至少 1/4inch 的空白距离相互隔开。

49.4 在标牌、线盘或纸箱标志中,各种电缆型号和亚型号及其相关标志应通过放在不同段的说明文字中相互隔开。每段说明文字应以句号结束,且应与相应的标志出现在一起。