



中国质量认证中心认证技术规范

CQC1103-2015

替代 CQC1103-2014

电动汽车传导充电系统用电缆技术规范 第 1 部分：一般规定

Technical Specification for Cables of Electric Vehicles Conductive Charging Systems

Part 1: General Requirement

2015-09-28 发布

2015-09-28 实施

中国质量认证中心发布

目次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 定义	2
3.1 额定电压	2
3.2 例行试验 (R)	2
3.3 抽样试验 (S)	2
3.4 型式试验 (T)	3
3.5 电动汽车	3
3.6 充电	3
3.7 储能装置	3
3.8 电动汽车充电站	3
4 使用特性	3
4.1 电缆额定电压	3
4.2 温度范围	3
5 电缆型号和产品表示方法	3
5.1 型号组成	3
5.2 代号	4
5.3 电缆常用型号名称	5
6 技术要求	6
6.1 导体	6
6.2 隔离层	6
6.3 绝缘	6
6.4 绞合绝缘线芯和填充物 (若有)	7
6.5 内护层	7
6.6 总屏蔽 (若有)	7
6.7 护套或外护套	8
6.8 信号和控制线芯	8
6.9 电缆外径	8
7 电缆标志	8
7.1 产地标志和电缆识别	8
7.1.1 一般要求	8
7.1.2 标志连续性	8
7.1.3 清晰度和耐擦性	8
7.2 绝缘线芯颜色识别	9
7.2.1 一般要求	9
7.2.2 颜色色谱	9
7.2.3 黄-绿组合	9
8 例行试验	9
8.1 导体直流电阻	9
8.2 电压试验	9
9 抽样试验	10
9.1 概述	10
9.2 抽样试验频度	10
9.2.1 导体检查和尺寸检查	10
9.2.2 抽样频度	10

9.3 复试	10
9.4 导体检查和尺寸检查	10
9.5 绝缘及护套材料的热延伸试验	11
9.6 电缆的单根阻燃试验	11
10 型式试验	11
10.1 电缆结构尺寸	11
10.2 电气型式试验	11
10.2.1 成品电缆耐压试验	13
10.2.2 绝缘线芯耐压试验	13
10.2.3 绝缘电阻常数	13
10.2.4 护套表面电阻	13
10.2.5 信号和控制线芯屏蔽层表面转移阻抗	13
10.2.6 绝缘耐长期直流试验	13
10.2.7 控制/数据芯线对动力芯线的电容	14
10.3 绝缘（内护层）机械物理性能	14
10.4 护套（内护层）机械物理性能	16
10.5 成品电缆特殊试验	19
10.5.1 相容性试验	19
10.5.2 耐化学试剂试验	19
10.5.3 成品电缆的机械强度试验	20
10.5.3.1 曲挠试验	20
10.5.4 耐刮磨试验	21
10.5.5 弹簧形电缆试验	22
10.5.6 耐气候试验	23
10.5.7 成品电缆低温冲击试验	23
10.5.8 成品电缆挤压试验	23
10.5.9 湿热试验	24
10.5.10 卤素评定试验	24
10.5.11 电缆的单根阻燃试验	24
附录 A 护套抗撕试验	25
A1. 适用范围	25
A2. 试样制备	25
A3. 试验处理	25
A4. 试验步骤	25
A5. 试验结果	26
附录 B 皂化试验	27
B1. 试剂与仪器	27
B2. 测定步骤	27
B3. 结果计算	27
图 1 产品型号和组成排列顺序图	4
表 1 型号名称	5
表 2 绝缘和护套材料	6
表 3 编织用圆铜线（镀锡圆铜线）标称直径	7
表 4 抽样试验样品数量	10
表 5 电气性能试验要求	11
表 6 绝缘（内护层）机械物理性能试验要求	14

表 7 护套（内护层）机械物理性能试验要求	16
表 8 耐化学试剂测试液体	19
图 2 扭摆试验装置	21
表 9 耐刮磨试验的垂直力	21
图 3 耐刮磨试验装置	22
表 10 低温冲击测试参数	23
表 11 卤素评定试验要求	24
图 A1 抗撕试验试样	25
图 A2 放入拉力试验设备夹口前的试样	25



前言

本技术规范根据 GB/T1.1-2009 制定。

《电动汽车传导充电系统用电缆技术规范》系列由中国质量认证中心提出，属于产品自愿性认证技术规范系列之一。该系列由以下 3 个技术规范组成：

CQC 1103 《电动汽车传导充电系统用电缆技术规范第 1 部分：一般规定》

CQC 1104 《电动汽车传导充电系统用电缆技术规范第 2 部分：交流充电系统用电缆》

CQC 1105 《电动汽车传导充电系统用电缆技术规范第 3 部分：直流充电系统用电缆》

本技术规范为 CQC1103-2014、CQC1104-2014、CQC1105-2014、TICW 18-2012 和 K175-2014 三方标准转化升级之版本。

与 CQC1103~5-2014 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

1. 调整产品型号规格的表述方法；
2. 新增无卤交联材料系列的产品。
3. 删除 EV-VV、EV-S90S90、EV-YJYJ 等系列产品及相关要求；
4. 调整 TPE 系列的温度等级及 TPE 护套抗撕裂试验的要求；
5. 调整成品电缆电压试验电压为：3500V，明确电压试验方法；
6. 删除车辆碾压试验、耐油试验、进水后电容增率；
7. 新增挤压试验、耐试剂试验、耐磨、热收缩试验、绝缘耐长期直流试验、硬度、耐候性、皂化试验；
8. 调整产品的绝缘和护套厚度，删除外径上下限要求；

本技术规范负责起草单位：

中国质量认证中心、国家电线电缆质量监督检验中心、DEKRA Certification B. V.

本技术规范起草人：

谢志国、黄萱、关丽丽、李娜、杨娟娟、肖继东、朱永华、吴长顺、洪健、刘伟海

本技术规范主要参加起草单位及起草人：

无锡鑫宏业特塑线缆有限公司	关勇
广东奥美格传导科技股份有限公司	刘瑶勋
中利科技集团股份有限公司	孙建宇
衡阳恒飞电缆有限责任公司	王福珊
江阴市七星电缆有限公司	高巍
中天科技装备电缆有限公司	陈帅
无锡市明珠电缆有限公司	于金花

电动汽车传导充电系统用电缆技术规范

第1部分：一般规定

1 范围

本技术规范规定了电动汽车传导充电系统中所用电缆的命名、结构和技术要求，试验方法，成品电缆试验和检验规则以及电缆的标志和包装。

本技术规范所规定的电缆包括额定电压交流 450/750V 及以下，直流 1.0kV 及以下的充电用电缆（可包括控制线芯）。

电缆应用于符合 GB/T 18487.1—2001 的充电系统中，与 GB/T 20234 规定的连接装置连接，运行于不同的电压和频率下，也可能包括更低的电压等级和通信信号。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本技术规范的引用而成为本技术规范的条款。对于本文件的引用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.10 电工术语 电缆

GB/T 2951.11—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第 11 部分：通用试验方法厚度和外形尺寸测量机械性能试验（IEC 60811-1-1:2001）

GB/T 2951.12—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第 12 部分：通用试验方法热老化试验方法（IEC 60811-1-2:1985）

GB/T 2951.13—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第 13 部分：通用试验方法密度测定方法吸水试验收缩试验（IEC 60811-1-3:2001）

GB/T 2951.14—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第 14 部分：通用试验方法低温试验（IEC 60811-1-4:1985）

GB/T 2951.21—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第 21 部分：弹性体混合料专用试验方法耐臭氧试验热延伸试验浸矿物油试验（IEC 60811-2-1:2001）

GB/T 2951.31—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第 31 部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法高温压力试验抗开裂试验（IEC 60811-3-1:1985）

GB/T 3048.4—2007 电线电缆电性能试验方法第 4 部分：导体直流电阻试验

GB/T 3048.8—2007 电线电缆电性能试验方法第 8 部分：交流电压试验

GB/T 3956—2008 电缆的导体

GB/T 5013.1—2008 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆第 1 部分：一般要求（IEC 60245-1:2003）

GB/T 5013.2—2008 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆第 2 部分：试验方法（IEC 60245:1998）

GB/T 5023.2—2008 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆第 2 部分：试验方法（IEC 60227:1998）

GB/T 12706.1—2008 额定电压 1kV (Um1.2kV) 到 35kV (Um40.5kV) 挤包绝缘电力电缆及附件第 1 部分: 额定电压 1kV (Um1.2kV) 和 3kV (Um3.6kV) 电缆

GB/T 17650.1—1998 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法第 1 部分: 卤酸气体总量的测定

GB/T 17650.2—1998 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法第 2 部分: 用测量 pH 值和电导率来测定气体的酸度

GB/T 17737.1—2000 射频电缆第 1 部分: 总规范—总则、定义、要求和试验方法

GB/T 18380.12—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验第 12 部分: 单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW 预混合型火焰试验方法 (IEC 60332-1-2:2004)

GB/T 18487.1—2001 电动车辆传导充电系统的一般要求

GB/T 20234.1—2011 电动汽车传导充电用连接装置第 1 部分: 通用要求

GB/T 20234.2—2011 电动汽车传导充电用连接装置第 2 部分: 交流充电接口

GB/T 20234.3—2011 电动汽车传导充电用连接装置第 3 部分: 直流充电接口

ISO 48-2010 硫化或热塑性橡胶.硬度的测定(硬度 10 IRHD 和 100 IRHD 之间)

IEC 60684-2—2003 绝缘软套管第 2 部分:试验方法

EN 50289-4-17—2011 通信电缆试验方法规范.第 4-17 部分: 评估电缆和光纤电缆外壳抗紫外线性能的试验方法

EN 50289-1-5—2001 通信电缆试验方法规范.第 1-5 部分:电容量

3 定义

本技术规范采用以下定义。

3.1 额定电压

电缆的额定电压是电缆设计、使用 and 进行电性能试验用的基准电压。

在交流系统中, 额定电压用 U_0/U 表示。 U_0 表示任一主绝缘导体与“地”(金属屏蔽、金属套或周围介质) 之间的电压有效值; U 为多芯电缆或单芯电缆系统中任意两相导体之间的电压有效值。电缆的额定电压应至少等于使用电缆的系统的标称电压, 这个条件对 U_0 和 U 值都适用。

在直流系统中, 额定电压用 U_0 表示, U_0 表示导体与屏蔽之间的电压有效值。

系统工作电压应不大于系统标称电压的 1.1 倍。

3.2 例行试验 (R)

由制造方在成品电缆的所有制造长度上进行的试验, 以检验所有电缆是否符合规定要求。

3.3 抽样试验 (S)

由制造方按规定的频度在成品电缆试样上, 或在取自成品电缆的某些部件上进行的试验, 以检验电缆是否符合规定要求。

3.4 型式试验 (T)

按一般商业原则对本技术规范所包含的一种类型电缆在供货前所进行的试验,以证明电缆具有能满足预期使用条件的良好性能。

注:型式试验的特点是除非电缆材料、设计或制造工艺的改变可能改变电缆的特性,否则试验做过以后不需要重做。

3.5 电动汽车

主要为用于在公共的街道、公路或高速公路上的使用而生产的由电动机牵引电流驱动的车辆,电动机的牵引电流来源于可充电蓄电池或其它便携式储能装置(可通过脱离车辆的能量源充电的,比如住宅或公共的电气设备维护)。

3.6 充电

为电动汽车的储能装置提供一定电压/电流水平的标准电压和电流,确保车上的电气设备有适当的能量传输能够可控地操作。

3.7 储能装置

电动汽车上安装的能够储存电能的装置。

3.8 电动汽车充电站

安装在非车体上的一个外壳内的传输交流或直流电流到电动汽车并具有特定控制功能和通信功能的所有设备。

4 使用特性

4.1 电缆额定电压

交流: 450/750 V

直流: 1.0kV

4.2 温度范围

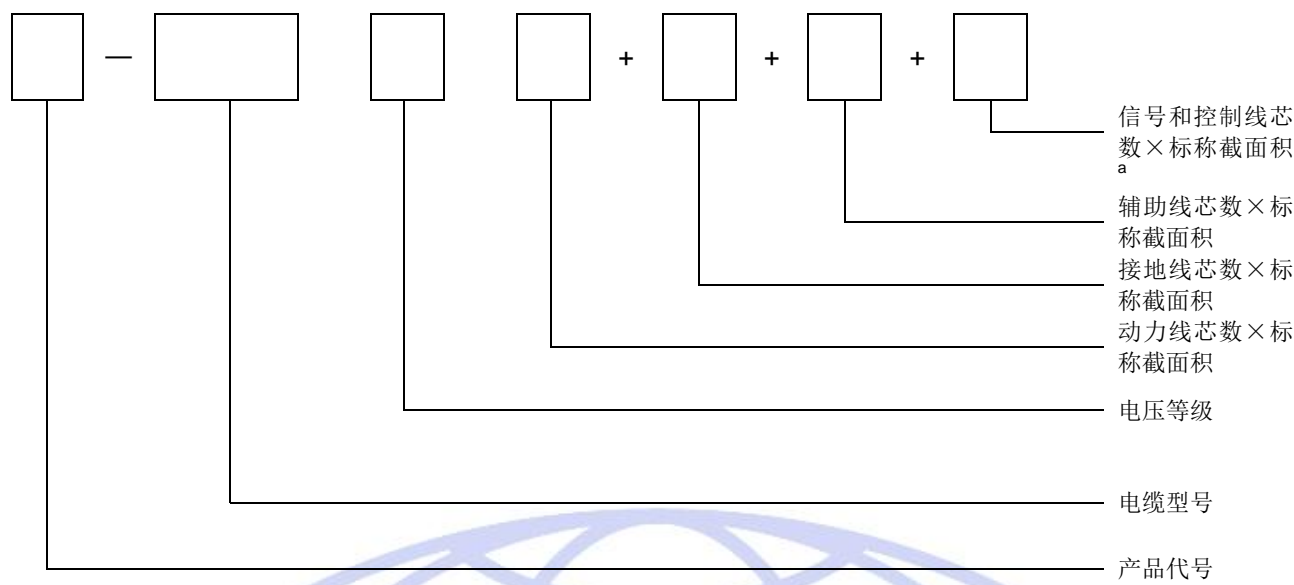
推荐使用的环境温度范围: -40°C (或 -25°C)~ $+50^{\circ}\text{C}$,使用时应根据环境需要选择适合的电缆。

正常运行时导体最高温度和短路时(最长持续 5s)导体最高温度见本规范表 2。

5 电缆型号和产品表示方法

5.1 型号组成

产品型号的组成和排列顺序如图 1 所示。



注：
a: 对信号和控制线芯含屏蔽结构的情况，应在标称截面面积后添加字符“P”以区分。

图 1 产品型号和组成排列顺序图

5.2 代号

产品代号	
EV	电动汽车
AC（省略）	交流充电用
DC	直流充电用

电缆型号由以下组成：
导体结构代号+绝缘材料代号+内护层(如有)材料代号+屏蔽结构代号+护套材料代号

导体结构代号	
R	第 6 类软导体
省略	第 5 类软导体

绝缘（内护层）材料代号	
E	连续工作温度 90℃的乙丙橡胶或类似的合成弹性体
E1(EVI-2)	连续工作温度 90℃的无卤高弹性模数乙丙橡胶或类似合成弹性体
S	连续工作温度 70℃热塑性弹性体
S90	连续工作温度 90℃热塑性弹性体
S1(EVI-1)	连续工作温度 90℃无卤热塑性弹性体（仅适用信号和控制线芯的绝缘）

护套（内护层）材料代号

S	连续工作温度 70℃热塑性弹性体
U	聚氨酯
U1(EVM-1)	无卤聚氨酯
YJ	交联聚烯烃或类似合成弹性体
YJ1(EVM-2)	无卤交联聚烯烃或类似合成弹性体

屏蔽结构代号

省略	无屏蔽结构
P	铜丝编织总屏蔽

弹簧线缆结构代号

省略	直线型线缆，非弹簧线缆
T	弹簧线缆结构

5.3 电缆常用型号名称

电缆常用型号名称见表 1。

表 1 型号名称

型号 ^a	名称 ^b
EV-SS EV-RSS EV-SSPS EV-RSSPS	热塑性弹性体绝缘热塑性弹性体护套电动汽车传导充电系统用电缆
EV-S90U EV-RS90U EV-S90S90PU EV-RS90S90PU	热塑性弹性体绝缘热塑性弹性体护套电动汽车传导充电系统用电缆
EV-E1YJ1 EV-RE1YJ1 EV-E1E1PYJ1 EV-RE1E1PYJ1	无卤高弹性模数乙丙橡胶（或类似合成弹性体）绝缘无卤交联聚烯烃（或类似合成弹性体）护套电动汽车传导充电系统用电缆
EV-E1U1 EV-RE1U1 EV-E1E1PU1 EV-RE1E1PU1	无卤高弹性模数乙丙橡胶（或类似合成弹性体）绝缘无卤聚氨酯护套电动汽车传导充电系统用电缆

EV-EU	乙丙橡胶（或类似合成弹性体）绝缘聚氨酯护套电动汽车传导充电系统用电缆
EV-REU	
EV-EEPU	
EV-REPU	

注：

a:直流充电系统用电缆的产品代号为“EVDC-”。

b:含有铜丝编织总屏蔽的产品(型号中含有“P”),应在产品名称中添加“铜丝编织屏蔽”,例如:热塑性弹性体绝缘铜丝编织屏蔽热塑性弹性体护套电动汽车传导充电系统用电缆。

c:对于弹簧线(伸缩缆)应在型号最后增加代号“T”,例如:EV-RS90UT。

表 2 绝缘和护套材料

绝缘材料	护套材料	温度℃			
		导体允许温度		电缆表面	安装和敷设
		长期	短路		
		最高	最高	最高	最低
S	S	+70	+200	+50	-25
S90	U	+90	+250	+75	-40
E	U	+90	+250	+75	-40
E1	U1	+90	+250	+75	-40
E1	YJ1	+90	+250	+75	-40

6 技术要求

6.1 导体

导体应符合 GB/T 3956—2008 中第 5 类或第 6 类软导体的要求,导体可以是裸铜导体或镀锡铜导体,采用热固性绝缘材料时导体宜采用镀锡铜导体,采用热塑性绝缘材料时导体可采用裸铜导体。

导体的标称截面积在后续产品标准中规定。

6.2 隔离层

可在导体外包覆一层合适材料制成的隔离层。

6.3 绝缘

所有线芯导体外都应挤包绝缘。

绝缘应是本规范表 2 中所列的任一种挤包成型的化合物。

绝缘应紧密挤包在导体或隔离层外,并能够被剥除而不破坏绝缘、导体或镀锡层(若有)。

绝缘厚度标称值在后续产品标准中规定。

6.4 绞合绝缘线芯和填充物（若有）

所有绝缘线芯（包括控制和信号线芯）应绞合在一起。不允许中心线芯的绞合结构。

可在缆芯中使用填充物，用于填充物的材料应适合电缆的运行温度并和电缆的绝缘材料相容，无卤电缆的填充物应符合表 11 的要求。

6.5 内护层

如有总屏蔽，绞合绝缘线芯外应挤包内护层，内护层材料应是本规范表 2 所列的一种挤包成型化合物并且与电缆的绝缘或护套相同。

在工作温度下，内护层材料应适合电缆的运行温度并和电缆的绝缘、护套材料相容。

挤包内护层应包覆在绞合线芯外并填满缆芯间的空隙以使电缆圆整，挤包内护层不应粘连绝缘线芯。

内护层的标称厚度在后续产品标准中规定。

6.6 总屏蔽（若有）

总屏蔽应采用裸圆铜线或镀锡铜线编织在内护层上。

编织用圆铜线或镀锡圆铜线的标称直径应符合表 3 规定。

表 3 编织用圆铜线（镀锡圆铜线）标称直径

编织前假定直径 d, mm	标称直径, mm
$d \leq 10$	0.15
$10 < d \leq 20$	0.20
$20 < d \leq 30$	0.25
$30 < d$	0.30

编织屏蔽铜线每锭在 100mm 长度上不超过 1 个接头，屏蔽层应均匀，编织层的编织密度应不小于 80%，编织角应在 15-35° 之间。

编织角按以下公式计算：

$$\tan \alpha = \frac{L}{\pi \times D}$$

编织密度按以下公式计算：

$$P = (2p - p^2) \times 100$$

上式中：P—编织层编织密度，%；

p—单向覆盖系数。

$$p = \frac{mnd}{\pi D} \sqrt{1 + \frac{\pi^2 D^2}{L^2}}$$

上式中：

D—编织层的平均外径，mm；

d—编织铜线的直径，mm；

m—编织机同一方向的锭数；

n—每锭的编织线根数；

L—编织节距，mm。

6.7 护套或外护套

电缆护套或外护套应是本规范表 2 所列的材料，包覆在编织屏蔽或绞合绝缘线芯外。

每种型号规格电缆的护套厚度的要求在后续产品标准中规定。

护套或外护套应单层挤包，与绝缘线芯或屏蔽紧密贴合但不应粘连。

6.8 信号和控制线芯

信号和控制线芯应采用颜色或数字进行识别。

信号和控制线芯的绝缘材料应与主绝缘线芯材料一致，对于主绝缘线芯材料为 E1 电缆，也可以采用 S1（连续工作温度 90℃无卤热塑性弹性体）材料。

信号和控制线芯的绝缘厚度的标称值为 0.5mm，绝缘平均厚度应不小于标称值。

信号和控制线芯的屏蔽可采用两种方式：裸铜线或镀锡铜线编织屏蔽；或铝塑带绕包屏蔽加铜线或镀锡铜线编织组合屏蔽。编织用铜线或镀锡铜线的标称直径应不小于 0.10mm。只用铜线或镀锡铜线编织屏蔽时，编织密度应不小于 80%，编织密度的计算方法按本规范第 6.6 条款的规定。采用铝塑带绕包屏蔽加铜线或镀锡铜线编织组合屏蔽时，铜线或镀锡铜线的编织密度可小于 80%，但应不小于 60%，铝塑带的绕包搭接率应不小于 15%。

6.9 电缆外径

用户对电缆平均外径上下限值有要求时，电缆平均外径的上限值和下限值按用户要求执行。

在电缆护套同一截面上测得的任意两点外径之差应不超过平均外径的 15%。

7 电缆标志

7.1 产地标志和电缆识别

7.1.1 一般要求

电缆应有制造厂名、产品型号和额定电压的连续标志。厂名标志可以是制造厂名或商标的重复标志。

产品型号表示方法见本规范第 5 条款。

标志可以用油墨印字或采用压印凸字在护套上。

7.1.2 标志连续性

一个完整标志的末端与下一个标志的首端之间的距离应不超过 550mm。

7.1.3 清晰度和耐擦性

电缆的所有标志应字迹清楚。

油墨印字标志应耐擦。应该通过以下试验检查是否满足要求：

用浸过水的脱脂棉或棉布，轻轻擦拭 10 次，然后目力检查，电缆表面印字应基本不变。

7.2 绝缘线芯颜色识别

7.2.1 一般要求

电缆绝缘线芯应用着色绝缘进行识别。

除用黄/绿的组合颜色识别的线芯外，电缆的每根绝缘线芯应只用一种颜色。绿色和黄色不能作为独立的颜色使用。

颜色应该清楚可识别和持久。

7.2.2 颜色色谱

电缆线芯颜色色谱在后续产品标准中规定。

7.2.3 黄-绿组合

黄/绿色组合的线芯颜色分布应符合下列要求：

对于每一段长 15mm 的绝缘线芯，其中一种颜色应至少覆盖绝缘线芯表面的 30%，且不大于 70%，而另一种颜色则覆盖绝缘线芯的其余部分。

8 例行试验

制造方应在所有电缆制造长度上进行例行试验，本规范要求的例行试验为：

- 1) 导体电阻测量；
- 2) 电压试验。

8.1 导体直流电阻

交货长度的成品电缆，应在保持试验温度的试验室内至少放置 12h，若怀疑导体温度是否与室温一致，电缆应在试验室内放置 24h 后测量。也可选取另一种方法，即从每个交货长度上截取短段样品，按上述要求在实验室中放置足够长的时间，然后按照 GB/T 3048.4—2007 的标准要求进行测量。

电阻测量值应按 GB/T 3956—2008 规定的公式和系数校正到 20℃ 下 1km 长度的数值。

每一根导体 20℃ 是的导体直流电阻不超过 GB/T 3956—2008 规定的相应的最大值。

8.2 电压试验

电压试验应在环境温度下进行，交流充电电缆按照 GB/T 3048.8—2007 的标准要求进行，直流充电电缆按照 GB/T 3048.14—2007 的标准要求进行。

电压试验按下列要求进行：交流充电系统用电缆施加交流电压 3.5kV，时间为 5min；直流充电系统用电缆施加直流电压 8.4kV，时间 5min，电缆绝缘无击穿。

9 抽样试验

9.1 概述

制造方应按一定的频度，在成品电缆上抽取一定数量的试样进行抽样试验，本规范要求的抽样试验包括：

- 1) 导体检查；
- 2) 尺寸检查（包括屏蔽层编织密度）；
- 3) 绝缘及护套材料的热延伸试验（适用时）；
- 4) 电缆的单根阻燃试验。

9.2 抽样试验频度

9.2.1 导体检查和尺寸检查

导体检查，绝缘和护套厚度测量以及电缆外径的测量应在每批同一型号和规格电缆中的一根制造长度的电缆上进行，但应限制不超过合同长度数量的 10%。

9.2.2 抽样频度

应按商定的质量控制协议，在制造长度电缆上取样进行试验。若无协议，对于总长度大于 2km 的电缆可按表 4 进行。

表 4 抽样试验样品数量

电缆长度 (km)		样品数
> 2	≤ 10	1
> 10	≤ 20	2
> 20	≤ 30	3

9.3 复试

如果任一试样没有通过第 9.1 条款规定任一项试验，应从同一批中再取两个附加试样就不合格项目重新试验。如果两个附加试样都合格，样品所取批次的电缆应认为符合本规范的要求。如果加试样品中有一个试样不符合，则认为抽取该试样的这批电缆不符合本规范的要求。

9.4 导体检查和尺寸检查

导体检查应采用检查或可行的测量方法检验导体结构是否符合 GB/T 3956—2008 的要求。

电缆结构尺寸检查试验方法按照 GB/T2951.11—2008 进行，检查结果应符合本规范及后续产品规范的要求。

屏蔽层结构检查按本规范 6.6 和 6.8 条款的要求进行。

9.5 绝缘及护套材料的热延伸试验

绝缘及护套材料的热延伸试验的取样和试验步骤按 GB/T 2951.21—2008 第 9 章的规定进行，试验条件和试验结果符合本规范表 6 及表 7 的规定。

9.6 电缆的单根阻燃试验

符合本规范 10.5.11 条款的规定。

10 型式试验

10.1 电缆结构尺寸

电缆结构尺寸检查应按照 GB/T2951.11—2008 标准规定进行，检查结果应符合本规范及后续产品规范的要求。

10.2 电气型式试验

电缆应有足够的电气性能，电缆应按下列条款规定的方法进行电性能试验，本规范要求的电气型式试验项目包括：

- 1) 成品电缆耐压试验；
- 2) 绝缘线芯耐压试验；
- 3) 正常运行时导体最高温度下绝缘电阻常数；
- 4) 护套的表面电阻试验；
- 5) 信号和控制线芯屏蔽层表面转移阻抗试验；
- 6) 绝缘耐长期直流试验；
- 7) 控制/数据芯线对动力芯线的电容。

试验条件和试验要求见表 5 的规定。

表 5 电气性能试验要求

序号	试验项目	单位	试验要求	
			交流充电电缆	直流充电电缆
1	成品电缆耐压试验			
	试验条件			
	—试样长度	m	10	10
	—浸水最少时间	h	1	1
	—水温（温度偏差 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）	$^{\circ}\text{C}$	20	20
	—施加电压时间	min	15	15
	施加电压			
	—主绝缘线芯之间	kV	3.5（交流）/8.4（直流）	

序号	试验项目	单位	试验要求				
			交流充电电缆		直流充电电缆		
2	信号和控制线芯（无屏蔽） —主绝缘线芯与信号和控制线芯之间	kV	3.5（交流）/8.4（直流）				
	信号和控制线芯（带屏蔽） —信号和控制线芯与屏蔽层	kV	1.0 (交流)/2.4（直流）				
	—信号和控制线芯之间	kV	1.5 (交流)/3.6（直流）				
	试验结果		不击穿				
	绝缘线芯耐压试验						
	试验条件						
	—试样长度	m	5		5		
	—浸水最少时间	h	1		1		
	—水温（温度偏差±5℃）	℃	20		20		
	—施加电压时间	min	5		5		
3	施加电压						
	—主绝缘线芯	kV	2.5（交流）/6（直流）				
	—信号和控制线芯	kV	1.5（交流）/3.6（直流）				
	试验结果		不击穿				
	绝缘电阻常数						
	—绝缘材料代号		S	S90	E	E1	
	—在正常运行时导体最高温度	M Ω.km	0.037	3.67	3.67	3.67	
	下绝缘电阻常数，最小						
	护套表面电阻，最小	Ω			10 ⁹		
	5	信号和控制线芯屏蔽层表面转移阻抗（试验频率 30MHz），最大	mΩ/m			250	
6	绝缘耐长期直流试验						
	试验条件						
	—试样长度	m			5		
	—氯化钠浓度	%			30		
	—水温（温度偏差±5℃）	℃			85		
	—施加电压（直流）	V			600		
	—施加电压时间	h			240		
	试验结果		不击穿及试验结束后绝缘表面无损坏				
	7	控制/数据芯线对动力芯线的电容					

序号	试验项目	单位	试验要求	
			交流充电电缆	直流充电电缆
	—导体温度	℃	60	
	—测试频率		1kHz	
	试验结果		<150 pF/m	

10.2.1 成品电缆耐压试验

交流充电系统用充电电缆按 GB/T 3048.8—2007 规定的方法进行试验,直流充电系统用充电电缆按 GB/T 3048.14—2007 规定的方法进行试验, 试验结果均应符合本规范表 5 的规定。

10.2.2 绝缘线芯耐压试验

交流充电系统用充电电缆按 GB/T 3048.8—2007 规定的方法进行试验,直流充电系统用充电电缆按 GB/T 3048.14—2007 规定的方法进行试验, 试验结果均应符合本规范表 5 的规定。

10.2.3 绝缘电阻常数

按 GB/T 3048.5—2007 规定的方法测量电缆绝缘线芯的绝缘电阻,在试验前绝缘线芯试样应浸在导体最高运行温度下的水中至少 2h, 直流测试电压应为 (80~500) V, 测试时间不少于 1min 也不超过 5min。

试验结果应符合本规范表 5 的规定。

10.2.4 护套表面电阻

截取三段成品电缆试样, 每段试样长度约为 250mm。

用工业酒精清洁电缆护套表面, 每个试样上用直径为 (0.2~0.6) mm 的细铜丝螺旋缠绕两个电极, 两电极之间距离为 (100±2) mm,缠绕完成后再次彻底清洁两电极间的电缆护套表面。

将制好电极的试样放置在温度为 (20±2) ℃, 湿度为 (65±5) % 的试验箱中 24h。

从试验箱中取出试样, 立刻在两电极间施加 (100~500) V 的直流电压, 1min 后测量电阻值。测量结果按下式计算:

$$R_s = R \times a / 100$$

其中: R —测量电阻值, Ω

a —电缆试样的周长, mm

测量三个试样的表面电阻, 试验结果以中间值作为该电缆的护套表面电阻, 护套表面电阻值应符合表 5 的规定。

10.2.5 信号和控制线芯屏蔽层表面转移阻抗

信号和控制线芯屏蔽层表面转移阻抗试验按 GB/T 17737.1—2000 标准中 12.2.4.1 中规定的试验方法进行试验, 试验结果应符合本规范表 5 的规定。

10.2.6 绝缘耐长期直流试验

1) 测量方法:

取一根 5 m 长的电缆，剥去护套和任何其他包覆层或填充而不损伤绝缘线芯。

把试样浸入含氯化钠 30 g/L 的恒温水槽中，水槽的水溶液温度为 $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，浸入试样时，试样两端应露出水溶液约 0.25 m。

在水溶液和试样导体间施加 600 V 的直流电压，要求导体接负极，水溶液接正极。

2) 要求：

在 240 h 以内，试样应不击穿及试验结束后绝缘表面应无损坏。

10.2.7 控制/数据芯线对动力芯线的电容

控制/数据芯线对动力芯线的电容试验按 EN 50289-1-5 标准中规定的试验方法进行试验，试验结果应符合本规范表 5 的规定。

10.3 绝缘（内护层）机械物理性能

绝缘(内护层)机械物理性能应符合本技术规范表 6 的规定。

表 6 绝缘（内护层）机械物理性能试验要求

序号	试验项目 ¹⁾	试验方法	单位	材料代号 ²⁾				
				E	E1	S90	S	S1
1	老化前机械性能	GB/T 2951.11						
1.1	抗张强度，最小		N/mm ²	5.0	8.0	10.0	10.0	15.0
1.2	断裂伸长率，最小		%	200	200	250	250	300
2	空气烘箱老化后机械性能	GB/T 2951.12						
	—温度（温度偏差 $\pm 2^\circ\text{C}$ ）		$^\circ\text{C}$	135	135	135	100	135
	—处理时间		h	168	168	168	168	168
2.1	抗张强度							
	a) 老化后数值，最小		N/mm ²	5.0	—	10.0	10.0	—
	b) 变化率，最大		%	± 30	± 30	± 25	± 25	± 30
2.2	断裂伸长率							
	a) 老化后数值，最小		N/mm ²	—	—	250	250	—
	b) 变化率，最大		%	± 30	± 30	± 25	± 25	± 30
3	空气弹老化后机械性能	GB/T 2951.12						
	—温度（温度偏差 $\pm 2^\circ\text{C}$ ）		$^\circ\text{C}$	127	—	—	—	—
	—处理时间		h	40	—	—	—	—
3.1	抗张强度							
	a) 变化率，最大		%	± 30	—	—	—	—
3.2	断裂伸长率							
	a) 变化率，最大		%	± 30	—	—	—	—

序号	试验项目 ¹⁾	试验方法	单位	材料代号 ²⁾				
				E	E1	S90	S	S1
4	热延伸试验							
	—温度 (温度偏差±3℃)		℃	250	250	—	—	—
	—负荷时间		min	15	15	—	—	—
	—机械应力		N/cm ²	20	20	—	—	—
4.1	负荷下伸长率, 最大		%	100	100	—	—	—
4.2	冷却后永久伸长率, 最大		%	25	25	—	—	—
5	高温压力							
	—温度 (温度偏差±2℃)		℃	—	—	90	70	120
	—处理时间	GB/T 2951.31	h	—	—	c	c	c
5.1	压痕深度, 最大中间值		%	—	—	50	50	50
6	低温弯曲试验 (线芯直径 D≤12.5mm)	GB/T 2951.14						
	—温度 (温度偏差±2℃)		℃	-50	-50	-50	-35	-50
	—施加低温时间		h	a	a	a	a	a
6.1	试验结果			b	b	b	b	b
7	低温拉伸试验 (不进行低温弯曲试验的线芯)	GB/T 2951.14						
	—温度 (温度偏差±2℃)		℃	-50	-50	-50	-35	-50
	—施加低温时间		h	a	a	a	a	a
7.1	断裂伸长率, 最小		%	30	30	30	30	30
8	耐臭氧试验	GB/T 2951.21						
	—温度 (温度偏差±2℃)		℃	40	40	—	—	—
	—处理时间		h	72	72	—	—	—
	—臭氧浓度 (体积比)		%	(200-250)×10 ⁻⁶	(200-250)×10 ⁻⁶	—	—	—
8.1	试验结果			b	b	—	—	—
9	相容性试验	本规范 10.5.1 条						
	—温度 (温度偏差±2℃)		℃	100	100	100	80	100
	—处理时间		h	168	168	168	168	168
9.1	抗张强度							
	a) 老化后数值, 最小		N/mm ²	5.0	—	10.0	10.0	—
	b) 变化率, 最大		%	±30	±30	±25	±25	±30
9.2	断裂伸长率							
	a) 老化后数值, 最小		%	—	—	250	250	—

序号	试验项目 ¹⁾	试验方法	单位	材料代号 ²⁾				
				E	E1	S90	S	S1
10	b) 变化率, 最大 绝缘热收缩	GB/T 2951.13 第 10 章	%	±30	±30	±25	±25	±30
	—标志间长度 L		mm	200	200	200	200	200
	—温度 (温度偏差±3℃)		℃	120	120	120	100	120
	—持续时间		h	1	1	1	1	1
10.1	—最大允许收缩率	GB/T12706 附录 C	%	3	3	3	3	3
11	邵氏硬度 (Shore ISO 48)							
11.1	测量值, 不低于		—	—	80(IR HD)	—	—	50(D)

1): 内护层仅需进行相应材料的以下试验项目: 老化前机械性能、空气烘箱老化后机械性能、相容性试验、高温压力试验 (如有) 和热延伸试验 (如有)。

2): 符号意义: “a”: 按 GB/T 2951.14 中要求; “b”: 无裂纹; “c”: 按 GB/T 2951.31 中要求;

10.4 护套 (内护层) 机械物理性能

护套 (内护层) 机械物理性能应符合本技术规范表 7 的规定。

表 7 护套 (内护层) 机械物理性能试验要求

序号	试验项目	试验方法	单位	材料代号				
				U	U1	YJ	YJ1	S
1	老化前机械性能	GB/T 2951.11						
1.1	抗张强度, 最小	GB/T 2951.12	N/mm ²	25.0	20.0	7.0	10.0	10.0
1.2	断裂伸长率, 最小		%	300	300	150	150	250
2	空气烘箱老化后机械性能							
	—温度 (温度偏差±2℃)		℃	110	120	110	130	100
	—处理时间		h	168	168	168	168	168
2.1	抗张强度							
	a) 老化后数值, 最小		N/mm ²	—	—	—	—	10.0
	b) 变化率, 最大		%	±30	±30	±30	±30	±25
2.2	断裂伸长率							
	a) 老化后数值, 最小		N/mm ²	300	300	125	—	250
	b) 变化率, 最大		%	±30	±30	±30	±30	±25

序号	试验项目	试验方法	单位	材料代号				
				U	U1	YJ	YJ1	S
3	热延伸试验	GB/T 2951.21						
	—温度 (温度偏差 $\pm 3^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	—	—	200	250	—
	—负荷时间		min	—	—	15	15	—
	—机械应力		N/cm^2	—	—	20	20	—
3.1	负荷下伸长率, 最大		%	—	—	100	100	—
3.2	冷却后永久伸长率, 最大	GB/T 2951.14	%	—	—	25	25	—
4	低温弯曲试验 (电缆外径 $D \leq 12.5\text{mm}$)							
	—温度 (温度偏差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	-50	-50	-25	-50	-35
	—施加低温时间		h	a	a	a	a	a
4.1	试验结果			b	b	b	b	b
5	低温拉伸试验 (不进行弯曲试验 的电缆)	GB/T 2951.14						
	—温度 (温度偏差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	-50	-50	-25	-50	-35
	—施加低温时间		h	a	a	a	a	a
5.1	断裂伸长率, 最小		%	30	30	30	30	30
6	耐臭氧试验	GB/T 2951.21						
	—温度 (温度偏差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	—	40	40	40	—
	—处理时间		h	—	72	72	72	—
	—臭氧浓度 (体积比)		%	—	(200- 250) $\times 10^{-6}$	(200- 250) $\times 10^{-6}$	(200- 250) $\times 10^{-6}$	—
6.1	试验结果			—	b	b	b	—
7	耐酸碱性	GB/T 2951.21						
	—酸: 标准草酸							
	—碱: 标准氢氧化钠							
	—温度 (温度偏差 $\pm 5^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	23	23	23	23	23
	—处理时间		h	168	168	168	168	168
7.1	抗张强度	GB/T 2951.21						
	a) 变化率, 最大		%	± 40	± 40	± 40	± 40	± 40
7.2	断裂伸长率							
	a) 老化后数值, 最小		N/mm^2	100	100	100	100	100
8	耐水 (耐水解) 性	GB/T 2951.21						
	—温度 (温度偏差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	80	80	—	70	80
	—处理时间		h	168	168	—	168	168

序号	试验项目	试验方法	单位	材料代号				
				U	U1	YJ	YJ1	S
8.1	抗张强度	GB/T 2951.31	%	±30	±30	—	±30	±30
	a) 变化率, 最大							
8.2	断裂伸长率		%	300	300	—	—	250
	a) 老化后数值, 最小							
	b) 变化率, 最大		%	±30	±30	—	±30	±30
9	热冲击试验	GB/T 2951.31	℃	150	150	—	—	150
	—温度 (温度偏差±2℃)							
	—处理时间		h	1	1	—	—	1
9.1	试验结果			b	b	—	—	b
10	高温压力试验	GB/T 2951.31	℃	100	100	—	140	70
	—温度 (温度偏差±2℃)							
	—处理时间		h	c	c	—	c	c
10.1	压痕深度, 最大中间值		%	50	50	—	50	50
11	抗撕试验	附录 A GB/T 2951.13	N/mm	40	40	10	10	20
11.1	抗撕强度, 最小							
12	吸水试验		℃	—	—	65	—	—
	—温度 (温度偏差±2℃)							
	—处理时间		h	—	—	336	—	—
12.1	重量变化量, 最大	本规范 10.5.1 条	mg/cm ²	—	—	15	—	—
13	相容性试验		℃	100	100	100	100	80
	—温度 (温度偏差±2℃)							
	—处理时间		h	168	168	168	168	168
13.1	抗张强度		N/mm ²	—	—	—	—	—
	a) 老化后数值, 最小							
	b) 变化率, 最大		%	±30	±30	±30	±30	±25
13.2	断裂伸长率	本规范附录 B	%	300	300	125	—	250
	a) 老化后数值, 最小							
	b) 变化率, 最大		%	±30	±30	±40	±30	±25
14	皂化试验		mg of KOH/kg	200	200	—	—	—
	中间值, 最大							
15	耐矿物油	GB/T 2951.21	℃	100	100	100	100	—
	—温度 (温度偏差±2℃)							
	—处理时间		h	168	168	168	168	—
15.1	抗张强度							

序号	试验项目	试验方法	单位	材料代号				
				U	U1	YJ	YJ1	S
15.2	a) 老化后数值, 最小		%	—	—	—	—	—
	b) 变化率, 最大			±	±	±	±	—
	断裂伸长率			40%	40%	40%	40%	—
	a) 老化后数值, 最小			300	300	-	-	—
16	b) 变化率, 最大	GB/T 2951.13 第 11 章	%	±	±	±	±	—
	护套热收缩			30%	30%	40%	40%	—
	—温度 (温度偏差±2℃)			120	120	120	120	100
	—加热持续时间			1	1	1	1	1
16.1	—L		mm	500±	500±	500±	500±	500±
				5	5	5	5	5
	最大允许收缩			3	3	3	3	3

1): 内护层仅需进行相应材料的以下试验项目: 老化前机械性能、空气烘箱老化后机械性能、相容性试验、高温压力试验 (如有) 和热延伸试验 (如有)。

2): 符号意义: “a”: 按 GB/T 2951.14 中要求; “b”: 无裂纹; “c”: 按 GB/T 2951.31 中要求;

10.5 成品电缆特殊试验

10.5.1 相容性试验

本试验旨在检验电缆在运行中绝缘及护套在同其它组分接触时有无劣化倾向。本试验适用于所有类型的电缆。

本试验按 GB/T 2951.11—2008 中第 9 部分的规定取样, 并按此标准要求空气烘箱中进行处理, 试验温度和试验时间应符合本规范表 6 的规定。

从相容性老化试验后的电缆试样上按照 GB/T 2951.11—2008 中第 9 章的规定制备绝缘、内护层 (若有) 和护套材料的试片进行机械性能试验, 试验结果应分别符合表 6 和表 7 的要求。

10.5.2 耐化学试剂试验

将一段完整的电缆浸入表 8 中的测试液体中, 室温下浸泡 1h。

表 8 耐化学试剂测试液体

序号	测试液体
1	柴油发动机或汽油发动机的润滑剂 (15W40)
2	制动液, 聚乙二醇基

3	液压机液体
4	异丙醇，工业纯
5	无铅汽油，EN 228
6	尿素溶液（32.5 %），ISO 22241-1
7	凡士林油
8	柴油，EN 590
9	防冻剂，乙二醇-水（1：1 比例）
10	清洁液，例如：P3-Solvclean AK;
11	NaCl 水溶液（浓度：3.5 %，等级 2）

样品从液体中取出后，放置在环境温度下 22h 后，在室温下进行如下所述卷绕试验。

--卷绕试验：卷绕试棒直径最大为 5D（D 为处理前电缆外径），卷绕后电缆表面应无肉眼可见裂纹。

10.5.3 成品电缆的机械强度试验

10.5.3.1 曲挠试验

导体标称截面超过 4mm^2 的电缆不进行该项试验。

按 GB/T 5013.2-2008 标准第 3.1 条款，规定的方法进行，试验经过 30000 次往复运动，即 60000 次单程运动后既不发生电流断路，也不发生导体之间短路。

三芯或三芯以上的电缆试验后应剥去护套（若有），然后按本规范第 10.2.2 条款的要求对绝缘线芯进行耐压试验，绝缘应不击穿。

10.5.3.2 扭摆试验

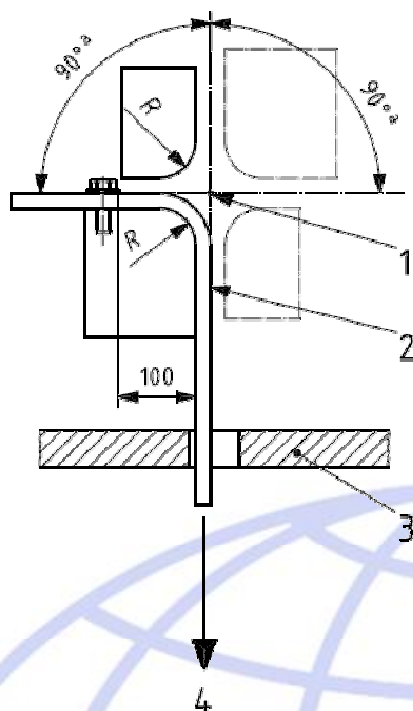
如客户要求，导体截面 6mm^2 及以上的非弹簧形电缆应进行扭摆试验。

从相隔至少为 1m 的两处截取 2 个长约 600mm 的电缆试样。

将试样安装在如图 2 所示的试验装置上，试样一端固定在弯曲夹具上，另一端施加外力 F，试样以 15 个循环/分钟的速度弯曲 5000 次。试验过程中，在导体中施加 0.1A 监视电流。

在整个试验中试样应不发生导体断裂，试样应无肉眼可见的开裂。

将经过扭摆试验后的试样按本规范第 10.2.2 条款的要求对绝缘线芯进行耐压试验，绝缘应不击穿。



a: 循环 (每边 90°)

$R=2.5$ 倍电缆外径

1: 中心点

2: 电缆试样

3: 固定导板

4: 外力 F = 不低于测试样品 2 m 自重

图 2 扭摆试验装置

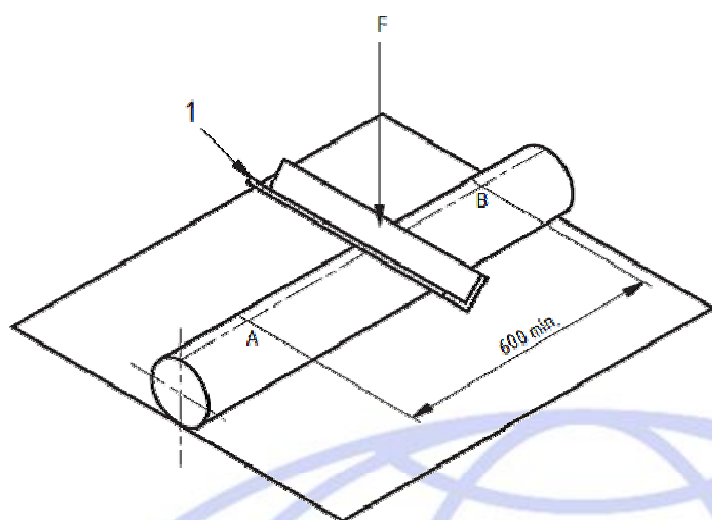
10.5.4 耐刮磨试验

取两段长约 800mm 的电缆试样，清洁试样表面。

如图 3 所示，将试样校直、水平地固定在一个坚实的底座上。在电缆试样的中间，放置一段与试样表面垂直相接触的低碳角钢，使角钢的两边对称的分布在电缆试样纵轴的垂直面上，角钢刮头的曲率半径应不小于 1mm，且不大于 2mm。在接触点上按表 9 的规定在钢角上施加垂直作用力，沿着电缆试样水平的拖动角钢，角钢移动的距离应不小于 600mm，刮磨速度为 (150~300) mm/s，来回往返 2000 次。试验后，目测样品内外表面应均没有明显的龟裂或者细纹。

表 9 耐刮磨试验的垂直力

样品外径/mm		垂直力/N
	<20	15
≥ 20	<30	35
≥ 30	<40	65
≥ 40	<50	105
≥ 50	<60	155
≥ 60	<70	210
≥ 70	<80	270



单位: mm

1: 低碳角钢

F: 垂直力 (数值见表10)

A: 试验起始/终止位置

B: 试验终止/起始位置

A—B: 测试路径

图 3 耐刮磨试验装置

10.5.5 弹簧形电缆试验

弹簧形电缆应进行如下试验:

10.5.5.1 老化前的伸展试验

截取两段成品弹簧形电缆, 每段试样长度应包括至少 30 个弹簧圈。样品的伸展长度按下式计算:

$$L = np(D - d)$$

其中: **n**: 弹簧圈数;

D: 弹簧线圈外径, mm;

d: 弹簧电缆直径, mm。

试验前应将试样在环境温度 (20±5) °C 下放置 24h。

垂直悬挂试样, 测量其初始伸展长度为 L_0 , 在 (15±2) s 内压缩弹簧线到 $0.6L_0$ 并迅速回复, 如此循环 5 次以去除其应力影响, 然后 30s 内测量弹簧线的悬挂长度 L_1 , 计算 L_1/L_0 的比值。

试验结果取两段电缆的测量值的平均值, 试验结果应不超过 1.5。

10.5.5.2 老化后的伸展试验

按本规范第 10.5.5.1 条款的规定截取两段成品电缆试样, 将试样放置在温度为 (70±2) °C 的烘箱中保持 168h, 然后取出在环境温度为 (20±5) °C 下冷却至室温。按照本规范第 10.5.5.1 条款的规定进行伸展试验, 试验结果取两两段电缆的测量值的平均值, 试验结果应不超过 1.5。

10.5.5.3 弹簧形电缆的耐久性试验

取一段合适长度的成品弹簧形电缆, 安装在专用伸展试验机上, 伸展试验机的行程可将弹簧形电缆的

长度伸展到自然长度的 3 倍，给所有线芯导体施加电流，使导体温度升至最高允许工作温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的范围内，开始伸展运动，伸展运行的速度为 0.33m/s, 往复伸展运动 30000 次。

试样在伸展过程中无断路和短路发生，试验后按本规范 10.2.2 条款要求对绝缘线芯进行耐压试验，绝缘应不击穿。

10.5.6 耐气候试验

从被试电缆上截取足够长的电缆，取出绝缘线芯制取护套试样（试片），有机械损伤的护套不能作为试验用试样。

将按照 EN 50289-4-17 中方法 A（720h，360 循环）的测试要求进行测试，结束后，将试样移除老化箱，在环境温度下放置至少 16h。

有关耐候性试验的附件信息可查阅 ISO 4892-1 (2000) 和 ISO 4892-2 (2006) 中的要求。

检查试样无肉眼可见裂纹。

10.5.7 成品电缆低温冲击试验

成品电缆低温冲击试验的试验温度按表 2 规定的最低安装和敷设温度进行，试验步骤和方法应符合 GB/T 2951.14—2008 的标准要求，但落锤质量、中间铁块质量以及高度应符合表 10 的规定。

表 10 低温冲击测试参数

试样外径 (D) /mm	落锤质（重）量/g	中间铁块质（重）量/g	高度/mm
$D \leq 15$	1000	200	100
$15 < D \leq 25$	1500	200	150
$D > 25$	2000	200	200

10.5.8 成品电缆挤压试验

试样的准备：从未经处理的成品电缆样品上截取测试试样，试样长度应至少为 2.5m。去除试样一端导体外表面绝缘、护套或其他覆盖物，露出导体并将其连接到电源的一极。水平固定两块宽 50mm 扁平钢板于压力机上，上下两块钢板的纵轴在同一垂面内，并连接到电源的另一极。

试验步骤：试样上的第一个测试点应该以下钢板为中心并且平行于 50mm 宽的边，使上钢板降落直到接触试样表面，然后使钢板以 $(10 \pm 1) \text{ mm/min}$ 的速度继续下降运动直到指示器指示试样的导体与钢板已经导通，记录导体与钢板接通时刻压力机显示的压力。随后对均匀分布在试样长度上的其余 9 个测试点重复以上步骤。测试点应至少应相距 250mm，并且距试样的任一端至少 125mm。

试验要求：计算 10 个结果的平均值。

导体标称截面 $\leq 4 \text{ mm}^2$ ，平均值 $\geq 4.0 \text{ kN}$ ；

$4 \text{ mm}^2 < \text{导体标称截面} \leq 35 \text{ mm}^2$ ，平均值 $\geq 11.0 \text{ kN}$ ；

$35\text{ mm}^2 < \text{导体标称截面} \leq 70\text{ mm}^2$ ，平均值 $\geq 15.0\text{ kN}$ ；

$70\text{ mm}^2 < \text{导体标称截面} \leq 240\text{ mm}^2$ ，平均值 $\geq 20.0\text{ kN}$ ；

10.5.9 湿热试验

成品电缆应经受湿热试验。

1) 试验方法

取适当长度电缆，采用 GB/T 2423.3-2008 规定的方法，温度设置为 $85 \pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度为 $85 \pm 5\%$ ，放置时间为：1000h。随后将试样取出，冷却至室温。按照 GB/T 2951.11-2008 方法绝缘和护套各取 5 个试件，进行拉伸试验。

2) 试验结果判定

湿热试验前后，绝缘和护套的抗张强度变化率和断裂伸长率变化率应不超过 $\pm 30\%$ 。

10.5.10 卤素评定试验

无卤电缆的绝缘、护套、内护层（如有）和填充（如有）材料应通过卤素评定试验，符合表 11 的规定。

10.5.10.1 卤酸气体总含量

按照 GB/T 17650.1—1998 的规定制取样品和进行试验，试验结果应符合表 11 的规定。

10.5.10.2 pH 值和电导率

按照 GB/T 17650.2—1998 的规定制取样品和进行试验，试验结果应符合表 11 的规定。

10.5.10.3 氟含量

按照 IEC 60684-2: 2003 的规定制取样品和进行试验，试验结果应符合表 11 的规定。

表 10 卤素评定试验要求

序号	试验项目	单位	试验要求
1	酸气含量试验		
1.1	卤素含量（以 HCl 表示），最大值	%	0.5
2	氟含量，最大值	%	0.1
3	pH 值和电导率试验		
3.1	pH 值，最小值		4.3
3.2	电导率，最大值	$\mu\text{S}/\text{mm}$	10

10.5.11 电缆的单根阻燃试验

电缆的单根阻燃试验要求和方法应符合 GB/T 18380.12—2008 标准的规定。

附录 A 护套抗撕试验

(规范的附录)

A1. 适用范围

本附录抗撕试验适用于热塑性弹性体和聚氨酯护套。

A2. 试样制备

从电缆护套上制取 3 个试样，尺寸如图所示。

注 1：对外径小于 10mm 的电缆，试样宽度可以近似等于护套周长。

注 2：由于外径相对较小，不可能制备出完全平面的试样。

使用锋利的刀片切出轴对称的切口，垂直于试样宽度，如图 A1 所示，保证切口在线芯产生的凹槽的最薄处。在切口长度方向的三个等距离的点测量试样厚度，取中间值。

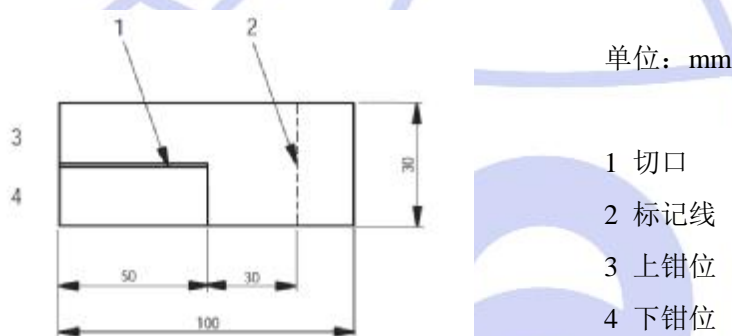


图 A1 抗撕试验试样

A3. 试验处理

在开始试验前，所有试样应在温度 20℃ 下存放至少 3 个小时。

A4. 试验步骤

将试样切开的两个端部分别夹在拉力试验设备的夹口，如图 A2 所示，以 (250 ± 50) mm/min 的速率分开夹口。

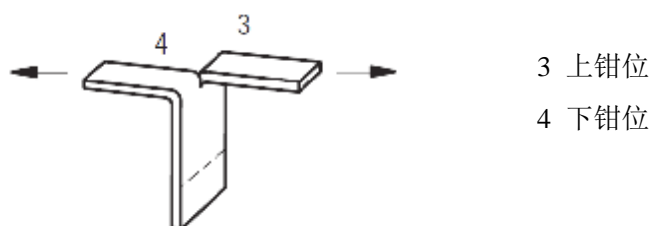


图 A2 放入拉力试验设备夹口前的试样

A5. 试验结果

如果撕裂口达到了图所示的标记线，结果认为有效。如果撕裂口在到达标记线之前先达到试样的一边，则结果无效。应该得到至少 2 个有效结果，否则需要制备更多的试样。

抗撕性的数值应该由最大撕裂力（单位,N）除以厚度中间值（单位,mm）。

抗撕性的数值应该取获得有效值的中间值。



附录 B 皂化试验

(规范的附录)

B1. 试剂与仪器

n 试剂：氢氧化钾乙醇标准溶液： $c(\text{KOH})=0.5 \text{ mol/L}$ 的乙醇溶液、盐酸标准溶液： $c(\text{HCl})=0.5 \text{ mol/L}$ 、酚酞指示剂： $\rho(\text{酚酞})=1\%$ 的乙醇溶液、四氢呋喃、沸石；蒸馏水；

n 仪器：恒温水浴、滴定管：50 mL、250mL 锥形瓶、分析天平、烘箱、回流管、滴定管；

B2. 测定步骤

称取 0.5 g 细粒状样品（精确至 0.001 g），置于 250 mL 锥形瓶中，加入 50mL 四氢呋喃后，用磨砂玻璃塞封口。置入 60℃烘箱中直至样品完全溶解，可通过摇晃加速溶解过程。通过滴定管准确滴入 25 mL 氢氧化钾乙醇标准溶液，接上回流冷凝管，在水浴中加热至沸腾回流 3 h，使其充分皂化。停止加热，加入 50mL 蒸馏水和 3 滴酚酞指示剂，然后用盐酸标准溶液滴定至红色消失为止。采用同样的方法做空白试验。试验至少应进行两件样品。

B3. 结果计算

样品的皂化值 SV 按下式计算。

$$\text{皂化值 (mg KOH/g)} = (b-a) \times 28.05/E$$

式中：

b ——空白试验消耗盐酸标准溶液的体积/mL；

a ——试样消耗盐酸标准溶液的体积/mL；

E ——样品质量/g；