



中国质量认证中心认证技术规范

CQC 1102-2013

光伏发电系统专用电缆产品认证技术规范

Product Certification Criteria for Cable Applied Photovoltaic Power Generation
system

2013-11-29 发布

2013-11-29 实施

中国质量认证中心 发布

目次

目次	I
前言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 型式试验 type test	2
3.2 抽样试验 sample test	2
3.3 例行试验 routine test	2
3.4 额定电压 rated voltage	2
3.5 光伏发电系统 Photovoltaic system, PV system	2
3.6 直流侧 DC side	3
4 产品表示方法及产品使用特性	3
4.1 型号代号	3
4.1.1 系列代号	3
4.1.2 导体代号	3
4.1.3 绝缘护套材料代号	3
4.1.4 无卤特性代号	3
4.1.5 燃烧特性代号	3
4.2 产品表示	3
4.2.1 产品型号	3
4.2.2 电缆额定电压及规格	4
4.2.3 产品表示举例	4
4.3 产品使用特性	5
5 技术要求	5
5.1 导体	5
5.1.1 材料与结构	5
5.1.2 隔离层	5
5.1.3 结构检查	5
5.1.4 电阻	5
5.2 绝缘	5
5.2.1 材料	5
5.2.2 挤包绝缘	8
5.2.3 绝缘厚度	9
5.2.4 火花试验	9
5.3 绝缘线芯识别	9
5.3.1 一般要求	9
5.3.2 黄 / 绿组合色	9
5.4 成缆	9
5.5 护套	9
5.5.1 材料	9
5.5.2 厚度	10
5.6 外径及椭圆度	10
6 电缆试验	11
6.1 结构尺寸	11

6.1.1	导体结构.....	11
6.1.2	绝缘厚度.....	11
6.1.3	护套厚度.....	11
6.1.4	外径和椭圆度.....	12
6.2	电气性能.....	12
6.2.1	直流电阻.....	12
6.2.2	电压试验.....	12
6.2.3	绝缘电阻.....	12
6.2.4	护套表面电阻.....	12
6.2.5	绝缘耐长期直流试验.....	13
6.3	燃烧性能.....	13
6.3.1	单根垂直燃烧试验.....	13
6.3.2	成束燃烧阻燃试验.....	13
6.3.3	烟发散试验.....	13
6.4	人工气候老化试验.....	13
6.5	湿热试验.....	13
6.6	耐酸碱试验.....	14
6.7	盐雾试验.....	14
6.8	动态穿透试验.....	14
7	型式试验项目.....	14
8	标志.....	16
8.1	产品标志.....	16
8.1.1	产地标志和电缆识别.....	16
8.1.2	标志连续性.....	16
8.1.3	耐擦性和清晰度.....	16
8.2	包装标志.....	16
9	包装、运输和储存.....	16
9.1	包装.....	16
9.2	运输.....	16
9.3	贮存.....	17
10	交货长度和验收规则.....	17
10.1	交货长度.....	17
10.2	验收规则.....	17
附录 A	电压试验方法.....	18
A.1	成品电缆电压试验.....	18
A.2	绝缘线芯电压试验.....	18
附录 B	人工气候老化试验方法.....	19
B.1	适用范围.....	19
B.2	试验设备.....	19
B.3	试样制备.....	19
B.4	试验步骤.....	19
B.5	试验结果及计算.....	19
附录 C	动态穿透试验.....	20

图表目录

图 4.1	产品型号的组成和排列顺序图.....	3
表 4.1	产品型号及名称对照表.....	3

表 4.2 电缆额定电压及规格.....	4
表 5.1 绝缘材料.....	5
表 5.3 绝缘标称厚度.....	9
表 5.4 护套材料.....	10
表 5.5 额定电压 DC 900V 和 DC 1500V 电缆尺寸.....	10
表 5.6 额定电压 AC 0.6/1kV 电缆尺寸.....	10
表 7.1 型式和抽样试验项目.....	14
表 A.1 电压试验中的电压要求.....	18
图 C.1 动态穿透试验装置图.....	20



前 言

本技术规范按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本技术规范根据我国光伏发电系统专用电缆的技术要求和生产应用现状而制定。光伏发电系统中额定电压 DC 1500V 及以下和 AC 0.6/1kV 光伏发电系统专用电缆需户外敷设，环境条件恶劣，其电缆应根据具体使用场合应具备抗紫外线、臭氧、耐高低温和化学侵蚀等特殊性能。针对该部分电缆制定的《光伏发电系统专用电缆产品认证技术规范》，可作为光伏发电系统电缆选型的参考和检验依据。

本技术规范由中国质量认证中心提出并归口。

本技术规范起草单位：中国质量认证中心、国家电线电缆质量监督检验中心。

本技术规范起草人：谢志国、黄萱、康巍、李骥、李娜

本技术规范主要参加起草单位及起草人：

中国三峡新能源公司	刘姿
无锡鑫宏业特塑线缆有限公司	赵树朋
远东电缆有限公司	田维生
江苏上上电缆集团	祝军
江苏达胜高聚物有限公司	罗超华
河北中联塑胶科技发展有限公司	张国辉



光伏发电系统专用电缆产品认证技术规范

1 范围

本技术规范规定了额定电压 DC 1500V 及以下和 AC 0.6/1kV 光伏发电系统专用电缆(以下简称光伏电缆)的分类与命名、结构和要求、试验方法、成品电缆试验、交货长度、验收规则、标志和安装。

本技术规范适用于光伏发电系统中直流侧的光伏组件与组件之间的串联电缆、组串之间及组串至直流配电箱(汇流箱)之间的并联电缆和直流配电箱至逆变器之间的电缆,也可适用于逆变器与输电网间连接用的交流应用电缆。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过引用构成本选型规范的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2423.3-2008	电工电子产品环境试验 第 2 部分: 试验方法 试验 Cab: 恒定湿热试验
GB/T 2423.17-2008	电工电子产品环境试验 第 17 部分: 试验方法 试验 Ka: 盐雾
GB/T 2900.10-2001	电工名词术语 电线电缆
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
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
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
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
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
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
GB/T 3048.9-2007	电线电缆电性能试验方法 第 9 部分: 绝缘线芯火花试验
GB/T 3956	电缆的导体
GB/T 5023.1-2008	额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 1 部分: 一般要求
GB/T 6995.1	电线电缆识别标志方法 第 1 部分: 一般规定
GB/T 6995.3	电线电缆识别标志方法 第 3 部分: 电线电缆识别标志
GB/T 11026.1-2003	电气绝缘材料 耐热性 第 1 部分: 老化程序和试验结果的评定
GB/T 11026.2-2012	电气绝缘材料 耐热性 第 2 部分: 试验判断标准的选择
GB/T 12706.1-2008	额定电压 1kV (Um_1.2kV) 到 35kV (Um_40.5kV) 挤包绝缘电力电缆及附件 第 1 部分: 额定电压 1kV (Um_1.2kV) 和 3kV (Um_3.6kV) 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

GB/T 17651-1998	电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定
GB/T 18380.12-2008	电缆和光缆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
GB/T 18380.33-2008	电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 33 部分: 垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 C 类
JB/T 8137	电线电缆交货盘
IEC 60684-2:2003	Flexible insulating sleeving Part 2: Methods of test (绝缘软管 第 2 部分: 试验方法)
IEC 60719:1992	Calculation of the lower and upper limits for the average outer dimensions of cables with circular copper conductors and of rated voltages up to and including 450/750V (额定电压 450/750V 及以下圆形铜导线电缆的平均外形尺寸上、下限值的计算)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 型式试验 **type test**

型式试验是指按一般商业原则, 对该标准规定的一种型号电缆在供货前进行的试验, 以证明电缆具有良好的性能, 能满足规定的使用要求。型式试验的本质是一旦进行这些试验后, 不必重复进行。如果改变电缆材料或设计会影响电缆的性能, 则必须重复进行型式试验。

3.2 抽样试验 **sample test**

抽样试验是在成品电缆式样上或取自成品电缆的元件进行的试验, 以证明成品电缆产品符合设计规范。

3.3 例行试验 **routine test**

制造厂对全部电缆成品进行的试验。

3.4 额定电压 **rated voltage**

额定电压是电缆设计、使用和进行电性能试验用的基准电压。

在交流系统中, 额定电压以 U_0/U 表示, 单位为伏 (V)。

注 1: U_0 为任一绝缘导体对“地” (电缆的金属护层或周围介质) 之间的电压有效值; U 为多芯电缆或单芯电缆系统任何两相导体之间的电压有效值。

注 2: 当用于交流系统中, 电缆的额定电压至少应等于电缆的系统的标称电压。该条件均适用于 U_0 和 U 值。

注 3: 系统的工作电压应不大于系统标称电压 1.1 倍。

在直流系统中, 额定电压用 U_0 表示, U_0 表示绝缘导体对“地” (周围介质、金属外壳) 之间的电压有效值。

注 1: 在直流系统中, 该系统的标称电压应不大于该电缆额定电压。

注 2: 系统工作电压应不大于系统标称电压的 1.1 倍。

3.5 光伏发电系统 **Photovoltaic system, PV system**

利用太阳能电池直接将太阳能转换成电能的发电系统。

3.6 直流侧 DC side

在光伏发电系统中，从光伏电池到逆变器（Inverter）直流端子之间的部分。

4 产品表示方法及产品使用特性

4.1 型号代号

4.1.1 系列代号

光伏发电系统专用电缆 PV

4.1.2 导体代号

第 5 种镀锡铜导体 省略

4.1.3 绝缘护套材料代号

交联聚烯烃绝缘 YJ

交联聚烯烃护套 YJ

4.1.4 无卤特性代号

无卤 W

4.1.5 燃烧特性代号

低烟性能 D

成束阻燃 C 类 ZC

单根阻燃 省略

4.2 产品表示

产品用型号、额定电压和规格表示。规格包括芯数和导体标称截面积。

4.2.1 产品型号

图 4.1 为产品型号的组成和排列顺序原则。

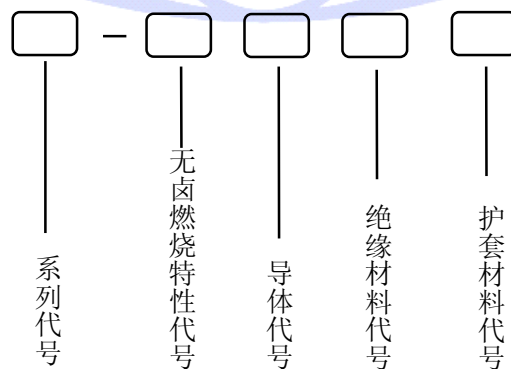


图 4.1 产品型号的组成和排列顺序图

表 4.1 为本技术规范涉及的产品型号及名称对照表。

表 4.1 产品型号及名称对照表

序号	产品型号	型号名称	无卤燃烧特性 ^a
1	PV-YJYJ	交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆	单根阻燃
2	PV-ZCYJYJ	阻燃 C 级交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆	成束阻燃 C 级
3	PV-WYJYJ	无卤交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆	无卤 单根阻燃
4	PV-WDYJYJ	无卤低烟交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆	无卤 燃烧低烟 单根阻燃
5	PV-WDZCYJYJ	无卤低烟阻燃 C 级交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆	无卤 燃烧低烟 成束阻燃 C 级

^a: 成束敷设安装, 阻燃等级要求高的场合应采用成束阻燃 C 级的电缆。

具备无卤特性的电缆由于在燃烧时产生较低的酸性气体, 适用于对周围环境及设备对酸性气体敏感, 易遭受其不利影响的敷设场合。

4.2.2 电缆额定电压及规格

表 4.2 电缆额定电压及规格

	额定电压	芯数	导体标称截面/ mm ²
直流 (DC)	900V	1	1.5~50
	1500V	1	1.5~50
交流 (AC)	0.6/1kV	2	1.0~16
		3	1.0~16
		4	1.0~16
		5	1.0~16

4.2.3 产品表示举例

产品用型号、额定电压和规格表示。举例如下:

1) PV-WYJYJ 900V 2.5; 直流额定电压 900V 无卤辐照交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆, 单芯 2.5mm²。

2) PV-WYJYJ 1500V 6; 直流额定电压 1500V 无卤辐照交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆, 单芯 6mm²。

3) PV-YJYJ 0.6/1kV 2×2.5; 额定电压 0.6/1kV 辐照交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆, 双芯 2.5mm²。

4) PV-WDZCYJYJ 0.6/1kV 2×1.5; 额定电压 0.6/1kV 无卤低烟阻燃 C 级辐照交联聚烯烃绝缘和护套的光伏发电系统专用电缆, 双芯 1.5mm²。

4.3 产品使用特性

直流单芯电缆额定电压为: 900V, 1500V; 交流电缆额定电压为: 0.6/1kV;

正常运行时, 电缆正常使用时导体允许的最高连续工作温度为 120℃。

电缆的最小弯曲半径为电缆直径的 6 倍。

电缆适应的环境温度: -40~90℃。

注: 电缆产品的预期使用寿命为 25 年。

5 技术要求

5.1 导体

5.1.1 材料与结构

导体应采用 GB/T 3956 中规定的第 5 种柔软圆形绞合导体。导体材料应为退火镀锡软铜线。

5.1.2 隔离层

电缆导体和绝缘之间允许有非吸湿性材料的隔离层。对于具备无卤性能的电缆, 隔离层应当为无卤材料, 并满足表 5.2 中第 10 条款的要求。

5.1.3 结构检查

应通过检验和测量来检查结构是否符合 5.1.1 和 5.1.2 的要求。

5.1.4 电阻

电缆的每芯导体在 20℃ 时的导体直流电阻应符合 GB/T 3956 中的规定。

5.2 绝缘

5.2.1 材料

绝缘应为表 5.1 所列材料中的一种, 其性能应符合表 5.2 的要求。

表 5.1 绝缘材料

材料代号	材料名称	适用电缆型号	导体最高温度 /℃	
			正常运行时	短路时 (最长持续 5 s)
XPO/120	耐热 120℃ 辐照交联聚烯烃绝缘混合物	PV-YJYJ	120	250

		PV-ZCYJYJ		
XPO/120W	耐热 120℃无卤辐照交联聚烯烃绝缘混合物	PV-WYJYJ PV-WDYJYJ PV-WDZCYJYJ	120	250

表 5.2 绝缘和护套混合物机械物理性能试验要求

序号	试验项目	单位	绝缘		护套		试验方法 GB/T
			XPO/120	XPO/120W	SXE/120	SXE/120W	
1	抗张强度和断裂伸长率						
1.1	交货状态原始性能						2951.11-2008
1.1.1	抗张强度原始值:						
	——最小中间值	N/mm ²	12.5	9.0	12.5	9.0	
1.1.2	断裂伸长率原始值:						
	——最小中间值	%	200	120	250	120	
1.2	空气烘箱老化后的性能						2951.12-2008
1.2.1	老化条件:						
	——温度	℃	150±2	150±2	150±2	150±2	
	——时间	h	7×24	7×24	7×24	7×24	
1.2.2	抗张强度:						
	——最大变化率 ^a	%	±30	±30	±30	±30	
1.2.3	断裂伸长率:						
	——最大变化率 ^a	%	±30	±30	±30	±30	
1.3	相容性试验						2951.12-2008
1.3.1	老化条件:						
	——温度	℃	135±2	135±2	135±2	135±2	
	——时间	h	7×24	7×24	7×24	7×24	
1.3.2	抗张强度:						
	——最大变化率 ^a		±30	±30	±30	±30	
1.3.3	断裂伸长率:						
	——最大变化率 ^a		±30	±30	±30	±30	
2	热延伸试验						2951.21-2008

2.1	试验条件						
	——温度	°C	200±3	200±3	200±3	200±3	
	——处理时间	min	15	15	15	15	
	——机械应力	N/mm ²	0.2	0.2	0.2	0.2	
2.2	试验结果						
	——载荷下的伸长率, 最大值	%	100	100	100	100	
	——冷却后的伸长率, 最大值	%	25	25	25	25	
3	耐臭氧试验						2951.21-2008
3.1	试验条件						
	——试验温度	°C	25±2	25±2	25±2	25±2	
	——试验时间	h	24	24	24	24	
	——臭氧浓度	%	0.025~0.030	0.025~0.030	0.025~0.030	0.025~0.030	
3.2	试验结果		无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹	
4	高温压力试验						2951.31-2008
4.1	试验条件						
	——由刀片施加的压力		见 GB/T 2951.31-2008 中 8.1.4 和 8.1.5				
	——载荷下的加热时间						
	——温度	°C	120±2	120±2	120±2	120±2	
4.2	试验结果						
	——压痕深度中间值, 最大值	%	50	50	50	50	
5	低温卷绕试验 ^b						2951.14-2008
5.1	试验条件						
	——温度	°C	-40±2	-40±2	-40±2	-40±2	
	——施加低温时间		见 GB/T 2951.14-2008 中 8.1.4 和 8.1.5				
5.2	试验结果		不开裂	不开裂	不开裂	不开裂	
6	低温拉伸试验 ^b						2951.14-2008
6.1	试验条件						
	——温度	°C	-40±2	-40±2	-40±2	-40±2	
	——施加低温时间		见 GB/T 2951.14-2008 中 8.3.4 和 8.3.5				

6.2	试验结果						
	——最小伸长率	%	20	20	20	20	
7	低温冲击试验		-	-			2951.14-2008
7.1	试验条件		-	-			
	——温度	°C	-	-	-40±2	-40±2	
	——施加低温时间		-	-	见 GB/T 2951.14-2008 中		
	——落锤质量		-	-	8.5.4 和 8.5.5		
7.2	试验结果		-	-	无裂纹	无裂纹	
8	绝缘/护套热收缩试验						2951.13-2008
	标志间长度 L	mm	200	200	300	300	
	处理温度	°C	150±3	150±3	120±3	120±3	
	持续时间	h	1	1	5	5	
	加热周期		1	1	5	5	
	最大允许收缩率	%	4	4	2	2	
9	热寿命试验						11026.1-2003 11026.2-2012
	温度指数	°C	120	120	120	120	
	外推寿命应不低	年	25	25	25	25	
10	无卤性能						
10.1	酸气含量试验						
10.1.1	溴和氯含量（以 HCl 表示），最大值	%	-	0.5	-	0.5	17650.1-1998
10.2	氟含量，最大值	%	-	0.1	-	0.1	IEC 60684-2: 2003
10.3	pH 值和电导率试验		-		-		17650.2-1998
10.3.1	pH 值，最小值		-	4.3	-	4.3	
10.3.2	电导率，最大值	μs/mm	-	10	-	10	
a: 变化率：老化后的中间值与老化前的中间值之差与老化前中间值之比，以百分比表示。							
b: 外径 12.5mm 及以下样品适用于低温卷绕试验，外径 12.5mm 以上适用低温拉伸试验。							

5.2.2 挤包绝缘

绝缘应连续紧密地挤包在导体或隔离层上，在剥离绝缘时，应不损伤绝缘体、导体或镀层，绝缘的横断面上应无目力可见的气孔或砂眼等缺陷。应通过检验及手工测量检查是否符合要求。

5.2.3 绝缘厚度

绝缘厚度的平均值应不小于表 5.3 的标称值。在任一点的厚度可小于标称值，但不低于标称值的 90% - 0.1mm。应按 6.1.2 规定的试验方法检查是否符合要求。

表 5.3 绝缘标称厚度

导体标称截面积 / mm ²	绝缘厚度标称值 / mm		导体标称截面积 / mm ²	绝缘厚度标称值 / mm	
	DC 900V AC 0.6/1kV	DC 1500V		DC 900V AC 0.6/1kV	DC 1500V
1	0.7	-	10	0.7	0.9
1.5	0.7	0.9	16	0.7	0.9
2.5	0.7	0.9	25	0.9	1.0
4	0.7	0.9	35	0.9	1.0
6	0.7	0.9	50	1.0	1.2

5.2.4 火花试验

绝缘线芯应按 GB/T 3048.9-2007 经受规定的火花试验作为中间检查。

5.3 绝缘线芯识别

5.3.1 一般要求

电缆的绝缘线芯应用着色绝缘或其他合适的方法进行识别，除用黄/绿组合色识别的绝缘线芯外，电缆的每一绝缘线芯应只用一种颜色。任一多芯电缆均不应使用不是组合色用的绿色和黄色。多芯电缆采用的色谱应是 GB/T 5023.1-2008 中 4.1.2 规定的优先选用色谱。

5.3.2 黄 / 绿组合色

对每一段长 15mm 的双色绝缘线芯，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。

5.4 成缆

两芯及以上电缆的绝缘线芯应绞合成缆。成缆节径比应不大于 16。

缆芯间隙可以采用非吸湿性材料填充完整。

缆芯外根据需要可以绕包一层或多层非吸湿性材料。

对于具备无卤性能的电缆，填充材料和绕包材料均应当为无卤材料，并满足表 5.2 中第 10 条款的要求。

5.5 护套

5.5.1 材料

护套应为表 5.4 所列材料中的一种，其性能符合表 5.2 的要求。

护套表面应光滑平整，色泽均匀，无裂缝、孔洞、颗粒等缺陷，其断面应无杂物或气泡。

表 5.4 护套材料

材料代号	材料名称	适用电缆型号	导体允许的最高连续工作温度 /°C
SXE/120	耐热 120°C 辐照交联聚烯烃护套混合物	PV-YJYJ PV-ZCYJYJ	120
SXE/120W	耐热 120°C 无卤辐照交联聚烯烃护套混合物	PV-WYJYJ PV-WDYJYJ PV-WDZCYJYJ	120

5.5.2 厚度

护套厚度的平均值应不小于表 5.5 的标称值。在任一点的厚度可小于标称值，但不可小于标称值的 85%-0.1mm。

应按 6.1.3 规定的试验方法检查是否符合要求。

5.6 外径及椭圆度

外径应符合表 5.5 或表 5.6 的规定。

单芯电缆在挤包护套后应形成实际上的圆型，在同一横截面上测任意两点外径之差（椭圆度）应不超过平均外径规定上限的 15%。

应按 6.1.4 规定的试验方法检查是否符合要求。

表 5.5 额定电压 DC 900V 和 DC 1500V 电缆尺寸

导体芯数× 标称截面积	DC 900V			DC 1500V		
	护套厚度标称值 /mm	平均外径/mm		护套厚度标称值 /mm	平均外径/mm	
		下限	上限		下限	上限
1×1.5	0.8	4.3	5.2	0.9	4.9	5.9
1×2.5	0.8	4.8	5.7	0.9	5.3	6.4
1×4	0.8	5.3	6.4	0.9	5.9	7.1
1×6	0.9	6.0	7.2	0.9	6.3	7.7
1×10	0.9	6.8	8.2	0.9	7.2	8.7
1×16	1.0	8.1	9.7	1.0	8.4	10.2
1×25	1.2	10.2	12.3	1.2	10.4	12.5
1×35	1.4	11.8	14.3	1.4	12.0	14.5
1×50	1.4	13.4	16.2	1.4	13.8	16.7

表 5.6 额定电压 AC 0.6/1kV 电缆尺寸

导体芯数× 标称截面积	护套厚度标称值 /mm	平均外径/mm		导体芯数× 标称截面积	护套厚度标称值 /mm	平均外径/mm	
		下限	上限			下限	上限
2×1	0.8	8.2	9.9	4×1	0.8	9.9	11.9

2×1.5	1.0	9.4	11.4	4×1.5	1.0	11.4	13.8
2×2.5	1.2	11.0	13.3	4×2.5	1.2	13.4	16.1
2×4	1.3	12.5	15.1	4×4	1.3	15.1	18.2
2×6	1.5	14.2	17.2	4×6	1.5	17.2	20.8
2×10	1.7	16.7	20.2	4×10	1.7	20.2	24.4
2×16	1.7	18.8	22.7	4×16	1.7	22.8	27.5
3×1	0.8	8.8	10.6	5×1	0.8	11.0	13.3
3×1.5	1.0	10.2	12.3	5×1.5	1.0	12.7	15.3
3×2.5	1.2	11.9	14.4	5×2.5	1.2	14.9	18.0
3×4	1.3	13.5	16.3	5×4	1.3	16.8	20.4
3×6	1.5	15.3	18.5	5×6	1.5	19.2	23.2
3×10	1.7	18.0	21.8	5×10	1.7	22.6	27.2
3×16	1.7	20.3	24.6	5×16	1.7	25.4	30.7

6 电缆试验

6.1 结构尺寸

6.1.1 导体结构

成品电缆的导体结构应符合技术规范中第 5.1.1 条的规定。

6.1.2 绝缘厚度

成品电缆的绝缘厚度应符合技术规范中第 5.2.3 条的规定。

1) 步骤

绝缘厚度应按 GB/T 2951.11-2008 中 8.1 规定测量，应在至少相隔 1 m 的三处各取一段电缆试样。多芯电缆的每芯均应检查。

2) 试验结果评定

每一绝缘线芯取三段绝缘试样，测得 18 个数值的平均值（用 mm 表示），应计算到小数点后两位。并按如下规定修约，然后取该值作为绝缘厚度的平均值。计算时，若第二位小数是 5 或大于 5，则第一位小数应加 1。例如 0.84 应修约为 0.8，0.85 应修约为 0.9。所测全部数值的最小值，应作为任一处绝缘的最小厚度。

6.1.3 护套厚度

成品电缆的护套厚度应符合技术规范中第 5.5.2 条的规定。

1) 步骤

护套厚度应按 GB/T 2951.11-2008 中 8.2 规定测量。应在至少相隔 1 m 的三处各取一段电缆试样。

2) 试验结果评定

从三段护套上测得的全部数值（以 mm 表示）的平均值应计算到小数点后两位，并按如下规定修约，然后取该值为护套厚度的平均值。计算时，若第二位小数是 5 或大于 5，则第一位小数应加 1。例如 1.14 应修约为 1.1，1.15 应修约为 1.2。所测全部数值的最小值，应作为任一处护套厚度的最小厚度。

6.1.4 外径和椭圆度

成品电缆的外径及椭圆度应符合技术规范中第 5.6 条的规定。

应在至少相隔 1 m 的三处各取一段电缆试样。应按 GB/T 2951.11-2008 中 8.3 规定测量。应以所测值的平均值作为平均外形尺寸。椭圆度的检查，应在同一截面上测量两处。

6.2 电气性能

电缆应有足够的介电强度和绝缘电阻。应满足 6.2.1~6.2.5 规定的要求。

6.2.1 直流电阻

交货的成品电缆的直流电阻应符合技术规范中第 5.1.4 条的规定。应按 GB/T 3048.4 规定的试样方法检查是否符合要求。

6.2.2 电压试验

交货的成品电缆应通过电压试验，应采用附录 A 中 A.1 和 A.2 的方法进行试验，并符合相应的要求。

6.2.3 绝缘电阻

本要求适用所有电缆。

1) 测量方法

①20℃时的绝缘电阻：

试验应在 5 m 长的绝缘线芯试样上进行，在测量绝缘电阻前，试样应经受住绝缘线芯电压试验或者成品电缆电压试验。

在试验前，试样应浸泡在 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 的水中至少 2 小时。然后在导体和水之间施加 80 V 到 500 V 的直流电压。绝缘电阻应在施加电压 1 min 时测量。

②90℃时的绝缘电阻：

试验应在 5 m 长的绝缘线芯试样上进行，在测量绝缘电阻前，试样应经受住绝缘线芯电压试验或者成品电缆电压试验。

在试验前，试样应浸泡在 $90\pm 2^\circ\text{C}$ 的水中至少 2 小时。然后在导体和水之间施加 80 V 到 500 V 的直流电压。绝缘电阻应在施加电压 1 min 时测量。

2) 计算

将所测数值换算成绝缘电阻常数。

3) 要求

20℃时和 90℃的绝缘电阻常数应分别不小于 $3.67\times 10^3 \text{ M}\Omega\cdot\text{Km}$ 和 $3.67 \text{ M}\Omega\cdot\text{Km}$ 。

6.2.4 护套表面电阻

本要求适用所有电缆。

1) 测量方法：

取三段长约 250 mm 的导线，在用酒精清洁样品的护套后，用两个相距 100 mm 的铜丝绕组作为电极绕在护套上，铜丝直径为 0.2-0.6 mm，安装后铜丝绕组后须重新清洁两电极间的护套。

将样品放置于 $20\pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度为 $65\pm 5\%$ 的环境中 24h。

随后在两电极间加直流电压（100-500V），1min 后测量电阻 R 。

2) 计算方法及要求：

采用下公式计算护套表面电阻 R_b 。

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

a: 试样周长, 单位: mm;

三个试样的中间值即为护套表面电阻, 要求 $\geq 10^9 \Omega$ 。

6.2.5 绝缘耐长期直流试验

本要求适用所有电缆。

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 10 g/L 的恒温水槽中, 水槽的水溶液温度为 $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$, 浸入试样时, 试样两端应露出水溶液约 0.25 m。

对于 AC 0.6/1kV(DC 900V) 线缆在水溶液和试样导体间施加 900 V 的直流电压, 对于 DC 1500V 线缆在水溶液和试样导体间施加 1500 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。

6.3 燃烧性能

6.3.1 单根垂直燃烧试验

交货的成品电缆(具备成束阻燃 C 类电缆除外)应能经受 GB/T 18380.12-2008 单根垂直燃烧试验。

6.3.2 成束燃烧阻燃试验

具备成束阻燃 C 类的电缆应通过以下标准的试验。

成束阻燃 C 类 (ZC): GB/T 18380.35-2008;

6.3.3 烟发散试验

具备低烟性能的电缆应通过该项试验, 试验要求和方法应符合 GB/T 17651.2-1998 规定。透光率应不小于 60%。

6.4 人工气候老化试验

成品电缆应经受附录 B 中的人工气候老化试验。

6.5 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 $90 \pm 2^\circ\text{C}$, 湿度为 $85 \pm 5\%$, 放置时间为: 1500h。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 $\pm 30\%$ 。

6.6 耐酸碱试验

成品电缆应经受耐酸碱试验。

1) 试验方法

取两组试件，每组试件各取 5 个，其中一组浸于草酸溶液（浓度 4.5%），另一组浸于氢氧化钠溶液（浓度 4%），试验溶液温度为 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，浸入时间均为：168 h。随后，取出样品并甩干，室温放置 16 h，按照 GB/T 2951.11-2008 进行拉伸试验。

2) 试验结果判定

耐酸碱试验前后，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 $\pm 30\%$ 。

6.7 盐雾试验

在濒海或海上环境中安装敷设的电缆应经受盐雾试验。

1) 试验方法

盐雾试验按照 GB/T 2423.17-2008 规定进行。试验周期为 168h。

2) 试验结果判定

盐雾试验前后，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 $\pm 30\%$ 。

6.8 动态穿透试验

成品电缆应经受附录 C 中的动态穿透试验。

7 型式试验项目

交货的成品电缆应按表 7.1 的规定的检测和试验，检查是否满足相应要求。

表 7.1 型式和抽样试验项目

序号	检验项目	试验类型	试验方法
1	外观		
1.1	识别标志		
1.1.1	电缆标志内容	T、S	GB/T 6995
1.1.2	标志连续性	T、S	GB/T 6995
1.1.3	标志清晰度、耐擦性	T、S	GB/T 6995
1.1.4	绝缘线芯识别	T、S	目测
1.2	电缆表面质量	T、S	目测
2	结构尺寸		
2.1	导体结构	T、S	GB/T 3956
2.2	绝缘厚度	T、S	GB/T 2951.11

2.3	缆芯节径比	T、S	GB/T 2951.11
2.4	护套厚度	T、S	GB/T 2951.11
2.5	电缆外径	T、S	GB/T 2951.11
3	电气性能		
3.1	导体电阻	T、S	GB/T 3956
3.2	绝缘电阻试验		本技术规范 6.2.3
3.2.1	绝缘电阻 (20℃)	T	
3.2.2	绝缘电阻 (90℃)	T	
3.3	电压试验		
3.3.1	成品电缆耐压试验	T、S	本技术规范附录 A
3.3.2	绝缘线芯耐压试验	T	本技术规范附录 A
3.3.3	绝缘耐长期直流试验	T	本技术规范 6.2.5
3.4	护套表面电阻	T	本技术规范 6.2.4
4	绝缘机械物理性能	T	见表 5.2 描述
5	护套机械物理性能	T	见表 5.2 描述
6	成品电缆特殊性能试验		
6.1	电缆的燃烧试验	T	见 6.3 描述
6.2	人工气候老化试验	T	本技术规范附录 B
6.3	湿热试验	T	本技术规范 6.5
6.4	耐酸碱试验	T	本技术规范 6.6
6.5	非金属组件 (隔离层、填充和绕包材料) 的无卤试验	T	表 5.2 第 10 条款
6.6	盐雾试验	用户要求时	本技术规范 6.7
6.7	动态穿透试验	T	本技术规范 6.8

8 标志

8.1 产品标志

8.1.1 产地标志和电缆识别

电缆应有厂名标志、产品型号、额定电压、规格连续标志，厂名标志可以是制造厂名或商标的重复标志。例如：

PV-WYJYJ 900V 2.5 ××××制造厂名××××；

PV-ZCYJYJ 0.6/1kV 2×2.5 ××××商 标××××；

标志可以用油墨印字或压印凸字在护套上。

8.1.2 标志连续性

一个完整标志的末端与下一个标志的始端之间的距离：

——在电缆外护套上应不超过 550mm。

8.1.3 耐擦性和清晰度

油墨印字标志应耐擦，应用浸过水的一团脱脂棉或一块棉布轻轻地擦拭油墨印字标志，共擦 10 次。所有标志应字迹清楚。

8.2 包装标志

每圈或每盘上应附有标签标明：

- a) 制造厂名称；
- b) 型号、规格（导体结构），mm²；
- c) 额定电压，V；
- d) 长度，m（重量，kg）；
- e) 制造日期，年月；
- f) 本标准编号或认证标志；
- g) 电缆盘正确旋转方向。

9 包装、运输和储存

9.1 包装

成品电缆可用线盘或纸箱包装，也可成圈包装。线盘装用电缆盘应符合 JB/T 8137 的规定，为防止储运中损坏，线盘装产品还应附加适当的保护。

线盘装电缆的最外层与电缆盘侧板边缘的距离应不小于 60mm，电缆两端应密封，并应固定在电缆盘上。

纸箱包装产品宜选用柔软性缓冲材料填充间隙，以防止运输过程中损伤电缆。

成圈产品应用一定强度的带状材料多层包覆，并捆扎牢固。

9.2 运输

电缆运输时应符合下列要求：

- a) 不得使电缆盘处于平放位置；
- b) 不得作长距离滚动；
- c) 不得遭受冲撞、挤压和任何机械损伤；
- d) 不得受潮。长途运输时应防止长时间暴晒。

9.3 贮存

电缆贮存时应符合下列要求：

- a) 不得使电缆盘处于平放位置；
- b) 防潮、防雨淋、防暴晒。
- c) 防止挤压变形和任何机械损伤。

10 交货长度和验收规则

10.1 交货长度

允许长度不小于 10m 的短段交货，其数量不应超过交货总长度的 10% ，且每件中的短段数量不超过 5 个。

根据双方协议，允许任何长度交货。

长度计量误差不应超过± 0.5%。

10.2 验收规则

产品应由制造厂的技术检查部门检验合格后方能出厂，出厂产品应附有产品质量检验合格证及出厂报告（应包括表 7.1 中的抽样试验项目）。

产品应按规定试验进行验收，产品试验项目、试验类型和试验方法按表 7.1 规定。

交货批的抽样试验样品数量按 GB/T 12706.1 中表 12 的要求进行，如采购数量低于表 12 中要求则按最低要求抽样。如抽验项目的结果不合格时，应加倍取样进行第二次试验，仍不合格时，应 100% 进行检验。

产品外观应用目力（正常视力）逐件检查。

装箱时，箱体外壳上应标明：

- a) 制造厂名称；
- b) 产品型号、规格及额定电压 mm²、V；
- c) 产品标准编号或认证标志；
- d) 箱体外形尺寸及重量，kg；
- e) 防潮、防掷标志。

出口产品的包装应按有关规定执行。

附录 A 电压试验方法

A.1 成品电缆电压试验

试验应在一根 10m 长的电缆试样上进行，按照 GB/T 3048.8-2007 的要求进行。

试样应耐受表 A.1 规定的试验电压至少 15min 而不击穿。

A.2 绝缘线芯电压试验

试验应在一根 5 m 长的绝缘线芯试样上进行，按照 GB/T 3048.8-2007 的要求进行。

试样应耐受表 A.1 规定的试验电压至少 5min 而不击穿。

表 A.1 电压试验中的电压要求

序号	试验项目	电缆额定电压	施加电压
1	成品电缆电压试验	DC 900V	AC 6.5 kV 或者 DC 15kV
		DC 1500V	AC 11 kV 或者 DC 25 kV
		AC 0.6/1kV	AC 6.5 kV
2	绝缘线芯电压试验	DC 900V	AC 2.5 kV 或者 DC 6 kV
		DC 1500V	AC 4 kV 或者 DC 10 kV
		AC 0.6/1kV	AC 2.5 kV

附录 B 人工气候老化试验方法

B.1 适用范围

本试验方法适用于光伏发电系统专用电缆的人工气候老化性能测定。

B.2 试验设备

1) 氙灯气候老化箱

照射由长弧水冷型灯组产生。灯组包含内外同心的圆柱形管，其中内部中心位置是一个石英氙气炉管，外部是钠硼酸硅酸盐玻璃（7740 Pyrex 玻璃或其等效物）滤光管组。灯组工作时将保证样品上持续得到波长 3400Å 或 340nm 的分光照度水平至少 $0.35\text{W}/\text{m}^2$ 。

设备应能设置重复的 2h 程序控制周期：102 分钟光照后接着是 18 分钟喷水。在 2h 周期的每一次 18 分钟期间，每一个样品上的所有点应经受一次均匀喷水。喷射的水应是干净的（不能在样品上留下沉淀物，也不能污染样品），其 pH 值为 6.0~8.0，温度为 $16.0^\circ\text{C}\pm 5.0^\circ\text{C}$ 。除非这些条件都能保持，已使用的喷射水不能循环使用。当氙弧灯运行且喷水停止时，样品黑板的均衡温度为 $63.0^\circ\text{C}\pm 3.0^\circ\text{C}$ 。

2) 拉力试验机。

B.3 试样制备

从被试电缆的端部 500mm 处切取足够长度的试样，能供三组试验测定有效性能的样段，有机械损伤的样段不能作为试样。

第一组试样至少应 5 个，供原始性能测量用。

第二组试样至少应 5 个，供 0~720h 光老化后性能测量用。

第三组试样至少应 5 个，供 420~720h 光老化后性能测量用。

B.4 试验步骤

第一组试样保存在阴凉干燥处，第二、三组试样应放入氙灯气候箱内进行试验，其中第三组试样应在试验开始 420h 后放入。

在规定的老化时间后，取出试样，在环境温度下存放至少 16h，与第一组试样对比进行外观检查。

将导体从试样中取走，试样按 GB/T 2951—2008 的要求，在光照面冲切哑铃片和预处理后，测定老化前和老化后三组试片的抗张强度和断裂伸长率，制作试片时，不能磨削光照面。

不能在光照面冲切哑铃片时，允许从同一型号的其他规格上切取，其光老化性能等效。

B.5 试验结果及计算

检查光照面、试样应无明显的龟裂。

计算老化前后的抗张强度和断裂伸长率的保留率（%），计算结果 300h 应不小于 85%，720h 应不小于 80%。

附录 C 动态穿透试验

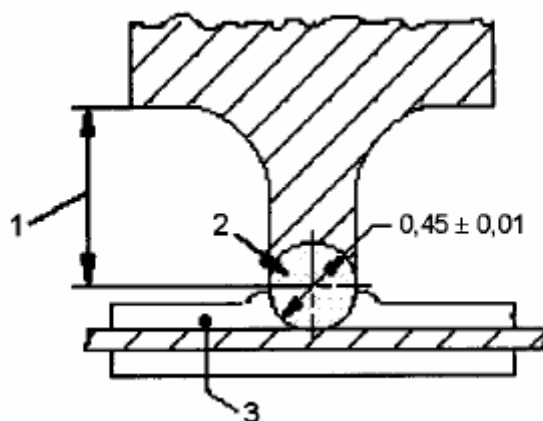
本试验应使用图 C.1 所示的设备进行。试验装置还应包括施压装置和压力测量仪，同时用于穿透样品钢针如图 C.1 所示。测试时应在导体和钢针间施加低压检测信号，使得钢针穿透样品与导体接触时终止试验。

本试验应在室温下进行。钢针上压力的增加速率应为 1N/s，直到钢针穿透样品与导体接触为止。每次试验应在每个试样上进行 4 次，每次试验完成后应移动一定距离后再顺时针旋转 90° 进行第二次测试。

4 次试验完成后，平均值应大于 F 值，F 值由以下公式计算得出：

$$F = 150 \times (d)^{1/2} \text{ N}$$

d: IEC 60719:1992 中的导体外径，单位为 mm。



图中： 1 长度取决于样品厚度 2 钢针 3 样品

图 C.1 动态穿透试验装置图