

ICS 29.060.20

CCS K 13

团 体 标 准

T/CTBA XXXX.1 — 2024

发电企业电线电缆采购技术标准 第 1 部分：光伏发电系统用直流电缆

Power generation enterprises wire and cable procurement
technical standards
Part 1: DC cables for photovoltaic systems

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国招标投标协会 发布

目 次

前 言	III
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	4
4. 通用技术规范	5
4.1. 总则	5
4.2. 工艺结构和性能要求	10
4.3. 检测和试验	11
4.4. 技术服务、工厂检验和监造及验收	11
4.5. 产品标志、包装、运输和保管	16
4.6. 投标时应提供的其他资料	17
5. 专用技术规范	20
5.1. 工程概况及使用条件	20
5.2. 项目需求部分	22
5.3. 技术参数和性能要求	23
5.4. 供应商响应部分	27
附录 A (规范性) 光伏发电系统用直流电缆通用技术规范	29
附录 B (规范性) 软结构铝合金导体要求	50
附录 C (规范性) 绝缘和护套材料的性能要求	52
附录 D (资料性) 光伏发电系统用直流电缆结构图	55
附录 E (资料性) 光伏发电系统用直流电缆应用场景示意图	56

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

T/CTBA XXXX《发电企业电线电缆采购技术标准》分为 18 个部分：

- 第 1 部分 光伏发电系统用直流电缆
- 第 2 部分 塑料绝缘控制电缆
- 第 3 部分 低压电力电缆 (0.6/1kV、1.8/3 kV)
- 第 4 部分 中压电力电缆 (6—35 kV)
- 第 5 部分 高压电力电缆 (66 kV)
- 第 6 部分 高压电力电缆 (110 kV)
- 第 7 部分 高压电力电缆 (220 kV)
- 第 8 部分 计算机与仪表屏蔽电缆
- 第 9 部分 热电偶用补偿导线与电缆
- 第 10 部分 通信电缆 (市话、射频)
- 第 11 部分 塑料绝缘电线和软线
- 第 12 部分 输电线路导线、地线
- 第 13 部分 额定电压风力发电用耐扭曲软电缆 (35 kV 及以下)
- 第 14 部分 光纤光缆
- 第 15 部分 海底电力电缆 (6—35 kV)
- 第 16 部分 海底电力电缆 (66 kV)
- 第 17 部分 海底电力电缆 (110 kV)
- 第 18 部分 海底电力电缆 (220 kV)

本部分为 T/CTBA XXXX 的第 1 部分。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国招标投标协会企业物资采购技术标准与碳标签工作部提出。

本文件由中国招标投标协会归口。

本文件主要起草单位：华能能源交通产业控股有限公司（华能集团物资供应中心）、中国水利电力物资上海有限公司、中国华电集团物资有限公司、国家能源集团物资有限公司、国家电力投资集团有限公司物资装备分公司。

本文件参与起草采购单位：中国能源建设集团电子商务有限公司、长江三峡（成都）电子商务有限公司、北京京能招标集采中心有限责任公司、内蒙古能源集团有限公司、（更多采购单位参编征集中）

本文件参与起草设计单位：

本文件参与起草第三方机构：

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：

本文件知识产权和相关数据所有权归中国招标投标协会所有。中国招标投标协会在会员单位内公开，会员单位可以自行无偿引用、使用本文件。

本文件为首次发布。本文件修订意见与建议请反馈至邮箱：biaozhun@wuzi.cn、ctba2005@163.com。为方便会员单位编辑使用，本文件免费提供 WORD、EXCEL 等电子文档，欢迎索取。

发电企业电线电缆采购技术标准

第 1 部分：光伏发电系统用直流电缆

1. 范围

本文件规定了额定电压直流 DC 1500 V (最大 DC 1800 V) 及以下的光伏发电系统用直流电缆（以下简称“光伏发电系统用直流电缆”）招标采购的通用技术规范（总则、工艺结构和性能要求、检测和试验、技术服务、工厂检验和监造及验收、产品标志、包装、运输和保管、投标时应提供的其他材料）和专用技术规范（工程概况及使用条件、项目需求部分、技术参数和性能要求、供应商响应部分）等相关内容。

本文件适用于光伏发电系统用直流电缆招标采购。

本文件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、组串逆变器）之间的并联电缆。

2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2423.3 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热方法

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB/T 2951.11 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 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 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 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 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 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

GB/T 3048.4 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 3048.5 电线电缆电性能试验方法 第 5 部分：绝缘电阻试验

GB/T 3048.8 电线电缆电性能试验方法 第 8 部分：交流电压试验

GB/T 3048.9 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 3048.10 电线电缆电性能试验方法 第 10 部分：挤出护套火花试验

GB/T 3048.14 电线电缆电性能试验方法 第 14 部分：直流电压试验

GB/T 3956 电缆的导体

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第 2 部分：尺寸测量

GB/T 4909.3 裸电线试验方法 第 3 部分：拉力试验

GB/T 4909.5 裸电线试验方法 第 5 部分：弯曲试验——反复弯曲

GB/T 7113.2 绝缘软管 第 2 部分：试验方法

GB/T 9327 额定电压 35kV ($U_m=40.5kV$) 及以下电力电缆导体用压接式和机械式连接金具 试验方法和要求

GB/T 11026.1 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 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 额定电压 1kV ($U_m=1.2kV$) 到 35kV ($U_m=40.5kV$) 挤包绝缘电力电缆及附件 第 1 部分：额定电压 1kV ($U_m=1.2kV$) 和 3kV ($U_m=3.6kV$) 电缆

GB/T 16422.2 塑料实验室光源暴露试验方法 第 2 部分：氙弧灯

GB/T 17650.1 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 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：酸度 (用 pH 测量) 和电导率的测定

- GB/T 17651.1 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第 1 部分：试验装置
- GB/T 17651.2 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第 2 部分：试验程序和要求
- GB/T 18380.12 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
- GB/T 18380.33 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 A 类
- GB/T 18380.34 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 34 部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 B 类
- GB/T 18380.35 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 35 部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 C 类
- GB/T 18380.36 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 36 部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 D 类
- GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则
- GB/T 20975.25 铝及铝合金化学分析方法 第 25 部分：元素含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 30552 电缆导体用铝合金线
- GB/T 31247 电缆及光缆燃烧性能分级
- GB/T 31840.1 额定电压 1kV ($U_m=1.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 铝合金芯挤包绝缘电力电缆 第 1 部分：额定电压 1kV ($U_m=1.2\text{kV}$) 和 3kV ($U_m=3.6\text{kV}$) 电缆
- NB/T 42073 光伏发电系统用电缆
- JB/T 8137 电线电缆交货盘
- T/CAS 661 电缆径向水密性测试方法
- T/CAS 566 铝合金导体光伏发电系统用电缆
- T/CPIA 0054 光伏发电系统用柔性铝合金电缆
- CEEIA B218 光伏发电系统用电缆
- EN 50618 光伏发电系统用电缆
- IEC 62930 额定 DC1.5kV 光伏发电系统用电缆
- CQC 1102 光伏发电系统用电缆认证技术规范

2PfG 1169 光伏发电系统用电缆要求

PPP 11029A 光伏发电系统固定敷设用铝合金电缆

PPP 59074A 光伏发电系统用电缆要求

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

招标采购人 bidder

提出招标采购项目，进行招标采购的法人或其他组织。

3.2

供应商 supplier

响应招标采购、参加项目标的招采竞争的法人或者其他组织。

3.3

卖方 seller

提供本部分货物和技术服务的法人或其他组织，包括其法定的承继者。

3.4

买方 buyer

购买本部分货物和技术服务的法人或其他组织，包括其法定的承继者和经许可的受让人。

3.5

型式试验 type tests

T

按一般商业原则对本文件所包含的一种类型电缆在供货之前所进行的试验，以证明电缆具有满足预期使用条件的满意性能。

3.6

抽样试验 sample tests

S

由制造方按照规定的频次在成品电缆试样上或取自成品电缆的元件上进行的试验，以检验成品电缆产品是否符合设计规范要求。

3.7

例行试验 routine tests

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的要求。

3.8

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。

3.9

光伏发电系统 Photovoltaic system or 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。

3.10

直流侧 DC side

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

3.11

光伏发电系统用直流电缆 DC cables for photovoltaic systems

额定电压 DC 1500V（最大 DC 1800V）及以下的光伏发电系统用直流电缆。应用在光伏发电系统的直流侧，包括光伏发电系统中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、组串逆变器）之间的并联电缆。

4. 通用技术规范

4.1. 总则

4.1.1. 一般规定

4.1.1.1. 本文件提出了对光伏发电系统用直流电缆技术上的规范和说明。

4.1.1.2. 供应商应仔细阅读本文件及招标采购文件阐述的全部条款，包括商务和技术部分的所有规定。由供应商提供的光伏发电系统用直流电缆应符合本文件中规定的要求。

4.1.1.3. 如果供应商没有以书面形式对本文件的条文提出异议，则意味着供应商提供的产品完全符合本文件的要求。如有与本文件要求不一致的地方，必须逐项在投标书“技术差异表”中列出。

4.1.1.4. 本文件将作为订货合同的附件，与合同具有同等法律效应。本文件未尽事宜，由合同双方在合同技术谈判时双方协商确定。

4.1.1.5. 本文件中涉及的有关商务方面的内容，如与招标采购文件的商务部分有矛盾时，以商务部分为准。

4.1.1.6. 本文件通用技术规范部分规定如与专用技术规范有矛盾时，以专用技术规范部分为准。

4.1.1.7. 本文件提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文，供应商应提供符合本文件引用标准的最新版本和本文件要求的优质产品。

4.1.2. 供应商应提供的资格文件

以下列明了对供应商资质的基本要求，供应商应按下面所要求的内容和顺序提供详实的投标资料，否则视为非响应性投标。基本资质不满足要求、投标资料不详实或严重漏项将导致废标。

4.1.2.1. 拥有具有认证认可资质机构颁发的有效期内的 ISO 9001 质量管理体系认证证书或等同的质量管理体系认证证书。

4.1.2.2. 供应商应提供招标采购人/买方认可的第三方专业认证机构颁发的与所招标采购型号相同/相近的光伏发电系统用直流电缆的认证证书，认证的规格范围不得小于招标采购电缆的规格范围。

4.1.2.3. 具有履行合同所需的技术能力、生产能力和检测能力，并形成文件化资料。还需提供辐照加速器设备购置合同及发票，以及满足本文件规定的耐臭氧、耐紫外光、耐盐雾设备购置合同及发票（或提供包括耐臭氧、耐紫外光、耐盐雾试验的第三方检测报告）。

4.1.2.4. 有履行合同产品维护保养、修理及其他义务的能力，且有相关证明文件资料。

4.1.2.5. 供应商应提供招标采购人/买方认可的第三方专业检测机构出具的与所招标采购型号规格相同或相近的光伏发电系统用直流电缆型式试验（检验）报告，检测项目应符合本文件规定的型式试验项目。

4.1.2.6. 供应商所提供的组部件和主要材料如需向外协单位外购时，供应商应列出外协单位清单，并就其质量作出承诺。同时提供外协单位相应的例行检验报告、供应商的进厂验收证明、外协单位的相应资质证明材料和供货合同。

4.1.3. 工作范围和进度要求

4.1.3.1. 本文件适用于所有采购的光伏发电系统用直流电缆。具体为：提供符合本文件要求的光伏发电系统用直流电缆相应的试验、工厂检验、试运行中的技术服务。

4.1.3.2. 需要时卖方应在合同签订后两周内尽快向买方呈报生产进度表（合同电缆数量较大或合同电缆

用于买方认为重要的项目时，双方签约时确认）。生产进度表应以图表形式说明设计、试验、材料采购、制造、工厂检验、抽样检验及装运，包括对每项工作及其过程足够详细的全部细节。

4.1.3.3. 供应商应满足招标采购文件内交货时间要求。供应商应在投标文件中提供针对延误交货补救措施的应急预案。对于因某种特殊原因造成的交货时间延误情况，卖方应及时将延误交货的原因、后果及采取的补救措施等向买方说明。

4.1.4. 对说明书和试验报告的要求

4.1.4.1. 技术资料 and 图纸的要求

4.1.4.1.1. 如有必要，工作开始之前，卖方应提供 6 份图纸、设计资料 and 文件，并经买方批准。对于买方为满足本文件的要求直接作出的修改，卖方应重新提供修改的文件。

4.1.4.1.2. 需要时卖方应在生产前两周（特殊情况除外）将生产计划以书面形式通知买方，如果卖方在没有得到批准文件的情况下着手进行工作，卖方应对必要修改发生的费用承担全部的责任，文件的批准不会降低产品的质量，并且不因此减轻卖方为提供合格产品而承担的责任。

4.1.4.1.3. 应在出厂试验开始前两周提交详细试验安排表。

4.1.4.1.4. 所有经批准的文件都应有对修改内容加标注的专栏，经修改的文件应用红色箭头或其他清楚的形式指出修改的地方（注明更改前和更改后），应该在文件的适当地方写上买方的名称、标题、卖方的专责工程师的签名、准备日期和相应的文件编号。图纸和文件的尺寸一般应为 210mm × 297mm（A4 纸），同时应将修改的图纸和文件提交给买方。

4.1.4.2. 产品说明书

4.1.4.2.1. 提供光伏发电系统用直流电缆的结构型式的简要概述及照片。

4.1.4.2.2. 说明书应包括下列各项：型号、结构尺寸（附结构图）、技术参数、适用范围、使用环境、安装、维护、运输、保管及其他需注意的事项等。

4.1.4.3. 试验报告

4.1.4.3.1. 随货附所有供货产品的出厂试验报告。

4.1.4.3.2. 提供第三方专业检验机构出具的与所招标采购型号规格相同或相近的光伏发电系统用直流电缆的型式试验（检验）报告，检测项目应符合本文件规定的型式试验项目。

4.1.4.3.3. 需要时提供特殊试验报告，如成束阻燃试验、耐盐雾试验等。

4.1.5. 供应商应提交的技术参数和信息

4.1.5.1. 供应商应按本文件专用技术规范部分列举的项目逐项提供技术参数，供应商提供的技术参数应为产品的性能保证参数，这些参数将作为合同的一部分。如与招标采购人所要求的技术参数有差异，还应写入技术偏差表中。

4.1.5.2. 每个供应商应提供本文件要求的全部技术资料。

4.1.5.3. 供应商需提供光伏发电系统用直流电缆的特性参数和其他需要提供的信息。

4.1.6. 应满足的标准

除本文件特别规定外，卖方所提供的产品至少应满足表 4.1 列出的标准和规范的要求，但不限于表 4.1 列出的标准。如标准内容有争议，应按最高标准的条款执行或按双方商定的标准执行。如果卖方选用标书规定以外的标准，需提交与这种替换标准相当的或优于标书规定标准的证明，同时提供与标书规定标准的差异说明。

表 4.1 应满足标准一览表

序号	标准号	标准名称
1	T/CTBA XXXX.1	发电企业电线电缆采购技术标准 第 1 部分：光伏发电系统用直流电缆
2	NB/T 42073	光伏发电系统用电缆
3	IEC 62930	Electric cables for photovoltaic systems with a voltage rating of 1,5 kV DC (额定电压 DC 1500 V 光伏系统电缆)
4	EN 50618	Electric cables for photovoltaic systems (光伏系统用电缆)
5	CEEIA B218	光伏发电系统用电缆

注：部分企标产品如 CQC 1102、TUV 2pfg 1169、PPP 59074A 等所涉及的产品见 T/CTBA XXXX.1 附录 A 的要求。

4.1.7. 备品备件

4.1.7.1. 供应商可有偿提供安装时必需的备品备件。

4.1.7.2. 招标采购人提出运行维修时必需的备品备件，详见本文件专用技术规范部分表 5.6。

4.1.7.3. 供应商提出推荐的备品备件，详见本文件专用技术规范部分表 5.15。

4.1.7.4. 所有备品备件应为全新产品，与已经安装材料及设备的相应部件能够互换，具有相同的技术规范和相同的规格、材质、制造工艺。

4.1.7.5. 所有备品备件应采取防尘、防潮、防止损坏等措施，应与中标产品一并发运，同时标注“备品备件”，以区别于本体。

4.1.7.6. 供应商在产品质保期内实行免费保修，且对产品实行终身维修。并根据买方要求在 15 日内提供本文件专用技术规范部分表 5.6 所列备品备件，以便维修更换。

4.1.8. 专用工具和仪器仪表

4.1.8.1. 供应商应提供安装时必需的专用工具和仪器仪表（如需要），价款应包括在投标总价中。

4.1.8.2. 招标采购人提出运行维修时必需的专用工具和仪器仪表（如需要），列在本文件专用技术规范部分表 5.6 中。

4.1.8.3. 供应商应推荐可能使用的专用工具和仪器仪表（如需要），列在本文件专用技术规范部分表 5.15 中。

4.1.8.4. 所有专用工具和仪器仪表（如有）应是全新的、先进的，且须附完整、详细的使用说明资料。

4.1.8.5. 专用工具和仪器仪表（如有）应装于专用的包装箱内，注明“专用工具”“仪器”“仪表”，并标明“防潮”“防尘”“易碎”“向上”“勿倒置”等字样，同中标产品一并发运。

4.1.9. 安装、调试、试运行和验收

4.1.9.1. 合同产品的安装、调试，根据买方（或项目单位）的需要，将由买方根据卖方提供的技术文件和安装使用说明书的规定，在卖方技术人员的指导下进行。

4.1.9.2. 合同产品试运行和验收，根据招标采购文件规定的标准、规程、规范进行。

4.1.9.3. 验收时间为安装、调试和试运行完成后并稳定运行 73h。在此期间，所有的合同产品都应达到各项运行性能指标要求。买卖双方可签署合同产品的验收证明书，该证明书共两份，双方各执一份。

4.1.9.4. 如果在安装、调试、试运行及质保期内，产品发生异常，买卖双方应共同分析原因、分清责任，并按合同相关规定执行。

4.1.10. 售后服务及培训

4.1.10.1. 售后服务

买卖双方合同签订后，卖方应指定负责本工程的项目经理，以协调卖方在工程全过程的各项工作，如工程进度、设计制造、图纸文件、包装运输、现场调试验收、服务及培训等，项目经理应得到买方的认可。

电缆在安装、验收和使用过程中出现问题，卖方在 48 小时内派专业技术人员赶往现场进行勘察了解具体情况，分析原因，解决问题。如确属卖方质量问题，应实行“三包”，即包修、包换、包退。

在产品交付验收合格后，若买方要进行重新核实复验，卖方在接到买方通知后 48 小时内到达现场，协助买方进行检测。

4.1.10.2. 培训

需要时，卖方应按买方要求安排相关知识的培训；在本合同电缆的敷设安装过程中，卖方应按买方要求对现场施工提供相关指导。

4.2. 工艺结构和性能要求

光伏发电系统用直流电缆产品按导体类型和铠装结构，主要可分为表 4.2 所示的 4 类产品，对于不同的采购产品型号，应符合本文件对应的产品的相关要求，本文件相关工艺结构和性能要求见附录 A。

表 4.2 采购产品型号与本标准型号对照表

序号	产品分类			采购产品型号及标准		本标准对应产品（附录 A）	
	导体	铠装	标称截面 mm ²	采购产品型号	标准	对应产品型号 (附录 A)	名称
1	镀锡 软铜 导体	无铠装	1× 1.5~16 2× 1.5~16	PV-YJYJ	NB/T 42073	62930 IEC 131(PV-YJYJ)	额定直流电压 1.5 kV 交联聚烯烃绝缘及护 套光伏发电系统用直 流电缆
				62930 IEC 131	IEC 62930		
				H1Z2Z2-K	EN 50618		
				PV1-F	2PfG 1169		
			PV1-F	PPP 59074A			
1× 1.5~16 2× 1.5~6	GF-WDZ(A/B/C/D)E E(S)R-90/105/125	CEEIA B218					
2	双钢带 铠装		2× 1.5~16	PV-YJYJ25	CQC 1102	PV-YJYJ25	额定直流电压 1.5 kV 交联聚烯烃绝缘及护 套钢带铠装光伏发电 系统用直流电缆
			2× 1.5~6	GF-WDZ(A/B/C/D)E ER23	CEEIA B218		
3	铝合 金软 导体	无铠装	1× 2.5~25 2× 2.5~25	PV1500DC-AL-K	T/CAS 566	PV-YJRLHYJ	额定直流电压 1.5 kV 交联聚烯烃绝缘及护 套光伏组件专用柔性 铝合金电缆
				PV-YJRLHYJ	T/CPIA 0054		
				PV-YJRLHYJ	CQC 1102		
			1× 4~25	PV1500DC-AL	PPP 11029A		
4	双钢带		2× 2.5~25	PV-YJRLHYJ25	T/CPIA 0054	PV-YJRLHYJ25	额定直流电压 1.5 kV

		铠装		PV-YJRLHYJ25	CQC 1102	交联聚烯烃绝缘及护套钢带铠装光伏组件专用柔性铝合金电缆
				PV1500DC-AL-K DB	T/CAS 566	
注：对于无铠装电缆，芯数为“2”为双芯平行可分离型电缆。 如为成束阻燃产品，则在燃烧特性代号后加 B ₁ 、A、B、C 或 D，例如“ZC-PV-YJYJ”。						

4.3. 检测和试验

光伏发电系统用直流电缆产品按导体类型和铠装结构，主要可分为表 4.2 所示的 4 类产品，对于不同类型的产品，应符合本标准对应的产品的相关要求，本文件相关检测和试验要求见附录 A。

4.4. 技术服务、工厂检验和监造及验收

4.4.1. 技术服务

卖方应提供所承诺的并经买方最终确认的现场服务。

4.4.1.1. 卖方在工程现场的服务人员称为卖方的现场代表。在产品进行现场安装前，卖方应提供现场代表名单、资质，供买方确认。

4.4.1.2. 卖方的现场代表应具备相应的资质和经验，以督导安装、负责调试、投运等工作。卖方应指定一名本工程的现场首席代表，其作为卖方的全权代表应具有整个工程的代表权和决定权，买方与首席代表的一切联系均应视为是与卖方的直接联系。在现场安装调试及验收期间，应至少有一名现场代表留在现场。

4.4.1.3. 在买方认为现场代表的服务不能满足工程需要时，可取消对其资质的认可，卖方应及时提出替代的现场代表供买方认可，卖方承担由此引起的一切费用。因下列原因而使现场服务的时间和人员数量增加，所引起的一切费用由卖方承担：

- a) 产品质量原因；
- b) 现场代表的健康原因；
- c) 卖方自行要求增加人、日数。

4.4.1.4. 卖方应提供现场技术服务承诺表，详见表 4.3。

表 4.3 卖方现场技术服务承诺表

序号	技术服务内容	总计划天数 (天)	派出人员构成		备注
			职称	人数	

1	到货时，对产品外观及数量进行检验				
2	对使用单位的技术人员、设备操作人员和维护人员进行技术培训				
3	设备安装期间，进行现场安装指导				
4	质保期内，更换损坏的元配件				
5	设备投运后，保证售后服务响应时间				

4.4.1.5. 卖方应提供现场服务人员基本情况表，详见表 4.4。

表 4.4 卖方现场技术服务人员基本情况表

一、基本情况					
姓名		性别		年龄	
学历		岗位		职称	
二、经验能力					
工作年限		擅长领域			
工作经历					
荣誉奖项					
三、服务业绩					
主要服务项目					
供应商签章	我公司郑重承诺上述内容属实。 供应商名称（盖章）：				

注：如有多名服务人员，按照本表要求填写并依次提交。

4.4.2. 工厂检验和监造

4.4.2.1. 卖方应在工厂生产开始前 15 天用信件、电传或电子邮件通知买方。在工厂生产开始前一周，卖方就合同生产计划及具体时间应以书面形式发给买方进一步确认，必要时，买方将派遣监造工程师或代

表对电缆全生产周期的质量进行监控以及对各工艺阶段的检验和测试以及包装运输等进行过程监督, 卖方应提供充分的便利条件。派遣的代表身份将以书面形式通知卖方。

4.4.2.2. 在产品制造过程的开始和各阶段之前, 卖方应随时向买方进行报告以便能安排监造和检验。

4.4.2.3. 买方代表将根据本文件的要求对工艺过程、抽样检验和例行试验等过程进行监督, 若发现合同电缆经检验不符合本采购技术标准的要求, 可以拒收, 卖方应及时安排重新生产等事宜, 并按双方协商的时间供货。对于买方代表提出的意见和建议, 卖方应认真考虑其意见, 并采取必要措施以确保待运合同电缆的质量。买方的代表自始至终应有权进入制造产品的工厂和现场, 卖方应向买方代表提供充分的方便, 以使其不受限制地检查卖方所必须进行的检验和在生产过程中进行质量监造。买方的检查和监造并不代替或减轻卖方对检验结果和生产质量而负担的责任。

4.4.2.4. 除非买方用书面通知免于检验, 否则不应有从制造厂发出未经检查和检验的货物, 在任何情况下都只能在圆满地完成本文件中所规定的全部检验之后, 才能发运这些货物。

4.4.2.5. 若买方不派代表参加上述试验, 卖方应在接到买方关于不派人员到卖方和(或)其分包商工厂的通知后, 或买方未按时派遣人员参加的情况下, 自行组织检验。

4.4.2.6. 货物装运之前, 应向买方提交 6 份检验报告, 其中必须有 1 份为原件; 或相关要求由供需双方协商确定。

4.4.2.7. 合同电缆在发货状态或者电缆在运到买方指定仓库或敷设现场后, 买方有权进行抽查检验, 卖方不得因为该电缆已由买方代表监造或者发货前已由买方代表通过验收作为理由而受到限制。买方代表参加工厂试验, 包括会签任何试验结果, 既不免除卖方按合同规定应负的责任, 也不能代替电缆到达现场后买方对其进行的检验。

4.4.2.8. 每盘电缆都应附有产品质量验收合格证和出厂报告, 合格证的序列号应具有生产过程记录的可追溯性。

4.4.3. 交付与验收

4.4.3.1. 电缆交付时卖方提供的文件内容至少应包括:

- a) 整批电缆附有发货清单(电缆盘数和每盘电缆长度等);
- b) 每盘电缆附有卖方提供的产品质量检验出厂合格证;
- c) 每盘电缆附有产品出厂规定的试验报告单;
- d) 不同型号的电缆提供相应的使用说明书, 说明书应包括下列各项: 型号、结构尺寸(附结构图)、技术参数、适用范围、使用环境、安装、维护、运输、保管及其他需注意的事项等;

e) 应提供该产品权威第三方检测机构出具的型式试验报告,且提供产品的型号、规格和性能需在对认证证书的认证范围内。如提供的电缆产品超过该产品认证时的规格范围或相关性能发生变更,买方有权要求卖方到指定的具有资质的权威的第三方检测机构重新进行型式试验检测并在相关认证机构获得最新认证证书,一切试验检测和认证产生的费用由卖方负责。重做的型式试验应按本文件的要求进行;

f) 若适用,应提供产品满足在特殊环境下(如耐盐雾、成束阻燃、水密性等)使用的相关证明。

4.4.3.2. 在货物到达目的地以后,买卖双方在地按提货单对所收到的货物的数量进行核对,并检查货物在装运和卸货时是否受损坏。若货物的数量和外观情况与合同不符,卖方应按买方要求免费改正或替换货物。

4.4.3.3. 买卖双方联合进行到货后的包装及外观检查,如目测包装破损、挤压情况及破损、挤压部位电缆的机械损伤情况,当外观检查有怀疑时,应进行受潮判断或试验。有异常时,由双方根据实际情况协商处理。

4.4.3.4. 买卖双方联合进行产品结构尺寸检查验收。

4.4.3.5. 如有可能,买卖双方联合按有关规定进行抽样试验。

4.4.3.6. 合同货物的交货数量允许误差为 $\pm 2\%$ 。

4.4.4. 现场抽检

4.4.4.1. 到货后,买卖双方确定抽检项目和抽检比例,抽检比例不少于全部型号的5%,样品长度应不小于检测项目所需最小长度,样品委托第三方的独立检测机构检验,检验项目为本文件所涉及内容。

4.4.4.2. 当抽样试验结果不合格时,在同一批次电缆中取双倍数量的试样,进行第二次试验,仍不合格时,则认定该批次电缆不合格。

4.4.4.3. 若抽检结果不能满足要求,按商务部分有关条款进行处理。

4.4.5. 批量产品接收判定准则

在买方对卖方交付的光伏发电系统用直流电缆进行例行试验和抽样试验时,需对检测结果依据本文件的要求进行合格或不合格的判定,并根据表4.5中的试验项目的质量特性分级标准对不合格项目进行分级。

根据买方对卖方提供的光伏发电系统用直流电缆进行试验的样品数量以及对不合格项目的质量特性分级,可根据表4.6光伏发电系统用直流电缆批量产品质量的接收判定原则来判断是否接收卖方提供

的产品。

表 4.5 光伏发电系统用直流电缆例行试验和抽样试验项目质量特性分级标准表

序号	评价项目	不合格分级
1	导体直流电阻	A
2	绝缘电阻 (20℃)	A
3	绝缘电阻 (90℃)	A
4	成品电缆电压试验	A
5	绝缘线芯或成品电缆的缺陷检查	A
6	铠装电缆护套的火花测试	A
7	导体单丝直径	A
8	绝缘厚度 (平均厚度)	A B
	——小于考核值且差值超过 10% ——小于考核值且差值不超过 10%	
9	绝缘厚度 (最薄处厚度)	A B
	——小于考核值且差值超过 10% ——小于考核值且差值不超过 10%	
10	护套厚度 (平均厚度)	A B
	——小于考核值且差值超过 10% ——小于考核值且差值不超过 10%	
11	护套厚度 (最薄处厚度)	A B
	——小于考核值且差值超过 10% ——小于考核值且差值不超过 10%	
12	内衬层厚度 (最薄处厚度)	A B
	——小于考核值且差值超过 10% ——小于考核值且差值不超过 10%	
13	电缆平均外径	A B
	——大于考核值且差值超过 10% ——大于考核值且差值不超过 10%	
14	绝缘老化前机械性能 (抗张强度和断裂伸长率)	A
15	护套老化前机械性能 (抗张强度和断裂伸长率)	A
16	单根电缆火焰垂直蔓延试验	A
17	电缆表面标志	C B
	——有制造商和正确的型号规格 ——其他	

注：A 级不合格：抽样产品的极重要质量特性不符合相关标准的要求，或者抽样产品的质量特性严重不符合相关标准的要求。
B 级不合格：抽样产品的重要质量特性不符合相关标准的要求，或者抽样产品的质量特性一般不符合相关标准的要求。
C 级不合格：抽样产品的一般质量特性不符合相关标准的要求，或者抽样产品的质量特性轻微不符合相关标准的要求。
考核值：本采购技术标准附录 A 中对应上述评价项目的技术要求。
差值： $|考核值 - 实际测量值| / 考核值 * 100\%$ 。

表 4.6 光伏发电系统用直流电缆批量产品质量的接收判定表

样品数量 ^{a)} /个	样品中的不合格级别	判定结论		
		接收	有条件接收 (让步接收)	拒绝接收
		样品中不合格数量		
1	A 级不合格	0	0	≥1, 或
	B 级不合格	0	0	≥1, 或
	C 级不合格	0	1	≥2
2	A 级不合格	0	0	≥1, 或
	B 级不合格	0	1 ^{c)}	≥2 或 1 (结构尺寸), 或
	C 级不合格	0	≤2	≥3
3	A 级不合格	0	0	≥1 或
	B 级不合格	0	1 ^{c)}	≥2 或 1 (结构尺寸), 或
	C 级不合格	0	≤3 ^{b)}	≥4
	其余类推			

注: a) 样品数量是根据实际批量决定的, 其中单个样品是批量产品的一个特例。
b) 整个样品评价过程中允许出现 3 个及以下质量特性不相同 C 类不合格。
c) B 类和 C 类不合格不允许出现在同一个样品中。

4.5. 产品标志、包装、运输和保管

4.5.1. 成品电缆的护套表面上应有制造厂名、产品型号、额定电压、芯数及规格、连续计米印字和制造年、月的连续标志, 标志应字迹清楚, 清晰耐磨。电缆长度序列编号 (以 1m 为基本单位的有效长度) 的标记应连续, 不得跳码。护套表面一个完整标志的末端与下一个标志的始端之间的距离应不超过 550 mm。

4.5.2. 除非另有规定, 电缆应卷绕在符合 JB/T 8137 规定要求的电缆盘上交货, 电缆卷绕应整齐, 妥善包装; 每个电缆盘上只能卷绕一根电缆 (可由买卖双方协商每个盘具上的最多分段数)。电缆的两端应采用合适的密封处理, 并牢靠地固定在电缆盘上。对于质量不超过 80kg 的短段电缆, 可以成圈包装。

4.5.3. 卖方应满足买方提供的分段长度要求。如买方提供的分段要求需要合并为整段的情况, 卖方应在整根电缆上按照买方的分段要求进行分段标记, 并在合格证上注明该根电缆的分段顺序及长度。

4.5.4. 在每盘电缆的外侧端应装有经采购方认可的敷设电缆时牵引用的拉眼或牵引螺栓。拉眼或牵引螺栓与电缆导体的连接, 应能满足敷设电缆时的牵引方式和牵引该长度的电缆所需的机械强度。对机械强度的要求应由买方与卖方协商确定。

4.5.5. 电缆盘的结构应牢固, 根据使用场合可选择纯木盘或铁木盘。筒体部分应采用木质结构。每个电缆所卷绕的盘具内筒径应不小于电缆最小弯曲直径。电缆卷绕在电缆盘上后, 外层用合适的缓冲材料保护, 以防运输或搬运过程中损伤电缆外护层, 如采用竹帘、木护板, 在其外表面还应用塑钢打包带或金

属带扎紧。电缆盘应能承受所有在运输、现场搬运中可能遭受的外力作用或在任何气象条件下在户外储存2年以上。电缆盘应能承受在安装或处理电缆时可能遭受的外力作用并不会损伤电缆及盘本身。

4.5.6. 在运输电缆时，卖方应采取必要的防滚动、挤压、撞击措施，例如将电缆盘固定在木托盘上。卖方应对由于未将电缆或电缆盘正确地扣紧、密封、包装和固定而造成的电缆损伤负责。

4.5.7. 电缆盘在装卸时应采用合适的装卸方式与专门的吊装工具以避免损坏电缆。

4.5.8. 在电缆盘上至少应有下列文字和符号标志：

- a) 制造厂名称、产品名称、合同号、电缆盘号；
- b) 收货单位；
- c) 目的口岸或到站；
- d) 电缆的额定电压、型号和规格；
- e) 标准编号；
- f) 电缆长度（以米计）；
- g) 表示搬运电缆盘正确滚动方向的箭头和起吊点的符号；
- h) 必要的警告文字和符号；
- i) 制造日期；
- j) 外形尺寸、毛重和净重（以千克计）。

4.5.9. 凡由于卖方包装不当、包装不充分或保管不善致使货物遭到损坏或丢失时，不论在何时何地发现，一经证实，卖方均应负责及时修理、更换或赔偿。在运输中如发生货物损坏和丢失时，卖方负责与承运部门及保险公司交涉，同时卖方应尽快向买方补供货物以满足工程建设进度需要。

4.5.10. 卖方应在货物装运前7天，以传真形式将每批待交货电缆的型号、规格、数量、质量、交货方式及地点通知买方。

4.6. 投标时应提供的其他资料

4.6.1. 提供与所招标采购型号规格相同或相近电缆的型式试验报告。

4.6.2. 提供电缆结构尺寸和技术参数（见本文件专用技术规范部分）。

4.6.3. 提供光伏发电系统用直流电缆的供货记录，对于与供货类似的电缆曾发生故障或缺陷的事例，投标者应如实提供反映实况的调查分析等书面资料。

表 4.7 三年以来所投标产品的销售及运行业绩表

序号	工程名称	产品型号	供货数量	供货时间	投运时间	用户名称	联系人	联系方式
合计								

注：本表所列业绩为供应商近三年主要的供货业绩，且均须提供最终用户证明材料。

4.6.4. 提供对于因某些特殊原因造成交货时间延误而采取相应补救措施的应急预案。

4.6.5. 提供电缆工艺控制一览表。

表 4.8 工艺控制一览表

工艺环节	控制点	控制目标	控制措施
导体绞合			
绝缘工艺			
护套工艺			
不限于上述项目			

4.6.6. 主要生产设备清单及用途。

表 4.9 主要生产设备清单及用途

序号	设备名称	型号	台数	安装投运时间	用途

4.6.7. 主要试验设备清单及用途。

表 4.10 主要试验设备清单及用途

序号	姓名	职称/职务	本工程岗位职责	类似工程岗位工作年限

4.6.8. 本工程人力资源配置表。

表 4.11 本工程人力资源配置表

序号	设备名称	型号	台数	安装投运时间	用途

5. 专用技术规范

5.1. 工程概况及使用条件

5.1.1. 工程概况

项目单位应在采购时提供工程概况，要求包含：1 项目名称；2 项目单位；3 项目地址；4 项目设计单位；5 电缆路径及路径长度；6 电缆敷设位置；7 交通运输情况。具体格式见表 5.1。

表 5.1 工程概况表

序号	类别	买方提供
1	项目名称	(项目单位填写)
2	项目单位	(项目单位填写)
3	项目地址	(项目单位填写)
4	项目设计单位	(项目单位填写)
5	电缆路径及路径长度	(项目单位填写)
6	电缆敷设位置	(项目单位填写)
7	交通运输情况	(项目单位填写)

5.1.2. 使用条件

5.1.2.1. 使用环境条件

使用环境条件见表 5.2。

表 5.2 使用环境条件表

序号	名称		单位	标准参考值	工程要求值
1	周围空气温度	最高温度	℃	+90	(项目单位填写)
		最低温度	℃	-40	(项目单位填写)
		最大日温差	K	70	(项目单位填写)
2	海拔		m	≤2000	(项目单位填写)
3	太阳辐射强度 (户外)		W/cm ²	0.1	(项目单位填写)
4	污秽等级		级	D	(项目单位填写)
5	覆冰厚度		mm	20	(项目单位填写)
6	风速/风压 (户外)		m/s/Pa	34/700	(项目单位填写)
7	湿度	日相对湿度平均值	%	≤95	(项目单位填写)

序号	名称	单位	标准参考值	工程要求值
	月相对湿度平均值	%	≤90	(项目单位填写)
8	耐受地震能力 (水平加速度)	g	0.2	(项目单位填写)

5.1.2.2. 敷设条件、安装位置及环境

- a) 电缆直接敷设在室外/室内。
- b) 敷设前 24h 内的电缆允许敷设最低温度的平均温度以及敷设现场的温度不低于-25℃；对厂家如有特殊要求请详细说明。
- c) 敷设方式为机械牵引敷设或人工敷设。

5.1.2.3. 使用技术条件 (使用特性)

电缆使用技术条件见表 5.3。

表 5.3 电缆使用技术条件 (使用特性) 表

名称	通用参考值	工程要求参数值
a) 电缆额定工作电压	DC1500 V (最大 DC1800 V)	(项目单位填写)
b) 最小弯曲半径		
1) 敷设安装时	倍电缆平均外径	(项目单位填写)
2) 电缆运行时	倍电缆平均外径	(项目单位填写)
c) 运行温度		
1) 长期正常运行	90℃	(项目单位填写)
2) 短路 (最长时间 5s)	250℃	(项目单位填写)
d) 电缆使用寿命	不低于 25 年	(项目单位填写)

厂家如有特殊要求，请详细提供。

5.1.3. 项目单位技术差异表

项目单位原则上不能改动通用技术规范部分条款及专用技术规范部分固化的参数，根据工程实际情况，使用条件及相关技术参数如有差异，应逐项在“项目单位技术差异表”中列出。

表 5.4 项目单位技术差异表 (项目单位填写)

(本表是对技术规范的补充和修改，如有冲突，应以本表为准)

序号	项目	标准参数值	项目单位要求值	供应商保证值
1				
2				
			
序号	项目	变更条款页码、款号	原表达	变更后表达
1				
2				
			

5.2. 项目需求部分

5.2.1. 货物需求及供货范围一览表

表 5.5 货物需求及供货范围一览表

序号	材料名称	单位	项目单位需求		供应商响应		备注
			型号和规格	数量	型号和规格	数量	
1							
2							
3							
4							

5.2.2. 必备的备品备件、专用工具和仪器仪表供货表

表 5.6 必备的备品备件、专用工具和仪器仪表供货表

序号	名称	单位	项目单位要求		供应商响应		备注
			型号和规格	数量	型号和规格	数量	
1							
2							
3							
4							

5.2.3. 供应商应提供的有关资料

5.2.3.1. 在投标过程中，供应商应根据项目要求提供设计图纸及资料表，依据招标采购文件对设计图纸及资料进行响应。光伏发电系统用直流电缆的设计图纸及资料表见表 5.7。

表 5.7 供应商应提供的设计图纸及资料一览表

文件资料名称	提交份数	交付时间
a) 有关设计资料		
• 电缆结构图及说明	6	交货前
• 电缆盘结构图	6	交货前
• 牵引头和封帽的结构图 (如果有约定)	6	交货前
• 线盘包装图	6	交货前
• 线盘起吊尺寸图	6	交货前
b) 电缆放线说明	6	交货前
c) 型式试验报告及出厂试验报告		
• 根据电缆的不同要求提供不同的型式试验报告	6	交货前

5.2.3.2. 上述资料要求为中文版本。

5.3. 技术参数和性能要求

供应商应认真填写表 5.8~ 表 5.11 中供应商保证值，不能为空，也不能以类似“响应”“承诺”等字样代替。不允许改动招标采购人要求值。如有偏差，请填写表 5.12 技术偏差表。

5.3.1. 光伏发电系统用直流电缆结构参数

光伏发电系统用直流电缆结构参数见表 5.8 和表 5.9。

表 5.8 光伏发电系统用直流电缆结构参数表（铜导体）

序号	项目		单位	标准参数值	供应商保证值	备注
1	电缆型号			无铠装: 62930 IEC 131(PV-YJYJ)		T/CTBA XXXX.1 附录 A
				带铠装: PV-YJYJ25		
2	导体	材料		镀锡铜	(供应商填写)	
		材料生产厂及牌号		(供应商填写)	(供应商填写)	
		芯数×标称截面积	芯×mm ²	1×4	(供应商填写)	
				1×6	(供应商填写)	
				2×4	(供应商填写)	
				2×6	(供应商填写)	
				(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
		结构形式		圆形绞合或束绞	(供应商填写)	
		最少单线根数	根	4mm ² (项目单位填写)	(供应商填写)	
6mm ² (项目单位填写)	(供应商填写)					

序号	项目		单位	标准参数值	供应商保证值	备注
				(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
		导体单丝最大直径	mm	4 mm ² : 0.31	(供应商填写)	
				6 mm ² : 0.31	(供应商填写)	
				(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
3	绝缘	材料		辐照交联热固性材料	(供应商填写)	
		材料生产厂及牌号		(供应商填写)	(供应商填写)	
		平均厚度	mm	0.7	(供应商填写)	
		最薄点厚度不小于	mm	0.53	(供应商填写)	
4	护套	材料		辐照交联热固性材料	(供应商填写)	
		材料生产厂及牌号		(供应商填写)	(供应商填写)	
		标称厚度	mm	0.8 (非铠装) / 1.8 (铠装)	(供应商填写)	
		最薄点厚度不小于	mm	0.58 (非铠装) / 1.24 (铠装)	(供应商填写)	
5	内衬层厚度 (带铠装)	最薄点厚度不小于	mm	0.6	(供应商填写)	
6	电缆外径 (无铠装) ^a		mm	1 × 4: 6.6	(供应商填写)	
				1 × 6: 7.2	(供应商填写)	
				(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
7	终端连接器与电缆外径			匹配, 无偏差	(供应商填写)	

注: ^a 铠装电缆外径由供需双方协商决定。
结构尺寸等性能指标的标准参数值按照本文件附录 A 要求填写。

表 5.9 光伏发电系统用直流电缆结构参数表 (铝合金导体)

序号	项目		单位	标准参数值	供应商保证值	备注					
1	电缆型号			无铠装: PV-YJRLHYJ		T/CTBA XXXX.1 附录 A					
				带铠装: PV-YJRLHYJ25							
	材料	材料生产厂及牌号			铝合金	(供应商填写)					
					(供应商填写)	(供应商填写)					
					芯数 × 标称截面积	芯 × mm ²			1 × 6	(供应商填写)	
									1 × 10	(供应商填写)	
									2 × 6	(供应商填写)	
									2 × 10	(供应商填写)	
									(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
	结构形式			圆形绞合或束绞	(供应商填写)						
	最少单线根数				(项目单位填写)	(供应商填写)					
(项目单位填写)					(供应商填写)						
(按招标范围增加行)					(供应商填写)						

序号	项目		单位	标准参数值	供应商保证值	备注
		导体单丝最大直径	mm	6 mm ² : 0.31	(供应商填写)	
				10 mm ² : 0.41	(供应商填写)	
				(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
3	绝缘	材料		辐照交联热固性材料	(供应商填写)	
		材料生产厂及牌号		(投标人提供)	(供应商填写)	
		平均厚度	mm	1 × 6: 0.7	(供应商填写)	
				1 × 10: 0.7	(供应商填写)	
				2 × 6: 0.7	(供应商填写)	
				2 × 10: 0.8	(供应商填写)	
		(按招标范围增加行)	(供应商填写)			
最薄点厚度不小于	mm	0.53	(供应商填写)			
4	护套	材料		辐照交联热固性材料	(供应商填写)	
		材料生产厂及牌号		(投标人提供)	(供应商填写)	
		标称厚度	mm	0.8 (非铠装) / 1.8 (铠装)	(供应商填写)	
		最薄点厚度不小于	mm	0.58 (非铠装) / 1.24 (铠装)	(供应商填写)	
5	内衬层厚度 (带铠装)	最薄点厚度不小于	mm	0.6	(供应商填写)	
6	电缆外径 (无铠装) ^a	mm	1 × 6: 7.2	(供应商填写)		
			1 × 10: 8.3	(供应商填写)		
			(按招标范围增加行)	(供应商填写)		
7	终端连接器与电缆外径			匹配, 无偏差	(供应商填写)	

注: ^a 铠装电缆外径由供需双方协商决定
结构尺寸等性能指标的标准参数值按照本文件附录 A 要求填写。

5.3.2. 光伏发电系统用直流电缆电气及其他技术参数

光伏发电系统用直流电缆电气及其他技术参数见表 5.10 和表 5.11。

表 5.10 光伏发电系统用直流电缆电气及其他技术参数表 (铜导体)

序号	项目	单位	标准参数值	供应商保证值	备注
1	电缆型号规格		无铠装: 62930 IEC 131(PV-YJYJ) 1500V		T/CTBA XXXX.1 附录 A
			带铠装: PV-YJYJ25 1500V		
2	20℃时导体最大电阻	Ω/km	4 mm ² : 5.09	(供应商填写)	
			6 mm ² : 3.39	(供应商填写)	
			(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
3	环境温度下电缆绝缘电阻	MΩ·km	4 mm ² : ≥709	(供应商填写)	

序号	项目	单位	标准参数值	供应商保证值	备注
			6 mm ² : ≥610	(供应商填写)	
			(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
4	90℃下绝缘电阻	MΩ·km	4 mm ² : ≥0.709	(供应商填写)	
			6 mm ² : ≥0.610	(供应商填写)	
			(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
5	导体长期工作温度(正常运行时最高允许温度)	℃	90	(供应商填写)	
6	成品电缆电压试验(交流)	kV/min	6.5/5	(供应商填写)	
7	成品电缆电压试验(直流)	kV/min	15/5	(供应商填写)	
8	电缆盘尺寸	mm	(项目单位填写)	(供应商填写)	
9	电缆敷设时的最小弯曲半径	m	(项目单位填写)	(供应商填写)	
10	电缆重量	kg/m	(项目单位填写)	(供应商填写)	
11	电缆敷设时允许最低环境温度	℃	(项目单位填写)	(供应商填写)	
12	电缆在正常使用条件下的寿命	年	不低于 25	(供应商填写)	
13	pH 值, 最小值		4.3	(供应商填写)	
14	电导率, 最大值	μs/mm	10	(供应商填写)	
15	烟密度(最小透光率) ^a	%	60	(供应商填写)	
16	绝缘老化前抗张强度不小于	N/mm ²	8.0	(供应商填写)	
17	绝缘老化前断裂伸长率不小于	%	125	(供应商填写)	
19	护套老化前抗张强度不小于	N/mm ²	8.0	(供应商填写)	
18	护套老化前断裂伸长率不小于	%	125	(供应商填写)	
20	阻燃性能			(供应商填写)	

注: 绝缘电阻等性能指标的标准参数值按照本文件附录 A 要求填写。

表 5.11 光伏发电系统用直流电缆电气及其他技术参数表(铝合金导体)

序号	项目	单位	标准参数值	供应商保证值	备注
1	电缆型号规格		无铠装: PV-YJRLHYJ 1500V 带铠装: PV-YJRLHYJ25 1500V		T/CTBA XXXX.1 附录 A
2	20℃时导体最大电阻	Ω/km	6 mm ² : 4.61 10 mm ² : 3.08 (按招标范围增加行)	(供应商填写) (供应商填写) (供应商填写)	
3	环境温度下电缆绝缘电阻	MΩ·km	6 mm ² : ≥610 10 mm ² : ≥489 (按招标范围增加行)	(供应商填写) (供应商填写) (供应商填写)	
4	90℃下绝缘电阻	MΩ·km	6 mm ² : ≥0.610 10 mm ² : ≥0.489	(供应商填写) (供应商填写)	

序号	项目	单位	标准参数值	供应商保证值	备注
			(按招标范围增加行)	(供应商填写)	
5	导体长期工作温度 (正常运行时最高允许温度)	℃	90	(供应商填写)	
6	成品电缆电压试验 (交流)	kV/min	6.5/5	(供应商填写)	
7	成品电缆电压试验 (直流)	kV/min	15/5	(供应商填写)	
8	电缆盘尺寸	mm	(项目单位填写)	(供应商填写)	
9	电缆敷设时的最小弯曲半径	m	(项目单位填写)	(供应商填写)	
10	电缆重量	kg/m	(项目单位填写)	(供应商填写)	
11	电缆敷设时允许最低环境温度	℃	(项目单位填写)	(供应商填写)	
12	电缆在正常使用条件下的寿命	年	不低于 25	(供应商填写)	
13	pH 值, 最小值		4.3	(供应商填写)	
14	电导率, 最大值	μs/mm	10	(供应商填写)	
15	烟密度 (最小透光率) ^a	%	60	(供应商填写)	
16	绝缘老化前抗张强度不小于	N/mm ²	8.0	(供应商填写)	
17	绝缘老化前断裂伸长率不小于	%	125	(供应商填写)	
18	护套老化前抗张强度不小于	N/mm ²	8.0	(供应商填写)	
19	护套老化前断裂伸长率不小于	%	125	(供应商填写)	
20	阻燃性能			(供应商填写)	

注: 绝缘电阻等性能指标的标准参数值按照本文件附录 A 要求填写。

5.4. 供应商响应部分

5.4.1. 技术偏差

供应商应认真填写表 5.8~表 5.11 中投标人保证值, 不能空格, 也不能以“响应”两字代替。不允许改动招标采购人要求值。若有偏差, 供应商应如实、认真地填写偏差值于技术偏差表内; 若无技术偏差则视为完全满足本文件的要求, 且在技术偏差表中填写“无偏差”。

表 5.12 技术偏差表

序号	项目	对应条款编号	本文件要求	偏差	备注

5.4.2. 主要原材料产地表

表 5.13 主要原材料产地清单

序号	材料名称	型号规格	特性/指标	厂家	备注

5.4.3. 推荐的备品备件、专用工具和仪器仪表供货表

表 5.14 推荐的备品备件、专用工具和仪器仪表供货表

序号	名称	型号和规格	单位	数量	备注

附录 A

(规范性)

光伏发电系统用直流电缆通用技术规范

A.1. 使用特性

A.1.1. 额定电压

本文件规定的电缆的额定直流电压为DC1.5kV。

注1：针对直流系统。额定直流电压表示导体对导体间或导体对“地”（周围介质、金属外壳）之间的电压有效值，本文件中电缆在光伏发电系统中直流下最大允许电压为1.8 kV。

注2：额定直流电压1 kV的光伏电缆可参考本标准执行。

A.1.2. 电缆安装时的最小弯曲半径

光伏发电用直流电缆最小弯曲半径应符合表A.1的规定。

表 A.1 电气性能试验项目

项目	光伏发电用直流电缆	
	非铠装电缆	铠装电缆
电缆最小弯曲半径	6 D	12 D
注：D 为电缆外径		

A.1.3. 温度范围

本文件规定的电缆，正常运行条件下，导体最高温度为90℃。其预期使用寿命应达到25年。但当环境温度为90℃时，电缆在导体温度为120℃的条件下应能正常使用20000h。

短路时（最长持续时间不超过5S）电缆导体的最高温度不高于250℃。

电缆安装时的环境温度不宜低于-25℃，储运时的环境温度应不高于40℃。

电缆正常运行环境温度应不低于-40℃。

A.2. 产品代号、型号和标志

A.2.1. 产品代号

产品及型号代号见表 A.2。

表 A.2 产品型号代号

代号	含义
产品代号	
PV	光伏发电系统用
燃烧特性代号及含义	
B ₁	成束阻燃 1 级（燃烧性能等级 B ₁ 级，不含附加分级）
ZA	成束阻燃 A 类
ZB	成束阻燃 B 类
ZC	成束阻燃 C 类
ZD	成束阻燃 D 类
特性代号及含义（非燃烧）	
Y	盐雾
FS	防水（水密性）
导体代号及含义	
省略	GB/T 3956—2008 第 5 种铜导体
RLH	附录 B 软结构铝合金导体
绝缘代号及含义	
YJ	辐照交联无卤低烟阻燃聚烯烃绝缘
护层（套）代号及含义	
YJ	辐照交联无卤低烟阻燃聚烯烃护层（套）
铠装结构及含义	
2	双钢带铠装
外护套材料代号及含义	
5	辐照交联无卤低烟阻燃聚烯烃外护套

A.2.2. 产品型号

产品型号依次由燃烧特性代号、产品代号、特性代号（非燃烧）、绝缘代号、导体代号、护层代号、铠装代号和外护套代号等组成。

产品型号按图 A.1 表示。

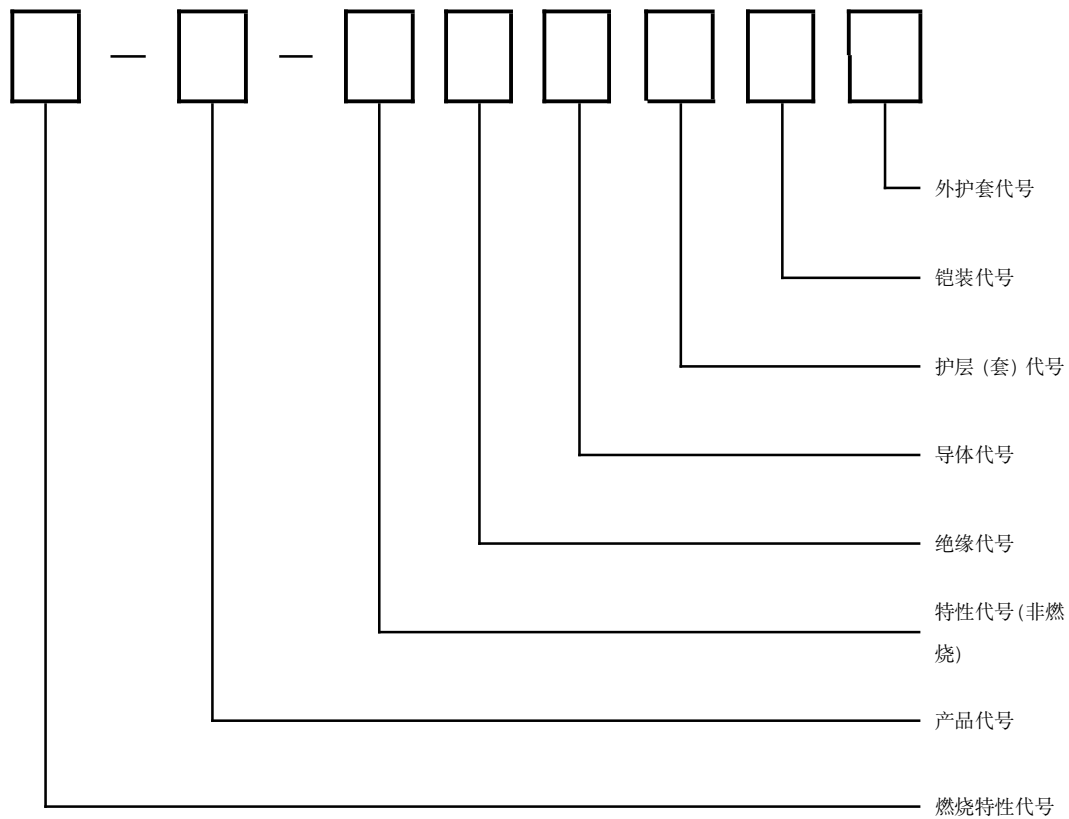


图 A.1 产品型号表示

A.2.3. 产品表示方法

产品用产品型号和规格（额定电压、芯数、标称截面）表示，示例如表A.3所示。

表 A.3 产品型号规格及表示示例

产品型号	导体	铠装	标称截面/mm ²	名称
62930 IEC 131(PV-YJYJ)	镀锡软 铜导体	无铠装	1×1.5~16 2×1.5~16	额定直流电压 1.5kV 交联聚烯烃绝缘及护套光伏发电系统用直流电缆
PV-YJYJ25		双钢带铠装	2×1.5~16	额定直流电压 1.5kV 交联聚烯烃绝缘及护套钢带铠装光伏发电系统用直流电缆
PV-YJRLHYJ	铝合金 软导体	无铠装	1×2.5~25 2×2.5~25	额定直流电压 1.5kV 交联聚烯烃绝缘及护套光伏组件专用柔性铝合金电缆
PV-YJRLHYJ25		双钢带铠装	2×2.5~25	额定直流电压 1.5kV 交联聚烯烃绝缘及护套钢带铠装光伏组件专用柔性铝合金电缆

注：对于无铠装电缆，芯数为“2”表示为双芯平行可分离型电缆。
如为成束阻燃产品，则在燃烧特性代号加 B₁、ZA、ZB、ZC 或 ZD，例如“ZC-PV-YJYJ”。

A.2.4. 标志

1) 通用要求: 电缆应具有制造厂名、产品型号、规格、额定电压的连续标志。标志应符合GB/T 6995.3的规定。

标志可以油墨印字或压印凸字在护套上。

2) 标志的连续性

护套表面一个完整标志的末端与下一个标志的始端之间的距离应不超过550mm。

3) 耐擦性

油墨印字标志应耐擦。

用浸过水的一团脱脂棉或一块棉布轻轻擦拭制造厂名或商标, 共擦拭10次, 结果应容易识别或易于辨认。

4) 清晰度

所有标志应字迹清楚, 容易识别或易于辨认, 必要时, 可用汽油或其他合适的溶剂擦干净。

A.3. 电缆结构要求

A.3.1. 导体

1) 材料

对于铜导体电缆, 导体材料应是退火铜线。导体中的单线应镀锡, 镀锡层应连续、光滑和均匀, 无目力可视的缺陷。

对于铝合金导体电缆, 导体材料应为符合本文件附录 B.1 要求的铝合金材料。

2) 结构

对于铜导体电缆, 导体结构应符合 GB/T 3956 中第 5 种软铜导体的要求。

对于铝合金导体电缆, 导体结构应符合本文件附录 B 的软结构铝合金导体要求, 且铝合金导体单丝结构应为圆形导体。

导体表面应光洁、无油污、无损伤绝缘的毛刺, 以及凸起或断裂的单线。

电缆导体和绝缘之间可有非吸湿性材料的隔离层, 隔离层应为无卤材料。

3) 结构检查

应通过检验和测量来检查结构是否符合要求。

A.3.2. 绝缘

1) 材料

挤包在每芯导体上的绝缘应是辐照无卤交联低烟阻燃聚烯烃材料。绝缘性能应符合本文件附录 C 的要求。

2) 挤包绝缘

绝缘应连续紧密地挤包在导体或隔离层上，当剥离绝缘时，绝缘应不粘连导体，绝缘层允许一层绝缘或组合绝缘。如果采用组合绝缘，所有性能的测试应在组合绝缘上进行。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。

3) 绝缘厚度

绝缘厚度的标称值见表 A.4。

绝缘厚度的平均值应不小于标称值，其最薄处厚度应不小于标称值的 90% - 0.1 mm。

应按 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

4) 绝缘线芯识别

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。

对每一段长 15 mm 的黄/绿双色绝缘线芯，其中一种颜色应覆盖绝缘线芯表面的 30% ~ 70%，而另一种颜色则应覆盖绝缘线芯的其余部分。

两芯电缆的绝缘颜色优选为红色、黑色。

绝缘颜色亦可按照制造商和采购方的协议采用其他颜色。

表 A.4 电缆综合数据

芯数×标称截面积 mm ²	DC 1.5kV				DC 1.5kV	
	绝缘厚度标称值 mm	护套厚度标称值 (非铠装/铠装) mm	内衬层标称值 (仅适用于铠装电缆) mm	外径上限 (仅适用于非铠装电缆) mm	20℃时最小绝缘电阻 MΩ·km	90℃时最小绝缘电阻 MΩ·km
1×1.5	0.7	0.8/-	—	5.4	1050	1.05
1×2.5	0.7	0.8/-	—	5.9	862	0.862
1×4	0.7	0.8/-	—	6.6	709	0.709
1×6	0.7	0.8/-	—	7.2	610	0.610
1×10	0.7	0.8/-	—	8.3	489	0.489
1×16	0.7	0.9/-	—	9.8	395	0.395

芯数×标称截面积 mm ²	DC 1.5kV				DC 1.5kV	
	绝缘厚度标称值 mm	护套厚度标称值 (非铠装/铠装) mm	内衬层标称值 (仅适用于铠装电缆) mm	外径上限 (仅适用于非铠装电缆) mm	20℃时最小绝缘电阻 MΩ·km	90℃时最小绝缘电阻 MΩ·km
1×25	0.9	1.0/-	—	12.2	393	0.393
2×1.5	0.7	-/1.8	1.0	—	1050	1.05
2×2.5	0.7	-/1.8	1.0	—	862	0.862
2×4	0.7	-/1.8	1.0	—	709	0.709
2×6	0.7	-/1.8	1.0	—	610	0.610
2×10	0.8	-/1.8	1.0	—	489	0.489
2×16	0.9	-/1.8	1.0	—	395	0.395
2×25	1.0	-/1.8	1.0	—	393	0.393

注：双芯平行可分离型电缆的结构尺寸参数要求见相应单芯电缆要求。

A.3.3. 两芯电缆的成缆

1) 双芯平行无铠装电缆（可分离型）

双芯平行无铠装电缆，即绝缘线芯应单独护套，平行放置，每一单独线芯均应满足本文件中单芯无铠装护套电缆的要求。

2) 双芯圆形铠装电缆

双芯圆形铠装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圆整。

缆芯外根据需要可以绕包一层或多层非吸湿性材料。

电缆填充材料和绕包材料均应为无卤材料，并满足本文件附录 C 中表 C.1 第 7 项的要求。

A.3.4. 内衬层和填充物

1) 材料

铠装电缆应具备挤包内衬层。

内衬层和填充物材料应适合于电缆的运行温度，并与绝缘材料相兼容。

2) 内衬层厚度

内衬层厚度的标称值见表 A.4。

内衬层最薄处厚度应不小于标称值的 80% - 0.2mm。应按 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

A.3.5. 金属铠装

1) 金属铠装类型

铠装的类型应为双钢带铠装。

2) 材料

钢带应为镀锌钢带。钢带应符合 YB/T 024 规定。

3) 铠装结构

金属带铠装应螺旋绕包两层，使外层金属带的中线大致在内层金属带间隙上方，包带间隙应不大于金属带实测宽度的 50%。

铠装金属带的标称厚度应不小于表 A.5 规定的数值，最薄点不小于表 A.5 标称厚度的 90%。应按 GB/T 12706.1 中 16.7.2 条规定的试验方法检查是否符合要求。

表 A.5 铠装金属带标称厚度

铠装前假定直径	钢带标称厚度/mm
≤ 30	0.2
$30 < d \leq 70$	0.5

A.3.6. 外护套

1) 材料

挤包在成缆绝缘线芯或铠装层上的外护套应是辐照交联无卤低烟阻燃聚烯烃材料。

辐照交联无卤低烟阻燃聚烯烃材料的护套性能应符合附录 C 的要求。

2) 结构

护套应挤包在缆芯或铠装层上

电缆外护套和缆芯之间允许有非吸湿性材料的隔离层，隔离层应为无卤材料。

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

3) 护套厚度

护套厚度的标称值见表 A.4。

护套厚度的平均值应不小于标称值，非铠装电缆护套最薄处厚度应不小于标称值的 $85\% - 0.1\text{mm}$ ，铠装电缆护套薄处厚度应不小于标称值的 $80\% - 0.2\text{mm}$ 。

不可剥离的电缆绝缘及护套厚度的平均值不小于绝缘和护套标称厚度之和，其最薄处厚度应不小于标称值之和的 $85\% - 0.1\text{mm}$ 。

应按 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

4) 护套颜色

外护套宜采用黑色，但也可以按照制造商和采购方的协议采用其他颜色。

5) 外径及椭圆度

成品电缆的外径应符合表 A.4 的规定。

电缆在挤包护套后应形成实际上的圆形，在同一横截面上测得的最大外径和最小外径之差应不超过平均外径上限的 15%，分别测量两处，取最大值。

应按照 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

6) 双芯可分离型电缆护套

对于双芯可分离型光伏电缆，应如图 A.2 所示，其线芯连接筋位于光伏电缆的正中间，连接筋与护套连接切线处约成 90° ，连接筋的宽度应不小于 0.3mm 。剥离双芯可分离型光伏电缆时，护套表面目测应无裂纹、无损伤，剥离力 F 应在 5N 至 30N 范围内，如护套表面有损伤，则需测量损伤处的结构尺寸，尺寸需满足要求。

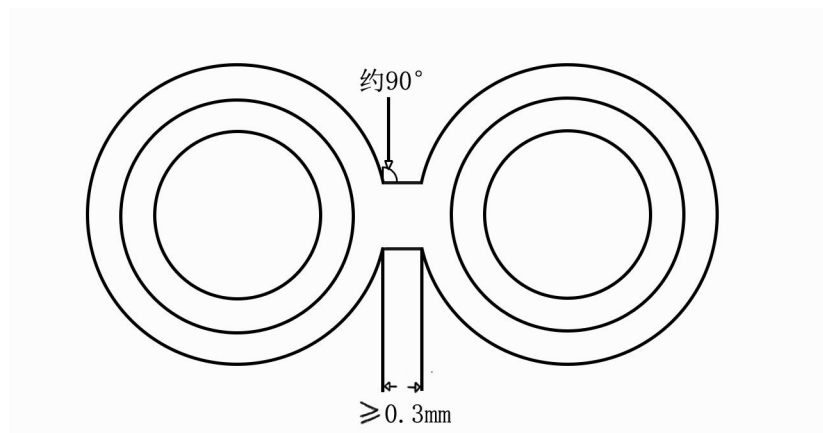


图 A.2 双芯可分离型光伏电缆连接筋示意图

注：扁型电缆护套的技术要求参考双芯可分离型电缆护套

A.4. 成品电缆性能要求及试验方法

A.4.1. 一般要求

交货的成品电缆应按下述规定（表 A.6、表 A.7、表 A.9）进行检测和试验，检查是否满足相应要求。

A.4.2. 结构特性

电缆的结构和尺寸检查符合本文表A.7的规定，按GB/T 2951.11及GB/T 12706.1要求进行检测。其中，双芯可分离型电缆的连接筋剥离力试验见CQC 1102中附录D。

A.4.3. 电气性能

表 A.6 电气性能试验项目

序号	试验项目	单位	试验方法	要求	试验类型 ^o
1	导体直流电阻试验		GB/T 3048.4	GB/T 3956 中附录 A	T, S
2	成品电缆电压试验 (非铠装) ^a		GB/T 3048.8 GB/T 3048.14		T, S
2.1	试验条件				
	——试样长度	m		20	
	——浸水最少时间	h		1	
	——水温	℃		20±5	
2.2	试验电压	kV		6.5kV (AC) 或 15kV (DC)	
2.3	每次最少施加电压时间	min		5	
2.4	试验结果			不击穿	
3	绝缘线芯或成品电缆的缺陷检查		GB/T 3048.9		R
3.1	试验条件			GB/T 3048.9 中表 1 规定	
	——绝缘标称厚度	δ/mm			
	——试验电压	kV			
3.2	试验结果			无击穿	
4	绝缘电阻试验 ^{b,d}				T, S
4.1	20℃绝缘电阻测量		GB/T 3048.5		
4.1.1	试验条件:				
	——试样长度	m		5	
	——浸水最少时间	h		2	
	——试验温度	℃		20	
4.1.2	试验结果	MΩ•km		表 A.4 规定值	
4.2	90℃绝缘电阻测量		GB/T 3048.5		

序号	试验项目	单位	试验方法	要求	试验类型 ^c	
4.2.1	试验条件:					
	——试样长度	m		5		
	——浸水最少时间	h		2		
	——试验温度	°C		90		
4.2.2	试验结果	MΩ•km		表 A.4 规定值		
5	绝缘长期耐直流电压试验 ^d		见附录 A4.3 第 5)		T	
5.1	试验条件:					
	——试样长度	m		5		
	——浸水最少时间	h		240		
	——水温	°C		85 ± 5		
	——试验电压 (直流)	kV		1.8		
5.2	试验结果			绝缘不发生击穿, 试验结束绝缘表面应无损坏		
6	护套表面电阻		见附录 A4.3 第 6)	—	T	
6.1	试验条件					
	——试验电压 (直流)	V		100 ~ 500		
	——试验时间	min		1		
6.2	试验结果	Ω		≥10 ⁹		
7	铠装电缆护套的火花测试		GB/T 3048.10	GB/T 3408.10 中表 1 规定	R	
7.1	试验条件					
	——绝缘标称厚度	δ /mm				
	——试验电压	kV				
7.2	试验结果				无击穿	
注: ^a 对于铠装电缆的电压试验, 无需浸水, 导体接至试验电源的高压端, 铠装接至接地端; ^b 不规定正偏差; ^c 试验类型: 型式试验: T; 抽样试验: S; 例行试验: R; ^d 如电缆的绝缘和护套采用双层共挤导致无法相互分离, 见附录 A.4.6 第 2) a) 内容。						

1) 导体直流电阻

导体直流电阻应按GB/T 3048.4进行试验。

20℃时的导体直流电阻应符合GB/T 3956 (铜导体) 或附录B (铝合金导体) 中的规定。

2) 成品电缆电压试验

成品电缆应按GB/T 3048.8进行交流电压试验, 或按GB/T 3048.14进行直流电压试验。

试样长度、水温和浸水时间应符合表A.6的规定。

3) 绝缘线芯或成品电缆的缺陷检查

电缆的绝缘线芯或成品电缆应按GB/T 3048.9经受工频电压或直流电压的火花试验检查，按GB/T 3048.9中表1的推荐电压值进行试验。

当单芯电缆的绝缘和护套共挤时，应将绝缘和护套的标称厚度相加之后再参照GB/T 3048.9中表1推荐的电压值进行试验。

结果应符合表A.6中的规定。

4) 绝缘电阻

20℃时的绝缘电阻应按GB/T 3048.5进行试验，试验条件见表A.6中的规定，绝缘电阻应符合表A.4的规定。

90℃时的绝缘电阻应按GB/T 3048.5进行试验，试验条件见表A.6中的规定，绝缘电阻应符合表A.4的规定。

5) 绝缘长期耐直流电压试验

取一定长度的电缆，剥去护套和任何其他包覆层或填充而不损伤绝缘线芯。

将试样浸入含氯化钠10g/L的恒温水槽中，浸入试样时，试样两端应露出水溶液约250mm，要求导体接电源负极，水溶液接电源正极。

试验条件和要求应符合表A.5的规定。

6) 护套表面电阻

取三段长约250mm的试样，用酒精清洁试样护套表面后，用两个铜丝绕组作为电极绕在护套上，两电极相距100mm，铜丝直径为(0.2~0.6)mm，安装后应重新清洁两电极间的护套表面。

将试样放置于温度为(20±2)℃、湿度为(65±5)%的环境中24h。随后在两电极间加直流电压(100~500)V，1min后测量电阻值R。

按公式(1)计算护套表面电阻 R_h 。

$$R_h = R \times a / 100 \quad (1)$$

式中：

R_h ——护套表面电阻，单位为欧姆(Ω)；

R——表面电阻测量值，单位为欧姆(Ω)；

a——试样周长，单位为毫米(mm)；

三个试验结果的中间值即为护套表面电阻，结果应符合表A.6中的规定。

7) 铠装电缆护套的火花测试

电缆金属套或铠装应按GB/T 3048.10经受工频电压或直流电压的火花试验检查，按GB/T 3048.10中表1的推荐电压值进行试验。

火花试验应在挤制防蚀套的过程中进行，也可在火花试验机上单独进行。

结果应符合表 A.6 中的规定。

A.4.4. 非电气性能

表 A.7 非电气性能试验项目

序号	试验项目 ^d	单位	试验方法	要求	试验类型 ^e
1	电缆结构和尺寸检查				
1.1	导体				
1.1.1	导体单线直径	mm		GB/T 3956 或本文件附录 B	T, S
1.1.2	镀锡层检查			无可见裂纹	T
1.2	绝缘				
	绝缘厚度测量 ^e	mm	GB/T 2951.11 中 8.1	见附录 A.3.2 第 3)	T, S
1.3	内衬层厚度测量		GB/T 2951.11 中 8.2	见附录 A.3.4 第 2)	T, S
1.4	铠装层结构测量		GB/T 12706.1 中 16.7.2	见附录 A.3.5 第 3)	T
1.5	护套				
	护套厚度测量 ^e	mm	GB/T 2951.11 中 8.2	见附录 A.3.6 第 3)	T, S
1.6	外径测量	mm	GB/T 2951.11 中 8.3	见附录 A.3.6 第 5)	T, S
1.6.1	平均值	mm			
1.6.2	椭圆度	%			
1.7	护套颜色		目测	见附录 A.3.6 第 4)	T, S
1.8	标志		目测和手工试验	见附录 A.2.4	T, S
1.9	双芯可分离型电缆的连接筋剥离力试验		见附录 A.4.4 第 13)	见附录 A.4.4 第 13)	T
2	绝缘材料性能		附录 C	附录 C 中表 C.1	T
3	护套材料性能		附录 C	附录 C 中表 C.1	T
4	非污染试验				T
4.1	老化条件				
	——时间	h	GB/T 2951.12 中 8.1.4	168	
	——温度	℃		135 ± 2	
4.2	试验结果			附录 C 中表 C.1	
5	低温冲击试验				T
5.1	试验条件		见附录 A.4.4 第 2) 和 GB/T 2951.14 中 8.5	见附录 A.4.4 第 2)	
5.2	试验结果			无裂纹	

序号	试验项目 ^d	单位	试验方法	要求	试验类型 ^e
6	低温弯曲试验 对于电缆外径≤12.5mm		GB/T 2951.14 中 8.2		T
6.1	试验条件				
	——施加低温时间	h		16	
	——温度	℃		-40±2	
6.2	试验结果			无裂纹	
7	低温拉伸试验 对于电缆外径>12.5mm		GB/T 2951.14 中 8.3 和 8.4		T
7.1	试验条件				
	——施加低温时间	h		4	
	——温度	℃		-40±2	
7.2	试验结果				
	——绝缘最小伸长率	%	30		
	——护套最小伸长率	%	30		
8	耐臭氧试验	T	GB/T 2951.21 中 8.1	见附录 A.4.4 第 5)	T
8.1	试验条件				
	——试验温度	℃		25±2	
	——试验时间	h		24	
	——臭氧浓度	%		(250~300)×10 ⁻⁴	
8.2	试验结果		无裂纹		
9	人工气候老化试验 (UV 试验) (仅针对外护套) ^f		NB/T 42073—2016 中附录 D GB/T 16422.2—2014		T
9.1	试验条件			NB/T 42073 中附录 D	
9.2	试验结果			NB/T 42073 中附录 D	
10	动态穿透试验 (仅适用于单芯 无铠装电缆)		NB/T 42073 中附录 C		T
10.1	试验条件			NB/T 42073 中附录 C	
10.2	试验结果			NB/T 42073 中附录 C	
11	湿热试验 ^{f,g}		GB/T 2423.3	见附录 A.4.4 第 8)	T
11.1	试验条件				
	——温度	℃		90	
	——时间	h		1000	
	——相对湿度, 最小值	%		85	
	——恢复时间	h		16-24	
11.2	试验结果				
	——抗张强度变化率最大值	%	-30 ^a		
	——断裂伸长率变化率最大值	%	-30 ^a		

序号	试验项目 ^d	单位	试验方法	要求	试验类型 ^e
12	护套收缩试验		GB/T 2951.13 中第 11 章		T
12.1	试验条件				
	——温度	°C		120	
	——加热持续时间	h		1	
	——加热周期			5	
	——试样长度	mm		300	
12.2	试验结果				
	——最大允许收缩	%		2	
13	单根垂直燃烧试验 ^d		GB/T 18380.12		T, S
	试验结果			GB/T 18380.12 中附录 A	
14	烟密度试验 ^d		GB/T 17651.2	GB/T 17651.1	T
14.1	试验结果				
	——透光率的最小值	%		60	
15	非金属材料无卤性能试验 ^b		GB/T 17650.1		T
15.1	酸气含量试验		GB/T 17650.1	附录 C 中表 C.1	
15.2	氟含量试验		IEC 60684—2	附录 C 中表 C.1	
15.3	pH 值和电导率试验		GB/T 17650.2	附录 C 中表 C.1	
注: ^a 不规定正偏差。 ^b 所有非金属材料均应进行无卤性能试验, 要求相同。 ^c 试验类型: 型式试验: T; 抽样试验: S; 例行试验: R。 ^d 双芯平行 (可分离型) 电缆每一单独线芯应满足相应要求。如对双芯平行 (可分离型) 电缆进行单根垂直燃烧试验和烟密度试验, 见 A.4.6 第 1) 内容。 ^e 如电缆的绝缘和护套采用双层共挤导致无法相互分离, 见附录 A.4.6 第 2) b) 内容。 ^f 如电缆的绝缘和护套采用双层共挤导致无法相互分离, 见附录 A.4.6 第 2) c) 内容。					

1) 非污染试验

成品电缆应按GB/T 2951.12中8.1.4.4进行非污染试验, 试验条件见表A.7中的规定, 绝缘和护套的性能应满足表C.1中的要求。

2) 低温冲击

低温冲击试验应按GB/T 2951.14中8.5在-40℃进行试验, 砝码重量和落锤高度应按表A.8的规定。试验后用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查, 要求试样均不应有裂纹。

表 A.8 低温冲击试验的试验参数

电缆直径/mm	砝码质量/g	圆杆质量/g	砝码高度/mm
$D \leq 15$	1000	200	100
$15 < D \leq 25$	1500	200	150

电缆直径/mm	砝码质量/g	圆杆质量/g	砝码高度/mm
D > 25	2000	200	200

3) 低温弯曲试验

对于外径12.5mm及以下的电缆应按GB/T 2951.14中8.2进行低温弯曲试验, 试验条件见表A.7中的规定, 绝缘和护套性能应满足表A.7中的要求。

4) 低温拉伸试验

对于外径12.5mm以上的电缆应按GB/T 2951.14中8.3和8.4进行低温拉伸试验, 试验条件见表A.7中的规定, 绝缘和护套性能应满足表A.7中的要求。

5) 耐臭氧试验

对于外径20.0mm及以下的电缆应按GB/T 2951.21中8.1.4.1进行成品电缆耐臭氧试验, 试棒直径取3倍的电缆外径, 试验条件见本文件表A.7中的规定。

对于外径20.0mm以上的电缆应按GB/T 2951.21中8.1.4.2进行护套耐臭氧试验, 试验条件见表A.7中的规定。

试验后用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查, 要求试样均不应有裂纹。

在夹具附近的裂纹应忽略。

6) 人工气候老化试验

电缆应满足在户外条件下的耐候老化性能, 试验方法见NB/T 42073中附录D。

人工气候老化试验后, 护套性能应满足NB/T 42073中附录D中的要求。

7) 动态穿透试验

对于无铠装单芯电缆, 成品电缆应按NB/T 42073中附录C进行动态穿透试验, 其性能应满足NB/T 42073中附录C中的要求。

8) 湿热试验

取适当长度电缆, 采用GB/T 2423.3规定的方法, 试验条件见表A.7中的规定。随后按GB/T 2951.11的方法, 在绝缘和护套上各取5个试件进行拉伸试验。

绝缘和护套的性能应满足表A.7中的要求。

9) 护套收缩试验

电缆应按GB/T 2951.13中第11章进行护套收缩试验, 试验条件见表A.7中的规定, 收缩试验性能应满足表A.7中的要求。

10) 单根垂直燃烧试验

电缆应按GB/T 18380.12进行单根垂直燃烧试验。

电缆应符合GB/T 18380.12中附录A的相关要求。

11) 烟密度试验

电缆应按GB/T 17651.2进行烟密度试验，试验设备应符合GB/T 17651.1的相关要求。

试验完成后，透光率的最小值应满足表A.7中的要求。

12) 无卤性能

电缆的所有非金属材料应按GB/T 17650.1进行溴和氯含量试验，按GB/T 17650.2进行pH值和电导率试验，按IEC 60684—2进行氟含量试验。

试验完成后，溴和氯含量、pH值和电导率、氟含量应分别满足表C.1中的要求。

13) 双芯可分离型电缆的连接筋剥离力试验

双芯可分离型光伏电缆的连接筋剥离力试验要求如下：

a) 环境温度：23 ± 5 °C ；

b) 样品长度：0.5 m 。

试验方法：双芯可分离型光伏电缆中间连接筋处用刀切开一个小口，分离两芯至适当位置，将两芯夹在拉力机上，拉伸速度为 (300 ± 50) mm/min。

试验要求：

a) 在拉伸过程中，拉伸速度稳定在 (300 ± 50) mm/min 的拉力 F：5 N ≤ F ≤ 30 N；

b) 护套表面目测无裂纹、无损伤；如果护套表面有损伤，需要测量破损处尺寸，尺寸应满足附录A.3.6第3)条的要求。

A.4.5. 特殊性能

表 A.9 特殊性能试验项目

序号	试验项目 ^b	单位	试验方法	要求	试验类型 ^a
1	成束阻燃试验 ^b				T
1.1	成束阻燃 A 类		GB/T 18380.33	GB/T 18380.33	
1.2	成束阻燃 B 类		GB/T 18380.33	GB/T 18380.33	
1.3	成束阻燃 C 类		GB/T 18380.35	GB/T 18380.35	
1.4	成束阻燃 D 类		GB/T 18380.36	GB/T 18380.36	
1.5	阻燃 1 级 (B ₁ 级)		GB 31247	GB 31247 表 2 中燃烧性能等级 B ₁ 级	

序号	试验项目 ^b	单位	试验方法	要求	试验类型 ^a
2	盐雾试验		附录 A.4.5 第 2) 和 GB/T 2423.17	附录 A.4.5 第 2) 和 GB/T 2951.11	T
2.1	试验条件				
	——时间		h	14 × 24	
2.2	试验结果				
	——抗张强度变化率最大值	%		-30	
	——断裂伸长率变化率最大值	%		-30	
3	铝合金单线的抗拉强度和断裂伸长率		GB/T 4909.3		T
	试验结果				
	——抗张强度	N/mm ²		98 ~ 159	
	——断裂伸长率最小值	%		10	
4	铝合金单线的反复弯曲性能		GB/T 4909.5		T
	试验结果				
	——弯曲次数最小值	次		25	
5	铝合金导体化学成分		GB/T 20975.25		T
	试验结果			附录 B	
6	铝合金导体与金具的连接性能		GB/T 9327 和 T/CPIA 0054 中附录 C		T
6.1	试验结果			见 T/CPIA 0054 中附录 C	
7	水密性试验				
	2h 短期径向水密性试验		T/CAS 661	T/CAS 661	T
	10 天长期径向水密性试验		T/CAS 661	T/CAS 661	T
注: a 型式试验: T; 抽样试验: S; 例行试验: R。					
b 双芯平行(可分离型)电缆每一单独线芯应满足相应要求。如对双芯平行(可分离型)电缆进行单根垂直燃烧试验和烟密度试验, 见 A.4.6 第 1) 内容。					

1) 电缆的成束燃烧试验

对于成束阻燃 A 类电缆, 应进行电缆的成束燃烧试验, 试验方法和要求应符合 GB/T 18380.33 规定。

对于成束阻燃 B 类电缆, 应进行电缆的成束燃烧试验, 试验方法和要求应符合 GB/T 18380.34 规定。

对于成束阻燃 C 类电缆, 应进行电缆的成束燃烧试验, 试验方法和要求应符合 GB/T 18380.35 规定。

对于成束阻燃 D 类电缆, 应进行电缆的成束燃烧试验, 试验方法和要求应符合 GB/T 18380.36 规定。

对于阻燃 1 级 (B₁ 级) 电缆, 应进行电缆的成束燃烧试验, 试验方法和要求应符合 GB 31247 表 2 中燃烧性能等级 B₁ 级的规定。

2) 盐雾试验

对于在高盐高湿环境中安装敷设的电缆，应经受盐雾试验。

成品电缆应按 GB/T 2423.17 规定进行 336 h 的老化试验。老化后将样品取出并在常温下至少放置 16 h，随后按 GB/T 2951.11 的相关规定进行取样，并对老化后的护套试件进行抗张强度和断裂伸长率试验。

盐雾试验后，护套的性能应满足表 A.9 中的要求。

3) 铝合金导体特殊试验

a: 铝合金单线的抗拉强度和断裂伸长率试验

对于铝合金导体电缆，应进行铝合金单线的抗拉强度和断裂伸长率试验，试验步骤和要求见附录 B。

b: 铝合金单线的反复弯曲试验

对于铝合金导体电缆，应进行铝合金单线的反复弯曲试验，试验步骤和要求见附录 B。

c: 铝合金导体的化学成分试验

对于铝合金导体电缆，应进行铝合金导体的化学成分试验，试验步骤和要求见附录 B。

d: 铝合金导体与金具的连接性能试验

对于铝合金导体电缆，应进行铝合金导体与金具的连接性能试验，试验步骤和要求见 T/CPIA 0054 中附录 C。

4) 水密性试验

对于具备防水特性的电缆，应进行 2h 短期径向水密性试验和 10 天长期径向水密性试验，试验步骤和要求见 T/CAS 661。

A.4.6. 试验项目的补充要求

1) 当对双芯平行（可分离型）光伏发电系统用直流电缆进行垂直燃烧试验和烟密度试验，应将双芯电缆作为一个整体进行测试并满足规定的标准要求，而非对单独的线芯进行测试（参照 IECCE CTL 决议号：PDSH 2226）

2) 当光伏发电系统用直流电缆采用绝缘护套双层共挤或类似工艺，导致绝缘护套无法分离时，相应试验项目的操作和具体要求如下（参照 IECCE CTL 决议号：PDSH 2234）：

a) 绝缘电阻试验和绝缘长期耐直流电压试验可在成品电缆上进行；

b) 对于绝缘和护套厚度测量，绝缘和护套的颜色应具有明显反差。可将绝缘和护套作为整体进行切片制样，用显微镜对绝缘和护套的厚度分别进行测量；

c) 对于人工气候老化试验和湿热试验，应将绝缘和护套作为整体制成管状试样或哑铃试样进行测试，试验结果应符合绝缘和/或护套在该试验项目上的相关要求。

3) 当对光伏发电系统用直流电缆进行湿热试验时，拉伸测试前应对完整的电缆样品应进行湿热处理，然后在完整的电缆中制备用于拉伸测试的试件并进行拉伸测试，且符合相关产品标注的要求（参照 IEC 60332-1 决议号：PDSH 2233）。

A.5. 试验项目

A.5.1. 例行试验

所有成盘电缆均应进行表 A.10 规定的例行试验项目，试验结果应符合规范性标准及本文件的规定。

表 A.10 例行试验项目

序号	试验项目	试验方法标准
1	绝缘线芯或成品电缆的缺陷检查	GB/T 3048.9
2	铠装电缆护套的火花测试（如有）	GB/T 3048.10

A.5.2. 抽样试验

应在每批同一型号及规格电缆中的一根制造长度电缆上进行抽样试验，其数量应不超过交货批量的 10%。抽样试验项目见表 A.11，试验结果应符合规范性标准及本文件的规定。如需方有特殊要求，可另行补充抽样试验项目。

表 A.11 抽样试验项目

序号	试验项目	试验方法标准
1	导体直流电阻	GB/T 3048.4
2	20℃ 绝缘电阻测量	GB/T 3048.5
3	90℃ 绝缘电阻测量	GB/T 3048.5
4	成品电缆电压试验	GB/T 3048.8 GB/T 3048.14
5	导体单丝直径	GB/T 3956 或本文件附录 B
6	绝缘厚度测量	GB/T 2951.11
7	内衬层厚度测量（仅适用于铠装电缆）	GB/T 2951.11
8	护套厚度测量	GB/T 2951.11
9	电缆外径	GB/T 2951.11
10	标志检查	GB/T 3048.9

序号	试验项目	试验方法标准
11	绝缘老化前拉力试验	GB/T 2951.11
12	护套老化前拉力试验	GB/T 2951.11
13	单根垂直燃烧试验	GB/T 18380.12

A.5.3. 型式试验

电缆的型式试验项目见表 A.12。试验结果应符合规范性标准及本文件的规定。供方应提供具有资质的权威第三方检测机构出具的型式试验检验报告和认证机构的相关认证证书。

当电缆需有耐盐雾、成束阻燃，防水等特殊性能时，电缆应符合本文件中特殊性能的技术要求，且供方应提供具有资质的权威第三方检测机构出具的相关特殊性能的检验报告和认证机构的相关认证证书。

表 A.12 型式试验项目

序号	试验项目	试验方法标准
1	导体直流电阻	GB/T 3048.4
2	20℃绝缘电阻测量	GB/T 3048.5
3	90℃绝缘电阻测量	GB/T 3048.5
4	成品电缆电压试验	GB/T 3048.8 GB/T 3048.14
5	绝缘线芯或成品电缆的缺陷检查	GB/T 3048.9
6	绝缘长期耐直流电压试验	NB/T 42073
7	护套表面电阻	NB/T 42073
8	导体单线直径	GB/T 3956 或本文件附录 B
9	镀锡层检查	GB/T 3956
10	绝缘厚度测量	GB/T 2951.11
11	内衬层厚度测量 (如有)	GB/T 2951.11
12	铠装层结构测量 (如有)	GB/T 12706.1
13	护套厚度测量	GB/T 2951.11
14	电缆外径	GB/T 2951.11
15	电缆外径椭圆度	GB/T 2951.11
16	护套颜色	目测
17	标志	T/CTBA XXXX.1 附录 A
18	双芯可分离型电缆的连接筋剥离力试验 (仅针对双芯可分离型电缆)	T/CTBA XXXX.1 附录 A
19	交货状态原始性能抗张强度和断裂伸长率	GB/T 2951.11
20	空气烘箱老化后性能抗张强度和断裂伸长率	GB/T 2951.11 和 GB/T 2951.12

序号	试验项目	试验方法标准
21	热延伸试验	GB/T 2951.21
22	热寿命试验	GB/T 11026.1 和 GB/T 11026.2
23	耐酸耐碱试验	GB/T 2951.21 和 GB/T 2951.11
24	高温压力试验	GB/T 2951.31
25	非污染试验	GB/T 2951.12
26	酸气含量试验	GB/T 17650.1
27	氟含量试验	IEC 60684-2
28	pH 值和电导率	GB/T 17650.2
29	低温弯曲试验	GB/T 2951.14
30	低温拉伸试验	GB/T 2951.14
31	低温冲击试验	GB/T 2951.14 和 T/CTBA XXXX.1 附录 A
32	耐臭氧试验	GB/T 2951.21
33	人工气候老化试验 (仅针对外护套)	NB/T 42073
34	动态穿透试验 (仅适用单芯非铠装)	NB/T 42073
35	湿热试验	GB/T 2423.3
36	护套收缩试验	GB/T 2951.13
37	单根垂直燃烧试验	GB/T 18380.12
38	烟密度试验	GB/T 17651.2
39	成束阻燃 A 类 (需要时)	GB/T 18380.33
40	成束阻燃 B 类 (需要时)	GB/T 18380.34
41	成束阻燃 C 类 (需要时)	GB/T 18380.35
42	成束阻燃 D 类 (需要时)	GB/T 18380.36
43	阻燃 1 级 (B ₁ 级) (需要时)	GB 31247
44	盐雾试验 (需要时)	GB/T 2423.17 和 T/CTBA XXXX.1 附录 A
45	铝合金单线的抗拉强度和断裂伸长率 (仅针对铝合金导体)	GB/T 4909.3
46	铝合金单线的反复弯曲性能 (仅针对铝合金导体)	GB/T 4909.5
47	铝合金导体化学成分 (仅针对铝合金导体)	GB/T 20975.25
48	铝合金导体与金具的连接性能 (仅针对铝合金导体, 可选做)	T/CPIA 0054
49	水密性试验 (需要时)	T/CAS 661

附录 B
(规范性)
软结构铝合金导体要求

B.1 材料

电缆导体合金成分应符合表 B.1 中任一成分代号对应的化学成分。

表 B.1 电缆导体用铝合金线的化学成分

成分代号	化学成分 (质量分数) (%)								
	Si	Fe	Cu	Mg	Zn	B	其他		Al
							单个	合计	
1	≤0.10	0.55 ~ 0.80	0.10 ~ 0.20	0.01 ~ 0.05	≤0.05	≤0.04	≤0.03 ^a	≤0.10	余量
2	≤0.10	0.30 ~ 0.80	0.15 ~ 0.30	≤0.05	≤0.05	0.01 ~ 0.04	≤0.03	≤0.10	余量
3	≤0.10	0.60 ~ 0.90	≤0.40	0.08 ~ 0.22	≤0.05	≤0.04	≤0.03	≤0.10	余量
4	≤0.15 ^b	0.40 ~ 1.00	0.05 ~ 0.15	—	≤0.10	—	≤0.03	≤0.10	余量
5	0.03 ~ 0.15	0.40 ~ 1.00	—	—	≤0.10	—	≤0.05 ^c	≤0.15	余量
6	≤0.10	0.25 ~ 0.45	≤0.40	0.04 ~ 0.12	≤0.05	≤0.04	≤0.03	≤0.10	余量
注: 表中规定的化学成分除给定范围外, 仅显示单个数据时, 表示该单个数据为最大允许值。 对于脚注中的特定元素, 仅在有需要时测量。									
注: a 该成分的铝合金中 Li 原色的质量分数应不大于 0.003%。 b 该成分的铝合金应同时满足 (Si+Fe) 元素的质量分数应不大于 1.0%。 c 该成分的铝合金中 Ga 元素的质量分数应不大于 0.03%。									

B.2 结构和直流电阻

软结构铝合金导体结构应符合表 B.2 中的要求。软结构铝合金导体在 20℃ 时的直流电阻应符合表 B.2 中的规定。

表 B.2 电缆导体用铝合金线的导体结构和直流电阻

标称截面 (mm ²)	导体单丝最大直径 (mm)	20℃ 导体最大直流电阻 ^a (Ω/km)
2.5	0.31	12.1

标称截面 (mm ²)	导体单丝最大直径 (mm)	20℃导体最大直流电阻 ^a (Ω/km)
4	0.31	7.41
6	0.31	4.61
10	0.41	3.08
16	0.41	1.91
25	0.41	1.2

注：^a 对于标称截面 10 mm² 及以上的，参考 GB/T 3956 表 2 中“铝或铝导体”对应的数值；对于标称截面 6 mm² 及以下的，参考 GB/T 3956 表 2 中“铜导体—不镀金属线”对应小一个规格档的数值。

B.3 机械性能

B.3.1 软结构铝合金导体单丝的机械性能应符合表 B.3 的要求，试验方法见 GB/T 31840.1。

B.3.2 抗压蠕变性能。当买方要求时，卖方应提供与所购铝合金线相同的化学成分和状态的铝合金线或铝合金杆在长期负载条件下的蠕变曲线。抗压蠕变实验根据 GB/T 30552 中附录 B 规定的方法进行测量。参数为：压力：55 Mpa；温度：90℃；时间：100 h。

表 B.3 导体绞合后的单线性能

项目	要求
抗拉强度/ (N/mm ²)	98 ~ 159
断裂伸长率/ (%)	≥10
反复弯曲次数/ (次)	≥25

附录 C

(规范性)

绝缘和护套材料的性能要求

取自成品电缆的绝缘和护套应按表 C.1 检查是否符合要求。

表 C.1 绝缘和护套非电性试验要求

参考号	试验项目 ^c	单位	试验方法标准	试验要求	
				绝缘	护套
1	抗张强度和断裂伸长率		GB/T 2951.11 中 9.2; GB/T 2951.11 中 8.1; GB/T 2951.12 中 9.2;		
1.1	老化前的属性 ^c				
1.1.1	抗拉强度原始值				
	—中间值, 最小值	N/mm ²		8.0	8.0
1.1.2	断裂伸长率原始值				
	—中间值, 最小值	%		125	125
1.2	烘箱老化后的性能				
1.2.1	测试条件: ^c				
	—温度	°C		150 ± 2	150 ± 2
	—处理持续时间	h		7 × 24	7 × 24
1.2.2	抗拉强度值				
	—最大变化值	%		-30 ^a	-30 ^a
1.2.3	老化后断裂伸长率				
	—最大变化值	%		-30 ^a	-30 ^a
2	热延伸试验		GB/T 2951.21 中第 9 章;		
2.1	测试条件				
	—温度	°C		200 ± 3	200 ± 3
	—时间	min		15	15
	—机械应力	N/cm ²		20	20
2.2	得到的结果				
	—负载下最大伸长率	%		100	100
	—冷却后的最大永久伸长率	%	25	25	
3	热寿命试验		GB/T 11026.1; GB/T 11026.2;		
3.1	试验条件				
	寿命终点以断裂伸长率保留率判定				

参考号	试验项目 ^c	单位	试验方法标准	试验要求		
				绝缘	护套	
3.2	试验结果					
	—对应 20000 小时的温度指数	℃		≥120	≥120	
	—断裂伸长率保留率	%		50	50	
4	耐酸耐碱试验					
4.1	耐酸试验		GB/T 2951.21 中第 10 章; GB/T 2951.11 中 9.2			
4.1.1	老化条件					
	—酸性溶液浓度: N-草酸	mol/L			2	
	—温度	℃			23 ± 2	
	—处理持续时间	h			7 × 24	
4.1.2	老化后抗张强度					
	—最大变化值	%			± 30	
4.1.3	老化后断裂伸长率					
	—最小中间值	%		100		
4.2	耐碱试验		GB/T 2951.21 中第 10 章; GB/T 2951.11 中 9.2			
4.2.1	老化条件					
	—碱性溶液浓度: 氢氧化钠	mol/L			1	
	—温度	℃			23 ± 2	
	—处理持续时间	h			7 × 24	
4.2.2	老化后抗张强度					
	—最大变化值	%			± 30	
4.2.3	老化后断裂伸长率					
	—最小中间值	%		100		
5	高温压力试验		GB/T 2951.31 中 8.2; GB/T 2951.31 中 8.2.4; GB/T 2951.31 中 8.2.5			
5.1	老化条件					
	—由刀片施加压力					
	—载荷下的加热时间	h				
	—温度	℃			-140 ± 3	
5.2	试验结果					
	—压痕深度中间值, 最大值	%		50	50	
6	非污染试验		GB/T 2951.12 中 8.1.4			
6.1	老化条件:					
	—温度	℃			135 ± 2	135 ± 2
	—处理持续时间	h			7 × 24	7 × 24
6.2	老化后抗张强度					
	—最大变化值	%		± 30	-30 ^a	
6.3	老化后断裂伸长率					

参考号	试验项目 ^c	单位	试验方法标准	试验要求	
				绝缘	护套
	—最大变化值	%		± 30	-30 ^a
7	无卤性能试验 ^b		GB/T 17650.1;		
7.1	酸气含量试验:		GB/T 17650.1;	0.5	0.5
	—溴和氯含量 (以 HCL 表示) , 最大值	°C			
7.2	氟含量试验		IEC 60684—2;	0.1	0.1
	—氟含量, 最大值	°C			
7.3	pH 值和电导率试验		GB/T 17650.2	4.3	4.3
	—pH 值, 最小值				
	—电导率, 最大值	μS/mm			
注: a 不规定正偏差。					
b 所有非金属材料均应进行无卤性能试验, 要求相同。					
c 根据 IEC62930, 当绝缘和护套双层共挤导致无法相互分离, 且不能按照 IEC 60811—501 的要求制备绝缘和护套的分离试样, 应将绝缘和护套作为整体制成管状试样或哑铃试样并进行测试, 且结果应符合绝缘和/或护套在该试验项目上的相关要求。					

附录 D

(资料性)

光伏发电系统用直流电缆结构图

图 D.1、图 D.2 和图 D.3 为光伏发电系统用直流电缆结构图示及说明。

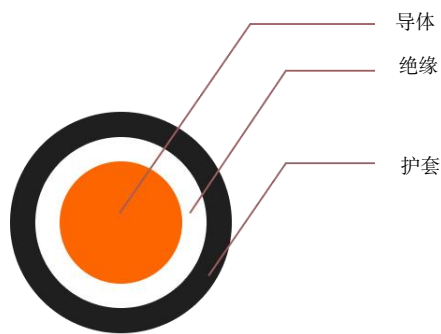


图 D.1 光伏发电系统用直流电缆结构示意图 (单芯)

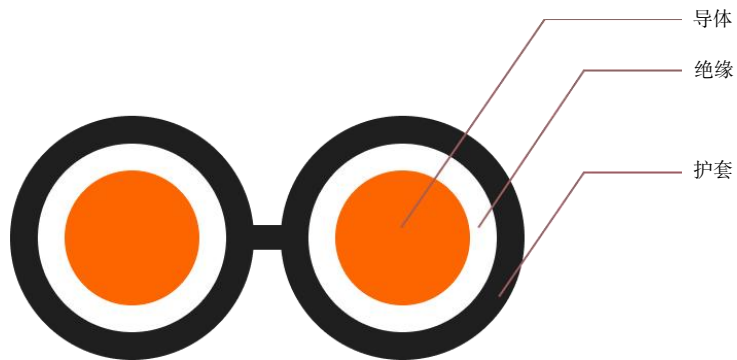


图 D.2 光伏发电系统用直流电缆结构示意图 (双芯无铠装)

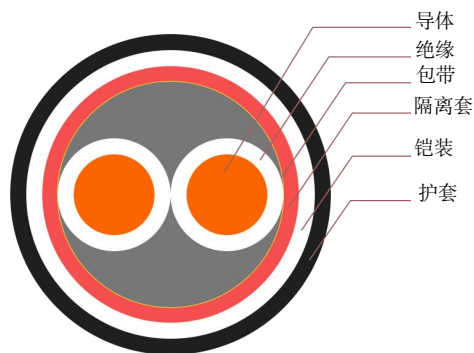


图 D.3 光伏发电系统用直流电缆结构示意图 (双芯铠装)

附录 E

(资料性)

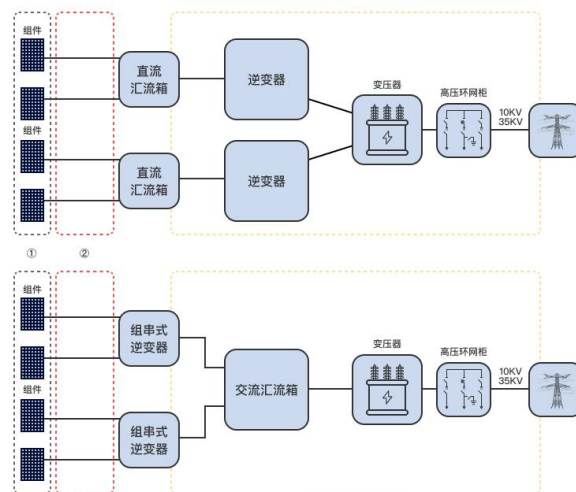
光伏发电系统用直流电缆应用场景示意图

光伏电站各系统电缆选型见表 E.1, 光伏发电系统用直流电缆应用场景示意图见图 E.1。

表 E.1 光伏电站各系统电缆选型表

序号	产品特征	型号	额定电压 (DC)	芯数	截面 (mm ²)	常见规格	源自标准号
1	镀锡铜导体 无铠装	62930 IEC 131(PV-YJYJ)	1500 V max 1800 V	1,2	1.5 ~ 16	2.5 ~ 16	T/CTBA XXXX.1
2		PV-YJYJ		1	1.5 ~ 400	2.5 ~ 16	NB/T 42073
3		62930 IEC 131		1	1.5 ~ 400	2.5 ~ 16	IEC 62930
4		H1Z2Z2-K		1	1.5 ~ 240	2.5 ~ 16	EN 50618
5	镀锡铜导体 带铠装	PV-YJYJ25		2	1.5 ~ 16	2.5 ~ 16	T/CTBA XXXX.1
6	铝合金导体 无铠装	PV-YJRLHYJ		1,2	2.5 ~ 25	4 ~ 25	T/CTBA XXXX.1
7	铝合金导体 带铠装	PV-YJRLHYJ25		2	2.5 ~ 25	4 ~ 25	T/CTBA XXXX.1

注：对于无铠装电缆，芯数为“2”为双芯平行可分离型电缆。



注：虚线①和②为光伏发电系统用直流电缆具体应用场景。

图 E.1 光伏发电系统用直流电缆应用场景示意图