

T/STIC

团 体 标 准

T/STIC 110101—2024

多功能防护光伏电缆

Multifunctional protective for photovoltaic cable

2024 - 04 - 17 发布

2024 - 04 - 17 实施

上海市检验检测认证协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 使用特性 2

5 技术要求 2

 5.1 导体 2

 5.2 绝缘 2

 5.3 防护层 3

 5.4 护套 3

6 标志 5

 6.1 标志和电缆识别 5

 6.2 标志的连续性 5

 6.3 耐擦性 5

 6.4 清晰度 5

 6.5 产品表示方法 5

7 成品电缆性能要求及试验方法 5

 7.1 一般要求 5

 7.2 电气性能 6

 7.3 非电气试验 6

附录 A（规范性） 绝缘和护套的性能要求 12

附录 B（规范性） 电缆产品的补充条款 14

附录 C（规范性） 人工气候老化试验(耐 UV) 17

附录 D（规范性） 成品电缆径向防水试验 18

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。

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专利的责任。

本文件由上海市检验检测认证协会提出。

本文件由上海市检验检测认证协会归口。

本文件起草单位：上海金友金弘智能电气股份有限公司、上海金友智能科技有限公司、江苏宝阳新能源科技有限公司、上海添唯认证技术有限公司。

本文件主要起草人：常勇、王孝行、潘静、刘华友、谷百安、谷丽娜、洪轩、张瑜、黄惠杰。

本文件首批承诺执行单位：上海金友金弘智能电气股份有限公司、上海金友智能科技有限公司、江苏宝阳新能源科技有限公司、上海添唯认证技术有限公司、上海市检验检测认证协会。

多功能防护光伏电缆

1 范围

本文件规定了额定电压直流（DC）1500 V的多功能防护光伏电缆的使用特性、技术要求、标志和成品电缆性能要求及试验方法。

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）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 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 电缆的导体裸电线试验方法
- GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第2部分 尺寸测量
- 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 6995.5 电线电缆识别标志方法 第5部分：电力电缆绝缘线芯识别标志
- 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 15065 电线电缆用黑色聚乙烯塑料
- 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：用测量pH值和电导率来测定气体的酸度
- 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：试验步骤和要求
- GB/T 18380.12 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 19666 阻燃和耐火电线电缆通则

GB/T 28429-2012 轨道交通1500V及以下直流牵引电力电缆及附件

JB/T 8137（所有部分） 电线电缆交货盘

NB/T 42073-2016 光伏发电系统用电缆

YD/T 723(所有部分) 通信电缆光缆用金属塑料复合带

IEC 60684-2 绝缘软管 第2部分：试验方法 (Flexible insulating sleeving - Part 2:Methods of test)

3 术语和定义

NB/T 42073界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

径向防水 radial waterproofing

防止电缆使用过程中周围外部的水通过护套层渗透进电缆内部。

3.2

多功能防护 multifunctional protection

电缆具有防鼠蚁、防虫鸟、径向防水、防机械冲击、防挤压等防护功能。

4 使用特性

4.1 本文件所规定的电缆,正常运行条件下导体连续工作温度为 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。

4.2 电缆安装时的环境温度不宜低于 -25℃,储运时的环境温度不应高于 40℃。

4.3 当电缆采用铠装结构时,电缆推荐的最小允许弯曲半径不应小于电缆外径的 20 倍;当电缆采用非铠装结构时,电缆推荐的最小允许弯曲半径不应小于电缆外径的 6 倍。

4.4 电缆的额定直流电压为 1.5kV,电缆在光伏发电系统中直流下的最大允许电压为 1.8kV。

4.5 电缆可用于集中式光伏电站、分布式光伏电站、海上光伏电站、水上光伏电站等。

4.6 电缆可采用架空敷设、裸露敷设、直埋敷设、穿管敷设、桥架敷设等方式。

5 技术要求

5.1 导体

5.1.1 材料

5.1.1.1 导体应是退火铜线。

5.1.1.2 导体中的单线应镀锡,镀锡层应连续、光滑、均匀,无目力可视的缺陷。

5.1.2 结构

5.1.2.1 导体的结构应符合 GB/T 3956—2008 中的第 5 种软铜导体的要求。

5.1.2.2 电缆导体和绝缘之间允许采用非吸湿性材料的隔离层,隔离层应为无卤材料。

5.1.3 结构检查

应通过检验和测量检查结构是否符合 5.1.1 和 5.1.2 的要求。

5.1.4 电阻

电缆的导体在 20℃时的直流电阻应符合 GB/T 3956—2008 中的第 5 种软铜导体的规定。

5.2 绝缘

5.2.1 材料

挤包在每芯导体上的绝缘应是无卤低烟辐照交联聚烯烃材料。

5.2.2 挤包绝缘

5.2.2.1 绝缘应连续紧密的挤包在导体或隔离层上,当剥离绝缘时,绝缘不应粘结导体,不损伤导体或镀层。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。

5.2.2.2 绝缘性能应符合附录 A 的要求。

5.2.3 绝缘厚度

5.2.3.1 绝缘厚度的标称值见表 1 或表 2。

5.2.3.2 绝缘厚度的平均值不应小于标称值,其最薄处厚度不应小于标称值的 90%—0.1mm。

5.2.3.3 应按 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

5.2.4 绝缘线芯识别

电缆绝缘线芯的识别应符合 GB/T 6995.5 的规定。用着色绝缘或其他合适的方法识别。电缆的每一绝缘线芯应只用一种颜色。电缆绝缘线芯颜色宜为红色、黑色。

5.3 防护层

5.3.1 非金属防护层

5.3.1.1 非金属防护层应连续的挤包在绝缘上,应采用径向防水性能优异的尼龙 6 或聚乙烯材料,聚乙烯材料应符合 GB/T 15065 的规定。非金属防护层横断面上应无目力可见的气孔或砂眼等缺陷。

5.3.1.2 非金属防护层厚度的标称值为 0.15mm,非金属防护层的平均厚度不应小于标称值,其最薄处厚度不应小于 0.10mm。

5.3.2 金属防护层

5.3.2.1 金属防护层应纵包在绝缘或非金属防护层上,采用双面铝塑复合带或双面钢塑复合带。金属防护层应符合 YD/T 723 的规定。纵包可采用扎纹工艺,扎纹后凸点顶部和凹点底部最大值不应大于 2 倍的金属防护层平均厚度。纵包的重叠宽度不应小于 2mm。

5.3.2.2 金属防护层厚度的标称值为 0.2mm,金属防护层的平均厚度不应小于标称值,其最薄处厚度不应小于 0.18mm。金属防护层中的铝带或钢带厚度不应小于 0.1mm。

5.3.2.3 应按 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

5.3.3 防护层选择

电缆的非金属防护层和金属防护层可选择一种,当同时选择时,金属防护层应纵包在非金属防护层上外层。

5.3.4 防鼠蚁保护

非金属防护层采用尼龙材料防蚁,钢塑带金属防护层采用钢带材料防鼠蚁。防护功能为材料固有,一般无需进行测试。当客户要求时,应按 JB/T 10696.9-2011 《电线电缆机械和理化性能试验方法第9部分:白蚁试验》(群体法)和 JB/T 10696.10-2011 《电线电缆机械和理化性能试验方法第10部分:大鼠啃咬试验》进行测试。

5.4 护套

5.4.1 材料

5.4.1.1 挤包在防护层上的护套应是无卤低烟辐照交联聚烯烃材料。

5.4.1.2 护套性能应符合附录 A 的要求。

5.4.2 厚度

5.4.2.1 护套厚度的标称值见表 1 或表 2。

5.4.2.2 护套厚度的平均值不应小于标称值,其最薄处厚度不应小于标称值的 85%—0.1mm。

5.4.2.3 应按 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

5.4.3 外观及颜色

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

5.4.3.2 护套颜色应为黑色，整个护套的颜色应一致。

5.4.4 外径及椭圆度

5.4.4.1 成品电缆的外径应符合表 1 或表 2 的规定。

5.4.4.2 电缆在挤包护套后应形成实际的圆形，在同一横截面上测得的最大外径和最小外径之差不应超过平均外径上限的 15%。

5.4.5 防护层套

5.4.5.1 电缆的金属防护层和护套之间可挤包一层聚乙烯防护层套，聚乙烯防护层套材料应符合 GB/T 15065 的要求。防护层套表面应光滑平整，色泽均匀，无裂缝、孔洞、颗粒等缺陷，其断面应无杂质或孔洞。

5.4.5.2 防护层套厚度的标称值为 0.1mm。

5.4.5.3 防护层套厚度的平均值不应小于标称值，其最薄处厚度不应小于 0.05mm。

5.4.5.4 应按 GB/T 2951.11 规定的试验方法检查是否符合要求。

5.4.6 双芯电缆护套的结构

双芯电缆护套应采用双芯可分离式结构，如图1所示。二根单芯电缆中间采用连筋连接。连筋应符合如下要求：

- 不要拨开两根平行线，进行切片；
- 连接筋位于平行线的正中间，连接筋和线的外围之间应该有一个 90° 左右的角度，且深度不小于 0.3mm。

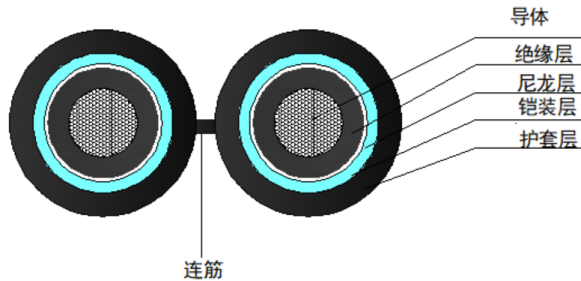


图1 双芯可分离式结构

表1 单芯电缆的综合数据

芯数×标称 截面积 mm ²	绝缘厚度的 标称值 mm	护套厚度的 标称值 mm	平均外径上限	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	6.4	860	0.86
1×2.5	0.7	0.8	6.9	690	0.69
1×4	0.7	0.8	7.6	580	0.58
1×6	0.7	0.8	8.4	500	0.50
1×10	0.7	0.8	9.8	420	0.42
1×16	0.7	0.9	11.1	340	0.34
1×25	0.9	1.0	13.5	340	0.34
1×35	0.9	1.1	15.0	290	0.29

表1 单芯电缆的综合数据（续）

芯数×标称 截面积 mm ²	绝缘厚度的 标称值 mm	护套厚度的 标称值 mm	平均外径上限	20℃时最小 绝缘电阻 MΩ·km	90℃时最小 绝缘电阻 MΩ·km
1×50	1.0	1.2	17.3	270	0.27
1×70	1.1	1.2	19.7	250	0.25
1×95	1.1	1.3	21.8	220	0.22
1×120	1.2	1.3	23.8	210	0.21
1×150	1.4	1.4	26.5	210	0.21
1×185	1.6	1.6	29.5	200	0.20
1×240	1.7	1.7	33.1	200	0.20

表2 双芯电缆的综合数据

芯数×标称 截面积 mm ²	绝缘厚度的 标称值 mm	护套厚度的 标称值 mm	窄边平均 外径上限 mm	宽边平均 外径上限 mm	20℃时最小 绝缘电阻 MΩ·km	90℃时最小 绝缘电阻 MΩ·km
2×1.5	0.7	0.8	6.4	13.1	860	0.86
2×2.5	0.7	0.8	6.9	14.1	690	0.69
2×4	0.7	0.8	7.6	15.5	580	0.58
2×6	0.7	0.8	8.4	17.1	500	0.50
2×10	0.7	0.8	9.8	19.9	420	0.42
2×16	0.7	0.9	11.1	22.5	340	0.34

6 标志

6.1 标志和电缆识别

- 6.1.1 电缆应具有厂名、产品型号和额定电压的连续标志。标志应符合 GB/T 6995.3 的规定。
- 6.1.2 电缆型号应符合附录 B 的规定。
- 6.1.3 标志可以油墨印字或压印凸字在护套上。

6.2 标志的连续性

护套表面同一个标志的末端与下一个标志的始端之间的距离不应大于 550mm。

6.3 耐擦性

- 6.3.1 油墨印字标志应耐擦。
- 6.3.2 用浸过水的一团脱脂棉或一块棉布轻轻擦拭电缆厂名或商标，共擦拭 10 次，结果应容易识别或易于辨认。

6.4 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。

6.5 产品表示方法

产品表示方法应符合附录 B 的规定。

7 成品电缆性能要求及试验方法

7.1 一般要求

- 7.1.1 交货的成品电缆按表 3 的规定进行检测和试验。检查是否满足相应要求。

7.1.2 试验类型：例行试验（R）、抽样试验（S）、型式试验（T）。

7.1.3 抽样试验项目第一次试验结果不合格，应在同一批电缆中再取 2 个试样，就不合格项目进行试验，如果 2 个试样均合格，则该批电缆合格，否则该批电缆不合格。每批抽样数量由双方协议规定，如用户不提出要求则由制造厂规定。抽样试验频度，按 GB/T 12706.1-2008 中 16.2 的规定。

7.2 电气性能

7.2.1 导体直流电阻

7.2.1.1 导体直流电阻应按 GB/T 3048.4 进行试验。

7.2.1.2 20℃ 时的导体直流电阻应符合 GB/T 3956 中的规定。

7.2.2 成品电缆电压试验

7.2.2.1 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。

7.2.2.2 试验长度、水温和浸水时间应符合表 3 的规定。

7.2.3 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 或 GB/T 3048.10 经受工频电压或直流电压的火花试验，按照 GB/T 3048.9 或 GB/T 3048.10 的推荐电压值进行试验。

7.2.4 绝缘电阻

7.2.4.1 20℃ 的绝缘电阻应按 GB/T 3048.5 进行试验，试验条件见表 3 的规定，绝缘电阻应符合表 1 和表 2 的规定。

7.2.4.2 90℃ 的绝缘电阻应按 GB/T 3048.5 进行试验，试验条件见表 3 的规定，绝缘电阻应符合表 1 和表 2 的规定。

7.2.5 绝缘长期耐直流电压试验

7.2.5.1 取一定长度的电缆，剥去护套和任何其他包覆层而不损伤绝缘线芯。

7.2.5.2 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。

7.2.5.3 试验条件和要求应符合表 3 的规定。

7.2.6 护套表面电阻

7.2.6.1 测量方法

7.2.6.1.1 取三段长约 250mm 的试样，用酒精清洁试样护套表面后，用 2 个铜丝绕组作为电极绕在护套上，两电极相距 100mm，铜丝直接为 (0.2-0.6) mm，安装后应重新清洁两电极之间的护套表面。

7.2.6.1.2 将试样放置于温度为 (20±2)℃、湿度为 (60±5)% 的环境中 24h。

7.2.6.1.3 随后在两电极间加直流电压 (100~500) V, 1min 测量电阻值 R。

7.2.6.2 计算方法及要求

采用下述公式计算护套表面电阻 Rh

$$Rh = Ra / 100$$

式中：

Rh—— 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)。

注：三个试验结果的中间值即为护套表面电阻，结果应符合表3中的规定。

7.3 非电气试验

7.3.1 非污染性试验

成品电缆应按 GB/T 2951.12 进行非污染试验, 试验条件见表 3 中的规定, 绝缘和护套的性能应满足表 A 中的要求。

7.3.2 低温冲击

7.3.2.1 成品电缆应按 GB/T 2951.14 进行低温冲击试验, 试验条件见表 3 和 NB/T 42073 中附录 B 中的规定。

7.3.2.2 试验后用正常视力或校正视力而不用放大镜检查, 要求试样均不应有裂纹。

7.3.3 低温弯曲试验

对于外径 12.5mm 及以下的电缆应按 GB/T 2951.14 进行低温弯曲试验, 试验条件见表 3 中的规定, 成品电缆性能应满足表 3 中的要求。

7.3.4 低温拉伸试验

对于外径 12.5mm 以上的电缆应按 GB/T 2951.14 进行低温拉伸试验, 试验条件见表 3 中的规定, 绝缘和护套性能应满足表 3 中的要求。

7.3.5 耐臭氧试验

7.3.5.1 对于外径 20.0mm 及以下的电缆应按 GB/T 2951.21 进行成品电缆耐臭氧试验, 试棒直径取 3 倍的电缆外径, 试验条件见表 3 中的规定。

7.3.5.2 对于外径 20.0mm 以上的电缆应按 GB/T 2951.21 进行护套耐臭氧试验, 试验条件见表 3 中的规定。

7.3.5.3 试验后用正常视力或校正视力而不用放大镜检查, 要求试样均不应有裂纹。

7.3.5.4 在夹具附近的裂纹应忽略。

7.3.6 人工气候老化试验(耐 UV)

7.3.6.1 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 附录 D。

7.3.6.2 人工气候老化试验后, 护套性能应满足表 3 的要求。

7.3.7 湿热试验

7.3.7.1 取适当长度电缆, 采用 GB/T 2423.3 规定的方法, 试验条件见表 3 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。

7.3.7.2 绝缘和护套的性能应满足表 3 中的要求。

7.3.8 护套收缩试验

电缆应按 GB/T 2951.13 进行护套收缩试验, 试验条件见表 3 中的规定, 收缩试验性能应满足表 3 中的要求。

7.3.9 单根垂直燃烧试验

7.3.9.1 电缆应按 GB/T 18380.12 进行单根垂直燃烧试验。

7.3.9.2 电缆应符合 GB/T 18380.12 中附录 A 的相关要求。

7.3.10 烟密度试验

7.3.10.1 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。

7.3.10.2 试验完成后, 透光率的最小值应满足表 3 中的要求。

7.3.11 无卤性能

7.3.11.1 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。

7.3.11.2 试验完成后, 溴和氯含量、pH 值和电导率、氟含量应分别满足 NB/T 42073 中表 A.1 中的要求。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/596103034113011105>