

T/CES

中国电工技术学会团体标准

T/CES XXXX—XXXX

额定电压 0.6kV–3kV 光伏逆变器内部连接 用电缆

Internal connecting cables for rated voltages from 0.6kV up to 3kV for photovoltaic
inverter

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2024-03）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品型号、产品名称及产品表示方法 2

 4.1 产品型号 2

 4.2 产品规格 3

 4.3 产品表示方法 3

5 技术要求 4

 5.1 导体 4

 5.2 绝缘 5

 5.3 火花试验 11

 5.4 结构尺寸 1

 5.5 电气性能 1

 5.6 电缆的机械性能 2

 5.7 柔软性试验 2

 5.8 热延伸试验 2

 5.9 热变形试验 2

 5.10 湿热试验 3

 5.11 不延燃试验 3

 5.12 盐雾试验 3

 5.13 耐日光试验 3

 5.14 热冲击试验 3

 5.15 低温弯曲试验 3

 5.16 低温拉伸试验 3

 5.17 耐酸耐碱试验 3

 5.18 高温压力试验 3

6 试验方法 3

7 标志 4

 7.1 产地标志和线缆识别 4

 7.2 标志的连续性 4

 7.3 耐擦性 4

 7.4 清晰度 4

8 检验规则 4

9 包装、运输和贮存 5

 9.1 包装 5

9.2 运输和贮存 5

附录 A （规范性） 特殊特定环境测试..... 6

附录 B （规范性） 线缆热变形试验..... 7

附录 C （规范性） 柔软性试验..... 9

附录 D （规范性） 高温压力试验..... 10

参考文献 12

图 B.1 热变形试验装置示意图..... 8

图 D.1 高温压力试验示意图..... 11

表 1 系列代号和特殊性能代号..... 2

表 2 导体材料代号..... 3

表 3 绝缘材料和护套材料代号..... 3

表 4 屏蔽结构代号..... 3

表 5 绞合导体..... 4

表 6 绝缘厚度..... 5

表 7 电缆的外形尺寸..... 6

表 8 不同材质绝缘/护套火花试验电压..... 11

表 9 绝缘非电性试验要求..... 1

表 10 成品线缆试验要求..... 1

表 11 热塑性绝缘电缆的室温绝缘电阻..... 1

表 12 热固性低烟无卤单绝缘电缆的室温绝缘电阻..... 2

表 13 不延燃试验要求..... 3

表 14 试验要求..... 3

表 15 抽样试样数..... 4

表 B.1 热变形试验条件..... 7

表 D.1 高温压力试验温度对照表..... 10

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。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会电线电缆工作组归口。

本文件起草单位：浙江三科线缆股份有限公司、上能电气股份有限公司、锦浪科技股份有限公司、爱士惟科技股份有限公司、上海思格新能源技术有限公司、海宁联丰东进电子有限公司、VDE环球服务广州分公司、江西优尔检测认证有限公司、广州威凯检测技术有限公司、广东联升传导科技有限公司、惠州乐庭电子线缆有限公司、震雄铜业集团有限公司、江铜铜业集团有限公司、苏州银禧科技有限公司。

本文件主要起草人：李明强，朱晓武，王新华，孙彦伟，张建明，黄建如，吴云晓，周红梅，谢永梅，韩春孟，宋云，居林，翁正军，陈天雨，何绍锋，斯红超，李弘斌，邱红，陈丹，张万里，鲁健伟，李登宇。

本文件为首次发布。

引 言

光伏逆变器及其附件作为光伏发电的至关重要基础设施之一，其整体综合性能的优良性对于整个发电和储能及其电能转换输送系统起着举足轻重的作用，作为光伏逆变器内部连接用传输电磁能信号，电能转换输送系统的桥梁和纽带-光伏逆变器内部连接用电缆产品，其结构设计，材料选型，机械性能，电气性能，耐受环境适应性能直接影响到整个光伏发电系统的长期稳定运行和使用寿命。

随着光储充产业化的市场应用普及化和全球化发展，现有常规储能和电磁能传输电缆不能完全适应逆变器特定环境应用的需求，为了确保光伏、储能和充电产业链的工程安装线路的高可靠性，应用施工布线的安全性，充分响应国家“双碳排放”政策和“一带一路”发展需求，推动光储充产业的高速发展，特制定光伏逆变器内部连接用电缆的技术要求和技术规范，对现有未形成的细分线缆产品标准进行完善和补充，提升产品验证应用的实效性和科学性。

额定电压 0.6kV-3kV 光伏逆变器内部连接用电缆

1 范围

本文件规定了光伏逆变器内部连接用电缆产品的产品型号、产品名称及其表示方法，技术要求，成品线缆试验，试验方法，标志，检验规则，包装、运输和贮存。

本文件适用于0.6kV-3kV光伏逆变器内部连接用电缆。

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 2423.3-2016 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2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- 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 2951.14-2008 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——抗开裂试验
- GB/T 3048.4-2007 电线电缆电性能试验方法 第4部分：导体电流电阻试验
- GB/T 3048.5-2007 电线电缆电性能试验方法 第5部分：绝缘电阻试验
- GB/T 3048.8-2007 电线电缆电性能试验方法 第8部分：交流电压试验
- GB/T 3048.9-2007 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 3956-2008 电缆的导体
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 4909.2-2009 裸电线试验方法 第2部分：尺寸测量
- 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 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
- GB/T 6995.1-2008 电线电缆识别标志方法 第1部分：一般规定
- GB/T 12666.1-2008 单根电线电缆燃烧试验方法 第1部分：垂直燃烧试验
- GB/T 12666.2-2008 单根电线电缆燃烧试验方法 第2部分：水平燃烧试验
- GB/T 16422.2-2022 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
- GB/T 38296-2019 电器设备内部连接线缆
- ISO 6722-1:2011 道路车辆60V和600V单芯电缆 第1部分：铜芯电缆的尺寸 试验方法 and 要求
- JB/T 8137.1-2013 电线电缆交货盘 第1部分：一般规定
- NB/T 42073-2016 光伏发电系统用电缆

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定电压 rated voltage

电缆设计，使用 and 进行电性能试验用的基准电压。

注1：额定电压以U0表示，单位为伏（V）。

注2：U0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。

注3：在交流系统中，电缆的额定电压至少等于使用电缆系统的标称电压；在直流系统中，该系统的标称电压不大于电缆额定电压的1.5倍。

注4：系统的工作电压允许长时间地超过该系统标称电压的10%，如果电缆额定电压至少等于系统的标称电压，则该电缆能在高于额定电压10%的工作电压下使用。

[来源：GB/T 38296-2019，3.3]

3.2

额定温度 rated temperature

电缆正常使用时导体的最高连续工作温度。

3.3

型式试验（T） type tests

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。

注：该试验的特点是，除非电缆材料或设计或制造工艺的改变可能改变电缆的特性，试验做过以后就不需要重做。

[GB/T 12706.1-2008，3.2.3]

3.4

抽样试验（S） sample tests

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。

[GB/T 12706.1-2008，3.2.2]

3.5

例行试验（R） routine tests

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。

[GB/T 12706.1-2008，3.2.1]

4 产品型号、产品名称及产品表示方法

4.1 产品型号

产品型号用系列代号、特殊性能代号、额定温度代号、导体材料代号、额定电压代号、绝缘材料代号、屏蔽结构代号和护套材料代号表示。系列代号和特殊性能代号的规定见表1；导体材料代号的规定见表2；绝缘材料代号和护套材料代号的规定见表3，屏蔽结构代号的规定见表4。

系列代号后的额定温度为电缆的额定温度值。绝缘材料和护套材料的额定温度应与电缆额定温度相同。

表1 系列代号和特殊性能代号

代号		含义
系列代号	PVINV	光伏或光伏电网
	INV	逆变器
	E	电器设备内部连接用电缆
	EB	电器设备内部连接用扁平带状电缆
特殊性能代号	Z	单根阻燃
	WDZ	无卤低烟单根阻燃

表2 导体材料代号

导体材料	代号	适用标准
铜，无镀层	T	GB/T 3953-2009
铜，镀锡	TX	GB/T 4910-2009
铜，镀银	TY	JB/T 3135-2011

表3 绝缘材料和护套材料代号

材料	额定温度 ℃	绝缘	护套	绝缘/护套材料表示法
PVC(聚氯乙烯)	80	PVC/I-80	PVC/S-80	聚氯乙烯简称V
	105	PVC/I-105	PVC/S-105	
XLPE(交联聚乙烯)	125	XLPE/I-125	XLPE/S-125	交联聚乙烯简称YJ
	150	XLPE/I-150	XLPE/S-150	
SR(硅橡胶)	150	SR/I-150	SR/S-150	硅橡胶简称SR
	180	SR/I-180	SR/S-180	
	200	SR/I-200	SR/S-200	

表4 屏蔽结构代号

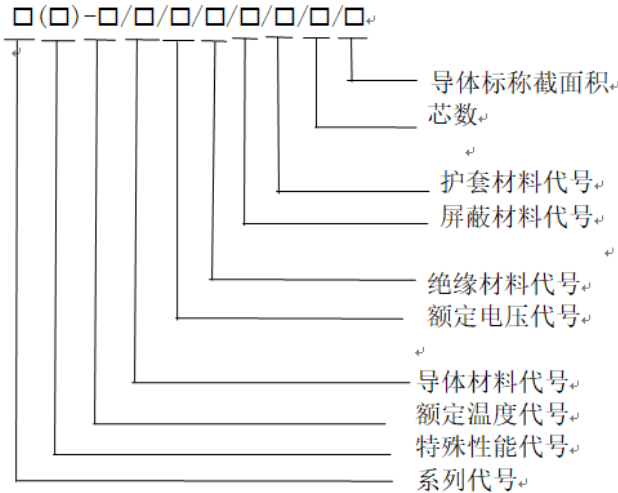
屏蔽结构代号	屏蔽结构
P1	金属丝编织屏蔽
P2	铝塑复合带屏蔽
P3	其他特殊结构屏蔽

4.2 产品规格

产品规格由芯数和导体标称截面积表示。

4.3 产品表示方法

产品名称用额定温度、导体材料、额定电压、绝缘材料、护套材料光伏逆变器内部连接用电缆（特殊性能）表述。产品由产品型号、规格和本文件编号表示。



示例1：额定温度 125℃镀锡铜导体额定电压 3KV 单芯交联聚乙烯绝缘光伏逆变器单芯 6mm²内部连接用电缆，表示为：PVINVE-125/TX/3KV/YJ 1×6.0 T/CES xxxx-xxxx

示例2：额定温度 150℃镀锡铜导体额定电压 1.1KV 单芯硅橡胶绝缘光伏逆变器单芯 10mm²内部连接用电缆，表示为：PVINVE-150/TX/1.1KV/SR 1×10.0 T/CES xxxx-xxxx

示例3：额定温度 105℃镀锡铜导体额定电压 2KV 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套光伏逆变器内部连接用单芯 4mm²阻燃电缆，表示为：PVINVE(Z)-105/TX/2KV/VV 1×4.0 T/CES xxxx-xxxx

示例4：额定温度 200℃裸铜导体额定电压 3KV 硅橡胶绝缘铝塑复合带屏蔽硅橡胶护套光伏逆变器单芯 25mm²内部连接用电缆，表示为：PVINVE-200/T/3KV/SR/P2/SR 1×25 T/CES xxxx-xxxx

示例5：额定温度 150℃ 镀锡铜导体额定电压 1kV 交联聚乙烯绝缘铝塑复合带和镀锡铜双屏蔽交联聚乙烯护套光伏逆变器 单芯 16mm² 内部连接用电缆，表示为：PVINVE-150/TX/1KV/YJ/P2/P1/XLPE 1×16 T/CES XXXX-XXXX

5 技术要求

5.1 导体

5.1.1 材料

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。

5.1.2 结构

导体结构应符合GB/T 3956-2008中第5种软铜导体的要求，电缆每芯导体在20℃时的导体直流电阻，导体的最大单丝直径和绞合导体节距应符合表5规定。
电缆导体和绝缘之间允许有非吸湿性材料的隔离层，隔离层应为无卤材料。导体的最大单丝直径和标称截面积及其节距应符合表5规定。

5.1.3 导体电阻

电缆每芯导体在20℃时的导体直流电阻应符合表5规定。
导体电阻试验应按GB/T 5023.2-2008中2.1规定的试验方法进行。

表5 绞合导体

标称截面积 mm ²	导体最大节距 mm	导体中最大单丝直径 mm	20℃最大导体直流电阻（有镀层） Ω/km
0.08	13	0.13	239
0.10	14	0.16	188
0.13	15	0.18	150
0.16	18	0.18	199
0.21	18	0.18	94.2
0.26	20	0.18	74.5
0.32	20	0.18	59.4
0.41	29	0.18	46.9
0.52	32	0.21	36.7
0.65	35	0.21	29.1
0.82	51	0.21	23.2
1.04	51	0.21	18.3
1.31	51	0.21	14.6
1.65	51	0.26	11.3
2.08	51	0.26	8.96
2.63	51	0.26	7.10
3.31	51	0.26	5.64
4.17	58	0.41	4.48
5.26	64	0.41	3.546
6.63	68	0.41	2.813
8.37	76	0.41	2.230
10.55	86	0.41	1.768
13.30	89	0.41	1.403
16.77	92	0.41	1.113
21.15	102	0.41	0.8820
26.67	117	0.41	0.6996
33.62	132	0.41	0.5548
42.41	135	0.41	0.4398
53.49	152	0.51	0.3487
67.43	171	0.51	0.2766

标称截面积 mm ²	导体最大节距 mm	导体中最大单丝直径 mm	20℃最大导体直流电阻（有镀层） Ω/km
85.01	191	0.51	0.2194
107.2	215	0.51	0.1722

5.2 绝缘

5.2.1 材料

绝缘应按本文件中的每种型号电缆相应规定的一种混合物，不同型号混合物的试验要求见表6规定。

5.2.2 绝缘结构

绝缘应紧密挤包在导体上，在剥离绝缘时，应不损伤绝缘体或导体或镀层。绝缘的横断面上应无目力可见的气孔或砂眼等缺陷。绝缘结构应通过检验及手工测量进行检查。

5.2.3 绝缘厚度

绝缘厚度的标称值及电缆的外形尺寸分别见表6和表7的规定。

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%。

绝缘厚度应按GB/T 2951.11-2008规定的试验方法进行检查。

5.2.4 绝缘机械物理性能

绝缘在正常使用温度范围内，其抗拉强度和伸长率应符合表9的规定。

表6 绝缘厚度

型号	导体截面积 mm ²	标称厚度 mm
PVINVE-80/TX/600V/V PVINVE-105/TX/600V/V	0.14-5.26	0.76
	8.36-10.55	1.14
	13.30-33.62	1.52
	41.59-104.94	2.03
PVINVE-80/TX/1KV/V PVINVE-105/TX/1KV/V	0.08-6.63	0.76
	8.36-10.55	1.14
	13.30-33.62	1.52
	42.41-107.2	2.03
PVINVE-105/TX/2KV/V	0.08-6.63	0.76
	8.36-10.55	1.14
	13.30-33.62	1.52
	42.41-107.2	2.03
PVINVE-105/TX/3KV/V	0.05-6.63	0.76
PVINVE-125/TX/3KV/YJ	0.08-6.63	0.76
	8.36-33.62	1.14
	42.41-107.2	1.4
PVINVE-150/TX/3KV/YJ	0.08-6.63	0.76
	8.36-10.55	1.14
	13.30-33.62	1.52
	42.41-107.2	2.03
PVINVE-125/TX/600V/YJ	0.14-5.26	0.76
	8.36-21.15	1.14
	33.63	1.52
	42.41-107.20	2.03
PVINVE-125/TX/1KV/YJ	0.14-5.26	0.76
	8.36-33.63	1.14
	42.41-107.20	1.4
PVINVE-150/TX/600V/SR	0.08-107.20	0.76
	0.14-0.82	0.76
	0.82-3.31	0.76

型号	导体截面积 mm ²	标称厚度 mm
	3.31-5.26	0.76
	5.26-6.63	1.14
	8.36-33.62	1.52
	42.41-107.20	2.03
PVINVE-150/TX/3KV/SR	0.08-5.26	0.38
	0.14-5.26	0.76
	6.63-10.55	1.14
	13.30-33.62	1.52
PVINVE-150/TX/600V/SR	0.08-107.20	0.76
	0.14-3.31	0.76
	0.82-5.26	0.76
	0.08-5.26	0.51
	8.36	0.76
	13.30-33.62	1.14
	42.41-107.20	1.65
	0.08-5.26	0.76
	8.36	1.14
	13.30-33.62	1.52
	42.41-107.20	2.03
PVINVE-180/TX/1.1KV/SR	1.31-107.20	0.76
PVINVE-150/TX/2KV/SR	0.08-5.26	0.38
PVINVE-150/TX/1.1KV/SR	1.31-42.41	0.76
	53.49-107.20	1.52
PVINVE-150/TX/1KV/SR PVINVE-200/TX/1KV/SR	0.08-5.26	0.51
	8.36	0.76
	13.30-33.62	1.14
	42.41-107.20	1.65
PVINVE-200/TX/1KV/SR	0.14-3.31	0.76
	5.26	1.14
	8.36-33.62	1.52
	42.41-107.20	2.03
PVINVE-200/TX/3KV/SR	0.32-3.31	0.76
	4.17-85.01	1.78
	107.2-177	2.41

表7 电缆的外形尺寸

导体 截面积 mm ²	额定 电压 V	不同额定温度下标称厚度 mm						最小电 缆外径 mm	产品型号
		80℃	105℃	125℃	150℃	180℃	200℃		
0.08	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.00	PVINVE-80/TX/600V/V PVINVE-105/TX/600V/V
0.10	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.10	
0.13	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.20	
0.16	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.40	
0.21	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.60	
0.26	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.60	
0.32	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.60	
0.41	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.60	
0.52	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.60	
0.65	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.80	
0.82	600	0.76	0.76	—	—	—	—	2.80	
1.04	600	0.76	0.76	—	—	—	—	3.10	
1.31	600	0.76	0.76	—	—	—	—	3.50	
1.65	600	0.76	0.76	—	—	—	—	4.10	

导体 截面积 mm ²	额定 电压 V	不同额定温度下标称厚度						最小电 缆外径 mm	产品型号
		mm							
		80℃	105℃	125℃	150℃	180℃	200℃		
2.08	600	0.76	0.76	—	—	—	—	4.70	PVINVE-80/TX/1KV/V PVINVE-105/TX/1KV/V
2.63	600	0.76	0.76	—	—	—	—	6.50	
3.31	600	0.76	0.76	—	—	—	—	8.40	
4.17	600	0.76	0.76	—	—	—	—	9.50	
5.26	600	0.76	0.76	—	—	—	—	11.50	
6.63	600	1.14	1.14	—	—	—	—	13.90	
8.37	600	1.14	1.14	—	—	—	—	14.80	
10.55	600	1.52	1.52	—	—	—	—	16.00	
13.30	600	1.52	1.52	—	—	—	—	17.50	
21.15	600	1.52	1.52	—	—	—	—	19.50	
0.08	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	1.95	PVINVE-80/TX/1KV/V PVINVE-105/TX/1KV/V
0.13	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	2.00	
0.21	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	2.10	
0.32	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	2.28	
0.52	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	2.46	
0.82	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	2.68	
1.31	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	3.02	PVINVE-80/TX/1KV/V PVINVE-105/TX/1KV/V
2.08	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	3.42	
3.31	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	3.88	
5.26	1000	0.76	0.76	—	—	—	—	4.53	
8.37	1000	1.14	1.14	—	—	—	—	6.04	
13.30	1000	1.52	1.52	—	—	—	—	7.75	
21.15	1000	1.52	1.52	—	—	—	—	9.10	
33.62	1000	1.52	1.52	—	—	—	—	10.68	
42.41	2000	—	2.03	—	—	—	—	12.63	PVINVE-105/TX/2KV/V
53.49	2000	—	2.03	—	—	—	—	13.68	
67.43	2000	—	2.03	—	—	—	—	15.09	
85.01	2000	—	2.03	—	—	—	—	16.43	
107.20	2000	—	2.03	—	—	—	—	17.95	
0.08	3000	—	0.76	—	—	—	—	2.00	PVINVE-105/TX/3KV/V
0.13	3000	—	0.76	—	—	—	—	2.10	
0.21	3000	—	0.76	—	—	—	—	2.20	
0.32	3000	—	0.76	—	—	—	—	2.40	
0.52	3000	—	0.76	—	—	—	—	2.60	
0.82	3000	—	0.76	—	—	—	—	2.80	
1.31	3000	—	0.76	—	—	—	—	3.10	
0.13	600	—	—	0.76	—	—	—	2.10	PVINVE-125/TX/600V /YJ
0.21	600	—	—	0.76	—	—	—	2.20	
0.32	600	—	—	0.76	—	—	—	2.40	
0.52	600	—	—	0.76	—	—	—	2.60	
0.82	600	—	—	0.76	—	—	—	2.80	
1.31	600	—	—	0.76	—	—	—	3.10	
2.08	600	—	—	0.76	—	—	—	3.50	
3.31	600	—	—	0.76	—	—	—	4.00	
5.26	600	—	—	0.76	—	—	—	4.70	
8.37	600	—	—	1.14	—	—	—	6.50	
13.30	600	—	—	1.14	—	—	—	7.70	
21.15	600	—	—	1.14	—	—	—	9.10	
33.62	600	—	—	1.52	—	—	—	11.10	
42.41	600	—	—	2.03	—	—	—	12.30	
53.49	600	—	—	2.03	—	—	—	13.80	
67.43	600	—	—	2.03	—	—	—	15.30	
35.01	600	—	—	2.03	—	—	—	16.70	

导体 截面积 mm ²	额定 电压 V	不同额定温度下标称厚度						最小电 缆外径 mm	产品型号
		mm							
		80℃	105℃	125℃	150℃	180℃	200℃		
107.20	600	—	—	2.03	—	—	—	18.50	PVINVE-125/TX/1KV/YJ PVINVE-125/TX/1KV/YJ
0.13	1000	—	—	0.76	—	—	—	2.10	
0.21	1000	—	—	0.76	—	—	—	2.20	
0.32	1000	—	—	0.76	—	—	—	2.40	
0.52	1000	—	—	0.76	—	—	—	2.60	
0.82	1000	—	—	0.76	—	—	—	2.80	
1.31	1000	—	—	0.76	—	—	—	3.10	
2.08	1000	—	—	0.76	—	—	—	3.50	
3.31	1000	—	—	0.76	—	—	—	4.00	
5.26	1000	—	—	0.76	—	—	—	4.70	
8.36	1000	—	—	1.14	—	—	—	6.50	
13.30	1000	—	—	1.14	—	—	—	7.70	
21.15	1000	—	—	1.14	—	—	—	9.10	
33.62	1000	—	—	1.14	—	—	—	11.10	
42.41	1000	—	—	1.4	—	—	—	12.30	
53.49	1000	—	—	1.4	—	—	—	13.80	
67.43	1000	—	—	1.4	—	—	—	15.30	
35.01	1000	—	—	1.4	—	—	—	16.70	
107.20	1000	—	—	1.4	—	—	—	18.50	
0.08	3000	—	—	—	0.76	—	—	1.95	
0.13	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.00	
0.21	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.10	
0.32	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.28	
0.52	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.46	
0.82	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.69	
1.31	3000	—	—	—	0.76	—	—	3.02	
2.08	3000	—	—	—	0.76	—	—	3.40	
3.31	3000	—	—	—	0.76	—	—	3.89	
5.26	3000	—	—	—	1.14	—	—	4.53	
8.37	3000	—	—	—	1.52	—	—	6.04	
13.30	3000	—	—	—	1.52	—	—	7.83	
21.15	3000	—	—	—	1.52	—	—	8.35	
33.62	3000	—	—	—	2.03	—	—	10.00	
42.41	3000	—	—	—	2.03	—	—	11.40	
53.49	3000	—	—	—	2.03	—	—	12.47	
67.43	3000	—	—	—	2.03	—	—	13.93	
85.01	3000	—	—	—	2.03	—	—	15.19	
107.02	3000	—	—	—	2.03	—	—	16.75	
0.08	3000	—	—	0.76	—	—	—	1.95	PVINVE-125/TX/3KV/YJ
0.13	3000	—	—	0.76	—	—	—	2.00	
0.21	3000	—	—	0.76	—	—	—	2.10	
0.32	3000	—	—	0.76	—	—	—	2.28	
0.52	3000	—	—	0.76	—	—	—	2.46	
0.82	3000	—	—	0.76	—	—	—	2.69	
1.31	3000	—	—	0.76	—	—	—	3.02	
2.08	3000	—	—	0.76	—	—	—	3.40	
3.31	3000	—	—	0.76	—	—	—	3.89	
5.26	3000	—	—	0.76	—	—	—	4.53	
8.37	3000	—	—	1.14	—	—	—	6.04	
13.30	3000	—	—	1.14	—	—	—	7.83	
21.15	3000	—	—	1.14	—	—	—	8.35	
33.62	3000	—	—	1.14	—	—	—	10.00	
42.41	3000	—	—	1.4	—	—	—	11.00	

导体 截面积 mm ²	额定 电压 V	不同额定温度下标称厚度 mm						最小电 缆外径 mm	产品型号
		80℃	105℃	125℃	150℃	180℃	200℃		
53.49	3000	—	—	1.4	—	—	—	12.10	
67.43	3000	—	—	1.4	—	—	—	13.30	
85.01	3000	—	—	1.4	—	—	—	14.70	
107.02	3000	—	—	1.4	—	—	—	16.30	
0.13	600	—	—	—	0.76	—	—	2.10	PVINVE-150/TX/600V /SR
0.21	600	—	—	—	0.76	—	—	2.20	
0.32	600	—	—	—	0.76	—	—	2.40	
0.52	600	—	—	—	0.76	—	—	2.60	
0.82	600	—	—	—	0.76	—	—	2.80	
1.31	600	—	—	—	0.76	—	—	3.10	
2.08	600	—	—	—	0.76	—	—	3.50	
3.31	600	—	—	—	0.76	—	—	4.00	
5.26	600	—	—	—	0.76	—	—	4.70	
8.37	600	—	—	—	0.76	—	—	6.50	
13.30	600	—	—	—	0.76	—	—	7.70	
21.15	600	—	—	—	0.76	—	—	9.10	
33.62	600	—	—	—	0.76	—	—	11.50	
42.41	600	—	—	—	0.76	—	—	13.90	
53.49	600	—	—	—	0.76	—	—	14.80	
67.43	600	—	—	—	0.76	—	—	16.00	
85.01	600	—	—	—	0.76	—	—	17.50	
107.02	600	—	—	—	0.76	—	—	19.50	
0.08	600	—	—	—	—	—	0.51	1.40	PVINVE-200/TX/600V /SR
0.13	600	—	—	—	—	—	0.51	1.50	
0.21	600	—	—	—	—	—	0.51	1.70	
0.32	600	—	—	—	—	—	0.51	1.80	
0.52	600	—	—	—	—	—	0.51	2.00	
0.82	600	—	—	—	—	—	0.51	2.20	
1.31	600	—	—	—	—	—	0.51	2.60	
2.08	600	—	—	—	—	—	0.51	2.90	
3.31	600	—	—	—	—	—	0.51	3.50	
5.26	600	—	—	—	—	—	0.51	4.20	
8.36	600	—	—	—	—	—	0.76	6.00	
13.30	600	—	—	—	—	—	1.14	7.90	
21.15	600	—	—	—	—	—	1.14	9.30	
33.62	600	—	—	—	—	—	1.14	11.10	
42.41	600	—	—	—	—	—	1.65	12.20	
53.49	600	—	—	—	—	—	1.65	13.30	
67.43	600	—	—	—	—	—	1.65	14.60	
35.01	600	—	—	—	—	—	1.65	16.00	
107.20	600	—	—	—	—	—	1.65	17.60	
0.13	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.0	PVINVE-150/TX/3KV/SR PVINVE-200/TX/3KV/SR
0.21	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.1	
0.32	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.28	
0.52	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.46	
0.82	3000	—	—	—	0.76	—	—	2.68	
1.31	3000	—	—	—	0.76	—	—	3.02	
2.08	3000	—	—	—	0.76	—	—	3.42	
3.31	3000	—	—	—	0.76	—	—	3.88	
5.26	3000	—	—	—	0.76	—	—	4.53	
8.37	3000	—	—	—	1.14	—	—	6.04	
13.30	3000	—	—	—	1.52	—	—	7.83	
21.15	3000	—	—	—	1.52	—	—	9.11	

导体 截面积 mm ²	额定 电压 V	不同额定温度下标称厚度						最小电 缆外径 mm	产品型号
		mm							
		80℃	105℃	125℃	150℃	180℃	200℃		
33.62	3000	—	—	—	1.52	—	—	10.76	PVINVE-150/TX/1.1KV/SR PVINVE-180/TX/1.1KV/SR
1.31	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	4.04	
2.08	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	4.42	
3.31	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	4.91	
5.26	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	5.55	
8.37	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	6.30	
13.30	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	7.33	
21.15	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	8.61	
33.62	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	10.26	
42.41	1100	—	—	—	0.76	0.76	—	11.14	
53.49	1100	—	—	—	1.52	1.52	—	12.71	
67.43	1100	—	—	—	1.52	1.52	—	14.17	
85.01	1100	—	—	—	1.52	1.52	—	15.43	PVINVE-150/TX/1KV/SR PVINVE-200/TX/1KV/SR
107.02	1100	—	—	—	1.52	1.52	—	16.99	
0.08	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	1.91	
0.13	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	2.01	
0.21	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	2.13	
0.32	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	2.28	
0.52	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	2.46	
0.82	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	2.69	
1.31	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	3.02	
2.08	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	3.40	
3.31	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	3.89	
5.26	1000	—	—	—	0.76	—	0.76	4.53	
8.37	1000	—	—	—	1.14	—	1.14	6.04	PVINVE-150/TX/2KV/SR
13.30	1000	—	—	—	1.52	—	1.52	7.83	
21.15	1000	—	—	—	1.52	—	1.52	9.11	
33.62	1000	—	—	—	1.52	—	1.52	10.76	
42.41	1000	—	—	—	2.03	—	2.03	12.66	
53.49	1000	—	—	—	2.03	—	2.03	13.73	
67.43	1000	—	—	—	2.03	—	2.03	15.19	
85.01	1000	—	—	—	2.03	—	2.03	16.45	
107.02	1000	—	—	—	2.03	—	2.03	18.01	
0.08	2000	—	—	—	0.38	—	—	1.15	
0.13	2000	—	—	—	0.38	—	—	1.25	
0.21	2000	—	—	—	0.38	—	—	1.37	
0.32	2000	—	—	—	0.38	—	—	1.55	
0.52	2000	—	—	—	0.38	—	—	1.70	PVINVE-200/TX/3KV/SR PVINVE-200/TX/3KV/SR
0.82	2000	—	—	—	0.38	—	—	1.95	
1.31	2000	—	—	—	0.38	—	—	2.26	
2.08	2000	—	—	—	0.38	—	—	2.65	
3.31	2000	—	—	—	0.38	—	—	3.15	
5.26	2000	—	—	—	0.38	—	—	3.78	
0.32	3000	—	—	—	—	—	0.76	2.28	
0.52	3000	—	—	—	—	—	0.76	2.46	
0.82	3000	—	—	—	—	—	0.76	2.69	
1.31	3000	—	—	—	—	—	0.76	3.02	
2.08	3000	—	—	—	—	—	0.76	3.40	
3.31	3000	—	—	—	—	—	0.76	3.89	
5.26	3000	—	—	—	—	—	1.78	6.60	
8.36	3000	—	—	—	—	—	1.78	7.32	
13.30	3000	—	—	—	—	—	1.78	8.35	

导体 截面积 mm ²	额定 电压 V	不同额定温度下标称厚度 mm						最小电 缆外径 mm	产品型号
		80℃	105℃	125℃	150℃	180℃	200℃		
21.15	3000	—	—	—	—	—	1.78	9.63	
33.62	3000	—	—	—	—	—	1.78	11.28	
42.41	3000	—	—	—	—	—	1.78	12.16	
53.49	3000	—	—	—	—	—	1.78	13.23	
67.43	3000	—	—	—	—	—	1.78	14.69	
85.01	3000	—	—	—	—	—	1.78	15.95	
107.20	3000	—	—	—	—	—	2.41	18.80	

注：上表中耐温等级按材质分类，有聚氯乙烯型（80℃, 105℃）；交联聚乙烯型（125℃, 150℃）；硅橡胶型（150℃, 180℃, 200℃）共3类。

5.3 火花试验

5.3.1 成品火花试验

所有电缆成品应100%进行火花试验，按照表8进行。

5.3.2 绝缘火花试验

所有电缆的绝缘应100%进行火花试验，并符合GB/T 3048.9-2007规定的要求。

表8 不同材质绝缘/护套火花试验电压

平均厚度 mm	不同材质对应的火花试验电压 kV					
	聚氯乙烯类		交联聚乙烯类		硅橡胶类	
	工频火花机	直流火花机	工频火花机	直流火花机	工频火花机	直流火花机
$a \leq 0.25$	—	—	3.0	5.0	3.0	5.0
$0.25 < a \leq 0.5$	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0
$0.5 < a \leq 1.0$	6.0	9.0	6.0	9.0	6.0	9.0
$1.0 < a \leq 1.5$	10	15	10	15	10	15
$1.5 < a \leq 2.0$	10	15	10	15	15	23
$2.0 < a \leq 2.5$	15	23	15	23	20	30
$2.5 < a$	20	30	20	30	25	38

注：非密封性的绝缘结构，如无粘结层的绕包结构，其试验电压应在产品标准中规定。

表9 绝缘非电性试验要求

序号	试验项目	单位	绝缘材质							试验类型	试验方法
			聚氯乙烯		交联聚烯烃		硅橡胶				
			80℃	105℃	125℃	150℃	150℃	180℃	200℃		
1	抗拉强度和断裂伸长率										
1.1	交货状态原始性能									T, S	GB/T2951.11-2008
1.1.1	抗拉强度最小中间值	N/mm2	10.0	10.0	13.5	13.5	5.0	5.0	5.0		中的9.1。
1.1.2	断裂伸长率最小中间值	%	100	100	300	300	300	300	300		
1.2	空气烘箱老化后性能										
1.2.1	— 温度	℃	113±2	135±2	158±2	180±2	180±2	200±2	250±2		
	— 时间	h	168	168	168	168	168	168	168		
1.2.2	— 抗拉强度	N/mm2	—	—	—	—	3.45	3.45	3.45	T	GB/T2951.11-2008
1.2.3	— 抗拉强度保留率最小中间值	%	70	70	80	80	—	—	—		中的9.1，
1.2.4	— 断裂伸长率	%					100	100	100		GB/T2951.12-2008
1.2.5	— 断裂伸长率保留率最小中间值	%	65	65	80	80	—	—	—		中的8.1.3.1。
2	热变形试验										
2.1	试验条件	℃	121±1		—	—	—	—	—	T	参见附录B
	— 温度	h	4		—	—	—	—	—		
2.2	试验结果		绝缘最大厚度减少率不得大于50%,且不应破裂露导体		—	—	—	—	—		
3	热冲击试验										
3.1	试验条件	℃	100	136	158	180	—	—	—	T	GB/T2951.31-2008
	— 温度	h	1	1	1	1	—	—	—		
3.2	试验结果		2倍直径试棒缠绕6圈，应无开裂						—		中的9.1。
4	低温弯曲试验										
4.1	试验条件	℃	-40±2						—	T	GB/T2951.14-2008
	— 温度	h	4						—		
4.2	试验结果		2倍直径试棒缠绕6圈，应无开裂。						—		中的8.1。
5	耐日光试验（氙灯照射）									T, S	GB/T 16422.2-2014

序号	试验项目	单位	绝缘材质							试验类型	试验方法
			聚氯乙烯		交联聚烯烃		硅橡胶				
			80℃	105℃	125℃	150℃	150℃		180℃		
5.1	试验条件										
5.2	- 温度	℃	63								
	- 时间	h	720	720	720	720	720	720	720		
	- 辐照强度	w/mm2	0.35								
	试验结果										
	- 抗拉强度保留率最小值	%	80	80	80	80	80	80	80		
	- 断裂伸长率保留率最小值	%	80	80	80	80	80	80	80		
6	耐盐雾试验									T	GB/T2951.21-2008 中的10。
6.1	试验条件										
6.2	- 时间	h	336	336	336	336	336	336	336		
	试验结果										
	- 抗拉强度保留率	%	65	65	50	50	50	50	50		
	- 断裂伸长率保留率	%	65	65	50	50	50	50	50		
7	热延伸试验									T, S	GB/T2951.21-2008 第9章
7.1	- 温度	℃	-	-	200±2	200±2	250±2	250±2	250±2		
7.2	- 处理时间	min	-	-	15	15	15	15	15		
	- 机械应力	N/mm2	-	-							
	- 载荷下伸长率最大值	%	—	—	175	175	175	175	175		
	- 冷却后永久伸长率最大值	%	—	—	15	15	25	25	25		
8	柔软性试验									T	参见附录C
8.1	试验条件										
8.2	- 温度	℃	113±2	136±2	158±2	180±2	180±2	200±2	250±2		
	- 时间	h	168	168	168	168	168	168	168		
8.2.1	试验结果		2倍直径试棒缠绕6圈； 2倍直径U型弯曲成180°。								
8.2.2	- 外径≤16mm										
8.3	- 外径>16mm										
	试验结果		无开裂								
9	低温拉伸试验									T	GB/T2951.14-2008 中的8.3。
	（对于电缆外径>12.5mm）										
9.1	试验条件										
	- 施加低温时间	h	4								
	- 温度	℃	-40℃±2								

序号	试验项目	单位	绝缘材质							试验类型	试验方法	
			聚氯乙烯		交联聚烯烃		硅橡胶					
			80℃	105℃	125℃	150℃	150℃	180℃	200℃			
9.2	试验结果											
	－ 伸长率最小	%	30									
10	湿热试验									T	GB/T 2423.3-2016 GB/T 2951.11-2008	
10.1	试验条件											
	－ 温度	℃	90									
	－ 时间	h	1000									
	－ 相对温度，最小值		85									
	－ 恢复时间		16~24									
10.2	试验结果											
	－ 抗拉强度变化率最大值	%	-30									
	－ 断裂伸长率变化率最大值	%	-30									
11	耐酸耐碱试验									T	GB/T2951.21-2008 中的第10章， GB/T2951.11-2008 中的9.2。 详见附录A中的A.1	
11.1	耐酸试验											
	－酸性溶液浓度：草酸	mol/L	0.5									
	－ 温度	℃	23±2									
	－ 时间	h	168									
	老化后抗拉强度											
	－ 最大变化率	%	±30									
	老化的断裂伸长率											
	－ 最小中间值	%	100									
11.2	耐碱试验									T		
11.2.1	老化条件											
	－ 酸性溶液浓度：氢氧化钠	mol/L	1									
	－ 温度	℃	23±2									
	－ 处理时间	h	168									
11.2.2	老化后抗拉强度											
	－ 最大变化率	%	±30									
	老化后的断裂伸长率											
	－ 最小中间值	%	100									
12	高温压力试验									T	ISO 6722-1:2011中的5.8。 详见附录D	
12.1	试验条件											
	－ 温度	℃	参考附录D									

序号	试验项目	单位	绝缘材质							试验类型	试验方法
			聚氯乙烯		交联聚烯烃		硅橡胶				
			80℃	105℃	125℃	150℃	150℃	180℃	200℃		
	－ 载荷下加热时间	h	4								
	－ 电压（AC）	KV	1								
	－ 时间	min	1								
	－ 由刀片施加的压力	N	参考附录D								
12.2	试验结果		不击穿								

5.4 结构尺寸

- 5.4.1 导体结构尺寸应符合 5.1.1 和 5.1.2 的规定。
- 5.4.2 绝缘厚度应符合的 5.2.3 的规定。
- 5.4.3 电缆的外形尺寸应符合表 7 规定的要求。

5.5 电气性能

5.5.1 导体直流电阻

导体直流电阻应符合5.1.3的要求。

5.5.2 成品线缆电压试验

成品线缆电压试验应按表8规定的PVC/XLPE/SR对应的电压进行。

5.5.3 绝缘电阻试验

20℃绝缘电阻应符合表11和表12规定的PVC/XLPE/SR不同材质要求, 并满足GB/T 3048.5-2007的要求。

表10 成品线缆试验要求

序号	试验项目	单位	绝缘材质及额定电压（AC）				
			600V	1000V	1100V	2000V	3000V
1	导体电阻		见5. 1. 3				
2	成品线缆浸水耐压试验						
2. 1	试验条件						
	——试样长度	m	10	10	10	10	10
	——浸水最少时间	h	1	1	1	1	1
	——水温	℃	20±5	20±5	20±5	20±5	20±5
2. 2	试验电压（AC）	kV					
	PVC	kV	2	3	3. 2	5	7
	XLPE	kv	2. 5	3	3. 2	5	7
2. 3	SR	kv	4	6	6. 4	8	10
	——导体与水之间	min		1	1	1	1
	最少施加电压时间		1				
	试验结果		不击穿	不击穿	不击穿	不击穿	不击穿
3	绝缘电阻测量		应按照不同材质划分				
3. 1	20℃绝缘电阻						
3. 1. 1	试验条件						
	——试样长度	m	5				
	——浸水最少时间	h	2				
	——水温	℃	20±5				
3. 1. 2	试验结果	MΩ. KM	详见表7-1，表7-2				

表11 热塑性绝缘电缆的室温绝缘电阻

导体截面积 mm ²	绝缘厚度 标称值 mm	绝缘电阻值 (20℃)					
		聚氯乙烯类（PVC）		聚氯乙烯类（PVC）		聚氯乙烯类（PVC）	
		额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ. km	额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ. km	额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ. km
0.05	0.76	600/1000/1100	3.09	2000	3.09	3000	3.09
0.08	0.76	600/1000/1100	2.79	2000	2.79	3000	2.79
0.13	0.76	600/1000/1100	2.48	2000	2.48	3000	2.48
0.21	0.76	600/1000/1100	2.18	2000	2.18	3000	2.18
0.32	0.76	600/1000/1100	1.94	2000	1.94	3000	1.94
0.40	0.76	600/1000/1100	1.82	2000	1.82	3000	1.82
0.50	0.76	600/1000/1100	1.70	2000	1.70	3000	1.70
0.52	0.76	600/1000/1100	1.68	2000	1.68	3000	1.68

导体截面积 mm ²	绝缘厚度 标称值 mm	绝缘电阻值 (20℃)					
		聚氯乙烯类 (PVC)		聚氯乙烯类 (PVC)		聚氯乙烯类 (PVC)	
		额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ·km	额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ·km	额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ·km
0.75	0.76	600/1000/1100	1.49	2000	1.49	3000	1.49
0.82	0.76	600/1000/1100	1.45	2000	1.45	3000	1.45
1.00	0.76	600/1000/1100	1.36	2000	1.36	3000	1.36
1.31	0.76	600/1000/1100	1.24	2000	1.24	3000	1.24
1.50	0.76	600/1000/1100	1.18	2000	1.18	3000	1.18
2.08	0.76	600/1000/1100	1.05	2000	1.05	3000	1.05
2.50	0.76	600/1000/1100	0.98	2000	0.98	3000	0.98
3.31	0.76	600/1000/1100	0.88	2000	0.88	3000	0.88
4.00	0.76	600/1000/1100	0.82	2000	0.82	3000	0.82
5.26	0.76	600/1000/1100	0.74	2000	0.74	3000	0.74
6.0	1.14	600/1000/1100	0.96	2000	0.96	3000	0.96
8.37	1.14	600/1000/1100	0.84	2000	0.84	3000	0.84
10.00	1.52	600/1000/1100	0.98	2000	0.98	3000	0.98
13.30	1.52	600/1000/1100	0.88	2000	0.88	3000	0.88
16.00	1.52	600/1000/1100	0.82	2000	0.82	3000	0.82
21.20	1.52	600/1000/1100	0.73	2000	0.73	3000	0.73
25.00	1.52	600/1000/1100	0.68	2000	0.68	3000	0.68

表12 热固性低烟无卤单绝缘电缆的室温绝缘电阻

导体截面积 mm ²	绝缘厚度 标称值 mm	绝缘电阻值 (20℃)					
		交联聚烯烃 /硅橡胶		交联聚烯烃 /硅橡胶		交联聚烯烃 /硅橡胶	
		额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ·km	额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ·km	额定电压 V	最小绝缘电阻 MΩ·km
1.5	0.7	600/1000/1100	860	2000	860	3000	860
2.5	0.7	600/1000/1100	690	2000	690	3000	690
4.0	0.7	600/1000/1100	580	2000	580	3000	580
6.0	0.7	600/1000/1100	500	2000	500	3000	500
10.0	0.7	600/1000/1100	420	2000	420	3000	420
16.0	0.9	600/1000/1100	340	2000	340	3000	340
25.0	0.9	600/1000/1100	340	2000	340	3000	340
35.0	0.9	600/1000/1100	290	2000	290	3000	290
50.0	1.0	600/1000/1100	270	2000	270	3000	270
70.0	1.1	600/1000/1100	250	2000	250	3000	250
95.0	1.1	600/1000/1100	220	2000	220	3000	220
120.0	1.2	600/1000/1100	210	2000	210	3000	210
150.0	1.4	600/1000/1100	210	2000	210	3000	210
185.0	1.6	600/1000/1100	200	2000	200	3000	200
240.0	1.7	600/1000/1100	200	2000	200	3000	200

5.6 电缆的机械性能

电缆的机械性能应符合表9中的规定要求。

5.7 柔软性试验

电缆的柔软性试验应符合表9的规定要求，试验方法按照附录C进行，试样不开裂。

5.8 热延伸试验

热固性绝缘应进行热延伸试验，应符合表9的规定要求。

5.9 热变形试验

热变形试验应符合表9的规定要求。

5.10 湿热试验

湿热试验应符合表9的规定要求。

5.11 不延燃试验

垂直燃烧试验及水平燃烧试验按照材质类型，应符合表13的规定。

表13 不延燃试验要求

燃烧测试类别	材料选型						
	聚氯乙烯		交联聚乙烯		硅橡胶		
	80℃	105℃	125℃	150℃	150℃	180℃	200℃
垂直燃烧测试	○	○	○	○			
水平燃烧测试					○	○	○

5.12 盐雾试验

线缆经过盐雾试验后机械性能应符合表9的要求，导体电阻应符合表5的要求，试验方法应按照附录B.2进行。

5.13 耐日光试验

耐日光性能应符合表9的规定。

5.14 热冲击试验

热冲击性能应符合表9的规定。

5.15 低温弯曲试验

低温弯曲性能应符合表9的规定。

5.16 低温拉伸试验

低温拉伸试验应符合表9的规定要求，试验要求和方法应符合GB/T 2951.14-2008的规定。

5.17 耐酸耐碱试验

耐酸耐碱试验应符合表9的规定要求。

5.18 高温压力试验

高温压力试验应符合表9的规定要求，应按照附录D进行。

6 试验方法

产品按表14规定项目和试验方法进行试验。

表14 试验要求

序号	项目	本文件章条号	试验类型	试验方法
1	导体电阻试验	5.5.1	S、T	GB/T 3048.4-2007
2	绝缘电阻试验	5.5.3	S、T	GB/T 3048.5-2007
3	成品耐电压试验	5.5.2	S、T	GB/T 3048.8-2007
4	结构尺寸检查			
4.1	导体结构	5.1.1, 5.1.2	S、T	GB/T 4909.2-2009
4.2	外形尺寸	5.2.2, 5.2.3	S、T	GB/T 2951.11-2008
5	物理性能			
5.1	绝缘物理性能试验	5.6	T	GB/T 2951.12-2008
5.2	护套物理性能试验			

序号	项目	本文件章条号	试验类型	试验方法
6	热延伸试验	5.8	T、S	GB/T 2951.21-2008
7	柔软性试验	5.7	T、S	附录C
8	热变形试验	5.9	T	附录B
9	热冲击试验	5.14	T	GB/T 2951.31-2008中的9.1
10	低温弯曲试验	5.15	T	GB/T2951.14-2008中的8.1
11	耐日光试验	5.13	T	GB/T 16422.2-2014
12	耐盐雾试验	5.12	T	GB/T2423.17-2018 GB/T2951.11-2008
13	不延燃试验	5.11	T	GB/T 12666.1-2008 GB/T 12666.2-2008
13.1	垂直燃烧试验			
13.2	水平燃烧试验			
14	湿热试验	5.10	T	GB/T 2423.3-2016
15	低温拉伸试验	5.16	T	GB/T2951.14-2008
16	耐酸耐碱试验	5.17	T	GB/T 2951.21-2008
17	印刷标志耐擦试验	7.3	T、S	GB/T 5023.2-2008
18	高温压力试验	5.18	T	GB/T 2951.21-2008
19	火花试验 成品火花试验 绝缘火花试验	5.3 5.3.1 5.3.2	R	GB/T3048.9-2007

7 标志

7.1 产地标志和线缆识别

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

标志可以用油墨印字或激光喷字等方式在绝缘或护套上。

7.2 标志的连续性

一个完整的标志的末端与下一个标志的始端之间的距离应不超过275mm。

7.3 耐擦性

油墨印字标志应耐擦，参考GB/T 5023-2008中项规定。

7.4 清晰度

所有标志应字迹清楚。标志识别线的颜色应容易识别或易于辨认。

8 检验规则

8.1 产品由制造厂的质量检查部门检验合格后方可出厂，出厂产品应附有质量检验合格证。

8.2 产品应按表 10 规定试验项目进行验收。

8.2.1 结构尺寸检查应在每一批同一型号规格的电缆上进行，其数量应不超过交货数量的 10%。

8.2.2 电缆长度超过 4km，可根据表 15 确定抽取的试样数。

表15 抽样试样数

电缆交货长度 L km	试样数
4<L≤20	1
20<L≤40	2
40<L≤60	3
其余类推	其余类推

8.3 产品应符合规定的抽样数量，也可由双方协议规定。

8.4 抽检项目的检验结果不合格时，应加倍取样。如果对不合格项目进行第二次试验仍不合格时，应100%进行检验。

8.5 电缆的交货长度和允许的短段长度由用户和制造厂商定。

8.6 电缆成盘交货的盘具应符合 JB/T 8137.1-2013。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

9.1.1 成圈或成盘电缆应卷绕整齐，妥善包装。

9.1.2 成盘电缆端头应可靠密封，伸出盘外的电缆端头应加热收缩保护套，伸出的长度应不小于 300mm。

9.1.3 成盘电缆的电缆盘外侧及成圈电缆的附加标签应标明：

- a) 制造厂名或商标；
- b) 电缆型号及规格；
- c) 长度 m；
- d) 毛重 kg；
- e) 制造日期： 年 月。

9.2 运输和贮存

成盘电缆的运输和贮存应符合以下要求：

- a) 电缆应避免在露天存放，电缆盘不允许平放；
- b) 运输中禁止从高处扔下装有电缆的电缆盘，严禁机械损伤电缆；
- c) 吊装包装件时，严禁多盘同时吊装，在车辆船舶等运输工具上，电缆盘必须放稳，并用合适方法固定，防止互撞或翻倒。

附 录 A
(规范性)
特殊特定环境测试

A.1 耐酸耐碱试验

A.1.1 试验目的:

按照GB/T 2951.11-2008、GB/T2951.21-2008的规定进行机械性能测试。

A.1.2 试验条件:

- 选用酸液类型 N-盐酸标准溶液, 其浓度为 1mol/L;
- 选用碱液类型 N-氢氧化钠标准溶液, 其浓度为 1mol/L;
- 温度 $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- 试验时间: 168h。

A.1.3 试样制备:

盐雾试验机。

A.1.4 试样步骤:

从成品线缆上取 500mm 长 3 根, 线径在公差范围内的光滑且未经老化处理的试样。
将试样放进温度 $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 的酸液和碱液中各浸泡 168h。

A.1.5 结果判定:

完成浸泡后的试样抗拉强度变化率=± (试验前样品抗拉强度×30%); 完成后
试样断裂伸长率 $\geq 100\%$ 为合格。

注: 整个试验需要做2项独立的试验, 一项使用酸液, 一项使用碱液。

A.2 盐雾试验方法

A.2.1 试验目的:

按照GB/T 2423.17-2018的规定进行盐雾测试(仅限电线电缆, 不含接插件部分)。

A.2.2 试验条件:

- 空气相对湿度: 85%;
- 盐溶液浓度 $(5 \pm 1) \%$;
- 盐溶液 PH 值: 6.5~7.2;
- 试验温度 $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- 试验时间: 336h;

A.2.3 试样制备:

盐雾试验箱

A.2.4 试样步骤:

按照GB/T 2423.17-2018规定进行盐雾测试, 完成后将样品从试验箱中取出并在常温下至少放置16h,
再按照GB/T 2951.11-2008的相关规定进行取样, 并对老化后的绝缘进行耐压测试, 机械强度的抗拉强度和断裂伸长率试验。

A.2.5 结果判定:

试验后绝缘性能满足抗拉强度保留率不低于70%, 断裂伸长率保留率不低于70%为合格。

附 录 B
(规范性)
线缆热变形试验

B.1 试验目的

本试验主要是验证线缆的绝缘或护套在高温下的抗变形能力。

B.2 试验条件

- 换气式烘箱温度设定为（0~300℃±2℃）；
- 1 支标准温度计（精度±1℃）；
- 1 个钟面测微计，要求其测砧和测杆的末端都是平面（直径为 6.4±0.2 mm，能够施加 0.10 到 0.83 N 的负荷，测量的精度达到 0.01mm；
- 1 个产品标准中规定的砝码（见下附表）。砝码用于压住试样的一头应该有一个直径为 9.5mm 的压脚，边缘微圆，并固定在框架上用以提供自由地垂直运动（见图 3）

B.3 试样制备：

1台换气式烘箱

B.4 试验步骤：

- 从成品线缆上取25mm长、宽度最大不超过14mm且厚度一致的光滑且未经老化处理的试样。
- a) 在测试试样上即将被砝码压脚压住的地方做上标记。在这个标记的位置，根据 6.1.2 测量试样的初始厚度，除了在标记处只需进行一次测量以外。使用钟面测微计直接测量一个光滑试样的初始厚度；
 - b) 将测试装置和试样一同置于空气烤箱中在规定的温度下烘烤一小时。当时间到后，将试样置于砝码压脚下面压住标记的位置，保持装置和试样在烘箱中。除非产品标准中另有规定，否则试样仍然要在这种条件下测试 1 小时；
 - c) 当时间结束，应该从砝码压脚下小心地取出试样。在取出动作之后的 15 秒内，使用步骤 a) 所述的方法测量标记处的厚度。

B.5 热变形计算：

热变形的计算按公式（B.1）进行。

$$a = \frac{a_1 - a_2}{a_1} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中：

- a₁ 测试之前的厚度，单位为毫米（mm）；
- a₂ 测试之后的厚度，单位为毫米（mm）；
- a 热变形

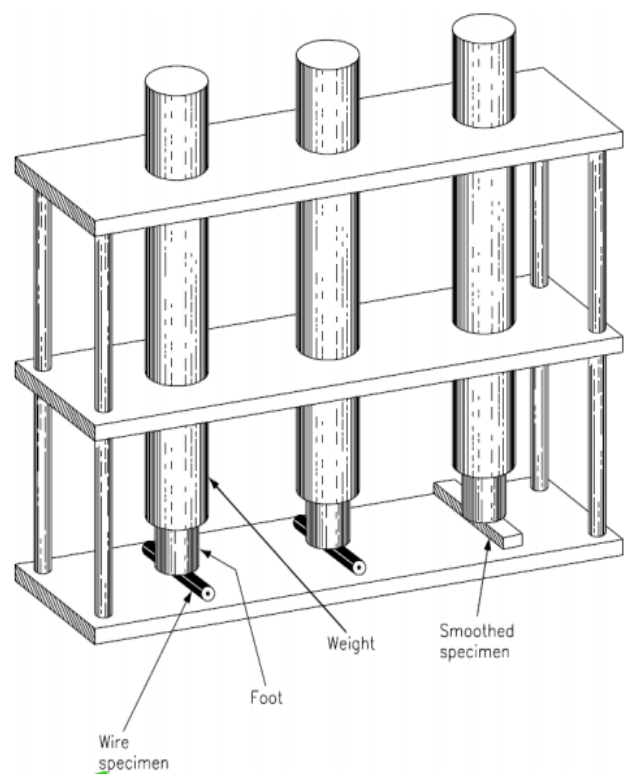
B.6 热变形结果

- 测试温度；
- 变形百分数。

表B.1 热变形试验条件

材料	样品	导体标称截面积 A mm ²	负载N
PVC	绝缘或绝缘整体和护套	0.0804≤A<0.412	≤2.45
XLPE		0.412≤A<0.519	≤3.93a

材料	样品	导体标称截面积 A mm ²	负载N
		0.519≤A<4.17	≤4.90
		4.17≤A<13.30	≤15.72
		13.30≤A<153.49	≤19.61
^a 平均厚度小于0.762mm，负载用2.45N。			



图B. 1 热变形试验装置示意图

B. 7 结果判定：

符合表9的规定且样品不能出现被压柱压裂，露出导体样品厚度，减少不能大于50%。

附 录 C
(规范性)
柔软性试验

C.1 试验目的

本试验主要是验证线缆在室温和一定温度下的抗卷绕性能。

C.2 试验条件

- 1 台与老化试验箱相同的烘箱。
- 不同直径试棒。

C.3 试样制备

取两段成品线缆试样，长度约500mm，在取样过程中保持试样自然弯曲。

C.4 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 从两段试样中取一件放入空气烘箱中处理，烘箱处理时间和温度与绝缘烘箱老化的要求一致。经空气烘箱处理后，再将试样放在室温中冷却至少 16h；另外一件在室温条件也应保持至少 16h。
- b) 选择试样直径 2 倍的试棒，如试棒直径小于 5mm，则选择直径 5mm 的试棒，然后将试样紧密缠绕 6 圈在试棒上，缠绕过程中不应让试样发生轴向扭曲。对于线缆直径大于 16mm 的试样在试样直径 2 倍的试棒上做 U 型弯曲并至少接触试棒 180°。
- c) 最后目视检查试样是否开裂。目视检查时不应使用放大镜。
- d) 如实记录试验结果。

C.5 结果判定：

试验结果满足表9的《柔软性试验要求》指标的为合格。

附录 D
(规范性)
高温压力试验

D.1 试验目的

本试验用于验证电线在热应力作用后是否保持电气完整性。本试验主要对交联聚烯烃和硅橡胶电线进行高温压力试验，包括电缆的绝缘和护套。

D.2 试验条件

- 在施加电压前将试样浸渍在盐水浴中最小 10min；
- 施加 1KV（交流）电压 1min；
- 在施加 1KV (AC) 电压后不再提升电压。

D.3 试样制备：

高温压力试验装置。

D.4 试验步骤

先准备3条600mm长的电线试样，按照表D.1设定烘箱温度。烘试验装置如下图所示，确保试验装置稳定，避免振动。

刀片对试样施加的力F按公式（D.1）计算：

$$F = 0.8\sqrt{i(2 \times D - i)}$$
 (D.1)

式中：

- F 施加在试样上的垂直合力，单位为牛顿（N）；
 - D 表4给出的相应规格对应电线的最大外径，单位为毫米（mm）；
 - i 表4给出的相应规格电线的绝缘厚度标称值, 单位为毫米（mm）；
 - 0.8 系数，N/mm。
- 计算时可以精确到末尾的小数，但误差不应超过3%；

表D.1 高温压力试验温度对照表

耐温等级	耐温温度 ℃	试验温度（耐温等级值） ℃
A	85	85±2
B	100	100±2
C	125	125±3
D	150	150±3
E	175	175±3
F	200	200±3
G	225	225±4
H	250	250±4

如图D.1安装试样，在支架上固定试样，使其避免在刀刃的压力下弯曲。装置的负荷和刀刃应施加在试样的中部并与轴线垂直。对试样施加负荷后不需要预热直接放入烘箱中，保持4h, 然后在10s内将试样浸渍在冷水中；对其他试样重复这个程序。

冷却后对试样进行耐电压试验，试验按ISO6722-1:2011中5.5进行。

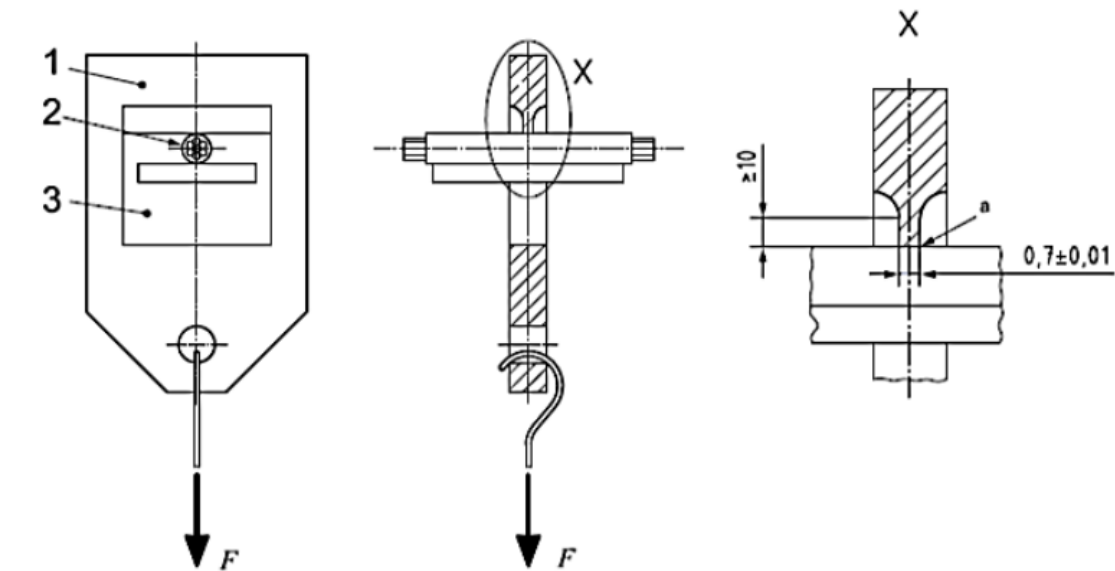
试验程序条件：

- 在施加电压前试样浸渍在盐水浴中最小 10min；
- 施加 1kV (ac) 保持 1min；
- 在施加 1kV 交流电压后不再提升电压；

D.5 结果判定:

耐压试验期间不应发生击穿, 并满足表D. 1和《表9 绝缘非电性试验要求》的高温压力试验要求指标为合格。

单位为毫米, mm



标引序号说明:
1——试验架;
2——试样;
3——支架;
F——施加力;
a——倒角最大半径为0.005mm。

图D. 1 高温压力试验示意图

参 考 文 献

- [1] NB/T 32004-2013 光伏发电并网逆变器技术规范；
 - [2] CQC 2014 《光伏逆变器特定环境技术要求》；
 - [3] UL758-2022和UL1581-2023火花试验；
 - [4] UL1581-2023 NO. 480 加速老化试验和NO. 481 长期老化试验。
-