

ICS 29.060.20

CCS K 13

# T/AHDD

团 体 标 准

T/AHDD 0018-2025

## 电池储能系统用电缆

Electric Cables for Battery Energy Storage System

2025-05-13 发布

2025-05-30 实施

安徽省电线电缆行业协会发布

## 目 录

前言.....	1
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
4.1 电缆额定电压.....	2
4.2 工作温度.....	2
4.3 阻燃性能.....	2
4.4 电缆的允许弯曲半径.....	2
5 产品代号、型号及表示方法.....	2
5.1 代号.....	2
5.2 产品型号.....	2
5.3 产品标记及示例.....	3
6 技术要求.....	3
6.1 导体.....	3
6.2 隔离层.....	3
6.3 绝缘.....	4
6.4 护套(若有).....	7
6.5 电缆外径.....	9
7 标志.....	9
7.1 产地标志和电缆识别.....	9
7.2 标志连续性.....	9
7.3 清晰度和耐擦性.....	9
8 成品电缆试验.....	9
8.1 电缆的结构尺寸.....	9
8.2 电缆的电气性能.....	10
8.3 绝缘和护套的非电气性能.....	10
8.4 电缆的单根阻燃试验.....	10
8.5 耐液体(电池酸)试验.....	10
8.6 热寿命评价.....	10
8.7 柔软度评价.....	11
8.8 成品电缆的特殊性能(需要时).....	11
9 交货长度.....	12
10 检验规则.....	13
11 标志、包装、运输和贮存.....	15
11.1 标志与包装.....	15
11.2 运输和贮存.....	15
附录 A(规范性)耐液体试验(电池酸).....	16

## 前 言

本文件根按照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。

本文件由安徽省电线电缆行业协会提出。

本文件由安徽省电线电缆行业协会归口。

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。

本文件起草单位：江西优尔检测认证有限公司、安徽中润集团股份有限公司、安徽鑫海高导新材料有限公司、蓝德能源科技股份有限公司、安徽联信电缆集团有限公司、安徽怡和电缆有限公司、安徽华航电缆科技有限公司、鹰潭市康大塑胶有限公司、安徽楚峰电缆有限公司、安徽卓众电缆集团有限公司、安徽迎客松电缆集团有限公司、新亚特电缆股份有限公司、安徽省产品质量监督检验研究院、安徽省电线电缆行业协会。

本文件起草人：斯红超、张秋艳、林家弘、王赵兰、孙汝霞、王飞、李名玉、朱荣、李明、裴少飞、李玉龙、韩惠福、宣萍、胡良健、付世财、邓九旺、杨超、唐明全、余梦。

本文件为首次发布。

# 电池储能系统用电缆

## 1 范围

本文件规定了电池储能系统用额定电压DC 1500V及以下电池连接电缆（以下简称电池电缆）的术语和定义、使用特性、产品代号、型号及表示方法、技术要求、标志、成品电缆试验、交货长度、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于电池储能系统中直流侧的电池模块之间、电池簇之间、电池簇与汇流箱或电池簇与储能变流器之间的电缆。

## 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 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
- GB/T 2423.17—2024 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（IEC 60811-1-1:2001）
- GB/T 2951.12—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第12部分：通用试验方法热老化试验方法（IEC 60811-1-2:1985）
- GB/T 2951.13—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第13部分：通用试验方法密度测定方法-吸水试验收缩试验（IEC 60811-1-3:2001）
- GB/T 2951.14—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第14部分：通用试验方法低温试验（IEC 60811-1-4:1985）
- GB/T 2951.21—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法第21部分：弹性体混合料专用试验方法耐臭氧试验-热延伸试验-浸矿物油试验（IEC 60811-2-1:2001）
- GB/T 2951.31—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第31部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法 高温压力试验-抗开裂试验（IEC 60811-3-1:1985）
- GB/T 2951.32—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第32部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法—失重试验—热稳定性试验（IEC 60811-3-2:1985）
- 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 5013.2—2008 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆 第2部分：试验方法
- 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 11026.1—2016 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（IEC 60216-1: 2013）
- 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（IEC 60216-2: 2005）
- 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 17650.1—2021 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—2021 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 17651.2—2021 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定
- GB/T 18380.12—2022 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验第12部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW 预混合型火焰试验方法（IEC 60332-1-2:2015）
- GB/T 18380.35—2022 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—2022 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
- JB/T 8137—2013 电线电缆交货盘

IEC 60684-2: 2011 绝缘软套管 第 2 部分:试验方法

### 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

电缆的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。

注1: 本标准电缆的额定电压为DC 900V和DC 1500V。额定电压值为导体对“地”或周围介质之间的电压有效值。

#### 3.2 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要求。

#### 3.3 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。

#### 3.4 型式试验 (T) type tests

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

### 4 使用特性

#### 4.1 电缆额定电压

电缆的额定电压: DC 900V和DC 1500V。

#### 4.2 工作温度

绝缘和护套材料的导体最高连续工作温度和使用的的环境最低温度见表1, 除非另有说明, 首选环境温度范围为-20℃至+60℃, 使用时应根据环境选择适合的电缆。

表 1 材料使用的温度

绝缘材料代号	护套材料代号	温度 (°C)	
		导体最高连续工作温度	使用环境最低温度
V-90	V-90	+90	-20
YJ-125	YJ-125	+125	-40

#### 4.3 电缆的允许弯曲半径

—无护套电缆, 应不小于电缆外径的5倍。

—其他电缆, 应不小于电缆外径的6倍。

### 5 产品代号和表示方法

#### 5.1 代号

##### 5.1.1 系列代号 (成束阻燃):

无成束阻燃要求.....-

成束阻燃C类.....ZC

成束阻燃D类.....ZD

##### 5.1.2 产品系列代号:

电池储能系统用.....ES

##### 5.1.3 导体代号及含义:

第5类铜导体.....-

第6类铜导体.....R

##### 5.1.4 绝缘和护套材料代号及含义:

90℃聚氯乙烯混合物绝缘/护套.....V

125℃交联聚烯烃绝缘/护套.....YJ

##### 5.1.5 温度等级代号及含义

正常运行时, 电缆导体最高允许工作温度为 90℃.....90

正常运行时, 电缆导体最高允许工作温度为 125℃.....125

#### 5.2 产品型号及名称见表2。

表 2 产品型号及名称

产品型号	名称
------	----

ES-RV-90	耐热 90℃ 聚氯乙烯绝缘电池储能系统用电池连接无护套电缆
ZC-ES-RV-90	阻燃C类耐热 90℃ 聚氯乙烯绝缘电池储能系统用电池连接无护套电缆
ES-RVV-90	耐热 90℃ 聚氯乙烯绝缘电池储能系统用电池连接护套电缆
ZC-ES-RVV-90	阻燃C类耐热 90℃ 聚氯乙烯绝缘电池储能系统用电池连接护套电缆
ES-RYJ-125	耐热 125℃ 交联聚烯烃绝缘电池储能系统用电池连接无护套电缆
ZC-ES-RYJ-125	阻燃C类耐热 125℃ 交联聚烯烃绝缘电池储能系统用电池连接无护套电缆
ES-RYJYJ-125	耐热 125℃ 交联聚烯烃绝缘电池储能系统用电池连接护套电缆
ZC-ES-RYJYJ-125	阻燃C类耐热 125℃ 交联聚烯烃绝缘电池储能系统用电池连接护套电缆

### 5.3 产品标记及示例

产品用型号、电压等级、规格及本标准编号表示：

示例 1：耐热 90℃ 聚氯乙烯绝缘电池储能系统用电池连接护套电缆，额定电压 DC 900V，4mm<sup>2</sup>，表示为：ES-RV-90 DC 900V 4。

示例 2：耐热 125℃ 交联聚烯烃绝缘电池储能系统用电池连接无护套电缆，额定电压 DC900V，10mm<sup>2</sup>，表示为：ES-RYJ-125 DC900V 10。

示例 3：耐热 125℃ 交联聚烯烃绝缘电池储能系统用电池连接护套电缆，额定电压 DC1500V，120mm<sup>2</sup>，表示为：ES-RYJYJ-125 DC1500V 120。

示例 4：阻燃C类耐热 125℃ 交联聚烯烃绝缘电池储能系统用电池连接护套电缆，额定电压 DC1500V，95mm<sup>2</sup>表示为：ZC-ES-RYJYJ-125 DC1500V 95。

## 6 技术要求

### 6.1 导体

#### 6.1.1 材料

铜导体应是退火铜线。导体中的单线应是不镀锡或镀锡的圆铜线。

#### 6.1.2 结构

导体中单线的最大直径应符合GB/T 3956-2008中第5种或第6种导体的要求。

#### 6.1.3 电阻

电缆导体在20℃的电阻应符合GB/T 3956-2008中第5种或第6种导体的要求。

### 6.2 隔离层

导体外面允许包覆非吸水性隔离层，隔离层应容易从导体上取下。

### 6.3 绝缘

#### 6.3.1 材料

绝缘材料的选用应与电缆的耐温等级相适应。

绝缘应采用聚氯乙烯或交联聚烯烃材料，其非电气性能应符合表3规定。

注：户外用无护套电缆产品的绝缘颜色优先选用黑色。

表 3 绝缘非电气性能

序号	试验项目	单位	性能指标		试验方法
			V	YJ	
1	抗张强度和断裂伸长率				
1.1	交货状态原始性能				GB/T 2951.11-2008第9.1条
1.1.1	抗张强度原始值： —最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	15.0	8.0	
1.2.1	断裂伸长率原始值： —最小中间值	%	150	200	
1.2	空气烘箱老化后性能				GB/T 2951.12-2008
1.2.1	老化条件：				GB/T 2951.11-2008第9.1条

	—温度	℃	135±2	158±2	
	—时间	h	240	168	
1.2.2	老化后的抗张强度:				
	—最小中间值	MPa			
	—最大变化率	%	±25	±30	
1.2.3	老化后断裂伸长率:				
	—最小中间值	%	-	-	
	—最大变化率	%	±25	±30	
2	热延伸试验				GB/T 2951.21-2008 第9章
2.1	试验条件:				
	—温度	℃	-	200±3	
	—机械应力	N/cm <sup>2</sup>	-	20	
2.2	载荷下允许最大伸长率	%	-	175	
2.3	冷却后最大永久伸长率	%	-	15	
3	失重试验				GB/T 2951.32-2008第8.1条
3.1	老化条件:				
	—温度	℃	115	-	
	—时间	h	240	-	
3.2	失重:				
	—最大值	mg/cm <sup>2</sup>	2.0	-	
4	非污染试验				GB/T 2951.12 -2008 第8.1.4条
4.1	老化条件				
	—温度	℃	100±2	135±2	
	—时间	h	240	168	
4.2	老化后机械性能		同 1.2.2 和 1.2.3		
5	高温压力试验				GB/T 2951.31-2008第8.1条
5.1	试验条件:				
	—刀口上施加的压力		见 GB/T		
	—载荷下加热时间		2951.31-2008 中8.1.4 和 8.1.5	-	
	—温度	℃	90±2	-	
5.2	试验结果:				
	—压痕深度, 最大中间值	%	50	-	
6	热冲击试验				GB/T 2951.31-2008第9.2条
6.1	试验条件:				
	—温度	℃	150	-	
	—时间	h	1	-	
6.2	试验结果		不开裂	-	
7	热稳定试验				GB/T 2951.32-2008第9章
7.1	试验条件:				

7.2	—温度 试验结果:	°C	200±0.5	-	
	—最小平均热稳定时间	min	180	-	
8	低温拉伸试验				GB/T 2951.14-2008第8.3条
8.1	试验条件:				
	—温度	°C	-20±3	-40±3	
	—施加低温时间		见 GB/T2951.14-2008 中 8.3.4 和 8.3.5		
8.2	试验结果				
	—最小伸长率	%	20		
9	低温弯曲试验				GB/T 2951.14-2008第 8.1条
	对于电缆外径小于 12.5mm				
9.1	试验条件:				
	—温度	°C	-20±2	-40±3	
	—施加低温时间		见 GB/T2951.14-2008 中 8.1.4 和 8.1.5		
9.2	试验结果		不开裂		
10	低温冲击试验				GB/T 2951.14-2008第8.5条
10.1	试验条件:	°C			
	—温度		-20±2	-40±3	
	—施加低温时间		见 GB/T2951.14-2008 中 8.5.5		
	—落锤质量		见 GB/T2951.14-2008 中 8.5.4		
10.2	试验结果		无裂纹		
11	耐酸碱试验 <sup>a</sup>				GB/T2951.21-2008
11.1	试验条件:				
	—酸: 标准草酸 (0.5mol/L)				
	—碱: N-氢氧化钠标准溶液 (1mol/L)				
	—温度	°C	23±2	23±2	
	—处理时间	h	168	168	
11.2	试验结果				
	抗张强度				
	—最大变化率	%	±30	±30	
	—断裂伸长率, 最小中间值	%	100	100	
12	热收缩试验				GB/T 2951.13-2008第 10章
12.1	处理条件				
	—温度 (偏差±2°C)	°C	-	158	
	—加热持续时间	h	-	1	
12.2	试验结果				
	—允许收缩率, 最大	%	-	4	
13	卤素含量评估				
13.1	试验结果				
	—卤酸气体含量 (以 HCl 表示), 最大	%	-	0.5	GB/T 17650.1-2021

—pH 值, 最小			-	4.3	GB/T 17650.2-2021
—电导率, 最大	$\mu\text{S}/\text{mm}$		-	10	
—氟含量, 最大	%		-	0.1	IEC 60684-2:2011

a 耐酸碱试验为两项独立的试验, 一项使用酸液, 一项使用碱液。试验步骤应符合 GB/T 2951.21-2008的相关规定。

### 6.3.2 绝缘

绝缘应紧密挤包在导体或隔离层外。绝缘表面应平整、色泽均匀。

### 6.3.3 厚度

绝缘厚度的平均值应不小于表4（无护套电缆）和表5（带护套电缆）规定的标称值, 其最薄处厚度应不小于标称值的90%-0.1mm。

表 4 无护套电缆的结构尺寸

导体标称截面积/ $\text{mm}^2$	RYJ-125				RV-90	
	DC 900V		DC 1500V		DC 900V	
	绝缘厚度规定值/ mm	平均外径上限/ mm	绝缘厚度规定值/ mm	平均外径上限/ mm	绝缘厚度规定值/ mm	平均外径上限/ mm
4	0.7	4.5	0.8	4.8	1.0	5.2
6	0.7	5.1	0.8	5.3	1.0	5.8
10	0.7	6.1	1.0	6.8	1.0	6.8
16	0.7	7.4	1.1	8.4	1.0	8.1
25	0.9	9.5	1.3	10.4	1.2	10.2
35	0.9	11.0	1.3	11.9	1.2	11.7
50	1.0	13.0	1.5	14.2	1.4	13.9
70	1.1	15.3	1.5	16.2	1.4	16.0
95	1.1	17.1	1.5	18.0	1.6	18.2
120	1.2	19.3	1.5	20.0	1.6	20.2
150	1.4	21.6	1.7	22.3	1.8	22.5
185	1.6	24.0	1.9	24.7	2.0	24.9
240	1.7	27.3	2.0	28.0	2.2	28.4

表 5 带护套电缆的结构尺寸

导体标称截面积/ $\text{mm}^2$	RYJYJ-125						RVV-90		
	DC 900V			DC 1500V			DC 900V		
	绝缘厚度规定值/ mm	护套厚度规定值/ mm	平均外径上限/ mm	绝缘厚度规定值/ mm	护套厚度规定值/ mm	平均外径上限/ mm	绝缘厚度规定值/ mm	护套厚度规定值/ mm	平均外径上限/ mm
4	0.5	0.7	6.1	0.7	0.7	6.3	0.6	0.7	6.8
6	0.5	0.7	6.7	0.7	0.7	6.9	0.6	0.7	7.4
10	0.6	0.7	7.8	0.8	0.7	8.5	0.7	0.7	8.5

16	0.7	0.7	9.1	0.8	0.7	10.1	0.8	0.7	9.8
25	0.7	0.8	11.3	0.8	0.8	12.2	0.8	0.8	12.0
35	0.7	0.8	12.9	0.8	0.8	13.8	0.8	0.8	13.6
50	0.9	0.8	14.9	1.0	0.8	16.1	1.0	0.8	15.9
70	1.0	0.9	17.3	1.1	0.9	18.3	1.2	0.9	18.0
95	1.2	0.9	19.1	1.3	0.9	20.1	1.4	0.9	20.3
120	1.2	0.9	21.4	1.3	0.9	22.1	1.4	0.9	22.4
150	1.4	1.0	23.8	1.5	1.0	24.6	1.6	1.0	24.8
185	1.6	1.0	26.4	1.8	1.0	27.1	1.8	1.0	27.3
240	1.7	1.1	29.7	1.8	1.1	30.5	2.0	1.1	30.9

#### 6.3.4 绝缘的火花耐压试验

绝缘线芯应按GB/T 3048.9-2007的规定经受工频火花试验作为例行检查。

#### 6.4 护套（若有）

##### 6.4.1 材料

护套材料的选用应与电缆的耐温等级相适应。

护套应采用聚氯乙烯或交联聚烯烃材料，其非电气性能应符合表6规定。

注：户外用护套电缆产品的护套颜色优先选用黑色。

表 6 护套非电气性能

序号	试验项目	单位	性能指标		试验方法
			V	YJ	
1	抗张强度和断裂伸长率				
1.1	交货状态原始性能				GB/T 2951.11-2008第9.2条
1.1.1	抗张强度，最小	N/mm <sup>2</sup>	15.0	8.0	
1.2.1	断裂伸长率，最小	%	150	200	
1.2	空气烘箱老化后性能				GB/T 2951.12-2008
1.2.1	老化条件：				GB/T 2951.11-2008第9.2条
	—温度	°C	135±2	158±2	
	—时间	h	240	168	
1.2.2	老化后的抗张强度：				
	—变化率，最大	%	±25	±30	
1.2.3	老化后断裂伸长率：				
	—变化率，最大	%	±25	±30	
2	热延伸试验				GB/T 2951.21-2008 第9章
2.1	试验条件：				
	—温度	°C	-	200±3	
	—机械应力	N/cm <sup>2</sup>	-	20	
2.2	载荷下允许最大伸长率	%	-	175	
2.3	冷却后最大永久伸长率	%	-	15	
3	失重试验				GB/T 2951.32 -2008第8.1条
3.1	老化条件：				
	—温度	°C	115	-	
	—时间	h	240	-	

3.2	失重： —最大值	mg/cm <sup>2</sup>	2.0	-	
4	非污染试验				GB/T 2951.12-2008第8.1.4条
4.1	老化条件				
4.2	—温度 —时间 老化后机械性能	°C h	100±2 240	135±2 168	同 1.2.2 和 1.2.3
5	高温压力试验				GB/T 2951.31-2008第8.2条
5.1	试验条件： —刀口上施加的压力 —载荷下加热时间		见 GB/T 2951.31 中 8.1.4 和 8.1.5	-	
5.2	—温度 试验结果： —压痕深度，最大	°C %	90±2 50	- -	
6	热冲击试验				GB/T 2951.31-2008第 9.2条
6.1	试验条件： —温度 —时间	°C h	150 1	- -	
6.2	试验结果		不开裂	-	
7	热稳定试验				GB/T 2951.32-2008第9章
7.1	试验条件： —温度	°C	200±0.5	-	
7.2	试验结果： —最小平均热稳定时间	min	180	-	
8	低温拉伸试验				GB/T 2951.14-2008第8.4条
8.1	试验条件： —温度 —施加低温时间	°C	-20±3 见 GB/T2951.14-2008 中 8.3.4 和 8.3.5	-40±3	
8.2	试验结果 —伸长率，最小	%	20		
9	低温弯曲试验 对于电缆外径小于 12.5mm				GB/T 2951.14-2008第8.2条
9.1	试验条件： —温度 —施加低温时间	°C	-20±2 见 GB/T2951.14-2008 中 8.1.4 和 8.1.5	-40±3	
9.2	试验结果		不开裂		
10	低温冲击试验				GB/T 2951.14-2008第8.5条
10.1	试验条件： —温度 —施加低温时间	°C	-20±2 见 GB/T2951.14-2008 中 8.5.5	-40±3	

10.2	—落锤质量 试验结果		见 GB/T2951.14-2008 中 8.5.4 无裂纹		
11	耐酸碱试验 <sup>a</sup>				GB/T2951.21-2008
11.1	试验条件： —酸：标准草酸（0.5mol/L）				
11.2	—碱：N-氢氧化钠标准溶液（1mol/L） —温度 —处理时间 试验结果 抗张强度 —变化率，最大 断裂伸长率，最小	°C h % %	23±2 168 ±30 100	23±2 168 ±30 100	
12	热收缩试验				GB/T 2951.13 -2008第11章
12.1	处理条件 —温度（偏差±2°C） —加热持续时间	°C h	- -	158 1	
12.2	试验结果 —允许收缩率，最大	%	-	4	
13	卤素含量评估				
13.1	试验结果				
	—卤酸气体含量（以 HCl 表示），最大	%	-	0.5	GB/T 17650.1-2021
	—pH 值，最小		-	4.3	GB/T 17650.2-2021
	—电导率，最大	μS/mm	-	10	
	—氟含量，最大	%	-	0.1	IEC 60684-2:2011

<sup>a</sup>耐酸碱试验为两项独立的试验，一项使用酸液，一项使用碱液。试验步骤应符合 GB/T 2951.21 -2008的相关规定。

#### 6.4.2 护套

护套应紧密的挤包在绝缘上，与绝缘不应粘连。

护套表面应平整、色泽均匀。

#### 6.4.3 厚度

护套厚度的平均值应不小于表5的标称值。护套最薄处厚度应不低于标称值的85%-0.1mm。

#### 6.5 电缆外径

电缆平均外径应符合表4和表5规定的要求。圆形护套电缆在同一横截面上测得任意两点外径之差f值(椭圆度)应不超过规定外径上限的15%。

### 7 标志

#### 7.1 产地标志和电缆识别

电缆应有制造厂名、电缆型号规格、额定电压的连续标志。厂名标志可以是制造厂名称或商标。标志可以用油墨印字或采用压印在无护套电缆的绝缘或护套电缆的护套上。

#### 7.2 标志连续性

一个标志的末端与下一个标志的始端之间的距离应不超过：

——如果标记在电缆的外护套上，为550mm。

——如果标记在无护套电缆绝缘上，为275mm。

#### 7.3 清晰度和耐擦性

所有标志应字迹清楚。

油墨印字标志应耐擦。应通过以下试验检查是否满足要求：用浸水的脱脂棉或棉布，轻轻擦拭10次，然后目力检查，电缆表面印字应清晰可辨。

## 8 成品电缆试验

### 8.1 电缆的结构尺寸

导体检查的方法及要求见 6.1.1 和 6.1.2 的规定。

绝缘厚度测量的方法及要求见 6.3.3 的规定。

护套厚度测量的方法及要求见 6.4.3 的规定。

外径测量的方法及要求见 6.5 的规定。

### 8.2 电缆的电气性能

#### 8.2.1 导体直流电阻

成品电缆20℃时导体直流电阻值应符合GB/T 3956—2008的规定。

#### 8.2.2 成品电缆电压试验

取一段交货的成品电缆，浸入水中，试样长度、水温和浸水时间见表8的规定。

电压应施加在导体和水之间。施加电压、耐电压时间及试验要求见表8的规定。

#### 8.2.3 绝缘线芯电压试验

本试验适用于护套电缆。

试验应在一根5m长的电缆试样上进行，应剥去护套和其他包覆层或填充物而不损伤绝缘。绝缘线芯应按表 9 的规定浸于水中，电压施加在导体和水之间。

#### 8.2.4 绝缘体积电阻率试验（90℃和 125℃）

90℃绝缘电阻试验应按GB/T5023.2-2008中2.4规定的试验方法检查是否符合表8的要求。试样长度、水温和浸水时间见表4的规定。

125℃绝缘电阻试验应按GB/T5013.2-2008中2.4规定的试验方法检查是否符合表8的要求。

试验温度见表8的规定。

#### 8.2.5 绝缘长期耐直流电压试验

试验在5m长的电缆上进行。

应按GB/T2951.13-2008中9.1规定的试验方法，把试样浸入含氯化钠30g/L的恒温水槽中，试样两端应露出水面约250 mm。水浴温度、在水溶液和试样导体之间施加的电压值以及施加电压时间按表8的要求进行。施加电压正极接浸入水深液中的铜电极，负极接试样导体。

试验结果应符合表8的规定。

#### 8.2.6 护套表面电阻

截取三段成品电缆试样，每段试样长度约为 250mm。

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

将制好电极的试样放置在温度为（20±2）℃，湿度为（65±5）%的试验箱中 24h。从试验箱中取出试样，立刻在两电极间施加（100~500）V的直流电压，1min后测量电阻值。测量结果按下式计算

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

式中：

R - 测量电阻值，Ω

a - 电缆试样的周长，mm

测量三个试样的表面电阻，试验结果以中间值作为该电缆的护套表面电阻，护套表面电阻值应符合表8的规定。

#### 8.2.7 火花试验

火花试验的方法及要求6.3.4的规定。

### 8.3 绝缘和护套的非电气性能

绝缘和护套(如有)的非电气性能应符合表3和表6的规定。

### 8.4 电缆的阻燃试验

8.4.1 所有电缆均应通过单根阻燃试验，试验要求和应符合GB/T 18380.12-2022规定。

8.4.2 C类阻燃电缆应通过GB/T 18380.35-2022规定的C类成束燃烧试验，D类阻燃电缆应通过GB/T 18380.36-2022规定的D类成束燃烧试验。

8.4.3 烟密度试验:交联聚烯烃绝缘电缆应通过烟发散试验,试验要求和方法应符合GB/T 17651.2-2021规定,透光率应不低于60%。

#### 8.5 耐液体(电池酸)试验

所有电缆应进行耐液体(电池酸)试验,试验要求和方法应符合附录A的规定。

#### 8.6 热寿命评价

对于耐温等级 125℃ 的电缆,应进行热寿命评价。

采用 GB/T 11026.1-2016 和 GB/T 11026.2-2012 的方法对电缆绝缘和护套(如有)进行热寿命评价,寿命判定选取的性能为断裂伸长率保留率,终点为 50%。

通过阿累纽斯回归曲线外推至 20000h 时的温度指数 TI,要求 TI 应不低于 120℃。

#### 8.7 柔软度评价

导体标称截面 70mm<sup>2</sup> 及以下的电缆应进行柔软度测试评价。

将样品一端固定,另外一端垂直施加最大载荷压力的 50%,棒芯直径 D 以及最大载荷压力见表 7 规定,随后放置于 (80±2)℃ 的老化箱中进行预处理,24h 后取出置于温度为 (20±2)℃,相对湿度为 (50±5)% 的环境中静置 72 h。静置后用图 2 所示的装置,将其一端固定,另一端绕过芯轴使用砝码持续施加载荷压力致使样品向下弯曲至 90°,棒芯直径 D 见表 7 规定。在此位置保持 5min 后移除砝码,使样品自由反弹,记录反弹角度,施加的最大载荷压力和最大反弹角度应不大于表 7 的规定。

- 备注
- 1 夹头
  - 2 绕棒
  - 3 测试样品
  - 4 砝码
  - 5 回弹角度

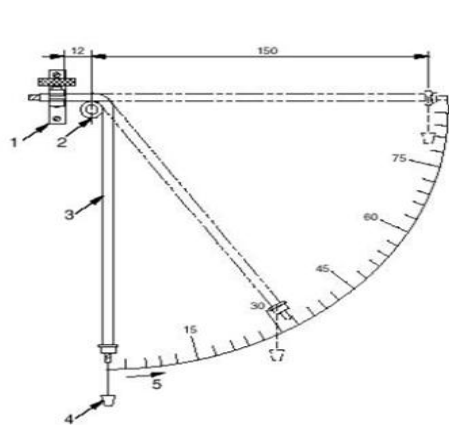


图2 柔软性测试装置

表 7 柔软度试验要求

导体标称截面mm <sup>2</sup>	芯轴直径D mm	施加压力(最大) N	反弹角(最大)
4	5d	1.5D	40
6	5d	1.5D	40
10	5d	1.5D	40
16	5d	1.5D	40
25	5d	1.5D	40
35	5d	1.5D	40
50	5d	1.5D	40
70	5d	1.5D	40

注: d 为电缆平均外径。

#### 8.8 成品电缆的特殊性能(需要时)

根据供需双方协商,对于在特殊环境下或以特殊形式安装敷设的电缆,当有相关特殊性能考核要求时,可进行以下特殊试验。

##### 8.8.1 人工气候老化试验

对于户外安装敷设的电缆,当有耐候老化性能要求时,应进行人工气候老化试验。从被试电缆上截取足够长的电缆,对于护套电缆,取出绝缘线芯制取护套试样(试片),有机械损伤的护套不能作为试验用试样。对于无护套电缆,取出导体取绝缘试样(试片)。

试验设备符合GB/T 16422.2-2014的规定。氙弧灯在波长在300nm~400nm的辐照强度不小于43 W/m<sup>2</sup>±15%。试样暴露时间为720h即360个120min的循环，每个循环的要求如下：

无喷水时间为(102±0.5) min，有氙弧灯照射，黑板温度为(63±3)℃，相对湿度(50±10)%；喷水时间(18±0.5) min，无氙弧灯照射，黑板温度为(50±3)℃，相对湿度不控制。

取出试样并将试样放置于环境温度下16h后，检查试样光照面，应无目力可见的裂纹；按照GB/T2951.11-2008第9章进行机械性能试验，计算人工气候老化试验后抗张强度变化率不超过±30%；断裂伸长率变化率不超过±30%。

### 8.8.2 耐盐雾试验

在高盐高湿环境中安装敷设的电缆，当有耐盐雾性能要求时，应进行盐雾试验。

成品电缆应按GB/T 2423.17-2018规定进行336h的老化试验。老化后将样品取出并在常温下至少放置16h，随后按GB/T2951.11-2008的相关规定进行取样，并对无护套电缆老化后的绝缘试件或护套电缆老化后的护套试件进行抗张强度和断裂伸长率试验，计算盐雾试验后抗张强度变化率不超过-30%；断裂伸长率变化率不超过-30%。

表 8 成品电缆电气性能试验要求

序号	试验项目	单位	试验要求	
			DC900V	DC1500V
1 1.1	导体电阻的测量 试验结果 —最大值		见 GB/T3956-2008 的要求	
2 2.1	成品电缆电压试验 <sup>a</sup> 试验条件 —试样长度 —浸水最少时间 —水温	m h ℃	10 1 20±5	10 1 20±5
2.2	试验电压（交流） —导体与水之间（无护套电缆）	kV	3.5	4.5
2.3	—导体与水之间（护套电缆）	kV	4.5	6.5
2.4	每次最少施加电压时间 试验结果	min	5 不击穿	5 不击穿
3 3.1	绝缘线芯电压试验（护套电缆） <sup>a</sup> 试验条件 —试样长度 —浸水最少时间 —水温（温度偏差±5℃）	m h ℃	5 1 20	5 1 20
3.2	—施加电压时间 施加电压 —绝缘线芯	min kV	5 3.5	5 4.5
4 4.1	绝缘体积电阻率测试 试验条件： —试验温度	℃	正常运行时，电缆导体最高允许工作温度	
4.2	试验结果 —最高工作温度下绝缘体积电阻率	Ω.cm	PVC 材料：10 <sup>9</sup> ； XLPO 材料：10 <sup>11</sup>	
5 5.1	绝缘长期耐直流试验 试验条件 —试样长度 —氯化钠浓度	m %	5 3	5 3

	—水温（温度偏差±5℃）		85	85
5.2	—施加电压（直流）	V	900	1500
	—施加电压时间	h	240	240
	试验结果		不击穿	不击穿
6	护套表面电阻，最小	Ω	10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup>
a: 当电压试验采用直流电压时，直流电压值应为工频交流电压值得 2.4 倍。				

## 9 交货长度

成圈长度为100 m，成盘长度应大于100 m。根据双方协议，允许任何长度交货。

## 10 检验规则

产品应由制造方的质量检验部门检验合格后方能出厂，出厂的电缆应附有产品检验合格证书。用户要求时，制造方应提供产品的工厂试验报告。

产品检验应按表9和表10的规定进行。

表 9 检验规则（RV-90, RVV-90）

序号	检验项目	试验类型		试验方法	
		RV-90	RVV-90	标准编号	条文号
1	结构尺寸检查				
1.1	结构检查	T, S	T, S	正常目力检查	
1.2	绝缘厚度	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.9
1.3	护套厚度	-	T, S	GB/T 5023.2—2008	1.10
1.4	外径或外形尺寸	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.11
1.5	椭圆度	-	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.8
2	电气性能试验				
2.1	导体直流电阻（20℃）	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	2.1
2.2	成品电缆电压试验	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	2.2
2.3	绝缘线芯电压试验	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	2.3
2.4	绝缘体积电阻率试验	T	T	GB/T 5023.2-2008	2.4
2.5	绝缘耐长期直流试验	T	T	本技术规范	8.2.5
2.6	护套表面电阻	T	T	本技术规范	8.2.6
2.7	绝缘火花试验	R	R	GB/T 3048.9-2007	
3	绝缘机械试验				
3.1	老化前拉力试验	T, S	T, S	GB/T 2951.11-2008	9.1
3.2	老化后拉力试验	T	T	GB/T 2951.12-2008	8.1
				GB/T 2951.11-2008	9.1
3.3	失重试验	T	T	GB/T 2951.32-2008	8.2
3.4	热稳定试验	T	T	GB/T 2951.32-2008	9
4	护套机械试验				
4.1	老化前拉力试验	-	T, S	GB/T 2951.11-2008	9.1
4.2	老化后拉力试验	-	T	GB/T 2951.12-2008	8.1
				GB/T 2951.11-2008	9.1
4.3	失重试验	-	T	GB/T 2951.32-2008	8.2
4.4	热稳定试验	-	T	GB/T 2951.32-2008	9
5	非污染试验	-	T	GB/T 2951.12-2008	8.1.4

6	高温压力试验				
6.1	—绝缘	T	T	GB/T 2951.31-2008	8.1
6.2	—护套	-	T	GB/T 2951.31-2008	8.2
7	低温弯曲试验				
7.1	—绝缘	T	T	GB/T 2951.14-2008	8.1
7.2	—护套	-	T	GB/T 2951.14—2008	8.2
8	低温拉伸试验				
8.1	—绝缘	T	T	GB/T 2951.14-2008	8.3
8.2	—护套	-	T	GB/T 2951.14-2008	8.4
9	低温冲击试验	T	T	GB/T 2951.14-2008	8.5
10	热冲击试验				
10.1	—绝缘	T	T	GB/T 2951.31-2008	9.1
10.2	—护套	-	T	GB/T 2951.31-2008	9.2
11	耐酸碱试验				
11.1	—绝缘	T	-	GB/T 2951.21-2008	
11.2	—护套	-	T	GB/T 2951.21-2008	
12	耐液体试验(电池酸)	T	T	本规范	附录 A
13	不延燃试验	T	T	GB/T 18380.12-2008	
14	标志耐擦试验	T	T	GB/T 5023.2-2008	1.8
15	弯曲性能评价	T	T	本规范	8.4.6

表10 检验规则 (RYJ-125、RYJYJ-125)

序号	检验项目	试验类型		试验方法	
		RYJ-125	RYJYJ-125	标准编号	条文号
1	结构尺寸检查				
1.1	结构检查	T, S	T, S	正常目力检查	
1.2	绝缘厚度	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.9
1.3	护套厚度	-	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.10
1.4	外径或外形尺寸	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.11
1.5	椭圆度	-	T, S	GB/T 5023.2-2008	1.8
2	电气性能试验				
2.1	导体直流电阻 (20℃)	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	2.1
2.2	成品电缆电压试验	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	2.2
2.3	绝缘线芯电压试验	T, S	T, S	GB/T 5023.2-2008	2.3
2.4	绝缘体积电阻率试验	T	T	GB/T 5013.2-2008	2.4
2.5	绝缘耐长期直流试验	T	T	本技术规范	8.2.5
2.6	护套表面电阻	T	T	本技术规范	8.2.6
2.6	绝缘火花试验	R	R	GB/T 3048.9-2007	
3	绝缘机械试验				
3.1	老化前拉力试验	T, S	T, S	GB/T 2951.11-2008	9.1
3.2	老化后拉力试验	T	T	GB/T 2951.12-2008	8.1
	GB/T 2951.11-2008			9.1	
3.3	热延伸试验	T	T	GB/T 2951.21-2008	9
4	护套机械试验				

4.1	老化前拉力试验	-	T, S	GB/T 2951.11-2008	9.1
4.2	老化后拉力试验	-	T	GB/T 2951.12-2008 GB/T 2951.11-2008	8.1 9.1
4.3	热延伸试验	-	T	GB/T 2951.21-2008	9
5	非污染试验	-	T	GB/T 2951.12-2008	8.1.4
6	低温弯曲试验				
6.1	—绝缘	T	T	GB/T 2951.14-2008	8.1
6.2	—护套	-	T	GB/T 2951.14-2008	8.2
7	低温拉伸试验				
7.1	—绝缘	T	T	GB/T 2951.14-2008	8.3
7.2	—护套	-	T	GB/T 2951.14-2008	8.4
8	低温冲击试验	T	T	GB/T 2951.14-2008	8.5
9	热收缩试验				
9.1	—绝缘	T	T	GB/T 2951.13-2008	10
9.2	—护套	-	T	GB/T 2951.13-2008	11
10	耐酸碱试验				
10.1	—绝缘	T	-	GB/T 2951.21-2008	10
10.2	—护套	-	T	GB/T 2951.21-2008	10
11	卤素评价试验				
11.1	—绝缘	T	T	GB/T 17650.1-2021 GB/T 17650.2 -2021 IEC60684-2-2011	
11.2	—护套	-	T		
12	耐液体试验（电池酸）	T	T	本规范	附录 A
13	不延燃试验	T	T	GB/T 18380.12-2008	
14	烟密度试验	T	T	GB/T 17651.2-1998	
15	标志耐擦试验	T	T	GB/T 5023.2-2008	1.8
16	热寿命评价	T	T	本规范	8.4.4
17	弯曲性能评价	T	T	本规范	8.4.5
18	人工气候老化试验（需要时）	T	T	本规范	8.5.1
19	耐盐雾试验（需要时）	T	T	本规范	8.5.2
20	电缆成束阻燃试验（需要时）	T	T	本规范	8.5.3

## 11 标志、包装、运输和贮存

### 11.1 标志与包装

成圈或成盘电缆应卷绕整齐，妥善包装。电缆盘应符合 JB/T 8137-2013 的规定。

每圈或每盘上应附有标签标明：

- 制造厂名称；
- 型号、规格：额定电压[单位为伏(V)]，芯数，导体标称截面积[单位为平方毫米(mm)]；
- 长度[单位为米(m)]，质量[单位为千克(kg)]；
- 制造日期；
- 执行标准编号；

### 11.2 运输和贮存：

电缆应避免在露天存放，电缆盘不允许平放。

运输中严禁从高处扔下装有电缆的电缆盘，严禁机械损伤电缆；

吊装包装件时，严禁几盘同时吊装。在车辆，船舶等运输工具上，电缆盘应放稳，并用合适方法固定，防止互撞或翻倒。

## 附录 A

(规范性)耐液体试验  
(电池酸)

## A.1 总则

本试验旨在验证电缆有限的暴露在电池储能系统可能接触的液体（电池酸）时的能力。

## A.2 试样

准备单项测试的样本，取600 mm长，每端剥去25 mm长的绝缘和护套（如有），将其绕在直径50 mm的圆轴上弯成“U”形，剥皮的两端加工成钩状，使试样能够挂在老化箱的栅格上，需要准备的试样的数量为2件。

## A.3 装置

使用自然通风的空气烘箱，烘箱需要配置栅格用来悬挂试样。一个收集托盘需要安置在烘箱底部用来收集溢出的液体。

使用外径4~5倍试样平均外径的芯轴。

## A.4 步骤1：老化

按照电缆的耐热温度等级，采用相应的导体长期最高运行温度进行老化试验。在放入烘箱老化之前可以将试样的2/3浸入液体10 s（液体介质见表A1的规定），再取出来自然风干3 min。注意剥离绝缘的两端不要接触到液体。浸渍了指定液体老化的同种类型的试样可以在同一个烘箱中进行热老化。

将经浸渍处理的2个试样放入烘箱中，在240 h时取出，做后续试验。

表 A.1 耐液体测试的介质

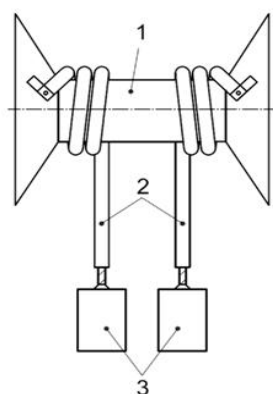
液体介质	成分说明	试样数量	老化时间 (h)
1	电池酸	2	240h

## A.5 步骤2：卷绕

后续试验：试样取出后在 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的室温中放置30 min。

在室温下进行卷绕试验，从每端去除100 mm的护套，并从每芯去除25 mm的绝缘。旋转芯轴见图A1，可使用固定或旋转的芯轴，芯轴尺寸为4~5倍的电缆外径，重物应符合表A2~A3，固定芯轴不使用重物。

卷绕后，目视检查试样外部，试样表面无裂纹。



图中：↵

1——芯轴；↵

2——试样器；↵

3——重物；↵

图 A.1 卷绕试验装置

表 A.2 电缆外径、芯轴外径、重物和卷绕圈数（无护套电缆）

导体标称截面 $S/\text{mm}^2$	重物(如果使用 旋转芯轴)kg	卷绕速度r/s	最小圈数
$1.5 < S \leq 6$	5	1	2
$6 < S \leq 10$	8	0.5	0.5
$10 < S \leq 25$	10	0.5	0.5
$25 < S \leq 35$	20	0.5	0.5
$35 < S \leq 120$	30	0.2	0.5

表 A.3 电缆外径、芯轴外径、重物和卷绕圈数（护套电缆）

电缆外径 $D$ mm	重物（如果使用 旋转）kg	卷绕速度 r/s	最小圈数
$D \leq 2.5$	0.5	0.2	3
$2.5 < D \leq 5$	2.5	0.2	3
$5 < D \leq 10$	5	0.2	2
$10 < D \leq 15$	10	0.2	0.5
$15 < D \leq 25$	20	0.2	0.5
$25 < D$	30	0.2	0.5

## A.6 步骤3：耐电压试验

卷绕后，对试样进行耐电压试验。试样应不有破裂，在耐电压试验期间不发生击穿。

耐电压试验方法如下：

(1) 对于无护套电缆试样，如果目视不露出导体，从每端剥去25 mm的绝缘层，把导体两端扭在一起成环。如图A2所示，在非导电电容器中装上盐水（质量比为3%的NaCl水溶液），试样端头露在液面上面。使用频率为50 Hz或60 Hz的交流电压源。

如图A2所示将试样浸渍在水浴中至少10 min后，在导体和水浴之间施加1kV（均方根）测试电压1min。然后以500V/s速率增加电压到指定电压值：

- 对于DC900V电缆，1.5 kV；
- 对于DC1500V电缆，2.5 kV；

并保持5 min

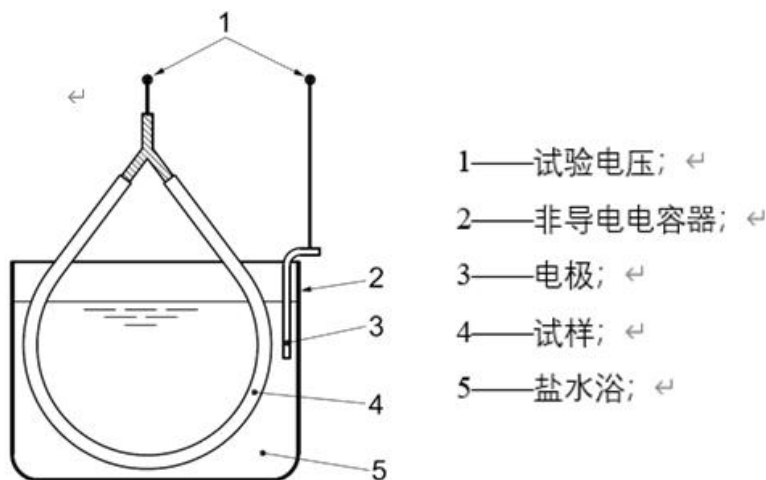


图 A.2 绝缘线芯耐电压试验装置

(2) 对于护套电缆，在不损伤绝缘前提下，剥去护套，目视检查，如果没有破裂现象，按无护套电缆试样方法进行

行电压试验。

---

全国团体标准信息平台