

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

高柔性储能电缆

High flexibility energy storage cable

征求意见稿

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国中小商业企业协会 发 布

目 次

前言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 5

4 使用特性 5

 4.1 额定电压 5

 4.2 使用环境温度 5

 4.3 阻燃级别 5

 4.4 电缆允许弯曲半径 5

5 产品代号、型号及含义 5

 5.1 代号 5

 5.2 产品型号 6

 5.3 产品型号及名称 6

6 技术要求 6

 6.1 导体 6

 6.2 结构 6

 6.3 电阻 6

 6.4 隔离层 6

 6.5 绝缘 6

 6.6 厚度 7

 6.7 绝缘的完整性 7

 6.8 护套 7

 6.9 挤包 7

 6.10 厚度 7

 6.11 电缆外径 7

 6.12 绝缘和护套非电性能 7

 6.13 电气性能 9

 6.14 成品电缆的非电性能 10

 6.15 耐候性（需要时） 11

7 交货长度 13

8 检验规则 13

9 标志、包装、运输和贮存 15

 9.1 标志与包装 15

 9.2 运输和贮存 15

附录 A（规范性） 电缆综合数据 17

附录 B（规范性） 耐液体试验（电池酸） 18

B.1 总则 18

B.2 试样 18

B.3 装置 18

B.4 步骤 1：老化 18

B.5 步骤 2：卷绕 18

B.6 步骤 3：耐电压试验 19

参考文献 21

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。

本文件由华力通线缆股份有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：华力通线缆股份有限公司、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

高柔性储能电缆

1 范围

本文件规定了高柔性储能电缆（以下简称“电缆”）的术语和定义、使用特性、产品代号型号及含义、技术要求、交货长度、检验规则以及标志、包装、运输和贮存的内容。

本文件适用于额定直流电压不超过1.5kV，用于储能电站、分布式储能系统、新能源汽车充电桩储能模块等储能系统，环境温度范围在-40℃至+60℃之间，具备高柔性、耐多种恶劣环境且满足低烟无卤阻燃要求的电力传输电缆。

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 2951.11-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第11部分：通用试验方法 厚度和外形尺寸测量 机械性能试验

GB/T 2951.12-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第12部分：通用试验方法 热老化试验方法

GB/T 2951.13-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第13部分：通用试验方法 密度测定方法 吸水试验-收缩试验

GB/T 2951.14-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第14部分：通用试验方法 低温试验

GB/T 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 2951.21-2008 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 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

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

GB/T 11026.2-2012 电气绝缘材料 耐热性 第2部分：试验判断标准的选择

GB/T 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：酸度（用pH测量）和电导率的测定

GB/T 17651.2-2021 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 1 kW预混合型火焰试验方法

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 31247-2014 电缆及光缆燃烧性能分级

- JB/T 8137.1 电线电缆交货盘 第1部分：一般规定
- JB/T 8137.2 电线电缆交货盘 第2部分：全木结构交货盘
- JB/T 8137.3 电线电缆交货盘 第3部分：全钢瓦楞结构交货盘
- JB/T 8137.4 电线电缆交货盘 第4部分：型钢复合结构交货盘
- IEC 60684-2-2011 软绝缘套管. 第2部分:测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

储能电缆 energy storage cable

用于储能系统中，在电池簇之间、电池簇与变流器之间直流侧连专用电缆，具备适应储能系统频繁充放电过程中的电流变化、耐储能环境中的各类化学物质及气候条件影响等特点，以保障电能传输的高效性、稳定性和安全性。

4 使用特性

4.1 额定电压

电缆额定电压分为DC 900 V和DC 1500 V。

4.2 使用环境温度

使用环境温度范围为-40 ℃~+60 ℃。

4.3 阻燃级别

- 4.3.1 电缆均通过 GB/T 18380.12 规定的单根垂直燃烧试验。
- 4.3.2 对电缆进行成束燃烧实验，达到 GB/T 18380.35-2008 规定的 C 级要求。
- 4.3.3 燃烧时无烟无毒，不产生有毒气体，不发生二次污染、垂直火焰蔓延，烟密度、烟气毒性，腐蚀性符合 GB 31247-2014 的规定。

4.4 电缆允许弯曲半径

允许弯曲半径应不小于电缆外径的6倍。

5 产品代号、型号及含义

5.1 代号

产品代号及含义如表1所示。

表 1 代号及含义

代号	含义
产品系统代号	
ES	电力储能系统用
阻燃类别代号及含义	
ZC	成束阻燃C类
ZD	成束阻燃D类
省略	单根垂直阻燃
导体代号及含义	
R	第 5 或第 6 种铜导体
绝缘和护套材料代号及含义	
V-90	耐热 90℃聚氯乙烯混合物绝缘/护套
YJ-125	低烟无卤阻燃耐热 125℃交联聚烯烃绝缘/护套
温度等级代号及含义	

代号	含义
90	正常运行时， 电缆导体最高允许工作温度为90 ℃
125	正常运行时， 电缆导体最高允许工作温度为125 ℃

5.2 产品型号

产品型号组成如图1所示。

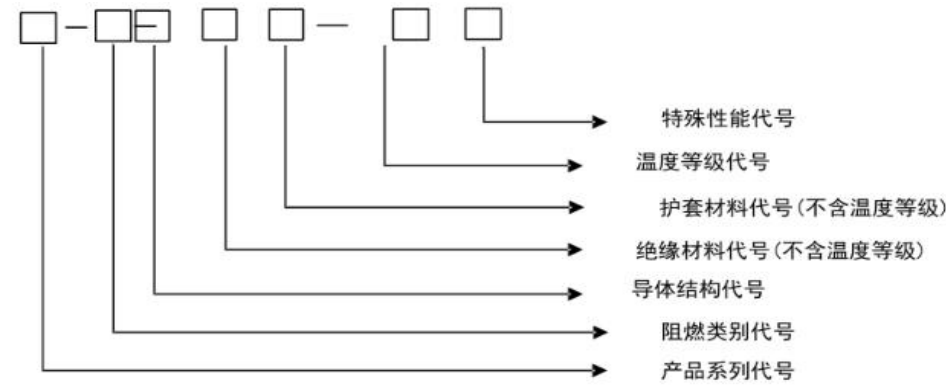


图 1 产品型号组成排列顺序图

5.3 产品型号及名称

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 ℃聚氯乙烯绝缘电力储能系统用电池连接无护套电缆
ES-RVV-90	耐热90 ℃聚氯乙烯绝缘电力储能系统用电池连接护套电缆
ES-RYJ-125	耐热125 ℃低烟无卤阻燃交联聚烯烃绝缘电力储能系统用电池连接无护套电缆
ES-RYJYJ-125	耐热125 ℃低烟无卤阻燃交联聚烯烃绝缘电力储能系统用电池连接护套电缆

6 技术要求

6.1 导体

由多股铜线绞合而成，具有良好的弯曲特性，符合GB/T 3956-2008的要求。

6.2 结构

软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。

6.3 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。

6.4 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。

6.5 绝缘

6.5.1 材料

- 6.5.1.1 绝缘材料的选用应与电缆的耐温等级相适应。电缆护套综合数据见附录 A。
- 6.5.1.2 绝缘应采用无卤低烟高阻燃低热释放的聚烯烃材料，其机械物理性能应符合表 3 规定。
- 6.5.1.3 应按表 3 规定的试验检查整体绝缘是否符合要求。 适用的试验方法和试验要求见表 3 规定。
注：户外用无护套电缆产品的绝缘颜色优选黑色。

6.5.2 挤包绝缘

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。

6.6 厚度

- 6.6.1 绝缘厚度的平均值应不小于表 A.2 规定的标称值，其最薄处厚度应不小于标称值的 90 %-0.1 mm。
- 6.6.2 应按 GB/T 5023.2—2008 中 1.9 规定的试验方法检查。

6.7 绝缘的完整性

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

6.8 护套

- 6.8.1 护套材料的选用应与电缆的耐温等级相适应。
- 6.8.2 护套应无卤低烟高阻燃低热释放的聚烯烃材质，其机械物理性能应符合表 3 规定。
- 6.8.3 应按表 3 规定的试验检查护套是否符合要求。适用的试验方法和试验要求见表 3 规定。
注：户外用护套电缆产品的护套颜色优选黑色。

6.9 挤包

- 6.9.1 护套应紧密的挤包在绝缘上，与绝缘线芯紧密贴合但不应粘连。
- 6.9.2 护套表面应平整、色泽均匀。

6.10 厚度

- 6.10.1 护套厚度的平均值应不小于表 A.1 的标称值。护套最薄处厚度应不低于标称值的 85 %-0.1 mm。
- 6.10.2 应按 GB/T 5023.2-2008 中 1.10 规定的试验方法检查。

6.11 电缆外径

- 6.11.1 电缆平均外径应符合表 A.1 和表 A.2 规定的要求。
- 6.11.2 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 %。
- 6.11.3 应按 GB/T 5023.2-2008 中 1.11 规定的试验方法检查。

6.12 绝缘和护套非电性能

绝缘和护套非电性能见表3。

表 3 绝缘和护套非电性能

序号	试验项目	试验方法	单位	材料代号	
				V-90	YJ-125
1	抗张强度和断裂伸长率	GB/T 2951.11的 绝缘：9.1 护套：9.2			
1.1	交货状态原始性能				
1.1.1	抗张强度原始值		N/mm ²	15.0	8.0
	——最小中间值				
1.1.2	断裂伸长率原始值：		%	150	200
	——最小中间值				
1.2	空气烘箱老化后性能	GB/T 2951.12 GB/T 2951.11的 绝缘：9.1 护套：9.2			
1.2.1	老化条件：				
	——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：				

表3 绝缘和护套非电性能（续）

	——最小中间值 ——最大变化率		%		—
			%	±25	±30
2	热延伸试验	GB/T 2951. 21 的 第9章			
2.1	试验条件:				
	——温度		℃	—	250±3
	——时间		min	—	15
	——机械应力		N/cm ²	—	20
2.2	载荷下最大伸长率		%	—	175
2.3	冷却后最大永久伸长率		%	—	15
3	失重试验	GB/T 2951. 32的 8.1			
3.1	老化条件:				—
	——温度		℃	115	—
	——时间		h	240	—
3.2	失重:				
	——最大值		mg/cm ²	2.0	—
4	非污染试验	GB/T 2951. 12 的 8.1.4			
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	同 1.2.2 和 1.2.3
5	高温压力试验	GB/T 2951. 31 的 绝缘: 8.1 护套: 8.2			
5.1	试验条件:				
	——刀口上施加的压力			见 GB/T 2951. 31 中 8.1.4 和 8.1.5	—
	——载荷下加热时间				
	——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 的 绝缘: 9.1 护套: 9.2			
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 的 第 9 章			
7.1	试验条件:				
	——温度		℃	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 的 绝缘: 8.3 护套: 8.4			
8.1	试验条件:				
	——温度		℃	-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 的 绝缘: 8.1 护套: 8.2			
9.1	对于电缆外径小于12.5mm 试验条件:				
	——温度		℃	-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 的			

表3 绝缘和护套非电性能（续）

10.1	试验条件： ——温度 ——施加低温时间 ——落锤质量				
			℃	-20±2	-40±3
				见GB/T2951. 14-2008中8. 5. 5	
				见GB/T2951. 14-2008中8. 5. 4	
10.2	试验结果		无裂纹		
11	耐酸碱试验	GB/T2951. 21			
11.1	试验条件： ——酸：标准草酸(0. 5mol/L) ——碱： N-氢氧化钠标准溶液 (1 mol/L) ——温度 ——处理时间				
			℃	23±2	
11.2	试验结果 抗张强度 ——最大变化率 断裂伸长率 ——最小中间值		h	168	
			%	±30	±30
			%	100	100
12	热收缩试验	GB/T 2951. 13 的 绝缘：第10章 护套：第11章			
12.1	处理条件 ——温度（偏差±2℃） ——加热持续时间				
			℃	—	158
			h	—	1
12.2	试验结果 ——允许收缩率， 最大 %				
13	卤素含量评估	GB/T17650. 1 GB/T17650. 2 IEC60684-2			
13.1	试验结果 ——卤酸气体含量(以HCl表示)，最大 ——pH 值，最小 ——电导率， 最大 ——氟含量， 最大				
			%	—	0. 5
				—	4. 3
			μ S/mm	—	10
			%	—	0. 1

6.13 电气性能

6.13.1 导体直流电阻

应按GB/T 5023.2-2008规定的方法检验，并判定是否符合本文件6.3条的要求。

6.13.2 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 and 浸水时间见表5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5的规定。

6.13.3 绝缘线芯电压试验

6.13.3.1 本试验适用于护套电缆。

6.13.3.2 试验应在一根5 m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5的规定浸于水中，电压施加在导体和水之间。

6.13.4 绝缘体积电阻率试验（90℃和 125℃）

6.13.4.1 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5的要求。

6.13.4.2 试样长度、水温和浸水时间见表5的规定。

6.13.4.3 125℃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5的要求。

6.13.4.4 试验温度见表5的规定。

6.13.4.5 绝缘体积电阻率按公式（1）计算：

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln \frac{D}{d}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ρ ——绝缘体积电阻率，单位为欧姆·厘米（ $\Omega \cdot \text{cm}$ ）；
 L ——试样长度，单位为厘米（ cm ）；
 R ——测得的绝缘电阻，单位为欧姆（ Ω ）；
 D ——测量的绝缘层外径平均值，单位为毫米（ mm ）；
 d ——测量的绝缘层内径平均值，单位为毫米（ mm ）。

6.13.5 绝缘耐长期直流试验

6.13.5.1 试验在 5 m 长的电缆上进行。

6.13.5.2 应按 GB/T 2951.13-2008 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

6.13.5.3 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 5 的要求进行。

6.13.5.4 施加电压正极接浸入水深液中的铜电极，负极接试样导体。

6.13.5.5 试验结果应符合表 5 的规定。

6.13.6 护套表面电阻

6.13.6.1 截取三段成品电缆试样，每段试样长度约为 250 mm。

6.13.6.2 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。

6.13.6.3 将制好电极的试样放置在温度为 (20±2) °C，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，1 min 后测量电阻值。测量结果按公式 (2) 计算：

$$R_s = \frac{R \times a}{100} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- R ——测量电阻值， Ω ；
 A ——电缆试样的周长，mm。

6.13.6.4 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 5 的规定。

6.13.7 火花试验

火花试验的方法及要求见 6.7 的规定。

6.14 成品电缆的非电性能

6.14.1 电缆的单根阻燃试验

所有电缆均应通过单根阻燃试验，试验要求和方法应符合 GB/T 18380.12-2008 规定。

6.14.2 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 %。

6.14.3 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 B 的规定。

6.14.4 热寿命评价

6.14.4.1 对于耐温等级 125 °C 的电缆，应进行热寿命评价。

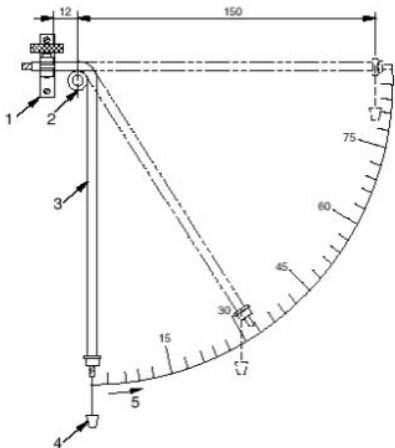
6.14.4.2 采用 GB/T 11026.1-2016 和 GB/T 11026.2-2012 的方法对电缆绝缘和护套（如有）进行热寿命评价，寿命判定选取的性能为断裂伸长率保留率，终点为 50 %。

6.14.4.3 通过阿累纽斯回归曲线外推至 20000 h 的温度指数 TI，要求 TI 应不低于 125 ℃。

6.14.5 柔软度评价

导体标称截面70mm²及以下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4规定，随后放置于（80±2）℃的老化箱中进行预处理，24 h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4规定。在此位置保持5 min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4的规定。



- 标引序号说明：
- 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 4 柔软度试验要求

导体标称截面, mm ²	芯轴直径D, mm	施加压力（最大）， N	反弹角（最大）， °
4	5d	1.5D	40
6			40
10			40
16			40
25			40
35			40
50			40
70			40
注： D为电缆平均外径。			

6.15 耐候性（需要时）

6.15.1 人工气候老化试验

6.15.1.1 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。

6.15.1.2 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 300 nm~400 nm 的辐照强度不小于 $43 \text{ W/m}^2 \pm 15\%$ 。试样暴露时间为 720 h(360 个 12 0min 的循环)，每个循环的要求如下：

——无喷水时间为 $(102 \pm 0.5) \text{ min}$ ，有氙弧灯照射，黑板温度为 $(63 \pm 3) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(50 \pm 10)\%$ ；

——喷水时间 $(18 \pm 0.5) \text{ min}$ ，无氙弧灯照射，黑板温度为 $(50 \pm 3) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度不控制。

6.15.1.3 取出试样并将试样放置于环境温度下 16 h 后，检查试样光照面，应无目力可见的裂纹；

6.15.1.4 按照 GB/T 2951.11-2008 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 $\pm 30\%$ ；断裂伸长率变化率不超过 $\pm 30\%$ 。

6.15.2 耐盐雾试验

6.15.2.1 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。

6.15.2.2 成品电缆应按 GB/T 2423.17-2018 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 2951.11-2008 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% 。

6.15.3 电缆成束阻燃试验

对于成束垂直安装敷设电缆，当有成束阻燃要求时，电缆应进行成束阻燃燃烧试验。

试验方法和要求应符合 GB/T 18380.35-2008 规定。

表 5 电气性能试验要求

序号	试验项目	单位	试验要求	
			DC900V	DC1500V
1	导体电阻的测量			
1.1	试验结果			
	——最大值		见 GB/T 3956-2008 的要求	
2	成品电缆电压试验 ^a			
2.1	试验条件			
	——试样长度	m	10	10
	——浸水最少时间	h	1	1
	——水温	$^\circ\text{C}$	20 ± 5	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
	——导体与水之间（护套电缆）	kV	4.5	6.5
2.3	每次最少施加电压时间	min	5	5
2.4	试验结果		不击穿	不击穿
3	绝缘线芯耐电压试验（护套电缆） ^a			
3.1	试验条件			
	——试样长度	m	5	5
	——浸水最少时间	h	1	1
	——水温（温度偏差 $\pm 5^\circ\text{C}$ ）	$^\circ\text{C}$	20	20
	——施加电压时间	min	5	5
3.2	施加电压			
	——绝缘线芯	kV	3.5	4.5
4	绝缘体积电阻率测试			
4.1	试验条件：			
	——试验温度	$^\circ\text{C}$	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	$\Omega \cdot \text{cm}$	PVC 材料： 10^9 ；XLPO 材料： 10^{11}	
5	绝缘耐长期直流试验			
5.1	试验条件			
	——试样长度	m	5	5

表5 电气性能试验要求（续）

	——氯化钠浓度	%	3	3
	——水温（温度偏差±5℃）℃	℃	85	85
	——施加电压（直流）	V	900	1500
	——施加电压时间	h	240	240
5.2	试验结果		不击穿	不击穿
6	护套表面电阻，最小	Ω	10 ⁹	10 ⁹
注：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。				

7 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。

8 检验规则

8.1 产品应由制造方的质量检验部门检验合格后方可出厂，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或/和型式试验报告。

8.2 产品检验应按表6和表7的规定进行。

表6 RV-90和RVV-90检验项目

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	本文件	6.13.5
2.6	护套表面电阻	T	T	本文件	6.13.6
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 GB/T 2951.11—2008	8.1 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 GB/T 2951.11—2008	8.1 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

表6 RV-90和RVV-90检验项目（续）

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	本文件	附录B
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	本文件	6.14.5

表7 RYJ-125 和 RYJYJ-125 检验项目

序号	检验项目	试验类型		试验方法	
		RVJ-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 5023.2—2008	2.4
2.5	绝缘耐长期直流试验	T	T	本文件	6.13.5
2.6	护套表面电阻	T	T	本文件	6.13.6
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 GB/T 2951.11-2008	8.1 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	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

表7 RYJ-125和RYJYJ-125检验项目（续）

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	热冲击试验				
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	
10.2	——护套	—	T	GB/T 2951.21-2008	
11	卤素评价试验			GB/T17650.1	
11.1	——绝缘	T	T	GB/T17650.2	
11.2	——护套	—	T	IEC60684-2	
12	耐液体试验（电池酸）	T	T	本文件	附录B
13	不延燃试验	T	T	GB/T 18380.12-2008	
14	烟密度试验	T	T	GB/T 17651.2-2021	
15	标志耐擦试验	T	T	GB/T 5023.2—2008	1.8
16	热寿命评价	T	T	本文件	6.14.4
17	弯曲性能评价	T	T	本文件	6.14.5
18	人工气候老化试验（需要时）	T	T	本文件	6.15.1
19	耐盐雾试验（需要时）	T	T	本文件	6.15.2
20	电缆成束阻燃试验（需要时）	T	T	本文件	6.15.3

9 标志、 包装、 运输和贮存

9.1 标志与包装

- 9.1.1 成圈或成盘电缆应卷绕整齐， 妥善包装。 电缆盘应符合 JB/T 8137.1～JB/T 8137.4 的规定。
- 9.1.2 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。
- 9.1.3 一个完整标志的末端与下一个标志的首端之间的距离应不超过 200 mm。
- 9.1.4 所有标志应字迹清晰、耐擦。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。
- 9.1.5 每圈或每盘电缆应附有标签标明：
- 制造厂名称；
 - 电缆额定电压、型号和规格；
 - 电缆长度， m；
 - 毛重， kg；
 - 制造日期；
 - 电缆盘的正确旋转方向；
 - 执行标准编号的连续标志。
- 9.1.6 装箱时， 箱体外壳应标明：
- 制造厂名称；
 - 电缆额定电压、型号和规格；
 - 技术规范编号；
 - 箱体外形尺寸及重量；
 - 防潮、防掷标志。
- 9.1.7 出口产品的包装应按有关规定执行。

9.2 运输和贮存

- 9.2.1 电缆应避免在露天存放， 电缆盘不允许平放。

9.2.2 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；

9.2.3 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) 电缆综合数据

A.1 护套电缆的综合数据见表 A.1 所示。

表 A.1 护套电缆综合数据

导体标称截面 积, mm ²	RYJYJ-125				RVV-90	
	DC 900V		DC 1500V		DC 900V	
	护套厚度规定值 /mm	平均外径上 限/mm	护套厚度规定值 /mm	平均外径上 限/mm	护套厚度规定值 /mm	平均外径上 限/mm
4	0.7	6.1	0.7	6.3	0.7	6.8
6	0.7	6.7	0.7	6.9	0.7	7.4
10	0.7	7.8	0.7	8.5	0.7	8.5
16	0.7	9.1	0.7	10.1	0.7	9.8
25	0.8	11.3	0.8	12.2	0.8	12.0
35	0.8	12.9	0.8	13.8	0.8	13.6
50	0.8	14.9	0.8	16.1	0.8	15.9
70	0.9	17.3	0.9	18.3	0.9	18.0
95	0.9	19.1	0.9	20.1	0.9	20.3
120	0.9	21.4	0.9	22.1	0.9	22.4
150	1.0	23.8	1.0	24.6	1.0	24.8
185	1.0	26.4	1.0	27.1	1.0	27.3
240	1.1	29.7	1.1	30.5	1.1	30.9
注：护套电缆的绝缘线芯结构要求见表A.2的规定。						

A.2 无护套电缆综合数据

表 A.2 无护套电缆综合数据

导体标称截面 积, mm ²	RYJYJ-125				RVV-90	
	DC 900V		DC 1500V		DC 900V	
	护套厚度规定值 /mm	平均外径上 限/mm	护套厚度规定值 /mm	平均外径上 限/mm	护套厚度规定值 /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

附 录 B
(规范性)
耐液体试验 (电池酸)

B.1 总则

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

B.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。

B.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倍~5倍试样平均外径的芯轴。

B.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B.1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 B.1 耐液体测试介质

液体介质	介质成分	试样数量	老化时间, h
电池酸	25 %硫酸 + 75 %水, 密度1.28	2	240

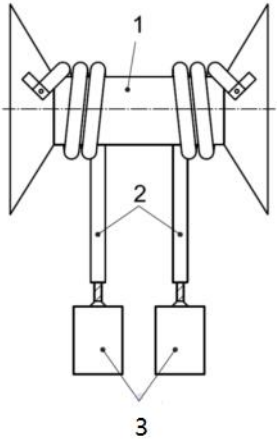
B.5 步骤 2: 卷绕

B.5.1 后续试验: 试样取出后在23 °C±5 °C的室温中放置30 min。

B.5.2 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B.1,

B.5.3 可使用固定或旋转的芯轴, 芯轴尺寸为4倍~5倍的电缆外径, 重物应符合表B.2、表B.3, 固定芯轴不使用重物。

B.5.4 卷绕后, 目视检查试样外部, 试样表面无裂纹。



标引序号说明:
1——芯轴;

- 2——试样器；
- 3——重物。

图 B. 1 卷绕试验装置

表 B. 2 电缆外径、 芯轴外径、 重物和卷绕圈数（无护套电缆）

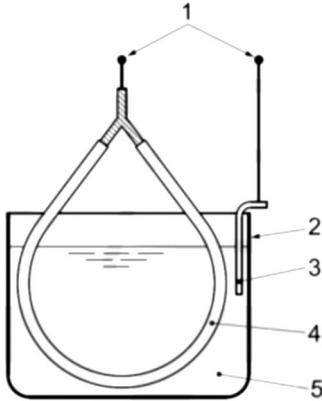
导体标称截面 S/mm ²	重物（如果使用旋转芯轴） kg	卷绕速度 r/s	最小圈数
1.5<S≤6	5	1	2
6<S≤10	8	0.5	0.5
10<S≤25	10	0.5	0.5
25<S≤35	200.	5	0.5
35<S≤120	30	0.2	0.5

表 B. 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（如果使用旋转芯轴） kg	卷绕速度 r/s	最小圈数
D≤2.5	0.5	0.2	3
2.5<D≤5	2.5	0.2	3
5<D≤10	5	0.2	2
10<D≤15	10	0.2	0.5
15<D≤25	20	0.2	0.5
25<D	30	0.2	0.5

B. 6 步骤 3：耐电压试验

- B. 6. 1 卷绕后，对试样进行耐电压试验。
- B. 6. 2 试样应不有破裂，在耐电压试验期间不发生击穿。
- B. 6. 3 耐电压试验方法
- B. 6. 3. 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。
- B. 6. 3. 2 如图 B. 2 所示，在非导电容器中装上盐水（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。
- B. 6. 3. 3 如图 B. 2 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 1 kV（均方根）测试电压 1min。然后以 500 V/s 速率增加电压到指定电压值：
- 对于 DC900V 电缆， 1.5 kV，并保持 5 min；
 - 对于 DC1500V 电缆， 2.5 kV，并保持 5 min。
- B. 6. 3. 4 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电压试验。



标引序号说明：

- 1——试验电压；
- 2——非导电电容器；
- 3——电极；
- 4——试样；
- 5——盐水浴。

图 B.1 绝缘线芯耐电压试验装置

参 考 文 献

- [1] CQC 1143-2019 电力储能系统用电池连接电缆认证技术规范
-