



# 中华人民共和国能源行业标准

NB / T 31035 — 2012

---

## 额定电压 1.8/3kV 及以下风力发电用 耐 扭 曲 软 电 缆

### 第 2 部分: 额定电压 1.8/3kV 电缆

Flexible and torsion resistant cables of rated voltages up to and including  
1.8/3kV for wind turbine—  
Part 2: Cables for rated voltage of 1.8/3kV

2012-10-29 发布

2013-03-01 实施

---

国家能源局 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 电缆型号和产品表示方法 .....	3
6 电缆规格 .....	4
7 技术要求 .....	4
8 成品电缆 .....	7
9 检验规则和试验方法 .....	8
10 交货长度 .....	9
11 电缆包装、运输和贮存 .....	10
附录 A (规范性附录) 绝缘和护套材料性能要求 .....	11
附录 B (规范性附录) 风力发电用耐扭曲软电缆负重试验方法 .....	14
附录 C (规范性附录) 风力发电用耐扭曲软电缆低温弯曲试验方法 .....	15
附录 D (规范性附录) 风力发电用耐扭曲软电缆人工气候老化试验方法 .....	16
附录 E (规范性附录) 盐雾试验 .....	18

## 前 言

《额定电压 1.8/3kV 及以下风力发电用耐扭曲软电缆》分为三个部分：

——第 1 部分：额定电压 0.6/1kV 及以下电缆；

——第 2 部分：额定电压 1.8/3kV 电缆；

——第 3 部分：扭转试验方法。

本部分为第 2 部分：额定电压 1.8/3kV 电缆。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由能源行业风电标准化技术委员会（NEA/TC1）归口。

本部分负责起草单位：上海电缆研究所、机械工业北京电工技术经济研究所。

本部分参加起草单位：大连华锐股份有限公司电控装备厂、东方汽轮机有限公司、中国电器工业协会、远东控股集团有限公司、普睿司曼（天津）电缆有限公司、宝胜科技创新股份有限公司、江苏上上电缆集团有限公司、安徽华能电缆集团有限公司、安徽华星电缆集团有限公司、安徽江淮电缆集团有限公司、安徽新亚特电缆集团有限公司、东莞市日新传导科技股份有限公司、江苏昌盛电缆集团有限公司、江苏亨通电力电缆有限公司、江苏新远程电缆股份有限公司、上海南洋电材有限公司、上海胜华电缆（集团）有限公司、上海特缆电工科技有限公司、无锡江南电缆有限公司、无锡市沪安电线电缆有限公司、兴乐集团有限公司、烟台市电缆厂、扬州曙光电缆有限公司、扬州亚光电缆有限公司、郑州电缆有限公司、山东宝世达电缆有限公司、江苏中煤电缆股份有限公司、无锡电缆厂有限公司、冀东普天线缆有限公司、安徽华宇电缆集团有限公司、江阴七星电缆厂、常州船用电缆有限责任公司、河北华通线缆集团有限公司、山东华凌电缆有限公司、江苏凯诺电缆集团有限公司、四川明星电缆股份有限公司、安徽电缆股份有限公司。

本部分主要起草人：杨立志、郭振岩、范玉军、梁树民、成健、汪传斌、马俊江、房权生、袁杰、周友芝、陈永军、付世财、王安东、李明斌、杨文伟、李金明、薛元洪、陈文刚、胡建国、曲文波、吴丽芳、柳尧裕、徐永忠、王治平、梁国华、胡行兵、朱爱荣、鲁宁、陈学武、惠建中、李斌、邓九旺、魏心定、高骏、郝清芬、潘茂龙、王卫东、沈智飞、张万有、果岩。

# 额定电压 1.8/3kV 及以下风力发电用耐扭曲软电缆

## 第 2 部分：额定电压 1.8/3kV 电缆

### 1 范围

本部分规定了风力发电设备中涡轮机和塔筒连接处或其类似场合用 1.8/3kV 风力发电用耐扭曲软电缆的产品代号、标志、技术要求、试验方法、检验规则和包装。

本部分适用于额定电压 1.8/3kV 风力发电系统或类似系统用耐扭曲软电缆。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本部分的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本部分。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本部分。

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（IEC 60068-2-11：1981，IDT）

GB/T 2423.18—2000 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）（IEC 60068-2-52：1996，IDT）

GB/T 2900.10—2001 电工术语 电缆 [IEC 60050 (461)：1984，IDT]

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，IDT）

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，IDT）

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，IDT）

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，IDT）

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：导体直流电阻试验

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（IEC 60060-1：1989，NEQ）

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 3048.13—2007 电线电缆电性能试验方法 第 13 部分：冲击电压试验（IEC 60230：1966，MOD）

GB/T 3956—2008 电缆的导体（IEC 60228：2004，IDT）

GB/T 4909.2—2009 裸电线试验方法 第 2 部分：尺寸测量

GB/T 5013.1—2008 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆 第 1 部分：一般要求（IEC 60245-1：2003，IDT）

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 6995.3—2008 电线电缆识别标志方法 第 3 部分：电线电缆识别标志

GB/T 9330.1—2008 塑料绝缘控制电缆 第1部分：一般规定

GB/T 18380.12—2008 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: 2004, IDT)

GB/T 18380.35—2008 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 (IEC 60332-3-24: 2000, IDT)

JB/T 8137 (所有部分) 电线电缆交货盘

JB/T 10696.7—2007 电线电缆机械和理化性能试验方法 第7部分：抗撕试验

NB/T 31036—2012 额定电压 1.8/3kV 及以下风力发电用耐扭曲软电缆 第3部分：扭转试验方法

### 3 术语和定义

GB/T 2900.10—2001 界定的以及下列术语和定义适用于本部分。

#### 3.1

**额定电压** **rated voltage**

电缆设计、使用和进行电性能试验用的基准电压。

#### 3.2

**批** **batch**

一次订货的同型号规格产品数量。

如果一次订货中有不同型号规格的产品，则不同的型号规格应视为不同的批。

#### 3.3

**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，用以检验所有电缆是否符合规定的要求。

#### 3.4

**抽样试验 (S)** **sample tests**

由制造方进行，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。

#### 3.5

**型式试验 (T)** **type tests**

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

该试验的特点：除非电缆材料、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。

### 4 使用特性

#### 4.1 电缆额定电压 $U_0/U$ 为 1.8/3kV。

$U_0$  表示任一主绝缘导体与“地”（金属屏蔽、金属套或周围介质）之间的电压有效值， $U$  为多芯电缆或单芯电缆任意两相导体之间的电压有效值。

#### 4.2 电缆导体的长期允许工作温度为 90℃。

#### 4.3 电缆的最小弯曲半径为电缆直径的 6 倍。

#### 4.4 电缆适应的最低环境温度分别为：

- 普通型：-25℃；
- 耐寒型：-40℃；
- 耐严寒型：-55℃。

4.5 电缆具备耐扭曲性能。

## 5 电缆型号和产品表示方法

### 5.1 代号

风力发电用电缆系列	FD
阻燃 C 类	ZC
铜导体	(T) 省略
乙丙橡胶或其他相当的合成弹性体绝缘	E
硅橡胶或其他相当的合成弹性体绝缘	G
金属屏蔽	P
硅橡胶混合物或其他相当的合成弹性体护套	G
氯磺化聚乙烯橡胶混合物或其他相当的合成弹性体护套	H
聚氨酯弹性体护套 (TPU)	U
其他热塑性弹性体护套	S
适应的最低环境温度: -55℃ (耐严寒型)	-55
-40℃ (耐寒型)	-40
-25℃	-25

### 5.2 电缆常用型号、名称

电缆常用型号、名称见表 1。

### 5.3 表示方法

产品用型号、规格及本部分标准编号表示。规格包括额定电压、芯数和导体标称截面积。

铜芯乙丙橡胶绝缘聚氨酯弹性体护套风力发电用耐严寒耐扭曲软电缆, 额定电压为 1.8/3kV, 3 芯, 标称截面积为 70mm<sup>2</sup>, 表示如下:

FDEU-55 1.8/3 3×70 NB/T 31035—2012

铜芯乙丙橡胶绝缘氯磺化聚乙烯橡胶护套阻燃 C 类风力发电用耐扭曲软电缆, 额定电压为 1.8/3kV, 1 芯, 标称截面积为 240mm<sup>2</sup>, 表示如下:

ZC-FDEH-25 1.8/3 1×240 NB/T 31035—2012

表 1 电缆常用型号、名称

型 号 <sup>a</sup>	额定电压	名 称
FDES-25	1.8/3kV	铜芯乙丙橡胶绝缘热塑弹性体护套风力发电用耐扭曲软电缆
FDES-40	1.8/3kV	铜芯乙丙橡胶绝缘热塑弹性体护套风力发电用耐寒耐扭曲软电缆
FDGG-40	1.8/3kV	铜芯硅橡胶绝缘硅橡胶护套风力发电用耐寒耐扭曲软电缆
FDGG-55	1.8/3kV	铜芯硅橡胶绝缘硅橡胶护套风力发电用耐严寒耐扭曲软电缆
FDGU-40	1.8/3kV	铜芯硅橡胶绝缘聚氨酯弹性体护套风力发电用耐寒耐扭曲软电缆
FDGU-55	1.8/3kV	铜芯硅橡胶绝缘聚氨酯弹性体护套风力发电用耐严寒耐扭曲软电缆
FDEU-40	1.8/3kV	铜芯乙丙橡胶绝缘聚氨酯弹性体护套风力发电用耐寒耐扭曲软电缆
FDEU-55	1.8/3kV	铜芯乙丙橡胶绝缘聚氨酯弹性体护套风力发电用耐严寒耐扭曲软电缆
FDEG-40	1.8/3kV	铜芯乙丙橡胶绝缘硅橡胶护套风力发电用耐寒耐扭曲软电缆

表 1 (续)

型 号 <sup>a</sup>	额定电压	名 称
FDEG-55	1.8/3kV	铜芯乙丙橡皮绝缘硅橡胶护套风力发电用耐严寒耐扭曲软电缆
FDEH-25	1.8/3kV	铜芯乙丙橡皮绝缘氯磺化聚乙烯橡皮护套风力发电用耐扭曲软电缆
FDEH-40	1.8/3kV	铜芯乙丙橡皮绝缘氯磺化聚乙烯橡皮护套风力发电用耐寒耐扭曲软电缆
FDES-25	1.8/3kV	铜芯乙丙橡皮绝缘热塑弹性体护套风力发电用耐扭曲软电缆
FDES-40	1.8/3kV	铜芯乙丙橡皮绝缘热塑弹性体护套风力发电用耐寒耐扭曲软电缆
<sup>a</sup> 阻燃 C 类电缆在型号前加“ZC-”，金属屏蔽型电缆在护套代号后加“P”。		

## 6 电缆规格

电缆规格见表 2。

表 2 电 缆 规 格

芯 数	导体标称截面积 mm <sup>2</sup>
1	10~400
3	10~240

## 7 技术要求

### 7.1 导体

7.1.1 导体应采用 GB/T 3956—2008 规定的第 5 种柔软圆形绞合导体。导体材料应为退火软铜线，单线可以不镀锡或镀锡。

7.1.2 导体 20℃ 时的直流电阻应符合 GB/T 3956—2008 的规定。

7.1.3 导体表面允许用非吸湿性带材作重叠绕包或纵包。

### 7.2 绝缘

#### 7.2.1 材料

绝缘材料应为表 3 所列的挤包固体介质的一种。绝缘机械物理性能应符合附录 A 中表 A.1 的规定。

表 3 绝 缘 混 合 料

绝缘混合料	代号	导体最高温度 ℃	
		正常运行时	短路时 (最长持续 5s)
90℃ 乙丙橡皮混合物或其他相当的合成弹性体	EPR	90	250
硅橡胶或其他相当的合成弹性体	G	90	250

#### 7.2.2 厚度

绝缘厚度的标称值见表 4。绝缘厚度的平均值应不小于标称值，绝缘最薄处厚度应不小于标称值的 90% 减去 0.1mm。

表4 绝缘厚度的标称值

导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	绝缘厚度标称值 mm	导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	绝缘厚度标称值 mm	导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	绝缘厚度标称值 mm
10	2.1	70	2.2	240	2.8
16	2.1	95	2.4	300	2.8
25	2.2	120	2.4	400	3.0
35	2.2	150	2.6		
50	2.2	185	2.6		

### 7.2.3 包覆导体

绝缘应紧密挤包在导体上，断面无目力可见的气泡和杂质，外观圆整且容易与导体剥离。

### 7.2.4 火花试验

绝缘线芯应按 GB/T 3048.9—2007 的规定经受表 5 规定的工频火花试验作为中间检查。

表5 火花试验电压

绝缘厚度标称值 $\delta$ mm	试 验 电 压 kV
$2.0 < \delta \leq 2.5$	20
$\delta > 2.5$	25

### 7.2.5 电缆绝缘线芯的识别

#### 7.2.5.1 一般要求

电缆绝缘线芯应采用颜色或其他适合的方法进行识别。除绿/黄组合色线芯外，电缆的每一线芯应只用一种颜色。

任何多芯电缆均不应使用不是组合色用的绿色和黄色。

#### 7.2.5.2 颜色色谱

优先选用的色谱如下：

单芯电缆：无优先选用色谱；

三芯电缆：绿/黄色、蓝色、棕色，或是蓝色、黑色、棕色；

可以根据用户要求的色序生产。关于绿/黄组合色的颜色分布应符合 GB/T 5013.1—2008 的规定。

### 7.3 绝缘线芯和填充（若有）绞合成缆

绝缘线芯应绞合在一起。成缆绞合节距应不大于绞合外径的 12 倍。

绝缘线芯之间的间隙允许采用非吸湿性材料填充。填充材料应与电缆工作温度相适应，填充材料应与电缆绝缘材料相容，填充材料不应粘连绝缘线芯。

允许挤包护套前在缆芯上绕包非吸湿性织物带。

### 7.4 金属屏蔽

金属屏蔽由软圆铜线或镀锡圆铜线构成，其金属编织（或缠绕）密度应不小于 80%。为了提高耐扭性能，允许在编织中加入高机械强度非金属线。金属屏蔽用的单丝直径和编织（或缠绕）密度的计算方法见 GB/T 9330.1—2008 的规定，其中计算缠绕密度时，单向覆盖系数应在原有表达式的基础上乘以 1/2，其余保持不变。

### 7.5 护套

7.5.1 护套材料应为表 6 所列的挤包固体介质的一种。护套材料应与绝缘材料的工作温度等级相适应，多芯电缆护套应不与绝缘相粘连。



护套机械物理性能应符合附录 A 中表 A.2 的规定,对 ZC 型电缆,其护套采用与表 6 规定材料相对应的阻燃型材料。

表 6 护 套 混 合 料

护套混合料	代号	正常运行时导体最高温度 ℃
氯磺化聚乙烯橡胶混合物或其他相当的合成弹性体	SH	90
硅橡胶混合物或其相当的合成弹性体	G	90
聚氨酯弹性体	TPU	90
其他热塑弹性体	TPV-90	90

7.5.2 电缆护套厚度的标称值见表 7。护套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 85%减去 0.1mm。

7.5.3 成品电缆的外径应符合表 7 的规定。护套应表面光滑、圆整、色泽均匀,断面应无目力可见的气泡和杂质。护套的优选颜色为黑色。

表 7 电 缆 尺 寸

芯数及导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	护套厚度的标称值 mm		平 均 外 径 mm			
	SH、TPV-90、G	TPU	TPV-90、SH、G 护套		TPU 护套	
			下限	上限	下限	上限
1×10	1.8	1.2	11.3	13.7	10.1	12.3
1×16	1.9	1.2	12.6	15.2	11.3	13.5
1×25	2.0	1.3	14.3	17.4	13.0	15.6
1×35	2.2	1.4	15.9	19.5	14.3	17.5
1×50	2.4	1.5	17.7	21.8	16.0	19.6
1×70	2.6	1.6	19.8	24.5	17.8	22.1
1×95	2.8	1.8	22.0	27.2	20.0	24.8
1×120	3.0	2.0	24.0	29.8	22.0	27.4
1×150	3.2	2.1	26.4	32.6	24.3	30.0
1×185	3.4	2.2	28.4	35.2	26.0	32.5
1×240	3.5	2.3	31.4	39.1	29.0	36.5
1×300	3.6	2.4	33.9	42.3	31.5	39.5
1×400	3.8	2.5	37.8	47.2	35.3	44.3
3×10	3.3	2.1	23.0	28.1	20.6	25.2
3×16	3.5	2.3	25.7	31.5	23.3	28.6
3×25	3.8	2.5	29.6	36.5	27.1	33.5
3×35	4.1	2.7	32.8	40.6	30.0	37.5
3×50	4.5	2.9	36.7	45.5	33.5	42.0
3×70	4.8	3.1	41.0	50.9	37.7	47.2
3×95	5.3	3.4	45.9	56.6	42.2	52.5

表 7 (续)

芯数及导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	护套厚度的标称值 mm		平均外径 mm			
	SH、TPV-90、G	TPU	TPV-90、SH、G 护套		TPU 护套	
			下限	上限	下限	上限
3×120	5.6	3.6	50.0	62.6	46.0	58.3
3×150	6.0	3.8	54.6	68.6	50.2	63.9
3×185	6.4	4.0	58.7	73.7	53.9	68.8
3×240	7.1	4.5	66.7	83.7	54.6	78.2
对于屏蔽型电缆的平均外径上、下限的要求为在非屏蔽型电缆平均外径的基础上分别加 1mm。						

## 8 成品电缆

### 8.1 结构尺寸

- 8.1.1 导体结构应符合 7.1.1 的规定。
- 8.1.2 绝缘厚度应符合 7.2.2 的规定。
- 8.1.3 缆芯结构应符合 7.3 的规定。
- 8.1.4 金属屏蔽结构应符合 7.4 的规定。
- 8.1.5 护套厚度应符合 7.5.2 的规定。
- 8.1.6 外径应符合 7.5.3 的规定。

### 8.2 电气性能

#### 8.2.1 导体直流电阻

导体直流电阻应符合 7.1.2 的规定。

#### 8.2.2 绝缘电阻

成品电缆的绝缘电阻应符合表 8 的规定。

表 8 绝缘电阻

导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	20℃时绝缘电阻 MΩ·km	额定工作温度时绝缘电阻 MΩ·km
35 及以下	250	0.25
50~150	200	0.20
185~400	150	0.15

#### 8.2.3 成品电缆耐压试验

成品电缆应能经受 6.5kV 工频耐压试验 5min 而不击穿。

#### 8.2.4 4h 电压试验

成品电缆绝缘线芯应经受环境温度下  $4U_0$  的浸水工频电压试验, 电压应逐渐升高并持续 4 h, 试验过程中应不发生击穿现象。试样长度为 10m~15m。对于护套和绝缘一次挤出的单芯电缆, 如果护套和绝缘无法分开, 试验时无须去除护套。

#### 8.2.5 冲击电压试验

试验应在另外 10m~15m 长的成品电缆上进行, 试验时导体温度应高于导体的长期允许工作温度 5℃~10℃。试验应按 GB/T 3048.13—2007 规定的步骤施加冲击电压, 峰值为 40kV。对于没有分相屏

蔽的多芯电缆，每次冲击电压应依次施加在每相导体与地之间，其他导体连接在一起并接地。电缆的每根绝缘线芯均应经受正负极性各 10 次冲击电压而不击穿。

### 8.3 非电气性能

8.3.1 成品电缆绝缘的机械物理性能应符合附录 A 表 A.1 的要求。

8.3.2 成品电缆护套的机械物理性能应符合附录 A 表 A.2 的要求。

8.3.3 成品电缆应经受 NB/T 31036—2012 规定的常温扭转试验和低温扭转试验。用户有要求时，成品电缆还应经受 NB/T 31036—2012 规定的高温扭转试验和负载扭转试验。

8.3.4 成品电缆应经受附录 B 规定的负重试验。

8.3.5 成品电缆应经受附录 C 规定的低温弯曲试验。

8.3.6 用户有要求时，成品电缆应经受附录 D 规定的人工气候老化试验。

8.3.7 用户有要求时，成品电缆应经受附录 E 规定的盐雾试验。

8.3.8 成品电缆应经受 GB/T 18380.12—2008 规定的单根燃烧试验。

8.3.9 ZC 型阻燃电缆应经受 GB/T 18380.35—2008 规定的成束电缆燃烧试验。

8.3.10 成品电缆应有连续的制造厂名、电压、型号等识别标志。标志的清晰度、耐擦性应符合 GB/T 6995.1—2008 的规定，标志的连续性应符合 GB/T 6995.3—2008 的规定。

## 9 检验规则和试验方法

9.1 产品应由制造厂检验合格后方能出厂，出厂应附有产品质量检验合格证。

9.2 每交货批至少抽取 1 件样品，也可由供需双方协议规定抽样数量。抽样检验的结果不合格时，应加倍取样对不合格项目进行第二次试验，仍不合格时，应对整批产品逐一进行试验。

9.3 产品外观应在正常视力下逐批检查。

9.4 产品检验项目、试验类型、试验方法按表 9 规定。

表 9 成品电缆试验

序号	检 验 项 目	性能要求条文号	试验类型	试 验 方 法
1	外观			
1.1	识别标志			
1.1.1	电缆标志内容	8.3.10	T、S	GB/T 6995.3—2008
1.1.2	标志连续性	8.3.10	T、S	GB/T 6995.3—2008
1.1.3	标志清晰度、耐擦性	8.3.10	T、S	GB/T 6995.1—2008
1.1.4	绝缘线芯识别	7.2.5	T、S	目测
1.2	电缆表面质量	7.5.3	T、S	目测
2	结构尺寸			
2.1	导体结构	7.1.1	T、S	GB/T 4909.2—2009
2.2	绝缘厚度	7.2.2	T、S	GB/T 2951.11—2008
2.3	金属屏蔽	7.4	T、S	GB/T 2951.11—2008
2.4	护套厚度	7.5.2	T、S	GB/T 2951.11—2008
2.5	电缆外径	7.5.3	T、S	GB/T 2951.11—2008
3	电性能			
3.1	导体电阻 (20℃)	7.1.2	T、R	GB/T 3048.4—2007

表 9 (续)

序号	检 验 项 目	性能要求条文号	试验类型	试 验 方 法
3.2	绝缘电阻试验			
3.2.1	绝缘电阻 (20℃)	8.2.2	T、S	GB/T 3048.5—2007
3.2.2	绝缘电阻 (额定工作温度时)	8.2.2	T	GB/T 3048.5—2007
3.3	电压试验			
3.3.1	成品电缆耐压试验	8.2.3	R	GB/T 3048.8—2007
3.3.2	绝缘线芯耐压试验	8.2.4	T	GB/T 3048.8—2007
3.3.3	冲击电压试验	8.2.5	T	GB/T 3048.13—2007
4	绝缘机械物理性能	8.3.1	T	GB/T 2951.11—2008、 GB/T 2951.12—2008、 GB/T 2951.21—2008、 和 JB/T 10696.7—2007
5	护套机械物理性能	8.3.2	T	GB/T 2951.11—2008、 GB/T 2951.12—2008、 GB/T 2951.14—2008、 GB/T 2951.21—2008、 GB/T 2951.31—2008 和 JB/T 10696.7—2007
6	成品电缆特殊性能试验			
6.1	扭转试验			
6.1.1	常温扭转试验	8.3.3	T	NB/T 31036
6.1.2	低温扭转试验	8.3.3	T	NB/T 31036
6.1.3	高温扭转试验	8.3.3	用户要求时	NB/T 31036
6.1.4	负载扭转试验	8.3.3	用户要求时	NB/T 31036
6.2	负重试验	8.3.4	T	附录 B
6.3	低温弯曲试验	8.3.5	T	附录 C
6.4	人工气候老化试验	8.3.6	用户要求时	附录 D
6.5	盐雾试验	8.3.7	用户要求时	附录 E
6.6	电缆的燃烧试验	8.3.8 8.3.9	T	GB/T 18380.12—2008 和 GB/T 18380.35—2008
7	交货长度	第 10 章	R	计米器

## 10 交货长度

10.1 客户有定长要求的，应按约定长度交货。

10.2 其他电缆的交货长度：成圈包装为 100m，成盘包装应大于 100m。

10.3 允许按用户最短使用长度的整倍数电缆交货。

10.4 根据双方协议，允许任何长度的电缆交货。

10.5 电缆长度计量误差应不超过 $\pm 0.5\%$ 。

## 11 电缆包装、运输和贮存

11.1 电缆应妥善包装在符合 JB/T 8137 规定的电缆盘上。电缆端头应可靠密封，伸出盘外的电缆端头应加保护罩，伸出的长度应不小于 300mm。质量不超过 80kg 的短段电缆，可以成圈包装。

为防止贮运过程中的损坏，成盘包装的产品还应附加适当的保护。成圈包装的产品，应用一定强度的带状材料多层包覆，并捆扎牢固。

11.2 电缆运输过程中不应使电缆盘处于平放位置，应有防止电缆盘滚动的措施，不应遭受冲撞、挤压和任何机械损伤，长途运输时应防止长时间曝晒。

11.3 每个电缆盘都应标明以下内容：

- a) 制造厂名称；
- b) 电缆型号、规格、电压等级；
- c) 电缆长度、净重、总重；
- d) 制造年月；
- e) 表示电缆盘正确滚动方向的箭头；
- f) 本部分标准编号。

11.4 成圈包装或装箱时，每件包装、箱体外壳上应标明：

- a) 制造厂名称；
- b) 电缆型号、规格、电压等级；
- c) 电缆长度、净重、总重；
- d) 制造年月；
- e) 防潮、防掷标志；
- f) 本部分标准编号。

11.5 电缆在装卸时应使用适当的工具，以避免损伤电缆。在运输工具上应进行良好的固定。电缆应尽量避免露天存放，电缆盘不允许平放。

附 录 A  
(规范性附录)  
绝缘和护套材料性能要求

A.1 绝缘橡皮材料非电性试验要求见表 A.1。

表 A.1 绝缘橡皮材料非电性试验要求

序号	试 验 项 目	单位	混合料代号		试验方法
			G	EPR	
1	抗张强度和断裂伸长率				GB/T 2951.11—2008
1.1	交货状态原始性能				
1.1.1	抗张强度原始值 ——最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	5.0	4.2	
1.1.2	断裂伸长率原始值 ——最小中间值	%	150	200	
1.2	空气烘箱老化后的性能				GB/T 2951.12—2008
1.2.1	老化条件 <sup>a、b</sup>				
	——温度	℃	200±2	135±2	
	——处理时间	h	10×24	7×24	
1.2.2	老化后抗张强度 ——最小中间值 ——最大变化率 <sup>c</sup>	N/mm <sup>2</sup> %	4.0 —	— ±30	
1.2.3	老化后断裂伸长率 ——最小中间值 ——最大变化率 <sup>c</sup>	% %	120 —	— ±30	
2	热延伸试验				GB/T 2951.21—2008
2.1	试验条件				
	——温度	℃	200±3	250±3	
	——处理时间	min	15	15	
	——机械应力	N/mm <sup>2</sup>	0.20	0.20	
2.2	试验结果				
	——载荷下的伸长率, 最大	%	175	175	
	——冷却后的伸长率, 最大	%	25	15	
3	耐臭氧试验				GB/T 2951.21—2008
3.1	试验条件				
	——试验温度	℃	—	25±2	
	——试验时间	h	—	24	
	——臭氧浓度	%	—	0.025~0.030	
3.2	试验结果			无裂纹	
4	抗撕试验 抗撕强度, 最小	N/mm	4.0		JB/T 10696.7—2007

<sup>a</sup> IE4 绝缘应带导体或取走不超过 30% 的铜丝进行老化。

<sup>b</sup> 橡皮混合物的老化不采用强迫鼓风烘箱。仲裁试验时, 应采用自然通风老化箱。

<sup>c</sup> 变化率: 老化后中间值与老化前中间值之差与老化前中间值之比, 以百分比表示。

## A.2 护套橡皮材料非电性试验要求见表 A.2。

表 A.2 护套材料非电性试验要求

序号	试验项目	单位	混合料代号				试验方法
			SH	G	TPU	TPV-90	
1	抗张强度和断裂伸长率						GB/T 2951.11—2008
1.1	交货状态原始性能						
1.1.1	抗张强度原始值, 最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	10.0	6.0	20.0	10.0	
1.1.2	断裂伸长率原始值, 最小中间值	%	250	200	300	300	
1.2	空气烘箱老化后的性能						GB/T 2951.12—2008
1.2.1	老化条件:						
	——温度	℃	120±2	200±2	110±2	135±2	
	——处理时间	h	7×24	10×24	7×24	7×24	
1.2.2	老化后抗张强度:						
	——最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	—	5.0	—	10.0	
	——最大变化率 <sup>a</sup>	%	-30 <sup>b</sup>	—	±30	±25	
1.2.3	老化后断裂伸长率:						
	——最小中间值	%	—	150	300	300	
	——最大变化率 <sup>a</sup>	%	-40 <sup>b</sup>	—	±30	±25	
1.3	浸矿物油后机械性能						GB/T 2951.21—2008
1.3.1	试验条件:						
	——油温	℃	100±2	—	100±2	100±2	
	——浸油时间	h	24	—	24	24	
1.3.2	浸油后抗张强度, 最大变化率 <sup>a</sup>	%	-40 <sup>b</sup>	—	±40	-40 <sup>b</sup>	
1.3.3	浸油后断裂伸长率, 最大变化率 <sup>a</sup>	%	-40 <sup>b</sup>	—	±30	-40 <sup>b</sup>	
2	热延伸试验						GB/T 2951.21—2008
2.1	试验条件:						
	——温度	℃	200±3	200±3	—	—	
	——处理时间	min	15	15	—	—	
	——机械应力	N/mm <sup>2</sup>	0.20	0.20	—	—	
2.2	试验结果						
	——载荷下的伸长率, 最大	%	175	175	—	—	
	——冷却后的伸长率, 最大	%	15	25	—	—	
3	抗撕试验 抗撕强度, 最小	N/mm	5.0	5.0	—	—	JB/T 10696.7—2007
4	高温压力试验						GB/T 2951.31—2008
4.1	——温度	℃	—	—	100	90	
4.2	——压痕中间值/平均厚度, 最大	%	—	—	50	50	

表 A.2 (续)

序号	试验项目	单位	混合料代号				试验方法
			SH	G	TPU	TPV-90	
5	抗开裂试验						GB/T 2951.31—2008
5.1	试验条件						
	——温度	℃	—	—	150±3	150±3	
	——持续时间	h	—	—	1	1	
5.2	试验结果				无裂纹	无裂纹	GB/T 2951.14—2008
6	低温拉伸试验						
6.1	试验温度	℃	-25±2°	-40±2°	-40±2°	-25±2°	
6.2	试验结果						
	——未断裂时的伸长率, 最小	%	30	30	30	30	
7	低温冲击试验						GB/T 2951.14—2008
7.1	试验温度	℃	-25±2°	-40±2°	-40±2°	-25±2°	
7.2	试验结果		无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹	
<p><sup>a</sup> 变化率: 老化后中间值与老化前中间值之差与老化前中间值之比, 以百分比表示。</p> <p><sup>b</sup> 不规定正偏差。</p> <p><sup>c</sup> 如果用于环境最低温度为 -40℃ (-55℃), 低温试验温度应为 -40℃ (-55℃) ±2℃, 如用户对最低环境适应温度另有要求, 应按用户要求的温度试验。</p>							



## 附 录 B

### (规范性附录)

#### 风力发电用耐扭曲软电缆负重试验方法

##### B.1 试验要求

本试验应在包含电缆所有结构部件的成品电缆上进行。

##### B.2 试验步骤

首先从整盘电缆上取下约 1.5m 作为试样,试样应在  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$  的环境温度中放置 24h,然后再将试样顶端固定在 2m~3m 高的架子上,在试样下端的导体上悬挂砝码,砝码产生的重力为试样总铜导体截面积  $(\text{mm}^2) \times 15\text{N}$ 。试样应在负重状态下放置  $(7 \times 24)$  h。

##### B.3 试验结果判定

试样的护套、绝缘表面应无裂纹。

试样的导体直流电阻应符合 7.1.2 的要求。

附录 C  
(规范性附录)

风力发电用耐扭曲软电缆低温弯曲试验方法

C.1 试验要求

本试验应在包含电缆所有结构部件的成品电缆上进行。

C.2 试验步骤

按照 GB/T 2951.14—2008 中 8.1.4 的规定进行。

C.3 试验条件

C.3.1 试验温度

试验温度为电缆型号规定的最低环境适应温度，即  $(-55 \pm 2)^\circ\text{C}$  或  $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$  或  $(-25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。如用户对最低环境适应温度另有要求，应按用户要求的温度进行试验。

C.3.2 试棒直径

试棒直径为试样直径的 4 倍~5 倍。

C.3.3 试棒转速和卷绕圈数

电缆外径小于或等于 12.5mm 时，按照 GB/T 2951.14—2008 中 8.1.5 的规定进行；电缆外径大于 12.5mm 时，按照 4 倍~5 倍电缆外径弯曲  $180^\circ$ 。

C.4 试验结果判定

试样的护套、绝缘表面应无裂纹。

## 附录 D

## (规范性附录)

## 风力发电用耐扭曲软电缆人工气候老化试验方法

## D.1 适用范围

本试验方法适用于风力发电用耐扭曲软电缆的人工气候老化性能测定。

## D.2 试验设备

## D.2.1 氙灯气候老化箱

D.2.1.1 氙灯功率为 6kW，试样转架直径为 800mm~959mm，高为 365mm，试样转架每分钟旋转一周，箱体温度为  $(55 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为  $(85 \pm 5)\%$ 。

D.2.1.2 喷水应为清洁的自来水，喷水水压为 0.12MPa~0.15MPa，喷水嘴内径为 0.8mm，以 18min 喷水、光照，102min 单独光照，周期进行。

## D.2.2 拉力试验机

示值精度：从各级度盘 1/10 量程以上，但不小于最大负荷的 4% 开始，为  $\pm 1\%$ 。

## D.3 试样制备

从被试电缆的端部 500mm 处切取足够长度的电缆，并从电缆中取出绝缘线芯，制取护套试样（试片），能供三组试验测定有效性能。有机械损伤的样段不应作为试样用于试验。

第一组试样至少 5 个，供原始性能测量用。

第二组试样至少 5 个，供 0h~1008h 光老化后性能测量用。

第三组试样至少 5 个，供 504h~1008h 光老化后性能测量用。

## D.4 试验步骤

D.4.1 将第一组试样保存在阴凉干燥处，第二、三组试样应放入氙灯气候箱内进行试验，其中第三组试样应在试验开始 504h 后放入。

D.4.2 在规定的老化时间后，取出试样，在环境温度下存放至少 16h，与第一组试样对比进行外观检查。

D.4.3 试样按 GB/T 2951.11—2008 的要求，在光照面冲切哑铃片和预处理后，测定老化前和老化后三组试片的抗张强度和断裂伸长率，制作试片时，不应磨削光照面。

D.4.4 当按 D.4.3 规定，不应在光照面冲切哑铃片时，允许从同一型号的其他规格上切取，其光老化性能等效。

## D.5 试验结果及计算

D.5.1 检查光照面、试样应无明显的龟裂。

D.5.2 试验结果用老化前后的抗张强度和断裂伸长率的变化率（%）表示，按下式计算，计算结果  $TS_1$ 、 $EB_1$  应不超过  $\pm 30\%$ ， $TS_2$ 、 $EB_2$  应不超过  $\pm 15\%$ 。

$$TS_1 = (T_2 - T_1) / T_1 \times 100\%$$

$$EB_1 = (E_2 - E_1) / E_1 \times 100\%$$

$$TS_2 = (T_2 - T_3) / T_1 \times 100\%$$

$$EB_2 = (E_2 - E_3) / E_1 \times 100\%$$

式中:

$TS_1$  —— 0h~1008h 光老化后抗张强度的变化率, %;

$EB_1$  —— 0h~1008h 光老化后断裂伸长率的变化率, %;

$TS_2$  —— 504h~1008h 光老化后抗张强度的变化率, %;

$EB_2$  —— 504h~1008h 光老化后断裂伸长率的变化率, %;

$T_1$  —— 光老化前 (第一组试样) 抗张强度的中间值,  $N/mm^2$ ;

$E_1$  —— 光老化前 (第一组试样) 断裂伸长率的中间值, %;

$T_2$  —— 光老化后 (第二组试样, 光老化 1008h) 抗张强度的中间值,  $N/mm^2$ ;

$E_2$  —— 光老化后 (第二组试样, 光老化 1008h) 断裂伸长率的中间值, %;

$T_3$  —— 光老化后 (第三组试样, 光老化 504h) 抗张强度的中间值,  $N/mm^2$ ;

$E_3$  —— 光老化后 (第三组试样, 光老化 504h) 断裂伸长率的中间值, %。

附 录 E  
(规范性附录)  
盐 雾 试 验

E.1 试验方法

盐雾试验按照 GB/T 2423.17—2008 的规定进行, 试验时间 336h。

如用户有要求, 也可进行 672h 的盐雾试验, 或按照 GB/T 2423.18—2000 规定的 1 级或 2 级交替盐雾试验进行试验。

E.2 试验结果判定

盐雾试验前后, 绝缘和护套的抗张强度变化率和断裂伸长率变化率应不超过 $\pm 30\%$ 。

---

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
额定电压 1.8/3kV 及以下风力发电用  
耐 扭 曲 软 电 缆  
第 2 部分：额定电压 1.8/3kV 电缆  
NB/T 31035—2012

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月北京第一次印刷  
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.25 印张 37 千字  
印数 0001—3000 册

\*

统一书号 155123·1475 定价 11.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.1475

上架建议：规程规范/  
电力工程/新能源发电

