ICS 点击此处添加 ICS 号
点击此处添加中国标准文献分类号

T/CEC

中 国 电 力 企 业 联 合 会 标 准

T/CEC XXXXX—XXXX

可再生聚烯烃包覆金属导体技术要求

Specification of environment-friendly composite grounding electrode

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中国电力企业联合会　　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 1
4　总则 2

前　言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由***标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：……

本标准主要起草人：……

本标准为首次制定。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

标准名称

1 范围

本标准规定了可再生聚烯烃包覆金属导体的规格、技术要求、检测与试验方法、标志、包装、运输及贮存等。

本标准也适用于变电站、架空输电线路杆塔所使用的接地装置。直流电力输变电设施和线路杆塔、广播电视、邮电通讯、石油、化工、建筑、国防工程、气象和地震等所使用的接地装置可参照执行。

2 规范性引用文件

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

GB/T 528-2009 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 531.1-2008 硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法第一部分：邵氏硬度计法(邵尔硬度)

GB/T 3048.2-2007 电线电缆电性能试验方法 第二部分 金属导体材料电阻率试验

GB/T 3048.3-2007电线电缆电性能试验方法第3部分：半导电橡塑材料体积电阻率试验

GB/T 12706.1-2008 额定电压1kV（Um=1.2kV）到35kV（Um=40.5kV）挤包绝缘电力电缆及附件 第1部分：额定电压1kV（Um=1.2kV）和3kV（Um=3.6kV）电缆

GB/T 16927.1-2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求

GB/T 16927.2-2013 高电压试验技术 第2部分：测量系统

GB/T 17949-2000接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 接地阻抗

GB/T 21698 -2008 复合接地体技术条件

GB/T 50065-2011 交流电气装置的接地设计规范

DL/T 266-2012 接地装置冲击特性参数测试导则

YB/T 5004-2012 镀锌钢绞线

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可再生聚烯烃包覆金属导体 environment-friendly composite grounding electrode

一种以金属导体为内芯，高导电聚烯烃材料为护套组成的复合接地材料。聚烯烃护套能显著降低金属导体的接地阻抗，抵抗土壤中水分、酸、碱、盐等腐蚀性介质的侵蚀，且具备环境友好特性。

注：环境友好特性指材料中所含的氯、铜等对人体有害组元浓度极低，材料在服役过程中及失效后不会污染周围的水、空气与土壤。除役后，聚烯烃材料可回收再生使用。

3.2

接地装置 earthing system

接地导体（线）和接地极的总和。

3.3

降阻效果系数 coefficient of resistance reducing effect

在相同的土壤电阻率和相同的埋设方式下，接地体的工频接地电阻与接地体尺寸相同的金属导体的接地电阻的比值。

3.4

体积电阻率 volume resistivity

单位长度、单位截面积导体的电阻，在标准温度导体的体积电阻率用公式(1)计算：

$$\rho v(t_0) = \frac{A(t_0)}{l_1(t_0)} \cdot R(t_0) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$\rho v(t_0)$在标准温度时的体积电阻率，单位为欧米(Ω.m)；

$A(t_0)$在标准温度时的试样的截面积，单位为平方米(m^2)；

$l_1(t_0)$在标准温度时的试样的标长，单位为米(m)；

$R(t_0)$在标准温度时的试样的标长的两端的电阻，单位为欧(Ω)；

3.5

接地阻抗 earthing impedance

在给定频率下，系统、装置或设备的给定点与参考地之间的阻抗

3.6

平均腐蚀率 average corrosion rate

接地体（极）因腐蚀而导致截面减小，以每年等效直径的损失来表示，单位为mm/a。

4 总则

4.1 电力工程接地用聚烯烃包覆金属导体应满足接地工程设计使用年限要求。

4.2 电力工程接地用聚烯烃包覆金属导体应满足接地工程设计热稳定系数要求。

4.3 用于电力工程中水平、垂直接地极的聚烯烃包覆金属导体生产工艺应使用连续挤出工艺，导电聚烯烃包覆材料应连续、均匀、牢固的包覆在钢绞线芯材料上。

4.4 用于电力工程中垂直接地极两端应采用非金属材料或专用填充胶封堵，封堵材料应与垂直接地极芯材及聚烯烃包覆材料紧密结合，两端应防水，且具有一定强度。

4.5 用于电力工程的聚烯烃包覆金属水平接地极及垂直接地极钢芯绞线连接可以采用铝热焊连接或机械压接方式。

4.6 用于电力工程的聚烯烃包覆金属接地极的热稳定系数取钢绞线的热稳定系数。

5 标记

5.1 标记方法

不同规格的聚烯烃包覆金属导体产品以下面的方式进行标记。

POS-□□-□-□

- 钢绞线芯等效截面积，mm2
- 聚烯烃包覆层厚度，mm
- 接地形式: CZ(垂直接地极)、SP(水平接地极)

5.2 标记示例

用于电力工程用水平接地极，钢绞线芯直径为 12mm，聚烯烃包覆层厚度为 4mm：POS-SP-4-12

6 技术要求

6.1 一般要求

6.1.1 钢绞线芯一般要求：

聚烯烃包覆金属导体符合本标准要求，钢绞线芯应采用符合 **YB/T 5004-2012 镀锌钢绞线**规定的钢绞线芯。

6.1.2 聚烯烃包覆层一般要求：

聚烯烃包覆层不应污染土壤、水源和空气环境，不含放射性元素，不含对人体有害的重金属元素。

6.2 尺寸及允差

聚烯烃包覆层的尺寸及允差要求见表1，实验方法见7.1。

表1 聚烯烃包覆金属导体的尺寸及允差

棒材及管材					
标称直径d	直径允许偏差	包覆层厚度允许偏差	标称厚度	厚度允许偏差	包覆层厚度允许偏差
5<d<20	+-1	+-2	4-6	+-1	+-2
20<d<30	+-1.5	+-3	6-8	+-1.5	+-3
30<d<50	+-2.5	+-5	8-12	+-2.5	+-5

6.3 表面质量

聚烯烃包覆层应包覆紧密，表面应连续光滑，无明显的凹凸不平及开裂、划痕。试验方法见7.2。

6.4 聚烯烃包覆层体积电阻率

聚烯烃包覆层试样制备:聚烯烃包覆金属接导体材料在挤出生产时，采用同一批原料制备，试样的制备方法见 7.3。聚烯烃包覆层的体积电阻率不得大于 10Ω cm。试验方法见 7.3。

6.5 聚烯烃包覆金属导体体积电阻率

聚烯烃包覆层导体的体积电阻率不得大于$1.2\times10^{-6}\Omega$m，试验方法见7.4。

6.6 拉伸性能

6.6.1 聚烯烃包覆金属导体的拉伸性能

聚烯烃包覆层试样制备:聚烯烃包覆金属接导体材料在挤出生产时，采用同一批原料制备，试样的制备方法见7.5。聚烯烃包覆层的拉伸强度不得低于3MPa。（GB/T528）

6.6.2 聚烯烃包覆层的拉伸性能

聚烯烃水平接地的聚烯烃包覆金属导体抗拉强度不得低于300MPa,用于垂直接地的聚烯烃包覆金属导体抗拉强度不得低于500MPa。试验方法见7.6。（GB/T228.1）

6.7 聚烯烃包覆金属导体的弯曲性能

聚烯烃包覆层导体在进行弯曲试验后，进行目测检验，包覆层应无破损、裂纹、脱皮等现象。试验方法见7.7。

6.8 聚烯烃包覆层的绍尔 A 硬度

聚烯烃包覆层试样制备:聚烯烃包覆金属接导体材料在挤出生产时，采用同一批原料制备，试样的制备方法见 7.8。聚烯烃包覆层的绍尔 A 硬度不得小于 50 度。试验方法见 7.8。

6.9 冲击电流耐受性能

聚烯烃包覆层导体试样取长度为0.5米或1米，试验波形和测量系统应符合GB/T16927.1和GB/T16927.2的要求。在进行冲击电流耐受试验后，聚烯烃包覆层导体电阻变化不得大于20%。试验方法见7.9。

6.10 工频电流耐受性能

聚烯烃包覆层导体试样取长度为 0.5 米或 1 米，在进行工频电流耐受试验后，聚烯烃包覆层导体电阻变化不得大于 20%。试验方法见 7.10。

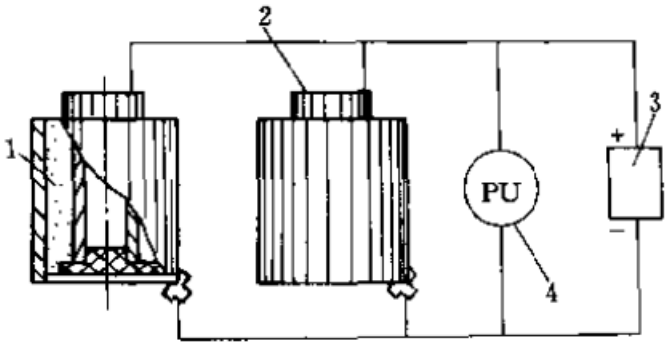
6.11 耐腐蚀性能

6.11.1 快速腐蚀试验

快速试验采用电解失重法进行。试验装置示意图见图1所示。聚烯烃包覆金属导体试样长度为115mm，一端去掉5mm包覆层，露出钢绞线芯，便于连接电线，另一端用专用密封胶封堵，封堵长度为5mm。实验前用丙酮棉球擦拭去油除尘，用滤纸擦干，在干燥器中保存24h以上，并称重，记录原始重量,称量精度为1mg。试验土壤研磨过筛后,填满钢铜与试样间空间,土壤填埋高度距试样10mm。土壤用蒸馏水润湿，达到饱和为止。

可调直流电源正极连接到试样上，负极连接到钢铜上，可调电源输出调节为6V，保持24小时连续试验。试验结束后，把试样从装置上取出，用蒸馏水清洗，干燥，称重，称量精度为1mg。试验平行样品至少3个以上，计算每个平行样品的失重值与原始重量的比值，计算平均值。

聚烯烃包覆金属导体快速腐蚀试验电解失重值与原始重量的比值不得大于0.3%。



1-钢铜（高110mm，内径>80mm） 2-试样 3-可调直流稳压电源 4-电压表
图1 快速腐蚀试验装置示意图

6.11.2 长周期腐蚀试验

聚烯烃包覆层导体取10段长度为50mm的试样，两端采用专用密封胶进行封堵，封堵长度不得超过5mm，进行埋地后长周期的腐蚀试验，试验后计算的试样年腐蚀率不得大于0.03mm/a。试验方法见7.11。

7 检测及试验方法

7.1 尺寸

7.1.1 直径、宽度及厚度用分度值为 0.02mm 的游标卡尺测量。

7.1.2 长度用分度值不大于 1.0mm 的直尺测量。

7.2 表面质量

采用目视进行检测，必要时采用放大镜检测。

7.3 包覆层体积电阻率试验

包覆层体积电阻率试样的制备及试验应按照GB/T3048.3-2007电线电缆电性能试验方法 第3部分：半导电橡塑材料体检低阻率试验的规定进行。

7.4 导体体积电阻率试验

聚烯烃包覆金属导体的体积电阻率试验应按照GB/T3048.2的规定要求执行，被测试样长度为1m。记录测试时的温度。

7.5 导体拉伸性能试验

导体试样的制备和试验方法应按照GB/T228.1的规定进行。试样的截面积应按照钢绞线芯材料的截面积计算。

7.6 包覆层的拉伸试验

包覆层拉伸试验的样品制备和试验方法应按GB/T538规定方法进行，采用哑铃状2型试样。

7.7 导体弯曲性能试验

导体弯曲性能试验样品制备及试样方法应按GB/T12706.2中规定的执行。

7.8 包覆层绍尔硬度性能

包覆层绍尔硬度的试样制备及试验方法应按GB/T12706.2中的规定执行，采用绍尔A硬度方法测试，包覆层样品可采用3层叠加的方法进行试验。

7.9 导体冲击耐受性能

导体冲击耐受性能试验应按GB/T21698中的规定执行。

7.10 工频电流耐受性能

导体的工频电流耐受性能应按GB/T21698中的规定执行。

7.11 导体长周期埋地腐蚀率性能

导体长周期埋地腐蚀试验应按GB/T21698中的规定执行。

8 检验

8.1 一般要求

8.1.1 每种规格的聚烯烃包覆金属导体产品定型及批量生产前，应按表 2 的规定进行型式试验验证。

8.1.2 供方提供产品时，须按批次提供聚烯烃包覆金属导体产品的原材料检验报告，以及表 2 中规定的出厂试验检验报告。

8.1.3 需方收到聚烯烃包覆金属导体产品后，按批次依照表 2 的规定进行验收试验。

表1 试验项目

序号	试验项目	试验要求			试验方法
		型式试验	出厂试验	验收试验	
1	尺寸	√	√	√	7.1
2	表面质量	√	√	√	7.1
3	导体体积电阻率	√	√	√	
4	包覆层体积电阻率	√			
5	导体拉伸试验	√			
6	包覆层拉伸试验	√	√	√	
7	弯曲试验	√	√	√	
8	硬度	√			
9	冲击耐受试验	√			
10	工频电流耐受试验	√			
11	快速腐蚀试验	√	√	√	
12	长周期腐蚀试验	√			
注：“√”表示必须进行的项目					

8.2 出厂检验

产品应逐批次进行出厂检验，经检验合格并附有产品合格证后方可出厂。出厂检验任意一项不合格，则该批次产品出厂检验不合格。

8.3 型式试验

型式试验按产品规格型号进行。在下列情况之一时，应进行型式试验：

a） 新产品投产前；

b） 材料或工艺发生变化时；

c） 停产半年以上重新恢复生产线；

d） 从上一次进行型式试验后满3年；

e） 用户提出要求时。

型式试验在经过出厂试验合格的产品中抽取，任一项试验结果不合格，则判定该型号产品不合格。

8.4 验收试验

需方应对到货的产品进行抽样验收，验收合格后才可使用。试验按照表2中的项目进行，有一项不合格者，从该批产品中抽取双倍数量的试样进行重复试验，重复试验结果全部合格，则判定该批次产品合格；若重复试验结果仍有不合格，则判定该批次产品不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

在包装箱上应注明：

a）公司名称；

b）商标

c）地址

d）产品名称

e）型号；

f）生产日期；

在合格证上应注明：

a）产品标准号；

b）产品编号

c）检验号；

d）生产日期。

9.2 包装

聚烯烃包覆金属导体包装可以为线辊、木箱，提供产品安装使用说明书等技术文件。

9.3 运输和贮存

运输和贮存过程中应轻放，防潮，不可与腐蚀性物质混放。

编制说明

1 编制背景

接地极是变电站接地装置的主要组成部分，研究表明，接地极材料在土壤中会受到电化学腐蚀的威胁，同时接地极承担设备故障电流、容性耦合电流、阻性耦合电流等泄流作用，接地极会进一步加速腐蚀。导致电力设施的接地装置运行寿命远低于设计值。传统的镀锌钢、铜、铜镀钢等材料均存在电化学腐蚀和电腐蚀的问题。可再生聚烯烃包覆金属导体作为新型的接地材料，在接地性能、耐腐蚀以及环保等方面有着巨大的优势。

目前，国家和行业内的接地使用规范、导则均无法有效指导可再生聚烯烃包覆金属导体在电力工程中的应用、和适应性问题。这直接关系到接地网的使用寿命、维修维护费用和电气设施的安全运行。

为规范这类产品的技术要求、性能参数及检验要求，有效保障新技术的健康发展，受中国电力联合会的委托，制定了可再生聚烯烃包覆金属导体技术要求。

2 编制主要原则

根据标准编制计划要求，在结合新材料的研究成果和广泛调研的基础上，编制本标准。

本标准规定了电力工程中可再生聚烯烃包覆金属导体的技术要求，试验方法和检验规则，适用于 500kV 及以上系统，高压，超高压直流输变电系统可参照执行。

3 与其他标准文件的关系

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

GBT 3048.2-2007 电线电缆电性能试验方法 第二部分 金属导体材料电阻率试验

GB/T3048.3-2007 电线电缆电性能试验方法第 3 部分：半导电橡塑材料体积电阻率试验

GB/T 50065-2011 交流电气装置的接地设计规范

GBT 528-2009 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GBT 531.1-2008 硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法第一部分：邵氏硬度计法(邵尔硬度)

GBT 12706.1-2008 额定电压 1kV（Um=1.2kV）到 35kV（Um=40.5kV）挤包绝缘电力电缆及附件 第 1 部分：额定电压 1kV（Um=1.2kV）和 3kV（Um=3.6kV）电缆

GB/T17949-2000 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 接地阻抗

GB/T 16927.1-2011 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求

GB/T 16927.2-2013 高电压试验技术 第 2 部分：测量系统

YB/T 5004-2012 镀锌钢绞线

DL/T 266-2012 接地装置冲击特性参数测试导则

GB/T 21698 -2008 复合接地体技术条件

4 主要工作过程

2015 年 6 月，确立编制工作的总体目标，确定参编人员，并展开前期工作。

2015 年 8 月，编制组开展第一次编写工作会议。在广泛调研收集和技术交流的基础上，对标准内容和标准结构进行深化和完善。

2016 年 3 月，编制组开展第二次编写工作会议，对标准文本的章、节、条、款内容进行了全面深化、修改、完善，完成了征求意见稿。

5 标准结构和内容

本标准结构如下：

目次

前言

1、范围

2、规范性引用文件
3、术语和定义
4、总则
5、标记
6、技术要求
7、检验及试验方法
8、检验
9、标志、包装、运输及贮存