

# 复合接地体技术条件

## 1 范围

本标准规定了复合接地体(以下简称接地体)的技术条件、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于电力、广播电视、邮电通讯、石油、化工、建筑、国防工程、气象和地震等用作接地保护的接地体。

本标准不适用于采用金属材料 and 降阻材料在现场施工形成的接地极。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 528—1992 硫化橡胶和热塑性橡胶拉伸性能的测定(eqv ISO 37:1994)

GB/T 531—1992 硫化橡胶邵尔 A 硬度试验方法(idt ISO 7619:1986)

GB/T 2439 导电和抗静电橡胶电阻率(系数)的测定方法(GB/T 2439—2001, idt ISO 1853:1998)

GB/T 2900.1 电工名词术语(GB/T 2900.1—1992, neq IEC 50)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分:一般试验要求(GB/T 16927.1—1997, eqv IEC 60-1:1989)

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第二部分:测量系统(GB/T 16927.2—1997, eqv IEC 60-2:1994)

## 3 术语和定义

GB/T 2900.1—1992 中确立的以及下列内容和定义适用于本标准。

### 3.1

**复合接地体 composite grounding device**

一种由导电非金属材料、电解质材料、化合填充物组成的,能明显降低工频接地电阻和抵抗土壤中水分、盐、酸、碱等因素侵蚀的新型接地体。

注:非金属材料指以非金属材料为主的材料,而不管其表面是否有铜、镍等合金;金属材料外用导电的非金属材料也视为非金属材料。

### 3.2

**电解质材料(化合填充物) electrolyte material**

通过缓解释放将其活性电解离子有效释放到周围土壤中,降低接地体周围一定范围内的土壤电阻率,等效扩大接地体与土壤的接触面,改善散流条件的一种材料。

### 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

**模型系数 model coefficient**

在特定的试品结构及尺寸下,试品的电阻与电阻率的比值。

### 3.5

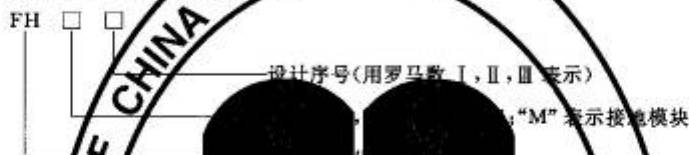
**导电橡胶 conductive rubber**

具有导电性能、电阻率小于  $0.2 \Omega \cdot \text{m}$  的硫化胶料。

## 4 产品分类

### 4.1 型号及含义

接地体的型号编排方式及含义如下:



### 4.2 结构说明

复合接地体一般分为接地棒和接地模块两类:

- 接地棒: 由接地棒体和内填充导电材料组成, 棒体上有渗透孔;
- 接地模块: 采用导电性能良好的金属材料, 经专用设备挤压成型。

## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

接地体应符合标准规定,并应按批准的图样和工艺要求进行制造,尺寸应满足相应图样尺寸要求。接地体表面应平整光滑,无毛刺及划痕。

接地体材料和导电材料,不应含有对人体有害的重金属。

接地体(含电解质材料)的使用环境温度应为  $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.2 电解质材料

电解质材料(化合填充物)应满足如下要求:

- 电解质材料的电阻率应不大于  $3 \Omega \cdot \text{m}$  (室温  $25^{\circ}\text{C}$ );
- 电解质材料经失水、冷热循环、水浸泡三项理化试验后,其电阻率应不大于  $6 \Omega \cdot \text{m}$  (室温  $25^{\circ}\text{C}$ );
- 电解质材料应满足缓释特性试验的要求,即电解质材料按要求埋入规定的土壤后,在 72 h 时测量的土壤电阻率与在 1 h 内测量的土壤电阻率之比,应在 0.8~0.9 之间;
- 电解质材料的复合接地体,缓释释放活性电解离子有效释放时间应不低于五年以上。

### 5.3 电气特性

接地体应满足如下电气特性要求:

- 接地体的降阻效果系数应小于在 0.7~0.9 之间(168 h 后测量);
- 接地体经过冲击电流耐受试验后的电阻变化率不大于 20%;
- 接地体经过工频电流耐受试验后的电阻变化率不大于 20%;
- 接地体埋入地中后,其腐蚀率应不大于 0.03 mm/年;

- e) 对于外表面附有铜、镍等合金的接地体,或金属管外附导电材料的接地体,棒体与外表层间的电阻应不大于  $10 \text{ m}\Omega$  (室温  $25^\circ\text{C}$ )。

#### 5.4 机械强度

接地体应满足跌落试验的要求,跌落试验后接地体不应发生断裂或破损。

#### 5.5 导电橡胶性能

金属材料外附导电橡胶的接地体,其导电橡胶性能应满足下列要求:

- 拉伸强度不小于  $3.5 \text{ MPa}$ ;
- 扯断伸长率不小于  $150\%$ ;
- 邵尔 A 硬度不小于  $50$  度;
- 电阻率不大于  $0.2 \Omega \cdot \text{m}$ 。

### 6 试验方法

#### 6.1 试验大气条件

接地体试验均应在正常的试验大气条件下进行。

- 温度:  $10^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ ;
- 相对湿度:  $50\% \sim 80\%$ ;
- 气压:  $85 \text{ kPa} \sim 106 \text{ kPa}$ 。

#### 6.2 外观及尺寸测量

外观检查通过目测进行。接地体尺寸测量时,使用钢卷尺测量长度,使用游标卡尺测量直径。

#### 6.3 降阻效果系数测量

选择土壤电阻率大于  $500 \Omega \cdot \text{m}$  的土壤,将复合接地体和金属接地体按同样的埋设方式埋入土壤中,如图 1 所示,采用三极法测量复合接地体和金属接地体的工频接地电阻,降阻效果系数即为复合接地体与金属接地体的工频接地电阻的比值,该系数应满足 5.3 a) 的要求。比值越小,复合接地体降阻效果越好。

注:接地体埋入土壤后需一段时间,使接地体与土壤充分接触,测量前应静置一段时间,静置时间应不小于生产厂家提供的时间测量,生产厂家未提供时间的,或时间大于  $168 \text{ h}$  的接地体,可不静置。

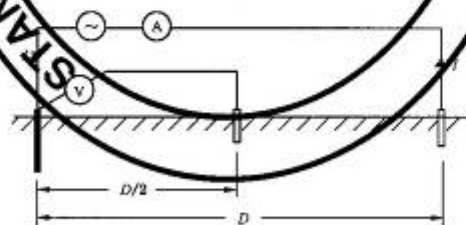


图 1 三极法测量接地体和金属导体的工频接地电阻示意图

#### 6.4 接地体芯棒与外表层间接触电阻测量

用工频电流-电压法测量接地体芯棒与外表层间在工频电流  $1 \text{ A}$  时的接触电阻。接地体的一极为芯棒(或为其连接件之一),另一极为外表层,电极采用专用电极,测量时外表层专用电极放在中间部位,并拧紧,芯棒专用电极应紧压芯棒或将外表层除掉(如有必要)后,用与外表层专用电极相同的电极拧紧芯棒。测量示意图见图 2,试品数为 3 根(块)。

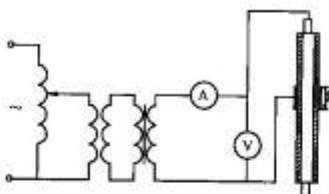


图2 接触电阻测量示意图

### 6.5 接地体冲击电流耐受试验

试品布置方式如图3所示。将接地体埋入直径为 $D$ 、高度为 $H$ 的金属桶内的土壤中，接地体的长度为 $h$ 。冲击电流耐受试验前，按图4所示的接线图测量工频电流1 A时的电阻值 $U/I$ 。

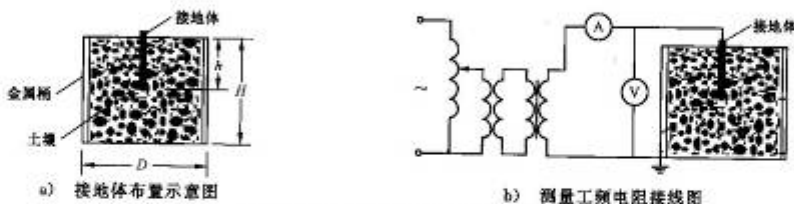
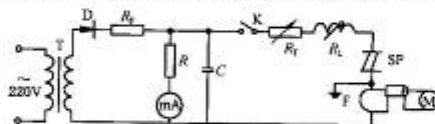


图3 接地体布置及测量工频电阻接线图

按图4所示的接线图进行试验，试验波形和测量系统应满足GB/T 16927.1和GB/T 16927.2的要求。对三个试品分别用 $8/20 \mu\text{s}$ 、1 kA冲击电流冲击20次，每次间隔60 s左右，5次为1组，每两组间隔30 min，试验后再测量每只试品在工频电流1 A时的电阻值。该试验要求在1天内完成。

比较冲击电流耐受试验前后的工频电阻值，其变化率应满足5.3 b)的要求。



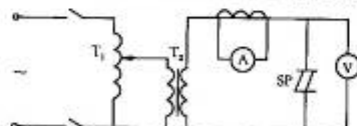
SP—按图3布置的试品

图4 冲击电流耐受试验接线图

### 6.6 接地体工频电流耐受试验

按6.5中的方式准备试品及测量电阻值。

按图5所示的接线图进行试验，对三只试品分别施加10 A工频电流5次，每次持续10 s，每两次间隔30 min，该试验要求在1天内完成。试验前后测量的电阻值，其变化率应满足5.3 c)的要求。



SP—按图3布置的试品

图5 工频电流耐受试验接线图

### 6.7 电解质材料的电阻率测量

#### 6.7.1 试品准备

按生产厂家在装入接地体时配制电解质材料的工艺，将制备好的电解质材料装入图6所示的试品模型内，放置168 h后作为试品，试品数为三个。试品模型由内外电极组成，内电极尺寸直径10 mm，外电极内部直径100 mm。

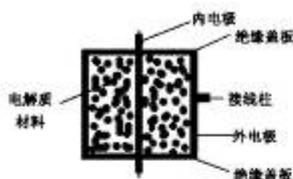


图6 试品模型剖面图

### 6.7.2 测量方法

如图7所示,用电流、电压法测量工频10 mA下的电阻,将其值除以试品模型系数3.67,得各试品电阻率,取三个试品的电阻率算术平均值作为电解质材料室温电阻率。

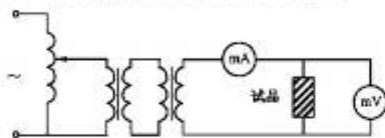


图7 电阻率测量接线图

## 6.8 电解质材料缓释特性试验

### 6.8.1 试验准备

按图8所示布置试品。图8中的内电极为金属管,其外径为60 mm,管上均匀钻有小孔,便于电解质材料释放到土壤中,外电极为内直径为1 200 mm的金属圆桶。将电解质材料填入内电极的金属管内,管的上端不封盖,金属桶内填满土,并压实。

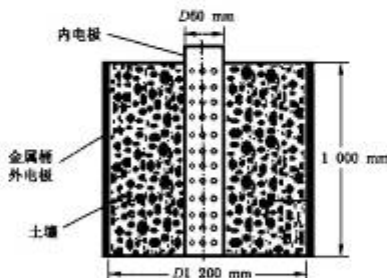


图8 缓释特性试验试品布置图

### 6.8.2 试验方法

试品布置好后,内电极加工频电压,金属桶外电极接地,在1 h内测量电压和电流( $U_1$ 、 $I_1$ ),然后在72 h后再测量电压和电流( $U_2$ 、 $I_2$ ),计算  $R_1 = U_1/I_1$  和  $R_2 = U_2/I_2$ ,  $R_2/R_1$  比值应在0.8~0.9之间,否则不满足缓释特性试验要求。

试验时,允许采取利于电解质材料有效缓解释放的措施。

## 6.9 接地体埋地后腐蚀率试验

从按相同的生产工艺制造的接地体(未装电解质材料)上,取长度为50 mm的棒体10段作为试样,采用0.1 mg感量天平称重后,放入0.6 m深的地坑中,将内装的电解质材料均匀撒在接地体试样上,以刚好将接地体试样覆盖一半为准,然后回填土,并夯实,如图9所示。60天后取出,将接地体经水、酒精清洗干燥后称重,检查外观,然后计算各试样表面年腐蚀率。

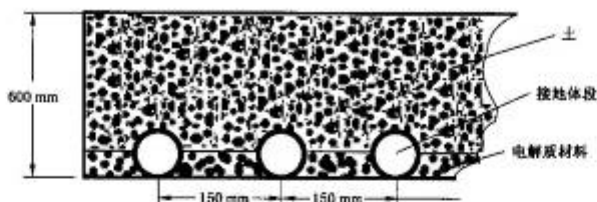


图9 接地体试样埋地方式示意图

取10段试样年腐蚀率的平均值,该平均值应满足5.3 d)的要求。

#### 6.10 机械强度试验

接地体的机械强度采用自由跌落的方式进行验证。试验时,接地体轴线与地面平行,地面为水平光滑的水泥地,从离地0.5 m高处连续自由跌落三次,接地体不应发生断裂或破损。

#### 6.11 导电胶性能测量试验

拉伸强度和扯断伸长率的测定按GB/T 528规定的方法进行,采用哑铃状2型试样。

邵尔A硬度按GB/T 531规定的方法进行。

电阻率按GB/T 2439规定的方法进行。

### 7 检验规则

#### 7.1 检验分类

接地体的检验分为出厂检验和型式检验。

#### 7.2 出厂检验

产品应逐套进行出厂检验,经检验合格并附有产品合格证后方可出厂。出厂检验项目按表1要求进行,若有任何一项不合格则该产品出厂检验不合格。

表1 试验项目

序号	项 目	性能要求	试验方法	出厂检验	型式试验
1	外观及尺寸检查	5.1	6.1	√	√
2	电解质材料电阻率	5.2 a)	6.7	√	√
3	电解质材料缓蚀特性试验	5.2 b)	6.8		√
4	降阻效果系数测量	5.3 a)	6.3		√
5	冲击电流耐受试验	5.3 b)	6.5		√
6	工频电流耐受试验	5.3 c)	6.6		√
7	腐蚀性能试验	5.3 d)	6.9		√
8	接触电阻测量	5.3 e)	6.4	√	√
9	机械强度试验	5.4	6.12	√	√
10	导电橡胶性能试验	5.5	6.11		√

#### 7.3 型式试验

型式试验在出厂检验合格的产品中随机抽取3套,并另备制电解质材料,按表1中的型式试验项目进行试验,如任意一项技术要求不合格,则判为不合格。

型式试验在下列情况之一时进行:

- a) 新产品投产;
- b) 材料或工艺发生重大改变;

- c) 停产半年以上恢复生产；
- d) 每5年1次。

## 8 标志、包装、运输与贮存

### 8.1 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。

### 8.2 包装

接地体包装箱为木箱，箱内提供装箱单、产品安装使用说明书等技术文件。

### 8.3 运输和储存

运输和储存时应轻放、防潮，不可与腐蚀性物质混放。

---