



CECS 428:2016

中国工程建设协会标准

电铸铜接地棒(线)技术规程

Technical specification for copper electroformed ground rod (wire)

中国工程建设协会标准

电铸铜接地棒(线)技术规程

Technical specification for copper electroformed ground rod (wire)

CECS 428:2016

主编单位：浙江华甸防雷科技有限公司

浙江雷泰电气有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2016年7月1日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2012 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2012]127 号），制定本规程。

本规程共分 8 章。主要技术内容包括：总则、术语、技术要求、试验方法、检验规则、设计选型、工程施工、工程交接验收。

本规程由中国工程建设标准化协会雷电防护专业委员会归口管理，由浙江华甸防雷科技有限公司（地址：浙江绍兴新昌南明街道江南路 30 号，邮政编码：312500）负责具体内容的解释。在执行过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄送解释单位。

主 编 单 位：浙江华甸防雷科技有限公司

浙江雷泰电气有限公司

参 编 单 位：中石化上海工程有限公司

中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院

中国天辰工程有限公司

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

铁道第三勘察设计院集团有限公司

华陆工程科技有限责任公司

中国五环工程有限公司

东华工程科技股份有限公司

南京金陵石化工程设计有限公司

中国石油工程建设公司华东设计分公司
石油化工工程质量监督总站浙江石油分站
浙江省天正设计工程有限公司
浙江人通电力科技有限公司
温州市共好防雷科技有限公司

主要起草人：

蔡振新、黄会忠、吴明云、李红斌、周勇、张慷焕、
梁东光、杨建军、陈兴强、高常明、王旭东、秦奋
强、涂让见、盛正新、张树顺、孙俊铭、王铭坤、
施清、石含华、赖厚庄

主要审查人：

傅正财、陈众励、高小平、邵民杰、夏林、肖稳安、
冯民学、杨仲江、郭在华

目 次

1 总 则.....	(1)
2 术 语.....	(2)
3 技术要求.....	(4)
3.1 原材料.....	(4)
3.2 工艺与性能.....	(4)
3.3 包装与标识.....	(7)
4 试验方法.....	(8)
5 检验规则.....	(10)
6 设计选型.....	(11)
7 工程施工.....	(12)
7.1 一般规定.....	(12)
7.2 施工.....	(12)
8 工程交接验收.....	(15)
本规程用词说明.....	(16)
引用标准名录.....	(17)
附：条文说明.....	(18)

Contents

1	General provisions.....	(1)
2	Terms.....	(2)
3	Technical requirements.....	(4)
3.1	Raw materials	(4)
3.2	Process and performance.....	(4)
3.3	Packaging and marks.....	(7)
4	Test methods.....	(8)
5	Inspection rules.....	(10)
6	design selection... ..	(11)
7	Construction.....	(12)
7.1	General provisions.....	(12)
7.2	Construction.....	(12)
8	Project handover acceptance	(15)
	Explanation of wording in this specification.....	(16)
	List of quoted standards.....	(17)
	Attachment: Provisions Description.....	(18)

1 总 则

1.0.1 为保证电铸铜接地棒（线）在工程建设中的设计、选型及施工验收，做到技术先进、安全可靠、确保工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工程建设中电铸铜接地棒（线）的产品制造、设计、选型及施工验收。

1.0.3 工程建设中电铸铜接地棒（线）的产品制造、设计、选型及施工验收，除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 电铸铜覆钢工艺 copper electroformed steel technology

通过电解过程使纯度为 99.99% 及以上的电解铜电离并沉积在金属钢棒、线表面，最终形成有一定厚度、包覆均匀且致密的铜覆钢材料。通常也简称为电铸铜工艺或铜覆钢工艺。

2.0.2 电铸铜接地棒 copper electroformed ground rod

以电铸铜覆钢工艺加工而成的铜覆钢接地材料，通常以一根或多根连接，垂直埋入土壤中起散流、降阻作用。

2.0.3 电铸铜接地线 copper electroformed ground wire

以电铸铜覆钢工艺加工而成的铜覆钢接地材料，主要做水平铺设或作接地、防雷引下线起散流、降阻作用。

2.0.4 额定短时耐受冲击电流 rated short-time withstand current impact

电铸铜接地棒（线）在规定时间（一般是 1s）内所能承受的最大电流。

2.0.5 放热焊接 exothermic welding

在特定模具内，利用金属氧化物与氧化还原剂的氧化还原生成金属单质，并通过所释放的反应热熔融连接母材，凝固成所需连接形式的一种焊接工艺。

2.0.6 平直度 straightness

平直度是电铸铜接地棒与水平面相符合程度的衡量指标。通常用

不平度指标来衡量，它是指电铸铜接地棒与水平面之间的最大偏离距离。

3 技术要求

3.1 原材料

3.1.1 电铸铜接地棒（线）宜采用 Q235B 等钢材为基材，主要技术指标应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的有关规定。

3.1.2 电铸铜接地棒（线）应采用含铜量不低于 99.99% 的电解铜作为电铸铜加工原材料。

3.2 工艺与性能

3.2.1 铜层表面应光滑平整，不应有起泡、麻点、粗糙、裂皮、烧焦、漏覆、毛刺、结疤及其他有害的不规则边缘缺陷。

3.2.2 电铸铜接地棒（线）铜层厚度不应低于 0.254mm。

3.2.3 电铸铜接地棒（线）抗拉强度应大于 300MPa，试样的断裂位置与试验夹具之间的长度应大于 25.4mm。

3.2.4 试样经弯折试验后铜层不应出现皱纹、裂缝、翘皮以及其他影响表面铜层完整性的缺陷。

3.2.5 经结合性试验后,进入小孔部位试样铜层可分离，相关联部位不应有铜层起皮或剥离现象发生。

3.2.6 电铸铜接地棒平直度应在 1000mm 范围内，平直度的变化范围不应超过 6.4mm。

3.2.7 电铸铜接地棒（线）应按表 3.2.7 经受额定短时耐受冲击电流试验，试样表面应无明显可见损伤及变形，铜层无起泡、翘皮或脱落现象。

表 3.2.7 电铸铜接地棒（线）额定短时耐受冲击电流

电铸铜接地棒（线）直径 (mm)	额定短时（1s）冲击电流 (kA)
8	4.5
10	7
12	10
14	14
14.2	14
16	18
17.2	20
20	25
25	30

3.2.8 外形结构与尺寸应符合下列规定：

1 电铸铜接地棒尺寸及公差（图 3.2.8-1~图 3.2.8-3）应符合表 3.2.8-1 的规定。

表 3.2.8-1 电铸铜接地棒尺寸与公差表

选型规格 (直径)	直径与公差 d (mm)	长度 (mm)	螺纹 A (mm)	螺纹 B (mm)	端部结构 a (mm)	端部结构 b (mm)
14.2	14.2± 0.1	1200 1500 2500	35 (+3, -2)	37 (+3, -2)	4±1	2.5±0.5
16	16±0.1	1500 2500	35 (+3, -2)	37 (+3, -2)	5±1	3±0.5
17.2	17.2± 0.1	1200 1500 2500	35 (+3, -2)	37 (+3, -2)	6±1	3.5±1
20	20±0.12	1500 2500	35 (+3, -2)	37 (+3, -2)	8±1.5	4±1
25	25±0.12	1500、 2500	35 (+3, -2)	37 (+3, -2)	9±1.5	5±1

注：电铸铜接地棒长度公差为±5mm。

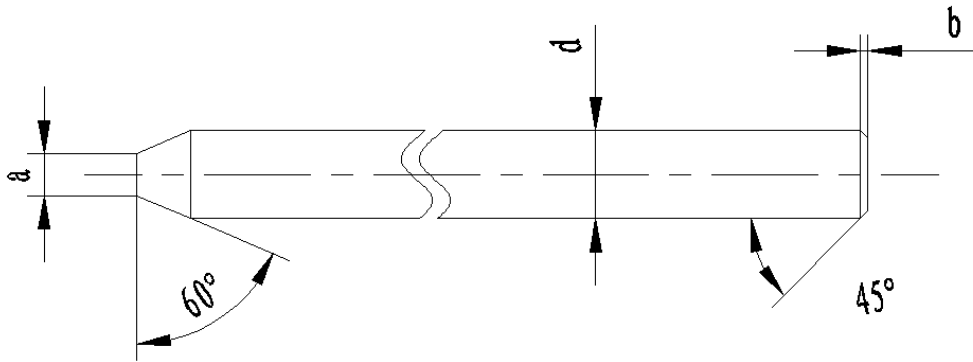


图 3.2.8-1 无螺纹结构（一头平一头尖）示意图

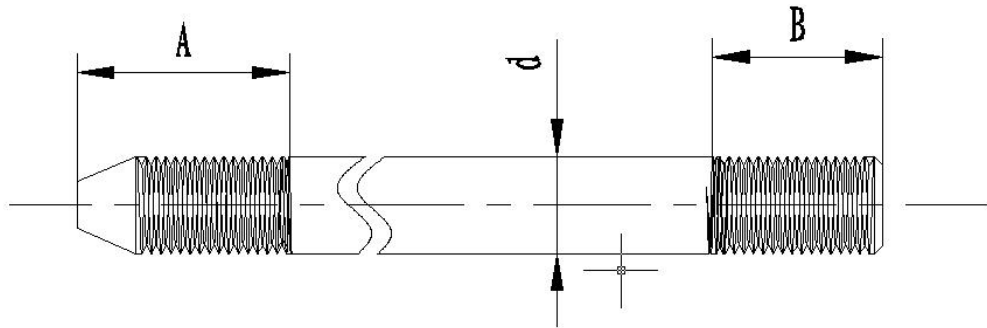


图 3.2.8-2 有螺纹结构（一端带尖）示意图

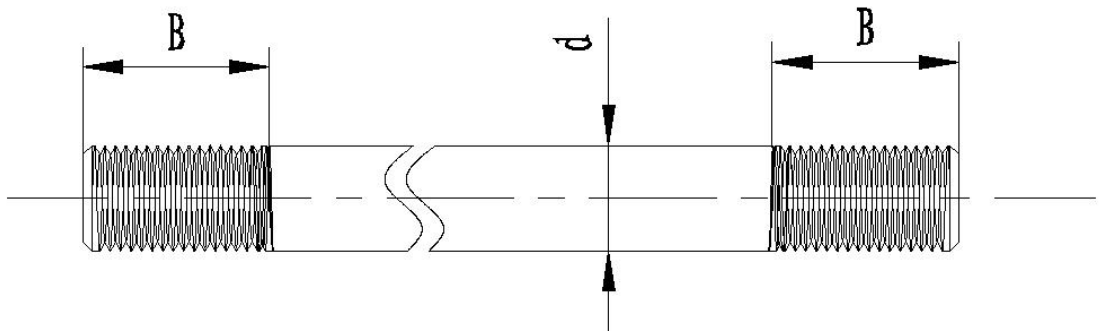


图 3.2.8-3 有螺纹结构（两端平）示意图

2 电铸铜接地线尺寸与公差应符合表 3.2.8-2 的规定。

表 3.2.8-2 电铸铜接地线尺寸与公差 (mm)

选型规格 (直径)	直径与公差
8	8 ± 0.1
10	10 ± 0.1
12	12 ± 0.1
14	14 ± 0.1

3.3 包装与标识

3.3.1 产品包装应符合下列规定：

1 电铸铜接地棒（线）应采用防水隔离保护包装；

2 外包装应确保产品相对固定，以避免相互摩擦而损坏表面铜层的可能性。

3.3.2 产品外包装应在其显著部位设有持久明晰的标志，标志的内容应包括产品名称、规格、生产日期、制造厂名等。

3.3.3 包装储运图示标志应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T 191 的有关规定。

4 试验方法

4.0.1 产品的表面质量可采用目测、触摸的方法检查。

4.0.2 铜层厚度应按现行国家标准《磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法》GB/T 4956 的有关规定进行检测，可采用精度为 $1\mu\text{m}$ 涡电流（电磁）测量仪来测取。电铸铜接地棒每单位米至少测取一个点；电铸铜接地线每 100m 至少测取 3 个点，每个点距离不得小于 3m。

4.0.3 拉伸试验应按现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 的有关规定进行。夹具之间的试样长度应取 500mm。

4.0.4 弯折性能试验应将垂直电铸铜接地棒或已经调直的电铸铜接地线试样的一端夹紧在夹具或钳口上，用一个垂直于试样的力在距离夹具口 40 倍直径处，使试样永久弯折 30 度（图 4.0.4）。

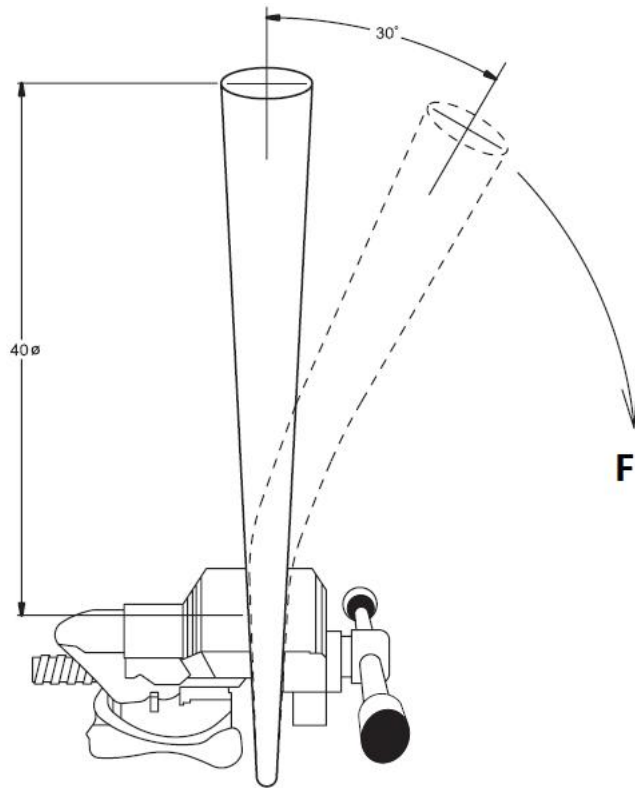


图 4.0.4 电铸铜接地棒（线）弯折性能试验示意图

4.0.5 结合性试验工具可采用钻有不同孔径大小的钢板，钢板厚度不应小于 10mm。取长度为 200mm 的电铸铜接地棒或经调直后的电铸铜接地线，一端车尖成 45 度，将被车削一端置于钢板小孔内，选择孔径比试样直径小 1mm，用力敲击使试样进入小孔（图 4.0.5）。

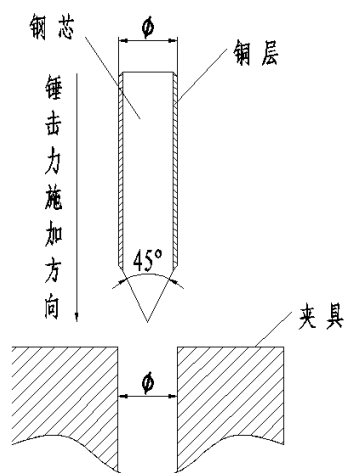


图 4.0.5 电铸铜接地棒（线）结合性试验示意图

4.0.6 电铸铜接地棒平直度试验可按下述方法进行试验：

- 1 将长度超过 1000mm 的电铸铜接地棒试样放置于水平基准面

上，滚动一周并目测出接地棒最大偏离基准面位置点；

2 采用精度为 0.02mm 的高度游标卡尺测出该位置点偏离基准面的高度值；

3 将此数值减去该电铸铜接地棒直径并乘以 1000mm 与该接地棒长度的比值，即为该接地棒平直度偏离值。

4.0.7 电铸铜接地棒（线）额定短时耐受冲击电流试验应根据本规程表 3.2.7 加载 50Hz 交流测试电流，完成试验。试验次数应为 1 次。

4.0.8 电铸铜接地棒（线）的外形尺寸可采用精度不低于 0.02mm 的量具进行测量检验，电铸铜接地棒的长度尺寸应采用精度不低于 1mm 的量具进行测量检验。

5 检验规则

5.0.1 型式检验的试品应与正式生产产品的图样和技术条件相符，下列情况下，电铸铜接地棒（线）产品应进行型式试验：

- 1 新试制的产品；
- 2 转厂及异地生产的产品；
- 3 当产品的设计、工艺或生产条件及使用的材料发生重大改变而影响到产品性能时；
- 4 停产三年以上，再次生产时。

5.0.2 电铸铜接地棒(线)出厂前应进行相关检验，检验项目可按表 5.0.2 确定。

表 5.0.2 电铸铜接地棒（线）检验

检验项目	出厂检验	型式检验
外观	√	√
铜层厚度	√	√
拉伸试验	-	√
弯折试验	-	√
铜层结合性能试验	√	√
平直度试验	-	√
短时耐受冲击电流试验	-	√
尺寸	√	√

6 设计选型

6.0.1 一般建筑物防雷接地设计中，作为垂直接地体使用的电铸铜接地棒直径不应小于 14mm，作为水平接地体、引下引上线使用的电铸铜接地线直径不应小于 8mm。

6.0.2 作为垂直接地体的电铸铜接地棒长度宜为 2.5m。其间距以及电铸铜接地线的间距均宜为 5m，当受地方限制时可适当减小。

6.0.3 在高土壤电阻率的场地，降低防直击雷冲击接地电阻宜采用下列方法：

- 1 采用多支线外引接地装置，外引长度不应大于有效长度；
- 2 接地体埋于较深的低电阻率土壤中。可通过采用多根电铸铜接地棒连接来实现；
- 3 换土；
- 4 采用降阻剂。

6.0.4 接地装置工频接地电阻的计算应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

7 工程施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工前应了解当地土质、土建、建筑及其他设施的结构，根据设计图纸确定施工方案，并会同其他施工方案制定相应配合措施。

7.1.2 电铸铜接地棒(线)施工前应具备下列条件：

1 产品应附带材质证明和出厂合格证，产品质量和数量应符合工程设计要求及本规程第 3 章技术要求；

2 施工图纸及其他技术文件齐备；

3 施工现场应进行清理，能确保可以开展正常接地工程施工。

4 依据现场情况与施工方案，准备施工设备。

5 依据工程设计方案规划接地棒（线）施工位置，并做好标记。

7.2 施工

7.2.1 电铸铜接地线应按标记路径和设计要求挖沟，地沟宽度应便于工程设备和施工人员操作。当设计无明确要求，挖取深度不低于 0.8m。

7.2.2 电铸铜接地棒应依据设计要求在地沟底部位置做好标记，并按标记位置垂直施工。电铸铜接地棒顶部宜高出地沟底部 150mm。

7.2.3 ，电铸铜接地棒（线）施工应根据土质状况按下列方案进行：

1 在松软土层结构施工时，可按常规作业方法挖设地沟，在地沟底部接地棒位置，可采取直接锤击接地棒进行埋设作业；

2 在表层浮土结构的土质结构施工时，地沟底部接地棒位置宜

以钻孔设备辅助作业，钻孔孔径不宜小于 150mm。埋设接地棒后应以细土回填深孔；

3 在岩层结构或浮土层小于 1m 的土质结构施工时，宜借助专用碎石设备和挖掘设备挖掘地沟。在地沟底部接地棒位置宜以钻孔设备辅助作业，钻孔孔径不宜小于 150mm。埋设接地棒后应以细土回填深孔；

4 在泥土与河卵石或碎石结构的土质结构施工时，宜借助挖掘设备挖掘地沟。在地沟底部接地棒位置可采取直接锤击接地棒进行埋设，若无法进一步锤击埋设，可以适当采用气锤等设备辅助作业；

5 在存在冻土层结构的土质结构施工时，需要考虑到冻土层厚度状况，地沟深度应严格参照接地设计文件执行，按本条第 1 款~4 款的作业方法。

7.2.4 电铸铜接地棒施工中当需要辅助使用降阻剂时，应根据本规程第 7.2.3 条中不同土质状况，分别按以下方案进行施工：

1 本规程第 7.2.3 条中第 1、2、3 款土质状况，宜采用钻孔设备施工，钻孔孔径不宜小于 150mm。施工时应先在孔中心位置放置电铸铜接地棒，然后逐步往孔内灌注调配好的降阻剂；

2 本规程第 7.2.3 条中第 4、5 款土质状况，宜采用挖掘设备施工。挖掘出所需深坑后先垂直固定电铸铜接地棒，然后逐层在接地棒外圈粘附降阻剂同时逐层回填土壤。

7.2.5 在埋设好接地棒的地沟内应按要求敷设接地线和引上线，接地线位置应靠近接地棒，便于下一步接地线与接地棒的连接作业。

7.2.6 在接地线与接地棒、接地线与接地线及接地线与引上线相互交叉的位置可采用放热焊接或五金金具连接。

7.2.7 电铸铜接地棒（线）施工完毕后，应拍照留存隐蔽工程记录，并由现场监理人员现场查看认可后，按接地材料施工方案回填地坑、地沟，回填材料依据施工方案。

8 工程交接验收

8.0.1 在验收时应按下列要求进行检查：

- 1 按设计要求施工完毕，接地施工质量符合规范要求；
- 2 整个接地网外露部分的连接可靠，接地线规格正确，标志齐全明显；
- 3 接地电阻值和其他测试参数符合设计规定。

8.0.2 在验收时，应提交下列资料 and 文件：

- 1 实际施工的竣工图；
- 2 变更设计的证明文件；
- 3 安装技术记录（包括隐蔽工程记录等）；
- 4 测试记录。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065

《包装储运图示标志》 GB/T 191

《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》 GB/T 228.1

《碳素结构钢》 GB/T 700

《磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法》 GB/T 4956

中国工程建设协会标准

电铸铜接地棒（线）技术规程

CECS 428：2016

条文说明

目 次

1 总 则.....	(19)
2 术 语.....	(20)
3 技术要求.....	(21)
3.1 原材料.....	(21)
3.2 工艺与性能.....	(22)
4 试验方法.....	(23)
6 设计选型.....	(24)
7 工程施工.....	(25)
7.1 一般规定.....	(25)
7.2 敷设.....	(25)

1 总 则

1.0.1、1.0.2 随着国家经济建设的大力发展，大量高、精、尖设备和系统投入生产运营。由于这些设备和系统易受雷电流、故障电流、静电等的冲击和干扰，造成重大损失。同时，国家对生产安全也日益重视，关于雷电流、故障电流、静电等对生产安全的影响逐渐加深。所以，预防上述灾害也变得越来越重要。

接地工程作为上述灾害预防的一环，其重要性不言而喻。而现行产品标准中尚未有关于接地工程用产品标准。对于接地工程用接地材料无论选型、使用还是验收均无有效、可靠、权威依据。所以，本规程针对接地工程用电铸铜覆钢接地材料的选型、使用和验收具有指导意义。

2 术 语

- 2.0.1** 接地工程用铜覆钢接地材料现行行业主要有三种加工工艺。电铸铜覆钢接地材料指定了覆铜材料规格、覆铜工艺及覆铜标准。从而保证此类铜覆钢接地材料的使用性能。
- 2.0.4** 短时耐受冲击电流试验是模拟大自然直击雷雷电流冲击，能有效检验产品承受大电流能力和泄流能力，产品的这项参数作为接地材料选型的重要指标。

3 技术要求

3.1 原材料

3.1.1 电铸铜覆钢接地材料选用的钢材，应符合接地棒使用的抗拉、抗弯等力学性能。Q235B 宜作为电铸铜接地材料用基材，表 1 和表 2 为 Q235B 相关指标。

表1 Q235B碳素结构钢的化学成分

牌号	等级	化学成分 (%)					
		C (碳)	Mn (锰)	Si (硅)	S (硫)	P (磷)	脱氧方法
				不大于			
Q235	B	0.12~0.20	0.30~0.70	0.30	0.045	0.045	F、b、z

表2 Q235B碳素结构钢的力学和工艺性能

拉伸实验													
牌号	屈服点 δ_s (MPa)						抗拉强度 (MPa)	伸长率 δ_5 , %					
	钢材厚度 (直径) (mm)							钢材厚度 (直径) (mm)					
	≤ 16	$> 16 \sim 40$	$> 40 \sim 60$	$> 60 \sim 100$	$> 100 \sim 150$	> 150		≤ 16	$> 16 \sim 40$	$> 40 \sim 60$	$> 60 \sim 100$	$> 100 \sim 150$	> 150
Q235	235	225	215	205	195	185	375 ~ 500	26	25	24	23	22	21
冲击实验						冷弯实验							
牌号	等级	温度 (°C)	V形冲击功 (纵向) J	试样方向	钢材厚度 (直径) (mm)								
					≤ 60	$> 60 \sim 100$	$> 100 \sim 200$						
					弯心直径 d								
Q235	B	20	≥ 27	纵横	a	2a	2.5a						
					1.5a	2.5a	3a						

3.2 工艺与性能

3.2.2 当电流流经表层铜层达到 0.254mm 以上的铜覆钢接地材料，且电流传输频率大于 1.67MHz，其导电性能完全等同于实心铜线。此实验为波兰咖尔玛公司实行，并得到 IEC 认证。为使电铸铜覆钢接地材料达到最佳电气性能，本规程参照该项标准实行。

3.2.5 铜层与基材钢芯必须确保无间隙结合，同时具有相当的结合力，保证铜层不能剥离钢芯。

3.2.6 此项规定要求参考《UL Standard for Safety for Grounding and Bonding Equipment》中关于铜包钢接地棒的平直度要求。此项规定仅针对电铸铜覆钢接地棒，接地线产品不需符合此项规定。

3.2.7 电铸铜覆钢接地材料的截面积与其自身电阻率成反比，与其能承受的耐受冲击电流成正比。本规程列表规定不同规格的耐受冲击电流标准。

4 试验方法

4.0.2 涡流涂层测厚仪,是一种小型仪器,采用涡电流测量原理,可以方便无损地测量铁基上的非铁基涂层厚度。涂层测厚仪测试的是单点厚度,能即时有效读取当点铜层厚度。

4.0.4 此项试验方法参考《UL Standard for Safety for Grounding and Bonding Equipment》中关于铜包钢接地棒的弯曲试验方法。此项规定仅针对电铸铜覆钢接地棒,接地线产品不需做此项试验。

4.0.5 将试验棒敲击进小孔,保证有表层金属剥离,检查非进入小孔区域铜层是否一起剥离。

4.0.6 此项试验方法参考《UL Standard for Safety for Grounding and Bonding Equipment》中关于铜包钢接地棒的平直度试验方法。此项规定仅针对电铸铜覆钢接地棒,接地线产品不需做此项试验。

4.0.7 短时耐受电流试验可以参照图 1 进行试验。

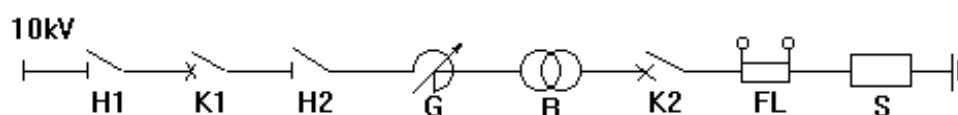


图 1 短时耐受冲击电流试验连接图

H1、H2—隔离开关；B—大电流试验变压器；
K2—低压选相合闸开关；G—高压可调电抗器；
K1—断路器；FL—磁位计；S—试品

6 设计选型

6.0.3 接地材料的有效长度可按下式计算：

$$L_e = 2\sqrt{\rho} \quad (1)$$

式中： L_e ——接地材料的有效长度；

ρ ——敷设接地材料处的土壤电阻率（ $\Omega \cdot \text{m}$ ）。

7 工程施工

7.1 一般规定

7.1.1 本条规定了接地材料施工前应完成的准备工作。这些准备工作是施工质量的有效保障。施工图纸如有变动，应出具经原设计单位同意的变更文件后方可施工。

7.1.2 土质情况主要可以分为以下几类：松软土层结构、表层浮土结构（浮土层超过 1m）、岩层结构或浮土层小于 1m、泥土与鹅卵石或碎石结构、存在冻土层结构。

7.1.3 施工设备主要如下：常用电工工具、手锤、扳手、切割机、铁锹、铁镐、大锤、夯桶、线坠、卷尺、大绳、线粉袋、电锤、冲击钻或专用钻孔设备（依据土质情况与施工方案选择）、配套放热焊接模具、放热焊剂或配套联接件及钻头、驱动头、端盖。

7.2 敷设

7.2.3 本条规程列举的土层结构，基本可以包括国内主流土层结构，分别针对各种土层结构都有相应的施工方案和工程器械。施工前了解工程现场状况，针对性选择合适施工方案，是对施工质量和进度的有效保障。

7.2.6 依据设计方案选择连接器连接或放热焊接连接。