|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | |  |   点击此处添加CCS号 |

团体标准

T/CPIA XXXX—202X

光伏发电站合金接地装置施工及验收规范

Code for construction and acceptance of alloy grounding device of PV power

generation station

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国光伏行业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc80720372)

[1 范围 3](#_Toc80720373)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc80720374)

[3 术语和定义 3](#_Toc80720375)

[4 基本规定 4](#_Toc80720376)

[5 光伏发电站的接地 5](#_Toc80720377)

[5.1 接地装置的选择 5](#_Toc80720378)

[5.2 接地装置的敷设 7](#_Toc80720379)

[5.3 接地线、接地极的连接 8](#_Toc80720380)

[5.4 接地阻抗测试 9](#_Toc80720381)

[5.5 接地装置的降阻 10](#_Toc80720382)

[6 验收时应提交的资料和文件 11](#_Toc80720383)

[6.1 验收时应按应进行的检查 11](#_Toc80720384)

[6.2 验收时应提交的资料和文件 11](#_Toc80720385)

[参考文献 12](#_Toc80720386)

1. 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这些专利的责任。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会提出。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：特变电工新疆新能源股份有限公司、西北水利水电工程有限责任公司、北京国网弘泰科技有限公司、合肥磊科机电科技有限公司、阿克苏舒奇蒙光伏发电有限公司、安徽建国电力有限公司、金海新源电气集团。

本文件主要起草人：张盛忠、潘甲龙、王兰君、周东明、代洋、王银东、黄维庆、蔺振华、石贤斌、王刚、王盼盼、黄刚、李翠、胡涛、孙松良、周伟、鄢得艳。

光伏发电站合金接地装置施工及验收规范

* 1. 范围

本文件规定了光伏发电站合金接地装置的施工工艺要求及试验方法、标志、验收标准等。

本文件适用于光伏发电站合金接地装置施工及验收，不适用于高压直流输电接地极的施工及验收。

光伏发电站合金接地装置的施工及验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

* 1. 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 15618 士壤环境质量标准

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范

GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

GB 50149 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范

GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范

DL/T 380 接地降阻材料技术条件

DL/T 475 接地装置特性参数测量导则

DL/T 1342 电气接地工程用材料及连接件

DL/T 1364 光伏发电站防雷技术规程

DL/T 1918 电力工程接地用铝铜合金技术条件

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

铝铜合金 aluminum copper alloy

以铝为基体，添加一定比例的铜和微量稀土而获得的铝合金。

铝铜合金接地材料 aluminum copper alloy grounding material

对满足成分、组织和性能要求的铝铜合金接地材料通过表面喷丸和预氧化处理后，满足接地和耐土壤腐蚀性能要求，用于电气工程接地的铝铜合金材料。

接地 grounded

将电力系统或建筑物电气装置、设施、过电压保护装置用接地线与接地极连接。

接地装置 groundingconnection

接地极和接地线的总和。

接地极 grounding electrode

埋入地中并直接与大地接触的金属导体称为接地极，分为水平接地极和垂直接地极。

自然接地极 natural grounding electrode

可利用作为接地用的直接与大地接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土建筑的基础、金属管道和设备等。

人工接地极 Artificial ground pole

埋入地中专门用作接地金属导体称为人工接地极，它包括铜包钢接地棒、铜包钢接地极、铜包扁钢、电解离子接地极、柔性接地极、接地模块、“高导模块”。

接地跨接 Ground jumper

适用对象接地跨接线的安装。适用于避雷针和引下线连接；易燃气体管法兰之间的连接；接地线和金属体的连接；焊接接地螺栓等。

大型接地装置 large-scale grounding connection

110(66)kV 及以上电压等级变电站、装机容量在200MW以上火电厂和水电厂或者等效平面面积在5000m2及以上的接地装置。

地线（导体） grounding conductor

电气设备、接闪器的接地端子与接地极连接用的，在正常情况下不载流的金属导体。

接地电阻 ground resistance

接地阻扰的实部，工频时为工频接地电阻。

接地网 grounding grid

由垂直和水平接地极组成的具有泄流和均压作用的网状接地装置。

氩弧焊接 Argon arc welding

利用氩气对金属焊材的保护，通过高电流使焊材在被焊基材上融化成液态形成熔池，使被焊金属和焊材达到冶金结合的一种焊接技术。

等电位接地网 equipotential grounding grid

由水平导体纵横连接构成的各节点处于等电位的接地网，其最终与土壤中接地网相连接。

* 1. 基本规定

4.1 光伏发电站的升压站区和就地逆变升压室的过电压保护和接地应符合GB/T 50064、GB/T 50065和DL/T 1364的规定。

4.2 光伏发电站生活辅助建（构）筑物防雷应符合现行国家标准GB 50057的规定。

4.3 光伏方阵场地内应设置接地网，接地网除应采用人工接地极外，还应充分利用支架基础的金属构件。

4.4 光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于4Ω。

4.5 合金接地装置的安装应由工程施工单位按已批准的设计文件施工。

4.6 采用新技术、新工艺及新材料时，应经过试验及具有国家资质的验证评定。

4.7 接地装置的安装应配合建筑工程的施工，隐蔽部分在覆盖前相关单位应做检查及验收并形成记录。

4.8 光伏发电站的下列金属部分，均必须接地：

4.8.1 光伏组件边框、光伏支架。

4.8.2 电气设备的金属底座、框架及外壳和传动装置。

4.8.3 携带式或移动式用电器具的金属底座和外壳。

4.8.4 箱式变电站的金属箱体。

4.8.5 互感器的二次绕组。

4.8.6 配电、控制、保护用的屏（柜、箱）及操作台的金属框架和底座。

4.8.7 电力电缆的金属护层、接头盒、终端头和金属保护管及二次电缆的屏蔽层。

4.8.8 电缆桥架、支架和井架。

4.8.9 变电站（换流站）构、支架。

4.8.10 装有架空地线或电气设备的电力线路杆塔。

4.8.11 配电装置的金属遮拦。

4.8.12 电热设备的金属外壳。

4.8.13 变电站外漏的金属门窗。

4.9 需要接地的直流系统接地装置应符合下列要求：

4.9.1 能构成闭合回路且经常流过电流的接地线应沿绝缘垫板敷设，不应与金属管道、建筑物和设备的构件有金属的连接。

4.9.2 在土壤中含有在电解时能产生腐蚀性物质的地方，不宜敷设接地装置，必要时可采取外引式接地装置或改良土壤的措施。

4.9.3 直流正极的接地线、接地极不应与自然接地极有金属连接；当无绝缘隔离装置时，相互间的距离不应小于lm。

4.10 各种电气装置与接地网的连接应可靠，扩建工程接地网与原接地网应符合设计要求，且不少于两点连接。

4.11 包括导通试验在内的接地装置验收测试，应在接地装置施工后且线路架空地线尚未敷设至厂（站）进出线终端杆塔和构架前进行，接地电阻应符合设计规定。

4.12 对高士壤电阻率地区的接地装置，在接地电阻不能满足要求时，应由设计确定采取相应的措施，达到要求后方可投入运行。

4.13 附属于已接地电气装置和生产设施上的下列金属部分可不接地：

4.13.1 安装在配电屏、控制屏和配电装置上的电气测量仪表、继电器和其他低压电器的外壳。

4.13.2 与机床、机座之间有可靠电气接触的电动机和电器的外壳。

4.13.3 额定电压为220V及以下的蓄电池室内的金属支架。

4.14 接地线不应作其他用途。

* 1. 光伏发电站的接地
     1. 接地装置的选择
        1. 光伏发电站合金接地材料及连接件生产厂家应有符合国家生产要求的资质并提供相应的型式试验报告。

5.1.2 光伏发电站合金接地材料及连接件应有该批产品出厂质量检验合格的证明文件，应有符合国家现行的各项质量检验资料。

5.1.3 光伏发电站合金接地材料及连接件成分、组织及偏析、电气性能、力学性能、耐土壤腐蚀性能应符合DL/T 1918的规定要求，并经现场取样送至有资质的试验单位检测合格后方可使用。

5.1.4 光伏发电站合金接地材料及连接件表观质量、形状、尺寸、允差应符合DL/T 1918的规定要求。棒材表面质量应符合GB/T 1391的规定。

5.1.5 铝合金接地材料及连接件的电阻率应不大于4×10-8Ω·m。带连接件的接地材料直流电阻值，不得大于规格尺寸均相同的原材料直流电阻值的1.1倍。

5.1.6 连接件技术要求应符合DL/T 1342的规定要求。现场氩弧焊接连接、机械连接应分别按试验要求取样并送至有资质的试验单位检测合格后方可使用。

5.1.7 无质量检验资料的原材料，应抽样并经有检验资质的单位检验，合格后方可采用；当对产品检验结果有怀疑时，应按规定重新抽样并经有检验资质的单位检验，合格后方可采用；当采用新型原材料及器材时，应经试验合格并通过专业部门的技术鉴定，证明其质量满足设计要求和相关标准后方可使用。

5.1.8 各种接地装置利用直接埋入地中或水中的自然接地极，可利用下列自然接地极：

1. 埋设在地下的金属管道，但不包括输送可燃或有爆炸物质的管道；
2. 金属井管；
3. 与大地有可靠连接的建筑物的金属结构；
4. 水工构筑物及其他坐落于水或潮湿土壤环境的构筑物的金属管、桩、基础层钢筋网。

5.1.9 交流电气设备的接地线可利用下列接地极接地：

a) 建筑物的金属结构，梁、柱；

b) 生产用起重机的轨道、走廊、平台、起重机与升降机的构架、运输皮带的钢梁、电除尘器的构架等金属结构。

5.1.10 开关站、升压站等接地装置除应利用自然接地极外，还应敷设以水平人工接地极为主的接地网，并应设置将自然接地极和人工接地极分开的测量井。对于3kV～lOkV的变电站和配电所，当采用建筑物基础中的钢筋网作为接地极且接地电阻满足规定值时，可不另设人工接地。

5.1.11 合金接地装置材料选择应符合下列规定：

除临时接地装置外，合金接地装置应采用铝铜合金，铝铜合金应符合DL/T1918的规定。水平敷设的应采用铝铜合金扁排或圆棒，垂直敷设的应采用铝铜合金的圆管、圆棒或其他截面的垂直接地极。

5.1.12 接地装置的人工接地极，导体截面应符合热稳定、均压、机械强度及耐腐蚀的要求，水平接地极的截面不应小于连接至该接地装置接地线截面的75%，且合金接地装置的最小规格不应小于表1所列规格，接地网土壤腐蚀性评价按表2。

表1 合金接地极和接地线的最小规格

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 种类、规格及单位圆棒直径（mm） | 地上 | 地下 |
| 圆棒直径（mm） | 8 | 水平接地极8 |
| 垂直接地极15 |
| 合金扁排截面积（mm2） | 50 | 50 |
| 合金管管壁厚度（mm） | 2.5 | 3.5 |
| 其他截面接地极厚度（mm） | 2.5 | 3.5 |

表2 参考 DL/T 1554接地网土壤腐蚀性评价导则

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 土壤腐蚀性 | 微 | 弱 | 中 | 强 |
| 碳钢平均腐蚀速率（失重法）g/dm2.a | ＜1 | 1～5 | 5～7 | ≥7 |
| 合金平均腐蚀速率（失重法）g/dm2.a | ＜0.3 | 0.3～1.5 | 1.5～2.5 | ≥2.5 |
| 25年设计寿命双侧腐蚀量 mm | 0.5 | 0.5～2.7 | 2.7～4.6 | ≥4.6 |
| 建议最小规格（直径mm） | 6 | 8 | 12 | 15 |

5.1.13 低压电气设备地面上外露的连接至接地极或保护线（PE)的接地线最小截面积，应符合表3规定。

表3 低压电气设备地面上外露的铜接地线的最小截面积

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 最小截面积（mm­­2） |
| 明敷的裸导体 | 4 |
| 绝缘导体 | 1.5 |
| 电缆的接地芯或与相线包在统一保护外壳内的多芯导线的接地芯 | 1 |

5.1.14 严禁利用金属软管、管道保温层的金属外皮或金属网、低压照明网络的导线铅皮以及电缆金属护层作为接地钱。

5.1.15 金属软管两端应采用自固接头或软管接头，且金属软管段应与钢管段有良好的电气连接。

* + 1. 接地装置的敷设

5.2.1 接地网的埋设深度与间距应符合设计要求。当无具体规定时，接地极顶面埋设深度不宜小于0.8m；水平接地极的间距不宜小于5m，垂直接地极的间距不宜小于其长度的2倍。

5.2.2 接地网的敷设应符合下列规定：

a) 接地网的外缘应闭合，外缘各角应做成圆弧形，圆弧的半径不宜小于临近均压带间距的－半；

b) 接地网内应敷设水平均压带，可按等间距或不等间距布置；

c) 35kV及以上发电厂、变电站接地网边缘有人出入的走道处，应铺设碎石、沥青路面或在地下装设两条与接地网相连的均压带。

5.2.3 接地线应采取防止发生机械损伤和化学腐蚀的措施。接地线在与公路、铁路或管道等交叉及其他可能使接地线遭受损伤处，均应用钢管或角钢等加以保护；接地线在穿过已有建（构）筑物处，应加装钢管或其他坚固的保护套，有化学腐蚀的部位还应采取防腐措施；接地线在穿过新建构筑物处，可绕过基础或在其下方穿过，不应断开或浇筑在混凝土中。

5.2.4 接地装置由多个分接地装置部分组成时，应按设计要求设置便于分开的断接卡；自然接地极与人工接地极连接处、进出线构架接地线等应设置断接卡，断接卡应有保护措施。扩建接地网时，新、旧接地网的连接应通过接地井多点连接。

5.2.5 接地装置的回填土应符合下列要求：

a) 回填土内不应夹有石块和建筑垃圾等，外取的土壤不应有较强的腐蚀性；在回填土时应分层穷实，室外接地沟回填宜有lOOmm～300mm高度的防沉层；

b) 在山区石质地段或电阻率较高的土质区段的土沟中敷设接地极，回填不应少于lOOmm厚的净土垫层，并应用净土分层夯实回填。

5.2.6 明敷接地线的安装应符合下列要求：

a) 接地线的安装位置应合理，便于检查，不应妨碍设备检修和运行巡视；

b) 接地线的连接应可靠，不应异种金属直接搭接焊接、不应采用缠绕方式连接，焊接点不应直接裸露在空气中。不应因加工造成接地线截面减少、强度减弱或锈蚀等问题；

c) 接地线支撑件间的距离，在水平直线部分宜为0.5m～1.5m，垂直部分宜为1.5m～3m，转弯部分宜为0.3m～0.5m；

d) 接地线应水平或垂直敷设，或可与建筑物倾斜结构平行敷设；在直线段上，不应有高低起伏及弯曲等现象；

e) 接地线沿建筑物墙壁水平敷设时，离地面距离宜为250mm～300mm；接地线与建筑物墙壁间的间隙宜为lOmm～15mm；

f) 在接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时，应设置补偿器。补偿器可用接地线本身弯成弧状代替。

5.2.7 明敷接地线，在导体的全长度或区间段及每个连接部位附近的表面，应涂以15mm～lOOmm宽度相等的绿色和黄色相间的条纹标识。当使用胶带时，应使用双色胶带。中性线宜涂淡蓝色标识。

5.2.8 在接地线引向建筑物的入口处和在检修用临时接地点处，均应刷白色底漆并标以黑色标识，其代号为“”。同一接地极不应出现两种不同的标识。

5.2.9 电气装置的接地必须单独与接地母钱或接地网相连接，严禁在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的电气装置。

5.2.10 发电厂、变电站电气装置的接地线应符合下列规定：

a) 下列部位应采用专门敷设的接地线接地：

* 1. 旋转电机机座或外壳，出线柜、中性点柜的金属底座和外壳，封闭母线的外壳；
  2. 配电装置的金属外壳；
  3. 110kV及以上钢筋混凝土构件支座上电气装置的金属外壳；
  4. 直接接地的变压器中性点；
  5. 变压器、发电机和高压并联电抗器中性点所接自动跟踪补偿消弧装置提供感性电流的部分、接地电抗器、电阻器或变压器的接地端子；
  6. 气体绝缘金属封闭开关装置的接地母线、接地端子；
  7. 避雷器、避雷针、避雷线的接地端子。

b) 当电气装置不采用专门敷设的接地线接地时，应符合下列规定：

1) 电气装置的接地线宜利用金属构件、普通钢筋混凝土构件的钢筋、穿线的钢管等；

2) 操作、测量和信号用低压电器装置的接地线可利用永久性金属管道，但不应利用可燃液体、可燃或爆炸性气体的金属管道；

3) 用本款第1）项和第2）项所列材料作为接地线时，应保证其全长为完好的电气通路当利用串联的金属构件作为接地线时，金属构件之间应用截面积不小于100mm2的合金材料焊接。

c) llOkV及以上电压等级且运行要求直接接地的中性点均应有两根接地线与接地网的不同接地点相连接，其每根规格应满足设计要求。

d) 变压器的铁心、夹件与接地网应可靠连接，并应便于运行监测接地线中环流。

e) llOkV及以上电压等级的重要电气设备及设备构架宜设两根接地线，且每一根均应满足设计要求，连接引线的架设应便于定期进行检查测试。

f) 成列安装盘、柜的基础型钢和成列开关柜的接地母线，应有明显且不少于两点的可靠接地。

g) 电气设备的机构箱、汇控柜（箱）、接线盒、端子箱等，以及电缆金属保护管（槽盒），均应接地明显、可靠。

5.2.11 避雷器、放电间隙应用最短的接地线与接地网连接。

5.2.12 干式空心电抗器采用金属围栏时，金属围栏应设置明显断开点，不应通过接地线构成闭合回路。

5.2.13 高频感应电热装置的屏蔽网、滤波器、电源装置的金属屏蔽外壳，高频回路中外露导体和电气设备的所有屏蔽部分及与其连接的金属管道均应接地，并宜与接地网连接。与高频滤波器相连的射频电缆应全程伴随100mm²以上的铜质接地线。

* + 1. 接地线、接地极的连接

5.3.1 合金接地极的连接应采用氩弧焊接，接地线与接地极的连接应采用氩弧焊接。合金接地极与其他金属连接时接头处应采取防止电化学腐蚀的措施。

5.3.2 接至电气设备上的接地线，应采用螺栓连接；合金接地线不能采用焊接时，可用螺栓连接、压接方式进行连接。螺栓连接处的接触面应按GB 50149的规定执行。

5.3.3 合金接地材料焊接时，在焊痕外最小100mm范围内应采取可靠的防腐处理。

5.3.4 合金接地线、接地极采用氩弧焊连接时应采用搭接焊缝，其搭接长度应符合下列规定：

a) 合金扁排应为其宽度的2倍且不得少于3个棱边焊接；

b) 合金圆棒应为其直径的6倍；

c) 合金圆棒与扁排连接时，其长度应为圆棒直径的6倍；

d) 合金扁排与垂直接地极、圆棒与垂直接地极焊接时，除应在其解除部位两侧进行焊接外，还应由扁排或圆棒完成的卡子与垂直接地极焊接。

5.3.5 连接接头焊接要求

a) 焊接采用交流方波氩弧焊机，焊接前检查设备是否接地完好，气路、水路是否通畅，各项功能是否正常工作；

b) 正式焊接前应先在试样上试焊，调整好各项参数，待焊道达到设计要求时，再进行正式焊接；

c) 在保证焊缝充分熔透的前提下，应在焊接工艺允许范围内采用大电流快速施焊。无特殊要求下焊接无需预热。

5.3.6 连接接头质量要求

焊接接头应使用磨光机清除焊瘤、飞溅、凹坑等缺陷，焊缝应与表面圆滑过度,其表面不得有裂纹、未熔合、气孔、氧化物夹渣等缺陷。

a) 带连接件的合金接地材料直流电阻值，不得大于规格尺寸均相同的原材料直流电阻值的1.1倍；

b) 焊接接头的抗拉强度≥180N/mm2。

* + 1. 接地阻抗测试

5.4.1 电气设备和防雷设施的接地装置的试验项目，应包括下列内容：

a) 接地网电气完整性测试；

b) 接地阻抗；

c) 场区地表电位梯度、接触电位差、跨步电压和转移电位测量。

5.4.2 接地网电气完整性测试，应符合下列规定：

a) 应测量同一接地网的各相邻设备接地线之间的电气导通情况，以直流电阻值表示；

b) 直流电阻值不宜大于0.05Ω。

5.4.3 接地阻抗测量，应符合下列规定：

a) 接地阻抗值应符合设计文件规定，当设计文件没有规定时应符合表4的要求（参考GB 50150）；

表4 接地阻抗规定值

|  |  |
| --- | --- |
| 接地网类型 | 要求 |
| 有效接地系统 | Z≤2000/I或当I＞4000A时，Z≤0.5Ω  式中：I——经接地装置流入地中的短路电流（A）；  Z——考虑季节变化的最大接地阻抗（Ω）。  当接地阻抗不符合以上要求时，可通过技术经济比较增大接地阻抗，但不得大于5Ω。并应结合地面电位测量对接地装置综合分析和采取隔离措施 |
| 非有效接地系统 | 1.当接地网与1kV以及下电压等级设备共用接地时，接地阻抗Z≤120/I。  2.当接地网仅用于1kV以上设备时，接地阻抗Z≤250/I。  3.上述两种情况下，接地阻抗不得大于10Ω |
| 1kV以下电力设备 | 使用同一接地装置的所有这类电力设备，当总容量≥100kVA时，接地阻抗不宜大于4Ω，当总容量＜100kVA时，则接地阻抗可大于4Ω，但不应大于10Ω |
| 独立微波站 | 不宜大于5Ω |
| 独立避雷针 | 不宜大于10Ω  当与接地网连在一起时可不单独测量 |
| 发电厂烟囱附近的吸风机及该处装设的集中接地装置 | 不宜大于10Ω  当与接地网连在一起时可不单独测量 |
| 独立的燃油、易爆气体储罐及其管道 | 不宜大于30Ω，无独立避雷针保护的露天储罐不应超过10Ω |
| 露天配电装置的集中接地装置及独立避雷针（线） | 不宜大于10Ω |
| 有架空地线的线路杆塔 | 1.当杆塔高度在40m以下时，应符合下列规定：  1)土壤电阻率≤500Ω·m时，接地阻抗不应大于10Ω；  2)土壤电阻率500Ω·m～1000Ω·m时，接地阻抗不应大于20Ω；  3)土壤电阻率1000Ω·m～2000Ω·m时，接地阻抗不应大于25Ω；  4)土壤电阻率＞2000Ω·m时，接地阻抗不应大于30Ω。  2.当杆塔高度≥40m时，取上述值的50%，但当土壤电阻率大于2000Ω·m，接地阻抗难以满足不大于15Ω时，可不大于20Ω |
| 与架空线直接连接的旋转电机进线段上避雷器 | 不宜大于3Ω |
| 无架空地线的线路杆塔 | 1.对于非有效接地系统的钢筋混凝土杆、金属杆，不宜大于30Ω。  2.对于中性点不接地的低压电力网线路的钢筋混凝土杆、金属杆，不宜大于50Ω。  3.对于低压进户线绝缘子铁脚，不宜大于30Ω |

b) 试验方法可按DL/T 475的有关规定执行，试验时应排除与接地网连接的架空地线、电缆的影响；

c) 应在扩建接地网与原接地网连接后进行全场全面测试。

5.4.4 场区地表电位梯度、接触电位差、跨步电压和转移电位测量，应符合下列规定：

a) 对于大型接地装置宜测量场区地表电位梯度、接触电位差、跨步电压和转移电位，试验方法可按DL/T 475的有关规定执行，试验时应排除与接地网连接的架空地线、电缆的影响；

b) 当接地网接地阻抗不满足要求时，应测量场区地表电位梯度、接触电位差、跨步电压和转移电位，并应进行综合分析。

* + 1. 接地装置的降阻

5.5.1 在高土壤电阻率地区，可采用下列措施降低接地电阻：

a) 在接地网附近有较保电阻率的土壤时，可敷设引外接地网或向外延伸接地极；

b) 当地下较深处的土壤电阻率较低，或地下水较为丰富、水位较高时，可采用深／斜井接地极或深水井接地极；地下岩石较多时，可考虑采用深孔爆破接地技术；

c) 敷设水下接地网。水上光伏方阵、升压站等可在水库、上游围堪、施工导流隧洞、尾水渠、下游河道，或附近水源中的最低水位以下区域敷设人工接地极；

d) 填充电阻率较低的物质。

5.5.2 在永冻土地区可采用下列措施降低接地电阻：

a) 将接地装置敷设在溶化地带或榕化地带的水池或水坑中；

b) 敷设深钻式接地极，或充分利用井管或其他深埋地下的金属构件作接地极，还应敷设深垂直接地极，其深度应保证深入冻土层下面的土壤至少0.5m；

c) 在房屋溶化盘内敷设接地装置；

d) 在接地极周围人工处理土壤，降低冻结温度和土壤电阻率。

5.5.3 在季节冻土或季节干旱地区，可采用下列措施降低接地电阻：

a) 季节冻土层或季节干旱形成的高电阻率层的厚度较浅时，可将接地网埋在高电阻率层下0.2m；

b) 已采用多根深钻式接地极降低接地电阻时，可将水平接地网正常埋设；

c) 季节性的高电阻率层厚度较深时，可将水平接地网正常埋设，在接地网周围及内部接地极交叉节点布置短垂直接地极，其长度宜深入季节高电阻率层下面2m。

5.5.4 降阻材料的选用和施工应符合设计要求，并应符合下列规定：

a) 降阻材料中重金属及放射性物质含量，应符合GB 15618中一级标准的规定；

b) 使用的降阻材料电气和理化性能，应符合DL/T 380的规定；

c) 使用降阻材料应按产品技术文件的要求进行施工。

* 1. 验收时应提交的资料和文件
     1. 验收时应按应进行的检查

6.1.1 整个接地网外露部分的连接可靠，接地线规格正确，防腐层完好，标志齐全明显。

6.1.2 避雷针(带)的安装位置及高度符合设计要求。

6.1.3 供连接临时接地线用的连接板的数量和位置符合设计要求。

6.1.4 工频接地电阻值及设计要求的其他测试参数符合设计规定，雨后不应立即测量接地电阻。

6.1.5 明敷接地线应涂刷绿色和黄色相间的条纹标识。

6.1.6 按设计图纸施工完毕，接地施工质量符合本规范要求。

* + 1. 验收时应提交的资料和文件

6.2.1 符合实际施工的竣工图。

6.2.2 变更设计的证明文件。

6.2.3 安装技术记录(包括隐蔽工程记录等)。

6.2.4 接地器材、降阻材料及新型接地装置检测报告及质量合格证明，检测报告由生产企业或第三方检测机构出具。

6.2.5 试验记录。

参考文献

[1] GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范

[2] GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

[3] DL/T 1554 接地网土壤腐蚀性评价导则

