ICS 29.250
CCS K 10.19

T/CASME

中 国 中 小 商 业 企 业 协 会 团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

石墨基建筑联网发电系统技术要求

Technical requirements for graphite-based building interconnected power generation system

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中国中小商业企业协会　　发 布

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。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

石墨基建筑联网发电系统技术要求

1 范围

本文件规定了石墨基建筑联网发电系统的术语和定义、一般要求、设计、施工、验收技术要求。
本文件适用于石墨基建筑联网发电系统，建筑屋面并网光伏发电系统石墨基柔性接地工程。

2 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 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB/T 14848 地下水质量标准
GB/T 17949.1 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则第1部分：常规测量
DL/T 1554 接地网土壤腐蚀性评价导则
DL/T 2095 输电线路杆塔石墨基柔性接地体技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

3.2 **屋面并网光伏发电系统** roof grid-connected photovoltaic power generation system
安装在建筑屋面上直接或间接接入公共电网运行的光伏发电系统。

3.3

3.4 **铠装式柔性石墨接地引下线** armored flexible graphite grounding down conductor
以石墨线编织物为基材的带有防外力破坏金属编织层和硅橡胶防护层的接地引下线。

3.5

3.6 **柔性离子接地极** flexible ion ground electrode
外部为石墨线编织物，内部填充离子降阻剂及石墨粉体，以石墨基柔性接地体为连接引线的圆柱状接地体。

3.7

3.8 **快装式柔性离子接地极** quick-fit flexible ion ground electrode
外部为石墨线编织物，内部加入离子降阻材料，带有钢制尖端，采用锤击打入土壤中，以石墨基柔性接地体为连接引线的圆柱状接地体。

3.9

3.10 **分段式接地极** segmented ground electrode
以两段及以上接地体组成的，首段带有钢制尖端，段与段之间可靠连接，采用锤击打入土壤中的接地极。

3.11

3.12 **石墨基柔性降阻布** graphite-based flexible resistance-reducing cloth
由膨胀石墨、增强材料与粘合剂复合制成的可埋入土壤或特定的导电介质（例如混凝土或焦炭）中作为辅助降阻材料使用的布状接地体。

4 一般要求

4.1 柔性接地装置应符合光伏发电系统在各种工况条件下的防雷接地、工作接地和保护接地的要求。

4.2　柔性接地装置材料有害物质含量应符合 GB 15618 的 5.1“管制值”和 GB/T 14848 的 4.2“限值”的要求。

5　设计

5.1　基本要求

5.1.1　柔性接地装置设计应符合 GB 50057 规定。
5.1.2　应详细了解接地区域及其附近地下已投运接地装置、管道及其他金属构筑物的信息。
5.1.3　应掌握接地区域土壤电阻率数据资料和土壤腐蚀性评价资料，可按 DL/T 1554 对土壤进行腐蚀性评价。

5.2　设计要求

5.2.1　柔性接地装置设计方案应根据地形地貌、土壤腐蚀性等级和土壤分层情况，以及光伏发电系统对接地装置的要求确定。
5.2.2　屋面光伏方阵各组件之间的金属支架应相互连接形成网格状，其边缘应就近与屋面接闪带连接，接地电阻不应大于 4Ω。
5.2.3　对需要接地的光伏系统设备，应保持接地的连续性和可靠性。接地电阻应符合 GB50057 规定。当以防雷为目的进行接地时，其冲击接地电阻不宜大于 10Ω，光伏系统保护接地、工作接地、防雷接地共用一个接地装置，其接地电阻不应大于 4Ω。
5.2.4　柔性接地装置水平接地体的埋深不应小于 600mm。
5.2.5　柔性接地装置中平行的水平接地体的间距不宜小于 5000mm，垂直接地体的间距不宜小于其长度的 2 倍。
5.2.6　柔性接地装置的石墨基柔性接地体应满足 DL/T 2095 规定的 50kA、8/20μs 雷电流冲击耐受试验的要求。
5.2.7　屋面并网光伏发电系统接地引下线上端采用截面不小于 40mm×4mm 热镀锌扁钢，下端采用铠装式柔性石墨接地引下线，中间采用热镀锌或不锈钢螺栓连接，连接处距离地面高度为 1800mm。
5.2.8　利用自然接地体时，应从不同地点引出不少于两根导体，并且与人工接地网可靠连接。
5.2.9　柔性接地装置防接触电压和跨步电压的措施，应符合 GB 50057 的 4.5.6 的规定。

6　施工

6.1　接地沟的开挖

6.1.1　应按照设计图纸的设计方案进行放线开挖，接地沟中心线距离建筑物基础不宜小于 1500mm，开挖深度不应小于 600mm，长度应符合设计要求。
6.1.2　接地沟位置宜选择地表土壤厚度大、土质松软、无其他建（构）筑物的地带，不应选择在石块和建筑垃圾较多的地带。接地沟位置应避免选择在地下管线、隧道上方。应在原土层或经过夯实的垫土层开挖接地沟。
6.1.3　接地沟开挖如遇较大的石块、树木等障碍，可绕行开挖，但应保证接地沟总长度和深度不变。
6.1.4　接地沟开挖完工并验收合格后，方可进行下道工序。

6.2　接地网敷设施工

6.2.1　垂直接地体埋设

6.2.1.1　按照设计图纸的位置埋设垂直接地体，垂直接地体的埋设深度、间距应满足设计要求，应确保下方无地下管线和隧道等设施。
6.2.1.2　柔性离子接地极可采用地钻挖坑机在接地沟底部向下开挖孔洞进行埋设，孔洞的直径和深度应满足柔性离子接地极埋设的要求，柔性离子接地极应居中放置于孔洞之中，周围用软土回填并分层夯实。
6.2.1.3　快装式柔性离子接地极和分段式接地极埋设可以使用油镐或电镐，也可以采用人工锤击打入地下，分段式接地极段与段之间的连接应牢固可靠。

6.2.1.4　垂直接地体可倾斜向下打入地下，其倾斜方向不应朝向建筑物基础。

6.2.2　水平接地体敷设

6.2.2.1　水平接地体敷设前应将接地沟底部的碎石杂物清理干净，必要时铺上一层厚度不小于 100mm 的软土。

6.2.2.2　先将石墨基柔性降阻布居中平直敷设于接地沟底部，根据设计要求，石墨基柔性降阻布可连续敷设，也可分段敷设。石墨基柔性接地体居中敷设于石墨基柔性降阻布上方（图 1）。

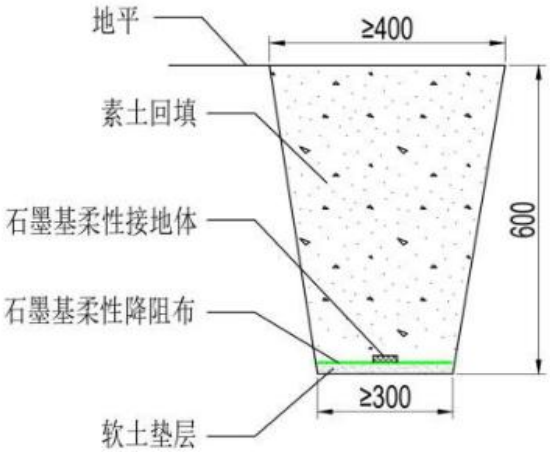

图 1　水平接地体的敷设

6.2.2.3　敷设石墨基柔性降阻布和石墨基柔性接地体时应避免连续扭转和尖锐物碾压。

6.2.2.4　石墨基柔性接地体与石墨基柔性接地体之间、石墨基柔性接地体与垂直接地体之间的连接方式为叠压连接，将连接段两两搭接重叠放置，用不饱和团状模塑料（DMC）连接件将其压接在一起（图 2）。

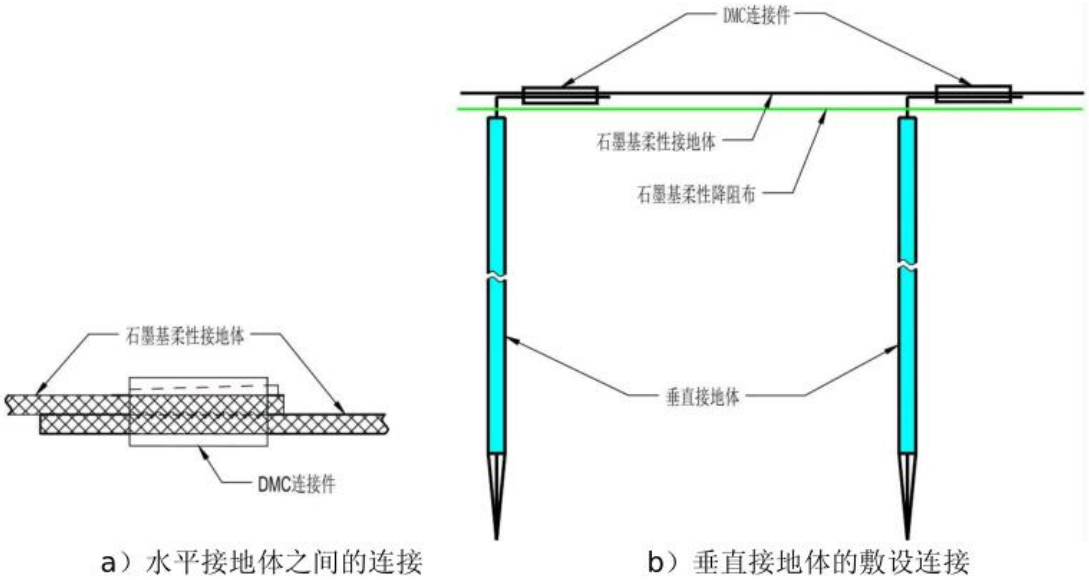

图 2　接地体的连接示意图

6.2.3　引下线的连接施工

6.2.3.1　铠装式柔性石墨接地引下线与水平接地体之间采用 DMC 连接件连接，DMC 连接件应水平放置于接地沟底部，引下线应有不小于 100mm 的冗余长度。

6.2.3.2　铠装式柔性石墨接地引下线露出地面的部分应紧贴建筑物基础或墙体并分段固定，固定间距不应大于 1000mm。
6.2.3.3　铠装式柔性石墨接地引下线与上端的镀锌扁钢引下线之间采用热镀锌或不锈钢螺栓连接，连接处距离地面高度为 1800mm。

6.3　土方回填

6.3.1　回填土内不应夹杂石块和建筑垃圾，外取的土壤不应有腐蚀性，回填时应将土壤分层夯实。
6.3.2　山区石质地段或电阻率较高的土质区段的接地沟中敷设石墨基柔性接地体，应先回填不小于 100mm 厚的软土垫层，敷设完成后再用不含石块、建筑垃圾及塑料等杂物的土壤分层夯实回填。
6.3.3　接地沟回填后上部宜设置 100mm～300mm 高度的防沉层。
6.3.4　引下线 3000mm 范围内的地表层宜敷设 50mm 厚沥青层或 150mm 厚砾石层。

6.4　接地电阻测量

6.4.1　接地电阻的测量不应在雨天进行。
6.4.2　接地电阻测量按照 GB/T 17949.1 规定的方法进行。采用 ZC-8 型或 ZC29B 型接地电阻测试仪测量接地电阻的测量方法如下：

a）　测量接线如图 3 所示，端子 E 为被测接地极接线端子，端子 P 为电位极探棒接线端子，端子 C 为电流极探棒接线端子，E，为被测接地极，P，为电位极探棒，C，为电流极探棒；
b）　E，与 P 的距离 d12 不应小于接地装置的放射线（或对角线）长度的 3 倍，且 d12 与 d13 的比值约等于 0.618，三点成一线，连接处必须接触良好；
c）　将仪表水平放置，将检流计指针调整到零位；
d）　将倍率开关置于最大倍率，慢慢转动发电机的摇柄，同时旋动电位器刻盘，使检流计指针指在“0”位上；
e）　当检流计的指针接近平衡时，加快发电机摇柄转速，使其达到 120 转/min～150 转/min，再旋动电位器刻度盘，使检流计平衡，此时刻度盘的读数即为被测接地电阻值；
f）　当刻度盘读数小于 1 时，应将倍率开关置于较小一档倍率，重新调整刻度盘以得到正确读数。

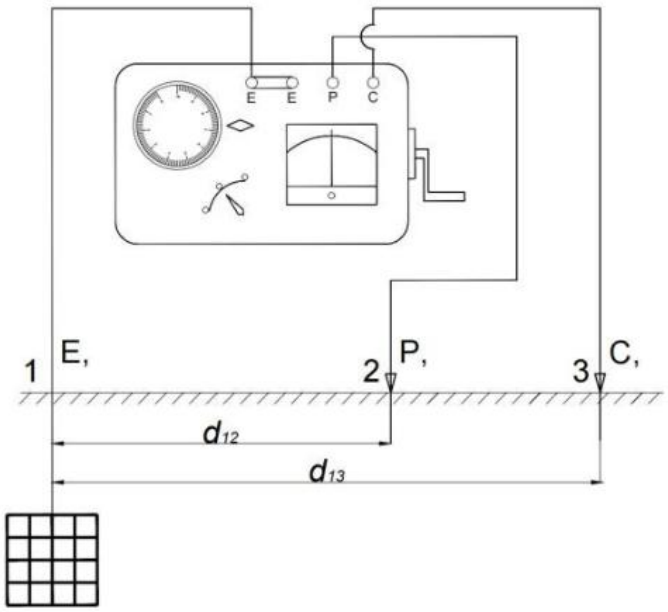

图 3　接地电阻测量原理图

7　验收

7.1　中间验收

7.1.1　土方回填之前应进行中间验收，确保接地体敷设的长度和深度符合设计要求，接地体之间的连接可靠，DMC 连接件安装到位。
7.1.2　中间验收记录可采用拍照和填写验收文档等方式。

7.2　竣工验收

7.2.1　资料验收

包含以下资料：
a）　柔性接地装置的设计资料；
b）　施工材料清单及出厂试验报告；
c）　施工及安装技术记录，包括地下隐蔽工程的中间检查、中间验收记录等。

7.2.2　质量验收

7.2.2.1　目视检查接地装置外露部分材料，表面应完好，安装规整，固定牢靠。
7.2.2.2　测量材料规格应满足设计要求。
7.2.2.3　按照 GB/T 17949.1 规定的方法对接地装置接地电阻进行复测，并根据土壤湿度情况乘以适当的季节系数进行校正，校正后的接地电阻值应满足设计要求。季节系数的取值见表 1。

表 1　季节系数参考值

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
季节系数	1.05	1.05	1.2	1.6	1.9	2.0	2.2	2.55	1.6	1.55	1.55	1.35