**国家标准《埋地接地体阴极保护技术》征求意见稿**

**编制说明**

**1 任务来源**

接地材料的服役寿命一直是困扰电力系统安全运行的重要问题，接地网腐蚀通常指其在土壤中的局部腐蚀，发生腐蚀后，接地网碳钢材料变脆、起层、松散，甚至发生断裂。腐蚀通常会导致一种更为严重的后果，即接地电阻不合格。钢材在被腐蚀过程中，其表面形成一层腐蚀产物膜（层），这层腐蚀产物膜（层）起到了阻隔接地体与土壤的作用，导致接地电阻大大增加，接地电阻不合格。阴极保护基于金属腐蚀的电化学理论，由外部向地下腐蚀的接地网金属材料提供阴极直流电流，使金属电位降低(阴极极化)，从根本上降低金属的腐蚀倾向和腐蚀速率，从而达到抑制接地网金属材料的腐蚀的效果，是目前防止地下金属结构物腐蚀的较为有效的方法。而对于已投用多年的电站，对比经济性及工程的难易程度，加装阴极保护应为较理想的首选方案。

2016年1月，沈阳中科腐蚀控制工程技术中心接到任务后，成立了由中心为主，国家金属腐蚀控制工程技术研究中心、中国科学院金属研究所、中蚀国际防腐技术研究院（北京）有限公司、北京碧海舟腐蚀防护工业股份有限公司、浙江永固为华涂料有限公司等参与的标准起草小组，其成员包括赵健、任振铎、胡家秀、常守文、韩恩厚、柯伟、邸建军、刘严强、金辉、单龙信等。编制组严格按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》的要求，进行标准的起草工作。经过2年多的调研、翻阅资料、总结并起草，于2017年10月编制完成了征求意见稿。

**2标准的制定原则、标准的主要内容与论据**

**2.1 标准制定原则**

编制组按照GB/T 1.1-2009给出的起草规则并在符合国家有关法律法规、强制性标准的要求下，为使标准更具有科学性、先进性、经济性、切实可行，编制已考虑到：使用设备选择要经济可靠，另一方面通过设计、管理等方面的优化做到资源节约、环境友好，最大限度的提高接地网阴极保护效果。而本标准就是建立在提高防腐效果的基础上编制的，它对于减少投资与运行管理费用等方面起到了积极的作用，同时更好地达到建设节约型社会、促进人与自然和谐的目的。

**2.2 标准的主要内容**

本标准中给出了适用于海南电站地网阴极保护技术的通用要求。标准也列出了阴极保护系统设计和安装及其运行和维护的作法。本标准目的是通过提供可靠的与地网相关的阴极保护的资料以确保更有效地防止电站接地网的腐蚀。本标准规定了接地网腐蚀防护阴极保护设计技术导则，供与电站接地网阴极保护相关的腐蚀工程师使用。其主要内容包括：

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和定义

[4 技](#_Toc368991127)术规定

5接地网牺牲阳极阴极保护

6接地网外加电流阴极保护

7工艺计算

8管理与维护

附录A（资料性附录）牺牲阳极参数测试方法

**2.3 标准的论据**

**“6.2.3.2**牺牲阳极埋设位置宜采用深埋分立式。阳极埋设位置一般情况下距接地网最小不宜小于0.3m，埋设深度以阳极顶部距地面不小于1m为宜。成组布置时，阳极间距以2~3m为宜。”

通过在室外实际土壤中模拟小型接地网的腐蚀行为，研究了在牺牲阳极阴极保护中，不同阳极分布方式对接地网电位分布及其接地电阻的影响规律，以期为指导接地网阴极保护工程施工提供试验依据。

**2.3.1 实验装置与方法**

实验材料为16mm×2mm Q235扁钢，化学成分（mass fraction，%）为：C 0.17%，Si 0.26%，Mn 0.45%，P 0.007%，S 0.02%，Fe余量。首先通过表面喷砂去除扁钢表面灰尘和浮锈，后分别用240#、400#、800#砂纸逐级打磨至表面光亮，采用搭接焊形式焊接成边长600mm的方形“田字格”（见图1a），模拟小型接地网。“田字格”的中心引出两条导线，分别用来连接阳极和测试。实验所用牺牲阳极为镁阳极棒（以下简称阳极），直径φ=14mm，长度l=140mm，成分如表1所示。实验土壤电阻率61.54 Ω·m。

接地网埋深0.6m，各个节点处放置校准后的饱和硫酸铜参比电极，参比电极尽量靠近节点。阳极埋设方式分三种（以下简称方式A、B、C），如图1所示：

A、浅埋集中式：8支阳极等距平行于接地网一边埋布，阳极中心深度0.6m，与接地网等深。

B、浅埋分立式：8支阳极均匀分散埋在8节点（除去最中心点）附近，阳极中心深度0.6m。

C、深埋分立式：在方式B基础上，阳极中心深度调整为1.2m。

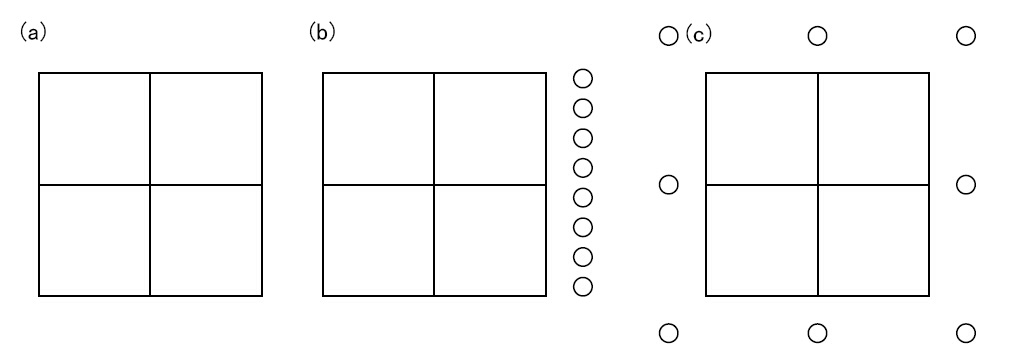


图1 接地网及阳极埋地示意图

表1 镁阳极成分表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Element | Al | Mn | Zn | Ca | Si | Cu | Ni | Fe | Mg |
| Weight content/% | 2.5~3.5 | 0.2~1.0 | 0.6~1.4 | <0.04 | <0.10 | <0.01 | <0.001 | <0.05 | remainder |

经实验测定，接地网达到稳定状态需要72h。按照72h一个周期测量接地网处于自然状态（以下简称方式O，即未连接阳极时）和按照方式A、B、C连接阳极时接地网各点电位及接地电阻。接地电阻测试仪测量接地电阻，测量方法采用0.618直线法，如图2所示，图中P点位于GC的0.618处。

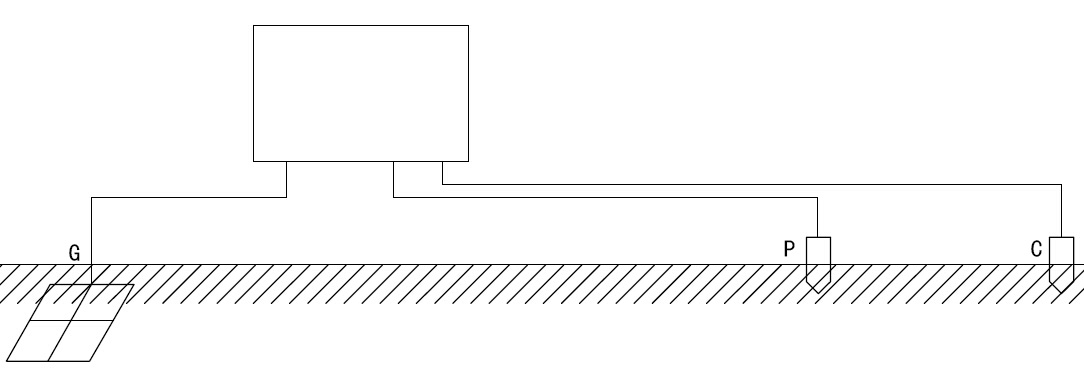


图2 接地电阻测量

**2.3.2 实验结果与分析**

**2.3.2.1接地网电位分布**

接地网处于自然状态及按照方式A、B、C连接阳极埋布时，各点坐标及电位分别如图3、表2所示。

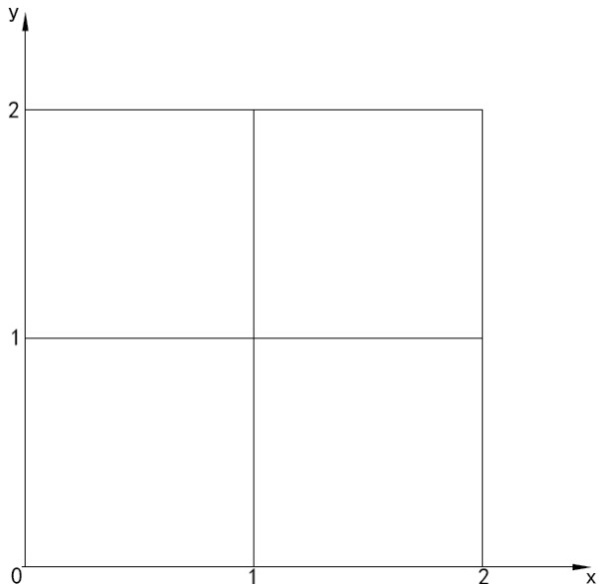


图 3 接地网各节点坐标图

表2 接地网各节点电位

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Coordinate | EO/V | EA/V | EB/V | EC/V |
| （0,0） | -0.657 | -1.1277 | -1.0271 | -1.0302 |
| （1,0） | -0.6672 | -1.1187 | -1.0018 | -1.0271 |
| （2,0） | -0.6575 | -1.1271 | -1.0286 | -1.0342 |
| （0,1） | -0.6524 | -1.0381 | -1.0055 | -1.0017 |
| （1,1） | -0.6603 | -1.0294 | -0.9870 | -1.0058 |
| （2,1） | -0.6473 | -1.0029 | -1.0223 | -1.0071 |
| （0,2） | -0.6430 | -1.0206 | -1.0170 | -1.0180 |
| （1,2） | -0.6583 | -1.0159 | -1.0052 | -1.0236 |
| （2,2） | -0.6598 | -1.0214 | -1.0519 | -1.0396 |

接地网处于自然状态时，各点电位分布比较均匀，电位最大差值24.2mV，平均值为-0.6559V，明显高于阴极保护准则中规定的保护电位（-0.850V），接地网极易发生腐蚀。接地网按方式A施加阴极保护后，各点电位分布不均匀，“一边倒”趋势明显，近阳极端电位较负，且电位跨度大，电位最大差值124.8mV，平均值-1.0558V。接地网按方式B施加阴极保护后，各点电位呈辐射状均匀分布，距离中心越远电位越负，且电位跨度小，电位最大差值64.9mV，平均值-1.0163V。考虑到接地网中心未埋设阳极，中心电位偏正，从侧面说明了接地网电位分布与阳极分布具有一致性，该阳极埋布方式有利于降低接地网各点电位不均匀性。接地网按方式C施加阴极保护后，各点电位分布情况和方式B相似，电位最大差值37.9mV，平均值-1.0208V，较方式B电位分布更均匀，电位跨度更小，说明阳极深埋比浅埋具有更好的接地保护效果。

对比各点电位均匀程度，可以看出：方式A电位分布很不均匀，阴极保护效果最差，方式C电位分布最均匀，阴极保护效果最好，方式B居中。阳极的集中与分散程度直接影响被保护体电位分布的均匀性，且阳极深埋有助于减小被保护体电位分布的不均匀性。

对比各点电位的平均值，可以看出，方式A电位最负，方式B、C很接近，这种结果很可能是由于阳极间距不合理导致相互间出现屏蔽作用，降低了阴极保护效果。所以，在阴极保护工程中，应合理设计阳极间距，减少阳极间相互屏蔽，提高阳极利用效率。

**3 与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性**

标准编订的格式及技术的要求与现行法律、法规、政策一致，无矛盾之处。

**4 贯彻标准的要求和措施建议**

建议作为行业标准使用，以便在今后的实践中，不断地修订与完善；同时希望标准发布实施后，使用本标准的单位，应根据工程现场具体情况进行合理采用，但使用原则及技术要求不能改变。

**5 代替或废止现行标准的建议**

无。

本导则在起草过程中，得到了中国科学院金属研究所材料环境腐蚀研究中心和其他相关单位的支持、指导与帮助，在此表示感谢！