



深井阳极设计及安装

冯洪臣

黄骅市科普防腐材料有限公司

简介

深井阳极是深度在 15 米以下的竖直阳极。主要用作地表空间狭小或地表土壤电阻率高的场合下的阴极保护系统阳极。采用深井阳极的优点之一是阳极距离被保护结构有一定距离，使保护电流的分布更加均匀，另外，也会减小对其他埋地金属结构的腐蚀干扰。为了便于阳极的安装，保证工程质量，近年发展的混合金属氧化物阳极串得到了广泛应用。本文将对阳极串深井阳极的设计、选材、安装进行介绍。

1. 阳极串及电缆：

阳极串是将几支混合金属氧化物筒状阳极固定在一根阳极电缆上，混合金属氧化物阳极具有不消耗、电流输出大、体积小、重量轻的优点。与之相对应的阳极电缆应耐侵蚀。阳极工作时，阳极反应会产生氯气并使阳极电缆处于酸性介质中。因此，阳极电缆的绝缘层要能够抵抗氯气的侵蚀。经常采用的阳极电缆绝缘层为 PVDF/HMWPE。截面积一般是 $8 - 10 \text{ mm}^2$ 。

2. 土壤电阻率

土壤电阻率在深井阳极设计中有很大的影响，它决定阳极的用量、阳极井的直径以及深度、电源设备的功率等。一般将阳极位置选在土壤电阻率低、土质均匀的地点。电阻率有两种方式获得，一是现场测试，二是利用现有的阴极保护系统进行估算。阳极的接地电阻一般占系统电阻的 85%。如果附近的阴极保护设施输出电压 40V，电流 20A，则该系统的电阻为 2 欧姆。阳极的接地电阻为 $2 \times 0.85 = 1.7 \text{ ohm}$ 。据此，可根据相应阳极地床的电阻公式计算出土壤的电阻率。阳极接地电阻将直接影响系统的运营成本，一般来讲，接地电阻不大于 0.5 欧姆。

3. 阳极井的尺寸

影响阳极接地电阻的主要因素是阳极井深度。考虑阳极井的直径时，应充分考虑到排气管（25mm）阳极以及电缆将占据相当的空间。因此，阳极井的直径一般不小于 200mm。直径小于 200mm 时，应对阳极的安装进行严格控制，输出电流大时，应增大阳极井直径。

4. 回填料的电流密度

阳极井的尺寸不是随意确定的，它将受到一系列因素的影响。其中之一是填料与土壤接触面上的电流密度。经验表明，对于回填料的电流密度要进行限制，其原因如下：

- 1) 阳极与土壤之间必须保持一定的湿度，由于电渗透效应，阴极保护电流试图将水分蒸干，其程度取决于土壤类型以及电流密度。
- 2) 阳极反应消耗水分并产生气体，气体的积聚或阳极表面的干燥都会增大阳极的接地电阻。气体的产生量直接与电流密度有关。

黄骅市科普防腐材料有限公司（廊坊）

河北省廊坊市和平路文体中心

电话(Tel)：0316-2235133; 13903168421 传真(Fax)：0316-2232326

Home page: www.Corrstop.com

e-mail: hcfeng@CorrStop.Com



- 3) 在特殊情况下，阳极与土壤接触面的温度会升高，这也会加快水分的蒸发速度，而温度又和电流密度、土壤导热性以及阳极尺寸有关。
- 4) 建议回填料电流密度按下表选取：

土壤类型	回填料电流密度 (mA/m ²)
非常干燥	1.08
干燥	1.61
半干 (在水位线以上)	2.15
潮湿 (处于地下水位以下)	3.22
开放式阳极井	4.95

填料电流密度确定后，就可以确定阳极长度了。阳极长度只能大于计算值。

5. 回填料的选择

使用填料的目的是减小阳极接地电阻、由于阳极反应转移到填料上，减小阳极的消耗、减少气阻、保持阳极井的形状。因此，填料应具有低电阻率、小粒径以及高密度是很重要的。回填料分为两类，即，石油焦碳以及冶金焦碳。建议采用石油焦碳，它是高温烧制成的，具有良好的导电性和均匀性。建议将焦碳回填料用泵从阳极井底部打入井中。

回填料的指标：

电阻率	10 ohm.cm max
粒径	通过 200 - 20 号筛
含碳量	90% min
密度	1120kg/m ³

采用低电阻率填料将减少阳极用量，在同一地质条件以及阳极井尺寸情况下，填料电阻率低，阳极间距增大，填料电阻率高，阳极间距减小。尽管厂家声称的填料电阻率会很低，但考虑到实际安装阳极时，阳极的密实程度、水含量等不确定因素，设计时，填料电阻率最小取 2.0 ohm.cm。填料颗粒最好是球形，这种形状易于回填和压实。另外，为了补充阳极工作时对填料的消耗，填料长度一般要低于最下面的阳极 3 米，高于最上面的阳极 3 米。

6. 排气管

采用排气管的目的除了排除气体，减小气阻外，它还可以用来散发热量、回注水。安装阳极时，可以利用排气管辅助阳极安装。排气管上的小孔或狭缝要小于填料粒径以防止被填料或淤泥堵塞。推荐排气管直径为 25mm，填料柱以上的排气管没有钻孔或狭缝。

7. 定位器

使用定位器的目的是保证阳极处于填料的中心部位。填料密实以及阳极工作后，定位器将很快腐蚀掉。一般一根阳极安装两个定位器。

8. 阳极串配重

为了使阳极串顺利的下落到阳极井的底部，在阳极串底部要连接一个重物，通常是混

黄骅市科普防腐材料有限公司 (廊坊)

河北省廊坊市和平路文体中心

电话(Tel) : 0316-2235133; 13903168421 传真(Fax) : 0316-2232326

Home page: www.Corrstop.com

e-mail: hcfeng@CorrStop.Com



凝土重块，重量在 5--7 公斤之间。将此重物用塑料绳与阳极串底部连接，距离底部阳极下端 3 米。当采用复式阳极电缆时，重块与阳极电缆折弯处连接，距离底部阳极下端 3--4 米。

9. 套管

套管不仅为阳极井提供支撑作用，方便阳极串安装，同时可以限制阴极保护电流从近地表释放。套管的长度、材质、高出地表的距离都取决于阳极井类型以及土质条件。

10. 不导电填料

采用不导电填料的目的是减小阴极保护电流在近地表处释放。通常用砾石、粗砂回填阳极柱上方的阳极井。

11. 电源设备

计算出阳极的接地电阻后，就可以根据保护电流确定整流器的功率。需要注意的是阳极接地电阻一般只占整个阴极保护系统电阻的 85%。处于焦炭回填料中的阳极具有 2 伏的反电动势。选取设备容量时，还要预留 15% 的裕量。当几个阳极井共用一台整流设备时，要经过可调电阻将阳极电缆与设备连接。

12. 阳极的安装

- 1) 安装套管：打完阳极井后，首先安装 6 米的塑料套管。该套管位于阳极井顶部，其直径要比阳极井大 5--6 厘米。建议将此套管留在阳极井中。
- 2) 井下试验：建议进行阳极井沿深度方向的电阻测试，以确定最佳阳极安放位置，从而减小接地电阻。测量时，将阳极井充满水，测量辅助阳极与被保护结构之间的电阻。
- 3) 阳极井清理：用清水将泥浆置换出。
- 4) 安装阳极：将排气管平放在地面上，将其底部封住。将阳极串靠近排气管平放，排气管的下端部超出底部阳极下端 0.5 米。
- 5) 用塑料绳将配重块连接到最下部的阳极，距离阳极下端部 3 米。对于复式电缆的阳极串，配重块连接到电缆上，距离底部阳极下端 3.5 米。
- 6) 将阳极串、排气管、电缆固定在一起。此时，在阳极上安装定位器。阳极电缆每隔 2 米用胶带与排气管固定一次。固定阳极时，阳极距离排气管的距离为 5--7 厘米。
- 7) 将填料注入管下放到阳极井底部，或在安放阳极串的同时下放注料管。下放阳极串/排气管。阳极串定位后，迅速固定好阳极电缆。
- 8) 用泵将填料打入阳极井，此操作一旦开始，中途将不能停止，直到填料填充完毕。从阳极井的底部注入填料，将避免产生孔隙、填压不实等问题出现。用粗砂或砾石将填料上部的空间填满。
- 9) 高出地表的套管要加盖帽，盖帽下面的套管部分要钻出很多直径 6.35mm 的小孔，以利于气体排放。
- 10) 排气管上端要加盖滤帽，防止昆虫进入。

深井阳极在国内的应用还很有限，还没有积累足够的经验，本文仅供阴极保护设计以及管理人员参考。

黄骅市科普防腐材料有限公司（廊坊）

河北省廊坊市和平路文体中心

电话(Tel)：0316-2235133; 13903168421 传真(Fax)：0316-2232326

Home page: www.Corrstop.com

e-mail: hcfeng@CorrStop.Com