

科普防腐

CorrStop

网状阳极、阴极保护、腐蚀检测、PVC 粉末涂料、FBE 粉末涂料

如何确定阳极地床的位置及保护电流密度

冯洪臣

黄骅市科普防腐材料有限公司

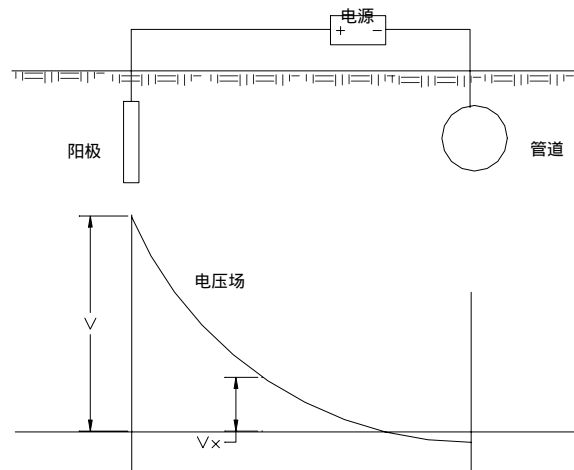
阳极地床是阴极保护系统中的重要组成部分，阴极保护电流通过阳极床流入土壤，在被保护结构上汇集后返回到电源装置而构成回路，阳极地床的位置将直接影响阴极保护效果以及日常运行能耗。

为了降低运行能耗，阳极地床一般要选在土壤电阻率低（小于 50 欧姆米），地势低洼，便于施工且不产生腐蚀干扰的位置。本文不再对这些内容进行讨论，仅对地床与保护结构的间距及其影响进行论述。

根据被保护结构与阳极地床的相对距离，阳极地床可分为远地地床和近地地床。

远地地床：

当阴极保护电流自阳极床流入周围土壤时，会在阳极地床周围产生一个电压场，沿电流流动的方向，电位剃度逐渐减小以至于可以忽略。如图：



我们将电位剃度很小的位置称为远地点，即地床电压场的影响范围到此位置。同时，流入管道的电流也会在管道周围的土壤中产生一个电压场，如果这两个电压场没有明显重叠，就将该地床称为远地地床。在这中情况下，可以认为土壤电阻为零，阴极保护电流从阳极床流入一个零电阻导体，在管道与该零

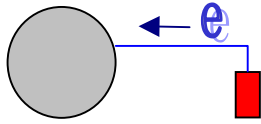
黄骅市科普防腐材料有限公司（廊坊）

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: CorrStop@Sohu.Com



网状阳极、阴极保护、腐蚀检测、PVC 粉末涂料、FBE 粉末涂料

电阻导体之间的电阻上产生电压降。对于远地地床，限制阴极保护距离的主要因素是管道自身的电阻，所以，管道直径越大，保护距离也就越长。在远离地床处，限制保护距离的是最小保护电位（-0.85V CSE）；在地床附近，限制保护距离的是最大保护电位，该处的管道极化电位不能低于-1.1V CSE（保护电位过低时，将引起析氢现象，破坏防腐层与管道之间的粘接力，称为阴极剥离）。

对于长输管道，多采用远地地床阴极保护，以最大限度的扩大单个地床的保护距离。

近地地床：

如上所述，距离阳极床越近，电位剃度越大，大部分电压降发生在距离阳极几米的位置。如果管道经过阳极电压场，由于管道周围土壤的电位高于零电位，测量管道保护电位时，测量结果中含有很大的土壤中的电压降（IR 降），应该说地床附近的管道很容易得到保护，但管道的保护距离会缩短。采用牺牲阳极阴极保护时，对于防腐层很差的管道，单支阳极的保护范围很有限，以镁阳极为例，如果镁阳极距离管道 1 米，则保护距离最大为 8-10 米。

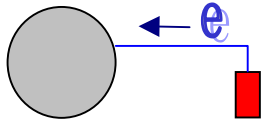
地床位置的确定：

选择阳极地床位置时，除了满足低土壤电阻率等条件外，为了用适当的电流保护尽可能长的范围，一般希望管道不经过阳极电压场，那么，如何确定阳极地床的电压场范围呢？在目前通用的《埋地钢制管道强制电流阴极保护设计规范》SY/T0036-2000 中，规定阳极地床与管道的距离不小于 50 米，但在很多情况下，应当实际计算阳极电压场的范围，以确定管道是否处于电压场范围以外。根据 RUDENBURG 方程式，距离阳极地床 X 处的电位 V_x 可以用下式表示：

$$V_x = \frac{0.038IP}{3.14Y} \text{Log}_{10} \frac{Y + \sqrt{Y^2 + X^2}}{X}$$

- V_x : 相对于远地点，距离地床 X 处的电位 V
- I : 阳极地床输出电流 A
- P : 土壤电阻率，ohm.cm
- Y : 阳极长度 英尺
- X : 与阳极的间距，英尺

如果 X 大于 10Y，公式可简化为： $V_x = \frac{0.0052IP}{X}$



一般认为，当阳极地床电压场中电位达到 0.5V 或 1%阳极电压时，阳极电压场的影响就已经很小，可以认为，如果管道在该点以外通过，该阳极地床可视为远地地床。

假设阳极最大输出电压 40V，输出电流 10 A，土壤电阻率 50ohm.m，地床的电压场范围按如下方法确定。

如果阳极最大输出电压为 40V，当电位降至 0.4V 时，可以认为已经到达阳极场的边缘，代入公式 $V_x = \frac{0.0052IP}{X}$ $X=650$ ft 即，198m。

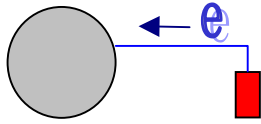
当然，以上公式是建立在土壤电阻率均匀，没有其他地下构筑物影响的前提下的，实际工作中遇到的情况可能要复杂的多，因此，该计算仅供参考，实际地床位置的确定，要有有经验的防腐工程师根据现场情况具体确定。

如何确定被保护结构的保护电流密度

对于如何确定被保护结构的保护电流密度，有很多文献已经进行了论述，本文作者查阅了一些资料，发现对于保护电流密度的确定，国内和国外采用了两个原则，以管道的阴极保护为例，国内规范中，是根据防腐层绝缘电阻的大小来确定保护电流密度，如《埋地钢制管道强制电流阴极保护设计规范》SY/T0036-2000 中就做了如下规定：

防腐层电阻 ohm.m	保护电流密度
5000-10,000 如，环氧煤沥青	0.5-1.0 mA/m ²
10,000-50,000 如，石油沥青、FBE 或 PE	0.01-0.05mA/m ²
100,000 如，三层 PE	0.01 mA/m ²

国外的规范在确定保护电流密度时，参考因素主要是结构所处的环境和涂层有效率，作者认为，这种方法更符合实际情况。事实上，对于目前所采用防腐层，如果防腐层是完好的，可以说基本上不会有阴极保护电流通过涂层到达结构表面或者说通过涂层的电流微乎其微，可以忽略。阴极保护电流主要是对那些防腐层的破损点进行保护。这样看来，正确的确定防腐层的破损率是设计成功的关键。涂层的破损率不仅和涂层的原材料有关，更重要的是和施工质量有关。因此，需要大量的经验积累才可以正确的确定涂层破损率。对于处在土壤或淡水中的金属结构，国外一般选用的阴极保护电流密度是 10 mA/m²，根据金属结构裸露面积将很容易计算出整个结构的保护电流要求。对于目前应



网状阳极、阴极保护、腐蚀检测、PVC 粉末涂料、FBE 粉末涂料用的涂层，涂层的破损率选为 0.1-0.5% 是很安全的。对于储罐内壁，最初的涂层破损率可以选为 1%，但应保证涂层破损率 20%时，仍能够提供足够的阴极保护。处于淡水中裸露金属，保护电流密度在 $0.5-27\text{mA}/\text{m}^2$ 之间，对处于海水或原油沉积水中的裸露金属，保护电流密度一般取 $100\text{mA}/\text{m}^2$ 。如果选用牺牲阳极阴极保护方式，建议涂层破损率按 10%选取，用平均涂层破损率来计算阳极用量；如果选用外加电流阴极保护，建议系统的容量能够满足 20%涂层破损时的电流需要量。

结论

以上对阳极地床的位置以及阴极保护电流的确定进行了论述，事实上，国内已经有很多很成功的设计实例，目前需要的是对成功的经验和失败的教训进行总结。上述观点只是本人的一点经验总结，仅供参考。