

# 金属管道人工土保护层\*

潘永灿 金芳芳 荀 勇

(盐城工学院建筑工程系, 江苏 盐城 224003)

**摘 要** 金属管道在含水量大、化学成份复杂的近海软土中易发生锈蚀。采用水泥、石灰、粉煤灰、磷石膏等和管沟挖出土搅拌混和后形成人工土, 置于金属管道四周, 可以较好地保护金属管道。

**关键词** 金属管道; 保护; 工业废料; 人工土

**分类号** TU449 **文献标识码** C **文章编号** 1008-5092(2000)02-0056-03

## 1 近海地区表层土特点<sup>[1]</sup>

苏北近海地区有两层具有典型特征的苏北近海地表表层工程土, 其一, 属于粉质粘土(I), 通常厚约 0.52.2 m, 灰黄色, 软流塑, 混粉沙, 含植物根系。并且含有机质。其间, 局部夹 0.3 0.5 m 粉砂薄层, 深灰色, 松散, 普见云母片。其二, 在粉质粘土层下, 是厚 5.020.0 m 不等的淤泥质粉质粘土(II), 灰色、饱水、软塑流塑、稍臭、味咸、含有机质、具微层理、局部夹淤泥粉砂薄层。其外表层土中, 暗沟较多, 通常暗沟沟底富含腐殖质, 味臭、黑色染手。

近海地区地下水位较高, 通常为地面向下 0.31.0 m 左右, 地下水除局部受海水浸入外, 大部分受大降水和地表水体影响, 呈季节性变化。水质基本上属于  $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{Na}^+ \text{Ca}^{2+}$  型, pH 值 8.0-9.0, 弱碱性, 对金属构成弱腐蚀。

## 2 土壤理化性质对金属腐蚀的影响<sup>[2]</sup>

土壤理化性质对金属腐蚀的影响内容很多, 其主要可归纳为如下几点:

(1)含水量: 当土壤含水量低时, 腐蚀性一般不大, 随着含水量的增加, 土壤中各种可溶盐的浓度不断增高, 腐蚀电池的工作过程不断增强, 回路电阻不断减小, 因此, 腐蚀速度不断增加。但是, 腐蚀速度随含水量增长有一定的界限, 即含水量

增加到某一数值时, 腐蚀速度达最大, 再增加含水量, 腐蚀速度基本上不再明显增加。

(2)含氧量: 土壤含氧量取决于土壤的深度、结构、渗透性、含水量、温度和生物活动等因素。土壤中的氧主要来自两个方面: 一方面是空气的渗透; 另一方面是雨水及地下水带来的深解氧。对多数常用金属来说, 含氧量愈高, 腐蚀速度愈大。

(3)含盐量: 土壤中可溶盐的含量一般在 2% 以内, 很少超过 5% ~ 6%, 虽然可溶盐的含量有限, 但它是形成电解液的主要因素, 含盐量愈高, 土壤电阻愈小, 腐蚀速度愈大。一般来说, 对金属铁构成腐蚀作用的主要是阴离子, 如硝酸根 ( $\text{NO}_3^-$ ), 氯离子 ( $\text{Cl}^-$ ), 硫酸根 ( $\text{SO}_4^{2-}$ )。后两种阴离子不论是对钢铁金属或对非铁金属均有腐蚀影响, 其中氯离子破坏钝化的作用较大。

(4)细菌: 土壤中对金属腐蚀有影响的细菌有三类, 即厌氧菌、喜氧菌和兼氧性菌。无论是厌氧菌还是喜氧菌, 有氧仅仅是决定细菌在土壤中能否繁殖的一个基本条件, 其生长条件还和许多因素有关联。土壤中细菌对金属腐蚀的还原过程, 随细菌类型不同、环境不同而不一样。例如, 硫酸盐还原菌通过化学反应产生硫化物, 硫化物腐蚀金属铁。

(5)有机质: 有机质对金属腐蚀的作用常常是通过土壤微生物活动过程发生的。土壤有机质在

\* 收稿日期: 1999-09-01

第一作者简介: 潘永灿(1973-), 男, 江苏建湖县人, 助教。

土壤微生物的作用下,一是能把复杂的有机质分解成简单的无机化合物;二是能把动植物残体分解后再合成腐殖质。在分解转化过程中,释放出的腐蚀性气体和酸性物质,可使铁直接溶解。

(6)pH 值:一般认为,土壤 pH 值低,其腐蚀性大。因为,介质酸性愈大(即 pH 值愈小),氢的过电位愈小,阴极反应愈易进行,氢去极化作用愈大,金属腐蚀速度也就愈大。在一般情况下,金属在中性土壤中的氢过电位比酸性土壤大,因此,在中性土壤中,金属腐蚀速度一般比在酸性土壤中慢。但是,对于一些 pH 值接近中性,含有大量有机酸的土壤,其腐蚀仍然很强。

(7)氧化还原电位:氧化还原电位是一个综合反映土壤氧化还原程度的指标。当氧化还原电位高时,表明氧化剂占的比例大,氧化性强,当氧化还原电位低时,表明还原剂占的比例大,还原性强。如果土壤 pH 值在 5.58.5 的范围内,氧化还原电位愈低,硫酸盐还原菌对金属的腐蚀作用愈大。从氧化还原电位的高低,可估计含有有机质较高的土壤的腐蚀性。

(8)电阻率:在其它条件相同的情况下,土壤电阻率愈小,腐蚀电流愈大,则土壤腐蚀性愈强。

反之,则愈弱。电阻率在数千欧姆厘米以上,土壤对钢铁的腐蚀性比较轻微。与此相反,在海水渗透的低洼地和盐碱地,电阻率低至 100300 Ω·cm,其腐蚀性相当强。

(9)土壤质地的松紧度:土壤质地的松紧度影响土壤空隙率,进而影响含水量和透气性,影响埋设于土壤中金属的电极电位,阴、阳极化和土壤电阻率。它和腐蚀性的关系是比较密切的。

(10)温度:温度的变化会影响化学反应速度,一般来说,春季土壤解冻,腐蚀速度比冬季水分冻结时有所增大。另外,温度变化还影响电阻率和微生物活动等,从而影响腐蚀性。

### 3 对天然土和人工土腐蚀性的评价和试验

影响土壤腐蚀性的因素非常复杂,不能单从某一方面考虑,我们采用表 1 所示评价指数对天然土和人工土腐蚀性进行综合评价,从而认识人工土对金属管道的保护作用。评价时,氧化还原电位采用甘汞/铂电极测量法;电阻率采用四极法测定,土壤的其它物理化学指标从参考文献和其它资料中获取<sup>[1,3,4]</sup>。

表 1 土壤对钢铁的腐蚀影响因素及评价指数

Table 1 The rust infection factor and appraise exponent of the sod to steel

评价指数	土质	埋设物深处地下水	特 性									
			土壤状态	电阻率 (Ω·cm)	含水量 (%)	pH	总酸度 (me/kg)	总碱度 (me/kg)	氧化还原电位 (mv)	H <sub>2</sub> S 和硫化物 (mg/kg)	氯离子 (mg/kg)	硫酸盐含量 (mg/kg)
+2	石灰质土 石灰质泥灰土 黄土、砂土							> 1000		> 400		
+1								200 ~ 1000				
0	粉土 粉质泥灰土 粉质或粘质砂土	没有	自然土 壤土质 相同	> 10000	< 20	> 6	< 2.5	< 200	200 ~ 400	无	< 100	< 200
-1		有时有 有时无		10000 ~ 5000	> 20	< 6	2.5 ~ 5.0				> 100	200 ~ 500
-2	粘土 粘质泥灰土 腐殖土		堆填土	5000 ~ 23000				> 5		0 ~ 200	< 0.5	500 ~ 1000
-3			土质不同	23000 ~ 1000								> 1000
-4	泥炭土 淤泥土 沼泽土			< 1000						> 0.5		

经评价计算,如果埋设物在无地下水的粉质粘土(I)层中,其土壤对金属的腐蚀性评价指数总和为 -0.35;如果埋设物处于地下水位附近,同

样在该层土中,评价指数总和为 -3.4;埋在地下水位以下淤泥质粘土(II)中,则土壤腐蚀评价指数总和为 -7.22。

在室内估测人工土(天然湿土:水泥:石灰:粉煤灰:磷石膏 = 40:2:2:1:1)90 d 龄期在空气中对金属钢铁的腐蚀指数总和为 6.0 左右。其抗渗系数为  $10^{-8} \sim 10^{-10}$ 。

因此,可以得出,人工土对金属无腐蚀作用;有地下水的粉质粘土(I)都为弱腐蚀性;地下水水位以下的淤泥质粉质粘土(II)则为中等腐蚀性。

通过试验研究,我们认为粉煤灰掺入人工土对抗海水侵蚀有一定的作用;磷石膏掺入人工土可以抗有机质影响;水泥起胶结作用;石灰可以提高人工土碱性,增加密实度。在工程中制配人工土时,要根据土和地下水的物理化学性质综合考虑配比设计。

#### 4 工程应用

于 1998 年 10 月 12 日,在苏北近海某农场生活区应用了人工土对金属管道保护措施,该场地内地下水位约为地面向下 0.7 m,且地下浅表水未受海水侵蚀。排水管道底平均埋深从地面向下 1.2 m,直径 0.2 m,总长 258 m。铸铁管件表面涂一层石油沥青防腐层后,置于人工土中,见图 1。

施工时,因该生活区水井基本上可以饮用,地表水受海水侵蚀的可能被排除,又因粉煤灰购买运费较大,因此,人工土采用水泥磷石膏和石灰粉加湿土在砂浆搅拌机内搅拌而成,其重量比约为湿土:水泥:磷石膏:石灰粉 = 20:2:1:1。磷石膏

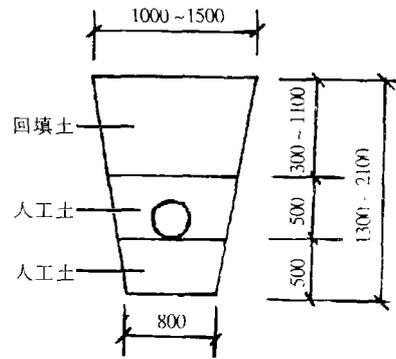


图 1 人工土中埋管

Fig.1 The burying pipe of manual soil

为农场磷肥厂排出的工业废料,水泥、石灰粉是农场建筑公司常用材料。

施工中,先在挖好的沟槽中倒入人工土达 50 mm 厚,用水准仪复测标高,14 d 后将涂好沥青的铸铁管放入,接管等工序完成后,再用人工土覆盖,人工土在管侧厚约 25 cm,在管顶约 30 cm。人工土上余下的沟槽空间用天然土回填。

人工土强度比混凝土低,因此,管道修理时,用铁镐可凿开。

#### 5 结束语

采用水泥、石灰、粉煤灰、磷石膏和土按一定比例混合制成人工土包裹在金属周围,可以改善管道所处的土壤环境,降低土壤对管道的腐蚀作用。这种方法造价低廉,施工简便。

#### 参 考 文 献

- 1 荀勇.盐城地区地下软土理化性质调查分析[J].盐城工学院学报,1999(2):11-13.
- 2 王强.地下金属管道的腐蚀与阴极保护[M].西宁:青海人民出版社,1984.
- 3 徐攸在.盐渍土地基[M].北京:中国建筑出版社,1993.12.
- 4 洪乃丰.盐渍土对建筑物的腐蚀与保护[J].工业建筑,1997(1):34-36.

## The Protect Layer of Manual Soil of the Metal Pipeline

Pan Yongcan Jing Fangfang Xun Yong

(Department of Construction Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC)

**Abstract** Soft soil in the offing with high moisture capacity and complex chemical composition will rust the metal pipeline. So the mixture of Cement, Lime, Coal-ash powder, Phosphoric gesso and Soil is demanded to put around the metal pipeline to protect it.

**Keywords** Metal pipeline; Protect; Industry waste; Manual soil