



# 胶南大场镇滩涂灰场防渗方案优化设计

张金兰, 徐士民, 李生青

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

**摘要:**通过野外取样室内试验、野外渗水试验、抽水试验等方法, 确定出第四系孔隙水含水层渗透系数  $0.10 \sim 0.11 \text{ cm/s}$ , 为透水层, 是场区产生渗漏的主要地层, 并通过垂直与水平渗漏定量计算确定该区应进行防渗处理。针对渗漏特点重点提出了土工膜防渗和截渗墙防渗 2 种设计方案, 并从工程造价、防渗效果、施工技术难度等方面进行了对比分析, 确定了截渗墙防渗设计为较优设计方案。

**关键词:** 渗漏; 土工膜防渗; 截渗墙防渗; 山东胶南

**中图分类号:** P641.2      **文献标识码:** A

## 1 拟建灰场厂址概况

拟建灰场厂址位于青岛的胶南市大场镇南约 9 km 处, 为滩涂地带, 是白马河入海口的三角地带。拟建灰场为干灰场, 围堤轴线长度约 4 435.3 m, 灰场堆灰面积约  $105.10 \text{ hm}^2$ 。围堤拟利用滩地内丰富的砂料采用充填砂袋填筑, 设计取砂深度 3 ~ 4 m, 围坝坝坡 1:2, 坝顶宽度 6.0 m, 坝顶高程约 5.0 m, 坝底高程 -2.5 m, 库容  $7.36 \times 10^6 \text{ m}^3$ , 年排灰量为  $46.766 \times 10^4 \text{ t}$ , 渣量  $8.286 \times 10^4 \text{ t}$ , 石子煤  $2.11 \times 10^4 \text{ t}$ 。

场区为冲积海积平原, 地形起伏不大, 地表全被第四系覆盖, 厚度一般在 15.30 ~ 18.00 m; 下伏中生代燕山晚期侵入岩<sup>[1]</sup>。

(1) 第四系。由素填土、粉土、粉砂、中砂、粘土、粗砂、砾砂等组成, 以粉土、粉砂为主, 灰场坝底设计座落在粉砂层(表 1)。

表 1 第四系分层厚度及埋深(m)

岩性	素填土	粉土	粉砂	中砂	粘土(分布不连续)	粗砂	砾砂
厚度	0.0~3.6	0.9~1.5	2.4~3.5	5.7~6.4	0.0~2.0	1.1~1.8	1.9~4.5
底板埋深	2.0~3.6	3.0~4.0	2.0~3.6	5.7~6.5	11.7~12.4	场区局部揭露	15.3~18.0

(2) 中生代燕山晚期岩浆岩。岩性主要为花岗岩。强风化层风化裂隙发育, 但一般为充填物充填(表 2)。

表 2 中生代岩浆岩主要岩性厚度及埋深(m)

岩性	强风化花岗岩	中等风化花岗岩	微风化花岗岩
揭露厚度	7.00~10.20	0.30~1.00	0.5~1.0
底板埋深	24.50~27.60	25.40~28.00	未揭穿

## 2 灰场区渗透性评价及渗漏量

(1) 场区地层渗透性能。室内、现场渗水试验、抽水试验测定场区地层渗透系数, 野外抽水实验获得的第四系砂层的渗透系数为  $0.11 \text{ cm/s}$ (表 3)。

表 3 室内测定渗透系数(cm/s)

岩性	粉土	粉砂	粘土	粗砂
渗透系数	$2.43 \times 10^{-6}$	$8.24 \times 10^{-5}$	$6.66 \times 10^{-8}$	$2.68 \times 10^{-4}$
岩性	强风化花岗岩	强风化花岗岩	微风化花岗岩	微风化花岗岩
渗透系数	$4.56 \times 10^{-5}$	$3.35 \times 10^{-4}$	$4.84 \times 10^{-9}$	$3.47 \times 10^{-9}$

由以上资料评价地层渗透性能: 第四系透水性良好, 综合渗透系数  $0.10 \sim 0.11 \text{ cm/s}$ ; 强风化花岗岩, 渗透性较好, 渗透系数  $4.65 \times 10^{-5} \sim 3.35 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ , 微风化花岗岩渗透系数  $3.47 \times 10^{-9} \sim 4.84 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ , 渗透性较差。

(2) 积灰渗透性能。通过渗透试验, 积灰平均渗透系数为  $0.08 \text{ m/d}$ 。

(3) 灰水渗透途径及来源。目前灰场区内地下

收稿日期: 2007-06-30; 修订日期: 2007-09-04; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 张金兰(1970-), 女, 山东临沂人, 工程师, 主要从事水文地质勘察工作。

水的补给来源主要为大气降水、海水涨潮入渗、河流侧渗补给、北部潜水地下径流补给。其中海水涨潮补给是场区内地下水的主要补给来源。排泄途径主要是地下径流排泄到海水中。

综上,灰水存在由第四系和隐伏基岩风化层下渗造成对附近地下水、海水污染的前提。

(4) 灰场渗漏量。灰场渗漏具体表现在垂直和水平渗漏 2 个方面。通过计算,积灰的垂直渗漏能力  $Q_{\text{垂直}} = 8.74 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、水平渗漏量  $Q_{\text{水平}} = 0.069 \text{ m}^3/\text{d}$ 。所以,降雨通过积灰渗漏量较大,通过地下径流渗漏量很小,通过海水涨退潮渗漏量较大,为防止污染地下水,必须进行防渗处理。

### 3 灰场防渗初步设计方案

#### 3.1 土工膜防渗设计方案

由于灰库区表层为素填土,下部分布粉砂、中砂、粗砂、砾砂,渗透性较好,无良好隔水岩层,无法满足渗透系数小于  $1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$  的防渗要求。解决垂直、水平防渗问题,可以采用在坝底与坝体人工覆膜的方法予以解决。

(1) 防渗材料复合土工膜选用及特征。用于防渗的土工膜采用聚乙烯 HDPE 膜,膜厚 1~2 mm,用于 HDPE 膜上下面的保护及透水的垫层采用无纺布,膜与无纺布在工厂一次性加热液压成为复合土工膜,幅宽选用 6 m。

(2) 开挖深度说明。按照相关的技术设计要求,电厂厂区需要从灰场取砂,取土深度为 3~4 m,坝底高程 - 2.5 m,这样开挖标高将低于地下水最高水位 0.50 m,且最高潮水位为 2.88 m,这对施工造成很大困难。由于周围地层渗透性良好,且单井涌水量很大,施工时需采取有效降水措施,防止地下水和海水涨潮对防渗膜的破坏。

(3) 降水说明。根据抽水试验结果及工程勘察资料,设计孔距 50 m,孔深 10 m,下入 500 mm 水泥管成井。按照总长度 4 435.3 m,总共孔数为 89 眼,设计钻孔总进尺 890 m。

(4) 防渗结构设计。灰场防渗包括库区坝底防渗与坝体防渗。灰库区范围内首先进行机械开挖整平工作,取砂深度 3 m 左右。然后机械碾压粗修,人工平整精修,达到铺膜要求,做好铺膜准备。施工中要边铺膜边回填,回填料就地取材,取中、粗、砾沙等分层进行,铺设厚度第一层填土不应小于 150 mm,

碾压第一层填土时填土机械只能沿垂直于土工膜铺放方向运行,应用轻型机械(压力小于 55 kPa)摊料或碾压。当填土高度大于 600 mm 后可使用重型机械,该次回填深度 0.60 m。坝体防渗要在坝体上铺设土工膜,土工膜要适当留些褶皱。先把坝体表面压平,铺设完毕防渗膜后还要铺设 600 mm 以上的砂层。

(5) 复合土工膜施工工艺流程。场区降水 地基基层处理 检查验收 复合土工膜验收加工 按设计要求铺放复合土工膜 缺陷修补 施工检查 压载复合土工膜 复合土工膜表面保护措施 回填砾料、压实 竣工验收。

#### 3.2 截渗墙防渗设计方案

在坝体施工完毕后,截渗墙在坝体上面围坝体一周,总长度 4 435.3 m。

(1) 工程布置。根据以往经验,结合实际工程地质勘察资料,设计钻孔口径为 110 mm,三重管高压旋喷桩控制直径 1.30 m,桩间距 1.20 m。根据物探资料和该次勘察资料,划分钻孔深度分别为 36 m, 31 m, 28 m, 60 m(其中断层分布区设计孔深 60 m,宽度 20 m,只在围坝上 20 m 宽灌浆处理,不考虑场区内断层的分布),其长度分别为 1 391.42 m, 2 252.27 m, 751.61 m, 40 m。钻孔个数为长度与孔距比值,交接地带按最深深度计算。钻孔个数分别为 1161, 1877, 626, 35。设计总进尺 119 611 m,(不考虑 2 孔控制范围重合,不考虑场区内分布的断层)混凝土灌注量  $6.35 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。实际钻孔深度是以满足渗透系数小于  $10^{-7} \text{ cm/s}$  的要求为准。

三重管高压旋喷桩控制直径 1.30 m,地层孔隙度按照粗砂孔隙度(40%)计算,  $V = r^2/2 \times h \times 40\%$ 。其中  $h$  为钻孔总进尺。防渗墙最小宽度 0.50 m。

(2) 钻探工艺。钻孔采用散装百米钻机成孔,泥浆循环,全取芯钻孔成孔,强风化以上下入护壁套管,换 108 金刚石钻头钻入完整基岩 0.5 m 终孔。空压机洗孔至水清。

(3) 注浆工艺。利用小口径钻机预钻孔道,然后把带有特殊喷嘴的注浆管置入已钻好的孔内,用高压泵、泥浆泵、空压机,分别以几十兆帕的压力将高压水流、水泥浆、压缩空气通过钻杆下端的喷射装置向四周以高速水平喷入土体,借助流体的冲击力切削砂层,使喷流射程内土体遭受破坏,与此同时钻杆

一面旋转喷射,一面低速提升,使土体与水泥浆充分搅拌混合、充填、渗透,胶结硬化后在地层中形成直径比较均匀,具有一定强度的圆柱体,从而构筑具有防渗、抗压的连续墙;对第四系覆盖下部裂隙较发育的基岩,建议采用帷幕灌浆法,即在预钻好的钻孔内,采用高压注浆设备灌入水泥浆或化学浆液,以胶合裂隙,形成防渗帷幕带,使其透水性降低到一定指标以下,以阻断渗漏灰水,从而达到防渗目的。

(4) 施工工艺流程。测量放线 确定孔位 钻机成孔 终孔验收 洗孔 下注浆管 压力注浆 反复注浆 封孔 竣工验收。

#### 4 灰场防渗设计方案比较

通过以上任意一种防渗设计方案的实施,均能确保处理后的坝区灰污水不会污染区外尤其是下游地下水,满足环保及工程防渗需要,但各种方案都具有其优缺点(表 4)。

通过灰场 2 个防渗方案的比较,认为截渗墙垂直防渗方案防渗效果好,其理由是: 在地下水位以

表 4 灰场防渗设计方案对比

项目	造价(万元)	优点	缺点
灰库区水平防渗设计	5423.53	防渗效果好	施工工序多,情况复杂。施工难度大,施工过程中和施工完毕后受海水顶托影响,防渗效果可能不理想
截渗墙垂直防渗设计	4852.31	防渗效果好,集防渗、加固于一体,具有永久性	工作量大,情况复杂,施工难度大

下施工,施工难度大,降水工作困难,且场区存在砂土液化的可能。截渗墙垂直防渗设计防渗效果好,集防渗、加固于一体,具有永久性。铺设防渗膜方案在施工工程中受到海水涨退潮的影响,难于施工。而且由于海水潮汐作用产生的顶托力和虹吸力可能对土工膜造成破坏,会使灰场与地下水连通而造成地下水污染。

#### 参考文献:

[1] 王大纯. 水文地质学基础[M]. 北京:地质出版社,1994,109-115.

## Improved Design of Impervious Plan in Mud Flat in Dachang Town of Jiaonan Area

ZHANG Jin - lan , XU Shi - min , LI Sheng - qing

(Shandong Geo - engineering Exploration Institute , Shandong Jinan 250014 , China)

**Abstract :** Through office experiment , penetration experiment in the field and pump experiment , it is determined that the penetration ratio in Quaternary aquifer is 0.10 ~ 0.11cm. It is the main strata of happening penetration. Through measurement on vertical and horizontal and penetration quantities, it is determined that impervious conduction should be carried out in this area. Pointing to impervious characteristics, 2 kinds of impervious plans are determined, they are geotechnical membrane and penetration preventing wall. Through contrast and analysis on cost, penetration effect and technical difficulties in construction, it is regarded that penetration preventing wall is the best plan.

**Key words :** Penetration; preventing penetration by using geotechnical membrane; penetration preventing wall; Jiaonan in Shandong province