

高压喷灌浆技术在压力排水管道加固工程中的应用

秦冰¹, 何雪涛²

(1. 山东省水利勘测设计院, 山东 济南 250013; 2. 山东省水利厅, 山东 济南 250013)

摘要:山东省德州华能电厂酸性压力排水管由无压排水改为有压排水后因管道底部接缝处漏水而多处发生塌坑. 采用高压喷灌浆技术将整个管道包裹起来, 形成一长方形外包管道. 该围封加固方案实施后, 使原先排水管冒水点全部消失, 排水管处地下水埋深下降 0.2 m, 提高了地基强度.

关键词:高压喷灌浆; 压力排水管; 管道围封加固

中图分类号:TV544⁺.923

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2004)01-0055-02

山东省德州华能电厂压力排水管道位于电厂冷却水塔附近, 全长 400 m, 其中高压喷灌浆加固工程施工管道全长 290 m, 由每节长 2 m 的混凝土管组成, 在弯道处由钢管连接, 管道外径 2 m, 内径 1.6 m. 排水管排放全厂的工业用水、生活用水及地表水, 排放量约为 5000 m³/h. 管顶埋深 1.05 ~ 1.35 m, 管底埋深 3.05 ~ 3.35 m, 管底铺设 0.5 m 混凝土垫座. 管道原设计为无压排水, 后改为有压排水, 在管与管连接处的中上部加了一道混凝土管箍, 管箍宽约 0.5 m, 长约 2.5 m, 高约 1.5 m. 因管底部施工困难, 未做加固处理.

排水管从无压排水改为有压排水后, 出现严重漏水, 多处发生塌坑, 仅查明的就有 8 处, 小冒水点更多, 地面排水漫溢. 分析其原因, 是由于管道由无压排水改为有压排水后, 沿管道底部的接缝处发生漏水. 排水中含有大量的酸性化学废水, 致使管间缝处及其他薄弱部位发生腐蚀破坏, 管道有多处出现破洞, 洞口直径一般为 10 ~ 20 cm, 排水时漏水如泉涌, 进一步加剧了管道漏水. 更为严重的是排水管在排污时, 管内产生内水压力, 水由破裂处涌出地面. 停泵后管内压力降低, 部分排水从泄漏处返回管内, 在返回过程中将土颗粒带入管内排走. 如此反复, 形成地面塌陷. 尤其在雨季, 排水量大增, 排土量也随之增多, 排水管两侧土体被掏空, 并逐渐向外延伸扩展, 造成厂内沿途许多建筑物地基如冷却水塔、灯塔、道路等发生塌陷, 危及建筑物安全. 因此对排水管道的堵漏加固处理, 不仅是排水和净化厂区环境的需要, 也是防止厂内土壤流失、保护建筑物安全的重要措施.

1 加固设计方案

排水含有一定量的酸性物质, 不仅对管道裂缝处产生腐蚀, 而且对整个管道内壁都有腐蚀作用. 为安全起见, 不仅需要对管道接缝进行堵漏加固处理, 对整个管道也需要进行加固.

采用高压喷灌浆技术将整个管道包裹起来, 形成一道水泥凝固的长方形管道. 长方形围封管道断面尺寸为高 3.5 m, 宽 3.1 m, 即在管底下 1.0 m, 管顶上 0.5 m, 管外左右两侧各 0.55 m 形成箱形外包管道 (图 1). 管道外包水泥凝结体强度不低于 10 MPa.

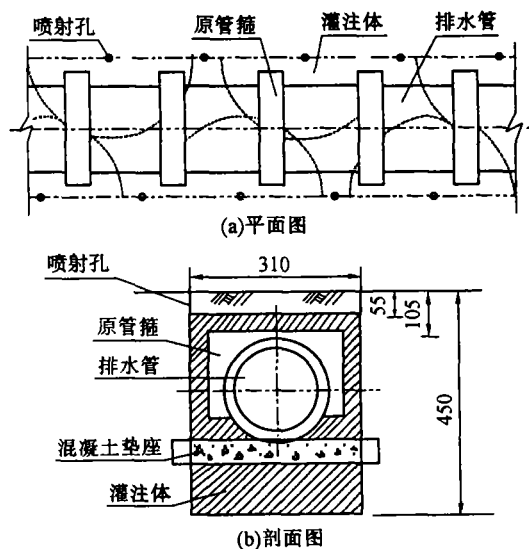


图1 高压喷灌浆全管围封示意图(单位:cm)

由于厂内排水的需要, 加固施工只能带水作业. 管道排水过程为时排时停, 管道内间歇出现正负压力, 特别在管道严重漏水部位和破洞处引起“呼吸”

作用,排水时受正压作用,管内水被压出地面,停水时又将水吸回管内,增加了堵漏加固施工的难度.为了在堵漏时使堵塞物既不要在管内水压力大时被挤出,又要防止负压吸力将高喷水泥浆液吸入管内,堵塞管道,影响管道排水,决定采用袋砂法进行堵漏,即用封闭的柔性止水袋放置在裂缝破洞处,然后注入速凝剂,回填砂石进行反滤保护,最后用高喷水泥浆固结围封.

2 堵漏加固施工

2.1 施工工艺参数

堵漏加固施工工艺参数见表 1.

为保证工程质量,施工中自始至终对 13 项参数进行严格控制,参数控制误差不超过表 2 要求.

2.2 工程施工

a. 施工轴线勘探.为了弄清排水管的实际埋深位置,查明地下有关的其他管线,保证施工轴线及灌浆孔位的布设准确无误,施工前进行了排水管的开挖和勘测工作,准确测绘了管线走向及接缝处的位置,为灌浆施工轴线和孔位的布置提供了准确的资料.

b. 开挖堵漏回填.为达到堵漏围封加固的目的,对已发生塌坑的管段进行了大开挖堵漏回填工程,共堵塞大漏洞 27 个,开挖土方 410 m³,回填砂石料 307 m³.大漏洞多数在排水管底部没有管箍的位置,个别在管箍与管道连接处.这些大漏洞漏水吸水严重,有的开泵排水时喷出 1 m 多,停泵后排水回流管中.堵漏处理采用袋砂止水法,将柔性袋置入洞口处,在袋内注入速凝水泥浆,随后用砂石料回填,顶部充填回浆作压盖,待其凝结后进行钻孔高喷灌浆.

c. 钻孔.根据排水管道埋深不同,钻孔深度 4.2~5.6 m.钻孔时发现在排水管底部有 0.5 m 厚的混凝土垫层,管道周围有大量的砖头、混凝土块、袋装水泥、竹排等建筑垃圾.

d. 高压喷灌浆.排水管高喷灌浆原定施工顺序按三序进行,目的是避免高压喷灌浆后浆体凝结前排水管下大面积降低地基对排水管的承载力,可能

造成塌管坏管事故.但是在造孔时发现,排水管下部均有厚 0.5 m 的混凝土垫层,因此施工过程中采用二序施工,排水管两侧交叉分序灌浆.为扩大喷射半径,钻孔后下喷射管进行 90°摆动,慢速提升,水、气喷射造槽,同时置换出大部分细颗粒,然后将喷射管下至孔底进行水、气、浆摆喷 180°形成半圆形水泥凝固体(见图 1).

排水管道高压喷深度自管顶 0.5 m 至管底 1.0 m,喷射高度 3.5 m,由于管道是圆柱形,管道顶部、底部与中距喷射孔的距离各不相同,且管道底部铺设 0.5 m 混凝土垫层,垫层下为天然粘土地基,漏水点集中在管道下部位置,管道两侧及顶部为杂填土,为达到堵漏围封的目的,不同的管道深度采用不同的提升速度,深度 0~1.5 m 提升速度为 5 cm/min,深度 1.5~3.0 m 时提升速度为 6 cm/min,深度 3.0~3.5 m 时提升速度为 3 cm/min.

e. 管道末端加固处理.高压喷施工进入管道末端时,喷灌浆效果不佳,有的孔灌浆不待凝固就被管内压力水冲开,形成不了帷幕,分析其原因,是由于管道大部分地段的漏洞被封住后,在末端浆液凝固前管内水压力增大,单靠钻孔浆柱压力不能维持平衡.为此,采取了应变措施,选择在管内水压力较低时进行高压喷,同时在孔内加入一定数量的水玻璃,使之与水泥浆迅速凝固.当管内压力达到高压时,水泥浆已成为凝固体,封堵效果较好,使全线最后围封成功.

3 堵漏加固效果

3.1 管道围封完整坚固

经过高压喷灌浆处理,排水管堵漏加固效果良好.

a. 通过管道试验及开挖检查,单喷体之间的连接良好,形成了一个完整的包裹排水管道的水泥凝结体,达到了预期的目的.

b. 加固前排水管道多处发生漏水,管内排水冒出地面,地面排水漫溢.灌浆后冒水点全部消失,地面无积水,地表干燥.

表 1 加固施工工艺参数

高压水		压缩气		浆液			喷射灌浆						
压力 /MPa	流量 /(L·min ⁻¹)	压力 /MPa	流量 /(m ³ ·h ⁻¹)	压力 /MPa	流量 /(L·min ⁻¹)	密度 /(g·cm ⁻³)	提升速度/(cm·min ⁻¹)					摆动 速度 /(r·min ⁻¹)	摆动 角度 /(°)
							下部 造槽	1.5 m 喷灌	中部 喷灌	1.5 m 喷灌	下部 0.5 m 喷灌		
40~43	75	0.7~0.8	80~100	0.15~0.20	80	1.75~1.85	3	5	6	3	2~3	180	

表 2 工艺参数控制误差

钻孔 位差 /cm	钻孔 深差 /m	钻孔 斜率 /%	开喷 深差 /m	终喷 深差 /m	重喷深 大于断 喷深/m	高压水 压力 /MPa	压缩气 压力 /MPa	水泥浆 密度 /(g·cm ⁻³)	提升 速度 /(cm·min ⁻¹)	摆动 速度 /(r·min ⁻¹)	摆动 角度 /(°)	摆动 方向 ^① /(°)
2	0.1	0.5	0.1	0.1	0.5	3	0.1	0.1	0.5	0.5	3	2

注:①喷嘴回摆方向与施工轴线的夹角.

目前还未采用过凡事可材料轴承。

2 卧(斜)式水泵水导轴承的选型

a. 经对相关泵站水导轴承的调研、分析,水润滑非金属材料轴承具有结构简单、造价低、运行维护方便的优点,但存在着承载力低、累计运行时间短等问题,适用于叶轮直径在 3.0 m 以下、年运行时间相对较少的水泵;滚动轴承对密封要求高,轴承更换不便,适用于中小型水泵;对叶轮直径在 3.0 m 以上的大型水泵及年运行时间长的中型水泵建议采用稀油润滑巴氏合金滑动轴承。

b. 对于水润滑非金属材料轴承,应考虑对轴承结构设计进行改进,把轴瓦与轴承座设计成球面,使其具有自调心功能,可大大提高轴瓦的有效承压面积,降低比压,将有助于提高轴瓦的使用寿命。

c. 稀油润滑巴氏合金轴承承载力大、技术可靠、使用寿命长、润滑系统简单,可在年运行时间相对较长的大、中型卧(斜)式水泵中推广使用。

d. 卧(斜)式水泵水导轴承的受力情况与立式水泵不同,因此立式水泵所用的水导轴承材料如橡胶、聚氨酯等材料不能直接用于卧(斜)式水泵。

e. 如果用油润滑轴承则必须特别注意它两端的密封层,这两个密封层还不能作为易损零件来考虑,因为卧(斜)式水泵水下轴承要更换密封层是很困难的,因此使用寿命最好能参照立式水泵,导轴承更换的周期为 10000 h 以上。

f. 油润滑轴承最好不用机械密封,因为机械密封是不可分半的,更换时要把水泵叶轮全部拆卸,检修工作量将加大,因此水泵必须要有可以粘连的多道骨架密封和便于拆卸的结构。

g. 用油润滑轴承必须有漏水警示,因为水下轴承一旦进水,水会破坏油膜,水中的泥沙既磨损轴承又磨损轴颈,增加了检修工作量。

h. 如果用水润滑导轴承,应当认为水是不能起润滑作用的,因为在水泵这种转速和这么大的压力下,轴承不可能形成水膜,水在这种情况下只能起冷却作用,因此水导轴承的轴瓦及相对的轴颈,必须非常耐磨。

i. 水润滑轴承不能另用专供的清水来冷却,因为用清水冷却又带来一个密封问题,且清水很难回收再利用,因此水导轴承还要能承受一定的泥沙磨损。

综上所述,卧(斜)式水泵水导轴承的选用应根据水泵的运行时间、叶轮的直径、轴颈线速度、轴瓦比压、结构型式等进行综合分析比选,合理选择是关键。

参考文献:

- [1] 谢伟东. 30°斜轴泵站水力机械设计体会[J]. 江苏水利, 1978, 11(7): 36 ~ 39.
- [2] 汤方平, 刘超, 成立, 等. 低扬程水泵选型新方法[J]. 水利水电科技进展, 2001, 21(4): 41 ~ 43.
- [3] 厉明祥. 南水北调大型泵结构设计研究[J]. 排灌机械, 2003, 98(3): 1 ~ 5.

(收稿日期: 2003-05-09 编辑: 熊水斌)

(上接第 56 页)

c. 多处因漏水发生的大面积塌坑,均已封堵处理。封堵前,冷却水塔两侧的检查井随管内充水变化而涨落,水位高时距井口 1.4 m,处理后水位下降到井口以下 3.2 m 且不再升高,说明该区管道漏水已被封堵,与外界无水力联系。

d. 处理前试验场地地下水埋深 0.6 m,处理后水位下降 0.8 m。

上述情况说明,排水管已全部被围封。对高压喷凝结体取样试验,围封体抗压强度达到 10 MPa 以上,满足强度要求。

3.2 提高了地基强度

施工过程中发现排水管道垫层下存在虚脱现象,如冷却水塔侧管道,基础下已形成空洞,危及管道安全,灌浆时掺加砂石料将其堵塞。本次施工围封体底部厚度为 1 m,管道地基洞穴皆能得到充填,提高了地基强度,使管道放置在坚实的地基上,保证了管道的地基稳定性。

(收稿日期: 2003-03-14 编辑: 傅伟群)

第四届国际坝工会议将在南京召开

第四届国际坝工会议将于 2004 年 10 月 18 ~ 20 日在南京举行。会议由河海大学主办,由新加坡 CI-Premier 公司具体协办。会议议题将涉及:坝工设计进展;大坝现代设计、分析的理论和方法;运行的可靠性和安全度评估;大坝和坝基岩体的稳定性;大坝的规划、分析、设计、施工和管理;大坝基础和渗流;大坝安全监控的理论、方法和专家系统;大坝的动力特性和抗震设计;老坝隐患的检测、加固修复和健康诊断;建坝的生态环境影响等。研究对象除大坝外,还包括水利水电枢纽中的厂房、输水系统、通航建筑物、地下洞室、高边坡等。详细情况请浏览网站: <http://www.dam04.com/index.htm>。

(编辑部供稿)