

高喷灌浆技术在污水管道 围封中的应用

潘维宗

(山东大学, 济南 250061)

【摘要】 高喷灌浆技术用于土木、水利防渗加固工程,取得了丰富的成功经验和显著的经济效益。其用途和适用范围是其它任何技术无法比拟的,用于这方面的防渗加固工程实例并不少见,但用于电厂污水管道围封加固工程是该技术的最新应用成果,工程取得了成功。介绍的是高喷灌浆技术用于电厂污水管道围封加固中成功的实例。

【关键词】 高压喷射灌浆技术;污水管;管道围封加固

【中图分类号】 TU472.6

Application of High-pressure Guniting Technique in Sealing the Waste Pipe Around

【Abstract】 The high-pressure guniting technique is widely applied to impervious reinforcement projects of the water conservancy and civil engineering and is gained a wealth of successful experiences and outstanding economical benefits. It is incomparable with any other techniques in the uses and scope of application. These examples of impervious reinforcement projects are frequently appeared in the periodicals. But the project of sealing the waste pipe around is its successfully up-to-date applicational achievement. The successful example of the project of sealing the waste pipe around is introduced.

【Key words】 high-pressure guniting technique; waste pipe; sealing the pipe

0 引言

高压喷射灌浆技术是堤防和地基防渗加固的一种新技术,已被广泛地应用于水利、土木建筑等领域的防渗加固工程。其原理是利用高压射流作用切割掺搅地层,改变原地层的结构和组成,同时灌入水泥浆或复合浆液形成凝结体,提高原地层的防渗能力和承载力,以达到防渗和加固地基的目的。该技术不需开挖地基,只要钻孔至地下设计深度,就可以按设计要求造就一定几何形状的混凝土凝结体,其工程质量比较可靠,施工速度快,造价较低。到目前为止,利用该项技术营造混凝土防渗帷幕已达 500 万 m^2 以上,在技术的发展上已走

在世界前列。该项技术在水利上主要适用于深厚卵砾石以及淤泥等地层中营造防渗帷幕,在其他行业用于建筑物的纠偏、地基加固、垃圾场围封等等。今又成功地用于电厂污水管道围封加固工程,这是难得的工程实例,也是任何别的工法都难以达到的。

1 工程概况

德州电厂污水管道位于电厂冷却水塔附近,高喷加固工程施工管道全长 290 m,由每节 2 m 长的混凝土管组成,在弯道处由钢管连接,管道外径 2 m,内径 1.6 m。污水管排放全厂的工业用水、生活用水及地表水,每小时排放量约为 5 000 m^3 。

管顶埋深一般为 1.05~1.35 m,管底埋深 3.05~3.35 m,管底铺设 0.5 m 厚的混凝土垫座。该污水管道原为无内水压力,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,因管底下部施工困难,未做加固处理。管箍宽约为 0.5 m,长约 2.5 m,高约 1.5 m。

2 工程问题

污水管改为有压运行后,出现严重漏水,多处发生塌坑,仅这次查明的就有 8 处,小冒水点更多,地面污水漫溢。

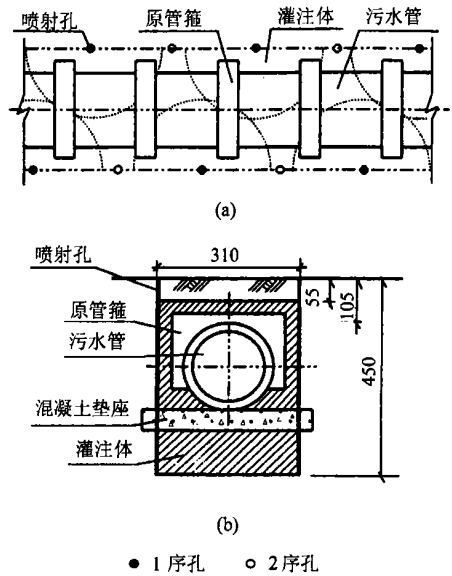
分析其原因,是由于管道无压改为有压后,沿管道底部的接缝处发生漏水,加上污水中含有大量的酸性化学废水,致使管接缝处及其它薄弱部位发生腐蚀破坏,管道有多处出现破洞,洞口直径一般为 10~20 cm,排水时漏水如泉涌,进一步加剧了管道漏水。更为严重的是污水管在排污时,管内产生内水压力,污水由破裂处涌出地面,停泵后管内从正压变为负压,产生一种负压吸蚀作用,管道周围土体一同被吸入管内,然后连同污水一起向外排放。污水管不仅起到排水作用,同时也起到了排土的负作用,尤其在雨季,排水量大增,排土量也随之增多,污水管两侧土体被掏空,并逐渐向外延伸扩展,造成厂内许多建筑物地基,如冷却塔、灯塔、道路多处地基发生塌陷,危及建筑物安全。因此对污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,而且也是防止厂内土体流失、保护建筑物安全的重要措施。

3 加固设计方案

污水管含有一定量的酸性物质,不仅对裂缝处产生腐蚀,且对整个管道内壁都有腐蚀作用,为安全起见,此项工程不仅对管道接缝需要进行堵漏加固处理,对整个管道也需要进行加固。

采用高喷灌浆技术将整个管道进行围封包裹,形成一道水泥凝结体的长方形管道。长方形围封管道的断面尺寸:高为 3.5 m,宽为 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,形成一箱形外包管道(见图 1)。外包

管道水泥凝结体,强度不低于 10 MPa。



(a)平面图 (b)剖面图(单位:cm)

图1 高喷灌浆全管围封示意图

由于厂内污水需随时排放,此次施工只能带水作业,而管道排水过程为时排时停,管道内间歇出现正负压力,特别在管道的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,达到堵漏的目的。

4 堵漏加固施工

4.1 施工工艺参数

堵漏加固工程施工工艺参数见表 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,工艺参数控制误差不超过表 2 要求。

表1 施工工艺参数

名称	项目	参数值	备注
高压水	压力 p/MPa	40~43	
	流量 $Q/(\text{L}\cdot\text{min}^{-1})$	75	
压缩气	压力 p/MPa	0.7~0.8	
	流量 $V/(\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1})$	80~100	
浆液	压力 p/MPa	0.15~0.2	
	流量 $Q/(\text{L}\cdot\text{min}^{-1})$	80	
	体积质量 $\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	1.75~1.85	
喷射灌浆	提升速度 $v/(\text{cm}\cdot\text{min}^{-1})$	3	下部 1.5 m 造槽
		5	下部 1.5 m 喷灌
		6	中部 1.5 m 喷灌
		3	下部 0.5 m 喷灌
	摆动速度 $\omega/(\text{r}\cdot\text{min}^{-1})$	2~3	
	摆动角度 $\theta/(\text{°})$	180	

表2 工艺参数控制误差

编号	项目	控制误差
①	钻孔位差	2 cm
②	钻孔深差	0.1 m
③	钻孔斜率	0.5%
④	开喷深差	0.1 m
⑤	终喷深差	0.1 m
⑥	重喷深大于断喷深	0.5 m
⑦	高压水压力	3 MPa
⑧	压缩气压力	0.1 MPa
⑨	水泥浆体积质量(>1.75)	0.1 g/cm^3
⑩	提升速度	0.5 cm/min
⑪	摆动速度	0.5 r/min
⑫	摆动角度	3°
⑬	摆动方向(注)	2°

注:喷嘴回摆方向与施工轴线的夹角

4.2 施工工艺

堵漏加固施工工艺流程见图2。

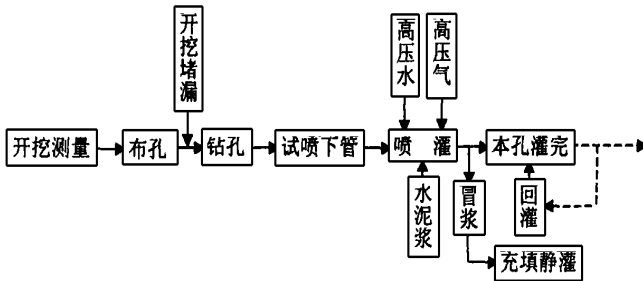


图2 堵漏加固施工工艺流程图

4.3 工程施工

1) 施工轴线勘探

为了弄清污水管的实际埋深位置,查明地下有关的其它管线,保证施工轴线及灌浆孔位的布设准确无误,施工前进行了污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。

2) 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 m^3 ,回填砂石

料 307 m^3 。大漏洞多数在污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,有的开泵时污水喷出高达 1 m 多,停泵后污水回流管中。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。

3) 钻孔

根据污水管道各处理深不同,钻孔深度为 4.2~5.6 m。钻孔时均发现在污水管底部有 0.5 m 厚的混凝土垫层,管道周围并有大量的

砖头、混凝土块、袋装水泥、竹排等建筑垃圾。

4)高喷灌浆

污水管高喷灌浆原定施工顺序按三序进行,其目的是避免因高喷灌浆后,浆体凝结前,污水管下大面积降低地基对污水管的承载力,而可能造成的塌管坏管事故。但是在造孔时发现污水管下部均有0.5 m厚的混凝土垫层,因此,施工过程中采用二序施工,污水管两侧交叉分序灌浆。为扩大喷射半径,钻孔后,下喷管进行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)。

污水管道高喷深度自管顶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、底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,垫层下为天然粘性土地基,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,管道不同的深度采用不同的提升速度,开喷深度0~1.5 m提速为5 cm/min,1.5~3.0 m提速为6 cm/min,3.0~3.5 m提速为3 cm/min。

5)回灌

喷射灌浆后,各孔都及时进行回灌,直到浆液稳定不再下降为止。

6)管道末端加固处理

高喷施工进入管道末端时,高喷灌浆效果不佳,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。

5 工程堵漏加固效果

5.1 管道围封完整坚固

经过高喷灌浆处理,污水管堵漏加固效果良好。

1)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污水管道的水泥凝结体,达到了预期的目的。

2)加固前污水管道多处发生漏水,管内污水冒出地面,地面污水漫溢。灌浆后冒水点全部消失,地面无积水,地表干燥。

3)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不再升高,说明该区管道漏水已被封堵,与外界无水力联系。

4)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。

通过上述情况说明,污水管已全部被围封。通过对高喷凝结体取样试验检查,围封体抗压强度达到10 MPa以上,满足强度要求。

5.2 提高了地基强度

施工中发现污水管道垫层下,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。本次施工的围封体底部厚度为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:2000-11-13