

采用注浆加固法处理盐渍土地区建筑物回填土沉降

李吉林, 李志亮

(山东电力工程咨询院有限公司, 山东 济南 250100)

摘要:通过注浆加固工程实例的介绍,阐述了注浆加固法在盐渍土地区已建成建筑物回填土发生沉降处理中的应用,总结了注浆加固法的设计内容、施工工艺、质量检验等,分析了该技术在设计、应用中需要注意的问题。

关键词:地基处理;注浆加固;回填土沉降;质量检验;盐渍土地区

中图分类号: 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2015)03-0065-04

Treatment of Backfill Subsidence of Buildings by Grouting Reinforcement in Saline Soil/LI Ji-lin, LI Zhi-liang
(Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute Ltd., Jinan Shandong 250100, China)

Abstract: By the engineering case, the paper elaborates the application of grouting reinforcement in treatment of backfill subsidence of existed buildings in saline soil area; summarizes the grouting reinforcement method about its design, construction process and quality inspection; analyzes the attentions that should be paid in the design and the application.

Key words: foundation treatment; grouting reinforcement; backfill subsidence; quality inspection; saline soil

1 工程概况

新疆一大型发电厂工程基坑采用当地戈壁料回填,出现遇水下沉,主厂房汽机间、锅炉间及室外管道回填后地面均出现不同程度的下沉现象,经夯实的回填土下沉约 100 mm,未经夯实的回填土下沉更加严重;在出现下沉的部位中,地面较为严重,部分基础也出现下沉。主厂房基坑回填深度约为 5 m,下部以泥岩为主,可视为不透水层。主厂房内由于跑冒滴漏、疏水和检修等原因漏水问题不可避免,势必造成回填戈壁料遇水,这样回填土上的浅基础及地面不可避免的会下沉。

对在现场取样的戈壁料进行了检验,检验报告显示回填戈壁料中易溶盐含量较大,2011 年土工试验报告易溶盐总量为 2.053%,2012 年 2 月 28 日又从回填现场取 5 组土样送检,易溶盐总量分别为 0.896%、1.121%、1.286%、0.906%、0.914%,属于盐渍土,级配不良砾。检验报告显示回填戈壁料中易溶含量较大,极易出现遇水下沉现象。

为保证电厂运行的安全,需对浅基础及地面进行处理,防止其下沉。另现场基础施工、设备安装、粗地面均已完成,由于楼面设备管道影响,有效施工空间高度 4.5~5 m,厂房内设备及基础较多,为加固处理加大了难度。

2 地质条件

2.1 地形地貌

厂址区地貌为山前冲洪积平原和基岩剥蚀残丘地貌,表现为荒漠草场景观,地形平坦、开阔,场地地势西北高东南低,自然地面高程在 821~834 m 之间,自然坡降 2% 左右。

2.2 地层结构

勘测深度内揭露地层主要为第四系上更新—全新统洪积松散砂土及第三系始新—渐新统乌伦古河组砂、泥岩组成,基岩产状为南倾,倾角约 15°。根据基岩风化程度的不同又分为若干层。第四系地层主要由①砂质粉土、①₁细砂、①₂砾砂组成,第三系砂、泥岩主要由②全风化砂质泥岩、③强风化砂质泥岩、④中风化砂质泥岩、④₁强风化细砂岩、④₂中风化细砂岩、④₃强风化中砂岩、④₄中风化中砂岩及⑤中风化泥岩组成。

2.3 地下水条件

根据勘测报告并结合沙吉海煤矿区普查报告可知,厂址区地层主要以砂质泥岩为主,该地层属隔水不含水层,在所有深度 > 20 m 钻孔中均未见地下水,因此,厂址区地下水埋深 > 20 m。

3 现场注浆试验

根据现场回填土性质及现场场地加固要求,在现场不同位置进行了2组注浆试验,以便根据试验结果确定合适、经济、合理的加固方案。

3.1 试验施工情况

第一组试验:共完成10个孔,孔深4.5~5.5 m,总孔长58.3 m,注浆开始压力0.1~0.15 MPa,结束压力0.5~0.7 MPa,共注入水泥浆液 23.5 m^3 ,水灰比1.11~1,注浆采用钢管通长注浆法(在钢管上按预先不同深度钻出浆孔,把钢管分段打入回填土中,钢管内全部出浆孔一次注浆),见图1。



图1 钢管通长注浆法

第二组试验:共完成10个孔,孔深5~7 m,总孔长58 m,注浆开始压力0.1~0.3 MPa,结束压力0.4~0.55 MPa,共注入水泥浆液 39.5 m^3 ,水灰比1.43~1.25,注浆采用钢管内劈裂注浆法(在钢管上按预先不同深度钻出浆孔,把钢管分段打入回填土中,在管内插入劈裂注浆管,可按不同深度分段注浆)和单点注浆法(该方式不采用钢管成孔,把专用注浆钻头直接打入到预定深度进行注浆。该钻头仅在钻头底部留有出浆口,可按照注浆要求分段、分点进行注浆),见图2。



图2 单点注浆法

3.2 注浆试验后直观检查情况

为直观检验试验区加固效果,在2个试验区分别开挖探坑,并进行浸水试验以检验加固后土层沉降效果。检验结果如下。

第一组试验区:开挖基坑尺寸为长3.3 m×宽0.8 m×深1.7 m。开挖揭露情况表明,坑周局部混凝土地面下存在空鼓现象,回填土中水泥浆较少,且不均匀,回填土较松散,浸水后坑壁坍塌较严重,水位平均下降5~8 cm/10 min,1 h基坑内水全部渗完。在泡水基坑四周开挖小观测坑3个,其中一个坑空鼓现象较为严重,一个坑周局部存在较小空鼓现象,一个坑无明显空鼓现象。

泡水前后探坑周边6个设备基础沉降观测表明,泡水后沉降量为6.00~6.81 mm。

第二组试验区:开挖基坑尺寸为长2.9 m×宽0.4 m×深2.0 m。开挖揭露情况表明,坑周混凝土地面下空鼓现象充填较好,回填土中水泥浆较少,且不均匀,回填土较密实,浸水后坑壁坍塌较轻,水位平均下降2~4 cm/10 min,3 h基坑内水全部渗完。在泡水基坑四周开挖小观测坑5个,水泥浆充填较好,均无明显空鼓现象。

该区域附近无设备基础,注浆前后对坑周地面进行沉降观测,观测结果表明地面未发生沉降。

4 注浆加固设计

4.1 注浆加固目的

- (1) 解决回填土遇水沉降问题;
- (2) 防止设备基础、沟道等在加固过程中出现二次沉降。

4.2 注浆加固方案

通过试验区注浆施工及现场钻探、开挖直观检查、基坑内浸水等综合情况分析,注浆施工采用如下处理方案。

(1) 对沉降敏感的或需采取保护措施的设备基础:在设备周边打入钢管与设备基础进行连接,在打入的钢管内用劈裂注浆法分段注浆加固,孔间距2~3 m,孔深5 m,注浆结束压力0.7~1.0 MPa,水灰比1.43~1(先稀后浓);根据需要进行分序注浆。

(2) 对沉降不敏感的设备基础及沟道基础:在基础四周打孔,采用单点注浆法分段压密注浆加固,孔间距2~3 m,孔深5 m,注浆结束压力0.7~1.0 MPa,水灰比1.43~1(先稀后浓)。

(3) 对于无荷载的地面区域:注浆可采用单点

注浆法,打入直孔,梅花形布置,孔间距 3~4 m,注浆深度在 0.5、3.5、4.5 m 分点注浆,注浆结束压力 0.5~0.7 MPa,水灰比 1.43~1.11(先稀后浓);注浆后,如还有局部区域地面下有空鼓,可分区域分别在 0.5 m 适当增加注浆孔进行处理。

(4)对条基基础:在条形基础两侧梅花形布孔,内排紧靠基础边缘布置,排距 1 m,采用单点单向(注浆管出浆孔朝向条基方向)注浆法分段压密注浆加固,注浆部位主要在条基下部回填土部分。条基外侧内排孔可采用按一定角度打入斜钢管,钢管底部 1.5 m 钻出浆孔,采用劈裂注浆法分段注浆。孔间距 1~2 m,孔底至基岩面,注浆结束压力 0.7~1.0 MPa,水灰比 1~0.67(先稀后浓)。

4.3 注浆施工注意事项

(1)注浆顺序:先四周,后中间。同一区域应先进行边排孔的注浆,然后进行中排孔的注浆。注浆时根据加固的基础要求可按分时、分段、分序加密的原则进行,可分为二序或三序施工。

(2)注浆孔应采取直孔,仅在重要的设备基础下或周围环境受限时采用斜孔。

(3)对于设备基础,在进行注浆时应加强观测,遇有异常应立即卸压或停注,并及时报告。

(4)针对部分区域含水量较大特点,在进行注浆时,回填土下部含水量较大部位,应加浓水泥浆,可采用水灰比 1~0.83;针对上部较松散部位,可采用水灰比 1.25~0.91。

(5)针对还未施工混凝土地面的情况,注浆施工需在无盖重的情况下进行,进行注浆施工时,要特别注意跑漏浆情况,加强巡视,可采取分时、分段、分序加密的原则。

(6)施工前对孔位进行统一编号,施工中认真、真实记录注浆过程中的参数。

5 注浆施工

根据加固方案,共布置注浆孔 1601 个,施工时间耗时 2 个月,累计成孔 7757.40 m,共注浆 3355.10 m³,共耗水泥 2403.03 t,单孔注浆量 2.10 m³,单孔耗水泥 1.50 t,平均水灰比 1.07。注浆施工情况见表 1。

6 注浆质量检查

6.1 钻探检查

表 1 注浆施工情况统计表

部 位	成孔数量/个	成孔深度/m	注浆孔数/个	注浆量/m ³	水泥消耗量/t
1 号汽机房	302	1491.10	302	778.40	523.18
1 号锅炉房	227	1116.30	227	417.90	283.40
集控楼	176	702.40	176	315.60	214.80
2 号汽机房	372	1832.30	372	735.20	549.40
2 号锅炉房	276	1359.00	276	656.10	493.15
启备变	66	364.00	34	71.30	53.60
综合水泵房	70	300.50	70	147.70	110.55
输煤综合楼	120	487.10	120	174.40	131.05
循环水泵房	12	52.30	12	29.00	21.70
执行机构	12	52.40	12	29.50	22.20
合计	1633	7757.40	1601	3355.10	2403.03

各部位注浆待凝一段时间后,都进行了钻探检查,从现场地质钻探情况总结:回填土通过注浆加固,上部 0~3.5 m 很密实,能见明显水泥浆结块;3.5~4.5 m 稍密,偶见水泥浆结块,稍湿,性状较好,较密实;4.5~5 m,未见明显水泥浆结块,稍湿,性状一般,稍密实。水泥浆胶结情况见图 3。

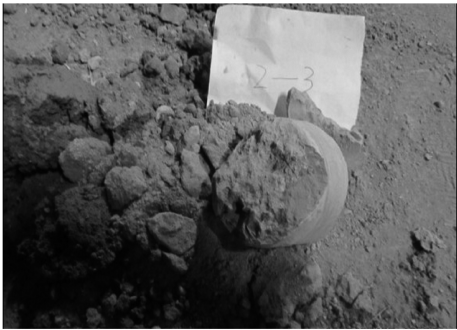


图 3 水泥浆胶结典型照片

6.2 沉降观测情况

为防止注浆抬动造成设备基础破坏、直观观测注浆效果,注浆前后采用精密仪器进行监测。通过观测发现,一般注浆第一天地面或设备基础会有细小抬动,第二天会有稍微回落,注浆后第三至第五天就基本趋于稳定。典型部位沉降观测见表 2。

表 2 典型部位注浆施工沉降观测表

观测点	原始高程/m	注浆第一	注浆第二	注浆第三	注浆第四	注浆第五
		天较前一	天较前一	天较前一	天较前一	天较前一
		天变化/mm	天变化/mm	天变化/mm	天变化/mm	天变化/mm
S2	99.67346	-0.18	1.03	-0.45	-0.07	0.13
S3	99.62565	-2.91	0.00	-0.08	0.19	-0.09
S4	99.66887	-0.51	-0.20	0.35	0.22	0.25
S5	99.65999	-0.43	0.84	-0.09	0.23	0.30
S6	99.65792	-0.60	0.66	1.10	0.35	0.45
S7	99.43561	-2.26	0.71	1.00	0.10	0.15

7 结论

(1)对于已发生沉降的建筑物、构筑物,为避免沉降变形继续发展,可以采用压力注浆的方法。

(2)注浆技术目前还没有非常成熟的理论,应结合工程实际经验进行。可根据场地情况、加固要求等控制钻孔深度、注浆压力、浆液流速和注浆量等。

(3)工程实例表明,注浆加固法用于处理地基土沉降时,注浆压力宜采取二次或三次升压法来控制,同时采取间歇注浆的方式;注浆管布置宜长短结合;注浆管口应进行有效封堵,才能达到较好的注浆效果。

(4)注浆施工前一定要弄清情况(施工情况、回填土密实情况、出现问题的主要原因、回填土中含水量等情况,可通过钻孔、挖坑等多种手段查明);施工前,需在现场进行几组不同的试验(分部位,进行几组试验,采用不同的施工工艺、方法、参数),确定施工方法及各种工艺参数。

(5)注浆施工过程中,针对出现的各种问题,要及时进行总结分析,准确调整施工方法和参数;先施

工完的部位间隔一段时间,需钻孔查明处理效果,为后施工部位提供指导;全部施工完成后,要分析各部位施工效果(通过注浆后钻孔、施工过程中沉降观测、单孔耗浆量、单孔耗水泥量等),总结总体处理效果,为今后类似项目提供指导。

参考文献:

- [1] 钟玉明. 浅谈注浆加固原理[J]. 中国高新技术企业, 2009, (3).
- [2] JGJ 123—2000, 既有建筑地基基础加固技术规范[S].
- [3] 方元龙, 孙立平, 徐小松. 南四湖节制闸扩建工程地基液化压密注浆材料试验[J]. 水利水电科技进展, 2007, 27(4): 74 - 76.
- [4] 杜嘉鸿, 王杰, 陈兰云, 等. 注浆法加固剥山填海地基[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 1998(6): 11 - 12, 17.
- [5] 葛文昌, 赵辉. 石家庄市沥青厂房屋地基注浆加固实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(11): 62 - 64.
- [6] 赵海峰, 韩利光. 静压注浆在加固软土地基中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(10): 17 - 19.
- [7] 丁国雄, 谯伟. 深厚软土地区某厂房基础沉降原因分析和对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(5): 8 - 11.
- [8] 兰凯, 段新胜, 鄢泰宁, 等. 压密注浆在砂土液化处理中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(4): 12 - 14.

新书介绍——《深部地质钻探金刚石钻头研究与应用》



朱恒银教授级高工等编著的《深部地质钻探金刚石钻头研究与应用》一书已由中国地质大学出版社出版。

该书共分15章,约30万字。介绍了金刚石钻头的研究现状与发展以及深部地质钻探特点,分析了回转钻进金刚石钻头破碎岩石过程和基本概念。分别论述了金刚石钻头胎体性能设计、金刚石参数设计、

钻头结构设计和热压工艺参数设计。深入论述了同心圆尖齿钻头、碎聚晶孕镶钻头、直角梯形齿钻头、坚硬致密岩层钻

头的设计与制造技术;与此同时,对复合片钻头、电镀金刚石钻头以及特种钻头的设计与制造工艺作了深入浅出的阐述。所研制的钻头应用于深孔钻进试验,对试验结果作了对比分析。依据多年钻探实践经验,总结和分析了金刚石钻头如何优化选择及合理使用。

该书立足于紧密联系 actual,把钻头性能、岩石性质与钻探工艺技术作为一个系统工程进行分析和研究,因此具有很好的实际应用性;对从事金刚石钻头研制的技术人员和钻探行业广大技术人员以及相关大专院校师生具有很好的参考与应用价值。

购书联系人:王强,联系电话:18756466915;或与中国地质大学出版社直接联系,联系电话:027-67883511。