

大同市某变电站下伏采空区的注浆加固治理

卢 锋

(山西省地质勘查局 217 地质队,山西 大同 037008)

摘 要:通过对大同市某变电站下伏采空区治理的实例,介绍了采空区治理方法的选择和实施过程,探讨了采空区注浆加固治理工程设计理念,总结了施工过程中各种问题的解决方法和成功经验。

关键词:采空区;治理方法;注浆加固

中图分类号:TU472 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2014)12-0068-03

Grouting Reinforcement for Mined-out Area Underlying Substation in Datong/LU Feng (217 Geological Team, Shanxi Province Bureau of Geology Exploration, Datong Shanxi 037008, China)

Abstract: Based on the case of the treatment for mined-out area underlying a substation in Datong, the paper introduces the selection and implementation processes of the treatment methods for mined-out area treatment, discusses the design idea of the grouting reinforcement engineering and summarizes the solutions for various difficulties encountered in the construction with the successful experience presented.

Key words: mined-out area; treatment method; grouting reinforcement

1 工程概况

大同煤矿集团电业有限责任公司拟新建碾子沟 110 kV 变电站一座,面积约 13000 m²。根据甲方提供的资料,拟建变电站区域存在采空区,须对拟建场地影响范围内的采空区进行专项勘查治理。

工程位于大同市西南约 20 km 处,大同煤田同忻井田东北部,属大同市南郊区所辖;区域内有多条简易公路互通,水源充足,便于勘察治理施工。

2 勘察情况

根据甲方要求,对拟建区域进行了工程地质勘察,勘察结果显示,该区域共存在 3 层采空区,且处于拟建场地正下方。采空区上部裂隙带明显,局部形成冒落带。勘察钻进时,局部掉块、卡钻,漏浆严重,岩体较破碎,钻进困难。

通过对所收集的资料,及钻探确定的 3 层采空区进行分析,对各采空区的稳定性进行综合评价,确认第 12 号采空区为不稳定场地,应对本层采空区采取措施进行加固处理。本场地地面标高为 1409 ~ 1410 m,12 号采空区标高 1245 ~ 1205 m 处。其余 2 层采空区位于标高 1150 m 以下,且相对稳定,对拟建建筑物影响较小,故不进行处理。

3 施工方案

根据勘察结论及拟建场地下部采空区稳定性、周边地质情况,对拟建场地及其周边 100 m 范围内的 12 号采空区进行帷幕注浆加固,共计 230 m 长,200 m 宽,约 46000 m²。方案设计在注浆加固区四周边缘设置帷幕墙,阻断外部过水区,隔断拟建场地下部采空区与外部采空区,防止跑浆,帷幕墙注浆孔间隔为 10 m,钻孔顺帷幕线走向成单排孔线状排列。内部设置网状注浆孔,全区域注浆,网格为 20 m × 20 m。帷幕底界确定在 1200 m 标高。浆液扩散半径为 8.0 m,段高控制在 20 ~ 50 m。

本次工程设计了注浆钻孔 158 个,工作量 33200 m,设计注浆量 150000 m³。

4 施工技术措施

由于该区域地层“三带”(弯曲带、裂隙带、冒落带)明显,裂隙、破碎严重,在施工过程中,容易遇到钻孔施工困难,注浆管无法下放到位,注浆不能达到预期目标,使工程失败。因此,在工程开始初期,严把施工设计关,制定了周密的施工组织设计,施工中严格执行,严把质量关,层层落实到位。

4.1 注浆钻孔施工

钻孔施工顺序按照先施工外部帷幕孔,然后施工内部加固孔的原则,按单双号次序进行。

收稿日期:2014-11-17; 修回日期:2014-11-28

作者简介:卢锋(1964-),男(汉族),山西大同人,山西省地质勘查局 217 地质队队长助理、工程师,钻探工程专业,从事钻探工程及岩土工程工作,山西省大同市城区永泰南路 79 号,806796323@qq.com。

钻孔的结构:开孔 $\varnothing 170$ mm钻至第四系底板下5 m下入 $\varnothing 159$ mm套管,改用 $\varnothing 131$ mm钻至注浆起始标高下 $\varnothing 127$ mm套管,套管底部开口,以备固管返浆之用。 $\varnothing 127$ mm套管以下采用 $\varnothing 108$ mm钻至终孔。

4.2 套管连接与固定

(1) $\varnothing 159$ mm套管采用焊接方法, $\varnothing 127$ mm套管采用丝扣连接,连接处涂上铅油,防止漏水漏浆。

(2) $\varnothing 127$ mm套管固接底板为注浆起始标高处,实际深度根据地层岩石完整程度确定(设计为 $-170 \sim -165$ m), $\varnothing 127$ mm套管底部应有 $\varnothing 20 \sim 30$ mm出浆孔4~6个,止浆塞下至出浆孔上部1.5 m处。

(3)压水、止浆合格后,采用0.8水灰比的单液水泥浆向管内压浆。

(4)固管注浆结束标准:从孔口管外返出浆液;或孔口虽未返出浆,但孔口压力已达1.0 MPa(浆站应加管道消耗压力)。

此时压入一定数量的清水(压入的水量应不大于从孔口至孔底注浆管内容积),候凝4 h后,向孔内灌水至孔口,观测套管内水位下降速度,如果固管后水位下降速度不大于固管前水位下降速度,则固管合格,否则,应重新注浆固管,直至合格。固管合格后,方可进入注浆段钻进。

4.3 止浆与压水试验

4.3.1 止浆与止水

下止浆塞是注浆工艺中的关键一环,止浆塞下的好坏直接与注浆成败、注浆质量高低、工作效率有关。

(1)止浆塞的下法为下行式。

(2)止浆塞规格为3种: $\varnothing 125$ mm、 $\varnothing 105$ mm、 $\varnothing 90$ mm(备用)。

(3) $\varnothing 125$ mm止浆塞下入 $\varnothing 127$ mm套管底部,距套管底部出浆孔约1.5 m处。其目的有2个,一是防止浆液串入止浆塞上部套管内凝固,无法解除压力恢服弹性,起拔注浆管困难;二是让浆液尽量多地进入 $\varnothing 127$ mm套管和井壁之间的环状空间,达到固结套管的目的。

(4)下放止浆塞前首先检查止浆塞管路是否畅通,丝扣丝杆是否完好,以防脱落,按顺序安装胶球、垫片、压水轴承等。

(5)止浆塞加压程度的判定:由孔口钻杆下入的高度控制,压力大小适中,使胶球膨胀,加压后孔口下落钻杆的高度控制在胶球长度的20%~30%,

直到提拉有力为止。

(6)止浆塞的下放:慢速均匀,上紧每根钻杆,如有卡阻人力缓慢正向转动下放,如有困难提出孔外,查找原因,扫孔,检查止浆塞有无破损,然后再下到预定深度,人力正转,使之与孔壁挤紧。

(7)止浆塞下入的位置应遵循下述2项原则:选择井壁光滑,岩石坚硬完整孔段;下入的位置与上一注浆段重叠长度 ≤ 5 m。

(8)检查止浆塞是否下好的方法是:首先观测止浆塞下好后套管内水位,再向套管内灌水至套管孔口,停止灌水,观测套管内水位下降速度,若下降速度 ≥ 0.1 m/min,则认为止水效果良好。

压水试验开始后,套管口水外溢,否则应重新下止浆塞(选择理想位置或加压)。

(9)止浆塞下好后,检查注浆管路是否畅通,连结是否牢固,告知浆站记录员压水试验的孔段(孔段连续),以便浆站记录员确定压水、注浆压力,注浆使用浆液种类、浓度。

(10)孔口要有专人看护。

4.3.2 压水试验

(1)正常情况下,开泵后水泵压力表会有指示,反应出压水试验中的压力数值,此时应作2个压力点,一个为最大泵量时的压力值,一个为最大泵量压力值的1/2,各做30 min。

(2)当压水开始后,水泵压力表无反应为零,做30 min。

(3)当压水开始后,水泵压力表压力很大,吸水量很小,压水试验做30 min。

(4)当压水开始后,无须开泵便向孔内倒吸时,压水试验便可不作,因为无法做出压力,此时记录下此种现象即可。

(5)将测得的压力准确记入《压水记录表》并及时计算出单位吸水量和渗透系数,以便确定是否需要注浆、注浆压力、注浆使用浆液浓度。

4.4 注浆

4.4.1 注浆材料与注浆方式

32.5普通硅酸盐水泥;本地粘土;水玻璃模数2.5~3.4, $Be = 40 \sim 45^\circ$;粒径0.5~1.0 cm石子;过筛普通河沙,直径 ≤ 5 mm;全部采用下行式注浆。

4.4.2 浆液类型及使用条件

本次注浆目的是加固地基,要求注浆后形成的固结体具有一定的强度,对浆液的性能要求较高。因此,根据浆液的不同类型,及其性能、适用范围、固结强度,选择了单液水泥浆、水泥-粘土浆、骨料砂

浆为基本浆液,根据施工的不同需要,决定使用浆液类型(见表1)。

表1 浆液类型及使用条件

浆液类型	适用范围	强度 /MPa	使用条件	浆液比例
单液水泥浆	固管 固结砂石	>10	正常固管 特殊注浆	0.8:1 现场确定
水泥-粘土浆	防渗帷幕 裂隙充填	>4.0	正常注浆	按浆液表比例
骨料砂浆	采空区、溶洞	>10	特殊注浆	临时确定

4.4.2.1 单液水泥浆

单液水泥浆是以水泥为主料,添加一定比例的附加剂,用水调制而成的一种浆液,主要用于固管(正常注浆)和空洞注砂石后的注浆段(特殊注浆)。单液水泥浆主要由水泥、水、食盐和三乙醇胺配制而成。

固管浆液配比为0.8:1,强度>10 MPa;特殊注浆浆液比例现场决定,强度>10 MPa。

4.4.2.2 水泥-粘土浆

水泥-粘土浆是近年来综合注浆技术经常采用的一种新型廉价注浆材料,主要由水泥和粘土构成,用于防渗帷幕注浆和裂隙充填注浆,其具有流动性好、稳定性好、可注性好、防渗性好、韧性大、成本低等优点,是一种堵水和加固效果良好的材料。

水泥-粘土浆液配合比为:水泥:粘土:水=1:1:1.6,强度>4 MPa;根据实际需要,可在浆液中加入一定比例的附加剂或调整配合比来改善浆液性能。

4.4.2.3 骨料砂浆

骨料砂浆是将河沙、石子按一定比例配制,再加入水泥浆而成的浆料,主要用于采空区、较大溶洞及断层与断层交叉处的导水主通道中的注浆。

骨料砂浆的配合比为:石子:河沙=1:0.8(体积比)。骨料砂浆的使用依据:一是钻探中发生有“掉钻”现象;二是压水时水泵不起压,有倒吸水现象;三是吸浆量很大,久注不起压。

4.4.3 注浆方法

本工程采用单液水泥浆进行正常固管注浆;水泥-粘土浆进行帷幕防渗、裂隙充填注浆;骨料砂浆加水泥浆进行采空区及溶洞充填注浆。遇裂隙、破碎地层可采用单液水泥浆或水泥-粘土浆并控制浆液初凝时间和扩散范围进行注浆。

4.4.3.1 正常注浆

选择合适的浆液类型,进行浆液制备,按照确定的注浆段进行注浆。正常注浆时,随着注浆量的增

加,孔口压力表压力值从无到有,由小变大,逐渐升高,并最后达到设计终压,吸浆量也同时会逐渐减少,最终达到结束标准,再继续注入30 min后,无异常现象,停止注浆。

4.4.3.2 特殊注浆

本工程特殊注浆是针对特殊孔段的注浆。即采空区、大裂隙、大溶洞。特殊孔段注浆方法主要是骨料砂浆注浆。即加入适当骨料,再进行水泥砂浆注浆。

骨料砂浆的注浆方法是:先下骨料再注入单液水泥浆,根据下入骨料多少和空洞大小决定采取何种方式和材料,以及何种配比。因为各种浆液的配比不同,其初凝时间跨度很大,从几十秒到几小时不等,需现场临时决定。

下骨料时必须提出止浆塞,孔口接一漏斗再下入注浆管,注浆管下至离孔底1 m左右;注浆管应与钻机立轴合齿,以备下骨料堵塞时便于转动注浆管;骨料用少量清水(或稀浆)冲下;每隔5 min开动钻机转动一次,转动注浆管,借钻杆转动的作用拨动停留在钻孔半路的砂子、石子,每隔10 min提动一次注浆管,测定骨料堆积高度;如上升高度>1 m,应停止注骨料,转动钻杆,加大注浆量,再次提动钻杆测高,决定是否继续投入骨料。当注入骨料高度超过空洞或导水通道顶板高度0.5~1.0 m时开动钻机,转动钻杆,直至砂面不再下降确认骨料顶面高度确实达到标准,停止下骨料,重新下止浆塞,再次按正常方法注浆,直到达到注浆结束标准。

4.4.4 质量控制

4.4.4.1 原材料的质量控制

主要原材料为水泥和粘土。进厂前查验合格证,严禁使用不合格产品。专人负责定期抽查批次合格证。

4.4.4.2 注浆浆液的质量控制

严格按配比进行浆液的配制,标定加料量不得随意更改。每班每孔段都要有浆液测试记录,试块制作由技术人员下达指令,浆站记录员负责制作、登记、养护。各种注浆记录真实、完整、齐全、规范。

4.5 发现的问题及采取的措施

4.5.1 发现的问题

(1)单液水泥浆在注浆时发现单位吸浆量偏大,压力偏小,存在浆液不凝固现象,注浆量较大,超出预计值30%左右。

(2)骨料砂浆注浆时,骨料下放出堵孔情况,
(下转第74页)

站、注浆泵与注浆点的距离不能过长,一般在50 m左右,输浆管道尽量采用直接头,避免弯道太多,保持浆液流动通畅。每次注浆完毕要认真清洗干净,对设备进行例行保养,及时更换易损件,确保注浆设备性能正常工作。严格控制搅拌浆液水灰比、稠度,浆液不能太稠,要有可泵性,搅拌的浆液要过筛,避免颗粒物混入浆液。

(5)在进行桩端后注浆的时候,如果成桩时间短,注浆压力过大,有可能造成桩体上抬,如果桩本身比较短,还有可能造成地面隆起。当注浆过程中发现桩体明显上抬或地面隆起时,要立即降低注浆压力,再继续灌注一段时间停止,然后查明原因,采取有效措施。在城市密集区进行后注浆时,要对周围地面和桩顶进行隆起观测,保护临近建(构)筑物和地下管线安全。

6 结语

灌注桩后压浆装置构造简单、安装方便、成本较低、可靠性高,压浆管压浆后可取代等强度钢筋。后

压浆施工于成桩后3~5天,不与灌注桩作业交叉,对注浆量和注浆压力进行双向控制,易于保证施工质量。

灌注桩后压浆技术能明显改善桩的端承力及桩侧摩阻力,提高单桩承载力,减少桩顶沉降。承载力的提高,可以适当缩短桩长、减少桩的数量,降低施工难度,缩短工期,节约投资,应用前景广阔。

参考文献:

- [1] DB 42/242-2003,建筑地基基础技术规范[S].
- [2] JGJ 94-2008,建筑桩基技术规范[S].
- [3] Q/JY 14-1999,灌注桩后压浆技术规程[S].
- [4] JGJ 106-2003,建筑基桩检测技术规范[S].
- [5] 刘宝新,唐世杰,陈跃武.提高钻孔桩桩底压浆工效及保证质量的技术措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(10):56-59.
- [6] 潘宏雨,孙芳.钻孔灌注桩后注浆技术实践及其效果分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(7):56-58.
- [7] 郑昌晶,张顺英.钻孔灌注桩后注浆加固机理及其应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(8):45-49.

(上接第70页)

按照设计的方法处理效果不明显。

4.5.2 采取的措施

(1)帷幕单液注浆调整了浆液的水灰比。正常注浆由原来的0.8调整为0.7,初始注浆调整为1.33。采用先稀后浓,逐步变浓的方法进行注浆,注浆结束时,采用浓浆结束法。

(2)采用间歇注浆,并调整注浆液的浓度和比例,增加1%的附加剂,以缩短其凝胶时间,减少浆液流失,提高注浆效果。

(3)将骨料砂浆的配合比调整为1:1,增加了河沙的比例,保证了骨料砂浆的流动性。同时,对骨料粒径进行了严格筛选,保持在孔内环状直径的1/4左右。

(4)改进了操作工艺,保持上料均匀,冲水量适当;注浆管底部的透浆孔由4个增加到6个,直径为20 mm,保证了浆液能把骨料迅速扩散到空洞四周。

5 结语

在整个施工过程中,由于正确的选择了采空区的治理方法,严格的执行了施工组织方案,对发现的特殊问题及时采取了对应措施,取得了良好的效果,保证了施工的顺利进行,使施工工程得到了圆满完成。通过本次治理工程的实施,探讨了采空区注浆加固治理工程设计和施工理念,总结了施工过程中各种问题的解决方法和成功经验,拓展了类似工程的设计思路,也为今后的施工打下了基础。

参考文献:

- [1] 长江水利委员会三峡勘测研究院.水利水电工程勘探与岩土工程施工技术[M].北京:中国水利水电出版社,2002.
- [2] DZ/T 0227-2010,地质岩心钻探规程[S].
- [3] JGJ-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [4] 时战峰,王振福.黄陵矿业公司运煤专线沉陷治理方案设计[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(30):66-70.
- [5] 崔志盛,赵凯,龚建伍.公路隧道下伏采空区施工影响数值模拟分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7):76-79.