

Discussion on the Application of Grouting Technology in Hydraulic Tunnel Construction

Juan Wang Shuangyao Zhao

Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd., Luoyang, Henan, 471000, China

Abstract

After the construction of the concrete lining of the tunnel is completed, in order to improve the rock bearing capacity, grouting techniques such as backfill grouting, consolidation grouting and contact grouting are usually used. During the specific construction process, because the cracks in the rock formation cannot be seen, the requirements for construction experience are particularly high. This paper takes a hydraulic tunnel as an example to analyze the application of grouting technology in the construction of hydraulic tunnels.

Keywords

hydraulic tunnel; construction; grouting process

浅谈水工隧洞施工中灌浆技术的应用

王娟 赵双要

黄河勘测规划设计研究院有限公司, 中国·河南 洛阳 471000

摘要

隧洞在混凝土衬砌施工结束以后, 为了提高岩石承载能力, 通常要采用回填灌浆和固结灌浆及接触灌浆等灌浆技术。具体施工过程中, 因为看不见岩层中的裂隙情况, 因此对施工经验要求就特别高。论文以某水工隧洞为例, 对水工隧洞施工中灌浆技术的应用进行分析。

关键词

水工隧洞; 施工; 灌浆工艺

1 引言

水工隧洞的灌浆是从坝基基础灌浆技术中演化而来的, 灌浆技术在隧洞的使用中虽然和大坝灌浆有很多区别, 但基本原理和目的都是相同的, 都是通过机械产生的压力将灌浆材料注入岩体的裂隙中, 以达到加固围岩, 改善围岩和混凝土的受力结构, 提高岩体的承载能力。

2 工程概况

中国青海省玉树州某水电站建前工程导流洞项目, 该水电站位于澜沧江干流(扎曲)的一级支流子曲河上, 工程等级确定为 II 等大型工程。导流洞项目位于坝址右岸山体中, 地貌类型为中高山峡谷区; 导流洞设计洞室为城门型无压洞, 洞径 $5.5\text{m} \times 7.0\text{m}$ (宽 \times 高), 隧洞纵坡 $i=7.5 : 1000$, 坡降

起点高程 3900.50m, 隧洞出口底板高程为 3896.0m。

3 灌浆工艺

3.1 类序

当在同一个部位做 2 种或者 2 种以上灌浆的时候, 要尽量做好为下一个灌浆去创造有利的条件。设计时, 灌浆施工的顺序应为: 顶拱回填灌浆—岩石固结灌浆—帷幕灌浆—钢衬接触灌浆。

3.2 排序

因为本隧洞基岩的围岩是基本稳定的, 且隧洞混凝土衬砌的工作已结束, 回填及固结灌浆的面积比较大, 为确保灌浆时的排气排水。灌浆方案应从隧洞的两头向中间逐排进行, 这样既解决排气排水问题, 又保证了规定灌浆压力下, 隧洞的顶部空腔及岩石裂隙灌浆充分的要求^[1]。

3.3 工序

一般来讲, 每一个灌浆孔或者灌浆段的工序安排都是:

【作者简介】王娟(1983-), 女, 中国山东费县人, 本科, 工程师, 从事水利水电工程勘察设计、施工与管理等研究。

钻孔—钻孔冲洗—压水试验—灌浆—封孔。

3.4 分段

隧洞的固结灌浆孔深是 3m，帷幕灌浆孔深是 15m，因为固结灌浆孔比较浅，按照规范要求，只是在帷幕灌浆孔进行了一个自下而上分段的方法，先把一个灌浆孔钻到设计的深度再采用“段顶堵塞法”，分段灌浆。

4 水工隧洞灌浆施工技术要点分析

该工程的施工现场为低山丘陵区，上覆山体的厚度较大，其主要形式为 EW 向陡倾角张裂性断裂，断层节理充分发育。其地质岩性主要为花岗岩，属于燕山晚期范畴。隧道挖至 0+517~0+595 节段时，岩石基本为碎块，分布有大面积的软弱面，地下水水位较高，且活动明显，断层带伴有滴水现象。鉴于上述情况，技术人员决定进行灌浆施工，以提高掌子围岩的稳定性，保证施工的顺利进行。下面以此工程为例，详细阐述灌浆施工技术。

4.1 回填灌浆

4.1.1 回填灌浆钻孔

对于钢筋混凝土衬砌而言，应在预埋管中钻孔，孔径要求为大于 38.5mm，孔深要求深入岩石约 12.0cm，对混凝土的空腔尺寸和厚度等重要参数进行严格测记。顶拱回填灌浆采用分段进行的方法，单段长度应小于 45.0m，对端部进行封堵处理。回填灌浆的施工顺序为先从低端开始，逐渐向高端推进^[2]。

4.1.2 回填灌浆压力

回填灌浆分一序孔和二序孔两类，其灌浆压力各不相同。其中，一序孔允许灌入水泥浆的水灰比要求为 0.5 : 1；二序孔为 1 : 1。对于空隙比较大的部位，一、二序孔均可灌注水泥砂浆，所掺杂的砂量应小于水泥本身质量的 200%。根据混凝土的衬砌厚度和配筋情况合理确定回填灌浆的压力，素混凝土衬砌的回填灌浆压力要求控制在 0.2~0.3MPa，而钢筋混凝土衬砌则需要加大至 0.3~0.5MPa。在设计的同时，灌浆压力下停止吸浆，继而持续灌注 10min 即可结束。在灌浆施工中，该工程曾发生过串浆问题，技术人员根据实际情况，采取群孔并联灌孔的方法灌注，孔数为 3 个，严格控制了灌浆的压力和速度，避免了因压力过大或速度过快而导致混凝土面出现抬动，进而影响施工质量。

4.1.3 质量检查

该工程完成灌浆后约一周内进行质量检查，合理布置检查孔，主要选定 3 个位置：脱空较大的部位、串浆孔集中的部位和灌浆情况异常的部位。所设置的检查孔数量约为灌浆

孔总量的 5.0%。采用钻孔注浆法进行回填灌浆质量检量，将水灰比为 2 : 1 的水泥浆液注入孔内，并保证压力值稳定。在初始的 10min 之内，注入量不得超过 12L，随后可逐渐加快注入速度。确认合格后，采用水泥砂浆对钻孔进行封填处理，并对孔口进行压实抹平。

4.2 固结灌浆

4.2.1 固结灌浆钻孔

本工程采用风钻进行钻孔作业。经过测量，终孔的直径为 41.5mm，各项参数均满足相应的技术规范，平面布孔形式为方格形。完成钻孔作业后及时进行了清孔处理，将孔内的钻渣、岩粉等杂质全部清除干净。正式灌注前，采用压力水对裂隙进行冲洗，直至回水不夹杂杂质为止。一般而言，冲洗的压力应控制在灌浆压力的 75%~80%，如果该数值大于 1.0MPa，则直接将 1.0MPa 作为冲洗压力值。固结灌浆时，需要遵循“环间分序”“环内加密”的双重原则，对于地质情况不理想的地段而言，其加密要求更高^[3]。

4.2.2 固结灌浆压力

本工程采用单孔固结灌浆法，对于注入量较低的地段，在同一环上可进行并联灌浆施工，灌浆孔以 2 个为最佳，并保持孔位的对称。灌浆压力控制在 0.5~1.3MPa 即可。如果固结灌浆的压力大于 2.5MPa，则应分段灌注。同时，根据现场灌浆的试验，合理确定灌浆段划分、灌浆工艺选用等方面的具体内容。在正式灌浆的过程中，必须确保在最短时间内达到预定的压力值，灌浆应连续进行，不允许间断。遵循“由稀至浓”的原则进行浆液变换，在浆液注入量达到 280L 以上且连续灌注时间大于 25min 的前提下，需要逐渐降低浆液的浓度。此外，如果灌浆吸浆量小于 0.3L/min，则需要采用机械压浆法进行封孔处理。需要注意的是，在灌浆中，如果回浆变浓，则建议改用水灰比完全一致的新浆继续灌注，延续时间为 25min。

4.2.3 质量检查

固结灌浆的质量检查以孔压水试验为主，灌浆完成 5d 后可进行压水试验。严格控制检查孔的数量，要求控制在灌浆孔的 5% 左右。同时，孔段合格率大于 85%、透水率值要求小于 30%、处于分散状态时，可认定灌浆合格，可落实后续的养护措施。完成质量检验后，需要将孔内的积水和污物等全部排出，采用压力灌浆法进行封孔处理，随后再采用机械法抹平孔口。

(下转第 19 页)

即处理,从而保证工程质量达到合格状态^[1]。

4.4 加强施工材料和设备的管理

在建筑工程施工中,会运用到大量的施工材料和设备,为了让项目顺利且有序地展开,就需要加强施工现场材料和设备的管理。

4.4.1 在施工材料方面

第一,根据材料的不同特性,将其进行分类储藏,并做好防潮、防火等措施。

第二,详细了解施工进度,掌握材料在施工中的不同要求,并按照进度给项目提供材料用量,禁止材料出现浪费等情况。

4.4.2 在设备方面

第一,为了发挥机械设备在施工中的最大作用,相关人员就要定期对设备进行养护和维修,使得设备能够满足施工的实际需要。

第二,定期对机械操作人员展开培训,使得他们的技术

水平能够处于最先进的状态,这不仅能让它们准确且规范的操作,还能延长设备的使用寿命。

5 结语

根据以上相关阐述和分析,如今的建筑行业在利益的影响下暴露了越来越多的问题,其中施工现场安全与施工技术最为突出。因此,相关单位就要提高安全意识、有效处理安全隐患、健全施工技术管理体系、加强施工材料和设备的管理等,只有这样,才能让施工安全与技术变得更加科学与规范,从而推动整个行业走向可持续发展道路。

参考文献

- [1] 周贵元.建筑施工现场施工中安全与施工技术研究[J].科技资讯,2018,16(17):31-32.
- [2] 程远.建筑施工现场施工中安全和施工技术管理探析[J].居舍,2018(32):115.
- [3] 殷商.安全与施工技术在建筑施工现场施工中的研究[J].江西建材,2017(15):287+292.

(上接第16页)

4.3 帷幕灌浆

一般情况下,水工隧洞是不设帷幕灌浆的,因为本隧洞是处在坝基下49m,而且轴线与大坝的轴线是相交的,所以为了加强大坝的基础帷幕灌浆,在洞内增设帷幕灌浆,达到降低渗漏的损失和保持稳定之目的。与固结灌浆相比较,隧洞的帷幕灌浆原理和固结灌浆是基本相同的,有些具体指标要求不区别,文中不再赘述。

4.4 接触灌浆

隧洞的0+217至0+237段是钢衬段,采用接触灌浆是为了弥补混凝土与钢构件间的空隙。因为顶部的钢衬管与岩石间空隙已通过回填灌浆弥补过。所以,主要是通过接触灌浆来解决钢衬管和两侧的混凝土结合不紧的脱空区。如果浇筑的混凝土质量比较好或者比较小的脱空区,可以不做接触灌浆。

4.4.1 钻孔和灌浆

灌浆之前要用风来检查缝隙的串通,吹除掉空隙内的水和污物。要注意的是,风压要小于灌浆的压力,为了使钢衬不变形,灌浆的压力一般不能大于0.1MPa,灌浆规范规定的浆液水灰比0.8:1、0.5:1两个比级。为了保证灌浆的质量,应该尽量地灌注浓度较高的浆液,适当的时候可以加入适量的减水剂。灌浆次序应该先由低孔开始,从高处孔排出浓浆

以后,再依次把孔口的阀门关闭。在设计规定的压力情况下,灌浆孔停止吸浆后,再延续灌注5分钟便可结束。

4.4.2 质量检查

灌浆结束以后7天后通过锤击来检查脱空区面积有没有满足到设计的要求。

5 结语

水工隧洞灌浆是由坝基的基础灌浆演变来的,在隧洞使用中,虽然灌浆技术与大坝灌浆有许多的区别,但是基本原理及目的是相同的,都是要通过机械来产生压力把灌浆的材料注到岩体裂隙中,达到围岩加固,继而改善混凝土和围岩的受力结构,以提高岩体的承载能力的目的。

参考文献

- [1] 朱智元.水工隧洞设计中的回填灌浆施工工艺研究[J].珠江水运,2019,493(21):117-118.
- [2] 祝永迪,欧阳秘,李博.斜井灌浆提升系统在水工隧洞灌浆中的应用[J].水利水电施工,2019(4):72-75.
- [3] 史传祥,刘青依,孙建立,等.浅谈水工隧洞施工测量技术的应用[J].治淮,2019(4):27-28.