

# 水利隧道灌浆施工及质量控制

张秀杰

中国葛洲坝集团市政工程有限公司 湖北省 宜昌市 443000

**摘要:** 水利隧道灌浆是当前水利工程中较为常见的一种施工工艺。由于其施工工艺较为复杂,为了提高施工质量并确保水利工程安全有效运行,必须对其施工质量进行控制。灌浆材料的选择、灌浆设备操作以及灌浆质量控制是整个水利隧道灌浆施工的关键环节之一。基于此,本文对水利隧道灌浆施工及质量控制进行深入的研究与分析,期望能够为同行从业者提供参考。

**关键词:** 水利水电; 灌浆施工; 质量管理; 技术探讨

引言: 灌浆技术是目前水利工程中应用最广泛的一种技术,它可以将浆液直接灌注到建筑物的内部,经过冷却固化后,可以与水利工程隧道建筑融为一体,并且防渗效果好,施工简单,在工程中得到了很好的应用。因此,施工单位要在技术上不断地追求完美,使整体的施工质量得以提升,为国家的经济和社会的发展作出贡献。

## 1 灌浆法及其功能的介绍

### 1.1 灌浆工艺概况

首先要配制出一定数量的浆料,这些浆料必须具备一定的流动性和粘性,再注入到井眼中,既能有效地增强整体结构的强度,又能起到很好的防渗作用,这就是灌浆技术。

### 1.2 灌浆工艺的功能及其优点

第一,充填效果好。若地层中有孔洞,则可采用灌浆法将孔洞填满,使地层整体结构更加致密,从而提高防水性能。第二,压实效果更好。灌浆技术是将泥浆注入裂缝,它本身的质量可以对周围的岩层进行有效的压缩,从而使岩层的结构更加坚固。第三,优良的胶接性能。注入到里面的液体,都会形成一种粘性,注入到里面以后,就会被有效的渗入到结构里面,形成一种粘合剂,增加整体的压力。第四,强化效果良好。许多泥浆都是有化学成分的,能够和土壤发生化学反应,从而有效地改善地基的整体刚度和强度,从而有效地改善建筑物的结构和岩层的稳定性。

## 2 灌浆技术在水利建设中的基本要求与原理

### 2.1 优先考虑浆料的选用

**通讯作者:** 张秀杰, 出生年月: 1990年6月, 民族: 汉, 性别: 男, 籍贯: 河北省唐山市, 单位: 中国葛洲坝集团市政工程有限公司, 职称: 工程师, 学历: 本科, 邮编: 443000, 研究方向: 水利水电施工技术, 隧道施工, 抽水蓄能电站

根据水利隧道工程施工条件和工程环境,灌浆材料的选择是施工工艺过程中的关键环节。其目的在于保证灌浆质量,提高灌浆效率,为工程建设创造良好的条件。一般情况下,灌浆材料选择时应注意以下几个方面:(1)灌浆材料的质量应符合相关标准,如强度等级等,确保灌浆质量符合工程要求且满足灌浆的使用要求;(2)灌浆材料要符合相应的应用技术规范的要求;(3)灌浆材料要与建筑结构相匹配并满足建筑结构规范和施工条件;(4)灌浆材料不能影响混凝土强度和密实度,不能影响使用寿命;(5)灌浆材料要具有良好的抗渗性以及耐腐蚀性,从而确保灌浆施工质量;(6)在实际灌浆施工中,灌浆材料一般应选用具有一定强度或者刚度且无收缩裂缝尺寸小于规范要求的灌浆材料。目前常见灌浆材料有:矿渣胶砂以及水泥粉等。矿渣胶砂具有一定吸水性并具有较好性能。水泥粉具有良好抗渗性能以及较好强度等级。因此选择水泥沙子可以保证灌浆材料在施工过程中能够满足灌浆要求;(7)灌浆材料要具有一定流动性且体积大,不容易破碎。<sup>[1]</sup>

### 2.2 灌浆设备操作

在灌浆施工的过程中,要对所使用的灌浆设备进行合理的选择,保证灌浆设备的质量和操作技术达到相应的要求。在选择灌浆设备的过程中,要考虑到灌浆施工实际的需要以及所要达到的效果,结合当前水利隧道灌浆施工技术的需要,将灌浆设备的种类以及型号进行确定,确保灌浆设备的适用效果及合理程度。对不同型号的灌浆设备要根据其特性进行选择,灌浆设备具有一定的特殊性能能够保证灌浆施工质量,对其实施有效的控制与管理。在对灌浆设备进行安装和维修时要确保其符合灌浆施工所需参数,并进行正确检修和保养。施工单位对设备运行进行监控管理,对灌浆质量保证进行有效监测与控制。要根据施工工艺合理选择灌浆设备,确保其

具有良好性能保证灌浆效果,使灌浆技术得到有效提升并保证灌浆质量。在灌浆施工过程中,如果灌浆过程中出现跑浆或者漏水现象时,应立即停止灌浆并对事故原因进行调查分析,制定切实可行方案予以解决,避免灌浆施工过程中出现严重问题。

### 2.3 灌浆质量控制

灌浆质量控制可以从施工人员的培训、施工设备的选择以及施工质量检验等多个方面入手。为了提高灌浆质量,施工人员必须要对其进行严格的培训。具体包括对灌浆设备操作以及灌浆浆料的使用都要有详细的培训,并且灌浆浆料要严格按照相关技术规范进行生产,并且要有相关技术人员进行指导和监督工作,还要严格按照规定执行灌浆工艺规程进行施工作业,严格控制灌浆工艺所用药剂的使用量以及灌浆时间等方面要求,同时也要对其灌浆质量和效果进行控制和检测,从而确保灌浆质量得到保障。另外,施工人员必须要根据施工情况及时对灌浆材料和灌浆设备进行调整和更换,确保及时有效清除灌浆材料表面上形成的杂物及灰尘等,防止灌浆材料受到污染,同时还需要在灌浆过程中进行定期观察和检测。此外,对于灌浆质量控制来说还需要在灌浆工艺上做好相关记录工作,确保在整个灌浆过程中可以完整有效跟踪处理灌浆过程,并将施工情况及时反馈给相关技术人员,以便能够为后续工作奠定良好基础<sup>[2]</sup>

## 3 水利隧道进行灌注施工的分类

目前,我国在隧道工程中采用的灌浆形式有两种,按其功能不同可划分为回填法和固结灌浆法。

### 3.1 回填法

在混凝土浇筑时,在其后面留下一个灌浆孔,然后在该位置进行灌浆。此结构的特征是将水泥砂浆也与整个结构结合起来,并共同承担荷载的功能。从其施工效果来看,该方法能够有效地将两段浇筑的混凝土组合起来,增加其承载能力,同时还具有良好的防渗和渗漏作用。在施工时,要注意:(1)对回填法应及早进行,使混凝土固化至其应有强度的70%。(2)充填后的灰浆一般分两个阶段进行,若该区域的孔洞过大,应加强灌注水泥砂浆。(3)在确定具体的施工方法时,应参考现场的实际情况,按次序由低至高。(4)在隧道顶部的倒灌工程完成后,应首先要做的是先把阀门关掉,然后再把机器关掉。(5)最后,在工程结束后,对钻孔进行清洗,然后用混凝土将钻孔填平。

### 3.2 固结灌浆

通过注水来填满周围的岩层,可以改善整体的稳定性,同时也可以防止岩层的变形,这就是所谓的固结

法。除以上所述,固结灌浆还可改善周边岩石的抗渗性。第一,在施工中要注意顺序,把工程分成两个或三个阶段。第二,对灌浆孔进行清洗,待灌浆后再进行灌浆。第三,采用相同的压力灌浆方法,完成后应及时冲洗裂缝。第四,在施工期间,应采取机械压浆法进行封孔,并保证灌浆过程不间断。

## 4 灌浆施工工艺分类

### 4.1 全孔灌浆工艺

目前,该施工方法操作简便,技术应用较为基本。在工程进行中,我们可以将钻孔的起点设为灌浆孔,然后在钻孔达到一定的深度后,就可以进行灌浆。但这一技术的弊端就是灌浆效果不佳,应用范围不大,可供选择,对周边土壤结构的要求也较高,需要根据具体情况来选择。

### 4.2 分段灌浆工艺

按其施工方法,分段灌浆法可分为自上而下灌浆法和自下而上灌浆法。(1)若采用自上而下的灌浆方法,应先将段长控制在3~5米以内。首先是从上部灌浆,待灌浆完成,成型后再进行灌浆,由上而下依次进行。该方法对灌浆施工的要求比较高,因此该技术在岩层较薄的区域更适合。(2)采用自下而上的灌浆顺序,可以在井眼内进行分段灌浆。这样的施工方法,投资少,操作简单,但也有一个弊端,那就是施工方法有很大的局限性,而且只能在地形复杂的地方,防止冒浆。另外,每一段都要在施工前进行压力测试,避免对工程的质量造成不良的影响。

### 4.3 高压灌浆技术

#### 4.3.1 钻孔

在造孔时,要做好注、堵漏工作,以保证井眼中的泥浆能够正常地流动,并将其排出,直到最终的钻孔。跟着管钻,在钻井过程中,一直跟着钻,直到最后的钻孔。在钻井过程中,一定要注意井眼的垂直度,偏差不能超过1%。在孔深达到设计深度的情况下,必须将岩心取出,并经过检查确认后才能进行最终钻孔。完成钻孔后要进行测量斜度,通过后移孔。

#### 4.3.2 下入喷射杆

泥浆固壁孔是一种将喷头直接下到孔底的方法。在钻探过程中,有两种方法:第一,在拔管之前,向套管中注入高密度的塑料泥浆,然后在注满后,拉出套管,并一边拔,一边灌浆,使浆液与孔口齐平,直到套管完全拔出为止。第二,也可以在套管中下入均匀的PVC管,直至套管的底部,作为保护壁,然后将所有的套管都取出,然后将注入棒插入管的底部。

此外,高喷射施工中采用的工艺参数因采用的高喷射方式不同而有差异。不同的灌浆压力会导致提升速率的变化。对于不同类型的地层,采用相同的施工工艺,水压、压力、浆压的变化较小,而提高速率的变化则是影响较大的。通常,在确定起重速率时,应该考虑以下几个问题:(1)不同的地层,在沙层中,可以加快上升的速率,在砂卵石层中,提高的速度要慢一些,而含大颗粒(40 cm)的大块或大块石头密度较大的地层,则要缓慢。(2)不同的顺序,先开孔的速度可以稍微缓慢,后开孔的速度可以稍微加快。(3)在高喷射作业中,当出现孔返浆量下降时,应减缓起重速率。

## 5 施工质量控制要点

### 5.1 泥浆浓度的控制

在进行灌浆前,技术人员应对各种泥浆参数进行严格的控制,特别是强化水泥砂浆的强度、浓度。对水泥砂浆而言,其保水性和抽吸性是其关键,因此必须合理地控制泥浆的浓度,否则会在建筑物内造成浆液的均匀性。在工程施工中,若要确保钻井液的可泵性,应向钻井液中加入适量的膨胀剂。同时,在施工过程中要注意其吸水能力,由于吸浆流量的改变可作为调整浆料浓度的有效参考,并可有效地改善整体结构的防渗效果<sup>[3]</sup>。

### 5.2 灌浆施工的先后次序

当区域岩层倾斜较大,或存在明显的岩体破裂,则在水利建设中,因地形条件苛刻,宜采取自上而下分段灌浆的方法。为了保证灌浆作业的质量,必须加大灌浆压力,但常常会导致工期的延长。采用自下而上分段灌浆,既能节省工程造价,又能提高施工效率,又能缩短工期。这种方法可以一次钻到一定的深度,然后利用有效的方法将每一段分开,从而使施工更加高效。

### 5.3 灌浆作业压力的测定

灌浆作业中,其压力的大小对整个施工工艺的影响很大,它的好坏将直接关系到灌浆作业的施工效果和工程质量。在砂石、泥沙地带,施工质量的有效掌握尤为关键,若灌浆压力不能得到很好的控制,将会引起地表的抬升,从而导致工程被迫中止,因此,在灌浆时,必须对压力进行有效的控制。首先要做好限制流量的工作,减少其流动性;其次,应合理调整时压,最终可适当增大灌浆施工次数,避免出现大灌浆压力。

### 5.4 加强施工人员质量意识

施工单位要认真落实各项质量控制措施,对质量意

识提升进行有效控制,实现施工技术与工程管理水平的有效提升。要充分发挥施工单位在水利隧道施工技术与管理优势作用与价值,加强对施工人员质量意识的培养。在进行水利隧道施工过程中应明确施工中各项验收标准和要求,建立健全相关施工管理制度。对于施工人员进行施工过程中存在的问题要及时解决并总结经验教训。加强对施工人员质量意识的培养与提高<sup>[4]</sup>。同时提高监督质量和巡查次数。在整个农业建设过程中应完善监管机制,严格落实质量控制要求。在具体质量控制措施中应该充分发挥各项技术与措施作用,从实际出发在管理方面做好各项监管工作,保证施工质量达标。对于施工过程中存在的质量问题要及时落实相关处理方案进行及时解决。

### 5.5 其他需要考虑的问题

为了确保整体的连续,必须在灌浆孔内设置凝固体,因此,应采用不同的结构布局,确保孔隙间的间隔。高喷凝固剂本身的形态与其喷出的类型有很大关系,特别是固定喷、摆喷、旋转喷三种。如果是一边提升,一边转动,凝聚体就是圆柱形,如果在提升的过程中摇晃,凝聚体的形状就是哑铃型,如果只是提升的话,凝聚体的形状就会变成平板,而在不同的施工方法下,凝聚体的形态也会有所不同,这就需要在施工的过程中,根据实际情况来选择最适合的方法。

结论:综合以上论述,在灌浆工艺方面,要根据具体情况,不断地改进灌浆工艺,选择最佳的灌浆方法和最佳的灌浆压力,从而使整个项目的施工质量得到明显的改善,从而产生较大的经济效益和社会效益。在技术层面上,要加大项目管理力度,严把技术关,使项目整体技术水平得到有效提升。在选择技术时,要考虑到项目的具体条件,使其更接近于实际,从而使其更好地为人民服务。

### 参考文献:

- [1]郝俊枫,温明奎.浅析水利隧道灌浆施工及质量控制措施[J].百科论坛电子杂志,2020(14):1944.
- [2]侯晓斌.水利工程中引水隧洞施工技术与管理措施[J].城市建设理论研究(电子版).2019,(15).186.
- [3]刘锦东,王许峰,张文波.复杂条件下隧道爆破施工技术研究[J].水利水电技术.2019,(2).
- [4]牛小龙.浅谈水利工程隧洞开挖施工[J].农业科技与信息.2019,(6).125-126.