

# 桥梁预应力筋孔道压浆质量控制

蒋保东, 汪勇, 段宇帆, 王国栋

(中国水利水电第十工程局有限公司 第一分局, 四川 都江堰 611830)

**摘要:**采取后张法预应力施工对管道压浆的质量有着严格的要求。阐述了预应力筋孔道压浆对浆液材料、设备的性能要求,介绍了压浆施工常用的普通压力压浆和真空压力压浆两种施工工艺,归纳了预应力压浆的施工质量控制要点,旨在施工过程中控制压浆质量。

**关键词:**预应力锚索;孔道压浆;质量控制

**中图分类号:**U44;U445;U446

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2019)06-0084-03

## Quality Control of Duct Grouting of Prestressed Reinforcement of Bridge

JIANG Baodong, WANG Yong, DUAN Yufan, WANG Guodong

(First Branch of Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

**Abstract:** Post tensioned prestressing construction has strict requirements for the quality of duct grouting. This paper expounds the performance requirements of slurry materials and equipment for prestressed reinforcement duct grouting, introduces two construction processes commonly used in duct grouting construction, that is, the ordinary pressure grouting and vacuum pressure grouting, and finally sums up the construction quality control points of prestressed grouting so as to control the grouting quality in the whole construction process.

**Key words:** prestressed anchor cable; duct grouting; quality control

### 1 概 述

后张法预应力孔道压浆工序为桥梁施工的关键工序之一,其压浆密实性的好坏对桥梁的耐久性具有重要影响。由于压浆不密实导致预应力管道内钢筋线锈蚀、预应力提前丧失可造成桥梁的实际寿命缩短至设计寿命的十分之一。孔道压浆不密实已被交通部列为公路桥梁建设中的十大质量通病之一。

通江县环高明湖经济带建设 PPP 项目为综合市政工程,规划市政道路 19 条,总里程 15.831 km,其中包括 11 座市政桥梁。该项目桥梁工程主要包含现浇桥梁 2 座,预制桥梁 8 座,半现浇半预制桥梁 1 座,预应力钢束张拉与压浆总长度达到 39 000 m。面对如此体量的预应力施工任务,项目部的技术管理人员将其作为重中之重进行控制。笔者以该工程为依托,重点介绍了预应力孔道压浆技术,针对质量控制要点与同行进行探讨。

### 2 压浆材料及设备要求

“工欲善其事,必先利其器”。压浆材料和压浆

设备是决定预应力孔道压浆质量的关键因素之一。

#### 2.1 压浆材料

目前,市场上有众多的孔道灌浆剂和水泥,但材料质量良莠不齐。为提高施工效率和质量,选用新型成品压浆料在预应力施工中已逐渐成为主流。如何在众多生产厂家和材料种类中选择合适的孔道压浆剂和水泥呢?这是预应力施工中质量把控的重点之一。对于压浆材料的选择,其应具备以下性能:

(1)孔道压浆剂由减水成分、膨胀成分、矿物掺合料及其他功能性材料等干拌而成。

(2)孔道压浆剂中含水率 $\leq 3\%$ 、细度 $\leq 8\%$ 、氯离子含量 $\leq 0.06\%$ 。

(3)水泥作为压浆料中的主要成分,一般选用低碱硅酸盐水泥或低碱普通硅酸盐水泥。

(4)选用的水泥必须性能稳定且强度等级不得低于 42.5 MPa。

(5)水泥浆的干缩性能会造成管道中压浆不饱满,甚至预应力筋都无法完全被包裹。压浆料中应掺加一定比率的微膨胀剂以提高管道压浆的

收稿日期:2019-06-19

饱满度,但不应选用铝粉膨胀剂一类的以“发气”为膨胀原理的膨胀剂。

(6)在压浆过程中,压浆料需要具备一定的保塑性能和高流动性,以减缓流动性损失速度。

(7)压浆料拌制用水宜使用清洁用水,每升水中不得含有 350 mg 以上的氯化物离子或任何一种其他有机物。

(8)配制灌浆材料时,预应力孔道灌浆剂引入到浆体中的氯离子总量不应超过  $0.1 \text{ kg/m}^3$ 。

## 2.2 对压浆设备的要求

压浆设备一般由控制系统、制浆装置、储浆装置、压浆装置组成。采用真空辅助压浆法施工时,还应配备能满足施工要求的真空泵。

控制系统应具有压力控制功能,控制精度在  $0.05 \text{ MPa}$  以内,持压过程中其压力波动不超过  $0.1 \text{ MPa}$ 。

根据相关要求,制浆机的转速应选用不低于  $1000 \text{ r/min}$  的高速搅拌机,搅拌叶的形状应与转速相匹配,其叶片的线速度不宜小于  $10 \text{ m/s}$ ,最高线速度宜限制在  $20 \text{ m/s}$  以内,且应能在规定的时间内将压浆液搅拌均匀。制浆桶容积不小于  $240 \text{ L}$ 。

用于临时储存浆液的储浆罐的搅拌速度可适当调低,但其必须能保持浆液的均匀性和流动性。储浆罐容积不宜小于压浆管道体积的 1.5 倍,且应设置网格尺寸为  $(1.5 \sim 3) \text{ mm} \times (1.5 \sim 3) \text{ mm}$  的过滤网,以防止未充分水解的压浆料进入预应力孔道。

压浆机应采用活塞式可连续作业的压浆泵,其压力表最小分度值应不大于  $0.1 \text{ MPa}$ ,实际工作压力在最大量程  $25\% \sim 75\%$  的范围内。不得采用风压式压浆泵进行孔道压浆。

高强度橡胶压浆管的抗压能力应达到  $2 \text{ MPa}$  以上,避免在压浆过程中出现脱管及破裂现象。吸浆管不宜过长,否则压力损失大而致压浆不饱满。

真空辅助压浆工艺中采用的真空压浆泵应能达到  $0.1 \text{ MPa}$  的负压力。

## 3 压浆工艺流程

### 3.1 普通压力压浆

普通压力压浆施工流程见图 1。

施工准备:在正式压浆工作开始前,根据厂家

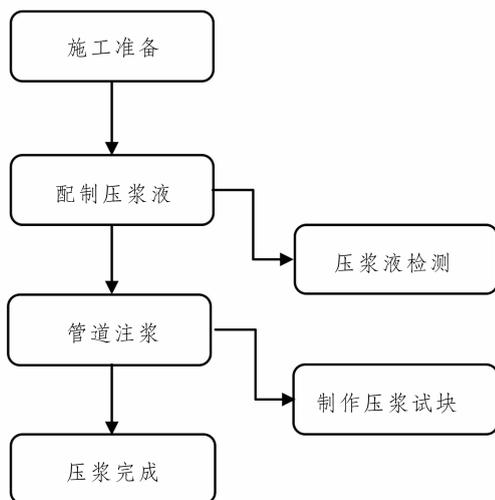


图 1 普通压力压浆施工流程图

提供的说明书及规范要求试配压浆液,根据其泌水率、流动性及强度确定水胶比。

压浆液拌制顺序:先加入每盘浆液的用水量,然后开启搅拌机,同时均匀加入每盘的压浆料,搅拌  $4 \sim 6 \text{ min}$  使压浆料充分溶解,然后进行浆液稠度检测、直至检测合格后将浆液通过滤网转入储浆罐中,以备压浆使用。

压浆时,最大压力宜控制在  $0.5 \sim 0.7 \text{ MPa}$ ,当预应力孔道过长时,应适度提高压力,但不宜超过  $1 \text{ MPa}$ 。压浆开始后,当出浆口排出的压浆液稠度与压浆口压入的浆液稠度一致且无稀稠变化时,关闭出浆口阀门,将压浆压力保持在  $0.5 \text{ MPa}$  的稳压期不小于  $2 \text{ min}$  后,关闭压浆口阀门,停止压浆。

### 3.2 真空压力压浆

真空压力压浆是采用真空辅助压浆设备进行预应力孔道压浆,其工作原理是先采用真空泵将预应力孔道中的空气抽出,然后使用压浆机压浆的一种施工方法,主要目的是保证压入的浆体无大量聚集的气泡,从而保证压浆质量(图 2)。

真空压力压浆的施工过程如下:

施工准备:在所有的进浆口、吸气孔安置密封阀门,将真空设备和压浆设备组装,清除管道里的水和杂物。

打开管道的出口阀门和连通阀,关闭其他阀门,开启真空泵抽管道内的空气,当管道内的真空度维持在  $-0.06 \sim -0.1 \text{ MPa}$  值时(压力尽量低为好),停泵约  $1 \text{ min}$ ,若压力能保持不变即可认为孔道能达到并维持真空。紧接着压浆泵将浆体压

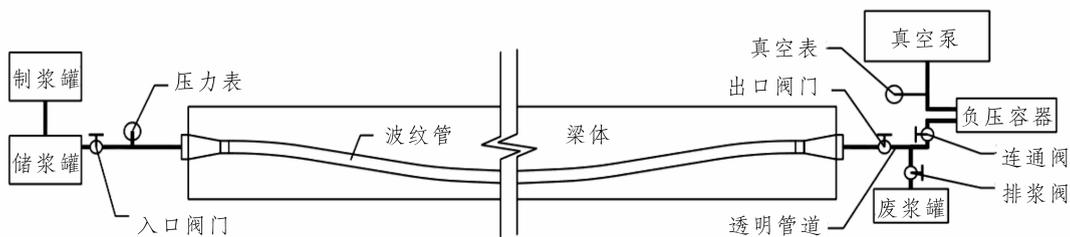


图 2 真空辅助压浆设备原理图

入孔道,直到浆体通过透明管道段。此时,关闭连通阀,打开排浆阀,将浆体排入废浆罐中,直到流出的浆体无摆动并具有良好的稠度。

关闭出口阀门,在 0.5 MPa 的压力下稳压 2 min,再关闭入口阀门,停止压浆。

#### 4 预应力孔道压浆质量控制要点

预应力孔道压浆施工的过程控制对压浆的质量水平有很大影响。现场施工时,为确保预应力孔道的压浆质量,必须对施工全过程进行有效的质量控制。

(1)波纹管安装位置的偏差会造成管道线形不流畅,从而给压浆作业带来困难,亦无法保证压浆质量。因此,要求在现场施工时按照设计及规范要求沿管道每隔 1~2 m 及在所有的斜率变化点标明波纹管的位置,从“长—宽—高”三个方向进行确定,以保证管道位置与设计图纸一致。

(2)压浆施工前,对锚具外的钢绞线、夹具与锚垫板的空隙应进行封锚,以使预应力孔道除进、出浆口外保持密封,防止因漏浆而导致压浆不饱满。

(3)为使压浆液保持较好的流动性,应保证管道通畅并润湿。可采用中性或碱性洗涤剂(皂液)加水稀释后对管道进行加压冲洗,冲洗后使用空压机将管道中的水全部压出。

(4)配制优质的浆液对压浆质量有很大的影响。压浆液稠度过稀将导致管道填充不密实,泌水率大,干缩大。压浆液过稠,吸管容易发生堵塞而导致其流动性降低。人工配制压浆液时,应严格按照配合比进行配制,控制压浆料和水的用量,充分搅拌均匀,无分层、离析现象。检测每盘压浆液的稠度,将其流动度控制在 13~18 s 范围内,待其符合《公路桥涵施工技术规范》中的相关要求后,方可将其压入管道中。

(5)在压浆施工时,应严格控制浆体温度。温

度较低时,在浆体硬化后可能会使管道中产生结晶水而造成压浆不密实。温度过高时,浆体流动性损失快,会给施工造成困难。压浆液的浆体温度宜控制在 5℃~30℃,压浆及压浆完成 3 d 内,梁体及环境温度不得低于 5℃,否则需采取保温措施以防止管道冻裂。当压浆温度高于 35℃ 时,将压浆时间调整在早晚进行或降低拌和水的温度。

(6)压浆液自拌制完成到压入管道的延续时间应有严格的控制,且其时间不宜过长。具体时间需根据施工时现场的气温和空气湿度、压浆料的相关性能以及单束管道的压浆工程量进行确定,但时间间隔不宜超过 40 min。

(7)压浆过程宜从低端向高端、先下层再上层一次性完成。压浆应缓慢、均匀进行。对于比较集中且相邻的管道应尽量连续压浆,以免发生窜孔现象。

(8)待压浆结束 2~4 h 后、压浆液初凝开始前,进、出浆口的阀门方可拆除。

#### 5 结 语

结合该工程预制梁涉及的预应力孔道压浆,可以发现管道压浆是一项比较细致的工作,在很大程度上影响到预应力桥梁的使用寿命。施工前需要选择合适的压浆设备、材料和工艺。在施工过程中,针对不同情况和出现的问题应及时进行分析和处理,尽量消除影响预应力压浆质量的各种因素。只有对施工的全过程进行控制,才能保证施工质量。

#### 参考文献:

- [1] JTG/TF50—2011,公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 张松.新版《桥规》后张法孔道压浆施工技术研究[J].城市建设理论研究,2017,27(2):190—191.
- [3] 吴冰,闫磊.浅谈后张法预应力孔道两种压浆工艺[J].技术与市场,2012,33(5):228—232.

(下转第 98 页)

和规定,该项目实施期间未发生一起人员安全责任事故,确保了员工的生命财产安全,相对而言亦降低了成本。

(5)坚持现场管理标准化,消减无效活动,改善低效活动,堵塞浪费漏洞。项目的现场管理尽量做到标准和规范,并且设法消减了各种无效活动,设法改善了各种低效活动,从而减少了资源的占用和消耗,节约或降低了成本。如各施工区域均有标牌,材料、构件均在规定地点堆放,避免了二次搬运造成的人力、物力浪费;对于钢模和钢管脚手架等周转设备用后均整修并堆放整齐等。在随时可能出现沙尘暴和扬尘等恶劣天气情况的沙尘暴季节,特别是在安装土工布、土工膜和有关管网的工作面均进行了必要的防护安排,避免了材料损失和返工等情况的发生。

### 3.2.4 合同措施

采用合同措施控制施工成本。作为合同履行方的承包商,首先一定要充分领会合同文件内容,严格按合同中有效(符合当地法律)合同条款执行以维护自身利益。合同措施包括合同风险管理和施工变更索赔等方面。

(1)合同工程风险管理。项目部不定期组织项目技术、商务和管理人员对合同(技术条款、业主要求、BOQ 表等)进行全面梳理,对盈利点(如结构料回填价号所涉及的工作内容)和发现的合同风险进行分析、评估,做到心中有数,并采取有效的应对措施规避风险、避免损失、降低项目成本,如满足法律规定与工程保险,进行有关税务策划等。

(2)施工索赔管理。项目部下发了《变更索赔管理制度》,并在工程实施中进行监督、跟踪、分析和诊断,以敏锐的感觉寻找和发现索赔机会。一旦发现,即刻做出反应。首先向业主提出索赔意向;其次是准备详实的索赔证据资料并及时提交索赔报告,然后和业主谈判解决索赔。在项目实施期间,我方向业主提交了 10 多份索赔函/索赔意向函。

(上接第 86 页)

- [4] 李育强. 预应力箱梁孔道压浆质量控制要点[J]. 科学技术创新. 2018, 23(10): 126-127.
- [5] 喻永华. 桥梁预应力真空压浆施工技术[J]. 北方交通, 2010, 27(2): 51-53.

作者简介:

(3)工程变更和新增价号的及时处理。项目部下发了《关于规范工程变更的执行程序的通知》。对于业主发出的关于工程变更的指令,若涉及到新增价号(项目涉及三十多个新增价号),需要和业主进行有关洽谈并及时处理以获得应有的效益。

(4)其他方面。

①确保月工程账单的按期提交和结算。另外,关注“未完施工”和“应收账款”的及时处理,从而降低工程项目成本,避免不应有的损失。

②项目业主追求的是项目价值的最大化,而承包商追求的是项目效益的最大化。但承包商和业主之间并非“零和博弈”(任何一方价值的额外增加都会导致他人价值损失或成本升高),需要谋求平衡点和合理的有关价值分配并建立良好的关系,以达到双方合作共赢之目的。比如,我方的项目 HSE 副经理获得了业主的信任而在原外聘 HSE 经理离场后取代他成为 HSE 经理,节约了相应的人工成本。

## 4 结 语

当前,全球经济下行压力持续增大,中国经济正从高速增长转向高质量发展,通过国家“一带一路”倡议形成了内外联动、协同发展的区域经济发展新格局。对于“走出去”的中资建筑企业,应做好以项目成本控制为核心的企业利润源泉的工程项目的合规经营管理,通过在全过程中采取一系列成本控制措施,规避风险,自上而下在生产管理和组织运作中开源节流、增收节支,实现项目成本目标,获得经济效益的最大化。

参考文献:

- [1] 安玉华, 施工项目成本管理[M]: 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [2] 戚安邦, 项目成本管理[M]: 北京: 中国电力出版社, 2016.

作者简介:

陈秉政(1968-),男,四川资阳人,工程师,从事水利水电工程施工技术及商务合同管理工作。(责任编辑:李燕辉)

蒋保东(1986-),男,重庆梁平人,工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工作;

汪 勇(1988-),男,四川简阳人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

段宇帆(1995-),男,四川德阳人,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工作;

王国栋(1989-),男,河南濮阳人,助理工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)