

# 桥梁预应力管道压浆施工质量控制技术及应用

甘 军<sup>1</sup>, 杨 超<sup>1</sup>, 季文洪<sup>2</sup>

(1. 杭州市交通工程质量安全监督局, 杭州 310014; 2 上海市建筑科学研究院(集团)有限公司, 上海 200032)

**摘 要:** 文章从预应力管道压浆浆体材料源头质量和压浆施工实时监测两个方面介绍管道压浆施工质量控制技术以及工程应用。压浆浆体性能、尤其是泌水性能的提高是十分必要的。利用压浆施工记录仪监测灌浆压力、出浆压力、流量等施工工艺参数, 可加强压浆施工过程的质量控制。

**关键词:** 预应力; 压浆; 质量; 控制; 应用

**中图分类号:** TU757. 4

**文献标识码:** A

## 引 言

预应力体系是桥梁结构的“生命线”, 管道压浆质量直接关系结构耐久性, 同时管道压浆作为一个隐蔽工程, 具有施工时间短、隐蔽性强、多参数控制、发生病害后难以修复等特点。本文从压浆浆体材料性能指标要求和相应试验方法, 管道压浆施工质量实时监测两个方面介绍管道压浆施工质量控制技术以及工程应用。

### 1 预应力管道压浆质量病害原因

桥梁工程建设中已采用真空压浆技术等措施提高管道压浆施工质量, 但是由于现场施工质量控制难度大, 施工队伍水平也参差不齐, 管道压浆欠密实的问题未得到根治, 施工中存在的主要问题在于: 预应力管道压浆浆体性能, 现场压浆施工管理。

#### 1.1 管道压浆浆体性能

我国行业规范与发达国家的规范比较尚存在一定差距:

(1) 我国规范重视管道浆体的强度和流动性, 其中强度是满足受力传递需要, 流动性是强调可施工性。而对于导致管道压浆空隙的泌水率指标相对要求较低, 在日本和美国、欧洲均已提出浆体不泌水的要求, 目前我国桥涵施工规范规定浆体泌水率“ $3h < 2%$ 、最大  $< 3%$ 、24 小时全吸收”的指标, 如果泌水集中到落差较大的桥梁负弯矩区域, 可能导致该部分孔道压浆后出现较明显的空隙。

(2) 对压浆浆体泌水性能的试验方法欠完善。欧洲研究成果表明浆体对于钢绞线是浸润的, 在钢束间隙产生毛细作用形成泌水, 钢绞线将导致浆体不稳定、泌水性能下降。在欧洲和美国、日本规范中均有内置钢绞线的倾斜管和垂直管试验, 用于检测浆体在钢绞线影响下的稳定性和泌水性能<sup>[1-5]</sup>。

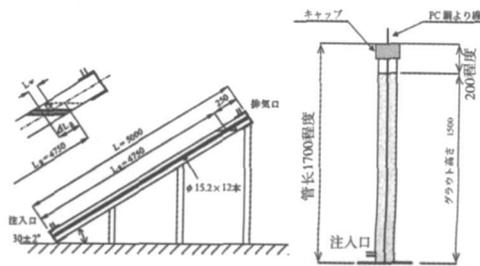


图 1 倾斜管试验和插筋泌水试验

表 1 人工和自动化比测分析表

序号	规范	公路桥涵施工技术规范 JTJ041-2000	TB/T 3192-2008 铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件	PTI (美国)	JSCE (日本)
1	初凝时间	/	有	有	有
2	抗压强度	$> 30\text{ MPa}$	$> 50\text{ MPa}$	$> 35\text{ MPa}$	$> 30\text{ a}$
3	流动性	14~18S (1725漏斗)	12~22S (1725漏斗)	11~30S	D14JP漏斗
4	泌水率	/	0.1%	0%	0%
5	膨胀率	$< 10\%$	0~3%	0~0.1%	0~10%
6	体积变化率	/	/	有	有
7	抗渗性	/	/	有	有
8	氯离子含量	/	有	有	有

### 1.2 管道压浆施工管理

#### 1.2.1 真空压浆

真空压浆工艺可减少管道内气压的影响,提高压浆的饱满度,同时要正确认识真空压浆技术对管道压浆质量的作用:

(1)根据真空压浆工艺原理,其改善压浆质量的核心是预应力管道内真空度的保证程度,需要在施工时严格检测其真空度实际参数。

(2)单纯依靠真空压浆工艺难以解决压浆浆体性能自身的问题(如泌水率等),浆体性能才是保证管道压浆密实的最主要因素。

#### 1.2.2 施工管理

美国、欧洲和日本对预应力体系施工有相应的规范或施工指南,要求(1)施工队伍专业化,压浆施工人员持证上岗。(2)压浆设计规范化,压浆施工工作专项施工组织设计。(3)施工管理数字化,对压浆流量、流速、压力、水灰比指标进行定量监测。

国内现场施工管理比较落后,(1)施工队伍专业性不强。(2)管道压浆施工设计不规范,未根据结构特点和预应力束形状进行专项施工组织设计,排气管、出浆管位置不规范甚至错误;锚头防护不到位,封锚材料强度、抗裂及抗渗性能不足。(3)施工管理缺乏科学有效的监测手段。

## 2 管道压浆施工质量控制技术

### 2.1 管道浆体材料源头质量控制

压浆料性能指标整体提高是十分必要的,它是提高预应力压浆质量最重要的要素,普通纯水泥浆浆体难以满足管道压浆质量要求。同时国外研究认为,倾斜管试验和插筋泌水试验可全面检测浆体泌水性能,该方法与目前国内一些较大工程中采用制作实体工艺模型试验来检验压浆质量方法相比,有成本低、定量性强的特点,值得大力推广。

### 2.2 施工管理

采用数字化手段监测预应力灌浆质量是加强压浆施工管理、保证施工质量的有效技术手段,笔者所在课题组已开发研制桥梁预应力管道压浆施工记录仪。

该仪器工作原理:管道压浆施工中浆体分别流经流量传感器、压力传感器,流量、压力等物理量被转换为电流信号,经调理后被送至数据采集模块进行A/D转换,最后由通信模块将转换数据通过串口送至计算机进行数据处理、分析和保存。同时对于真空压浆施工可通过出浆口压力传感器检测预应力管道内真空度保证情况。

### 2.3 工程应用

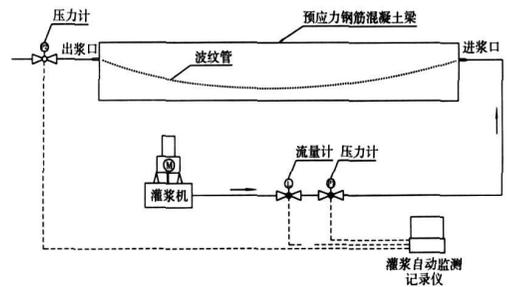


图 2 灌浆监测记录系统示意图

浙江省某桥梁工程,主桥上上部为 68m + 120m + 68m 变截面预应力混凝土连续箱梁,引桥上上部为 30m、40m 先简支后变连续预应力砼 T 梁。在 T 梁预制过程中应用压浆记录仪,加强管道压浆施工源头和过程的质量控制。

该 T 梁采用普通压浆工艺,在压浆施工中,使用该仪器进行灌浆压力、流量和持荷时间的动态监测。施工初期发现压浆施工过程存在问题:(1)由于一次制浆量不足,孔道压浆不连续,采用两次压浆,对施工质量造成不利影响;(2)压浆施工中持荷时间及持荷压力值均偏低,不符合工艺要求。

针对压浆施工管理存在的问题,对施工队伍进行培训,严格管道压浆施工工艺,表 2 所示某 T 梁板预应力管道压浆监测结果,该孔道实测进压最大 0.7MPa 出浆压力 0.55MPa 保压时间大于 2min,累计灌浆量 94.8L。整个孔道灌浆过程中无间断;灌浆完成后保压时间及压力值符合规范要求。

表 2 某 T 梁孔道灌浆自动监测记录

时间	进压 MPa	流量 LM in	出压 MPa	累计流量 L
: 38: 44	0.19	25.27	0.01	1.1
: 38: 47	0.19	51.80	0.02	3.4
: 38: 50	0.18	61.76	0.02	6.2
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
: 40: 41	0.60	28.45	0.52	93.8
: 40: 44	0.76	20.20	0.55	94.5
: 42: 47	0.77	18.12	0.55	94.8

## 3 结论

(1)压浆料性能指标整体提高是十分必要的,尤其应提高泌水性能要求,倾斜管试验和插筋泌水试验可全面检测浆体泌水性能,值得大力推广。

(2)灌浆自动监测记录仪应用于实际施工中,能够直观的反应出灌浆过程的真实情况,通过对灌浆监测数据的反馈与分析,使现场施工人员能够适时调整压浆施工工艺,达到了“动态质量控制”的目的。

(3) 灌浆自动监测记录仪的应用, 使得管道压浆施工由“事后检查”转为“事中控制”、从“被动控制”转到“主动控制”, 取得良好效果, 使预应力孔道压浆施工质量提高到一个新的台阶。

参考文献:

[1] 山岸俊 | . 道路橋 PC 桁の補修・補強工事 ~ グラウト再注入・外ケーブル補強について [M]. ~ 川田技報, 2004.

[2] Non-Destructive Testing in Civil Engineering International Symposium [C]. 1995, 柏林.

[3] Non-Destructive Testing in Civil Engineering International Symposium [C]. 2000, 东京.

[4] Non-Destructive Testing in Civil Engineering International Symposium [C]. 2003, 柏林.

[5] Non-Destructive Testing in Civil Engineering International Symposium [C]. 2006, 纽约.

### Research and Application of Prestressed Pipeline Grouting Quality Control

GAN Jun<sup>1</sup>, YANG Chao<sup>1</sup>, JI Wen-hong<sup>2</sup>

( 1 Hangzhou Bureau of Communications Engineering Quality and Safety Hangzhou310014, China  
2 Shanghai Research Institute of Building Sciences Co. Ltd., Shanghai200032, China)

**Abstract** The paper analyzes and sums up the existing problems about post-prestressed grouting. It is necessary to improve the performance, especially the bleeding performance of slurry. Grouting automatic monitoring data recorder that is a kind of automatic monitoring system is applied in the highway bridge construction of prestressed duct grouting. The grouting pressure, slurry pressure and grouting flux acquired by the grouting automatic monitoring data recorder are used to analyze the actual situation of grouting process.

**Keywords** prestressed pipeline grouting quality; control application

(上接第 626 页)

[2] SL 60-94 土石坝安全监测技术规范 [S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1994.

[3] 韩琳, 吴少华. 莲花水电站大坝安全监测自动化系统 [J]. 东北水利水电, 2001, (7): 40-41.

[4] 王亚超, 朱赵逃, 彭妍. | 种提高大坝安全监测系

统自动化水平的方法, 水电自动化与大坝监测, 2007, 31(6): 57-59.

[5] 胡永平, 张军荣. 三班溪水电站大坝安全监测系统建设特点及运行建议 [J]. 水电自动化与大坝监测, 2009, 33(5): 52-55.

### Construction and Operation of the Automatic System for Gongboxia Hydropower Station's Security Monitor

ZHANG Xu-shan

(Yellow River Electric Power Testing Technology Engineering Co. Ltd, Xining 810016, China)

**Abstract** Safety testing of Gongboxia—the Yellow River's first large-scale CFRD hydropower, has many characteristics such as side with many points, distributed widely and many kinds of instruments. After the project automation system for Gongboxia hydropower station's security monitor is completed, its technology is advanced. This paper mainly focuses on the necessity of constructing automation system for the dam's security monitor and its structure, function and operation.

**Keywords** Gongboxia hydropower station; security monitor of dam; automation system; structure of the network; operation