

# 桥梁预应力智能张拉压浆技术在高速铁路施工中的应用

刘光辉 马世清

中交路桥南方工程有限公司 北京 011500

**摘要:** 因为预应力技术在混凝土结构中的良好运用,所以在国内各类工程施工中都能运用它来增强结构的品质。张拉压浆是预应力混凝土结构施工中最为关键的一道工序,它的成败关系到整个工程的成败和成败。常规张拉压浆技术因其自身缺陷而导致工程质量无法保障,给人们的生产、生活带来了极大的影响,给工程带来了极大的经济损失。为此本项目拟采用智能张拉压浆技术,克服常规压浆方法存在的缺陷,大幅提升工程质量。

**关键词:** 预应力; 智能张拉; 智能压浆; 施工技术

## 前言

由于高铁处于特殊的位置,对其各项安全性指标都有严格的要求,针对高铁工程的实际需要,在高铁工程中引入智能张拉压浆技术已成为亟待解决的问题。采用智能张拉压浆的方法,不仅可以对预应力的大小进行准确的控制,而且可以将偏差控制在容许的范围之内,而且可以提高施工效率,节省人力,降低施工成本。经过对比分析,提出了采用智能桥面张拉压浆技术的高铁施工方案,满足了高铁施工的需要,并保证了高铁施工的质量和经济性。

### 1 桥梁预应力智能张拉压浆技术的提出

#### 1.1 传统的预应力张拉施工系统的弊端分析

(1) 在施工的时候,采用人工进行位移与压力的控制,这样的控制方法不可避免的有很大的随意性,在施工的时候,张拉力完全是根据压力表上的数据来进行控制,这样的方法不够精确,因此会有一些误差。

(2) 在保持荷载的期间,由于没有自动补偿张拉功能,不能对荷载的大小进行准确的控制,因此,在控制的过程中,会产生欠张的现象,一旦发生,将对工程质量产生很大的影响。

(3) 在架桥过程中,对钢索的张拉延伸进行检测与登记,此项工作均为手工操作,因此会出现资料不准确、记载不及时等情况,也会产生一些偏差。

(4) 在实施张拉时,要求同时进行,但目前采用的是手工张拉,由于各人员无法做到完美的同步性,导致张拉时的同步性较差,无法实现多点、均匀的张拉,且在锚杆固定时,会出现瞬间卸载,进而对卡箍产生影响,不可避免地会产生一些偏差。因此,采用常规的张拉施工体系,会产生较大的偏差,导致其施工质量不能满足很高的标准,进而制约了它的推广。

## 1.2 预应力智能张拉压浆技术的优势

### (1) 智能张拉机构施工优势

智能型张拉机构能够实现连续张拉的施工作业。在实施张拉前,工程师会先录入与项目有关的单位资料,如:施工单位资料,施工方资料,监理单位资料等。在进行预应力张拉作业的时候,利用网络通信技术,向上述工程有关单位提供了一个工程实时监测功能,这样就能够协调各方,加强对工程质量的监测。

### (2) 智能压浆系统施工优势

注浆作业的首要目标是确保预应力钢筋在混凝土中与孔道壁相结合,将预应力钢筋与混凝土结构连成一体,并向受力主体传递预应力到受力主体,并对预应力钢筋起到包覆和防护作用,避免因锈蚀而降低受力。若预应力通道中的灌浆不够紧凑,且有大量的间隙,则会使其对预应力筋的防护产生缺陷,同时,其与整个结构的锚固也不够牢固,从而对整个工程的承载力产生不利的影 响。采用智能化灌浆技术,使灌浆过程不受影响,使灌浆过程不受干扰,使灌浆从孔道出口处向蓄浆筒循环,从而有效地克服了常规灌浆工艺所面临的难题。为确保孔道的密实性,本项目提出一种连续循环注浆的方法,通过在注浆入口和出浆入口设置高灵敏度的传感元件,实现对水泥浆液比例的实时监控,确保全过程的各项指标的偏差都在一定的范围之内。在整个压浆施工操作过程中,构成了一个由智能主机—施工单元—传感器—智能主机—施工单元的循环工作模式。以机械中智能主机为核心,对施工参数数据进行动态地调整,从而维持了施工的严谨性,从而确保了工程的质量。与过去的常规压浆施工方法相比,该方法实现了完全自动化和智能化,避免了由于人工作业带来的过度的误差和错误的操作,使得每一项项目的性能都得到了进一

步的提高。

## 2 智能张拉压浆系统的基本原理及应用

### 2.1 智能张拉系统

智能张力控制系统是以高度智能化的操纵主机为主体,以油泵和起重器为主体的三大构件为主体组成的。在张拉预应力的控制中,以主机为中心,油泵和千斤顶相互协调,三个部分相互影响,使系统的有效功能得到最大程度的利用,使系统的设计更加智能,用户的用户体验也更好。通过对张拉控制力和伸长的误差区间进行电脑录入,可以直接、精确地反映出钢丝绳的张拉力和伸长,并以此来对张拉施工时间进行校正。

通过传感器,可以在最短的时间内,把采集到的施工数据传输到计算机系统,当主机接收到有关的数据后,可以对这些数据进行及时的分析,从而判断出在张拉过程中,所产生的力和伸长的变化。向张拉设备发送系统命令,双方互动,多个顶点对称张拉,并根据需要及时调整张拉设备中的电机参数,完成张拉补偿,并通过对油泵电机转速的有效控制,保证了张拉预应力的精确控制。

该系统利用上位机的命令控制方式,实现了对上位机全过程的监视与监测,实现了上位机全过程的自动控制。由于张拉系统具有漏压补偿和停电后数据存储等功能,使得张拉过程中不会因机械故障而导致数据和能量损失,因此能够有效地提高桥梁的有关性能。

在张拉完毕后,采用智能化的张拉系统,能够逐渐、高效地进行降压,保证张拉力的高效转换,尤其是在检测时,利用降压技术降低了对工作卡盘的撞击。在连续梁张拉施工之前,将相应号段的施工单位、监理单位等有关部门的资料录入到系统中,在预应力张拉时,利用电脑的远程通信技术,为施工单位、监理单位等有关部门,实现了一种远程监视的方式,从而增强了对项目的质量控制。比如,监督人员可以利用网络技术对有关资料进行审查,并在资料报告上签字、确认。现场技术人员能够对整个张拉过程展开监测,详细到每一个行程的千斤顶应力、应变值随着时间的推移而不断变化,从而达到精确控制压力位移值(压力精度 0.1 MPa、位移精度 1 mm),从而对具体的数据进行有效地分析和研究。此外,张拉机器还具备泄漏压力补偿的能力,可以长期维持高压,并且在机器发生故障后,还具备内存,不会损失储存的资料,因此,如果在张拉时出现了诸如安全和质量方面的突发问题,可以立即取消张拉状态,等问题解决后,可以重

新开始。为了确保在出现意外状况时,不会对整个大桥的预应力进行干扰,在张拉机器上设置了超压保护,超位移保护,通信中断保护,在张拉完毕之后,技术人员可以根据需要,进行相应的校正。除此之外,智能张拉系统还能自动产生张拉记录表格,将整个工程的数据都记录下来,保证了工程数据的真实性和可追溯性。

### 2.2 智能压浆系统

智能化灌浆系统由三个部分组成:计算机主机,测量控制系统和循环灌浆系统。预应力管、制浆机和压浆泵是灌浆系统回路的重要组成部分。智能灌浆系统的关键在于参数的设定和调整,它对灌浆工人的操作水平有很高的要求。

计算机主控系统是全流程的核心,可以使泥浆在系统中持续循环,用高压穿孔把气体和相关的杂物从管路中排除出去,当出现阻塞时,主控系统会开启,发出警报,必须尽快解决。

将高精度的传感元件,安装在预加载管线的进出口上,可以实时监测浆液中的水胶比,管路压力,浆液流量等各项特性参数,并以最快的速度,将测量到的数据,输入到计算机中。根据主机的判断和分析,对测控系统进行反馈,逐步优化和完善这些具体参数,从而确保整个压浆过程能够顺利、有序地进行。智能压浆系统能够有效地保证在预应力管道中的浆液的紧实度,使其内部的空洞变得更小,并能够对压力的大小做出快速而有效的调节,还能够与具体的图纸规范要求相结合,在管内保持住压力。在提高浆液的流动性上,常规的压浆工艺都是采用测试仪表测量或者手工观测的方法,决定能否采用人为添加水的方法来提高浆液的流动性,但是,循环智能压浆系统具有自动添加水的设备,可以精确地计算用水量,从而对水胶比例进行控制。

压浆法的首要作用是确保预应力钢筋在混凝土保护层内,采用压浆的方法,将钢绞线、浆体、混凝土连接起来,并将预应力分布到主梁上,还可防止钢索因环境因素而损坏。预应力钢绞线是一种以水泥浆和外围混凝土为核心的新型钢筋,其主要作用是通过钢筋和混凝土的夹持作用实现两者的有效结合和锚固,从而提高梁体抗裂能力和承载能力。如果预应力管中的灌浆不够紧密,形成空洞,则会严重影响桥梁的寿命。智能灌浆技术的应用,可以有效地解决灌浆不紧密的难题,提高桥梁的质量和耐久性。

在施工过程中,利用循环系统将预应力导管出口处的

泥浆引导到对应的贮浆槽内,从而形成一个循环系统。为保证注浆的致密程度和消除预应力管线中的气体,该智能压浆系统采取连续循环注浆模式,并在出、入浆口处安装传感器,实现对浆液的水、胶比例的实时监控,从而保证注浆液满足技术要求。利用计算机主机接收到的传感器数据,对采集到的数据展开综合计算与分析判断,并对其及时的反馈,从而确保施工质量,提高施工效率。相对于常规的压浆方法,该方法能够有效地防止人工作业对其造成的影响,提高其技术参数的准确性。

### 3 智能化预应力张拉与压浆工艺流程与操作要点

#### 3.1 智能张拉

##### (1) 数据的输入

主控计算机的主接口是控制系统的主接口,对张拉和梁型等参数进行微调。工程技术人员必须对桥梁的种类、力筋的数量、长度和力筋的编号等数据进行统计和整理,才能建立起箱梁的梁型数据库。必要时,需将桥梁信息输入到桥梁数据库中,根据梁型、跨长、跨长等有关数据,为张拉施工过程中张拉力的设定提供数据依据。

##### (2) 数据的检查

只有在保证上述参数输入正确的情况下,才能为以后的施工创造有利条件。因此,在张拉参数设置完毕后,监工和张拉操作技术员都要对张拉界面进行详细的拍摄和展示,然后才能开始张拉,让被张拉的受力钢筋进入张拉激活状态。当张拉钢束开始工作时,系统的控制台上会出现一个提示,由技术人员进行确认,确认正确后,就可以进行张拉了。同时,这也为智能张拉数据的精确度提供了最终保证。

##### (3) 智能张拉过程注意事项

技术员在张拉状态时,要密切关注压力值和定位值,以保证各项指标在正常范围内,并按照指示灯的指示来判断张拉情况。除此之外,相关的技术人员还必须密切注意张拉时的工作状况,以保证在出现任何突发状况时,都能及时停止工作,等突发状况解决后,再继续张拉。

对于锚固的作业,应在控制设备预应力维持稳定的同时,不得用手等用力的敲打,同时要保证夹片顶面平整,同时要将夹片的错位量控制在2 mm以内,要保证夹片外露的长度不超过4 mm等。在锚固作业结束后,要切断多余的钢索,采用无齿锯可以有效地减少锚的损坏。

#### 3.2 智能压浆

在设定智能压浆参数的时候,首先要对压力传感器进

行校零,从而确保仪器指示器在没有压浆的时候是0,如果不是0,那么就要对其进行校正,然后才能精确地输入浆液的混合比例和搅拌的施工参数,并设定压力的数值和保压的时间。设定好了这些参数就可以进行压浆了,在进行自动下料,上水,上料,搅拌等工作时,必须先确认整个压浆质量的数据是否被输入到系统中,才能进行浆液的调配。

在确保设备连接无误之后,对水槽中的浆液进行低速搅拌,接着进行压浆作业,当检测到压力检测装置等的数据在稳定的工作状态下,就可以启动压浆保压操作,之后就可以顺利地完成了压浆操作了。在灌浆过程中,要注意设备的工作状况,一旦发现异常,立即停机,待问题解决后,重新开始灌浆。

### 4 结语

智能张拉和灌浆技术通过计算机控制,可对张拉和灌浆过程中的张拉力、张拉速度、灌浆压力、灌浆体积等进行自动调整,以达到提高张拉和灌浆精度、效率及质量的目的。应用智能张拉与注浆技术,可使桥梁结构的刚性和稳定性达到最大化。水泥砂浆致密化,可有效地保护钢绞线,提高桥梁的耐久性,减少预应力的损耗,增强梁体的抗弯承载力。在保证工程质量,减少施工难度,提高施工企业经济效益等方面起到了很大的作用。

### 参考文献

[1]王记涛,王志杰,焦刘霞.桥梁预应力智能张拉压浆技术在高速铁路施工中的应用[J].粘接,2021(2):175-179.

[2]于小鹏.桥梁预应力智能张拉和压浆设备技术研究[J].山西交通科技,2021(1):61-63.

[3]鲍宇豪.压浆技术在公路路面脱空处理中的应用[J].运输经理世界,2021(35):19-21.

[4]杨宏伟.桥梁预应力智能张拉压浆技术在高速铁路施工中的应用[J].运输经理世界,2022(25):97-99.

[5]卢向阳.预应力智能张拉控制系统及真空压浆工艺在公路桥梁工程中的应用探讨[J].时代汽车,2022(15):193-195.

[6]罗哲涛.桥梁预应力智能张拉压浆系统原理及施工技术研究[J].企业科技与发展,2022(4):182-184.