

# 预应力技术在桥梁施工中的应用

宋凯

中铁四局集团第二工程有限公司

**摘要:**在我国社会经济的蓬勃发展下,各地区道路交通运输水平也得到了明显的提升,四通八达的道路桥梁工程便捷了人们的生活,为地区经济建设奠定了良好的基础。为进一步提升道路桥梁工程的施工建设质量,有必要融合预应力技术等先进的桥梁施工技术,合理选择预应力锚具、钢绞线,优化预应力施工工艺,确保能够将该项技术的应用优势发挥到实处,保障公路桥梁整体建设质量能够达到预期,使得预应力技术更好地应用于桥梁施工建设中。本文主要分析了预应力技术在桥梁施工中的应用,结合实际工程案例进行探讨,期望能够为相关工程的建设提供一定参考。

**关键词:**预应力技术;桥梁施工;施工技术;技术要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.058

## 一、引言

在道路桥梁工程施工建设中,预应力技术是一项十分常见的施工工艺。在工程建设过程中,施工人员可以通过对结构施加压应力来消除荷载拉应力,维持桥梁工程的结构稳定性,并确保混凝土结构能够具有良好的抗拉裂、抗渗及抗疲劳性能。通过应用预应力技术,能够进一步优化工程建设效果,保障桥梁工程能够得以如期保质交付,并为其完工使用中的质量与性能切实负责。在实际应用期间,钢绞线下斜及穿束、压浆、钢绞线张拉等环节的工艺复杂性高,需要严格把控技术参数,强化工艺控制,切实保障工程建设效果。

## 二、工程案例分析

### (一)工程概况

本文以徐州市城东大道快速化改造工程为例,结合子项二(K3+916.500~K6+745)标段桥梁施工时的预应力技术应用状况展开探讨。该工程道路全长12km,红线宽度50m,主线高架总长度9.7km,设计车速80km/h。地面铺路设计车速50~60km/h,匝道40km/h。全线共计子项4个,子项二桥梁包括主线桥、平行匝道《N4、S4、N5、S5》、汉源大道立交和老房亭河地面桥,全长2.8285km。桥梁设计安全等级为一级,设计基准温度15℃,台后填土高度3.5~4.0m。

### (二)应用预应力施工技术应用优势

从应用优势来看,将预应力施工技术融入桥梁工程建设中,能够进一步优化桥梁结构耐久性,降低构建裂缝发生概率,并延长桥梁工程使用寿命。与此同时,选择使用预应力施工技术,能够进一步节约施工建材,减

少钢筋、混凝土等建材的用量,使得桥梁结构自重大幅下降。在预应力结构的支持下,桥梁工程构建主拉应力与竖向剪力可以得到很好的控制,工程耐疲劳性能优,能够更好地满足工程使用需求。

### (三)预应力技术在桥梁施工中的应用方案

#### 1.做好前期准备工作

在施工前期准备阶段,一是要完成满堂支架施工,依照工程建设要求规范制作支架,并完成相关基础处理工作。随后,组织施工人员进行支架搭设,完成底座、底模安装,并进行预压操作,按照上述工序完成施工建设。在此期间,需要通过预压操作来检验支架安全性,以保障后续施工能够顺利推进,避免因地基、支架非弹性变形而导致工程建设质量受到影响。依据该工程的建设参数,在前期准备阶段,为更好地控制桥面线形,需要依据梁体自重分布曲线图变化来明确堆载钢筋数量,并保障梁体荷载、预压荷载分布的吻合性。密切关注支架顶部监测点沉降量,当其在12h的平均沉降量低于2mm时,便可由60%加载荷载切换至80%,再至100%。在布置监测点时,需要将其分布于跨中、每跨两端以及1/8、1/4处,保持24h/1次的监测频率,依据所得标高数值明确沉降量,并在卸载6h后进行复测。

二是要完成钢筋工程施工。在施工前,应当首先落实好对钢筋材料的进场检验工作,保障其质量与性能达标,并核对数量、型号及种类,检查其是否具有完备的质量检验证明,并进行抽样试验。在加工过程中,需要严格依据工程建设规范来调整其形状与尺寸,并遵循先主筋再箍筋后架立筋的顺序安装钢筋,保障安装质量。

三是要完成混凝土工程施工。在此过程中,应规范配置拌合混凝土材料,并规范运输混凝土材料,切实保障混凝土浇筑质量,并注重对混凝土材料的养护。其中,浇筑环节是影响工程建设质量的重中之重。举例说明,在进行腹板混凝土浇筑时,需要控制浇筑分层厚度在30~40cm范围内,并保障两侧腹板浇筑的对称均匀性,以免因厚度控制不合理而诱发色差、冷缝等现象。由于该工程建设期间夏季温度较高,因此需提升混凝土坍落度至上限,提升灌注速度。在进行腹板内侧混凝土振捣时,应适当延长整体振捣时间,外侧则一般需保持短振、勤振、密插的原则<sup>[2]</sup>。

#### 2.安装预应力管道

在该工程中,选择使用塑料波纹管,在安装前对其进行灌水试验,保障塑料波纹管的使用性能,防止将存在渗漏问题的管道使用到工程中。安装时,保持各定位

筋间的间距在50~100cm范围内,并避免于波纹管周围实施电焊作业。应降低钢绞线坐标偏差,确保其不高于5mm。针对其中存在过大空隙的区域,需要选择以海绵泡沫进行填塞。为更好地固定钢束管道,需将定位钢筋与钢筋骨架相焊接,并控制其间距不高于0.6m,在钢束曲线段,应保障定位钢筋密度在0.3m左右。需于波纹管最高点安装排气孔,并注重对连接处的密封处理,做好成品保护工作。

### 3. 钢绞线下料

在这一施工环节,相关人员应当以工程设计图纸为根本参照,明确具体的下料长度,并保障能够留足工作长度。对于该高速公路工程,实际下料长度需略高于设计长度,并将二者间的差值控制在20cm左右。在下料完成后,需要依据长度与孔位进行编号,为后续搬运及穿束环节提供便利,以防止因人为操作失误而导致工程建设问题。

### 4. 穿束

施工前,需先检查锚垫板规格与尺寸,保障孔道干净通畅,为后续施工做好铺垫。对于接口位置,常发松散现象,影响施工,需多加留意。在该项目工程中,实际应用钢绞线为低松弛钢绞线,弹性模量 $1.95 \times 105 \text{MPa}$ ,截面尺寸 $140 \text{mm}^2$ ,直径15.2mm。施工前,保持前端扎紧实并缠绕胶带,便于后续穿束,在完成安装后及时检查管道,筛查是否存在管道损坏现象<sup>[3]</sup>。在进行混凝土浇筑施工时,应当要求施工人员于两端拉动钢束,保障孔道畅通性,避免出现漏浆堵塞的现象。同时,安装完毕后需及时封堵波纹管两端,并避免钢绞线直接暴露于空气中,防止其生锈。

### 5. 张拉

该项目工程选择使用500t、20t穿心式千斤顶进行张拉施工,在施工前,对设备进行润油校验,并委派专人保管施工设备。在进行张拉施工前,分析实际伸长量与计算值间的误差,保持二者间的误差不超过 $\pm 6\%$ 。若存在较大误差,则应当及时查明原因并进行处理,以防止施工质量受到影响。在张拉施工过程中,需要坚持“三同心、两同步”的施工原则,依据先腹板索、再底板索后顶板索的顺序进行张拉施工,保障张拉前的混凝土强度能够达到设计强度的90%及以上,并在7d后进行张拉。对于存在锚环裂纹、压浆滑丝等现象的,则应当及时更换钢绞线。

### 6. 压浆封锚

在完成张拉施工后,需保持24h的施工间隔,随后再进行压浆施工。在此过程中,应当确保管道干净畅通,将其中杂质与积水清除干净,确保压浆作业能够一次完成。施工中,需要选择通过试验来确定具体的浆体材料配置参数,于其中加入适量减水剂、阻锈剂,保障浆体材料施工性能。应控制水泥抗压强度在C50及以

上,控制浆体温度 $\leq 30^\circ\text{C}$ 。应保障所得浆体材料具有良好的流动性,并保障其初凝时间大于5h,终凝时间不超过24h。施工人员需科学配置水泥浆,并确保在水泥浆拌制完成后40min内将其注入孔内,遵循自下而上的顺序完成压浆,保障一次完工。在压浆过程中,需要实时观察出浆状况,若其稠度与盛浆筒内浆体一致,且始终能够保持均匀、流畅的出浆,则可以及时关闭阀门与压浆泵。在需要进行二次启动时,保持其灌浆压力0.5~0.7MPa,2min后关闭。

随后,进入到封锚环节。在此期间,应当首先完成对锚具与预应力筋的防锈处理,并进行混凝土凿毛,选择使用高压水对其进行冲洗,并晾干。应依据工程建设要求规范布置钢筋网,明确混凝土类型与强度,确保其满足封锚设计要求。随后,进行混凝土养护,使其温湿度保持在合理范围内,并做好防水处理。在封锚完成后,还需要留下试件进行试验,为工程竣工验收提供依据。

## 三、桥梁施工中的预应力技术应用要点

### (一) 科学选用预应力锚具

在预应力施工过程中,应准确把握三项基本要点:

第一,借助通孔器做好预应力管道的疏通处理作业,然后,实施穿束施工。第二,按照施工方案做好纵向力筋施工作业,在具体施工中,需要先穿过导线,接着连接好力筋,运用卷扬机实施牵引,做好穿束施工作业。另外,要采用人工穿束的方式完成横向力筋施工作业。第三,做好穿束施工作业后,应全面检查力筋的质量,改善力筋外露状况,确保力筋的两端外露长度一样,力筋的张拉质量必须满足标准要求。除此之外,要安装好锚具与千斤顶。对于桥梁工程而言,实际建设期间所选择的预应力施加方式存在一定区别,一般可分为先张法、后张法两大类来谈。受预应力施加差异影响,所需选择的预应力锚具具有显著差异。具体来说,在应用后张法时,可以选择引入机械锚固类、摩擦锚固类预应力锚具来完成施工。其中,机械锚固类锚具的适用性较强,能够被应用到多种施工情况中,具体施工期间应借助预应力钢材端部机械进行加工,将锚钉与高刚度钢筋相连接,或是应用钢丝线固定预应力绞线。在单根、多根钢绞线中,均能够选择使用机械锚固类锚具。应用这种锚具,在完成预应力施加后,常伴随着较少的应力损失,整体施工效果更加能够得到保障,连接便捷性也更高,往往能够于灌浆前便进行放松<sup>[4]</sup>。另外,摩擦锚固类锚具的应用便捷性优,能够实现快速作业,但整体应用难度较大,需要依据实际状况灵活选择。在应用过程中,通过使用楔形锚具来增强其与钢绞线间的摩擦力,实现预期效果。该种锚具的使用范围广,但铰接难度大,且具有一定应力损失。在预应力施工过程中,需要依据索形、张拉应力来明确等效荷载,科学规划预应力钢绞线

空间位置,并确保锚垫板预埋位置准确无误。应严格遵循图纸设计内容来完成横肋、墩顶导向槽制作,保持墩顶导向槽端部平滑性,防止在张拉施工过程中造成钢绞线挤压问题。

## (二) 发挥钢绞线的作用

在应用预应力施工技术时,所选择的钢绞线材料将直接影响工程建设质量与性能,合理选择钢绞线、科学规划钢绞线位置与布置方式是至关重要的。在现代桥梁工程中,常使用到的预应力钢绞线分别为低松弛性钢绞线、预应力钢筋、矫直回火性预应力钢丝、普通预应力钢绞线4种。在工程建设过程中,相关人员应当结合工程建设需求来灵活选择。通常情况下,低松弛性钢绞线具有良好的成本、性能优势,整体美观性更强,因而大多桥梁工程都使用低松弛性钢绞线来完成施工。同时,普通预应力钢绞线也具有良好的适用性。总之,需要充分考虑到工程建设的成本、性能优势,在保障工程建设质量的同时尽可能地降低钢材使用量,以提升工程建设效益,为后续施工进程的顺利推进奠定良好的基础。应充分考虑钢绞线表面状态、伸长率、延伸性等因素,并分析其几何参数是否满足工程建设需求,规范开展屈服荷载试验、伸长率试验等,保障其性能合格性。同时,一般应保障钢绞线长度不低于30m,并防止钢绞线直接接触地面,延长其使用寿命。在完成预应力钢绞线张拉后需便进入到灌浆处理环节,需清除黏结段钢绞线表面PE层与油脂,保障其干净、整洁性。在钢绞线下料环节,应侧重于对钢管及锚垫板黏结段的处理,并明确黏结段长度与位置,保障处理效果。穿束施工过程中,应防止产生钢绞线下垂的现象,保障PE层可以先进到密封罩中<sup>[5]</sup>。张拉施工阶段,需保障两端延迟部位相一致,针对150m以上钢绞线选择以单根穿梭的方式完成穿束施工,在全桥范围进行部分缠绕,避免因钢丝线相互缠绕而导致预应力施加效果受影响。同时,需注重对钢绞线及锚板孔进行编号,以方便施工操作。

## (三) 满足钢绞线的张拉力度

在进行钢绞线张拉施工前,需要首先完成钢绞线预紧处理,以免因其始终处于松散状态而导致缠绕现象。施工人员需保障预紧处理效果,当钢绞线处于松散状态时,需保障其两端黏结长度相一致,并对两端进行对称张拉,保障预紧力强度达标。完成预紧张拉施工后,需检查是否存在钢绞线错位的现象,控制预紧力在合理范围内。预紧力大小以张拉力的15%为最佳,以避免因其过大或过小而导致预紧效果受到影响<sup>[6]</sup>。

此外,在高应力张拉中,需要首先做好准备工作,保障所使用的构建几何尺寸符合图纸设计规定,检验混凝土强度、排气孔畅通性,确定孔道位置,并保障预埋铁件布置的合理性。在确保构件无误后,方可进行高应力张拉施工。在此期间,应当搭建临时操作平台,检查

各仪器设备的运行状况,落实好标定工作<sup>[7]</sup>。相关施工单位应当要求专业人员负责校验工作,以标准压力机进行监测,并对张拉设备进行配套校验。需保障压力表精度大于1.5级,保障校验设备精度高于2%,保障钢绞线伸长值、张拉值满足工程规划要求,并对存在较大偏差的及时进行校正。应加强对施工人员的监督与指导,保障其能够严格遵循张拉工序规范施工。

## (四) 做好压浆处理工作

针对体外索锚固横梁,为进一步提升其稳定性,需进行局部黏结固定,并在施工前以模型试验的方式来确定钢绞线黏结力要求。在此期间,需保持压浆密实性与饱满性,使得局部黏结力高出张拉力8%左右,并在张拉技术1d内进行压浆施工,应用活塞式压浆泵完成压浆操作。实际操作期间,需要保障压力稳定性,确保能够均匀压浆,控制好浆体配比,保障其质量。

## 四、结语

综上所述,在现代社会,民众的出行需求持续高涨,地区经济建设也离不开良好的交通运输水平作支撑。随着越来越多桥梁工程被投入到施工建设中,有关桥梁工程施工工艺技术的话题引起了相关业界人士的广泛关注。通过融合预应力技术来完成施工,能够更好地保障桥梁工程的建设质量,保障车辆行驶安全。考虑到预应力施工的复杂性,在实际施工过程中需要加强对施工工艺的管理与控制,保障材料质量达标,并增强工艺操作的规范性,将预应力技术的应用优势发挥到实处。本文结合具体的工程案例,对桥梁施工中的预应力技术应用要点展开了初步的分析与探讨,期望能够为广大同行提供一定参考。

## 参考文献

- [1] 钱邵同. 大跨度预应力桥梁施工控制技术概述[J]. 决策探索(中), 2020(06): 37-38.
- [2] 邹江波. 研究后张预应力桥梁施工中预应力张拉的质量控制[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(03): 115-116.
- [3] 黄国垒. 预应力技术对桥梁重要性分析[J]. 四川建材, 2022, 48(07): 149-150+152.
- [4] 邵昌晓. 预应力桥梁顶推施工改进及大直径钢绞线应用[J]. 交通世界(中旬刊), 2022(6): 154-156.
- [5] 王文兵. 桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术的运用[J]. 企业科技与发展, 2021(06): 79-80+83.
- [6] 庄步凯. 公路桥梁施工中预应力技术应用分析[J]. 运输经理世界, 2021(19): 109-111.
- [7] 汪海燕, 国际娇. 道路桥梁施工中预应力的应用及存在的问题探析[J]. 百科论坛电子杂志, 2018(10): 145.