

# 后张法预应力技术在桥梁箱梁施工中的应用

王育发

身份证号码: 441203xxxxxxxx1518

**摘要:** 桥梁工程在社会发展中占据着重要地位,而后张法预应力技术等先进的技术手段在桥梁工程中具有较高的应用价值,因此围绕后张法预应力技术在桥梁箱梁施工中的应用进行了研究与探讨。探究结果表明,灵活应用后张法预应力技术有利于提高施工效率与质量,所以应提高对这种技术手段的重视程度,根据工程实际情况做好钢筋绑扎、模板制作、波纹管预埋等各个环节的工作,且需要通过科学计算预应力张拉伸长值等手段优化施工效果。

**关键词:** 后张法预应力技术;桥梁箱梁施工;模板

## Application of post-tensioned prestressing technology in bridge box girder construction

Yufa Wang

ID No.: 441203xxxxxxxx1518

**Abstract:** Bridge engineering holds a crucial position in social development, and advanced techniques such as post-tensioning technology have significant application value in bridge projects. Therefore, research and exploration were conducted regarding the application of post-tensioning technology in the construction of bridge box girders. The investigation's findings indicate that flexible application of post-tensioning technology can enhance construction efficiency and quality. As such, greater emphasis should be placed on this technological approach. Tasks such as reinforcement binding, formwork fabrication, and corrugated pipe embedding need to be executed meticulously based on the actual project conditions. Additionally, optimizing construction results requires methods like scientifically calculating prestress elongation values.

**Keywords:** Post-tensioning prestressing technology; Bridge box girder construction; template

### 前言:

在多种因素的影响下,部分桥梁工程的品质与性能仍然存在问题,而应用后张法预应力技术可有效提升桥梁工程的整体性能并缩短桥梁工程的施工周期,为此应在现有研究结果的基础上分析如何在桥梁箱梁施工中应用后张法预应力技术。

### 一、后张法预应力技术与箱梁概述

#### 1. 后张法预应力技术

后张法预应力技术指的是先浇筑水泥混凝土,等到混凝土强度达到设计强度的75%以上后再张拉预应力钢材,以形成预应力混凝土构件的施工方法,在桥梁以及大跨度建筑等工程中的应用较为广泛<sup>[1]</sup>。

#### 2. 箱梁

箱梁是桥梁工程中的一种梁,上部两侧有翼缘、内部为空心状,整体类似于箱子,包括单箱、多箱等类型。从力学特性来看,作用于箱梁上的主要荷载为恒载与活

载,其中恒载是对称作用的,基本不会产生偏心作用,而活载可能是对称作用,也可能是非对称偏心作用。

### 二、桥梁箱梁施工中后张法预应力技术的应用

#### 1. 桥梁工程概况

某桥梁工程的全长为281m、总宽为24m,下部采用桩柱式结构、上部采用预应力箱梁,且预应力箱梁的长度为30m、底宽为1m、顶宽为2.4m、高为1.6m并利用低松弛钢绞线钢筋材料、预应力部分管道使用波纹管<sup>[2]</sup>。同时,为了保证能够均衡控制预应力,采用对称性张力拉伸作业。

#### 2. 技术要点

##### (1) 施工准备

在施工前应根据桥梁工程的特点选择合适的预制场地并科学设置预制梁台座。在这一过程中需要将预制梁台座设置在地质条件较好的地基上,若属于软弱地基就需要进行加强处理,确保台座的强度符合张拉要求。且

需要严格控制台座与施工主便道之间的安全距离,并对场地进行分层碾压。

### (2) 钢筋绑扎

桥梁箱梁钢筋具有布筋密、弯曲多、预埋件多等特点,在进行钢筋绑扎时需要严格遵循设计图纸的要求,避免出现绑扎错误等问题。例如,应根据图纸中的位置明确端横梁、横隔板以及梁端处的外露钢筋位置,避免对后续的模板施工造成影响<sup>[1]</sup>。其次,预应力箱梁的结构较为复杂,所以需要科学把控钢筋绑扎顺序,尽可能地优化施工工序。

### (3) 模板制作与安装

模板制作也是后张法预应力技术应用的关键环节,会对箱梁的外观等各个方面产生较大影响,因此需根据实际情况进行制作。第一,在制作底模时应灵活应用水磨石地板并在每片梁头左右2m范围内设置钢筋网,避免后续施工过程中底模出现因应力集中而断裂等问题。第二,为了增强箱梁几何尺寸的精准性需要合理控制内模的刚度,确保内模既可以周转使用,也可以抑制上浮。同时,可以将钢结构组合模板当作芯模,从而优化内模的使用效果。第三,为了增强箱梁外侧的强度应利用大型定型钢模板并利用型钢焊接模板支架。其次,为了增强箱梁外侧模板的光洁性需要做好相应的处理工作,例如利用专业工具铲除芯模表面的氧化物、利用砂轮进行磨光、利用棉布团对板面进行抛光处理、最后通过涂油的方式进行保养。第四,在安装预制箱梁的模板时应严格检查箱梁的顶面标高、结构厚度以及平整度,确保预制的梁体尺寸符合要求。且在安装芯模以及齿板时应以经过校正的侧模为基准,避免安装位置出现问题。第五,为了减少梁内钢筋的污染,需要应用模板漆,从而提高钢筋的防腐性、防磨性以及防污染性。

### (4) 波纹管预埋

在完成基础施工后应根据设计坐标明确波纹管的预埋位置,并做好预埋工作。在这一过程中应严格控制波纹管的固定牢固性以及连接紧密性,避免后续浇筑混凝土时出现位移等问题。同时,应利用套筒连接波纹管并确保套筒的材质与波纹管相同但直径大于波纹管,在套筒后及时利用胶带对接口进行密封处理。其次,波纹管端头与钢承压垫板喇叭管相连接,但这一部分是张拉应力的直接受力处,所以需要设置补钢筋,避免张拉时出现开裂等问题。

### (5) 预应力筋下料、穿束

在下料时应采用机械切割的方式,不能采用气焊烧割或电焊烧割的方式,且需要根据设计图纸对切割的预应力筋进行编号处理。其次,在穿束前应全面检查预应

力筋的孔道,确保孔道尺寸与位置符合要求且没有局部弯曲的情况,之后应检查预应力筋的规格与总长并利用铁丝对预应力筋进行定距绑扎,避免穿束过程中出现扭曲等问题。穿束时来回拉扯预应力筋可能会对波纹管造成破坏,所以应先利用透明胶带对预应力筋的端部进行包裹处理,从而降低其穿束阻力,减少对波纹管的破坏。在穿束时需要准备好穿束器,先把预应力筋或穿束器的引线由一端穿入孔道、另一端穿出孔道,之后将预应力筋拉出。

### (6) 混凝土浇筑

混凝土浇筑在后张法预应力技术中发挥着重要作用,应严格按照相关标准进行这一环节的施工。第一,明确浇筑顺序。一般情况下,需要连续浇筑箱梁混凝土,且需要先浇筑底板、腹板,最后再浇筑顶板。第二,明确浇筑方法。该桥梁工程中采用C50混凝土,其凝结速度相对较快且会受到高温等因素的影响,在浇筑时很难一次成型且可能会出现冷缝等问题,所以需要选择分段浇筑这种方式。第三,加强振捣。振捣会对混凝土浇筑质量产生较大影响,所以应科学选择振动器并严格控制振捣速度。例如,在该工程中需采用插入式振动器与附着式振捣板,通过插入式振动器增强混凝土的密实性,通过附着式振捣板优化提浆收面。但腹板处的钢筋较为密集且这一位置存在波纹管,过度振捣可能会对钢筋与波纹管的位置造成影响,所以在进行插入振捣时需要严格控制振点、插入深度以及移动间距。即先均匀布设振点并确保振点与侧模之间的距离在50mm以上;将插入深度控制在下层混凝土50mm-100mm之间,从而消除两层之间的接缝;根据振捣棒的有效半径明确移动间距,且需要将间距控制在半径的1.4倍以内;在振捣时做到快插慢拔并将每个振点的振捣时间控制在20s左右。第四,明确注意事项。箱梁内模还没有在底板处完全闭合,所以需要将混凝土的坍落度控制在70mm-90mm之间并将水灰比控制在0.35-0.4之间,降低梁体内部出现混凝土上涌等问题的概率;应对称开展腹板混凝土卸料与振捣工作,避免内模偏移;应将混凝土浇筑层的厚度控制在500mm以内。

### (7) 混凝土养护

在完成混凝土的浇筑工作后应根据实际情况养护混凝土,即利用塑料薄膜或麻袋覆盖混凝土构件并进行洒水保湿,且需要将养护时间控制在合理范围内。

### (8) 预应力张拉

当梁体混凝土强度达到设计强度的75%-80%且养护时间在7天以上就可以进行预应力张拉。一方面,应科学准备张拉设备,如千斤顶、压力表与高压油泵等,为

后续张拉奠定基础。另一方面,应严格控制张拉过程,例如为了减小预应力损失,应进行两端对称张拉;应根据75%预应力筋标准强度值明确张拉应力值;根据设计图纸明确编号并控制张拉顺序,确保张拉顺序符合均匀对称、偏心荷载最小这一原则;科学控制张拉程序并适当对低松弛钢绞线进行超张拉;在材料性能、施工环境等因素的影响下,在施加预应力后预应力筋的初始应力可能会不断下降,所以需要科学控制预应力损失(如表1所示);在完成预应力施加与锚固工作后需全面检查梁体,准确判断混凝土是否存在裂缝等问题,在确定没有问题后及时切割多余的预应力筋并将其外露长度控制在15mm-30mm之间,之后利用防锈漆或素混凝土封堵外露的预应力筋并利用塑料袋包裹。

表1 后张法预应力损失形式与控制措施

损失形式	控制措施
松弛损失	根据相关规范适当进行超张拉
摩擦损失	适当进行超张拉;两端同时张拉
锚具损失	应用性能符合要求的锚具并适当减少垫板的数量
砼收缩与徐变损失	优化砼性能

#### (9) 孔道压浆

孔道压浆至关重要,所以应在预应力张拉结束后的48小时内完成压浆作业,提高压浆质量。在压浆前用清水清洗孔道并吹干净;在制备压浆所用的水泥浆液时应将水灰比控制在0.4-0.45之间,并适当添加微膨胀剂、阻锈剂等外加剂,但不能添加含有氯离子等成分的外加剂;确保所应用的水泥浆液强度符合要求,若设计文件中没有明确具体强度就需要将强度控制在30MPa以上;确保水泥浆液的泌水率在3%以内,且拌合3小时后的泌水率在2%以内;在完成水泥浆液的制备后需要在45分钟内将浆液压入孔道中;在压浆时应增强整个过程的均匀性与连续性并将压力最大值控制在0.5MPa-0.7MPa之间,若采用一次压浆或对长孔道进行压浆就可以将压力最大值控制在1MPa左右;压浆时应将梁体温度控制在5℃以上,但若是在夏季高温期间施工就需要在夜间进行压浆。

#### (10) 封锚

在完成压浆施工后需及时封端,即先对张拉端梁体的混凝土表面进行凿毛处理,之后通过焊接的方式将钢筋网片与预埋钢筋连接起来,再安装模板并浇筑封锚混凝土,使混凝土强度与梁体混凝土强度相同。

### 三、后张法预应力技术应用质量的控制措施

#### 1. 科学计算预应力张拉伸长值

大多数施工人员进行后张法预应力张拉时都会采用双控法,即同时控制张拉应力与张拉伸长值。在这种情况下,若实际伸长量与计算伸长量的偏差大于6%就需要及时停止张拉并检查计算结果与张拉参数。因此,在进行预应力张拉施工前应根据公式(1)与公式(2)准确计算预应力张拉的伸长值,在施工时也需要根据公式(3)计算预应力张拉施工的实际伸长量并判断二者之间的偏差是否在合理范围内。

$$\Delta L = \frac{P_p L}{A_p E_p} \quad (1)$$

公式(1)中的 $\Delta L$ 为理论伸长值,单位为mm; $P_p$ 为预应力束的平均张拉力,单位为N; $L$ 为预应力筋长度,单位为mm; $A_p$ 为预应力束截面积,单位为 $\text{mm}^2$ ; $E_p$ 为预应力束弹性模量,单位为 $\text{N/mm}^2$ 。

$$P_p = \frac{P(1 - e^{-kx - u\theta})}{kx + u\theta} \quad (2)$$

公式(2)中的 $P$ 为预应力筋张拉端的张拉力,单位为N; $k$ 为孔道每米局部偏差对摩擦的影响系数; $x$ 为从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和; $u$ 为预应力筋与孔道壁的摩擦系数。

$$\Delta L = L_2 + L_3 - 2L_1 \quad (3)$$

公式(3)中的 $\Delta L$ 为实际伸长值,单位为mm; $L_1$ 、 $L_2$ 与 $L_3$ 都表示施加张拉力时钢绞线对应的伸长量,单位为mm。

#### 2. 进行预应力可靠性验证

在完成预应力张拉施工后若想有效保障张拉效果符合要求就需要进行预应力可靠性验证,为后续补充张拉奠定基础。即先检测张拉后预应力筋的应力以及具体损失,根据检测结果分析所施加的预应力是否可靠,若存在问题可以通过补充张拉等方式进行改善。

### 四、结语

相比于其他的施工技术,后张法预应力技术具有多重优势,在桥梁工程中发挥着重要作用。但后张法预应力技术的应用难度相对较大,应根据工程状况开展钢筋绑扎、波纹管预埋、混凝土浇筑与养护、预应力张拉、孔道压浆等各个环节的工作并加强质量控制、对每一道工序进行严格把关,从源头上提高施工质量。

#### 参考文献:

- [1]张双科.后张法预应力箱梁施工技术在市政桥梁工程中的应用[J].江西建材,2023(03):359-361.
- [2]张琪.后张法有粘结预应力技术在大型矩形水池中的应用[J].特种结构,2022,39(03):76-80.
- [3]李丹.市政桥梁施工中后张法预应力施工质量对策[J].四川水泥,2021(04):132-133.