

公路桥梁后张法预应力T梁预制技术探讨

秦盼

(山东磐石公路工程有限公司, 山东 菏泽 274400)

摘要: 为探讨公路桥梁后张法预应力T梁预制技术, 本文采用工程实例结合理论的方法, 立足施工的重难点, 分析T梁预制技术和后张法预应力施工技术的应用要点。分析结果表明, 在公路桥梁施工中, 科学、合理地应用后张法预应力T梁预制技术, 可大幅度提升施工质量, 加快施工进度, 更好地保障施工质量, 非常契合现代化公路桥梁施工的要求, 值得大范围推广应用。

关键词: 公路桥梁; 后张法; 预应力; T梁预制技术

中图分类号: U445.4 **文献标识码:** A

公路桥梁施工难度大, 影响施工质量和安全的因素比较多, 对施工技术的选择和应用有极高的要求, 后张法预应力T梁预制技术是一种全新的公路桥梁施工技术, 和传统施工技术相比, 具有跨度大、自重轻、施工方便、更加经济等特点, 是目前公路桥梁施工中应用的主流技术。开展对后张法预应力T梁预制技术应用要点的分析研究, 能更好地把控施工过程, 提升施工质量。

1 工程概述

某公路桥梁工程, 设计长度为634.48m, 桥梁跨度为14m×45m, 有84片预制T梁。预制T梁的混凝土强度为C50, 单片自重达到140t。采用后张法预应力施工技术。为保证施工要求, 提升张拉效果, 采取两种预应力钢绞线相互结合的方法, 一种为7 ϕ j15.24mm型号的预应力钢绞线, 另一种是9 ϕ j15.24mm型号的预应力钢绞线, Rby达到1860MPa, 后张法张拉力为0.75Rby。在具体施工中结合施工的重难点, 严格控制各道工序, 取得了良好的效果^[1]。

该工程规模比较大, 预制T梁自重大, Rby大, 在具体施工中存在很多难点, 需要进行严格控制, 主要把控以下几个方面:

第一, 体积大, 自重大。在公路桥梁施工中T梁施工是关键, 也是难度最大的工程结构, 这和预制T梁的自身特点密切相关。案例工程中, 预制T梁的体积、自重都比较大, 需要在施工现场做好准备工作, 并采取科学的安装方法, 这是本工程施工的重难点之一。

第二, 吊装质量标准高。本工程施工现场条件复杂, 交通便利性不足, 很多大型机械设备难以深入施工现场, 大大提升了预制T梁吊装的难度。为解决这一问题, 在预制T梁安装前, 需要进行工艺分析研究, 确定吊装的工作范围、工作半径、吊装路线, 并选择合适的吊装机械设备, 制定科学可行的吊装方法。

第三, 质量标准高。公路桥梁后张法预应力

T梁预制工序较多, 每道工序之间的衔接性要求较高, 环环相扣, 任何一个细节控制不当, 都会影响最终的施工质量。需要对每道工序的施工质量、施工标准进行严格把控, 才能更好地保障施工质量。但在具体施工中存在很多隐蔽性工程, 且不确定性影响因素比较多, 大大提升质量控制的难度。

2 T梁预制施工技术应用要点

2.1 加强钢筋加工和架设的管理

在T梁预制施工中, 钢筋的规格、材质都必须符合设计要求。在进行主梁钢筋绑扎中, 需要在特制的活动架上进行, 以免在钢筋绑扎施工中发生主梁倾斜和扭曲问题。为保证T梁预制的质量, 底部钢筋相互之间需要采取焊接的连接方式, 将钢筋焊接成一个整体。此外, 为给后期预应力施工提供良好的条件, 需要按照设计图纸的要求, 精确定位每个预应力孔道, 通过焊接的方法和T梁连接到一起。

2.2 保证波纹管 and 锚具安装的精度

本工程在预制孔道施工中, 采取钢带波纹管的方法, 为保证波纹管安装的准确性, 需要通过三维空间坐标, 精确定位波纹管安装的具体位置。为避免波纹管在运输和施工中发生位移和变形, 需要设置#形定位钢筋框架, 严格T梁纵向方向, 每隔50cm就布设一个定位钢筋框架, 全方位焊接固定, 同时还要严格控制好波纹管的安装误差, 比如: T梁长度方向的安装误差不能超过30mm, 高度方向的误差不能超过10mm, 同排间距误差不能超过10mm。波纹管安装完成后, 需要在波纹管中装入比波纹管内径小2~5mm的塑硬性PVC管, 以免波纹管在混凝土浇筑和振捣时发生破裂, 引起浆液渗入问题, 堵塞管道, 无法完成预应力张拉操作, 影响最终的施工质量。当混凝土浇筑完成1h, 要及时抽出PVC管, 再按照设计图纸的要求, 安设QVM锚具、锚垫板、锚固圈平面等^[2]。

2.3 合理预埋件和支设模板

在T梁预制施工中，需要提前安设的预埋件比较多，种类繁多，包括制作预埋调平钢板、过桥管线、护栏预埋钢筋、伸缩缝预埋筋等，这些预埋件必须严格按照设计图纸的规定和要求进行施工，以便为后张法预应力施工营造良好的条件。

模板安装是T梁预制的关键工序，为保证施工质量，案例工程在模板支设中采取如下方法，取得了良好效果：侧模底部预留出的孔道，要用直径为16mm的对拉杆进行牢固锁定，顶部可通过规格为50mm×5mm的角钢机钻孔也用直径为16mm的对拉杆进行锁定。为最大限度地保证模板支设的稳定性，对拉杆需要沿着T梁的长度方向，每隔50cm布设一根，端头板通过横向槽钢和螺栓进行牢牢固定。为避免侧模在混凝土浇筑中发生上浮、倾覆等问题，在T梁顶部横担上，沿着纵向每隔2m，用直径为16mm的多拉杆联合紧线螺栓、预埋地锚等进行牢固连接。为保证模板安装质量，支设完成后，还要用检测仪器，对模板安装的平整度进行检查，接缝处要用海绵条进行密封。由于本工程T梁预制的规模较大，模板涂抹上脱模剂后，利用5t龙门式起重机辅助拼装，以保证模板拼装的质量和安

2.4 混凝土浇筑

在进行T梁预制中，混凝土浇筑是非常重要的工序，混凝土浇筑质量直接关系到T梁预制的成败，因此，必须严格控制混凝土浇筑质量。在配制混凝土前，要通过多次配比试验，确定最佳的混凝土配合比，保证混凝土的水灰比、坍落度、强度、初凝时间、终凝时间等都能满足设计要求。混凝土需要在预制梁场配制，运输到T梁预制现场进行浇筑，严格按照T梁的高度和长度，选择合适的混凝土浇筑方式。本工程T梁的长度有两种，一种是40m，另一种是25m，长度都比较大，钢筋布设密度大，为提升混凝土浇筑效果，采用纵向分段、横向分层的连续浇筑方法。在距离T梁端头约2m的位置进行下料，逐步向另一个端头浇筑，边浇筑边振动，及时排出混凝土中的气泡，提升混凝土的密实度。本工程在混凝土振捣中，采取附着式振捣器为主、插入式振捣器为辅的联合振捣方式。当T梁端部混凝土的强度达到设计强度后，再沿着混凝土斜面向另一端浇筑，在整个浇筑过程中应有专门的指挥人员，保证浇筑工作能有序进行。在混凝土振捣时，要控制好振捣的深度和力度，以免碰触预埋部件。浇筑到距离T梁另一端端头约4m的位置时，采取反向浇筑，浇筑方法相同，直到混凝土浇筑全部完成，以最大限度地保证施工质量^[3]。

2.5 混凝土养护和拆模

如果混凝土浇筑完成后，外界气温在20℃以上，浇筑完成之后1.5h，进行洒水养护。当气温低于20℃时，浇筑完成后3.5h，进行洒水养护，梁体侧面和封端部分拆除后，要及时跟进养护。但外界气温在0~5℃之间时，要先覆盖一层土工布，或者草席进行封闭养护。气温低于0℃时，需要在保温棚中进行，对预制T梁进行蒸汽养护，以免发生裂缝，提升预制T梁的早期强度。但预制T梁的强度到达设计要求的20%以上时，及时拆模，拆模顺序需要和支设顺序相反，在5t龙门式起重机的辅助之下完成拆除，以保证拆模的安全性。

3 后张法预应力施工技术

3.1 张拉

拆模完成后不能立即开始张拉操作，而是需要等T梁混凝土的强度达到设计强度90%以上后，才能进行张拉操作。本工程预制的T梁有两种，一种的长度为40m，张拉顺序为N₁、N₂、N₅、N₃、N₄，如图1所示。

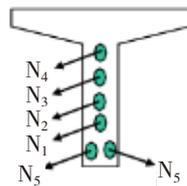


图1 40m预制T梁后张法张拉示意图

另一种的长度为25m，张拉顺序为N₁、N₂、N₃，具体的张拉顺序示意图如图2所示：

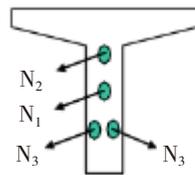


图2 25m预制T梁后张法张拉顺序示意图

在具体张拉中，为避免预制T梁发生上拱过大的问题，需要严格控制好存梁的时间。案例工程将存梁时间控制在1~2个月之内，取得了良好效果。在整个存梁过程中，要定期检查预制T梁的累计上拱值，如果超过30%，必须采取科学、合理的方法和措施进行控制。

在正式张拉前，需要准备好张拉机械设备、油泵、锚具、夹具等，各种工具需要配套使用，各配套工具需要定期进行检验，保证其始终处于良好的工作状态。为提升张拉效果，保证公路桥梁的质量，本工程后张法预应力张拉中，采取两端同时同步张拉的方法，具体的张拉方法为两端千斤顶同时、同步升压和降压，及时测量钢绞线的伸长值、持续荷载等，这些指标也必须一致。

锚固完成后检查预制T梁的起拱度，如果在允许范围之内，则进行下一根钢绞线张拉，否则需要进行处理。在整个张拉过程中，张拉控制力必须在设计允许的范围内，可采取应力和应变双重控制方法，以应力控制为主、应变控制为辅、相互协调配合，以保证张拉效果^[4]。

在具体张拉中，要从0% σ_k 开始张拉，先张拉到10% σ_k ，再张拉到20% σ_k ，最后张拉到100% σ_k ，等张拉到100% σ_k 之后不能立即进行锚固，而是需要持荷2min后再进行锚固。为保证张拉效果，要先把钢绞线轻微地施加一点张拉力，消除钢绞线的松弛状态，检查波纹管、钢绞线、锚具等是否在设计允许的范围中。当张拉力到10% σ_k 时，及时在千斤顶的活塞之上做一个记号，用于测量伸长值。在钢绞线上也要做一个记号，用于检查钢丝是否存在滑动。在整个张拉过程中，如果发现钢绞线断丝、千斤顶漏油油压表指针归零等问题，需要重新检验和标定预应力设备，以保证张拉效果和安全性。

在后张法张拉时，需要采取合理的应力控制技术，并以伸长值作为检核的标准，控制理论伸长值和实际伸长值之间的最大误差不超过6%。在张拉过程中，钢绞线的实际伸长量可通过以下公式进行计算：

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

式中， ΔL 表示钢绞线的实际伸长值（mm）； ΔL_1 表示从初始应力到最大张拉力的实际伸长值（mm）； ΔL_2 表示初始应力以下推算出的伸长值（mm）。预应力钢绞线锚固需要在张拉控制力处于稳定状态下进行，保证钢绞线的内缩量始终在设计允许范围内。本工程后张法预应力施工实际测量项目及具体数值如表1所示。

表1 后张法预应力施工实际测量项目明细

| 项次 | 检查项目 | 允许偏差 | 检查方法和频率 | 规定值 |
|----|-----------|--------------------|--------------|------|
| 1 | 管道 T梁长度方向 | 30mm | 检查30%，每根10个点 | 15mm |
| | 坐标 T梁高度方向 | 10mm | | |
| 2 | 管道 同排 | 10mm | 检查30%，每根5个点 | 10mm |
| | 间距 上下层 | 10mm | | |
| 3 | 张拉应力值 | 符合设计要求 | 查张拉记录 | 30mm |
| 4 | 张拉伸长值 | ±6% | 查张拉记录 | 15mm |
| 5 | 断丝 钢束 | 每束一根，每断面不超过钢丝总数的1% | 查张拉记录 | 30mm |
| | 滑丝数 钢筋 | 不允许 | | |

3.2 压浆

等所有的预制T梁都完成后张法张拉后，要及时跟进压浆操作，在正式压浆前，需要切割掉外露的钢绞线，并对孔道进行全面冲洗，填封锚具周围的钢丝间缝隙以及孔道。为保证压浆质量，案例工程在压浆施工中采取先下后上的方法，集中完成一处孔的压浆操作。如果因为设备故障或

者浆液供应不足发生中途停止，需要将孔道中的浆液全部冲洗干净后，再进行重新压浆，压浆的压力要遵循先小后大的原则，控制在0.5~0.7MPa之间。压浆浆液应由纯水泥配制而成，可加入适量减水剂，以提升浆液的流动性，浆液配制时水灰比控制在0.4~0.45之间，稠度控制在14~18s之间，泌水率控制在2%以下。当外界气温或者预制T梁构件的温度低于5℃时，严禁压浆，否则需要采取保温措施。同时控制水泥浆液的温度不超过35℃。在施工进度允许的情况，压浆要尽量在夜间进行。压浆完成后需要检查注入端以及出气孔的水泥浆液密实情况，如果密实度不达标要及时处理^[5]。

3.3 封锚

当孔道压浆完成后，需要及时对T梁水泥浆液进行冲洗，同时清理干净支承垫板、锚具等部件上的污垢，对端面凿毛处理，为混凝土封锚提供良好的条件。制作安装梁板端部钢筋，为精确定位钢筋的位置，可将部分箍筋点通过焊接的方法，电焊在支承垫板之上。及时设立封端混凝土模型，在进行立模施工中，要严格按照设计图纸的要求控制好立模的长度和角度。在进行混凝土浇筑时，要做到边浇筑边振捣，以提升封锚混凝土的密实度。

4 结束语

综上所述，本文结合工程实例，探讨公路桥梁后张法预应力T梁预制技术，结果表明，在公路桥梁施工中应用后张法预应力T梁预制技术，在提升施工进度、保证施工质量等方面具有非常显著的优势。但在具体应用中，需要结合公路桥梁的特点以及现场实际情况，严格控制好每道工序的质量，这样才能发挥出后张法预应力T梁预制技术的优势，更好地保障公路桥梁施工质量，促使我国公路桥梁事业持续健康的发展。

参考文献

- [1] 刘东升.浅谈客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支T梁静载弯曲试验[J].消费导刊, 2020(10): 57.
- [2] 郭启高.耐久性混凝土双掺技术在预制梁中的应用[J].哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2020, 36(1): 101-104.
- [3] 范永.对公路桥梁工程后张法预应力施工工艺探讨[J].智能建筑与工程机械, 2021, 3(9): 3.
- [4] 牟明九.“刀阵”式T梁钢筋绑扎胎卡具在铁路预制梁场的应用[J].高速铁路技术, 2020, 11(1): 4.
- [5] 丁威, 夏兆阳, 王海波, 等.预制T梁后张法智能张拉施工工艺[J].建筑技术, 2020, 51(10): 3.