

# 预应力技术在公路桥梁施工中的有效应用

魏帅<sup>1</sup> 齐源<sup>2</sup>

1. 河南省交通公路质监有限公司; 河南省交通公路质监有限公司

**【摘要】**伴随着我国经济的高速发展, 道路交通建设也得到了蓬勃发展, 四通八达的公路和桥梁, 不仅方便了大家的出行也架起了经济的纽带。公路桥梁的施工质量要求也在不断提高, 建设者应该广泛地运用现代公路桥梁施工技术, 进行先进和科学的施工。针对目前国内该项技术运用现状, 浅略分析了一些存在的问题, 并总结了一些相对应的措施和质控策略。

**【关键词】**预应力技术; 公路桥梁施工; 应用

**【DOI】** 10. 12252/j. issn. 2096-627X. 2021. 12. 131

伴随着交通运输的发展, 公路桥梁的建设需求也日益增加, 对质量的要求也日益提高。先进科学的施工技术, 特别是预应力技术, 在施工中广泛使用, 并且形成了一套完整的体系。但是, 实际施工中出现的多方面因素, 或多或少的会影响预应力技术的发挥, 对整个工程质量造成不良影响。所以, 在此分析探讨预应力技术在公路桥梁施工中常见的问题, 并对这些问题提出相应的解决方法和质控措施。实践结果反馈, 预应力技术在市政桥梁中的现场应用取得了巨大成效。现代社会的发展给交通出行带来了更大的压力, 工程施工人员需在原基础上不断研发和创新, 充分发挥预应力技术的问题解决能力。在具体应用中, 整理各类问题, 积极探寻发生根源, 进而不断提升现场应用技术的灵活度。

## 1 预应力技术概述

### 1.1 预应力技术的原理

桥梁工程现场施工中整体性较强, 其中混凝土施工尤为重要, 预应力技术的应用则能为混凝土施工提供更有力的保障。众所周知, 混凝土材质轻度过高, 可大幅提升桥梁主体的稳固性和承载力, 而预应力技术的应用可辅助其更好地解决工程裂痕问题。

### 1.2 预应力技术的优点

社会经济的发展进步, 给市政施工带来了更多的发展机遇和挑战。工程难度逐步增加, 现场施工难度系数也在不断变化, 加之现场环境的多样性, 工程质量常会受到各种不可控因素的干扰。而预应力技术的问世和使用, 在很大程度上解决了这些问题, 使主体结构稳固性更强。现场施工中主要选材为钢筋和混凝土, 二者科学合理搭配可不断提升主体结构的稳定性, 能匀速分散外界作用力, 表面也不容易在其他张力的作用下产生裂缝, 同时还降低了原材料的损耗。

## 2 预应力技术的具体应用

预应力技术在道桥施工中得到广泛的应用, 主要表现在以下几个方面。

### 2.1 预应力钢绞线

预应力钢绞线是有2, 3, 7或者19根高强度钢丝构成的校核钢缆, 并经过消除应力处理(稳定化处理), 适合预应力混凝土或类似用途。预应力钢绞线的主要特点是强度高、松弛性能好, 另外展开时较挺直。常见抗拉强度等级为1860MPa, 而且这种钢材的屈服强度也很高, 在多数后张预应力及先张预应力工程中, 光面钢绞线是最广泛采用的预应力钢材, 镀锌钢绞线和冷拔低碳钢绞线常用于桥梁的系杆、拉索及体外预应力工程。桥梁整体施工后的稳定性和钢绞线的张力具有直接的关系, 很多桥梁施工使用后张法, 在现浇大梁的时候, 埋上空心波纹管, 然后把预应力筋穿进去, 用千斤顶拉伸, 然后用锚具固定, 最后再往波纹管里面的空隙灌胶水泥浆。如图1所示。

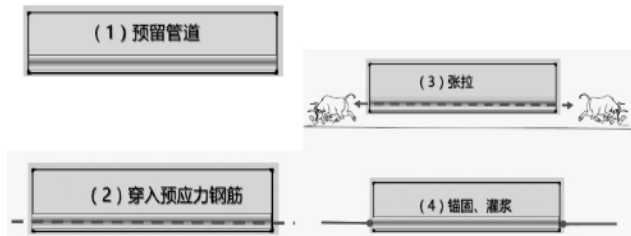


图1 预应力图示

这种钢绞线成本较低, 易于施工操作, 强度高具有良好的物理性, 并且便于运输。

### 2.2 预应力锚具

预应力锚具适用于工程建设过程中, 混凝土预应力张拉用的锚具。一般在桥梁施工中经常用到, 预先安装好定位, 然后浇筑混凝土, 埋在混凝土的两端, 也就是波纹管的两个端头, 是为了张拉时千斤顶的稳定作用而设置的端面。锚具可以分类张拉端锚具和固定高端锚具两类, 需要针对现场施工的实际情况来看选择事宜的锚具, 保证施工进度有效进行。

### 2.3 预应力混凝土空心板

预应力混凝土空心板是桥梁的承重结构, 是保证结构安全耐用的前提和基础。预应力混凝土空心在公路桥梁施工中较为常用, 其利用高强度钢材和混凝土, 提高抗裂都和刚度, 减少构建截面, 具有节省材料、耐久性等特点。在施工现场, 通常采用先张法对钢绞线进行拉伸, 然后再利用后张法进行施工, 从而保证混凝土空心板的完好性。

### 2.4 预应力混凝土结构梁

目前, 预应力主要运用在工字梁、T型梁和箱梁等结果梁部件上。针对不同类型的结果梁需要做好不同的施工设计。比如, 工字梁施工, 需要采取分次逐级对称张拉, 防止桥梁的局部地带受压过大, 出现梁底混凝土破碎现象。T型梁需要注意其翼缘才是外力负荷的主要承受区域, 可采用与空心板相同的手法。

### 2.5 公路桥梁加固中的应用

已建成的公路桥梁, 受多重因素影响, 为保证桥梁使用安全性, 有必要对其进行加固, 保证其具有良好的稳固性。对公路桥梁后续维护及加固, 是保持其正常使用的核心举措。实际施工过程中, 可选用预应力技术对钢筋、钢板以及碳纤维等构件予以加固, 以保证桥梁具有良好的抗压性, 也可通过扩大截面的方式, 达到稳固成效。为实现上述2个不同目标, 即使受拉区域具有一定压应力, 受压区域形成拉应力, 需初期对构件实施预应力, 以此降低持续性受弯矩作用下形成应变, 保证构件承载量处于最大值, 有效提升应变变量, 突显加固钢筋最大效能。

## 3 预应力技术的常见问题

尽管预应力技术在国内建筑行业起步较晚,但随着我国经济发展,科学进步,公路桥梁工程遍地开花,这项技术迅猛发展,并且广泛运用。但是在实际施工中,仍然普遍存在这以下几点问题。

### 3.1 波纹管堵塞

波纹管堵塞主要是指在混凝土浇筑后波纹管出现堵塞现象,会导致后期预应力钢绞线无法穿束通过,或者张拉预应力时钢绞线实际拉伸值与设计计算值出现偏差,给后续施工带来不必要的困扰,不仅影响工期,还耗费人力。这个问题出现通常有三个因素,一个是波纹管本身存在缺陷,现场验收时没能发现;二是在现场安装波纹管时,定位不准确导致管道变形和套管接头松动;三是在现成混凝土浇筑时,操作人员操作失误,引发管道局部破裂。

### 3.2 预应力张拉不合适

一般来说,国内现浇大跨度预应力连续箱梁底部预应力束,通常使用一端张拉的工艺。从理论上讲,采用该工艺将一束钢绞线拉直,往往需要一定的拉力,普通的现浇大跨度是3~5跨,每跨约30~50m。跨越箱梁隔板较多,并且孔道比较的长,它的摩擦阻力必须通过试验才能确定下来。但是国外相关规定,跨度大于等于30m以上的,为了避免截面裂缝的产生,张拉工艺上都采用两端对称的工艺。

### 3.3 结构张拉力控制问题

如果,预应力施工没有严格按照标准进行施工,作业不规范,对张拉力标准控制不严格,就会严重影响建设质量。预应力张拉的原理是采用两端对称同时张拉、张拉力和伸长量双控法,两端千斤顶升降压、画线、测伸长、插垫等工作一起进行。这一些工作,如果张拉人员专业水平较低,就会在施工现场发生较大偏差,导致张拉力失控。除此之外,还有些常见的问题,比如预应力结构张拉之前出现裂隙现象,钢筋孔道出现堵塞现象等等。

## 4. 公路桥梁工程预应力施工质量控制措施

### 4.1 预应力筋的定位

预应力筋布设位置时,需结合项目实际状况以及相关准则操作,确保其布设位置准确,保证其平面具有良好的顺直性。张拉端布置时,需严控预应力筋具体位置,使其与锚板保持垂直,安设好承压装置,以免在后续混凝土浇筑过程中发生位移。核对与非预应力相关性过程中,应明确其实际核对坐标位置,通常以曲线预应力筋坐标位置为依据,当预应力筋与非预应力筋实际布设过程中,出现相互冲突现象时,应确保预应力筋依照初始设计布设,将普通钢筋位置根据现场施工条件进行调整。待上述钢筋制作工作完成后,方可准备实施绑扎工作,应在绑扎前在垫层上标注钢筋、梁具体位置,顺利依次完成绑扎。预应力筋和波纹管安装质量,是确保预应力体系质量的基础保证,实际施工过程中应严控,以确保波纹管灌注混凝土之后不会出现堵塞、形变以及位移等问题。波纹管质量与最终施工质量密切相关,实际使用前,需对其整体外观进行检查,查看其是否存在损伤,确保其定位精准性,避免出现左右移动,严格控制其偏差,保证其偏差处于合理范围内。用于波纹管定位钢筋网片间隙应不超过3mm,依照曲线段应不超过0.5m、直线段不超过1m间距进行布设。

### 4.2 控制灌浆作业质量

后张拉预应力混凝土构件,需依托压力灌浆方式,将其埋设空隙、孔道均填满,直至其内部充盈,以消除预应力筋

防腐问题。高应力条件下,应力筋易出现腐蚀、损坏等质量缺陷,此类质量缺陷会造成混凝土整体结构可靠性难以保证,故需保证预应力压浆施工质量,一般应在锚固后48h内完成,浆液拌制至压入孔道内不应超过40min。水平或曲线孔道,需将压浆实际压力控制在0.5~0.7MPa;长度超过80m时,最大压力不应超过1.0MPa;建议竖向孔道压浆压力控制在0.3~0.4MPa。压浆过程中应计算压浆饱满度,其实际数值不应低于100%,当其不超过100%时,应及时查明原因,优化工艺后实施补浆处理。压浆饱满度计算公式如下:

$$S = [(V_1 - V_2) / V_k] \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中:S为压浆饱满度(%); $V_1$ 是灌入每个孔道内浆液实际总量(mL); $V_2$ 是排出孔道内浆液总量(mL); $V_k$ 孔道体积总量(mL)。

### 4.3 波纹管漏浆堵管防治措施

波纹管管材应具备一定的强度和刚度,管材外观出现损伤应及时更换,应选取与其匹配的管道进行连接,做好连接部位处理工作,保证其紧密度满足要求。桥梁混凝土初期凝固前,需采用相应处理设备做好其质量检查,清除异物。若使用预制预应力管道,施工中通过拉动其内部钢丝束即可,待混凝土正式浇筑完成后,需实施通孔检查,并针对异常状况及时处理。

若遇见特殊状况无法对堵孔进行疏通,需明确堵孔实际位置,之后将其凿开进行疏通。所有预应力管道均在每个顶点增设相应的排汽孔,压浆管、排汽管和水落管应是采用内径为20mm标准管或适宜塑料管,长度应从管道引出结构物外,后张法预应力管道安装允许偏差

### 4.4 张拉力控制

正式施工过程中,张拉力难以实现可控化,影响桥梁施工质量,通常选用张拉力和预应力伸长筋实际伸长量同步控制,此种方式核心点是控制张拉力,将实际伸长最终数值作为张拉力标准,衡量其实际精准度,检测张拉力与伸长数值是否相同。

### 4.5 张拉时间选择

部分建设单位为追求施工效率,在混凝土中加入一定剂量的早强剂,待其浇筑完成3d后,便开始张拉作业,此种方式难以保证施工质量,且实际弹性模量与强度缺乏同步性,早强剂使强度实际速率提升,但对弹性模量增长并未具有促进作用,处于混凝土初期便实施张拉工作,承载力将难以满足施工要求出现裂缝,所以正式施工中需严控张拉时间。

## 结束语

从应用结果来看,预应力技术的问世和大力推广对市政桥梁的施工质量改善有着重大意义。虽然我国已经取得了阶段性的进步,但是在细节上还有很多问题需完善。要在不影响正常施工的前提下,不断优化预应力技术,提高现场施工效率,减少成本损耗,为我国桥梁事业的发展做出更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 闫世岗. 大跨径预应力在连续刚构桥施工中的技术讨论[J]. 中国公路, 2020, 559(3): 98-99.
- [2] 董永强. 试分析公路桥梁施工中预应力技术[J]. 四川建材, 2018, (5). 101-102, 114.
- [3] 王磊. 谈公路桥梁工程中的预应力施工技术[J]. 山西建筑, 2017, (6). 181-182.