

浅谈预应力施工技术在公路桥梁工程中的应用

杨 光

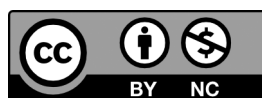
襄阳市三道河水电工程管理局，襄阳

摘 要 | 现代预应力技术推动了土木工程的快速发展，同时也是当今大型结构特别是桥梁施工中应用最广泛的施工技术。随着预应力施工技术的不断发展，尤其是预应力材料、锚固体系等技术的出现，丰富了预应力施工技术的应用范围与应用效果。文章对预应力技术的发展历史进行了分析，并对我国目前发展的预应力材料及预应力技术的应用进行了论述。

关键词 | 公路桥梁施工；预应力施工技术；土木工程；预应力材料；锚固体系

Copyright © 2022 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 概述

我国的预应力技术于 20 世纪 60 年代开始应用，应用时间将近半个世纪，在道路桥梁的建设当中取得了极大的成就。我国的预应力技术较其他国家应用较晚，但发展速度惊人，现已形成了以理论计算、施工技术、材料设备、检测、设计、施工等完备的应用体系，并且在公路桥梁建设当中起到了关键的作用，除对公路桥梁进行施工建设外，对现有桥梁进行维修、加固、提升、锚固等施工也产生了

巨大的帮助,并且随着我国预应力技术的不断进步,其应用范围也会随之提高。

预应力的核心在于对公路桥梁的构件、结构预先进行应力的施加,使应力能够对构件进行张拉和加固,为此预应力技术也成为锚固张拉体系。该技术首先由法国工程师欧仁·费莱西奈发明并应用在混凝土工程施工建设当中,并由此衍生出预应力材料、预应力设备以及关键技术,给现代建筑施工与建设带来了新的发展思路与发展方向。

随着预应力技术的不断发展和研究,预应力筋和预应力张拉锚固体系的性能也得到了极大地提高,预应力的技术水平与科学性随着实践应用得到了巨大的提升和完善,可见预应力技术已经成为世界上技术水平最高、应用范围最广、最具有应用价值和应用前景的建筑施工技术。

2 我国的预应力材料分析

在我国近半个世纪的预应力发展技术当中,预应力材料的发展不可忽视。目前我国的预应力材料包括钢丝、钢绞线、钢筋、非金属预应力筋等。上述材料根据施工需求与施工技术的不同进行选择和应用,且由于上述材料的生产工艺和施工方法差异巨大,也可按照是否粘结分为有粘结、缓粘结、无粘结以及体外预应力筋等种类。

根据发展的时间分析,我国于 20 世纪 60 年代开始应用预应力材料,此时的预应力材料主要应用中低强度预应力砼筋张拉锚固技术当中,包括螺丝端杆锚固技术、高强钢丝敏头锚体系、JM 锚体系、弗氏锚体系等。这些体系均为我国的公路桥梁建设带来了巨大的帮助,并出版了相关预应力砼锚夹具定型图册。随着时间的推移,我国的预应力技术不断革新,技术体系随之更加丰富,预应力砼钢绞线群锚张拉锚固体系应运而生,并从 80 年代开始进入黄金时期,此时我国的预应力技术能够对大吨位的砼锚具及配套张拉技术进行设备配套,并且作为我国的巨大科技成就受到社会的广泛关注。为了提高我国预应力技术的应用效果,我国逐渐对无粘结预应力砼筋涂包设备、单根钢绞线张拉锚固设备、无粘结预应力砼结构设计技术规程等配套技术进行研究和应用,利用无粘结的方式进行预应力技术与材料的有机结合,该技术给我国当前的现浇预应力砼结构带来了巨大的影响。

迄今为止,我国无粘结预应力技术以及其相关配套设备在我国的公路桥梁建设当中得到了广泛的应用,在目前的公路桥梁使用过程中,依旧能够看到该技术的应用痕迹,给我国的公路桥梁建设带来了巨大的技术革新。

目前我国的预应力材料已经转变为高强度、高防腐度的材料,能够有效地提高我国公路桥梁的使用寿命,并已经形成了一套系统的工艺体系,并借由多种工艺和施工技术,取得了极大的成效,预应力技术在我国已经成为十分成熟的施工技术,对不同类型、不同范围的公路施工建设均有非常大的帮助。

3 我国目前预应力的应用分析

我国已经做到预应力技术以及其配套设备国产化,能够对不同性能的混凝土、不同规格和不同程度的钢丝以及钢绞线进行国产化生产并投入到实际应用当中,尤其在锚具、拉张设备的改良和完善方面也有重大的技术进步,在拉张设备中,千斤顶、油泵、油表、穿束机等均能够有效生产并投入使用。我国的公路桥梁建设也随着上述技术的不断进步,得到了充分发挥和应用,并在公路桥梁建设当中占据了重要的地位。

3.1 混凝土空心板中预应力技术的应用

我国的常规公路桥梁建设,主要以 16 ~ 25 cm 为基本跨径,此时需要采用混凝土空心板作为主要材料,应用预应力技术,将空心板和预应力钢筋、低松弛钢绞线等应用在桥梁建设当中,主要应用的预应力技术包括先张法、后张法中等张拉法等。先张法主要对单根铜绞线进行施工,后张法则利用扁锚或群锚,中等张拉法则需要固定吨位,不同吨位下采取不同的预应力技术,混凝土空心板当中不会使用预制安装以及支架现浇技术。目前我国也存在 30 ~ 35 cm 跨度的混凝土空心板,但该跨径对材料的使用成本要求较高,并且刚度较低。

3.2 混凝土简支下梁中预应力的应用

公路桥梁当中简支梁是较为常见的施工部位,其跨度为 20 ~ 50 cm,预应力技术主要包括高强度钢绞线、低松弛钢绞线、后张法、群锚等技术,吨位则

采用中等张拉进行固定,简支梁需要采用预制拼装技术进行制作,并采用配套的架桥设备进行安装,尤其在当前的行车条件较高的情况下,采用现浇梁技术对接缝处进行施工,能够对桥面板起到“准连续”结构的施工,使桥面更加流畅。

3.3 混凝土箱梁中预应力的应用

混凝土箱梁是桥梁当中较为重要的部位,其跨度主要为 40 ~ 60 m,预应力技术主要包括强钢绞线和低松弛钢绞线,并利用纵向预应力进行张拉吨位的固定,吨位主要以中等为主。根据桥梁的不同施工技术需求,采用纵向预应力钢束进行锚固的续配置,根据箱梁与钢绞线的数量配置,我国公路桥梁箱梁悬臂板的悬出长度越长,所使用的钢绞线越多,当悬臂板的长度为 1 m 以上时,需采用 3 ~ 5 根钢绞线进行施工。施工技术主要包括支架现浇施工以及滑模主孔浇筑施工两种方法,施工过程中利用悬臂浇筑的施工方法应用较为广泛,此外预制拼装也具有一定的应用,但随着我国公路桥梁的不断变化,40 ~ 60 m 的“双向”预应力结构逐渐成为公路桥梁的主要结构,此时则采用大吨位支座进行施工,并将预应力混凝土连续刚构桥作为施工主要技术。

3.4 预应力加固技术

预应力加固技术是目前最为常见的预应力技术,在公路桥梁建设过程中,主要是通过对桥梁的结构进行外体预应力的施工,将桥梁产生的内力进行抵消,具体可以将预应力加固技术看作分阶段的后张预应力技术,该技术能够在原结构的基础上,避免对不需要外力作用的部位进行预应力的使用,并且有效根据荷载的不同提高预应力的应用水平。采用弹性支座,对桥梁自身的结构内力进行抵消。

可见预应力加固技术是主动进行加固的技术,能够通过不同的预应力值对公路桥梁自身的结构进行形态的变化,使其提高构件的承载能力。由于预应力加固技术的灵活性,近年来我国的公路桥梁建设大多应用了该技术,取得了较高的应用效果。例如在进行梁的建设时,对梁进行锚喷混凝土的预应力应用,使钢束和梁体得到有效的粘合,起到加固作用。该方法对梁的刚度、抗剪强度等功能更加有效,并且有效提高了梁的抗弯能力,有效预防钢束由于暴露在空

气中出现锈蚀问题,对公路桥梁的日后应用、维护、检修都起到了简化作用,具有更高的经济价值和安全性价值。

4 预应力施工工艺

第一,需进行锚固端部、横梁跨中转向横肋、墩顶导向槽的施工,上述施工工艺能够帮助钢绞线确认其空间位置,并利用索形张拉对钢绞线进行施工,帮助其确定等效荷载量,使预应力技术能够确认挤压压力。为了保证施工效果,锚固端部施工时对锚垫板位置的要求较高,在进行转向横肋以及墩顶导向槽的施工时,需严格遵照设计要求和实际应用需求进行施工,对钢绞线的弯曲程度和顶端平滑程度都需要严格掌控和观察,保证施工质量与施工安全。

第二,在对钢绞线的弯曲度和位置确认后,可以对钢绞线进行下料和穿束。在施工前,需要对锚垫板和钢管进行灌浆操作,使两种材料能够有效粘结在一起,并且需要保证 PE 层的位置。此时应首先清洗油脂,并对长度、位置进行严密的掌控,确保 PE 层能够进入到密封罩当中,并充分认识到张拉伸长对 PE 层位置的影响,使其能够在合适的位置上。穿束施工作业过程中,施工的钢绞线长度均 $>150\text{ m}$,这使得穿束工作难度较高,为此可以进行导向槽或中转向装置的安装,如无法进行多根穿束,则通过单根穿束的方式进行施工。施工过程中应保证钢绞线不会出现缠绕问题,并对钢绞线、锚板孔、密封盖小孔进行编号处理,利用编号避免钢绞线缠绕问题,并对出现缠绕的钢绞线进行顺直。

第三,钢绞线张拉是帮助钢绞线达到指定施工需求的方式,对单根钢绞线进行两侧的张拉。张拉主要包括预紧施工和高应力张拉两部分,两种施工工艺都要符合施工设计与实际需求。在张拉过程中,由于张拉会使预应力筋产生预应力损失,因此经常高于设计需求的 5%,通过伸长值校核对张拉效果进行校验,如张拉结果与需求差值相差 6% 以内,即停止张拉。

5 结语

预应力施工技术的应用十分广泛,能够更加便利、安全地进行公路桥梁的施工,尤其在科学技术飞速发展的今天,预应力施工技术的应用前景更加广阔,

能够为我国的公路桥梁施工做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 朱新实, 刘效尧. 预应力技术及材料设备 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.
- [2] 胡狄. 预应力混凝土结构设计基本原理 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.

The Application of Prestressed Construction Technology in Highway and Bridge Engineering

Yang Guang

Xiangyang Sandaohe Hydropower Engineering Administration Bureau, Xiangyang

Abstract: Modern prestressed technology has promoted the rapid development of civil engineering, and is also the most widely used construction technology in the construction of large structures, especially Bridges. With the continuous development of prestressed construction technology, especially the appearance of prestressed materials, anchorage system and other technologies, the application scope and application effect of prestressed construction technology have been enriched. The article analyses the development history of prestressed technology, and discusses the application of prestressed materials and prestressed technology at present.

Key words: Highway bridge construction; Prestressed construction technology; Civil engineering; Prestressed material; The anchoring system