

桥梁施工中预应力技术的应用探究

孟昭阳

中交（定安）水环境治理投资建设有限公司

摘要：预应力技术是现代桥梁施工中的一项重要技术，其应用范围广泛，能够有效提高桥梁的承载能力和耐久性。预应力施工技术主要是通过钢束施加压力，使混凝土在内部形成压应力而增加桥梁的承载能力。通过该项技术的应用，能够明显提高桥梁的强度、稳定性和耐久性。在桥梁设计和施工中，必须充分考虑预应力技术在桥梁结构中的作用，根据实际情况合理设计并确定预应力筋的布置和应力大小，确保施工质量和施工安全。出于充分发挥出预应力技术应用价值的目的，在接下来的文章中，将具体给出几点应用建议，希望能够给相关人士提供些许参考依据。

关键词：桥梁工程；预应力技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.19.061

引言：预应力技术是一种常用于现代桥梁施工中的重要技术，主要是在桥梁内部施加钢束预应力，在混凝土结构体内部形成一定的压应力，是提高桥梁的承载能力、变形性能和耐久性的施工技术，伴随着我国各地区桥梁施工项目的增加，尤其能够在各种大型和特殊的桥梁工程中发挥出应用价值。该文将探讨预应力技术在桥梁施工中的应用情况，在提高桥梁施工效率与质量的基础上，也能够提高施工单位整体效益。

一、预应力技术概述

桥梁施工中的预应力技术，是将钢筋或钢束等材料预先或后置于混凝土构件内部，通过张拉使混凝土内部产生一定的拉应力，从而达到增加混凝土的承载能力和抗震能力的一种技术。设计人员必须合理选择预应力筋，并合理设计预应力筋的数量、位置和方向等参数。除此之外，在进行预应力混凝土施工时，需要严格控制混凝土的配合比和浇筑温度等参数，以保证混凝土的质量和强度，同时需要进行合理的养护。随着科技的发展，新型预应力技术的应用正在逐渐扩大，如采用预制化构件、新型材料等，将极大地提高预应力技术的施工效率和质量。

具体分析桥梁施工中预应力技术应用价值，首先，预应力技术能够通过预先施加预应力，使钢筋在荷载下不发生弯曲和变形，从而提高桥梁的承载能力；其次，与传统钢筋混凝土桥梁相比，预应力技术不仅施工进度更快，而且施工过程中可减少施工人员的数量、减少现场施工用时和设备，从而降低成本和风险；再次，预应力技术使混凝土抵御开裂和变形的能力更加优化，并延长了桥梁的使用寿命；最后，钢筋混凝土桥梁的结构变形主要是由于季节性温差和荷载等原因造成的，而预应力技术可以控制各个部位的

变形和裂缝，从而减少桥梁变形。总之，预应力施工技术应用对保障桥梁工程的质量、安全性和经济性具有重要作用，它能够提高桥梁的承载能力，加快施工进度，提高桥梁的耐久性和减少桥梁变形，是现代桥梁建设的一项重要技术^[1]。

二、桥梁施工中预应力技术的应用案例分析

我国某地区桥梁施工项目，桥长368m，上部结构采用连续箱梁，下部结构为钻孔灌注桩。该工程属于城市相互连接的主干路，建成后能有效地缓解城市内的交通压力，使城市交通实现更好的连接，因此，在桥梁建成通车后，其行车量较大，为有效保证梁体的承载力及稳定性，要求施工单位做好该工程桥梁预应力施工，确保梁体结构的使用安全。

（一）预应力桥梁结构设计

在桥梁结构设计的过程中，预应力技术是一种重要的结构加固手段。通过预应力技术的应用，能够增强桥梁结构的承载能力、抗变形能力和耐久性。以预应力桥梁结构设计环节进行分析，设计人员需要做好以下几点：第一，确定预应力筋的布置和应力状态。结构设计中需要根据实际工程情况合理选定预应力筋的数量、位置和方向等参数，同时也需要根据工程的实际应力情况，合理调整预应力筋的应力状态，使预应力筋的受力状况符合设计要求^[2]；第二，合理选择预应力材料。在选择过程中要结合预应力材料的规格、性能等方面进行合理选择，可以保证预应力材料的质量和在工作状态，也能够充分提高预应力技术对桥梁结构的加固效果；第三，设计预应力锚具和张拉设备。在预应力设计和施工中，相关人员应该选择合适的预应力锚具和张拉设备，以确保预应力筋的拉伸和锚固状态的可靠性和稳定性；第四，确定预应力施工工法。设计人员以实际情况入手，确定合适的预应力施工工法，包括预应力筋固定长度、锚固形式、张拉顺序等方面的具体设计，以确保预应力施工的可靠性，提高施工效率。^[2]

（二）预应力管道成孔

预应力管道作为预应力筋的通道，需要优化工序、注重细节才能有效成孔，确保预应力筋的顺利安装。首先物资采购要选择优质的波纹管，施工人员根据设计图纸仔细计算波纹管安装位置坐标，做好位置标识后安装架立钢筋，架立钢筋位置要准确，并确保波纹管线型平顺。调整好波纹管位置后采用U型钢筋固定，转弯处加密布置，确保安装牢固。波纹管安装完成后必须穿入内衬管，可有效支撑波纹管并确保形成畅通通道，且可减少波纹管堵塞风险。波纹管接头制作也是钢绞线顺利穿束的关键，根据实际操作经验，接头搭接可采用一端开

口一端穿入进行制作，根据穿束方向，波纹管接头应全部顺向搭接，才能确保穿束顺利。



图为箱梁腹板波纹管

（三）预应力筋穿束

施工人员首先要根据设计图纸、张拉工艺、张拉设备、穿束需要等合理确定预应力筋长度，采用砂轮机切割钢绞线，切勿采用电气烧割，造成预应力筋性能损伤。可根据穿束长度和实际情况采用单根穿束或多根穿束，采用卷扬机配合多根穿束可提高穿束效率，缩短工期。卷扬机牵引端做好牢固的钢绞线锥形接头，接头须仔细修整平滑，减少摩阻，牵引方向与波纹管接头顺接方向一直，能有效避免牵引穿束过程拉脱波纹管壁造成管道堵塞。

（四）预应力张拉

施工人员进行预应力张拉施工前，必须按设计标准选取适宜的张拉装置和张拉锚具，而且也需要明确好张拉作业计划及张拉顺序，计算出各固定点的张拉力、预应力值和沿线张拉力分布情况等，绘制张拉作业示意图，准备张拉作业记录表^[4]。施工人员预先安装钢板锚具，通过锚具、夹片和吊具的配合，将钢束或钢绞线固定在锚具上。最为关键的是，在张拉施工之前，也应该对张拉设备和仪表进行检查、保养和标定，压力表与千斤顶必须配套标定配套使用，不得混用，确保张拉力达到设计要求。张拉施工要从小到大逐步分级增加张拉力。伴随着张拉工作的持续进行，施工人员需要记录每次加压的拉力值、油缸平移量以及全长长度等。张拉施工以应力控制为主，应变控制为辅，保证预应力筋拉力值的准确性。在达到设计应力并持荷稳定后，做好锚固、定位、切割余长，并对成品进行密封防护。^[3]

（五）孔道压浆

以孔道压浆施工环节进行分析，首先需要设计人员合理选择适合的浆液类型，一般应选用黏度大，硬化快，强度高的浆料。根据施工现场情况选择所需要使用的施工机械及材料，如压浆机、压浆管、浆液、添加剂等。在具体压浆施工过程中，施工人员要将浆料充分混

合均匀，并通过压浆机压入孔道，持压进行压缩、填充，以免产生空隙，保证混凝土与预应力筋之间的紧密连接^[5]。施工人员在压浆作业期间，需要时刻观察好压浆的压力和注入量等数据，将其记录在操作记录表中。对已完成压浆的孔道进行检查，确保压浆密实。孔道压浆施工直接影响预应力锚固的可靠性，压浆密实可提高工程质量，特别是对预应力结构的安全起到不可忽略的作用。

三、预应力技术在应用中的常见问题

（一）波纹管堵塞

波纹管堵塞是预应力技术在应用中的常见问题，指的是波纹管内部出现杂物难以清理，造成波纹管内部阻塞，导致预应力筋穿束困难或无法有效张拉的问题。首先，施工人员在长期作业过程中，没有保护好波纹管，尤其是焊渣掉落到波纹管上，或者钢筋焊接距离波纹管过近，都会造成波纹管脆化，如果混凝土浇筑前未认真检查补强，一旦遭受外力破损，很容易造成漏浆或掉落一些杂物，必将造成堵塞隐患。部分施工人员在清理孔道过程中，未能将内部存在的杂物等进行全面清洁，导致张拉时出现堵塞。同时，波纹管内径或折弯度不符合设计要求，也会导致预应力筋在波纹管中穿束或张拉受阻。而且部分老化、损坏的波纹管内部表面存在铁锈、变形等导致波纹管的断面积变小，造成摩阻增大导致阻塞，极大降低施工效率与质量。不仅如此，像部分施工单位选择的预应力筋，自身就存在质量问题，在后期施工过程中极易出现弯曲变形，影响预应力筋通过孔道的能力。^[4]



图为波纹管变形

（二）结构张拉力控制问题

预应力筋张拉过程中出现的张拉力偏差、波动等问题，将导致预应力筋与混凝土的受力失衡，从而在长期使用中产生负面效果。尤其是当施工人员调整设备过程中，一旦不能控制好误差，造成张拉力数值超出控制范围，不利于张拉施工质量。波纹管线性不流畅也会导致钢绞线在弯折部位摩阻过大发生自锁现象，造成应力大、应变小的现象，严重影响钢绞线的应力分布。同

时,受现场环境、测量设备等多方面因素影响,仪表与实际张拉力结果也可能存在差异。另外,由于预应力筋自身质量问题,可能会导致张拉力偏差^[5]。

四、提高桥梁施工中应用预应力技术施工质量的措施

(一) 控制张拉时间

为控制好张拉时间,混凝土应达到设计强度标准后再进行张拉。在张拉作业过程中,施工人员必须按照设计图纸要求,仔细测量和标注预应力筋的长度,确保张拉后的预应力筋在混凝土中具有适当的预应力。由于混凝土的性质和温度等因素会影响其强度增长速度,施工人员应该根据实际情况和现场条件合理安排张拉时间。另外,随着我国技术装备水平持续提升,施工人员应该合理选择先进适用的张拉设备,把控好张拉速度等,及时监测和记录分析张拉时产生的应力和应变等数据,发现偏差及时修正。同时,在张拉后需要对预应力筋进行压浆加固,确保预应力筋的张拉状态能够长时间保持稳定,增加结构的承载能力和使用寿命。^[6]

(二) 选择合理材料规范施工流程

随着我国桥梁施工行业持续发展,桥梁施工数量以及规模不断扩大,决定了施工过程复杂性的提升,设计人员必须合理选择性能良好的钢绞线和锚具。首先,设计人员应该合理设计好锚固系统,结合锚具材质、锚具孔径、数量等因素,确保锚固系统的有效性。同时,施工单位要不断提高施工人员综合能力,要求能够完全按照现行标准执行,确保其掌握正确的操作技能和规范化的施工流程。最为关键的是,施工单位也应该采取必要的安全保障措施,通过建立完善的安全保障机制,积极预防或应对可能发生的事故及突发状况。

(三) 确保波纹管质量

波纹管的质量受材料的影响较大,施工人员应该选择质量可靠、符合国家标准波纹管材料,杜绝使用劣质材料。施工过程中所使用的所有波纹管材料,都需要通过试验检测和质量抽查,确保其质量符合标准。最为关键的是,为预防波纹管堵塞问题发生,在桥梁预应力施工的过程中,需要制定科学合理的施工方案。在波纹管的安装、固定过程中,要注意施工的规范化和细节的把握,切忌不要破坏波纹管。而且施工单位也应该组织施工人员定期排查保护,有效防止管道的磨损和堵塞,对已经安装好的波纹管定期检查和测试,确保没有堵塞的现象。对于发现的问题,需要及早发现和处理,以保证施工的正常进行。^[7]

(四) 提高施工人员的专业技术能力

企业应该定期组织多元化培训活动,包括工程、管理、文化、安全等方面的知识。以提高施工人员的综合能力和水平,从而能够将掌握到的知识灵活运用至后期实践当中。除此之外,对施工人员进行轮岗,让其参与不同工序的施工,可以拓展其工作范围和技能,提高其

综合能力。同时,企业也可以实施项目管理方法,面向所有施工人员细致划分施工职责与权利,提高他们的组织协调能力和管理能力,使其更加适应预应力施工技术的应用,并将桥梁施工的质量和安全保障提高到更高层次^[8-14]。

结论:

简而言之,桥梁施工中应用预应力施工技术,能够有效地提高桥梁的承载能力和使用寿命。通过预应力技术可以使混凝土结构获得更高的强度和稳定性,并增加结构的荷载能力。预应力技术的应用也能够减少桥梁结构的自重和挠度,提高桥梁的耐久性。为充分发挥出预应力施工技术应用效果,以上内容具体阐述了几点应用要点,结合当前使用过程中出现的施工问题,给出了针对性的解决方案,以期能够提高施工人员预应力作业专业能力,促进桥梁建设行业可持续发展。

参考文献

- [1]李兴荣.预应力技术在公路桥梁施工中的常见问题及解决对策[J].交通世界,2021(21):9-11.
- [2]刘旭.预应力技术应用在公路桥梁工程施工中的优势研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(07):148-149.
- [3]杜江波,管秀洋,程宝康.浅谈预应力技术在公路桥梁施工中的应用及质量控制[J].居业,2021(05):79-80.
- [4]杨超.浅析预应力技术在公路桥梁工程施工中的应用[J].中国公路,2021(08):96-97.
- [5]夏伟.预应力技术在公路桥梁工程施工中的应用研究[J].中国住宅设施,2021(02):127-128.
- [6]刘宏志.预应力技术在公路桥梁工程施工中的应用[J].中国新技术新产品,2021(01):113-115.
- [7]贺文斌.预应力技术分析及其在公路桥梁项目施工中的运用[J].居业,2020(09):114-115.
- [8]张著芳.桥梁施工中预应力技术的应用研究[J].交通世界,2020(16):118-119.
- [9]刘玉刚.预应力技术在公路桥梁施工中的应用[J].黑龙江科学,2020,11(08):94-95.
- [10]唐小会.探析公路桥梁施工中预应力技术的应用[J].居舍,2021(11):43-66.
- [11]蔡玉煌.预应力技术在公路桥梁施工中的应用研究[J].建筑技术开发,2020,47(07):103-104.
- [12]朱永祥,师松森.预应力技术在道路桥梁施工中的应用探究[J].智能城市,2020,6(04):174-175.
- [13]雷春阳.公路桥梁施工中预应力技术的应用策略研究[J].科技视界,2016(23):188.
- [14]徐大龙,谷函容.探析公路桥梁施工中预应力技术的应用[J].技术与市场,2022(7):175.