

市政桥梁工程中预应力施工技术的应用

吴佳佳¹ 王淑娟²

1. 浙江华东工程咨询有限公司 浙江 杭州 311122

2. 荆门市水利勘察设计院 湖北 荆门 448000

摘要: 随着城市化进程的加快,市政桥梁工程的建设规模和质量要求日益提高。预应力施工技术作为提升桥梁结构强度和耐久性的重要手段,在市政桥梁工程中得到了广泛应用。本文旨在探讨预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用,分析其技术特点、材料选择、施工流程以及质量控制等方面,以期为相关工程实践提供参考。

关键词: 市政桥梁工程; 预应力; 施工技术

引言

预应力技术通过在混凝土结构承受荷载前预先施加压力,利用混凝土的高抗压强度和钢筋的高抗拉强度,提高结构的整体承载能力和耐久性。在市政桥梁工程中,预应力技术不仅能够有效降低结构自重,提高抗震、抗裂性能,还能显著延长桥梁使用寿命,降低维护成本。因此,深入研究预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用具有重要意义。

1 预应力施工技术的特点

1.1 高抗裂性

预应力技术通过预加应力抵消或减小外荷载产生的拉应力,这一独特的力学机制使得混凝土结构在承受荷载之前就已经处于受压状态,从而有效防止了混凝土的开裂^[1]。这种技术不仅提高了结构的整体抗裂性能,还大大延长了桥梁的使用寿命,减少了因裂缝而产生的维修和加固成本。

1.2 高刚度与承载能力

预应力技术的应用能够显著增强桥梁结构的刚度,这是因为预应力筋在混凝土中产生的预压应力,使得混凝土在受力时更加紧密,提高了其整体性和承载能力。这种技术使得桥梁在承受较大荷载时仍能保持稳定的结构形态,提高了桥梁的安全性和耐久性。

1.3 施工便捷性

预应力施工技术经过多年的发展,已经相对成熟,施工设备完善,施工过程相对简便。预应力筋的张拉、锚固以及灌浆等施工步骤都有明确的操作规程和质量控制标准,使得施工过程更加规范化、标准化。这种技术的施工便捷性不仅提高了施工效率,还缩短了建设周期,降低了施工成本。

2 市政桥梁工程中预应力施工的应用流程及要点

2.1 前期准备

一是施工图纸审查:熟悉施工图纸,明确预应力施工的具体要求和细节,包括预应力筋的布置、张拉应力值、张拉顺序等。二是材料准备:采购合格的预应力钢筋、锚具、夹具、波纹管及灌浆材料等,并进行进场验收和试验,确保材料性能符合设计要求。三是施工设备检查:检查张拉设备、灌浆设备等施工机械的性能和精度,确保设备处于良好工作状态。

2.2 支架与模板施工

2.2.1 支架搭设

在搭设支架前,需要对桥梁结构和地质条件进行详细的勘察和分析,以确保支架的设计能够满足实际的承载需求。支架的材料应选择强度高、刚度大的钢材或木材,并严格按照设计图纸进行加工和组装。在搭设过程中,需要特别注意支架的稳定性和整体性,确保各个部件之间的连接牢固可靠。同时,为了监测支架在施工过程中的沉降情况,需要在支架的关键部位设置沉降观测点,并定期进行观测和记录。

2.2.2 模板安装

在安装模板前,需要对模板进行详细的检查,确保其平整度、垂直度和拼缝严密性都符合设计要求。对于底模、侧模和顶模的安装,需要按照设计图纸进行精确定位,并使用合适的固定设备进行加固。在安装过程中,还需要特别注意模板之间的拼接处,确保其紧密无缝,以防止在混凝土浇筑过程中出现漏浆现象。为了方便后期拆模,需要在模板安装前涂抹适量的脱模剂。

2.3 钢筋与预应力筋安装

2.3.1 普通钢筋安装

普通钢筋的安装是预应力施工技术中的基础步骤,在安装过程中,必须严格按照设计图纸进行,确保钢筋的规格、型号、间距和位置都符合设计要求。钢筋的接头需要错开布置,以避免在同一位置产生过多的应力集

中,从而确保钢筋受力均匀。此外,还需要注意钢筋的绑扎方式,确保绑扎牢固,不会在混凝土浇筑过程中发生移位。

2.3.2 预应力筋安装

预应力筋在安装前,需要先安装波纹管以形成预应力筋的孔道。波纹管的定位必须准确,且连接处需要密封,以防止在混凝土浇筑过程中浆液渗入孔道。预应力筋在穿入波纹管前,需要进行除锈处理,以确保预应力筋与混凝土的粘结力。同时,预应力筋还需要按照设计要求进行编束和绑扎,以确保在张拉过程中预应力筋的受力均匀。在安装过程中,还需要特别注意预应力筋的保护,避免其受到损伤或腐蚀。

2.4 混凝土浇筑与养护

2.4.1 混凝土浇筑

在钢筋和预应力筋安装完毕后,即可进行混凝土的浇筑。浇筑前,应对混凝土配合比进行严格设计,确保混凝土的强度、耐久性等性能满足设计要求。同时,应控制好混凝土的坍落度,以便于浇筑和振捣。在浇筑过程中,应采用合适的振捣设备,对混凝土进行充分振捣,以确保混凝土密实无空洞。振捣时,应注意避免触碰钢筋和预应力筋,以免造成移位或损伤。浇筑完成后,应对混凝土表面进行抹平处理,以确保其平整度。

2.4.2 养护

混凝土浇筑完成后,需及时进行养护。养护的目的是保持混凝土表面湿润,防止其因水分蒸发过快而产生裂缝。养护时间应满足设计要求,一般不少于7天。在养护过程中,应采用覆盖、洒水等措施,确保混凝土表面持续湿润。同时,应注意避免在养护过程中对混凝土造成冲击或振动,以免影响其性能。养护完成后,应对混凝土进行检查,确保其无裂缝、无空洞等缺陷。如有必要,应进行修补处理。

2.5 预应力张拉

2.5.1 张拉准备

在张拉前,必须对张拉设备进行严格的标定和检查,以确保张拉过程中应力的准确性。这一步骤至关重要,因为它直接关系到预应力筋的受力状态和桥梁结构的整体性能。同时,还需要检查预应力筋的伸长量标记是否清晰,以便在张拉过程中能够准确测量和控制预应力筋的伸长量。

2.5.2 张拉过程

张拉过程需要严格按照设计要求的张拉顺序和应力值进行。在张拉过程中,必须严格控制张拉速度,以避免过快或过慢导致预应力筋受力不均或锚具损坏。同

时,需要密切观察预应力筋的伸长量和锚具的工作状态,确保预应力筋的受力状态符合设计要求。当张拉应力达到设计值时,需要持荷一段时间,以确保预应力筋的受力状态稳定^[2]。最后,进行锚固操作,将预应力筋固定在设计位置,完成张拉过程。在整个张拉过程中,需要严格按照施工规程进行操作,确保施工质量和安全。

2.6 孔道压浆与封锚

2.6.1 孔道压浆

张拉完成后,应及时进行孔道压浆作业,这是预应力施工技术中的关键步骤。在压浆前,必须对孔道进行彻底的清理,去除其中的杂物和积水,并进行湿润处理,以确保孔道内壁的湿润状态,有利于水泥浆的粘结。压浆过程中,需要严格控制水泥浆的配合比,确保水泥浆的强度、流动性和凝结时间等参数符合设计要求。同时,要采用合适的压浆设备和工艺,确保压浆过程饱满无空洞,使水泥浆能够充分填充孔道,与预应力筋紧密粘结,形成有效的预应力体系。

2.6.2 封锚

压浆完成后,需要对锚具进行封锚处理。封锚的主要目的是防止水分和空气进入预应力筋孔道,对预应力筋造成腐蚀或影响预应力效果。封锚材料应选择符合设计要求、具有良好耐久性的材料,如环氧树脂、聚氨酯等。在封锚过程中,需要按照施工规程进行操作,确保封锚材料充分填充锚具与孔道之间的缝隙,形成密实的封锚层。封锚完成后,还应应对封锚部位进行检查,确保其无裂缝、无空洞等缺陷,以保证封锚效果。

3 预应力施工技术在市政桥梁工程中的具体应用方向

3.1 桥梁结构加固

在市政桥梁工程中,预应力技术常被用于桥梁结构的加固,以提升其承载能力和耐久性。具体而言,预应力加固技术通过在桥梁结构的受拉区域施加预应力,减少或抵消外部荷载产生的拉应力,从而提高构件的承载能力和稳定性。这一技术不仅能够有效延缓或避免混凝土的开裂,还能显著提升桥梁结构的整体刚度和耐久性。在实际应用中,预应力加固技术通常涉及对桥梁的关键受力部位进行预应力筋的张拉和锚固。这些预应力筋在混凝土达到设计强度后被张拉至预定的应力水平,并通过锚具牢固地锚固在桥梁结构上。通过这种方式,预应力筋中的拉力被有效地传递给混凝土,形成预压应力状态,从而增强桥梁结构的承载能力^[3]。此外,预应力加固技术还可以与其他加固方法相结合,如粘贴钢板、增设钢筋等,以进一步提升桥梁结构的整体性能。这种综合加固方法能够充分利用各种加固技术的优势,确保桥梁

结构在加固后能够满足更高的承载能力和耐久性要求。

3.2 桥梁弯矩构件处理

桥梁中的弯矩构件，特别是连续梁的正弯矩区和负弯矩区，是桥梁结构的关键受力部位。预应力技术通过这些区域施加预应力，显著提高构件的抗弯和抗剪能力，从而增强桥梁的整体刚度和承载能力。在多跨连续梁中，预应力技术的应用尤为重要。由于连续梁在多个支点处连续，弯矩分布复杂，传统的加固方法往往难以达到理想的效果。而预应力技术通过张拉预应力筋，在连续梁的受拉区域形成预压应力，有效抵消外部荷载产生的拉应力，提高构件的承载能力和稳定性。具体而言，预应力技术可以在连续梁的正弯矩区施加预应力，减少混凝土上缘的拉应力，防止混凝土开裂；在负弯矩区施加预应力，则可以减少混凝土下缘的拉应力，提高构件的抗剪能力。通过合理的预应力设计和施工，可以显著提高多跨连续梁的整体性能，延长桥梁的使用寿命。因此，在市政桥梁工程中，预应力技术已成为处理桥梁弯矩构件的重要手段。

4 市政桥梁工程中预应力施工的质量控制

4.1 材料质量控制

预应力施工中的材料质量控制是确保工程质量的关键环节。预应力钢筋、锚具、波纹管及灌浆材料等均需进行严格的质量控制，以确保其性能符合设计要求。在材料进场时，应进行严格的验收和必要的力学性能试验，如抗拉强度、屈服强度、延伸率等，以确保材料质量满足标准。施工过程中，对预应力材料的存储和使用也需进行严格控制。预应力钢筋应存放在干燥、通风的仓库中，避免受潮和腐蚀。锚具和波纹管在使用前应进行外观检查，确保其无裂纹、无变形。灌浆材料应选用符合标准的水泥和外加剂，按照配合比进行配制，确保灌浆质量。此外，施工过程中还需定期对预应力材料进行质量检查和维护，如定期检查预应力钢筋的张拉力和锚具的锚固性能，以确保预应力施工的质量稳定可靠^[4]。通过严格的材料质量控制，可以有效提高预应力施工的质量水平，为市政桥梁工程的安全和耐久性提供有力保障。

4.2 施工过程控制

预应力施工过程控制是确保预应力施工质量的关键环节。在施工过程中，需要严格控制张拉应力、张拉顺序和压浆质量等核心要素。张拉应力必须严格按照设计要求进行控制，确保预应力钢筋达到预定的应力水平，以实现预期的加固效果。张拉顺序也是施工过程控制的

重要方面。合理的张拉顺序可以有效避免预应力损失和混凝土开裂等问题，确保预应力施工的质量和安全性。压浆质量同样不容忽视。压浆过程中应确保浆体充实、无空洞，以保证预应力钢筋与混凝土之间的粘结力，确保预应力的有效传递。为实现上述控制目标，必须加强施工现场的管理和监督。施工人员应严格按照操作规程进行作业，确保施工流程的规范和合理。同时，应定期对施工过程进行检查和评估，及时发现并纠正潜在的问题，确保预应力施工质量的稳定和可靠。

4.3 成品保护与质量检测

预应力施工完成后，对成品的保护是确保预应力长期有效发挥的关键。应采取有效措施防止外力损伤和腐蚀，如设置临时支撑，避免重物撞击，对暴露的预应力筋进行防腐处理等。这些措施能够确保预应力筋在长期使用过程中保持稳定的受力状态。质量检测是验证预应力施工质量是否符合设计要求的重要环节。检测内容包括预应力筋的受力状态、孔道压浆质量等。通过专业的检测设备和方法，对预应力筋的拉力、锚固性能等进行检测，确保其达到设计要求的预应力水平。同时，对孔道压浆质量进行检测，确保浆体充实、无空洞，以保证预应力筋与混凝土之间的有效粘结。若质量检测发现问题，应及时进行修复或加固处理，确保预应力施工的质量和安全性。通过严格的成品保护与质量检测措施，可以确保预应力施工的效果得到长期、稳定的发挥，为市政桥梁工程的安全性和耐久性提供有力保障。

结语

预应力施工技术具有显著的应用优势，能够有效提高桥梁结构的承载能力和耐久性。随着技术的不断发展和完善，预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用将更加广泛和深入。未来，需进一步加强预应力施工技术的研究和应用推广，提高施工质量和技术水平，为市政桥梁工程的高质量发展贡献力量。

参考文献

- [1]马素,王文武.市政桥梁工程施工中预应力施工技术的应用分析[J].中国住宅设施,2024,(05):160-162.
- [2]赵阳,王俏俏.浅析市政桥梁工程中预应力施工技术的应用[J].新城建科技,2024,33(03):142-144.
- [3]张敖.市政桥梁工程中预应力施工技术的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(09):202-204.
- [4]张言龙.预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用[J].建材发展导向,2023,21(04):41-43.