

# 公路工程预应力混凝土桥梁设计分析

靳晓红

聊城市科慧市政工程设计有限公司

**摘要:**在社会经济快速发展背景下,桥梁工程建设规模扩大,为了保证最终质量,要有效运用预应力混凝土桥梁设计方法,可以满足实际需求。预应力桥梁结构的设计应坚持因地制宜的原则,同时结合各相关单位的要求提出桥梁设计方案,桥梁设计过程中要合理借鉴国内外先进技术,采取合适的设计方法,减少对施工、使用产生的影响,从而确保桥梁结构的合理性,保证桥梁工程的整体质量,延长桥梁的使用寿命。基于此,本文主要分析了公路工程预应力混凝土桥梁设计。

**关键词:**预应力混凝土;桥梁设计;桥面防水

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.12.044

## 引言

公路桥梁的设计是整体性和全面性的,在设计工作开展过程中,需要从安全性、耐久性、美观性等多方面实现对公路桥梁的科学设计,以提升公路桥梁的设计质量,这样公路桥梁才能够最大程度上发挥自身的应用价值,提升自身的社会效益。预应力混凝土桥梁在桥梁施工中的应用十分广泛,其设计质量与桥梁后续的使用性能及安全密切相关。因此,为保证预应力混凝土桥梁的使用性能,在设计工作中,设计单位应做好设计控制工作,设计工作中把控每一个关键参数、结构的设计,从而保障预应力混凝土桥梁结构设计的合理性,延长桥梁的使用年限。

## 一、预应力混凝土的概念

预应力是指预先施加的压力。为了防止工程施工中出现混凝土裂缝,必须使用高性能的混凝土和高强度的钢,在建筑物受到外力作用之前,施加于建筑物,减少混凝土结构的拉力,从而提高结构的刚度、强度和抗裂性能。与普通混凝土相比,预应力混凝土具有强度高、刚度大、抗裂性能好的特点,同时降低了混凝土结构的整体质量,提高了混凝土构件应用的稳定性,尤其是在人重、人跨工程中,应用更为广泛,不但材料用量减少,而且工程造价降低。因此,预应力混凝土技术在工民建施工中的应用越来越广泛。预应力混凝土施工中,根据建筑工程的结构特点和体系发展状况,将预应力混凝土的主要支撑点设在框架的顶部<sup>[1]</sup>。

## 二、预应力混凝土的技术原理与特点

预应力混凝土技术的主要原理如下:施工单位在使用混凝土构件前,对混凝土构件中的钢筋结构进行承受能力范围的张拉,钢筋在张拉之后会有回缩,回缩的力量会使混凝土结构受到压力,而混凝土的钢筋结构会将这一部分压力存储起来,待施工后期和应用之后,混

凝土结构所受到的压力会与钢筋结构中存储的压力相互抵消。采用预应力混凝土技术的混凝土构件具有较高的强度和抗裂性,能够提高工程整体质量。预应力混凝土主要分为三类:一是全预应力混凝土,这种混凝土构件不允许截面上出现拉应力构件,而且其预应力构件的截面尺寸和预应力梁的挠度控制也极为严格,且不允许混凝土构件上出现裂缝。二是部分预应力混凝土,这种混凝土构件允许有细小裂缝,但裂缝的宽度不能高于允许值。三是无黏结预应力钢筋,这类钢筋结构会在钢筋外层涂上沥青、防锈漆等隔离物质,涂抹该物质主要是为了增加钢筋的摩擦力,保证钢筋在张拉时能沿着纵向滑移,并且还能增强钢筋的抗腐蚀能力<sup>[2]</sup>。

## 三、预应力混凝土施工技术的重要性

### (一) 提升施工质量

在预应力混凝土桥梁施工中,需要对施工过程的各个方面加以控制,这样才能为桥梁的整体施工质量提供保障。预应力混凝土桥梁施工内容比较复杂,涉及的工序比较多,一旦某一环节出现问题,将会对桥梁的整体质量产生重要的影响,因此必须认真控制各个环节,否则很容易出现问题。只有把握好施工的各个方面,才能够促进桥梁质量的提高。

### (二) 方便施工作业

桥梁的设计应便于施工,对不同孔跨进行灵活组合,保证设计方案与现场实际情况产生较强的适配性。同时,由于建设工地地形影响,设备和材料运输难度通常较大,在设计过程中也要将类似问题考虑在内。桥梁的设计应做到因地制宜,可以运用现场预制构件方式,将现场施工、预制拼装充分结合在一起,尽量降低施工难度,保证建设的可行性。

### (三) 确保桥梁安全性

桥梁工程投入使用后,需要为行人、交通等提供便利,对其安全性提出了明确要求,一旦存在安全隐患,将造成非常严重的后果。只有将每一部分的施工做好,从源头上防范安全隐患,才能确保工程的安全性。所以,相关人员必须将施工的每一个过程控制好,确保桥梁结构的安全性。在施工过程中加强施工质量控制,能够对存在的问题有及时的了解,采取合理的方式积极解决问题,为桥梁施工营造安全的环境<sup>[3]</sup>。

## 四、道路桥梁设计工作开展情况

就我国目前的情况来看,已经建立了公路桥梁的设计规范体系,主要表现为两条技术线路。一条是,不管是施工理念还是施工技术都需要与国际保持衔接性;另外一条则是,要对国内外的关于桥梁建设的各种项目经

验进行充分吸收,对其优点进行总结并将优秀技术提炼出来。现阶段,我国对公路桥梁的设计规范已经做出了相应的约束并提供了相关的指导。一来要确保工程的可靠度以及结构和国家的标准是具备统一性的,二来还要对公路工程的可靠度以及结构的相关标准加以遵循。传统的道路桥梁设计更多是对桥梁的雏形进行设计,并且对其结构和受力进行分析,再根据自身经验和工程需要进行设计。在工程建设时,要科学管理施工材料和布局形式,要对建筑主体的结构进行全面的分析,制定科学合理的施工方案。在对主体结构进行力学性能分析时,如果发现质量合格,则可以直接选取相应的方案进行建设。这种传统的设计方式,无法对特殊条件下的道路桥梁进行综合评定,无法提高其结构的质量。当下,道路桥梁的建设规模正在不断扩大,结构形式也变得更加复杂。以往的设计方式已经无法满足实际的建设要求,在实际应用时常常出现质量问题,因此急需对现有的设计方法进行改革,需要引进模块化设计思维,对每个模块都进行分析。结构化设计理念主要是对混凝土结构以及防水工程项目,进行概要设计和详细设计,能够实现用结构图准确表达桥梁建设的实际情况,并且对后期的建设提供有力的指导<sup>[4]</sup>。

### 五、公路桥梁设计中的关键问题

#### (一) 耐久性

随着公路桥梁工程不断被使用,公路桥梁会发生不同程度的磨损,其安全性和功能性也会受到不同程度的损害,久而久之,公路桥梁自身的结构也会发生一定程度上的改变和损耗,这就使得公路桥梁面临耐久性的问题。公路桥梁的设计往往是参照相关的国家规定标准和规范来执行,最大限度地对公路桥梁各个设计细节进行全面科学的计算和设计,在实际设计过程中对于公路桥梁工程建设所在区域的实际情况与设计内容之间的衔接性考虑并不全面,很容易造成公路桥梁截面尺寸不足、保护层较薄、钢筋分布不合理等情况。因此,公路桥梁的综合耐久性能就相对较差,大幅度缩短了公路桥梁的使用寿命。

#### (二) 可靠度

道路桥梁的可靠度通常指的是项目建设的稳定性、实用性和耐用性等特点。这就意味着相关设计人员要清楚道路桥梁在可靠性方面可能存在的问题,用结构化的设计方式去增强其可靠性。因此,相关技术人员要根据实际情况选择合适的建设方法,保证道路桥梁可靠性。在工程完成初期,如果发现其存在问题时,需要及时处理,避免对后期的使用产生影响。另外,管理人员必须依照工程的设计方案来开展工作,有任何问题需要及时与设计人员沟通,从而更好地开展工程管理<sup>[5]</sup>。

#### (三) 负荷超载

负荷超载问题作为公路桥梁建设工程中需要重点解决的问题。在公路桥梁的实际使用过程中,公路桥梁工程建设完毕后一段时间内,整个行驶范围内的通行车辆

很有可能超出原有的公路桥梁所能够承载的车辆数,这就对公路桥梁的交通承载力造成巨大的压力。同时,在公路桥梁的实际运行使用过程中,还会存在车辆自身超载或者非法运输等情况。这种情况也会导致公路桥梁负荷超载,久而久之,造成公路桥梁的功能和性能下降。公路桥梁在长时间负荷超载状态下运行就会使公路桥梁的结构发生不同程度上的形变,使其出现不同程度上的安全隐患。

#### (四) 稳定性

当前,桥梁跨度逐渐提升,桥梁结构整体受力日益增加,整体施工变得更加复杂,为避免安全问题的出现,相关人员需要对桥梁结构的稳定性加以重视<sup>[3]</sup>。为了解施工过程中是否存在不稳定因素,需要准确计算桥梁的整体及局部,了解其稳定性。具体来说,混凝土结构的安全性和稳定性系数也比较关键,能够以计算结果为依据,做出准确的判断,全面了解其稳定性。

### 六、公路工程预应力混凝土桥梁设计分析

#### (一) 混凝土选材

第一,选用的混凝土材料中,主桥与引桥的上下部结构均采用高性能混凝土,以保证桥梁结构的耐久性,主桥梁体宜采用C60混凝土,引桥箱梁宜采用C50混凝土,桥面铺装时采用C50防水混凝土施加防水层,伸缩缝预留槽口位置采用C50聚丙烯纤维混凝土,主桥与引桥的桥墩、台身、系梁等均采用C35混凝土,承台、桩基、搭板采用C30混凝土,主桥的支座垫石宜采用C50混凝土,引桥支座垫石宜采用C40混凝土。

第二,混凝土材料由水泥与骨料混合而成,选用的水泥材料应为高品质的硅酸盐水泥,其标号为42.5、52.5、62.5等,根据混凝土的等级确定水泥标号,每跨梁体的混凝土需使用同一标号的水泥,不得混合使用,水泥材料的最大水胶比、胶凝材料最小用量应符合《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650—2020)规范要求;选用的骨料需具有质地坚硬、孔隙率小、吸水率低、级配良好、均匀的特点。

#### (二) 合理设计桥梁形状

通常情况下,线性混凝土桥梁设计的形状比较固定,以梯形或者槽型为主,但与预应力混凝土桥梁来说,其形状有着明显的不同。桥梁的主要形式是变截面箱型,此种截面形式能够对桥梁承载力的提高产生积极的影响,减少施工人员的压力,全面降低桥梁的自重,与现代桥梁结构要求相符合。为满足应力混凝土桥梁结构需求,需要对桥梁的实际尺寸进行分析,然后再选择桥梁的形状,确保各项设计要求得到有效的满足。施工中的监测非常关键,需要重点监测箱梁挠度,并做好箱梁立模标高检查,然后再对箱梁顶面高程进行针对性的测量<sup>[6]</sup>。

#### (三) 桥梁下部构造设计

第一,桥梁设计前,经勘测人员对施工现场的调查结果,最终确定桥梁的基础设计为钻孔灌注桩基础结

构, 桩基础一共设计有136根, 桩长在6~12m不等。不同的地质情况桩基础的长度不同, 桩基础的直径设计为1.2m, 桩与桩之间的距离控制在1m, 钻孔后孔位的偏差不得超出设计要求的3%。第二, 下部构造钻孔灌注桩的施工工艺为: 先根据设计位置埋设护筒, 护筒作用保护桩基础的稳定性, 护筒就位后布置钻机并开始钻孔施工。设计人员应合理控制钻机的转速, 避免因钻进速度快而发生安全事故。钻孔结束后依据国家标准进行清孔作业, 然后下放钢筋笼、灌注混凝土, 水下混凝土浇筑时最好一次浇筑完成。

#### (四) 桥头结构化设计

桥梁的结构化设计过程中, 桥头是体现机构化设计的重要位置。桥头在桥梁施工过程中占据着重要地位, 如果桥头的结构化设计不符合相关要求, 就会产生各种问题, 如桥头跳车、桥板断裂以及连接处开缝等。进而对桥梁的质量造成不良影响, 对出行者的生命安全造成威胁。所以, 相关人员一定要注意桥头的结构化设计。首先应该对桥梁的地理位置进行勘察, 然后收集土壤硬度、风向以及降水等信息, 找到适合建筑桥梁的位置。接下来还要根据位置信息, 利用结构化设计计算出桥头搭板的长宽高等信息, 算出需要桥头埋藏的深度。然后通过收集到的信息得出切实可行的施工方案, 在计算机上对方案进行三维模型的建立, 然后测试其承载能力是否符合条件, 并根据测试结果和实际情况进行微调, 最后得出适合桥梁建造的结构化设计方案。

#### (五) 桥梁上部构造设计

第一, 下部结构设计完成后开始桥梁上部结构的设计, 上部结构的设计内容主要包括桥梁的承台、墩柱、箱梁截面积以及横隔梁等。其中承台、墩柱的设计工作主要是对相互的连接方式、浇筑方式、浇筑的混凝土性能以及承台、墩柱本身的尺寸等进行规划。第二, 桥梁横截面积的设计中, 首先要确定梁体横截面的形式, 由于桥梁的跨径在50m以上, 横截面的形式宜设计为箱型横截面。与其他截面形式相比, 箱型横截面的抗扭刚度较大, 且顶板、底板的面积宽阔, 不仅可以抵抗桥梁的正负弯矩力, 还能保障桥梁整体的稳定性。第三, 横隔梁的主要作用是提高桥梁截面的横向刚度并保证桥梁整体的稳定性。桥梁横隔梁主要设计在箱梁与箱梁之间, 同时支点的位置也设计有横隔梁, 不同位置横隔梁的设计要求不同, 对于腹板下方的横隔梁只需配置一些普通钢筋即可。对于其他位置的横隔梁均要设置合理的配筋形式, 所有的横隔梁的宽度均设置在300~500mm, 针对单箱梁的位置无须设置横隔梁。

#### (六) 结构防水功能

道路和桥梁在城市建筑中还会受到暴雨天气的影响, 道路会经常遇到大雨天气, 而且由于城市空间的密闭性, 水流只能通过下水道排出, 如果防水设计不合

理, 就会造成路面的大面积积水, 积水会对道路的地基产生影响, 导致路面沉降, 留下安全隐患。桥梁防水则需要从两个方面入手, 一是要保证桥面排水的通畅, 二是要保证桥墩设计不被水流侵蚀。结构化设计中, 在路面防水中, 要通过材料的选择, 保证混凝土沥青的排水功能, 并保持路面的平整, 避免雨水滞留。还要结合排水管道的设计对路面进行排水, 避免出现雨水无处可排的现象。在桥梁的排水设计中, 可以通过选用防水材料方便排水, 桥墩要尽量选择耐侵蚀性较强的材料, 保证其不被水流侵蚀。

#### (七) 防腐蚀性

第一, 桥梁的防腐蚀性与其使用安全息息相关, 在桥梁结构设计中应根据《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T3310—2019)的要求, 以及水质分析成果表SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及PH等指标含量确定本工程桥梁的环境等级, 然后结合环境等级选定施工所用的混凝土强度及其最大水胶比, 材料的选定要满足《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T3310—2019)的要求。第二, 致使桥梁遭受腐蚀的主要因素包括地下水的侵扰、地表水中硫酸根离子, 镁离子、氯离子的化学侵蚀, 因此, 可以通过增加桥梁的防水性增加其防腐性能, 同时要对桥面的排水系统合理设计, 不得直接利用桥梁构件排水。

#### 结束语

近年来, 国家将大量的资金投入基础设施工程领域, 其中桥梁工程因投资资金庞大、涉及众多的基础环节, 成为交通系统建设中的重点施工内容, 受到了全社会的高度关注。预应力混凝土作为一种新技术, 具有结构强、成本低、耐用性高的特点, 能有效改善传统路桥工程中的裂缝问题, 保障路桥工程的质量。对预应力混凝土桥梁设计进行研究, 总结预应力混凝土的质量控制策略, 对于提升路桥工程质量、降低施工成本具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] 薛峰. 试论预应力混凝土桥梁设计研究[J]. 建材发展导向(下), 2018, 16(5): 135.
- [2] 卞朝东. 浅析大跨径预应力混凝土桥梁设计技术[J]. 江西建材, 2016(6): 228.
- [3] 谢华. 公路桥梁预应力混凝土桥梁设计分析[J]. 黑龙江交通科技, 2018, 41(9): 151-153.
- [4] 李晶垚. 预应力混凝土桥梁设计[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(8): 128-130.
- [5] 李会勇, 刘盼盼. 预应力桥梁设计实践及其技术探讨[J]. 工程技术研究, 2017(1): 40-44.
- [6] 张凌鸿, 汤志刚. 公路工程施工中关键部位的施工技术分析[J]. 交通世界, 2019, 11(36): 18-19+45.