

桥梁总体设计及技术特点分析

黄升

(华维设计集团股份有限公司, 江西 南昌 330096)

摘要: 桥梁是我国现代化路网体系中不可或缺的组成部分, 承担着路桥连接、交通运输等重要职能, 是我国经济发展与社会进步必不可少的基础设施。桥梁总体设计关系到桥梁结构及其功能的发挥, 更关乎后续的工程建设。基于此, 本文简要论述桥梁总体设计的基本原则、前期准备工作、主要步骤, 分析桥梁总体设计的基本内容, 从BIM(建筑信息模型)技术、新型桥墩连接技术、新型减振伸缩装置三大方面探究桥梁总体设计的技术特点, 以供参考。

关键词: 桥梁; 总体设计; 技术特点; 技术标准; 设计原则

中图分类号: U448.13 **文献标志码:** A



近年来, 我国交通运输网络建设逐步完善, 在“可持续发展”“科学发展”“节能减排”已经成为社会共识的基础上, 如何在保证桥梁功能性的基础上最大限度地降低桥梁工程造价、提升桥梁美观性并促进桥梁与周边环境相协调已经成为桥梁设计者亟须思考与解决的问题。桥梁总体设计是一项系统性、复杂性且技术标准较高的工作, 设计人员需要把握现阶段桥梁总体设计基本原则, 做好前期水文勘察、地质勘察、工程资料分析等准备工作, 结合实际需求及桥梁功能进行桥梁定位、设计桥梁结构及平面与剖面形式, 还需要积极运用现代化技术提升总体设计方案的可行性, 为后续的桥梁工程实施及维护保养提供便利。

1 桥梁总体设计的基本原则

桥梁作为我国现代化路网体系内重要的组成部分, 其总体设计质量、设计方案可行性及设计参数的选择不仅关系到桥梁的安全通行与实际使用, 而且关乎我国交通事业的稳定发展。近年来, 我国桥梁工程数量规模显著扩大, 为桥梁设计领域注入新的活力, 使桥梁总体设计技术水平不断提升、设计经验逐步积累, 对推动桥梁设计领域的发展大有裨益。但社会的进步、时代的发展及人们物质生活水平的显著提升, 对桥梁总体设计技术提出更高的要求。综合而言, 桥梁总体设计需要遵循技术先进、安全可靠、适用耐久、经济合理的基本原则, 同时要满足美观、环境保护及可持续发展的要求。具体而言, 桥梁总体设计需

要立足实际、放眼未来、因地制宜、因势利导, 保证桥梁总体设计契合使用、经济、施工等多方面的要求。例如, 针对陆上桥段的设计, 适宜选择简支T梁; 针对跨越通航河流、深水基础的桥梁, 适宜选择大跨桥梁结构。唯有因地制宜地对比优选桥梁总体设计方案才能充分发挥桥梁的设计功能^[1]。

2 桥梁总体设计前期准备工作

桥梁总体设计前的准备工作尤为重要, 特别是分析工程资料、当地相关法律、法规及经济发展规划、实地勘察及水文环境分析等, 不仅是设计人员决策的信息依据来源, 而且关系到桥梁总体结构及横断面形式。桥梁总体设计前期准备工作主要包括工程必要性论证、工程可行性论证、工程经济可行性论证, 需要从经济、社会、关键技术等层面分析桥梁总体设计的必要性与可行性。同时, 在前期准备阶段, 设计人员需要尽可能完整地收集工程资料, 主要包括: 国家、地方社会经济发展规划; 交通、荷载等级及战备情况; 桥位附近的地质资料, 包含地质分层、力学性能、地质构造等; 水文情况, 包含河床断面、通航水位、历史洪水资料、通航净空、冲刷及淤积情况, 河床变迁等; 气象资料, 包含年平均温差、年最高温差、桥位处设计风速、台风、雨量等情况。只有切实做好设计前的准备工作, 才能保障桥梁总体设计工作顺利、有序开展^[2]。

3 桥梁总体设计主要步骤

桥梁总体设计是一项复杂且系统的工作, 设计所

涉及的要素及内容较多,步骤较为烦琐,总体可以分为两大基本阶段:其一为初步设计阶段。设计人员需要根据现有的工程资料开展水文环境调查及地质勘测工作,获取更加真实、完整且可靠的地质与水文信息。同时,结合上述信息的采集、筛选、加工处理及分析,初步制定多种适宜当地气候条件、水文环境及地质特点的桥式方案,对比优选出经济、技术可行,符合使用、美观等要求的桥式方案。此外,初步拟定桥梁结构的主要尺寸,如梁高、梁跨比、桥墩墩高与墩纵向壁厚厚度等。待确定后估算桥梁工程数量、主要材料用量及全桥造价的概算指标;其二为施工图设计阶段。需要设计人员遵循可施工性、技术先进性等基本原则完成施工详图、施工组织设计及施工预算,确定好桥梁工程的技术标准,合理选取相应的技术指标,如中跨最大静活载挠度、挠跨比、徐变边跨中上拱等,以此为桥梁工程的后续实施奠定基础^[3]。

4 桥梁总体设计的基本内容

桥梁总体设计内容主要包括桥位选定、桥型选定、桥梁总跨径及分孔方案确定、桥梁纵横断面布置等。近年来我国桥梁总体设计技术水平不断攀升,再加上工程实践中设计经验的不断积累,桥梁总体设计质量明显提高。综合来看,桥梁总体设计内容及其设计方法如下:

4.1 桥梁总体设计理念

理念决定观念,观念决定行动,行动决定高度。桥梁总体设计理念是设计工作开展的目标导向,也是设计人员主观意识、专业知识、高超技能与思想情感的集中体现。现阶段,“可持续发展”“科学发展”“高效集约”已经成为社会各领域的共识,不管是在桥梁设计领域,还是在建筑、公路等设计领域,都更加追求环境协调性、功能多元性、使用人性化与节能减排。因此,桥梁总体设计需要以可持续发展为引领,致力于通过科学、适宜的规划设计降低资源与能源的消耗,保证桥梁与周边环境相辅相成、相互协调,并且要保障桥梁通行的安全性、稳定性、可靠性、耐久性。因此,建议设计人员推行标准化设计,尽量设计预制拼装建造技术。该技术目前已经趋向成熟,通过在工厂内建造标准统一的预制构件以缩短制作周期、提升预制构件的标准化程度、降低预制构件的材料消耗,不仅可以有效降低全桥造价,还能达到绿色设计目标。

4.2 桥梁总体功能定位

桥梁是我国城镇一体化建设中必不可少的基础设施,承担着交通运输及路桥连接等职能,旨在为区域间经济交流、商业往来等开辟一条新的便捷通道,克

服传统交通网络布局形式带来的弊端,以桥梁促进区域经济的协调发展。桥梁的功能决定其总体设计的重要性与必要性。设计人员需要综合考虑区域经济据点分布、区域社会经济发展总体规划、区域预留延伸条件等因素,探明桥梁的建设条件,如大风持续时间、风力、多年平均气温;桥位处最大水深、通航水位;桥位处地层结构、地质条件、基岩强度;抗震设防烈度、地震动峰加速度及特征周期等。在此技术上进一步分析桥梁建设难度,如路桥连接形式、当地规划及相关法律等对桥梁总体设计的要求、桥梁工程造价控制要求、工程质量及耐久性标准等。确定桥梁总体功能定位的目的在于使桥梁总体设计突出重点,避免设计的盲目性与随意性,保证桥梁总体设计方案可以融入区域经济规划中,促进区域经济发展与社会和谐稳定。

4.3 桥梁横、纵断面设计

桥梁横、纵断面设计是桥梁总体设计的关键内容。在桥梁纵断面设计中需要把握如下技术要点:

(1)桥梁总跨径设计需要保证桥下净空充足,可以顺利宣泄洪水、通过流冰。同时要根据河床的地质条件确定允许冲刷深度等设计参数,在保证功能性及适用性的前提下适当压缩桥梁总跨径长度以降低全桥造价;(2)在桥梁分孔设计中需要综合考虑通航需求、工程地质条件、工程造价、施工难易度等因素;(3)桥面标高设计需要以总跨度及分孔设计为基础,设计出通航水位及净空高度等参数,选取最低值以达到节能减排的设计目标;(4)在设计桥面纵坡时,应结合实际情况确定坡度。桥面纵坡主要承担着桥面排水职能,双面坡的坡度需要控制在1%~3%范围内;大、中型桥上的桥面坡度不宜超过4%;桥头引道的坡度应低于5%。在桥梁横断面设计中,需要以桥上交通需求为导向。若桥面包含人行道与车行道,需要保证人行道宽度在0.75~1 m,范围内,若设计有非机动车道,则需要设计不少于两条非机动车道的宽度,即2 m。根据人行道、机动车道及非机动车道的宽度设计好桥面宽度^[4]。

4.4 桥梁平面布置

在桥梁平面布置设计中应注意:桥梁的线性及引道需平顺,以此保证车辆的安全与稳定通行。路桥衔接要流畅,衔接形式、衔接长度等需要符合路线布设的规定。通常情况下,大、中型桥梁的线形为直线形,若因实际需求或特殊条件需要设计为曲线形,应保证其各项技术指标、设计参数、曲率半径等符合相关规定。此外,从全桥造价及桥梁总体设计方案的可行性层面而言,应尽量避免桥梁与河流或桥下路线斜

交。但在受到路线线型、桥梁规模等条件制约的情况下,可以设计斜交桥,但需要保证斜度低于 45° ;若为桥梁与河流斜交,其斜度应低于 5° 。

4.5 桥梁结构设计

现阶段我国桥梁结构形式越加多样,再加上预制建造技术的快速发展,各类桥梁结构、桥型及预制构件得以在桥梁总体设计中广泛应用。如钢箱混合梁、钢桁梁、箱形钢混结合梁等。不同主桥梁型下工程造价、施工难易程度、材料消耗量等具有明显的差异性,并且有其特定的适用范围及条件。例如,钢箱混合梁的构件可以在工厂内预制,操作便捷,成本较低,但不适宜用在线形多变、连续结构的桥梁总体设计中;钢桁梁结构耐久性较低、需要体系转换,并且安装周期较长,但可以适用于变化复杂的桥梁总体设计。在桥梁结构设计中可以采用分段设计的方法,在桥梁中段、边跨段等设计不同的主桥梁型,综合分析不同结构下桥梁工程造价、技术先进性及后续的施工难度,并且结合实际情况科学、合理且适宜地设计桥梁结构。例如,桥梁跨径在 $45\sim 60\text{ m}$ 范围内时,可以设计简支钢混组合小箱梁,为提升美观度可以采用倒T形盖梁;再如主跨跨径为 400 m 时,可以设计钢混结合梁,可以与周边景观相协调,使抗风性满足实际要求。

5 桥梁总体设计的技术特点

伴随着桥梁设计领域的不断发展,桥梁总体设计呈现出新的技术特点,具体体现在以下三大方面:

5.1 信息化与智慧化特点——BIM技术

BIM(建筑信息模型)是现阶段桥梁总体设计中常用的信息化与智慧化技术。BIM技术具有协调性、信息共联性、可视性等特点,可以对桥梁工程资料、各类信息等进行立体化表达,模拟桥梁所处位置的实际地质条件、水文环境及气候特点。设计人员应用相关的BIM技术可以高效率完成概念设计、初步设计及施工图设计。不仅如此,BIM技术可以将原本的平面设计图转化为3D模型,更加真实地展现桥梁的总体结构、自动化统计桥梁工程数量及材料用量等,设计人员调整相关参数对不同设计方案的技术、经济等进行对比分析,选择出最佳且与自然环境相适应的总体设计方案,可以显著提高桥梁总体设计的科学性与合理性。

5.2 高效集约化特点——新型桥墩连接技术

高效集约是当前桥梁总体设计的技术特点之一,主要体现为新型预制桥墩连接技术。传统桥梁下部结构预制拼装中应用的桥墩连接技术包括预应力钢筋连接、灌浆金属波纹管连接、插槽式连接、钢筋焊接或搭接等。各类连接技术有其特定的适用条件,且材料

消耗具有较大的差异性。新型预制桥墩连接技术,即以钢结构连接预制墩柱与承台。相对现行连接技术而言,新型预制桥墩连接技术可以缩小墩柱尺寸、提升构件的延展性、提高连接强度、提升受力性能,设计人员结合实际需求做好拟静力加载试验,确定好相关的设计参数,可以节约成本、降低能源及资源消耗,达到高效集约的桥梁总体设计目标^[5]。

5.3 释放桥下空间、美观性特点——新型减振伸缩装置

伴随着人们物质生活水平的显著提升,其对居住空间的美观性提出更高的要求。桥梁是城乡空间内一道亮丽的风景线,在桥梁总体设计中释放桥下空间、提升桥梁美观性是主要的技术特点,也是适应社会发展形势的必然选择。实践表明,在桥梁总体设计中选择倒T形盖梁可以降低盖梁结构高度、加大桥下净空,而在盖梁结构下会出现2条伸缩缝,为降低噪声及振动对周边环境的负面影响,在桥梁总体设计中可以选择新型减振伸缩装置,可降低振动噪声50%,以此实现桥梁总体设计与周边环境相互协调。

6 结束语

桥梁总体设计需要遵循安全可靠、技术先进、适用耐用、美观协调、经济合理、可持续发展的基本原则。在桥梁总体设计前需要做好准备工作,主要包括工程资料收集及分析、水文及地质勘测等,全面收集信息以为桥梁总体设计决策提供依据。同时,桥梁总体设计包括初步设计、施工图设计两大基本阶段。在实际的设计工作中需要把握好桥梁总体功能定位、桥梁横纵断面及平面布置、桥梁结构等设计要点。此外,现阶段桥梁总体设计技术呈现出智慧化与信息化、高效集约化、美观性的特点,设计人员需积极运用新技术以提升设计水平。

参考文献

- [1] 张宪国.就市域铁路桥梁总体设计研究[J].现代城市轨道交通,2021(10):13-17.
- [2] 文望青,严爱国,王德志.福厦高铁泉州湾跨海大桥总体设计[J].铁道标准设计,2020,64(Z1):7-11.
- [3] 陈良江,王德志,段雪炜,等.福平铁路桥梁总体设计及技术特点[J].铁道标准设计,2020,64(Z1):1-6.
- [4] 李永君.赣州快速路桥梁工程总体设计与创新技术[J].城市道桥与防洪,2020(8):103-106.
- [5] 吴忠,袁慧芳.港俞路淀浦河景观桥梁总体设计[J].城市道桥与防洪,2019(10):85-87.