

大跨度桥梁设计要点与优化措施分析

郭明

(深圳市综合交通与市政工程设计研究院有限公司, 广东 深圳 518003)

摘要 在一些地形地貌环境复杂的城市中,为充分满足交通运输需求,会设置大跨度桥梁。这类桥梁具有宽度、长度更大的特征,为确保承载能力达标,需要结合项目的实际情况,特别把控桥梁设计的关键点,采用合适的优化调整手段,以提高桥梁运行水平。本文通过分析大跨度桥梁设计的相关要点,进一步探究了大跨度桥梁结构的优化措施,希望可以为实际桥梁工程建设提供有益参考。

关键词 大跨度桥梁;斜拉桥;拱桥;悬索桥;局部结构

中图分类号:U442

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)10-0112-03

大跨度桥梁是一项关键的交通设施,其有利于跨越较宽的区域,减少使用额外支撑物,提高交通的便利水平,良好适应恶劣环境,因此也得到了广泛应用。随着需求的增加,大跨度桥梁建设工程项目也渐渐变多,结构形式愈发复杂,其中以大跨度拱桥、悬索桥以及斜拉桥为主要代表结构,这些桥梁的施工质量与安全要求较高,为保证其稳定性和可靠性,还要优化设计,把控每一项细节,文章主要概述了大跨度桥梁建设的各项设计要点。

1 大跨度桥梁的主要特征

大跨度桥梁通常是指单跨跨径在40 m以上的交通桥梁,其主跨的长度一般在100 m以上,相关优势在于可以直接跨越河流、深谷以及海湾等复杂地貌,避免形成交通障碍,当前交通设施的建设已经成为城市现代化发展的重要工作,在各类交通设施中,大跨度桥梁不仅发挥出纽带作用,还会成为城市的地标,是城市文化和经济发展的重要标志。这种桥梁与普通桥梁相比,其宽度与长度参数都要更大,同时具有优异的承载性能和安全稳定系数。大跨度桥梁的设计工作极为重要,具体设计前还要系统性分析桥梁特征,主要概括为四点:第一,桥梁皆为大规模结构,施工作业的流程更为复杂,主体结构部分体积较大,不仅需要增强桥梁的承载能力,还能在视觉上呈现美观性;第二,桥梁结构的组织规划要求颇高,大部分跨度较大的桥梁都需对主体部分设置过渡节点,明确每个阶段施工的长度,保证施工的顺利推进;第三,施工建设难度较高,要注意处理各项细节,大跨度桥梁的每个细节都可能影响到整体结构质量,因此要确保按要求处理,在施工中还会采用预测控制的手段,提前分析不同施工阶段的潜在风险问题,制定修正对策,降

低施工误差,确保作业的连续性与稳定性;第四,桥梁的承载能力颇强,方便各种大型车辆通行,许多地区的大跨度桥梁平均每日通行的车辆达到上千台,故而其基础结构的稳定性要求也比较高,如在设计结构时往往会考虑抗震、抗风以及平顺性等要求,确保其抗震设防标准满足实际需求、具有良好的耐风性能以及平整度颇高,以此来保障桥梁通行的安全^[1]。图1为大跨度桥梁的主要特点结构图。

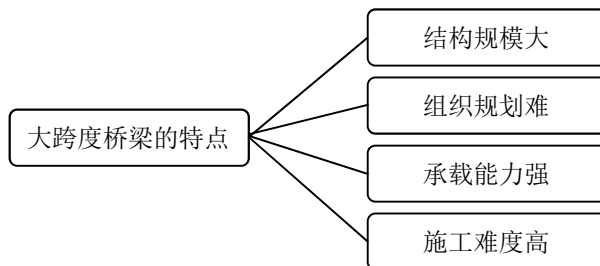


图1 大跨度桥梁的特点

2 大跨度桥梁设计的相关要点

大跨度桥梁可以划分为多种类型,针对每种类型的桥梁设计也存在不同要点,以下概述了几种常见的大跨度桥梁。

2.1 斜拉桥的设计要点

大跨度斜拉桥属于拉索桥梁,通过外部拉力来确保桥身整体的平稳和安全,其实际承载力较强,结构十分稳定,因而往往会用在跨江或跨海的桥梁建设项目当中,其径向斜跨拉力受到塔柱、主梁位置以及拉索绳的影响,因而在设计时也应注意三种结构的相互协调,基于斜跨拉力的要求来开展设计,确保支撑构件、固定构件以及悬浮构件都能发挥出应有作用,对于斜拉桥索面的设计,则是应当把控其承受要点,

尤其是明晰极限力,在此基础上设定双斜结构面或平行结构面,拉索本身也会设计自锚构件,因此固定方面无需再额外增加锚定作用,该类桥梁的实际跨径范围较大,最低跨径为 200 m,最高可以达到 800 m 左右。桥梁拉索是一项支撑构件,其具有柔性特征,这也导致斜拉桥后续使用后拉索容易在外部干扰力作用下产生振动。例如,在大风天气或雷雨天气,拉索可能会在耦合反应下出现振动,进而导致与其连接的锚碇构件出现连锁振动,桥梁的使用安全也会受到不利影响,故而要考虑斜拉索力的动力设计。结合定位仪来逐渐调整索力,使拉索的支撑作用更强,还要利用弯矩来设计约束索力,为了使实际索量控制在最小标准,可以开展矩阵加权计算,基于各类目标函数来得到最为准确的结构数据,实施有效调整。此外,针对斜拉桥索塔的设计推进,要保证在满足需求的基础上控制高度,否则会增加施工作业难度与施工成本,还可能干扰到拉索的受力稳定性。

2.2 拱桥的设计要点

拱桥也是较为常见的大跨度桥梁之一,对于交通建设有着重要影响。现代拱桥的建设融入了许多新型元素,其主要材料为钢筋混凝土,为保证拱桥具有较好的承载力,在设计时也要考虑到各项要点。拱桥的承载形式可以划分为上、中、下三种,上承载式桥梁的结构主要为拱上建筑、拱圈。中承载式拱桥则是由桥跨结构的中部来承受荷载,主要用于拱式桥跨结构。相比较来看,下承载式桥梁的结构会更加复杂,其需要设置拱肋、横向连接构件以及悬吊构件。按照不同的拱桥结构也能划分为两类,一种是简单拱桥,主体结构通常只有拱圈,下方设有墩台和对应连接基础,其都会承担水平方向上的推力;另一种则是组合式拱桥,具有复合性特征,其还可以分为有推力梁和无推力梁的设计形式,前者承担水平推力的结构为墩台,其他受力结构还包括拱圈、桥道等,另外,也有较为特别的钢架杆组成桥梁。拱桥设计的关键结构为拱肋,这种结构也可基于受力原理划分为不同类型,一种是实体拱肋,其跨径通常会设计较多的钢管数量,能够保证拱肋位置抗弯水平更高;另一种则是桁式拱肋,其跨径通常只设计单个钢管^[2],具体设计要点如表 1 所示。

2.3 悬索桥的设计要点

在一些穿越山川的道路修建时,为了确保道路整体线形的完整和稳定,经常会设置跨径较大的悬索桥,该项桥梁结构组成部分主要包括主缆、锚碇、塔柱以及加劲梁等,对于地势不平坦且高度条件显著的山区道路建设颇为适用。悬索桥依靠两侧塔柱的支撑作用来形成承载力,两个塔柱之间还会悬挂连接索链,从而形成塔架,因此也可将整个悬索桥划分为三个结构,最中间为中跨结构,两侧则为边跨结构,桥梁的整体稳定性也与中跨、边跨的性能水平息息相关。对此,在设计时应尤为注意控制塔柱位置,经过科学计算来明确,具体中跨和边跨之间的跨径比值和桥梁本身的垂直比参数需结合桥梁所在地区的实际情况调整,提高桥梁的稳定水平。

3 大跨度桥梁结构的优化措施

3.1 针对局部结构的优化

大跨度桥梁可以站在局部结构的角度实施优化处理,其具体可采用两项举措。第一,对于大跨度悬索桥要发挥出加劲梁的作用,可以针对桥梁横截面开展优化调整,目前大跨度悬索桥使用的加劲梁有多种类型,依据材料的不同有混凝土梁和钢梁,按照结构布置原理的不同则有混合料和叠合梁,为保证桥梁主跨位置的稳定性,要尽量确保加劲梁本身的重量较小,因此通常会选择钢梁,也可采用简单的叠合梁形式,其梁长度颇短、数量较少,也能减轻结构重量。第二,针对桥基与桥墩部分进行优化调整,这两项结构会直接影响整个大跨度桥梁的稳定和安全,也是桥梁中不可或缺的支撑构件,在设计时需要综合考量各项影响因素,合理配置其数量,比如若为独柱墩,在设计时需要沿着水平方向布置最少 2 个,墩身的最上方可以设置竖向支撑主梁的结构,底部位置则是和承台进行连接,部分桥梁为了避免过水时遇到较强阻力,还会将桥墩设计为六边形结构,上方位置具有分水尖,在桥基设计方面,需要先设计挖孔桩,随后针对桥台的规模来布置桩基,重点把控其长度与底部标高参数,确保整体抗压强度不小于 5.0 MPa,满足承载需求^[3]。

3.2 针对整体结构的优化

大跨度桥梁结构大多属于超静定类型,其覆盖的

表 1 拱桥不同类型拱肋的设计要点

类型	相关设计形式
实体拱肋	跨径设计多管形式,具有较好抗弯性能,适合用在跨径不小于 100 m 的桥梁建设中
桁式拱肋	跨径设计多管形式,具有较好抗弯性能,适合用在跨径在 80 m 左右的桥梁建设中

变量较多,因而影响因素也极为复杂,在设计时的优化难度也颇高。整体优化时需要针对其容许应力来搭建目标函数,还要采用现代概率理论,基于全概率或半概率的设计手段,使大跨度桥梁结构设计的水平进一步提高。在科学描述桥梁不确定性影响因素时,可以结合稳定性、安全性指标来定量分析,保证设计的结构目标为最优形式。考虑到大跨度桥梁日后运营的实用价值体现,还可以利用结构模型的技术,通过导入不同的结构参数模拟分析,在搭建的模型中确定最优参数,使整体结构的优化成效更佳。此外,大跨度桥梁结构的整体优化也可采用更多先进算法来进行设计,确保分析得到的参数结果更为准确可靠,比方说采用仿生学分析法、数学规划法等,都能使设计水平得到显著提高,增强桥梁的功能性^[4]。

3.3 针对上部结构的优化

桥梁结构当中的上部结构影响到承载作用,因此需要结合实际需求来进行选型和优化设计。首先是桥梁上部的空心板结构,这种结构具有简单、成本低的优点,也不会运用到过于复杂的施工工艺,但其实际跨径不大,只适用于深沟的大跨度桥梁工程当中,且要注意统一处理高度与跨度的比例,使上部结构更为稳定,从线形来看,其结构半径也比较大,因而不宜增加过多的高墩数量,否则可能会造成桥面整体的伸缩缝变多、变大,降低桥梁运行的安全水平。另外,对于一些山区地形的大跨度桥梁工程中不宜选择空心板结构桥型,否则其上部结构舒适度会下降。其次是预制T型梁多梁型结构,该结构的桥梁会提前制作好符合要求的构件,再进一步拼装,其实际跨径为中等大小,但因技术相对简单且具有经济性优势,因而也得到了推广应用。不过T型梁结构的上方断面为开口形式,平衡承载力和抗扭矩力方面存在一定的局限性,在曲线梁的施工项目当中要慎重。曲线梁的弯矩比较严重,在这种上部结构的作用下,下方结构的平衡性也会变差,容易造成大跨度桥梁的安全风险,若曲线桥本身的弯曲系数极小,也可将预制T梁结构当作直梁来进行使用,同时,考虑到桥梁本身的线形特征,也可适当对T梁的翼缘板部分宽度参数进行调整,使其对弯矩力产生缓冲作用。总之,在优化大跨度桥梁的上部结构时,需要充分考虑桥梁型式与周围环境、建设施工要求的匹配性,确保后续桥梁结构发挥良好的承载效果,在施工建设时也会更加顺利^[5]。

3.4 针对下部结构的优化

大跨度桥梁的下部结构是指墩台基础结构,其优化设计会影响到整体的桥梁牢固效果,在设计时同样

要保证结构选型到位,还应做好地质环境的勘测,明确设计的技术规范要求。比方说常见的桥梁下部结构都是设计为模板和平台结构相连形式,二者会发挥出一体性作用,虽然早期该项建设手段的便捷性较强,但后续施工深入后也会增加难度,故而随着技术的不断发展,现今多会采用翻模施工形式,作业时先是将预制模板运送到现场,随后技术人员搭建模板支架,之后在支架上方设置较为固定的墩台,施工时可以利用塔吊设备,针对下部结构的模板、墩台构件进行吊装,稳定后将模板规范拆除即可,随后测量上部结构的稳定效果。翻模施工技术的优点体现在能够确保墩台结构和下层模板施工时相互独立,且施工平台会每间隔5m左右进行一次安装设置,具有秩序性和规范性,方便进行操作。吊装墩台时的整个作业范围都处于固定直角坐标系当中,运动也呈现出直线状态,故而操作难度并不高,许多非必要的桥梁施工程序也能省去,可以提高施工效率,同时其也能预防平台扭矩过大造成的裂纹问题,使下部结构的质量更优。除此之外,采用翻模施工的工艺也能使下部墩台位置更加美观,其会遵循逐层吊装的原则,避免出现平台结构与模板不对应的情况^[6]。

4 结束语

对于跨度较大的桥梁,其各部分结构的设计都会直接影响到承载力,为保证桥梁的稳定性,需要结合实际情况与建设需求优化设计。在实际设计大跨度桥梁过程中,需充分考虑桥梁的结构型式,不同类型桥梁的设计重点不同,如斜拉桥需要考虑支撑和固定构件的作用充分发挥;拱桥的设计要点在于拱肋参数设定;悬索桥设计则是要控制跨径比值和桥梁垂直比。总之,大跨度桥梁工程设计要达到稳定与安全的标准,确保桥梁日后顺利投运使用。

参考文献:

- [1] 李德富.大跨度桥梁设计要点及优化措施初探[J].黑龙江交通科技,2022,45(07):80-81.
- [2] 王琳琳.大跨度桥梁设计关键点及优化措施研究[J].交通世界,2021(10):138-139.
- [3] 尹永杰.大跨度桥梁的设计要点及优化措施探讨[J].工程技术研究,2021,05(08):225-226.
- [4] 陈卫东,梅春.大跨度桥梁结构优化设计措施[J].公路交通科技:应用技术版,2021,15(06):278-280.
- [5] 同[4].
- [6] 张昊男.大跨度桥梁设计要点及优化措施研究[J].四川建材,2023,49(10):175-177.