

高速公路标准化跨径桥梁设计要点探析

邓璐

湖南建工交通建设有限公司

摘要:为促进桥梁设计的标准化,提升我国高速公路桥梁工程设计水平。论文结合某高速公路桥梁工程项目,对高速公路标准化跨径桥梁设计中的注意事项、设计原则展开分析。随后分别对标准化跨径桥梁的设计要点进行阐述,通过论文研究可知,只有科学选择桥梁跨径,才能进一步完善标准跨径桥梁的整体结构,让安全性能符合建设要求,保障我国高速公路标准化跨径桥梁的设计质量。

关键词:高速公路;标准化;跨径;桥梁设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.056

一、引言

随着城市交通系统的完善,标准化跨径桥梁被广泛应用在高速公路工程中。相较于其他类桥梁,标准化跨径桥梁具有资源占用比例少、建设流程机械化等优势。但是为发挥该类桥梁在公路项目中的建设优势,还应做好桥梁的整体设计,使桥梁各区域的结构设计具有较强的稳定性、安全性,能够满足新时期高速公路桥梁的设计要求。

二、高速公路标准化跨径桥梁建设特点

由于高速公路建设施工地质条件复杂性高的缘故,施工过程难度系数高且对施工技术要求也比较高,与此同时,对于资金的投入力度要求较高,特点体现如下:

(一) 技术难题多

一般情况下,高速公路桥梁施工环节比较复杂,且由于对工程质量要求又比较高,故施工过程难度系数也高。比如,施工过程中除了包括一些设计勘察环节的问题以外,施工过程中在绑扎钢筋和浇筑混凝土或者后期养护等各个环节均存在一些技术性问题。为保证桥梁的施工建设质量,成功地克服这些技术问题,势必要在施工过程中特别注意要强化工程质量控制,以保证工程施工效果不会受到影响。

(二) 工程规模大

高速公路桥梁建设总体规模大,具体可以表现为桥梁的跨度大且高墩施工的规模较大,同时对于施工任务的安排量也比较大。因此,为了能够克服掉这些施工问题,我们需要在施工过程中特别注意强化施工现场的设计勘察工作,且要制备配备较之合理的施工技术方案,有助于科学控制工程质量。

(三) 工程造价高

鉴于高速公路桥梁建设具备工期长、风险大、规模大且应用施工材料及施工机械设备较多的缘故,所以整体工程施工和造价成本就比较高。基于此,在设计方案时应该合理安排工程的资金预算,并且要注意强化施工成本动态管控,避免出现超支问题,同时保证工程的建施工经济效益。

三、山区高速公路桥梁优化设计的原则

高速公路标准化跨径桥梁建设需遵循几个具体的原则展开施工,以保证桥梁结构的设计水平和施工质量。

(一) 安全性原则

在高速公路桥梁建设施工中,安全问题必须要摆在第一位,要求相关人员需给予足够的重视。一般来说,常规标准化桥梁基本都采用的是技术相对成熟且标准化程度较高,以及对于施工现场的养护要求比较低的装配式结构,目的就是为能在施工时实施标准化的、系列化的、工厂化的施工。与此同时,高速公路标准化跨径桥梁在设计时应该遵循单独设计的原则,并尽可能采取技术较成熟而且协调性好、受力均匀同时结构安全性高的桥梁设计外型。另外,设计师在设计桥型时一定要遵循安全性的原则,不仅要保证桥梁结构的安全性和稳定性,同时还必须保证桥梁必须要可以适应多变的自然环境,以至于能够有效地承载行车荷载,同时积极应对源于外界恶劣的自然条件可能附带产生的负向影响。

(二) 经济性原则

高速公路标准化跨径桥梁的建设另外还需要遵循经济性的原则展开施工,要根据相关标准和要求科学控制桥隧与路基规模,以使能够充分发挥地形的优势尽可能地缩减特大规模桥或者桥梁墩柱的高度,继而起到合理控制工程造价的作用,达到节省投资成本的目的。要侧重于建设路线方案的优化提升,同时还要保证必须合理安排和布置桥隧结构,确保在经过一番对桥隧设计方案的比较选优之后,再尽量借助降低成本的方式严格落实高速公路标准化跨径桥梁建设的经济性原则。

(三) 协调性原则

高速公路标准化跨径桥梁在设计时除了必须满足技术方面对先进性的要求以外,同时对其安全性及可靠性、持久耐用性、经济合理性、美观性以及环保性要求均比较高,设计过程中侧重于环境的协调性设计,同时又要遵循因地制宜、便于施养和就地取材等原则。此外对于部分特殊结构的高速公路在选取桥梁方案或布设孔布时,还必须保证周围景观的协调性,安排布孔的时候一定要保证布孔与跨径要保持一致,或者有变化时一定要保证协调美观。防止因为施工过程中破坏周遭自然环境而破坏整体桥梁环境。包括桥型布设及制定施工方案的整个过程都要谨遵“不破坏”的原则或理念,尽可能以最大概率地降低可能对桥梁周围环境的破坏,保证桥梁能够与周围环境融为一体。

四、高速公路标准化跨径桥梁设计应用

(一) 工程概况

某高速公路桥梁工程,本项目为设计速度100km/h的双向四车道高速公路,路基宽26m;公路全长56.79km,全线桥梁采用标准跨径20m、30m装配式预应力混凝土小箱梁及40m装配式预应力混凝土T梁。为保护

桥梁主体结构，促进桥面排水，桥面铺装采用10cm厚混凝土沥青、8cm厚C50混凝土，同时桥梁标准断面横坡为2%。在该高速公路桥梁工程设计阶段，设计人员按照标准化跨径桥梁设计要点，对桥梁构造设计中的各项参数进行优化，进一步提升了桥梁工程的设计质量，增强标准化跨径桥梁设计发难的可行性。

(二) 标准化跨径桥梁设计中的注意事项

设计标准化跨径桥梁时，设计人员应注意以下问题：

1) 注重桥梁设计方案的经济性、实用性、美观性，同时最大程度地控制桥梁后期建设中的资源利用，合理减少各类资源的占用比例。

2) 设计期间应系统分析桥梁工程的路线规划，分析设计方案的可行性。随后针对性地协调桥梁上部结构、下部结构的刚度，突出标准化跨径桥梁设计的专业性^[1]。

例如设计人员应准确的分析桥梁结构的受力需求，并通过合理的设计使大纵坡桥梁、平曲线桥梁结构的受力分布均匀；桥墩设计不会与周围的构筑物产生冲突，墩台结构位置合理、稳定性强。设计人员在设计标准化跨径桥梁的墩台结构时，往往会通过“错幅桥梁”、“半路半桥”等方式，增强桥梁墩台结构布置的合理性。

3) 定位标准化跨径桥梁的建设区域时，还应重点勘测该区域的气候环境、地质条件，然后以此为依据，计算桥梁跨径，设计桥梁结构，为桥梁施工材料、施工工艺的选用打好基础。

(三) 高速公路中标准化跨径桥梁设计原则

在高速公路工程中建设标准化跨径桥梁时，需要保证桥梁设计的质量，促进桥梁工程效益的最大化。标准化跨径桥梁作为高速公路中应用较为广泛，为全面提升该类桥梁工程的建设水平，还应保证设计环节中桥梁设计的合理性、科学性。对此，在高速公路标准化跨径桥梁设计时，还应坚持以下原则：

1. 环保性原则

设计过程中坚持“环保”原则，科学配置标准化跨径桥梁建设中的各类资源，预防资源浪费风险。比如在

设计环节，设计人员还应调查上下游桥梁和道路网情况，若发现绕行距离过远，可以通过设置人行便桥的方式控制工程量，避免损耗大量的人力、物力资源^[2]。

2. 因地制宜原则

为使高速公路桥梁设计参数符合相关标准，还应践行因地制宜的原则，严格按照高速公路的线路规划设计跨径桥梁。例如设计人员还应提前调查附近道路等级、洪水位、业主需求、通航情况、河道规划，以及周围构筑物、高压杆线分布情况等。随后结合实际情况，完成标准化跨径桥梁设计。对于处于城镇的中小跨径桥梁，在确定桥梁跨径时，还需考虑运梁、吊装桥梁、水位的条件。

五、高速公路中标准化跨径桥梁设计要点

(一) 科学选择桥梁跨径

根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2019)，对于跨度小于50m的高速公路桥梁工程，通常应将桥梁设计为标准跨径的装配式混凝土桥梁。在此背景下，标准化跨径桥梁在我国高速公路项目中广泛应用，并且已经取得较高的经济效益。但是对于标准化跨径桥梁，桥梁跨径选择属于桥梁设计的基础工作。

1) 设计人员应基于桥梁结构设计的关系，合理控制桥梁的高跨比，使桥梁高跨比控制在0.618~1以内。然后结合桥梁结构的造价控制要求，设置桥梁设计参数，分析桥梁设计方案实施中的吊装、建设条件。对于跨径小于50m的混凝土桥梁，设计人员可适当地增加桥梁高跨比，灵活调整桥梁跨度^[3]。

2) 桥墩高度处于50~80m时，设计人员需要对比分析高速公路项目的实际情况，合理选用标准跨径混凝土桥梁、连续刚构桥。但对于施工周期短的公路项目，一般可选择40m跨径的混凝土桥梁。桥梁墩高大于80m时，由于桥梁下部结构工程量大，设计人员在选择桥梁跨径的基础上，还应结合工程质量要求，将桥梁结构设计为连续钢构、拱式桥梁结构。

3) 对于标准化跨径的常规高速公路桥梁工程，设计人员还应结合桥梁跨径，控制桥梁孔跨比，对比不同标准化跨径桥梁的设计方案，选择经济优势更为明显的设计方案，如表1所示。

表1 标准化跨径桥梁不同孔跨比的经济指标

项目	第一方案					第二方案				
孔-跨 (孔-m)	5-40					10-20				
平均墩高	30	35	40	45	50	10	15	20	25	30
经济指标 (元/m ²)	3424	3508	3592	4669	4863	2315	2401	2488	3264	3362

(二) 优化设计主梁结构型式

标准化跨径桥梁设计时，主梁结构主要包括空心板、小箱梁、T型梁等类型。其中，空心板桥梁的横向连接方法为“铰缝”，T型梁、小箱梁则是通过湿接缝进行横向连接。但空心板桥梁多用在跨径小于20m的桥梁工程中，主梁结构设计为空心板时，桥墩顶部则需设计为多种桥面连接模式^[4]。

对于非山区的高速公路，其平面线性指标较高，并与周围路网相互交织，施工期间存在较多限制，所以标准化跨径桥梁的常用主梁结构多为T型梁、小箱梁。中小跨径桥梁工程中，装配式梁的跨径包括10m、13m、16m、20m，结构形式为简支、先简支后结构连续等。

另外，在20m跨以内的标准化跨径桥梁，空心板适用于标准跨径小于20m的桥梁，但对于40、50m跨得高速

公路标准化跨径桥梁，T形梁的优势更为明显。但部分对净空、美观性有要求的高速公路，往往会优先选用空心板和小箱梁。确定主梁结构形式后，设计人员需要分别设置主梁的设计参数，如配筋率、受力分布、荷载值等。比如设计人员需根据桥梁跨径、主梁结构形式，确定不同T型梁、小箱梁的配筋率。

（三）合理设计平曲线桥梁

高速公路桥梁工程中的构筑物较多，一些桥梁结构会处于桥梁小半径曲线的内部。并且对于标准化跨径桥梁设计，设计人员需要充分考虑桥梁构造设计、结构受力情况，合理设计平曲线桥梁。

通过相关研究可知，桥梁结构设计中，曲线半径大于100m、桥梁跨径小于30m时，桥梁结构设计中平曲线不会对桥梁总弯矩造成影响。但是对于单跨曲线小于5°的桥梁，还应从桥梁布孔、平面布梁、弦弧差等方面，使高速公路标准化跨径桥梁设计中桥梁的小半径曲线符合单跨桥的设计要点^[5-6]。

1) 桥梁布孔时，应综合分析桥梁结构受力情况，确保桥梁结构长度为标准值的98~102%。随后在不改变桥梁配筋、包裹尺寸的基础上，调整桥梁整跨平直段长度。然后根据平曲线半径、桥梁布孔跨径，控制梁长，并结合实际情况，优化桥梁结构设计方案。

2) 桥梁上部结构中，多数结构会采用“单孔折线法”设置孔位，对于需要平行于桥台背墙线的边跨梁，还应采用径向的方式布设桥墩。若桥梁曲线半径无法满足高速公路桥梁工程的基本要求，相关人员可通过改变桥墩顶部现浇缝宽度的方式，应对桥梁外弧梁长、径向不等的情况。

3) 按照单孔折线法设置桥梁上部结构时，还应注意调整桥梁边缘翼板的平面曲线宽度，然后径向布置桥墩。预制梁结构相同时，桥墩顶部的现浇缝还应设置为扇形开口。

（四）明确桥梁大纵坡设计要点

标准化跨径桥梁设计中，若高速公路桥梁某区域的坡度大于3%，设计人员还应明确桥梁大纵坡设计要点，预防梁体侧移风险，确保桥梁结构的耐久性。首先，设计人员可计算桥梁结构的承载力要求，针对性地优化桥梁底部设计，如设置底座钢板、增加底座钢板厚度等。其次，按照桥梁大纵坡区域的位置、曲线特点，控制该区域的桥梁长度，随后严格地按照桥墩高度设计桥墩墩梁。最后，根据大纵坡的实际坡度，调整主梁结构的倾斜度，使桥台背墙结构、主梁伸缩缝宽度符合设计要求。

（五）加强下部结构设计质量控制

1. 桥墩设计

设计标准化跨径桥梁下部结构时，可按照高速公路工程的地貌、地形条件，以及桥墩设计高度，选择恰当的桥墩结构。常用的桥墩结构包括方柱墩、薄壁墩、圆柱墩三种。其中，圆柱墩具有质量控制难度低、施工工艺便捷等优势，相关人员可按照桥墩受力要求，灵活

调整墩柱直径。在桥墩高度小于35m的标准化跨径桥梁中，圆柱墩的使用较为广泛。

在此过程中，设计人员还应在墩柱结构中增设横向墩，以此增强墩身刚度、桥梁抗震能力。或是强化圆柱墩柱间梁结构，控制桩顶位置的方式，确保桥墩结构的实际刚度。桥墩高度超过35m时，通常可采用薄壁墩结构，且墩高小于50m时，桥墩多为薄壁实心墩。墩高大于50m时，桥墩为变截面等截面的空心墩。

2. 桥台设计

基于高速公路的地质相关的基础条件，标准化跨径桥梁的桥台可设置为肋板式台、桩式台、轻型一字台等。桥台区域的地形条件可以满足布设台前锥坡的基本要求时，且桥头填土小于6m，设计人员可将桥台设计为桩式台。填土高度超过6m时，可设计为肋板式桥台。桥台面纵向坡度较大时，设计人员应根据桥梁结构设计需求，分析桥台的补空功能，将桥台设计为桩式台、轻型一字台。

3. 基础设计

标准化桥梁跨径的基础设计通常需要考虑桥梁区域的地形条件、地质构造，以及施工的便利性。当桥梁位置处于地势较为险峻的山区、河道时，桥梁两侧的地质会受周围环境的限制，所以在设计桥梁基础结构时，还应考虑桥梁结构侧移风险。桥梁墩台布设在纵横向的陡坡处时，为控制挖方量，设计人员还应结合陡坡边缘的淹没深度，科学选用桩基结构。

六、结语

综上所述，为确保高速公路标准化跨径桥梁设计质量，设计人员应深入分析跨径桥梁设计要求，并结合建设区域的实际情况，以及相关的技术规范，分别从标准化跨径桥梁的上部结构、下部结构对其进行优化设计。桥梁设计过程中，还应按照桥台、桥墩等关键部位的基本功能，合理地选定设计参数，保证设计数据和桥梁跨径的契合度。随后借助更可靠的跨径桥梁设计方案，指导后期的施工作业，为我国高速公路桥梁建设事业的健康发展提供助力。

参考文献

- [1] 王生楠. 高墩施工技术在高速公路桥梁标准化施工中的应用[J]. 中国标准化, 2021(02): 33-35.
- [2] 董莹. 标准化跨径桥梁设计要点探讨[J]. 中国室内装饰装修天地, 2020(06): 36-37.
- [3] 周青, 傅晨曦, 韩大章. 中小跨径钢混组合梁桥设计标准化关键参数研究[J]. 上海公路, 2020(01): 7-8.
- [4] 马丰民. 标准化跨径桥梁设计要点探讨[J]. 建材与装饰, 2020(11): 102-105.
- [5] 陈晓羽, 侯冬冬, 尤佳. 关于标准化跨径桥梁设计要点分析[J]. 中国标准化, 2022(11): 178-181.
- [6] 程竑. 山区中小跨径桥梁设计要点分析[J]. 低碳世界, 2019(13): 278-281.