

文章编号: 0451-0712(2006)06-0133-04

中图分类号: U448.21

文献标识码: B

浅谈河北省中小跨径桥梁的适用型式

张忠民

(河北省交通勘察设计研究院 石家庄市 050011)

摘 要: 河北省内已建或在建的桥梁, 大部分为 50 m 以下的中小跨径桥梁, 结合省内河流特点及桥梁病害谈一些桥梁孔跨布设经验及适用的桥梁型式。

关键词: 中小跨径桥梁; 孔跨布设; 适用型式

1 河北省河流特点

河北省内, 河流分别属于海河、滦河、辽河和内陆河四个水系。河流的洪水来源主要为降雨、地表径流和少部分融雪。省内河流多为宽浅季节性河流, 暴雨季节, 洪水流量急剧增大, 洪枯水流量变幅较大。

根据河流的流域地形特点, 一般分为山区河流和平原河流两大类。对于较大的河流, 上游段多为山区河流, 下游段多为平原河流, 而中游段常兼有两类河流的特性。对于较小的河流, 则上、中、下游河段, 可能都属于山区河流, 也可能上游属山前区河流, 下游属平原河流。

山区河流坡面陡, 比降大, 洪水暴涨暴落, 水位和流量的变化大, 但洪水持续时间短。平原河流的流域面积一般较大, 且流域坡度较为平坦, 汇流时间长, 河床开阔, 调蓄作用大, 洪水涨落较山区河流缓慢, 洪水持续时间较长。水面比降及河床比降都较小。

省内尚有水库地区、泥石流地区、平原低洼(河网)地区、潮汐河段的特殊地区河段。

2 桥梁病害

2.1 客观因素

公路桥梁早期病害与超载运输有直接关系。超载车辆荷载的长期冲击和疲劳作用是形成桥梁早期病害的根本原因。

高速公路的渠化行驶, 在行车道的基本固定位置, 出现早期桥面或梁板病害。

现行设计理论及标准、规范的滞后, 不能适应当

前公路桥梁建设发展的需要。

另外施工质量低也是桥梁病害的诱因之一。

2.2 勘测设计

勘测设计中, 基础资料收集不足, 水文、水力分析与计算工作不够, 设计流量、设计水位过多地依赖于防洪评价报告。导致孔跨布置不合理, 墩台冲刷及河床演变计算不够深度和预估不足, 造成局部水毁, 危及桥梁的安全。

桥梁选型应根据地形、地貌、地质、河流特点, 河段类型, 河床断面形态, 自然环境以及建设条件要求的建筑高度等因素来选择合适的结构型式和孔跨布设。也就是说, 桥梁的结构型式应适应自然地理环境, 而不是环境来适应桥梁的结构型式。

2.3 桥梁病害常见形式

(1) 在钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁中, 梁体开裂是一种常见现象。

受力钢筋的锈蚀, 将导致钢筋有效截面的骤降, 钢筋的体积膨胀又会导致混凝土开裂或表面混凝土脱落。混凝土开裂后混凝土保护层下的钢筋暴露于空气中, 又加快了钢筋的锈蚀, 由此造成恶性循环。

(2) 特别是在一些板梁结构中, 钢筋混凝土简支板的单板受力现象严重。

单板受力在重车方向行车道范围内和在小跨径钢筋混凝土简支板梁桥上居多。

当重型车辆通过时, 板梁产生明显的弹性下挠, 在荷载反复作用下, 铰缝混凝土被剪坏, 造成单板受力, 使结构整体受力性能受到很大影响。在单板受力的后期阶段, 板梁的弹性变形变成塑性变形, 板梁间

形成永久性台阶。

(3)此外,桥面铺装过早出现凹凸不平或龟裂,以及纵、横向裂缝等病害。

(4)伸缩装置缝内积存杂物、混凝土开裂、橡胶体脱落,在车辆荷载的反复冲击和上部结构温度变形作用下,自由伸缩受阻,造成损坏。

3 中小跨径桥梁的孔跨布置

3.1 一般规定

(1)桥孔布置应适应河段的特性及演变特点。

(2)桥孔布置应与天然河床断面的流量分配相适应。在稳定性河段上,左右河滩桥孔长度之比应近似与左右河滩流量之比相当;在次稳定和不稳定河段上,桥孔布置必须考虑河床变形和流量分布变化的趋势。桥孔不宜压缩河槽,可适当后缩河滩。

3.2 山区河流的孔跨布置

在峡谷河段宜单孔跨越峡谷急流。桥面高程应根据设计洪水位,并结合两岸地形和路线条件确定。

在开阔河段可适当后缩河滩。河滩路堤应与洪水主流向正交,否则应增设调治工程。

3.2.1 孔跨平面布置原则

(1)中小跨径桥梁跨越河流时,一般应服从路线走向。为满足地形、水文条件的需要,常设计成弯、斜桥。对于只跨河宽范围的弯、斜桥,应随弯、斜桥的具体角度,斜桥斜做,一般不斜桥正做。

对于采用弯、斜桥跨越河流的长桥,往往孔跨布置除考虑满足跨河要求外,还应考虑路线展线升坡、环保、排水和景观设计的需要。此时河宽范围内孔跨宜斜桥斜做,上岸后的第一孔宜设计成一端斜交,一端正交的异形结构,其余孔跨采用标准的正交孔跨顺接。

当路线布置受地形、地质等条件限制,需多次换岸,往往会造成路线与河道多次交叉且交角较小,斜度模数过多。此时,应做技术经济比较,若按斜桥设计导致设计、施工难度和桥梁造价增加较多时,左右幅应分开做,即错孔布置,落入河道内的墩柱设计成独柱,左右幅墩柱连线与水流方向平行,桥墩盖梁按正交设置。两岸各设一非标准梁长调整孔与标准跨连接。为简化施工模板和景观需要,非标准梁长调整孔的梁高宜与标准桥跨的梁高一致。

(2)中小跨径桥梁跨越山谷时,一般也应服从路线走向。桥梁跨越山谷深沟,桥面设计高程一般较高。此时,水文条件往往不控制孔跨布置,而地形、地

质等条件成为孔跨布置的主要控制因素。由于山体地面纵、横坡度较陡,靠山侧桥跨长度较短,外侧桥跨较长,孔跨布置时,左右幅桥墩宜在横向或径向对齐。

3.2.2 孔跨立面布置原则

(1)山区河流由暴雨造成短时间内水位暴涨,流量巨增,漫堤散流。桥孔跨越此类河流时,两岸引道相当于挡水大堤,此时,漫流洪水只能汇于桥孔下通过。孔跨布置时不宜过多后缩,留有足够的余地,尤其不能将桥台置于河滩上,确保桥梁和路堤的安全。

(2)山谷深沟,由于地形、地貌及地质等条件成为孔跨布置的主要控制因素。河底纵坡较陡,雨季到来,洪水携带大量泥沙、卵石、滚石对桥墩撞击产生危害。因此,孔跨布置宜将桥墩避开沟底,边孔宜采用与中孔等梁高的、适应地形需要的非标准跨径,以降低桥台高度或少开挖山体。

3.2.3 孔跨横断面布置原则

(1)山区特殊地形、地貌和地质水文条件,形成山高谷深、河流发育,自然地面纵横坡大。过去由于路线布置受传统技术路线和设计理念的束缚,造成大挖大填,出现许多高边坡、高路堤、高桥台,破坏了原有的自然地貌、植被。甚至导致滑坡、坍塌、泥石流、水毁等人为地质病害。因此,应重新审视山区公路桥梁的设计理念,提高环保意识,修建生态公路桥梁。所以山区河流中,中小跨径桥梁合理孔跨布置,应该在综合路线布置和横断面上下功夫。

桥梁横断面布置,除应考虑净空要求外,尚应根据地形、地质、水文条件及周围景观环境,采用悬臂式桥梁,尽可能地减小对山体的开挖或高填方,最大限度地降低对生态环境的破坏。

(2)结合地形,合理运用技术指标,在满足左、右幅桥梁净空要求的前提下,采用半山桥的横断面布置型式,可最大限度减少断面开挖和边坡高度,从根本上杜绝高边坡坍塌导致的安全事故。

3.3 平原河流的孔跨布置

(1)在顺直微弯河段,桥孔布置应考虑河槽内边坡下移,主槽在河滩内游摆的影响。

(2)在弯曲河段,应通过河床演变调查,预测河弯发展和深泓变化,考虑河槽凹岸水流集中冲刷和凸岸流积等对桥孔及墩台的影响。

(3)在滩槽较稳定的分汊河段上,若多年流量分配基本稳定,可考虑布设一河多桥。桥孔布置应预计各汊流量分配比例的变化,并应设置同流量分配相

对应的导流构造物。

(4)在宽滩河段上,可根据桥位上、下游主流趋势及深泓线摆动范围布设桥孔,并可适当压缩河滩,但应考虑雍水对上游的影响,若河汉稳定又不宜导入桥孔时,可考虑修建一河多桥。

(5)在游荡河段,不宜过多压缩河床,应结合当地治理规划,辅以调治工程,在深泓线可能摆动的范围内,不宜设置桥墩。

3.4 山前区河流的孔跨布设

(1)在山前变迁河段,在设置调治构造物的基础上,可较大地压缩河滩。桥轴线应与河岸线或洪水总趋势正交。河滩路堤不宜设置小桥和涵洞。当采用一河多桥方案时,应堵截临近主河槽的支汉。

(2)在冲积漫流河段,桥孔宜在河流上游狭窄或下流收缩段跨越。若在河床宽阔、水流有明显分支处跨越,可采用一河多桥方案,并应在各桥间采用相应的分流和防护措施。桥下净空应考虑河床淤积影响。

4 常用结构型式及适用条件

4.1 常用结构型式的特点及适用条件

根据省内自然地理概况、河流特点以及多年工作经验,一般多采用中、小跨径的梁板式体系或拱式体系。其他组合式体系桥梁,亦部分被采用。

4.1.1 小跨径钢筋混凝土空(实)心简支板桥

简支板其断面构造简单、施工方便、建筑高度低,对桥梁线形有较好的适应性。在平原区小跨径桥梁中成为普遍采用的常用结构型式,但也是出现病害最多的桥型之一。由于简支板结构存在一些构造缺陷,因此,限制了钢筋混凝土空(实)心简支板桥的使用范围。如对铰缝进行改造,它也只限于在交通量不大和无超载车辆的情况下的一般公路上使用。如要扩大使用范围,势必将其改为整体式钢筋混凝土现浇板桥的结构型式。

4.1.2 钢筋混凝土及预应力混凝土空心板式桥

板式桥断面构造简单、施工方便、建筑高度低,容易适应桥梁各种线形的要求,在20 m以内的跨径桥梁中,往往由于其经济性好,成为最常用的结构型式之一。

虽然经济指标不如T梁,但同跨径的桥梁建筑高度比T梁一般要低0.5 m左右。空心板梁由于建筑高度低,可有效地降低路基高度,且造型较美观,总体上来说还是经济合理的。

特别适用于半径小的匝道桥及异型桥梁,所以

在互通式立交、城市立交中,以及高架桥或软土地区的桥梁,当建筑高度受到控制时,常成为首选桥型。

当跨径超过20 m时,应考虑安全、经济、施工等因素,对空心板、T梁、箱梁、整体截面等各种截面型式进行比较,一般来说,跨径超过20 m时,空心板不经济,且存在一些安全隐患。

4.1.3 预应力混凝土T梁和工形组合梁桥

当跨径增大时,弯矩增加的速度比剪力快得多,必然要求增大梁高,而桥梁腹部大大挖空,形成T梁、工形组合梁或箱形梁。

当跨径在20~45 m,如果在山区、丘陵区自然河道上,桥梁高度不受限制时,采用预应力混凝土T梁是比较经济的,即使在平原区,由于梁高的增加而使引道路基增加的土方也是微乎其微的,路、桥综合造价采用T梁还是比较经济的,况且平原区平面线形除了利用地物外,在纵面上增加一些起伏,也不失为一种平、纵线形的优化设计。

T梁外形构造简单,制作方便,横向借助横隔板的连接,整体性好。

工形梁的适用范围与T梁基本相同,但工形梁具有单片主梁稳定性好,吊装重量轻,在预制梁上现浇整体桥面板,使桥面整体性较好,特别在等跨径斜梁桥设计中有一定的优势。

近年来,工形梁桥施工中出现过上拱过大和侧弯现象。为此,在预制时应注意设反拱度,且从预制到架设时的存梁时间不宜超过3个月。工形梁预制时,应严格控制预应力束管道位置或增大下翼缘马蹄,张拉和吊装时,应有防止侧弯的工程措施。

4.1.4 预应力混凝土组合小箱梁桥

横断面上由若干个预制小箱梁组成,安装后浇注桥面整体化混凝土。可适用于20~40 m的中等跨径桥梁,并适应于斜桥的要求,由于外形造型美观,且可做变宽的异型桥,在互通式立交、分离式立交、城市立交桥中,当建筑高度受到限制时被广泛采用。

组合小箱梁梁高介于空心板和T梁(或工形组合梁)之间,是比较低的,横向整体性好,可简支桥面连续或先简支后连续设计施工。这种桥型混凝土用量较T梁或工形组合梁稍高,吊装重量也大,但钢材指标稍低,加之梁高的优势,并可适应斜桥的要求,在特定条件下,结合现场实际情况可比较选用。

4.1.5 钢筋混凝土及预应力混凝土连续箱梁桥

箱梁具有断面挖空率高、材料用量少、结构自重小、截面抗扭刚度大、动力特性好、截面应力分布合

理等优点,而被广泛应用于各种中~大跨径的桥梁,及弯桥、斜桥中。

当桥梁跨径增大,箱形截面是最适合的断面型式。当跨径超过 60 m 时,多数桥梁采用箱梁。因钢筋混凝土或预应力混凝土连续梁具有结构性能好、桥面接缝少、行车舒适及能较好地适应桥梁线形的要求,且造型美观等优点,就是在 20~60 m 的中等跨径,在路线交叉工程中的跨线桥、高架桥及跨河桥的应用也是十分普遍的。

4.1.6 拱式体系桥梁

拱桥是我国较为古老的一种桥型结构。在竖向荷载作用下,承受的弯矩比同跨径的梁桥要小得多,而主要承受轴向压力,可利用抗压性能好的圬工材料建造,具有跨越能力大,造型丰富多彩、优美柔和的优点,仍为现代广泛采用的桥型结构之一。

拱桥多用于山区跨越深沟峡谷及山区公路中的天桥。在小桥、涵洞工程中,小跨径的石拱桥或石拱涵的承载能力大,建筑材料经济,可就地取材,施工方便,无需大型施工机具,故应用广泛。在中、大跨径桥梁中,钢筋混凝土或预应力混凝土系杆拱,钢管拱,轻型刚架拱以及肋式、箱式拱桥等拱式体系桥型以其跨越能力大,钢材用量省和造型优美的优势,有一定的竞争力。

4.1.7 钢—混凝土组合梁桥

钢—混凝土组合梁,是由两种材料,即钢材及混凝土,通过粘结、机械咬合或连接件相互结合,形成更加合理的构件或结构体系,充分利用两种材料不同的拉压强度,达到增大刚度和提高其承载能力。

钢—混凝土组合梁桥虽然造价显高,但适用于跨越铁路、公路等不能中断交通的重要桥梁,且对弯桥、匝道桥有较好的适应性。

4.2 常用结构型式的选择及适用跨径

4.2.1 选择原则

测设人员根据桥梁跨径、建筑高度要求,结合水文、地质条件和地形、地区经验做法及施工条件等,因地制宜地进行比选,本着安全适用、经济合理的原则,在满足使用功能要求的前提下,适当注意技术的先进性,考虑与自然环境和景观相协调,保证路桥连

续性。

4.2.2 适用跨径

当跨径在 20 m 以内的中小跨径桥梁及引桥,应优选钢筋混凝土及预应力混凝土空(实)心板桥。

当跨径在 20~40 m(或 50 m)时,如果建筑高度不受限制,采用预应力混凝土 T 梁、工形组合梁桥或组合小箱梁桥是合理的。

当跨径在 20~60 m 或更大跨径的桥梁中,采用钢筋混凝土及预应力混凝土连续箱梁桥是合理的。

当跨径在 50~60 m 或更大跨径时,除预应力混凝土连续梁或连续刚构可供选择外,为有效降低桥梁建筑高度,钢筋混凝土或预应力混凝土系杆拱也是个有利方案。

当跨越铁路、高速公路等不能中断交通时,且有特殊要求需用较大跨径一孔跨越的桥梁,可考虑采用钢—混凝土组合梁桥。

5 结语

从目前省内已建或在建桥梁的设计施工和使用情况来看,需要探索和认识的问题有以下几点:

(1)根据省内地形、河流特点,中小跨径梁、板式体系还是今后采用的主要结构型式。

(2)根据工点实际情况拟定合理的孔跨布设,应是桥型结构型式适应实际现场,而不是用破坏地形来适应桥梁结构型式。

(3)好的桥型结构,经济合理应体现在使桥梁的造价与在整个使用期内,检查、养护及维修费用之和达到最低,即桥梁从规划、设计、建设到运营的整个使用期的全寿命周期成本降到最低。

(4)有条件时,应采用整体现浇,减少施工程序,同时也就减少了各个工序出现质量缺陷的机会。

(5)对先张法梁板结构,采用横张预应力使其配束由直线束变为曲线束,克服出现过大的剪应力。

(6)目前桥梁病害与车辆超载直接相关,需要开展超标荷载作用下桥梁的实际受力条件研究、调查与试验等,开展有关实际车辆荷载、分布和频率等有关数据的调查和研究。