

我国大跨度跨线桥建造的现状与前景

□ 陈迎果

[摘要] 随着我国国民经济的快速发展，铁路、公路及城市道路的建设规模不断扩大，高速铁路、轨道交通等技术标准要求不断提高，我国大跨度跨线桥建造方面的应用也将会越来越广泛。本文对跨线桥建造技术进行分析总结，确定跨线桥的基本设计原则、主要桥型、主要施工方法。按公路跨越公路、铁路跨越公路、公路跨越铁路、铁路跨越铁路4个类别不同的特点，从桥型、梁型、施工方法角度，对国内大跨度跨线桥建造现状进行分析，得出结论，在不中断交通条件下，大跨度跨线桥主要施工方法有转体施工法和顶推施工法两种，对两种施工方法在大跨度跨线桥建造方面的应用前景提出展望。

[关键词] 大跨度；跨线桥；桥梁；转体

1 概况

随着我国国民经济的快速发展，铁路、公路路网及城市道路的建设规模也在不断扩大，除去部分交通流量较小的公路交叉部位可采用平交形式处理外，其他大部分交叉部位必须采用立交形式进行处理。采用立交形式跨越既有线有下穿和上跨两种方式。在既有线路上方跨越的桥梁又可以简称为跨线桥，依据上下层线路之间交通是否独立通行划分为分离式和互通式。

在铁路方面，国家铁路主管部门在关于铁路工程设计线路交叉跨越的规定中明确要求：“铁路与铁路交叉跨越，应按‘客运铁路上跨货运铁路（含客货共线铁路）’的原则进行或预留上跨条件；高速铁路（含客运专线铁路及城际铁路）与公路交叉跨越，应按‘铁路优先上跨公路’的原则进行。”^[1]

在高速公路方面，我国自20世纪80年代开始修建高速公路以来，截止到2019年底高速公路总通车里程已达14万km。由此特性决定，高速公路与其他道路相交处必须采用分离式或互通式跨线桥。

在城市道路方面，为满足城市建设发展和交通需要，许多大中城市在交通要道、高速公路、铁路上方均陆续兴建一大批跨线桥，使两条交叉道路的直行车辆畅通无阻。从当前铁路、公路、城市道路的发展趋势来看，跨线桥建造必将出现一个飞跃式发展。

2 适宜大跨度跨线桥的桥型及施工方法

2.1 跨线桥设计的基本原则

2.1.1 选线和路线设计的一般原则

两条线路相交，可以分为两类情况：第一类是已有一条旧线，新选线与旧线相交；第二类是两条都是新

线，相互相交。本文主要考虑第一种情况，新线跨越既有线路的情况。考虑多方面的因素并提出多个方案，综合比较，得出最有利的相交方案^[2]。选线和路线设计的一般原则如下。

（1）合理利用地形，正确选用技术指标，对新建线路平、纵、横3个方面综合考虑，做到平面顺适、纵坡均衡、横面合理，同时也使跨线的桥梁布向便利，设计施工简易。

（2）确保跨线工程建成后新旧线路通行顺畅，营运安全。

（3）当符合技术标准的质量要求时，整个跨线桥工程总体造价经济合理。

（4）当与旧线相交时，应注意将新线施工过程对旧线交通的干扰减至最小。

2.1.2 跨线点的选定

跨线点即是两条相交道路的相交点，也是跨线桥的桥位，应慎重选定。在与一些原有的重要道路的相交点应作为新线定线的控制点以求顺利交会，跨线点选定应考虑。

（1）最好上、下两线皆在平坡、直线段交叉，这种情况下交叉工程最简单经济。

（2）丘陵地区上跨线宜利用地形地势在下穿线穿过山岗的路堑处跨线，最为便利经济。

（3）平原地区无路堑可资利用时，宜选择在下穿路基标高最低处跨线。

2.1.3 两线交叉的角度

最好上、下两线都互相正交，如必须斜交时，交角宜大于45°。斜交的缺点：一是跨线桥长度较正交增长

cscθ，θ为两线交角；二是斜桥设计施工较难，造价较高；三是车行通过斜交时会使驾驶员产生不适感，存在引发事故的潜在危险。

2.1.4 桥下净空

桥下净宽度，即跨线桥孔的长度，必须跨过下穿线的路基和两侧边沟，再加两端适当长度，以确保视距通达。使高速通过车辆的驾驶员感到视野正常，不引起狭窄闭塞之感。

2.1.5 上跨线纵坡

平原地区两线相交，一般情况上跨线从原地升坡跨线，然后降坡回到原地，因而必须确定上跨线的合理纵坡。反之，如果一线原有路堤较高，另线拟下穿该线，则须确定下穿线的合理纵坡。采用纵坡的大小应由上跨线或下穿线本身的性质、等级来确定。如采用纵坡较大，则可缩短上跨或下穿路线的长度，需注意跨线桥的长度基本是固定的，纵坡大小只能影响两头接线路基路面的长度，对整个跨线工程的总造价影响较小。一条上跨或下穿线最少有一处多则两处纵坡变换，需设置竖曲线。坡差越大，竖曲线越长，如进入桥梁范围，将给桥梁设计施工带来不便，尤其在以曲线相互交叉的情况下。坡度越大，越不利于行车安全，尤其在冰雪地区。因此，除了个别立交工程的匝道在地形、地物限制的条件下，因布局困难，不得不采用较大的纵坡外，建议采用坡度较小的设计方案。

2.2 适宜大跨度跨线桥的结构形式及特点

跨线桥上部结构一般结构形式有板梁、T梁、连续梁、刚构（含斜腿钢构）、钢桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥等。其中板梁、T梁、刚构桥中的门式刚构及斜腿刚构，又有跨度限制，只适用于中、小跨度桥；而悬索桥在跨大江、大河更有优势。连续梁、连续刚构、钢桥、拱桥、斜拉桥在大跨度跨线桥上得到大量应用，这几种桥型是适宜大跨度跨线桥的基本桥型。

2.3 适宜跨线桥的施工方法

依据跨线桥桥型、梁型分类，跨线桥施工方法有预制安装法、现浇法、悬臂施工法、顶推施工法、转体施工法等多种施工方法，但这几种施工方法各有特点、各有千秋，详见表1。

大跨度上跨桥的施工方法根据各种条件和因素很难得到一个固定的方式，但就其类别而言，各种方法都有它的技术特点，我们可以根据实际情况选择适宜的施工方法^[3]。

由于施工与桥梁设计、结构选型有着密切的关系，并对经济和工期的影响也愈来愈显著，因此要在实践中

表1 跨线桥常用桥型及施工方法

桥型	梁型	施工方法			
		常用	可用	可用	可用
梁式桥	简支梁	预制安装	现浇		
	先简支后连续	预制安装	现浇		
	连续梁	悬臂施工	现浇	顶推	转体
	刚构	悬臂施工	现浇		
	连续—刚构	悬臂施工	现浇		
拱桥	钢桁梁	悬臂拼装	满堂支架	顶推	转体
	钢拱桥	悬臂拼装	满堂支架	顶推	转体
	钢—混凝土拱桥	现浇	顶推	转体	
斜拉桥	混凝土拱桥	现浇	悬臂拼装	顶推	转体
	钢斜拉桥	悬臂拼装	满堂支架	顶推	转体
斜拉桥	混凝土斜拉桥	悬臂施工	现浇	顶推	转体

不断地完善和发展。

3 我国大跨度跨线桥建造的现状

根据既有公路线路（含市政道路）和铁路线路的不同特点，新建跨线桥采取的方式也会有所不同，按公路跨越公路、铁路跨越公路^[4]、公路跨越铁路、铁路跨越铁路4个类别分别介绍国内跨线桥建造的现状，下面列举了近年来的工程典型实例。

3.1 公路跨越公路

3.1.1 预应力混凝土连续梁

苏州市东方大道跨苏嘉杭特大桥属于苏州市吴中区东方大道新建工程，跨越苏嘉杭高速公路。桥位与高速公路斜交75°，跨路主桥结构为50m+80m+50m的三跨三向预应力混凝土连续箱梁，单箱三室变高箱型断面，顶面宽26.5m，底板宽19m。

为了不影响苏嘉杭高速公路的正常通车，施工中主桥采用转体法施工。在高速公路两侧搭设支架，对2个单T构进行分段现浇，然后转体75°。在完成边跨现浇段和边跨合拢、体系转化后，进行中跨合拢。转体部分两臂总长77m，合拢段长3m，单T重量7788t。

3.1.2 连续钢箱梁

苏州市人民路跨越沪宁高速公路主桥采用40m+60m+40m连续钢箱梁结构。箱梁左右两幅分置，桥面总宽度34m，采用顶推法分幅进行施工，一次顶推到位，不进行分次顶推，每幅钢箱梁顶推部分重量约

600t。

3.1.3 钢桁梁

南京市地铁配套公路跨绕城高速公路采用钢桁梁结构,全桥长59.96m,结构高10m,总重约330t。根据南京市绕城高速公路车流量大、无法封闭及钢梁结构型式的特点,最终采用顶推法进行施工。

3.2 铁路跨越公路

3.2.1 预应力混凝土连续梁

京津城际跨越北京市五环路主路及辅路,主桥采用80m+128m+80m预应力混凝土连续梁结构,位于直线及+4‰的坡道上。为了降低施工对五环路交通的影响,也为减少施工对地下密布管线的影响,连续梁采用悬臂现浇的方式进行施工。

3.2.2 钢桁梁

京津城际铁路跨越北京市二环路,采用一座跨度96m的钢桁梁,与二环主路夹角为37.37°。二环路交通繁忙,是北京市的主要交通干道,工程采用顶推法进行施工,钢梁在拼装场地全部拼装完成后,一次完成钢桁梁的顶推施工^[5]。

3.3 公路跨越铁路

3.3.1 预应力混凝土连续梁

长安高速公路跨邙长铁路微子公铁立交桥与既有邙长铁路相交角度为69.6°,主桥采用72m+120m+72m单箱双室斜腹板混凝土连续梁,采用转体法施工,转体重量12300t。

3.3.2 连续钢箱梁

北京市通惠河北路是一条连接二环至东四环的城市快速路,跨越北京内燃机务段,所跨铁路包括车辆整备停留线、预留京哈客运专线、京秦线、京山京秦联络线、检修线、客车到发线及机车走行线等25股铁道线路,并跨越通惠河。主桥为三联连续钢箱梁结构,孔跨布置为(35+37.5+37.5+35)m+(53.5+65+65+51.5+24)m+(62.5+70+62.5)m,钢箱梁总重6000t。主桥采用多点顶推法进行施工,分别主桥两端设置拼装场地,边拼装边顶推,直至最终合拢。工程因地形条件等因素限制,采取边拼装边顶推的方式,这种方式的缺点是整个顶推作业时间较长,对铁路影响时间较长。

3.4 铁路跨越铁路

3.4.1 预应力混凝土连续梁

京石客专滹沱河大桥在柳辛庄车站东侧跨越京广铁路,与京广铁路交角28°,其中80.6m+128m+80.6m连

续梁,采用转体法进行施工,转体重量12000t。

3.4.2 预应力混凝土简支箱梁

新建衡茶吉铁路上跨武广客运专线特大桥,线路平面位于曲线上,墩高近40m,采用1m~48m上跨武广客运专线,箱梁采用支架现浇,顶推法施工。简支箱梁梁长48.6m,梁高4m,顶推重力9720kN,顶推跨度48m,顶推距离73.5m。

3.5 发展现状小结

按公路跨越公路、铁路跨越公路、公路跨越铁路、铁路跨越铁路4个类别不同的特点,从桥型、梁型、施工方法角度,对国内大跨度跨线桥建造现状进行分析。依据既有线路所处的地形地理条件、规模标准、结构型式等条件,新建线路采取的上跨桥的桥型主要有混凝土连续梁桥、钢桥、刚构桥、拱桥、斜拉桥等。

4 大跨度跨线桥主要施工方法介绍

结合以上现状分析,在不中断交通条件下,大跨度跨线桥主要施工方法有转体施工法和顶推施工法两种。

4.1 转体施工法

转体施工法是指将桥梁结构在与设计轴线有一定夹角的位置浇筑或拼装完成后,利用球铰或滑道作为转盘结构,将在既有线路上的作业转化为岸上或近地面的作业,将非设计轴线处浇筑或拼装的桥梁结构整体施工到位^[3]。

转体施工法可以从不同的角度进行分类。依据桥梁结构转体方向划分成竖转法、平转法以及平竖结合法;依据是否设置平衡重划分成有平衡重法和无平衡重法;依据转盘支撑部位划分成环道支撑法、轴心支撑法和环道辅助支撑法;依据中心转盘形式划分成平板铰法和球铰法^[6]。

4.2 顶推施工法

顶推法的构思来源于钢桥的纵向拖拉施工法,是钢桥拖拉法架设原理的应用,其中不同的是滑动和施力装置的不同。当前顶推法逐步使用自动连续千斤顶代替了卷扬机,使用四氟乙烯板式滑动摩擦取代了滚筒滚动摩擦。

按梁体结构型式可分为预应力混凝土梁、钢箱梁^[7]、钢桁梁,近年来随着桥梁事业的发展,预应力混凝土梁又可细分为预应力混凝土连续梁、拱—梁组合结构、斜拉桥等;从顶推方向上,可分为单向顶推和双向顶推;从顶推动力装置的多少上,可分为单点顶推和多点顶推。其中以预应力混凝土梁、单向、多点顶推应用最多,也最复杂^[8]。

(下转第116页)