

# 浅谈跨铁路高架桥下部结构施工

柯小勇

中国水利水电第八工程局有限公司 湖南 长沙 410000

**[摘要]**随着计算机应用技术的基础建设方面的普及,我国的桥梁工程建设也有了突飞猛进的飞跃。桥梁的施工环境也越来越复杂,由陆地到峡谷峻岭及大江大河乃至海湾海峡,改建和新建桥梁跨越各种障碍的情况层出不穷,但是骑行现有铁路的情况在国内外还是很少见。本文重点探讨某海外项目高架桥骑行现有铁路如何有效地进行下部结构的施工。

**[关键词]**下部结构;骑行铁路;施工

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.282

## 背景介绍

东南亚某国一个高架快速路项目,贯穿首都主城区,双向4车道高架。设计下部结构的形式主要为:桩基采用摩擦型钻孔灌注桩;承台采用低桩承台;桥墩主要为花瓶式、Y型、门型墩三种类型;盖梁采用后张预应力方式。受场地限制,7.5公里的高架桥骑行现有正常运营的铁路线路。骑行铁路的高架桥采用门型墩结构设计,墩柱之间的净距在20m-40m之间,铁路区域11m宽的范围不可占用。

本文主要是浅谈在骑行铁路的情况下,如何进行下部结构的施工。

## 一、钻孔灌注桩施工方法

该国地处恒河下游冲击平原,地下水位较高且地下多为黏土及沙土。灌注桩护筒采用直径大于桩径200mm,长5-8m的钢制护筒,护筒顶口高出地面50cm左右。护筒周围用黏土捣实,确保护筒埋设牢固。对于土质较差或者对地形条件复杂的区域,可以埋设永久性钢护筒。

考虑到膨润土进口存在成本高、周期长的特点,因此护壁泥浆使用当地生产的化学泥浆,采用旋挖钻进行钻孔作业。本项目施工场地狭窄,泥浆的排放问题突出,桩基施工过程中产生的泥浆采用自制的可移动的泥浆收集池和泥浆分离池,先泵吸至收集池,然后经过自然沉淀分离,定期将沉渣转运,泥浆则循环利用。既能重复利用泥浆,又解决了环境污染的问题。

## 二、承台施工方法

项目承台的截面形状主要有正方形、长方形、以及不规则形。在场地开阔,地质情况较好时,采用无支护、放坡开挖的方式进行施工;在铁路两侧区域场地狭窄段,为减少基坑开挖对沿线铁路的影响,采用6米长、厚度10mm的U型钢板桩,配370型带振动锤的挖机,施打钢板桩对基坑进行围护。

承台模板主要有木模、竹胶板、组合钢模以及定型模板等几种形式,这几种形式的模板都需要侧向支撑且一定的作业空间。在钢板桩施工时,钢板桩作业紧靠基坑边线,为了增强钢板桩的整体性和刚度,采用全咬合形式沿着承台外边线50cm处闭合施打。经过和监理及业主充分沟通论证后,采用30mm厚度的大钢板作为承台侧模,钢板上焊接限位槽,钢板与钢板之间通过承插的方式进行连接,然后在钢板和外侧钢板桩之间填充细沙,最后将细沙振捣密实。采用这一方法不但有效解决了施工空间受限问题,而且在填充完细沙之后,增强了钢板桩的安全和稳定性,减少拆模后单独养护混凝土的工序,在钢板桩拔出后承台四周也能及时进行回填。

## 三、墩柱施工方法

骑行铁路的墩柱主要位于铁路两侧,为高度在15m以内的实体墩柱,采用滑模和爬模施工不太经济。结合实际情况,采用定型组合模板,搭设脚手架进行施工。

实体墩柱截面较小且截面尺寸基本上无变化,用定型组合钢模板分段进行施工作业,在首节混凝土浇筑完毕后,拆模时留下上面的一截50cm的模板作为第二节的支撑面和基准面。为了控制混凝土的浇筑质量,要求单次浇筑作业高度最大不超过6m。混凝土通过泵送入模或吊装入模,墩身模板和钢筋采用汽车起重机垂直吊装作业。墩身浇筑拆模后采用喷洒养护剂的方式进行养生。

采用60系列的重型盘扣式钢管支架作为施工用脚手架,承台施工完毕并且回填压实地面标高后,首先在墩柱四周平铺250mm厚度的混凝土预制板,然后按照600mm的跨距双排搭设脚手架。

## 四、盖梁施工方法

由于盖梁的结构形式、桥墩的高度以及现场施工条件的不同,盖梁施工时的方法多种多样,比较常见的有横穿钢棒法、预埋型钢法、落地支架法和抱箍法等几种施工方法。

本项目盖梁主要为单柱双悬臂式、双柱双悬臂式、门式支墩式、三柱门式等几种形式。骑行铁路的盖梁均为门式支墩式,最长为40m,大部分为20.5m。

### 4.1 初期常规施工方法

#### (1) 模板设计

盖梁模板采用大块定型钢模板,底模采用3m标准节模板,节与节之间通过高强螺栓进行法兰连接,侧模用直径32mm的精轧螺纹钢对拉连接,盖梁端头的模板采用整体模板焊接若干个预应力束孔槽口模板,槽口端头由4根可拆卸式螺栓连接预应力锚垫板。定型钢模板主要由厚度6mm钢板+100mm的槽钢构成,根据盖梁的不同尺寸设置对应的调节块,以便能够最大限度的增加周转次数。

#### (2) 支架设计

横跨铁路施工的盖梁,综合考虑车辆通行和施工场地因素后,初步采取以下几种施工方式:(a)预制装配式,在现有场地上预制好盖梁,然后进行整体吊装;(b)落地刚支架式,即在2个墩柱处分别设置2个以及在铁路两边分别设置2个底座可以调节的钢结构支撑,然后在其上布置高度为1m的2根横向工字梁,在工字梁上面布置分配梁,然后放置底模;

(c)抱箍支撑式,用4根直径600的钢管支撑在已经施工完毕的一侧承台上,然后将钢管连接起来,在立柱上形成抱箍,然后在墩柱前后方向分部设置2个牛腿,2侧牛腿上面布置2根高度2.5m,宽度1m的刚箱梁,然后在其上布置分配梁,最后

安放底模。

对于第(a)种方式,由于盖梁尺寸较大,截面积达到3.88平方米,单根盖梁超过150吨,吊装需要大吨位吊车,且白天不允许在铁路上方进行吊装作业,而晚上吊装安全隐患较大,故该方法不现实。

对于第(b)种方式,设置4个竖向型钢支架,2个位于两边墩柱,2个位于铁路两边。每个竖向支架截面尺寸为3m\*3m,由型钢焊接而成,分节制作,用螺栓相连。每个型钢支架底部设置4个135吨的可调支座,来调整盖梁的预拱度。由于此种做法支架占地较大,且必须对支架进行预压以消除非弹性变形,在施工时会导工程车辆无法正常通行,只适合于场地较开阔地段。

对于第(c)种方式,最大限度的节约了占地空间,每一侧的墩柱处采用四根壁厚为10mm的钢管作为抱箍,分3节制作,并且根据盖梁高度制作调节段,主要适用于30-40m的大跨度盖梁施工。由于盖梁跨度较大,均布荷载较大,经过计算采用2根截面尺寸为2.5m\*1.0m的钢箱梁横跨铁路作为盖梁施工的承重结构。钢箱梁重量控制在1.5t/m以内,单根钢箱梁重量在60吨左右。钢箱梁吊装就位后,在其上面布置分配梁作为施工平台及安放盖梁底模。

### (3) 结构计算

在经过综合考虑以后,选择第三种方案作为盖梁的支架,然后应用计算机建模进行结构计算,以保证其具有足够的强度、刚度及稳定性。本模型主要是采用Midas2017、Midas FEA结合Simsolid2020软件。

大跨度盖梁在施工过程中,为了抵抗盖梁在荷载作用下产生的挠曲,必须要设置一定的预拱度。设置预拱度时主要考虑:(a)支撑结构引起的弹性变形和非弹性变形;(b)移除支撑后盖梁本身的变形;(c)施加预应力之后引起挠曲。通过建模计算出需要设置的预拱度数值,通过钢箱梁提前设置相应的预拱度值。

对于长度为20-25m之间的跨铁路盖梁施工,基本方法和大跨度盖梁类似,只是将钢箱梁进行优化,将截面尺寸由2.5m\*1.0m的钢箱梁改为1.5m\*1.0m的钢箱梁。

### 4.2. 创新施工方法

在钢箱梁用于盖梁施工时,完成盖梁混凝土浇筑之后,需要将钢梁吊装到下一个盖梁的位置,而且吊装作业只能在晚上进行。受龙门吊的启发,在与国内相关单位进行沟通后,一种适用于本项目的移动跨式桥机应运而生。

移动跨式桥机和龙门吊原理一样,需要借助两侧的轨道进行行走,在施工盖梁时,沿着铁路行走至具体位置,然后将支腿固定,通过液压系统对支架高度进行调节,桥机上部为工作平台,直接作为盖梁底模的支撑。

在对本项目的工况进行研究后,采用移动门架宽度12.25m,基础高度8m、13m(可升降),一侧的两个支腿距离6.2m,大车轮压110kN,行走速度0~10m/min,移动模架上方分配梁使用H100型钢,重量2.4t;盖梁底模重量5.6t。门架加其上方分配梁、盖梁底模总重178t,门架共有行走轮8对,每对两个车轮。

在安装移动跨式桥机前,需要将铁路两侧的原地基进行

加固,然后安装轨道。轨道基础主要采取如下几种形式:

#### (1) 钢筋混凝土预制板基础

轨道两侧原地面高差不大,且地基承载力较好,采用预制便道板作为移动门架行走基础,结构为原地面压实或少量填筑土方后压实+铺设预制板+双拼型钢。

#### (2) 钢管桩基础

轨道两侧原地面高差较大,采用直径600mm钢管桩基础,间距3m,每根钢管桩入土深度按4m计算,根据《建筑桩基规范》第5.3.7条计算钢管桩的竖向极限承载力。

#### (3) 独立基础大跨度轨道梁结构

为减少填方较大区域路基的土方的施工,考虑采用独立基础加型钢轨道施工方案。独立基础采用拼装钢筋混凝土板,采用换填的办法消除地基不均匀沉降,同时通过混凝土板重量平衡轨道支座向上的反力,轨道梁采用HN700型钢或HN350型钢。

### 4.3 两种方法优缺点分析

钢箱梁优点:适合于大跨径的跨铁路盖梁施工,对不同长度的盖梁可以采用调节段进行组合拼装;支架支撑在已经施工的承台上,不需要对地基进行特殊处理;所占空间较少,不影响下面火车和施工设备通行。缺点:用钢量较大,钢箱梁制作时间长;需要大吨位吊车配合安装,拼装时间长;跨铁路吊装存在一定的安全风险。

移动跨式桥机优点:对于长度相差不大的盖梁,可以自行调节宽度;桥机安装后可以自行移动,自动化程度高;桥机顶部直接作为施工平台,直接铺设底部,施工速度快;可以根据自行调节支架高度,有利于快速调整盖梁高程;施工速度快,施工完后落架简单。缺点:桥机费用高,不具有通用性;需要提前对地基进行处理,然后安置轨道;遇到沿线有障碍物时,需要拆除和重新拼装;对轨道地基的承载力要求高;需要专门的人员来进行操控。

### 五、结语

桥梁施工借助计算机建模分析,使得桥梁的建设更加的精准、优化和多样化、复杂化,各种新型施工技术层出不穷。项目在实际执行过程中,往往会综合考虑现场存在的各种因素之后找到最适合的一种或几种施工方法。对于本项目而言,需要充分考虑施工场地的局限性以及在下部结构乃至后续的预制梁施工过程中对既有铁路的安全影响因素,如何安全、高效的进行施工,如何对每一项施工过程中的风险进行全面评价,制定各种保证和应对措施,以保证本项目的顺利实施。

### 参考文献

[1]张立武. 高架桥施工实践及其技术分析[J]. 中华民居, 2011, (6).  
 [2]朱赞义, 严建和. 高架桥工程施工实践及其技术探讨[J]. 工业设计, 2011, (6).  
 [3]刘吉士, 阎洪河 《公路桥涵施工技术规范》实施手册, 人民交通出版, 2008.

### 作者简介:

柯小勇(1985.7.23-),男,汉族,本科,工程师,湖北红安县人,研究方向:市政工程桥梁施工。