

刘明辉 著

跨越既有铁路线桥梁 平转体施工技术及应用



科学出版社

跨越既有铁路线桥梁平转体 施工技术及应用

刘明辉 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

桥梁转体施工是一套比较成熟的桥梁施工方法,在跨越河谷、公路的桥梁建设中应用实例较多,但是国内外对于跨铁路既有线的大跨度桥梁工程实例并不多,平转施工中的关键工艺仍需要进一步的研究和探索。本书重点研究了平转体施工技术在跨越既有铁路线桥梁建设中的应用,全书共三大部分,分6章。第一部分为平转体施工技术的理论分析;第二部分为工程实例研究,结合我国已建的跨越既有铁路线的典型公路桥及铁路桥的平转体施工实践,对不同环境条件下的平转施工关键技术及工艺进行研究,工程实践表明,平转体施工方法经济实用,安全可靠,随着我国铁路的发展,跨越既有铁路线的铁路及公路桥梁建设将不断增多,平转体施工方法将发挥巨大作用,并产生更大的经济效益和社会效益;第三部分为平转体施工监测及安全防护内容。

本书可作为广大的土木工程、道路桥梁及渡河工程等专业师生或桥梁工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

跨越既有铁路线桥梁平转体施工技术及应用 / 刘明辉著.

—北京:科学出版社,2016.9

ISBN 978-7-03-050102-8

I. ①跨… II. ①刘… III. ①桥梁架设-转体施工

IV. ①U445.465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 233398 号

责任编辑:杨向萍 张晓娟 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:张伟 / 封面设计:左 讯

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 9 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016 年 9 月第一次印刷 印张:9

字数:182 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

据统计,截止到 2015 年年底,全国铁路运营里程达到了 12.1 万 km,居世界第二位。其中,高速铁路运营里程突破 1.9 万 km,占世界高速铁路总里程的 60%以上,居世界第一位。可见,我国已经形成了四通八达的铁路运输网络。而按照国家十三五规划纲要第二十九章中“关于完善现代综合交通运输体系”相关规划内容,指出各种交通方式持续建设和发展,尤其是高速公路和高铁、城铁等,这些后续将要建成的工程项目必将越来越多地遇到跨越既有运营铁路线路的状况,采用何种施工方法在既能保证顺利如期完成工程建设的同时,又能保证既有铁路线的正常运营并尽量减少对既有铁路线的干扰,成为越来越多的工程建设者关注的问题。

平转体施工技术对设备要求不高,易推广。实践表明,在跨越既有铁路线的桥梁建设中,该技术既能确保既有铁路安全畅通,又能产生明显的经济效益和社会效益,因而受到工程建设者们的青睐。但目前平转体施工在跨越既有工程中的实践并不是很多,今后需要建设的交叉工程、跨线工程会越来越多,同时既有铁路线运营水平的提高,对跨越铁路的转体施工提出了更高的要求,为了不影响既有线的正常运营安全,该技术有着广阔的发展空间,故加强该项技术的研究是必需的。本书重点研究了平转体施工技术在跨越既有铁路线桥梁建设中的应用。

全书共三大部分,分 6 章。第一部分(第 1~3 章)为平转体施工技术的理论分析,主要分析了平转体技术基本理论和施工关键技术及设备配置;第二部分(第 4、5 章)为工程实例研究,结合我国已建的跨越既有铁路线的典型公路桥及铁路桥的平转体施工实践,详细分析了不同桥型在不同环境条件下跨越既有铁路线平转施工关键技术及工艺。第三部分(第 6 章)为平转体施工监测及安全防护,将实践与理论结合,研究该技术施工中的监测项目及注意事项,并就施工安全防护进行了分析。

在撰写本书的过程中得到了中国中铁系统相关专家及技术人员的大力支持和帮助,他们为本书的撰写提出了许多宝贵的意见和建议,在此对他们表示感谢。同时,在撰写本书时还参考了相关的国内外文献,特此向文献作者表示感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

2016 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 转体施工技术特点及分类	1
1.2 国内外关于转体施工技术的发展及应用	4
1.2.1 国外桥梁转体施工的发展概况	4
1.2.2 我国桥梁转体施工的发展概况	5
1.3 平转体技术在跨越既有铁路线桥梁建设中应用前景	7
参考文献	9
第 2 章 平转体技术理论	10
2.1 概述	10
2.2 平转体技术原理	10
2.2.1 有平衡重平转体施工法	10
2.2.2 无平衡重平转体施工法	11
2.3 平转体系统设计	12
2.3.1 球铰设计	12
2.3.2 转体牵引系统设计	13
2.3.3 转体系统稳定性计算与分析	15
参考文献	16
第 3 章 平转体施工关键技术及设备配置	17
3.1 平转体施工技术难点	17
3.2 平转体施工工序	18
3.3 平转体施工主要设备配套	19
3.4 转体技术主要施工规范	20
参考文献	20
第 4 章 自平衡平转体施工技术在大吨位曲线斜拉桥中的实践	21
4.1 概述	21
4.1.1 工程背景及特点	21
4.1.2 地形地貌、工程地质与水文地质条件	23
4.1.3 跨线斜拉桥结构特点	23
4.2 自平衡平转体施工关键技术	26

4.2.1	球铰设计、制作及安装技术	26
4.2.2	转动系统施工	31
4.2.3	转体段箱梁施工	32
4.2.4	主塔及斜拉索施工	35
4.2.5	转体施工	47
4.2.6	合拢段施工工艺	61
4.3	技术难点和创新点	61
	参考文献	62
第5章	大跨预应力混凝土铁路连续梁桥平转体施工技术	63
5.1	概述	63
5.1.1	工程背景及特点	63
5.1.2	地形地貌及水文地质条件	64
5.1.3	工程结构设计	65
5.1.4	工程技术标准	67
5.2	平转体系施工原理及方案设计	67
5.2.1	平转系统设计	67
5.2.2	总体施工方案设计	68
5.3	平转动体系施工关键技术	71
5.3.1	下转盘施工工序	71
5.3.2	下转盘(承台)槽口中转体系统的安装	72
5.3.3	下转盘槽口混凝土浇筑施工	74
5.3.4	上转盘中转体系统的安装	75
5.3.5	上转盘混凝土浇筑	78
5.3.6	连续梁墩身浇筑及临时支座	78
5.3.7	转体系统安装精度控制	78
5.4	转体主梁施工	81
5.4.1	脚手架的搭设及预压	81
5.4.2	支座安装	83
5.4.3	模板设计及施工	83
5.4.4	钢筋绑扎	86
5.4.5	预应力管道施工	87
5.4.6	预埋件安装	89
5.4.7	箱梁混凝土浇筑	90
5.4.8	现浇梁体预应力张拉	92
5.5	转体施工	97

5.5.1	转体前的施工准备	97
5.5.2	不平衡重称重试验及配重设计	100
5.5.3	试转	104
5.5.4	转体时间的估算	106
5.5.5	正式转体	107
5.5.6	同步转体控制措施	108
5.5.7	转体精度的控制措施	109
5.6	合拢段施工及梁体系转换	110
5.6.1	合拢段施工工艺	110
5.6.2	边跨合拢段施工	111
5.6.3	中跨合拢段施工	112
5.6.4	体系转换	112
5.7	转体施工关键控制技术	113
5.7.1	转体桥梁钢制球铰安装精度控制技术	113
5.7.2	转体连续梁高程控制技术	118
5.7.3	转体线性控制技术	118
	参考文献	121
第 6 章	跨越既有铁路线桥梁转体施工过程监测及安全防护	122
6.1	转体施工过程中的监测	122
6.1.1	梁、塔监测	122
6.1.2	转体过程监测	126
6.2	转体施工安全防护措施	129
6.2.1	转体施工中风险源	129
6.2.2	转体施工安全防护	129

第 1 章 绪 论

1.1 转体施工技术特点及分类

转体施工是 20 世纪 40 年代发展起来的一种新型的桥梁施工方法,早期在我国西南部各省市、区使用较多,随着转体施工工艺逐步成熟,在我国各省的干线公路、高速公路、铁路等跨河谷桥梁建设中应用较普遍。在跨越既有运营铁路线的桥梁建造中,为了最大限度地减少施工对铁路线运营带来的影响,转体施工法也开始受到工程建设者的关注。

桥梁转体施工技术是指在偏离桥位的位置预先拼装或浇筑全部或部分桥体,形成临时稳定结构后,借助转动装置(平面或竖向)转体就位的一种施工方法。

它可以将在障碍上空的作业转化为岸上或近地面的作业。该技术可以广泛应用于拱桥、梁桥、斜拉桥、斜腿刚架桥等桥型的上部结构施工,与传统的施工方法相比,该施工方法具有如下优点:

(1) 可充分利用地形,方便预制,施工时不影响交通。

(2) 施工所需的机器设备少,工艺简单,操作安全。

(3) 具有结构合理,受力明确,力学性能好的特点。

(4) 转体施工法能较好地克服在高山峡谷、水深流急或经常通航的河道上架设大跨度构造物的困难,尤其是对修建在交通运输繁忙位置的城市立交桥和铁路跨线桥,优势更加明显。

(5) 施工速度快、造价低、节约投资。相同条件下,与传统的悬吊拼装法、桁架伸臂法、搭架法相比,拱桥采用转体法所带来的经济效益和社会效益十分明显。

转体施工法有多种形式。从支撑的形式上,可分为轴心支撑转体法、环道支撑转体法以及轴心与撑脚共同支撑转体法;根据转体力学原理,可分为有平衡重转体施工法和无平衡重转体施工法;从中心转盘形式上,可分为平面转铰转体施工法和球铰转体施工法。目前,最常用的形式是根据桥梁结构的转动方向划分,可分为竖向转体施工法(简称竖转法)、水平转体施工法(简称平转法)以及平转与竖转相

结合的方法,其中,以平转法应用最多。

1. 平转法

平转法是将桥体上部结构整跨或从跨中分成两个半跨,在桥台处设置转盘,将预制的整跨或者半跨悬臂桥体置于其上,待混凝土达到设计强度后脱架,以桥台和锚碇体系或锚固桥体重力平衡,再用牵引系统牵引转盘,使桥体上部结构平转至对岸或跨中合龙。然后,浇灌接头混凝土,待其达到设计强度后,封固转盘,完成施工,如图 1.1 和图 1.2 所示。该法可适用于连续梁桥、连续刚构桥、斜拉桥等,近些年来在跨线桥梁建设中越来越受欢迎。



图 1.1 某桥梁平转体开始

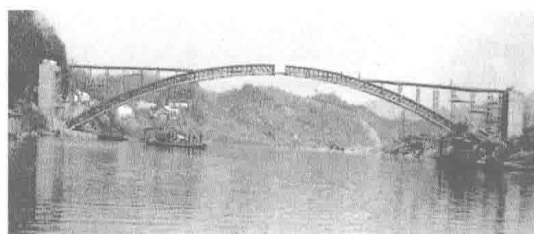


图 1.2 某桥梁平转体就位

2. 竖转法

竖转法施工是桥梁结构浇筑或拼接成形后,在桥轴线位置设置转铰及竖转提升铰,采用柔性钢绞线、钢丝绳或刚性立柱,通过传力体系将桥梁结构竖向转体提升安装就位。该法主要适用于转体重量不大的拱桥或某些桥梁预制件,可在平原地区的宽坦河流上建桥时采用。其转动体系由转动铰、提升体系、锚固体系等组成。

铁路桥梁转体施工中竖转铰应进行设计计算,转动灵活,设水平限位装置。索

塔与拱座固结,压塔索及背索与索塔纵向连接牢固,设置上下步梯、塔顶工作平台、栏杆、踢脚板等。竖转起吊设备应采用液压连续提升千斤顶,使用前,千斤顶、油泵、控制柜必须试运行。公路桥梁转体施工中竖转铰要求转动灵活,转动铰接触面满足局部承压要求,宜根据推力大小选用钢制板销子铰、钢管混凝土铰或插入式球铰;根据竖转重量和牵引设备,扣索宜选用钢丝线或钢绞线,其数量的配置应充分考虑结构冲击、自然环境(风、温度等)及扣索在转向处的弯折影响等因素。扣索系统应根据计算确定,保证扣索安全系数满足《公路桥涵施工技术规范》(JTG/TF50—2011)要求。竖转的拉索索力在脱架时最大,拱肋要实现从多跨支承到铰支承和扣点处索支承的过渡,脱架时要完成结构自身的变形与受力的转化。为使竖转脱架顺利,有时需在提升索点安置助升千斤顶。在无引孔时,扣索的锚碇应专设,宜采用钢筋混凝土锚;有引孔时,可通过引孔及引孔桥墩设置,扣索的水平分力由引孔拱肋承受,当孔重量不足时可在引桥墩上设置锚索承受扣索的不平衡竖直分力。锚碇应满足抗拔、抗滑安全系数要求。

在施工工艺上,竖转铰的构造与安装精度、索鞍与牵动力装置、索塔和锚固系统是保证竖转质量、转动顺利和安全的关键^[1,2]。国内的拱桥基本上为无铰拱,竖转铰是施工临时构造,所以,竖转铰的结构与精度应综合考虑,满足施工要求和降低造价。竖转施工如图 1.3 和图 1.4 所示。

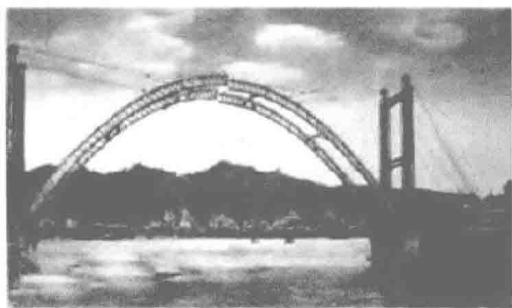


图 1.3 某桥梁竖转体示意



图 1.4 光谷跨外环桥梁索塔竖转施工

3. 平竖结合法

竖转与平转相结合的施工方法,有效地利用了两种转体施工法的优点。即先通过竖转法利用有效地形将高空作业变为在低矮支架上进行的低空作业,通过扣索牵引,将结构在竖向旋转至设计标高后,再利用千斤顶牵引将梁体平转至桥轴线就位,完成障碍物的跨越^[3]。

受到河岸地形条件的限制,拱桥采用转体施工时,可能遇到既不能按设计标高预制半拱,也不可能在桥位竖平面内预制半拱的情况(如在平原区的中承式拱桥)。此时,拱体只能在适当位置预制后,既需平转、又需竖转才能就位。这种平竖结合转体基本方法与前述相似,但其转轴构造较为复杂。当地形、施工条件适合时,混凝土肋拱桥、刚架拱桥、钢管混凝土桥可选用此法施工,如图 1.5 所示。

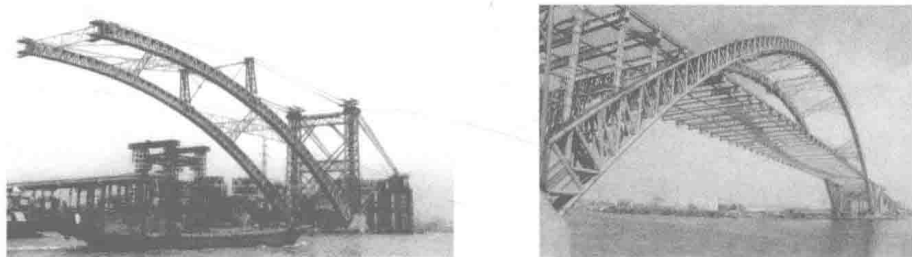


图 1.5 丫髻沙主桥竖转加平转施工

1.2 国内外关于转体施工技术的发展及应用

1.2.1 国外桥梁转体施工的发展概况

国外桥梁转体工艺是从拱桥竖转施工发展起来的。1955 年,南非在世界上首次成功地应用转体法建成了 Stormo 河桥。这是座主跨 113m 的钢筋混凝土箱形拱桥,其主拱矢度 $1/5.7$,桥宽 8.2m,双室箱截面的拱圈变宽变厚,拱脚截面宽 7m、厚 2.55m,拱顶截面宽 6.3m、厚 1.21m^[4]。拱圈的施工方法为:在拱脚处竖立木模,在木模下部设铰,然后竖直浇筑半跨箱拱的腹板与横隔板,待混凝土达到设计强度后,将木模连同已浇好的腹板与横隔板沿跨径中心方向竖转,使腹板合拢。再利用腹板作支架,浇筑顶板及底板。

20 世纪 50 年代末期,意大利采用竖转法修建了跨径达 70m 的多姆斯河桥。

1985年9月建成的联邦德国巴伐利亚州的阿根山谷桥(Argentobel)位于自然保护区,要求施工期间最大限度地减少对周围景观的破坏,因而采用竖转法施工。该桥为单孔、跨径145m、矢高32m的钢筋混凝土箱形拱,桥面宽14m。施工时,先垂直预制一个半拱,然后用竖向爬升滑模分27段浇筑拱箱混凝土,每段长2.7~3.2m。当拱箱混凝土浇筑至引桥桥面标高时,已浇好的拱箱与从引桥桥面水平方向留出的两根钢连接杆连接,并向岸侧竖转 12.5° ,以避免因拱形曲率的影响产生较大的弯矩及变形。然后再继续将拱箱浇至设计高程。通过安装在拱顶的预应力钢束与钢连杆,将半拱向跨中方向转体 22° ,取掉钢连杆,最后转体 66.5° 就位。第一个半拱先转至一定位置,待第二个半拱转体就位后,再将第一个半拱转至其最终位置。两半拱转体顺利,拱顶处中轴线误差仅1cm,横向错位仅1.27cm。每个半拱浇筑混凝土工期为3个月,转体历时5天,全桥工期2年^[4]。

随着竖转体工艺在梁桥、斜拉桥的推广应用,平转工艺逐步得到了发展。平转法于1976年首次在奥地利维也纳的多瑙河运河桥上应用。该桥为双塔预应力混凝土斜拉桥,跨径布置为55.7m+119m+55.7m,由于施工期间不容许干扰船只通航,采用平转法施工转体重量达4000t。之后,国外应用平转法修建了多座梁桥、斜拉桥。例如,1976年,德意志民主共和国应用平转法修建了一座跨径为53m+52m的钢筋混凝土T形刚构桥;1984年,法国应用平转法修建了一座三跨(26m+64m+24m)混凝土连续梁桥,两个半跨上部结构分别在平行于河岸上搭设的长为9m的移动式支架上预制,完成后再平转合拢;1982年11月,日本在大阪府茨木市修建的东海道新干线桥(跨径62.4m的单线铁路简支钢箱梁跨线桥)时,由于要跨越五股铁道,且斜交 35° ,要求施工期间封闭列车通过的时间只能在夜间,且不超过30min,故采用平转法施工;比利时1991年建成的本·艾因斜拉桥是迄今转体重量最大的桥梁,转体重量达1.95万t,跨径为 $3\times 42\text{m}+168\text{m}$ 。

1.2.2 我国桥梁转体施工的发展概况

与国外不同,我国的桥梁转体施工工艺是从平转(拱桥)发展起来的。先出现了有平衡重方式的平转方法,然后发展了无平衡重方式的平转方法,最后又发展了拱桥竖转的施工方法。

在我国,平转法桥梁工程成功案例有很多。1977年,四川遂宁县首次用平转法建成了一座跨径70m的肋拱桥(遂宁县建设桥)^[5],其后该法相继在贵州、湖南、江西、山东、广西、广东、云南、湖北等省、区推广。20世纪70年代末80年

代初,我国平转法施工的拱桥跨径均在 100m 以下,且均为有平衡重转体施工。为解决大跨径拱桥转体重量大的问题,我国桥梁专家提出无平衡重转体施工法,并于 1987 年成功地进行了跨径为 122m 的四川巫山龙门桥试验桥的施工。1988 年四川涪陵乌江大桥采用该法转体成功,使我国拱桥的跨径首次跃上 200m 大关。

1985 年,我国首次采用竖转法完成了净跨 100m 的四川自贡团结渠大田口渡槽的施工,但竖转法一直没有得到广泛应用。1999 年广西鸳江钢管混凝土拱桥和 2002 年徐州京杭运河钢管混凝土提篮拱桥的竖转体系采用了液压同步提升技术,至此,竖转施工技术才跃上了新的台阶。在铁路桥梁方面,我国采用竖转法完成了贵州水泊铁路北盘江大桥的施工,该桥跨度达 236m,转体重量达 10400t。

随着转体施工工艺的进步,平转法、竖转法及平竖结合法在我国桥梁建设中都有成功的实践。转体桥梁的桥型包括各式拱桥(肋拱桥、双曲拱桥、箱形拱桥、桁架拱桥及刚架拱桥)、斜拉桥、梁桥及斜腿刚构桥等,以拱桥居多。我国用转体法施工的典型桥梁见表 1.1。

表 1.1 我国使用转体施工的典型桥梁

序号	桥名	建设地点	桥型	桥跨布置 /m	转体方式	转体角度 /(°)	转体 质量 /t	建成 时间 /年
1	建设桥	四川遂宁县	箱肋拱桥	70	平转(平衡方式)	143	1200	1977
2	宋科桥	四川壤塘县	桁架拱桥	50	平转(平衡方式)	98~112	526	1979
3	曾达桥	四川金川县	独塔斜拉桥	37+68	平转(平衡方式)	约 90	1344	1980
4	贵冶铁路立交 桥	江西贵溪	斜腿刚构桥	30	平转(平衡方式)	46	1100	1985
5	洛河特大桥	河南洛阳	连续刚构桥	48+80+48	平转	57	3860	2008
6	桃河特大桥	山西阳泉	T 形刚构桥	75+75	平转	70	15000	2010
7	郑州解放路立 交桥	河南郑州	斜拉桥	120	平转	60.4	17100	2010
8	桂江三桥	广西梧州	钢管拱桥	主孔 175	竖转	—	520	2001
9	渝邻高速公路桥	重庆	刚架桥	40	竖转	—	—	2003
10	北盘江大桥	贵州六盘水	钢管拱桥	236	竖转	—	10400	2001
11	鸳江桥	广西梧州	钢管拱桥	175	竖转	—	500	1999
12	漠沙桥	云南新平县	双曲拱桥	65+65	竖转加平转		1300	1991
13	文峰路桥	河南安阳	钢管混凝土 拱桥	135	竖转加平转	—	—	1995

续表

序号	桥名	建设地点	桥型	桥跨布置 /m	转体方式	转体角度 /(°)	转体 质量 /t	建成 时间 /年
14	丫髻沙大桥	广东广州	钢管混 凝土拱桥	360	竖转加平转	—	13850	2000
15	东平大桥	广东佛山	拱桥	300	平转加竖转	104.6+ 180.0	14800	2006

1.3 平转体技术在跨越既有铁路线桥梁建设中应用前景

铁路是我国重要的基础设施、国民经济的大动脉和大众化的交通工具,是综合交通运输体系的骨干,在推动我国经济社会又好又快发展中发挥着重要作用。按照国家批准的《中长期铁路网规划(2008年调整)》,到2020年,全国铁路营业里程达到12万km以上,其中客运专线达到1.6万km以上,复线率和电化率分别达到50%和60%以上。据统计,截至2015年年底,全国铁路营业里程达到了12.1万km,居世界第二位,其中高速铁路营业里程突破1.9万km,占世界高速铁路总里程的60%以上,居世界第一位。可见,我国已经形成了四通八达的铁路运输网络。无论是公路还是铁路,在其后续工程建设中,必将遇到越来越多的跨越既有运营铁路线路的工程项目,如何尽量减少干扰并保证既有铁路线的正常运营,成为越来越多的工程建设者关注的问题。

转体施工技术的应用,大大提高了工程项目建设的可能性,扩大了桥梁建设的地域范围;同时,可以不影响所跨越既有线路的正常交通或尽量缩短中断交通的时间。近年来,在跨越既有铁路运营线的桥梁建设中,人们逐步探索采用转体施工法,尤其是平转体施工法。

2016年,河南省郑州市市政工程中州大道上跨陇海铁路桥梁工程项目成功实现了双幅桥体同时旋转跨越,此次转体工程的难点是左右双幅桥体同步逆时针转体 87.3° 。由于左右双幅桥体在同一个平面上,且直线间距还小于边跨长度,导致桥体转体前的现浇段相互侵占了转体后的成桥位置,所以转体施工必须为左右两幅同步进行,极大地增加了工序的复杂性、精度的准确性和测控技术的难度,重达2.46万t的双幅桥体同时旋转,在全国范围内是较为罕见的,如图1.6所示。

从上述成功的工程案例分析,转体施工在今后的工程建设中应用将会越来越

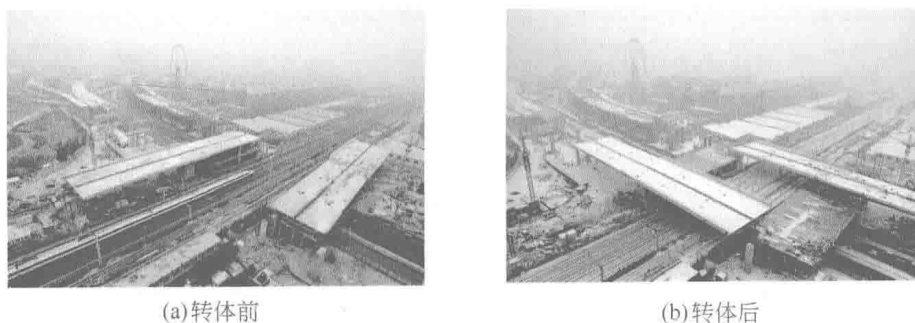


图 1.6 中州大道上跨陇海铁路桥梁转体前后

广泛。其原因主要有以下几点：

(1) 随着转体技术发展的日益成熟,该项技术凸显出巨大优越性,特别是在施工条件受到严重限制的情况下,它的地位已无可取代。从山区到平原,从郊外工程到城市内高架桥,从拱桥到斜拉桥、连续梁桥、连续刚构桥等,从公路到铁路,其应用范围在逐步扩大。

(2) 近年来,伴随着我国交通基础设施投资的持续增加以及我国铁路建设,尤其是高速铁路及城际铁路的快速发展,在公路及铁路建设中出现了越来越多的跨越既有铁路线的工程项目,这为转体技术的应用提供了必然条件。

(3) 铁路运营作业存在特殊性,主要是运营限界及作业时间要求,使得跨越铁路运营线的桥梁建设相对于跨越河谷、公路等桥梁来说,施工难度较大,作业时间受局限,这是转体施工技术应用中研究的难点和重点。

总之,大量的工程实践表明,桥梁转体施工是一套比较成熟的施工方法,在跨越河谷、公路的桥梁建设中应用实例较多。国内关于跨铁路既有线大跨度桥梁工程有些实例,例如,沪昆高铁沾益特大桥是国家《中长期铁路网规划》中四纵四横之一横,是沪昆高铁云南段主要桥梁之一。由于该大桥 28 号和 29 号墩跨越既有铁路线运输繁忙,每天通过 100 多趟客货运列车,如按照常规方法施工,将影响既有线营运安全,故采用平转法转体施工^[6]。该大桥全长 1768m,为双线桥,主桥 DK1041+407~DK1041+535 连续梁上跨既有沪昆铁路六沾线,重达 8300t 的桥梁向跨越的沾益火车站平转 25.3° ,转体过程中梁体距接触网最近距离为 1.864m,实现了桥梁精确合拢。今后需要建设的交叉工程、跨线工程会越来越多,同时随着铁路提速特别是客运专线线路的开通,对跨越铁路的转体施工提出了更高的要求,为了不影响既有线的正常运营安全,该技术有着广阔的发展空间,加强该项技术的

研究是必需的。

本书将在第4、5章对平转体施工技术在跨越既有铁路线的桥梁建设中的成功实践进行详细分析,以期为该技术的推广及类似工程的建设提供参考。

参 考 文 献

- [1] 陈宝春,孙潮,陈友杰. 桥梁转体施工方法在我国的应用与发展[J]. 公路交通科技, 2001, 18(2): 24-28.
- [2] 胡素敏. 桥梁转体施工方法及发展应用[J]. 交通世界(建养. 机械), 2008, 163(1): 129-131.
- [3] 任韶敏. 铁路连续箱梁水平转体施工及监控技术研究[D]. 石家庄: 石家庄铁道大学, 2014.
- [4] 黄小洛. 桥梁转体施工发展综述[J]. 公路, 1988, (1): 4-11, 32.
- [5] 张健峰, 钟启宾. 桥梁水平转体法施工的成就及发展[J]. 铁道标准设计, 1992, (6): 19-41.
- [6] 艾鹏. 大跨度桥梁平转体施工技术[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版), 2015, (S1): 1-4.

第2章 平转体技术理论

2.1 概 述

我国转体施工中,桥梁建设多分布在四川、湖南等多山多河的地区,其中,平转体占大多数,约80%以上,竖转约占10%,平竖转相结合的占10%左右。转体施工中以拱桥居多,斜拉桥、刚构桥、连续梁桥中也在逐步应用。转体的重量最早为2000t以下,1980~2000年约为4000t。2000年以后,随着城市的快速化发展,在许多大中型城市中,早期修建的正在运营的铁路多穿城而过,把城市割裂成许多区块,严重地影响了城市交通功能的发挥,而许多已建成或正在规划建设的市政道路或高速铁路、城际铁路等为克服既有铁路线带来的阻隔影响,多数以高架桥的结构形式,采用平转体施工跨越既有线路,这使得转体施工的桥梁数量持续快速增长,转体技术不断改进,也使得转体的质量大幅提升,过万吨级转体施工的桥梁在我国已不罕见。

当前和今后一段时间内,我国大规模的交通基础设施建设仍在持续,转体施工技术非常适合大量的跨线桥的施工,同时转体桥梁也在朝着大吨位、大跨度的方向发展,在我国特定的自然环境条件下,该技术还有很大的发展空间,但是目前关于转体施工尚未形成普遍认可的详细规范性文件,其理论研究也不充分,今后仍需要在工程实践的基础上不断总结并创新,使之更好地应用于我国桥梁建设。

2.2 平转体技术原理

平衡转动体系施工是指转体结构的重心基本落在下盘转动磨心球铰上^[1]。平转施工技术对设备要求不高,易推广。实践表明,在跨越既有铁路线的桥梁建设中,该技术既能确保既有铁路安全畅通,又能产生明显的经济效益和社会效益,受到工程建设者们的青睐。目前,平转体施工法可分为有平衡重平转体和无平衡重平转体。

2.2.1 有平衡重平转体施工法

有平衡重转体方法需要转体牵引系统,可分为结构自平衡转体和需要专门配