

大西高铁 施工技术实践

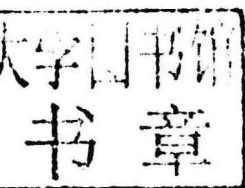
大西铁路客运专线有限责任公司 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

大西高铁施工技术实践

大西铁路客运专线有限责任公司 主编



中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书内容遵从创新性、实践性、真实性和实用性的原则,选材高速铁路建设中桥梁工程、隧道工程、无砟轨道工程、混凝土制品、四电工程和缺陷处理等方面,对其重要工艺工法、关键施工环节和重点控制工程进行系统的总结。

本书适用于高速铁路工程建设领域相关人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

大西高铁施工技术实践/大西铁路客运专线有限责任公司主编. —北京:中国铁道出版社, 2014. 10
ISBN 978-7-113-19289-1

I. ①大… II. ①大… III. ①高速铁路—铁路施工
IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 220175 号

书 名: 大西高铁施工技术实践
作 者: 大西铁路客运专线有限责任公司

策划编辑: 傅希刚

责任编辑: 邱金帅

编辑部电话: 021-73347

电子邮箱: shuai827@gmail.com

封面设计: 崔欣

责任校对: 龚长江

责任印制: 陆宁 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京米开朗优威印刷有限责任公司

版 次: 2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷

开 本: 700 mm × 1 000 mm 1/16 印张: 22.25 字数: 445 千

书 号: ISBN 978-7-113-19289-1

定 价: 80.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

编辑委员会名单

主任：李贵祥

副主任：周凡 靳忠 赵智平 宋晋平

委员：刘钢 李英杰 刘江川 董福田 张茵涛 裴敬伟

主编：刘钢

本书供稿单位：

中铁二十五局集团有限公司

中国水利水电第三工程局有限公司

中铁十局集团有限公司

中交第三航务工程局有限公司

中铁十五局集团有限公司

中铁十八局集团有限公司

中铁三局集团有限公司

中铁十二局集团有限公司

中铁二局集团有限公司

中铁十九局集团有限公司

中铁上海工程局有限公司

中铁十一局集团有限公司

中交第二公路工程局有限公司

中国路桥工程局有限责任公司

中铁二十一局集团有限公司

中铁建电气化集团有限公司

本书撰稿人：

于洪伟 马占彪 方中虎 王立龙 王坤 王海涛 王拥政 王顺平

王霆聿 王恩旭 孔祥宇 韦志刚 代波 帅一丁 朱显良 史玉林

朱德军 朱泽民 孙述灿 刘钢 刘世康 刘丽萍 刘宏国 刘福春

刘吉彪 刘万河 牟熹 任庆余 李清油 李国其 何玉珠 杨建虎

陈中竹 张炆 张世辉 张志强 张劲 张锐 张春尧 张辉南

余随林 尚高科 罗斌 祝新顺 易明伟 郑云雷 姜运良 赵生彬

赵省建 赵绪满 徐永勤 郝洪声 郭继祥 郭艳亭 秦云 贾东荣

袁东强 常兆松 黄元平 黄小兵 韩海儒 曹登亚 董佐 焦博蛟

彭良林 谭程龙 曾晖

前 言

大西高速铁路工程自 2010 年 3 月开工建设以来，在各参建单位的共同努力下高效有序推进，在工程质量、安全、工期、投资、环保和科技创新等方面取得了良好的成效，特别是在高速铁路建设的重要工艺工法、关键施工环节和重点控制工程等方面积累了一定的经验。进行系统的总结，对高速铁路工程建设是有益的。

本书选材遵从“一新三实”。一新是创新性，三实是实践性、真实性、实用性。

创新性。大西高速铁路工程建设努力提倡创新实践，例如国内首次采用的钢桁加劲单 T 刚构、30‰长大坡道的运架梁、跨越既有高速铁路桥梁施工、五连跨大跨加拱连续梁拱部顶推、1 700 t 下承式节段拼装造桥机研制应用，等等。大西高速铁路建设集全体参建单位及人员的智慧，弘扬敬业勤奋之风，良好地完成了任务，同时完善了相关施工工艺，丰富了施工工法，有不少已取得国家实用专利。本书收录部分，可见一斑。凡施工规范和验收标准已明确规定和沿用既成工法的，一般均不赘述。

实践性。所选内容皆为各参建单位具体施工实践总结。相关工程技术、措施在工程实施前经过认真研究论证，在实施过程中得到了实践检验，被实际结果所证明。

真实性。本书所及内容、数据，都是实际成果，立足于客观实际的真实反映。

实用性。本书选编的工程经验，可能有的还欠充实，有的还有待进一步提高，但都是现场的实际情况，可为今后同类工程或相关工程提供借鉴。

负责本书编写的是大西铁路客运专线有限责任公司《大西高铁施工技术实践》编委会。全部稿件经刘钢审订。

《大西高铁施工技术实践》编委会
2014年7月于太原

目 录

《《 桥梁工程

| | |
|--|-----|
| 1 700 t 下承式节段拼装造桥机的研制及节段拼装造桥技术 | 1 |
| 大跨度宽桥面单箱双室截面悬臂浇筑的挂篮设计和 0 号梁段施工 | 35 |
| 连续梁转体施工技术 | 55 |
| 大跨度系杆拱连续梁桥拱部顶推施工 | 66 |
| 2 × 108 m 单 T 刚构加劲钢桁组合结构节点板预埋及钢桁安装关键技术 | 84 |
| 跨越郑西高速铁路、何临动车联络线连续梁桥钢箱梁自行式连续顶推 施工技术 | 110 |
| 9 × 48 m 简支梁高膺架施工技术 | 123 |
| 113.3 m 简支系杆拱施工 | 139 |
| 纵坡大于 20‰ 的运架梁设备改造 | 153 |
| 大跨连续梁施工监控 | 166 |
| 桥梁防护墙施工工艺 | 174 |
| 确保碗扣式支架施工安全的安全技术 | 183 |

《《 隧道工程

| | |
|-------------------------------|-----|
| 上白隧道穿越砂层段深层预加固咬合桩施工技术研究 | 187 |
| 富水软弱围岩隧道施工 | 195 |
| 隧道下穿高速公路超短台阶法施工案例 | 206 |
| 韩信岭隧道进口上方危岩体处理施工 | 213 |

《《 无砟轨道工程

| | |
|-------------------------|-----|
| 双块式无砟轨道混凝土修复 | 226 |
| 双块式无砟轨道混凝土裂缝产生及预防 | 236 |

《《 混凝土制品

| | |
|------------------------|-----|
| 活性粉末混凝土配合比研发及应用 | 241 |
| 小型构件工厂化生产工艺和工厂建设 | 250 |
| 箱梁制梁场布局及箱梁制梁工艺 | 267 |

《《 四电工程

| | |
|------------------------------------|-----|
| 大西高速铁路引入既有郑西高速铁路插铺高速道岔信号施工技术 | 296 |
| 电缆放线车敷设电力电缆新工法 | 301 |
| 接触网工厂化预配技术 | 305 |
| 大西高速铁路祁县东站样板站信号施工工艺 | 311 |

《《 缺陷处理

| | |
|--------------------------|-----|
| 连续梁底板崩裂原因分析及处理措施 | 315 |
| 路基上双块式无砟轨道注浆抬升施工技术 | 333 |
| 隧道二次衬砌渗漏水处理工艺 | 344 |

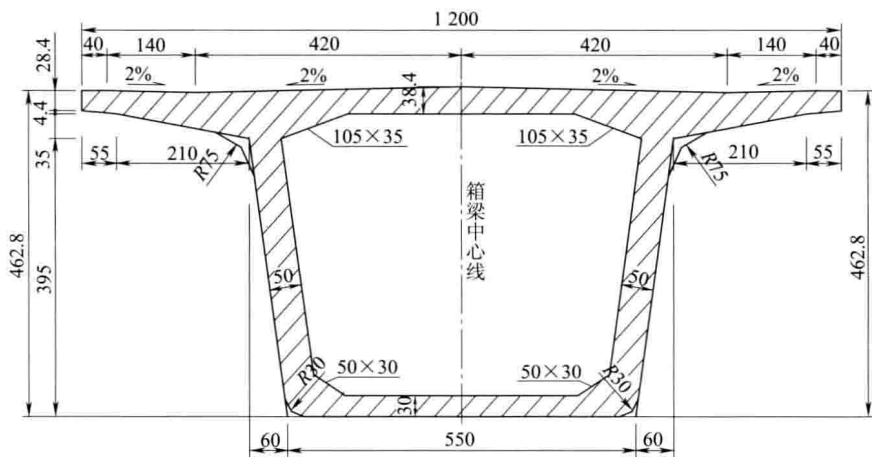
1 700 t 下承式节段拼装造桥机的研制及节段拼装造桥技术

1 综 述

1.1 工程概述

大西铁路客运专线晋陕黄河特大桥位于山西省永济市和陕西省合阳县境内。大桥全长 9.969 km，自东向西跨越黄河，连接山西、陕西两省；其东引桥第 36 孔~52 孔、53 孔~54 孔，西引桥第 87 孔~149 孔，共 80 孔 48 m、2 孔 40 m 节段拼装简支箱梁。

箱梁计算跨度为 47.8 m，梁长为 49.5 m，横向支座中心距为 4.5 m。全梁结合起吊重量，共分 11 个预制梁段、10 个现浇湿接缝，其中梁端节段长 3.2 m，其余梁段长 3.9 m，湿接缝长 0.8 m。箱梁采用单箱单室等高度斜腹板，线路中心处梁高为 4.628 m，箱梁顶宽 12.0 m，底宽 5.5 m，悬臂长 2.65 m，顶板厚 0.38~0.58 m，底板厚 0.30~0.80 m，腹板厚 0.50~1.10 m，梁端设 1.25 m 厚隔墙，隔墙设过人洞，为方便钢束张拉，梁端设 0.25 m 突出飞檐。桥面构造及设施同通桥(2008)2322A。单孔节段预制梁 C50 混凝土方量为 535.6 m³，湿接缝混凝土 95.72 m³，单孔自重 16 414 kN。箱梁横断面如图 1 所示。



(a) 跨中断面

图 1

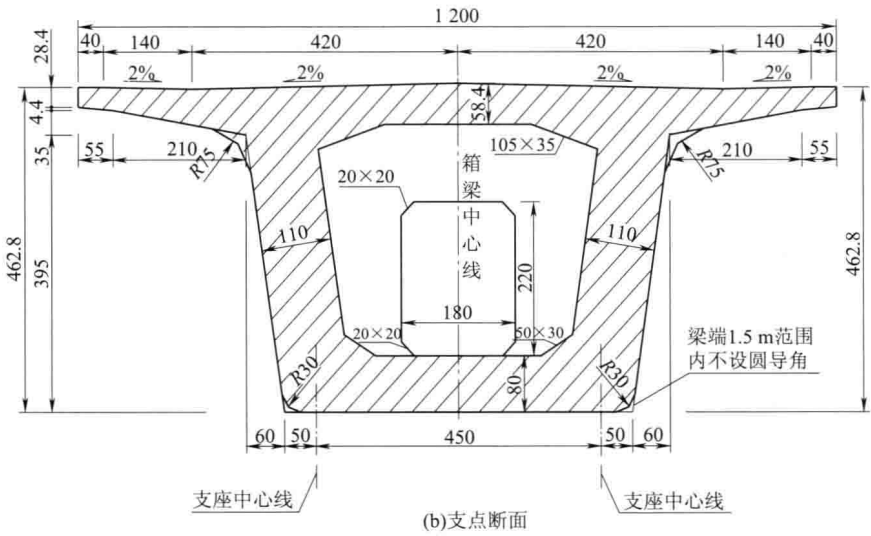


图 1 箱梁横断面(单位:cm)

1.2 国内、外节段拼装技术发展概况

目前国内、外节段箱梁施工主要采用的方法有以下几种。

(1)墩间设支架或移动支架，梁体在支架上完成组拼(图 2)。该方法适用于墩身较低的工程。



图 2 移动支架法施工箱梁

(2)采用上承式造桥机。造桥机进入待架孔跨墩顶后，用移梁设备将梁体依次拼装在上承式造桥机上。上承式造桥机施工时由于节段梁位于造桥机顶面，整体重心偏高，易引起造桥机侧向倾覆的危险，此类造桥机一般适用于墩身较低且风力影响较小的工程。

(3)采用下承式造桥机(图3)。造桥机进入待架孔跨墩顶后,用移梁设备将梁体依次拼装在造桥机上;造桥机沿桥墩上或两侧的墩旁托架前移。下承式造桥机将梁体依次吊挂在造桥机底部,受侧向风力影响,节段梁对位精度较差,湿接缝受大风风压影响较大;为满足造桥机纵移过孔,需在每个桥墩两侧提前利用汽车吊搭设墩旁托架,因而设备投入大、工艺繁琐。



图3 下承式造桥机

1.3 工程施工难点

(1)高速铁路技术要求等级高,节段拼装线形控制难度大,要求严格。

(2)单孔共设置10道湿接缝,施工缝较多,容易出现裂纹、错台、漏浆、色差等质量通病。

(3)作业高度全部位于45 m高空,墩高风大,湿接缝施工、造桥机过孔和节段支撑横联开合频繁,安全风险高。

1.4 1 700 t 48 m 节段拼装造桥机特点

针对工程施工难点研制开发了安全、适用的1 700 t 48 m节段拼装造桥机,该造桥机有以下几方面特点。

(1)造桥机节段预制拼装施工,不受整孔梁运输设备和运输通道的限制。

(2)造桥机在墩台顶面移动,尤其适合于跨越深沟峡谷的高墩桥梁及基础费用高、施工难度大的深水桥梁,一次安拆即可完成梁部工程。

(3)避免了河道内搭设支架及高空灌筑混凝土的困难,保证了梁体质量,缩短了梁体施工周期,节约了施工成本。

(4)相对于挂篮或者移动模架现浇等施工工艺,梁体分节段在预制场预制,工程实体质量和外观能得到更好的保证,且施工速度明显快于悬灌施工。

(5)全部在造桥机内进行,更加易于控制节段拼装几何线形。

(6)造桥机设备性能可靠,施工安全。湿接缝施工在造桥机节段支撑横联内进

行，施工人员无明显高空感觉，为提高工作效率、确保施工安全提供了保障。

(7)对桥址周围自然生态环境破坏和桥下现有交通及周边社区环境影响小。

2 节段预制施工

2.1 预制场规划

2.1.1 选址原则

综合考虑桥位、工期、工效、地质状况等因素进行梁场选址，尽量少征地、少拆迁。必须满足防洪渡汛、湿地保护等安全环保要求。尽可能布置在交通方便、离施工现场较近的位置，同时尽可能避开居民区，对附近居民的生活和交通出行影响较小的位置。

2.1.2 位置确定

由于标段内节段梁预制数量达 898 节，工期紧。综合考虑上述原则，东引桥预制场位于 35 号墩线路右侧，总占地面积 30.6 亩；西引桥预制场选址时，结合施工任务划分和减少对湿地森林公园的破坏，场址位于 126 号墩线路右侧，总占地面积 59.70 亩；节段拼装时由 126 号墩向两端施工。

预制场地处黄河湿地森林公园，环保要求非常高；若预制场不建在湿地保护区内，将远离施工现场 30 km 以上。

2.1.3 规划布置

制梁场主要功能区有办公生活区、原材料存放区、钢筋加工区、制梁区、存梁区、混凝土搅拌区和提升上桥区。

制梁场内主要临时工程有场内道路、制梁台座、存梁台座和龙门吊基础。

结合场址地形条件，东引桥预制场采取横列式，台座的长度方向垂直于线路走向；西引桥预制场采取纵列式，台座的长度方向顺线路走向，如图 4 所示。考虑到移梁至运梁车上，提梁机均设置了转向装置。



图 4 西引桥预制场总体布置

东引桥预制场预制节段 205 节段，共设置制梁台座 6 个，预制液压模板 4 套，月生产能力 24 节段，双层存梁台座 18 个，存梁能力 36 节段。西引桥预制场预制节段 693 节段，共设置制梁台座 12 个，预制液压模板 7 套，月生产能力 50 节，双层存梁台座 27 个，存梁能力 54 节段。

2.2 节段预制施工工艺

2.2.1 施工工艺流程

节段预制施工工艺流程如图 5 所示。

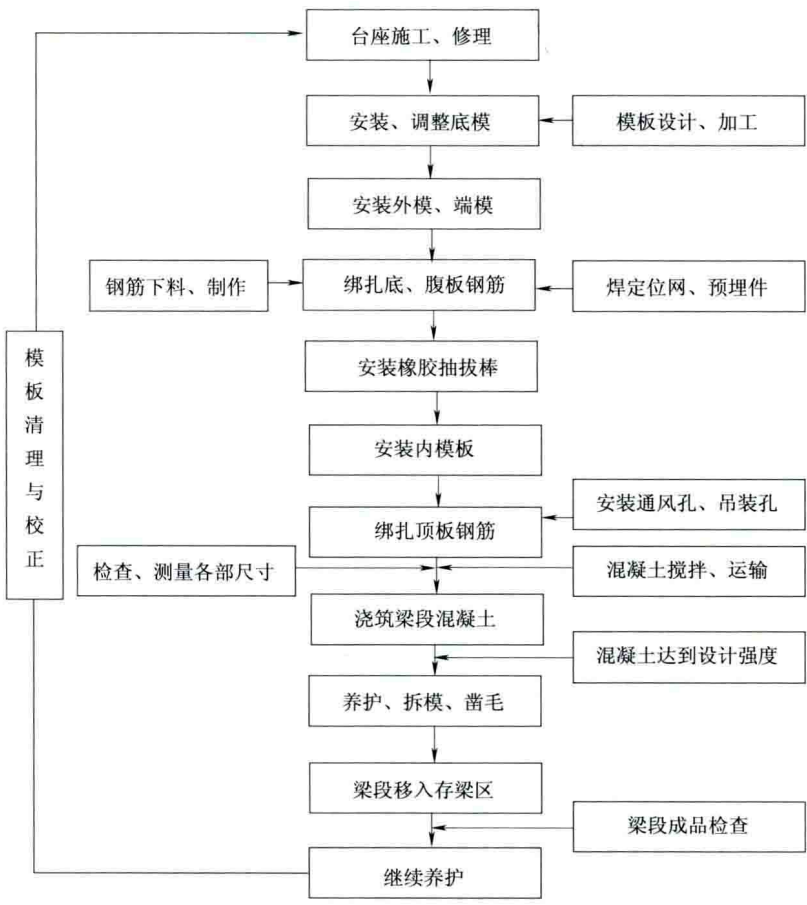


图 5 节段预制施工工艺流程

2.2.2 模板工程

1. 底模(图 6)

(1) 钢底模固定在制梁台座上(节段最大长度 3.9 m，故底模不设反拱)，检查底板平整度，清除底板表面与橡胶密封条处的残余灰浆，均匀涂刷高分子钢

模脱模油。

(2)控制底模支座安装位置，在每次模板安装前检查其位置、平整度、同一支座板的四角高差及四个支座板相对高差。支座板安装用螺栓固定，如图7所示。



图6 底模设计

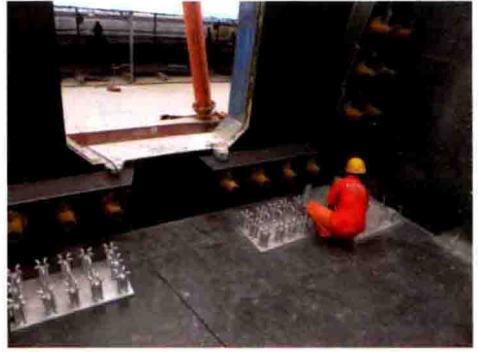


图7 支座预埋钢板安装

2. 侧模(图8)

(1)对模板进行整修。

(2)为了确保底模与侧模密贴，防止漏浆，在侧模安装前，必须先检查底模、侧模交接处的橡胶条，再将侧模滑移到位，与底模板的相对位置对准。

(3)侧模滑移到位后，采用螺栓+拉杆连接。用支撑于地面上的螺旋千斤顶进行竖向调节；检查整体模板的长、宽、高尺寸及不平整度等，及时调整。



图8 侧模安装

3. 端模(图9)

安装端模前对模板进行整修，使其板面平整光洁、无凹凸变形及残余粘浆，端

模管道孔眼清除干净。检查锚垫板安装型号是否与设计相符。检查无误后，利用20 t龙门吊整体吊装，进行端模安装就位。

端部3.2 m节段端模，由于需安装锚垫板，设计时一般为大块整体钢模板，混凝土浇筑过程中，易发生模板变形现象，无法确保垂直度，影响安装中的伸缩缝宽度控制，可采取拉杆、缆风绳加固等措施，如图10~图12所示。



图9 端模安装



图10 3.2 m节段端模



图11 拉杆加固



图12 缆风绳加固

4. 内模

(1)节段梁钢筋绑扎采用台座上直接绑扎式，故在底板、腹板钢筋和抽拔管安装完成后，利用1台4 t卷扬机将内模拖拉就位。内模安装前先整修模板，将表面清理干净，并涂刷隔离剂。

(2)内模设计为液压系统结构，能够实现内模自动收放；内模拖拉就位后，启动液压泵站，撑开内模并采用螺旋撑杆固定，再利用螺栓与端模连接。

(3)内模安装完后，检查各部位尺寸，如图13所示。

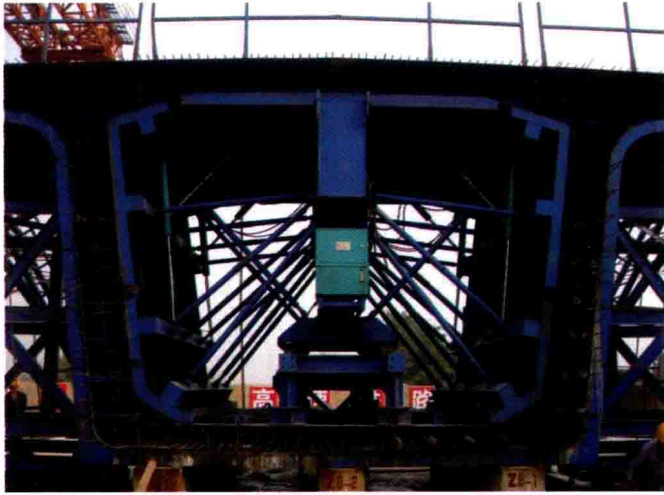
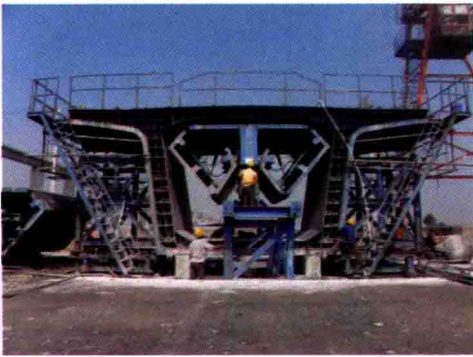


图 13 内模安装

5. 模板拆除

当达到规范规定的混凝土强度和温度条件后，进行模板拆除作业，拆模要求如下所述。

(1)内模拆除时，应首先启动液压泵站，将内模调至收缩状态，用卷扬机拖出内模，20 t 龙门吊吊运至内模拼装台座上整备，如图 14 所示。



(a) 内模拆除 1



(b) 内模拆除 2

图 14 拆除内模

(2)端模拆除顺序按从中间向两侧，自上而下进行，人工配合卷扬机拆除；拆除过程中，利用 20 t 龙门吊将端模提拉，防止突然下落。

(3)拆去侧模与底模的连接，将侧模下部千斤顶保护套拆除，模板落至台车上，利用卷扬机拖拉至下一制梁台。整体移运侧模时，控制拖拉速度，保证台车平稳。

2.2.3 钢筋工程

梁体钢筋集中在钢筋加工厂统一下料、弯制、焊接加工成型，20 t 龙门吊吊装至模板内进行安装。

钢筋绑扎在台座上直接进行，为确保钢筋间距、垂直度等满足规范要求，通过节段梁接茬钢筋和卡具将钢筋固定、绑扎牢固，如图 15、图 16 所示。



图 15 钢筋绑扎卡具



图 16 台座上直接绑扎

2.2.4 混凝土工程

1. 混凝土浇筑

(1) 浇筑设备

箱梁混凝土浇筑采用 1 套独立的搅拌、运输、浇筑系统配置，每套系统采用混凝土自动搅拌站 + 罐车 + 20 t 龙门吊 + 料斗 + 振捣设备构成，连续浇筑，一次成型，浇筑时间控制在 6 h 以内。

(2) 工作性能控制

控制入模混凝土的温度、坍落度和含气量等工作性能；入模温度约 25 ℃，坍落度 18 ~ 20 cm，含气量 3.5% ~ 4.0%。

(3) 浇筑方法

混凝土浇筑顺序：底板混凝土约 2/3 高度 → 腹板混凝土 → 底板混凝土找平 → 顶板混凝土。

梁体混凝土浇筑采用混凝土罐车运输，人工配合 20 t 龙门吊提升料斗进行，连续浇筑，一次成型；浇筑时间选择在当天温度较低时间段。

混凝土从两端开始对称浇筑，浇筑底板时用溜槽直接下料道底板，然后腹板处下料，分层厚度不大于 30 cm，如图 17 所示。

采用插入式振捣器。严禁用振捣器拖送混凝土，并严禁漏振和过振。顶板混凝土浇筑至设计高程时，利用 4 m 长铝合金靠尺对表面进行找平，收光次数不少于 2 次，并对轨道板预埋套筒区域按设计要求进行拉毛处理，如图 18 所示。