

高速铁路 900 t 简支箱梁建造成套技术与装备

王清明¹, 刘林生²

(1. 中国铁道建筑总公司科技设计部,北京 100855; 2. 中铁十九局集团有限公司,北京 100176)

[摘要] 全面介绍了高速铁路 900 t 简支箱梁建造成套技术与装备,包括 900 t 简支箱梁的预制技术和装备、运输技术和装备、架设技术和装备及特殊工况下 900 t 简支箱梁建造技术及装备,可供从事高速铁路和桥梁工程技术人员参考。

[关键词] 高速铁路;简支箱梁;建造技术

[中图分类号] U215 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2011)04-0075-06

1 前言

我国高速铁路大量使用桥梁,比重约占高速铁路总里程的 52%,在部分线路如京沪高铁达 80% 以上,其中 90% 以上的桥梁均采用简支箱梁,因此高速铁路 900 t 简支箱梁是高速铁路建设的重要内容。

高速铁路 900 t 简支箱梁的特点是:体积大,一榀箱梁长 32.6 m,宽 13.4 m,高 3 m,重约 900 t;施工精度要求高;预制和安装精度均以毫米计;原有的

施工方法和装备已不能使用,需开发全新的建造技术及装备。

在铁道部的支持下,在近百项专题研究的基础上,中国铁建瞄准“制、运、架、造”四大关键技术难题,开展技术攻关,系统研发多专业集成、全工况适应、成套系列化的高速铁路 900 t 简支箱梁建造技术与装备,成功开发出适用于高铁所有简支箱梁的建造施工的技术与装备,建立了一套完整的“制、运、架、造”四位一体的高速铁路 900 t 简支箱梁建造技术体系,该技术体系如图 1 所示。

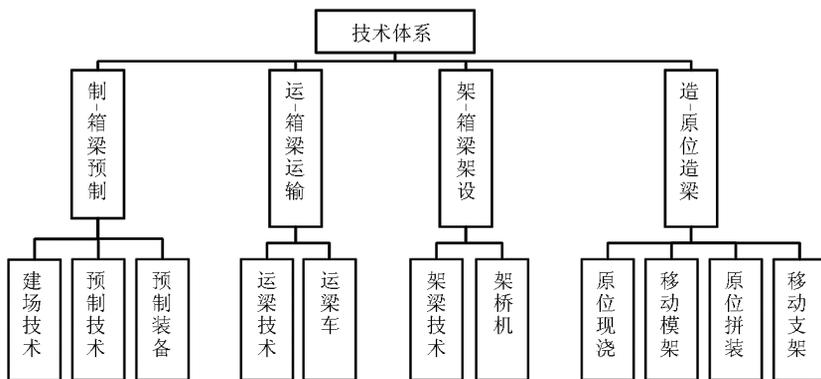


图 1 高速铁路 900 t 简支箱梁建造技术体系

Fig. 1 Construction technology system of high speed railway 900 t simply-supported box beams

[收稿日期] 2011-01-20

[作者简介] 王清明(1963—),男,湖北黄冈市人,教授级高级工程师,研究方向为桥梁;E-mail:wangqingming@crcc.cn

2 制 - 箱梁预制

2.1 箱梁预制场建设技术

为保证箱梁预制质量,提高制梁装备使用率和预制效率,节省土地资源,采用了“工厂化、模块化”的设计理念,成功研发出了一整套梁场建设技术,为建场提供了有力的技术支持。该技术主要包括:依

据程序化标准化作业模式制定科学的制梁流程(见图2),成功设计出单条箱梁预制生产线(见图3),通过分析和工程实践确定了5~6 d/榀箱梁的预制周期(见图4),根据梁场产梁效率确定制梁台座和存梁台座数量的方法,成功应用极限应力法设计台座和双层存梁技术等。

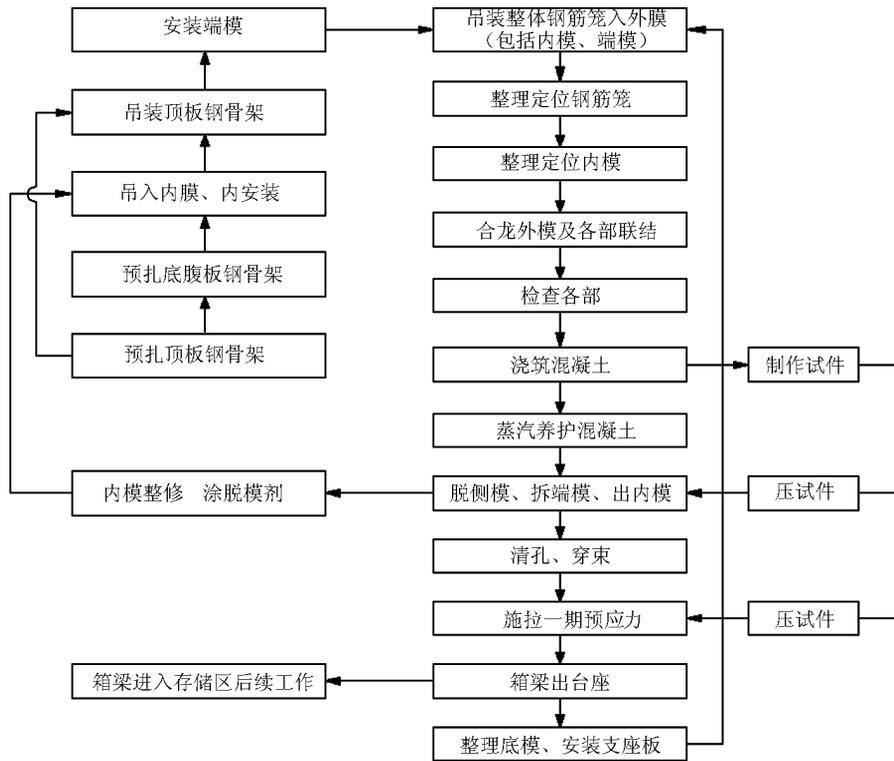


图2 制梁流程图

Fig. 2 Beam fabrication flow chart

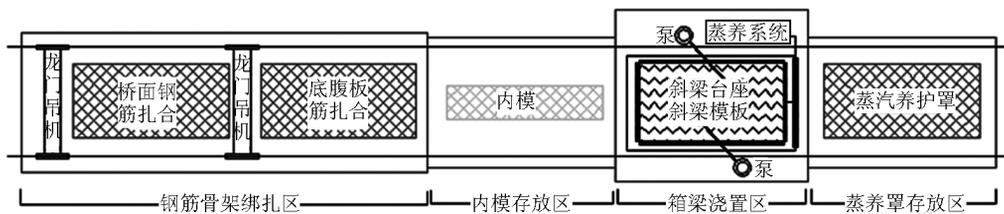


图3 单条箱梁预制生产线布置示意图

Fig. 3 Schematic diagram of production line layout for single-strand box beam pre-fabrication

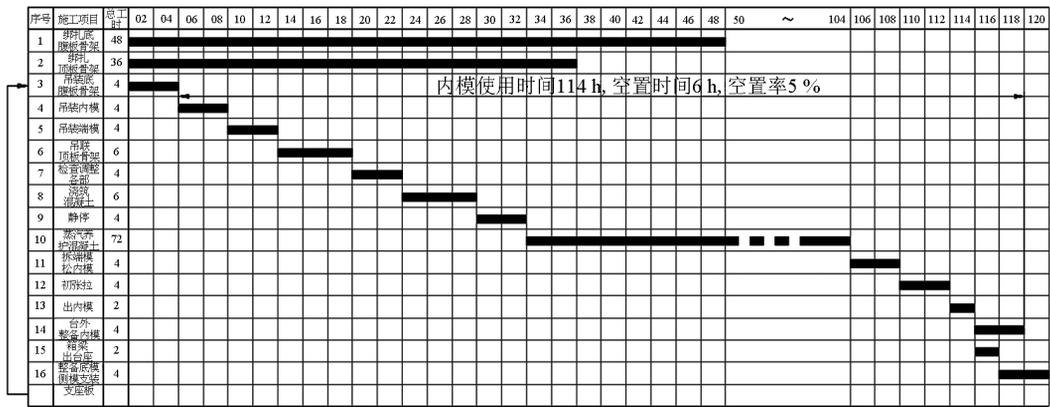


图 4 预制周期计算图

Fig. 4 Calculation chart of pre-fabrication period

2.2 箱梁预制技术

根据有关规定,为保证预制制梁,提高预制效率,研发了整体吊装钢筋笼、混凝土连续浇筑与捣固、高性能混凝土配制、梁体裂纹控制、提梁机或滑移车移动箱梁等制梁新技术。箱梁在台座外钢筋笼绑扎完成后,整体吊入台座,再滑入内模的预制技术,可最大限度地保证箱梁钢筋骨架的绑扎质量,并提高绑扎效率和台座使用效率;通过人工神经网络技术优选混凝土配合比,确保了高性能混凝土的工作性能;使用提梁机移动箱梁效率高,滑移车移动箱梁的效率低,前者宜在大型梁场中采用,后者宜在小型梁场中采用,但二者均能满足使用要求。

2.3 箱梁预制装备

采用模板的三面收缩技术和液压同步技术,解决了箱梁端口小不易整体出模的技术难题,首次成功研制了液压自动收放内模(见图 5),极大地提高了制梁效率;研制成功了轮胎式和轮轨式提梁机,解决了 900 t 箱梁移动的难题(见图 6)。此外,还研制了自动化蒸汽养护系统和制梁信息化管理系统(见图 7 和图 8)。



图 5 液压自动收放内模

Fig. 5 Hydraulic automatic deploying and retracting internal mold



图 6 轮胎式提梁机

Fig. 6 Tyre-type beam lifting machine

3 运-箱梁运输技术及装备

研制出适应多种路况的全液压 TLC900 型轮胎式运梁车(见图 9)。开发了由 1 根箱形主梁 32 根横梁构成的整体车架,采用液压悬挂技术,攻克了运输过程中箱梁不得受扭的技术难题;研制了 PLC 控制的闭环液压转向系统,实现了运梁车多种模式的准确转向。

4 架-箱梁架设技术及装备

研制出适应多种架梁工况的系列架桥机——制式 TLJ900 型架桥机和拼装式 SPJ900/32 型架桥机(见图 10 和图 11)。架桥机采用伸缩式液压前支腿、O 形或 C 形后支腿、辅助导梁过孔或悬臂过孔、整机 PLC 控制技术,攻克了墩(梁)顶支撑面积小承载能力弱、架桥机高空跨越桥墩移位、隧道口架梁等关键技术难题。

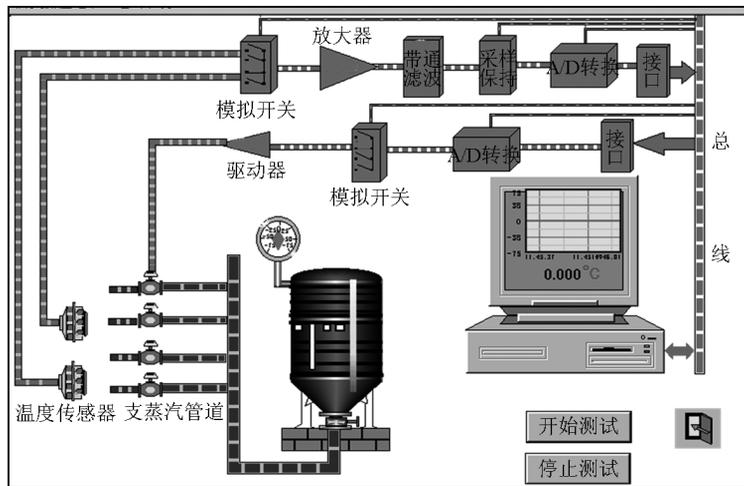


图7 自动蒸养系统原理图

Fig. 7 Principle diagram of automatic steam curing system

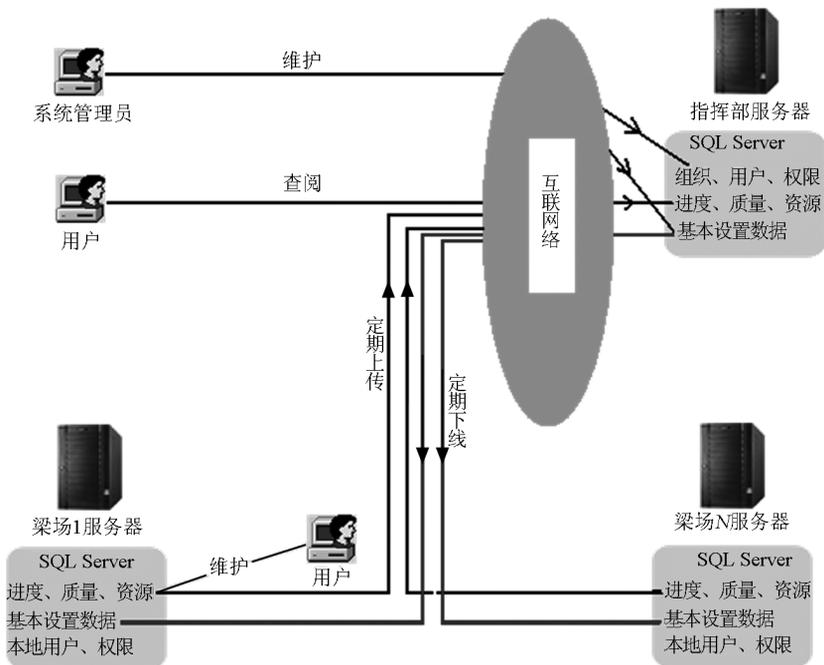


图8 管理系统架构图

Fig. 8 Organizational chart of management system



图9 全液压 TLC900 型轮胎式运梁车

Fig. 9 All-hydraulic TLC900 tyre-type beam carrier



图10 制式 TLJ900 型架桥机

Fig. 10 Standard TLJ900 type bridge erecting machine



图 11 拼装式 SPJ900/32 型架桥机
Fig. 11 Assembling SPJ900/32 type bridge erecting machine

5 特殊工况下箱梁建造技术及装备

针对特殊工况下不宜采用制运架技术建造箱梁的难题,本项目研发了两种原位造梁技术及装备。

5.1 移动模架原位现浇造梁技术及装备

研制出 MZ 系列移动模架(见图 12)。研制了拱度可调的新型模板系统,首创重心可调的梳形横梁等关键结构,解决了高空浇筑箱梁梁体线形不易控制、模板横向解开后模架横向稳定性差等关键技术难题。



图 12 移动模架造梁
Fig. 12 Moving scaffolds to fabricate bridges

5.2 移动支架原位节段拼装造梁技术及装备

率先研制出 ZQL32/64 型移动支架(见图 13),获发明专利。国内首次将节段拼装造梁技术应用于高速铁路,开发出多功能天车,实现了梁段精确就位。



图 13 移动支架隧道口造梁
Fig. 13 Moving trestles to fabricate bridges at tunnel entrance

6 主要技术参数与经济指标

主要技术参数与经济指标见表 1。

表 1 主要技术参数与经济指标

Table 1 Main technical parameters and economic indexes

项目	主要技术参数与经济指标
制 (箱梁预制)	实现标准化、节约化建场,节省土地约 20%、土建费用约 30%;预制技术满足箱梁预制标准要求;制梁周期 5~6 d/榀,内模拆除一次 1.5 h
运 (箱梁运输)	额定载荷 900 t,自重 240 t,可运输 32 m 及以下跨度简支箱梁,空载车速 0~10 km/h,重载车速 0~5 km/h,适应坡度 3%
架 (箱梁架设)	额定起重量 900 t,架设 32 m 及以下跨度简支箱梁,架梁效率为每木品 1 h 50 min,在首末跨、曲线($R \leq 2500$ m)、变坡、变跨以及隧道口等特殊工况也可架梁,简单拆解后可由运梁车驮运整机过隧道
造 (原位造梁)	可原位建造 32 m 及以下跨度简支箱梁;移动模架造梁周期 10~12 d/孔,移动支架造梁周期 7~8 d/孔

7 与国内外同类技术比较

与国内外同类技术比较,本项目在箱梁的制、运、架、造等诸多方面均具有明显优势,详见表 2。

表 2 国内外同类技术比较表

Table 2 Comparisons between similar techniques in China and abroad

项目	本项目完成的性能指标	国内外先进性能指标
制 (箱梁预制)	梁场布置紧凑,配置合理,建场费用低,形成标准;制梁技术满足高标准制梁要求;装备单价为国外的 50%	国外制梁标准低,建场费用高,装备贵,未见建场标准
运 (箱梁运输)	运梁技术及装备达到国际先进水平,运梁车单价为国外的 71%	国外运梁车价格昂贵
架 (箱梁架设)	架梁技术及装备达到国际先进水平,架桥机部分解体可过隧道,隧道口可架梁,单价为国外的 57%~71%	国外架桥机不能过隧道,隧道口不能架梁,国外架桥机昂贵
造 (原位造梁)	移动模架造梁周期 10~12 d/孔,达到国际先进水平;发明移动支架建造箱梁,造梁周期 7~8 d	国外未见高速铁路中应用移动支架
技术体系	国内率先建立一套完整的技术体系	国外未见完整的技术体系

8 应用推广情况

项目应用推广以来,完成桥梁建设 2 000 多公里,建梁场 160 余座,销售装备 698 台(套)。近 3 年在武广、郑西、京津、京沪等 6 条高铁线路上建造箱梁 30 376 孔,实现产值 240.8 亿元,利润 12.3 亿元,税收 8 亿元。

9 结语

根据高速铁路 900 t 简支箱梁建造技术的特点

和国内外现状,提出了高速铁路 900 t 简支箱梁“制、运、架、造”四位一体的技术体系。中国铁建通过对其关键技术进行为期 5 年的立题研究,系统解决了 900 t 简支箱梁建造难题,能够在任何环境下建造 900 t 简支箱梁,自主完成了全部技术和设备。为中国高速铁路网建设提供了有力的技术和装备支持,在城市轨道交通和装备制造等领域推广前景广阔,同时为中国高速铁路走向世界奠定了坚实的基础。

Complete set technologies and equipment for 900 t simple-supported box beam construction in high-speed railway

Wang Qingming¹, Liu Linsheng²

(1. Technology Design Department, China Railway Construction Corporation, Beijing 100855, China;
2. China Railway 19th Bureau Group Co. Ltd., Beijing 100176, China)

[**Abstract**] Complete set technologies and equipment for 900 t simple supported box beam construction in high speed railways are introduced in this paper, including the pre-fabrication technologies and equipment of the 900 t simple supported box beams, transport technologies and equipment, laying and erection technologies and equipment, construction technologies and equipment of the 900 t simple supported box beams under special working conditions, which can be reference to technicians in high-speed railway and bridge engineering.

[**Key words**] high-speed railway; simple-supported box beam; construction technology