

文章编号:1005-0523(2001) 01-0049-03

大跨度混凝土梁造桥机在湘江大桥上的应用

孙传洲, 朱 斌

(铁道部 大桥工程局, 湖北 武汉 430050)

摘要: 本文以长沙湘江铁路桥主跨箱梁悬拼施工为背景,介绍了大跨度预应力混凝土梁造桥机的主要性能、技术特点及施工工艺,为我国预应力混凝土桥梁的建设施工,提供了一种先进的机械设备¹⁹。
关 键 词: 造桥机;预应力混凝土;桥梁施工;应用
中图分类号: TU 378.2 **文献标识码:** A

1 大跨度预应力混凝土梁造桥机简介

大跨度预应力混凝土梁造桥机(以下简称大跨度造桥机)是一种采用移动支架法施工预应力混凝土桥梁的先进机械设备,最适于建造跨度 64 m~96 m 的多跨连续预应力混凝土桥梁,可以预拼,也可节段现浇,它由主桁、支承结构和起重小车三大部分组成¹⁹。主桁为 4 片拆装式菱形钢桁梁结构,桁高 5 m,节间长 2 m¹⁹。支承结构包括前支腿、前中支腿、后中支腿、后支腿四大部件¹⁹。前中支腿和后中支腿可互相倒换,承担造桥机的垂直荷载和水平牵引机身前移工作¹⁹。2 台起重小车在主桁上弦走行,承担吊运混凝土梁节段和倒换支腿任务¹⁹。大跨度造桥机(96 m)主要技术性能:

- 造桥跨度: 96 m
- 总 长: 244 m
- 总重量: 888 t
- 支承结构:前支腿顶升力:2×400 kN
 - 前支腿行程: 2.2 m
 - 中支腿顶升力:8×1 500 kN
 - 中支腿行程: 0.6 m
 - 后支腿架梁时支点最大反力:6 420 kN
- 起重小车(单台):起重能力:1 570 kN
 - 起升速度:重载 0~0.4 m/min
 - 空载 0~1.9 m/min
 - 起升高度:轨面上 3.6 m,轨面下 12.4 m
 - 走行速度:0~20 m/min

- 横移范围:正常±300 mm,最大±1 000 mm
- 牵引拉力:2×200 kN
- 牵引速度:10 m/h

- 大跨度造桥机主要技术特点:
- 1) 总体结构设计合理,跨度大(96 m),起重能力大(1 570 kN),操作安全方便¹⁹。
 - 2) 主桁采用拆装式菱形钢桁梁结构形式和采用高精度的紧固件配合,解决了造桥机稳定和挠度问题,既满足跨度大,起重能力大的要求,又使拆装灵活,功能扩大¹⁹。
 - 3) 采用中支腿牵引主桁滑移,前、中、后支腿配合使用的逐跨移动及纠偏技术,解决了造桥机的空中走行问题¹⁹。
 - 4) 采用机、电、液一体化技术,各机构运行控制十分方便¹⁹。卷扬系统配备先进的超载保护控制装置和可靠的过(欠)缠绕保护装置,保证架梁的安全¹⁹。

为保证造桥机的各项功能能够顺利地在实桥上运用,在其研制过程中,主要进行了以下专题的研究:① 大跨度造桥机钢桁梁侧倾稳定性及极限承载力分析研究;② 受弯弦杆的“[”型杆焊接应力研究;③ 长行程可调整型前支腿研究;④ 卷扬机的过、欠缠绕保护研究;⑤ 起重小车走行均载同步性能的研究;⑥ 中间支腿倒换控制方式的研究¹⁹。上述研究成果经过长沙湘江桥的现场检验,达到了预期的目的,为造桥机的正常使用提供了理论保证¹⁹。

大跨度造桥机最适用于建造跨度 64 m~96 m 的多跨连续预应力混凝土桥梁,可以预拼也可以节

段现浇,可用于我国黄河中、下游或南方的宽阔河流上¹⁹。它也运用于跨度不限的多跨高架桥¹⁹。对于跨度为 32 m 或 40 m 的单线铁路箱形梁,可根据桥梁施工的需要增添相应设备即可实现整孔架设或现浇¹⁹。

2 大跨度造桥机拼装施工长沙湘江大桥

2.1 工程概况

石长铁路(门)长(沙)铁路长沙湘江铁路大桥位于距长沙市区约 15 km 处的湘江下游月亮岛,为国家重点建设项目¹⁹。

该桥为 40 m × 32 m 预应力混凝土简支梁 + 61.65 m + 7 × 96 m + 61.65 m 预应力混凝土连续箱梁 + 10 × 32 m 预应力混凝土简支梁,全桥长 2 433.67 m¹⁹。正桥上部为 9 孔单箱单室直腹板全预应力混凝土连续梁,长 795.3 m,共分 195 个节段,除 8 个墩顶 0#块,2 个边跨直线段和 9 个跨中合龙分别为现浇和悬浇外,其余 176 个节段箱梁均在梁场用长线法预制,其中 1~10#节段箱梁每节段长 4 m,11#节段长 3.7 m,支座处梁高 7.4 m,跨边及边支点梁高 4.4 m,上翼缘顶板宽 7 m,下翼缘呈曲线型变化¹⁹。最大块重 141 t¹⁹。采用大跨度预应力混凝土造桥机(以下称造桥机)悬臂拼装施工¹⁹。

2.2 大跨度预应力混凝土造桥机工地拼装

2.2.1 拼装前的准备工作

正桥九孔连续箱梁的墩位自东向西的编号为 33#至 24#,由于预制场设在东岸侧,正桥节段箱梁悬拼次序由东向西进行¹⁹。因此,造桥机拼装必须先于东岸侧完成下列工作:

- 1) 33#墩边跨直线段及 32#、31#墩顶 0#块混凝土浇筑并张拉完毕横向、竖向预应力筋;
- 2) 由于单线铁路引桥墩顶宽为 6.00 m,造桥机外桁至外桁宽 9.00 m,因此,要拼装 34#、35#、36#墩两侧支承架顶滑道;
- 3) 33#~37#墩 4 孔简支梁架设完成,作为拼装平台;
- 4) 作为吊运预制梁段的 150 t 提升站龙门吊机拼装及试吊完毕;
- 5) 造桥机在地面按组拼程序分段预拼¹⁹。

2.2.2 拼装步骤

在拼装过程中,根据主桁杆件产生的内力和各支点受反力的能力,确定拼装步骤,拼装顺序自主桁前端至尾端,边拼边向前滑移,直至造桥机达到节段悬拼工况根据造桥机的安装及作用方案,在安装及使用过程中各种最不利的工况分别作出应力、挠度、

冲击系数及稳定性试验,试验结果表明:

1) 应力检测杆件的结构修正系数小于 1,结构可安全使用¹⁹。

2) 结构在工作状态下的竖向及横向自振频率均高于计算值,且有关限值优于吊车梁规范,结构刚度满足使用要求¹⁹。

2.4 大跨度造桥机节段箱梁悬臂拼装施工

2.4.1 节段箱梁吊装

节段箱梁吊装时按下列步骤进行:

- 1) 用 150 t 提升站龙门吊机将节段箱梁放于梁上运梁台车上;
- 2) 运梁台车将节段箱梁运至造桥机后端 20 m 主桁悬臂区起重小车的吊距范围内;
- 3) 用前(后)起重小车将节段箱梁运至“T”构前(后)方设计位置,松勾使节段箱梁顶部至造桥机主桁下弦以下,旋转 90°使其基本就位;
- 4) “T”构前后两基本就位的节段箱梁对位对称悬拼;
- 5) 悬拼合龙程序自东向西逐墩推进,首先由最东侧“T”构与边跨直线段合龙,然后依次逐跨合龙¹⁹。

2.4.2 1#节段箱悬拼

一个“T”构由一个 0#块(长 6 m),一个合龙段(长 2.6 m),22 个节段箱梁构成,造桥机首先拼装 1#节段箱梁¹⁹。由于该节段箱梁是在梁场预制的,而 0#块是在墩顶现浇的,为调整位置,保证整体线型圆顺,在 0#块与 1#节段之间以 15 cm 长现浇混凝土连接(又称“湿接头”),造桥机将 1#节段箱梁吊运到位后,安装接头孔道、钢筋、主模、浇筑湿接头混凝土,待混凝土养生到设计强度,张拉完纵向预应力钢筋束后,造桥机构勾卸载,1#节段箱梁拼装完毕¹⁹。

2.4.3 2#至 11#节段箱梁悬臂拼装

1) 节段箱梁吊运到位后,通过张拉临时定位束预拼,检查拼接缝的密贴程度,决定不同部位的涂胶稠度;检查线型(高程和中线),掌握纠偏的方向和程度;

2) 预拼完毕后,将节段箱梁脱开,涂胶;

3) 正式拼装(胶拼),张拉临时定位束;

4) 等接缝胶结料达到设计张位强度时,进行对称张位主体束,压浆;

5) 造桥机起重小车松勾卸载,进行下一个节段施工¹⁹。

2.4.4 合龙

当一个“T”构最后一个节段(11#节段)拼装完后,即进行合龙¹⁹。合龙段混凝土在用造桥机安装的吊

架上现浇,其施工步骤为:

- 1) 安装合龙段吊架、模板、钢筋及体外劲性钢支撑;
- 2) 张位临时束;
- 3) 浇筑合龙段混凝土;
- 4) 混凝土达 50 MPa 后解除墩梁临时固结,进行体系调整;
- 5) 张拉全部合龙束,前移造桥机,进行下一孔悬拼;
- 6) 进行合龙束孔道压浆¹⁹.

2.4.5 造桥机向前滑移

当一跨合龙后,造桥机向前滑移一跨进行下一个“T”构的施工,主机前移基本步骤:

- 1) 前小车空载位于后支腿前 28 m,后小车空载位于后支腿后 14 m,主桁前移 68 m;
- 2) 前支腿起顶,前小车吊中支腿向前走行 122 m 并将其悬挂在主桁下弦;
- 3) 前小车回退 84 m,中支腿走行至导梁前端;
- 4) 中支腿起顶,前支腿卸载,主桁前移 28 m,进入下一个“T”构悬拼作业状态¹⁹.

3 大跨度造桥机悬拼施工特点

从长沙湘江铁路桥使用造桥机悬拼施工全过程来看,有以下特点:

- 1) 造桥机悬拼施工,操作简捷,造桥机性能可靠,维修方便¹⁹.在正桥的悬拼施工过程中,除正常的例行维修保养外,没有出现故障,影响施工;
- 2) 梁体节段在梁场预制和下部结构的施工可以同时进行,这可显著缩短总工期;
- 3) 日成桥速度快¹⁹.除第一个“T”构悬拼时间较长外,以后每 26 天完成一孔,其中 2#~11# 节段悬拼只用 9 天时间,平均每日成桥 8.8 m;
- 4) 与悬浇相比,墩顶不设挂箱,0# 块可减短到最小长度,减少了墩旁支架和平台等辅助结构,既节约投资,又减少了防洪设施,加大了桥下通航净空;

5) 节段箱梁在梁场预制,造桥机的前移由其自身完成,与悬浇相比,不仅减少了大量高空作业,人身安全和桥下航行安全得到较好的保证,而且节省了大量的水上机械设备¹⁹.若与采用挂篮式吊架悬拼相比,节省了码头大型起吊设备及水上大型机械设备;

6) 由于每节段箱梁在梁场预制,与悬浇相比,减少了水上高空作业,对人身安全、通航安全均能得到较好的保证;

7) 与悬浇相比,取消了挂篮、钢模等悬臂施工荷载,相应地减少了梁体施工悬臂预应力束;

8) 节段箱梁悬拼时,线型容易控制,合龙误差小,表面光滑,接缝平整、线型流畅,外观质量整体效果好;

9) 减少了大量水上机械设备和 0# 块墩旁膺架,对桥下通航限制少;

10) 节段箱梁提前预制,减少混凝土收缩影响,从而减少预应力的损失¹⁹.

4 结束语

大跨度造桥机具有多种功能,其首次应用在长沙湘江铁路大桥节段箱梁悬拼施工,该施工方案与悬臂浇筑及使用其它吊机悬拼相比,在安全、质量、进度、成本及社会综合效益方面都充分显示出其优势,可加快多跨大跨度预应力混凝土梁桥的建设速度,便于大跨度预应力混凝土梁的推广应用和标准化¹⁹.若发挥本造桥机的整体吊装,桥位上整体现浇中等跨度箱型梁等功能,则可使铁路中等跨度的预应力混凝土梁横截面由 T 型过渡到箱型,以适应发展高速铁路对桥梁的整体性的需要,从而提高我国预应力混凝土梁桥的建设水平¹⁹.

参考文献:

[1] 铁道部大桥工程局桥梁机械制造厂¹⁹.大跨度预应力混凝土造桥机[Z]¹⁹.武汉:铁道部大桥工程局,1997¹⁹.

Launching Girder for Erecting Long Span P·C Segmental Box Beam and its Application to the Xiangjiang Bridge

SUN Chuan-zhou, ZHU Bin

(Wuhan Bridge Construction Bureau, Ministry of Railways of China, Wuhan, 430050 China)

Abstract: Based on the background of the main span box beam’s cantilever assembly of the Xiangjiang Railway Bridge, the main characteristic, technical featurrs and construction technology of launching girder for erecting long span P·C segmental box beam are introduced. An advanced mechanical equipment is offered for the construction of P·C beam in our country.

Key words: launching girder for erecting long span P·C segmental box beam; P·C box beam; bridge construction; application