

Construction technology of green intelligent prefabricated beam yard in ultra-deep mud layer off coast

Qiang Tan

CCCC Central-South Engineering Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

Currently, research on prefabricated beam yards in China mainly focuses on individual technical studies. Most platforms are concrete platforms, which cause significant environmental pollution and resource waste; when there are multiple types of box girders, the utilization rate of formwork is low. Based on this, this paper focuses on technological innovation, aiming to improve quality, enhance efficiency, promote recycling, and boost work effectiveness through small-scale improvements. Following the concept of full-process quality management, it aims to develop an intelligent information integration management system to improve management efficiency, implement real-time monitoring during construction, promote energy conservation, emission reduction, and environmental protection in construction, and introduce concepts such as mechanization, assembly, intensification, and factory production to create an integrated green and intelligent prefabricated beam yard.

Keywords

mechanization; assembly; factory; green intelligence; prefabricated beam yard

沿海超深淤泥层绿色智能化预制梁场施工技术

谭强

中交中南工程局有限公司, 中国·湖南长沙 410000

摘要

目前国内针对预制梁场研究主要偏向于单项的技术研究, 台座多为混凝土台座, 环境污染大, 资源浪费; 箱梁类型多的情况下模板利用率低。基于此本文聚焦技术创新, 围绕质量提升、提能增效、循环利用、提升工效等目标开展小改小革活动, 根据质量全过程管理理念, 打造智能信息化集成管理系统, 提高管理效率, 在施工过程管理实时监控, 开展节能减排与环保施工, 引入机械化、装配化、集约化、工厂化等理念, 打造集成型绿色智能化预制梁场。

关键词

机械化; 装配化; 工厂化; 绿色智能化; 预制梁场

1 引言

预制梁场管控信息化管控不够深入, 箱梁生产工序多、管理繁杂, 质量过程控制不到位, 针对于梁场布置、生产优化、信息化管控、节能环保等绿色施工相对滞后, 大多数仍处于单方面的研究, 缺少一些系统性研究, 打造标准化、节能环保、信息化预制梁场是装配式梁桥的发展趋势, 项目以香海大桥项目梁场为实例^[1], 围绕“工厂化、集约化、专业化”建设理念, 在预制梁场建设过程中, 项目统筹规划、因地制宜, 以微改造、小革新、“四新”应用为抓手, 开展绿色智能化预制梁场设计及施工技术研究。

2 工程概况

2.1 梁场概况

香海大桥 TJ4 标项目线路全长 3.592km, 包含磨刀门特大桥、灯笼高架桥及绍兴围互通立交桥, 共计预制小箱梁 975 片。其中磨刀门特大桥引桥为先简支后连续预应力小箱梁, 40m 预制梁 240 片; 灯笼高架桥为预应力简支小箱梁, 30m 预制梁 420 片, 30.5m 预制梁 80 片; 绍兴围互通主线桥 1#-22# 墩为预应力简支小箱梁, 30m 预制梁 150 片, 28.5m 预制梁 85 片。

表 1 工程数量表

序号	区段	跨径 (m)	数量 (片)
1	磨刀门特大桥引桥	40	240
2	灯笼高架桥	30	420
		30.5	80
3	绍兴围互通 1-6 联	30	150
		28.5	85

【作者简介】谭强 (1990-), 男, 中国湖南衡阳人, 本科, 工程师, 从事工程施工研究。

2.2 梁场地质条件

覆盖层为约40m厚软弱淤泥层，土质松软，水位高，属于饱和性淤泥质土，承载力极低，极易沉降。

2.3 气候

项目位于珠海市南部滨海地区，濒临南海，属于亚热带季风气候。由于受东亚季风的影响，夏季盛吹偏南风，冬季常受来自高纬度地区冷空气的影响，冷空气过境时，通常出现6-8级的偏北风，全年则以偏北风为主。空气湿度大，雨量充沛，降雨量存在较大的年际变化，同时，降雨量的年内分配也不均匀，大多集中在汛期的4-9月，约占全年的83.8%，前汛期以锋面雨为主，雨面广，降雨量较大；后汛期常受热带风暴的影响则以台风雨为主，暴雨强度大。夏秋季的4-9月为热带风暴活动季节，尤以7-9月最为活跃。

3 先规划后施工，打造“小而精”预制梁场

项目所处区域鱼塘纵横，基本为基本农田，征地困难，考虑到项目预制梁工程体量大、作业点分散，预制梁场设置在线路中间位置，紧邻桥梁施工线路，梁场占地面积11000

m²，平面尺寸为45m(宽)×226.1m(长)，钢筋胎架绑扎区、存梁区、制梁区及出梁区设置为一条作业生产线。其中钢筋胎架区布置4个，存梁区24个台座，台座间距5m，存梁区23个台座，检修台座1个，配备模板4套，龙门吊3台。

4 绿色智能化预制梁场创新

4.1 钢混叠合式预制箱梁台座

项目预制梁场位于深厚软弱淤泥层区域，达40m厚，承载能力低，若采用常规的混凝土预制台座，在长期沉降的作用下，混凝土台座将会开裂，无法正常施工，后续处理维护成本非常高。

对此项目积极进行课题研究，创新采用可回式型钢预制台座，采用钢砼叠合式结构，充分利用混凝土与钢材的力性能，利用型钢支垫调整台座预拱度，以适应软弱地基的不均匀沉降。目前预制梁场已生产约500片梁，经过多次测量，制梁区已沉降12~15cm，可回收式型钢预制台座应用效果非常好，台座预拱度调整快捷便利，且后续梁场生产完工后，型钢台座可回收，重复利用率高，节省了生产成本^[2]。

表2 砼台座与项目型钢台座对比

方案	经济分析	安全分析	质量分析	工期分析	环境影响
砼台座	4823.54元	安全风险点多	质量问题多	4/天	影响大
型钢台座	1878.54元	安全风险点少	质量问题少	3/天	影响小

4.2 可抽拔式箱梁内模

为提高箱梁施工工效，项目在箱梁模板配备时，采用箱梁分节整体可抽拔式内模。内模拆除时，通过对芯模支撑施加的水平外力，可方便实现芯模半自动化拆卸作业。梁场配备1台5t卷扬机和2名工人，拆除一套内模需要2小时，加快了内模的周转效率。

4.3 全自动智能伸缩遮阳棚

梁场内配备4个钢筋绑扎胎架，考虑到珠海市降雨量大，气温高，长期处于高温、雨季气候，为避免延误工期，又便于施工，提高钢筋预制的工效和质量，确保24小时作业无盲点，保证预制梁的施工进度。在预制场内钢筋加工大棚设计时，借鉴房建工程经验采用全自动伸缩式预制大棚，该雨棚在钢筋骨架吊装时顶棚可自动回收，较整体移动雨棚、推拉式雨棚操作更加方便、快捷。同时大棚顶安装风速感应器，风力超过6级自动收缩，保证施工安全。

4.4 全循环无外排排水系统

项目周边遍布鱼塘，地方水系均为鱼塘养殖用水，为防止施工废水、养护用水等进入地方水系，造成不必要的纷扰。梁场设置无外排全循环排水系统，设置七级沉淀池，箱梁养护采用全自动智能喷淋养护系统，养护用水经排水循环系统进入七级沉淀池，实现了预制箱梁养护智能化、信息化，同时大大节约水资源，避免了地方水污染^[1]。

4.5 智能张拉压浆设备

为提高预制梁场施工生产标准化、智能化、机械化，

保证施工质量，尤其预应力施工质量，为此项目部配备了智能张拉、压浆设备，消除人为影响因素，预应力质量稳定可控。

4.6 龙门吊触碰式滑线槽供电

龙门吊采用滑线槽对电线进行分槽放置，避免了电缆线的拖地损坏，能更好的进行电线梳理，防止了电线打结导致龙门吊运行不畅，消除了临时用电安全隐患，同时方便检修，可同时为多台设备供电，确保使用的安全可靠，进一步提高预制梁标准化程度。



图1 三台龙门吊采用滑线供电

4.7 无桥台箱梁上桥技术

根据类似工程施工经验，在无桥台条件下，预制小箱梁常规上桥面方式采用跨墩龙门吊方案，但考虑到项目自身工程特点，项目预制梁场位于沿海超深淤泥层，地基承载力

非常低，需要做地基处理，地基处理工程量大，且项目便道位于桥梁左侧，将会增加项目临时用地面积，影响车辆通行安全，或者采用跨墩高低龙门吊，另一侧轨道位于桥面上，均需再增加两台龙门吊设备，施工成本高，箱梁出梁工效低，安全风险高。

针对上述问题，项目积极讨论分析，不断寻求最佳方案，让效益达到最大化，项目最终创新采用墩旁等跨度上梁平台，上梁平台立柱采用 630mm 钢管，横向分配梁采用双拼 I45a，平联采用 426mm 钢管，及槽 16a 型钢组成。长度 5.708m，宽度 2.03m，高度按照桥梁的高度确定，同步考虑主桥边梁的纵横坡度影响。

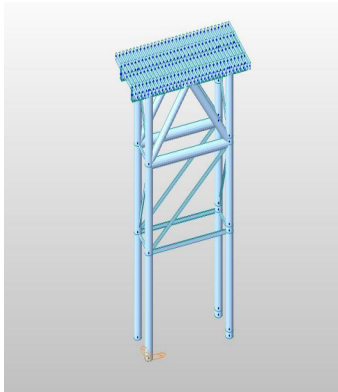


图 2 墩旁等跨度上桥平台模型

通过创新应用墩旁等跨度无桥台箱梁上桥平台，解决了无桥台高成本出梁难题，提高了出梁工效，箱梁从开始出梁到架梁仅需 2 小时，加快了施工进度，施工操作简便，且合理利用了移梁、存梁的梁场 200t 龙门吊，减少了大型设备的投入，经济效益良好。

4.8 BIM 技术助推绿色智能化建设

为确保质量管理全过程受控，提高质量管理水平，打造品质工程，项目根据小箱梁施工工序划分，以工序质量控制入手，建立项目施工阶段全过程管理信息化系统，同时结合材料检验、混凝土生产、工序交验、影像留存、视频监控等内容，形成整个项目质量全过程管理的信息化和智能化，将项目信息化网络深入到预制箱梁质量管理每个细节，目的在于提升项目生产效率、提高工程质量、有效控制工期、降低建造成本、实现绿色节能施工。



图 3 BIM 技术应用

5 结论

随着国家高质量发展战略要求的推进和品质工程建设的开展，工程质量管理更趋于精细化管理，并积极应用信息化与智能化技术；而在桥梁工程项目中，预制小箱梁由于其设计跨径的经济性，应用非常普遍，因此后续预制梁场建设更向绿色、智能化方面发展，根据项目绿色智能化预制梁场建设经验，从预制梁场规划、建设及生产等方面开得出以下几点结论：

①预制梁场建设在前期规划时，应全面考虑各种不利条件，当地自然条件影响，如地质与水文、气候等，合理布置各功能分区，以前后工序衔接连续性、互不干扰为原则，并围绕绿色、信息化与智能化等方面，积极应用四新技术，力求在规划阶段达到项目总体建设目标要求。

②在沿海超深淤泥层建设预制梁场，软弱地基沉降是非常大的影响因素，预制梁场使用周期长，施工荷载反复作用在制梁台座上，逐步会消除台座反拱，后续返工处理非常麻烦，因此施工适用软弱地基长时间不均匀沉降的台座至关重要，项目创新设计应用钢混叠合式台座，充分发挥材料性能，具备可调节功能，解决了超深淤泥层不均匀沉降对台座的影响等问题，后续型钢可回收利用，经过项目实践检验，使用效果较好。

③预制梁场出梁方案常规为跨墩龙门，但本项目结合施工条件，在预制梁场前期规划时，预制梁场选址于主线桥旁边，减少了预制箱梁运输距离，同时利用了存梁区龙门吊提梁工序，然后创新设计了墩旁支架横移平台，结合横移小车的作用，形成了一个连续简单实用的出梁工艺，非常方便快捷，提高了架梁施工进度。

④考虑珠海地区降雨高温影响，为提高钢筋绑扎作业环境舒适性，减少外界不利因素影响，提高钢筋绑扎作业时间，针对预制梁场钢筋绑扎区的遮阳防雨问题，创新自动伸缩遮阳防雨棚，施工操作方便，提高工效，成本投入少。

⑤通过应用抽拔式内模、智能张拉压浆设备、龙门吊滑线式供电、装配式外模+防护平台等四新技术，提高安全标准化、施工标准化程度，有效的提升了梁场工效，梁场 24 个制梁台座，4 套模板的日产梁工效可达到 3 片/天。

⑥项目绿色智能化预制梁场被评为预制梁场样板工程，多项工艺被评为样板工程工艺，获得了业主、监理和上级单位的一致好评，社会效益和经济效益良好，树立了良好的企业形象，多项工艺在其他工程推广使用。

参考文献

- [1] 预制装配式建筑施工技术研究与应用[J].黄正宇.新城建科技,2024(08)
- [2] BIM技术在装配式建筑预制构件设计中的应用[J].王胜男;黄龙飞;王俊飞.模具制造,2024(06)
- [3] 预制装配式建筑施工技术应用探析[J].邝圣伟.大众标准化,2024(09)