

智慧梁场在高速公路建设中的应用阐述

王梓龙

四川公路桥梁建设集团有限公司

摘要：在我国智能化技术不断普及与发展的今天，智慧梁场也已经成为我国高速公路建设中不可或缺的存在，并且表现出了高效、精准、环保等优势。但是，如何将其更好地应用到高速公路建设过程中，依然是一个值得深入思考的问题。基于此，本文重点结合京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程，针对智慧梁场在高速公路建设中的应用进行了详细的分析，以供参考。

关键词：高速公路；施工建设；智慧梁场

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.050

京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程的设计基准期为100年，设计时速为120km/h，汽车荷载为公路—I级，设计安全等级为一级，桥面宽度为：1.5（检修道+斜拉索锚固区）+0.75m（防撞护栏）+1.25m（左侧路肩带）+4×3.75m（机动车道）+3.0m（右侧路肩带）+0.75（防撞护栏）+1.5m（检修道+斜拉索锚固区），合计全宽23.75m。拟建桥梁横跨汉江，江面水域宽约236m；桥梁中线与汉江流向近垂直相交，周边主要为农田、池塘和少量民用建筑。在该工程项目的建设过程中，需要进行边跨混凝土梁、中跨钢梁等的设计与施工。而智慧梁场的应用发挥了极为重要的作用，在当前土地资源紧缺的情况下，既提高了施工效率，也节约了土地资源。同时，还明显提高了梁场的生产质量与生产速度，保证了施工现场的施工安全，减少了梁场施工人员的投入。

一、智慧梁场的相关概述

（一）智慧梁场的定义

近几年来，在我国大吨位、大体积箱梁预制技术不断成熟的形势下，专业化的预制梁场也已经广泛应用于我国绝大多数的高速公路项目建设中。在《中国制造2025》的指导下，高速公路建设中梁场的智慧化与数字化需求越来越高。在这种情况下，智慧梁场应运而生。所谓智慧梁场，其实就是将传统梁场中的人工操作替换成智能化设备操作，并对梁场生产、梁场管理与梁场管理等环节进行智能化改造，提高梁场生产过程的安全性、高效性与有效执行的新型建设模式。

（二）智慧梁场的应用特点

在京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程建设中，智慧梁场的应用特点主要体现在以下几方面。首先，智慧梁场的信息化特征非常突出。在京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程建设中，能够通过各种现代信息技术，例如物联网技术、云计算技

术和大数据技术等，对梁场生产过程进行实时监控与管理，并通过监控数据的采集、分析与传递，为管理者制定后续战略决策提供支持。其次，智慧梁场更加强调梁场生产过程的智能化控制。因为在智慧梁场模式下，主要是利用智能化设备和系统，对梁场生产过程中使用到的各类设备进行自动化的控制与调度，以达到梁场生产效率与质量的提高目的。例如，智能焊接机器人设备的应用，就能够在减轻施工人员作业强度，保障施工人员生命安全的基础上，加强焊接质量的控制^[1]。再次，智慧梁场更加强调生产管理的精细化。在实际的梁场生产过程中，对现代化的生产管理系统与配套工具加以利用，就能够对生产现场的各类资源与能源进行优化配置，提高这些资源与能源的利用效率。这样，不仅可以提高梁场生产管理的规范性与科学性，还可以改善预制梁体的生产质量，满足客户对于产品质量的应用需求。最后，智慧梁场的绿色环保特征非常突出。即在梁场生产过程中，会使用到大量的环保技术和配套设备。这类技术与设备的应用，能够显著降低梁场生产过程中的能源消耗，消除生产活动对周围生态环境的影响。各类资源与能源的循环利用以及某些废弃物的回收利用，更是让整个梁场生产过程显得环保、节能。

二、智慧梁场在高速公路建设中的具体应用

（一）智慧梁场的应用框架

在京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程建设中，智慧梁场的应用框架具有较强的开放性与可扩展性。对京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程建设中的预制梁场实际情况进行分析，在准确把握预制梁场规模、结构、形式、功能定位与管理方式的基础上，创建一个智慧梁场系统“1+N+1”总体框架模式，包含“一个梁场信息管理平台，N个梁场智能子系统，一个梁场分析决策平台”。首先，梁场信息管理平台的主要作用就是严格按照相关要求，对梁场生产过程中质量、安全、人员、设备、材料、进度等要素进行智能化管理，保证梁场生产进度的顺利推进^[2]。其次，梁场智能子系统则包含智能设备与智慧工地两方面。最后，梁场分析决策平台的主要作用是将现场的各类管理数据、生产数据集合在一起进行分析和研究，明确数据关联性，发现数据价值，为现场生产决策的制定打好基础。

（二）梁场信息管理平台的设计

梁场信息管理平台会为所有的制存梁台座和梁体设置唯一编码，然后再利用这一编码，对梁体生产过程中的各要素进行智能化管理。

1. 计划管理模块

在京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程建设中，模板、原材料、制梁台座以及现场架设效率等都会对预制梁的生产进度推进产生影响。所以，在预制梁生产计划的制定过程中，需要对各方面的因素予以重点考虑，并对生产计划进行调整和优化。所以，计划管理模块的运行应当具有线上计划编制、计划调整、计划审核与计划发布等功能，且可以通过灵活的计划调整，为现场生产决策的制定提供支持。

2. 进度管理模块

在梁场信息管理平台上，进度管理模块应当负责以下两类进度的管理：第一梁场预制进度管理；第二现场架设进度的管理。首先，针对梁场预制进度的管理，建议引入智能化视频技术，以此来加强现场生产工艺的识别与梁场预制进度的更新^[3]。其次，针对现场架设进度的管理，建议对存梁区的梁体运出状态进行分析，明确现场的架设进度。如果不考虑现场的实际架设进度，那么只要梁体运出存梁区，就可以视为现场架设完成。做好进度管理，能够对制梁、架梁的实际进度进行精准的掌握，为预制梁体生产效率的整体性提高打好基础。

3. 质量管理模块

智慧梁场的质量管理模块将多种现代化技术进行了有效地集成，所以其功能也非常强大。首先，可以利用专门的工序卡，对施工工序与施工流程进行控制，确保施工人员能够严格按照相关标准实施施工工序，并对施工质量负责。其次，该模块建立了严格的质量标准体系，能够从梁场生产的各个环节，例如原材料进场验收环节、智能设备高精度加工环节、液压模板应用、成品检测环节等给出明确的质量指标和质量检验方法，并物联网、大数据、云计算等前沿科技对生产现场各类数据进行及时的采集和监控，确保梁场生产的所有环节都符合相关质量控制标准。例如，在智慧梁场质量管理系统的运行指导下，发现混凝土采用鱼雷罐运输性能更好，蒸养系统的使用也使蒸养温度、湿度、时间等得到了更精确的控制。

4. 安全管理模块

在梁场信息管理平台上，安全管理模块的运行作用是保证梁场施工安全，提升梁场生产效率。这一模块将安全监控技术、智能预警系统以及标准化的操作流程进行了整合，能够最大限度地减少梁场生产过程中各类安全事故的发生。首先，高清摄像头和传感器的使用，能够对梁场生产现场的各个角落施工情况进行监督，及时发现施工人员的不良操作行为，设备的异常运行状态和环境的异常变化特征。其次，智能预警系统和AI技术的使用，更是能够将各种安全风险及时发送给相关管理人员。例如，如果施工人员在高空作业时，没有按照要求佩戴安全帽，或者存在其他安全隐患，那么AI技术就可以进行精准地识别，并利用智能预警系统发出警告，提醒施工人员和施工管理人员在第一时间采取安全防护措

施。

5. 人员与设备管理模块

在梁场信息管理平台上，主要通过二维码技术和图像识别技术，对现场施工人员和机械设备进行管理，包含人员与设备的进场登记、出场登记、档案库构建等，目的是实现现场人员与设备的全过程精细化管理。

6. 原材料管理模块

在梁场信息管理平台上，主要是利用二维码技术与智能地磅，对各种原材料进行管理，包含材料计划申报、材料进场、材料质量检验、材料入库与出库、材料加工等方面。

7. 文档管理模块

在梁场信息管理平台上，会对梁场生产过程中产生的所有电子版资料进行分类管理，并通过图纸管理库的构建，实现图纸与计量台账的连接。其中，电子版资料主要包含各类批复文件、报告文件、质检结果以及施工图纸等。

（三）梁场智能子系统

梁场智能子系统中，涉及有利于预制梁场生产与管理各种智能硬件系统，主要包含两方面：其一为智能设备，其二为智慧工地。

1. 智能设备

在京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程预制梁施工环节，智能设备的应用以提高施工工艺的智能化水平为主。主要包含钢筋智能加工设备、混凝土智能生产设备、智能模板设备、智能布料设备、智能养护设备和智能张拉、压浆设备。其中，钢筋智能加工设备的主要作用是利用机器视觉技术、网络控制技术和可编程机器人，对材料进行智能化加工。混凝土智能生产设备的主要作用是利用物联网技术、云计算技术等对原材料进行智能化检测、自动化配比下发等。智能模板设备，指的是智能液压模板，主要作用是在智能化控制系统的支持下，对外模走行定位、调平、整体抬升、平移等进行自动化控制，对模板安装效率与质量进行自动化控制。智能布料设备的主要作用是利用专用设备，在预制构件模板上，均匀浇灌混凝土材料，并完成自动振捣。智能养护设备的主要作用是利用物联网技术和大数据技术，对梁体与环境的温度、湿度等进行自动化感知，然后再根据实际情况采取科学合理的氧化管理措施。智能张拉设备的主要作用是对预应力张拉过程中的张拉力与伸长量进行严格的控制。智能压浆设备的主要作用是自动上料，并对制浆和储浆的速度进行控制。

2. 智慧工地

智慧工地系统的主要作用是利用自动化的方式对梁场生产要素进行监测，利用数字化手段，对梁场各环节信息进行集成，提高梁场管理手段的先进性。智慧工地主要在以下四方面发挥重要作用。首先，在环境监测方面，智慧工地系统的应用不仅可以提高整个施工过程的安全性有序性，还可以强化梁场生产的节能效果。其

次，在人员与设备监测方面，智慧工地系统能够利用无线射频标签对人员身份进行识别；利用无线网络、蓝牙等手段对人员位置进行监测；利用图像识别技术对人员姿态行为进行监测。然后，利用编码器、北斗等技术手段，对设备的运行状态进行监测；利用设备内部的传感器对设备的运行参数，例如速度、温度等进行监测。再次，在智能视频监控方面，主要是利用目标监测技术，对监控识别中的目标进行识别与跟踪，如果发现目标存在不安全行为，则第一时间想起发出规范施工的信号，并通过短信、微信等方式再一次提醒该施工人员。最后，所有的梁都拥有独一无二的二维码，二维码就是梁的身份标识。通过二维码识别，不仅可以了解梁体的基本信息，还可以了解梁体的各施工工序和相关施工参数。

（四）梁场分析决策平台

梁场分析决策平台是一个可视化的平台，就能够对智慧梁场中的所有数据进行整合，也可以对这些数据进行集中化的分析与研究，突出数据的应用价值。梁场分析决策平台的应用，将BIM技术、GIS技术和视图形式等进行了充分的融合，可以满足相关数据虚拟性的可视化需求。首先，梁场分析决策平台能够对智慧梁场的施工成本，例如人工、机械、材料等方面的成本数据进行科学合理的管理。其次，梁场分析决策平台能够利用各工序的进度数据，在准确把握项目进度的基础上，做好智慧梁场的进度分析。再次，梁场分析决策平台能够对梁体生产过程中的各工序质量与人工检查质量问题进行有效的分析。最后，梁场分析决策平台能够对梁场生产过程中的安全隐患进行分析，了解人员、设备、方法与环境等因素对现场施工安全的影响。

三、智慧梁场在高速公路建设中的应用挑战与处理

在科学技术不断发展的今天，智慧梁场的应用也需要持续引进各种新型技术和设备。但是，无论是新技术的研发，还是相关配套设备的升级，都需要投入大量的人力、物力和财力。如果企业的发展规模较小，运行资金有限，那么将无法保证新技术、新设备的研发与应用效果^[4]。例如，在智慧梁场中，无人机技术的应用虽然能够对现场各类数据进行高效化的采集与监控，但是相应的设备采购成本与维护成本却非常高。

要想解决这一问题，需要加强技术融合与技术创新。首先，企业要加强与地方高校、研究机构的合作，借助多方面的力量，强化智慧梁场的智能化水平。例如，在企业内部引入物联网技术、人工智能技术和大数据技术，加强梁场生产过程的监控，并对监控数据进行采集、整理与分析，加强梁场生产效率与生产质量的控制。其次，对智慧梁场应用中的常见问题进行分析，并与京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程建设的其他主体进行沟通与交流，提升智慧梁场应用与京港澳高速公路湖北省豫鄂界至军山段改扩建工程建设需

求之间的匹配度。同时，完善智慧梁场的售后服务体系，提高智慧梁场的应用效果。最后，对梁场生产流程进行优化，对梁场生产成本进行控制，提高智慧梁场应用性价比，促进智慧梁场的可持续发展。

四、智慧梁场在高速公路建设中的应用发展趋势

在科学技术不断发展的今天，智慧梁场在高速公路建设中的应用也越来越普遍。大数据技术、云计算技术与物联网技术的应用，更是从技术层面促进了智慧梁场的发展与应用。其中，大数据技术能够对梁场生产过程进行24h不间断的监控与预警，保证梁场的生产效率与生产质量。云计算技术则能够通过数据资源的共享与协同，提高梁场生产管理的智能化水平。而物联网技术则能够对梁场生产设备进行远程监督与控制，保证梁场生产的自动化水平^[5]。在未来的一段时间内，需要将这三类技术与智慧梁场深度融合在一起，借助这三类技术提高智慧梁场的应用价值。另外，还要进一步加强其他现代化技术的应用与尝试，例如可以通过机器人技术、自动化技术的应用，进一步提高梁场生产的智能化与自动化水平。

在未来的一段时间内，智慧梁场的应用创新也是一个必然的趋势。首先，可以将更多的环保材料和节能技术应用到智慧梁场当中，加强梁场生产过程中的能耗控制，实现梁场生产的绿色化发展。其次，加强智慧梁场、智能化设计与制造技术的融合，提高梁场生产的数字化与智能化水平。

结语

综上所述，在高速公路建设中智慧梁场的应用有着鲜明的特征。但是，要想将智慧梁场的应用优势充分发挥出来，为高速公路建设事业的发展提供支持，还需要加强智慧梁场系统的构建，通过梁场信息管理平台、梁场智能子系统、梁场分析决策平台的设计与运行，提高梁场生产质量与生产效率。

参考文献

- [1] 魏光廷, 刘峰, 李泰霖. 浅议智慧梁场在高速公路建设中的应用[J]. 交通节能与环保, 2023, 19(z1): 23-25.
- [2] 张新锋. BIM技术在高速公路智慧梁场中的创新应用[J]. 智能建筑与工程机械, 2020, 2(10): 58-61.
- [3] 董玉胜, 陈青荣. 高速公路工程智慧梁场的规划及应用创新[J]. 运输经理世界, 2021(32): 25-27.
- [4] 劳祺, 莫勇. 高速公路桥梁T梁预制智慧流水线分析[J]. 西部交通科技, 2022(2): 110-112, 187.
- [5] 刘继, 卜剑勇. 智慧桥梁立体可视化感知系统在润扬大桥的应用[J]. 数字技术与应用, 2019, 37(3): 79-80.