

# 管片生产智能化技术的应用

陈亚飞

苏州市轨道交通集团有限公司, 江苏 苏州 215000

**[摘要]**管片作为地下隧洞工程的主要结构构件, 承载着整条隧道区间。管片整个生产过程是在工厂车间内集中制造并进行的, 本篇文章针对管片的生产工艺的特点, 阐述了利用高智能化技术与手段, 赋予管片唯一身份证功能, 监控着管片制造过程每一个环节。通过智能收集质量信息, 强化了产品质量监督与跟踪。该技术提供大数据 + BIM + 公众号分析功能, 协助过程管理、决策分析、作业调度。通过信息化技术的应用, 也将提升管片质量管理精细化水平。

**[关键词]**管片; 预制; 信息化; 智能

DOI: 10.33142/sca.v5i7.7864

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

## Application of Intelligent Technology in Segments Production

CHEN Yafei

Suzhou Rail Transit Group Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215000, China

**Abstract:** As the main structural member of the underground tunnel project, the segment carries the whole tunnel section. The whole production process of segments is centrally manufactured and carried out in the factory workshop. In view of the characteristics of the production process of segments, this article describes the use of highly intelligent technology and means to assign the unique ID card function to segments and monitor each link of the segment manufacturing process. Through intelligent collection of quality information, product quality supervision and tracking are strengthened. This technology provides big data+BIM+official account analysis function to assist in process management, decision analysis and job scheduling. The application of information technology will also improve the refinement level of segment quality management.

**Keywords:** segments; prefabrication; promotion of information technology; intelligence

### 引言

全国现在很多城市都在建设地铁来缓解城市的交通压力, 地铁也是一座城市快速发展的标志, 目前绝大部分的地铁区间施工都采用盾构法施工, 其最主要的构件就是钢筋混凝土的管片, 而钢筋混凝土的管片都是采用在工厂集中预制。管片生产质量关乎着整个区间隧道的成型质量, 因此, 在管片生产过程中建立全过程质量追踪系统进行生产质量的全过程管理, 成为了一个大趋势。而且现在的国家对环保、节能、安全方面管控力度大; 且全国产业工人紧缺, 人工费用处于高位。国家也一直通过一系列优惠政策鼓励企业向智能化发展, 在新形势下, 管片生产将智能化技术与管片自动化流水线相结合, 来建立全过程的质量追踪系统, 保安全, 节能降耗, 降成本, 提效益, 使管片生产智能化, 管理精细化。

### 1 管片简介

管片通常只有三种类型, 包括: 标准块、邻接块和楔块, 有的把标准块称为A块, 邻接快称为B块, 楔块称为K块或封顶块。以苏州轨道交通6号线预制盾构管片设计为例: 管片外径为6600mm, 内径为5900mm, 厚度为350mm, 宽度为1200mm, 管片采用设计强度为C50, 抗渗等级为P10/P12的混凝土。整环由6块组成(A1+A2+A3+B1+B2+K), 即由3片标准块A块(分为A1, A2, A3, 中心角度为67.5°),

2片邻接块(分为B1、B2, 中心角度为68°), 1片封顶块(K, 中心角度为21.5°)。钢筋骨架采用焊接成型。

### 2 管片生产智能化系统简介

以三佳管片为例, 其智能化系统是在生产过程中进行物料、成本、运输、设备、劳务、安全、环境、预警方面的数据的实时采集、储存, 分析、控制和管理。

#### 2.1 管片生产智能化系统功能架构

管片生产智能化系统功能架构包含业务层、基础层、数据层和采集层(见图1), 业务层主要是由工程管理、生产管理、物料管理和智慧工厂来组成, 主要是对管片生产全过程中的各方面进行分析管理和控制。

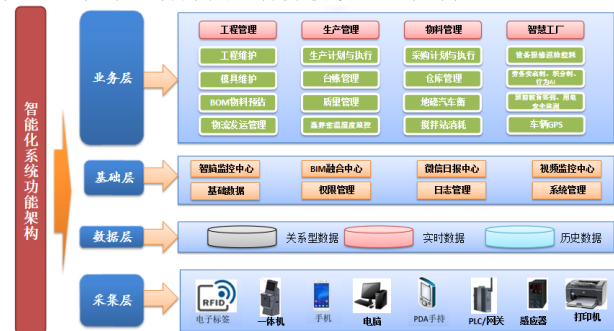


图1 智能化系统功能架构图

基础层是管片生产全过程中场景的监控和数据、系统等方面的管理。数据层分为关系型数据、实时数据和历史数据，主要是管片生产各环节、各方面的数据分析、储存及查询。采集层是运用各类采集设备、传感设备、控制设备进行数据采集和识别。

## 2.2 管片生产智能化系统结构

本系统的结构包含云端化管理、数字化生产、智慧化工厂、可视化汇报、自动化预警（见图2）。



图2 智能化系统结构图

### 2.2.1 云端化管理

云端化管理由WEB综合平台、APP扫描追溯、芯片读卡追溯、微信扫描追溯、小程序平台组成。

WEB综合平台是管理与本系统有关的信息化数据和各类报表，及时有效制作管片出厂清单、出厂合格证等单据。其主要包含四大核心模块：数据维护模块，管片工程管理模块，管片生产管理模块，智能化车间建设模块。

管片追溯移动平台是通过数据采集设备扫二维码、感应RFID和NFC来追溯管片的工序信息、检验记录、检验现场照片、配合比信息和所有的报告书等等。

### 2.2.2 数字化生产

数字化生产主要是管片在生产过程中各个环节的数据的采集。

### 2.2.3 智慧化工厂

智慧化工厂主要是建立厂区环境、劳务考勤、用电安全、设备能耗、设备运维、车辆GPS等方面数据。

### 2.2.4 可视化汇报

可视化汇报就是通过建立可视化中心，数据进行分析后将所有采集的数据在大屏上进行显示，方便决策与现场监督，同时也满足外界和现场主动了解生产基本面。

### 2.2.5 自动预警

自动预警就是将每日生产日报、生产异常情况、设备异常情况、安全异常情况、质量异常情况自动推送到微信公众号方便管理人员及时掌握异常情况，及时做出处理。

## 3 智能化的具体应用

### 3.1 管片生产全过程的应用

为了达到在管片加工制造流程中的全面智能化。首先要在骨架加工车间和管片施工车间，布置建档智能一体设备和施工管控智能一体机，管片标识管理智能一体化设备、

RFID固定识读装置，二维码扫描设备、智能温度控制设备和水养温度、水质采集设备。

#### 3.1.1 钢筋骨架加工阶段的应用

质检员使用建档智能一体机进行管片身份证建档（见图3），建档后会通过员工RFID卡识别的方式，自动识别焊工人员，然后点选基本属性（工程名称、工序人员、身份证号、类型、型号、监理等），并打造标签二维码及RFID标签，这样可以为管片全生命周期管理确立唯一的身份标识牌，并将身份标识牌挂在焊接验收合格的钢筋骨架上（见图4），这些验收数据及基本信息会通过网络传输至WEB综合平台，只要登录平台就可以查询每一片钢筋骨架的所有信息，便于质量追溯。



图3 管片建档脱模一体机系统



图4 挂在钢筋骨架上的身份识别证

#### 3.1.2 管片流水线生产过程中的应用

管片生产过程是通过流水线完成管片开模、起吊、清模、涂脱模剂、合模、安装滑槽、安放钢筋骨架、安装预埋件、隐蔽工程验收、混凝土浇筑、收面、蒸汽养护等一系列工序。

在生产线的开始端、蒸养窑入口端分别安装RFID工序采集柜（见图5和图6），模具及管片在生产线上移动时RFID工序采集柜用于读取RFID，会自动识别，完成浇筑、预养、蒸汽养护等各工序数据自动采集，并进行模具使用次数计数。绑定管片浇筑及蒸汽养护数据，如工序时间、温度、湿度、振捣时长、工序人员、所处工位等，并在生产流水线车间生产工位平面图、流水线BIM图自动显示（见图7和图8），每一块管片各工序完成后会自动生成管片二维码，然后打印二维码成品身份证，并张贴在管片规定位置（见图9）。只要采用手机扫描张贴在管片上的二维码即可查询管片生产过程中包括隐蔽工程的所有信息，可进行质量追溯，并且在WEB综合平台和可视大屏上



查询管片生产信息以及钢筋骨架及管片生产的当日生产量和累计生产量，方便统计。



图5 RFID工序采集柜



图6 RFAD卡



图7 流水线车间生产工位平面图

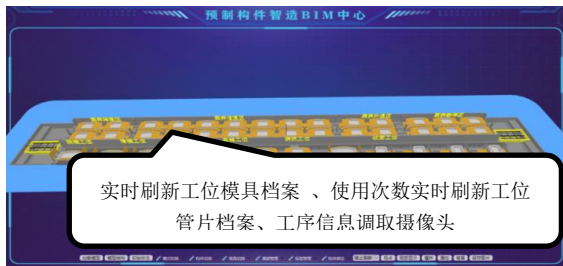


图8 流水线车间 BIM 模型沙盘

管片档案信息	
生产单位	
工程名称	
管片身份号	202000001
监理单位	监理单位
管片类型	A型
管片型号	B7
管片环号	1
浇筑日期	2020-09-26

图9 二维码成品身份证

### 3.1.3 管片蒸汽养护和水池养护的应用

管片的蒸养及水养及其重要，而管片的蒸汽保养一般要进行四大阶段，依次是：预备养护阶段、温度提升阶段、温度保持阶段和温度下降阶段，每个阶段的温度、温升或温降速率、管片蒸养各阶段的时间、管片蒸养全过程的湿度都有严格的要求；水池养护至少将管片漫水养护7天，且对管片表面温度与水温的温差和水的PH值也有严格要求。

智能化在管片养护方面是通过通过对蒸养窑和养护水池

装温湿度、大气温度、水养池水温及PH值感应探头，完成大气、蒸养窑、水池的温度、湿度、水温、PH值的自动采集、自动控制及预警。配合其子系统为各工序提供绑定数据，并自动生成温湿度曲线图、仪表图，实时传输至WEB综合平台和可视大屏，便于查阅和管理。



图10 水养池水温PH值采集控制柜和采集感应器



图11 蒸养窑温控柜和蒸养水样环境监控系统



图12 可视大屏显示的蒸养数据和水池水样数据图

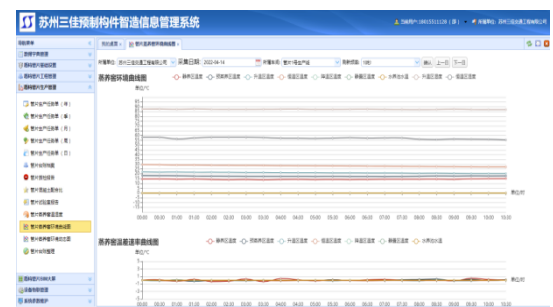


图13 WEB综合平台显示的蒸养窑环境曲线图



图 14 WEB 综合平台显示的蒸养窑环境动态图

### 3.1.4 管片堆放的应用

管片堆放是建立 BIM 可视化管理,实时动态展示堆场管片储存量、存储位置并能获取管片所有工序生产数据及质量检验数据、以颜色变化直观展现已达 28 天养护期的管片;实现摄像头视频联动;调取龙门吊档案及保修维修信息。

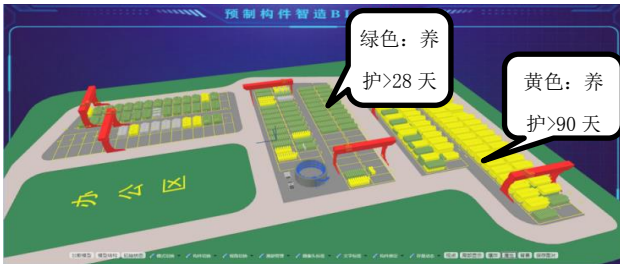


图 15 堆场 BIM 可视化图

### 3.1.5 管片成品标识的应用

管片预制出窑起吊摆放在静停区时需要至少在管片表面两个面标识管片生产相关信息。

我们可以用 PDA 设备读取张贴在管片上的二维码成品身份证上信息,获取管片档案信息,将管片信息(含管片身份号、类型、埋深,生产日期、生产班次,累计生产环数、生产厂家等)通过 PDA 发送给喷码机,并手持喷码机在管片上进行喷码标识。

### 3.2 劳务管理的应用

劳务管理我们可以建立劳务人员的档案生成二维码并将二维码张贴张劳务人员的安全帽上,可以实现劳务人员身份证快速识别登记、班前教育 PDA 现场任务登记、劳务人员行为积分管理以及劳务人员班前教育自动签到识别登记。

### 3.3 行为安全的应用

行为安全的更智能的应用,是针对企业重大安全事故多发、员工管理复杂和管控技能难度大,运用新型人工智能、大数据分析、物联网、5G 信息等新型现代化科学技术、并配合 AI 算法,以一个“更智慧”的解决方案,来改善企业各干系组织和人员之间的信息交流手段,进而提升信息交互的明晰性、高效、灵巧以及反应速度。进而减少因消息传输不畅通所带来的安全风险以及存在的隐患,便于企业管理员工及早发觉隐患,及早进行管理,减少存在的严重隐患,降低重大安全事故的发生率,进而增加企

业生产管理效率。

应用是通过 AI 智能分析服务器通过对前端视频数据进行边缘计算分析(包括:安全帽佩戴、抽烟、明火、越界、反光衣穿戴、口罩佩戴等),智能抓取并保存特定行为和场景等,同时通过 IP 喇叭实时进行报警播报。

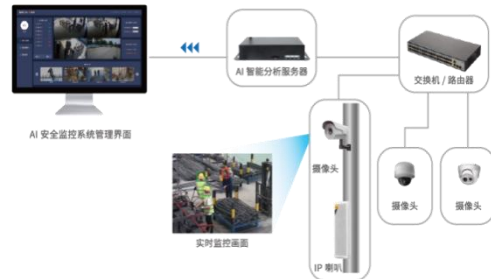


图 16 行为安全智能系统图



图 17 不安全行为抓拍图



图 18 安全行为视觉 AI 监测界面

### 3.4 用电安全的应用

在电力安全方面的智能化系统主要是远程技术实时监测运营线路中的线缆温度、过线路电压、过线路电流、用电度数等主要线路运营参数,并对运营线路的参数做出适当选择,而所监测的线路在运营过程中一旦超过规定的安全区域,通过智能化系统,用电信号主机会即时的将所收集到的信号通过无线发射的方法迅速地发送至网络综合平台,相关人员也能够根据综合平台上提示的电气问题及时地派人排查并解决,将由火灾所产生的危险源逐步消除在初始状态下,从而进行更全面的电力线路运营安全监控,并发挥着先期预报火警系统功能。

同时可以通过监测到的用电度数数量,分析不同设备或区域内的用电能耗。





图 19 安全用电物联网监测界面

### 3.5 设备使用管理的应用

管片生产的设备品种复杂，数量多，特殊设备也多，工作时长、价格昂贵且生产依赖设备的程度高，所以设备的日常保养维修、使用管理尤为重要。

设备使用的智能化是在 WEB 综合平台建立设备档案，编制设备的维保、巡检计划，设置故障状态等信息并将档案信息生成二维码用于张贴在设备上，且设备的运行情况会在可视化大屏上进行显示，让设备管理人员能够及时了解各设备的运行状态，如果设备未按计划进行巡检、维保会在可视化大屏上进行预警，那么设备管理人员能及时做出处理。

设备发生故障时，报修人员会通过手机 APP 扫描设备上的二维码将故障进行上报，上报信息会通过网络传输至相对应的维修人员和设备管理人员预警公众号，并在 WEB 平台将信息进行记录，同时可视化大屏也会做出预警来提醒相关人员。维修人员得到维修信息后会及时做出处理，故障处理完成后维修人员会通过手机 APP 扫描设备上二维码进行故障消除，此时，故障消除信息会通过网络传输到设备管理人员预警公众号并且能够显示维修开始时间，维修结束时间，更换配件，维修人员等信息。

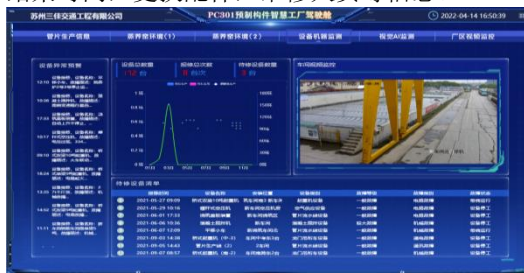


图 20 设备机器监测界面



图 21 手机 APP 设备物联网数据采集终端

### 3.6 气象环境监测的应用

气象环境监测是通过扬尘监测设备通过物联网卡将设备采集的温度、湿度、噪声、PM2.5、PM10、风向、风力实时传输至 WEB 平台并在可视化大屏上进行显示，让管理人员实时掌握气象和环境情况。



图 22 气象环境物联监测界面

## 4 结论

管片的智能化主要搭载在阿里云服务器，是以建设管片生产和质量管控数字化为核心，同时对物料、成本、运输、设备、劳务、安全、环境、预警进行智能化管理，融合 RFID、IoT、5G、QRCode、PLC、BIM 等技术，并应用于物料仓储、钢筋加工车间、管片流水线、蒸养窑、水养池、堆场、搅拌站等不同场景，提升了管片质量数据的真实性、全面性；生产环节实现了全程的信息化综合控制，保障了生产线的高效、快速、稳定运转。同时，通过大量自动化、便捷化采集设备的应用，强化了工作节拍，实现了流转优化，极大的提升了生产线的自动化水平，摆脱了人工依赖。且过程中实现大屏监控和 BIM 可视化功能的大数据智能管理中心、微信数据推送管理中心，可以帮助管片公司打造一个具有大数据收集智能化、生产控制智能化功能的智慧车间。智能化不仅可以运用于盾构管片生产企业也运用于装配式建筑构件、市政构件以及其他的工程建设企业。

### 【参考文献】

[1]赵洪岩,王利民,王浩,等.盾构智能化施工的发展历程和研究方向[J].建筑技术,2021,52(8):900-903.  
[2]陈川.基于物联网与 BIM 技术的铁路勘察设计智能化研究[J].自动化技术与应用,2021,40(6):66-69.  
[3]蔡清程.盾构隧道管片预制智能化控制技术[J].现代隧道技术,2020,57(6):36-45.  
[4]郭相武,节能环保型地铁管片智能生产关键技术研究及应用[S].四川省,中铁八局集团有限公司,2019-05-13.  
[5]田文攀,高新闻,吴惠明.基于 BIM 的预制管片堆场存储与定位研究[J].隧道建设,2017,37(4):469-475.  
[6]刘晓燕.管片流水线生产的智能化技术[J].施工技术,2016,45(2):618-621.  
[7]周兆春,盾构隧道混凝土管片智能化控制机组流水线生产技术[S].北京市,北京中铁房山桥梁有限公司,2016.  
作者简介:陈亚飞(1990.1-),男,毕业院校:大连交通大学,专业:交通工程,单位:苏州市轨道交通集团有限公司,职务:工程师,职称:中级工程师。