

# “智拧云”的集成与实现

虢彦<sup>1,2</sup>, 周海雷<sup>1,2</sup>, 杨永哲<sup>1,2</sup>, 吕亮<sup>1,2</sup>, 李小鹏<sup>1,2</sup>

(1. 中联重科股份有限公司, 湖南长沙 410000; 2. 中科云谷科技有限公司, 湖南长沙 410000)

**摘要:** 为解决拧紧现场产品的规范化、生产的透明化、生产的实时调度监控等拧紧工艺发展亟需解决的问题, 本文通过对拧紧机设备效能数据进行集成和实时监测, 设计基于统计过程控制的质量分析工具, 采用工件数据、工况数据、拧紧结果数据等多个维度的基础数据对其进行质量分析, 并通过过程能力指数等指标动态观察工艺规范/工件规范/设备维度的质量情况的“智拧云”系统, 实时掌握拧紧质量变化趋势, 为应用管理、生产管理、工艺优化、设备技改投资等提供决策支持。

**关键词:** 拧紧; 群控; 智拧云; 智能制造

**本文著录格式:** 虢彦, 周海雷, 杨永哲, 等. “智拧云”的集成与实现[J]. 新一代信息技术, 2023, 6(15): 39-42

**中图分类号:** TH131.3; F273; TP393

**文献标识码:** A

## Integration and Implementation of “Smart Tightening Cloud”

GUO Yan<sup>1,2</sup>, ZHOU Hai-lei<sup>1,2</sup>, YANG Yong-zhe<sup>1,2</sup>, LÜ Liang<sup>1,2</sup>, LI Xiao-peng<sup>1,2</sup>

(1. Zoomlion Heavy Industry Science and Technology Co., Ltd., Changsha, Hunan 410000, China; 2. Zvalley Technology Co., Ltd., Changsha, Hunan 410000, China)

**Abstract:** In order to solve the urgent problems of tightening process development such as standardization of products on the tightening site, transparency of production, real-time scheduling and monitoring of production, this paper provides statistical information of equipment operation efficiency through integration and real-time monitoring of the efficiency data of the tightening machine equipment, designs a quality analysis tool based on statistical process control, and uses basic data from multiple dimensions such as workpiece data, working condition data, and tightening result data to conduct quality analysis. The “Smart Tightening Cloud” system dynamically observes the quality situation of process specifications/workpiece specifications/equipment dimensions through indicators such as process capability index, and real-time grasps the trend of tightening quality changes, providing decision-making support for application management, production management, process optimization, equipment technology transformation investment, etc.

**Key words:** tightening; group control; smart tightening cloud; intelligent manufacturing

**Citation:** GUO Yan, ZHOU Hai-lei, YANG Yong-zhe, et al. Integration and Implementation of “Smart Tightening Cloud” [J]. New Generation of Information Technology, 2023, 6(15): 39-42

## 1 引言

由于当前工程机械行业内竞争加剧以及行业周期背景的影响, 促进制造业数字化转型, 提升其数字化水平, 降低企业运行成本势在必行, 因此, 挖掘企业内部潜能, 提升人员、设备工作效率是企业的必然选择。

拧紧技术在机械制造业中的应用非常广泛, 机械制造中零部件的连接与装配、机械整体的装配等等, 可以说几乎都离不开拧紧技术<sup>[1]</sup>。在实际拧紧装配过程中, 由于人员操作不当、操作方法不当、拧紧工具选

型不当、拧紧机力矩调配不当、紧固件材料质量等因素, 都可能导致在制产品质量一致性低, 严重者还可能导致在制品报废, 因此为保证拧紧装配过程中产品质量的稳定性、提高生产率、及时获取拧紧机工作、故障、监控信息等已成为现代制造工艺发展亟待解决的问题, 解决信息孤岛, 在整个制造业设备联网数智化转型中扮演着重要角色<sup>[2]</sup>。

但拧紧现场仍存在以下几个问题:

(1) 数据追溯难: 拧紧过程数据无采集管理或纸质记录, 拧紧工时通常用工件工艺定额方式统计管

理,与真实的拧紧工时有差异。

(2)现场管控差:拧紧质量保障和追溯是生产工艺管理盲点,因缺少拧紧顺序管理,钳工随意排序,拧紧过程中极易造成工件受力不均从而影响质量,对钳工随意拧紧程序等违反作业规范的行为,缺乏有效方法进行监控<sup>[2]</sup>。

(3)质量监管难:拧紧一般处于无管控或本地管控的阶段,因缺少拧紧过程质量分析、工艺规范管理手段,无法为工艺质量把控提供强有力的技术支持。

(4)过程追溯难:无法实时掌握设备运行状态、设备效率、工件产量、工艺结果、员工工时等数据,难以在线统计和分析设备/人员/工件的生产及质量数据<sup>[3]</sup>。因此,通过建立拧紧机设备监控系统,即“智拧云”,对拧紧过程数据进行集成和实时监测,提供设备运行效能统计信息,避免人工统计记录的出错,减少人工工

作量,提高设备维护水平,为应用管理、生产管理、工艺优化、设备技改投资等提供决策支持<sup>[4]</sup>。

本文的创新性在于:

(1)设计搭建了应用层、通信层、设备层的三层拧紧管理系统;

(2)设计了一款具有拧紧机数据采集、模拟/数字量采集、无线/有线通信、具备嵌入式数据库运行及多接口可配置的工业网关,实现拧紧现场的数据交互和远程控制管理;

(3)设计基于应用管理及现场服务的“智拧云”方案,采用统计过程控制(Statistical Process Control,SPC)的质量分析工具,对工件、工况采集、拧紧结果等多个维度进行质量分析,并通过过程能力指数 $C_p/C_{pk}$ 等指标动态观察工艺规范/工件规范/设备维度的质量情况动态分析,实现为生产管理、工艺优化、设备技改投资等提供决策支持。系统架构如图1所示。



图1 “智拧云”系统组成

## 2 拧紧现场 IoT 组成

工业互联网数据在现代制造业中具有重要的意义,它可以帮助企业进行智能化决策和优化生产过程。通过收集和分析工业设备、生产线和供应链中的数据,企业可以更好地了解设备的运行状况、生产效率以及资源利用情况<sup>[5]</sup>。

### 2.1 设备层设计

目前,主流拧紧机都实现了数字化,但现场为了实现精细化管理,需要增加面部识别实现对人员的管理,为人员考核、质量追溯、班组排名提供数据来源;增加扫描枪,实现工单任务管理,通过扫码枪,将工件订单与设备拧紧记录深度绑定,并通过生产统计、质量报告、看板管理、动态展示工件生产过程和静态展示质量数据,让工件订单全程追溯落地。同时,为了实时告知焊接人员现场设备工作情况,现场增加了三色灯进行状态显示;设备层的设计为员工绩效、生产

过程、质量追溯、实时状态显示等提供了可靠的基础数据。

### 2.2 通信层设计

工业网关是一种用于连接工业设备和互联网的设备<sup>[6]</sup>。它的作用不仅是实现工业设备的数据采集、监控和控制,而且能将这些数据传输到云平台或其他系统中进行分析和处理。基于此,本文设计的工业网关模块组成如图2所示。不仅可实现拧紧机的数据采集和控制,还有网口(ETH)、can总线、232/485总线、模拟传感采集口4—20 MA等外部接口,上云方式采用可配置的4G或者Wifi形式<sup>[7]</sup>。

### 2.3 业务交互逻辑

“智拧云”系统需要面部识别仪(人脸识别)自动登录系统,系统登录后通过扫码枪上传工件编号,在网关内部识别工件类型及调用拧紧参数,并下发至拧紧机,至此拧紧机工作后,网关又可采集其工况参数

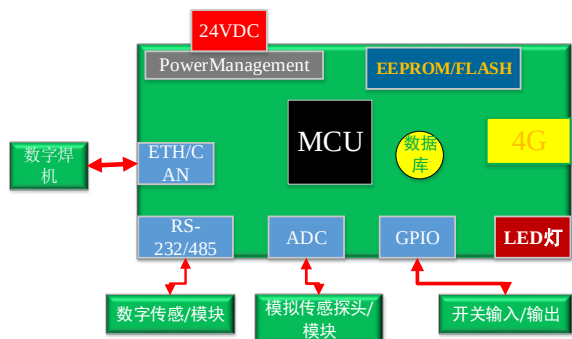


图2 工业网关模块组成

进行数据上传、数据清洗、数据判断,在应用层完成数据报表及分析,如图3所示。

### 3 应用管理

应用管理主要由9大部分组成,其业务流程如图4所示,将设计文件输入至智拧紧云系统管理中;生产

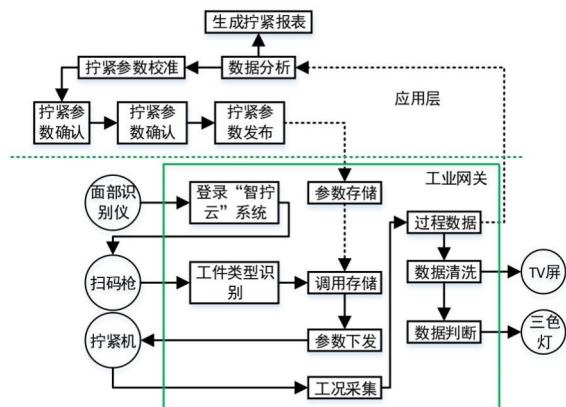


图3 业务逻辑组成

调度依据生产任务和拧紧规范完成任务调度;依据系统管理中的拧紧规范,完成拧紧任务,并实时监控拧紧过程,完成拧紧任务后完成记录闭环,并上报用户。

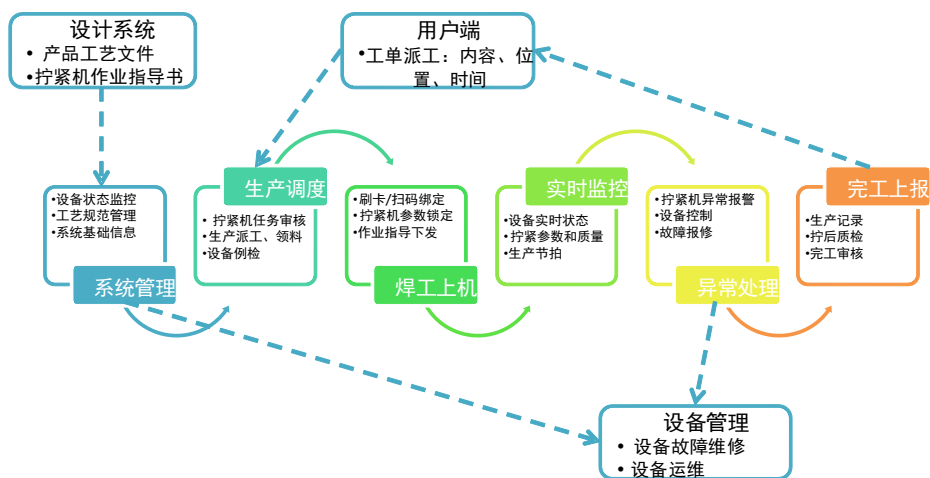


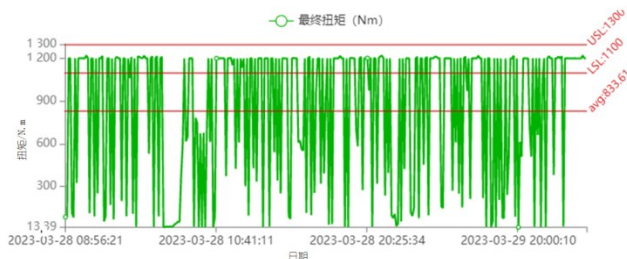
图4 应用管理流程

### 4 系统验证

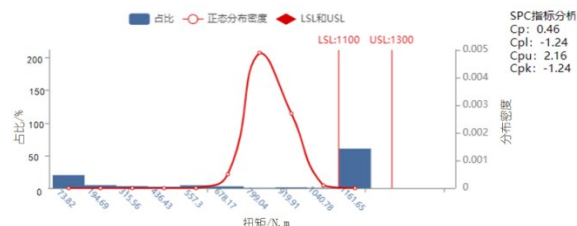
为了验证本系统方案设计的有益性,在某工厂进行了部署实施及验证。基于人员、工件点及设备数据的可视化界面,可实时且多维分析、展现拧紧过程情

况,直观了解生产的统计数据和工件的拧紧过程。

从拧紧质量分析来看,基于SPC的质量分析工具,以及  $C_p/C_{pk}$  等指标动态观察工艺规范/工件规范/设备维度的质量情况,实时掌握拧紧质量变化趋势,如图5所示。



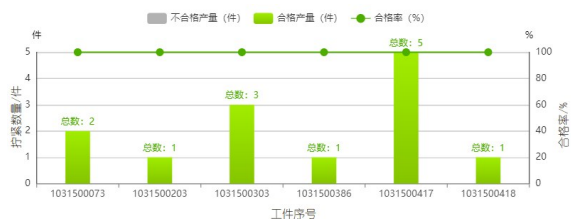
(a) 拧紧力矩曲线变化



(b) 扭矩变化正态分布密度图

图5 质量过程分析

从拧紧结果分析,帮助企业完成精细化的过程管理,建立生产台账,优化管控,致使拧紧一次合格率提升了10%,如图6所示。



(a) 拧紧合格率统计



(b) 工件拧紧扭矩与拧紧角度关系统计

图6 一次拧紧产品合格率统计

从生产管理上,生产管理者可以对生产进度的执行情况和生产设备的运行状态进行感知,提高生产快速响应的及时性,增强了生产管控能力。目前,智拧云系统实现超过3万个数据点位的实时采集、分析和图形化可视展示。

## 5 结论

本文围绕智能制造产线现场拧紧设备的工艺监控,建立三层智拧云监控服务,实现了工件数据、工况数据、拧紧结果数据等多个维度的基础数据采集,设计了基于应用管理及现场服务的“智拧云”方案,采用统计过程控制(SPC)的质量分析工具,对工件、工况采集、拧紧结果等多个维度进行质量分析,并通过过程能力指数( $C_p/C_{pk}$ )等指标动态观察工艺规范/工件规范/设备维度的质量情况动态分析,实现为生产管理、工艺优化、设备技改投资等提供决策支持。

## 参考文献

- [1] 靳晓雄,周爽. 通往工业4.0的智能拧紧系统[J]. 汽车工艺与材料, 2017(10): 20-22.
- [2] 王保玉,樊宇,杨建业. 智能化拧紧联网系统方案的探索与应用[J]. 汽车工艺与材料, 2022(7): 1-6.
- [3] 张俊昊,席杰乐,马瑞明,等. 数字定力扳手智能拧紧系统研究与应用[J]. 电子技术与软件工程, 2022(15): 172-175.

- [4] 庄薇,李高. 单工位多扭矩环境下无线拧紧系统的防错研究[J]. 汽车工艺与材料, 2020(11): 59-64.
- [5] 李小鹏,陶晰,刘睿思,等. 工业现场通信网关: CN210053415U [P]. 2020-02-11.
- [6] 魏彦,曹杰,罗幼新,等. 数据处理方法、系统、存储介质及处理器: CN115643320A[P]. 2023-01-24.
- [7] 周海雷,徐洁微,张博,等. 用于焊接控制的方法、控制器、系统及数据采集通信设备: CN113770598A[P]. 2021-12-01.

## 作者简介



魏彦(1982—),男,硕士研究生,中级工程师,主要研究方向:制造数字化转型与建设、智能制造与工业互联网融合、AT+OT+IT融合、企业数字化转型、智能工厂数字化建设等。



周海雷(1990—),男,硕士研究生,中级工程师,研究方向:智能制造、工业互联网、自动控制等。



杨永哲(1987—),男,本科,工程师,主要研究方向:智能物联、工业控制等。



吕亮(1984—),男,硕士研究生,工程师,主要研究方向:智能物联、工业互联网、自动控制等。



李小鹏(1987—),男,本科,主要研究方向:智能制造、工业物联、自动控制、设备智能化等。