

# 基于工业物联网架构的焊接车间智能制造系统研究

柏 杨

(南京云岗智能科技有限公司, 江苏 南京 211100)

**摘要:** 由于MES缺乏手段深入设备侧对焊接物理流程的控制, 所以实施时会遇到很大阻力。基于工业物联网架构的智能制造系统是面向物理信息系统的体系架构, 其中的边缘计算节点是贴近设备和流程的计算能力, 可以对焊接物理流程进行控制。文章介绍了工业物联网的架构, 分析了基于工业物联网焊接车间模型, 研究了焊接车间边缘计算节点智能控制单元和应用层智能管控平台的软件功能架构。

**关键词:** 焊接车间; 工业物联网; 边缘计算; 智能制造系统 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP391

**文章编号:** 2096-4137 (2020) 02-24-03 **DOI:** 10.13535/j.cnki.10-1507/n.2020.02.02

## Research on intelligent manufacturing system of welding workshop based on IIOT

BAI Yang

(Nanjing CloudHill Smart-Tech Co., Ltd, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** Because lacks the means to control the physical process of welding on the equipment side, the MES will encounter a lot of resistance during implementation. IIOT is a physical information system, which edge computing node is close to the equipment and process, can control the physical process of welding. This paper introduces the structure of IIOT, analyzes the welding workshop model based on IIOT, and studies the software architecture of edge computing node and application layer.

**Keywords:** welding workshop; IIOT; edge computing; intelligent manufacturing system

### 0 引言

随着《中国制造2025》的推进, MES (Manufacturing Execution System, 制造企业生产过程执行系统) 作为工厂或车间信息智能化的标志, 被广泛推广使用。MES实施时主要关注订单执行等管理性事务, 具备的SCADA功能主要是在系统层面上进行信息的采集, 缺乏手段贴合设备和流程侧进行数据采集和实时控制, 所以往往在离散制造行业很难推广。

焊接是重大装备制造重要的制造环节, 一般单独成立一个车间, 承担整个工厂焊接零部件生产, 属于离散型制造车间。离散制造通常面临产品批次多、数量少, 设备不成线, 信息交织等问题, 所以在焊接车间实现智能制造是行业的难点。工业物联网是面向物理信息系统的体系架构, 边缘计算节点是贴近设备和流程的计算能力, 使用工业物联网技术是解决焊接车间智能制造信息化问题的重要途径。

### 1 工业物联网结构

工业物联网的体系结构在沿袭物联网感知层、网络传输层和平台应用层3层架构的基础上, 在网络传输层增加了边缘计算节点, 如图1所示。



图1 工业物联网体系结构

感知层是工业物联网的基础, 由状态感知和执行控制主体终端构成, 其利用传感技术、通信技术, 实现对人员动态、设备运行、原材料和工艺执行等基础数据的监测、采集与感知。感知层向平台应用层上传监测数据的同时, 作为设备调度运行指令的执行单元, 亦可接收系统应用层及智能网关下发的操作指令信息, 实现终端设备的自动响应。

网络传输层是感知层与平台应用层之间的数据传输通道, 将感知到的信息可靠、安全地进行传送, 实现更加广泛的互联功能。网络传输层由本地通信网和远程通信网部分组成, 其中本地通信网是通过局域短距离通信技术, 实现海量感知节点与边缘计算节点之间的灵活、高效、低功耗的就地通信; 远程通信网是依托移动网络、卫星通信等广域通信技术。边缘计算节点在网络传输层, 更加贴近终端设备。方便针对特定应用, 跨多台终端设备进行建模; 边缘计算节点拥有独立的运算资源, 和相对终端设备更短的通信传输链路, 可方便快捷地做出控制反应。

平台应用层是整个工业物联网最顶层。平台应用层针对不同场景, 对应用的侧重点不同。面向电力应用场景的平台应用层, 管理区域范围大 (如地调系统管理整个地级市), 管理设备数量众多, 所以平台应用层更需要基于云计算、大数据等对海量感知数据融合技术, 对数据进行处理; 而面向工厂或者车间的平台应用层, 主要针对一个较小区域内的人员、设备、工艺、质量等进行管理, 偏重于关系型数据管理。

### 2 焊接车间管理系统模型

焊接车间管理系统建模需要从管理和生产两个维度进行考虑。从管理角度来看, 主要关心生产调度, 以及最终产品质量。生产调度包括工艺准备、设备调度和人员调度等。工

艺准备指产品生产需要的工艺文件,包括工艺参数,工时定额等;工艺准备完成后,针对具体订单,进行设备和人员调度,如指定焊接设备种类,生产组织顺序,当车间内有多台同样功能设备时,指定具体设备。产品质量问题是生产完成后,对产品质量评定和问题产品质量追溯。

从生产过程来看,需要关心产品实时生产过程,获取每一个产品对象对应的工艺参数执行情况、生产设备健康状况、生产人员技能情况以及原材料来源情况等信息。工艺参数执行情况和生产设备健康状况依赖于焊接设备能力,当焊接设备为智能设备时,一般具有对外通信能力,可以实时输出工艺参数和焊机状态;当焊接设备为哑设备时,没有采集工艺参数的接口,则需要进行信息化改造。生产人员技能情况和原材料来源情况,需要依赖额外的信息化设备进行采集,如通过赋码、扫码来获取人员和原材料信息。以上只是孤立地采集产品生产所涉及的信息要素,最终还需要依赖信息化终端将信息要素和产品对象进行映射。

针对以上对焊接车间管理系统功能分析,结合工业物联网结构,对焊接车间管理系统建立的系统模型如图2所示。

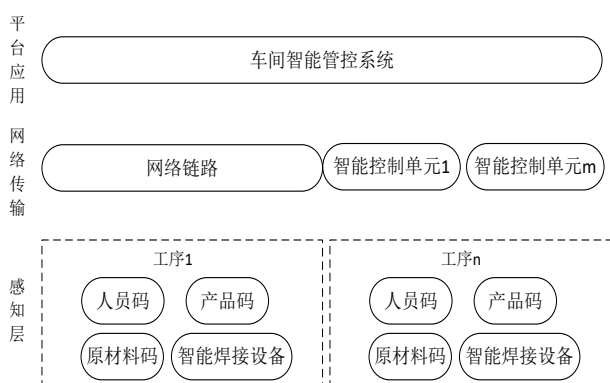


图2 焊接车间管理系统模型

感知层包含对人员、产品、原材料和智能焊接设备信息的感知,以每一道工序为对象,形成一个数据感知岛。网络传输层包括网络链路和智能控制单元,其中智能控制单元是边缘计算节点。智能控制单元面向数据感知岛进行实时控制和计算,对数据感知岛的信息进行融合后,将数据上传给车间智能管控平台,一个智能控制单元可以控制一个或多个数据感知岛。车间智能管控平台负责车间级数据融合和事务处理,包括与ERP、PDM数据交互,以及生产 workflow 拉动,车间级设备、人员、产品信息统计等。

### 3 智能控制单元

智能控制单元需要面向数据感知岛进行建模,同时需要考虑焊接装置实时工艺参数采集和码数据采集,智能控制单元软件架构如图3所示。

智能控制单元软件架构分为2层架构,分别为数据采集层和应用层。其中数据采集层包含模型配置模块、参数数据

采集模块和码数据采集模块;应用层包括各种面向数据感知岛的专有应用,如工艺参数阈值比对运算、工艺参数稳定值计算等;二者通过实时数据库进行隔离,方便应用随需求进行扩展。

数据采集层中模型配置模块,对生产过程中工艺参数、人员、材料和产品等信息元素进行建档。为实现数据持久化保存,档案数据放置在商用数据库中,如Mysql数据库。参数数据采集模块采集焊接设备实时工艺参数和设备状态信息,由于焊接设备来自不同厂家,提供的通信规约各不相同,需要通过数据采集管理模块,根据厂家类型选择不同的通信规约模块,如Modbus模块、OPC模块或其他模块。码数据采集模块用于采集人员、材料和产品上二维码或其他码信息。

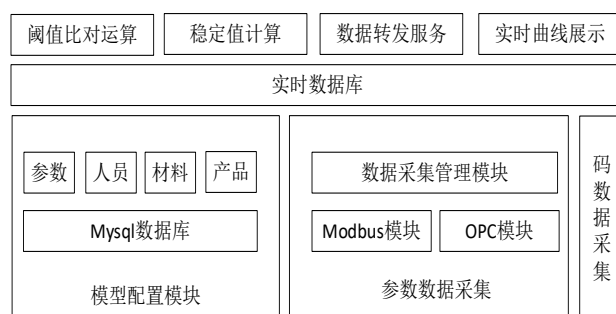


图3 智能控制单元软件架构

没有智能控制单元边缘计算应用时,参数数据采集模块和码数据采集模块单独运行。参数数据采集模块一直以固定采样频率进行采集,与码数据采集模块没有交互,无法将采集的参数数据映射到产品对象中。智能控制单元边缘计算应用,可以将参数数据采集模块信息和码数据采集模块信息进行融合处理,控制逻辑如图4所示。

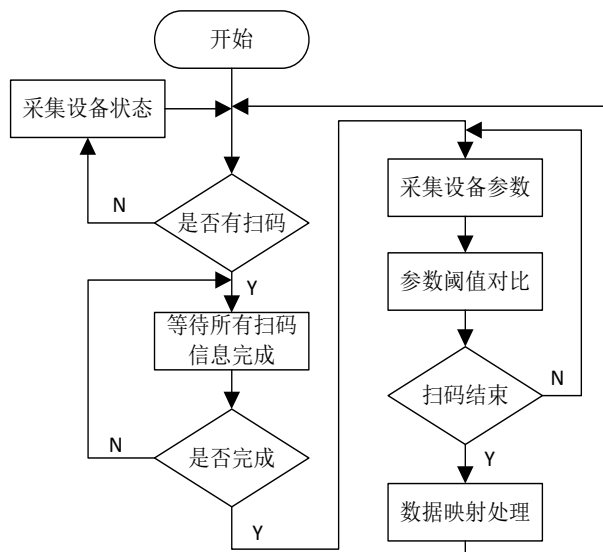


图4 智能控制单元数据采集逻辑

工作流程一般为先扫码，包括扫人员信息码、原材料码、产品码后再进行工作；工作完成后，再扫产品码表示本道工序结束。在图4的控制逻辑中，智能控制单元在没有收到任何扫码信息前，只以较低的采样频率采集设备状态信息；当收到扫码信息后，智能控制单元等待所有扫码信息收集完成，然后开始以高速采样频率采集设备参数，并实时进行参数阈值对比；直到收到结束扫码信号，智能控制单元停止高速采样，并将参数采样数据、原材料数据、人员数据等信息和产品信息进行映射，完成工序质量数据包的生成，继续下一个工作循环。

焊丝消耗量估计、保护气消耗估计等其他应用，可以参照智能控制单元数据采集逻辑进行设计。智能控制单元还有一个关键功能，是将设备输出的Modbus、OPC等规约转化成物联网的mqtt或coap规约。

4 车间智能管控平台

车间智能管控平台需要面向车间对象进行建模，包括产品模型、工艺模型、设备模型、人员模型等，此外车间智能管控平台需要从网络传输层采集数据，在模型和数据基础上对整个车间进行智能管理，车间智能管控平台软件架构如图5所示。

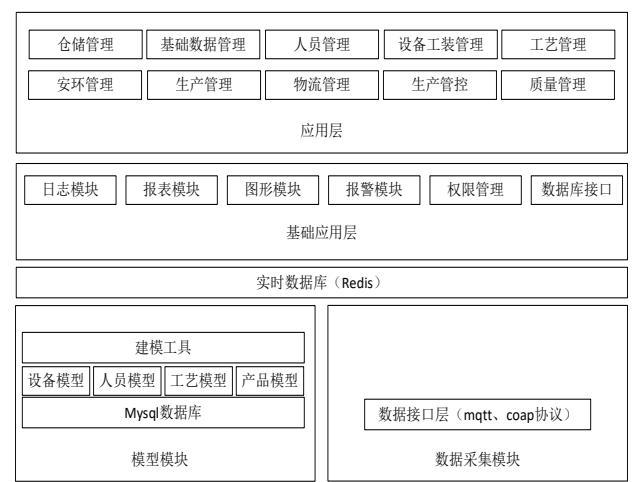


图5 车间智能管控平台软件架构

车间智能管控平台软件架构为3层架构，包括数据层、基础应用层和应用层。数据层通过mqtt或coap规约从智能控制单元采集物理信息，并在实时数据库中将采集物理信息

和模型信息进行装配，形成序列化数据放置在实时数据库中；基础应用层是与业务无关的控件模块，如日志模块、报表模块等，供应用层应用调用；应用层是与业务相关的程序逻辑，应用层获取实时数据库中序列化数据，进行逻辑计算后，通过基础应用层的报表、图形等控件进行展示。

车间智能管控平台3层架构的优点是将数据、逻辑和展示进行分离。最底层采用物联网协议进行数据采集，可容纳更多的设备接入，满足车间未来发展的需求。同样，随着车间智能化程度不断提高，会提出越来越多的应用需求，该架构可以根据车间实际需求，快速开发相应的程序应用，进行软件功能的横向扩展，软件生命力强。

5 结语

国家智能制造标准体系建设指南（2018版）——中智能制造系统架构，在2015版的基础上将设备层和车间层之间的控制层替换成单元层，并提出控制物理流程的概念。物理流程控制其本意就面向信息物理系统（CPS）的控制，需要将控制下沉到贴近设备层。在本文的分析中，焊接车间实际控制时，的确也需要面向流程和设备进行控制，利用工业物联网的架构能够解决焊接车间的智能制造问题。

作者简介：柏杨（1984-），男，江苏金湖人，南京云岗智能科技有限公司工程师，研究方向：电力自动化和工业自动化。

参考文献

[1] 于雄，黄欣. 基于PDM的离散型制造企业MES工艺管理研究[J]. 机械设计与制造工程，2014，43（9）：59-61.  
[2] 王保民，张淑敏. 离散型制造业智能工厂建设思路与关键要素分析[J]. 国防制造技术，2016，3（1）：26-29.  
[3] 郭慧，负晓哲. 工业互联网推动下制造业的转型升级[J]. 物联网技术，2018（2）：112-114.  
[4] 曾鸣，王雨晴，李明珠，等. 泛在电力物联网体系架构及实施方案初探[J]. 智慧电力，2019，47（4）：1-7.  
[5] 工信部. 国家智能制造标准体系建设指南(2018年版)[S].

（责任编辑：张闪闪）