

5G+工业互联网在大型石化项目中的应用实践

Application Practice of 5G+ Industrial Internet in Large Petrochemical Engineering Projects

程景浩,王燕伟,徐滨阳(中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048)

Cheng Jinghao, Wang Yanwei, Xu Binyang (China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China)

摘要:

石油化工行业属于典型的流程工业,工程质量管理难度很大。目前的管理方法主要停留在对文档标准化管理和人工现场巡查的层面,缺乏有效的与工程施工现场结合的手段。在石化行业大型工程项目管理过程中,基于5G专网、物联网、人工智能和边缘计算等技术融合进行管理,可以很好地解决人员合规、行为识别、生产安全管控、质量管控、隐蔽工程追溯、环境风险感知、风险预警、实时告警等痛点问题,有广阔的应用前景和应用价值。

关键词:

5G;边缘工业互联网平台;物联网;石化工程项目;人工智能

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.07.010

文章编号:1007-3043(2021)07-0040-05

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Oil and chemical industry is a typical process industry, and engineering quality management is very difficult. The current management methods mainly stay at the level of document standardization management and manual site inspection, and lack of effective means to combine with the project construction site. In the process of large-scale project management in petrochemical industry, management based on 5G special network, Internet of things, artificial intelligence and edge computing can well solve the problems of personnel compliance, behavior identification, production safety control, quality control, hidden project tracing, environmental risk perception, risk warning, real-time alarm and other pain points, and has a broad application prospect and application value.

Keywords:

5G; Edge industry internet platform; IoT; Petrochemical engineering project; AI

引用格式:程景浩,王燕伟,徐滨阳. 5G+工业互联网在大型石化项目中的应用实践[J]. 邮电设计技术, 2021(7): 40-44.

0 引言

工业互联网是新一代网络信息技术与工业系统全方位深度融合所形成的技术体系和产业生态。作为实现产业数字化、网络化、智能化发展的重要基础设施,工业互联网通过人、机、物的全面互联,推动形

成全新的工业生产制造和服务体系,成为工业经济转型升级的重要途径。工业互联网是全球新一轮产业竞争的制高点。在德国提出工业4.0计划,美国提出工业互联网概念之后,我国自2015年以来陆续出台了“中国制造2025”、“互联网+”等多项产业政策,推动工业互联网的建设。中国正从工业、互联网产业大国迈向工业、互联网产业强国,其工业互联网的发展前景尤为广阔。

收稿日期:2021-05-06

5G是新一代移动通信系统的总称。在工业4.0的演进中,物、人机、软硬、虚实都要连接,这不仅需要保障通信系统的实时性,更大的挑战是需要把工业所涵盖的所有网络进行无缝的集成。5G与工业制造的融合,逐步成为支撑工业生产的基础设施。5G与工业生产中既有研发设计系统、生产控制系统及服务管理系统等相结合,可以全面推动5G垂直行业的研发设计、生产制造、管理服务等生产流程的深刻变革,实现工业制造智能化、服务化、高端化转型^[2]。

1 大型石油石化工程项目现状及问题

1.1 大型石油石化工程项目现状

石油化工行业属于典型的流程工业,在我国所有工业门类中仅次于装备制造业,排名第2,行业规模以上企业2万多家,年产值超过13万亿。近年来,随着供给侧改革的深化,国家在石化行业的中游(炼油、化工、煤化工)和下游(油气储运、油气批发和零售)环节已经打破了央企和国企为主的行业垄断,积极鼓励市场化机制运作,鼓励民营资本和外资积极参与石化项目建设。所以近年来我国石化行业出现了一个项目建设高峰,大量的石化项目陆续开工建设。

1.2 大型石油石化工程项目存在的问题

石化项目的核心是建设大型成套生产装置,具有施工环境复杂多变、工艺要求高、隐蔽工程多、重大风险多等特点,工程质量管理存在很大难度。目前大型石化企业均有专人管理相应的国家标准、行业标准、企业标准、工艺标准、验收标准,设计院和施工方也按照相关标准进行设计并输出大量质量文档。但是目前管理方法上主要停留在对文档标准化管理和人工现场巡查的层面,缺乏有效的与工程施工现场结合的手段。

主要存在以下问题。

a) 现场施工环境复杂多变,有线网络部署难度大,成本高,维护困难。随着业主对项目建设期间信息化管理水平要求越来越高,在项目建设期间,临建网络的快速、可靠部署也越发受到企业的关注。但是建设期现场位置不确定且多变,有线网络施工过程中容易被无意破坏等因素,导致在实际工程建设阶段,网络运行的不稳定性极大,同时也给运维工作带来极大困难^[3]。同时由于大部分建设期间敷设的有线网络在投产后无法继续利用,这也无形中造成了投资的大量浪费。

b) 项目管理的协同性差,项目相关方交互不及时。石化工程施工环境复杂,涉及业主、设计方总体院、单装置院、施工总包方、施工分包方、监理方等多方协同,有较多不确定因素和隐蔽工程,验收单不能及时确认签字,作业指导文件又不能露天存放,不易随身携带。因此在现场的多方及时沟通和会商,建立高效协同的信息化、智能化平台尤为重要。项目质量控制策划者需要确定合理的工作方法、有序的生产管理,做好员工技术培训和资质认证。按照现行质量检验相关标准的要求,细化质量验收单元,制定详细的质量检验进度计划,明确质量验收程序,及时对已完工分项工程进行验收确认。严把材料质量关,严格工序控制,实施标准化作业,加强施工作业过程中的指导和沟通^[4]。

c) 现场质量、安全管理手段落后,智能化程度低。基本都是按照:成立质量管理部门、安全管理部门,制定标准化体系表,配套相关标准,制定相关作业标准文件并宣贯执行等这几个程序进行质量安全管理。大量标准化文档仍然以纸质为主,现场难以及时查询,也难以在施工和检维修作业中落实和追溯,使很多现场的质量、安全检查流于形式,难以对工程项目质量、安全管理起到有效的指导和监督作用。现场缺少有效的监督手段对施工过程、施工工艺、隐蔽工程等进行及时监督,及时发现问题,进而要求及时整改^[5]。

具体来说,主要包括如下典型问题。

(a) 标准化文档、质量安全控制点文档难以在施工现场及时、有效的查询,无法对现场施工起到应有的指导作用,也缺少对于各个控制点落实情况的及时反馈手段。

(b) 主要施工技术人员(例如专业焊工)的资质、资格、技能水平是影响工程整体质量的关键因素,施工现场缺少有效及时的工作证识别方式,难以确保人证合一,冒名顶替现象时有发生。

(c) 石化工程中需要组焊的管道、管件繁多,为保证整体工程质量需要对管道焊接的全过程进行管控。验收要求对每个焊口的管线号、焊口号、材质壁厚、组对人(焊工编号)、组对时间、热处理工艺、检测比例等信息进行全程记录,目前以人工记录、现场拍照方式为主,信息采集效率差,难以实现高效管理^[6]。

(d) 施工工艺过程缺乏记录,难以实现有效监管;现场发生的问题也无法及时多方视频会商,经常须临

时停工,组织专门会议后变更设计,造成窝工现象。

(e) 施工进场后,对附近外部环境风险变化缺乏实时预警,易发生由于周边环境突然变化引发的安全事故。

2 5G赋能工业互联网

绝大多数的工业企业和工程项目现场管理对网络主要有3类业务需求,分别是:信息交互类、数据采集类、管理控制类,不同类型的业务对于网络性能的要求不尽相同。

a) 信息交互类业务。信息交互类业务的需求以高速率传输、大带宽为主^[7]。

b) 数据采集类业务。数据采集类业务需要强大接入能力(百万连接/平方公里)以及低功耗、抗干扰能力。

c) 管理控制类业务。管理控制类业务需要毫秒级的端到端时延,以及微秒级的时延抖动,数据传输成功率可靠性需达99.999%。

现有的无线通信技术如4G、蓝牙、Wi-Fi、工业专用无线以及以传统的蜂窝网络,在通信距离、抗干扰性、安全性、使用成本、带宽、传输速度等方面都存在一定的缺陷或短板。相比于上述技术,5G网络具备超大带宽、端到端毫秒级的超低时延、接近100%的高可靠性的网络特性,同时5G兼备感知泛在、连接泛在、智能泛在等特点与工业互联网领域的业务需求,非常适合解决大型石化工程现场生产安全、质量管控、人员合规、环境感知、实时预警等业务需求问题,成为解决大型石化工程项目管理问题的最佳选择。

5G+工业互联网是以5G为基础,实现工业基地内通信网络无线化,以及基地运营管理与控制远程集中化。采用5G网络切片技术保证通信质量和安全隔离;通过MEC降低时延,本地分流,保证企业数据安全。根据石化工程项目管理的需求,主要考虑进行以下建设。

a) 5G工业专网。主要包括5G基站建设和5G边缘云(MEC)平台建设。根据工程现场的具体业务需求(包括现场覆盖要求、接入终端数量、单点上下行带宽/时延要求等)和现场的无线网络规划,进行无线网络规划,进而形成网络建设计划。根据客户的业务需求和投资预算情况建设5G MEC,该网元可根据用户的具体服务需求,灵活部署在工程项目施工现场、企业IDC机房、工业园区IDC机房、运营商机房。对于大

型企业,一般建议购买边缘云设备,并部署在企业自己的IDC机房,实现业务的本地分流和数据不出企业^[8]。

b) 现场数据采集。工业数据是工业互联网的核心资产,而数据采集是基础,其本质是利用泛在感知技术对多源设备、异构系统、运营环境等要素进行实时高效采集和云端汇聚。各种工业通信协议,光纤、以太网以及2G/3G/4G/5G等通信协议能够实现多种工业现场设备的接入,但工业现场不同时期、不同品牌、不同用途的设备有不同的数据通信协议,业内没有统一的标准,为设备间互联及平台的接入带来很大的困难。数据格式的转换与统一是工业大数据的入口,也是工业互联网的咽喉。基于不同类型的5G边缘网关设备可以将不同的工业终端数据进行汇聚以及协议转换,并通过高可靠的网络统一上传,实现工业基地一网覆盖,无缝集成^[9]。

c) 边缘工业互联网平台。工业互联网平台是面向制造业数字化、网络化和智能化需求,构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系,支撑制造资源泛在连接、弹性供给、高效配置的工业云平台。从本质上看,工业互联网是通过构建精准、实时、高效的数据采集互联体系,建立面向工业大数据存储、集成、访问、分析、管理的开发环境,实现工业技术、经验、知识的模型化、标准化、软件化、复用化,不断优化研发设计、生产制造、运营管理等资源配置效率,形成资源丰富、多方参与、合作共赢、协同演进的制造业新生态^[10]。

d) 业务应用系统。结合行业特点和业务管控的流程、制度、方法、要求,部署或者定制开发业务应用系统。实现业务的集成应用。基于5G的石化工程质量管理系统主要包括三大功能模块:质量体系、现场作业、环境监测。

(a) 质量体系模块主要包括质量标准体系、标准检索查询、资质管理、资格认证等功能。

(b) 现场作业模块主要包括质量控制点、工艺过程管理、焊接管理、质量检查和考核、质量信息公示、多方会商等功能。

(c) 环境监测模块主要包括环境在线监测、危险源监测、风险规避预案、风险预警等功能。

本系统基本涵盖石化行业工程现场质量标准化管理内容,结合现场4G/5G网络、5G CPE、DTU等传输设备、多种可穿戴式智能化终端,可实现对质量体系、

作业人员、工艺过程、环境风险等进行实时感知和监控,解决石化企业在工程管理中施工过程与标准化指导文件脱节、工艺过程难以有效监督、质量标准化管理流于形式等痛点,提升石化企业工程质量标准化管理水平^[11]。

3 5G+工业互联网在石化项目中的应用示例

通过打造5G专网,结合边缘工业互联网平台,实现施工现场多元数据的泛在感知。结合部署在边缘云(MEC)上的模型和算法,对实时采集的数据进行分析处理,可以实现对工程管理过程的质量全程记录可追溯、现场作业全程可视、施工风险实时预警,解决石化工程项目管理的生产安全、施工质量、人员合规等痛点问题。结合石化企业不同业务场景,对网络连接需求进行分析,石化企业项目网络连接需求分析如表1所示。

海南炼化百万吨乙烯项目是海南省和中国石化重点工程项目,批复总投资281亿元,是海南省打造千亿产业集群、中国石化构建“一基两翼三新”发展格局的支撑项目。该项目基于5G、物联网、云计算、大数据、人工智能等技术,通过自主研发打造符合海南炼化和中国联通特点的厂区侧、工业园区侧的5G工业制造企业边缘云。项目自起始阶段就秉承可视化、一体化、数字化、智能化转型的信息化建设理念,先期建设了覆盖乙烯项目工程作业区的5G专网,从质量、进度、安全3个维度,规划了多个融合创新应用,主要包括工程现场智能管控、管道施工智慧化管控、装置现场可操作性智慧化服务、施工进度智能分析、生产装置现场智慧化等方面。依托5G大带宽、低时延、广连接的技术特性,利用边缘计算、网络切片、物联网、云计算、大数据、人工智能等核心技术,海南炼化乙烯项目实现多项5G工业互联网融合创新应用。

表1 石化企业项目网络连接需求分析

序号	业务	场景或需求	速率/(bit/s)	时延	移动性	定位	可靠性/%
1	远程操作控制	管线、罐区	<1M	≤50 ms	定点		99.999
2	多元数据采集		<2M	≤100 ms	定点		99.999
3	视频监控		5M/路	≤20 ms	定点		99.900
4	智能巡检		<50M	≤20 ms	低速	1 m	99.900
5	视频对讲	作业服务	<10M	≤15 ms	低速	1 m	99.900
6	AR检修	设备检修	≥20M	≤15 ms	低速	cm级	99.900
7	VR培训	操作培训	≥60M	≤20 ms	低速		99.900
8	远程视频会议	室内、现场、车载等会议	<20M	≤20 ms	低、中速		99.900
9	人员/出勤监控	工作人员定位/打卡/意外报警	50K	≤1 s	低速	1 m	99.000
10	电器智能化	路灯、空调、照明、热水器	50K	≤500 ms	定点		99.900
11	用电需求响应	可控、可停大功率负荷设备(泵、制热制冷、加压等)	50K	≤50 ms	定点		99.999
12	供电监控	保护、远控、数据采集	200K	≤50 ms	定点		99.999
14	环境数据采集	温度、湿度、	10K	≤1 s	定点		99.000
15	移动机械/车辆	辅助/自动行驶、作业	10M	≤10 ms	中速	1 m	99.999
16	厂区物联网	车位、环境、自动停车场	10K	1 s~1 min	定点		99.000

a) 强夯智能监测应用。利用5G、智能传感(激光雷达、红外报警)、人工智能等技术,对强夯机作业范围进行预警,当有人员闯入时,报警提醒闯入人员和强夯司机并记录报警信息;系统自动测量夯击次数、夯沉量、累积夯沉量等数据,并可生成、导出格式化报表,便于追溯和管理。节约人力资源50%以上,有效解决质量监控难度高、安全风险高等问题。

b) 无损检测智能评定应用。在边缘云上部署基于AI的胶片的自动读片和智能评片算法软件,把现场

检测设备所拍摄的高清数字成像X光片上传边缘云,进行快速智能评定;解决了无损检测工作量大、人员数量需求多、效率低、成本高、人为误差不可控等问题。

c) 人员合规监测应用。对进入施工现场所有劳务人员实行实名制管理。每个施工人员安全培训合格后,在手机上安装项目“建设管理系统”的手机端APP,并匹配一个编号和一个二维码,手机APP内记录该员工的基本信息、照片、工种、特种作业资格、编号

和二维码等,并将编号和二维码贴于安全帽上。同时
将采集的人脸及指纹信息与之相关联,通过人脸识别
的方式入场,避免无证入场、冒用证件等事件发生。
将人员信息与公安联网,同时可将场内人员岗位、工
种、数量、人员工时等信息传输至控制中心并可在工
地入口大屏幕上显示。

d) 施工进度智能分析应用。通过无人机进行现场
航拍巡查,扫描现场设备、管道安装情况,并与设计
三维模型进行对比,自动统计分析施工进度。当施工
进度或过程有偏差时进行报警,并利用扫描模型修
正设计三维模型,为物理工厂数字化提供数据来源。
通过5G网联,实现对现场施工视频监控的实时分析
和告警。解决了4G无人机巡航延时长、无法实时分
析等问题。

e) 实现办公楼全面无线办公。乙烯项目办公中
心取消传统布线,台式电脑、办公电话等终端全部
采用5G无线连接。

根据项目进展,后续还将陆续开展5G+无人AGV、
5G网联电力线巡检、5G三维AR巡检等应用的探索。

4 5G+工业互联网在石化工程中的应用价值

在石化企业大型工程项目管理中,基于5G的工业
互联网可以很好地解决人员合规、行为识别、生产
安全管控、质量管控、隐蔽工程追溯、环境风险感
知、风险预警、实时告警等痛点问题,有广阔的应
用前景和应用价值^[14]。例如:

利用5G网络,实现对石化企业工程现场作业标
准化管理。利用5G大带宽特性,可实现多方视频
会商、多路视频同步回传,实现业主方、设计方、
监理方、施工方等多方高效信息交互。

现场工业业主、工程监理方、施工方作业人员
可通过信息系统应用平台、5G网络、可穿戴式智
能设备、二维码标签等实时记录、查询、沟通工
程质量标准、工艺过程。所有过程资料得到及时、
有效的记录,并可一键自动生成验收文档,大幅
提升工程质量管理水平和工程作业效率^[16-17]。

利用5G自身海量连接的特性,将现场环境监测
设备的数据进行集中采集,通过对施工环境的实时
感知,实现施工数据的实时采集、快速分析和及时
预警;现场作业人员能够实时获得环境风险变化
情况,及时采取规避措施,提升现场作业的本质
安全。

相信随着5G工业互联网融合创新工作的大力推

进,将有更丰富的应用场景和更大的应用价值被
发现和创造,5G工业互联网技术必将与工业业务
结合越来越紧密,助力企业降本增效、安全环保、
产业升级,发挥出更大的价值!

参考文献:

- [1] 夏妍娜,赵胜. 工业4.0:正在发生的未来[J]. 中国石化,2016(7):82.
- [2] 张蕾. 5G背景下炼化企业智能化发展研究[J]. 中国信息化,2020(2):87-89.
- [3] 张轶. 面向5G网络的移动性管理技术研究[D]. 北京:北京邮电大学,2017.
- [4] 孙延吉,潘艳秋,唐珊慧,等. 基于ProMACE(R)石化智云个人工作台中科炼化工厂信息化项目一体化交付[J]. 中国新通信,2018,20(22):111-112.
- [5] 原诗萌. 石化央企的数字化转型实践[J]. 国资报告,2018(9):77-78.
- [6] 李连胜,李爱民,李波,等. 中国焊接协会在工业互联网上的探索与布局[J]. 金属加工:热加工,2020(8):18-22.
- [7] 石菲. 联想:数据智能深耕工业互联网[J]. 中国信息化,2018(10):20-23.
- [8] 储祥萍. 面向5G时代炼化企业智能化发展路径探索[J]. 当代石油石化,2019(7):13-16.
- [9] 林镜. 九江石化智能制造4.0[J]. 中国石油企业,2016(1):36-37.
- [10] 张远东,杨艳,郎峰翹. 关于促进中国石油企业科技成果转化的思考与建议[J]. 国际石油经济,2017,25(10):27-31,98.
- [11] 李月清. 角逐智能化新赛道——透视中国石油石化企业科技强企战略机遇、潜力与路径[J]. 中国石油企业,2019(7):36-37.
- [12] 文晓. 石化盈科:自主可控工业互联网平台ProMACE[J]. 自动化博览,2019(3):28-29.
- [13] 袁渊. 纸质图档实现数字化的创新实践——以中石化石油设计工程有限公司为例[J]. 山东档案,2019(1):78-79,70.
- [14] 张然. 石化企业离心压缩机组状态监测与健康评估[D]. 大连:大连理工大学,2018.
- [15] 田源,黄振. 智能化加速全球石油石化行业转型[J]. 中国石化,2018(6):20-22.
- [16] 袁渊. 纸质图档实现数字化的创新实践——以中石化石油设计工程有限公司为例[J]. 山东档案,2019(1):78-79,70.
- [17] 张凌志. 数字化技术让“大象”跳舞[J]. 中国石化,2020(20):71.

作者简介:

程景浩,工程师,工学学士,主要从事石油、石化、化工、钢铁、冶金、建材等大型流程行业工业互联网应用产品和解决方案工作;王燕伟,高级工程师,工学学士,主要从事5G和工业互联网相关咨询设计及技术团队的管理工作;徐滨阳,高级工程师,工学学士,主要从事石油、石化、化工等大型流程行业工业互联网应用产品和解决方案工作。