

工业 4.0 时代的信息化系统体系结构研究

严新金¹, 彭发强², 王锦兰¹, 林晔琛¹, 胡国良¹

(1. 厦门大学, 福建 厦门 361005; 2. 闽江学院, 福州 350108)

[摘要] 工业 4.0 是由德国提出的工业发展战略, 本文在此基础上提出了工业 4.0 信息化系统体系结构, 对 CPS 的三层体系结构和面临的挑战进行深入探索。

[关键词] CPS; 工业 4.0; 物联网; 挑战

doi: 10.3969/j.issn.1673-0194.2015.10.068

[中图分类号] TP399 [文献标识码] A [文章编号] 1673-0194(2015)10-0078-02

1 工业 4.0 简述

在各种运行有序的机器旁边, 若干身着蓝色工装的工人在计算

机前不紧不慢地操作着, 脚下干净的地面和周遭优雅的环境给人一种错觉——这分明是高端写字楼里的办公室啊。生产线上, 在微型计算机的控制下各种元器件自动的在传输带上前行, 到每个节点又自动的朝不同分支的生产线传输, 这才证明这里确实是工业化的生产车间。这就是工业 4.0 时代工厂车间里的普遍现象。工业 4.0 是由德国技术科学院 (ACDTECH) 等机构联合提出的国家战略, 旨在

[收稿日期] 2015-03-13

[基金项目] 厦门大学创新创业基金项目 (2014X0425)。

[通讯作者] 彭发强。

3 基于信息系统的装备保障态势图的建设要求

基于信息系统的装备保障态势图建设是一项庞大而复杂的系统工程, 涉及各级各类部队、各专业保障要素、多种信息技术, 而目前装备保障态势图基础网络建设薄弱, 信息采集、处理、利用刚刚起步, 尚未形成体系。因此, 装备保障态势图建设需抓住建设通信网络、统一技术体系、融合处理信息、按需展现态势 4 个关键点^[6]。

3.1 建设通信网络

主要是依托国防光纤通信网和既设接入系统, 联通装备保障指挥机构、装备保障部(分)队、主要保障要素和重要保障设施; 以数据链、卫星通信和联合战术通信网为基础, 联通装备保障指挥机构、作战部队、大型作战机动平台; 基于装备无线电通动态监控系统 and 军事物流系统, 联通团以上装备机动保障部(分)队、在运装备, 实现装备保障态势信息的高速传输和高效应用, 及与战场综合态势系统的有机连接。

3.2 统一技术体系

在保障需求方面, 依据保障体制和协同关系, 定义装备保障态势图系统功能和战术技术指标要求, 规范各类保障指挥、协同的口令代码, 确定各要素、任务、信息、信息流程和交换关系; 在技术体系结构方面, 遵循全军信息化标准体系, 规范信息采集、信息传输、信息融合、信息应用、数据库和安全保密分系统的技术标准, 实现装备保障态势图的“互联、互通、互操作”和安全应用, 以及与战场综合态势图的无缝链接^[7]。

3.3 融合处理信息

重点是在我方作战装备的信息中关联装备战损、资源补充数量等信息; 装备保障力量的信息中关联保障装备的数质量等信息; 根据装备保障实时情况, 动态估计保障资源的位置、状态和数质量, 实现装备保障态势信息的透明、一致、实时访问和总体态势评估。

3.4 按需展现态势

核心是基于统一的装备保障行动和协同规则, 明确推送方式、

刷新频率和发布权限等信息更新机制, 接收上级通用态势图, 完成本级态势图整编、标绘和显示任务, 并组织与下级相关部队的态势图协同^[8]; 采用分层方式, 将装备保障态势分为力量部署、保障需求、保障资源和保障能力等层次, 每层显示相关要素, 层与层之间灵活叠加; 采用开窗的方式, 选择某一特定装备保障要素、某一方面、某一部队进行显示, 实现装备保障态势图按需展开和快速调阅。

4 结语

本文对基于信息系统的装备保障态势图建设问题进行了研究, 力求从基本内涵、体系结构、基本要求 3 个方面取得创新, 基于信息系统的装备保障态势图建设问题仍属于新鲜事物, 有关问题还有待进一步探讨。

主要参考文献

- [1] 贾光亮, 邓豪. 基于信息系统的战场通用态势图研究 [J]. 现代兵种, 2013(1):17-20.
- [2] 胡洪波, 郭徽东. 通用作战态势图的构成与实现方法 [J]. 指挥控制与仿真, 2006(10):20-24.
- [3] 薛本新. 通用战场环境态势图研究 [J]. 军事运筹与系统工程, 2008(9):33-36.
- [4] 王玉峰. 通信保障态势感知研究 [J]. 无线电通信技术, 2010(10):8-10.
- [5] 杨海鹏, 郭建忠, 成毅. 基于“一张图”的公共安全应急联动态势图的研究 [J]. 测绘工程, 2012(10):38-41.
- [6] 陈建林, 巴宏欣, 朱孟平, 等. 联合作战共用战场态势图的构建 [J]. 指挥控制与仿真, 2013(4):21-24.
- [7] 何佳洲. 战场态势图互操作性及其关键技术分析 [J]. 指挥控制与仿真, 2010(2):1-7.
- [8] 李永红, 郭星华, 单国慧. 主动式态势图服务关键技术研究 [J]. 测绘科学, 2006(4):63-65.

确保德国制造业的未来竞争力和引领世界工业发展潮流。

18 世纪末以瓦特发明蒸汽机为标志的第一次工业革命是工业 1.0 版。20 世纪初的工业革命借助电能和流水线进行大批量生产是工业 2.0 版。20 世纪中期计算机、微控制器的大规模应用掀起了一场生产自动化的工业革命,这是工业 3.0 版。进入 21 世纪,随着互联网、物联网、新材料等技术的高速发展,整个工业生产体系提升到了一个全新的水平,这就是工业 4.0 版,其本质就是物理和信息系统的深度融合,是虚拟世界和现实世界的高度融合。

2 工业 4.0 时代信息化系统的体系结构及其特点

2.1 工业 4.0 时代信息化系统的体系结构

工业 4.0 是以智能制造为主导的第四次工业革命,是将虚拟制造、智能制造和传统制造业深度融合的制造模式。在该模式下,人们可以极大地利用传感器、网络、物联网和云计算等先进技术将生产制造与消费服务形成互联互通的有机体,建立高度灵活的个性化和数字化产品与服务生产制造模式,而实现这一战略的核心技术就是 CPS 信息物理系统(Cyber-Physical Systems)。

CPS 信息物理系统包含了环境感知、嵌入式计算、网络通信和网络控制等系统工程,使物理系统具有计算、通信、精确控制、远程协作和自治功能。它注重虚拟制造与物理制造的协调与紧密结合。CPS 信息物理系统是工业 4.0 的核心支撑技术,是虚拟世界和物理世界之间的桥梁和纽带(如图 1 所示)。同时也是位于物联网和互联网中间层的平台架构(如图 2 所示)。



图 1 基于 CPS 模式的工业 4.0 架构

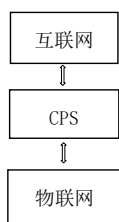


图 2 CPS 作用

本文结合工业 4.0 的概念和需求,参照 OSI 网络模型,提出了一种层次化、模块化的 CPS 体系结构,该结构自上而下可分为应用层、网络传输层、物理链路层(如图 3 所示)。应用层是 CPS 与虚拟世界的窗口,是 CPS 与互联网的接口,主要提供 CPS 对接互联网的服务,使用户独立于 CPS 本身繁琐的功能体系,专注于 CPS 的应用。物理感知层是主要感知、提取和处理机器、设备和环境等方面的数据,提取现实世界的的数据。网络层主要实现数据的传输和资源共享,作为 CPS 的纽带其连接着物理感知层和应用层,由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网等组成,类似于人的神经中枢系统,负责将物理感知层获取的信息安全可靠地传输到应用层,然后

根据不同的应用需求进行信息处理。



图 3 CPS 三层架构

2.2 基于工业 4.0 的 CPS 体系结构特点分析

第一,虚拟的信息世界与现实的物理世界的协同交融。CPS 通过传感器、微型控制器等设备感知现实的物理世界,再通过各种计算机网络与虚拟的信息世界融合,信息与物理直接存在着反馈闭环。

第二,通过物理感知层自主的适应客观物理环境的动态变化,具有自适应能力和重配置功能。

第三,现实的物理世界和虚拟世界的融合受时间和空间的限制,CPS 两端的物理世界和信息世界处在同一时间维度。

第四,具有开放的异构性。CPS 动态的接入不同的物理实体、计算机部件和模型等,自适应不同的条件和应用需求。

3 工业 4.0 时代信息化的变革与挑战

随着物联网技术的大规模普及与应用,工业 4.0 将建立在 CPS 基础之上,将物理设备与虚拟网络融合以推动工业产品和技术的升级换代。CPS 不仅将催生新的工业,甚至会重新排列现有的工业布局,同时 CPS 的发展也面临着巨大的挑战,主要有如下几方面。

3.1 节点互联的挑战

CPS 作为虚拟世界与物理世界之间承上启下的中间平台,允许也必须与各种网络节点融合。但是现有的网络节点缺乏统一的标准,接口繁多且千差万别,如何实现节点接口、如何定位节点和如何路由节点是 CPS 网络通信面临的一大挑战。

3.2 协同工作的挑战

CPS 上承信息系统和互联网,下启物理感知节点,是三者之间能否协同工作的关键所在。其本质在于将物理设备连接到互联网上,让物理设备实现计算、通信、精确控制、远程协调和自治等 5 大功能。所以如何让物联网、互联网和 CPS 构成的庞大的网络能互联互通、井然有序地协同工作是 CPS 的又一大挑战。

3.3 安全验证方面的挑战

CPS 的核心技术是要将物理设备、互联网、无线网和有线网等各种网络和不同的异构体集成融合,不同异构体间的组合需要经过充分的安全验证。然而在缺乏统一标准和机制的情况下,肩负与安全攸关的 CPS 系统,其安全验证行为极其复杂。

4 结语

本文主要讨论了工业 4.0 时代信息化系统的体系结构,提出 CPS 的三层体系结构模型,并论述了 CPS 所面临的挑战。CPS 作为互联网和物联网融合的关键技术,将为未来智能制造、智慧生活提供良好的机遇。