

# 面向智能制造的工业互联网:过去、现在与未来

许驰<sup>1,2,3</sup>, 于海斌<sup>1,2,3,4</sup>, 金曦<sup>1,2,3</sup>, 夏长清<sup>1,2,3</sup>, 李栋<sup>1,2,3</sup>, 曾鹏<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>中国科学院沈阳自动化研究所机器人学国家重点实验室, 中国沈阳市, 110016

<sup>2</sup>中国科学院网络化控制系统重点实验室, 中国沈阳市, 110016

<sup>3</sup>中国科学院机器人与智能制造创新研究院, 中国沈阳市, 110169

<sup>4</sup>中国科学院大学, 中国北京市, 100049

**摘要:** 新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合所催生的工业互联网, 通过“人、机、物”全要素互联, 将全方位打通生产链、价值链和产业链, 推动构建全新的制造和服务体系。其中, 进行个性化定制生产, 实现差异化服务是未来制造的典型范式, 亟需突破现有分层异构工业网络所塑造的“烟囱式”服务架构, 打造扁平化的网络新体系, 构建制造与服务的透明通道。本文从流程制造和离散制造的基本概念出发, 首先充分挖掘了典型制造任务的基本要求; 然后, 通过对工业互联网发展历程的概述, 系统介绍并比较了工业互联网的网络能力现状, 进一步分析了工业互联网的现存问题。在此基础上, 提出建立“感知-通信-计算-控制”一体化的工业互联网“细腰”新架构。进一步地, 深入分析讨论了所面临的核心挑战及未来研究方向, 包括工业互联网的业务-资源多维协同感知、异构融合网络端到端确定性通信、虚拟计算与运行控制。

**关键词:** 智能制造; 工业互联网; 细腰; 透明服务; 制造即服务

<https://doi.org/10.1631/FITEE.2300806>