

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

图解 **精益制造** 038

工业4.0之 机器人与智能生产

制造业竞争力提升的下一个聚焦点

每一个机器人

解决一个社会问题

每一个智能方案

展示一种可能性

日本日经制造编辑部 著

张源 王言 杨文 石露 译

人民东方出版传媒

People's Oriental Publishing & Media



东方出版社
The Oriental Press

图解 精益制造 038

工业4.0 之 机器人与智能生产

日本日经制造编辑部 著

张源 王言 杨文 石露 译

人民东方出版传媒
People's Oriental Publishing & Media



东方出版社
The Oriental Press

图书在版编目 (CIP) 数据

工业 4.0 之机器人与智能生产 / 日本日经制造编辑部 著; 张源等 译. — 北京: 东方出版社, 2016.9

(精益制造 ; 038)

ISBN 978-7-5060-9220-3

I . ①工… II . ①日… ②张… III . ①机器人—应用—工业生产—研究
②工业生产—智能控制—研究 IV . ① F406.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 227628 号

Copyright © 2011-2014 Nikkei Business Publications, Inc. All rights reserved.
Originally published in Japan by Nikkei Business Publications, Inc.
Simplified Chinese translation rights arranged with Nikkei Business Publications, Inc.
through BEIJING HANHE CULTURE COMMUNICATION CO.,LTD.

本书中文简体字版权由北京汉和文化传播有限公司代理
中文简体字版专有权属东方出版社所有
著作权合同登记号 图字: 01-2016-1207 号

精益制造 038: 工业 4.0 之机器人与智能生产

(JING YI ZHI ZAO 038:GONG YE 4.0 ZHI JIQIREN YU ZHINENGSHENGCHAN)

作 者: 日本日经制造编辑部

译 者: 张 源 王 言 杨 文 石 露

责任编辑: 崔雁行 高琛倩

出 版: 东方出版社

发 行: 人民东方出版传媒有限公司

地 址: 北京市东城区东四十条 113 号

邮政编码: 100007

印 刷: 北京楠萍印刷有限公司

版 次: 2016 年 10 月第 1 版

印 次: 2016 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1—6000 册

开 本: 880 毫米 × 1230 毫米 1/32

印 张: 6.875

字 数: 137 千字

书 号: ISBN 978-7-5060-9220-3

定 价: 38.00 元

发行电话: (010) 85924663 85924644 85924641

版权所有, 违者必究 本书观点并不代表本社立场

如有印装质量问题, 请拨打电话: (010) 85924602 85924603

目 录

01 机器人在工厂的应用

丰田高冈工厂投入与人协作的机器人	003
三菱电机挑战组装工程的自动化	006
三菱电机提高机器人的组装能力	
弯弯曲曲的电缆也可以处理	013
对散装零件进行排列整理的机器人	020
三菱电机用机器人对散装部件进行排列	
开发出应对变种变量生产的系统	027

02 机器人技术飞出工厂

机器人技术飞出工厂

(在护理、医疗、农业等领域不断成长).....035

帮助解决内视镜手术课题的机器人

大学创业公司使其实用化.....105

SECOM 公司开发出世界首台空中防盗机器人

可自主从上空监视可疑人员.....108

具备适应不同状况能力的新型“ASIMO”

看到人的动作后改变自身的动作.....114

TAKUBO 工程

用壁挂机器人进行旋转式涂装在业界掀起风潮.....122

03 核电站事故后的援助工作

将机器人投入到处理核辐射事故的工作中 133

用陆续出现的核电事故机器人能否推进事故后的恢复工作

四足步行型机器人在投入使用后出现问题 139

在全日本范围内开发核电站机器人

提高在现场的实践能力 144

04 安全性规格

为实现实用化，要保证生活辅助机器人的安全性

国际规格将在 2013 年春季前后公布 151

05 在新兴国家的发展

爱普生将产业领域集中到核心业务

“新兴国家对机器人的需求很高”..... 159

06 智能生产

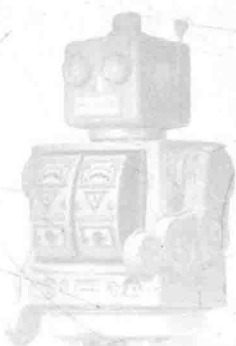
在 TSUBAMEX 的加工现场，用 iPad 在

实物旁立刻呈现出三维模型..... 165

使用平板电脑终端或音声系统辅助现场作业..... 171

Factory2014 开幕，互联网和大数据改变工厂 186

极致的无人化生产线倾向，进一步加速工厂的自动化... 192



01

机器人在工厂的应用

丰田高冈工厂投入与人协作的机器人

► 魅力篇“设计·制造解决方案展（DMS 展）”现场报告

在经济产业省举行的第四届机器人大奖赛中，获得最高奖项——经济大臣奖的是丰田汽车高冈工厂为备用轮胎的装载开发的“安全、舒适的与人协作的80W 低功率驱动节能机器人”（图1）^①。



图1 获得第四届机器人大奖赛经济大臣奖的用于堆放备用轮胎的机器人

丰田汽车称之为“搭载备胎的自动机器人”，2010年开始在高冈工厂投入使用。

① 奖项由丰田汽车、Ochiai Nexus、名古屋工业大学、首都大学东京共同获得。

低功率发动机就可以给其提供工作时所必需的动能，其安全的设计，使作业人员即使在工作时靠近机器人，作业的危险性也很低。

此款机器人在劳动安全卫生规则上符合适用于小型机器人以外的规定（1983年日本劳动省告示第51号）。在法规上，工厂没有用栅栏等把机器人与作业人员隔离的义务。根据此规定，凡是发动机功率低于80W的机器人，都被认为是可以与人一起工作的。

为实现虽然是低功率也可以完成20kg左右的向上搬运工作，把此款机器人自身的升降臂通过弹簧和链条被吊起，设置了一个“自重补偿机”（图2）。由于此装置与升降臂的角度无关，只需支撑其自身重量，所以发动机的功率几乎可以全部用在工作所需上。如果功率为80W，在没有损耗的情况下，理论上可以将质量为30kg的物体以0.25m/s的速度移动。通常情况下，升降臂自身的移动就需要发动机输出功率的70%—90%，有了自重补偿机，这部分的功率就可以得到节约^①。

而且此款机器人在与作业人员发生接触时，为让作业人员能够推开升降臂，引进了削弱升降臂阻力的“无传感器灵活调节力量”装置。用判定从发电机的负荷电流到施加在升降臂上的外力的方法，检测机器人与作业人员的接触，就不用担心像依赖传感器时会产生死角这样的问题发生。

熟知机械安全的明治大学教授向殿政男提到：“这是一个将机器人的可能性放大的研究，与欧美相比也很独特的研究。”他

^① 实际上，用相当于工作时所用的一半的力就可以将多余的部分举起，发动机的输出功率得到了更为有效的利用。使用与升降臂并行的连接装置，保持姿势不变，然后将水平回旋的动作与升降轴的动作完全分离。

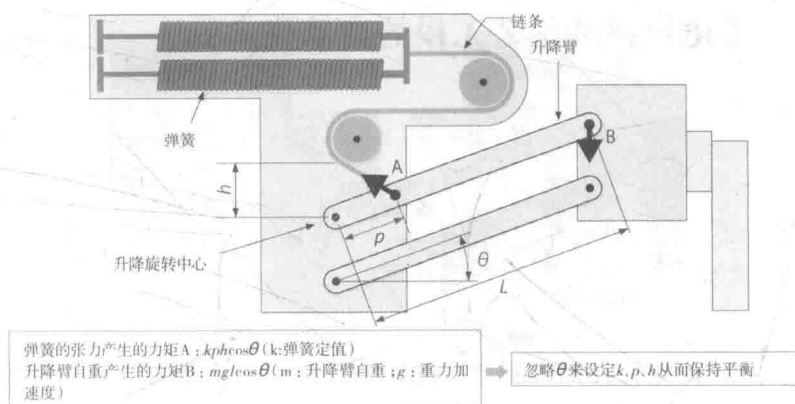


图 2 自重补偿机概要

通过弹簧和链条将水平方向的升降臂吊起，为使因自重产生的力矩和弹簧产生的力矩平衡，要设定弹簧的定值和吊起的位置。

还指出，欧美也在进行可以与人近距离接触的机器人的研究，但是他们采用的是高功率的通常模式与低功率两种模式，在作业人员接近时必须将机器人设定为低功率模式。而“获奖机器人本身就是低功率模式的设计，就安全程度来说，设计水平更高”。

三菱电机挑战组装工程的自动化

三菱电机在福山制造所的用于配线的断路器工厂中，导入了使用机器人的自动组装生产线（图3）。通过这样的自动化，提高了所有组装工程的生产能力和生产效率，强化了其作为向国内外输出的供给据点的作用。



图3 配线用断路器的组装生产线

(a) 是制造开关机构组件的机器人单元；(b) 是安装该组件、可动元件、门门的自动化生产线。

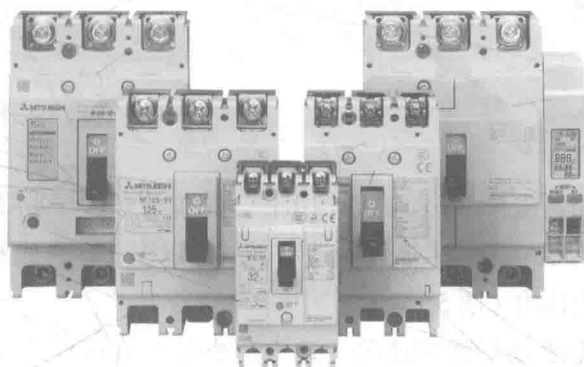


图4 “WS-V”系列

用于检测电气回路的异常电流和漏电现象，防止配线和机器的异常过热 / 烧损。用于工厂等的控制盘和配电盘。

公司于2010年1月发售了用新生产线制造的“WS-V”系列（图4）。该系列是以预先组装工程的自动化为前提进行的设计。2010年时一直都是通过手工进行制造的，2011年1月开始转向了自动化生产线。与此同时，该公司投资约50亿日元引入了85台机器人。

► 组件结构复杂

断路器主要由①开关机构组件，②可动元件，③门闩构成。断路器的组装工程大概就是造出①后，以①—③为底座把零件安装到壳体内（图5）。

①是手动操作开或关的地方，也是在有过电流经过时自动切断接点的机构，因此它是断路器中最重要的组件。②是接受①的动作之后活动的接头（接头数量与断路器中可连接的配线数相同）。③是将①的动作传达给多个②的机构。

实际上，一直以来①—③的组装工程都是可以实现自动化的，但制造重要组件①时是不能够自动化的，因为其结构复杂。

采用机器人的自动化组装工程是“将单纯形状的零件向同一方向一个个进行重叠是最理想的”，福山制造所生产系统推进部生产技术科长妹尾彰说。但是，开关组件上存在多个“U”字型零件，因为不得不从多个方向对其进行安装，所以很难实现自动化。

如此一来，因为制造开关组件的工程需要人工操作，所以一直以来都是委托给其他企业。因此，制造开关组件的生产周期（从将零部件交给委托的企业，到委托的企业将组件返回给该公司的时间）基本上占据了整个生产周期。具体来说，整体的生产周期如果为5天，制造开关组件的生产周期将是4天。

另一方面，因为对顾客是进行当天发货，所以必须用有库

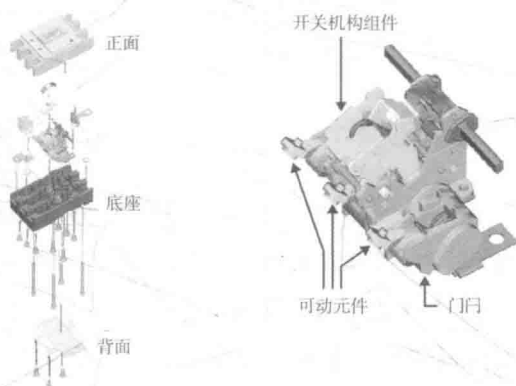


图5 断路器的构造

开关机构组件在断路器中承担着重要机能，因为有很多复杂形状的零件，实现组装工程的自动化很难。

存的产品和半成品弥补因生产周期耽误的时间。要想提高工厂的生产性，在致力于改善开关组件的组装工程的同时，必须实现同工程的自动化。

► 对整体进行最佳的设计

“WS-V”系列改变了开关机构组件的一部分零件的形状，采用了自动化设计。具体是将复杂形状的零件分割成单一的形状，使组装工程的自动化成为可能。一般来说，零件的分工越细致越容易实现自动化，但是“除满足性能和强度比较难以外，单个零件的成本也会增加”，妹尾说。所以满足要求性能、通过自动化实现成本削减的效果越大，就越要分割零部件。

而且，多个机种通过共用分割后的零部件，可以削减成本。“设计者对组装工程的自动化进行讨论后，认为不应该针对各个机种进行分别设计，而应该对系列整体进行最合适的设计，大家对此也达成了一致的共识”，妹尾说。

据此，由两台垂直六轴的机器人构成的机器人单元就可以组装开关机构组件了。将开关机构组件的零件（共13个）置于托盘上，供给给机器人单元即可。对托盘的零部件配置和供给，是由人工来完成的，除此之外的工程全部都是由机器人来执行。通过自动化，开关机构组件的组装时间减少了30—40秒、缩短至手工操作的1/3，而且节省了40%的人力、空间。福山制造所已经开始着手于智能计量表^①等新事业，因自动化节省的人力资源正好可以投入到新事业中。

① 智能计量表：具有通信功能等高级功能的电动计量表。有效地供给、利用电力及再生能源，扮演着重要的角色。