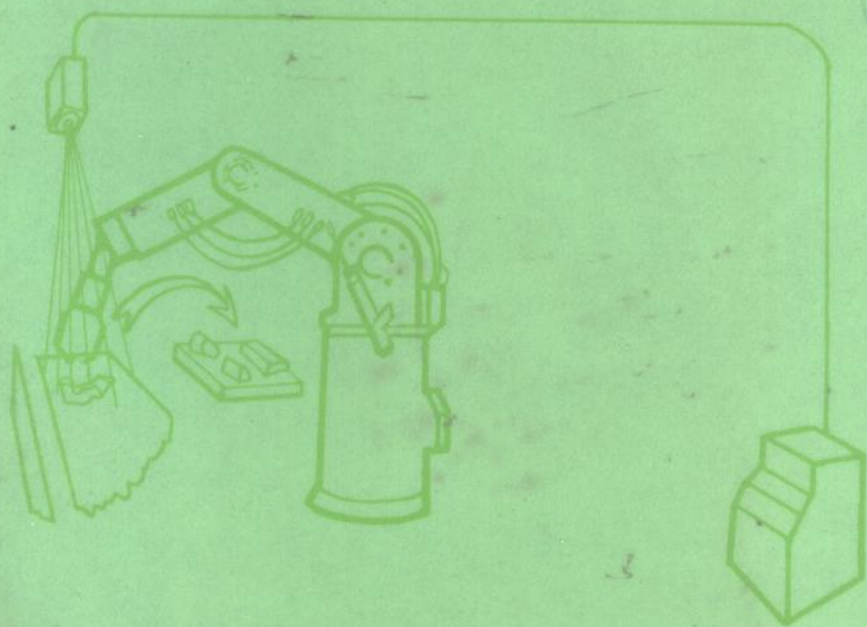


CHANYE JIQIREN DE YINGYONG

产业机器人的应用

〔日〕渡边茂 主编

日本产业机器人工业会 编



机械工业出版社

产业机器人的应用

〔日〕 渡边茂 主编

日本产业机器人工业会 编

卜 炎 张宝兴 刘守谦 译



机械工业出版社

本书为日本“产业机器人读物编辑委员会”编辑的三本产业机器人读物之一。这三本书是《现代经营管理与机器人》、《产业机器人技术》和《产业机器人的应用》。三本书既有联系又有独立性。

本书介绍了产业机器人在日本的应用实例,有锻造、铸造、冲压、焊接、热处理、切削加工、装配、喷涂、搬运及其它约百余例。每一实例介绍其引入条件、平面布置、系统组成、动作、效果及注意事项等。在介绍实例以前讲述了引入产业机器人的方法。

本书供机械工程技术、生产管理人员及有关大、中专工科学校师生参考。

産業用ロボットの応用

渡辺 茂 監修

日本産業用ロボット工業会編

日刊工業新聞社, 1979年

* * *

产业机器人的应用

日本产业机器人工业会 编

渡辺茂 主编

张宝兴 刘守谦 译

机械工业出版社出版(北京东直门外大街万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 850×1168 1/32·印张 91/8·插页 2·字数 249 千字

1986年5月北京第一版·1986年5月北京第一次印刷

印数 00,001—2,661·定价 3.10元

*

统一书号: 15033·6171

编辑委员会

- | | |
|-------|------------------------|
| 渡边 茂 | 东京大学名誉教授，东京都立工科短期大学校长 |
| 加藤一郎 | 早稻田大学理工学院教授 |
| 长谷川健介 | 东京工业大学工学院教授 |
| 长谷川幸男 | 早稻田大学系统工程科学研究所教授 |
| 尾崎省太郎 | 通产省工业技术院机械技术研究所生产工学部部长 |
| 佐藤孝平 | 通产省工业技术院电子技术综合研究所控制部部长 |
| 小野嘉雄 | (株)日本工程技术研究所代理董事 |
| 柴田 勉 | (株)柴田技术研究所所长 |
| 熊谷 卓 | (株)新兴技术研究所代理董事 |
| 加藤 明 | 川崎重工业(株)名古屋营业所所长 |
| 伊藤诚一 | (株)东京测量仪器企画室开发专任次长 |
| 后藤达生 | 日立制作所机械研究所第二部长 |
| 大喜多法义 | 日产汽车(株)吉原工厂厂长 |
| 米本完二 | (社)日本产业机器人工业会专务理事 |

译 序

产业机器人在日本已形成一个独立的产业。在当今工业发达的国家中，日本是应用产业机器人最多的国家，它有“机器人王国”之称。由于机器人技术的发展，对日本的经济的发展起了一定的推动作用。为了进一步加速机器人技术的发展，日本“产业机器人读物编辑委员会”组织了许多专家、教授，在总结日本生产中应用机器人的实践经验与理论研究的基础上，同时编辑出版了《现代经营管理和机器人》、《产业机器人技术》、《产业机器人的应用》三本书，这三本书是姊妹篇。在此三本书中，比较详细地介绍了产业机器人与生产经营管理的关系，介绍了产业机器人有关的工程技术问题及产业机器人的实际应用。

随着我国工业技术的不断发展，产业机器人技术必将渗透到许多技术领域，我们深信，此书的问世，对加速我国产业机器人技术的发展，会起到一定的作用。

本书由何发昌同志校订，在此表示谢意。

7276/5

序

工业机器人由美国引入日本以来，已有十余年了。在这期间，日本的工业机器人不断发展，其使用范围以制造行业为中心日益扩大。

现在，在制造工业机器人及其应用系统的厂家、拥有机器人的台数、对产业机器人的基础技术进行研究的大学、国立研究机构和研究人员等方面，从数量上说日本都处于领先地位。

就机器人的发展过程来说，在引进机器人的初期，正处在经济飞速发展时期，作为解决当时劳力不足问题的有力手段，机器人引起了企业界极大的反响，并积极引进。

其后，迎来了稳定发展时期，产业结构相继改变，使用工业机器人的目的扩大了，从防止工伤事故、职业病等改善劳动环境和关心劳动者的观点出发，工业机器人逐步获得普及。特别是在今后，伴随着文化水平的提高，作为创造舒适的劳动环境，即所谓工作现场“白色化”的手段，或作为适应“高龄化”社会的手段，人们认为必须使用工业机器人。可以预计工业机器人将迅速普及。

工业机器人的使用领域、工作范围正在迅速扩大。目前，以汽车工业为首，在电机电器制造业、塑料加工业、金属制品业、金属加工机械制造业都在将机器人引入各生产过程中，促进机器人制造业高速度发展。从1973年到现在，产值平均每年增长22%，在1978年，完成产值247亿日元。

今后在现有机器人的各种功能基础上，发展成更高性能的多功能机器人，其应用范围不限于以制造业为中心的领域，除以前难实现自动化的装配、检验工序扩大使用机器人以外，还用于原子能工业、医疗福利事业、海洋开发、农业及林业。在包括交通

运输、煤气、自来水、垃圾处理及清扫等服务性行业的第一和第三产业的广泛领域中，机器人的利用也取得显著进展。

在这样的历史背景下，本书在叙述产业机器人的引入方法的同时，收集在实际生产线上使用产业机器人的最新实例，把它介绍给别的生产工序。这为了今后对生产工序的合理化、高效率化而讨论产业机器人的引入，是极为有用的。

本书为产业机器人的应用篇，作为它的姊妹篇，已经出版了对产业机器人作一般介绍的《现代经营管理与机器人》和介绍产业机器人技术的《产业机器人技术》。三本书最好一起阅读。

最后，向担任执笔的各位作者、编辑委员会各位委员、工业会事务局各位工作人员和担任实际出版事务的日刊工业新闻社出版局的各位工作人员，致以深切的谢意。

产业机器人读物 渡边茂
编辑委员会委员长

1979年9月

目 录

1. 引入产业机器人的方法	1
1.1 对机器人所做作业的选定	1
1.1.1 对需要机器人化的评价	1
1.1.2 实现用机器人工作在技术上难易程度的评价	3
1.1.3 系统统一性的讨论	3
1.1.4 对用机器人去完成的作业的综合评价和引入计划的制定	3
1.2 为引入机器人的系统设计	4
1.2.1 确定作业条件	4
1.2.2 拟定作业功能的分配	5
1.2.3 机器人化作业对象的分类和图谱化	6
1.2.4 机器人特性的掌握和分类	7
1.2.5 作业图谱和适于该图谱的机器人组合	8
1.2.6 制定机器人化作业系统的代替方案	8
1.3 设计方案的评价及选择	9
1.3.1 能否实现的评价	9
1.3.2 期望程度的评价	10
1.4 机器人作业系统的设置	12
1.4.1 明确引入目的和原因	12
1.4.2 使用时的问题	12
1.5 运转保养管理体制的配备	15
1.5.1 保养体制之实例	16
1.5.2 制造现场的体制	16
1.5.3 使用机器人的质量管理	17
1.6 安全措施	17
1.6.1 提高可靠性	18
1.6.2 误动时防止事故的措施	18
1.6.3 安全管理体制	18
1.7 系统工程师的培养	18
2. 机器人化的作业系统	20

2.1	概述	20
2.1.1	应用范围的分类和区分	20
2.1.2	事例的梗概	21
2.2	锻造	22
2.2.1	精密热模锻作业的自动化	22
2.2.2	辊锻作业的自动化	24
2.2.3	锻造作业的自动化	26
2.2.4	在锻造作业中引入 IR	28
2.2.5	适用于热态清除缺陷作业的主从式操作机	30
2.2.6	自由锻造压力机和锻造操作机全程控的实用化	32
2.2.7	锻压工厂中引入的机器人	34
2.2.8	热锻作业的自动化	36
2.3	重力铸造	37
2.3.1	重力铸造机的合理化	37
2.4	压铸	39
2.4.1	压铸作业中引入的 IR	39
2.4.2	压铸作业省力的新系统	41
2.4.3	压铸作业自动化	43
2.4.4	压铸、取出工件、切边作业自动化	45
2.4.5	对压铸机的适用性	46
2.5	塑料制品成形	48
2.5.1	注塑成形机的自动化	48
2.5.2	机器人和组合垒积装置系统	50
2.5.3	成形作业的自动化	52
2.5.4	对塑料机械的适用性	54
2.6	压力机	56
2.6.1	小型压力机用 IR	56
2.6.2	串列式压力机的自动化	58
2.6.3	大型压力机的省力和安全化	59
2.6.4	小件精密整形	61
2.6.5	回转料斗式薄板供料装置	63
2.6.6	冲压用机器人	65
2.6.7	大型压力机的自动化	66

2.6.8	用传送式机器人的冲压加工自动化	70
2.6.9	小批量生产冲压加工的安全化和省力化	72
2.6.10	瓢曲压力机搬运作业的自动化	74
2.6.11	C形框架(开式)压力机生产线自动化的实例	75
2.6.12	在冲压加工生产线上应用凸轮驱动的小型机器人	77
2.6.13	五台压力机组成的生产线	79
2.6.14	凸轮式冲压机械手	81
2.7	切削加工	83
2.7.1	适用于机械作业的小型行走式 IR	83
2.7.2	适用于机械加工的 IR	85
2.7.3	轴类加工的搬运自动化	87
2.7.4	机械加工自动化系统	89
2.7.5	车床群的自动化	91
2.7.6	高效率的磨削加工线的新系统	93
2.7.7	低压喷丸作业自动化	95
2.7.8	使用操作机的卧式手动珩磨机的自动化	98
2.8	喷涂	100
2.8.1	适用于喷涂作业的机器人	100
2.8.2	船用燃气轮机增压器的喷漆自动化	102
2.8.3	小轿车底涂层的喷涂条件	104
2.8.4	汽车下底面的隔音喷涂自动化	106
2.8.5	利用喷涂机器人对后轴进行喷涂	107
2.8.6	对输送机上搬送着的工件进行自动喷涂的系统	109
2.8.7	船体自动喷涂装置(修船用)	111
2.8.8	小型压缩机空气罐的喷漆自动化	113
2.8.9	喷涂实例	116
2.8.10	汽油计量机部件喷漆自动化	118
2.9	热处理	120
2.9.1	热处理作业的自动化	120
2.10	装配	123
2.10.1	用移动式机器人自动装配	123
2.10.2	微型机器人进行装配作业的实例	125
2.10.3	软接触装配的自动化	127

2.11 焊接	129
2.11.1 在电弧焊作业中的应用	129
2.11.2 电弧焊作业的自动化	131
2.11.3 车身点焊自动化	133
2.11.4 焊接机器人的应用实例	135
2.11.5 液压挖掘机构件电弧焊的自动化	137
2.11.6 拖拉机零件的电弧焊	139
2.11.7 多方格形平角焊的机器人	142
2.11.8 大型构件垂直角焊缝的焊接自动化	143
2.11.9 大型电弧焊机器人	146
2.11.10 车身钎焊作业的自动化	147
2.11.11 摇臂内侧焊接的自动化	149
2.11.12 在点焊中的应用	151
2.11.13 汽车零件自动焊接生产线	153
2.11.14 用球坐标式 6 自由度 IR 进行点焊作业	156
2.11.15 电弧焊接 IR 的平面布置	158
2.12 搬运	160
2.12.1 炸药搬运的自动化	160
2.12.2 搬运显象管用漏斗形玻璃管的机器人系统	162
2.12.3 大型零件搬运自动化	164
2.12.4 输送机、台车等在移动中的工件搬运	166
2.12.5 带触觉的集装箱自动装卸装置	168
2.12.6 显象管搬运自动化	171
2.12.7 面板悬挂作业的自动化	173
2.12.8 重物装卸作业	175
2.12.9 从箱中卸货作业的应用	177
2.12.10 供电式自动搬送台车	179
2.12.11 从输送机上取出工件的装置	181
2.13 码垛	183
2.13.1 铝锭的堆码	183
2.13.2 堆砖自动化	185
2.14 清洗	187
2.14.1 自动清洗系统	187

2.15 晶体管装配	190
2.15.1 半导体芯片自动焊接	190
2.15.2 用于集成电路的自动引线焊接	192
2.15.3 具有视觉的全自动晶体管装配系统	194
2.15.4 晶体管全自动焊接系统	196
2.16 检查	198
2.16.1 半导体特性试验、分选生产线的自动化	198
2.17 其它	200
2.17.1 电石炉炉前作业的机械化	200
2.17.2 炉前作业用 IR 的研制	202
2.17.3 大型焊接结构的自动找正划线装置	205
2.17.4 擦窗机器人	208
3. 机器人化的加工生产线	210
3.1 概述	210
3.1.1 机器人化加工生产线的背景	210
3.1.2 事例概要	213
3.2 零件生产线	213
3.2.1 轴类加工自动化系统	213
3.2.2 机械加工生产线中行走式机器人的应用	217
3.2.3 曲轴加工生产线的装卸自动化	221
3.2.4 通用剪切作业线的自动化	225
3.2.5 电动机零件的自动车削加工系统	228
3.2.6 电动机轴加工生产线的自动化	232
3.2.7 冲压加工生产线的自动化	235
3.2.8 冲压生产线的自动化	238
3.2.9 冲压加工自动化系统	242
3.3 装配、焊接生产线	246
3.3.1 汽车车身点焊工序的自动化	246
3.3.2 自卸车零件的焊接、机械加工生产线	249
3.3.3 用多臂机器人的焊接自动化	253
3.3.4 用 IR 群实现汽车框架点焊生产线的自动化	257
3.3.5 农用小型发动机的装配线	262

3.3.6 取出并排列推土机履板的作业自动化.....	267
3.4 综合生产线.....	271
3.4.1 加工变速箱用机器人的引入方法.....	271
3.4.2 专用电动机的全自动化系统.....	274
3.5 其它.....	276
3.5.1 用气动产业机器人的花盆成形生产线的自动化.....	276

1. 引入产业机器人的方法

1.1 对机器人所做作业的选定

为了增加用机器人后的省力效果，希望在企业 and 工厂特定的水平上，有组织地制定引入计划。为此，不要在零散的作业中引入机器人，而必须在一定的基准上对作业进行系统地考虑。由机器人去完成作业的选定方法大致如下。

- 1) 从对机器人迫切需要的地方开始引入机器人；
- 2) 从技术上较容易的地方开始引入机器人；
- 3) 逐步引入机器人构成系统。

由于历来从第2)条，即在技术上较容易的地方开始引入的情况较多，因而并未认真谋求按1)中的观点解决问题。缺乏3)的观点时，导致零散地引入机器人，多数场合没有综合的效果。因此，希望综合考虑上述三种观点，选定由机器人去完成的作业。然后再对每个项目加以考察。

1.1.1 对需要机器人化的评价

在这一点上还需调研下述三个方面的立场¹⁾

(1) 操作者的需要

用直接向各工种操作者发调查卡和采访的方法调查对机器人的需要，下述诸项可以作为提问的项目：

- a) 是否受到过伤害和伤害的程度；
- b) 局部疲劳等状况；
- c) 职业病的发生状况；
- d) 愿意不愿意做自己的工作。

这其中特别是关于d)的回答，必须慎重讨论，因为它关系到所谓生活意义的问题。图1.1-1是根据对重型电机、轻型电机、造船、汽车和精密机械等五种行业用发调查卡进行调查而归纳出来的工作的严重度²⁾。

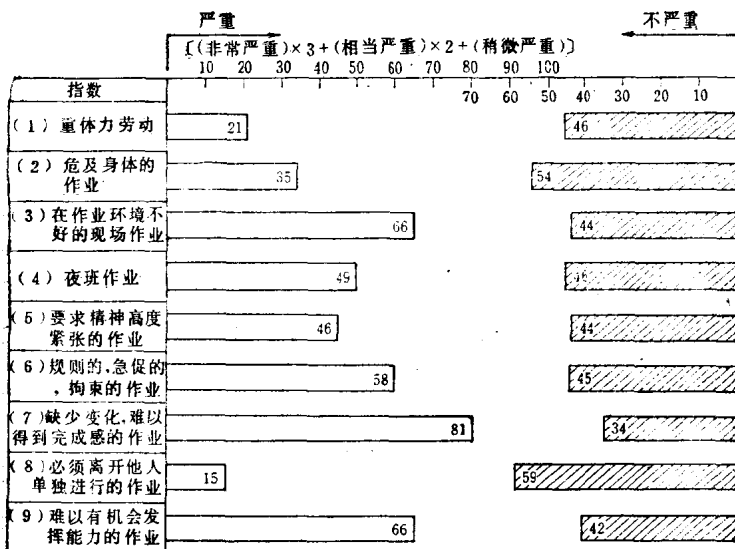


图1.1-1 用发调查卡调查来的工作的严重度(五种职业平均)

(2) 企业经营者的需要

也用发调查卡和采访做了许多这种调查, 并且是主动发表意见。下列诸项是调查的着眼点:

- a) 因职工工资而使成本高的作业;
- b) 缺勤和退職者多的作业;
- c) 劳动力水平不稳定的作业;
- d) 希望工作时间和负荷系数具有弹性的作业;
- e) 偏僻地方和恶劣生活环境下的作业。

(3) 专家确定的需要

依靠安全管理和作业研究的专家, 进行各种调查、分析并确定需要, 可以考虑下列诸项:

- a) 从分析姿势看不适宜于人的作业;
- b) 危险性大的作业;
- c) 热辐射、噪声、尘埃、污染等使人的生理不适应的作业;
- d) 用人工操作作业负荷变动大、容易出现空闲的作业(根据控时摄影的测定来判断);

e) 由于作业疲劳等而打乱平衡的作业。

综合整理从各个立场出发提出的需要, 根据需要确定引入机器人的先后次序。但是, 这里尚未考虑实现用机器人工作的难易程度。

1.1.2 实现用机器人工作在技术上难易程度的评价

一方面要明了现场的需要, 同时在技术上能否实现的讨论也不可缺少。不过, 过分强调技术上的可行性, 就有产生顾虑的坏处。有时尽管实现有困难, 但在迫切需要机器人的场合, 也必须强有力地推进。

下列诸项可作为技术上可行性的评价尺度:

- a) 动作的复杂性;
- b) 动作的速度;
- c) 动作的精度;
- d) 搬运的重量;
- e) 与其它加工机械和外部设备的连锁装置的复杂程度;
- f) 空间的限制;
- g) 温度、尘埃、振动等环境条件。

1.1.3 系统统一性的讨论

从用机器人的作业系统的范围出发, 考虑一下其统一性, 这时可以考虑如下水平:

- a) 独立工序: 例如压铸件和塑料制品成形后取出零件的作业等;
- b) 作业群或流水线: 例如点焊流水线、冲压流水线、装配流水线和特定的零件加工流水线等;
- c) 特定零件的制造系统: 特定零件的加工及装配流水线等。

使用机器人的总的效果在数量上必须显著。并且, 在使用机器人的场所, 要有确保其运转与维护的技术人员, 机器人的保养状态也是重要问题。因而, 在判断是否引入机器人时, 也必须从这样的系统的立场出发进行讨论。

1.1.4 对用机器人去完成的作业的综合评价和引入计划的

制定

考虑上列诸条件,综合评价用机器人去完成的作业。根据其结果订出某些作业采用机器人的先后顺序,省力目标,日程,承担者等。

1.2 为引入机器人的系统设计

根据上节叙述的判断基准定出引入机器人的先后次序后,对最优先的项目进行具体的系统设计。这时的设计顺序如图1.2-1所示。依此按设计步骤作必要的内容说明。

1.2.1 确定作业条件

设计机器人作业系统时,要确定作为前提(约束)条件的作业条件。

观察一下过去引入机器人的失败事例,可认为其中大部分都似乎是因为在引入时对作业条件讨论得不充分。象机器人这样适宜于多品种、小批量生产的“柔性”自动机,其作业条件一定比较复杂。

因此,为了有系统的掌握这些作业条件,图1.2-2给出使用方便的设计图表³⁾。在这个设计图表中,特性有7项、分为三个方

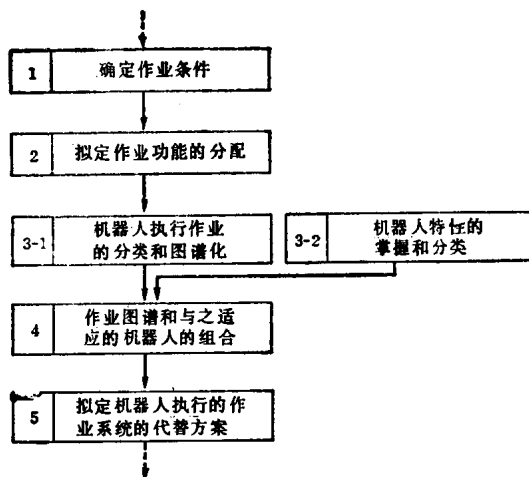


图1.2-1 使用产业机器人的作业系统的设计顺序