

工业计测系统

[日] 野坂康雄著

马竹梧等译 申济湘审校

检测

传送

处理

上海交通大学出版社

工业计测系统

[日] 野坂康雄著

马竹梧等译

申济湘审校

上海交通大学出版社

· 16220.52

工 业 计 测 系 统

[日] 野坂康雄著
马竹梧等译 申济湘审校

上海交通大学出版社出版、发行
(淮海中路 1984 弄 19 号)
上海 704 研究所印刷厂 印刷

开本: 787×1902(毫米)1/16 印张: 10.56 字数: 284 千字
1991 年 4 月第 1 版 1991 年 4 月第 1 次印刷
印数: 1—3000 册
书号: ISBN 7—313 定价: 
10 元

译 序

工业计测在生产系统中占有十分重要的地位,它是实现生产管理、生产优化和生产操作、自动控制的重要手段,是新建和改造现有生产设备,增加产量,提高质量、降低消耗(包括能耗),安全生产,保护环境等不可缺少的组成部分。鉴于我国从事工业计测的队伍不断扩大,以及工业计测日新月异,我们认为有必要出版一本有关这一专业的继续教育读物。1987年日本东海大学出版社出版了工学博士野坂康雄教授著的《工业计测系统》,正符合我们上述需要。本书体系清晰,取材实用,内容广泛,概括了工业计测随微电子、数字运算处理、传感器和图像处理先进技术进步的新发展,而且叙述简明易懂、观点新颖,把计测对象与计测手段合为一体,作为一个系统进行处理,并列举了大量工业计测系统和应用实例,特别是以质量为目标的高级计测系统。因此,我们决定把它翻译出来,以满足当前从事工业计测的工程技术人员和有关企业领导的迫切需要。

本书各章节的译校由下列同志完成。中文版前言:张必彤译、申济湘校,日文版前言:李正恒译、申济湘校,本书目录:李正恒译、申济湘校,第一章:秦雅坤译、申济湘校,第二章:秦雅坤译、陈俊彦校,第三章:李正恒译、申济湘校,第四章:秦雅坤译、陈彦俊校,第五章:马竹梧译、陈俊彦校,第六章:马竹梧译、秦雅坤校,第七章:汤逢余译、陈俊彦校,第八章:马竹梧译、申济湘校,第九章:马竹梧译、申济湘校,第十章:申敬府译、申济湘校,第十一章:李正恒译、李雨膏校,第十二章:李正恒译、李雨膏校,第十三章:谢永善译、陈俊彦校,第十四章:汤逢余译、陈俊彦校,附录:陈俊彦译、汤逢余校。全书由申济湘同志总审校。由于水平有限,不妥之处,敬请读者批评指正。

中国金属学会冶金自动化学会
中国自动化学会应用专业委员会

1990年10月于

北京冶金部自动化研究院

中文版前言

计测对近代工业生产是极其重要的技术。其目的是使产品的质量、形状、尺寸等达到规定的要求，而且为实现高生产率，工业计测是必不可少的。也就是说，要正确掌握原材料、产品及生产工艺的特点，以实现在生产操作中节省资源、节省能源以及推广自动化，没有计测，其管理和控制都是无法进行的，同时，完善的工业计测肯定有助于生产成本的降低。

但是一般情况下，计测技术多半都是很困难的，特别是在工业计测系统中，来自生产过程的很多变动因素对获取真正有用的信息带来很大的困难。计测技术就是以很高的信噪比从被测对象的生产过程获取所需要的信息。在实际生产过程中，影响我们取得真实信息的因素很多，可以说在工业计测中一切努力都是为了要搞清楚生产过程和提高获得信息的信噪比，这并不言过其词。

由此看来，工业计测对生产活动是重要的，而技术上的难度，一般在社会上却不太引人注目。专门技术人员数量也相当不足。同时，与电子学和计算机的迅速发展相比进步较慢。以前虽然进行了各种开发努力，但是这些努力仍然不能满足现场的要求。

然而，现实是不会允许这种情况继续存在下去的。近年来对工业生产的各种要求越来越严格了，就连工业计测的内容也越来越复杂化了，而满足这些要求，技术上是很不容易的，因此，必须在工业计测技术的研究、开发方面付出比过去更多的努力。

在这种形势下，以中国金属学会冶金自动化学会为中心，对有关工业计测技术的推广和技术人员的教育、培训做出新的计划有着重大的意义。我由衷表示敬意。中国冶金工业在此基础上，再加上过去所取得的优异成绩，我相信定会获得更大的技术成功。

这次拙著《工业计测系统》的中文译本出版，冶金工业部自动化研究院的顾炎、申济湘两位先生给予了很大支持，拙著也得到中国金属学会冶金自动化学会诸位先生的关心，并在中国翻译出版，著者感到无上光荣和高兴。

借此机会，将本文作为中文版前言，衷心祝愿今后中国的工业计测日益发展。如果拙著能对你们起到一点帮助的话，我将感到分外的荣幸。

野坂康雄

一九九〇年五月于东京

日文版前言

在工业生产中,工业计测的正式引入从开始到现在已经有30多年了,但与当时相比,现在的情况及其效果都取得了显著的进步。初期的技术与其说是计测不如说是近似于测量,而且被测对象也主要是机械量、力学量、电气量,其中过程量则是后来逐渐增加进去的。同时,就其计测功能来说,尽管测出了要测量的量,但适应于生产线本来的要求却不太多。

与此相反,现在的工业计测与生产线已完全一体化了,没有工业计测,就不可能进行生产,也就是说,工业计测是生产系统的重要组成部分。反过来说,工业计测是包含计测对象在内的一个系统。因此,近代工业中的工业计测已不是个别测量技术的集合,而是必须采用能充分适应生产要求的系统。

另一方面,工业计测技术由于微电子技术、数字运算处理技术、传感器技术、图像处理技术等进步正日益成为更高级的技术,以前测量不了的对象,现在可以测量了。计测精度和可靠性也都由于以前的努力而有了大幅度提高。而且,以这样的高级计测和控制技术为前提的生产设备和生产形式的变革也是理应考虑的问题了。

这样说来,也许会以为工业计测已达到完美的程度,但是,实际上决非如此。在高技术化的同时,生产上的要求也增加了,而且更为复杂化和高级化。如果依然一成不变地采用以前的计测技术,就不能持续满足生产的要求。从根本上来说,其中难题也是很多的。

本书就是基于上述背景和对今后的启示,本着对学生们和工业界有关人士介绍工业计测实况的目的而写的。在内容叙述上,旨在少而易懂,尽可能多介绍些计测系统 and 应用实例,而且,力求讲得通俗一些。本书的范围与其他教科书比较,内容更广泛。但是限于篇幅或说明肤浅,如有不好理解的地方,请参考附录中所列的有关文献。

各章内容的安排是按下面的意图进行的。在第2章中叙述工业计测的意义和问题,并作为后续各章的引言。从第4章到第7章主要叙述机械量和力学量,特别是测长仪和测量的实例较多。从第8章到第11章叙述过程量,但与力学量相比,更多地强调干扰因素和响应特性问题。特别是在分析仪器中说明响应速度在将来也是很重要的问题。这个问题在第12章工业材料分析和试验中是更为突出的。尽管在工业计测中没有讲这个问题,但是,暗示对今后的新技术寄予很大期望。在第13章中,基于这一观点,叙述在材料试验中自动化进展显著的无损检测。自动无损检测,可以说是以质量为目标的高级工业计测系统。最后,在第14章介绍今后将会全面普及的、重要的图形检测实例。

按照这样的内容结构,读者就更容易理解工业计测,同时,作者也希望能引起人们更多关心将来工业计测的开发。

本书在写作的过程中,参考了很多书籍、手册、杂志、资料。而且承蒙制造厂家和用户各公司提供了宝贵的资料。本书内容具有很高可靠性。在出版期间,东海大学出版社各部门付出了大量辛勤的劳动,在此,一并表示深深的感谢。

野坂康雄

于东海大海南校舎 1987年2月

目 录

第1章 工业计测的意义和必要性	(1)
1.1 计测的重要性	(1)
1.2 计测与测量	(1)
1.3 计装和计量	(2)
习题	(3)
第2章 工业计测系统的构成	(4)
2.1 工业计测系统的意义	(4)
2.2 对象过程和计测上的问题	(5)
2.2.1 计测对象量的选定	(5)
2.2.2 过程的动态特性	(5)
2.2.3 计测中的主要干扰因素	(6)
2.2.4 实现工业计测系统应注意的实际问题	(6)
2.3 对象信息的信号变换	(7)
2.3.1 信号变换系统的构成	(7)
2.3.2 信号变换部分的分类	(8)
2.3.3 当今的信号变换技术	(8)
2.4 信号的传送	(9)
2.4.1 信号传送及其方式	(9)
2.4.2 信号传送实用上的注意问题	(11)
2.5 信号显示、处理及接口	(12)
2.5.1 信号显示与记录	(12)
2.5.2 信号处理	(13)
2.5.3 接口	(13)
习题	(14)
第3章 校准和量值传递	(16)
3.1 精度定义和精度保证	(16)
3.2 计测量标准、校准和量值传递	(16)
3.3 单位和单位制	(17)
习题	(18)
第4章 位移、速度和振动检测	(19)
4.1 概述	(19)
4.2 直线位移检测和传感器	(20)
4.2.1 差动变压器	(20)
4.2.2 静电容式位移传感器	(21)
4.2.3 电阻丝应变片式位移传感器	(21)
4.2.4 霍尔元件位移检测	(22)

4.2.5 气动测微计位移检测	(22)
4.2.6 涡流传感器位移检测	(22)
4.2.7 感应同步器位移检测	(23)
4.2.8 磁栅尺位移检测	(23)
4.2.9 光电式编码器	(23)
4.3 角位移检测和传感器	(24)
4.3.1 自动同步器	(25)
4.3.2 解算器	(25)
4.3.3 电位计	(25)
4.3.4 旋转编码器	(25)
4.4 线速度检测	(26)
4.4.1 接触式方式	(26)
4.4.2 光束切断方式	(26)
4.4.3 激光多普勒速度计	(27)
4.5 转速检测和传感器	(28)
4.5.1 发电型转速计	(28)
4.5.2 脉冲式转速计(电磁感应式)	(28)
4.5.3 光电脉冲式转速计	(29)
4.5.4 旋转编码器的利用	(29)
4.5.5 其它转速测量法	(29)
4.6 加速度、振动检测和传感器	(29)
4.6.1 电动式振动传感器	(29)
4.6.2 使用压电和电致伸缩元件的传感器	(30)
4.6.3 其他振动和加速度传感器	(30)
习题	(31)
第5章 长度检测	(32)
5.1 长度检测对象和长度标准	(32)
5.1.1 长度单位和长度标准	(32)
5.1.2 现场使用的长度标准器	(32)
5.2 工业用测长仪的种类	(33)
5.2.1 使用位移传感器的长度检测	(33)
5.2.2 使用速度传感器和转速传感器的长度检测	(33)
5.2.3 利用放射线、红外线吸收特性的长度检测	(33)
5.2.4 利用电磁波等的反射的长度检测	(33)
5.2.5 其他长度检测法	(34)
5.3 加工、装配中的尺寸检测	(34)
5.3.1 磨削加工中的自动检测	(34)
5.3.2 自动装配中的应用	(34)
5.3.3 自动定位中的长度检测	(35)
5.4 测厚仪	(35)
5.4.1 电动测微计式厚度计	(36)
5.4.2 高速测微计	(36)
5.4.3 超声波测厚仪	(36)

5.4.4 X射线测厚仪	(37)
5.4.5 γ 射线测厚仪	(37)
5.4.6 β 射线测厚仪	(37)
5.4.7 红外线测厚仪	(38)
5.4.8 保护膜厚度、镀层厚度检测	(38)
5.5 移动物体的尺寸检测	(39)
5.5.1 限位定尺式测长仪	(39)
5.5.2 测量辊式测长仪	(39)
5.5.3 光束切断式测长仪	(40)
5.5.4 光电式测宽仪	(40)
5.5.5 图像传感器摄像机的应用	(41)
5.5.6 光电式直径检测	(41)
5.5.7 激光多普勒式测长仪	(41)
5.5.8 磁标记式测长仪	(41)
5.5.9 交叉电缆距离检测系统	(42)
习题	(42)
第6章 形状检测	(43)
6.1 形状检测的意义和对象	(43)
6.2 机械加工中的形状检测	(43)
6.2.1 基本形状检测	(43)
6.2.2 特定形状检测	(44)
6.2.3 表面粗糙度检测	(44)
6.2.4 三维位置和坐标检测	(45)
6.3 工业材料制造工序中的形状检测	(45)
6.3.1 薄钢板凸度检测	(45)
6.3.2 涂漆用钢板的表面粗糙度检测	(45)
6.3.3 冷轧薄钢板轧制中的形状检测	(46)
习题	(46)
第7章 质量、力和重量检测	(47)
7.1 质量和重量检测	(47)
7.2 力的检测法和力传感器	(47)
7.2.1 平衡式测力法	(47)
7.2.2 利用弹性体变形测力	(48)
7.2.3 陀螺型力传感器	(50)
7.2.4 振弦式力传感器	(50)
7.2.5 压电型力传感器	(51)
7.2.6 半导体力传感器(压敏半导体)	(51)
7.2.7 张力检测	(51)
7.2.8 扭矩检测(传递动力的测量)	(52)
7.3 秤的概述和现代工业用秤	(52)
7.3.1 机械秤概述	(53)
7.3.2 电磁平衡秤	(54)
7.3.3 汽车衡	(54)

7.3.4 料斗秤和液罐秤	(55)
7.3.5 吊车秤	(55)
7.3.6 皮带秤	(56)
7.3.7 定值給料秤	(57)
7.3.8 定量装袋机	(57)
7.3.9 重量分选机	(57)
习题	(58)
第 8 章 流体压力、差压、物位、密度、粘度和浊度检测	(60)
8.1 流体压力和差压检测	(60)
8.1.1 膜片式压力计和差压计	(60)
8.1.2 半导体压力计	(61)
8.1.3 波登管式压力计	(62)
8.1.4 过去的压力计和差压计	(62)
8.2 物位检测	(62)
8.2.1 利用浮力的液位检测	(62)
8.2.2 利用流体压力或差压的液位检测	(63)
8.2.3 电极式液位计	(63)
8.2.4 超声波反射式液位计	(63)
8.2.5 微波物位计	(64)
8.2.6 γ 射线透过式液位计	(64)
8.2.7 其他新型物位计	(64)
8.3 密度检测	(64)
8.3.1 γ 射线密度计	(65)
8.3.2 振动型密度计	(65)
8.4 粘度检测	(65)
8.4.1 细管粘度计	(65)
8.4.2 旋转粘度计	(66)
8.4.3 振动型粘度计	(66)
8.5 浊度计	(66)
8.5.1 散射光透过光式浊度计	(66)
8.5.2 表面散射光式浊度计	(66)
习题	(67)
第 9 章 流体流量检测和流量计	(68)
9.1 流量检测法和流量计概述	(68)
9.2 各种流量检测法和各种流量计	(68)
9.2.1 节流式流量计	(68)
9.2.2 叶轮式流量计	(70)
9.2.3 涡轮流量计	(71)
9.2.4 电磁流量计	(71)
9.2.5 超声波流量计	(73)
9.2.6 热线流速计和流量计	(74)
9.2.7 旋涡流量计	(75)
9.2.8 多普勒流速计和流量计	(75)

9.2.9 容积流量计	(76)
9.2.10 质量流量计	(77)
9.2.11 面积流量计	(78)
9.2.12 堰和水槽	(78)
9.3 流量计校准法	(80)
习题	(81)
第 10 章 温度检测和温度计	(82)
10.1 温度检测概述	(82)
10.2 利用热平衡法的温度检测	(82)
10.2.1 电阻温度计	(82)
10.2.2 热电温度计	(84)
10.2.3 热膨胀温度计	(88)
10.2.4 半导体温度传感器	(88)
10.3 利用辐射的温度测量	(89)
10.3.1 有关辐射的物理定律	(89)
10.3.2 辐射温度计使用的传感元件	(91)
10.3.3 全辐射型辐射温度计	(92)
10.3.4 窄带型辐射温度计	(93)
10.3.5 使用光纤的辐射温度计	(94)
10.3.6 光学高温计	(94)
10.3.7 双色温度计	(95)
10.3.8 特殊辐射温度计	(96)
10.4 其他温度计	(96)
10.5 温度计校准法	(97)
习题	(98)
第 11 章 气体和液体成份检测	(100)
11.1 成份分析和检测	(100)
11.2 工业分析仪和取样系统	(100)
11.3 气体分析仪	(101)
11.3.1 红外线分析仪	(101)
11.3.2 热传导式气体分析仪	(102)
11.3.3 气相色谱仪	(103)
11.3.4 磁式测氧仪	(105)
11.3.5 氧化锆测氧仪	(105)
11.3.6 化学发光气体分析仪	(106)
11.3.7 气体检测器和气体监视器	(107)
11.4 液体成份分析	(108)
11.4.1 pH 计	(108)
11.4.2 利用氧化还原电位法的分析	(110)
11.4.3 离子电极	(110)
11.4.4 电导式分析仪	(111)
11.4.5 液相色谱仪	(112)
11.4.6 其他液体分析法的工业应用	(112)

11.4.7 水质污染管理用分析仪	(113)
11.5 湿度计	(113)
11.5.1 结露式露点计	(114)
11.5.2 氯化锂露点计	(114)
11.5.3 氧化锆湿度计	(114)
11.5.4 热敏电阻湿度计	(115)
11.6 光纤在分析仪中的应用	(115)
习 题	(115)
第 12 章 固体材料分析和材料试验	(117)
12.1 工业材料分析和试验现状	(117)
12.1.1 固体材料分析的现状	(117)
12.1.2 材料试验的现状	(118)
12.2 在线分析和试验的实例	(119)
12.2.1 造纸机中的定量检测	(119)
12.2.2 造纸机中的水份控制	(119)
12.2.3 钢铁原料生产过程中的水份检测	(120)
12.2.4 转炉炼钢过程中碳浓度检测	(121)
12.3 其他水份计	(122)
习 题	(122)
第 13 章 无损检测	(123)
13.1 无损检测的目的和意义	(123)
13.2 利用射线的无损检测	(123)
13.2.1 焊接部位的 X 射线无损检测	(124)
13.2.2 利用高能射线的无损检测	(125)
13.2.3 工业用 X 射线 CT	(125)
13.3 利用超声波的无损检测	(126)
13.3.1 脉冲反射式超声波探伤的基本原理	(127)
13.3.2 检出缺陷的评价和灵敏度标准试样	(128)
13.3.3 新的超声波探伤技术	(129)
13.3.4 声发射检测法	(130)
13.4 利用电磁法的无损检测	(131)
13.4.1 磁粉探伤法	(132)
13.4.2 涡流探伤法	(132)
13.5 利用浸透法的无损检测	(133)
13.6 自动无损检测系统	(134)
13.6.1 焊接钢管焊接部位的自动超声波探伤	(134)
13.6.2 厚钢板的自动超声波探伤	(134)
13.6.3 热棒材和线材的涡流探伤	(135)
13.6.4 利用旋转型探测线圈的连续探伤	(135)
13.6.5 保证质量用的复合检测	(135)
13.6.6 利用轮胎探头的自动超声波探伤	(135)
习 题	(137)
第 14 章 图形检测	(138)

14.1 图形检测的意义和必要性	(133)
14.2 图形检测基础	(133)
14.3 图像的生成和处理技术	(139)
14.3.1 工业电视	(139)
14.3.2 红外线摄像机	(139)
14.3.3 固态摄像器件	(140)
14.3.4 其它图像检测技术	(140)
14.3.5 图像处理概述	(141)
14.4 工业用图形检测实例	(141)
14.4.1 红外摄像机对热设备和物体温度分布的异常监视	(141)
14.4.2 ITV 钢坯表面缺陷检测	(141)
14.4.3 微小物体的图形检测	(142)
14.4.4 利用图形检测的自动分选	(142)
14.4.5 无损检测的图像处理	(143)
14.4.6 表面缺陷在线检测	(143)
14.4.7 机器人用视觉传感器	(144)
习题	(145)
附录 1 有关计测术语	(146)
附录 2 主要物理常数	(153)
附录 3 压力单位换算表	(153)
附录 4 雷诺数定义	(153)
附录 5 标准孔板流量系数、修正系数和公差	(154)
附录 6 国际实用温标定义的基准点	(154)
附录 7 国际实用温标的二次基准点	(155)
参考文献	(156)

第1章 工业计测的意义和必要性

1.1 计测的重要性

买卖物品时要测量重量和大小，这是日常生活中必不可少的。健康状态、气象信息、环境污染状况等等也全都是在测量了实体之后才得知的。在生产活动、学术研究方面，没有测量则一切都不能开展。测量，在人类社会全部历程中起着十分重要的作用。测量，有各种各样的目的，为此必须订出某个标准，以便通过与之比较使被测对象数量化。

测量，自古以来就是重要的，特别是其基准的建立，不仅对于社会，而且作为统治者的政治手段，也是最重要的。秦始皇除统一了文字和货币外，还以统一了度尺、量斗和衡重的基准而著称。这些就长度、容积、重量的标准，至今度、量、衡仍为人们所继承。

在近代社会中，随着生产的扩大，生活水平的提高，在度量衡以外又产生了许多新的要测量的量。速度、力、浓度、亮度、电压、材料强度、颜色、形状等，还只是其中极少的一部分。而且，最近由于科学技术特别是电子学的进步，为测量手段提供了各种各样的新方法，使原来无法测量的对象也能进行测量了，因而，能够测量的对象范围迅速地扩大了，其中特别重要的是对工业生产进行的测量。近代工业生产在其所有生产阶段中，要求逐一测量在生产线上流动着的“物”以及生产状态，以便根据测得的信息，实现日常操作的最佳化。也就是说，在工业生产中，如果不能为操作提供必要的信息，则生产是不可能进行的。以往的生产作业，大多是凭人们的直觉器官。而近代的自动化生产，即用计算机控制的生产中，全部信息都能客观而自动地提供给人们。这也意味着对工业生产进行测量的重要性更加显著了。

对工业生产进行的测量就是工业计测，其内容包括与之有关的一切技术、方法、设备和系统。工业计测与其他领域的测量相比，有许多难题，对于这些问题将分述于各章里。在此，为获得工业计测的概念，依次列出以下主要对象量。

- 原料的使用量、原料成分、有害混入物的检测、供料速度等。
- 零件的数量、尺寸、重量、性能等。
- 产品的数量、质量、检验报告、合格率、成材率等。
- 能源的使用量、燃料流量、耗电量、单位能耗等。
- 设备运行状况、生产速度、事故和故障状况、生产能力等。
- 生产线上的原料、半成品、成品、生产线的状况、温度、压力、料位、水分、厚度、宽度、长度、形状、表面状况等。
- 工厂排出物的状况，排烟中硫的氧化物浓度，排水中的重金属离子浓度等。

1.2 计测*与测量

汉字的计和测，合在一起就是“はかる”（更广意义的测量）的意思。计有计算数量之意，测

* 计测这个日本术语有着比计量、测量更广泛的含义，原文如从广义上讨论问题，译文就不另作他译——译者

有测量水深之意。在近代科学和工业中,广泛地使用着计测和测量这两个术语,乍一看都以为有相间的含意,但实际上有着很大的差别。

所谓测量,是把被测量与标准量相比较,得出被测量是标准量的倍数,并用数值表示出来的操作。本来量与数,是没有关系的,为了用数字表示量就必须事先规定两者之间 1:1 的对应关系,这个规定就叫做测量尺度。通常,把与被测量同种类的一定大小的量作为它的标准。

因此,可以说,测量就是通过某种尺度把物理量定量化的操作。用刻度尺测量物体的长度,用重力计测量某个地点的重力加速度,把溶液的样品送到分析室去分析等均属于这种操作。

然而,计测比测量具有更为广泛的内容。虽然物理量定量化的基本原则没有变,但是,计测的方法与目的却与测量有相当大的差别。计测,有它特定的目的。研究,解析以及对生产系统、能源、交通、信息系统等的监视、控制、自动运行等,这些目的涉及到多方面。而计测包含为实现其特定目的而采取的一切对策和手段,因之可以叫做计测系统。计测系统包括测量原理、传感器相关技术、计测回路、硬件制造、软件编制、设置、维护,以及计测计划、设计、计测结果的运用等一切方面。(参照书后附录 1)。

此外,计测与测量还有一点差别,即测量时,其操作要有人介入,作业点较多。而计测时,有无人介入没关系,操作在时间序列上是自成体系的。在工业计测中,特别强调这一点,操作几乎是全连续和自动化的。因而计测时特别重视计测的精度和可靠性。

1.3 计装*和计量

计装这个术语是从计测的实用方面产生的。大约从 50 年代开始,在工厂生产中,引入了温度计和压力计等,便出现了一个大的趋向,即不像原来那样依赖人的直觉,而是根据生产过程的客观信息使生产管理合理化。这个趋向,在美国叫仪表化(instrumentation),在日本则叫做“计器操业”。但没过多久,便被赋予“计装”的名字,并一直沿用至今**。

计装的原意是将工业仪表应用到生产中,现在的含意已扩展到将控制系统、计算机控制、测量系统等应用于生产过程中了。但是,仪表装备系统的对象是以所谓过程工业为主的,而电机控制、机床数控(NC)那样的场合,通常是不叫计装的。

所谓计量,文字上的意义是计算数量,物理上的意义与计测和测量基本上没有差别,但是,实用上如果叫计量的话,那就意味着是要根据法定的标准进行计测或测量。例如天平,如果它不符合国家标准是不许使用的。而计测设备中的某个仪表都涉及到其制造和使用两方面,因此,必须按照国家主管部门的法定标准来标定。

在日本的法律中,这个法定标准是计量法。计量法中规定了适用于对象量的种类、标准和检定法等,它是发布实施命令、制定施行规则的根据,决定了实行上的细目。计量法的管理,由通产省工业技术院的计量研究所来执行,在地方由各道府县的计量检定所承担。

计量法是在昭和 26 年(即公元 1951 年)废黜了原来的度量衡法后重新制定的。除旧法中的尺、斗、秤以外,还增加了多种类的量作为对象量。与此同时,并施行了米制法。但是,有关电气仪表的一切事项,计量法中都未包括。

* 计装这个日本术语,在我国尚无统一译法,本书采用仪表装备的译法——译者

** “计装”这个术语,是日本东京大学已故名誉教授泽井善三郎所提倡的。

习 题

1.1 试叙述在近代工业中的工业计测的重要性。提示：研究对比以前的手动生产。

1.2 在工业计测中，有那些计测对象？请分类举例说明。

提示：参照 1.1 节。

1.3 试说明关于计测与测量的区别。

提示：可从联机实时性来考虑。

1.4 何谓计装，试具体说明是个什么样的系统。

提示：参照 1.8 节。

1.5 试研究计量法中规定的计测对象量。

提示：可参照计量法、有关法规、手册等。

第 2 章 工业计测系统的构成

2.1 工业计测系统的意义

工业计测系统是把生产过程状态量定量化,以输出对实行生产有效而适当的信息的系统。其目的是通过这个系统尽可能地实现生产管理、质量管理、价格管理、省力、节能、安全运输、环境管理等生产最佳化。因此,工业计测在近代工业中是不可缺少的,而且,必须充分适应不断更新的多多种多样的要求。

既然如此,工业计测系统应该具有什么样的功能呢?回答是:“必须是非常适合被测过程的计测系统”。我想也许这是理所当然的,但由于这种平常的事易被人疏忽,所以常会出现意想不到的问题,结果造成失败。即使采用可靠性高、精度也高的计测仪表,如果事先不能确切掌握计测对象的特性、生产过程的状态、生产的目等,工业计测系统就不能正确地发挥它的功能。其原因是,即使同一种类的量,根据生产过程的目的有时也需改变计测方法,而且,在工业计测中一般不可能测出作为目的的状态量。要解决这个问题,首先必须充分了解要测量的对象过程和对象量。

计测工程学通常以必要的计测技术和计测仪器为主,大多假定被测量是可能进行检测的。但是,在实际的工业计测中,这个假定未必成立。本书是重视这种观点的,将计测对象和计测手段合为一体,当成一个系统来分析处理,其概念如图 2.1 所示。以下将整个系统叫做工业计测系统。

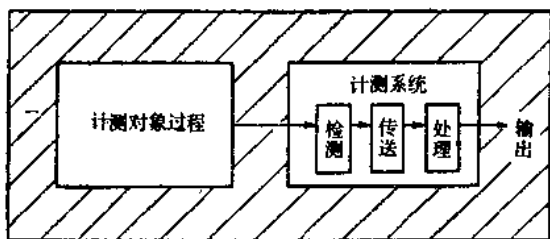


图 2.1 工业计测系统的概念

为了实现对象过程、计测系统(为测量而采取的手段)及全系统(如图所示),这个系统应当包括一切构成要素。

如将工业计测看作工程技术,与其说它是面向“种源”(seeds oriented),还不如说它具有面向“需要”(needs oriented)的特征,

从这个意义上讲,计测对象的特性也必须重视。

但是,另一方面,在“种源”技术不发达时,工业计测的技术内容是不可能很完善的。初期的工业计测仅仅是指发送器和计量控制仪表等简单器具,价格也高,不能充分满足生产过程的需要。

与以往相比,现在由于微电子技术、传感器等各种技术的进步,工业计测中已充实了很多功能,这是初期想像不到的。由于没有“种源”,过去不可能实现的目标,现在相继被达到,从而指向更高的目标,技术也就发展了,这不仅对于计测系统技术的进步,而且对于计测对象的分析和信号处理技术的开发也都是很大的贡献。但是,与此同时,随着“需要”的高级化,正在要求更新的“种源”技术。

下面,从这种观点出发,叙述构成工业计测系统的重要因素——计测对象、信号变换(传感器技术)的信号处理等。