

JI CE GUAN LI
计 测 管 理

〔日〕 富 沢 裕 著
张 玉 斌 译

计 量 出 版 社

计 测 管 理

〔日〕富 沢 豁 著

张 玉 斌 译

计 量 出 版 社

1984·北 京

内 容 提 要

计测是现代科学的基础，是所有科学技术的调查分析及现代化企业管理的科学方法和手段。本书对计测的目的、对象及计测技术的方法、手段，计测结果的处理、应用等从理论上做了详细的阐述。可供经济领导机关、厂矿企业、科研单位和计量部门的管理、技术人员以及高等院校的有关师生参考。

新编·计测管理
富 沢 裕 著
森北出版株式会社
1975年12月1日

计 测 管 理

〔日〕富沢 裕 著

张玉斌 译

责任编辑 王秉义

—

计量出版社出版

（北京和平里11区7号）

北京计量印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

—

开本 850×1168 1/32 印张 17 1/3

字数 449 千字 印数 1—10 000

1984年9月第一版 1984年9月第一次印刷

统一书号 15210·304

定价 2.75 元

出版前言

现代企业的科学管理，是当前我国四化建设中一个重要课题。日本《计测管理》一书较广泛地阐述了“计测管理”在企业经营管理和生产自动化中的重要作用以及“计测”技术的方法和手段。我们组译出版本书是以期对我国的计量管理、企业管理的研究有所借鉴。

“计测”是在日本通行的术语，它并非是我国“计量测试”的简写。鉴于“计量”、“测试”的定义当前还有争议，为此，我们保留原书名出版，希读者谅解。

计量出版社编辑部

1983年3月

译 者 的 话

本书译自日本《新编·计测管理》。该书作者自一九三五年以来，长期从事计测控制设备的研究和制造，并将计测控制引入到机械工业和化学工业中去，指导经营管理的合理化。他对计测和计测管理有着丰富的实践经验，并在此基础上进行了理论探讨，总结了实践和研究的成果，写成此书。

该书共分十一章，取材广泛，内容新颖。它不仅包括生产自动化、计量化内容，还包括经营管理合理化的内容，同时也涉及现代工业生产引起的环境公害及其如何消除的问题。书中各项，目前在日本国内已为计量部门、各厂矿企业和理工院校的有关科系广泛应用，深受各界欢迎。

为适应我国四个现代化建设的需要，提高经济效益，特将此书全部译出，以供各有关部门参考。

按照本书作者的观点，计测是现代科学技术的基础，它不仅是所有科学技术的调查分析的方法和手段，而且是现代化企业经营管理的科学方法和手段。计测是描绘各种复杂事物真实状态的科学，因而对于现代化企业的经营管理及生产自动化都具有极为重要的作用。该书介绍了计测技术的方法和手段，着重叙述了计测的目的和对象、计测的引进及其结果的处理等。

本书由于涉及范围广，内容复杂，对于许多现象的本质联系，不能一一通过文字进行具体详尽地说明。如第七章和第八章的计测控制技术和计测结果处理的活用等，只是从其本质进行了数学的概括说明，这样虽然便于读者全面加深理解，并有助于进一步实践和创新，可是对于缺少专业理论基础和实际经验的同志，却容易造成理解上的困难。但如能在实际工作中参阅有关章节，还是不难理解的，对工作也必然会有裨益。

本书翻译时，除对原文中明显失误之处予以订正外，其余一律尊重原著。然而由于水平所限仍难免有谬误之处，诚请读者批评指正。

本书的翻译承蒙天津市计量局宛吉春总工程师的鼓励和鞭策，天津师范大学曹富田副教授对理论推导和专业词语的指导，天津市材料试验机厂刘振作同志的大力协助，在此深表谢意。

张 玉 斌

1982年6月20日于天津

前 言

某位名画家在解答提问时曾说：“画人人皆知的犬马很难，而画无人见过的鬼神则较易。”引申这句颇有意味的话，我们也可以说，科学地正确地说明大家都熟悉的日常事物是很难的，而脱离企业经营实际，或无视安全和公害的客观事实，概念化地、不负责任地去任意进行描绘则是容易的。然而，正确地调查分析事物的实质，把它的真实形态和作用加以科学地综合，也象画一幅名画那样，确实是一件很不容易的事。

计测，就是科学地描述各种复杂事物真实形象的方法和手段。计测不仅是所有科学技术调查研究的方法和手段，也是现代企业实行科学管理的基础。

计测对企业经营管理和自动化的重要意义是众所周知的。但是，对计测管理的意义和重要性，就可能缺乏足够的理解和认识了。计测管理大致分为：有关计测的科学技术的方法手段，有关计测的目的、计测的对象，以及有关计测的引进和计测效果等项。通常，计测管理是指对指定的调查和管理的目的和对象，利用适当的计测仪器仪表，设计、制定合理的计测控制系统，并为实现预期目的所采取的多种必要的措施。对于与其相关的各种计测仪器仪表的各项专题论述，在很多有关书刊中有所阐述，故本书予以省略。这里，专门论述计测管理基础知识所需要的计测控制技术的基础。除了计测仪器仪表的管理之外，对计测化和自动化的进行方法，计测效果的统计处理方法，实验计划方法，抽样检查方法，取样调查方法等均做了说明，进而对与现代的科学经营和计测管理有关的问题，例如质量管理和安全管理等也加以论述。再进一步对当前成为新课题的环境公害管理与计测管理的关系及推行方法也予以说明。希望本书不但能够成为一般经营管理

技术人员的参考资料，也殷切希望成为应国家考试的一般计量师、环境计量师及以此为职业而进行学习人员的有效参考书。

富沢 裕

1975年8月于镰仓

目 录

第一章 科学的方法和计测	(1)
第一节 计测的发展	(1)
第二节 科学方法和计测	(3)
第三节 计测的重要性	(6)
第四节 科学的管理法和计测	(8)
第五节 科学的认识和计测	(14)
第六节 质量的科学认识	(17)
第七节 分析计测和综合计测	(20)
第二章 计测系统	(22)
第一节 计测系统的组成	(22)
第二节 计测系统的种类	(24)
第三节 计测控制系统	(27)
第四节 自动计测控制系统的种类	(28)
第五节 计测和控制系统存在的问题	(30)
第三章 计测管理	(35)
第一节 计测管理的定义	(35)
第二节 计测管理的内容	(40)
第三节 计测的管理	(45)
第四节 计测的分类和计测管理的特征	(47)
第五节 计测技术	(59)
第六节 计测化(计量化)	(61)
第七节 管理和计测	(63)
第八节 管理和控制	(64)
第四章 计测管理的进行方法	(68)
第一节 计测管理内容的探讨	(68)
第二节 在生产活动中引进计测的方针	(70)
第三节 计测目的和计测事项的探讨	(72)

第四节	生产活动的计测对象和计测变量	(77)
第五节	计测化的准备	(80)
第六节	计测仪器的安装方式	(88)
第七节	计测作业的管理	(99)
第八节	计测结果的应用	(104)
第九节	计测仪器的管理	(108)
第十节	计测管理体系的探讨	(109)
第十一节	计测管理的组织和制度	(113)
第五章	计测化的进行方法	(130)
第一节	计测化(计量化)的方针	(130)
第二节	计测化(计量化)的方式	(131)
第三节	计测管理工艺明细表的制订	(132)
第四节	工艺明细表的应用	(149)
第五节	在生产工艺上发现的问题	(152)
第六节	工艺明细表的举例	(159)
第七节	计测精度的选定	(160)
第八节	计测化的管理	(174)
第六章	自动化的进行方法	(175)
第一节	自动化的意义和种类	(175)
第二节	自动化目的的选定	(185)
第三节	自动化必要性的探讨	(187)
第四节	控制对象的调查分析和改善配备	(194)
第五节	自动化范围的探讨	(209)
第六节	自动控制方式的选择	(213)
第七节	自动控制系统的的评价及改善	(219)
第八节	机械工艺和化工工艺的比较	(223)
第九节	自动化的计划	(227)
第十节	自动化中存在的问题	(228)
第七章	计测控制技术的基础	(240)
第一节	信号的传递与变换	(240)
第二节	拉普拉斯变换	(247)
第三节	根据拉普拉斯变换的常系数线性常微分方程的 解法	(254)

第四节	复变函数.....	(258)
第五节	通过拉普拉斯变换的常系数线性常微分方程的解法举例.....	(268)
第六节	传递函数.....	(272)
第七节	方框图的画法.....	(274)
第八节	传递要素的响应特性.....	(277)
第九节	稳定性.....	(288)
第十节	稳定化.....	(299)
第十一节	测量变量和单位.....	(302)
第十二节	测量系.....	(309)
第十三节	测量的种类.....	(312)
第十四节	测量系统的组成和测量方式.....	(315)
第十五节	计测系统的信号转换.....	(319)
第十六节	转换技术.....	(322)
第十七节	信号传输.....	(324)
第十八节	测量系统的响应和测量误差.....	(326)
第八章	计测结果的处理与活用.....	(331)
第一节	测量结果与测量对象的关系.....	(331)
第二节	母集团和试样.....	(334)
第三节	母集团的分布函数.....	(336)
第四节	矩母函数和平均值及标准偏差.....	(339)
第五节	统计量的分布.....	(344)
第六节	偶然变动的统计性表示方法.....	(354)
第七节	统计假设的检验.....	(363)
第八节	统计的推断.....	(367)
第九节	相互关系.....	(371)
第十节	离散分析.....	(377)
第十一节	实验计划法.....	(393)
第十二节	试样提取法.....	(403)
第十三节	抽样检查法.....	(419)
第十四节	管理图法.....	(434)
第十五节	计测精度.....	(450)
第九章	计测控制仪器仪表的管理.....	(458)

第一节	计测仪器的管理体系·····	(458)
第二节	计测控制仪器仪表的调查选定·····	(460)
第三节	计测控制仪器仪表的设计研究·····	(460)
第四节	计测控制仪器仪表的订购·····	(461)
第五节	财产管理·····	(463)
第六节	检验及校准·····	(465)
第七节	使用的管理·····	(475)
第八节	维修、保养及安装·····	(476)
第十章	现代科学经营和计测管理·····	(478)
第一节	现代的科学经营·····	(478)
第二节	质量管理和计测管理·····	(483)
第三节	安全管理和计测管理·····	(500)
第十一章	环境公害管理和计测管理·····	(508)
第一节	自然的体系·····	(508)
第二节	以人类为中心的自然环境系统·····	(510)
第三节	环境公害问题·····	(511)
第四节	公害管理和计测·····	(513)
第五节	计测管理存在的问题·····	(520)
第六节	结束语·····	(523)

第一章 科学的方法和计测

第一节 计测的发展

随着科学技术的进步和社会经济的发展，计测也正在迅速地发展。这是因为它已成为一切科学和工业调查研究的基本技术，尤其成为所有产业、通信、运输、商业的科学性经营和生产活动的起码条件。不进行计测，可以说对科学技术确切地调查研究是完全不可能的。科学技术的进步使作为其分支的计测控制技术得到发展，而反过来计测技术的发展进步又进一步促进着科学技术的进步。这是科学技术的发展史所证明了的。

诚然，科学技术和企业经营的各类活动越是高度发展，人类文化活动和社交性活动程度越高，计测的重要性也就越急剧地增长起来。例如：高效率的精密机械加工，复杂微妙的化学反应工艺的掌握，危险的原子反应堆的安全运转，巨大的船舶和飞机或者高速交通运输机械的安全操作，宇宙航行体的遥控，尤其是高质量的管理和灾害事故的预防，自然环境的保护，公害的防止，劳动环境的安全卫生等，没有精密的计测控制技术是完全不能实现的。这点通过计测控制仪器的开支在现代化设备费用中所占比例的不断增长就足以证明。

在历史上，计测是始于人类朴素的感觉功能而发明发展起来的，尤其是依赖视觉测定的物理量，即：长度、大小、角度、形状、照度、颜色等的计测已经采用；进而又开始计测有关重量、容积、力、面积、压力、速度、加速度、角速度、物体及天体运动等力学物理量；更进一步计测与触觉有关的振动、声音、光、热的各种量；最后连人类的感觉不能直接感触到的象电、磁、化学各种量也可以计测出来了。这些计测技术的进步促使作为母

计的科学技术显著地发展，而且目前计测技术并没有停留在仅居于人类感觉功能的辅助手段的领域，进而已继续发展到人类感觉能力所不能完成的领域。就质量和大小的测定而言，一方面可进行象细胞、分子、原子、原子核、电子、基本粒子那样微小质量的测定，另一方面又正向着巨大的天体和宇宙空间的测定方向不断前进。在声的方面，已经能够计测超声波。在光的方面，已经能够计测超越视觉范围的红外线、紫外线、X射线和电磁波等。另外，这些方法手段不只是计测技术，就是其它科学技术领域也正在应用。

作为最新的动向，是计测技术由基础的各个物理量的测定和化学分析不断地发展到综合现象的测定和质量的分析、鉴定、检验。并且随着科学技术问题和经营管理现象日趋复杂，计测技术和控制技术更加复杂，而且进入必须科学地建立综合测量、鉴定体系的阶段。例如，在对与企业有关的经营情况、生产效率、安全卫生情况、成本、产品和原材料的质量、设备的性能、工艺的情况、自然环境状况、人类健康状况等进行分析的同时做综合性的鉴定、检验，正在成为重要而迫切的课题。也就是说计测过去主要用于事物现象的分析，而现在将发展成为对这些现象科学分类和做出综合性的鉴定、检验。今后，虽然在这方面将会大量地采用电子计算机，但是，这种综合性计测的实现，有如后述，仍存在许多困难的问题。

最近的又一动向是，计测正在不断向自动控制、自动操作的方向发展。因为科学技术的进步和经济的发展，而导致生产活动的飞跃。随着生产量的增长，必须提高生产速度和生产效率，并且要求加工精度和质量稳步提高，特别是要求降低生产成本。另外，各工厂的生产工艺和设备一天比一天向大规模和高度复杂化发展，而其管理也必须细致。象联合工厂那样把相互有关的很多工厂联合起来进行经营建设的倾向也很突出，而其综合的经营管理和安全管理也逐渐成为重要问题。但对这些要求以人类通常的能力是不能完成和达到预定的目的的，并且工作条件和环境条件

完全不适于人类的劳动，或者更多地表现出并非是人类力所能及的情况。其原因，一方面是调查研究的问题和经营管理的对象越来越复杂、困难，而与过去相比，显然需要更多人员和较高的教育培训；另一方面对工人规定的质量和数量界限也明显起来。如上所述，生产活动和经营管理活动的机械化或自动化已成为必然的要求，而计测控制则是自动化的基本要素。

这样，计测从人类各种科学活动的辅助方法手段发展到基础性方法手段，进而正在向作为人类自主活动目的的科学性的追求，方法手段的调整，乃至包含结果或效果的鉴定、判断等项管理活动自动完成的阶段前进。

第二节 科学方法和计测

近代文明可以说是科学发展史的结晶。能产生如此辉煌结晶的科学并得以发展进步到今天这样的根本原因是什么呢？虽有许多因素，但是主要的一个因素可以说是来自人类智慧的自然科学方法的原理。这个优良的自然科学方法的最根本的因素是客观的认识法和实事求是的调查研究的態度。计测正是科学性认识方法的不可缺少的主要手段。

科学以自身的光辉，照耀着自己的前途，以自身的能力而进步发展着。可以说这是科学具有的天赋力量和素质。科学的出发点在于客观性的认识，计测分析是这个客观认识的方法。科学自身放射出光辉，照耀着自己前进的道路，之所以能够推动自己的发展，就是因其本身具备着计测分析这一客观性的认识方法。计测给予科学以光辉，使其前进；而科学又产生培育了计测技术。计测既是科学的内在因素，又是科学发展的动力。

在有新的计测发明和使用的地方，经常会产生科学的进步和文明的发展。调查研究的对象实际上成了计测的对象，在这种计测成为可能的时候，解决那个问题的门已经被打开了一半。

科学以“科学的方法”作为自己的生命。换言之，科学方法是给予科学以科学的基础，并且使之保持科学性和客观性，尤

其是给以合理性和可靠性，使科学更加进步发展。科学方法本来是自然科学调查研究的方法，而其妥善性和有利性只要看科学及其应用的进步和发展事实及历史就可了解。作为科学方法最根本的是根据正确的逻辑追求其合理性，特别是为了求得给予客观性的证实而保持实践的态度。即把调查研究的对象作为客观的认识方法手段来进行分析、计测和观察，将这个证实的结果和适当的基准与理论进行比较、检查，依据正确的逻辑导出结论，进而为实际地证明其结论而进行验证。或者说，是将实际分析、测定的结果进行有机地综合整理以证明其结论的合理性的方法。即科学的方法是将调查研究的对象进行——

- (1) 客观地，(2) 证实地，(3) 合理地，(4) 分析地，
- (5) 综合地认识和处理的方法。

上述所有的条件是相互联系着而不一定是独立的。因此，实际的科学方法是根据它们之间各种各样具体的联合而划分成许多种类的。总之，可以简单地说，科学的方法是通过精确地分析和计测或者观察，并将其结果做有机的逻辑性综合而组成的。并且，计测可以满足科学方法的证实性、客观性、分析性的各种条件。而为了满足合理性和综合性的条件也需要利用计测结果。所以，计测是科学性方法的基本要素。如果忽视科学方法的计测，失去客观性和证实性，就成为非科学性的事情了。计测是为了正确地认识客观事物而得到确切证实的方法手段。如果不进行计测，则对调查对象的分析解释以及合理地综合便无法进行。

这个经过证实的科学方法，不仅作为学术上的科学技术的调查研究，更用于很多领域里的问题的探讨和解决，并正在取得实际的效果。例如，应用于企业的经营管理，即成为所谓科学的经营管理，对现代企业的发展，给予了一定的贡献。假如从现代企业经营中取消计测，则就是去掉科学方法，究竟是否能很好地经营是值得怀疑的。当然企业有各种不同类型，其经营方法也不尽一样，但最低限度是以生产为主要经营的工矿企业、农业以及经营其产品的商业；另外，使用与自然科学有关材料的土木建筑、

运输、通信、医学等各种企业的经营活动，均日益开始重视科学的方法手段。目前，虽说是科学性的经营管理，也还只限于重视逻辑体系及概念的合理性，距证实性的调查研究阶段还相差很远。

计测是科学技术的基础，但通常人们只注意科学技术的表面体系和辉煌的成果，而对其内部存在的朴素的计测重要性往往不加关心，正象在人类的日常生活中，作为人体“计测仪器”的眼和耳的重要性不被特别重视一样。

人类除眼和耳以外，在身体的各部具备无数的感觉机能，一旦使某个机能损伤或者失掉，就成为不得了的事情。计测则是企业的科学性感觉器官，企业越科学地高度发展，越需要科学性的计测。因此，必须应用以计测为基础的科学性方法进行经营管理。

另外，人类本是自然界中的一个要素，必须与自然界里存在的其它很多要素以及自然环境保持相互协调而生活发展。如果认为人类征服自然等想法乃是人类对自身的冒犯，那么，现在则已经到了人类需要自身的保护和对自然环境加以保护的时期。因而，在自然界中，对人类的活动要进行适当地限制。为了科学而恰当地推行上述要求，也必须引进和应用很多项目的计测。在人类的个人生活和社会活动方面，都需要借助科学知识，因而计测也就逐步重要起来。

自动操作是使科学的经营管理方法机械化或自动化。计测当然是自动操作的基础和主要条件。虽然自动操作已成为社会上人所共知的语言，但不知道计测这一词汇的意义或不理解其重要性的人是很多的。在阿波罗计划中，宇宙飞船安全地把人送上月球及返回地球，人造卫星围绕着地球旋转运行，而实现了光辉、宏伟的目的。在这些成功的背后，有大量精密的仪器仪表在工作，但了解这些情况的人却是很少的。这正如前所述，因为计测是科学技术最朴素的基础，却隐藏在科学技术的辉煌成就后面，如不特别加以注意，将不会被发现。但我认为对计测的看法不应停留在