



〔日〕村濑桢男 小林昭夫著

纺织工业部设计院二室自控组译

仪表及自动控制系统的设计与施工

纺织工业出版社

仪表及自动控制系统的设计与施工

〔日〕村濑禎男 小林昭夫 著
纺织工业部设计院二室自控组 译

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书着重介绍仪表及自动控制系统的施工技术。全书共九章，第一、二章介绍了仪表及自动控制系统的设计与施工安装所必需的图纸，以及施工的计划和组织；第三至九章较详细地介绍了控制室、仪表盘、仪表、导压管、气源管、气动信号管、配线和管线主径路的施工安装以及仪表的调整、检查、投运的全过程。

全书内容简明实用，可供从事仪表及自动控制系统设计、安装、维修工作的工人、工程技术人员参考，也可作为仪表安装专业人员的培训教材。

责任编辑： 胡永福

计装工事の計画と施工

村瀬禎男 小林昭夫

东京电机大学出版社 1976

仪表及自动控制系统的设计与施工

(日) 村瀬禎男 小林昭夫 著

纺织工业部设计院二室自控组 译

*

纺织工业出版社出版

(北京阜成路8号)

保定地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米 1/32 印张, $8\frac{20}{32}$ 插页, 10 字数: 222千字

1981年8月 第一版第一次印刷

印数: 1—16,000 定价: 1.60元

统一书号: 15041·1132

译 序

“自动控制”是实现我国工业现代化极为重要的手段之一。近年来，随着我国现代化工业建设的发展，工业装置自动化水平有了很大的提高。然而，仪表安装技术目前尚未引起人们足够的重视，有关这方面的书籍和资料也深感不足，这就给整个仪表自动化事业的发展带来一定的困难。我们翻译这本书，希望能在这方面起到一些促进作用。

书中对工业仪表及控制系统的施工安装中所必需的设计图纸、资料、数据，相应的安装方式，施工、调整、检查、投运方法，以及整个工程的施工组织、施工计划等均作了较详细的介绍，可供从事仪表设计安装工作的有关工程技术人员参考，同时也可作为培训仪表安装术员的教材。其中，第一、二章主要介绍有关的设计内容，其余各章分别叙述了有关施工安装方面的基本知识。书中个别内容不尽适合我国实际情况，阅读时仅供参考。

在翻译本书的过程中，我们对书中结构重复较多的章节作了适当的删节，并将第一、二章合并。对书中错误和疏漏之处也进行了必要的订正。

参加本书翻译、校对、整理的，有王志民、陈永乾、姚桂敏等同志。

张振国同志对本书译稿进行了审阅。

由于译者水平有限，译文中难免有不当与错误之处，恳请读者批评指正。

译 者

一九八〇年七月

修 订 说 明

本书第一版于1972年3月出版,迄今虽然为时不久,但仪表及自控工程技术的基本内容却发生了很大的变化,加之1973年在化工工厂中多次发生了爆炸和火灾事故,因而从各方面,特别是安全方面都提出了需要重新考虑仪表及自控工程的施工方法的问题。

此外,由于近两年来的地震,涉及到抗震设计和抗震施工问题,因而在仪表及自控工程方面,也迫切需要从抗震施工方法和地震时保证安全的角度进行一些改进和补充。

由于这些情况,在高压气体管理法、消防法和劳动安全卫生规则中,明显地加强了有关保证安全的措施,在仪表及自控系统方面也建立了许多新的规定,并相应采取了一些有效措施,这就要求在进行仪表及自控工程施工时,必须充分注意有关的规范。因此从这些方面考虑,对本书进行了如下主要内容的修订:

1. 在导压管施工中增加了“卡套式接管法”,并对这种连接方式做了详细说明。

2. 介绍了电缆线路敷设中的防火措施。

3. 由于本质安全仪表的逐步普及,补充了本安仪表及其自控工程的有关施工方法。

考虑到今后在仪表及自控系统中微型电子计算机技术的应用,必将出现更高级的系统;同时在机器设备稳定运转,防止事故及维修保养方面,仪表及自控的重要性将进一步增强,因此,对于能够确保安全的仪表及自控系统提出相应的安装施工技术,是时代的需要。

本书如能在这方面有所贡献,则甚感荣幸。

作 者

一九七六年七月

前 言

电子计算机、工业仪表、工业分析仪表等工业控制设备逐年改进，目前在性能及可靠性方面都已具备很高的水平。因此，在生产过程中，仪表及自动控制系统设计人员关于生产过程自动化方面的理想几乎都有成为现实的可能。

然而，在工业生产过程控制的应用中，无论怎样理想的仪表及自动控制系统，最终必定要进行仪表施工，如果施工不当，仍无法达到预想的效果。这就象一根链条那样，如果其中有一个薄弱环节，就足以使整个链条不能发挥其应有的作用。仪表及自动控制系统，从设计、施工到试验、调整，自始至终都应特别注意，只有这样，才能使其成为一个很好的系统。

随着工业控制设备的进步，有些人会产生这样一种轻率的想法，认为即使仪表及其系统施工马虎一些，仪表也照样可以工作，机器设备也能运行，如果出现了毛病，只要加以修理即可；还有一些人认为仪表及自动控制极其深奥，高不可攀，而不愿在实际施工中多下功夫。因此，我认为，人们对仪表及自动控制系统的施工实际上是不够重视的。

本书对于想要成为仪表及自动控制专业的工程技术人员的人们，对于与仪表及自控工程有关的部门的新职工，以及想学习有关仪表安装施工知识的管道、电气和建筑等专业的建厂工程技术人员，都可作为学习“仪表及自控系统施工”的入门书。

由于考虑到可把本书作为培训刚参加仪表及自控专业的新职工的教材，所以本书中省略了一些特殊事项，而重点则放在标准的和普遍性的问题上。

本书如能对参加仪表及自控施工的读者有所帮助，作者则感到十分荣幸。

作 者

一九七二年三月

目 录

绪 论	(1)
第一章 仪表及自控系统工程	(4)
第一节 概 述	(4)
一、仪表及自控系统工程的基本程序	(4)
二、系统工程学的运用	(4)
三、现代工业对仪表设计和施工的要求	(4)
四、仪表费用	(5)
第二节 仪表及自控系统的设计程序	(5)
一、基础设计 (方案设计)	(5)
二、初步设计	(5)
三、施工图设计 (最终设计)	(6)
第三节 仪表及自控系统的现场施工	(7)
一、仪表专业施工的内容	(7)
二、仪表及自控系统的现场施工顺序	(8)
三、仪表施工现场的管理	(9)
四、施工技术人员的事项	(11)
第四节 仪表及自控系统的试运行	(12)
第二章 仪表及自控系统的施工图设计	(13)
第一节 仪表及自控系统施工图设计程序	(13)
一、确定P&I图	(13)
二、填写仪表清单、规格书及数据表	(13)
三、控制室内仪表盘的布置	(16)
四、决定仪表管线敷设的主要径路 (电缆、管缆径路图)	(16)

五、编制施工图的有关资料·····	(17)
六、绘制施工图·····	(17)
第二节 仪表专业和其它专业的关系·····	(18)
一、土木工程·····	(18)
二、建筑工程·····	(18)
三、工艺设备·····	(18)
四、配管工程·····	(19)
五、电气工程·····	(20)
六、保温保冷工程·····	(21)
七、油漆工程·····	(21)
八、仪表和其它专业的分工界限·····	(22)
第三节 仪表及自控施工图设计的管理资料·····	(29)
第四节 仪表及自控施工图设计和标准图·····	(30)
一、半模拟盘的符号·····	(30)
二、仪表盘的正面布置·····	(32)
三、仪表盘铭牌·····	(33)
四、节流装置最小直管段·····	(38)
五、测温体的安装方法·····	(39)
六、玻璃液面计安装方法·····	(41)
七、仪表用气源配管方法·····	(45)
八、铜管缆的连接方法·····	(45)
九、现场配线方法·····	(49)
十、现场仪表安装方法·····	(49)
十一、隔离罐或冷凝罐·····	(51)
十二、排气管堵·····	(51)
十三、冲孔托盘·····	(53)
十四、压力表用接头·····	(55)
十五、电缆槽·····	(57)
十六、导压管·····	(63)

第五节 仪表及自控施工图的种类和内容	(63)
一、用于现场施工的图纸	(63)
二、向仪表盘制造厂提供的图纸、资料	(85)
三、其它	(87)
第六节 仪表安装工程的概算	(92)
第三章 仪表盘和控制室	(94)
第一节 仪表盘的设计	(94)
一、仪表盘的种类	(94)
二、仪表盘的构造	(100)
三、仪表盘上仪表的布置方法	(101)
四、模拟盘的设计	(102)
五、仪表盘盘内接线及配管的方法	(103)
第二节 控制室	(106)
一、概述	(106)
二、控制室在装置中的位置	(106)
三、控制室内仪表盘的布置	(108)
第三节 仪表盘安装注意事项	(108)
第四章 仪表安装	(109)
第一节 温度计的安装	(109)
第二节 流量计的安装	(111)
第三节 压力表的安装	(111)
第四节 调节阀的安装	(112)
第五章 导压管施工	(114)
第一节 导压管的设计	(114)
第二节 导压管的施工方法	(115)
一、差压式流量计的导压管	(115)
二、压力和压差测量仪表的导压管	(126)
三、差压式液面计的导压管	(136)
第三节 卡套式接管法	(142)

一、施工方法	(142)
二、使用材料	(143)
三、施工注意事项	(145)
第四节 特殊工艺条件下导压管的施工方法	(145)
一、高压	(145)
二、高温	(147)
三、低压	(147)
四、低温	(147)
五、腐蚀性介质	(151)
六、易堵塞介质	(154)
第五节 导压管的伴热及保温方法	(155)
一、伴热和保温的目的	(155)
二、伴热及保温的施工方法	(155)
第六节 导压管的材料	(162)
第七节 导压管施工注意事项	(166)
第六章 气源管、气动信号管施工	(169)
第一节 气源管的设计和施工	(169)
一、供给气源的方法	(169)
二、气源管径及其供给的仪表数量	(171)
三、气源管的材料	(173)
四、气源管的施工	(173)
第二节 气动信号管的设计与施工	(174)
一、施工方法与种类	(175)
二、气动信号管的材料与规格	(176)
三、气动信号管用接头	(177)
四、气动信号管的施工	(179)
第七章 仪表配线施工	(182)
第一节 仪表配线工程的分类	(182)
一、按信号电平分类	(182)

二、按施工方法分类·····	(183)
三、按等级分类·····	(185)
第二节 有关仪表配线施工设计上的问题·····	(185)
一、仪表布线的干扰问题·····	(185)
二、防爆问题·····	(188)
三、接地·····	(194)
第三节 仪表配线的施工设计·····	(195)
一、仪表配线施工设计的程序·····	(195)
二、施工中的注意事项·····	(202)
第八章 仪表信号管线径路的设计·····	(206)
第一节 径路的选择·····	(206)
一、地上方式·····	(206)
二、地下方式·····	(207)
三、地上与地下混合方式·····	(207)
四、架空(悬挂)方式·····	(210)
第二节 仪表管线的耐火及防火措施·····	(210)
一、耐火及防火的要求·····	(210)
二、耐火及防火措施·····	(211)
第三节 仪表电缆、管缆主径路的设计程序·····	(212)
第四节 电缆槽的设计·····	(213)
第五节 电缆槽的敷设·····	(215)
第六节 电缆沟与地下电缆槽的设计·····	(216)
第七节 电缆沟与地下电缆槽的敷设·····	(218)
第九章 试验与检查·····	(219)
第一节 外观检查·····	(219)
第二节 导压管的耐压与气密性试验·····	(221)
第三节 气源管的气密性试验·····	(224)
第四节 气动信号管的导通与气密性试验·····	(225)
第五节 线路的导通与绝缘试验·····	(225)

第六节 仪表盘内的接线及配管检查.....	(228)
第七节 仪表的调整和联校.....	(230)
附录 关于仪表设备的主要规范和标准.....	(231)
实例 (1)	(242)
实例 (2)	(258)
实例 (3)	(258)
书末附图目录.....	(263)

绪 论

仪表及自动控制系统在日本是第二次世界大战以后才形成的一个较新的技术领域。这项技术虽然早已具有，可是象目前这样的现代化仪表及自动控制技术则是在五十年代才形成的。

使用常规仪表进行设计的技术在六十年代末已经成熟，七十年代就开始进入了利用电子计算机从事控制和管理的时代。

仪表及自控技术是伴随着生产过程发展起来的，它可以提高劳动生产率，减少人工操作，改善劳动条件，延长设备使用寿命，提高设备利用率，实现生产过程的自动化，获得更多更好的产品；还可以保证工业装置的安全运行，发生事故时紧急停车，保证操作人员的人身安全等；此外，在减少污染、防止公害等方面也都起到重要的作用。因此，在现代化工业中，每一个生产过程总是与相应的仪表及自控技术同时出现和存在的。

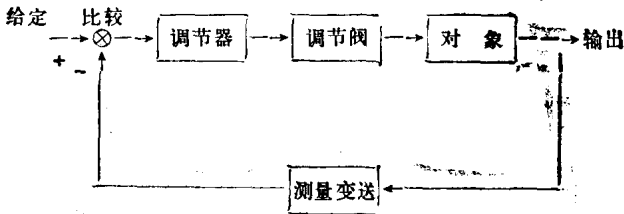
这里所说的生产过程是存在于各种工业之中的，如机械制造业、电力工业、电子工业、冶金工业、石油工业、化学工业、建筑材料工业、纺织工业等等，都包含着各自不同的生产过程。

生产过程是由间歇操作向连续操作方向发展的，有许多间歇操作已被连续操作所取代，但是由于一些工艺条件和技术上的限制，在现代化工业中，二者在很多情况下又是同时存在的。

生产发展的初期阶段，装置的运行方式几乎都是间歇操作，这时，除了基本的计量工作外，只使用极少量的检测仪表，全部操作均为现场手动操作。随着技术的进步，一些生产过程连续化了，检测仪表的品种及数量、质量也都有所提高，从而可以对生产过程进行集中监视。但由于仅仅设置大量检测仪表并不能保证工艺参数和产品质量的稳定，而人工操作又使产品质量、生产的

稳定性等在很大程度上依赖于操作人员的技术熟练程度，因此，自动控制技术就是生产进一步发展的必然产物。

自动控制技术的内容很多，但其中最基本、最主要的是反馈控制，其基本形式如图所示：



检测仪表将生产过程的参数（如温度、压力、差压、流量、液面、料面、速度、成分等）检测出来，通过变送器或变换器转换成规定的信号传送到调节器，调节器将此信号与设定值进行比较，如有偏差，则通过调节阀改变生产过程的状态，使偏差减小至零，达到稳定参数的目的。调节器经常使用的是比例(P)积分(I)微分(D)调节作用或比例积分作用。

近来，生产过程的工艺条件越来越严格，如高温、高压、高速、易燃、易爆、强腐蚀、剧毒、大滞后等，这时，仅仅使用反馈调节就不一定能达到预期目的，于是出现了前馈调节及电子计算机控制等新型的功能更加复杂的高级控制系统。

不论多么复杂的系统，其功能主要可归结为：

1. 利用仪表测量并监视工业参数；
2. 变送、转换并远距离传递测量结果及控制信号；
3. 将测量结果与设定值进行比较，按其偏差进行控制；
4. 安全连锁保护及紧急状态自动停车；
5. 按照对象的数学模型进行控制；
6. 使用电子计算机进行控制和管理。

上述这些功能都是通过仪表设备及自动控制系统实现的，因此也可以说，生产过程的现代化主要就是合理地采用了仪表及自

动控制技术的结果。

有人把生产过程的自动化（特别是使用了电子计算机）理解为无人操作，这对于某些生产过程是正确的，而在大部分生产过程中，既想保证安全，又要无人操作是非常困难的。不仅如此，操作人员数量的减少也应有一定限度，因为在生产中，特别是开车和停车时，由操作人员监视和判断并进行适量的人工操作都是必不可少的。

在一般情况下，电子计算机比操作人员的预测、判断、处理能力要强，它不仅能大大减少操作人员的工作量，而且比人工操作的处理、判断的再现性也要好。

但是，仪表设备的故障有时会和生产过程的异常状态掺杂在一起，引起系统的误动作，因此，对于仪表及自动控制系统的这些局限性必须仔细研究，慎重地设计和施工，并在此基础上配备必要数量的优秀操作人员，以保证生产的稳定运行。

第一章 仪表及自控系统工程

第一节 概 述

一、仪表及自控系统工程的基本程序

仪表及自控系统工程主要包括设计、施工及试运行三个部分。

设计工作分为三个阶段，即：基础设计（方案设计）、初步设计和施工图设计（最终设计）。

施工则包括仪表盘和控制室的施工、现场仪表的安装、导压管的施工、电缆、管缆主径路施工以及仪表的配线、配管（气源管及气动信号管）等。安装结束应经过检查与试验，并进行仪表的调整和联校，然后随同工艺试车投入试运行，与此同时还需绘制竣工图。

二、系统工程学的运用

在工厂的建设过程中，要按照系统工程学的思路综合地考虑经济性、安全性、耐久性、企业的特点、消除公害的措施及各专业、各部门的相互配合等，制定合理的计划。而仪表及自控系统工程是工厂建设的一个重要组成部分，也同样需要运用系统工程学的思想指导它的设计与施工的全过程。

三、现代工业对仪表设计和施工的要求

现代工业生产过程中，对于特殊工艺条件下的检测和控制技术要求是很高的，仪表本身的质量固然重要，但施工方法也是不容忽视的。

此外，近来采用电子计算机及分析仪表对生产过程进行控制和对产品进行质量分析逐渐增多，因此，微弱信号的传送和取样管的安装、配线施工中的抗干扰问题也突出出来，这就对仪表及自