

945/51

高等学校教学用书

自动学基础

(供热、供煤气及通风专业用)

西安冶金学院数理系电工教研组编



中国工业出版社

高等学校教学用书



自动学基础

(供热、供煤气及通风专业用)

西安冶金学院数理系电工教研组编

中国工业出版社

本书是西安冶金学院数理系电工教研组在贯彻党的教育方针、大搞教学革命的群众运动中，由有关教师集体编写的。

本书力求建立一个以供热、供煤气及通风专业要求为中心的自动学系统，把自动调节理论和热工测量技术具体地应用到本书中来。全书共分八章；前四章着重叙述基本理论和本专业通用的自动化元件，给以后各章打下基础；后四章专门叙述热网、热网入口、锅炉以及空气调节方面自动学的具体应用问题。

本书适用于高等工业院校供热、供煤气及通风专业，可作为该专业“自动学基础”课程的教科书。

本书除了叙述基本理论之外，还具有密切结合专业的特点，故也适用于本专业范围内工作的工程技术人员作为参考书。

* * *

本书原由人民教育出版社出版，自1961年4月转交本社出版，用该社纸型重印。

自动学基础

（供热、供煤气及通风专业用）

（根据人民教育出版社纸型重印）

*

中国工业出版社出版（北京东黄城根路丙 0号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $5^{30}/_{32}$ ·插页12·字数159,000

1960年12月北京第一版

1961年6月北京新一版·1961年6月北京第一次印刷

印数0001—780·定价（7）0.80元

统一书号 15165·62（建工-4）

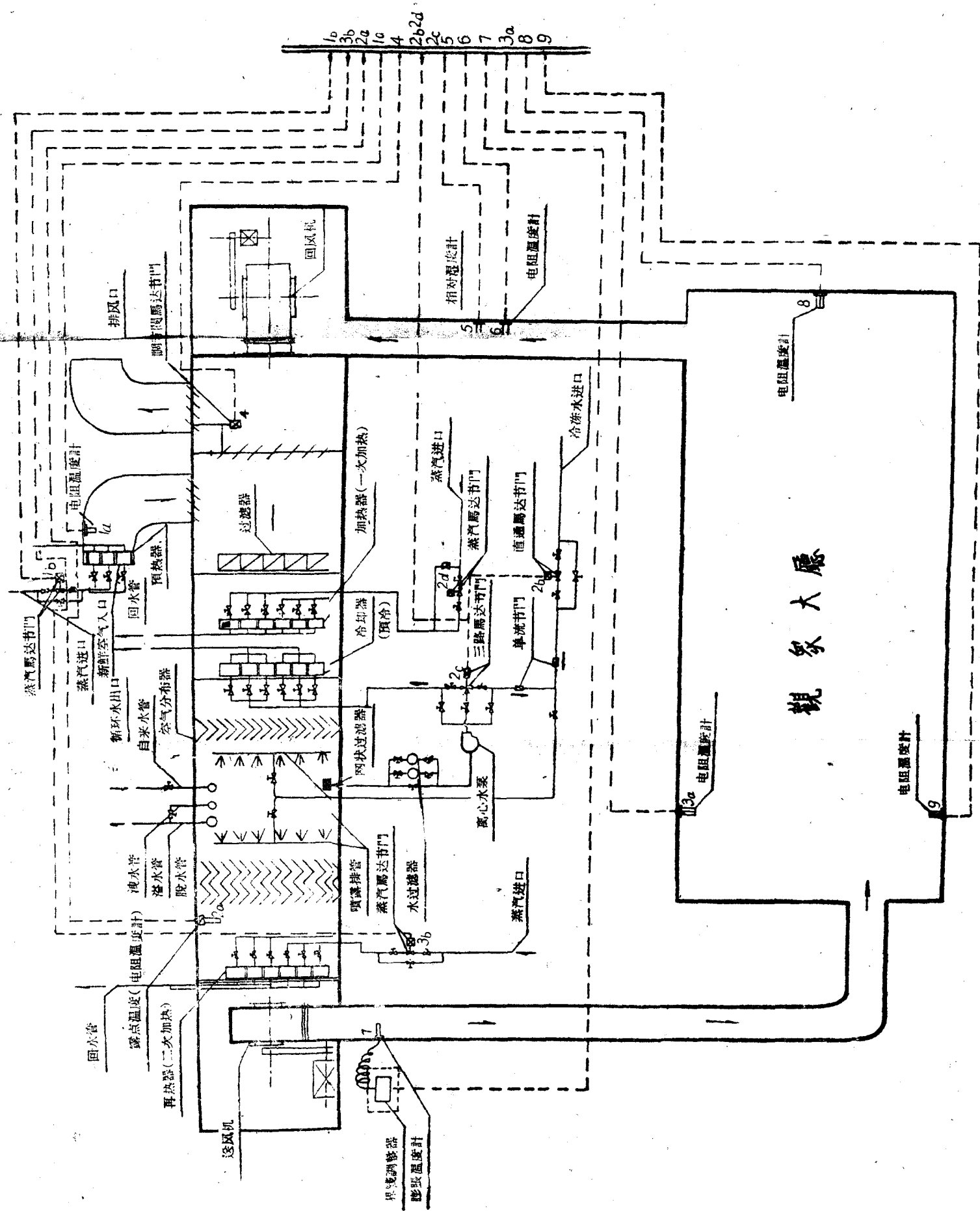


图 8-26. 觀象大廳蒸汽系統圖。

序

在全国大跃进形势的鼓舞下,根据供热专业的迫切需要,在多年的教学实践基础上,参考了苏联教科书的优点并结合我国的实际情况,我们编写了这本书。

供热、供煤气及通风专业在我国是一个新的科学技术领域。而自动化问题又在这一专业中占特殊重要的地位;例如工业上所需要的恒温、恒湿和恒压,离开自动调节几乎是办不到的。供热、供煤气及通风实现自动化的结果,还会为国家节约大量能源,大大提高劳动生产率,并为工人创造非常适合于卫生条件的生产环境。正如其他专业技术部门一样,自动化是供热、供煤气及通风专业的发展方向。

自动学既是一门新的科学技术,同时它也和其他科学技术一样,是在生产实践中逐渐发展起来的。根据这一辩证唯物的发展观点,本书第一章特从生产中最简单明了的实例出发,逐步形成一个较完整的自动学概念,给以后的学习打下基础。本书也举出了一些和我们生活有密切相关的自动学概念,以使读者加深对自动学的认识。

向高、精、尖、新迈进是各科学技术部门的发展方向,供热专业自动学也不例外。因此,我们在编写工作中,除了注意收集苏联的一些先进经验外,也注意到新技术在本专业发展上的需要,适当地增加了新技术在本专业应用情况的材料;例如,电子学、放射性同位素和自动调节理论等新技术的应用。

教学革命给本书的编写工作带来了莫大的推动力量。在这次深刻的革命中,我们解放了思想,打破了旧框框,建立了“以专业为

中心配套成龙”的系統。和本书配套成龙的是：“电工学及电子学”和“物理学”。“电工学及电子学”在先，打下基础；“物理学”随后，以太部分内容闡述物理学的最新成就；本书在上述基础上，密切結合专业，为专业服务。这样做既避免了不必要的重复，又有了較深厚的基础，因而在一定程度上符合多、快、好、省的精神。我們认为这是培养高质量的、又紅又专的社会主义建設人材的良好途徑之一。

从編排次序来看，本书力图建立一个供热专业所特有的自动学系統，改变一般理論和专业需要相互脫节的現象，例如自动化元件的叙述就是以专业需要为主，避免了过多的一般介紹。

本书的第五章和第七章的内容是节譯自苏联 1957 年出版的“供热、供煤气及通风系統的自动学”（Л.Г.Скрицкий 著）一书的第五章（热力网自动化）和第八章（鍋炉設備的自动化）；其余各章多是采用过去刊印过的讲义或由現場收集来的資料編写的；因为参考資料为数頗多，未能在书中一一注明其来源。

本书可作为高等工业学校供热专业的教科书，同时对有关技术人員也有参考价值。由于編者能力有限，本书的缺点和謬誤之处在所难免，希各高等院校、有关科学技术人員和一般讀者不吝予以指正。賜教請寄北京人民教育出版社高教用书編輯部轉。

編 者 1960 年 7 月

目 录

序	vii
緒論	1
第一章 自动学概論	5
§ 1-1. 自动化概念的由来	5
§ 1-2. 自动学的一般概念	6
1. 自动化的一般形式和它的优越性	6
2. 定位和不定位調节	9
3. 直接作用和間接作用調节器	11
§ 1-3. 自动調节理論在供热专业的应用	14
1. 自动調节理論在供热专业的应用	14
2. 自动調节系統的方块图(結構图)	15
3. 自动調节系統的过渡过程	17
4. 对自动調节系統的要求	18
5. 过渡过程的微分方程式	19
6. 自动調节系統的特性分析	24
7. 結論	27
第二章 自动化設備的元件	28
§ 2-1. 概述	28
§ 2-2. 敏感元件	29
I. 輸出量为非电量的敏感元件	30
1. 測量压力的敏感元件	30
2. 測量温度的敏感元件	32
3. 測量流体流量的敏感元件	35
4. 測量相对湿度的敏感元件	36
II. 輸出量为电量的敏感元件	37
1. 参数型敏感元件	37
2. 发电型敏感元件	42
§ 2-3. 繼电器	46
1. 概述	46
2. 电磁繼电器	47
3. 双金属繼电器	53
4. 非电量檢測用繼电器	56
§ 2-4. 放大元件	58

1. 液体和风动放大器	59
2. 电磁放大器及混合放大器	63
3. 电子管放大器	67
§ 2-5. 执行元件	76
1. 非电执行元件	77
2. 电动执行元件	80
§ 2-6. 调节元件	86
1. 非电调节元件	86
2. 电动调节元件	90
§ 2-7. 锁定元件	90
第三章 电力拖动的自动控制	94
§ 3-1. 概述	94
§ 3-2. 自动控制的形式	95
§ 3-3. 自动控制线路的概述	95
§ 3-4. 异步机的基本控制线路	100
1. 磁力起动器	100
2. 可逆转磁力起动器	100
3. 异步机的间接起动	101
§ 3-5. 闸门及通风机的自动控制	103
1. 线圈活门	104
2. 通风机的远距离控制	106
3. 闸门的远控线路	106
§ 3-6. 水泵站自动化	108
1. 双触头水位浮标继电器控制线路	108
2. 单触头水位继电器自动控制线路	109
第四章 远距离测量和远距离控制	112
§ 4-1. 线路	112
1. 线路的用途	112
2. 有线线路	113
3. 借高压输电线路传送高频讯号	116
4. 超短波无线线路	117
§ 4-2. 远距离测量	118
§ 4-3. 远距离控制	120
§ 4-4. 调度和遥控在城市煤气系统的应用	122
第五章 热力网自动化	124
§ 5-1. 热水管网自动化的工艺基础	125

1. 水泵机组的起动过程	126
2. 管网水的循环过程	126
3. 地区热力网的起动和停止	128
§ 5-2. 管网泵的自动化	130
1. 管网泵的自动化条件	130
2. 管网水泵的间接起动	131
3. 泵站和补助泵站自动化的水力电气系统	131
§ 5-3. 补给水泵的自动化	133
§ 5-4. 管网水温的自动调节	138
§ 5-5. 冷凝水泵站的自动化	140
§ 5-6. 排水自动化	143
第六章 供热入口的自动调节	145
§ 6-1. 概述	145
§ 6-2. 直接作用压力调节器	146
§ 6-3. 直接作用流量调节器	153
§ 6-4. 直接作用的温度调节器	162
§ 6-5. 室温调节系统	164
1. 室温调节系统的作用原理·组成部分及用途	164
2. 热继电器	165
3. 综合中间继电器和控制盘	167
4. 电动水力继电器	169
5. 室温调节系统的调整与使用	170
§ 6-6. 水温调节系统	173
§ 6-7. 实例系统图	175
1. 采暖及供热水系统与热力网的自动连接系统图	175
2. 带有热交换器的采暖系统图	175
3. 利用水泵进行水循环的采暖系统图	175
第七章 锅炉设备的自动化	175
§ 7-1. 自动化的任务	175
§ 7-2. 锅炉内固体燃料的燃烧过程自动调节	176
§ 7-3. 鼓形锅炉的给水调节	180
第八章 通风加湿的自动调节	182
§ 8-1. 概述	182
1. 量调节	183
2. 质调节	185
3. 空气自动调节在国民经济当中的意义	186

§ 8-2. 紡織厂电动风力的自动調节系統	187
§ 8-3. 紡織厂电动自动調节系統	190
§ 8-4. 局部加湿的自动調节	195
§ 8-5. 精密机械厂的空調自动調节系統	199
§ 8-6. 电动調节系統	206
1. 蒸汽加热及加湿的电动調节系統	206
2. 电动調节系統之二	210
§ 8-7. 結論	214

緒 論

目前, 供热、供煤气及通风专业在我国是一門嶄新的科学技术部門。为了适应大規模的社会主义建設, 生产技术的发展和生活日益提高的需要, 必須不断改善供热和通风系統的使用質量指标; 于是, 本专业各專業課中的自动化問題就提到日程上来了。事实証明, 仅仅在各專業課程中进行講授已經滿足不了需要。因此要求我們把这个領域範圍內的自动化問題归納起来, 把它們的共同点和互相联系的东西发展成为一个有系統的自动学分支, 并成为該专业的专业基础課之一。

供热、供煤气及通风系統乃是一个互相有联系的一个复杂的整体。以热电站或热力中心为主的供热网, 差不多要包括整个市区。供煤气的管网也可能长达数百公里。企业中的工业通风和民用的空气調节設備也在大規模发展着。

用手去控制这巨大的和复杂的系統是相当困难的, 而且还需要大量的人力。最有效而且又經濟的解决办法, 就是采用新技术——机械化和自动化的方法去管理这些系統。

供热系統的发展方向是維持一定的水力工况和热力工况 (压力、温度、流量); 無論在热力站、热网內或者在各用戶, 都有此要求。

自动化会給鍋炉設備的維護管理带来很大好处, 它可以自动調节燃燒过程和給水, 以便获得最大的工作效率。

目前, 可以作到的是大大提高了供热質量。例如, 热网水温可以自动調节到波动不出士 1°C (在温度为 $60\sim 150^{\circ}\text{C}$ 时), 采暖房間的室温精确度已达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

供煤气自动化的主要任务是維持煤气具有一定的压力，还需要有妥善的保护設備，不允許压力过高或过低的現象出現。

还有，空气調節自动化的主要任务就是要使房間內的空气条件(温度、湿度、純洁度等)不受室內外各种变化的影响，而維持所要求的状态。要想作到这一点，除了要利用卫生学、热工学和空气动力学之外，必須使用自动学技术。空气調節的自动化在我国已有很大的发展，从紡織工业、冶金工业、机械制造到民用建筑都在广泛采用，而且收到了良好的效果；尤其在某些特殊工业，象精密仪器制造車間，严格要求一定的空气条件。那么空气調節自动化更具有特別重大的意义。

除此之外，凡是有电气化的地方必伴随有电力拖动自动控制的发展，例如各种泵站、通风机的自动控制和遙控。

在我国，随着社会主义建設的日益高漲，在供热、供煤气及通风方面也将一日千里地发展。不言而喻，这方面的自动化問題也将应运而生。

由于仪表工业在自动化中的特殊地位，本书以較大篇幅着重介紹各种自动化元件，以便为专业自动化打下良好基础。

自动化技术工具和仪表制造工业的水平和发展的速度是衡量自动化技术发展的重要标志之一。对供热、供煤气及通风专业來說尤其如此。我国已能自制各式热电偶、毫伏計、溫度計、压力表、流量計、液面計、各种調節器等等敏感元件和变换元件。1958年全国已把仪表的标准化、系列化和单元組合化列为生产和研究的重要項目，从而为自动化的发展奠定了良好的基础。

在旧中国，仪表工业基本上是个空白点。解放后，在党和政府的领导下，社会主义建設飞跃发展，特别是自1958年以来，全国人民在总路綫的光輝照耀下，發揮了敢想敢說敢做的共产主义风格，使生产自动化推向了一个新的阶段，使仪表工业得到了迅速的发

展。制出了数以千計的新产品。最近,出現了許多采用新技术的仪表如超声波、紅外線、放射性同位素等的应用。仪表的測量和电子計算机联合使用,进行着复杂生产过程的綜合自动化——自动化綫。目前,全国人民在总路綫、大跃进和人民公社三面紅旗下,掀起了一个风起云涌、波瀾壯闊、多快好省、成績卓越的羣众性的技术革新和技术革命运动。因而,自动化,一方面反映了劳动人民的智慧和偉大的創造,另一方面也反映了我国社会主义建設的新成就和它的无比优越性。

自动化技术的发展,到今天已进入一个新的时期——它的研究范围不但包括了自动学和远动学,而且也包括了解測、傳遞信息、記憶装置等等。

在資本主义社会里,生产过程虽然也采用了自动化,然而,自动化的結果是大批工人失了业,同时使生产过剩的危机更加尖銳化。而且随着采用自动化和半自动化装备而来的通常是劳动强度的加强,工人的劳动条件更加恶化了。归根結蒂,自动化加深了資本主义社会各种內在的矛盾。馬克思說得好:“在現代的恶劣的基础上,劳动生产力的任何新的发展都不免要加深社会的对立和加强社会的对抗”。(“国际工人协会成立宣言”)

在社会主义制度下,自动化会給劳动人民带来更美好的生活。在苏联,在执行苏共第廿一次代表大会的決議中,科学工作者和工业战綫的劳动者們进行着創造性的劳动,决心把个别机組和装置的自动化过渡到整个企业的全套自动化。莫斯科要在1959~1960年建起27个全盘自动化的企业。这一切,正是苏联向六小时工作制过渡的基础。这也証明了社会主义制度的无比优越性。

可以想象,在不久的将来,自动化将深入到我們生活的各个方面。为此,必須进行广泛的綜合性理論研究工作,解决許多最复杂

的任务。这些任务主要是：将自动技术的灵活性和准确性提高几百倍，利用物理、化学、无线电电子学的新成就建立可靠的微型的自动化工具。供热、供煤气及通风自动化的发展远景也必如此。

第一章 自动学概論

§ 1-1. 自动化概念的由来

征服自然力最鮮明的例子就是自动化設備的制成，不用人的直接参加而能完成各种必要的工序。正如苏联通訊院士 B·特拉彼茲尼科夫所說，把自动化称为共产主义的技术是不无理由的。

我国最早的自动化机器——指南車发明于战国时代。

世界上最早的一种完善的自动化設備——水位調节器，在 1765 年由俄国波耳祖諾夫发明(原理图見图 1-1)。

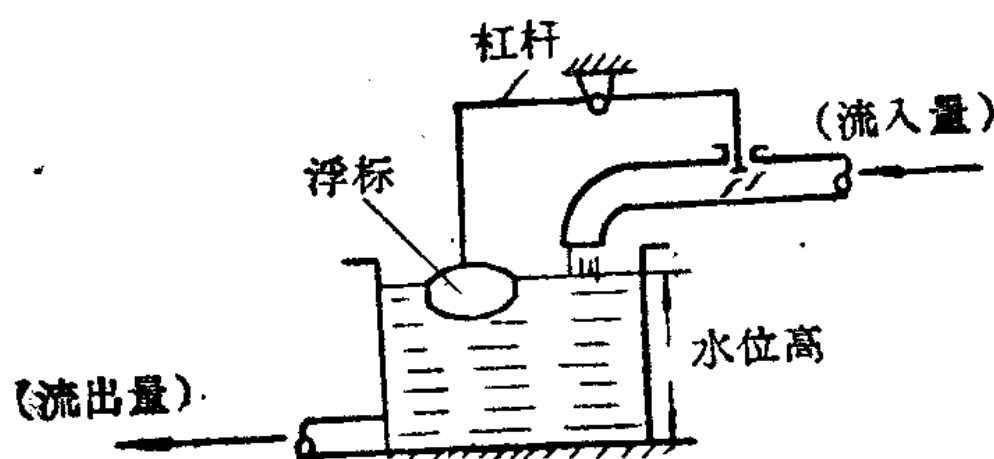


图 1-1. 水位調节器。

图 1-1 給我們的启发是：想自动維持某一数量(如水位 h)为一定值，必須預先規定一个数值(如 $h_{\text{規}}$)，当实际数值($h_{\text{实}}$)与此規定值有差額时($\Delta h = h_{\text{实}} - h_{\text{規}}$ 时)，机构就会自动动作，改变工作状态(例如使閘門开大或关小)，使数量接近于一定值。这一关系用“方块图”表示，如图 1-2。

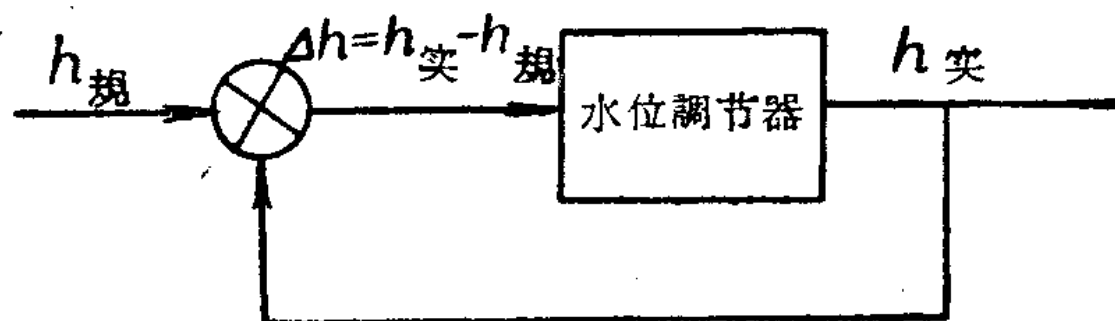


图 1-2. 水位調节器方块图。

測量差額(如 Δh)的設備叫做敏感元件(在圖1-2中用 $\otimes$ 代表,在圖1-1中就是浮標),將此差額放大的,叫做放大元件(如圖1-1中的杠桿),直接改變工作狀態的,叫做執行元件(如圖1-1中的閘門),這些都是一個自動化設備所必需的元件。

在我們的日常生活中,也時常碰到和利用到類似的自動化概念。例如彈簧門;彈簧本身就是敏感元件,當你把門打開,它就有了反應,等你把門鬆開後,彈簧又起着執行元件的作用,一直到把門重新閉合為止。又例如騎自行車,人的眼睛就起着類似敏感元件的作用,人的機體就相當於放大元件,當眼睛發現車子走歪了,手就“自動”轉動車把維持車子一直向前行進。實際上,騎車人的手是不斷“自動”調節的;如果一個正常的人把眼睛蒙上了,他肯定不會掌握方向(但是,如果一個人的視力減退,其他器官也有可能完成敏感元件的任務)。

可見自動化和我們的关系是很密切的。只要我們在實踐中想辦法創造出適用的敏感元件、放大元件和執行元件,那麼從最簡單到最複雜的事物,都可以自動化起來。從發展的观点看,自動化是沒有止境的。

§ 1-2. 自动学的一般概念

1. 自动化的一般形式和它的优越性

自動化的形式繁多,但終歸不能超出如下幾種形式:

1)自動檢測:自動檢查生產過程,從而便於掌握生產過程。此種自動化形式可由圖1-3的例子來說明。圖中的電流表可以測出水位的高低;圖1-3下面代表了此種自動化形式的一般圖式(方塊圖)。

2)自動控制:操作人員只要發出命令(如按動電鈕使閘門開或閉),生產過程即自動進行。這種控制方法可以近距離,也可以遠

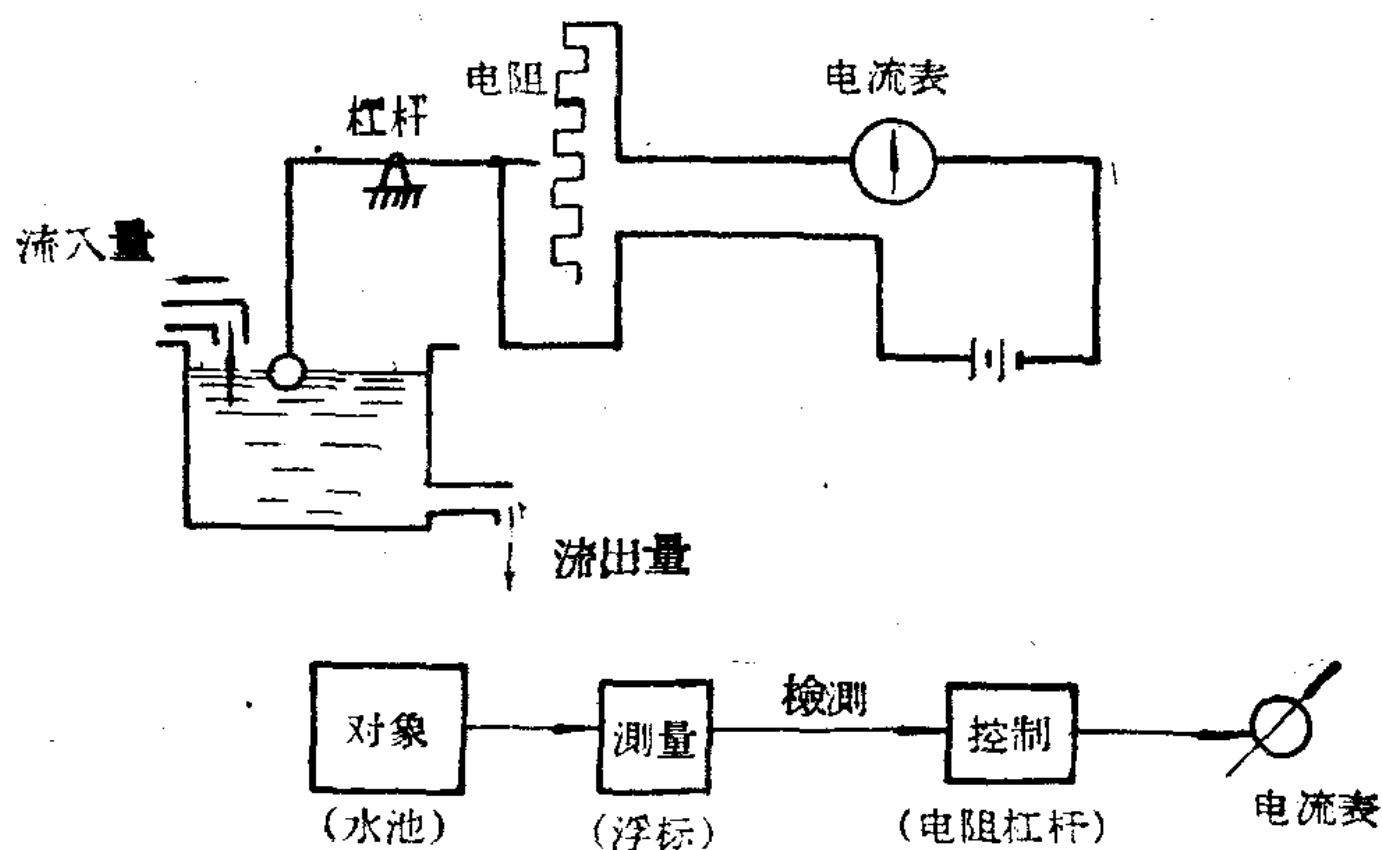


图 1-3. 自动检测的例子和方块图。

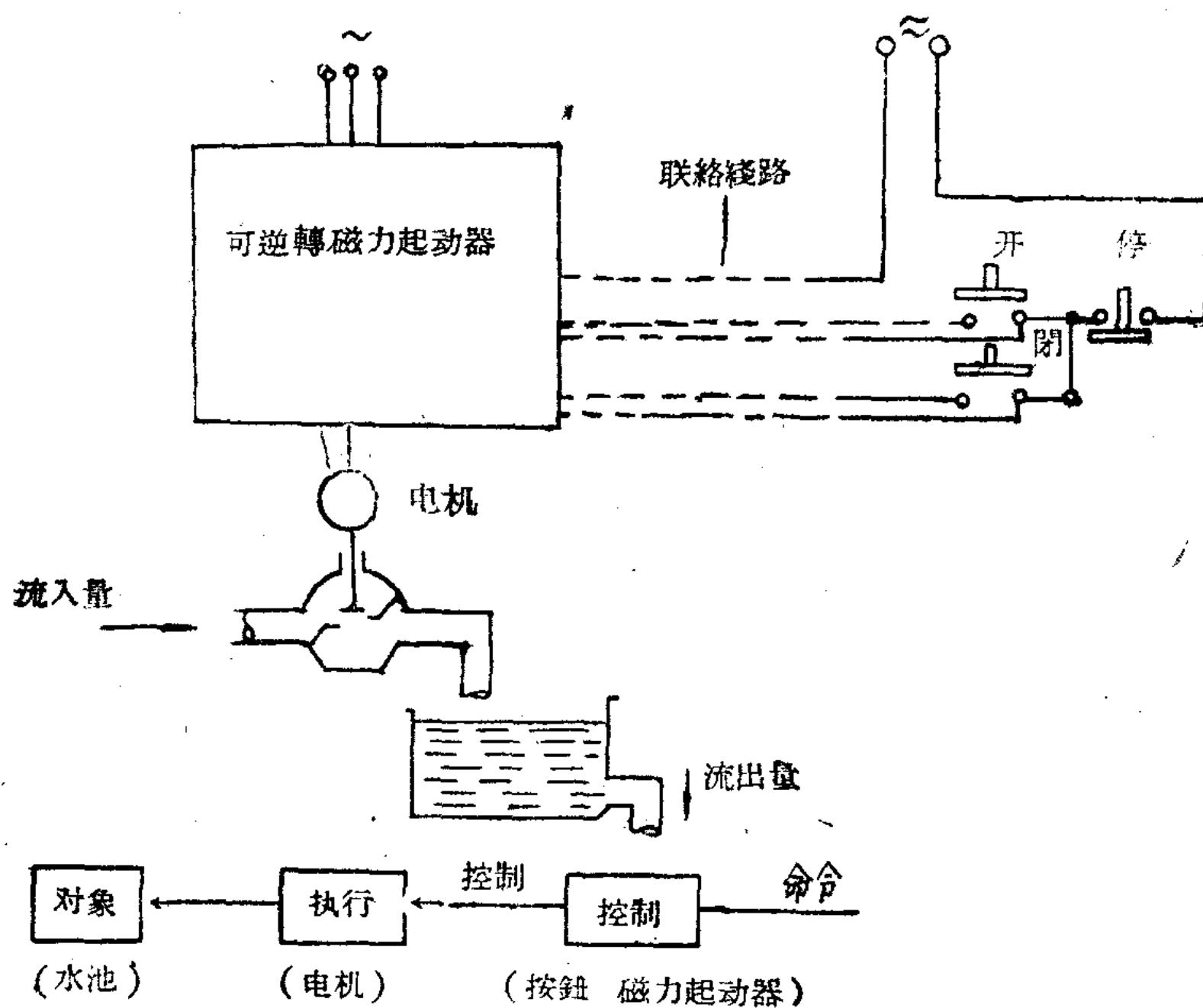


图 1-4. 自动控制的例子和方块图。

距离实现，只要把按钮放在离电机较远的地方就是了。图 1-4 就是远距离控制闸门“开”或“闭”的线路。