

87.159054
H 391

S7.159054
MHJ

高等学校教学用书

自动控制远程控制 理论基础教程

黄宏嘉 吴文瀧 合編
汪禧成 梁晋才

人民铁道出版社

本書為高等學校鐵路運輸自動控制遠程控制及通訊專業的教材。
本書亦可作為一般工科學院及技術學校的參考教材；以及鐵路電力、
礦山工程師及技術員的業務參考或自修之用。

本書共分四篇。第一篇為元件，主要內容為繼電器理論，第二篇
為遠程控制，第三篇為電路代數，第四篇為自動調整理論。

本書以蘇聯書籍為主要參考材料，同時也參考了其它的著作及文
獻（參考文獻列於書末） 本書一部分材料取自我國鐵路現場。

本書是在蘇聯專家艾列爾的建議和幫助下寫成的。緒論、第一篇
由黃宏嘉執筆（其中第一、二章及§3.2、§3.7、§5.5、§5.6、§5.7由
梁晉才執筆），第二篇由吳文瀾執筆，第三篇由汪禧成執筆，第四篇
第十五至十七章由梁晉才執筆，第十八章由黃宏嘉執筆。本書由黃宏
嘉主編。

自動控制遠程控制理論基礎教程

黃宏嘉 吳文瀾 合編

汪禧成 梁晉才

責任編輯 刁子鍾

人民鐵道出版社出版

（北京市霞公府17號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第010號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

（北京市建國門外七聖廟）

書號C20 開本787×1092 1/32 印張16 373字

1958年4月第1版

1959年1月第2版第2次印刷

印數1,500册[果]2,800册 定價(9) 1.70元

目 录

序	1
緒 論	2
第一篇 自动控制远程控制设备的元件	
第一章 自动控制远程控制元件的作用和一般特性	12
§ 1—1 自动控制远程控制的主要元件及其作用	12
§ 1—2 自动控制远程控制元件的一般特性及若干定义	15
第二章 继电器和继电器的接点	19
§ 2—1 继电器的分类和有接点继电器的几种主要型式	19
§ 2—2 继电器的主要参数	23
§ 2—3 继电器的接点	23
§ 2—4 接点的类型	28
§ 2—5 消灭火花的方法	29
第三章 直流电磁式继电器	30
§ 3—1 引 言	30
§ 3—2 继电器的牵引特性曲线与机械特性曲线	30
§ 3—3 空气隙磁导的计算	32
§ 3—4 漏磁的计算	34
§ 3—5 继电器磁路的计算	35
§ 3—6 衔铁牵引力的计算	37
§ 3—7 继电器绕组的计算	40
§ 3—8 继电器设计例题	44
第四章 直流电磁式继电器的时间参数	48
§ 4—1 引 言	48
§ 4—2 吸起时间的计算	49
§ 4—3 释放时间的计算	52
§ 4—4 吸起时间和释放时间的测量	53
§ 4—5 调整时间特性的方法	54
第五章 有极继电器和交流继电器	61
§ 5—1 去磁曲线	61
§ 5—2 永磁工作点的决定	61
§ 5—3 磁系统中永磁体积的计算	63
§ 5—4 有极继电器的分类	63
§ 5—5 有极继电器牵引力的计算	65

§ 5—6	有極繼电器的調整	67
§ 5—7	直流組合（無極有極）繼电器	68
§ 5—8	交流繼电器	70
§ 5—9	交流磁路	73
第六章	感应式繼电器	74
§ 6—1	感应繼电器的一般理論基础	75
§ 6—2	圓盤式感应繼电器轉矩的計算	78
§ 6—2a	轉矩公式的推广应用	80
§ 6—3	感应繼电器的磁系統	80
§ 6—4	翼式感应繼电器	81
§ 6—5	杯式感应繼电器	86
第七章	無接点繼电器	87
§ 7—1	引言	87
§ 7—2	簡單磁放大器	87
§ 7—3	磁放大器交流繞組的串联和並联	89
§ 7—4	磁放大器鉄磁材料的特性	91
§ 7—5	磁放大器鉄心材料和鉄心構造	94
§ 7—6	理想磁放大器	95
§ 7—7	磁放大器的主要特性	97
§ 7—8	磁放大器的計算	100
§ 7—9	双式（推挽式）磁放大器	102
§ 7—10	有反饋的磁放大器	105
§ 7—11	無接点鉄磁繼电器	107
§ 7—12	鉄磁积蓄器	109
§ 7—13	無接点电子繼电器	112
§ 7—14	半导体繼电器	114

第二篇 远程控制

第八章	選擇理論基础	126
§ 8—1	引言	126
§ 8—2	脉冲的性質	127
§ 8—3	电碼的組成	129
§ 8—4	選擇方法	130
§ 8—5	緊密电碼与換質电碼	138
§ 8—6	成組選擇	139
§ 8—7	电碼的畸变及防护方法	142

§ 8—8 通路	144
第九章 远程操纵的主要元件及基本环节	149
§ 9—1 引言	149
§ 9—2 机电式分配器	149
§ 9—3 电子式分配器	151
§ 9—4 继电器式分配器	152
§ 9—5 远程操纵的组成环节	153
§ 9—6 线路环节	156
§ 9—7 开始及起动环节	158
§ 9—8 脉冲发生环节	160
§ 9—9 分配环节	162
§ 9—10 编码环节	166
§ 9—11 译码环节	168
§ 9—12 执行环节	170
第十章 远程测量	172
§10—1 引言	172
§10—2 近作用远程测量系统	174
§10—3 远作用远程测量系统	179

第三篇 电路代数与继电器接点和电子开关电路图的设计

第十一章 电路代数与继电器接点电路图	187
§11—1 电路代数的起源和发展	187
§11—2 继电器接点代数的概念	187
§11—3 继电器接点电路图和电路结构公式	190
§11—4 继电器接点代数的运算定律和公式	192
§11—5 公式的数理证明和物理意义	195
§11—6 电路图的简化或变换	196
第十二章 H形电路图及其编制法则	198
§12—1 Π 形和H形电路图	198
§12—2 H形电路图的表示方法和结构矩阵	199
§12—3 从结构公式编制结构矩阵	199
§12—4 代数矩阵	201
§12—5 编制H形电路图的一般情况	209
第十三章 综合继电器接点电路图的设计	212
§13—1 电路图的元件	213
§13—2 继电器数目的决定	213

§13—3 电路圖的工作步数·····	214
§13—4 繼电接点电路圖的綜合·····	214
第十四章 电路代数与电子开关电路圖 ·····	225
§14—1 关于电子开关电路的基本概念·····	225
§14—2 电路代数在电子开关电路的設計和校檢工作中的必要性·····	225
§14—3 电子开关电路圖的画法·····	226
§14—4 电路代数在电子开关电路运算中的基本法則·····	227
§14—5 电路代数与綜合电子开关电路圖·····	231

第四篇 自动調整理論

第十五章 自动調整系統的基本概念 ·····	234
§15—1 引 言·····	234
§15—2 直接調整和間接調整·····	236
§15—3 定位調整和無定位調整·····	237
第十六章 自动調整系統的結構圖 ·····	239
§16—1 研究自动調整的靜态和动态的任务·····	239
§16—2 構成系統的方程式的一般概念·····	242
§16—3 几个典型环节的方程式·····	243
§16—4 調整系統的方程式·····	248
§16—5 調整系統几个环节的方程式的構成举例·····	249
第十七章 調整系統稳定性的分析 ·····	253
§17—1 稳定性的概念·····	253
§17—2 古維茨准則·····	256
§17—3 米哈依洛夫稳定准則·····	258
§17—4 用画稳定区域的方法来分析系統的稳定性的·····	262
§17—5 調整过程質量研究的一般概念·····	267
第十八章 同步联系系統和追隨驅動 ·····	268
§18—1 引 言·····	268
§18—2 自整角机·····	269
§18—3 無接触环自整角机·····	274
§18—4 追隨驅動系統·····	276
§18—5 比例操縱式追隨驅動系統·····	276
§18—6 按失調角导数操縱的追隨驅動·····	281
§18—7 按失調角积分操縱的追隨驅動·····	284
§18—8 繼电追隨驅動系統·····	286
参考文献 ·····	288
索引 ·····	290

序

本書是依照中華人民共和國高等教育部委託北京鐵道學院擬訂的『自動控制遠程控制基礎及繼電器理論』五年制教學大綱編寫的，這個教學大綱適用於鐵路運輸的自動控制遠程控制及通信專業。

本書是在蘇聯自動控制專家艾列爾的建議下編寫的。

艾列爾專家曾對本書進行過審查，並提出許多寶貴的意見。本書的寫成是和他的不斷鼓勵和熱心幫助分不開的，作者謹在此誌謝。

作者很感謝清華大學鍾士模教授，他在審閱本書初稿時曾提供了許多寶貴的意見。

作者

緒 論

I.

广义地說，『控制』是指在工業生产和運輸部門中，利用某种方法和工具来代替人們直接参与体力劳动的过程。『自动控制远程控制』是这种过程的高級發展形式；自动控制是指在不很远的距离內进行控制，远程控制是指在远距离間进行控制。

在日益复杂的現代工業生产和運輸部門中，生产和運輸过程如果不採用自动控制远程控制，簡直是不可想像的事。我們可以举出許許多多例子來說明这个事实。維持发电厂送到母綫上的电压恒定不变、調整熔炉內的溫度使它按着事先規定的程序变化、無人操縱飞机按着指定的航綫航行、監督軌道上有無車輛以及其它等等，所有这些过程都必須利用特殊的自动設備来实现。

II.

自动控制远程控制这門科学是在生产过程机械化的基础上發展起来的。

远在几千年以前，我們的祖先就發明过許多用来減輕人們体力劳动的机械。例如：在农業生产部門中，我們的祖先最先發明鼓風設備以鑄造农具，制造水車以灌溉田亩，並且創造碓磨和碾用於粮食加工。^① 在2500年前，我們的祖先已能鑄造巨大的鐵器；最初还只能利用人力和畜力来推动鼓風設備，后来則进步到利用水力。在公元37年，杜詩發明了利用水力 第一个冶鉄炉鼓風設備——水排；这个偉大的發明要比欧洲早1000多年。

在东汉时，已經有了利用人力的龙骨水車或翻車。唐宋时，有了筒車，已經可以不用人力。公元260~270年間，杜預發明了舂米用的連机水碓，这种机械利用了水力、槓桿和凸輪的原理。到公元200~300年間，出現了利用水力的水磨(圖1)，四、五百年間又出現了水碾。

^① 參看：刘仙洲，“中國在原动力方面的發明”，机械工程学报，第一卷第一期，1953年10月。

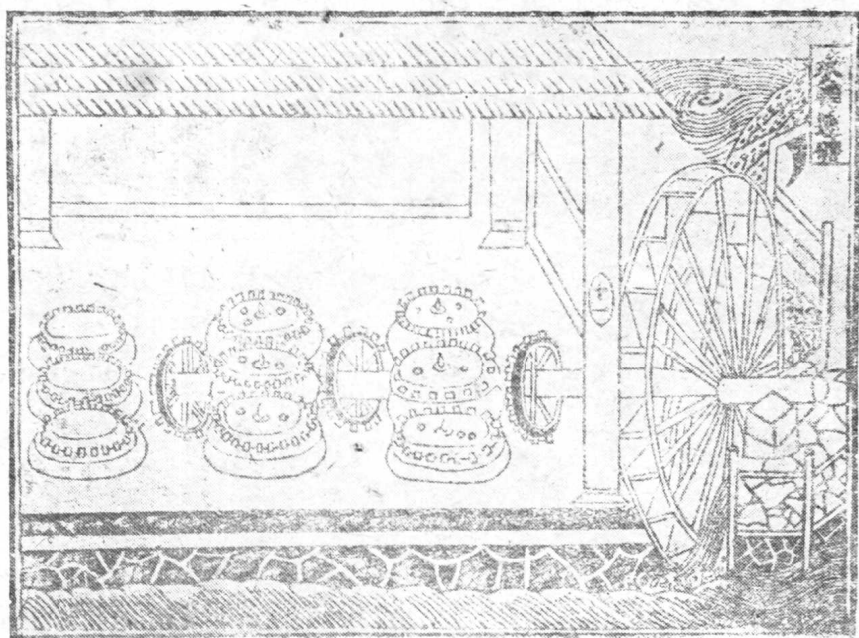


圖1 水轉連磨^①

在其它方面，我們的祖先也有許多發明，例如：远在2000年前（汉代），在我國民間就广泛应用了紡織机械。以后这种机械又逐步地被改进。明人宋应星在他的名著“天工开物”^②一書中紀載了这种机械的構造和动作原理。这种机械能够自动地織出帶有花紋圖案的絲綢。

至少在7世紀到14世紀之間，我們的祖先就制造了『天文鐘』^③（早期的文献說：开始於公元130年張衡的工作）。这是科学和技术史上最重要的轉折点之一。天文鐘的設計方法后来傳播到欧洲，逐漸地發展为現代精密的时鐘。

關於我国科学發明的历史材料，一部分原書已經遺失，一部分可以在断代史中找到。历史書中許多叙述的文字还不完全了解。但是，从已經确定了的一些历史材料来看，就足以說明，我們祖先在自动控制远程控制这个科学部門中，和在其它的部門中一样，都有过偉大的並且是最早的貢獻。

① “水轉連磨在急流大水的旁边，急流轉动大水輪，輪軸动时，軸上的三个小輪都动，每个小輪可以轉动一个磨，这个磨的轉动又帶动旁边的两个磨。这样，同时可以使用九个磨，估計“日得谷食，可給千家”。同書並載有水轉大紡車，晝夜可紡績數百斤”。原圖採自“农書”。

② 宋应星“天工开物”，乃服第二卷第37頁。

③ 刘仙洲，“中国在原动力方面的發明”，机械工程学报第一卷第一期第18頁，1953年10月。李約瑟等，“中国的天文鐘”，科学通报1956№6；原文載英国“自然”1956№3。

III.

早期的自动控制还只是單純的机械系統。在距今約 200 年的俄国物理学家老工程师亞历山大利思其的著作中，記載了一些早期的自动設備。

現代的自动控制远程控制是建立在电的系統上的，电的应用使最近几十年的自动設備在各种不同技术部門中都佔据了非常重要的地位。这里，我們可以舉出一些早期自动控制設備的例子。

世界上第一个电气測量仪表是由俄国科学奠基人 M.B. 罗蒙諾索夫於 1752 年制成的。

約在 1790 年，英国的發明家 J·瓦特曾經应用了离心調節器，用来控制他所發明的蒸汽机的速率。

俄国科学院通訊院士 П.Л. 史林格於 1812 年曾利用电流使远距离的地雷爆炸；1830 年，他又在电报机中採用了第一个他自己所發明的繼电器。不久以后（1836 年），美国物理学家 J·亨利曾經独立地在他的远距离控制电鈴的表演中应用了繼电器。

在 19 世紀 30 年代，俄罗斯学者 B.C. 雅可比院士做成並首先运用了汞接触繼电器；1841 年，他和俄罗斯科学院院士 Э.Х. 楞次一起制造了第一个自动电压調整器。

在鉄路的自动控制方面，美国工程师 W. 罗宾遜从 1867 年起就致力於軌道电路的研究工作；他在 1870 年第一次表演了他所發明的自动信号系統。

1895 年，俄国偉大的發明家波波夫發明了無線电报，給無線远程控制的发展打下了基础。

十月革命以后，苏联科学家在自动控制远程控制方面作出了極大的貢獻；例如：科学院通訊院士柯瓦連可夫和索茨柯夫在自动控制远程控制元件方面的工作，科学院士貝尔格和契尔謝夫在电子自动控制方面的工作，通訊院士伏茲基辛斯基和院士安得朗諾夫在調整理論方面的工作，以及通訊院士哥斯琴哥和依奧希夫揚在追隨系統方面的工作等等。

近年来，在其它的国家里，自动控制的研究也有着長足的发展。

IV.

在工業生产（冶金、化工、机械制造……）、动力系統（水力和火力發電站）、运输部門（鉄路、航空和航海）、农业灌溉系統以及国防工業（雷达）的各个部門中，自动控制远程控制都有着極其广泛的应用。對於科学研究工作来講，自动控制远程控制也同样具有極其深远的意义，它使实验技术提到很高的水平，並且使計算

設備（电子計算机）得到迅速的發展。

自动控制远程控制的主要作用在於：（1）完成大量的生产，並加速生产的过程，（2）控制巨大的动力，（3）控制复杂而精确的操作过程，（4）把若干个过程集中在一处来控制等等。

在資本主义国家里，自动控制远程控制成为加强剝削工人階級和增加資本家利潤的工具。自动設備的發展是自發的、不平衡的，並且受到了限制；在資本主义国家里，大力發展的是那些用来进行战争的軍事工業的自动設備。

在旧中国，腐朽的制度阻塞了自动化發展的道路。

在社会主义国家里，自动化的發展就完全是另外一种情况。工業生产和运输的自动化成为消灭腦力劳动和体力劳动界限的主要方法之一。管理现代自动控制远程控制設備的工人必須具有高度的技术，这就使工人和工程师的水平相近。因此，自动控制远程控制的发展是加速建成社会主义和共产主义的前提之一。

在苏共第20次代表大会上，布尔加宁同志指出：『技术进步是同电气化不可分割地联系着的，技术进步首先表现为机器和装备的經常不断地改善，运用最完善的生产工艺、生产工程全盤机械化和自动化』。

解放后，中国共产党的正确领导給我国自动化的發展开辟了無比广闊的道路。

在苏联政府的無私帮助下，很多生产和运输部門已經裝配了最新型的自动机器。生产自动控制远程控制設備的工業已經有了很大的發展。高等学校和中等技术学校正在培养大量的自动控制远程控制專家。不久以前，中国科学院成立了自动学研究所，领导全国的自动控制科学研究工作。著名的力学家錢学森以他的著作『工程控制論』一書获得了中国科学院一等獎。今天，我們的祖国正处於社会主义建設的高潮中，党和政府号召我們迅速赶上世界科学先进水平。在『關於知識分子問題的報告』中，周恩来同志在綜述世界先进科学技术时講到：『現代科学技术正在一日千里地突飞猛进。生产过程正在逐步地实现全盤机械化、全盤自动化和远距离操縱，从而使劳动生产率提高到空前未有的水平』。

V.

『控制』是一个广义的名詞，它包含『操縱』、『監督』和『調整』这些概念。控制系统可以是極其复杂的，也可以是非常簡單的。概述如下：

1. 自动操縱系統。利用一个簡單的开关或变阻器就能实现操縱工作，如圖2。开关能够实现不連續的操縱，因为，开閉开关就能够使电动机

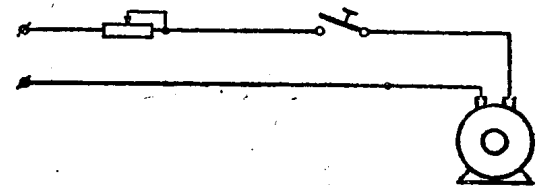


圖 2

轉动或停止；变阻器能够实现連續的操縱，因为，推动变阻器的滑杆能够連續地改

变电路中的电流。

虽然圖 2 是一种非常简单的操纵系统，但是，它也包含着一般复杂操纵系统的某些特征。例如：在这种系统中，操纵和被操纵能量是互相独立的；操纵能量（开闭开关或推动变阻器的滑杆）是机械的形式，而电路中被操纵的能量则是电的形式。同时，被操纵能量比操纵能量要大得多。

一般的自动操纵系统是由若干个环节组合而成的，在这种系统中进行着各种各样的复杂的操纵过程。

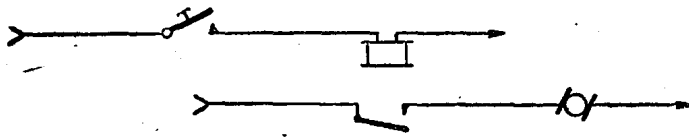


圖 3

在铁路运输部门中，「进路继电器集中」是自动操纵系统的一个很好的例子。采用这种系统以后，不论车站的线路多么复杂，

只要按下几个按钮，就能规定进站出站以及调车的进路。操纵的过程是这样的：按下按钮使继电器动作，于是接通电动转辙机电路，由于电动转辙机的动作而扳动道岔。这个具体的例子说明了自动操纵的一般结构。在这个例子里，按下按钮是给出预定值，继电器是操纵机构，电动转辙机是执行机构，道岔是对象。在一般的情况下，自动操纵系统可以用方框图（圖 4）来表示，即：操纵机构作用于执行机构，执行机构作用于对象。

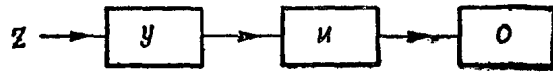


圖 4

Z——预定值； y——操纵机构；
u——执行机构； O——对象。

通讯方面，『自动电话』是自动操纵系统的一个例子。这种系统也同样可以用圖 4 中的方框结构来表示。操纵的程序是这样的：用户拨号（预定值），使脉冲继电器（操纵机构）动作，于是选择机（执行机构）动作，最后接通被唤用户（对象）。

2. 自动监督系统。在工业生产和运输部门中，处处可以遇到起着监督作用的设备。各种仪表如温度计（圖 5）、压力计、以及各种机器和操纵台上的指示灯等都是简单的监督设备。

一般的自动监督系统是由若干个环节组合而成的，这种系统起着各种各样的复杂的监督作用。

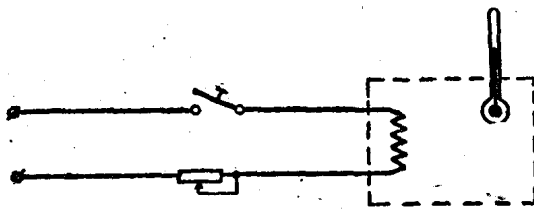


圖 5

在铁路运输部门中，『道口自动信号』是监督设备的一个很好的例子。在铁路和公路（或马路）的交叉口，常常装设这种道口自动信号；当列车接近交叉口时，自动发出铃响，

同时信号灯也给出显示。监督的程序是这样的：当轨道上没有列车时，圖 5a 中的继电器由直流电源 B₁ 经过轨道来供电，

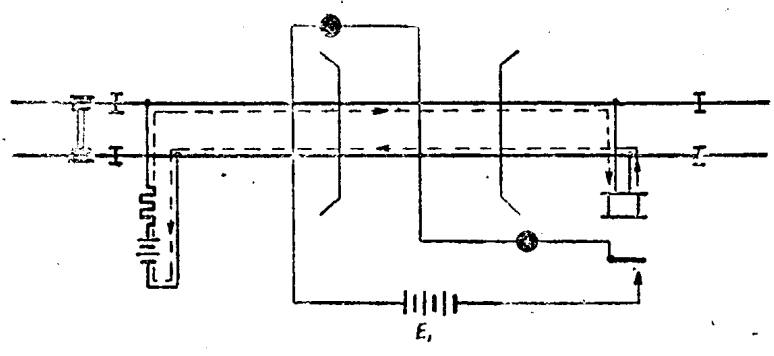


圖 6a

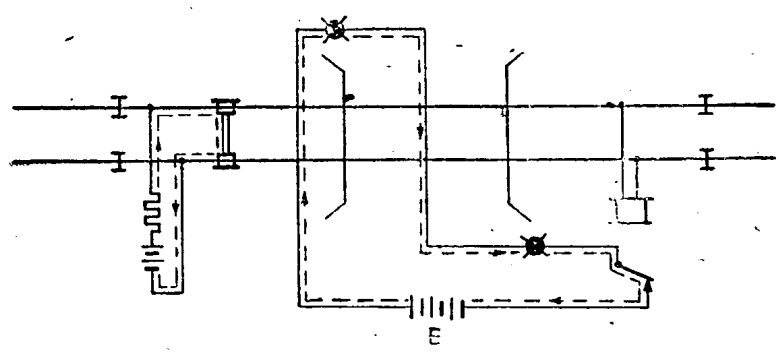


圖 6

因此繼電器的銜鐵是在吸起的位置，而電鈴和信號燈的電路是斷開的。當列車接近交叉口時，列車輪对在軌道上的分路作用截斷了 E_1 對繼電器的供電；因此，繼電器的銜鐵變到落下位置，電鈴和信號燈的電路就被接通（圖66）。這個具體的例子說明了自動監督系統的一般結構。在這個例子裡，接近交叉口的列車是對象，軌道電路是起着變換器作用的機構（它把列車在軌道上的位置變換為電鈴電路的開閉），繼電器是操縱機構，電鈴和信號燈是復示器。在一般的情況下，自動監督系統可以用方框圖7來表示，即：對象作用於變換器 A ，變換器作用於操縱機構，操縱機構作用於復示器。

通訊方面，自動監督系統的例子也很多。例如，用戶電話機（對象）被取下耳機後，鈎鍵（變換器）的動作使外綫與通話電路接通，於是綫路繼電器（操縱機構）動作，使交換台上的表示燈（復示器）給出顯示。

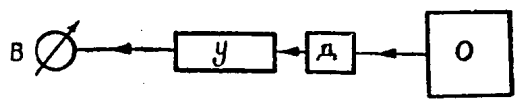


圖 7

- O——對象；
- Y——操縱機構；
- A——變換器；
- B——復示器。

① 也稱為換接器或轉換器。

3. 自动調整系統。为了解釋“調整”的意义，讓我們来研究一下“人工”調整温度的过程。人在調整过程中所必須执行的工作有以下数項：（1）注視溫度計的讀数（见图5），（2）比較这讀数和規定的温度值，（3）当溫度計讀数和規定值之間有偏差时，推动变阻器的滑杆（即改变电炉电路中的电流值），以减少这偏差。但在自动調整系統中，人的这些工作都由自动設備来完成。

調整蒸汽机的轉速是自动調整系統的一个简单的例子。蒸汽机的轉軸（或它的輸出）和离心調整器的齿輪相連接，如图8所示，假如在任何瞬間，蒸汽机的轉速超过了予定值，則离心調整器往上抬，閥門向下压，于是經過閥門进入蒸汽机的蒸汽减少，使蒸汽机的轉速重新下降；相反，当轉速低于予定值时，离心調整器往下压，閥門向上抬，于是經過閥門进入蒸汽机的蒸汽增加，使蒸汽机的轉速重新上升。

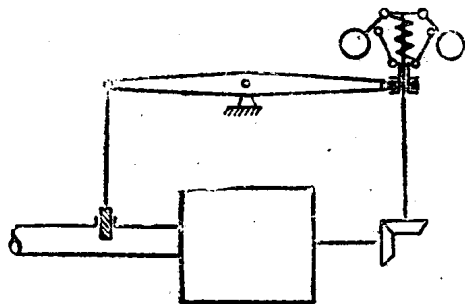


图 8

在鐵路運輸部門中，駝峯調車場所用的鉗形緩行器（图9）是自动調整系統的一个很好的例子。緩行器是装在調車場的軌道上的；当駝峯（或峯頂）上的車輛被解鉤后，沿着軌道溜放下来时，它的速度必須加以控制。

鉗形緩行器的工作原理是这样的：- 根据所要求的車輛速度（予定值），将制动

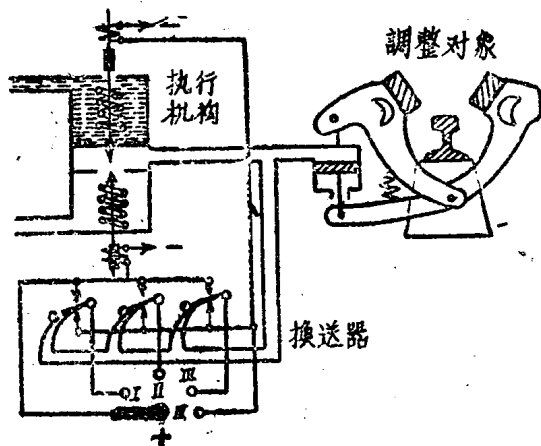


图 9

手柄（操縱機構）扳到四个制动位置中的一个，例如Ⅱ（圖1—9）。这样，制动繞組的回路就經過电鍵Ⅱ的下边接点而接通，於是制动电磁鉄被吸起，压缩空气缸的气閥打开；压缩空气冲进了制动汽缸，制动汽缸活塞所受的压力轉到鉗形夾子（整个这部分称为执行機構），鉗形夾子的压力控制着車輛速度（調整对象）。

压缩空气同时作用於压力管（变换器或測量機構）。只要压缩空气的压力一超过預定值，压力管就伸張，頂起电鍵，断开制动繞組回路；这样，压缩空气缸中的彈簧就把气缸的气閥頂下，截断压缩空气冲向制动汽缸的通路。如果压缩空气的压力过大，就有必要排除制动汽缸中一部分空气；这时，压力管伸張很大，把电鍵頂到和上边的接点接触，於是制动解除繞組的回路就經過这个接点接通，电磁鉄被吸下，排气缸的气閥打开。

鉗形緩行器这个例子說明了自动調整系統的一般結構。这个結構可以用下面圖10的方框圖来表示。

由此可見，自动調整系統中的作用是沿着一个閉合的回路进行的：調整对象作用於变换器，变换器作用於操縱機構，操縱機構作用於执行機構，最后执行機構又重新作用於調整对象。

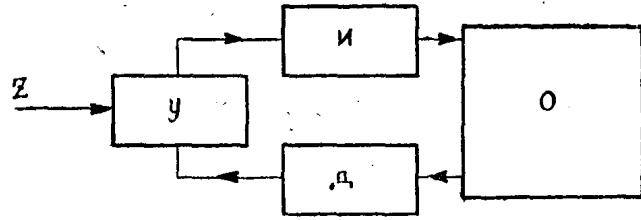


圖 10

Z—預定值；Y—操縱機構；II—执行機構；
A—变换器或測量機構；O—調整对象。

比較圖4，7及10可以

看出，自动調整系統中的閉合回路是由兩個基本部分組成的：第一个部分是自动監督系統，它的作用是監督被調整量的值，第二个部分是自动操縱系統，它的作用是操縱被調整量的值。前面的許多例子說明，這兩种系統是可以互不相關的；事实上，工業生产和運輸部門所採用的自动系統常常只完成監督和操縱這兩种作用之一。

4. 远程控制系統。在以上所講的自动控制系統中，我們假定操縱機構和对象之間，或对象和复示器之間的距离都不很远。如果距离太远，就必須利用特殊的設備以克服远距离控制的困难；这种自动控制系統就称为远程控制系統。远程控制系統的特点仅仅是它包括了以下几种附加設備：通路、傳遞器和接收器。傳遞器的功用是把一种量变为另一种更便於沿着通路傳遞的量。接收器的功用是把从通路收到的量变为另一种更便於作用在执行機構或复示機構上的量。接收器和傳遞器能同时完成操縱機構的作用。和自动調整系統一样，远程調整系統也是由兩個基本部分，即远程監督系統和远程操縱系統組成的；这两个系統之間也可以沒有任何联系。

採用远程控制系統使我們有可能在一个集中的操縱地点来監督，並操縱許許多多遠方的目标。同时，目标的数目尽管多，但它們都可以用一条通路監督和操縱。在鐵路自动控制远程控制及通信部門中，調度集中及長途自动電話是远程監督，和远程操縱系統最明显的例子。

VI.

自动控制远程控制是一个内容極其龐杂的、新的科学領域。以上所講的自动^①操縱、自动监督和自动調整系統是自动控制远程控制的基本形式。除此以外，我們还会遇到一些其它和这些基本形式相关連的自动控制远程控制系统；这里，只举一些重要的例子。

例如，『自动保护』就是一种自动操縱系統，它的作用是促使某一生产或运输过程停止，以避免可能發生的危險和損坏。在铁路运输部門中，可以举『自动停車』作为例子。

电力拖动是自动操縱系統的进一步發展。在这种操縱系統中，需要随时开动或停止曳引电动机，或改变它的轉动方向和速度。

自动（或远程）測量系統是自动（或远程）监督系統的进一步發展。測量系統的特点是它可以监督連續变化的过程；即使变化是很迅速的，測量系統也能够給出准确的显示，或自动地作出記錄（溫度自动記錄是个簡單的例子）。測量設備可以是一个單独的系統，也可以是自动（或远程）調整系統中的一个組成部分。

在各种类型的自动調整系統中，追隨系統是应用最广泛的系統之一。实际上，追隨系統不过是一种『位置』的自动調整系統；因为在这种系統的接收器中採用了放大設備和电动机，所以它能使需要巨大动力来操縱的机械准确而迅速地『追隨』操縱桿的位置。

VII.

尽管自动控制远程控制包含着許許多多的系統，但是，所有的自动系統都是由若干个基本的元件（或由元件連接成的环节）組成的，这些元件（或环节）在自动系統中实现單独的、完全被規定了的特殊作用。因此，在講自动系統以前，我們先講自动控制远程控制元件。

按照在自动系統中所处的位置，元件可分为以下三类：（1）接收元件，（2）中間元件，（3）終端元件。接收元件是接收初始参数作用的元件，这类元件主要包括變換器和繼电器。中間元件的作用是把接收元件所产生的作用加以放大、變換或沿着不同的路綫傳遞，或維持个别的参数在恒定值等等，这类元件主要包括放大器、穩定器和分配器。終端元件又称为工作元件，它是使被控制参数产生所需变化的一些元件；这类元件在構造上有很大的差別。如果被控制的是机械量，則採

^① 通常如果人們的工作只限於送出一个开始的（起动的）脉冲，則这种系統就称为自动系統。但有时这种需要人来送出开始脉冲的系統也称为半自动系統；这时，所謂自动系統就只是指那些完全不需要人来參加操縱或監督工作的系統，例如“自动停車”。

用大功率电磁铁、电动机和水力原动机等等。如果被控制的是电气量，则用作接收元件和中間元件的变换器、继电器和放大器等等也可以用作終端元件；当所需的控制功率较大时，往往采用电机放大器、大功率的磁放大器以及大功率的接触器等等。因为在铁路的自动控制远程控制部門中，继电器佔有特別重要的地位，所以本書第一篇的主要部分是講各种常用类型的继电器（其它元件，如放大器、稳定器和發电机，都是电子管、电机等課程的內容，本書將不詳細講述）。在各种主要元件中，除继电器外，分配器也是其它課程不講或講得很少的材料；因为分配器主要是用在远程控制系統中，所以，我們就把分配器这个內容放在第二篇（远程操縱和远程測量）中去叙述。

本書第三篇叙述繼电接点电路圖的理論基础，第四篇叙述自动調整系統。

在自动控制远程控制理論基础这門課程中，只研究基本的控制元件、控制設備、控制系統以及控制的一般理論。