

高等学校試用教科書

电 器 学

張冠生編

前 言

本书为高等工业院校工业企业电气化专业、电机与电器专业电机专门化“电器学”课程的教材，同时亦可作为电气测量专业“自动电磁装置”课程的教学参考书。

本书曾于1955年在哈尔滨工业大学第一次作为交流讲义印刷，后在1957年和1959年作了二次较大的修改和补充。趁这次公开出版之际，编者对本书又作了一些修改和补充。书编完后，有几个问题需要说明一下：

1. 电器品种繁多，工作原理各异，如何多而不繁、要而不简，一直是“电器学”课程教学者所感兴趣的事。编者在教研室具体帮助下，在绪论中增加了电器的发生和发展概论一节并在叙述具体电器时尽量抓住主要矛盾。希望通过这一节以及后面具体电器的学习能达到下面的要求：（1）初步了解电器的发展规律，培养同学从生产实际出发和勇于革新的精神；（2）对各类电器的相互关系和它们的个性与共性有一总体的认识，避免过去学习时存在的“只见树木，不见森林”的缺点，从而使同学能够主动和灵活地掌握这些电器。此外，在讲授电器概论一节时，如能结合实物教学和现场参观，不仅激发了同学学习热情，而且提供了电器的感性认识和初步理性认识，使电器理论基础几章的教学目的性明确，易于做到理论联系实际。

2. 按照教学大纲，在电器的理论基础中有电弧和电接触二章。由于电弧和电接触是同一个触头的二个方面的物理现象，它们统一在触头工作的性能上，所以本书尝试把这二章合并成“触头的工作”一章。这样，围绕电器的触头统一讲授这二部分的理论，预计效果可能好些。

3. 为了加强理论基础和结合专业要求，本书适当扩充了磁路与电磁机构一章的内容，增加了电磁铁的工程实用算法一节。该章的讲授建议与第五章“电磁铁与电磁联轴器”相衔接。

4. 为了满足工企专业和电机专门化的要求，编者力图不从电器设计的观点而是从电器应用的观点来叙述各种电器。在内容的选取上，着重叙述电器的基本特性、叙述它的基本结构、叙述各种参数以及使用条件对电器性能的影响，从而为正确地选择、使用电器打好坚实的基础。

5. 从电机、工企、电测等专业对电器学的要求来看，本课程侧重于讲授电器的基础理论以及低压控制及配电方面的具体电器结构，而高压电器方面的知识比较起来是次要的。根据传统做法，电机专门化在“发电厂、电网与电力系统”课程中，工企专业在“工厂供电”课程中都要讲到高压电器的有关内容。为了避免重复和节省本书篇幅，所以有关高压电器的内容不编入本书中。同样理由，本书中没有编入电网用继电保护用继电器以及自动电压调节器。

最后，应该特别指出，本书是在党的领导下，是在教研室集体帮助下写成的。同时这本书的编成也是和兄弟学校电器教研组的支持与帮助分不开的，例如清华大学曾经详细审阅过本书，西安交通大学提供讲义资料，编者对此表示感谢。

由于编者水平所限，加以出版匆促，书中不妥之处在所难免。编者衷心地请各位授课老师、使用本书的同学提出宝贵意见，以便再版时订正。意见请寄哈尔滨市哈尔滨工业大学电器教研室。

编 者

1961.6.

目 录

前言	3	4-10 影响磁放大器工作的因素	103
緒論	7	4-11 磁放大器的檢查和調整	104
第一章 电器的发热与冷却	17	4-12 快速磁放大器綫路及磁性邏輯元件的概念	104
1-1 概述	17	第五章 电磁鉄与电磁联軸器	109
1-2 热計算原理	18	5-1 牵引电磁鉄与制动电磁鉄	109
1-3 发热体的工作制	21	5-2 举重电磁鉄	118
1-4 测量温度的方法	27	5-3 电磁卡盘	119
第二章 触头的工作	30	5-4 电磁联軸器	120
2-1 概述	30	第六章 继电器	127
2-2 触头开断时电弧的物理过程	30	6-1 概述	127
2-3 直流电弧及其熄灭条件	32	6-2 电磁式电流、电压和中间继电器	129
2-4 交流电弧的特点及其熄灭条件	35	6-3 热继电器	136
2-5 典型熄弧装置	37	6-4 时间继电器	142
2-6 触头接通时的物理过程	42	6-5 极化继电器	149
2-7 处于閉合状态下的触头工作	43	6-6 計数、光电、速度继电器和分配器	150
2-8 触头的材料、結構及其檢修和維護	46	6-7 无触点继电器的概念	152
第三章 磁路与电磁机构	48	6-8 继电器的选择运行及維護	154
3-1 概述	48	第七章 接触器	158
3-2 电磁鉄的能量轉換	49	7-1 概述	158
3-3 电磁鉄的吸力	50	7-2 接触器的結構及其分析	159
3-4 电磁鉄的等值图及磁路計算基本定律	52	7-3 直流接触器	161
3-5 鉄心磁导与气隙磁导	53	7-4 交流接触器	168
3-6 直流磁路計算	57	7-5 扣鎖接触器、串激接触器、延时接触器及高频接触器的概念	175
3-7 交流磁路計算	61	7-6 接触器的选择、运行及維護	179
3-8 交流电磁鉄的分磁环	67	第八章 主令电器	185
3-9 电磁鉄工作的过渡过程	70	8-1 概述	185
3-10 电磁机构的綫圈	72	8-2 按钮开关	185
3-11 电磁鉄的工程实用計算法	77	8-3 万能轉換开关	186
第四章 飽和电抗器与磁放大器	82	8-4 主令控制器	187
4-1 概述	82	8-5 行程开关和終点开关	189
4-2 简单磁放大器的工作原理	83	第九章 刀开关、轉換开关和控制器	191
4-3 磁放大器交直流綫圈的联接方式	84	9-1 刀开关	191
4-4 理想磁放大器及其特性	86	9-2 盒式轉換开关(組合开关)	195
4-5 实际磁放大器及其特性	89	9-3 面板式控制器	196
4-6 磁放大器的反饋和位移	89	9-4 鼓形控制器	197
4-7 双拍式磁放大器綫路	93	凸輪式控制器	201
4-8 磁放大器的过渡过程	95		
4-9 磁放大器的設計			

第十章 电阻与变阻器	204	12-2 自动空气断路器的结构及其分类	241
10-1 概述	204	12-3 非快速自动空气断路器	243
10-2 变阻器的换接装置和接线图	205	12-4 快速空气断路器的概念	249
10-3 电阻元件的结构	208	12-5 自动灭磁开关的概念	250
10-4 电阻元件的选择(热计算)	215	第十三章 成套电器	253
10-5 磁場调节变阻器的容量功率	221	13-1 概述	253
10-6 油变阻器与水变阻器	222	13-2 磁力起动器	253
第十一章 低压熔断器	225	13-3 电磁控制站的一般介绍	254
11-1 概述	225	附录	
11-2 熔断器工作的物理过程	226	I 表(电阻元件参数)	256
11-3 熔断器的结构	231	II 下标符号	260
11-4 熔断器的计算、选择和维护	234	III 国产低压电器产品简明对照表	261
第十二章 自动空气断路器	240	IV 参考文献	263
12-1 概述	240		

高等学校試用教科書

电 器 学

張 冠 生 編

前 言

本书为高等工业院校工业企业电气化专业、电机与电器专业电机专门化“电器学”课程的教材，同时亦可作为电气测量专业“自动电磁装置”课程的教学参考书。

本书曾于1955年在哈尔滨工业大学第一次作为交流讲义印刷，后在1957年和1959年作了二次较大的修改和补充。趁这次公开出版之际，编者对本书又作了一些修改和补充。书编完后，有几个问题需要说明一下：

1. 电器品种繁多，工作原理各异，如何多而不繁、要而不简，一直是“电器学”课程教学者所感兴趣的事。编者在教研室具体帮助下，在绪论中增加了电器的发生和发展概论一节并在叙述具体电器时尽量抓住主要矛盾。希望通过这一节以及后面具体电器的学习能达到下面的要求：（1）初步了解电器的发展规律，培养同学从生产实际出发和勇于革新的精神；（2）对各类电器的相互关系和它们的个性与共性有一总体的认识，避免过去学习时存在的“只见树木，不见森林”的缺点，从而使同学能够主动和灵活地掌握这些电器。此外，在讲授电器概论一节时，如能结合实物教学和现场参观，不仅激发了同学学习热情，而且提供了电器的感性认识和初步理性认识，使电器理论基础几章的教学目的性明确，易于做到理论联系实际。

2. 按照教学大纲，在电器的理论基础中有电弧和电接触二章。由于电弧和电接触是同一个触头的二个方面的物理现象，它们统一在触头工作的性能上，所以本书尝试把这二章合并成“触头的工作”一章。这样，围绕电器的触头统一讲授这二部分的理论，预计效果可能好些。

3. 为了加强理论基础和结合专业要求，本书适当扩充了磁路与电磁机构一章的内容，增加了电磁铁的工程实用算法一节。该章的讲授建议与第五章“电磁铁与电磁联轴器”相衔接。

4. 为了满足工企专业和电机专门化的要求，编者力图不从电器设计的观点而是从电器应用的观点来叙述各种电器。在内容的选取上，着重叙述电器的基本特性、叙述它的基本结构、叙述各种参数以及使用条件对电器性能的影响，从而为正确地选择、使用电器打好坚实的基础。

5. 从电机、工企、电测等专业对电器学的要求来看，本课程侧重于讲授电器的基础理论以及低压控制及配电方面的具体电器结构，而高压电器方面的知识比较起来是次要的。根据传统做法，电机专门化在“发电厂、电网与电力系统”课程中，工企专业在“工厂供电”课程中都要讲到高压电器的有关内容。为了避免重复和节省本书篇幅，所以有关高压电器的内容不编入本书中。同样理由，本书中没有编入电网用继电保护用继电器以及自动电压调节器。

最后，应该特别指出，本书是在党的领导下，是在教研室集体帮助下写成的。同时这本书的编成也是和兄弟学校电器教研组的支持与帮助分不开的，例如清华大学曾经详细审阅过本书，西安交通大学提供讲义资料，编者对此表示感谢。

由于编者水平所限，加以出版匆促，书中不妥之处在所难免。编者衷心地请各位授课老师、使用本书的同学提出宝贵意见，以便再版时订正。意见请寄哈尔滨市哈尔滨工业大学电器教研室。

编 者

1961.6.

原
书
缺
页

原
书
缺
页

目 录

前言	3	4-10 影响磁放大器工作的因素	103
緒論	7	4-11 磁放大器的檢查和調整	104
第一章 电器的发热与冷却	17	4-12 快速磁放大器綫路及磁性邏輯元件的概念	104
1-1 概述	17	第五章 电磁鉄与电磁联軸器	109
1-2 热計算原理	18	5-1 牵引电磁鉄与制动电磁鉄	109
1-3 发热体的工作制	21	5-2 举重电磁鉄	118
1-4 测量温度的方法	27	5-3 电磁卡盘	119
第二章 触头的工作	30	5-4 电磁联軸器	120
2-1 概述	30	第六章 继电器	127
2-2 触头开断时电弧的物理过程	30	6-1 概述	127
2-3 直流电弧及其熄灭条件	32	6-2 电磁式电流、电压和中间继电器	129
2-4 交流电弧的特点及其熄灭条件	35	6-3 热继电器	136
2-5 典型熄弧装置	37	6-4 时间继电器	142
2-6 触头接通时的物理过程	42	6-5 极化继电器	149
2-7 处于閉合状态下的触头工作	43	6-6 計数、光电、速度继电器和分配器	150
2-8 触头的材料、結構及其檢修和維護	46	6-7 无触点继电器的概念	152
第三章 磁路与电磁机构	48	6-8 继电器的选择运行及維護	154
3-1 概述	48	第七章 接触器	158
3-2 电磁鉄的能量轉換	49	7-1 概述	158
3-3 电磁鉄的吸力	50	7-2 接触器的結構及其分析	159
3-4 电磁鉄的等值图及磁路計算基本定律	52	7-3 直流接触器	161
3-5 鉄心磁导与气隙磁导	53	7-4 交流接触器	168
3-6 直流磁路計算	57	7-5 扣鎖接触器、串激接触器、延时接触器及高频接触器的概念	175
3-7 交流磁路計算	61	7-6 接触器的选择、运行及維護	179
3-8 交流电磁鉄的分磁环	67	第八章 主令电器	185
3-9 电磁鉄工作的过渡过程	70	8-1 概述	185
3-10 电磁机构的綫圈	72	8-2 按钮开关	185
3-11 电磁鉄的工程实用計算法	77	8-3 万能轉換开关	186
第四章 飽和电抗器与磁放大器	82	8-4 主令控制器	187
4-1 概述	82	8-5 行程开关和終点开关	189
4-2 简单磁放大器的工作原理	83	第九章 刀开关、轉換开关和控制器	191
4-3 磁放大器交直流綫圈的联接方式	84	9-1 刀开关	191
4-4 理想磁放大器及其特性	86	9-2 盒式轉換开关(組合开关)	195
4-5 实际磁放大器及其特性	89	9-3 面板式控制器	196
4-6 磁放大器的反饋和位移	89	9-4 鼓形控制器	197
4-7 双拍式磁放大器綫路	93	凸輪式控制器	201
4-8 磁放大器的过渡过程	95		
4-9 磁放大器的設計			

第十章 电阻与变阻器	204	12-2 自动空气断路器的结构及其分类	241
10-1 概述	204	12-3 非快速自动空气断路器	243
10-2 变阻器的换接装置和接线图	205	12-4 快速空气断路器的概念	249
10-3 电阻元件的结构	208	12-5 自动灭磁开关的概念	250
10-4 电阻元件的选择(热计算)	215	第十三章 成套电器	253
10-5 磁場调节变阻器的容量功率	221	13-1 概述	253
10-6 油变阻器与水变阻器	222	13-2 磁力起动器	253
第十一章 低压熔断器	225	13-3 电磁控制站的一般介绍	254
11-1 概述	225	附录	
11-2 熔断器工作的物理过程	226	I 表(电阻元件参数)	256
11-3 熔断器的结构	231	II 下标符号	260
11-4 熔断器的计算、选择和維護	234	III 国产低压电器产品簡明对照表	261
第十二章 自动空气断路器	240	IV 参考文献	263
12-1 概述	240		

緒 論

I. 电器的定义和分类

凡是根据外界特定訊号自动或手动地接通和断开电路、实现对电路或非电对象控制的电工設備叫做电器。簡言之,电器就是一种电的控制工具。

电器品种繁多,五花八門,为了概括地掌握这些电器,必須对它进行分类。目前有很多种分类法,其中最基本的分类法,乃是从生产实际出发并以电器的服务对象为中心的分类法。

一般来讲,电器控制的对象有二大系統:

1. 电气拖动控制系統,簡称拖动系統;
2. 电力网輸配电系統,簡称电网系統。

在拖动系統中工作的电器主要有:主令电器,继电器,接触器,控制器,变組器,电磁鉄,电磁联軸器和磁放大器等。对这些电器的要求是:在正常操作情况下工作准确可靠,寿命长,操作頻率高和尺寸小。

在电网系統中工作的电器主要有:刀开关,熔断器以及自动开关和继电器等。对这些电器的要求是:在故障情况下有足够的切断短路电流的能力和有足够的电动稳定性和热稳定性(即具有抗电动力和抗热的足够强度)。它的操作次数很少,所以对长寿命,高操作頻率的要求不如前者。

二个系統的电器又可根据使用場合分为:

1. 一般工业企业用电器——适用于大部分工业企业的环境;
2. 特殊工矿企业用电器——适用于矿山以及特殊化学工业的环境;
3. 牵引电器以及汽車、拖拉机用电器;
4. 船舶电器;
5. 航空电器。

本书将着重叙述一般工业企业用电气拖动控制电器以及低压电力网系統电器,所叙述的电器都选自生产中常用的并且具有典型意义的。为了使讀者能够系統的掌握电器的全貌,本书将尝试先讲电器的概論一节,在这一节中从生产力的要求出发,着重叙述电的系統一方(电气拖动控制系統和电网輸配电系統)和控制器具一方間的矛盾(簡称电和器的矛盾),叙述各种电器在为系統服务过程中彼此間上下左右的关系,叙述它們的发生和发展过程,这部分内容为以后讲授具体电器創造好条件,希望通过这种安排,避免孤立、靜止地讲授各个电器的毛病。

为了照顾到工企专业电机专业和电測专业要各方面的要求,本书尽量从运行、选择和維護的观点来分析和叙述具体电器要透彻而不是肤淺的掌握这些或那些电器的性能和参数,必須熟悉电器賴以工作的各种理論基础,例如电弧、电接触、发热和磁路等。在本书中,这些理論的内容和分量一方面是为了掌握所叙述的电器工作性能而設,另一方面也給电器的初步計算打下了基础,讀者如需精确和細緻地設計这个或那个电器,可在这基础上深入钻研电

器制造原理和电器设计与结构方面的文献。

II. 电器的任务和对国民经济的意义

生产力的不断发展推动了科学技术的发展。目前,无论在工厂、矿山以及交通运输方面都普遍地采用机械化、半机械化、自动化及半自动化,生产过程的自动化意味着带有电气拖动的许多工作枢纽间密切和可靠地组合。它们间的密切联系和相互配合已不能光靠机械的装置去完成,而必须更多地借助于电器。举例来说,一个多电动机传动的巨型龙门刨床,它的主电动机带动工作台,而工作台在切削时要向前移动,以后又要向后退回。在向前进行切削的时候,速度要慢些,而在空刀时则要快些;需要在试车的时候慢些,在正常工作的时候快些;又需要在切削过载时自动地减轻负载,当油泵电动机没有启动以前工作台电动机不能启动……等等。这些要求无疑地要由许多电器来完成。再看一下冶金轧压工厂:在主电室内往往有数十块控制盘,每块盘上都有数十个电器。例如一个初轧机的控制盘就有七八十块之多。正因为这些电器的可靠工作,才保证了工作效率极高的大规模生产,保证了产品的质量,减轻了工人的体力劳动。

在不同的社会制度下,和其它一切机器设备一样,电器完成任务时所起的客观效果是不同的。在社会主义制度下,生产过程的自动化,大量电器的被采用的结果是发展了生产,改善了劳动人民的生活。例如有个工厂建立了一根丝锥生产自动线使生产率提高了12倍,产量提高了8倍,每班工人由原来的16名减为3名,节约下来的劳动力可以调到最需要的地方去,或给职工安排了政治、文化和技术学习,为以后的技术革新和技术革命又创造了良好的条件。

相反,在资本主义社会中,垄断资本家利用电器,利用一切自动化工具作为产业工人的后备军,生产的自动化意味着劳动人民的失业和贫困,意味着垄断资本家的残酷的剥削和获得巨额的利润。

电器作为自动化的一个工具,不仅在工业中广泛应用,而且在农业方面、交通运输业方面以及国防军事方面都大量应用。根据国外的统计资料看来,每1000仟瓦容量的发电机平均需要电器控制设备的容量达2200仟瓦。随着我国工农业的发展,发电容量的增加,自动化程度的扩大,我国电器设备的需要量就将越来越显得可观。由此可见,工作可靠,性能良好和指标先进的“轻小简廉”的电器的制造,在国民经济中有着重要的意义。

III. 我国电器制造发展简史及其今后远景

解放前,我国电器制造工业的面貌是一穷二白。

解放后,随着经济建设的发展,各部门对电器制造工业提出了一系列的要求。党和政府很重视电器工业的发展。建国初期,在党的领导下,好几个专业的电器工厂建立了并且陆续地投入了生产。这些工厂所生产的电器产品初步满足了国民经济的需要。

第一个五年计划期间,我国先后试制成功了刀开关、接触器和自动开关等成百种系列的电器。这些产品有力地支援了各地工矿的建设,尤其是支援了我国重工业的建设。我国工业的飞速发展促进了电器工厂的发展。

1958年起我国人民进入了第二个五年计划。全国人民在党所提出的“鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义”的总路线和一整套两条腿走路的方针的指导下。在以钢为

綱，全面跃进的形势下，发电设备的产量也是大跃进的。例如1958年的发电设备的产量为1957年的四倍，而1959、1960年又在1958年的基础上再增一倍多。随着发电设备的巨大增长，电器的生产必须紧跟上去。电器生产的全体职工为发展电器新产品、采用新材料、推行新工艺、扩大生产等方面作出了不少贡献。由于坚持政治挂帅、破除迷信、反对保守和大搞群众运动，无论在生产、设计和研究方面都涌现出很多新的气象，技术革新和技术革命风起云涌。

一系列新的电器产品设计制造出来了。这些新的产品都是由我国的工程技术人员以及工人亲自设计研究和制造出来的。这些产品在技术经济指标方面有的已经达到了国际的水平，有的则接近于国际先进水平。例如我国在1958~1959年设计成功的交流接触器比过去（1953年）生产的接触器有很大的跃进。前者的重量仅为后者的25%，而它的使用寿命却提高了四倍。而美国阿罗工厂，从1930年到1950年的二十个年头内，该厂生产出来的接触器的体积只缩小了50%。由此可见，我国电器生产的跃进是资本主义国家所望尘莫及的。这也是社会主义制度优越的又一证明。

在第一个五年计划期间，我国电器产品基本上集中于几个地区的几个大工厂生产。在该时期，全国生产电器的工厂不过十几个而已，而现在全国已有大中小电器工厂有几百个之多。它们星罗棋布，遍及全国各个地区。许多新建立的中小型工厂都是采取边建设、边试制产品、边生产产品的方法，发动群众白手起家搞起来的。这些工厂的投资少、建厂快、生产的电器产品有力地支援了当地的经济建设。

党和政府为了办好电器工业，不仅建设了大规模的工厂、研究室和试验基地，而且在高等工业学校和中等专业学校内开办了电器专门化，培养电器制造的科学技术人材。

总之，我国的电器工业在解放后短短十年左右的时间里，尤其是大跃进的几年中，取得了史无前例的辉煌成就。这些成就归纳起来为：电器产品的数量和质量有了巨大的跃进；形成了大中小结合的星罗棋布的电器工厂，培养了大批优秀工人、技术人员和工程师形成了一支技术队伍；工厂的工艺装备与进行生产的物质设备有了良好的基础，这些成就的取得完全是党中央和毛主席英明领导的結果，是总路线光辉照耀的结果。

虽然我国的电器制造工业在短短十几年的时间里走完了资本主义需要化几十年时间所走的路程，但是随着技术革新和技术革命运动的迅速开展，随着机械化、半机械化、自动化和半自动化的迅速开展，必须更加多快好省地发展电器产品。

IV. 电器的发生和发展概論

电器的发生和发展是和电的发现和广泛使用分不开的。电被发现后，在二大领域中被人们应用着：一是电讯，如电话、电报、无线电和雷达等，通称为弱电领域；另一是电动机、电灯照明、电热、电焊和电解等，通称为强电领域。在强电领域中，根据电器所控制的对象，有电力拖动系统和电网系统。

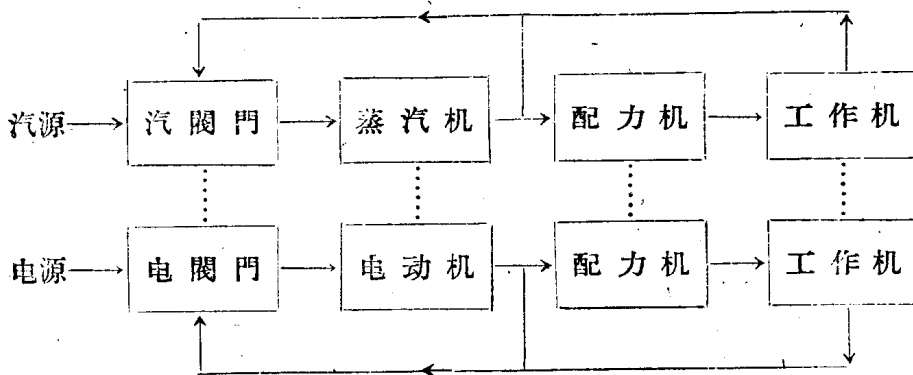
生产力的发展使电力拖动和电网系统不断发展，它们对电器提出一系列的要求。系统对电器提出的要求和电器的技术经济指标方面存在着矛盾。这个系统和元件间的矛盾，在这里就是“电”和“器”的矛盾。“电”和“器”的矛盾贯穿在整个电器发展的过程中，它是电器发展的依据和动力。

最初，由于作为电的统一体的电源和负载具有简单的形式，无所谓电网系统和拖动系

統，所以控制电源和負載双方的电器只具有简单的形式。例如最初使用的电源可能是一个伏打電池，而它的負載可能是一个綫圈，而对电流实现接通与断开的电器可能就是导綫的连接端鈕或者是一般的电鍵。

随着生产力的发展，在工农业各个方面都广泛地使用机器。根据馬克思的經典定义“一切发展了的机器都由三个在本质上不同的部分——发动机、配力机与工具机（即工作机）构成”。电动机的出現不仅是一个原动机的革命，而且也促进了配力机和工具机的革命。机器的不断进步推动了生产力的不断发展。这样一来，控制机器的电器亦随着生产力的发展而获得了广泛使用和不断提高。

电动机代替蒸汽机后必須解决它的控制工具問題。此时电动机的控制过程沿襲了蒸汽机的控制过程。



由上图可見，汽閥門的作用是“开”汽与“关”汽，或者是根据蒸汽机的速度以及工具机的負荷来調节汽量大小。簡言之，汽閥門具有“开关”和“調节”两大作用，而电閥門亦相类似，亦具有“开关”和“調节”的两大作用。

最初用来控制电动机的电閥門就是刀开关和变阻調节器。

刀开关的結構原理見图 0-1 所示。它的主要部件一是刀极，另一是夹座。前者又叫做动触头，后者则叫做靜触头。靜触头接电源一端，动触头接負載一端，施机械外力于刀极使之与夹座接触，則电路接通；反之，将刀极从夹座中移出，則电路开断。

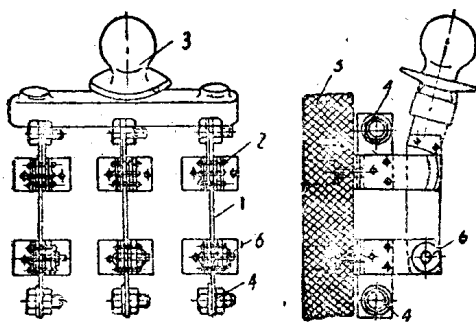


图 0-1 刀开关

- 1—刀极；2—刀夹座；3—手柄；4—接綫端鈕；
- 5—絕緣底板；6—鉸鏈隔鈕

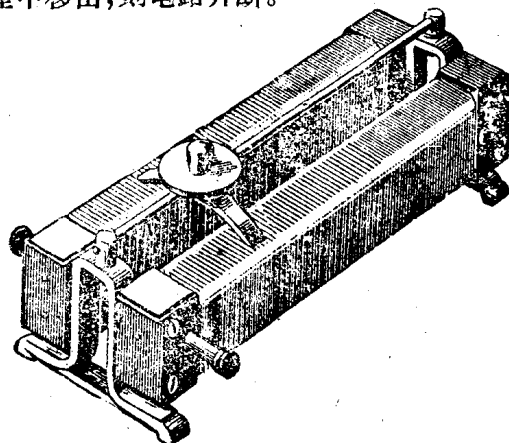


图 0-2 滑杆变阻器

变阻器的結構是由电阻和換接电阻的装置做成。頂简单的变阻器就是滑杆式变阻器。这种变阻器的电阻繞在絕緣和耐热的瓷筒上；刷子及滑块沿导杆滑动。在电流較大的情况

下, 换接装置常做成转动式。

在十九世纪末叶, 上述最简单的电器——刀开关和变阻器是控制电动机或其它电路负载的主要工具。由于这种电器结构简单、操作方便和价格便宜, 所以在目前一些简单的手动控制中仍有应用。

机器的组成部分中的原动机既然革了命, 而工作机又是不断演变不断革新的, 所以在一定时期影响机器发展的主要矛盾就可能转向配力机。

原来作为配力机的最初形式是所谓天轴式联动拖动。这种拖动沿用了蒸汽原动机时代的天轴与地轴拖动。这种联动拖动的特点是很多工作机由一台原动机拖动。很明显, 这种联动拖动的效率较低, 不能充分满足各个工作机的要求, 加以工作不可靠, 对工人的劳动条件又不利, 所以必须改革。为了简化配力机, 改善机器的性能以便提高生产率, 所以在联动拖动的基础上逐步采用单独电力拖动。

单独电力拖动是指一台工作机由一台电动机带动而言。采用单独电力拖动以后, 原动机和工作机间的距离缩短了, 配力机简化了, 工作机的效率也进一步提高了。

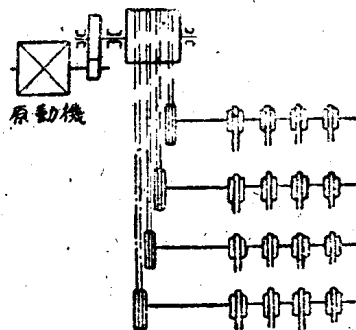


图 0-3 联动拖动示意图

随后, 工作机完成的工作任务越来越复杂, 体积也越来越庞大, 单个电动机的拖动很难满足工作机各运动系统的要求。因此, 目前在较复杂的工作机上, 例如巨型金属切削加工机床、造纸机以及辗压机等机器设备上应用了多电动机的电力拖动。所谓多电动机的电力拖动是指一台机器上采用好几个电动机, 每个电动机只负责一个局部的拖动。机器的各个运动部分通过自动控制电器或其它控制工具而相互联系起来组成自动化的电力拖动。这种多电动机的自动化电力拖动进一步提高了机器的生产率。

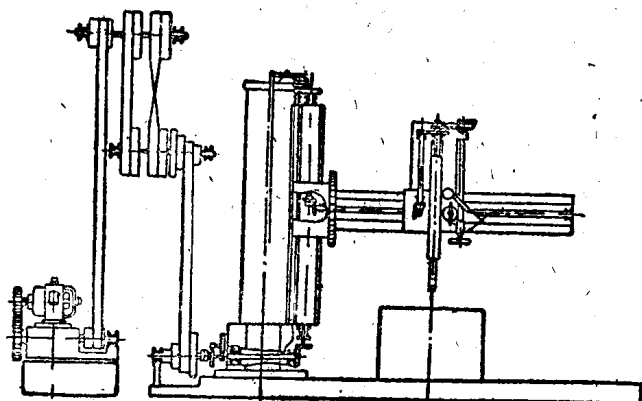


图 0-4 单独电力拖动

这种多电动机的自动化电力拖动进一步提高了机器的生产率。

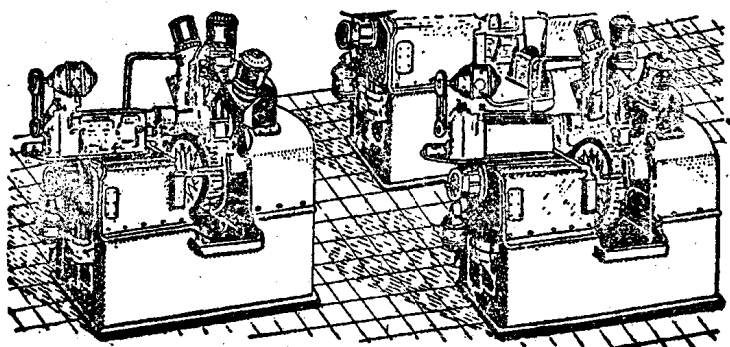


图 0-5 多电动机拖动

工作机的不断演变和革新推动了配力机的演变, 它们的演变对电动机和电器产生了显

著的影响。首先,电动机的数量增加了,控制电动机及工作机运动所需的电器的数量也增加了;其次,在原有手动控制电器基础上发展了自动控制的电器,电器的品种也增加了;最后,对电器质量的要求也越来越高了,例如工作准确可靠,快速动作,高操作频率、长寿命和小体积等。

从手动控制到自动控制,从手动电器到自动电器,这是一个跃进。但是手动控制电器如何发展成为自动电器的呢?仍以控制电动机为例。刀开关由于没有相应的接受外界操作讯号的感应机能,所以它不能完成自动控制的任务。很明显,假如在刀开关的结构中加上一个电磁铁,让电磁铁在外界特定讯号下产生足够的操作力使刀开关自动地合闸或掉闸,这样岂不是完成了自动控制的任务了吗?当刀开关和电磁铁融合在一个结构中时,产生了新的电器——电磁开关,或者叫做接触器。此时,相应于刀开关中的刀极部分是接触器的执行部分,而电磁铁则是感应部分。这样,接触器就实现了切换强电回路的自动控制的任务。

图 0-6 示出了接触器最初结构的示意,图 0-7 则示出了近代的直流接触器。当激磁线圈内通以控制电流时,衔铁被吸引使动触头和静触头电路被接通,当线圈中无电流时,衔铁恢复原有位置,动触头离开静触头,电路被开断。

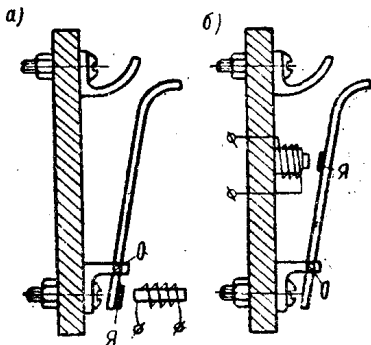


图 0-6 接触器最初结构示意

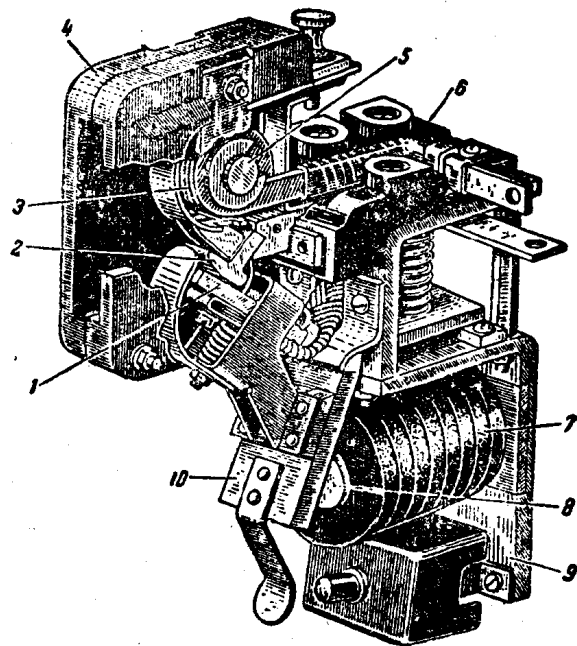


图 0-7 现代接触器

1—动触头; 2—静触头; 3—熄弧线圈; 4—熄弧室; 5—消弧线圈铁芯; 6—端接点引出线; 7—电磁铁; 8—电磁铁铁芯; 9—接触器底板; 10—衔铁

但是,电力拖动的自动控制是多方面的。随着工作机任务的不同,在整个控制中,有的要实现机械位移(行程)的控制,有的要实现速度的控制,有的要实现时间的控制,有的要实现温度的控制等等,这个时候就需要能够反映各种不同物理量并给出电的讯号的专门元件。这类元件实际上主要是起了感觉、比较、判断和反应的作用。继电器就是这类元件的重要方面之一。

图 0-8 示出了电磁式继电器的原理图,而图 0-9 则示出了近代电磁式继电器的结构。在继电器线圈内加上电压的讯号或者电流的讯号后,铁心磁化,将衔铁吸引,如果它的吸力大于释放弹簧的反作用力时,触头动作,输出接通或断开的执行讯号。这个讯号便可作为其它自动电器的输入讯号,命令其它自动电器动作(例如命令接触器动作)。如果继电器输出

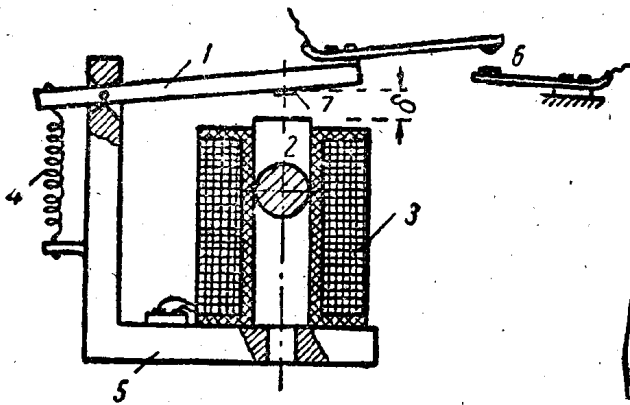


图 0-8 电磁式继电器原理

- 1—衔铁；2—铁心；3—激磁线圈；4—释放弹簧；
- 5—铁轭；6—触头；7—非磁性垫片

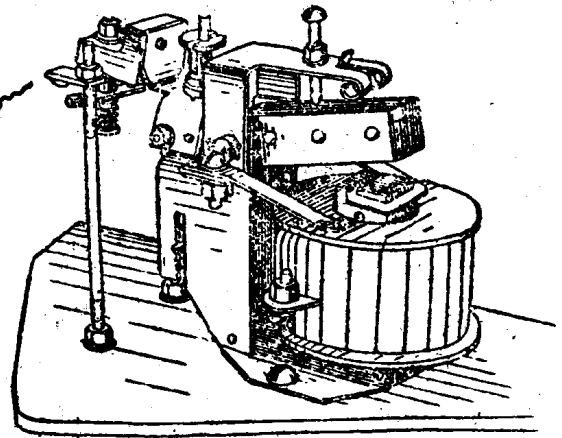
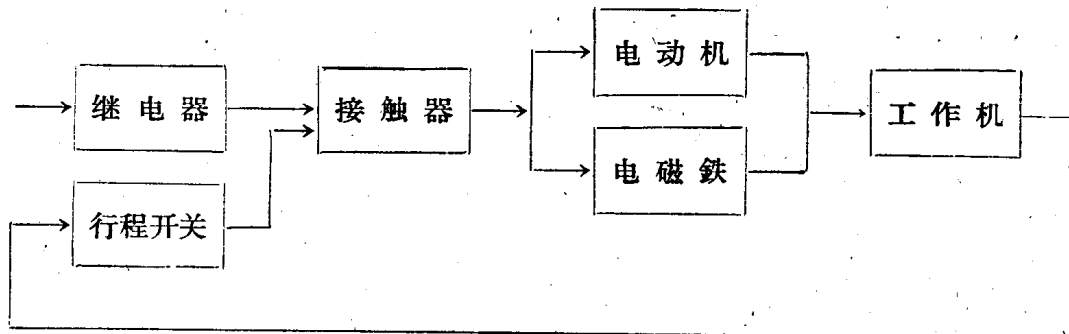


图 0-9 交流电磁式继电器

的信号足够大时,还可以直接操作小电动机或者是小容量的电磁铁。

继电器用于电讯领域已经由来已久,但是用之于拖动控制方面只是在产生了接触器之后。这是因为控制对象的容量一般较大,继电器感应机能强而执行机能弱,即它的触点小,不能直接用来接通或断开较大的电流,而接触器则相反,它的感应机能弱而执行机能强,即它的触头大,可以用来切换强电的回路,所以继电器与接触器结合起来,“取长补短”,便可完成自动控制的复杂任务。

继电器和接触器结合后形成了继电——接触电力拖动控制系统。由于继电器和接触器使用方便,价格便宜,所以继电——接触控制系统得到了广泛的使用。根据我们在 1960 年年底对十一个工厂的调查,发现一般工业企业用的自动控制其中 95% 以上是继电——接触的控制系統。常用的电器元件除刀开关和按钮以外,主要的是电磁铁、接触器、继电器和行程开关(包括微动开关)。它们间的关系是:



上面谈的刀开关、继电器、接触器以及行程开关、按钮等都是具有运动的触头部件,它们或者处于接通的位置(使触头上的电流流通)或者处于断开的位置(使触头上的电流停止流通),也就是说它们起了“电阀门”中“开关”的作用。从控制的观点看来,这种元件的输入信号无论是连续变化或者是断续的脉冲性质,它们的输出信号都是所谓二进位制断续式。因此继电器和接触器组成的继电——接触系统有时也叫做断续控制系统,而继电器和接触器有时称之为断续控制元件。