



银领工程系列

电机与电气 控制技术

李益民 刘小春 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

银领工程系列

电机与电气控制技术

李益民 刘小春 主编

高等教育出版社

内容提要

本教材是根据编者多年从事高职高专教学的实践及教学改革的成果和课程基本要求,将“电机学”、“电力拖动技术”和“工厂电气控制”三门课程有机地结合编写而成的。

全书共分八章,主要内容有直流电机、变压器、异步电动机、特种电机、常用低压电器、继电器-接触器控制电路基本环节、常用机床的电气控制、桥式起重机的电气控制等。

本书可作为高等职业院校、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院电气自动化技术、供用电技术、机电一体化专业及相关专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人士的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电机与电气控制技术/李益民,刘小春主编. —北京:
高等教育出版社, 2006. 4

ISBN 7-04-019272-1

I. 电... II. ①李...②刘... III. ①电机学-高等
学校:技术学校-教材②电气控制-高等学校:技术学
校-教材 IV. ①TM3②TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016724 号

策划编辑 孙 杰 责任编辑 李葛平 封面设计 王凌波 责任绘图 吴文信
版式设计 王艳红 责任校对 张 颖 责任印制 尤 静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 19.5
字 数 470 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 4 月第 1 版
印 次 2006 年 4 月第 1 次印刷
定 价 22.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19272-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》，缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状，为我国走新型工业化道路服务，自 2001 年 10 月以来，教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会，明确了高等职业教育要“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”，同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才。这类人才，既要能动脑，更要能动手，他们既不是白领，也不是蓝领，而是应用型白领，是“银领”。从而为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变。与之相应，也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此，我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨，并从中遴选出一些较为成熟的成果，组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨，结合最新的教改成果，反映了最新的职业教育工作思路和发展方向，有益于固化并更好地推广这些经验和成果，很值得广大高等职业院校借鉴。我们的这一想法和做法也得到了教育部领导的肯定，教育部副部长吴启迪专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

我社出版的高等职业教育各专业领域技能型紧缺人才培养培训工程系列教材也将陆续纳入“银领工程”丛书系列。

“银领工程”丛书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校开办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

前 言

本书是根据电气自动化技术专业“电机与电气控制技术”课程教学大纲要求编写而成的,系高等职业技术教育电气类及以电为主的机电一体化专业的教材。《电机与电气控制技术》教材是根据我们多年从事高职高专教学实践及教学改革的成果,根据高职高专课程基本要求,并结合我国高等职业教育的现状和发展趋势,依据高等职业教育“淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用”的原则编写而成。

本书将“电机学”、“电力拖动技术”和“工厂电气控制”三门课程有机结合在一起。全书共分八章,主要内容有直流电机、变压器、异步电动机、特种电机、常用低压电器、继电器-接触器控制电路基本环节、常用机床的电气控制、桥式起重机的电气控制等。本书教学内容具有针对性和可选择性,便于不同专业选修。在本书编写过程中,按照专业教学的要求,在内容的选择 and 问题的阐述方面做了一些新的探索。在内容上兼顾了当前科学技术的发展和我国的实际情况,同时也考虑了后续课程要求,以更好地为专业培养目标服务,在问题的阐述方面则力求做到叙述简明、概念清晰、突出重点,侧重于基本原则和基本概念的阐述,并强调基本理论的实际应用。教材中还注重编入一些工程最新技术,力求取材新颖。

本书由李益民编写绪论和第一、五章,刘小春编写第二、六章和附录E,武军编写第三章,林辉编写第四章,华满香编写第七、八章,张爱民编写附录A、B、C、D、F部分。全书由李益民、刘小春担任主编,由李益民统稿,北京工商大学郭兴朴教授审阅了书稿。

感谢审者在审阅过程中提出的许多宝贵的修改意见和建议。在本书的编写过程中,还得到了社会各方面的大力支持和帮助,在此表示诚挚的感谢。本书在编写过程中还参考了大量文献资料,未逐一注明它们的出处,在此一并感谢。

由于编写水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正。

编者

2005年10月

主要符号表

a	直流电机电枢绕组并联支路对数；交流绕组并联支路数
a_e	有效信号系数
B	磁通密度
B_a	电枢磁通密度
B_{av}	平均磁通密度
B_0	空载磁通密度
B_δ	气隙磁通密度
C_e	电动势常数
C_T	转矩常数
D_a	直流电机电枢铁心外径
E	感应电动势
E_a	电枢电动势
E_{ad}	直轴电枢反应电动势
E_{aq}	交轴电枢反应电动势
E_0	空载电动势
E_1	变压器一次侧电动势；交流电机定子绕组感应电动势
E_2	变压器二次侧电动势；异步电动机转子不动时的感应电动势
E_{2s}	异步电动机转子旋转时的电动势
E_ν	ν 次谐波电动势
E_σ	定子漏磁通电动势
E_δ	气隙电动势
E_p	每相电动势
E_Q	虚构电动势
$E_{1\sigma}$	变压器一次侧漏电动势
e	电动势瞬时值
e_L	直流电机换向元件中的自感电动势
e_M	直流电机换向元件中的互感电动势
e_r	直流电机换向元件中的电抗电动势
e_a	直流电机换向元件中的电枢反应电动势
F	电机磁动势；力
F_a	直流电机电枢磁动势
F_{ad}	直轴电枢反应磁动势

F_{aq} ——交轴电枢反应磁动势
 F_f ——励磁磁动势
 F_δ ——气隙磁动势
 f ——频率；磁动势瞬时值
 f_N ——额定频率
 f_1 ——异步电机定子电路频率
 f_2 ——异步电机转子电路频率
 f_ν —— ν 次谐波频率
 GD^2 ——飞轮矩
 H ——磁场强度
 I ——电流
 I_a ——电枢电流
 I_f ——电机励磁电流
 I_{fN} ——额定励磁电流
 I_s ——短路电流
 I_N ——额定电流
 I_0 ——空载电流
 I_{oa} ——铁损耗电流
 I_{or} ——励磁电流(变压器空载电流励磁分量)
 I_1 ——变压器一次电流；交流电机定子电流
 I_2 ——变压器二次电流；异步电机转子电流
 I_{1L} ——定子电流或一次电流的负载分量
 I_{st} ——起动电流
 i_a ——绕组支路电流
 J ——转动惯量
 K ——直流电机换向片数；系数
 k ——变压器的变比
 k_a ——自耦变压器的变比
 k_e ——异步电机电动势变比
 k_i ——异步电机电流变比
 k_I ——起动电流倍数
 k_{q1} ——交流绕组基波分布系数； k_{qv} ——交流绕组谐波分布系数
 k_{st} ——异步电动机起动转矩倍数
 k_{w1} ——交流绕组基波绕组系数； k_{wv} ——交流绕组谐波绕组系数
 k_{y1} ——交流绕组基波短距系数； k_{yv} ——交流绕组谐波短距系数
 k_μ ——饱和系数
 L ——自感系数
 L_r ——换向元件等效合成漏电感

l ——有效导体的长度
 M ——互感系数
 m ——相数；直流电动机起动级数
 N ——直流机电枢绕组总导体数
 N_1 ——变压器一次侧匝数；异步电机定子绕组每相串联匝数
 N_2 ——变压器二次侧匝数；异步电机转子绕组每相串联匝数
 n ——转速
 n_0 ——直流电动机理想空载转速
 n_N ——额定转速
 n_1 ——同步转速
 n_0 ——直流电动机理想空载转速
 P_N ——额定功率
 P_{em} ——电磁功率
 P_{MEC} ——总机械功率
 P_1 ——输入功率
 P_2 ——输出功率
 p ——极对数
 P_{ad} ——附加损耗，杂散损耗
 P_{Cu} ——铜损耗
 P_{Fe} ——铁损耗
 P_{mec} ——机械损耗，摩擦损耗
 P_f ——励磁损耗
 P_s ——短路损耗
 P_0 ——空载损耗
 Q ——无功功率
 q ——每极每相槽数
 R ——电阻
 R_a ——直流机电枢回路电阻
 R_{cr} ——直流发电机励磁回路的临界电阻
 R_f ——励磁回路电阻
 R_L ——负载电阻
 R_m ——磁阻
 R_1 ——变压器一次绕组电阻；异步电机定子电阻
 R_2 ——变压器二次绕组电阻；异步电机转子电阻
 R_s ——变压器、异步电机的短路电阻
 R_m ——变压器、异步电机的励磁电阻
 S ——直流电机元件数；变压器视在功率
 s ——异步电动机转差率

s_m ——临界转差率
 s_N ——额定转差率
 T ——转矩；周期；时间常数
 T_{em} ——电磁转矩
 T_L ——负载转矩
 T_m ——最大电磁转矩
 T_N ——额定转矩
 T_{st} ——起动转矩
 T_0 ——空载转矩，制动转矩
 T_1 ——输入转矩，拖动转矩
 T_2 ——输出转矩
 U ——电压
 U_f ——励磁电压
 U_s ——变压器短路电压
 U_N ——额定电压
 U_1 ——变压器一次电压；交流电机定子电压
 U_2 ——变压器二次电压；异步电机转子电压
 U_{20} ——变压器二次侧空载电压
 u_s ——短路电压百分值
 u_{sa} ——短路电压的有功分量
 u_{sr} ——短路电压的无功分量
 v ——线速度
 X ——电抗
 X_a ——电枢反应电抗
 X_{ad} ——直轴电枢反应电抗
 X_{aq} ——交轴电枢反应电抗
 X_d ——直轴同步电抗
 X_q ——交轴同步电抗
 X_s ——短路电抗
 X_L ——负载电抗
 X_m ——励磁电抗
 X_t ——同步电抗
 X_σ ——漏电抗
 X_1 ——变压器一次侧漏电抗；交流电机定子漏电抗
 X_2 ——变压器二次侧漏电抗；异步电机转子不动时的漏电抗
 X_{2s} ——异步电动机转子转动时的漏电抗
 γ ——节距；直流电机电枢绕组的合成节距
 γ_k ——直流电机换向器节距

y_1 ——直流电机第一节距
 y_2 ——第二节距
 Z ——电机槽数；阻抗
 Z_s ——短路阻抗
 Z_L ——负载阻抗
 Z_m ——励磁阻抗
 Z_r ——步进电机转子齿数
 Z_1 ——变压器一次侧漏阻抗；异步电动机定子漏阻抗
 Z_2 ——变压器二次侧漏阻抗；异步电动机转子漏阻抗
 α ——角度；槽距角
 β ——角度；变压器负载系数
 γ ——角度
 δ ——气隙长度；功角（又称功率角）
 η ——效率
 $\eta_{\max}$ ——最大效率
 θ ——角度；温度
 θ_{sc} ——步进电机的步距角
 μ ——磁导率
 μ_{Fe} ——铁磁性材料的磁导率
 μ_r ——相对磁导率
 ν ——谐波次数
 τ ——极距；温升
 $\tau_{\max}$ ——绝缘材料允许的最高温升
 Φ ——主磁通；每极磁通
 Φ_m ——变压器主磁通最大值
 $\Phi_{1\sigma}$ ——一次侧漏磁通
 $\Phi_{2\sigma}$ ——二次侧漏磁通
 Φ_1 ——基波磁通
 Φ_ν —— ν 次谐波磁通
 Φ_0 ——空载磁通；异步电动机气隙主磁通
 φ ——相位角；功率因数角
 φ_1 ——变压器一次侧功率因数角；异步电机定子功率因数角
 φ_2 ——变压器二次侧功率因数角；异步电机转子电路功率因数角
 Ψ ——磁链；内功率因数角
 Ω ——机械角速度
 Ω_1 ——同步机械角速度
 ω ——电角速度；角频率
 λ 或 λ_T ——过载能力

目 录

绪论	1	第二章 变压器	51
第一章 直流电机	4	第一节 概述	53
第一节 直流电机的工作原理	4	一、变压器的用途	53
一、直流电机的工作原理	4	二、变压器的分类	54
二、电机的可逆原理	6	第二节 变压器的铭牌和额定值	54
第二节 直流电机的结构	6	一、铭牌	54
一、定子部分	7	二、额定值	55
二、转子部分	8	第三节 单相变压器基本结构及工作 原理	56
三、空气隙	16	一、单相变压器的基本结构	56
第三节 直流电机的铭牌	16	二、变压器的基本工作原理	58
第四节 直流电动机的电动势、电磁 转矩和功率	17	第四节 单相变压器的空载运行及 负载运行	59
一、直流电机的励磁方式和磁场	17	一、变压器的空载运行	59
二、直流电机的电枢电动势	19	二、变压器的负载运行	62
三、直流电机的电磁转矩	20	三、变压器的阻抗变换	62
四、直流电机的功率	20	四、变压器参数的测定	63
五、直流电动机的基本方程	22	五、变压器的标么值	65
六、直流电机的换向	22	第五节 变压器的运行特性	67
第五节 直流电动机的工作特性与 机械特性	26	一、变压器的外特性及电压变化率	67
一、直流电动机的工作特性	26	二、变压器的损耗及效率	69
二、直流电动机的机械特性	28	第六节 三相变压器	70
第六节 直流电动机的起动、调速、 反转与制动	35	一、三相变压器的基本结构	70
一、他励直流电动机的起动、调速、 反转与制动	35	二、三相变压器的极性	73
二、串励直流电动机的起动、调速、 反转与制动	46	三、三相变压器的联结组	74
三、复励直流电动机的起动、调速与 制动	48	四、三相变压器的并联运行	78
本章小结	48	第七节 其他用途变压器	79
思考题与习题	49	一、自耦变压器	80
		二、仪用互感器	82
		三、电焊变压器	85
		本章小结	86
		思考题与习题	87

第三章 异步电动机	90	本章小结	133
第一节 三相异步电动机的工作		思考题与习题	134
原理	90	第四章 特种电机	136
一、旋转磁场	91	第一节 伺服电动机	136
二、三相异步电动机的工作原理	92	一、直流伺服电动机	137
第二节 三相异步电动机的结构与		二、交流伺服电动机	138
铭牌	94	第二节 测速发电机	141
一、三相异步电动机的结构	94	一、直流测速发电机	141
二、铭牌	96	二、交流测速发电机	142
第三节 三相异步电动机的运行		第三节 步进电机	144
原理	99	一、模型结构示意图	144
一、气隙合成旋转磁场	99	二、工作原理	144
二、定子、转子电动势方程	100	三、主要技术指标和运行特性	147
三、等效的静止转子——折算	101	第四节 直线电机	147
四、功率、转矩平衡方程式	104	一、直线感应电动机	148
五、三相异步电动机的工作特性	106	二、直线直流电动机	150
第四节 异步电动机的机械特性	107	第五节 微型同步电动机	151
一、机械特性分析	107	一、永磁式微型同步电动机	151
二、固有机械特性和人为机械特性	109	二、反应式微型同步电动机	152
第五节 三相异步电动机的起动	111	三、磁滞式微型同步电动机	153
一、笼型异步电动机的起动	112	本章小结	154
二、绕线转子异步电动机的起动	116	思考题与习题	154
第六节 异步电动机的调速	119	第五章 常用低压电器	155
一、变极调速	119	第一节 低压电器的基本知识	155
二、变频调速	119	一、低压电器的定义	155
三、改变转差率调速	122	二、低压电器的分类	155
第七节 三相异步电动机的制动	123	第二节 开关	156
一、回馈制动	124	一、刀开关	156
二、反接制动	124	二、组合开关	158
三、能耗制动	126	三、低压断路器	159
第八节 三相异步电动机的参数		第三节 熔断器	162
测定	126	一、结构和工作原理	162
一、空载试验	127	二、常用的低压熔断器	162
二、堵转试验	127	第四节 主令电器	166
第九节 单相异步电动机	128	一、按钮开关	166
一、单相异步电动机的工作原理	128	二、位置开关	167
二、单相异步电动机的基本形式	129	三、万能转换开关	170
三、单相异步电动机的调速与反转	131	第五节 接触器	170

一、交流接触器	171	二、双速电动机控制电路	210
二、直流接触器	174	第六节 三相异步电动机制动控制	
第六节 继电器	176	电路	211
一、电磁式电压、电流、中间继电器	176	一、三相异步电动机能耗制动控制电路	211
二、时间继电器	180	二、三相异步电动机反接制动控制电路	213
三、热继电器	183	第七节 其他典型控制环节	215
四、速度继电器	186	一、多地控制电路	215
五、压力继电器	187	二、顺序起停控制电路	216
六、固态继电器	187	三、间歇运行控制	216
本章小结	191	四、自动往返控制环节	217
思考题与习题	191	本章小结	218
第六章 继电器 - 接触器控制电路		思考题与习题	218
基本环节	193	第七章 常用机床的电气控制	220
第一节 电气图	193	第一节 C650 - 2 卧式车床电气控制	
一、电气控制系统图中的图形符号和		电路	220
文字符号	193	一、车床结构及运动形式	221
二、电气原理图	194	二、电力拖动及控制要求	222
三、电器布置图	195	三、车床电气控制系统分析	222
四、电气接线图	195	四、C650 - 2 型卧式车床常见电气故障的	
第二节 三相笼型异步电动机直接起动		诊断与检修	224
控制电路	196	第二节 M7130 型平面磨床电气控制	
一、手动控制的三相异步电动机直接		电路	225
起动	196	一、平面磨床的主要结构和运动形式	226
二、接触器控制的直接起动控制电路	197	二、平面磨床的电力拖动形式和控制	
第三节 三相笼型异步电动机降压起动		要求	226
控制电路	200	三、M7130 型平面磨床电气控制电路	
一、定子绕组串电阻降压起动控制电路	201	分析	227
二、自耦变压器降压起动控制电路	202	四、M7130 型平面磨床常见电气故障的	
三、星形 - 三角形降压起动控制电路	204	诊断与检修	229
四、延边三角形降压起动控制电路	205	第三节 Z3050 摇臂钻床电气控制	
第四节 三相绕线转子异步电动机起动		电路	230
控制电路	206	一、主要结构及运动形式	230
一、转子回路串电阻起动控制电路	207	二、摇臂钻床的电力拖动及控制要求	231
二、转子回路串频敏变阻器起动控制		三、电气控制电路分析	231
电路	208	四、Z3050 型摇臂钻床常见电气故障的	
第五节 三相异步电动机调速控制		诊断与检修	234
电路	209	第四节 X62W 型万能铣床电气控制	
一、双速异步电动机定子绕组的连接	209	电路	234

一、铣床的主要结构和运动形式	235	二、下降重物的控制	261
二、铣床的电力拖动形式和控制要求 ...	236	三、电路的联锁与保护	264
三、X62W 型万能铣床电气控制电路 分析	238	第四节 起重机的电气保护设备	264
四、X62W 型万能铣床常见电气故障的 诊断与检修	240	一、交流起重机保护箱	265
第五节 T68 型卧式镗床电气控制 电路	241	二、制动器与制动电磁铁	265
一、卧式镗床的主要结构和运动形式 ...	242	三、其他安全装置	266
二、卧式镗床的电力拖动形式和 控制要求	243	第五节 10 t 交流桥式起重机控制 电路分析	266
三、T68 型卧式镗床电气控制电路分析	245	一、起重机的供电特点	266
四、T68 型卧式镗床常见电气故障的 诊断与检修	248	二、电路构成	267
本章小结	248	三、保护电路	268
思考题与习题	249	本章小结	268
第八章 桥式起重机的电气控制 ...	251	思考题与习题	269
第一节 桥式起重机概述	251	附录	270
一、桥式起重机的主要结构和运动形式 ...	251	附录 A 直流电动机的常见故障分析 与处理	270
二、桥式起重机主要技术参数	254	附录 B 三相异步电动机的常见故障 分析	271
三、桥式起重机对电力拖动的要求	255	附录 C 电力拖动系统中电动机的 选择	276
第二节 凸轮控制器及其控制电路 ...	256	附录 D 低压电器产品型号编制 方法	283
一、凸轮控制器的结构	256	附录 E 电气图形符号和基本文字 符号	286
二、凸轮控制器的型号与主要技术参数 ...	257	附录 F 实验实训内容及课时安排 ...	292
三、凸轮控制器控制的电路	258	参考文献	293
第三节 主令控制器的控制电路	261		
一、提升重物的控制	261		

绪 论

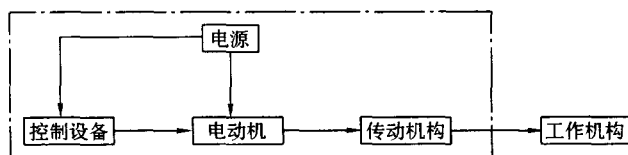
一、电机与电气控制系统概述

“电机与电气控制技术”是一门实践性较强的专业课。电机与电气控制技术在现代工农业生产、交通运输、科学技术、信息传输、国防建设以及日常生活等各个领域的应用十分广泛。

电机是利用电磁感应原理工作的机械，它应用广泛、种类繁多、性能各异，分类方法也很多。电机常用的分类方法主要有两种：一种分类方法是按功能用途分，可分为发电机、电动机、变压器和控制电机四大类；另一种分类方法是按照电机的结构或转速分类，可分为变压器和旋转电机。变压器为静止电机。根据电源电流的不同，旋转电机又分为直流电机和交流电机两大类。直流电机分为直流电动机和直流发电机。交流电机又分为同步电机和异步电机。

在工农业生产中，使用着大量的生产机械，如车床、钻床、铣床、磨床、镗床、水泵、空气压缩机、轧钢机等，这些设备的运转都需要原动力来拖动，可以采用气动、液压传动和电力拖动。由于电力在生产、传输、分配、使用和控制等方面的优越性，所以用电动机拖动已被广泛的应用。用电动机来拖动生产机械就称为电力拖动。为了让电动机能按生产需要进行工作状态的变换，需要对电动机进行控制，如：电动机的起动、制动、反转及调速等，完成这些功能的设备就称为控制设备。将控制设备如低压电器、主令电器等按一定规律连接起来的线路就称为电气控制线路。电气控制线路主要是完成对电动机的电气控制。

（一）电力拖动系统的组成



1. 电源

电源是电动机和控制设备的能源，分为交流电源和直流电源。

2. 电动机

电动机是生产机械的原动机，其作用是将电能转换成机械能。电动机可分为直流电动机和交流电动机。

3. 控制设备

控制设备用来控制电动机的运转，由各种控制电动机、电器、自动化元件及工业控制计算机等组成。

4. 传动机构

传动机构是在电动机与生产机械的工作机构之间传递动力的装置，如减速箱、传动带、联轴器等。

（二）电机与电气控制系统的特点

电机与电气控制系统与传统的控制系统相比，具有以下特点：

- ① 方便经济 电能的生产、变换、传输都比较经济，分配、检测和使用比较方便。
- ② 效率高 电机与电气控制比传统的控制系统效率高，且容易实现。
- ③ 调节性能好 电机与电气控制系统的类型很多，具有各种运行特性，可适应不同生产机械的需要，且控制简便、迅速，能实现较理想的控制目的。
- ④ 易于实现生产过程的自动化。

二、电机与电气控制技术的发展

（一）电力拖动的发展概况

按电力拖动系统中电动机的组合数量，可将电力拖动的发展分为以下三个阶段：

1. 成组拖动

成组拖动是由一台电动机拖动传动轴，再由传动轴通过传动带分别拖动多台生产机械。这种拖动方式能量损耗大，效率低，且不能利用电动机的调速性能，不能实现自动控制，当电动机一旦出现故障，则大批生产机械都要停车。

2. 单电动机拖动

由一台电动机拖动一台生产机械，从而可简化中间传动机构，提高效率，提高转速，同时可充分利用电动机的调速性能，易于实现自动控制。

3. 多电动机拖动

随着现代工业生产的迅速发展，生产机械越来越复杂，一台生产机械上往往有许多运动部件，如果仍用一台电动机拖动，传动机构将十分复杂，因此出现了一台生产机械中由多台电动机分别拖动不同的运动部件的拖动方式，称为多电动机拖动。这种拖动简化了生产机械的传动机构，提高了传动效率，且容易实现自动控制，提高劳动生产率。目前常用的生产机械大多数采用这种拖动方式。

（二）电气控制技术的发展概况

随着科学技术的不断发展，生产工艺不断提出新的要求，电气控制技术迅速发展。在控制方法上主要是从手动控制到自动控制；在控制功能上，是从简单到复杂；在操作上由笨重到轻巧；从控制原理上，由单一的有触点硬接线继电器控制系统转向以微处理器为中心的软件控制系统。随着新的控制理论和新型电器及电子器件的出现，不断地推动着电气控制技术的继续发展。

生产机械电力拖动的初期，常以一台电动机拖动多台设备，或是一台机床的多个动作由一台电动机拖动，相应的电气控制线路比较简单。随着生产机械功能增多、自动化程度的提高，其机械传动系统也越来越复杂，为了简化传动机构而出现分散拖动形式，即各个运动机构分别有不同电动机拖动，这使电气控制线路进一步复杂化。此外，在生产过程中，对影响产品质量的各种参数都要求能自动调整，促使电气自动控制技术迅速向前发展，控制线路日趋完善。