



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



UNDERSTANDING THE FUNDAMENTALS OF ELECTRICITY
INTRODUCTION TO ELECTRICAL ENGINEERING AND AUTOMATION

走进电世界

——电气工程与自动化（专业）概论

（第二版）

孙元章 李裕能 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

走进电世界

——电气工程与自动化（专业）概论

（第二版）

主编 孙元章 李裕能

编写 胡 钊 樊亚东

主审 潘 垣



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

全书共分 11 章, 比较详尽地介绍了电气工程的基础知识及其在国民经济中的地位 and 作用, 电力工业的特点, 国内外电力工业发展的差距, 电力系统及其组成, 高电压与绝缘技术的基本任务及其特点, 电力电子技术及其应用前景, 我国电力通信系统的现状与未来, 自动化控制系统的组成和类型, 建筑电气与智能楼宇等专业基本知识。全书内容丰富、资料翔实, 对专业的演化脉络描述得比较清晰, 对专业领域进行了全景式的介绍, 展示了电气工程专业的应用前景。

本书可作为高等院校电气工程与自动化专业的本科教材, 也可作为高职高专和函授的相关教材, 同时可作为对电类专业知识感兴趣的读者的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

走进电世界: 电气工程与自动化 (专业) 概论/孙元章, 李裕能主编. —2 版. —北京: 中国电力出版社, 2015. 8

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-5123-7840-7

I. ①走… II. ①孙…②李… III. ①电气工程-高等学校-教材②自动化技术-高等学校-教材 IV. ①TM②TP2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 166035 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 8 月第一版

2015 年 8 月第二版 2015 年 8 月北京第九次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 460 千字

定价 50.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

序

电气工程专业是一门历史悠久的专业。19世纪上半叶安培发现电流的磁效应、法拉第发现电磁感应定律,19世纪下半叶麦克斯韦创立的电磁理论为电气工程奠定了基础。19世纪末到20世纪初,西方国家的大学陆续设置了电气工程专业来传播、应用、发展与电气工程相关的知识。1908年,交通大学前身——南洋大学堂设置了电机专修科,这是我国大学最早的电气工程专业,至今已超过一个世纪。经过一百多年的不断发展,电气工程专业已逐步发展成为一个新兴的电气工程学科。至今,电气工程学科已形成学科覆盖面广、学科理论体系完善、工程实践成功、应用领域宽广的一门独立学科。它给人类社会的许多方面带来了巨大而深刻的影响。近一百年来,电气工程专业在我国高等教育中一直占据着十分重要的地位,为国家培养了大批的科技、管理人才,他们为我国电气工程的建设及其他领域的工作作出了巨大的贡献。

从广义上讲,电气工程学科涵盖的主要内容是研究电磁现象的规律及应用有关的基础科学、技术科学及工程技术的综合。它包括电磁形式的能量及其相关信息的产生、传输、控制、处理、测量与相关的系统运行,设备制造等多方面的内容。电气工程学科所依据的基本原理大都是由物理学、数学等纯科学中提取出来的。依据其基本原理,结合技术、工艺、经济等各方面的条件,研究可供应用的电气工程技术,制造出适应各种需要的电气工程产品。与电气工程技术直接有关的部门已形成庞大的工业体系,有关的理论也有许多分支。在19世纪末,电工技术已形成了电力和电信两大分支;进入20世纪以后,电工技术的发展更为迅速,应用电磁现象的技术门类日益增多,已发展和形成了许多独立的学科,如无线电技术、电子技术、自动控制技术、计算机技术等,构成了一个庞大的电气信息学科群。

本书比较详尽地介绍了电气工程的基础知识及其在国民经济中的地位和作用,电力工业的特点,国内外电力工业发展的差距,电力系统及其组成,高电压与绝缘技术的基本任务及特点,电力电子技术及其应用前景,我国电

力通信系统的现状与未来，自动化控制系统的组成和类型，建筑电气与智能楼宇等专业基本知识。全书内容丰富、资料翔实，对专业的演化脉络描述得比较清晰，对专业领域进行了全景式的介绍，展示了电气工程专业的应用前景。

要培养知识广博、具有创新意识和实践能力的高素质人才，本科教育是关键，而其基础则是通识教育。在当今信息技术日益进步、高新科技迅猛发展的时代，通识教育的范畴也相应地得到了拓宽。因此，在教学过程中应避免专业划分过细、知识结构单一、素质教育薄弱等缺点，而需要更加注重通识教育的整合性、目的性和确定性，加强基础知识的学习和创新能力的提升，本书在这方面展示了非常鲜明的特点，例如，它知识涵盖面广，包含了众多专业的基本情况介绍，贯串了“加强基础、淡化专业”的人才培养宗旨，因而非常适合广大高三学生及刚入大学的新生阅读。

本书以科普的视角对相关专业概貌作了系统性的描述。因此我深信，通过浏览或学习本书，广大学生和普通读者一定会对电气工程与自动化专业的人才培养目标、教学计划、课程体系和学习方法建立更加全面的认识，对拟从事专业的发展历程，现实状况以及演变趋势有更多的了解，有效地拓宽专业视野，全面提高综合素质，适应终身学习和职业流动的现代化潮流。通过对电气工程与自动化发展现状以及面临的一些机遇与挑战的了解，青年读者可以“因地制宜”，选择比较感兴趣或擅长的方向重点学习，有效地贯彻了“因材施教，分流培养”的教学改革方针，十分有利于人才的脱颖而出和茁壮成长。

本书内容取材广泛，注重知识结构的系统性、完整性和内容的启发性，文字表述深入浅出，不涉及深入的专业知识和数学公式，简明易懂，图文并茂，讲述技术领域及其应用内容面较宽，考虑到了电气工程学科本身的科学性与系统性；本书编写体系合理，内容组织方法新颖，着力拓宽学生知识面。在写作手法上采用了历史与当代并举而以介绍现代科技进展为重点的方法，体现了人文精神和科学技术的有机交融，打破了一般这类教材在写作手法上的局限性，因而是一本难得的好书。

潘垣

2009年7月

前言

本书自2009年8月出版以来，已历经8次印刷，可见其颇受读者的欢迎。当2012年9月本书入选教育部首批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材后，就开始筹备出第二版了。作为一部电气工程与自动化（专业）概论的教材，其内容理所当然应反映出近几年来电气学科领域的新发展。为此，在第一版的基础之上，第二版新增了近几年来在电工理论中对记忆电阻器研究所取得的新成果；还新增了电气工程与自动化技术领域的无线电能传输、智能电网、现代电力电子技术在智能电网中的应用、电力系统通信等新技术。

在第3章中增加了记忆电阻器的研究内容。记忆电阻器是一种可以记忆自身历史的元件，即使在电源被关闭的情况下仍具备这一功能。记忆电阻器可以使电脑在电池电量耗尽后很长时间仍能保存信息。这项发现将有可能用来为制造非易失性存储设备、更高能效的计算机等铺平了道路，将对电子科学与信息技术的发展产生重大的影响。

第4章中补充了无线电能传输的内容。现在已经问世的无线电能传输有以下四种。第一种是电磁感应无线电能传输方式。该方式是利用电磁感应原理传输电能，它传输功率大，效率高，目前已应用在轨道交通方面。第二种是直接应用了电磁波能量可以通过天线发送和接收的原理。由于传输功率太小，其应用范围不大。第三种是谐振耦合电能无线传输方式。该方式利用了电路中的电感与电容产生谐振的原理来传输电能，理论上电能的传输功率、传输距离不受限制。第四种是电场式传输技术。该技术传输距离较远，功率较大，且能够克服电磁干扰和金属障碍物造成的能量传输阻断。

第6章中增加了智能电网的内容。所谓智能电网，就是以物理电网为基础，将现代先进的传感测量技术、通信技术、信息技术、计算机技术、电力电子技术、设备制造技术、控制技术 etc 与物理电网高度集成而形成的新型电网。它以充分满足用户对电力的需求和优化资源配置、确保

电力供应的安全性、可靠性和经济性；满足环保约束、保证电能质量、适应电力市场化发展为目的，实现对用户可靠、经济、清洁、互动的电力供应和增值服务。

在第8章中新增了智能电网中的电力电子技术内容。现代电力电子技术是以功率处理为对象，以实现高效率和高品质用电为目标，通过采用电力半导体器件，并综合自动控制、计算机技术和电磁技术，实现电能的获取、传输、变换和利用。在智能电网的设计框架中，电力电子技术无疑是一大关键支撑技术，它可以强化、优化电网，保障大电网安全稳定，促进可再生能源的有效利用，改善电网电能质量。

这次还对第一版教材的第9章第五节与第六节的内容，进行了重新修订。对于我国电力通信事业而言，它主要经历了五个发展阶段，即从同轴电缆到光纤传输、从纵横模式到程控模式的交换机制转变、从硬件到软件的技术转变、从定点通信到移动通信、从模拟网到数字通信网等。伴随着信息技术的发展，电力通信新技术也日新月异，它在一定程度上推动了电力事业的进步。经过多年实践，不管是发电设备的装机容量与发电量，还是电网的规模，我国电力通信都领先于世界。

参加本版修订工作的有孙元章、李裕能、胡钊和樊亚东等教授。这次的修订内容经潘垣院士仔细审阅，谨表示衷心感谢。

书中内容的不足与错误，恳请读者予以指正，以便改进。

联系地址：湖北省武汉市武汉大学电气工程学院。

编者

2015年5月

第一版前言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育的若干意见》的精神，加强教材建设，确保教材质量，中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校，满足学科发展和人才培养的需求，坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

电气工程专业大学新生在其入学后的初始学习阶段所遇到的主要问题，是对自己将要学习的专业知之甚少。在一、二年级基本上都是学习基础课程和专业基础课程，如高等数学、大学物理、电路理论、电磁场理论等，这些课程几乎都是理论分析与理论推导，学生在对专业毫无了解的情况下，学习起来感到十分盲目，缺乏兴趣。直到三、四年级学习专业课程时，才发现基础理论课程的重要性，但为时已晚。编者经过多年的教学改革研究后，认为有必要对一年级新生开设一门专业介绍课程《走进电世界——电气工程与自动化（专业）概论》。通过本课程的学习，学生会全面、系统地了解所要学习的专业，包括电气工程与自动化专业的人才培养目标及教学计划、电气工程与自动化专业的课程体系与学习方法等；其次是对自己将要从事的专业有全面的认识，特别是电气工程与自动化专业的历史发展沿革、电气工程与自动化专业的设置方向、电气工程与自动化专业的发展趋势等。这样非常有利于学生尽早了解与认识自己所学的专业，以便提前制定比较完善的大学学习规划。

开设本课程的另一目标，就是希望对刚入学的新生在他们的科学与工程技术与探索学习的处女航，即在他们入学后的第一门课程中，通过对电气科学技术艰难发展与复杂演化的漫长历程以及科学家在其中所经历的失败、突破与成功的介绍，着重引导学生深切感受前辈科学家们实事求是的科学态度，认真学习他们勇于探索的理性怀疑思想，大力弘扬他们无畏攀登的科学献身精神。这种教学内容与方法对于促进学生创

新意识的早期建立会起到其他课程所无法替代的作用。

因此，本课程旨在培养大学生对科学的崇尚与追求精神、勇于创新的综合素质，特别是在市场经济的大潮中的正确价值观走向、科学与人文思维的交互方式，专业基本知识面的扩大等方面无疑都是大有好处的，它构成了现代大学工科多元创新与多层面教育中必不可少的头一个重要组成部分。

本书编写大纲由孙元章教授主持制定，内容共分11章。其中，第5、6章由孙元章教授编写；第1~3章由李裕能教授编写；第4、8、9章由胡卦教授编写；第7、10、11章由樊亚东副教授编写。

全书由潘垣院士精心审阅并提出了许多宝贵的建议，谨在此表示衷心感谢。

限于编者的水平，书中恐有所差错，敬请广大读者批评指正。

编者

2009年7月

目录

序
前言
第一版前言

1	电气工程与高等教育	1
1.1	电气工程学科	1
1.1.1	术语简介	1
1.1.2	电气工程学科及其涵盖的内容	2
1.1.3	电气工程学科的发展趋势	4
1.2	电气工程学科在我国高等教育中的地位	4
1.2.1	电气工程学科的地位	4
1.2.2	近年来我国电气工程高等教育的改革	5
1.3	电气工程与自动化专业本科培养方案	7
1.3.1	社会对高级工程技术人才的素质要求	7
1.3.2	电气工程与自动化专业范围	8
1.3.3	电气工程与自动化专业人才培养目标	9
1.4	大学的教学	10
1.4.1	大学教学任务	10
1.4.2	大学教学特点	11
1.5	大学的学习	13
1.5.1	学习过程	13
1.5.2	影响学习的因素	14
1.5.3	大学生的学习方法	15
2	电磁学理论的建立和通信技术的进步	18
2.1	人类对电磁现象的早期研究	18
2.1.1	人类对电磁现象的早期观察	18
2.1.2	人类对电磁现象的早期实验研究	19
2.2	电流磁效应的研究	22

2.2.1	奥斯特发现电流的磁效应	23
2.2.2	安培奠定电动力学的基础	23
2.2.3	欧姆定律的发现	24
2.2.4	高斯对地磁的研究	25
2.3	电磁感应的发现	25
2.3.1	法拉第发现电磁感应	25
2.3.2	亨利、楞次对电磁感应的研究	27
2.4	电磁场理论的建立	28
2.4.1	麦克斯韦建立电磁场理论	28
2.4.2	赫兹发现电磁波	30
2.5	通信技术的进步	30
2.5.1	有线电报的发明	31
2.5.2	有线电话的发明	33
2.5.3	无线通信的发明	34

3 电气工程技术与理论的发展 36

3.1	电工技术的初期发展	36
3.1.1	人类近代的技术革命	36
3.1.2	电工技术的初期发展历程	37
3.2	电工理论的建立	41
3.2.1	电路理论的建立	41
3.2.2	记忆电阻器的研究	45
3.2.3	电网络理论的建立	48
3.2.4	电磁场理论的建立	50
3.3	电与新技术革命	51
3.3.1	新理论的创立	51
3.3.2	电子计算机技术	53
3.3.3	自动控制技术	56
3.3.4	能源新技术	57
3.3.5	航空航天技术	58
3.3.6	电子信息技术	60
3.3.7	新材料技术	61
3.4	新理论、新材料对电工技术的影响	63
3.4.1	20世纪下半叶对电工技术有影响的研究成果	63
3.4.2	21世纪上半叶电工技术发展趋势	64

4	电能利用与发电类型	67
4.1	电能利用	67
4.1.1	能源的分类	67
4.1.2	电能的利用及产生方式	70
4.1.3	电能利用的发展历程	70
4.2	现有的发电类型	72
4.2.1	火力发电	72
4.2.2	水力发电	73
4.2.3	核能发电	76
4.3	新型发电方式	79
4.3.1	太阳能发电	79
4.3.2	潮汐能发电	85
4.3.3	风力发电	88
4.3.4	地热发电	90
4.3.5	燃料电池发电	92
4.3.6	生物质能发电	95
4.3.7	核聚变——人类未来的能源之星	98
4.4	发电、供电和用电的基本设备	101
4.4.1	发电机	101
4.4.2	变压器	108
4.4.3	无线电能传输	120
4.4.4	电动机	124
5	电力工业的发展与特点	128
5.1	电力工业发展概况	128
5.1.1	发电厂	128
5.1.2	断路器	129
5.1.3	电力传输	130
5.1.4	电力系统继电保护	131
5.1.5	电力网络	131
5.2	中国电力工业的发展	131
5.2.1	中国电力工业发展史	131
5.2.2	国内外电力工业比较	133
5.2.3	中国电力工业发展方针	134
5.3	电力工业的特点	136
5.3.1	社会对电力生产、供给的要求	136

5.3.2	电力工业的三个特点	137
5.3.3	电力生产的特征	139
5.4	电力工业在国民经济发展中的地位	140
5.4.1	电力工业在国民经济中的地位	140
5.4.2	技术装备水平不断提高	141
5.4.3	电源结构和资源分布不平衡, 电能局部地区供应不足	141
5.4.4	中国电力体制改革	142
6	电力系统简介	144
6.1	电力系统及其组成	144
6.1.1	电力系统	144
6.1.2	电力系统构成与运行	145
6.1.3	电力系统调度	146
6.1.4	电力系统规划	146
6.1.5	电力系统研究与开发	146
6.2	发电厂	147
6.2.1	火力发电	147
6.2.2	水力发电	148
6.2.3	核能发电	149
6.3	变电站	150
6.3.1	变电站作用	150
6.3.2	配电	152
6.4	智能电网	153
6.4.1	智能电网的发展历史	153
6.4.2	智能电网的结构	155
6.4.3	智能电网的建设目标	156
6.4.4	智能电网的关键技术	156
7	高电压与绝缘技术	160
7.1	高电压与绝缘技术的产生和发展	160
7.2	高电压与绝缘技术的基本任务及特点	166
7.3	高电压与绝缘技术的理论基础及主要研究内容	167
7.3.1	高电压与绝缘技术的理论基础	167
7.3.2	高电压与绝缘技术的主要研究内容	167
7.4	我国高等学校的高电压与绝缘技术专业	175
7.5	高电压新技术及其在其他领域中的应用	175

7.5.1	高功率脉冲技术	176
7.5.2	等离子体	176
7.5.3	线爆技术	177
7.5.4	液电效应	177
8	电力电子与电力传动技术	179
8.1	电力电子技术	179
8.1.1	电力电子技术的核心技术	182
8.1.2	电力电子技术学科的产生与发展	185
8.1.3	电力电子技术的主要应用	190
8.1.4	电力电子技术在现代工业中的重要地位	197
8.1.5	电力电子技术的发展与特点	198
8.2	电气传动技术	202
8.2.1	电气传动技术的分类与特点	202
8.2.2	电气传动技术的发展历程	205
8.3	智能电网中的电力电子技术	206
8.3.1	中国电网建设发展面临的主要问题	209
8.3.2	电力电子技术在智能电网中的应用	209
9	电力通信技术	216
9.1	通信系统的组成	216
9.2	通信技术的发展	217
9.2.1	电话的发展	218
9.2.2	微波通信的发展	220
9.2.3	移动通信的发展	222
9.2.4	光纤通信的发展	224
9.2.5	卫星通信的发展	226
9.3	通信领域的新技术	228
9.3.1	蓝牙技术	228
9.3.2	纳米技术	229
9.3.3	紫外光通信系统的研究	231
9.3.4	同温层通信系统	232
9.4	电力通信网	234
9.4.1	电力通信网的定义及价值	234
9.4.2	电力通信的几种主要方式	236
9.4.3	电力通信网的特点	240

9.5	我国电力通信的现状	242
9.6	电力通信面临的机遇与挑战	243
9.6.1	我国电力通信系统的发展趋势	244
9.6.2	我国电力通信的发展目标和战略布局	247
9.6.3	国外电力通信系统的发展趋势	249
10	自动化	251
10.1	自动化概念和应用	251
10.2	自动化和控制技术发展历史简介	255
10.2.1	自动装置的出现和应用时期	255
10.2.2	自动化技术形成时期	256
10.2.3	局部自动化时期	258
10.2.4	综合自动化时期	259
10.3	自动控制系统的组成和类型	262
10.4	自动化的现状与未来	264
10.4.1	机械制造自动化	265
10.4.2	工业过程自动化	268
10.4.3	机器人技术	269
10.4.4	飞行器的智能控制	271
10.5	自动化类专业介绍	273
11	建筑电气与智能楼宇	275
11.1	建筑电气概述	275
11.2	建筑电气技术的产生、特点和发展趋势	277
11.3	智能楼宇的定义和基本功能	278
11.4	智能楼宇系统组成	281
11.4.1	楼宇自动化系统	281
11.4.2	通信自动化系统	282
11.4.3	办公自动化系统	283
11.4.4	综合布线系统	283
11.5	智能楼宇的现状与未来	284
	参考文献	287

电气工程与高等教育

教育要面向现代化, 面向世界, 面向未来。

——邓小平

1.1 电气工程学科

1.1.1 术语简介

刚进入大学的学生, 会遇到关于学科、专业等方面的一些新名词、新概念。为了便于学生更好地了解自己的学科专业, 以下简要地介绍一些相关的名词与术语。

(1) 科学。科学(Science)是运用范畴、定理、定律等思维形式反映现实世界各种现象的本质和规律的知识体系, 是社会意识形态之一。按研究对象的不同, 科学可分为自然科学、社会科学和思维科学, 以及总结和贯穿于三个领域的哲学和数学。

自然科学又分为基础科学和技术科学。基础科学包括数学、物理、化学、天文学、生物学等学科; 技术科学包括电工学、电子学、机械学、固体力学、流体力学、建筑学、地质学等学科。社会科学包括哲学、法学、历史学、经济学等学科。电气工程学科属于自然科学。科学的目的是揭示事物发展的客观规律, 探求真理, 作为人们改造自然、改造社会的指南。

科学来源于社会实践, 服务于社会实践。它是一种在历史上起推动作用的革命力量。在现代, 科学技术是第一生产力。科学的发展和作用受社会条件的制约。现代科学正沿着学科高度分化和高度综合的方向蓬勃发展。

(2) 技术。技术(Technology)是指人类运用自然科学原理和根据生产实践经验来改变或控制其环境的手段和行动, 它是人类活动的一个专门领域。技术的任务是利用自然和改造自然, 以其生产的产品为人类服务。技术按其种类可分为工程技术(如机械、电气、电子、能源、动力、化工、建筑、测量、计算机等)、农业技术(如种植、畜

牧、造林、园艺等)、医疗技术(如中医、西医、临床)等。

(3) 工程。工程(Engineering)是指应用科学知识使自然资源最好地为人类服务的专门技术。但工程不等于技术,它还受到政治、经济、法律、美学、环境等非技术因素的影响。技术存在于工程之中。工程有时也用来表示某一特定的研究项目、建设项目,如“探月工程”、“南水北调工程”等。

科学与工程两者之间是存在许多差别的。科学的目的是认识世界,发现一般真理;而工程的任务是改造世界,合理利用科学、技术、管理等知识来解决某一特定的实际问题。科学是一项个体活动;而工程则是一项集体活动,从事某一项工程的所有成员都要注意在集体中的协调与配合,才能使工程进展顺利。

20世纪的前50年,基础科学中数学、物理、化学等学科迅速发展;而后50年,基础科学的相关知识才被工程技术专家应用到工业、农业、军事和现代生活中,可见由科学转换到工程的周期是相当长的;而在当今信息社会,由科学转换到工程的周期在不断缩短。

在目前,信息科学、生命科学、材料科学迅速发展,把这些科学转换到工程技术应用领域的任务将由当代大学生来承担。

(4) 系统。系统(System)是指由相互关联、相互制约、相互影响的一些部分组成的具有某种功能的有机整体。随着科学技术的发展,出现了许多复杂的大型系统。例如,电力系统是由许多各种类型的发电厂、输电网、配电网、负荷构成的一个庞大系统,其功能是发电、输电、配电和用电;互联网系统、交通系统、生态系统等也都是当今世界上的大型系统。某一大型系统内部,还可以包含多层次系统。

(5) 信息。信息(Information)是指符号、信号或消息所包含的内容,用来消除人们对客观事物认识的不确定性。信息是人们与客观世界相互作用过程中与客观世界进行交换的内容的名称。信息普遍存在于自然界、人类社会和人的思维之中,它无处不在,无时不有。信息论的创始人香农把信息定义为信源的不定度。对接收信息的系统(信宿)而言,未收到消息前不知道产生消息的系统(信源)发出的是什么信息。而只有收到消息后,才能消除产信源的不定度。信息反映了社会发展的全貌,它不断地产生、发展和更替,形成一个巨大资源。

(6) 控制。控制(Control)是指为了改善系统的性能或达到特定目的,通过信息采集、加工而施加到系统的作用。有些系统可以进行人工控制或干预,称为可控制系统;反之为不可控制系统。可控系统由控制部分和受控部分组成,两者间由双向信息流来联系。

(7) 管理。管理(Management)是指为了充分利用各种资源来达到一定目标而对社会或其组成部分施加的一种控制。管理是一项专门学问,在信息社会,借助于计算机及其网络、数据库及其管理系统来实现管理自动化、办公自动化。在电力系统中,许多部门都使用管理信息系统来实现资源共享,达到管理、办公自动化的目的。

1.1.2 电气工程学科及其涵盖的内容

我国普通高等教育的学科划分为12个门类,分别是哲学(01【门类编号,下