



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目



21 世纪高等院校电气工程与自动化规划教材

21 century institutions of higher learning materials of Electrical Engineering and Automation Planning

Introduction of Automation (Discipline)

自动化专业(学科) 概论

韩璞 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Introduction of Automation (Discipline)

自动化专业(学科) 概论

韩璞 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

自动化专业 (学科) 概论 / 韩璞编著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2012.6
21世纪高等院校电气工程与自动化规划教材
ISBN 978-7-115-27384-0

I. ①自… II. ①韩… III. ①自动化技术—高等学校
—教材 IV. ①TP2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第004336号

内 容 提 要

本书是自动化专业以及其他与自动化相关的专业学生的入门书。论述了与自动化和自动控制相关的概念、自动控制系统的组成原理以及对控制系统的基本要求,按自动控制理论发展的3个主要阶段论述了自动控制理论的主要内容,从当代社会发展需要的角度论述了自动化学科领域范畴,介绍了自动控制技术在一些领域的应用实例,以及自动控制理论与自动化技术的展望。最后介绍了作者负责制订的自动化专业卓越工程师培养计划的课程体系,读者可以详细地了解到自动化专业所学的内容,为自学者指明了学习方向,也为从事自动化专业教学的教师制订培养方案提供参考。

本书涵盖了自动化纵横、上下、内外各个方面的问题,内容丰富、先进,体系结构新颖、严谨,语言流畅,适合于讲授和自学。

本书可作为各高等院校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,同时可作为对自动化学科知识感兴趣的读者的参考用书。

工业和信息化部普通高等教育“十二五”规划教材立项项目

21世纪高等院校电气工程与自动化规划教材

自动化专业 (学科) 概论

-
- ◆ 编 著 韩 璞
责任编辑 贾 楠
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 12.25 2012年6月第1版
字数: 220千字 2012年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-27384-0

定价: 27.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

自动化由来已久，它是随着人类的发展而发展的。在古代，人类就试图用装置来代替人的劳动，只是到了 20 世纪，才有了自动化学科，有了控制论。特别是 20 世纪 80 年代微型计算机的出现，使得自动化技术渗透到人类社会的每一个角落，在工业、农业、军事、航空航天、天文、环境、社会、经济、商业、楼宇、交通、医药、服务以及家庭生活等方面，自动化都扮演着重要的角色。由于自动化涉及的学科和应用领域之广，在有些国家的大学里，已不单设自动化专业，而是把它含在其他学科里。

根据我国的国情以及我国的教育体制，教育部专门设置了自动化专业，到目前为止，我国近 400 所高校设置了自动化本科专业。许多学校的自动化专业都有自己的行业背景。20 世纪 80 年代以来，为适应国民经济建设和科学技术发展的需要，进一步拓宽专业口径，各高校的自动化系将原有的多个自动化类专业，诸如自动控制、生产过程自动化、工业电气自动化、化工自动化、热工测量及其自动化等合并为新的“工业自动化”专业和“自动控制”专业。1998 年，为适应国家经济建设对宽口径高等教育人才培养的需要，又进一步合并为一个自动化专业。随着社会发展的需要，现在许多学校又在自动化的名字上加了前缀或后缀，来体现自己的行业特色。

控制论的形成已有 60 多年的历史。在这 60 年的发展过程中，控制论的内容发生了翻天覆地的变化。特别是与其他学科的结合及控制学科本身的分化，标志着自动化学科的科学技术已向纵深及横向综合发展。自动控制理论已经不是自动化学科领域中唯一的最重要的内容，特别是计算机的普遍应用，有些早期的控制系统的分析方法已不实用，控制设备发生了巨大的变化，使得自动化学科领域的内容不断更新和扩大，检测与控制理论、控制装置研发与生产、信息管理、计算机网络、数字化工厂、系统集成、物联网与云计算等都已成为自动化学科领域范

2 | 自动化专业（学科）概论

畴。那么，自动化学科到底包含哪些内容以及自动化学科领域范畴都包含什么，对怀着渴望求知的心情刚刚踏入大学校门的学生来说，是迫切想知道的问题。“自动化专业（学科）概论”这门课就是为解答这些问题而开设的。通过对这门课的学习，可使学生的学习目的性更明确，学习更主动，取得更优异的成绩，从而早日成为国家建设的栋梁之材。

本书不仅是自动化专业学生的入门书，也是到高年级选择专业课程的参考书。通过本书的学习，不仅能对自动控制理论、自动化学科有一个概况的了解，也能详细地了解到自动化专业每门专业课程的主要内容。

本书是笔者在华北电力大学从事自动化学科教学和科研工作所积累的30年经验的基础上撰写的。在本书的编写过程中，华北电力大学博士生导师张建华提供了有关随机控制的资料，林永君提供了有关智能汽车设计的资料，黄宇做了有关火力发电生产过程控制的文献收集和整理工作，丁满做了有关物联网与云计算的文献收集工作，美国印第安纳大学韩莘莘提供了有关计算机网络与数据库的资料，在此对他们表示衷心的感谢。

本书介绍的自动化专业卓越工程师计划的培养方案是由笔者负责制订的。其中，“现代工程控制理论”课程教学大纲也由本人负责制订，“电工电子技术基础”课程教学大纲由林永君负责制订，“清洁能源发电控制系统”课程教学大纲由王印松负责制订，“控制装置与系统”课程教学大纲由何同祥负责制订，“计算机控制技术与系统”课程教学大纲由刘延泉负责制订。

本书部分内容引用了国内外专家、学者的论文和著作，在本书的参考文献中都已列出，在此谨向其作者致以诚挚的谢意。

由于不同行业背景的人士对自动化学科的概念及其所涉及的知识范围有不同的认识，加之作者水平有限，论述方面可能有片面性，错误之处诚望读者指正。

编 者

2011年10月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 自动化与自动控制	1
1.2 一些名词和术语	2
1.3 自动化专业的历史沿革	5
第 2 章 自动控制系统组成原理	9
2.1 自动控制系统的组成结构与性能要求	9
2.1.1 系统的基本组成结构	9
2.1.2 控制系统稳定性概念	11
2.1.3 控制系统品质指标的数学描述	14
2.2 自动控制系统的分类	17
2.2.1 按被控对象特性分类	18
2.2.2 按自动控制系统是否形成闭合回路分类	18
2.2.3 按系统输入/输出的个数分类	21
2.2.4 按给定值信号的特点分类	23
2.2.5 按控制系统元件的特性分类	24
2.2.6 按系统中传输信号对时间的关系分类	24
第 3 章 自动控制理论	26
3.1 经典控制理论	26
3.1.1 传递函数描述及建立方法	26
3.1.2 经典控制论中的典型控制律 PID	28
3.1.3 控制系统复频域分析方法	30
3.1.4 控制系统的设计与综合	32
3.1.5 线性离散系统的分析与设计	34
3.1.6 非线性系统分析方法	34
3.2 现代控制理论	36
3.2.1 状态空间描述及建立方法	36
3.2.2 控制系统的可控可观性	37
3.2.3 状态反馈与输出反馈	37
3.2.4 最优控制	41

II | 自动化专业(学科)概论

3.3 当代控制理论	42
3.3.1 控制系统的数值解	42
3.3.2 最优化理论与方法	46
3.3.3 系统辨识	49
3.3.4 自适应控制	52
3.3.5 预测控制	55
3.3.6 鲁棒控制	57
3.3.7 随机控制	58
3.3.8 智能控制	60
第4章 自动化学科领域范畴	68
4.1 检测与控制理论研究	68
4.1.1 检测理论与方法	68
4.1.2 控制理论与方法	75
4.2 控制设备与装置的研发与生产	84
4.2.1 模拟控制仪表	84
4.2.2 数字化仪表	86
4.2.3 计算机监视系统	86
4.2.4 分散控制系统	87
4.2.5 现场总线控制系统	91
4.2.6 可编程逻辑控制器	93
4.3 信息与管理	97
4.3.1 计算机网络与数据库技术	97
4.3.2 管理信息系统	105
4.3.3 厂级监控信息系统	110
4.3.4 数字化工厂	116
4.4 系统的集成与应用	119
4.4.1 信息集成	120
4.4.2 设备集成	121
4.4.3 物联网与云计算	122
第5章 自动化技术的应用领域	126
5.1 火力发电生产过程自动控制	126
5.1.1 火力发电厂的构成及其工作原理	126
5.1.2 火力发电厂生产过程所需要的控制	129
5.2 化工生产过程自动控制	136
5.2.1 流体输送过程控制	136

5.2.2 传热设备的控制	137
5.2.3 精馏过程的控制	137
5.2.4 化学反应过程控制	139
5.3 炼油生产过程自动控制	139
5.3.1 蒸馏生产过程控制	141
5.3.2 催化裂化生产过程控制	142
5.4 飞机的飞行控制	145
第6章 自动化学科的发展展望	148
6.1 自动化学科理论体系的发展展望	148
6.1.1 自动控制理论	148
6.1.2 系统建模理论与方法	149
6.1.3 控制系统优化理论与方法	150
6.2 检测技术的最新进展	152
6.2.1 检测仪表智能化	153
6.2.2 新型检测技术与仪器	154
6.3 控制装备与自动化设备的发展展望	160
第7章 自动化专业卓越工程师计划培养方案	162
7.1 自动化专业卓越工程师培养计划的课程体系	162
7.1.1 培养目标	163
7.1.2 培养基本要求	163
7.1.3 教学进程	164
7.2 专业基础教育特色课程教学大纲	166
7.2.1 “电工电子技术基础”课程教学大纲	166
7.2.2 “现代工程控制理论”课程教学大纲	171
7.3 专业教育特色课程教学大纲	175
7.3.1 “控制装置与系统”课程教学大纲	175
7.3.2 “计算机控制技术与系统”课程教学大纲	177
7.3.3 “清洁能源发电控制系统”课程教学大纲	179
7.4 实践环节与内容	180
7.4.1 综述	180
7.4.2 智能汽车设计	182
7.4.3 大型火电机组热控系统设计及实现	183
7.4.4 企业实习与毕业论文	184
参考文献	185

1.1 自动化与自动控制

在远古时代，人类就用石器作为工具进行生产活动，以减轻自己的劳动强度。但这些石器并没有使人类进入自动化，因为人们必须用这些工具自己去完成所要做的工作。但从那时起，人类试图用一种工具或一种装置来自动完成人类自身的工作的愿望已经出现。因此，古代人类利用自己在长期的生产和生活中积累的经验和知识，逐渐利用自然界的动力（风力、水力等）来代替人力、畜力，以及用装置代替人的脑力活动实现对自然界的控制。

人类研制和使用最早的自动装置是自动计时装置——刻漏。古中国人发明了刻漏。几千年来，中国古代在自动化方面有过卓越的贡献，在三国时期，使用了能自动指示方向的指南车。北宋时期又发明了水运仪象台。

公元 1 世纪，古埃及和古希腊的发明家创造了教堂庙门自动开启、铜祭司自动洒圣水、投币式圣水箱等自动化装置。

近代的自动装置更是数不胜数。如用于抽水灌溉的风车利用自然风推动风车转动，从而达到抽水的目的。1642 年法国物理学家发明了加法器；1657 年荷兰机师发明了钟表；俄国机械师在 1765 年发明了蒸汽锅炉水位保持恒定用的浮子式阀门水位调节器；在 20 世纪 20 年代后期，Bush 发明了机械式的微分方程解算器，即机械式计算机；我们现在使用的抽水马桶就是一种浮子式保持水箱水位的自动装置。

自动化是伴随人类的发展而发展的，人类文明越进步，自动化程度就越高，自动化已成为衡量人类文明进步程度的重要标志。

现在我们可以给自动化的基本概念做一描述：自动化是指机器或装置在无

2 | 自动化专业（学科）概论

人干预的情况下按规定的程序或指令自动地进行操作或运行。

在现代社会里，自动化装置数不胜数。例如，在一个现代化的家庭里都有若干台自动化装置：自动洗衣机、自动洗碗机、电饭煲、电冰箱、自动热水器等。

自动化技术的应用是非常广泛的，几乎渗透到人类社会的每一个角落，在工业、农业、军事、交通、商业、医疗、服务以及家庭生活等方面，自动化都扮演着重要的角色。自动化不仅可以把人从繁重的体力劳动以及恶劣、危险的工作环境中解放出来，而且能充分调动人的潜在能力，使人类更好地认识世界和改造世界，从而推动人类文明的快速发展。

与自动化密切相关的一个术语是自动控制，两者既有联系，又有一定的区别。在人类社会中，人类为了更好地生存，对自然界进行改造并加以控制，使其达到为人类服务的目的。也就是说，自动控制是通过人造装置或人类为了约束自己的行为而制定的政策和法规，来对人造系统和非人造系统进行控制，从而达到人所期望的目标。

例如，我国为了控制人口的快速增长，制定了计划生育政策，并通过法律及执法机构来实施。这就是一个自动控制系统。一个水塔储存水时，要求水位不能过高，也不能过低。当水位低于某一希望值时，开启给水泵；当水位高于此希望值时，关闭给水泵。这也是一个自动控制系统。

现在，我们可以看出自动化与自动控制的差别：自动化仅仅是按预先给定的程序或指令完成某种操作，对于社会、经济、生物、环境等非人造系统的控制问题则无能为力；而自动控制强调给系统施加作用，使系统达到一种人们所希望的目标，它既适用于人造系统，也适用于非人造系统。不过，由于人们提到的自动控制常指工程系统的控制，所以，人们习以为常地将自动控制与自动化视为同义。

1.2 一些名词和术语

本节简要地介绍自动化专业的学生在学习本专业课程时遇到的一些重要的名词和术语。

1. 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。系统可以由“实物”组成，也可以由“非实物”组成。例如，我们每天使用的输电系统就是由实物组成的一个系统；人们为了规

范自己的行为制定的各种法律法规就是由非实物组成的法律系统；而如果为了执行这些法律，必须有执法机构，这样构成的系统既有实物又有非实物。系统可大可小，如果构成系统的组成部分本身也是系统，则称其为子系统。对于一个具体的系统，系统以外的部分称为系统环境，系统与系统环境的分界称为系统边界。系统环境对系统的作用称为系统输入，系统对系统环境的作用称为系统输出。

随着科学技术的发展，现在我们所研究的系统越来越大、越来越复杂。例如，我们研究的生物进化、生态环境、输电网络、计算机网络等都是大系统、复杂系统。目前，已有研究大系统和复杂系统的学科——系统工程。

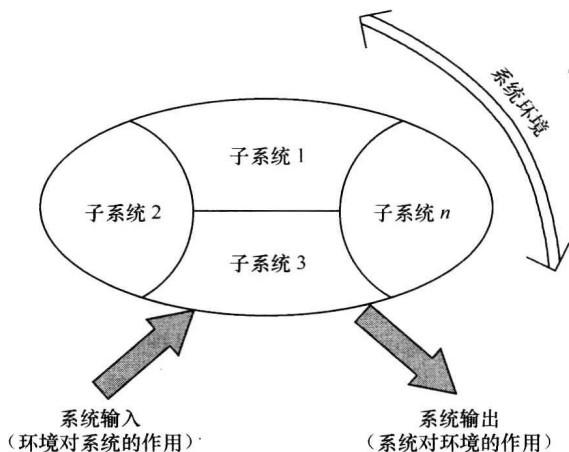


图 1-1 系统的构成

2. 信息

信息 (Information) 是指符号、信号或消息所包含的内容，它是对事物运动状态或存在形式的不确定性的描述。信息普遍存在于自然界、人类社会和人的思维之中。在 1948 年，控制论的创始人维纳在他的著作《控制论》中指出：“信息是信息，不是物质，也不是能量。”这样就把信息上升到与物质、能量同等重要的地位，成为当今物质世界组成的三大支柱，即物质、能量、信息。今天，为了更好地利用信息，把信息已经数字化，可以利用计算机对数字化信息进行加工处理，这样的信息称为数字信息。

3. 控制

控制 (Control) 是指为了改善系统的性能或达到特定的目的，通过信息的

4 | 自动化专业（学科）概论

采集和加工而施加到系统的作用。系统可分为可控系统和不可控系统两大类，前者是指可以通过人为的方法对系统进行干预和控制。而后者是指人无法对系统进行干预和控制。

4. 数学模型

通常我们对系统的理解是能够根据实际过程分析出系统的作用原理及大致的运动过程。但仅有这种定性分析是不够的。在对系统进行分析、设计与控制时，必须要对系统进行定量的分析，研究出系统中各物理量的变化及相互作用、相互制约的关系。我们可以用数学表达式来描述这些物理量的变化及它们的关系，而把这种数学表达式称为系统的数学模型（Mathematics Model）。选择系统数学模型的过程就称为系统建模。

描述系统的数学模型种类很多，常用的有：状态空间、微分方程、差分方程、脉冲响应、传递函数、频率响应模型等。

5. 科学

科学（Science）是指对各种事实和现象进行观察、分类、归纳、演绎、分析、推理、计算和实验，从而发现规律，并对各种定量规律予以验证和公式化的知识体系。科学的任务是揭示事物发展的客观规律，探求真理，作为人们改造世界的指南。科学又分为自然科学和社会科学。自然科学研究的是物质世界，社会科学研究的是人类的精神世界。

科学就是发现。从事科学研究的人员被称为科学家。

6. 技术

技术（Technology）是指人类根据生产实践经验和自然科学原理改变或控制其环境的手段，是人类在一个专门领域活动经验的总结。

7. 工程

工程（Engineering）是指应用科学知识和人类拥有的技术使自然资源更好地为人类服务的一项活动。

工程就是实现。科学和技术都存在于工程之中。从事工程工作的人员被称为工程师。

8. 学科与专业

学科是指具有某种理论体系的研究及应用的一个领域。在该领域中，研究

的对象可能千差万别，但是，他们应用同一种理论体系解决问题。学科可大可小，取决于人对理论体系的理解。例如，有人把学科分为理学、工学，这时的理学和工学含义都很广；有人又把理学分为数学、物理、化学等。

专业是学科的一个方向，当把学科分得很细时，学科与专业就成为同义词了。

从大的学科范围讲，自动化属于电子信息与电气学科。从小的范围讲，自动化可以构成自己的学科。

1.3 自动化专业的历史沿革

自动化的概念起源于最早的自动控制，而自动控制的起源可以追溯到公元前。但是，到了20世纪40年代，才有了控制论，以后才逐渐形成了自动化学科。20世纪初叶的Lyapunov稳定理论、PID控制律概念、反馈放大器、Nyquist与Bode图等是控制论的理论基础。1948年，麻省理工学院维纳(N. Wiener)教授发表了《控制论》著作，标志着控制理论的形成。1954年，钱学森教授的著作《工程控制论》(Engineering Cybernetics)在美国问世，并于1958年在国内出版，这标志着我国科学家为控制理论的形成做出了重要的贡献。

对自动化的大量需求开始于工业革命时期。应用自动控制的方法来代替人工控制各种机械设备，使其能在无人的情况下连续不断地工作，并能使这些机械设备更有效、更安全运行。

最早对工厂的机械设备的控制是“行走式”，要想控制哪一个设备必须走到这个设备前用手去操作。20世纪初，出现了“伺服机构”，即我们所说的执行器。有了执行器，就可以通过电信号来驱动设备的运行和停止。“PID控制律”的出现，又使我们有了“控制器”。控制器可以根据被控制变量与该变量的希望值的偏差给出一个电流量的控制信号，这个信号输入给执行器，去控制设备。至此，形成了一个完整的自动控制系统。

现在，自动化技术已广泛应用到制造业、农业、交通、服务业、航空、航天等所有产业部门。在制造业中，从计算机辅助设计与制造、数控机床，到柔性加工系统和计算机集成制造系统以及机器人的广泛进入生产线，成十倍、百倍地提高了社会的劳动生产率，增强了脑力劳动创新能力，丰富了产品的多样性，改善了人们的劳动条件，提高了经济效益和人们的生活水平。与60年前相比，控制论和自动化技术的应用已发生了翻天覆地的变化。

在今天的社会生活中，自动化装置无处不在。通信、金融业已接近全面自动化；医疗器械和仪器的自动化程度日益提高；自动化装置已广泛进入家庭，成为家庭主妇们必不可少的装备。近半个世纪以来，控制论与自动化技术为人

类文明进步做出了重要贡献。

在大学里为大学生开设自动控制课程始于 20 世纪 40 年代初，首先是西欧和前苏联开始为大学生和研究生开设自动控制课程，我国也开始为大学生和研究生讲授“伺服机构原理”课程。此后，在高等院校电机系逐步设置了“工业企业电气化”专业（自动化专业的前身）。该专业的课程设置中，有“自动调节理论”课程，相当于现在的“自动控制理论”课程。当时，类似课程在电类其他专业的教学计划中也都设置了，如在“发电”专业的教学计划中设置有“电力系统自动化”课程以及“电力系统远动学”（即远距离测量和控制学）。早期使用的教科书代表作有《自动调整理论基础》（前苏联阿·伏龙诺夫著，徐俊荣等译，电力工业出版社，1957 年）、《自动调整原理，第一—三分册》（前苏联 B.B.索洛多夫尼柯夫主编，王众诤译，水利电力出版社，1957—1959 年）、《随动系统》（陈辉堂编，人民教育出版社，1958 年）《自动调节理论基础》（刘豹编，上海科技出版社，1963 年）。

我国从 1956 年起，在清华大学、西安交通大学等一批重点高等院校逐步设立了“自动控制”专业（开始时按前苏联称“自动学与远动学”专业），华北电力大学（原北京电力学院）从 1958 年建校起就建立了“热工测量及其自动化”专业，东北电力大学（原吉林电力学院）也是在 1956 年就成立了“热工测量及其自动化”专业，其目的是培养火电厂热工过程控制方面的人才。哈尔滨工业大学除“工业企业电气化”外还设立了“自动学、远动学与测量仪表”专业，侧重于培养“仪器仪表制造”方面的人才。1958 年在清华大学等一批重点高等院校先后建立自动控制系或行业自动控制系（例如航空自动控制系等），同时，中国科学技术大学在 1958 年率先成立自动化系。1970 年以后，根据自动化科学技术及其高等教育的发展需要，清华大学等一批重点高等院校将自动控制系改名为自动化系。

进入 20 世纪 80 年代以来，为适应国民经济建设和科学技术发展的需要，进一步拓宽专业口径，各高校的自动化系先后将原有的多个自动化类专业（如：自动控制、生产过程自动化、工业电气自动化、检测技术与自动化仪表、热工测量及其自动化）合并为新的“工业自动化”专业和“自动控制”专业。1998 年，为适应国家经济建设对宽口径高等教育人才培养的需要，又进一步合并为一个自动化专业。

专科层次的自动化类专业是我国专科教育中的老牌专业（自从设置专科学校以来，就有了该层次的专科专业），经历了比较长的发展历史，在工科类高等专科学校中一般均设置有该专业，近几年来新成立的职业技术学院，使该专业在招生数量上得到快速发展。

20 世纪 70 年代以前,我国自动化学科研究生教育规模很小,20 世纪 50 年代曾举办过研究生班,部分学生和教师公派去前苏联学习攻读研究生学位。全国各高等学校选派教师集中在哈尔滨工业大学成为“工业企业电气化”专业第一批研究生(1951—1954 年)或进修教师。1978 年恢复高考招生,迎来了研究生教育的春天,1982 年颁布了《中华人民共和国学位法》;1984 年全国试办 33 所研究生院,自动化学科研究生专业首先在一批工科类重点大学招生和培养。

由于自动化所涉及的学科领域之广,在有些发达国家的大学里,并不单设自动化专业,而是把它含在其他学科里。根据我国的国情以及我国的教育体制,我国专门设置了自动化本科专业和控制科学与工程研究生专业。

控制科学与工程是 20 世纪最重要的科学理论和成就之一,也是一门研究控制的理论、方法、技术及其工程应用的学科,是自动控制与自动化技术的统称。控制科学以控制论、信息论、系统论为基础,研究各领域内独立于具体对象的共性问题,即为了实现某些目标,应该如何描述与分析对象及环境信息,采取何种控制与决策行为。它对于各具体应用领域具有一般方法论的意义,而与各领域具体问题的结合,又形成了控制工程丰富多样的内容。本学科的这一特点,使它对相关学科的发展起到了有力的推动作用,并在学科交叉与渗透中表现出突出的活力。

控制科学与工程一级学科下设 5 个二级学科,即 5 个研究生专业,分别介绍如下。

控制理论与控制工程:以工程领域内的控制系统为主要对象,以数学方法和计算机技术为主要工具,研究各种控制策略及控制系统的建模、分析、综合、设计和实现的理论、技术和方法。

检测技术与自动化装置:研究被控对象的信息提取、转换、传递与处理的理论、方法和技术的一门学科,它主要研究领域包括新的检测理论和方法、新型传感器、自动化仪表和自动检测系统,以及它们的集成化、智能化和可靠性技术。

系统工程:为了解决日益复杂的社会实践问题而形成的从整体出发合理组织、控制和管理各类系统的综合性的工程技术学科,它以工业、农业、交通、军事、资源、环境、经济、社会等领域中的各种复杂系统为主要研究对象,以系统科学、控制科学、信息科学和应用数学为理论基础,以计算机技术为基本工具,以优化为主要目的,采用定量分析为主、定性定量相结合的综合集成方法,研究解决带有一般性的系统分析、设计、控制和管理问题。

模式识别与智能系统:主要研究信息的采集、处理与特征提取,模式识别

与分析，人工智能以及智能系统的设计，它的研究领域包括信号处理与分析、模式识别、图像处理与计算机视觉、智能控制与智能机器人、智能信息处理以及认知、自组织与学习理论等。

导航、制导与控制：是以数学、力学、控制理论与工程、信息科学与技术、系统科学、计算机技术、传感与测量技术、建模与仿真技术为基础的综合性应用技术学科，它研究航空、航天、航海、陆行各类运动体的位置、方向、轨迹、姿态的检测、控制及其仿真，是国防武器系统和民用运输系统的重要核心技术之一。

第 2 章

自动控制系统组成原理

2.1 自动控制系统的组成结构与性能要求

2.1.1 系统的基本组成结构

自动控制系统是指在没有人直接参与的情况下,利用外加的设备或装置,使机器、设备或生产过程的某个工作状态或参数自动地按照预定的规律运行。被控制的机器、设备和生产过程称为被控对象(或系统)。

自动控制是在人工控制的基础上发展起来的。图 2-1 所示为水箱水位控制系统的原理图。图中 w 为给水流量,控制的任务就是以一定精度保持水箱中水位 $h(t)$ 为某一期望(给定)的数值 h_0 。

在人工控制中,人是通过眼、脑、手这三个器官来进行水位控制的。首先用眼睛观测水箱水位的高低变化,然后用大脑分析比较实际水位是否偏离期望值,若偏离了,则经过思考(运算)按操作经验,指挥手去执行这一命令,调节给水调节阀的开度,从而把水位控制在所期望的数值上。

在自动控制中,水箱水位 $h(t)$ 经测量变送器(传感器,代替了人的眼睛)自动测量出来并按一定函数关系转换成(通常为比例关系)统一信号(电流或电压,一般为 $4\sim 20\text{mA}$ 或 $1\sim 5\text{V}$)。与水位给定值 h_0 (希望值)进行比较,二者之差送入控制器(相当于人的大脑)。控制器根据偏差的正负及大小,发出一定规律的输出信号,指挥执行器(相当于人的手)去操作给水调节阀的开度,改变给水流量,从而改变水箱水位。水位的变化由测量变送器测出反馈回来与给定值比较,控制器根据偏差的正负及大小不断校正执行器的动作,直到最后水位等于给定值为止。

可见一个典型的自动控制系统由下列不同功能的基本部分组成。