

育测控技术与仪器“十二五”规划教材

测控技术与仪器 专业概论

孙自强 刘 笛 主编 吴勤勤 主审



化学工业出版社

普通高等教育测控技术与仪器“十二五”规划教材

测控技术与仪器专业概论

孙自强 刘 笛 主编
吴勤勤 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

测控技术与仪器专业隶属于信息技术领域的仪器科学与技术学科,是该学科下唯一的本科专业,主要研究信息的获取、处理、传输和利用,是一门多学科相互渗透而形成的综合型专业。

本书全面介绍了测控技术与仪器专业的性质、地位和作用,专业的发展历史、现状与前景,测控领域的主要技术和最新研究成果,测控技术在化工、电力、机械制造、汽车、智能建筑、航空航天等行业的应用,以及测控技术与仪器专业的知识结构、课程体系和学习方法。全书的编写通俗易懂,并力求反映测控领域的最新技术,能激发读者对测控领域的学习兴趣,为测控技术与仪器专业大一新生以后的专业学习奠定良好的基础,并提供一定的学习方法指导。

本书既可用作高校测控技术与仪器专业的“专业概论课”教材,也可作为广大科技爱好者了解测控技术的科普读物,还可供有志于报考测控技术与仪器专业的高考学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

测控技术与仪器专业概论/孙自强,刘笛主编. —北京:
化学工业出版社, 2012.7
普通高等教育测控技术与仪器“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-14601-4

I. 测… II. ①孙… ②刘… III. ①测量系统-控制
系统-高等学校-教材②电子测量设备-高等学校-教材
IV. TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 131608 号

责任编辑:郝英华
责任校对:陶燕华

装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司
710mm×1000mm 1/16 印张7½ 字数145千字 2012年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00元

版权所有 违者必究

普通高等教育测控技术与仪器“十二五”规划教材 编审委员会

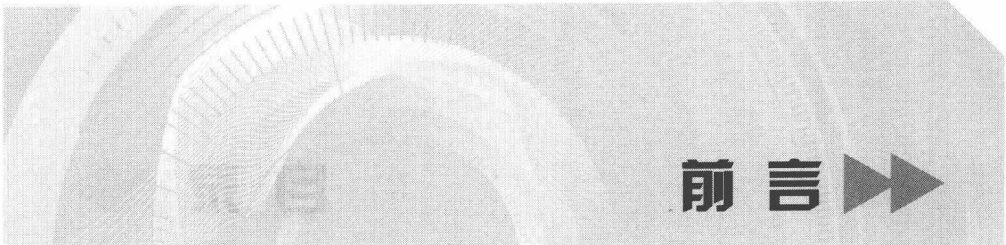
名誉主任 叶声华

主 任 王化祥

副主任 孔 力 王建林

委 员 (按姓氏笔画排序)

王华忠	王晓荣	付家才	孙自强	杜 坚	李宏光
何苏勤	吴学礼	陈 娟	杨 帆	孟 华	尚丽平
郝立军	谌海云	韩建国	穆向阳		



前言

仪器科学与技术是一门研究信息的获取、测试和控制技术的工程性应用学科。学科研究的重点是信息获取、处理、传输和利用的理论和技術，是对物质世界的信息进行测量与控制的技术基础。

仪器科学与技术学科的发展水平，是一个国家科技水平和综合国力的重要体现。世界各国都高度重视和支持测量控制技术与仪器仪表的发展。工业化的历史表明，谁掌握了测量控制和仪器仪表技术创新的主动权，谁就掌握了科学研究原始创新的关键手段。

几十年来，学术界、科技界、教育界的仪器仪表领域的前辈们为仪器仪表的作用和地位做了深入的研讨、深刻的分析和精辟的描述：“仪器仪表是信息产业的重要组成部分，是信息工业的源头”；“仪器仪表是工业生产的‘倍增器’，是科学研究的‘先行官’，是军事上的‘战斗力’，是现代生活的‘物化法官’”。

测控技术与仪器专业隶属于信息技术领域的仪器科学与技术学科，知识领域涉及电子、自动控制、光学、精密机械、计算机技术与信息技术，具有多学科交叉和综合应用特点。刚进入大学校门的新生迫切需要对所选专业有所认识，了解本专业学什么，怎么学，将来毕业后能干什么。为帮助大一新生尽快适应大学生活，多数高校都开设了专业概论课程，对大学阶段的学习起到导航作用。本书全面介绍了测控技术与仪器专业的性质、地位和作用，专业的发展历史、现状与前景，测控领域的主要技术和最新研究成果，测控技术在化工、电力、机械制造、汽车、智能建筑、航空航天等行业的应用，以及测控技术与仪器专业的知识结构、课程体系和学习方法。

本书由华东理工大学孙自强、刘笛主编。吴勤勤教授仔细审阅了书稿，提出了修改建议，在此深表谢意。由于编者能力和水平有限，书中难免有不妥之处，欢迎批评指正。

编者

2012年6月

目录

第 1 章 测控技术与仪器专业概况	1
1.1 测控、技术与仪器	1
1.2 专业性质	2
1.2.1 主干学科和相关学科	2
1.2.2 学科和专业	3
1.3 学科内涵与作用	4
1.4 专业发展与现状	6
1.4.1 历史沿革	6
1.4.2 本专业在国内的设置现状	6
1.5 人才培养目标和规格	7
1.5.1 培养目标	7
1.5.2 人才培养规格	8
第 2 章 测控系统概述	11
2.1 测控系统的概念	11
2.2 测控系统的发展	11
2.3 测控系统的组成与分类	14
2.3.1 测控系统的组成	14
2.3.2 测控系统的分类	16
第 3 章 检测技术与仪器	18
3.1 检测变送的基本概念	18
3.1.1 对检测变送环节的基本要求	18
3.1.2 对检测变送信号的处理	19
3.1.3 测量误差及仪表的主要性能指标	20
3.2 传感器的组成和分类	21

3.2.1	传感器的组成	22
3.2.2	传感器的分类	23
3.3	常规传感器与检测技术	24
3.3.1	温度检测	24
3.3.2	流量检测	26
3.3.3	压力检测	32
3.3.4	物位检测	35
3.3.5	成分和物性参数检测	38
3.3.6	其他变量检测	42
3.3.7	视觉检测	47
3.4	变送器	48
3.5	未来传感技术的发展	50
第4章	控制技术与装置	52
4.1	控制技术	52
4.1.1	经典控制	52
4.1.2	现代控制	53
4.1.3	新型控制与先进控制	53
4.2	控制装置	56
4.2.1	控制器	56
4.2.2	执行器	60
4.3	计算机控制系统	61
4.3.1	数据采集与监控系统	61
4.3.2	集散控制系统	63
4.3.3	现场总线控制系统	65
第5章	测控仪表与装置的应用	68
5.1	测控仪表与装置在化学工业中的应用	68
5.1.1	化工自动化	69
5.1.2	化工过程常见测控仪表与装置	70
5.1.3	化工过程控制举例	72
5.2	测控仪表与装置在电力工业中的应用	77
5.2.1	锅炉设备的控制	77
5.2.2	电力系统自动化发展热点	79
5.3	测控仪表与装置在机械制造中的应用	81

5.3.1	机械自动化现状	81
5.3.2	机械自动化技术发展趋势	83
5.4	测控仪表与装置在汽车制造中的应用	85
5.4.1	发动机控制系统传感器	86
5.4.2	底盘控制系统传感器	87
5.4.3	车身控制系统传感器	88
5.4.4	导航控制传感器	88
5.5	测控仪表与装置在智能建筑中的应用	89
5.6	测控仪表与装置在航空航天中的应用	91
5.6.1	飞行器参数测量的基本方法	92
5.6.2	主要飞行状态参数测量	92
5.6.3	飞行器显示系统	93
5.6.4	导航系统	94
5.6.5	飞行器飞行操纵系统	94
5.6.6	电传操纵系统	95
5.6.7	飞行器自动控制系统	95
5.6.8	雷达设备	96
5.6.9	防护和救生系统	96
5.6.10	航天测控网	96
5.7	测控仪表与装置在其他领域中的应用	97
5.7.1	农业自动化	97
5.7.2	医学仪器	99
5.7.3	环境监测	101
5.7.4	现代武器装备	101
第 6 章	测控技术与仪器专业的教学安排和学习方法	103
6.1	知识结构	103
6.2	课程设置	104
6.2.1	课程体系	104
6.2.2	核心课程和知识点内容	105
6.3	大学的学习之道	108
参考文献		111

第1章 测控技术与仪器专业概况



1.1 测控、技术与仪器



在了解测控技术与仪器专业之前，先把这个词拆开来，弄清楚这样几个概念。

(1) 测控

“测”就是测量，是指采取各种方法获得反映客观事物或对象的运动属性的各种数据，并对数据进行记录和必要的处理。著名科学家门捷列夫说过：“科学是从测量开始的”，“没有测量，就没有科学”。“控”就是控制，是指采取各种方法支配或约束某一客观事物或对象的运动过程以达到一定的目的。测量控制，简称测控，是人类认识世界和改造世界的两项工作任务。

(2) 技术

技术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和活动。技术的任务是利用和改造自然，以其生产的产品为人类服务。自从人类社会的发端开始，技术就与每个人息息相关，一刻也没有离开过！只不过是每个人是否明确清晰地感觉到和识别出来而已！例如，古老的保留火种的技术就是把雷电击中的枯树或者自燃起火的火种一直燃烧在岩洞洞穴中；现在的多媒体技术就是利用计算机对文本、图形、图像、声音、动画、视频等多种信息综合处理、建立逻辑关系和人机交互作用。

(3) 仪器

仪器是指为某一特定用途所准备的一套器具或装置，是对物质世界的信息进行测量与控制的基础手段和设备。仪表是用于测量各种自然量的一种仪器。不过人们已习惯将仪器、仪表统称为仪器仪表或简称为仪表。

仪器仪表能扩展和延伸人的感官神经系统的作用。人们用感觉器官去看、听、尝、摸外部事物，而显微镜/望远镜、声级计、酸度计、高温计等仪器仪表，可以改善和扩展人的这些官能。另外，有些仪器仪表如磁强计、射线计数计等可

感受和测量到人的感觉器官所不能感受到的物理量；还有些仪器仪表可以超过人的能力去记录和计算，如高速照相机、计算机等。

仪器仪表发展已有悠久的历史。据《韩非子·有度》记载，中国在战国时期已有了利用天然磁铁制成的指南仪器，称为司南。古代的仪器在很长的历史时期中多属用以定向、计时或供度量衡用的简单仪器。17~18 世纪，欧洲的一些物理学家开始利用电流与磁场作用力的原理制成简单的检流计；利用光学透镜制成望远镜，奠定了电学和光学仪器的基础。其他一些用于测量和观察的各种仪器也逐渐得到了发展。19 世纪到 20 世纪，工业革命和现代化大规模生产促进了新学科和新技术的发展，后来又出现了电子计算机和空间技术等，仪器仪表因而也得到迅速的发展。现代仪器仪表已成为测量、控制和实现自动化必不可少的技术工具。

1.2 专业性质



测控技术与仪器专业隶属于信息技术领域的仪器科学与技术学科，是该学科下唯一的本科专业。

1.2.1 主干学科和相关学科

仪器科学与技术学科是本专业的主干学科，是本专业的理论和应用基础，主要研究测量理论和测量方法，探讨和研究各种类型测量仪器仪表的工作原理和应用技术，以及智能化仪器仪表的设计方法。

本专业相关学科包括：光学工程学科、机械工程学科、电子信息工程学科、计算机科学与技术学科、控制科学与工程学科、信息与通信工程学科。

光学工程学科是该专业的应用基础，主要研究光学测量仪器以及光电测试信息获取与传输的基础理论和应用技术等内容。

机械工程学科是仪器仪表结构设计的基础，主要研究机械测量仪器、光学测量仪器、电子测量仪器的系统构架、运动传递、量值传感、结果指示等内容。

电子信息工程学科是该专业的理论和技术基础，主要研究信息获取技术以及与信息处理有关的基础理论和应用技术，实现信号的获取、转换、调理、传输、处理以及设备的控制、驱动和执行功能。

计算机科学与技术学科是该专业的技术基础，主要研究智能化仪器仪表中的

计算机软硬件设计与应用方法以及数字信息的传送与处理技术,推动仪器仪表向着数字化、智能化、虚拟化、网络化方向快速发展。

控制科学与工程学科是该专业的理论基础,主要研究自动控制理论和相关算法,为今后在测控技术理论研究和工程实际中提供必要的系统控制概念和方法。

信息与通信工程学科是该专业的应用基础,主要研究信息通信的基础理论和相关技术,为测量与控制信息的传输提供必要的理论和技术支持。

1.2.2 学科和专业

前面出现了两个概念——学科和专业。两者之间有什么区别和联系呢?

现代社会里的大学承担着三大职能:人才培养、科学研究、社会服务,而学科是大学有效完成这些职能的载体。一般认为,可以从三个不同的角度来阐述学科的涵义:从创造知识和科学研究的角度来看,学科是一种学术的分类,指一定科学领域或一门科学的分支,是相对独立的知识体系;从传递知识和教学的角度看,学科就是教学的科目;从大学里承担教学科研的人员来看,学科就是学术的组织,即从事科学与研究的机构。这是学科的三个基本内涵,在不同的场合和时间体现不同的内涵。

学科是如何承担人才培养这一职能的呢?正是通过专业。比较一致的看法是:专业是“高等教育培养学生的各个专门领域”,是大学为了满足社会分工的需要而进行的活动。这在一定程度上揭示了专业的本质内涵,表明了专业的范围、对象和功能。大学中的专业是依据社会的专业化分工确定的,具有明确的培养目标。社会分工的需要作为一种外在刺激促成了专业的产生。有学者提出,专业处在学科体系与社会职业需求的交叉点上。这一观点基本反映了专业这一概念的本质。因此专业的定义中有两个关键概念:社会需求与学科基础。一个专业要完成培养人才的任务,必须首先根据社会对人才的需求,其次必须依托与它相关的学科来组织课程体系,然后实施教学过程,获得教学效果。

学科与专业之间存在着密切的联系,因为大学中最初的学科就是为培养人才而设立的。对一部分专业来说,它们与相对应的学科是同名的。一方面,从专业的角度来看,学科对专业起到了基础性支撑作用,主要体现在师资、基地、教学内容等方面。在一定程度上可以这样认为,实际上学科不仅为专业提供了赖以生存的重要学科基础,而且通过教师有意识地将科研成果及时转化为有效教学资源而促使教学内容的更新与变化,也会对专业特色和专业方向有极大的影响,即专

业的教学内容、实践环节、专业特色、专业方向等都与学科密切相关。另一方面,从学科的角度来看,专业是它承担人才培养的基地,专业常对相关的学科的师资队伍和教学内容提出新的要求,通过这样的方式,专业需求拉动了学科的发展。

专业虽以学科为依托,但它并不是学科或者学科的一个分支。学科与专业还是有一些明显的不同之处,主要表现在二者的构成要素不同、划分学科和设置专业所遵循的原则不同、发展动力不同等方面。

构成要素不同。学科指某一特定的科学领域,从结构上看,构成学科的元素是知识单元。一门独立学科的形成需要的要素有三个:一是研究的对象或领域,这门学科要具有独特的、不可替代的研究对象;二是理论体系,形成特有的概念、原理、命题、规律,构成严密的逻辑系统;三是研究方法。对专业而言,构成专业的要素是课程,专业是课程的一种组织形式。不同的课程组合形成不同的专业,每一个专业都要求有一个与之相适应的培养目标和课程体系,前者对整个专业起导向和规范作用,后者直接影响培养质量,它既包括关于专业的知识,也包括基础知识。

划分学科和设置专业所遵循的原则不同。学科是对知识进行划分的一种单位,学科的划分遵循知识体系自身的逻辑,形成树状分支结构。而专业是依托学科基础又以社会分工的需要为导向,是按照社会对不同领域和岗位的专门人才的需要设置的,以不同领域专门人才所从事的实际工作需要的知识结构为基础,组织相关的学科知识来满足人才培养的要求。

1.3 学科内涵与作用



仪器科学与技术是一门研究信息的获取、测试和控制技术的工程性应用学科。学科研究的重点是信息获取、处理、传输和利用的理论和技术,是对物质世界的信息进行测量与控制的技术基础。

仪器科学与技术学科的发展水平,是一个国家科技水平和综合国力的重要体现,世界发达国家都高度重视和支持测量控制技术与仪器仪表的发展。工业化的历史表明,谁掌握了测量控制和仪器仪表技术创新的主动权,谁就掌握了科学研究原始创新的关键手段。

几十年来,学术界、科技界、教育界的仪器仪表领域的老前辈们为仪器仪表的作用地位做了深入的研讨、深刻的分析和精辟的描述。“仪器仪表是信息产业

的重要组成部分，是信息工业的源头”，揭示了仪器仪表的学科本质和定位，指明了仪器仪表学科的发展方向，对学科的发展具有深远的指导意义。“仪器仪表是工业生产的‘倍增器’，是科学研究的‘先行官’，是军事上的‘战斗力’，是现代生活的‘物化法官’”则高度概括了仪器仪表的重要作用。

(1) 工业生产的“倍增器”

在国民经济运行中，仪器仪表是“倍增器”，对国民经济有着巨大的辐射作用和影响力。美国商务部国家标准局 20 世纪 90 年代中期分布的调查数据表明，美国仪器仪表产业的产值约占工业总产值的 4%，而它拉动的相关经济的产值却达到社会总产值的 66%，仪器仪表发挥出四两拨千斤的巨大的倍增作用。

(2) 科学研究的“先行官”

在科学研究中，仪器仪表是“先行官”。离开了仪器仪表，一切科学研究都无法进行。现代仪器仪表是发展高新技术必需的重要手段和技术基础。在重大科技攻关项目中，几乎一般的人力财力都是用于购置、研究和制作测量与控制的仪器设备。诺贝尔奖设立至今，众多获奖者都是借助于先进仪器的诞生才获得重要的科学发现，甚至许多科学家直接因为发明科学仪器而获奖。这表明，科学技术重大成就的获得和科学研究新领域的开辟，往往是以检测仪器和技术方法上的突破为先导的。

(3) 军事上的“战斗力”

在军事上，仪器仪表是“战斗力”。仪器仪表的测量控制精度决定了武器系统的打击精度，仪器仪表的测试速度、诊断能力则决定了武器的反应能力。先进的、智能化的仪器仪表已成为精确打击武器装备的重要组成部分。1991 年海湾战争美国使用的精密制导炸弹和导弹只占 8%，12 年后伊拉克战争中，美国使用的精密制导炸弹和导弹达到了 90% 以上，这些先进武器都是靠一系列先进的测量与控制仪器仪表系统装备并实现其控制功能的。现代武器装备，几乎无一不配备相关的测量控制仪器仪表。

(4) 社会生活中的“物化法官”

现代仪器仪表还是当今社会的“物化法官”。检查产品质量、检测环境污染、查服违禁药品、识别指纹假钞、侦破刑事案件等，无一不依靠仪器仪表进行“判断”。

此外，仪器仪表在教学实验、气象预报、大地测绘、交通指挥、控测灾情，尤其是越来越受人关注的诊治疾病等社会生活的方方面面都有着广泛应用，可以说遍及“农轻重、海陆空、吃穿用”各领域。

1.4 专业发展与现状



1.4.1 历史沿革

建国初期,新中国处于百废待兴、大规模经济恢复和建设时期,应一批大型骨干工业企业和国防工业对仪器仪表类专门人才的大量需求,1952年天津大学、浙江大学率先筹建了“精密机械仪器专业”和“光学仪器专业”,并逐渐形成体系。1953年北京理工大学在国内首先创建了“军用光学仪器”专业。1958年,又有国内若干著名高校,如清华大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、东南大学、合肥工业大学、北京航空航天大学等都相继筹建精密仪器专业,并根据前苏联的办学模式,相应于各仪器类别,分别设有计量仪器、光学仪器、计时仪器、分析仪器、热工仪表、航空仪表、电子测量仪器、科学仪器等10多个专业。凭着对党的教育事业的忠诚和高涨的爱国热情,师生奋发图强,在人力、物力、财力都很困难的条件下,一批批我国自己培养的仪器仪表专门人才跨出校门,成为国民经济建设、国防建设、科学研究方面的中坚技术力量,作出了显著的成绩。

改革开放后,教育指导思想逐渐定位为面向世界、面向未来、面向现代化、面向市场经济。原先产品分类式的专业面已不能适应形势的发展。随后陆续将专业归并,至1998年教育部颁布新的本科专业目录,把仪器仪表类11个专业(精密仪器、光学技术与光电仪器、检测技术与仪器仪表、电子仪器及测量技术、几何量计量测试、热工计量测试、力学计量测量、光学计量测量、无线电计量测试、检测技术与精密仪器、测控技术与仪器)归并为一个大专业——测控技术与仪器。这是我国高等教育由专才教育向通才教育转变的重要里程碑。2010年10月,教育部已经启动新一轮本科专业目录修订工作。从目前公布的草稿(修订二稿)来看,测控技术与仪器专业只是专业代码改变。

1.4.2 本专业在国内的设置现状

测控技术与仪器专业的发展速度是空前的。2006~2010五年间,开设该专业的院校从2005年的199所增加到2010年的263所(包括新增加的41所独立学院),增长32%。在校人数由2005年的59800人增加到2010年的86500人,

增长 44%。测控技术与仪器专业呈现招生、就业两头热的局面, 2006~2009 年全国测控技术与仪器专业就业率大于 85%, 高于全国平均水平。

测控技术与仪器专业良好的发展态势, 得益于近年来我国经济实力不断增强, 特别是信息产业、先进制造业、服务业的飞速发展, 社会对复合型人才的需求旺盛; 得益于仪器仪表行业关心支持专业教育改革, 营造了良好的社会环境, 仪器科学与技术学科正在得到社会认同; 得益于各高校依托各自优势致力于本专业的教学改革, 积累了丰富经验, 取得了不菲的成绩; 得益于全体教师改变教育观念, 顺应信息技术蓬勃发展的潮流, 主动面向社会需求, 为学科和专业教育发展做出了积极贡献。

目前, 由于各高校原来的相关专业情况不同, 所以现有的办学条件、专业规模以及教学水平也各不相同。一些 985 所属高校该专业办学时间长, 办学实力雄厚, 如天津大学、哈尔滨工业大学、北京航空航天大学、清华大学、上海交通大学、南京大学等。同时, 各高校在办学过程中结合自身定位以及专业形成历史, 扬长避短, 呈现出了不同的专业特色。例如, 有些高校偏向于光学精密仪器, 有些偏向于机电工程, 或者电子器件电路设计、机器人等。华东理工大学测控技术与仪器专业传承自动化仪表研究和发展方向, 隶属自动化系, 偏向于过程控制领域。这些高校在培养方案、课程设置、实践内容安排等方面也存在着较大的差异。

1.5 人才培养目标和规格



1.5.1 培养目标

教育部高等学校仪器科学与技术教学指导委员会(以下简称教指委)负责仪器科学与技术学科的发展研究, 制定本学科研究生/本科的培养计划规范(以下简称专业规范), 组织教学研究和指导教学改革等工作。

受教育部委托, 教指委经过多次研讨和修改, 制定了“高等学校仪器科学与技术学科本科专业教学规范”, 并提出了“研究型”和“技术型”两个版本。

研究型人才培养目标: 本专业以培养信息技术领域测量控制与仪器仪表类的专门人才为目标。培养具有扎实的、较深入的高等数理基础和专业理论基础; 外语水平较高, 听说读写能力很强; 掌握信息的获取、处理、传输和利用

技术, 具有较全面的专业理论基础和较宽的专业知识面, 具有较强的知识更新能力、创新能力和综合设计能力; 具有一定的人文素养和团队合作精神的身体健康的综合型专业人才。毕业后可继续攻读硕士学位, 或在企事业单位从事研究与开发工作。

技术型人才培养目标: 本专业以培养信息技术领域测量控制与仪器仪表类的专门人才为目标。培养具有良好的高等数理基础和专业理论基础; 具有一定的外语交流能力; 具有较熟练的专业技能, 动手能力较强, 基本掌握信息的获取、处理、传输和利用技术; 具有一定知识更新能力、创新能力和综合设计能力; 具有一定的人文素养和团队合作精神的身体健康的综合型专业人才。毕业后可在企事业单位从事工程技术或工程管理工作, 或攻读工学硕士学位。

1.5.2 人才培养规格

本专业基本学制为 4 年, 学生可在 3~6 年内完成学业, 各学校可根据具体情况规定修业学分, 学分数原则控制在 180 分左右。凡符合本校《学位条例》规定的毕业生授予工学学士学位。各学校根据各自的具体情况, 可将专业培养规格定位于“研究型”或“技术型”。

“研究型”培养计划的学时分配, 应适当加强基础课程和专业基础课程, 实践教育环节要注重学生研究能力和创新意识的培养。

“技术型”培养计划的学时分配, 应适当加强应用技术方面的专业课程, 实践教育环节要注重学生工程实践能力和创新意识的培养, 注重提高学生应用所学专业知识的能力。

本专业毕业生应满足以下要求。

(1) 素质要求

思想道德素质: 应热爱社会主义祖国, 拥护中国共产党的领导, 掌握马列主义、毛泽东思想和邓小平理论和“三个代表”的重要思想等基本原理; 愿为社会主义现代化建设服务, 为人民服务; 有为国家富强和民族昌盛而奋斗的志向和责任感; 敬业爱岗, 遵纪守法, 诚实守信, 艰苦奋斗, 团结协作, 具有良好的思想品德、社会公德和职业道德。

文化素质: 应具有较好的人文、艺术和社会科学基础及正确运用汉语言、文字的表达能力, 积极参加社会实践, 适应社会的发展与进步, 能建立健康的人际关系。

专业素质：具有扎实的自然科学基础知识和本专业所必需的理论基础及专业知识，掌握科学地发现、分析和解决问题的方法，具有严谨的科学态度和求实创新意识，对市场经济规律在解决工程实际问题中的作用有正确的认识。

身心素质：身心健康，具有在胜利、成功、成就面前不骄不躁，在困难、挫折、失败面前不屈不挠的精神面貌。

(2) 能力要求

获取知识的能力：具有较强的自学能力和能利用现代化信息渠道获取有用知识的能力；具有一定的社会交往能力和对自然科学及社会科学知识的表达能力。

应用知识的能力：能将所学的基础理论与专业知识融会贯通，灵活地综合应用于工程实践中，具有研究和解决现代测量控制及仪器仪表领域工程实际问题的初步能力。

创新能力：培养创新意识，了解科学技术最新发展动态及所研究领域的国内外研究现状，具有创造性思维和进行工程设计与开发的基本技能。

(3) 知识要求

本专业知识结构由工具性知识、人文社会科学知识、经济管理知识、自然科学知识、工程技术基础知识、专业知识等组成。以研究型为例，本专业学生应具有如下知识和能力，并根据培养规格和专业特色的不同而有所侧重。

① 具有较扎实的自然科学基础，掌握高等数学、工程数学、大学物理等基础性课程的基本理论和应用方法；具有较好的人文、艺术和社会科学基础及正确运用本国语言、文字的表达能力。

② 基本掌握一门外语，具有较好的听、说、读、写能力，能较顺利地阅读本专业的外文书籍和资料。

③ 基本掌握电路、信号与系统方面的基本理论以及测控电子技术的基本理论和设计方法，并能运用计算机进行模拟仿真和设计，具有较强的实践能力。

④ 基本掌握测量理论与数据处理、信号分析与处理、控制理论与技术、嵌入式计算机系统设计理论的基本原理和方法。

⑤ 基本掌握传感器与检测技术、现代仪器仪表设计技术、计算机测控技术的基本原理和方法。

⑥ 具有一定的精密机械设计及制图能力，掌握一定的精密仪器仪表结构设计方法，能够了解工艺流程，具备一定的操作技能。

⑦ 具有一定的计算机软、硬件综合运用能力，掌握一定的软、硬件设计和