**专业探索-自动化**

作者：范同学，清华大学自动化系本科，已保研

# 关于学科本身

选择专业时，常有人把各种“XXX及自动化”与“自动化”专业混淆，实际上它们是完全不同的。如“电气工程及自动化（专业代码080601）”可以直接理解成电气/电机系，“机械设计制造及自动化（专业代码080202）”可以理解成机械系，等等。自动化专业（专业代码080801）在本科招生中被归在“自动化类”之下，和计算机、电子等信息类专业更相似，在欧美院校的专业划分体系中与EECS（即电子工程与计算机科学）最为接近，名称上通常只有“自动化”三个字，有时也称“自动控制”、“控制科学与工程”等。

自动化专业在院系划分上因学校而异——如清华大学自动化系隶属于信息学院，浙大自动化叫控制科学与工程学院，北航自动化在自动化科学与电气工程学院下，哈工大自动化在航天学院。大家在报考时可以找“控制科学与工程”这个学科，也推荐在院系官网上查看研究方向和本科生培养方案部分，以确定该学科的具体情况。

现在各院校的自动化专业宣传的大都是“智能制造”，“机器人”和“人工智能”，等等。“自动化”的直观解释就是使用机器部分或全部代替人类的体力或脑力劳动，甚至完成人类依靠自身体力和脑力无法直接完成的任务。人类生产力发展的过程，很大程度上就是不断追求“自动化”的过程。现代社会的很多重要成果，如无人机、自动化工厂、智能汽车、辅助飞行系统、宇宙飞船等，其核心都是自动化系统。

20世纪中期，随着电磁系统的发展、计算能力的提高和二战的契机，控制学科在科学理论和工程应用上都得到了极大的发展。人们发现，机械或电磁机器、社会组织或生物体，这些系统在经过数学抽象后，都能采用一套统一的理论进行建模、预测和控制。自动化学科依托于控制论而诞生，以“信息论”、“系统论”、“控制论”为核心，紧跟信息时代的技术变革，从建立之初浓厚的军工气息，到现在常和“人工智能”等字眼挂钩，自动化学科以发展的、交叉包容的态度，始终走在科技发展的前列。

托住一根长杆使其立在手上，通过眼睛实时观察杆的角度、通过手的移动施加力使杆保持不倒并按期望的轨迹运动，这就是经典的倒立摆模型——如果把人的眼睛换成传感器，人的手换成电机结构，配合一套控制算法，就形成了一个简单的自动化系统。进一步地，把长杆换成导弹或航天器，把“托住杆的手”换成发动机和自动尾翼，让导弹落在期望的位置，让航天器进入期望的轨道，这就是“倒立摆”能做的。

现在的自动化人面对的是更多样的领域和更复杂的问题，研究方向也从控制理论更多地转向了智能理论和系统的研究。我们想用药物控制癌症的发展，想用科学的理论组织企业的管理，想用智能技术在生活的方方面面解放人的重复劳动。自动化毕业生大多不会成为控制工程师，更多地则是带着自动化学科的思想前往各种交叉学科进行进一步的科研工作，或专注于智能算法和软硬件开发。

无论作为科研工作者，还是研发工程师，自动化相关的实际工作都没有那些炫酷的字眼听起来那么潇洒。我们大多是站在前人的肩膀上，基于对实际的科学或工程问题的理解，对模型和方法加以选择、测试和改进。这中间可能包含大量数据的收集和整理工作，以及漫长的调试，和结果不尽人意却找不出问题所在的懊恼，不乏琐碎枯燥之处；但也有灵光一现的欣喜和解决问题的成就感。在这一点上，我想大部分学科都是相似的。

# 学科的知识结构

## 培养方案

在本科的课程设置上，由于近年来信息技术领域迭代比较快，自动化专业正处于转型的过程中。有些学校积极革新，课程体系在近几年发生了一定的变化，也有部分学校的课程体系仍然比较陈旧，需要参考对应的高校具体的培养方案进行判断。这里以清华大学自动化系的最新培养方案为例，按照知识深度递增大约可分为

* 基础课：必修课，通常在大一至大二上学期学完，大多与其他工科院系有所重叠。数学基础课在工科中要求较高，此外编程和电路基础对后续课程的学习十分重要
  + 数学课程：微积分、线性代数、离散数学、随机数学与统计
  + 物理课程：大学物理、物理实验
  + 学科基础：计算机语言程序设计（C语言）、电路原理、工程制图
* 专业主修课：课程主要分布在大二、大三两年，是专业自己开设的核心课程，多为硬课。由于涉及的内容比较广泛，在后续科研工作中一部分课程知识可能用不到，在确定自己的方向后，一些同学可能会对不同的课程上的精力分配有所取舍，难言利弊。部分课程对微积分、线性代数、概率统计基础有一定的要求。此外，很多课程会涉及各种软硬件编程、仿真、电路的设计与搭建等实践应用，此时“大作业”将成为主要的压力源。
  + 数学：运筹学
  + 电路：数字电子技术、模拟电子技术、电子技术实验与课程设计
  + 计算机软件与算法：面向对象程序设计、计算机网络与应用、数据结构、人工智能原理、模式识别与机器学习
  + 系统控制理论与技术：信号与系统、自动控制原理、过程控制、电能变换、智能传感与检测技术
* 自主发展课程：自主发展课程是自动化学科下面大量交叉研究方向的基础入门课程和简单实践，帮助同学体验和确定自己继续深入学习研究的具体方向，这一部分的课程的设置很大程度上取决于院校的实验室科研方向，主要在大三学年自主选修3~5门左右
  + 生物信息学：合成生物学，生物信息学概论，DNA存储
  + 成像与计算机视觉：智能机器视觉，成像与智能技术
  + 系统与网络：系统工程导论，智能网联系统，群体智能系统，卫星星座大数据分析，智能无人机系统
  + 机器人，光电探测，脑科学与人工智能，企业数字化转型研究，等等

## 细分方向

自动化系交叉方向较多，不同研究所、甚至同一研究所下不同导师研究方向差异较大，不同院校的优势方向也可能不同。这里以清华大学为例，自动化系的一级学科为“控制科学与工程”，该一级学科下设有八个学科方向，包括

* 控制理论与控制工程：工业大数据分析、复杂生产过程优化调度、故障诊断等
* 模式识别与智能系统：计算机视觉、机器学习、“人工智能”等
* 系统工程：物联网、智能交通、智能建筑等
* 检测技术与自动化装置：嵌入式系统、故障检测等
* 导航、制导与控制：机器人、机器狗、自平衡摩托车、太空机器人等
* 工业智能与系统：CIMS、区块链、电子商业等
* 生物信息学：计算分子生物学、大数据药物筛选、个性化医疗、医学图像处理等
* 脑与认知科学：计算摄像学、类脑计算、脑科学等

## 交叉学科

自动化技术的应用领域是非常多样的，因此产生了许多交叉学科，比如在上述细分学科方向中，智能交通方向与汽车系交叉，生物信息学、脑科学与生物医学交叉，电子商业、区块链与经济方向交叉，计算摄像、类脑计算与精仪系交叉，机器人方向与机械系交叉，等等。

随着信息化发展，大部分领域都有信息化和智能化的需求，因此都比较欢迎有编程和算法基础的同学参与其中，进行数据分析、模型拟合、电子信息系统的搭建等工作，甚至包括体育学、心理学、社会学都有数据处理的需求，美术专业也需要电子制作和信息技术作为艺术手段。由于自动化学科涉猎面较广，有些时候会在不同学科的交叉中起到桥梁和组织者的作用。

## 自动化系与其他信息类专业

在课程设置上，信息类专业一般都会安排电子、控制、计算机软件与算法方向的课程，只是权重有所不同。在去向问题上，不同的信息类专业毕业生的选择面差别并不大，更重要的是个人选择和个人努力。

* 自动化系：有较多电路方向的课程，控制类课程是自动化系的招牌，近年来一些院校自动化专业的智能算法课比重也增加到了信息类专业中的较高水平；
* 电子/通信工程：有较多电路方向的课程，通信原理、电磁场等知识通常是电子/通信工程比较独特的设置，此外还有微纳电子学和集成电路等方向。
* 计算机系：电路课程的比重较低，更注重计算机底层原理，如计算机组成原理、编译原理、操作系统等。如果想做程序员，还是计算机系更匹配。
* 人工智能班：这类实验班的设置通常是精而专的，通常只集中于数学、算法和具体领域的应用。如果你只是对人工智能感兴趣，并且有进入**顶级院校**的人工智能实验班的能力，那么就不用纠结了。需要提醒的是盲目追热度并不可取，毕竟技术和市场热点迭代很快，而读书是需要时间的。

# 前景：深造与就业

## 本科生毕业去向

自动化系本科毕业生除继续科研深造外，在业界也有较多的选择。本科生毕业去向包括深造和就业，在大部分985及较为强势的211院校中，选择深造的同学占大多数。由于疫情和国际形势的变化，选择出国的同学减少，保研压力也随之增加，越来越多的同学加入考研的队伍。一些喜欢解决业界实际问题胜过科研的同学也会选择直接工作，个人能力强的同学本科毕业也能找到很好的工作机会，这一类同学会比较倾向于选择科技公司的技术岗位。

## 深造

对于出国读研，由于历史原因，欧美院校大多没有直接名为“自动化”的专业。自动化专业本科生主要申请的专业是EECS，即电子工程和计算机科学。出国深造的一种选择是美国top院校的博士，科研为主要导向、攻读时间长、有经济收入，含金量高，少数成绩和科研经历都很优秀的同学才能申请成功；其他不同国外院校的不同项目之间会有比较大的差异，需要本科阶段自己搜集信息并做针对性准备。

保研/考研进入自动化系的热门方向竞争压力是比较大的，主要集中在人工智能、模式识别、计算机视觉等方向，因此进入这些方向需要有竞争力的成绩，而检测与电路、工业控制等方向的竞争压力相对较小；一些同学会选择跨专业保研/考研到汽车、机械等院系做交叉学科的研究，大部分工科专业都比较欢迎有编程和算法基础的同学，跨转到这些专业相对于本专业里从事类似方向的实验室有可能稍微容易一些；也有一部分同学在保研/考研时选择计算机系、统计数学等方向，这一类跨系的难度通常会更大。

## 就业

### 学术界

适用于对学术有较大兴趣，喜欢理论推导多于工程实现的同学。因国内外各类科研岗位都高度饱和，选择继续学术理想一般意味着长时间的激烈竞争与在非升即走制度下能否留到最后的问题，因此大多数毕业生都不会走学术路线。如果选择走学术路线，最好申请对应学术方向的博士，在博士期间专心做科研，发文章。相比于理科专业，由于业界就业出口更多，自动化系在科研方向的竞争可能稍有降低。

### 工业界

一些相对匹配的主要岗位举例：

* 进入各类科技公司：软/硬件研发工程师，算法工程师，数据分析工程师，或产品经理一类需要专业理解的运营岗等；一些有实力的互联网企业还可能设有一些研究院，可以在公司里继续进行科研类似的工作；
* 进入军工、航天、电力电子、通信、汽车、制造业等领域做技术工作；
* 转入金融、投资、咨询方向，这些领域通常会欢迎一些有技术背景的同学

# 专业整体的文化氛围

随着人工智能近年来在业界炒得火热，自动化专业也成为了焦点之一的专业。由此而来的较高的高考录取成绩、以及转系和跨专业保研同学的涌入，使得自动化系的内部竞争压力处于学校的第一梯队。在工科专业中，自动化系课业难度较大，对数理基础和工程能力都有一定的要求。对这个领域不感兴趣的同学也许会度过比较痛苦的四年，但热爱技术的同学大都能在自动化找到自己的归属感。

由于自动化研究领域的多样化，身边的同学、前辈活动在科研和业界的各个领域，能够带来更多样的视角、更丰富的信息和更广阔的选择。但这种所谓的“万金油”既能成为被接受的理由，也能成为被拒绝的理由。人的时间精力是有限的，对于普通人来说，要学习较大跨度的知识体系所带来的副作用是每个子方向都不够深入。因此，在完成基本学业之余，本科生需要广泛探索、规划未来的发展路径，从而在一个较为精准的方向深化专业能力。在较繁重的课业任务下，这些探索也会带来额外的压力，需要学生合理分配时间，也需要学校、院系的同步支持。