**专业探索-电子信息科学与技术**

作者：孟子立，清华大学电子系本科毕业，网研院博士在读。

# 关于学科本身

电子信息科学与技术（有时也叫电子工程），是近一两个世纪新兴的一门学科。回想我在高中的时候，对于电子的印象来源于两方面：一个是高中物理学习到的电路及电磁场运动相关的知识，另一个则是高中化学里面能级跃迁的知识。大学的电子信息科学与技术，包括但不仅限于这些。

总体而言，电子工程有两个特点。一是和**最先进的**生产生活方式结合十分紧密。或许你并不知道通信、光纤、编解码这些词的含义，但你或多或少从新闻中看到过5G、芯片、自动驾驶、北斗等等。这种结合紧密并不是说林业学和“生活中离不开花草树木”、电机学和“万事万物离不开电”那种紧密，而是说当你听说某项新技术能够为生活带来改善，那这背后必然有电子工程的身影。处在信息化技术变革的时代，电子工程就是这个变革的核心力量。因此可以说，这是一门很酷的学科。

第二个特点则是变化非常快。可能十年前教科书里的某项技术，在现在的生活中就难觅踪影（现在谁还在用2G网络呢？）。但后面的技术的发展又离不开前面的技术作为基础，因此这便是一门知识库在不断扩充的学科，需要同学们不断学习、不断了解，才能够始终站在领域前沿的学科。因此有时候从这个角度来看，这也是一门有点累的学科。

若从高中的知识中找点东西来类比，我们可以把电子工程的研究比作高中物理中的各种简化。大家在高中物理学习了相对论之后，就会发现前面学的各种速度叠加都是相对论下公式在日常生活中的简化。电子工程则是处处如此，如何将一些复杂精妙的设计，结合实际生活中的限制条件，让这些最先进的科学技术走进人们的日常生活，便是笔者看来电子工程作为一门学科最有价值之处。

# 学科的知识结构

## 培养方案

电子究竟学什么？这个问题不仅是高中生，很多本专业的本科生也不见得了解。为此，以笔者所在的清华大学电子系为例，在培养方案中专门有一整年的课程《电子信息科学与技术导引课》，来向同学们介绍电子系究竟在学什么、做什么、为社会能创造什么价值。

整体上看，电子系的培养方案中大致包含以下几类课程

* 数理基础课：通常会随着相应专业课的开展贯穿本科的前三年，作为相应专业课的预备课程。这些课程更接近在高中已有的数学与物理知识上的拓展，同时也是在为后面的专业课做铺垫。
  + 数学课程：微积分、线性代数、离散数学、复变函数、数理方程、概率论、随机过程。
  + 物理课程：大学物理，大学物理实验、电动力学、量子与统计（量子力学、热力学与统计物理学）。
  + 计算机课程：程序设计
* 核心专业课：课程分布在大二、大三两年，若学有余力或希望在本科接触科研也可以提前选课或自学。这些课程是电子工程各个方向的入门级课程，各个方向的内容会在下一部分进行介绍。
  + 媒体与认知、数据与算法、通信与网络、信号与系统、数字逻辑与处理器、电子电路、固体物理。
* 按细分方向的选修课：这些选修课的内容或是为接触科研前沿做铺垫，或是本身就已经接近科研前沿，课上通常同时有本科生和研究生。具体的课程同样在下一部分对方向的介绍中提及。

其中数理基础课和核心专业课程都属于必修内容，而后续的选修课程则与各类细分的专业方向相关。

## 细分方向

电子工程所涵盖的学科方向相当之多，在部分院校甚至将两个一级学科拆分出来单独组件院系（电子科学与技术、信息与通信工程）。笔者对这些方向也不敢说完全了解，因此在这里，笔者试图用一两个例子来粗浅地介绍不同学科方向的主要研究内容。

* 信息处理：主要研究各种信息（如语音、图像、视频）的分析与处理的技术。例如我们日常生活中常见的人脸识别、语音输入等等，如何将这些人或者其他自然界的信息正确地进行识别与处理，就属于不同的信息处理的研究内容。
  + 常见的专业课程包括：数字图像处理、视听信息系统导论、语音信号处理
* 信号检测：主要研究各种信号（如雷达、卫星）的识别与检测的技术。大家常听到的北斗卫星等就属于信号检测方向研究的范畴。和大家生活最直接相关的应用就应该是导航了！正是信号检测精度的提高，才使得地图能够知道我们在哪里。从以前信号飘来飘去，到近来某企业近期推出了车道级别的导航，其背后正是信号检测手段的不断升级。
  + 常见的专业课程包括：数字信号处理、统计信号处理基础
* 通信理论：主要研究各种通信理论与协议的设计与优化。大家常常听到的3G、4G、5G（以及现在在研究的6G）就属于不同的通信协议。从以前打开网页都卡、到现在在地铁里刷视频都很流畅，底层的技术究竟发生了哪些改变呢？这便是通信方向的研究内容。
  + 常见的专业课程包括：通信信号处理、编码引论、通信系统
* 微波天线：主要研究微波天线传输的优化与设计。通信理论研究的是如何对信息进行编码及传输，微波则是分析这些信号在物理空间中如何以电磁波的形式进行传递。随着微波天线技术的不断进步，通讯需要的天线越来越小：抗日战争时期的老电台都要架设到数米高，上世纪的手机也需要抽出来一根巨长的天线才能打电话。这些巨大天线的消失，背后就是天线技术一代一代的反复优化。
  + 常见的专业课程包括：微波与光波技术基础、天线原理、射频通信电路
* 电路系统：主要研究电路集成相关的设计与应用。大家常听到的“造芯片”很大一部分就属于这个研究范畴。从手机芯片、电脑芯片，到各种汽车芯片、医疗芯片等等，都需要科学家们对上面的电路进行精心排列（所谓螺蛳壳里做道场），才能让它又小又快。
  + 常见的专业课程包括：通信电路、数字系统设计、模拟电路原理
* 光电器件：主要研究光电子。这应该是各个方向里面最贴近物理、化学等基础学科的方向了。如果说电路是在设计，那么光电就是得去看看怎么造出来了。光刻机一类高端技术就归属于光电方向的研究范畴。记得在笔者上课的时候，这个方向的课程也是唯一需要了解“紧急淋浴”（当溅淋上化学药品后需要赶快冲洗）等化学安全的课程。
  + 常见的专业课程包括：信息光电子学基础、物理光学、光线应用技术

如果纵向来看这六个方向，其实从下到上有一个“从硬到软”的过程。靠下的方向是上面的方向的基础（咱得先有器件才能设计电路、有通信传输才能检测信号、收集到信号才能处理信息）。也正因此，从名字上就能看得出来，很多课程多少会和上下两层的方向有所交叠。总的来说，由于电子工程目前还在处于高速发展的阶段，它还是覆盖面比较广的一个学科。说不定过两年，就会再分出来一些新的方向呢。

## 方向这么多，我该怎么选？

从具体的研究方向来看，信息学科相关的各个学科虽然看起来有软有硬差异巨大，但也基本是水乳交融的。具体从事什么方向其实在本科毕业时并无太大差别。

就电子信息内部而言，如前文所述，一般包含从软到硬的若干方向。从整体的社会需求而言，似乎是信息处理、通信理论和电路系统会更加受欢迎一些，但在高考报志愿时，由于这些方向基本不会在这时区分，所以报志愿时不用担心会进入自己不喜欢的方向。

以笔者的经验而言，更多时候同学在高考后不见得会对具体哪个方向有比较清晰的认知，更多的则是在学习过程中培养出来的，因此报志愿时可以不用多想。

而在专业分流时，一般同学都会或多或少上过了一些相关的专业课程。比如说自己算法学的怎么样，电路学的怎么样，物理又学的怎么样；各个方向之间的差别可能并不会很大，后面依然会有许多次选择的机会（比如找工作），选择一个自己喜欢的方向可能更有助于自己的发展，取得更好的阶段性的成就。

至于跨学科之间，有的学科可能甚至差别都不大。例如计算机科学与技术、电子信息工程和自动化虽然在国内是三个专业，事实上在一些高校中，在许多研究方向上甚至是重叠的。仅仅是由于历史原因，或者教授们本身的际遇而划分成了不同的学科。

而有些学科虽然看起来差不多，但实际上差距就比较大，例如电气工程名字上和电子工程很像，但更多的关注是输电等强电相关的领域；学科知识结构上和电子信息重合度并不高。

## 交叉学科

进入新世纪以来，电子器件以及背后的技术已经渗透到了各行各业中，所以可以说电子工程研究的内容与各行各业均有交叉。举个例子，同学们可以在搜索引擎中搜索5G+任何一个想要搜索的学科，基本都能有相应的研究内容及生产应用。

近年来比较受到关注的交叉方向有电子+汽车，例如自动驾驶、智能汽车制造；电子+医疗，例如医药合成、脑机接口等等。我们处在信息技术正在转型变革的时期，可以说无论想进入什么研究领域，都可以使用电子信息的力量来优化这个领域内现有的技术。

## 电子与计算机

电子里面很多方向都与计算机相关的技术有着密不可分的联系。事实上，在国外很多高校中（如麻省理工学院），电子工程（Electronic Engineering）和计算机科学（Computer Science）本身就在一个学院里面。在国内，清华大学计算机系在70年代也被称为电子工程系。但其实二者还是有不小的差别。

在领域内有句说法，电子工程是一门科学，而计算机科学是一门工程学，笔者自认为比较准确地概括了两个学科的一些特点。总体而言，无论是通信、图像，还是线路、微波等等的处理，电子工程整体更偏理论一些；而计算机中的一些方向（如高性能、软件工程等）更多注重于工程实践。电子工程的研究者们的一篇论文包含数十乃至上百个公式绝非罕见，而有些计算机科学的论文则更多注重于模块设计与系统实现，可能全文寥寥数个公式。

可以说，二者都是不可或缺的，在很多时候研究内容也是你中有我，我中有你。

# 听说电子也很难学？

## 没错，就是很难学

首先得强调一下：没错，就是很难学。

电子信息从来不是一个简单的学科，可能在全部理工科中都算得上是课程比较繁杂、压力比较大、知识学起来比较困难的院系。若以清华的培养方案为例，电子信息专业的培养方案结合了物理、计算机、电子学三个硬核知识体系的课程精华（具体内容可以看上一部分），看起来更是吓人。

甚至可以说，在部分高校，在四年内顺利毕业都不见得是一件轻松的事情，因此一定要在入学之初就对课程的严峻性有深刻清醒的认知：尤其是在大一大二，如果学习上不够重视，导致部分课程挂科比较多，会形成恶性循环而最终难以顺利毕业甚至难以毕业。

仍以清华为例，部分核心专业课程挂科率可能会高达四分之一甚至更高，形成每年招240人的院系一直有三百多人上课的奇景（你想想这得挂多少人），身边也有相当多的同学没能在四年内毕业。因此，学好电子信息绝对不是一件容易的事情。

从高中生的角度来说，可能对挂科并没有直观的认识和概念，不过如此之高的挂科率和学习难度在所有理工科院系中已经算是首屈一指。清华电子系甚至有“随机过程随机过”之类的顺口溜，就连李健在毕业、转行十几年之后也依然记得这门课……其学习难度给清华学生带来的心理阴影可见一斑。

## 一些建议

从学习经验上讲，高中阶段的物理竞赛和信息竞赛基础可能从思维上会对电子信息的学习有些帮助。高中物理中的电磁场、机械波；化学中的物质结构都会在电子信息的不同方向中有所应用。但其实如之前所介绍的那样，电子信息最大的特点就是覆盖的知识面特别广，同时与各个学科之间的交叉都特别深，高中时代的经验能提供的帮助总归是有限的。

如果想在电子信息行业发展，最重要的就是对新知识的学习能力。无论你在高中阶段打下了什么基础，大学四年和以后的学习过程都会一遍遍地让你对这句话有更深刻的认识。

至于具体的学习技巧，不同的专业方向可能会有不同的答案。

前文提到的偏软一些的方向的同学，可以没事刷一刷Leetcode来增强一些算法能力；偏硬一些的方向的同学可以多逛逛论坛玩一玩单片机。但最最重要的就是，**一定要将一些基础课程学好**，在不知道最后会进入哪个方向的时候，学好各个方向相通的基础课程会对无论未来做何选择都有帮助。

这其中一些比较关键的课程比如电子电路、数据结构与算法、概率论、随机过程等等，甚至可以说，其中部分课程的哲学思维可能对人生观的塑造都会有所帮助。

在生涯规划上，如果以后想继续深造，可以早点进入实验室参与部分科研工作。尽管做最顶尖的前沿技术需要前面很好的基础积累，但刚开始搬搬砖还是不太需要过多的基础的。现在越来越多的学校都开始支持本科生进入实验室从事科研工作，因此在学有余力的情况下，更进一步地了解下各个方向目前在做些什么。这其中，一个靠谱的课题组、一个靠谱的学长学姐非常关键，但只要多打听，跟着自己觉着靠谱的人走，一般问题不大。实习则不建议太早，因为确实在头两年能为工业界做的很有限，尤其是方向越硬越有限。有实习的时间不如多做一些有意思的事情。

再其次，笔者的一个可能不局限于电子信息的建议，就是多结交朋友。无论是做社工或是有些技术背景的社团，还是实验室的学长学姐，人脉资源在电子信息领域同样重要。他/她们可能就是你求职时候帮助你内推的人，或者帮助你避雷某个实验室/公司的人。多和他们打听，不断学习，多了解不同信息来源的意见，在什么时候都不是一件坏事。

## 关于心态调节，以及一个知乎著名的问题系列

电子信息专业确实是压力比较大的专业，因此做好学习路上的心理调节十分重要。记得笔者在本科时，知乎上有过一个系列问题：

清华大学电子系大一上就一事无成怎么办https://www.zhihu.com/question/308352849

清华电子系大二一事无成怎么办？ - 知乎 https://www.zhihu.com/question/274602945

清华电子系大三一事无成怎么办？ - 知乎 https://www.zhihu.com/question/270161251

清华电子系大四一事无成怎么办？ - 知乎 https://www.zhihu.com/question/270676848

里面有些回答其实颇有借鉴意义，对比这一系列问题的回答也能对在本科不同阶段应该有的心态和准备有所了解。

如果大一就觉得一事无成，更多的可能是来自于内心的焦虑，或是说你还没有完成从高中到大学的转换：大一几乎没有几门专业性很强的专业课，更多的都是基础课程。这时候更重要的是调整心态，及时与辅导员、学长学姐沟通，每个学校、每个学院、每门课程的环境都会有所不同，他们设身处地地给你的人生经验可能会更加宝贵。

而如果到了大三依然会有这种困惑，就需要思考一下后面的路怎么走了 – 有时候，需要给自己准备一条退路。大学的出路是丰富多彩的，绝不是只有好好卷GPA一条路，无论是科研、社工，还是创业或者培养自己的兴趣，都有无数种可能。在沿着原来的计划前行的同时，也可以利用空闲时间在一些其他方向做一些探索，这样最后才会有多种选择。

至于具体的学习层面，笔者感觉最重要的就是学习的氛围。如果你想要提高成绩，就要和成绩好的同学多在一起，多去和老师或者助教学习。大多数人的本质是好为人师的，如果碰巧碰到了一面墙，换一个人问就是。比如说课后的习题，必然会有同学或者助教做过，勤学好问就是了，说不定会在这个过程中收获不少朋友呢 ：）

# 前景：深造与就业

## 本科生毕业去向

电子工程本科毕业后直接就业的学生随着院校档次的提高而减少。这主要是因为电子工程涵盖的学科面难以在大学四年内让学生哪怕在某一个领域有较为精进的认知。因此绝大部分同学会选择继续攻读硕士或者博士学位。

下面将学校大致分级后简述本科生的毕业去向。

### 深造

深造有保研、考研、出国读研几种选择。在疫情之前各院校出国读研的比例在20%~30%区间，美国是主要的出国目的地。国内读研的选择受推研政策影响，对于华五以上的学校，毕业成绩在前50%的学生基本都可以拿到推研资格，部分院校的推研资格甚至可以给到70%~80%。其余院校的推研比例随着院校排名逐渐下降。只有推研失败或希望选择的专业与本科专业跨度太大时才需要加入考研大军。

在研究生阶段大家基本会继续选择电子工程或者相关的方向，在研究生毕业后也会依照这些方向就业。但需要注意的是，在出国读研（尤其是赴美攻读博士学位）的过程中，由于其高精尖技术属性及人才的稀缺性，电子工程相关的专业通常是敏感专业，有时会受到一些额外的审查。

### 转行

一条在部分院校较为普遍的出路就是“转码”，也就是转向代码开发。在前面介绍电子工程的专业方向中，也就是向更上层的方向聚集，之后进入互联网行业工作，例如阿里、腾讯、华为等等。如前所述，电子与计算机可以说在本科教育中有较大的重叠性，因此哪怕从事纯代码开发，也并不会有太大的阻碍。

另一条出路则是转金融。同学们可以简单理解一下，股票信号和一个语音信号相比有啥差别呢？因此电子工程专业在信号检测处理领域积累的专业知识在金融领域可以有很好的应用，其背后的数学基础（概率论、随机过程、统计信号处理）更是在某些方向（如量化交易）十分重要，因此也有一些同学会选择从事金融行业。

## 科研与业界

电子信息行业可以从事的职业基本上涵盖面非常广：学术界各个高校最近都在信息方向招兵买马（如新的集成电路一级学科、网络空间安全一级学科等等）；工业界则包含从偏硬件的芯片设计到偏软件的通信开发、软件开发等等。

基本上电子工程的各个专业方向，在实际生产生活中都能有比较紧密的应用，因此电子工程的毕业生在业界还是比较受欢迎的。可以说前面能想到的各个应用所对应的厂商都会十分欢迎电子工程的人才（例如：5G→华为？人脸识别→商汤？芯片→中芯国际？），领域内的初创公司也非常多，也有着很好的创业环境，近年来市场都较为火爆。

如果想继续从事科研，一方面同样可以进入业界。由于所研究的内容基本上就是工业界所急需的内容，许多企业也会设立相应的研究岗位在企业中继续科研，或干脆直接成立相关的研究院（如阿里达摩院、华为2012实验室等等）来继续做相关的研究；另一方面，由于电子工程方向业界目前开出的薪水普遍比较有竞争力，学术界为了能够吸引人才，其福利待遇有时相比于其他专业也会略好。

## 业界出路简述

首先笔者希望明确的是，简称为电子的学科是一个比较广泛的概念。电子信息科学与技术、电子工程、电子科学与技术，甚至电子厂里面都包含电子二字，他们的出路并不能一概而论：去电子厂流水线上的劳动工作者可能并不需要太多电子信息科学技术的专业知识。

具体而言，一个方向的出路好坏更多地是随着这个方向在国计民生的发展中的影响力，以及学科自身的发展速度所决定的。例如电子信息科学与技术所代表的典型就业行业覆盖从芯片行业、通信行业到互联网行业，典型的代表性企业也从华为等。例如，华为在清华大学多年的就业报告统计中排名第一，而华为恰恰是通信行业与互联网行业的领军企业，这正是电子信息科学与技术专业的主要研究方向。

一方面，电子信息行业依然处在蓬勃发展的阶段，我国的各个行业的信息化建设还有很长的路要走，在这其中，电子信息人才会发挥不可缺少的作用。我们可以参照欧美国家信息通讯领域的人才规模：例如卡内基梅隆大学几乎过半都在学信息行业相关的技术。同时，即使在有大量从各个行业转入信息通信的学生群体，信息通信行业依然处于薪资较高的方向之一。

另一方面，尽管近年来不论是国内还是欧美，均有所谓“互联网寒冬”之说，大量头部企业不断传出裁员传闻或是减少招聘规模，但行业整体对人才的需求应该依然是广泛的，并没有一夜之间从高峰跌入谷底。

针对大家比较关心的一些问题，笔者的回应如下：

电子科学与技术是不是和生化环材一样的“坑”？

如果疑虑在于就业是否会是比较大的困难——业界找不到高薪的工作，学界博后需要一期一期读好多年——那答案显然不是的。

电子信息行业无论是业界还是在学界目前可以说都十分受欢迎。其中不同的细分方向可能会有所差别，笔者会在下面进行详细描述。

那为什么很多人觉得电子信息专业的前景很差？

如前所述，电子信息工程的前景其实十分广阔，各行业其实都需要电子信息方向的人才。社会上部分存在此误解可能的原因是电子信息相关专业的开设面十分广，无论清华北大，还是专科院校，可能都会设立电子信息相关的专业，因此拉低了毕业生就业情况的平均值。

而前文中同样提到，电子信息其实是一个很难学的专业，这时个人水平和学历背景都会显得相当重要——各行各业都需要电子信息相关人才，但前提是你得大概学明白什么是电子信息，才会变成电子信息相关人才。

简而言之，行业本身的潜力代表市场就业能提供的深度，而不同学校在这个方向中的高度则代表了到底能走到多深。如果个人与院校硬实力不过关，就业市场看起来再充满活力，恐怕也不会和你有什么关系。因此部分水平不那么突出的学校的电子信息专业就业受限，不能代表整体行业现状。

女生在电子信息行业没有前途吗？

相比于金融经管类专业，作为一个典型工科专业，电子信息行业更多的是注重具体技术实力。因此性别在电子信息行业可能并不会带来加分或者减分。所以女生在电子信息行业，只要技术过硬，一样是拥有广阔前途的。而由于事实上行业中女生相对比例较低，有时候反倒会有一些优势。

# 专业整体的文化氛围

作为方向繁杂的一门学科，电子工程的课业压力不可谓不大。在清华电子系也流传“交一份学费、上两个人的课、做四个人的作业、和八个人抢女朋友”的说法。但笔者认为，整体而言，文化氛围更多地取决于所在的院校，因此不同院校之间差别可能较大，笔者就不妄加评述了。