

在电子，你会被加哪些技能点？

—电子学院专业课程分析

张皓

haomoodzhang@gmail.com

2015 年 9 月 17 日

前言

欢迎来到南京大学电子科学与工程学院的大家庭。

看完本文，你将明确：在电子，你会被加到哪些技能点，为什么你要被加到这些技能点，大致上电子会有哪些研究方向以及电子的有趣及有用 (或许从这也可以看出电子是不是复合你的胃口)。

你不会看到：四个专业的具体介绍、教务规则、选修课分析等。四个具体专业这部分在电子学院主页上有专门的介绍，可以参考¹。顺便说一句，对于南大，电子学院，你的专业的确切英文名称要熟悉，别到英文面试的时候问你哪里来的，你脱口而出“I am from Nanjing University Xianlin Campus station”。

我们学院培养的是智力性英雄，也就是说，课程难度都是很大的，不是那么轻轻松松你就能混到六级的。我当年在考《模拟电路》期末考试的时候，发现来考试的从大一到大七每个年级都有。所以，提早纠正三观吧，不要以为大学就是花前月下了，少年！

电子学院技能树可见图1，其中圆圈结点代表分类，方框结点代表具体课程。《电动力学》不会单独开设一门课程，其内容会包括在电磁场理论与微波技术这门课中，下面将具体分析如何加点。

最后说一句，电子学院的课程现在仍在调整之中，这里讲的仅仅是就目前的形势，有可能过一段时间会有变化。

¹http://ese.nju.edu.cn/bachelor_zyjs.php

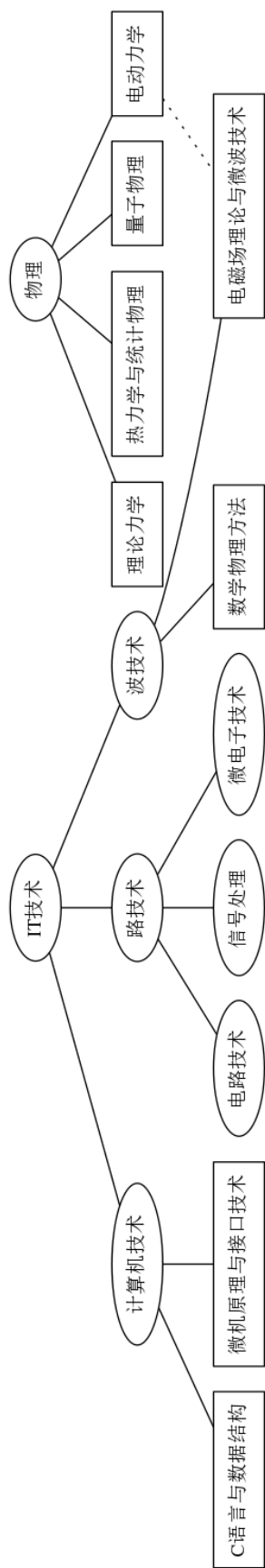


图 1: 电子技能树

1 IT 技术

我们属于 IT 阵营。不要以为 IT 都是苦逼的程序猿，软件、计算机、信息管理与信息系统、自动化、工程管理等院系都是玩 IT 的。换句话说，他们这些学院都是和我们抢饭碗的啊，不过不用担心，记住一句话，贴膜清灰修电脑，我们前途一片好。虽然都是 IT 技术，但是侧重点各有不同，我们学院重点是路技术。

1.1 计算机技术

C 程序设计与数据结构 一般的理工类专业大一上学的课是大学生计算机基础，C 和数据结构各需要一学期学完，还要配合实验。你要知道，IT 的核心思想是什么：“惟快不破”，微信怎么干掉陌陌的，就是速度，迅速抢占用户市场。所以，电子学院所以不学大学生计算机基础，直接上硬货，将 C 和数据结构压缩成一学期上。

为什么我们要学编程？比如，已往对许多的物理过程，我们通常需要进行数学建模，但随着环境和模型越来越复杂，单纯的数学模型已经很难通过人们手工计算得到结果，所以，计算模型应运而生，见图2。

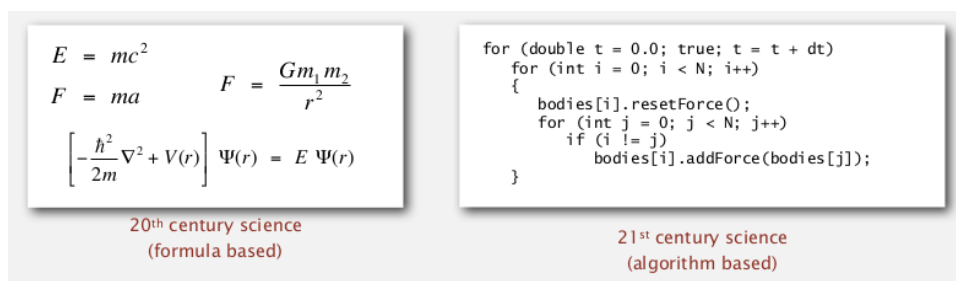


图 2: 在科学研究领域，计算模型在渐渐取代数学模型

通过编程可以让计算机帮助你做你不愿意或不能做的事情。比如，汉诺塔游戏你有没有玩过，对于没玩过的同学我对你的童年表示遗憾。对于人来说，很难玩 10 个盘子以上的汉诺塔，但是，如果写程序的话，用不到 15 行的程序就可以处理任意规模的汉诺塔，强烈建议你自己实现一下。

另外一个好处是培养你的科学思维，在中学物理课老师教你用天平的时候，肯定告诉你测量一个未知物体的质量，要从最大的砝码开始试，依次递减。你有没有想过这是为什么？。计算机是一门科学，科学就有相应的科学的思维，同样是浏览器，为什么 IE 就那么慢，学习编程只是工具，怎么用

科学的思维用好这个工具才是关键。

对于编程，我最后想说 11 句话：编程是一个非常有用的技能，很多人大一的时候没有珍惜，后来才追悔莫及，到了大三大四把 C 语言重新拿出来通宵重学的大有人在；绝大多数人之前都是没有接触过编程的，所以不要担心自己和别人差距太大，大不了毕业了还能贴膜呢。前面提过，老师上课的速度是很快的，我在这里推荐一个在斯坦福超高人气的公开课²。

有志于未来在计算机领域工作的同学，这门课一定要学好。就算不做计算机，未来别人问你，你学了四年电子都学了啥啊，编程会不会啊，你说你不会，别人就会相当鄙夷的看着你，觉得你一定没好好学习。加上这个技能点后，你可以达到计算机二级水平。

微机原理与接口技术 目前是电子专业必修。最近几年物联网十分热门，智能的嵌入式可穿戴技术发展十分迅速，没用过的同学建议去体验一下，这里都是很好的发展方向。这门课以及后续的选修课微处理器与嵌入式系统就是为这个方向做铺垫。加上这个技能点后可以达到计算机三级水平。

1.2 路技术

1.2.1 电路技术

模拟电路 举个例子讲讲模电是干嘛的。简单说就是研究模拟信号的放大电路。我院生物医学工程研究所目前研究的是如何从孕妇体表提取胎儿的心电图，这个胎心电的信号十分微弱，而且淹没在周围环境的噪声之中。我们要能看到胎心电，就是用模拟电路的技术从噪声中把有用信号提取出来并且放大。

学好模电对你们找对象体会对方心理很有帮助，现在你们可能还看不懂，等到模电学完，尤其是有过一段人生经历之后你就能体会到模电的精髓了：

初恋的男人的心就像个最简单的信号放大器，女人控制着输入端。你一个最微小的快乐信号都能给他带来极大的幸福感，同样，你不小心的小伤害也会被他单纯的放大成无比伤痛。但是，男人不会一直这么蠢，当你和他越来越接近时，他慢慢就会给自己加上滤波器，当你们结婚后，他没准还会给你加上负反馈。热恋中的女人的心就像被加了一个差动放大器，男朋友的一切优点都被放大，而他的缺点都被你给选择性的忽略了。

²<http://v.163.com/special/opencourse/cs50.html>

男人的心就像是三极管放大器，恋爱时时共基极的，你的付出总可以在他那得到几百倍的回报，但是结婚后，就改成了共集电极了，往往你的付出都是得不到等价的输出了，兴许过了七年之痒，没心肺的那部分男人还会变成共射极，这时候的输出虽然放大很多，却是反相了，和你的期望完全不同了。暗恋就像二极管，总是单向的电流。除非你运气好，表白时二极管击穿了，否则你就一直这样毫无回报的付出吧，别抱怨，谁让你选二极管呢。爱情就像功率放大器，失真小的电流周期长而且稳定，没什么激情，失真大的，导通角又小，只适合高频，不适合咱们低频。所以，只能折中一下，用个甲乙类放大器。所以最后，可能过一辈子的都是经济适用男和简单方便女。

爱情就像电桥一样，需要沟通，当无法沟通时，想方设法也要沟通，面对面永远好过背对背。因为造成爱情失败的本质原因往往不是缺乏了解，而是理解错了。只有沟通了，才能知道对方于自己到底需要什么。三角恋就像三极管，总能把电路搞的不一样，三角恋也会把生活变得热闹，但是，毕竟，生活不是电路，还是别那么戏剧化的好。爱情就像是三极管，放大倍数越高的，越不稳定。

生活就像 PN 结一样，怎么造都会有电容影响，生活也都会有坎坷与不顺。你希望生活顺心如意，希望爱情一直甜蜜，希望婚姻幸福，对不起，这和消除 PN 结电容一样，是个世界性难题。人生就像放大器，无论多牛，都得有个接地端，所以，你这一生，总得有个归宿，老是飘着，虽然潇洒，但不是那么舒服，客死异乡，总是件有点凄凉感觉的事，除非你把自己献给梦想了。人生就像双极型集成运放 747，虽然很经典，但却要被更好的替代了，就像那些历史人物，那些过去的生活，虽然很精彩，可是也只能放在课本里做教材，作为后人学习之用。长江后浪推前浪，前浪死在课本上。人生就像集成运放，总有些人是来提供社会前进动力的，就像那些电流源。人生就像集成运放，总是很难找到电流走向，就像你总是会迷茫一样。总是说要注重过程，可是大多数时候要用集成运放的人只关心结果。人生就像绝缘栅场效应管，虽然已经很小心的使用了，可是，还是不知道什么时候就会在没想到的因素中挂了。

数字电路 模拟电路存在的问题就是信号易受噪声干扰。广播以前是 AM（调幅）广播，但是信号幅度易受噪声干扰，而频率的相对稳定性较高，所以现在基本都是 FM（调频）广播了。数字电路就是解决模拟电路的这个问题，数字电路对噪声的容限比模拟电路大的多，不失真，同时可以用计算机辅助对信号进行处理，由于以上优势，数字电路的应用比模拟电路广的多。

一般来说，一个电子公司需要很大一帮年轻人作数字电路，做模拟电路的只需要极少量的，但经验丰富的人就足够了。

高频电路 这里要提到一个重要的概念：频谱，见图3。毛主席讲，要想彻底的消灭敌人，首先要充分的了解敌人。对于帝国主义我们要有一套策略，对待国民党，要有另外一套策略，对待其他民主党派和民族资产阶级，我们有专门的方法。

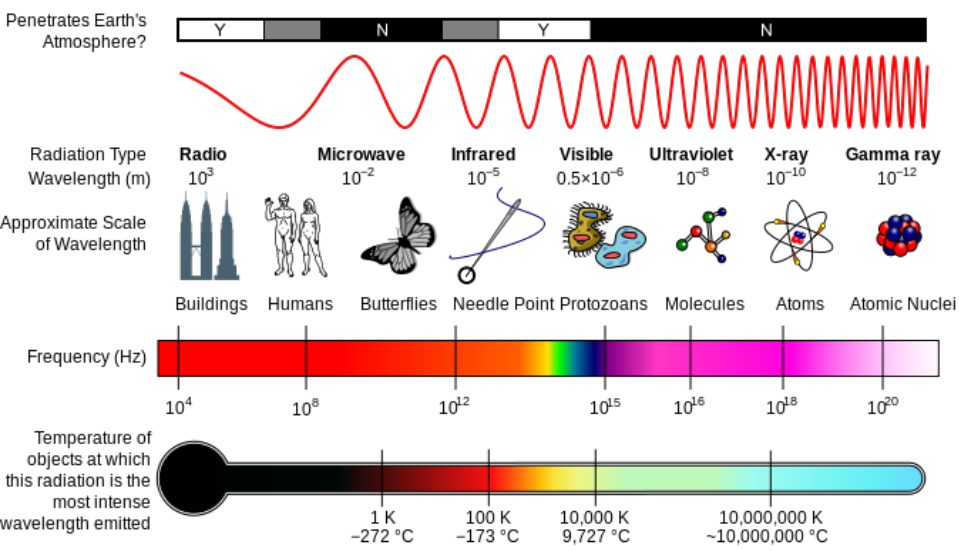


图 3: 频谱图。本图来自维基百科https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_Spectrum_Properties_edit.svg

我们实际上已经见过频域的信号了，音乐播放器中那个不断变化的柱状图就是频谱，比如，对一段相同的歌曲，添加一些低频分量会使人感觉这个歌是在普通房间中录制的，而添加一些高频分量会有种仿佛是仙境中天籁之声一般的效果。

在电路里面也是一样，信号有不用的频率，那么对不同的频率，我们也要有不同的策略。前面讲的模拟电路是对付 kHz 频段的。当信号频率升高到 MHz 频段时，普通模拟电路的技术将不再适用，高频电路主要用于信号的传输和接收，使用的技术相当于模电的豪华加强版，难度也比模电要大。

电路实验 除了这些 xx 电路之外，还有 xx 电路实验，比相应的 xx 电路课晚一学期上。

1.2.2 信号处理

信号与系统

数字信号处理 这里介绍电子的另外一个重要概念。

举个栗子，两个人，小感和小容。小感是男生，他超级宅，上课也不去，吃饭也不出门，天天在宿舍打 LOL。小容是女神，学习又好，长的又好看，社会活动又多，现在，小感过来求你，让你想想办法把他们撮合起来，你怎么办？

你觉得这个事情难度怎么样？超级难！有办法没？有！我来告诉你怎么办：把他们两个送到亚马孙森林里面，改变他们的造型、身份。让他们一男一女，荒郊野岭，周围鬼哭神号，只有萤火，和你我的相互依偎。你现在觉得把他们撮合起来难度怎么样？超简单！之后再把他们送回到文明世界中，彼此就在一起了！

回到正题，在电路里面，我们不仅有电感、电容、还有电阻，你看还有小三，这关系更复杂。我们要分析电路，它们的电压和电流之间的关系，一个是积分，一个是微分，一个是线性。你觉得分析这个难度怎么样？超级难！有办法没？有！

就是通过变换，行话叫换域，前面讲的变换就是拉普拉斯变换 LT，它可以把微分和积分的运算换成乘法和除法，这样就简单很多了。还有其他很多的变换，从此，你的人生就和傅立叶这个男人紧密结合起来了，包括傅里叶级数 FS，傅里叶变换 FT，离散傅里叶变换 DFT，离散时间傅里叶变换 DTFT，快速傅里叶变换 FFT，每种变换还有其相应的反变换，所以这两门课对数学要求是很高的。光把这些名字记下来就要花一番功夫。

通信技术 延续这一方向，通信专业还会学其他一些信号处理理论，涉及信息论、编码、通信传输等。

1.2.3 微电子技术

这就是微电子的专业课及研究方向，总体上说，分为两大部分。

半导体器件 学习半导体器件及相应理论，研究新器件、新工艺。

集成电路 包括微加工技术，集成电路设计与分析。集成电路设计使用的是 verilog 语言，和 C 语言不同，verilog 是硬件描述语言，和 C 写程序的思路

和流程有很大的不同。如果感觉你 C 语言学完还是一头雾水，那么，恭喜你，你很有可能适合学 verilog。

1.3 波技术

本科必修有两门课，但这两门可以算为电子学院最难的两门课。如果以后想要选电子信息科学与技术的超导 - 太赫兹或电磁场方向，这两门课务必要学好。

数学物理方法 该课有两部分，复变函数论：类似与数学系和物理学院的复变函数，主要是引入复数的领域。曾经评选过十大最优美的物理公式，

$$e^{j\pi} = -1 \quad (1)$$

就是其中一个，它把三个不同数学领域人为创造出来的几号组合在一起，居然等于 -1，十分惊奇。由于我们从大一开始就接触复数了，这部分难度一般。

第二部分是数学物理方程，它是把物理过程总结成方程，并用复变函数的手段进行求解，这一部分的数学计算非常多、公式非常长、符号非常复杂、理解非常抽象、书上尤其习题参考书上错误特别多，需要很好的将微积分 II、物理结合才能理解。

电磁场理论与微波技术 数学物理方法是为本课程学习提供数学基础，本课围绕另一个过十大最优美的物理公式 - 麦克斯韦方程组展开。

$$\begin{aligned} \nabla \times \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \vec{H} &= \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{J} \\ \nabla \cdot \vec{D} &= \rho \\ \nabla \cdot \vec{B} &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

等号有三重境界，第一重境界是数学境界，意为相等，等式左边和右边数值相等。等号第二重境界是计算机境界，为赋值，丢弃左值，把右值赋值给左值。第三重境界即哲学境界，代表转化，麦克斯韦方程组中前两个式子是这个境界， $\nabla \times$ 代表对空间的变化， $\frac{\partial}{\partial t}$ 代表对时间的变化。即为变化的电场转化为磁场，变化的磁场转化为电场，这样就形成了电磁场。

中国的医疗保健产品的宣传很有意思，在五年之前宣传都是讲我们这个产品是纯物理疗法，无任何化学手段，讲的是物理的都是好的，化学的都是不好的。那纯物理疗法热的热死你，电的电死你。后来就是这几年，它们估

计认识到这个问题，宣传方式改了，不说物理都好了，讲的是凡是电的东西就有这个辐射，有那个辐射，对人身体这不好，那不好。去年有一段时间就在讨论 wifi 究竟有没有辐射，有 wifi 对人有多大伤害我不知道，反正一没 wifi 我就浑身都不舒服。凡是磁的就有这个功效有那个功效，比如我们卖的这个洗脚盆啊，有这磁场有那磁场，给人充磁，然后又通过脚传给全身，有啥啥好处。他们就不知道啥是个电磁转化嘛。

2 物理基础

我们学院的前身是物理学院的信息物理专业，所以物理学院十分难而且重要的四大力学我们也要学习，包括：

理论力学

热力学 -统计物理 这两门课一起我们压缩到半学期上，一门讲一个月，一周四学时。由于我们的普通物理讲的比较简单，加之大一学完也不用了，到学这个的时候很难跟的上，里面的符号都很复杂。这门课对学微电子的同学比较重要。

量子力学 你有没有听说过薛定谔的猫？这个揭示了量子力学的核心概念，就是不确定。在你打开装猫的盒子之前你不知道猫有没有死。这个思想在量子力学里面非常重要，我举一个生活中的例子解释这个问题：

在期末考试周复习的时候你就处在一种薛定谔的懂的状态，不能说你复习好了，也不能说你不懂，在你拿到期末考试试卷之前，你永远不知道自己究竟懂不懂，你处在一种既懂又不懂的叠加态中。在真正拿到期末考试试卷这个时刻，你才能确定自己究竟懂不懂。也就是说，如果你永远不参加考试，那么你将永远处在一种既懂又不懂的叠加态中。

有一个现象，找不到女友的男生反而是高学历，因为高学历的男生大部分不会玩，不会哄女生。那些学历不高的男生，大部分反而很会追女生，因为他们会玩，懂女生的心理。科学宅男想到一个追女生的方法，那就是引用巴甫洛夫的“条件反射”，并将之命名为“巴甫洛夫把妹法”。具体做法如下：“每天给你那位心仪的女孩的抽屉里都放上精心准备的早餐，并且保持缄默不语，无论她如何询问，都不要说话。如此坚持一至两个月，当妹子已经对你每天的准时早餐习以为常时，突然停止送餐，她心中一定会产生深深

的疑惑及失落，同时会满怀兴趣与疑问找到你询问，这时再一鼓作气将其拿下。”这个方法用我们常人的思维来说，就是培养习惯、慢火熬煮，逐步攻城。科学家的智慧在于：适当的时候忽然消失，让妹子明白你的存在感。

“薛定谔把妹法”的灵感来自于著名的物理学假设“薛定谔的猫”。它是建立在巴甫洛夫把妹法之上的威力升级版。具体做法如下：“每天早上，你拿出一个硬币抛掷，让伟大的随机性来决定今天是否给妹子送早餐。这样，当妹子每天打开抽屉之前，都不知道是否有早餐，而早餐的有无乃是一个独立随机事件，完全无法推测。每天的早餐对于妹子都是一个未知的神秘存在，妹子将逐渐为这一神秘的现象所吸引，最终将不可避免地对送餐人产生极大的兴趣，你在她的心中蒙上了神秘的面纱。”对“薛定谔把妹法”的总结是：“这个谜一样的男子，这一刻薛定谔附体，带着量子论般深沉的哀愁，让她从此不能自拔。

对“薛定谔把妹法”，结论是，女生一定要养早起吃早饭的好习惯。

这门课也是压缩到半学期上，一周四学时。但是，重点来了，要有期中考试。以前我们是请美国的陈植芸教授来上这门课，她讲课特别好，通俗易懂，现在不一定能来上这门课。对于学微电子的同学来说，这门课很重要。因为根据摩尔定律，每过 18 个月，芯片的集成度就要翻一番，但是现在实际上和这个规律拟合的没有以前好了，这是因为现在的集成度已经接近极限，器件的尺寸再小就要进入量子领域，所以量子力学就很重要。

电动力学 电磁场理论与微波技术的前半段来学习这里面的内容，所以在此不多讲了。

3 结语

一句话来总结，电子之美在于一头雾水，电子之美在于无怨无悔。你会敬仰你自己，这么难的课都学下来了，以后还有什么做不到的呢？

如果您对本文内容有什么宝贵意见和建议，或者您觉得本文对您有点小帮助，欢迎写邮件与我联系。

致谢

本文部分内容取材于梁昌洪，Sedgewick，葉丙成，杨润琦，朱晨。部分内容来源于网络，其原作者已无从考证，在此一并向他们表示感谢。另外

要特别感谢电子学院 2014 级 3 班的同学们，他们是本文的第一批读者。