**什么是电子工程师**

电子工程师指具备电子技术和信息系统的基础知识,能从事各类电子设备和信息系统的研究,设计、教学、产品设计、科技开发、生产和管理等工作的高级工程技术人才。电子工程师一般进行电子类相关的开发工程师，与电子管，电阻，电容，电子IC蕊片，单片机等原件来组成的电器,如他们把一堆的电子原件各IC变成电脑的主板各显卡等.主要做弱电。实际上电子工程师都是小公司里的称呼，大公司分工很细，所以不这么叫，他们的名称如layout工程师、射频工程师、集成电路工程师等。 电子工程师现实中是这样的，公司想要做某种东西，跟电子工程师说下想法，然后电子工程师开始确定方案，选择元件，设计电路，画板，跟踪产线，跟踪测试，跟踪售后……万能的多面手。一般分为硬件工程师和软件工程师。

电子工程师分开的职业方向太多了，专业画板的，生产支持的、传统的原理图设计+画板+打样调试、方案设计、单片机编程等，太多了。

无论专科三年还是本科四年，哪怕每天学习12小时，出来后都不可能马上成为一名电子工程师，更别说优秀的电子工程师了。无论怎样，毕业出来后，最多就是一个电子助理工程师，协助老工程师完成任务，说得不好听点，也算是打杂、打下手。而且，在某些工厂，还是有**学徒**这个岗位的，也就是跟工厂里的老工程师学习，还不一定有钱拿，为什么？什么都不会做，不能为公司创造价值，只能先跟老工程师学习呗~这种电子助理的工作的方式，其实和在学校跟师兄参加比赛是差不多的。只不过跟师兄做事你可以因为没空就不做，而工作时就不能拒绝做，除非你不想赚钱了。

**电子信息工程专业可选择的对口公司类型**

IT行业是个巨大的产业，一般会把他们模糊的分为如下

* **软件互联网公司**

产品联网才能使用，依靠卖广告从广告商挣钱。

* **软件公司**

产品在过去不用联网就可用，依靠卖软件从用户挣钱。

* **硬件消费电子公司**

产品是看得见摸得到的电视电脑手机，依靠卖硬件从用户挣钱

* **硬件半导体公司**

产品是拆机才看得到的芯片设计，依靠卖芯片从其他硬件公司挣钱

* **通信服务公司**

产品是电话流量服务，依靠卖Plan从用户挣钱

* **硬件通信设备公司**

产品是基站路由器，依靠卖给通信服务公司和需要快速内网的大公司挣钱

* **硬件晶圆代工公司**

产品是芯片生产，通过生产半导体公司设计的芯片卖给消费电子公司挣钱

* **硬件代工公司**

产品是组装服务，依靠卖服务给消费电子公司挣钱

这些分类不是绝对的，比如Apple同时就做硬件软件半导体互联网等等。其实以上分类中绝大多数公司都需要电子信息工程专业的学生。

具体分类的话

* **通信工程: 通信服务公司，硬件通信设备公司**

美国: AT-T, Verizon, T-Mobile, Sprint, Cisco, Juniper, Alcatel-Lucent (法国)

中国: 移动，联通，电信，华为，中兴，大唐.

在运营商三巨头里，一般做着工程实施、运维等工作，就是建设基站，运维机房等，听起来挺low的吧？谁让你想进运营商三巨头呢，他们的技术都是非常成熟的，设备也都是采购自中兴华为IBM等，所以真真正正需要研发的地方并不是特别多。  
其他类型的企业，比如中兴华为等通讯设备制造商，对于技术要求还是挺高的，那里技术氛围也不错，只不过工作比较累。如果你的专业素质比较高，也有电赛、飞思卡尔等获奖证书，在这类企业里做研发也是有很多机会的，中兴华为现在搞研发的人中大部分都是研究生，但也有优秀的本科生，只要你足够优秀，至少达到他们认为的优秀水平，人家才不管你是不是本科生呢。如果你想具体了解这些公司提供的工作岗位，可以进入他们的官网校园招聘版块详细了解，恕不赘述

* **信号与系统: 软件公司，互联网公司，半导体公司（DSP）**
* **电子工程（硬件）: 消费电子公司，半导体公司，通信设备公司，晶圆代工公司，代工公司**

美国: Intel, AMD, Nvidia, Qualcomm(NXP&FreeScale), Broadcom, SK Hynix, Marvell, SanDisk, Apple, IBM, Texas Instruments, HP, Dell, Honeywell, Xilinx, Altera

中国: 华为，小米，联想(Motorola)，步步高，海尔，TCL，长虹，美的

中国台湾: 联发科，宏基，华硕，和硕，台积电，台联电，富士康(夏普)，HTC，

日本: Sony，日立，松下，东芝，佳能，尼康，奥林巴斯

韩国: 三星，LG

其他:西门子，飞利浦，黑莓

基本上能想得到的电器公司，芯片公司都是需要电子信息人才的。

**电子信息工程专业可以选择的岗位**

本专业特点就是学的极其的杂，涉及通信、计算机，需要掌握模数电基础知识、操作系统、控制系统、FPGA数字电路设计、RF技术、信号与系统、数字图像技术、通信原理、无线传感网（通信系统）等。

研发类的话，如果偏软件的话，可以考虑软件工程师；如果偏电子电路的话，可以考虑嵌入式工程师、硬件工程师、芯片工程师；如果偏通信工程的话，可以做通信方面相关的技术工作。如果不想做纯技术，可以考虑质量检测工程师、测试工程师、或者FAQ（技术支持）、市场销售等职业。

1）数字电子线路方向。从事单片机（8位的8051系列、32位的ARM系列等等）、FPGA(CPLD)、数字逻辑电路、微机接口(串口、并口、USB、PCI)的开发，更高的要求会写驱动程序、会写底层应用程序。  
单片机主要用C语言和汇编语言开发，复杂的要涉及到实时嵌入式操作系统(ucLinux，VxWorks，uC-OS，WindowsCE等等)的开发、移植。  
大部分搞电子技术的人都是从事这一方向，主要用于工业控制、监控等方面。  
2）通信方向。一个分支是工程设计、施工、调试（基站、机房等）。另一分支是开发，路由器、交换机、软件等，要懂7号信令，各种通信相关协议，开发平台从ARM、DSP到Linux、Unix。  
3）多媒体方向。各种音频、视频编码、解码，mpeg2、mpeg4、h.264、h.263，开发平台主要是ARM、DSP、windows。  
4）电源。电源属于模拟电路，包括线性电源、开关电源、变压器等。电源是任何电路中必不可少的部分。  
5）射频、微波电路。也就是无线电电子线路。包括天线、微波固态电路等等，属于高频模拟电路。是各种通信系统的核心部分之一。  
6）信号处理。这里包括图像处理、模式识别。这需要些数学知识，主要是矩阵代数、概率和随即过程、傅立叶分析。从如同乱麻的一群信号中取出我们感兴趣的成分是很吸引人的事情，有点人工智能的意思。如雷达信号的合成、图像的各种变换、CT扫描，车牌、人脸、指纹识别等等。  
7）微电子方向。集成电路的设计和制造分成前端和后端，前端侧重功能设计，FPGA(CPLD)开发也可以算作前端设计，后端侧重于物理版图的实现。  
8）还有很多方向，比如音响电路、电力电子线路、汽车飞机等的控制电路和协议。。。  
物理专业从事电子技术的人，一般都偏向应用物理较多的方向，这样更能发挥自己的专长。比如模拟电路、射频电路、电源乃至集成电路设计。  
您要是有一定物理基础，又爱动手，应该考虑这些比较难的方向。它们虽然入门不易，但是都是非常专业的东东，5年以上经验的基本都月入1万以上（安捷伦在北京招的射频工程师月入4000美元），而且这些专业对外行人来说都是天书，做这些行业是越老越吃香。  
但是，这些专业需要您最好读一下该专业的研究生。

常见的岗位有：

1: 数模混合信号电路工程师，常见于各种传感器信号采集，精密仪器，医学影像的设备制造和研发企业。类似于安捷伦，tyledyne, 通用电气的医学仪器部门。  
2: 并行计算硬件infrastructure 设计师，类似于大规模并行计算，高throughput的硬盘和服务器阵列。类似企业：facebook，apple，IBM，一些专门给其他企业提供服务器租赁的专业公司等  
3: 汽车制造行业的硬件或者固件工程师，设计汽车的中控台infotainment system, 或者为现在比较流行的全电车设计电源等等。代表企业：特斯拉，GM。  
4: 各种仪器设备的系统工程师。代表企业：所有电子设备制造行业。常用技能和知识：信号处理，数字信号处理，图像处理，数学，各种物理知识等。  
5: EMCpre compliance工程师，专业负责设备的emc 设计verification, modification, validation等。代表企业：设备生产商，电脑厂商，通信设备制造商等。

**6 通信技术销售**

通信其实应该有射频工程师或者基带工程师什么的，但是认识朋友如果不是在实验室大多在华为类似的公司做技术销售，技术支持。

此职位需要的知识

微积分，线性代数，概率论与数理统计，复变函数，信息论作为数学基础

大学物理，电磁场作为物理基础

通信原理，计算机网络作为通信基础

C语言，Matlab，Simulink作为编程语言仿真基础

扩频通信，微波，卫星通信，光纤通信 接触现代常用通信

硬件工程师要求：  
1、熟悉Protel制图，能绘制4层板以上。  
2、熟悉汇编语言、C语言，具有程序编写经验。  
3、掌握模电、数电，具有电路分析能力。  
4、熟悉单片机。

嵌入式方面：

我们学电子的比较适合做驱动方面的，因为我们比学软件的有这方面优势。

嵌入式软件开发工程师  
1、精通C/C++语言编程；   
2、熟悉嵌入式实时操作系统uc/os II移植开发；   
3、熟悉ARM平台；  
5、具备良好的英语读写能力。

嵌入式Linux工程师  
1、熟悉嵌入式Linux系统架构  
2、熟悉Linux设备驱动的各种编程接口和机制,  
3、精通C / C++语言  
4、熟悉Linux内核开发环境，Uboot移植，Linux内核裁剪，根文件系统定制，  
5、掌握Linux下程序开发  
6、了解ARM体系结构和硬件工作基本原理及中断处理、IO接口、总线结构

嵌入式下面还有内核、驱动等方向。

再有就是更学计算机的抢饭碗了，Java工程师、Web等

**硬件工程师如何选择行业**

**首先，深圳**是中国电子行业最发达的地方，是国内硬件的大本营，要做硬件，首选深圳。

电子工程师，尤其是专注于电路硬件设计的硬件工程师最大的用武之地在于工业控制领域、汽车电子、医疗电子、航空航天领域。这些首先离人们日常生活很远（汽车坏了，拉倒维修的地方换个模块就行了，不会有人想到自己拆了看看ECU里面的电路怎么修，不是专业抄板的人没有电路图也没法修）

在大型设备比如工控和高端医疗器械领域，硬件的处境就好很多，工控行业稳定，不像消费类两三年一个热门；工控行业产品开发周期长，一个控制系统的研发周期超过5年，稳定时间也要近5年；工控行业的硬件工程师距离用户很远（我指的是规模较大的企业）；

但对知识的要求也会高一些，不光数字电路和嵌入式底层软件，模拟电路，大功率，高可靠性设计的知识也是必须的。没有现成的芯片解决方案；没有现成设计可供参考，系统的庞大，很长的生命周期，可靠性设计相关的需求（出错可能出人命），都决定了硬件有更大的空间去发挥。深度的硬件技术也有了用武之地，我所在的德国公司，干了20年以上的大有人在。当时读了项目组里一个德国硬件系统工程师写的可靠性系统设计文档，自认为不笨，但沉下心读了三遍到现在还没完全搞懂，缜密严谨的逻辑很让人叹服，跟他讲他哈哈大笑，说这个德国的大部门里也就两个人能搞定，这也就是德国没法被中国山寨的技术门槛。

在这种复杂度下，硬件工程师的受重视程度和待遇跟软件相当，我也跟德国人求证过，在德国软硬件待遇也处于同一水平。

如果你上了硬件的贼船还不想干技术了，可以考虑转项目经理，硬件跟供应链和其他部门的接触挺多，皮扯多了专业扯皮也没啥问题，职业前景也不错。

消费类电子因为量大，同质化，IC厂家会针对性的提供完善的，集成的芯片解决方案，在早期的智能手机中应用处理器，基带modem，射频单元，音频单元和很多其他功能模块都是分立的，但现在满眼都是集成了各个通信制式和功能模块的单芯片解决方案，设计在这时其实只是应用，别犯错，整机射频音频EMC性能把住关就OK了，当然肯定也没这么简单，但不可否认这样给硬件设计留出的发挥空间少之又少。而硬件同质化之后沦为后台，产品体现差别的是软件，攻城拔寨创收的也是软件，舞台大了自然在公司内更加受重视，待遇和发展自然也好于硬件，但跟互联网和传统行业的差别比，这个差别相对小一些。

另外一点很尴尬的是，硬件的博大精深，体现硬件设计水平的一些技术，在消费电子中慢慢变的没必要了，开始我们也研究对标诺基亚，想把质量做到最好，但后来发现手机大家玩一两年就扔了，根本不需要你设计的这么精细，高层领导还嫌增加成本，浪费工时。手机都这样，其他消费类电子更不必说，可以看出这个行业市场对硬件技术能力，需求并不高，此处深深的叹口气。

**硬件工程师岗位分类和入职门槛**

首先，硬件可以分三层，分别为系统级（产品的所有电路系统 简单说就是多块或单块电路板 比如电源板 主控板 接口板），板级（以PCB电路板为单位 一块PCB实现一些指定的功能 比如供电，比如数据处理，比如光信号收发，一般包含多颗芯片配合实现功能），芯片级（以芯片为单位，一颗芯片也包含诸多功能模块 IO POWER PLL Digita Analog等）；以前IC设计生产成本很高，所以基本设计功能单一通用性强的芯片，一种型号卖好多年，TI的芯片很多型号三十多年了还在卖，所以以前的方案级设计居多，就是按照需求买合适的芯片配上相应的外围电路组成系统；现在由于IC设计成本下降，对于那种产品量很大（几十上百万）的都趋向于提供集成度更高的芯片已降低成本，进而发展出针对方案设计芯片的，比如以前的手机，需要买很多芯片，PLL 电源 ADC DAC 基带芯片等等，现在甚至都把射频集成进去了，就几颗IC搞定。

所以说做方案和做芯片不能完全分隔开，这俩本身就是紧密联系的，像我现在的项目就是针对方案做芯片，方案级设计也是在IC设计验证阶段就需要搞定的事情，也就是所谓的turnkey，现在的研发越来越集中在IC端了，所谓的方案商基本上就是拿原厂的demo，改动下，改改软件和界面 加个外壳就是自己的产品了。

**系统硬件工程师**，以华为无线为例，在里面简称为SE，一般是做射频工程师、功放工程师或中频工程师转过去的，可以想象成系统架构师。一个项目里有项目经理PM、SE、各部门工程师，坐在一起开会时，SE就是给各部门工程师定义分工、评价性能参数的人，往往是核心部门的人出任，比如对于无线来说，射频的地位最高，所以转过去做SE的最多，没有对无线技术的整体理解和几年的经验积累是做不到的。

**PCB板级工程师**，小的公司与部门一个人就是硬件工程师，全包整个PCB设计，甚至包括布线；大的公司硬件工程师就分好多种，每个人负责单独的一块：模拟的、数字的、电源的、EMI的……其中FPGA算在数字电路内

**芯片级方面的硬件方面人员大概有**：

**数字电路开发部分**

数字前端实现

数字电路验证

电路综合与时序分析

数字电路版图实现

**模拟电路开发部分**

模拟电路设计

模拟电路版图设计

**其他硬件相关人员**

封装设计

测试程序开发

测试板开发

EDA工具管理

**前端岗位介绍**

数字前端并不是看起来会Verilog培训几天就可以设计研发的，需要对整个应用场景，协议等都有很深的理解，对代码敏感。即使做前端设计也得从验证做起，一般的公司不会用新人做前端设计工作。

在正规公司里面，前端代码设计和综合时序分析被分成不同的工种。由不同的人来完成。不精通时序综合不要紧。你会verilog设计就行。  
数电完全理解了的话，verilog根本不难。语言不是难点。困难的是电路逻辑。在初级阶段，你需要做到心中有电路，verilog只是用来描述你电路的语言。  
最好的入手办法是：反复读别人的代码。比如到opencores 网站上下载最简单的模块，研究他的代码和文档。彻底搞懂一个再看下一个。

**验证工程师岗位介绍**

现阶段的IC行业，数字IC验证工程师非常紧缺，尤其是会UVM的验证工程师那更是奇货可居。但是最近和一些在校学生和刚入行的朋友们交流的时候，发现大多数人对数字IC验证工程师的具体工作不甚了解，甚至还停留在写verilog验证的阶段。

下面我就详细罗列下数字IC验证工程师的日常工作内容，希望能让更多的人了解这个职位，进入这个职位，并喜欢上这个职位。当然每家IC设计公司会有不同，我只能尽量的列出比较通用的工作内容了，就算是抛砖引玉吧。

首先，IC设计公司一般都会把验证分成几个层次：

· IP level verification

· unit level / fullchip level verification

· gatelevel verification

每个层次的工作重点都略有不同，这里就暂不详细介绍

**后端岗位介绍**

整个行业后端人才缺乏，在一家公司中后端人数不会太多，所以工作安全性较好，不容易被炒。后端经验很重要，好的后端工程师需要5年以上的经验。进入壁垒还算比较高的。后端设计学好管理的话，工作还是比较容易对付的，不劳心劳力。

国内的现状是前端设计人员远多于后端，就业市场上出现了后端人员工资高于前端人员，随着国内IC产业大饼越摊越大，只能说对后端的需求更加迫切。不容忽视的是后端的验证向智能化全方位化发展，如果能将后端验证做到极致或者提升一个高度，职业发展上绝对是个机遇。

后端弱点在：

1、上升空间欠缺。基本上会走向EDA 中心，只有很好才算是公司核心技术。  
2，与产品直接相关的少，客户接触少，所以创业很难。创业形态也难。  
3，如果公司定位准确，后端很大部分增值来自产品cost down，难以象定义产品那么风光。  
4，和#2 类似，除了设计服务，很难独立，价值难体现。

后端每一环，都有大量的信息需要查阅，工艺库，pnr,sta,low power,power analysis,pv,等等都有各自的特点，都有交叉的地方

首先要有个设计流程（Design Flow）的概念。从RTL到GDS，有哪些大步骤，每个大步骤的输入和输出，实现什么目的，一般用什么工具。这个看某家的参考设计流程就可以了。不仅可以看EDA的，也可以看代工厂的，比如说TSMC某具体工艺的参考设计流程。完成这一步，大观念就有了。

进一步深入的话，可以看每一个大步骤有哪些小步骤，具体做什么，背后的基本算法是什么，以及如何确认这一步骤完成，在什么样的情况下需要重新做，甚至回到更前面的步骤去。

后端设计，往前就是RTL，Timing constraints，Power Constraints。对于设计要有基本的认识，数据流是怎么走得。往后就是Manufacture。工艺的东西多少要了解一下，Design Rule Manual也要稍微看一下。

光理论知识还不够，还需要掌握自己的劳动工具。虽然现在都有Reference Flow，可是具体情况还需要修改命令的选项，设不同的attribute，去给EDA厂商报Bug，开Case，让他们改，发Service Pack。所以有空的话，是不是可以把那些重要的command/attribute都看一下。

不得不提的是编辑器。建议熟练使用一种编辑器，Vim或者Emacs或者Sublime。你要是nedit用得很熟，也是可以的。另一个不得不提的是Shell语言和脚本语言，grep/awk/sed和Perl/Tcl/Python。花点功夫，值得。

后端那么多环节，不可能什么都会，都精通，要找一个方向先立足，做精通，慢慢了解一些其他方面的知识，慢慢积累，你也就成为大牛了。

**摸拟设计岗位介绍**

模拟IC 模拟IC细分方向也很多，ADC基本就是食物链的顶端了，电源是另外一个大方向。电源基本上是以控制论为理论基础。如果是很普通的DC-DC的话，做的公司非常多，大大小小的都有，还有很多研究所也在做，想找一份工作，还是很容易的。学术方面，没有太新的东西，出文章相对较难一些。

ADC基本是就是模拟IC中食物链的最顶端了，模拟电路设计难度最高，而且涉及了很多复杂数字校准算法。基本上发paper相对容易，而且可以发一些很不错的期刊。ADC想做好的话，难度非常高，目前这方面，国内和国外的差距非常大。有很多研究所在从事高精度的ADC设计，所以毕业之后，就业问题也不难。

我当年老板曾经说过：“最好的模拟电路工程师，是把所有东西都用数字电路实现，最后让自己失业”。 前半句是正确的，后半句则是纯属玩笑。

实际上，模拟工程师每一次将数字电路的设计思想和方法引入自己的一亩三分地，造成的反而是模拟电路自身的大发展和大扩张， Sigma-Delta和DFE就是活生生的例子。同时，随着工艺演进带来的物理限制与日俱增，顶尖模拟工程师的视野的权责，也超越了模拟模块本身，达到了芯片顶层架构/封装和芯片互联这一级别。

这个世界是模拟的，只要人类还在用电信号处理信息，模拟电路就不会消亡，只有模拟电路才能为真实世界与数字逻辑间提供接口。相较而言，可能现在的数字设计反倒消失的更早，因为随着大规模电路设计方法学和工具的演进，数字工程师已经离具体电路越来越远了，已经有了C语言直接综合成RTL的工具。。。。。。。

从我个人的角度而言，已经不愿意将IC设计工程师简单分为模拟设计和数字设计，而是更喜欢“晶体管级定制电路设计”和“逻辑设计”，按照工作方法分类。前者着重于根据器件特性，进行晶体管级的信号电气特性优化（不论信号是模拟的还是数字的），后者则着力于大规模逻辑设计

一般来说，大多数的本科毕业生在毕业的时候，别说入门了，连这一行的门在哪儿都还不太搞得明白。具体的原因有很多：  
首先，国内大学的教学和业界脱节比较大，特别是本科生，很少有机会能上手去做一个实际的项目。老师呢主要也是照本宣科，水平也参差不齐。 很多人学完一门课程，都不知道这门课程将来会有什么用。此其一。

而恰好做模拟芯片设计，对学生知识的广度和深度都有要求。 首先你要懂电路，这是必须的。然后你要懂器件，你要理解你的器件是怎么工作的，它在芯片上是什么样子，会有什么不理想的因素。

之后你要懂一点儿系统。你要明白每个系统参数对你的设计要求是什么。  
你要会建模，会分析信号。

要懂概率统计。当然你还要了解工艺，才能分析成本。

上面是广度，至于深度呢：  
要电路分析的能力非常扎实。  
模拟IC设计有好几本书要读透。  
对最基础的模块，要能分析得非常透彻。

**版图工程师岗位介绍**

从IC Layout角度来看，找工作应该不难，但是很难符合心意。

大公司，layout工程师确实就是个蓝领工作，一般都是小姑娘，因为分工明确，EE工程师，Power工程师，SI工程师，EMI工程师，RF工程师，DFM工程师，各人有各人该干的活，就算你懂，也没有你的用武之地，说多了还惹人烦。  
关键这些人每个都比layout工程师薪资高，所以进大公司，做layout工程师就不是个很好的选择，以为杂七杂八都懂点就高大上，做的就比其他layout工程师好了，其实都是幻觉，整个部门水平都那样，你高出来那块不但没用，还会给大家制造麻烦。  
而且大公司做的板卡一般规模也比较大，多层的高速板，HDI板之类的，也不是你在学校能做的。

再说小公司，上面这些工程师的活基本上一个人包圆了，但是也不会有人认为你是个layout工程师，小公司的板卡比较简单，layout技能占的分量太轻太轻，更多的知识应该去学习EE，SI，EMI，RF之类，将来的提升也会更好。

所以，至少在我见过的大公司中，layout工程师只是个执行者，你会用allegro拉线就行了，重要的线要怎么走都是其他工程师要求的，layout工程师能发挥的都是细枝末节。小公司的工程师，知识重心也不是layout。  
当然，layout工程师也有个好处，好找工作，不会因为跨产品就导致跨度很大

薪酬待遇：Analog IC Layout的薪水收入不高，属于刚好够养活自己的level，除非特别优秀，晋升空间小。PD的收入比Analog Layout稍高，但依旧低于前端Design，同时由于负责Tape Out，也会更累些。

职业发展：Layout平均学历低，除非大公司，大部分都是本科，甚至很多小公司的Layout是专科出身，而周边的前后端一般都是硕士及以上学历。所以Layout在整个Design House里一般向上的空间小。女生还要享受职场性别歧视的加成。工作体验：在实际工作中，很多Layout都是螺丝一样负责一个IP level的Layout，schematic是别人的，chip也是别人整合的，产品在内部是保密的，不知道自己是完成的一个什么样的SoC，成就感小。

工作地点：如果从事IC Layout行业，以后的跳槽城市大多限制在上海，苏州，深圳，北京，西安，成都，武汉等少数几个城市，比互联网行业的跳槽范围小。

**数字电路工程师工作内容、技能要求和职业发展**

国内集成电路设计公司里需求最普遍的数字电路工程师了  
 为了明了，先拿一个招聘启事来说事。

Senior ASIC Design Engineer

Responsibilities:

Work with a team of hardware and software engineers to define the high-level architecture

Share in definition of micro architecture of next generation ASIC

Own RTL design for portions of the chip, contribute to Design Verification and Synthesis

Active role in Static Timing analysis, floor-planning, IP selection and all aspects of ASIC implementation

System level validation in FPGA environment, device and system bring up and qualification

Qualifications:

10+ years of experience in high-performance design / micro-architecture

10+ years of experience in Verilog RTL development experience in a CPU/SOC and ASIC environment

Must have a strong background in all aspects of ASIC implementation, especially with Synthesis flow, Static Timing Analysis, Floor-planning and I/O ring design

Understanding of L2 Ethernet switching protocols (VLAN, Broadcast/Multicast), PCI Express and Storage protocols are desired

Experience with FPGA implementation flows is a plus

Strong problem solving and debugging skills

Experience with silicon and system bring up

Excellent communication skills

Candidate will likely have an MS EE with 10+ years of experience

可以看到这个是招聘高级工程师的广告，**这里比较清楚的定义了一般数字电路工程师要做的事情，包括系统层次的软硬件划分，模块定义，IP核选用，HDL代码编写，验证，综合，时序分析，系统原型验证等庞杂的事物，当然这是对带头大哥的要求，刚进门的小弟，一般都是从其中的一样开始做起。招收的初级工程师，一般只要求会些HDL代码，会几种总线协议，懂一点算法知识，能把确定了算法功能的模块用HDL代码写出来，做简单的仿真。**

日常工作中，逻辑设计工程师需要打交道最多的，就是HDL文本编辑器跟逻辑仿真器，当然还要写相关的文档，需要配合工作最多的人，除了领头的大哥，就是负责算法设计的人和负责验证的人。单纯的模块逻辑设计，可以说是集成电路设计环节中门槛最低的一个，基本上有门级数字电路知识，会写Verilog，能看懂英语，就可以劳动了。所以这个队伍里，**会有一些连pn节是啥都不清楚的人做，而且完全能够胜任**。

这个工作干一段时间，基本感觉就是一部翻译机，把matlab或者C代码翻成Hdl，然后挂在总线上，想工作上有些突破，无非就是再接触一些系统层面的或者物理实现以及dft的东西，向前面所说高级工程师发展，或者有人凭着熟练的编码去转行做FPGA开发，然后变身应用工程师以及销售，当然也有极少人变成倒卖EDA工具的贩子。**基本来说这个工作需要2-3年就可以完全熟练，之后就是高产操作员了。一般公司开的职位工资从毕业生到高级工，在6-20k之间。当然领导级的不在此列。**

对于还在梦想进入这个职业的人，可以熟悉一下技能跟工具。

**Verilog VHDL编码**

**linux基本操作，emacs，gvim编辑器使用**

**questasim，incisive，vcs仿真器使用**

**perl，tcl脚本语言**

**各种总线协议，音视频通信算法大体了解，ARM/MIPS处理器基本知识**

**数字后端版图工作内容、技能要求和职业发展**

Job Description:

·         Interface with IC Design/Verification team (timing and power constraints definition)

·         Writing, running, optimization of logic and physical synthesis scripts

·         In-depth knowledge of STA.  Ablility to handle timing analysis for multiple modes and corners

·         Physical design Floor planning, place & route, clock tree synthesis, routing cleanup

·         Power IR & EM analysis

·         Parasitic extraction/SPEF/SDF generation

·         Physical Verification (DRC, ERC, LVS, ANTENNA)

·         Deep understanding of DSM effects (sub 65 nm experience preferred)

Requirements:

·         Masters/Bachelor’s Degree in Electrical/Electronics Engineering or in related field

·         Tool skills:

·         Synopsys Design Compiler

·         PERL, TCL languages

·         Prime Time and constraint creation/modification

·         IR analysis tool such as PrimeRail, Redhawk

·         Synopsys ICC experience preferred

·         Calibre

·         Ability to speak and write English is a must, CET 6

·         Self-motivated team player and able to work with minimum supervision

·         Minimum 3 years of physical design and timing closure experience

·         Willingness to take overseas business trip

   以上是一个数字版图工程师的基本要求，现在大芯片后端综合基本都用ICC，也有用SOC encounter的,版图严重基本都是Calibre 这个工作除了要求熟练使用工具，掌握底层电路原理外，读懂工艺文件，很需要一些耐心与细致的性格，因为一般自动生成的版图未必能满足所有时序要求，而且会有一些drc错误，有时为了特殊目的也会做一些eco，这个就需要手工对版图进行一些编辑。面对满眼的连线，要逐一修改切保证没有失误，是对体力与脑力的双重考验。对这个工作岗位的要求其实也蛮高，不过由于其中一些杂活很耗费体力，所以一般公司也会找新人帮忙做后端的打杂工，然后逐渐学习成长。由于此类工具license基本是整个ic设计环节中最贵的，所以能有机会做后端综合的人不太多，当然开的工资相对于逻辑设计也就属于比较高的，这就相对于飞行员的工资比卡车司机高一样。

**当然一般做后端设计的除了某些公司招聘的应届生逐渐上手的，还有一些是做手工版图的后来转行干这个，因为这个职位相对于全手工画图，工作量还是小一些的，而且听上去更高级一点。一旦开始做这个东西，基本就没有什么其他相关职位可以转行去干了，做资深工程师是唯一选择。**

**逻辑综合工程师工作描述和入职要求。**

不同公司可能分工不同，但据我所知，不少大公司是专门有人做综合的。这一步把verilog或者VHDL的设计转换成一系列逻辑门和触发器组成的电路。同样，这部分也是分模块进行的。

**Job Requirements and Qualification**

**You must have a BSEE or MSEE with at least 5+ years of applicable experience. Demonstrate successful results for multiple ASIC programs, is required. Strong written / verbal communication skills are a must, as you will be working, influencing and collaborating with teams in distributed locations. You will need to be very organized with solid understanding of Synopsys and  Cadence design tools and flows.**

**Minimum Requirements:**

**SOC level Synthesis / STA.**

**Experienced with Verilog/VHDL digital design**

**Hands on experience with constraints development**

**Hands on experience with Synopsys design compiler and ICC**

**SoC implementation experience such as full chip level synthesis Pre-P&R timing closure**

**Hands on experience with Spyglass rule checking, netlist equivalence checking, and gate-level simulations**

**Experience with various synthesis options to optimize the power of the Design.**

**Work with Place and Route peers for timing closure**

**Good Knowledge of Static Timing Analysis and Place and Route.**

**Familiarity with various interface technologies including MIPI, USB, I2C, GPIO, DDR etc**

**Familiarity with ASIC design flows for deep sub micron technologies**

**Familiarity with FPGA design flow is plus**

**Preferred Requirements:**

**Familiarity with image processing is a strong plus**

**Responsibilities**

**In this role, the candidate will work with designers and understand the complexity of the blocks and interfaces. A candidate will work with the ASIC design team and will participate in the development of netlist generation from synthesis. A candidate will also support  the design team to do simulations .**

**Responsibilities include: reading the RTL code. Generating chip level timing constraints. Validating the RTL inputs.  Analyzing the power for the design and optimizing for speed/area/power.  Understand and drive the pre-synthesis chip-level timing to ensure that synthesis and layout level timing and other specifications can be achieved.**

**Support chip level verification and physical design timing closure.**

这个工作只有一个目的，就是把HDL代码变成网表，这个对于做FPGA来说大多时候就是按一下就自动生成了，对芯片这事做起来并不像说的这么轻松**，**首先要清晰了解整个芯片的时钟复位电源系统，写出约束文件，把HDL代码用工具转换为netlist，并且分析时序报告，比较网表与代码的逻辑一致性，有些dft插入工作也要在这里完成。这个工作除了要求熟悉电路本身的结构外，主要要求对综合工具有深入了解，并对选用的工艺熟悉。不同的综合策略，得出的网表结果跟所费时间是有差异的，许多年来DC一直是首选工具，每出一个新版本，综合工程师都要看看有什么新搞法。这个职位虽然需要写的代码没有逻辑设计验证那么多，但是一般的设计都要来回综合很多次，大芯片每次所费时间又长，等待的也是很让人痛苦。这个工作需要打交道最多的人是逻辑设计人员跟物理设计人员**。**

这个职位相对来说属于整个数字流程中要求比较高的岗位，**除了对工具的熟悉，一般也要求熟练使用脚本语言。这个岗位基本不会招收刚毕业的学生，大部分是公司内部做逻辑设计的人自学一下然后转岗专门搞这个，**一般国内公司里边专业做综合的人数量很少，所以这些人跳槽的话公司都会加钱留住，当然这些人的责任也是重大的，如果芯片挂了，这些人是没法再老板那里交差的。这个岗位基本招聘的都是有些资历的工程师，一般工资都在15k以上。

**当然这个职位想转行就比较难点，一般都是混时间久了变成公司的台柱子之一，或者去卖DC，不过貌似国内做DC使用培训销售的就那么几个人吧，不同城市的设计服务中心讲课的都是那个面孔。**

硬件工程师，一般指电子电路方面的工程师。按职能分，可以再细分为研发、测试和生产（工艺）。按行业分，大概可以分成强电和弱点，再细有消费类、家电类、工控类、汽车类和医疗器械类。当然还有高精尖的，比如航空航天，军工等等。  
1 硬件工程师这行，方向宽，需求少  
凡是通电的东西，上到飞机潜艇，下到手电门铃，都需要硬件工程师。可以说我们生产生活的每一个角落都有硬件工程师的贡献。  
**但是**！在整个职业需求市场上，硬件工程师的位置比较少。一般的企业，软硬件工程师的比例在3:1到4:1.不过托最近智能硬件风潮的福，可能会有改观。  
2 硬件工程师这行，入门易，精深难  
初级的电子电路知识，高中课程就有。也有不少其他专业的人士，在大学学过一些电路课程，画过几个电路图，自热而然的就认为自己“懂硬件”。  
**但是**！搞硬件，一方面需要“深”，一方面需要“博”。现代电子电路知识是个大坑，其深如海。一辈子钻研，如果能在一个小点上精通，就算大能了。坑爹的是，当个硬件工程师不能光懂硬件，代码要会写，结构要了解，按照行业不同，你可能还需要懂得：控制理论，光，机，热，气，生物，化学等等各个方面的知识。

**工控类比较有前途的技术方向**

plc入门快，但是它是基础。学完plc千万别停下，有很多plc的衍生技术才是有前途的。整理一下自己工作中碰到的几个技术方向：  
1，大规模系统。基础是冗余plc，冗余网络架构，冗余服务器。特色技术有服务器虚拟化，网络架构设计，软件模块化等等。会这些的人，都是带技术团队做大项目的。在上规模的自动化公司才有这个发展机会。  
2，特色系统。电力行业的soe，核电石化行业的sis，过程行业的批次控制。搞算法的做些先进控制（mpc，虚拟仪表）。这个方向有很多，特点就是专精，门槛高。进这些方向得看机缘。  
3，工业大数据，工业4.0，lot。工业自动化和IT的信息壁垒必然要打破。需要大量结合传统ia和it的跨专业人才。未来，工业自动化行业会引进大量it技术，跟不上就会被淘汰，反之，走在前面就有大钱途。

需要补充的是：平台非常关键。在小公司里，一个人可以做一整套项目。设计，绘图，加工，编程，调试一人全包。这种事儿做多了，人就变成了万金油，啥都会啥都不精。接触的市场也基本上都是偏底层，都是规模小要求低的那种。时间长了，都是浪费时间。说好听是技术全面，其实都是入门水平。

这个社会需要的是有特点的，某方面非常突出的人才，而不是啥都会的三脚猫

如果要对工业自动化行业的技术框架有一个全面掌握，了解行业的痛点，看清各种新潮流新概念的脉络，熟悉PLC及其背后的组态思路是绝对必要的。

传统的工控行业，如PLC, DCS这种高端的产品研发，都在国外。国内多是做销售和系统集成。而国内的厂家，在仪器仪表方面较多。近些年，与互联网、机器人相比，工控行业确实没有那么热。但随着工业4.0和中国制造2025的提出，工控行业，肯定会有一个新的飞跃的时期。工控行业，也必将融合互联网技术等智能技术，进行新一轮的技术创新。

系统集成是未来自动控制的发展趋势，虽然在国内还是刚刚兴起，懂得PLC，能熟悉变频器，伺服驱动器等，能做系统集成，维修，检测，做解决方案，是这个行业的职业规划的方向，同时要不断留意市场的信息，对新技术的学习与应用，其实工业自动化，工控这一行业还是非常有前景的，未来劳动力成本的上涨，对生产工艺的更好要求也是我国在工业领域的发展方向。

**下面分别具体说一下不同方向硬件工程师的入职门槛**

1模拟电路方向，这一类指的是射频段以下的模拟电路设计，那些玩运放，ad，小信号的均在此列。6年才入门而已，后面还需要接触更多有挑战的需求，丰富实战经验。当然如果产品对此要求不高，就当我没说。  
2射频方向，这个了解不多，按听说的信息理解。6年就够熟悉某几类频段，精通还有好多路要走。  
3 电源工程师，6年应该比较熟练了，特别是只做单板电源的。如果还想进一步往下走个人觉得最好承担系统级电源设计任务，提高设计可靠性。或者跳出电源工程师的框架，做整个动力系统的设计。没做过电源设计，理解上可能有偏差。  
4 硬件可靠性设计工程师，6年，才摸熟一类器件的结构，如果厂家不更改工艺和结构的话，年轻人，慢慢来吧。  
5 硬件工艺工程师，应该是满足普通要求的，一两年就够了，后面就是想怎么降成本。牛的就是做出别人做不出来的，每一项工作就是在创造极高价值了。  
6 数字电路设计师，虽然高速电路往深了走也要10年8年积累，但是够勤奋的话，blackmagic上的东西，6年也够熟悉的7788了。虽然离顶尖还有距离，但是一般的也够用了。这时候一般的做法是负责整机系统的设计，综合考虑其他硬件岗位，结构设计岗位的设计成本，制造成本，维护成本。保证系统的技术先进性。在一个硬件公司，如果你了解市场，用户需求，渠道，你可以转型做产品经理。如果你拥有渠道，又能搞来钱，那就直接做老板。  
7 还有一类，比如逻辑电路设计。算是硬件电路中的软件。关于器件结构和逻辑技巧本身，2年就应该很熟练了。然后更多的关注点应该集中在上层设计。一般来讲，5,6年经验，给一个功能需求，只要算法上能给出，没有实现不了的。这个时候，就该转到系统层面的设计，具体同前面讲的数字电路设计师。或者变成一个算法设计师，即用户提需求，比如我想要照片中的北京永远蓝天白云，你负责给出一套fpga能实现的算法，并给出各个环节的精度指标和延时。  
测试类，产品导入等岗位基本上都只能从省成本方面创造利润，因此是有上限的。

**硬件工程师职业发展路径**

硬件工程师可以大致分为如下四个阶段：

* 初阶的硬件工程师

在别人指导下完成阶段三和四的一部分工作，应届毕业生入职3个月基本可以达到。

* 普通的硬件工程师

独立完成阶段三和四的工作，一般工作1到2年即可

* 资深的硬件工程师

主导完成阶段三和四的工作，参与完成阶段二总体设计的工作

* 专家级硬件工作师

主导完成阶段一和二的工作

**硬件工程师的职业发展路径**

不管什么岗位都想明白自己的职业发展方向，软件工程师不想一辈子写代码，硬件工程师也不想一辈子奋战在最基层画原理图、调板子。技术一生不是一条银好走的路，设想你到了40多岁了，还要整天看文档，搞电路，和年轻时一样比优势已经没多大优势。可以转行做技术管理，产品经理也行。硬件工程师的发展方向大概有以下几种：

1. 产品经理

产品经理负责一条产品线工作、规划及发展。硬件工程师由于工作涉及面比较广，对产品整个流程的工作及问题都涉及到，适合向产品经理发展。

2. 团队管理者

管理者协调资源、管理员工的工作分配以及绩效、设计完善流程等。每个研发团队都应该有一个叫项目经理（PM）的人，不管是软件项目还是硬件项目。规范的流程里都应该有个PM来做项目管理，这个人不一定是技术最牛的，但他应该了解整个项目所用到的技术，可能他写逻辑代码不是很好，但他一定要知道做逻辑代码用到什么约束，他也应该知道如何测试这些代码。他也应该知道什么样的项目，客户什么样的需求下选择什么样的FPGA芯片……

3. 技术专家或系统工程师

专家提供的是什么？不是源代码、不是原理图，而是产品实现的方案、思路以及技术发展的方向。如果玩模拟电路的话，那是越老越吃香。了解过一个公司，他们花副经理的待遇请一位退休的老工程师做模电技术顾问，这位顾问隔一天来一次，从不加班。但如果遇到模电设计上的任何问题，给他一看，在几张A4纸上推算一下就能帮你解决。模电这东西，是靠经验积累的。另一位老工程师跟我说过：干模电是五年才算出师，十五年才敢说能拿起来。

4. 创业

虽然国家鼓励这样做，但创业是困难的，如果创业卖硬件，就更难了。做好准备，也是一个选择。

**硬件工程师所需具备的技能**

1: 各种DC/DC电源的设计。有人可能会说这些东西IC厂商不是都会给参考的设计和layout么，这个实际上收到设计条件，负载，等约束以后，还有和周边电路相互作用，并且考虑到emc，实际上门道非常多。所以建议你先从最简单的线性稳压电路，和buck 拓扑的dc/dc入手了解相关的内容。顺便可以复习一下关于自动控制原理，零极点的概念等等。应该ic厂商的网站上有非常多的学习内容。

2: 功率传输网络（PDN）第一条是第二条的一个子集，实际上我们一般所接触到的电子设备里面的电路都有非常多的电压值，即便同一个电压值上所带的负载也非常多非常复杂，有些电压上可能会通过驱动电路去带有虚部的负载，有些电压上可能带着运算主频非常高的大功率数字设备等等，所以功率传输网络的意义是让我们的整个电源网络在我们关心的带宽内低阻抗。这样才能保证我们的数字电路，模拟电路和数模混合电路正常的工作。

3. 有很多仪器仪表，都是要通过换能器，或者电桥电路（比如电桥中有一个对温度或者压力敏感的电阻）把其他物理量变换成电流/电压然后进行测量。这也就是一般所说的数模混合电路。数模混合电路的第一步，就是模拟信号处理。这里面包括，阻抗变换，滤波，低噪声放大，差频等等。从零基础角度出发，我建议可以先温习一下pi型滤波网络阻抗的计算，巴特沃滋/切比雪夫滤波器的设计，简单的1-2阶阻容滤波网络的3dB带宽等等内容。

4. 从你能接触到的PCB layout出发，试着理解一下这句话：除了在拓扑上实现电路之间的联通性，好的layout应该保证重要的回路的电流回流通路低阻。这里面内涵非常丰富，为此回答的可读性，我没办法在此展开这个话题。但你可以从这个地方自己展开，进行一些阅读和学习。

5. 利用工作的机会，对常见的实验设备的中/高级功能，进行一些探索和学习。比方说：用示波器观察眼图，用示波器不同通道之间做算术来观察差分信号，如何正确接地来保证观测的高频数字信号不受你所设置的观测点的影响等等。

6. 逐渐的掌握一些功能电路的基本设计思想。我在此举一些例子。这些电路一般都超出学校书本的范围，但是在实用电路里常见。对这些电路有一个大致脉络的了解，可以帮助拓展你的硬件电路思维。快充慢放延时电路，全H桥功率驱动电路，晶体振荡器利用分立式反相器和晶体的起振电路，巧用解码器和编码器设计多种内存的物理地址空间和总线。

7. 逐渐了解不同的核心之间的优缺点，和使用环境。FPGA，DSP，cpu（intel architecture), ARM, uP. 实际上现实设备里的功能并不局限某一种特别的核心才能实现，而且非常常见的是一个复杂设备里面有各种处理器协同。比如说用微控制器进行电源管理，用FPGA进行前端大吞吐量的数据处理，DSP进行后处理。

**模拟电路和数字电路硬件工程师所需具备的能力**

模拟电路方面的硬件工程师需要长时间积累的，老一点的电子工程师基本都是做模拟电路出身，除了具备相关理论知识之外主要是要动手实践，笔者认识的做模拟电路的基本要具备两方面的能力，一是仿真，二是自己动手搭建实验电路，模拟电路这东西元件都比较贵，有些管子动辄几十块钱一个，烧一个浪费一个，所以具备一些仿真能力对于项目初级阶段还是很有帮助的。数字部分，有的人说比较简单，但我却不这么认为，以前也见过不少人做电路板布局、布线也都是一团糟，功能也能实现，因为数字电路逻辑比较清晰，好多人认为数字电路比较简单而不去认真研究，如果你的志向不仅仅是混口饭吃的话，我觉得有必要对数字电路也下点功夫，毕竟现在软件越来越负责要求硬件的水平也越来越高，高频、高密度、多层的电路现在很多项目都要用，学学电磁兼容、信号完整性都可以对自己进行提升。

**通信设备硬件工程师应该具备的知识和能力**

1. 快速学习的能力：

一方面，通信技术，标准，芯片更新的太快了，快到你根本来不及系统的了解它，只能通过特定的项目，需求进行了解；另一方面对于公司来说，需要做的硬件产品也是变化很快，客户需要T1， E1， PDH， SDH，Ethernet， VoIP， Switch， Router， 没有人是什么都懂的，都需要能够结合客户的需求，选择的芯片方案进行详细了解，尤其对于接口协议和电气特性。

假设你是做电源的，同理，你也需要对电源相关的知识和客户的需求进行深入的理解和学习吧？

2. 对协议和标准的理解：

通信设备，顾名思义，就是用来实现多种通信协议（比如T1， E1， V.35，PDH， SDH/SONET， ATM， USB， VoIP， WiFi， Ethernet， TCP/IP，RS232等等常用协议）实现通信的设备，各种电路，PCB板，电源都是为了通信协议服务的。

通信协议一般都是由芯片实现，要么是成熟的 ASIC，要么是自己开发的FPGA/CPLD，芯片工程师或者FPGA工程师比硬件工程师跟靠近通信协议，他们需要对于通信协议理解很透彻，实现各种逻辑上的状态机以及满足协议规定的电气参数标准。按照OSI的七层模型，硬件工程师尤其需要专注于一层物理层和二层数据链路层的协议标准，以 Ethernet距离，物理层是由PHY/transceiver芯片完成，数据链路层是由MAC/switch 芯片完成，对于从事Ethernet相关开发的硬件工程师来说，需要对于PHY和Switch芯片理解透彻，从编码方式，电气参数，眼图标准，模板，信号频率到帧格式，转发处理逻辑，VLAN等等。

对于传统PDH/SDH/SONET设备就更是如此，PDH/SDH/SONET是更硬件的设备，就是说主要协议都是通过ASIC实现的，软件的功能主要是管理，配置，监视，告警，性能，对于硬件工程师来说，必须要熟悉使用的相关协议和接口标准，尤其对于电气规范，眼图模板，这样在设计验证的时候才能胸有成竹。

如果你做智能家居的，你对蓝牙、WIFI、Zigbee的新标准应该要深入了解吧，各自的优劣势也应该了如指掌吧，最新的标准有啥提升和缺点也可以信手拈来，说不定这样你就能做出符合消费者需求的全新产品呢！也指不定在跳槽的时候，因为你掌握了一个别人还没有了解的技术，而获得成功呢！

3. 写文档的能力：

诚如软件设计一样，好的软件设计需要好的设计文档，明确需求，实现什么功能，达到什么验收标准，随着芯片集成度的增加，接口速率的提高，单板复杂度的提高，硬件设计也越来越复杂以及对应热稳定性，可靠性，电磁兼容，环境保护的要求，已经不是通过小米加步木。仓的游击战可以解决了，每一个硬件项目都是一场战争，都需要好好的规划，好好的分析，这就需要好好做文档。

对于硬件工程师来说，最重要的文档有两个：一个是硬件设计规范（HDS ： hardware design specification）和硬件测试报告（一般叫EVT：Engineering Validation& Test report或者DVT： Design Validation & Test report），对于HDS的要求是内容详实，明确，主芯片的选择/硬件初始化，CPU的选择和初始化，接口芯片的选择/初始化/管理，各芯片之间连接关系框图（Block Diagram），DRAM类型/大小/速度，FLASH类型/大小/速度，片选，中断，GPIO的定义，复位逻辑和拓扑图，时钟/晶振选择/拓扑，RTC的使用，内存映射（Memory map）关系， I2C器件选择/拓扑，接口器件/线序定义，LED的大小/颜色/驱动，散热片，风扇，JTAG，电源拓扑/时序/电路等等。

对于DVT来说，要求很简单也很复杂：板卡上有什么接口，芯片，主要器件，电路，就要测试什么，尤其在板卡正常工作的情况下的电源/电压/纹波/时序，业务接口的眼图/模板，内部数据总线的信号完整性和时序（如MII， RGMII， XAUI， PCIe，PCM bus， Telecom Bus， SERDES， UART等等），CPU子系统（如时钟，复位，SDRAM/DDR，FLASH接口）。

好的硬件工程师无论是做的文档还是报道都是令人一目了然，这个硬件系统需要用什么方案和电路，最后验证测试的结果如何。内容详实，不遗漏各种接口/电路；简单名了，不说废话；图文并茂，需要的时候一个时序图，一个示波器抓图就很能说明问题了。

4. 仪表/软件的使用能力：

仪表包括电烙铁，万用表，示波器，逻辑分析仪，误码仪，传输分析仪，以太网测试仪Smartbits/IXIA，热量计，衰减器，光功率计，射频信号强度计等等；软件包括Office（Outlook，Word， Excel， PowerPoint， Project， Visio），PDF，常用原理图软件Pads或者OrCAD，常用PCB软件Pads或者Allegro，Allegro Viewer，电路仿真软件PSPICE，信号仿真软件HyperLynx等等。

无论仪表还是软件，在政治经济学里说都是生产工具，都是促进生产力提高的，作为硬件工程师来说，这些仪表和软件就是手中的木。仓炮，硬件工程师很大一部分能力的体现都在与仪表和软件的使用上，尤其对于原理图软件和示波器的使用，更是十分重要，原理图软件的使用是硬件设计的具体实现，通过一个个器件的摆放，一个个NET的连接，构成了是十分复杂的硬件逻辑软件，是整个硬件设计的核心工作，任何一个原理图上的失误和错误造成的损失都是巨大的，真是“如履薄冰，战战兢兢”。

另外，原理图软件的使用还体现在原理图的美观上，好的设计，简单明了，注释明确，无论是谁，顺着思路就能很快搞清楚设计意图，需要特别注意之处，不好的设计，东一个器件，西一个器件，没有逻辑，命名怪异，难以理解，日后维护起来相当麻烦；示波器在所有测试仪表之中，对于硬件工程师是最重要的，无论原理图还是PCB都是设计工作，但是任何设计都需要仔细的验证测试，尤其在信号方面，都需要大量的示波器工作，不会正确的使用示波器根本谈不上正确的验证，接地有没有接好，测试点的选择，触发的选择，延时的选择，幅度、时间的选择，都决定着测试的结果。如果错误的使用示波器必然带来错误的测试结果，这种情况下，有可能本来是错误的设计被误认为是正确的，带来巨大的隐患；本来是正确的设计被误认为是错误的，带来大量的时间精力浪费。

5. 电路设计的能力：

随着芯片集成度的提高，硬件设计似乎变简单了。首先是逻辑连接，其次考虑信号完整性需要的串行电阻选择和并行电容选择，电源滤波，退耦。不过对于好的硬件工程师来说，简单的逻辑连接（这个芯片的同样总线的输出接另一个芯片的输入，等等），只是硬件设计的最基本技能，电路是芯片功能，通信协议和各种软件的载体，没有对电路的深入理解，根本谈不上对硬件设计的深入理解，尤其对于芯片后面列的电气性能参数或者离散器件各种参数的理解，胡乱乱接，可能在3.3V的总线上可以工作，但是现在工作电压已经降到1V了，什么概念，信号线上的噪声都已经大到可以使采样出现误判了，随着信号速率的提高和工作电压的降低，数字信号已经越来越模拟化了，这就需要对于PCB的阻抗，容抗，感抗，离散器件（电阻，电容，电感，二极管，三极管，MOSFET，变压器等），ASIC的接口电气参数深入了解，这都需要对电路原理，模拟电路甚至电磁场理论深入学习，电路可以说是电磁场理论的子集，没有电磁场理论的理解，根本谈不上对于电容，电感，串扰，电磁辐射的理解。

尤其对于电源电路设计上，现在芯片电压多样化，电压越来越低，电流越来越大，运营商对于通信设备功耗的严格要求，散热要求，对于电源设计的挑战越来越大。可以说，对于一个硬件设计来说，40%的工作都是在于电源电路的原理图/PCB设计和后期测试验证，电源电路设计是硬件工程师电路能力的集中体现，各种被动器件、半导体器件、保护器件、DC/DC转换典型拓扑，都有很多参数，公式需要考虑到，计算到。

6. 沟通和全局控制的能力：

硬件工程师在一个硬件项目中，一般处于Team leader的作用，要对这个硬件项目全权负责，需要协调好PCB工程师，结构工程师，信号完整性工程师，电磁兼容工程师等各种资源，并与产品经理，项目经理，软件工程师，生产工程师，采购工程师紧密配合，确保各个环节按部就班，需要对整个项目计划了然于胸，各个子任务的发布时间，对于可能出现的技术难题和风险的估计，控制。

对于外部来说，硬件工程师还要与芯片的分销商，FAE处理好关系，争取获得更大的技术支持和帮助；与EMC实验室，外部实验室打好交道，获得更灵活的测试时间和更多的整改意见。

**电子工程师可以选择的就业方向**

笔者的专业是微电子。在EE当中，只算一个小分支。所以我不敢把所有EE专业毕业生能干的事儿都说完。只能换一个方式，以笔者的专业为例子来说讲讲学完这门课程，你能干什么。

让我们从大学一年级开始：  
1. 高等数学： 高等数学是重要的基础课程。 积分和微分是大多数工程专业，无论是电子工程还是土木工程，的入门工具。拿微电子专业来说，会解微积分方程才能明白为什么在工艺中，掺杂的扩散会形成指数分布。才能明白少数载流子在无限源基区中的分布也是指数分布。 为什么电容储存的能量是C\*V^2/2...   
当然，高等数学里面有很多定理，我在工作中是没有遇到过的。例如夹逼定理。  
高数当中的拉普拉斯变换在学信号与系统的时候，也是非常有用的。

2. 大学物理： 对于电子工程来说，也是重要的基础课程。特别是电场，磁场这些知识，对于日后设计个无线通信的系统，甚至只是画一个低噪的EVB之类，有指导意义。

3. 体育： 学好了能当健身教练。学不好好歹也该多个爱好。

4. 数字电路基础： 以后想设计CPU？想学数字通信？想设计手机芯片？你得先从数字电路基础开始学起。   
编码，解码，通信，储存和调用信息。这是数字电路最基本的一些应用。数字电路基础这门课学的东西，离这些应用还远着呢。但是它是这些应用的基础。它让你能有个概念：数字信号在物理模型上是怎么被表示的。在半导体里面是怎么被晶体管实现的。它会教你三种基本的逻辑，与，或，非。才能运用这三种逻辑去搭出复杂的运用。加法，减法，寻址，读写信息。

5. 模拟电路基础：带你认识一些基础器件。  
不得不说，在集成电路为主的时代，模拟电路设计基础这样的课程有点儿out了，手头还留着当时的教材，是清华童诗白的版本。它主要的思想还是用分立的方案来解决问题。稍显过时。但它还是有作用的。至少会介绍晶体管的特性，运放的工作原理，设计简单的运放等等。  
学完这本书+电路分析，可以做什么呢  
可以设计一个增益为5的放大器。  
不要继续问我增益为5的放大器可以做什么用，我也不知道。

6. 量子力学：   
这本书的作用有三个：  
折磨你；让你感叹想出这些东西的人有多牛x；继续折磨你  
如果今后要走的路是功率器件设计。那么量子力学，能带理论之类的知识也许是必须要有的。量子力学对于大多少工程师的意义，大概跟热学对于厨师的意义差不多。不过anyway，想出量子力学的科学家真的很牛。搞懂它你会觉得自己也不赖。学完以上的课程，你会觉得你好像懂了一些东西。又仔细一想，自己仿佛还是一个废物，什么也不会弄啊摔。  
我记得大二回家，我一个亲戚听说我是学电子的，拿了一个手机说：我手机坏了，帮我修一下吧。我一筹莫展，顿时觉得自己太没用了。一转身泪如雨下。

还好后来我又陆续学了这些课程：

7. 信号与系统：  
这是特别重要的课程。对于一个电子工程师来说，有可能要去设计一个系统。而大多数系统，只要是需要精确控制的，往往都是闭环的。闭环的系统就有很多问题。稳定性，响应，频响等等。  
对于一个模拟工程师来说，有时候需要设计一个电源。电源的稳定性，瞬态响应等等，都需要用信号的理论来分析。  
对于一个数字工程师来说，也许需要设计一个数字滤波器（音频信号处理有这方面的要求。我不知道我猜的）。这个时候也需要信号与系统的知识来分析。做一个锁相环，也需要用信号的概念来建模分析。  
对于自动化控制工程师来说，信号与系统也是其他上层知识的基础。（对，我又是猜的）。控制导弹的轨迹，也需要收集信号，处理信号，反馈控制。   
模拟电路工程师学到环路的时候，往往觉得有点儿痛苦。其实基础在信号与系统这里。信号与系统把时域响应和频域特性联系起来，是工程学上了不起的成就。

8. 半导体工艺：  
学了这个，可以搞明白我们的集成电路是怎么做出来的了。开始把学到的东西跟工业实际联系起来了。  
在FAB（半导体工厂）工作需要这方面的知识。  
开发新器件，制作功率半导体器件需要这方面的知识。

9. 半导体器件：  
想知道为什么二极管只能朝一个方向流电流？ 为什么三极管能够放大电流？ 你得学这个。  
模拟电路设计的从业人员，需要懂得每个积木是怎么工作的。  
另外学好这个，可以开发IGBT什么的。

10. 概率论与数理统计：  
为什么我设计了一个IC，良率只有百分之九十五？ 为什么我得到的产品，有一半超出了EC table给的limit值。   
别担心，概率统计告诉你。

11. 模拟电路设计：  
开始讲怎么样设计模拟IC了，开始讲放大器怎么设计，比较器怎么设计， 稳定性， ESD， 失配，速度， 良率， 寄生问题， 失效分析。   
然后一批电子工程师走上模拟设计的不归路，90%以上的情况下，你都是在玩那些出来了几十年的老电路，改一个晶体管都要批准的，不停的跑仿真。同等资历下，收入比FLAG低，比普通码农高，不过要真正会玩aVLSI，付出的时间／精力成本可以让你学会任何其他技能。

12. 数字电路设计：  
Verilog登场了。怎样用语言来描述逻辑。竞争冒险问题，版图效率，算法。进行电路仿真。综合，生成版图。  
高速数字电路，关注寄生问题，传播延时，时钟同步……  
一批电子工程师走上数字设计的不归路

写到最后仿佛变成了微电子专业课程介绍。好像对题主的问题帮助不大。那么我再接着胡诌几句。

EE对应的工作领域，不只是芯片设计或者是通讯。  
认为电子工程师只能在这两个领域工作，实在是太小瞧电子工程师的生命力了。  
现今的电子产品在不同的领域有无数的应用。  
白色家电需要电子工程师，  
智能house 也需要电子工程师，  
机电控制需要  
汽车工程里面也需要

电子工程师也不只是做芯片上的设计。  
拿模拟芯片设计产业来说，也不光只有设计电路的人。还需要有人来做应用，做测试，做失效分析，做市场。

只要想好方向，认真努力。必能大有可为。