

YingJieSheng.COM

# 应届生

## 求职大礼包

### 2009

## 硬件工程师

## 职业篇

应届生论坛 BBS:

<http://bbs.yingjiesheng.com>

更多求职大礼包资料下载区:

<http://bbs.yingjiesheng.com/forum-436-1.html>

## 目录

一、硬件工程师职业概述.....	3
1.1 什么是硬件工程师? .....	3
1.1.1 岗位定义.....	3
1.1.2 职业要求.....	3
1.1.3 工作职责.....	3
1.1.3 职业分类.....	4
1.2 人才需求及薪资情况.....	4
二、加入硬件工程师行列.....	5
2.1 应掌握的基本知识及技能.....	5
2.2 资深硬件工程师教你如何正确起步 .....	7
2.2.1 硬件工程师易遇瓶颈.....	7
2.2.2 选择优秀的公司.....	7
2.2.3 选择合适的书籍.....	8
2.2.4 选择有效的沟通.....	8
2.2.5 选择适当的转向.....	8
2.3 硬件工程师必杀技.....	8
2.4 硬件工程师资格考试.....	10
2.4.1 国家硬件工程师职业资格考试大纲.....	10
2.4.2 资格考复习题（参考） .....	11
2.5 面试题（参考） .....	16
2.6 从业经验分享.....	18
2.6.1 工作心得.....	18
2.6.2 从事硬件工程师的感触.....	19
2.6.3 职业发展回忆录——20 年工作经验谈(经典) .....	21

鉴于网络上有太多模仿者推出“求职大礼包”，内容中相关公司的招聘信息介绍全都是过期的，且内容中充斥大量求职培训付费广告，容易误导大家，应届生求职网 [YingJieSheng.COM](http://www.yingjiesheng.com) 友情提醒：应届生求职网推出的“应届生求职大礼包”内容中绝对不含任何求职培训收费广告，希望广大同学明辨。

### 免责声明

本文由应届生求职网 (<http://www.yingjiesheng.com>) 收集整理，内容来自于相关企业的官方网站及热心同学贡献，内容属于我们广大的求职同学，欢迎大家与同学好友分享，让更多同学得益，此为编写这套宝典的本义。感谢！

## 一、硬件工程师职业概述

### 1.1 什么是硬件工程师？

#### 1.1.1 岗位定义

- 1、电脑软硬件安装、调试工作；
- 2、基于 TCP/IP 协议的网络安装调试工作；
- 3、周边产品的安装调试工作；

一个好的硬件工程师实际上就是一个项目经理，他/她需要从外界交流获取对自己设计的需求，然后汇总，分析成具体的硬件实现。还要跟众多的芯片和方案供应商联系，从中挑选出合适的方案，当原理图完成后，他/她要组织同事来进行配合评审和检查，还要和 CAD 工程师一起工作来完成 PCB 的设计。与此同时，还要准备好 BOM 清单，开始采购和准备物料，联系加工厂家完成板的贴装。在调试的过程中他/她要组织好软件工程师来一起攻关调试，配合测试工程师一起解决测试中发现的问题，等到产品推出到现场，如果出现问题，还需要做到及时的支持。所以做一个硬件设计人员要锻炼出良好的沟通能力，面对压力的调节能力，同一时间处理多个事务的协调和决断能力和良好平和的心态等等。

细心和认真的检查，负责任的测试，不懈的学习和积累，才能使得一个硬件设计人员持续不断的进步，而后术业有所小成。

#### 1.1.2 职业要求

作为一个硬件工程师，既需要塌实的硬件知识也需要很好的软件知识，现在随着使用器件的更新对软件的要求越来越高。

学会并掌握主板芯片级维修的基础知识、仪器仪表的使用方法和维修焊接技术，熟悉主板故障现象和维修方法，熟悉主板维修的各种检测方法和器件替换原则，具有分析、解决问题能力，能够维修主板的常见故障。

一般硬件工程师设计硬件电路图、PCB 图，系统连接图，也包括 CPU 里面的底层软件；软件工程师设计上层软件，也包括系统软件，信令和设备间的协议。

就是说，物理层是硬件人员干的，应用层是软件人员干的。

#### 1.1.3 工作职责

- 1、产品硬件设计、调试和测试，进行硬件电路的原理设计；
- 2、严格按照设计要求准备元器件，装备电路，自行调试；
- 3、及时对测试和运行现场中发现的问题进行分析和修正；
- 4、对所完成的模块向公司技术支持和测试人员提供使用指导；
- 5、整理系统详细设计文档；根据项目要求编写技术手册与文档；

- 6、随时学习、掌握新技术及开发技巧，并尽可能应用到电路的设计中；
- 7、依据用户或其他部门（客服、生产、事业部）的反馈修改电路设计；对外协工程师解决不了的问题，进行分析解决。

### 1.1.3 职业分类

#### ✓ 硬件技术工程师

学会并掌握系统的微型计算机硬件基础知识和 PC 机组装技术，熟悉市场上各类产品的性能，理解各种硬件术语的内涵，能够根据客户的需要制定配置表，并独立完成组装和系统的安装工作。

#### ✓ 硬件维护工程师

学会并掌握系统的微型计算机硬件基础知识和 PC 机组装维护技术，熟悉各种硬件故障的表现形式和判断方法，熟悉各种 PC 机操作系统和常用软件，具有问题分析能力，能够制定详尽的日常保养和技术支持技术书，跟踪实施所受理的维护项目。

#### ✓ 硬件维修工程师

学会并且掌握较为深入的微型计算机硬件结构以及数码产品的电气知识，部件维修的操作规程，能够熟练使用各种检测和维修工具，具有问题分析能力，能够对硬件故障进行定位和排除。硬件维修培训分模块进行，包括主板、显示器、外存储器、打印机、笔记本电脑维修课程。

#### ✓ 硬件测试工程师

学会并掌握硬件产品的硬件结构、应用技术及产品性能，熟练使用各种测试的软硬件测试工具，能够独立搭建软硬件测试平台，并评价产品、写出产品的测试报告。

#### ✓ 硬件设计工程师

学会并掌握 IC 设计、电路设计和 PCB 布线标准规范，熟练使用各种模拟器和 PCB 布线软件，达到具有分析和调试操作水平。

## 1.2 人才需求及薪资情况

据前程无忧提供的一份调查表明：IT 业正从近几年的低迷状态慢慢复苏，逐步重返高潮时期。近一个月来，IT 业的有效职位需求数达到了 39762 个，与上月相比增长了 1363 个，是各大类职位需求中增长最快的。

目前，投资热势已引发了 IT 人才需求热。数据表明，苏浙两地的外企招聘数较去年增长 20%。从职位类型看，外企最需要的是软硬件工程师、测试工程师、结构工程师等，一般月薪可以达到 5000 元左右，而手机研发人才的月薪可达 8000-10000 左右。当然相关领域的技术主管年薪更为可观，平均有 18 万—20 万元不等。

针对 IT 职场慢热现象，前程无忧的有关人力资源专家昨日称，企业对 IT 肯定是有需求的，然而这种需求不再是盲目的扩大，而是在按需分配，增加职位的同时还在不断地精简不需要的职位。转自：四川在线-华西都市报

## 二、加入硬件工程师行列

### 2.1 应掌握的基本知识及技能

- 1) 基本设计规范
- 2) CPU 基本知识、架构、性能及选型指导
- 3) MOTOROLA 公司的 PowerPC 系列基本知识、性能详解及选型指导
- 4) 网络处理器 (INTEL、MOTOROLA、IBM) 的基本知识、架构、性能及选型
- 5) 常用总线的基本知识、性能详解
- 6) 各种存储器的详细性能介绍、设计要点及选型
- 7) Datacom、Telecom 领域常用物理层接口芯片基本知识，性能、设计要点及选型
- 8) 常用器件选型要点与精华
- 9) FPGA、CPLD、EPLD 的详细性能介绍、设计要点及选型指导
- 10) VHDL 和 Verilog HDL 介绍
- 11) 网络基础
- 12) 国内大型通信设备公司硬件研究开发流程；

#### ✓ 最流行的 EDA 工具指导

熟练掌握并使用业界最新、最流行的专业设计工具

- 1) Innoveda 公司的 ViewDraw, PowerPCB, Cam350
- 2) CADENCE 公司的 OrCad, ; Allegro, Spectra
- 3) Altera 公司的 MAX+PLUS ; II
- 4) 学习熟练使用 VIEWDRAW、ORCAD、POWERPCB、SPECCTRA、ALLEGRO、CAM350、MAX+PLUS ; II、ISE、FOUNDATION 等工具；
- 5) XILINX 公司的 FOUNDATION、ISE

#### ✓ 硬件总体设计

掌握硬件总体设计所必须具备的硬件设计经验与设计思路

- 1) 产品需求分析
- 2) 开发可行性分析
- 3) 系统方案调研
- 4) 总体架构, CPU 选型, 总线类型
- 5) 数据通信与电信领域主流 CPU: M68k 系列, PowerPC860, PowerPC8240, 8260 体系结构, 性能及对比；
- 6) 总体硬件结构设计及应注意的问题；
- 7) 通信接口类型选择
- 8) 任务分解
- 9) 最小系统设计；
- 10) PCI 总线知识与规范；
- 11) 如何在总体设计阶段避免出现致命性错误；
- 12) 如何合理地进行任务分解以达到事半功倍的效果？
- 13) 项目案例：中、低端路由器等

### ✓ 硬件原理图设计技术；

通过具体的项目案例，详细进行原理图设计全部经验，设计要点与精髓揭密。

- 1) 电信与数据通信领域主流 CPU (M68k, PowerPC860, 8240, 8260 等) 的原理设计经验与精华；
- 2) Intel 公司 PC 主板的原理图设计精髓
- 3) 网络处理器的原理设计经验与精华；
- 4) 总线结构原理设计经验与精华；
- 5) 内存系统原理设计经验与精华；
- 6) 数据通信与电信领域通用物理层接口的原理设计经验与精华；
- 7) 电信与数据通信设备常用的 WATCHDOG 的原理设计经验与精华；
- 8) 电信与数据通信设备系统带电插拔原理设计经验与精华；
- 9) 晶振与时钟系统原理设计经验与精华；
- 10) PCI 总线的原理图设计经验与精华；
- 11) 项目案例：中、低端路由器等

### ✓ 硬件 PCB 图设计

通过具体的项目案例，进行 PCB 设计全部经验揭密，使你迅速成长为优秀的硬件工程师

- 1) 高速 CPU 板 PCB 设计经验与精华；
- 2) 普通 PCB 的设计要点与精华
- 3) MOTOROLA 公司的 PowerPC 系列的 PCB 设计精华
- 4) Intel 公司 PC 主板的 PCB 设计精华
- 5) PC 主板、工控机主板、电信设备用主板的 PCB 设计经验精华；
- 6) 国内著名通信公司 PCB 设计规范与工作流程；
- 7) PCB 设计中生产、加工工艺的相关要求；
- 8) 高速 PCB 设计中的传输线问题；
- 9) 电信与数据通信领域主流 CPU (PowerPC 系列) 的 PCB 设计经验与精华；
- 10) 电信与数据通信领域通用物理层接口 (千兆、千兆以太网, ATM 等) 的 PCB 设计经验与精华；
- 11) 网络处理器的 PCB 设计经验与精华；
- 12) PCB 步线的拓扑结构极其重要性；
- 13) PCI 步线的 PCB 设计经验与精华；
- 14) SDRAM、DDR ； SDRAM (125/133MHz) 的 PCB 设计经验与精华；
- 15) 项目案例：中端路由器 PCB 设计

### ✓ 硬件调试

以具体的项目案例，传授硬件调试、测试经验与要点

- 1) 硬件调试等同于黑箱调试，如何快速分析、解决问题？
- 2) 大量调试经验的传授；
- 3) 如何加速硬件调试过程
- 4) 如何迅速解决硬件调试问题
- 5) DATACOM 终端设备的 CE 测试要求

### ✓ 软硬件联合调试；

- 1) 如何判别是软件的错？
- 2) 如何与软件进行联合调试？
- 3) 大量的联合调试经验的传授；

## 2.2 资深硬件工程师教你如何正确起步

曹旭，某大型通信设备厂商固网产品线的资深硬件工程师，1998 年硕士毕业，专业是无线电。从业将近 10 年的他现在已经成为部门经理，领导 50 多人的队伍从事各种产品的研发。在他看来，国内硬件领域的人才培养机制远远落后于软件，硬件工程师的成长之路更为艰辛。

**“硬件工程师的从业领域非常广泛，几乎所有与电有关的行业都有硬件工程师，”**曹旭告诉记者，“大家比较熟悉的一般是电脑硬件工程师，他们熟知电脑内部各板卡的功能和安装维护，对大部分电脑外设也有详细的了解，最重要的是对板卡的深层了解甚至设计开发。其实，手机、开关、无线电、汽车、医疗器材无一不需要硬件设计师。”因此，硬件工程师很大程度上就是电子工程师。

### 2.2.1 硬件工程师易遇瓶颈

大学里几乎所有理工科专业都与硬件设计、制造有一定关系，与软件相比，硬件基础人才的供应非常充分。然而，由于实际工作中要面对千变万化的主体，实际的硬件设计制造与学校里所教的知识存在差距，在学校里缺乏实践锻炼的理工科学生初入企业会“晕头转向”，必须依靠“师傅引进门”。

但让人沮丧的是，由于硬件开发经验是靠很多人的血汗、公司的巨额投资和个人的勤奋与悟性换来，所以硬件开发领域形成了一个不太成文的事实与规律：出于对个人事业的“自我保护”意识，前人的关键经验绝不轻易外传，由此造成硬件开发领域的工程师普遍面临窘境——想多学东西，却没有人肯教，也没人愿教。中国大量的硬件工程师，停留在单片机等低层次硬件设计领域，想进行更高的技术突破，却缺乏有效的学习途径与经验指导，从而形成畸形的“人才金字塔”结构。

### 2.2.2 选择优秀的公司

曹旭对择业的建议是：要注重技术积累，要使自己在未来的职业发展中有增值。因此，不管是去大公司还是去小公司，都要注意去学习。一句话，要找到那个注重技术传授、能让你在技术上由学生蜕变为职业人的公司。

在进入公司之前，你需要了解公司是否有带教的制度，带教的时间有多长，公司会否安排一定时间的脱产学习，公司是否放手让新人去从事开发工作，等等。“有时候公司管理架构也非常重要，”曹旭说，“比如，有的公司会招一批新人，把他们集合起来放在一个新部门，由一个技术老手领导，然后给他们任务。虽然这样你会很快成为熟练工，但日后遭遇瓶颈的可能也很大。有些公司则会把新人打散，放入不同的部门，这样你开始的发展也许不那么快，但以后可能前途无量。”



### 2.2.3 选择合适的书籍

躬耕于硬件（电子技术）领域，学习与提高是必需的。因为技术发展日新月异，新标准、新材料、新器件不断涌现，不学习就难以设计出最新的产品以满足消费者日趋挑剔的需求。曹旭强调，“我相信一句话：一个人的成功不是决定于他上班做了什么，而在于他在上班之余做了什么。”在学习的内容上，有的推荐看《项目管理》、《知识和时间管理》、《IT 人士如何保健》等书籍，有的建议看点科幻的书籍和电影，还有的建议看看宗教哲学、诗词歌赋。曹旭认为，“技术创新严格讲是一门艺术，艺术需要灵感激发，而灵感的激发，更多的是来源于思维的碰撞。所以只要能开阔自己的视野都应当纳入学习的范围。我最近就在看佛经，可以让身心静下来，对于休养生息、保持身心健康、提高工作效率大有益处。”

### 2.2.4 选择有效的沟通

硬件不同于软件，硬件项目对协作性的要求更高，甚至时时刻刻要求你与其他部门的人沟通。这种沟通必须是明确的，“简单地说，一旦有一个要求，你要理解这个要求在硬件设计上如何体现，然后才能对这种要求做出回应。”很多硬件工程师总是先答应，等不能完成时才说话，可能会对公司产生极大的误导。

打个比方，HW（手机硬件设计）的任务主要是设计电路以及天线，但 HW 必须和 MD（Mechanical Design，手机结构设计）保持经常性的沟通。比如，MD 要求做薄，那么电路也要薄才行得通。同时，HW 也应要求 MD 放置天线的区域比较大，和电池的距离足够远。HW 还会要求 ID（Industry Design，手机工业设计）在天线附近不要放置金属，因为金属会影响天线设计以及容易产生静电。HW 应该要求 ID/MD 去开发新材料，比如 IML（模内镶件注塑），既有金属的感觉，但又不影响天线。

### 2.2.5 选择适当的转向

一位硬件工程师向记者描述他 5 年的职业发展：“刚毕业时做了一年便携式电源管理 IC 的 FAE（现场工程师），觉得专业知识和实际解决能力严重缺乏，又改行做消费品硬件研发，直到现在。刚转时准备做一两年就进原厂做 FAE，但慢慢感觉到根本不太可能，原厂的 FAE 基本都是有四五年研发经验的。”曹旭告诉记者：“他的经历很具代表性，很多人总是盲目转向，其实硬件工程师一定要注意经验的积累。”他给出了三个方向：一是从基础的硬件设计工程师向项目经理或产品经理转行，更多地介入管理领域，走向技术管理的道路；二是向新兴的领域转行，比如在消费电子领域发展的朋友，可以多关注汽车电子、IC 设计、医疗电子等新兴领域，向这些领域转行；三是注意软件的学习，使自己成为复合型的人才。

## 2.3 硬件工程师必杀技

### ✓ 充分了解各方的设计需求，确定合适的解决方案

启动一个硬件开发项目，原始的推动力会来自于很多方面，比如市场的需要，基于整个系统架构的需要，应用软件部门的功能实现需要，提高系统某方面能力的需要等等，所以作为一个硬件系统的设计者，要主动的去了解各个方面的需求，并且综合起来，提出最合适的



硬件解决方案。比如 A 项目的原始推动力来自于公司内部的一个高层软件小组，他们在实际当中发现原有的处理器板 IP 转发能力不能满足要求，从而对于系统的配置和使用都会造成很大的不便，所以他们提出了对新硬件的需求。根据这个目标，硬件方案中就针对性的选用了两个高性能网络处理器，然后还需要深入的和软件设计者交流，以确定内存大小，内部结构，对外接口和调试接口的数量及类型等等细节，比如软件人员喜欢将控制信令通路和数据通路完全分开来，这样在确定内部数据走向的时候要慎重考虑。项目开始之初是需要召开很多的讨论会议的，应该尽量邀请所有相关部门来参与，好处有三个，第一可以充分了解大家的需要，以免在系统设计上遗漏重要的功能，第二是可以让各个部门了解这个项目的情况，提早做好时间和人员上协作的准备，第三是从感情方面讲，在设计之初各个部门就参与了进来，这个项目就变成了大家共同的一个心血结晶，会得到大家的呵护和良好合作，对完成工作是很帮助的。

### ✓ 原理图设计中要注意的问题

原理图设计中要有“拿来主义”，现在的芯片厂家一般都可以提供参考设计的原理图，所以要尽量的借助这些资源，在充分理解参考设计的基础上，做一些自己的发挥。当主要的芯片选定以后，最关键的外围设计包括了电源，时钟和芯片间的互连。

电源是保证硬件系统正常工作的基础，设计中要详细的分析：系统能够提供的电源输入；单板需要产生的电源输出；各个电源需要提供的电流大小；电源电路效率；各个电源能够允许的波动范围；整个电源系统需要的上电顺序等等。比如 A 项目中的网络处理器需要 1.25V 作为核心电压，要求精度在  $\pm 5\%$ — $\pm 3\%$  之间，电流需要 12A 左右，根据这些要求，设计中采用 5V 的电源输入，利用 Linear 的开关电源控制器和 IR 的 MOSFET 搭建了合适的电源供应电路，精度要求决定了输出电容的 ESR 选择，并且为防止电流过大造成的电压跌落，加入了远端反馈的功能。

时钟电路的实现要考虑到目标电路的抖动等要求，A 项目中用到了 GE 的 PHY 器件，刚开始的时候使用一个内部带锁相环的零延时时钟分配芯片提供 100MHz 时钟，结果 GE 链路上出现了丢包，后来换成简单的时钟 Buffer 器件就解决了丢包问题，分析起来就是内部的锁相环引入了抖动。

芯片之间的互连要保证数据的无误传输，在这方面，高速的差分信号线具有速率高，好布线，信号完整性好等特点，A 项目中的多芯片间互连均采用了高速差分信号线，在调试和测试中没有出现问题。

### ✓ PCB 设计中要注意的问题

PCB 设计中要做到目的明确，对于重要的信号线要非常严格的要求布线的长度和处理地环路，而对于低速和不重要的信号线就可以放在稍低的布线优先级上。重要的部分包括：电源的分割；内存的时钟线，控制线和数据线的长度要求；高速差分线的布线等等。

A 项目中使用内存芯片实现了 1G 大小的 DDR memory，针对这个部分的布线是非常关键的，要考虑到控制线和地址线的拓扑分布，数据线和时钟线的长度差别控制等方面，在实现的过程中，根据芯片的数据手册和实际的工作频率可以得出具体的布线规则要求，比如同一组内的数据线长度相差不能超过多少个 mil，每个通路之间的长度相差不能超过多少个 mil 等等。当这些要求确定后就可以明确要求 PCB 设计人员来实现了，如果设计中所有的重要布线要求都明确了，可以转换成整体的布线约束，利用 CAD 中的自动布线工具软件来实现 PCB 设计，这也是在高速 PCB 设计中的一个发展趋势。

### ✓ 检查和调试

当准备调试一块板的时候，一定要先认真的做好目视检查，检查在焊接的过程中是否有可见的短路和管脚搭锡等故障，检查是否有元器件型号放置错误，第一脚放置错误，漏装配等问题，然后用万用表测量各个电源到地的电阻，以检查是否有短路，这个好习惯可以避免贸然上电后损坏单板。调试的过程中要有平和的心态，遇见问题是非常正常的，要做的就是多做比较和分析，逐步的排除可能的原因，要坚信“凡事都是有办法解决的”和“问题出现一定有它的原因”，这样最后一定能调试成功。

### ✓ 一些总结的话

现在从技术的角度来说，每个设计最终都可以做出来，但是一个项目的成功与否，不仅仅取决于技术上的实现，还与完成的时间，产品的质量，团队的配合密切相关，所以良好的团队协作，透明坦诚的项目沟通，精细周密的研发安排，充裕的物料和人员安排，这样才能保证一个项目的成功。

一个好的硬件工程师实际上就是一个项目经理，他/她需要从外界交流获取对自己设计的需求，然后汇总，分析成具体的硬件实现。还要跟众多的芯片和方案供应商联系，从中挑选出合适的方案，当原理图完成后，他/她要组织同事来进行配合评审和检查，还要和 CAD 工程师一起工作来完成 PCB 的设计。与此同时，还要准备好 BOM 清单，开始采购和准备物料，联系加工厂家完成板的贴装。在调试的过程中他/她要组织好软件工程师来一起攻关调试，配合测试工程师一起解决测试中发现的问题，等到产品推出到现场，如果出现问题，还需要做到及时的支持。所以做一个硬件设计人员要锻炼出良好的沟通能力，面对压力的调节能力，同一时间处理多个事务的协调和决断能力和良好平和的心态等等。

还有细心和认真，因为硬件设计上的一个小疏忽往往就会造成非常大的经济损失，比如以前碰到一块板在 PCB 设计完备出制造文件的时候误操作造成了电源层和地层连在了一起，PCB 板制造完以后又没有检查直接上生产线贴装，到测试的时候才发现短路问题，但是元器件已经都焊接到板上了，结果造成了几十万的损失。所以细心和认真的检查，负责任的测试，不懈的学习和积累，才能使得一个硬件设计人员持续不断的进步，而后术业有所小成。

## 2.4 硬件工程师资格考试

### 2.4.1 国家硬件工程师职业资格考试大纲

#### 一、认证机构介绍：

信息产业部电子教育与考试中心作为信息产业部行业教育的支撑机构，经过精心的筹划，推出了硬件工程师高级职业教育项目（简称 HEACE）。硬件工程师高级职业教育项目坚持以“职业为主线，就业为指导”的课程设计原则，为提高我国 IT 从业人员硬件技术水平和职业能力提供了完整的教育培训解决方案。

硬件工程师高级职业教育项目组受信息产业部电子教育与考试中心委托开展硬件工程师系列培训和考试工作。项目组根据多年硬件培训经验开发出了一系列硬件工程师培训课程，包括硬件技术工程师、硬件维护工程师、硬件维修工程师以及硬件设计工程师四个系列的硬件培训和认证。

#### 二、项目介绍

硬件工程师”高级职业教育认证包括硬件技术工程师、硬件维护工程师和硬件维修工程师。主要是针对学生和在职人员推出的一个实用性的职业培训。在严格的职业标准的考核下，

力争把学员培养成为一名训练有素的计算机硬件维护和维修的专业人才。“硬件工程师”认证教育项目是由国家信息产业部电子教育与考试中心颁发《硬件工程师职业资格培训证书》。

### 三、认证课程体系介绍：

#### 共分为三大模块：

##### ➤ 初级：硬件技术工程师（含自学套装版）

学会并掌握系统的微型计算机硬件基础知识和 PC 机组装技术，熟悉市场上各类产品的性能，理解各种硬件术语的内涵，能够根据客户的需要制定配置表，并独立完成组装和系统的安装工作；

##### ➤ 中级：硬件维护工程师（含自学套装版）

学会并掌握系统的微型计算机硬件基础知识和 PC 机组装维护技术，熟悉各种硬件故障的表现形式和判断方法，熟悉各种 PC 机操作系统和常用软件，具有问题分析能力，能够制定详尽的日常保养和技术支持技术书，跟踪实施所受理的维护项目。

##### ➤ 高级：硬件维修工程师（维修基础、主板、笔记本、显示器、打印机、传真机、复印机、数码相机、手机、MP3）

学会并掌握较为深入的微型计算机硬件结构及数码产品的电气知识，部件维修的操作规程，熟练使用各种检测和维修工具，具有问题分析能力，能够对硬件故障进行定位和排除。

### 四、考试

考试系统是由专业公司开发的经过几年运行的成熟系统，为“硬件工程师”的认证考试提供了强有力的平台支持。考试题库建立了一套迄今为止国内最大、涵盖内容最多的近万道考题，并不断进行更新。

### 五、证书颁发

信息产业部电子教育中心与考试中心颁发的

《全国信息技术人才培训工程——硬件技术工程师》

《全国信息技术人才培训工程——硬件维护工程师》

《全国信息技术人才培训工程——硬件维修工程师》

硬件工程师网站[www.pcche.com.cn](http://www.pcche.com.cn)

## 2.4.2 资格考复习题（参考）

### 单项选择题

（1）中央处理器包括（A 分析：中央处理器简称 CPU，由运算器和控制器组成）。

- A. 运算器和控制器
- B. 累加器和控制器
- C. 运算器和寄存器组
- D. 运算和控制系统

（2）运算器的作用是（D 分析：运算器的作用是完成数据的算术和逻辑运算）。

- A. 计算
- B. 算术运算
- C. 逻辑运算
- D. 算术和逻辑运算。

（3）控制器的作用是（B 分析：控制器的作用是控制整个计算机的工作）。

- A. 控制 CPU 工作
- B. 控制整个计算机的工作
- C. 控制运算器
- D. 控制主机工作

（4）指令寄存器的作用是（C 分析：指令从存储器取出后放在控制器的指令寄存器中，然

后对指令寄存器中的操作码部分进行译码产生指令执行所需要的微操作。在指令执行过程中指令寄存器中的内容不能变化。

)。

- A. 存放指令地址                      B. 存放操作数地址
- C. 存放正在执行的指令            D. 存放操作数

(5) 指令按功能分为 (B 分析: 指令系统包括数据传送指令、数据处理指令、程序控制指令、状态管理指令。数据传送指令用于寄存器之间、存储器和寄存器之间、寄存器和输入输出端口之间进行传送数据。数据处理指令包括算术运算指令、逻辑运算指令、移位指令、比较指令和专用指令等。程序控制指令包括转移指令、调用和返回指令、暂停和空操作指令等。状态管理指令包括允许中断和屏蔽中断指令等。

) 等类指令。

- A. 传送、计算、控制、处理            B. 数据传送、数据处理、程序控制、状态管理
- C. 运算、寄存器、程序控制、状态    D. 运算、控制、处理、状态

(6) 指令的执行过程包括 (A 分析: 指令的执行过程包括以指令、分析指令和执行指令)、分析指令、执行指令。

- A. 取指令    B. 传送指令    C. 控制指令    D. 处理指令

(7) 直接寻址方式中, 指令地址码部分给出 ( )。

- A. 操作数                                  B. 操作数的址
- C. 操作数址的地址内存                  D. 寄存器

(8) 采用精简指令系统的目的是 (D 分析: 精简指令系统计算机通过减少不常用指令、指令长度固定等措施提高了计算机运行速度)。

- A. 提高计算机功能    B. 增加字长    C. 提高内存利用率    D. 提高计算机速度

(9) 为了解决高速 CPU 与内存之间的速度匹配问题, 在 CPU 与内存之间增加了 (D 分析: 随着 CPU 速度的提高, CPU 与内存之速度差距越来越大, 为了提高 CPU 的读写速度, 提高系统工作速度, 在内存和 CPU 之间增加了高速缓存 (cache)。由于 cache 的内容是部分内存单元的副本, 所以增加 cache 并不增加内存容量)。

- A. ROM    B. RAM    C. FLASH ROM    D. cache

(10) 动态存储器件 (DRAM) 与静态存储器件 (SRAM) 相比, 其特点是 (C 分析: 动态存储器件 (DRAM) 与静态存储器件 (SRAM) 相比, 其特点是速度慢、容量大、价格低、需要定期刷新。一般用动态存储器件 (DRAM) 制作 RAM, 用静态存储器件 (SRAM) 制作 cache。

)。

- A. 容量大    B. 速度快    C. 需要定期刷新    D. 价格低

(11) 某存储芯条的地址线为 24 条, 则该内存条的容量是 (A 分析: 地址线条数与容量的关系是: 容量=2 地址线条数。地址线 24 条时, 内存条容量是  $2^{24}=16M$  )。

- A. 16M    B. 1M    C. 4M    D. 8M

(12) 与内存相比, 外存的特点是 (C 分析: 与内存相比, 外存的特点是存储容量大、读写速度慢、单位容量的价格低)。

- A. 容量大、速度快                      B. 容量小、速度慢
- C. 容量大、速度慢                      D. 容量大、速度快

(13) ROM 的特点之一是 (D 分析: ROM 中存储的数据可以长时间保存, 它的一个特点是断电后数据不丢失。ROM 一般用于存储计算机固定的、核心的程序和数据)。

- A. 速度快    B. 容量小    C. 价格高    D. 断电后数据不丢失

(14) 磁盘上的一条磁道是 (A 分析: 磁盘划分成若干个半径不同的同心圆, 称为磁道。每条磁道划分成若干个等长的区域, 称为扇区。光盘的光道是一条由内向外的连续螺旋线 )。



)。

- A. 一个同心圆
- B. 一组半径相同的同心圆
- C. 一条由内向外的连续螺旋线
- D. 一组等长的封闭线

(15) 程序查询方式的缺点是 (B 分析: 程序查询方式主要用软件方式实现。它的特点是 CPU 工作效率低)。

- A. 程序长
- B. CPU 工作效率低
- C. 外设工作效率低
- D. I/O 速度慢

(16) 中断过程包括 (D 分析: 中断过程包括中断请求、中断响应、中断处理、中断返回)。

- A. 中断请求、中断响应、中断处理、中断结束
- B. 中断请求、中断处理、中断返回
- C. 中断响应、中断处理、中断返回
- D. 中断请求、中断响应、中断处理、中断返回

(17) DMA 方式由 (B 分析: DMA 方式由硬件实现。计算机硬件中设有 DMA 控制器负责 DMA 请求、DMA 处理等工作) 实现。

- A. 软件
- B. 硬件
- C. 软硬件
- D. 固件

(18) 总线组成包括 (D 分析: 总线组成包括信号线、总线控制器、附属电路。信号线包括数据线、地址线和控制线)。

- A. 数据线、地址线、控制线
- B. 信号线
- C. 数据线、地址线、控制线、电源
- D. 信号线、总线控制器、附属电路

(19) PCI 1.0 版总线的数据线是 (C 分析: PCI 1.0 版总线的数据线是 32 位, 时钟频率是 33MHz, 数据传输率达  $4B \times 33MHz = 132MB$ 。负载能力最大为 10 个接口卡) 位。

- A. 8
- B. 16
- C. 32
- D. 48

(20) 显示卡是 (A 分析: 显示卡是主机和显示器之间的接口电路。显示器不能直接识别和接收主机中待显示的信息, 需要经显示卡转换和处理才能送显示器) 之间的接口电路。

- A. 主机和显示器
- B. 总线和显示器
- C. 内存和显示器
- D. 主板和显示器

(21) AGP 接口可以反 (C 分析: AGP 适应处理三维图形。AGP 显示卡上使用三维图形处理芯片。为了降低显示卡价格, 使用内存存储图形结构, 为此把内存和显示存储器直接连接起来。其总线宽度是 32 位, 基本时钟频率是 66MHz。目前 AGP 显示卡的频率是 4 位基本时钟频率, 即  $66 \times 4 = 264MHz$ 。数据传输率为  $4 \times 264MHz = 1056MB$ 。AGP 显示卡上使用三维图形处理芯片对显示信息进行处理, 这样节省了主机 CPU 资源。

) 直接连接起来。

- A. 主机内存和显示器
- B. 总线和显示存储器
- C. 内存和显示存储器
- D. 主板和显示器

(22) EIDE 接口可边接 (D 分析: EIDE 接口可连接 4 台设备, 数据传输率可达 18MB, 有标准模式、大模式、逻辑块地址模式 (LBA) 3 种工作方式。 ) 台设备。

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

(23) SCSI 是一种 (B 分析: SCSI 是一种智能化、通用型、系统级接口, 适合并发数据处理。它可以连接硬盘、磁带机、光盘驱动器等设备) 接口。

- A. 设备级
- B. 智能化、通用型、系统级
- C. 部件级
- D. 计算机之间

(24) 异步串行通信方式中每帧包括 (A 分析: 异步串行通信方式中每帧包括起始位、数据位、校验位和停止位, 进行数据传输之前必须约定帧格式, 否则传输过程中会出现错误。

)。

- A. 起始位、数据、校验位、停止位
- B. 数据、校验位、停止位

C. 起始位、数据、停止位 D. 数据、停止

(25) 多媒体计算机处理的多媒体包括 (A 分析: 多媒体计算机处理的多媒体包括文字、图形、声音、动画、活动影像等)。

A. 文字、图形、声音、动画、活动影像 B. 文字、图形、声音、动画  
C. 图形、声音、动画、活动影像 D. 文字、声音、活动影像

(26) 表示声卡性能的常用参数是 (A 分析: 常用表示声卡性能的参数是采样率和量化位数。目前声卡的最高采样率为 44.1KHz, 量化位数有 8 位和 16 位)。

A. 采样率、量化位数 B. 采样率、混合器  
C. 量化位数、混合器 D. 采样率、音乐合成方式

(27) 扫描仪是 (A 分析: 键盘、鼠标、扫描仪等是输入设备, 显示器、打印机等是输出设备) 设备。

A. 输入 B. 输出 C. 输入、输出 D. 传输

(28) CPU 芯片中使用流水线技术的目的是 (C 为了提高 CPU 芯片运行速度, 采用了流水线技术、超标量技术、乱序执行技术、增加高速缓存容量等措施)。

A. 扩充功能 B. 降低资源消耗 C. 提高运行速度 D. 减少功耗

(29) SSE 是 (D 分析: SSE 共有 70 条指令, 不但包括了 MMX 指令中的所有功能, 而且特别加强了浮点处理能力, 还专门针对因特网应用, 加强了处理 3D 网页及其声音、图像的能力)。

的英文缩写。

A. 多媒体指令集 B. 精简指令系统  
C. 单指令集 D. 因特网数据流单指令序列扩展

(30) CPU 芯片的主要参数是 (C 分析: CPU 芯片的字长、主频、外频、FSB、cache 容量等参数反映了 CPU 芯片的基本性能。仅用字长、主频参数不能反映 CPU 芯片的基本性能)。

A. 字长、主频、cache 容量 B. 字长、主频、外频、cache 容量  
C. 字长、主频、外频、FSB、cache 容量 D. 字长、主频

(31) 主机板上 CPU 核心电路有 (A 分析: 主机板上 CPU 核心电路有 CPU 芯片、时钟、总线控制、数据缓冲器、地址锁存器等部分)。

A. CPU 芯片、时钟、总线控制、数据缓冲器、地址锁存器  
B. CPU 芯片、时钟、总线控制  
C. CPU 芯片、时钟、总线控制、地址锁存器  
D. CPU 芯片、时钟、总线控制、数据缓冲器

(32) 使用动态存储器件的存储电路必须有 (D 分析: 使用动态存储器件的存储电路必须有刷新电路, 以保持存储信息不丢失。数据和地址是存储电路工作中使用的信息。校验电路在存储电路中可有可无)。

A. 数据 B. 地址 C. 校验电路 D. 刷新电路

(33) USB 是 (D 分析: USB 是一种通用串行接口总线。它可连 127 个设备, 占用 1 个中断, 支持 12Mbps 数据传输率)。

A. 并行总线 B. 串行总线 C. 通用接口 D. 通用串行接口总线

(34) 目前 PC 机并行接口具有 (C 分析: 目前 PC 机的并行接口有 SPP、EPP、ECP 等 3 种工作模式。SPP 是标准并行接口, EPP 是扩展并行接口, ECP 是增强扩展并行接口。 ) 等 3 种工作模式。



- A. SPP、DMA、EPP                      B. SPP、USB、ECP  
C. SPP、EPP、ECP                      D. PIO、USB、SPP

(1) CPU 包括 ( A )。

- A. 运算器和控制器                      B. 累加器和控制器  
C. 运算器和寄存器组                      D. 运算和控制系统

(2) 运算器的作用是 (D)，控制器的作用是 (B)。

- ①: A. 存放运算结果                      B. 存放被操作数  
C. 存放被操作数和运算结果                      D. 存放数据  
②: A. 控制 CPU 工作                      B. 控制整个计算机的工作  
C. 控制运算器                      D. 控制主机工作

(3) 累加器的作用是 (C)，指令指针寄存器 (IP) 的作用是 (C)。

- ①: A. 存放运算结果                      B. 存放被操作数  
C. 存放被操作数和运算结果                      D. 存放数据  
②: A. 存放地址                      B. 产生和存放下条指令地址  
C. 产生和存放下条待取指令地址                      D. 产生下条指令地址

(4) 指令按其功能分为 4 类，它们是 (B)。

- A. 传送、计算机、控制、处理  
B. 数据传送、数据处理、程序控制、状态管理  
C. 运算、寄存器、程序控制、状态  
D. 运算、控制、处理、状态

(5) 指令的执行过程包括取指令、(D) 指令、执行指令。

- A. 处理    B. 传送    C. 控制    D. 分析

(6) 立即寻址方式中，数据放在 (A)。

- A. 指令中地址部分    B. 寄存器    C. 内存    D. 累加器

(7) 精简指令系统计算机的一个特点是 (B)。

- A. 寄存器少    B. 指令数量少    C. 内存多    D. 累加器多

(8) 某存储芯片的地址线为 22 条，则该芯片的容量是 (C)。

- A. 256K    B. 1M    C. 4M    D. 8M

(9) 为了解决高速 CPU 与内存之间的速度匹配问题，在 CPU 与内存之间增加了 (D)。

- A. ROM    B. RAM    C. FLASH ROM    D. cache

(10) 和外存相比，内存的特点是 (A)。

- A. 容量小、速度快                      B. 容量小、速度慢  
C. 容量小、速度快                      D. 容量大、速度快

(11) 动态存储器与静态存储器相比，其特点是 (E)，ROM 工作特点是 (F)。

- A. 速度快    B. 容量小    C. 价格高    D. 断电后丢数据  
E. 要定时刷新    F. 断电后数据不丢失    G. 电路复杂

(12) 磁盘上划分 (A)，称为磁道，光盘的光道由 (C) 组成。

- A. 若干个半径不同的同心圆                      B. 一个同心圆  
C. 一条由内向外的连续螺旋线                      D. 一组等长的封闭线  
E. 圆周角不同的扇区                      F. 若干条由线

(13) 硬盘使用中最怕 (D)。

- A. 噪音    B. 温度变化    C. 尘土    D. 震动

(14) 中断方式由 (A) 实现, 而 DMA 由 (C) 实现。

- : A. 硬件和软件 B. 软件 C. 硬件  
D. 固件 E. 总线 F. 中断源

(15) 中断响应完成 (B)。

- A. 断点保护 B. 保存程序断点地址然后把中断处理程序入口地址送 CS 和 IP  
C. 把工作寄存器内容压入堆栈 D. 执行中断处理程序

(16) 数据总线是 (B) 的, 地址总线是 (A) 的。

- : A. 单向 B. 双向 C. 高阻状态  
D. 某条单向, 其他双向 E. 总线 F. 几条信号线

(17) AGP 显示卡主要针对处理 (D) 面产生的。

- A. 文字 B. 图形 C. 图像 D. 三维图形

(18) AGP 显示卡基本时钟频率是 (B)。

- A. 33MHz B. 66MHz C. 133MHz D. 266MHz

(19) EIDE 提供 (B) 个插座, 每个插座可连接 (B) 个 EIDE 设备。

- : A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 5 F. 6

(20) RS232 标准是 (F) 通信标准。一般打印机连接在 (E) 接口。

- ① ~ ②: A. 异步 B. 同步 C. RJ45 D. RJ11 E. 并行 F. 串行

(21) USB 的数据传输速率可达 (B), 占用 (D) 个中断。

- : A. 12MB B. 12Mb C. 1.5Mb D. 1 E. 2 F. 3

(22) 声卡的主要功能有 (B)。

- A. 处理声音、音乐合成  
B. 音乐合成、混音器和数字声音效果、模拟音频的输入和输出  
C. 音乐合成、混音器、模拟音频的输入和输出  
D. 音乐合成、混音器和数字声音效果、输入和输出

(23) 多媒体计算机与电视机的主要区别是 (B)。

- A. 可以处理声音、图像 B. 可以进行人机对话  
C. 颜色丰富、音响效果好 D. 文字清晰、颜色丰富、音响效果好

(24) MMX 是 (A) 的英文缩写。

- A. 多媒体指令集 B. 因特网数据流单指令序列扩展  
C. 精简指令系统 D. 多处理指令

(25) CPU 芯片的主要性能有 (A)。

- A. 字长、时钟频率、可寻址空间、工作电压  
B. 时钟频率、可寻址空间  
C. 长、时钟频率、容量、工作电压  
D. 字长、可寻址空间、工作电压

## 2.5 面试题 (参考)

1. 用与非门等设计全加法器
2. 给出两个门电路让你分析异同
3. 名词:sram, ssram, sdram (SRAM 是静态随机存储器, DRAM 是动态随机存储器! SDRAM 是同步动态随机存储器, SSRAM 就是同步静态随机存储器!)
4. 信号与系统:在时域与频域关系
5. 信号与系统:和 4 题差不多

6. 晶体振荡器, 好像是给出振荡频率让你求周期(应该是单片机的, 12 分之一周期. . .)
7. 串行通信与同步通信异同, 特点, 比较
8. RS232c 高电平脉冲对应的 TTL 逻辑是?(负逻辑?)
9. 延时问题, 判错
10. 史密斯特电路, 求回差电压
11. VCO 是什么, 什么参数(压控振荡器?)
12. 用 D 触发器做个二分频的电路. 又问什么是状态图
13. 什么耐奎斯特定律, 怎么由模拟信号转为数字信号
14. 用 D 触发器做个 4 进制的计数
15. 那种排序方法最快?

#### 一、 研发 (软件)

用 C 语言写一个递归算法求 N!;

给一个 C 的函数, 关于字符串和数组, 找出错误;

防火墙是怎么实现的?

你对哪方面编程熟悉?

硬件:

- 1、继电器控制电路。
- 2、SDRAM 是怎么工作的
- 3、写出逻辑表达式说明 A2A1A0 大于 B2B1B0。
- 4、常用触发器有几种
- 5、示波器有几种触发方式, 举出三种
6. TIC6000 DSP2. 二极管 3. RISC4. IIR

#### 三 简答

1.  $x(t)$  的傅立叶变换为  $X(j\omega) = \delta(\omega) \delta(\omega - \pi) \delta(\omega - 5)$

$h(t) = u(t) - u(t-2)$

问: (1),  $x(t)$  是周期的吗?

(2),  $x(t) * h(t)$  是周期的吗?

(3), 两个非周期的信号卷积后可周期吗?

2. 简述分组交换的特点和不足

#### 四 分析设计

1. 波形变换题目

从正弦波→方波→锯齿波→方波, 设计电路

2. 74161 计数器组成计数电路, 分析几进制的

3. 用 D 触发器构成 2 分频电路

4. 判断 MCS-51 单片机的指令正确还是错误, 并指出错误原因

(1) MUL R0, R1

(2) MOV A, @R7

(3) MOV A, #3000H

(4) MOVC @A, DPTR, A

(5) LJMP #1000H ()

5. MCS-51 单片机中, 采用 12Mhz 时钟, 定时器 T0 采用模式 1 (16 位计数器), 请问在下面程序中, P1.0 的输出频率

MOV TMOD, #01H

```
SETB TR0
LOOP:MOV TH0, #0B1H
MOV TL0, #0E0H
LOOP1:JNB TF0, LOOP1
CLR TR0
CPL P1.0
SJMP LOOP
```

1、c51 的指针有几位？数据存贮类型有几类？

这个得问会用 c 编程的人，我平时都是用汇编的

2、选择运放的标准？

带宽，开环放大倍数，共模抑制比，输入输出阻抗

电源，噪声系数，是否是 rail-to-rail

3、一般你采用那种放大电路？有什么优点？为什么采用？

反向放大或者差动放大

输入阻抗大，能够检测小信号

4、DSP、8086 和 51 的区别？

DSP 数字信号处理器，一般采用多总线结构（即哈佛结构）主要应用于大量浮点或定点运算场合特别是数字信号处理

8086 是 intel 推出的第一款通用微处理器，采用冯诺伊曼传统计算机结构 51 是 intel 推出的第一款单片机，主要应用于控制

5、RS232、RS485 的区别？

## 2.6 从业经验分享

### 2.6.1 工作心得

一直都看到电子工程专辑网站论坛上有人讨论这个问题。

现在的硬件工程师都吃青春饭哒，35 就基本上不好找工作哒，工资还少的可怜。涨到 8000 左右就已经很辉煌了（不包括做 IC 设计和系统设计的）。

按道理讲，现在这个社会，科技发展很快，很需要这样的技术人员，为么硬件工程师行情还降拉勒？

前几天某大公司的高工讲了一番话，我终于算是明白过来了，一针见血啊？

回复就看见血的内容。

以前，公司都愿意找能力强，资格老的人才来做研发，有点个人英雄主义色彩。一个优秀能干的员工能给公司带来很大的利益。

但是，凡事都是双面性的。

现在这个社会，公司人口流动很快。能力强的、聪明的人，虽说给公司带来过不少利益，但也经常给公司带来很大的伤害。做几年就高飞的人太多了。也正是这些不安分的人，给整个产业带来了新的生机，把公司里好的技术和管理发扬光大了。但是他们的离开给公司造成

了很大的缺口，很多地方都要好久才能补上。总之，元气大伤。

这种情况见的多了，这些大公司就精了，他们发现，不能让公司太依赖人才，而应该让人才依赖公司才对头，所以，他们把各个部门划分的很详细很详细，每个人负责的东西很单一。这样一来，“术业有专攻”，效率上去了，经验积累了，工作都流程化了。渐渐的，公司的运作流程化了。

这样的结果是，硬件工程师的研发工作已经很单调了，没有什么太多的创作性在里面，什么创意、可靠性、稳定性等都有专人做了，你就只需要拿个小手册，按规矩画画电路图什么的。

工作简单单一了，公司就不会花高薪请资深的专家来做硬件开发了。专家都做别的事情去了，什么分析师啊、架构师啊，等等等等。

总的来说，现在规模越大的公司，分工越细，硬件开发工程师的要求就越低。反倒小规模公司要多面手，但是很多“资深”工程师不屑于去。所以大家都开始抱怨。

所以，硬件研发工程师们一定要有个明确的职业发展方向。不要以为进大公司了你前途一片光明。在大公司里学做人，小公司里学做事。如果想技术上有造诣，工作中的经验积累只是一方面，想要有突破，要靠自己业余深造!!!! 不然，路会越来越窄的。

硬件工程师们，要认清行情。加油加油！

破了美梦，表骂我，我也是难民……

## 2.6.2 从事硬件工程师的感触

转眼间，已经毕业一年了，在这一年中经历了很多，工作已经换了两个了，住的地方好像已经换了两三个了，这中间不包括跨地区生活。

我刚大四的时候，应聘一家网络公司做硬件开发，03 年的时刚过完年，我就千里迢迢的来到了一个陌生的地方，在这以前，我从来没有坐过火车，没有离开过家门。经过一天一夜的折腾到了公司，由于刚过完年，车上的人很多，所以没有怎么休息，到了公司就想找个地方睡上一会，可是公司完全没有准备，一直到了晚上 10 点多我才得以到了睡觉的地方。但是看看那地方简直太脏了，而且公司的老员工都尽情的玩电脑，不能休息，就这样我开始上班了。

在这个公司我还是学到了不少的东西，接触的都是一些比较先进的技术，上学的时候就没听说过 ARM，到了公司，公司让做基于 ARM 的毕业设计，当时那个难，没办法就只有硬着头皮上了，每天 7:30 上班，晚上就 12 点以后再走，我总算看懂了一些简单的硬件代码程序，这大概有串口的，IIC，还有 Flash，RTC 等等，指导老师让我把所有的程序代码组织起来成为一个系统，当时什么思想都没有，况且我专业是通信工程，对这些硬件的东西完全是一片陌生，没办法，晚上别人睡了，我自己还再那看，以致于我生了一场病，那时候闹非典，他妈的那个背呀，就别提了，公司刚给我 400 快的生活费，一场病就这么没了。病好了以后我就接着写自己的毕业论文，大概到了 6 月初就完成了基于 ARM 的课题，到了学校得到优秀。

毕业以后我就想着，继续到这家公司干，大概 7 月中旬，我和两个大学生带着满腔的热血来到了公司，但是发生了很大的变化，原来指导我老师已经离开了，公司一个做软件的高手也走了，整个研发部就剩我们几个孤苦伶仃的大学生了，而且老板的态度发生了 180 度的打转弯，对我们连理睬都不理睬，我身上没有钱，就去借同学的，公司是不管你的，就这样我带着被人耍的心情离开了，（我同学去接我，这时候同学的情意他妈比什么都来的实在和有人情），所以告诫应届毕业的同学一定要珍惜同学间友谊。

来到我现在的地方以后，那就叫苦日子来了，这中间我没有问家里要钱，是因为我觉的

毕业了，就没有必要了，顺便说一句，我出来的时候我妈就给了我 100 快人民币。我都觉的自己牛呀！到了这里，我的另一个很铁的同学给了我 300 块钱，然后把手机给我让我找工作，找工作的日子也很困难的，那时候闹非典呀，企业本来就亏了，招人单位也不多，要不就要求的学历低，这地方是生产重镇，企业招人都不要求本科学历，如果你是本科，企业也不好要你的，就这样晃了一个多礼拜，这中间的那个热就不要提了，由于是北方的人，在这水多的城市里本来就不适应，这里的热和我们那不一样，这是潮热，我们那是干热，有时扛不住了，真想回去算了，但是回去都没有路费，没办法就继续找工作，后来我在网上投的简历有了回音，去面试，没想到就成了，在这家公司学到的东西是我一辈子的都受用不进的。

进入第二家公司，从事的还是嵌入式的硬件开发工作，不过处理器用的摩托罗拉的处理器，而且都是比较高端的 CPU，比起 ARM 就复杂多了，这里的硬件开发人员学的东西比较多，可能也是全中国最累的公司了，这里的硬件人员做原理图设计、PCB 设计、EPLD 设计、系统 BSP 设计、芯片驱动设计、焊接、调试以及产品说明书都是硬件人员完成，不过这样也锻炼了我，在这家公司，我做了两个项目，一个是 MPC8250、另一个就是 MPC8241、还维护过一块 MPC852T 的板子。这家公司的开发氛围简直是太好了，我们硬件项目组的项目经理代大家都象兄弟一样，不过说实话，还就是累，每天都 12:00 以后走人睡觉。在这里我首先学会了焊接技术，然后是 PROTEL 的应用还有就是 EPLD 编程。不过在调试中间到学到了不少的东西，这里我做一些总结希望对那些刚毕业，想从事硬件开发工作的同学一些帮助，当然了高手就不用看了：

- 1、 调试前，要有硬件设计文档和硬件调试文档，如果你没有这些文档，说明你根本就不懂你自己做的项目。

- 2、 调试中要根据调试文档进行严格的调试，步骤一定要分的细致，焊接中间要注意芯片不要全部焊上，调试什么焊接什么。

- 3、 焊接板子的过程不要产生虚焊和搭焊，一定要保证。

- 4、 调试有 BGA 板子要做到 BGA 贴片完好，因为本人曾经经历过贴片贴了 3 次都没有贴好境况，当时我都傻了。

- 5、 多向有经验的人员学习，要能判断是硬件问题还是软件问题，比如你用 VXWORKS 操作系统一定要学会 Tornado 跟踪代码，这样我想你应该大概可以判断是硬件问题或者是软件问题了，不过话说回来，驱动不是一天两天就能弄懂的，改写驱动一定要有标准的注释。

- 6、 要多看资料，可能刚毕业的同学都烦看英文，我也一样，英文压根就不行，不过没办法，谁让我们国家的 IC 技术比较落后呢。

- 7、 平时调试中间一定要有记录，多总结调试中遇到的困难和方法。

好了，就那么多了，由于硬件开发工作不是软件开发，可能学习的过程比较的长，不过话说回来，可能刚毕业的同学以为做硬件的就不要编程，其实这是大错特错，硬件人员值钱的地方就是能编程，加入你就会用 PROTEL 做一些电路设计和 PCB 设计，那么我想你 5000 一个月就算到头了。

接下来说说我的第三家公司，到了这，我就觉的做的事情很简单，没以前的压力大了，这里做的国产的 CPU，我来就做一些应用方面的工作，应该做这种事的人在这不多，不过这博士和研究生很多，公司还坐了几个老外，刚看见就觉的挺牛比的。以后共事就知道大家的深浅了，不过国产的 CPU 就是不如 MPC 系列高端的好用，不过价格肯定比较的便宜了，不过在这就觉的没什么，就是工资稍微高了点，我想不是因为工资高，我也不会离开以前的公司的。

好了，助想做硬件开发的人员都多发财，希望我们可以多交流。



## 2.6.3 职业发展回忆录——20 年工作经验谈(经典)

真的很长，但是的确值得一读再读。尤其是 IT 业内人士。

我是一个有 10 年电子产品研发经验的工程师和 10 年 IT 知名公司研发中心管理经验的技术管理者。世上好的管理理念可能归纳起来就那么 1~2 百条，也都好理解，难的是怎么适当地运用在特定的环境中。下面的文章共 18 篇，是我 20 年工作中的片段，也是我在研发及管理中的实际体验和感悟。

### ◇技术启蒙

1977 年的 5 月我进了宿迁无线电厂。今天已极少有人知道这家厂，但当时这家厂还是有些名气的，因为当时设计新产品技术队伍中有在文革中遭解散的南京无线电工业学校的校长，教导主任，系主任，各科教师。其中有中国的第一代电化学专家叶厚禺，第一代无人驾驶康拜因(拖拉机)的无线电控制设计者赵骥，第一代雷达设计师赵柏林，第一代无线电专家洪瑞楫，第一代飞机机械师龚维蒸，还有靠“自学成才”的 60 年代即是华电工程师的张世昌。这些人才，多是因政治运动，先被排挤到学校再被下放到宿迁。当时工厂设计的晶体管图示仪和集成电路测试仪以及微波测试仪器产品畅销全国

龚维蒸老师原为系主任，当时已有 50 岁，头发花白，是南工（现南京东南大学）双专业的 50 年毕业的本科生，也是中国第一本《无线电设备结构设计》教材的编写者。在工厂是结构设计室的主任，当时我们有 6~7 个高中毕业生跟他学模具设计和仪器结构设计。每天半天学习理论和做作业，半天工作。当时的工厂主产品 JT-1、JT-3 晶体管图示仪畅销，每台成本几千块，每台销售价 7 万 5 千块。市场竞争也不激烈。

龚维蒸老师主要给我们上 4 种课，《机械制图》，《材料力学》，《冷冲模设计》《无线电设备结构设计》。他讲课深入浅出，循循善诱，结合实例，总是鼓励人，从不批评人，也从没看过他发过脾气，真正的敦厚长者。当时我们基础实在是太差，他讲完一点，总是会问：听懂了么？因为我的好问和勤奋，使我很快在几个人中脱颖而出。2 年多的上课使我打下了良好的无线电设备结构设计理论基础，我当时还花半个月的工资买了铁摩辛柯的《材料力学》硬啃了很长时间，一直到读了大学才知道，龚老师的课选的是多么准确和有效，使我们一点弯路没走。我的一个大学老师跟我们说的是：学好《机械制图》，《材料力学》，给你半个工程师。对一个电子产品结构设计工程师来说，真是金玉良言。

我的另一个师傅是张世昌，因为工厂要自制一套 4 开制版机（用来做 PCB 的胶片）我被抽调到这个产品设计小组跟他学做结构设计，实际上主要是制图，将他的设计思想，用图纸表达出来。第一天他先让我削只铅笔，结果是他不满意，他削了只让我看，用中华 2H 铅笔，笔芯削成 20mm 长的圆锥过渡，铅芯要露出 5—6mm 长，再用细沙纸磨成圆锥型，笔尖直径 0.2mm。他用丁字尺划了一条直线，一边划，铅笔一边转，铅笔与图板倾斜成 60 度。他说，这样笔尖不会一下被磨秃。然后，他让我写 0~9 的阿拉伯数字。我写完后，他说，你数字写的不错，我推荐你去财务科，看我脸涨的通红，他说“8”字要这样写，我看着他用 1 了 4 笔，每笔 4 个半圆写成了标准的仿宋体“8”。就这样我跟着他一丝不苟的开始了制图工作。他教会我选择三视图的技巧，运用局部剖视图和重复剖面图的表达方法，特别是强调要精确，简洁，完整的表达零件，不能少表达一个要素，也不能多划一个视图。“让水平低的人也能看懂你的图，好的工程图纸就是一幅艺术划”这些设计理念，深深地影响了我。他极富创意，教会我巧用机械原理，实现制版机结构和传动的设计。一个个想法从图纸变为实体零件，也使我渐渐地喜欢上了这个工作。

事实上，张世昌老师还是一个多才多艺的人，他做的古筝，被淮阴地区剧团长期使用。他甚至教我们自己制做小提琴，告诉我们要用什么木料和特别的剖料方式。这个问题在我后来带的多个研发团队中，作为有奖问答，几乎无人答出。他给我也是给那个小城留下最深的影 响是，当时有一出大热的话剧叫《于无声处》各地都在排演。话剧两个多小时，要反映的情节是 24 小时。张世昌老师用一座钟改变传动比，加上硬纸板做成大钟面和表针，用缝纫机做车床加工精密零件。钟做成后，挂在舞台上，成功的反映了剧情时间的变化。

张世昌老师家居图书馆，他太太是 50 年代的北大图书馆系毕业生。当时是县城图书馆馆员，星期天我去借书时，常看他一家都在图书馆院中读书，他看的杂志，书籍面非常广，比如象《化石》，《乐器制作》。我从小就养成了阅读的习惯，但限于文学类，进工厂后，因工作需要也常借技术书看。受他的影响，我开始读《地理知识》《航空知识》《科学画报》《化石》《考古》《摘译》等五花八门的杂志。

1977—1978 是我学习技术的最幸福时光。那样的学习工作条件，可能今天的研究生和一流企业也不能具备，工厂环境在当时也称得上是花园工厂，有良师，有一个好工作，有技术可学，衣食无忧，没有什么竞争，还有一个自己心仪的女孩是同事，刚刚从生活的阴影中走出来的我，真的好象是来到了理想中的乌托邦。

我是 1970 年随父母从南京下放到宿迁的，1974 年在宿迁中学高中毕业，1977 年才进工厂，岁月蹉跎。一位与我有同样经历的小学同学对我说，人要有“一技之长”，才能在社会上立足。所以，从进工厂起，我就有了个理想，奋斗 10 年，成为工程师。

### ◇三年寒窗

1978 年我参加了高考，可惜没考上，主要原因是当时我的工作已不错了，没有全身心投入复习，现在看来是鼠目寸光。原本准备来年再考，可突然来了读大学的机会，那就是中央广播电视大学开办并冬季招生，1979 年 2 月开学。开始并没打算读，可是读电大有一个好处是，可以带薪上学。就这样，通过简单考试，我开始了读电大。此时国家落实知识分子政策，原南无复校，老师们陆续回宁。工厂新产品设计需要人，所以读电大的 3 年我是一边读书，一边工作。

大学的三个要素：名教授，图书馆，实验室。实际上电大仅具备了第一个。当时授课的大多是清华，北大老师。电大也成就一批名师，象教 Basic 语言的谭浩强，教英文的郑培蒂被媒体评为全国最多学生的老师，他们走到哪里，都被优先照顾，因为到处都有他们的学生。电大是全国统一教材，统一上课，通过电视同步传到各地。由于还没有有线电视，用无线接收。电视差转台常出故障，刮风下雨，天线摇摆，转播效果更差，屏幕上往往是雪花飘飘。一节 课耽误了，就无法弥补，全靠自学。电大采取的是宽进严出，考试是全国统一试卷，考试地点是相对集中。我们是在地区市的淮阴。完全没有普通大学老师学生面对面的种种便利。

我们那个班开始有 50 多人，一学期下来就不见了一半，一年后还剩 15 人，到毕业，只有 8 个人。我因是一边读书，一边工作，每天只睡 4~5 个小时，整整 3 年几乎天天如此。为什么有那么大的恒心？说起来，是因为工厂里自己心仪的女孩跟一个驻军的团政委儿子好上了，我觉得主要是自己的经济条件不够好，因此为了出人头地，发愤读书。实际上，现在想想不可思议，当时就没有跟人家表白过，也许追一下，就是另一种结果。3 年下来，人瘦成 97 斤，而且以后 10 年如此。

我的毕业设计是“RL-2 微波漏能结构设计”那也是我们工厂实际研究设计的一个新产品。用来探测微波设备的微波泻漏能量。微波设备包括雷达，电视发射台等，超过 30mw/cm<sup>3</sup> 的微波对人体是有害的。在毕业设计答辩上，我从探测原理讲起，结合挂图介绍了主要器件传感器，又介绍了为将传感器上获得的讯号能在表头上显示出来，需放大电路和转换电路，

这就是电路设计工程师的工作。另一方面，为了让电路板能放在合适的位置，也为了电路不受干扰，又为了传感器要有合适的形状便于手握，又因为是移动中使用的产品，特别要考虑防振设计，而这些就是电子产品的结构设计。我还重点介绍了产品中需要的一种材料：它即要能够被制成异型。又要能耐高温不变形，还要对微波无反射。为找到这种材料（氮化硼）所做的研究过程。我的报告受到了内行和外行的好评。

我之所以要比较详细的说这件事，是象这样真正的原创性的研究和设计是非常锻炼人的，也非常有挑战性，在我后来的 20 年研发工作这样的项目不多。事实上在很多 IT 公司的研发部门也是如此，我见到的一家国内大公司的名校毕业生，津津有味的在做整机级测试，没人告诉他们，这不能算是研发。我的一个感觉是这些年来国内很多 IT 大公司研发做的越来越浅，远不如 80~90 年代的企业。所以，整体上我们工业技术可能与发达国家比现在离得更远。当然有些公司除外象华为，中兴等。

### ◇十年磨一剑

龚维蒸老师看我想真学技术，就对我说，要想学透一行，要花十年工夫。先用 3 年时间，将这一行需要的基础理论知识掌握；再用 3 年时间将这一行的书，文章全部找来读，了解这门技术的来龙去脉和当前的发展状况；再用 3 年时间选择其中薄弱分支进行研究，这样你就可以有所成就。

1984 年我回南京进了熊猫集团东方无线电厂，工厂主要产品是收录机和组合音响。我先是在工艺科结构室，主要的工作是：在设计阶段审查设计部门的结构设计图纸工艺性；在生产阶段承接设计部门的技术，写工艺流程卡（作业指导书）和处理生产线的技术问题。

就现在看，后一个工作任务就是现在很多公司里工程部的职责。而前一个工作任务在大多数公司没有部门承担，这也是很多新产品样机做的可以，当批量生产时，问题就百出的原因之一。一个通则是，把技术问题解决在前端，将大大降低新产品失败的风险和成本，这是技术管理者要关注和研究的重要课题。

半年后发生了两件对我有影响的事。第一件事是描图员忙不过来，我去客串帮忙，在描一张图时，顺便改掉了一个明显的设计表达错误。按理描图员是不应做任何改动的，所以这引起了那位设计师的不满，好在负责结构设计的副所长就在旁边，拿过去一看，说改得对，就这样了。并且问我，你怎么会知道要这样改？我说，我是做过结构设计的。第二件事是我审查一个新产品的一套结构设计图的工艺性，正巧就是这位副所长设计的。我找出来其中十几个制图和设计不当问题。我看完后，随口跟旁边的同事说了一下，谁知这信息迅速传到了他耳中，而且也不知怎么传的。据说他听后是暴跳如雷，说我的图纸还会问题，他一个小年青，搞得不得了。我的室主任说，这是个不能碰的人，因为又是交大毕业的，又是副所长，这个时候，我的倔强性格也出来了，说：白纸黑字在那呢，大家都可以看啊。结果却是，下午当面沟通时，他一一修正了问题。

因为这两件事，由设计所长提出，将我调到了设计所。我回到了结构设计的本行，此时我实际上已有了 6~7 年的冷冲模和仪器结构设计经验。仪器主要用金属薄板做结构件；而音响的结构件主要是塑料件，塑料件的设计对我来说是个新课题，除此以外，结构设计的内容是相通的。我买了能够买到的所有塑料材料和零件设计的书。

塑料因为可以设计成复杂零件，这特别考验一个人的三维空间想象能力。业界一直有两类设计师，一类是先设计个大概轮廓，再做一个手板，根据手板，再完善细节设计。另一类是完全想好细节，并用图纸完整表达，再去做手板，这种做法，改动会很小。但非常考验设计者的功力。我是一直坚持后者的做法。同理，做一个整机结构设计，首先要划装配图，没有精细的装配图就匆匆划零件图也注定会反复甚至翻船。



我对设计的定义就是能够将设想和计算通过图纸将其表达出来，并可以成功的做成产品。对设计师来说，关键能力是还没有实物，但这物体已在脑中想象成形。而不是依葫芦划瓢。

调来设计所后，也是新手但有相当才气的丁石藤和我分别独立担任电路和结构设计师，设计高性能的双卡收录机 8400。这是个全新产品，全套结构设计图包括装配图，零部件图，我一人 40 天完成，开模后一次试模成功。电路也如期设计调试完成，整机试投产后也一次成功，没有发现大问题，故试产后一天都没停就又投入了 6K 的批量。做到这个状况，任何一个做过设计的人都知道这是很难达到的一个技术水准，同时这里面还有很多的协调工作，当然还有运气，比如模具厂，PCB 厂没有出问题。因为成功的设计了这个产品，也因为领导和同事的认可，我被任命为结构设计室主任。这在那个论资排辈的年代和国企环境是很破格的事情。我所在的设计室基本上都是有十几年工作经验的设计师。而我的搭档也成了设计所长——丁石藤是我迄今为止见到的少数几个杰出人才之一，他最厉害的就是思维清晰而简洁，一语中的，具备超常人的智商，面对技术问题他几乎不会出错。而我的不出错是靠我的勤奋和专心，我在做设计时经常半夜惊醒，发现一个计算错误。

我这时才知道，龚、张两位老师教我的专业知识，技术和自己三年苦读加工作，使我已积累了相当的专业功力。连我自己也奇怪，我对塑料零件设计并不熟悉，但遇到问题我总能迅速找到解决方法，我没有什么问题需要问我的同事，相反我倒是经常帮他们的忙。

后来我接触过很多的工程师，发现他们虽然在 R&D 部门工作了 1~2 年，但并没有掌握他们那个专业的知识和技能，更糟糕的是他们不知道那个专业应该学些什么。一方面我为自己感到庆幸，一方面我也得出一个结论，刚刚工作的 1~2 年对新大学生太重要了，没有一个好的师傅指导，会走多少弯路，甚至于就此碌碌无为。

我在结构设计室主任的位上一坐 10 年，虽然 2 年后我就就兼职副所长，八年后又做了所长。

8400 产品在生产车间量产时，在一张检验桌旁，检验科长问我，产品成功了，拿多少奖金就满意了，我说奖金不在乎，我希望能生产 5 万台，成为畅销产品。那是真话，那个年代的工程师，更看重的是名声。事实上由于是定位在高端的产品，销路并不好。所以厂里在分析了市场后，决定大幅度削减附加功能，仅保留主要功能，从结构上仅换面板，其余沿用原来的零部件。这大大快了设计进度。产品投产后命名为熊猫 2200 双卡收录机。就是这个产品上市后，因供不应求，包括熊猫集团本部的工厂一共 4 家厂生产，整整畅销 3 年，共产销 120 万台。为工厂创下巨额利润。也创下全国音响行业单机种销量的奇迹。

总结起来这个产品市场成功要素一是价格低，二是品牌好，三是质量稳定；技术成功要素是通用化，标准化，操作简单，外观美观。

在后面多年的产品设计中，几乎工厂所有的主要畅销产品都是我做的结构设计，或者是我带徒弟做的，实际上那时已有竞争，往往是几个设计小组同时做设计，然后由销售人员和厂长确定。产品的成功，也让我的技术日趋提高，也为我赢得了很高的厂内外声誉，在我远没有被评为工程师的时候，从厂长开始就上上下下都叫我“马工”。

那时候的厂长是一个比较通达的人，一般我们完成一个产品设计就会让我们休整一下。由于多发奖金还是一个困难的事，所以一般都会安排骨干到各地去做市场调研，调研也是真的包括与经销商沟通和自己站柜台做一天营业员。然后会游览一下当地风景。除此之外我自己会利用这段时间和下班时间研究一些技术。

80 年代家电产品大量的使用塑料零件，这就带来了材料选择，零件设计和零件连接的很多问题。我开始研究其中的塑料零件连接技术，国内出版物已远不能回答我思考的问题。从 1985 年开始，我开始读《Plastic Design Forum》，《Plastic Engineer》，《Toshiba Review》，IEEE 的大分子化学卷（记得是第 34 卷）等杂志 以及《Electronic Packaging Handbook》

等年鉴类书。陆续跟踪和了解这些技术 6~7 年时间，仅其中的小小自攻螺钉连接技术就花了 2 年时间。

当时自攻螺钉刚刚开始在国内用，我们的产品仅在一些不重要的连接采用自攻螺钉，原因是它容易滑牙。而打开日本的产品已 100%采用自攻螺钉。用自攻螺钉能大幅度降低装配成本，我觉得这就有研究价值。我跑了南京图书馆，江苏科技情报所，江苏电子科技情报所，南大图书馆，南京化工学院图书馆，上海图书馆，上海科技情报所，北京图书馆，电子部第四研究所，沈阳 790 厂（电子部紧固件研究所）我收集了所有的国内外的相关书籍，杂志，中日美英德 ISO 标准，约 200 万字。

1985—1990 年在读这些英文资料时，我陆续将其翻译发表在省和国家级技术刊物上计 4 万字以上。这给我带来了 2 个好处，一个是我成了中国电子学会的会员，一个是在 90 年我被评为工程师时免考英文。1992 年，经过多年的翻译，研究和实际设计经验积累，我发表了自己 10 万字的论文集《塑料零件连接技术》（中国音响工业协会出版），这时我在金属零件，塑料零件的设计，连接技术，包括对这些材料的知识，以及冷冲压工艺，注塑工艺有了很多独到的经验，那时候我在工厂对技术问题已不敢随便说话，因为你一说，别人就会认为是对的，就会照着做。在行业已小有名气。

写技术论文不仅使自己进一步理清思路，也深化对问题的理解，因为你写得时候才会发现，有些问题原来自己并不很清楚，给别人讲课也是如此。写和讲都是与己与人有益的事。我后来对工程师的要求都是要会做，会写和会讲。

电子产品的结构设计，是一个比较容易上手的工作，有 1~2 年工作经验的大学生就能出图，但在选材，工艺性，易装拆性，可靠性，电磁兼容性方面的技术和经验真的需要多年积累。

我后来 Interview 新员工时经常问什么是电子产品的设计？什么是结构？什么是结构设计？但得到的多是大学教材里的隔靴搔痒答案。我的体会是：“结构”对零件而言，就是形状和材料；更多的情况“结构”是对 2 个或以上有装配关系的零件而言，就是 2 个或以上的零件它们的结合处的配合形状；对整机“结构”而言就是指零部件的布局。因此结构设计就是用最简的形状，合适的材料，精巧的连接，合理的布局实现功和性能的要求。

10 年努力，我实现了做工程师的理想，1990 年我拿到了省里发的工程师证书。在国企的日子，受到的教育使自己一直感到自己是工厂的主人，是为自己而奋斗。虽然那只是一个空头支票。

## ◇男怕入错行

94 年前后，音响行业一方面由于香港大量的 CKD 在南方地区组装，而香港的模具制造水平比内地高一个数量级，产品的外观漂亮；一方面由于江浙地区乡镇企业依靠“星期日工程师”也大量的生产音响。这些产品仅注重基本功能，摒弃了国企按国标追求的高性能指标。

（这些指标对一般用户确也没有用）这两类公司的生产效率比较高，产品有价格优势。因此音响市场竞争日趋激烈，国企产品的技术优势渐失。而国企固有的顽疾确在内外因素作用下发作起来，日子开始难过。国家的统计数据表明，由于恶性竞争，全行业处于亏损状态。而那两类公司多数不在行业统计数据之内，维持在微利状况。在这个行业做了十多年，应该说心中是有数的。“男怕入错行”在一个走向没落的行业里，可能你再投入多少力气，回报也是微薄的。

我开始学习计算机技术，我把我的一台 486 工作用机拆了一遍又一遍，DOS 系统也装了无数次，DOS 命令也用熟悉了，这时市工会职校的计算机中专班聘兼职老师，我就凭着一张 DOS 激活盘，一张 DM 盘，一张 KV100 杀毒盘和我从计算机报刊上得到的知识，开始教计算

机维修课，实际上当时的计算机全是进口兼容机，品质相当好，故障也确实基本上是软件操作不当造成，我记得稍为难一点的是在计算机升级的时候要会编辑 Config.sys 和 Autoexec.BAT 两个文件和主板上的倍频跳线。事实上我的课还很快吸引了很多南工和南大的本科生来听，我当时每周 4 节课，每上两节课，要备 8 小时的课，我订了当时所有的计算机报刊，当学生问的问题当时答不出，我一定会弄清楚，下次课说明，其实带着问题的学习是效率最高的，我也经常在珠江路计算机一条街上看别人怎样装计算机。我的性格中有敢闯的一面，也有喜欢探求新知识，打破沙锅问到底的自然习性。

94 年我有了一个到“西电”去进修计算机技术的机会。一年以后，我看到报纸上同创登的招聘广告，就以普通工程师的身份，应聘同创集团新品研发中心结构设计工程师，面试当场即被录取，并让我即去上班，面试我的是新品研发中心总监徐一宁，这是一位做人很正的领导，只是由于有时表达过于直白，而没有更好的位置，我对他仍然心存感激，是他让我赶上了这一波计算机热的大潮，开始了 10 年的 IT 之旅。

92 年有个同事要到深圳去闯天下，我们做的音响这一行，在深圳薪水高很多。因为他做电路设计的，我是做结构的，所以希望我和他一起去，这样就可以搭档做产品。我对他说，你还没做好准备，技术上你还要积累，而且这个行业现在我也不看好。结果是他去了，我没去。一年后的年底，他神采飞扬的回来，请大家吃饭。说他月薪 6 千块。而我们那时月薪才 1 千块，结果是有一批人跟出去做音响。而我是准备转行了，再过 2 年后我也到了深圳，只是做了 IT 业。后来那些同事碰面，都说公司经营状况不好，薪水几年没加。而我的薪水确实是年年在加。

这一次的人生转折，是一次正确的选择。我的大部分同事还在国企里面耗着，有时看到他们面带菜色，就知道他们的处境。成功的转折来自于对社会，行业，自身的了解和积极的准备，来自于忧患意识，这样才能抓住时机。

## ◇化蛹为蝶

长期在一个地方工作对外界真是不太了解，开始工作的一个月给了我很多刺激。首先是薪资，面试时，我要了我在工厂时同样的月薪。面试者即是我的主管，笑了笑，一口答应。结果到第一个月发工资时，我得到了 2 倍的钱，其中一半是奖金。我悄悄问了一下同事，原来工作 1~2 年的大学生也跟我拿得差不多。我恍然大悟，怪不得面试时主管笑得暧昧。IT 行业的薪资真是跟传统行业不好比。这也大大刺激了我的工作热情。

第二件事是不象我们电子行业设计师每人配备几十万圆的电子仪器，这里只是每人一台 PC，所谓硬件工程师做的只是做用户层面的测试，他们多是工作 1~2 年的大学生。而结构工程师倒是需要做真正的设计。只是在这里共事的同事，他们离真正的设计实在太远，虽然也能用 AutoCAD 画零件图形，但对结构设计的要素掌握。这样的状况在后来的日子我多次碰到，包括我后来与台湾结构工程师的多次交流，我更是对自己有信心：我在技术上走得够远。顺便说一句，台湾称结构工程师为机构工程师是比较准确的，“机构”者“机械结构”也。

我认为中国的 IT 企业之所以没有成功的掌握深层次技术与其 R&D 的组成人员来源有关，他们差不多都是学计算机的新大学生。很多公司靠这批没有工厂制程的新人做板级研发时，遭遇了失败而在研发路上缩了回去。当时有大批的成熟电子工程师，他们没有及时的向计算机行业转移，是国家的损失也是他们个人的损失。因为实际上除了软件工程师，其它象硬件，测试，结构，品质工程师，他们都需要长期的经验积累。如果有一批人转了过来，再加上新大学生计算机知识的优势，至少中国的 PC 的板级研发有的跟台湾一拼。今天说这些，确实是过时，但在 IT 目前又一轮的技术变革面前会有借鉴之处。

第三件事是称谓，“嗨，你过来一下”，这是部门一个同事开始对我的称谓，从被上下



尊称为“马工”到被称为“嗨”，也使我清醒的认识到：在一个新环境，过去的光环已不存在，你的能力，你的绩效，别人一概不知，再加上每家公司对一些人和事的处理各不相同，一定要在心态上做好调整，脑子要归“0”，要用行动去证明自己，而不要对种种的新状况耿耿于怀。证明自己需要时间，不过这次时间来的很快。

我很快开始了一款 PC 的结构设计，两个月的时间不仅完成了结构设计还用数控折弯机做了 5 台样机，面板也用手板做成。在新品评审会上受到了公司总裁的好评。他问这是那个设计的，当知道是我时，他考了我个问题：“散热有几种方式”？我说：“对流，传导，辐射”，他又问我具体的散热设计方案，除了较常见的方案，我还说了“液体散热”。这是我第 1 次与总裁对话。会后我成为研发中心结构设计部长，有 10 个成员。

人生的经历是财富。我工作的前几年是设计仪器结构，主要设计金属薄板零件，后来设计音响结构主要是设计塑料零件。现在设计 PC 机箱，面板用塑料零件，机架用金属薄板，正好将我的技术积累全部用上了。

一个月后我们一群工程师在南方选 PC 机箱，我分析“保利得”一款机箱的软驱按键装配方式在运输中时可能会有问题，但有人说没有问题，台湾人设计的还会有问题？我们自己设计的才会有问题。结果上市后有 30% 产品软驱按键因运输原因被撞断，我在“保利得”与他们的工程师商讨解决方法，他们不承认是设计问题，认为是我们的包装设计问题，我请示了老板后，跟他们说，先解决问题，我重设计一个按键，模具费我们公司出，你们帮忙找一个可靠的模具厂，加班做出来。对方同意，结果我花 4 小时画完图纸，在 2 倍模具费的刺激下，7 天后零件成功，1.5 万台已出货机器换了此按键后，问题全部解决。

这时我们再来讨论责任，先是与“保利得”的业务经理谈，我一把可能的原因排除后，最后只能是设计问题的分析说给他听，在我说的过程中，我每说一点，他就说“是”，直到我说完还说“是”，让我觉得他同意了我的观点，却不料轮到他说时，他说“我不是做技术的，要找我们的工程师跟你们谈”。实际上他是懂技术的，这位在美国生活了 10 年的左家骅经理让我懂得了职业立场和谈判技巧。后来“保利得”派来了据说已退休的总工程师和一个包装设计工程师，在事实面前，他们还是体现了固执。虽然他们比我们更会说表面上的“对不起”。

半年后集团新品研发中心搬迁至深圳，总裁兼总监，我任常务副总监，我们原来的总监任集团总工程师。开始了我们一群人 5 年的激情岁月。

## ◇激情岁月

那时候 IT 公司头上有许多光环，在 IT 公司工作是时尚，先进，高薪，有前途的象征，公司又是军方和省市政府投资的公司，总裁又极富鼓动力。公司在高速扩充中，尤其是销售人员，很多毕业一年的大学生，就做了负责一个省的销售公司经理。大家都热血沸腾，希望能成就一番事业。别说我们，就是国家科技部朱丽兰到南京时，开始不愿意到公司来参观，在市领导的劝说下，才答应来 10 分钟，来了也不愿坐，想看一下新品陈列室就走，结果总裁才介绍了 5 分钟，就把她吸引得坐了下来，一直听了 40 多分钟。

我有了一个比较大的发挥空间，因地处深圳远离总部，也不太受干扰。总裁一周来交代一次工作。新品研发中心的工作地点是整一层楼，一半是大通间，一半是标准客房，有 1600m<sup>2</sup>。中心相对独立运行，为员工提供高标准的一日三餐和所有的生活日用品，也提供了对外有竞争力的薪水和劳保。员工没有生活之忧。总裁的想法是希望封闭式的管理，按项目需求进入，做完了即可带着产品到工厂去生产。中心成立了项目管理部，硬件研发部，PCB layout 部，BIOS 研发部，测试部，结构设计部，整机研发部。

研发中心相对独立实际上是一个有普遍意义的举措，因为不论是薪资待遇，工作模式，

管理模式和研发人员特质都与公司其它部门人员不同,我看到有的公司在将窗户封闭的房子里做研发,大好新鲜空气被隔在窗外,进出要过安检门。看到这些,更感到要好好交流各自经验和感受。

新品研发中心的研发目标主要是 PC 整机及主板和周边卡,我从南京挑了些大学生也在深圳招聘了一些工程师,整机研发主要是测试,结构设计和外观设计。主板研发开始想依靠台湾的主板研发工程师来带技术,也合作了半年,发现台湾工程师对自己的技术很保守,我们很难学到深层次的技术。台湾工程师撤回后,我们定的策略是依靠 Intel VIA 等 Chipset 厂商提供硬件技术支持,依靠 AWORD 在 BIOS 方面给我们支持。开始了我们真正的自主研发板卡。

我面临两种情况,一种是整机研发,其产品技术是我掌握之中的;另一种是主板和周边卡研发,其产品技术是我的弱项。这个问题是我碰到的新问题,实际上,它有一定的普遍性,象 PDA, Notebook, 这样的产品也是如此,可能没有一个人能掌握其需要的全部技术。对自己不深入掌握技术的产品研发,怎样管理,成为我后面 10 年技术管理生涯的主要研究内容。

为了确保成功,也为了满足大家跃跃欲试的心情,我们成立 3 个主板设计组,设计同一块主板,我们根据能获得的技术支持资源,决定做 VIA MVP4 Chipset 支持 100 外频主板。同时,我们还安排了 10/100MHz 自适应 LAN card 和 56K Modem card 的设计以及 10/100MHz 自适应 16port Hub 的设计,我们采用的主芯片都是芯片厂商刚刚推出的有市场竞争力的产品。

在研发中心副总的位上我自然比别人要多研究新产品的管理方法,而不是陷入技术细节之中。我制定了一系列的研发流程,包括一些子研发流程,例如,PCB layout 流程,测试流程;也建立了非常 open 的技术研讨会制度;对每个产品都定了 schedule,每周 update 一次,因为新手比较多,我特别注意了过程管理,在每一个研发阶段都会举行技术评审会。

阶段性的技术评审会,对一个由成熟工程师组成的 team 也许不重要,但对新手来说太重要了,我们是实质性评审,绝不是走过场。如我们规定设计者占项目奖的 80%,主审者占项目奖 20%,责任同样是这样比率。在评审会上也纪录其它参与者的观点,特别是有不同意见时,不能达成共识时会记录在案,作为今后验证,绩效考核的依据。我还特别注意借助外力,象 PCB 图会请 VIA 的资深工程师帮忙 check 后再做。

项目 Schedule 也分解的很细,具体到什么,做什么事,什么时间做,做得怎么样以及结果,10 年前我还没有看项目管理的书,完全是靠自己的琢磨。我的管理风格是盯的紧,能今天做的就不明天做。我也比较善于安排并行作业。

项目管理主要是跟踪 Schedule 的执行情况,协调各专业工程师的工作,负责供货商联系,安排做 Sample,做产品会议的招集人,总的来说就是做设计以外的所有工作,让工程师专心关注技术。而产品的规格一般都是项目管理,研发主管或更高领导也要参加讨论的事。

各研发部长(象硬件研发部长)与项目管理怎么将职责划分清楚?我的做法是在工程师没有项目时,研发部长负责日常管理和技术培训,在工程师有项目时,负责审核工程师的工作输出,并做技术指导。

在那段日子里,大家是鼓足干劲做事,MVP4 主板的 Chipset Datasheet 分章研读,再交互讲解,schematic 也经讨论确定,在 PCB layout 时我们走了弯路,我们用的软件是 Power PCB,3 人一组,每人做 8 小时,24 小时连续作业,结果因没有一个水准高的做统筹,各人思路有差距,反复较多。在几年后,我们用 Allegro 软件,加上一个有经验的工程师做统筹规划和任务分配,可以做到 9 人布一块板,一周完成(3 组分别负责布一部分,3 人一组,每人做 8 小时,24 小时连续作业,Allegro 有自动拼图功能)。

经过 4~5 个月的努力,这批新产品在北京新世纪饭店开了新产品技术发布会。作为业界

的一匹黑马，又推出了这样一些自己设计的产品，业界是将信将疑。后来有一批记者和官员来参观了我们的研发中心才冰释前疑。这些产品都投入了量产，在 MVP4 主板的量产中，代工厂只能做到 95% 的良率，后来分析是设计余量不够，具体有两个因素，一个是元器件的“温飘”，一个是元器件制造的本身偏差，这为我们提供了一个教训。

一个好的设计师，他一定要用心做事，技术上的事是躲不过去的，今天没有仔细去核算上下两种工作极限的状况，明天一定会让你十倍的头痛。“天道酬勤”就是讲的这个道理。

我当时对人的要求是要主动，细心，开放，诚实。对所有进入中心工作的成员，都宣讲清楚，每一条都有正反方面的事例说明。如果违背，就是否决项，不能在中心工作。所以大家都非常 open，技术上毫无保留。用我们总裁的话说就是：“大家都是短板子，但很多短板子也能围成大本盆，能盛很多水”。

我平时管理风格还是很认真的，对重复出现的错误我会严肃指出，包括后来我选的副手。开始有的人是很不适应的，但后来看到是一视同仁，而且确实是为了把事做好，也慢慢能适应了。我是一个急性格和追求完美的人，因此也是一个对自己和别人要求都比较高的人。我有我的一些不合常理的逻辑：当两人同出错，我会批评跟我比较近的人；发产品奖金有争议时跟我比较近的人，我也会给他少些。那时大家很融洽，每周末我基本上都会轮流请部分员工吃饭，这也是一种人际关系平衡方法。我从不报销，虽然我有那个权力。不报销一是省得解释，二是自己很自信，从国企出来，原来外面的世界很精彩，自己很有竞争力，相信“千金散尽还复来”。

我的性格本质上是属于急性格的一类人，但一般时候看不出来。因为我在南京时，公司午餐时间，我经常会上讲一些故事，我讲的故事往往是我自己独特的思考，而不是说书本上的东西，这就引起了同事们的兴趣和讨论，常常是到了下午上班时间一群人还围在哪里，津津有味地说不完。比如我说过，不要看现在江南这么富，其实原来江北更发达，理由之一就是：不论吃什么，江南人一概用“吃”一个字，而江北人则会用很多不同的动词来说，象“喝”酒，“嗑”瓜子，“叨”菜，由此我推论中国的文明起源于黄河流域。我还说过，为什么重庆出美女，是因为抗战时期中国精英大批去重庆的原故，其它象米脂，扬州，上海，哈尔滨特征都是历史上都有大批外来人口的迁徙。所以那时我给人的印象是随和的人。在深圳容易发脾气，客观的说，主要是求胜心切，压力大。我们总裁是郭台铭那一类型的人。

我以前单位的党委书记，见到所有员工都会微笑，后来做了厂长，压力大了，很快脸上没有了笑容，一年后又做了党委书记，笑容才又回到了他脸上。我的好几位同事，几年后，在做了部门经理后，都对我说过，现在可以理解你那时为什么那么急。不过我必须承认的是，直到今天我的修养远远的不够，我仍然做不到“喜怒不露于色”。

公司是较早注重企业文化的企业，每个员工进公司都会发企业文化手册，其中的“同心创业，共享未来”，“陀螺理论”给我影响很大，前者是有现实的利益，公司买了一大块地在为员工盖宿舍，是看得见的；后者是很形象，说得是：陀螺在旋转时才不会倒下，而且越转越稳定，越不会倒下，所以大家要拼命工作才能赢。企业文化是一个想永续经营的企业的基石。其实好的企业文化道理不难理解，难的是员工的真正认同和将其溶于工作中。我们那时的状况，一方面公司急于要看到成果，一方面在深圳的年轻人一般都是干一份活，拿一份钱。因此能够凝聚一批人材，在人员流动率比较高的深圳保持了人员稳定，并且快速出了成果和人才。今天回头看，主要靠的是 3 点：第一是公司有一定知名度，薪资福利对外有竞争力；第二是大家有事做，有技术学；第三部门风气正，奖罚分明。第一条是公司作用，后面的两条有我和大家的努力。



## ◇走入海尔

在一个社会大变革的时代，有时不是你不稳定，是企业做着做着就不行了，你不得不做新的选择。1998 年国家规定军队不准经商，在军队彻资，集团人事变更，经营管理等各方面的影响下，公司从全国性的大公司收缩成地方性的小公司，研发中心难以为续，宣布解散。我面临新的选择。这时国内有很多家电企业想进入 IT 业。经过几年的 IT 产品研发，我对 IT 产品有了一定的技术和市场感觉。我给 TCL 李东生，海尔张瑞敏，康佳陈伟荣，新科秦志尚，创维黄宏生分别写了 mail 和 Fax。海尔回复最快，结果是在深圳成立了深圳海尔信息科技有限公司，我们重新招聘了员工，这实际上是一个 Design House 有 25 人。海尔集团总裁杨绵绵兼总经理，我为常务副总经理，我在同创的同事杨宏春为副总经理

我们研发了“海尔小超人”PC，它实现了语音识别控制计算机，当你进行语音训练后，它就可以根据你的指令，自动开关机，并可以用语音提示你已安排的日程，语音识别部分做一个兔子形状的体内，兔子手臂会动作，眼睛会发光。通过 USB 接口与 PC 相连。

我们还研发了基于 ARM 的以 Creator 7209 为主芯片的 MP3，其功能包括播放多种格式的音乐如 MP3/WMA/AAC，录音，文件存储和管理，复读机的所有功能。

这两个产品研发时有两种意见，一种意见是先做最简功能推上市，然后再进一步做成系列产品，即一次规划，分次实现；一种意见是，一次规划，一次到位，能够一鸣惊人。我的想法是前一种。杨宏春和集团的计算机公司技术主管的想法是后一种，鉴于计算机公司实际上是我们的客户，也考虑海尔付得起这个学费，我同意按他们的想法做。结果由于技术上要解决的问题太多，产品上市一再推迟。

工程师研发产品往往追求性能指针，设计的产品能代表什么水平，追求他认为有用的多而全的功能，往往忽视市场的时间需求和用户的实际需求。有时候，当影响公司的大局时，这种情况是一定要扭转的。如果不影响公司的大局，通过事实来教育新人，可能效果更好。因为你不让他试，就证明不了利弊。付这种成长的代价，其实也是体现一种企业文化。

海尔有个“8 号会”，即每月的 8 号，集团的经理级以上的干部会，大家天南海北的集中到青岛，地点在总部的海尔大学的阶梯形教室，开会时用多个投影仪，每人座位上有麦克风。一般会上有三个内容，第一部分是各生产公司，销售公司的营业额排名，有准备好的报表，时间 10 几分钟；第二部分是重点，是案例讨论，案例有专人准备。用录像，录音客观反映这一个月发生在某个生产，技术，销售环节的一件事。然后讨论这件事的全过程，哪个环节做的对，哪个环节做的不对，对在那里，错在那里，怎样改善，这个案例重点放在管理层面，避开技术细节，以让大家均可参与。讨论由张瑞敏自己主持，这个时候，特别能体现张瑞敏的视角独到之处，体现他的逻辑能力，洞察力和把坏事变为好事的能力。

海尔还有个“9 号会”，即每两个月的 9 号开新产品推介会，由在全国各地的 10 个研发公司和集团空调，冰箱，电视等公司的设计所介绍这两个月来的新产品，场面做得很大，有实物，有图片，有演示。特别要介绍产品有什么市场“卖点”，产品处于同行的什么水平。然后由张瑞敏点评，最后由各销售公司经理填销售需求表，任一产品销售需求不足 3 万台，不能投产。

1999 年，深圳高交会期间，我陪他看了展会，并请他到深圳海尔科技给工程师们讲了话，张瑞敏说，做事关键是思路，海尔有品牌优势，服务优势，量大优势，你们做技术要善用这些优势，要借力去做技术整合，否则这几个人能做成几件事。他认为，核心技术固然是核心竞争力，核心技术还是为了赢得用户，在核心技术一时难求的时候，我们如果已经赢得了用户和用户的忠诚度，这就是核心竞争力。张瑞敏内心充满做第一的激情，但又充满理智。外表气定神闲，说话从不急躁，但一语中的，极富人格魅力，他是中国少有的思想家型企业家。

海尔在全国各地网罗人材，在北京，上海，深圳，西安等地成立了 10 个研发公司，以改变海尔的技术形象，这些研发公司投入较高，人员待遇也比集团本部的技术/管理人员要好，在中下层也带来一些管理上的冲突。

## ◇学历 能力 绩效

没有读一所名牌大学是我心中永远的痛，这种痛主要来自于每一次的工作转变，倒不见得再读大学可以多学多少知识。象海尔的各地研发公司经理除了我其它都是博士。其实后来工作中读书还是有机会的，在熊猫集团东方厂的时候就有过一次机会，后来因为手上有设计项目，没有去成，后来只去西电有过一次短期的培训。到了同创后，有了读工程硕士的机会，我报了名，刚刚开始读一个月，总裁要我去深圳做研发，我说要在南京读书，他说，你看硕士毕业才多少工资？你去深圳都超过了那个工资，还要那个虚名干什么？结果是我又一次失去了再读大学的机会，真是“失之东隅，得之榆桑”。

在今天的职场，很多的国内企业第一看重的还是文凭。而外企的做法是对 5 年工作经验以内的人，其文凭占比较重要的录取分数；对 5 年工作经验以上的人主要看其能力，绩效，越是工作年龄长，其文凭占的录取分数就越小。

这里我抄一个小故事：

\*\*\*\*\*

学历代表过去，只有学习力才能代表将来

有一个博士分发到一家研究所上班，成为学历最高一个人。有一天，他到单位后面的小池塘去钓鱼，正好正副所长在他的一左一右，也在钓鱼。他只是微微点了点头，心想：跟这两个大学毕业生，有啥好聊的呢？不一会儿，正所长放下钓竿，伸伸懒腰，蹭蹭蹭从水面上如飞地走到对面上厕所。博士眼睛睁得都快掉下来了。水上飘？不会吧？这可是一个池塘啊。正所长上完厕所，回程同样也是蹭蹭蹭地从水上飘回来了。怎么回事？博士又不好去问，心想自己是博士生哪！过一阵，副所长也站起来，走了几步，蹭蹭蹭地飘过水面上厕所。

这下子博士更是差点昏倒：不会吧，到了一个江湖高手集中的地方？想着，想着，博士生也内急了。这个池塘两边有围墙，要到对面厕所非得绕十分钟的路，而回单位上又太远，怎么办？博士生也不愿意去问两位所长，憋了半天后，也起身往水中跨：我就不信大学毕业生能过的水面，我博士生不能过。只听到“噗咚”的一声，博士生栽到了水里面去啦。

两位所长赶忙将他拉了出来，问他为什么要下水？！博士反问：「为什么你们可以走过去呢？」两所长相视一笑：「这池塘里有两排木桩子，由于这两天下雨涨水正好在水面下。我们都知道这木桩的位置，所以可以踩着桩子过去。你怎么不问一声呢？」

学历代表过去，只有学习力才能代表将来。尊重经验的人，才能少走弯路。一个好的团队，也应该是学习型的团队。

\*\*\*\*\*

一般的说，本科生比大专生基础要好，工作能力也强些。但硕士就不一定比本科生工作能力强，博士也不一定比硕士工作能力强。尤其是长期来看，很难看出规律。所以说学历好，不一定能力好，能力好不一定绩效好。

能力好，不肯出力，自然绩效不好；还有一种情况是个性问题，我就碰到过一个工程师在接研发项目时会提种种条件，往往因此失去做项目机会；难得接到项目，研发时碰到问题又老是说别人的问题，搞得左右都不协作，绩效当然不好。

世上有两种成功的工程师，一种人是靠过人的聪明。在熊猫集团东方厂时我的上司丁石藤（现在复旦大学工作），后来在 ABIT 时的 YT-lee 都是属于高智商的人，他们读书不吃力，成绩优秀；工作绩效也好，也不用靠加班熬夜。但这毕竟是属于很难找到的极少数人，

我这么多年和那么多工程师共事，真正聪明的人也就碰到 2~3 人。大部分人取得成功，确实要靠方法和勤奋。

## ◇人脉关系

工作中建立起来的人脉关系因该说是自然形成的，互相间觉得比较投缘，就多了一些来往，各自工作中碰到技术问题，也可以交流一下。因为工作了 20 年，走过几家公司，各种知识背景的人都认识一些。每一次的工作变更，我都会把工作交代的清清楚楚，好聚好散，也使我有比较多的人脉关系，这给后来的工作带来很多方便。也有些人并没共过事，仅一面之交，但也为今后留下了某种机缘。

我多年面试新员工有一个习惯，就是帮面试者倒一杯水。这源于自己的一种感觉，人家大老远赶过来，心情又紧张，喝口水应该是需要的。还有就是第一天上班的新同事一般不会带自己的杯子来，我也会让助理给他倒一杯水。而且在从面试到新同事第一天上班，整个过程，我在公司 HR 规定的框架内，要求部门助理做到让新同事感到“宾至如归”。来公司谈事的供货商 FAE 或 sales 到午饭时，我都会对同事说，多定个盒饭，让人家吃过饭再走。这几件小事使我添了一些朋友，也为公司赢得了一些口碑。有的没被录取的人给我写 mail，说应聘多少公司，仅在你们这里受到了礼遇，以后有机会还是想来工作。

“以人为本”被很多公司列入企业文化，但怎样变为员工的行动准则，落实在细小的环节，那真是件困难的事。面对弱者，怀抱怎样的心态，是一种修炼。我一直有一个做人的原则就是：遇弱不强，遇强不弱。

当然问题的另一面就是要交接比自己强的人，这就象下棋一样，要找高手，你才容易进步，而且能帮你的，往往是比你强的人。弱者和强者之间怎么能取得一种资源互补，要运用智能。这个技术问题在后面的“技术传承”中再介绍。

社会变革和技术革新都会让一些企业掉队，经历了潮起潮落，心中的忧患意识是很强的。所以我一直以来都非常关注行业的技术发展趋势，也特别关注行业前几名企业的状况，也有意识的参加一些技术论坛，展会认识一些人。

说起来 1980 年代，各行业的技术人员都有全国性的技术交流会，对技术人员的水平提高和技术的发展是有益的；现在各公司技术相对封闭过分了，说起来是为了公司各自的利益，但得不偿失。好在有网络，在一些专业网站上，还是能交流很多知识的。

## ◇台资企业

上个世纪末，大型台资 IT 企业纷纷投资长三角地区，特别是在苏州地区。台湾主板厂 ABIT 公司也又一次布局大陆。他们找到了我，希望我去帮 ABIT 筹建和管理 ABIT 大陆研发中心，这缘于前几年在技术业务来往中建立的人脉关系和相互的了解。我想有几件事给他们留了印象：有一次是他们供给我公司的产品有品质问题，我一层层追踪得不到结果的时候，打了很多电话，得到了他们研发处长的家庭电话，打过去，终于联系上了，得到了明确的答案。那天是中秋节。我不是不知道公事一般不打家庭电话，但是做事突破常规，才能做成别人做不成的事。还有一次是一个项目的论证会，当报告者在报效益评估数据卡壳时，我报出一连串数据，帮助解了围。另外是他们看到我们的团队人员工作时的活力和我们的工程师与他们的工程师有冲突时我的客观处理态度。

鉴于我家在南京和他们给我的良好待遇，2001 年初我接收了这个中心常务副总经理的职务(无总经理)，从“0”开始筹建。我将深圳海尔信息科技有限公司常务副总经理的职务向海尔集团推荐，交给了我的副手杨宏春接任。



ABIT 股票当时刚在台湾股市上市 2 年，成立这个研发中心可能更重要的是要一种效应，因为这样，台湾股票就会涨。台湾的总经理一再强调不要急，技术人材的培养要很多年，招聘应届毕业生慢慢培养。要有“永续经营”的思想和做法。这也给了我一个比较好的环境，我那时已给自己定位为技术管理，因为要做大量的各种培训，也使得我又一次去 update 和总结一些研发流程和绩效考核方法，也去读了大量的管理类书。这里面有很多话题 放在后面介绍 现在还是先说台资企业。

大型台资 IT 企业在台湾都是股市上市公司，他们一般都已经过了资本的原始积累阶段，经营上比较平稳，不是那么急功近利，特别是在遵守政府法规，对员工的薪资福利方面是“明码标价”很规范的，包括对新来的员工和流失的员工，做的够人性化。不象在大陆，即使有些名气的一些公司做的也很不规范。

同规模的台资企业比大陆企业的管理要先进 5~10 年。就研发来说，EVT、DVT review，零件承认流程，新品试生产流程，网络化的 Debug review 系统，ERP 中的料号系统，BOM 系统都是有效的流程化管理。就工厂的管理来说，均实现了基于网络的电子化管理，我所在 ABIT 的工厂——“罗礼科技”就有 4 套系统：A. 用来考勤 / 就餐 / 门禁的刷卡系统；B. ERP 中的 BOM 系统，MRP 系统，C. SFIS (shop floor integrated system)：现场信息整合系统中的品质管理系统；D. 文件管理和签核系统。这些管理手段大大减少了人为的失误。就整体上说，目前大陆和台湾的研发管理相比前者还是粗放形的，同样写一个流程，前者可能 1 页就写完了，后者可能要写 10 页。即便是 IT 行业的领军团队也是有相当差距，而后者的精细，严谨，制度化已是普遍达到的水平。

台资企业为大陆企业带来了技术和精细化的管理也提供了大量的就业的机会。

台资企业薪资定的比较低是一个普遍现象比如同等工作，技术人员月薪在主要是欧美企业的苏州工业园区比主要是台资企业的苏州新区高 500 圆。上海又比苏州工业园区要高 500~1000 圆。站在员工角度，看到苏州的房价飞涨，做 10 年也买不起一套房子，生活水平不比上海低，如果没有特别的吸引，流动在所难免。上海贵的是房价，他们会选择在上海挣几年钱，再到一个合适生存的城市。

台资企业到大陆，短期主要是为了低价劳动力和降低其它营运成本，中长期是为了占领大陆的市场和在大陆的生存发展。因此台资企业对大陆技术人员是低技术的定位，他们并不想让大陆技术人员真正掌握高端技术。台资工厂纷纷迁移大陆，造成岛内大工厂批中低阶员工的失业对台湾研发工程师刺激很大的。这几乎牵扯到台湾家家户户，控制高技术向大陆转移也是台湾政府的政策。因此在台资企业学不到深层次技术也是正常的了，而且一旦发现大陆工程师的快速成长，出于自身利益的保护，也必然要利用机会采取一些手段来遏制这种势头。

台资企业在大陆的管理干部换人是频繁的，我了解的一些公司部门主管基本上一年换一个，并且还有同时派了 2 个主管来，让下面的工程师无所适从，还有一些台干依靠权力在做管理，这都给工程师都留下了不好的感觉。在人际关系方面台资企业有与国企一样的弱点。我在 ABIT 苏州研发中心常务副总经理位上一做 4 年多，而且还兼职 ABIT 的工厂——“罗礼科技”的工程部协理，是个例外。这不仅是指时间，还指职务，在台资企业大陆的干部，一般做到课长就已经碰到了“天花板”，这实际上也是大陆优秀人材把台资企业作为跳板的原因。

台资企业到大陆，公司高阶干部清楚的认识到了这是企业长期发展的必需动作，但中层和以下干部多数没有做好这个准备。他们还是没有做长期的打算，也不和大陆员工做比较深入的交流，他们的交际圈子还是台湾人，并没有想融入当地社会。

## ◇建立规则

4年前,我在读了大量的管理类书后,我得出了一个结论:那就是现代的管理源于西方,被日本发扬光大,再被台湾企业 Copy,再逐步从东西方多个渠道传到中国大陆企业。我写了有3万字的文章发表在中心办的杂志上。不过今天我有新的想法,现代的管理思想有很多源于中国,实际上很多先进的理念都有老子的“道德经”孙子的“孙子兵法”和中国传统文化的影子。例如老子的“无为而治”,与GE的“学习型组织”;孔子的“三人行必有我师”和GE的“无边界管理”;百家姓中的“人之初,性本善”和麦克雷格(Douglas McGregor)的“Y理论假设”;德鲁克(Peter F Drucker)说的?“发挥每一个人的长处设法使其短处不表现出来,因为人总是有弱点而且几乎不可能改变”几乎与中国的“扬长避短”如出一辙。等等。

在总部并没有给我一些企业文化资料的情况下,我从已往的工作经历中感到了它的重要性,我自己写了中心企业文化的文本,主要选取了同创,海尔,GE,HP,北电网络的一些理念。为了大家能够接受,又选了一些漫画家郑辛瑶的哲理漫画做辅助,还选了早期由张蔚,沉冰主持的CCTV“对话”节目定期放给大家看(买的VCD)。用这些做为大家的日常行为准则和培训素材。针对每一条款,同时也做了案例说明什么是我们提倡的,什么是我们不提倡的,什么是我们不能触犯的“天条”。我的体会是一开始就把“游戏准则”说清楚,这样以后容易执行。实际上我在一一面试时会请面试者填一个“企业文化”选择表,看看每一个人的选择,是否大致符合我们的要求,并且我根据他(她)的答案,会再交流一下各自的看法,对他说清楚今后中心的运作模式。

我们很难说有些行为准则一定是对的,事实上行为准则是根据公司的状况的一种选择和正确的运用。是公司利益和员工利益的一种平衡。我始终认为,没有最好的管理只有最合适的管理,在A公司行之有效的管理方法不一定在B公司有效,因为背景条件不同。

比如采用“团队合作”或“个人英雄”的做法。面对一个技术难题,在基本上都是新手的Team中,我们一定会多用“团队合作”,先大家讨论分析再Debug的做法,依靠大家的智能来解决问题。而对一个成熟工程师,我们多会用“个人英雄”的做法,因为可能对他来说,你还没讨论完,他已经搞定了,在这一阶段靠的是个人的力量。而后续,我们还是“团队合作”的思路,会要求他写出Debug的思路和方法,以做技术传承。有的工程师不愿意写出来,这就是我们的否决项。不愿意做技术传承的工程师,不能在这个中心工作,这就是我们的一个“天条”。

在建立规则方面,行为准则是一个最基础的东西。没有这些做共识,在做项目时会有很多磨擦产生,那个时候,一方面要解决技术问题,一方面再要讲基本观念就难了。因此在新手的培训期,要花大力气灌输。

第2层面的规则是组织架构,职责划分。中心的主要项目是主板和VGA卡的研发,我们成立了项目管理部,硬件研发部,PCB layout部,BIOS研发部,测试部,人员规划50人。我的打算是能够找到一些做为每个部的技术骨干,其它成员按公司要求招聘应届生。我也特别找了硬件方面很有功力的李兴中来做我的助手,BIOS工程师一直没有合适人选。好在李兴中是软硬兼通,可以代管BIOS team,鉴于李兴中还30不到,不想管行政事务,只愿意处理技术问题,我们定下了项目管理部除了做PM的工作外,还兼管中心的各部日常管理和考核的职责。我写了各部的职责说明书,这样就因地制宜的形成了矩阵式管理架构。我的体会是职责划分的越清楚越利于项目组成员的执行,做事效率也越高,不会出现一件事多人重复做,或者一件事没有人做。有一些公司不愿意在职责划分上花些时间将其定义清楚,而是一味地要员工“主动”,那不是一个好的做法。“主动”仅应该体现在两人职责的交接处,没法写清楚的部分。“做我该做,说我该说”才是一个有序的团队。

第3层面的规则是研发流程，技术方法。我们又一次的 update 板卡的研发流程，这一次我们在研发流程中特别加了几个内容，一个是每一环节的工作输入和工作输出；另一个是每一环节的所需标准时间，这个时间是按一个成熟工程师做的时候需花的时间。当项目有差异时，在绩效考核时再评估；再一个是加了每一个子项目的责任人栏目。

技术方法是指 PCB layout 规则，测试方法，Debug 工具/仪器使用方法，在写这些文档时，我反复强调了一种观念：这些文档是写给新手看的，要尽可能的写的逻辑清晰，深入浅出。让水平低的人也能看得懂，才是高水平。我还特别找了一些中科院的院士写的科普读物来给我们的工程师做参考。在写每一个测试方法时，我们规定先写需要的测试部件和被测物，再写每一个测试要点的操作动作；再写操作动作后的屏幕反映(剪贴屏幕)，再用斜体写下测试注意事项。这样一份测试方法，一个应届生看了就能做个6~7成，剩下的再问有经验的工程师就方便多了。这一方面相关的话题在后面的“技术传承”一节中还会介绍。

第4层面的规则是绩效管理。日常绩效考核主要是考核每个人的团队协作和部门公益性事务的执行情况。技术方面我们对项目的每个专业及每个阶段都规定了工作时间和工作品质的考核标准。例如，对主板的 EVT 阶段(设计后第1次)做的 Sample，工作品质的考核标准是一开机就能点亮，功能全部实现，主要性能指针也均合格为优秀；一开机就能点亮，功能全部实现，主要性能指针经过3天以内的 Debug 可以实现为良好；开机点不亮，功能，主要性能经过5天以内的 Debug 可以全部实现为及格。(制程问题除外)。对主板的 DVT 阶段(设计后第2次)做的 Sample，则除 BIOS 和 Driver 以外，所有硬件问题特别是 PCB layout 问题都已解决为优秀；经过3天以内的 Debug 可以解决为良好；7天内的 Debug 可以解决为及格(制程问题除外)。

我们会半年更新一次这些绩效考核方法，对这些内容，开始工程师们不以为然，但慢慢地大家感到了一种方便，一种公平，发现也是一种了解自己水平提升自己的方法。

## ◇管理方法

管理有4个境界，最高境界是“无为而治”用现在的语言就是建立“学习型组织”，到达这个境界的团队已经高度成熟，会自我调节以适应外部的变化达成目标。第2境界是用电子和网络的手段，制定一系列流程，规则，方法让员工在既定的轨道里运行，使得团队不会出大问题。第3境界是仅有粗糙的，不俱备可执行细节的规章制度，执行起来需要个人比较大的弹性发挥才能做事或经常需要请示上司才能做事。第4境界是仅有的一些规章制度也被束之高阁，老板发号施令，公司员工基本上看老板脸色行事。这种公司中层人员善于揣摩上司的心态，适时调整数据，弹性解释事实；基层员工大多心存“你说你的我做我的”弹性作业。

我根据公司的状况，希望在研发中心能做到第2境界。我比较推崇的管理方法是职责明晰，流程清楚，方法规范，公平竞争。从管理风格上我喜欢直面事实，不拐弯说出自己的观点，尤其是对技术问题。但是这种管理风格我发现效果不好，其负面作用要很长时间直到别人真正了解你才能消除。

管理靠流程，规则，方法这是管理的科学性一面，但管理还要面对人，而人的思想是千变万化的，要选择一种他能接受的方式去沟通，这就需要管理艺术。一个团队需要的这种管理艺术越少越好，如果每一个人都能直面事实，不要考虑“面子”，个人利益，为什么还要艺术呢？所以“直面事实”是我们的终极追求。

管理靠流程，尤其是关键流程不能省，我不止一次的碰到科学规律带给我们的惩罚，一个产品从研发到市场，要走过的路，恰似婴儿到成人。我们能做的只是少走弯路，我们不可能跨越某个阶段。当我们没有把试生产的问题都解决，当我们没有把该测的项目都测过，以



侥幸心理对待，等待我们的结果往往是“欲速则不达”。当然，管理者要分析判断的是针对一个产品的状况，那些是“关键流程”以及如果要跨越某个阶段的风险评估。

管理靠细致，对作业面的所有工程师“心细如发”可能是共同的个性特质要求。硬件工程师在 Debug 一片板的时候，最基本的是先看有无连焊，虚焊，漏焊和错焊，这需要的就是心静心细。测试工程师在观察，描述一个 Bug 时，心细也是必要条件。因为有工程师在写测试报告时经常丢三落四，特别是把“——不能 Pass”，漏写成“——能 pas” 分析下来，也并不是不负责任，而是心粗。为此我曾对 2 位粗心的工程师做过一种培训，就是每天花一小时，让他们把一碗黑白混合的芝麻分开，开始几天分开的芝麻总有混杂，尤其是会混杂半粒的芝麻，经 2 周的时间，才真正半粒也不混杂。为了锻炼心静，我们还举行用筷子同时夹起三粒花生米的训练。

管理靠方法，才能少出错误，我们的软件工程师有时一天 update 几次程序，可往往最后的一次更改，不是在上一次的程序上，错改到上上次的程序上，这是缺少版本号的管理。借助一些规范化的表格，比如设计文件 List，Debug 分析纪录 List，试生产 Check List，测试项目 List，测试表格等也会保证所做工作不被遗漏。

人的天性容易趋利避害、避重就轻、文过饰非，这是人的心理决定的。尤其是做项目时，心存杂念，一心二用，出差错那是必然的。所以在研发项目中 check 机制的建立是必要的。检查者不是全部重复设计者的工作。重要的是要将全部设计环节中的要点找出。要在其工作输出的重点上检查，这正如铁路巡道工，他在漫长的铁轨上主要是检查铁轨的结合处的螺栓松动与否，并不是等效的在每一米铁轨上平均花时间。根据不同情况，检查时这几点可供参考：要用与执行者不同的方法进行核算；进行试验/测试确认；进行新设计与已有成熟设计的类比；对设计文件的审查特别要注意与设计实物的相符合；要设立一些简单易行的验证方法；检查者要做文字记录并保存；检查者要和设计者进行良好的人际沟通，要充分了解其设计思路。

研发工程师的工作特性是需要安静少被打扰，以利于他的思考；而且工程师又往往爱面子——虽然这不见得是对的。因此借助网络的管理是很好的方法，因为透过网络传递信息，过滤了人的情绪化，而且文字有追溯性。除了 Email，我们用了 TUTOS 系统来实时管理研发项目中发生的问题和传递信息。这实际上是一个类似 BBS 一样的网络软件，只是具有更多的管理功能，如按项目设置成员和权限，问题目前是处理状态还是已解决状态，并且任何人发布新信息时，TUTOS 系统会有 mail 自动发给相关成员，提示去 TUTOS 系统中看。

在各种研发电子文文件的管理上，先是做好了科学的分类，并且有专人来定期整理和更新，当资料越来越多，后来又考虑开发象搜索引擎一样要能够有方便的搜索功能，这样可以大大方便有效利用，只惜这件事没做完。

对不同层次的研发工程师需要不同的管理，对有项目经验的工程师我基本上是做目标管理，仅看结果；对新手则要更多的关注过程，否则也许就会“翻船”。我对项目管理的成败判定标准是：设计一块主板，如果出现了原理性的错误；或者如果 schedule 延迟了 10 天以上，那一定是管理问题，而不是设计者的技术问题。

对不同专业的研发工程师需要不同的管理，比如对测试工程师，他们工作中对创新要求并不高，更重要的可能是细心和逻辑分析力。我给测试工程师 3 个目标：第 1 个目标是能够按时并一次将被测主板的存在问题都测出来；第 2 个目标是能够对测出的问题做原因分析；第 3 个目标是对测出的问题给出解决方案。完全达到这 3 个目标，可能他需要在这个专业上做 8 年以上。同时为了让测试工程师知道自己处于何水准，我们设计了 2 个考核指针：用每一测试项目所花时间与标准测试时间之比来考核其工作效率；用一次 bug 测出率来考核其工作质量（这个指针得出，需要该产品后续的测试结果，故不是实时考核指针。）

我们曾经做过全年的统计，在研发阶段和量产阶段对那些看表面现象是技术造成的问题

做分析，结果令大家都很吃惊的是有 70%的问题是在管理环节可以避免的，只有 30%的问题确实是当时对技术掌握不够造成。我最近接触了一些国内 IT 公司的总裁，发现真正认识到研发中心缺管理的不多，实际上是国内 IT 公司研发中心不仅缺技术同样缺管理。

## ◇技术传承

当没有其它激励时，几乎任何一个人都是，当他总是在向别人分享他的知识，而得不到别人的知识反馈，慢慢地他会停止这个行为。所以技术传承要做的好，就要保证技术双向传播，技术共享，各取所需，共同提高。

因为新人多，有经验的工程师少，中心采用了两种培训模式。一种是将研发 PC 主板的硬件技术分成十几个专题，每个专题的题目一般都定得很具体，界定范围，避免泛泛而谈，力争将一个小问题讲深讲透，能够对设计有指导作用，确定题目和内容主要由我和几个有经验的工程师来做。包括新人每人研究一两项，研究时间是利用做项目以外的时间，花 2~3 个月的时间。然后每人轮流讲给大家，会前 2 天将内容发给大家。会议形式是讨论会，会上鼓励提问题，充分交流，报告者自己也可提出自己没有理解的部分的问题。一轮讲完后，再来有延续性的第 2 轮。几年下来，每人都成为某个分支的一技之长者，大家也花较少的时间学到了较多的技术。一种是师徒制，这是传统的方法但也是有效的方法，同时徒弟的进步也纳入双方的绩效考核。徒弟技术能力不够，总是在请教师付，他怎么样使别人一直愿意教他？他可以帮师付分担一些数据收集，整理以及在过程中的一般测试，试验。让师付去把精力放在技术深层次问题分析和思考上，以加速问题的解决。

一个工程师应有技术专长，但更重要的是一个工程师要想具备一技之长，应该有一些基本能力。分析能力就是其一。这么样养成面对问题先分析的习惯？有这样一件事：中心规划了要开发一个加密软件，作为主板的附件。我记起几年前看过的《王选文集》其中的“软件规划”，内容是我迄今为止最有实际指导价值的。我就请我们的一位同事去买，也特别对他说，重点是要看其中的“软件规划”。他是复旦的应届毕业生，跑了一趟上海书城和科技书店，就说买不到，就说没有办法。我当时说给你 3 天时间，买到后再来上班，3 天都买不到，就不用来公司了，他委屈的要哭。结果在同事的鼓励下，还是又去想办法了。结果第 2 天就买到了。我相信这件事对他刺激是很大的。这里面就存在着对一个任务“分析”的问题。（当然还包含着做事的观念）

- \* 为什么要买这本书？
- \* 有几种方法可买到此书？（应该有 10 种以上方法，你能想到几种呢？）
- \* 各种方法需要的时间为多少？
- \* 各种方法钱的花费为多少？
- \* 对各种方法，先用哪种，后用哪种？
- \* 哪种方法综合效果最好？
- \* 当买不到书时，有何变通方法？

这是一件工作中的小事，但良好的习惯靠平时养成。做任何事，当你能够理性地去进行分析，往往就成功了一半，相反，则埋下了失败的因子。有时，即使是成功了，也是一种运气而已。再举例。

在量产的产品中，我们多次碰到这样一个问题：对于主板上的某一个 chip，有些生产日期的产品在主板做高负荷的测试时，会有批量不良，分析发现是因为这颗 chip 在不同生产日期，因其制程的微小差别和电子元器件本身的“温飘”，造成住板上某个输入或输出的信号偏差超出容许范围。对这类情况，有人认为这在设计阶段不可能被发现的，所以要在产品生产后做比较多的做高负荷测试以后，才会抓出这些问题。应该是这样吗？硬件工程师在



设计时，是不是应该考虑到 chip 参数的上/下限的极端状况呢？在承认书中是不是应该明确 chip 参数允差范围？研发部门，做测试时，是不是应该做各种在承认书允差范围内的测试？这样都做到了，设计余量足够，问题就会少发生，只会发生超出承认书允差的不良，而这种不良是应由 Chip 供货商/制造商来承担的，这可以在签订商务合同时来约束。经过这样的分析，我们可以有这样的结论：设计者应充分考虑 Chip 参数偏差的“上/下限”的线路情况，设计端的测试部分应能作参数拉偏极限试验。量产时是不应做这样的测试的，否则问题暴露在制造端，花费的成本就太高了。

类似这样的事例，我们都把它做成了案例，不仅现在用，也作为今后培训新人的教材，因为这些事情绝不是发生在 1~2 个人身上。。

不论对于哪一类专业的工程师，分析能力都是至关重要的。多角度的思维，特别要有逻辑的去分析：要细致地观察现象，按事物发展的客观实际，立论有据，推论合理，不能跳过问题去下结论。要循序渐进，由表及里，不是浅尝辄止。如 1 块 VGA 卡测试时发现花屏，换了 memory 就好了，问题就这样结束了吗？远远的没有，要清晰地描述发生问题的现象：如所用配置，操作的动作，屏幕显示；再去分析真因是原材，设计还是制程带来的问题？针对原因要有对策，现在怎么办？今后怎样预防，怎样根除？

有没有分析能力是判断一个低阶技术人员和中阶技术人员的分水岭。分析能力的强和弱是中高级人才的判断标准之一。

“授人以鱼，不如授人以渔”一个成人 IQ(智商)是基本不能提升的，而 EQ(情商：综合的分析/应变能力)是可以锻炼培养的。我们在传授技术的同时更注重传授方法。把追求“Know-how”变成一种习惯。这也是很多新手飞快进步的原因。

除了基础知识的补充，基本技能的培训，我们还尽量的争取让新手早日介入项目设计，这正如在球场上运动员在运动中才能进球。在设计中碰到问题并解决问题，那种印象要比听别人讲深得多。

我后来还兼管了工厂的工程部，用这套办法稳定了技术队伍并由此吸引了很多周边同行厂的工程师来加盟。那些在别的公司互相提防，技术封闭的环境下工作的同事，到了我们这种开放的环境，激发了很大的学习和工作热情。

## ◇怎样留人

人在不同的层次要求是不一样的。1999 年在一个 IT 年会上，王选教授说，他当时开发激光照排技术的动力是看到排字工人那么辛苦，有一股要把他们从繁重的体力劳动中解放出来冲动。他说从来没想到有奖金啊荣誉什么的，他还说”市场的成功才是对研发人员的最大激励”。这一点之所以记得这么牢，是自己十几年前也是这么想。那时没有生存的压力，又受了那么多年的教育。甘于清贫，乐在奉献是那几代知识分子的行为准则。现在说这些，连自己都觉得是在唱高调。

自我需求金子塔理论马斯洛 Abraham Maslow 提出了人有生理，安全，社会，尊重，自我需求这些由 a 至 e 由低级至高级的全面需求，它形同金子塔。这些需求对人来说是逐步的分阶段的

- a) 生理需求包括食物温暖住所；
- b) 安全需求稳定的环境工作人身安全；
- c) 社会需求亲情友情爱情；
- d) 尊重需求自我意识增强需要别人的尊重；
- e) 自我需求要求自我实现有独立的精神和人格对事物有深刻的认识力。

自我需求就是一种最好的激励。怎样使得大家有工作激情，我的体会是首先要从招聘开

始。多年的经验表明。如果一个人做他喜欢做的事，可以省掉很多管理上的要求。他的进步也会很快。我的副手李兴中就是，从中学开始就喜欢电子和计算机有很多知识和动手能力是在工作前就具备了。上班在做设计，下了班休息一下，大部分时间还是在研究计算机技术，工作的内容就是他的爱好。所以选择“做我所爱，爱我所做”的人是最合适的。可是，在目前的社会条件下，大多数人还是为了生存，或者说是为了生存的好一点，才来做 IT。象本人就是，完全就是为了家庭和孩子能够有一个良好的生活水准。虽然也很勤奋的工作，但我的感觉和李兴中是不一样的，我是靠对一种家庭和职业的责任在支撑。

对处于不同需求阶段的工程师首先要对他们心态的了解。比如对从农村来的应届生，他可能最需要的就是一份不错的工资和稳定的工作，他不怕辛苦。而上海本地的应届生他们没有那么大的生存压力，可能不愿意工作太辛苦。在工作安排时要做相应的考虑，前提当然是，一份耕耘，一份收获。

对已在其它合资公司做过几年的工程师他们可能最需要的是做项目机会。我们就要尽可能给他这个机会，否则就会留不住人。

对资深的工程师来说，就要有技术上继续进步的机会或者向管理位置发展的机会。我在对技术骨干的态度和做法可能是我做成一些事和他们愿意长期跟我的原因。我的做法是看到有潜质的工程师会专门去有意识的去观察和给他机会锻炼。我往往会破格提拔，以给其大剂量的刺激，激发其潜质。这方面我是做的比较成功的。在同创时从维修工程师一下提拔为测试部的主管的李兴中；在深圳海尔科技将优秀软件工程师宋雅松的工资提的比我还高，让海尔总部领导也说，从没一个部门领导能够为员工做到这个状况，还有在我兼管 ABIT 工厂工程部时发现的 PE 顾峰源。远远不止这几位，事实上这些人确实是出类拔萃的，不论在那家公司都会脱颖而出。

为了大家对工作对技术有热情，在开技术研讨会时，为鼓励发言，我们采用发言计分，纳入日常绩效考核；我们还自编了随机抽取发言人的小软件，以保证公平性。

我们也制定了不同级别的职务说明书，上面列清楚了要掌握的专业知识/技能，做项目的的能力，语言表达及写作能力等具体的要求。让大家有明确的努力目标。特别是坚持不论资排辈，而是看每人的绩效确定奖励。在这样一种环境下，一批人得到了个人能力的大幅提升。

对成熟工程师我经常提一些需将技术知识贯穿起来的问题，以激励他们把技术融会贯通。象“在计算机上当你按下一个‘A’字，键盘有了什么反应，信号怎样传给主板上的南桥，CPU 又起了什么作用？显卡怎么样接受信号传给显示器”？“为什么在主板不能开机时，既能通过改电源电路硬件解决，也能不改电路硬件而通过改 BIOS 相关参数解决”？还有“为什么 PC 有 BIOS，OS，Driver，AP 4 类软件？为什么 TV 没有？”

在珠三角，长三角这两块热土，就外部来说有着大量的就业机会，就内部来说对工程师们公司种种的不适应，造成工程师们的频繁流动，其结果于自己于公司大都不利。我在这 2 个地方都工作多年，所管的研发团队都保持了优秀人材的相对稳定，总体流动比率大大低于同行平均水平。总结起来也觉得并不是很困难的事。第一，一份中等或以上水准的薪水是首要条件，毕竟大多数工程师没有达到“住”无忧的经济水平；第二，有想做的事可做；第三，有技术可学，毕竟市场竞争激烈；第四，所在的部门公平，人际关系简单。如果再提一点高要求，那就是个人有发展空间，公司有发展前景。

## ◇两岸工程师

我接触过一些台湾中年工程师，他们谦逊，内敛，专业，礼貌，心态平和。和大陆台湾中年工程师比较，两者对工作的观念方法，处事原则相差不大。而以青年工程师比较，大陆和台湾两者对工作的观念方法相差很大。

目前中国处于社会变革的时期，整个社会显得浮躁。大陆的青年工程师已极少有人愿意“十年磨一剑”。往往做了一年项目助手，第二年就想做主要角色，第三年就要做 Leader。而且一旦达不到个人目标就频繁跳槽，致使成不了真正的技术精深的专家。而台湾的青年工程师即便是一个普通的测试职位也往往愿意一做十年不改行，成为专家级的工程师。

大陆工程师频繁跳槽最主要的表象原因是外部机会多。其次就是薪水低，学不到技术，公司环境不好。事实上频繁跳槽，在上个世纪的 80~90 年代台湾也是这样的状况。最根本的原因是经济上的压力，眼看着房价节节上升，十年不吃不喝也买不起房，这时应遵守的职场伦理就被丢在了脑后。而所在的公司因为前期投入的培训费还没收回，薪资自然是慢慢的加。这样跳槽就在所难免，“存在就是合理”既然他到外面公司能有大幅度的提薪，为什么原公司就不能做到呢？可能就是这口“气”咽不下去，结果多数还是双方受损，所以如果大环境不变这是公司和个人还继续要承担的阵痛。

大陆年青工程师从学校的教育到社会的现实看到的都是极端的功利性，因此学技术也还是为了改变目前的处境。当公司看出这种风险，又不愿意大幅度加薪，采取的方法就是，技术封闭，技术分段，这就形成了不良循环。

来自草原的人，来自东北大地的人性格大都粗犷，来自江南水乡的人性格往往细腻。地域对人的性格是有影响的。台湾工程师的技术封闭，不太愿意分享还有原因是地域差异带来的个性差异；一般的说大陆工程师比台湾工程师更愿意与外界交流。因为即使都是台湾工程师，他们之间的交流也不多。这从两岸的专业技术网站上也能看出，大陆的技术网站上有很多技术深层的东西。如 [\[url\]http://www.embed.com.cn/\[/url\]](http://www.embed.com.cn/) ；  
[\[url\]http://www.21ic.com/\[/url\]](http://www.21ic.com/) ； [\[url\]http://www.pcbtech.net/\[/url\]](http://www.pcbtech.net/) ；  
[\[url\]http://www.csdn.net/\[/url\]](http://www.csdn.net/)

中国文化教育与西方教育最大的区别是缺乏一种建立在逻辑分析基础上的思维。从中国文化传统中演变而来的教育带有过强的“艺术性”，目前中国教育中和报刊上的“隔靴搔痒”文章，是一种不好的示范和引导。台湾工程师比较早的吸取了以西方和日本的在逻辑分析基础上的先进方法，在精细思维，执行层面的细微处体现了长处。

两岸工程师共有的一个问题就是，现在很多公司应届毕业生从学校一出来，就到了研发部门，缺少对新产品的生产制程知识和经验，设计的产品不利于批量生产。原来国企培养应届毕业生，都是先在生产线工作 1 年左右，优秀的选拔到技术科(工程部)再 1~2 年左右，再选合适的到设计所(研发部门)，这样选拔出来的工程师才能研发出方便量产的产品。就硬件工程师来说，不应跳过这一重要环节。

大陆优秀人材在台资企业没有归属感，因为台企虽然都大幅投资建厂，但一个普通的台湾人，就因为他是台湾人就可以做主管，而大陆人材即使很优秀也只能做课长。很难做上去。更不要说象在大陆企业优秀人材有股票等的利益分享。

## ◇吃亏是福

我的副手李兴中在公司中总是在忙，请他帮忙的人多，他又是来者不拒。不论是研发中还是生产线上发生的技术问题，他都会帮着做，他跟大家交流时说，看起来是吃亏了，别人在休息，自己还在做事，但是正是因为做了很多 Debug，才积累了很多经验，否则仅知道原理，没有实际经验，设计的产品还是会又很多不符合生产制程的问题。后来李兴中主导设计的几款 PC 主板的市场返修率，大大低与公司平均市场返修率，这些产品是在同样的生产线，同样的人，同样的材料和同样方法生产的。

我们有一个结构工程师，本职工作事情不多，而我们的测试任务有时很忙，人手不够，我请她帮忙做，每次都是比较勉强。后来因其它原因离职。在应聘新工作时，因结构工程师

要经常到模具厂参加试模具，人家看她一个女孩，有那么文弱，都不愿意录用，后来她转应聘测试工程师倒是被录用。这才对原来的多付出，有了新的认识。

我们中心开会，不论是技术研讨会还是项目 schedule 安排会，我都要求会议的纪录要在会后 1 小时内整理完毕发给相关同事。开始助理对有些技术的内容记不下来，我坚持要他做到。他是学软件的，这就逼着他要了解相关的硬件技术，几年下来，他就成了可独当一面的 PM，而且后来还被别家公司挖去成了研发部门的经理。

一般来说，员工总是追求高薪，但有时未见得是好事，因为你拿了高薪，工作的压力也一定更大，而且在其它同等条件下，你的市场竞争力会降低，而且那个高薪，如果是老板为了解决一时之需，那就更不好了。在公司状况不好时，裁员也是被先考虑的。

总的来说年青的时候，多做事，多经历一些磨砺，即使有些不公平，也不要计较，不是没一次投入都有回报，但你总是在投入，终是有回报的，抱着这样的心态去面对工作，总会收回所有的投入的，这就是上天不负有心人。

## ◇设计输入

我们往往要的是一个好结果，这是没错的，但好的工作输出来源于好的工作输入，这常被人忽略。软件行业有一句著名的格言：“进来的是垃圾，出去的还是垃圾”，把好输入关是极其重要的。所以特别把 3 年前在我们中心杂志我写的一篇文章贴在这里。

这里讨论的产品以 IT 行业的板卡和整机为主，也包括软件。设计输入是确定所设计产品的市场、用户、功能、性能、时间等目标，开展产品设计的依据，也是以后验证产品设计是否能达到规定的要求，评定设计质量优劣程度的依据。

更多最新校园招聘、实习招聘信息以及求职资料，请访问：

**应届生求职网**

**<http://www.yingjiesheng.com>**

应届生求职网，中国领先的校园招聘网站！

我们提供最新、最全、最准确的校园招聘信息！2009 校园招聘，一网打尽，绝无遗漏！  
教育部大学生就业合作伙伴，3000 家企业指定校园招聘网站！