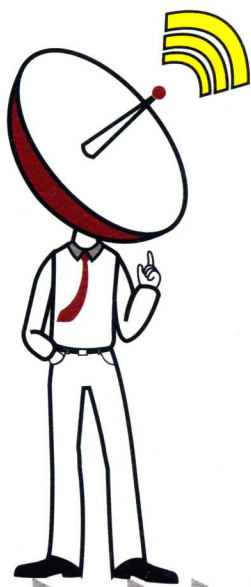


通信人家园论坛
总点击量800万的神帖
七年磨一剑



陈爱军◎著

深入浅出 通信原理



COMMUNICATION
FUNDAMENTALS



清华大学出版社

深入浅出

通信原理

陈爱军◎著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书的主要内容源于作者在通信人家园论坛上的“深入浅出通信原理”系列连载，继承了连载图文并茂、深入浅出、理论联系实际的特点，并在连载内容的基础上进行了补充和完善。本书从信号和频谱讲起，以通信模型为主线，对信道、信源编码、信道编码和交织、脉冲成形、调制、天线技术、复用和多址技术等内容做了系统讲解。

本书针对希望真正搞清楚通信原理的读者编写，适用于高等院校通信、信息、电子等专业本科生和研究生、在职的电信行业工程师，也适用于对通信原理具有浓厚兴趣的非通信专业人士。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

深入浅出通信原理 / 陈爱军著. — 北京：清华大学出版社，2018

ISBN 978-7-302-48386-1

I. ①深… II. ①陈… III. ①通信原理 IV. ①TN911

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 216731 号

责任编辑：刘 洋

封面设计：李召霞

版式设计：方加青

责任校对：王荣静

责任印制：李红英

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：清华大学印刷厂

经 销：全国新华书店

开 本：187mm×235mm

印 张：24

字 数：452 千字

版 次：2018 年 2 月第 1 版

印 次：2018 年 2 月第 1 次印刷

印 数：1 ~ 5000

定 价：89.00 元

产品编号：074140-01

通信人家园论坛网友精彩回帖摘录

1914# (通信行业的《X朝那些事儿》)。

bdlipx 发表于 2010-9-8 09:54:21

希望在平凡中——通信老生写在急功近利的年代 (节选)

虽然现在的垃圾书很多，可更加适合现代人阅读习惯的书籍也正由新一代的人们写出来，开启一个新的时代。从《水煮三国》之类的颠覆经典的著作开始，《百家讲坛》的那些老师们也顺势而为。当年明月的《明朝那些事儿》是一个高峰，也是一个里程碑。号称高科技行业的通信行业有丁奇的《大话无线通信》和杨波的《大话通信》等书，近年来陈爱军连载的《深入浅出通信原理》，堪称这些书中的翘楚。这些书一点一点地影响着阅读他们的人，影响范围也一点点地扩大。当量变产生质变，才是复兴的开始。希望也正是在这些平凡的人们之中。

2255# (本科到研究生一直在跟帖)

timthorpe 发表于 2010-10-19 14:02:17

看楼主的文章有一段时间了，有一种酣畅淋漓的感觉，很想一下子就看完。以前学信号与系统、通信原理、数字信号处理的时候总感觉中间隔了好多东西，理解不透彻。现在读了您的文章，豁然开朗，感谢楼主的无私分享，相信无数像我一样迷茫的通信学子读了之后会大有裨益。

发表于 2010-10-26 12:22:53

楼主的人气很高啊，年度最热帖，像当年的《大话无线通信》那样，大家受益匪浅啊……

楼主的文章让我对自己的专业认识有了彻底的改观……

陈老师，看了您讲的东西后，再看课本上的东西，发现以前的那层隔阂已经没有了，对基本的概念有了新的更深的体会，向您致敬！

发表于 2013-5-5 14:00:02

陈老师，大三时就看您的帖子，如今研一都快结束了，回首过往，好多感动。

2660# (对通信原理由恨到爱)

qiqige774 发表于 2010-11-25 22:44:04

因为要考博，继续考通信原理，研究生期间考北京邮电大学的通信原理，还是跨专业，想死的心都有，昨天晚上刚发现楼主的帖子，一口气看了 30 个，豁然开朗呀，楼主加油，通信原理让我又爱又恨呢，现在终于爱死它了。

2803# (参加工作前的充电)

084 发表于 2010-12-10 13:35:14

太激动了，论坛第一帖，顶楼主！

今年要博士毕业去华为了，虽然本科是 EE 专业的，但这几年没做通信，本科学的通信原理之类的知识已经忘光了，工作应该是去做无线上层的东西，但心里还是很慌，很想补一下原来的通信基础知识，翻以前的教材实在翻不下去了，刻板难读，就在这时候看到了楼主的帖子，深入浅出，把深奥的知识用最直观简单的方式讲述出来，并且在知识内容的结构和组织上也有独到之处，非常适合像我这样想再去捡回知识的人，非常感谢楼主，会坚持拜读下去，也希望楼主能坚持下去，更希望楼主能出书，肯定畅销！出的话我肯定会买来支持的，哈哈 ~

2992#

newstorm2003 发表于 2010-12-28 22:06:17

非常喜欢楼主的帖子，当年一直抱怨通信业教育的失败。如果早有楼主这样的人在学校里当教授，将现实中的案例和几门理论结合在一起，肯定有学生爱学！另外，曾经我也一直爱好通信原理，最早的动力就是从疑惑带宽和速率的关系开始的。也是看了 MP3 那些参数后才开始真正研究信号与系统，继而通信原理，然后是数字信号处理。到数字信号处理的时候，我已经没啥精力了。毕业到现在也三年多了，这些知识都荒废了，只剩下书架里还摆着那些我当年购买的国外电子通信教材系列的书本。感谢楼主的讲解，让我想起那些美好的回忆，那些充实的日子，那些真正值得留恋的日子。

3010# (对研究生的学习和课题有很大帮助)

tuohuangniu 发表于 2010-12-30 21:46:24

哈哈, 前两天考现代通信技术用到了老师讲的一些东西, 并没有像其他人那样死记硬背, 考得很轻松, 更重要的是对知识的理解更深刻了, 谢谢陈老师!

发表于 2011-5-6 10:10:33

跟着老师学习快半年了, 真的受益匪浅, 有的知识点看了好几遍, 这些理论上的理解和巩固对我在研究生期间的学习和课题有很大帮助, 衷心感谢陈老师!

3392#

不是那条鱼 发表于 2011-2-13 13:18:30

很高兴能看到这样的帖子, 在中国这个到处是“开心”“人人”“种菜”“养牛”的网络时代能够看到这样的文章我着实惊叹了一把, 虽然我对通信一窍不通, 而且我也刚毕业半年, 目前处于寻找工作的状态, 出于偶然的的机会看到了陈老师的分享帖子, 我决定要跟着陈老师一直学习下去, 即使很多专业名称我都不知道, 但是起码我知道波、三角函数, 陈老师加油, 我会跟进学习的, 有不懂的地方还请老师不吝赐教。既然不能从兴趣中找到工作, 那就从工作中找到兴趣。

3541# (谈了自己对深入浅出的理解)

simon_lau6 发表于 2011-3-1 08:51:49

喜欢深入浅出的学习方式, 强烈支持楼主。我个人特别喜欢深入浅出的学习过程, 只有深入地研究并理解了, 才能浅显易懂地表述出来。

3667# (通俗易懂, 非通信专业也可以看懂)

gaqzcb 发表于 2011-3-14 20:56:05

陈老师, 您好! 我是自动化专业的, 刚刚接触通信这方面的知识, 前阵子买了通信原理方面的经典书籍来看, 看得我特别郁闷, 虽然自身数学基础挺好, 但是好多东西理解不了, 没两天就把买来的书扔在一边了, 恰好非常幸运地看到了这个帖子, 老师的讲解非常通俗易懂, 比我们老师讲的好多了, 责任心非常强, 我由衷地祝福您! 请您一定要保重身体!

3673# (对通信产生了浓厚的兴趣)

zjdayy 发表于 2011-3-15 01:27:04

陈老师不仅做学问严谨，做人也很厚道。现在我正努力准备考研复试，这个连载对我而言简直就是一极品茗香。我一直非常喜欢通信，看了您的连载，对通信越发产生了浓厚的兴趣，很多知识点描述得比书上晦涩的理论更加生动形象。谢谢您的无私奉献。

3943#

xiya_ang 发表于 2011-4-9 09:17:15

陈老师，您该给我们大学生出本教科书了！为什么我们现在的专业教材那么晦涩难懂？本来是可以一针见血、言简意赅地把原理点出，却浪费着大量的篇幅；本该重点详细地对原理进行解释，深入分析，所见字段却很少。老师在讲解的时候也是如此：浅显的原理，我们一点就透，但每到该详细讲解的时候，老师都会含糊其辞，一笔带过，真是纠结啊。

4049# (找回了学习通信的自信)

lemon0553 发表于 2011-4-20 23:08:02

看到楼主深入浅出、通俗易懂的讲解，让我又找回了学习移动通信的自信啊！原来书本上感觉很深奥的东西，各种公式一大堆，看得脑袋都大，怎么跟着楼主就学得很轻松呢！

4066# (将过去学的课程连贯串通起来)

潘帕斯牧羊人 发表于 2011-4-22 09:34:55

回想起来，楼主讲的东西其实都是过去学过的，只是过去学的课程都太割裂了，有可能其中一些课程学得还不错，但是缺乏连贯的思维，好比一堆珍珠没有用线穿起来一样。楼主从初中数学最简单的多项式乘法说起，一步一步加深并融会贯通，让人有一种醍醐灌顶、豁然开朗的感觉。我真的感受到，原来我们从初中到高中再到大学，其实每一门课程都没有白学，前面的课程就是后面的基础，只是我们过去理解不到这一点，变成了死记硬背加套用公式，把一个本来有趣的学习变成了枯燥的记忆和解题，学的时候很痛苦，学完之后赶快扔掉再也不愿去想。过去也从来没有一个老师能够这样讲授过课程，往往就是一来就给出一大堆公式定律，然后就让人云里雾里了。说实话我在大学里面学得算是还将就的，毕竟从来没有挂过科，个别课程还考过年级前几

名（自夸一下），但是一样的考完试就绝对不愿意再去想它。再次感谢楼主和其他热心回帖者，你们写的内容让我找回了久违的对技术的热情，使我对这些公式不再感到恐惧——反而有一些亲切了。

4080#（讲解形象、生动，让人印象深刻）

zj2081 发表于 2011-4-24 01:38:48

感谢陈老师，写得非常精彩。最近看到您的帖子，仔细拜读了几遍。和您一样，我也是一名基站研发的工程师。从本科到硕士，有两本《通信原理》，学了好几遍。不得不说，您的讲解形象、生动，让人印象深刻。如果您出书，我一定买一本珍藏，也希望有机会多和您交流。

4082#（把云里雾里的东西讲得谁都能明白）

witkeysai 发表于 2011-4-24 12:32:09

谁是大师？看了楼主的解释，心中豁然开朗，作为通信学子，真心为有这么通俗易懂的解释而高兴。心中也有些感慨：谁是大师？大师不是搞些谁都不明白的理论，而是把云里雾里的东西讲得谁都能明白!!! 楼主就是这样的大师！

4639#（深入浅出、利于理解）

lqx2274 发表于 2011-7-12 22:43:48

只看了几帖就迫不及待想留言，感慨现行的通信教科书要像楼主这样深入浅出，一切从利于理解的角度编写就好了，强烈建议楼主将自己的智慧结晶集结成书，相信更多陷入深奥晦涩通信教材泥沼的学子们定会茅塞顿开、受益匪浅，如此这般定会功德无量的！期盼中……

4644#（真正理解了“信号处理”和“信号与系统”）

li_li_an 发表于 2011-7-13 16:48:41

上海交大的同学在看的，冒泡哈！不久前才发现有这么好的帖子，我本科的时候学的自动化，现在基本上转无线通信了，本科学信号处理和信号系统就从来没学得明白，学了也容易忘记，现在通过楼主的讲解真正地理解了信号处理、通信这些概念的物理意义，尤其是真正理解了傅里叶变换、欧拉公式在通信中的地位，将信号用简单的数学形象地讲解，让我们收获很大。谢谢楼主的无私奉献。

4689# (原理和应用结合起来讲解)

zrcoolhappy 发表于 2011-7-18 13:47:25

赞,确实如您所说:讲原理的书没结合应用,讲应用的书没把原理说透,您的这些连载真的是非常吸引我,原理和应用穿插着讲!我建议您可以整理一下大家的问题和建议,然后出一本书,应该会很受欢迎,最重要的是给想学习通信知识的人提供方便。

5319# (将抽象的内容用图画出来)

cgl304 发表于 2011-10-23 03:09:36

我真的有话说:看了楼主这么辛苦地分享知识,不是一般人能做的啊,楼主很用心,从讲解到画图,无一不是用心在做。大学里学的东西包括通信原理、数字信号处理、信号与系统、高数,但都如蜻蜓点水,自己不努力是第一,再有就是教科书中为什么不能加入一些对这些原理的应用介绍,做一点力所能及的形象化,比如楼主将极其抽象的东西尽可能地用图像画出。大学里懂知识的教授不少,但是用心讲课,会讲课的教授真的不多。再次表示感谢,希望楼主能继续下去。

5418# (一位老师的点评,通信课程很好的参考)

lcs199771 发表于 2011-11-2 20:33:11

总算看到了陈老师11月1日的“深入浅出通信原理”连载,毫无疑问这是在通信方面一个很好的参考。多人留帖,多人看帖,不管哪种方式都是对通信事业的极大支持。我在通信最火的2010年选择了在高校教书。其间教过“信号与系统”“通信原理”“信息论”。多年的教师生涯使我深知我国高校教育的缺陷,正如各位感受的一样,我们要大力赞扬陈老师。但是我们一定要感恩我们的老师,不管他们书教得怎样,他们绝大多数人是认真的。儿时我不知道学算术做什么,后来我知道了学算术可以数钱;中学我不知道学几何做什么,后来我知道几何可以丈量土地;高中我不知道学政治做什么,后来我知道了可以得分考大学;上了大学我更是迷惑多多,学高数做什么、学信号与系统做什么、学通信原理做什么,后来我知道了学这些是要为通信行业服务。我总是那么滞后,总是怀疑我老师的水平,总是指手画脚,结果如今我空空如也。陈老师绝对称得上是技术专家,理论水平也很深,做了件功德无量的事情!但愿那些在大学里听过信号与系统及通信原理课程的学子,在工作的岗位上聆听陈老师的教诲后,可以在自己的行业建功立业。

5596# (对考研的专业课很有帮助)

jck2 发表于 2011-11-20 22:57:09

我是大三的学生，陈老师您比我们老师讲得详细得多，我们通信专业讲数字通信原理的时候很多东西都是一带而过，而且没有讲模拟通信直接就讲数字通信的话，很多东西都没有弄懂，而且学时少了，很多东西都需要自学，老师你讲得很好、很详细，对我们现在考研的专业课很有帮助。

5859# (创立了通信课程全新的教学模式)

s29952 发表于 2011-12-28 01:05:32

通信难学的根源在于没有实际性的感性认识，缺少一条线串起来，其实数学原理并不复杂。陈大侠先建立感性概念，再进行讲解，创立了通信课程全新的教学模式，了不起！

6092# (将多门课程串起来讲解)

阿邓 发表于 2012-2-13 13:09:48

毕业工作后想重温通信原理的时候，却发现需要将线性代数、复变函数、信号与线性分析等教材结合在一起才能搞清楚当年通信原理到底学了些什么，现在楼主把通信原理涉及的相关数学基础知识串连延伸讲解，真是让我们这些想重学通信原理的人省心！省力！省时！望继续保持呀。

6243# (对自己的工作很有帮助)

20032021 发表于 2012-3-8 21:47:22

毕业后做了两年 RRC，做了一年 RRM，过完年高高兴兴地来到公司，谁知领导说，物理层很缺人呀，你去物理层吧，就这么来到了物理层。结果新老大扔给我两本参考书就出差去了，天哪，那两本是纯英文的呀，我从来没学过通信原理，也不知道数字信号分析是什么东西！整天看得头晕脑胀，都想自杀了！幸好同事推荐了陈老师的帖子，救世主呀，现在终于走上正路了，每天都能感到自己在进步，感觉真的很不错！

6715# (培养了对通信和技术的兴趣，增添了克服困难的勇气)

atpains 发表于 2012-6-13 00:04:47

到今天为止，囫囵吞枣地把楼主帖子看了一遍，感到很受益，以后会再不断复习和学习，争取有朝一日可以跨过通信知识的门槛，登堂入室。感谢陈老师，有幸现场听过您的讲座，真正的良师益友，从您身上学到了很多。从您身上获得了知识，更重要的是，

培养了我对通信和技术的兴趣，增添了克服困难的勇气。真正的勇气是心怀畏惧，但仍然选择前行。在您身上有很多闪光点：首先自己懂，所以不至于误人子弟；其次可以讲清楚，让别人听懂，不是每一个自己懂的人都可以给别人讲明白，也不是每一个自己懂的人都愿意给别人讲解。敏而好学，不耻下问；人无完人，学无止境，别人指出错误，如果确实错了，不会生气，也不会假装谦虚，真正做到人不知而不愠，不亦君子乎；如果别人的理解深度不够，指出错误的地方没有问题，也会耐心回应；会有意识地宣传自己，但实事求是；懂得控制自己的情绪和措辞，有智商，有情商；不会为了和气而放弃辩论，以学心听，以公心辩。连续两年多坚持下来，需要毅力和自律，这本身也是一种值得学习的品质。

6963# (对研究生毕业论文有帮助)

GGaFish 发表于 2012-10-15 13:27:25

正好研究生毕业论文方向就是 OFDM，现在感觉这篇帖子真的是好，虽然内容不深，但是在继续深入学习 OFDM 的过程中，遇到想不通的相关问题的时候，找出这篇帖子来看看最基本的原理，对于问题的理解帮助特别大。别看内容简单，我现在已经是第五六遍回头看了，结合遇到的问题，还是发现了以前学习的时候没有发现的细节，重新加深了对知识的理解，确实不错。

7388#

liyan19871224 发表于 2013-1-16 10:31:41

今天才看见这个帖子，有种相见恨晚的感觉，学了几年的通信，虽然考试都拿高分，但是对很多原理的东西，真心理解不了，估计是课本上的内容解释得太官方太拗口，非常难理解。看了这个帖子才知道原来这些知识可以这么简单地理解，真心感谢陈老师，如果陈老师出书我一定第一个支持！

7673# (对通信原理从厌烦到喜欢)

s46037 发表于 2013-3-21 18:35:25

陈老师，我今年大三，正开始学通信原理，看了您的帖子，我翻出《信号与系统》《数字信号处理》《积分变换》还有《通信原理》几本书一块学，真是越学越有成就感，从原来的厌烦、学不会，到现在的喜欢，变化之大令人难以想象，我已经决定考这方面的研究生了，真的可以说，您的这个帖子改变了我的一生，感激之情无以言表！

7765# (搞清楚物理意义很重要)

zhuxinsir 发表于 2013-4-9 06:21:22

陈老师，您太强了，我数学出身，当时学的时候这些公式也懂，不过学完了就忘，从来没有从物理意义上去追究其意义，今天听完你的课，受益匪浅，正可谓：听君一席话，胜读十年书。

8030# (把晦涩的通信知识讲得生动形象)

pobenliu 发表于 2013-5-26 18:07:23

感谢陈老师，把晦涩的通信知识讲得如此生动形象，以至于周末我也可以坐在实验室花上整天的时间来学习，这种思考的乐趣真是一种享受，让我一个通信科班出身的学生，重新萌发出对这个学科的兴趣。看着陈老师的连载，想起了自己追的漫画《海贼王》，日本漫画一般都是一周出一话，也就是一个连载，现在人气最高的《海贼王》从1997年连载至今已经到709话了，俨然是日本的国民级漫画了。真心希望陈老师的这个帖子也能继续连载下去，成为通信界的国民级神帖。

8188# (将通信原理和信号与系统联系起来)

新手程序猿 发表于 2013-7-19 15:49:54

这本书真心适合深入学习通信原理啊！一层一层地剥开核心的东西，还把我本科时候不知道有什么关系的两大巨头课程——“通信原理”和“信号与系统”联系起来！楼主真是下了很大的功夫啊！在工作之余每天跟进一些，收获很大！

8406# (原来听不懂的课都能听懂了)

通信大学生 123 发表于 2013-10-21 19:09:53

感谢楼主哈，现在大三正在学通信原理、数字信号处理等知识，看了您的连载之后觉得以前听不懂的课都能听懂了。

8439# (讲解了好多教材都没有讲解的疑难内容)

v_p_m_qd 发表于 2013-11-12 18:35:59

陈老师，您写得太深刻了，找了好多教材都没找到的疑难点内容您在连载中都讲解了，正在努力学习中！

8550# (把本科的通信知识都串起来了)

laotu1990 发表于 2014-3-8 11:38:46

陈老师,您好。我是在校研一学生,读完您的连载,感觉本科学的通信知识全都串起来了,谢谢您帮我把之前学习中的困惑解决掉了。

8980# (讲解方法让人上瘾)

SmartMonkey525 发表于 2014-12-15 20:13:33

在理解虚数 j 的基础上,明白了傅里叶级数;在看到了三维的频谱图时,对傅里叶变换有了更深入的理解。陈老师的讲解简直一绝啊,看得我都上瘾了。

9333# (理解公式的内在含义后再讲解出来)

thinkfree 发表于 2015-6-14 08:53:16

楼主前辈的这种奉献精神和耐心太让人佩服了,真正理解公式背后内在含义的人本来就少,而理解了又愿意花这么多的心思和精力将其耐心地讲解出来的人就更是凤毛麟角了。本人自己即这样,虽然理解了,但是用简单的几句话表达出来都觉得累,更不用说花时间做这么多形象的图表,一步一步耐心地推导了。佩服楼主深厚的专业功底,更佩服楼主不辞辛劳地奉献的精神。无以回报,只能多回帖。

10292# (给非通信专业学生入职后学习通信知识带来了福音)

MrsBean 发表于 2017-9-5 14:32:02

陈老师您好,先感谢您这么多年坚持下来的分享,我是今年毕业的研究生,本来就是非通信专业毕业的,所以入职后学习通信相关知识的过程更加痛苦,直到8月的某一天,突然在网上发现了您的帖子。可以说是它真正让我在专业上有这么直观的感受,了解了您的事迹后更是十分佩服您的为人。非常感谢您的分享,私下以为我们这些网友作为您的学生,最好的感恩方式就是好好把学到的知识运用到实际工作之中。最后,出书了一定要叫我们大家来买!万分感谢!

前言

随着电话和互联网的普及，特别是手机和移动互联网的普及，越来越多的人接触到通信，不少人都想搞清楚通信的基本原理，找一些通信原理方面的书来看，但很多书中充斥的大量繁杂的数学公式让很多人望而却步。

和大家一样，我在学习通信原理的过程中也遇到了同样的困难，大家一定很好奇我是如何克服这些困难的，下面我就对自己学习通信原理的经历和体会做一个介绍，希望对大家学好通信原理有所启发。

一、通信原理学习经历

说起通信，作为一名“70后”，我接触通信的时间最早可以追溯到小学的时候。家里有一台熊猫牌电子管收音机，后来又新买了一台红灯牌电子管收音机，如图1所示。

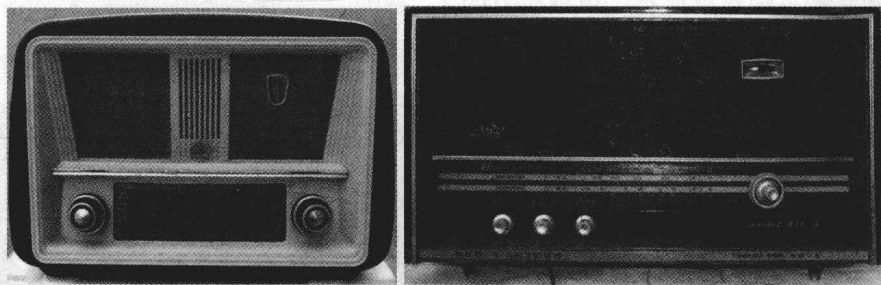


图1 熊猫牌和红灯牌电子管收音机

低年级时我特别喜欢收听小喇叭节目，听孙敬修老爷爷讲故事，“嗒嘀嗒，嗒嘀嗒，小喇叭开始广播了”至今还在耳边回响。到了高年级之后，收听最多的节目就是单田芳老师讲的评书，每次还没听够呢，一句“欲知后事如何，且听下回分解”就结束了。

我的父亲是一名复员军人，在部队当兵时自学了无线电技术，经常为邻居修理收

音机等家用电器。家里常年订阅《无线电》和《家用电器》杂志，如图2所示。



图2 《无线电》和《家用电器》杂志

受父亲影响，我从小就对无线电产生了浓厚的兴趣，很想搞清楚声音是怎么从广播台传到收音机并通过喇叭播放出来的。虽然通过初中和高中物理课学了一些电压、电流、电阻、电容、电感等电路知识和电磁学方面的知识，但我的疑惑还是没能完全解开。于是高考填报志愿时几个志愿全部填了与无线电技术相关的专业，最终如愿考入西安交大信息与控制工程系无线电专业。

当时对无线电的认识也就是无线电广播和电视，想着大学毕业后回家搞家电维修去。正是因为这个想法，我参加了学校的电子学会，把大学期间的大部分课余时间都花在帮同学和老师修单放机、电视机方面了。当时大家都是使用单放机来听音乐和学英语，最常见的单放机牌子要数索尼和爱华，如图3所示。

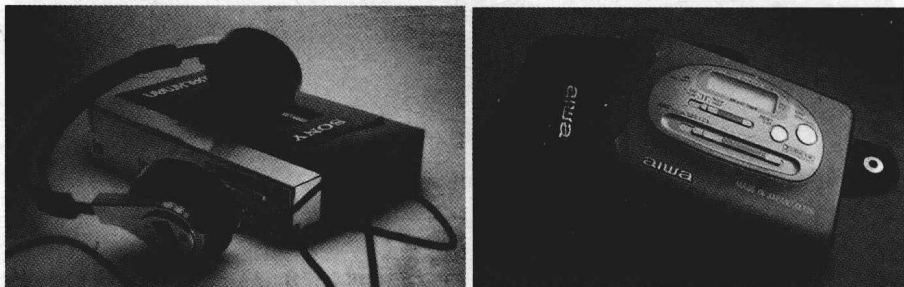


图3 索尼和爱华单放机

大二时一次偶然的的机会，从即将毕业的学长摆的旧书摊上买到了一本《电子世界》的创刊号，发现这本杂志对三极管等电子技术知识讲得通俗易懂，我如饥似渴地把从

创刊号开始的每一期杂志全部搜集齐了来看，如图 4 所示。



图 4 《电子世界》杂志

也正是通过《电子世界》这本杂志，我第一次接触到了四位单片机，搞清楚了单片机的工作原理，后来一鼓作气把大四才学的 8031 单片机原理给学完了。这为我后来毕业被华为录取埋下了伏笔——画出 8031 最小系统并讲清楚工作原理就是 1997 年应聘华为时面试官楚庆给我出的一道题。当然单放机和电视维修所展现的动手能力也为我应聘进华为起了很大作用。

进入华为后，最初在无线业务部从事 GSM 硬件开发工作，开发基站控制器 BSC 上的单板。当时的 BSC 是基于 C&C08 交换机开发的，主管尹志刚给我安排了一项任务：给 1998 年报到的无线新员工讲 C&C08 交换机工作原理。说老实话，虽然大学时学过程控交换原理，但当时真没理解，以七号信令系统为例，只知道它是通信系统的神经系统，由于根本没接触过实际的通信设备，根本不知道说的是啥，为了准备那次培训，我找了大量培训资料来学习，包括 C&C08 硬件总体架构，主控板、时钟板、信令板、中继板、用户板、交换网板等各种单板（如图 5 所示）的功能介绍和配置方法，电话网组网，电话区号编码，打通电话的流程等。结合大学学过的理论知识，我终于把程控交换原理彻底搞清楚了。

至今我还记得那次培训，培训时间为 1998 年 9 月 22 日。我清楚地记得，那次培训的结尾我讲了一个例子，从我的老家吉林延边拨打深圳的电话，中间途经了哪些设备，电话是如何一步一步接续成功的。培训结束时我说：今天正好是我进无线业务部满一年的日子，很高兴有这样一个机会给大家分享我对 C&C08 交换机的理解，你们在这么短的时间内就掌握了我花了半年时间才搞清楚的知识，相信你们在无线业务部

工作满一年时会有更大收获！令我没有想到的是，多年以后还有人记得那次培训。一次偶遇同事谢寿波，他说，“我参加过 1998 年的那次培训，那是我加入华为进入无线业务部参加的第一个培训，至今仍记忆犹新，通过那次培训我真正搞明白了程控交换原理，受益匪浅！”听了他的话我非常感动。

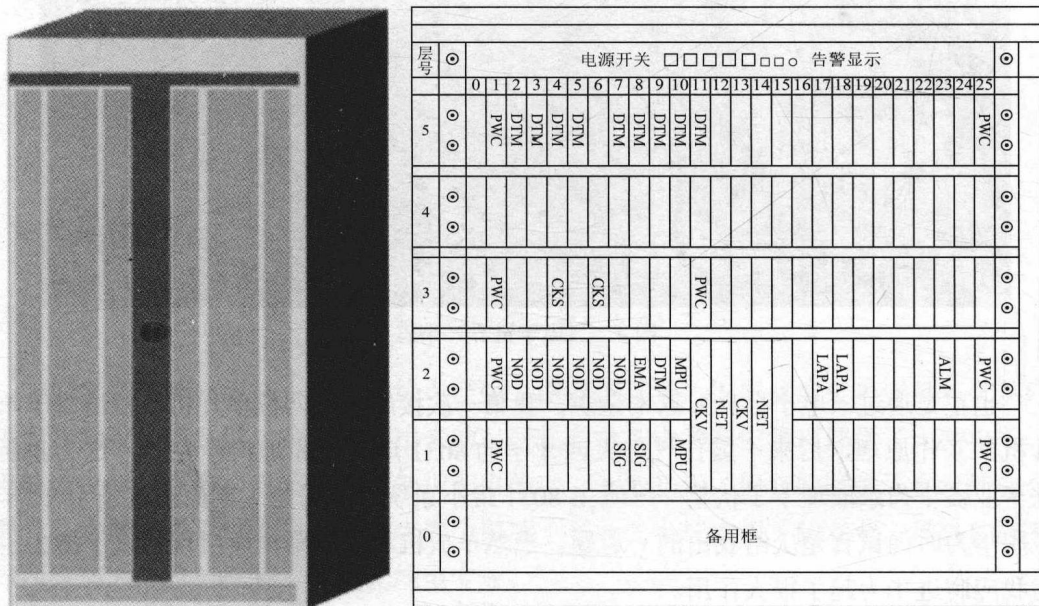


图 5 C&C08 交换机机柜和单板配置

后来随着计算机和互联网的普及，开始接触到上网。当时想上网，除了要有计算机以外，还要买一个猫 (MODEM) 接到计算机的串口上，再买一张上网卡，凭卡上的账号和密码拨号上网，如图 6 所示。

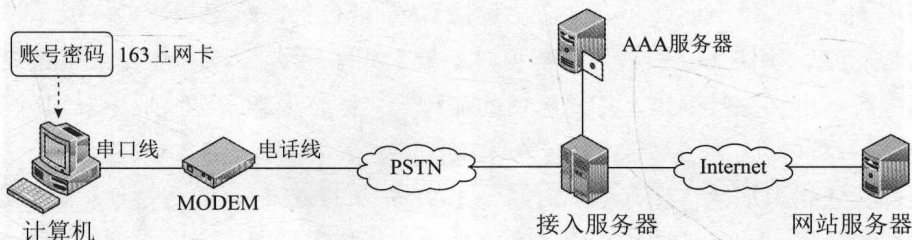


图 6 拨号上网示意图

当时的上网速率一般只有 33.6kbit/s，后来出现一种 56k MODEM，最高速率可以达到 56kbit/s。我特别想搞清楚为什么一般 MODEM 上网速率最高只能达到 33.6kbit/s，