

21IC.com 电子网 推荐图书

【博客藏经阁丛书】

匠人手记

第2版

一个单片机工作者的实践与思考

张俊 编著
网名 程序匠人



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



博客藏经阁丛书

匠人手记

一个单片机工作者的实践与思考
(第2版)

张俊 编著

[网名 程序匠人]

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是作者在从事单片机开发与应用的过程中,将实际经验教训和心得感悟加以总结、整理而成的工作手记。每篇手记论述一个专题,独立成篇,同时又相互关联。全书内容包含入门基础、经验技巧、设计案例及网络杂文四个部分。第2版仍旧保留了第1版中的一些经典篇章,增补了一些新的手记内容,并增加了配套光盘。

本书将网络中自由的语言艺术与现实严谨的科学技术相结合。全书的风格以轻松诙谐的笔调为主。作者力图摆脱传统技术类书籍说教式的表述形式,让读者耳目一新,在轻松的交流过程中获得共鸣。

本书的读者对象为单片机领域的开发工作者以及有志于学习、钻研单片机技术的所有人员。

图书在版编目(CIP)数据

匠人手记:一个单片机工作者的实践与思考/张俊
编著.--2版.--北京:北京航空航天大学出版社,
2014.1

ISBN 978-7-5124-1350-4

I. ①匠… II. 张俊 III. ①单片微型计算机 IV.
TP368.1

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2014)第007826号

©2014,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。
侵权必究。

匠人手记

一个单片机工作者的实践与思考(第2版)

张俊 编著

[网名 程序匠人]

责任编辑 张楠 王松

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1000 1/16 印张:30.75 字数:655千字

2014年1月第2版 2014年1月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 978-7-5124-1350-4 定价:59.00元(含光盘1张)

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

第2版前言

不久前,有位陌生的网友加了匠人的QQ,问:“匠人,你的书哪里有卖?我想买一本。”

匠人闻言,内心不由窃喜,没想到这么久了还有人惦记《匠人手记》。赞曰:多么有慧眼的读者啊!就连淹没在光阴的沙尘中的金子都被您发现了,这眼光……啧啧,真是没的说!于是匠人连忙把以前收藏的各大网上书店的链接发给了那名网友。

可没想到过了一会,那网友却追问道:“这些地方怎么都是缺货?”

缺货?不带这么打击人的吧?匠人满脑袋冒黑线,如同被一瓢零下三十七度半的凉水当头浇透!连忙点开哪些曾经熟悉的页面。一看之下,可不是嘛,所有网上书店都显示缺货!

伤心之余,匠人自然是要把胡编揪过来“批判”一通:“这么畅销的书也不知道先印它个几亿本囤着!还整成了缺货,多对不起求知若渴的读者啊。你说这万一把国家的现代化进程给耽搁了……”

“匠人,我三年前就让你整第2版了啊。”屏幕那端的胡编弱弱地提醒道。

“呃……那啥,哈哈……”匠人自知理亏,顾左右而言它,“嗯……今天的月亮真圆啊……”

“可是今天是阴天……”

“我知道。”匠人继续狡辩道,“阴天也有月亮嘛,躲在云层后面呢!”

“可是这会儿是白天。”

“……好吧,我说的是昨晚的月亮。”匠人有点理屈词穷。

“昨天是初一。”

“……呃,胡编你先忙,我就不打搅你的宝贵时间,先下线了……”

“别逃!”胡编好不容易逮着机会似的,恨不得把手从屏幕那端穿越过来揪住匠人,“你的书稿到底什么时候该交给我?……交给我?……给我?……我?”——这还带回音的,真是振聋发聩啊。

那一刻,匠人知道,为《匠人手记》出再版,这件事情不能再拖了。

——以上只是个故事,源于生活,又高于生活,权当是博读者一笑。匠人这么做,不过是为了把原本枯燥的序言变得有趣一些而已(让那些不喜欢读序言的家伙们后悔去吧!呵呵!)

当然,匠人当初出这本书时,并没有想到有朝一日还要为它写再版序言。

回想2008年,那是一段激情燃烧的岁月。《匠人手记》刚上市,受到许多朋友的帮忙宣传。

首先,是21IC网站以实际行动支持匠人。他们慷慨出资,购买了几百本《匠人手

记》，作为特别礼物赠送给参加各地网友会的网友，他们还免费为《匠人手记》开设了书友会论坛。

与此同时，EDN网站也闻风而动。他们协助匠人成立《匠人手记》EDN书友会，举办了一系列的网上优惠签名售书、E币换书活动，并免费在《EDN China》杂志上刊登整幅的图书宣传。

更多的网友和读者，以他们各自的方式支持着匠人。有人写书评，有人帮忙勘误，有人成立书友会QQ群，让书友门一起加入讨论……

在大家的支持下，《匠人手记》很快就窜到了当当网等几个网络书店同类图书销售排行榜的榜首。第一印次在短短2个月中售罄，后来又加印了两次，也很快卖光。

关于这本书，最珍贵的记忆是在2008年。当时汶川地震发生不久，匠人自费捐出12本签名版《匠人手记》，在21IC论坛中发起了一次义拍活动。活动非常成功，最后竟然拍到了6900多元善款，远远超出了这些书本身的价值！这些善款全部由竞拍人直接捐给了慈善结构。

让匠人感动的是，这些参加竞拍的网友中，有的还是学生，有的是来自四川灾区的网友，有些人在此之前已经捐过了，但为了献爱心，仍旧热心参加了义拍。大家不论收入高低、地域差别，都非常一致地表达了对灾区的支持。

这次义拍活动，让匠人看到了人性的光明面。比金钱可贵的，是爱心。

呵呵，回忆陷入太深了，赶紧拉回来……

这次再版，因为匠人的惰性而被拖延了。在此，匠人要对等候的读者说声抱歉。

第2版仍旧保留了第1版中的一些经典篇章。关于这些内容，在第1版序言中已经有介绍，就不再重复了。另外也做了一些调整，去掉了几篇过时的手记，同时增补了一些新内容。

在这里，匠人特别想推荐给读者的，是新增的《手记5 程序规划方法漫谈》和《手记6 程序调试(除错)过程中的一些雕虫小技》。这两篇帖子曾经在网站上发表，它们受到的好评让匠人有信心把它们变成铅字，呈现在更多人面前。

细心的读者也许会发现，这次再版还有一个变化，就是增加了配套光盘。有一些匠人写过的东西，它们可能不是那么精彩，所以没有被选入本书。但是那些东西中的某一篇说不定会对您有启发。所以匠人决定把它们放在光盘中。

另外，光盘还收集了一些匠人自己做的实用小工具，比如《串口猎人》。关于《串口猎人》这个软件的使用技巧，见《手记16 <串口猎人> V31 使用指南》。

光盘里的其他一些东西就不一一介绍了，留待读者您去发现。

最后，我要感谢所有陪伴《匠人手记》一路走过的朋友(包括我们可爱的胡编、彩云以及广大的网友们)。此外还有我的同事及亲友，他们是：杨刘兴、宋智明、杨淮东、王战友、余书磊、徐永、刘矿、彭怀兴、梁银龙、李双林。祝大家的事业蒸蒸日上，生活和和美美。

程序匠人

2014年1月于上海

第 1 版前言

亲爱的读者大人,您捧起这本书,也许您只是被她另类的书名所吸引。如果您是一名学子,想自掏腰包买一本单片机入门教材,应付即将到来的毕业设计;或者您是一位单片机应用工程师,为了加快项目的进程,想找一本公司能报销的芯片手册,那么这本书也许是不适合您的。请您轻轻地将这本书放下……

这本书,和您以往看到的所有的单片机方面的书都不同。她应匠人的兴趣爱好而写就,是为那些对单片机技术也有着同样强烈的钻研兴趣的人准备的。也许她可以让您领悟一些东西,提高某一方面的功力,但是她无助于为您实现一个短期的功利目标。

当匠人第一次接到来自北京航空航天大学出版社的出书邀请时,匠人并不认为自己适合于写书。匠人觉得,写书这种活儿,应该是由教授和专家们来干的。如果由匠人来写,则有可能误人子弟,并有极大可能砸了北京航空航天大学出版社的招牌。

然而,北京航空航天大学出版社的胡晓柏先生以他执著的信念及热情的鼓励,慢慢地打消了匠人心头的顾虑。在这个草根时代,写本书也不是什么大不了的事情。

在确认了写书的目标后,匠人就这本书的内容和文风进行了思考。匠人究竟应该写一本怎样的书?作为作者的匠人,和作为读者的您,我们究竟需要什么?

我们可能不再需要一本新的单片机 C 语言教程了,因为这一类的书已经有了很多。我们也不再需要一本汉化的芯片应用手册了,因为这是芯片厂家和代理商该做的事情。

我们不再需要说教和灌输。我们需要的,是经验的交流和分享,是思想的碰撞和激荡。

那么,就让写书的人和读书的人,都放松一点吧。就像在网络上一样。

是的,就像在网络上一样。

实际上,这本书中的许多内容,正是匠人当初在网上发表过的。其中包括一些技术类文章(如网络版的《匠人手记》系列)和非技术类的网络杂文(如《匠人夜话》系列)。这些文章,经过整理加工,被包装一新后重新呈现在您的面前。

这本书的另一部分内容,来自匠人雪藏多年的日常工作笔记。那是匠人心血的凝聚。同样地,这些笔记也得到了提炼。而匠人则在这种完善中体验到了乐趣。

另外,匠人还选择一些新题材,补充了部分手记,以便能够与既有的篇章内容呼应,形成一个比较有层次的体系。这部分内容,主要包括一些单片机入门的基础知识和针

对具体案例的分析。

而整本书的风格,则延续了匠人在网上的一贯文风,以轻松诙谐的笔调为主。匠人试图将网络中自由的语言艺术与现实中严谨的科学技术相结合。这是一种大胆的尝试。既然螃蟹注定是要被人吃的,那么我们为什么不去尝试,做第一个吃螃蟹的人呢?

这本书并不是针对某种单一类型的单片机的开发应用指导。匠人在实际工作中,会根据不同的设计需要,去选用不同种类的单片机。虽然不同的芯片之间会有差异,但设计的理念是相通的。因此,在本书中,您会看到多种单片机共存、汇编语言和C语言并举的情况。

匠人接触单片机已经有十多个年头了。在这十几年里,匠人有幸见证了我国单片机事业的发展和壮大。从当初的MCS-51系列一统江山,到现在的欧美日韩以及中国台湾和大陆国产的各家单片机的百花齐放。繁华的背后,是无数和匠人一样的单片机工作者默默的耕耘和进取。而更多新的技术正在引领我们走向未来。

感谢匠人的同事及亲友们,他们为本书提供了帮助。范嘉俊为本书绘制了部分电路图,潘志伟为本书编写并调试了部分例程。另外,还要感谢施东海、徐志庄、葛林、李素高、庞强、郭李晔、程怡、尚晓静、陈瑾、张秀平、邓胜、胡祥玲、张丽、吴英、张金发、吴淑如、刘传英、胡殿乐、胡祥军、胡祥华、周广菊、王小玲、洪争齐等人的帮助。

感谢21ICBBS上的网友们,他们给了匠人创造的灵感和激情,并就本书提出了良好的意见和建议。

感谢北京航空航天大学出版社的胡晓柏先生在整个写书过程中给匠人的支持和关心(其实匠人更感念的是他的执著)。

这本书是匠人利用业余时间编写的,因此离不开匠人的父母妻女的支持。如果没有他们给匠人营造一个温馨宁静的家,匠人是没有这等写书的闲工夫的。因此,匠人要在此表达对他们的爱。

匠人的水平有限,时间也有限,书中的错误和不妥之处在所难免。恳请广大读者大人批评指正。有兴趣的朋友,可以到匠人的个人博客——《匠人的百宝箱》(<http://cxjr.21ic.org>)来做客;或者登陆21IC中国电子网论坛(<http://bbs.21ic.com>)参与技术讨论;或者加入《匠人手记》EDN书友会小组(<http://group.ednchina.com/628/>)。您也可以发送电子邮件到:zj_artisan@hotmail.com,与匠人进一步交流。这些网址和邮箱不必刻意去记,您只需在网络搜索引擎上搜索“程序匠人”、“匠人的百宝箱”或“匠人”等关键字,即可找到匠人。匠人也许就在您身边。

程序匠人

2008年3月于上海

手记目录

第一部分 入门基础

| | | |
|------|--------------------------|-----|
| 手记 1 | 单片机入门知识与基本概念 | 3 |
| 手记 2 | 单片机的汇编指令系统 | 23 |
| 手记 3 | 编程思路漫谈 | 42 |
| 手记 4 | 程序设计阶段漫谈 | 56 |
| 手记 5 | 程序规划方法漫谈 | 60 |
| 手记 6 | 程序调试(除错)过程中的一些雕虫小技 | 86 |
| 手记 7 | EMC 单片机指令应用的误区与技巧 | 96 |
| 手记 8 | EMC 单片机的伪指令与宏的应用 | 100 |

第二部分 经验技巧

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 手记 9 | 10 种软件滤波方法 | 113 |
| 手记 10 | 一阶滤波算法之深入研究 | 130 |
| 手记 11 | 分段线性插值算法之深入研究 | 145 |
| 手记 12 | 移位法在乘除运算及数制转换中的妙用 | 150 |
| 手记 13 | 按键漫谈 | 162 |
| 手记 14 | 单键多击的检测程序 | 173 |
| 手记 15 | 串口七日之创世纪篇 | 178 |
| 手记 16 | 《串口猎人》V31 使用指南 | 192 |
| 手记 17 | 用普通 I/O 口实现单线单工通信 | 227 |
| 手记 18 | 用普通 I/O 口检测模拟值 | 230 |
| 手记 19 | 功率调节与过零检测 | 244 |

第三部分 设计案例

手记 20 梦幻时钟摇摇棒大揭秘 251

手记 21 汽车组合仪表开发手记 273

手记 22 空调遥控器开发手记 321

手记 23 手机锂电池充电器设计白皮书 340

手记 24 从零开始玩转 PIC 之旋转时钟 348

手记 25 用硬盘音圈电机和三星芯片做的摇摆相框 394

第四部分 网络杂文

手记 26 《大话篇》系列 403

手记 27 《匠人夜话》系列 412

手记 28 匠人的论坛文集 426

手记 29 匠人的博客文集 433

手记 30 21ICBBS 人物志 445

手记 31 《网络心路》之匠人版(连载) 456

目 录

第一部分 入门基础

| | |
|-------------------------|----|
| 手记 1 单片机入门知识与基本概念 | 3 |
| 一、前 言 | 3 |
| 二、单片机系统 | 3 |
| 三、存储器 | 4 |
| 四、I/O 口 | 5 |
| 五、堆 栈 | 7 |
| 六、定时/计数器 | 9 |
| 七、中 断 | 9 |
| 八、复 位 | 11 |
| 九、看门狗 | 14 |
| 十、时钟电路和振荡源 | 16 |
| 十一、脉宽调制(PWM) | 17 |
| 十二、模拟/数字转换(ADC) | 18 |
| 十三、串行通信 | 21 |
| 十四、后 记 | 22 |
| 手记 2 单片机的汇编指令系统 | 23 |
| 一、前 言 | 23 |
| 二、汇编语言的前世今生 | 23 |
| 三、汇编指令的有关概念 | 24 |
| 四、汇编指令的寻址方式 | 25 |
| 五、汇编指令的分类 | 27 |
| 六、指令分解图的介绍与应用 | 29 |
| 七、后 记 | 30 |
| 手记 3 编程思路漫谈 | 42 |
| 一、前 言 | 42 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 二、程序的基本结构 | 42 |
| 三、模块化的程序结构 | 43 |
| 四、模块的事件驱动机制 | 43 |
| 五、顺序调度机制与优先调度机制 | 44 |
| 六、中断与前/后台的程序结构 | 45 |
| 七、时间片与分时调度机制 | 46 |
| 八、多进程并行运行机制 | 48 |
| 九、多工程序结构 | 48 |
| 十、基于状态机思路的程序调度机制 | 51 |
| 十一、更复杂的状态结构 | 54 |
| 十二、后 记 | 55 |
| 手记 4 程序设计阶段漫谈 | 56 |
| 一、前 言 | 56 |
| 二、方案制定阶段 | 56 |
| 三、程序设计阶段 | 57 |
| 四、代码编写阶段 | 57 |
| 五、程序调试阶段 | 58 |
| 六、程序维护阶段 | 58 |
| 手记 5 程序规划方法漫谈 | 60 |
| 一、前 言 | 60 |
| 二、程序流程图 | 60 |
| 三、N-S图(盒图) | 68 |
| 四、PAD图(问题分析图) | 70 |
| 五、数据流图(DFD) | 72 |
| 六、状态机分析方法及相关图表 | 75 |
| 七、真值表、数轴和坐标系 | 78 |
| 八、程序结构图(层次图、框图) | 80 |
| 九、后 记 | 85 |
| 手记 6 程序调试(除错)过程中的一些雕虫小技 | 86 |
| 一、前 言 | 86 |
| 二、磨刀不误砍柴功 | 86 |
| 三、优先调试人机界面 | 87 |
| 四、慢镜头的威力 | 87 |
| 五、快镜头的威力 | 88 |
| 六、程序中的黑匣子 | 89 |
| 七、设卡伏击,拦截流窜犯 | 89 |
| 八、向猎人学习挖坑设陷阱的技术 | 90 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| 九、程序中的窃听器 | 91 |
| 十、别把手术刀遗忘在病人肚子里 | 92 |
| 十一、拉闸睡觉! 统一管理调试代码 | 93 |
| 十二、删繁就简, 从最小系统开始 | 94 |
| 手记 7 EMC 单片机指令应用的误区与技巧 | 96 |
| 一、前 言 | 96 |
| 二、减法指令的误区 | 96 |
| 三、查表(散转)指令的误区 | 97 |
| 四、关于“MOV R,R”指令 | 97 |
| 手记 8 EMC 单片机的伪指令与宏的应用 | 100 |
| 一、前 言 | 100 |
| 二、伪指令与宏的优点 | 100 |
| 三、位操作类宏 | 100 |
| 四、条件分支结构类宏 | 102 |
| 五、中断压栈与出栈类宏 | 105 |
| 六、散转结构与表格的防溢保护方法 | 106 |
| 七、跨页调用与跳转类宏 | 106 |
| 八、显示段码表的的预定义方法 | 108 |
| 九、后 记 | 110 |
| 第二部分 经验技巧 | |
| 手记 9 10 种软件滤波方法 | 113 |
| 一、前 言 | 113 |
| 二、限幅滤波法 | 113 |
| 三、中位值滤波法 | 115 |
| 四、算术平均滤波法 | 117 |
| 五、递推平均滤波法 | 118 |
| 六、中位值平均滤波法 | 120 |
| 七、递推中位值平均滤波法 | 121 |
| 八、限幅平均滤波法 | 123 |
| 九、一阶滞后滤波法 | 124 |
| 十、加权递推平均滤波法 | 125 |
| 十一、消抖滤波法 | 127 |
| 十二、后 记 | 128 |
| 手记 10 一阶滤波算法之深入研究 | 130 |
| 一、前 言 | 130 |
| 二、原理与公式 | 130 |
| 三、源程序 | 131 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 四、滤波效果分析 | 132 |
| 五、不足与优化 | 134 |
| 六、实例应用 | 137 |
| 手记 11 分段线性插值算法之深入研究 | 145 |
| 一、前 言 | 145 |
| 二、分段线性插值法的原理 | 145 |
| 三、分段线性插值法的公式 | 146 |
| 四、分段线性插值法的应用步骤 | 146 |
| 五、分段线性插值法的程序 | 147 |
| 手记 12 移位法在乘除运算及数制转换中的妙用 | 150 |
| 一、前 言 | 150 |
| 二、巧用移位法进行多字节乘除计算 | 151 |
| 三、巧用移位法进行数制转换 | 156 |
| 四、后 记 | 161 |
| 手记 13 按键漫谈 | 162 |
| 一、前 言 | 162 |
| 二、按键时序分析 | 162 |
| 三、常见按键类型分析 | 163 |
| 四、常见按键类型的判别方法 | 164 |
| 五、多种按键类型的处理流程 | 167 |
| 六、后 记 | 169 |
| 手记 14 单键多击的检测程序 | 173 |
| 一、前 言 | 173 |
| 二、设计思路 | 173 |
| 三、流程图 | 175 |
| 四、源程序 | 176 |
| 手记 15 串口七日之创世纪篇 | 178 |
| 一、前 言 | 178 |
| 二、第一日 | 178 |
| 三、第二日 | 181 |
| 四、第三日 | 183 |
| 五、第四日 | 185 |
| 六、第五日 | 186 |
| 七、第六日 | 187 |
| 八、第七日 | 190 |
| 手记 16 《串口猎人》V31 使用指南 | 192 |
| 一、功能简介 | 192 |
| 二、快速上手 | 194 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 三、基本功能 | 195 |
| 四、高级发码 | 198 |
| 五、高级收码 | 203 |
| 六、图形分析 | 209 |
| 七、获取帮助 | 213 |
| 八、实战演练——《串口猎人》在自平衡小车项目中的应用 | 216 |
| 九、后 记 | 226 |
| 手记 17 用普通 I/O 口实现单线单工通信 | 227 |
| 一、前 言 | 227 |
| 二、单线单工通信协议 | 227 |
| 三、关于波特率自适应的处理 | 227 |
| 四、从机通信接收程序的流程图及说明 | 228 |
| 五、后 记 | 229 |
| 手记 18 用普通 I/O 口检测模拟值 | 230 |
| 一、前 言 | 230 |
| 二、电阻类模拟信号的检测(温度的检测) | 230 |
| 三、电压类模拟信号的检测 | 237 |
| 四、电容类模拟信号的检测(电容式触摸键的检测) | 239 |
| 五、后 记 | 243 |
| 手记 19 功率调节与过零检测 | 244 |
| 一、前 言 | 244 |
| 二、移相触发 | 244 |
| 三、过零触发 | 245 |
| 四、过零信号检测 | 246 |
| 第三部分 设计案例 | |
| 手记 20 梦幻时钟摇摇棒大揭秘 | 251 |
| 一、前 言 | 251 |
| 二、硬件电路的制作 | 251 |
| 三、字库的制作 | 253 |
| 四、按键功能说明 | 255 |
| 五、源程序 | 256 |
| 手记 21 汽车组合仪表开发手记 | 273 |
| 一、前 言 | 273 |
| 二、项目概述 | 273 |
| 三、仪表电机原理与控制 | 274 |
| 四、程序概述 | 280 |
| 五、计程处理 | 287 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 六、车速处理 | 289 |
| 七、转速处理 | 293 |
| 八、档位处理 | 294 |
| 九、模拟信号的 A/D 转化处理 | 295 |
| 十、按键处理 | 296 |
| 十一、LCD 显示处理 | 300 |
| 十二、故障报警与指示 | 311 |
| 十三、点火器开关控制与低功耗处理 | 319 |
| 十四、其他程序模块 | 320 |
| 十五、后 记 | 320 |
| 手记 22 空调遥控器开发手记 | 321 |
| 一、前 言 | 321 |
| 二、项目概述 | 321 |
| 三、按键处理 | 324 |
| 四、跳线检测 | 329 |
| 五、红外发码控制 | 330 |
| 六、LCD 显示处理 | 338 |
| 七、空调遥控器原理图 | 338 |
| 手记 23 手机锂电池充电器设计白皮书 | 340 |
| 一、前 言 | 340 |
| 二、锂(Li-Ion)电池特性 | 340 |
| 三、充电器的软件控制流程 | 342 |
| 四、充电器的硬件电路 | 345 |
| 五、后 记 | 347 |
| 手记 24 从零开始玩转 PIC 之旋转时钟 | 348 |
| 一、前 言 | 348 |
| 二、准备工作与快速上手 | 349 |
| 三、功能概述 | 352 |
| 四、显示的转速自适应控制方式 | 354 |
| 五、指针板的供电方式 | 358 |
| 六、显示处理 | 363 |
| 七、串口通信 | 371 |
| 八、温度处理 | 379 |
| 九、内置 EEPROM | 381 |
| 十、基 板 | 385 |
| 十一、后台软件 | 387 |
| 十二、源程序 | 389 |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| 十三、硬件电路 | 390 |
| 十四、后 记 | 393 |
| 手记 25 用硬盘音圈电机和三星芯片做的摇摆相框 | 394 |
| 一、前 言 | 394 |
| 二、电路说明 | 394 |
| 三、源程序 | 395 |
| 四、结构装配 | 398 |

第四部分 网络杂文

| | |
|-----------------------------|------------|
| 手记 26 《大话篇》系列 | 403 |
| 一、前 言 | 403 |
| 二、大话篇之一 | 403 |
| 三、大话篇之二 | 404 |
| 四、大话篇之三 | 405 |
| 五、大话篇之四 | 405 |
| 六、大话篇之五 | 406 |
| 七、大话篇之六 | 407 |
| 八、大话篇之七 | 407 |
| 九、大话篇之八 | 408 |
| 十、大话篇之九 | 408 |
| 十一、大话篇之十 | 409 |
| 十二、大话篇之十一 | 409 |
| 十三、大话篇之十二——《六一特别节目》 | 409 |
| 手记 27 《匠人夜话》系列 | 412 |
| 一、吃软？还是吃硬？ | 412 |
| 二、你为谁打工？ | 412 |
| 三、当机会来临时，你准备好了吗？ | 413 |
| 四、鸡头？还是凤尾？ | 413 |
| 五、领先同伴比超越自己更重要！ | 414 |
| 六、不怕菜鸟，就怕懒虫！ | 414 |
| 七、机会在于把握 | 415 |
| 八、35岁危机，逃无可逃！ | 415 |
| 九、别拿名词来唬人！ | 416 |
| 十、新手三忌！ | 416 |
| 十一、我们是 Byte 的奴隶？ | 417 |
| 十二、如何提高工程部团队战斗力 | 418 |
| 十三、枪手的新行规！ | 419 |
| 十四、新技术催生的“廉价”时代！ | 420 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 155 | 十五、有心栽花,无意插柳 | 420 |
| 160 | 十六、如何评估开发费 | 421 |
| 160 | 十七、被人惦记的感觉真好 | 422 |
| 160 | 十八、我们只是有幸站在巨人的肩膀上而已 | 422 |
| 160 | 十九、静心学,尽心干 | 423 |
| 200 | 二十、性格决定命运 | 423 |
| 200 | 二十一、人皆可师 | 424 |
| | 二十二、天分决定速度,勤奋决定高度 | 424 |
| | 二十三、自由职业者——要自由,还是要职业? | 424 |
| | 手记 28 匠人的论坛文集 | 426 |
| | 一、程序人生 | 426 |
| | 二、魔鬼定律 | 428 |
| | 三、“高手”的阐释 | 429 |
| | 四、四种懒人——关于 C 与 ASM 之争 | 430 |
| | 五、戏说“看门狗” | 430 |
| | 六、好记性不如烂笔头 | 431 |
| | 七、如果匠人请代笔 | 431 |
| | 手记 29 匠人的博客文集 | 433 |
| | 一、匠人语录 | 433 |
| | 二、俺只是一个网络上的放羊娃 | 434 |
| | 三、岁月如歌——记《匠人的百宝箱》开通一周年 | 435 |
| | 四、网络化生存之匠人版 | 436 |
| | 五、《流星花园》之匠人版 | 438 |
| | 六、《匠人的百宝箱》博客名趣事 | 439 |
| | 七、大话篇新传——匠人是如何变成 21ICBlog 系统管理员的 | 439 |
| | 八、两粒电子的爱情 | 440 |
| | 九、纪念一个 ID | 442 |
| | 手记 30 21ICBBS 人物志 | 445 |
| | 一、前 言 | 445 |
| | 二、hotpower 篇 | 445 |
| | 三、雁舞白沙篇 | 446 |
| | 四、柔月篇 | 446 |
| | 五、highway 篇 | 447 |
| | 六、CCCP 篇 | 447 |
| | 七、老王篇 | 448 |
| | 八、电子小虫篇 | 448 |
| | 九、刀客篇 | 449 |