

■ 科 普 ■ 创 新 ■ 实 作 ■ 分 享

无线电

1955年创刊 www.radio.com.cn 邮发代号: 2-75 国外代号: M106

2013年 合订本

《无线电》编辑部 编



2013年第7期~第12期

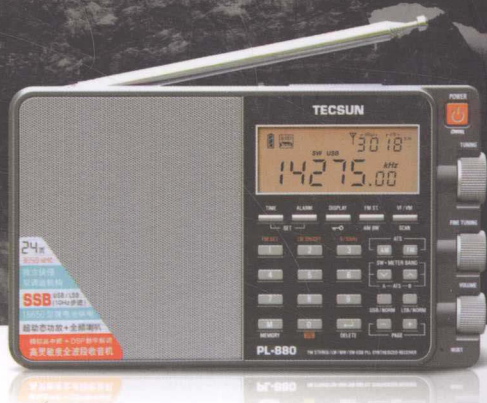
特别策划 FOCUS > 制作 PROJECT > 创客 MAKER > 装备 EQUIPMENT > 技巧 HINTS & KINKS > 入门 START WITH > 史话 HISTORY

TECSUN 德生牌收音机

梅里雪山主峰

—— 从未被人类征服的卡瓦格博峰 ——

高性能全波段数字调谐立体声收音机



PL-880



PL-660



PL-600



PL-450

德生收音机论坛: <http://bbs.tecsun.com.cn>

德生淘宝店: <http://best-radio.taobao.com>



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电

2013 年合订本（下）

《无线电》编辑部 编

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

无线电 : 2013年合订本. 下 / 《无线电》编辑部编

. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-115-34523-3

I. ①无… II. ①无… III. ①无线电技术—2013—丛
刊 IV. ①TN014-55

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第014291号

内 容 提 要

《无线电》2013年合订本(下)囊括了《无线电》杂志2013年第7~12期所有栏目的全部内容,并经过了再次加工整理,按期号、栏目、专题等重新分类编排,以便读者阅读。

与文章相关的单片机源程序、印制电路板图等资料请到《无线电》杂志网站www.radio.com.cn上下载。

本书内容信息量大,涉及电子技术广泛,文章精炼,技巧经验丰富,实用性强,适合广大电子爱好者、电子技术人员及相关专业师生阅读。

-
- ◆ 编 《无线电》编辑部
责任编辑 房桦 周明
责任印制 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京新华印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 34
字数: 1 249 千字 2014年3月第1版
印数: 1—7 000 册 2014年3月北京第1次印刷
-

定价: 52.00 元

读者服务热线: (010) 81055311 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

2013年合订本（下）

目 录

特别策划

3D打印机专题

3D 打印机加速你的硬件产品开发 ◇颜中林 001

3D 打印软硬件的应用与改进

“HACK” DreamMaker 3D打印机 ◇王正 004

3D 打印机是新工业革命? ◇杜洋 011

谁都可以做的遥控飞行器 ◇布雷克·巴尔德文 015

红外遥控器改装 ◇汤姆·罗乌斯 025

废旧遥控赛车复活记☆ ◇张彬杰 029

钥匙扣遥控器☆ ◇张彬杰 033

话说PID

PID的来龙去脉 ◇薛加民 035

PID控制的上拉式磁悬浮装置 ◇薛加民 037

用Arduino制作一个更炫的上推式磁悬浮装置 ◇薛加民 040

利用LabVIEW做智能车车轮同速PID调节 ◇宜昌城老张 042

打造自己的加工中心

可以雕钢的迷你雕刻机 ◇陈近 047

制作简易车床 ◇赵治湘 052

打造电池极片点焊机 ◇兰振利 054

CNC 雕刻机改装 ◇蒋政森 056

3D 打印机VS 雕刻机 ◇温正伟 059

创客 MAKER

创客们的狂欢：记2013 湾区Maker Faire ◇龚晨 061

RPScanner 3D扫描仪初探

◇RobPeak团队：李宇翔、陈士凯 064

Oculus Rift虚拟现实眼镜的体验和应用畅想

◇陈士凯、RoboPeak团队 072

3D照相大探秘 ◇侯欣悦 080

北京创客空间迁新址，打造现实中的“梦想实验室”

◇本刊记者 周明 085

创客来袭 ◇侯欣悦 086

2013纽约Maker Faire参展日记 ◇DFRobot 叶琛 091

制作 PROJECT

新式交互玩具——智能盒子制作攻略☆ ◇陈雪 096

用Arduino制作电子秤☆ ◇吕桐 099

自制Arduino体感手柄遥控二自由度浮动迷宫☆

◇宜昌城老张 102

遥控坦克DIY（上）☆ ◇子时DIY 106

我的第一个机器人——六足甲虫☆ ◇郑玉生 111

遥控坦克DIY（下） ◇子时DIY 114

CPG小实验 ◇臧海波 120

基于Arduino与LabVIEW的温度监测系统 ◇nust_奔跑 124

基于Arduino与LabVIEW的无线遥控智能小车☆ ◇沈金鑫 127

用Arduino自制气体监测平台☆ ◇卢冠宇 130

基于OBD系统反馈的霹雳游侠灯 ◇官微宏 132

跟我学做低碳环保的工艺灯 ◇陈宇伦 134

制作一款智能镍镉/镍氢电池充电器 ◇杨林 136

为遥控赛车添加Android手机蓝牙遥控功能☆ ◇王晓伟 140

My Robot Car蓝牙遥控小车制作教程 ◇梁宇 142

用Arduino自制数字示波器	◇吴汉清	145	基于MAX1447的高精度免调试数字电压表头	◇杨林	258
智能小车任我行——DR83100高性能寻迹器的寻线开发技巧☆	◇杜洋	150	伴随“音符”舞动的LED时钟	◇陈爽	262
用Arduino自制无线遥控机器人	◇涂平 郭峻睿	156	无线GPS时钟DIY	◇王健	265
基于Arduino的开源低成本智能家居☆	◇潘可佳	161	巧显温度计	◇曹延焕	268
从投石机到电磁炮	◇臧海波	164	让你的自行车在夜里也闪闪发亮吧		
蓝牙遥控版智能全向移动平台☆	◇小强之工	166	——超实用自行车车灯的改造方案	◇陈国东	271
做一款自己的电子水平测量仪	◇程洁 程志勇	170	自制单管单端功放	◇陈强 李洪	274
DYS388开启你的全彩制作之旅	◇doyoung	175	带耳机放大器的USB音频解码器☆	◇吴汉清	277
88MD酷炫音乐显示器☆	◇贝振权	178	纯手工打造低音炮音箱	◇刘畅	282
长寿型调光灯☆	◇曹延焕	181	自制双底板6P6P、6P1单端	◇刘伟克	286
温度记忆杯垫☆	◇彭承军 李志远	184	单片机音量控制系统的设计与制作☆	◇李毅	289
红外遥控版LED球泡灯☆	◇张彬杰	186	动手打造属于自己的USB声卡	◇梁文志	294
静止型热释电传感开关	◇俞虹	189	用全铝合金制作的书架式音箱	◇范禄祥 (VR2ZOC)	298
制作水晶城堡桌面音乐频谱显示器☆	◇杨黎民	192	自制欧式仿古音箱	◇韩跃军	300
设计巧妙的MiniDeskClock (Beep版) ☆	◇曹延焕	197	我的时尚桌面音响系统	◇朱潜	302
为Arduino设计的通用VFD显示模块的制作☆	◇张锋	202	EL34单端功率放大器的制作	◇源建平	305
自制模型遥控器☆	◇张彬杰	208	旗舰级单端甲类功放的设计与制作	◇松贵年	308
无线供电的LED旋转显示万年历☆	◇金杰	212	STC单片机片上仿真法	◇杜洋	312
用机顶盒制作可自动调校的电子钟☆	◇俞虹	216	单片机下载/存储器复制/STC单片机免手动冷启动		
FM发射器+手机——打造自己的FM对讲机系统	◇陈爽	219	多功能模块的制作☆	◇刘作新	318
饮水机自动关电源专用插座☆	◇王玺 李宣仪 李荣旺	222	ARM设计跟我学6		
Arduino通用荧光数码管模块☆	◇张锋	225	通用I/O特性与应用☆	◇周兴华	325
解控3×3×4彩色LED光立方☆	◇伍浩荣	231	开源的数字电路仿真器KTechLab使用教程(下)		
车载花灯☆	◇曹延焕	236	——PIC单片机PWM电路的仿真	◇孙萌	328
触摸式电钢琴☆	◇赵子晨	238	51单片机玩转TFT屏☆	◇晁暄喆	330
简易Arduino GPS记录器	◇李家俊 (VR2UIO)	241	为你的设备实现远程固件更新☆		
多芯线缆测试盒	◇高怀强	244		◇Katrina Jerry John	333
YS9-3六管荧光数码时钟制作经验与技巧	◇张锋	247	ARM设计跟我学7		
用手机摄像头制作可视音乐门铃	◇俞虹	253	外中断应用设计☆	◇周兴华	336
基于Arduino的语音控制台灯	◇杨泓瑜 阮得盼 杨楠	256	自行设计和制作Arduino硬件扩展资源	◇学海 明亮 庆国	339
			ARM设计跟我学8		

系统节拍定时器的特性及应用☆ ◇周兴华 342

借用其他软件调试Arduino项目 ◇学海 群中 蓬勃 344

1-wire通信协议及DS18B20多点测温原理详解☆
◇王国辉 348

基于HTTP的远程配置和固件更新☆
◇Katrina Jerry Cillian 351

大显数字智能电子控制器的设计制作☆ ◇谢志平 354

基于51单片机的红外线遥控器按键解码装置☆◇秦力舒 357

ARM设计跟我学9

用ARM驱动TFT LCD☆ ◇周兴华 360

基于Arduino的具有温度补偿的超声波测距系统
◇沈金鑫 南京创客空间 363

单片机与组态王☆ ◇尚程程 366

ARM设计跟我学10

W25X16字库制作及TFT LCD的中英文显示☆ ◇周兴华 368

装备 EQUIPMENT

频谱分析仪的演进 ◇杨法 (BD4AAF) 374

4款进口品牌数字示波器带宽测试 ◇Falcon 378

示波器的进化 ◇聆听 380

大功率红外LED电控变焦灯 ◇李金龙 385

闲话信号发生器的发展 ◇杨法 (BD4AAF) 388

DG1062Z信号发生器试用体验 ◇Falcon 392

数控电子防潮箱 ◇吴汉清 395

史话无线电综合测试仪 ◇杨法 (BD4AAF) 娄巍 400

用实验对比示波器探头地线长度对测量结果的影响
◇Falcon 404

自制3040三轴全铝材料数控雕刻机 ◇张国华 407

数码时代的广播录音机——德生ICR-100 ◇张峥 (BG8SF)

410

2013年那些值得我们关注的测量设备

——2013年通用测量仪器市场大盘点 ◇杨法 (BD4AAF) 413

RIGOL DS1104Z进阶型示波器试用体验 ◇聆听 418

技巧 HINTS & KINKS

节能灯电子镇流器的维修与变通应用 ◇刘福胜 422

问与答 425

老旧路由器变身硬件网络收音机 ◇高子博 426

自己动手维修电热式驱蚊器 ◇张培君 428

问与答 429

教你自己检修电子体温表 ◇张培君 430

问与答 431

SSR固态继电器在电话机上的另类应用 ◇刘福胜 432

问与答 433

DIY焊台、电源一体机 ◇陈国东 434

问与答 437

数控雕刻机常用基本刀具简介 ◇倪文贤 438

我的单立柱四轴雕刻机 ◇郑玉生 440

问与答 445

入门 START WITH

跟我一起来做哆啦A梦的太阳能光控房屋吧 ◇陈爽 446

第28届湖北省青少年科技创新大赛机器人竞赛(中夏杯)
449

暨武汉市第10届中小学生机器人竞赛成功举办

科技创新促进中职学生综合能力提升 ◇权福苗 冯佳 450

全国“少年电子技师”认定活动

山西省导师培训正式启动 451

全国“少年电子技师”科普活动推荐使用套件辅导

电容充放电实验电路的使用 ◇张军 452

2013年秋季全国“少年电子技师”认定活动

导师培训班通知 453

DIY简易FM/AM两波段收音机	◇苏宏贵	454	全国“少年电子技师”科普活动简讯	483
全国“少年电子技师”科普活动简讯		456	2014年全国“少年电子技师”工作规划简介	
在传统科技项目中推陈出新			第4届全国高校电子信息实践创新作品评选顺利举行	
——记安徽省淮南市田家庵区科协青少年电子科技活动			◇戴茗	484
◇胡斌(BD6BBD)	457		校内外科技教育的有效衔接	
全国“少年电子技师”科普活动推荐使用套件辅导			——记北京市朝阳区青少年活动中心科技教育的工作模式	
磁控开关实验电路的使用	◇张军	458	◇韩继彤 兰海越	485
全国“少年电子技师”科普活动推荐使用套件辅导			电路之美 CD4017制作流水灯	◇杜洋
感应式验电器的使用	◇张军	459	“同一个太阳,共同的温暖”科普公益活动成功举办	491
全国“少年电子技师”科普活动简讯		461		
2013年全国青少年电子制作锦标赛			史话 HISTORY	
全国青少年无线电测向(1.8MHz)锦标赛圆满落幕		462	收音机史话(三)	
电路之美 用NE555制作呼吸灯	◇杜洋	464	民用电子产品的百年演变之电灯	◇田浩
小荷才露尖尖角——记赣州中学电子制作社团的发展			1920—1930年的矿石收音机之二	◇徐蜀 陈汉燕
◇李荣旺	468		民用电子产品的百年演变之收音机	◇田浩
全国“少年电子技师”科普活动简讯		470	收音机史话(四)	
科技立校,创新为本			从耳机到扬声器的发展	◇徐蜀 陈汉燕
——记清华大学附属中学永丰学校的科技教育活动			收音机史话(五)	
◇朱芸	471		20世纪20年代的“板式”收音机	◇徐蜀 陈汉燕
全国“少年电子技师”科普活动推荐使用套件辅导			无线电遥控模型史话——纪念我的流金岁月	◇张韬
高灵敏声控闪光器的使用	◇张军	472	收音机史话(六)	
电路之美 声控LED闪灯	◇杜洋	474	20世纪20年代的台式收音机	◇徐蜀 陈汉燕
简易温控开关的使用	◇张军	477	民用电子产品的百年演变之电视机	◇田浩
借力无线电 拓展科技教育新领域	◇王克伟	478	民用电子产品的百年演变之录音机	◇田浩
广西北海市第二中学(北京八中北海分校)举行“少年电子技师”认定单位授牌仪式	◇本刊记者	479	收音机史话(七)	
用“四合一”专用印制板制作的光控变色灯	◇张元庆	480	介绍几款美国早期的艺术造型收音机	◇徐蜀 陈汉燕
全国“少年电子技师”科普活动推荐使用套件辅导			民用电子产品的百年演变之电子游戏机	◇田浩
电子昆虫发声器的使用	◇张军	482	收音机史话(八)	
			袖珍收音机简史(一)	◇徐蜀 陈汉燕

3D打印机

加速你的硬件产品开发

◇ 颜中林

我们制作的产品是一款APP控制的RGB变色LED灯Yeelight，效果如图1所示。

由于COB LED发光源会大量发热，我们需要将导热片与其他电路进行隔离，加速导热，同时降低电路板温度，所以需要有一个隔热支架来固定电路与散热片。开模费用高，手工制作太慢，怎么办？3D打印机这时候就能派上用场了。

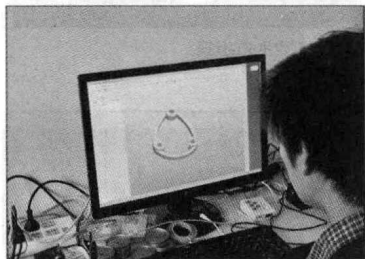
首先，我们先测绘出支架所需的尺寸，然后再用PROE三维建模软件创建出支架的基本模型，如图2所示。

完成后，就导出STL文件，用于生成3D打印所需的G代码。有的朋友不会导出STL文件，在这里做一下简单的介绍。其实很简单，当你的模型建好以后，单击文件保存副本，这时候会出现对话框。在对话框的左下方，有3栏分别是模型名称、新名称、类型，输入新名称之后，单击类型，找到你需要的STL格式，选中“确定”，保存就OK了。

下一步就是用3D打印机所附带的Replicatorg软件将刚才导出的STL文件生成



■ 图1 APP控制的RGB变色LED灯



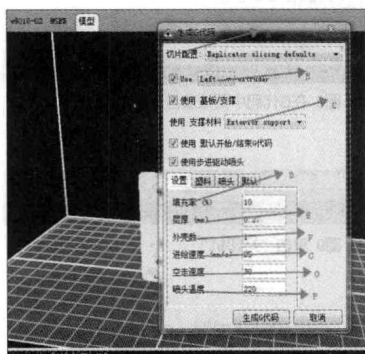
■ 图2 用PROE三维建模软件创建出支架的基本模型

G代码。首先打开Replicatorg，单击“文件”，打开刚才导出的STL文件，这时你需要打印的模型就会出现在对话框中，如图3所示。

图像导入了，但是有时还会出现多种情况，比如看不到图，或者位置不对等。这时就可以用图4所示的这些功能键。

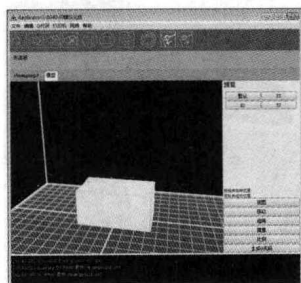
等位置对了，居中，也就是放在最好的打印位置上了，接下来就是生成G代码。单击图5中红框里的按钮，就开始生成G代码，这时将会出现如图6所示的对话框。

设置完成之后，单击对话框中的“生成G代码”，此时会出现如图7所示的加载



■ 图6 生成G代码的设置

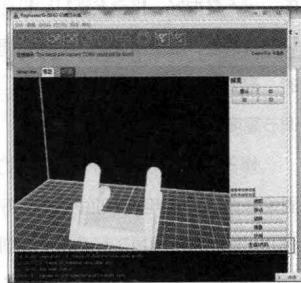
- A 切片配置选择replicator slicing defaults.
- B 选择左、右喷头打印，如果选择left是左喷头打印，选择right是右喷头打印。
- C 如果你的样品是悬空结构，需要选择打印支撑，none是不要支撑，exterior是表面支撑，full support是全部支撑。
- D 填充比率，100%是实心打印，为了节省耗材，我们一般选择10%填充。
- E 层厚，层厚跟精度有关，我们一般打印最小层厚为0.18mm，平时打印层厚为0.27mm。
- F 外壳数，这个是壁厚，一般为1。
- G 进给速度一般为70~30。
- O 空走速度一般为70~30。
- F 喷头温度为220℃。



■ 图3 在Replicatorg中打开STL文件



■ 图4



■ 图5 单击红框里的按钮，就开始生成G代码了

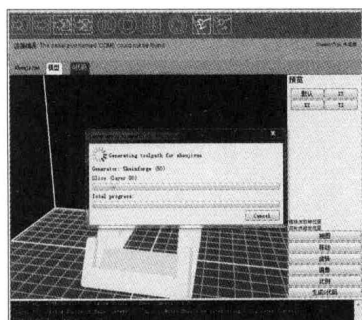


图7 开始生成G代码

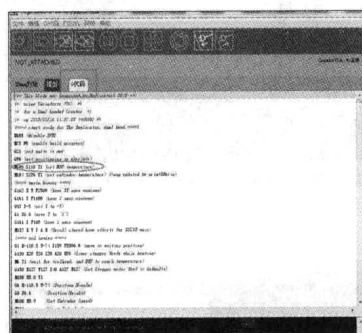


图8 在G代码中更改底板温度



图9 单击“打印机”

条,安心等待完成吧。

G代码生成之后,需要更改底板温度,如果更改,请参照图8。先单击红色框中的G代码,再把M109 S110 T1改为M109 S115。

修改好后,单击“文件”按钮,保存此样品。完成后,连接打印机,如图9所示。

单击“打印机”,选择第二项“连接(串口)”,会发现没有端口连接。再单击一下“重新扫描串口”,将会发现出现了端口(见图10),接下来就可以连接打印机了。

单击图11红框里所示的功能键,就可以看到本来是红色的状态条变为绿色了,如图12所示,打印机与电脑连上了。接下来就

是给喷头和底板加热。单击图12中用红框标出的那个十字一样的功能键,会出现如图13所示的界面。

输入要加温的温度值(喷头一般设为220℃,最高230℃;底板一般设为115℃,最高120℃),就可以看到喷头、底板开始加热了。当喷头达到50℃后,散热风扇开始工作,然后右边的温度数值开始有了变化,这就说明喷头和底板的加热是正常的。此时一切准备就绪,那咱们就开始打印吧。

这时候我们就安心等待打印成果吧(见图14)。在打印过程中,你会闻到一股塑料的味道,这是因为打印的用料是ABS材料。底板的耐高温胶带在加热时也会发出些气味,这属于正常现象。在这里给大家一点建议:3D打印机需要摆放平稳,因为在打印时,打印机头的运作会牵动整个机身震动,如果摆放得不够平稳,会导致打印产品的变形。最好用东西罩着它,这样会很好地控制它的工作环境。3D打印机最好在室温25℃左右的环境下工作,这样打印出来的效果会好一些。

10min后,打印完成,有点烫,喝杯茶再来拿吧。不知大家是否注意到了,打印的零件下面贴着一块蓝色的胶带(见图15),这是什么?有什么用?答案是美纹胶带,主要作用是使打印效果更好。

温度降下来之后,就是检验成果的时候了,此时放在PCB上校对,发现尺寸有偏差,回炉重新建模吧。同时我们也发现打印的效果不是很好,检查发现打印机底板高度调节有偏差,应重新调整。建议在调整高度时,最好把一张A4纸放在底板上,更方便调节高度。

修改之后,重新打印,这次正好能固定并隔离灯控电路和底层散热壳(见图16),好,发给模具工厂开始批量制造吧!

好吧,装起来就是这个样子了(见图17)。虽然外包简单,但是装载着我们内心

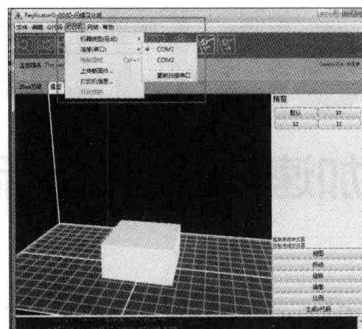


图10 连接串口



图11 单击红框里的功能键,连接打印机

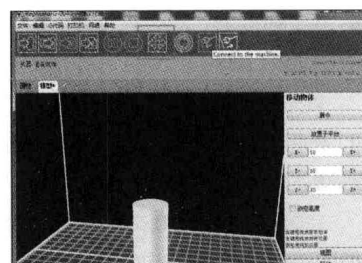


图12 状态条变绿表示打印机与电脑连上了

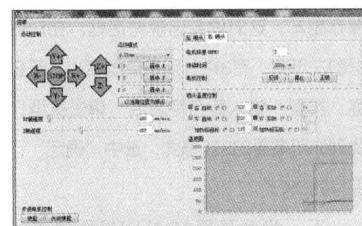


图13 设置喷头、底板加温的数值

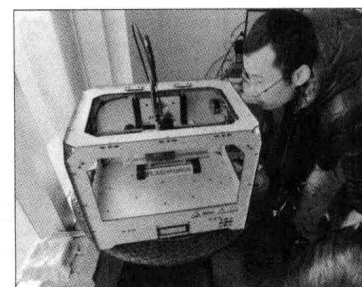
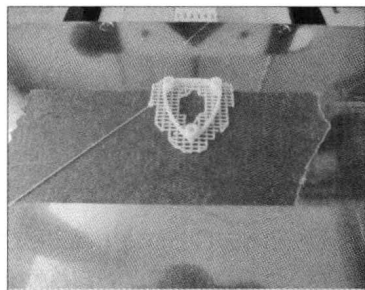
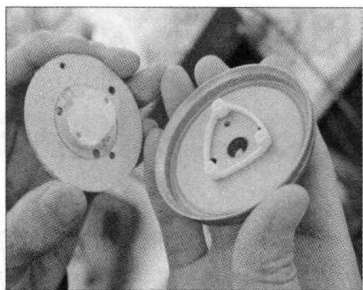


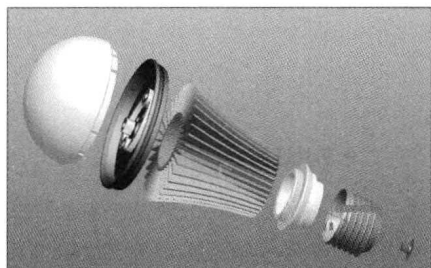
图14 等待打印成果



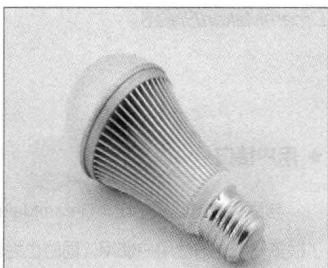
■ 图15 打印的零件下面贴着蓝色胶带



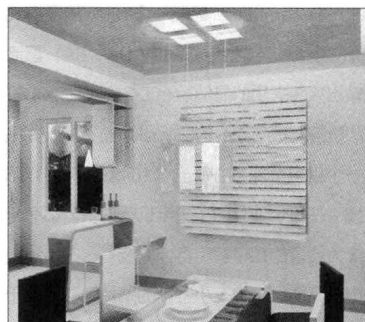
■ 图16 检验零件设计是否符合要求



■ 图17 设计图和实物对比



■ 图18 控制Yeelight的APP软件



■ 图19 可以用APP控制灯的亮度和色彩



■ 图20 多平台支持

的智慧。通过APP软件(见图18),来玩玩这个智慧的灯泡吧!

我想大家也会对我们的这款LED灯有很多疑问,想知道这灯到底有什么用途,在这里我为大家介绍一下。

(1) 零配置:不需要任何的电工帮忙,仅需将LED灯泡插入你家里的灯座里,从APP Store下载Yeelight APP,就能开始使用。借助先进的自动组网技术,不管你是购买了一个还是10个灯泡,都会在通电的时刻自动完成网络组织,并显示到你的手机上,就这么简单。

(2) 彩色灯泡:无论是控制单个灯泡的亮度和色彩,还是将家中的所有灯光编组控制(见图19),甚至是让灯光工作在各种模式下,都能使用手中的APP轻易完成,友好的控制界面能让你体验到完全不同的照明体验。

(3) 远程控制:能够让你在外使用APP调整家里的灯光。

(4) 多平台支持:无论你使用Android手机还是iPhone,或者其他智能手机,都可以找到你能够使用的控制程序(见图20)。

(5) 延时开关:可以设置延时开启或关闭你的灯。

它只有这些功能吗?我会对你说No。这时就需要发挥一下想象力了,比如:跟女朋友一起共进晚餐,或者是喝咖啡的时候,换一个更有氛围的、属于你们两个人的颜色;在看电影的时候,一键让所有灯光降到足够的暗度;在出外旅行的时候,晚上定时让灯亮起来,帮你守护爱家;在微博上@密友的时候,让灯闪烁并变色通知;在听音乐的时候,让灯组的颜色随着音乐的节奏变幻;让灯“聪明”地知道是否是深夜,改用轻柔的光线;与众多好友一起玩“杀人游戏”的时候,用手机做到“天黑请闭眼”……总之,发挥你们的想象力,去体验它为你带来的超值感受吧!☺

3D 打印软硬件的应用与改进

◇王正

“HACK” DreamMaker
3D 打印机

在本刊2013年第5期的《3D打印机改变你的设计方式》一文中，我已经对市场上现有的桌面级3D打印机进行了对比阐述，并简要介绍了3D打印机的模型设计需求和操作流程。这篇文章的主要内容包括DFRobot的桌面级3D打印机DreamMaker的硬件介绍、3D打印机的详细操作，其中最重要的是对“HACK”DreamMaker的阐述。

DreamMaker硬件分析

◆ 供电系统

DreamMaker标配一个120W的便携式开关电源，电源参数是19V DC、6A，直流输出接头采用的是5.0mm DC公插头。3D打印机控制板与原版的Ultimaker差不多——由一个铝电解电容并联一个104安规电容作滤波（在每个独立的步进电机驱动下，都有一个容量的铝电解电容作滤波），并且步进电机驱动板上也有小容量的贴片电容。由于3D打印机本身需要长时间工作，如果供电不稳，电压的跳变很有可能影响打印机的正常工作，因此3D打印机对电源的要求是比较高的。

◆ 用户接口

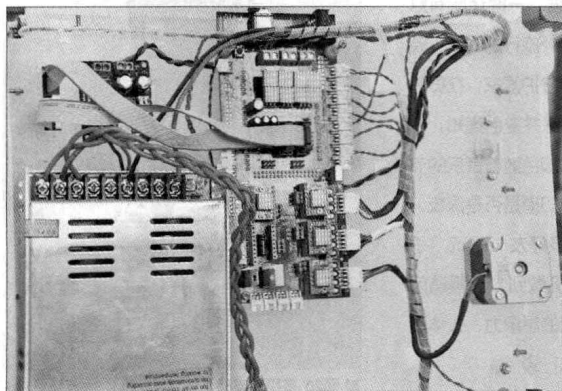
与原版的电路板相比，DreamMaker做了很多改进，方便用户使用，同时也为进一步改进提供了有利条件，免去了很多跳线或焊接的工作。另外考虑到12V稳压输出供电的不足，主控板使用了两颗直插的7812稳压芯片，而且整板共有4个12V输出接口。如果用户需要添加12V风扇或者大功率的LED，都可以选择直接做一个JST公接头接在上面。在板子左下角，另有一个直接接到总电源输出的JST插座。剩下就是一些限位开关的接口、喷头上散热风扇接口、5个步进电机驱动输出接口、温度传感器接口、两个加热喷头和加热平板的大电流接线座，还有与LCD通信的两个10Pin压线头座。

◆ 芯片选型

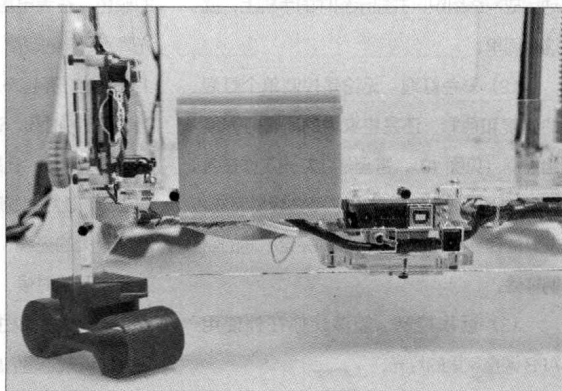
除了DFRobot自己研发的Mega2560主控板之外，3D打印机主控板加热部分的电路还使用了3颗来自ST公司P55NF06L直插式MOS管，跟原版的Ultimaker控制板是一样的。喷嘴上的风扇驱动MOS管使用的也是直插BD679，步进电机驱动芯片使用的是Allegro公司改进后的28Pin QFN封装的A4988。另外，在独立的步进电机驱动芯片旁边有一个调节驱动电流的贴片可调电阻，我们后面将会用到这个可调电阻。

◆ 机械结构

首先介绍一下DreamMaker与原版Ultimaker的区别，或者说改进了的地方。



■ 图1 改装后的电源系统



■ 图2 电源总接口以及SD卡插口

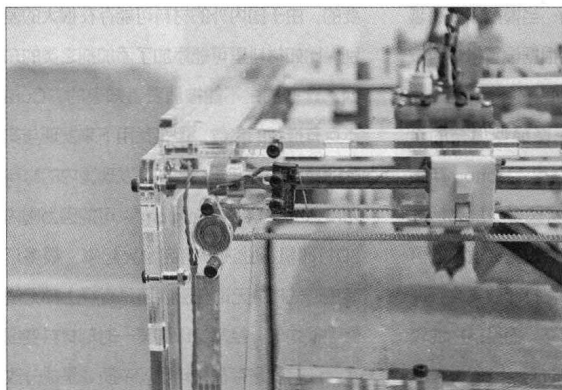


图3 加装了3M RGB三色灯带

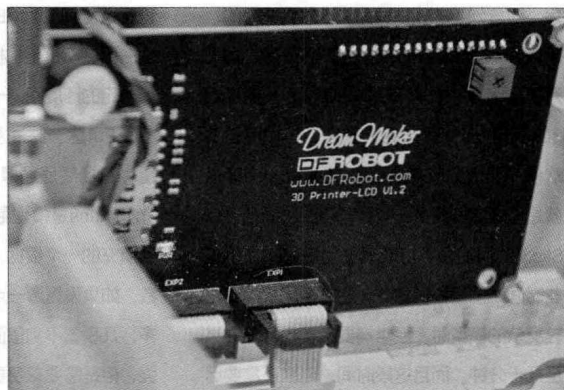


图4 LCD操作面板背部电路

DreamMaker大部分外框采用的是激光切割的有机玻璃板,其他很多结构性零件则是采用直接打印的零件。而Ultimaker除金属件外,几乎全部采用的是由激光数控切割的木质板材,虽然从整体外框、滑块到挤出机构,不得不说设计得都很巧妙,但这样做也是有一定缺陷的。首先,有机玻璃板比木质材料强度大,木质板材比较柔软,而且可能会因为天气潮湿造成材料变质,最重要的是,安装工人安装滑块的误差会造成打印精度失准。一颗螺丝的松紧完全有可能会严重影响主移动部件应力,如果应力过大,就可能增大移动部件的摩擦力,继而影响打印精度或打印速度。然而DreamMaker在这些主要移动部件上采用的是打印零件,这些改进将应力尽可能地降低,而且中间的一个铜滑套是定制加工的,不是标准件,滑动起来很顺畅。原版的Ultimaker是将5块有机板薄片通过3颗螺丝夹持住,中间共有两个含油铜滑套,只要仔细分析一下就会发现,如果这3颗螺丝拧得松紧不一致,应力就会全部施加到中间的铜滑套上面,这样就不能保证铜套的同圆心度。其他的传动部件(包括同步带、同步轮),则与原版是一致的。

至于挤出装置, DreamMaker的挤出装置比较小巧,而且支持自动换料,只需要将材料放在进料口,经过简单的操作,材料就可以自动进入。而Ultimaker的挤出装

置体积比较大,一不小心还会碰到,而且不支持自动换料,需要打开锁扣,放入材料,再次锁上锁扣,操作比较烦琐。挤出装置体积过大也会增大打印机的体积,在一定程度上会给操作带来不便。另外,正是因为DreamMaker的挤出装置体积小,无法做到步进电机加装减速齿轮来驱动材料的供给(原版是通过大齿轮做减速),这样给步进电机带来的负担减小了很多,也就是说,可以提供更大的挤出力。在我的实际研究中,通过对步进电机转速与扭矩关系曲线的分析,发现一般的步进电机转速在300r/min以上时,扭矩会急剧降低。也就是说,步进电机的转速在0~300r/min这个范围内,能够提供最大的扭矩,这也证明了DreamMaker选择这么小巧的挤出装置是有证可依的。

3D打印机的使用

◆ Cura详细介绍

第5期的文章中我已简要介绍了3D打印机不适合打印的结构,一般的3D模型都可以通过建模软件设计,并且需要导出STL文件,在这里我推荐使用Cura。首先, Cura使用起来比较简单,需要设置的参数相对其他软件也比较少,实际打印出来的作品效果也是很不错的。其次,使用Cura打印出来的作品表面比较圆滑,相反Slic3r

则比较生硬,完成的作品外表面经常会看到很清楚的过渡线。

这里我觉得很有必要讲一下Cura的两个极其方便的功能。第一是对导入软件的实体模型进行各种操作,分别是镜像、旋转、更改轴向、平移、阵列,还有就是最新版本13.03里的三维旋转。用户设计一些结构的时候,经常会设计一些镜像的零件,在现实生产的时候,就无需在设计之初分别设计两个不同的零件。即使大部分建模软件里面都有这样的功能,但你会发现存储模型数据是很不方便的。然而在Cura里经过简单的操作,就可以实现生产两个完全镜像的零件。第二则是多个相同或不同的模型在一个Planner上的摆放,在软件内部有摆放规则的设置。这些设置中,安全距离是根据喷头和十字光轴在空间里的物理尺寸决定的,是为了防止打印某一个零件时喷嘴、模型散热风扇、加热块或是十字光轴触碰到前面已打印完成的模型。根据这些模型在平板上排版的规则,可以一次性在一个planner里打印多个大小不一的零件。

Cura同样也有一些缺点,在我看来就是设置不够灵活。比如一旦设置了打印速度在100mm/s,那么除了底层和顶层,其他中间层都是以这个设置好的速度打印。然而在Slic3r里可以分别设置表面打印速度、填充打印速度等,毕竟我们在意的都是模型外

表,对拿到手的模型里面是不怎么关心的,所以我认为Slic3r的设置会灵活很多。虽然对初学者来说比较麻烦,但对于一些接触3D打印机时间较长的人来说,他们会更喜欢使用灵活的软件。Cura的另外一个缺点就是生成速度缓慢,需要花费的时间几乎是Slic3r的两倍多。可能某些用户并不在乎这些时间,但当我们生成一些体积比较大或比较复杂的模型时,经常需要花费十几分钟甚至几十分钟。而且这段时间,电脑还需要尽量不进行任何操作,否则很有可能死机,这绝对不是夸张,因为我就死机过无数次。

◆ 常规参数设置介绍

在Cura的基础界面里,第一栏选项是打印质量,针对不同的模型,这一栏需要频繁改动。首先是层高(Layer Height),这个层高正是由计算机软件生成的打印模型每一层切面的层高。通常,如果需要打印很精细的模型,0.1mm是一个不错的选择,如果对打印质量要求不是太高,可以改成0.2mm或者更高。但是层高太大,也就意味着打印质量会有点差,当然会节省很多时间,所以主要还是要看你想打印什么模型。壁厚(Wallthickness)是指模型切面最外层的厚度,通常设置成喷嘴直径的倍数。如果需要双层壁厚,0.4mm的喷嘴就可以设成0.8mm。底下的选项是Enable Retraction,

也就是使其能回缩的选项,当模型需要跨越空白区域,挤出机构就会根据设置将材料按照一定的速度回缩一定长度。

Fill这一栏主要是一些模型填充的设置,包括底层厚度、填充率。Bottom/Top Thickness是模型最底层打印多少层之后才到填充的一个根据,一般会设置成层高的倍数。如果设置厚一点的话,打印效果会好许多,几乎看不到里面的填充,而且结构性较强,但是需要花费更长的时间,一般设置成0.6mm左右就不错了。Fill Density是内部填充比率,需要注意的是,如果需要完全中空的打印效果,只需要设置成0就可以了。填充率低,也就意味着打印模型会比较脆弱,但打印周期更短、更省材料,一般来说,对打印质量影响不大,可是壁厚还是要多添加几层为好。填充率比较高,就是刚好相反了,这里建议对于常规模型使用40%的填充率来完成打印工作。

Speed&Temperture这一栏下,改动的频率一般不是很大,主要是一些平时打印速度和温度的设置,可以说是一个全局的参数设置。底下的Support Structure设置是一些需要打印支撑的模型设置或是模型底部的Raft(打印底板与模型的过度),支撑选项是通过下拉选项的方式选择的,一共有3个选项。首先是不添加任何支撑,然后是仅仅外观添加支撑,最后一个就是模型内部需要支撑的位置都添加支撑,一般设置的时候选择仅外表添加就够

了。

Filament这一栏主要是对材料的初始设置,并不需要频繁改动。首先是材料的直径和下面的Packing Density,可能很多人觉得这两个值并不重要,但试验下来发现还是很重

要的。由于国内外的材料可能存在很大的差别,比如材料里可能添加了添加剂之类的东西,这些都是不能被消费者知道的。Cura本身有推荐的参数,但是我用来发现与实际的材料并不匹配,我实测发现国内的材料密度范围在1.23~1.28g/cm³。可能因为国内3D打印机行业还没有完全火起来,很多厂商生产的PLA无论在密度还是直径上都无法做到很均匀,经常打印到某一时刻材料变细了,还有就是存在材料出现杂质或是成分改变等一些问题的。

◆ 高级参数设置介绍

Nozzle Size则是喷嘴的直径,一般桌面级打印机喷嘴都是0.3mm或者0.4mm,这里针对自己的打印机进行设置。底下是Skirt裙边设置,Skirt层(模型最底层周围先打印的几圈多余的材料)的出现意义重大,它是打印的开始。第一,用户可以通过观察挤出的材料在地板上颜色的深浅,迅速调节、控制平台高低。第二,当上一次打印结束后,由于重力的作用,材料会继续流出喷嘴,当开始下一次打印时,喷嘴腔体内部由于还未正式进入正常打印,材料已经逐渐挤入,弥补了上一次打印流出的材料,以确保首层打印的质量。Cura里的设置很简便,只有循环次数、距离。一般情况下建议打印4圈Skirt层,这样就几乎能完全缓冲喷嘴内部的空腔了。

底下的Retraction设置同样很重要,有Minimum Travel最小使能回缩距离、挤出机构、步进电机回缩速度、材料回缩长度Distance、开始打印时的额外回缩材料长度,通常根据不同喷嘴的内部结构,甚至是材料的黏稠度等很复杂的情况来决定。我自己的经验是需要喷头快速移动以及回缩一定的长度,至于这个长度就需要用户自己经过长时间的使用,才能找到合适的值,我建议测试的时候以0.5mm的回缩距离逐渐递增去测试,直到得到一个经验值为止。

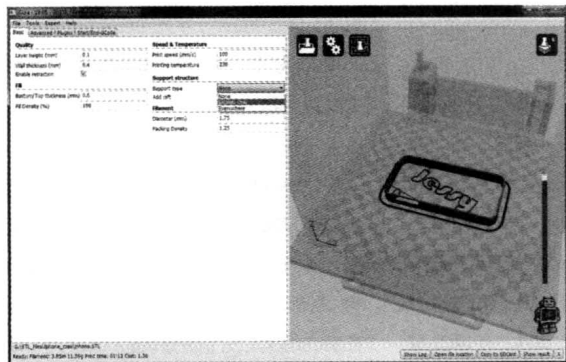


图5 Cura的基础界面

右上角的速度设置直接反映于打印速度,主要有主喷头移动速度、Z轴移动速度以及底层打印速度。这里Travel Speed和Bottom Layer Speed尤其需要经常改动,这些设置对打印质量的影响很大。底层的打印速度如果太快,可能会因为材料无法很牢固地粘在打印平板上,进而导致整个打印失败,所以一般建议在20~50mm/s范围内。因为慢速可以给人一些反应时间去检查材料供给或打印平板的平整度。下面散热参数设置主要有使用风扇最小打印时间和全局使用风扇的选项框。底下的Quality有Initial Layer Thickness,也就是初始层打印厚度,打印开始时程序会控制喷嘴降低到距离打印平板的初始距离,我一般会设成0.1mm,这还与三轴归零时平板和喷嘴的距离有关。我们可以手动强行改动它们之间的距离,但是最好小心调节,调节不当很有可能造成喷头的损伤。

基础和高级设置后面的主要是开始、结束或更换打印物体的G代码添加,以及添加外部插件,这里我不推荐刚接触3D打印机的爱好者使用这两项功能。在还不熟悉或不熟练的情况下,可能会出很多问题,自己没有办法解决或没有办法发现差别,如果日后需要进阶,可以查找一下专门的教程。

◆ Preferences设置

在Preferences菜单下,最主要和最需要设置的就是Steps per E,这关系到打印机挤出机构供给材料的多少,它的设置需要与打印速度配合。如果有需要,在高速打印时,供给材料的速度需要跟上,也就需要降低这个E值。如果打印速度太慢,供给的材料太多,同样很有可能造成打印模型外表面的变形。如果发生这类事情,就需要增加这个E值。在设置这个参数时,用户需要对机器有一定程度的了解,而且切勿让旁人随意改动,否则很有可能造成损失。当然还有一个设置有同样效果,就是在LCD操作面板上

更改Flowrate。其实在量化Steps per E值并且确定了之后,尽量不要擅自改动这个值,毕竟改动Flowrate会更加直观而且没那么危险,这里我建议我在100%的基础之上以5%递增,直到达到比较满意的打印效果。

其他的一些机器设置选项则是一些机器最大打印尺寸的限定,这些值在初始都是提前设置好的,一般无需改动。Cura还支持多喷头打印,可以设置挤出机构个数。下面的参数还可以使用加热板,但我不建议使用,可以通过操作软件进行人工加热,这样会更方便,免去了打印一个模型结束又要重复加热,而且等待加热板达到所需的温度,通常需要好几分钟。

◆ Expert Configuration设置

Extra Wall Thickness For Bottom/Top可以额外多走一圈,额外的底层和顶层壁厚可以保证底层的完整度,初始值是0。底下的Cool选项里则是对风扇的精确控制,包括最小速率、在第几层使用风扇以及风扇的最大、最小速度。

如果使用了Raft,底下的是Raft详细设置。首先是在模型映射区域额外多出来的距离,此选项类似于裙边。然后下面有基础材料堆积的比率、支撑材料堆积的材料供给比率等一些设置。右边的填充选项就只有圆形填充、直线填充、蜂窝八角形填充、矩形填充,下面的Infill Overlap是填充时占据外框的比率。与外框粘结合的强度不够,就可以设置这个比率,这样模型外围就不会有缝隙。这里建议使用30%,同样可以尝试以5%递增。

下面是桥式结构打印速度设置,一般打印这种结构需要高速打印,并且结合风扇的散热作用,才能尽量保持基本结构。后

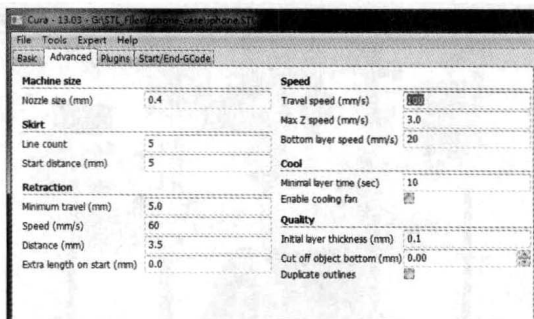


图6 Cura的高级界面

面的是G代码生成路径循环的根据,可以根据打印机特性,设置成先打印外框,再打印内部填充。原因是先打印填充散热比较快,而且定型很快,这时再打印外框会造成挤出的材料沿填充材料的突出部分变形,就不能打印出来很好的表面质量。相反,如果先打印外框(定型),再填充内部,就不会造成模型外表的损失,所以这里推荐的是Primer→Loops→Infill。

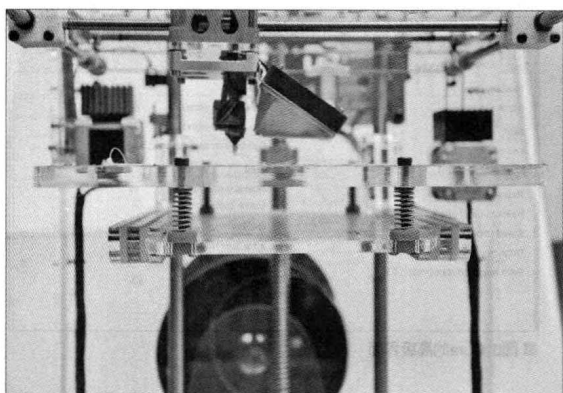
“HACK” DreamMaker——硬件大升级

◆ 我们的目标

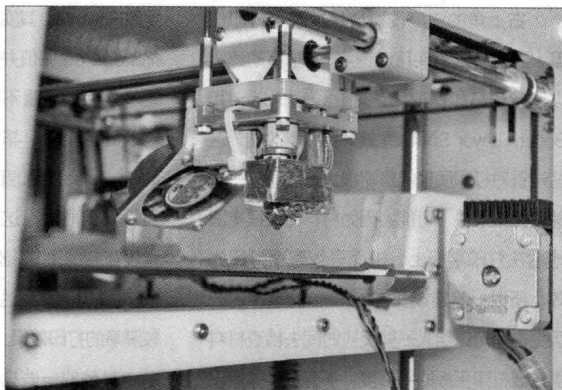
我们对DreamMaker大升级的目标是什么?大家都知道 $F=ma$ 这个公式,那么在步进电机所能提供的最大力矩范围之内,我们想得到最大的加速度以及速度,最直接的方式就是降低重量。不同机械传动结构的3D打印机由于惯性过大,导致它们的速度并不能达到那么快,在这些前提之下,我们难道就不能最大程度上让打印机工作得更完美么?当然不是!我们的目标就是让打印速度与打印质量之间的关系不成反比,如果两者不能兼有,至少要让速度升上来。这就是我们的最大目标。

◆ 加热平板改装

我们还有一个可以改进的地方,就是增加加热平板。DreamMaker暂时是没有



■ 图7 更加稳定的打印平台



■ 图8 加热平台

加热板支持的，其实这样有很大限制。第一，所有的打印模型都是依赖PLA粘结在高质量的3M蓝色胶布的，这种胶布价格很贵，而且每次摘除零件时都会给胶布造成不少损伤，因此成本比较高。第二，很多时候将大尺寸的模型打在蓝胶布上，可能会因为热胀冷缩，使模型底部严重翘起或变形，最麻烦的就是零件通常在蓝胶布上粘得很牢，每次摘除零件时都需要用铲子一点一点地小心摘除。而一旦有了加热板（见图8）的支持，这些问题都可以迎刃而解，尤其是当换了耐高温的胶布之后，用户体验都变得很方便。因为耐高温胶布的表面很光滑，所有打印出来的模型底面都像镜子一样光滑。当打印完成，平板温度

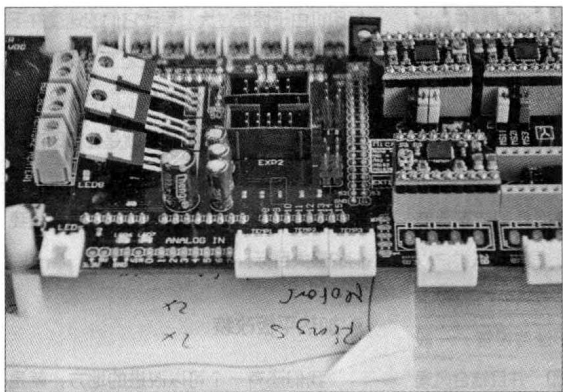
下降了之后，只需要用工具轻轻地翘起，整个模型就从平板上脱落下来了。加热平板不但解决了模型因热胀冷缩而产生的变形，还解决了最令人头痛的摘除模型问题，所以至关重要。

我们需要做的工作很简单，首先在3D打印机主板上的R24位置焊接一个0603封装的、很常用的4.7k Ω 电阻（见图9），然后在网上查找3D打印机加热平板。一般加热平板底下都配了100k Ω 热敏电阻，而且接头电线都做好了，直接连接到主控板上就能使用。最后选择一个质量好一点的19V/300W以上的开关电源，用泡沫双面胶粘在底板上面。到这里，几乎所有的硬件改动都做好了，剩下的就是更改固件了。

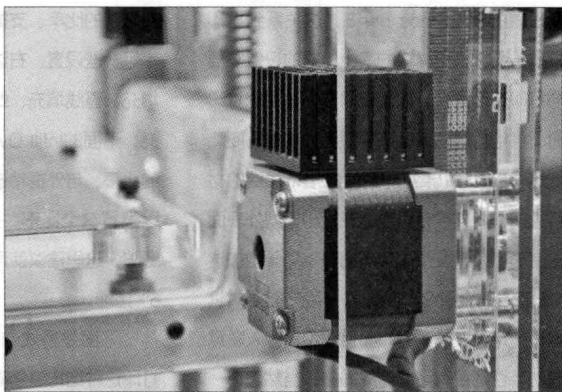
在Ultimaker的固件生成器里面增加Heated Bed选项，然后连接USB，用Arduino将固件烧到Mega2560主板里面就行了。我们可以见到以前的LCD控制屏上只有喷头的温度，但是现在的屏幕上还增加了一个小方框，中间有个H字母，显示的就是加热平板的温度。

◆ 大升级改装前提

首先我们需要认识到，打印机的运行速度不是简简单单就能升上来的，而是需要在现有机构允许的最大移动速度下，将振动的误差控制在我们可以接受的范围内来实现的。速度提升，材料供给的速度也要跟上。而且速度提升后，一系列问题都可能会

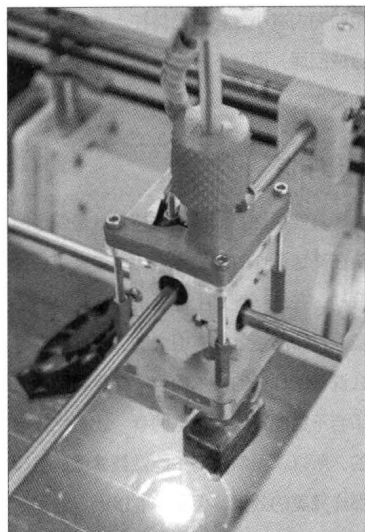


■ 图9 在R24位置焊一个0603的4.7k Ω 电阻



■ 图10 加装鳍式铝制散热片

出现：第一，喷头上的PFA管可能因为过大的压力而被挤出来。第二，之前使用过低的温度可能会造成材料不能及时通过，造成压力过大。第三，运动速度过快，打印质量会大打折扣，尤其是拐角需要喷头大幅度摆动的位置。第四，挤出机构可能会因为来自喷嘴的压力，导致滚轮打滑，当然这可能是好处，因为起码不会造成打印失败。第五，材料可能因为喷嘴的挤出速度达到上限，导致材料的严重回涌，当材料回涌到一定高度，温度一旦降下来，就会造成材料拥堵，这同样也是经常会发生的问题。



■ 图11 经过改装的PFA管夹持件

◆ PFA管连接

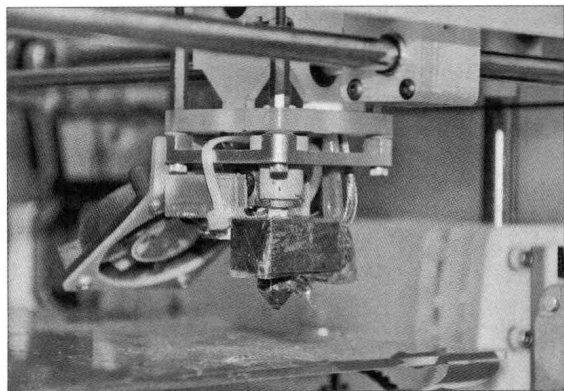
首先针对PFA管会脱离这个最严重的问题，下载或自行设计能稳固支持PFA管的更好的零件模型。利用最方便的资源——3D打印机打印出来的、安装在十字光杆上的滑块（见图11），我们的机器在材料传输方面就可以确保安全了。即使材料由于某种原因（比如喷嘴距离打印平板太近、材料的品质问题或由于材料的黏稠度过大，不能及时喷出，产生的压力过大等）堵住喷嘴，也不会将压力分散到PFA传输管管壁，以致管道与喷嘴分离，我们以最简单的方式得到了一个最可靠的“传输通道”。

◆ 提高温度，降低材料黏稠度

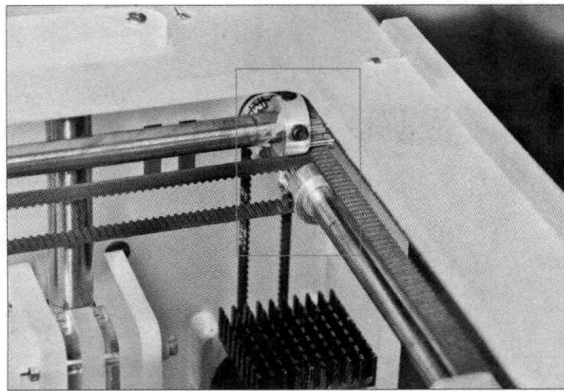
温度问题其实比较好解决。第一，我们需要做好保温措施，也就是在铝加热块上均匀地包裹五六层耐高温胶带，以起到保温的效果（见图12）。第二，如果有条件，可以选择尺寸合适的大功率加热器更换上去，因为大功率的加热器升温快，不会因为散热风扇的散热作用，在短时间内温度下降太大，影响挤出质量。第三，一般推荐温度设在220℃，但是对于高速打印，这点温度是不够的，需要将温度上升到230℃甚至更高，在不超过最高温度限制的前提下，依照具体打印效果进行调整。

◆ 针对机器振动的处理

机器振动这个问题其实比较难解决，每个人的安装水平各异，这里只能提供一些我自己的经验。接下来的工作可能很复杂，但是我认为这是必须要做的工作。首先重新拧开X轴、Y轴，以及步进电机输出轴同步轮上的锁止螺丝（其实最好是专门买一些全新的12.9级高强度内六角锁止螺丝），然后用高浓度酒精（尽量是无水酒精）或者天那水去油，电解脱脂，再在网上买一点欠氧螺丝胶，将螺丝胶粘在螺丝的1/3处（见图13），一点点就可以了，精确调好同步轮的位置，最后再用内六角螺丝刀拧紧每一颗螺丝。这一点至关重要，因为机器在高速运动中，难免会有无数次的往返运动，振动是在所难免的，我们能做的就是将振动所带来的定位误差最小化，这些改进都对机器的高速运作有很大的帮助。机械振动还有一个需要注意的方面就是同步带，这是大多数人都会忽略的。殊不知，桌面级3D打印机在运作时会产生很大误差，就是由于同步带的柔软或者说是弹性形变，所以我们接下来要设计一个零件（见图16）将皮带进行夹紧，最小化皮带在往返运动过程中的形变。一般机器都是使用MXL齿形的同步带，这种皮带本身强度就比较低，而且长度也不可观，我们能做的真的就是想设法夹紧它。



■ 图12 缠有保温胶布的打印喷嘴



■ 图13 加了螺丝胶的高强度锁止螺丝

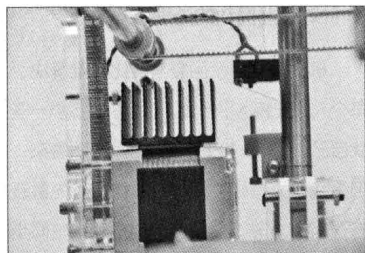


图14 更换了聚氨酯MXL同步带

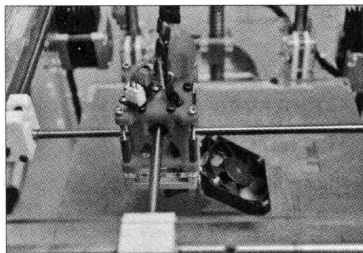


图15 全新设计的执行机构

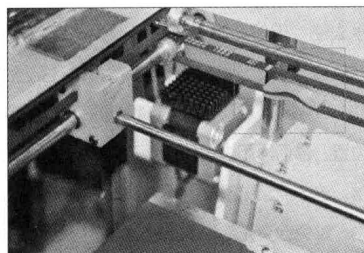


图16 用来绷紧皮带的打印件

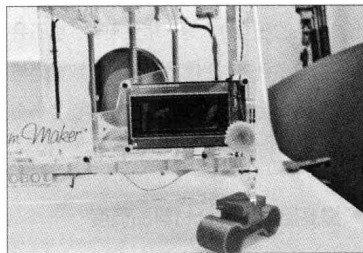


图17 避震脚垫（打印件）以及自行设计的LCD旋钮

于3D打印机爱好者来说并不是一件难事。当我们有了一个能提供足够挤出力的挤出机构，就能确保材料输送源源不断。在高速打印的时候，拉丝的效果就可以通过增大挤出量来弥补。

◆ 材料回涌的解决

材料的回涌问题其实很好解决，我上面提到的准备工作就几乎已经解决了这个问题。因为大部分的材料回涌都是因为PFA管由于喷头压力过大或堵住而抽离，导致PLA不能笔直地输送到高温的喷嘴内部造成的。PFA管一旦抽离，材料的压力短时间内减小，材料自然往上堆积，就会造成回涌，温度下降，造成了后面一系列的失败。

结束语

其实高速打印的核心技术就是保证喷头在高速运作时的稳定性，尽量减小机械振动，在此基础上再保证挤出材料的质量，打印质量就会有很大的飞跃。不管怎么说，就现在的技术而言，要兼顾高速打印与不错的打印质量这两者，还是比较难的。所以，虽然我们不能做到像低速打印那样完美的效果，但至少能接近，这也是相当大的进步了。☺

◆ 挤出机构的改造

最后一个比较头痛的问题就是挤出机构扭矩可能不够，其实这不是步进电机的问题，只不过挤出机构恰巧使得步进电机工作的转速范围不合适，那么挤出机构势必需要更换全新的设计。相反，Ultimaker原版的设计正是我们需要的，但是可能不是很适合我们的机器，我们需要在Ultimaker原版的设计之上进行大规模的改动，也就是大升级，

这里我提出几个方向。第一，既然是改，而且还是大改，不如一次性改好。我们都知道4个步进电机中挤出机构的步进电机耗电最厉害，热量也最高，那可以在安装挤出机构的结构上面添加散热风扇，至于散热风扇的供电，直接并联在加热器的供电上就方便了。第二，之前我说过Ultimaker原版的挤出机构体积太大，我们可以设计一个既有齿轮减速传动机构，又能很方便地连在背板上的挤出机构（见图18、图19），相信这对

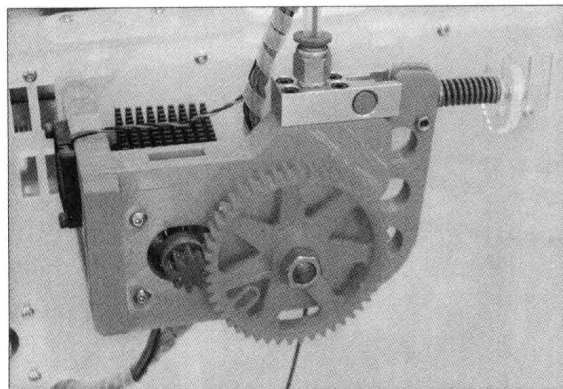


图18 新设计的高可靠性的带有齿轮减速传动机构的挤出机构

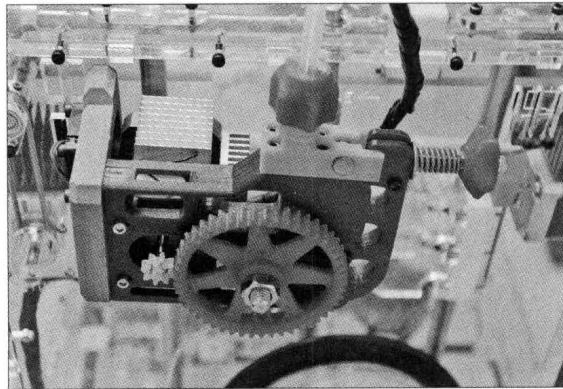


图19 个人设计的更加方便使用的挤出机构