

一，固件录入

1.1 准备工作

线簇检查：

用手滑动滑车，保证从顶端到底端的滑动过程中，各线簇对滑车、推杆的运动没有影响。

三个限位器的线簇不要绊到滑车滚轮，最好可以塞到铝型材的背面开槽里。

挤出头上面的线簇不要对挤出头底座作用力过大，可以考虑将控制板和 LCD 安装到机身顶部。

通电测试：

再次确认各接线是否接牢。连接电源，用电压表确定供电电压是否为 12V，查看控制板指示灯是否点亮。

风扇测试：

确保风扇在上电后平稳运转，并检查气流方向是否对准打印头，本文选用的打印头，要求必须有风扇冷却。

1.2 Arduino IDE 及驱动安装

官网下载链接：<http://arduino.cc/en/Main/Software>

我提供的下载链接：<http://pan.baidu.com/s/1qWv8lkC> 调试篇中 Arduino 文件夹



目前最新的 Arduino 版本是 1.6.1。Arduino 的安装简单，不是本文的介绍重点，这里只做简单介绍。

（本人在 WIN8 旗舰版下测试，1.6.1 版本不兼容限量版 Marlin 固件，编译时出现错误，因此换回 1.0.6 版，特此说明）

1.2.1 下载

Contribute to the Arduino Software

Consider supporting the Arduino Software by contributing to its development. (US tax payers, please note this contribution is not tax deductible). [Learn more on how your contribution will be used.](#)



官网提供免费下载，顺便帮 Arduino 拉赞助，开源硬件，且用且珍惜吧。

常规软件安装方法，一路 NEXT。

打开软件之后，默认界面为英文，可以通过“File—Preferences—Editor language”选择简体中文，重启软件生效。

1.2.2 Blink 测试

选择匹配的板卡：通过“工具—板卡”进行选择，这里使用的是 Arduino Mega 2560。

选择对应的串口：选择与 Mega2560 对应的串口号。如有多个，可通过“右键—计算机属性—设备管理器—端口（COM 和 LPT）”列表查看，一般为最大数值。

（对于驱动程序没有安装成功的同学，请参考：<http://pan.baidu.com/s/1qWv8IkC> 调试篇中 Arduino 文件夹下的驱动安装教程）

接下来就是广为人知的 Blink 测试了，依次选择“文件—示例—01.Basic—Blink”，点击下载键，Blink 测试程序将烧录至板卡，等待片刻，如果板卡正面有指示灯闪烁（熄灭一秒，点亮一秒，如此循环）那么就证明 Arduino 和板卡都已经就位了。

1.3 Marlin 固件录入

官方下载：<https://github.com/ErikZalm/Marlin>

我提供的下载链接：<http://pan.baidu.com/s/1qWv8IkC> 调试篇中 Marlin 固件文件夹



固件即烧录在板卡中的控制程序，Kossel 的固件主要有 Marlin 和 Repetier，我这里使用的是 Marlin 固件，因此重点介绍此固件。想要了解关于 Repetier 固件的情况，请参看<http://pan.baidu.com/s/1qWv8IkC> 调试篇中 Repetier 固件文件夹下的资料。

我目前使用的版本和官方版本稍有不同，它由热心网友增加了 myconfig.h 文件，此文件是原来 Configuration.h 文件的简版，使得只需要配置重要参数，即可开机运行，大大简化了配置工作。点赞！

在录入固件之前，先来了解一下，各参数的实际含义：

固件中关键参数：

下面四个值用于滑车运动与喷嘴坐标之间的转化计算，是重要的参数，在固件烧录之前，应首先根据具体机器（具体的数值由打印机唯一确定），设置下面的数值：

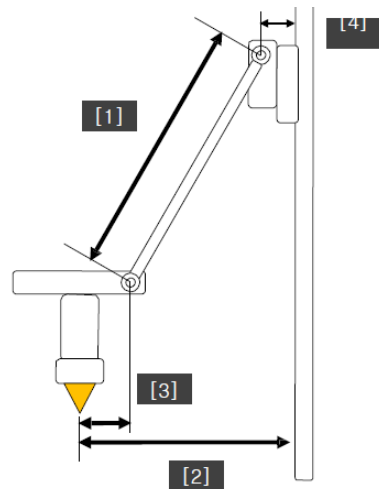
```
// 碳杆长度，从一端球中心到另一端球中心的距离
#define MY_DELTA_DIAGONAL_ROD 210.14//mm
// 打印头到滑杆水平距离
#define MY_DELTA_SMOOTH_ROD_OFFSET 152.5//mm
// 效应器球中心和打印头的水平距离
#define MY_DELTA_EFFECTOR_OFFSET 32 // mm
// 滑车球中心到滑杆水平距离
#define MY_DELTA_CARRIAGE_OFFSET 19.6 //mm
```

```
// Center-to-center distance of the holes in the diagonal push rods.
#define DELTA_DIAGONAL_ROD 213.5 // mm (215) [1]

// Horizontal offset from middle of printer to smooth rod center.
#define DELTA_SMOOTH_ROD_OFFSET 136.5 // mm (137.0) [2]

// Horizontal offset of the universal joints on the end effector.
#define DELTA_EFFECTOR_OFFSET 20 // mm (19.9) [3]

// Horizontal offset of the universal joints on the carriages.
#define DELTA_CARRIAGE_OFFSET 12.0 // mm (19.5) [4]
```



比较重要的参数还有：

```
//Zmax 值
#define MY_MANUAL_Z_HOME_POS 293.0//mm
```

首次测量此值时，应将三个滑车推至最顶端，再进行测量。为防止稍后运行时，喷嘴撞击打印床，因此应将此值在测量基础上加大 1-2mm。

其余参数设置：

```
// 你的 k800 的名字，不支持中文
#define MY_CUSTOM_MENDEL_NAME "WANG CAI"
// 打印床半径
#define MY_DELTA_PRINTABLE_RADIUS 85.0//mm
```

修改完配置参数后，即可烧录至板卡，由于工程较大，烧录时间可能比较慢。

二，调试

写在前面：3D 打印机的调试工作是很辛苦的，有的朋友抱怨调试机器非常繁琐，有时一整天都耗在上面，可能还是没能调试完美，甚至被成为“调试地狱”。

在这里想说的是，虽然调试工作比较麻烦，但调试机器的过程中，所有遇到的问题，都将为我们更透彻的了解机器的工作助上一臂之力。只要我们细心、耐心、多思考，其实调试

是可以摸出一条明朗的规律的。

关于手工调平和自动调平的问题,我希望那些想了解更多的人都能在开始的时候多使用手工调平,一来可以锻炼我们的操作能力,二来可以让我们更好的了解打印机的原理。

最后祝好!

2.1 准备

安装耗材: 将 PLA 耗材的端头,用剪刀剪成斜面(这样可以更容易传入,而且受热融化更充分),然后依次穿过送丝机、四氟管、挤出头即可。

拧紧螺丝: 检查是不是所有的螺丝都已经拧紧,尤其是送丝机的螺丝,松动可能会影响出丝。

润滑工作: 推杆球头需要大量黄油润滑剂来润滑(量一定要大);滑车轮、电机部分可以喷涂 wd40 来增加润滑。

2.2 开机测试

2.2.1 Printrun 软件

官网下载链接: <http://koti.kapsi.fi/~kliment/printrun>

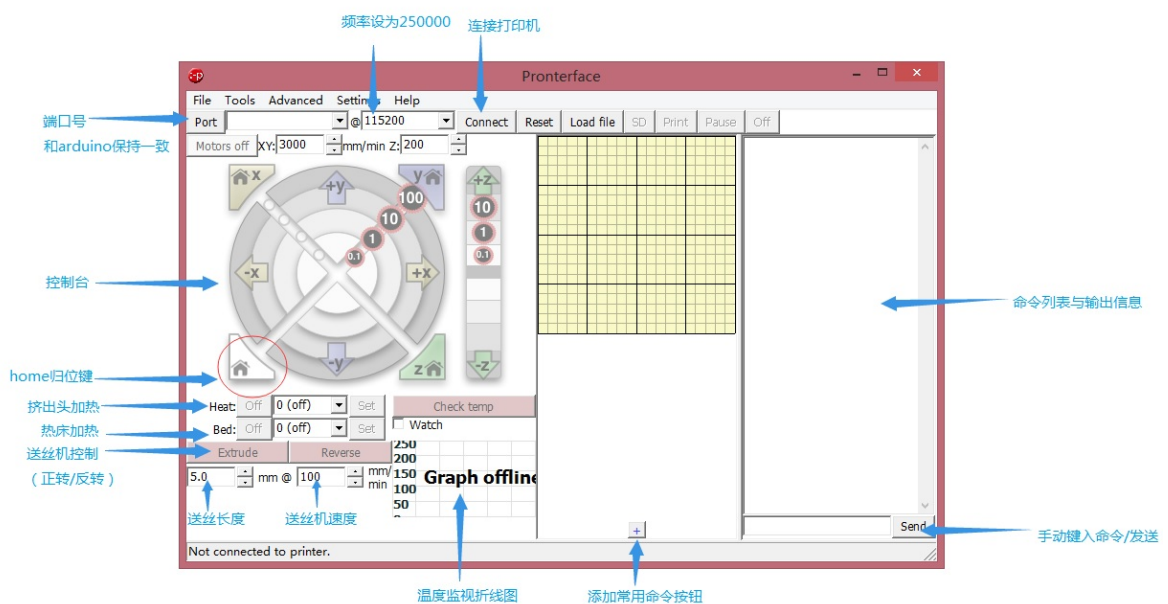
我的下载链接: <http://pan.baidu.com/s/1qWv8lkC> 调试篇中 Printrun 文件夹



目前最新版为 Printrun-Win-Slic3r-03Feb2015(win8 报错,慎用,UTF8 错误),故改用旧版本 Printrun-Win-Slic3r-10Mar2014,当然能用最新版最好使用最新版。

Printrun 是一个纯 Python 的 3D 打印宿主程序。Printrun 作为出色的 3D 打印机控制软件,可以配合其内置的切片软件 Slic3r 完成从调试到打印的全过程。

但多数切片软件,如 Cura,内部集成打印功能,所以这里我仅使用 Printrun 作为调试工具。



注：

1. 设置 com 端口（与 arduino 一致）与发射频率（250000），点击 connect 连接打印机。
2. 如果没有 SD 脱机打印模块，会输出 SD init fail，并不影响上机打印。

2.2.2 测试加热

首先进行挤出头加热测试，检测加热棒工作是否顺利。下拉 Heat 选项卡选择 185°C(PLA)，然后点击 set 进行加热，等待温度升高。（可以点击温度监视图放大观察）
升高到指定 185°C 之后**维持一段时间**，看看是否能够将温度稳定在指定温度。

2.2.3 测试送丝机

然后是测试送丝机的工作，点击 Extrude 按钮（Reverse 按钮为抽回），观察是否有细丝从挤出头挤出。

注意：

1. 此时不要停止加热；
2. 如果送丝电机反转，需要将送丝电机在 ramp 板上的插头反接；
3. 及时清理喷头，不要让吐丝聚集在喷头周围，以免对调平造成误差。

2.2.4 测试 HOME 键

点击 HOME 按钮，三个滑车依次归为，并撞到限位开关后停下。

如果某个滑车没有运动，则可能是对于电机插头没有插牢。

测试完成后，停止加热（点击 Heat-off），时刻保持喷头清洁，不挂丝，等待没有细丝吐出后，进入下面的环节。

2.3 校准：调整固件参数

2.3.1 几个简单的 G-CODE 指令

Gcode 代码用于控制打印头的移动（遵守 NIST RS274NGC G-code 标准），同时可用于 CNC 机床（或类似）的控制。

下面介绍几个常用的 Gcode 代码：

G1 Xx Yy Zz	打印头喷嘴移动到（x、y、z）位置
G28	滑车归位
*G29	自动调平
M114	输出打印头喷嘴 XYZ 坐标

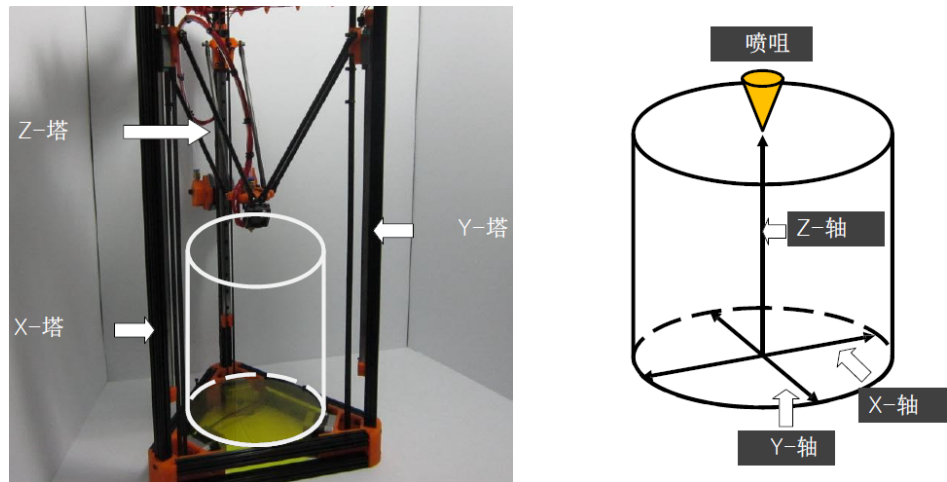
要对打印机发送 Gcode 命令，只需在 Printron 界面右下角输入框键入相应的命令，并点击 send 键发送。

要了解更多的 G-CODE 命令，请参看[附录 1](#)。

2.3.2 预备

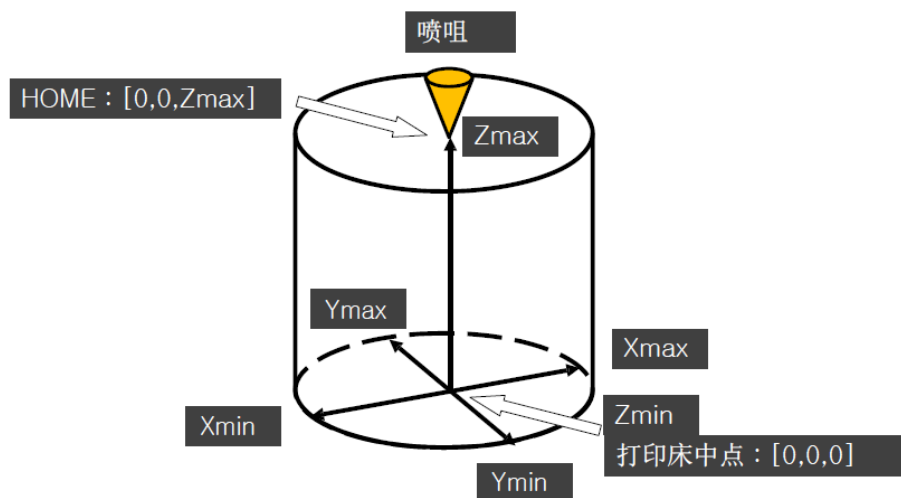
在开始真正的调试之前，先让我们了解些打印机坐标的相关知识。

区分 xyz 塔与 xyz 轴：



对于三角型（delta）打印机，喷嘴在 xyz 轴上的坐标，是通过 xyz 塔上的滑车运动转化而来的。两者要区分开。

活动空间：



打印头的活动空间决定了打印件的大小，两个重要的参数是 HOME 坐标（0、0、Zmax）和打印床中心（0、0、0），单位 mm。

喷嘴的移动：

移动喷嘴是调试环节频繁的操作，可以通过 G1 命令的键入对喷嘴指定目标位置的绝对坐标，也可以通过 Printron 界面中控制台来对喷嘴相对位置进行操作。并配合 M114 命令实时查看喷嘴的位置。

下面就开始真正的调试工作了~

2.3.3 打印中心校准

首先确定打印床中心，方法不固定，可以做三角形三边中垂线，其交点即为中心。找到打印床中心后，标记。

步骤：

1. 发送 G28，让喷头归位
 2. 发送 G1 Z10 让喷头接近打印床
 3. 在喷头与打印床之间放一张 A4 纸。使用 Printron 控制台，让喷头以每次向下 1mm 的步长接近打印床，小于 1mm 后使用步长 0.1mm，不时抽拉 A4 纸，直到能抽出且感受到些许阻力为佳，并查看喷头与中心标记的偏差
 4. 根据偏差调整对应的 XYZ 塔上的限位开关的位置
 5. 重复 1-4，直到喷头中心与打印床中心重合
- 注意：如果无法下降到与打印床相触，可以更改固件中 configuration.h 中的 #defined min_software_endstops 为 false 操作完成后再改回 true

2.3.4 最大打印高度

待修改参数： #define MY_MANUAL_Z_HOME_POS

固件录入时的参数为粗略测量值，打印时需要精确的数值，故对此修改。

步骤：

1. 发送 G28 让喷头归位（HOME）
2. 发送 M114 查看 Z 在 HOME 的高度，记录此数值，旧值
3. 发送 G1 Z10 让喷头接近打印床
4. 在喷头与打印床之间放一张 A4 纸。使用 Printron 控制台，让喷头以每次向下 1mm 的步长接近打印床，小于 1mm 后使用步长 0.1mm，不时抽拉 A4 纸，直到能抽出且感受到些许阻力为佳
5. 发送 M114 查看当前喷嘴位置，记作余数
6. 计算：新值=旧值-余数，此时的新值是我们想要的
7. 更新 #define MY_MANUAL_Z_HOME_POS 新值 并上传到控制板
8. 重复 1-7，直到新值不再更新。

2.3.5 XY 平面最大范围

待修改参数： #define MY_DELTA_PRINTABLE_RADIUS 65.0

输入 G1 X60 Y0 Z10，发现喷头可以到达；输入 G1 X70 Y0 Z10，发现喷头不可以到达；使用 M114 发现 X 坐标只有 65mm。

类似地输入 G1 X-70 Y0 Z10，发现喷头不可以到达；使用 M114 发现 X 坐标只有 -65mm。

查看 myconfig.h 中的 #define MY_DELTA_PRINTABLE_RADIUS 65.0，因此 X-Y 平面的最大移动范围是（-65,-65）至（65，65）。

可以根据需要适当的增大此数值，但注意不要超过打印机物理限制。

2.3.6 调平

这里讲的主要都是手动调平，想要了解关于自动调平的内容，请参看[附录 2](#)。

四点调平大法：

1. 输入 G1 Z5 使喷头下降，然后点击 (+X 10) 共 5 次，即坐标移动到 (50, 0, 5)；
2. 反复点-Z (开始是-1, 后面是-0.1)，如果发现到达 (50, 0, 0) 后喷头尖端未压紧玻璃上的纸，那么逆时针拧 Y 柱和 Z 柱螺丝，反之 (即未到达上述坐标纸已经压紧) 则顺时针拧 Y 柱和 Z 柱螺丝；(根据我的经验，大概一般高度差 1mm 拧 1 圈螺丝) (该螺丝就是各立柱滑轨车上与行程开关相接触的那个螺丝)

注：如果打印床有调平螺丝，亦可调整打印床

3. 逆时针或顺时针拧完 Y 轴和 Z 轴上的调平螺丝后，点“HOME”按钮，使吊臂回到顶点；再输入 G1 X50 Y0 Z5，使喷头接近玻璃板；
 4. 重复 2 和 3 步，直至喷头在 (50, 0, 0) 坐标刚好压紧玻璃板上的纸；
- 类似地再重复 1-4 步 3 次，依次手动调平 X-50、Y50 和 Y-50，对应的坐标依次变为：

(-50, 0, 5)	(-50, 0, 0)
(0, 50, 5)	(0, 50, 0)
(0, -50, 5)	(0, -50, 0)

同时 X-50 对应的螺丝调整 X 柱和 Z 柱，Y50 对应 Z 柱，Y-50 对应 X 柱和 Y 柱螺丝。

前面是 X-Y 正方形的 4 个中点，还可以增加 X-Y 正方形的 4 个顶点。

注意：由于喷头接触到玻璃板后就不动了，因此一定要使纸能抽出，否则为喷头未到达指定位置顶死，没有达到调平效果。

三点调平大法—调整滑车限位螺丝：

1. 拿一张 A4 纸放在打印床上，G1 Z10 后使用 Pronterface 的 GUI 界面一点一点向下调整到 Z0。接着做抽纸实验，打印头在 Z0 时压纸 (不松不紧为准)，纸可以顺利抽出 (略感阻力)。
2. 上位机控制 X 轴和 Y 轴，分别移动到 3 条 2020 的角位，尽量靠近最大值 (不歪头为准)，A4 纸可以顺利抽出 (不松不紧)。如果哪个角位紧压纸无法抽出，则减少限位螺丝行程，反之无法压纸则增加限位螺丝行程。重复 1、2 直到 A4 纸保持压着并可以顺利抽动。
3. 做了 3 角位就做 4 角位抽纸，这个参数得细致调整，因为是靠 2 个限位关联调节的。

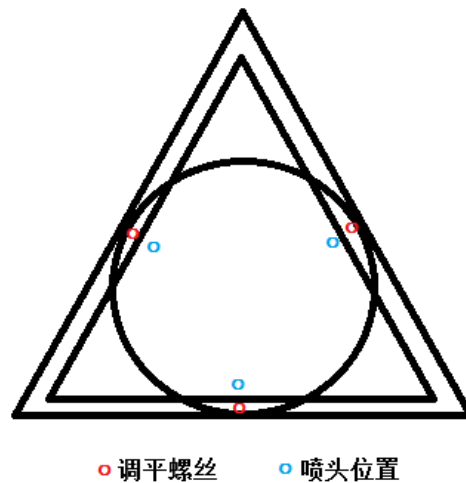


滑车上的限位螺丝

三点调平大法—打印床直接微调：

除上述调整限位螺丝的做法外，还有一种我经常使用的方法，这里分享给大家，不过前提是，大家的打印床已经安装了调平螺丝。

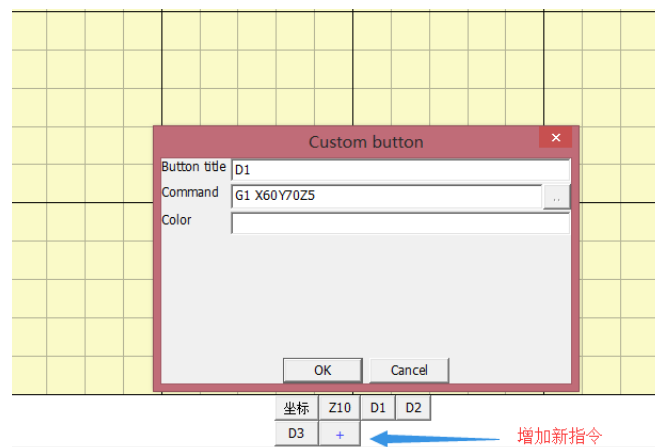
与上述滑车限位螺丝的三点调平相似，只不过这次并不是靠近三个 2020 角位点，而是三个调平螺丝的位置。将打印头逐步微调到三个螺丝前面，保持 z 坐标为 5mm，位置如图所示：



接下来依旧是根据抽纸实验，依次调整螺母高低，使纸刚好抽出为佳。

TIP1 快捷按钮

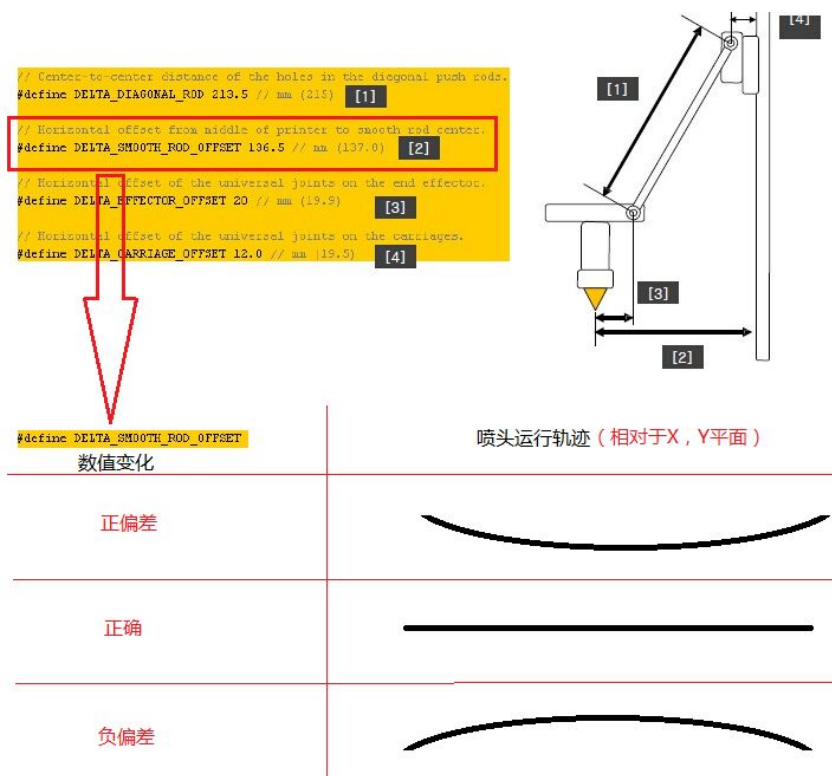
这里给大家分享一个技巧，当喷头达到预定位置时，可以先用 M114 命令得到调平使用的三个喷头位置坐标值，并在 Printron 中建立三个坐标的喷头移动命令，这样可以省去每次开机调平时的繁琐走位。



比如，某个喷头位置经多次微调到位后，坐标为 (60,70,5) 根据 Gcode 命令，可使用 G1 X60Y70Z5 一次性使喷头位置到达指定坐标，则添加此快捷命令按钮，省去每次调位置的繁琐~

TIP2 伪打印床不平:

这是打印床不平的一种误判, 经常有人调试 KOSSEL 打印机时抱怨打印台中间下陷或上凸, 但有可能更换打印台后问题仍然存在, 这时应该考虑可能固件中存在参数误差。比如 Configuration.h 中的#define DELTA_SMOOTH_ROD_OFFSET 参数不正确会使打印头运行轨迹发生变化, 导致打印机的 XY 平面变成上抛或者下抛的球面, 感观上是打印台上凸或者下凹了, 误差一两个 mm 都会使打印头运行轨迹有明显的变化。变化规律我画个图来表示:



注: 正偏差将数值调大, 负偏差将数值调小。

2.3.7 长度保真验证

这一步检查打印机实际打出长度, 和模型标注长度是否一致。在 Pronterface 中进行如下检查:

1. 移动喷嘴到离打印台面 0.4mm 的地方 (0,0,0.4), 标记喷嘴正下方点, 为中心点。
2. 移动喷嘴到打印床边界坐标 (85,0,0.4)
3. 检查喷嘴是否离打印中心 85mm
4. 如果喷嘴与打印床中心不等于 85mm, 修改#define MY_DELTA_DIAGONAL_ROD 参数。
5. 上传 Marlin 固件
6. 重复 1-5 确保长度值与 85mm 相等。
7. 重复 1-6 检查其他坐标 (-85,0,0.4) (0,85,0.4) (0,-85,0.4) 理论上, 如果打印机三个推杆等长, 其余三个坐标下距离应恰好为 85mm。

2.4 开始打印

一切到调试到位, 现在开始打印吧! 慢着, 硬件的调试是不是已经把你搞疯了~别紧张, 软件部分的设置很简单, 如果之前的工作你完成的够好, 那这里简直小菜一碟。

我使用的切片、打印软件是 Cura, 如果你了解 Printron 中集成的 Slic3r 软件的设置情

况，请参见：<http://pan.baidu.com/s/1qWv8IkC> 调试篇中 Slic3r 教程文件夹下内容。

2.4.1 下载 Cura

官方下载地址：<http://software.ultimaker.com/>

我提供的下载地址：<http://pan.baidu.com/s/1qWv8IkC> 调试篇中 Cura 文件夹



2.4.2 安装与机器设置

Cura 的安装也很简单，首次打开时（First time run wizard），会提示设置打印机参数，对于 K800 打印机的参数设置如下：

1. select your language: English
2. select your machine: Other
3. Other machine information: DeltaBot
4. Then, Cura is Ready!

2.4.3 打印参数设置

打印参数的设置，可以参考 <http://pan.baidu.com/s/1qWv8IkC> 调试篇中 Cura 文件夹下教程进行设置。

下面介绍的是我自己在最初打印时，对 Cura 设置的参数值，要特别指出的是，打印参数设置并非一成不变，对于不同的机器、不同的耗材、不同形状模型、不同的质量要求甚至不同的环境（温湿度）都要进行改变，方可达到最佳打印效果。（仅供参考）

首先是 Basic 设置：

Section	Parameter	Value	Notes
Quality	Layer height (mm) 层高	0.2	
	Shell thickness (mm) 外壳厚度	0.8	一般为喷嘴直径 (0.4mm) 的整数倍
	Enable retraction	<input checked="" type="checkbox"/>	
Fill	Bottom/Top thickness (mm) 底部/顶部厚度	0.4	
	Fill Density (%)	0	填充比例, 0-100之间, 一般20%填充足够了, 受力模型可适当加大
Speed and Temperature	Print speed (mm/s)	20	打印速度, 刚开始测试时不宜过快
	Printing temperature (C)	200	打印温度
	Bed temperature (C)	0	热床温度, ABS材料一般都要求提供热床
Support	Support type 支撑类型	None	
	Platform adhesion type 附着类型	None	
Filament	Diameter (mm) 耗材直径	1.75	
	Flow (%) 挤出量	120	

然后是 Advanced 设置:

File Tools Machine Expert Help

Basic Advanced Plugins Start/End-GCode

Machine

Nozzle size (mm) 喷嘴直径 0.4

Retraction

Speed (mm/s) 回抽速度 400

Distance (mm) 回抽距离 10

Quality

Initial layer thickness (mm) 0.2

Initial layer line width (%) 100

Cut off object bottom (mm) 0.0 从模型什么高度开始打印

Dual extrusion overlap (mm) 0.15

Speed

Travel speed (mm/s) 50 移动速度

Bottom layer speed (mm/s) 20 底层打印速度

Infill speed (mm/s) 0.0 填充部分打印速度

Outer shell speed (mm/s) 10 外壳外层打印速度

Inner shell speed (mm/s) 0.0 外壳内层打印速度

Cool

Minimal layer time (sec) 100 每层最少打印时间 (可以使足够的时间冷却)

Enable cooling fan ☒

接着是 Expert-Open expert settings 中对专家模式进行设置:

Expert config

Retraction

Minimum travel (mm) 1.5

Enable combing ☒

Minimal extrusion before retracting (mm) 0.02

Z hop when retracting (mm) 4

Skirt 裙边，正式打印前，通过预先打印裙边，使喷嘴进入状态

Line count 3

Start distance (mm) 10

Minimal length (mm) 150.0

Cool

Fan full on at height (mm) 5.0

Fan speed min (%) 100

Fan speed max (%) 100

Minimum speed (mm/s) 10

Cool head lift ☐

Infill

Solid infill top ☒

Solid infill bottom ☒

Infill overlap (%) 15

Support 支撑设置

Structure type Grid

Overhang angle for support (deg) 60

Fill amount (%) 15

Distance X/Y (mm) 0.7

Distance Z (mm) 0.15

Black Magic

Spiralize the outer contour ☐

Only follow mesh surface ☐

Brim Brim附着设置

Brim line amount 6

Raft Raft附着设置

Extra margin (mm) 5.0

Line spacing (mm) 3.0

Base thickness (mm) 0.3

Base line width (mm) 1.0

Interface thickness (mm) 0.27

Interface line width (mm) 0.4

Airgap 0.22

Surface layers 2

Fix horrible

Combine everything (Type-A) ☒

Combine everything (Type-B) ☐

Keep open faces ☐

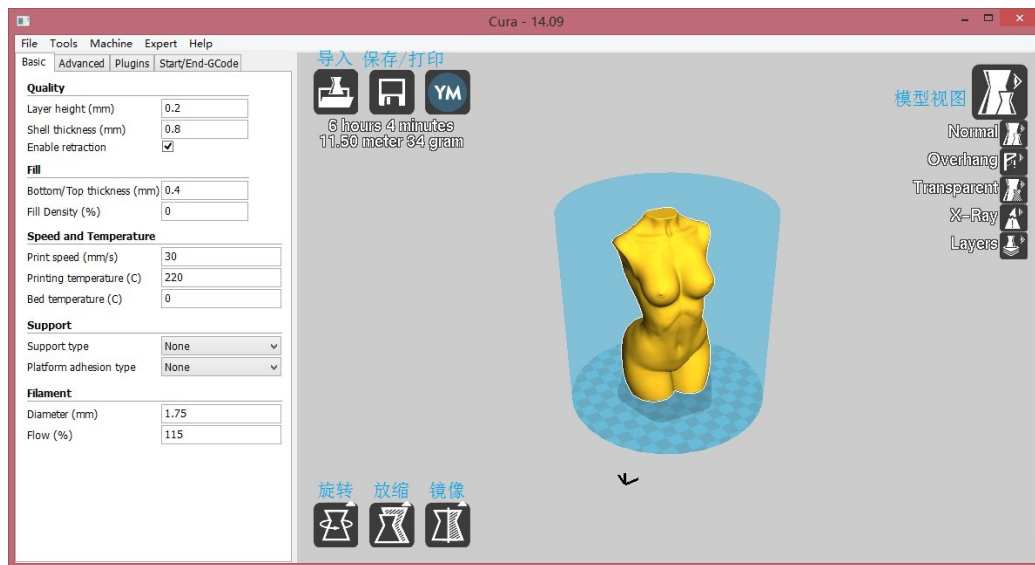
Extensive stitching ☐

Ok

如果了解关于 Cura start/end code 相关内容请参见附录 3。

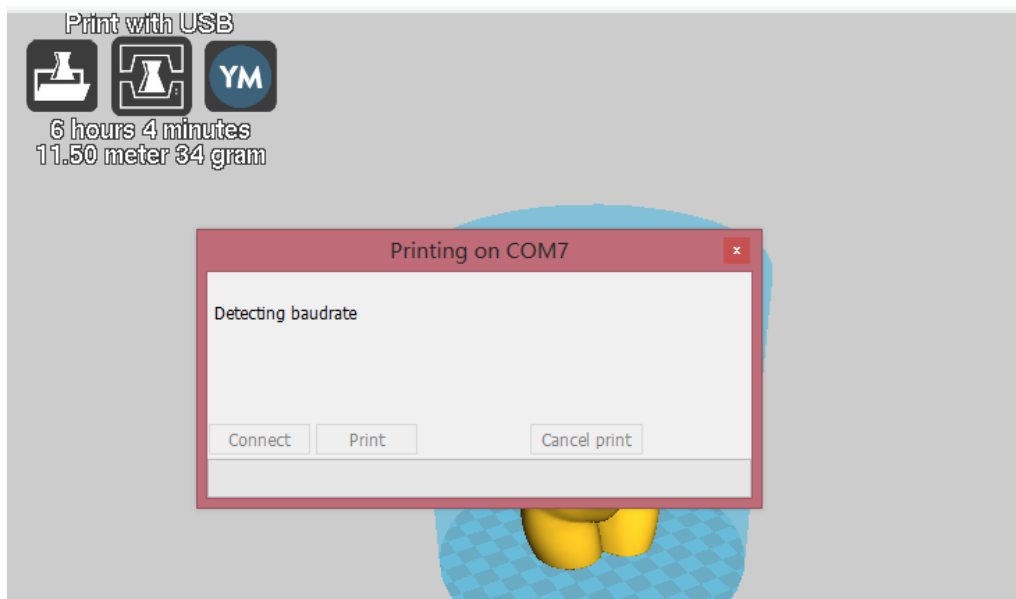
2.4.4Cura 界面简介

让我们先来熟悉一下 Cura 的界面：



参数都设置完了，现在终于可以开始打印了！

点击 PrintWithUSB 按钮，弹出对话框，等待连接板卡，成功后点击 Print，打印机终于开始工作了！



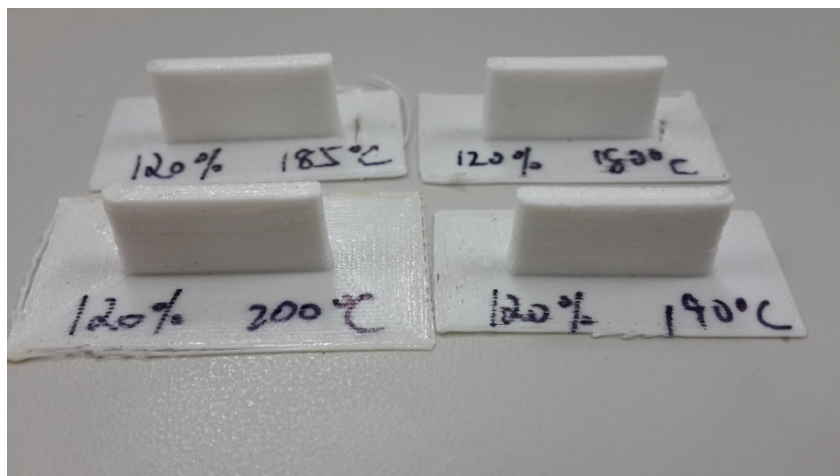
不管怎么说，当我第一次看到机器运转起来的时候，真是百感交集啊~

2.5 打印调试

前几次打印时，不要期望打印质量会有多好，不过不要担心，我们现在要做的就是将打印机调整到最佳状态，主要包括温度调整和挤出量调整：

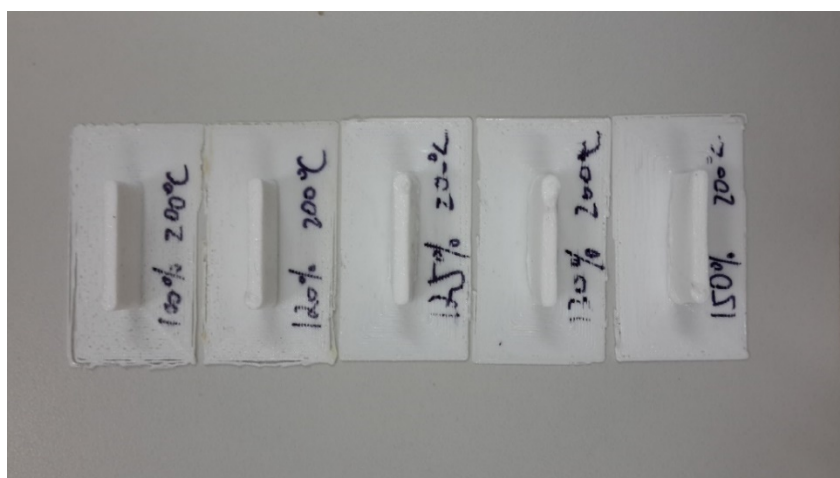
模型下载：<http://pan.baidu.com/s/1qWv8IkC> 调试篇中测试模型文件夹

温度：（薄片模型）对于 PLA 塑料而言，适合的温度在 185~210 度之间，可以采用二分法进行尝试打印，直到获得满意的效果为止。



当温度过低时，打印出来层次感会加强，甚至出现不能着床，或者熔丝断开的情况，这时可以适当提高温度；当温度过高时，高温会使得 PLA 发出“噼啪声”，打印出来的模型表面呈现颗粒感，这将在一定程度上缓解层与层之间的层次感，所以我一般使用较高的温度。调整时一般以 5 度或 10 度为变化量。

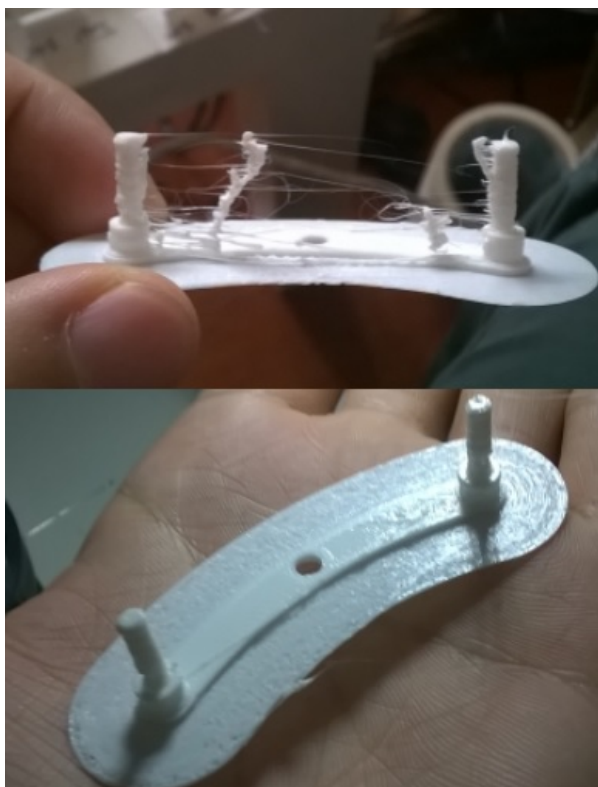
挤出量：（薄片）然后值挤出量的调整，在 Cura 中，可以通过两种方式改变挤出量，即更改 Basic-Filament 中的 Diameter 或者 Flow。如果想增加挤出量，可以调高 Flow，也可以调低 Diameter，效果等价，但建议只改变 Flow 的值，毕竟 Flow 含义即为挤出百分率。



如图，可以明显看到，挤出量不足时，出现空隙，挤出量过大时，将会鼓出。选择打印面既无空隙，而且平整的挤出量作为合适值。

如果总是得不到满意的挤出量，可以参考这篇文章：<http://pan.baidu.com/s/1qWv8lkC> 调试篇中“挤出量校正.doc”来调试。

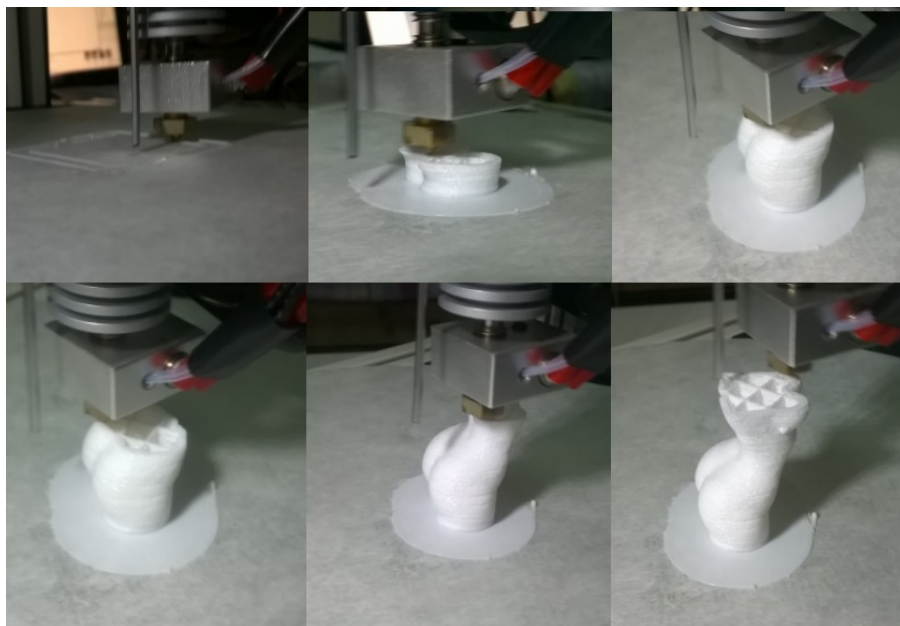
***回抽（并非必须）：**（双立柱，鸟笼）有时候我们遇到立柱较多的模型，这是考验打印质量的时刻。由于打印头在立柱之间移动的时候，不能很好的控制液体流出，于是拉丝现象成为打印立柱模型的普遍问题。要解决这个问题，可以加大回抽速度和距离，即更改 Cura 中 Advanced-Retract 中的 speed 和 distance 参数。



打印立柱模型（鸟笼），十分考验挤丝电机和快接头，回抽过大将使得电机或快接头报废，所以请谨慎处理。

到这里，你已经可以完整的打印 3d 模型了。

下面的人体雕塑，就是经过简单的参数调整（现在看来很简单，刚开始的时候真的很艰难，由于速度不敢放的太快，这样每调整一次，就要等很久才能看到更改的效果）之后打印出来的：



打印中……



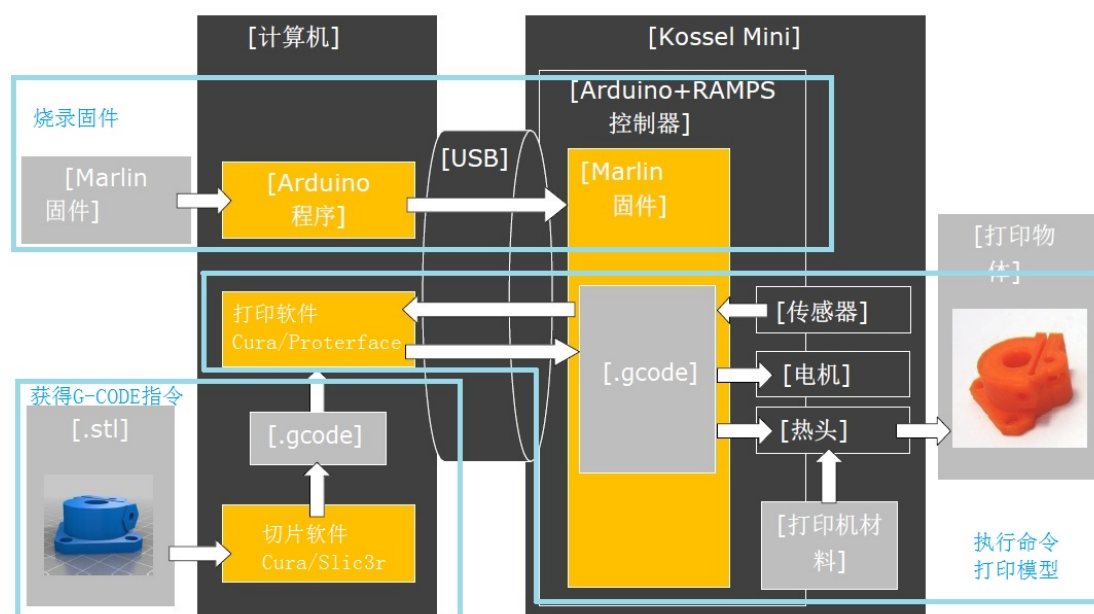
处女作（虽然成型，效果还不够理想）

建议大家在调整好温度、挤出量之后，马上就可以尝试打印人体了，类似人体这种圆柱形结构的模型（始终觉得裸女模型是前期必打模型- -），是打印机最善于完成的作品，可以在初步调整后，就能打印出很好的效果，极具观赏性啊~

三，回顾一下

从组装完机器到调试打印出第一件作品，上面已经讲得够详细了。下面我想整理一下思路，看看我们都做了些什么呢。首先让我们来想想，一个完整的打印流程都涉及哪些内容。

打印流程：



我们还是以 Marlin+Cura 为例，说清楚所有的部分是如何协调工作的。

首先是程序烧录部分，这部分理解起来比较简单，Marlin 固件在 Arduino IDE 中，通过 USB 烧录到 Arduino 板卡中，作为打印机控制程序。

第二部分是如何得到 G-CODE 指令。G-CODE 指令指挥打印机进行所有操作，直到完成打印工作。从头脑中想要获得的物品，到获得打印此物体的 G-CODE 指令，一共经历了两个步骤，建模操作和切片操作。人们可以通过建模设计软件创建出需要打印物体的 3D 模型 (stl 文件)，接下来使用切片软件，Cura (或 Printrun 中的 Slic3r)，将模型文件按设定的粒度切分成一层层的薄片，根据每层薄片的形状 (以及层与层之间的关系)，计算出需要执行的 G-CODE 指令组合，以备后面的打印软件使用。

第三部分是打印软件，Cura (或 Printrun)，通过 G-CODE 指令组合，指挥打印机执行相应的操作，这些操作包括，电机的运转、挤丝电机的抽送、加热棒加热的给停、风扇的转速等。必须所有操作协调运行，方可得到满意的打印作品。

建模软件

3D 建模软件可谓百花齐放、百家争鸣，通常不同行业会侧重使用不同的软件，似乎没有哪个建模软件可以通吃一切任务，下面列出一些最常见的软件：

免费：FreeCAD、SketchUp(草图大师)、Autodesk 123D、Meshmix

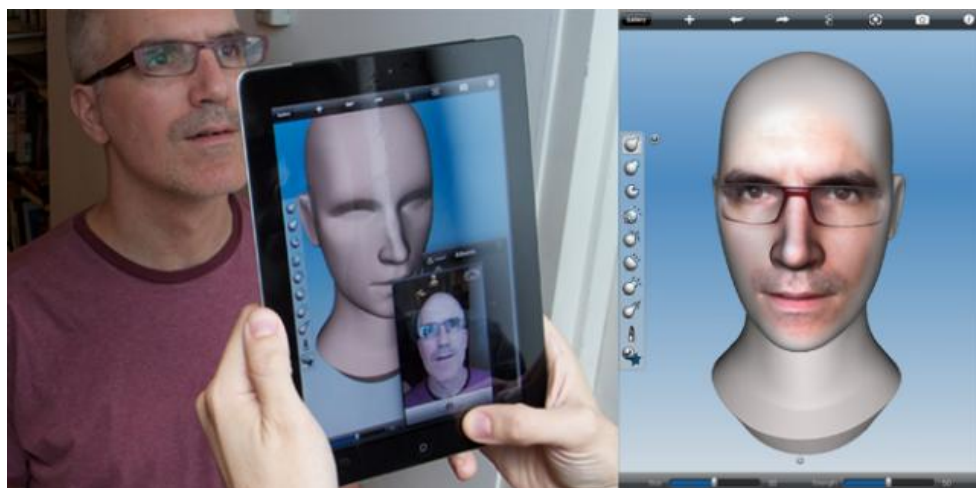
付费：AutoCAD、Solidworks、犀牛、Catia、ProE(2011 年整合为 CREO)、UG、3dmax

在 <http://pan.baidu.com/s/1qWv8lkC> 调试篇建模软件资料中提供了 SketchUp 和 Creo 的软件下载和教程资料，欢迎下载。我使用较多的是 SketchUp 和 AutoCAD，其中 SketchUp 比较容易上手。

上述软件大多需要很长的学习周期才能掌握要领，为了让大家可以快速的得到一个不错的模型，我下面推荐两款 IPAD 轻量级软件 Pirate3D 和 Autodesk 123D for iPad。有兴趣的可以下载使用啊。



Pirate3D



Autodesk 123D for iPad

切片、打印软件

切片、打印软件近年也是雨后春笋，用的较多的也还是下面这三个：

免费：Cura、Repetier-host、Printrun（Pronterface+Slic3r）



Repetier

Printrun

切片、打印软件一般都很容易学习，经过短时间的摸索，即能熟练掌握，大家可以通过我的网盘，下载相关的学习教程。

在 <http://pan.baidu.com/s/1qWv8lkC> 调试篇中提供了 Cura、Repetier-host、Printrun（Pronterface+Slic3r）的软件和教程资料，欢迎下载。

参考

1. K800 打印机安装（20140921 更新）.docx 作者不详
2. Kossel_Mini 手册中文版 v1.pdf 作者：BLOMKER INDUSTRIES 翻译：宋斌
3. Arduino 驱动安装 <http://www.arduino.cn/thread-1008-1-1.html>
4. 伪打印床不平 <http://tieba.baidu.com/p/3221143425>
5. http://tieba.baidu.com/p/3187883910?pid=54396624484&see_lz=1
6. 三点调平大法—调整滑车限位螺丝,此法来自群公告:KOSSEL3D 打印 QQ 交流群 群号: 205387513

附录 1 G-code

官方参考: http://reprap.org/wiki/G-code/zh_cn

或可下载 PDF 版: <http://pan.baidu.com/s/1qWv8lkC> 调试篇中“G-code 手册 RepRapWiki.pdf”

附录 2 自动调平

由于我并没有使用自动调平, 所以需要的人可以参考: <http://pan.baidu.com/s/1qWv8lkC> 硬件篇中“Kossel_Mini 手册中文版 v1.pdf” P206-P212 内容。

附录 3 Cura14.09 start/end gcode

Start.gcode

```
G21          ;metric values 将单位设置为 mm
G90          ;absolute positioning 将所有坐标设置为相对于机器原点的绝对值
M107        ;start with the fan off 关闭风扇 (M106 是关闭风扇)
G28          ;move to endstops 移动至底部
G92 E0       ;zero the extruded length 设置位置, E 表示喷头?
G1 F200 E3   ;extrude 3mm of feed stock
G92 E0       ;zero the extruded length again
G1 F{travel_speed} ;Put printing message on LCD screen
M117 Printing... ;该命令用于显示后面的信息
```

End GCode

```
M104 S0      ;extruder heater off
M140 S0      ;heated bed heater off (if you have it)
G91          ;relative positioning
G1 E-1 F300   ;retract the filament a bit before lifting the nozzle, to release some
of the pressure
G1 Z+0.5 E-5 X-20 Y-20 F{travel_speed} ;move Z up a bit and retract filament even
more
G28          ;move to endstops
M84          ;steppers off
G90          ;absolute positioning
```