

## 第二节 FDM 机结构介绍模块

### 任务一 硬件介绍

#### 学习目标

通过讲解 FDM 机硬件模块这一学习任务的学习，学生能：

1. 熟悉 FDM 机工作原理及对常用材料的认识。
2. 掌握喷头，热床的结构和原理。
3. 能够掌握驱动模块的结构和原理。
4. 能够掌握打印机主板结构。
5. 在完成任务后，做好交接班相关工作。

#### 建议学时

8 学时

#### 学习任务描述

学习 FDM 机的结构原理。了解 FDM 机常用材料，熟悉各种材料的性能。掌握打印机的硬件名称，明白打印机各部件的功能，掌握打印机的硬件部分和电路部分。

### 第一部分学习准备

引导问题：

大家了解 3D 打印吗？有些人觉得这是很神奇的一项技术，能把立体的东西打印出来。常见的 3D 打印机有哪些？它的原理是什么？材料又是什么呢？

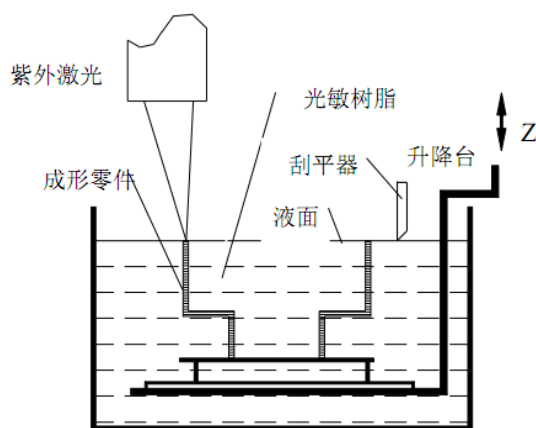
## 一、什么是 3D 打印机？常见 3D 打印种类有哪些？

概念：3D 打印是一种以数字模型文件为基础，运用金属或塑料等可粘合材料，通过逐层打印的方式来构造物体的技术。常在模具制造、工业设计等领域被用于制造模型，后逐渐用于一些产品的直接制造，已经有使用这种技术打印而成的零部件。

3D 打印机与普通打印机工作原理基本相同，只是打印材料有些不同，3D 打印机内装有金属、陶瓷、塑料、砂等不同的“打印材料”，是实实在在的原材料，打印机与电脑连接后，通过电脑控制可以把“打印材料”一层层叠加起来，最终把计算机上的蓝图变成实物。通俗地说，3D 打印机是可以“打印”出真实的 3D 物体的一种设备，比如打印一个机器人、打印玩具车，打印各种模型，甚至是食物等等。

常见的 3D 打印根据成型技术的不同，分为以下几种：

1、SLA 光固化—采用激光一点点照射光固化液态树脂使之固化的方法成形，是当前应用最广泛的一种高精度成形工艺。



成型原理：光照

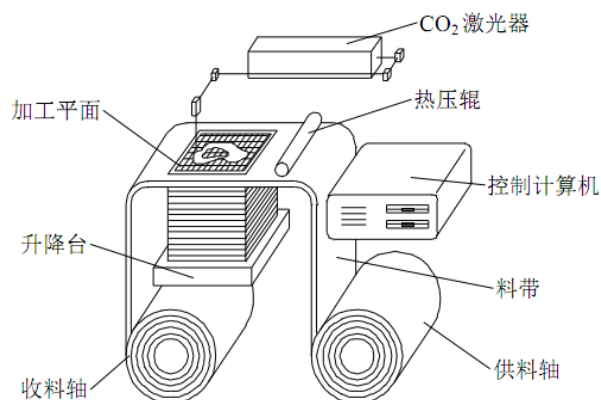
成型材料：光敏树脂

截层厚度：0.04~0.07mm

可控精度：0.1mm

优缺点：表面质量好，精度较高；应用小件；需要支撑结构；材料有污染

2、LOM 分层实体制造—采用激光切割箔材，箔材之间靠热熔胶在热压辊的压力和传热作用下熔化并实现粘接，一层层叠加制造原型。



原理：激光切割

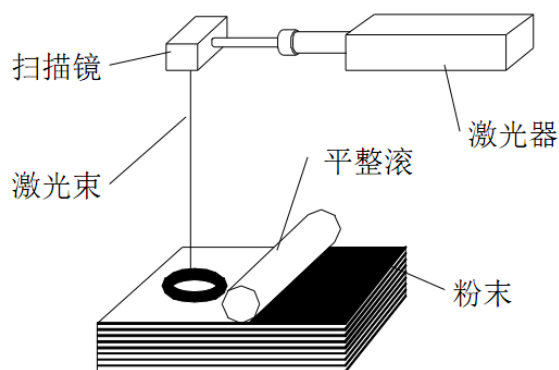
材料：金属箔、纸；

截层厚度：0.07~0.15mm

精度：与切割材质有关

优缺点：适合大中型制件；  
成型速度快；精度不高；  
材料浪费；废料清理困难

3、SLS 选择性激光烧结—采用激光逐点烧结粉末材料，使包覆于粉末材料外的固体粘接剂或粉末材料本身熔融实现材料的粘接。



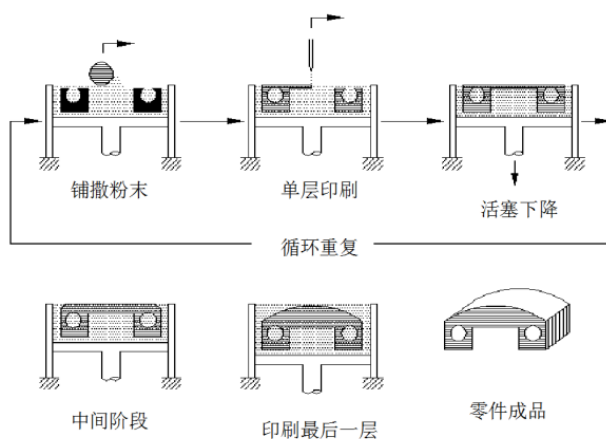
原理：激光烧结

材料：陶瓷、金属粉等等；

截层厚度：0.1~0.2mm

优缺点：材料使用广；适合中小型制件；成型效率不高；后处理复杂

4、3DP 工艺—采用逐点喷射粘接剂来粘接粉末材料的方法制造原型，该工艺可以制造彩色模型，在概念型应用方面很有竞争力。



成型原理：粉末粘结

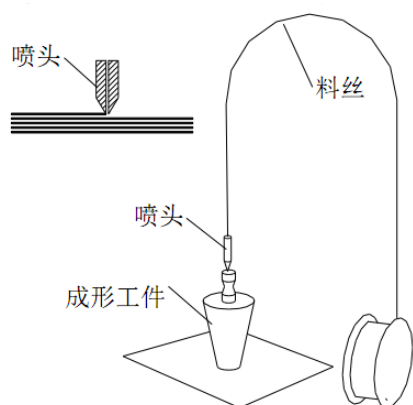
成型材料：石膏基粉粉末

截层厚度：0.076~0.254mm

可控精度：0.1mm

优缺点：强度低，成型速度快，  
可以制作彩色原型。

5、FDM 熔融沉积成形—采用丝状热塑性成形材料，连续地送入喷头后在其中加热熔融并挤出喷嘴，逐步堆积成形。



原理：激光热熔

材料：塑料丝

截层厚度：  
0.025~0.76mm

成型精度：低

优缺点：成形材料广泛  
成形过程对环境无污染  
容易制成桌面化和工业化  
RP系统

### 引导问题：

3D 打印中，FDM 桌面机我们是用的比较多的，那么 FDM 机打印的常见材料有哪些呢？它们各有什么性能呢？我们平时如何根据性能选择材料？

## 二、FDM 机常用材料介绍

### 1、工程塑料 PLA

PLA (Polylactic acid 聚乳酸) 是 3D 打印爱好者相当喜欢使用的材料。它是一种可生物降解的热塑性塑料，来源于可再生资源。因此，基于 PLA 的 3D 打印材料比其他塑料材料更加环保，甚至被称为“绿色塑料”。

PLA 的另一个优点是打印时不会产生很难闻的气味，所以它相对安全，适合在家里或者教室使用。这种材料的冷却收缩没有 ABS 那么强烈，所以即使打印机没有配备加热平台也能成功完成打印。



### 2、工程塑料 ABS

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物) 是受欢迎程度仅次于 PLA 的 FDM 打印材料。这种热塑性塑料具有价格便宜, 经久耐用, 稍有弹性, 质量轻, 容易挤出等特点, 非常适合用于 3D 打印。

但这种材料有很多的缺点: 首先, 它的熔点温度比 PLA 更高, 通常在  $210^{\circ}\text{C}$  -  $250^{\circ}\text{C}$  之间。另外, 在打印 ABS 过程中, 还必须对平台进行加热。目的是为了防止打印第一层冷却太快, 避免翘曲和收缩。相较其他材料, ABS 在打印过程中有毒物质的释放量远远高于 PLA。因此在打印 ABS 时打印机需要放置在通风良好的区域, 或者打印机采用封闭机箱并配备空气净化装置。



### 3、TPE / TPU 柔性材料

在商业应用中, TPE 通常用于汽车部件, 家用电器, 医疗用品, 鞋底, 智能手机盖, 腕带等生产中。使用柔性材料 TPE, 特别是聚氨酯 TPU, 可以制造伸展性特别好的物体。但打印时难度较高, 特别是对于远端送料的 3D 打印机, 很难控制柔性材料的进退。



### 4、碳纤维材料

碳纤维增强线材是在高强度 PLA、尼龙以及其他聚合物的基础上改进的，它本身包含了大量长短不一的细碳纤维。这些纤维非常小，可以通过 FDM 3D 打印机的挤出喷嘴，并增加聚合物的强度和刚度，从而有效地强化 3D 打印部件，刚度和强度都远超过普通 PLA 和 ABS。混合了细碎碳纤维的 3D 打印线材在刚性、结构以及层间附着力方面都达到了令人难以置信的提升。由于这种材料是研磨制成的，即使研磨地非常精细，打印时也会加大对喷嘴的磨损，特别是由类似黄铜等软金属制成的喷嘴，在打印 500g 后就可观察到黄铜喷嘴的直径变大，需要及时更换喷嘴。而且它还具有非常高的熔体强度、很高的熔体粘度，良好的尺寸精度和稳定性、打印时气味很小。碳纤维增强材料，可以提供与金属相当的强度，又非常轻，在需要考虑重量与强度比的行业包括航空航天、汽车领域都有广泛的应用前景。



## 5、尼龙线材

尼龙有优良的韧性、耐磨性、耐疲劳性等优点，在工业上广泛应用。FDM 尼龙 12 适合用于需要高耐疲劳度的应用，如可重复使用的摩擦贴合嵌件。而尼龙 6 则可以准确预测具有功能性的耐用原型以及可经受严苛生产环境的制造工具的性能，并能满足高功能要求的小批量部件制作。

在航空和汽车领域，FDM 打印尼龙可制作工具、夹具和卡具以及用于内饰板、低热进气组件以及天线罩的原型；在消费品的产品开发方面，可制作用于卡扣面板以及防冲击组件的耐用原型。



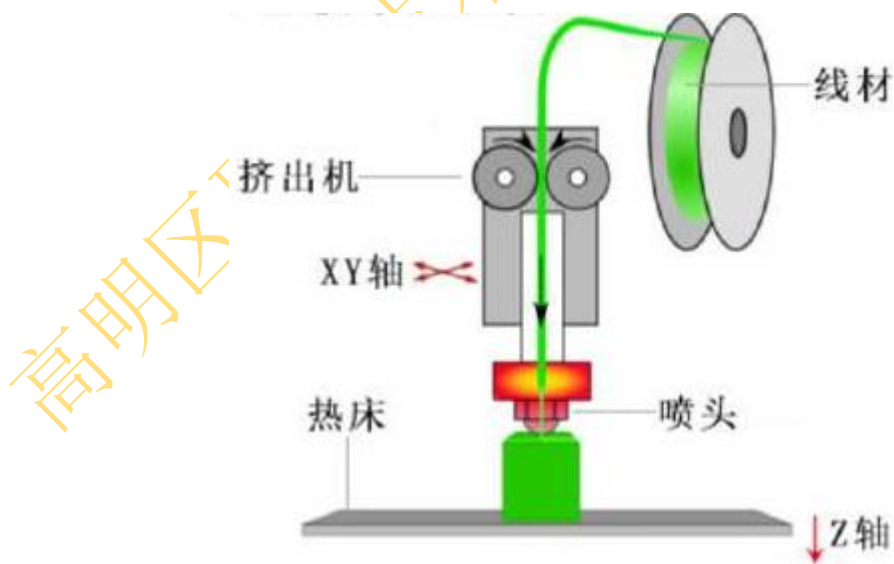


### 引导问题：

了解 FDM 机常用材料及其性能，那么 FDM 机的结构是怎样的？硬件有哪些呢？

### 三、FDM 机结构分析：

FDM 桌面机工作原理很简单，就是通过加热线材，使融化的线材通过喷头按设定的运动轨迹一层一层凝结在热床上，堆积成了 3D 物体。它在结构上包含：运动模块、打印喷头模块、热床模块、电路模块。



### 结构解析：

运动模块：1、42 系列两相混合式步进电机： 恒流斩波驱动，2 相励磁（2 相四拍

运行），可正反向旋转，具有输出转矩大、温升高、可靠性高的特点。具有良好的内部阻尼特性，运行平稳，无明显振荡区。额定电流(单相)：1.2A DC、电源电压：12-36V、步距角：1.8°。分别驱动 X 轴、Y 轴、Z 轴、挤出机。



2、导轨光杆：共 6 条，连接 X 轴、Y 轴，支撑 Z 轴运动。其大小影响打印机的尺寸。



3、丝杆：控制 Z 轴，即工作台的升降。

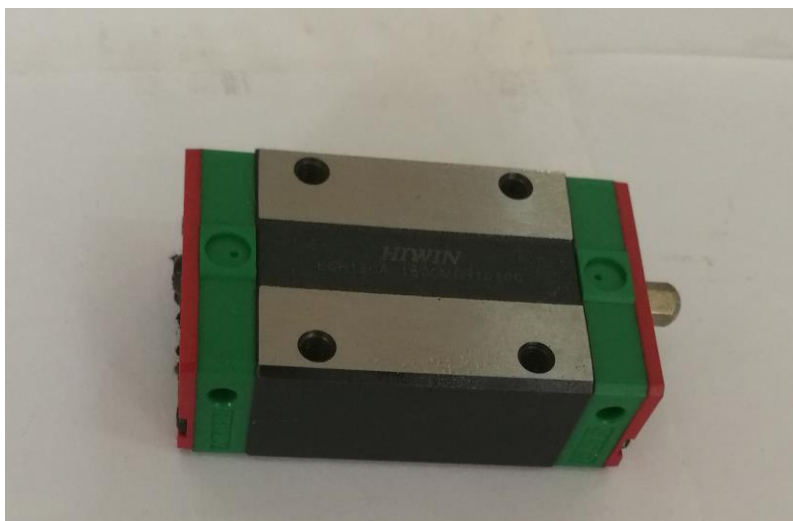




4、弹性联轴器：连接丝杠与电机，起着补偿轴线相对位移和缓冲减震作用。



5、直线导轨滑块：安装导轨，连接打印喷头模块，负责 X 轴的移动。



6、导轨：支撑打印喷头模块的移动。



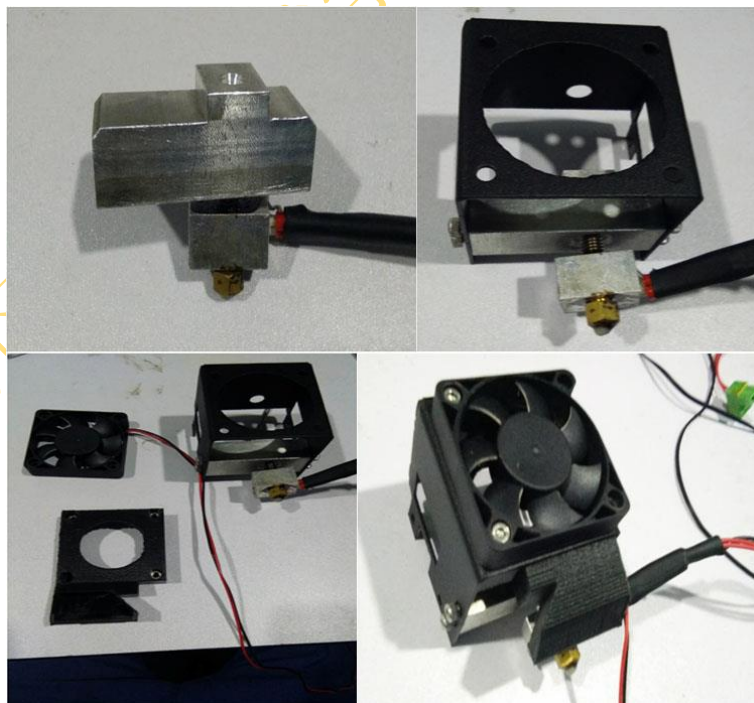
7、支撑架：共四个，分别在打印机的四个角，支撑着 X、Y 轴四条光杆，起着支撑固定作用。

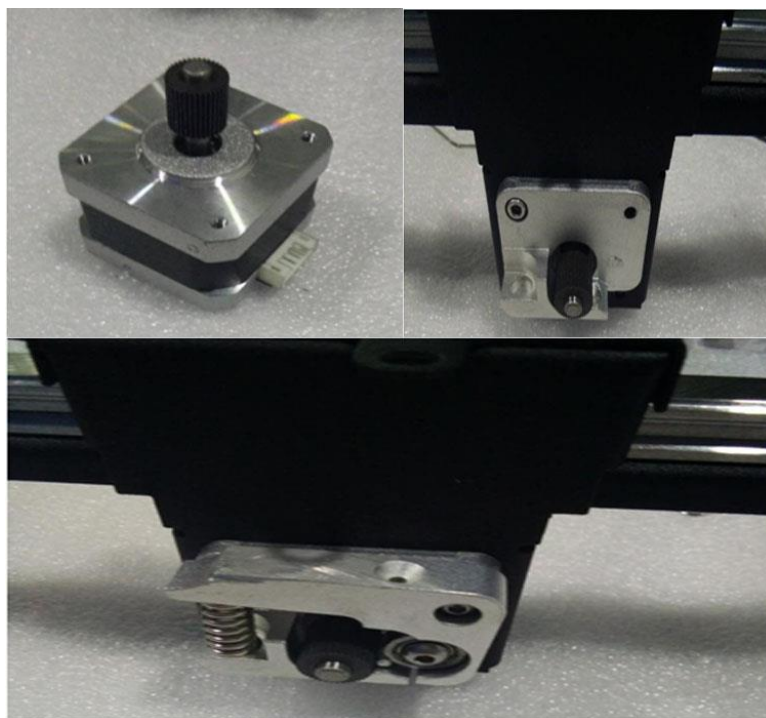


8、同步带和同步轮：X、Y 轴的传动机构，保证传动平稳，具有准确的传动比。



喷头模块：线料通过喷头融化，然后从喷头喷出，最后凝结在热床上。喷头模块是打印机里故障率较高的一个模块，比较容易堵塞，通常操作不当，材料属性不同等原因都很容易造成料口的堵塞。





- 1、黄铜喷嘴：材料喷出机构，常用规格有 0.2 和 0.4mm 可选。



- 2、挤出机机构：和步进电机相连，保证材料的正常进退，让材料按轨道进行输送。通过弹簧、引导轮，提供材料进退的压力，达到材料输送的目的。



3、加热棒：24V/40W $\Phi$ 6\*15mm，引出线长度1m，负责打印喷头的加热。

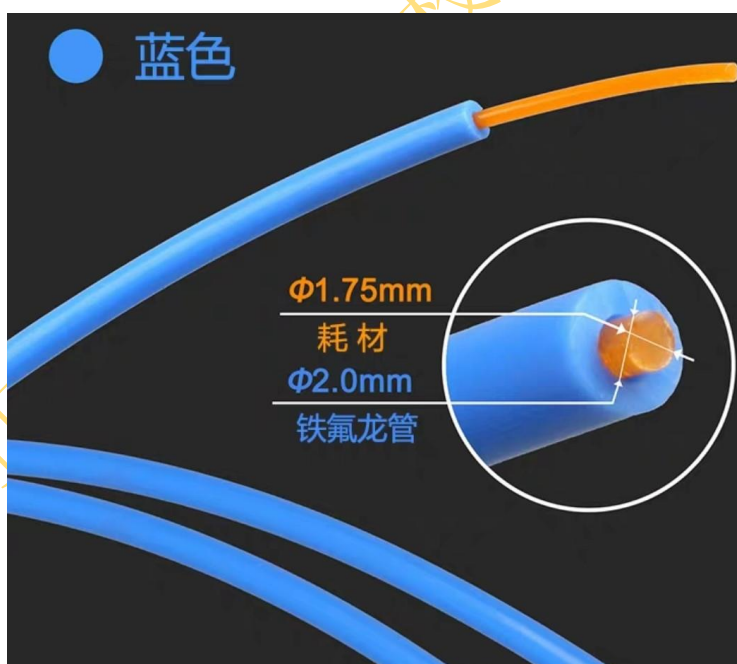


4、热敏电阻温度传感器：控制打印喷头的温度并反馈到显示屏中，起到控制温度的作用。特点：1、灵敏度高、反应迅速。2、结构小巧、安装简便。3、使用温区宽、稳定性好、可靠性高。技术参数：1.精度： $\pm 1\%$ 。2.使用温度范围： $-40^{\circ}\text{C} \sim +300^{\circ}\text{C}$ 。3.最大额定功率:45mW





5、铁氟龙管：铁氟龙管的热导率低，可以有效降低喉管的温度，它具有不粘性、耐热性、润滑性、不吸湿耐腐蚀，所以用铁氟龙做喉管，能有效降低喷头故障率，防止喷头堵塞。



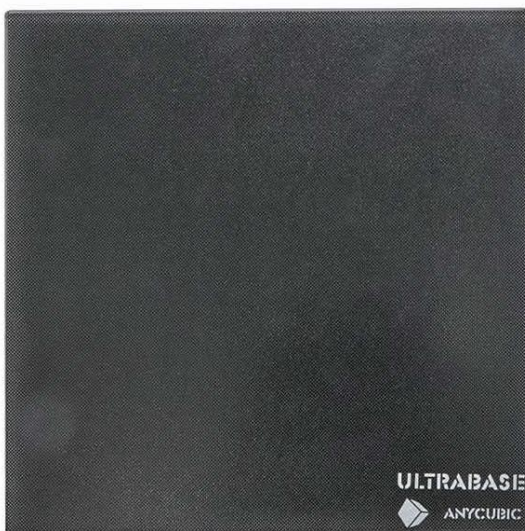
打印平台机构：包括铝基板、玻璃板、支撑铝板、调平机构。打印平台负责平台加热，使打印机底层能粘紧平台，减少打印的故障率，保证打印的顺利进行。调平打印平台，保证打印不会翘边，保证打印质量。

1、铝基板：关系到打印机的打印面积，能加热平台，保证材料粘贴在平台上。

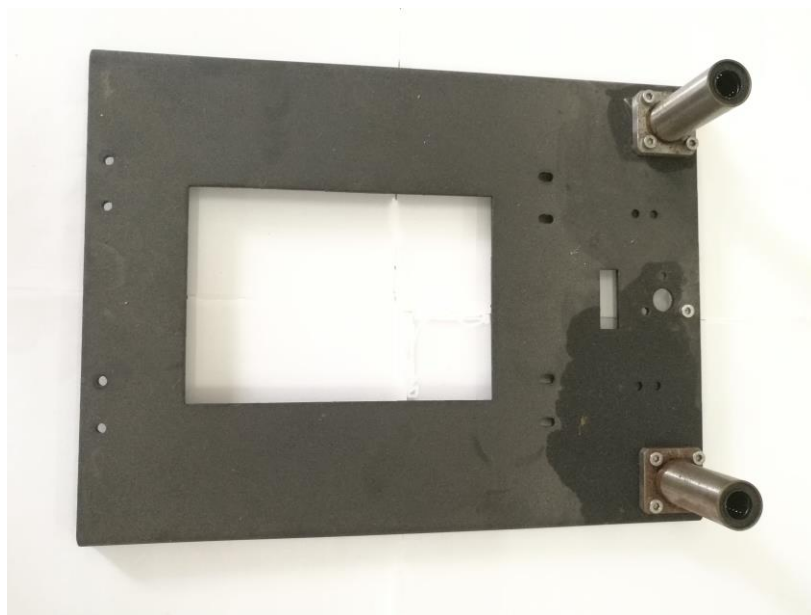




2、热床平台：耐热耐磨，是打印材料下放的平台，关系到材料能否粘贴住平台，有无翘边的关键。通常为了材料能更好吸附平台，在平台上涂液体胶水或美纹纸来增加的吸附性，使得打印物件不会移位。

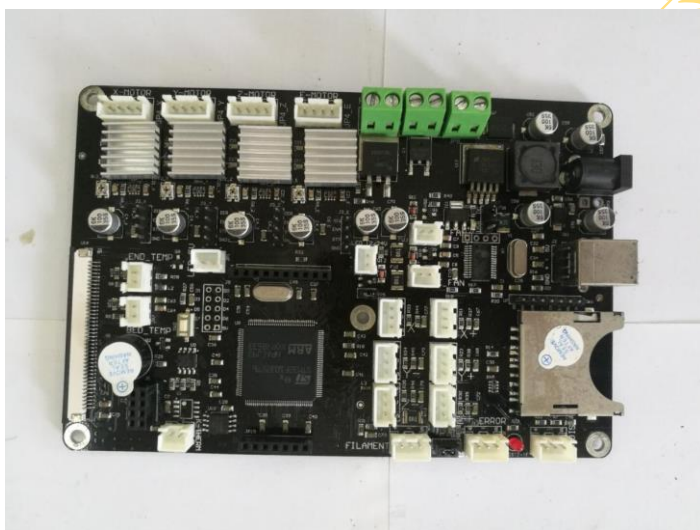


3、热床铝板支撑架。用来支撑铝基板。

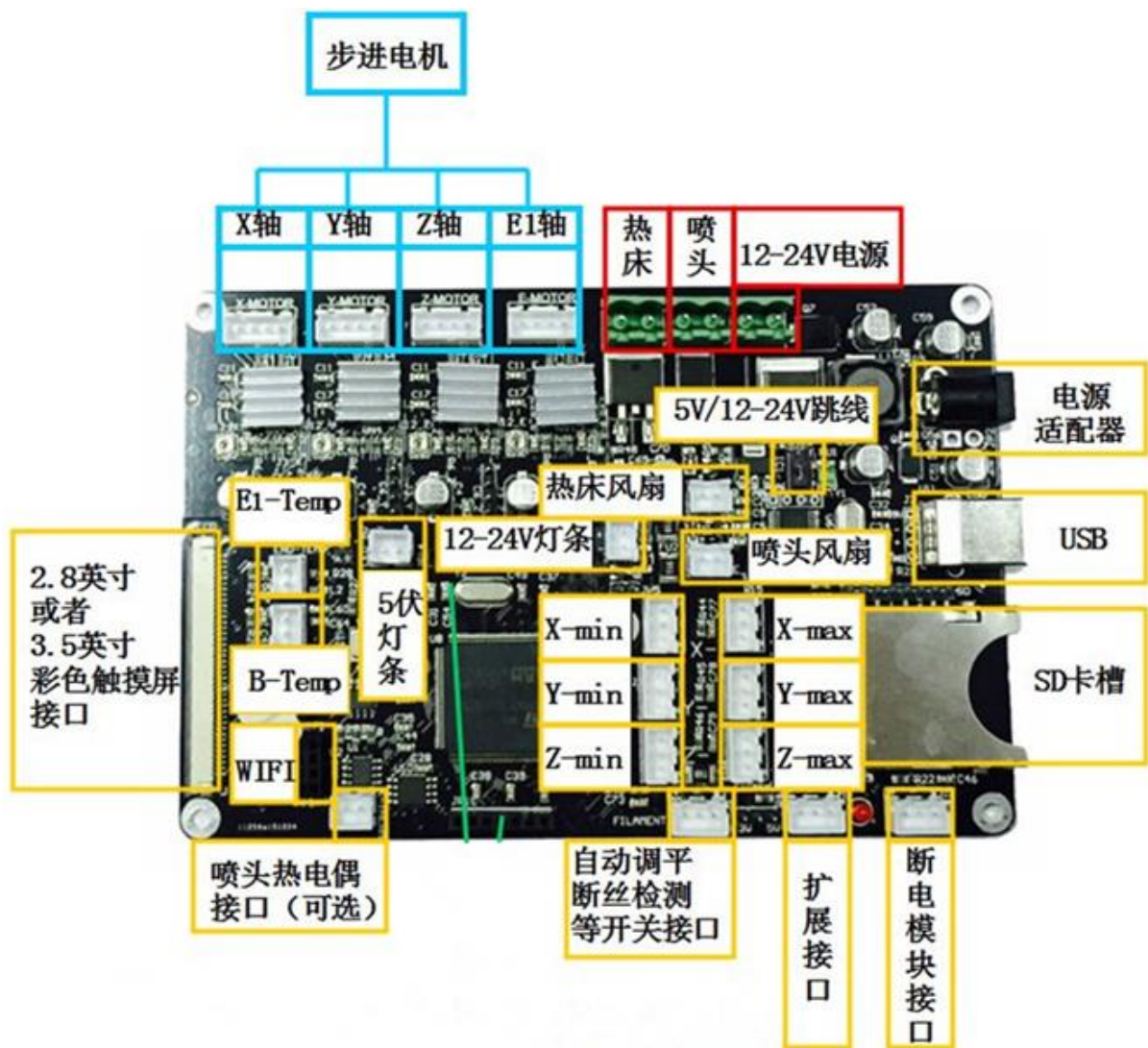


电路模块：主板、电源、断电续打模块。电路是3D打印机的动力源，负责控制各个轴的步进电机、热床、喷头、风扇、断电续打等。

#### 1、主板：



主板的功能模块如下图：分别有X、Y、Z轴、热床、喷头、屏幕接口；有风扇、行程开关、SD卡槽、USB接口；断电模块接口、拓展接口、喷头热电偶、自动调皮断丝检测等开关接口等。



2、断电续打模块：支持打印机断电续打功能。



3、机械开关：正常情况下系统至少需配置 3 块机械开关。优点：安装简易、款式比较常用。缺点：机械配件容易损耗，使用寿命较短。



4、电源与触摸显示屏：



## 第二部分计划与实施

引导问题：

根据成型技术的特点，大家能分辨的出是哪种成型技术吗？

四、根据成型技术的特点，填写成型技术的名称：

序号	成型特点	名称	得分
1	采用激光一点点照射光固化液态树脂使之固化的方法成形，是当前应用最广泛的一种高精度成形工艺。		
2	采用激光切割箔材，箔材之间靠热熔胶在热压辊的压力和传热作用下熔化并实现粘接，一层层叠加制造原型。		
3	采用激光逐点烧结粉末材料，使包覆于粉末材料外的固体粘接剂或粉		



	末材料本身熔融实现材料的粘接。		
4	采用逐点喷射粘接剂来粘接粉末材料的方法制造原型，该工艺可以制造彩色模型，在概念型应用方面很有竞争力。		
5	采用丝状热塑性成形材料，连续地送入喷头后在其中加热熔融并挤出喷嘴，逐步堆积成形。		

### 引导问题：

根据材料的性能和特点，大家能分辨的出是哪种打印材料吗？

### 五、根据材料的性能和特点的特点，填写打印材料的名称：

序号	材料特点	名称	得分
1	它是一种可生物降解的热塑性塑料，来源于可再生资源；打印时不会产生很难闻的气味，所以它相对安全，适合在家里或者教室使用。		
2	熔点温度通常在 210° C - 250° C 之间；价格便宜，经久耐用，稍有弹性，质量轻，容易挤出；在打印过程中有毒物质的释放，在打印 ABS 时打印机需要放置在通风良好的区域。		
3	柔性材料，通常用于汽车部件，家用电器，医疗用品，鞋底，智能手机盖，腕带等生产中；可以制造伸展性特别好的物体，但打印时难度较高，特别是对于远端送料的 3D 打印机，很难控制进退。		
4	具有非常高的熔体强度、很高的熔体粘度，良好的尺寸精度和稳定性、打印时气味很小；打印时会对喷嘴产生磨损，特别是由类似黄铜等软金属制成的喷嘴，在打印 500g 后就可观察到黄铜喷嘴的直径变大，需要及时更换喷嘴。		
5	有优良的韧性、耐磨性、耐疲劳性等优点；可制作工具、夹具和卡具，可制作用于卡扣面板以及防冲击组件的耐用原型。		

### 引导问题：


对照实物，我们如何能辨别是打印机的哪部分零件呢？

## 六、根据打印机结构填写名称等信息：

序号	零件图片	结构名称	所属模块	所在位置	得分
1					
2					
3					
4					
5					
6					



7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

15						
----	---	--	--	--	--	--

## 第三部分评价与反馈

### 七、 自我评价






学习任务名称：

评价项目	是	否
1. 能分清打印机的成型原理。		
2. 能掌握几种常用材料的性能。		
3. 能分清打印机的部件名称		
4. 能了解打印机部件的作用。		
5. 能了解打印机工作原理		
6. 诚恳接受小组同学的监督指导，有问题虚心向同学及老师请教。		
7. 认真做好清理、认真填写好交接班表等表格。		


### 八、小组评价

序号	评价项目	评价
1	对打印机成型技术的了解。	
2	对打印材料性能的了解。	
3	对打印机结构的了解。	
4	对打印机零部件的作用掌握情况。	
5	对打印机零部件的性能掌握情况。	
6	能融入小组团队中。	



		
---	--	--

高明区职业技术学校增材制造技术