

——浙江大学机器人与智能装备  
学生创新实践基地

浙江大学 Hello World战队

SW基础使用、材料与工艺认识

机械组 刘健宇

### 1.初步了解：

菜单栏、功能选项卡、设计树

### 2.画图技巧：

快捷键、鼠标笔势

### 3.草图绘制：

草图工具、尺寸约束、几何约束

### 4.生成特征：

拉伸、切除、打孔等...

### 5.材质外观：

材质、外观

### 6.零件分类：

标准件、机加件、打印件

## 1.Pack and Go保存

## 2.插入零部件

固定、浮动、随零部件配合

## 3.配合零部件

标准、高级、机械

# 常用螺栓类型



杯头螺栓



圆头螺栓

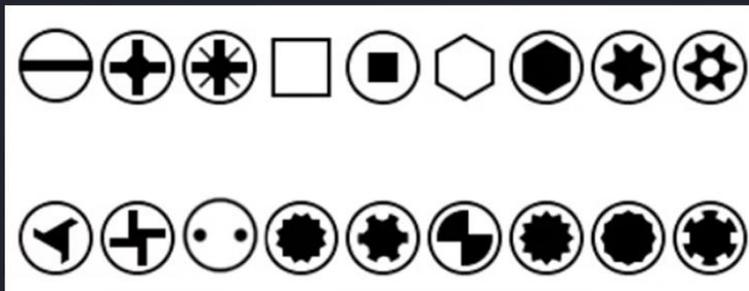


平头螺栓



沉头螺栓

# 螺栓头花型



# 螺栓强度

最常使用**内六角杯头**，型号：**M3, M4, M5**

螺栓的性能等级分3.6、4.6、4.8、5.6、6.8、**8.8**、9.8、

10.9、**12.9**等10余个等级，一般4.8的够用，用作紧定螺

钉以及有较高强度要求的宜选择12.9级。

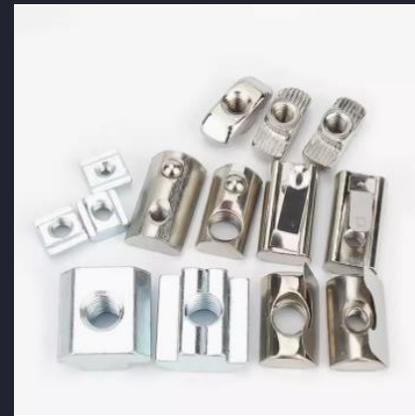
## 紧固件-螺母



六角螺母（薄/厚）



防滑螺母



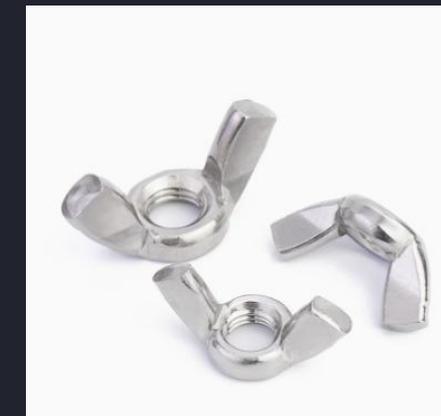
T型螺母



法兰螺母



拉铆螺母



手拧螺母

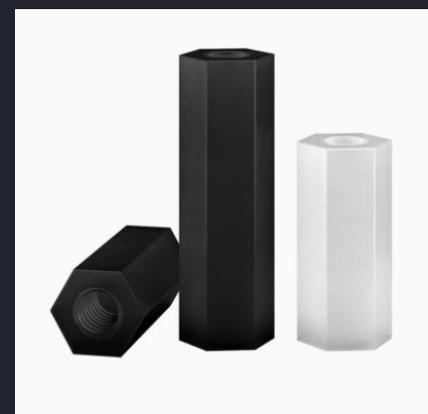
## 紧固件



铜柱



铝柱



尼龙柱



尼龙隔离柱



注塑螺母



夹板螺母

## 紧固件-垫圈



平垫圈

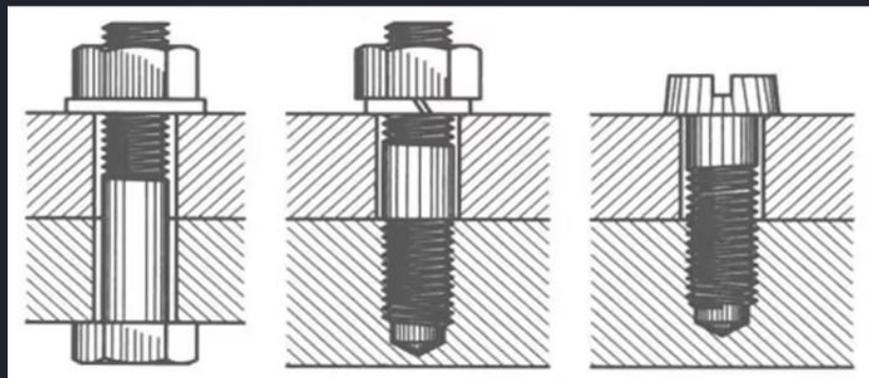


弹簧垫圈



防松垫圈

# 常见螺纹紧固件连接方式



# 防松措施

所有紧固连接都必须做防松。

除了使用防松螺母和加弹垫外还可以考

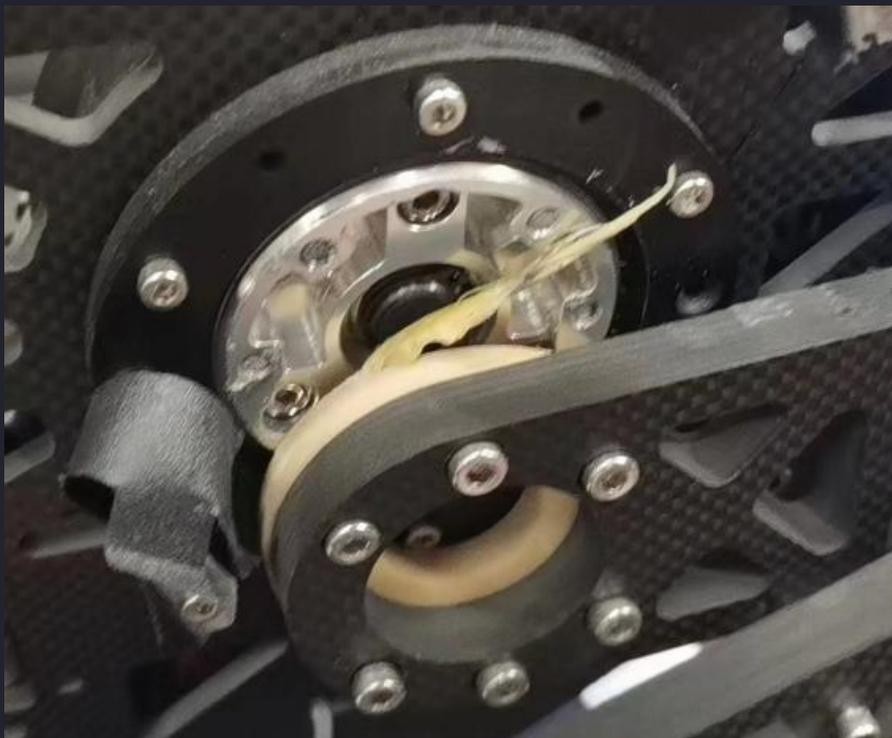
虑使用**点胶螺丝**和**螺纹胶**的方式。

①**螺栓+防松螺母**:最经常使用。螺栓长度必须略超出螺母以保证

②**螺栓+弹簧垫圈+普通螺纹**:空间尺寸有限制，无法放置防松螺母。防松效果略逊于第一种。



## 常用的零件——标准件



螺栓强度不足所酿成的惨剧

# 设计注意要点



- (1) **避免螺钉头、螺母和其他结构干涉**: 空间较大处可以不放模型，但空间较紧张处必须把模型放进去看是否干涉
- (2) **留出装配空间**: 设计时要考虑螺栓装配方向装配是否方便，内六角扳手、呆口扳手或套筒螺丝刀能否伸进去。
- (3) **螺纹盲孔连接**: 若螺栓连接的另一端为螺纹盲孔，则需在图纸中确认螺纹孔的深度。使用螺栓长度不可超过螺纹孔深。

## 螺栓/螺钉

# 常用螺栓类型



塞打螺栓



紧定螺钉



(尖端)



手拧螺栓

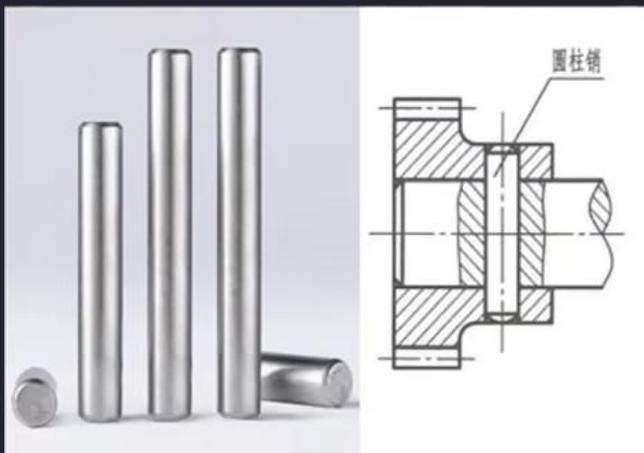
**标准件：**

**任何能在淘宝上直接买到的玩意儿**

**螺栓螺母、直角连接、成品齿轮、电机支座、联轴器……**

**当你需要什么东西的时候，请先考虑一下能不能在淘宝上买到**

## 常用的零件——标准件



• 圆柱销



• 合页



• 卡簧



• 轴套



• 导轨

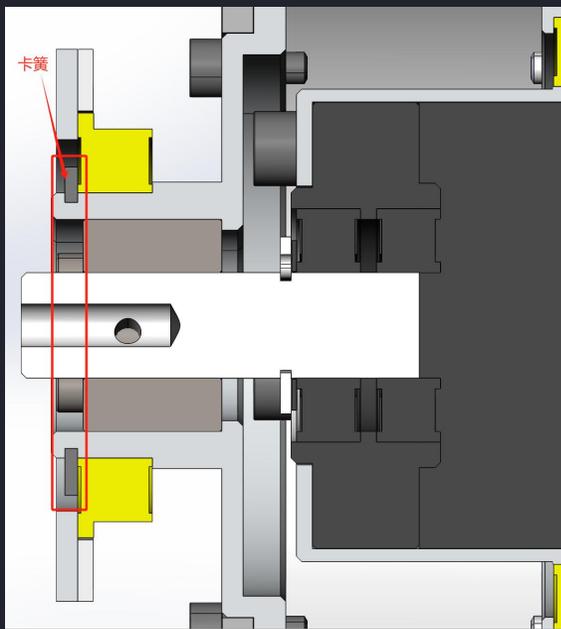


• 光轴

## 常用的零件——标准件

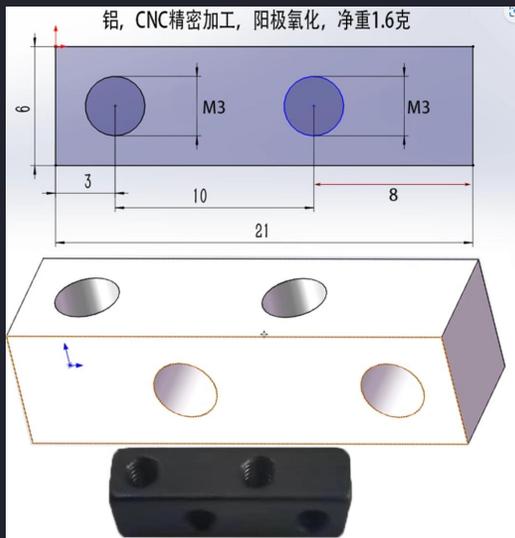


- 卡簧
- 用处：阻止轴上或孔上的零件轴向运动

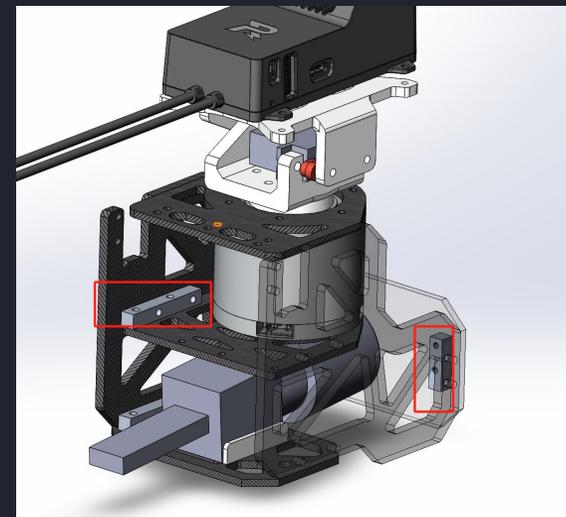


卡簧钳

## 常用的零件——标准件



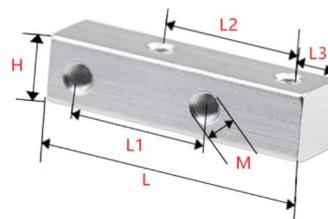
- 六面四方螺母 桥架接头
- 用处：做框架，省空间
- 安装螺丝要长于螺纹



### 【铝合金】 六面四方螺母 桥架接头 M2-M6



B款：长方体四孔



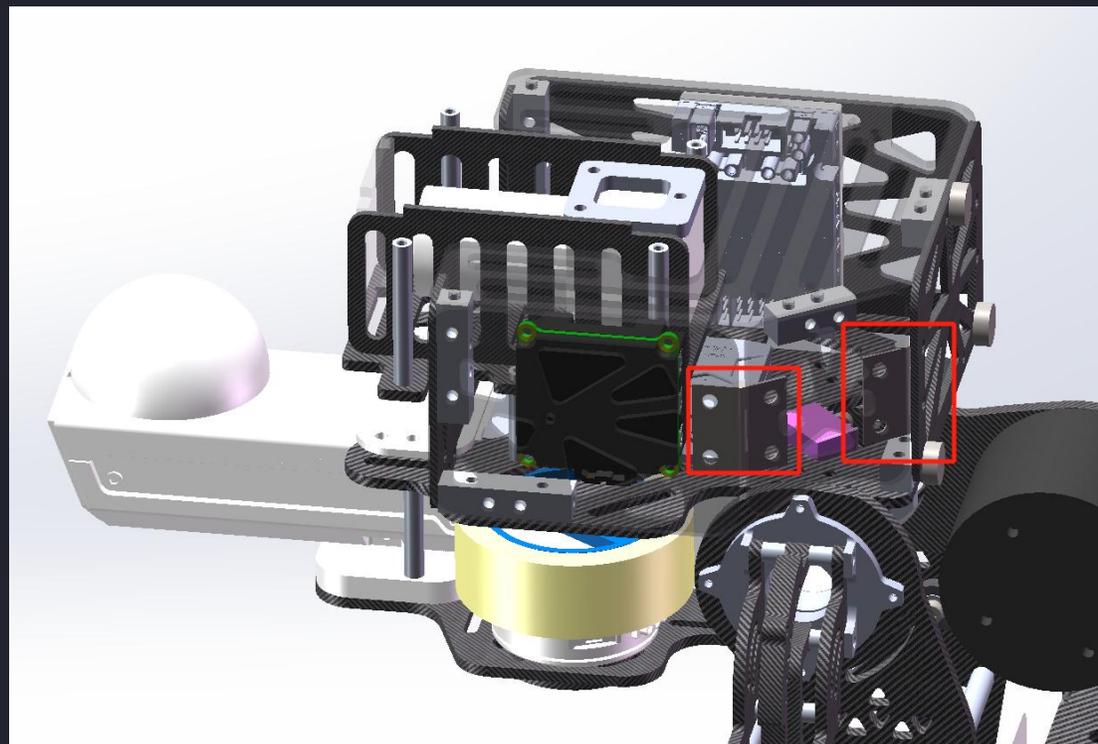
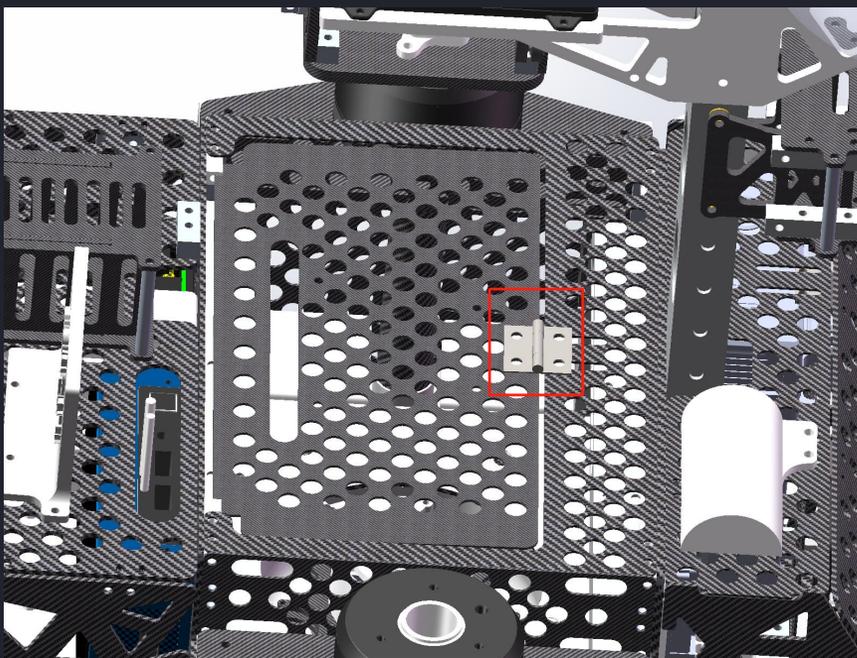
B款 桥架接头 (相同孔距/两端无内牙)

型号	L1	L2	L3	L	内牙M	方料H
2-M3*8-H8*22	8	8	5	22	M3	8*8
2-M3*10-H8*25	10	10	5	25	M3	8*8
2-M3*16-H8*34	16	16	5	34	M3	8*8
2-M3*20-H8*40	20	20	5	40	M3	8*8
2-M4*8-H10*22	8	8	5	22	M4	10*10
2-M4*10-H10*25	10	10	5	25	M4	10*10
2-M4*16-H10*34	16	16	5	34	M4	10*10
2-M4*20-H10*40	20	20	5	40	M4	10*10

## 常用的零件——标准件



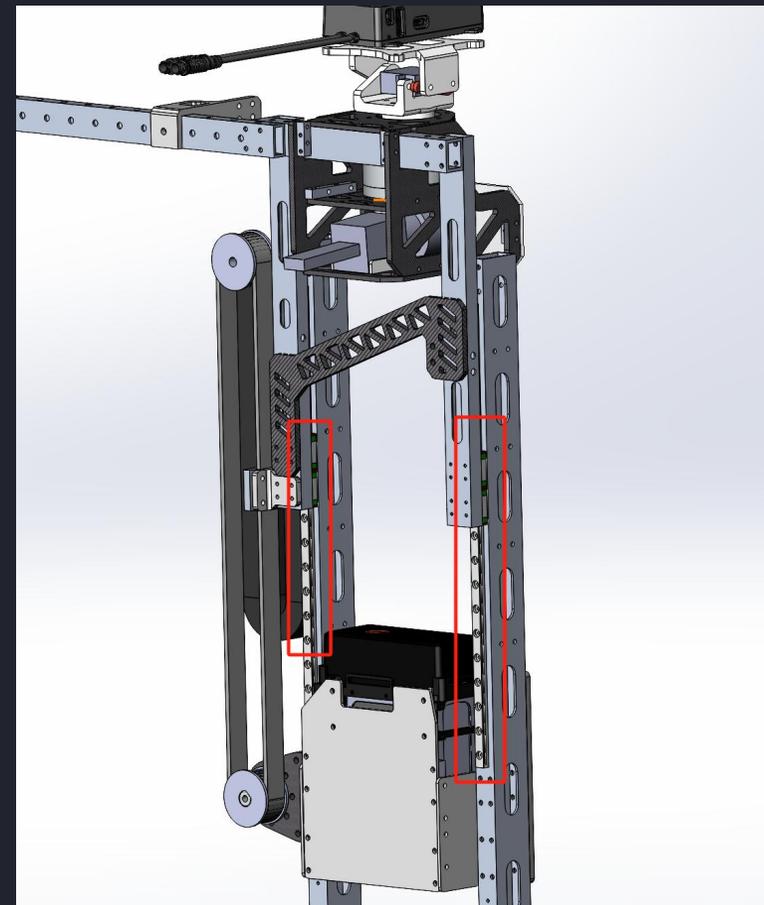
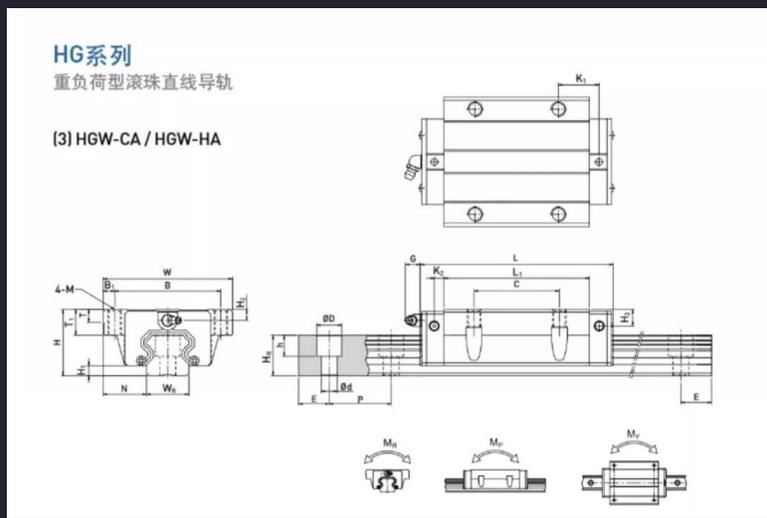
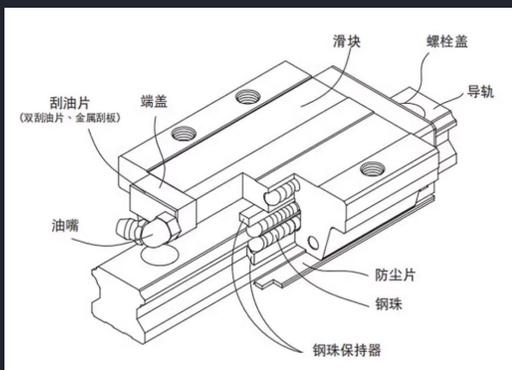
- 合页（阻尼，弹簧）
- 用处：连接的装置使其它摆动部件可借以转动



## 常用的零件——标准件



- 导轨
- 用处：可承受、固定、引导移动装置并减少其摩擦的一种装置。

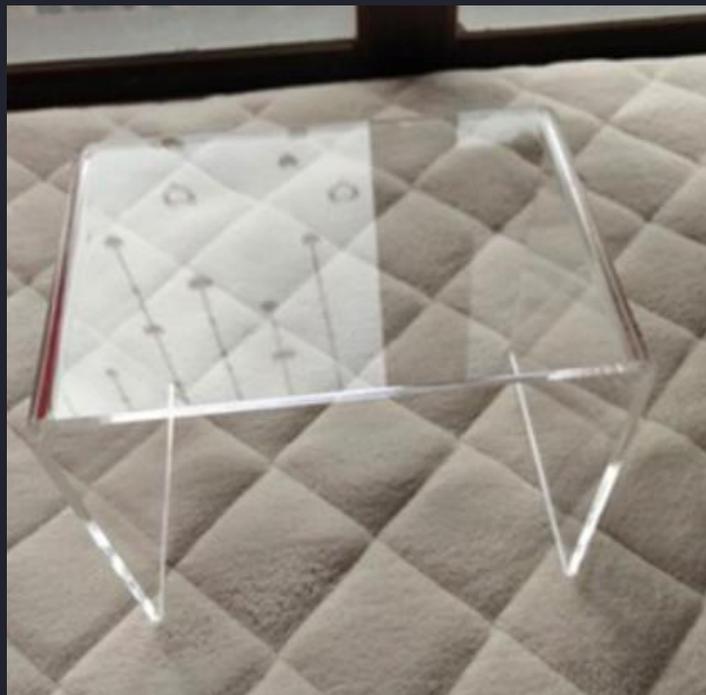


## 常用材料

### 常用材料

- 1 亚克力
- 2 PC
- 3 PVC
- 4 玻纤
- 5 碳纤
- 6 铝

## 亚克力板



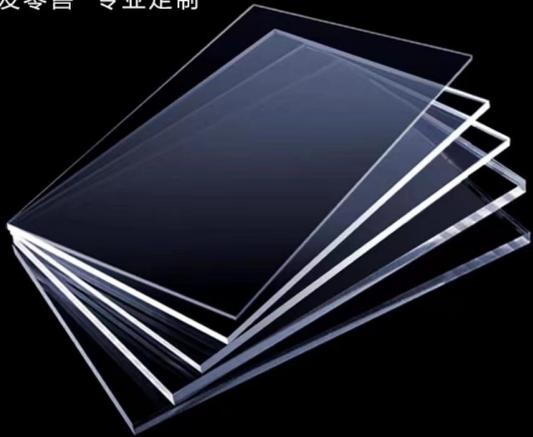
- 廉价、加工便捷
- 抗冲击性差、容易脆断（尤其是1~3mm）
- 绝缘
- 透明

- 可以使用实验室的**激光切割机加工**，且加工方便、快速（常备1~5mm亚克力）
- 推荐使用亚克力制作测试机构，或少量地使用亚克力制作机器人上不承力的部分
- 可作不重要的保护盖

# PC

### 高透明PC耐力板

厂家直销 任意切割  
批发零售 专业定制



- 主要用于重要部位的保护盖
- 原则上应用铣刀切割，加工麻烦一些

- 强度高于亚克力
- 价格相应变贵

## 常用的材料——板材

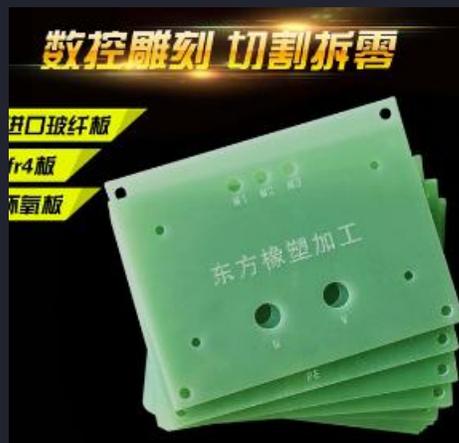
### PVC



- 比较薄的PVC板甚至可以直接上剪刀
- 可作保护壳，不作结构件

- 韧性好，容易变形
- 可用热风枪加热塑性
- 常用1~3mm

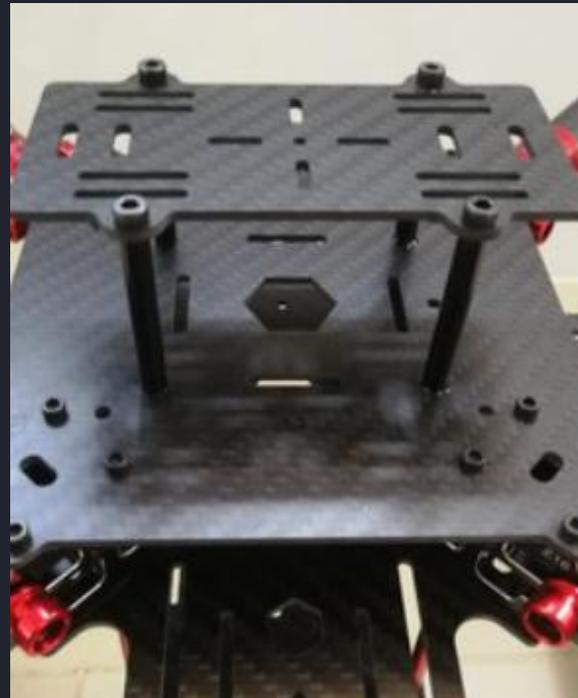
# 玻纤板



- 水绿色（自然色）、黄色、黑色
- 强度、刚度均良好，不易弯折和断裂
- 绝缘

- 混合过胶水的层压板材，因此不能用激光切割机切割，因为激光会把胶烧糊，切割边缘质量很差
- 常用**数控铣床**加工，需要外发加工，机器人结构上最常用的材料之一

## 碳纤维板



- 力学性能与玻纤接近
- 轻（密度比玻纤小约1/3）
- 贵！
- 导电！

常用**数控铣床**加工，需要外发加工，最终版本机器人结构上最常用的材料之一

# 碳管

30~50MM

碳纤维方管

富升碳纤维制品厂



- 在轻的同时具有很强的承载能力
- 但对于开槽、打孔镂空的力学性能变化较敏感



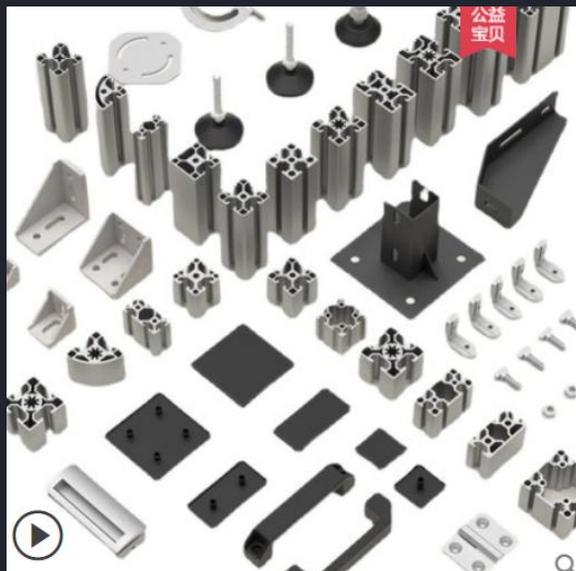
圆管还可以在有些时候代替光杆使用

通常以管夹固定



## 常用的材料——管材

### 铝型材



- 但是相对非标定制较重
- 通常不抗震
- 很少在移动机器人上使用，但对于固定不动的场地道具上很好用

- 属于标准件，体系成熟
- 可以直接买指定长度的成品
- 自己本身就可以作为直线导轨使用
- 设计与组装都非常方便

## 机加件：CNC加工的三维零件



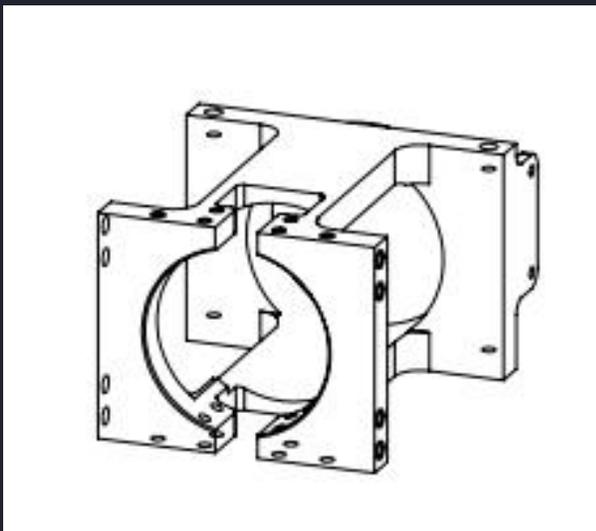
6061铝合金、304不锈钢、钛合金、尼龙……

线切割、车铣、表面处理……

只要选择合适的材料、公差和工艺，**能加工出来**

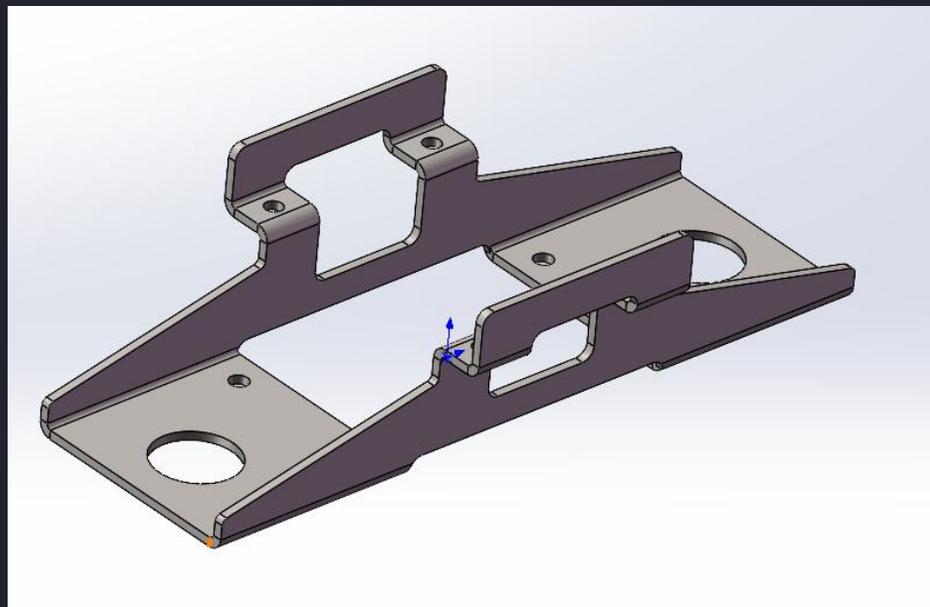
性能可以满足一切要求（得加钱）

# 机加件：用车床、铣床等定制加工的三维金属零件



- 加工周期较长（1天~1个月不等）
- 价格昂贵
- 设计时必须谨慎地考虑与检查
- 主要用于关键结构
- **不要依赖机加件**

## 钣金：针对金属薄板的冷加工工艺



- 常用材料有不锈钢、铝合金
- 相对CNC较廉价
- 厚度必须一致
- 需考虑折角的过渡圆弧

## 3D打印



- 在设计和加工上相当灵活和自由
- 可以通过合理地设计结构、挑选材料、选择打印方式提升强度，是机加件良好的替代品
- 迭代成本低、速度快（十几分钟~十几小时不等）
- 最终用于承力不是特别大或者即使损坏也问题不大的部位

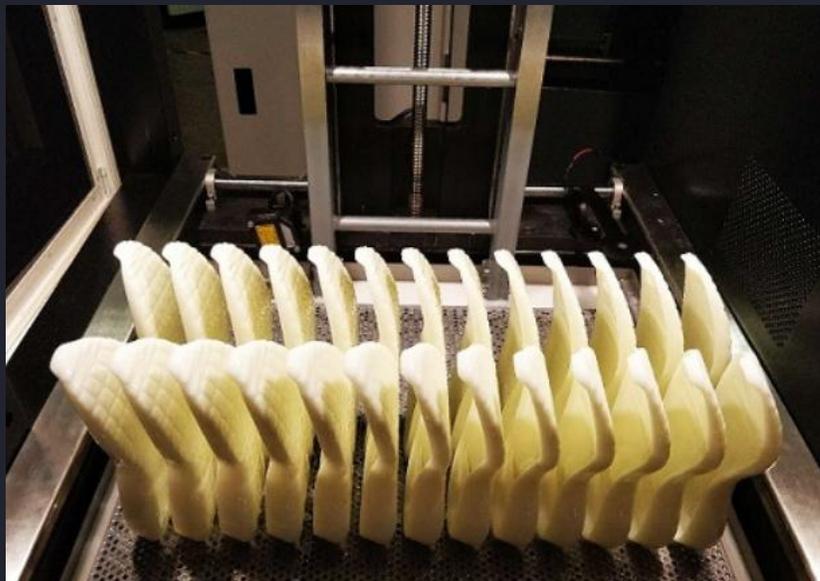
## 3D打印



- 队内最主要的3D打印手段、最方便的3D打印类型
- 材料主要使用PLA（可以参杂如玻纤、碳纤等提升强度）
- 也可以使用PETG、TPU、ABS等材料追求更好的性能

FDM：熔融沉积

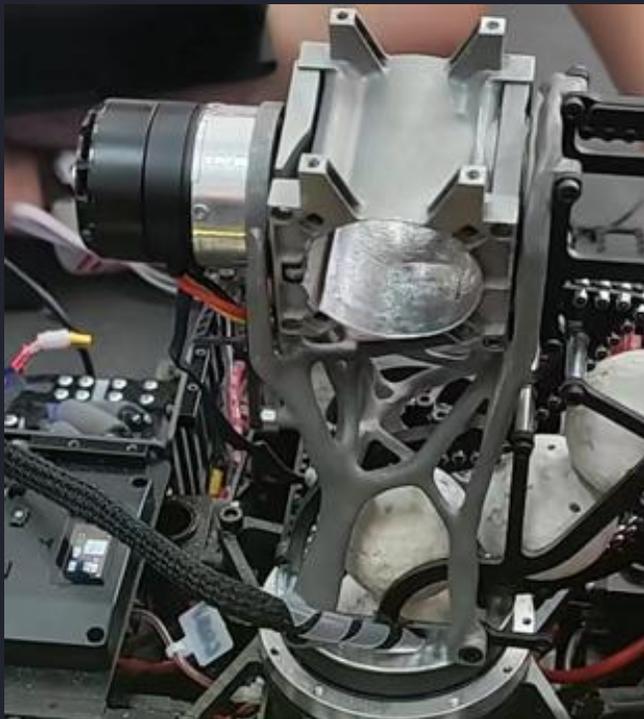
## 3D打印



- 打印材料为各种树脂
- 流程比较麻烦，通常在未来工厂等商家下单，周期约3天
- 表面质量、精细程度、抗冲击强度等指标相比于常见的FDM有所提升

SLA：光固化

## 3D打印



- 打印材料以金属、尼龙为主
- 价格昂贵（尤其是金属）
- 在3D打印中类型中能获得最好的综合性能

SLS：激光烧结

## 常用的零件——打印件

# 3D打印

打印方式	熔融沉积成型	光固化成型			选择性激光烧结成型
具体类型名称	FDM	DLP	SLA	LCD	SLS/SLM
打印成型速度	慢	快	慢	快	慢
成型方式	点成型	面成型	点成型	面成型	点成型
打印精度	较低		较高		较高
操作复杂程度	简单		较复杂		较简单
整机价格	便宜	昂贵	较高	便宜	昂贵
主要部件寿命	长	长	长	较短	长
可用材料	热塑性高分子材料，例如PLA、ABS、PETG等材料，需要防潮储存	光敏树脂，常见类型有刚性、韧性、水洗、透明、柔性、红蜡等，需避光储存			粉末型可熔融材料，种类多，除高分子材料外还可加工金属和陶瓷
耗材价格	较低	较高	较高	较高	视材料而定
材料利用率	较高	较低，浪费比较严重			较高
产品表面质量	表面层纹	表面光滑，细节丰富			表面粗糙
产品机械性能	较好	较差			较好
其它特点	即打即用 需要支撑 工作时无污染 工作时有较大噪音	需要支撑，需要在未完全固化时去除 打印后需进一步固化处理 工作释放污染较多 耗材可能导致人体过敏			无需支撑 工作中会产生异味 成型大尺寸零件易翘曲 加工时间长，加工前需预热 加工后需冷却

## 常用的工具

扳手

钳子

胶

电动工具

拉马、台虎钳

## 常用的工具

·六角扳手/电动扳手

·套筒扳手

·棘轮扳手

·开口扳手



## 常用的工具

尖嘴钳

针口钳

斜口钳

卡簧钳



## 常用的工具

电工胶

纤维胶

泡棉胶

热熔胶

胶水

**3M 阻燃性良好**  
放心购买 让利多多

- ✓ 通过UL认证
- ✓ 无铅 安全



**3M 官方授权经销商** 官方授权 品质保证



不易留残胶  
容易清理

整块撕下不断裂，不留残胶，使用过后清理更加方便

**多种规格** 满足不同需求  
现货发售 **支持定制**



1mm厚  
2mm厚  
3mm厚

**GREENER 绿林**



**真正的安全感**  
来自权威机构检测认证!



## 常用的工具

电钻

台钻

电磨

角磨机

ZHIPU 芝浦 德国芝浦·行家之选

国庆狂欢节

**强劲动力  
瞬间打孔**

墙面/金属/木材/拧螺丝

识货的进

拍下现货速发 每满300-30  
国庆狂欢节

续航一整天

芝浦电钻，绿色和黑色相间，带有锂电池。背景为白色。

WORX 威克士

威克士电磨，黑色和灰色，带有各种附件。背景为白色。

GREENER 绿林

高效快捷  
3秒切割金属

3 SECONDS  
TO CUT METAL

绿林角磨机，正在切割金属，产生火花。背景为黑色。

## 常用的工具

# 拉马

# 台虎钳



360°旋转底座/加厚砧台/抗敲击

**3寸德式重型台虎钳** **4.6KG**  
台虎钳净重

钳口宽度	最大开度	喉深	夹紧力	尺寸
75mm	75mm	48mm	10kn	250*130*130mm

小事  
小事  
小事

条理  
细致  
坚持

做  
做  
做