

产品结构设计

第四章 塑胶件设计指南

product structure design

内容:

一. 塑胶

1. 定义与特性
2. 分类
3. 材料选择

二. 塑胶件设计指南

1. 零件壁厚
2. 避免尖角
3. 脱模斜度
4. 加强肋的设计
5. 支柱的设计
6. 孔的设计
7. 提高塑胶件强度的设计

8. 改善塑胶件外观的设计
9. 降低塑胶件成本的设计
10. 注塑模具可行性设计

三. 塑胶件的装配

1. 卡扣装配
2. 紧固件装配
3. 超声波焊接

一、塑胶

一. 塑胶

1. 定义与特性
2. 分类
3. 材料选择

二. 塑胶件设计指南

1. 零件壁厚
2. 避免尖角
3. 脱模斜度
4. 加强肋的设计
5. 支柱的设计
6. 孔的设计
7. 提高塑胶件强度的设计

8. 改善塑胶件外观的设计
9. 降低塑胶件成本的设计
10. 注塑模具可行性设计

三. 塑胶件的装配

1. 卡扣装配
2. 紧固件装配
3. 超声波焊接

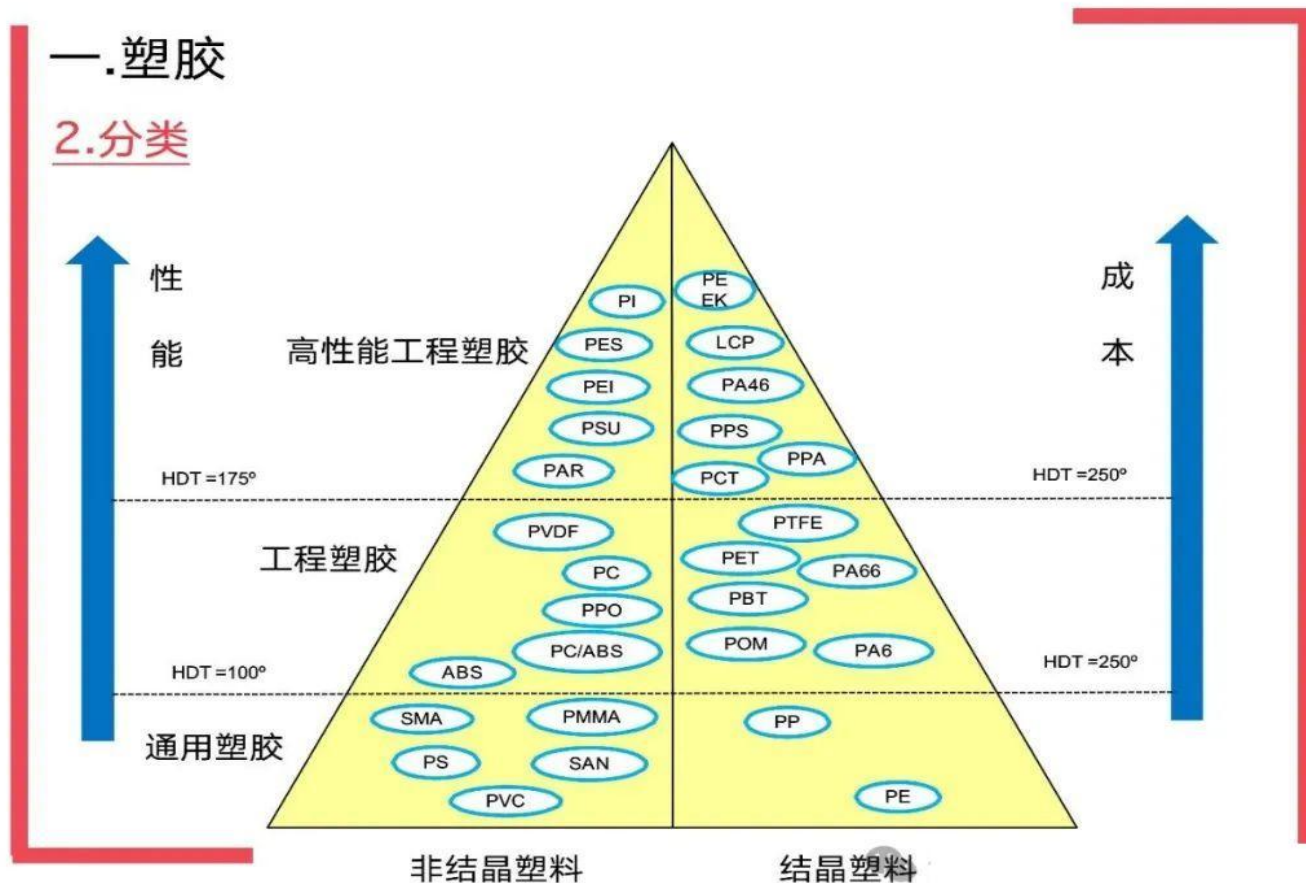
一. 塑胶

1. 定义与特性

- 塑胶：主要由碳、氧、氢和氮及其他有机或无机元素所构成，成品为固体，在制造过程中是熔融状的液体，因此可以藉加热使其熔化、加压力使其流动、冷却使其固化，而形成各种形状，此庞大而变化多端的材料族群称为塑胶；
- 特性：
 - ① 低强度与低韧性
 - ② 原料丰富，价格低廉
 - ③ 成型容易，易加工成复杂形状，可大批量生产
 - ④ 重量轻，低密度（塑胶比重0.9~2，铝2.7，铁7.8）
 - ⑤ 受外力作用时容易产生连续变形
 - ⑥ 色彩鲜明，着色容易，适当加入着色剂，可改变其色泽
 - ⑦ 良好的绝缘性
 - ⑧ 耐腐蚀性佳，耐水、耐油、耐酸、耐化学药品，而且不生锈
 - ⑨ 耐热性差，大部份的塑料耐热温度约在150 °C以下
 - ⑩ 不导电性、不导热性
 - 11 可以具有其他特殊性质，例如透明性、弹性等

一. 塑胶

2. 分类



一. 塑胶

2. 分类

塑胶分类 材料特性	非结晶塑胶	结晶塑胶
比重	较低	较高
拉伸强度	较低	较高
拉伸模量	较低	较高
延展性	较高	较低
抗冲击性	较高	较低
最高使用温度	较低	较高
收缩率和翘曲	较低	较高
流动性	较低	较高
耐化学性	较低	较高
耐磨性	较低	较高
抗蠕变性	较低	较高
硬度	较低	较高
透明性	较高	较低
加玻璃纤维补强效果	较低	较高

一. 塑胶

3. 材料选择

- 物性表
- 零件的功能要求
- 使用环境要求
- 价格
- 装配要求
- 尺寸稳定性
- 外观
- 安规要求

二、塑胶件设计指南

一. 塑胶

1. 定义与特性
2. 分类
3. 材料选择

二. 塑胶件设计指南

1. 零件壁厚
2. 避免尖角
3. 脱模斜度
4. 加强肋的设计
5. 支柱的设计
6. 孔的设计
7. 提高塑胶件强度的设计

8. 改善塑胶件外观的设计
9. 降低塑胶件成本的设计
10. 注塑模具可行性设计

三. 塑胶件的装配

1. 卡扣装配
2. 紧固件装配
3. 超声波焊接

1.零件壁厚

A.零件壁厚必须适中

➤ 壁厚太小:

强度低;

流动阻力大, 熔料难充满;

➤ 壁厚太大:

零件产生缩水、气孔和翘曲等质量问题;

零件冷却时间增加, 成型周期加长, 零件生产效率低;

零件用料增加, 产品成本增加;

➤ 常用塑胶材料合适壁厚范围 (单位mm) :

	<u>PE</u>	<u>PP</u>	<u>Nylon</u>	<u>PS</u>	<u>AS</u>	<u>PMM</u> <u>A</u>	<u>PVC</u>	<u>PC</u>	<u>ABS</u>	<u>POM</u>
<u>最小</u>	0.9	0.6	0.6	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
<u>最大</u>	4.0	3.5	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.5	5.0

1.零件壁厚

B.尽量减少零件壁厚

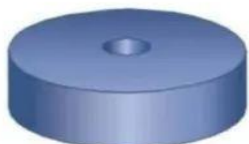
决定零件壁厚的因素：

- 零件的强度要求；
- 零件成型时能否抵抗脱模力；
- 零件能够抵抗装配时的紧固力；
- 有金属埋入件时，埋入件周围强度是否足够；
- 孔的强度是否足够；

错误的做法：为提高零件强度，片面的增加零件壁厚。

1. 零件壁厚

C. 零件壁厚均匀



原始的设计

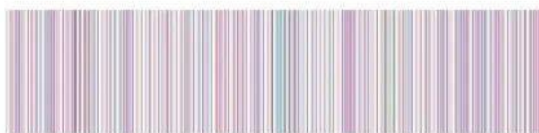
优化的设计

1.零件壁厚

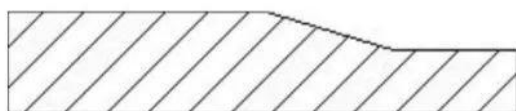
C. 零件壁厚均匀

当壁厚不均匀时:

原始的设计



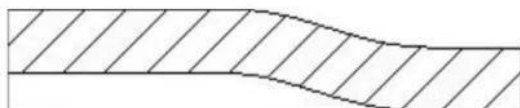
较好的设计a



较好的设计
b

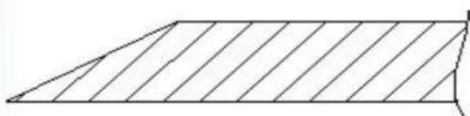


优化的设计

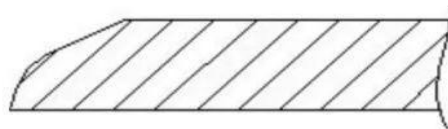


2.避免尖角

A.避免零件外部尖角

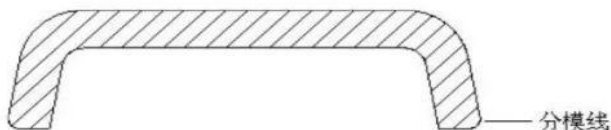


原始的设计

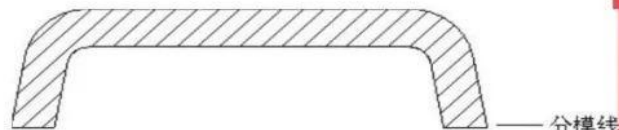


优化的设计

例外：零件分模线处直角的设计比较好



原始的设计



优化的设计

2.避免尖角

B.避免在塑胶熔料流动方向上产生尖角



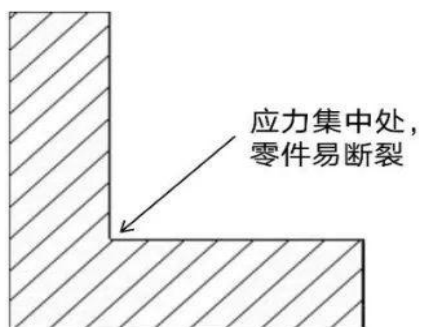
原始的设计



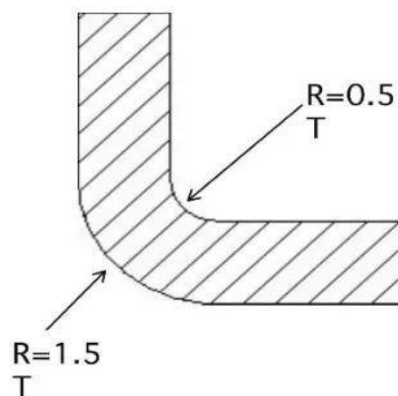
优化的设计

2.避免尖角

C.避免在零件连接处产生尖角



原始的设计

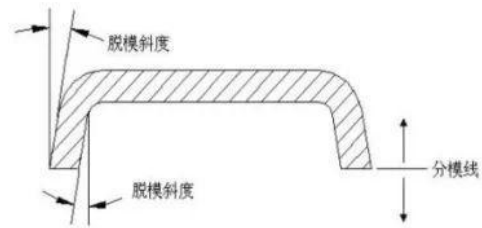


优化的设计

3. 脱模斜度

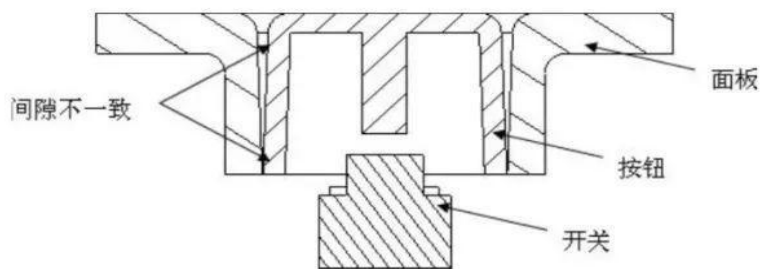
决定脱模斜度的因素：

- 脱模斜度一般取 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$ ；
- 收缩率较大的塑胶件脱模斜度较大；
- 尺寸精度要求较高的特征处取较小脱模斜度；
- 公模侧脱模斜度小于母模侧以利于脱模；
- 壁厚较厚时，成型收缩大，取较大脱模斜度；
- 咬花面与复杂面取较大脱模斜度；
- 玻纤增强塑料取较大脱模斜度；
- 零件某些平面因为功能需要可以不设置脱模斜度，但模具则需设计侧抽芯结构，模具结构复杂，成本高；
- 在零件功能和外观等允许情况下，零件脱模斜度尽可能取大；
- 脱模斜度的大小与方向不能影响零件的功能实现；

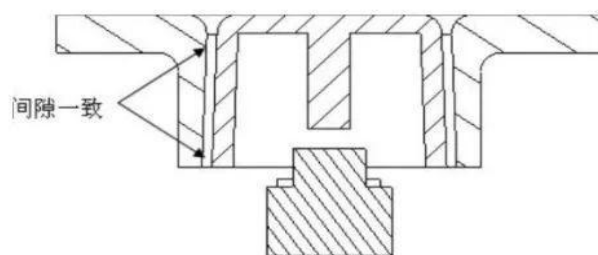


3.脱模斜度

脱模斜度的大小与方向不能影响零件的功能实现：



原始的设计

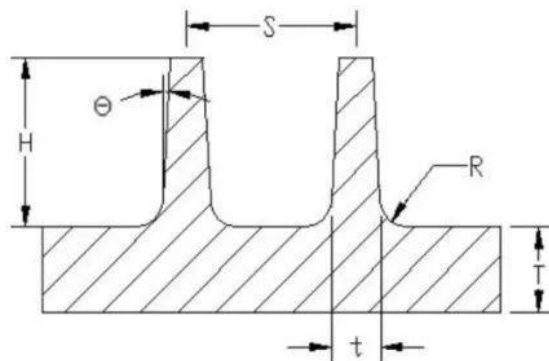


优化的设计

4.加强肋的设计

加强肋的尺寸:

- 肋的厚度;
- 肋的高度;
- 肋的根部圆角;
- 肋的脱模斜度;
- 肋与肋的间距;

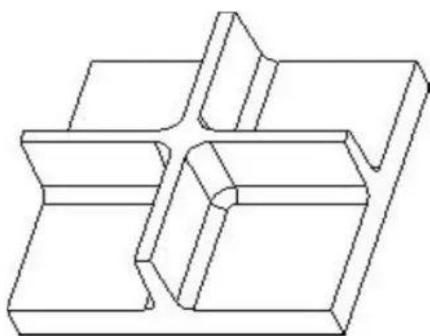


D
F
M
A

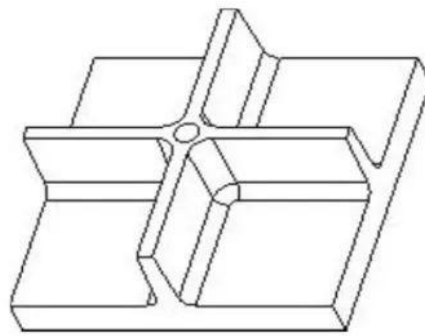
4.加强肋的设计

加强肋的设计原则：

➤ 壁厚均匀：



原始的设计

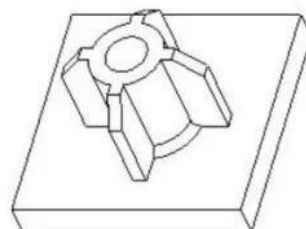
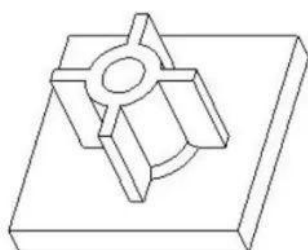
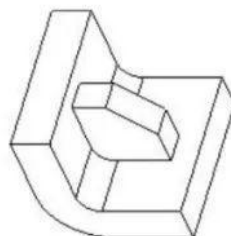
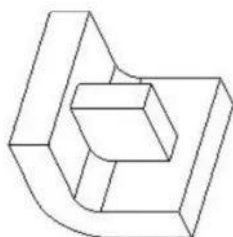


优化的设计

4.加强肋的设计

加强肋的设计原则：

- 顶端增加斜角避免困气：



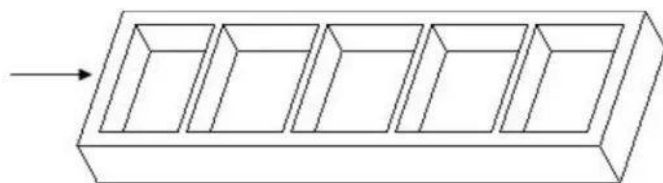
原始的设计

优化的设计

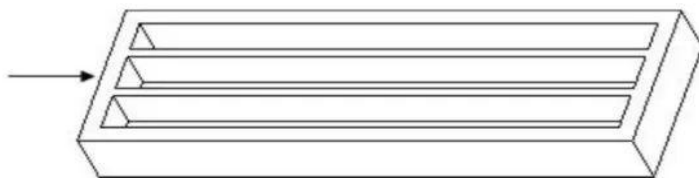
4.加强肋的设计

加强肋的设计原则：

- 肋的方向与塑胶熔料方向一致：



原始的设计

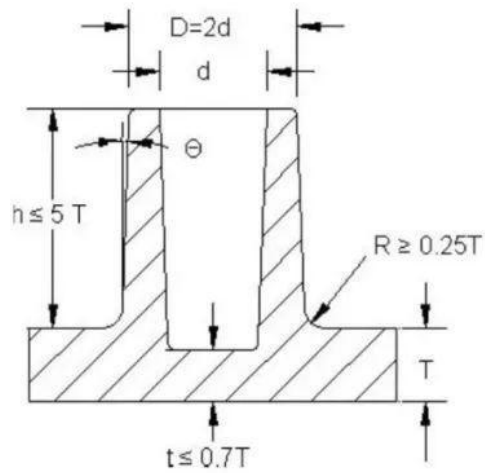


优化的设计

5.支柱的设计

支柱的尺寸:

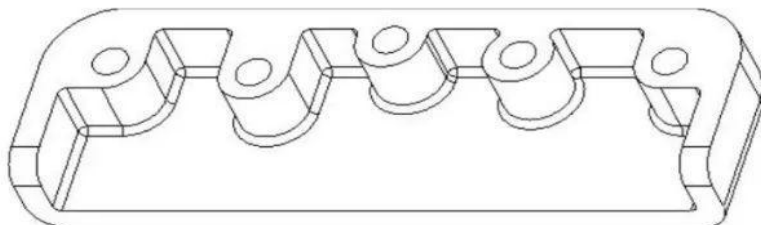
- 支柱的外径与内径;
- 支柱的厚度;
- 支柱的高度;
- 支柱的根部圆角;
- 支柱的根部厚度;
- 支柱的脱模斜度;



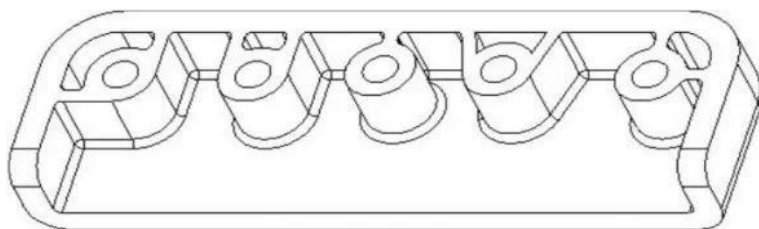
5. 支柱的设计

支柱的设计原则：

➤ 壁厚均匀：



原始的设计

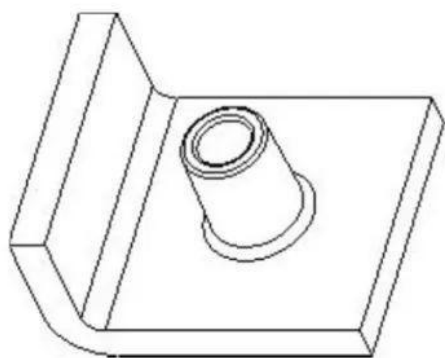


优化的设计

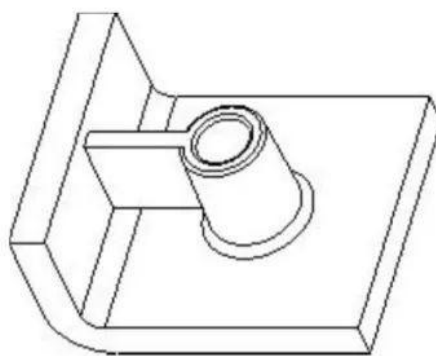
5.支柱的设计

支柱的设计原则：

- 保持与零件壁的连接：



原始的设计

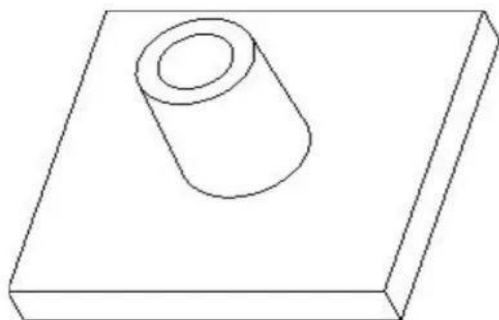


优化的设计

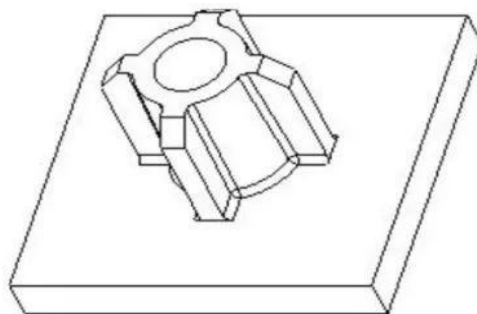
5.支柱的设计

支柱的设计原则：

- 单独支柱四周增加加强肋：



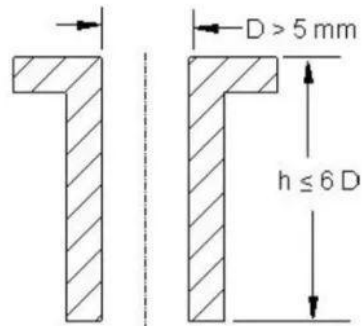
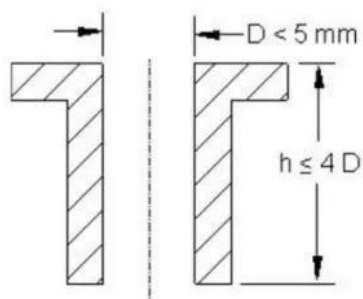
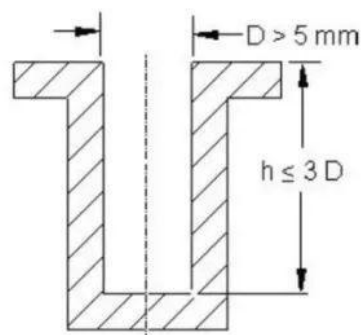
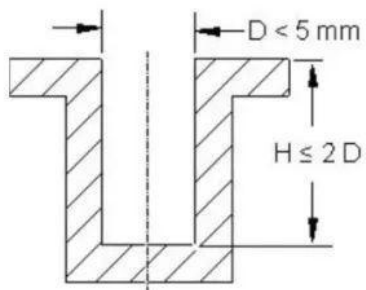
原始的设计



优化的设计

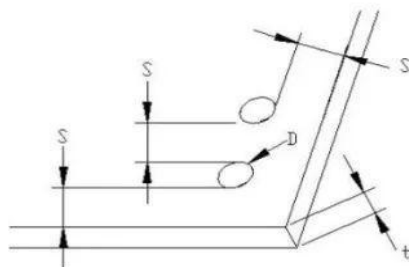
6.孔的设计

A.孔的深度尺寸:

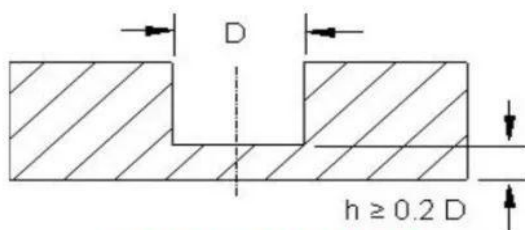


6.孔的设计

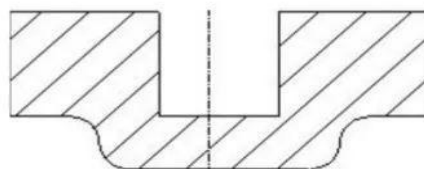
B.孔与孔的间距及孔与零件边缘尺寸:



C.避免盲孔根部太薄:



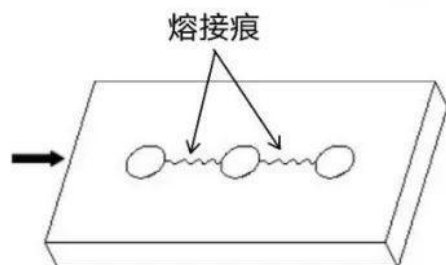
避免盲孔根部太薄



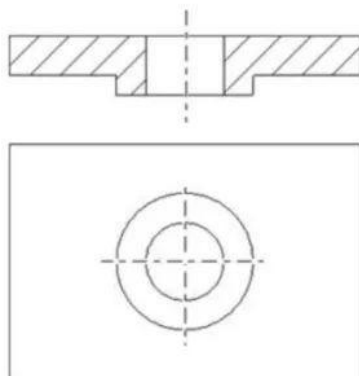
孔底部增强

6.孔的设计

D.零件上的孔尽量远离受载荷部位：

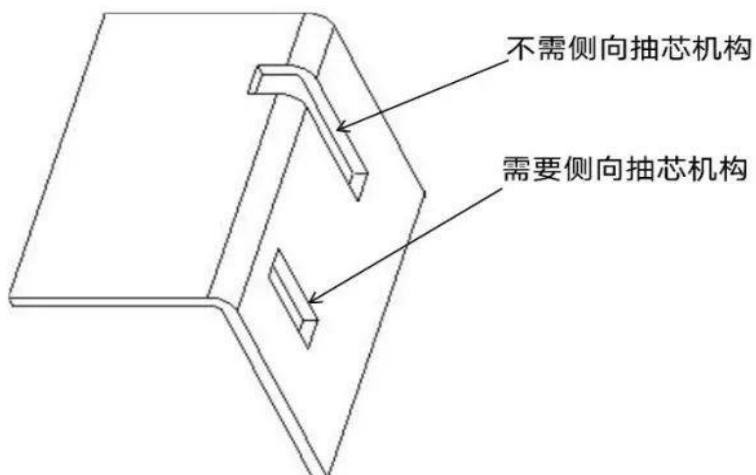


E.孔的边缘增加凸缘增加孔的强度：



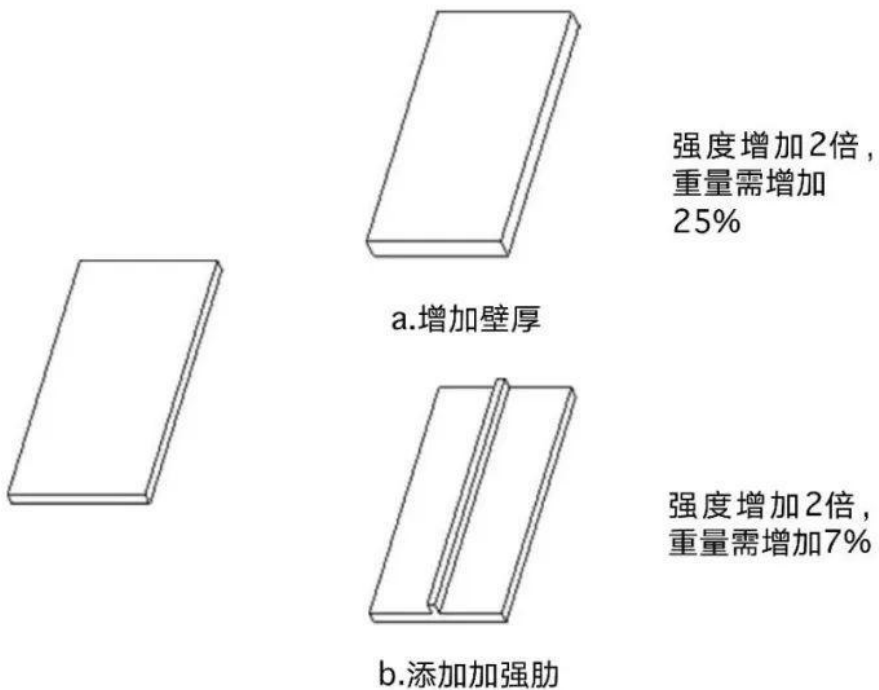
6.孔的设计

F. 避免与零件脱模方向垂直的侧孔：



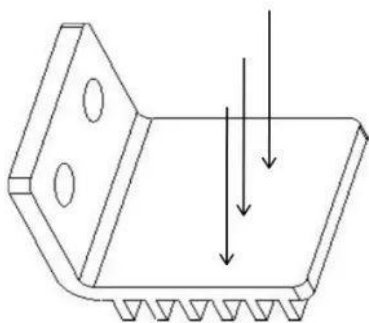
7.提高塑胶件强度的设计

A.通过添加加强肋而不是增加壁厚来提高零件强度：

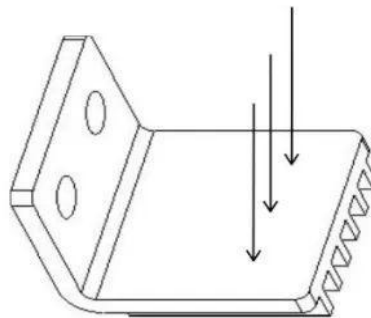


7.提高塑胶件强度的设计

B.加强肋的方向要考虑载荷的方向：



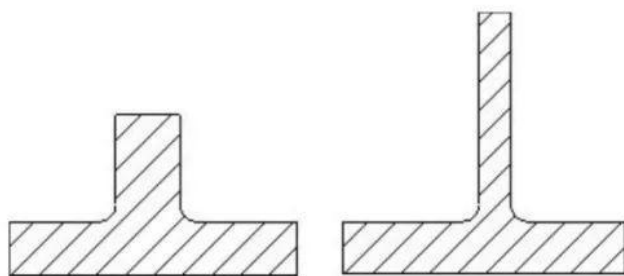
原始的设计



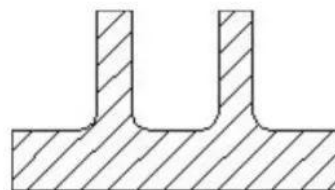
优化的设计

7.提高塑胶件强度的设计

C.多个加强肋的方向比单个较厚或较高的加强肋好:



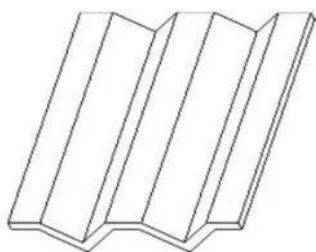
原始的设计



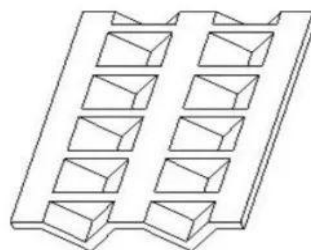
优化的设计

7.提高塑胶件强度的设计

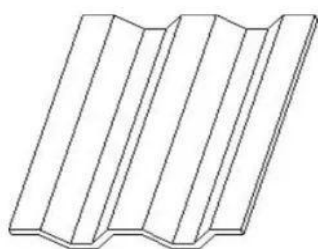
D.设计零件增强剖面：



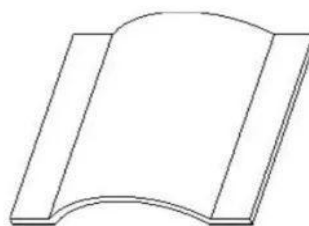
a.“V”形-1



b.“V”形-2



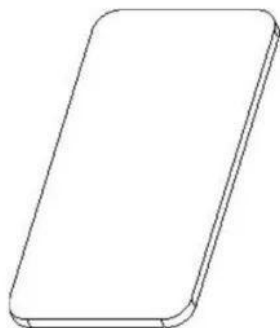
c.锯齿形



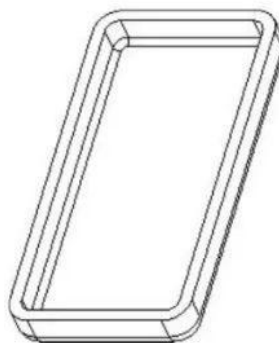
d.圆弧形

7.提高塑胶件强度的设计

E.增加侧壁:

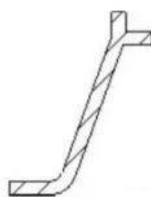
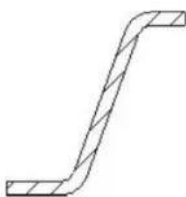
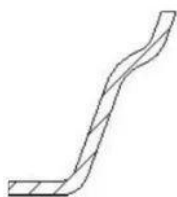


原始的设计



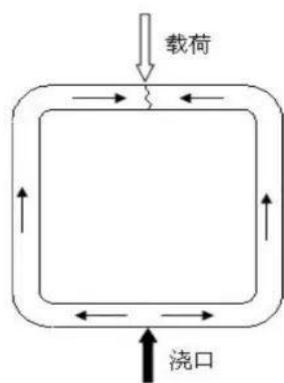
优化的设计

侧壁形状:

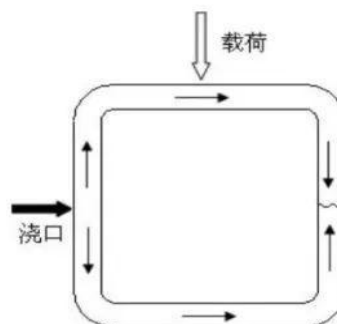


7.提高塑胶件强度的设计

F. 避免零件应力集中； G.避免零件在熔接痕区域承受载荷；



原始的设计



优化的设计

7.提高塑胶件强度的设计

H.其它方法:

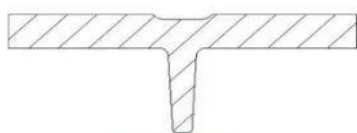
- 玻纤增强塑料常用来代替普通塑胶材料来提高塑胶件强度，需要注意的是玻纤增强塑胶只在玻纤的方向上提高零件的强度；
- 塑胶件承受压缩载荷的能力比承受拉伸载荷的能力强；
- 避免零件承受圆周载荷。零件承受圆周载荷时，例如金属镶件处，很容易发生破裂而失效；
- 在承受冲击载荷时，保持零件剖面的完整性，避免在冲击载荷方向上零件剖面出现缺口和应力集中。

8.提高塑胶件外观的设计

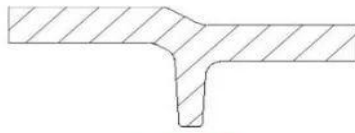
A. 选择合适的塑胶材料；

B. 避免零件外观表面缩水：

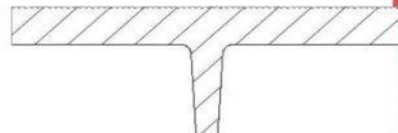
- 合适的零件壁厚；
- 通过设计掩盖缩水；



“U”形槽

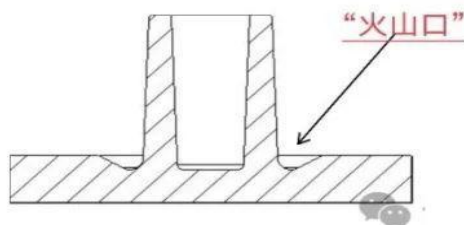


表面断差



咬花

- “火山口”设计；

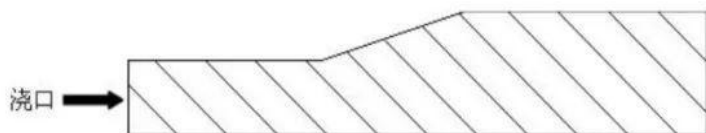


“火山口”

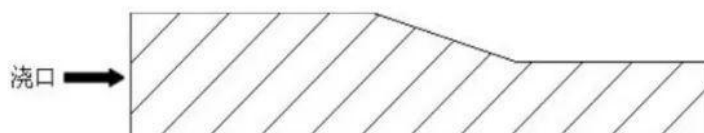
8.提高塑胶件外观的设计

B.避免零件外观表面缩水：

➤ 合理的浇口位置；



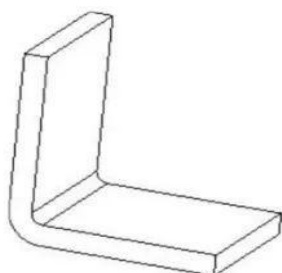
错误的浇口位置



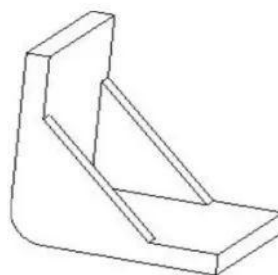
正确的浇口位置

8.提高塑胶件外观的设计

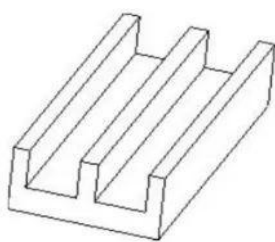
C.避免零件变形:



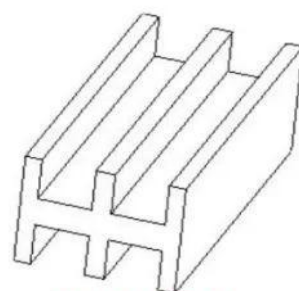
原始的设计



优化的设计



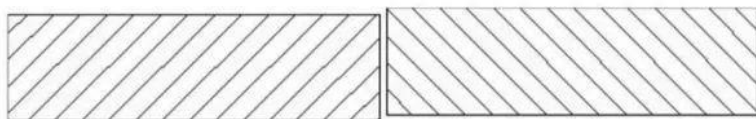
原始的设计



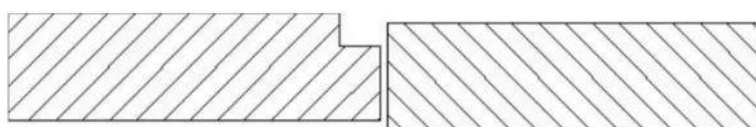
优化的设计

8.提高塑胶件外观的设计

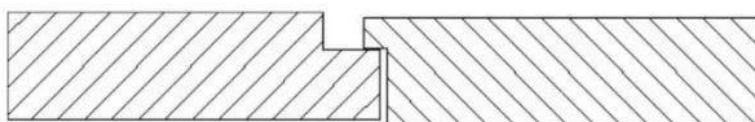
D.设计美工沟:



原始的设计



美工沟的设计之一



美工沟的设计之二

8.提高塑胶件外观的设计

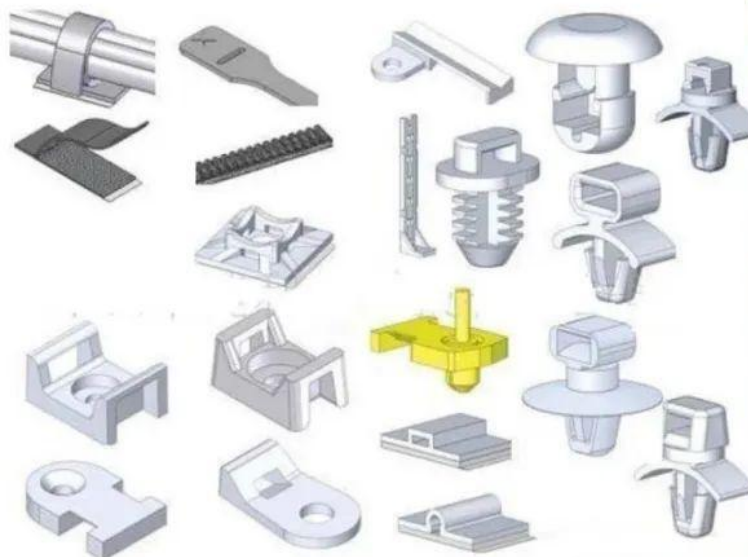
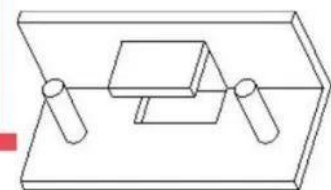
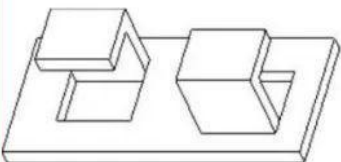
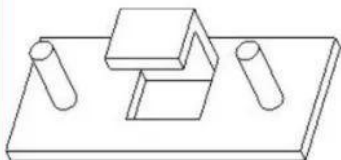
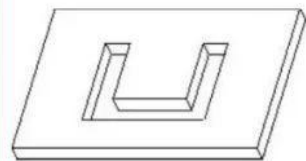
E.避免外观零件表面出现熔接痕：

- 塑胶件表面咬花可以部分掩盖熔接痕，但并不能完全掩盖熔接痕；
- 喷漆可以掩盖熔接痕；
- 合理设置浇口的位置和数量，避免在零件重要外观表面产生熔接痕；
- 保证模具通风顺畅。

F.避免外观零件表面出现断差或毛边；

9.降低塑胶件成本的设计

A.设计多功能的零件：



设计多功能塑胶件代
替束线带或线夹

9.降低塑胶件成本的设计

B.降低零件材料成本：

- 降低零件厚度；
- 通过添加加强肋而不是增加壁厚的方法提高零件强度；
- 零件较厚的部分去除材料；

C.简化零件设计，降低模具成本：

KISS原则（Keep it simple, stupid），简单就是美！

零件中的每一个特征必须有存在的理由，否则，该特征是能够去除的。

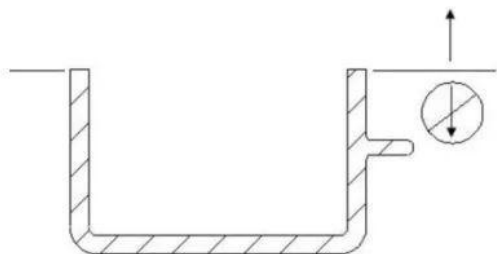
D.避免零件严格的公差：

公差越严格，零件制造成本就越高；

9.降低塑胶件成本的设计

E.零件设计避免倒扣：

- 有些外侧倒扣可以通过重新设计分模线而避免：

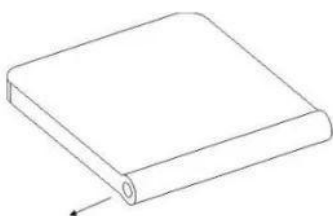


零件不能脱模

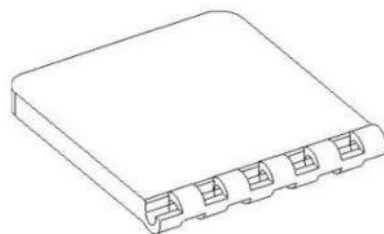


零件顺利脱模

- 重新设计零件特征避免倒扣：



原始的设计



优化的设计

9.降低塑胶件成本的设计

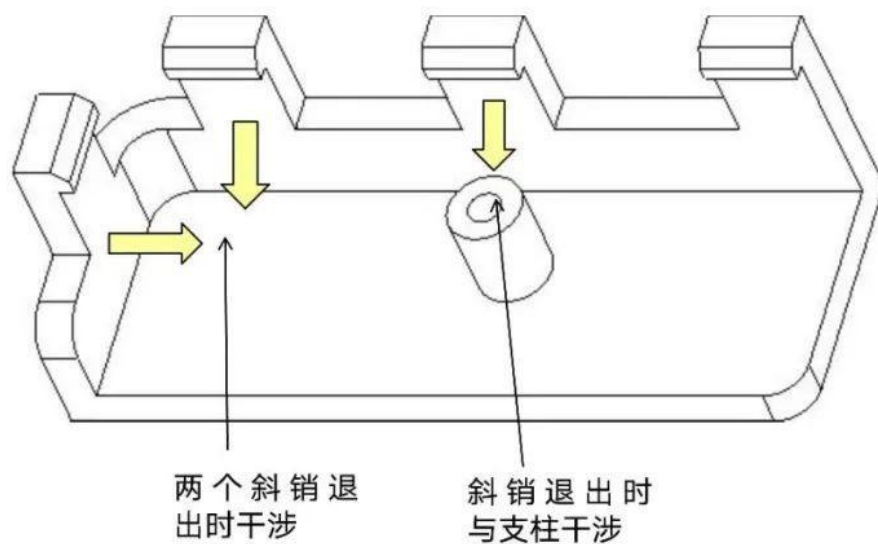
F.降低模具修改成本：

- 零件的可注塑性设计；
- 减少产品设计修改次数；
- 避免添加材料的模具修改；

G.使用卡扣代替螺钉等固定结构。

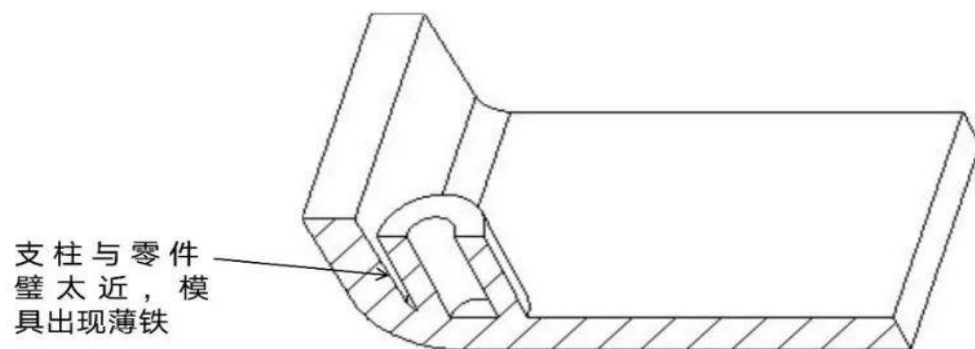
10. 注塑模具可行性设计

A. 卡扣等结构应为斜销（或滑块）预留足够的退出空间：



10. 注塑模具可行性设计

B. 避免模具出现薄铁以及强度太低的设计：



三、塑胶件的装配：

一. 塑胶

1. 定义与特性
2. 分类
3. 材料选择

二. 塑胶件设计指南

1. 零件壁厚
2. 避免尖角
3. 脱模斜度
4. 加强肋的设计
5. 支柱的设计
6. 孔的设计
7. 提高塑胶件强度的设计

8. 改善塑胶件外观的设计
9. 降低塑胶件成本的设计
10. 注塑模具可行性设计

三. 塑胶件的装配

1. 卡扣装配
2. 紧固件装配
3. 超声波焊接

三. 塑胶件的装配

各种装配方式的优缺点

装配方式	优点	缺点
卡扣	1. 成本低 2. 可以拆卸 3. 设计灵活 4. 快速装配和拆卸	1. 卡扣配合间隙的存在使得固定不牢固和产生噪音 2. 不可用于有预紧力下的装配，长期受力下易蠕变失效 3. 不适用于需要经常拆卸的应用场合
机械紧固件	1. 稳健的设计 2. 可反复拆卸	1. 塑胶支柱在扭力作用下易破裂 2. 滑牙（自功螺钉） 3. 成本中等
焊接	1. 强度高 2. 没有蠕变问题	1. 二次加工，成本可能会上升 2. 不可拆卸 3. 有些塑胶材料之间焊接性能差

1.卡扣装配：分类

卡扣的分类：



直壁卡扣



圆周卡扣



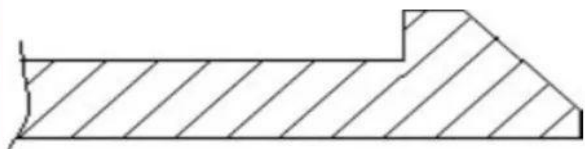
L型卡扣



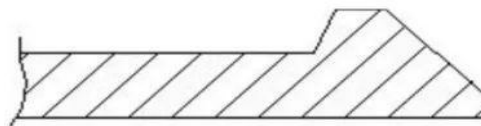
U型卡扣

1.卡扣装配：分类

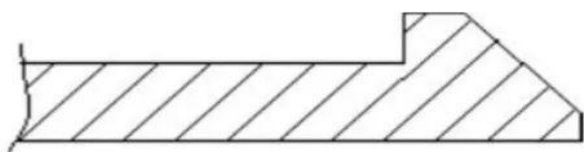
卡扣的分类：



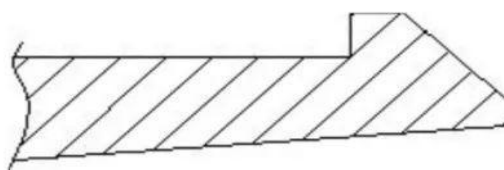
不可拆卸式卡扣



可拆卸式卡扣



直壁卡扣

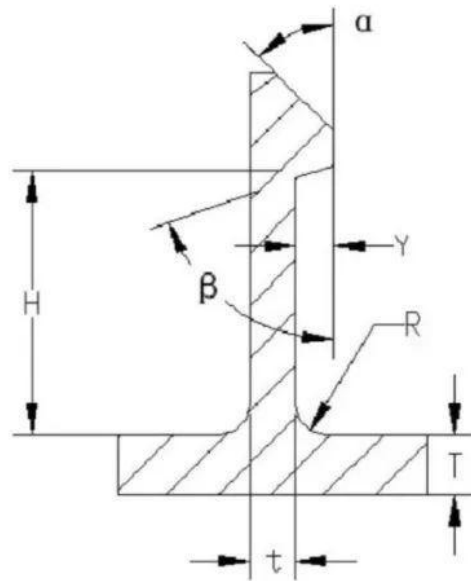


锥形卡扣

1.卡扣装配：卡扣设计指南

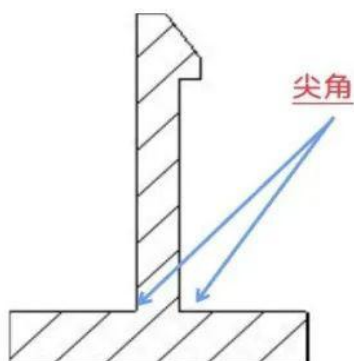
A. 卡扣的尺寸：

- 卡扣厚度 $t = 0.5 \sim 0.6T$
- 卡扣的根部圆角 $R_{\min} = 0.5t$
- 卡扣的高度 $H = 5 \sim 10t$
- 卡扣的装配导入角 $\alpha = 25^\circ \sim 35^\circ$
- 卡扣的拆卸角度 β ：
 - $\beta \approx 35^\circ$ 用于不需外力的可拆卸的装配；
 - $\beta \approx 45^\circ$ 用于需较小外力的可拆卸的装配；
 - $\beta \approx 80^\circ \sim 90^\circ$ 用于需很大外力的不可拆卸的装配；
- 卡扣的顶端厚度 $Y \leq t$

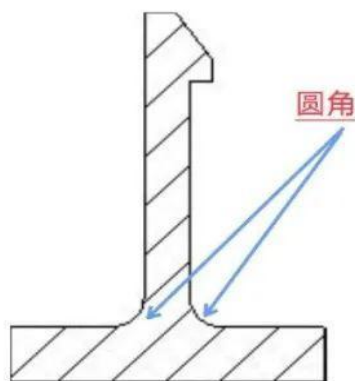


1.卡扣装配：卡扣的设计指南

B. 卡扣根部增加圆角：



原始的设计



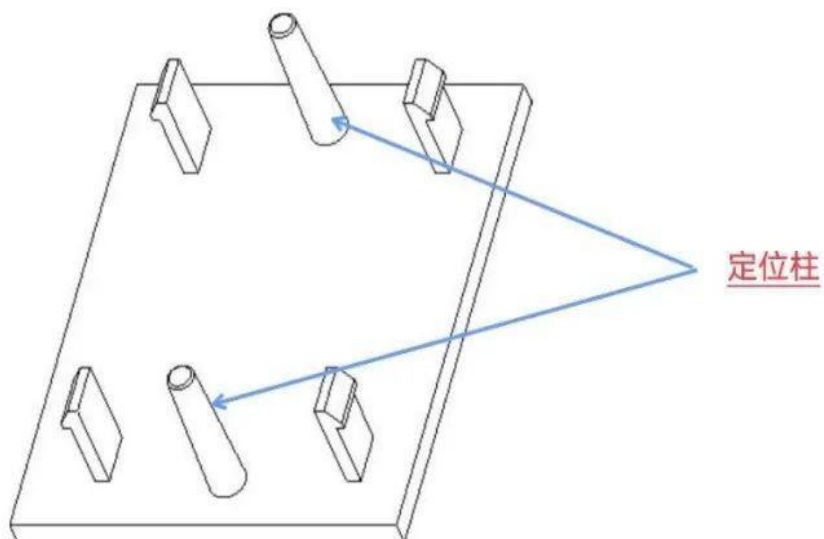
优化的设计

C. 卡扣均匀分布

- 均匀的设置在零件的四周，以均匀承受载荷
- 靠近零件容易变形的地方；

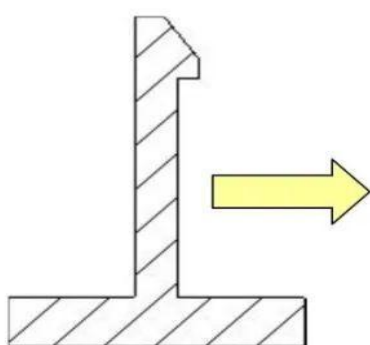
1.卡扣装配：卡扣的设计指南

D. 使用定位柱辅助卡扣装配和提高装配精度：

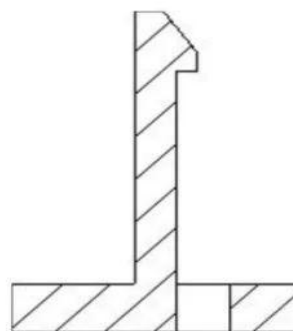


1.卡扣装配：卡扣的设计指南

E. 卡扣根部增加圆角：



原始的设计



优化的设计

F. 考虑模具修改方便性

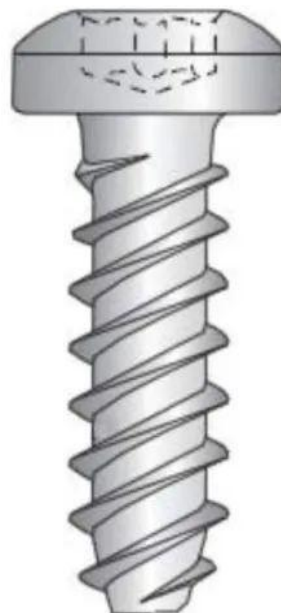
- 卡扣尺寸一般会经过多次修改，可先做小，以保证修模的方便性

2.机械紧固：自攻螺钉

自攻螺钉的种类



螺纹切削自攻螺钉



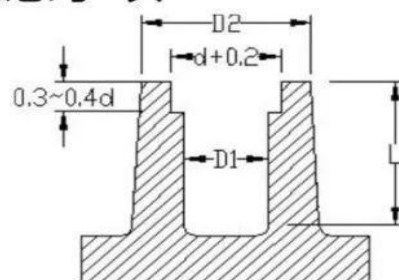
螺纹成型自攻螺钉

2.机械紧固：自攻螺钉支柱设计注意事项

A. 装配次数

- 装配次数一般不超过3次

B. 支柱的内径和外径



材料	支柱的内径 D1			支柱的外径 D2	最小螺牙咬合长度 L
	Plastite®45	PT®	Dieta PT®		
ABS	0.80 x d	0.80 x d	0.86 x d	2.00 x d	2.00 x d
PA6	0.75 x d	0.75 x d	0.81 x d	1.85 x d	1.70 x d
PA-GF30	0.80 x d	0.80 x d	0.86 x d	2.00 x d	1.90 x d
PBT	0.75 x d	0.75 x d	0.81 x d	1.85 x d	1.70 x d
PBT-GF30	0.80 x d	0.80 x d	0.86 x d	1.80 x d	1.70 x d
PC	0.85 x d	0.85 x d	0.89 x d	2.50 x d	2.00 x d
PC-GF30	0.85 x d	0.85 x d	0.89 x d	2.20 x d	2.00 x d
PET	0.75 x d	0.75 x d	0.81 x d	1.85 x d	1.70 x d
PET-GF30	0.80 x d	0.80 x d	0.86 x d	1.80 x d	1.70 x d
POM	0.75 x d	0.75 x d	0.81 x d	1.95 x d	2.00 x d
PP	0.70 x d	0.70 x d	0.76 x d	2.00 x d	2.00 x d
PS	0.80 x d	0.80 x d	0.86 x d	2.00 x d	2.00 x d

2.机械紧固：自攻螺钉支柱设计注意事项

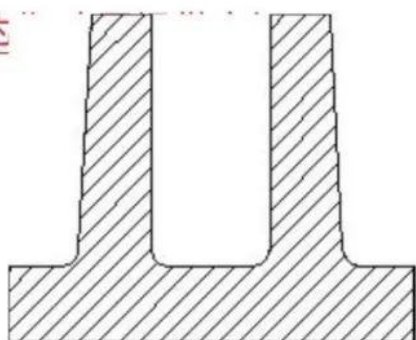
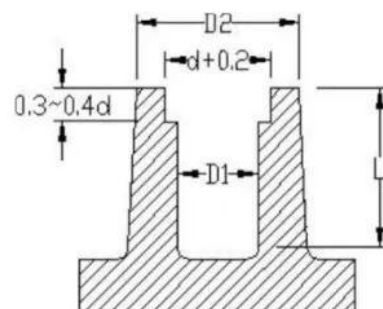
C. 螺牙咬合长度不少于2倍螺钉公称直径

D. 支柱的深度至少比螺钉长度高0.5毫米

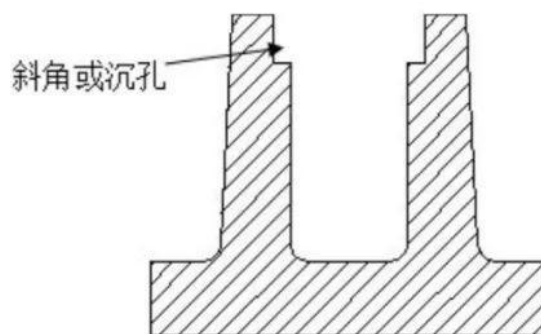
E. 支柱顶部增加斜角或沉孔

➤ 导向作用

➤ 为



原始的设计

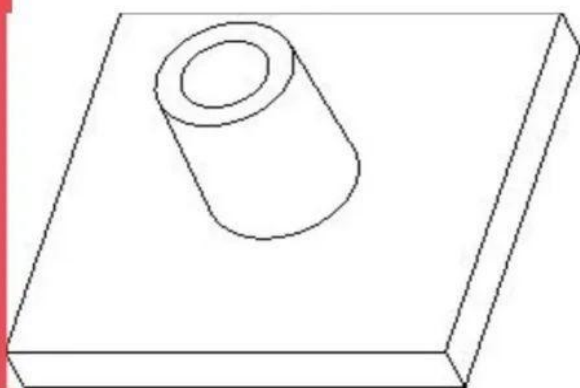


优化的设计

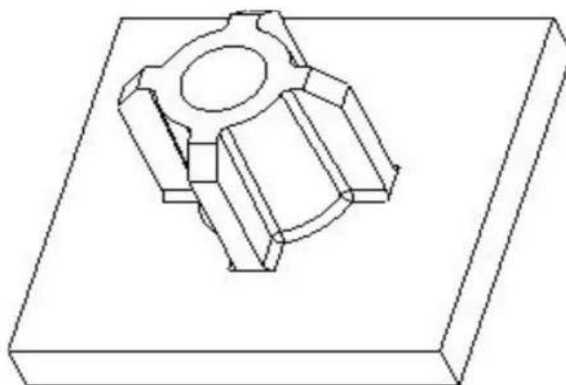
2.机械紧固：自攻螺钉支柱设计注意事项

F.支柱四周增加加强筋、根部添加圆角

- 支柱最常见的失效方式是支柱破裂



原始的设计

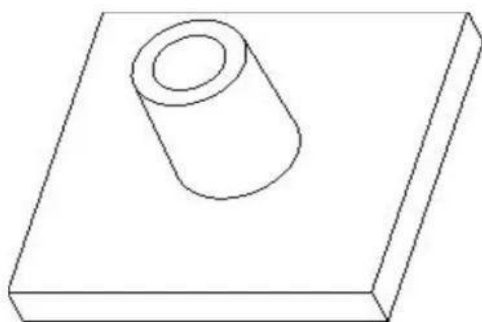


优化的设计

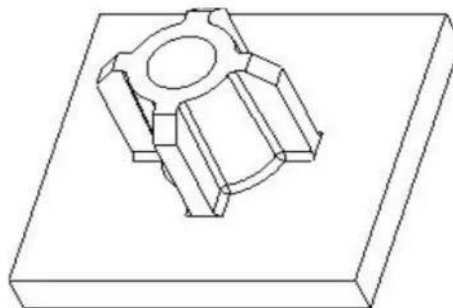
2.机械紧固：自攻螺钉支柱设计注意事项

G.支柱四周增加加强筋、根部添加圆角

- 支柱最常见的失效方式是支柱破裂



原始的设计



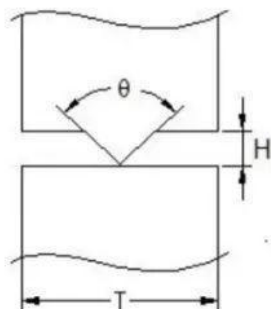
优化的设计

F.合理的驱动扭矩

- 驱动扭矩过大会造成支柱破裂

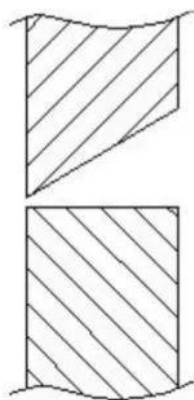
3.超声波焊接：导熔线设计

导熔线设计

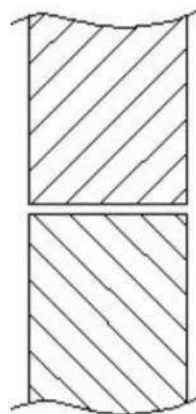


典型导熔线设计 (单位: mm)

尺寸	无定形塑料		半结晶塑料	
	小零件	大零件	小零件	大零件
H	0.3~0.4	0.5~0.6	0.5~0.7	0.7~1.0
θ	60° ~ 90°		90°	



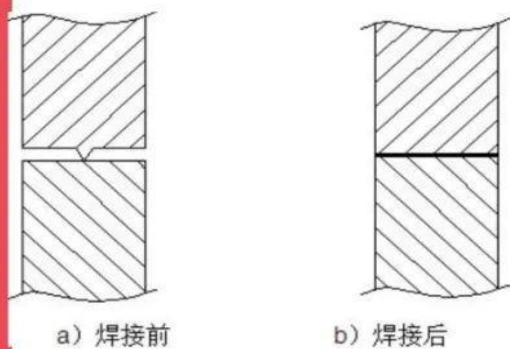
错误的设计



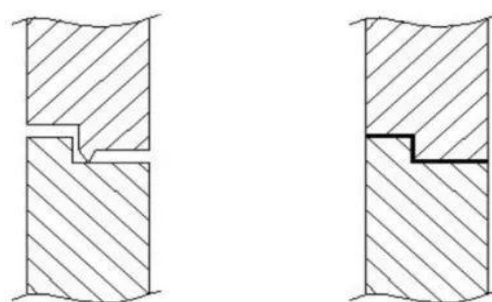
错误的设计

3.超声波焊接：焊接面设计

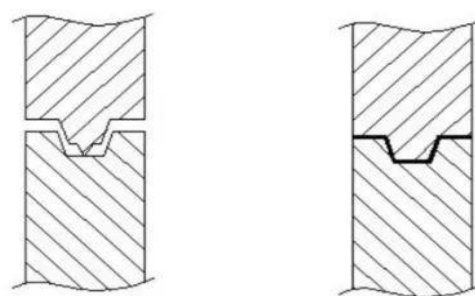
焊接面设计



平面式焊接



阶梯式焊接

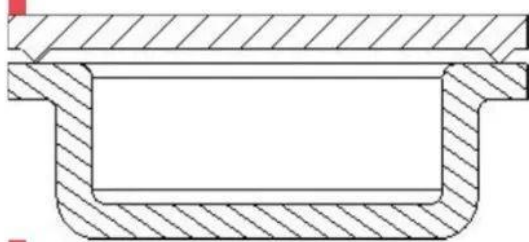


沟槽式焊接

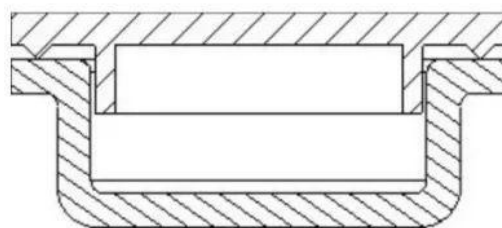
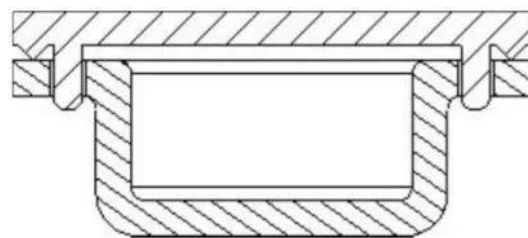
3. 超声波焊接：塑胶件设计

A. 正确的导熔线设计

B. 设计定位特征



原始的设计

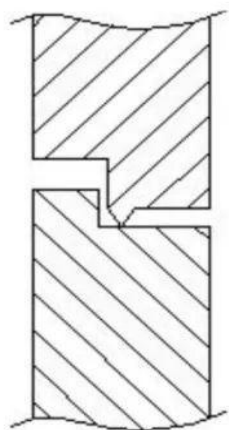


优化的设计

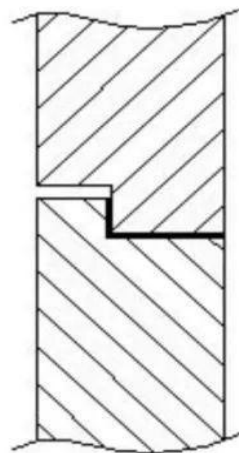
3.超声波焊接：塑胶件设计

C. 焊接面在同一个平面上

D. 美工沟设计



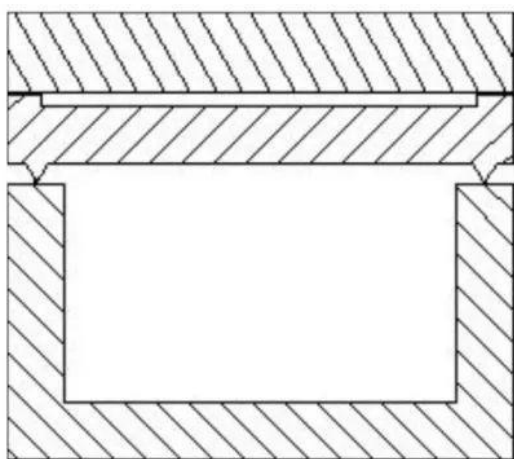
a) 焊接前



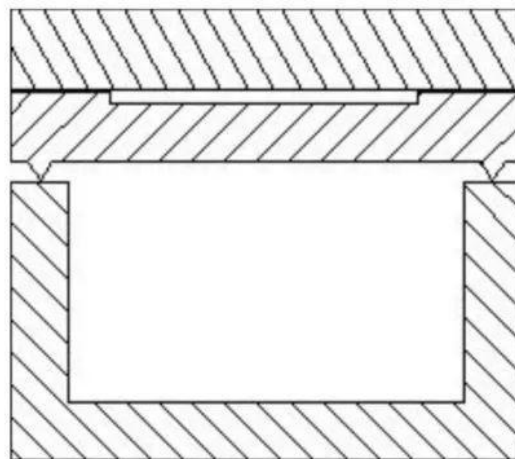
b) 焊接后

3.超声波焊接：塑胶件设计

E. 增加塑胶件焊接面与焊接头的面积



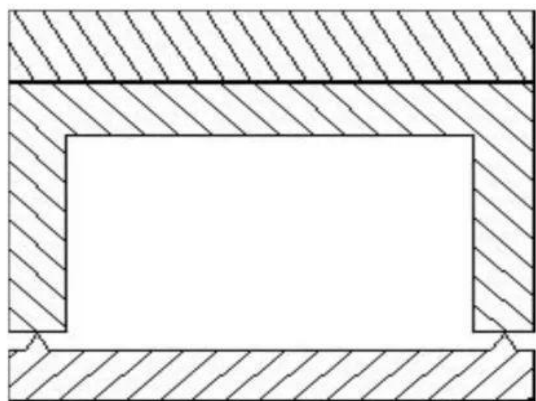
原始的设计



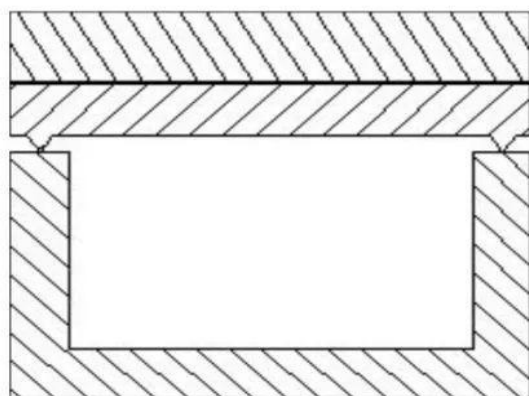
优化的设计

3.超声波焊接：塑胶件设计

F. 把近程焊接作为第一选择



原始的设计



优化的设计



THE END