

塑胶产品结构设计

目 录

第一章 塑胶结构设计规范

1、材料及厚度

1.1、材料选择

1.2、壳体厚度

1.3、零件厚度设计实例

2、脱模斜度

2.1、脱模斜度要点

3、加强筋

3.1、加强筋与壁厚的关系

3.2、加强筋设计实例

4、柱和孔的问题

4.1、柱子的问题

4.2、孔的问题

4.3、“减胶”的问题

5、螺丝柱的设计

6、止口的设计

6.1、止口的作用

6.2、壳体止口的设计需要注意的事项

6.3、面壳与底壳断差的要求

7、卡扣的设计

7.1、卡扣设计的关键点

7.2、常见卡扣设计

7.3、

第一章 塑胶结构设计规范

1、材料及厚度

1.1、材料的选取

- a. ABS: 高流动性, 便宜, 适用于对强度要求不太高的部件 (不直接受冲击, 不承受可靠性测试中结构耐久性的部件), 如内部支撑架 (键板支架、LCD支架) 等。还有就是普遍用在电镀的部件上 (如按钮、侧键、导航键、电镀装饰件等)。目前常用奇美PA-757、PA-777D等。
- b. PC+ABS: 流动性好, 强度不错, 价格适中。适用于作高刚性、高冲击韧性的制件, 如框架、壳体等。常用材料代号: 拜尔T85、T65。
- c. PC: 高强度, 价格贵, 流动性不好。适用于对强度要求较高的外壳、按键、传动机架、镜片等。常用材料代号如: 帝人L1250Y、PC2405、PC2605。
- d. POM具有高的刚度和硬度、极佳的耐疲劳性和耐磨性、较小的蠕变性和吸水性、较好的尺寸稳定性和化学稳定性、良好的绝缘性等。常用于滑轮、传动齿轮、蜗轮、蜗杆、传动机构件等, 常用材料代号如: M90-44。
- e. PA坚韧、吸水、但当水份完全挥发后会变得脆弱。常用于齿轮、滑轮等。受冲击力较大的关键齿轮, 需添加填充物。材料代号如: CM3003G-30。
- f. PMMA有极好的透光性, 在光的加速老化240小时后仍可透过92%的太阳光, 室外十年仍有89%, 紫外线达78.5%。机械强度较高, 有一定的耐寒性、耐腐蚀, 绝缘性能良好, 尺寸稳定, 易于成型, 质较脆, 常用于有一定强度要求的透明结构件, 如镜片、遥控窗、导光件等。常用材料代号如: 三菱VH001。

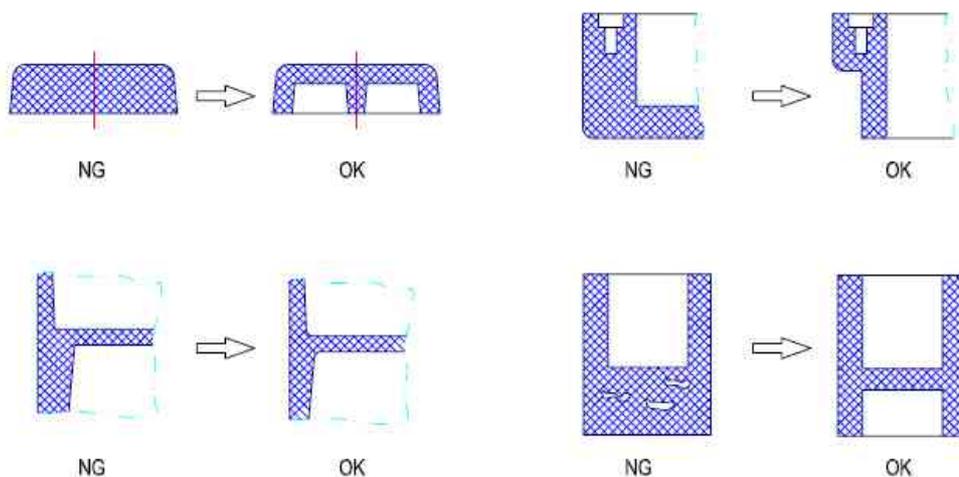
1.2 壳体的厚度

- a. 壁厚要均匀, 厚薄差别尽量控制在基本壁厚的25%以内, 整个部件的最小壁厚不得小于0.4mm, 且该处背面不是A级外观面, 并要求面积不得大于100mm²。
- b. 在厚度方向上的壳体的厚度尽量在1.2~1.4mm, 侧面厚度在1.5~1.7mm; 外镜片支承面厚度0.8mm, 内镜片支承面厚度最小0.6mm。
 - c. 电池盖壁厚取0.8~1.0mm。
- d. 塑胶制品的最小壁厚及常见壁厚推荐值见下表。

塑料料制品的最小壁厚及常用壁厚推荐值(单位mm)				
工程塑料	最小壁厚	小型制品壁厚	中型制品壁厚	大型制品壁厚
尼龙 (PA)	0.45	0.76	1.50	2.40~3.20
聚乙烯 (PE)	0.60	1.25	1.60	2.40~3.20
聚苯乙烯 (PS)	0.75	1.25	1.60	3.20~5.40
有机玻璃 (PMMA)	0.80	1.50	2.20	4.00~6.50
聚丙烯 (PP)	0.85	1.45	1.75	2.40~3.20
聚碳酸酯 (PC)	0.95	1.80	2.30	3.00~4.50
聚甲醛 (POM)	0.45	1.40	1.60	2.40~3.20
聚砜 (PSU)	0.95	1.80	2.30	3.00~4.50
ABS	0.80	1.50	2.20	2.40~3.20
PC+ABS	0.75	1.50	2.20	2.40~3.20

1.3、厚度设计实例

塑料的成型工艺及使用要求对塑件的壁厚都有重要的限制。塑件的壁厚过大，不仅会因用料过多而增加成本，且也给工艺带来一定的困难，如延长成型时间（硬化时间或冷却时间）。对提高生产效率不利，容易产生气泡，缩孔，凹陷；塑件壁厚过小，则熔融塑料在模具型腔中的流动阻力就大，尤其是形状复杂或大型塑件，成型困难，同时因为壁厚过薄，塑件强度也差。塑件在保证壁厚的情况下，还要使壁厚均匀，否则在成型冷却过程中会造成收缩不均，不仅造成出现气泡，凹陷和翘曲现象，同时在塑件内部存在较大的内应力。设计塑件时要求壁厚与薄壁交界处避免有锐角，过渡要缓和，厚度应沿着塑料流动的方向逐渐减小。



2 脱模斜度

2.1 脱模斜度的要点

脱模角的大小是没有一定的准则，多数是凭经验和依照产品的深度来决定。此外，成型的方式，壁厚和塑料的选择也在考虑之列。一般来讲，对模塑产品的任何一个侧壁，都需有一定量的脱模斜度，以便产品从模具中取出。脱模斜度的大小可在 0.2° 至数度间变化，视周围条件而定，一般以 0.5° 至 1° 间比较理想。具体选择脱模斜度时应注意以下几点：

a. 取斜度的方向，一般内孔以小端为准，符合图样，斜度由扩大方向取得，外形以大端为准，符合图样，斜度由缩小方向取得。如下图1-1。

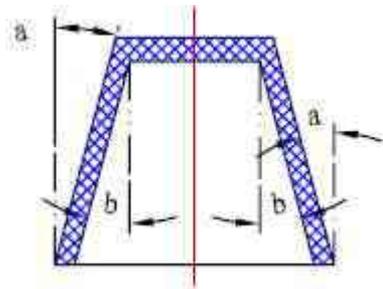


图1-1

- b. 凡塑件精度要求高的，应选用较小的脱模斜度。
- c. 凡较高、较大的尺寸，应选用较小的脱模斜度。
- d. 塑件的收缩率大的，应选用较大的斜度值。
- e. 塑件壁厚较厚时，会使成型收缩增大，脱模斜度应采用较大的数值。
- f. 一般情况下，脱模斜度不包括在塑件公差范围内。
- g. 透明件脱模斜度应加大，以免引起划伤。一般情况下，PS料脱模斜度应大于 3° ，ABS及PC料脱模斜度应大于 2° 。
- h. 带革纹、喷砂等外观处理的塑件侧壁应加 $3^\circ \sim 5^\circ$ 的脱模斜度，视具体的咬花深度而定，一般的晒纹版上已清楚例出可供作参考之用的要求出模角。咬花深度越深，脱模斜度应越大。推荐值为 $1^\circ + H/0.0254^\circ$ (H为咬花深度)。如121的纹路脱模斜度一般取 3° ，122的纹路脱模斜度一般取 5° 。
- i. 插穿面斜度一般为 $1^\circ \sim 3^\circ$ 。
- j. 外壳面脱模斜度大于等于 3° 。

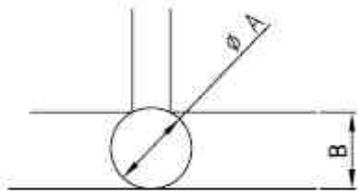
- k. 除外壳面外，壳体其余特征的脱模斜度以 1° 为标准脱模斜度。特别的也可以按照下面的原则来取：低于3mm高的加强筋的脱模斜度取 0.5° ，3~5mm取 1° ，其余取 1.5° ；低于3mm高的腔体的脱模斜度取 0.5° ，3~5mm取 1° ，其余取 1.5°

3、加强筋

为确保塑件制品的强度和刚度，又不致使塑件的壁增厚，而在塑件的适当部位设置加强筋，不仅可以避免塑件的变形，在某些情况下，加强筋还可以改善塑件成型中的塑料流动情况。

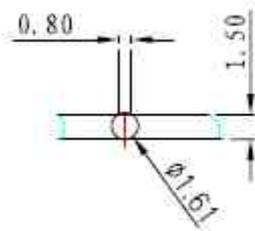
为了增加塑件的强度和刚性，宁可增加加强筋的数量，而不增加其壁厚。

3.1、加强筋厚度与塑件壁厚的关系



当 $\frac{A-B}{B} \times 100\% < 8\%$ 时，就不易缩水。

举例说明：



分析：

$$\frac{1.61-1.50}{1.50} \times 100\% = 7.3\% < 8.0\%$$

3.2、加强筋设计实例

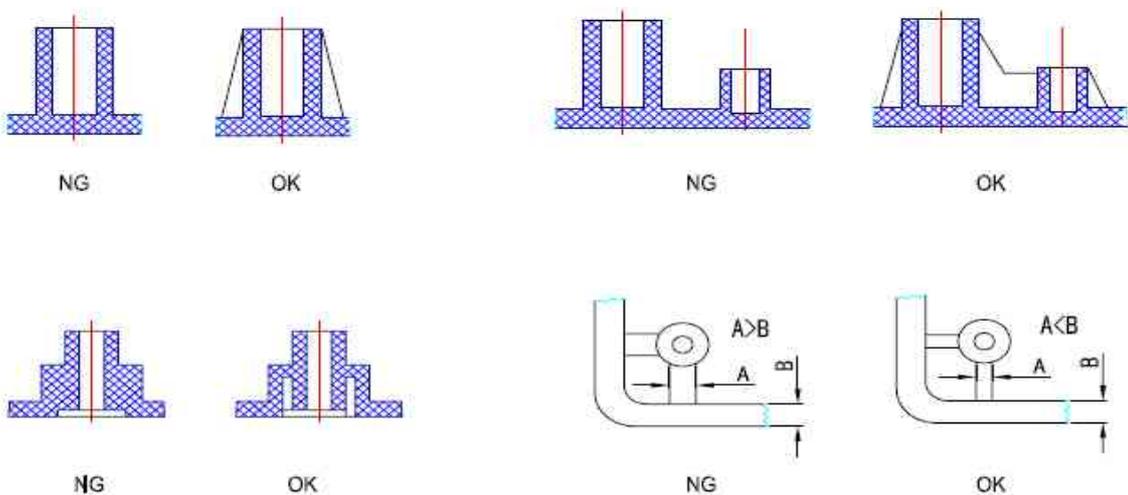


图3-3

4、柱和孔的问题

4.1、柱子的问题

- 设计柱子时，应考虑胶位是否会缩水。
- 为了增加柱子的强度，可在柱子四周追加加强筋。加强筋的宽度参照图3-1。

柱子的缩水的改善方式见如图4-1、图4-2所示：改善前柱子的胶太厚，易缩水；改善后不会缩水。

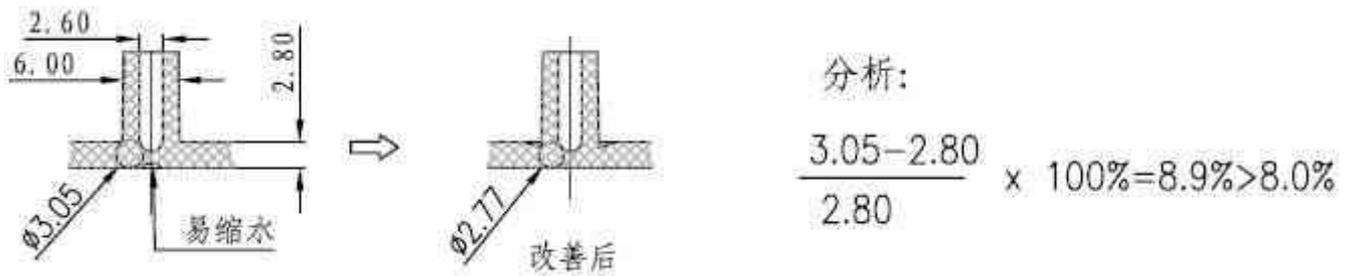


图4-1

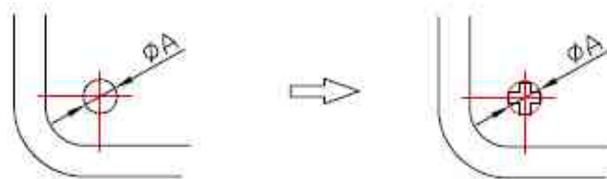


图4-2

4.2、孔的问题

- 孔与孔之间的距离，一般应取孔径的2倍以上。
- 孔与塑件边缘之间的距离，一般应取孔径的3倍以上，如因塑件设计的限制或作为固定用孔，则可在孔的边缘用凸台来加强。
- 侧孔的设计应避免有薄壁的断面，否则会产生尖角，有伤手和易缺料的现象。

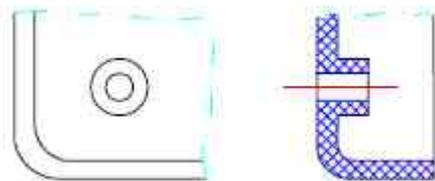


图4-3

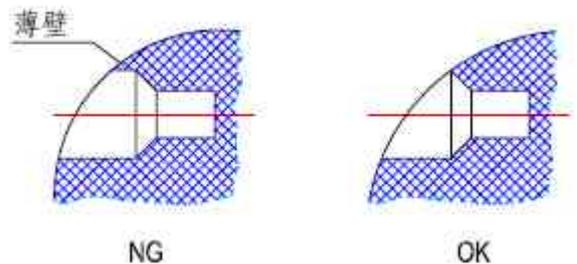


图4-4

4.3、“减胶”的问题

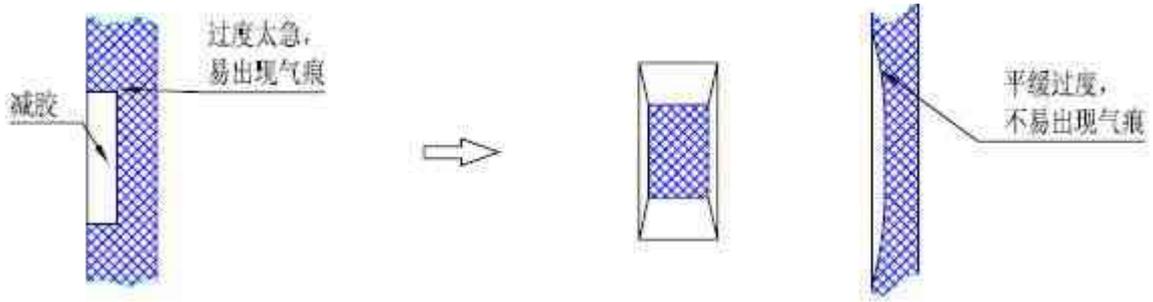


图4-5

5、螺丝柱的设计

5.1 通常采取螺丝加卡扣的方式来固定两个壳体，螺丝柱通常还起着对PCB板的定位作用。

5.2 用于自攻螺丝的螺丝柱的设计原则是为：其外径应该是Screw外径的 $2.0 \sim 2.4$ 倍。图6-2为M1.6 × 0.35的自螺丝与螺柱的尺寸关系。设计中可以取：螺丝柱外径=2 × 螺丝外径；螺柱内径（ABS，ABS+PC）=螺丝外径-0.40mm；螺柱内径（PC）=螺丝外径-0.30mm或-0.35mm（可以先按0.30mm来设计，待测试通不过再修模加胶）；两壳体螺柱面之间距离取0.05mm。

5.3 不同材料、不同螺丝的螺丝柱孔设计值如表5-2、表5-3所示。

螺丝规格	普通牙螺丝											
	Ø2.0		Ø2.3		Ø2.6		Ø2.8		Ø3.0		Ø3.5	
工程塑料	孔径	公差	孔径	公差	孔径	公差	孔径	公差	孔径	公差	孔径	公差
ABS	1.70	$+0$ -0.05	1.90	$+0.05$ -0	2.20	$+0$ -0.05	2.40	$+0$ -0.05	2.50	$+0.05$ -0	2.90	$+0.05$ -0.05
PC	1.70	$+0.05$ -0	2.00	$+0$ -0.05	2.30	$+0$ -0.05	2.40	$+0.05$ -0	2.60	$+0$ -0.05	3.00	$+0.05$ -0.05
POM	1.60	$+0.05$ -0	1.80	$+0.05$ -0	2.10	$+0.05$ -0	2.30	$+0$ -0.05	2.40	$+0.05$ -0	2.80	$+0.10$ -0
PA	1.60	$+0.05$ -0	1.80	$+0.05$ -0	2.10	$+0.05$ -0	2.30	$+0$ -0.05	2.40	$+0.05$ -0	2.80	$+0.10$ -0
PP					2.00	$+0.10$ -0	2.20	$+0.05$ -0.05	2.30	$+0.10$ -0	2.70	$+0.10$ -0
PC+ABS	1.70	$+0.05$ -0	2.00	$+0$ -0.05	2.30	$+0$ -0.05	2.40	$+0.05$ -0	2.60	$+0$ -0.05	3.00	$+0.05$ -0.05

螺丝规格	快牙螺丝											
	Ø2.0		Ø2.3		Ø2.6		Ø2.8		Ø3.0		Ø3.5	
工程塑料	孔径	公差	孔径	公差								
ABS	1.60	+0.05 -0	1.90	+0 -0.05	2.10	+0.05 -0	2.30	+0 -0.05	2.50	+0 -0.05	2.90	+0.05 -0.05
PC	1.60	+0.05 -0	1.90	+0.05 -0	2.20	+0.05 -0	2.40	+0 -0.05	2.60	+0 -0.05	3.00	+0.05 -0.05
POM	1.60	+0 -0.05	1.80	+0.05 -0	2.00	+0.05 -0	2.20	+0.05 -0	2.40	+0.05 -0	2.80	+0.05 -0
PA	1.60	+0 -0.05	1.80	+0.05 -0	2.00	+0.05 -0	2.20	+0.05 -0	2.40	+0.05 -0	2.80	+0.05 -0
PP					2.00	+0.05 -0	2.10	+0.10 -0	2.30	+0.05 -0.05	2.70	+0.05 -0.05
PC+ABS	1.60	+0.05 -0	1.90	+0.05 -0	2.20	+0.05 -0	2.40	+0 -0.05	2.60	+0 -0.05	3.00	+0.05 -0.05

5.4 常用自攻螺丝装配及测试(10次)时所要用的扭力值,如表5-4所示。

自攻螺丝规格	标准扭力 (kg.cm)
M1.4×0.30	0.90
M1.6×0.35	1.30
M1.8×0.35	2.00
M2.0×0.40	2.75

6、止口的设计

6.1、止口的作用

- 1、壳体内部空间与外界的导通不会很直接,能有效地阻隔灰尘/静电等的进入
- 2、上下壳体的定位及限位

6.2、壳体止口的设计需要注意的事项

- 1、嵌合面应有 $>3^{\circ}$ 的脱模斜度,端部设计倒角或圆角,以利于装配
- 2、上壳与下壳圆角的止口配合,应使配合内角的R角偏大,以增加圆角之间的间隙,预防圆角处相互干涉
- 3、止口方向设计,应将侧壁强度大的一端的止口设计在里边,以抵抗外力
- 4、止口尺寸的设计,位于外边的止口的凸边厚度为0.8mm;位于里边的止口的凸边厚度为0.5mm; $B1=0.075\sim 0.10\text{mm}$; $B2=0.20\text{mm}$
- 5、美工线设计尺寸: $0.50 \times 0.50\text{mm}$ 。是否采用美工线,可以根据设计要求进行

6.3、面壳与底壳断差的要求

装配后在止口位，如果面壳大于底壳，称之为面刮；底壳大于面壳，则称之为底刮，如图6-1所示。可接受的面刮 $<0.15\text{mm}$ ，可接受的底刮 $<0.10\text{mm}$ ，无论如何制作，段差均会存在，只是段差大小的问题，尽量使产品装配后面壳大于底壳，且缩小面壳与底壳的段差



图6-1

7、卡扣的设计

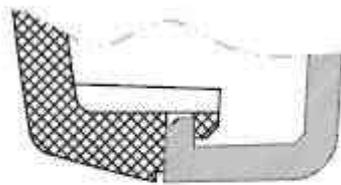
7.1、卡扣设计的关键点

1. 数量与位置：设在转角处的扣位应尽量靠近转角；
2. 结构形式与正反扣：要考虑组装、拆卸的方便，考虑模具的制作；
3. 卡扣处应注意防止缩水与熔接痕；
4. 朝壳体内部方向的卡扣，斜销运动空间不小于 5mm ；

7.2、常见卡扣设计

1、通常上盖设置跑滑块的卡钩，下盖设置跑斜顶的卡钩；因为上盖的筋条比下盖多，而且上盖的壁常比下盖深，为避免斜顶无空间脱出。

2、上下盖装饰线(美工线)的选择



当下盖空间足够时，美工线最好设置在上盖上

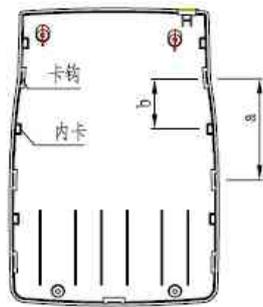


当下盖空间很小时，美工线便设置在下盖上

3、卡钩离角位不可太远，否则角位会翘缝



4、卡扣间不可间距太远，否则易开缝



通常 $a=100\text{ mm}$ (max)
内卡与卡钩的距离 $b=50\text{ mm}$ (max)
太远则卡钩卡合不牢靠。

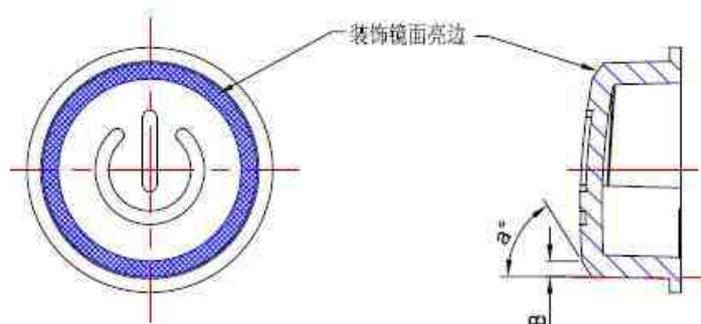
8、装饰件的设计

8.1、装饰件的设计注意事项

1. 装饰件尺寸较大时（大于 400mm^2 ），壳体四周与装饰件配合的粘接位宽度要求大于 2mm 。在进行装饰件装配时，要用治具压装饰片，压力大于 3kgf ，保压时间大于 5 秒钟
2. 外表面的装饰件尺寸较大时（大于 400mm^2 ），可以采用铝、塑胶壳喷涂、不锈钢等工艺，不允许采用电铸工艺。因为电铸工艺只适用于面积较小、花纹较细的外观件。面积太大无法达到好的平面度，且耐磨性能很差
3. 电镀装饰件设计时，如果与内部的主板或电子器件距离小于 10mm ，塑胶壳体装配凹槽尽量无通孔，否则ESD非常难通过。如果装饰件必须采用卡扣式，即壳体必须有通孔，则卡位不能电镀，且扣位要用屏蔽胶膜盖住
4. 如果装饰件在主机的主侧面，装饰件内部的面壳与底壳筋位深度方向设计成直接接触，不能靠装饰件来保证装配的强度
5. 电镀装饰件设计时需考虑是否有ESD风险
6. 对于直径小于 5.0mm 的电镀装饰件，一般设计成双面胶粘接或后面装入的方式，不要设计成卡扣的方式

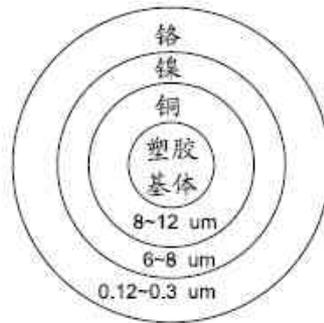
8.2、电镀件装饰斜边角度的选取

在要求电镀件装饰斜边为镜面亮边的情况下，图9-1中斜边角度取值应选择为 $a>45^\circ$ ，否则此边在实际效果上是黑边，并不会产生镜面亮边效果，B值根据ID设计要求取值。



8.3、电镀塑胶件的设计

塑胶电镀层一般主要由以下几层构成，如下图所示：



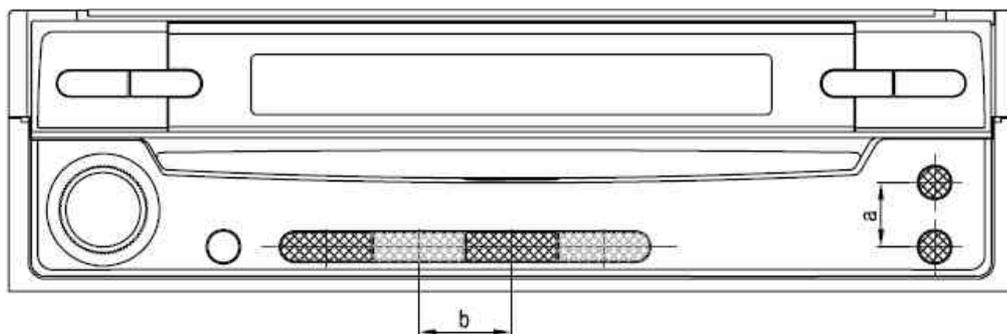
- 电镀件的厚度按照理想的条件会控制在0.02mm左右，但是在实际的生产中，可能最多会有0.08mm的厚度，所以对电镀件装配设计时需要关注。镀覆层厚度单位为 μm ，一般标识镀层厚度的下限，必要时，可以标注镀层厚度范围
- 如果有盲孔的设计，盲孔的深度最好不超过孔径的一半，且不要对孔的底部的色泽作要求
- 要采用适合的壁厚防止变形，最好在1.5mm以上4mm以下，如果需要作的很薄的话，要在相应的位置作加强的结构来保证电镀的变形在可控的范围内
- 塑件表面质量一定要非常好，电镀无法掩盖注射的一些缺陷，而且通常会使得这些缺陷更明显
- 基材最好采用ABS材料，ABS电镀后覆膜的附着力较好，同时价格也比较低廉

9、按键的设计

9.1 按键(Button)大小及相对距离要求

从实际操作情况分析，结合人体工程学知识，在操作按键中心时，不能引起相邻按键的联动，那么相邻按键中心的距离需作如下考虑：

- 竖排分离按键中，两相邻按键中心的距离 $a \geq 9.0\text{mm}$
- 横排成行按键中，两相邻按键中心的距离 $b \geq 13.0\text{mm}$
- 为方便操作，常用的功能按键的最小尺寸为： $3.0 \times 3.0\text{mm}$



9.2 按键(Button)与基体的设计间隙

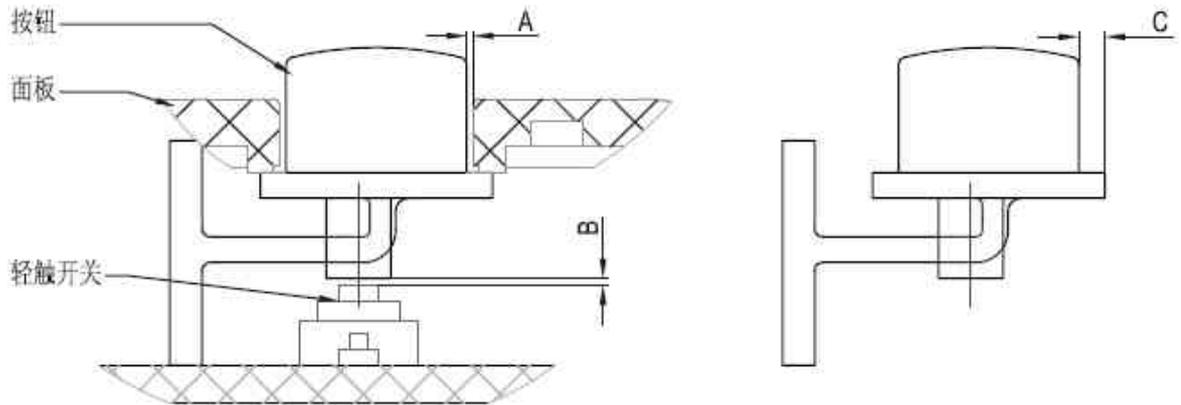


图9-1

按键与面板基体的配合设计间隙如图9-1所示:

1. 按钮裙边尺寸 $C \geq 0.75\text{mm}$, 按钮与轻触开关间隙为 $B=0.20\text{mm}$;
2. 水晶按钮与基体的配合间隙单边为 $A=0.10-0.15\text{mm}$;
3. 喷油按钮与基体的配合间隙单边为 $A=0.20-0.25\text{mm}$
4. 千秋钮(跷跷板按钮)的摆动方向间隙为 $0.25-0.30\text{mm}$, 需根据按钮的大小进行实际模拟; 非摆动方向的设计配合间隙为 $A=0.2-0.25\text{mm}$;
5. 橡胶油比普通油厚 0.15mm , 需在喷普通油的设计间隙上单边加 0.15mm , 如喷橡胶油按键与基体的间隙为 $0.3-0.4\text{mm}$;
6. 表面电镀按钮与基体的配合间隙单边为 $A=0.15-0.20\text{mm}$;
7. 按钮凸出面板的高度如图9-2所示:
普通按钮凸出面板的高度 $D=1.20-1.40\text{mm}$, 一般取 1.40mm ;
表面弧度比较大的按钮, 按钮最低点与面板的高度 D 一般为 $0.80-1.20\text{mm}$

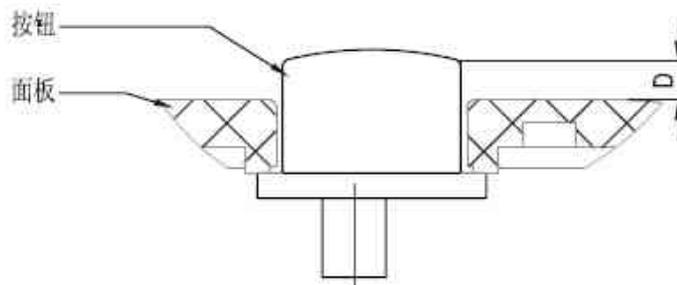
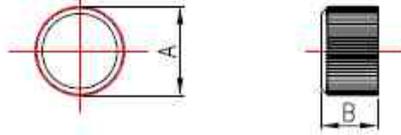


图9-2

10、旋钮的设计

10.1 旋钮 (Knob) 大小尺寸要求

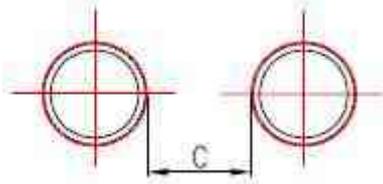
旋钮 (Knob) 大小尺寸要求见如下所示



Knob尺寸	尺寸A (min)(mm)	尺寸B (min)(mm)
	Ø6.0	8.0

10.2 两旋钮 (Knob) 之间的距离

两旋钮 (Knob) 之间的距离大小: $C \geq 8.0\text{mm}$ 。



10.3 旋钮 (Knob) 与对应装配件的设计间隙

1. 旋钮与对应装配件的设计配合单边间隙为 $A \geq 0.50\text{mm}$ ，如图 10-1 所示；
2. 电镀旋钮与对应装配件的设计配合单边间隙为 $A \geq 0.50\text{mm}$ ；
3. 橡胶油比普通油厚 0.15mm ，需在喷普通油的设计间隙上单边增加 0.15mm 。
4. 旋钮凸出面板基体或装饰件最高点的高度为 $9.50 \geq B \geq 8.00\text{mm}$ ，如图 11-4 所示。

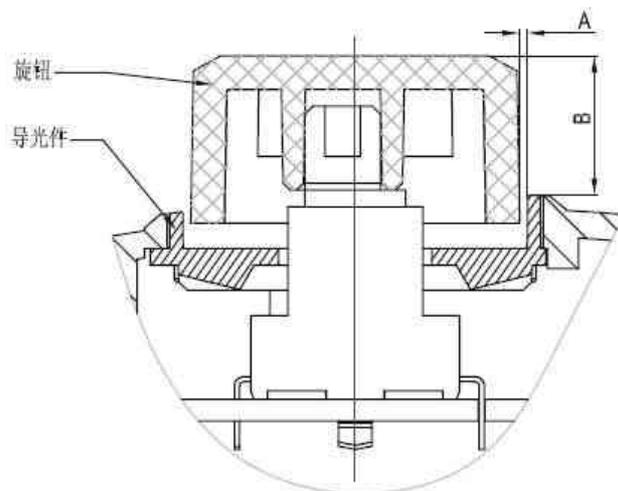


图10-1

11、胶塞的设计

1. TPU塞开塑胶模具；
2. 胶塞需设计拆卸口 ($\geq R0.5$ 半圆形) ；
3. 所有塞子（特别是IO塞）不能有0.4mm厚度的薄胶位，因插几次后易变形；
4. 壳体耳机处开口大于耳机插座 (PLUG) 单边0.3mm；耳机塞外形与主机面壳配合单边间隙0.05mm；
5. 耳机塞插入耳机座部分设计“十”筋形状，深度插入耳机座2.0mm，筋宽0.8mm，外轮廓与phone jack孔周围单边过盈0.05mm。“十”筋顶面倒R0.3圆角，方便插入；

12、镜片的设计

12.1 镜片 (LENS) 的通用材料

1. PMMA: 镜片 (LENS) 常用PMMA材料。

透光性好 $\geq 91\%$ ，表面硬度高，耐候性好，不易氧化、开裂。表面硬度未硬化也可以达到H以上，通过表面硬化处理 (hard coating) 后可达到3H以上。

2. PC: PC的透光率在88%以上，镜片韧性好，耐冲击。但其表面硬度低，注塑完后表面硬度一般为4B左右，经过硬化处理后，硬度也仅为HB左右。镜片在使用过程中易被划伤。

12.2 镜片 (LENS) 与面壳的设计间隙

1. 镜片与前壳配合间隙为 $A=0.10\text{mm}$ ，如图12-1所示。
2. 贴双面胶的区域需留间隙为 $B=0.10\text{mm}$ ，如图12-1所示。

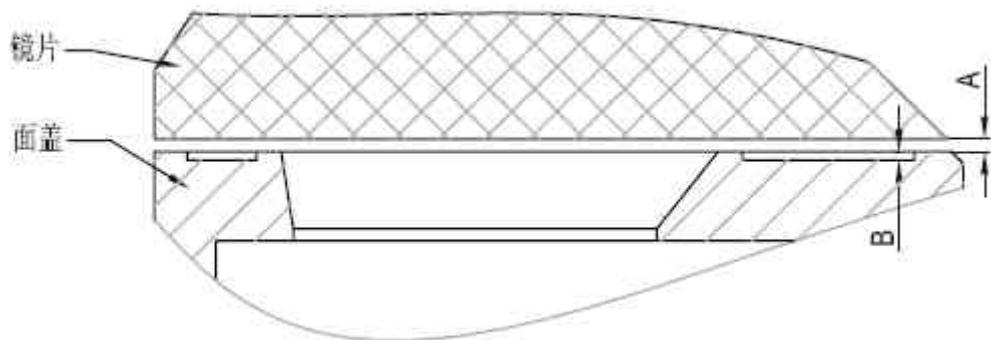


图12-1

13、触摸屏与塑胶面壳配合位置的设计

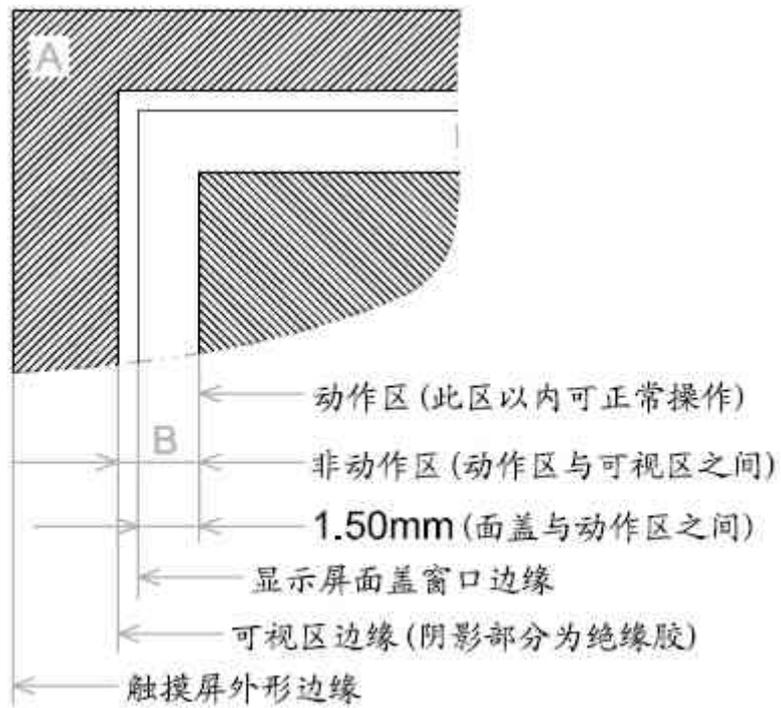


图13-1

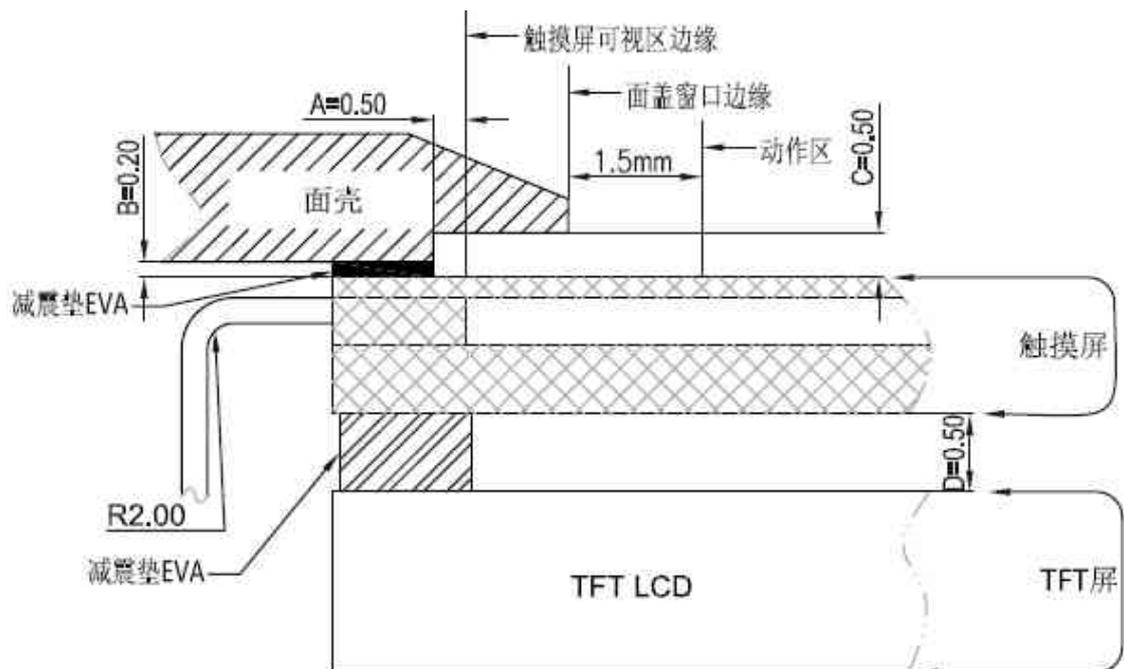


图13-2

13.1、触摸屏相对应位置塑胶面壳的设计注意事项

1. 塑胶面盖窗口边缘和触摸屏动作区之间的距离(周边)以1.50-2.00mm为合适,通常取1.50mm。见图15-1、15-2所示;
2. 3D建模时,触摸屏的外形尺寸按触摸屏图纸的最大公差尺寸确定,配合的塑胶定位尺寸只需在此最大外形尺寸上单边留0.15mm的间隙即可;
3. 为预防止触摸屏因变形而被挤压扭曲,需要在触摸屏与塑胶面壳之间、触摸屏与TFT之间用具有适当弹性和强度的EVA来减震,压缩前EVA的厚度选用0.50-1.00mm,压缩后厚度保持在0.30-0.50mm即可。