



**深圳市银宝山新科技股份有限公司**  
**SHENZHEN SILVER BASIS TECHNOLOGY CO., LTD**

# 电子类产品 结构设计标准

# 目 录

电子产品结构概述 .....	5
第一章 塑胶零件结构设计 .....	6
1-1、材料及厚度 .....	6
1.1、材料的选取 .....	6
1.2 壳体的厚度 .....	6
1.3、厚度设计实例 .....	7
1-2 脱模斜度 .....	8
2.1 脱模斜度的要点 .....	8
2.2 常规斜度举例 .....	9
1-3、加强筋 .....	10
3.1、加强筋厚度与塑件壁厚的关系 .....	10
3.2、加强筋设计实例 .....	11
1-4、柱和孔的问题 .....	11
4.1、柱子的问题 .....	11
4.2、孔的问题 .....	12
4.3、“减胶”的问题 .....	12
1-5 螺丝及螺丝柱的设计 .....	12
5.1 公司常用塑胶螺丝规格及相应螺丝柱设计 .....	12
5.2 用于自攻螺丝的螺丝柱的设计原则 .....	13
5.3 不同材料、不同螺丝的螺丝柱孔设计值 .....	18
5.4 常用自攻螺丝装配及测试 .....	19
5.5 螺丝分类 ( CLASSIFICATIONS OF SCREW) .....	19
5.6 (1) 螺丝材料 ( SCREW MATERIAL) .....	20
5.6 (2) 常见表面处理代号 ( SURFACE FINISHINGS) .....	20
5.7 螺丝头型 ( SCREW TYPES OF HEAD) .....	21
5.8 螺丝槽型 ( SCREW TYPES OF DRIVE INSERT) .....	21
5.9 螺丝牙型种类 ( SCREW TOOTH TYPES) .....	22
1-6、止口的设计 .....	22
6.1、止口的作用 .....	22
6.2、壳体止口的设计需要注意的事项 .....	23
6.3、面壳与底壳断差的要求 .....	24
1-7 常见卡钩设计 .....	25
7.1 通常上盖设置跑滑块的卡钩，下盖设置跑斜顶卡钩 .....	25
7.2 上下盖装饰线的选择 .....	26
7.3 卡钩离机台的角不可太远，否则角会翘缝 .....	26
7.4 卡钩间不可间隔太远，否则易开缝。 .....	26
7.5 “ OPEN 标识偏中心的部品卡钩设计，如打印头盖 .....	27
7.6 常见卡钩设计的尺寸关系 .....	29
7.7. 其它常用扣位设计 .....	30
1-8、装饰件的设计 .....	32
8.1、装饰件的设计注意事项 .....	32
8.2、电镀件装饰斜边角度的选取 .....	32
8.3、电镀塑胶件的设计 .....	32

1-9、按键的设计 .....	33
9.1 按键 (Button) 大小及相对距离要求 .....	33
9.2 按键 (Button) 与基体的设计间隙 .....	33
9.3.1 键帽行程 .....	34
9.3.2 、键帽和硅胶 /TPU 的配合 .....	34
9.3.3 、支架和硅胶 KEY台的配合 .....	35
9.4 圆形和近似圆形防转 .....	35
1-10. RUBBER KEY 的结构设计 .....	36
10.1 RUBBER KEY 与 CASE HOL的关系 .....	36
10.2. CONTACT RUBBER设计要求 .....	36
10.3 RUBBER KEY的拉出强度测试 .....	42
10.4 RUBBER KEY 固定方式 .....	43
10.5 RUBBER KEY 联动问题 .....	43
10.6 长形按键 ( ENTER KEY) 顶面硬度问题 .....	44
1-11. METAL DOME 和 MYLAR DOM的设计 .....	44
1-12 超薄 P+R按键 .....	45
1-13 镜片 (LENS)的通用材料 .....	46
1-14 触摸屏与塑胶面壳配合位置的设计 .....	54
1-15 LCD 的结构设计 .....	56
15.1 LCD 、 DG视觉问题 .....	56
15.2 DISPLAY PANEL DG(FILTER) 设计 .....	59
1-16 超声波结构设计 .....	62
1-17 电池箱的相关结构设计 .....	63
17.1 干电池箱设计基本守则 .....	64
17.2 各类干电池的规格如图示 .....	65
17.3 电池门设计基本守则 .....	68
17.4 纽扣电池结构设计 .....	71
17.5 诺基亚电池型号 .....	81
1-18 滑钮设计 .....	82
1-19 下盖脚垫的设计 .....	95
第二章 钣金件的结构设计 .....	96
2-1 钣金材质概述 .....	96
2-2 钣金件结构设计请参照钣金件设计规范 .....	98
第三章 PCB 的相关设计 .....	98
3-1.PCB 简介 .....	98
3-2.PCB 上的结构孔 .....	98
3-3.PCB 的工艺孔 ,块设计 .....	99
3-4. PCB 的经济尺寸设计 .....	100
第四章 电声部品选型及音腔结构设计 .....	102
4-1. 声音的主观评价 .....	102
4-2. 手机铃声的影响因素 .....	103
4-3. Speaker 的选型原则 .....	103
4-4. 手机 Speaker 音腔性能设计 .....	104
4-5. 手机 Speaker 音腔结构设计需注意的重要事项 .....	111
4-6. 手机用 Receiver 简介、选择原则及其结构设计 .....	111
4-7. Speaker/Receiver 二合一一体声腔及其结构设计 .....	112
4-8. 手机用 MIC 结构设计 .....	113

4-9. 迷你型音箱的结构设计 (喇叭直径: 25-45mm)	113
第五章 散热件的结构设计	114
5-1、热设计概述	114
5-2、电子产品的热设计	114
5-3、散热器及其安装	115
第六章 防水结构设计	117
6-1 防水等级	117
6-2 IPXX 等级中关于防水实验的规定	118
6-3 防水产品的一般思路	121
6-4 电池门防水	123
6-5 按键位防水	124
6-6 引出线部分防水	125
6-7. 超声波 (有双超声线的)	127
6-8 O-Ring 或 I-Ring 防水	128
6-9 螺丝防水	128
第七章 整机的防腐蚀设计	129
7-1、防潮设计的原则	129
7-2、防霉设计的原则:	130
7-3、防盐雾设计的原则:	130
第八章 电磁兼容类产品结构设计 (EMC)	130
8-1 电磁兼容性概述	130
8-2 电子设备结构设计中常见的电磁干扰方式	131
8-3 电磁兼容设计的主要方法有屏蔽、滤波、接地	132
8-4 搭接技术	133
8-5 防干扰设计的实施细则	134
第九章 防震产品结构设计	137
9-1 防震范围	137
9-2 IK 代码的特征数字及其定义	138
9-3 一般试验要求	138
9.4 对机械碰撞防护试验的验证	139
9-5 防震内容	139
9-5 防震结构	140
第十章 电子产品检测设计标准	140
10-1 表面工艺测试	140
1.1. 附着力测试	140
1.2. 耐磨性测试	140
1.3. 耐醇性测试	141
1.4. 硬度测试	141
1.5. 耐化妆品测试	141
1.6. 耐手汗测试	141
1.7. 高低温存储试验	142
1.8. 恒温恒湿试验	142
1.9. 温度冲击试验	142
1.10. 膜厚测试	142
10-2 跌落试验	143
10-3 振动试验	144
10-4 高低温测试	144

第十一章 电子产品电气 连接方式 .....	144
第十一章 电子产品包装设计标准 .....	151

## 电子产品结构概述

信息科技、电子技术的迅猛的发展，电子市场的竞争越来越激烈。产品的质量、产品的开发周期、产品的上市周期越来越受到各产品开发商的重视。各产品开发商都争取在最短的时间内开发出功能、性能满足客户需求的产品，并在最短的时间内将产品上市。否则，就可能被市场残酷的淘汰。在这种情况下，"电子产品的开发流程"的建立、完善、优化，并使产品开发流程能够起到保证产品功能、性能的情况下缩短产品开发周期，成为各产品开发商高层需要重点考虑的问题。

电子产品的结构设计，主要任务是为电路提供一个保护外壳，是相对比较简单的一种机械设计，但是它也有自身的特殊要求：电磁屏蔽、便于操作、容易安装与拆卸、使外形具有商品的时代感等。在电子产品中，安装了电子元器件及机械零、部件，使产品成为一个整体称为电子产品的结构系统。结构设计在电子产品设计中有着举足轻重的地位，合理的结构设计，可以缩短开发周期，节省成本，工作可靠、性能稳定，有利于批量生产等。

随着电子产品范围的不断扩大，其功能日趋复杂，结果是产品的组件数目、体积、重量、耗电量和成本增加了，而可靠性却在下降。解决这个问题的主要方法就是在产品中大量采用集成电路、功能集成件和系统功能集成件，这就导致电子设备结构的变革，使产品组装电路的结构微型化，产品结构进一步组合化。

# 第一章 塑胶零件结构设计

## 1-1、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-3Q。
- 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 100mm<sup>2</sup>。
- 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。

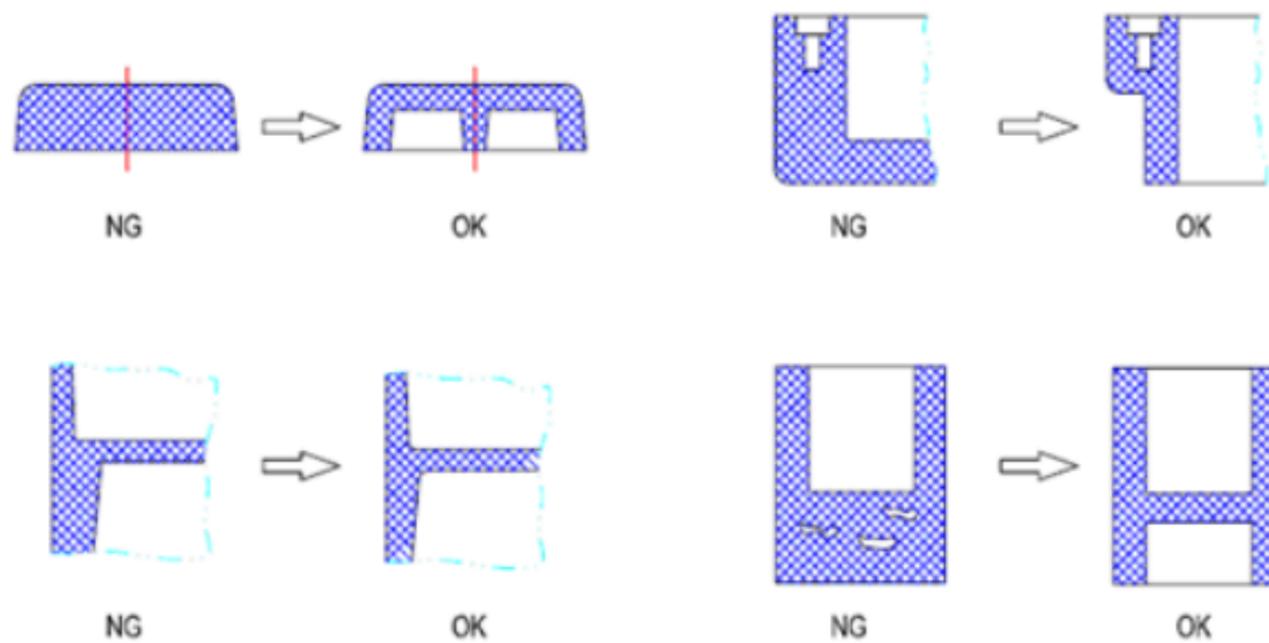
塑料料制品的最小壁厚及常用壁厚推荐值 (单位 mm)

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

材料名称 (图纸材料标注)	通用级 ABS	阻燃级ABS	阻燃耐候 ABS	耐热级 ABS	阻燃级 ABS+PC合金	阻燃PC	透明 PC	PMMA	PA66+25% 玻纤	PA66	阻燃 PA66
性能简介	普通ABS	阻燃V0级,热变形温度和软化点较低	阻燃V0级,热变形温度较高,耐候	阻燃V0级,耐高温	阻燃V0级,综合性能好	阻燃V0级不透明	透明		阻燃V0级		阻燃V0级
材料牌号	三星 SD-0150	三星 VH-0815	三星VE- 0860T	三星 SR- 0330M	三星 NH- 1000T		拜尔 PC 2805			首诺 PA66 21SPC	东丽 CM30 04
	奇美 PA-757	奇美PA- 765A		奇美 PA- 777D	奇美 PC-540	奇美 PC- 110N	奇美 PC- 110	奇美 CM- 205		杜邦 PA66 101L	杜邦 PA66- FR50
	金发 HP-126	金发 HF-606	金发 FW-620		金发 JH960 6100	金发 JH830			金发 PA66- RG251		
	GE GPM5500	GE FR15		GE X17		GE EXL9330			GE RF 1005Z250		

### 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。



## 1-2 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  $0.2^\circ$  至数度间变化，视周围条件而定，一般以  $0.5^\circ$  至  $1^\circ$  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。

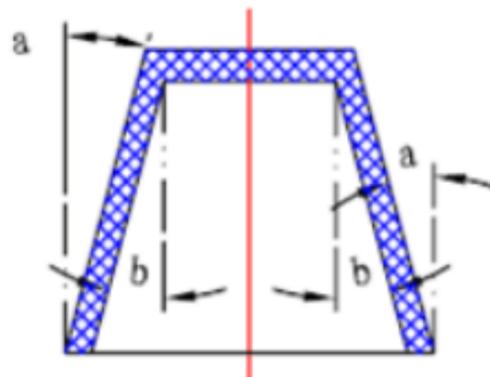


图 1-1

- 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  $3^\circ$ ，ABS及PC料脱模斜度应大于  $2^\circ$ 。
- 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列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  $3^\circ$ ，122的纹路脱模斜度一般取  $5^\circ$ 。
- 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  $3^\circ$ 。
- k. 除外壳面外，壳体其余特征的脱模斜度以  $1^\circ$  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  $0.5^\circ$ ，3~5mm取  $1^\circ$ ，其余取  $1.5^\circ$ ；低于3mm高的腔体的脱模斜度取  $0.5^\circ$ ，3~5mm取  $1^\circ$ ，其余取  $1.5^\circ$ 。

## 2.2 常规斜度举例

### a. 下盖 BOSS的斜度

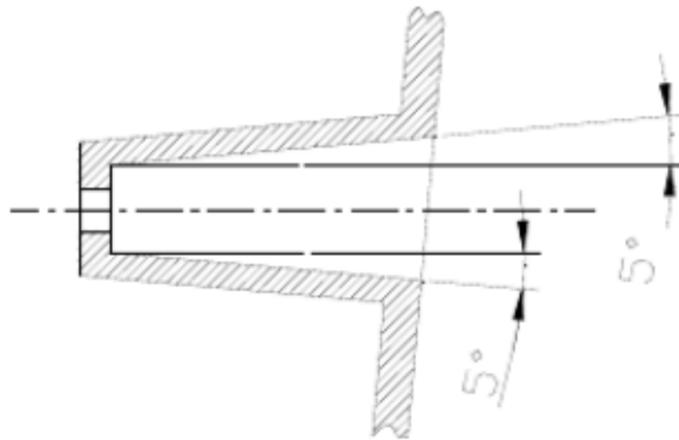


图1-1-12

- b. 当外形线在  $87^\circ$  线之外时，产品外形脱模不好，要求修正。

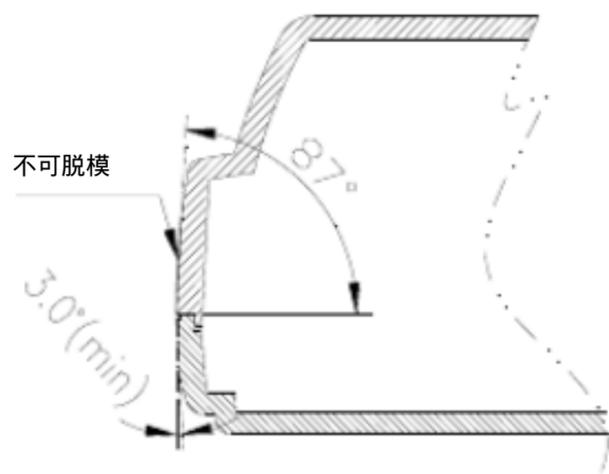


图1-1-12

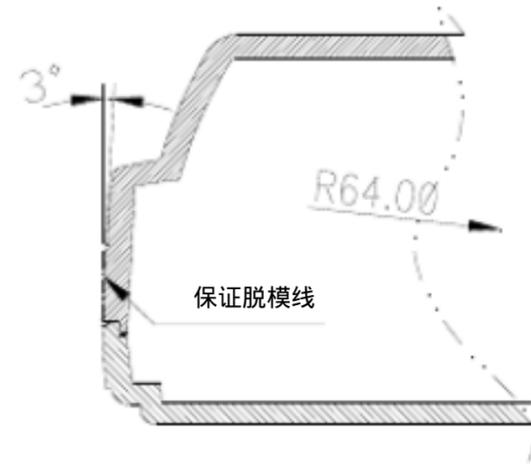


图1-1-12

### c. 按键周边的脱模斜度

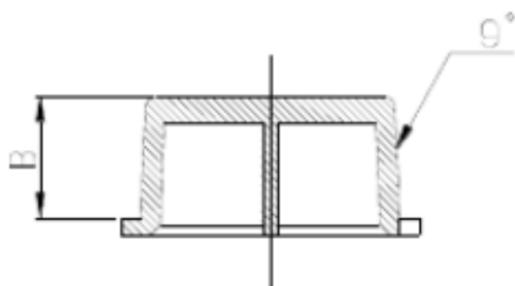


图1-1-12

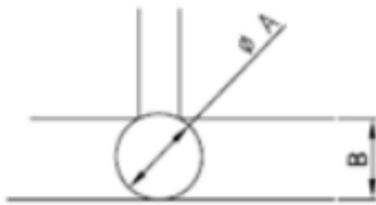
条件限制	脱模斜度 $g^\circ$
按键较高, (常 $B > $ )	$2^\circ \sim 3^\circ$
周边要咬花纹	$2^\circ \sim 3^\circ$
周边不咬花, 且按键不高	$1^\circ$

## 1-3、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。

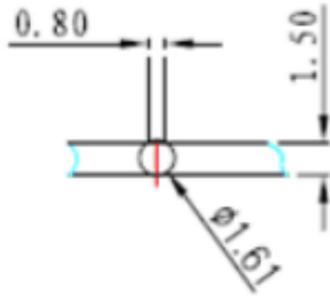
为了增加塑件的强度和刚性, 宁可增加加强筋的数量, 而不增加其壁厚。

### 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。

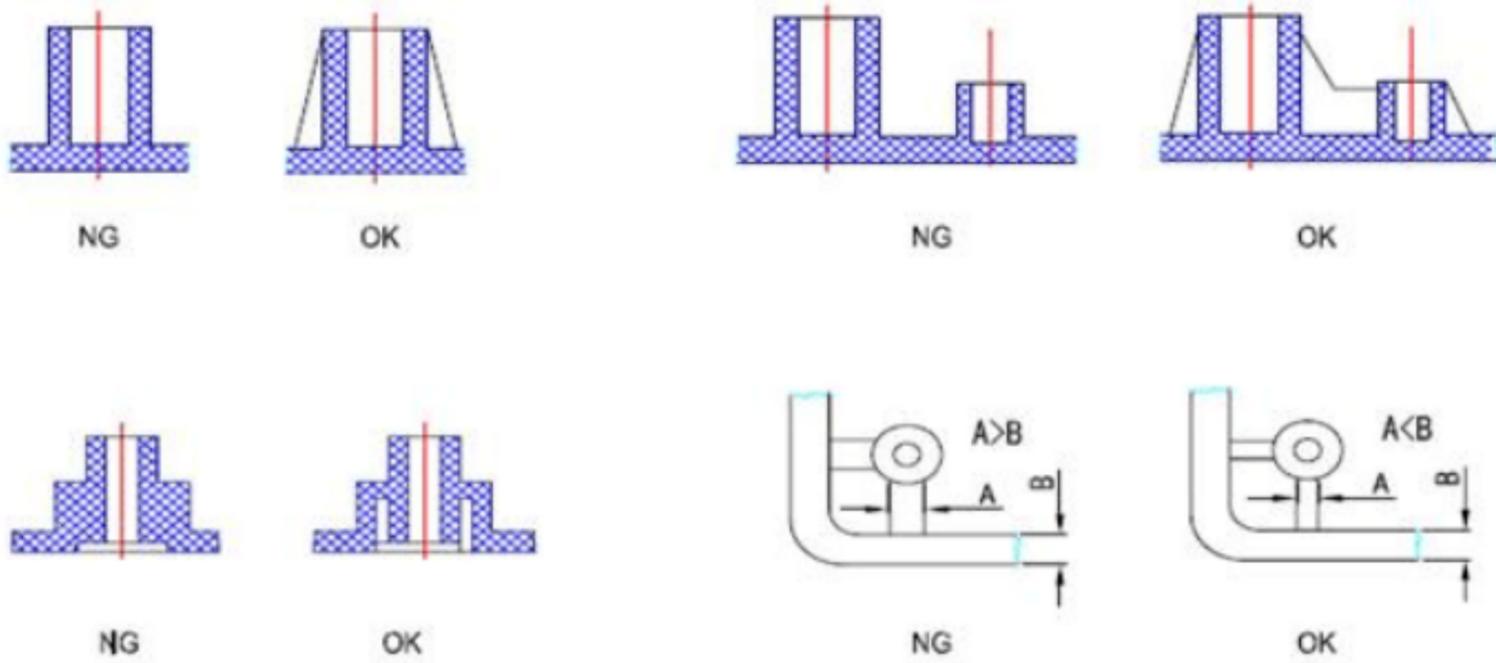
举例说明：



分析:

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

### 3.2、加强筋设计实例



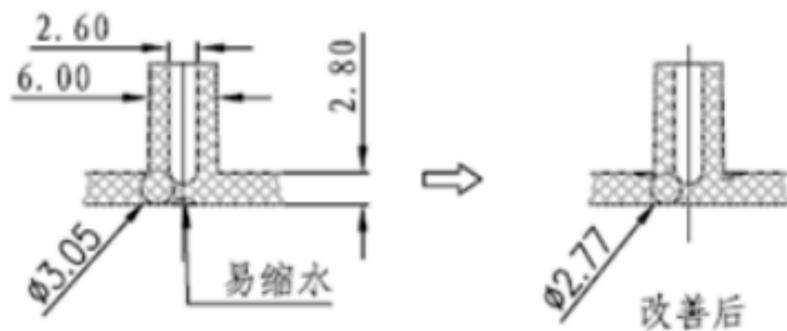
## 1-4、柱和孔的问题

### 4.1、柱子的问题

a. 设计柱子时，应考虑胶位是否会缩水。

b. 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。



分析:

$$\frac{3.05-2.80}{2.80} \times 100\% = 8.9\% > 8.0\%$$

图 4-1



图 4-2

#### 4.2、孔的问题

- a. 孔与孔之间的距离，一般应取孔径的 2 倍以上。
- b. 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。
- c. 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

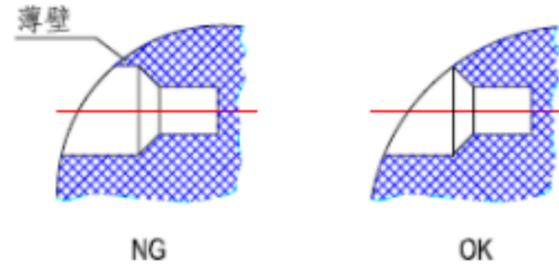


图 4-4

#### 4.3、“减胶”的问题

减胶处应做斜角过渡或大圆弧过渡，斜度不小于 30 度。

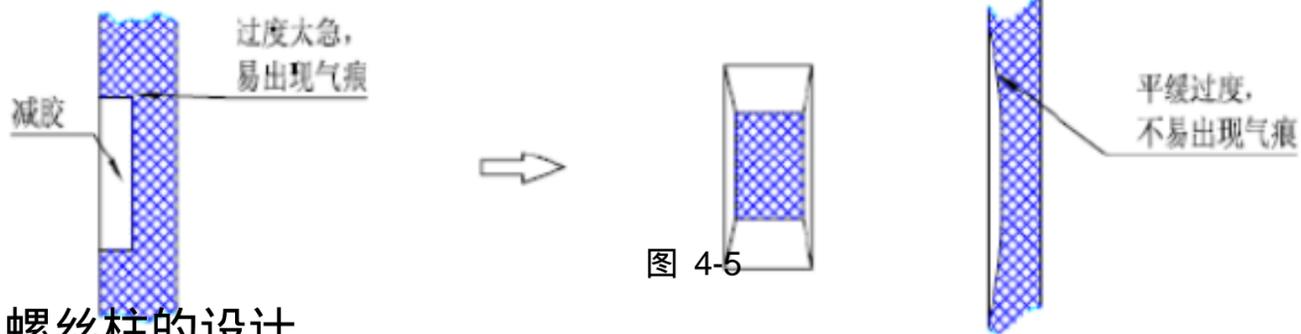


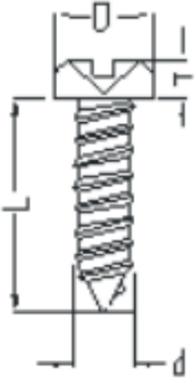
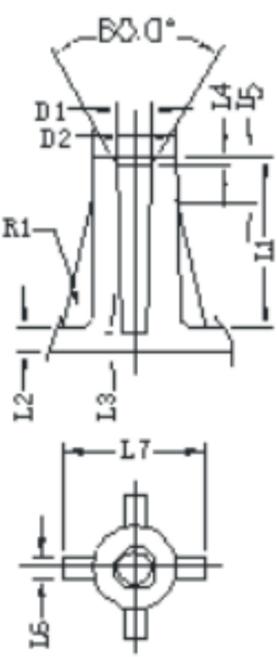
图 4-5

### 1-5 螺丝及螺丝柱的设计

#### 5.1 公司常用塑胶螺丝规格及相应螺丝柱设计

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。

公司常用塑胶螺丝规格及相应螺丝柱设计

常用螺丝规格		单位: mm				
项目	直径 d	φ 2.0	φ 2.3	φ 2.6	φ 3.0	φ 3.5
		直径 d 公差	±0.03	±0.03	±0.03	±0.05
牙数/Inch		32	32	28	24	24
牙距		0.79	0.79	0.907	1.058	1.058
常用长度 L		4~10	4~12	5~15	5~15	5~18
扭力要求		2.5Kg	2.5Kg	3.5Kg	5.0Kg	5.0Kg
常用螺丝柱设计						
	内径 D1	尺寸详情见《胶件螺孔设计尺寸一般要求》				
	外径 D2	φ 4.20	φ 4.50	φ 5.00	φ 5.50	φ 6.00
	高度 L1	4.5-10.5	4.5-12.5	5.5-15.5	5.5-15.5	5.5-18.5
	常用壁厚 L2	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
	斜位 L3	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
	倒角 L4 (60°)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	槽位高度 L5	3.0-5.0	3.0-5.0	3.0-5.0	3.0-5.0	3.0-5.0
	槽位宽度 L6	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00
	槽位宽度 L7	9.00	9.0	10.0	10.0	11.0

## 5.2 用于自攻螺丝的螺丝柱的设计原则

1. 如成品是以支柱收紧螺丝的时候，在成品的上壳身必须要有支柱套来作定位之用。
2. 跟据一般的安全规格标准，螺丝头必须收藏于不能触摸的位置，所以高度必须有 2.5mm 或以上
3. 以及，因为加上支柱套后会有 Shape edge 的关系，所以在每一个支柱套上壳收螺丝的地方，必须加上 R1.0 或以上的 round fillet。
4. 为方便生产装配时的导入，所以在每一个支柱套的底部都可以不多不少的加上 Chamfer 作导入之用。
5. 而且因为定位的关系，在支柱套底部必须要有至少 1mm 的深度来收藏支柱。
3. BOSS 柱高度、壁厚、孔径要适当，防止塑胶外观面缩水；
7. BOSS 柱应有足够的强度，防止断裂及变形。

## BOSS (空心柱)

### (1) 尺寸设计要点

A), 对于镶嵌铜螺母的 BOSS 柱

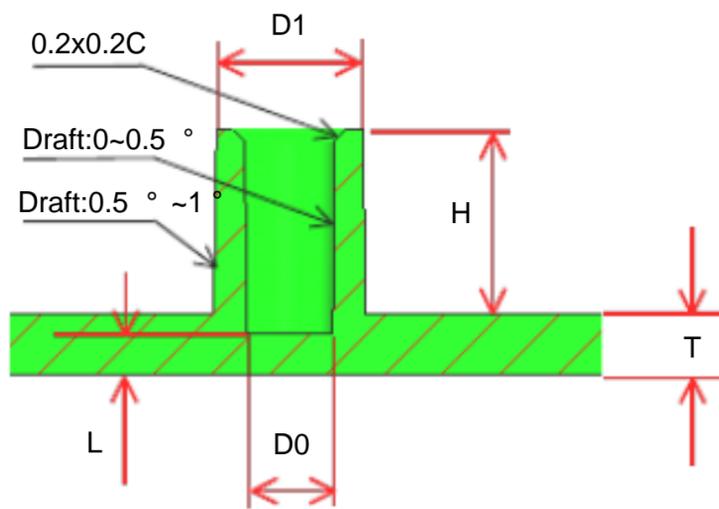
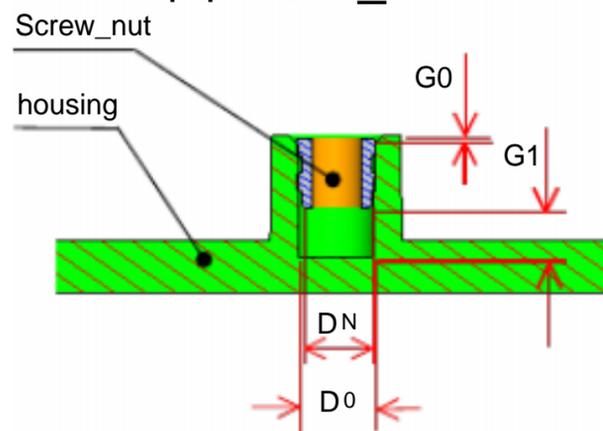


图 boss\_01



如图 boss\_01 和图 boss\_02 所示, 对于镶嵌铜螺母 (热熔, 超声) 的 BOSS 柱, 确定 BOSS 柱的内孔  $D_0$ , 外孔  $D_1$  和铜螺母与 BOSS 柱上下两端的间隙  $G_0, G_1$  很重要。

$$D_0 = D_N + 0.05$$

$D_N$  :  (铜螺母) 下端导向之直径 ;

$$D_1 = D_0 + 2 * (0.6T)$$

其中数值  $(0.6T)$  是保证铜螺母热熔时 BOSS 柱壁不破裂的最小壁厚 , 一般取  $0.6T$  为  $0.85 \sim 0.9\text{mm}$  ;

其中数值  $(0.6T)$  是保证铜螺母热熔时 BOSS 柱壁不破裂的最小壁厚 , 一般取  $0.6T$  为  $0.85 \sim 0.9\text{mm}$  ;

$$G_0 = 0.05\text{mm} \sim 0.1\text{mm} ;$$

$$G_1 = 0.5\text{mm} \quad (\text{视空间而定}) ;$$

$$L = 0.6 \sim 0.8T \quad (\text{此值一般是视空间和防缩水但反面不可有水印而设置}) ;$$

$$H = 2T \sim 5T, \quad (\text{视空间结构而定}) ;$$

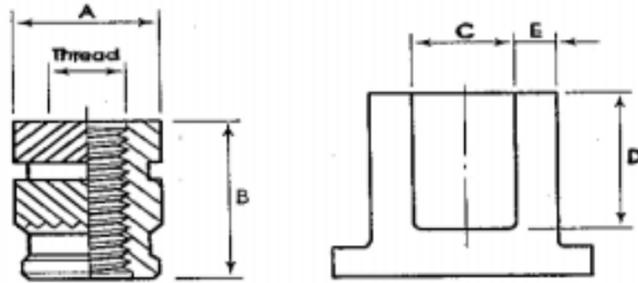
注意 : 1, 为了铜螺母热熔导向方便, 一般在 BOSS 柱上端内孔上做  $0.2 \times 0.2$  的导角 ;

2, BOSS 内孔拔模角不宜太大, 以防铜螺母紧固力不够, 一般取  $0.5$  度拔模角 ;

3, BOSS 外侧面拔模角取  $1.0$  度即可。

下图表单列出铜螺母以及塑胶壳对应的设计参考值。

## 螺母尺寸规格表



单位：mm

螺牙 Thread	外径 A	长度 B	塑胶孔径 (参考值)		塑胶最小厚度 E 仅供参考因塑料而异
			直径 C	深度 D	
			此为成型后下限值	视空间可略为缩短	
M1.4*0.3	2.3	1.8	2.0	2.8	0.8
		2.0		3.0	
		2.5		3.5	
		3.0		4.0	
M1.4*0.3	2.5	2.0	2.2	3.0	0.8
		2.5		3.5	
		3.0		4.0	
		3.5		4.5	

B), 对于不需要镶嵌铜螺母的 BOSS柱而言, 其主要用来定位、热熔固定、加强等等作用, 此时主要考虑的是其缩水和强度问题, 如图 boss\_01, 对此,

$$D_0 = d_0 + 0.1\text{mm}$$

$d_0$  为与  $D_0$  配合的 BOSS 柱 (或者实心圆柱) 外径;

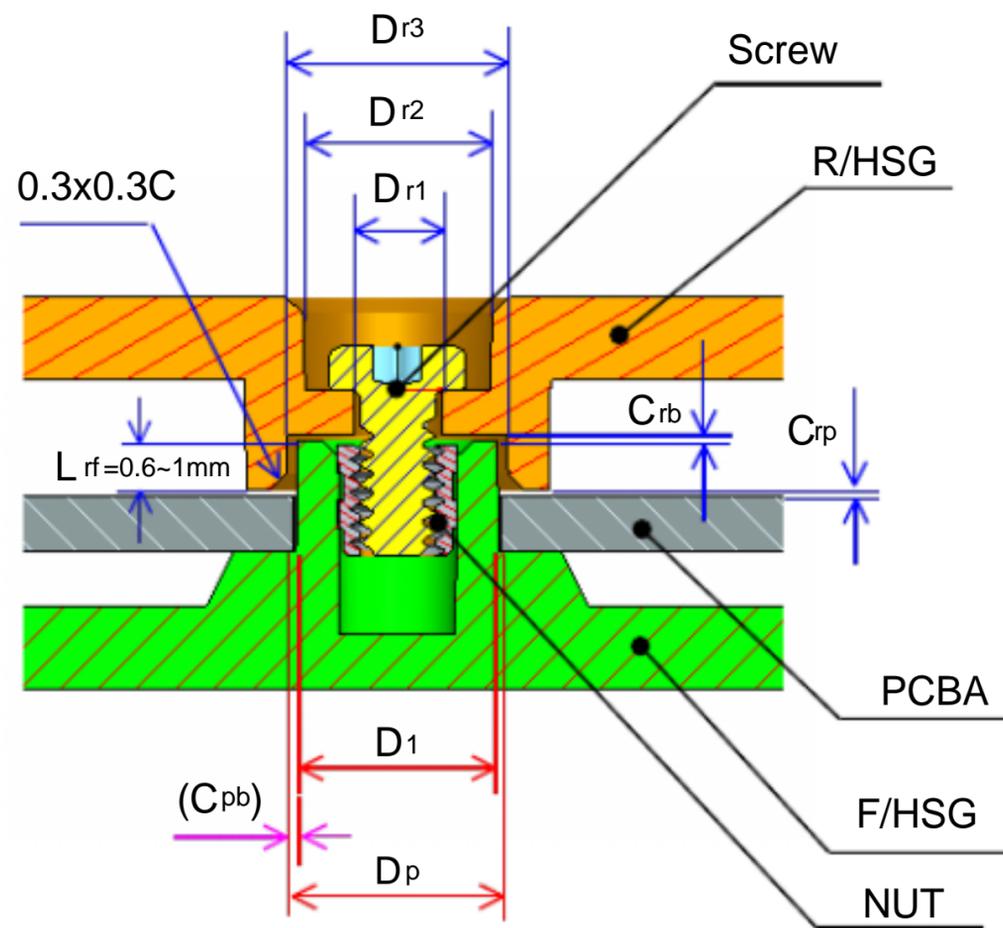
$$D_1 = D_0 + 2 * (0.4T \sim 0.6T)$$

其中数值 (0.4T~0.6T) 一般取 0.7mm;

$$H = 2T \sim 5T$$

一般 H 取 3T;

C), BOSS 螺丝锁合之配合



如上图 图 boss\_03 所示，一般在螺丝柱上对 PCBA 进行定位，在 BOSS 柱外周做 RIB 的上表面限位 PCBA 之 Z 轴方向，X 和 Y 轴方向可以利用 BOSS 柱外周做出小 RIB 之外周来定位。

$D_p = D_1 + X_c$  其中  $D_p$  : PCBA 通过 BOSS 柱的孔径 ;

$X_c$  : PCBA 与 BOSS 柱间隙，若 PCB 由此 BOSS 柱定位 X 和 Y 轴方向，则  $X_c$  取 0.1mm，即  $C_{pb} = 0.5 * X_c = 0.05mm$ ；若此 BOSS 不定位 X 和 Y 轴方向，则  $X_c$  取 0.3mm，即  $C_{pb} = 0.5 * X_c = 0.15mm$ ；

$$D_{r3} = D_1 + 0.2$$

$$C_{rp} = 0.1mm$$

$$C_{rb} = 0.1mm$$

$$D_{r1} = M_s + 0.3mm$$

$M_s$  : 表示螺丝螺牙公称直径 ;

$$D_{r2} = D_s + 0.5mm$$

$D_s$  : 表示螺丝帽公称直径 ;

$$L_{rf} = 0.6mm \sim 1.0mm$$

$L_{rf}$  : 表示螺丝 BOSS 配合距离 ;

为了使上下壳 BOSS 柱配合时顺利，一般应该在 R/HSG 上做出 0.3x0.3C 的倒角。

## (2) , BOSS 柱防缩水的一般结构及说明

如图，图 boss\_04 所示，一般在 BOSS 柱表面可能缩水的地方做“火山口”。

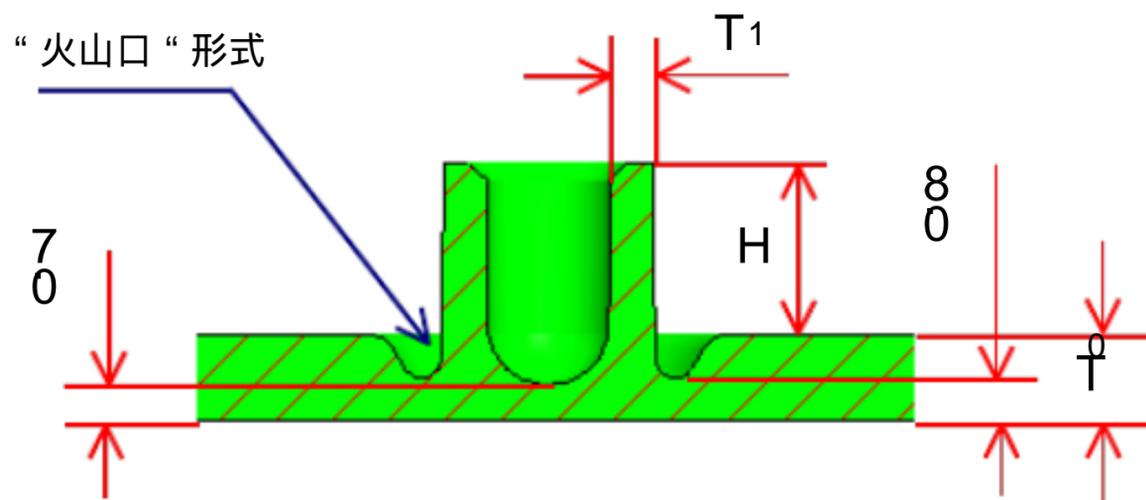


图 boss\_04

当  $T_1 = 0.8 T_0$  ,  $H = 5 T_0$  时, 上图的“火山口”防缩水形式是很有效的, 具体的尺寸及细部形状一般由模具厂商根据经验确定。

(3), BOSS 柱强度加强的一般结构及说明

如图 图 boss\_05, 所示, 对于比较高的 BOSS 柱, 即  $H = 5T$ , 一般采用在 BOSS 柱加 4 个三角形 RIB 的结构来加强 BOSS 柱, 如图 图 boss\_06 所示, RIB 的宽度  $W = 0.4T \sim 0.6T$  (一般取 0.7mm 宽度即可),  $H_c = 0.5mm \sim 1.0mm$ , (一般根据空间结构而定, 建议 RIB 不要与 BOSS 上表面平)。

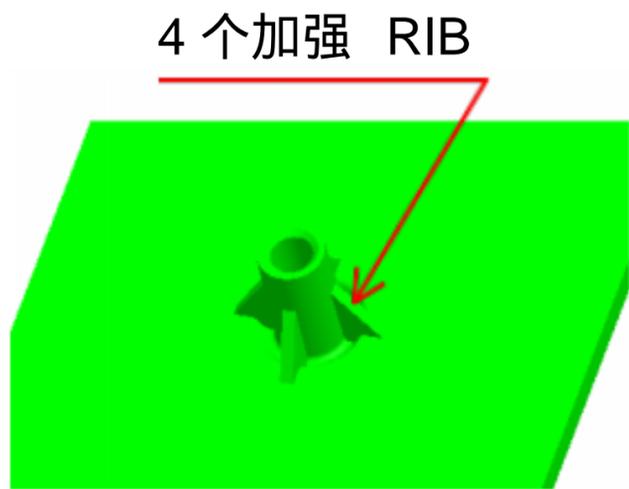


图 boss\_05

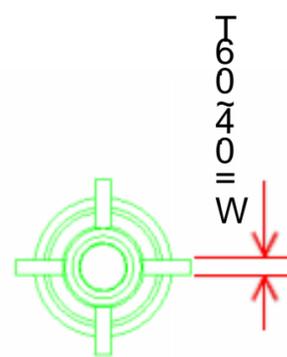
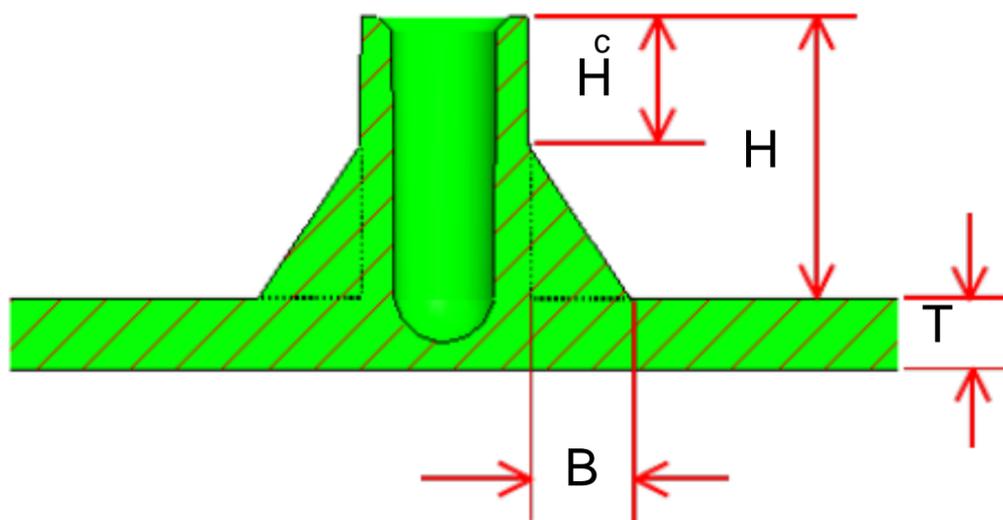


图 boss\_06



$H = 5T$  ;  
 $H_c = 0.5 \sim 1.0$  ;  
 $B = 1.5T \sim 4T$  , (一般取  $B = 2T$ ) ;  
 $W = 0.4T \sim 0.6T$  , (一般取  $W = 0.7\text{mm}$ ) ;  
 $\text{Draft} = 0.5^\circ \sim 1.5^\circ$

图 boss\_07

用于自攻螺丝的螺丝柱的设计原则 请参照表 5-2、表 5-3 所示设计；两壳体螺柱面之间距离间隙取 0.1mm。

### 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	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	1.90	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.20	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.40	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.50	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.90	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$
PC	1.70	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.00	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.30	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.40	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.60	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	3.00	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$
POM	1.60	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	1.80	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.10	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.30	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.40	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.80	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0 \end{smallmatrix}$
PA	1.60	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	1.80	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.10	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.30	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.40	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.80	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0 \end{smallmatrix}$
PP					2.00	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.20	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.30	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.70	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0 \end{smallmatrix}$
PC+ABS	1.70	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.00	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.30	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	2.40	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0 \end{smallmatrix}$	2.60	$\begin{smallmatrix} +0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	3.00	$\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$

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

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

#### 5.5 螺丝分类 ( CLASSIFICATIONS OF SCREW)

5.1 机器螺丝：其外螺纹与对应之内螺纹施合使用。

5.2 自攻螺丝：只有外螺纹一种形式，螺丝自身具有较高的硬度，在主体制件的成型孔没有螺纹的

情况下装配时自攻成螺丝。

5.3 生产标准：美国(ANSI)、国际(ISO)、日本(JIS)、德国(DIN)、英国(BSW)、中国(GB)。(非标准件可按客户要求生产 )

## 5.6 (1) 螺丝材料 ( SCREW MATERIAL)

螺丝材料可分为

6.1 铁(光)线—— 1010A(1018A)

6.2 退火线—— FIR

6.3 易车铁—— IR

6.4 铝线—— AL

6.5 青铜线—— CU

6.6 红铜线—— RU

6.6 黄铜线—— YU

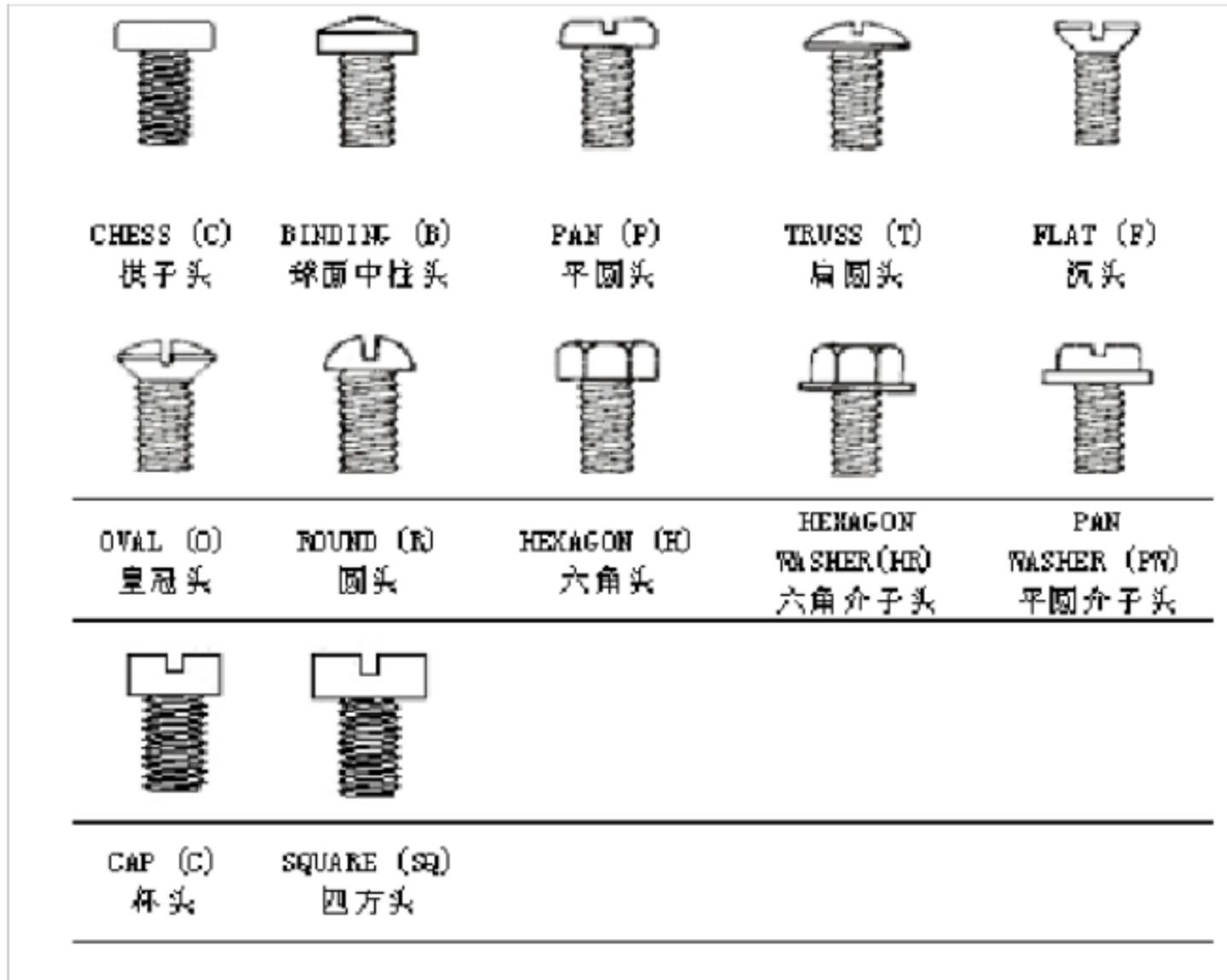
6.7 铈线—— ST

6.8 不锈钢线—— SS等。

## 5.6 (2) 常见表面处理代号 ( SURFACE FINISHINGS)

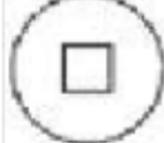
叻	彩锌	白锌	蓝锌	黑锌(克 锌)	煲黑(克)
NI	CZ	WZ	UZ	BZ	BK
黑叻(克 叻)	哑叻(暗 叻)	电金	电银	电铬	除油
BI	YI	SG	SI	SR	CL
加硬	本色	过叻架	红铜底	红铜底电 叻	红铜底电 彩
HA	NP	N	P	PNI	PCZ
青铜	红铜	古铜	红古铜		
BE	BS	BR	BSR		

### 5.7 螺丝头型 ( SCREW TYPES OF HEAD)

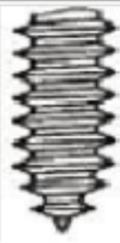
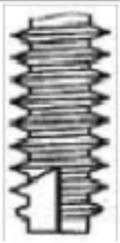


### 5.8 螺丝槽型 ( SCREW TYPES OF DRIVE INSERT)

SLOTTED (-) 一字槽	PHILLIPS RECESS (+) 十字槽	PHILLIPS RECESS (+) 安全十字槽	HEXAGON SOCKED (HS) 内六角	HEXAGON INDENTED (HIN) 凹穴六角
SOLID (SO)	SLOTTED&SQUARE TORQ-SET	TAMPER TORX	TORX (TX)	

无槽实心	SOCKED (SLSQ) 一字/方插口	TRI-WING (TW) 三翼或风 车槽	RESISTAN (TTX) 梅花带针槽	梅花槽
				
SLOTTED&PHILIP COMBINATION (±) 一字/十字	TRIANGLE DRIVE (TR) 三角槽	H DRIVE (H) 工字槽	SPECIAL CROSS RECESS(Z) 米字槽	SQUARE SOCKED(SQS) 内方插口

5.9 螺丝牙型种类 ( SCREW TOOTH TYPES)

				
TYTE A 钢牙或铁板 牙	TYPE AB 钢牙或铁板牙	TYPE B 钢牙或铁板牙	TYPE T 钢牙或铁板牙	TYPE U 麻花牙
				
TYPE SS 双牙或双丝 牙	TYPE J 束尾牙	TYPE HL 高低牙	TYPE C 梳牙	TYPE Y 菠萝牙或花牙
				
TYPE W 搓花钉或网花 牙				

1-6、止口的设计

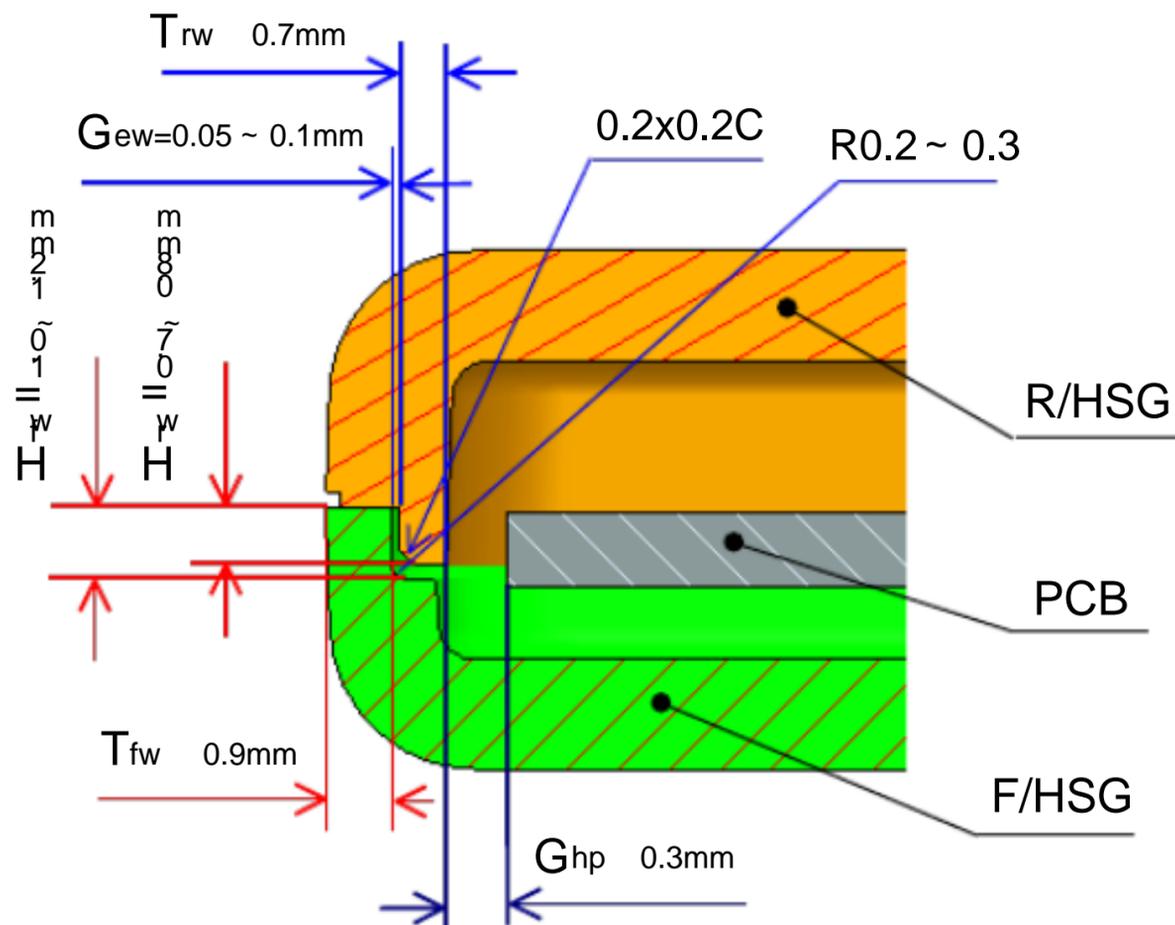
6.1、止口的作用

- 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  $>3\sim 5^\circ$  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、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



塑胶零件止口的常见形式及间隙取法

如上图 图 wall\_01 所示，对于上下壳静电墙，其有效配合深度要在 0.8mm 左右，并且要有足够的塑胶壁厚以保证其强度及表面不出现喷漆缺陷。

- $T_{fw}=0.9\sim 1.1\text{mm}$  (一般保证在 0.9mm 以上，视空间结构及壁厚适当调整) ；
- $T_{rw}=0.7\sim 1.0\text{mm}$  (一般保证在 0.7mm 以上，视空间结构及壁厚适当调整) ；
- $G_{ew}=0.05\sim 0.1\text{mm}$  (上下壳静电墙配合间隙，一般单边取 0.1mm 为宜) ；
- $H_{fw}=1.0\sim 1.2\text{mm}$  (一般取 1.0mm 以上，以保证配合深度在 0.8mm 以上) ；
- $H_{rw}=0.7\sim 0.8\text{mm}$  (建议取 0.8mm ~ 1.0mm，根据  $H_{fw}$  之值，保证垂直方向上有 0.3mm 以上安全间隙，以满足配合深度在 0.8mm 以上) ；
- $G_{hp} 0.3\text{mm}$  (注意： $G_{hp}$  为塑胶壳内壁到 PCB 边缘之间隙，一般要保证在 0.3mm 以上，对于在上下壳边缘有卡勾存在的位置处，还要留出卡勾卡合时的变形长度，即  $G_{hp} 0.3 + L$  【卡勾变形】) ；

为了便于装配，一般在 R/HSG 凸缘上做 0.2x0.2 的倒角；为便于成型，一般在 F/HSG 静电墙配合内部凹槽上倒 R 角，一般取 R0.2~0.3,(要与 R/HSG 上的 C 角配合制作，以便满足上下 0.3mm 之间隙)

### 5. 拔模角及分模面分析

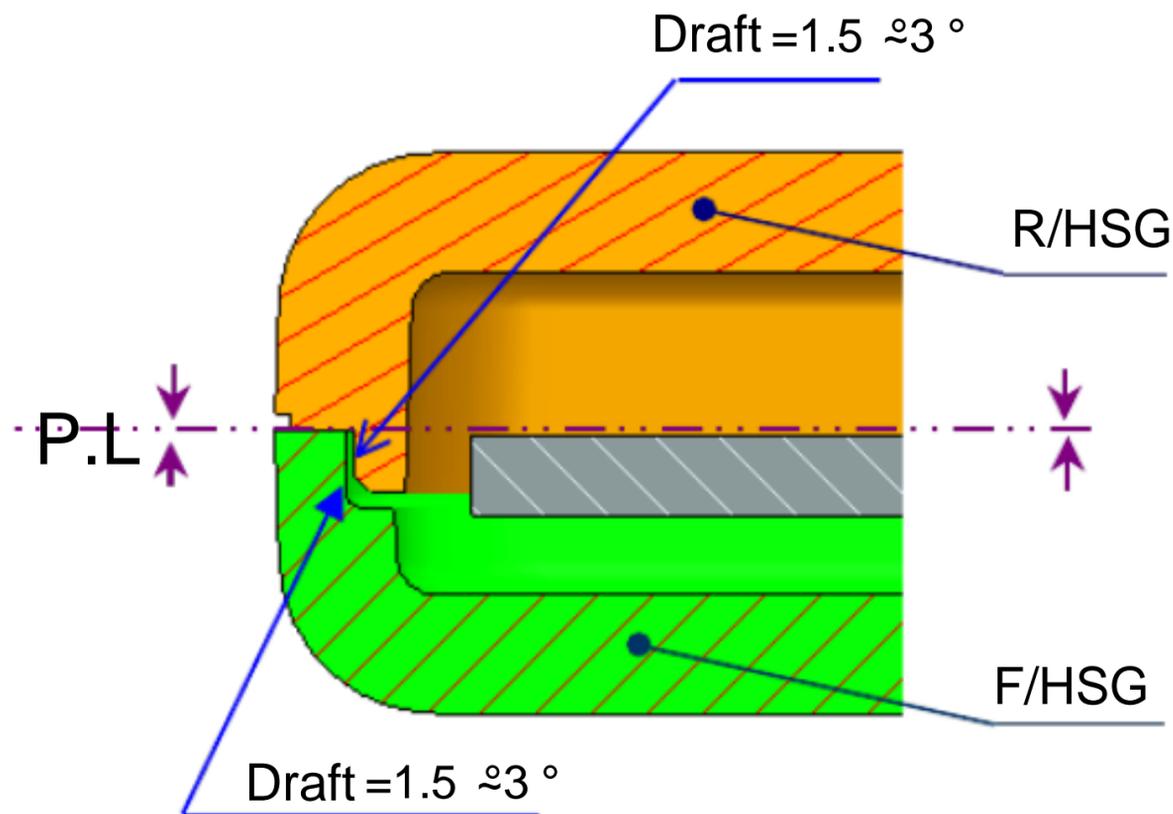


图 wall\_02

如图 图 wall\_02 所示，P.L 面所在位置，静电墙拔模角 Draft 一般取 1.5 ~ 3.0 ；F/HSG 和 R/HSG 之 Draft 拔模方向及大小和拔模基准面要一致，以保证配合间隙和配合面积。

### 6.3、面壳与底壳断差的要求

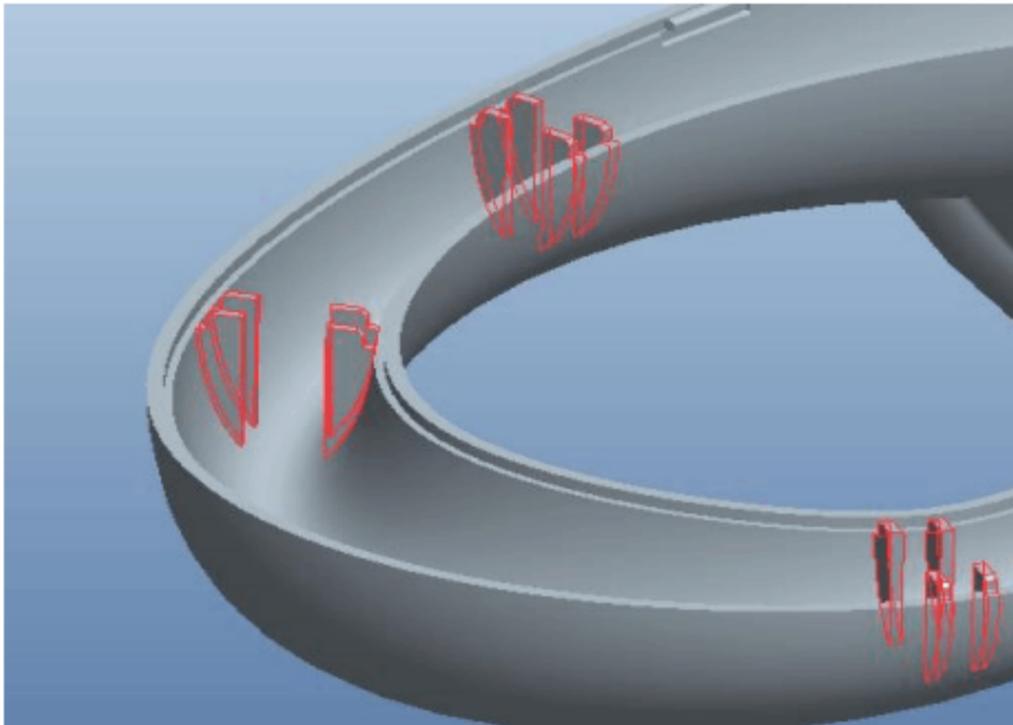
1. 装配后在止口位，如果面壳大于底壳，称之为面刮；底壳大于面壳，则称之为底刮，如图

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

2. 防止止口段差，可在底面壳的周边增加叉骨，以校正底面壳的段差问题。



## 1-7 常见卡钩设计

### 7.1 通常上盖设置跑滑块的卡钩，下盖设置跑斜顶卡钩

1. 扣位提供了一种不但方便快捷而且经济的产品装配方法，因为扣位的组合部份在生产成品的时候同时成型，装配时无须配合其它如螺丝、介子等紧锁配件，只要需组合的两边扣位互相配合扣上即可

2. 扣位的设计虽可有多种几何形状，但其操作原理大致相同：当两件零件扣上时，其中一件零件的勾形伸出部份被相接零件的凸缘部份推开，直至凸缘部份完结为止；及后，借着塑料的弹性，勾形伸出部份实时复位，其后面的凹槽亦即被相接零件凸缘部份嵌入，此倒扣位置立时形成互相扣着的状态。

3. 如以功能来区分，扣位的设计可分为成永久型和可拆卸型两种。永久型扣位的设计方便装上但不容易拆下，可拆卸型扣位的设计则装上、拆下均十分方便。其原理是可拆卸扣位的勾形伸出部份附有适当的导入角及导出角方便扣上及分离的动作，导入角及导出角的大小直接影响扣上及分离时所需的力度，永久型的扣位则只有导入角而没有导出角的设计，所以一经扣上，相接部份即形成自我锁上的状态，不

容易拆下

### 7.2 上下盖装饰线的选择

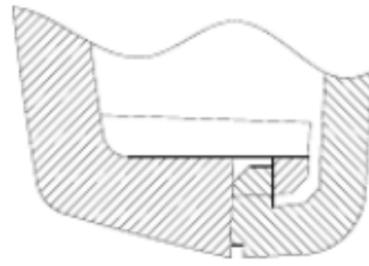
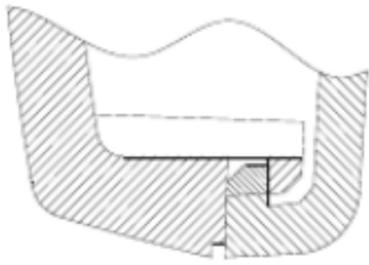


图1-1-12

当下盖空间足够时，  
装饰槽最好设置在上盖上

当下盖空间很小时，  
装饰槽便设置在下盖上

### 7.3 卡钩离机台的角不可太远，否则角会翘缝

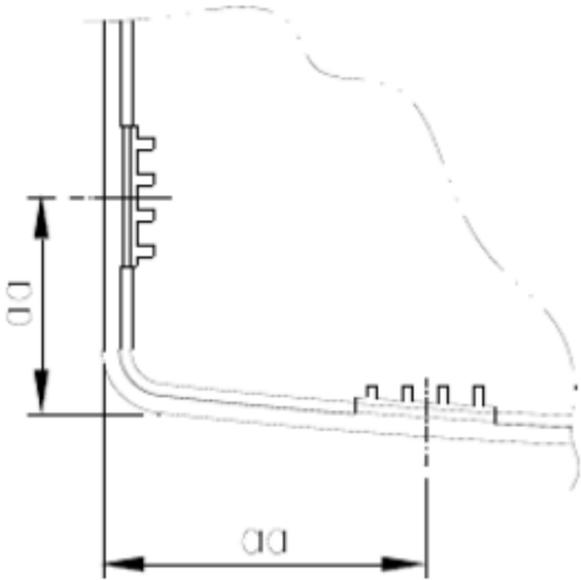


图1-1-12

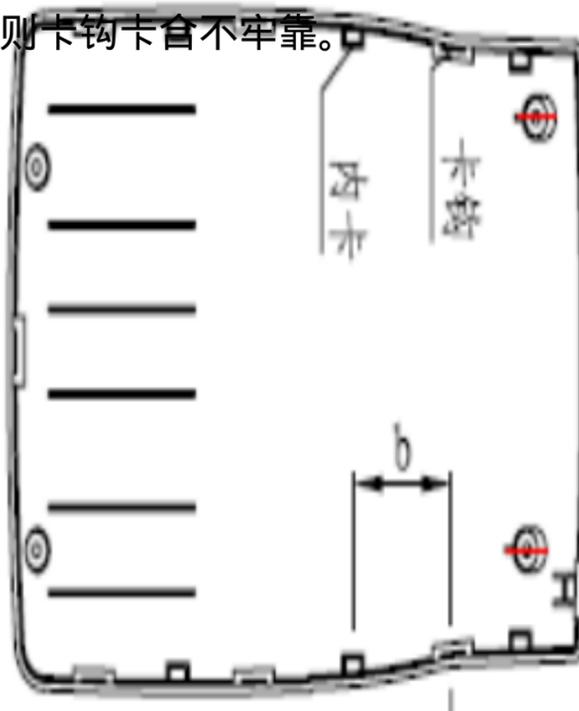
大机台 :  $aa < 25\text{mm}(\text{max})$ ;

小机台 :  $aa < 20\text{mm}(\text{max})$

### 7.4 卡钩间不可间隔太远，否则易开缝。

通常  $a = 100\text{mm}(\text{max})$

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



7.5 “ OPEN 标识偏中心的部品卡钩设计，如打印头盖

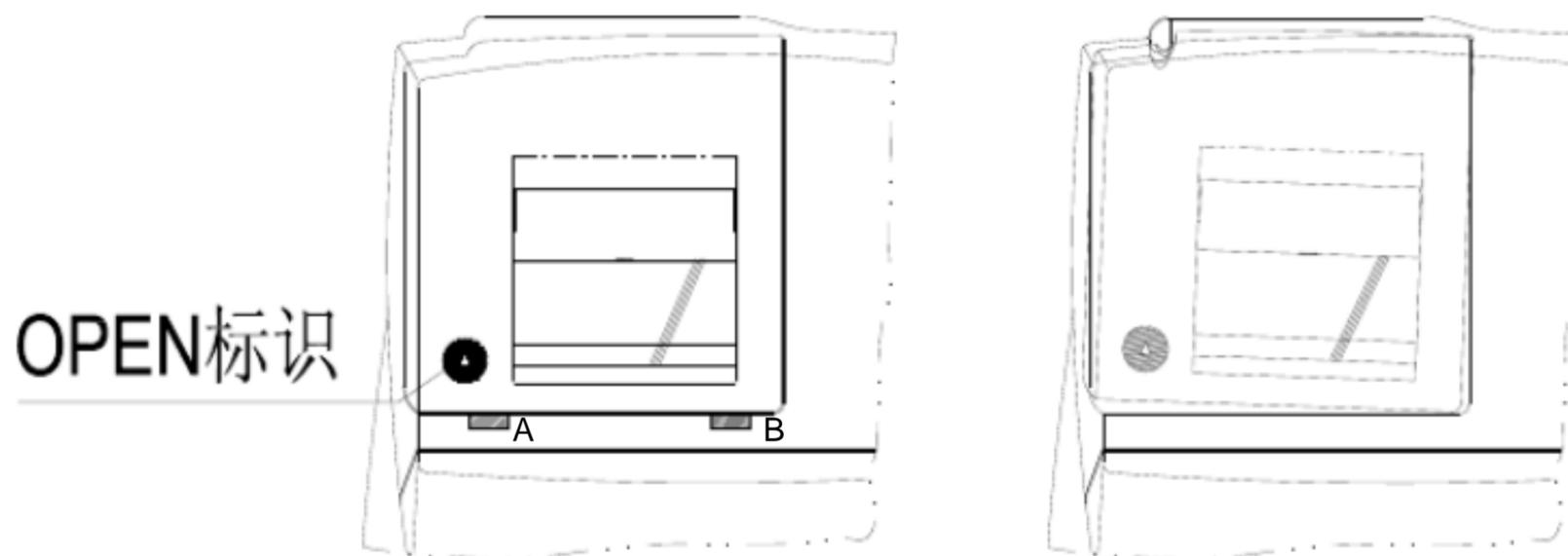


图1-1-12

如图 1-1-12 “ OPEN 不在卡钩 A, B 中间，当开启或关闭头盖时，两卡钩受力不一样，如卡钩的配合结构相同，则会出现如图 1-1-12 扭转的情况，为此将两卡钩设计成不一样，使其受力均匀。如图 1-1-13

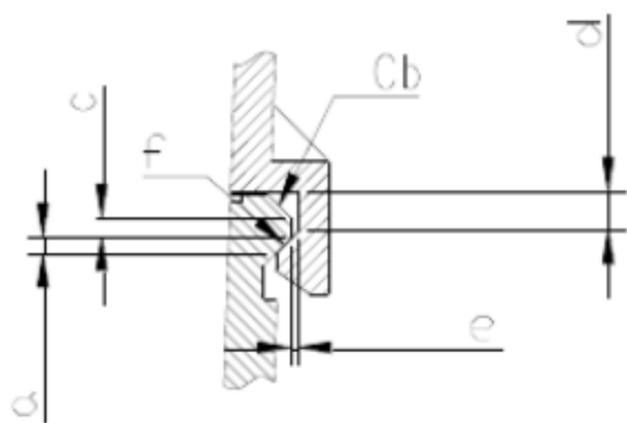


图1-1-13

	卡钩 A	卡钩 B
a	0.8	0.6
b	0.8	0.8
c	0.6~0.8	0.6~0.8
d	1.6(min)	1.6(min)
e	0.3~0.5	0.3~0.5
f	45°	25°

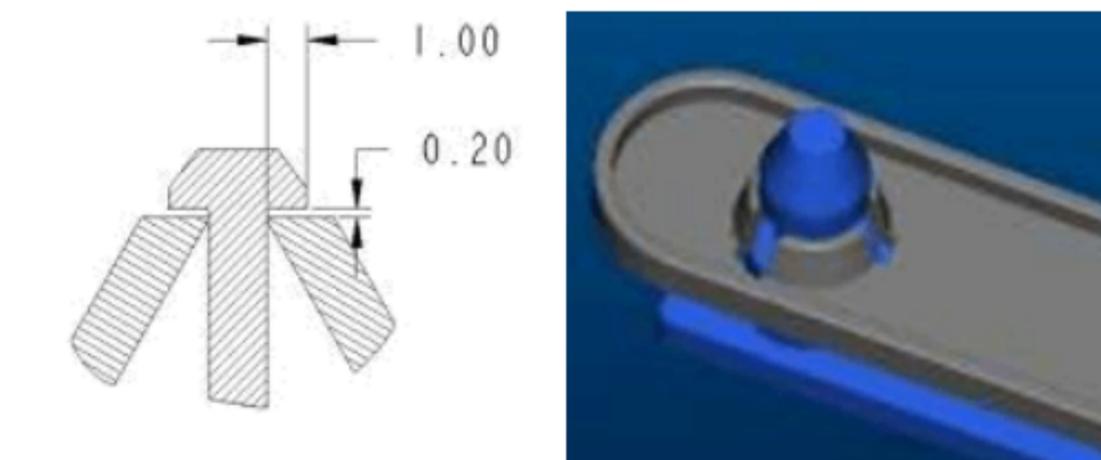
(

7.6 常见卡钩设计的尺寸关系

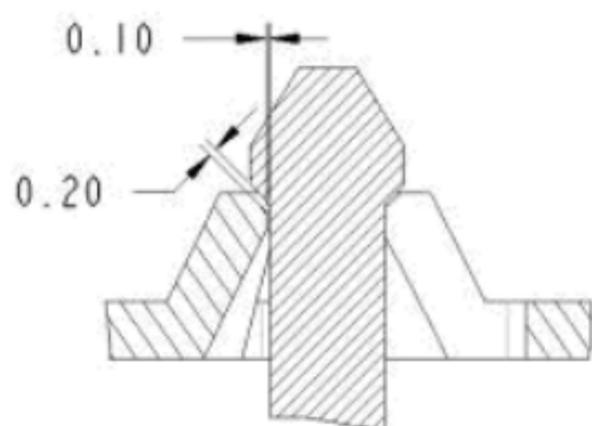
		尺寸数据 (单位: mm)	图示尺寸
上下盖卡钩	大机台	a=1.0 b=1.4 c=1.4 d=0.3 e=大于0.3 f=0.3 g=1 h=3.5 k=45° l=45° m=14 n=8 o=12 p=10	
	中机台	a=0.8 b=1.2 c=1.2 d=0.25 e=大于0.3 f=0.25 g=0.9 h=2.5 k=45° l=45° m=12 n=6.8 o=10.4 p=8.4	
	小机台	a=0.6 b=1.0 c=1.0 d=0.25 e=大于0.3 f=0.2 g=0.7 h=2.0 k=45° l=45° m=10 n=5.2 o=8.4 p=6.8	
电池盖卡钩	a=0.7 b=2.5 c=1.5 d=2.5 e=0.3~0.4 f=0.3~0.4 g=45° h= k= l= m=10 n=7 o=0.8 p=6		
显示面板卡钩	a=0.8 b=1.2 c=12(min) d=2.5 e=0.2~0.25 f= g=10°(min) h= k= l= m=10 n=8.0 o=0.9 p=8.0	应该有一定的角度,才能让卡钩入位顺畅。  * 主要靠上盖弹背变形  	
<p>* 以上数据仅作设计参考用,实际尺寸要结合实际结构决定。</p>			

## 7.7. 其它常用扣位设计

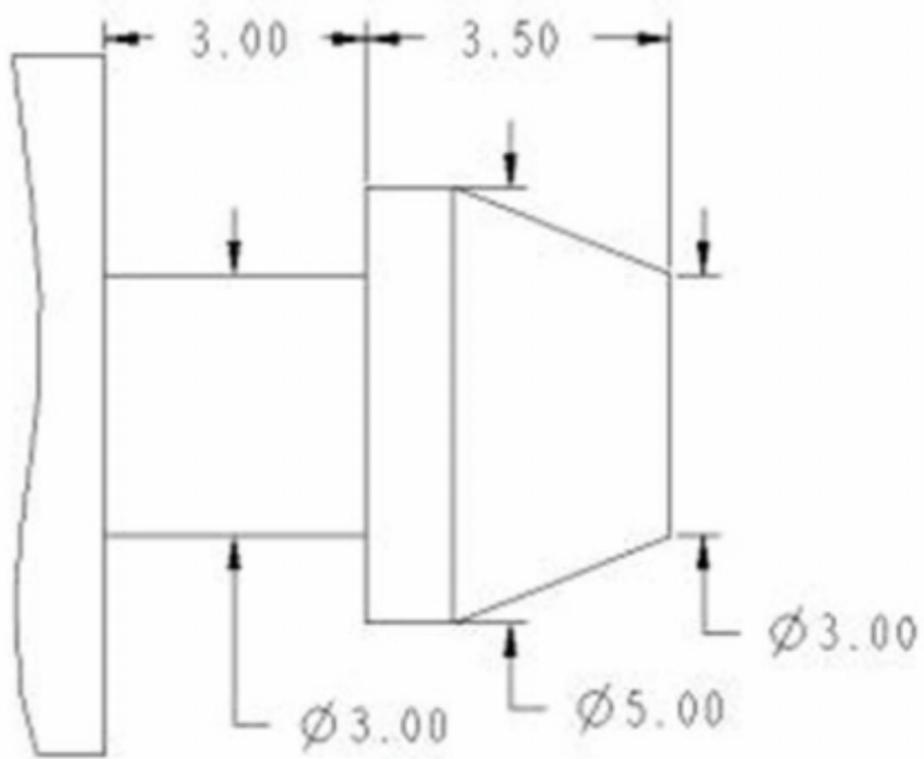
### 7.1.1 永久式三瓣爪



### 7.1.2 可拆卸式三瓣爪

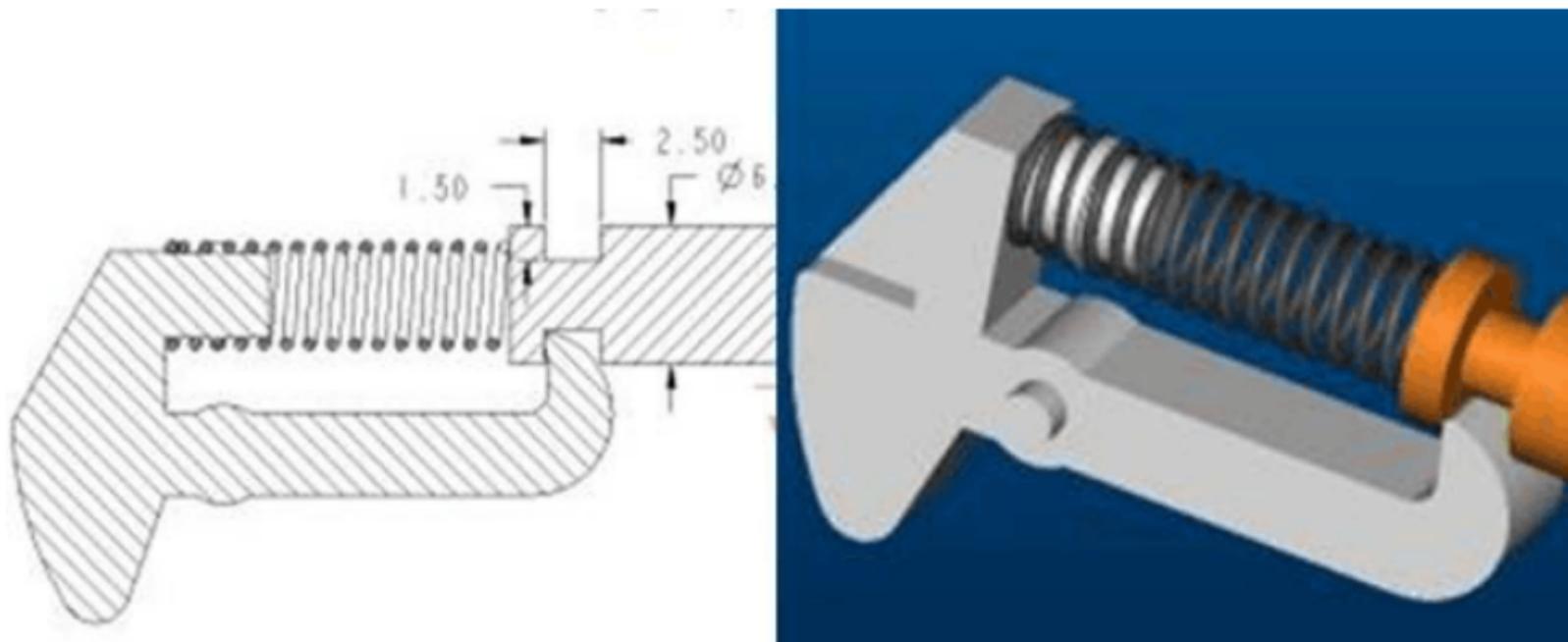


### 7.1.3 卡通公仔扣位设计 (冬菇头)



#### 7.1.4 玩具子弹扣位设计。

因为安全问题玩具子弹头的半圆不能少于  $R2$ ，而且为防止子弹自动弹出和扣位磨损的问题，所以子弹尾的凹坑必须有 1.0mm 的深度和在扣位的钩上加上一些倒扣位。



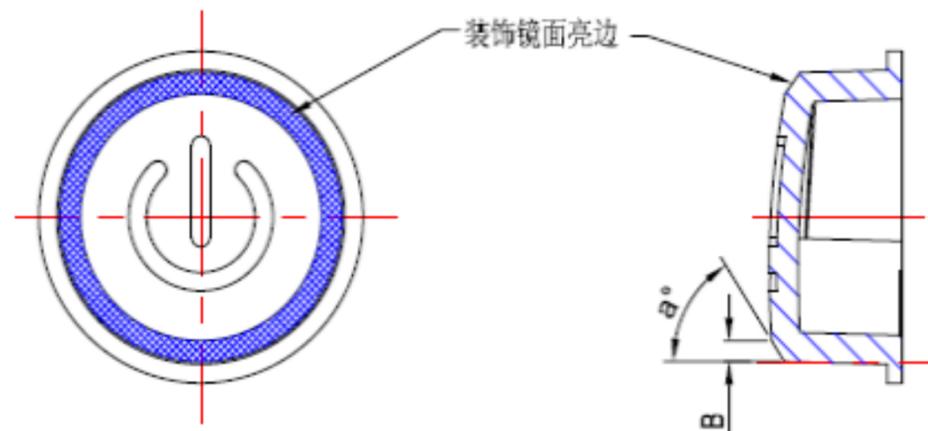
## 1-8、装饰件的设计

### 8.1、装饰件的设计注意事项

1. 装饰件尺寸较大时（大于 400mm<sup>2</sup>），壳体四周与装饰件配合的粘胶位宽度要求大于 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<sup>2</sup>），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两侧面，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  $\alpha > 45^\circ$ ，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：



- a. 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  $\mu\text{m}$ ，一般标识镀层厚

度的下限，必要时，可以标注镀层厚度范围

- b. 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
- c. 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
- d. 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
- e. 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

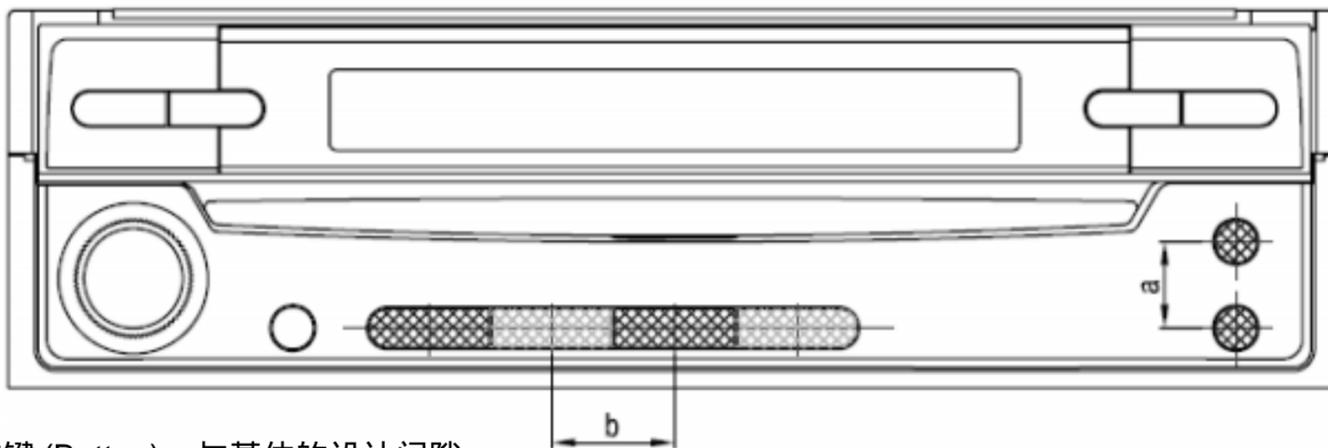
## 1-9、按键的设计

### 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：

- 1. 竖排分离按键中，两相邻按键中心的距离 a 9.0mm
- 2. 横排成行按键中，两相邻按键中心的距离 b 13.0mm
- 3. 为方便操作，常用的功能按键的最小尺寸为 :3.0 × 3.0mm



### 9.2 按键 (Button) 与基体的设计间隙

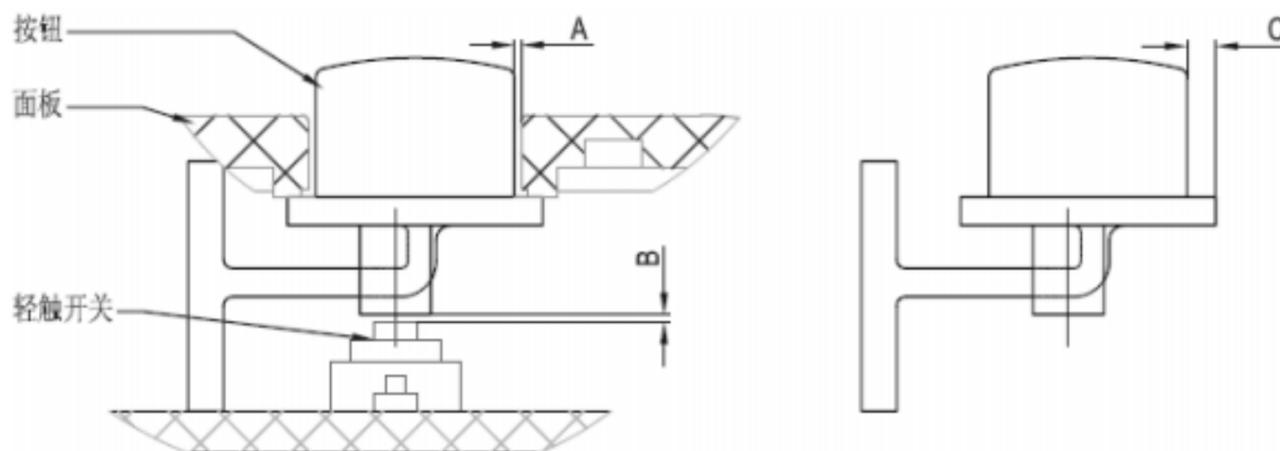
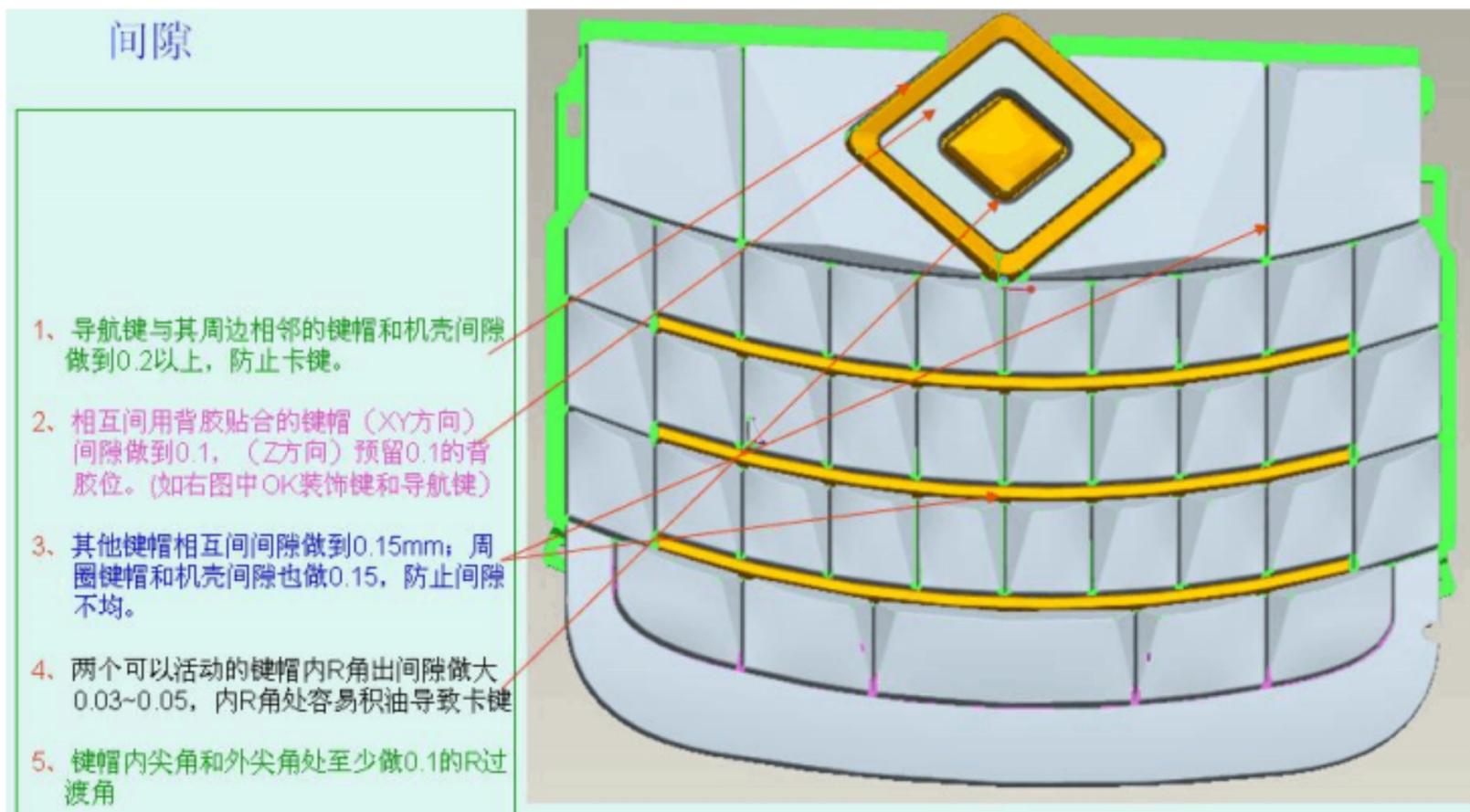
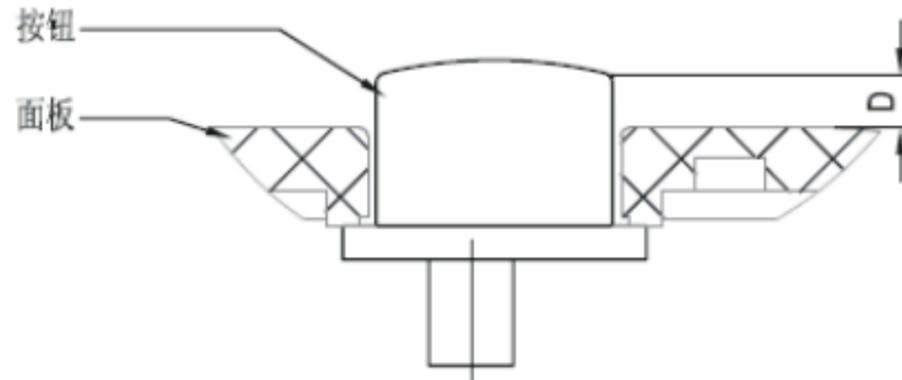


图 9-1

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 0.75mm，按钮与轻触开关间隙为 B=0.20mm；
- 2. 水晶按钮与基体的配合间隙单边为 A=0.10-0.15mm；

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  $0.15\text{mm}$ ，需在喷普通油的设计间隙上单边加  $0.15\text{mm}$ ，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  $1.40\text{mm}$ ；  
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  $0.80-1.20\text{mm}$



### 9.3.1 键帽行程：

- a、键帽 + 塑胶支架：导航键和连体做到  $0.6-1.2$ ，其他键做到  $0.5-0.7$ ，根据按键的总高来调整行程，行程太高了容易晃动，行程低了容易手感不良。
- b、键帽 + 钢片支架：导航键和连体键做到  $0.4-0.7$ ，其他键做到  $0.3-0.5$ ；根据按键的总高来调整行程。
- c、键帽（+遮光片）+ 硅胶 / TPU：不需要行程，要加遮光片时预留  $0.15$  的 KEY 台就 OK 了。

### 9.3.2 键帽和硅胶 / TPU 的配合：

硅胶 / TPU 的 KEY 台外形大小做到比键帽外形单边小  $0.8-1.5$ ，根据键帽的大小、行程、导电基位置、字体的位置、灯位的位置来调整 KEY 台的大小和外形；钢片和硅胶压合在一起的时候 KEY 台尽量做小，增强手感；键帽是空心 KEY 的做到比内壁单边

小 0.25mm防止溢胶导致的偏位。

### 9.3.3 、支架和硅胶 KEY台的配合：

a 、 塑胶支架：导航键、 OK键、连体键处配合间隙做到 0.2mm，其他键处做到 0.15mm。

b 、 钢片支架：

钢片和硅胶分开时：导航键、 OK键、连体键处配合间隙做到 0.2mm，其他键处做到 0.1mm。

钢片和硅胶压合在一起时：钢片内孔大小比键帽外形单边小 0.6~1.2 ，比硅胶 KEY台单边大 0.7 以上；要考虑导电基字体、灯位的位置。

c 、 遮光片：导航键、 OK键、连体键处做 0.15 ，其他键处做 0.1 。

### 9.4 圆形和近似圆形防转

a. 椭圆形按键

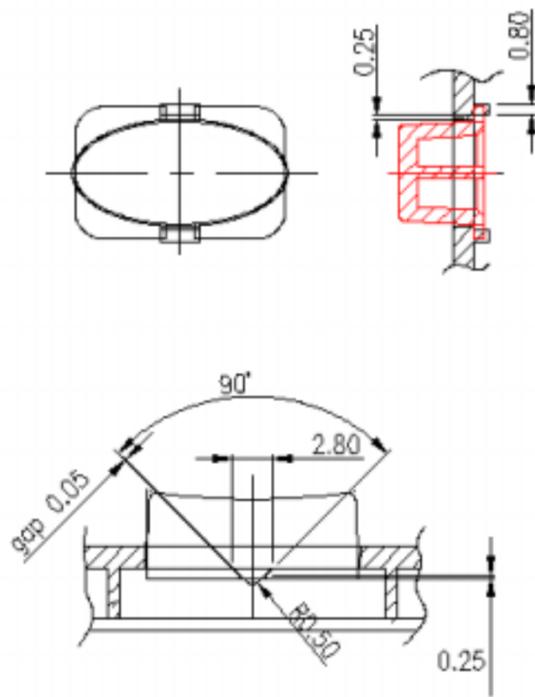


图 1-1-12

b. 圆形按键

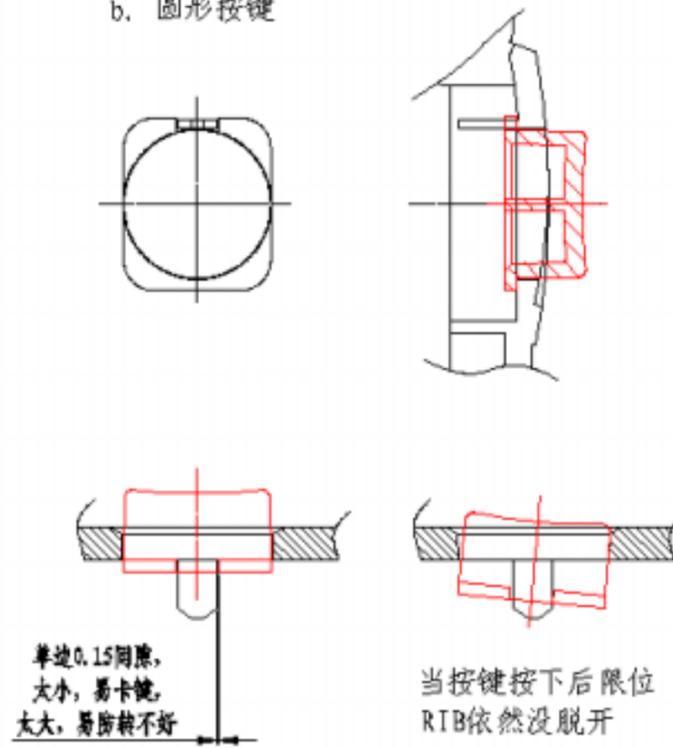
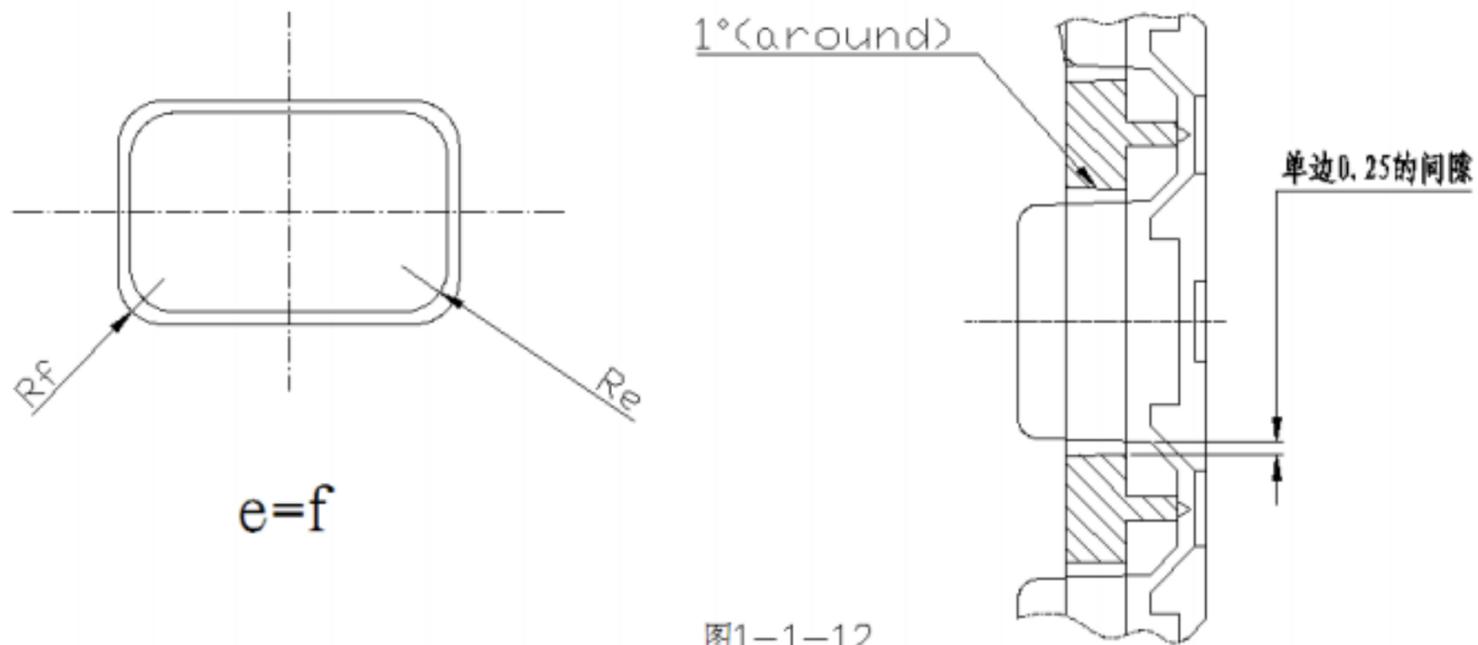


图 1-1-12

## 1-10. RUBBER KEY的结构设计

### 10.1 RUBBER KEY 与 CASE HOL的关系



### 10.2. CONTACT RUBBER设计要求

- (1) 材质:SILICON RUBBER.
- (2) SHORE A=45°±3°
- (3) 颜色: 自然色或灰色
- (4) 未注倒圆 :R0.2
- (5) 按键荷重参照表 ;
- (6) 按键回归荷重参照表 ;
- (7) CLICK=45%以上( X100%)
- (8) 使用寿命 n 万次以上 . (n=200 或是 300, 依客户设计仕様书寿命测试后 , 其荷重不可小于原设计荷重的 30% )
- (9) POST CURING条件为 200° 2HRS
- (10) 接触阻抗 :500 欧姆(Max),  
(测试条件 :DC6V,0.3mA,荷重 80g)
- (11) 按键行程 ,请参照行程说明及开发仕様书而定 ;
- (12) 逃气槽不可有毛边 ,请检讨逃气槽开模方式及冲模方式 .
- (13) 母模面必须刻印模穴号 .

## 荷重特性曲线表

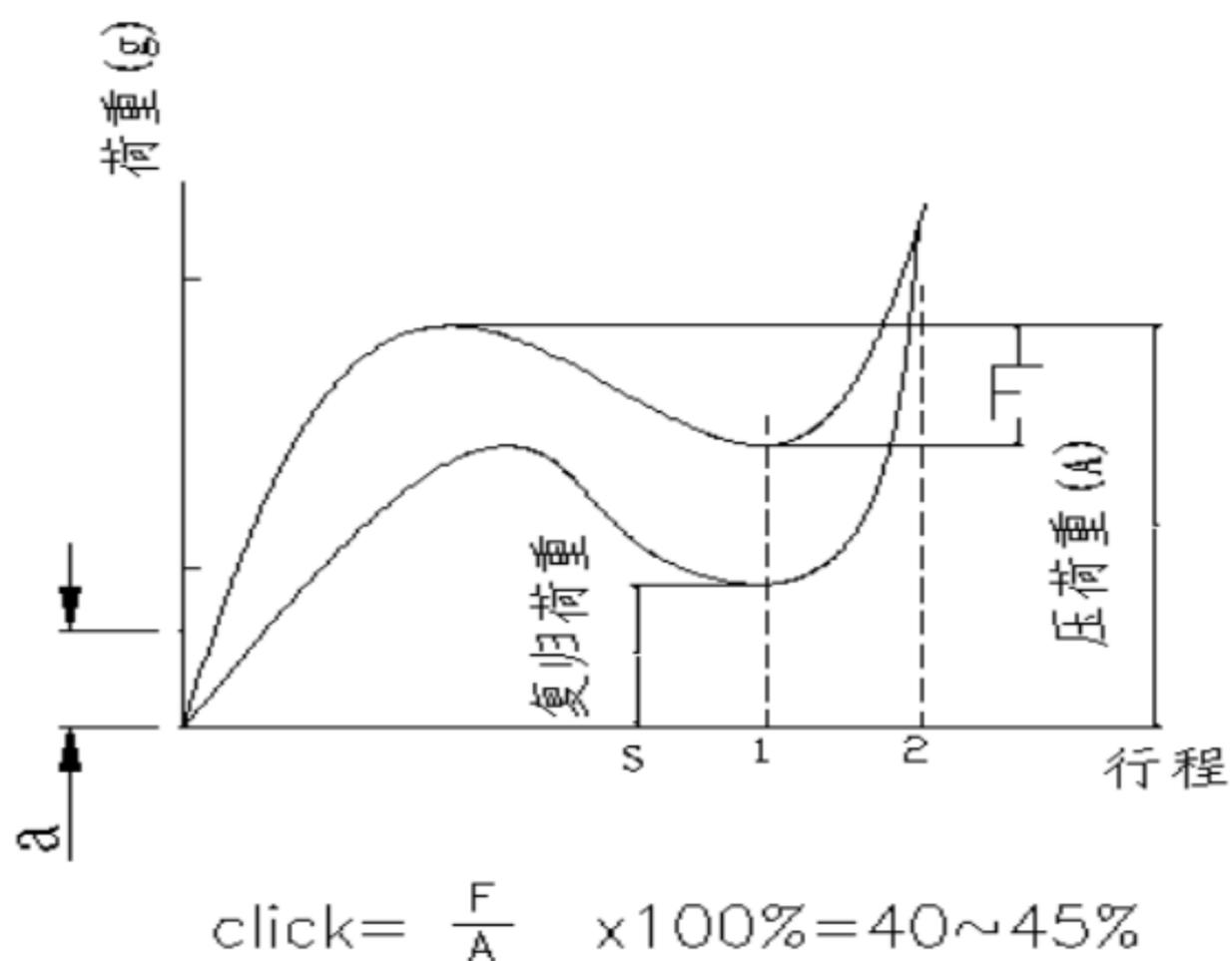


图  
1-1-12

### 2 常见按键荷重表

机台大小 按键类型	大型机台	中型机台	小型机台
A型按键	70~80g(-15g,+20g)		
B型按键	50g(-10g,+15g)	50g(-10g,+15g)	50g(-10g,+15g)
C型按键	30g(-10g,+15g)	30g(-10g,+15g)	30g(-10g,+15g)
参考机型	QS-1760, EL-2630P	EL-S872, EL-1750P	EL-G260, EL-372

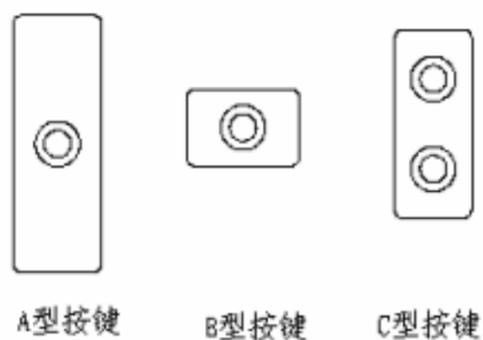


图  
1-1-12

### 3 常见按键回归荷重表

机台大小 按键类型	大型机台	中型机台	小型机台
A型按键	20g		
B型按键	20g	20g	20g
C型按键	10g	10g	10g
参考机型	QS-1760, EL-2630P	EL-S872, EL-1750P	EL-G260, EL-372

#### 4 CONTACT RUBBER 裙部”特性

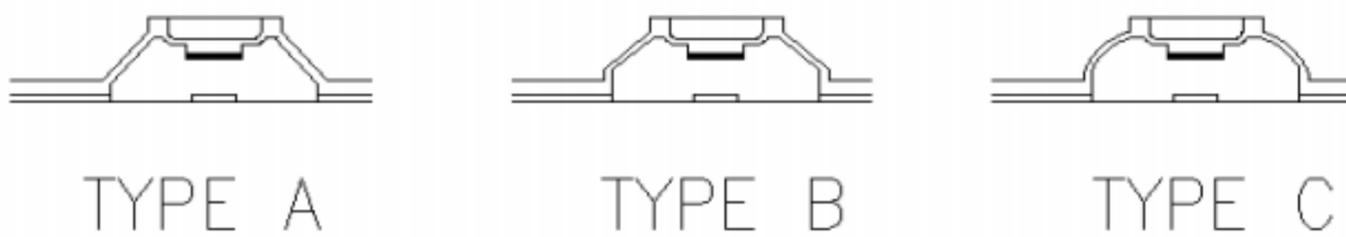


图1-1-12

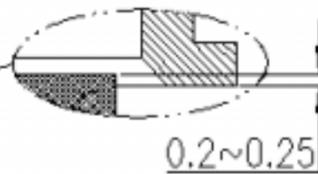
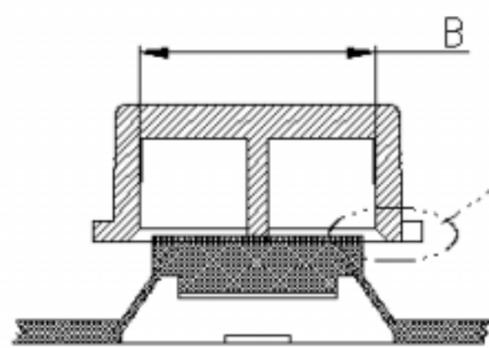
TYPE A段落感好，但寿命短；  
TYPE C寿命长，但段落感差。

TYPE B段落和寿命居中，常用。

#### 5. CONTACT RUBBER 的结构设计

##### (1) 一次行程 RUBBER KEY

一次行程的 CONTACT RUBBER 结构常用在普通按键和 RUBBER KEY 中，在设计时，一定要模拟端压的接触可靠性，及是否有按键顶面沉入上盖孔而卡键的情况。



RUBBER 预压

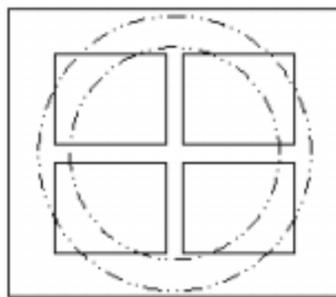


图  
1-1-12

参数	参数值
a	
b	0.8~1.0
c	0.6(min)
d	< B
e	0.3(参考值)
f	∅5(min)
g	80°~90°
h	要求行程+预压量
i	0~0.6 (值越大寿命高, 但CLICK降低)
j	

说明：以上所说的参考值是指橡胶厂根据荷重，行程及寿命而决定的值。

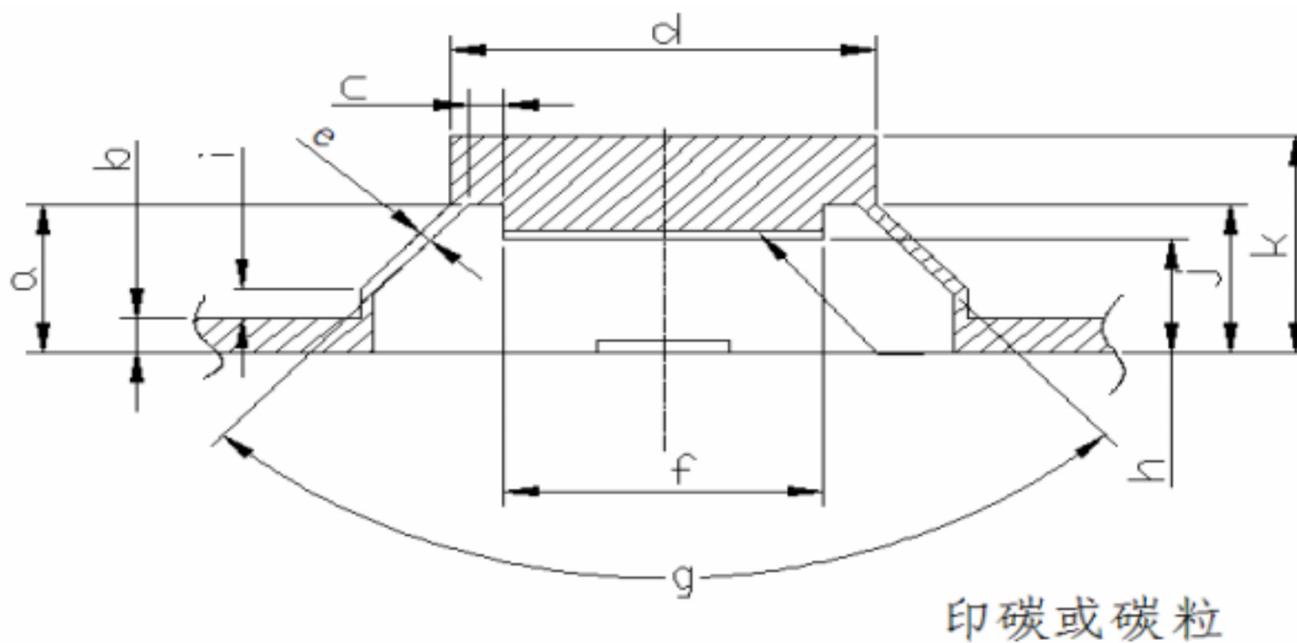


图  
1-1-12

\* RUBBER 做成印碳或着碳粒是右其按键寿命多少而定，通常寿命在 2 万次以上则一定要碳粒，2 万次以下依仕样书来定。

(2) 二次行程 RUBBER KEY (TYPE A)

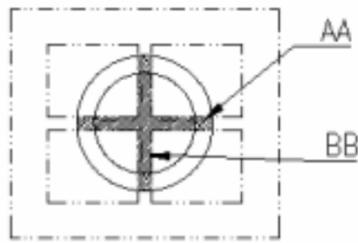
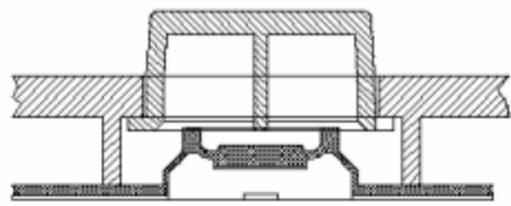
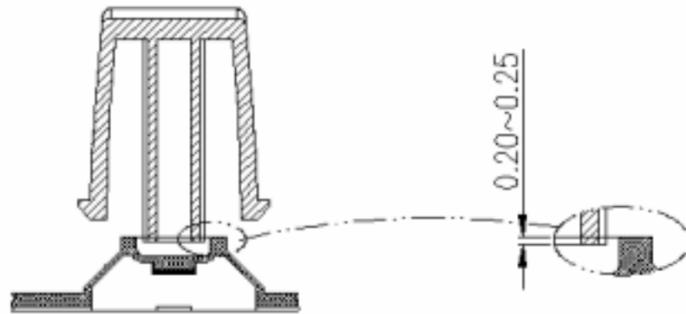


图1-1-12



RUBBER 预压

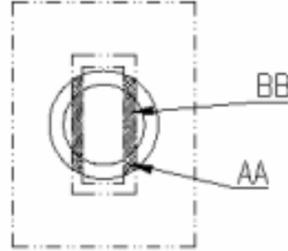


图1-1-12

TYPE A二次行程的决定:  
接触面积BB大于AA。

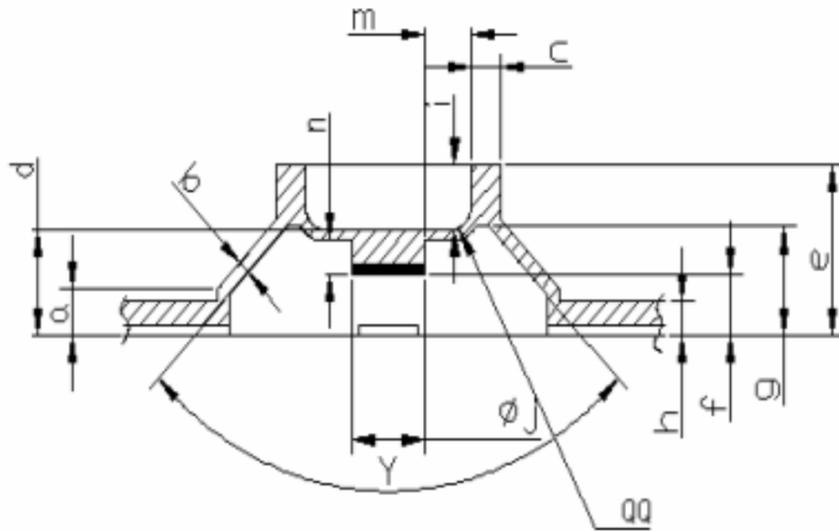


图  
1-1-12

一次行程:  $f$ ,  
二次行程:  $i$ ,  
按键总行程:  $f+i$ -预压量

参数	参数值
a	(值越大寿命高, 但CLICK降低)
b	0.3(参考值)
c	0.8~1.0
d	0.3(参考值)
e	
f	$\phi 5(\text{min})$
g	$80^\circ \sim 90^\circ$
h	要求行程+预压量
i	0~0.6
j	$\phi 5(\text{min})$
Y	$80^\circ \sim 90^\circ$

当 $n > m$ 时, 经寿命测试, QQ处易破裂。

以上所说的参考值是指橡胶厂根据  
荷重, 行程及寿命而决定的值。

### (3)二次行程 RUBBER KEY (TYPE B)

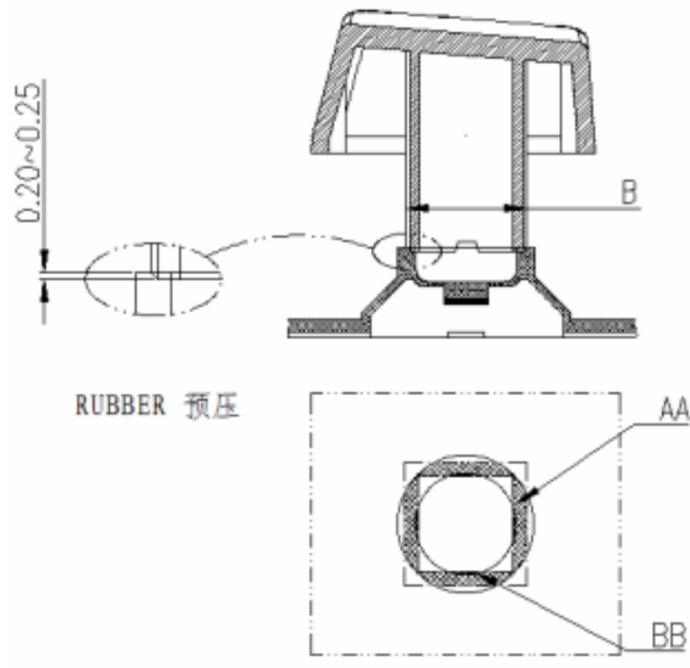


图1-1-12

参数	参数值
a	0~0.6 (值越大寿命高, 但CLICK降低)
b	0.3(参考值)
c	0.8(min)
d	逃气槽深0.3
e	
f	∅5(min)
g	<2n
h	0.8~1.0
i	
j	∅2.5
i	
Y	80°~90°

TYPE B 二次行程的决定：接触面积 AA 大于 BB。

以上所说的参考值是指橡胶厂根据荷重，行程及寿命而决定的值。

对策 a.增加 QQ 处的厚度，使之更耐弯折；对策 b.在 RUBBER 上追加小圆柱，即减少按键总行程，使之受拉不太过分。

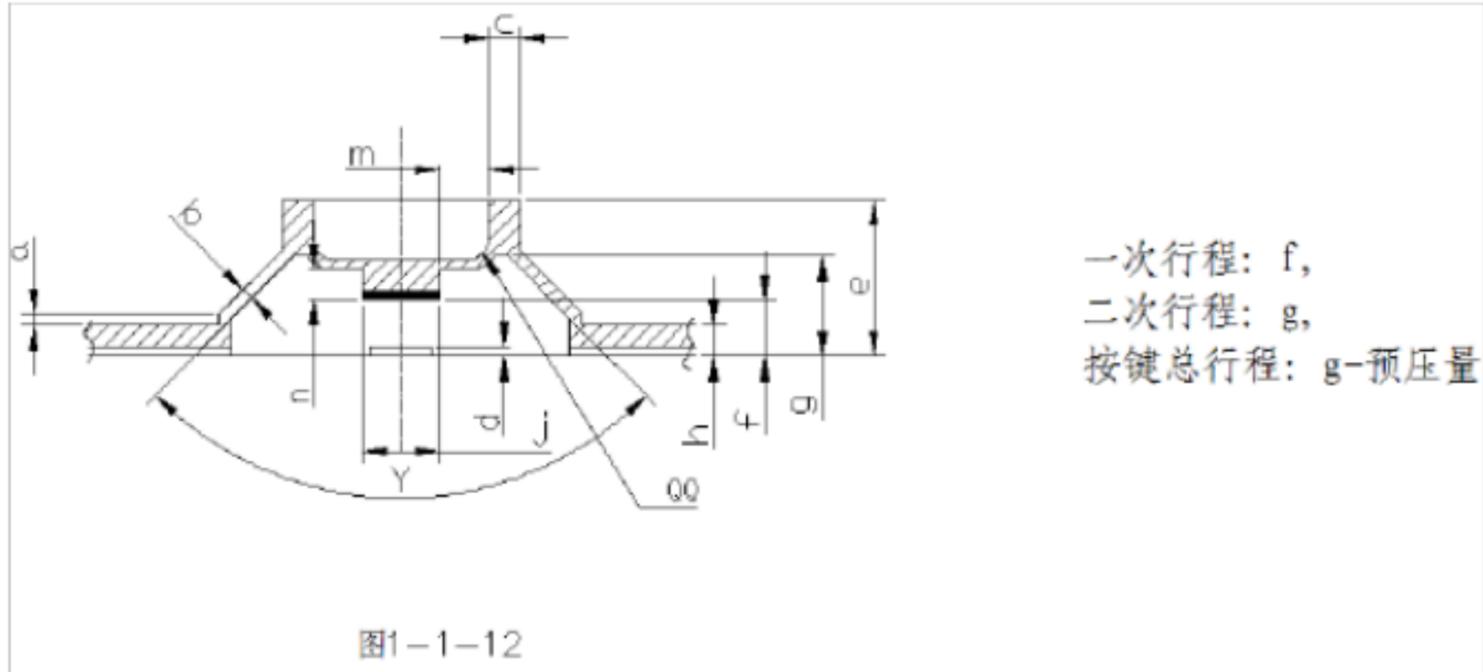
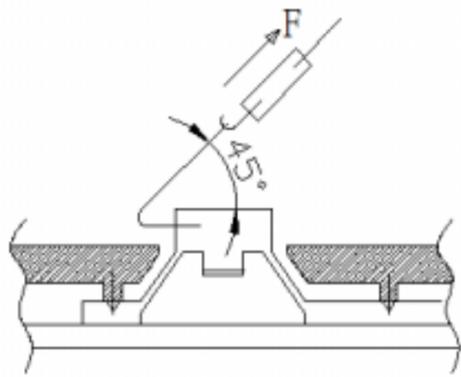


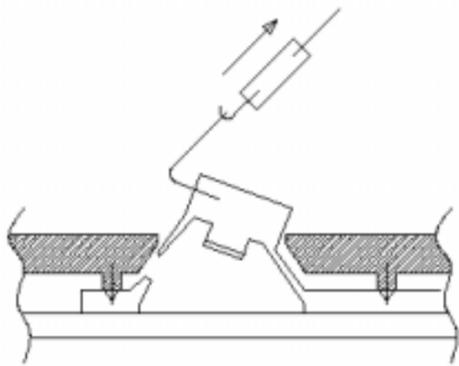
图1-1-12

10.3 RUBBER KEY的拉出强度测试



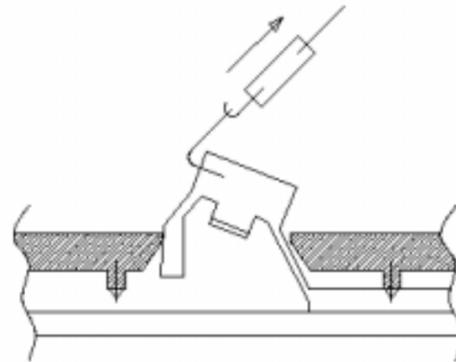
	固定强度	破坏强度
普通用MODEL	MIN. 500g	MIN. 1,000g
学生用MODEL		MIN. 1,600g

测试条件: 测试按键应该在KEY TOP最弱的位置, 如外围KEY.



破坏强度

用拉力计拉KEY TOP, 直到KEY DOME被拉坏。



固定强度

用拉力计把KEY TOP拉出来, 解除拉力计后, KEY不能回到原处。

图1-1-12

## 10.4 RUBBER KEY固定方式

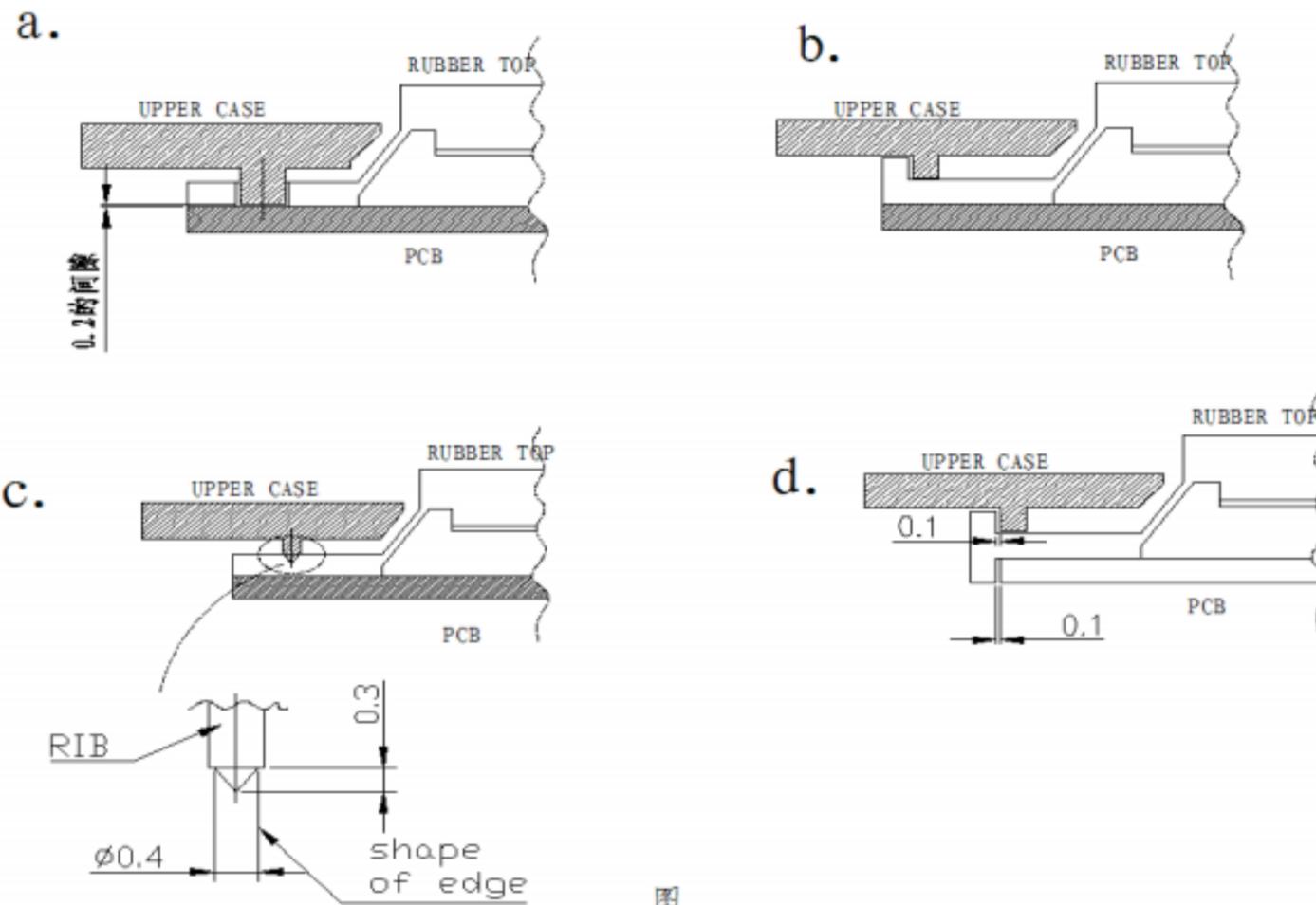


图 1-1-12

## 10.5 RUBBER KEY联动问题

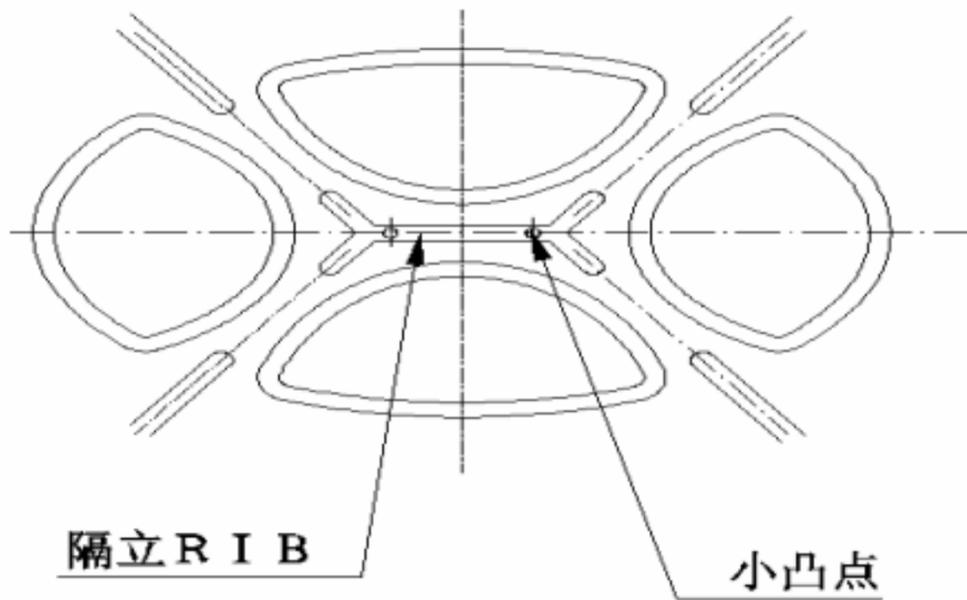


图1-1-12

当键与键相隔太近时，易发生“联动”，即在操作其中一键，另一键也出现动作。在键与键间追加RIB或小凸点，可防止“联动”。

## 10.6 长形按键 ( ENTER KEY) 顶面硬度问题

为使长形按键的手感良好，顶面硬度要求达到 75 度~80 度。

## 1-11. METAL DOME和 MYLAR DOM的设计

参考机型：明哲 PMKT

(1) METAL DOME和 MYLAR适应的范围很广，如 PDA, 数码相机，手机，和各种仪器等；

(2) 行程：METAL DOME为 0.27~0.28mm, MYLAR DOME为 0.65~0.78mm;

(3) CLICK:METAL DOME为 40%~55% MYLAR DOME为 0.35%~75%;

(4) 荷重：见荷重表；

(5) 导电点材质：合金弹片，有镀镍或镀银（易氧化），阻抗： $\leq 1$  欧姆；

(6) 基材：0.125mm厚的 PET或 POLYSTER

(7) 无法做成两段 CLICK, 若有的话属金属异常；

(8) 寿命：METAL DOME稳定性高，100 万次，MYLAR DOME稳定性低，50 万次。

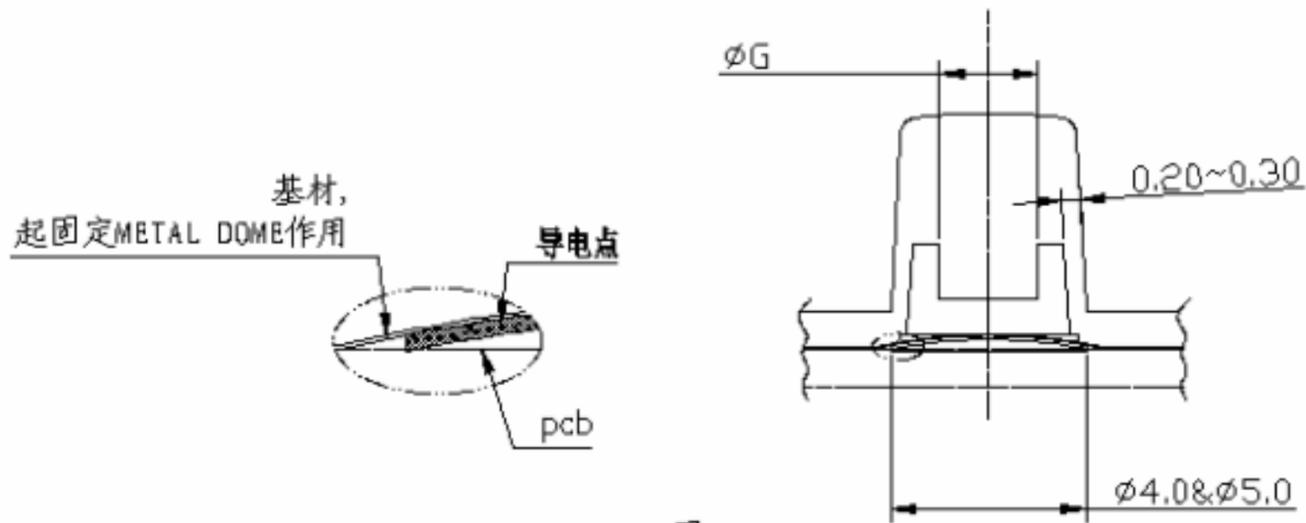


图 1-1-12

荷重表

材质	$\phi 4.0$	$\phi 5.0$
METAL	160(-30,+30)	180(-30,+30)
MYLAR	160(-30,+30)	200(-30,+30)

### PCB的铜箔结构

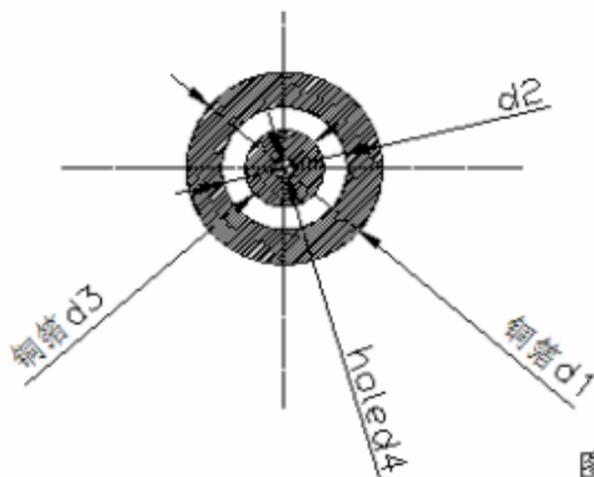


图1-1-12

参数	参数值
d1	$\phi 5.0$
d2	$\phi 3.2$
d3	$\phi 2.0$
d4	$\phi 0.5$ (用作排气)

## 1-12 超薄 P+R按键

1. 薄的手机容易携带，超薄按键符合发展要求；
2. 由于钢片按键成本高，所以开发超薄 P+R做为降低成本的替代品；
3. 手机按键一个很大的困扰就是卡键，超薄按键由于是一体化设计，不存在卡键问题。
4. 塑料片比钢片有更多的 ID 工艺效果供选择；塑料片厚度由 0.13mm- 0.5mm都可以，塑料片建议使用 0.25 - 0.5mm的厚度，如果太薄，按键整体显得偏软。
5. 具有联体按键的特色，可以设计整体图案，让设计师的想象力得到充分的挥发。

图示



(1)

该按键的方向键及键盘“5”的两个突起点处的工艺，均需注塑完成。



(2)

该按键和镜片连在一起，且镜面不和键盘在同一个面上。



(3)

该按键的表面由模具做成的拉丝纹，具有强烈的防眩光作用。

MOTOROLA V3带来了超薄按键时代，V3手机整体外观表现出色，超薄更显前卫；特别是按键手感很好，那种流光溢彩的效果让人过目不忘。详细设计请参照 [超薄按键之设计](#)。



## 1-13 镜片 (LENS)的通用材料

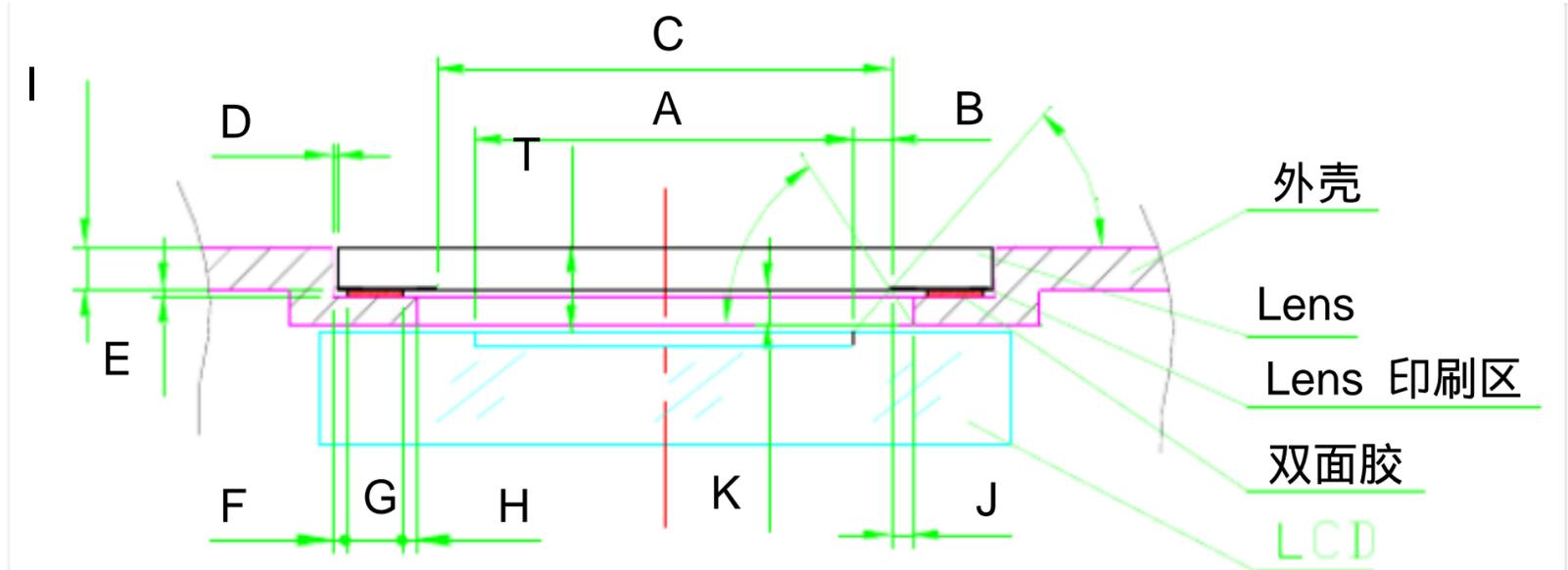
### 13.1、LENS 功能描述

Lens 作为手机的一个非常重要的部件，承载非常重要的任务：保护 LCD，透光良好，外观装饰作用等。

### 13.2. LENS 设计要点、装配关系和定位安装方式

### 3.2.1 装配关系及基本设计要点

#### 3.2.1.1 LCD LENS 装配关系及尺寸设计要点



A: LCD A.A

: 人眼看 LCD的视角

$B=T*\text{tg}$  , 通常用经验值:  $B=0.5\text{mm}$ .

C: Lens 可视区,  $C=A+2B$

D: LENS 与外壳 X、Y方向间隙,  $D=0.1\text{mm}$ .

E: 双面胶厚度,  $E=0.15\text{mm}$ .

F: 双面胶与外壳外圈间隙  $F=0.2\text{mm}$ .

G: 双面胶宽度 , 因为模切要求  $H\geq U+22651.3$  , 特殊情况可做到  $\geq U+22651.0\text{mm}$ .

H: 双面胶与外壳内圈间隙。  $F=0.4\text{mm}$ .

理论上 要求当生产线贴偏间隙跑单边时, 另一边不会有胶超出外壳内况, 导致粘灰。

实际上, 现在手机空间很紧, 一般做到  $0.3$  , 特殊情况, 双面胶宽度不够时可以做到  $0.2$  , 要求装配单位做夹具贴双面胶。

I: LENS 厚度, 切割为  $0.8$  或  $1.0\text{mm}$ , 注塑为  $1.0\text{mm}$ , 厚度根据不同工艺有不同要求, 详见

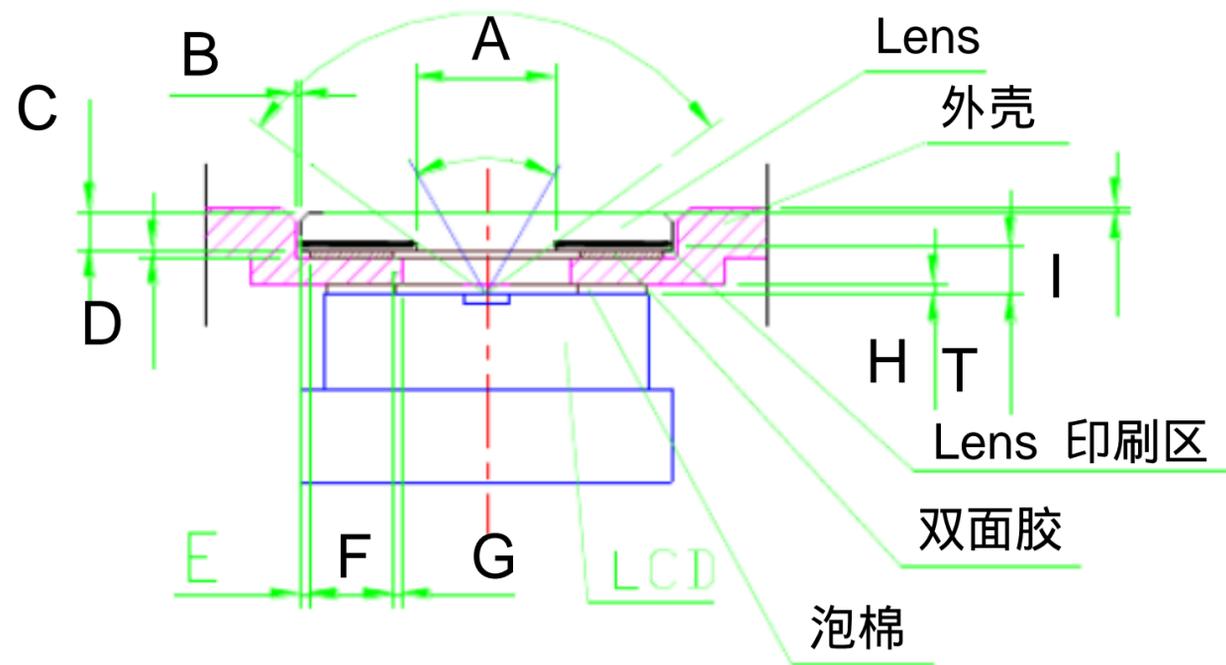
J: 外壳开孔区域与 LENS 可视区域间距。  $J > K*\text{tg}$  , 通常用经验值  $J=0.5\text{mm}$ .

K: LENS 可视区与外壳支撑台价的之间的高度。

: 人眼看 LCD的视角。

T: LENS 表面到 LCD 表面的距离。

#### 3.2.1.2 Camera lens 装配关系及尺寸

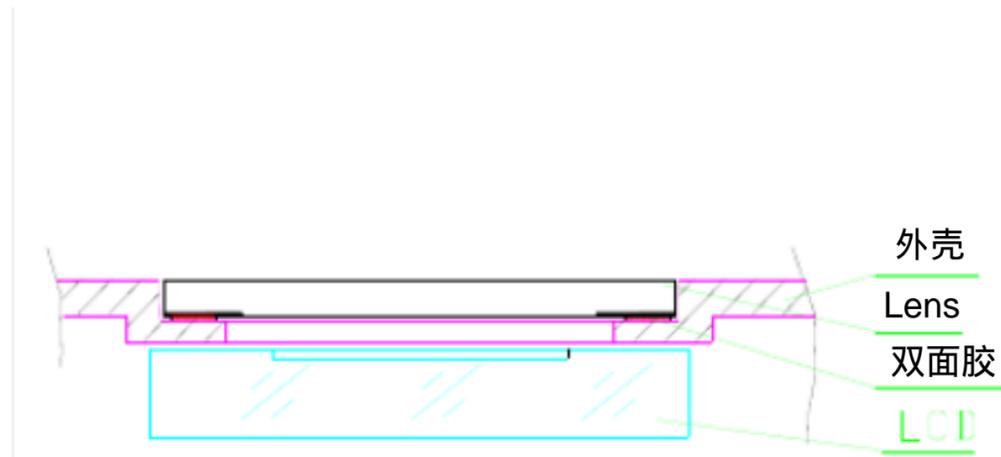


### 寸设计要点

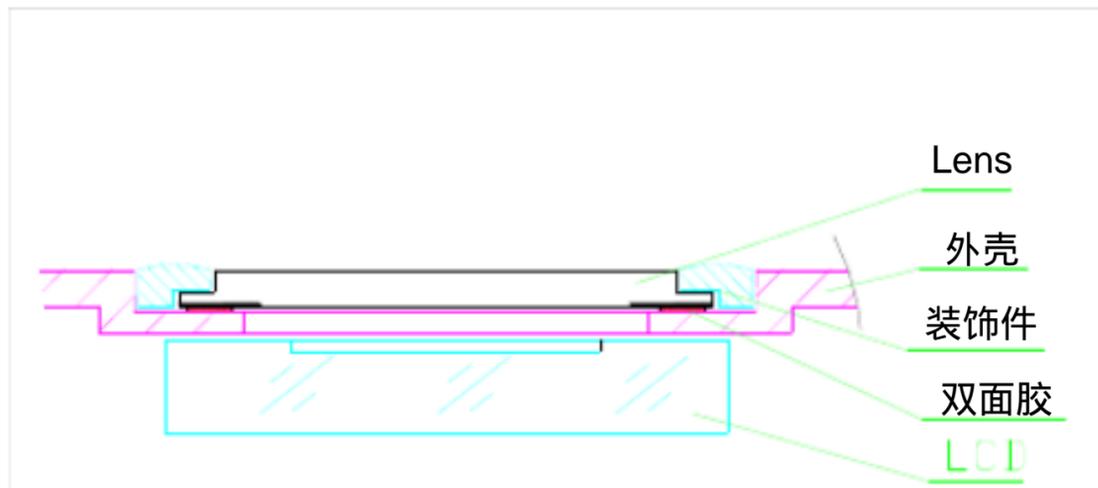
- A: Camera Lens 可视区域  $\sqrt{U+222E}$  径,  $A > 2T/(\tan \theta / 2)$   
 $\theta$ : Camera 视角 (一般在  $60^\circ$  到  $70^\circ$ )  
 $\theta$ : Camera Lens 全COVE的角度, 要求  $\theta > 60^\circ$
- B: LENS 与外壳 X、Y方向间隙,  $B=0.1\text{mm}$ .
- C: LENS 厚度, 切割为  $0.8$  或  $1.0\text{mm}$ , 注塑为  $1.0\text{mm}$ , 厚度根据不同工艺有不同要求, 详见
- D: 双面胶厚度,  $D=0.15\text{mm}$ .
- E: 双面胶与外壳外圈间隙  $E=0.2\text{mm}$ .
- F: 双面胶宽度, 因为模切要求  $F \geq 1.3$ , 特殊情况可做到  $F \geq 1.0\text{mm}$ .
- G: 双面胶与外壳内圈间隙:  $G=0.4\text{mm}$ . 理论上 要求当生产线贴偏间隙跑单边时, 另一边不会有胶超出外壳内框, 导致粘灰。  
 实际上, 现在手机空间很紧, 一般做到  $0.3$ , 特殊情况, 双面胶宽度不够时可以做到  $0.2$ .
- H: Camera 上 gasket 厚度,  $H \geq 0.2$  即可。  
 只是为了防止灰尘, 一般用超软泡棉
- I: LENS 表面与外壳表面的高度差,  $I$  约  $0.2\text{mm}$  左右, 防止刮伤镜面, 导致拍照不清晰。

### 13.2.2 LENS 的定位安装方式

- 1) 粘贴式 直接粘贴在外壳上, 通常为了防尘需要, 背胶背在壳体上。

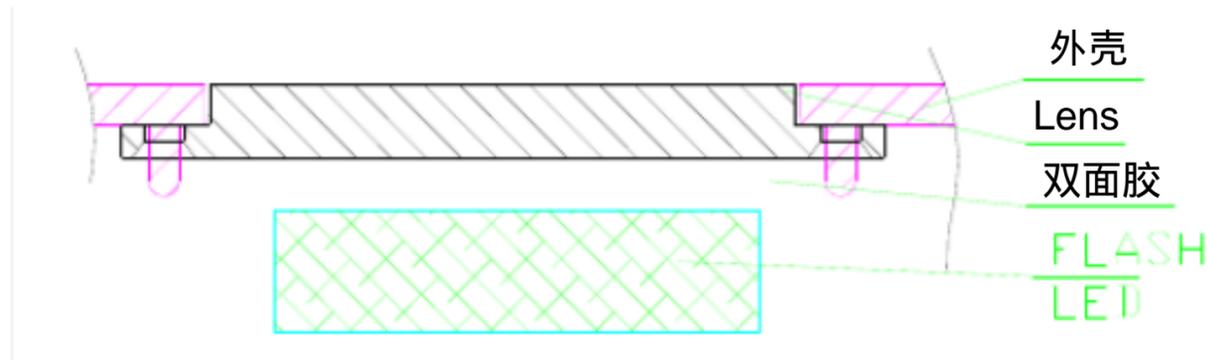


2) 层压式 将 LENS 压在两个件之间



此种安装方式，LENS 须在外壳模具厂组装好在运到 EMS，因运输生产过程中产生的不良高，且有些时候连外壳也要报废，另外 LENS 和外壳一般都是两个供应商，不良责任难以区分，不利处理。因此建议不要轻易使用此种安装方式。

3) 热烫 只有 FLASH LED LENS 会考虑采用此种安装方式。



LCD LENS/CAMERA LENS 用此种 弊端同上，不建议使用。

LENS 因为其特殊性：1) 容易划伤，2) 必须防尘，一般要求在 1000 级以上防尘车间进行装配，最低也要有防尘工位，一般放到最后一道工序来组装，设计时要充分考虑到这点。通常优先采用粘贴方式。

### 13.3、LESN 通用材料：

1) PMMA 目前手机上的 LENS 都是用 PMMA 材料  
(透光性好 91%，表面硬度高，通过表面硬化处理 (hard coating) 后可达到 3H 以上)

注塑用的主要有：IH830 (LG)，VRL-40 (三菱)，MI-7 (法国 ATO)

其中透光率 IH830 (93%) = MI-7 (93%) > VRL-40(92%)

表面硬度三种基本差不多。

抗冲击性能：VRL-40 = MI-7 > IH830

价格：MI-7 > VRL-40 > IH830

综合考虑：通常采用较多的是 VRL-40。

板材有：NR200（三菱）

2)PC 因其表面硬度不能达到要求，且透光性差于 PMMA 在手机上很少被采用。

### 13.4、LENS 分类：（按加工工艺）

LENS 按工艺分可分为：板材 CNC 切割/普通注塑 /IMD/IML

#### 13.4.1 IMD

IMD 是模内热转印。

IMD 工艺流程概要：

印刷 Film---- 将事先印刷完成的 film 通过专用机器放入模具内 ----射出成型（通过树脂充填时的高温，将 film 上的油墨转印到树脂表面）。

和 IML 不同的是，film 的基材是没有留在产品表面的，产品表面能有较高的硬度。

推荐材料：IH830（LG），VRL-40（三菱），MI-7（法国 ATO）

可以做到的效果：弧面效果，金属质感如电镀效果，复杂图案，

优点：1/ 产因为 FILM 制作，在颜色和亮度一致性好

2/ 产品可以做到很丰富的表面效果

3/ 产品生产时不良低（没有后续印刷和表面处理的不良）

缺点：1/ 模具成本高，周期长。（lead time:45 天）

2/FILM 最低起订量大：10 万 PCS 起订。

#### 13.4.2 IML

IML 工艺流程概要

film 的加工（包括印刷、热成型、cutting 等）--- 将 film 手工放入模具型腔内 ----射出成型。

推荐材料：IH830（LG），VRL-40（三菱），MI-7（法国 ATO）

可以做到的效果：弧面效果，表面

优点：1/ 产因为 FILM 制作，在颜色和亮度一致性好

2/ 产品可以做到很丰富的表面效果

3/ 产品生产时不良低（没有后续印刷和表面处理的不良）

缺点：1/ 模具成本高，周期长（lead time:45 天）

2/ 用此类工艺制作的产品，film 是留在产品表面的。由于 film 的基材和树脂材料的收缩率有所差别，可能会产生较大的变形。产品表面硬度较低。

#### 13.4.3 普通注塑工艺流程概要

普通注塑工艺流程概要

注塑模射出成型 ---- 印刷 ---- 烘烤 ----- 烫金（贴镭射纸） ----hard coating--- 检验 ---- 覆膜 --- 最终检验 ---- 包装 --- 出货检验 --- 出货。

推荐材料：IH830（LG），VRL-40（三菱），MI-7（法国 ATO）

可以做到的效果：弧面效果，金属质感如电镀效果，复杂图案，

优点：1/ 产因为 FILM 制作，在颜色和亮度一致性好

2/ 产品可以做到很丰富的表面效果

3/ 产品生产时不良低（不良约 20%）

缺点：1/ 模具成本高，周期长。（lead time:35 天）

2/ 用此类工艺制作的产品，film 是留在产品表面的。由于 film 的基材和树脂材料的收缩率有所差别，可能会产生较大的变形。产品表面硬度较低。

#### 13.4.4 CNC 切割

CNC 工艺流程概要

大面积板材裁切 ---- 去毛边 ---- 清洗 ---- 印刷 ---- 烘烤 ---- 蒸镀 ---- 印刷 ---- 退镀 ---- 印刷 ---- 烫金 ( logo 等 ) 贴镭射纸 --- 覆膜 --- 钻定位孔 ----cnc cutting--- 最终检验 ---- 包装 --- 出货检验 --- 出货。

推荐材料： NR200(0.8,1.0,1.2mm 系列)

可以达到的效果：平面效果，蒸度，镀彩膜效果等

优点： 1/ 不需要模具

2/ 产品成本低

3/ 周期短 ( lead time: 5 天 )

缺点： 1/ 不能做到曲面效果。

## 13.5. 设计注意的问题

### 5.1 lens 需要做以下测试

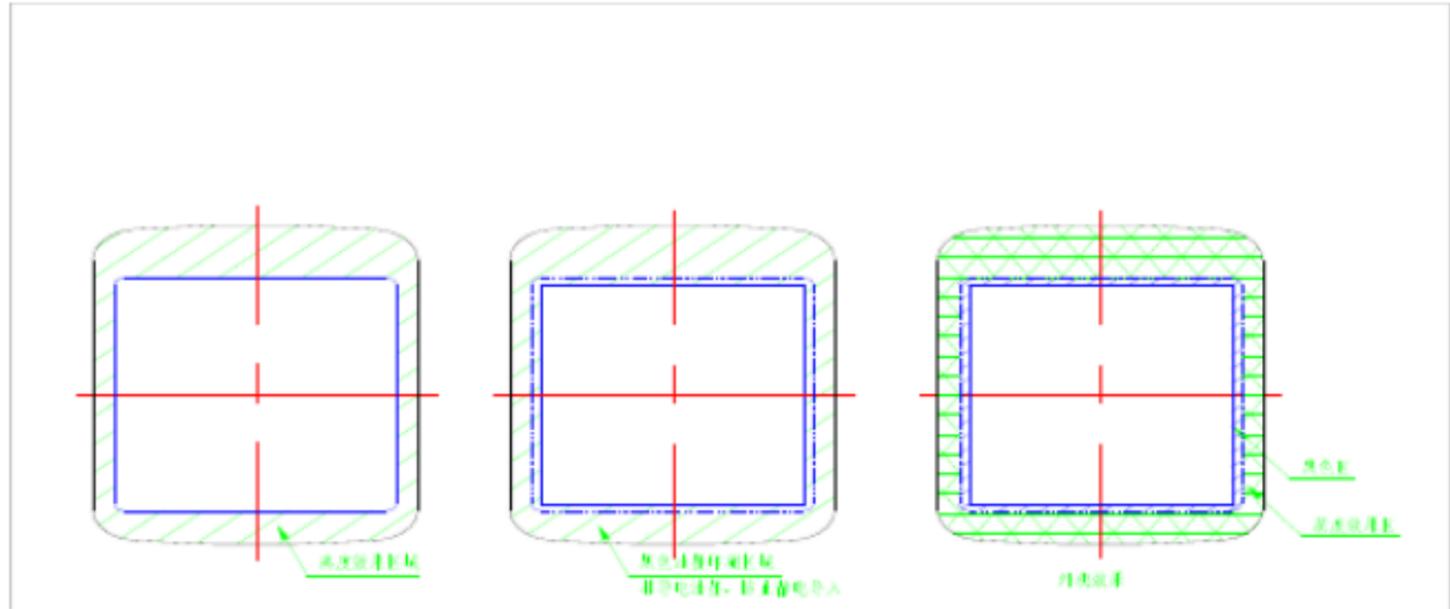
- 1) 表面硬度： 3H 以上
- 2) 耐磨
- 3) 小屏镜片须做钢球冲击实验：
- 4) 透光率要求 93%。

另有几项与贴 LENS 的双面胶相关的测试：

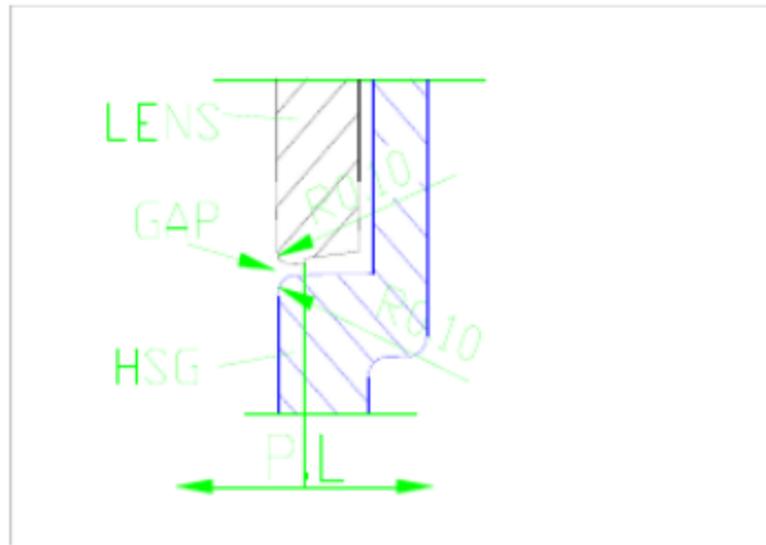
- 1) 高温高湿：是否会有 LENS 浮贴现象，是否有水气进入
- 2) 尘物实验：是否有灰尘进入 LCD 表面。(要求 LENS 的双面胶必须一圈密封。

### 5.2 设计注意的问题

- 1) Lens 受造型所限 , 仅可用于平面或单曲面的造型 , 其中以平面的印刷考量为佳 ;
- 2) Lens 材质应选用 : Arcylic 亚克力 ; 综合考虑透光率 , 表面硬度 , 耐磨及抗冲击性能。
- 3) Lens 厚度 : 0.8mm, 1.0mm, 1.2mm, 1.5mm, 2.0mm ;
- 4) Lens 凸起外型 , 应加斜角或圆角 , 以避免药水残留 。
- 5) Lens 外缘拔模斜度最小 30°, 分模面 (Parting Line) 置于印刷面底部 ;
- 6) Lens 应避免设计 0.7 以下的贯穿孔 , 最好 1.0 以上 , 以免 Hard Coating 后会造成药水残留。
- 7) Lens 与下盖贴和面预留背胶厚度 : 0.15mm; 要有足够的黏度 , 防止高温高湿 lens 开胶。
- 8) 注塑 lens 注意浇口位置尽量藏于内部 , 一定外漏 , 要求浇口残余控制在 0.05mm 以内。
- 9) Camera Lens 注意安装方式 , 防止让 camera sensor 受到挤压 , 导致焦距变化 , 图象变模糊。
- 10) Camera Lens 安装注意防磨。
- 11) Camera Lens 多为圆形 , 有字体印刷时注意设计防转结构。
- 12) 要做蒸度效果 LENS 时注意问题 :
  - A、背面尽量平面 , 因为蒸度是背面整体蒸度 , 后续需要印刷保留蒸度效去 , 退镀可视区域及其他印刷区域。如果是弧面或阶梯面会导致后无法印刷。
  - B、蒸度效果容易导致静电不过 , 因为蒸度为导电金属。  
解决此问题的方法 : LENS 内圈加一圈黑色。防止静电导入。  
见下图所示 :

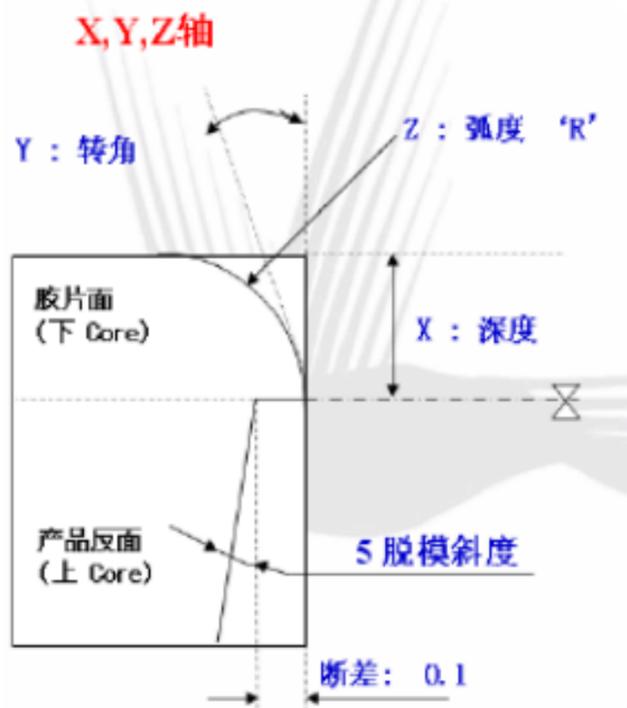


13) 注塑 LENS 为了控制表面间隙的, 避免壳体与 LENS 拔模方向相反造成缝隙过大, 分模方式参看下图。LESN 的拔模角  $2^\circ$  特殊情况下可作到  $1.5^\circ$  .



### 5.3 IMD LENS 设计注意的问题

#### 1. 分型面 : 露出与否, 断差, 凹凸



(标准)

例	X (最小)	Y (最大)	Z
1	0.2	7度	R0.2
2	0.3	7度	R0.3
3	0.5	10度	R0.4
4	1.0	15度	R0.7
5	3.0	15度	R3.0
6	5.0	15度	R4.0

2. 尺寸 ---  $\Phi 6 \sim \Phi 250$  (feeder机 幅 : 300mm)

3. 厚度 --- \* 1.2t (局部可达到 0.7t 但该区域不能设置浇口, 顶杆 )

\* 最高和最低差在65% 以内

4. hole --- \* 尺寸 :  $\Phi 1.0$  以上

\* hole 间隙 : 1.3mm 以上

5. 内凹 --- 宽度 0.25 / 深度 0.1

6. 断差 --- 0.4 以下 (断差, 转角 和 R 扩大时  
调整可能)

7. 边缘形状 --- 边缘部分根据高度和宽度变化 差异

\* 边角部分 --- 锐角 R0.5 直角 R0.3 钝角 R0.3 以下

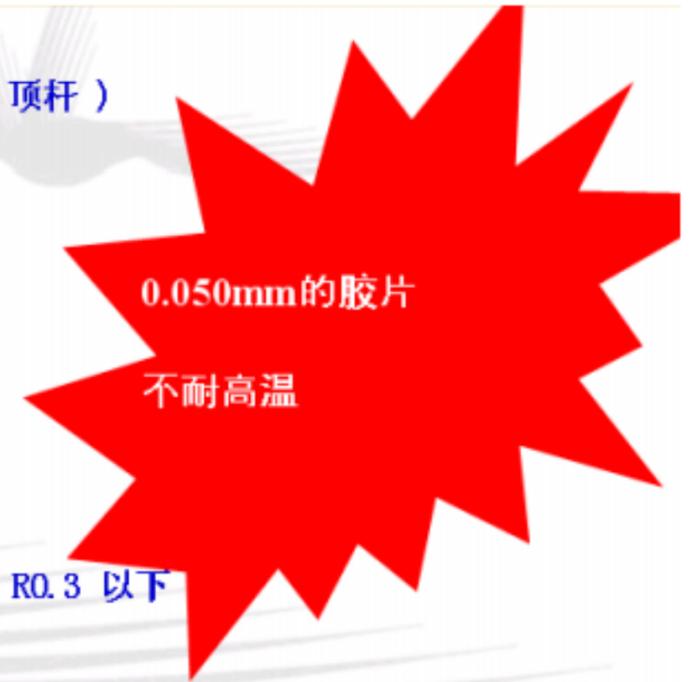
8. 弯曲高度 : 10mm 以内 (角度和 R 需要保证)

9. 加强筋, 柱子, 卡扣的厚度 --- 距离浇口 15mm 以内 : 产品厚度的80%

距离浇口 15mm : 产品厚度 70%

10 浇口 : 点浇口 / 侧浇口 --- 手机壳预留相应空间

cf. 需根据胶片式样, 颜色, 产品外观和厚度 做慎重讨论 (请参考MOLD flow的解释来应用)



### 13.6、LENS 用双面胶

6.1 双面胶材料 : 用于粘贴 LENS 的双面胶主要有两家 3M 和 Tesa的, 也有其他公司像 Sony :

1)\TESA

主要牌号有 : tesa4967 , tesa4965

2)\3M

主要牌号 : 9495MP, 9495LE, 9690.

由于 3M 是美国公司, 所以摩托罗拉选用较多 ; Tesa是欧洲公司, 所以诺基亚选用较多。

3M 胶带的价格普遍比 Tesa贵, 3M 9495LE 比 Tesa 4965 贵一倍多。

粘性最好的是 Tesa 4965, 3M 9495LE 。 其余的差不多

目前我司用的最多的是 TESA 4967。

6.2 双面胶尺寸

考虑到防尘的需要, 双面胶一定要整圈密封, 最窄宽度在 1.0mm 以上。

6.3 双面胶的粘贴

考虑到防尘需要, 背胶背在壳体上为佳。

### 13.7 LENS 静电保护膜及其设计

为了确保运输过程中 LENS 不被划伤, 现在设计一般都是双面的静电保护膜。

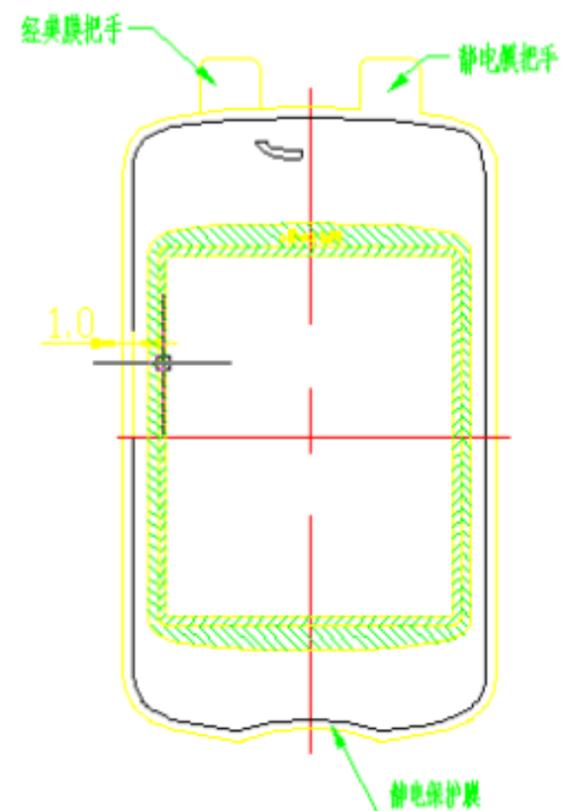
A、保护膜厚度 0.15mm

B、保护膜设计注意要有便于撕除的把手, 两面的把手注意错开, 以免两片静电保护膜粘在一起, 不好撕开。

C、保护膜比 LENS 大 1.0mm.左右。

D、不要使用带胶的保护膜。

E、LENS 上有出音孔时, 注意静电膜上留出孔, 以便出音。





## 1-14 触摸屏与塑胶面壳配合位置的设计

14.1 触摸屏的区域如图示

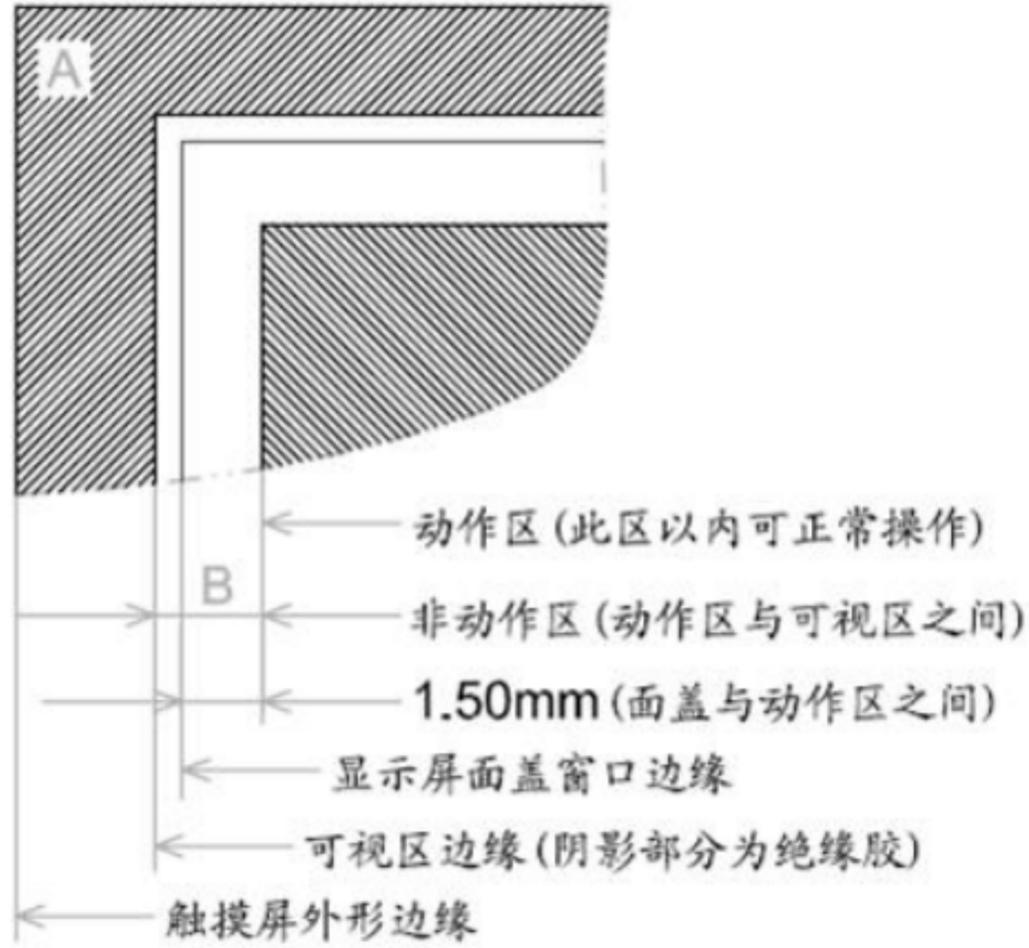


图 14-1

14.1 触摸屏的结构设计如图示

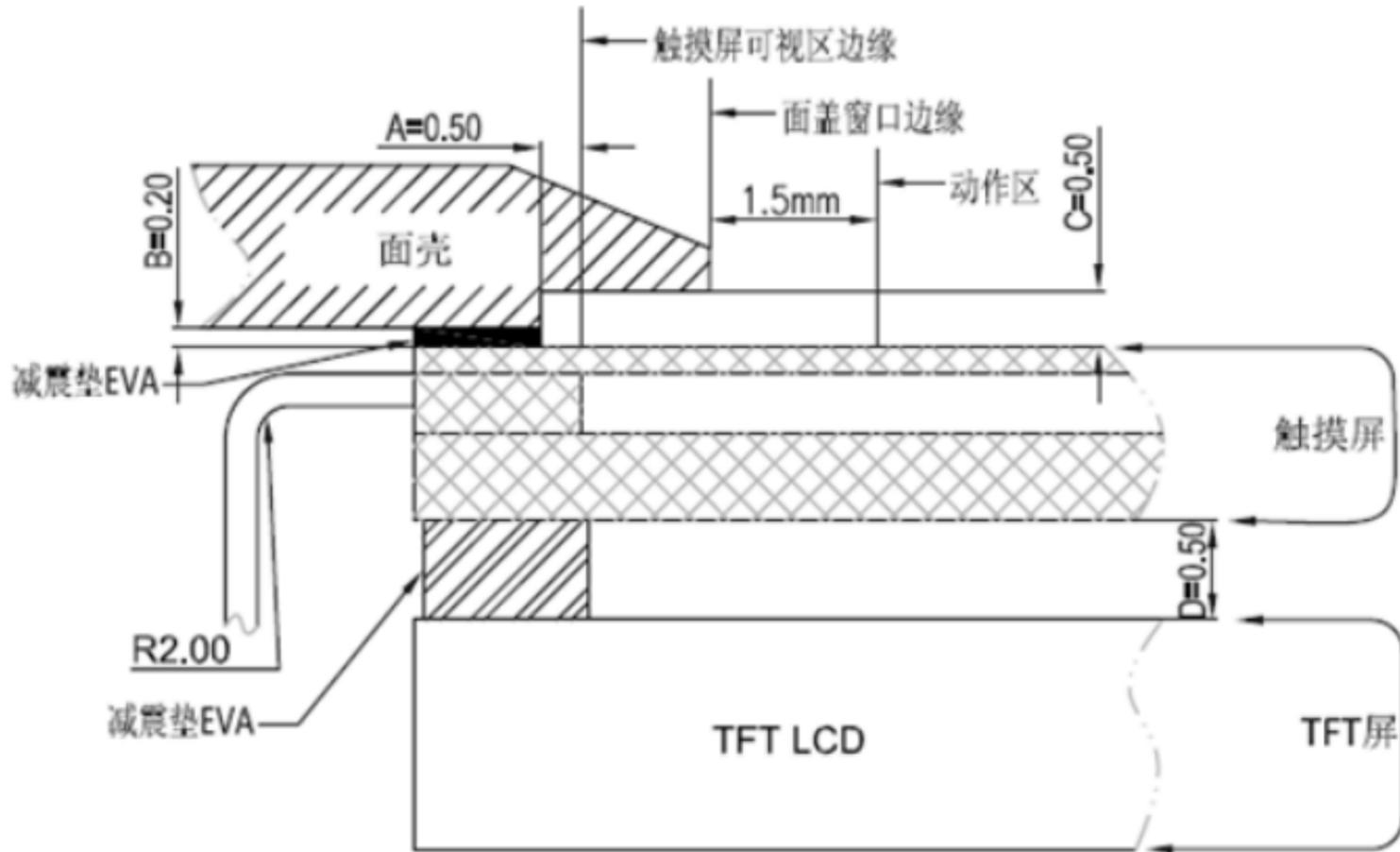


图 14-2

14.3、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

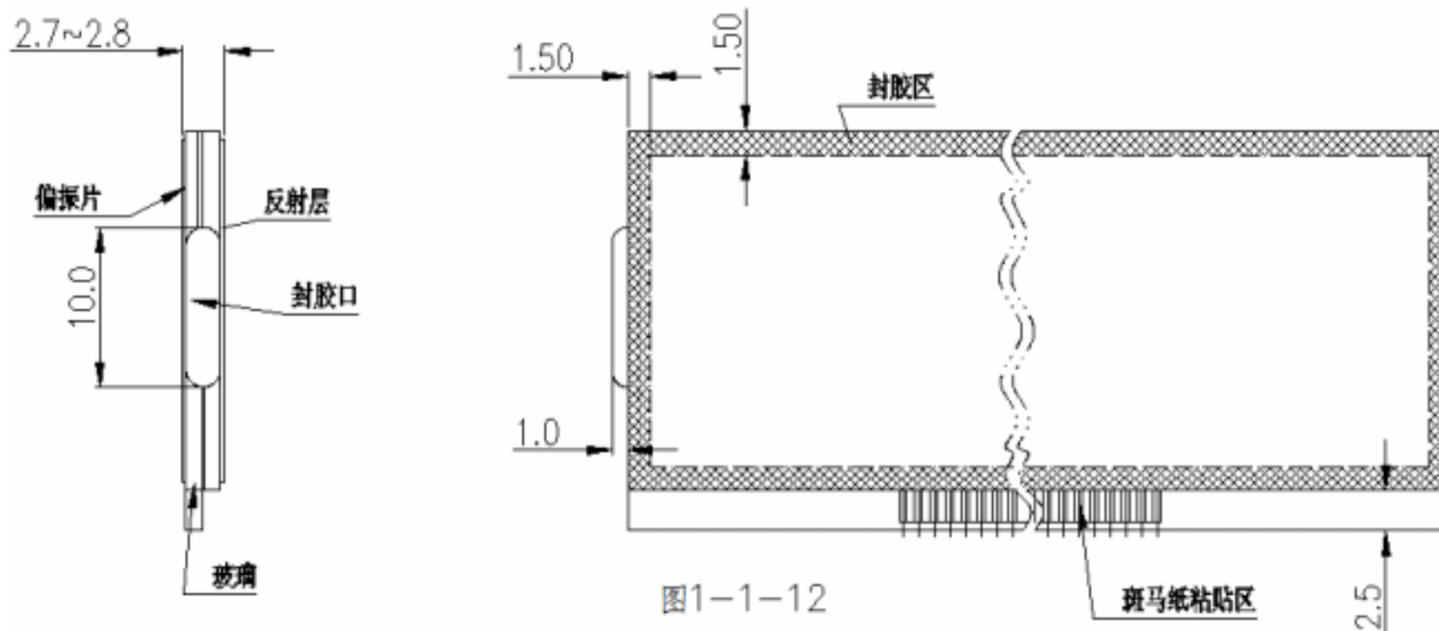
- 适，通常取 1.50mm。见图 15-1、15-2 所示；
- 2.3D 建模时，触摸屏的外形尺寸按触摸屏图纸的最大公差尺寸确定，配合的塑胶定位尺寸只需在此最大外形尺寸上单边留 0.15mm 的间隙即可；
3. 为预防止触摸屏因变形而被挤压扭曲，需要在触摸屏与塑胶面壳之间、触摸屏与 TFT 之间用具有适当弹性和强度的 EVA 来减震，压缩前 EVA 的厚度选用 0.50-1.00mm，压缩后厚度保持在 0.30-0.50mm 即可。

## 1-15 LCD 的结构设计

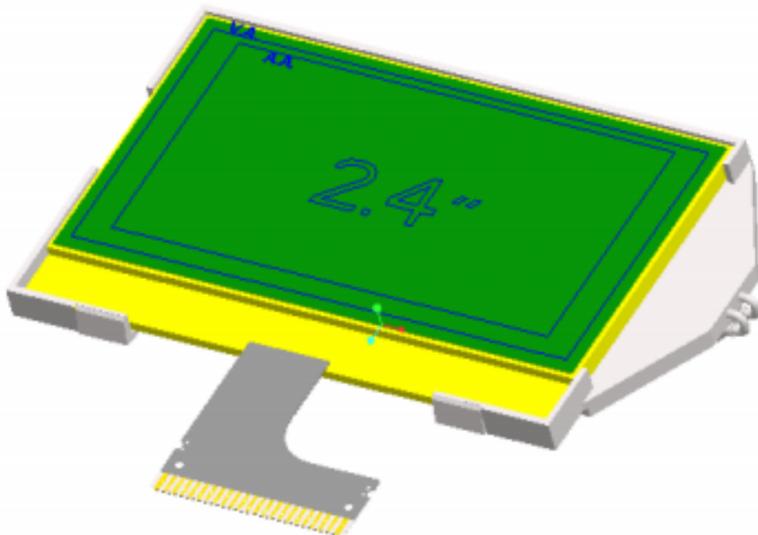
### 15.1 LCD、DG视觉问题

LCD和 DG的视角主要与显示面板及印刷视窗的大小有关系。

#### 1. 常见 LCD的结构



#### 2. 常见 3D 的结构



#### 3. DG,LCD 文字区域示意图

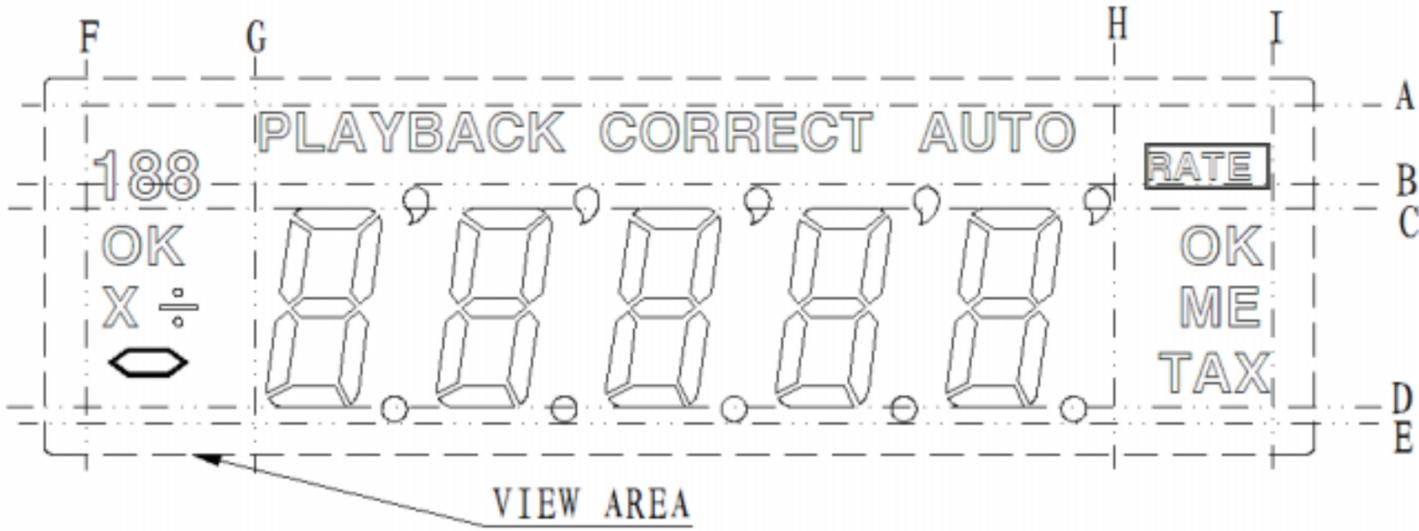


图1-1-12

#### 4. 视角范围

##### (1) 两侧的视角

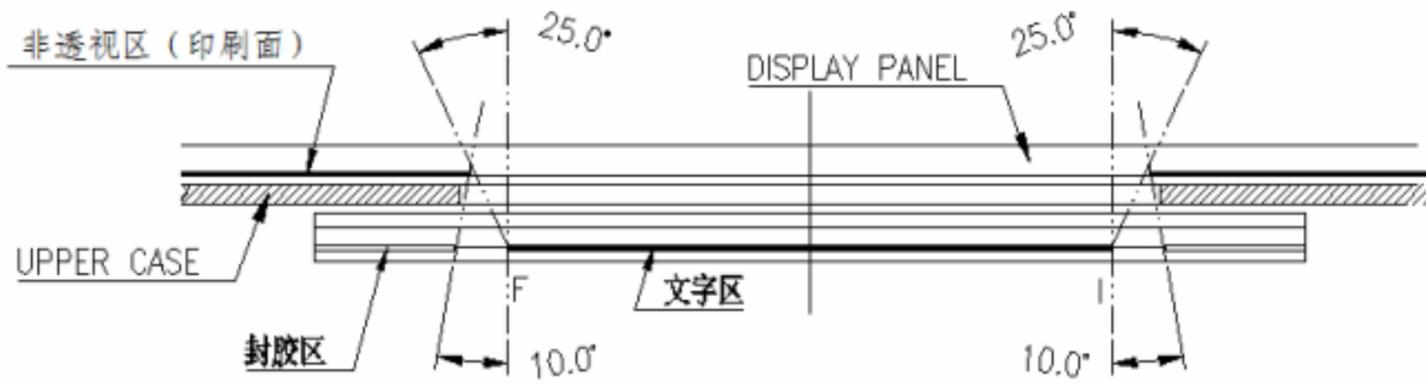


图1-1-12

说明：

- (a). 在  $25^\circ$  范围内能看到文字；
- (b). 在背向  $10^\circ$  范围内，不可看到密封胶区和上盖。

##### (2) 上下两侧的视角

###### a. 无 STANDE情形

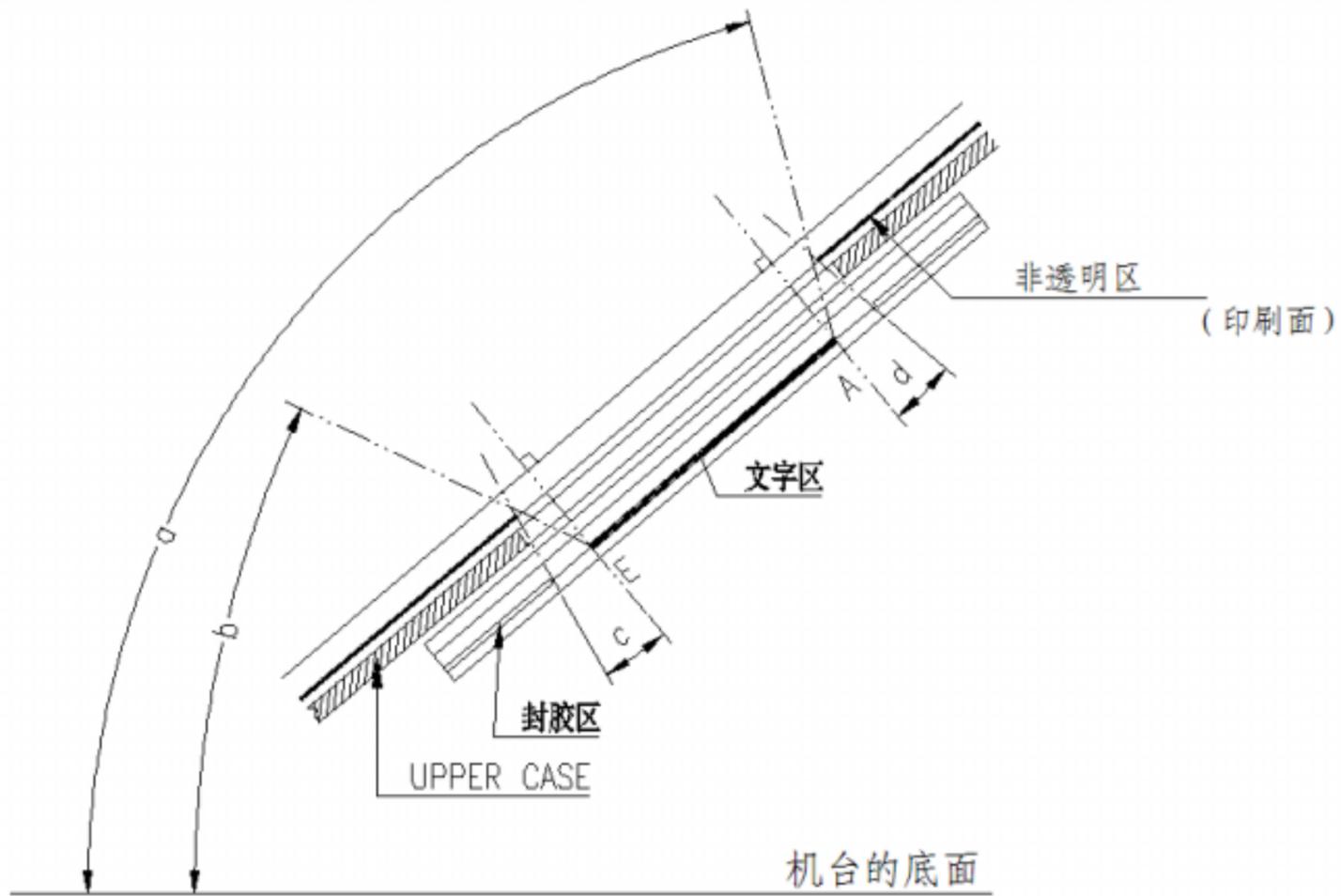
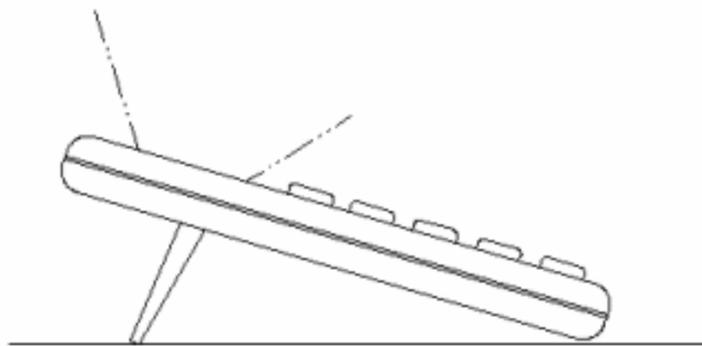


图1-1-12

上视角:  $70^\circ < a < 80^\circ$   
 下视角:  $25^\circ < b < 30^\circ$

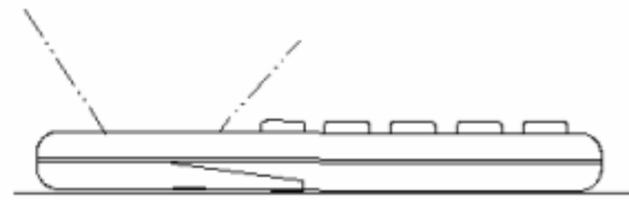
上密封胶视角:  $d > 10^\circ$   
 下密封胶视角:  $c > 10^\circ$

b. 有STANDER情形



STANDER 开启

图1-1-12

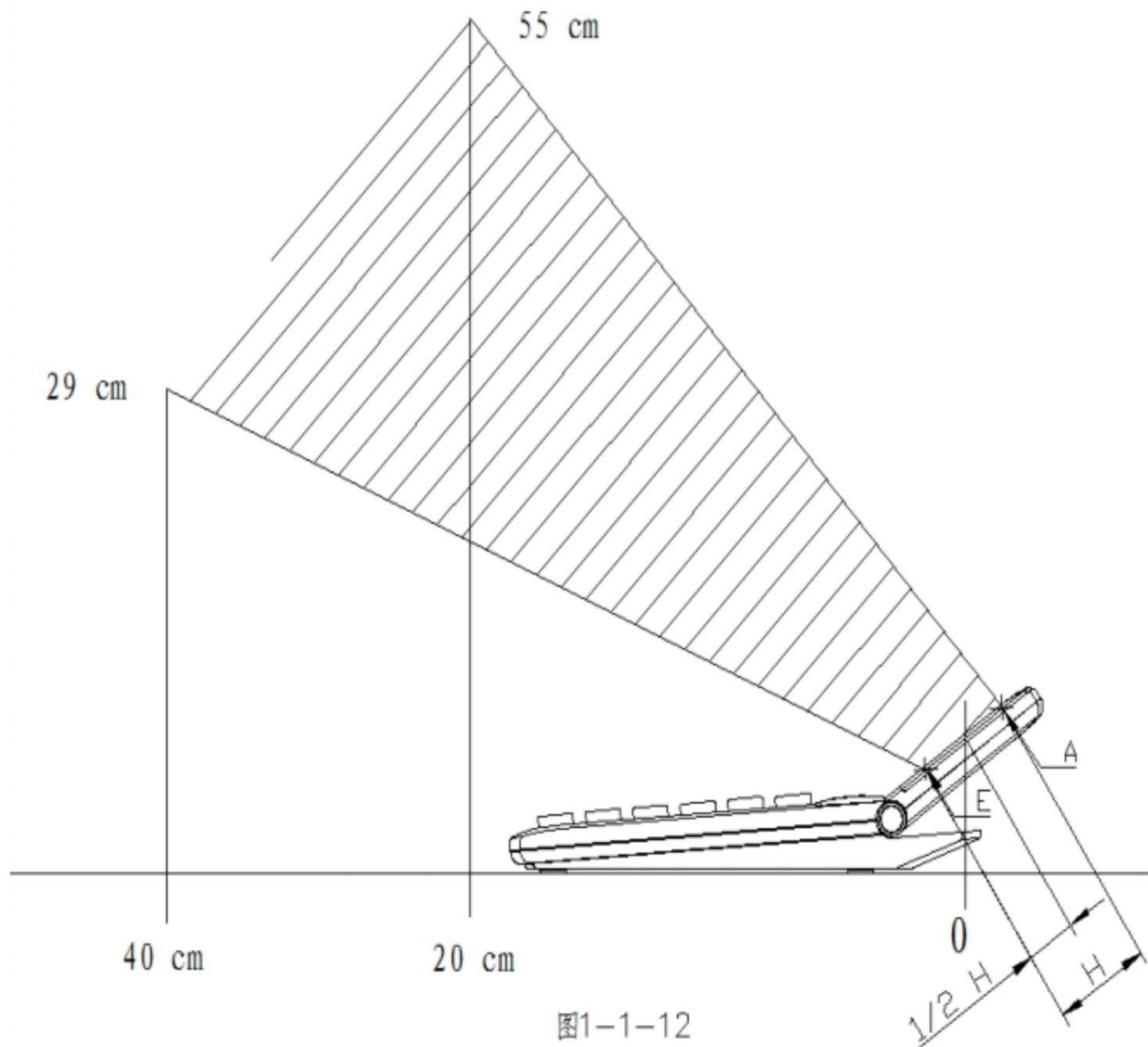


STANDER 关闭

图1-1-12

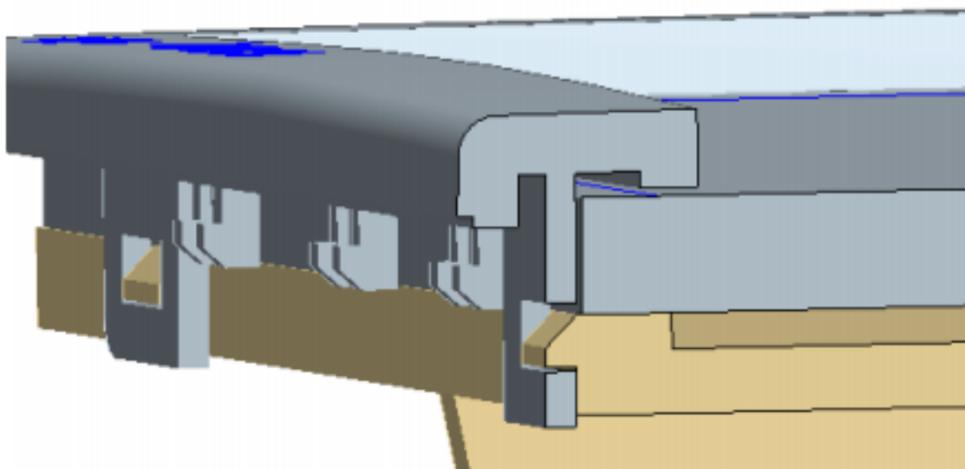
有 STANDER 的机台同无 STANDER 机台的视角标准一样，即把 STANDER 开启要满足视角要求，关闭也要满足相同的视角要求。

附：CANON 的视角检测标准（不常用）



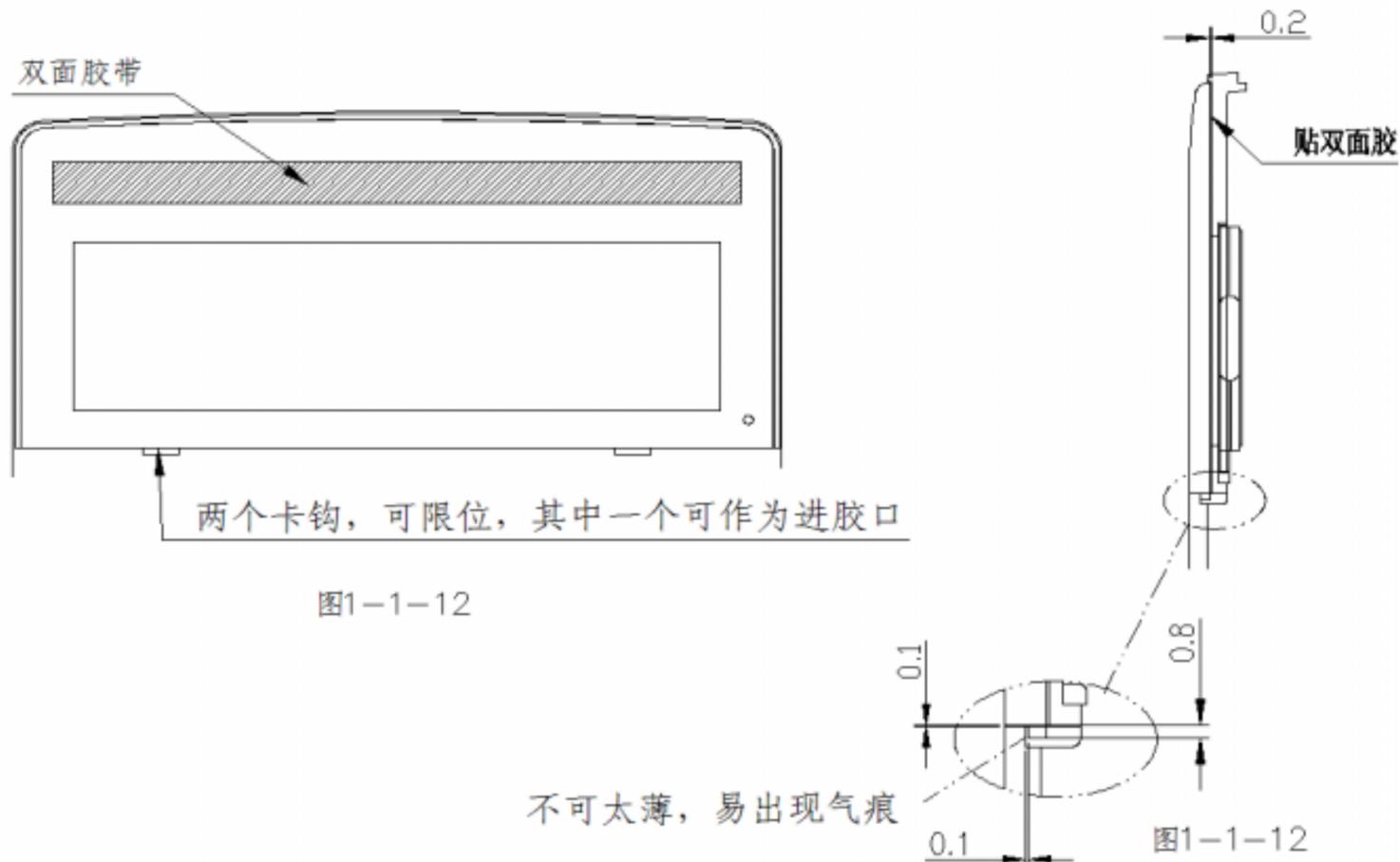
## 15.2 DISPLAY PANEL DG(FILTER) 设计

1. 塑胶成型显示面板
- (1) 卡钩固定方式

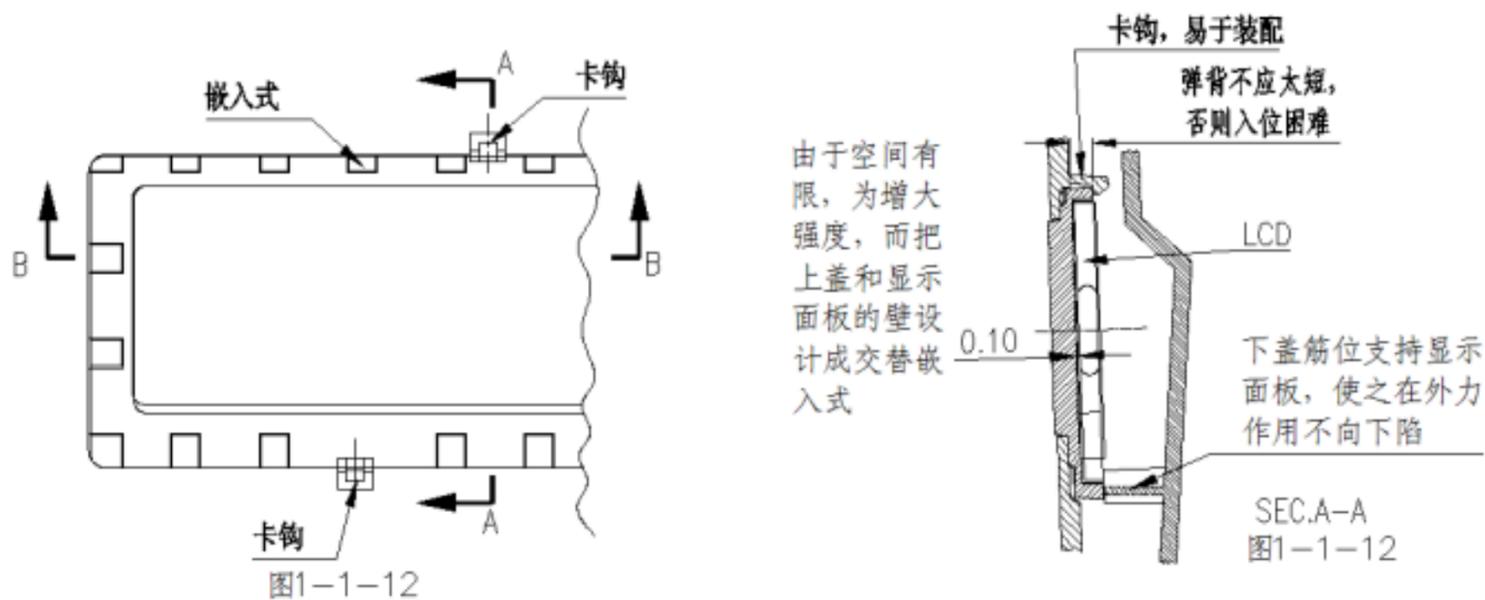


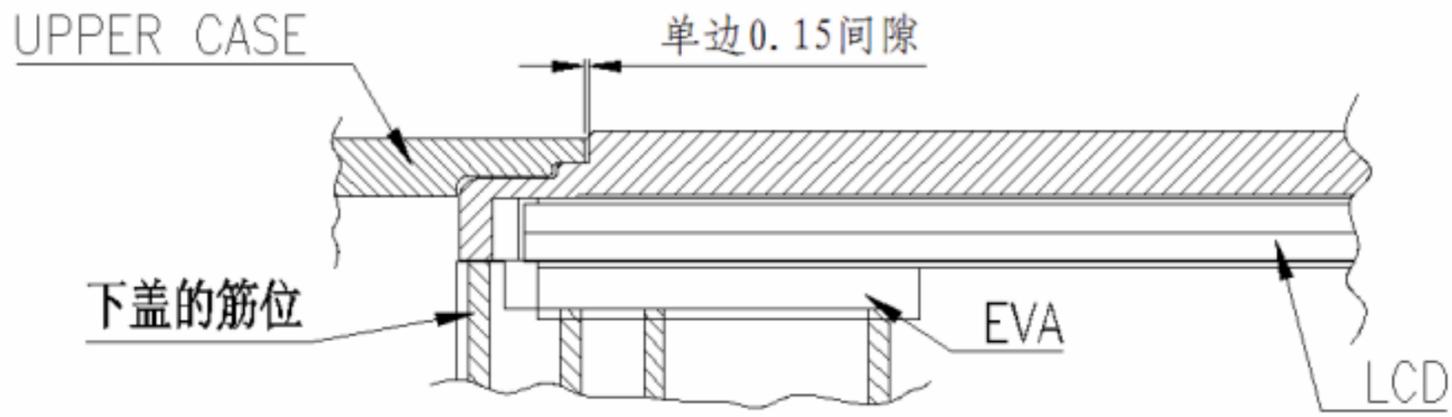
- 说明：a. 显示面板的卡钩不可离边沿太远，否则易出现缝隙；  
 b. 视窗的上，左，右三边都设计成圆弧，以避免出现带纹。  
 c. 设计显示面板装配时，要避免出现尖角，否则因壁太薄，而看上去发白。  
 d. 显示面板的边缘应避免出现尖角，原因是一方面可避免有毛边产生，一方面避免伤手。  
 e. 显示面板与上盖允许有少量段差，但显示面板不能大于上盖。

(2). 无卡钩，贴附形式  
 参考机型：EL-872C



(3). 内装式  
 参考机型：EL-S872, EL-N852



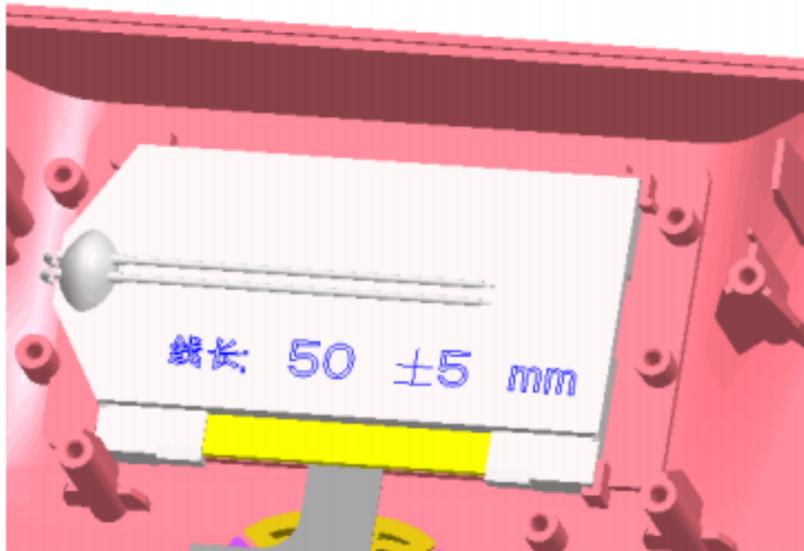


SEC.B-B  
图1-1-12

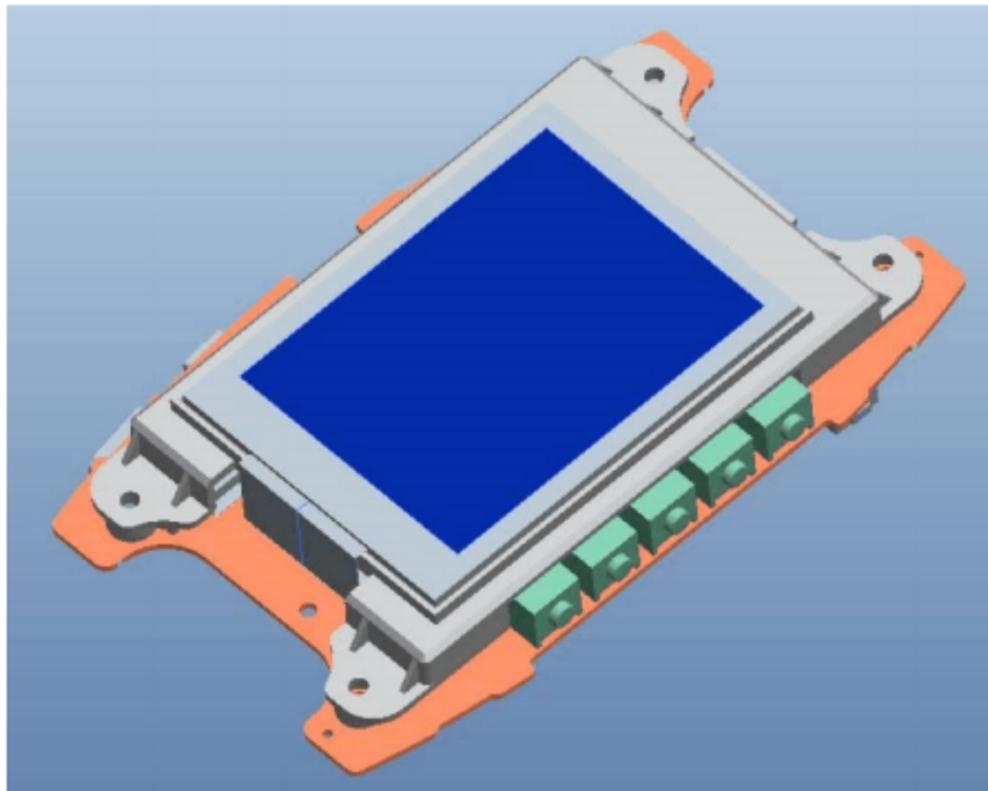
4

(4). 内装支架式

a. 面壳对 LCD 4角做定位，支架做紧固方式。

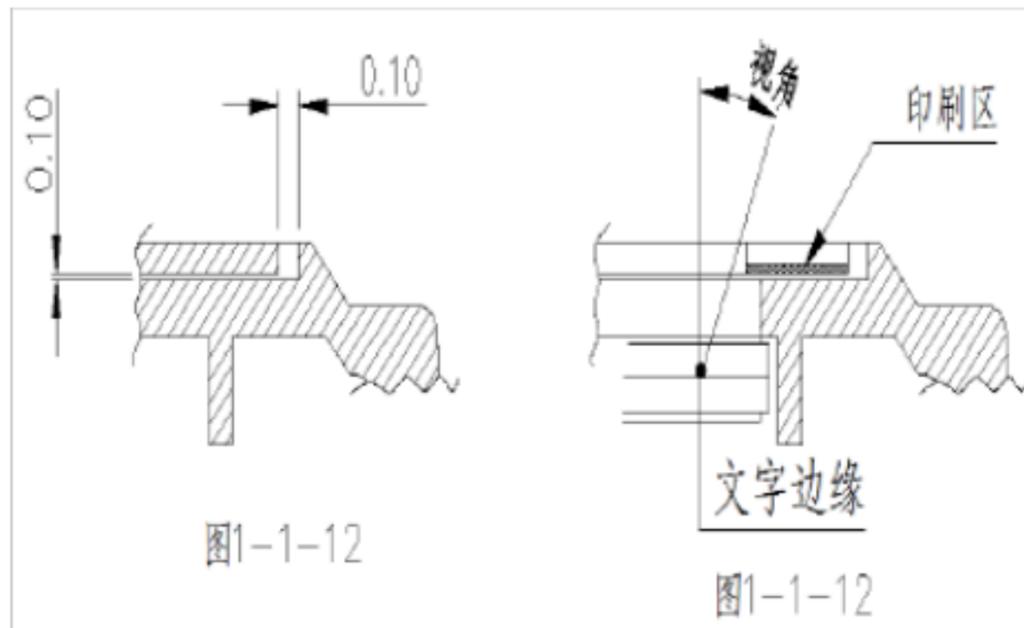


b.LCD 支架对屏做紧固同时做定位的方式



2. 冷冲压成型显示面板

(1) 装配尺寸关系



## (2) 部品要求

- a. 材质:PC t=0.5mm 颜色:透明,制品表面要求镜面;单面被胶
- b. 单面被胶,其背胶等级同“日东”5000及3M胶同极;
- c. 嵌合:有关外形形状及结合部,必须与上盖结合良好;
- d. 注意冲裁毛刺方向
- e. 制品表面不得有划伤,污迹等不良,制品须加保护膜;
- f. 考虑制品R处及按键孔处装配方向与冲裁方向不同,请先建模

## 1-16 超声波结构设计

### 超音波焊接技术 (Ultrasonic Welding)

#### 1. 速度快

超音波焊接技术的周期很短,使用标准机器每分钟可处理三十件工作。

#### 2. 效果一致

只要接头设计完善,焊接参数调校正确,便能获得清洁及一致的焊接效果,因为焊接效果不受操作人员的操作情况所影响。

#### 3. 强度高

超音波焊接技术是将塑料熔合起来,因此能产生出无内应力的高强的接合。

#### 4. 不需夹紧

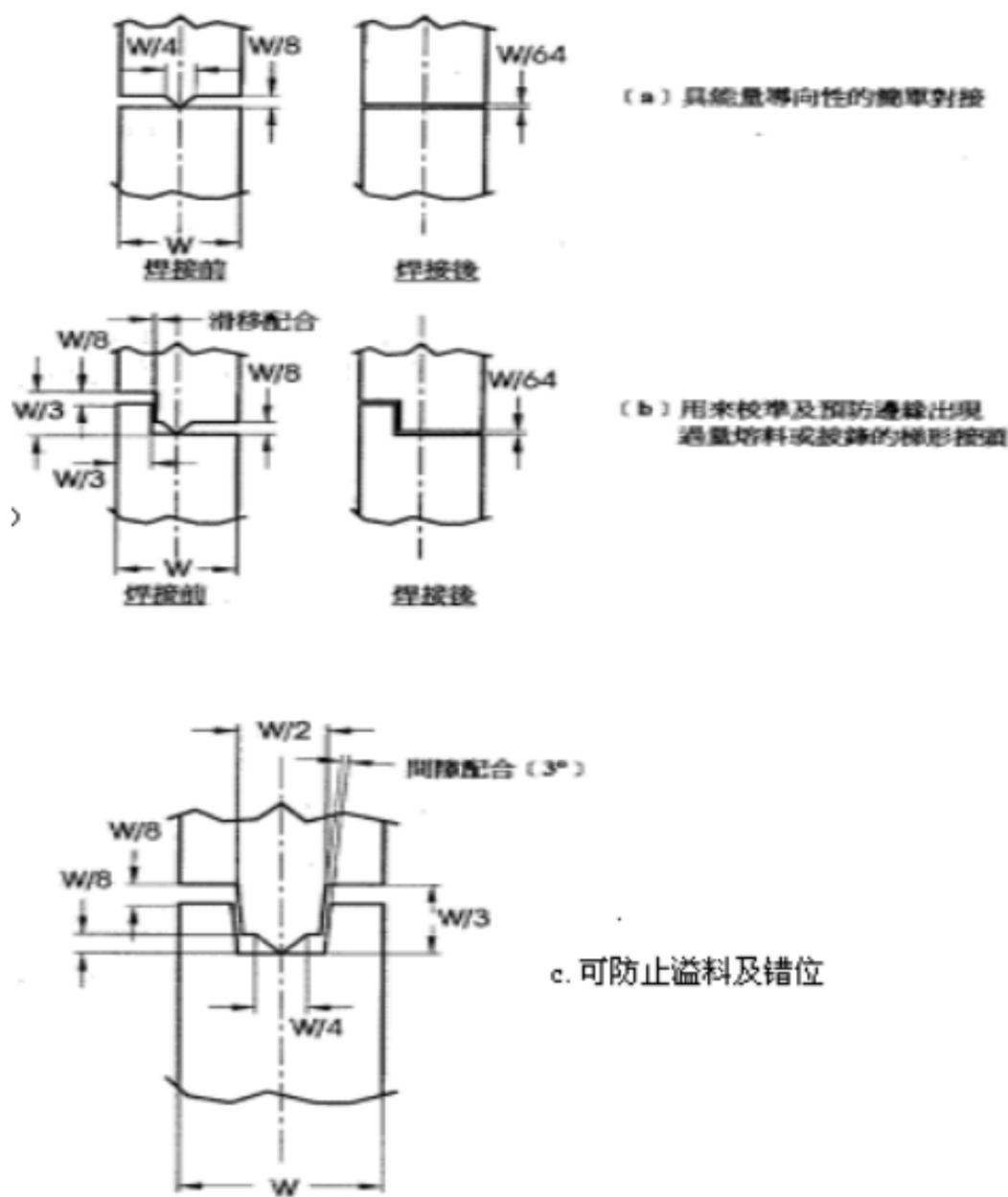
当工件离开机器后便告完成,不需进行焊接后加工。

### 5. 用途较广

超音波焊接法可用来焊接那些不能用任何其它黏合剂的物料。

### 6. 安全性

由于不需使用化学物品，因此不会产生化学中毒。若要超音焊接头达致所需要强度及美观程度，那么接头必须设计恰当，以及就要个别应用情况及个别塑料性质来设计。



## 1-17 電池箱的相關結構設計

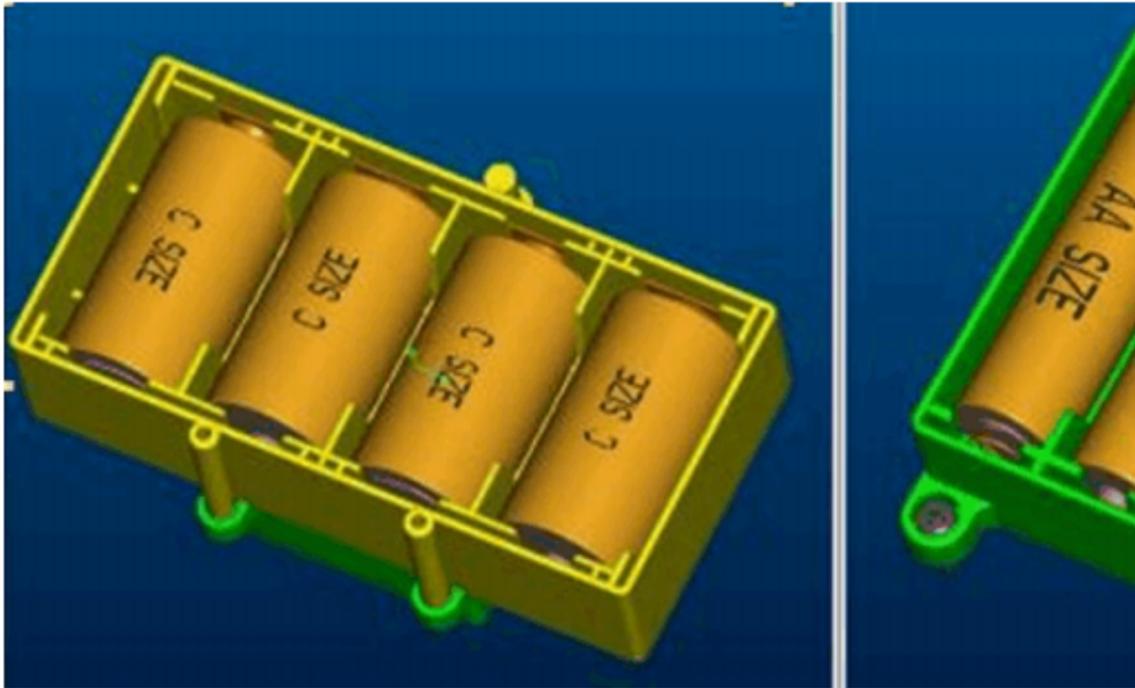
## 17.1 干电池箱设计基本守则

1. 电池与电池之间一定要有胶料分隔。参照安规标准设计（如下左图示）

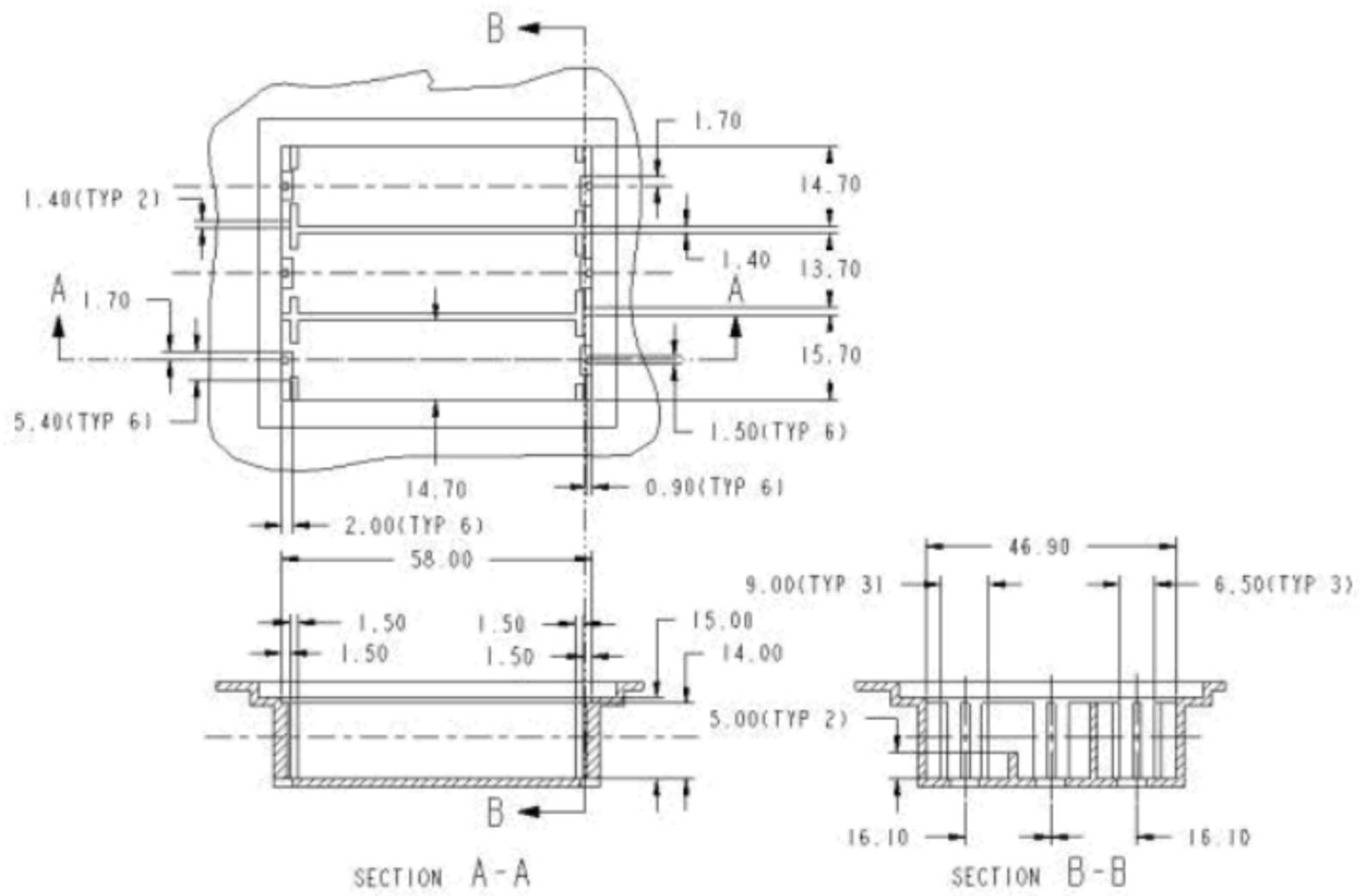


2. 如有产品的市场目标是 3 岁以下的小童，便需要加上防电池水槽。（如上右图示）

3. 如所用电极为 C size 或以上，而且数量为两粒或以上的时候。电池门便需要两粒或以上的螺丝。4 如成品的长度和宽度不足以放置要求的电池数量的时候，可以用电池匣作代替。



5. 参考一个典型的电池箱的基本规格，一般的 AA-size 的电池厢大小如下图：

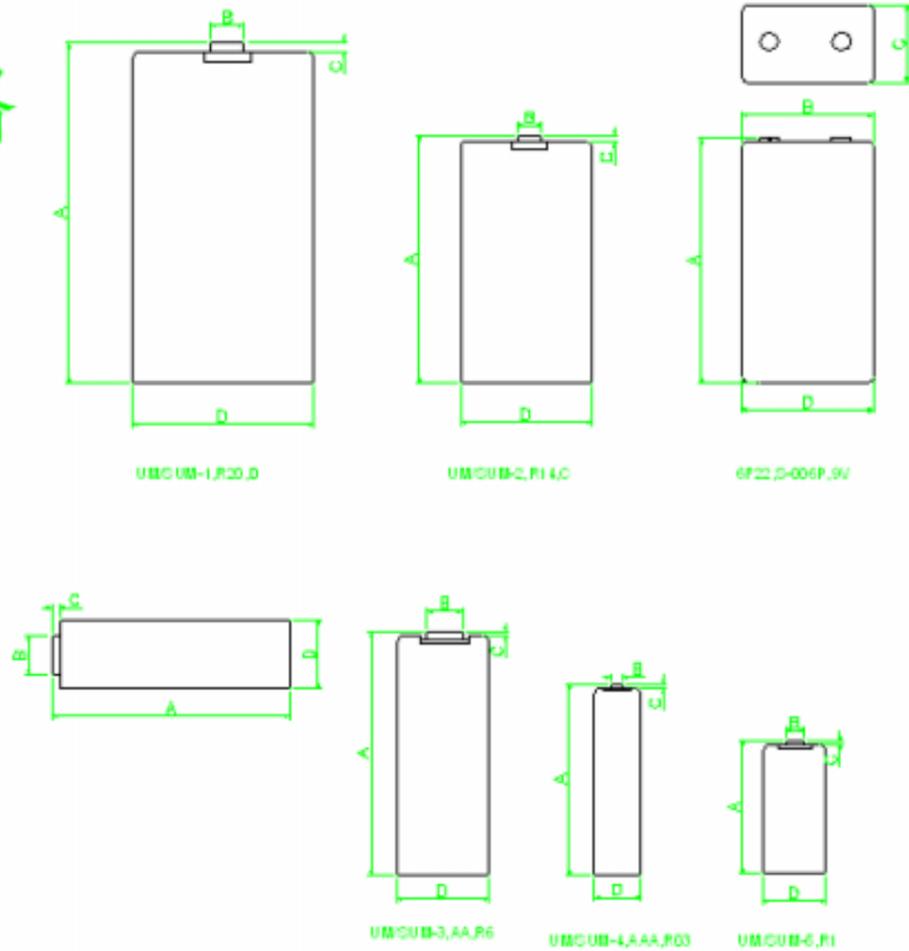


## 17.2 各类干电池的规格如图示

### 1. 各类干电池的规格如图示

# 电池尺寸规格

		A	B	C	D
AA	MAX	50.5	5.5	1.0	14.5
R6P	MIN	48.4	4.0	1.0	13.5
AAA	MAX	44.5	3.8	0.8	10.5
R03	MIN	42.5	2.0	0.8	9.5
	MAX	30.2	4.5	0.8	12.0
R1	MIN	28.2	2.0	0.8	10.7
D	MAX	61.5	9.5	1.5	34.2
R20P	MIN	59.0	7.8	1.5	32.2
C	MAX	50.0	7.5	1.5	26.2
R14P	MIN	47.6	5.5	1.5	24.7
9V	MAX	49.2	26.5	17.5	26.5
X6F22	MIN	46.5	24.5	15.5	24.5



## 2. 干电池型号（1号电池、5号电池、7号电池）及规格尺寸

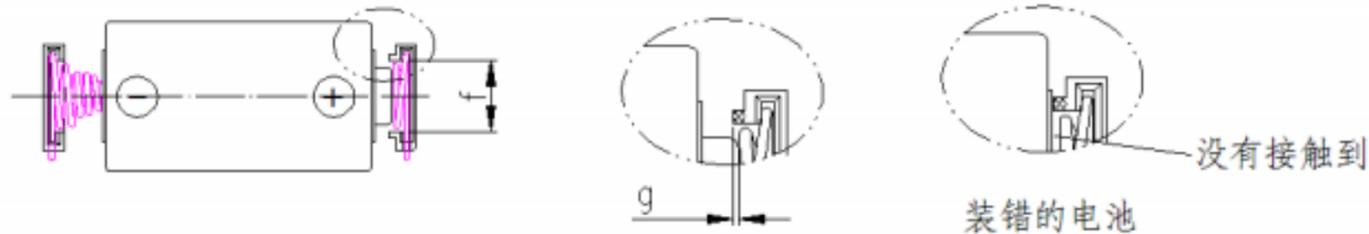
型号命名与标识	IEC 型号	美国型号	日本型号	直径 (mm)	高度 (mm)	中国传统叫法
普通锌锰电池	R03	AAA	UM-4	10.5	44.5	7号电池
普通锌锰电池	R6	AA	UM-3	14.5	50.5	5号电池
普通锌锰电池	R14	C	UM-2	26.2	50	2号电池
普通锌锰电池	R20	D	UM-1	34.2	61.5	1号电池
碱性锌锰电池	LR03	AAA	AM-4	10.5	44.5	7号碱性电池
碱性锌锰电池	LR6	AA	AM-3	14.5	50.5	5号碱性电池
碱性锌锰电池	LR14	C	AM-2	26.2	50	2号碱性电池
碱性锌锰电池	LR20	D	AM-1	34.2	61.5	1号碱性电池

关于 LR6: R 代表圆形，前面没有任何字母时表示普通电池。前面标有 L 表示是碱性电池。R 后的两位数表示电池的大小型号，如 03 代表是 7 号电池，LR06 表示 5 号电池，LR14 代表二号电池，LR20 代表大号电池。

最后一个字母表示电池的性能，S-普通型，P-高功率型，C-高容量型。R6、R14、R20 三种型号后加上 S、C、P 后均有三种类型。如 R6 有 R6S、R6C、R6P 三种。S 表示为糊式电池、C 表示为高容量纸板电池、P 表示为高功率纸板电池。S 型糊式电池容量低，在电池使用末期，极易漏液，但价格便宜。C 型（高容量）电池适用于小电流放电方式。P 型（高功率）电池放电容量较前两种均有较大的提高，该类电池耐漏液性能好，且适合大电流连续放电。

## 3. 干电池装配设计注意事项

- a. 电池负极端子要有足够的压缩弹力，才能使电池接触可靠，弹簧的压缩荷重在 1.0kg~1.5kg 间；
- b. 电池负极端子的弹性也不可太强，其弹性在确保可靠接触时应使电池方便入位，入位作用力 2~5KG 之间；
- c. 电池槽的结构应考虑防止电池反装导通的设置，即电池负极装到正极端子了也不会导通。



锰性电池		碱性电池		电池正极插入范围	
JIS	JEC	JIS	IEC	f	g
R20P SUM-1	R20	LR20	LR20	9.0~11.0 mm	0.5~1.4 mm
R14P SUM-2	R14	LR14	LR14	7.6~9.0 mm	0.5~1.4 mm
R6P SUM-3	R6	LR6	LR6	5.6~7.0 mm	0.4~9.0 mm
R03 UM-4	R03	LR03	LR0	3.0~5.30 mm	0.3~0.7 mm

#### 4. 收纳的问题

- a. 为防止幼儿误吞电池，电池开盖要设计成不容易开启；
- b. 开盖时，应设计成电池不要轻易飞出去；
- c. 开盖后为了要让电池容易取出，要设计出取出的 STEP；
- d. 接点的信赖性确保之故，电池收纳壁与电池之间要设计的大一点，（摇晃时有上下卡嗒，卡嗒的声音）；
- e. 接触端子的镀铬厚依 JISH8617 的 1 种 2 级 5UM 以上，如有电池端子由于更换电池的关系，着脱次数多，请使用 1 种 3 级（10UM）以上。

#### 5. 防止电池端子瞬时断路

携带强度（机械性压力）如果发生瞬时断路，两极考虑应放入 COIL SPRING，来对应，或是内藏瞬时断电的防止回路。

#### 6. 漏液的问题

- a. 为防止漏液，并考虑电池运作时，在电池收纳部热问题，请在设计时考虑通气性以及如如果机体在高温时 50% 以上的热遮蔽设计；
- b. 万一有漏液时，电池漏液时自电池内部流出时，会腐蚀基板，及漏电等问题，请考虑电池收纳部的位置；
- c. 自电池发生的废气，及防止有碱性的水溶液自端子部侵入时，电池接触端子请考虑使用

镀镍钢，不锈钢上镀铬之类的材料；  
d. 电池周边的材料，请使用耐碱及耐酸佳的材料。

7. 干电池型号：R6.0

参考机型：EL-1750P,EL-1801E

电池弹簧的料号

(-): 6344050    (+): 6344040  
(A): 6344060    (B): 6344070

8. 电池槽的详细结构请参见电脑档

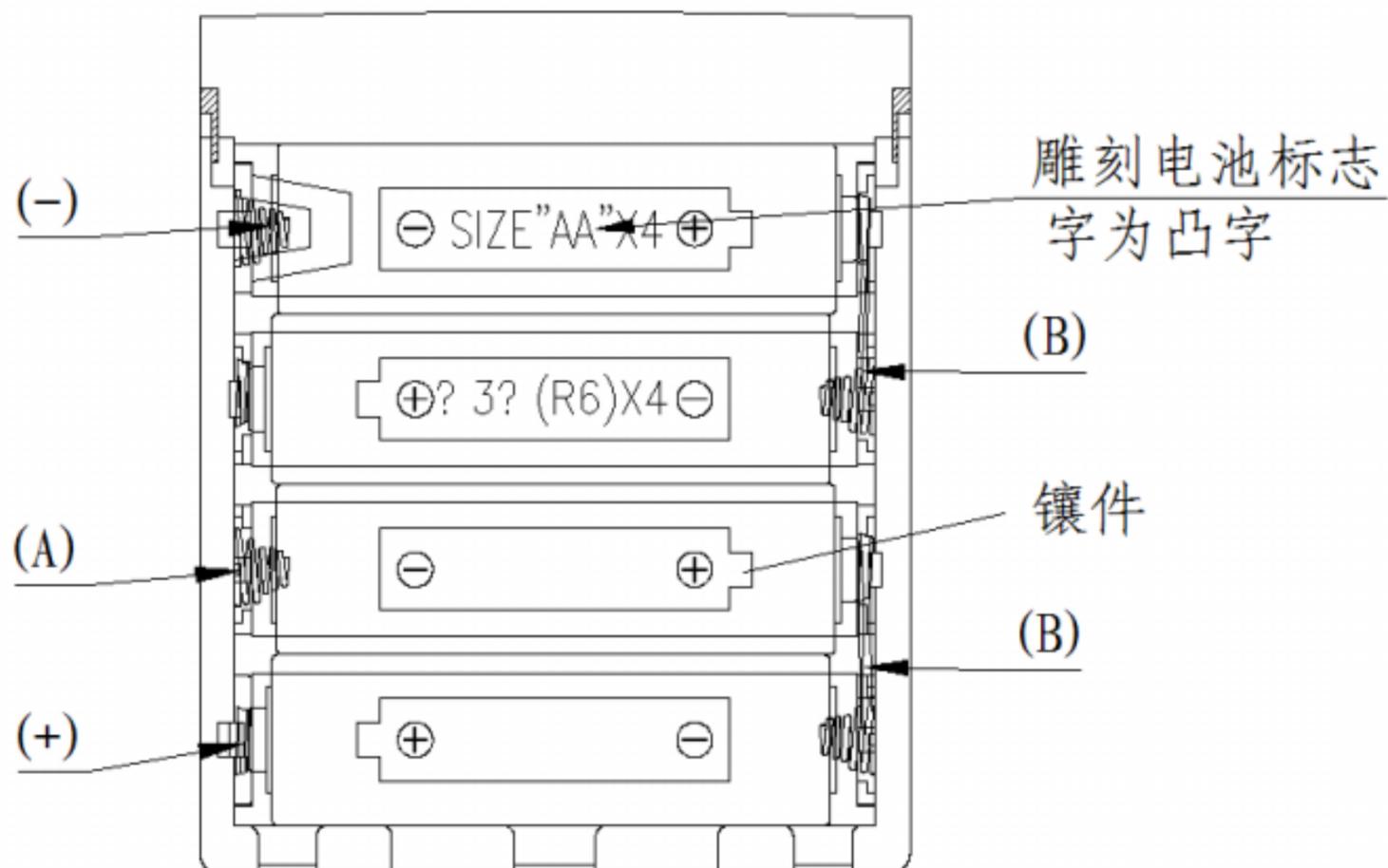


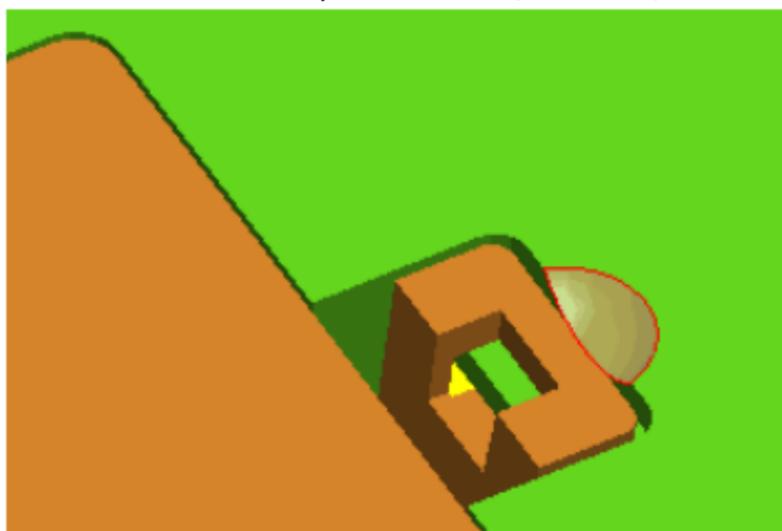
图1-1-12

### 17.3 电池门设计基本守则

1. 因为只有平均料厚的电池门是非常单薄。所以必须加上加强筋作强化作用



2. 在者,如电池门的位置是在成品的中央, 而且在电池门的四周没有凹坑的时候。 必须加上一凹形的手指位, 作方便开启电池门之用

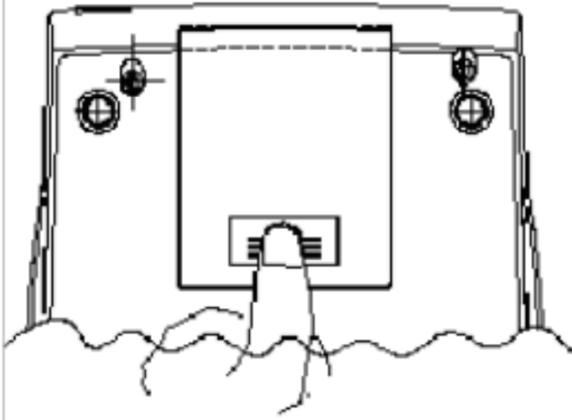


3. 一般电池门都以丝帽收紧电池门的装配螺丝, 而且以冷打或热融固定丝帽

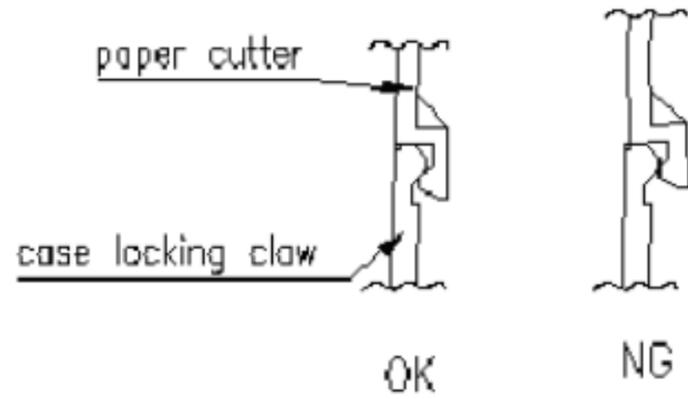


4. 拖拉的电池盖要求

1. 手指推动要有CLICK感

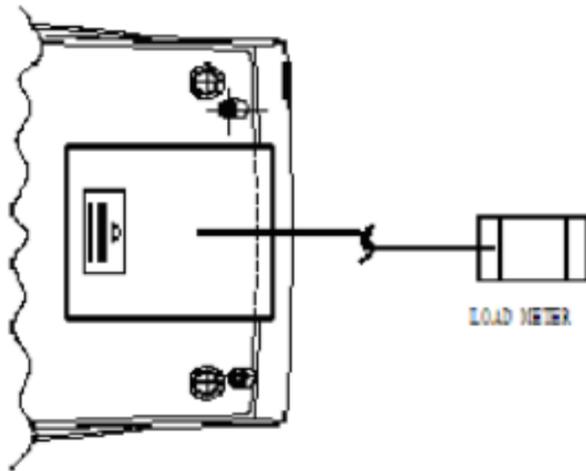


2. 电池盖在开和关时，卡钩不可有不到位的情况。

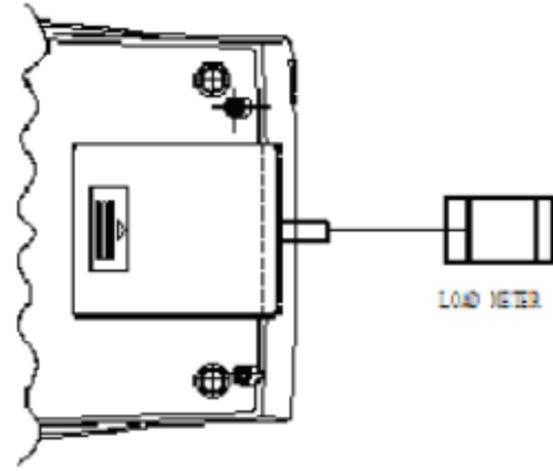


3. 电池盖开启荷重

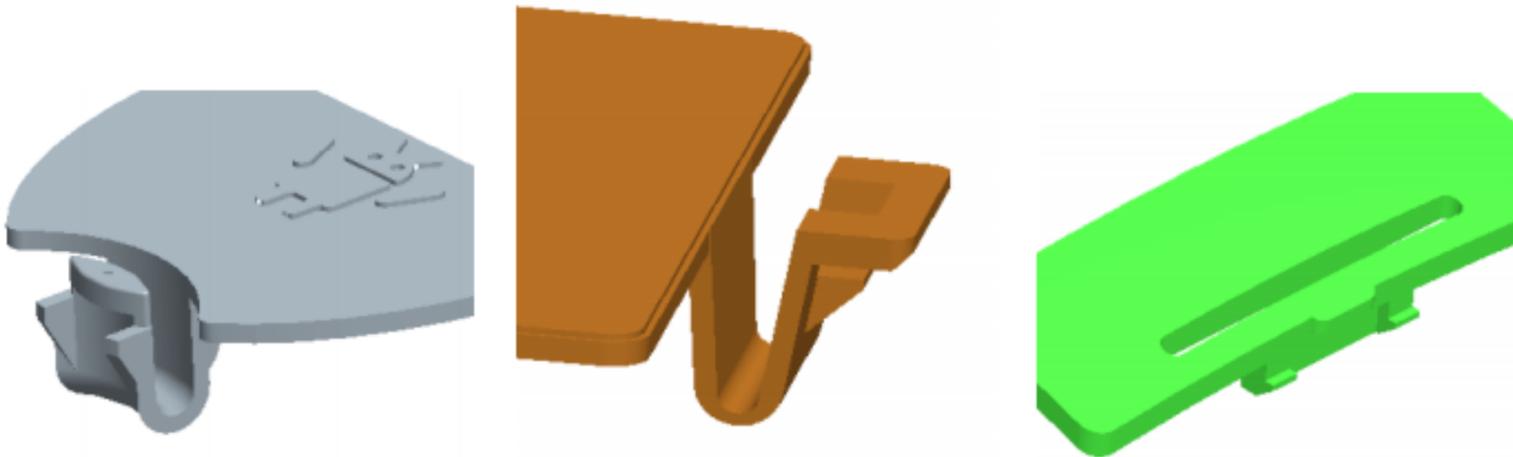
(1) 电池盖在1到2kgf的拉力下要脱开。



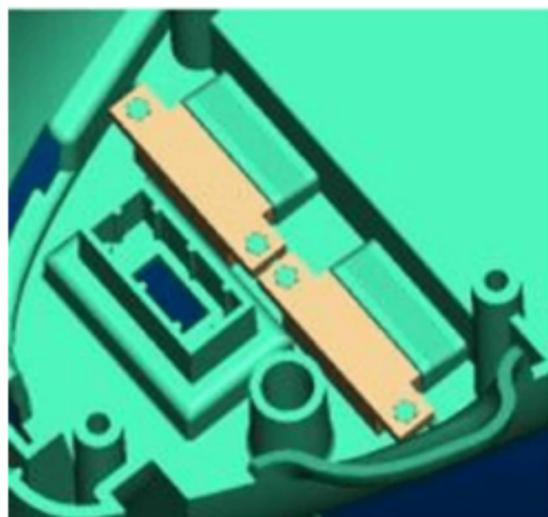
(2) 电池盖在0.8到1.7kgf的推力下能关闭。



5. 各类卡扣类型的电池盖，卡扣的弹性要足够好，按压后不可发白、断裂等缺陷。

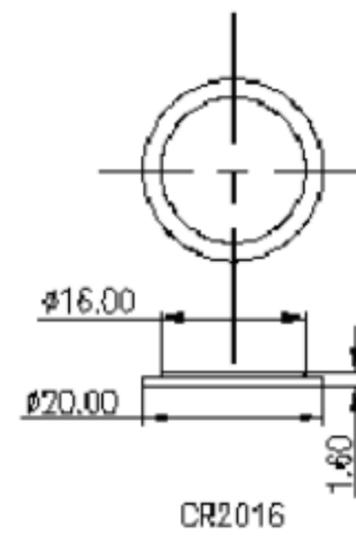
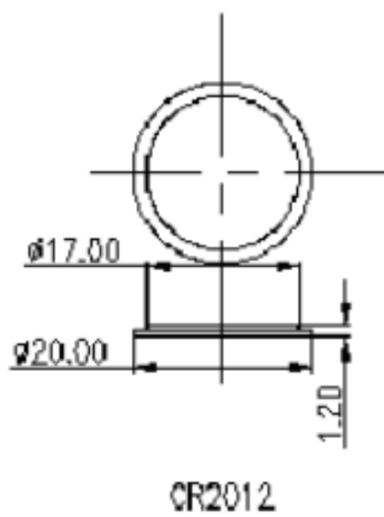
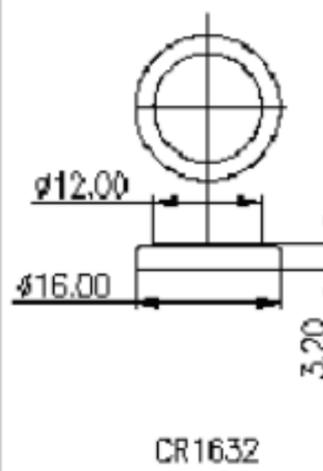
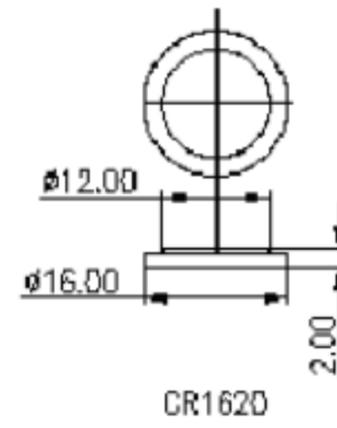
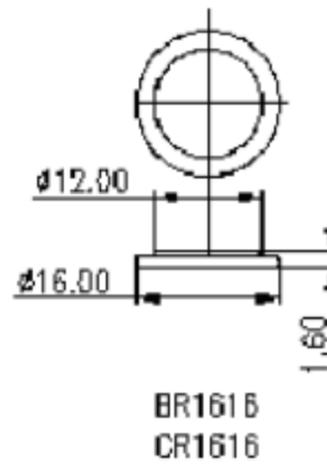
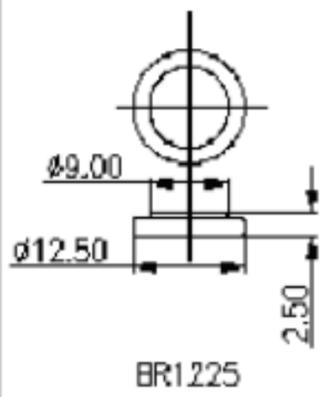
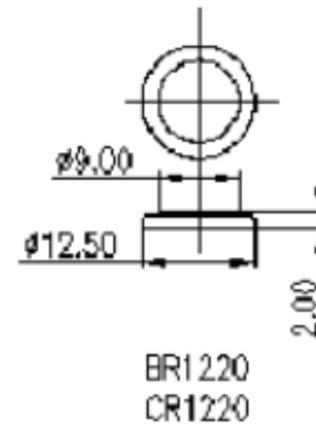
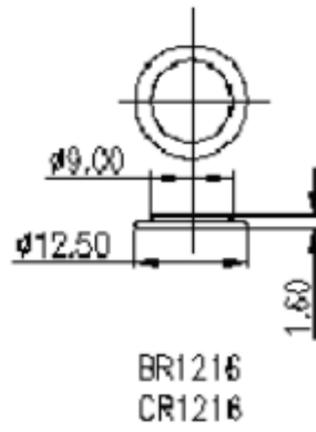
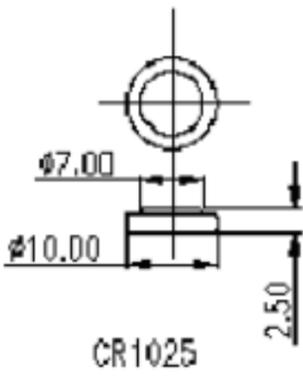
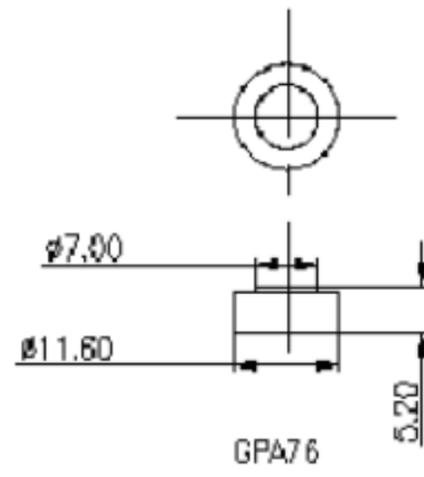
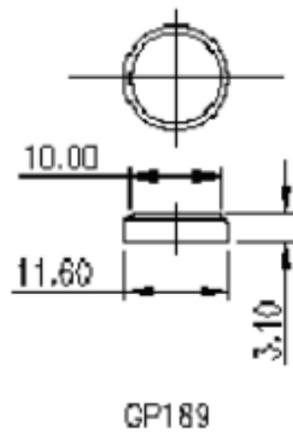
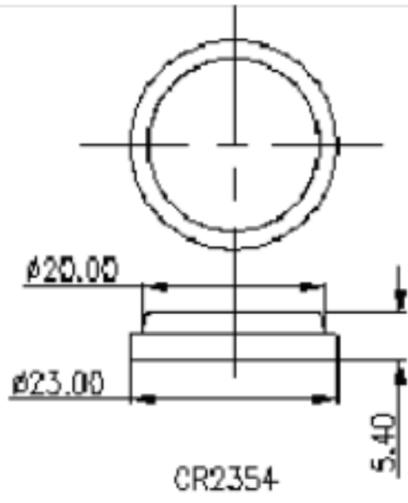


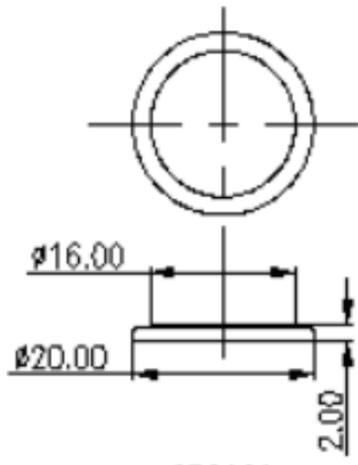
6. 如电池门利仔需要到在产品壳身上做一些颇大的擦穿孔的时候，便需要有一个 cover 用作防静电及遮丑用。



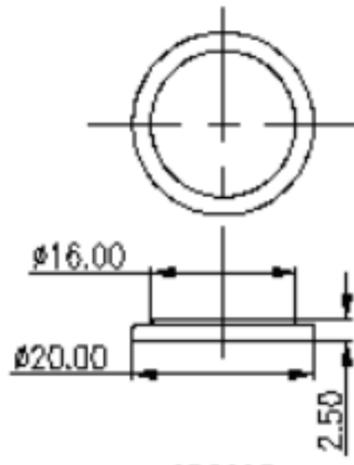
## 17.4 纽扣电池结构设计

### 1. 纽扣电池的外型尺寸

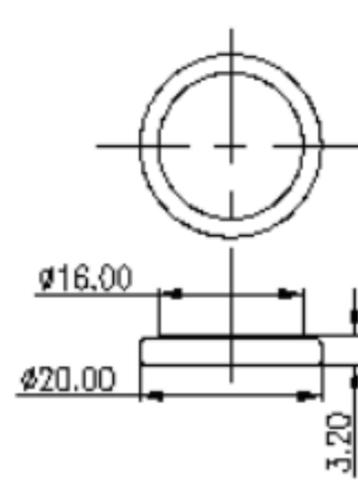




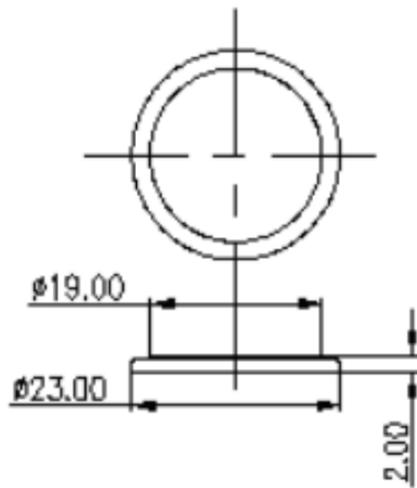
CR2020



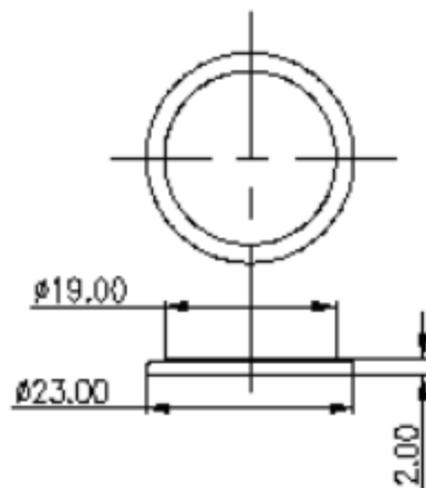
CR2025



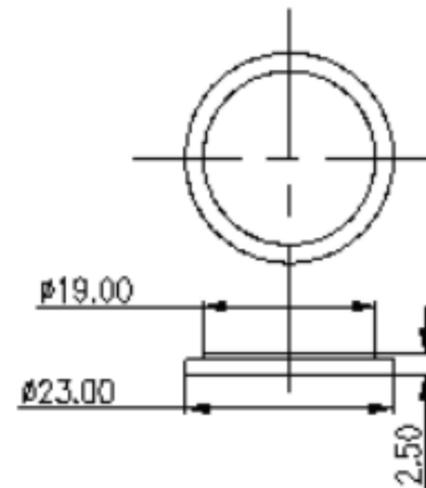
CR2032



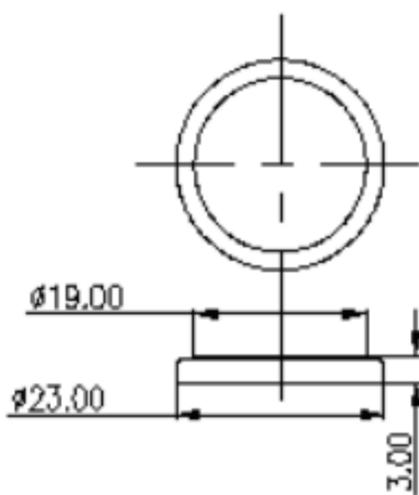
CR2320



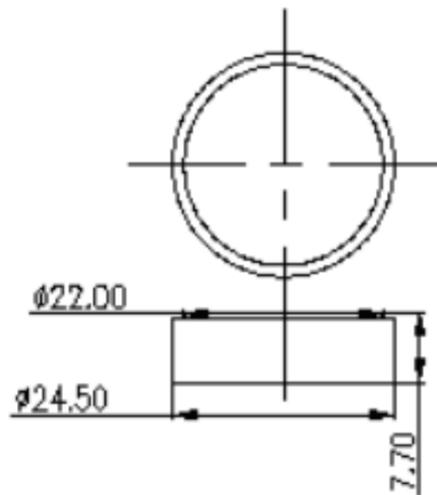
CR2320



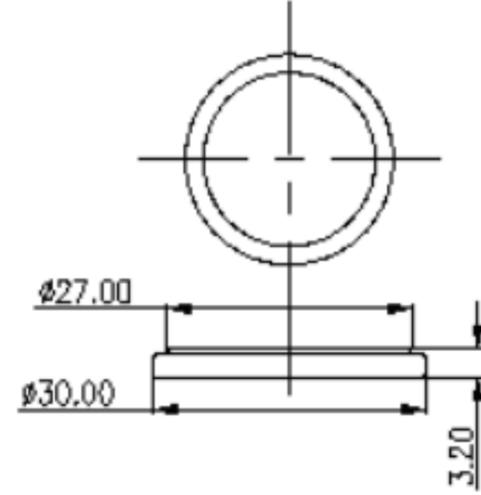
BR2325



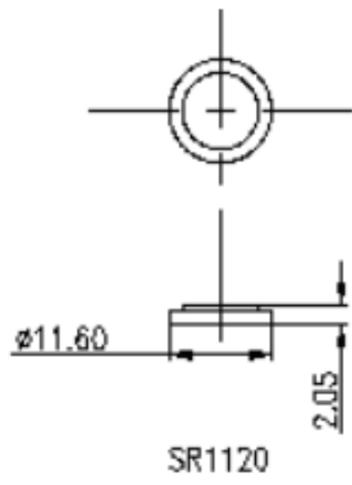
BR2330  
CR2330



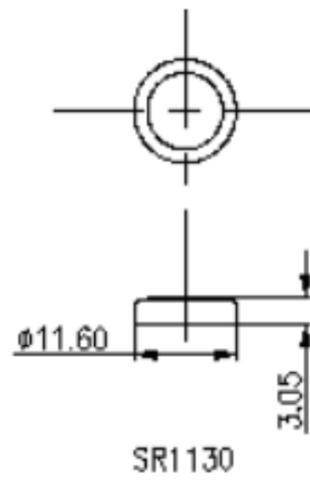
CR2477



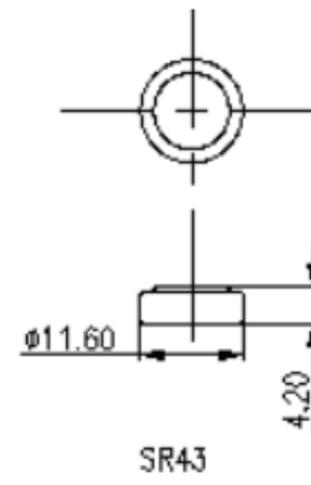
BR3032  
CR3032



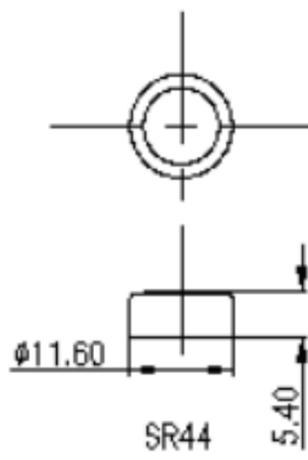
SR1120



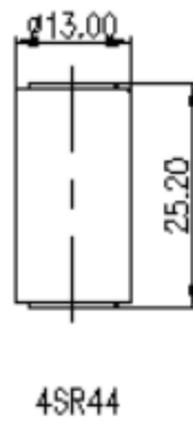
SR1130



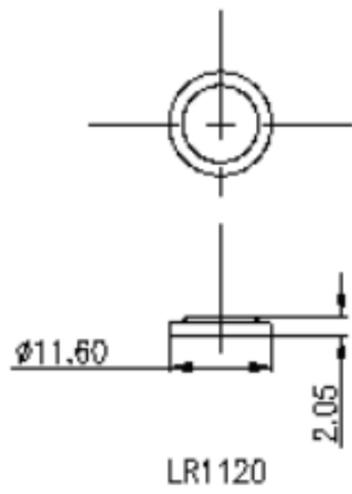
SR43



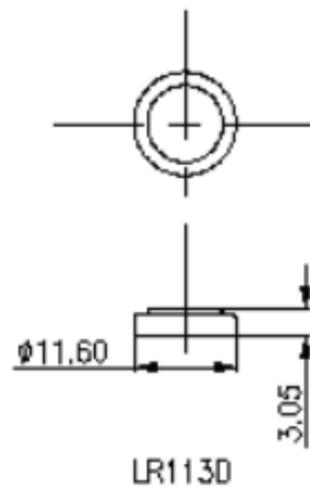
SR44



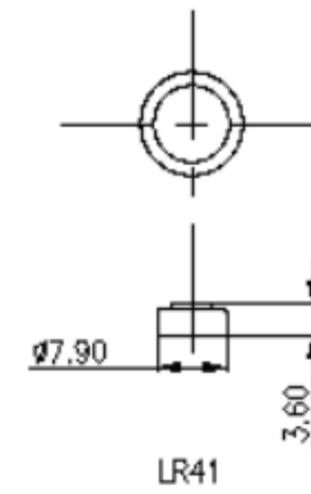
4SR44



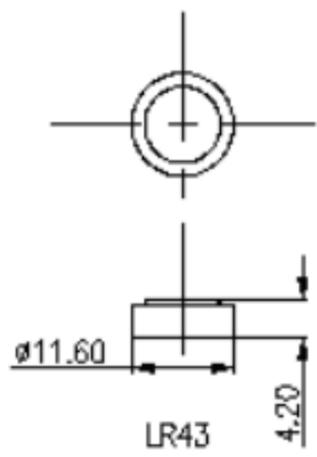
LR1120



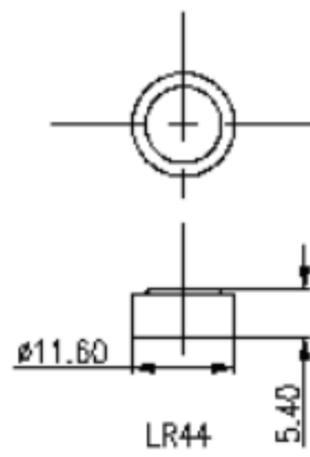
LR1130



LR41



LR43

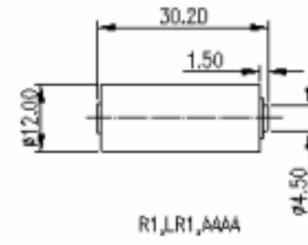
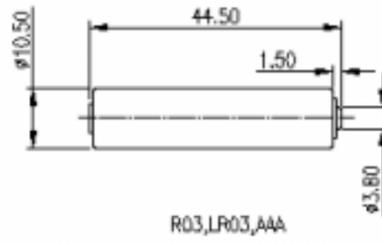
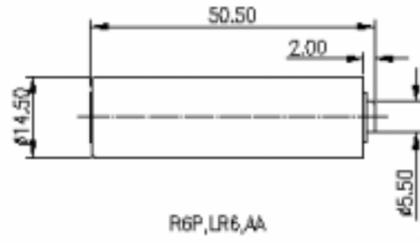


LR44

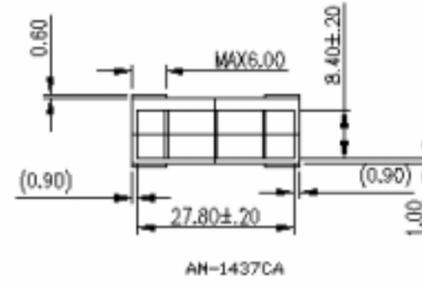
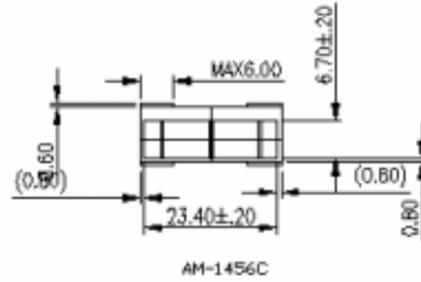
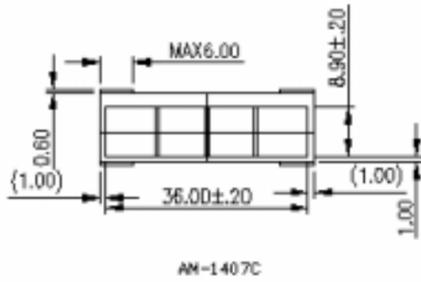
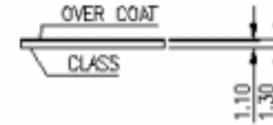
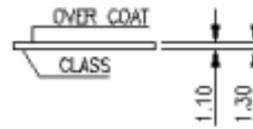
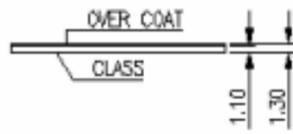
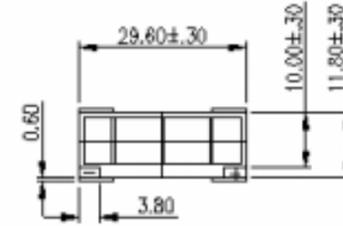
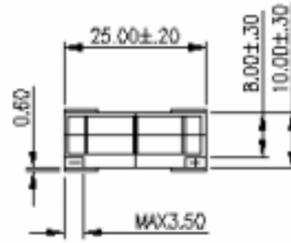
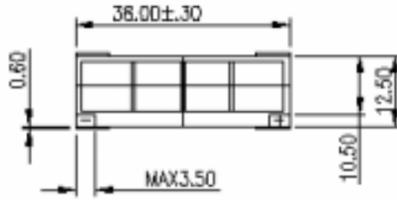


4LR44

(2) 碱性电池 (干电池)



(3) 光电池 (SOLAR CELL)



2. 常见电池的装配关系

(1) 电池型号：CR2032

电池夹料号：4345700

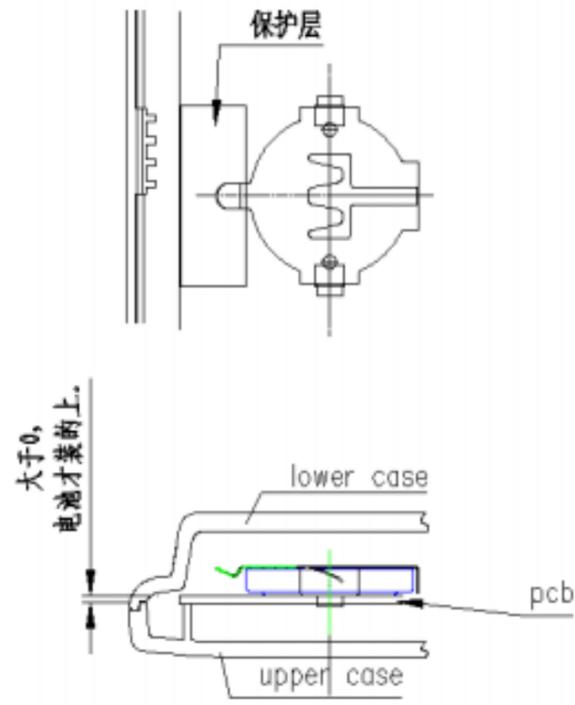
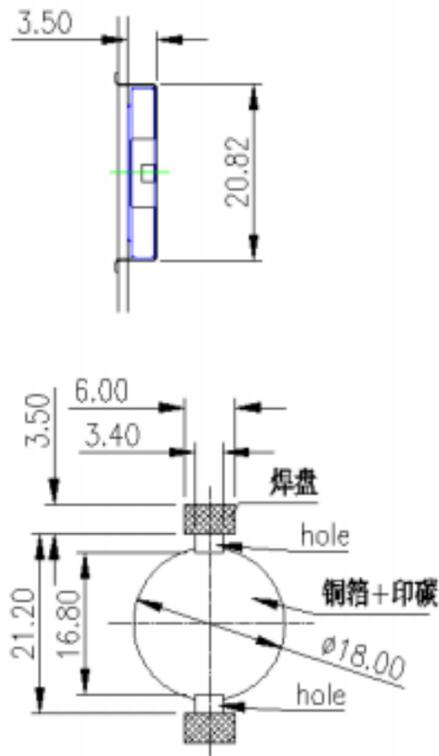


图1-1-12



PCB的结构

(2) 电池型号：GPA76  
 电池夹料号：

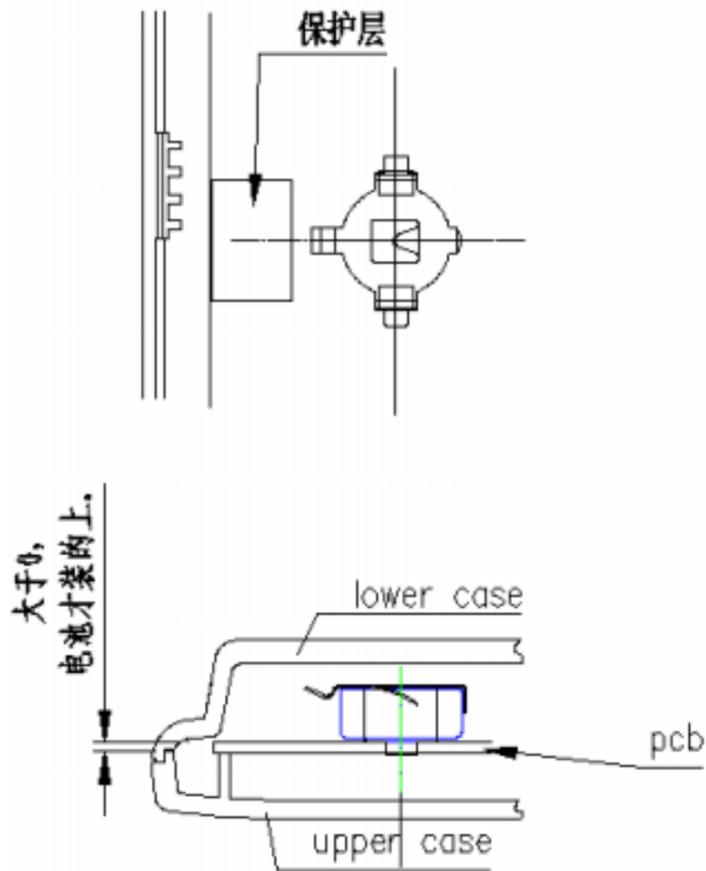
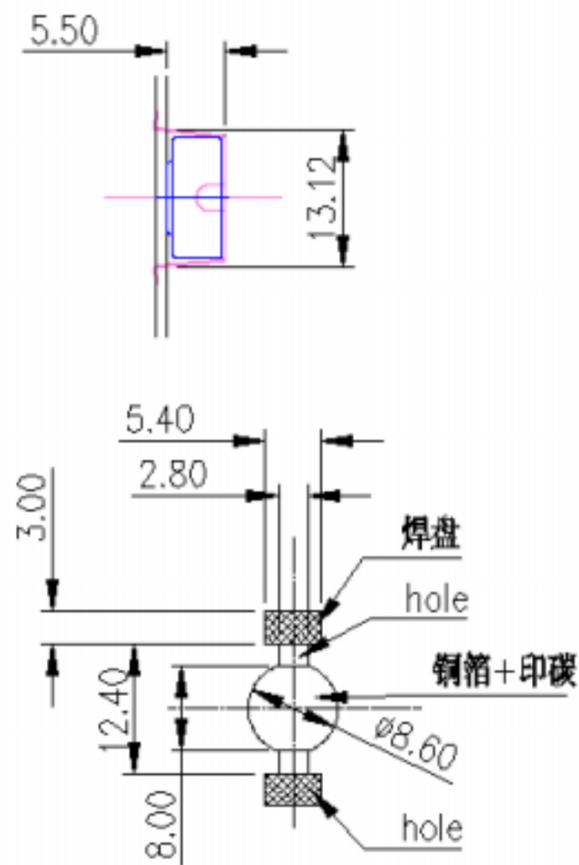
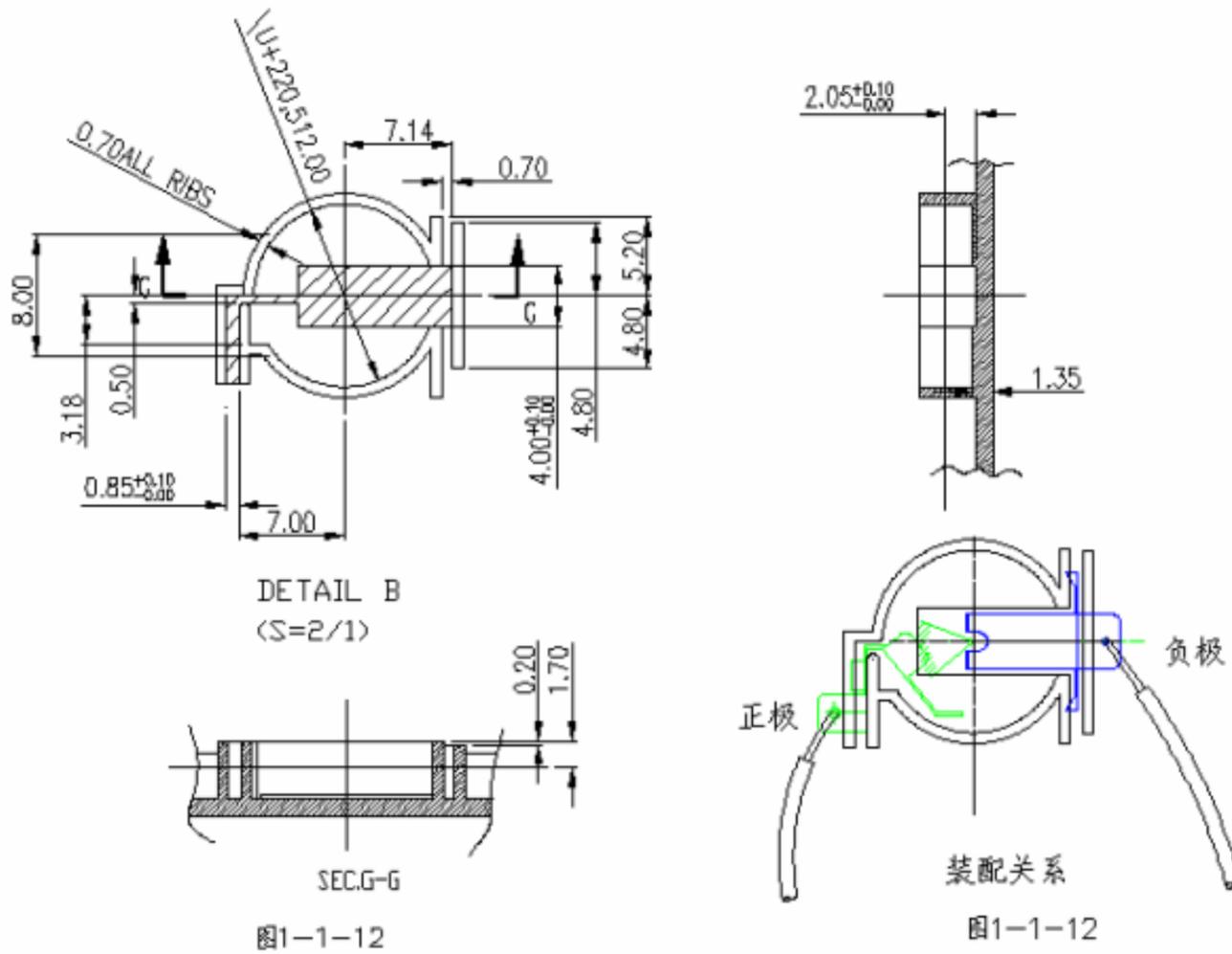


图1-1-12

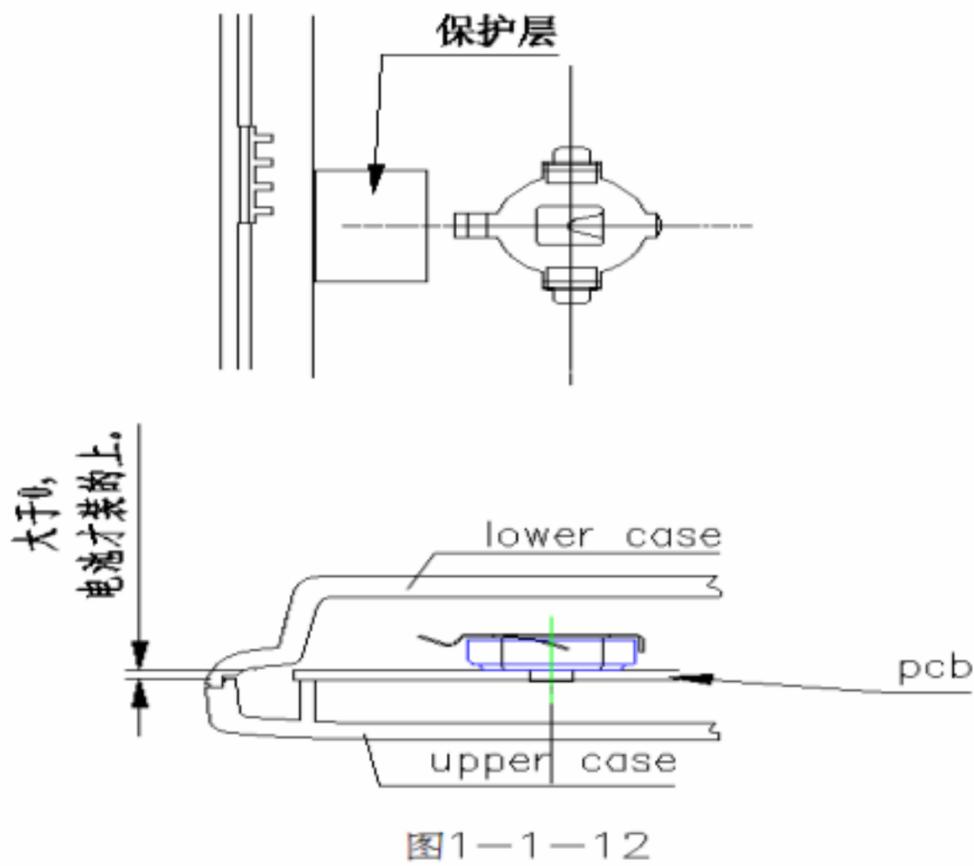


PCB的结构

(3) 电池型号：GP189  
 电池夹料号  
 正极：6345490  
 负极：6345480



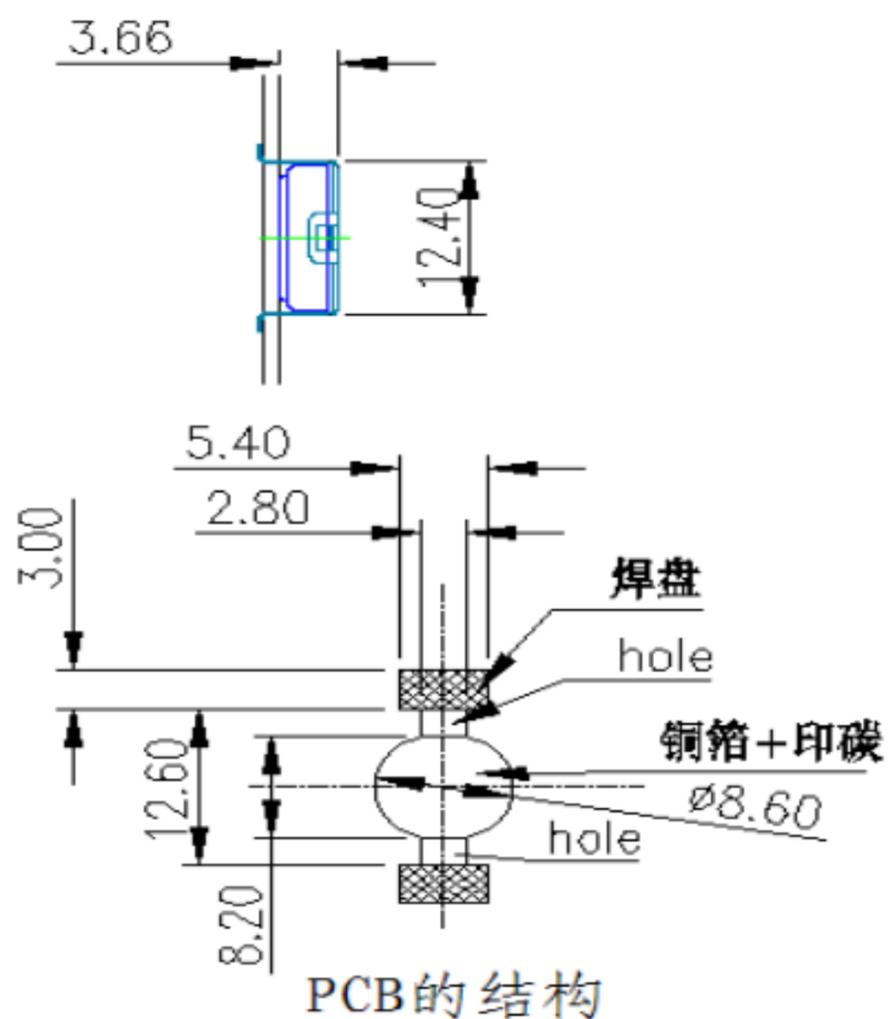
- (4) 电池型号：GP189  
 电池夹料号：345470  
 PCB 的厚度：0.8  
 参考机型：SLT-725TX, SDC-8410



- (5) 电池型号：GP189  
 电池夹料号：

PCB 的厚度：1.0

参考机型 SDC-8530



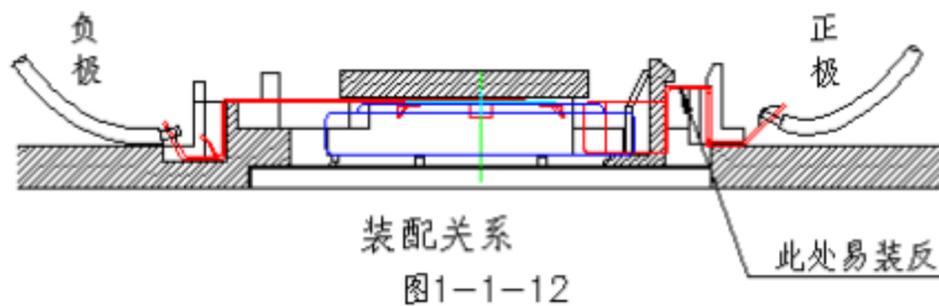
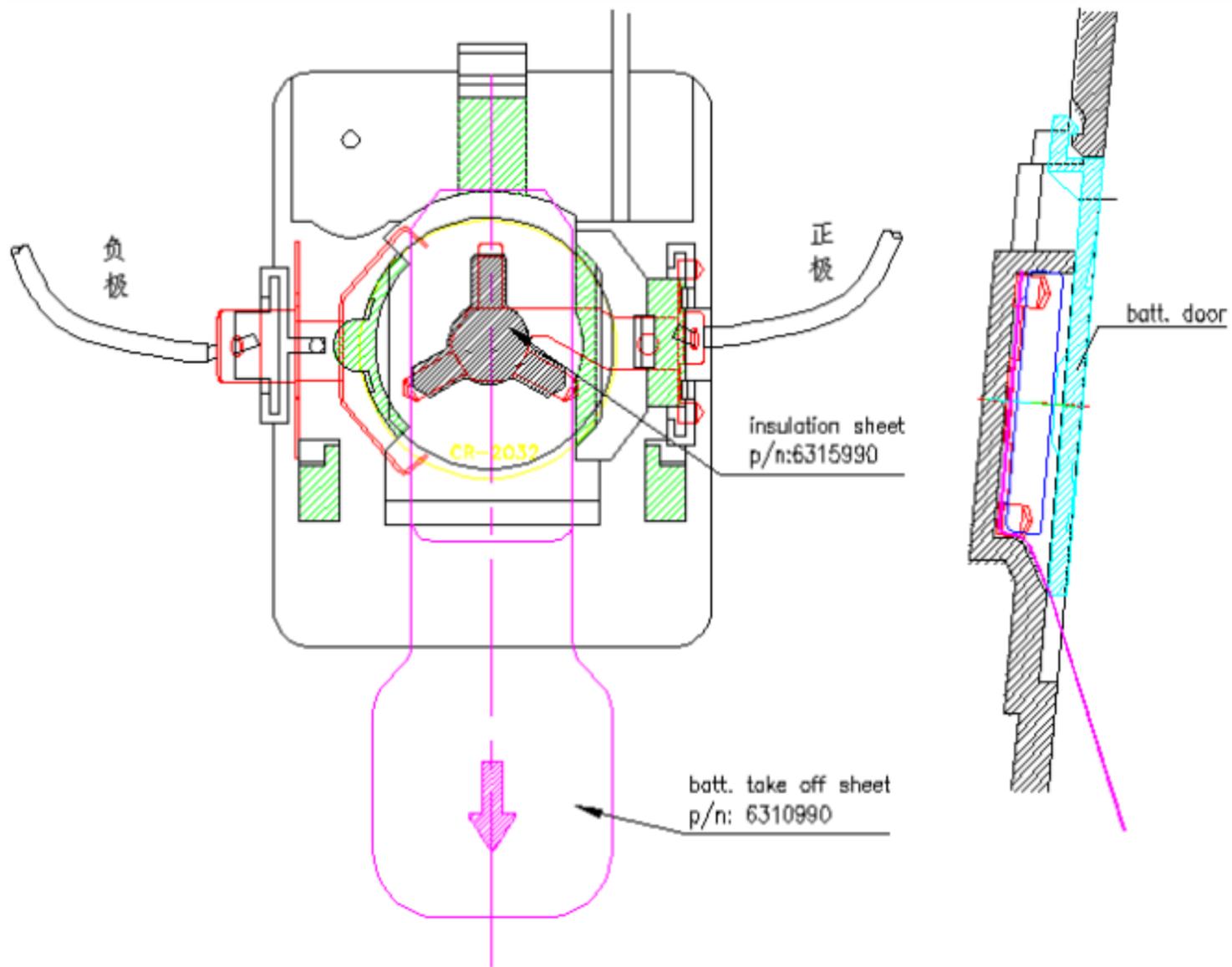
(6) 电池型号：CR2032

参考机型：CS-2635ER

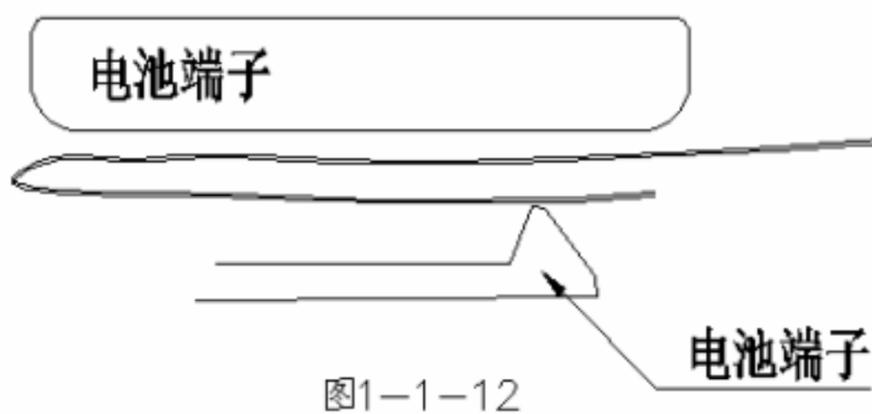
电池夹料号

正极：6345980 负极：6345991

电池槽的详细结构请参见电脑档



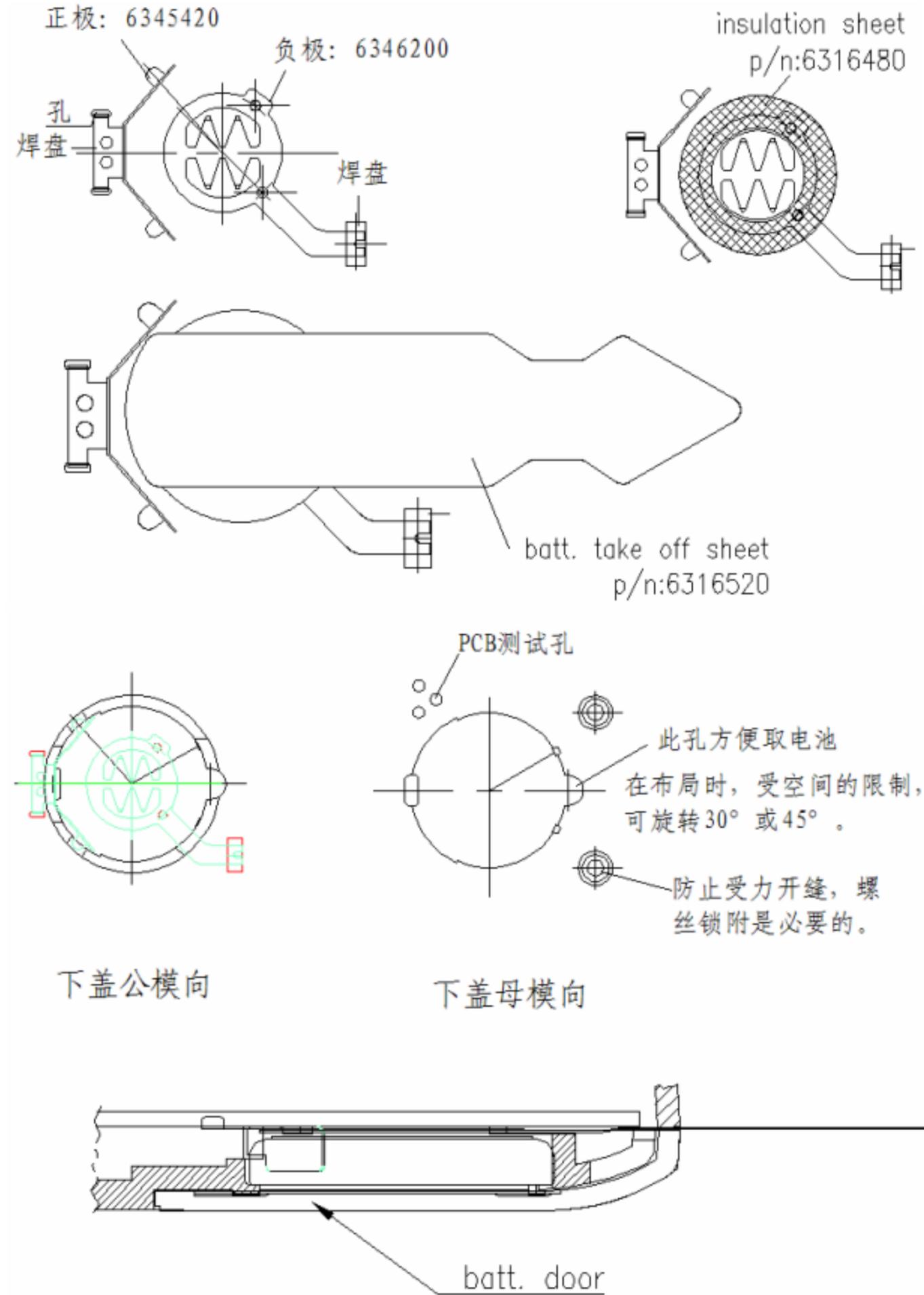
batt. take off sheet 装入示意图



说明：如此就可以避免拉出时产生料屑，而造成接触不良。

(7) 电池型号：CR2032  
 参考机型：PA-860  
 PCB 的厚度：1.0

3. 电池槽的详细结构请参见电脑档



装配关系

图1-1-12

## 17.5 诺基亚电池型号

诺基亚原装电池的规格 -- 详细尺寸和适用手机型号

### 诺基亚 电池 -- 详细尺寸

7210	53.3 × 33 × 6.3	【 920 mAh】
3310	53.1 × 38.5 × 7.6	【 900 mAh】
BL-4C	53.3 × 34 × 4.7	【 860 mAh】
BL-4B	46.2 × 33.7 × 4.8	【 700 mAh】
BL-4U	62.2 × 38 × 4.4	【 1450 mAh】
5310 BL-4CT	54 × 34.1 × 4.5	【 860 mAh】
BL-5C	53.3 × 34.1 × 5.6	【 970 mAh】
BL-5B	46 × 34.1 × 5.6	【 820 mAh】
BP-5M	40.1 × 40.5 × 5.6	【 800 mAh】
BL-5F	46 × 40 × 5.4	【 950 mAh】
BL-5BT	46 × 34 × 5.7	【 1000 mAh】
BL-6C	53 × 34.1 × 6.7	【 1150 mAh】
BP-6M	40 × 41 × 6.5	【 1100 mAh】
BL-6P	38 × 37.6 × 5.7	【 970 mAh】

### 诺基亚 电池 -- 适用机型

BL-4B 电池：7370、7373、6111、2630、2660、7500、7070、5000、N76

BL-4C 电池：7200、7270、6101、6102、6170、6125、6131、6136、6260、6300、6301、2650、2652、3500C

BL-4CT 电池：5310、7310、7210

BL-4S 电池：2680S、3600S、7610S

BL-4U 电池：8800A

BL-5B 电池：N80、N90、7260、7360、6020、6030、6021、6060、6070、6080、6120、5070、5140、5140I、5200、5300、5500、3220、3230、6120C

BL-5BT 电池：2600C

BL-5C 电池：E50、E60、N70、N71、N72、N91、N91 8GB、7610、6030、6108、6230、6230I、6270、6600、6630、6670、6680、6681、6820、3110C、3100、3120、3650、3660、2300、2310、2600、2610、2626、1100、1108、1110、1110I、1600、1650

BL-5CA 电池：1112、1116、1200、1208、1209、1680C、1681C

BL-5CT 电池：5220

BL-5F 电池：E65、N93I、N95、N96、6210S BL-5J 电池：5800

BP-5L 电池：7710

BP-5M 电池：7390、5700、5610、6110C、6220、6500S

BL-5X 电池：8800

BL-6C 电池：E70、N71、N-QD

BL-6F 电池：N95 8GB、N78、N79

BP-6M 电池：N73、N93、9300、6151、6233、6234、6280、6288、3250

BP-6MT 电池： N82、 N81、 E51

BP-6X 电池： 8600、 8800S

BP-3001L 电池： 6708

BL-4C 大约 780 毫安电量，最薄

BL-5C 大约 960 毫安电量，厚度中等

BL-6C 大约 1100 毫安电量，最厚

4C、 5C、 6C 电池在其他尺寸上都是一样的

## 1-18 滑钮设计

### 18.1 滑钮的设计要点

- 滑钮在工作中要有可靠的接触性，无论是弹片式，滚轮式，有无 SPACER 其弹片和导电轮轮的压缩量控制是至关重要的；
- 要求滑钮在拨动中有好的 CLICK 感，这与弹背配合和所受阻力相关；
- 滑钮的操作荷重应在规定范围内，其荷重与弹背的厚度和受到的摩擦有关；
- 滑钮的设计要能满足寿命要求，弹背的强度和进胶形式都将影响寿命。

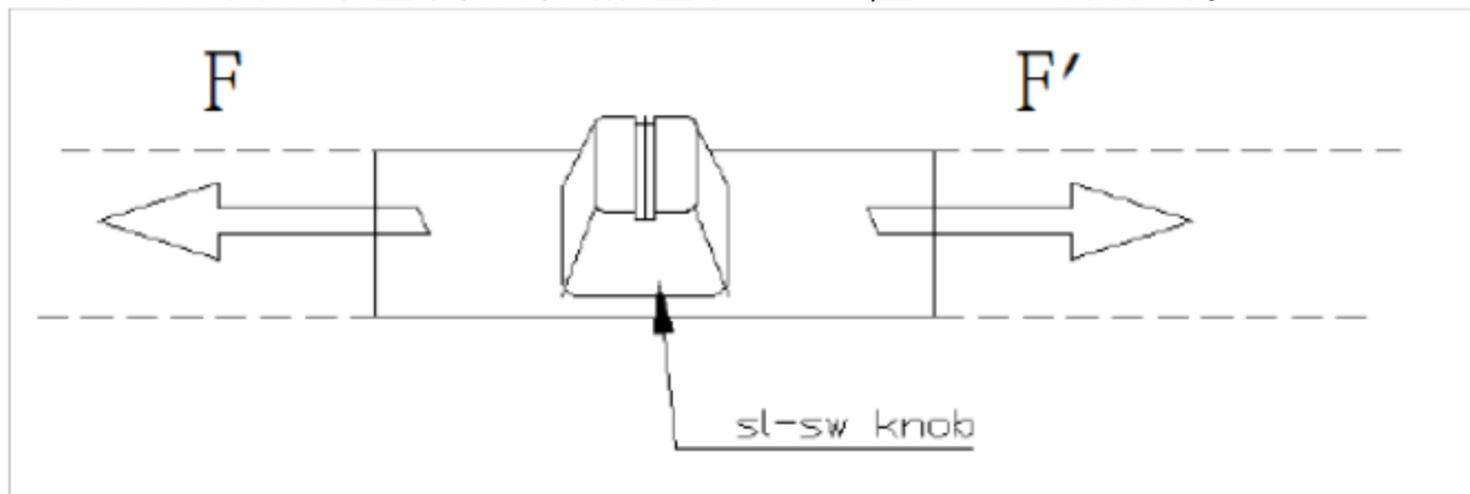
### 18.2. 滑钮的荷重及寿命

拨动荷重  $F$  和  $F'$ ：  $250 \pm 150\text{gf}$

向左  $F$  和向右  $F'$  的差别应在此 80% 以内。

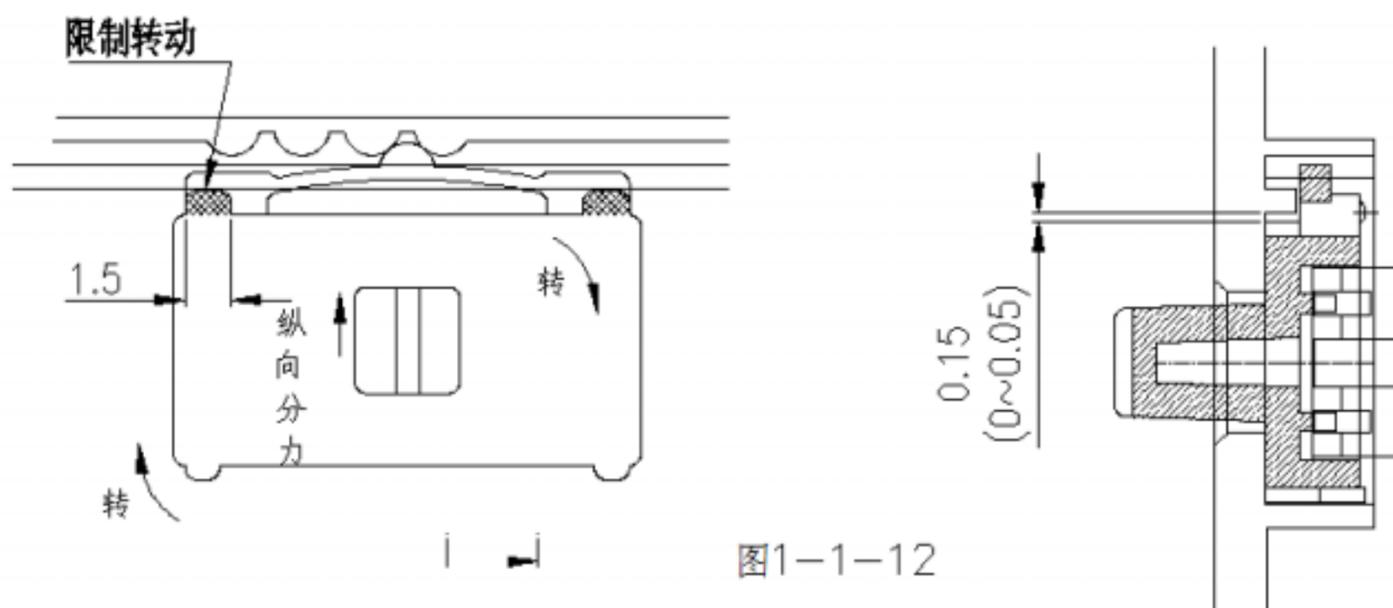
寿命： 10,000 次 (remove and re-installation motions count as 1 times).

经过 1 万次后拨动荷重不得比初始荷重小 60%, 且 CLICK 感要良好。



### 18.3. 防止滑钮旋转

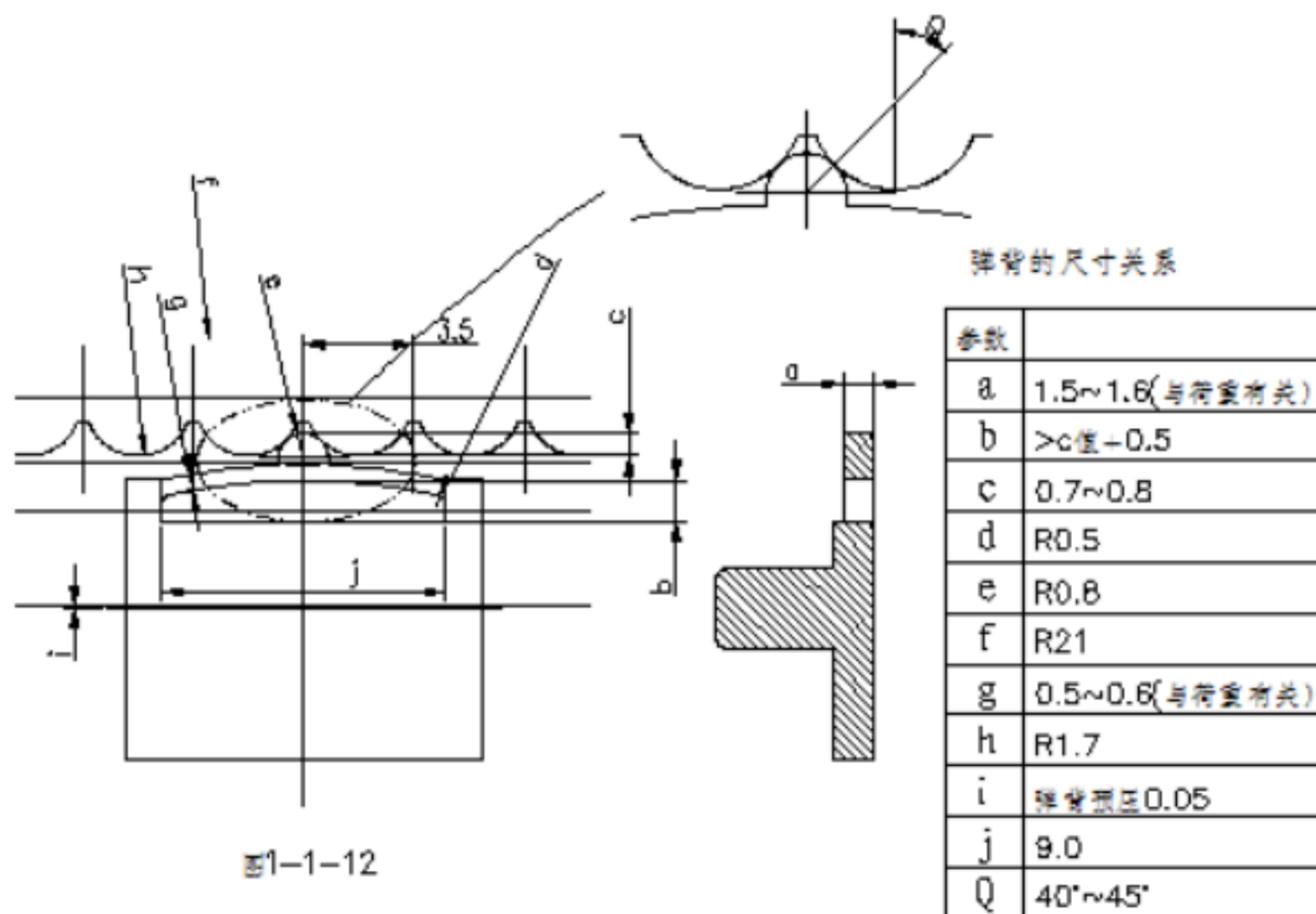
在拨动滑钮时，由于作用力可能在纵向上形成扭力，从而使滑钮转动，对策是追加限位凸点，使间隙减小，滑钮转动受限制。



#### 18.4. 滑钮弹背的设计

为避免滑钮的荷重过大，在设计弹背时可先取小值，等滑钮出来后视其荷重大小考虑弹背加胶以提高荷重。

##### (1) PITCH 3.5mm 型



##### (2) PITCH 3.0mm 型

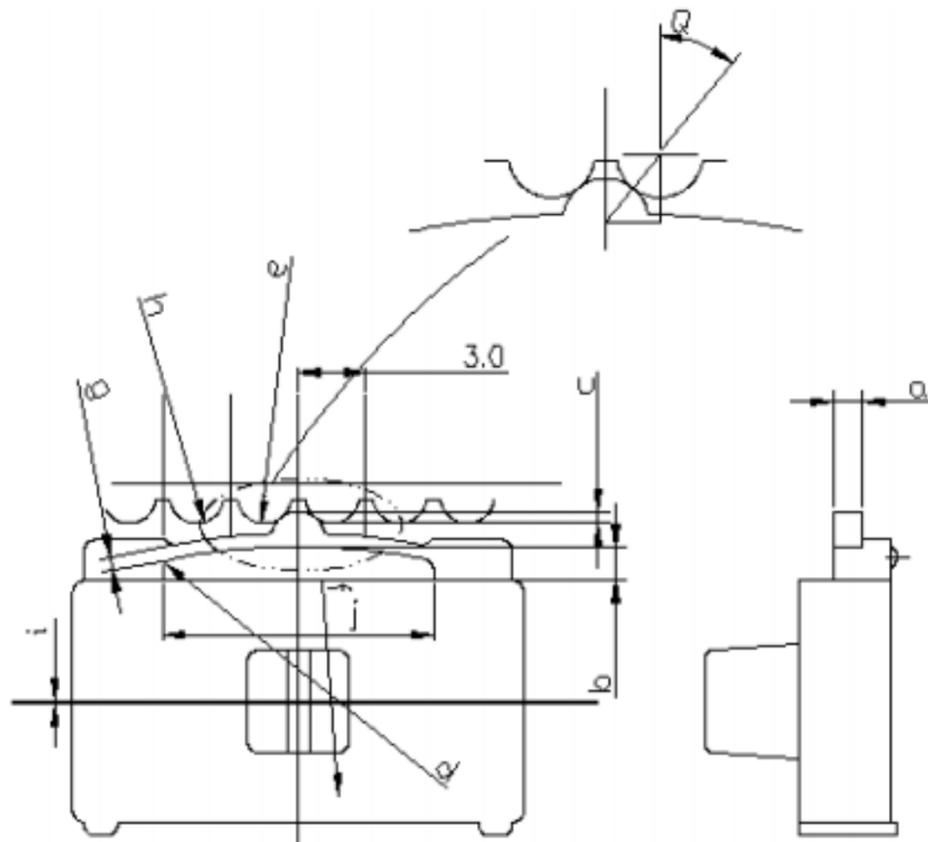


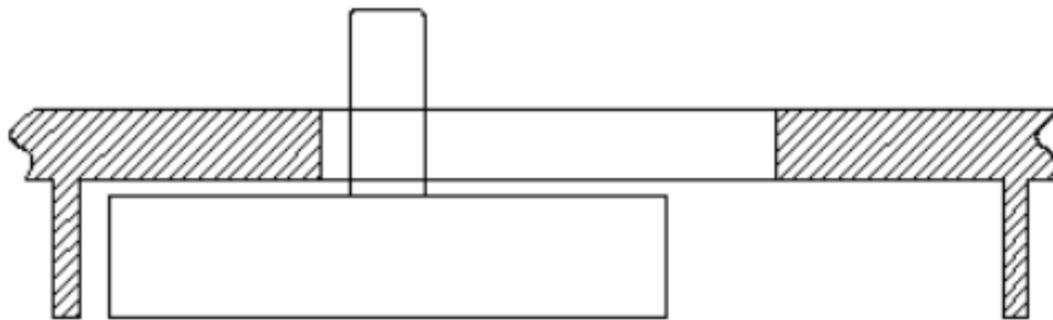
图1-1-12

### 弹背的尺寸关系

参数	
a	1.5~1.6(与荷重有关)
b	>c值+0.5
c	0.7~0.8
d	R0.5
e	R0.8
f	R21
g	0.5~0.6(与荷重有关)
h	R1.7
i	弹背预压0.05
j	12.0
Q	40°~45°

### 18.5. 滑钮遮挡片的设计

滑钮的段数太多时，上盖孔就很长，滑钮就露出来（如右图），因此可设置遮挡片来挡住空位。

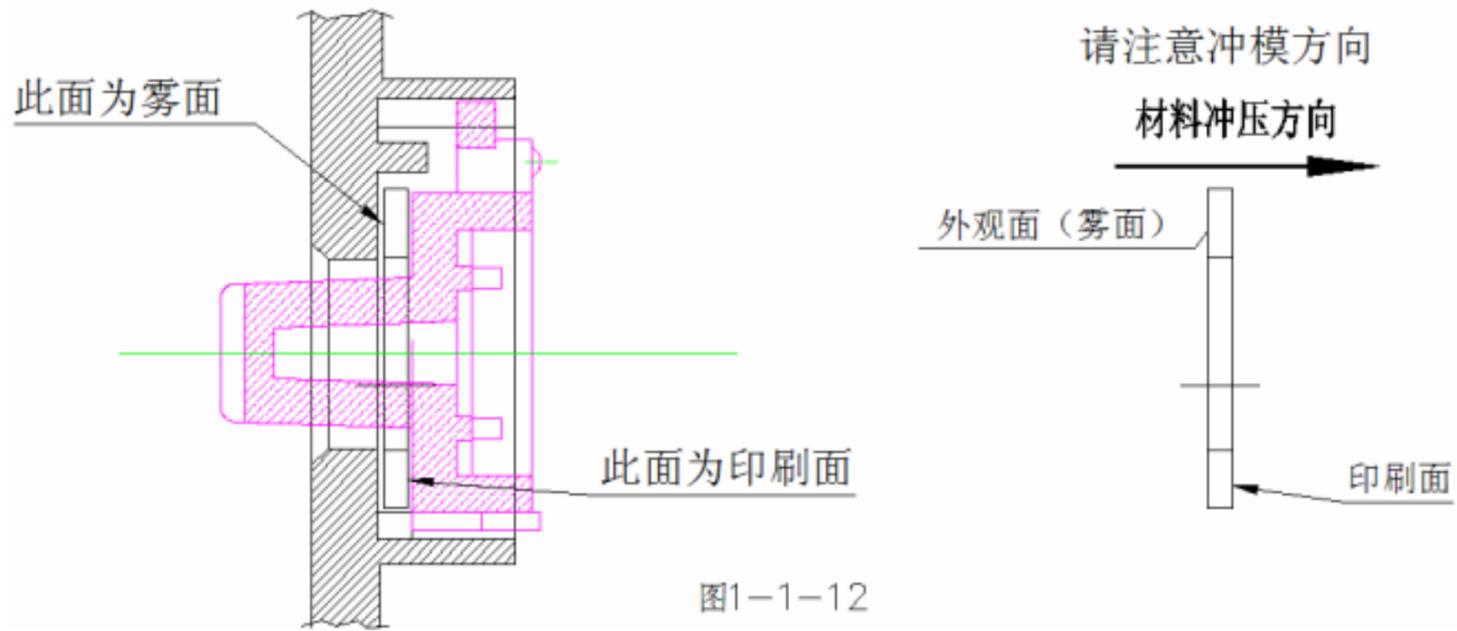


当滑钮拨到最左边时，右边便露出来。

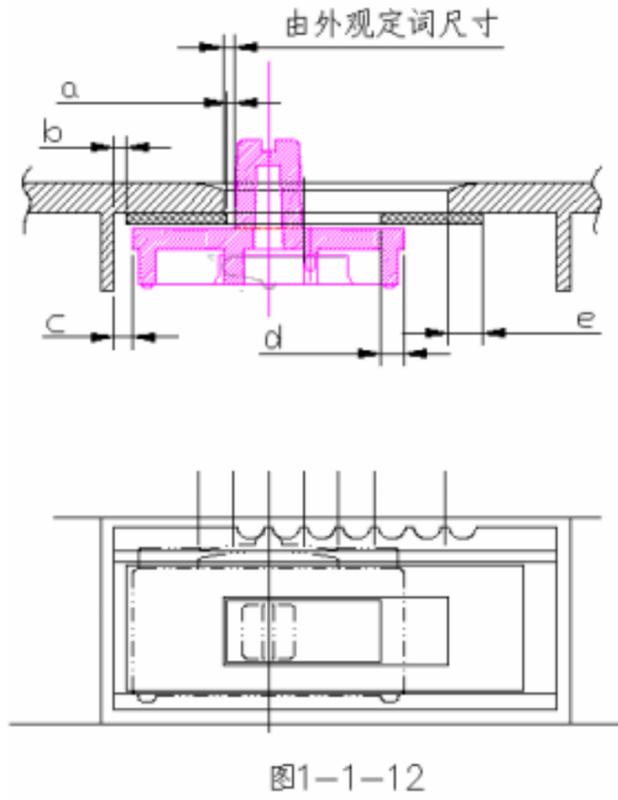
遮挡片的材质：

PC片材，厚度：0.25mm

如本体色是要求的色调就更好，耐磨，不会脱色，但通常是透明片材，再印刷要求色调。



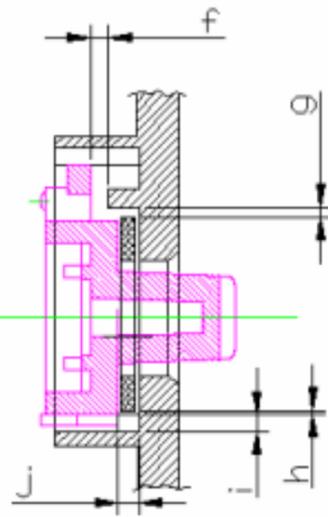
(1) 一片滑钮片



遮挡片的尺寸关系

参数	
a	0~0.15
b	0.2
c	大于0.2
d	大于0.5
e	大于0.5
f	0.15
g	0.15
h	0.1
i	大于0.8
j	0.3

(2) 两片滑钮片



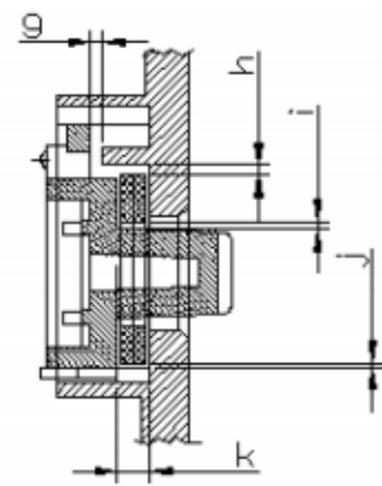
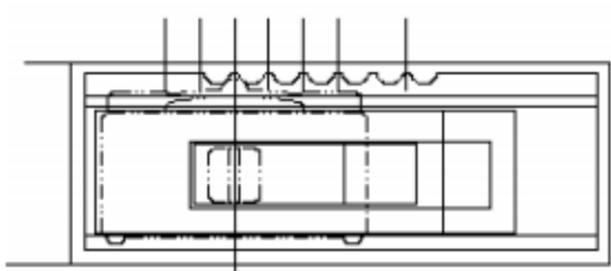
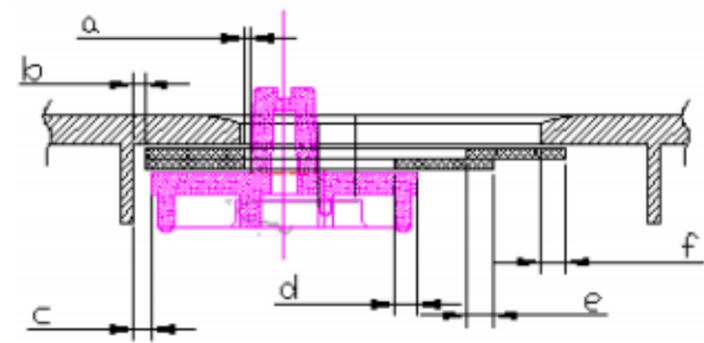


图 1-1-12

遮挡片的尺寸关系

参数	
a	0~0.15
b	大于0.2
c	大于0.2
d	大于0.5
e	大于0.5
f	大于0.f
g	0.10
h	0.15
i	0~0.15
j	0.1
k	0.6
l	0.2
m	大于0.8
n	大于0.8
o	大于0.8
p	大于2.0
q	大于0.8
r	大于0值

遮挡片牵拉结构

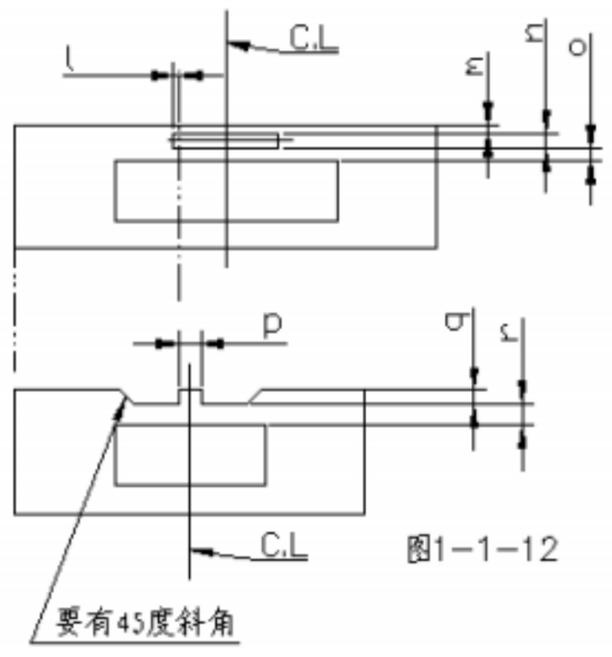
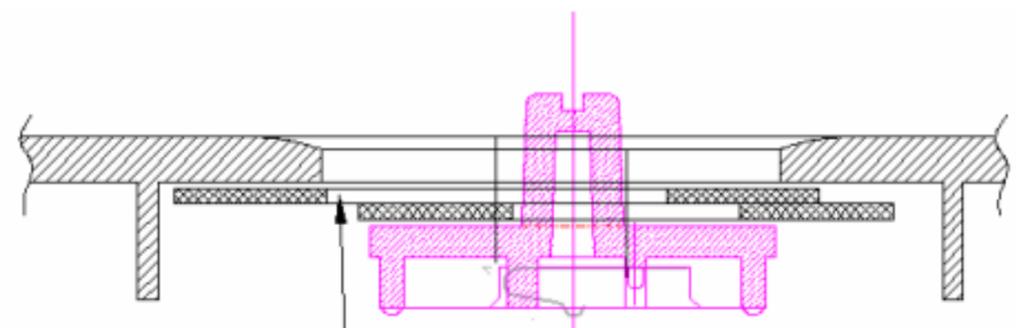


图1-1-12

\* 两片遮挡片如没有相互牵拉的结构，出现的问题



透空

图1-1-12

## 18.6. 滑钮的不同类型设计

(1) SLIDE KNOB+弹片+pcb 型

弹片的料号：6345240(参考附图)

参考机型：CX-123/185

PITCH: 3.0mm

PCB的接触点的材质决定寿命

印碳：3000次

布铜箔：10,000次

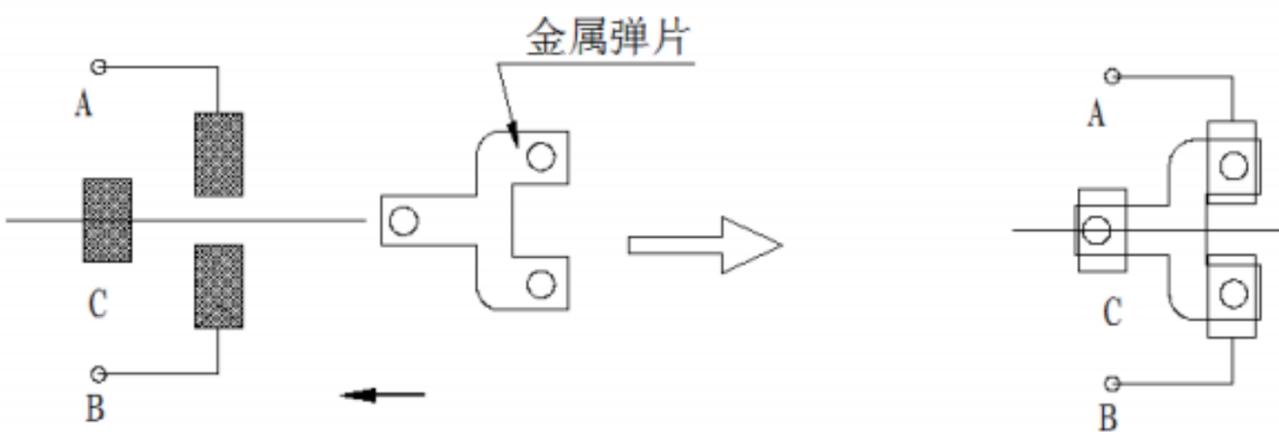
### a. 常规电路原理



滑钮未导通时，A，B断路

滑钮导通时，A，B通路

### b. 特殊电路原理



滑钮未导通时，A，B断路

滑钮导通时，A，B，C通路

c. 装配关系及重要尺寸

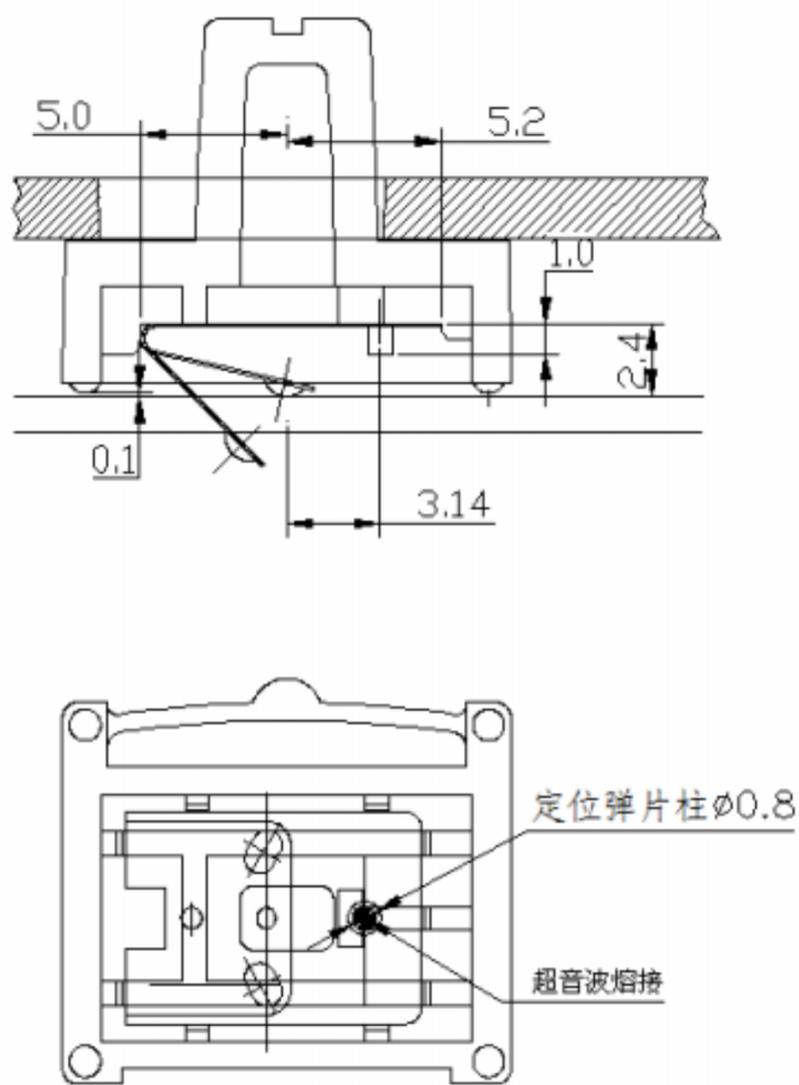
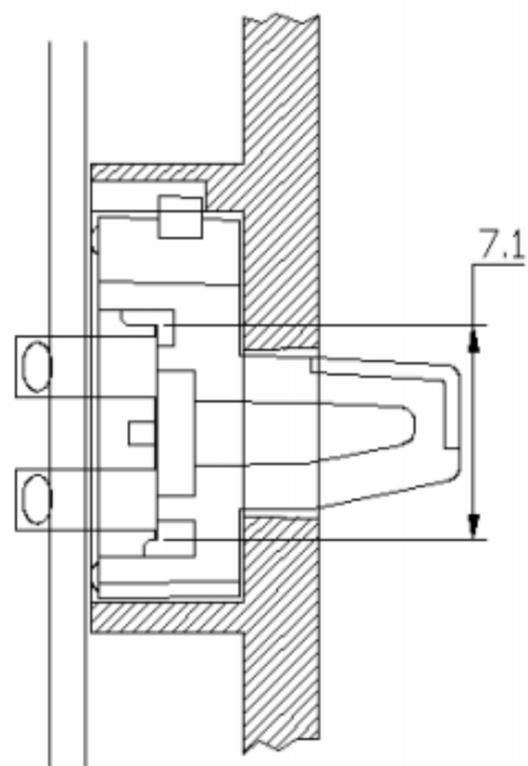


图1-1-12



PCB的印碳结构

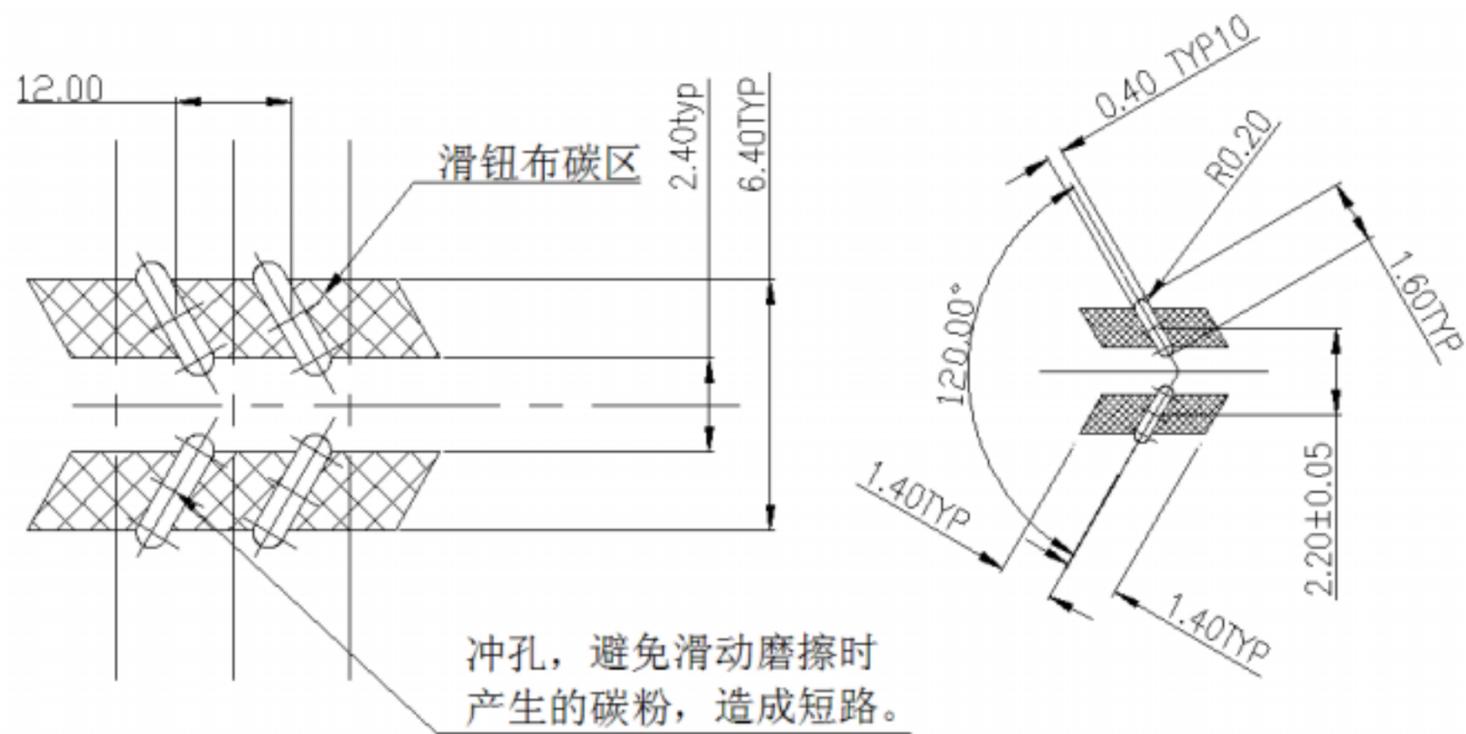


图1-1-12

(2) SLIDE KNOB+弹片+SPACER+PCB型

弹片的料号：6345111(详见附图)

参考机型：EL-1750P,EL-2630P

pitch:3.0mm

PCB的接触点：印碳

寿命：10,000次

a. 常规电路原理

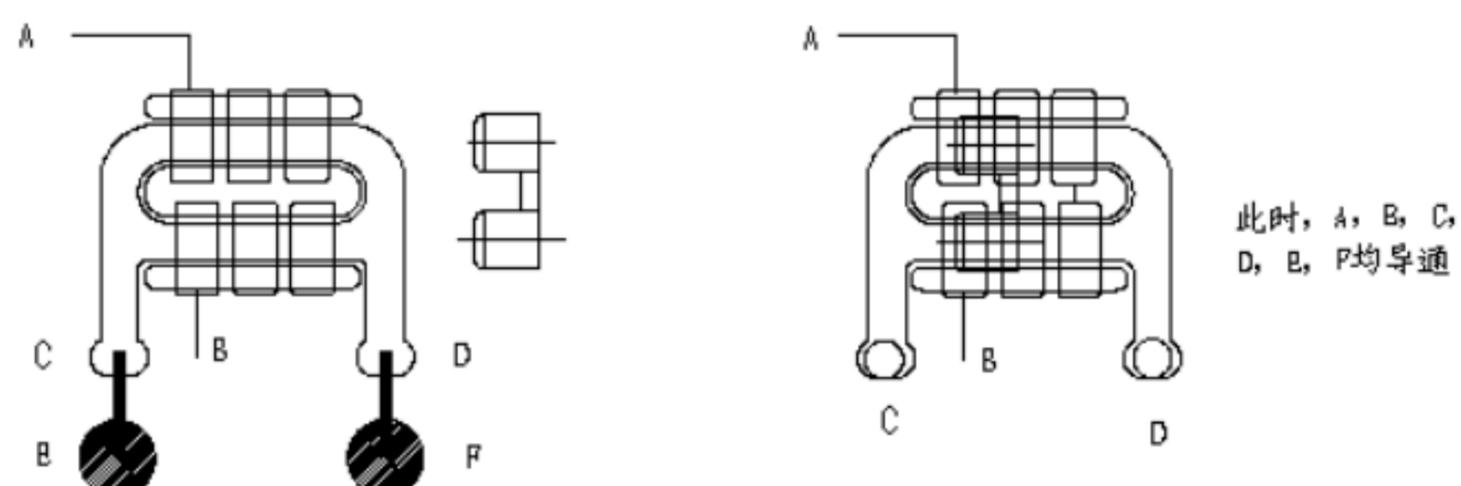
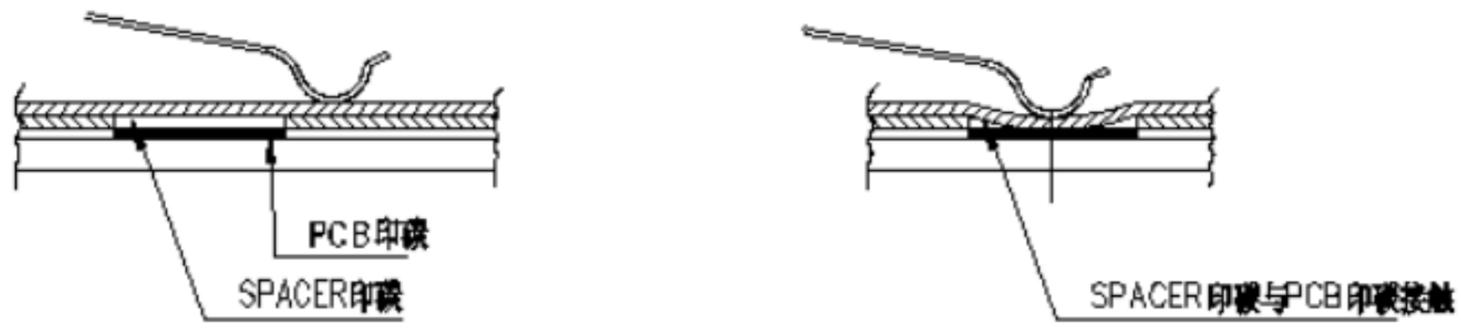
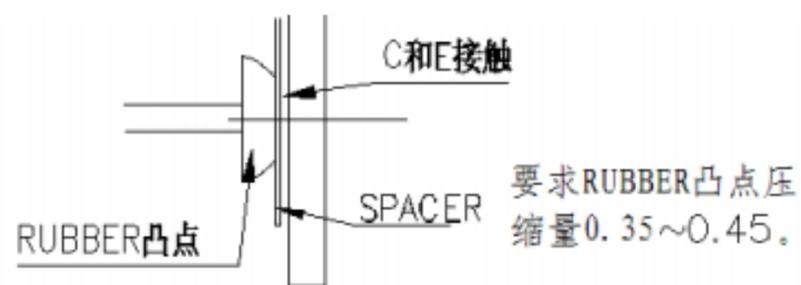


图1-1-12

SPACER的C, D通过RUBBER的压力作用与PCB的两印碳点E, F分别稳定接触(入右图)



为避免A, B凸点进入阴影区, 而出现误动作, 将小凸点更改如图F形式

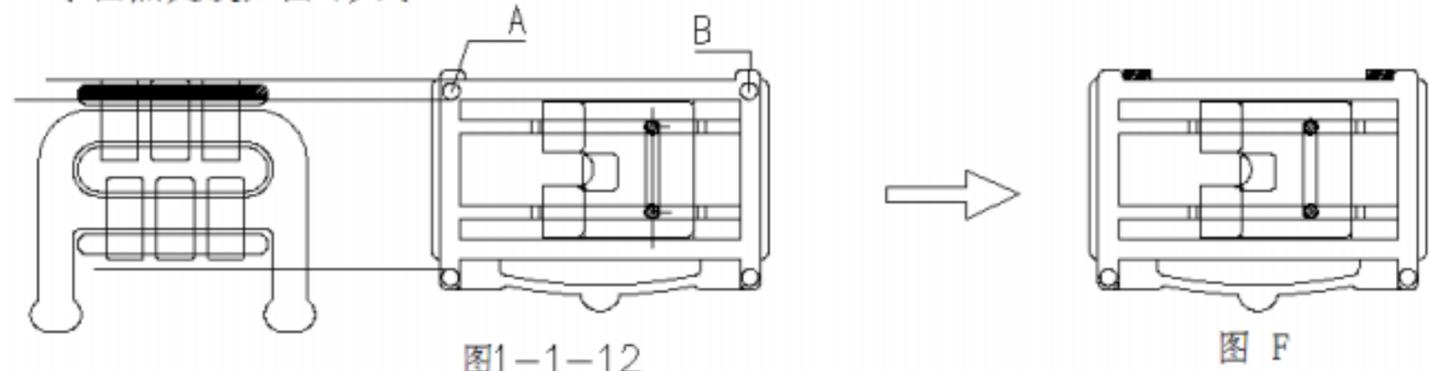


图1-1-12

图 F

b. 装配关系及重要尺寸

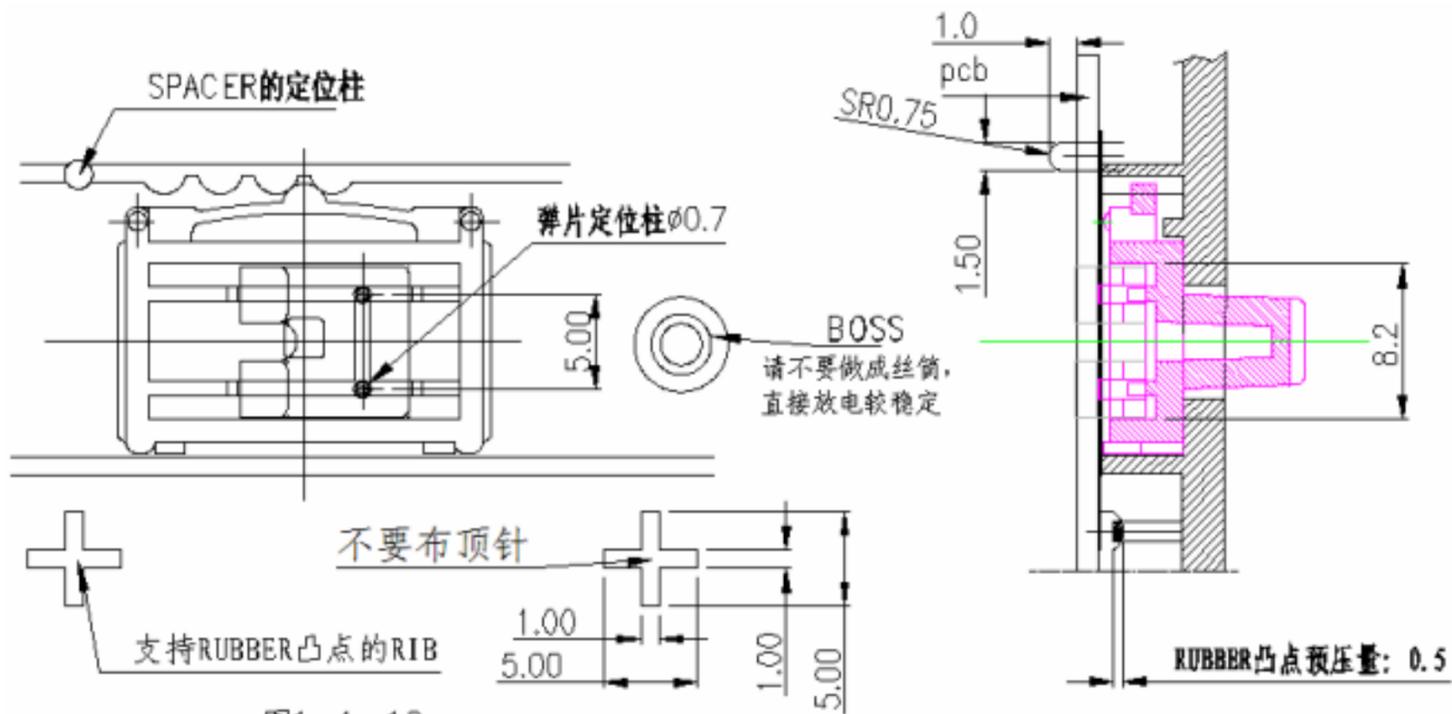
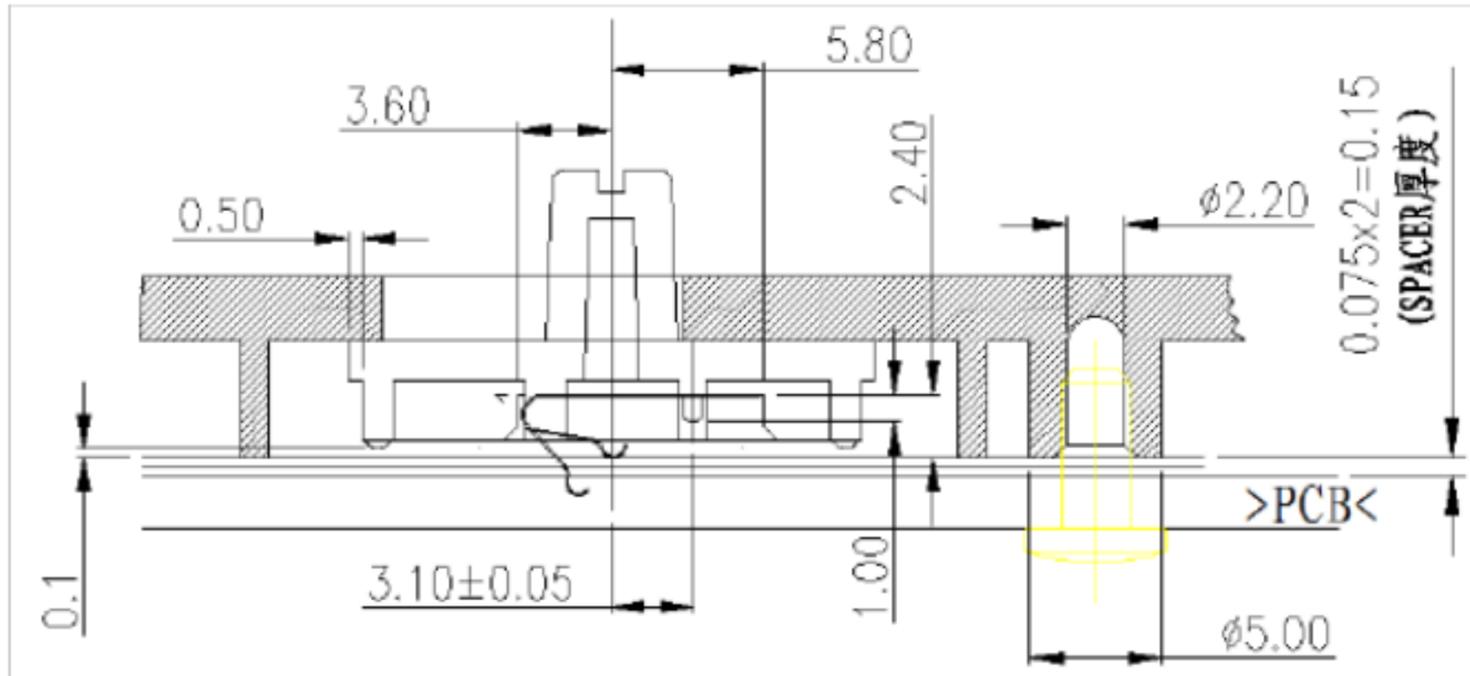


图1-1-12

c. PCB 印碳结构图

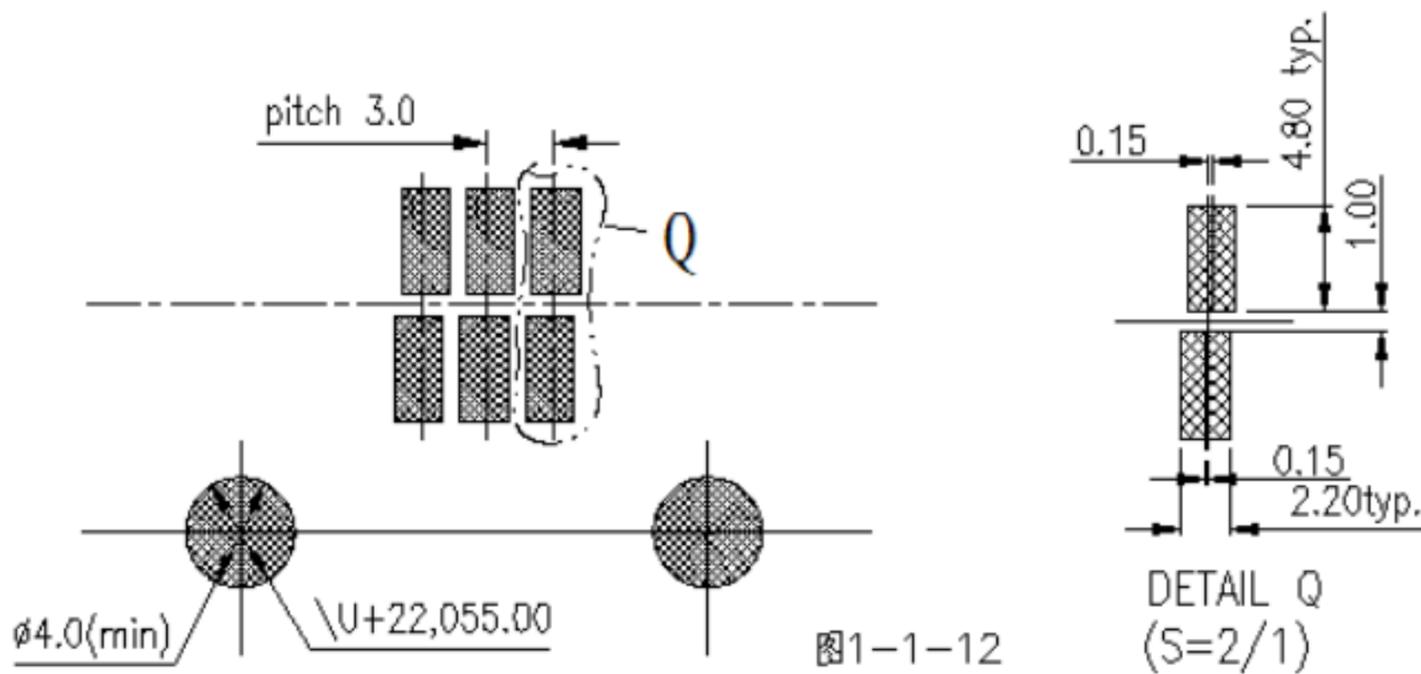
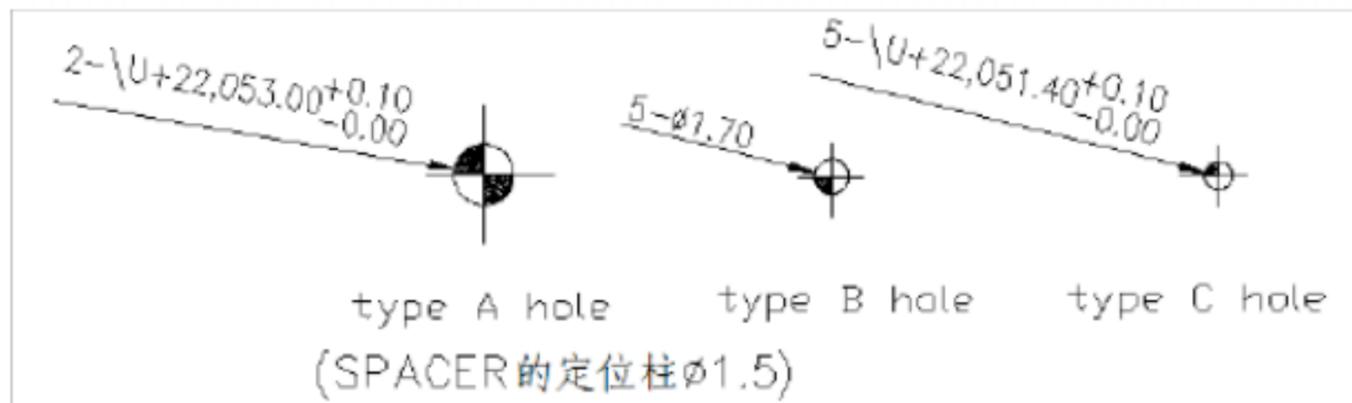
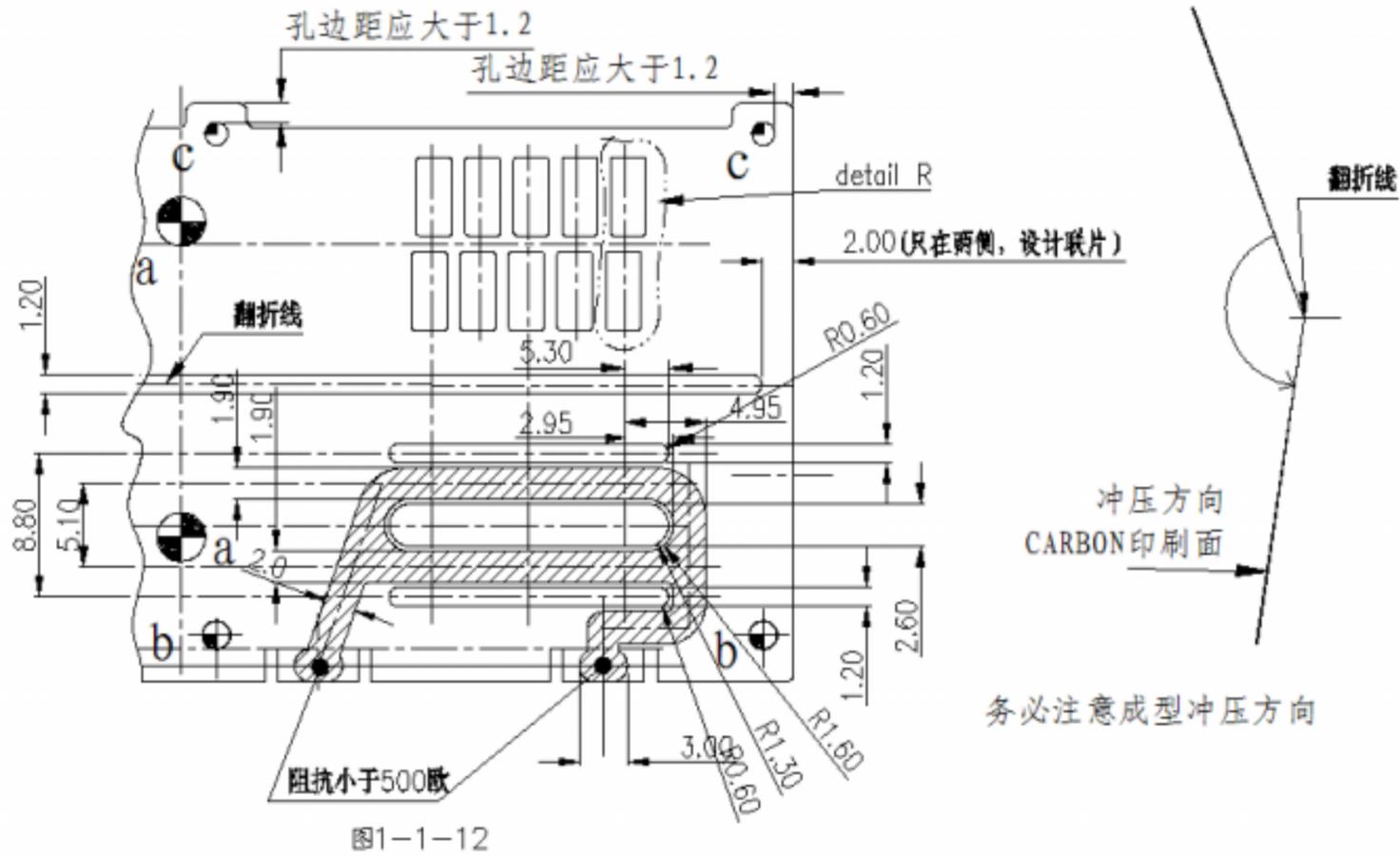


图1-1-12

专项内容：SPACE的设计

- a. 材质：PET FILM T=0.075mm
  - b. 颜色：透明；
  - c. 阻抗 500 欧；
  - d. 表面不可有伤痕及油脂现象；
  - e. 印碳成分：碳浆 35%; 银浆 65%.
- (如果银浆太多, 易被脱落, 碳浆太多, 易发出“嚓嚓”声响)

SPACE的结构及印碳

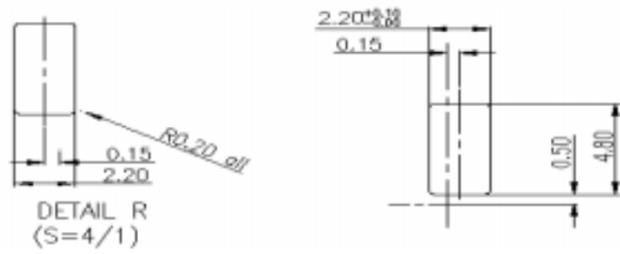


\* 为什么两方孔设置成错开的形式？

回答：因为弹片的接触凸点在滑钮的拨动中有向前或向后的偏移，为确保凸点都能可靠接触，而将方孔设计成偏位。

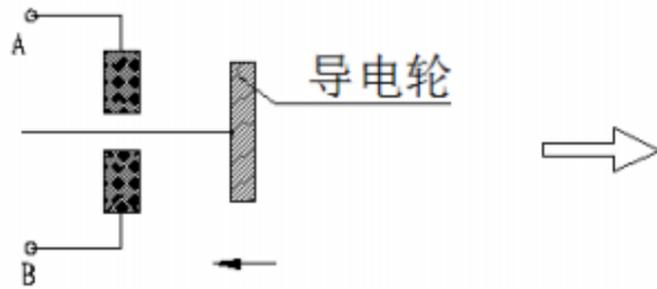
\* 为什么方孔设置成 2.2mm?

回答：方孔的大小是由弹片的弹力，SPACE材质及厚度等因素决定，方孔太窄，回使印碳接触不良，方孔太宽，虽然接触性好了，但在拨动滑钮时让不该接触的也接触到，产生误动作。

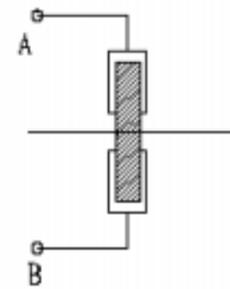


(3) SLIDE KNOB+ 导电轮 +PCB型(一)  
 轴的料号：6344460(尺寸图参见附图)  
 导电轮的料号：6173770(尺寸图参见附图)  
 PITCH: 3.5mm

参考机型：CS-VX系列  
 常规电路原理



滑钮未导通时，A，B断路



滑钮导通时，A，B通路

PCB的常规印碳结构

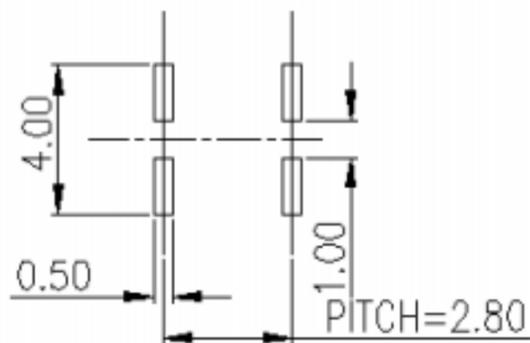
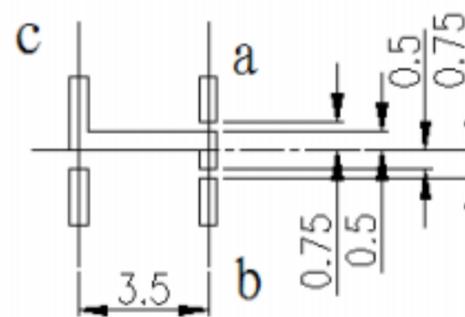


图  
1-1-12

装配关系及重要尺寸

PCB的特殊印碳结构



a,b,c都导通

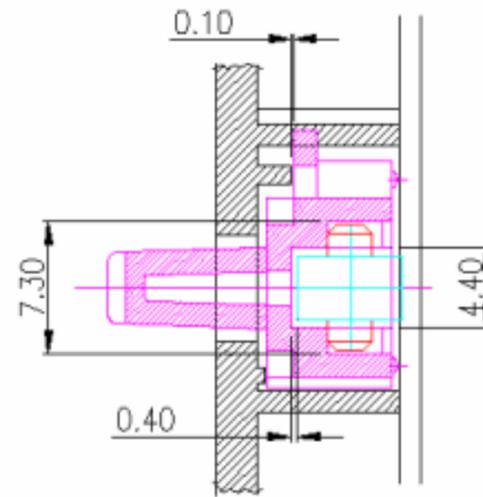
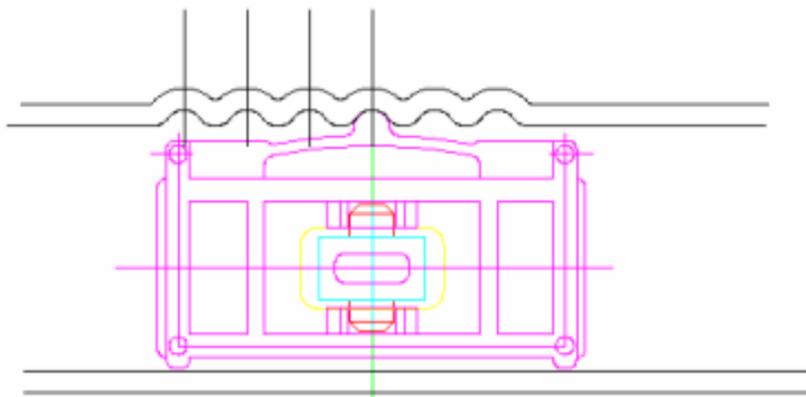
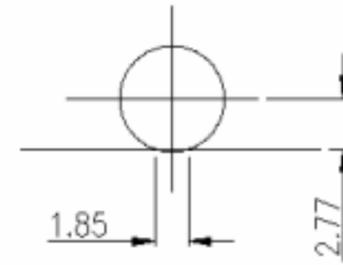
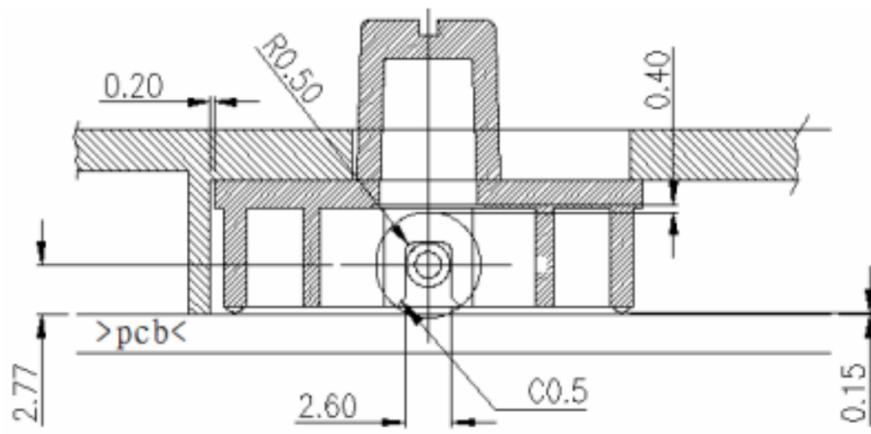


图1-1-12

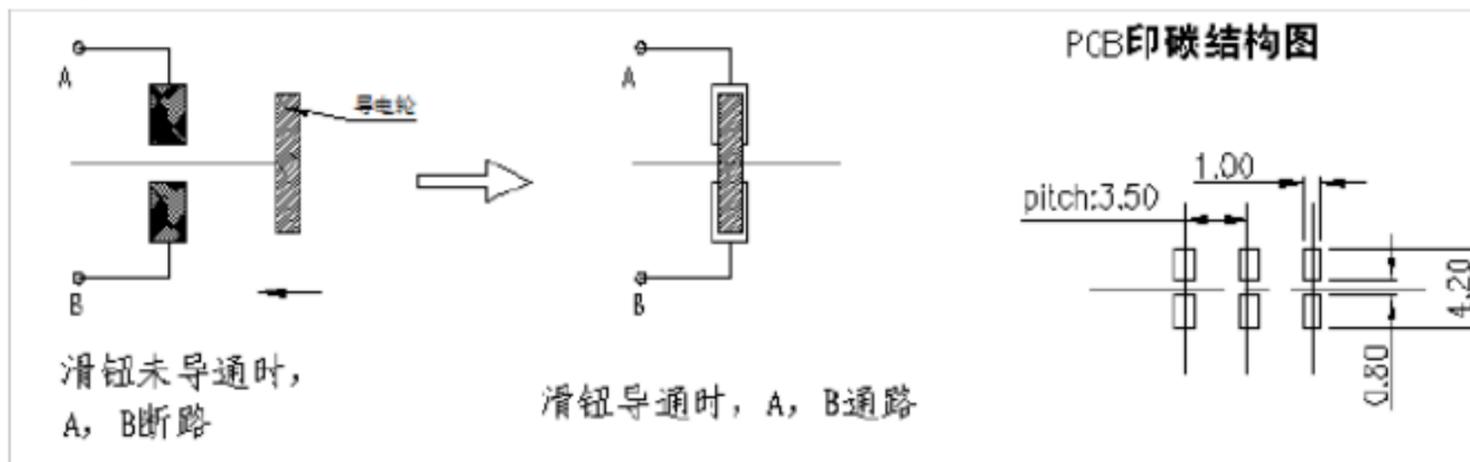
(4) SLIDE KNOB+导电轮 +PCB型(二)

轴的料号：6344460

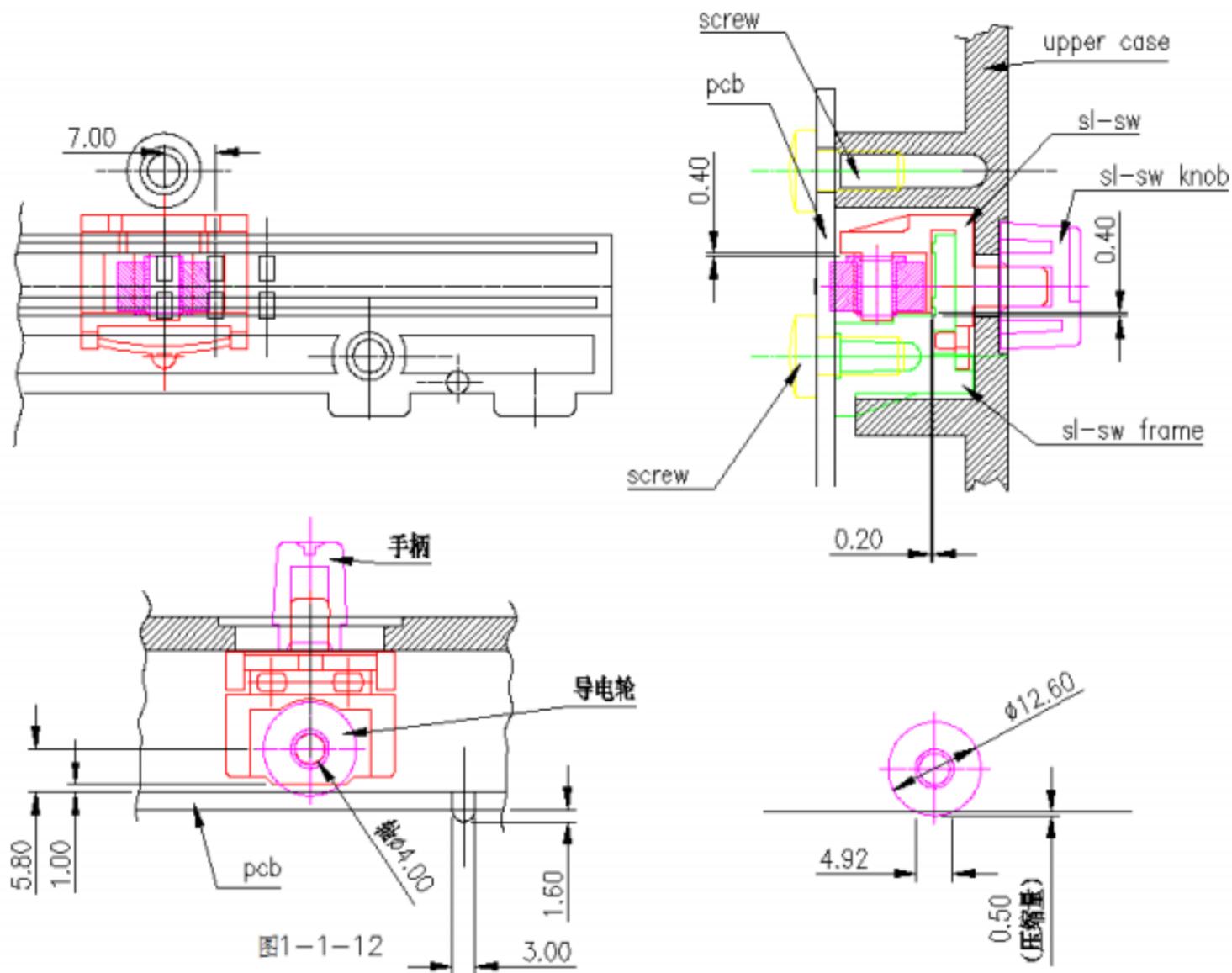
导电轮的料号：6322200

参考机型：P-QS 系列

PITCH: 3.5mm



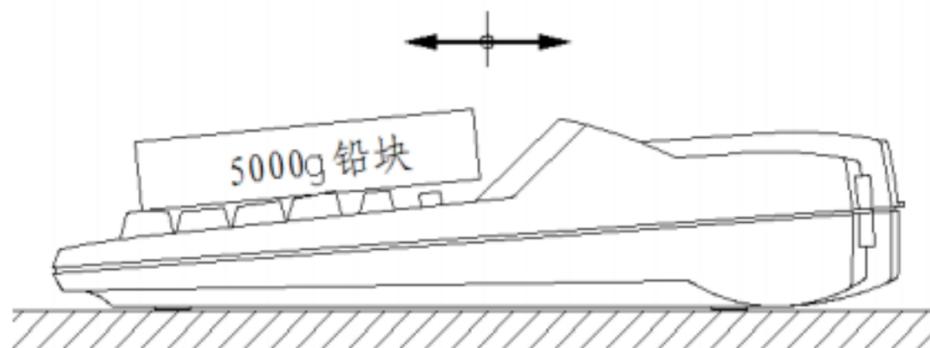
18.8 装配关系及重要尺寸



## 1-19 下盖脚垫的设计

### 1. 脚垫的检测试验

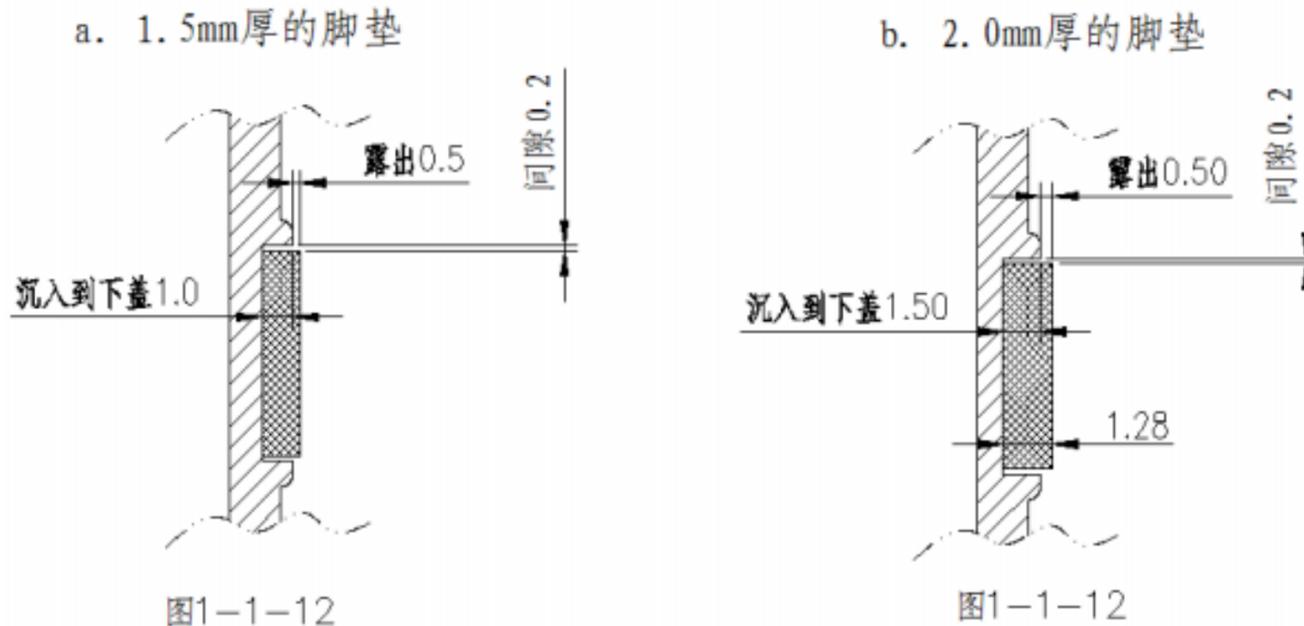
放 5000g 的铅块在机台按键区中央，机台在平板玻璃上来回移动 100mm 共 10 次后脚垫没有脱落。（如下图）



玻璃平板上

图1-1-12

## 脚垫的装配关系



### 3. 常用脚垫的尺寸关系

	料号	形状	尺寸	高度	参考机型
1	6320580	圆形	φ7.6	2.0	EL-2630P
2	6322000	圆形	φ7.5	1.0	EL-782C
3	6320340	圆形	φ9.5	2.0	MP27D
4	6320690	圆形	φ6.0	1.5	EL-337
5	6320760	矩形	8.3*10	1.5	EL-S872
6	6320160	圆形	φ8.0	2.0	QS-1760
7	6320800	圆形	φ8.0	1.5	EL-1801P

4. 脚垫材质：PU RUBBER, NATURAL RUBBER （勿掉色）

5. 脚垫背胶：3M, 日东 500，普通胶（QS-88-34），日东 5000NS; (T4000 不能用)

## 第二章 钣金件的结构设计

### 2-1 钣金材质概述

钣金，有时也作扳金，这个词来源于英文 plate metal，一般是将一些金属薄板通过手工或模具冲压使其产生塑性变形，形成所希望的形状和尺寸，并可进一步通过焊接或少量的机械加工形成更复杂的零件，钣金至今为止尚未有一个比较完整的定义，根据国外某专业期刊上的一则定义可以将其定义为：钣金是针对金属薄板（通常在 6mm以下）一种综合冷加工工艺，包括剪、冲 / 切 / 复合、折、焊接、铆接、拼接、成型（如汽车车身）等。

其显著的特征就是同一零件厚度一致。

常用钣金材料

#### 1. 镀锌钢材

镀锌钢材主要是两类：电镀锌板（EG/SECQ）与热浸镀锌板（GI）——其差别以后讨论。

#### 2. 不锈钢

a、铁素体型不锈钢：其含 Cr 量高，具有良好而性及高温抗氧化性能。

b、奥氏体不锈钢：典型牌号如 304/316L，无磁性，耐蚀性能良好，强度高及高温抗氧化性能好，塑性好，冲击韧性好，且无缺口效应，焊接性优良，因而广泛使用。这种钢一般强度不高，屈服强度低，且不能通过热处理强化，但冷压，加工后，可使抗拉强度高，且改善其弹性，但其在高温下冷拉获得的强度易弛。不宜用于承受高载荷。

c、马氏体不锈钢：

典型如 42CrMo, 45CrMo, 具磁性，消震性优良，导热性好，具高强度和屈服极限，热处理强化后具良好综合机械性能。加含碳量多，焊后需回火处理以消除应力、高温冷却易形成马氏体，因此锻后要缓冷，并应立即进行回火。主要用于承载部件。

#### 4. 马口铁

马口铁 (SPTE) 为低碳钢电镀锡 (Sn) 钢材；有人认为由于当时制造罐头用的镀锡薄板是从广东省澳门（英文名 Macao 可读若马口）进口的，所以叫“马口铁”。也有其他说法，如中国过去用这种镀锡薄板制造煤油灯的灯头，形如马口，所以叫“马口铁”。“马口铁”这个名称不确切，因此，1973 年中国镀锡薄板会议时已正名为镀锡薄板，正式文件不再使用“马口铁”这个名称。

特点：保持了低碳钢较好的塑性，及成形性；一般料厚不超过 0.6mm

用途：遮蔽磁干扰的遮片及冲制少零件；

#### 5. 弹簧钢

中碳钢含锰 (Mn)、铬 (Cr)、硅 (Si) 等合金钢；

特性：材料可以产生很大弹性变形，利用弹性变形来吸收冲击或减震，亦可储存能量使机件完成动作。

#### 6. 铜及铜合金

特点：导电、导热、耐蚀性好，光泽度好，塑性加工容易，易于电镀、涂装。

a. 紫铜 (含 Cu 99.5%以上)

材料强度低，塑性好；极好导电性，导热性，耐蚀性；用于电线、电缆、导电设备上。

b. 黄铜

铜锌合金，机械性能同含锌量有关；一般锌量不超过 50%

特点：延展性，冲压性好，运用于电镀，对海水及大气腐蚀有好的抗力。但本体容易发生局部腐蚀。

c. 青铜

铜锡合金为主的一类铜基合金金属统称。

特点：比纯铜及黄铜有更好的耐磨性；加工性好，耐腐蚀。

d. 铍铜

含铍 (Be) 的铜合金；

特点：高的强度、硬度、弹性、耐磨性；高的导电性、导热性、耐寒性；无铁磁性。

用途：电磁屏蔽材料较多；

7. 此外，铝合金也会使用。

## 2-2 钣金件结构设计 请参照 [钣金件设计规范](#)

# 第三章 PCB 的相关设计

## 3-1.PCB 简介

PCB 是电子元件附着的载体，一般小电子产品的推制板厚度选用 0.80mm,主控制板（以下简称 COB）厚度选用 1.00mm；一般大电子产品（如挂墙钟）的推制板厚度选用 1.00mm,COB 厚度选用 1.20~1.60mm；如果 PCB 面积有限不足以满足布线要求，可以采用增加跳线，单面板改双面板，双面板改多层板（如电脑的主板）。

PCB 上的电子元件按大小可分为普通元件和贴片元件，普通元件如线圈，火牛，大电容等；贴片元件如贴片电阻，贴片电容，贴片 IC；小电子产品（如电子钟）的反光片和 COB 之间的间隙是要留给 IC 的，因为 IC 最好靠近 LCD 的 PITCH 位置以方便走线。IC 经过邦定封胶，至少需要 1.50mm 的高度，反光片截面成楔形，也有利于摆放 IC；如果 LCD 和 COB 之间是用导电胶条连接的，压紧导电胶条的螺丝之间的间距不要超过 15.00mm，以免出现缺画；PCB 上的按键位置是需要受力的，可以的话应尽量离螺丝柱和卡槽近点，必要时反面加支撑点。

数码产品常用到的电源插座和耳机插座也是要受力的，可以在 PCB 上插座对应的另一侧加支撑骨；在 PCB 上布线是需要条件和时间的，故建模时就提供初步裁板图给电子工程师试 LAY，以确定 PCB 面积离需要不要相差太多；结构设计的中间过程中，大元件，敏感元件的摆放也要和电子工程师进行沟通 and 协调（如做蓝牙耳机时通常把天线放在靠近嘴的一端）；做完所有结构后再出正式的裁板图，电子工程师 LAY 板的时候，结构这边在做手板，做完手板，PCB 打板也差不多回来了，正好装功能样板。把问题解决在前面，这样会节约许多时间；就这一个小电子产品的结构设计过程而言，做完 PCB 就差完成一半了，接下来是电池结构；（蓝牙耳机采用机械按键，让按键高出面壳表面 0.30mm,蓝牙耳机电池直接粘贴在 PCB 板上，没有问题，但底壳也要尽可能地起骨在锂电池侧边稍微定一下位，有好处的；厚度方向要预留间隙（一般为 0.50mm），防止锂电池充电后膨胀

## 3-2.PCB 上的结构孔

- 孔的大小请参照（第 4 项）PCB，SCREW 与 BOSS 的装配关系
- 孔间距任意两个相邻的机械安装孔的边缘之间的最小距离应大于印制板厚度。
- 孔边缘与 PCB 边缘的距离孔边缘与印制板边缘的最小距离应大于印制板厚度，否则易

裂开。

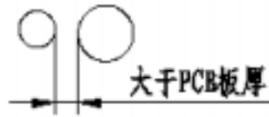


图 1-1-12

d. PCB 排线孔于板边距 $H>5$

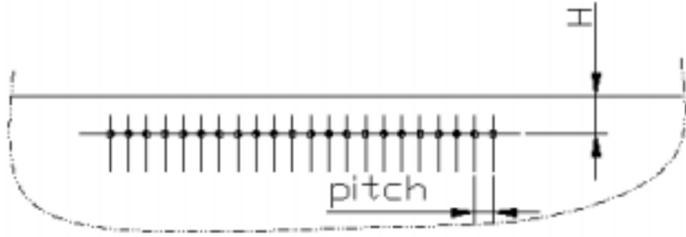


图1-1-12

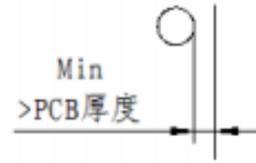


图 1-1-12

e. PCB 孔到HEAT SEAL边距 $H>2$ , 距离太小无法走线路。

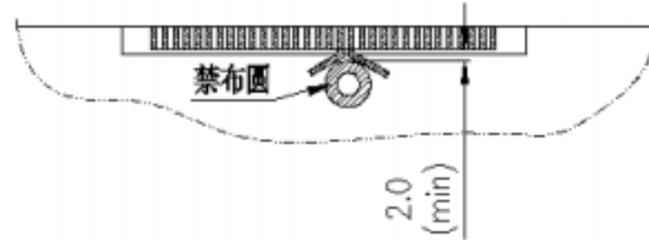
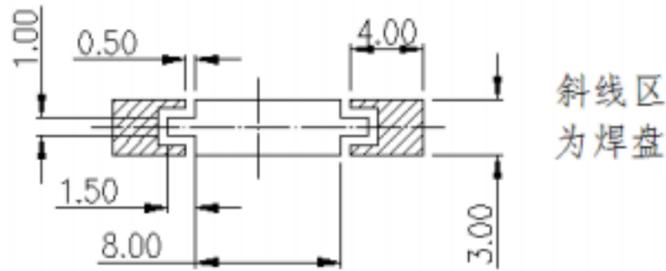


图1-1-12

e. PCB上放置电阻和二极管的方孔

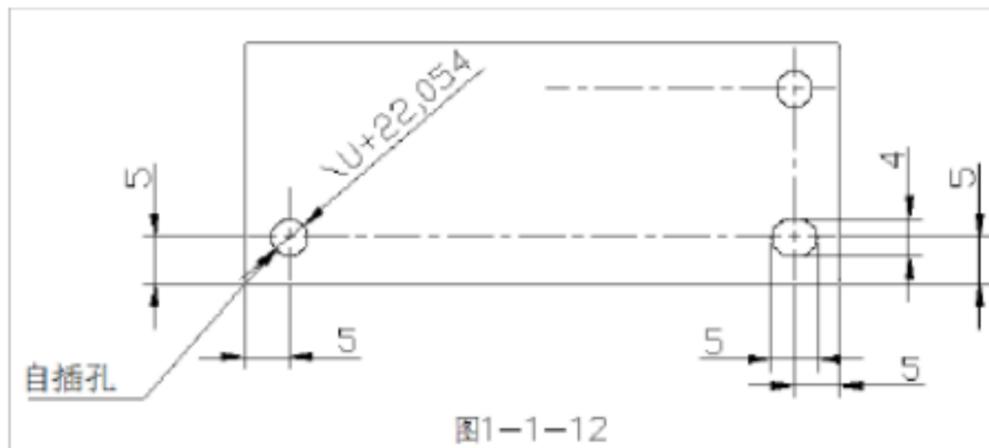


说明:

此形状的孔, 通常用在小机台有电阻和二极管之处。

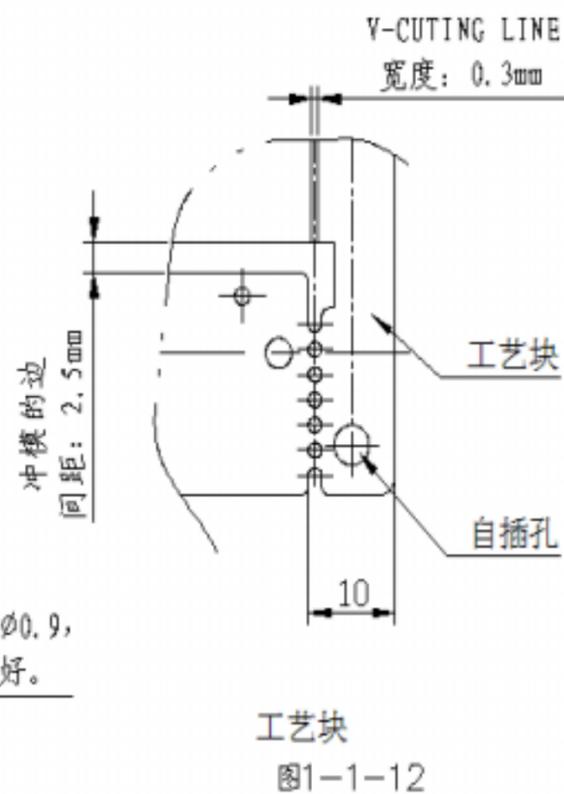
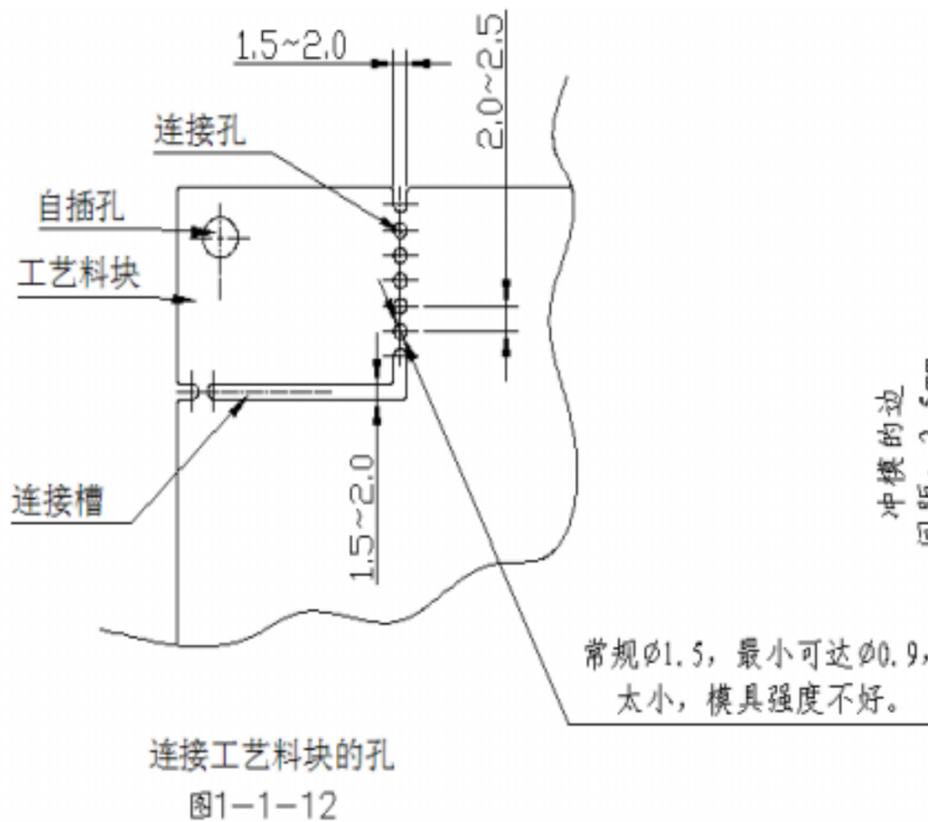
### 3-3.PCB 的工艺孔, 块设计

PCB 上有元件插入的就要设置自插孔。

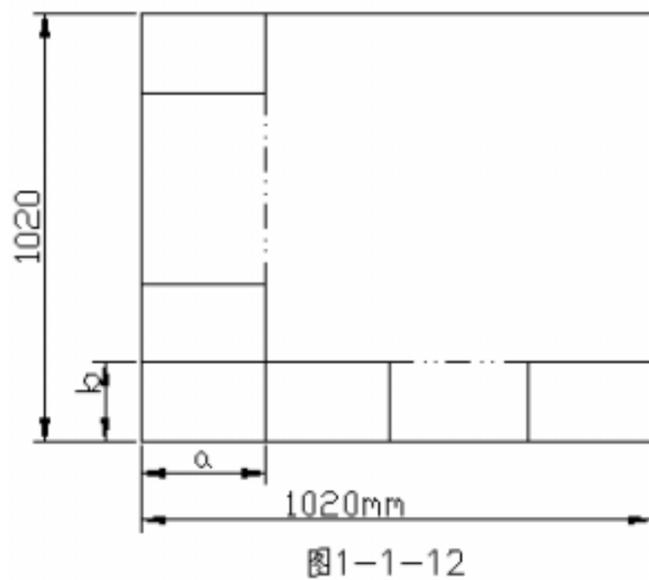


在设计装配孔时, 一定要考虑到自插孔, 不要让两孔位置干涉。

即使联片图上有自插孔, 也要在单片图上设置自插孔, 为今后单片 SMT 准备



### 3-4. PCB 的经济尺寸设计



大板通常用1020mm

(实际板为1024, 去掉单边压板后为1020)

横向的计算

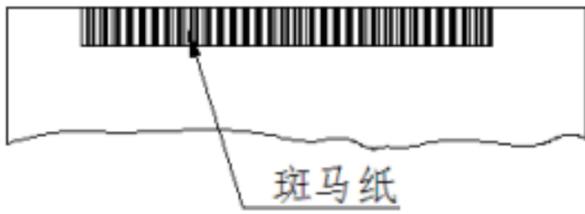
$$\frac{1020}{a+S} = B. CDE. \dots$$

纵向的计算

$$\frac{1020}{a+S} = B. CDE. \dots$$

(B为整数部分, C为小数十分位, a为初定尺寸, S为损耗值, Y-CUTTING LINE时 S=0.3mm, 冲落时, S=2.5mm)

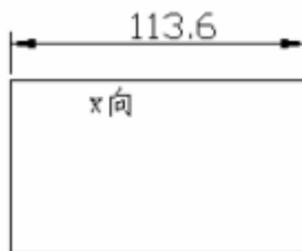
当 C 越小时, 剩余废料越少, 板的利用率越高, 越经济。故, 在满足结构要求的情况下, 调整 a 值, 从而减小 C 值, 提高板的利用率。



注意：有贴斑马纸的边，不可以用 V-CUTTING LINE 进行裁边，因为要求很光整，只能冲模。

### 举例说明

#### a. 单片的计算



$$\frac{1020}{113.6+3} = 8.747 \text{ (仅8块)}$$

此时B=7，较大。如果把113.6降到110，则可得到9块。

#### b. 联片的计算

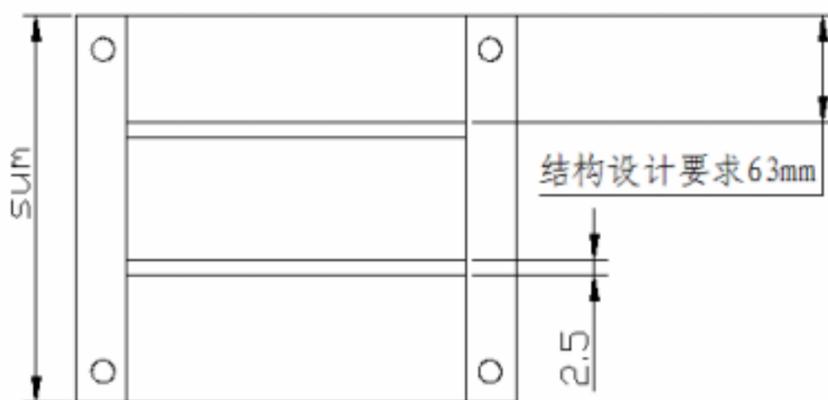


图 1-1-12

\*sum 要小于 ，否则SMT在打板时无法装入。

案A：三块板组拼

$$\frac{1020}{(63 \times 3 + 2.5 \times 2) + 2.5} = 5.19 \dots$$

总共：3×5=15(块)

案B：两块板组拼

$$\frac{1020}{(63 \times 2 + 2.5 \times 1) + 2.5} = 7.7 \dots$$

总共：2×7=14(块)

## 第四章 电声部品选型及音腔结构设计

### 4-1. 声音的主观评价

声音的评价分为主观和客观两个方面，客观评价主要依赖于频响曲线、SPL 值等声学物理参数，主观则因人而异。一般来说，高频是色彩，高中频是亮度，中低频是力度，低频是基础。音质评价术语和其声学特性的关系如下表示：

	音质评价术语	相应的声学特性
美的因子	清澈	高声频段没有噪音和失真
	混浊	高声频段存在噪音和失真
	轻快	中声频段稍微下陷，量感不足
	发涩	动态范围窄
动力因子	有力度	中声频段量感强
	有气魄	低声频段量感强
	无力	声压级低，量感不足
金属性因子	发尖	高声频段 ( 2000~ 6000Hz) 抬高
	发硬	高声频段抬高，高频成分过多
	孱弱	中声频段的量感不足
	尖刺	瞬态波形好
	丰满	临场感丰满，声场有特征
*	柔和	高声频段无峰值，高声频段下降
复合性因子	污浊	整个频段有失真和噪声
	谐和	感觉响度级频率特性平衡
	纤细	高声频段平滑延伸，高声频段分辨能力好

从人耳的听觉特性来讲，低频是基础音，如果低频音的声压值太低，会显得音色单纯，缺乏力度，这部分对听觉的影响很大。对于中频段而言，由于频带较宽，又是人耳听觉最灵敏的区域，适当提升，有利于增强放音的临场感，有利于提高清晰度和层次感。而高于 8KHz 略有提升，可使高频段的音色显得生动活泼些。一般情况下，手机发声音质的好坏可以用其频响曲线来判定，好的频响曲线会使人感觉良好。

声音失真对听觉会产生一定的影响，其程度取决于失真的大小。对于输入的一个单一频率的正弦电信号，输出声信号中谐波分量的总和与基波分量的比值称为总谐波失真 ( THD )，其对听觉的影响程度如下：

THD<1% 时，不论什么节目信号都可以认为是满意的；

THD>3% 时，人耳已可感知；

THD>5% 时，会有轻微的噪声感；

THD>10% 时，噪声已基本不可忍受。

对于手机而言，由于受到外形和 Speaker 尺寸的限制，不可能将它与音响相比，因此手机铃声主要关注声音大小、是否有杂音、是否有良好的中低音效果。

## 4-2. 手机铃声的影响因素

铃声的优劣主要取决于铃声的大小、所表现出的频带宽度（特别是低频效果）和其失真度大小。对手机而言，Speaker、手机声腔、音频电路和 MIDI 选曲 是四个关键因素，它们本身的特性和相互间的配合决定了铃声的音质。

**Speaker** 单体的品质对于铃声的各个方面影响都很大。其 灵敏度 对于声音的大小，其 低频性能 对于铃声的低音效果，其 失真度 大小对于铃声是否有杂音都是极为关键的。

手机声腔则可以在一定程度上调整 **Speaker** 的输出频响曲线，通过声腔参数的调整改变铃声的高、低音效果，其中后声腔容积大小主要影响低音效果，前声腔和出声孔面积主要影响高音效果。

音频电路输出信号的失真度和电压对于铃声的影响主要在于是否会出现杂音。 例如，当输出信号的失真度超过 10% 时，铃声就会出现比较明显的杂音。此外，输出电压则必须与 **Speaker** 相匹配，否则，输出电压过大，导致 **Speaker** 在某一频段出现较大失真，同样会产生杂音。

MIDI 选曲对铃声的音质也有一定的影响， 表现在当铃声的主要频谱与声腔和 **Speaker** 的不相匹配时，会导致 MIDI 音乐出现较大的变音，影响听感。

总之，铃声音质的改善需要以上四个方面共同配合与提高，才能取得比较好的效果。

## 4-3. Speaker 的选型原则

### 3.1 扬声器 (Speaker) 简介

#### 3.1.1 Speaker 工作原理

扬声器又名喇叭。喇叭的工作原理：是由磁铁构成的磁间隙内的音圈在电流流动时，产生上下方向的推动力使振动体（振动膜）振动，从而振动空气，使声音传播出去，完成了电-声转换。喇叭实际上是一个电声换能器。

对手机来说，Speaker 是为实现播放来电铃声、音乐等的一个元件。手机 **Speaker** 音压频率使用范围在 500Hz ~ 10KHz。

#### 3.1.2 手机用 Speaker 主要技术参数及要求

a>. 功率 **Power**。功率分为额定功率 **Rated Power** 和最大功率 **Max Power**。  
额定功率是指在额定频率范围内馈给喇叭以规定的模拟信号（白噪声），96 小时后，而不产生热和机械损坏的相应功率。

最大功率是指在额定频率范围内馈给喇叭以规定的模拟信号（白噪声），1 分钟后，而不产生热和机械损坏的相应功率。

注：手机用喇叭一般要求的功率：额定功率 **0.5W**，最大功率 **1W**。

b>. 额定阻抗 **Rated Impedance**。

喇叭的额定阻抗是一个纯电阻的阻值，它是被测扬声器单元在谐振频率后第一个阻抗最小值，它反映在扬声器阻抗曲线上是谐振峰后曲线平坦部分的最小阻值。

注：手机用喇叭的额定阻抗一般为 **8**。

c>. 灵敏度级又称声压级 **Sound Pressure Level(S.P.L)**。  
在喇叭的有效频率范围内，馈给喇叭以相当于在额定阻抗上消耗一定电功率的噪声电压时，在以参考轴上离参考点一定距离处所产生的声压。

注：手机用喇叭的灵敏度一般要求 **87dB(0.1W/0.1m)**。

d>. 总谐波失真 **Total Harmonic Distortion(T.H.D)**。

它是指各种失真的总和。主要包括：谐波失真、互调失真、瞬态失真。

注：手机用喇叭的总谐波失真在额定功率 1KHz 时应小于 5%。

#### e>. 共振频率 Resonance Frequency ( $f_0$ )

由阻抗曲线可见，在低频某一频率其阻抗值最大，此时的频率称之为扬声器的共振频率，记为  $f_0$ ，即在阻抗曲线上扬声器阻抗模值随频率上升的第一个主峰对应的频率。

注：手机用喇叭的共振频率一般在 800Hz 左右。

### 3.2 手机用扬声器 (Speaker)的评价原则

Speaker 的品质特性对手机铃声优劣起着决定性作用。在同一个声腔、同样的音源情况下，不同性能的 Speaker 在音质、音量上会有较大的差异。因此选择一个合适的 Speaker 可较大程度地改善手机的音质。

Speaker 的性能一般可以从 频响曲线、失真度和寿命 三个方面进行评价。频响曲线反映了 Speaker 在整个频域内的响应特性，是最重要的评价标准。失真度曲线反映了在某一功率下，Speaker 在不同频率点输出信号的失真程度，它是次要指标，一般情况下，当失真度小于 10% 时，都认为在可接受的范围内。寿命反映了 Speaker 的有效工作时间。

由于频响曲线是图形，包含信息很多，为了便于比较，主要从四个方面进行评价：SPL值、低频谐振点  $f_0$ 、平坦度和  $f_0$  处响度值。SPL值一般是在 1K~ 4KHz之间取多个频点的声压值进行平均，反映了在同等输入功率的情况下，Speaker 输出声音强度的大小，它是频响曲线最重要的指标。低频谐振点  $f_0$  反映了

Speaker 的低频特性，是频响曲线次要的指标。平坦度反映了 Speaker 还原音乐的保真能力，作为参考指标。 $f_0$  处响度值反映了低音的性能，作为参考指标。

听感评价 是一种主观行为，一般只作为辅助性评价。在客观数据评定难以取舍或没有相关测试条件时，应组织相关人员或音频工程师进行主观试听评价。

### 3.3 立体声手机喇叭的选择

a>. 二个 (或多个) 喇叭的电声性能应保持一致。

否则会发生因二个 (或多个) 扬声器相位特性和声压频率特性不同而产生的声像移位和干扰。

b>. 二个喇叭不能靠得太近，否则声场会变小，左右声道声音容易产生干扰。

c>. 音腔设计时，注意两个后音腔不能导通，要相互隔开且密封设计。

### 3.4 手机用扬声器 (Speaker)的选型推荐

详见标准部品库 (制定中)。

## 4-4. 手机 Speaker 音腔性能设计

手机音腔对于铃声音质的优劣影响很大。同一个音源、同一个 Speaker 在不同声腔中播放效果的音色可能相差较大，有些比较悦耳，有些则比较单调。合理的声腔设计可以使铃声更加悦耳。

为了提高手机音效品质，提升声腔设计水平是结构工程师的本职工作。所以本设计规范主要讲述音腔结构设计，其他影响音效的主要因素 Speaker 选型、音频电路设计及 MIDI 音乐选型需硬件部、软件部、音频小组等各部门的大力配合，共同把手机的音效水平提升到新的高度。

### 4.1 音腔结构简介

手机的声腔设计主要包括 后声腔、前声腔、出声孔、密闭性、防尘网 五个方面，如下图：

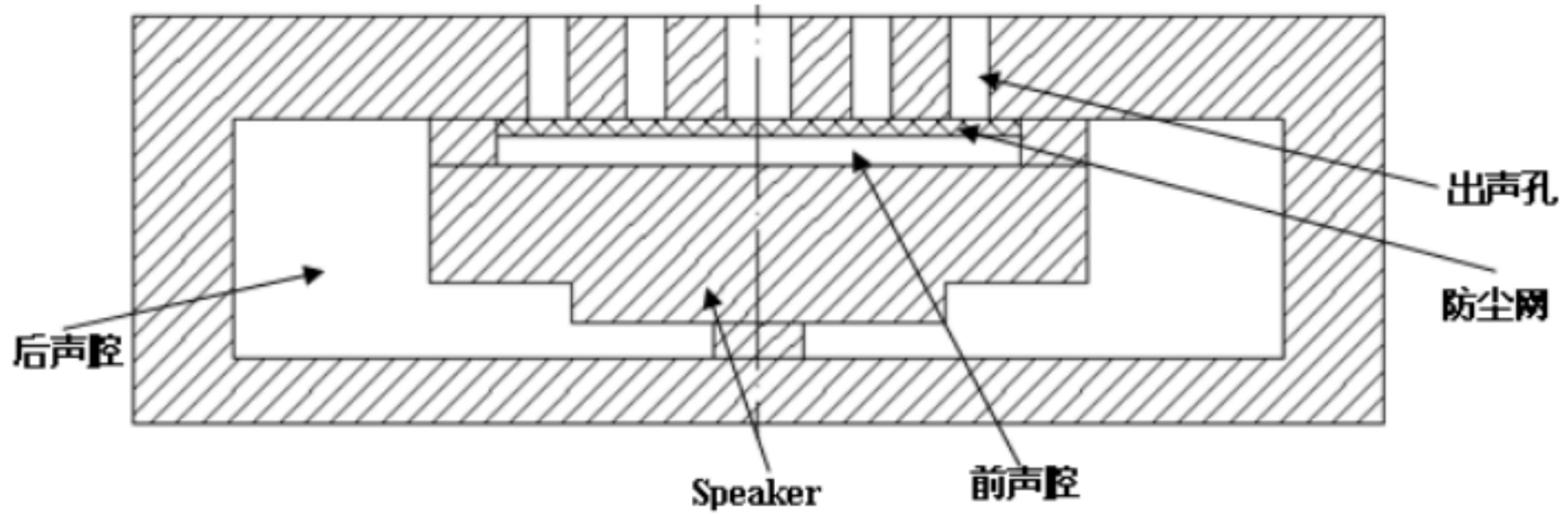


图 1 声腔结构示意图

下面，就分别从以上五个部分详细介绍手机音腔设计必须或尽量遵循的准则。

## 4.2 后声腔对铃声的影响及推荐值

后声腔主要影响铃声的低频部分，对高频部分影响则较小。铃声的低频部分对音质影响很大，低频波峰越靠左，低音就越突出，主观上会觉得铃声比较悦耳。

一般情况下，随着后声腔容积不断增大，其频响曲线的低频波峰会不断向左移动，使低频特性能够得到改善。但是两者之间关系是非线性的，当后声腔容积大于一定值时，它对低频的改善程度会急剧下降，如图 2 示。

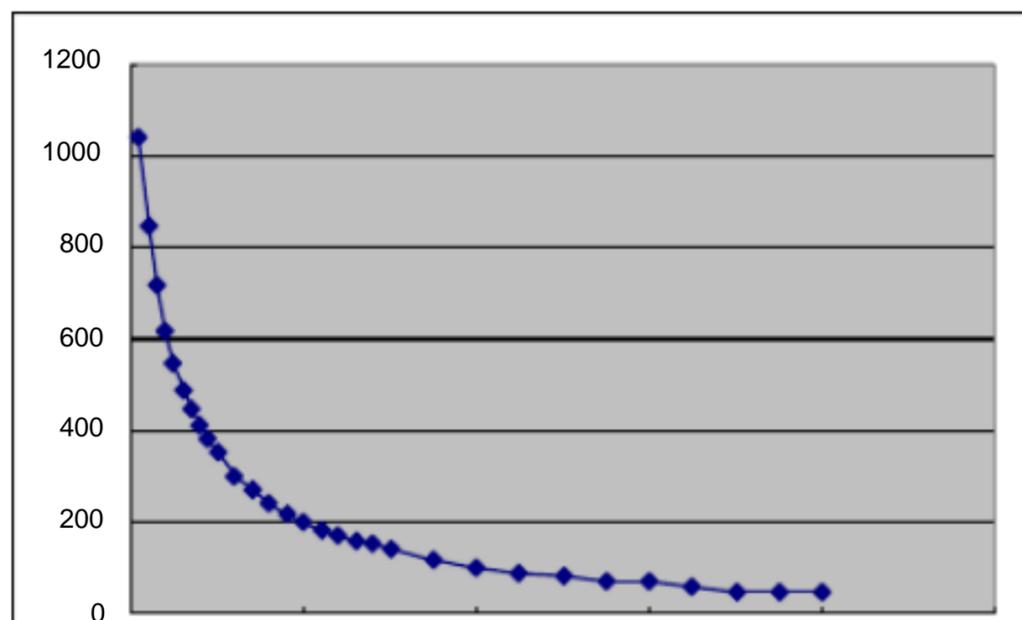


图 2 横坐标是后声腔的容积 ( $\text{cm}^3$ )，纵坐标是 **Speaker** 单体的低频谐振点与从声腔中发出声音的低频谐振点之差，单位——Hz。从上图可知，当后声腔容积小于一定值时，其变化对低频性能影响很大。

图 2 后声腔容积对低频性能影响

需要强调的是，**Speaker** 单体品质对铃声低频性能的影响很大。在一般情况下，装配在声腔中的 **Speaker**，即便能在理想状况下改善声腔的设计，其低频性能也只能接近，而无法超过单体的低频性能。

一般情况下，后声腔的形状变化对频响曲线影响不大。但是如果后声腔中某一部分又扁、又细、又长，那么该部分可能会在某个频率段产生驻波，使音质急剧变差，因此，在声腔设计中，必须避免出现这种异常空间情况，尽量设计形状规则的音腔。

对于不同直径的 **Speaker**，声腔设计要求不太一样，同一直径则差异不太大。根据不同直径 **Speaker** 的低频谐振点  $f_0$  与后声腔容积的关系测试数据，具体推荐值如下：

**13mm Speaker**：它的低频谐振点  $f_0$  一般在 800Hz ~ 1200Hz 之间。

当后声腔为  $0.5\text{cm}^3$  时，其低频谐振点  $f_0$  大约衰减 600Hz ~ 650Hz。当后声腔为  $0.8\text{cm}^3$  时， $f_0$  大约衰

减 400Hz ~ 450Hz。当后声腔为  $1\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 300Hz ~ 350Hz。当后声腔为  $1.4\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 250Hz ~ 300Hz。当后声腔为  $3.5\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 100Hz ~ 150Hz。因此对于 **13mm SPEAKER**, 当它低频性能较好(如  $f_0$  在 800Hz 左右)时, 后声腔要求可适当放宽, 但有效容积也应大于  $0.8\text{cm}^3$ 。当低频性能较差时(  $f_0 > 1000\text{Hz}$  ), 其后声腔有效容积应大于  $1\text{cm}^3$ 。后声腔推荐值为  $1.4\text{cm}^3$  以上, 当后声腔大于  $3.5\text{cm}^3$  时, 其容积变化对低频性能影响会比较小。

当然, 对 **13mm Speaker**, 由于单体偏小, 各厂商的产品品质也参差不齐, 听感与更大的 **Speaker** 相比会有一定差异, 一般情况下不推荐使用。

**15mm Speaker** : 它的低频谐振点  $f_0$  一般在 750 ~ 1000Hz 之间。当后声腔为  $0.5\text{cm}^3$  时, 低频谐振点  $f_0$  大约衰减 850Hz ~ 1000Hz。当后声腔为  $1\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 600Hz ~ 750Hz。当后声腔为  $1.6\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 400Hz ~ 550Hz。当后声腔为  $3.5\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 200Hz ~ 250Hz。因此对于 **15mm SPEAKER**, 后声腔有效容积应大于  $1.6\text{cm}^3$ 。当后声腔大于  $3.5\text{cm}^3$  时, 其容积变化对低频性能影响会比较小。

**13x 18mm Speaker** : 它的低频谐振点  $f_0$  一般在 780 ~ 1000Hz 之间。当后声腔为  $0.5\text{cm}^3$  时, 低频谐振点  $f_0$  大约衰减 850Hz ~ 1000Hz。当后声腔为  $1\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 600Hz ~ 750Hz。当后声腔为  $1.6\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 400Hz ~ 550Hz。当后声腔为  $3.5\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 200Hz ~ 250Hz。因此对于 **13X18mm SPEAKER**, 后声腔有效容积应大于  $1.6\text{cm}^3$ 。当后声腔大于  $3.5\text{cm}^3$  时, 其容积变化对低频性能影响会比较小。

**13x 18mm Speaker** 在性能上和 **13mm Speaker** 有些类似, 一般也不推荐使用。

**16mm Speaker** : 它的低频谐振点  $f_0$  一般在 750 ~ 1100Hz 之间。当后声腔为  $0.5\text{cm}^3$  时, 低频谐振点  $f_0$  大约衰减 850Hz ~ 1000Hz。当后声腔为  $0.9\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 600Hz ~ 700Hz。当后声腔为  $1.5\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 400Hz ~ 550Hz。当后声腔为  $2\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 300Hz ~ 350Hz。当后声腔为  $4\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 150Hz ~ 200Hz。因此对于 **16mm Speaker**, 后声腔有效容积应大于  $1.5\text{cm}^3$ 。后声腔推荐值为  $2\text{cm}^3$ , 当后声腔大于  $4\text{cm}^3$  时, 其容积变化对低频性能影响会比较小。

**18mm SPEAKER** : 它的低频谐振点  $f_0$  一般在 700 ~ 900Hz 之间。当后声腔为  $0.5\text{cm}^3$  时, 低频谐振点  $f_0$  大约衰减 700Hz ~ 950Hz。当后声腔为  $0.9\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 500Hz ~ 700Hz。当后声腔为  $0.9\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 500Hz ~ 700Hz。当后声腔为  $1.5\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 400Hz ~ 550Hz。当后声腔为  $2.1\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 250Hz ~ 400Hz。当后声腔为  $4.3\text{cm}^3$  时,  $f_0$  大约衰减 120Hz ~ 160Hz。因此对于 **18mm Speaker**, 后声腔有效容积应大于  $2\text{cm}^3$ 。当后声腔大于  $4\text{cm}^3$  时, 其容积变化对低频性能影响会比较小。

综上所述, 可得下表:

Speaker外形尺寸(mm)	后音腔最小容积 (cm <sup>3</sup> )	后音腔推荐容积 (cm <sup>3</sup> )
13	0.8-1	1.4以上
15	1.2-1.5	1.6以上
16	1.2-1.5	1.8以上
18	1.5-2	2.0以上
13X18	1.2-1.5	1.6以上
40	2.0-2.5	4.0以上

注：

a>. 后音腔设计时，必须保证 **Speaker** 后出声孔出气畅通，即 **Speaker** 后出声孔距离最近的挡板距离应大于后出声孔径的 **0.8** 倍。

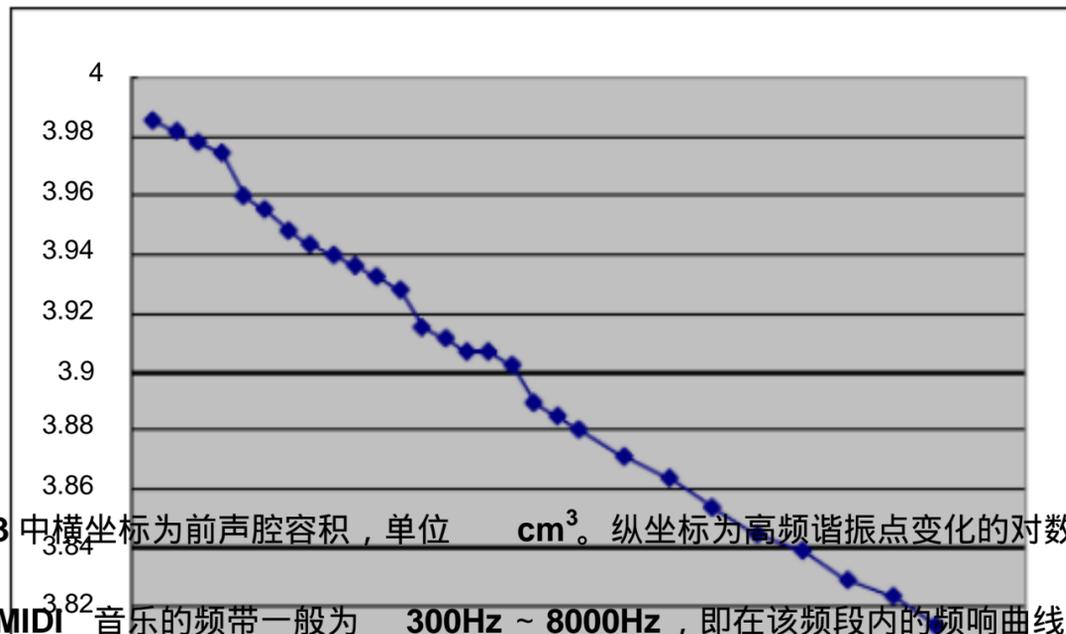
b>. 若采用壳体长出胶位密封设计后音腔，则需采用 **T0.5mm** 厚泡棉（单面带胶）为密封材料，壳体胶位厚度设计为 **0.6mm** 以上，距离 **PCB** 间隙为 **0.35mm**，以封闭音腔。此时泡棉起到双重作用：即密封及缓冲。

c>. 后音腔容积尽量大些，一般推荐 **3 cm<sup>3</sup>** 以上，但在手机实际设计中难以达到这个要求，则以上述推荐容积设计。

d>. 后音腔如果太小，比如小于 **1.5** 或 **1 cm<sup>3</sup>**，则不可设计密封音腔。

### 4.3 前声腔对声音的影响

前声腔对低频段影响不大，主要影响手机铃声的高频部分。随着前声腔容积的增大，高频波峰会往不断左移动，高频谐振点会越来越低。高频谐振点变化的对数值与前声腔容积的增量几乎成线性关系，如图 3。



注：图 3 中横坐标为前声腔容积，单位 **cm<sup>3</sup>**。纵坐标为高频谐振点变化的对数值。

由于手机 **MIDI** 音乐的频带一般为 **300Hz ~ 8000Hz**，即在该频段内的频响曲线才是有效值，因此我们一般希望频响曲线的高频谐振点在 **6000Hz ~ 8000Hz** 之间。因为如果高频波峰太高（高频谐振点大于 **10000Hz**），那么在中频段可能会出现较深的波谷，导致声音偏小。如果高频波峰太低（高频谐振点小于 **6000Hz**），那么声腔的有效频带可能会比较窄，导致音色比较单调，音质较差。所以前声腔太大或太小对声音都会产生不利的影响。同时，由于出声孔面积对高频也有较大的影响，因此设计前声腔时，需考虑出声孔的面积，一般情况下，前声腔越大，则出声孔面积也应该越大。

当前声腔过小时，还会造成一个问题，即出声孔的位置对高频的影响程度急剧增加，可能会给手机的出声孔外观位置设计造成一定的困难。

综上所述，结合手机设计的实际情况，前声腔设计时，一般希望前声腔的垫片压缩后的厚度在 **0.5~1mm** 之间。由于它与出声孔面积有一定的相关性，因此具体推荐值在下一节给出。

### 4.4 出声孔对声音的影响及推荐值

出声孔的面积对声音影响很大，而且开孔的位置、分布是否均匀对声音也有一定的影响，其程度与前音腔容积有很大关系。一般情况下，前音腔越大，开孔的位置、分布对声音的影响程度就越小。

出声孔的面积对频响曲线的各个频段都有影响，在不同条件下，对不同频段的影响程度各不相同。当出声孔面积小于一定值时，整个频响曲线的 **SPL** 值会急剧下降，即铃声的声强损失很大，这在手机设计中是必须禁止的。当出声孔面积大于一定阈值时，随着面积增大，高频波峰、低频波峰都会向右移动，但高频变化的程度远比低频大，低频变化很小，即出声孔面积的变化主要影响频响曲线的高频性能，对低频性能影响不大。

出声孔面积与高频谐振点的变化呈非线性关系，且与前声腔大小有一定的联系，如图

4 示。

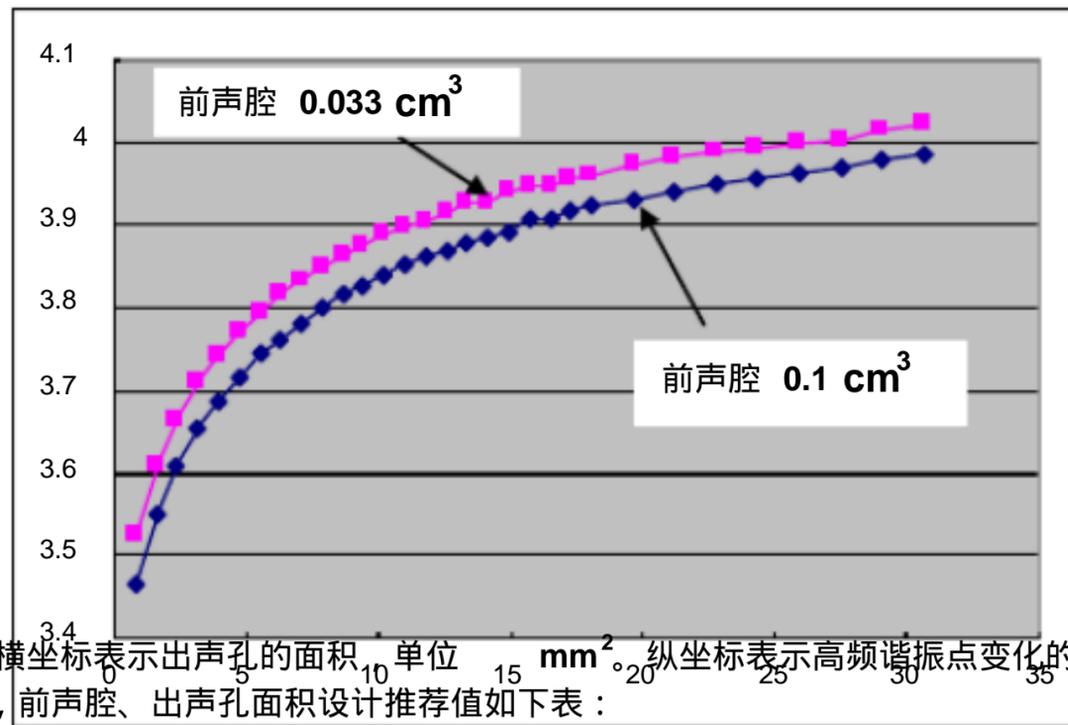


图 4 中，横坐标表示出声孔的面积，单位  $\text{mm}^2$ 。纵坐标表示高频谐振点变化的对数值。综上所述，前声腔、出声孔面积设计推荐值如下表：

图 4 出声孔面积对高频谐振点的影响

	直径 13mm 的 Speaker			直径 15mm 的 Speaker		
腔垫片压缩后厚度 (mm)	0.3 ~ 0.4	0.5 ~ 0.7	0.8 ~ 1.1	0.3 ~ 0.4	0.5 ~ 0.7	0.8 ~ 1.1
前声腔容积 ( $\text{cm}^3$ )	0.03 ~ 0.04	0.05 ~ 0.07	0.08 ~ 0.11	0.04 ~ 0.06	0.07 ~ 0.1	0.11 ~ 0.16
出声孔面积最小值 ( $\text{mm}^2$ )	2	2	2	2.5	2.5	2.5
出声孔面积有效范围 ( $\text{mm}^2$ )	4.5 ~ 25	5 ~ 25	6 ~ 28	5 ~ 40	6 ~ 40	7 ~ 40
出声孔面积推荐值 ( $\text{mm}^2$ )	10	12	14	13	15	17
	直径 16mm 的 Speaker			直径 18mm 的 Speaker		
前声腔垫片压缩后厚度 ( mm )	0.3 ~ 0.4	0.5 ~ 0.7	0.8 ~ 1.1	0.3 ~ 0.4	0.5 ~ 0.7	0.8 ~ 1.1
前声腔容积 ( $\text{cm}^3$ )	0.05 ~ 0.07	0.08 ~ 0.12	0.13 ~ 0.18	0.06 ~ 0.08	0.10 ~ 0.15	0.17 ~ 0.24
出声孔面积最小值 ( $\text{mm}^2$ )	3	3	3	4	4	4
出声孔面积有效范围 ( $\text{mm}^2$ )	6 ~ 40	7 ~ 40	9 ~ 40	7.5 ~ 60	8 ~ 60	10 ~ 60
出声孔面积推荐值 ( $\text{mm}^2$ )	15	16	18	18	20	22

注：13X18mm 椭圆形 Speaker 前声腔和出声孔面积可以参考 15mm Speaker 的参数。

上表中最小值表示当出声孔面积小于该值时，整个频响曲线会受到较大影响，音量会极大衰减。有效范围表示出声孔面积在此范围之内，一般能满足基本要求。需要强调的是：如果出声孔在前声腔投影范围内，分布比较均匀，且过中心，那么可以取较小值，否则应取偏大一些的值。建议在一般情况下，不要取有效范围的极限值。

在实际设计中，如果高频声音出现问题，可以通过实际测量结果，修正出声孔面积进行改善。注意：出声孔面积减小并不意味着声强降低，相反在很多情况下，反而可以提高声强。

当然，为节省时间，在实际设计中，在一般情况下，也可以以下基本设计原则计算确定出声孔的面积：

- 出声孔的面积大约占 Speaker 面积 10% ~ 20% 比较合适。
- 2.0 以上及 0.8 以下的出声孔尽可能避免。建议设计孔径 1.0 ~ 1.5mm 之间。因为 2.0 以上打出音孔时很容易进入异物，还有因尖锐的物体 SPEAKER 的振动膜会有损伤的

风

险；而 0.8 以下孔在模具的实现及后续注塑时容易产生异常，使音效偏离设计值。

c. 出音孔的最小面积大约是 3.6%。一般情况下不要取这个极限值。

#### 4.5 后声腔密闭性对声音的影响

后声腔是否有效的密闭对声音的低频部分影响很大，当后声腔出现泄漏时，低频会出现衰减，对音质造成损害，它的影响程度与泄漏面积、位置都有一定的关系。

一般情况下，泄漏面积越大，低频衰减越厉害。泄漏面积与低频谐振点的衰减成近似线性的关系，如图 5。

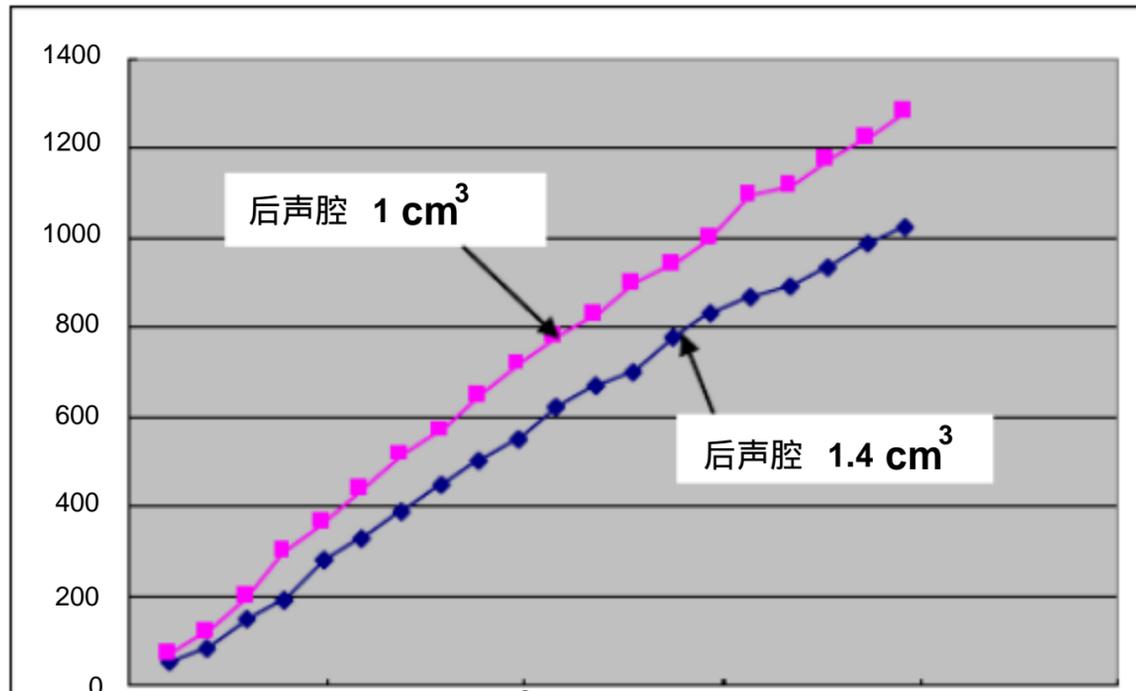


图 5 中，横坐标表示泄漏面积，单位  $\text{mm}^2$ 。纵坐标表示无泄漏与有泄漏情况下低频谐振点之差。

在同等泄漏面积情况下，后声腔越小，低频衰减越厉害，即泄漏造成的危害越大，如图 6。

图 5 泄漏面积对低频的影响

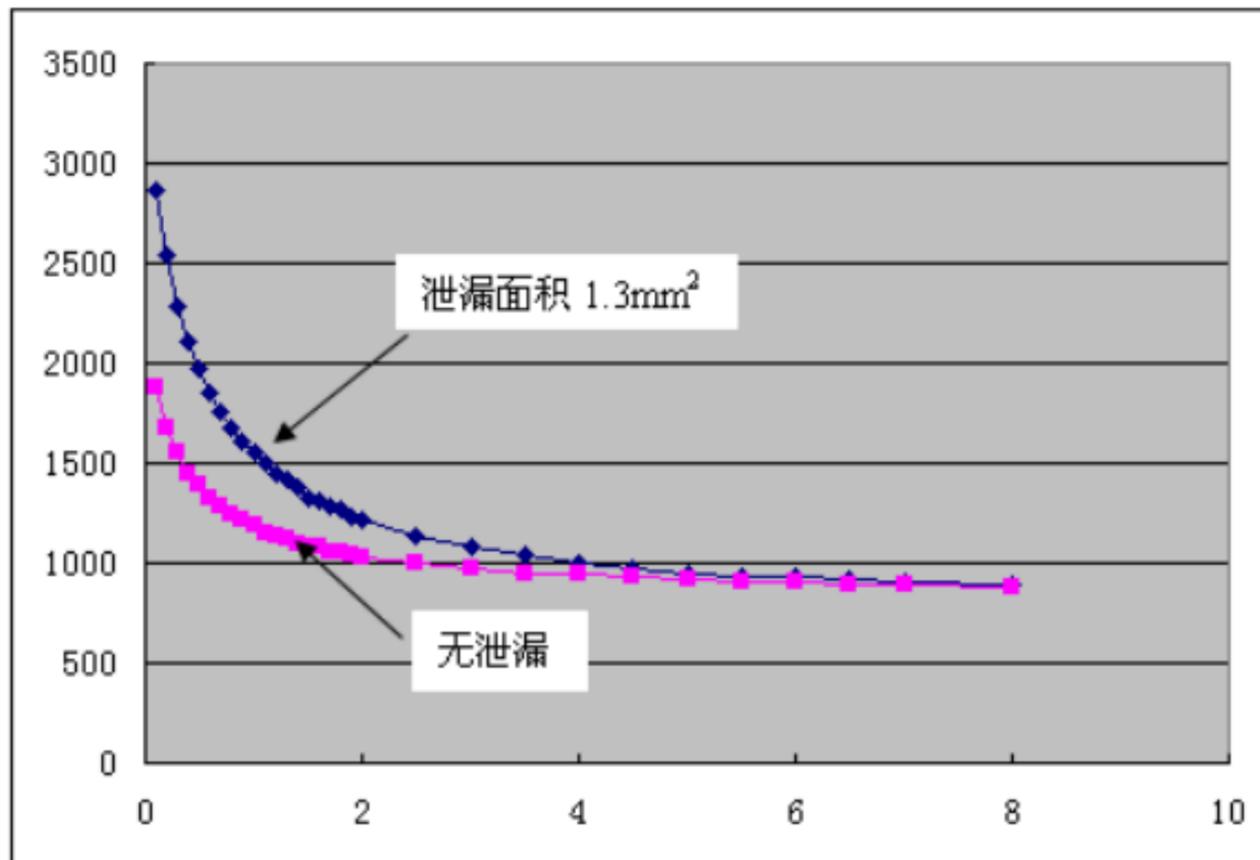


图 6 后声腔容积变化时，泄漏与非泄漏对低频影响对比

综上所述，建议结构设计时，应尽可能保证后声腔的密闭，否则可能会严重影响音质。

#### 4.6 防尘网对声音的影响

相比于其他几个因素，防尘网对声音的影响程度较小，它主要是影响频响曲线的低频峰值和高频峰值，其中对低频峰值影响较大。

防尘网对声音的影响程度主要取决于防尘网的声阻值和低频、高频峰值的大小。一般情况下，峰值越大，受到防尘网衰减的程度也越大。

防尘网主要有两个作用，防止灰尘和削弱低频峰值，以保护 **Speaker**。目前，我们常用的防尘网一般在 **250 # ~ 350 #** 之间，它们的声阻值都比较小，基本上在 **10** 以下，对声音的影响很小，所以一般采用 **SPEAKER** 厂家提供的防尘网差异不会非常大。因此从防尘和声阻两个方面综合考虑，建议采用 **300 #** 左右的防尘网。

我们以往采用的不织布防尘网存在一个问题，由于不织布的不同区域密度不一样，因此不同区域声阻也不一样，可能会造成同一批防尘网的声阻一致性较差。但不织布的成本比网格布低，因此建议设计中综合考虑性能和成本，一般情况下，尽可能不要采用不织布作为防尘网。

## 4-5. 手机 Speaker 音腔结构设计需注意的重要事项

- a>. **Speaker** 出声孔及声腔内部设计要圆滑过渡，尽量避免尖角、锐角，否则容易产生异响。
- b>. **Speaker** 定位筋 (Rib) 仅对 **Speaker** 起到定位作用。  
Rib 厚度设计为 0.6mm, 与 **Speaker** 单边间隙设计为 0.1, 顶部有导向斜角 C0.2~0.3，便于装配。  
RIB 的高度可以以低于 **Speaker** 接线端的高度 0.5mm 为基准，一般不宜高出 **Speaker** 周边，否则 RIB 会阻碍后音腔空气流通，话音特性会严重下降。
- c>. 对外壳为塑胶的 **Speaker**，背面轭（即金属磁罩）受力过大容易脱落。在结构设计时，**Speaker** 底部塑胶定位骨或垫圈类应设计超出轭单边 1.0mm，以使受力分散到 **Speaker** 塑胶壳上，避免轭受力过大被压塌陷。
- d>. **Speaker** 前面与壳体间必须有防尘网。  
**Speaker** 前方不织布是否是属薄且稀疏材质让声音不致被闷住，建议用网格布，不要用不织布。
- e>. **Speaker** 前音腔泡棉需双面带胶，固定在壳体上，保证前后音腔的密闭性。因 **Speaker** 前后音腔振幅相等相位相反，因此不能互通，必须将前后音腔隔离开。否则两者相位叠加，声音会变很小。
- f>. 需考虑 ESD 问题。**Speaker** 与外界连通，ESD 很容易打进去，因此 **speaker** 周围的卡座、电源、连接器等相关元件也要同步考虑好接地。
- g>. 对焊线式 **Speaker**，引线要方便焊接，塑胶位需做导线槽，避免走线混乱及塑胶压线的情况，引线端头剥线长度 1.5mm。
- h>. 对弹片式 **Speaker**，PCB 焊盘与接触片 X/Y 方向必须居中（接触片必须设计成原始和压缩两种状态），且要求单边大于接触片 0.5 以上。
- i>. 若手机空间允许，则 **Speaker** 可尽量自带音腔，由 **Speaker** 供应商直接整体供货。
- j>. 如果后音腔不能做到密封，则后音腔容积尽量大些，且泄漏孔需远离 **Speaker**，这样会减少后音腔密闭性不好所带来的负面影响。
- k>. 圆形喇叭用于手机中时，最好采用圆形出音孔。否则，会因为振动体与出音孔的形状差异，引起频率特性变化，使声音变得尖锐。
- l>. 翻盖手机使用一个 **Speaker/Receiver** 二合一单面发声完成放音和受话功能时，应使上、下盖保持一定的间隙（最少 >0.4mm）或者开设导音槽。

## 4-6. 手机用 Receiver 简介、选择原则及其结构设计

### 6.1 Receiver 简介

**Receiver** 工作原理和 **Speaker** 一样，也是一个电声换能器。

**Receiver** 是在手机上为实现声音通话而使用的一个元件。

手机 **Receiver** 音压频率使用范围在 300Hz ~ 3.4KHz，功率 0.3 ~ 0.6W。

**Speaker** 是在离耳朵任意的距离和方向都能听到声音，相反 **Receiver** 是紧贴在耳朵为了传达通信的声音通话或是短信声音的 **SPEAKER** 的一种。

Receiver 和 Speaker 相比，不需要高的功率，所以一般在结构设计上不会收到很多制约。

## 6.2 Receiver的选择注意事项

Receiver 的选择不象 Speaker 那样严格，一般选用大量生产批量验证过的产品，圆形或方形均可，主要根据结构空间确定。但尽量不要去选用刚开发出来的偏小、偏薄或异型的产品，因为这样会影响听筒的音量及受话效果。

如果是因结构需要选择异型的，则 导音套的设计 就相当关键了。

## 6.3 手机 Receiver音腔结构设计需注意的重要事项

- a>. Receiver 出声孔及音腔内部要过渡圆滑，避免尖角、锐角，以免影响听筒音质。
- b>. Receiver 定位筋 (Rib) 仅对 Receiver 起到定位作用。 Rib 厚度设计为 0.6mm,与 Receiver 单边间隙设计为 0.1, 顶部有导向斜角 C0.2~0.3，便于装配。
- c>. 对外壳为塑胶的 Receiver，背面轭（即金属磁罩）受力过大容易脱落。在结构设计时， Speaker 底部塑胶定位骨或垫圈类应设计超出轭单边 1.0mm, 以使受力分散到 Receiver 塑胶壳上，避免轭受力过大被压塌陷。
- d>. Receiver 前面与壳体间必须有防尘网。不织布的材质选择原则同 Speaker 防尘网材质。
- e>. Receiver 前音腔泡棉需双面带胶，固定在壳体上，保证音腔的密闭性。否则会使听筒声音变得很小。
- f>. 需考虑 ESD 问题。Receiver 与外界连通，ESD 很容易打进去，因此 Receiver 周围的连接器等相关元件也要同步考虑好接地。
- g>. 对焊线式 Receiver，引线要方便焊接，塑胶位需做导线槽，避免走线混乱及塑胶压线的情况，引线端头剥线长度 1.5mm。
- h>. 对弹片式 Receiver，PCB 焊盘与接触片 X/Y 方向必须居中（接触片必须设计成原始和压缩两种状态），且要求单边大于接触片 0.5 以上。
- l>. 弹片式 Receiver 可能会顶起 A 壳，导致 A 壳变形，使 LCM 进灰尘，因此弹片不能太硬，且设计压缩尺寸合理。
- m>. 出声孔的总面积大约占 Receiver 总面积的 2.5% ~ 5.0% 比较合适。长条形出声孔推荐孔宽 0.6mm, 1.5mm 圆孔孔径 1.0mm。
- n>. Receiver 前音腔高度 = 0.6 ~ 1.0mm(环形凸筋 +泡棉总高度)。
- o>. 对于异型结构 Receiver，导音套的设计需平滑过渡，采用软材料如硅胶，保证声道的密闭性及畅通性。

## 4-7. Speaker/Receiver 二合一一体声腔及其结构设计

### 7.1 Speaker/Receiver一体单面发声声腔及其结构设计

一体单面发声的 Speaker/Receiver，其声腔设计、结构设计及其注意事项等同单体 Speaker。

### 7.2 Speaker/Receiver一体双面发声声腔及其结构设计

一体双面发声的 Speaker/Receiver，其声腔设计的原理和单体 Speaker 是一样的，但要特别注意的是，因为是双面发声，很容易疏忽 Speaker 端的后音腔的导通问题。若 Speaker 端后出声孔被堵，导致声音发不出来，再好的后音腔设计都没有任何作用。

因 Speaker 后出气孔在 Receiver 端，故 Receiver 端的定位圈不能密封，否则使 Speaker 后出气孔与后声腔隔离而发不出声音。

Speaker 和 Receiver 的 Rib 不能互相连接。因为 Rib 会完全包裹 Speaker，这时在 Speaker

Receiver 的后面完全没有空气流通，音响特性会严重的丧失。即使在 Rib 的旁边打 Hole，也是会因空气的流通少，结果还是一样的。

因一体双面发声的 Speaker/Receiver 在实际中使用不多，设计经验也有所欠缺，故在实际使用中遇到时再另行研究解决，或后续再将此设计规范补充、完善。

## 4-8. 手机用 MIC 结构设计

### 8.1 MIC 简介

MIC 就是麦克风，是将声音信号转换为电信号的一个元件，即完成声-电转换。与 Receiver 相反，MIC 实际上是一个声电换能器。

相比 Speaker 及 Receiver，MIC 结构设计受到的制约更少，结构设计变得相对容易。

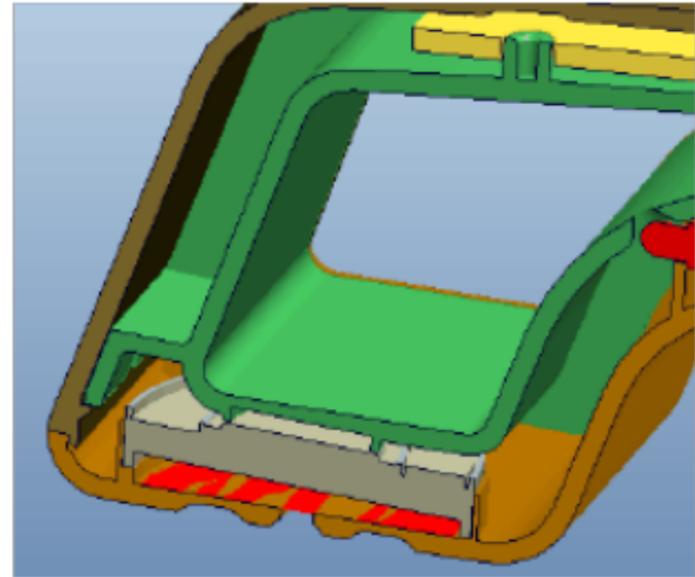
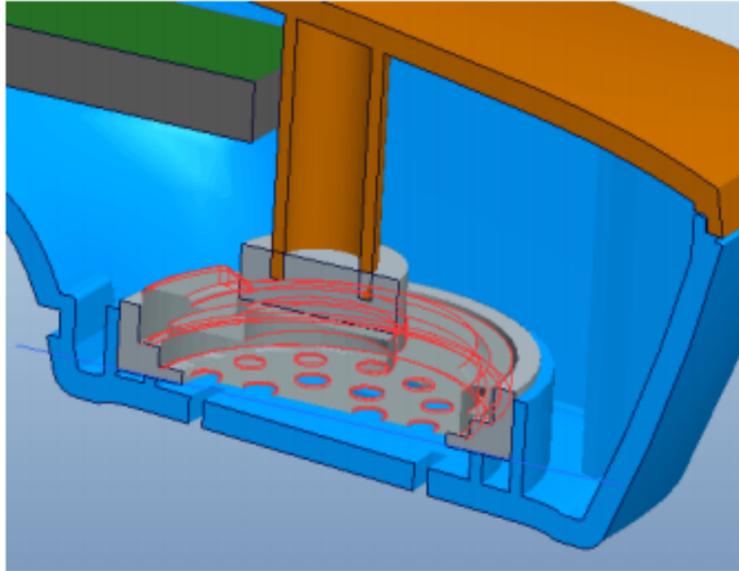
### 8.2 手机 MIC 结构设计需注意的重要事项

- a>. MIC 出声孔及内部音腔要过渡圆滑，避免尖角、锐角。
- b>. MIC 与壳体间必须采用 MIC 套（硅胶套，65度），防止 MIC 和 Speaker 在壳体内形成腔体回路，通话时对方易听到回音及产生啸叫。
  - 允许用 Keypad 上面自带的 Rubber 来固定 MIC。
- c>. 硅胶套与 MIC 腔体 Rib 的设计配合单边间隙为 0. MIC 后面需固定紧密，MIC 不能松动或弹出腔体。
- d>. MIC 出声孔面积 1.0mm<sup>2</sup>，圆孔 1.0mm.
- e>. 对于翻盖手机，合上手机后，音孔不能与 receiver 重合，否则极易在合盖时产生明显啸叫。设计时需错开距离 10mm 以上，或者，最彻底的解决方法，就是 MIC 声孔朝下设计。
- f>. 需考虑 ESD 问题。MIC 与外界连通，ESD 很容易打进去，因此 MIC 周围的卡座，连接器等关键器件也要同步考虑好接地。
- g>. 对焊线式 MIC，引线要方便焊接，塑胶位需做导线槽，避免走线混乱及塑胶压线的情况，引线端头剥线长度 1.5mm。
- h>. 对于焊针式的 MIC，为了防呆，它的两个焊针一般都设计成偏心的，那么 PCB 上要注意增加设计 Mark 区域，以防止焊反。
- i>. 对 FPC 方式的 MIC，FPC 与 PCB 应设计焊接定位孔，采用夹具定位焊接。否则焊接的时候很难定位，与壳体配合也容易出问题，导致机械测试失败。
- l>. 对接触式的 MIC，垂直压缩设计很重要，需根据厂商推荐的尺寸规格进行设计。压缩不到位容易产生接触不良，压缩太紧会影响 PCB 导电铜箔寿命。

## 4-9. 迷你型音箱的结构设计（喇叭直径：25-45mm）

### 9.1 小音腔的结构设计

小音腔的结构主要运用于电话听筒，



9.2 迷你小音箱设计  
1.

## 第五章 散热件的结构设计

### 5-1、热设计概述

热设计就是根据电子元器件的热特性和传热原理，采取各种结构措施控制电子产品的工作温度，使其在允许的范围之内，为芯片级、元件级、组件级和系统级提供良好的热环境，保证它们在规定的热环境下，能按预定的方案正常、可靠的工作。保证可触及件不会因过高温度而使人烫伤；电击防护用的绝缘材料不因过热导致绝缘性能下降；可燃材料和元件不会自燃；不会因过热导致材料变形引起电气间隙和爬电距离减小；不会引起某些材料和元件挥发出有毒或可燃气体。

传热的基本理论是进行热设计的基础，不同的传热方式有不同机理。因此只有掌握了传热过程的基本理论、设计方法及实验方法，才能有效解决电子产品热设计中的各种实际问题。

### 5-2、电子产品的热设计

2.1、机壳的热设计十分重要，设备的工作热可通过机壳的传导和辐射散出机外，通过合理的开孔，可形成对流通风散热，加速设备的工作热的散发。

由于机壳设计时要考虑其防触电性能和防火性能，在材料和厚度的选择上余地不大，因此机壳的热设计主要考虑以下几点：

#### (1) 合理选用机壳的颜色

选用黑漆涂覆能增加散热效果。内表面涂黑漆可降低机内温升，促使机内发热元件的散热，外表面涂黑漆能降低即可表面温升加速机壳的热传导和热辐射。

#### (2) 合理开通风孔，形成自然对流散热

通风孔的进出气口，应尽量设在整机温差最大的两处，进风口应尽量底，出风口尽量高，并且孔的位置要靠近发热元件。

#### 2.2、发热元件的处理

尽量置于易于通风散热的地方；

增加发热元件的散热面积，例如，对大功率晶体管增加散热片；采用适当的降额设计，减少功耗。

### 2.3. 合理选用热保护装置

为防止在故障条件下引起过高的温升，可适当加装过温保护装置，来及时切断电源。

热保护装置分为二类，一类为不可恢复型，例如，热熔断体；另一类为可恢复型，即断开后，当温升下降后能自动恢复工作，这类元件有 PTC 元件、双金属片热保护器等。

### 2.4. 选用适当的散热方法

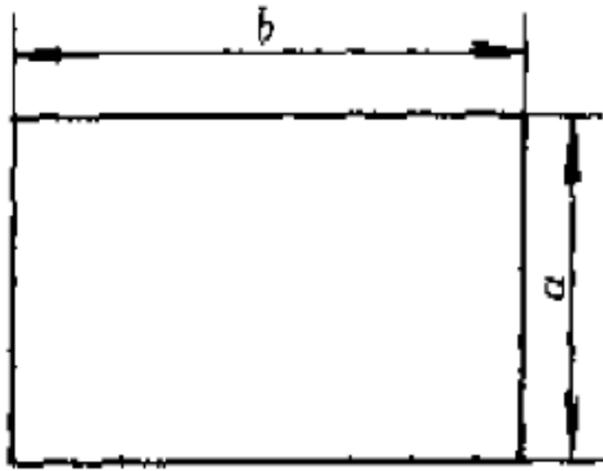
常用的散热的方法

- (1) 风冷式散热风扇 + 散热片
- (2) 水冷式散热散热器 + 水管 + 水泵
- (3) 半导体制冷法利用半导体制冷器
- (4) 热管散热法在热管里填充特制的液态导热介质，使热量均匀地散发到散热器的各个散热翅片上，极大的提高散热片的导热性能。
- (5) 液氮散热法
- (6) 软件降温法软件散热可以让 CPU 在没有工作或工作比较清闲时，让 CPU 休息，从而减少 CPU 的耗电，使温度下降。
- (7) 散热片散热
- (8) 风扇散热

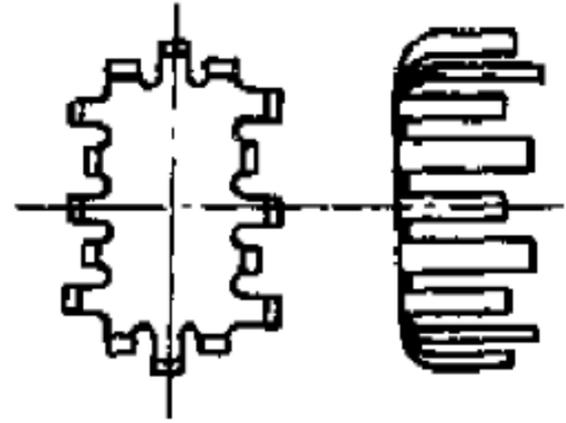
## 5-3、散热器及其安装

散热器是以对流和辐射的方式将热能传到环境中去的，散热器的热阻  $R$  与  $S-a$  与散热器的材质、结构、表面颜色、冷却方式及安装位置有关。

### 3.1 散热器的形状



(1) 平板型



(2) 叉指型



(3) 型材型

### 3.2 散热器的表面：

涂黑色漆或钝化。目的是提高辐射系数，可减小 10%-15% 的热阻。

### 3.3 散热器的安装：

应垂直安放。因为热气流密度轻，自然向上流动，以形成“烟囱效应”，便于散热。热阻可减小 15%-20%。

### 3.4 散热器的冷却方式

自然冷却 —— 依靠空气的自然对流及辐射。结构简单、无噪声，但散热效率低。

风冷 —— 强制通风，加强对流的散热方式。为自冷散热效率的 2-4 倍，噪声大。

水冷 —— 散热效率极高，为自然散热的 150 倍。冷却介质有水、变压器油，投资高。

### 3.5 散热器的材质

主要有铝板或铝型材制成（价格低），另外还有铜、镁和钢等材质。

## 第六章 防水结构设计

### 6-1 防水等级

防水等级日本的标准：电子测量仪器的防水级别同时也反映了仪器防潮和防尘的能力，特别是对于户外活动中，免不了处于高湿或多尘沙的恶劣环境中，仪器的密封和防水能力对于保证仪器的安全运转和寿命就至关重要。为此，国际上制订 IEC529 标准。为了与此相适应，日本工业标准中将电子仪器的防水保护分为10个等级，分别以 IPX1、IPX2..... 表示

防水等级	简要说明	含义
IPX0	无防护	--
IPX1	防止垂直方向滴水	垂直方向滴水应无有害影响
IPX2	防止当外壳在 15°范围内倾斜时来自垂直方向的滴水	当外壳各垂直面在 15°范围内倾斜时来自垂直方向的滴水应无有害影响
IPX3	防淋水	各垂直面在 60°范围内淋水应无有害影响
IPX4	防溅水	向外壳各方向溅水应无有害影响
IPX5	防喷水	向外壳各方向喷水应无有害影响
IPX6	防强烈喷水	向外壳各方向强烈喷水应无有害影响
IPX7	防短时间浸水影响	浸入规定压力的水中经规定时间后外壳进水量不致达到有害程度
IPX8	防持续潜水影响	按生产厂和用户双方同意的条件（应比数字 7 严酷）持续潜水后外客进水量不致达到有害程度

防尘等级（第一个 X 表示）

- 0：没有保护
- 1：防止大的固体侵入
- 2：防止中等大小的固体侵入
- 3：防止小固体进入侵入
- 4：防止物体大于 1mm 的固体进入
- 5：防止有害的粉尘堆积

- 6 : 完全防止粉尘进入
- 防水等级 (第二个 X表示)
- 0 : 没有保护
- 1 : 水滴滴入到外壳无影响
- 2 : 当外壳倾斜到 15 度时, 水滴滴入到外壳无影响
- 3 : 水或雨水从 60 度角落到外壳上无影响
- 4 : 液体由任何方向泼到外壳没有伤害影响
- 5 : 用水冲洗无任何伤害
- 6 : 可用于船舱内的环境
- 7 : 可于短时间内耐浸水 ( 1m )
- 8 : 于一定压力下长时间浸水

例: 有秤或显示仪表标示为 IP65 , 表示产品可以完全防止粉尘进入及可用水冲洗无任何伤害。

6-2 IPXX 等级中关于防水实验的规定 。

( 1 ) IPX 1 方法名称: 垂直滴水试验 试验设备: 滴水试验装置

试样放置: 按试样正常工作位置摆放在以 1r/min 的旋转样品台上, 样品顶部至滴水口的距离不大于 200mm

试验条件: 滴水量为 10. 5 mm/min 持续时间: 10 min

( 2 ) IPX 2 方法名称: 倾斜 15 °滴水试验 试验设备: 滴水试验装置

试样放置: 使试样的一个面与垂线成 15 °角, 样品顶部至滴水口的距离不大于 200mm 。每试验完一个面后, 换另一个面, 共四次。

试验条件: 滴水量为 30. 5 mm/min

持续时间: 4 × 2. 5 min ( 共 10 min )

( 3 ) IPX 3

方法名称: 淋水试验 试验方法: a. 摆管式淋水试验 试验设备: 摆管式淋水溅水试验装置

试样放置: 选择适当半径的摆管, 使样品台面高度处于摆管直径位置上, 将试样放在样台上, 使其顶部到样品喷水口的距离不大于 200mm , 样品台不旋转。 试验条件:

水流量按摆管的喷水孔数计算, 每孔为 0. 07

L/min，淋水时，摆管中点两边各 60° 弧段内的喷水孔的喷水喷向样品。被试样品放在摆管半圆中心。摆管沿垂线两边各摆动 60°，共 120°。每次摆动 (2 × 20°) 约 4s  
试验时间：连续淋水 10 min b。喷头式淋水试验  
试验设备：手持式淋水溅水试验装置  
试样放置：使试验顶部到手持喷头喷水口的平行距离在 300mm 至 500mm 之间  
试验条件：试验时应安装带平衡重物的挡板，水流量为 10 L/min

试验时间：按被检样品外壳表面积计算，每平方米为 1 min (不包括安装面积)，最少 5 min (4) IPX 4

方法名称：溅水试验 试验方法：

a. 摆管式溅水试验 试验设备和试样放置：与上述 IPX 3 之 a 款均相同；  
试验条件：除后述条件外，与上述 IPX 3 之 a 款均相同；喷水面积为摆管中点两边各 90° 弧段内喷水孔的喷水喷向样品。被试样品放在摆管半圆中心。摆管沿垂线两边各摆动 180°，共约 360°。每次摆动 (2 × 60°) 约 12s  
试验时间：与上述 IPX 3 之 a 款均相同 (即 10 min)。

b. 喷头式溅水试验 试验设备和试样放置：与上述 IPX 3 之 b 款均相同；  
试验条件：拆去设备上安装带平衡重物的挡板，其余与上述 IPX 3 之 b 款均相同；  
试验时间：与上述 IPX 3 之 b 款均相同，即按被检样品外壳表面积计算，每平方米为 1 min (不包括安装面积) 最少 5min

#### (5) IPX 5

方法名称：喷水试验 试验设备：喷嘴的喷水口内径为 6.3mm  
试验条件：使试验样品至喷水口相距为 2.5m ~ 3m，水流量为 12.5 L/min (750 L/h)  
试验时间：按被检样品外壳表面积计算，每平方米为 1 min (不包括安装面积) 最少 3 min (6) IPX 6

方法名称：强烈喷水试验； 试验设备：喷嘴的喷水口内径为 12.5 mm  
试验条件：使试验样品至喷水口相距为 2.5m ~ 3m，水流量为 100 L/min (6000 L/h)

试验时间：按被检样品外壳表面积计算，每平方米为 1 min（不包括安装面积）最少 3 min

## (7) IPX 7

方法名称：短时浸水试验

试验设备和试验条件：浸水箱。其尺寸应使试样放进浸水箱后，样品底部到水面的距离至少为 1M，试样顶部到水面的距离至少为 0.15M，

实验时间：30min

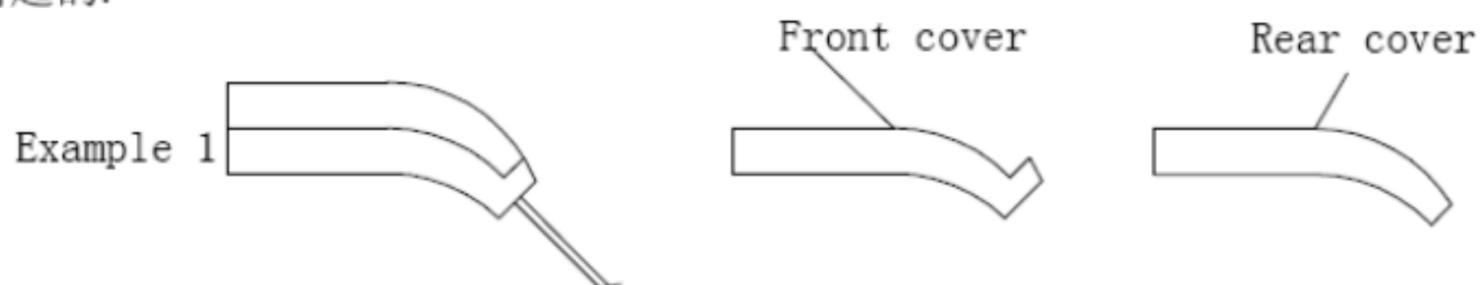
### 6-3 防水产品的一般思路

#### 关于防水产品的一般思路

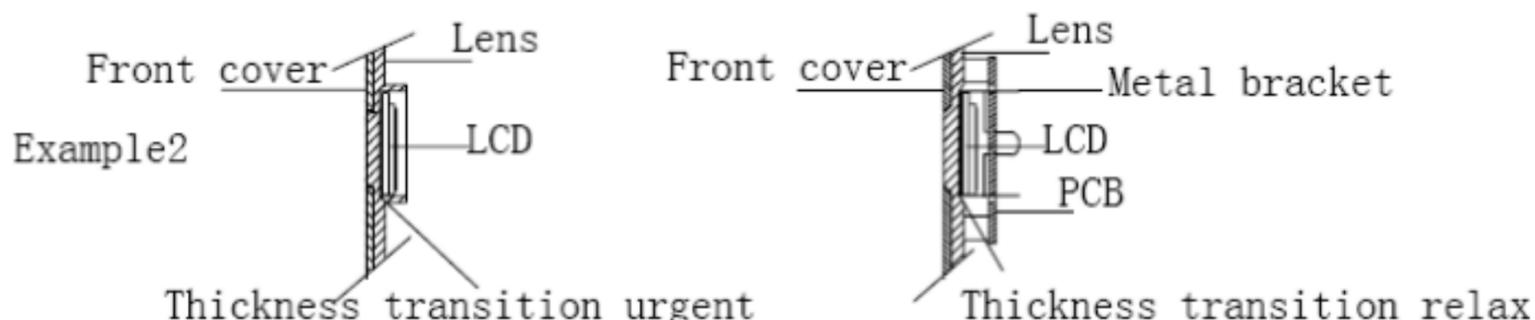
多数产品防水主要是上下壳防水，按键防水，电池门防水，传感器引出部分防水，常用的防水方法主要有打胶水，超声，二次啤塑，啤镶件，装O型圈。

防水不良的原因主要有塑胶变形；防水面不在一条线；O型圈预压太松或太紧；结构刚度不够；螺丝分布不均匀或滑牙等。

1 塑胶变形的弊端是明显的，防止变形的方法也很多，如改进胶口，改运水，做加强骨，加大脱模斜度等。对于部分产品，引起变形的主要原因还是由于受外形限制导致前后壳需曲面分型，或内部空间太小导致塑胶件壁厚变化大引起的。

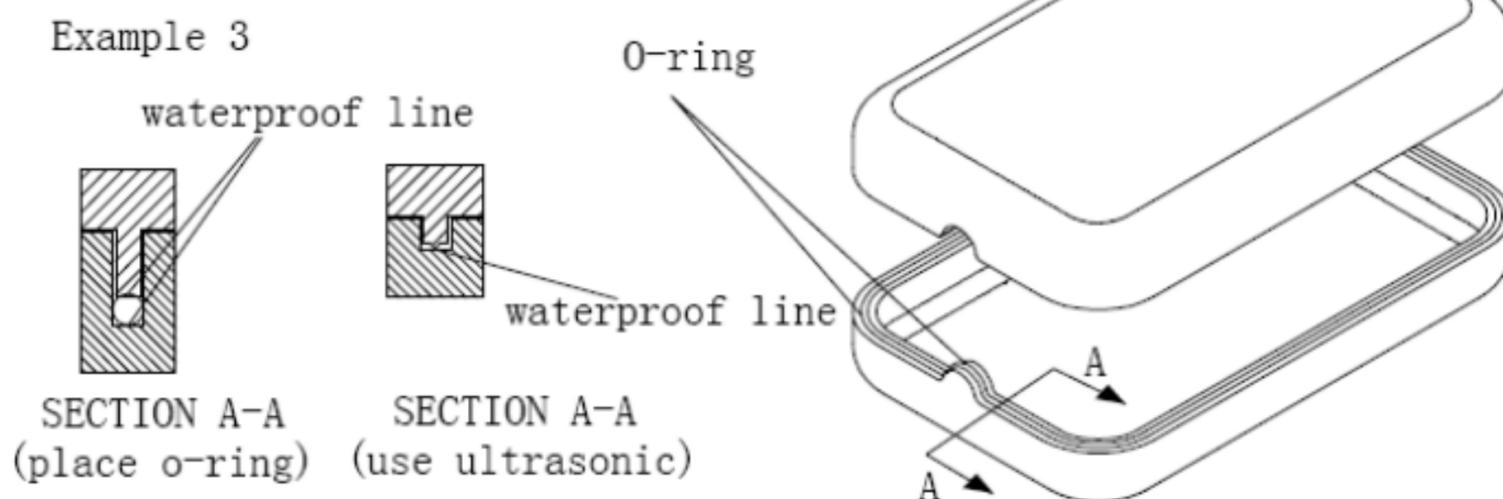


如图1所示形状产品, 由于塑胶啤塑残余应力的影响, 容易产生变形, 这类产品如果做防水, 为减少变形, 除增加加强骨, 加大脱模斜度, 相关位置增加顶出位外, 必要时在产品刚啤塑出来时做夹具定位定型, 并置于温水中自然冷却减少残余应力. 当然, 图示产品如果要做防水, 不一定非要像图1右边那样做成上下盖结构, 这里只是举类似的范例.



如图2产品, 在透明镜外有外壳, 如果不需防水, 左图结构虽然有少许变形, 仍然可用. 如果透明镜还要和后壳通过O型圈防水, 建议最好用右图结构, 用0.15的金属罩将LCD和PCB包住, 打螺丝固定在镜片上, 这样的塑胶啤塑变形要小一些.

2防水面不在一个面上, 如图3所示的结构, O型圈摆放的面是不规则曲面, 当上下盖合壳后的防水线是不易连贯的, 这样的防水效果多数不好. 类似形状的超声处理效果也不好, 应尽量避免. 要保证防水线是连贯的, 应尽量让防水线是单一形状平面跟单一平面(或曲面)相交.

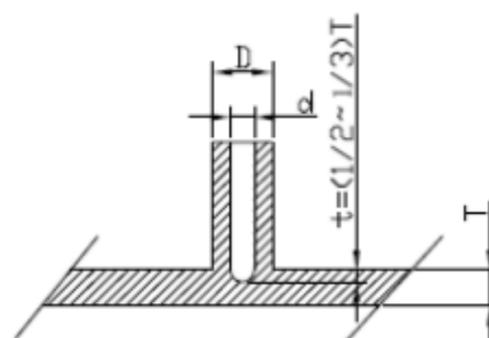


在图3A-A剖面, 无论是放O型圈还是超声处理, 我们将上下实际接触到的部分称为防水线.

3 螺丝分布不均匀或滑牙, 螺丝分布不均匀会导致O型圈预压太松或太紧, O型圈局部松当然防水不良, 但也不是压得越紧越好, 压太紧会超出O型圈的屈服强度, 当产品经过高低温测试后O型圈失去弹性.

自攻螺丝滑牙后在该处的联接力不足并导致防水不良, 推荐如下结构;

screw	column hole	column
1.2	d=0.9	D=3.0
1.4	d=1.1	D=3.2
1.7	d=1.4	D=3.5
2.0	d=1.7	D=4.0
2.6	d=2.2	D=4.6
3.0	d=2.6	D=5.2

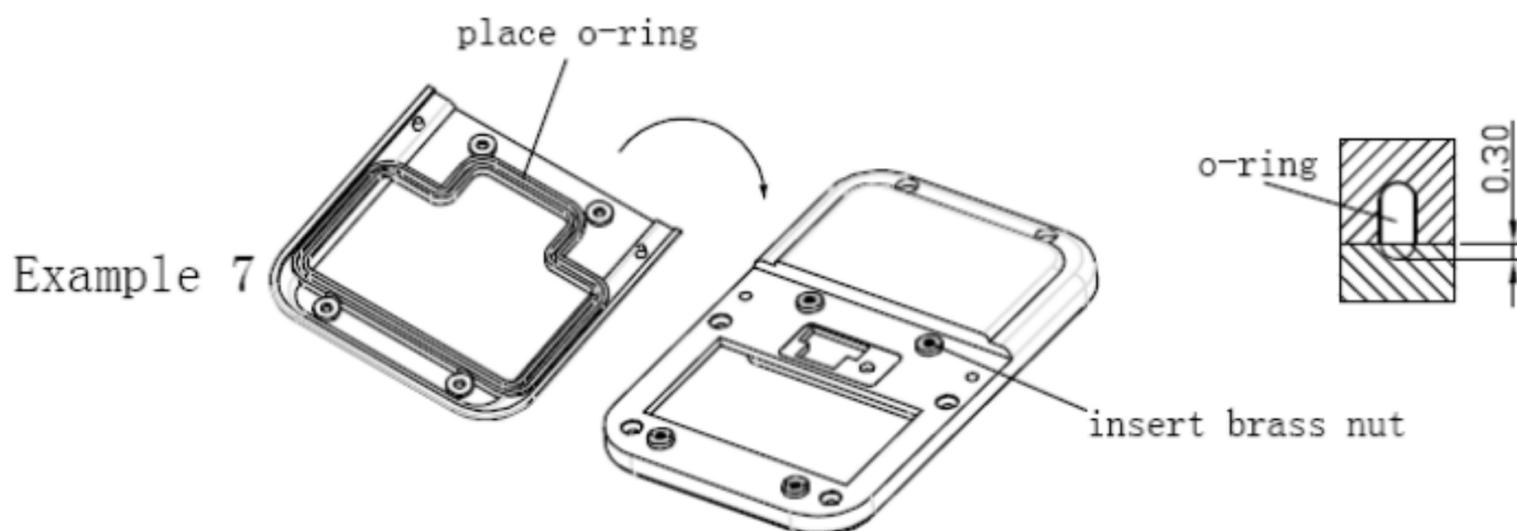


Example 4

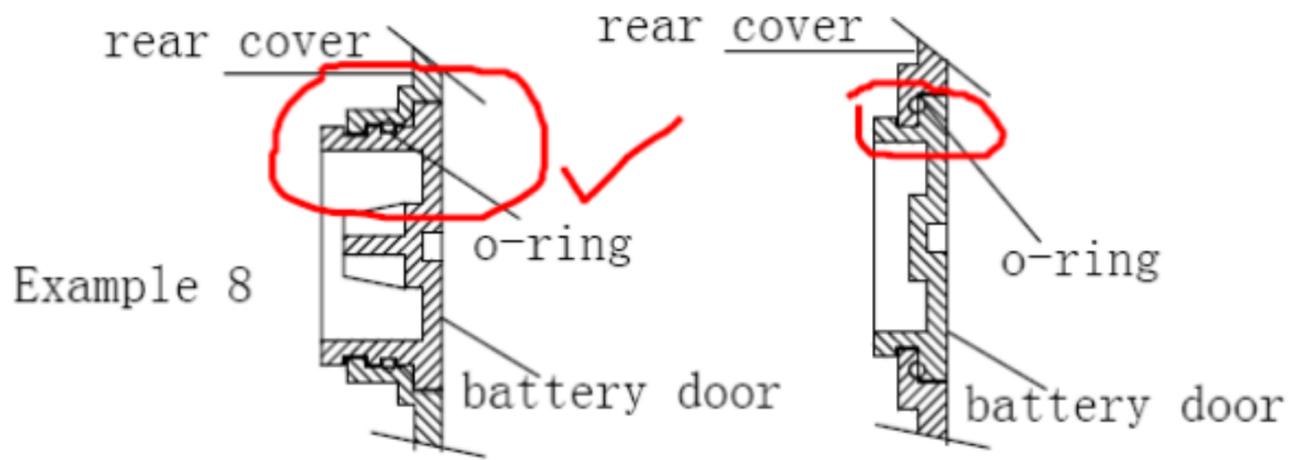
4 结构刚度不够, 一般可以增加加强骨等方法. 而针对我司产品, 内部空间一般都较小, 几乎没有地方加加强筋, 所以必要的壁厚还是应该要的.

## 6-4 电池门防水 .

如果是普通干电池 , 建议采用下图结构 .



如果是钮扣电池 , 当空间足够时建议首选下图左图结构 , 右图为次选



### 6-5 按键位防水

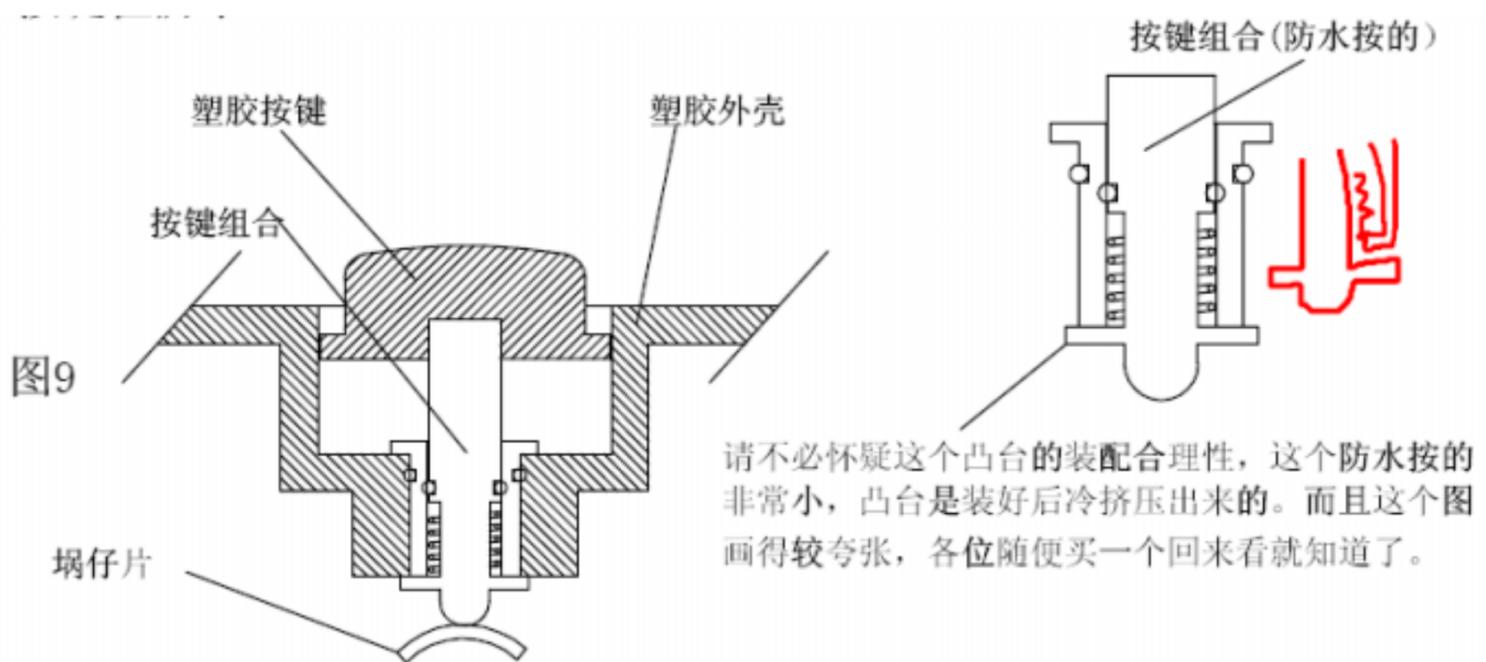


图9的按键组合在很多钟表产品上都用过，一般都能达到 IP46 等级，防水效果符合多数要求。而且体积小，在许多钟表配件生产厂家是做为成品生产的，从长度，最大外径，防水等级有多种规格供选择。在产品空间较小时建议用此结构方案。

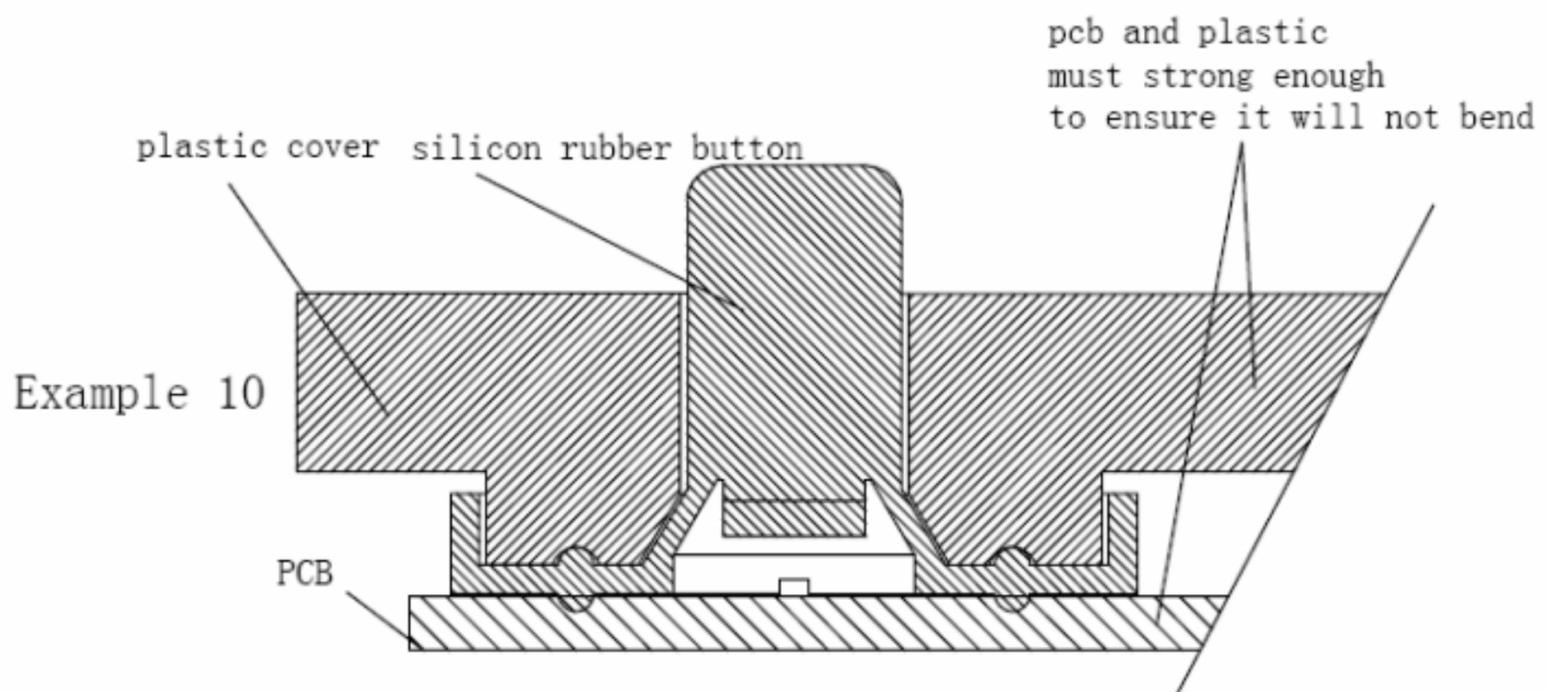
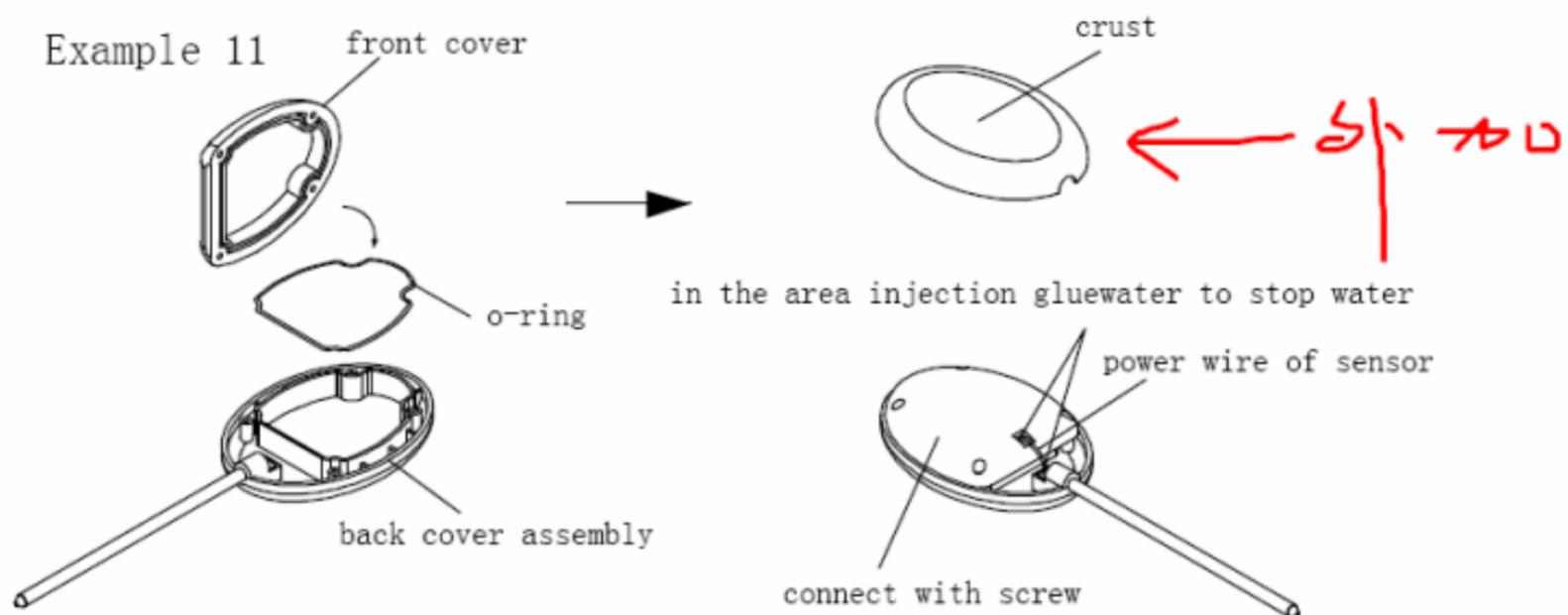
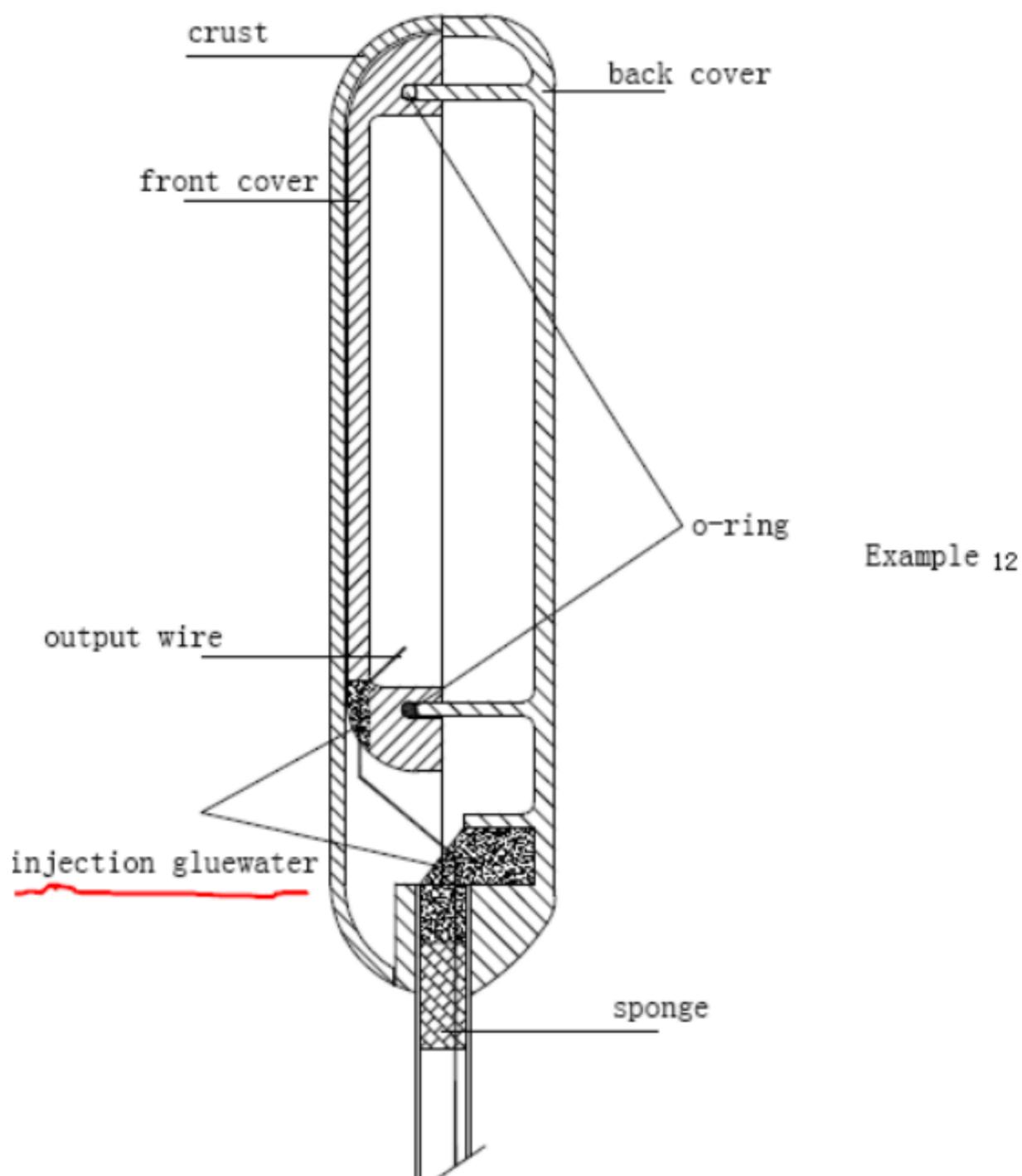


图10所示按键防水方式当产品内部空间足够时可适当采用 ，直接将硅胶按键用 PCB板打螺丝固定在塑胶上盖 ，做这种结构时 ，螺丝柱的间距要均匀，由于塑胶件 ，按键，PCB板受力后弹性变形都较大 ，要尽量保证塑胶和线路板的结构刚性 ，使弹性变化尽量反应在按键上 ，塑胶壁厚不宜薄 ，螺丝柱要有加强骨 ，固定线路板的螺丝柱数量要足够多 。线路板的材料应用胶木板或刚性好的纤维板 ，厚度应在 1.6mm以上，必要时可在线路板和按键中加垫一块钢板 。

## 6-6 引出线部分防水 。

由于某些电器元件引出线要另外加工后在跟线路板联接 ，这样的结构可采用箱式结构 ，既将需防水的各部分组件分别组装 ，再用外罩将几部分包在一起 。如图 11,12 所示产品可分为面罩 ，前盖，后盖组件几部分组成 。



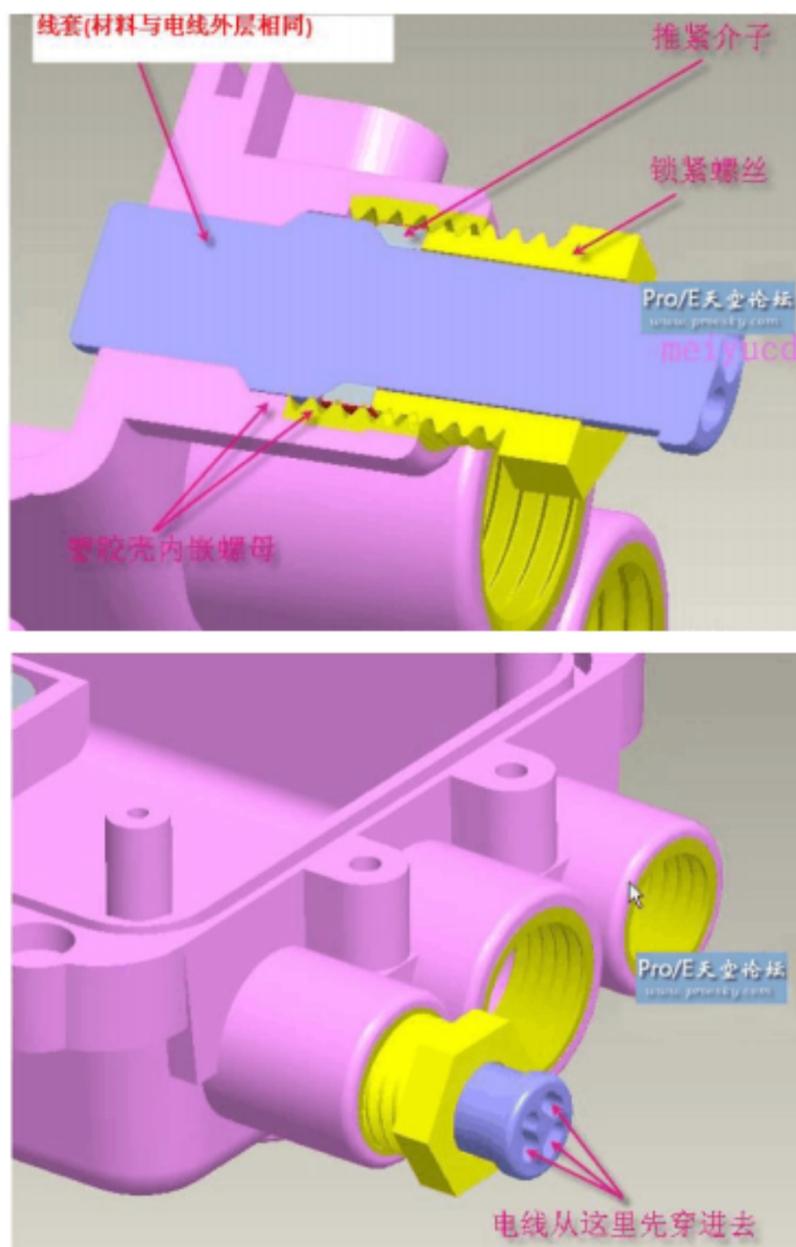


类似图 12 这样，先将后壳组件和海棉，胶水防水密封成半成品，在将面盖和后壳用 O 形圈联接，而引出线通过面盖上的碰穿孔和内部电器元件联接，并在面盖碰穿孔位打胶水密封，最后再用面罩通过扣位和前后盖半成品联接的方式，在一些潜水灯，鱼缸观赏灯上都用过，我们将类似的结构称为箱式结构。当然，防水结构并不只有以上几种，好像二次啤塑，硅橡胶过盈挤压等。

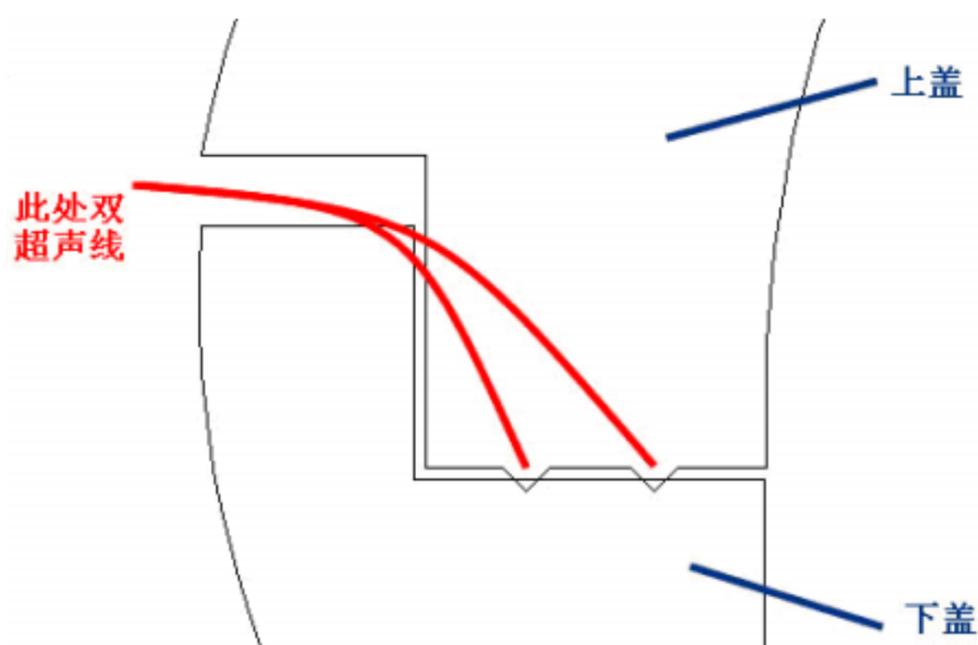
另外，很多产品尚须通过高低温测试，所以塑胶的材料选择也很重要，例如图 12 所示产品，面盖、底壳用 PC 较好，而面罩则用 PC 或阻燃 ABS 都可。因

为PC的热变形温度 130-140度, 长时间耐热温度为 120度, 熔点为 130-160而多数产品整机最高测试温度大约为 80-90度.

### 线材部分的防水设计案例

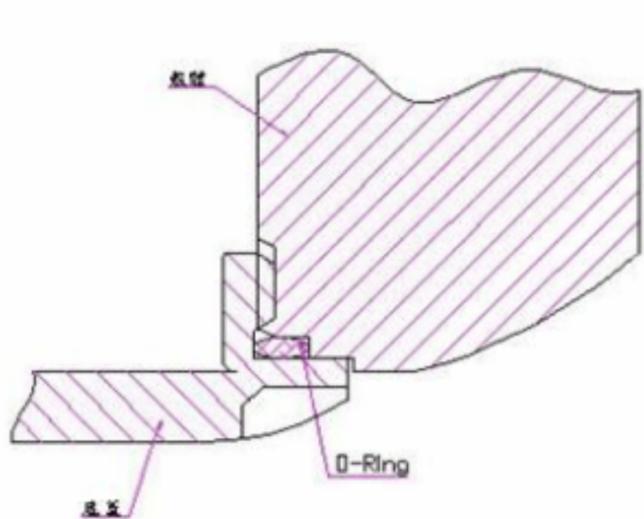


### 6-7. 超声波 ( 有双超声线的 )

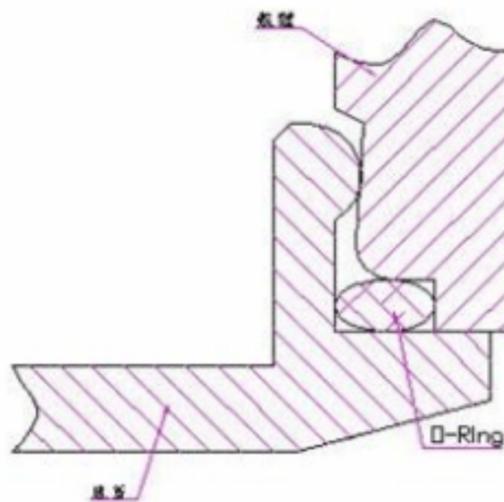


## 6-8 O-Ring 或 I-Ring 防水

### 1. 圆形壳体与盖的防水配合

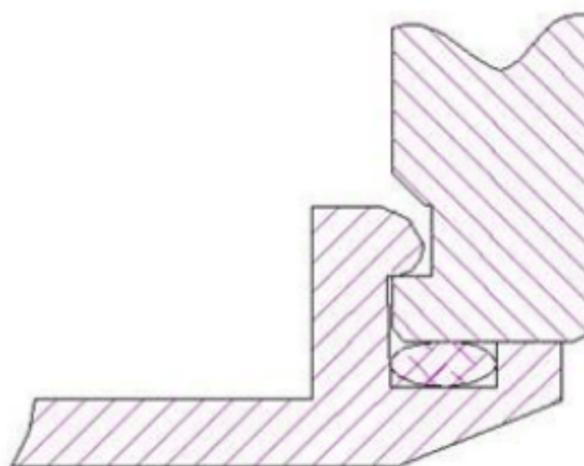
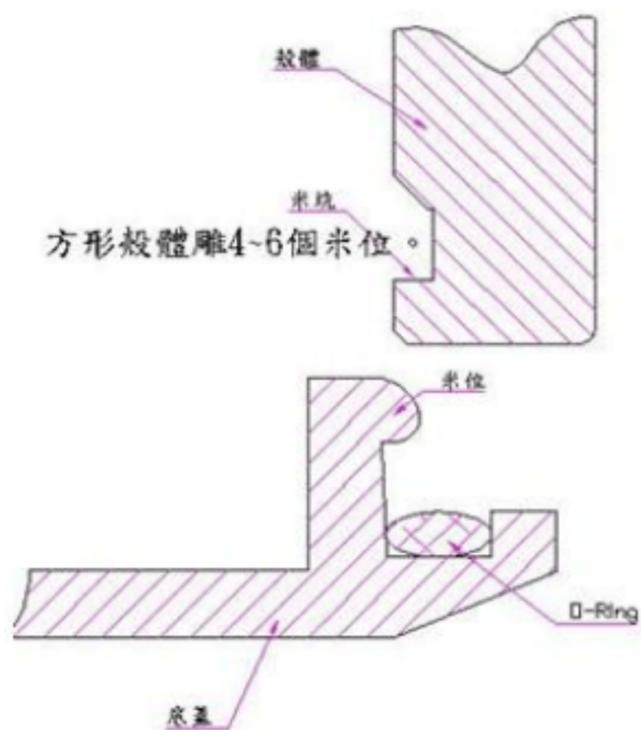


圆形  
壳体与盖用锁牙配合



圆形  
壳体与盖用過盈配合

### 2. 方形壳体与盖的防水配合



配合后

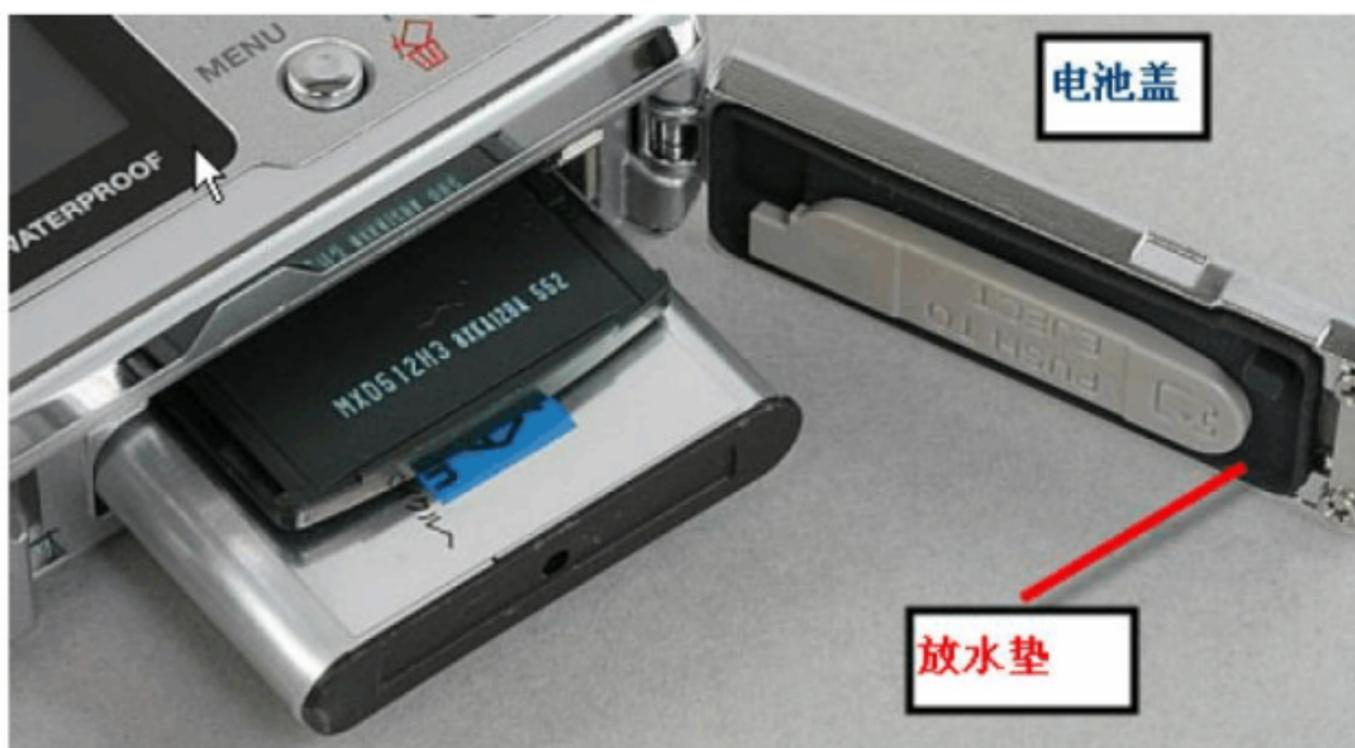


## 方形壳体

## 6-9 螺丝防水

1. 是在螺丝上套个小圈就可以了
2. 在上下螺丝柱上做结构家一个圈就好了

至于其它产品则须根据具体情况而定。我这里只是举常见的一些例子，欢迎各位提出更多更好的建议。



## 第七章 整机的防腐蚀设计

### 7-1、防潮设计的原则：

采用吸湿性小的元器件和材料；  
 采用喷涂、浸渍、灌封、憎水等处理；  
 局部采用密封结构；  
 改善整机使用环境，如采用空调、安装加热去湿装置。

## 7-2、防霉设计的原则：

采用抗霉材料，例如无机矿物质材料；  
 采用防霉剂进行处理；  
 控制环境条件来抑制霉菌生长，例如采用防潮、通风、降温等措施。

## 7-3、防盐雾设计的原则：

采用防潮和防腐能力强的材料；  
 采用密封结构；  
 岸上设备应当远离海岸

# 第八章 电磁兼容类产品结构设计（ EMC ）

所谓电磁兼容就是设备在预期的电磁环境中能正常工作的能力。

随着科学技术的迅速发展，现代各种电子、电气、信息设备及家用电器的数量和种类越来越多，性能越来越先进，其使用场合和数量密度也越来越高。这就使得电气电子系统内、设备内的相互干扰愈加严重。在这种情况下，要保证设备在各种复杂的电磁环境中正常地工作，则在结构设计阶段就必须认真考虑电磁兼容性设计

## 8-1 电磁兼容性概述

### 一、电子设备的电磁兼容性

#### 1、几个术语以及国内外 EMC组织

- ？ 电磁骚扰（ Electromagnetic disturbance ）与电磁干扰（ Electromagnetic interference ） - - 电磁骚扰是指任何可能引起器件、设备或系统性能降低的电磁现象，电磁骚扰可能是电磁噪声、无用信号或传播媒介本身的变化；电磁干扰强调的是电磁骚扰现象所造成的后果。平时人们不予严格区分，通称为电磁干扰（ EMI）。
- ？ 抗扰度（ Immunity ）与电磁敏感度（ Electromagnetic susceptibility ） - - 抗扰度是指存在电磁骚扰的情况下，器件、设备或系统性能不降低条件下的正常运行能力；敏感度衡量的是电磁设备或分系统对电磁环境所呈现的不希望有的响应程度。敏感阈值越小，抗扰度越差。一般多用电磁敏感度（ EMS）。
- ？ 电磁兼容性（ Electromagnetic compatibility 简称 EMC - - 器件、设备或系统在所处的环境中良好运行，并且不对其所处环境产生任何难以承受的电磁骚扰的能力。简言之。EMC涵盖了 EMI和 EMS两方面。为实现系统内设备互不干扰、兼容运行，既要控制骚扰源的电磁发射，又要提高骚扰对象的抗扰度。

- ？ 无线电干扰特别委员会简称 CISPR - - 一九三四年国际电工委员会就成立 ， 专门研究无线电干扰问题，制定有关标准，旨在保护广播接收效果 。 经过多年的发展人们对电磁兼容的认识发生了深刻的变化， 1989年欧洲共同体委员会颁发了 89/336/EEC 指令，明确规定，自 1996年 1月 1日起，所有电子、电器产品须经过 EMC性能的认证，否则将禁止其在欧共体市场销售。此举在世界范围内引起较大反响，EMC已成为影响国际贸易的一项重要指标。随着技术的发展 CISPR工作范围也由当初保护广播接收业务扩展到涉及保护无线电接收的所有业务 。
- ？ 国际电工委员会 IEC 有两个专们从事电磁兼容标准化工作的技术委员会： 除了 CISPR，另一个是成立于 1981年的电磁兼容委员会 TC77。TC77最初主要关心低压电网系统的 EMC问题（9KHz以下频段），后来将其工作范围扩大到整个 EMC所涉及的频率范围及产品。 目前 CISPR已制定有 CISPR22(1997)《信息技术设备的无线电骚扰特性的测量方法及限值》等 14个标准；TC77也已制定了 25个 IEC标准，其中 IEC61000-4系列标准是目前国际上比较完整和系统的抗扰度基础标准。
- ？ 我国的 EMC测试及标准化工作始于六十年代，自从 1986年成立了全国无线电干扰标准化委员会后，我国才开始有组织有系统地对应 CISPR/IEC开展国内 EMC标准化工作。目前我国已制定了六十多项 EMC国家标准，其中基础标准为 GB4365-1995电磁兼容术语； GB/T6113-1995无线电干扰和抗扰度测量设备规范
- ？ 部分国内外电磁兼容标准编号对照表

标准测试内容	GB	IEC/CISPR	EN	等效关系
工、科、医射频设备的电磁干扰	GB4824	CISPR 11	EN55011	参考
音视频电子产品的电磁干扰	GB13837	CISPR 13	EN55013	等效
家用电器、电动工具等电磁干扰	GB4343	CISPR 14	EN55014	等效
家用电器、电动工具等电磁抗扰度	GB4343.2	CISPR 14-2	EN55014-2	等同
电气照明设备的电磁干扰	GBxxxx*	CISPR 15	EN55015	
电气照明设备的电磁干扰抗扰度	GBxxxx*	IEC61547	EN61547	
音视频电子产品的电磁抗扰度	GB9383等	CISPR20	EN55020	
信息技术设备的电磁干扰	GB9254	CISPR22	EN55022	等同
信息技术设备的电磁抗扰度	GB/T17618	CISPR24	EN55024	等同
交流电源电流谐波、电压闪变	GB17625.x	IEC61000-3-x	EN61000-3-x	等同
电磁抗扰性(基础标准)	GB17626.x	IEC61000-4-x	EN61000-4-x	等同
电磁抗扰性(基础标准)	GB13926.x	IEC801-x	EN61000-4-x	等效
电磁兼容性(电磁干扰通用标准)			EN50081-x	
电磁兼容性(电磁抗扰度通用标准)			EN50082-x	

### 电磁干扰的三要素

构成电磁干扰包括三个要素：电磁干扰源、干扰传播途径、敏感设备

## 8-2 电子设备结构设计中常见的电磁干扰方式 :

### 1、传导干扰

传导干扰一般是指通过电源，电缆，布线系统，接地系统引起的串扰。

### 2、辐射干扰

在高频情况下，电磁能量比较容易产生辐射。通常，在 MHz 以上，辐射就较明显，当导线长度超过四分之一波长时，辐射功率将很大。

### 3、感应及耦合引起的干扰

## 8-3 电磁兼容设计的主要方法有屏蔽、滤波、接地 等。

### 1、屏蔽

电磁屏蔽是利用金属板、网、盖、罩、盒等屏蔽体阻止或减小电磁能量传播所采取的一种结构措施。常用的方法有静电屏蔽，磁屏蔽和电磁屏蔽。电子设备结构设计人员在着手电磁兼容性设计时，必须根据产品所提出的抗干扰要求进行有针对性的电磁屏蔽设计。

#### (1) 静电屏蔽

静电屏蔽主要是为了抑制寄生电容的耦合，使电路由于分布电容泄漏出来的电磁能量经屏蔽接地而不致于串入其它电路，从而使干扰得到抑制。

静电屏蔽的基本方法是采用低电阻率材料作屏蔽体，在感应源与受感器之间加一块与机壳接触良好的金属隔板网、罩或盒。可用铜、铝材做屏蔽外壳，要求不高的也可用钢材。机壳必须是导电良好、稳定可靠的导体。静电屏蔽必须保证良好的接地，否则屏蔽效果将大大下降。

#### (2) 磁屏蔽

磁屏蔽主要是针对一些低阻抗源。例如变压器、线圈及一些示波器、显示器就可考虑用磁屏蔽。良好的低频屏蔽必须具有合适的电导率和高磁导率。磁屏蔽的基本方法是用高磁导率材料，如铁镍合金、镍铅合金、纯铁、铜作屏蔽材料，做成屏蔽罩。磁屏蔽罩在结构上按加工工艺不同一般可分为两类：一类为用平板坯料深冲成形的，另一类为焊接成形的。

#### (3) 电磁屏蔽

电磁屏蔽就是对高频电磁辐射的屏蔽。

电磁屏蔽的主要方法是用金属材料做成屏蔽壳体。金属材料可以是铁磁性材料，也可以是非铁磁性材料，通过对电磁场的反射和吸收损耗起到屏蔽作用

### 2、滤波

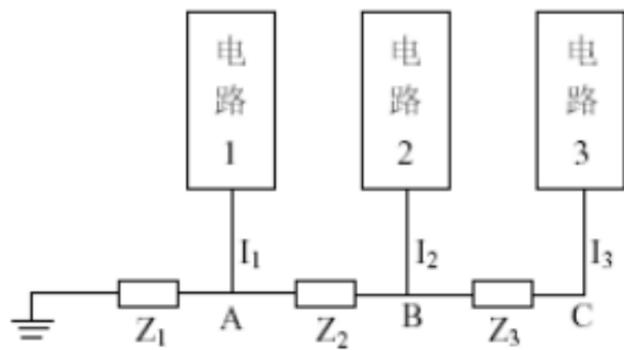
电路中的干扰信号常常通过电源线、信号线、控制线等进入电路造成干扰，所以对公用电源线及通过干扰环境的导线一般均要设置滤波电路。滤波方式可以分为有源滤波和无源滤波，滤波特性可根据需要设计成带通、高通、低通滤波器。

### 3、接地

接地问题在电磁兼容性设计中也是一个极其重要的问题，正确的接地方法可以减少或避免电路间的互相干扰。根据不同的电路可用不同的接地方法。

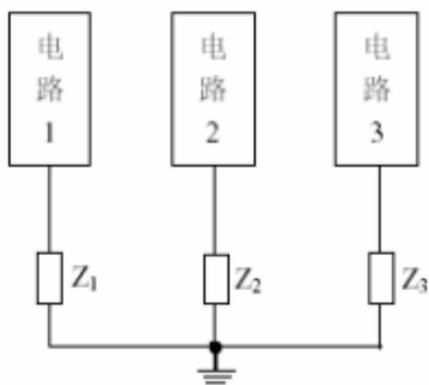
#### (1) 组合单元电路接地

串联一点接地



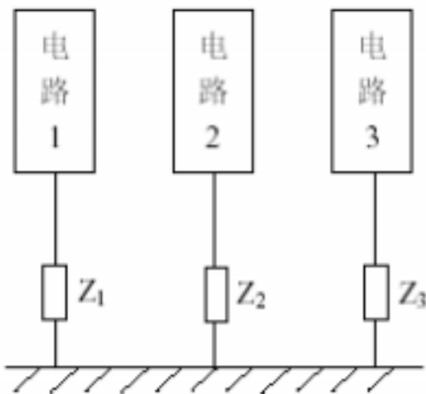
这种情况下，一般把接地点放在低电平处，这种接地方法最简单，抑制干扰能力差，仅适用于低频电路

#### 并联一点接地



这种接地法各电路地电流自成回路，彼此独立。避免了各单元电路的相互串扰，但接地电阻较大。如上图所示，当工作频率较高时，地线产生辐射干扰。所以，并联一点接地也仅适用于低频 1MHz以下电路。

#### 多点接地



多点接地其接地电阻较小，在高于 10MHz时可用多点接地，但此时总地线应适当宽些，长度也不宜过长，最好不超过 0.15 波长，同时，地线与机壳应绝缘

#### (2) 整机的接地

整机接地方式也是保障产品电磁兼容性的主要措施之一。由于其功能不同，故电路差别甚大，接地状况也不大相同。一般常用的方法是：将模拟电路、数字电路、机壳分开，各自独立接地，避免相互间的干扰，最后三地合一接入大地，这种方式较好地抑制了电磁噪声，减少了数字信号和模拟信号之间的干扰。

## 8-4 搭接技术

### 3.1 . 概述

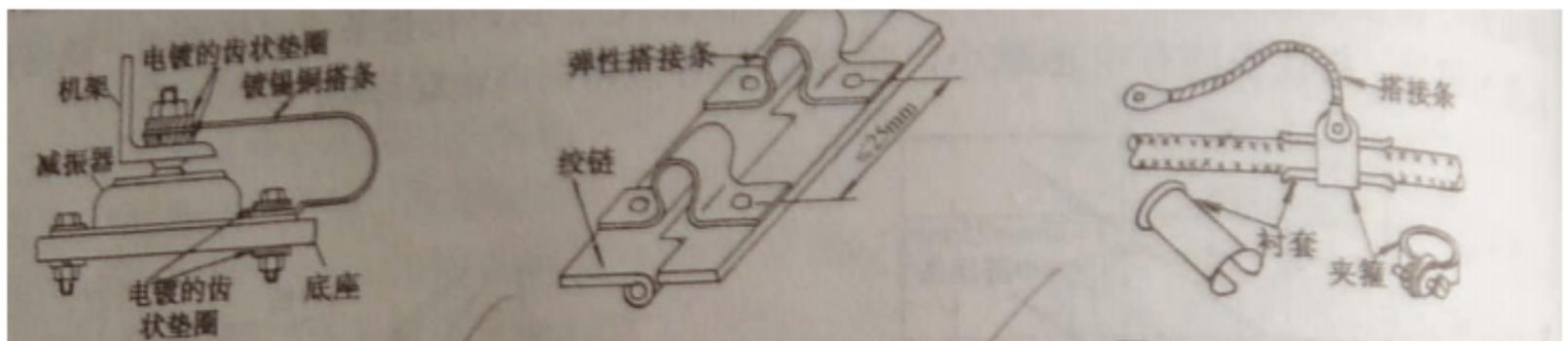
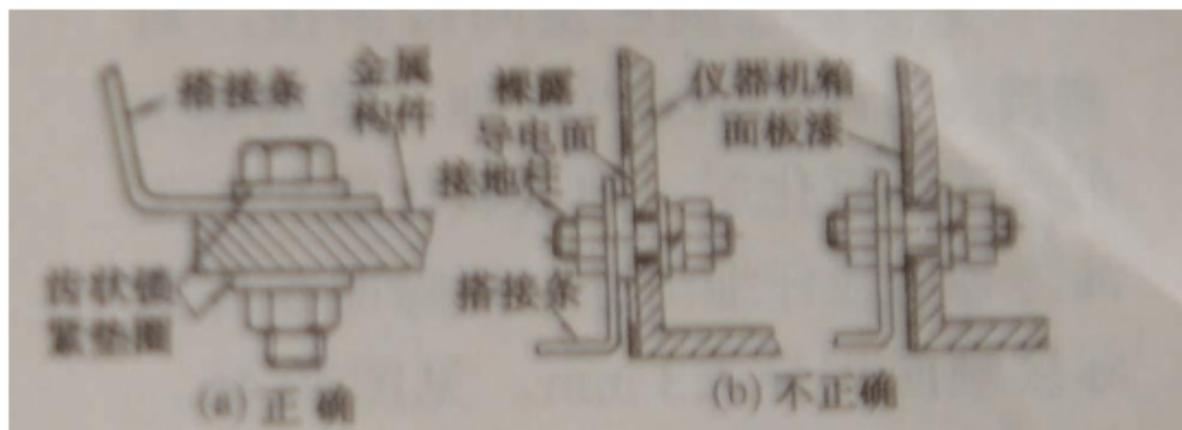
搭接是将设备、组件、元件的金属外壳或构架用机械手段连接在一起，形成一个电气上连续的整体。这样可以避免在不同金属外壳（或架构）之间出现电位差，而这电位差往往是电磁干扰的诱发原因之一。搭接可用于设备的金属机箱

之间、设备机箱到接地平面、信号回线到地线、电缆屏蔽层到地线之间；也可用于接地平面与连接大地的地网或地桩之间。搭接对设备的雷电防护、静电泄放、人员安全保护是必不可少的措施。

### 3.2 . 搭接的类型和搭接方法

? 直接搭接无需用中间过渡导体而直接把两个需要搭接的金属构件连接在一起。搭接方法可以利用螺栓等紧固装置将一些经机加工的表面或带有导电衬垫的表面进行固定，也可以利用铆接、熔焊、钎焊等工艺将搭接对象连接。按标准规定，自攻螺丝不能用于搭接连接。

? 间接搭接是借助于过渡导体（搭接条或片）把两金属构件在电气上连接在一起，性能不如直接搭接好。搭接片的固定方法有：螺栓连接、铆钉、熔焊或钎焊。



### 3.3 . 搭接条（片）的形式和选材

? 搭接条最好用导电性能好的扁平薄板料制造。

? 搭接条材料通常采用铜或铝。

### 3.4. 搭接技术的一般原则

? 搭接良好的关键在确保金属表面之间紧密接触。

? 对有较大相对运动的对象，搭接条要有一定的抗振性能和较好的柔性，以延长其工作寿命。

? 要确保搭接条或搭接片能够承受可能出现的最大电流，以免搭接条过载熔断造成更大危害。

? 搭接条和被搭接金属间应考虑防止电化学腐蚀。

? 搭接条应尽量短、宽（粗）、直，以满足搭接的低电阻和小电感要求。

## 8-5 防干扰设计的实施细则

### 一 . 方案设计

1. 明确所开发设备或系统要满足的防干扰标准。有时，根据用户的要求或实际情况（例如，周围有高灵敏度的接收机或产生强干扰的设备），需要提出项目专用的防干扰要求。

2. 设计接口电路，尽量使用平衡接口电路，必要时可在接口电路上使用隔

离变压器等提高抗共模干扰的能力。

3. 电路中避免使用高速的脉冲信号，脉冲信号的上升 / 下降沿尽量平缓，模拟电路的带宽尽量窄（通过选择带宽适当的器件和加适当滤波电路来限制）。

4. 尽量使用大规模集成电路，这样可以获得很小的环路面积，提高抗扰性和减小辐射。

5. 确定系统内的关键电路部分，包括强干扰电路、高敏感电路，考虑对这些电路采取特殊的隔离措施（局部屏蔽、滤波）。

6. 确定需要隔离电路的隔离界面。隔离面确定的原则是：穿过界面的信号线尽量少，并且频率尽量低（以便采取滤波措施）。

7. 根据系统的工作原理和地线设计原则，画出系统的地线图（地线图上可以不标出具体器件、电路，仅标出不同的电路模块），不同性质的电路用不同的地线，不同的地线用不同的符号来表示。

8. 确定需要采取哪些干扰抑制措施，例如屏蔽、滤波等，需要的屏蔽效能和滤波性能（包括频率范围、衰减量等）。

9. 将信号电缆线按照高频、低频、数字、模拟、电源等特性分组，不同组的信号不要安排在一根电缆内，否则不但容易造成相互干扰的问题，而且不利于采取滤波措施。

## 二. 结构设计

1. 首先确定制造屏蔽机箱的材料，分析屏蔽效能的要求，看是否有低频磁场的屏蔽要求，如果没有，可以选择钢、铝、铜等常用屏蔽材料；如果有，需要采用坡莫合金等高磁导率材料。
2. 如果使用高磁导率材料，是否有条件做热处理，恢复其由于加工而损失的磁导率。
3. 确定机箱上需要低阻抗搭接的部位，例如屏蔽体的接缝、静电放电电流的路径、滤波器的接地和系统公共地线等。
4. 低阻抗搭接的实现方法（保证必要的低阻抗），对于永久性连接，最理想的方法是焊接，对于长缝隙，要连续焊接（需要注意的是，连续焊接会产生变形）。
5. 非永久性搭接的处理方法，一般采用电磁密封衬垫，选用电磁密封衬垫时，需要综合考虑屏蔽效能、密封衬垫的安装方式、电化学相容性、价格等问题。
6. 充分考虑电磁密封衬垫形成的反弹力造成面板变形，面板的刚度要足够。
7. 在恶劣环境（潮湿、盐雾等环境）中使用或衬垫材料与屏蔽基体材料电化学不相容时，用适当的环境密封措施，隔绝潮气。
8. 进出屏蔽机箱的电缆是否采取了措施，例如屏蔽或滤波。屏蔽一般对频率较低的干扰作用较好，高频使的效果取决于屏蔽电缆的结构和屏蔽层的接地方式。
9. 对于传输频率较低的信号电缆，或一端没有屏蔽体的屏蔽电缆（如连接传感器的电缆），在电缆端口处采取滤波是最好的解决方案。
10. 滤波器的安装方式是否正确，是否解决了滤波器良好接地、滤波器与电缆入口之间的导线过长等问题。
11. 电源线滤波器的外壳要直接搭接在金属机箱上，电源进线要尽量短。
12. 机箱上的缝隙或孔洞尽量远离强辐射源或敏感电路。
13. 机箱上不能有任何金属物体直接穿过机箱。
14. 通风口上如果使用蜂窝板，蜂窝板与机箱之间必须使用电磁密封衬垫。
15. 显示窗口的处理，如果使用屏蔽玻璃，在屏蔽玻璃与机箱之间必须使用电磁密封衬垫。

16. 针对设备上所有会受到静电放电的部位，根据电流从阻抗最小的路径流过的原则，预测出一条电流泄放路径，然后分析静电放电路径上或附近是否有敏感电路。

17. 对静电放电路径附近的敏感电路进行电磁屏蔽，屏蔽层接到电路地上。

18. 如果所采用的是非屏蔽机箱，要在电缆的入口处设置一块较大的金属板，为电缆接口处的滤波、电缆屏蔽层端接提供条件。

### 三．电路与线路板设计

1. 线路板层数的确定，综合考虑电磁兼容性要求和成本。成本允许时，尽量使用 4 层以上的线路板，设置一层地线面。
2. 充分考虑器件的方向和位置。
3. 对于多层线路板，要使高速信号、高敏感信号与地线层相邻布置。
4. 按照电路的工作频率、电平大小、数字电路、模拟电路划分，将不同性质的电路分别布置在线路板的不同区域，使干扰电路与敏感电路远离。
5. 不同区域的电路（对应不同性质的电路）使用不同的地线和电源，不同的地线和电源在一点连接起来。
6. 对于多层线路板，不同区域的地线面在边缘处要满足“20H法则”，即地线面的边沿要比电源层或信号线层的边沿外延出 20H（H 是地线面与信号线层之间的高度）。
7. 对于专门设置地线面的多层线路板，要避免地线面上有长缝隙（不包括为了分割不同地线而有意设置的缝隙）。
  8. 时钟信号的回路面积必须尽量小。
  9. 在关键信号线（高频会特敏感的信号）的附近设置信号地线。
  10. 如果采用双层线路板，必须设置地线网格（A 面上打上横线，B 面上打上竖线，在两者相交处通过金属化孔将两者连接起来，作为地线使用）。
  11. 高速时钟线要尽量短，并且不要换层布线，不要 90° 拐角，以避免阻抗发生突变，造成信号反射。
  12. 所有的走线，如果它的长度（英寸）数值大于信号上升 / 下降时间（ns）数值，应该使用端接电阻（典型值为 33 Ω）。
  13. 高速时钟电路尽量远离 I/O 端口，防止高频信号耦合到电缆上，借助电缆产生共模辐射。
  14. 在 I/O 区域将逻辑地与机壳以非常低的阻抗连接起来，这点非常关键。
  15. I/O 接口上使用独立的地线，这块独立的地线与线路板上的其他部分地线仅通过一点连接，这块地线专门为滤波和屏蔽层提供“干净”地。
  16. 安装在线路板上的 I/O 接口滤波器，要尽量靠近电缆进出口，使滤波器与电缆连接器之间（屏蔽机箱之间）连接线最短。
  17. I/O 接口电缆的驱动电路要靠近机箱上的连接器。
  18. 芯片上安装的散热器片要多点接到信号地上。

### 四．电缆设计

1. 扁平电缆尽量在每根信号线旁边配一根地线，条件不允许时，每两根信号线配一根地线。
2. 情况允许时，使用双绞线，但使用双绞线时，注意两端电路的接地，不要形成较大的地线环路。
3. 使用同轴电缆时，注意外层的端接和两端电路的接地，不要形成除了外层以外的第二条回流路径。

4. 电缆要远离屏蔽体上的缝隙、开口。
5. 设备外部电缆的屏蔽层与屏蔽机箱要 360° 搭接。
6. 大于外部设备的电缆，确保屏蔽层与屏蔽机箱之间的低阻抗搭接。
7. 电缆上安装铁氧体磁环，根据需要调整绕在铁氧体磁环上的导线匝数。
8. 尽量不将性质不同的信号线安排在一个连接器或电缆中。

## 第九章 防震产品结构设计

### 9-1 防震范围

#### 1.1 防震标准

GB/T 20138-2006/IEC 62262;2002 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级 (< IK 代码)

本标准适用于额定电压不超过 72.5 kV 的电器设备外壳对外界机械碰撞的防护分级。仅适用于对外界机械碰撞防护分级有专门要求的外壳。

#### 1.2 标准的规定的规定：

- a) 电器设备外壳为保护内部设备因受到机械碰撞而产生有害影响所具备的防护等级的定义；
- b) 防护等级的标志；
- c) 每种标志的要求；
- d) 为确认外壳是否符合本标准的要求而应进行的试验。

#### 1.3 标准的范围规定：

1 外壳 enclosure 防止设备受到某些外部影响并在任何方向阻止接触到设备的部件「IEV826-03-12 丑注：本定义引自现行国际电工词汇【IEV，在本标准中需作如下说明 a) 外壳对设备提供因机械碰撞而产生有害影响的防护；b) 阻止或限制本标准规定的试具进入的隔板、形成孔洞或其他开口的部件，不论它是附在外壳上的还是包覆设备的，都算作外壳的一部分，不使用钥匙或工具就能移除的部件除外

2 对机械碰撞的防护等级 degree of protection against mechanical impacts 外壳对设备提供的因外界机械碰撞而不使设备受到有害影响的防护(等级)，并采用标准的试验方法得到验证。

3 IK 代码 IK code 代码表示外壳对外界有害机械碰撞的防护等级。标识 表明外壳对外界机械碰撞的防护等级应用 IK 代码按下述规定标志。

## 1.4 IK 代码的排列

05

IK

代码字母 (国际机械防护—— international mechanical protection)

特征数字组合 (00 至 10)

## 9-2 IK 代码的特征数字及其定义

2.1. IK 代码      IK00 IK01 IK02 IK03 IK04 IK05 IK06 IK07 IK08 IK09 IK10

碰撞能量 //J	a	0.14	0.2	0.35	0.5	0.
7	1	2	5	10	20	

注 1: 如要求更高的碰撞能量, 推荐取值 50J,

注 2: 有些国家标准使用一位数字表示规定的碰撞能量, 为避免与之混淆, 故特征数字选用两位数字表示

a 按本标准为无防护

2.2 IK 代码的应用      通常, 防护等级适用于整体外壳。如外壳的某些部分具有不同的防护等级, 则应对其相应的防护等级进行标志。

2.3 标志      如有关产品委员会决定要求标志 IK 代码, 则应在其有关的产品标准中详细地规定标志要求。      如适用, 产品标准也应规定在下述情况下所采用的标志方法:

- 同一外壳某一部分的防护等级不同于其他部分 ;
- 安装状态将影响外壳防护的等级

## 9-3 一般试验要求

3.1 试验时的大气状态除非相关产品标准另有规定, 试验应在      GB/T 2421-1999 所描述的标准大气压状态下进行 : 温度范围 :150C-350C; 气压 :86 kPa-106 kPa(860 mbar-1 060 mbar) 。      当试验地点的海拔高于 2 000 m 时, 应调整到必要的落差高度以获得规定的碰撞能量。

3.2 被试外壳      除非相关产品标准中另有规定, 所有被试外壳应为清洁、全新和完整的外壳, 所有的部件均应安装到位。

3.3 相关产品标准中应规定的技术要求      相关产品要求应规定 :

—适用于特定类型设备外壳的定义 ;

—试验设备 (例: 摆锤、弹簧锤或立式锤, 见第 7 章);

—被试样品的数量 ;

—样品的安装、装配和定位条件, 例如采用模拟平面 (天花板、平地或墙) 以尽可能模拟预定的使

用状态; —将采用的预处理措施 ;

—是否带电进行试验 ;

—壳内如有运动部件, 是否在运动的状态下进行试验 ;

—碰撞次数及所施加碰撞的部位 (见 6.4). 如在相关的产品标准中没有规定上述要求, 则应采用本标准的规定

## 9.4 对机械碰撞防护试验的验证

4.1 本标准所规定的试验为型式试验。

4.2 应对被试外壳施加击打以检验对机械碰撞的防护试验设备按第 7 章的规定

4.3 试验时, 被试外壳应按制造厂的使用说明安装在一刚性支撑座上。当对支撑座直接施加一能量相应于被试外壳防护等级的碰撞力, 如发生的位移小于或等于  $0.1\text{ mm}$ , 则认为该支撑座具有足够的刚性。适合于产品的其他安装和支撑方法, 可在相关的产品标准中规定。那么我们在设计计算时, 需要把能量换算到力量中去,  $1\text{ 焦耳}=0.102\text{ 公斤力米}$

4.4 如在相关的产品标准中无规定, 每一暴露面应承受 5 次碰撞。碰撞的部位应均匀地分布于被试外壳的测试面上。在外壳上同一部位附近所施加的碰撞应不超过 3 次。相关的产品标准应规定所施加撞击力的碰撞部位 6.5 试验评定 相关的产品标准应规定验收被试外壳的评定准则, 特别是: —允许的损伤; —与设备的持续安全和可靠性相关的评定准则。

4.5 试验器具

试验应采用 GB/T 2423. 55-2006 中所规定的一种器具进行相关的产品标准应规定所适用的试验器具类型

## 9-5 防震内容

印制板上各元器件引脚线长应当尽量短, 以增加抗振动能力;

印制板应当竖放并进行加固；  
 较重的器件应当进行加固；  
 悬空的引线不宜拉的过紧，以防振动时断裂；  
 运输机电产品时，应当加强防震措施；  
 振动场合应用的机电产品，应有防震措施。

## 9-5 防震结构

# 第十章 电子产品检测设计标准

## 10-1 表面工艺测试

### 1.1. 附着力测试

参照国标 GB/T 9286-1998 《色漆和清漆 漆膜的划格试验。》

用锋利刀片（刀锋角度为  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ）在测试样本表面划  $10 \times 10$  个  $1\text{mm} \times 1\text{mm}$  小网格，每一条划线应深及油漆的底层；用毛刷将测试区域的碎片刷干净；用粘附力  $350\text{g}/\text{cm}^2 \sim 400\text{g}/\text{cm}^2$  的胶带（3M 600 号胶纸或等同）牢牢粘住被测试小网格，并用橡皮擦用力擦拭胶带，以加大胶带与被测区域的接触面积及力度；用手抓住胶带一端，在垂直方向（ $90^{\circ}$ ）迅速扯下胶纸，同一位置进行 2 次相同试验，试验后在用 5 倍放大镜检查油漆的脱落情况。

结果判定：要求附着力 4B 时为合格。

5B - 划线边缘光滑，在划线的边缘及交叉点处均无油漆脱落；

4B - 在划线的交叉点处有小片的油漆脱落，且脱落总面积小于 5%；

3B - 在划线的边缘及交叉点处有小片的油漆脱落，且脱落总面积在 5% ~ 15% 之间；

2B - 在划线的边缘及交叉点处有成片的油漆脱落，且脱落总面积在 15% ~ 35% 之间；

1B - 在划线的边缘及交叉点处有成片的油漆脱落，且脱落总面积在 35% ~ 65% 之间；

0B - 在划线的边缘及交叉点处有成片的油漆脱落，且脱落总面积大于 65%。

注：用指甲用力刮外壳的边缘或棱角处，要求油漆不易成片脱落。

### 1.2. 耐磨性测试

用专用的 NORMARC 耐磨测试仪（型号：7 - IBB - 647）及专用的纸带（ $11/16$  inch wide  $\times$  6 或 8 inch diameter），施加 175g 的载荷，带动纸带在样本的表面磨擦 200 个循环。

结果判定：试验完成后以油漆不透底（露出底材）时为合格。

棱边 80 个循环只做参考性测试，不做强制性要求。

注：如果采用的是 PU漆，要求耐磨性 150个循环。

### 1.3. 耐醇性测试

用纯棉布（专用）蘸满无水酒精（浓度 99.5 %），包在专用的测试头上（包上棉布后测试头的面积约为  $1\text{cm}^2$ ），施加 500g的载荷，用专用仪器或手工以 40次/分钟 ~ 60次/分钟的速度，在样本表面来回擦拭 400个循环。

结果判定：试验完成后以油漆表面无明显退色时为合格。

注：如果采用的是 PU漆，要求耐醇性 100个循环。

### 1.4. 硬度测试

参照国标 GB/T 6739-1996 《涂膜硬度铅笔测定法》。用 1H 三菱铅笔，将铅笔削至露出圆柱形铅芯 3mm长度左右（注意不能损坏笔芯），握住铅笔使其与 400 号水砂纸成 90 度角，在砂纸上面不停划圈以摩擦笔芯端面，直至获得端面平整边缘锐利的铅芯时为止（边缘不得有破损及缺口）；装在专用的铅笔硬度测试仪上（施加在笔尖上的载荷为 1kg，铅笔与水平面的夹角为  $45^\circ$ ），推动铅笔向前滑动约 5mm长，共划 5 条（不同位置），再用橡皮擦将铅笔痕擦拭干净。

结果判定：检查产品表面有无划痕（划破面漆），当有 1条以下时为合格。

注：如果是 PU漆、深色全光、黑色的 UV漆、要求硬度达 HB以上。

### 1.5. 耐化妆品测试

先用无尘布将产品表面擦拭干净，将凡士林特效润肤露（干燥滋润配方）涂在产品表面上（薄薄一层），将产品放在恒温恒湿箱内（温度设定在  $60 \pm 2$ ；湿度  $93\% \pm 2\%$ ），保持 48h 后将产品取出，将化妆品擦拭干净，并在常温环境下放置 2h以上后检查产品外观，并测试油漆的附着力。

结果判定：产品表面无变色、起泡、油漆脱落等异常，附着力测试达 3B以上且无整格脱落时为合格。

注1：如果是 PU漆，试验时间为 24h。

注2：此项试验只针对外表面油漆测试，如果是内表面如电池仓内可以不做要求。

### 1.6. 耐手汗测试

将汗液浸泡后的无尘布贴在产品表面上并用塑料袋密封好，在常温环境下放置 24h后。试验完成后将产品表面的汗液擦拭干净，并在常温环境下放置 2h以上后检查油漆的外观，并测试油漆的附着力。

结果判定：产品的外观无变色、起泡、油漆脱落等异常，附着力测试达 3B以上且无整格脱落时为合格。

注1：汗液的成份为氨水 1.07% ，氯化钠 0.48%，水 98.45%（按重要比进行配制）。

注2：用于配置汗液的氨水（分析纯）为江苏永华精细化学品有限公司出品，浓度为 25%-28%

注3：如果是 PU漆，不要求做耐手汗测试。

注4：此项试验只针对外表面油漆测试，如果是内表面如电池仓内可以不做要求。

## 1.7. 高低温存储试验

将产品先放置在温度为  $-40 \pm 2$  的低温环境存贮 24h；接着在温度为  $70 \pm 2$  的高温环境内存贮 24 h；试验完成后在常温环境下放置 2 h 以上后检查产品外观，并测试油漆的附着力。

结果判定：产品表面无变色、起泡、油漆脱落等异常，附着力测试达 3 B以上且无整格脱落时为合格。

## 1.8. 恒温恒湿试验

将产品放置在温度  $70 \pm 2$  ；湿度  $93 \% \pm 2 \%$  的恒温恒湿环境下存贮 48 h，试验完成后在常温环境下放置 2 h 以上后检查产品外观，并测试油漆的附着力。

结果判定：产品表面无变色、起泡、油漆脱落等异常，附着力测试达 3 B以上且无整格脱落时为合格。

## 1.9. 温度冲击试验

试验方案：将样品放入温度冲击试验箱中；先在  $-40 \pm 2$  的低温环境下保持 1h，在1min内将温度切换到  $70 \pm 2$  的高温环境下并保持 1h，共做 24个循环（48h）。试验完成后，检查产品的外观，并测试油漆的附着力。

结果判定：产品的外观无裂纹、起泡、油漆脱落等异常；附着力测试达 3B以上且无整格脱落时为合格。

## 1.10. 膜厚测试

测量底漆及面漆的厚度符合规格要求。

特别说明

- a) 如果需要进行油漆性能测试，PU必须等喷漆件放置 7天（等油漆充分干燥）后方可进行测试；UV漆必须等喷漆件放置 3天（等油漆充分干燥）后方可进行测试。
- b) 以上没有特别注明的漆，指的是 UV漆。
- c) 做耐醇性、化妆品、手汗、高低温存储试验、高温高湿存储试验、温度冲击试验、整机跌落试验等破坏性试验要在不同的样品上面分开测试。
- d) 每一项测试针对不同的样品（如上前、上后、下前、下后）均需要验证。

## 10-2 跌落试验

跌落试验的原理——将包装件按规定高度跌落于坚硬、平整的水平面上，评定包装件承受垂直冲击的能力和包装对内装物保护能力的试验。产品的跌落试验，一般包含两种跌落情况试验：

一种是产品没有任何包装的情况下的跌落，这个考验的是产品本身抗跌落的特性，这个要看产品特性是否适合，如果是含玻璃类的易碎产品，这个是不需要进行的。

一种是产品包装的跌落试验，这是考验产品的搬运、运输等交付前的防护性能的，以确保货物到达客户手中的完好性。包装产品的跌落试验标准，一般参考你们客户和销售区域技术法规的要求，或者是不同的运输方式来选择试验的条件，这个需要按实际情况处理。单翼跌落试验机

按 GB/T 2423.7 —95 《电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 倾跌与翻到试验》；GB/T2423.8 —95 《电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 自由跌落试验》进行跌落试验。

针对跌落实验国家有专门的标准，跌落方式都是一角、三边、六面之自由落体，跌落的高度是根据产品重量而定。分 90cm 76cm 65cm几个等级

包装货物重量 (lbs)/( kg)	落下高度 (inches)/( cm)
1~20.99 lbs(0.45~9.54 kg)	0 in/(76.20 cm)
21~40.99 lbs(9.55~18.63 kg)	24 in/(60.96 cm)
41~60.99 lbs(18.64~27.72 kg)	18 in/(45.72 cm)
61~100 lbs(17.73~45.45 kg)	2 in/(30.48 cm)

最大位移 25mmP-P

## 10-3 振动试验

物品在搬运过程中，会受到如跌落、斜面滑移、振动等的冲击，由于这些冲击，将会影响到物品的质量。振动试验的目的在于确定所设计、制造的机器、构件在运输和使用过程中承受外来振动或者自身产生的振动而不至破坏，并发挥其性能、达到预定寿命的可靠性。EBO独有的全方位冲击试验设备，将为您的产品运输做好安全测试。零位移跌落试验机，模拟汽车运输振动试验台，斜面冲击台，碰撞试验台，机械冲击台，高频振动试验机，大型电磁振动试验台等，全面保障您的测试需求。

按 GB/T2423.10—95 《电工电子产品环境试验第二部分：试验方法 振动试验》进行振动试验。

频率范围机械振动台：5~60Hz(定频振动5~80Hz)，最大位移振幅3.5mm(满载)。频率范围(电磁振动台)：5~3000Hz，最大位移25mmP-P x y z 各46分钟。

## 10-4 高低温测试

# 第十一章 电子产品电气 连接方式

### 电气连接方法

电子产品组装部件间的电气连接，主要采用印制导线连接、导线、电缆以及其它电导体等方式进行连接。

### 导线

导线是能够导电的金属线，是电能和电磁信号的传输载体。

#### (1) 导线材料

##### 导线分类

可分成裸线、电磁线、绝缘电线电缆和通信电缆四类。

裸线：指没有绝缘层的单股或多股导线，大部分作为电线电缆的线芯，少部分直接用在电子产品中连接电路。

电磁线：有绝缘层的导线，绝缘方式有表面涂漆或外缠纱、丝、薄膜等，一般用来绕制电感类产品的绕组，所以也叫做绕组线、漆包线。

绝缘电线电缆：包括固定敷设电线、绝缘软电线和屏蔽线，用做电子产品的电气连接。

通信电缆：包括用在电信系统中的电信电缆和高频电缆。

导线的构成材料

导线一般由导体芯线和绝缘体外皮组成。

a. 导体材料

主要有导电性能较好的铜线和铝线。

纯铜线的表面很容易氧化，一般导线是在铜线表面镀抗氧化金属。 如：

普通导线 —— 镀锡能提高可焊性；

高频用导线 —— 镀银能提高电性能；

耐热导线 —— 镀镍能提高耐热性能；

线规：指导线的粗细标准，有线号和线径两种表示方法。

线号制：按导线的粗细排列成一定号码，线号越大，其线径越小，英、美等国家采用线号制。

线径制：用导线直径的毫米（mm）数表示线规，中国采用线径制。

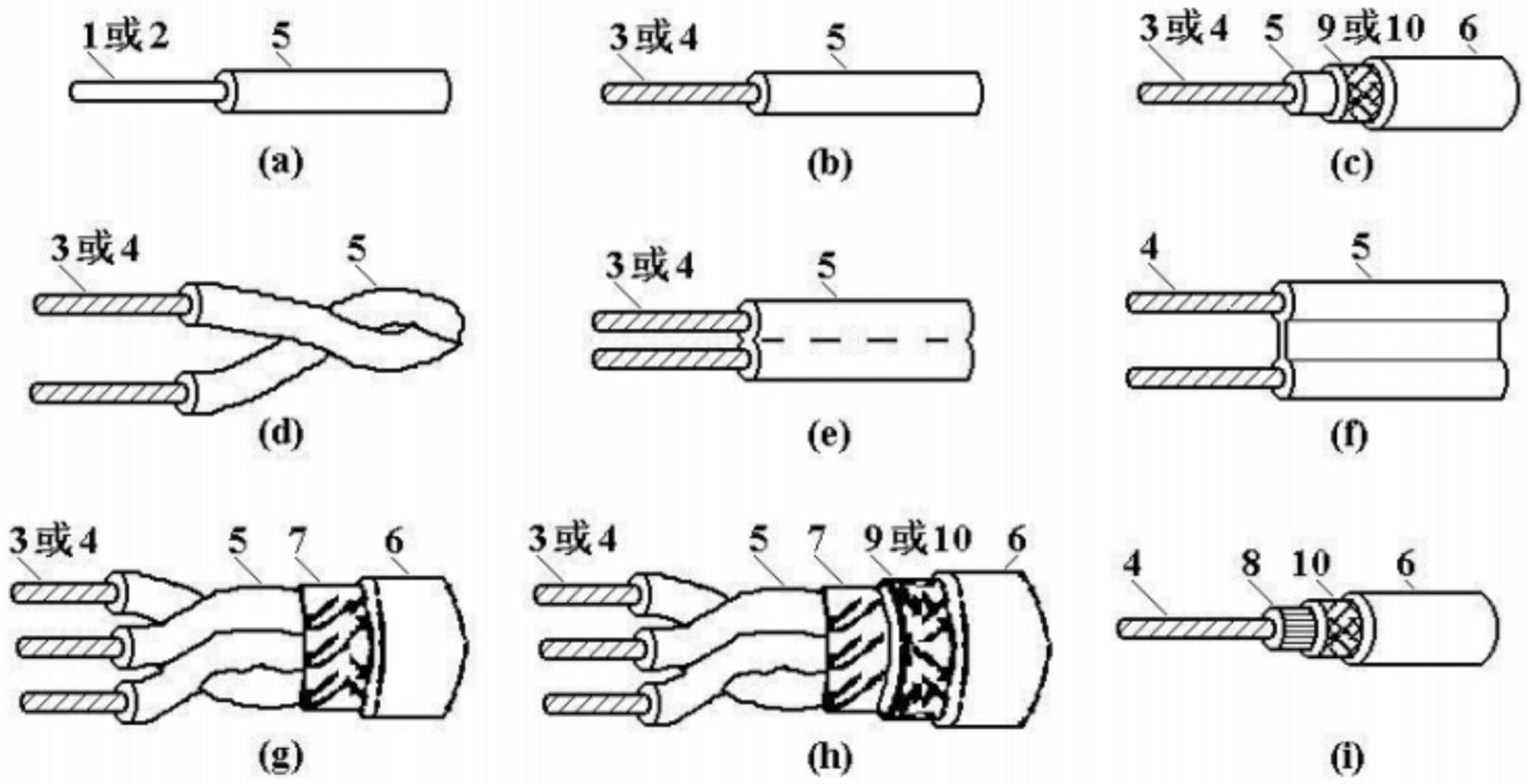
b. 绝缘外皮材料

绝缘外皮除了电气绝缘外，还有增强导线机械强度、保护导线不受外界环境腐蚀的作用

导线绝缘外皮的材料主要有：塑料类（聚氯乙烯、聚四氟乙烯等）、橡胶类、纤维类（棉、化纤等）、涂料类（聚脂、聚乙烯漆）。

常见的塑料导线、橡皮导线、纱包线、漆包线等。

(2) 安装导线、屏蔽线



- 1-单股镀锡铜芯线
- 2-单股铜芯线
- 3-多股镀锡铜芯线
- 4-多股铜芯线

- 5-聚氯乙烯绝缘层
- 6-聚氯乙烯护套
- 7-聚氯乙烯薄膜绕包
- 8-聚乙烯星形管绝缘层

- 9-镀锡铜编织线屏蔽层
- 10-铜编织线屏蔽层

## 常用安装导线

型号	名称	工作条件	主要用途	结构
AV , BV	聚氯乙烯 绝缘安装 线	250V/AC 或 500V/DC -60~+70℃	弱电流仪器 仪表、电信设 备, 电器设备 和照明装置	图 中 (a)
AVR, BVR	聚氯乙烯 绝缘安装 软电线	250V/AC 或 500V/DC -60~+70℃	弱电流电器 仪表、电信设 备要求柔软 导线的场合	图 中 (b)
SYV	聚氯乙烯 绝缘同轴 射频电缆	-40~+60℃	固定式无线 电装置 ( 50 Ω )	图 中 (c)

型号	名称	工作条件	主要用途	结构
RVS	聚氯乙烯 绝缘双绞 线	450V 或 750V/AC , <50 ℃	家用电器、小 型电动工具, 仪器仪表、照 明装置	图 中 (d)
RVB	聚氯乙烯 绝缘平行 软线	450V 或 750V/AC , <50 ℃	家用电器、小 型电动工具, 仪器仪表、照 明装置	图 中 (e)
SBVD	聚氯乙烯 绝缘双绞 线	-40~+60℃	电视接收天 线馈线 ( 300 Ω )	图 中 (f)

型号	名称	工作条件	主要用途	结构
AVV	聚氯乙烯 绝缘安装 电缆	250V/AC 或 500V/DC -40~+60℃	弱电流电器 仪表、电信设 备	图 中 (g)
AVRP	聚氯乙烯 绝缘屏蔽 安装电缆	250V/AC 或 500V/DC -60~+70℃	弱电流电器 仪表、电信设 备	图 中 (h)
SIV-7	空气 - 聚 氯乙烯绝 缘同轴射 频电缆	-40~+60℃	固定式无线 电装置 ( 75 Ω )	图 中 (i)

绝缘外皮材料

绝缘外皮除了电气绝缘外, 还有增强导线机械强度、保护导线不受外界环境腐蚀的作用  
选择使用安装导线, 要注意以下几点:

## a. 安全载流量

## 铜芯导线的安全载流量 (25℃)

截面积 (mm <sup>2</sup> )	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
载流量 (A)	4	6	8	10	12	14	17

截面积 (mm <sup>2</sup> )	1.0	1.5	4.0	6.0	8.0	10.0
载流量 (A)	20	25	45	56	70	85

一般情况下载  
流量可按  
5A/mm<sup>2</sup>估算

## b. 最高耐压和绝缘性能

导线标志的试验电压，是表示导线加电 1 分钟不发生放电现象的耐压特性。

实际使用中，工作电压应该大约为试验电压的 1/3~1/5。

## c. 导线颜色

## 选择安装导线颜色的一般习惯

电路种类	导线颜色
A 相	红
B 相	绿
三相交流电路	C 相 蓝
	零线或中性线 淡蓝
	安全接地 绿底黄纹
一般交流电路	①白 ②灰
接地线路	①绿 ②绿底黄纹
	+
直流线路	①红 ②棕
	GND
	①黑 ②紫
	-
	①青 ②白底青纹

## 工作环境条件

- ? 室温和电子产品机壳内部空间的温度不能超过导线绝缘层的耐热温度；
- ? 当导线（特别是电源线）受到机械力作用的时候，要考虑它的机械强度。

## 要便于连线操作

## (3) 电磁线

具有绝缘层的导电金属线，用来绕制电工电子产品的线圈或绕组

作用是实现电能和磁能转换。

常用电磁线的型号、特点及用途

型号	名称	线径规格 $\phi$ (mm)	主要特点	用途
QQ	高强度聚乙烯醇缩醛漆包圆铜线	0.06~2.44	机械强度高，电气性能好	电机、变压器绕组
QZ	高强度聚酯漆包圆铜线	0.06~2.44	同 QQ 型，且耐热 130℃，抗溶剂性能好	耐热要求 B 级的电机、变压器绕组
QSR	单丝（人造丝）漆包圆铜线	0.05~2.10	工作温度范围达 -60~+125℃	小型电机、电器和仪表绕组

型号	名称	线径规格 $\phi$ (mm)	主要特点	用途
QZB	高强度聚酯漆包扁铜线	(2.00~10.00) $\times$ (0.2~2.83)	绕线满槽率高	同 QZ 型，用于大型线圈绕组
QJST	单丝包绞合漆包高频电磁线	0.05~0.20	高频性能好	高频线圈、变压器的绕组

## (4) 带状电缆（电脑排线）

导线根数有 8、12、16、20、24、28、32、37、40 线等规格。



选用时一定要注意它的外形尺寸

(5) 电源软导线

选择电源线的载流量，要比机壳内导线的安 全系数大。

(2) 要考虑气候的变化，应该能经受弯曲和移动。

要有足够的机械强度。

RVB、RVS、YHR 适合用作电源软导线

(6) 同轴电缆与高频馈线

与频率无关、具有一定特性阻抗的导线

	聚氯乙烯绝缘同轴射频电缆 ( SYV )	空气 - 聚氯乙烯绝缘同轴射频电缆 ( SYV )
特性阻抗	50	75

(7) 高压电缆

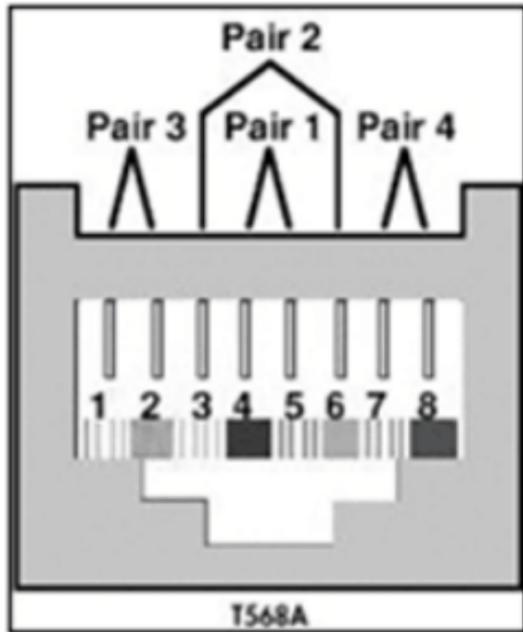
高压电缆一般采用绝缘耐压性能好的聚乙烯或阻燃性聚乙烯作为绝缘层，而且耐压越高，绝缘层要求就越厚。

### 耐压与绝缘层厚度的关系

耐压 (DC)	6KV	10KV	20KV	30KV	40KV
绝缘层厚度 (mm)	0.7	1.2	1.7	2.1	2.5

(8) 网络连接馈线 —— 双绞线

计算机网络通讯中，由于工作频率较高，信号电平较低，通常采用抗电磁干扰能力较强的双绞线作为各种设备之间的连接馈线。



双绞线的标准接法能保证线缆接头布局的对称性，使接头内线缆之间的干扰相互抵消。

## RJ-45 连接器

双绞线有两种接法：

EIA/TIA 568B 标准和 EIA/TIA 568A 标准

T568A 线序

1	2	3	4	5	6	7	8
绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕

T568B 线序

1	2	3	4	5	6	7	8
橙白	橙	绿白	蓝	蓝白	绿	棕白	棕

(9) FFC 扁平排线 (耐高温 105 度)

### 主要特点:

- 制造微型化、小巧、高密集集成;
- 节省空间;
- 简化配线程序, 连线简单;
- 节省人力成本;
- 柔性优良、应用灵活、可折叠;



FFC 应用范围：

打印机、扫描仪、音响、MP3、影碟机、数码相机、摄影机、传真机、复印机、LCD-TV、移动电话、写真机等领域的信号传输及内部配线。

FFC 订做服务

排线间距：0.5mm、1.0mm、1.25mm、1.27mm、2.0mm、2.54mm;

排线长度：25MMANY

排线屏数：4P-60P

EMI 对策：铜箔、铝箔、铜箔麦拉、铝箔麦拉、导电布、吸波材、折线等

排线型号：A、B、C、D、E、F、G、H、I、J等

#### 绝缘材料的耐热等级

级别代号	最高温度 ( )	主要绝缘材料
Y	90	未浸渍的棉纱、丝、纸等制品
A	105	上述材料经浸渍
E	120	有机薄膜、有机瓷漆
B	130	用树脂粘合或浸渍的云母、玻璃纤维、石棉
F	155	用相应树脂粘合或浸渍的无机材料
H	180	耐热有机硅、树脂、漆或其它浸渍的无机物
C	> 200	硅塑料、聚氟乙烯、聚酰亚胺及与玻璃、云母、陶瓷等材料的组合

## 第十一章 电子产品包装设计标准