

压铸件结构设计规范

V1.0

2021-01-12 发布

2021-01-15

目 次

1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 定义	2
4 压铸材料	2
4.1 压铸合金材料的基本要求	3
4.2 压铸件的常用材料	3
4.2.1 锌合金	3
4.2.2 铝合金	5
4.2.3 压铸锌合金、铝合金对比	6
5 压铸件基本结构设计	6
5.1 压铸件壁厚	6
5.2 铸造圆角	8
5.3 拔模斜度	10
5.4 加强筋	10
5.5 铸孔	11
5.6 长方形孔和槽	12
5.7 压铸件内的嵌件	13
5.7.1 压铸件内采用嵌件的目的	13
5.7.2 嵌件常用的固定方法	13
5.7.3 设计带嵌件的压铸件的注意事项	14
5.8 压铸凸台、支柱	15
5.9 压铸件字符设计	16
5.10 螺纹	17
6 压铸件结构设计的工艺性	17
6.1 压铸件结构设计的工艺原则	18
6.2 压铸件的形状结构	18
6.2.1 消除内部侧凹	18
6.2.2 消除外部侧凹	19
6.2.3 壁厚均匀	19
6.2.4 加强筋工艺要求	21
6.2.5 圆角工艺要求	21
6.2.6 避免或减少抽芯部位	22
6.2.7 避免型芯交叉	23

6.2.8 便于去飞边和浇口	23
6.2.9 尽量减小机加工面积	24
6.2.10 铸孔到边缘的最小距离	24
6.2.11 表皮	24
6.2.12 压铸件的加工余量	24
7 压铸件公差	25



前 言

压铸件结构设计的合理性和工艺适应性将会影响到后续工作的顺利进行，如分型面选择、内浇口开设、推出机构布置、模具结构及制造难易、合金凝固收缩规律、铸件精度保证、缺陷的种类等，都会以压铸件本身结构工艺的优劣为前提，结构设计的好坏，直接影响到生产良率和成本，为了提高青岛鼎信通讯股份有限公司、青岛鼎信通讯消防安全有限公司、青岛鼎信通讯科技有限公司及相关公司压铸产品的设计工作的产品质量，特制订本标准规范，作为指导压铸件结构设计的依据。

本标准由青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部标准化小组起草。



压铸件结构设计规范

1 范围

本规范用于指导青岛鼎信通讯股份有限公司、青岛鼎信通讯消防安全有限公司、青岛鼎信通讯科技有限公司及相关公司的压铸件设计，包括压铸件形位公差、壁厚和拔模斜度选用规则等方面的详细要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本规范中引用而构成本规范的条文。本规范在发布时，所示版本均为有效，其最新版本适用于本规范。

GB/T 15114-2009 铝合金压铸件

GB/T 13821-2009 锌合金压铸件

GB/T 15117-1994 铜合金压铸件

GB/T 13819-2013 铜及铜合金铸件

GB/T 13821-2013 锌合金压铸件

GB/T 15115-2009 压铸铝合金

GB/T 15116-1994 压铸铜合金

GB/T 13818-2009 压铸锌合金

GB/T 6414-2017 铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量

GB/T 15056-2017 铸造表面粗糙度 评定方法

GB/T 6060.1-2018 表面粗糙度比较样块 第1部分：铸造表面

QJ 2144-1991 压铸件设计规范

QJ 170 铝合金、铜合金、锌合金压铸件技术条件

3 定义

压铸件：压铸件是一种压力铸造的零件，是使用装好铸件模具的压力铸造机械压铸机，将加热为液态的铜、锌、铝或铝合金等金属浇入压铸机的入料口，经压铸机压铸，铸造出模具限制形状和尺寸的铜、锌、铝零件或铝合金零件。

4 压铸材料

常用于生产压铸件的金属材料多为铝合金、纯铝、锌合金、铜合金、镁合金、铅合金、锡合金等有色金属，黑色金属较少采用。本规范以锌合金、铝合金等材料的压铸件结构设计为主，其它金属、合金的压铸件结构设计可参考本规范的相关内容。

4.1 压铸合金材料的基本要求

- 1) 高温下有足够的强度和可塑性，无热脆性或热脆性较小。
- 2) 尽可能小的线收缩率和裂纹倾向，以免压铸件产生裂纹，使压铸件有较高的尺寸精度。
- 3) 结晶温度范围小，防止压铸件产生过多的锁孔和疏松。
- 4) 在过热温度不高时有足够的流动性，便于填充复杂型腔，以获得表面质量良好的压铸件。
- 5) 与型壁产生的物理-化学作用的倾向小，以减少粘模和相互合金化。

4.2 压铸件的常用材料

4.2.1 锌合金

4.2.1.1 锌合金的优点

锌合金压铸具有如下优点：

- 1) 锌合金压铸性能很好，填充成型容易，可以压铸形状复杂、薄壁的精密件，铸件表面光滑，尺寸精度高；
- 2) 结晶温度范围小，不易产生疏松；
- 3) 浇注温度较低，模具使用寿命较长；
- 4) 生产效率高；
- 5) 不易粘附模具型壁，不腐蚀模具等；
- 6) 锌合金力学性能也较高，有较高的抗拉强度、屈服强度、冲击韧性和硬度，特别是抗压和耐磨性都很好；
- 7) 能很好地进行表面处理，如电镀、喷涂、喷漆等。

4.2.1.2 锌合金的缺点

锌合金材料有如下缺点：

- 1) 锌合金易发生晶间腐蚀而产生老化失效现象，锌合金的老化现象表现在体积涨大，机械性能和尺寸稳定性随时间延续而降低，严重时甚至导致铸件开裂。
老化现象产生的原因是铅、锡、镉等杂质在锌中溶解度过小，这些杂质集中在晶粒边界造成晶间电化学腐蚀，因此对锌合金原材料的纯度要求较高，对熔炼工艺要求也十分严格。
- 2) 锌合金的工作温度范围较窄，不宜在高温和低温的工作环境中使用，温度低于0℃时，其冲击韧度急剧降低；温度升高时，力学性能下降，易发生蠕变，因此，受力零件温度一般不超过100℃。
- 3) 锌合金密度较大，同样体积下产品重量更大。
- 4) 尺寸变化也是锌合金压铸件的重要问题，锌合金在压铸后会发​​生尺寸收缩变化，尺寸变化是压铸后内部组织变化、潮湿空气、高温引起腐蚀作用及合金成分影响的结果，一般不含铜的锌-铝合金铸件尺寸较为稳定。

4.2.1.3 锌合金牌号对照及典型的力学、物理性能

表 1 锌合金牌号对照及典型的力学、物理性能表

锌压铸合金							
中国合金代号	YX040A	YX040B	YX041	YX043	YX081	YX111	YX272
北美商业标准(NADCA)	No. 3	No. 7	No. 5	No. 2	ZA-8	ZA-12	ZA-27
美国材料试验学会(ASTM)	AG-40A	AG-40B	AG-41A	—	—	—	—
力学性能							
极限抗拉强度/MPa	283	283	328	359	372	400	426
屈服强度/MPa	221	221	269	283	283~296	310~331	359~370
抗压屈服强度/MPa	414	414	600	641	252	269	358
伸长率/%	10	13	7	7	6~10	4~7	2.0~3.5
布氏硬度/HBW	82	80	91	100	100~106	95~105	116~122
抗剪强度/MPa	214	214	262	317	275	296	325
冲击强度/J	58	58	65	47.5	32~48	20~37	9~16
疲劳强度/MPa	47.6	47.6	56.5	58.6	103	—	145
杨氏模量/GPa	—	—	—	—	85.5	83	77.9
物理性能							
密度/(g/cm ³)	6.6	6.6	6.7	6.6	6.3	6.03	5.00
熔化温度范围/℃	381~387	381~387	380~386	379~390	375~404	377~432	372~484
比热容/(J/kg·℃)	419	419	419	419	435	450	525
热膨胀系数×10 ⁻⁶ /K ⁻¹	27.4	27.4	27.4	27.8	23.2	24.1	26.0
热传导率/(Wm ⁻¹ K ⁻¹)	113	113	109	104.7	115	116	122.5
泊松比	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
注：本附录力学性能数据是采用专用试样模具获得的单铸试样进行试验而得到的参考结果。							

4.2.1.4 常用锌合金牌号用途

YX040A (AG-40A、3#锌合金/Zamak 3)：有良好的流动性和机械性能，是铸造性能和经济性能最好的组合。应用于对机械强度要求不高的压铸件，如玩具、灯饰、装饰品、电气配件等。

YX041 (AG41A、5#锌合金/ Zamak 5)，良好的流动性和机械性能，耐磨性能高，应用于对机械强度有一定要求的产品，如汽车配件、机械配件、电器元件等。

YX043 (2#锌合金/ Zamak 2)，用于对机械性能有特殊要求，对硬度要求高，尺寸要求精度一般的机械零件。

YX081 (ZA8)：良好的流动性和尺寸稳定性，抗变形性能高，应用于压铸尺寸小、精度和机械强度要求很高的工件，如电器件、拉链等。

4.2.2 铝合金

铝合金是很轻的金属，可以制造各种要求减轻重量的零部件，如汽车、航空、航天零件。常用压铸铝合金牌号一般有ADC12、ZL102、YL102、YL104、YL113、A380、A360等。

4.2.2.1 铝合金的优点

铝合金压铸材料有如下优点：

1) 有良好的导电导热性能；具有高强度和良好的塑性，可以加工成各种形状；

2) 抗氧化腐蚀性好，在空气中铝表面容易生成致密的氧化膜，能阻止进一步被氧化，但铝在碱性介质和盐水中是不耐腐蚀的；因压铸铝合金的中非铝元素会使氧化膜质量下降，一般压铸铝不能进行阳极氧化处理。

3) 铝在低温下的脆性也很小，可以广泛用于制冷设备。

4.2.2.2 压铸铝合金的力学性能

表 2 压铸铝合金的力学性能

序号	合金牌号	合金代号	抗拉强度 R_m / MPa	伸长率 A / % ($L_0=50$)	布氏硬度 / HBW
1	YZAlSi10Mg	YL101	200	2.0	70
2	YZAlSi12	YL102	220	2.0	60
4	YZAlSi10	YL104	220	2.0	70
6	YZAlSi9Cu4	YL112	320	3.5	85
7	YZAlSi11Cu3	YL113	230	1.0	80
10	YZAlSi17Cu5Mg	YL117	220	<1.0	—
11	YZAlMg5Si1	YL302	220	2.0	70

注：表中未特殊说明的数值均为最小值。

4.2.2.3 压铸铝合金牌号对照表

表 3 压铸铝合金牌号对照表

合金系列	中国 GB/T 15115—2009	美国 ASTM B 179—06	日本 JIS H 2118:2006	欧洲 EN 1676:1997
Al-Si 系	YL102	A413.1	AD1.1	EN AB-47100
Al-Si-Mg 系	YL101	A360.1	AD3.1	EN AB-43400
	YL104	360.2	—	—
Al-Si-Cu 系	YL112	A380.1	AD10.1	EN AB-46200
	YL113	383.1	AD12.1	EN AB-46100
	YL117	B390.1	AD14.1	—
Al-Mg 系	YL302	518.1	—	—

4.2.3 压铸锌合金、铝合金对比

表 4 压铸锌合金、铝合金对比

特性 材料	硬度	抗拉强度	传热性 (w/m ² *k)	防腐蚀性	比重性 (g/cm ³)	热裂抵抗能力	充填能力	熔点	尺寸稳定性	表面附着能力
锌合金	65-140	260-440	104.7~122.5	良好	6.7~6.9	非常好	流动性好	390-410℃	常温下机械性能和力学性能稳定,自然时效会使尺寸发生变化。	附着力强,可进行表面处理,如:电镀、喷涂、喷漆。
铝合金	45-90	120-290	常规的为96.2	较差	2.68~2.71	较好	流动性好	670-710℃	尺寸稳定性较锌合金好。	不易作阳极氧化,只能做喷砂,喷涂,电镀能力没有锌合金好。
锌合金特点: (最常用的合金系为 Zn-Al-Cu-Mg 系, 常用的: 3 号锌合金) 1、压铸性能好, 结晶温度范围小, 易于成型, 不易粘模; 2、浇注温度低, 模具使用寿命较长; 3、铸件精度较高; 4、力学性能较高, 特别是抗压和耐磨性能很好; 5、能很好地接受各种表面处理, 尤其是电镀; 6、对压室和压铸模成型零件无腐蚀作用; 7、易老化, 工作温度范围较窄。 8、由于锌的流动性很好所以可以做较薄的产品(壁厚可做到 0.5), 可以压铸形状复杂。 9、锌最大的缺陷是比重太大, 故产品的重量及成本较高, 较适合做小件产品。 10、锌合金尺寸稳定性较差。						铝合金特点: (Al-Si-Cu 合金, 常用的: A380 合金, ADC12 同 383 近似。) 1、密度较小, 比强度高; 2、力学性能好, 尤其是冲击韧性也很好; 3、较好的导热性和导电性, 机械切削性能良好; 4、耐磨耐蚀性良好; 5、良好的压铸性能, 较好的表面粗糙度及较小的热裂性; 6、体收缩率大, 易产生缩孔; 7、铝合金和铁有很强的亲和力, 易粘模。				

5 压铸件基本结构设计

压铸件的零件结构设计时需考虑以下问题: 模具分型面的选择、浇口设置、顶杆位置的选择、铸件的尺寸精度保证、铸件内部缺陷的防范、铸孔的有关要求、收缩变形的有关要求以及加工余量的大小等方面。

压铸件的结构设计涉及以下方面的内容:

- 1) 正确选择压铸件的材料;
- 2) 压力铸造对零件形状结构的要求;
- 3) 压铸件的工艺性能;
- 4) 压铸件的尺寸精度及表面要求等;
- 5) 压铸件分型面的确定等。

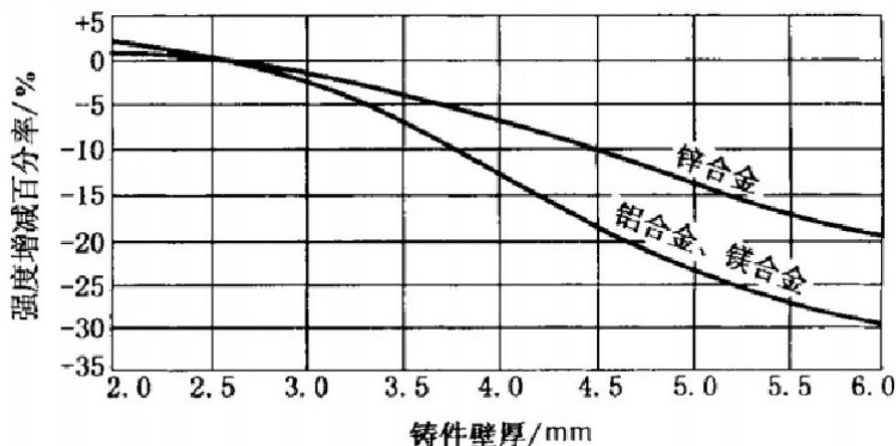
5.1 压铸件壁厚

压铸件的壁厚对铸件质量有很大的影响, 压铸工艺中的熔料填充时间、凝固时间、模具温度梯度、保压时间、操作效率等都与壁厚有直接的联系。

铸件壁厚太薄时, 金属熔接不好, 铸件强度无法保证, 同时给成型带来困难, 易产生缺陷; 壁厚过大或各部位壁厚严重不均匀则容易产生缩孔、气孔或裂纹等缺陷, 随着壁厚的增加, 铸件内部气孔、缩松等

缺陷也随之增多，同样会降低铸件的强度，如下所示。因此在确保铸件整体强度和刚性符合使用要求的前提下，应当尽可能减小壁厚并保持壁厚均匀一致。

表 5 铸件壁厚与强度关增减百分率



压铸件的壁厚一般以2.5~4mm为宜，壁厚超过6mm的零件不宜采用压铸。适宜的压铸件壁厚范围：锌合金为1~4mm，铝合金为1~6mm，铜合金为2~5mm，镁合金为1.5~5mm。一般情况下，同一压铸件内最大壁厚与最小壁厚之比不要大于3:1（壁厚均匀，保证足够强度与刚度）。

推荐采用的最小壁厚和正常壁厚见下表所示：

表 6 推荐采用的最小壁厚和正常壁厚

The diagram illustrates a cross-section of a casting. It features a vertical rectangular section with a width labeled 'h' and a horizontal section extending from its top. The horizontal section has a thickness labeled 'a' and a height labeled 'b'. Arrows indicate the measurement directions for each dimension.

壁厚处的面积 $a \times b$ (cm ²)	锌合金		铝合金		镁合金		铜合金	
	壁 厚 h (mm)							
	最小	正常	最小	正常	最小	正常	最小	正常
≤ 25	0.5	1.5	0.8	2.0	0.8	2.0	0.8	1.5
> 25 ~ 100	1.0	1.8	1.2	2.5	1.2	2.5	1.5	2.0
> 100 ~ 500	1.5	2.2	1.8	3.0	1.8	3.0	2.0	2.5
> 500	2.0	2.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	3.0

为了避免缩松等缺陷，对铸件的厚壁处应减厚（减料）增加筋；对于大面积的平板类厚壁铸件，设计加强筋以减少铸件壁厚。

5.2 铸造圆角

设计适当的工艺圆角，有利于压铸成型，确保压铸过程中金属流动平稳，气体更容易排出，避免应力及锐角导致产生的裂纹，并可延长压铸模具的寿命。当压铸件需要进行电镀或涂覆时，圆角处使镀层更加均匀，可防止镀（涂）料沉积，获得均匀镀涂层。

圆角的不合理会对模具强度、寿命及应力集中产生不良的影响。

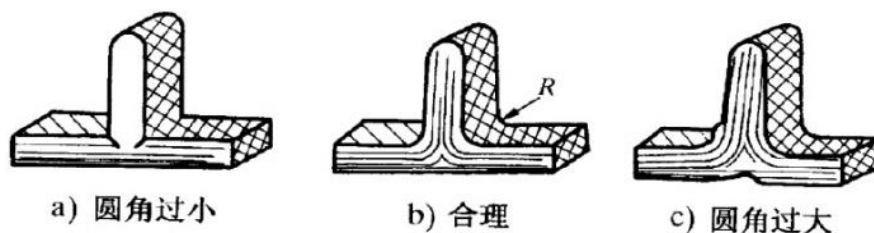


图 1 设计合理的圆角

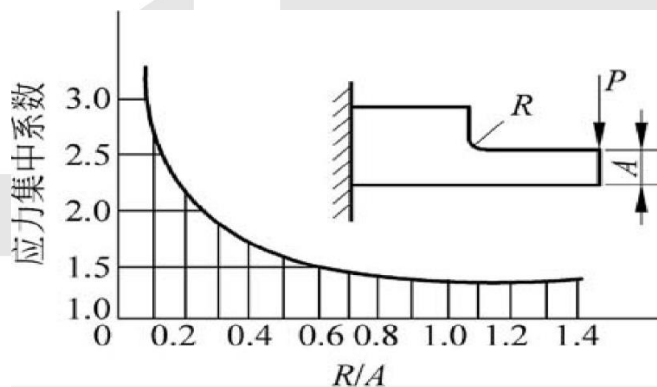


图 2 圆角与应力集中系数

应注意以下要求：压铸件上凡是壁与壁的连接处（模具分型面的部位除外）都应设计成圆角。

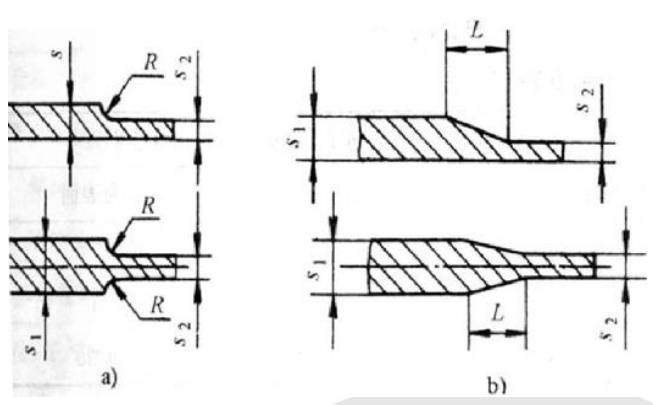
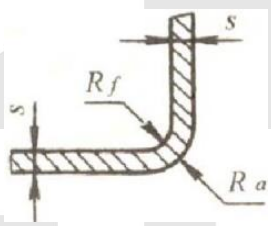
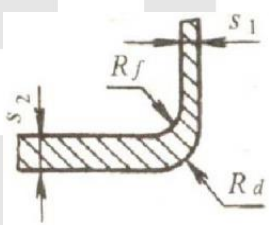
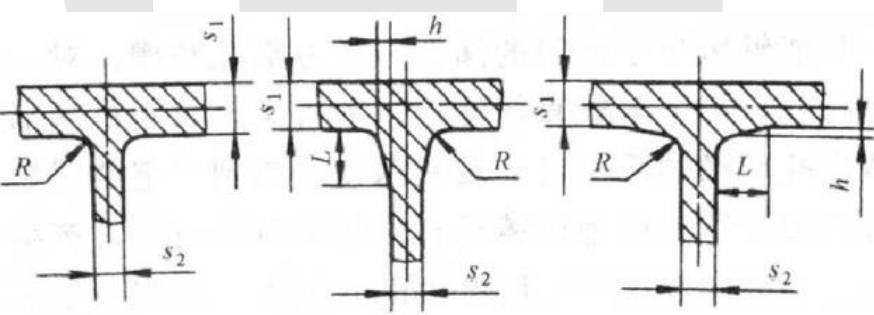
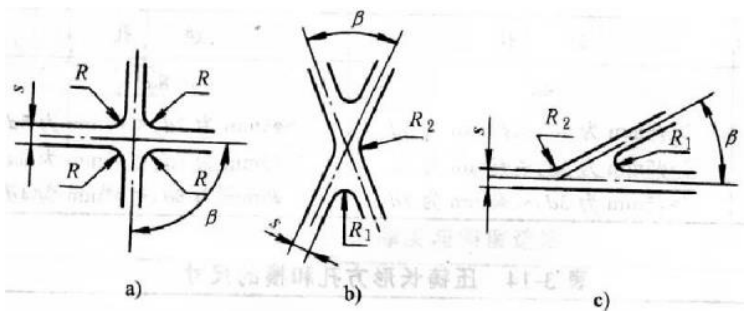
压铸件圆角一般取： $1/2$ 壁厚 $\leq R \leq$ 壁厚。压铸件的圆角半径 R 一般不宜小于1mm，最小圆角半径为0.5 mm，如下表所示。

表 7 压铸最小圆角半径

压铸合金	圆角半径 R
锌合金	0.5
铝锡合金	0.5
铝、镁合金	1
铜合金	1.5

在确定圆角 R 的具体数值时，可以采用下表所示公式进行计算，计算结果还应满足上表中的最小圆角半径值要求。

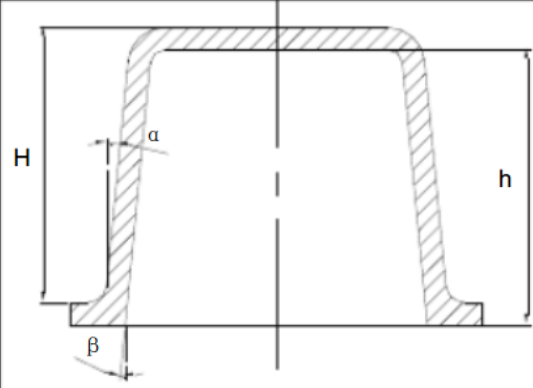
表 8 压铸圆角半径计算公式

相连接两壁的厚度	图例	圆角半径
水平连接		$s_1/s_2 \leq 2$ 时, $R = (0.2-0.25)(s_1+s_2)$ $s_1/s_2 > 2$ 时, $L \geq 4(s_1-s_2)$
直角连接, 壁厚相等		$R_{f \min} = Ks$ $R_a = R_f + s$ 锌合金 $k=0.25$ 铝、镁、铜合金 $k=0.5$
直角连接, 壁厚不相等 ($s_1 < s_2$)		$R_f \approx 0.6(s_1+s_2)$ $R_a = R_f + s_2$
丁字形连接		当 $s_1/s_2 < 1.75$ 时, $R = 0.25(s_1+s_2)$ 当 $s_1/s_2 \geq 1.75$ 时, 加强 s_2 壁时, $h = \sqrt[3]{s_1 - s_2}$ 当加强 s_1 壁时, $h = 0.5(s_1+s_2)$ $L \geq 4h$ $0.5 \leq R \leq s_1$ (或 s_2)
交叉连接		以最小壁厚代入 s a) $\beta = 90^\circ$ $R = s$ b) $\beta = 45^\circ$ $R_1 = 0.7s$, $R_2 = 1.5s$ c) $\beta = 30^\circ$ $R_1 = 0.5s$, $R_2 = 2.5s$

5.3 拔模斜度

设计压铸件时，就应在结构上留有结构斜度，无结构斜度时，在需要之处，必须有拔模的工艺斜度，斜度的方向，必须与铸件的拔模方向一致。

表 9 压铸件拔模斜度

	合金	配合面的最小脱模斜度		非配合面的最小脱模斜度	
		外表面 α	内表面 β	外表面 α	内表面 β
	锌合金	0° 10′	0° 15′	0° 15′	0° 45′
	铝、镁合金	0° 15′	0° 30′	0° 30′	1°
	铜合金	0° 30′	0° 45′	1°	1° 30′

上图所示数据针对型腔深度或型芯高度在500mm以下、表面粗糙度Ra在0.1以下的铸件，如果铸件尺寸和表面粗糙度值超过上述要求，拔模斜度可以适当增加。一般设计拔模斜度1°~1.5°，对于铝合金来说，其外表面、内表面和单边型芯孔的拔模斜度可以分别设计为1°、1.5°和2°，但具体情况还需要和压铸厂家进行沟通。

由拔模斜度而引起的铸件尺寸偏差，一般不计入公差范围内，其大小根据合金性质、拔模深度、形状复杂程度以及壁厚而定。一般高熔点合金压铸件的拔模斜度大于低熔点合金压铸件；拔模深度浅的大于深的；形状复杂的大于形状简单的，厚壁的大于薄壁的，内孔的大于外壁的。在满足压铸件使用要求的前提下，拔模斜度应尽可能取大值。

5.4 加强筋

加强筋的作用是增加压铸件的强度和刚性，减少铸件收缩变形，同时可以改善压铸的工艺性，作为熔料填充时的辅助回路（熔料流动的通路），避免工件从模具内顶出时发生变形。

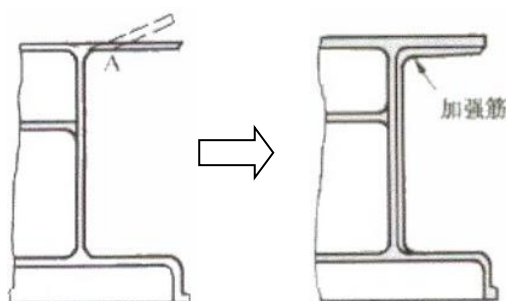
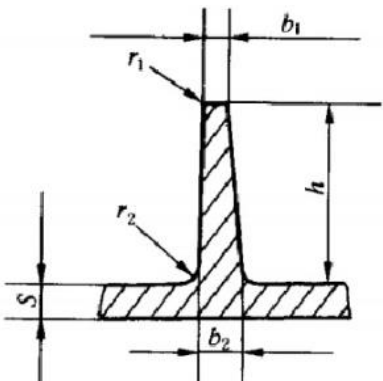


图 3 加强筋防止裂纹及变形

加强筋根部宽度不应超过其相连的壁的厚度，一般取该处壁厚的2/3~3/4。当壁厚小于1.5mm时，不宜采用加强筋。

加强筋高度一般不超过加强筋根部厚度的5倍。加强筋的拔模斜度应大于铸件内腔所允许的铸造斜度。
常见加强筋样式如下所示：

表 10 常见加强筋尺寸样式

	尺寸规范		
	壁厚 S ($\leq 8\text{mm}$)	$S \leq 3$	$S > 3$
	b_1	$(0.6-1) S$	$(0.4-0.7) S$
	b_2	$(1-1.3) S$	$(0.6-1) S$
	高度 h	$h \leq 5.5$	
	圆角 r (min)	$r_1 \leq 0.5$ $r_2 \geq S$	

5.5 铸孔

压铸件可压铸出的孔的最小尺寸和深度，受到形成孔的型芯在型腔中的分布位置的制约。细型芯在抽出时易弯曲或折断，因此孔的最小尺寸和深度受到一定限制，其深度应带有一定斜度，以便于抽芯。

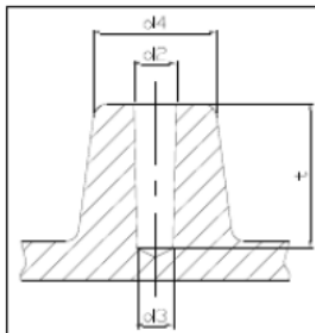
1) 压铸件的最小孔径和最大孔深尺寸，如下表所示。

表 11 压铸件最小孔径和孔深

合金 类别	最小孔径 d (mm)		最大孔深 (mm)				孔的最小斜度
	一般的	技术上可 能的	盲孔		通孔		
			d> 5	d< 5	d> 5	d< 5	
锌合金	1.5	0.8	6d	4d	12d	8d	0~ 0.3%
铝合金	2.5	2.0	4d	3d	8d	6d	0.5 % ~ 1%
镁合金	2.0	1.5	5d	4d	10d	8d	0~ 0.3%
铜合金	4.0	2.5	3d	2d	5d	3d	2 % ~ 4%

2) 对于压铸件自攻螺钉用的底孔，推荐采用的底孔直径见下表。

表 12 压铸件自攻螺钉底孔推荐直径

	螺纹规格 d	M2.5	M3	M3.5	M4	M5	M6	M8
	d2	2.30 ~ 2.40	2.75 ~ 2.85	3.18 ~ 3.30	3.63 ~ 3.75	4.70 ~ 4.85	5.58 ~ 5.70	7.45 ~ 7.60
	d3	2.20 ~ 2.30	2.60 ~ 2.70	3.08 ~ 3.20	3.48 ~ 3.60	4.38 ~ 4.50	5.38 ~ 5.50	7.15 ~ 7.30
	d4	≥4.2	≥5.0	≥5.8	≥6.7	≥8.3	≥10	≥13.3
	旋入深度 t	t ≥ 1.5d						

3) 常用的M4、M5螺纹的底孔直径参见下表。

表 13 常用的 M4、M5 底孔直径 (mm)

	d2		d3		t
M4	3.84	0 -0.1	3.59	+0.1 0	10
M5	4.84	0 -0.1	4.54	+0.1 0	20

4) 压铸孔直径对应的最大深度参见下表。

表 14 压铸孔直径对应的最大孔深 (mm)


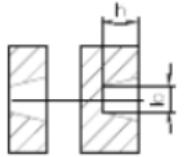
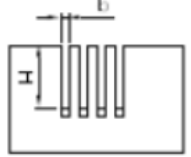
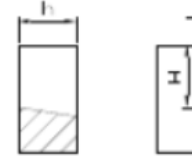
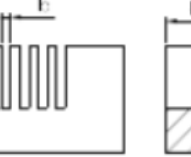
合金	孔的直径 D										
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20
锌合金	4	8	12	15	20	25	30	40	50	60	80
铝合金	—	6	9	12	15	20	25	30	40	50	60
镁合金	—	6	9	12	15	20	25	20	40	50	60
铜合金	—	—	—	8	10	12	15	20	25	50	40

说明：孔距较大时，其最大深度应减小，厚壁上的孔深度应减小；相同直径时，孔越深，附加费越高。

5.6 长方形孔和槽

铸件上的长方形孔和槽的设计推荐参见下表。

表 15 铸件长方形孔和槽

					
合金类别	铅锡合金	锌合金	铝合金	镁合金	铜合金
最小宽度 b	0.8	0.8	1.2	1.0	1.5
最大深度 H	≈ 10	≈ 12	≈ 10	≈ 12	≈ 10
厚度 h	≈ 10	≈ 12	≈ 10	≈ 12	≈ 8

说明：当有拔模斜度存在时， b 应当是小端的数值。

5.7 压铸件内的嵌件

压铸时可以将金属或非金属制件铸入压铸零件上，从而使压铸件的某一部位具有特殊的性质或用途。

嵌件形状的一般为螺杆、螺母、轴、套、管状、片状制件等。

嵌件材料多为铜、钢、纯铁或非金属材料，也有用性能高于铸件本体金属或者具有特殊性质，如耐磨、导电、导磁、绝缘等的材料。

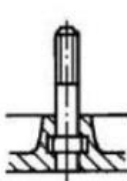
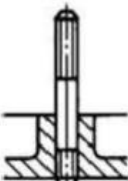
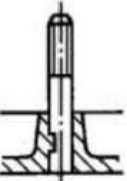
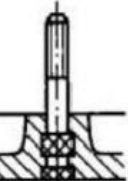

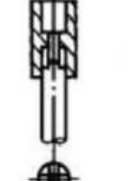
5.7.1 压铸件内采用嵌件的目的

- 1) 改善和提高铸件上局部的工艺性能，如强度、硬度、耐磨性、导电性、绝缘性等，如在铝中铸入钢件提高强度，铸入蓝宝石提高耐磨性，铸入绝缘材料降低成本及提高绝缘性，铸入铁芯赋予导磁性等；
- 2) 铸件的某些部分过于复杂，如孔深、内侧凹等无法脱出型芯而采用嵌件；
- 3) 清除热节，避免疏松；
- 4) 利用低熔点金属压铸代替贵金属，如用高硅铝代替青铜；
- 5) 可以将几个部件铸成一个部件。

5.7.2 嵌件常用的固定方法

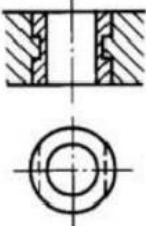
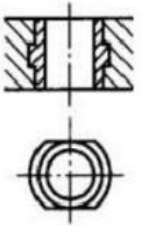
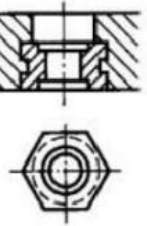
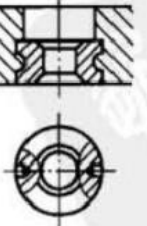

- 1) 轴类嵌件的固定方法。

表 16 轴类嵌件的固定方法

形式	螺钉头	螺栓	开槽	凸台滚花	十字销	十字头
图例						

- 2) 套类嵌件的固定方法。

表 17 套类嵌件的固定方法

形式	平槽	凸缘削平	六角环槽	尖锥削槽	滚花环槽
图例					

5.7.3 设计带嵌件的压铸件的注意事项

- 1) 嵌件与压铸件的连接必须牢固，要求在嵌件上开槽、凸起、滚花等，嵌件被基体金属包紧，嵌件周围基体金属厚度不小于1.5mm，大铸件上可增厚；
- 2) 嵌件必须避免有尖角，以利安放并防止铸件应力集中；
- 3) 必须考虑嵌件在模具上定位的稳固性，满足模具内定位和公差配合要求；
- 4) 外包嵌件的嵌件数量不宜太多；
- 5) 铸件和嵌件之间如有严重的电化腐蚀作用，则嵌件表面需要镀层保护；
- 6) 有嵌件的铸件应避免热处理，以免因两种金属的相交而引起体积变化，使嵌件松动；
- 7) 嵌件压铸生产时放置方便；
- 8) 带螺纹的嵌件，嵌入后留1.5-2mm在外边。

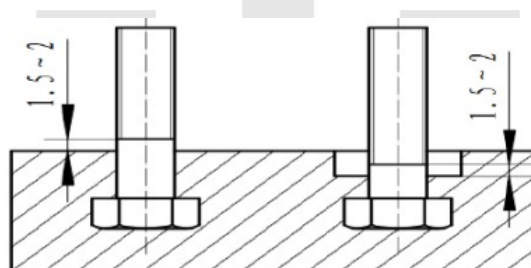


图4 带螺纹的嵌件

- 9) 镶嵌件带有直纹、网纹等花纹时，沟槽宽带不应小于2mm，深度不应小于1.5mm。

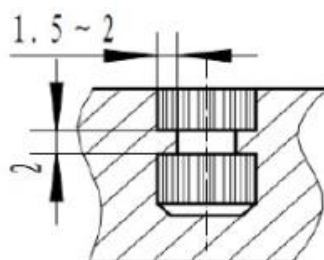


图5 带花纹嵌件

- 10) 嵌件一般生产时需要预热。

表 18 嵌件预热温度

压铸合金	预热温度
铅、锡合金	60-80℃
锌合金	150-200℃
铝、镁合金	200-250℃
铜合金	250-350℃

5.8 压铸凸台、支柱

压铸凸台应有足够的高度，便于留切削余量，而不致使刀具切削到铸件壁上，凸台的最小高度 $h=2-2.5mm$ ，当紧固件的孔中心距 L 小于等于下表中所列数值时，应将相近的凸台连成一体。

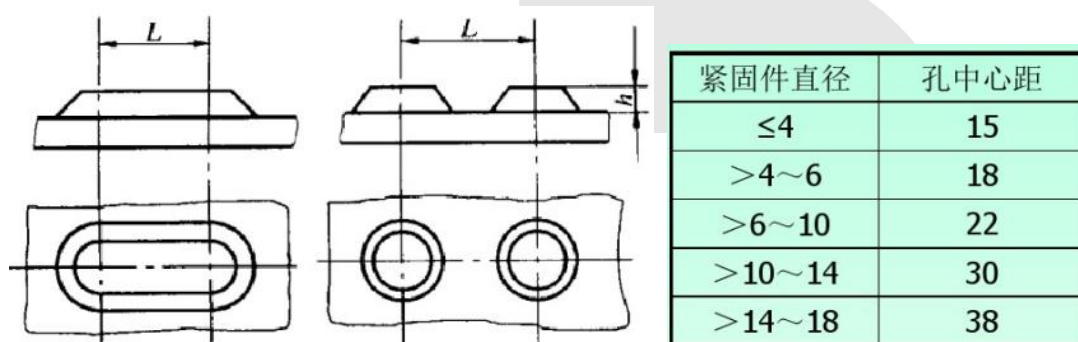


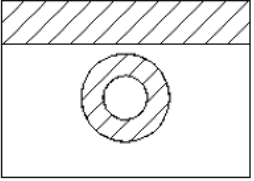
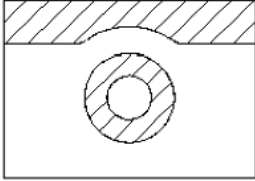
图6 压铸凸台

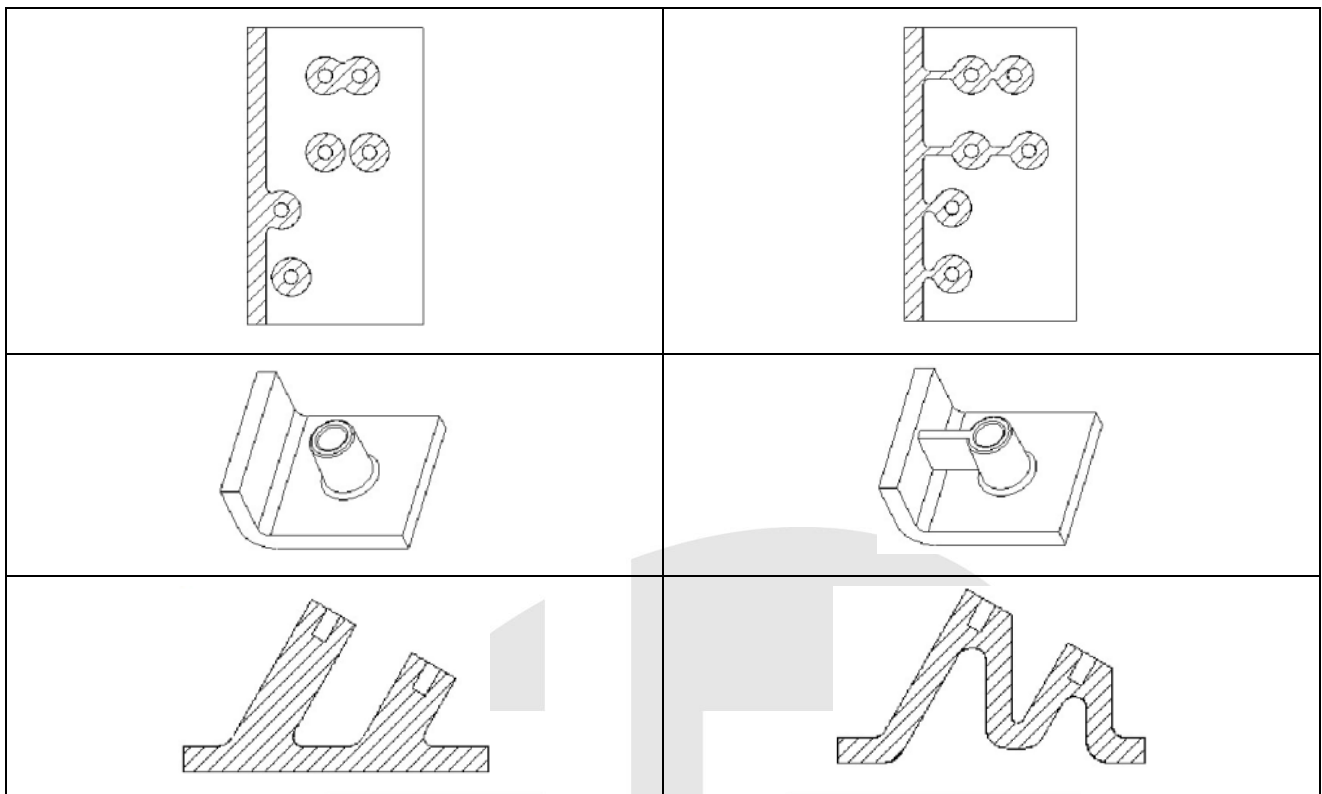
避免支柱离壁太近或支柱之间太近，太近易造成壁厚太厚，零件产生凹陷、气孔和锁孔等缺陷，或者事模具出现局部太薄，模具强度降低，寿命短。

支柱四周添加加强筋，提高支柱强度，辅助支柱充填。

当支柱是倾斜的时候，合理的设计优化可简化模具结构，节省模具成本。

表 19 支柱改进设计

不合理	改进后
	



5.9 压铸件字符设计

在设计压铸件时，字符、图案等尽可能设计外凸型的字符，除非有特殊要求才设计成内凹型。

对于压铸件字符来说，其宽度应不小于0.3mm，高度应在0.3-0.5mm之间，凸起高度与宽度之比约为3:2；为了顺利拔模，应当避免在侧壁位置设计字符，字体拔模斜度越大越好，一般不应小于10°。此外在设计字符时，如果对字符有特殊要求，例如要求字符应当低于铸件表面，那么可以在铸件四周增加凸台，保持字符相对于底面的外凸，效果图如下图所示：

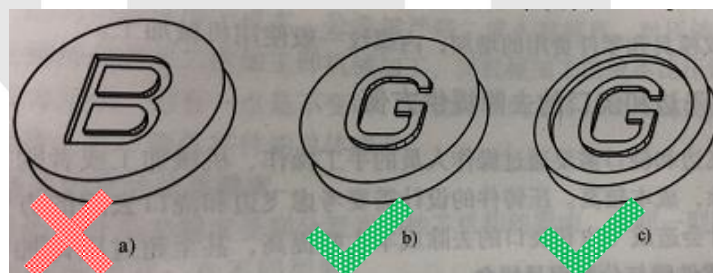


图 7 字符、图案形式

文字图案设计尺寸。

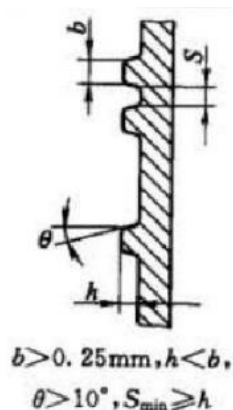


图 8 文字图案设计尺寸

5.10 螺纹

在一定的工艺条件下，锌、铝及镁等合金可以直接压出螺纹，铜合金压铸螺纹要困难一些。压铸螺纹一般是外螺纹，内螺纹更多是通过机加工做出来，在必要时才考虑直接压铸。

1) 设计时尽量避免全螺纹设计，全螺纹分模线很难对齐。

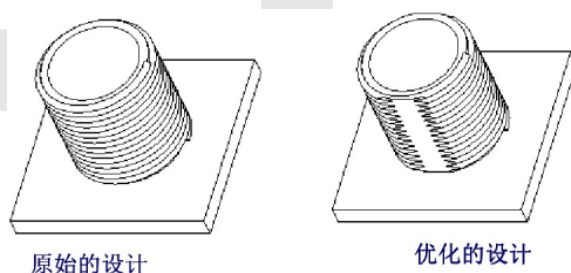


图 9 避免全螺纹设计

2) 压铸螺纹的极限尺寸。

表 20 压铸螺纹的极限尺寸 (mm)

合金	最小螺距 S	外螺纹最小直径 d0	外螺纹最大长度 l (S 的倍数)
锌合金	0.75	6	8S
铝合金	0.75	8	6S
镁合金	0.75	10	6S
铜合金	1	12	6S

6 铸件结构设计的工艺性

设计铸件时除了结构、形状等方面有一定要求外，还要适应压铸的工艺性要求。

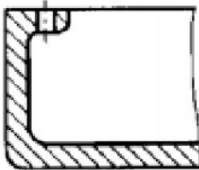
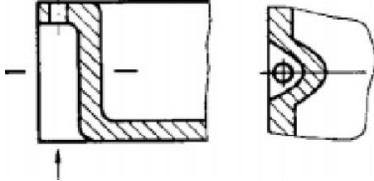
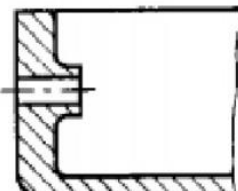
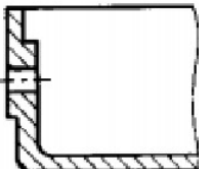
6.1 压铸件结构设计的工艺原则

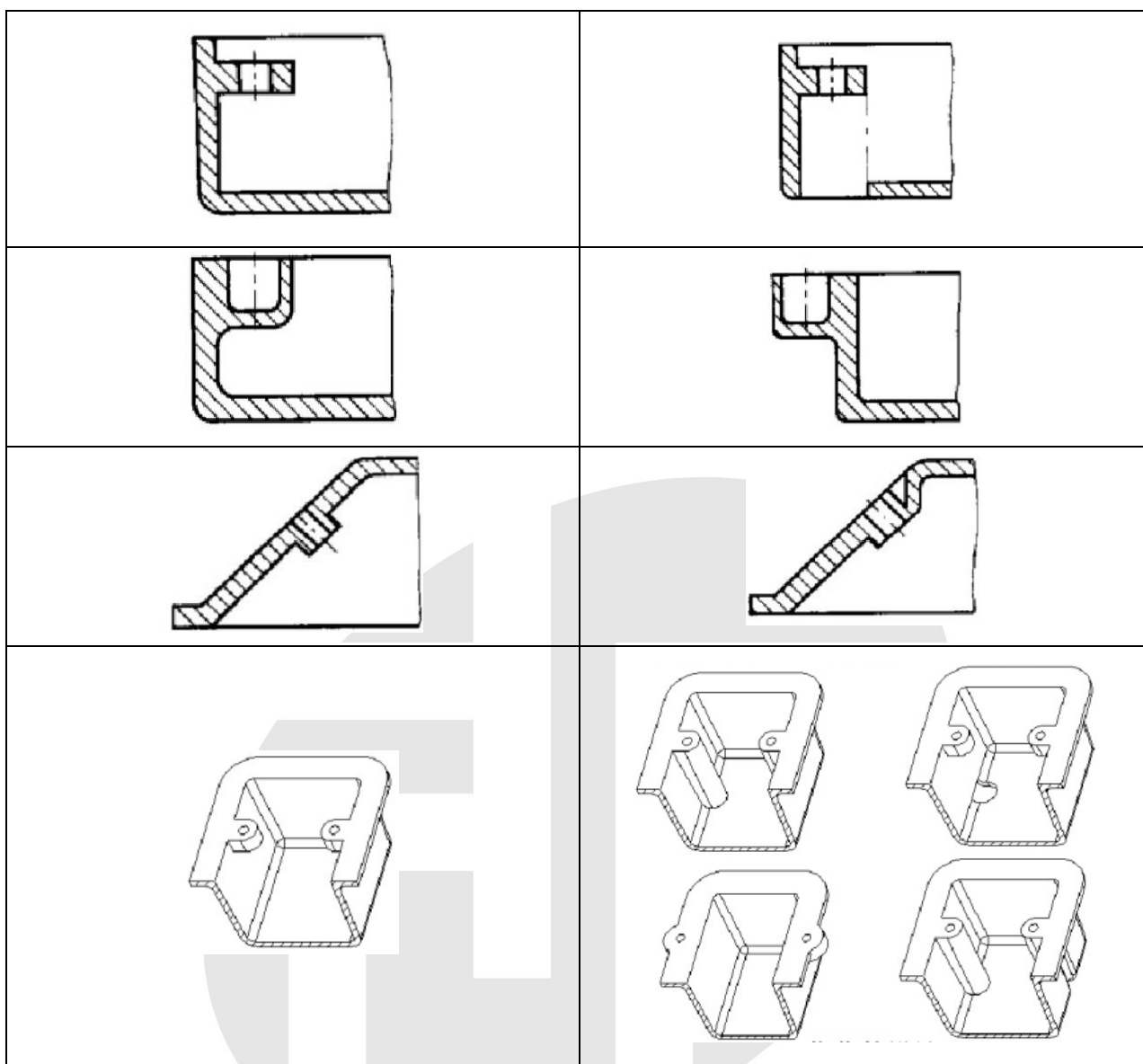
- 1) 压铸模温度较高，内部结构件很容易膨胀导致卡死，要尽量消除铸件内部侧凹，使模具结构简单。
- 2) 尽量使铸件壁厚均匀，可利用筋减少壁厚，减少铸件气孔、缩孔、变形等缺陷。
- 3) 尽量消除铸件上深孔、深腔，因为细小型芯易弯曲、折断，深腔处充填和排气不良。
- 4) 设计的铸件要便于拔模、抽芯。
- 5) 各转角处增加工艺园角，避免尖角。
- 6) 注意拔模角度。
- 7) 注意产品的公差标注。
- 8) 太厚太薄皆不宜。
- 9) 避免死角倒角(能少则少)。
- 10) 考虑后加工的难易度。
- 11) 尽量减少产品内空洞。
- 12) 避免有半岛式的局部太弱的形状。
- 13) 太长的成形孔，或太长的成形柱皆不宜。

6.2 压铸件的形状结构

6.2.1 消除内部侧凹

表 21 消除内部侧凹

不合理	改进后
	
	



6.2.2 消除外部侧凹

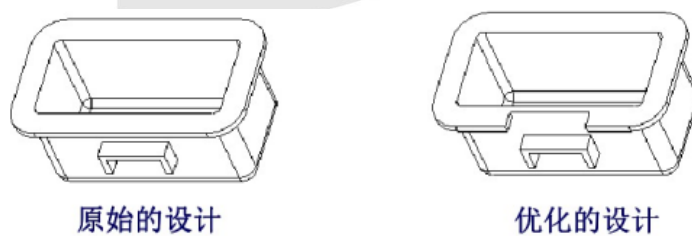


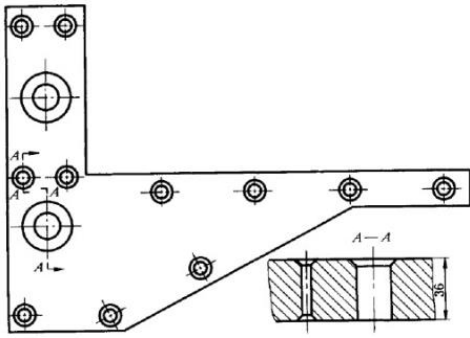
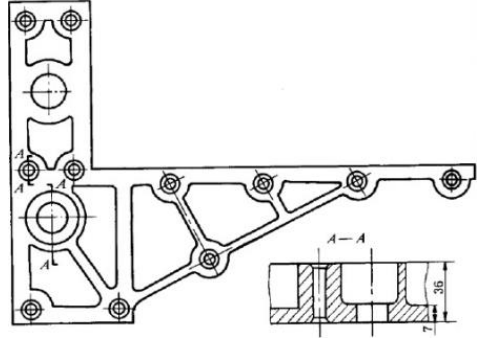
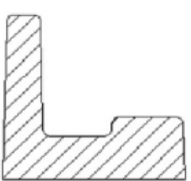
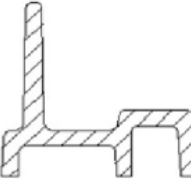
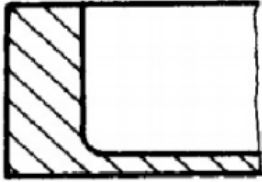
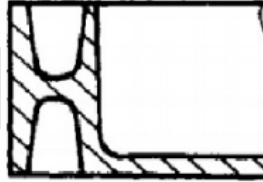
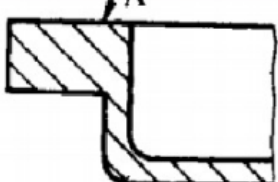
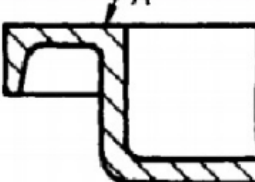
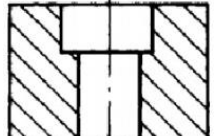
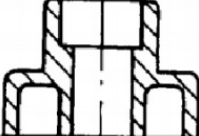
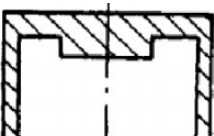

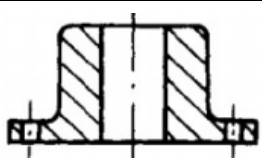
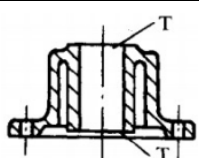
图 10 消除外部侧凹

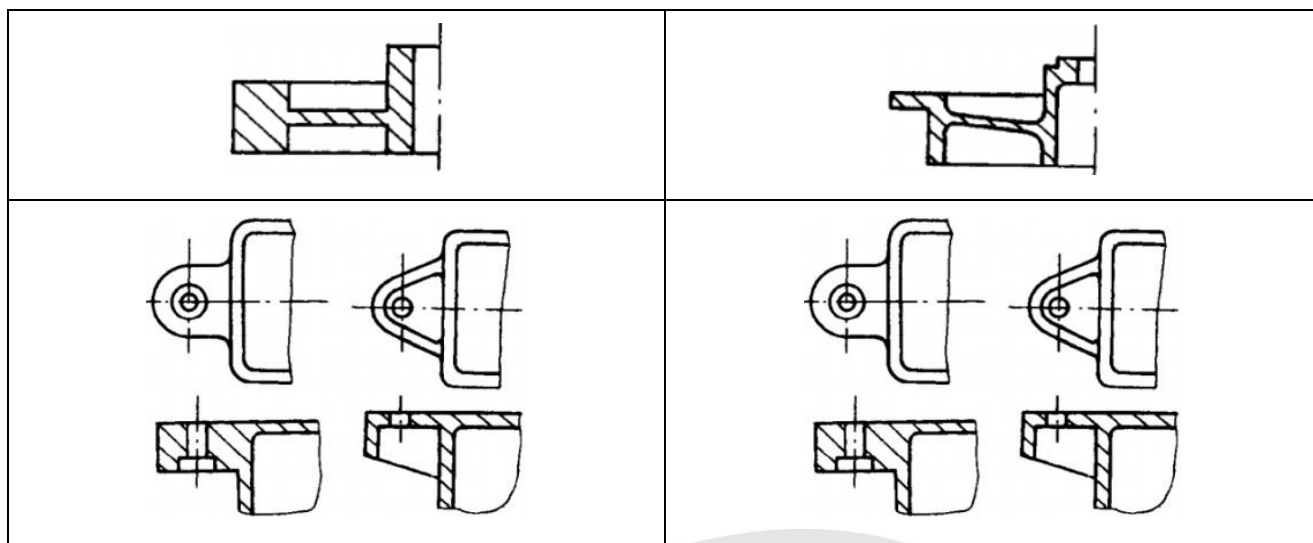
6.2.3 壁厚均匀

为了避免缩松等缺陷，对铸件的厚壁处应减厚（减料）增加筋；对于大面积的平板类厚壁铸件，设计加强筋以减少铸件壁厚。

铸件壁厚设计改进示例如下表所示：

表 22 铸件壁厚改进设计

不合理	改进后
	
	
	
	
	
	
	



6.2.4 加强筋工艺要求

- 1) 平板式零件强度低，容易变形，合理的加强筋可以提高零件的强度，减少零件的变形。

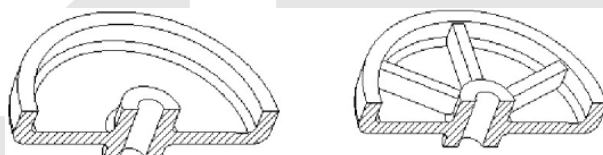


图 11 平板零件增加筋减少变形

- 2) 加强筋的位置分布要合理，尽量做到对称、均匀。

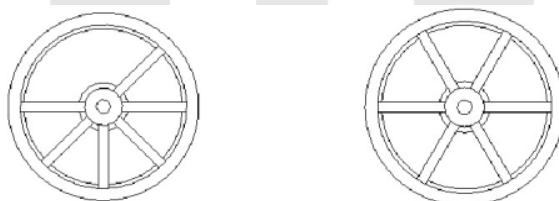


图 12 加强筋位置分布合理

- 3) 与铸件连接的加强筋根部要有圆角；
- 4) 避免多筋交叉导致连接处局部壁太厚；

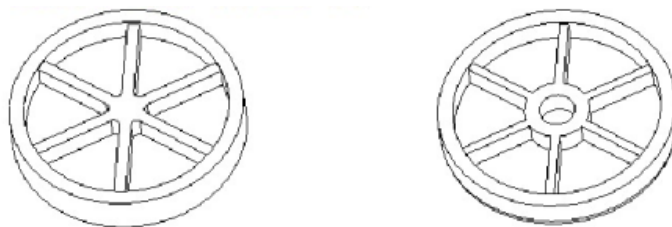


图 13 避免加强筋交叉处太厚

6.2.5 圆角工艺要求

- 1) 铸件的尖角、直角、盲孔和凹槽的根部凸起部分都应有圆角。

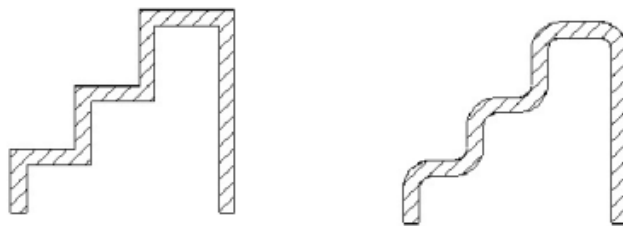


图 14 凸起部分加圆角

2) 当铸件的内角必须清角时，可参考下表设计。



图 15 铸件需清角的内角

3) 铸件分型面上不应有圆角。



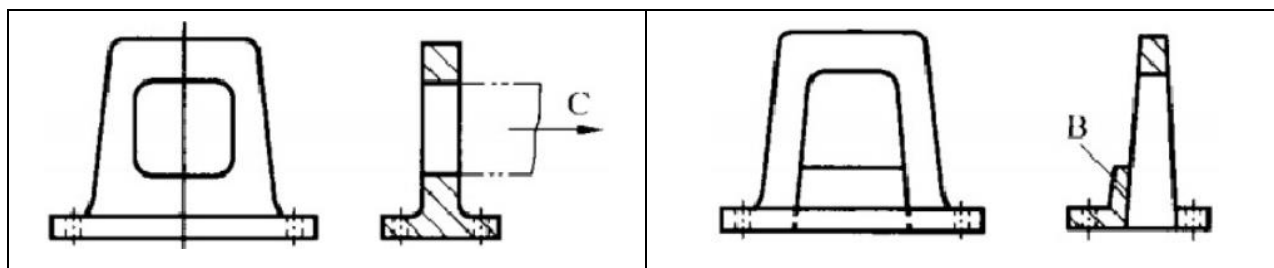
图 16 分型面不应有圆角

6.2.6 避免或减少抽芯部位

避免和减少抽芯的方法：非重要部位，压铸完成后机加工；改进结构设计，满足功能，牺牲外观。

表 23 避免和减少抽芯

不合理	改进后



6.2.7 避免型芯交叉

合理的压铸件结构能简化压铸模具结构，降低制造成本，同时也可改善铸件质量。

表 24 避免型芯交叉

不合理	改进后

6.2.8 便于去飞边和浇口

- 1) 避免严格的飞边和浇口去除要求，减少工序，降低成本；
- 2) 避免零件壁与分模线呈锐角，飞边难去除，增加一段约1.5mm的平面，飞边和浇口很容易去除。



原始的设计

优化的设计

图 17 去飞边优化设计

3) 简化零件, 避免复杂的分模线形状, 飞边产生于分模线附件, 复杂的分模线会造成飞边的去除困难, 零件成本增加, 通过简化零件形状, 避免复杂的分型线形状可以使零件的飞边去除容易。

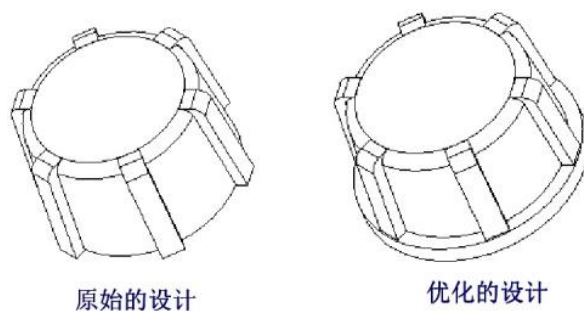


图 18 简化分模线

6.2.9 尽量减小机加工面积

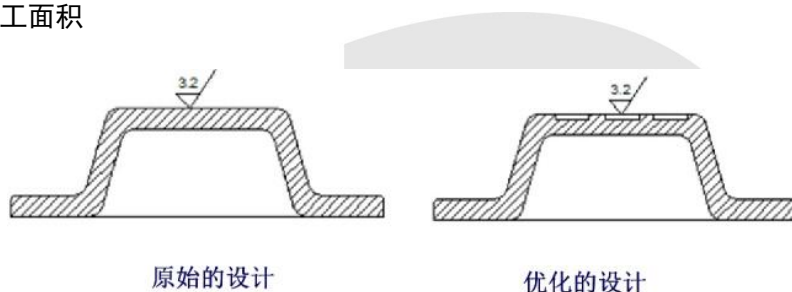


图 19 减少机加工面积

6.2.10 铸孔到边缘的最小距离

为了保证铸件有良好的成型条件, 铸孔到铸件边缘应保持一定的壁厚, 如下所示:

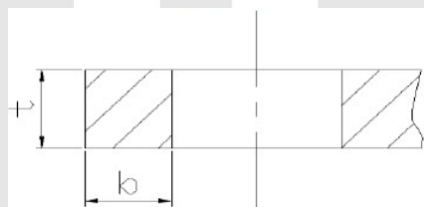


图 20 铸孔到边缘距离

$b \geq (1/4 \sim 1/3)t$ 当 $t < 4.5$ 时, $b \geq 1.5\text{mm}$ 。

6.2.11 表皮

压铸件表面约 $0.8 \sim 1.2\text{ mm}$ 的表层由于快速冷却而晶粒细小、组织致密, 因为它的存在使压铸件的强度较高。因此设计者应避免机械加工去掉铸件表皮致密层, 尤其是对要求耐磨的铸件。

6.2.12 压铸件的加工余量

当压铸件某些部位尺寸精度或形位公差达不到设计要求时, 可在这些部位适当留取加工余量, 采用精整加工方法, 如校正、拉光、挤压、整形等, 必须采用机加工时, 应考虑选用较少的加工余量, 用机加工来达到精度要求, 并尽量以不受分型面及活动成型影响的表面为毛坯基准面。

表 25 推荐采用的机加工余量

基本尺寸	≤30	>30-50	>50-80	>80-120	>120-180	>180-200	>200-300
每面余量	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0

说明：待加工的内表面尺寸以大端为基准，外表面尺寸以小端为基准。机加工余量取铸件最大尺寸与公称尺寸两个加工余量的平均值。

表 26 孔加工余量

孔径	≤6	>6-10	>10-18	>18-30	>30-50	>50-80
加工余量	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3

7 压铸件公差

1) 压铸件的线性尺寸公差及选用见下表。

表 27 压铸件线性尺寸公差等级

合金	线性尺寸公差等级 DCTG (GB/T 6414-2017)
锌合金	4~6
铝(镁)合金	5~7
铜合金	6~8

2) 受分型面或压铸模活动部分的影响的线性尺寸，按下表规定，在基本尺寸公差上再加上附加公差。

表 28 受分型面影响的线性尺寸附加公差

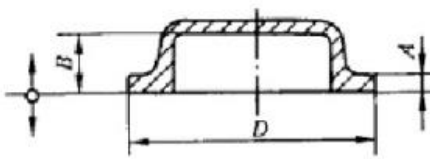
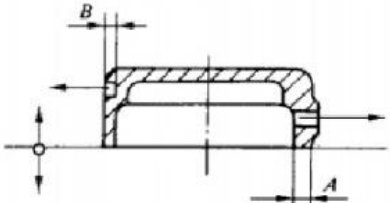
	压型在分型面上的投影面积/cm ²	A 或 B 的附加增或减量/mm		
		锌合金	铝合金	铜合金
	≤150	0.08	0.10	0.10
	>150~300	0.10	0.15	0.15
	>300~600	0.15	0.20	0.20
	>600~1200	0.20	0.30	—

表 29 线性尺寸受压铸模活动部分影响时的附加公差

	压型活动部位的投影面积/cm ²	A 或 B 的附加增或减量/mm		
		锌合金	铝合金	铜合金
	≤30	0.10	0.15	0.25
	>30~100	0.05	0.20	0.35
	>100	0.20	0.30	—

3) 压铸件壁厚、筋厚、厚度尺寸公差

表 30 压铸件厚度尺寸公差 单位: mm

压铸件厚度尺寸	<1	>1~2	>3~6
不受分型面和活动部分影响	±0.15	±0.2	±0.3
受分型面和活动部分影响	±0.25	±0.3	±0.4

4) 圆角半径公差

表 31 压铸件圆角半径尺寸公差 单位: mm

圆角半径	≤3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50
公差	±0.3	±0.4	±0.5	±0.7	±0.9	±1.2

5) 几何公差等级

表 32 压铸件几何公差等级

合金	几何公差等级 DCTG (GB/T 6414-2017)
锌合金	2~4
铝(镁)合金	2~4
铜合金	2~4

6) 机加工余量公差等级

表 33 机加工余量公差等级

合金	机加工余量公差等级 DCTG (GB/T 6414-2017)
锌合金	B-D
铝(镁)合金	B-D
铜合金	B-D

7) 拔模斜度公差等级

表 34 拔模斜度公差等级

公称尺寸 (mm)	精度等级				公称尺寸 (mm)	精度等级		
	1	2	3	4		1	2	3
1~3	1°30′	2°30′	4°	6°	>80~120	20′	30′	50′
>3~6	1°15′	2°	3°	5°	>120~180	15′	25′	40′
>6~10	1°	1°30′	2°30′	4°	>180~260	12′	20′	30′
>10~18	50′	1°15′	2°	3°	>260~360	10′	15′	25′
>18~30	40′	1°	1°30′	2°30′	>360~500	8′	12′	20′
>30~50	30′	50′	1°15′	2°	>500	6′	10′	15′
>50~80	25′	40′	1°	1°30′				

注：1. 一般按 3 级精度选取；在特殊情况下，可选用 2 级精度。

2. 受分型面及模具活动部分影响的和压铸件变形大的角度、加强肋的角度应选用 4 级精度。

8) 压铸件的表面粗糙度

压铸件的表面粗糙度按 GB/T 6060.1 铸造表面的规定，按使用要求，压铸件可分为三级，如表所示。

表 35 表面粗糙度等级

压铸件表面质量分级		
表面质量级别	使用范围	粗糙度 Ra
1	涂覆工艺要求高的表面，镀铬、抛光、研磨的表面，相对运动的配合面，危险应力区的表面等	3.2 μm
2	涂覆要求一般或要求密封的表面，镀锌阴阳极氧化、油漆不打腻子表面、装配接触面等	6.3 μm
3	保护性涂覆表面及紧固接触面，油漆打腻子表面及其它表面	12.6 μm

版本记录

版本编号/ 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	陈旭			