

# 金属型铸件生产指南

耿鑫明 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

金属型铸件生产指南/耿鑫明编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 4

ISBN 978-7-122-02347-6

I. 金… II. 耿… III. 铸件-金属型铸造-指南  
IV. TG249. 3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 034820 号

---

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 张绪瑞

责任校对: 吴 静

装帧设计: 韩 飞

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 22 $\frac{3}{4}$  字数 492 千字 2008 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

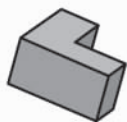
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究



# 前言

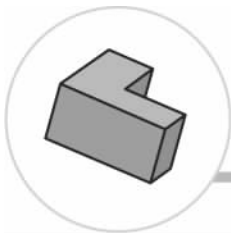
科学技术的进步和我国国民经济的发展，对铸件生产提出了更高的要求。近年来，金属型铸造的广泛应用，进一步满足了工农业生产的需要，促进了铸造生产的发展。

目前，从事金属型铸造的企业与人员日益增多，我到过不少工厂，与很多从事这方面工作的企业领导、技术人员与管理人员进行过交流，他们都希望我编写这方面的实用技术图书，从而用来指导实践，使生产少走弯路。虽然我在20世纪60年代和70年代，分别编写了《金属型设计与制造》、《铝合金金属型铸造》两本书，但至今久远。目前在金属型铸造科学研究与生产实践方面，又涌现出许多新的成果。为了满足社会需求，进一步促进我国特种铸造事业的发展，我撰写了这本《金属型铸件生产指南》。

书中以总结经验教训为主，同时收入了最新科技成果与中外有关技术标准。为了体现图书的完整性，书中编入了以往我与肖自强、李仁高工，张延威教授共同调研和编写的一本内部发行图书中的部分内容；书中铸件及工装设计实例、设备图样和技术参数，大部分由各企业支持提供。在此衷心感谢所有支持本书编写和出版的同志。

限于水平，书中内容不当之处，恳请读者指正。

编著者



# 第1章 概论

金属型铸造是指将金属液用重力浇注法浇入金属型，以获得铸件的一种铸造方法。由于铸型可以反复使用很多次（几百到几万次），故有永久型铸造之称。金属型铸造俗称硬模铸造、铁模铸造、冷硬铸造、冷激模铸造等。古代金属型称铁范。近代的压力铸造、低压铸造、挤压铸造、离心铸造、真空吸铸等，虽也是应用金属型，但其液体金属充型过程并非单纯依靠重力，因此各自形成了单独门类的特种铸造方法。

金属型铸造法既可以用金属芯，也可以用砂芯取代难以抽拔的金属芯。

## 1.1 金属型铸造的特点

### （1）优点

① 由于金属型导热性高、冷却速度快，因而可以得到细小、致密的结晶组织，提高了铸件材质的力学性能，如铝合金件的强度比砂型铸件可提高 20%~25%，伸长率可提高约 1 倍。铸件表面层上形成的组织——特致密的“铸造硬壳”，可提高抗蚀性。

② 由于使用金属型，铸件的质量和尺寸稳定，尺寸精度较高，一般为 CT7~9 级，轻合金铸件可达 CT6~8 级，而砂型铸件的尺寸精度等级都小于 CT8。金属型铸件的表面粗糙度较细，一般为  $R_a 6.3 \sim 12.5 \mu\text{m}$ ，最好的可达  $R_a 3.2 \mu\text{m}$  或更细，而砂型铸件的表面粗糙度一般都粗于  $R_a 12.5 \mu\text{m}$ 。铸件的铸造斜度、加工余量都可相应减小，废品率较低。

③ 金属型上可方便地采取较多工艺措施，如涂料的组成、涂料层的厚薄、铸型的局部加热和强制冷却、转型浇注等，来控制铸件在铸型中的凝固顺序、金属充填的平稳程度，以保证获得优质铸件。

④ 铸造生产中可不用型砂或用很少量的芯砂，可节省造型材料 80%~100%，相应地减少了砂处理和型砂运输设备，很大程度地改善了铸造生产的环境。在中小铸件生产中易于机械化、自动化，使生产效率成倍提高。同一铸型可



表 1-1 各种铸造方法适用范围及技术经济指标

铸造方法	金属型铸造	砂型铸造	压力铸造	低压铸造		挤压铸造	离心铸造	熔模铸造	陶瓷型铸造	真空吸铸	连续铸造
				砂型	金属型						
铸件材料	常用铸造合金	各种铸造合金	有色铸造合金	常用铸造合金	有色铸造合金	各种铸造合金和形状合金	各种铸造合金	各种铸造合金	以合金钢为主	以铜合金为主	常用铸造合金
铸件大小	中、小铸件为主	几乎不受限制	中、小铸件	大、中、小铸件	中、小铸件	中、小铸件	大、中、小铸件	中、小铸件	大、中、小铸件		
铸件复杂程度	一般	复杂	较复杂	较复杂	较复杂	一般或简单	一般或简单	复杂	一般	简单	简单
铸件的最小壁厚/mm	铝合金 > 2.2 铸铁 > 4	$\geq 3$	铜合金 2 其他合金 0.5~1.0	2~3	1.5~2.0	2~5		0.3 (孔 $\phi 0.5$ )			4
铸件尺寸精度 <sup>①</sup>	CT6~9	CT8~13	CT4~8	CT8~9	CT6~8	CT5		CT4~6	CT5~8		
铸件表面粗糙度 2 <sup>②</sup>	12.5~3.2	约 12.5	6.3~0.8	约 12.5	12.5~3.2	6.3~1.6		12.5~1.6	12.5~3.2		
工艺实收率/%	40~50	30~50	60~70	50~60	50~60	90~98	85~95	60	50~60	85~95	90
毛坯利用率/%	70~80	60~70	95	80~90	80~95	70~90	70~90	80~90	90	70~90	90(铸管)
铸件的内部质量	晶粒细、组织致密、力学性能高、气密性好	晶粒粗、组织疏松、铸造缺陷较多、力学性能较差	晶粒细、力学性能高、但易产生气孔	组织致密、力学性能较高	晶粒细、组织致密、力学性能较高、气密性好	晶粒细、组织致密、力学性能高、气密性好	组织致密、力学性能较高	采用重力浇注时与砂型铸造相近	与砂型铸造相近		

续表

铸造方法	金属型铸造	砂型铸造	压力铸造	低压铸造		挤压铸造	离心铸造	熔模铸造	陶瓷型铸造	真空吸铸	连续铸造
				砂型	金属型						
生产批量	以成批、大量为宜	各种批量均宜	以大量为宜	小批、成批	以成批、大量为宜	成批、大量	成批、大量	以成批、大量为宜	单件、小批	成批、大量	大量
生产率	较高	随机机械化程度增高而增高	很高	一般	较高	高	较高	随机机械化程度增高而增高	低	一般	高
生产准备周期	较长	短	长	较长	较长	较长	较长	较长	短	较长	较长
设备费用	中等	随机机械化程度增高而增高	高	中等	中等	高	中等	随机机械化程度增高而增高	低	中等	高
工装费用	中等	随机机械化程度增高而增高	高	低	中等	中等	一般	较高	低	中等	中等

① 按 GB 6414—86。  
 ② 按 GB 1031—83。本表用轮廓算术平均偏差  $R_a$  表示表面粗糙度，表示方法为  $R_a(\mu m)$ ，与原表面光洁度对照：  
 表面粗糙度  $R_a/\mu m$     50   25   12.5   6.3   3.2   1.6   0.8   0.4  
 表面光洁度             $\nabla 1$   $\nabla 2$   $\nabla 3$   $\nabla 4$   $\nabla 5$   $\nabla 6$   $\nabla 7$   $\nabla 8$  (向上过渡对照)  
                               $\nabla 2$   $\nabla 3$   $\nabla 4$   $\nabla 5$   $\nabla 6$   $\nabla 7$   $\nabla 8$   $\nabla 9$  (向下过渡对照)



以反复使用，节省了造型所需工时，也不需占用太大的造型面积，可以提高铸造车间单位面积上的铸件产量。

⑤ 与熔模铸造相比，轻合金金属型铸件的精度、表面粗糙度不低，且生产周期短，内部质量高，成本低。

⑥ 与压铸相比，不需要复杂的铸造机械，铸件可以焊接和热处理，并能承受较高的温度和压力。

⑦ 操作容易掌握，能较快地培养技术工人。

#### (2) 缺点

① 金属型本身没有退让性，因此铸件形成裂纹的倾向性大，所以不宜于浇注结晶间隔大、收缩大、裂纹倾向性大的合金。

② 由于铸件金属在金属型中冷却较快，金属型铸件的最小壁厚受一定限制，铝合金件一般为 2.2~3.5mm，镁合金件和青铜件为 3~4mm，铸铁件为 4mm，铸钢件为 7mm。铸件上易出现浇不足、冷隔的缺陷，灰铸铁件上易得白口。铸件的尺寸精度和表面粗糙度比压铸件差。

③ 金属型排气条件差，工艺设计难度稍大。

④ 金属型制造成本高，生产准备费时多，不能生产大型铸件（因金属型太笨重，金属液充型时间长），铸件外形不宜太复杂。

⑤ 新产品试制时，需对金属型进行反复调试，才能得到合格铸件。而且当型腔定型后，工艺调整和产品结构修改的余地很小。

所以金属型铸造适用于批量较大、中小型铸件的生产，特别在铝、镁合金铸件方面，应用得非常广泛。

各种铸造方法适用范围及技术经济指标见表 1-1。

表 1-2 和表 1-3 是金属型铸件的一般特点及应有的生产批量。表 1-4~表 1-12 是几种铸件在金属型铸造时的性能较砂型铸造时提高的幅度。由于各厂技术水平之不同，此提高数值并非最高值，故只供参考。另外，由于金属型铸造对铸件材质金相组织有显著影响，某些铸件技术上只有采用金属型铸造才能获得成功。

表 1-2 金属型铸件的一般特点

项 目		数 据	
铸件质量	轻合金	一般	数十克至几十千克
		最重	超过 200kg 的铸件较少见
	铜合金铸件		数百克至几十千克
	铸铁件	一般	数千克至 100kg 左右
		最重	曾铸过达 3t 的铸件
	铸钢件	一般	数千克至 100kg 左右
最重		曾铸过达 5t 的铸件	



续表

项 目		数 据
铸件精度	按国标(GB 6414—86)	一般为 CT7~9 级、轻合金为 CT6~8 级
铸件表面粗糙度	一般	$\sqrt{12.5}$ / $\sqrt{6.3}$
	最高	$\sqrt{3.2}$

注：铸件质量一栏中不包括使用金属型铸造的轧辊及钢锭。

表 1-3 金属型铸造时零件应有的批量

零 件 特 点	一般应具有批量/件	
小而复杂的	300~400	
中等复杂的	300~5000	
复杂的	5000~10000	
当使用不需加工的金属型时	小件	200~400
	大件	50~200
特殊要求零件	根据力学性能的需要,不受限制	

注：对于年生产批量不大，但每年都需生产的零件，也可考虑应用金属型铸造。

表 1-4 金属型铸造和砂型铸造铸件质量比较举例

铸件名称		铸件毛重/kg		减轻质量/%	铸件名称		铸件毛重/kg		减轻质量/%
		金属型	砂型				金属型	砂型	
仪表铝合金件	罩壳	0.9	2.7	66.7	发动机铸件	汽缸头	16.5	28.0	41.0
	大表壳	4.0	8.0	50		变速箱壳	45.0	62.0	27.4
	小计	4.9	10.7	54.2		化油器管	5.0	17.5	71.4
铣床铸铁件	工作台	86	107	20.6		喉管	17.0	32	46.9
	悬梁	56	70	20		小计	83.5	139.5	40.1
	升降台	74	87	15	其他	血浆板紫铜管	60	80	25
	小计	216	264	18.2		采矿电耙滑轮	11.5	22.5	48.9

表 1-5 金属型铸造和砂型铸造铝合金铸件力学性能比较举例之一

铸造方法	合金代号	状态	铸件净重/kg	力学性能		硬度(HBS)	备注
				抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta_5$ /%		
金属型	ZL104	变质	60	245	4	78	$\phi 5$ mm 试样 从铸件上 切取
砂型				226	2	72	
金属型	ZL105	淬火时效	20	225	1.5	75	
砂型				190	1.45	68	



表 1-6 金属型铸造和砂型铸造铝合金力学性能比较举例之二

项目	合金代号									
	ZL101		ZL103		ZL105		ZL203		ZL401	
	$\sigma_b$ /MPa	$\delta_5$ /%	$\sigma_b$ /MPa	$\delta_5$ /%	$\sigma_b$ /MPa	$\delta_5$ /%	$\sigma_b$ /MPa	$\delta_5$ /%	$\sigma_b$ /MPa	$\delta_5$ /%
金属型	210	2	170	0.5	260	0.5	230	3	180	1
砂型	200	2	140	0.5	230	0.5	220	3	170	0.5
提高/%	5	0	21	0	13	0	4.5	0	6	100

注： $\sigma_b$ —抗拉强度； $\delta_5$ —伸长率。

表 1-7 金属型铸造和砂型铸造灰铸铁件力学性能比较举例

化学成分/%					抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa		硬度(HBS)		备注
C	Si	Mn	P	S	金属型	砂型	金属型	砂型	
3.79	2.37	0.75	0.18	0.04	174~178	148~155	197	163	金属型铸件硬度在允许范围内,而抗拉强度较砂型铸造为高
3.69	2.37	0.77	0.19	0.04	175~182	130~134	215	170	
4.02	2.05	0.90	0.13	0.08	198~214	120~142	229	167	
3.61	2.22	0.56	0.17	0.05	240~242	186~190	241	187	

表 1-8 金属型铸造和砂型铸造高锰钢铸件性能比较举例

铸造方法	抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	夹杂物级别	备注
金属型铸造平行衬板	789	A	按 GB 5680—85
砂型铸造平行衬板	707	B	

表 1-9 金属型铸造和砂型铸造铸钢件力学性能比较举例

铸型种类	抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta$ /%	冲击韧度 $a_K$ /J·cm <sup>-2</sup>	硬度(HBS)
金属型	580	21	72	182
砂型	550	19	50	168
提高百分数/%	5.45	15.8	44	0.83

表 1-10 金属型铸造和砂型铸造碳钢件工艺比较举例

铸造方法	毛重 /kg	浇冒口重 /kg	钢液重 /kg	工艺出品率 /%	型砂消耗 /kg	造型工时 /h	直浇道 /mm	横浇道 /mm	内浇道 /mm	冒口尺寸 /mm
金属型铸造	900	300	1200	75	—	—	$\phi 60$ (一个)	$\phi 40$ (一个)	$\phi 40$ (一个)	$\phi 340 \times 350$ (一个)或 $\phi 460 \times 300$ (一个)
砂型铸造	900	900	1800	50	1500	10	$\phi 80$ (一个)	$\phi 60$ (一个) $75 \times 75 \times 60$ (一个)	$\phi 60$ (两个) $50 \times 50 \times 60$ (两个)	$\phi 575 \times 420$ (环形一个)



表 1-11 金属型铸造和砂型铸造工艺出品率举例

铸件名称	铸造方法	铸件毛重 /(kg/件)	浇冒口重 /(kg/件)	金属液重 /(kg/件)	工艺出品率 /%
轧辊(铸钢件)	金属型	655	345	1000	67
	砂型	655	745	1400	47
φ2.2 球磨机中空轴 (铸钢件)	金属型	1946	220	2166	90
	砂型	1946	800	2746	71
采矿电耙滑轴(铸铁件)	金属型	11.5	0.7	12.3	94.3
	砂型	22.5	18.8	41.3	54.5

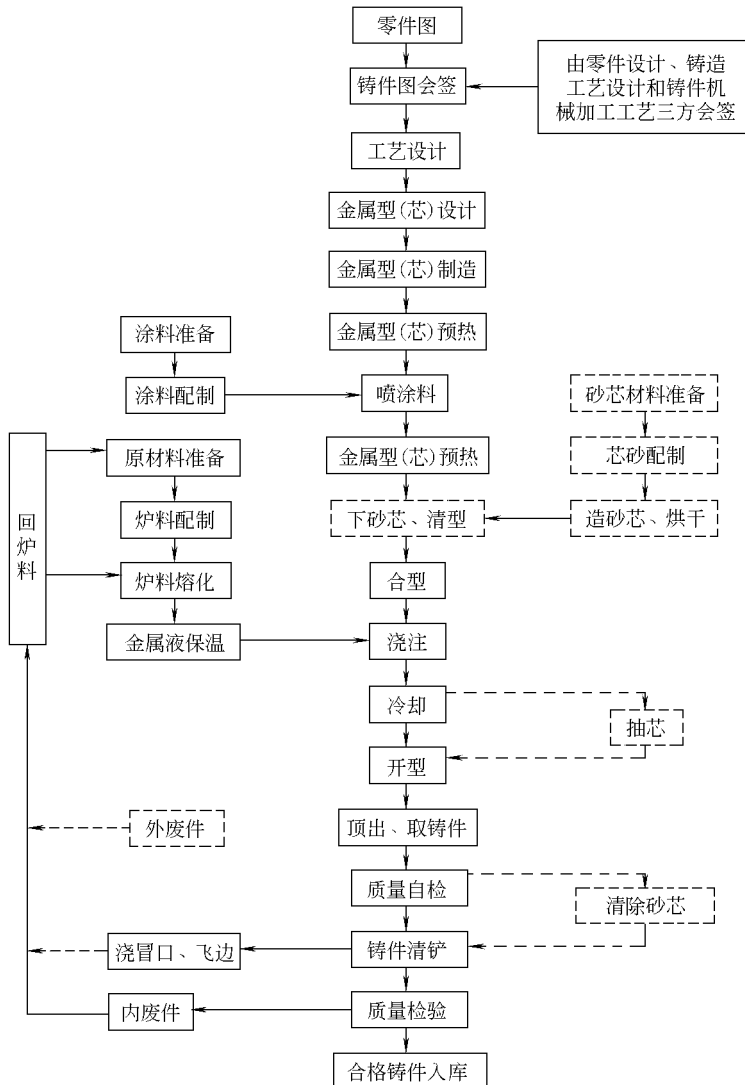


图 1-1 金属型铸造工艺流程

注：虚线指向的工序，视铸件要求而定。

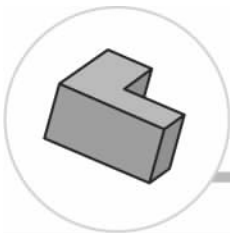


表 1-12 金属型铸造和砂型铸造高锰钢铸件使用性能比较举例

铸 件	铸造方法	质量/kg			使用时间 /年
		原质量	使用后质量	磨损量	
凸型衬板	金属型	32	28.15	3.85	2
	砂型	30.75	26	4.75	2
平型衬板	金属型	30	23.5	6.5	2
	砂型	28.5	20.9	7.6	2

## 1.2 金属型铸造工艺过程

金属型铸造工艺流程见图 1-1。



## 第2章 铸件设计

### 2.1 金属型铸件设计注意事项

金属型铸件设计注意事项原则上和砂型铸件基本相同。由于金属型本身毫无退让性和透气性，且冷却速度快，故要求如下。

① 铸件的外形应该便于使铸件无阻碍地从金属型中取出。如汽化器壳体原设计如图 2-1 (a)，零件在金属型中靠近分型面的尺寸小，靠型腔内部的尺寸大，妨碍了浇注后铸件的取出，要按原设计的零件图设计金属型，就需增加活动块，使金属型复杂化，并且会影响零件尺寸的精确度。零件设计按图 2-1 (b) 更改后，就便于开型，因此简化了金属型的设计。所以零件的形状最好是沿铸件从金属型中取出的方向有斜度，如图 2-2 (c) 所示，这样更便于取出铸件。

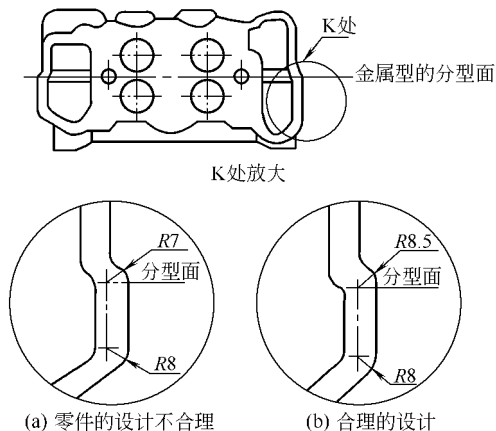


图 2-1 零件的设计应考虑铸造的工艺性

② 铸件的壁厚不宜太大或太小，铸件的结构应该有利于金属液凝固时的顺序结晶。不规则铸件的壁厚不宜相差太大，否则将会妨碍金属液的补缩。见图 2-3 和图 2-4。

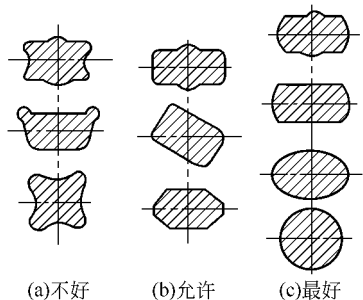
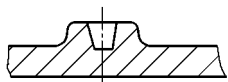


图 2-2 对零件断面形状的要求



(a) 局部过厚产生缩孔



(b) 壁厚均匀便于铸造

图 2-3 用孔消除厚壁

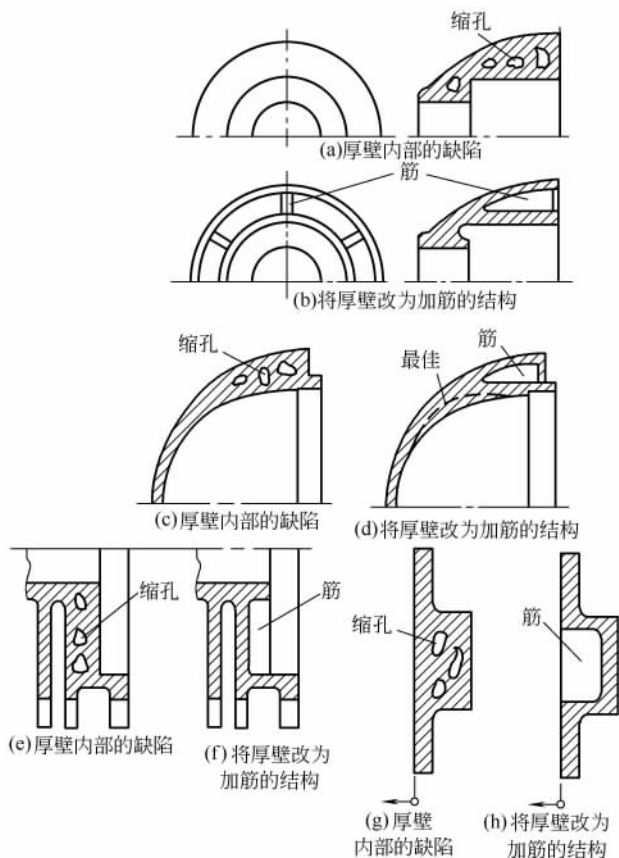


图 2-4 用筋消除厚壁

③ 如设计上必需相邻两壁的厚度悬殊的结构，应将厚薄不同的两壁交接处逐渐过渡，见图 2-5。

④ 为了改善充填条件从而获得优质铸件，又能延长模具的寿命，除了模具

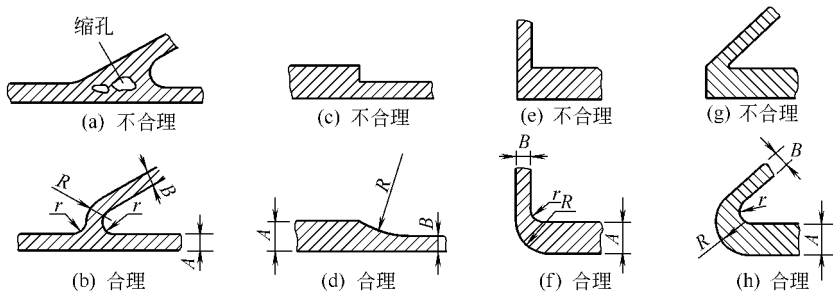


图 2-5 厚薄两壁的连接

的镶块、拼块、分型面所形成的转角之外，铸件上所有转角之处均应给以铸造圆角，见图 2-6。

铸件上的锐角容易损坏模具 [如图 2-7 (a)，型芯上的夹角崩落，型腔内的夹角处发生裂纹]，而且危害铸件本身的强度 [如图 2-7 (b) 尖角处发生裂纹]。

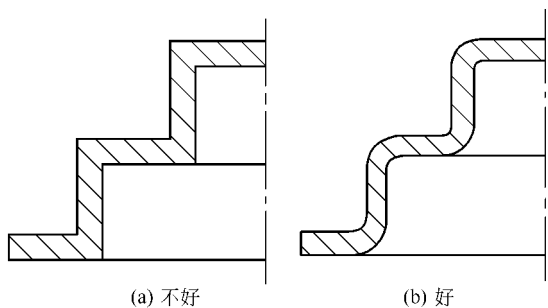


图 2-6 铸造圆角

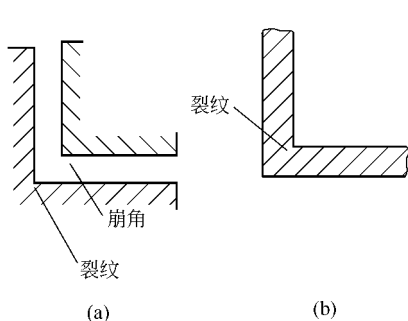


图 2-7 尖角的危害

铸件转角处的圆角半径  $R$  一般为相交两壁厚和的  $1/6 \sim 1/3$ 。见图 2-8。

铸件上圆角半径不宜过大。过大的半径会使交接处产生“热节”毛病，见图 2-9。

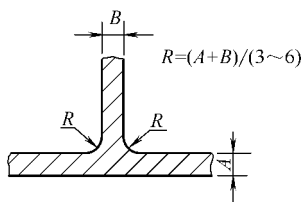


图 2-8 圆角半径

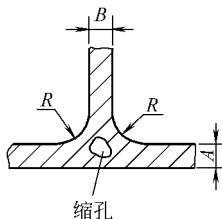


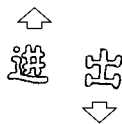
图 2-9 圆角半径过大

⑤ 铸件应形状简单。在不影响产品质量的前提下，铸件精度、表面粗糙度要求愈低愈好，这样，可以简化金属型的设计和制造，并降低其成本。

⑥ 铸件上的各种文字、标志、图案虽可以直接浇铸出来，见图 2-10，但应



# 现代科学技术



# 1234567890

# A B C D E

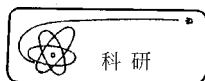


图 2-10 文字、标志和图案

注意下列问题。

- 文字、标志和图案的条纹，应清除尖角。条纹末端成圆弧形为宜，见图 2-11。
- 文字、标志和图案应设在铸件便于出模的部位，见图 2-12。

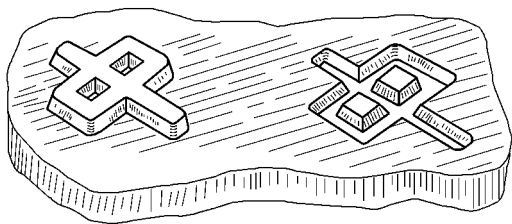


图 2-11 清除条纹的尖角

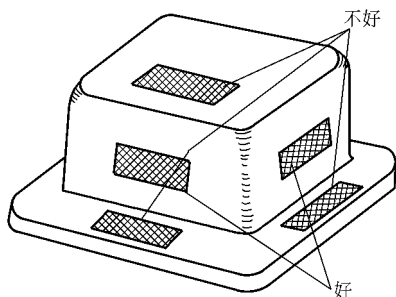


图 2-12 文字、标志、图案在铸件上的位置

# 中国制造

图 2-13 文字、标志的条纹

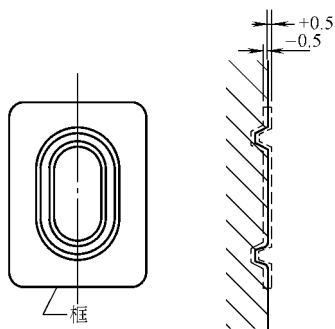


图 2-14 凹入铸件表面的条纹

- c. 为了便于模具制造, 字体的条纹以凸出于铸件表面为宜, 见图 2-13。
- d. 如必须凹入铸件表面的条纹, 应将整个标志及文字圈以框线 (图 2-14), 并允许  $\pm 0.5\text{mm}$  的误差。
- e. 文字、标志和图案的截面形状及其尺寸, 见图 2-15。

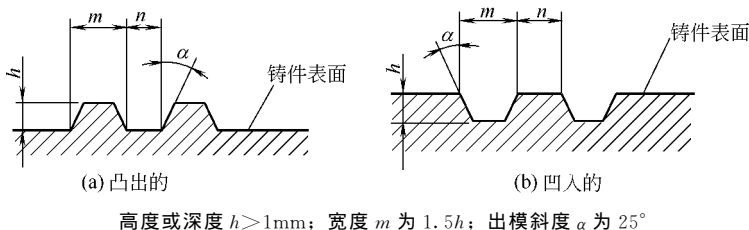


图 2-15 条纹的截面形状及尺寸

- f. 选用的合金要具有最大的流动性, 热裂倾向要小, 收缩性要小。

## 2.2 金属型铸件结构要素

- ① 铸件的最小壁厚见表 2-1。

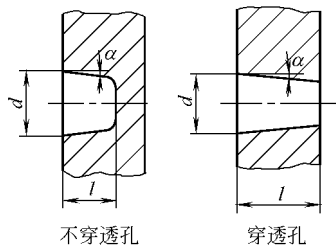
表 2-1 金属型铸件最小壁厚

合金类别		最小壁厚/mm	备注
镁合金		3	用于小型铸件 用于中型铸件 用于 Mg-Mn 合金
		5	
		8	
铝合金	Al-Si Al-Mg, Al-Cu-Si	2.2	在零件壁的面积不大于 $30\text{cm}^2$ 时
	Al-Cu-Si	3.5	
锡青铜		4	在零件壁的面积不大于 $30\text{cm}^2$ 时
特种青铜		6	在零件壁的面积不大于 $30\text{cm}^2$ 时
铸铁		4	壁的面积达 $25\text{cm}^2$
		6	壁的面积达 $25 \sim 125\text{cm}^2$
碳钢		7	酸性电炉钢

- ② 金属型铸件内孔的最小尺寸见表 2-2。

表 2-2 金属型铸件内孔的最小尺寸

mm





续表

铸造合金	孔的最小直径 $d$	孔 深		型芯的斜度 $\alpha$ (为长度的百分数)/%
		不穿透孔	穿透孔	
锌合金	6~8	9~12	12~20	2~3
镁合金	6~8	9~12	12~20	2~3
铝合金	8~10	12~15	15~25	1.5
铜合金	10~12	10~15	15~20	1.5
铸铁	>12	>15	>20	
铸钢	>12	>15	>20	

③ 金属型铸件筋和壁的设计要求见表 2-3。

表 2-3 筋和壁的尺寸

图 例	筋和壁间的最小距离	筋或壁的高度	要 求
	$a > 4$	$h$	$h : a \leq 6 : 1$

④ 金属型铸件壁的连接及要素尺寸见表 2-4。

表 2-4 壁的连接及要素尺寸

类别	图 例	要素尺寸	类别	图 例	要素尺寸
直角形断面		$R \geq a/3$ $R_1 \geq a + R$	T形断面		$R \geq \frac{a}{3}$
		$R \geq \frac{a+b}{6}$ $R_1 \geq R + \frac{a+b}{2}$			$R \geq \frac{a+b}{6}$ $c \geq 2\sqrt{b-a}$ $h \geq 8c$
十字形断面		$R$ 按 T 形连接确定, $K \geq 6a$		$R \geq \frac{a+b}{6}$ $c \geq 1.5\sqrt{a-b}$ $h \geq 12c$	