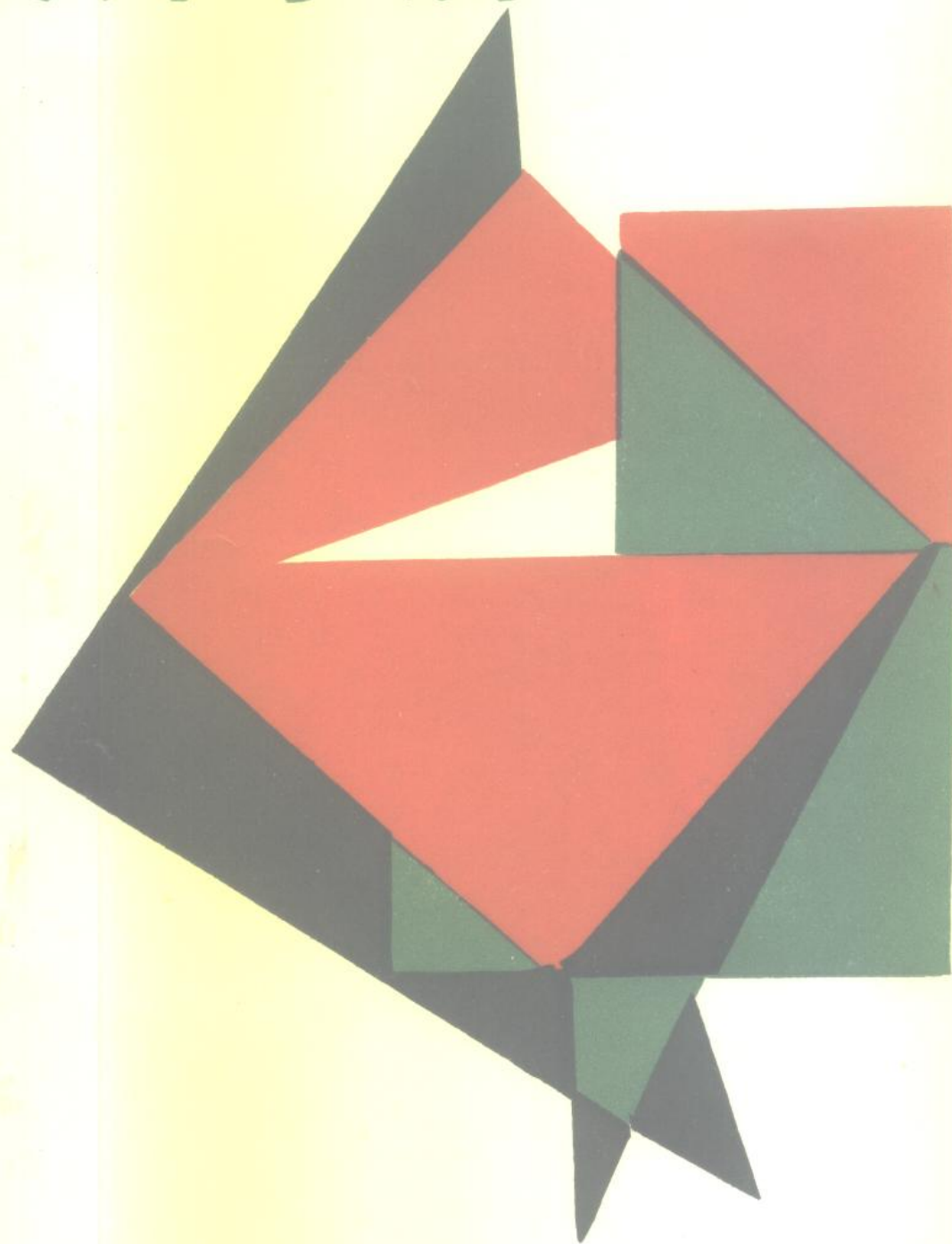


铸造工艺 课程 设计手册

哈尔滨工业大学出版社

叶荣茂
吴维冈 编
高景艳



铸造工艺课程设计手册

叶荣茂 吴维冈 高景艳 编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书以铸铁件为主,收集了砂型铸造工艺设计的各种参数和大量生产条件下的铸造工艺装备设计的有关资料。可作为高等院校铸造专业学生的教学参考书,及一般铸造工作者进行工艺设计的参考书。

铸造工艺课程设计手册

Zhuzao Gongyi Kecheng Sheji Shouce

叶荣茂 吴维冈 高景艳 编

*

哈尔滨工业大学出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨市新宇打字社排版

黑龙江大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 10.375 字数 235 千字

1995 年 12 月第 2 版 1995 年 12 月第 2 次印刷

印数 5001—10000

ISBN 7-5603-0082-0/TG·5 定价 9.80 元

前 言

本书是为适应高等院校铸造专业学生进行砂型铸造工艺设计的需要而编写的教学参考书。编写过程中,参考了国内主要的铸造工艺设计经验材料和各高等院校的铸造工艺设计手册。

本书的第一章、第二章、第三章由哈尔滨工业大学叶荣茂编写;第四章、第五章由哈尔滨工业大学吴维冈、叶荣茂编写,第六章由合肥工业大学高景艳编写。

编写过程中,在核实和处理大量的图表和数据时,难免会有不当之处,望读者在使用中随时向我们提出,以便在再版时改正。

在此,衷心向直接或间接为我们提供资料的单位及同志表示感谢。

编 者

1988年5月

再版前言

再版的铸造工艺课程设计手册继续贯彻以铸铁为主,及简明、方便、实用的原则,并注重采用最新的国家标准和最新资料。本书由哈尔滨工业大学叶荣茂、李邦盛和王惠光进行了修改和补充。哈尔滨工程大学徐若冰参加了修改工作。

在修改和补充过程中,对本书的内容和学术观点的处理难免有不当及疏漏之处,恳切希望读者提出批评和指正。

作 者

1995. 4. 20

目 录

第一章 铸造工艺设计方法及分析	(1)
§ 1-1 铸件结构的铸造工艺性	(1)
§ 1-2 造型、制芯方法及铸型种类	(5)
§ 1-3 砂箱中铸件数目的确定	(10)
§ 1-4 铸件在铸型中的冷却时间	(11)
§ 1-5 铸造工艺符号及表示方法	(11)
§ 1-6 铸造工艺卡	(19)
第二章 铸造工艺参数	(20)
§ 2-1 铸件尺寸公差和重量公差	(20)
§ 2-2 机械加工余量	(24)
§ 2-3 起模斜度	(27)
§ 2-4 铸造收缩率	(30)
§ 2-5 最小铸出孔及槽	(31)
§ 2-6 工艺补正量	(31)
§ 2-7 反变形量	(32)
§ 2-8 其它铸造工艺参数	(34)
第三章 砂 芯	(37)
§ 3-1 芯头尺寸	(37)
§ 3-2 砂芯排气方法	(45)
§ 3-3 芯骨	(46)
§ 3-4 芯撑	(47)
第四章 浇注系统	(50)
§ 4-1 灰铸铁件的浇注系统	(50)
§ 4-2 球墨铸铁件的浇注系统	(68)
§ 4-3 可锻铸铁件的浇注系统	(69)
§ 4-4 带过滤器的铸铁件浇注系统	(70)
第五章 冒口和冷铁	(76)
§ 5-1 冒口概述	(76)
§ 5-2 灰铸铁件冒口	(76)
§ 5-3 球墨铸铁件冒口	(80)

§ 5-4 可锻铸铁件冒口	(90)
§ 5-5 冷铁	(92)
第六章 工艺装备的设计	(97)
§ 6-1 模样的设计	(97)
§ 6-2 模板的设计	(107)
§ 6-3 芯盒的设计	(120)
§ 6-4 砂箱的设计	(138)
参考文献	(157)

第一章 铸造工艺设计方法及分析

§ 1-1 铸件结构的铸造工艺性

1. 铸件壁厚

常用的灰铸铁件的壁厚可参照表 1-1 选取。铸件的最小允许壁厚可参照表 1-2 选取。

表 1-1 外壁、内壁与筋的厚度

零件重量 (kg)	零件最大 外形尺寸 (mm)	外壁厚度 (mm)	内壁厚度 (mm)	筋的厚度 (mm)	零件举例
~5	300	7	6	5	盖,拨叉,杠杆,端盖,外套
6~10	500	8	7	5	盖,门,轴套,挡板,支架,箱体
11~60	750	10	8	6	盖,箱体,罩,电机支架,溜板箱体,支架,托架,门
60~100	1250	12	10	8	盖,箱体,搪模架,油缸体,支架,溜板箱体
101~500	1700	14	12	8	油盘,,盖,床鞍箱体,皮带轮,搪模架
501~800	2500	16	14	10	搪模架,箱体,床身,轮缘,盖,滑座
801~1200	3000	18	16	12	小主柱,箱体,滑座,床身,床鞍,油盘

表 1-2 砂型铸造时铸件最小允许壁厚 (mm)

合金种类	铸件轮廓尺寸					
	<200	200~400	400~800	800~1250	1250~2000	>2000
碳素铸钢	6	6	8	12	16	20
低合金钢	低锰 6					
	其他 8	8	12	16	20	25
高锰钢	8	10	12	16	20	25
不锈钢、耐热钢	8~10	10~12	12~16	16~20	20~25	—
灰铸铁	3~4	4~5	5~6	6~8	8~10	10~12
孕育铸铁 (HT300 以上)	5~6	6~8	8~10	10~12	12~16	16~20
球墨铸铁 600	3~4	4~5	8~10	10~12	12~14	14~16
高磷铸铁	2	2	—	—	—	—
可锻铸铁	2.5~4.5	4.5~5.5	5~8	—	—	—

注:①如特殊需要,在改善铸造条件的情况下,灰铸铁件的壁厚可小于 3mm,其它合金最小壁厚亦可减小;

②在铸件结构复杂,合金流动性差的情况下,应取上限值。

2. 铸件壁的连接和圆角

铸件的壁厚应力求均匀，铸件不同壁厚的各部分连接应采用逐渐过渡的方法。壁厚的过渡形式与尺寸可参考表 1-3 选取。铸件壁的交接和转弯处应做成圆角，如表 1-4 所示。铸造圆角可参考表 1-5、表 1-6 选取。

表 1-3 壁厚的过渡形式与尺寸 (mm)

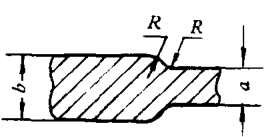
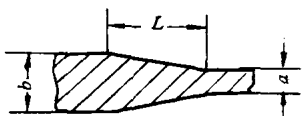

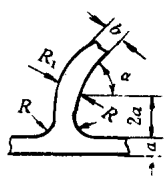

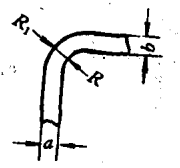
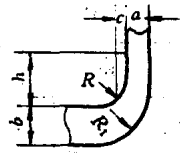
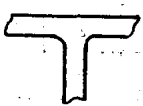
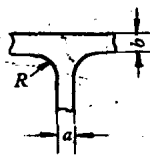
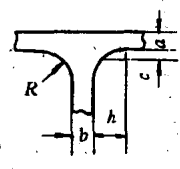
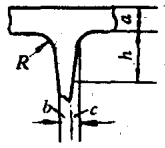
示意图	过渡尺寸												
	$b \leq 2a$	铸铁	$R \geq \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}\right) \left(\frac{a+b}{2}\right)$										
		铸钢 可锻铸铁 有色金属	$\frac{a+b}{2}$	~ 12	12 ~ 16	16 ~ 20	20 ~ 27	27 ~ 35	35 ~ 45	45 ~ 60	60 ~ 80	80 ~ 110	110 ~ 150
		R	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	
	$b > 2a$	铸铁	$L \geq 4(b-a)$										
		铸钢	$L \geq 5(b-a)$										

表 1-4 铸件壁的连接形式与尺寸

图 例		连 接 尺 寸
不合理结构	合理结构	
		$\alpha < 75^\circ$ $b \approx 1.25a$ $R = \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}\right) \left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1 = R + b$

续表

图 例		连 接 尺 寸
不合理结构	合理结构	
		$a \leq b \leq 2a$ $R \geq \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}\right) \left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1 \geq R + \frac{a+b}{2}$
		$b > 2a$ $R \geq \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}\right) \left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1 \geq R + \frac{a+b}{2}$ $c \approx 3\sqrt{b-a}$ $h \geq 4c(\text{铸铁}); h \geq 5c(\text{铸钢})$
		三壁相等时, $R \geq \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}\right) a$
		$b > a$ $R \geq \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}\right) \left(\frac{a+b}{2}\right)$ $b \geq a + c; c \approx 3\sqrt{b-a}$ $h \geq 4c(\text{铸铁}); h \geq 5c(\text{铸钢})$
		$b < a$ $R \geq \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}\right) \left(\frac{a+b}{2}\right)$ $c \approx 1.5\sqrt{a-b}$ $h \geq 8c(\text{铸铁}); h \geq 10c(\text{铸钢})$

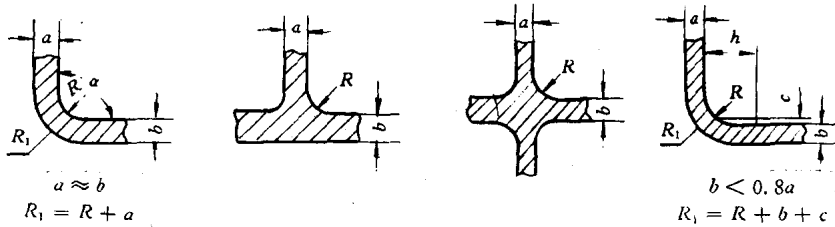
注:① 圆角标准整数系列为:2、4、6、8、10、12、16、20、25、30、35、40、50、60、80、100(mm);

② 当壁厚大于 20mm 时, R 取系数中的小值。

表 1-5

铸造内圆角(Q/ZB 156 - 73)

(mm)

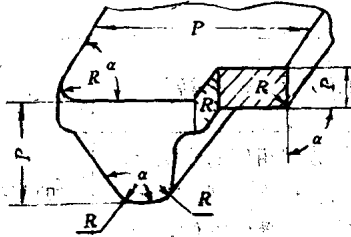


$\frac{a+b}{2}$	R 值											
	内 圆 角 α											
	$\leq 50^\circ$		$51^\circ \sim 75^\circ$		$76^\circ \sim 105^\circ$		$106^\circ \sim 135^\circ$		$136^\circ \sim 165^\circ$		$> 165^\circ$	
	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁
≤ 8	4	4	4	4	6	4	8	6	16	10	20	16
9 ~ 12	4	4	4	4	6	6	10	8	16	12	25	20
13 ~ 16	4	4	6	4	8	6	12	10	20	16	30	25
17 ~ 20	6	4	8	6	10	8	16	12	25	20	40	30
21 ~ 27	6	6	10	8	12	10	20	16	30	25	50	40
28 ~ 35	8	6	12	10	16	12	25	20	40	30	60	50
36 ~ 45	10	8	16	12	20	16	30	25	50	40	80	60
46 ~ 60	12	10	20	16	25	20	35	30	60	50	100	80
61 ~ 80	16	12	25	20	30	25	40	35	80	60	120	100
81 ~ 110	20	16	25	20	35	30	50	40	100	80	160	120
111 ~ 150	20	16	30	25	40	35	60	50	100	80	160	120
151 ~ 200	25	20	40	30	50	40	80	60	120	100	200	160
201 ~ 250	30	25	50	40	60	50	100	80	160	120	250	200
251 ~ 300	40	30	60	50	80	60	120	100	200	160	300	250
>300	50	40	80	60	100	80	160	120	250	200	400	300
c 和 h 值	b/a		< 0.4				$0.5 \sim 0.65$				$0.66 \sim 0.8$	
	c		$\approx 0.7(a-b)$				$\approx 0.8(a-b)$				$\approx a-b$	
	h		钢 $\approx 8c$				铁 $\approx 9c$					

表 1-6

铸造外圆角(Q/ZB 157 - 73)

(mm)



表面的最小边尺寸 P	R 值					
	外 圆 角 α					
	$\leq 50^\circ$	$51^\circ \sim 75^\circ$	$76^\circ \sim 105^\circ$	$106^\circ \sim 135^\circ$	$136^\circ \sim 145^\circ$	$> 165^\circ$
≤ 25	2	2	2	4	6	8
25 ~ 60	2	4	4	6	10	16
60 ~ 160	4	4	6	8	16	25
160 ~ 250	4	6	8	12	20	30
250 ~ 400	6	8	10	16	25	40
400 ~ 600	6	8	12	20	30	50
600 ~ 1000	8	12	16	25	40	60
1000 ~ 1600	10	16	20	30	50	60
1600 ~ 2500	12	20	25	40	60	100
> 2500	16	25	30	50	80	120

注:如果铸件按上表可选出许多不同的圆角 R 时,应尽量减少或只取一适当的 R 值以求统一。

§ 1-2 造型、制芯方法及铸型种类

1. 造型和制芯方法

铸造生产中造型和制芯的方法可分为手工和机器两大类。

手工造型和制芯所使用的工艺装备简单,灵活多样,适应性强。所以对单件、小批或成批生产,特别是对重大型铸件和复杂形状铸件有着广泛的用途。但它生产率低,劳动强度大,铸件质量不易稳定。

机器造型和制芯的生产率高,劳动强度低,铸件质量比较稳定。但是,它需要庞大的机器设备,而且投资大。因此主要应用于成批生产或大量生产中。

表 1-7 和表 1-8 列举了造型和制芯方法的主要特点和应用情况。地坑造型、刮板造型和刮板制芯只适于手工操作。其余的造型和制芯方法既适于手工操作,也适于机器操作。

表 1-7 手工造型的各种方法

造型方法	主要特点	应用情况
砂箱造型	在砂箱内造型,操作方便,劳动量较小	大、中、小铸件,大量成批和单件生产均可采用
劈箱造型	将模样和砂箱分成相应的几块,分别造型,然后组装起来,使造型、烘干、搬运、合箱、检验等工序操作方便,但制造模样、砂箱的工作量大	常用于成批生产的大型复杂铸件,如机床床身、大型柴油机机体等
叠箱造型	将几个甚至十几个铸型重叠起来浇注,可节约金属,充分利用生产面积	可用于成批生产的中小件(特别是小型铸钢件)
脱箱造型 (无箱造型)	造型后将砂箱取走,在无箱或加套箱的情况下浇注	用于大量成批或单件生产的小件
地坑造型	在车间的地坑中造型,不用砂箱或只用盖箱,操作较麻烦,劳动量大,生产周期长	在无合适砂箱时单件生产的中大型铸件才采用
刮板造型	用专制的刮板刮制铸型可节省制造模样的材料和工时,操作麻烦,生产率低	多用于单件小批生产的外形简单的或回转体的铸件
组芯造型	铸型由多块砂芯组装而成,可在砂箱、地坑中或用夹具组装	用于单件或成批生产的结构复杂的铸件

表 1-8 手工造芯的各种方法

造芯方法	主要特点	应用情况
芯盒造芯	用芯盒表面形成砂芯的形状,砂芯尺寸准确,可制造小而复杂的砂芯	各种形状、尺寸和批量的砂芯均可采用
刮板造芯	与刮板造型相似	用于单件小批生产、形状简单的或回转体砂芯

机器造型可按型砂的紧实方式进行分类。各种机器造型方法的主要特点和应用情况列于表 1-9。各种机器制芯方法的主要特点和应用情况列于表 1-10。

表 1-9

机器造型的各种方法

造型方法	主要特点	应用情况
震实式	靠震击来紧实铸型。机器结构简单,制造成本低。但噪音大,生产率低,对厂房基础要求高;铸型出现上松下紧现象,常需人工补实上表面,劳动强度大	可用于成批大量生产的中小件做上半铸型,但应用较少
压实式	用较低的比压压实铸型,机器结构简单、噪音小,生产率较高。但铸型上下部位紧实度差别较大,所以铸件高度不可太高	适用于成批大量生产的矮小铸件
震压式	在震击后加压紧实铸型,克服震击后铸型上部疏松的缺点,机器结构简单,生产率较高,但噪音仍大	用于成批大量生产的中小件,常用于脱箱造型
微震压实式	在微震的同时加压紧实铸型,生产率较高,但机器结构复杂,仍有噪音	用于成批大量生产的中小件
高压造型	用较高的比压(一般大于 $7 \times 10^5 \text{Pa}$) 压实铸型。生产率高,铸件尺寸准确,易于实现自动化。但机器结构复杂,制造成本高	用于大量生产的中小件
射压式	用射砂法填砂,水平分型,再用高比压压实铸型,生产率高,易于实现自动化。可以有箱或无箱造型法。	用于大量生产的中小件
挤压式	是垂直分型的射压式造型,不用砂箱,自动化程度高,生产率高,占地面积小	主要应用于成批大量生产的小件
抛砂造型	用抛砂的方法填砂和紧实铸型,机器的制造成本较高	用于各种批量的大型铸件
真空密封造型	利用极薄而富有弹性的塑料薄膜,将砂箱内无粘结剂的干砂密封,利用真空负压,使型砂形成铸型和紧实,生产率高,表面光洁,特别易落砂,成本低,但设备复杂	适用于成批大量生产的中小件
静压造型	将砂箱封闭,通过气流紧实,再压实紧实,该方法噪音小,拔模斜度小,铸型紧实度高且均匀造型机结构紧凑,造型成本低于高压造型	适用于各种批量的中小件
气冲造型	将砂箱封闭,利用气流冲击紧实铸型,该方法紧实度高,且分布合理,其它优点与静压造型相同	适于各种批量的中小件

表 1-10

机器制芯的各种方法

制芯方法	主要特点	应用情况
震实式； 震压式； 微震压实式	同表 2-3 相应造型方法的主要特点	可用粘土芯砂、合脂砂、桐油砂的砂型
射芯法	将芯砂悬浮在压缩空气的气流中，以高速射入芯盒而制成砂芯。操作方便，生产率高，易实现自动化。除普通射芯盒法之外，尚有热芯盒法和冷芯盒法之分	适用于成批大量生产的中小型砂芯
热芯盒法	将芯盒加热，砂芯在盒内固化。砂芯尺寸精度高，光洁度好，但有刺鼻气味	适用于成批大量生产的中小型砂芯。 多用树脂砂
冷芯盒法	芯盒不加热，在室温下通过化学或物理变化，使砂芯快速在芯盒内固化。具有热芯盒的全部优点，省掉了加热设备。但目前用树脂造芯会产生有毒气体	
壳芯法	将芯砂吹入加热的芯盒中保持一定的结壳时间，然后倒出砂芯中未粘结在一起的树脂砂而形成中空薄壳的砂芯。比热芯盒法突出的优点是树脂砂耗量小，砂芯通气性好。有顶吹和下吹法两种	用于成批大量生产的中小型砂芯 (通常使用树脂砂)

2. 铸型的种类

砂型铸造常用的铸型有干型、表面干燥型、湿型、自硬型和铁模复砂型。各种铸型的主要特点和应用情况列于表 1-11。

表 1-11

铸型的种类及特点

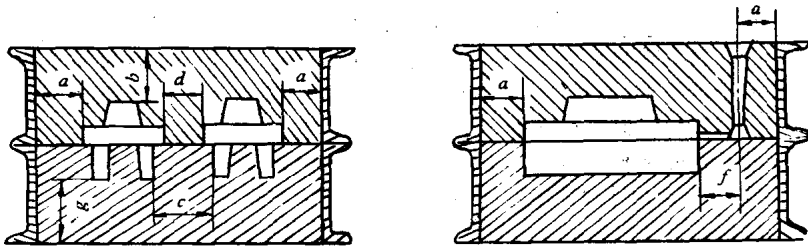
铸型种类	主要特点	应用情况
干型	铸型经烘干,水份少,强度高,透气性好,可避免由湿型而引起的一些铸造缺陷(如夹砂、气孔、冲砂、粘砂、涨箱)。但燃料耗费多,成本高,工艺过程复杂,生产周期长,劳动条件差,不易实现自动化	结构复杂,质量要求高的单件,小批生产的中大型铸件
表面干燥型	只将铸型表面层烘干(烘干层厚度为10~80mm),克服干型的部分缺点,保持干型的一些优点。降低了成本,提高了生产率	结构复杂,质量要求较高的单件,小批生产的中大型铸件
湿型	铸型不烘干。优点是成本低、生产率高、劳动条件得到改善、易于实现机械化自动化。但铸型水份多、强度低,易产生呛火、夹砂、气孔、冲砂、粘砂、涨箱等铸造缺陷	单件、成批和大量生产的中小件,机械化、自动化的流水线生产中。自采用澎湖土活化砂后,大大扩大了湿型的应用范围
自硬型	铸型靠型砂(芯砂)自身的化学反应而硬化,一般不需烘干,或经低温烘烤。优点是强度高、粉尘少、效率高。但成本较高,易产生粘砂等缺陷。由于砂子回用困难,为了减少自硬砂的用量,可采用复砂铸型,即用普通砂作为背砂,用自硬砂作为面砂。自硬砂根据使用粘结剂的不同有水玻璃类和树脂类等。	各种铸件均可采用,但以小批及成批中大型铸件应用较多
水泥砂铸型	用普通水泥(或加某些附加剂,如聚乙烯醇)或双快(快干,快凝)水泥为粘结剂制成铸型(或砂芯),具有自硬,干强度高,发气量少,出砂性能好等优点,有利于保证铸件质量和尺寸精度,造型(造芯)方便,旧砂可回用。但硬化周期较长,制备好的型砂保存时间不宜太长	适用于单件、成批生产,特别是机床等类型的中大型铸件
石灰石砂铸型	用破碎成粒状的石灰石砂,来代替一般的硅砂(常用水玻璃作为粘结剂)做成自硬性铸型。具有硅粉尘少,易清理的优点,因而对消除工人的矽肺病有利。但应用于大件时有缩沉,及CO中毒现象,而且旧砂的回用困难	目前主要应用于铸钢件的生产中
流态砂铸型	由于在赤泥自硬砂中加入发泡剂而使型砂具有一定的流动性,因此灌入砂箱内,不需人工捣实,自动硬化。具有造型效率高,劳动条件好等优点,但易出现粘砂和缩沉缺陷,砂子回用也困难	应用于中大型铸型及砂芯
铁模复砂型	是最近发展起来的一种制造厚大球铁件的铸型。铁模用一般灰铸铁制成,砂层可用树脂砂,矾土水泥流态砂等。复砂层厚约为5~15mm左右,这种铸型刚度大,有利于利用球铁的缩前膨胀,可减轻或消除球铁内的缩孔和缩松。提高了质量,降低劳动强度,但铸型费用高,旧砂不可回用	应用于成批大量生产厚大的球铁铸件,如曲轴等。

§ 1-3 砂箱中铸件数目的确定

在选择工艺方案时应初步确定在一个砂箱中放几个铸件,以作为设计浇冒口的依据。确定在一个砂箱中放几个铸件,应考虑以下几个方面的因素:铸件尺寸、砂箱尺寸、吃砂量(可参照表 1-12 选取)和车间起重能力等。当要在一个砂箱中放不同类型的铸件时,还应考虑车间的生产平衡。流水线生产时,一个砂箱中带砂芯的铸件不宜太多,以免影响各工序间的平衡。

对于砂箱的尺寸,可从两方面考虑:假若不要求设计新砂箱,就利用车间原有的砂箱的尺寸规格;假若是机器造型,则根据选用的造型机所允许的砂箱最大尺寸来确定。

表 1-12 模型的最小吃砂量 (mm)



铸件重量 (kg)	最 小 吃 砂 量						砂箱尺寸 $\frac{A+B}{2}$
	a	b	c	d 或 e	f	g	
≤ 5	20	30	40	30	30	20	≤ 400
6 ~ 10	20	40	50	40	30	20	
11 ~ 25	30	50	60	50	30	30	401 ~ 700
26 ~ 50	40	60	70	60	40	40	
51 ~ 100	50	70	90	70	40	50	701 ~ 1000
101 ~ 250	60	80	100	100	50	60	
251 ~ 500	70	100	120	—	60	70	1001 ~ 2000
501 ~ 1000	80	125	150	—	70	80	
1001 ~ 2000	90	150	180	—	80	90	2001 ~ 3000
2001 ~ 3000	100	175	210	—	100	100	
3001 ~ 4000	125	200	250	—	125	125	3001 ~ 4000
4001 ~ 5000	150	225	280	—	150	150	
5001 ~ 10000	175	250	310	—	175	175	4000
> 10000	200	300	350	—	200	200	

- 注:① 芯头处的尺寸 a 可以减小到 0 ~ 60mm;
 ② 尺寸 b、c 的确定还必须考虑箱带高度,以保证砂箱有足够的刚度和寿命;
 ③ 箱带最小高度及最小吃砂量见表 6-68、表 6-70;
 ④ A 和 B 分别为砂箱的长和宽。