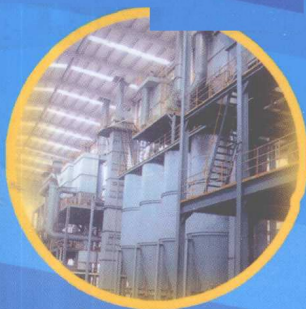
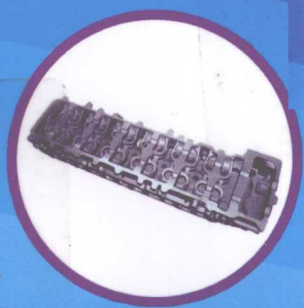


铸造生产 实用技术

李弘英 编著



☀ 帮您掌握铸造生产全过程
☀ 为您铺就铸造工程师之路



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

铸造生产实用技术

李弘英 编著



机械工业出版社

本书着重介绍铸件生产从造型、制芯开始,至铸件成品交付客户为止全过程的生产技术。

本书包含铸铁件、铸钢件和非铁合金铸件的浇注系统设计,冒口设计,冷铁设计,大型管形铸钢件离心铸造工艺和消失模铸造工艺,造型、制芯、烘干、砂型装配以及铸件落砂、清理、后处理等内容。

本书内容充实、先进、实用,适合从事铸件生产的不同层次的从业人员阅读;也可供材料工程、机械工程专业的高等院校和中等专业学校在校学生参阅,为他们在走上工作岗位之前打好专业基础服务。

图书在版编目(CIP)数据

铸造生产实用技术/李弘英编著. —北京:机械工业出版社, 2010.7
ISBN 978-7-111-30647-4

I. ①铸… II. ①李… III. ①铸造-技术 IV.
①TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 085643 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:何月秋 责任编辑:何月秋 刘本明

版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:赵颖喆 责任印制:杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2010 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

140mm×203mm·12.5 印张·334 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-30647-4

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

铸造是一项传统产业，是装备制造业的基础。大至所有工业部门，小至个人的日常生活用品都离不开铸件。

目前我国已有了一批现代化的铸造企业，但是从全国来看，铸造生产技术尚是装备制造业的薄弱环节，铸件的精细化、轻量化、优质化、效益化尚满足不了国民经济的需要。为使我国成为世界铸造强国，必须有一批具有远见和专业化知识的规划组织者、企业家、高水平的专家、学者和具有高素质的生产一线工程技术人员和技术工人。当前必须尽快提高企业的管理人员、技术人员和生产工人的专业技术水平，加快高层次人才的培养。

因学制改革，各高、中等院校合并了一些专业，大幅削减了各专业的教学内容和教学学时。这就使得学生走上工作岗位以后难以适应工作要求，需要按所从事的职业寻找专业书籍继续学习和提高。

本书内容均来自生产一线并有所提高，内容充实、先进、实用，可有效提高生产一线工程技术人员和生产工人的专业技能，并可供高、中等院校材料工程、机械工程专业师生参考。本书包含了著者在工作中取得的部分实践与科研成果。

本书基本可满足砂型铸造企业和部分特种铸造企业铸件生产全过程技术指导的需求。

本书在编写过程中参阅了大量文献资料，在此对这些文献的作者表示衷心的感谢！

由于本人水平有限，书中缺点、错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 浇注系统设计	1
1.1 浇注系统简介	1
1.1.1 浇注系统的组成与作用	1
1.1.2 内浇道位置设置通则	5
1.1.3 浇注系统的类型和应用范围	6
1.2 各种铸件浇注系统的设计	13
1.2.1 灰铸铁件浇注系统设计	13
1.2.2 球墨铸铁件浇注系统设计	21
1.2.3 可锻铸铁件浇注系统设计	23
1.2.4 铸钢件浇注系统设计	25
1.2.5 非铁合金铸件浇注系统设计	30
1.3 出气孔设计	34
1.3.1 出气孔的作用及设计原则	34
1.3.2 出气孔的分类及尺寸	34
1.4 合金液过滤及净化	37
1.4.1 耐高温玻璃纤维过滤网过滤技术	37
1.4.2 陶瓷过滤器(板)过滤技术	40
1.4.3 泡沫陶瓷过滤器过滤技术	42
第2章 冒口设计	52
2.1 铸件的凝固方式	52
2.1.1 凝固动态曲线	52
2.1.2 铸件凝固方式	52
2.2 凝固方式与铸件质量的关系	53
2.2.1 逐层凝固方式	53
2.2.2 体积凝固方式	54
2.2.3 中间凝固方式	55

2.2.4 凝固区域宽度的控制	55
2.3 凝固模数的计算	57
2.3.1 简单几何体模数的计算	59
2.3.2 复合体模数的计算	61
2.4 铸钢件冒口的设计	69
2.4.1 冒口的位置	69
2.4.2 冒口的补缩距离	69
2.4.3 补贴的设计	72
2.4.4 模数法计算冒口	76
2.4.5 周界商法计算冒口	89
2.5 铸铁件冒口的设计	92
2.5.1 灰铸铁件冒口的设计	92
2.5.2 可锻铸铁件冒口的设计	97
2.5.3 球墨铸铁件冒口的设计	97
2.6 非铁合金铸件冒口的设计	104
2.6.1 冒口补缩距离	105
2.6.2 冒口计算	107
第3章 冷铁设计	108
3.1 铸钢件冷铁设计	108
3.1.1 直接外冷铁设计	108
3.1.2 间接外冷铁设计	127
3.1.3 内冷铁设计	131
3.2 铸铁件冷铁设计	144
3.2.1 灰铸铁件冷铁设计	144
3.2.2 球墨铸铁件冷铁设计	145
3.3 非铁合金铸件冷铁设计	148
第4章 造型、制芯、烘干与砂型装配	151
4.1 造型与制芯方法分类与选择	151
4.2 造型	158
4.2.1 造型前准备	158
4.2.2 砂箱造型	160
4.2.3 地坑造型	166
4.3 制芯	170

4.3.1 芯盒制芯	170
4.3.2 车板制芯	171
附录1 芯骨设计	172
附录2 砂芯排气方法	174
4.4 CO ₂ 硬化水玻璃砂型、砂芯工艺和酯硬化水玻璃砂工艺	177
4.4.1 CO ₂ 硬化水玻璃砂型、砂芯工艺	177
4.4.2 酯硬化水玻璃砂工艺	188
4.5 树脂砂造型与制芯工艺	192
4.5.1 自硬法	192
4.5.2 热硬法	196
4.5.3 气硬法	199
4.6 烘干	200
4.7 砂型装配	207
第5章 特种铸造工艺	211
5.1 大型管形铸钢件离心铸造工艺	211
5.1.1 卧式离心铸造机	211
5.1.2 筒型设计	213
5.1.3 离心铸造操作要点	215
5.1.4 离心铸造缺陷分析	217
5.2 消失模铸造工艺	220
5.2.1 模样制造	221
5.2.2 压型设计	249
5.2.3 涂料	251
5.2.4 铸造工艺与生产技术	258
5.2.5 工艺举例	280
5.2.6 泡沫塑料主要性能指标的检验	288
第6章 铸件的落砂、清理及后处理	293
6.1 铸件的落砂除芯	294
6.1.1 机械落砂除芯	297
6.1.2 喷丸清砂除芯	301
6.1.3 水力清砂除芯	302
6.1.4 电液压清砂除芯	303
6.1.5 碱煮化学清砂	305

6.2 铸件的浇冒口、飞翅和毛刺的去除	307
6.2.1 机械冲、锯、切	308
6.2.2 导电切割	310
6.2.3 碳弧气刨	312
6.2.4 氧乙炔焰切割	315
6.3 铸件的表面清理	318
6.3.1 滚筒表面清理	318
6.3.2 喷丸表面清理	319
6.3.3 喷砂表面清理	321
6.3.4 抛丸表面清理	323
6.3.5 铸件表面的铲磨	325
6.4 铸件缺陷的修补	331
6.4.1 焊条电弧焊焊补	331
6.4.2 气焊焊补	342
6.4.3 铸件的浸渗修补	348
6.5 铸件除应力处理	352
6.5.1 铸铁件除应力处理	353
6.5.2 铸钢件除应力处理	356
6.5.3 非铁合金铸件除应力处理	356
6.6 铸件的防锈处理	357
附录 部分型砂、芯砂配方与性能举例	366
附录 A 铸铁件湿型砂配方与性能举例	366
附录 B 铸钢件湿型砂配方与性能举例	372
附录 C 铸铁件干型(芯)砂配方与性能举例	373
附录 D CO ₂ 水玻璃砂(硅砂)配方与性能举例	374
附录 E 烘干硬化水玻璃砂(硅砂)配方与性能举例	375
附录 F 石灰石型(芯)砂配方与性能举例	376
附录 G 有机酯水玻璃自硬砂配方与性能举例	376
附录 H 有机酯水玻璃自硬砂常见缺陷与防止	378
附录 I 铝合金铸件型砂配方与性能举例	380
附录 J 铝合金铸件芯砂配方举例	381
附录 K 镁合金铸件型砂配方与性能举例	382
附录 L 镁合金铸件芯砂配方与性能举例	383

附录 M	铜合金铸件型（芯）砂配方与性能举例	384
附录 N	非铁合金铸件砂型、砂芯涂料配方举例	385
附录 O	植物油砂配方与性能举例	386
附录 P	合脂砂配方与性能举例	387
附录 Q	酸自硬呋喃树脂砂配方与性能举例	388
附录 R	有机酯酚醛树脂（或水玻璃）自硬砂配方举例	389
附录 S	热芯盒砂配方与性能举例	390
参考文献		391

第1章 浇注系统设计

1.1 浇注系统简介

1.1.1 浇注系统的组成与作用

浇注系统是铸型中引导液态金属进入型腔的通道，它由浇口杯、直浇道、横浇道和内浇道组成，其基本结构见图 1-1。广义地说，出气孔和浇包也属于浇注系统。

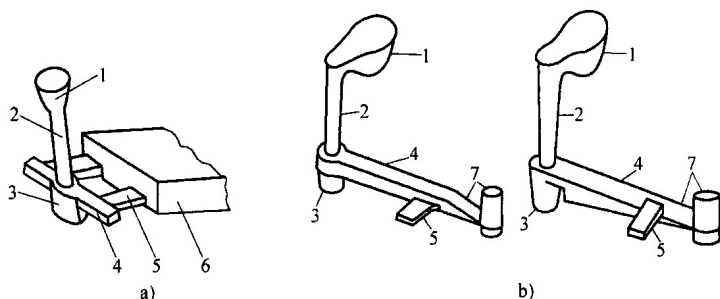


图 1-1 浇注系统的基本结构

a) 用于铸钢件 b) 用于铸铁件

1—浇口杯 2—直浇道 3—浇口窝 4—横浇道 5—内浇道
6—铸件 7—集渣包

浇口杯的作用是承接金属液，并将其导入直浇道。浇口杯分为漏斗形和盆形两大类。漏斗形浇口杯又分成两类：一类供中、小型铸铁件和非铁合金铸件使用；一类供铸钢件使用。

中、小型铸铁件和非铁合金铸件用的漏斗形浇口杯通常在浇口杯箱内用型砂制成，对需要阻渣的铸件，可在浇口杯与砂型的接合面压一片耐高温的玻璃纤维过滤网进行滤渣。供中、小型铸钢件用的浇口杯，多用水玻璃砂春制而成；供中、大型铸钢件用的浇口杯多用耐火材料制作，如用经过烧结的漏斗形砖砌成。

盆形浇口杯用于中、大型铸铁件和中、大型非铁合金铸件。如不采用陶瓷过滤器，则非铁合金铸件多采用拔塞式浇口杯，它用钢板焊成或用铸铁铸成，使用前将其内壁涂上涂料，烘干后使用。铸铁件使用的浇口杯，通常用小砂箱舂砂制成，其底部有坝、闸门或拔塞，金属液上升到适宜高度后才流入直浇道。盆内金属液较深，可阻止产生水平旋涡引发的垂直旋涡，防止气泡和熔渣进入直浇道。

有关研究表明，盆形浇口杯中的液面高度超过直浇道上端直径5倍，且浇包嘴离浇口杯很近时才能防止水平旋涡产生。因此，对于重要铸件，宜采用闸门式浇口杯或拔塞式浇口杯。浇注时，浇包嘴离浇口杯近些，离浇口杯的下注孔远些，纵向、逆向浇注，快速充满浇口杯（浇口杯的容积应比直浇道的容积大）。

直浇道的作用是引导浇口杯中的金属液进入横浇道、建立起足够的压力头、使金属液在重力作用下克服流动阻力及时充满型腔。直浇道做成上大下小的圆锥形（锥度取1:50），利于金属液呈充满式流动形态，可防止将砂型中的气体带入铸件。要使直浇道呈充满形态，要求入口处圆角半径（在浇口杯中）等于或大于直浇道上端直径的1/4，即 $r \geq d/4$ （ r 为浇口杯下注孔圆角半径； d 为直浇道上端直径，它与浇口杯下注孔直径相同）。直浇道尽可能设在横浇道、内浇道中心，使金属液流程最短、流量分配均匀。直浇道要有最小高度，以建立起足够的压力头，使金属液能充满离直浇道最远的铸件的最高部位，以使铸件轮廓清晰，避免浇不到。直浇道高度通常与上型高度相等，上型高度是否足够，要用剩余压力头来检查，剩余压力头又要满足压力角的要求，见式（1-1）。

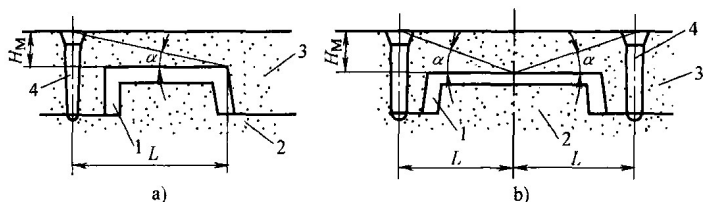
$$H_M \geq L \tan \alpha \quad (1-1)$$

式中 H_M ——剩余压力头（mm）；

L ——金属液的水平流程，即铸件最高最远点至直浇道中心的水平投影距离（mm）；

α ——压力角，查表1-1确定。

表 1-1 压力角的最小值



1—型腔 2—下砂型 3—上砂型 4—直浇道

L/mm	铸件壁厚 δ /mm							使用范围
	2 ~ 5	5 ~ 8	8 ~ 15	15 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 35	35 ~ 45	
	压力角 α /(°)							
4000	根据 具体情 况确定	6 ~ 7	5 ~ 6	5 ~ 6	5 ~ 6	4 ~ 5	4 ~ 5	用 2 个 或更多的 直浇道浇 注
3500		6 ~ 7	5 ~ 6	5 ~ 6	5 ~ 6	4 ~ 5	4 ~ 5	
3000		6 ~ 7	6 ~ 7	5 ~ 6	5 ~ 6	4 ~ 5	4 ~ 5	
2800		6 ~ 7	6 ~ 7	6 ~ 7	6 ~ 7	5 ~ 6	4 ~ 5	
2600		7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7	6 ~ 7	5 ~ 6	4 ~ 5	
2400		7 ~ 8	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7	5 ~ 6	5 ~ 6	
2200		8 ~ 9	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7	5 ~ 6	5 ~ 6	
2000		8 ~ 9	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 8	5 ~ 6	6 ~ 7	用 1 个 直浇道浇 注
1800		8 ~ 9	7 ~ 8	7 ~ 8	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7	
1600		8 ~ 9	7 ~ 8	7 ~ 8	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7	
1400	8 ~ 9	8 ~ 9	7 ~ 8	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7		
1200	10 ~ 11	9 ~ 10	8 ~ 9	7 ~ 8	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7	
1000	11 ~ 12	9 ~ 10	9 ~ 10	7 ~ 8	7 ~ 8	6 ~ 7	6 ~ 7	
800	12 ~ 13	9 ~ 10	9 ~ 10	8 ~ 9	7 ~ 8	7 ~ 8	6 ~ 7	
600	13 ~ 14	9 ~ 10	9 ~ 10	9 ~ 10	8 ~ 9	7 ~ 8	6 ~ 7	

注：图 a 表示用 1 个直浇道浇注，图 b 表示用 2 个直浇道浇注。

根据实践得出：小型铸件直浇道高出铸件浇注位置最高点 150~200mm，中、大型铸件高出 200~500mm，有利于防止侵入

性气孔，也有利于金属液过滤；树脂砂型的直浇道要更高。

浇口窝对来自直浇道的金属液有缓冲作用，能缩短直-横浇道拐角处的紊流区，改善横浇道内的压力分布，有利于内浇道的流量分配。比较合适的尺寸是：浇口窝直径为直浇道下端直径的1.2~2倍，比横浇道宽，高度为横浇道的2倍。浇口窝与直浇道和横浇道的过渡区避免有尖角砂。浇口窝底部宜放干砂芯片或耐火砖块，以防冲砂。

横浇道除了将金属液引入内浇道外，还有一个重要作用是捕

渣。对于封闭式浇注系统，要求横浇道的横截面做成窄而高的高梯形，它的高度应为内浇道高度的4~6倍，以使内浇道的吸动作用达不到横浇道的顶面，避免将浮渣吸入铸件。横浇道的末端距最后一道内浇道的距离应不小于75mm，以避开内浇道对浮渣的吸动，以及使聚积在末端的杂质不往回返流。横浇道的捕渣原理见图1-2。图中的 $v_{横}$ 是金属液在横浇道中的流速， $v_{浮}$ 是杂质的漂浮速度，杂质以两者的合成速度 v 运动，并浮升到横浇道顶面

而被捕。由图可知，横浇道有一定的高度、降低金属液在横浇道中的流速和使金属液呈充满式流态，是横浇道捕渣的必要条件。

内浇道的作用是控制金属液流入型腔的速度和方向，调节铸件的温度场。除此之外，内浇道还应协助横浇道捕渣。

封闭式浇注系统的内浇道应位于横浇道的下部，且与横浇道具有同一底平面（见图1-3a）。最初进入横浇道的污冷金属液靠

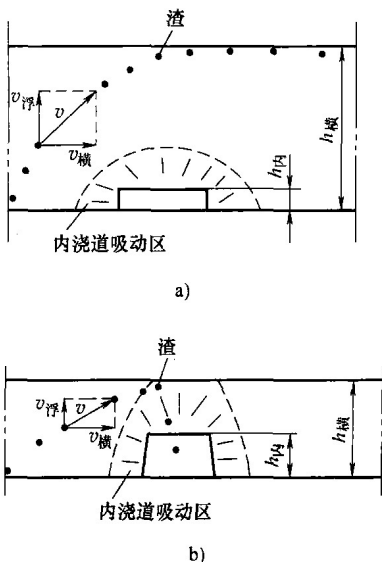


图1-2 横浇道的捕渣原理

a) 正确 b) 不正确

惯性流过内浇道，集积于末端延长段或集渣包，而不进入型腔。

开放式浇注系统的内浇道应位于横浇道的顶部，内浇道的顶面不能和横浇道的顶面在同一水平面上，而要位于横浇道的顶（见图 1-3b），以防横浇道还未充满时浮渣就进入内浇道而不滞流在横浇道顶面。横浇道的横截面可做得矮些、宽些，使其呈矮梯形。

内浇道的高度应为横浇道高度的 $1/4 \sim 1/6$ ，做成扁平梯形横截面，以降低其吸动区，便于横浇道捕获和清除熔渣。

与直浇道相邻的第一道内浇道与直浇道的距离应大于横浇道高度的 5 倍，以避免紊流区，使熔渣有条件漂升到超过内浇道的吸动区。

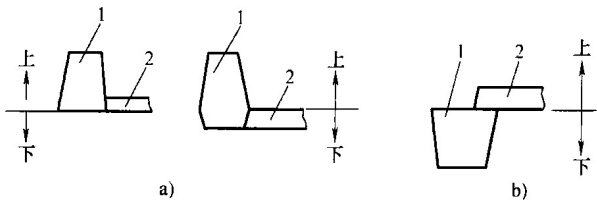


图 1-3 内浇道与横浇道的连接形式

a) 用于封闭式 b) 用于开放式

1—横浇道 2—内浇道

1.1.2 内浇道位置设置通则

1) 对部分铸件，内浇道应按顺序凝固原则设置。例如：

凝固体收缩率大的合金铸件，如铸钢件、铝合金铸件、无锡青铜铸件和黄铜铸件，开设内浇道的部位要有利于铸件的顺序凝固。内浇道从设置冒口的厚壁处或冒口处引入，有助于造成强烈的顺序凝固条件，使铸件能实现从薄壁到厚壁，最后到冒口的凝固顺序。应重视浇注位置，内浇道数量不能太多，避免铸件局部过热。

结构复杂的铸件，对每一个补缩区域按顺序凝固的原则设置冒口以后，可在设置冒口的部位同时开设内浇道引入金属液，以

加强顺序凝固。此时，内浇道的数量较多，对整体铸件而言，有利于均衡凝固，减小铸造应力。

中、大型铸件，若需要在没有设置冒口的薄壁部位开设内浇道，与内浇道接合处会产生过热现象，使铸件产生缩孔、缩松。对重要铸件，为消除这类缺陷，必须对其增设补贴，以形成顺序凝固条件，将缩孔、缩松引入冒口中。

2) 对部分铸件，内浇道必须按同时凝固原则设置。例如：

凝固体收缩率小的合金铸件，如铸铁件、锡青铜铸件，当壁厚均匀时采用多内浇道分散引入金属液，甚至采用雨淋式内浇道；当壁厚不均匀时，内浇道应分散地从薄壁处导入金属液，采用多内浇道以均衡型内温度，使铸件能基本同时凝固，减小铸造应力。

3) 内浇道不应开设在靠近有芯撑或有冷铁的部位。即使需要开在有冷铁的部位，也需增加冷铁的厚度。

4) 内浇道应有利于平稳、快速充型和排气、排渣，不严重冲刷砂型和砂芯，能尽量缩短金属液在型腔中的流程。

5) 内浇道尽可能开在分型面上；但对于有一定高度的铸件，最好采用底注式或阶梯式浇注系统。

6) 尽可能避免在铸件的受力面或加工面上设置内浇道，以防止出现偏析、晶粒粗大、硬度降低等缺陷。

1.1.3 浇注系统的类型和应用范围

根据组成浇注系统各单元的横截面积比例的不同，人们通常将浇注系统分为开放式浇注系统、封闭式浇注系统和半封闭式浇注系统。

一般将液态金属视为理想流体，因此“封闭”式浇注系统就是“充满”式浇注系统，“开放”式浇注系统就是“不充满”式浇注系统。而液态金属是实体流体，有粘度，有阻力。在砂型中只有全部浇道的金属液为正压时，才呈充满式流态。理论计算和浇注试验证明：封闭式浇注系统是充满式浇注系统；而开放式浇注系统则不一定是充满式浇注系统，例如开放比例不大，

$A_s < A_{ru} < A_g$, 而 $A_g/A_s < 1.5$ 的浇注系统, 由于压头及阻力损失的影响, 浇注系统在充型中仍然会充满。

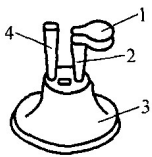
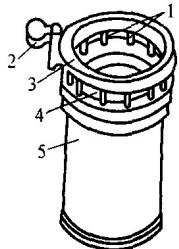
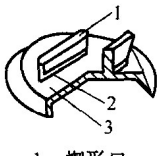
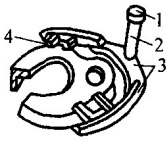
浇注系统按各单元横截面积比例的分类与应用见表 1-2, 按内浇道进入铸件的位置分类与应用见表 1-3。

表 1-2 浇注系统按各单元横截面积比例的分类与应用

类型	截面积比例关系	特点与应用
封闭式	$\Sigma A_{cu} > \Sigma A_s > \Sigma A_{ru} > \Sigma A_g$	控流截面在内浇道; 浇注开始后, 金属液容易充满浇注系统, 呈有压流动状态 捕渣能力较强, 但充型速度较快, 冲刷力大, 易产生飞溅, 金属液易氧化 适用于湿型铸铁小件及干型中、大件。树脂砂型铸铁大、中、小件均可采用
开放式	$\Sigma A_g > \Sigma A_{ru} > \Sigma A_s > \Sigma A_h$	控流截面在浇包下注孔或直浇道; 内、横浇道往往是充不满的, 呈无压流动态, 充填平稳; 流速慢, 冲刷力小, 但捕渣能力差 适用于铸钢件和非铁合金铸件。球墨铸铁件常有采用, 但灰铸铁件很少应用
半封闭式	$\Sigma A_g < \Sigma A_s < \Sigma A_{ru}$	控流截面在内浇道; 横浇道截面最大, 金属液在其中呈缓流态; 浇注中, 浇注系统能充满, 但充型能力较封闭式弱; 流速较封闭式慢, 充型较平稳, 有一定捕渣能力 广泛用于表干型的球墨铸铁件、灰铸铁件。轻合金铸件也有应用
封闭—开放式	$\Sigma A_g > \Sigma A_{ru} < \Sigma A_s$	控流截面在横浇道中, 控流截面前面封闭, 后面开放, 既利于捕渣, 又充型平稳, 兼有封闭与开放式浇注系统的优点 多用于小型铸铁件和轻合金铸件, 特别是在模板造型一型多件时应用广泛; 用转包浇注的小型铸钢件也用此类浇道

注: A_g ——内浇道截面积; A_{ru} ——横浇道截面积; A_s ——直浇道截面积;
 A_{cu} ——浇口杯下注孔截面积; A_h ——浇注包漏孔截面积。

表 1-3 浇注系统按内浇道进入铸件的位置分类与应用

类型	形式	图 例	特点与应用
顶注式	基本形式	 1—浇口杯 2—直浇道 3—铸件 4—出气孔	金属液由开在铸件顶部的内浇道注入型腔,有利于形成自下而上的顺序凝固和冒口补缩 对砂型的冲击力强,金属液易飞溅、氧化,易产生砂眼和铁豆等 适合结构简单和高度不大的各类铸造合金的中、小铸件,易氧化的铝合金铸件的高度不应超过 100mm
	雨淋式	 1—内浇道 2—浇口杯 3—横浇道 4—冒口 5—铸件	横浇道(雨淋环)是截面最大的单元,金属液从顶面许多小孔(内浇道)连续地以细流形式进入型腔,冲击力小,液面活跃,熔渣和夹杂物不会粘附在侧壁上,排气容易,顺序凝固性好,有利于提高铸件质量 适用于壁厚均匀的圆筒形铸铁件,如缸套。也广泛用于锡青铜套类铸件。易氧化的铝合金铸件和铸钢件基本不用此类浇注系统
	楔形式	 1—楔形口 2—缝隙内浇道 3—铸件	内浇道呈缝隙状,根部窄而长,能迅速充满型腔,易清理 适用于薄壁盆、锅类铸铁件,也用于非铁合金薄壁容器类铸件
	搭边式	 1—浇口杯 2—直浇道 3—横浇道 4—内浇道	金属液沿型壁注入,充型快而平稳,可防止冲砂,但清除内浇道残根较麻烦 适用于薄壁中空的小型铸铁件和非铁合金铸件