

铸钢件手册

〔美〕彼得·威泽 主编

孙方策 等译

航空工业出版社

铸 钢 件 手 册

〔美〕 彼得·威泽 主编

孙方策 竺培材 译

陈荣章 宋 英

汪志良 校

荣 科 审定

航空工业出版社

1988

内 容 提 要

本手册系统介绍了铸钢件的设计、制造、选材、技术要求和应用实例。其中包括功能设计基础、铸锻焊结构性能对比、铸钢件生产工艺能力与质量控制、铸造缺陷对性能的影响、铸钢的疲劳性能、断裂韧性、高低温性能、耐磨损耐腐蚀性能、物理性能，以及焊接、热处理和切削性能等方面的内容，很有参考价值。

本手册可供各工业部门从事产品设计、材料和铸造研究的科技人员以及工科院校师生参考。

铸 钢 件 手 册

〔美〕 彼得·威泽 主编

孙方策 竺培材 译

陈荣辛 宋 英

汪志良 校

荣 科 审定

航空工业出版社出版

(北京市安定门外北苑大院 2 号)

新华书店总店科技发行所发行

北京市通县向阳印刷厂印刷

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

787×1092毫米1/16 印张, 38.25

印数1—— 6000 字数, 966 千字

ISBN 7-80046-045-2/TF·001

定价, 12.30元

译 者 的 话

1981年中国铸造学会名誉理事荣科教授托友人买来由彼得·威泽主编的第五版《铸钢件手册》，并指导我们将该手册译成中文。现在《铸钢件手册》中译本终于出版，能与我国广大读者见面，深感庆幸。我们希望这本内容丰富、数据齐全的手册，对提高我国铸钢技术水平和增加铸钢产品出口能力起到促进作用，对四化建设有所帮助和贡献。

本手册采用了英制和国际制两种单位，在译成中文时没有进行单位换算。各单位之间的换算系数请看附录中表5。

除名词索引外，本手册全文译出。第一至六章由宋英翻译，第七、八章和第十五至十七章由孙方策翻译，第九至十四章和附录由竺培材翻译，第十八至二十八章由陈荣章翻译，名词术语由孙方策和竺培材共同翻译，全部译文经汪志良校对。最后由孙方策整理并定稿，经荣科名誉理事审定。由于我们水平有限，错误之处在所难免，欢迎批评指正。

译者

1987年2月

中 译 本 序

美国《铸钢件手册》的前四版是由查尔斯·布里格斯先生主编的，1980年的第五版是由美国铸钢件手册编委会主席哈罗德·弗朗霍菲尔先生和主编彼得·威泽先生新编的。与前四版相比，本手册汇集大量最新资料充实了内容，扩大了版面。这是迄今为止世界上铸钢业界的一本材料最新、数据最全的手册。

本手册在概述铸钢件的历史、应用和优点之后，着重介绍了铸钢件的结构设计、制造工艺、材料性能和技术标准等方面的内容。其中功能设计基础，铸焊结构性能对比，工艺能力与尺寸公差，质量控制与质量保证，各种铸钢的常规机械性能，疲劳性能，断裂韧性，高温蠕变与持久性能，低温冷脆性能，耐腐蚀耐磨损性能，截面尺寸效应，铸造缺陷对性能的影响，物理性能，以及热处理，焊接和切削性能等都是极其宝贵的参考资料，很值得借鉴和利用。

这本铸钢件设计理论与生产经验大全，对提高我国铸钢技术水平和增加铸钢产品出口，将会起到促进作用，对我国四化建设也一定会有所帮助和贡献。在此谨向各工业部门的有关工程技术人员和院校学生推荐这本颇有参考价值的工具书。

北京航空学院教授
哈尔滨工业大学名誉教授
中国铁道学会顾问
中国船舶公司顾问
中国铸造学会名誉理事



1987年2月

序

为了适应铸钢技术发展的需要，由查尔斯·布里格斯(Charles W. Briggs)主编的《铸钢件手册》第一版出版于1941年。随后这本权威性的简明手册，每十年修订一次，并出新的版本。

由本编委主编的第五版《铸钢件手册》可供铸钢件的用户、设计和材料工程师，以及工科院校的学生们使用。本手册内容丰富，层次分明，包括从铸钢件概论到铸件的设计、制造、选材、技术要求以及铸件的订购等各方面的内容。与原版本相比，本手册有重大修改，并补充了许多新材料。其中“镍基合金”和“功能设计基础”就是两个新编入的章节。

在各章作者的努力下，本手册的质量有了很大的提高。为此，我们谨向各位作者和担任审订及收集插图工作的编委表示衷心的感谢。我们还要向负责原稿打字和校对的伊夫林·赫尔明克(Evelyn Helmink)女士致谢。

手册编委会主席 哈罗德·弗朗霍菲尔
(Harold G. Fraunhofer)

主 编 彼得·威泽
(Peter F. Wieser)
1980年6月

目 录

译者的话

中译本序

序

第一章 铸钢件概论	1
一、引言.....	1
二、铸造工艺过程.....	1
三、重力铸件.....	3
四、离心铸件.....	4
第二章 铸钢件的用途	6
一、引言.....	6
二、铁道车辆用铸钢件.....	8
三、建筑机械与构件.....	11
四、采矿与破碎机械.....	16
五、轧钢设备上的铸钢件.....	22
六、机动车辆用铸钢件.....	24
七、石油工业用铸钢件.....	27
八、专用机械与构件.....	31
九、电力机械与发电设备用铸钢件.....	36
十、金属成形、精整和压力加工机械.....	40
十一、军用铸钢件.....	42
十二、材料搬运机械.....	44
十三、农业机械.....	47
十四、齿轮、齿杆与蜗杆.....	48
十五、船舶用铸钢件.....	50
十六、其它用途.....	52
参考文献.....	53
第三章 铸钢件的优点	54
一、引言.....	54
二、设计上的灵活性.....	54
三、冶金上的优越性.....	59
四、铸钢件的经济效果.....	61
五、铸钢与其它铸造金属的比较.....	63
六、铸钢件与钢焊件的比较.....	67
七、铸钢件与锻钢件的比较.....	70

八、结束语	73
参考文献	73
第四章 功能设计基础	74
一、一般设计依据	74
二、防止过度屈服的设计	75
三、承受交变载荷的构件设计	80
四、防止脆性断裂的设计	91
五、防止过度弯曲的设计	97
六、防蠕变与持久断裂的设计	98
七、腐蚀构件的设计	101
八、磨损件的设计	102
九、应力集中系数	103
十、截面模量与惯性矩	106
十一、构件安全系数的一般考虑	111
参考文献	112
第五章 铸钢件的结构设计	115
一、可铸性	115
二、内部健全性 一顺序凝固	115
三、表面完整性	122
四、利于造型的结构设计	124
五、便于清理的结构设计	127
六、需要加工的结构设计	129
七、基于功能和减重要求的结构设计	130
参考文献	132
第六章 铸件设计图	133
一、零件图和铸件图	133
二、加工基准	135
三、公差	137
四、材料和特殊技术要求	137
五、铸件标记与打印位置	138
参考文献	138
第七章 改用铸钢件的零件设计	139
一、引言	139
二、铸造结构与焊接结构的性能对比	139
三、焊接件改为铸钢件的零件设计	146
四、锻件改为铸件的零件设计	149
五、铸铁件改为铸钢件的零件设计	149
六、零件重新设计的效果	151
参考文献	155

第八章 铸焊结构设计	156
一、铸焊结构的设计原则与方法	156
二、铸焊结构的实例与效果	157
参考文献	163
第九章 铸钢件的工艺装备	164
一、引言	164
二、定义	164
三、选择工艺装备的要素	165
四、模型费用	166
五、模型设计	167
六、制造模型和芯盒的材料	169
七、芯盒结构与使用寿命	170
八、收缩余量	171
九、定位点	173
十、浇口和冒口	174
十一、模型存放	175
第十章 铸钢件的造型工艺	176
一、重力铸件的普通造型工艺	176
二、重力铸件的特种造型工艺	183
三、重力铸件的精密铸造工艺	186
四、离心铸造	189
第十一章 铸钢的熔炼和浇注	193
一、电弧炉	193
二、感应炉	194
三、平炉	195
四、其它熔炼方法	196
五、浇包和浇注	197
参考文献	198
第十二章 铸钢件的清理和热处理	199
一、引言	199
二、落砂	199
三、喷砂	199
四、切除浇冒口和金属贴边	201
五、补焊	203
六、热处理	203
七、电化学清理	205
八、校直	205
九、精压	205
十、机械加工	205

十一、铣切与划线检查	206
第十三章 工艺能力与铸件尺寸公差	207
一、定义	207
二、工艺能力	209
三、尺寸公差	224
四、形状公差	236
五、外形公差	237
六、重量容差	238
七、表面质量	238
八、内部质量波动	239
参考文献	240
第十四章 质量控制与质量保证	241
一、工艺控制与产品质量控制	241
二、工艺控制	241
三、产品质量控制	244
四、质量保证程序	251
参考文献	254
第十五章 结构用铸造碳钢和低合金钢	255
一、定义和合金分类	255
二、室温性能	256
三、耐腐蚀性能	308
四、高温性能	311
五、碳钢和低合金钢的牌号及其应用	325
参考文献	334
第十六章 铸造耐磨钢	338
一、定义与合金分类	338
二、磨擦磨损	339
三、磨损性能	343
四、耐磨钢及其应用	346
参考文献	359
第十七章 铸造不锈钢	361
一、定义与合金牌号	361
二、合金分类	363
三、铸造不锈钢中的铁素体	363
四、室温机械性能	366
五、高温性能	375
六、不锈钢的牌号与应用	379
参考文献	381
第十八章 耐腐蚀镍基合金	383

一、合金分类	383
二、镍合金	388
三、镍铜合金	389
四、镍铬铁合金	390
五、镍铬钼合金	391
六、镍钼合金	392
七、专利镍基合金	392
第十九章 铸造耐热钢	394
一、定义与分类	394
二、选择合金的各种因素	395
三、机械性能	396
四、燃气腐蚀	401
五、耐热钢的牌号及应用	405
参考文献	407
第二十章 低温钢与超低温钢	408
一、引言	408
二、定义与合金分类	408
三、常温性能与低温性能	410
参考文献	421
第二十一章 铸钢淬透性和热处理	422
一、铸钢淬透性	422
二、热处理	440
参考文献	449
第二十二章 铸钢可焊性与焊接工艺	450
一、铸钢的可焊性	450
二、补焊	452
三、改善铸件质量	452
四、表面堆焊	453
五、铸焊结构件	453
六、焊接工艺	453
七、焊接技术标准	455
参考文献	457
第二十三章 铸钢件的切削性能	458
一、定义与指标	458
二、影响切削性能的因素	458
三、铸钢件的切削性能	459
四、铸钢件切削加工指南	463
五、铸钢件的切削加工	468
参考文献	468

第二十四章 铸钢的物理性能	485
一、密度	485
二、膨胀系数	487
三、弹性模量	488
四、泊松比	488
五、切变模量	488
六、导热系数	489
七、比热容	491
八、热扩散率	491
九、电阻率	491
十、磁性	494
参考文献	497
第二十五章 铸造不锈钢和耐热钢的物理性能	499
一、密度	499
二、膨胀系数	499
三、弹性模量	500
四、泊松比	502
五、导热系数	502
六、比热容	503
七、热扩散率	504
八、电阻率	504
九、磁导率	505
参考文献	507
第二十六章 铸造镍基合金的物理性能	509
一、熔点	509
二、密度	509
三、膨胀系数	509
四、弹性模量	509
五、导热系数	509
六、比热容	511
七、电阻率	511
第二十七章 铸钢件的技术标准	512
一、定义	512
二、技术标准中规定的内容	512
三、技术标准中的问题	516
四、技术标准的制订机构及其权限	516
五、铸钢件的技术标准	517
六、铸钢件的焊接技术标准	518
七、铸钢件的试验方法标准	518

八、铸钢件的检查标准	519
九、关于缺陷标准	523
十、铸件成本与技术要求	524
参考文献	526
第二十八章 铸钢件的订购事项	527
一、订购计划	527
二、报价要求	527
三、铸件生产厂的选择	528
四、铸件技术标准	528
五、铸件模型	528
六、订货合同	529
附录	531
一、锻钢和铸钢的牌号与化学成分	531
二、单位和硬度换算表	537
参考文献	546
铸造词汇	547

第一章 铸钢件概论

一、引言

铸钢件对国民经济的各个部门都是必不可少的，它是按设计要求让钢液在铸型中凝固而成形的一种零件。对铸造工艺来说，铸钢件的形状和大小可以千变万化，几乎没有什么限制。现有的各种成分的铸钢具有各种各样的机械性能和物理性能，可满足各种使用要求。本手册第二章将详细介绍铸钢件的各种工业用途。第三章将论述铸钢件的优点。

美国有近四百家铸钢厂，其铸钢件的年产量总和为 225 万吨，而宾夕法尼亚州、伊利诺斯州、俄亥俄州、威斯康星州和阿拉巴马州的铸钢件产量又几乎占总产量的 60%。在 38 个州中，每一个州至少有一家铸钢厂。目前，从事铸钢工作的人数已超过 7 万⁽¹⁾。

坩埚炼钢法始于 1750 年，它是由英国人亨茨曼(Huntsmann)研究成功的，然而直到 1845 年才由瑞士冶金学家约翰·康拉德·费希尔(Johann Conrad Fisher)展出第一个用坩埚熔炼的铸钢件。美国的第一个铸钢件是 1861 年由纽约州布法罗城布法罗钢铁公司所属的铸造厂生产的。后来该厂改名为普拉特·雷梯查沃思铸造厂。另一个早期生产铸钢件的工厂是宾夕法尼亚州费城附近的威廉·布特凯尔钢铁厂。该厂于 1867 年开始为费城和瑞丁铁路生产道叉。由威廉·汉恩斯沃思(William Hainsworth)于 1871 年创建的匹兹堡铸钢公司，以专门生产铸钢件而闻名⁽²⁾。

目前这些铸钢厂在技术上比他们的前辈要先进得多。但是，他们是按用户要求的零件形状和材料标准来生产铸钢件的。因此，为了得到优质产品，零件设计人员熟悉铸造技术和选材知识就显得十分重要了。

二、铸造工艺过程

本手册的第九章至第十四章将详细论述铸钢件的铸造工艺过程。本章介绍的铸造工艺过程只是这些章节的基础知识。

图 1-1 示出铸钢件生产的主要工艺流程。这种工艺流程图可能随铸钢牌号、铸钢件形状的复杂程度和用户提出的质量要求而有所变化。工艺流程中的各道工序又有多种方法可供选择。

工艺流程图的右侧从制模开始。第九章将详细讨论制造合格模型所必需的材料和技术要求。模型也就是为生产零件而特制的模具。它通常是由专业模具厂制造的。大部分铸钢厂虽有一定制模能力，但一般只限于修理模型，补作浇冒口模以及在型板上安装模型等工作。

模型是用来制造铸型的。一般先在模型周围填入型砂，然后捣实到要求的紧实度。采用

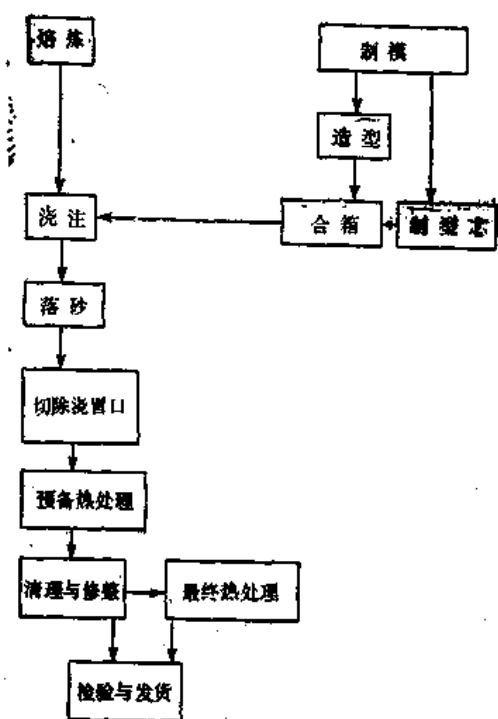


图1-1 铸钢件生产的主要工艺流程图

铸件凝固后，接着进行落砂，切除浇冒口。在铸件上的冒口完全是为了提供钢液面设置的。在凝固和冷却过程中所引起的收缩，必须靠冒口中的钢液来补缩，内浇口是引导钢液流入型腔的通道。大多数铸钢件都要进行预备热处理，以便消除应力并减少裂纹倾向。有些尺寸大的合金钢铸件，预备热处理可在切除浇冒口之前进行，一般铸钢件则在切除浇冒口之后进行。预备热处理后应采用各种方法清理铸件。有些铸件根据使用要求还需要进行淬火之类的特殊热处理。第十二章将详细介绍铸钢件的清理和热处理工艺。

最终的检验能保证用户得到质量符合要求的铸件。质量控制应贯穿到铸造生产的各道工序，即从型砂制备一直到熔炼、清理和热处理等工序。用户要求的质量检验项目取决于铸件的具体工作状态。为保证铸件质量，采用了多种无损检查方法。第十三章将讨论铸钢件生产的工艺能力，第十四章将介绍质量控制和现行的质量保证制度。

为了使铸钢件在工业界得到应有的重视，有必要介绍锻钢制品。锻钢是先将钢锭通过热加工制成半成品，然后经过热加工或冷加工制成成品。锻钢的成形方法通常是轧制、锻造和挤压。虽然可用的锻造方法很多，但每种成形工艺都是从钢锭开始的，而钢锭本身就是一种铸钢件。

这种钢锭是由炼钢厂而不是铸钢厂生产的。钢锭的形状比较简单，常为方形，而其具体尺寸则取决于制成最终型材所用的热加工工艺。将钢锭制成成品零件，往往要同时使用几种成形工艺。无论使用何种成形工艺，锻钢的性能都具有方向性，这种方向性是钢制品在热加工过程中逐渐形成的。例如一个大型钢锭可以轧成原厚度几分之一 的中板，然后将这种板坯锻成棒材，进而加工成最终型材。由原铸钢锭到成品，其横截面的压缩比很大，这就引起了锻钢各向性能的不均匀性，这是设计人员必须注意的。第三章要详细介绍这种现象。

化学粘结剂时，铸型经手工或机械捣实后，即可化学硬化。一般铸型都是对开的，这样便于取模。将对开的铸型合箱后，其铸型内腔正好是模型的外形。

铸件的内部是靠型芯成形的。型芯是由砂子和粘结剂制成的，具有足够的硬度和强度。将型芯放入铸型内就能形成模型本身无法形成的铸件内腔。为了制造尺寸精确的型芯，芯盒要由模具厂提供。用专门配制的芯砂填满芯盒，并象铸型那样把它捣实。型芯既能在芯盒内硬化，也可以把它从芯盒内取出来硬化。将型芯放在铸型的下箱，然后把上箱合在下箱上。合箱后，铸型也就造成了，钢液即可注入其内。第十章将详细讨论铸钢厂常用的各种造型工艺和浇注方法。

在浇铸件前，先要炼好钢(图 1-1 左侧)，然后将钢液由炼钢炉倒入浇包，再浇入铸型，使其在砂型和型芯所造成的型腔内凝固。第十一章将详细论述有关铸钢件的熔炼和浇注的各种工艺。

连续铸造，如望文生义往往被误认为是铸钢厂采用的一种工艺。其实发展连续铸造工艺，是为了取代原来将钢液浇入各个钢锭模的间歇式铸造工艺。连续铸造是将钢液连续不断地浇注到特定形状的水冷结晶器内，形成一个截面形状与结晶器相对应的、连续凝固的金属板坯。然后将这种金属板坯切成一定长度，以便进一步加工，或把它们直接压成所要求的成品。连续铸造是炼钢厂而不是铸钢厂采用的一种铸造工艺，与砂型铸造工艺相比，它能生产的截面形状是有限的。

三、重力铸件

在浇注时，铸型保持不动，靠重力浇成的铸件称为重力铸件。实际上绝大多数铸钢件都是靠重力铸造的，而重力铸件这个术语却很少使用，这是因为通常所说的铸钢件就是指重力铸件。本节采用重力铸件这个术语是为了区别于下一节将要讨论的离心铸件。

重力铸件可用各种不同方法制成的铸型来生产。第十章将详细论述各种造型工艺，如湿砂型、干砂型、组芯型、自硬砂型、地面和地坑型，以及壳型等。在讨论熔模型和陶瓷型的同时，还要讨论负压造型、实型、磁型铸造、半永久型和永久型（压铸和挤压铸造）等特殊造型工艺。

图 1-2 表示用一般砂箱和装在型板上的对开木模，以湿砂型生产铸件的典型工序。湿砂是用水和膨润土粘结的型砂。用湿砂造的铸型，在其未烘干时，称为湿砂型。图 1-2 说明了造型、制芯以及按图 1-1 工艺流程进行的铸型合箱等工序。从铸型中取出铸件以后，便可准备交货。

图 1-2 中的工序是由要求铸造的零件图开始的，然后是制造模型，将模型装在型板上。铸型的上半部称为上箱，下半部称为下箱。上、下型板都有型芯座，造型时就在铸型中留出相应的空腔，以便安放型芯头。型芯头与型芯座应紧密配合，使型芯在浇注过程中能保持原位。将钢液引入型腔的浇注系统在下

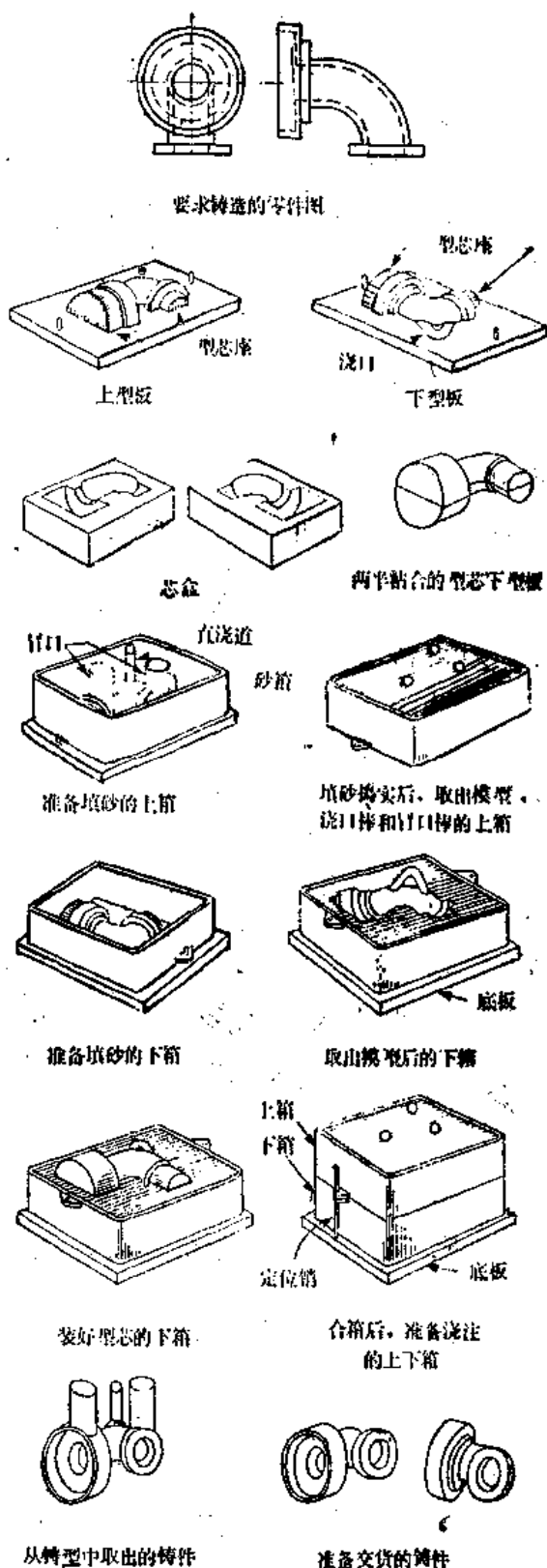


图 1-2 用湿砂型生产铸件的典型工序

板上。型板两端的定位销，是用来使砂箱在型板上准确定位用的。

型芯是用各种方法制作的。图 1-2 示出捣制型芯用的两半芯盒。捣制好的两半型芯硬化后粘在一起。这样才能将型芯放入铸型。

造型就是在上型板上放好砂箱，用型砂制造铸型。开始造型前，在模型的指定部位必须安上一个或几个冒口模，以便形成积蓄钢液的冒口空腔。当钢液在冷却和凝固过程中收缩时，这些冒口就能向铸件提供钢液进行补缩。这样在冒口中形成缩孔，而铸件则是健全致密的。此外，在铸型的上箱必须开设直浇道，以便提供通道让钢液进入浇注系统和型腔。

砂箱靠定位销定位于型板上，在砂箱中填满型砂并捣实，造好铸型的上箱。然后将填满型砂的铸型上箱与型板分开，并取出冒口模和直浇道模。

造好上箱后，在下型板上放好砂箱，并用销子定位。在模型周围填满型砂并捣实，在填满型砂的下箱上放上底板，然后将型板、砂箱和底板翻转 180° ，取出模型。

将制好的型芯放在铸型下箱的型芯座内，接着把上箱放在下箱上。通过两个合箱定位销来保证上下箱中的型腔正好对准。将上下箱夹紧或在上箱的顶部放上压铁，以便抵消钢液浮力，否则在浇注过程中上箱会离开下箱而造成浮箱。

铸型造好后，让钢液通过直浇道注入型腔，并在其中凝固。振动落砂后，取出带有直浇道、浇注系统和冒口的铸件，如图 1-2 所示。铸件通过落砂工序后，应将砂箱、底板、合箱卡等返回到造型工段。从铸件上切下来的浇冒口则回炉重熔。切除浇冒口后进行铸件清理、修整和热处理等工序，并做好铸件交货的准备。

前面提到的其它造型工艺将在第十章中详细讨论。这些工艺与图 1-2 所示的基本工艺有所不同。一个铸钢厂不可能采用所有的这些造型工艺，有些厂只用一种造型工艺。但是这些工艺合起来就能生产出各种大小的、各种表面光洁度和各种尺寸精度的铸钢件。批量不同的铸钢件采用不同的工艺来生产，可使铸件成本更加经济合理。再配上各种合适的造型设备，便可经济地实现一种乃至几千种铸钢件的大批量生产。

四、离心铸件

离心铸造主要用来生产不需要型芯的管状铸钢件。在浇注钢液时，铸型要旋转，在离心力的作用下，钢液均匀地分布在铸型内。与此相反，重力铸造是靠重力作用使钢液充满铸型的。

图 1-3 表示在卧式离心机中生产铸件的基本方法。此法采用管状的金属砂箱，在砂箱内表面喷上一层薄薄的耐火涂料。在这种情况下，离心铸件的外径由砂箱涂层的内径来决定，或者用耐火材料在砂箱内打上足够厚的衬里，在这种情况下，离心铸件的外径则由衬里的厚度来决定。无论哪一种情况，铸型都要旋转，并要通过铸型一端的流槽注入钢液。旋转速度的变化取决于工艺和产品的要求，但是一定要产生高达 150 倍重力的离心力。浇入一定重量的钢液就能生产出壁厚符合要求的管子。

离心铸件也可用立式离心机生产。非管状铸件采用离心铸造也有一定效果。在陶瓷型中浇注结构精细的小铸件时，也可以利用离心力使钢液充满型腔。第十章将讨论各种不同的离心铸造方法。