

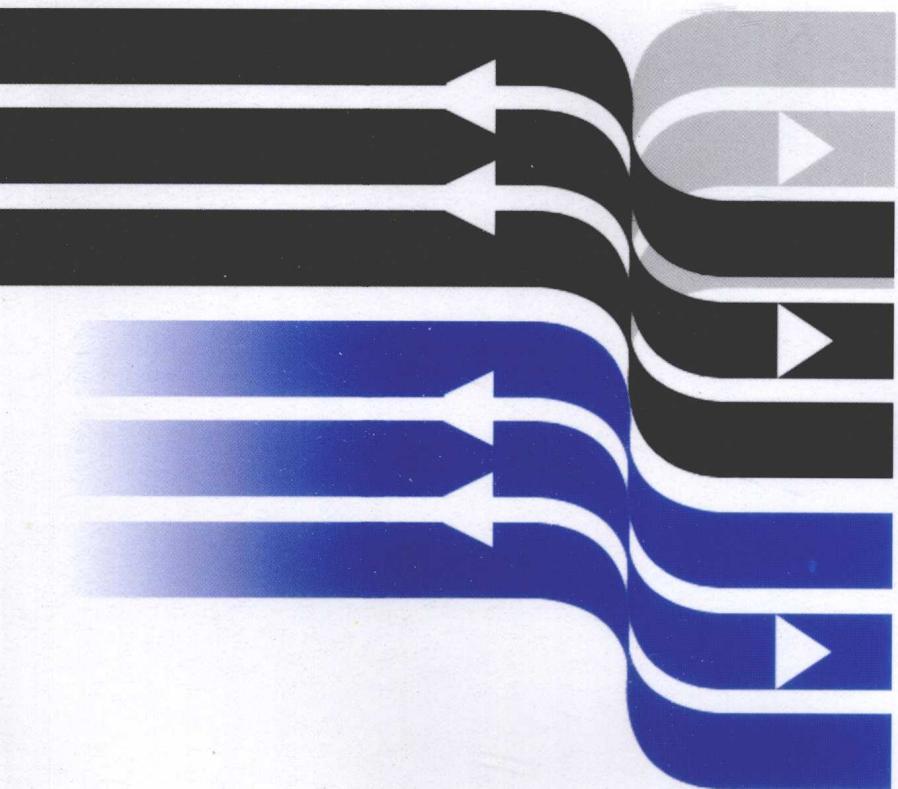


教育部高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料与成形工艺类专业规划教材

JIAOYUBUGAOZHIGAOZHUANCAILIAOLEIZHUANYE
JIAOXUEZHIDAOWEIYUANHUI
GONGCHENGCAILIAOYUCHENGXINGGONGYILEIZHUANYEGUIHUAJIAOCAI

铸造生产与 工艺工装设计

韩小峰 / 主编 丁振波 / 副主编 曹瑜强 / 主审



ZHUZAO
SHENGCHAN
JIGONGYIGONGZHANGSHIJI

焊接结构生产、熔焊过程控制与焊接工艺
焊接方法与设备、焊接检测及技能训练
金属材料、热处理技术基础
热处理设备、金属材料检测技术
热处理技能操作训练、铸造合金熔炼及控制
铸造生产与工艺工装设计、特种铸造
铸造工艺CAD优化设计、铸造技能基础实训

中南大学出版社
www.csupress.com.cn

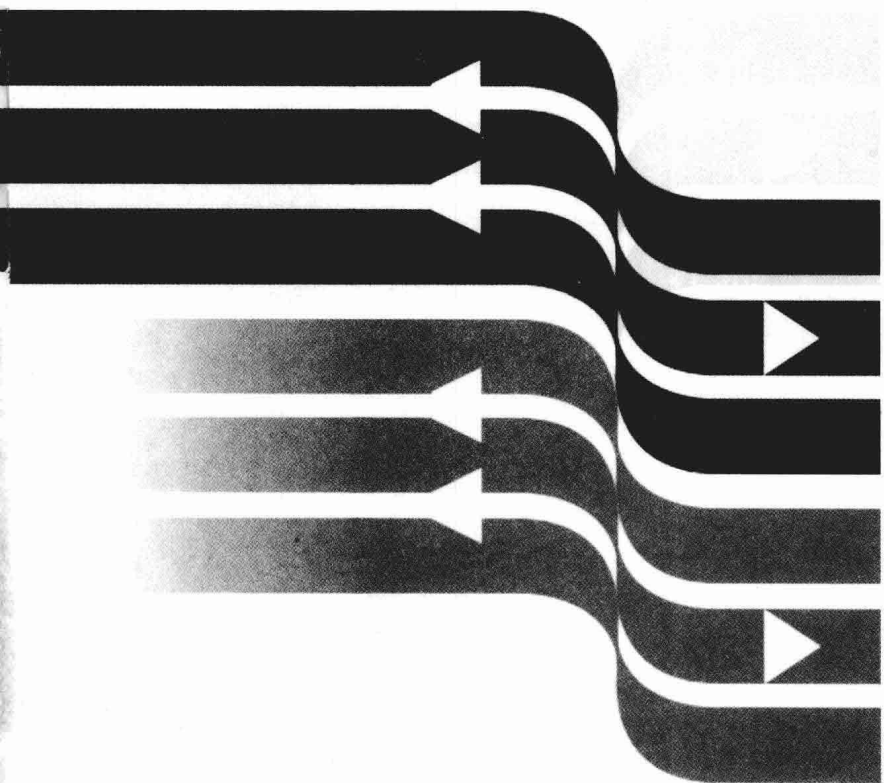


教育部高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料与成形工艺类专业规划教材

JIAOYUBUGAOZHIGAOZHJIANCAILIAOLEIZHUANYE
JIAOXUEZHIDAOWEIYUANHUI
GONGCHENGCAILIAOYUCHENGXINGGONGYILEIZHUANYEGUIHUAJIAOCAI

铸造生产与 工艺工装设计

韩小峰 / 主编 丁振波 / 副主编 曹瑜强 / 主审



图书在版编目(CIP)数据

铸造生产与工艺工装设计/韩小峰主编. —长沙:
中南大学出版社, 2010. 10
ISBN 978-7-5487-0111-8

I. 铸... II. 韩... III. 砂型铸造 - 工艺设计 IV. TG242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 181226 号

铸造生产与工艺工装设计

主 编 韩小峰

副主编 丁振波

责任编辑 谭 平

责任印制 周 颖

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

印 装 长沙市宏发印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 20.75 字数 515 千字

版 次 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-0111-8

定 价 35.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

内容简介



本书由概述、铸造砂处理、造型及制芯、浇注系统设计、冒口及补缩系统设计、铸造工艺设计、铸造工艺装备设计及选用、铸造生产工艺过程控制等内容组成，内容涵盖砂型铸造生产工艺全过程。深入浅出、精练、实用、紧密联系铸造企业生产实际。

与传统教材相比，加大了树脂砂应用技术的内容。在绪论部分引入铸造生产过程和工艺过程的概念，常用造型材料和造型制芯部分增加了树脂砂再生回用技术及其造型方法。专门针对企业广泛使用的呋喃树脂自硬砂铸造技术，提供了内容翔实的质量控制案例分析。将铸造生产工艺与铸造设备紧密联系，便于理解和学习。

本书针对铸造生产技术领域高等职业教育进行内容设计，也特别适合铸造企业员工培训使用。





教育部高职高专材料类专业教学指导委员会 工程材料与成形工艺类专业规划教材编审委员会

(排名不分先后)

主 任

王纪安 承德石油高等专科学校

任慧平 内蒙古科技大学

副主任

曹朝霞 包头职业技术学院

谭银元 武汉船舶职业技术学院

凌爱林 山西机电职业技术学院

佟晓辉 中国热处理行业协会

王红英 深圳职业技术学院

赵丽萍 内蒙古科技大学

姜敏凤 无锡职业技术学院

委 员

张连生 承德石油高等专科学校

韩小峰 陕西工业职业技术学院

王泽忠 四川工程职业技术学院

阎庆斌 山西机电职业技术学院

李荣雪 北京电子科技职业学院

彭显平 四川工程职业技术学院

陈长江 武汉船舶职业技术学院

杨坤玉 长沙航空职业技术学院

诸小丽 南宁职业技术学院

蔡建刚 兰州石化职业技术学院

白星良 山东工业职业学院

杨 跃 四川工程职业技术学院

李学哲 沈阳职业技术学院

张 伟 洛阳理工学院

赵 峰 天津中德职业技术学院

杨兵兵 陕西工业职业技术学院

李 慧 新疆农业职业技术学院

谢长林 株洲电焊条股份有限公司

尹英杰 石家庄铁路职业技术学院

孟宪斌 齐鲁石化建设公司

苏海青 承德石油高等专科学校

石 富 内蒙古机电职业技术学院

邱葭菲 浙江机电职业技术学院

范洪远 四川大学

许利民 承德石油高等专科学校

杨 崑 西华大学

王建勋 兰州石化职业技术学院

曹瑜强 陕西工业职业技术学院

韩静国 山西机电职业技术学院

王晓江 陕西工业职业技术学院

王书田 包头职业技术学院

付 俊 四川工程职业技术学院

郝晨生 黑龙江工程学院

柴腾飞 太原理工大学长治学院



当前,高等职业教育改革方兴未艾,各院校积极贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号文)和教育部、财政部《关于实施国家示范性高等职业院校建设计划,加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号文)文件精神,探索“工学结合”的改革之路,取得了很多很好的教学成果。

教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料与成形工艺分委员会,主要负责工程材料及成形工艺类专业与课程改革建设的指导工作。分教指委组织编写了《高职高专工程材料与成形工艺类专业教学规范(试行)》,并已由中南大学出版社正式出版,向全国推广发行,它是对高职院校教学改革的阶段性探索和成果的总结,对开办相关专业的院校有较好的指导意义和参考价值。为了适应工程材料与成形工艺类专业教学改革的新形势,分教指委还积极开展工程材料与成形工艺类专业高职高专规划教材的建设工作,并成立了高职高专工程材料与成形工艺类专业规划教材编审委员会,编审委员会由教指委委员、分指委专家、企业专家及教学名师组成。教指委及规划教材编审委员会在长沙中南大学召开了教材建设研讨会,会上讨论了焊接技术及自动化专业、金属材料热处理专业、材料成形与控制技术专业(铸造方向、锻压方向、铸热复合)以及工程材料与成形工艺基础等一系列教材的编写大纲,统一了整套书的编写思路、定位、特色、编写模式、体例等。

历经几年的努力,这套教材终于与读者见面了,它凝结了全体编写者与组织者的心血,体现了广大编写者对教育部“质量工程”精神的深刻体会和对当代高等职业教育改革精神及规律的准确把握。

本套教材体系完整、内容丰富。归纳起来,有如下特色:①根据教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料与成形工艺类专业制定的教学规划和课程标准组织编写;②统一规划,结构严谨,体现科学性、创新性、应用性;③贯彻以工作过程和行动为导向,工学结合的教育理念;④以专业技能培养为主线,构建专业知识与职业资格认证、社会能力、方法能力培养相结合的课程体系;⑤注重创新,反映工程材料与成形工艺领域的新知识、新技术、新工艺、新方法和新标准;⑥教材体系立体化,提供电子课件、电子教案、教学与学习指导、教学大纲、考试大纲、题库、案例素材等教学资源平台。

教材的生命力在于质量与特色，希望本系列教材编审委员会及出版社能做到与时俱进，根据高职高专教育改革的形势及产业调整、专业技术发展的趋势，不断对教材进行修订、改进、完善，精益求精，使之更好地适应高职人才培养的需要，也希望他们能够一如既往地依靠业内专家，与科研、教学、产业第一线人员紧密结合，加强合作，不断开拓，出版更多的精品教材，为高职教育提供优质的教学资源和服务。

衷心希望这套教材能在我国材料类高职高专教育中充分发挥它的作用，也期待着在这套教材的哺育下，一大批高素质、应用型、高技能人才脱颖而出，为经济社会发展和企业发展建功立业。

王纪安

2010年1月18日

王纪安：教授，教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会委员，工程材料与成形工艺分委员会主任。

前 言



本书是教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料及成形工艺类专业规划教材。依据《教育部高等学校高职高专材料类专业教学规范》、《高职材料成形与控制技术专业职业岗位标准》的要求编写，力求体现高等职业教育的特点，总结近年来铸造行业和高等职业教育两方面发展成果，凸显职业教育为行业、企业服务的宗旨。

本教材尊重学生的认知规律和职业发展规律，按照认知砂型铸造车间、生产铸件、编制工艺及设计工装、实施铸件质量控制的人才培养过程设计教学内容，便于教师教学和课程开发。与传统教材相比，在内容安排时，引入了企业广泛采用的树脂砂铸造工艺技术成果，更加注重生产流程的顺序以及岗位工作过程。运用案例，介绍了呖喃树脂砂铸造质量控制方法。针对技能水平要求较高的部分，详尽描述了工作方法和操作步骤。

本教材共七章，主要内容包括概述(铸造车间及铸造职业技术)、铸造砂处理、造型及制芯、浇注系统设计、冒口及补缩系统设计、铸造工艺设计、铸造工艺装备设计及选用、铸造生产工艺过程控制。由陕西工业职业技术学院韩小峰任主编，曹瑜强教授主审。其中绪论，第1、2、3、6、7章由韩小峰编写；第4章由陕西工业技术学院李明编写；第5章由包头职业技术学院丁振波编写。西安维美德造纸机械有限公司高级工程师姚青为本教材编写提供了大量翔实的工艺技术参数和工程经验，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，难免存在疏漏和不妥之处，恳请铸造技术专家、教师及广大读者提出批评指正意见。

编 者

2010年8月



目 录

概述	(1)
0.1 铸造生产过程	(1)
0.1.1 铸造生产过程	(1)
0.1.2 铸造生产纲领	(1)
0.1.3 铸造生产类型	(2)
0.1.4 铸造生产的组织形式	(3)
0.2 铸造工艺过程	(3)
0.2.1 铸造工艺过程	(3)
0.2.2 铸造工艺规程	(4)
0.3 铸造车间概述	(5)
0.3.1 铸造车间的组成及其功能	(5)
0.3.2 铸造车间的分类	(5)
0.3.3 铸造车间工作制度	(6)
0.3.4 铸造车间的工作时间	(6)
第1章 常用造型材料	(8)
1.1 铸造型砂种类及其性能要求	(8)
1.1.1 铸造型砂的种类及其组成	(8)
1.1.2 铸造型砂的性能要求及其影响因素	(10)
1.2 造型材料的选用及其性能检测	(15)
1.2.1 原砂的选用及其性能检测	(15)
1.2.2 黏土的选用及其性能检测	(26)
1.2.3 树脂粘接剂的种类及其选用	(30)
1.2.4 水玻璃粘接剂的选用	(35)
1.2.5 油脂类粘接剂的选用	(36)
1.2.6 附加物的种类及其选用	(39)
1.3 型砂和芯砂的配制及其性能检测	(42)
1.3.1 黏土砂的配制及其性能检测	(42)
1.3.2 树脂砂的配制及其性能检测	(58)
1.3.3 水玻璃砂的配制	(67)
1.3.4 油砂的种类及其应用	(69)
1.3.5 芯砂的种类及其应用	(72)
1.3.6 铸造用涂料	(73)

第 2 章 造型及制芯	(80)
2.1 铸件的浇注位置和分型面	(80)
2.1.1 铸件的浇注位置	(80)
2.1.2 分型面及其选择	(81)
2.1.3 铸造工艺参数	(83)
2.2 模样和模板	(85)
2.2.1 模样的类型及其结构	(85)
2.2.2 模板的结构组成	(86)
2.3 砂箱	(87)
2.4 黏土砂造型方法	(88)
2.4.1 手工造型工具	(88)
2.4.2 手工造型方法	(91)
2.4.3 机器造型方法及设备	(101)
2.5 树脂砂造型方法	(106)
2.5.1 树脂砂造型特点	(106)
2.5.2 树脂砂造型工艺	(107)
2.6 芯盒及制芯方法	(109)
2.6.1 砂芯的结构	(109)
2.6.2 常用芯盒的结构	(109)
2.6.3 手工造芯方法	(111)
2.6.4 砂芯烘干	(114)
2.6.5 机器造芯方法及设备	(115)
2.7 铸型的装配	(117)
2.7.1 铸型装配	(117)
2.7.2 铸型的紧固	(119)
第 3 章 浇注系统设计	(120)
3.1 金属液的充型	(120)
3.1.1 液态金属充型能力的概念	(120)
3.1.2 影响充型能力的因素	(120)
3.2 浇注系统各部分的结构形式	(121)
3.2.1 浇口的结构形式	(122)
3.2.2 直浇道的结构形式	(123)
3.2.3 横浇道的结构形式	(124)
3.2.4 内浇道的结构形式	(126)
3.3 浇注系统的类型及其选择	(129)
3.3.1 按内浇道的开设位置分类	(129)
3.3.2 按浇注系统各组元截面比例分类	(134)



3.4	灰铸铁件浇注系统设计	(135)
3.4.1	浇注时间的确定	(135)
3.4.2	阻流截面面积的确定	(137)
3.4.3	内浇道的设计	(139)
3.4.4	横浇道的设计	(139)
3.4.5	直浇道的设计	(140)
3.4.6	浇口的设计	(141)
3.4.7	阶梯式浇注系统设计	(141)
3.5	球墨铸铁件浇注系统设计	(142)
3.5.1	球墨铸铁件浇注时间的确定	(142)
3.5.2	球墨铸铁件浇注系统设计	(143)
3.6	铸钢件浇注系统设计	(146)
3.6.1	铸钢件浇注系统的特点	(146)
3.6.2	铸钢件浇注时间的确定	(146)
3.6.3	铸钢件浇注系统设计	(148)
3.7	铜合金和铝合金铸件浇注系统设计	(150)
3.7.1	铜合金铸件浇注系统设计特点	(150)
3.7.2	铝合金铸件浇注系统设计特点	(150)
第4章	铸件凝固控制与冒口设计	(153)
4.1	铸件的凝固及其控制	(153)
4.1.1	铸件的凝固温度场	(153)
4.1.2	铸件的凝固方式	(156)
4.1.3	灰铸铁和球墨铸铁的凝固特点	(158)
4.1.4	铸钢的凝固特点	(160)
4.2	铸件的收缩及收缩缺陷	(160)
4.2.1	铸件的收缩	(160)
4.2.2	铸件缩孔和缩松的形成机理	(163)
4.2.3	缩孔缩松的转化规律	(165)
4.2.4	缩孔位置的确定	(166)
4.2.5	防止铸件产生缩孔、缩松的方法	(166)
4.3	冒口的补缩原理	(170)
4.3.1	冒口的种类	(170)
4.3.2	冒口的有效补缩距离	(173)
4.3.3	提高冒口补缩效率的措施	(174)
4.4	冒口补贴的设计	(179)
4.4.1	均匀壁上的补贴	(180)
4.4.2	局部热节的补贴	(182)
4.5	冷铁、铸筋和出气口的应用	(183)

4.5.1	冷铁的应用	(183)
4.5.2	铸筋的应用	(189)
4.5.3	出气孔	(191)
4.6	均衡凝固理论及其应用	(192)
4.6.1	铸铁件的均衡凝固原理	(192)
4.6.2	均衡凝固理论的应用	(193)
4.7	铸钢件冒口设计	(194)
4.7.1	铸钢件冒口的补缩距离	(195)
4.7.2	比例法设计冒口	(198)
4.7.3	模数法设计冒口	(201)
4.8	铸铁件冒口设计	(207)
4.8.1	灰铸铁件冒口设计	(207)
4.8.2	可锻铸铁件冒口设计	(209)
4.8.3	球墨铸铁件冒口设计	(210)
4.9	有色合金铸件冒口设计	(215)
4.9.1	有色合金铸件冒口补缩距离	(215)
4.9.2	有色合金铸件冒口设计	(215)
第5章	铸造工艺设计	(217)
5.1	铸造工艺设计基础	(217)
5.1.1	铸造工艺设计的依据	(217)
5.1.2	铸造工艺规程	(218)
5.1.3	铸造工艺设计步骤	(219)
5.2	铸造工艺设计过程	(219)
5.2.1	读图及技术要求分析	(219)
5.2.2	合金的铸造性能分析	(220)
5.2.3	零件结构工艺性分析	(220)
5.2.4	制定铸造工艺方案	(224)
5.2.5	绘制铸造工艺图	(243)
5.2.6	绘制铸件图	(249)
5.2.7	绘制铸型装配图	(251)
5.2.8	填写铸造工艺卡片	(254)
第6章	砂型铸造工艺装备设计及选用	(256)
6.1	模样设计	(256)
6.1.1	模样的材质选择及其制作工艺	(256)
6.1.2	模样尺寸的基本计算	(258)
6.1.3	模样的结构设计	(259)
6.2	模板设计	(263)



6.2.1	模板的结构组成及应用	(263)
6.2.2	模底板结构设计	(265)
6.2.3	模板设计	(269)
6.3	芯盒设计	(273)
6.3.1	芯盒材质的选择	(273)
6.3.2	芯盒内腔尺寸的确定	(273)
6.3.3	芯盒结构设计	(274)
6.3.4	特种芯盒的设计特点	(278)
6.4	砂箱的选用与设计	(280)
6.4.1	砂箱的使用要求与选用	(280)
6.4.2	通用砂箱的结构与设计	(282)
6.4.3	特殊砂箱	(289)
第7章	砂型铸造质量控制与管理	(292)
7.1	铸件质量与分等	(292)
7.1.1	现代铸件质量的内涵	(292)
7.1.2	铸件废品率、成品率的概念	(292)
7.1.3	铸件质量分等	(293)
7.2	铸件缺陷的分类	(293)
7.2.1	按工序分类	(293)
7.2.2	按缺陷的特征分类	(294)
7.3	铸件缺陷分析与防止	(300)
7.4	铸件缺陷的修补技术	(302)
7.4.1	矫正	(303)
7.4.2	焊补	(303)
7.4.3	熔补法	(305)
7.4.4	浸渗修补	(305)
7.4.5	填腻子修补	(307)
7.5	砂型铸造生产工艺过程质量控制	(308)
7.5.1	影响铸件质量的因素	(308)
7.5.2	技术准备过程的质量控制	(308)
7.5.3	生产工艺过程的质量控制	(310)
7.6	呋喃树脂砂在铸造生产中的应用及质量控制(案例)	(311)
7.6.1	铸造工艺的控制	(311)
7.6.2	模样质量的控制	(311)
7.6.3	型砂质量的控制	(312)
7.6.4	造型过程的质量控制	(313)
7.6.5	熔注过程的质量控制	(314)
7.6.6	清理过程的质量控制	(315)

- 7.6.7 落砂、再生过程的质量控制 (315)
- 7.6.8 树脂砂设备选型和改造过程中应注意的几个问题 (315)
- 7.6.9 存在的问题及对策 (316)
- 7.6.10 经验和体会 (316)
- 参考文献** (318)



概述

0.1 铸造生产过程

生产过程是指产品由原材料到成品之间各个相互联系的劳动过程的总和。一个工厂的生产过程，又可分为各个车间的生产过程。工艺过程是指在生产过程中，与原材料变为成品直接有关的过程。工艺过程是由一道一道的工序组成的，每一道工序又分为若干个工作步骤，称为工步。

0.1.1 铸造生产过程

铸造是指熔炼金属、制造铸型，并将熔融金属浇入铸型，冷却凝固后获得一定形状和性能铸件的材料成型方法，其生产过程可以分为生产准备、工艺过程、产品管理三个阶段。

铸造生产准备主要包括铸造工艺技术文件、铸造设备及工艺装备、原材料(耐火材料和合金)、生产人员等方面。工艺过程是指与铸件形成直接有关的过程，如造型、制芯、熔炼、浇注等。产品管理是指铸件的喷漆、包装、入库及转运等。砂型铸造生产工艺流程如图0-1所示。

0.1.2 铸造生产纲领

某种铸件(包括备品和废品在内)的年产量称为该铸件的年生产纲领。铸件的年生产纲领是制定工艺规程、选用工艺装备、确定生产类型和生产组织形式的依据。

生产纲领可用下式计算

$$N = Q(1 + a\% + b\%)$$

式中 N ——某铸件的年生产纲领/件；

Q ——某铸件年产量或订单中约定的某铸件的年产量/件；

$a\%$ ——备品的百分率；

$b\%$ ——废品的百分率。

在进行铸造车间的规划设计时，一般依据车间生产纲领。对于大批大量生产的铸造车间，根据工厂生产铸件明细表确定精确生产纲领，铸造车间的生产纲领包括：产品名称和产量，铸件种类量及外协件数量等。

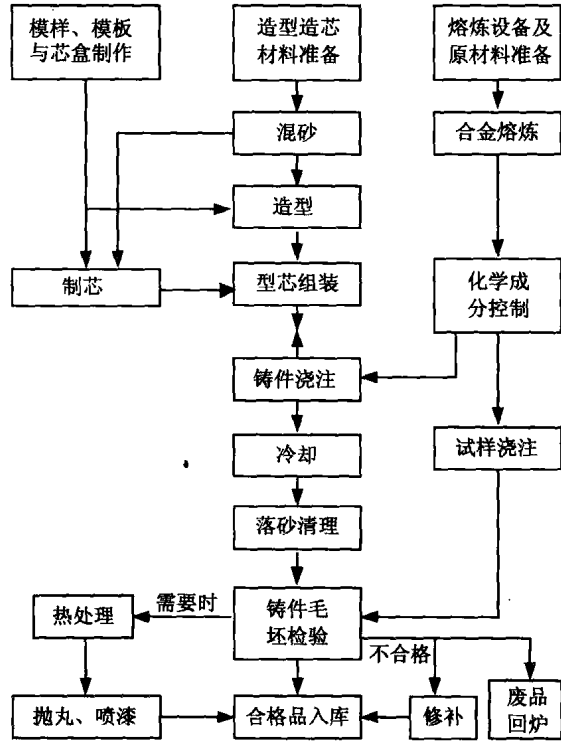


图 0-1 砂型铸造生产工艺流程

0.1.3 铸造生产类型

一般地，机械制造业的生产类型分为三种类型：单件生产、成批生产和大量生产。

单件生产是指每一种产品仅生产一个或少数几个，而且很少再重复生产。例如，重型产品和新产品试制都属于单件生产。在单件生产时，一般多采用通用设备和工装，甚至更多的采用手工方法进行生产，对工人的技术水平要求较高。

成批生产是指一年当中分批分次地生产相同的产品，呈周期性重复。每批次生产的产品数量称为批量。根据批量大小又分为小批量、中批量和大批量生产。在成批生产中，采用通用设备及工装，也采用高效率的专用设备及工装。对工人的技术水平要求比单件生产时的要求较低。

大量生产是指常年不间断地重复生产某一种产品。在大量生产中，尽量采用专用设备、自动化设备及专用工装。由于自动化程度较高，对操作工人的技术水平要求较低，但是对设备的调整、维护人员技术水平要求较高。

在生产上，一般按照生产纲领的大小、产品大小及其复杂程度确定相应规模的生产类型。表 0-1 给出了生产纲领与生产类型之间的大致关系，可供参考。

表 0-1 生产纲领与生产类型之间的关系

生产类型		产品的年生产纲领		
		重型产品 (30kg 以上)	中型产品 (4 ~ 30kg 以上)	小型产品 (4kg 以下)
单件生产		<5	<10	<100
成批生产	小批生产	5 ~ 100	10 ~ 200	100 ~ 500
	中批生产	100 ~ 300	200 ~ 500	500 ~ 5000
	大批生产	300 ~ 1000	500 ~ 5000	5000 ~ 50000
大量生产		>1000	>5000	>50000

0.1.4 铸造生产的组织形式

在确定铸件的生产纲领以后,可依据表 0-1 确定生产类型。再根据生产类型确定相应的生产组织形式。铸造车间一般采用流水线生产组织形式,其中大批大量生产时采用自动化流水线,中小批量采用机械化流水线,单件小批生产采用手工生产或机群式的生产组织形式。

0.2 铸造工艺过程

0.2.1 铸造工艺过程

不同的铸造方法其工艺过程不同。砂型铸造工艺过程如图 0-2 所示。

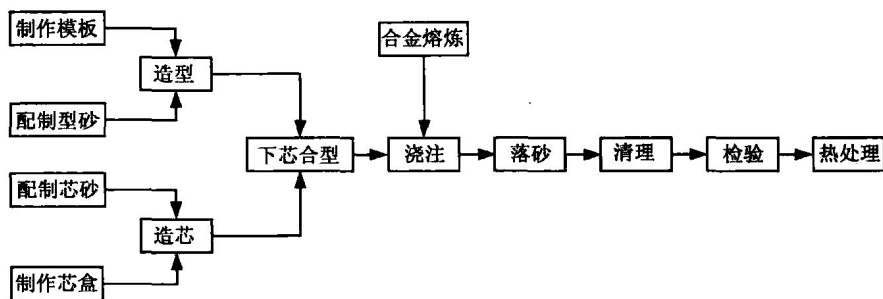


图 0-2 砂型铸造生产工艺过程

1) 铸造工序

工艺过程是由工序组成的。铸造工序是指由一个或一组工人,在一台设备(或在其他设备及工作场地)上,对一个铸件(或同时对几个铸件)所连续完成的那部分工艺过程。图 0-2 中的砂型铸造工艺过程分为 13 道工序,每一道工序完成确定的工作内容。但是,工序的划分与生产的组织形式有关。比如下芯,在手工生产时与造型、合型同在一道工序,在自动化生产线上它可能是单独的一道工序。工序不仅是制定工艺过程的基本单元,也是制定劳动定额、配备工人、安排作业计划和进行质量控制的基本单元。