



普通高等院校应用型人才培养“十三五”规划教材

机械 工程实训

JIXIE GONGCHENG SHIXUN

主 编 ● 秦 涛
主 审 ● 朱定见



普通高等院校应用型人才培养“十三五”规划教材

机械工程实训

主 编 秦 涛
主 审 朱定见

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机械工程实训 / 秦涛主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2018.8

普通高等院校应用型人才培养“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5643-6373-4

I. ①机… II. ①秦… III. ①机械工程—高等学校—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 195571 号

普通高等院校应用型人才培养“十三五”规划教材
机械工程实训

主 编 / 秦 涛

责任编辑 / 陈 斌

助理编辑 / 何明飞

封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(四川省成都市二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)

发行部电话: 028-87600564 028-87600533

网址: <http://www.xnjdcbs.com>

印刷: 成都中永印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 16 字数 398 千

版次 2018 年 8 月第 1 版 印次 2018 年 8 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-6373-4

定价 42.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

机械工程实训是工科类学生在校期间进行的工程氛围最浓厚，教学内容涉及的知识和技能最广泛，教学时间较长且集中进行的实践教学环节。既是传授工程知识和工程技术的重要手段，又是理论与工程实际、课堂教学与生产实践相联系的桥梁，更是培养学生工程素质、创新潜质和实践能力的重要途径。

本书结合湖北文理学院多年机械工程实训教学的实践经验，本着“适用、实用”的原则和“通俗易懂、繁简有度”的风格编写，特别注重培养学生的工程素质和动手实践能力。本教材共分9章，主要内容包括：机械工程实训相关知识、铸造实训、锻造实训、焊接实训、车工实训、铣工实训、刨工实训、磨工实训和钳工实训等。全书力求精练，讲究实用，图文并茂，便于自学。本书适合高等院校机械类、近机械类以及工科其他各专业的机械工程实训教学和实习指导，也可供工程技术人员参考使用。

本书具有以下特点：

(1) 坚持“适用、实用”的原则。

充分考虑实训对象的知识结构，本书按工种编排内容，重点介绍了“适用”的基础理论知识和“实用”的实训实例，理论充分联系实践，让学生在机械工程实训中真正的学以致用。

(2) 秉持“通俗易懂、繁简有度”的风格。

文字上注重通俗易懂，内容上注重繁简有度，即重点内容力求翔实，次要内容尽量精炼。

(3) 加强安全教育。

在介绍各个工种之前，都先介绍该工种的《安全操作规程》，突出“预防为主，防患于未然”的安全理念。

本书由湖北文理学院秦涛老师担任主编并统稿，朱定见副教授担任主审。在编写过程中，编者参考了现行的一些教材，部分资料来自网络，在此一并表示感谢！受编者水平所限，书中难免存在疏漏之处，恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

2018年6月

目 录

| | |
|----------------------|-----|
| 第1章 机械工程实训相关知识 | 1 |
| 1.1 机械工程实训课程简介 | 1 |
| 1.2 机械工程实训安全技术 | 2 |
| 复习题 | 3 |
| 第2章 铸造实训 | 4 |
| 2.1 铸造实训安全操作规程 | 4 |
| 2.2 铸造实训理论知识 | 4 |
| 2.3 铸造实训内容 | 17 |
| 复习题 | 23 |
| 第3章 锻造实训 | 25 |
| 3.1 锻造实训安全操作规程 | 25 |
| 3.2 锻造实训理论知识 | 25 |
| 3.3 锻造实训内容 | 29 |
| 复习题 | 34 |
| 第4章 焊接实训 | 36 |
| 4.1 焊接实训安全操作规程 | 36 |
| 4.2 焊接实训理论知识 | 36 |
| 4.3 焊接实训内容 | 48 |
| 复习题 | 55 |
| 第5章 车工实训 | 56 |
| 5.1 车工实训安全操作规程 | 56 |
| 5.2 车工实训理论知识 | 56 |
| 5.3 车工实训内容 | 86 |
| 复习题 | 123 |
| 第6章 铣工实训 | 125 |
| 6.1 铣工实训安全操作规程 | 125 |
| 6.2 铣工实训理论知识 | 125 |
| 6.3 铣工实训内容 | 145 |

| | |
|---------------------|-----|
| 复习题····· | 157 |
| 第7章 刨工实训····· | 158 |
| 7.1 刨工实训安全操作规程····· | 158 |
| 7.2 刨工实训理论知识····· | 158 |
| 7.3 刨工实训内容····· | 165 |
| 复习题····· | 168 |
| 第8章 磨工实训····· | 169 |
| 8.1 磨工实训安全操作规程····· | 169 |
| 8.2 磨工实训理论知识····· | 169 |
| 8.3 磨工实训内容····· | 176 |
| 复习题····· | 179 |
| 第9章 钳工实训····· | 180 |
| 9.1 钳工实训安全操作规程····· | 180 |
| 9.2 钳工实训理论知识····· | 180 |
| 9.3 钳工实训内容····· | 185 |
| 复习题····· | 247 |
| 参考文献····· | 249 |

第 1 章 机械工程实训相关知识

1.1 机械工程实训课程简介

1.1.1 机械工程实训课程的性质

机械工程实训（原称金工实习或者金工实训）是研究产品从原材料到合格零件或机器的制造工艺技术的学科；是一门实践性的技术基础课程，是工科类学生尤其是机械类各专业的学生进行基本工程训练、培养工程素质和工程意识的重要课程；是学习“工程材料”“材料成形及机械制造工艺基础”与“机械制造技术”系列课程的先修课，也是获得机械制造基本知识的必修课。

1.1.2 机械工程实训课程的目的

（1）让学生了解机械制造的一般过程，建立对机械制造生产基本过程的感性认识，学习机械制造的基础工艺知识，了解机械制造生产的主要设备。

（2）熟悉机械零件的常用加工方法、所用主要设备的工作原理和典型机构、工夹量具以及安全操作技术。

（3）通过基本的工程训练，培养学生进行独立操作的实践动手能力。

（4）全面开展素质教育，树立实践观念、劳动观念和团队协作观念，培养高质量人才。

（5）了解机械制造的基本工艺知识和一些新工艺、新技术在机械制造中的应用。

1.1.3 机械工程实训课程的要求

（1）使学生掌握现代制造的基本组成、一般过程和主要类型等基本知识，建立制造工程的背景知识；初步掌握制造工艺学的一般原理和基本知识，熟悉机械零件的常用加工方法及其所用的主要设备和工具；了解新工艺、新技术在现代机械制造中的应用。

（2）使学生初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力；具有采用主要工种独立完成简单零件加工制造的实践能力；并具备一定的工艺实验和工程实践能力。

（3）培养学生生产质量和经济观念；培养学生创新精神、一丝不苟和理论联系实际的工作作风；培养学生热爱劳动、热爱公物的良好品德等基本素质。

（4）初步学会用现代计算机设计和制造技术，进行简单产品的设计和制造，培养创新意识和综合能力。初步建立市场、信息、质量、成本、效益、安全、群体和环保等工程意识。

1.2 机械工程实训安全技术

1.2.1 安全教育的重要性

安全生产重于泰山！学生安全知识培训是安全实训的治本之策。在众多企业事故原因调查中不难发现，因为上岗职工在安全知识、安全技能等方面的不合格造成的重大事故不在少数，经过严格的安全思想教育和培训，既能确保安全生产和实训的顺利进行，更是对参训学生的人身安全负责。因此，对在校实训的学生必须按照国家有关规定进行安全思想教育和培训。具体的内容包含：

一个方针：安全第一，预防为主。

二个须知：知道岗位职责，知道本工种安全操作规程和标准。

三不伤害：不伤害自己，不伤害别人，不被他人伤害。

六个到位：教师责任到位，教育培训到位，防范措施到位，检查力度到位，整改处罚到位，安全意识到位。

七大不安全心理因素：侥幸，偷懒，逞能，莽撞，心急，赌气，好奇。

1.2.2 机械工程实训的基本安全要求

在工程实训过程中要进行各种实践操作，制造各种不同规格和要求的零件。因此，常要开动各种生产设备，接触到机床、焊机、砂轮机。为了避免机械伤害、触电、爆炸、烫伤和中毒等工伤事故，实训人员必须严格遵守各个工种的工艺操作规程。只有严格遵守各个工种的工艺操作规程，才能确保实训人员的安全。具体安全要求如下：

(1) 在实训指导人员进行讲解、示范的时候，实训人员要做到认真听讲，仔细观察，做好笔记；在实训过程中一旦发现异常，要立即用安全的方法关断设备，并马上告知实训指导人员。

(2) 严格执行安全制度，进入实训车间必须穿戴符合要求的服装、眼镜和鞋、帽。长头发的学生应将长发放入帽内，戴好工作帽；不得穿高跟鞋、凉鞋、拖鞋和软底鞋。

(3) 操作机床时一律不允许戴手套，严禁将身体、衣袖与转动部位接触；正确使用砂轮机，严格按安全规程操作，注意人身安全。

(4) 遵守设备操作规程，爱护设备，未经实训指导人员许可不得随意乱动车间设备，更不准乱动开关和按钮。

(5) 遵守劳动纪律，不迟到，不早退，不打闹，不串岗，不随地而坐，不戴耳机听音乐，不擅离工作岗位，更不能到车间外玩，有事请假。

(6) 交接班时认真清点工具、夹具和量具，做好保养保管，如有损坏、丢失照价赔偿。

(7) 实训时，要热爱劳动，要做到不怕苦、不怕累、不怕脏。

(8) 每天下班前要擦拭机床，保养设备；清理工件、用具，打扫实训工作场地，保持环境卫生。

(9) 爱护公物，节约水、电和材料，不践踏绿地，不损坏花木。

(10) 爱护劳动用品，实训结束时要及时返还工作服，如有损坏、丢失按价赔偿。

复习题

- (1) 简述机械工程实训的性质、目的和要求。
- (2) 简述机械工程实训的安全技术。

第2章 铸造实训

2.1 铸造实训安全操作规程

- (1) 铸造实训时要穿好工作服。
- (2) 铸造造型时严格禁止用嘴吹型砂，以免迷住眼睛。
- (3) 搬动砂箱时要轻拿轻放。
- (4) 浇包在使用前必须烘干，以免金属液体飞溅。
- (5) 浇注时，吊包、浇注操作要稳，不浇注的同学应远离浇包，以免金属液溅出伤人。
- (6) 铸造实训时不许用手、脚等身体各部位触及未冷却的铸件，以免烫伤。
- (7) 清理铸件时，要注意周围环境，以免伤人。

2.2 铸造实训理论知识

2.2.1 铸造简介

1. 铸造的概念

铸造是指熔炼金属，制造铸型，并将熔融金属浇入铸型，凝固后获得一定形状和性能铸件的成形方法。用铸造方法得到的金属件称为铸件。

在材料成形工艺发展的过程中，铸造是历史最悠久的一种工艺，在我国已有六千多年历史。早在殷商时期我国就出现了纯熟的青铜器铸造技术。在河南安阳出土的商代祭器后母戊鼎，如图2.1所示，重达八百多千克，长、高都超过1 m，四周饰有精美的蟠龙纹及饕餮。北京明代永乐青铜大钟重达46.5 t，钟高6.75 m，钟唇厚22 cm，外径2.3 m，钟体内遍铸经文22.7万字。外形和内腔如此复杂、重量如此巨大、质量要求如此高的青铜大钟，若不采用铸造方法和具有精湛的铸造技术，是难以用其他方法制造的。



图 2.1 后母戊鼎

2. 铸造的特点

- (1) 适用范围广，可铸造不同尺寸、重量及各种形状的工件；也适用于不同材料，如铸铁、铸钢、非铁合金。
- (2) 可以制成外形和内腔十分复杂的毛坯，如各种箱体、床身、机架等。

(3) 原材料来源广泛, 还可利用报废的机件或切屑; 工艺设备费用小, 成本低。

(4) 所得铸件与零件尺寸较接近, 可节省金属, 减少切削加工工作量。

但铸件也有力学性能较差、生产工序多、质量不稳定、工人劳动条件差等缺点。

3. 铸造的分类

铸造的方法很多, 主要有砂型铸造和特种铸造两大类, 分类如图 2.2 所示。

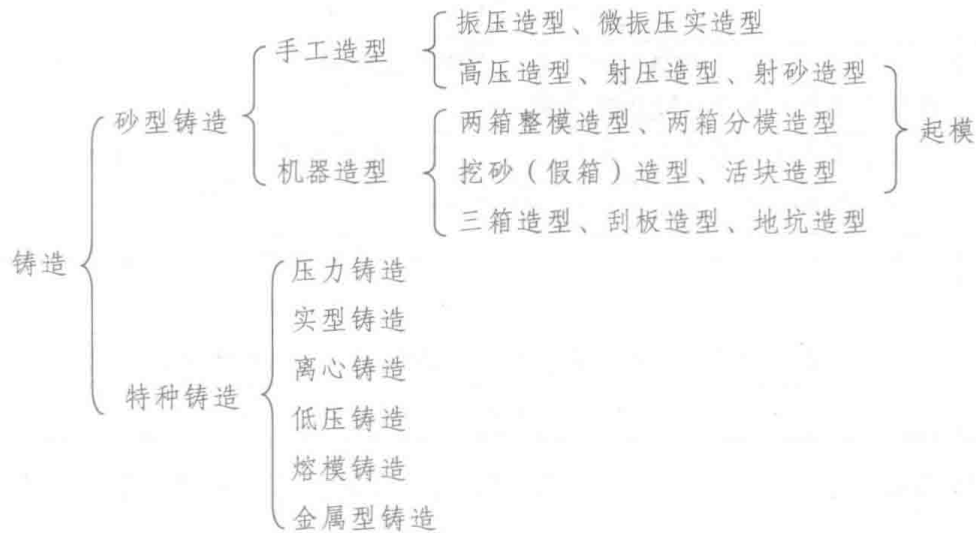


图 2.2 铸造的分类

4. 铸造的工艺流程

铸造生产是机械制造业中一项重要的毛坯制造工艺过程, 其质量、产量以及精度等直接影响到机械产品的质量、产量和成本。铸造生产的现代化程度, 反映了机械工业的水平, 反映了清洁生产和节能省材的工艺水准。铸造的工艺流程如图 2.3 所示。

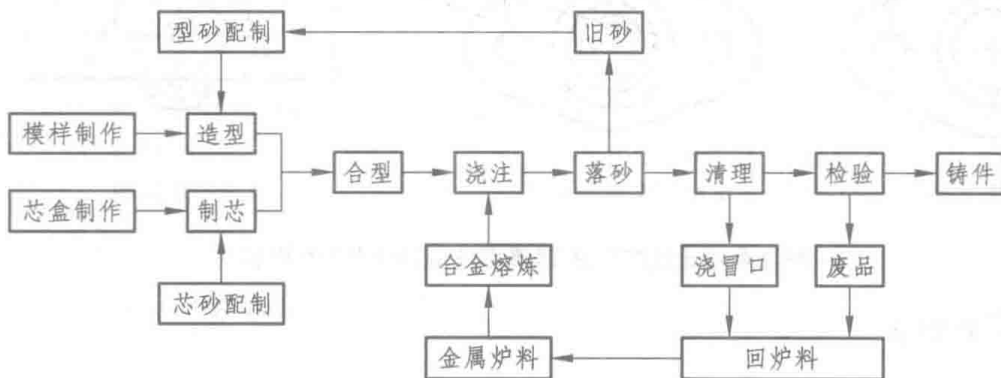


图 2.3 铸造的工艺流程

2.2.2 砂型铸造

1. 模样和芯盒的制作

模样是铸造生产中必要的工艺装备。对具有内腔的铸件, 铸造时内腔由砂芯形成, 因此还要制备造砂芯用的芯盒。制造模样和芯盒常用的材料有木材、金属和塑料。在单件、小批

量生产时广泛采用木质模样和芯盒；在大批量生产时多采用金属或塑料模样、芯盒。金属模样与芯盒的使用寿命长达 10 万次 ~ 30 万次，塑料的使用寿命最多为几万次，而木质的仅 1 000 次左右。

为了保证铸件质量，在设计和制造模样和芯盒时，必须先设计出铸造工艺图，然后根据工艺图的形状和大小，制造模样和芯盒。在设计工艺图时需考虑的问题见表 2.1。

表 2.1 设计工艺图时应考虑的问题

| 应考虑的问题 | 作 用 |
|--------|---|
| 分型面的选择 | 分型面是上、下砂型的分界面，选择分型面时必须使模样能从砂型中取出，并使造型方便和有利于保证铸件质量 |
| 拔模斜度 | 为了易于从砂型中取出模样，凡垂直于分型面的表面，均做出 $0.5^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 的拔模斜度 |
| 加工余量 | 铸件需要加工的表面，均需留出适当的加工余量 |
| 收缩量 | 铸件冷却时要收缩，模样的尺寸应考虑铸件收缩的影响。通常用于铸铁件的要加大 1%；铸钢件的加大 $1.5\% \sim 2\%$ ；铝合金件的加大 $1\% \sim 1.5\%$ |
| 铸造圆角 | 铸件上各表面的转折处，都要做成过渡性圆角，以利于造型及保证铸件质量 |
| 芯头 | 有砂芯的砂型，必须在模样上做出相应的芯头 |

图 2.4 是压盖零件的铸造工艺图及相应的模样图，从图中可见模样的形状和零件图往往是不完全相同的。

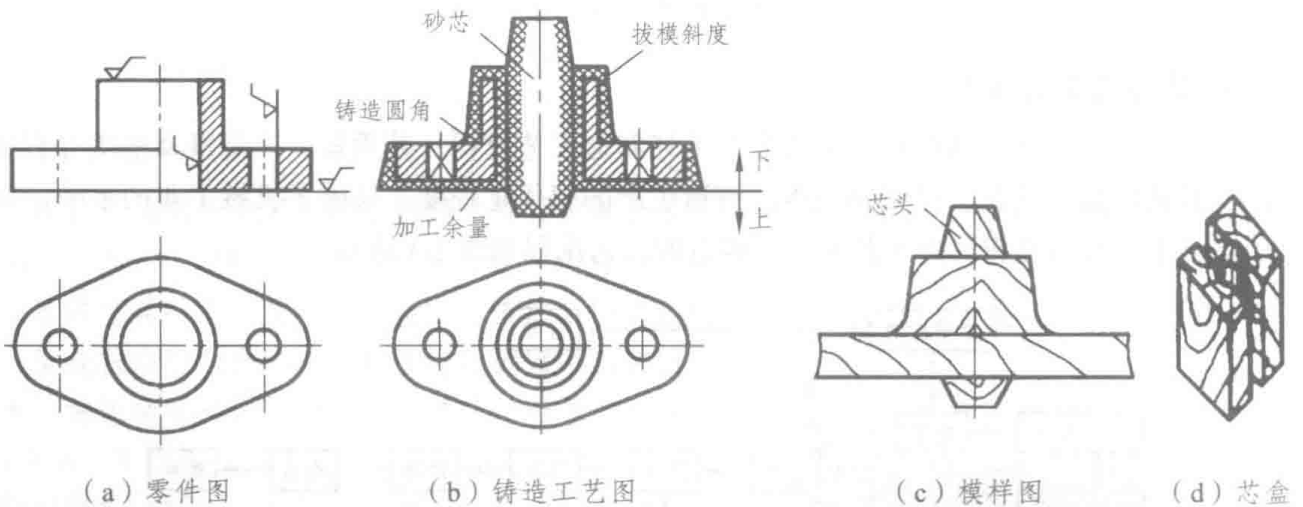


图 2.4 压盖零件的铸造工艺图及相应的模样图

2. 型砂的制备

1) 型砂的组成及比例

砂型铸造用的造型材料主要是用于制造砂型的型砂和用于制造砂芯的芯砂。通常型砂是由原砂（山砂或河砂）、黏土和水按一定比例混合而成，其中黏土约为 9%、水约为 6%，其余为原砂。有时还加入少量煤粉、植物油、木屑等附加物以提高型砂和芯砂的性能。紧实后的型砂结构如图 2.5 所示。芯砂由于需求量少，一般用手工配制。型芯所处的环境恶劣，所以芯砂性能要求比型砂高，同时芯砂的黏结剂（黏土、油类等）比型砂中的黏结剂的比重要大一些，所以其透气性不及型砂，制芯时要做出透气道（孔）。

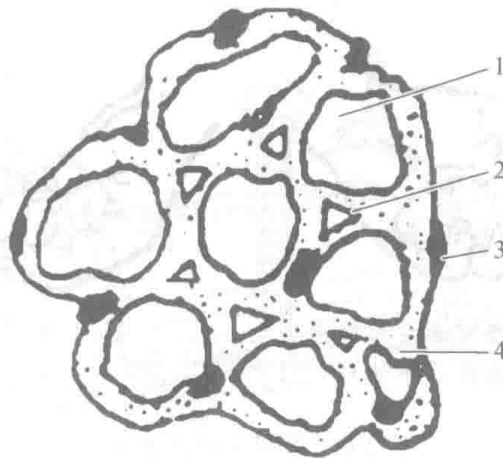


图 2.5 型砂结构示意图

1—砂粒；2—空隙；3—附加物；4—黏土膜

2) 型砂的性能

型砂的质量直接影响铸件的质量，型砂质量差会使铸件产生气孔、砂眼、粘砂、夹砂等缺陷。良好的型砂应具备下列性能：

(1) 透气性。

型砂能让气体透过的性能称为透气性。高温金属液浇入铸型后，型内充满大量气体，这些气体必须由铸型内顺利排出去，否则将使铸件产生气孔、浇不足等缺陷。铸型的透气性受砂的粒度、黏土含量、水分含量及砂型紧实度等因素的影响。砂的粒度越细，黏土及水分含量越高，砂型紧实度越高，透气性就越差。

(2) 强度。

型砂抵抗外力破坏的能力称为强度。型砂必须具备足够高的强度才能在造型、搬运、合箱过程中不塌陷，浇注时也不会破坏铸型表面。型砂的强度也不宜过高，否则会因透气性、退让性的下降使铸件产生缺陷。

(3) 耐火性。

指型砂抵抗高温热作用的能力。耐火性差，铸件易产生粘砂。型砂中 SiO_2 含量越多，型砂颗粒就越大，耐火性越好。

(4) 可塑性。

指型砂在外力作用下变形，去除外力后能完整地保持已有形状的能力。可塑性好，造型操作方便，制成的砂型形状准确、轮廓清晰。

(5) 退让性。

指铸件在冷凝时，型砂可被压缩的能力。退让性不好，铸件易产生内应力或开裂。型砂越紧实，退让性越差。在型砂中加入木屑等物可以提高退让性。

在单件小批生产的铸造车间里，常用手捏法来粗略判断型砂的某些性能。如用手抓起一把型砂，紧捏时感到柔软容易变形；放开后砂团不松散、不黏手，并且手印清晰；把它折断时，断面平整均匀并没有碎裂现象，同时具有一定强度，就认为型砂具有了合适的性能要求，如图 2.6 所示。

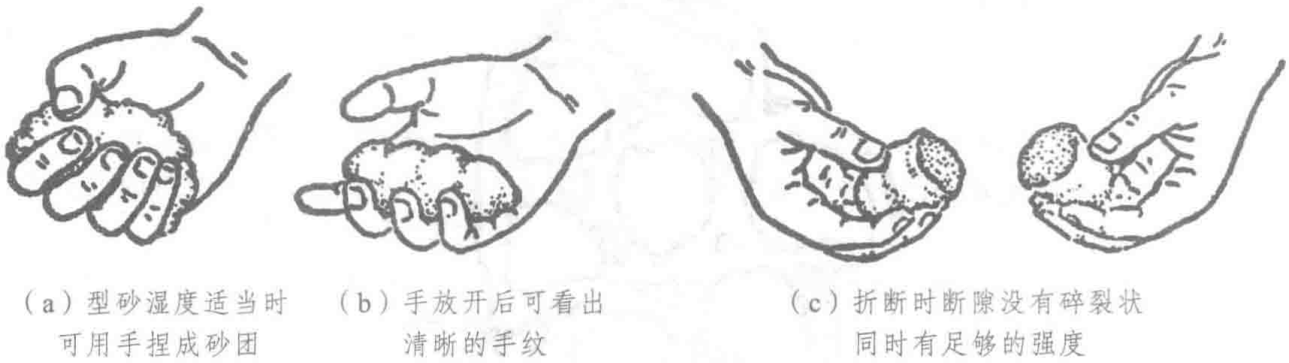


图 2.6 手捏法检验型砂

3. 铸型的组成

铸型是根据零件形状用造型材料制成的，铸型可以是砂型，也可以是金属型。砂型是由型砂（型芯砂）做造型材料制成的，它是用于浇注金属液，以获得形状、尺寸和质量符合要求的铸件。

铸型一般由上型、下型、型芯、型腔和浇注系统组成，如图 2.7 所示。铸型组元间的接合面称为分型面。铸型中造型材料所包围的空腔部分，即形成铸件本体的空腔称为型腔。液态金属通过浇注系统流入并充满型腔，产生的气体从出气孔等处排出砂型。

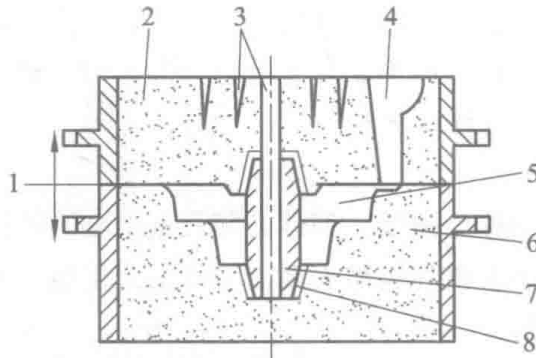


图 2.7 铸型装配图

1—分型面；2—上型；3—出气孔；4—浇注系统；5—型腔；6—下型；7—型芯；8—芯头芯座

4. 浇注系统

浇注系统是为金属液流入型腔而开设于铸型中的一系列通道。其作用是：① 平稳、迅速地注入金属液；② 阻止熔渣、砂粒等进入型腔；③ 调节铸件各部分温度，补充金属液在冷却和凝固时的体积收缩。正确地设置浇注系统，对保证铸件质量、降低金属的消耗量有重要的意义。若浇注系统设置不合理，铸件易产生冲砂、砂眼、渣孔、浇不到、气孔和缩孔等缺陷。典型的浇注系统由外浇口、直浇道、横浇道和内浇道四部分组成，如图 2.8 所示，各部分作用见表 2.2。对形状简单的小铸件可以省略横浇道。

常见的缩孔、缩松等缺陷是由于铸件冷却凝固时体积收缩而产生的。为防止缩孔和缩松，往往在铸件的顶部或厚实部位设置冒口。冒口是指在铸型内特设的空腔及注入该空腔的金属。冒口中的金属液可不断地补充铸件的收缩，从而使铸件避免出现缩孔、缩松。冒口是多余部分，清理时要切除掉。冒口除了补缩作用外，还有排气和集渣的作用。

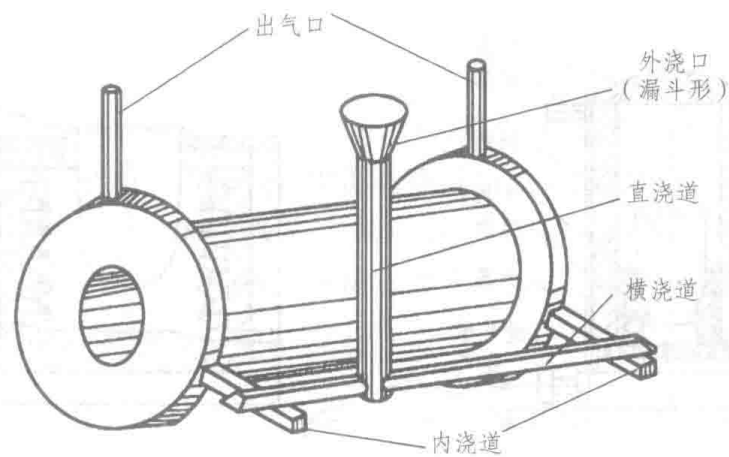


图 2.8 典型浇注系统

表 2.2 浇注系统各部分作用

| 名称 | 作用 |
|-----|---|
| 外浇口 | 容纳注入的金属液并缓解液态金属对砂型的冲击。小型铸件通常为漏斗状（称浇口杯），较大型铸件为盆状（称浇口盆） |
| 直浇道 | 是连接外浇口与横浇道的垂直通道。改变直浇道的高度可以改变金属液的静压力大小和金属液的流动速度，从而改变液态金属的充型能力。如果直浇道的高度或直径太大，会使铸件产生浇不足的现象。为便于取出直浇道棒，直浇道一般做成上大下小的圆锥形 |
| 横浇道 | 是将直浇道的金属液引入内浇道的水平通道，一般开设在砂型的分型面上，其截面形状一般是高梯形，并位于内浇道的上面。横浇道的主要作用是分配金属液进入内浇道和挡渣 |
| 内浇道 | 直接与型腔相连，可调节金属液流入型腔的方向和速度，以及铸件各部分的冷却速度。内浇道的截面形状一般是扁梯形和月牙形，也可为三角形 |

5. 合金的熔炼

合金熔炼的目的是要获得符合要求的金属熔液。不同类型的金属，需要采用不同的熔炼方法及设备。如钢的熔炼是用转炉、平炉、电弧炉、感应电炉等；铸铁的熔炼多采用冲天炉；而非铁金属如铝、铜合金等的熔炼，则用坩埚炉。

1) 铝合金的熔炼

铸铝是工业生产中应用最广泛的铸造非铁合金之一。由于铝合金的熔点低，熔炼时极易氧化、吸气，合金中的低沸点元素（镁、锌等）极易蒸发烧损，故铝合金的熔炼应在与燃料和燃气隔离的状态下进行。

铝合金的熔炼一般是在坩埚炉内进行，根据所用热源不同，有焦炭加热坩埚炉、电加热坩埚炉等不同形式，如图 2.9 所示。通常用的坩埚有石墨坩埚和铁质坩埚两种。石墨坩埚是用耐火材料和石墨混合成型烧制而成。铁质坩埚是由铸铁或铸钢铸造而成，可用于铝合金等低熔点合金的熔炼。

铝合金的熔炼过程如图 2.10 所示。

(1) 根据牌号要求进行配料计算和备料。

(2) 空坩埚预热到暗红后投金属料并加入烘干后的覆盖剂（以熔融后刚刚能覆盖住铝液表面为宜），快速升温熔化。铝液开始熔成液体后，须停止鼓风，在非阳光直射时观察。若铝液表面呈微暗红色（温度为 680~720℃），可以除气。

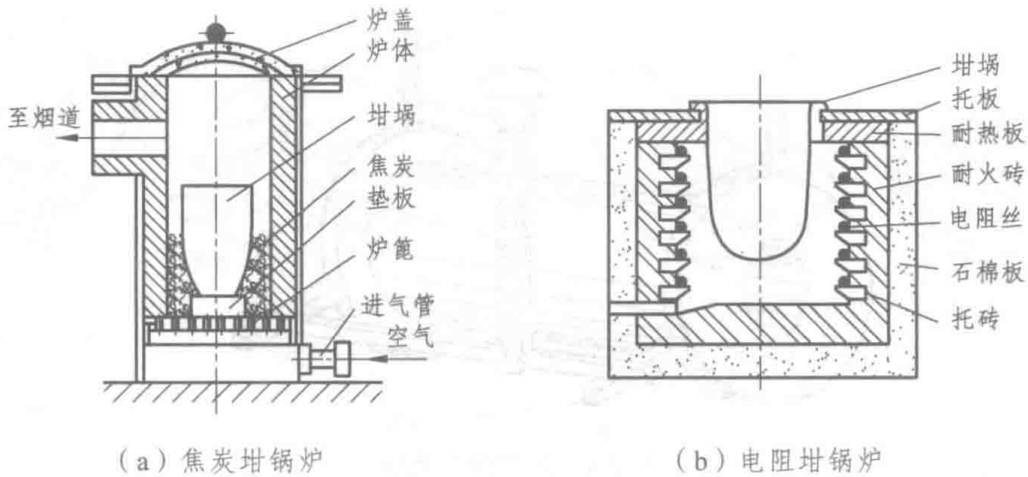


图 2.9 铝合金熔炼设备

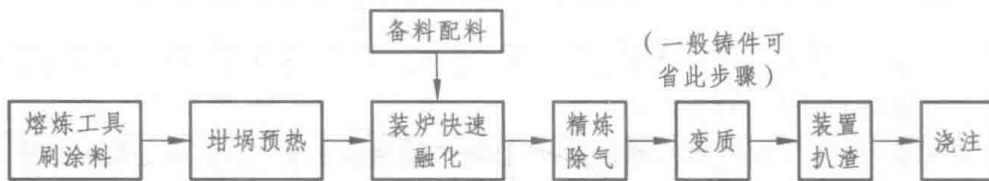
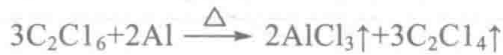


图 2.10 铝合金熔炼过程

(3) 精炼。常使用六氯乙烷 (C_2Cl_6) 精炼。用钟罩(状如反转的漏勺)压入炉料总量 0.2%~0.3% 的六氯乙烷(最好压成块状), 钟罩压入深度距坩埚底部 100~150 mm, 并做水平缓慢移动。此时, 因 C_2Cl_6 和铝液发生下列反应:



形成大量气泡, 将铝液中的 H_2 及 Al_2O_3 夹杂物带到液面, 使合金得到净化。注意, 精炼时应通风良好, 因为 C_2Cl_6 预热分解的 Cl_2 和 C_2Cl_4 均为强刺激性气体。

除气精炼后立刻除去熔渣, 静置 5~10 min, 接着检查铝液的含气量。常用如下办法检测: 用小铁勺舀少量铝液, 稍降温片刻后, 用废钢锯片在液面拨动, 如没有针尖突起的气泡, 证明除气效果好; 如仍有为数不少的气泡, 应再进行一次除气操作。

(4) 浇注。对于一般要求的铸件在检查其含气量后就可浇注。浇注时视铸件厚薄和铝液温度高低, 分别控制不同的浇注速度。浇注时浇包对准浇口杯先慢浇, 待液流平稳后, 快速浇入, 见合金液上升到冒口颈后浇速变慢, 以增强冒口补缩能力。如有型芯的铸件, 在即将浇入铝液时用火在通气孔处引气, 可减少或避免“呛火”现象和型芯气体进入铸件的机会。

(5) 变质。对要求提高机械性能的铸件还应在精炼后, 在 730~750 °C 时, 用钟罩压入炉料总量 1%~2% 的变质剂。常用变质剂配方为: $NaCl$ 35%+ NaF 65%。

(6) 获得优质铝液的主要措施是: 隔离(隔绝合金液与炉气接触)、除气、除渣、尽量少搅拌、严格控制工艺过程。

2) 铸铁的熔炼

在铸造生产中, 铸铁件占铸件总重量的 70%~75%, 其中绝大多数采用灰铸铁。为获得高质量的铸铁件, 首先要熔化出优质铁水。

铸件的熔炼要求为：铁水温度要高；铁水化学成分要稳定在所要求的范围内；提高生产率，降低成本。

冲天炉是铸铁熔炼的设备，如图 2.11 所示。炉身是用钢板弯成的圆筒形，内砌耐火砖炉衬。炉身上部有加料口、烟囱、火花罩，中部有热风胆，下部有热风带，风带通过风口与炉内相通。从鼓风机送来的空气，通过热风胆加热后经风带进入炉内，供燃烧用。风口以下为炉缸，熔化的铁液及炉渣从炉缸底部流入前炉。冲天炉的大小是以每小时能熔炼出铁液的重量的表示，常用的为 1.5 ~ 10 t/h。

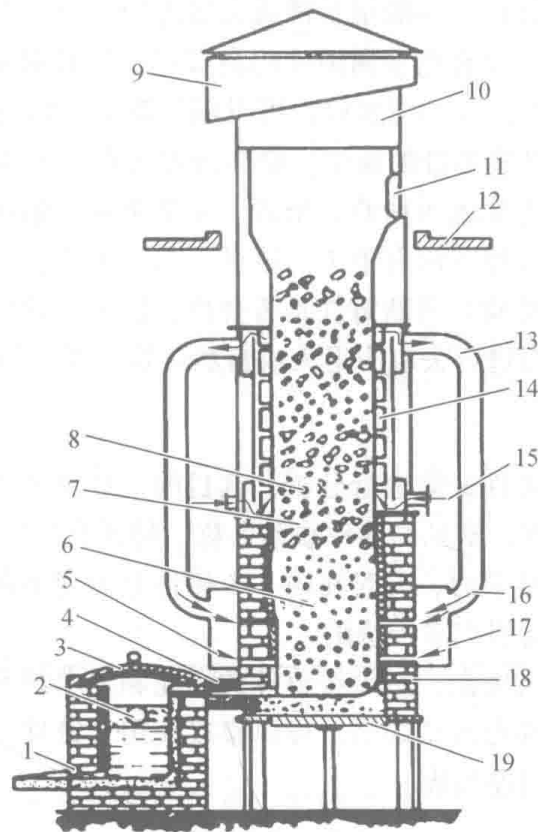


图 2.11 冲天炉的构造

1—出铁口；2—出渣口；3—前炉；4—过桥；5—风口；6—底焦；7—金属料；8—层焦；9—火花罩；10—烟囱；11—加料口；12—加料台；13—热风管；14—热风胆；15—进风口；16—热风；17—风带；18—炉缸；19—炉底门

在冲天炉熔炼过程中，炉料从加料口加入，自上而下运动，被上升的高温炉气预热，温度升高；鼓风机鼓入炉内的空气使底焦燃烧，产生大量的热。当炉料下落到底焦顶面时，开始熔化。铁水在下落过程中被高温炉气和灼热焦炭进一步加热（过热），过热的铁水温度可达 1 600 °C 左右，然后经过过桥流入前炉。此后铁水温度稍有下降，最后出铁温度为 1 380 ~ 1 430 °C。冲天炉内铸铁熔炼的过程并不是金属炉料简单重熔的过程，而是包含一系列物理、化学变化的复杂过程。熔炼后的铁水成分与金属炉料相比较，含碳量有所增加；硅、锰等合金元素含量因烧损会降低；硫含量升高，这是焦炭中的硫进入铁水中所引起的。

6. 铸件的落砂、清理和缺陷分析

1) 落砂和清理

铸件落砂和清理的内容包括落砂、去除浇冒口、除芯和铸件表面清理等工作。有些铸件