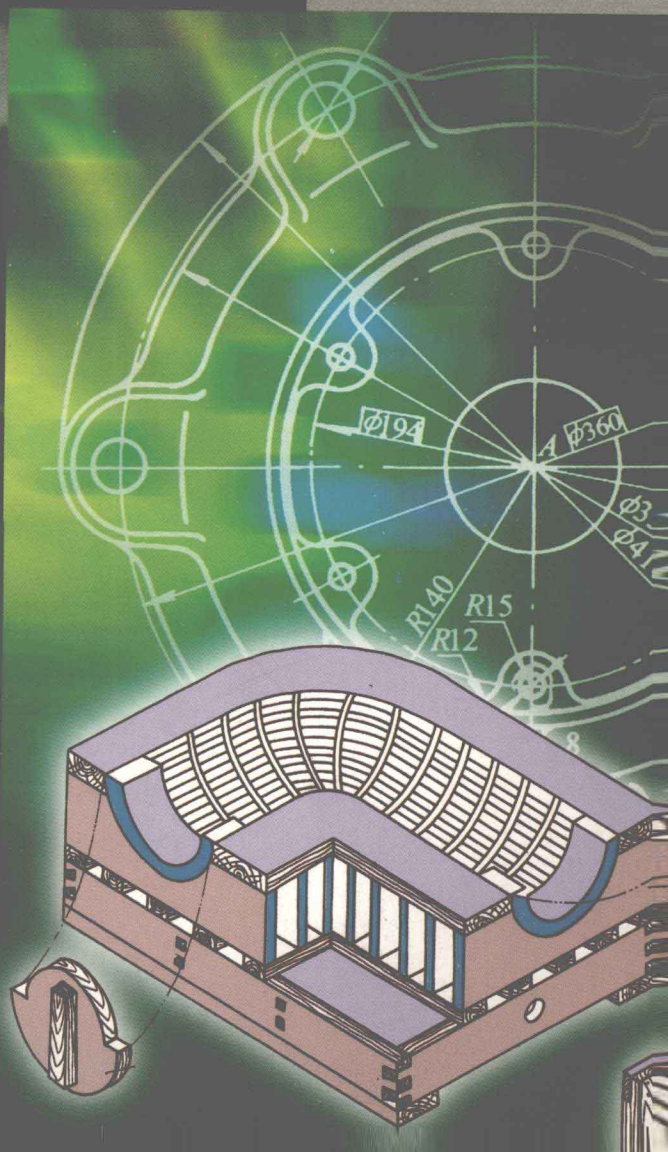


机械类 高级技工学校统编教材 高级工培训教材

高级模样工

技能训练

(第二版)



机械类 高级技工学校统编教材
高级工培训教材

高级模样工技能训练

(第二版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

版权所有

翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

高级模样工技能训练 / 尹子文编. —2 版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001.1

高级技工学校机械类统编教材

ISBN 7-5045-2949-4

I. 高…

II. 尹…

III. 模具-制造-工艺-技工学校教材

IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 57279 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 唐云岐

*

中国青年出版社印刷厂印刷 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 11.5 印张 287 千字

2001 年 3 月第 2 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

印数: 2000 册

定价: 16.00 元

读者服务部电话: 64929211

发行部电话: 64911190

简 介

本书根据高级技工学校教学和高级工培训的实际需要，在第一版教材的基础上修订而成。

本书的主要内容有：铸造工艺知识，模样结构工艺分析，绞龙叶、螺旋桨模样制造，带型线的复杂模样制造，典型模样制造，车刮板模样制造，金属模制造，链轮、齿轮、蜗轮模样制造，模样检验及木模加工机床。

本书可作为高级技工学校机械专业、中等职业技术学校机械高级班的教材，也可作为企业高级工培训和工人自学用书。

本书主编尹子文，主审缪承伟。本书在编写过程中得到了湖南株州电力机车厂、上海汽轮机有限公司的大力支持，在此表示感谢！

前 言

为加快高级技能人才培养,规范高级技工学校教学,劳动和社会保障部培训就业司1999年颁发了《高级技校机械类通用工种教学计划与教学大纲》,高级技工学校《专业教学》《微型计算机原理及应用》《机械制造技术基础》《机床电气与数控技术》《机械制造工艺与装配》《机械制图》《高级车工技能训练》《高级铣工技能训练》《高级磨工技能训练》《高级钳工技能训练》《高级工具钳工技能训练》《高级机修钳工技能训练》等12种教材于同年由中国劳动社会保障出版社出版。

为进一步满足高级技工学校教学和高级技术工人培训对教材的需求,我们组织修订了《机构与零件》《液压技术》《机床夹具》《公差配合与技术测量》《金属切削原理与刀具》《高级模样工技能训练》和《高级焊工技能训练》。

以上7种教材的修订,是在充分调研的基础上进行的。我们依照企业对高级技能人才的理论知识和操作能力的要求,参照国家职业标准(技术等级标准),并照顾到机械类专业通用工种的特点,确定教材的深度和广度。教材结构安排合理,概念原理叙述清楚,技能训练课题针对性强。为便于教学,编入了“教学要求与课时安排”,对课程的教学要求、课时分配和教学建议做了具体说明。

此次教材的修订工作得到了四川、山东、广东、吉林、辽宁、上海、湖南等省、市高级技工学校、职业培训机构中讲师、高级讲师、生产实习指导教师的大力支持,北京、天津等一些高校教师对教材进行了审定,在此一并表示感谢。

恳请广大师生在使用过程中对教材提出宝贵意见,以便进一步完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2001年1月

教学要求与课时安排

一、教学基本要求

高级模样工技能训练课程的主要任务是使学生获得高级模样工操作技能，并能够完成复杂模样工件的制作。在学完本课程后，学生应达到以下要求：

- 1. 熟悉铸造工艺知识，能够确定铸造工艺方案，并正确编制铸造工艺。
- 2. 掌握木材变形的特性和木模工艺结构的基本知识。
- 3. 独立编制较复杂的模样工艺，绘制较复杂的模样工艺结构图。能够制作锥体蛟龙叶、带型线的复杂模样、车刮板模样等典型模样。掌握模样检验技能。
- 4. 了解金属模制造与设计的基本原理和方法。
- 5. 学会使用各种木模机床。

二、课时分配表

课 题	课 时
课题一 铸造工艺知识	22
课题二 模样工艺结构分析	20
课题三 蛟龙叶、螺旋浆模样制造	18
课题四 带型线的复杂模样制造	26
课题五 典型模样制造	26
课题六 车刮板模样制造	10
课题七 金属模制造	20
课题八 链轮、内齿轮、蜗轮模样制造	20
课题九 模样的检验	12
课题十 木模加工机床	10
机 动	6
合 计	190

三、教学要求与建议

课题一 铸造工艺知识

教学要求

- 1. 掌握常用铸造金属材料的牌号、名称及表示方法。
- 2. 熟悉铸件结构的工艺要求。
- 3. 掌握铸造工艺主要参数的应用方法。

4. 学会绘制铸造工艺图。

教学建议

1. 应尽可能结合各种零件模样讲述铸造合金材料，有针对地练习各种工艺余量的应用。
2. 学习铸造工艺方面的内容可与参观铸造车间和实际操作相结合，以增加感性认识。

课题二 模样工艺结构分析

教学要求

1. 掌握木材变形的基本规律。
2. 根据图样熟悉木模放样图。
3. 掌握木模配料和工时定额的估算。

教学建议

1. 木材性质的教学重点是木模用材的变形和防变形的各种措施，应结合实例，丰富授课内容。
2. 为提高学生的空间想像力，模样工艺结构应结合实例、组织现场教学。
3. 选择工厂典型模样，讲述模样制作的工时定额。

课题三 绞龙叶、螺旋桨模样制造

教学要求

1. 了解正绞龙叶、圆锥绞龙叶划线方法。
2. 掌握导向器模样展开划线的操作方法。
3. 熟悉螺旋桨模样划线和制作方法。

教学建议

1. 通过教学，切实提高学生独立制作绞龙叶和导向器模样的能力。
2. 重点讲清螺旋桨展开划线及车板制作与造型方法。

课题四 带型线的复杂模样制造

教学要求

1. 了解泵壳类、叶轮类铸件的铸造工艺。
2. 熟悉泵类模样的划线方法，以及制作步骤。
3. 掌握、叶轮类模样的结构及制作方法。

教学建议

1. 泵类、叶轮类是较复杂并常用的模样，应让学生重点掌握其铸造工艺分析，掌握模样结构，完成模样工艺图的编制。
2. 根据泵类、叶轮类的考核内容，选择实例进行训练。

课题五 典型模样制造

教学要求

1. 掌握典型模样铸造工艺方法的确定。
2. 熟悉各种典型模样的划线方法。
3. 掌握典型模样制作方法和操作要点。

教学建议

1. 结合本企业比较典型的模样实例进行铸造工艺和模样结构的分析。
2. 选择典型模样中相当难度的外模或部分芯盒进行操作技能考核，以提高学生分析问

题和制作的能力。

课题六 车刮板模样制造

教学要求

1. 了解大型车刮板模样制造的应用范围。
2. 掌握大型车刮板模样制作方法和操作要领。
3. 针对圆锥齿轮制作大型车刮板。

教学建议

1. 结合本企业非标准零件，选择与本课程有关的内容对学生进行技能操作训练。
2. 可到本企业造型现场进行大型车刮板造型过程的教学，使学生了解车刮板的造型方法及其对模样的要求。

课题七 金属模制造

教学要求

1. 了解金属模设计的基本原理、制作方法及材料的选用。
2. 掌握金属模的应用范围。

教学建议

金属模的教学重点是金属模的结构、加工方法、材料选择以及壁厚的确定等。尽量选择典型零件进行金属模的设计和训练。

课题八 链轮、内齿轮、蜗轮模样制造

教学要求

1. 掌握链轮、蜗轮、内齿轮、斜齿轮的计算方法。
2. 掌握斜齿轮模样制造。
3. 熟悉蜗轮模样制造。

教学建议

授课时结合生产实际采用直观教学，加深对蜗轮、斜齿轮模样制造工艺的理解。

课题九 模样的检验

教学要求

1. 掌握模样检验的基本内容和方法。
2. 会采用辅助线检测模样。
3. 掌握较复杂模样的检测方法。

教学建议

1. 建议结合典型模样的质量等级标准进行模样质量的检测。
2. 注意结合学生在生产实习中出现的错检、漏检的实例进行讲评。

课题十 木模加工机床

教学要求

1. 掌握木模锯床的维护、保养方法。
2. 掌握木模成型加工机床的维护、保养方法。

教学建议

1. 重点讲述木模加工机械的维护及使用方法。
2. 要求学生会使用木模铣床、木模锯床，并会选择铣削加工刀具，懂得木模锯床带锯条的维护和保养。

目 录

课题一 铸造工艺知识.....	(1)
一、常用铸造合金.....	(1)
二、铸件结构的工艺分析.....	(4)
三、铸造工艺参数的确定.....	(10)
四、铸造工艺编制.....	(30)
复习思考题.....	(35)
课题二 模样工艺结构分析.....	(37)
一、木材变形的基本特性.....	(37)
二、模样工艺放样.....	(42)
三、模样工艺结构图.....	(46)
四、模样配料和时间定额.....	(47)
复习思考题.....	(53)
课题三 绞叶龙、螺旋桨模样制造.....	(54)
一、绞龙叶模样制造.....	(54)
二、导向器模样制造.....	(59)
三、螺旋桨模样制造.....	(64)
复习思考题.....	(70)
课题四 带型线的复杂模样制造.....	(71)
一、泵壳体模样制造.....	(71)
二、油泵壳体模样制造.....	(75)
三、双边叶轮模样制造.....	(80)
四、组芯叶轮模样制造.....	(84)
复习思考题.....	(88)
课题五 典型模样制造.....	(90)
一、轴套模样制造.....	(90)
二、汽缸盖模样制造.....	(94)
三、本体模样制造.....	(98)

四、套筒模样制造·····	(101)
五、箱体模样制造·····	(105)
复习思考题·····	(114)
课题六 车刮板模样制造·····	(115)
一、圆锥齿轮车板制造·····	(115)
二、弯管模样制造·····	(121)
复习思考题·····	(125)
课题七 金属模制造·····	(126)
一、金属模设计基本要求·····	(126)
二、金属模板·····	(131)
三、金属模芯盒·····	(134)
四、金属模制造实例·····	(137)
复习思考题·····	(142)
课题八 链轮、内齿轮、蜗轮模样制造·····	(143)
一、链轮、内齿轮·····	(143)
二、斜齿轮模样制造·····	(146)
三、蜗杆、蜗轮模样制造·····	(148)
复习思考题·····	(152)
课题九 模样的检验·····	(153)
一、模样质量检验的基本内容·····	(153)
二、模样检验的方法·····	(155)
复习思考题·····	(161)
课题十 木模加工机床·····	(163)
一、木模带锯机·····	(163)
二、木模铣床·····	(169)
复习思考题·····	(174)

课题一 铸造工艺知识

一、常用铸造合金

铸件是由各种铸造合金浇注而成的。铸造合金的种类很多，常用的铸造合金有铸铁、铸钢、铜合金、铝合金等金属材料。通常将它们分为三大类：铸铁、铸钢和铸造有色合金。

1. 铸铁的种类、牌号和性能

铸铁是一种含碳量在 2% 以上的铁碳合金，除铁和碳以外，还含有硅 (Si)、锰 (Mn)、硫 (S)、磷 (P) 等元素。工业上常用的铸铁含碳量一般在 2.5% ~ 4.0% 的范围内。由于铸铁的含碳量高，除了一部分碳固熔在铁的基体中外，剩余的碳以两种形态存在于铸铁中。一种是化合物形态，即渗碳体 (Fe_3C)；另一种是游离状态的碳，即石墨。根据碳在铸铁中存在的形态不同，通常将铸铁分为：灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁等，其中常用的是灰铸铁和球墨铸铁。

(1) 灰铸铁 灰铸铁中碳呈游离状态，碳全部或大部分以片状石墨形态存在，断口为暗灰色，故称灰铸铁。灰铸铁具有良好的铸造性能、耐磨性能、切削加工性能和减振性能，是工业上广为应用的一种铸造合金。

灰铸铁的牌号 HT100 表示抗拉强度为 100 MPa 的灰铸铁。灰铸铁的分级是根据 $\phi 30$ mm 的单铸试棒的抗拉强度，分为 HT100，HT150，HT200，HT250，HT300，HT350 和 HT400 等 7 级。灰铸铁的力学性能，根据单铸试棒切削加工成试样进行测定时，HT100 的抗拉强度为 $\sigma_b \geq 100 \text{ N/mm}^2$ 。

灰铸铁具有良好的铸造性，它熔点较低，对砂型的耐火性要求不高，流动性良好，可铸造形状复杂的薄壁铸件，由于熔点低和良好的流动性，可以减少气孔、渣眼、冷隔和浇不足等缺陷。此外由于铸铁中析出石墨，凝固收缩量小，因而产生缩孔和裂纹也比较小。

(2) 球墨铸铁 在灰铸铁的铁液中，加入一定数量的球化剂，进行球化及孕育处理，促使石墨球状析出。由于球墨铸铁的石墨呈球状，对基体的割裂作用很好，应力集中的现象大为减少，所以抗拉强度、塑性、韧性大大高于灰铸铁，屈服点高，疲劳强度比灰铸铁大 0.5 ~ 1 倍，耐磨性好，又具有灰铸铁良好的铸造性能。球墨铸铁的抗拉强度甚至还高于碳素钢，特别是屈服强度，比碳素钢要高得多，屈服强度与抗拉强度的比值，几乎为碳素钢的 2 倍 ($\sigma_{0.2}/\sigma_b$ 钢为 0.35 ~ 0.50，球墨铸铁为 0.70 ~ 0.80)，所以在生产中，利用球墨铸铁代替碳素钢和合金钢进行铸造。

1) 球墨铸铁的牌号 用 QT 加上最低抗拉强度和最低伸长率来表示。如 QT400 - 17 球墨铸铁，其最低抗拉强度为 400 N/mm²，最低伸长率 17%。球墨铸铁有 QT400 - 17，QT450 - 10，QT500 - 7，QT600 - 3，QT700 - 2，QT800 - 2 等几种类型。

2) 球墨铸铁的铸造特性 球墨铸铁中的稀土和镁的含量虽然是微量，但却强烈地改变

了铸铁的铸造性能。球墨铸铁由于通过球化处理，铁水温度下降，流动性也有所降低，球墨铸铁的液态收缩和凝固收缩较大，容易形成缩孔和缩松，因而在铸造工艺上应采用快速浇注、顺序凝固、加大浇口和增设冒等措施。由于液体金属中硫化镁（ MgS ）与砂型中的水分作用成硫化氢（ H_2S ）气体，易产生气孔，必须严格控制硫量及型砂中的水分。

2. 铸钢的种类、牌号和性能

铸钢与铸铁的区别主要在于含碳量的不同。钢是一种含碳量小于 1.7% 的铁碳合金（铸钢的含碳量一般为 0.15% ~ 0.55%）。多数钢是铸成钢锭后再进行锻造或轧制成各种钢材的，一部分用来直接铸造成铸件的钢，称为铸钢。

（1）铸钢的分类 铸钢的分类有多种方法。有的按用途分类，分为一般铸钢和特殊用途铸钢。有的按合金元素的含量分类，分为碳素铸钢、低合金铸钢、中合金铸钢和高合金铸钢。还有一些其他分类方法，不一一列举。下面介绍常用的碳素铸钢和合金铸钢。

1) 碳素铸钢 碳素铸钢不含合金元素，或合金元素的含量甚微。它的化学成分除碳以外，还含有少量的硅、锰、硫、磷等杂质。碳的含量是决定其性质的主要因素，如 ZG25 表示铸造碳钢，其含碳量的名义值为 0.25%。碳素铸钢的流动性较差，凝固收缩及线收缩大，容易产生内应力，形成热裂、缩孔和冷隔等缺陷。碳素铸钢根据含碳量的高低分为低碳钢、中碳钢、高碳钢三种。含碳量小于 0.25% 的为低碳钢，含碳量在 0.25% ~ 0.45% 范围内的为中碳钢，含碳量在 0.45% 以上的为高碳钢。

2) 合金铸钢 为了改善和提高铸钢的某些性能，在铸钢中加入一种或几种合金元素，成为合金铸钢。加入铸钢中的主要合金元素有锰（Mn）、铝（Al）、铅（Pb）、钒（V）、钛（Ti）、硼（B）、镍（Ni）、铬（Cr）、钼（Mo）等。按加入合金元素含量的多少，合金铸钢可分为三类：合金元素低于 5% 的为低合金钢；5% ~ 10% 的为中合金钢；超过 10% 的为高合金钢。

（2）铸钢的牌号 有两种表示方法。一种是以强度表示，前用“ZG”表示铸钢，“ZG”后面有两组数字，前组数字表示抗拉强度（MPa）最低值，后组数据表示屈服强度（MPa）最低值。如 ZG200-400 表示抗拉强度最低值为 200 MPa，屈服强度最低值为 400 MPa。常用牌号有：ZG200-400，ZG230-450，ZG270-500，ZG310-570，ZG340-640 等。另一种是以化学成分表示，前面仍标以“ZG”，其后数字为名义万分碳含量，再后为主要合金元素符号及用整数标出的名义百分含量。碳素铸钢的钢号有 ZG15、ZG25、ZG35、ZG45、ZG55 等。合金铸钢的牌号开头仍用 ZG 表示，后面标有含碳量，还标有所含合金的元素符号及其含量。合金含量在 1.5% 以下可以不标出；但元素符号必须标出，如：ZG50Mn2，表示合金铸造钢——锰钢，其名义含碳量为 0.5%，名义含锰量为 2%。

3. 铸造有色合金

除了由铁和钢及它们的合金所组成的黑色金属外，其余金属均为有色金属。常用于铸造的有色金属有铜（Cu）、铝（Al）、镁（Mg）、锡（Sn）、锌（Zn）、钛（Ti）等。纯有色金属的铸造性能和力学性能都比它们的合金差，所以工业上都采用它们的合金。常用的铸造有色合金，可分为铸造铜合金和铸造铝合金。

（1）铸造铜合金 铸造铜合金是铜中加合金元素，构成铜合金，以提高力学性能，降低熔点，改善铸造性能。铜合金又分为铸造黄铜和铸造青铜。

1) 铸造黄铜 以铜和锌为主要成分的合金为黄铜。黄铜又可分为普通黄铜和特殊黄铜

两种。普通黄铜是铜和锌的二元合金，特殊黄铜除铜和锌外，又加入其他元素，如铅、铝、锰、硅等。

铸造黄铜的牌号是在合金牌号前面用“Z”表示属于铸造铜合金，用数字表示加入的其他元素量，如 ZCuZn33Pb2 ，表示平均含铅量 2%，含锌量为 33%。若合金元素多于两个，则牌号中主要合金元素按名义百分含量的递减次序排列；当名义百分含量相等时，按化学字母顺序排列。如铜合金 ZCuZn25Al6Fe3Mn3 ，常称为 25-6-3-3 铅黄铜；又如牌号 ZCuZn38 ，表示平均含锌量为 38%，含铜量为 62%，常称为 38 黄铜。

2) 铸造青铜 除铸造黄铜外，其余的铸造铜合金都称为铸造青铜。铸造青铜有铸造锡青铜、铸造铅青铜、铸造铝青铜等。

铸造青铜的牌号前面以符号“Z”表示，后面加元素符号加成分数字。如 ZCuSn3Zn11Pb4 表示平均含锡 3%，含锌 11%，含铅 4%，为铸造锡青铜，合金名称为 3-11-4 锡青铜。另外还有 ZCuSn3Zn8Pb4Ni1 ， ZCuSn10Zn2 ， ZCuSn5Pb5Zn5 等。铸造铅青铜牌号有： ZCuPb10Sn10 ， ZCuPb15Sn8 ， ZCuPb17Sn4Zn4 等。铸造铝青铜牌号有： ZCuAl8Mn13Fe3 ， ZCuAl8Mn1Fe3Ni2 ， ZCuAl10Fe3 等。

铸造铜合金的铸造性能：铸造黄铜的铸造性能良好，凝固温度范围较窄，有较好的流动性，线收缩率比铸钢小，缩松及偏析的倾向性小。黄铜铸件易形成集中性的缩孔，需设置较大的冒口补缩。锡青铜的铸造性能差，流动性差，补缩困难，易产生偏析和缩松。铝青铜流动性好，偏析很少，不易产生缩松，易获得致密的铸件，但容易氧化及吸气，收缩较大，要设冒口补缩。

(2) 铸造铝合金 这是一种应用广泛的铸造有色合金。它具有良好的铸造性能和一定的机械强度，以及良好的耐磨性、导热性和切削加工性能。

铸造铝合金牌号用“ZL”表示，分为合金牌号和合金代号。合金牌号是由铝及主要合金元素的化学符号组成的主要合金元素后面跟有表示其名义百分含量的数字。在合金牌号前面以字母“Z”表示的属于铸造合金。合金代号是在“ZL”后面用三位数字表示，第一个数字表示合金系列，用 1, 2, 3, 4 分别表示铝硅、铝铜、铝镁、铝锌合金系列；“ZL”后面第二、三两个数字表示顺序号。例如：铸造铝硅合金牌号 ZAlSiMg 的合金代号为 ZL101；铸造铝铜合金牌号 ZAlCuSMn 的合金代号为 ZL201；铸造铝镁合金牌号 ZAlMg10 的合金代号为 ZL301；铸造铝锌合金牌号 ZAl-Zn11Si17 的合金代号为 ZL401 等。如果铸造铝合金为优质合金，在其代号后面附加字母“A”，例如 ZL101A，ZL201A 等。

4. 铸件的热处理

在机械制造工艺过程中，多数零件需要用铸造、锻造、焊接等工艺，使金属材料加工成形。其中铸件由于壁厚不均匀，各部冷却不一致，凝固过程中，产生内应力，会使铸件强度降低，变形开裂；有些铸件还要经过大余量粗加工等。为满足内在质量要求，铸件必须经过热处理，以消除残存内应力，便于切削加工，使零件达到使用性能。热处理的工艺手段是用加热、冷却的方法，改变金属材料的组织结构，使金属材料获得较好的工艺性能。热处理方法有：退火、正火、淬火、回火等，下面简要介绍这四种铸钢热处理。

(1) 退火 将钢加热到一定的温度，保温一定的时间，使钢的组织转变完全，然后慢慢冷却，以获得近似 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 状态图室温组织的热处理方法称为退火。

退火的目的主要是消除内应力，降低钢的硬度，以利于切削加工；消除组织缺陷，改善

钢的力学性能，为后续热处理作好组织准备；消除前一工序铸造所产生的残余内应力，以防工件的变形、开裂。总之，退火在多数情况下，是为消除和改善前一工序遗存的组织缺陷和内应力，并为下一工序的机械加工作好组织和性能上的准备。它属于预备热处理。

(2) 正火 将钢加热到临界温度以上，保温一定时间后出炉空冷，这种热处理方法称为正火。正火是一种操作简便、费用较低和生产效率较高的热处理。正火为空冷，比退火（炉冷）的冷却速度快。正火后所得到的组织为细片珠光体 + 索氏体。

正火主要用于下列情况：对于性能要求不高的低碳钢和中碳钢，正火可以代替退火或调质处理（即淬火 + 高温回火）；对于过共析钢，可用正火消除网状碳化物，并为随后的球化退火作好组织准备；对亚共析钢，可用正火消除前道工序引起的晶粒粗大，达到细化组织的目的。

(3) 淬火 将钢件加热到临界温度以上，保温一定时间，然后在水、油、盐水中急速冷却，使之得到很高硬度称为淬火。淬火的实质是将钢加热和保温，使其组织转变为奥氏体或奥氏体 + 渗碳体状态，以大于临界冷却速度进行冷却，获得马氏体，从而提高钢的硬度和耐磨性。一般情况下，工件淬火后，必须与回火配合，才能获得理想的力学性能，同时要注意淬火加热温度正确与否。它将直接影响淬火后工件的性能、变形、裂纹的大小。淬火时，还应考虑工件的形状、尺寸和冷却介质等因素。

(4) 回火 将淬硬的钢件加热到临界点以下的温度，保温一段时间，然后在空气中或油中冷却下来称为回火。淬火后的工件必须及时回火，才能使工件组织和尺寸稳定，内应力减小或消除，具有较高的塑性和韧性。

回火温度范围有三种：低温回火（150 ~ 250℃），中温回火（350 ~ 450℃），高温回火（500 ~ 650℃）。回火温度是回火工艺中最重要的因素，通常根据零件所要求的硬度来选择合理的回火温度。

二、铸件结构的工艺分析

1. 铸件结构的工艺分析

铸件的结构，对铸件的质量和铸造生产过程有很大的影响。合理的铸件结构可以消除许多铸造缺陷，降低铸件成本，提高铸件质量，因此铸件结构一定要符合铸造的工艺性。

(1) 铸件壁厚的要求 铸件壁厚应能保证铸件的力学性能要求，铸件尺寸大小和铸造工艺是决定铸件壁厚的主要因素。铸件的壁厚尽可能薄，质量越轻越好。但是，铸件的最小壁厚往往受到铸造工艺的限制，如果壁厚过小，可能使铸件产生浇不足和冷隔等铸造缺陷。一般生产条件下，砂型铸造其铸件的非加工最小壁厚见表 1—1 所列。在特殊情况下，适当改善铸造条件，灰铸铁最小允许壁厚 3 mm。对于结构复杂、铸造合金流动性差的铸件，铸件壁厚应取上限值。

表 1—1 砂型铸造非加工壁最小壁厚 mm

合金名称	最 小 壁 厚		
	小件 200 × 200	中件 500 × 500	大件 600 × 600 以上
铸钢	6 ~ 8	10 ~ 12	15 ~ 30
灰铸钢	4 ~ 6	8 ~ 10	12 ~ 15

续表

合金名称	最小壁厚		
	小件 200×200	中件 500×500	大件 600×600 以上
球铁	3~6	6~8	10~12
铜合金	3~4	5~7	8~10
铝合金	3	4~5	6~8
镁合金及部分铝合金 (ZL201) (ZL301)	3~4	4~6	8~10

铸造合金都应有其适当的壁厚范围，除要保证铸件壁厚不能低于最小允许值外，铸件壁厚不允许设计过厚，因为壁厚铸件容易产生缩孔、缩松、晶粒粗大等铸造缺陷，而使力学性能下降。有时通过在铸件上开孔、增设工艺加强肋及其他工艺措施，如图 1—1，既可保证强度和减轻质量，又可减少铸件缩孔、缩松等缺陷。

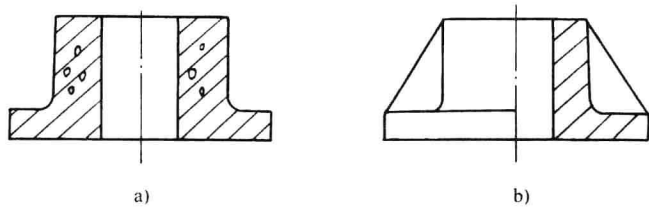


图 1—1 铸件厚壁与薄壁的比较

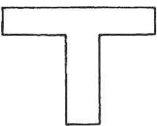
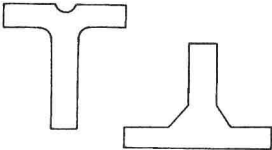
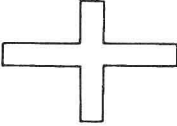
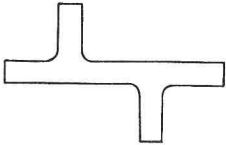
a) 不合理厚壁结构 b) 采用加强肋减小铸件厚度

(2) 铸件壁厚连接方法与铸造圆角 铸件的壁厚应力求均匀。铸件壁的连接处，由于金属液在型腔中冷却凝固是由表面向中心进行的，金属的结晶垂直于型腔，使铸件的棱角内产生一个两端的平面，这个结晶交界的平面，在铸件冷却收缩过程中容易被拉裂，影响铸件质量，使铸件产生缩孔、缩松、裂纹。为防止连接处的积聚热量集中，冷却不均匀，避免铸件壁厚突然改变，在铸件壁的连接处应采用铸造圆角的过渡形式。表 1—2 所示为几种典型的壁厚连接方法。

表 1—2 铸件壁厚几种连接方法

类型	连接方法	不正确	正确	说明
1	L 形连接			连接处呈尖角易产生裂纹、缩松
2	倾斜连接			倾斜连接不要呈尖角要垂直做出外、内圆角

续表

类型	连接方法	不正确	正确	说明
3	T形连接			在平面上做一凹口或减少截面或加大强度, 避免缩松
4	十字形连接			采用十字交错, 壁厚圆角适当

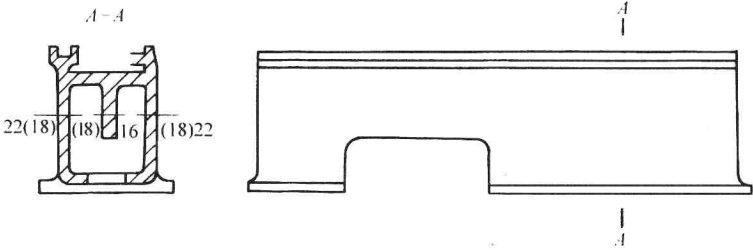
铸造圆角的大小根据连接壁厚、连接形式及铸件的材质来确定。如果铸造圆角半径太小, 不足防止裂纹、粘砂; 如果铸造圆角半径太大, 又会在交接处形成较大的热节, 引起缩孔、缩松。铸造内、外圆角半径通常可按下式计算:

$$\text{铸造内圆角半径} \quad R_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{a+b}{2} \right)$$

$$\text{铸造外圆角半径} \quad R_2 = R_1 + \left(\frac{a+b}{2} \right)$$

式中 a 、 b ——铸件两连接处的厚度 (mm)。

(3) 铸件的内壁厚度 模样在铸造造型时, 散热条件差的铸件在内壁相等的情况下, 内壁的凝固速度慢, 因整个铸件不能同时冷却而产生应力, 致使铸件产生裂纹。为避免这一缺陷, 采用内壁厚度减小、外壁厚度增大的办法, 裂纹问题就能得到解决, 因此在编制铸造工艺时, 必须考虑这一问题, 图 1—2 为床身铸件壁厚改进图。



注: 括号内为改进前的尺寸

图 1—2 床身铸件内壁厚度改进

根据铸件结构要求, 铸件的内、外壁厚应尽量满足均匀冷却, 力求铸件壁厚均匀, 避免铸件产生变形及裂纹, 图 1—3 所示为铸件壁厚力求均匀实例。

(4) 铸件结构的形状 铸件结构的形状对铸件质量和生产成本有直接影响。如果铸件结构形状设计不合理, 不仅会使模样制造、造型和造芯、清理铸件等工序复杂化, 也会增加铸件的废品率。因此在设计铸件形状时, 应注意以下几点:

1) 铸件结构形状应符合造型工艺的要求, 尽量减少分型面、分模面、模样活块和型砂数量。图 1—4a 的铸件结构必须采取曲面分型, 才能造型, 否则, 会给模样制造和造型带来很多困难。在保证力学性能不变的情况下, 采用图 1—4b 所示的铸件结构, 用同一平直分型, 既简化了分型面和模样制作, 又方便造型。

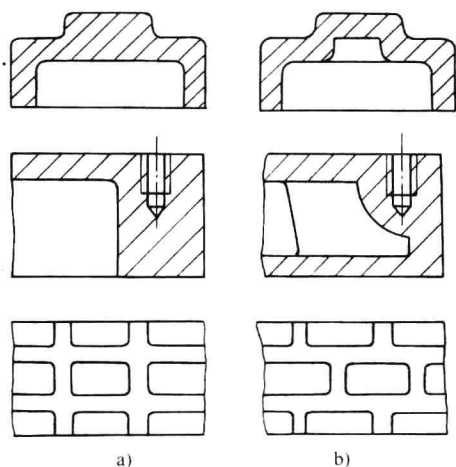


图 1—3 铸件壁厚力求均匀实例

a) 不合理 b) 合理

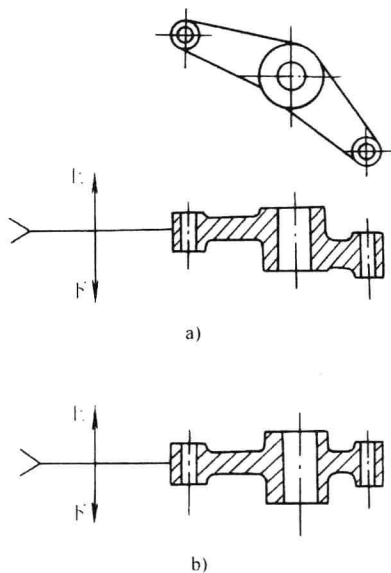


图 1—4 铸造结构的分型面改进

2) 铸件外缘结构的改进。铸件外壁上的凸台、肋板常常阻碍起模，有时为了一个小凸台，不得不做出活块或下芯，这样不仅增加起模造型困难，并且降低铸件尺寸精度。所以，在保证零件技术要求的情况下，改进铸件的结构，则可避免这些缺点。

①相邻的凸台可合并成整体形凸台，见图 1—5a、b。

②避免阶梯式凸台，改进成锥形凸台，见图 1—5c。

3) 铸件上应尽量不采用大水平面，因大水平面上容易产生气孔和夹渣等缺陷。若采用斜面结构，则有利于气体和杂质浮入冒口，同时也可以改善铸型充填条件和减少铸造应力。

4) 湿砂型的强度较低，为避免在造型和浇注过程中发生塌箱，在设计铸件结构时，应尽量避免砂型带有悬砂部分。

5) 设计铸件内腔结构时，应尽量不用或少用型芯成形，在需要型芯时，必须保证型芯在铸件中的位置稳定和排气。

2. 铸件浇注位置和分型面的选择

合理地选择铸件浇注位置和正确确定分型面是铸造工艺知识中的重要内容。它直接关系到铸件在整个生产过程中操作是否方便，能否满足零件设计的技术要求，质量能否得到保证。因此，浇注位置和分型面的选择必须进行认真的分析，一般应从保证铸件质量出发来确定浇注位置，然后从工艺操作方便出发来确定分型面，有时为简化工艺操作，也可先考虑分型面。选择正确浇注位置和分型面是铸造工艺方案的重要环节，也是模样制作的工艺原则。

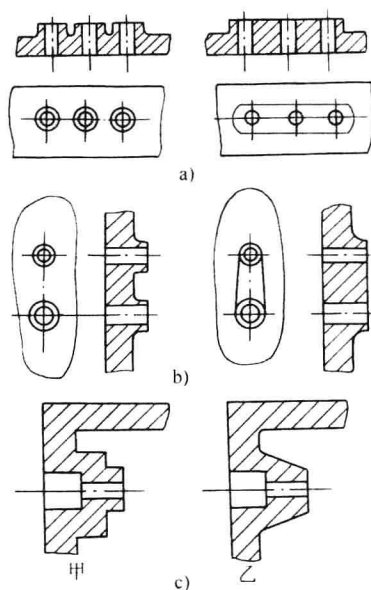


图 1—5 铸件凸台结构的改进

a)、b) 相邻的凸台结构改进

c) 阶梯式凸台结构改进

甲—原零件结构

乙—改进后铸件结构