

铁路机车车辆技术工人学习资料

配砂工

上册

铁道部工业总局



内 容 简 要

本书共五章分上、下两册，从铸造基础知识开始，由浅入深，通俗易懂，系统地介绍了配砂所需原材料的制备、应用；收集了部分新型粘结剂；详细介绍了型砂质量控制、型砂处理及其机械化、自动化；全面阐述了粘土砂、水玻璃砂、石灰石砂、自硬砂、水泥砂、油砂、合成树脂砂等各种型（芯）砂的原理、性能、工艺、安全技术。还介绍了一些新的砂种资料如：银光面砂，速冻造型、水溶性造型、精密铸造等造型材料；在型砂检验部分中，其所用设备、仪器，一律用新型号、新规格；检验方法采用了国家一九八二年元月一日开始实行的新标准。

全书在长度、热学、力学、电学等方面使用的计量单位均按国际标准，并附新、旧单位换算，同时并列可对照使用。书末编入了工程手册有关铸造方面的常用资料，供读者查阅。

本书反映了当前路内外的新工艺、新技术，并介绍了一些国外资料，是一本可供铁路铸造工人普及教学用书，也可供技工学校、职工学校作专业教材及其有实际初中以上文化水平的中级技术工人自学用书，亦可供工程技术人员、科教人员参考。

编 者

一九八一年十一月

前 言

为了适应铁路广大职工学习技术理论的需要，铁道部工业总局组织各工厂分工编写《铁路机车车辆工人技术学习资料》丛书。这套丛书共分七类，四十六个工种。它以铁路工人技术等级标准为依据，以专业技术为主要内容，由浅入深地介绍生产技术和理论知识。它的对象是具有初中文化水平的技术工人，所以既是工人自学的课本，也可以作为培训的试用教材。

本书是由我厂负责编写的，由何炳权、李新茹同志执笔。贵阳车辆工厂张廷森、资阳内燃机车工厂孙锡业、石家庄车辆工厂孙瑶、北京二七车辆工厂任增、大同机车工厂侯贻长、江岸车辆工厂张汝铮、齐齐哈尔车辆工厂余难智及我厂钱晃等同志参加讨论和修改。在编写过程中，广泛听取和采纳了技术工人和工程技术人员意见，最后经我厂总工程师林洪英、副总工程师李宣传同志审阅定稿。

封面由大连机车车辆工厂李凤泉、胡传治、王玉奎等同志设计。

在编写过程中承蒙各兄弟单位以及广大职工的热情支持，在此一并表示谢意。

由于我们水平有限，时间比较仓促，调查研究不够，肯定会有缺点错误或遗漏之处，希望广大读者批评指正。

眉山车辆工厂《配砂工》编写组

一九八一年十二月

目 录

上 册

第一章 铸造基础知识

第一节 铸造历史与现状.....	1
第二节 铸造工艺.....	4
一、铸型工艺.....	4
二、合 箱.....	23
三、铸造合金.....	25
四、浇注、落砂和清理.....	30
复习题.....	37

第二章 型(芯)砂用原材料

第一节 造型(芯)用砂.....	40
一、石英型(芯)用砂.....	40
二、非石英型(芯)用砂.....	62
第二节 造型(芯)用粘土.....	66
一、粘土的性能、指标和分类.....	66
二、粘土的选用.....	72

三、普通粘土和膨润土的鉴别·····	80
四、粘土的合理利用·····	82
第三节 其他粘结剂·····	84
一、水玻璃·····	84
二、水 泥·····	91
三、有机粘结剂·····	95
四、常用的有机粘结剂·····	101
五、砂芯修补和胶合材料·····	116
第四节 型(芯)砂用附加材料·····	119
一、改善退让性和透气性的材料·····	120
二、防止铸件粘砂的材料·····	120
三、防止型(芯)砂粘模的材料·····	122
复习题·····	123

第三章 型(芯)砂

第 一 部 分

第一节 型(芯)砂的性能·····	126
一、工作性能·····	126
二、工艺性能·····	132
第二节 粘土砂·····	138
一、粘土砂在手工和普通机器造型中的应用·····	138
二、高压造型用粘土砂·····	147

三、其他新型粘土砂.....	187
第三节 水玻璃砂.....	191
一、二氧化碳硬化砂的硬化原理及硬化方法.....	191
二、二氧化碳硬化水玻璃砂的性能及其影响因素	196
三、水玻璃砂存在问题的解决途径.....	200
四、水玻璃砂的混制.....	203
第四节 水玻璃自硬砂和流态自硬砂.....	208
一、水玻璃自硬砂.....	208
二、水玻璃流态自硬砂.....	221
第五节 水泥自硬砂.....	240
一、普通硅酸盐水泥自硬砂.....	240
二、矾土水泥自硬砂.....	242
三、双快水泥自硬砂.....	244
四、聚乙烯醇—水泥自硬砂.....	252
五、水泥自硬砂的混制.....	252
第六节 水玻璃石灰石砂及石灰石有机脂自硬砂.....	258
一、水玻璃石灰石砂.....	258
二、石灰石有机脂自硬砂.....	269

第一章 铸造基础知识

将金属熔化，浇注成一定形状的物体称之为铸件。这种生产工艺称为铸造。在机械制造业中，铸件约占整个机械重量的40~90%，在农业机械中约占40~70%，金属机床中约占70~80%，而在重型机械、矿山机械、水电设备中几乎占85%以上；而铸造工作量又占整个机械制造全部工作量的30~40%，因此铸造生产是机械制造业中的一项重要专业。它在国民经济发展中占有很重要的地位。

配砂是铸工的一个重要组成部分，为此配砂工不仅要懂得广泛的造型材料知识，还应具备一定的铸造基本常识，这样才能更好地为铸造生产服务，从而为生产优质、高产、低耗、无公害铸件，为加快我国四个现代化的步伐作出应有的贡献。

第一节 铸造历史与现状

我国是个具有悠久历史和灿烂文化的文明古国，我们的祖先创造了许多精美的文物，其中独具特色的铸造技艺更是我们中华民族的瑰宝，是我们中国人民的骄傲。

文献记载，我国铸造生产至少已有四千多年的历史。自公元前二千年以后的夏、商、周就制造出青铜铸件，出土的文物显示

出我国铸造技艺已达到很高水平。如殷代司母戊青铜大方鼎（重875公斤），商代四羊尊精致细巧。公元963年分七截铸接的高达22.5米的河北正定隆兴寺大铜佛。1404年铸成的重达42吨北京大钟寺的大钟，体内外遍铸经文十余万字。而1978年夏在湖北随县曾侯墓中出土的青铜尊、青铜盘和一套编钟等都是二千四百多年前的铸件。这些青铜铸器无论从体形之宏伟，制造之精美，还是从成份、熔炼、造型都达到了相当高的水平，它们不仅在于精奇的造型技艺，高超的熔炼配方，而且还在于进行了科学的总结，远在二千年前的战国时代就有了青铜合金配比的科学技术文献。如《周礼·考工记》关于“金有六齐、六分其金、锡居其一，谓之钟鼎之齐”的珍贵记述，这是世界上最早的合金配比规律。再如《管子》说“白者所以为坚也，黄者所以为韧也，黄白相杂，则坚且韧，良剑也”，说明祖先对不同合金成份的机械性能已有明确的认识，并且利用这种特性制成刚柔兼备的复合剑，剑背用低锡青铜，剑刃用高锡青铜，分两次接铸而成。商周青铜器的精美、复杂是举世无双的，克利尔曾说“即使调集欧美最好的工匠，加以以现代化的技术手段，也很难比商、周时代做得更好。”

据《左传》记载公元前513年晋国曾铸造铁的刑鼎。战国时期的著作《管子》说“出铁之山三千六百九”，《山海经》记载产铁之山有三十四处，遍布今陕西、山西、河南、湖北等省，可见当时铸铁生产的盛况。至汉代，炼铁业规模就更大了，全国设铁馆四十几处，炼铁炉高达5~6米，炉容达40~50米³，炉缸达8米²，每昼夜可出铁1吨。而欧洲是在十四世纪才有生铁，我国要比欧洲早一千八百多年，鉴于铸铁对生产力的发展作用，在国外就有人称誉铸铁为中国第五大发明。

过去人们都只知道白心可锻铸铁是法国人列奥 缪 尔 (Reaumer) 于 1722 年发明的, 黑心可锻铸铁是美国人鲍登 (Boyden) 于 1831 年发明的。但就在 1957 年, 我们通过检验古代铁器发现早在战国时期, 人们就通过石墨化热处理和脱碳处理分别获得黑心和白心韧性铸铁, 如河南南阳汉代冶铁作坊所出的八件黑心韧性铸铁农具, 有的质量和现代同类产品相同, 这是铸造史上的奇迹。尤其惊人的是早在西汉晚期, 铸铁中出现了球状石墨, 1978 年河南巩县铁生沟出土西汉铁镢, 通体显示球化良好, 达到球化标准 1~2 级, 在偏振光下有典型的发射状组织。1947 年英国人莫洛研制成功球墨铸铁, 但也没有想到早在公元前一世纪, 中国的铸造工匠已研制成具有标准模式球状石墨的铸铁件。

古代在大型或特大型铸件的生产上也有明显发展, 如秦始皇统一六国后, 将天下兵器铸为十二金人, 每个重 24 万斤, 据说到汉末才把最后一个金人给销毁。又据古代日本文献记载北宋年间, 日本京都东大寺大佛重修时, 特从中国聘请铸师陈和卿等人去铸像, 重 60 余吨, 是世界上最大的铜像。考格兰在他的著作中盛赞了中国人民在铸造大型铸件方面表现了卓越的才能, 这是历史事实, 确非过誉。

如上所述, 历史上我国铸造技术曾在多方面获得卓越成就, 位居世界前列。但其后长期内, 我国处于封建半封建社会, 特别是解放前的百年中, 又沦为半殖民地, 固有的传统技术不但未能得到充分发展, 反而被认为“不足道”而使许多技术性很高的铸造工艺衰颓于失传。而这个时期, 国外则处于科学技术飞跃发展阶段, 其成就虽有部分引进我国, 但既非先进又不完整, 导致我国铸造技术大大落后于先进国家。解放以后, 在党的领导下, 铸造生产方面有较大发展, 取得了不少成绩。为各种机械提供了

坯件；发展了一系列力学性能、理化性能优越的合金；工艺和设备上也有一定发展。1977年全国民用铸件产量已达516万吨，国防工业铸件在100万吨左右，总产量居世界第4位（苏联2500万吨、美国1800万吨、日本780万吨），但生产水平还很落后。已建成的车间大半为五十年代的，少部分为六十年代的，劳动生产率仅为世界水平的 $1/6 \sim 1/10$ ，环保条件不好。而铸件质量落后状况尤为突出，一般只有国外三十至四十年代水平，精度及光洁度均较国外低2级左右。一年铸件废品在60万吨以上，损失超过5亿元，一般工厂废品率均在 $10 \sim 15\%$ ，个别高达 $20 \sim 40\%$ 。近年来，经各方面努力，全面加强管理，质量大大好转，但总的来说质量问题仍是我国铸造行业当前最主要的矛盾，也是长远的主攻方向。

回顾过去，展望未来，我们的责任更重大，既要发掘我们祖先伟大的铸造艺术遗产，更应为铸造现代化作出新的贡献。

第二节 铸造工艺

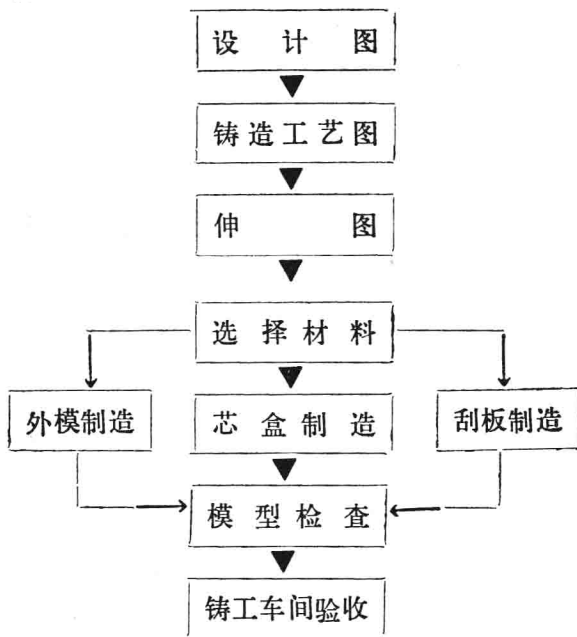
一、铸型工艺

（一）模型及芯盒

1. 模型的制造过程

模型是用来制取铸型的模子，一般是根据所制铸件的铸件结构、铸造工艺、生产批量等原则来选择模型的材料（木材、金属或塑料等），然后确定模型的结构。制造模型时，应根据铸造工艺图以 $1:1$ 的比例，用缩尺展开各个图形及有关剖面，这叫伸图，然后根据所伸图形下料制作模型。

模型制造的工艺过程如下：



2. 模型对铸造生产的影响

模型质量不高，会降低铸件尺寸精度及表面光洁度。分型面选择不当或拔模斜度太小，都会给造型工人带来困难，影响生产率，如果加工余量过大，造成材料浪费，反之不够加工，甚至报废。

模型在使用过程中经常会变形和损伤，应及时检修。因此必须认真控制模型制造和检修等重要环节。

3. 模型的分类

随着铸件的结构、生产批量及选择造型方法的不同，模型的种类亦不同，一般可分为下列几种：

(1) 实型：模型的形状除掉芯头部分外，全部和铸件一样，称为实型。它又可分为以下几种：

① 整体模型：模型的形状完全和铸件一样，称为整模。铸件形状小而简单，几乎没有芯头，容易从铸型中起模。如图1—1所示。

② 分离模型：铸件形状比较复杂，不易起模，为了便于起模，可使模型某部分开为两部分或几部分模型，如图1—2所示。

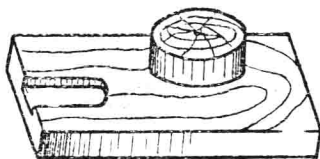


图 1—1 整体模型

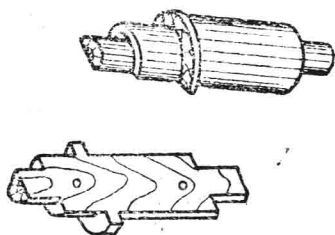


图 1—2 分离模型

③ 活块模型：铸件形状比较特殊、复杂，用整体模或分离模均不能从铸型中起模。则需将特殊部分（如模型的凸台部分）做成活动的（见图1—3），起模时，活动部分留在型内，然后再从型腔内取出活动部分。

(2) 刮板模型：对回转体的铸件，数量少时，可采用刮板模型。

(3) 其他模型

① 局部模型：凡是大的圆环、皮带轮和齿轮等，生产数量少，为了节省模型材料和制模工时，

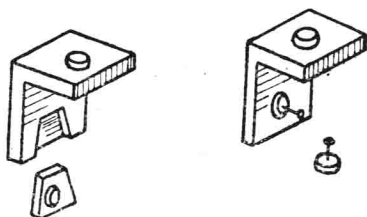


图 1—3 活块模型

只作其中的一部分模型。用这种局部模型造出整个铸型来。

② 一型多铸模型：将许多同样和不同样的小模型联在一起，一箱可以制出数量较多的铸件。

4. 芯盒的分类

芯盒的结构是根据芯子形状、制芯方法、生产批量等因素来确定的。一般分为下述三种：

(1) 整体芯盒：这种芯盒不可拆开，泥芯由泥芯盒中倒出，用于制作尺寸不大、形状简单的泥芯。

(2) 可分开芯盒：这种芯盒外壳则是由两个或两个以上的部分组成，并且在取泥芯时即可拆散。

(3) 车板、刮板造芯：带有回转体形的大、中型的泥芯，可采用车板或刮板造芯。并可分为绕垂直轴与水平轴两种。

5. 模型材料

制造模型用的材料有如下几种：木材、菱苦土、金属、石膏、水泥、硬塑料、泡沫塑料等。用这些材料制作的模型分别叫木模、菱苦土模、金属模、石膏模、水泥模、硬塑料模、泡沫塑料模（实型模）。

（二）铸型的制备

1. 铸型的种类

铸型是用来得到铸件的一定形状和一定尺寸的型腔。质量好坏直接影响到铸件质量。铸型的种类很多，按铸型所用材料分类：砂型——粘土砂型（干型、湿型、表面干型）；水玻璃砂型；特种砂型；流态砂型；金属型；石墨型；石膏型。

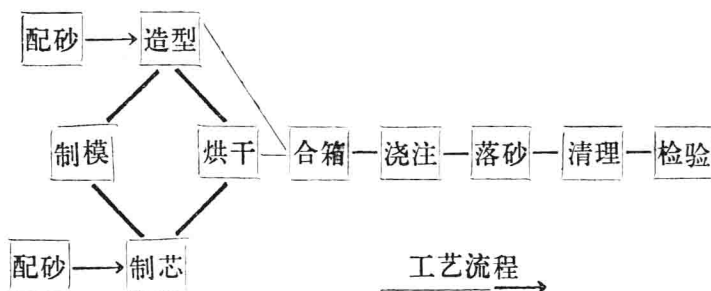
铸造现场常用的是砂型，砂型又按干湿程度划分如表 1—1 所示：

砂型种类、特点及应用范围

表 1—1

砂型种类	主 要 特 点	应用范围	备 注
干 型	水份极少, 强度大, 抗压强度在 9.81牛/厘米^2 (1公斤/厘米^2) 以上, 由于铸型要烘干, 劳动条件差, 消耗煤炭, 但对减少气孔缺陷有利	一般运用于大、中型及复杂的重要铸件	最近几年, 由于潮模的发展, 干型应用范围逐渐缩小
湿 型	湿型的强度较小(一般 $2.94\sim 5.88\text{牛/厘米}^2$ 或 $0.3\sim 0.6\text{公斤/厘米}^2$), 新潮模接近 9.81牛/厘米^2 (1公斤/厘米^2), 一般潮模生产率高, 成本低, 因无烘干过程, 既节约了煤, 降低了成本, 又改善了劳动条件	一般适用于大、中、小铸铁件生产	潮模有很多优点, 尤其适用大件, 因此应用范围日益广泛
表 面 干 型	表面层和干型一样, 具有较高强度和其他性能, 又大大地缩短和简化了铸型的烘烤过程, 是一种能代替干型的好方法	一般适用于大、中型及部分复杂的铸件	适用于中、小工厂, 因为不需要什么设备

其生产过程如下所示：



现将其中主要的环节，简述如后：

生产中根据铸件的材质、尺寸、重量、结构特点、技术要求、生产批量、生产条件等因素，来选择造型的方法。造型方法主要分手工造型和机器造型两大类。

2. 手工造型

手工造型是铸造生产中最基本的最常见的铸造方法，可分：

(1) 整模造型：用一个整体模型来造型，造出的型腔多是在一个砂箱内。

造型过程如下：

- ① 将模型放在平板上并套上下砂箱；
- ② 模型上先铺一层面砂，然后装上型砂，并用舂砂锤将砂舂紧，最后将多余的型砂刮去；
- ③ 翻转下砂箱，扣上上砂箱，放上浇口棒，并在分型面上撒上薄薄的一层分型砂；
- ④ 再装砂将上砂箱舂好（与第二步同），并在上砂箱中扎上通气孔，以增加砂型透气性，最后取出浇口棒；
- ⑤ 打开上砂箱，进行取模。取模前对模型周围的型砂均匀

地刷上一点水，防止型砂粘在模型上，再用小锤轻敲起模针的下端使模型松动些，然后慢慢将模型取出；

⑥ 在分型面上开出浇口。最后将上砂箱扣在下砂箱上，压上重铁，准备浇注。

整体模造型的特点：

铸件多在一箱中成型，所以不致因合箱不准而引起错箱，对比来讲，整体模比分开模（在两箱或多箱成型）、带活块模型所得的铸件尺寸准确。

（2）活块模造型。活块模是将模型上难以起模的凸起部分做成活块。这种模型在起模时须先取出模型的主体，然后再取出活块，造型过程，见图 1—4 所示。

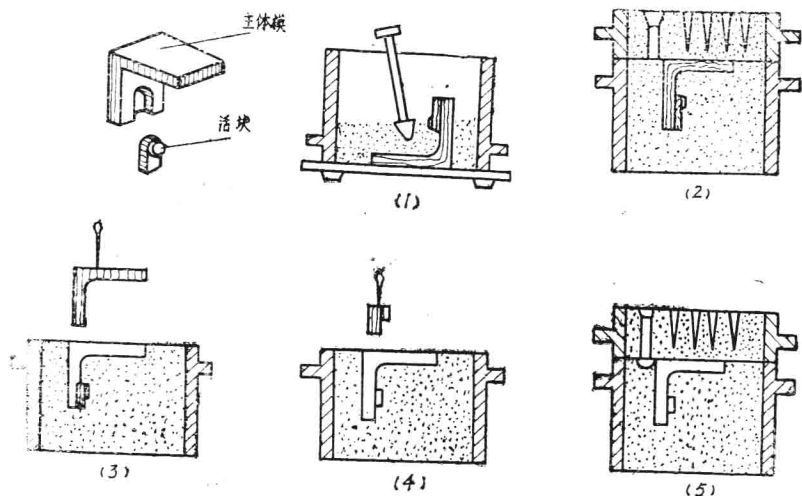


图 1—4 活块模造型过程

活块模造型时，要将活块下面的型砂舂紧，否则起模时该处型砂容易塌落。同时，要避免撞击活块，以免起模型主体时将活块带出，或者将活块舂“跑”。

(3) 实物造型：不用模型，而用零件直接造型。这多发生在机器零件损坏急需修复使用的情况下。但是由于零件与模型在结构和尺寸上有差别，要对零件进行修饰后再造型。

(4) 挖砂造型：当铸件的最大截面不在端部，且模型不便分成两半时，常采用挖砂造型。车床上常用的手轮，如图1—5所示。如将模型分成两半，模型强度大大降低，因此作成整体模，采用挖砂造型。

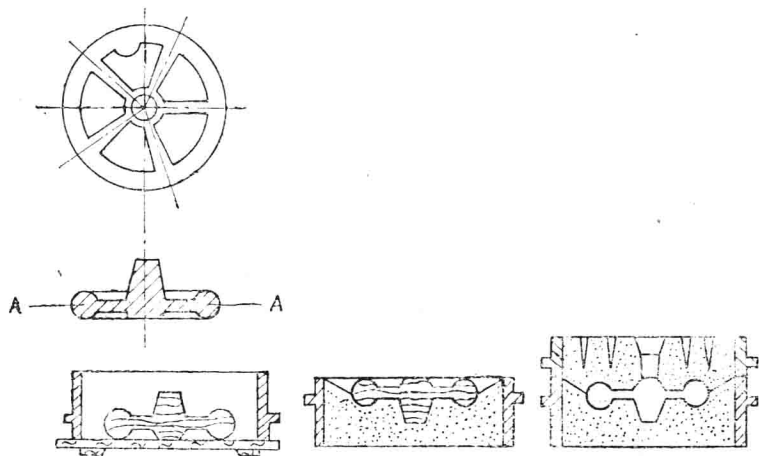


图 1—5 挖砂造型过程

修分型面时，必须正好修到模型最大截面上，并用镦刀压紧，同时分型面的坡度不要太大。

挖砂造型要挖砂，延长了造型时间，降低了生产率，所以只在单件小批量生产时采用。如果是成批制造这种铸件，利用挖砂造型不经济。因此常采用假箱造型。

(5) 假箱造型：假箱（即成型底板）可以用木质、石膏、水泥等作成，它相当于半个砂型。造型过程见图1—6所示。