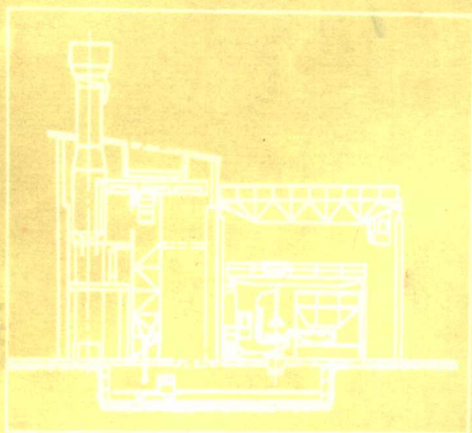


机械工业知识丛书

铸造生产

济南铸造锻压机械研究所编



机械工业出版社

机 械 工 业 知 识 丛 书

铸 造 生 产

济南铸造锻压机械研究所 编



机 械 工 业 出 版 社

铸 造 生 产
济南铸造锻压机械研究所 编
(限国内发行)

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

北京印刷二厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $7 \frac{5}{8}$ · 字数 191 千字
1977 年 12 月北京 第一版 · 1977 年 12 月北京 第一次印刷
印数 00,001—33,000 · 定价 0.64 元

*

统一书号: 15033 · (内)704



出版说明

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国机械工业欣欣向荣，蓬勃发展，形势很好。

“中国靠我们来建设，我们必须努力学习。”为了适应机械工业发展的需要，我们请有关单位编写了一套《机械工业知识丛书》，供机械行业的领导干部、管理人员和有关同志参考。

《铸造生产》为本丛书之一。书中扼要地介绍了铸造生产的基本知识，其中有：铸造生产工艺及设备分类；砂型铸造的砂处理、造型、制芯、熔化、浇注、落砂、清理等工艺过程的特点和所应用的设备；特种铸造的压铸、金属型铸造、离心铸造、低压铸造、真空吸铸、连续铸造、熔模铸造、壳型铸造、陶瓷型铸造、实型铸造、磁型铸造的原理、工艺特点和所应用的设备；铸造车间通风除尘的意义和技术措施；铸造合金的分类、性能和用途；以及铸造生产机械化、自动化的意义、内容和应用示例。书中还简要地介绍了铸造生产在机械工业和国民经济中的地位，我国铸造生产的发展概况和铸造生产的发展趋势。书后的附录中介绍了铸造设备产品型号表示方法和我国粘土、原砂的产地及性能。

本丛书在编写过程中，各编写单位给予大力支持，做了大量的工作，我们表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中难免有缺点和错误，希望读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
一、铸造生产的特点及其在国民经济中的地位	1
二、我国铸造生产发展概况	2
第二章 铸造工艺及设备分类	4
一、铸造工艺分类	4
二、铸造设备分类	5
第三章 砂型铸造	6
一、造型材料及其制备	7
二、造型和制芯	43
三、铸造合金的熔化及浇注	81
四、铸件的落砂、清理和检验	106
第四章 特种铸造	126
一、压力铸造	126
二、金属型铸造	133
三、低压铸造	136
四、离心铸造	139
五、连续铸造	142
六、真空吸铸	144
七、熔模铸造	145
八、壳型铸造	157
九、陶瓷型铸造	162
十、实型铸造	163
十一、磁型铸造	164
第五章 铸造车间通风除尘	166
一、铸造生产过程中产生的有害物	166

二、通风除尘的措施	167
三、通风除尘系统示例	168
四、除尘器	176
第六章 铸造合金	181
一、铸铁	181
二、铸钢	189
三、铸造有色合金	194
第七章 铸造生产机械化、自动化	201
一、概述	201
二、机械化砂处理、造型生产线	202
三、砂处理生产线	204
四、造型生产线	207
五、制芯生产线	216
六、清砂、清理生产线	217
七、冲天炉配料、加料生产线	222
八、熔模铸造生产线	223
九、压铸自动线	226
第八章 铸造生产技术发展趋势	228
一、大力发展提高铸件精度的各种铸造工艺	228
二、努力发展生产过程的机械化、自动化	229
三、推广采用新工艺、新设备和新材料	230
附 录:	231
附录一 铸造设备产品型号表示方法	231
附录二 我国粘土、原砂的产地及性能	239

第一章 绪 论

一、铸造生产的特点及其在国民经济中的地位

大家知道，汽车、拖拉机、飞机、船舶、机车、机床、工程机械、纺织机械和冶金、矿山、发电设备等各种机械设备，都是由各种各样的机器零件组成的。机器零件一般是由各种毛坯件加工而成的。生产毛坯件的方法有铸造、锻造、冲压、焊接和型材切割等。其中，铸造是获得毛坯件的主要工艺方法。

所谓铸造，就是将熔化的金属浇入特制的铸型里，而铸型的型腔与所要求的毛坯件形状相同。因此，从铸型中取出已凝固的铸成物，即获得所要求的毛坯件。用铸造方法制造的毛坯件通称为铸件。

在一般机械设备中，铸件约占整个机械设备重量的45~90%。一辆汽车的铸件重量约占40~60%，一台拖拉机的铸件重量约占70%，一台金属切削机床的铸件重量约占70~80%，重型机械、矿山机械、水力发电设备的铸件重量约占85%以上。在国民经济其他各部门中，也广泛采用各种各样的铸件。

铸件的应用范围如此广泛，这是因为，铸造与其他金属加工方法相比较，具有以下一些特点：

1. 能够制造各种尺寸和形状复杂的铸件。铸件的轮廓尺寸可小至几毫米，大至十几米；重量可小至几克，大至上百吨。
2. 铸件与机器零件的形状、尺寸很接近，因而节省了金属材料 and 加工工时；精密铸件可以省去机械加工，直接用于装配。
3. 用铸造方法可以制造各种金属合金的铸件，特别适宜制造因塑性差不宜锻压、因材料特性不宜焊接的合金件，如铸铁件、青铜件和钛合金件等。

4. 铸件的成本低、生产周期短，既适于单件小批生产，又适于大量生产。

5. 铸造生产不需要重大、精密的设备，从基建到投产，生产准备周期短，原材料来源方便，而且可以回用。

二、我国铸造生产发展概况

我国是世界文化发达最早的国家之一，铸造生产有着悠久的历史 and 卓越的成就。在距今四、五千年前的新石器时代，我们勤劳勇敢的祖先已应用铸造方法制造器具。在甘肃发掘出的齐家文化（新石器时代晚期）遗址中发现了红铜器铸件，这是已发现的我国最早的铸件。

在距今三千五百年的商代，冶铸技术已相当发达，当时已能运用成熟的铸造技术来制造一些大型、精美、复杂的青铜制品。如在河南安阳出土的殷朝“司母戊鼎”（礼器）大型青铜铸件，重达875公斤，带耳高1370毫米，长1100毫米，宽770毫米，鼎身上有龙纹盘绕，四周饰有蟠龙纹和饕餮纹，鼎腹内铸有“司母戊”三字。到战国时期，青铜铸造已发展到能够采用不同的成分配方，制作不同的器具。

铸铁至迟在春秋时期已有应用，比欧洲一些国家早一千八百多年。我国出土最早的铸铁件是春秋晚期的农具铸件。值得指出的是，战国时代，已出现了可锻铸铁，比欧洲一些国家早二千二百年左右。可锻铸铁可以用来制造各种农具和工具；到战国晚期，又出现了麻口铁，用来制造犁铧等农具；到西汉中期出现了灰铸铁，用于制作大车的轴承。此后，铸铁技术得到进一步的发展，并用来制造了一些闻名中外的大型、精致的铸件，如河北沧县的大铁狮，高五米，长五米二，十分壮观。

在铸造工艺技术方面，我国更有卓绝的创造。我们的祖先远在殷商时代就已掌握了泥型（当时称为“陶范”）铸造工艺。这一工艺一直是我国铸造铁锅的传统工艺，至今还广为应用。远在

二千五百多年前，我国已掌握了金属型（当时称为“铁范”）铸造工艺，如已出土的战国时代的大批金属型和汉代制造金属型的成套泥型。关于失蜡铸造法的最早出现年代，考证不一，但最迟到唐代，已采用这种铸造工艺铸造钱币和各种艺术铸件，这是确凿无疑的。现存故宫和颐和园的许多造型复杂而精致的铸件，如铜狮、狻猊等，都是用失蜡铸造法制造的。明朝宋应星著的《天工开物》，记载了古代从熔化、造型材料的配制、造型、制芯，到浇注、落砂获得铸件的整个铸造工艺过程。但是，近百年来，在清朝与国民党的反动统治下，在三座大山的压迫下，我国铸造生产技术长期停滞不前，直到解放前夕，一直处于原始、落后的手工生产状态。

解放后，在毛主席和党中央的英明领导下，我国的工业、农业获得了飞速的发展，铸造生产也随之发展起来。1958年大跃进以来，在三面红旗的光辉照耀下，一大批中、小型工厂的铸造车间都进行了技术改造，基本上实现了机械化生产，使整个铸造行业的生产面貌，发生了根本的变化。

无产阶级文化大革命以来，铸造生产战线的广大革命职工，在党的领导下，以阶级斗争为纲，狠批了刘少奇、林彪、“四人帮”所推行的反革命修正主义路线，大搞技术革新、技术革命，努力推广和采用新工艺、新设备、新材料，实现铸造生产过程的机械化、自动化，把我国铸造生产技术提高到一个新的水平。

在这莺歌燕舞的大好形势下，铸造行业的广大革命职工，豪情满怀，在以华主席为首的党中央领导下，沿着毛主席的无产阶级革命路线，为在本世纪内全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，为把我国建设成为强大的社会主义国家而努力奋斗！

第二章 铸造工艺及设备分类

一、铸造工艺分类

随着生产的不断发展和技术的不断进步，铸造工艺也不断演变、发展。

按照铸型的特点，一般将铸造工艺分为两大类：砂型铸造；特种铸造。每一大类又可分为若干种工艺方法，如图1所示。

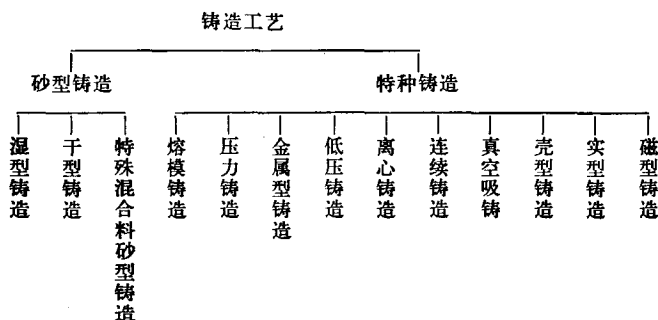


图1 铸造工艺分类

在铸造生产中，砂型铸造是应用最广泛的一种方法。世界各国，用砂型铸造生产的铸件约占铸件总产量的80%以上。

在砂型铸造中，目前湿型铸造和干型铸造占主要地位。特殊混合料砂型铸造如流态自硬砂铸造、自硬砂铸造和水玻璃砂铸造等，正在推广应用。

特种铸造的各种工艺方法，一般都有一定的适用范围，它们的共同特点是：制造的铸件尺寸精度高，表面光洁度高，可以减少或完全省去机械加工；生产过程容易实现机械化、自动化，劳动生产率较高。因此，大力推广采用特种铸造工艺，是当前国内外

铸造生产的发展方向之一。

二、铸造设备分类

铸造设备的类别，对砂型铸造是按工艺过程划分的，对特种铸造是按工艺特点划分的。

目前，我国将铸造设备划分为十二大类，即：

1. 砂处理设备；
2. 造型及制芯设备；
3. 落砂设备；
4. 清理设备；
5. 金属型铸造设备（包括压铸机、离心铸造机和金属型铸造机等）；
6. 壳型铸造设备；
7. 熔模铸造设备；
8. 材料准备设备；
9. 熔化及浇注设备；
10. 干燥及热处理设备；
11. 起重运输设备；
12. 其他附属设备。

应该指出，随着铸造新工艺、新技术的发展和应用，新型铸造设备不断出现，有些尚未包括在上述分类中。

我国铸造设备有统一的型号表示方法，在书后附录一中加以介绍。

第三章 砂 型 铸 造

所谓砂型铸造，是指铸型是由砂型和砂芯组成的，而砂型和砂芯是用砂子和粘结剂为基本材料制成的。

砂型铸造的整个工艺过程比较复杂，如图 2 所示。

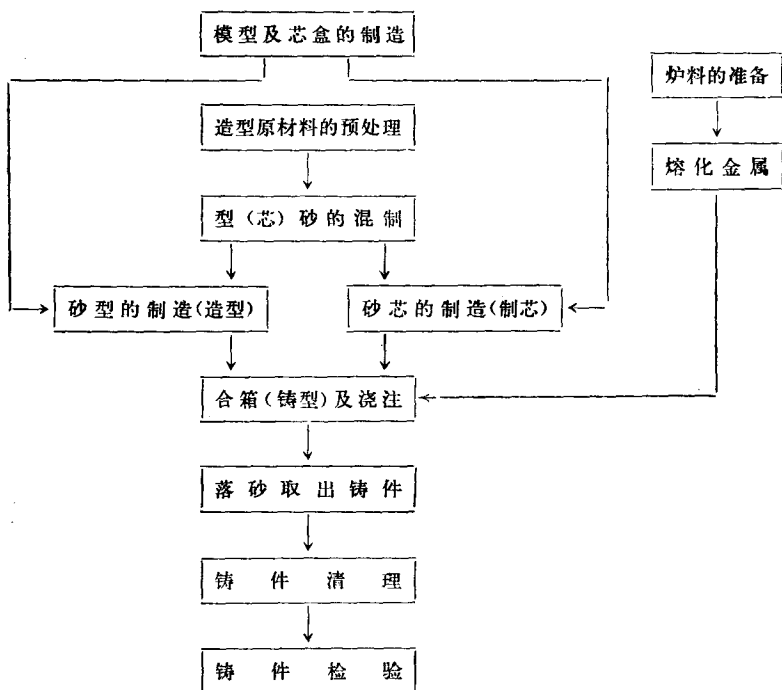


图2 砂型铸造工艺过程

下面分节介绍各工艺过程及所用设备。

一、造型材料及其制备

造型材料就是用来制造砂型和砂芯的材料，而砂型和砂芯直接承受金属液的作用，并用于形成所需要的铸件。因此，制造砂型和砂芯的材料好坏，对造型和制芯工艺、铸件质量等都有很大的影响。铸件的一些主要缺陷的产生（如砂眼、气孔、粘砂和裂纹等），都与造型材料有直接的关系。另一方面，在砂型铸造生产中，需要使用大量的造型材料，通常生产1吨铸件需要使用造型材料5~6吨。因此，造型材料处理的机械化、自动化，是铸造车间应该首先考虑解决的问题之一。由此可见，造型材料的制备工作是整个铸造生产的重要环节之一。

1. 造型原材料的种类及用途

1) 原砂

铸造用原砂有石英砂、粘土砂、石灰石砂和特种砂等几种。

(1) 石英砂

石英砂的主要成分是二氧化硅 (SiO_2)，其含量超过90%，粘土含量低于2%，因而具有很高的熔点 (1700°C 左右)。按其来源不同，分为天然石英砂和人造石英砂两大类。天然石英砂包括山砂和河砂，人造石英砂是用石英岩加以焙烧，经过破碎和筛分获得的，其二氧化硅含量更高，耐火性更好。石英砂普遍用于配制铸铁件、铸钢件用的型砂和芯砂。

(2) 粘土砂

凡粘土含量在2~50%的砂称为粘土砂，其耐火度较低，一般用作铸铁和有色金属铸件用型砂和芯砂的附加料，以提高湿强度，改善造型性能。

(3) 石灰石砂

石灰石砂的主要成分为碳酸钙 (CaCO_3)，目前主要用于铸钢件的型砂和芯砂。

(4) 特种砂

特种砂包括铬矿砂、镁砂和锆砂等，它们的共同特点是耐火度高、化学稳定性好和受热时体积变化小，因而适用于大型铸钢件或合金钢铸件的面砂或涂料。

2) 粘结剂

(1) 粘土

粘土和适量的水加入砂中，可使砂具有可塑性和强度。因此，粘土是广泛用作型砂和芯砂的粘结剂。

铸造用的粘土分为高岭土（亦称普通粘土）和膨润土（亦称陶土）两种。

高岭土是由复杂的硅酸盐岩石风化而成的，主要成分是二氧化硅和三氧化铝（ Al_2O_3 ），熔点为 $1545\sim 1750^\circ\text{C}$ 。膨润土是一种微晶高岭土，其颗粒直径只为高岭土的 $1/20$ ，熔点为 $1250\sim 1300^\circ\text{C}$ 。被水润湿后，膨润土的体积能膨胀数倍，其粘结性能比高岭土高 $2\sim 4$ 倍。

高岭土一般用于干型型砂和芯砂的粘结剂，膨润土一般用于湿型型砂的粘结剂。

(2) 特殊粘结剂

① 油类粘结剂

常用的有亚麻仁油和桐油，它们和空气中的氧化合后，能生成一层坚固的氧化膜，而起粘结作用。制造复杂砂芯的芯砂，可用这类粘结剂，但因来源受到限制，用在铸造生产上很不经济，近年来多采用其他粘结剂代替。

② 可溶性粉状粘结剂

可溶性粉状粘结剂有松香、沥青等。松香、沥青粉末掺入芯砂中，烘烤后，这些粉末熔化并扩散到各砂粒的表面，冷凝后粘结芯砂。

③ 水溶性粘结剂

常用的水溶性粘结剂有亚硫酸盐溶液、糖浆和糊精等。将它们加入芯砂中，因水分蒸发，剩下的浓缩物硬化，从而粘结芯砂。

亚硫酸盐溶液是造纸的副产品，因此又称纸浆废液；糖浆是制糖的副产品；糊精是淀粉的不完全水解产物。

④合脂粘结剂

合脂是制皂的一种副产品，其性能接近于桐油和亚麻仁油，是一种良好的芯砂粘结剂。

⑤合成树脂粘结剂

作为粘结剂的合成树脂是热固性的，其特点是受热时先熔化、后硬化，硬化后，再受热，不再软化。常用的合成树脂有酚醛树脂和呋喃树脂等。酚醛树脂一般用作壳芯砂粘结剂，呋喃树脂一般用作热芯盒砂粘结剂。

⑥自硬性粘结剂

自硬性粘结剂有水玻璃^②、水泥等，它们有自行硬化的特性，可用作型砂和芯砂的粘结剂。

3) 辅助材料

为了提高型砂和芯砂的某些性能，在型砂中加入的一些非主要材料，统称为辅助材料。这些材料有煤粉、锯末等。型砂中加入一定量的煤粉，可以防止铸件表面产生粘砂缺陷；型砂和芯砂中加入一定量的锯末，可以改善砂型和砂芯的透气性、退让性以及浇注后铸件的落砂性。

2. 型砂、芯砂和涂料

1) 型砂

(1) 粘土型砂

粘土型砂以粘土为粘结剂。根据用途的不同，粘土型砂分为面砂、背砂和单一砂。

①面砂

面砂构成型腔的表面层，直接与金属液接触，因此它应具有

② 水玻璃亦称泡花碱，是硅酸钠溶入水中的胶体溶液，主要成份为二氧化硅、氧化钠和水。

较高的可塑性、强度和耐火度。面砂大部或全部常采用新砂配制。

②背砂

背砂又叫填充砂，是位于面砂层之外的型砂。对它只要求有较好的透气性和一定的强度。背砂一般大部或全部采用旧砂配制。

③单一砂

当不分面砂和背砂，砂型是用一种型砂来制成时，这一种型砂称为单一砂。它适用于大量生产、机械化程度较高和有旧砂再生设备的铸造车间。

另外，根据所浇注的合金种类的不同，粘土型砂可分为铸铁用砂、铸钢用砂和有色金属用砂；根据砂型种类的不同，粘土型砂可分为湿型用砂（又称潮模砂）和干型用砂（又称干模砂）。

（2）水玻璃砂、流态自硬砂和自硬砂

水玻璃砂、流态自硬砂和自硬砂既可用于造型又可用于制芯。

水玻璃砂又称为二氧化碳砂，它是以水玻璃为粘结剂配制的型砂，用这种型砂制出的砂型和砂芯，吹以二氧化碳气即可迅速硬化，也可在自然干燥或表面干燥的情况下进行硬化。这种型砂通常多用于铸钢生产。

流态自硬砂是在水玻璃砂的基础上发展起来的一种型砂。它是由砂子、水玻璃硬化剂和发泡剂等组成，其特点是具有良好的流动性和在短时间内能自行硬化的性能。采用这种型砂造型和制芯，可以不必用外力紧实型砂，不必烘干硬化。流态自硬砂所用的硬化剂有（高炉、电炉、平炉）炉渣、水泥和赤泥[●]。所用的发泡剂有仲烷基磺酸钠、烷基磺酸钠等。

自硬砂的种类很多，按所用粘结剂的种类，基本上可分为两大类：无机粘结剂自硬砂；有机粘结剂自硬砂。无机粘结剂自硬砂又分为水玻璃自硬砂和水泥自硬砂等；有机粘结剂自硬砂又分

● 赤泥是以铝矾土炼氧化铝后的残渣，经焙烧、粉碎、过筛而得，因含有氧化铁，呈红色，主要成分为硅酸二钙（ $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ）。

为呋喃树脂自硬砂、酚醛树脂自硬砂和尿素树脂自硬砂等,水玻璃自硬砂是在水玻璃砂中加入硬化剂或在流态自硬砂中除去发泡剂配制而成。根据所用硬化剂的不同,分为赤泥自硬砂(硬化剂为赤泥)、硅自硬砂(硬化剂为硅铁粉)、炉渣自硬砂(硬化剂为炉渣)等。

(3) 石灰石型砂

石灰石型砂由石灰石原砂、膨润土和水玻璃配制而成。由于石灰石原砂中含二氧化硅很少,所以可以大大减少有害的硅尘的影响。另外,石灰石型砂不易粘砂,可以提高铸件表面质量,适用于铸钢生产。

2) 芯砂

按照所用粘结剂的不同,芯砂分为粘土芯砂、油芯砂和特种粘结剂芯砂。形状简单和截面尺寸较大的砂芯,一般采用粘土芯砂制造;形状复杂和截面尺寸较小的砂芯,一般采用油芯砂或特种粘结剂芯砂制造。

近年来,热芯盒砂和壳芯砂获得推广应用。热芯盒砂是用液态呋喃树脂为粘结剂,在常温下有一定的湿强度。壳芯砂是用酚醛树脂作粘结剂,在常温下粘结剂是固态的,砂粒间无粘结力。这两种芯砂都是加热后硬化。

最近,国外新发展了冷硬芯砂,在室温下能迅速硬化。其中一个配方是:粘结剂为液态酚醛树脂、液态聚异氰酸酯,催化剂为三乙胺。

3) 涂料

为了获得表面光洁的铸件,常把一些防粘砂材料制成悬浊液,涂刷在型腔和砂芯表面上。这种悬浊液称为涂料。

根据浇注合金和铸件特点的不同,涂料的配方多种多样。涂料都是由多种材料组成的混合物,其中包括:耐高温作用的材料,如石墨粉、石英粉和滑石粉等;使耐高温材料不易沉淀并使其容易粘附的材料,如粘土、糖浆和纸浆废液等;为改善涂料的透气性,可加入木炭粉和焦炭粉等;溶剂,最常用的为水,而对快干