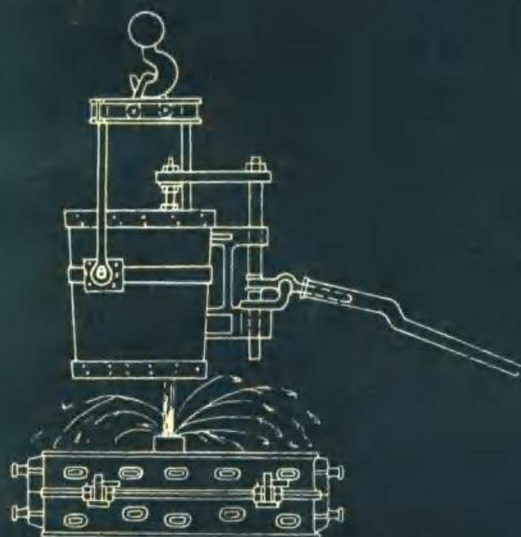


工人技术读物

# 铸 钢

大连重型机器厂编

# ZHU GANG



辽宁人民出版社

# 铸 钢

大连重型机器厂编

\*

辽宁人民出版社出版

(沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行

沈阳新华印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092  $\frac{1}{32}$  印张: 18 $\frac{3}{4}$  插页: 2

字数: 420,000 印数: 1—4,500

1981年4月第1版 1981年4月第1次印刷

统一书号: 15090·80 定价: 1.60元

# 出版说明

为在二十世纪末，全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，为了适应社会主义现代化建设的需要，满足广大工人、特别是青年工人学习技术的要求，我们组织编辑了车工、钳工、铆工、铣工、锻工、刨工、磨工、铸钢、铸铁、电工、电焊工和技工数学等工人技术读物，并将陆续出版。

这套工人技术读物是由鞍钢机修总厂、大连造船厂、沈阳第一机床厂、中捷人民友谊厂、沈阳风动工具厂、沈阳铸造厂、大连重型机器厂、大连电机厂、鞍钢修建部、沈阳松陵机械厂等单位分别编写的。内容切合实际，语言通俗易懂。可供工人、特别是青年工人业余学习和技工学校教学参考使用。

《铸钢》是由大连重型机器厂黄友仁、李元山等同志执笔编写的。在编写过程中，他们在厂党委的领导下，总结了生产实践实验，多次征求了工人、技术人员和有关同志的意见，进行了反复修改和补充，逐步编成了这本《铸钢》。

在编辑过程中，得到了大连工学院、大连铁道学院、大连机车车辆厂、大连起重机器厂、沈阳重型机器厂、沈阳矿山机器厂、抚顺挖掘机厂、朝阳重型机器厂等单位有关同志的帮助，在此表示感谢。

一九七九年二月

---

# 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 绪 言 .....               | 1   |
| 第一章 铸钢工艺基础理论 .....      | 7   |
| 第一节 钢的熔化及流动性 .....      | 7   |
| 第二节 铁碳合金相图和钢的结晶过程 ..... | 11  |
| 第三节 铸钢件的收缩 .....        | 31  |
| 第四节 铸钢件的凝固 .....        | 37  |
| 第五节 铸造应力、变形及裂纹 .....    | 50  |
| 第六节 钢水与铸型的相互作用 .....    | 59  |
| 第二章 铸造用钢及熔炼 .....       | 71  |
| 第一节 铸造用钢的一般知识 .....     | 71  |
| 第二节 铸造用钢的特性 .....       | 83  |
| 第三节 钢中的气体和夹杂 .....      | 103 |
| 第四节 铸钢熔炼设备及工艺特点 .....   | 107 |
| 第三章 造型材料及型砂制备 .....     | 126 |
| 第一节 铸钢用型砂的分类 .....      | 126 |
| 第二节 制备型砂的原材料 .....      | 127 |
| 第三节 型砂的性能及对铸件质量影响 ..... | 151 |

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 第四节 | 型砂的制备工艺 .....     | 155 |
| 第五节 | 石灰石砂存在问题及讨论 ..... | 174 |
| 第四章 | 铸型及芯的制造 .....     | 178 |
| 第一节 | 手工造型 .....        | 178 |
| 第二节 | 手工制芯 .....        | 203 |
| 第三节 | 机器造型及芯 .....      | 207 |
| 第四节 | 铸型的翻转与起模 .....    | 229 |
| 第五节 | 铸型的合箱 .....       | 236 |
| 第六节 | 浇注 .....          | 242 |
| 第五章 | 铸钢件工艺设计 .....     | 250 |
| 第一节 | 概述 .....          | 250 |
| 第二节 | 铸造工艺方案的确定 .....   | 259 |
| 第三节 | 浇注系统 .....        | 269 |
| 第四节 | 冒口的设计 .....       | 282 |
| 第五节 | 冷铁 .....          | 320 |
| 第六节 | 铸筋 .....          | 326 |
| 第七节 | 砂芯的设计 .....       | 331 |
| 第八节 | 其它工艺参数 .....      | 344 |
| 第六章 | 铸钢工艺装备 .....      | 362 |
| 第一节 | 模型 .....          | 362 |
| 第二节 | 型板 .....          | 384 |
| 第三节 | 芯盒 .....          | 399 |
| 第四节 | 砂箱 .....          | 405 |
| 第七章 | 工艺实例 .....        | 418 |

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 第一节 | 阀体 .....           | 418 |
| 第二节 | 半齿圈 .....          | 421 |
| 第三节 | 吊架 .....           | 426 |
| 第四节 | 固定梁 .....          | 432 |
| 第五节 | 车架 .....           | 434 |
| 第六节 | 车厢体 .....          | 438 |
| 第七节 | 转轮 .....           | 440 |
| 第八章 | 铸钢件的落砂、清理及修复 ..... | 443 |
| 第一节 | 铸钢件的落砂 .....       | 443 |
| 第二节 | 铸钢件的清理 .....       | 446 |
| 第三节 | 铸钢件的热处理 .....      | 459 |
| 第四节 | 铸钢件的质量检验 .....     | 465 |
| 第五节 | 铸钢件缺陷的修复 .....     | 473 |
| 第九章 | 特种铸造 .....         | 486 |
| 第一节 | 熔模精密铸造 .....       | 486 |
| 第二节 | 陶瓷型精密铸造 .....      | 518 |
| 第三节 | 磁型铸造 .....         | 536 |
| 附 录 | .....              | 551 |

# 绪 言

铸钢件是金属结构材料的一种。它与铸铁件相比，具有机械强度高、塑性好、冲击韧性大等优点，尤其物理化学性能方面，如耐热、耐酸、导电、导磁和可焊性等更为突出。因此，世界各国都十分重视铸钢件的生产和应用。实践证明，积极而大力发展铸钢生产，对于加速实现我国农业、工业、国防和科学技术的现代化，具有十分重要的意义。

铸钢在现代化机械制造业中，特别是重型机械行业，如冶金、矿山、轧钢、锻压、发电、石油化工和起重运输等设备，有许多重要零件是用铸钢件加工出来的。

冶金设备方面：大型炼铁高炉的布料器（图1）、钢水

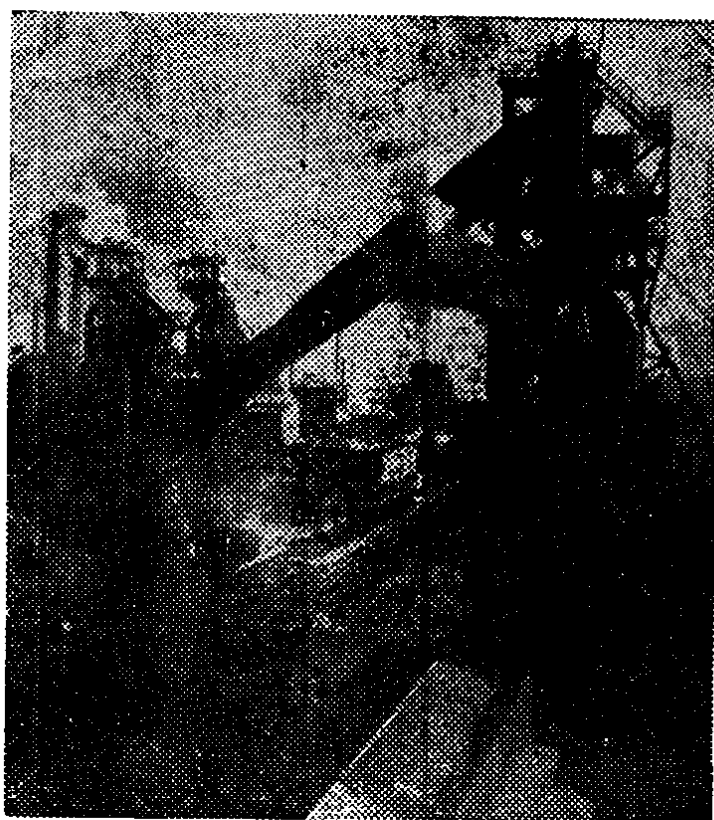


图 1 大型炼铁高炉

桶的桶耳、冶金车辆中的转向架、车架和各种罐体（图 2）等。

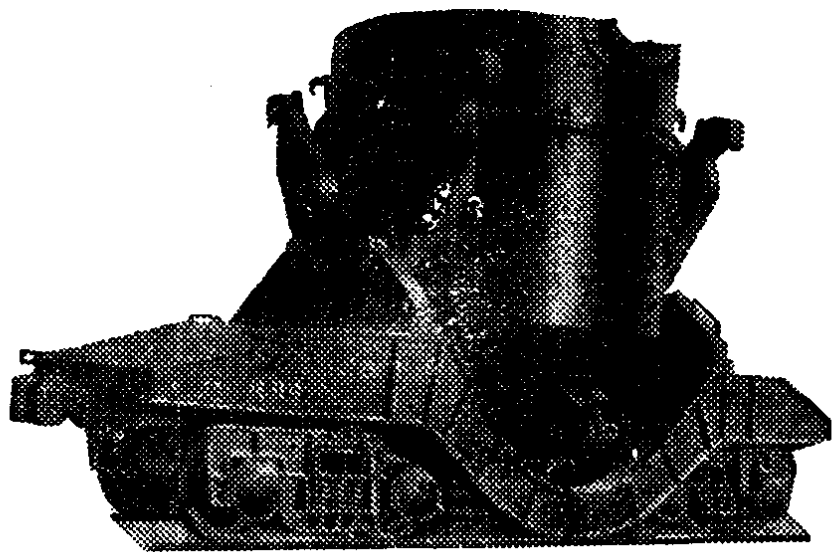


图 2 100吨铁水车

矿山设备方面：挖掘机的支承轮、履带板、挖斗（图 3）、

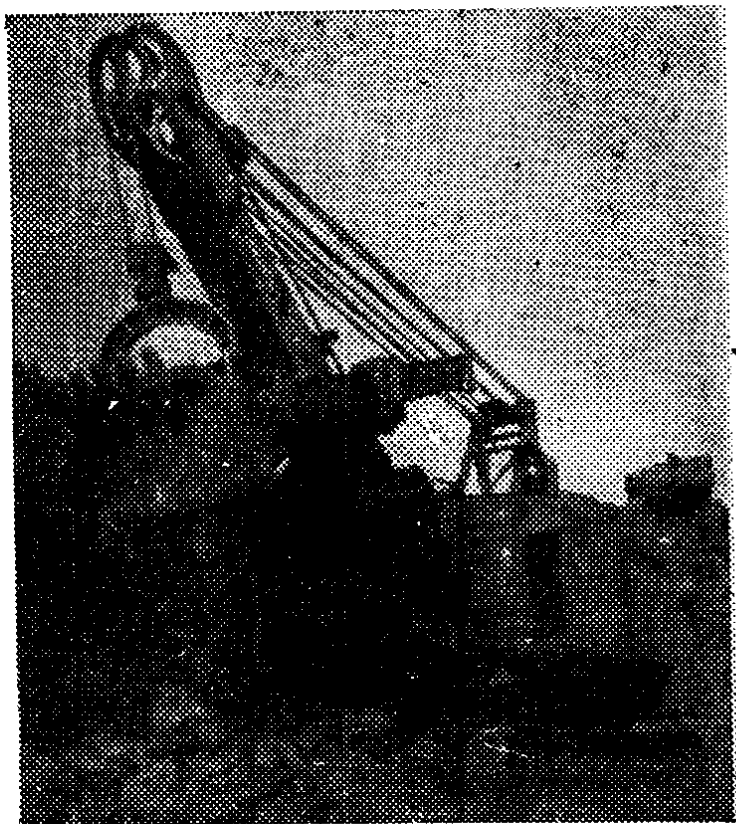


图 3 大型挖掘机在装矿

球磨机的齿圈、滚轮和衬板（图4）等。

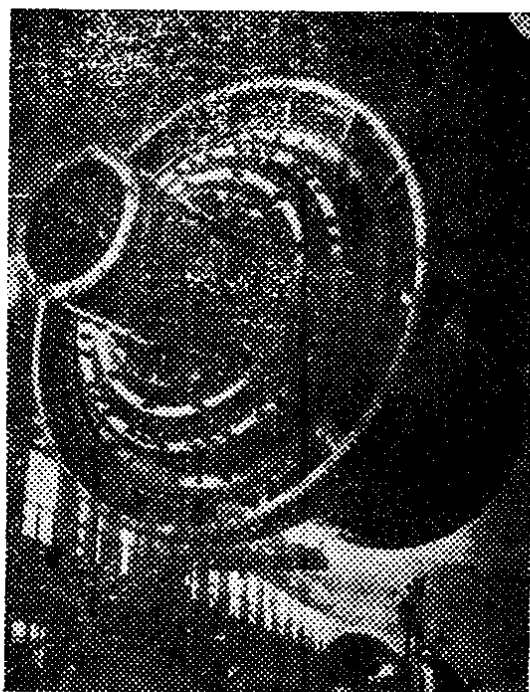


图4 大型球磨机在安装

轧钢设备方面：我国已生产了1130、1150板坯轧机和1700热连轧机。其中，机架净重达192吨。

锻压设备方面：我国先后制造和安装了具有世界先进水平的万吨水压机（图5）。其中机座、横梁和工作缸等，都是大型铸钢件。

发电设备方面：我国已成功地铸造出大型水轮机的转子和三十万瓩双水内冷汽轮机的叶片（图6）和电站的大闸门。

石油化工设备方面：许多耐酸、耐碱的零件和各种管法兰、阀门，已广泛地采用特殊合金铸钢件。

起重设备方面：我国生产的几吨到上百吨的门式、桥式和塔式吊车的卷筒、车轮等，均为铸钢件。图7是安装在某水电站坝顶的400/25吨门式起重机。

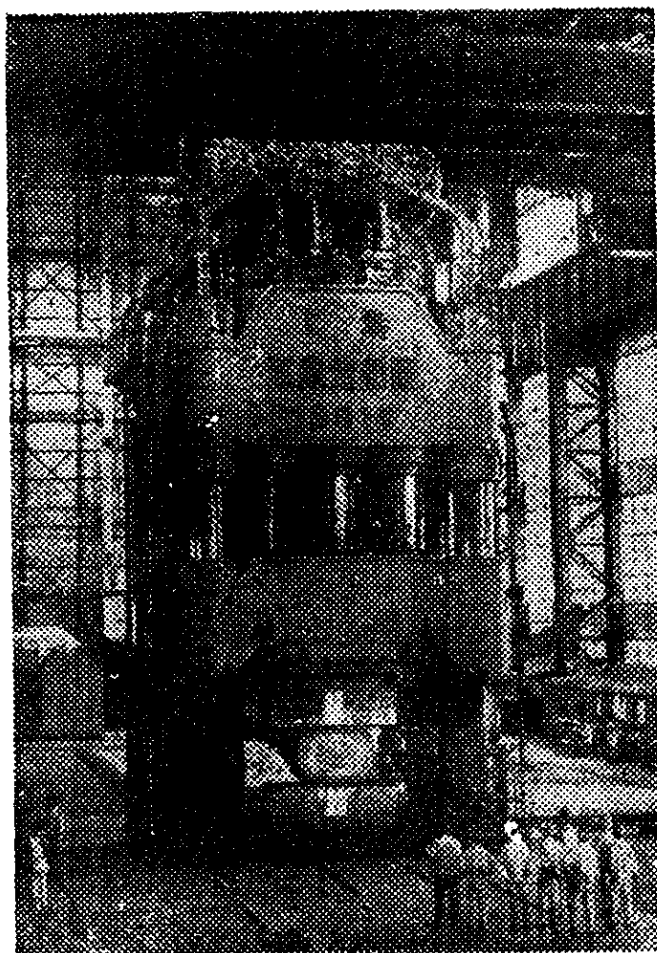


图5 我国自行设计、制造的一万二千吨水压机在生产

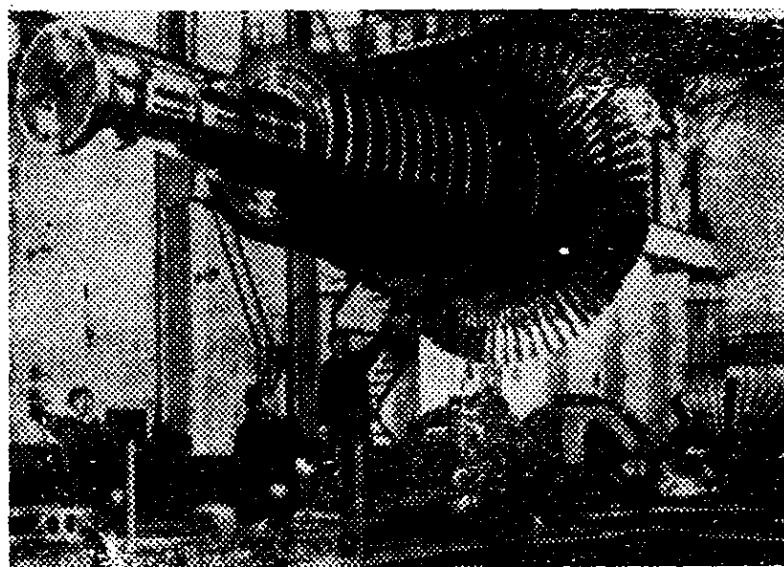


图6 30万瓩双水内冷汽轮机在安装

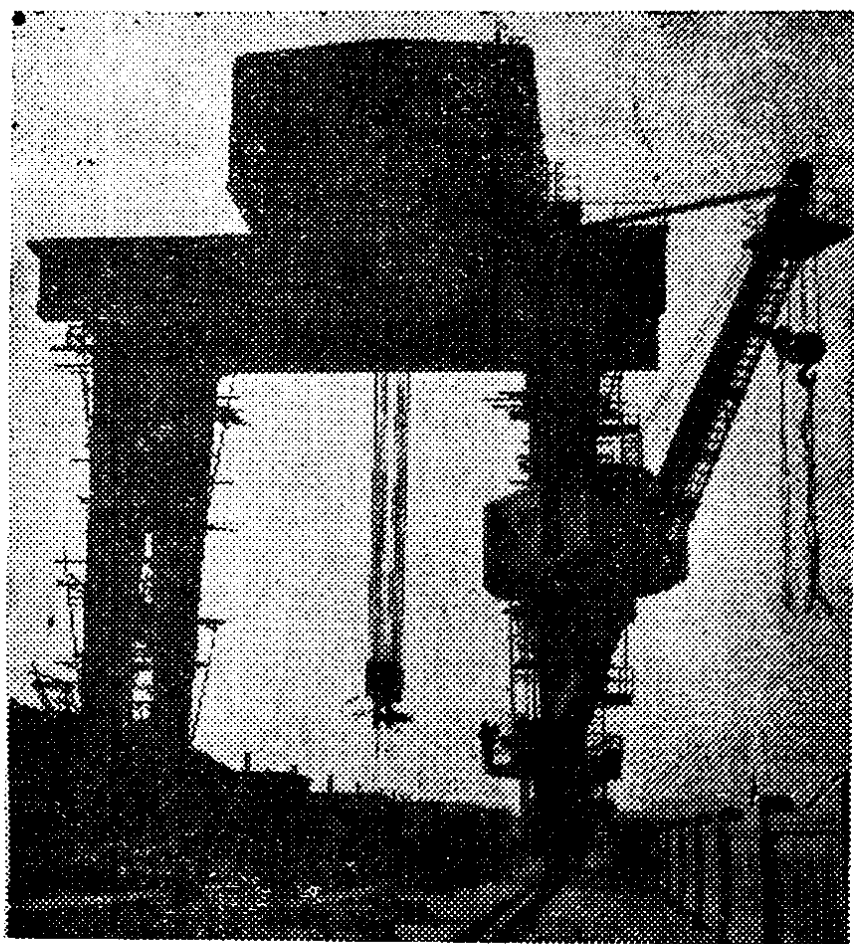


图7 安装在水电站坝顶的400/25吨门式起重机

铸钢件生产的历史，在世界各国中，都是比较短的。近年来，随着冶金工业的发展，不仅大铸件的生产得到了迅速的扩大和提高，并取得了巨大成就，而且由于精密铸造的发展，许多尺寸小、重量轻而精密的零件，也广泛应用铸钢的方法进行大量生产。

我国是世界上铸造生产起源地之一，广大劳动人民在长期的生产实践中，创造了许多技术性很高的工艺。然而，在漫长的封建社会里，由于地主对农民的残酷剥削和血腥统治，生产力的发展和技术进步极其缓慢，不少先进的工艺也失传了。近百年来，由于帝国主义的入侵和国民党反动派的

腐败，使我国机器制造业变得十分落后，铸钢只能从事一些修配性质的生产，根本谈不上铸造事业的发展。

解放以来广大工人群众和铸造工作者，坚持自力更生，艰苦奋斗，在短短的二十几年时间，就使我国铸钢生产飞跃地发展起来。新材料、新工艺、新技术、新设备大量涌现，“三高两低”（高温、高粉尘、高劳动强度，劳动生产率低、铸件质量低）的状况逐步得到转变。生产出的铸钢件，无论在质量上或品种上，有许多已经赶上或超过资本主义国家的水平。

当前，我国社会主义建设事业已转入现代化建设的新时期，广大工人群众和铸造工作者更加精神振奋，斗志昂扬，决心为发展和提高我国铸钢件的生产水平，做出更大的贡献。

# 第一章 铸钢工艺基础理论

为了更好地编制铸钢工艺，制定操作规程，分析和防止铸件缺陷，提高铸钢件质量，必须掌握铸钢生产过程中的基本理论知识。

铸钢生产的基本理论包括：钢的熔化和流动性；铸件冷却凝固过程中的结晶规律；铸件的凝固和收缩；铸件冷却凝固过程产生的各种应力；以及钢水与铸型相互作用，等等。

## 第一节 钢的熔化及流动性

铸钢件是由固体合金（冷装）加热熔化成钢水，浇入铸型经冷却凝固后获得的。固体合金加热为什么能熔化成液体钢水，有哪些因素影响钢水的流动性，这在铸钢生产中，对于制定工艺和提高铸钢件质量，有着重要的现实意义。

### 一、钢的熔化

大家知道，在自然界里至今已发现了 105 种元素，其中有良好的导电、导热和可锻性的元素称为金属，如铁、锰、铝、铜、铬、镍等。合金就是由两种或两种以上的金属元素，或者金属元素与非金属元素所组成的具有金属性质的物质。钢就是由铁和碳所组成的合金。

金属和合金在受热时，原子发生强烈的振动，原子之间

的距离亦不断扩大，当温度加热到熔点时，原子键断裂，金属或合金便从固体状态转变成液体状态，即开始熔化。

纯金属从固体状态向液体状态转变时的熔化温度，有一个固定的温度点，称为熔点。例如，铁熔点为 $1535^{\circ}\text{C}$ ，锰熔点为 $1230^{\circ}\text{C}$ ，铜熔点为 $1083^{\circ}\text{C}$ 。

合金（如钢）从固体状态向液体状态转变时的熔化温度，则无一个固定的温度点，只有一个温度范围。因此确切地说，合金是没有固定熔点的。为了研究方便，也往往引用熔点的概念，即指合金完全熔化的温度。反之，合金从液体状态向固体状态转变时的凝固温度，也是一个温度范围。于是，就得出这样一个结论，合金开始熔化的温度即是合金完全凝固的温度；合金完全熔化后的温度即是合金开始凝固的温度。该温度既是凝固点，又是熔点。

在铸钢生产中，有实际意义的是合金完全熔化后的温度。

## 二、钢水的流动性

铸钢生产中要求钢水能很好地浇满铸型，并在冷凝之后得到轮廓清晰的铸件，我们把钢水具有的这种能力叫做钢水的流动性。

流动性对于从钢水中排除气体、杂质和铸件凝固过程中的补缩以及防止裂纹的产生都有很大影响。钢水流动性好，气体、杂质容易上浮，凝固期间产生的缩孔容易得到钢水补充，凝固末期因受阻而产生的热裂纹容易得到钢水弥合。钢水流动性不好，可能使铸件产生浇不足、冷隔等缺陷。所以，流动性是钢水很重要的铸造性能之一。

影响钢水流流动性的因素很多，但就内因来说主要是钢水

的化学成分，外因主要是浇注温度、浇注条件、铸型性质和铸件结构等。

### （一）化学成分对流动性的影响

铸钢和铸铁相比，由于化学成分不同，流动性相差很大，铸钢的流动性比铸铁小得多。就铸钢本身而言，由于化学成分不同，流动性也不同。例如，普通低碳铸钢的熔点比高碳铸钢的熔点高；在相同的浇注温度下，低碳铸钢的流动性不如高碳铸钢好。如果钢中再含有易氧化的合金元素（如高铬合金钢等），在高温下被氧化成不溶性的氧化夹杂，则钢水的流动性就更差了。

### （二）温度对流动性的影响

普通碳素铸钢在其它成分忽略不计的情况下，熔点随着含碳量增长而降低，如图 1—1 所示。

图中横座标为含碳量，纵座标的上半段为温度，下半段表示钢水流动性。A B C 线表示的温度，是不同含碳量下铁碳合金完全熔化后的温度，即熔点或凝固点。实际生产中，浇注温度却远远大于该钢种熔点。我们把钢水的浇注温度与熔点（或凝固点）之差，称为过热温度。一般过热温度比本钢种的熔点大约高 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

对某种含碳量一定的钢来说，熔点是一定的，流动性主要决定于过热温度。过热温度越大，即浇注温度越高，钢水流动性越好。从图 1—1 的下半段可以看出，同一含碳量的钢，流动性随着浇注温度( $t$ )的提高而提高。

但是，生产中决不能为了获得良好的流动性而无限的提高钢水的浇注温度。因为过高的浇注温度会引起铸件的其它

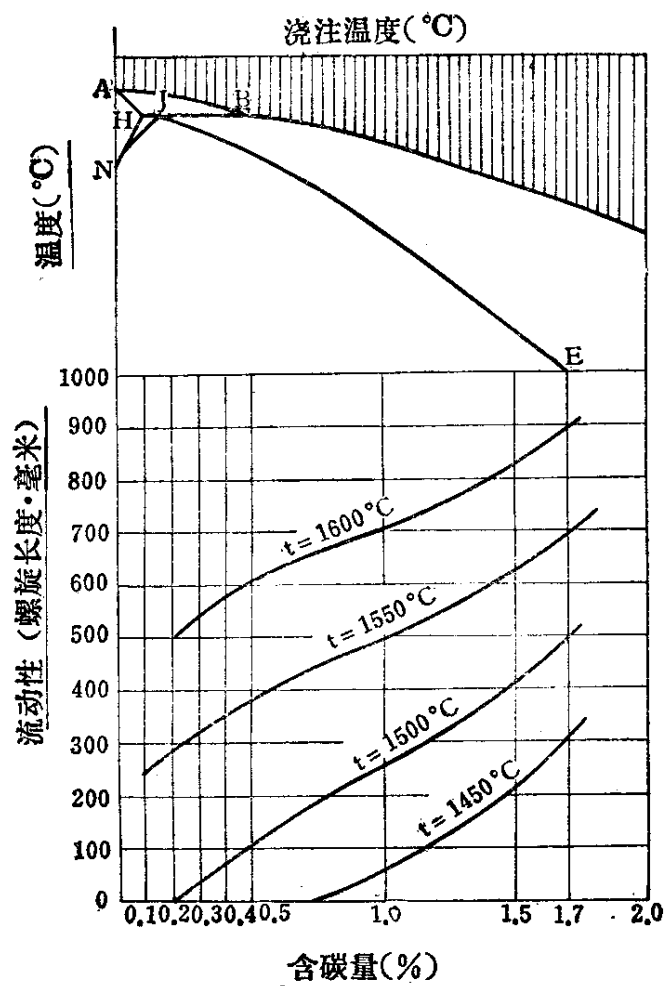


图 1—1 钢水流动性与含碳量和过热温度的关系

缺陷，如裂纹、粘砂和缩孔等。实际上浇注温度只要保证钢水能良好地充满型腔就可以了。一般根据钢种、铸件的大小和结构来确定浇注温度。

### (三) 铸型性质对流动性的影响

铸型性质对钢水流动性的影响是多方面的，主要有：铸型材料，铸型温度，铸型中的气体，铸型的结构，以及浇注系统的结构，等等。

铸型材料的导热性好（如铁模铸造），钢水浇入后散热快，保温时间短，流动性会急速下降。相反，铸型材料导热性差（如砂模），则流动性就好一些。

将铸型加以预热，可以减少钢水与铸型之间的温度差，使钢水的冷却速度减慢，液态时间延长，充填能力便提高。

铸型材料的发气量大，透气性小，浇注时，型腔产生大量气体，来不及排出，会阻碍钢水向前流动，甚至还会出现钢水浇不进去的现象。

铸型结构是由铸件结构决定的。铸件结构复杂，薄厚部分过度面多，则铸型型腔结构就复杂、弯道多，流动阻力就大，铸型的充填就困难。

浇注系统结构复杂，流动阻力亦大。

总之，凡能增加钢水与铸型间摩擦阻力或能引起钢水温度下降的因素，都降低钢水的流动性，所以，在编制工艺或操作中应引起足够的重视。

## 第二节 铁碳合金相图和钢的结晶过程

### 一、金属和合金的构造

#### （一）金属的构造

自然界中的物质，按原子排列的次序，分为晶体和非晶体。凡原子排列没有一定次序的物体，称做非晶体。如玻璃、松香等。凡原子按一定次序有规则排列的物体，称做晶体。所有的金属和合金在固体状态时均为晶体。