

高等学校教学用书



# 金 属 工 艺 学

同济大学金工与  
机械零件教研组编

人 民 教 育 出 版 社

高等学校教学用书

---



# 金 属 工 艺 学

同济大学金工与  
机械零件教研组编

人民教育出版社

---

本書系由原高等教育部委托同济大学金工与机械零件教研組根据該組自拟的 70—80 学时的土建类专业用的“金属工艺学”教学大纲編写的。

本書共分六篇計 33 章,内容包括:金属的冶金、金属学、鑄造、压力加工、焊接和金属切削加工等六个部分,为了結合土建类专业的需要并根据編者在土建类各专业中多年来的教学經驗,着重叙述了金属学和焊接两部分;而对其余部分則作概括簡要的介紹。

本書可作为高等学校土建类各专业的教本及其他非机械类专业的主要参考書,也可供工程技术人员参考之用。

参加本書編写工作的为:赵善性、孙鼎倫和錢增新等同志。

## 金 屬 工 艺 学

同济大学金工与机械零件教研組編

人民教育出版社出版 高等学校教学用書編輯部  
北京宣武門內承恩寺 7 号

北京市書刊出版业营业許可証出字第 2 号

京华印書局印装 新华書店发行

統一書号 15010·902 开本 850×1168 1/32 印张 11 5/16

字数 284,000 印数 00001—20,000 定价 (7) 1.30

1960 年 8 月第 1 版 1960 年 8 月北京第 1 次印刷

## 序 言

本書系受前高等教育部委托根据同济大学金工与机械零件教研組自拟的“金屬工艺学”教学大綱編写的，可作为土建类专业及其他非机械类专业的“金屬工艺学”一課的教材。

本書在編写时，根据土建类专业的特点以及編者多年来的教学經驗，同时又照顧到这些专业中这門課程的教学时数較少，并配合工厂实习(或实验)的教学，在內容方面着重叙述了金屬学和金屬的焊接两部分，但对其他部分——金屬的冶炼、鑄造、金屬压力加工及金屬切削加工也作了概括簡要的介紹。因此就本書的整个內容看来，仍然保持着“金屬工艺学”这門科学的完整性和系統性。

在編写期間，适逢苏联专家杜比宁(Н. П. Дубинин)教授来我国講学。本書某些部分承蒙专家及交通大学、重庆大学、成都工学院、成都電訊工程学院等兄弟院校金工教研組的几位同志在百忙之中提供了寶貴的意見，特此表示謝意。

本書系由同济大学金工与机械零件教研組金屬工艺学教师赵善性、孙鼎倫和錢增新等同志集体編写的。

由于編写時間倉促，匆匆付印，同志們对原稿提的不少意見，未及一一补充修改；特别是通过整风运动，全国人民在党的社会主义建設总路綫的鼓舞下，破除了迷信，大鬧技术革命，在冶金和机械制造各个方面，正以惊人的速度在飞跃前进，取得了不少前所未有的創造和成就。这方面的資料沒有得到充分的反映。同时，又限于編者水平，謬誤之处在所难免，殷切希望使用者多提意見，以便再版时一并修正。

編者

1959年于上海同济大学

## 緒 論

金屬工艺学是一門研究金屬和合金的冶炼、性能及其加工方法的綜合性科学。

金屬工艺学由下列六个部分組成：

(1)金屬的冶炼：是研究将矿石和廢料冶炼成金屬或合金的工业方法。

(2)金屬学：是研究金屬及合金的成分、組織和性能之間的关系；以及金屬和合金在各种不同因素影响下所产生的性能的变化。

(3)鑄造：是叙述用液体金屬或合金澆注到預先制备好的鑄型內，以获得一定形状的零件的过程。

(4)金屬压力加工：是研究借外力作用于具有塑性的金屬或合金，使其产生永久变形的的方法来制造毛坯或零件的过程。

(5)金屬的焊接：是研究将金屬零件的連接处加热到熔化或半熔化状态后，使彼此連接成一整体的方法。

(6)金屬切削加工：是研究用刀具从毛坯上切除一部分金屬，以获得所需形状和尺寸的零件的方法。

图 1 表示金屬工艺学所要研究

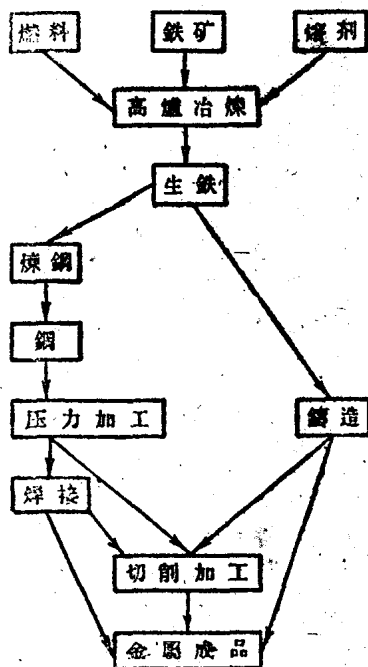


图 1 由矿石制成金屬成品的主要过程簡图。

的由矿石制成金屬成品的主要过程。

金屬工艺学在培养机械人員的过程中固然是一門必修的非常重要的技术基础課,但对于土木建筑工程人員來說,也是一門不可缺少的知識。

由于金屬具有很多特性(如强度、韌性、可焊性、耐蝕性等),在土建工程中金屬材料(尤其是黑色金屬)的用量非常浩大。例如,在一座现代化的厂房建筑中,从大的梁、柱、桁架到小的門窗、鈎搭都是用金屬材料加工制成的。在桥梁建筑中,金屬的用量也相当大,如 1957 年建成的武汉长江大桥九跨共长 1146 米,其中构件全部是应用鋼材制成的。此外,在卫生工程方面的給水排水管道、暖气通风設備;水利工程中的貯水庫、閘門等都是用金屬材料經机械加工的方法制成的。

因此,在土建工程中,如何正确、合理地选用金屬材料,以及选择最有效和最經濟的加工、安装方法,以更好地貫徹党中央提出的“多、快、好、省”的建設方針,就成为設計人員和施工人員的重要任务。

近代的趋势是建筑結構的装配已越来越多地由焊接代替了铆接,同时由于焊接技术的不断发展,使在建筑結構中得到广泛的应用。例如,鋼筋的連接,若以 30 倍綁紮搭接的方法(即搭接长度为鋼筋直徑的 30 倍)所需費用为 100 的話,改用 8 倍电焊搭接的方法則需 73,如再改用对焊的方法連接,則費用将降至 40。应用焊接連接的优点还不仅限于經濟效果,同时它为构件生产工厂化进一步提供了可能,并且能进行严格的檢驗,更好地保証建筑結構的質量。

由此可見,作为一个土建工程技术人員就应该对金屬的来源和性能,以及金屬的各种加工方法和所用設備等具备基本的必要知識,学习本課程的目的也就在于此。

金屬工艺学是在总结历代劳动人民在劳动中所积累的經驗的基础上发展起来的。我国古代人民在发展金屬工艺学方面的成就是极其偉大的,这些将在以后各篇中分別予以介紹。

# 目 录

|         |    |
|---------|----|
| 序言..... | IX |
|---------|----|

|         |    |
|---------|----|
| 緒論..... | XI |
|---------|----|

## 第一篇 金屬的冶煉

|         |   |
|---------|---|
| 概述..... | 1 |
|---------|---|

|             |   |
|-------------|---|
| 第一章 煉鐵..... | 3 |
|-------------|---|

|                  |   |
|------------------|---|
| 1-1 煉鐵所用的原料..... | 3 |
|------------------|---|

|                   |   |
|-------------------|---|
| 1-2 矿石焙煉前的处理..... | 5 |
|-------------------|---|

|               |   |
|---------------|---|
| 1-3 耐火材料..... | 7 |
|---------------|---|

|                |   |
|----------------|---|
| 1-4 高爐的构造..... | 8 |
|----------------|---|

|                  |    |
|------------------|----|
| 1-5 高爐的附屬設備..... | 10 |
|------------------|----|

|                     |    |
|---------------------|----|
| 1-6 高爐中的物理化学变化..... | 13 |
|---------------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 1-7 高爐产品..... | 15 |
|---------------|----|

|             |    |
|-------------|----|
| 第二章 煉鋼..... | 16 |
|-------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 2-1 一般概念..... | 16 |
|---------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 2-2 轉爐煉鋼..... | 17 |
|---------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 2-3 平爐煉鋼..... | 22 |
|---------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 2-4 电爐煉鋼..... | 26 |
|---------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 2-5 鋼的澆鑄..... | 28 |
|---------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 第三章 有色金屬的冶煉..... | 31 |
|------------------|----|

|             |    |
|-------------|----|
| 3-1 煉銅..... | 31 |
|-------------|----|

|             |    |
|-------------|----|
| 3-2 煉鋁..... | 35 |
|-------------|----|

## 第二篇 金屬学

|         |    |
|---------|----|
| 概述..... | 39 |
|---------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第四章 金屬的結晶构造及結晶过程..... | 41 |
|-----------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 4-1 金屬的結晶构造..... | 41 |
|------------------|----|

|                   |    |
|-------------------|----|
| 4-2 純金屬的結晶过程..... | 43 |
|-------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 4-3 金屬在固态时的轉变——同素异晶轉变..... | 47 |
|----------------------------|----|

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 4-4 研究金屬結晶組織的方法          | 48  |
| <b>第五章 合金理論</b>          | 50  |
| 5-1 合金的构造及其特性            | 50  |
| 5-2 二元合金状态图              | 51  |
| 5-3 第一类合金状态图             | 52  |
| 5-4 第二类合金状态图             | 55  |
| 5-5 第三类合金状态图             | 57  |
| 5-6 第四类合金状态图             | 59  |
| 5-7 合金性能与状态图的关系——庫尔納可夫定律 | 60  |
| <b>第六章 鉄碳合金状态图</b>       | 63  |
| 6-1 鉄                    | 63  |
| 6-2 鉄碳合金状态图              | 64  |
| <b>第七章 鋼的热处理</b>         | 71  |
| 7-1 一般概念                 | 71  |
| 7-2 鋼在加热时的轉变             | 72  |
| 7-3 奥氏体的等溫轉变             | 73  |
| 7-4 奥氏体在連續冷却时的轉变         | 77  |
| 7-5 鋼的退火和正火              | 78  |
| 7-6 鋼的淬火                 | 80  |
| 7-7 鋼的回火                 | 82  |
| 7-8 鋼的表面淬火               | 83  |
| 7-9 鋼的化学热处理              | 85  |
| <b>第八章 碳素鋼与合金鋼</b>       | 90  |
| 8-1 碳素鋼的分类               | 90  |
| 8-2 碳和杂质对鋼的組織及性能的影响      | 95  |
| 8-3 合金元素对鋼性能的影响          | 96  |
| 8-4 合金鋼的标号和分类            | 99  |
| <b>第九章 鑄鉄</b>            | 107 |
| 9-1 白口鉄和灰口鉄              | 107 |
| 9-2 灰口鉄的石墨化及影响石墨化的因素     | 108 |
| 9-3 孕育鑄鉄和球墨鑄鉄            | 111 |
| 9-4 可鍛鑄鉄                 | 113 |
| <b>第十章 有色金屬</b>          | 115 |



|                  |     |
|------------------|-----|
| 10-1 鋼及其合金 ..... | 115 |
| 10-2 鋁及其合金 ..... | 120 |

### 第三篇 鑄造

|          |     |
|----------|-----|
| 概述 ..... | 123 |
|----------|-----|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第十一章 模型、型心盒和造型材料 ..... | 125 |
|------------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 11-1 模型和型心盒 .....  | 125 |
| 11-2 造型材料 .....    | 128 |
| 11-3 造型材料的制备 ..... | 131 |

|               |     |
|---------------|-----|
| 第十二章 造型 ..... | 133 |
|---------------|-----|

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 12-1 造型概念 .....           | 133 |
| 12-2 手工造型 .....           | 134 |
| 12-3 机器造型 .....           | 138 |
| 12-4 型心的制造及其在鑄型中的固定 ..... | 141 |
| 12-5 澆注系統 .....           | 145 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第十三章 鑄件的制取 ..... | 146 |
|------------------|-----|

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 13-1 鑄鐵的熔煉 .....           | 146 |
| 13-2 鑄型的澆鑄, 鑄件的出砂和清理 ..... | 149 |
| 13-3 鑄件的缺陷及其产生的原因 .....    | 150 |
| 13-4 鋼、有色金屬及其合金的鑄造特点 ..... | 151 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第十四章 特殊鑄造的概念 ..... | 153 |
|--------------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 14-1 冷硬鑄造 .....   | 153 |
| 14-2 硬模鑄造 .....   | 154 |
| 14-3 离心鑄造 .....   | 154 |
| 14-4 压力鑄造 .....   | 155 |
| 14-5 蜡形精密鑄造 ..... | 157 |

### 第四篇 金屬压力加工

|          |     |
|----------|-----|
| 概述 ..... | 159 |
|----------|-----|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第十五章 金屬压力加工的理论基础 ..... | 161 |
|------------------------|-----|

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 15-1 金屬塑性变形的概念 .....       | 161 |
| 15-2 压力加工对金屬組織和性能的影响 ..... | 163 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第十六章 加热规范与加热設備 ..... | 167 |
|----------------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 16-1 加热规范 ..... | 167 |
|-----------------|-----|

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 16-2 加热设备 .....           | 168        |
| <b>第十七章 轧制和拉丝 .....</b>   | <b>171</b> |
| 17-1 轧制的原理及设备 .....       | 171        |
| 17-2 钢管的轧制 .....          | 176        |
| 17-3 拉丝 .....             | 178        |
| 17-4 钢筋的冷加工 .....         | 179        |
| <b>第十八章 锻造和冷冲压 .....</b>  | <b>182</b> |
| 18-1 无型锻造的工艺及其设备 .....    | 182        |
| 18-2 模型锻造 .....           | 187        |
| 18-3 冷冲压 .....            | 189        |
| <b>第五篇 金属的焊接和切割</b>       |            |
| <b>概述 .....</b>           | <b>193</b> |
| <b>第十九章 电弧焊 .....</b>     | <b>196</b> |
| 19-1 一般概念 .....           | 196        |
| 19-2 手动电弧焊的电源 .....       | 197        |
| 19-3 电焊机的概念 .....         | 198        |
| 19-4 手动电弧焊接的工具及附具 .....   | 201        |
| 19-5 电焊条 .....            | 203        |
| 19-6 焊接接头 .....           | 206        |
| 19-7 手动电弧焊接工艺 .....       | 209        |
| 19-8 自动电弧焊的原理及设备 .....    | 213        |
| 19-9 半自动电弧焊 .....         | 218        |
| 19-10 自动电弧焊的焊剂及焊接工艺 ..... | 219        |
| 19-11 电渣焊 .....           | 222        |
| 19-12 在保护气体中的电弧焊 .....    | 225        |
| 19-13 电弧焊的安全技术 .....      | 227        |
| <b>第二十章 气焊与气割 .....</b>   | <b>228</b> |
| 20-1 一般概念 .....           | 228        |
| 20-2 气焊设备 .....           | 229        |
| 20-3 乙炔-氧火焰 .....         | 235        |
| 20-4 气焊工艺 .....           | 236        |
| 20-5 加压气焊 .....           | 238        |
| 20-6 氧气切割 .....           | 240        |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>第二十一章 鋼、鑄鉄和有色金屬的焊接特点</b> ..... | 243 |
| 21-1 低碳鋼的焊接 .....                 | 243 |
| 21-2 合金元素对鋼可焊性的影响 .....           | 245 |
| 21-3 灰鑄鉄的焊接 .....                 | 246 |
| 21-4 有色金屬的焊接 .....                | 247 |
| <b>第二十二章 接触焊</b> .....            | 249 |
| 22-1 一般概念 .....                   | 249 |
| 22-2 对焊 .....                     | 250 |
| 22-3 点焊 .....                     | 255 |
| 22-4 縫焊 .....                     | 258 |
| <b>第二十三章 建筑結構的焊接</b> .....        | 260 |
| 23-1 焊接結構的型式 .....                | 260 |
| 23-2 焊接应力和变形 .....                | 261 |
| 23-3 减小焊件內应力和变形的办法 .....          | 263 |
| 23-4 格式結構的焊接 .....                | 266 |
| 23-5 建筑类板結構的焊接 .....              | 268 |
| 23-6 管道的焊接 .....                  | 270 |
| <b>第二十四章 焊接缺陷及焊縫質量的檢驗</b> .....   | 273 |
| 24-1 焊接缺陷 .....                   | 272 |
| 24-2 焊縫質量的檢驗 .....                | 274 |

## 第六篇 金屬切削加工

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>概述</b> .....                  | 277 |
| <b>第二十五章 金屬切削加工的基本概念</b> .....   | 279 |
| 25-1 一般概念 .....                  | 279 |
| 25-2 刀具的几何形状 .....               | 280 |
| 25-3 切削用量和切削面积的几何参数 .....        | 283 |
| 25-4 切削功率 .....                  | 285 |
| 25-5 切屑形成过程的概念 .....             | 287 |
| 25-6 加工精度与表面光洁度 .....            | 288 |
| <b>第二十六章 金屬切削机床的分类及其傳动</b> ..... | 291 |
| 26-1 金屬切削机床的分类 .....             | 291 |
| 26-2 有級变速与无級变速的傳动机构 .....        | 292 |
| 26-3 反向机构、往复运动与間歇运动机构 .....      | 295 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第二十七章 车床        | 298 |
| 27-1 螺絲车床的构造    | 298 |
| 27-2 车床附件       | 300 |
| 27-3 车床工作法      | 303 |
| 27-4 端面车床和立式车床  | 307 |
| 27-5 轉塔车床       | 308 |
| 第二十八章 鑽床        | 310 |
| 28-1 鑽削概念及孔加工刀具 | 310 |
| 28-2 鑽床及其工作法    | 315 |
| 第二十九章 銑床        | 318 |
| 29-1 銑刀及銑削概念    | 318 |
| 29-2 銑床         | 321 |
| 29-3 分度头        | 322 |
| 第三十章 鉋床         | 324 |
| 30-1 鉋削概念       | 324 |
| 30-2 鉋床         | 326 |
| 30-3 拉削加工的概念    | 329 |
| 第三十一章 磨床        | 330 |
| 31-1 磨削概念       | 330 |
| 31-2 磨床         | 332 |
| 31-3 精密加工的概念    | 336 |
| 第三十二章 鉗工        | 338 |
| 32-1 鉗工的基本类型    | 338 |
| 32-2 划綫         | 339 |
| 32-3 切割、銼削与刮削   | 341 |
| 32-4 切螺紋        | 344 |
| 32-5 管子的切割与弯曲   | 346 |
| 参考書目            | 349 |

# 第一篇 金屬的冶煉

## 概 述

工業上應用的金屬可分為黑色金屬和有色金屬兩大類。鐵及其合金屬於黑色金屬，其餘的金屬都屬於有色金屬。

冶金工業是工業基礎的基礎，是我們幸福生活的支柱。現代工業中，不論是重工業或輕工業、交通運輸業、農業、國防及其他國民經濟各個部門都需要鋼鐵制成的機器來裝備。在基本建設方面，許多巨大的建築工程也都需要冶金工業供給各種成型鋼材（如鋼梁、角鋼、槽鋼、鋼筋、鋼管等）。同時，各個工業部門之間又是互相聯繫、互相作用着的：一方面，各種工業的發展要以鋼鐵工業為基礎；另一方面，鋼鐵工業的發展，又反過來推動其他工業。因此，冶金工業的規模在很大程度上標誌着一個國家工業化的水平。

根據歷史文獻的記載，我國人民在古代已經對金屬的冶煉方面作出了許多重要的貢獻，比歐洲約早 1700 年。“左傳”記載，在公元前 513 年晉國就用鐵鑄造有銘文的鼎。由此可見，在那時煉鐵手工業已經有了比較長遠的歷史和相當的技術水平。近幾年來全國各地配合基本建設，進行了考古發掘，從出土文物中也証明了我國人民早在公元前 200 多年的戰國時代就已經普遍利用鐵制的生產工具。

在煉鋼方面，戰國時代已發明了“自然鋼”的冶煉方法，並能煉出非常堅韌的鋼鐵。我國古代許多杰出的寶劍（如干將、莫邪等）就是用鋼制成的。在“吳越春秋”和“越絕書”兩書中也有不少有關寶劍的記述。

以上可以充分說明我們的祖先對冶金方面的豐富知識。但是，由於我國長期處於封建統治和外國資本壟斷及控制之下，舊中國的冶金

工业发展是极其緩慢和落后的。

解放后，由于中国共产党和人民政府的正确领导，苏联的无私帮助，我国冶金部門广大职工的忘我劳动，仅三年多的时间（1949—1952年），我国冶金工业的发展已經超过历史上最高水平的 1943 年。在第一个五年計劃期間，我国鋼产量已从居世界第十八位上升到第九位，平均每年递增了 31%，五年共增加了四百万吨。

在我国工农业大跃进的 1958 年中，全国人民在党所制定的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义总路綫的鼓舞和指引下，在工业战綫上实行了在优先发展重工业的原則下，重工业和輕工业、中央工业和地方工业、大型企业和中小型企业、洋法生产和土法生产同时并举的方針，全国范围内掀起了全党全民办鋼鉄工业的高潮；鋼鉄企业广大职工通过整风运动，破除迷信，大鬧技术革命，在企业管理中推行了集中领导与大搞群众运动相結合的工作方法，因而使我国鋼鉄工业在每一个生产环节上都出现了史无前例的高产纪录和大面积丰收。根据国家統計局发布的 1958 年国民經济发展情况公报的統計：1958 年生鉄产量达 1369 万吨，比上年增长了 131%，鋼产量为 1108 万吨，比上年增长 107%，如不計土鋼，由近代設備生产的洋鋼为 800 万吨，比 1957 年增长了 265 万吨，增长速度达到 49.5%。此外，还試制成功了很多新产品，其中有：多种低合金高强度結構鋼、复合不銹鋼板、高度 550 毫米的大型工字鋼等。同时，技术水平和生产能力也有了迅速提高。

1959 年我国鋼产量（不包括土鋼）达到 1335 万吨，比 1958 年增长 67%；生鉄（不包括土鉄）达到 2050 万吨，增长 115%。

1958 年和 1959 年两年的連續跃进，使我国鋼产量从 1957 年的 535 万吨剧升到 1335 万吨，这样的規模和速度不仅在我国而且在世界历史上都是空前的。以资本主义国家中鋼鉄工业最发达的美国而言，它的鋼产量在近四十年中也从沒有达到这样的速度。因而，这样的輝煌

成績不但在國內而且在國際上都具有重大的政治意義。

在 1958 年和 1959 年巨大勝利的基础上，1960 年將要實現一個更大躍進、更加宏偉的目標。1960 年我國鋼產量將要達到 1800 萬噸。我們深信，在社會主義建設總路綫的光輝照耀下，黨的八屆八中全會“反右傾、鼓干劲”的號召下，全國人民繼續鼓足干劲、力爭上游，發揚苦干、實干、巧干的精靈，充分發揮各方面的潛在力量，開展轟轟烈烈的增產節約運動，一定能夠完成和超額完成這一艱巨而光榮的任務。

## 第一章 煉 鐵

### 1-1 煉鐵所用的原料

鐵是關係國民經濟最重要的金屬，它是製造各種金屬製品最常用的材料。但是，純鐵很易和其他元素化合，特別是和氧元素化合，所以自然界中除在隕石內可能發現純鐵外，鐵都是以化合物的形態存在的。

含鐵較多的礦石稱為鐵礦石。鐵礦石中除鐵的氧化物外，其他元素的氧化物( $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等)稱為廢石。

生鐵是鐵和碳的合金，由礦石在高爐中熔煉而成。煉鐵所需要的原料主要有：鐵礦石、燃料和熔劑。

**鐵礦石** 在自然界中具有工業價值的鐵礦主要可分為下列四種：

(1)赤鐵礦 這種礦石中鐵以無水氧化物( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )的形式存在。理論含鐵量為 70%，由於廢石的存在，實際含鐵量約 40—65%。這種礦石所含有的雜質較少，是一種較好的礦石。它的顏色是從淡紅色至深紅色。

(2)磁鐵礦 這種礦石中鐵以磁性氧化鐵( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )的形式存在。理論含鐵量為 72.4%，由於廢石的存在，實際含鐵量約 40—70%。這種

矿石質地堅硬而細密，較難還原。它的顏色多為黑色。

(3)褐鐵礦 這種矿石中鐵以含水氧化物( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )的形式存在，理論含鐵量為60%，由於廢石的存在，實際含鐵量約30—50%。它的顏色自褐色至黑色。

(4)菱鐵礦 這種矿石中鐵以碳酸鹽( $\text{FeCO}_3$ )的形式存在，理論含鐵量為48.2%，由於廢石的存在，實際含鐵量約20—40%。它的顏色呈淡黃色。

上述四種矿石我國都有出產，而產量最多的是赤鐵礦和磁鐵礦，鞍山、包頭和大冶都是重要的產地。

我國已知的鐵礦資源分布相當廣泛，而且儲藏量極其豐富，一般品質也比較優良，所以有足夠的科學根據，我國鋼鐵工業的建設具有豐富而優越的礦藏資源。

根據矿石內廢石化學成分的不同可分為：酸性礦、鹼性礦和中性礦。酸性礦的廢石主要是 $\text{SiO}_2$ ；鹼性礦的廢石主要是含鈣、鎂、鋁等的氧化物( $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等)；酸性和鹼性廢石各占其半的稱為中性礦。現在自然界中所發現的鐵礦大多是酸性礦。

燃料 矿石熔煉時，燃料中的碳不僅供給燃燒時所必須的熱量，而且也是使鐵的氧化物還原成鐵的一種重要元素。對於燃料不僅要考慮到其發熱量、孔隙度和有害雜質的含量（如硫、磷等）；也要考慮到是否有足夠的強度，以免在爐中受爐料的壓力而破碎。

燃料可以分為固體、氣體和液體燃料三種。在高爐中僅用固體燃料——木炭和焦炭。

用木炭作為煉鐵的燃料曾有一百多年之久，它與焦炭比較，發熱量高，孔隙度好，灰分、硫分等有害雜質含量少。但是由於它的強度不足，限制了高爐的生產率。同時，由於木炭的產量少、價格高，所以在十九世紀後半期開始採用焦炭，並逐漸代替了木炭，成為煉鐵用的主要燃料。



焦炭是由結焦煤在煉焦爐中隔絕空氣加熱至  $950-1000^{\circ}\text{C}$  得到的。優良的焦炭應含有少量的灰分和硫分，並有高的強度。

一般焦炭含碳  $82-90\%$ ；硫  $0.6-1.4\%$ ；灰分  $7-11\%$ 。焦炭的發熱量為  $6700-7300$  千卡/公斤。正常的焦炭耐壓強度約為  $100$  公斤/厘米<sup>2</sup>。

我國煉焦煤的儲量豐富，含硫、磷等有害雜質較少，質量優良，為我國冶金工業創造了有利條件。

**熔劑** 用來降低礦石中廢石的熔點，並使廢石和燃料中的灰分熔化結合成渣，從生鐵中分離出去。

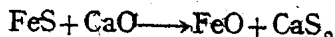
由於自然界中存在的礦石大多是酸性礦，所以應當用鹼性熔劑造渣。主要鹼性熔劑有石灰石( $\text{CaCO}_3$ )和白云石( $\text{MgCO}_3$ )，而應用最廣的是石灰石，因其儲量多，開采容易，是最便宜的鹼性熔劑。

酸性礦石( $\text{SiO}_2$ )和鹼性熔劑相互作用時，所進行的反應可用下式表示：



$\text{CaSiO}_3$  和  $\text{MgSiO}_3$  的混合物熔點約為  $1380^{\circ}\text{C}$ ，而  $\text{SiO}_2$  的熔點約為  $1713^{\circ}\text{C}$ 。

鹼性熔劑還能與硫作用形成爐渣，減少了生鐵中硫的含量，它在爐內的反應如下：



## 1-2 礦石熔煉前的處理

煉鐵所用的礦石要有穩定的化學成分和易於還原，同時要有一定的塊度和儘可能高的含鐵量。

礦石的化學成分決定所用熔劑的性質和數量。酸性礦石需用鹼性熔劑；鹼性礦石則用酸性熔劑；中性礦石可以不用熔劑。有時為了降