

铁合金基本概述

1.1 铁合金的定义、分类、用途

1.1.1 铁合金的定义

铁合金是由一种或两种以上的金属或非金属元素与铁元素融合在一起的合金。例如，硅铁是硅与铁形成的 Fe_2Si 、 Fe_5Si_3 、 FeSi 、 FeSi_2 等硅化物，它们是硅铁的主要组分，硅铁中的硅主要以 FeSi 和 FeSi_2 形式存在，特别是 FeSi 较为稳定。不同成分硅铁的熔点也不相同，例如 45% 硅铁熔点为 1260°C ，75% 硅铁为 1340°C 。锰铁是锰与铁的合金，其中也含有碳、硅、磷等少量其他元素，依其碳含量的不同，锰铁分为高碳锰铁、中碳锰铁和低碳锰铁。含有足够硅量的锰铁合金称为硅锰合金。

铁合金不是可以直接使用的金属材料，而是主要作为钢铁生产和铸造业的脱氧剂、还原剂及合金添加剂的中间原料。

1.1.2 铁合金的分类

随着现代科学技术的发展，各个行业对钢材的品种、性能的要求越来越高，从而对铁合金也提出了更高的要求。铁合金品种繁多，分类方法也多，一般按以下方法分类：

1、按铁合金中主元素分类，可分为：硅、锰、铬、钒、钛、钨、钼等系列铁合金。

2、按铁合金中碳含量分类，可分为：高碳、中碳、低碳、微碳、超微碳等品种。

3、按生产方法分类，可分为：高炉铁合金，包括高炉高碳锰铁、低硅锰合金、低硅铁等；电炉铁合金，包括高碳锰铁、高碳铬铁、硅铁、硅锰合金、硅铬合金、硅铝合金、硅钙合金、磷铁、中低碳和微碳铬铁、中低碳锰铁、精炼钒铁等；炉外法（金属热法）铁合金，包括金属铬、钼铁、钛铁、硼铁、锆铁、高钒铁等；真空固态还原法铁合金，包括超微碳真空铬铁、氮化铬铁、氮化锰铁等；转炉铁合金，包括转炉中碳铬铁、转炉低碳铬铁、转炉中碳锰铁等；电解法铁合金，包括电解金属铬、电解金属锰等。此外，还有氧化物压块与发热铁合金等特殊铁合金。

4、按多元铁合金所含有的两种或两种以上合金元素分类，主要品种有硅铝合金、硅钙合金、硅锰铝合金、硅钙铝合金、硅钙钡合金、硅铝钡钙合金等。

各国根据炼钢的要求，把各种产品又分为若干个牌号。我国国家颁发的铁合金标准有几百个牌号，在铁合金品种中硅、锰、铬三大系列铁合金的生产量最大，约占铁合金总产量的 90% 以上。在硅、锰、铬三大铁合金系列中，硅铁、硅锰、铬铁是产量最大的品种，因此，本报告也主要分析这三个品种的产供销等情况。

1.1.3 铁合金的用途

铁合金是钢铁工业和机械铸造行业必不可少的重要原料之一。随着我国钢铁工业的持续、快速发展，钢的品种不断扩大和

质量提高，对铁合金产品提出了更高要求，铁合金工业日益成为钢铁工业的相关技术和配套工程。下面概述它们的用途：

1、用作脱氧剂。炼钢过程是用吹氧或加入氧化剂的方法使铁水进行脱碳及去除磷、硫等有害杂质的过程。这一过程的进行，虽然使生铁炼成钢，但钢液中的氧含量增加了。氧在钢液中一般以 FeO 的形式存在。如果不将残留在钢中多余的氧去除，就不能浇铸成合格的钢坯，得不到力学性能良好的钢材。为此，需要添加一些与氧结合力比铁更强，并且其氧化物易于从钢液中排除进入炉渣的元素，把钢液中的氧去掉，这个过程叫脱氧。用于脱氧的元素或合金叫脱氧剂。

钢水中各种元素对氧的结合强度，即脱氧能力，从弱到强的顺序如下：铬、锰、碳、硅、钒、钛、硼、铝、锆、钙。因此，一般炼钢脱氧常用的是由硅、锰、铝、钙组成的铁合金。

2、用作合金剂。合金元素不但能降低钢中的杂质含量，而且还能调整钢的化学成分。用于调整钢的化学成分使钢合金化的元素或合金叫合金剂，常用的合金元素有硅、锰、铬、钼、钒、钛、钨、钴、硼、铌等。含有不同合金元素和合金含量的钢种具有不同的特性和用途。

3、用作铸造晶核孕育剂。改善铸铁和铸钢的性能的措施之一是改变铸件的凝固条件。为了改变凝固条件，通常在浇注前加入某些铁合金作为晶核，形成晶粒中心，使形成的石墨变得细小

分散，晶粒细化，从而提高铸件的性能。

4、用作还原剂。硅铁可以作为生产钼铁、钒铁等铁合金的还原剂，硅铬合金和硅锰合金可以分别作为精炼中低碳铬铁和中低碳锰铁的还原剂。

5、其他方面的用途。在有色冶金和化学工业中，铁合金也被越来越广泛地使用。例如，中低碳锰铁用于生产电焊条；硅铝合金用于生产硅铝明中间合金；铬铁用于生产铬化物和镀铬的阳极材料，有些铁合金用于生产耐高温材料。

1.2 铁合金的质量检验标准

1.2.1 铁合金的质量检验标准及主要品种国家标准

- 1、铁合金化学分析用试样的采取和制备（GB/T 4010-94）
- 2、铁合金产品粒度的取样和检测方法（GB/T 13247-91）
- 3、硅铁国家标准（GB/T 2272-2009）
- 4、锰铁国家标准（GB/T 3795-2006）
- 5、硅锰合金国家标准（GB/T 4008-2008）
- 6、铬铁国家标准（GB/T 5683-2008）

国内主要铁合金品种国家标准一般为推荐使用，或合同约定。而出口的铁合金品种都是合同约定。

1.2.2 铁合金的质检机构

铁合金生产企业的质检机构为质量监督部，在铁合金生产企

业中铁合金取样和检验是分开的两个部门，而对于铁合金用户的炼钢部门，铁合金取样和检验有的是分开的，有的放在一个部门。

1.3 我国铁合金生产发展现状及前景

铁合金是炼钢必备辅料，使用量约占钢产量的 4% 左右，其发展与钢铁行业的发展紧密相关。解放前只有很少几种铁合金产品试制和少量生产。新中国成立后，随着新建和改造一批铁合金骨干企业，到 1979 年我国铁合金产量突被百万吨，达 116.36 万吨，全国铁合金供应紧张的局面得到缓解。

改革开放后，随着日本、韩国和东南亚市场对铁合金产品需求的增长，我国铁合金在满足国内市场需求的的同时，开始进入国际市场。上世纪 90 年代末，由于对外贸易的不断扩大和国内市场需求的不断增长，我国铁合金工业发展步入“快车道”，几个骨干铁合金企业改、扩建工程陆续完成，民营铁合金企业迅猛发展，到 2000 年，我国铁合金企业的数量和产能达到 800 余家、900 万吨。

“十一五”以来，受中国粗钢产量大幅增长、市场需求增加的拉动，铁合金产量也保持了较快的增长速度。目前我国铁合金产能和产量均位居世界第一，产量约占世界总产量的 40%，总生产能力达到 4300 万吨/年，2012 年产量约为 3000 万吨，产能利用率不足 70%。我国钢铁工业对铁合金的需求量只有 2400 万吨至 2500 万吨，但铁合金新增产能每年大于 200 万吨，产能过剩将

不断加剧。预计“十二五”期间我国钢产量不会超过 8 亿吨，对铁合金需求量不会超过 3000 万吨。

据不完全统计，目前我国铁合金企业总数达 2000 家以上，平均每家企业产能仅 2 万吨左右。产能在 10 万吨以上的有 28 家，20 万吨以上的有 8 家，50 万吨以上的仅有 2 家，而产能在 1 万吨以下的企业多达 1000 多家（目前 6300kVA 及以下矿热炉产能约 1500 万吨，占总产能的 1/3，是国内最多的炉型，也是近期需要淘汰的落后冶炼炉），铁合金行业产能庞大，产业集中度低。

我国铁合金产品品种较为齐全，除少数优级特殊品种产品的生产工艺技术尚不成熟有待研发外，几乎可生产所有脱氧剂、合金剂、孕育剂、粉剂和各类包芯线产品，基本能够满足我国钢铁工业生产需要。

我国铁合金行业从无到有、从小到大、从弱到强发展至今，取得了丰硕的成果，但与铁合金工业强国仍有较大差距，主要表现在以下几个方面：生产企业发展不均衡；技术进步与创新步伐缓慢；高档品种少，能耗、物耗偏高，劳动生产率低，目前我国人均实物劳动生产率仅为 45 吨/年左右，而国外同行业人均实物劳动生产率达 300 吨/年左右；铁合金产能庞大，产业集中度低。

未来我国铁合金行业要着力转变发展方式，控制总量规模，淘汰落后产能，提高整体装备水平；优化产业布局和资源配置，提高产业集中度；实施“走出去”战略，增强国际竞争力，实现

我国铁合金工业全面可持续发展。

1、大力淘汰落后产能，严格控制新建项目。目前，我国铁合金生产装备 6300kVA 及以下电炉所占比例较大，要通过淘汰落后产能，控制新建项目，整体提高我国铁合金电炉的工艺技术和装备水平。

针对铁合金行业存在严重产能过剩的问题，国家相关部门从宏观调控和微观治理两方面着手，严格审批铁合金新建项目，控制总量，杜绝低水平重复建设。

2、合理配置资源、能源，大力发展循环经济。一是为有效综合利用锰矿、铬矿资源，提高资源、能源利用效率，推行实施锰矿火法富集和脱磷、矿石预热和预还原处理、烧结、球团等粉矿造块工艺技术；二是优化国产贫矿与进口富矿的配比，提高入炉矿石品位，确保锰系、铬系产品能耗指标和主元素回收率达到一定水平；三是对半封闭和全封闭电炉回收的煤气、炉渣和烟尘等进行综合利用和循环利用；四是以上游煤、电产业链为纽带，组建“煤、电、冶”一体化的铁合金企业集团，大力发展循环经济。

发挥区域优势组建大型企业集团，提高产业集中度，形成规模化生产和经营，组建一批具有较大生产规模、较高管理水平和高品质产品的新的产业集团。近年来，中钢、中信、五矿和川投公司分别整合重组了吉铁、锦铁、湖铁、峨铁，但总体步子小，

进展慢。按照钢铁产业振兴的规划，要做强、做大铁合金行业，产业大规模整合重组势在必行。

3、实施“走出去”战略，加强资源战略保障，提高产业安全。我国既是铁合金生产大国，也是铁合金产品消费大国。在合理开发利用国内铬矿、贫锰矿及其他矿产资源的情况下，我国应鼓励有条件的生产、经营、矿山企业共同携手，优化资源配置、互惠互利、共同发展。

1.4 铁合金产业链介绍

1.4.1 铁合金上游行业情况

1、硅石矿

生产硅铁的原料是硅石矿，我国硅石矿主要分布在陕西、甘肃、宁夏等西北地区。目前国内最大的硅石、石英石基地在宁夏石嘴山市，已探明硅石储量达 43 亿吨。甘肃省也是国内硅石矿分布较广、查明资源储量较多的省份。已发现并查明资源储量的硅石矿主要分布在酒泉市瓜州县、金塔县、张掖市山丹县、肃南县，白银市平川区、靖远县、景泰县，兰州市安宁区、永登县、皋兰县，天水市麦积区，陇南市武都区、文县等地。经查明并登记在省资源储量表上的冶金用石英岩矿产地共计 10 处，至 2009 年底查明矿产资源储量约 6607 万吨矿石量，目前已开发利用的硅石矿点较少，仅有 4 处，硅石矿成矿前景良好。

制约硅石矿产业发展有 4 个不利因素：一是硅石主要用来生

产铁合金、玻璃制品和碳化硅等附加值低、经济效益不高的产品；二是采硅企业设备简陋，在开采过程中，企业采厚弃薄、采富弃贫，采中留边，采易留难，造成资源浪费，破坏了生态环境；三是发展硅石矿产业环保要求高、费用大；四是由于资金不足，目前硅石生产仅依靠规模不大、设备简陋的中小企业进行初步加工。面对硅石资源无盈利或微利的现状，国内部分大中型企业需要积极整合已有矿山资源，集团化运营，提高加工能力和核心技术，力求使我国硅产业尽快完善，步入世界先进行列。

2、锰矿

在现代工业中，锰及其化合物应用于国民经济的各个领域。其中钢铁工业是最重要的领域，用锰量占 90%-95%，主要作为炼铁和炼钢过程中的脱氧剂和脱硫剂，以及用来制造合金。其余 5%-10%的锰用于其他工业领域，如化学工业（制造各种含锰盐类）、轻工业（用于电池、火柴、印漆、制皂等）、建材工业（玻璃和陶瓷的着色剂和褪色剂）、国防工业、电子工业，以及环境保护和农牧业，等等。

锰矿是冶炼锰合金的原料。在熔炼锰合金时，锰矿的化学成分和物理性能，在很大程度上决定了整个冶炼过程的技术经济指标。

我国锰矿资源较大，目前已探明的锰矿区有 213 处，保有储量达 5.6 亿吨，占世界第二位。主要分布在广西、湖南、云南、

贵州、重庆等省区市。广西是全国锰矿最多的地方，大新县下雷锰矿是全国最大的锰矿床。重庆秀山位于渝、湘、黔“中国锰业金三角”的最佳位置，是目前世界最大的锰矿石和电解锰生产基地，人称“世界第一锰都”。其境内已探明的锰矿储量高达 5000 万吨，预测远景资源总量达 20177.35 万吨，占全国总储量的 1/4。

国内锰矿与非洲等地区锰矿相比，品位较低、品质较差。但是，由于大规模的开采，国内锰矿资源面临着枯竭的危险，必须采取措施保护和节约资源。以目前的速度开采，估计全国锰资源还能再开采 15-20 年。另外，前几年由于我国电解锰行情看好，企业一哄而上造成锰资源急剧减少，估计这一开采期限还将缩短。国外进口矿石，品位高，渣量比较少，成本低，污染小，国家应该进一步加大对国内企业海外探矿的支持力度。

目前，国内一些电解锰企业已经在菲律宾、越南、印度尼西亚、赞比亚、南非、巴西等国探寻锰矿。我国最大的电解锰企业中信大锰矿业公司在加蓬买了 3000 万吨锰矿资源，在南非买下 1000 万吨锰矿资源，着手自己开采。而中信大锰在国内控制着 22% 的锰矿资源。

3、铬铁矿

铬是我国重要的战略物资之一，在冶金工业、耐火材料和化学工业中得到了广泛的应用，其中不锈钢和其它特殊钢生产占铬消费量的 80%。

我国铬铁矿资源紧缺，探明储量 1309.5 万吨，保有储量 1095.1 万吨（其中冶金级铬铁矿的保有储量仅 250 万吨），主要分布于西藏、新疆等地。铬铁矿有 56 处产地，主要是新疆萨尔托海、西藏罗布莎、内蒙古贺根山、甘肃大道尔吉等铬矿。国内铬铁矿富矿少，远不能满足需要。

我国每年铬矿消费量的 90% 以上依靠进口，长期利用国外铬矿资源已成为我国的必然选择。而国际铬铁矿市场上的主要供应者南非、印度和哈萨克斯坦等国从保护资源的角度出发，对出口铬铁矿采取了提高出口关税及禁止出口块矿、易熔矿等限制政策，导致国际铬铁资源偏紧，价格继续保持高位运行的态势。另外，近年来我国不锈钢生产规模迅速扩张，每年还需要进口大量铬铁合金。因此，铬作为一种战略资源，过于依赖进口对我国的长远发展极其不利，有条件的企业应当到国外开采铬铁矿。

1.4.2 铁合金下游行业情况

铁合金的下游行业主要是炼钢企业，炼钢过程中应用最多的铁合金是硅铁、锰铁、锰硅合金及铬铁。硅铁、锰铁主要用于普钢冶炼，锰硅合金和铬铁主要用于特钢冶炼。近年来，我国粗钢产量增加很快，到 2012 年，我国粗钢产量已达 7.2 亿吨，占全球钢产量的 46%。按冶炼方式分，2012 年我国转炉钢为 6.4 亿吨，占钢产量的 89.81%；电炉钢为 7094.5 万吨，占钢产量的 10.12%。

锰硅合金是铁合金中最主要的品种，也是用途最广、消耗最

多的品种，其需求量占铁合金总产量的 50%左右。国外发达国家平均每吨钢消耗铁合金约 30 千克，我国约 15-25 千克。过去的 5 年，我国粗钢产量增速达 22.6%，且对锰硅合金需求量大的钢种产量也逐年增加，由此带动锰硅合金需求量迅速增加。

铬铁是生产不锈钢最重要的原料，铬铁供需状况与不锈钢市场供需状况息息相关。我国是全球不锈钢产业发展最快的国家，不锈钢粗钢产量从 1999 年的 30 万吨提高到 2012 年的 1609 万吨，占世界不锈钢总量的 45.5%，成为世界不锈钢生产和消费大国。