

铁合金冶炼



[苏]M. A. 雷斯 著 周进华 于 忠 译 冶金工业出版社

铁合金冶炼

〔苏〕M. A. 雷斯 著

周进华 于 忠 译

冶金工业出版社

冶金冶金

(苏) M. A. 雷斯 著

周进华 于 忠 译

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 11 3/8 字数 299 千字

1981年11月第一版 1981年11月第一次印刷

印数00,001~2,700册

统一书号: 15062·3743 定价1.45元

前 言

铁与硅、锰、铬、钒等元素的合金叫作铁合金。铁合金还包括有其它非铁质元素组成的合金，例如，硅与钙组成的合金——硅钙合金。

铁合金是炼钢和铸钢的重要原材料之一，它能提高钢和铸件的质量、改善钢和铸件的物理和化学性能。铁合金的发展速度比钢的发展速度要快得多。本世纪初期，每吨钢消耗的铁合金是钢产量的0.5%，现在已上升到2~3%，估计本世纪末将达到5%。不仅产量增长很快，而且质量也在迅速提高，品种也有很大的发展。

铁合金工作者的主要任务是把氧化物还原成金属。在生产过程中，设法提高金属的回收率是铁合金工作者的中心任务，因为这个问题非常重要。例如，生产一吨中碳锰铁有三吨废渣，渣中含锰约15%，若能把废渣中的锰降低1%，则从一吨废渣中可得到10公斤纯锰，从三吨废渣中可以得到30公斤纯锰，即相当于38.4公斤含锰78%的中碳锰铁。由此一个年产一万吨中碳锰铁的工厂，每年可净增锰铁384吨，每吨中碳锰铁1610元，则每年净增利润约60万元。因此，提高金属的回收率是提高经济收益的主要手段。除硅质合金外，其它铁合金都是如此。

铁合金是耗能量最大的部门之一，我国的铁合金每年要消耗几十亿度电和上百万吨焦炭，消耗的能量很多，节能的潜力很大，因此，大力开展节能工作是铁合金工作者的另一个重要任务。

铁合金工业的“三废”问题还没有解决，污染也很严重，矽肺和锰中毒现象尚未减少。这些问题都是很重要的，应积极采取措施，加强铁合金“三废”的治理工作。

本书是根据苏联M. A. 雷斯 (Рисс) 著作的《Производство Ферросплавов》(苏联冶金出版社, 1975年版) 翻译的。

苏联铁合金的产量占世界第一位，除自用外，还往国际市场

大量出口。本书总结了苏联在铁合金生产、科研方面所取得的新成就，同时还介绍了其它国家铁合金生产情况。本书对我国从事铁合金生产、科研工作人员是有参考价值的。

书中主要篇幅是分析铁合金的生产工艺。书中大部分物理化学数据和二元相图，除注明资料来源者外，都引自如下资料：Г.Б.那乌莫夫、Б.Н.伦任柯和И.Л.霍达柯夫斯基的《热力学数据手册》（苏联原子出版社，1971年版）和《单个物质的热力学性质》1、2卷（苏联科学院出版社，1962年版）；Д.Ф.爱辽特等的《炼钢过程的热化学》（苏联冶金出版社，1969年版）；М.汉先和К.安杰尔柯的《二元合金结构》（苏联冶金出版社，1962年版）；Р.П.爱辽特的《二元合金结构》（苏联冶金出版社，1970年版）；Г.В.萨姆索诺夫主编的《元素的物理化学性质》（基辅《科学工作者之家》，1965年版）。

作者在分析铁合金生产过程中的物理—化学反应时，采用了П.В.格尔特和О.А.易生的著作《高温还原过程》（苏联冶金出版社，1957年版），和上述科学家的著作，以及В.П.依留金、С.И.希特利克，А.С.米库林斯基，М.И.加西克，Я.С.舍德罗维茨基等的著作。主要的计算是按照Л.П.符拉基米罗维奇《冶金反应平衡的热力学计算》（苏联冶金出版社，1970年版）一书中提出的方法进行的。

由于译者水平所限，书中可能有不当和错误，敬请读者批评指正。

译者

目 录

第一章 原材料	1
一、对矿石的要求及其选择	1
二、还原剂	3
三、含铁材料	9
四、熔剂	13
五、原料入炉前的几种备料方法	13
第二章 硅铁	19
一、硅铁和金属硅的成分和用途	19
二、原材料及其准备	19
三、硅及其化合物的物理—化学性质	32
四、冶炼过程的物理—化学反应	36
五、炉渣	42
六、硅及其合金的生产工艺	44
七、出炉、浇注和精整	65
八、冶炼过程的物料平衡和热平衡	68
九、生产监督	74
十、硅合金生产的技术经济指标	75
第三章 硅铝及铁铝合金	76
一、铝在冶金中的应用	76
二、铝合金生产中的物理—化学反应	77
三、硅铝和铁硅铝合金的生产工艺	80
第四章 硅钙合金	85
一、硅钙合金的成分和用途	85
二、冶炼硅钙合金的原材料	86
三、冶炼过程的物理—化学反应	89
四、硅钙合金冶炼工艺	95
五、生产技术经济指标	106
第五章 锰铁	108

一、 锰铁的牌号和用途	108
二、 锰矿及其冶炼前的准备	111
三、 锰及其化合物的物理—化学性质	124
四、 锰铁冶炼工艺	126
第六章 铬铁	170
一、 铬铁的用途	170
二、 冶炼铬铁用的原材料	171
三、 铬及其化合物的物理—化学性质	179
四、 铬合金生产工艺	182
五、 固态铬铁真空脱碳	230
六、 铝热法生产特殊品种铬铁与金属铬	235
第七章 钨铁	244
一、 钨铁的用途及成分	244
二、 原料	244
三、 钨及其化合物的性质	248
四、 钨铁冶炼工艺	249
第八章 钛铁	264
一、 钛铁的用途及成分	264
二、 原料	264
三、 钛铁冶炼工艺	268
第九章 钼铁	277
一、 钼铁的用途及成分	277
二、 原料及其熔炼前的准备	277
三、 钼铁生产工艺	281
四、 生产技术经济指标	288
第十章 钒铁	291
一、 钒铁的用途及成分	291
二、 钒的矿物和钒矿	292
三、 钒及其化合物的物理—化学性质	292
四、 钒铁生产工艺	294
第十一章 铌铁	307
一、 铌铁的用途及成分	307

二、铌的矿物与铌矿	308
三、铌铁生产工艺	309
第十二章 锆合金	318
第十三章 硼合金	326
一、硼合金的用途与品种	326
二、硼及其化合物的物理—化学性质	327
三、含硼原料	327
四、硼合金生产工艺	328
第十四章 复合变性合金	334
第十五章 发热铁合金	340
参考文献	346

第一章 原材料

关于各种矿石、还原剂和其它炉料，将在叙述相应的工艺过程时详细讨论。这一章只讲一下在选择这些材料作炉料，以及在熔炼前备料时，必须遵循的一些基本原则。

一、对矿石的要求及其选择

一般来讲，铁合金厂所使用的矿石或精矿都无需再经富选。只有贫锰矿及少数的铬矿例外，需要经过火法冶金富集，以便得到主要元素含量高的富渣和含铁量较高的副产合金，而富渣再炼成需要的产品，例如尤迪法^①便是。钒矿、镍矿、钴矿及其它稀有元素矿石也需要进行较复杂的冶金处理^[29,30]。

在评定矿石质量时，首先是其中主要元素的含量，但是这个评定标准也在发生变化。如在第二次世界大战之前，锰矿中锰的标准含量是48~50%。由于富矿储量极度消耗，目前含Mn46~48%的矿石用户已是很满足了。在解决使用何种品级的矿石进行生产为宜的问题时，应首先评定用该矿石冶炼所能得到的技术、经济效果。

矿石的价值随着其中磷、硫、铜等有害杂质含量的降低而提高。有害杂质的含量常决定着所采用的工艺方法。例如，高磷锰矿必须采用炼富锰渣或其它方法脱磷，这便使得处理费用增高，从而降低了锰矿的价值。与此同时，矿石中的贵重杂质，例如钨精矿中的铋或钼精矿中的铯，从矿石中回收处理后可得到盈利，因而提高了矿石的价值。

矿石中胶结物的组成具有极其重要的意义。例如顿河矿区的含铁质胶结物的铬矿就易于还原，用它来熔炼精炼铬铁时，可获

① 美国专利，No.2830890，1958；美国专利，No.2934422，1960。

得较高的技术经济指标，而使用含镁质胶结物的铬矿熔炼，则会造成很多困难，致使生产技术经济指标恶化。若使用胶结物中二氧化硅含量高的铬矿和锰矿进行硅热法生产精炼合金时，便需要多配加熔剂。这样就会使产品质量恶化，生产技术经济指标下降，然而这类矿石如果用有渣法熔炼硅铬合金和硅锰合金，则可得到较满意的结果。

主要元素与铁的比值是评定矿石质量的一项重要指标，对锰矿来讲，其比值应大于9:1；对铬矿来讲，低品位的不得低于2.2:1，高品位的应为2.9:1以上。低于这个数值，如果矿石预先不经火法富集处理，便不可能炼出符合标准的合金，而且会使生产经济效果恶化。

对于硅石和石英来讲，除上述所要求的主要元素含量应高，有害杂质含量应尽量低以外，尚要求成渣杂质如氧化钙、氧化镁，特别是氧化铝的含量应很低。另外，吸水率不得超过5%，并在破碎和加热过程中不会产生大量粉末。

对于钨精矿和钼精矿的要求，最重要的是限制硫、磷、砷及其它一些有色金属（铋、锡等）的含量。

在选择矿石时，粒度组成起了很重要的作用，因为它常常决定着生产技术经济指标。

矿石的块度多大为宜，没有一个通用规定，因为块度大小既与矿石的品级、电炉的容量及炉型有关，又与生产方法有关。只能这样讲，对无渣和有渣矿热还原法生产来说（特别是在使用封闭式电炉的情况下），其所用的矿石块度比大多数精炼法要大一些。

粉矿和浮选精矿，如不采取特殊措施以防止矿粉飞扬，不能直接入炉，因为这个损失量可达到入炉矿石量的15%以上。矿石在这种情况下的损失量和生产上所带来的操作困难，可采用对粉矿预先成块的各种方法（压块法、造球法等）来解决。但在每种具体情况下，采用何种方法为宜，应视其经济效果而定。

通常，不管是矿石的化学成分或者是其粒度，甚至同一产

地，有时是同一矿床，变化也极大。因此，为了保证固定配料，即固定工艺制度，工厂里必须备有足够容量的机械化料仓，以保证矿石得以按块度进行必要的分级和按化学成分均矿，并在必要的情况下进行破碎或成块。对于贵重的矿石或精矿，应贮放在室内料仓；粉矿应存放于棚内，因为露天存放，粉矿可吸水10~20%^[30]。

二、还原剂

正确选择还原剂并进行相应的制备，在很大程度上决定着生产的技术经济指标。

在熔炼铁合金时，按化学性质的不同，可以使用很多元素作矿石氧化物的还原剂。然而使用碳、硅及铝在经济上是比较合算的。最广泛使用的是碳；假如熔炼的合金需要避免增碳时，则使用较为昂贵的硅和铝。

下列各种材料可以利用作炭素还原剂：木炭、褐煤或烟煤、石油焦、沥青焦或煤焦、各种半焦、废木块等。熔炼铁合金用的炭质还原剂应具有下列特性：反应性能良好；比电阻高；对具体合金来说化学成分相宜；强度大；块度适宜；透气性和热稳定性良好；价格不高^[34]。

炭质还原剂的反应性能应理解为对一定氧化物的一定反应的化学活性。它与碳晶粒的大小、排列秩序和特点有关，与材料的密度、气孔率、其表面特性及对反应气体的吸附性有关，并与其各种杂质的含量等有关^[32, 23~38页]。

还原剂的反应性能系以其参与 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ ，即碳还原二氧化碳的反应速度值表示。有时反应性能按 $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ，即碳的燃烧反应或按碳与 SiO_2 的相互反应情况来确定^[32, 38~49页, 54~62页]。

● 该方法是将焦炭置于二氧化碳气流中，在450~1100℃下气化（列入苏联国家标准ГОСТ10089—62，并被联合国燃料利用委员会采用）。

几乎所有炭素材料在加热至高温（1500~2000°C）时，其化学活性都逐渐拉平，接近所谓“石墨限”，但是各种还原剂在冶炼过程中也都分别显现出自己特有的性能和固有的反应能力，因为每种材料的石墨化速度不一样，而且这些反应过程在炉内进行的完全程度也不一样。曾经研究用各种还原剂还原 Al_2O_3 和 SiO_2 混合物于1850°C时在真空中的还原速度。结果表明，这些氧化物与碳即使在高温下也具有不同的反应能力。

如果还原剂的反应能力强，则反应过程在比较低的温度下，即在电炉上部便开始进行，且还原得较为充分。

还原剂的电阻高，可用较高的工作电压进行操作，也就是说，在电炉设备的电气参数更为适宜的情况下操作。在其它条件相同的情况下，还原剂的电阻越高，电极插入炉料就越深，这样可以减少已被还原的元素的挥发量，改善热利用率。

还原剂的灰分组成中有害杂质的含量应极少，因为它们在很大程度上都进入成品中。最好是灰分中含有大量有用元素，例如炼硅铁时，二氧化硅含量应很高；无渣法冶炼使用的还原剂中，成渣物含量应很少。

还原剂透气性好，粉料含量低，挥发分含量少，无烧结现象，这些可使炉口料面的气体逸出通畅，从而使电炉易于维护。

还原剂在备料、配料和加料过程中，粉末产生量应很少，这就需要有相应的机械强度，否则会增大粉料的废弃量，且由于炉口料面的透气性下降，而使炉况恶化。

木炭是一种很好的还原剂，它具有很高的比电阻和反应能力，而且杂质含量也少。木炭可减轻炉料烧结现象，这对熔炼高硅硅合金和封闭炉操作尤为重要。

木炭是一种多孔高炭物质。它是将木材置于干馏炉或不同类型的木炭窑中，在隔绝空气或空气进入量极少的条件下加热而成。木炭的单体成分取决于炭化的最终温度及所使用的木材种类。由于木炭在生产和运输等过程中混入杂质，致使其灰分含量和组成波动很大。

优质木炭强度高，磨损少；用硬质木材烧制的木炭最好。木炭气孔率高，因而具有很高的反应性能。其比表面波动于 $160\sim 400\text{米}^2/\text{克}$ 范围内。

干馏木炭具有固定碳含量高、化学组成和粒度均一性好及价格低的优点，它的粒度比烧制炉木炭稍小，但是由于它无需破碎，所以在炉料制备过程中产生的废料量实际上是相同的（约20%）。用窑烧木炭和干馏炉木炭炼制金属硅的结果，经过对比后表明，尽管用干馏炉木炭冶炼的电耗增高了300度/吨，但是合金的成本却下降了^[33]。所以在每一具体情况下选择何种木炭都应有技术经济分析的依据。木炭和焦炭相比，机械强度较低，具有自燃性，灰分和水分的含量波动很大（5~40%）。这对正确地确定还原剂的配比产生了困难。此外，木炭价格昂贵，因此木炭通常只用于熔炼金属硅、硅铝合金和硅钙合金，并且都在力争用其它木材废料代替它，以便获得好的经济效果^[14]。这些废料有：锯末、刨花、木屑、木质素等。使用此类木材废料可减少炉料烧结现象，改善透气性，提高炉料电阻，降低被还原元素的挥发量、热损失及粉尘抽出量；可以调整炉内温度，并对那些熔点大大低于还原所需温度的矿石也能进行还原。为了应用木质废料取得良好效果，必须使其块度与矿石的块度相配合，以便炉内不发生炉料分层现象。

石油焦和沥青焦是优质还原剂，它们具有足够的机械性能，很高的反应能力和较低的灰分与挥发分。但这些还原剂在熔炼温度下易于石墨化，这使其反应性能恶化，电阻下降。由于存在这个缺点，以及其价格昂贵，致使它们只能用于熔炼金属硅或其它要求杂质含量极低的铁合金（例如几个高硅硅铁品种、钨铁等）时应用。熔炼这些铁合金必须使用杂质含量很低的炉料。

泥煤压块和泥煤焦在国外也被成功地用作还原剂，其特点是：反应性能好、气孔率高、杂质含量少且导电率低^[30]。苏联使用泥煤焦进行了熔炼试验，同样也表现出这些优越性^[34, 10~18页]。目前，由于这些材料价格高昂（按其中含碳量为单位计算）及运

输费用大，限制了普遍应用，但是如能在一定地区组织大规模生产，那么这种情况便会得到根本的改变。

已被广泛应用作还原剂的还有煤。最好使用块度约为25毫米的块煤，这可改善炉料的透气性。在苏联的生产实践中，煤（无烟煤）作为还原剂已被系统地用于熔炼硅钙合金、电熔刚玉、碳化钙、磷^[35,36]，并在熔炼硅铁、碳素铬铁及其它合金时也多少有所应用^[37,16~24页]。国外用煤熔炼铁合金较为普遍^[23,38]。

应当使用灰分较低的煤（无烟煤）或使用灰分成分与所熔炼合金相适应的煤（例如，熔炼硅铝合金时，使用灰分中二氧化硅和三氧化二铝含量高的煤）^[39,40]。近代煤（气煤、长焰煤）及褐煤反应性能最好，并且价格低廉，电阻很高。这种煤用一般方法是不能焦化的，而且储量很大。此类煤最适用于铁合金生产。我们在车里雅宾斯克电冶公司进行的用褐煤压块代替部分焦炭的试验表明，使用褐煤压块可改善炉况，并且一吨50%硅铬合金可降低成本0.3卢布左右。

在铁合金生产中，使用最为普遍的是最便宜的一种还原剂——冶金焦“碎块”（高炉用焦经筛选后的筛下焦）。由于炼焦用煤的质量及焦化厂生产焦炭的条件不同，碎焦块的质量也各异，但是它们有一个共同的缺点，就是电阻不高，反应性能欠佳，灰分和硫、磷的含量较高，同时水分含量也较高，而且还不稳定。

焦炭中含有的硫主要是有机硫及大量的硫化物，还有少量的硫酸盐和极少量以碳中固溶体状态存在的元素硫。例如，焦炭含硫量为1.77%（用顿涅茨煤炼焦）时，其中有机硫为1.31%（74%），以硫化物状态存在的硫为0.42%（23.7%），以硫酸盐状态存在的硫仅为0.04%（2.3%）。

焦炭的磷含量也各不相同。用基捷洛夫斯克煤、别卓尔斯克煤、南雅库茨克煤及远东煤炼制的焦炭含磷量最少。用库兹涅茨克煤炼出的高磷焦中含磷量为0.01~0.2%。焦块具有海绵状组织，并有大量的裂纹，其气孔率波动于35~55%范围内。焦炭的

视密度为800~1000公斤/米³。

焦炭的比热随其最终焦化温度的提高而增大，并随其含灰量的增大而减少，通常波动于0.330~0.0365卡/公斤·°C之间。整块焦的导热率等于0.4~0.7千卡/米·小时·°C，当温度提高至1100°C时，增至1.5~1.7千卡/米·小时·°C。

在1000~1100°C下炼成的焦炭（马格尼托哥尔斯克焦）的挥发分组成（容积）为：CO₂13.2%，CO24.1%，CH₄0.9%，H₂39.5%及N₂22.3%。

焦炭的性质依其块度不同，变化如下：

块度，毫米	25~50	13~25	6~13	6
含量，%：				
挥发分	2.0	2.5	4.0	6.0
灰分	6.0	6.5	8.0	10.0
固定碳	92.0	91.0	88.0	84.0

块度为25~40毫米的焦块的电阻比焦粒（10~25毫米）低10~15%。

扎波罗热铁合金厂采用破碎至块度为25~40毫米的焦块，代替筛下焦粒熔炼45%硅铁时，电炉生产率下降13%，单位电耗增高6%。生产铁合金用焦炭在破碎时产生的粉末量应尽量少，这一点是非常重要的，而且灰分成分应尽可能有利于所炼的铁合金品种。

为了改善生产技术经济指标，加之缺少炼焦用煤，使得人们在创造铁合金生产用特殊品种还原剂方面，进行了大量的研究工作。近几年来，在铁合金生产上试用了气煤焦与褐煤焦、型焦、各类半焦及硅石焦等等〔4, 115~118页, 42, 40~44页〕。

用气煤、长焰煤等炼制的焦炭电阻高、反应性能良好。用气煤焦〔43, 39~50页〕和用气煤炼制的型焦〔39, 54~58页〕熔炼75%硅铁的试验表明，电极下插得比用普通焦炭时稳定，电炉可用较高的电压进行操作，电炉生产率提高了，单位电耗下降了。用配入大量气煤（达60%）炼制的焦炭生产时，也获得了良好的结果。在此情况下，原料消耗降低了4.4%，电炉生产率提高了10%〔其中

5.4%是由于使用高电压操作获得的) [44,45]。

采用成型的方法可以得到需要成分和形状的焦炭,省掉了焦炭破碎工序,减少了粉末量。关于型焦的某些性质,记述于文献[46]中。

应用半焦生产铁合金是有前途的。它作为铁合金生产用的还原剂,目前在苏联已是第二位,仅次于冶金焦块。

当温度在900°C以下时,半焦的电阻为普通焦的一千倍,但温度较高时,它便接近于普通焦块的电阻。半焦的挥发分约为15%,机械强度不大,但这不影响它在铁合金炉中的应用,正如其灰分含量高一样,因为灰分中的主要成分是二氧化硅。

可采用各种不同方法用褐煤炼制焦炭和半焦。此时应选用低灰分褐煤或是灰分的主要成分与炉料的矿石部分相适应的一些褐煤。通过试验研究,查明了褐煤在生产铁合金熔炼用的还原剂方面,具有极其广泛的应用范围[47]。

根据资料[48],在熔炼75%硅铁的炉料中配加50%半焦时,可提高电炉生产率6%,降低单位电耗150~350度。车里雅宾斯克电冶公司熔炼65%和75%硅铁时,也因此提高了电炉生产率约6%,单位电耗降低了250~330度。

谢洛夫斯克铁合金厂和阿克丘宾斯克铁合金厂,应用半焦炼硅铬合金也获得了良好的效果[49,50]。

焦炭中配加不同物质后,影响了它的强度、反应性能和电阻,这引起了很大的兴趣[42,40~44页]。

硅石焦成功地应用于熔炼高硅铁合金,可代替昂贵而短缺的木炭,并可改善封闭炉生产75%硅铁的指标[51,52]。

还有使用各种矿石作为炼焦的添加材料,首先是铁矿。这便提供了矿粉不经预先成块而直接利用的可能性。已有生产和使用配加锰矿的焦炭,以及配加锰矿与熔剂的试验。应该指出,在炼制这种焦炭的过程中,炉料内35~40%的磷可挥发掉[39,69页、53,54,118~121页]。

铁合金生产用的各种还原剂的大致成分及其性质列于表1。

一些工厂在熔炼硅铁和硅铬合金时，部分还原剂利用电极厂生产中形成的含碳化硅的石墨化废料（其中含SiC约28%、SiO₂19%、C49%，余量为Fe、Al₂O₃及其它）和刚玉生产的废料（SiC约63%、SiO₂22%、C9%，余量为Fe、Al₂O₃及其它）来代替。应用这些废料生产低硅硅质合金尤为适宜，因为其炉料中含有大量的Fe，可使SiC迅速而充分地分解，生成硅铁（熔炼45%硅铁时，废料中C和Si的利用率为80~90%，而熔炼75%硅铁时，其利用率仅为30~40%）。

炉料中配入废料的数量有一最佳值。例如车里雅宾斯克电冶公司熔炼45%硅铁的电耗为5100度/吨，如果每批炉料（350公斤硅石）配入50公斤石墨化废料，电耗可下降至4996度/吨，但若每批料的废料配入量增至100公斤时，电耗便增至5073度/吨；后一情况是由于废料的粒度过小，致使炉口难于维护。废料的使用效果系与其中的SiC含量有关，如果其含量低于20%时，这种废料不经预先制备就不合适了。SiC在石墨化废料的各粒级中的含量和各粒级在全部试样中所占的百分比列于表2。废料应进行筛选，筛出粒度最小而SiC含量最大的部分，然后将其成型。大粒焦炭可用于生产电极。这种方式可极大地提高废料的有效利用率，并可改善劳动条件。

三、含铁材料

熔炼硅质合金的炉料中，主要的含铁材料是碳素钢屑。生铁屑只有在熔炼用于铸铁生产的那些合金时才允许使用。因为其中含有的磷，实际上全部进入合金中。禁止使用合金钢屑和含有有色金属杂质的钢屑。但熔炼含铬合金使用铬钢屑可例外。

长而混杂的钢屑也禁止使用，因为有碍于配料，且难于与其它炉料混合好。另外，还严禁使用含有大量油污和氧化铁的钢屑。如果说优质钢屑中约含Fe92~94%，那么被氧化的污屑可能仅含有75%铁，油含量可能达10%。如使用极度氧化的钢屑，则电耗和还原剂的消耗量就会增高，而含有氢氧化铁的钢屑，还