

对改进我国电炉钢质量的意见*

解放后 10 年来,我国电炉炼钢工作者在党的正确领导下,学习了苏联的先进经验,掌握了电炉冶炼优质钢和各种合金钢的技术,并且进一步根据我国具体生产条件做了许多创造性的工作,使电炉炼钢技术得到了新的发展。这种发展,突出地表现在充分挖掘原有设备的生产潜力、提高产量方面,通过加大装料量、炉料预热、采用氧气煤气助熔、熔池吹氧、改变脱氧制度以缩短还原时间,采用机械装料、采用强制油冷使变压器能在超负荷条件下使用,采用备用炉壳以缩短炉体中修时间,以及提高炉顶、炉壁使用寿命等一系列的技术改进和措施,使我国电炉利用系数不断提高。特别是 1958 年大跃进以来,在党的总路线的鼓舞下,广大炼钢工作者进一步发挥了劳动热情,敢想敢干,破除了某些不合理的规章制度,使电炉生产率提高得更快。以大连钢厂为例,其冷装电炉利用系数在 1959 年第一季度达到 35 以上,超过了 1958 年全国热装电炉利用系数的水平。其他电炉钢厂也获得了类似的成绩。这些成绩是首先应该肯定的。

在生产潜力不断被挖掘,钢产量飞跃增长的情况下,改进质量和保证质量往往成为具有独特性的复杂课题。几年来,我国各电炉钢厂对改进钢的质量进行了大量的工作,也获得了显著的成绩,钢的合格率逐年提高,并且还解决了许多有特种要求的优质钢的冶炼问题。譬如,冶炼出没有发纹的合金结构钢和合乎航空要求的高质量滚珠钢等等。只是在 1958 年第四季度,钢产量的增长速度达到了前所未有的水平,原有的技术监督制度和技术操作规程已经不能适应这种新的形势,而新的规程和制度没有能够及时地跟上去,造成某些管理上的混乱,加以新工人比重增大,原料供应有时不够正常,从而一度发生了钢质量下降的情况。针对这种情况,党提出了“优质高产”的指示。冶金工业部根据这个指示,要求各厂严格检查产品质量,制订新的技术操作规程,建立新的技术监督制度,是十分正确和及时的。

在这次大会上,我们将根据大跃进以来的新形势,讨论和制定新的、更合理的电炉炼钢基本技术操作规程,要求在保证优质的前提下,尽一切可能达到高产,这是一桩光荣而艰巨的任务,需要集中多方面的经验和智慧来完成。几年来,我国各电炉钢厂对改进质量和提高产量方面有很多宝贵的经验,这些经验都应当吸收到操作规程中来,表现出我国在电炉炼钢上的发展和贡献。下面就我个人了解到的不久以前存在的电炉炼钢操作中的一些问题提出几点不成熟的意见,请大家批评指正。

一、原料供应与管理

钢的质量在很大程度上决定于原料的好坏,这是大家所熟知的。过去的技术操作规程对原材料和配料都作了规定,这是十分必要的。从目前情况来看,下述几点值得特别注意:

(1) 有些钢厂目前在配料中不得不掺用一部分含硫、磷较高的转炉钢锭,尽管原料中硫、磷高一点,但是只要操作不马虎,不嫌麻烦,还是可以冶炼出好钢来的。必须指出,为了确保质量应该适当地根据原料情况来定产量。对有特殊技术条件要求的钢种,不但应该避免掺用高硫、高磷钢,而且

* 本文是作者在全国电炉炼钢经验交流会议上的报告,发表于《钢铁》,1959 年第 13 期

还应该尽量用没有锈的钢作为原料。根据统计结果,如果全部用有锈的钢作原料,其熔毕硫含量要比全部用没有锈的钢做原料的约高 0.01%,这是值得注意的。

(2) 造渣与脱氧材料问题。有的厂对烧石灰马虎从事,石灰石未烧透,外面发黄内部发黑,基本上还是石灰石。这种材料加入炉内使熔池温度过于降低,在还原期用这种材料造渣还会影响渣的脱氧能力。石灰露天储藏,烘烤不好就加入炉内,会引起熔池中氢含量增加,并且影响熔池温度。对萤石质量和烘烤铁合金也应注意。有的厂还原期进行扩散脱氧,过去用油焦,而目前由于缺油焦就用无烟煤,有可能使钢液增硫,应该避免。

(3) 耐火材料特别是浇注用的黏土材料质量下降。有的厂目前使用的耐火黏土浇注材料的烧成温度比过去低 50℃ 以上,氧化铁含量也增加了,耐火度大大降低。由于浇注耐火材料质量不好而影响钢的质量,是极不合算的。最近,苏联浇注滚珠钢已不满足于质量最好的黏土耐火材料,而采用高铝(72%—75% Al_2O_3 , 气孔率 $\leq 5.6\%$)耐火材料;据美国报道,如果用高铝(76% Al_2O_3)砖做钢包(容量为数吨的)内衬,其寿命比用耐火黏土砖长 3—4 倍。

(4) 必须加强铁合金的生产和供应工作。我国目前生产的铁合金品种太少,质量也不够,有的铁合金质量也不好(譬如铬铁中含氧量很高),为了改进钢的质量,今后铁合金的生产除应增加产量提高质量外,还应该扩大品种,特别是生产某些新的脱氧剂。应用复合脱氧剂对钢质量的影响是很显著的,譬如,根据捷克的研究结果,用 Fe-Mn-Si-Al 比用 Fe-Mn-Si 脱氧好;根据苏联经验,用 Fe-Al 比用 Al 脱氧好,在用酸性炉冶炼滚珠钢时,用 Si-Zr 作桶内脱氧剂可以使氧化夹杂不合格率减少 0.35%—0.6%。毫无疑问,随着生产的发展,需要铁合金的品种是会愈来愈多的。

(5) 在铁合金供应紧张的情况下,不用铁合金而又能生产优质合金钢的冶炼方法是值得考虑的。根据报道,炼不锈钢不用铬铁,而用铬矿在炉内还原;炼高速工具钢不用钨铁、钒铁,而且钨矿砂与氧化钒在炉内还原,得到的钢都比用铁合金更为纯净。这种冶炼方法需时间较长,在我国目前情况下,这样做是否可行,值得大家讨论。

二、熔化期、氧化期与还原期

利用氧气和煤气助熔加快熔化是强化冶炼过程的有效措施,在大量吹氧助熔条件下,有的钢厂已经取消一般碳钢和合金钢的氧化期,并尽量缩短还原期。为了保证钢的质量,下列几点应当考虑:

(1) 不能否认,脱碳沸腾对排除气体和夹杂有好处,但完全取消氧化期,似乎应该做系统的试验来规定熔化期的最低限度脱碳量。

(2) 如果氧气不足,在配料中必须用一部分矿石来帮助脱碳时应怎样规定氧化期,根据国外经验:熔池如用吹氧脱碳,则吹氧停止后,可以立刻进行扒渣;如熔池中依靠大量矿石脱碳,则在加入矿石后,大概需要等 60 分钟左右进行扒渣才能得到与吹氧冶炼相同的质量。据此,不如在配料全部熔化后,进行短时间的吹氧脱碳,既可以起清洁沸腾作用,又可以提高熔池温度。

(3) 目前,由于电炉超装、熔池加深,钢液温度一般都较低,有的厂在还原初期吹氧,其主要作用是提高钢液温度。这样,倒不如在配料全熔后吹氧提温,然后扒渣。过去制定的扒渣温度高于出钢温度的规定是不应该放弃的。

(4) 为了优质高产,应创造条件尽量使电炉钢厂得到足够的氧气。氧气供应有限时,应该把它用于最重要的地方,譬如冶炼不锈钢和上面所讲的熔池吹氧提温等。目前,有的钢厂不积极设法提高钢水温度,而采取消极的办法。过去测温用光学高温计,而现在退回到计算秒数,过去规定温度不

得少于 35 秒而现在怎至满足于 25 秒,从提高技术、改进钢的质量的角度来看,这样做是不合理的。

(5) 还原期吹氧,除提温以外别无好处,因吹氧会破坏还原渣,降低渣的还原能力,增大钢液的含氧量。根据初步试验结果,举 1 Cr 13 为例,还原期不吹氧时还原末期熔池含氧量为 0.006%,吹氧时还原末期熔池含氧量为 0.015%,后者比前者高一倍半左右。因此,吹氧提温在扒渣以前进行较为合理。

(6) 缩短还原期对提高钢的产量有直接帮助。一般的讲,还原期的长短随炉子大小、熔池温度、脱氧制度和钢质量的要求而变,在国外冶炼优质钢,最理想的还原期时间往往变化于 1 小时到 4 小时这样一个大的范围内。我们对冶炼碳素结构钢和一般中低合金钢还原期的时间不作硬性规定是完全可以的。对上述以及特殊要求的钢种,考虑到我国目前由于超装而使熔池加深的情况,在还原期中可以设法加强搅拌,国外经验证明,大电炉采用电磁搅拌对缩短还原期是有利的。

(7) 许多钢厂为了增产,在一定条件下,对碳素结构钢允许取消还原期进行炉外脱氧脱硫。有的钢厂采取的操作方法是:全熔前扒去 50%—70%的渣,加 2%石灰,然后加锰,出钢前加 0.8 公斤/吨的铝,在包中加硅铁和苏打、石灰,并允许用电极粉或油焦增碳。这种操作方法有以下两个问题值得研究:

1) 在全熔前就扒去 50%—70%的渣,不如等到在全熔后全部扒渣更好,因为后者含氧化铁低、流动性好,对脱硫脱氧似乎更为有利;

2) 出钢前在炉内加铝不一定有利,因为在出钢过程中钢液又会被氧化,不如在炉内加一部分硅铁或硅钙,把铝留到出钢时才加。

(8) 目前在冶炼规定有还原期的钢种时,有的操作人员在还原初期就把硅铁粉一次加入,以后就加得很少,这样做是为了加速还原。在还原初期进行沉淀脱氧是可以的,但是在后期也应该充分注意到渣的还原能力。

(9) 前面已经讲过,在还原期用无烟煤进行扩散脱氧可能引起增硫,应该引起注意。

三、出钢与浇注

(1) 从 1958 年第四季度到 1959 年第一季度,电炉钢厂对浇注操作的技术管理放松了,以致影响钢的质量。譬如出钢槽和汤道未吹干净,盛铁桶抹灰和砌汤道砖马虎了事,盛铁桶不烤红,加铝脱氧时嫌麻烦,随便把铝扔入盛钢桶内等现象都是应该纠正的。

(2) 目前由于钢产量增加,各电炉车间钢锭模周转不过来,于是采用大量喷水冷却的方法来加速钢锭模的周转。这样做容易引起钢的增氢,对白点敏感的钢是非常危险的。在鞍钢曾经由于钢锭模壁的涂油中含有水分,造成重轨钢锭增氢平均达 2CC/100 克以上。一般的讲,低合金钢和含中碳的碳素结构钢都有白点敏感性。近来某些钢厂由于白点、发裂、皮下气泡等缺陷而造成的废品增多不是没有原因的。此外,喷水冷却往往促使钢锭模寿命缩短,锭模寿命短则要求供应愈多,供应赶不上就加大喷水,企图使锭模冷得愈快,显然这将会造成一种“恶性循环”。

(3) 必须迅速扭转浇注耐火材料质量下降的现象。可能有人认为,浇注管、汤道、水口等只能用一次,质量马虎一点没啥。应该指出,浇注管、水口、汤道等质量不好,往往会使整个的炼钢过程前功尽弃。

(4) 加铝必须插入熔池或加入钢流中。关于加铝量应适当地考虑用户对钢性能的要求,譬如低碳钢应该分焊接与不焊接两种。在美国低碳焊接钢管脱氧用铝量为 0.55 公斤/吨,而不焊接的钢管

则为 0.7 公斤/吨。苏联最近有人做过试验,认为用 Fe-Al 合金脱氧比用纯铝好,用 Fe-Al 合金时铝量可以少用一半,钢中夹杂少,钢的韧性也较高,并且容易控制钢的晶粒,这都值得我们参考。

(5) 锭模形状对钢的质量有直接影响,特别是模子的高宽比很重要,一般不能超过 2.5 或者更小。对不锈钢来说,采用扁锭可以改善结晶组织,值得注意。

(6) 冒口加热可以增加产量,对改进钢质也有好处。某钢厂过去用电弧加热有好的效果,但最近由于缺电缺人力而取消了。关于冒口用发热剂,苏联有人指出,用金属铝粉、氧化铁皮与耐火水泥各三分之一的混合物效果很好。美国用一种不含铁的发热剂做成冒口内套,据说钢锭切头率可以降低到 5% 以下,并且保证了钢的质量,这也值得我们考虑。

四、加强试验研究工作

提高钢质量的工作是随着生产的发展而发展的,对钢质量的要求也应当逐步提高,我们不能满足于目前的生产水平,局限于已有的技术经验,因此有必要加强试验研究工作。初步考虑到的有以下几点:

(1) 系统地总结提高现有的“优质高产”的经验。几年来,我国在提高钢质量的试验研究和生产方面都是有成绩的。但是有的试验研究成果在生产中还没有普遍推广,有些好的生产经验没有提升到理论因而不能巩固下来。应当选择几种重要的钢种,譬如滚珠钢、高强度合金结构钢、高铬不锈钢等进行细致深入的工作。这种工作固然需要研究部门与有关钢厂密切协作,但钢厂方面应该比过去多投入一些力量才能完成。

(2) 研究钢的脱氧,并发展新的脱氧剂。系统地了解熔池中氧的变化,以及加脱氧剂的影响,同时了解钢液的某些基本性能,从而找出各种夹杂的生成条件,做到能控制钢中夹杂。对钢中脱硫也应进行相应的工作,如炉外脱硫、混合炼钢等。

(3) 探索在盛钢桶内加铁合金,进行脱氧、脱硫,使碳素钢变成合金钢。从理论上讲,只要铁合金颗粒相当小,钢液温度适当的高,铁合金在出钢时的几分钟内溶解在钢液内是完全可能的。如果在铁合金粉中掺入脱氧剂,并用具有脱硫能力的熔剂把他们黏结成块,在出钢前放置盛钢桶内,当钢水入桶时,块被冲散,合金粉逐渐溶解,熔剂上浮成渣,就可以得到合金钢。这似乎是一种生产合金钢的简便方法,可以进行探索性的研究试验。当然,这种做法对于某些高质量合金钢不一定合适,但对于一般的合金钢,特别是平炉、转炉冶炼合金钢则是值得考虑的。

(4) 研究直接还原铁矿石,以扩大电炉冶炼高级优质钢的原料供应。我国有低磷低硫矿石,可以考虑采用沸腾还原。进行这种工作需要有一定的规模,并且设备也是比较复杂的,研究部门应该与有条件的工厂合作才能进行这项工作。

(5) 在过去已有的研究基础上,进一步寻找改善钢锭组织的措施,如用孕育剂或超声波细化不锈钢锭的晶粒,改善其热加工性能,寻找减少偏析,减少钢锭切头率的措施。开展真空冶金、连续铸锭的研究等等。

(6) 推广新技术,加快分析速度。在冶炼时间大大缩短的情况下,钢熔池成分分析往往不容易及时。应该吸取国外已由的先进技术,采用自动记录式的光谱仪(Quantometer)或真空光谱来解决这个问题。这种仪器不但快速而且准确,对一般合金钢来说,全分析只需 2 分钟左右。

(7) 结合技术监督工作在各电炉钢厂内加强钢质量的统计管理,应用最新的科学成就(如电子计算机)对影响钢质量的各种因素进行科学分析,以便及时发现并提出问题。

最后,我想附带地谈一谈两个问题。

第一是厂际竞赛指标和评比条件的问题。社会主义竞赛可以鼓舞工作人员的劳动热情、促进生产,是值得大大提倡的。竞赛内容最好是全面一些,譬如把产量、质量、品种、成本、劳动生产率以及操作安全等等都列为条件是有好处的。在过去一段时间,有些钢厂为了赶产量,把提高电炉利用系数作为惟一的奋斗目标,这对于条件好、技术管理较强的工厂问题可能不大,但也有个别厂为了赶产量,往往放松了质量,从而造成了一些损失和浪费。有的人认为,产量是看得见的,一吨、半吨是可以秤来衡量的,而质量是看不见的,他的好坏是大有辩论余地的,因而任务是活的。有人认为钢质量差一点不要紧,横竖好坏都有人要,也有人觉得操作马虎一点有时碰运气也可以出好钢。在这些思想的指导下,技术管理一再放松,炼钢时不管温度够不够,成分合不合格也出钢,号外钢、短锭、跑钢、漏钢等一系列的事故增加了不少废品。应当承认,为了把厂际竞赛开展起来,一开始是不容易把评比条件考虑得十分周到的,因而上述缺点也是难于完全避免的。此外,上述废品事故与新工人数目增大,操作不熟练也有直接关系,因此培训新工人应当作为当前一项重要任务来进行。1959年第一季度以来,各厂逐渐加强了技术管理,许多事故废品现象已基本上被消灭,为了今后更健全地开展厂际竞赛或车间竞赛,把评比条件规定得更全面一些是必要的。

第二个问题是对电炉钢质量的要求问题。电炉冶炼应该尽可能以高级合金钢作为对象,其理由是很明显的。当然,在一定条件下电炉也可以用来冶炼一般合金结构钢,但是我们对电炉钢的质量要求应该高于平炉,而不应以平炉钢的标准为满足。举电炉碳素钢为例,由于钢中含夹杂较平炉钢为低,其抗疲劳性能应该比平炉钢优越,用来作钢丝绳或有类似性能要求的机械零件,其使用寿命较长,经济效果亦较大。因此,我们应该提醒使用部门注意这个问题,只有通过使用部门与生产部门的密切结合和互相督促,才能不断促进电炉炼钢技术的发展。