



中国现代自然科学家选集丛书

中国南方图书公司北京编辑部 组编

马积棠 选编

叶渚沛选集

冶金工业出版社

中国现代自然科学家选集丛书

叶 渚 沛 选 集

中国南方图书公司北京编辑部 组编

马 积 棠 选编

冶金工业出版社

中国现代自然科学家选集丛书

叶渚沛选集

中国南方图书公司北京编辑部 组编

马积棠 选编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39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 $8\frac{7}{8}$ 插页 1 字数 234 千字

1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数00,001~1,390册

ISBN7-5024-0048-6

N·1 定价 5.80元



叶 渚 沛

向人民的科学家叶渚沛同志学习!

(代 序)

嚴濟慈

1981年,为了纪念我国著名科学家、中国科学院技术科学部学部委员、化工冶金研究所前所长叶渚沛同志逝世10周年,该所的季刊《化工冶金》曾出版了纪念专刊。我曾应约为纪念专刊写过一篇序言。现在叶渚沛同志的学生马积棠同志又将叶渚沛同志有代表性的学术著作编成了《叶渚沛选集》,冶金工业出版社即将把该《选集》作为《中国现代自然科学家选集丛书》的第一本正式出版,这是一件很有意义的工作。

我与渚沛同志早在30年代初就在当时的北平相识,一见如故。在初次会见前的一个多月,我曾在英国出版的《哲学杂志》上看到了他的一篇学术论文。解放后,我们又在中国科学院共事20多年。

渚沛同志早年侨居国外,潜心致力于冶金科学的研究。早在30年代初,他就发表了多篇学术论文。1950年回国后,为发展我国化工冶金科学事业做出了重大贡献。

渚沛同志在我国首先倡导用化学工程学的原理、观点和方法来研究冶金过程,并为此创建了化工冶金研究所。他领导这个研究所开展了大量的研究工作,取得了许多重要的研究成果。他对

当代钢铁冶金过程中的几项最主要的新技术，如高炉采用高压炉顶、高风温及喷吹技术，氧气顶吹转炉，连续注钢等，很早就提出了带有方向性的预见；对我国包钢、攀钢等重要钢铁基地的复杂矿以及一些有色金属矿藏的开发利用和建设方针，都提出过重要建议。他的很多重要建议，虽有不少在当时没有被某些人所认识，但后来几乎都被实践所肯定，历史证明了他的科学预见的正确性。他的工作与贡献几乎涉及冶金过程的整个领域。

渚沛同志在理论上很有造诣，为了解决大量的国家建设中的紧迫任务，他长期在广泛的领域内不知疲倦地埋头工作着。他知识渊博，学术思想活跃、敏锐，善于根据国家建设的需要和国民经济的全局考虑，运用多学科和技术的综合观点，参考国际科学技术的发展动向，不断地提出解决国家建设中许多重大课题的意见和建议。因此，他的贡献又远远超出了一位冶金学家的范围。早在1957年，他在《科学与社会——科学将往何处去？》一文中，就明确提出“现代自然科学是一种带有革命性的伟大的生产力”的重要论述。鉴于农业在我国国民经济中特殊的重要地位，他早在1952年，就写了《中国肥料问题之未来》一文；1963年，他又根据多年来在国内外留意收集和研究的有关农业与肥料的宝贵资料，写成了长达数万言的《关于解决我国农业问题的建议》，竺可桢教授曾为该《建议》写了序言，认为该《建议》是“把‘肥’的问题安放在科学基础的尝试”；他还在自己的科研实践中，多次倡导发展钢铁—化肥联合企业和采用冶金的方法生产化肥（如高炉炼磷等）。能源是发展国民经济的主要支柱之一，他在国外，就曾予以关注。回国后，“一直在大声疾呼，要求尽快地把煤增产到7亿吨”；他还始终坚持开展炭热超高温新技术的研究，并曾多次呼吁在某些耗电较多的化工、冶金生产（如铅、黄磷、电石等生产）中，应发展炭热超高温新技术，以代替电热技术；直到他临终前在给毛泽东主席的信中，他又一次系统地提出了上述建议，真是一颗科学家的拳拳之心。他对60年代刚刚兴起的微粒学和电子计算机应用技术，也极为敏锐地倾注了热情，早

在60年代初他就将这些新兴学科列入了自己的研究课题。此外，他还对如何发展我国技术科学、培养青年科技工作者等方面，都提出过很有见地的意见和建议。现在看来，他的上述意见和建议，仍是十分中肯、十分亲切、具有重大的现实意义。

渚沛同志的科学生涯，始终充满着进取精神。更为可贵的是，当他的科学预见暂时不能为人们所理解，甚至在他的处境十分困难的情况下，仍能坚持自己的正确主张，并为实现这些主张而孜孜不倦地工作。所有这些，充分反映出他热爱科学、坚持真理、对祖国科学与建设事业高度负责的优秀品质。

渚沛同志晚年惨遭十年动乱之害和疾病之苦，但丝毫没有动摇他献身祖国科学事业的意志。他利用仅有的几年时间，最后又在和癌疾的斗争中，系统地写出了《发展超高温新化工冶金过程的前途》、《超高温炭热能新技术》、《高炉冶炼磷酸矿制磷过程的基础理论研究》、《高温石球热风炉》和有关农业问题等20余万字的宝贵资料。渚沛同志真正做到了为人民的科学事业鞠躬尽瘁，死而后已。

从叶渚沛同志几十年来所走过的道路，可以看出，他是一位热爱共产党、热爱毛主席、热爱社会主义祖国、热爱人民、坚持真理、热爱科学的优秀的人民科学家。

永远怀念和学习优秀的人民科学家——叶渚沛同志！

1987年7月

目 录

向人民的科学家叶渚沛同志学习! (代序)	严济慈
论在中国采用吹氧转炉方法炼钢问题	(1)
序 言	(1)
钢的大规模生产发展历史的简述	(2)
各种炼钢方法的优缺点	(4)
转炉炼钢法的新发展	(6)
转炉同平炉在经济上的比较	(8)
吹氧转炉之热工计算	(11)
附录: 氧气制造厂	(16)
论强化高炉冶炼过程的基本问题	(18)
序 言	(18)
前 言	(19)
有关高炉产量问题的本质	(20)
一、从热能观点来考虑高炉问题	(21)
二、从化学流体力学的观点来考查高炉问题	(29)
三、高炉产量加倍的可能性问题	(46)
附录一 蒸汽鼓风是增加原有鼓风机容量的一个方法	(52)
附录二 散状固体床层的温度梯度	(57)
科学与社会——科学将往何处去? (节录)	(61)
有没有一种资产阶级科学?	(61)

科学与上层建筑及基础的关系·····	(63)
理论与实际的脱离·····	(66)
苏联科学——它的发展和它的未来·····	(69)
高炉冶炼的发展趋势与“三高”炼铁·····	(72)
高炉达到目前状况的经过·····	(72)
高炉冶炼“三高”理论的形成·····	(75)
中国科学院的原型小高炉及其任务·····	(78)
我们这类中型高炉炉型上的一些优点·····	(82)
关于合理利用包头稀土稀有资源的建议·····	(84)
展望我国高炉冶炼·····	(88)
绪 言·····	(88)
一、未来的高炉尺寸·····	(89)
二、某些技术指标的讨论·····	(91)
三、冶炼强度·····	(91)
四、关于高炉原料性质的几点意见·····	(101)
五、过去和现在高炉操作的比较分析·····	(103)
六、高压炉顶操作与三高的关系·····	(108)
七、高炉喷吹·····	(111)
八、初步结论·····	(116)
我国攀枝花钒钛磁铁矿的综合利用途径·····	(117)
一、钒钛磁铁矿在发展我国钢铁工业中的重要性·····	(117)
二、综合利用工艺流程的考虑·····	(119)
三、高钛钒钛磁铁矿的高炉冶炼·····	(122)
四、回收钒及炼钢问题·····	(130)
五、钒的应用——含钒合金钢、延性钒及钒基合金·····	(134)
六、结束语·····	(138)
钢铁-化肥联合企业在发展我国国民经济中的意义 ·····	(139)
一、引 言·····	(139)
二、利用钢铁企业焦炉煤气生产氮肥的问题·····	(142)
三、发展氧气顶吹转炉及副产优质磷肥·····	(148)

目录

四、结束语	(150)
关于解决我国农业问题的建议	(153)
序 言	竺可桢 (153)
第一部分	(154)
引 论	(154)
统计方面的事实和设想	(156)
解决我国农业若干主要问题的一个可能方案	(161)
半定量农业生物学→农业生物统计计量学	(170)
食物、人和氮素平衡	(182)
“做什么？”(领导可先看本节)	(193)
第二部分	(215)
包尔-威尔柯克斯 (Baule-Willcox) 定律	(215)
以氧气转炉为中心配套地采用新技术发展我国钢铁工业	(235)
高炉冶炼磷酸盐矿制磷过程的基础理论研究	(242)
前 言	(242)
磷矿还原的热力学考查	(243)
炉渣成分变化的动力学(用相图考查)	(248)
从“综合性”观点考查冶炼过程的某些技术方面	(256)
日产 100 吨磷的高炉设计和操作包括某些实际问题的讨论	(263)
附录一 叶渚沛简历	(269)
附录二 叶渚沛著作年表	(270)
附录三 本书所用计量单位与我国法定计量单位的换算关系	(275)
编后记	(276)

论在中国采用吹氧转炉方法 炼钢问题^①

(1955年)

序 言

在我开始写这篇关于用转炉法炼钢的文章的时候，我必须对И.П.巴尔金院士表示敬意。他的来访不仅在中国科学院的历史上，并且也是我们钢铁工业将来的历史上不可忘记的事件。他是一个科学工作的领导者，他在技术上无所畏惧地引导我们去走我们大家都很难看出的道路。他的勇敢是不可动摇的，是建立在清晰的分析上的，建立在完全掌握了经济的现实、科学知识和技术发展趋向的基础上的。他经常谈起采用吹氧转炉来炼钢是引导我们工业发展的正确的途径。巴尔金院士已经把我们钢铁工业的远景大体上划出了轮廓，我这篇文章只不过希望做一些细节问题的补充。

① 这篇文章首次刊于1955年9月号《科学通报》，后刊于1956年第一期《钢铁》上。五十年代中期，我国围绕采用氧气转炉还是平炉炼钢问题，曾展开过激烈的争论。当时，一些苏联专家及有关部门的少数负责人主张优先发展大平炉，认为这是社会主义苏联工业化的正确道路。以叶渚沛为代表的我国不少冶金学家，从节能、节省投资、钢质量等角度出发，则主张大力发展氧气转炉。但这些意见在相当长的一段时间里未受到应有的重视。1955年苏联科学院副院长巴尔金院士访华时，了解到这场争论后，积极支持了叶渚沛等冶金学家的意见，主张发展氧气炼钢，并鼓励叶渚沛写文章，提倡在中国发展氧气转炉炼钢。此文就是在这种历史背景下撰写的。——编者



苏联科学院副院长巴尔金院士与叶渚沛
讨论有关我国冶金发展方向问题

在转炉炼钢这个技术领域内，集中了大量的科学人材，也集中了大量的技术知识和经验。由于第二次世界大战之后，美国的钢板等商品充斥西欧各国的市场，迫使西欧国家发展了种种改进传统的碱性转炉炼钢的方法，这些方法积累的结果形成了炼钢工业上的重大技术革命。近年来能够生产出便宜的氧气的氧气机的问世，是对这个革命的一项重大贡献。卡毕察氧气机的发明是苏联技术科学成就中一个突出的例子（卡毕察院士是一位世界著名的物理学家而不是一个工程师）。

钢的大规模生产发展历史的简述

我们把这个历史时期看作钢的时代，这是很自然的，特别是当我们习惯于以数千万吨甚至有时以一亿多吨来计算钢的年产量的时候。但是如果告诉读者说，钢的大规模生产至今还不到90年

时，也许会使大家惊奇。在那以前，主要的结构材料是熟铁，熟铁价格很贵，并且每年只能生产几千吨。

在炼钢工业革命中，很明显有四个有名的人物，即以其所发明的转炉著名的亨利·贝塞麦，以其蓄热式平炉著名的西门子与马丁，以及以其碱性炉衬及碱性渣著名的斯·格·托马氏。贝塞麦在1856年发明的“吹炼”方法，从各种意义上说，都是一次真正的革命。这在人们的经验中还是第一次，我们能够不用外加燃料，仅靠通过铁水吹入冷空气而能炼出钢来，此法由于无法控制吹炼的准确时间，结果会使钢液过氧化，但是这个困难不久就被马柴特提供的使用“镜铁”（一种高碳锰铁）的方法所克服了。

鉴于各处有大量廉价熟铁废料的存在（因为还没有人了解如何经济地去熔炼废铁），法国的马丁兄弟与英国的西门子兄弟合作，在1863年创造了蓄热式平炉。我所以强调“蓄热”二字，不仅因为它是使平炉成功的最重要因素，而且因为人们看到平炉时，往往会忘记了有很大一部分设备（大的如蓄热室、烟道、换向阀等等），这些设备由于在加料台的下面，因而是看不到的。

第三个重大的贡献就是托马氏的贡献。当时在英国、劳兰（法国）以及其它地方有很大的高磷铁矿没有开发，这是因为没有人知道怎样才能去除磷。历史上记载着这样一件事，1878年，当年轻的托马氏（不过二十几岁）站在有学问的科学家和工程师中间报告他的碱性转炉的发现时，钢铁学会上没有任何人对他有丝毫重视。然而就在几年之内，我们就看到了在德国、卢森堡、比利时建立了炼钢工业，并在英国、美国也有了进一步的发展。德国就因为用了碱性转炉方法而迅速地上升成为一个近代的工业国家。

一个已经高度工业化了的国家（长期生产和使用钢铁），势必会有相当多的可资炼钢的废钢，例如美国铁路每年供应钢厂500万吨到700万吨废钢。美国没有象大劳兰矿那样的高磷铁矿，但是在美洲大陆上有大量可以利用的废钢，自然他们就采取了平炉炼钢的方法。即使在英国，因为含磷的铁矿是贫铁矿而且含硅量

高，此外他们又能够进口足够的廉价外国矿砂甚至生铁（从印度），碱性转炉炼钢的方法实际上是未被采用。仅仅在1934年，随着在考尔比厂（英国）酸性高炉冶炼方法的发展，转炉才又恢复了。但是在西欧，碱性转炉炼钢的方法一直是主要的炼钢方法。据可靠的统计说明，1952年碱性转炉钢在全部钢产量中所占的百分比如下：卢森堡98%，比利时82.6%，萨尔74.7%，法国61.2%，德国43.8%（在第二次大战时曾超过60%）。广泛应用托马氏磷酸炉渣作为肥料，对西欧特别是德国所能维持的农业生产，曾经是作用不小的。

各种炼钢方法的优缺点

对钢的各种大规模生产方法的优缺点的比较能有一些概念，这对于读者来说是有好处的。象意大利这样一个缺乏煤炭和铁矿资源的国家，过去曾采用电炉炼钢的方法，因为电炉适于采用本国和进口的废钢。对于熔炼100%的固体废钢料来说，电炉是最恰当的冶炼设备，这也就是铸钢厂使用电炉的理由。

另一方面，平炉最适于冶炼50%废钢和50%低磷生铁水的炉料，因此在美国和英国就采用了平炉法作为主要的炼钢方法。在珍珠港事变以前的5年内，日本曾进口了约2200万吨废钢以供其平炉炼钢之用。

对于发展平炉的顾虑，就是在美国，这种现象也是不少的。读者会很奇怪，今天在美国是电炉正在和平炉相抗衡（只考虑自己眼前的利润的资本家，他们的头脑是很难理解的）。因为平炉需要更高的投资，热效率低（25%，最高到35%；而电炉在80%以上），大型平炉（每炉产量260吨）的生产率亦较低。以年产量100万吨的容量为例，建设一个平炉冶炼车间约需3000万美元，而同样产量的电炉冶炼车间只需1800万美元。美国资产阶级经济学家的上述估计显然是可笑的，因为炼钢厂以外的发电厂的投资他们却没有包括进去，这一项投资需6000万美元。

因为下一节将讨论酸性转炉炼钢方法最近的发展，这里我们谈的只限于通常的碱性转炉炼钢方法。当生铁含磷量1.5%到2.0%时，用碱性转炉炼钢方法是恰当的，因为维持钢水温度（1600℃或1600℃以上）的热量是由磷的氧化而得来的。除了维持钢水温度外，再剩余下来的热量就很少了，因此只能加入很少的废钢。一个正常的碱性转炉炼钢厂，废钢不超过20%，最多25%。以前，除了用平炉或电炉外是无法利用更多的废钢的，但是转炉使用氧气后，现在这种情况已经完全改变了。

平炉法在精炼低磷生铁时的一个优点是在降碳以前，磷能迅速降低到0.02%，这样就可以保证低含氮量（0.004~0.006%）。即使生铁中含磷0.4~0.8%，用“多次出渣”以使磷降至适当限度的方法，仍是可能，但此时吸收的氮就比较多了，每次熔炼的时间将加长，因而热效率也就降低。

由于精炼时间短，因此在转炉中比在平炉中更容易炼出不合格的钢来。如果磷在1%左右，则尚没有精炼生铁的经济方法，过去我曾经建议在高炉中加入磷矿石或磷酸炉渣（含20% P_2O_5 ）作为“循环炉料”以便使生铁含磷提高至1.8%，这样做，高炉所增加的焦炭，每吨生铁不超过10~15公斤。当然，使用氧气后，各种含磷量的生铁，在技术上或经济上都能够用转炉精炼了。

在中国流行着很多反对碱性转炉钢的偏见，这些偏见多半是不正确的，大多数在国外留过学的中国冶金学者实际上都未曾接触过碱性转炉。很多年以前当我第一次使用碱性转炉钢板时，我就发现其质量很差，因此直到十年前我对碱性转炉钢还有很深的成见，过去上海的商人为了增加利润又曾从比利时和卢森堡进口许多可以被认为是废钢的等外钢（多为碱性转炉钢）。然而大家忘记了，即使国外的平炉钢，因为是加入许多废钢炼成的，也常常含有许多除不掉的残余有害元素，如镍、铜、锡、锌等。

暂时不计转炉钢在成本差别方面的有利条件，转炉钢与平炉钢比较，有一定的优点和缺点。通常的转炉钢（含氮高）受疲劳

载荷时比平炉钢更易损坏，特别在经过冷加工之后，这个缺点对于深冷拉钢丝以及经过冷加工后的薄条和薄板表现得特别显著。这是由于碱性转炉钢一般含氮较高的缘故。当然，使用氧气之后这些缺点是很容易克服的。为使我们的看法不致模糊，我愿意提这样一个问题：在今后10年到20年内，在我们全部钢铁生产中，用作钢丝、钢条和薄板并要在应用时经受严重的冷变形的和加工硬化的钢究竟有多少？我认为这一类钢所占的比重不会很大的。

转炉钢也有一定的特性，例如易于机械加工、有较高的均匀性和热加工性能、快削性、焊接性较好等等，如果特别需要具有刚性时，则含氮高的转炉钢是一种很好的材料，实际上，德国在飞机零件上曾用过一些转炉钢的。有一些特别需要软钢的地方，可用转炉钢，因为转炉钢的含碳量能够降低到很低的限度，这在平炉几乎是不可能的。

无论什么时候当我们谈到转炉钢时，我们立刻会想到其高含氮量这一点，但却忘了电炉钢也常常含有较高的氮（高达0.025%，特别当高电压、长电弧时），而那些用泰尔保持法（一种双联法）炼成的劣质钢中却又常常含氮很低，残余含磷量和溶解的氮量的总和才是引起加工硬化的原因，例如在斯特罗米尔指数 $= [1000(P + 5N)]$ 中所包括的那样——优质平炉钢此指数为40~50，如前所述，对于指数为40~50的优质钢，所需要的数量是非常有限的。

转炉炼钢法的新发展

传统的转炉炼钢法炼出的碱性转炉钢平均含磷0.05%，含氮0.015%。近年来人们曾花费了很大的努力以求改进这传统的方法，争取：（1）降低含氮量；（2）利用加第二次特殊渣法（“精密去磷”法）降低含磷量至极低的数值。控制仪表（如浸入式热电偶、辐射光学高温计等）的新发展对于常常是非常短的鼓风期间的控制将有相当的帮助

由于氧气制造工厂设备进口困难，直到最近巴尔金院士来访之前，我考虑转炉炼钢时大大地忽略了对使用氧气的考虑，虽然我对布拉塞尔特及凯赛尔的活动甚感兴趣，他们都是大胆的技术革新者而且常常在技术事件上具有远大的目光。

虽然这方面的发展还在动荡的形势之中，无论如何，我们对传统的碱性转炉炼钢法肯定地已经有了种种有用的改进，兹分述如下：

一、用普通空气鼓风，添加块矿、铁鳞或石灰石等，得到平均含氮 $0.007 \sim 0.010\%$ 的钢。但终因温度过低不允许加入废钢，其鼓风时间比正常操作缩短 $1 \sim 2$ 分钟。

二、用富氧空气（含氧 $30 \sim 35\%$ ）鼓风，并添加块矿、铁鳞或石灰石。得到平均含氮 $0.005 \sim 0.008\%$ 的钢，消耗氧在30立方米/吨左右。如不加入添加物，可装入冷废钢 15% 。

三、用氧与水蒸气或二氧化碳混合气鼓风，得到平均含氮 $0.002 \sim 0.004\%$ 的钢，在某些情况下其质量甚至比平炉钢更好。比利时与瑞典在改进方法中仍采用了二氧化碳。氧的消耗量为 $45 \sim 55$ 米³/吨钢锭。当氧与蒸汽之比为 $1:1$ 时可以加入固体废钢约 8% 。

四、用垂直喷枪将氧气以超音速射入渣与金属接触面，得平均含氮 0.003% 的钢。这已经不是碱性底吹转炉炼钢法的改进，而是一个新的方法了（见图1）。消耗氧 ~ 50 米³，多余的热量甚高（ $100 \sim 120$ 千卡/公斤钢），以至于能够装入 25% 或 30% 的废钢。至此不仅能够处理含磷 $0.3 \sim 0.4\%$ 的生铁，高磷的铁（ 1.8% 磷）也能经济地得到处理了，特别在同时增加一些熔融的 $\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的条件下。从热能的观点看来不在一部分时间内采用普通空气或富氧空气是没有理由的，只要仍能保持含氮量在 0.005% 以下就可以了。

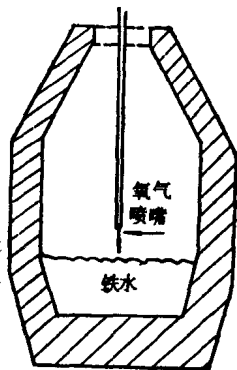


图1 用氧鼓风的转炉