

中国金属学会学术论文集

炼铁、烧结、炼焦合订本

(内部资料 · 注意保存)

鞍山市金属学会

· 1965 ·

中国金属学会学术论文集

炼鉄、焼結、炼焦合訂本

中国金属学会 主編
鞍山市金属学会

鞍山市金属学会

· 1965 ·

中国金属学会于1964年11月在鞍山召开了炼铁、烧结、炼焦联合学术年会。

会议在炼铁方面对高炉强化冶炼、高炉设备、高风温、高炉过程理论研究等问题进行了详细的讨论，并介绍了高炉喷吹煤粉、特种矿石冶炼等有关先进经验及国外炼铁发展动向；在烧结方面对烧结矿的产品质量、烧结过程的强化、球团矿以及其他问题进行了详细的讨论；在炼焦方面对焦炭质量的改进、提高焦炉煤气发生量和发热量的途径、焦炉炉体的维护和焦炉热补新材料以及其他方面的问题进行了详细的讨论，并提出了今后几年内我国炼焦配煤的发展方向。本论文集就是根据这次会议上的论文报告选编整理而成。

本书可供炼铁、烧结、焦化专业工程技术人员阅读参考。

中国金属学会学术论文集 炼铁、烧结、炼焦合订本

1965

中国金属学会 主编
鞍山市金属学会

*

鞍山市金属学会（鞍山市胜利广场）

沈阳新华印刷厂印刷

*

1965年5月沈阳·1965年5月沈阳第一次印刷

印数0001—500·工本费6.70元·

中国金属学会1964年炼铁、燒結、炼焦

联合学术年会紀要

中国金属学会于1964年11月21日至12月1日在鞍山召开了炼铁、燒結、炼焦联合学术年会，出席代表127人，其中：炼铁78人，燒結29人，炼焦23人，列席130人。收到論文142篇，全体會議和专业會議报告50篇，會議由中国金属学会常务理事、鞍鋼副經理馬宾同志主持。

會議期間中国金属学会副理事长、冶金部副部长刘彬同志到会作了关于高炉的操作思想、操作方針及生产斗争和科学实验的群众路綫問題的重要报告，并向与会同志提出了任务，要深入总结这几年来我国炼铁系统生产的各項先进經驗，并研究搞好精料，进一步强化高炉，全面貫徹操作方針的問題。

全体會議和专业會議上听取了下列报告：有关高炉強化經驗总结和今后方向、高炉設備問題、高风温、高炉过程理論研究、高炉噴吹燃料、有关改进燒結矿质量、強化燒結过程、球团矿及其他造块方法、有关焦炭质量、焦炉热工及焦炉维护、炼焦配煤、以及有关当地特殊經驗、工艺改进和国内外动向等方面的报告。

會議还举行了炼铁、炼焦有关問題的座談及由炼铁、燒結专业共同参加的“球团还是燒結？”的座談会，对如何貫徹精料方針以满足高炉強化要求，进一步的沟通消息提高了認識，这是會議的主要收获之一。

此外，三个专业还对感兴趣的問題召开了10次座談会，深入討論了有关的問題，交流了經驗。

會議认为近两年来，我国炼铁生产技术有了很大发展，各項技术經濟指标显著提高，比較先进企业的高炉利用系数已达1.7吨/米³·日左右，焦比550公斤/吨左右（噴吹重油的高炉焦比已降到486公斤/吨）已达到世界先进水平，全国平均焦比約居世界第二位。这些成績的取得是燒結、炼焦、炼铁专业共同努力，搞团体賽的結果，燒結方面增加自熔燒結矿的比例，生产超高碱度燒結矿配合天然矿使用。使高炉少加或不加石灰石，燒結矿成分的波动减少，强度、粒度有了不同程度的改善。已开始注意改善燒結矿还原性和試驗热风燒結等新技术；炼焦方面，焦炭强度有所提高、成分和强度的稳定性有了改善、灰分有了不同程度的降低、已开始进行焦炭整粒。在这些有利条件下，高炉大力提高了风温，改善了操作和上、下部調剂，某些高炉已开始噴吹燃料（主要是噴油），使焦比大幅度降低，生铁质量大大改善，冶炼强度也有所提高。

會議认为：工业革命的高潮即将到来，为实现“两赶”的奋斗目标。我国的炼铁生产力爭在較短時間內赶上世界最先进水平。为此炼铁、燒結、炼焦专业必須發揮大协作精神，应加强团结，密切配合，作进一步的共同努力，搞好团体賽。燒結方面应坚持生产100%自熔燒結矿，在使用部分天然矿的高炉应推广配用超高碱度燒結矿，并研究低碱度与超高碱度燒結矿配合使用。进一步稳定燒結矿成分，应采取切实措施改进燒結矿强度，减少粉末，試驗和推行破碎篩分，燒結矿冷却应过关。并在保证强度的基础上大力改善燒結矿还原性，进一步試驗热风 and 煤气燒結，研究和生产优质球团矿，将超高碱度燒結矿与球团矿配合使用，根据高炉強化的需要，应在保证产品质量的基础上強化燒結生产，炼焦方面应加强扩大用煤基地的研

究，選擇合理的配煤比，力爭降低焦炭灰分，改進配煤操作，進一步穩定焦炭的理化指標，隨着生產的發展，結焦時間的縮短和配煤摻油，應更加注意保證焦炭強度，進一步研究焦炭的破碎過篩和分級，安裝焦炭罐自動稱量裝置，改進焦爐熱工制度和爐體維護，在保證焦炭生產的前提下為農業、輕工業、化學工業提供更多更好的原料，並發生更多的煤氣。煉鐵方面高爐生產應實現較大幅度的強化，應根據具體情況積極提高冶煉強度和降低焦比，這當然以優質和設備安全為前提鞏固目前高風溫的成果，積極試驗和實現 1200°C 以上高風溫，進一步的總結和掌握下部調劑、調節鼓風動能和上下部調劑相結合的經驗，保證高爐的穩定順行，穩定的發展噴吹技術，改進高爐設備，逐步提高爐頂壓力，各專業均應積極推行各項自動化和機械化的措施，大力提高勞動生產率。



中国金属学会副理事长、 冶金部副部长刘彬同志一九六四年 十一月在全国炼铁、烧结、炼焦 联合学术年会上的讲话（摘要）

——根据记录整理

同志们！

你们到鞍钢来开这个炼铁、烧结、炼焦联合学术年会很好。虽然是三个专业，但目标都是围绕高炉。今天我主要围绕炼铁讲两个问题，供同志们参考。

一、关于高炉的操作思想和操作方针问题

钢铁联合企业的生产，大体上可以划分为两个系统。一个是炼铁以上，一个是炼铁以下。炼铁以上是以高炉为主，炼铁以下是以炼钢、轧钢为主。所以把烧结、炼焦、炼铁合在一起开会是很好的。这三个专业是一个整体，有一个核心，这就是炼铁。烧结、炼焦、耐火材料是为炼铁服务的。因此必须依靠炼焦、烧结、炼铁各方面的力量联合起来，共同努力才能提高生产水平。

这次会议，各厂、学校、研究机关负责人来参加，这很好，你们是技术上的负责人，希望你们毫无保留地把经验拿出来，大家取长补短，互相学习，大力协作，进一步解放炼铁生产力，创造炼铁新水平。

十几年以来，中国高炉经过相当艰难困苦的道路，在许多失败中接受了教训，锻炼了技术，培养了一批比较过硬的高炉工作者。他们不比任何先进国家的差。我们的工人、技术人员的高炉操作经验是丰富的，操作技术是过得硬的。近几年来，高炉工作者合作得很好，加强了技术交流，作到了无私的援助，使高炉获得了较大的进步。

在高炉指标方面进步最突出的是焦比。我们的焦比是焦炭灰份偏高的焦比。这两三年来，我们的高炉操作稳定了，即使在比较高的冶炼强度下，也保持了炉况顺行和稳定，生铁质量也很好。这个成绩一半功劳是高炉的，而另一半功劳是选矿、烧结、炼焦、耐火材料和运输部门的。全国各个烧结厂坚持贯彻了高炉的精料方针，烧结矿的化学成分基本上是稳定的，粒度均匀性方面也取得很大成绩，增加了自熔性烧结矿的比例，生产了超高碱度烧结矿等。

炼焦方面，这几年加强了煤源、煤质的调查研究与实验，特别是包钢、太钢等单位发挥了敢于革命、敢于胜利的精神，打破气、肥、焦、瘦的洋框框，贯彻了区域配煤的方针。另外焦炭强度也有所提高，成分和强度的稳定性有了改善，

灰份有了不同程度的降低，并已开始进行焦炭整粒。我们现在大型高炉操作情况大致这样：冶炼强度是中等偏上（1.0~1.1），风温在1000°C以上。苏联前几年是950°C，现在也提高了。高风温操作这一手本领已练起来了，但还要继续练，真正的高风温还在1200°C以上，甚至更高。湿度低了（16~17克/米³），现在不少高炉都使用干风温操作，负荷重了，即焦比低了。我过去来鞍钢，炼钢出问题往往赖炼铁，现在炼钢生铁的质量很好，就没有话好讲了，高炉为平炉创造了好条件，高炉操作观念不是单打一而是比较全面了，生产技术思想方面的片面性也少了。但是还有些方面需要调整，如利用系数、冶炼强度，都还要继续提高。高炉生产是主、客观统一的。主观是高炉操作本身，客观是原料，即选矿、烧结和焦炭。就鞍钢而言，高炉寿命长，一代炉龄一般达八年左右，920米³的高炉一代炉龄，可出铁400万吨以上，这在外国还是少有的。全国不少大、中高炉也有类似情况。炉龄长、出铁多，这是一大成绩，今后对高炉考核，这也是一个重要方面。

所谓全面的操作方针，是高产、低耗、优质、长寿，另一个目标是提高劳动生产率。我们目前的劳动生产率与先进指标相比，还有一段距离，今后要加强管理并逐步实现机械化和自动化，来大大提高劳动生产率。关于焦比问题，有人认为可以高些，我看能够低些还是低些好，因为主焦煤不足；而且焦比低了还可以多出铁。当然，这里有个界限，应当很好解决冶炼强度与焦比关系问题。这不在于概念上的争论，而在于实践，在于科学试验。理论是需要的，但正确不正确要到实践中去证明，不要抓住旧的概念不放。我们要打破旧的观念，到实践中去寻求生产规律。冶炼强度与焦比是多、快、好、省地炼铁的一个重要问题，现在的经验是：在一定的情况下，冶炼强度提高，焦比有略微上升的趋势，但是产量提高了，总的还是经济的。提高冶炼强度也有思想问题，因为工作要紧张一些、紧凑一些，水平要高一些，所以要做思想工作。那么提高冶炼强度，是否可以允许焦比稍为升高一些？我看可以根据科学实验去确定，不必讲死。但是要保持生铁的质量，保持炉子顺行，质量不能下降，炉子不能不顺。这一点必须坚持，不能改变。我们不能追求焦比，应该全面做到优质、高产、低耗。炉顶压力也可以适当提高一些，但是如果提高了炉顶压力，而造成更多的事故，这是不应该的。高风温有了很大的进步，但炉顶高压关还没过，设备还要改进，高压是成功的经验，但到底采用多大压力为最好，要看具体情况，通过试验研究而定。

现在高炉系数较好，操作既稳又顺，这两方面的矛盾统一起来了。同志们可以总结一下，有些什么经验。我看生产较好主要在于三方面：

1. 原料质量改善。这一条不能改变，要坚持下去，烧结、炼焦的同志们要继续努力。

2. 调节鼓风动能。外国一般都重视上部调剂，现在我们是把上部、下部调剂结合起来了。鞍钢已把调节鼓风动能作为调剂高炉的操作制度。高炉操作只有

稳定顺行，才能高产、优质，但不能把稳定、顺行孤立起来。为了稳定、顺行，而不敢加大冶炼强度，这是外国的做法，我们应该辩证地对待这个问题。

3. 这两年高炉工作是扎实了，管理工作有进步，管得严而不死。技术思想是活的，操作要根据实际情况调节，但管理要严，鞍钢搞操作合格率和岗位责任制是高炉的“三八”作风，工长作用较大，经验丰富，责任心强，能独立工作。工作比较深入了，原料条件也比较稳定。

但是高炉还要发展，要有新的创造、革新，吸取国内外一切好的技术，好的经验，变成自己的经验，把我国高炉变成世界上最先进的高炉。目前高炉原料还是个大问题，烧结矿碱度还应提高些，强度更好些，烧结矿应该过筛；焦炭应该提高强度，降低灰份，并且过秤达到数量正确，减少波动。此外还应该探索球团矿的道路，球团矿与高碱度烧结矿混合入炉既可取得较好的还原性，又可得到较好的粒度，特别是包钢的原料更适合搞球团矿。再提高风温，要逐步地改革现有热风炉，这要靠设计、生产、研究部门结合起来，改革现有的热风炉，大修时先改一个，试用得好，再改其他的。研究高炉更重要的问题是研究高炉操作、高炉自动化以及炉顶设备。鞍钢的自动倒短车、自动搬道岔、酸洗冷却壁、遥控开口机等都应该学习推广。本钢、石钢、包钢、重钢以及其他企业也都有很多试验，应该总结，提高、巩固。另一个任务是用两分法的指导思想问问自己，还有什么东西可做，按自己的条件，调动积极性，检查操作思想。要用更高的速度，赶上世界先进水平。目前高炉的理论还不够完整，应该力争上游，使高炉操作既知其然，又知其所以然，进一步提高生产力，创造新的理论，写出中国的“炼铁学”来。现在高炉操作还是靠经验多，理论少。1965年鞍钢高炉利用系数能否达到1.8以上，如果焦炭灰份降低，铁分上升，那还可提高一些。他们提出目标是：焦比550公斤左右， $Si < 0.6\%$ ， $S < 0.025\%$ 。各厂1965年的奋斗目标，要根据具体情况，力争上游，自己去制订。

二、生产斗争和科学实验的群众路线问题

要把高炉生产搞得更好，产量多、质量高，培养出更多的优秀人材，一定要把生产斗争与科学实验结合起来，解决高炉生产中的实际问题。在结合过程中要注意走群众路线。管理生产有许多方法，一种是生产调度、计划，这是行政方法，是守门面、站柜台的方法，这是需要的；第二是群众路线方法，生产斗争是与自然界的斗争，但本身包含了革命——生产力的革命。在生产斗争中要实行政治民主，技术民主，经济民主。例如解决质量问题，首先要政治民主，人人负责，提出问题。阶级斗争也好，生产斗争也好，科学研究也好，都要发动群众，实行领导干部、专家、群众三结合，才能搞好工作。技术民主是要解放思想，大家讨论。技术问题不是一潭死水，是自然辩证法，高炉生产也要集中，要实行民主集中制，不然就乱了。要提高工长的独立工作能力。我们的军队之所以打不

垮，就是一个连、一个排都能独立作战，我们也要培养这样独立工作的工人队伍和技术队伍。鞍钢组织了技术工作队，专门解决生产中的关键质量问题，是一种好办法。技术干部有两种使用方法，一种是岗位使用法，在岗位上当工长、值班长；另一种是专题使用法，即任务使用法，给予专题任务，搞它一两年。技术工作队既搞生产斗争，又搞科学试验，是在生产斗争中、在群众中搞科学实验，解决技术问题。这样，既解决了问题，又培养和锻炼了干部。我们现在的技术干部都分兵把口，而没有拳头，这就不全面。

为了发展高炉生产，就必须提高生产力，就必须培养和锻炼既有理论又有实践经验的人材。当然可以有所侧重，有的人侧重于理论，有的侧重于实践，但不能只有一手，要能文能武。



目 录

64年炼铁、烧结、炼焦联合学术年会纪要..... (I)

中国金属学会副理事长、冶金工业部副部长刘彬同志讲话(摘要)..... (II)

一、高炉强化经验总结及今后发展方向

1. 鞍钢 831 立方米高炉冶炼强化试验总结.....鞍钢炼铁厂、钢铁研究所 (1)

2. 高炉冶炼强度的选择.....鞍钢炼铁厂 成兰伯 (10)

3. 本钢 329 立方米高炉的强化冶炼试验.....本钢第一炼铁厂、中心试验室 (23)

4. 鞍钢1513立方米高炉冶炼强化的经验总结.....鞍钢炼铁厂 (35)

发 言..... (44)

纪 要..... (60)

二、高炉设备问题

5. 国内高炉炉缸炉底问题.....冶金工业部高炉炉体调查小组 (62)

6. 高炉冷却结构的若干问题.....鞍钢炼铁厂 李清珍 (71)

7. 无水炮泥

.....包钢炼铁厂 柯日棍、张布馥, 包钢钢铁研究所 徐广尧、蔡佩真 (78)

发 言..... (84)

纪 要..... (91)

三、关于高风温问题

8. 1100°C 高风温的实践.....本钢二铁厂 张省己 梁光瑞 (92)

9. 1200°C 高风温热风炉设计问题探讨.....重庆黑色冶金设计院炼铁科 (96)

10. 255 立方米高炉热风炉内部结构破损与改进.....武汉黑色冶金设计院炼铁科 (111)

11. 本钢热风炉的破损调查和分析.....本钢中心试验室 胡高强、林贞塘、缪广弟 (126)

发 言..... (139)

纪 要..... (142)

四、高炉冶炼过程理论研究

12. 高炉炉料中粉末在炉喉分布的研究

.....武钢 汤乃武、陈统宗、孙华贤、陈振娟(144)

13. 高炉吹重油时冶炼过程的研究

.....鞍山钢铁公司 蔡化南、王德维、解治经、衣庆祥、彭凤翔(150)

14. 传热传质与高炉喷吹燃料问题.....鞍钢钢铁研究所 王至刚(166)

15. 冶炼强度等因素影响焦比的统计分析

.....鞍钢炼铁厂、东北工学院应用数学研究组(180)

发 言.....(186)

纪 要.....(192)

五、高炉喷吹燃料，特种矿石冶炼，高炉操作改进和国外发展动态

16. 石钢高炉喷煤粉试验.....石景山钢铁公司(193)

17. 冶炼含氟矿石的几个问题.....包钢炼铁厂 徐矩夏、张福云(207)

18. 高炉生铁冶炼情况.....武钢炼铁厂 张寿荣(212)

19. 自熔性烧结矿和焦炭填充炉缸开炉的高炉操作.....鞍钢炼铁厂 李国安(213)

20. 255 立方米高炉使用石灰作熔剂降低焦比的经验(摘要).....上钢一厂(220)

21. 国外炼铁发展动向.....鞍钢技术处 聂荣庆(222)

鞍鋼831立方米高炉冶炼强化試驗总结*

鞍鋼炼鉄厂 鋼鉄研究所

1963年3月至1964年1月,三高炉进行了两次冶炼試驗。目的在于研究冶炼强度和产量、焦比、质量、成本等技术经济指标的关系,高炉冶炼过程的变化,并寻找合理的操作制度。

第一次試驗由1963年3月至7月,燒結矿鉄份为49%左右,冶炼强度由0.806至0.98,利用系数1.378至1.625。第二次試驗由1963年11月至1964年1月,燒結矿鉄份为51%左右,冶炼强度由0.8提高至1.23,利用系数1.378至2.04。两次試驗期間其他条件稳定,并选择各冶炼强度的良好期的資料作为研究数据。

一、基本情况

三高炉是料車式高压高炉,1957年投产,1962年11月中修开炉,炉型和設備完整。該炉有效容积831米³。炉缸、炉腰和炉喉直径分别为6500,7500和5500毫米,炉缸、炉腹、炉腰、炉身和炉喉高度分别为3200,3200,2250,12950和2500毫米。14个风口。四座二通式热风炉,蓄热面积为67.5米²/米³。

低鉄份試驗期始于3月3日,为降低焦比,4日装料制度由3A+2B改为4A+B,7日批重由14吨扩大至15吨,煤气利用大为改善,CO₂%由16.5%升至17%以上,焦比显著降低。由于边沿过重,炉腰部分炉墙結厚,中旬炉况漸趋不稳,崩料增加,下旬失常。經KP等洗炉,4月中旬始漸步入正常,进入中强度阶段。6月初同样采用4A+B,至中旬炉况亦显不順,此两段焦比均較低。至7月試驗中断。11月11日开始高铁份試驗期,迄1964年1月14日一段,尙称順行。后因設備故障产生低料綫,造成大崩料而炉况失常,加以冬季原料紧张,不得已于月末終止了試驗。

两期試驗的阶段划分如下:

阶段编号	低鉄份期				高铁份期				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
日期	3~22/3	3~31/7	1~22/5	25/5~3/6	11~18/11	26/11~5/12	7~18/12	18/12~2/1	4~14/1
冶炼强度	0.806	0.855	0.930	0.980	0.800	0.911	1.020	1.149	1.230
风口	φ130×12	φ130×14	φ130×10 φ160×4	φ160×12	φ130×12	φ130×12	φ130×7 φ160×7	φ160×14	φ160×8 φ180×6

两次試驗均用二燒車間燒結矿和五炼鉄車間焦炭,其成分见表1、2。高铁份期,燒結矿除品位高2%外,MgO高了1%,硫磺也較低。但两期試驗中各阶段燒結矿的物理化学性能

* 参加試驗資料整理者: 炼鉄厂, 成兰伯、刘真、高光春、王潤堂、孙克勤、戴嘉惠、莫燧燧、馬树涵、韓岱玉、李荣江。鋼鉄研究所: 姚其美、邹光庭。范杰良厂长大力支持并亲自指导了这次試驗。

燒 結 礦 成 分, %

表 1

試驗阶段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TFe	48.48	48.97	48.70	49.15	51.20	50.29	51.10	51.10	51.04
FeO	18.0	17.6	18.40	18.10	17.60	17.8	17.8	16.5	17.7
CaO	15.73	15.40	15.65	15.40	13.85	13.91	13.56	13.37	13.41
SiO ₂	13.19	12.75	13.15	12.84	11.8	11.57	11.24	11.2	11.2
MgO	2.52	2.49	2.49	2.47	3.47	3.48	3.55	3.50	3.58
S	0.065	0.079	0.076	0.072	0.038	0.046	0.043	0.044	0.04
CaO/SiO ₂	1.19	1.21	1.19	1.20	1.18	1.20	1.20	1.20	1.20

焦 炭 質 量 指 标

表 2

試驗阶段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
灰分, %	14.46	13.95	14.05	14.33	14.14	14.24	14.30	14.38	14.36
揮发分, %	0.65	0.83	0.84	0.86	0.84	0.84	0.84	0.85	0.86
硫, %	0.57	0.56	0.56	0.56	0.54	0.55	0.53	0.55	0.55
水分, %	2.97	3.16	3.26	2.92	3.35	2.69	2.88	2.84	2.84
轉 鼓 (公斤)	323	322	324	323	327	326	329	331	329
鼓 外 <10毫米	42	49	47	50	43	44	40	38	40

基本稳定。燒結强度轉鼓指数20~25, <5公厘的粉末經机械篩分为10~14%。

高铁份期焦炭强度較好, 轉鼓指数較前期高4~6公斤, 鼓外<10毫米者少3~7公斤, 但两期各試驗阶段的焦炭质量基本稳定。

二、試 驗 結 果

不論低铁份或高铁份試驗期, 随冶炼强度提高, 产量和利用系数提高了, 焦比有所上升, 生铁质量合格率均100%, 但生铁含硅、硫略有升高; 作业率无明显变化; 成本則有所降低(表3)。

試驗各阶段主要技术經濟指标

表 3

試 驗 阶 段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
冶炼强度, 吨焦/米 ³ 日	0.806	0.855	0.920	0.980	0.800	0.911	1.020	1.149	1.230
日产量, %	100	102.44	112.6	118	100	115.8	127.3	140.8	149.5
利用系数, 吨铁/米 ³	1.378	1.413	1.540	1.625	1.383	1.575	1.740	1.924	2.040
焦比, 公斤/吨铁	574	589	589	591	563	569	573	587	588
校正焦比, 公斤/吨铁	564	580	588	592	562	568	584	591	595
质量合格率, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100
[Si], %	0.699	0.693	0.680	0.705	0.643	0.714	0.718	0.700	0.718

續表 3

試驗阶段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[S], %	0.031	0.027	0.034	0.039	0.032	0.023	0.027	0.033	0.033
作业率, %	99.6	99.86	99.99	99.86	100	99.99	99.99	100	99.99
成本, %	100	100.25	100.27	100.35	100	99.36	98.79	98.66	98.50
焦炭负荷, 吨/吨	3.49	3.37	3.44	3.43	3.33	3.28	3.20	3.16	3.14
石灰石, 公斤	27.11	28.44	30.29	41.21	5.26	0	0	14.0	18.3
渣量, 公斤	713	691	710	701	628	619	588	597	601
煤气灰量, 公斤	15.82	30.95	23.05	32.04	29.70	31.6	29.80	28.80	21.40
风压, 公斤/厘米 ²	1.374	1.360	1.356	1.376	1.225	1.30	1.314	1.42	1.50
炉顶压力, "	0.05	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.58
炉顶温度, °C	372		410	429	403	432	453	428	429
风温, °C	1034	1090	1098	1104	1098	1100	1080	1052	1049
湿分, 克/米 ³	18.0	31.5	24.3	26.6	19.6	18.27	20.14	19.68	21.37
煤气中CO, %	17.16	16.87	16.58	16.81	17.14	16.77	16.75	16.66	16.36
悬料, 次	0	1	1	1	0	0	0	0	0
崩料, 次/日	0.25	0.10	0.41	1.45	2.0	0	0	1.31	0.73
风口破损, 个	0	0	0	0	0	0	0	0	0
渣口破损, 个	1	0	0	1	0	1	1	0	1

1. 产量: 低铁份期强度由0.806至0.98提高了22%, 产量增长了18%; 高铁份期, 强度由0.8至1.23提高了54%, 产量增长了49.5%。

2. 焦比: 各期焦比用热平衡数据校正。有关整理数据见表4。

高铁份期冶炼强度由0.8至1.23, 强度每提高10%, 平均约升高焦比 *1.09%; 低铁分
期强度由0.8至0.98, 强度每提高10%升高焦比2.5%; 但第一阶段强化过强, 焦比偏低, 随
后引起炉况失常, 不能认为正常。因此以第二阶段0.855, 和第四阶段0.98比较, 则强度每
提高10%, 焦比升高1.41%左右。

各期热平衡计算数据整理表

表 4

試驗阶段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
冶炼强度, 吨焦/米 ³ 日	0.806	0.855	0.930	0.980	0.80	0.911	1.020	1.149	1.230
焦比, 公斤/吨	574	589	589	591	563	569	575	587	588
校正焦比, 公斤/吨	564	580	588	592	562	568	584	591	595
碳素利用率, %	58.21	57.89	57.10	57.63	58.25	57.63	57.76	57.59	56.89
热量利用率, %	81.16	80.01	80.16	79.52	81.52	81.24	80.0	79.50	79.88
直接还原度, %	42.15	39.98	42.96	41.03	46.17	47.90	45.62	45.69	45.80
煤气利用率, %	41.49	40.69	39.94	40.52	40.97	39.95	40.03	39.70	39.02

* 均指校正焦比, 下同。

續表 4

試驗阶段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
氫利用率, %	45.13	39.70	40.96	44.82	44.41	39.48	36.70	40.15	43.35
煤气成分CO ₂ , %	17.16	16.87	16.58	16.81	17.14	16.77	16.75	16.66	16.36
CO "	24.22	24.53	24.91	24.63	24.79	25.22	25.03	24.91	25.34
H ₂ "	1.28	2.01	1.54	1.64	1.27	1.28	1.46	1.34	1.89
CH ₄ "	0.29	0.30	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20
N ₂ "	57.05	56.29	56.62	56.62	56.50	56.43	56.46	56.79	56.61

热平衡計算指出, 冶炼强度提高后, 煤气利用变差, 碳素利用率下降。但是热量利用率也稍差, 主要是热平衡支出项中其他损失增加。如第二期实际测定, 冷却水带走热量并不是随产量增加而成比例减少的。

3. 质量: 两期試驗的各个不同强度阶段, 均冶炼了优质生铁。两期中各阶段的入炉硫量, 造渣性能和其他条件基本相同, 炉内脫硫能力, 一般随冶炼强度提高而下降(表5)。为了保证生铁质量, 强度较高时, 因炉温波动较大而稍提高了炉温, 故生铁含Si有所升高。

各試驗阶段脫硫能力的比较

表 5

試驗阶段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
液 量, 公斤	713	691	710	701	628	619	588	597	601
入炉总硫量, 公斤/吨	4.22	4.70	4.38	4.22	3.86	3.82	3.78	3.28	3.94
生 铁									
Si, %	0.699	0.693	0.680	0.705	0.643	0.714	0.718	0.700	0.718
S, %	0.031	0.027	0.034	0.039	0.032	0.023	0.027	0.033	0.033
炉 渣									
CaO, %	43.43	43.84	43.65	43.63	40.98	40.11	40.04	40.46	40.35
SiO ₂ , %	40.54	40.02	40.22	40.40	39.57	39.63	39.80	39.62	39.59
Al ₂ O ₃ , %	6.99	6.85	6.81	6.71	6.67	7.06	7.34	7.33	7.22
MgO, %	6.95	7.16	7.21	7.81	10.43	10.76	10.88	10.90	11.00
FeO, %	0.45	0.44	0.44	0.49	0.53	0.53	0.57	0.58	0.52
S, %	0.73	0.75	0.71	0.71	0.59	0.67	0.71	0.72	0.67
CaO/SiO ₂	1.070	1.094	1.086	1.082	1.035	1.005	1.006	1.020	1.016
$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2}$	1.241	1.274	1.265	1.258	1.30	1.28	1.28	1.30	1.29
LS	23.49	27.81	20.91	18.10	21.55	30.21	26.79	22.22	22.42

第一、五阶段低冶炼强度时, 脫硫能力亦較差, 这与当时边沿过重, 順行稍差, 同时堵两个风口, 炉缸均匀性差些有关。

在同样的冶炼强度时, 高铁份期炉渣脫硫效率較高, 可能与炉渣含MgO高3%, $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2}$ 較高有关。

4. 成本: 冶炼强度提高, 产量增加, 每吨铁的車間費用和动力費用显著降低, 此外每吨铁发生的煤气热值增加, 均使成本降低。焦比升高則影响成本升高。二者相抵一般成本是

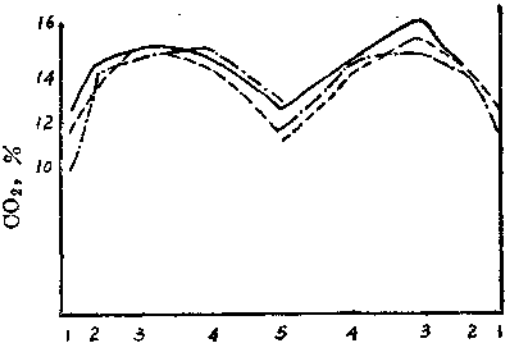
降低的。如高铁份期每提高强度0.1，成本平均約降低0.4~0.5%。低铁份期因第一阶段焦比过低，故随后阶段成本反略有升高。如以第二阶段为基础与第四阶段比較，成本也降低0.6%。

三、高炉冶炼行程和操作調剂

試驗期間的操作方針是：在保证順行，充分利用煤气能的基础上提高冶炼强度。主要方法是：按照試驗計劃，分段扩大风口面积，相应增加风量和控制合理的气流分布。

1. 高炉冶炼行程

冶炼試驗过程中，除3月下旬至4月中旬及6月中旬有两次較严重的失常外，其他时期冶炼行程良好。气流分布合理，炉頂和炉喉溫度稳定，波动范围在100°C以内，炉缸工作也



图例：——冶炼强度为0.806
----- " 0.924
- · - " 1.002

图1 低铁份試驗期煤气曲线

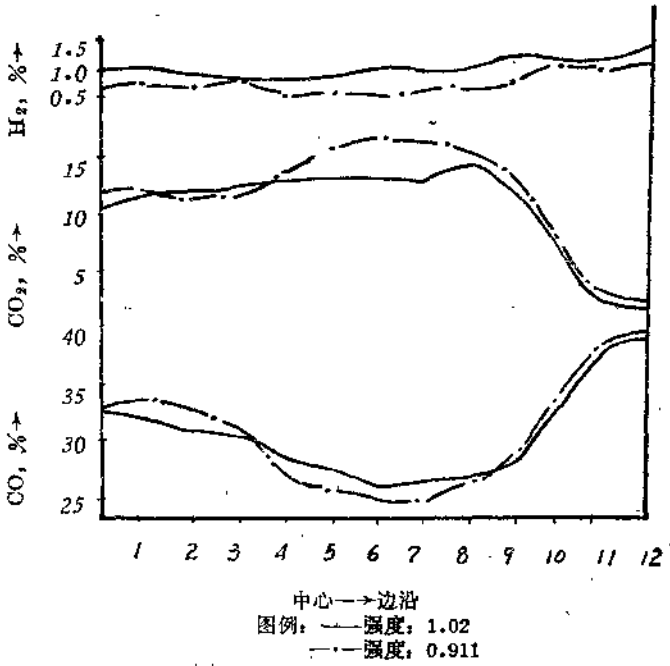


图例：——冶炼强度为0.800
----- " 1.020
- · - " 1.230

图2 高铁份試驗期煤气曲线

基本上稳定，均匀和活跃；炉况順行，崩悬料很少，风渣口亦无破损，冶炼指标良好。各阶段比較起来，第一、五、九阶段順行稍差，崩料稍多。第一、五期因边沿負荷过重，第九期冶炼强度較高，当时原料緊張槽存較差，装料工作跟不上，有时低料綫影响順行，該段后期曾將炉頂压力提高至0.6~0.7公斤/厘米²。

各阶段炉内气流分布，炉喉煤气呈平峰式曲线，CO₂%一般边沿和中心相近。冶炼强度提高时，边沿CO₂%下降，高铁份期中心反有所升高，总的CO₂%曲线水平一般相应下降，煤气利用稍差(图1, 2)。炉身取样数据不全，但从六、七阶段炉身曲线(图3)分析，炉身中



中心→边沿
图例：——强度：1.02
----- " 0.911

图3 炉身中部煤气曲线

部（距风口12305毫米）CO₂%曲线亦具同样趋势。与另一阶段炉身下部（距风口9292毫米）CO₂%曲线对照分析，说明炉身下部以下还原过程已有适当的发展，至炉身上部仍在进行（表6）。此外炉身中下部边沿CO₂%特低（0~1.8%），中心较高（1.7~12%），可能自炉身中部以下，炉墙侵蚀严重，由于炉料再分布等关系，边沿焦炭多而气流发展之故。

测量数据（表7）及日常观察表明：炉缸工作状况基本良好，如上下渣温足够而均匀，风口工作和进风量基本均匀，铁水温度在1350°C以上。

从各阶段分析：冶炼强度由0.8至1.0，渣铁温度基本上是升高的，在1.0以上则有所降低。说明炉缸温度较前低了，尤以第九段下渣温度降低较多。

炉身煤气成分,%表6

取样点（由中心至边沿）			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
炉身上部	第六阶段 (强度0.911)	CO ₂	14.7	15.5	17.7	18.8	18.3	17.3	16.3	15.0	11.3	9.3	—	—	—	—
		CO	28.9	27.7	24.8	22.6	22.8	23.3	24.7	25.4	29.2	31.7	—	—	—	—
		H ₂	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	—	—	—	—
	第七阶段 (强度1.02)	CO ₂	14.9	15.0	17.3	17.8	17.7	16.5	16.1	13.4	9.5	8.4	—	—	—	—
		CO	29.1	28.7	24.1	23.3	23.0	23.4	24.6	26.9	31.1	31.9	—	—	—	—
		H ₂	0.9	1.1	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.1	1.2	1.0	—	—	—	—
炉身中部	第六阶段 (强度0.911)	CO ₂	12.0	11.6	11.8	12.0	13.6	15.4	16.5	16.2	15.5	13.5	7.3	2.4	1.8	—
		CO	33.0	33.7	32.8	31.0	26.7	25.5	24.7	24.8	26.5	28.2	34.3	38.3	38.9	—
		H ₂	0.7	0.7	0.7	0.8	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	1.1	1.0	1.1	—
	第七阶段 (强度1.02)	CO ₂	10.7	11.5	12.0	12.3	12.7	13.0	13.3	13.0	14.5	11.9	7.3	1.8	1.5	—
		CO	32.7	32.1	30.9	30.6	28.5	27.7	25.9	26.2	26.8	28.1	33.1	37.8	38.7	—
		H ₂	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	1.2	1.4	—
炉身下部	另一阶段 (强度1.048)	CO ₂	1.7	4.7	6.6	9.7	11.1	11.3	11.2	11.1	11.3	11.5	7.6	1.2	0	0
		CO	38.0	37.8	35.4	32.5	38.0	29.3	29.7	28.4	28.3	29.3	32.7	39.5	40.8	40.2
		H ₂	1.5	1.6	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.4	0.6	0.4	0.8	0.8	0.8	0.6

各阶段炉缸工作状况有关数据表7

试验阶段	1	2	3	4	5	6	7	8	9
冶炼强度,吨焦/米 ³ 日	0.806	0.855	0.930	0.980	0.800	0.911	1.020	1.149	1.230
鼓风动能,公斤·米/秒	6360	5180	5240	5550	6760	6140	5330	4870	4430
氧化带长度(按CO ₂ 2%)	—	1230	1300	1350	1060	1080	1160	900	—
氧化带长度(按O ₂ 1%)	—	1000	1100	1120	680	800	840	740	—
炉缸中心温度,°C	—	1432 (1400-1484)	—	—	—	—	—	—	—
铁水温度,°C	—	1370	1350	—	1356	1376	1382	1362	1362
上渣温度,°C	—	1472	1480	—	1470	1476	1471	1465	1458