

48817

中国金属学会学术论文集

炼铁文集

(内部资料 · 注意保存)

下 册

中国金属学会炼铁学术委员会

• 1979 •

T35-10
2
202

1611/63

1979年中国金属学会炼铁年会论文集(下集)

目 录

设备和设计

1. 论大型高炉现代化改造.....	1
2. 对高炉三大指标的探讨.....	6
3. 高炉设计不宜定型化.....	14
4. 大高炉生产能力确定.....	19
5. 从高炉炉内阻损与透气性探讨大型高炉炉顶压力设计.....	26
6. 双钟一阀式高炉炉顶和料垫自生式大钟.....	34
7. 高炉钟式炉顶装料装置的改进.....	40
8. 高炉“四钟一阀”高压炉顶设备的设计.....	54
9. 高炉料钟料斗的新型堆焊材料.....	59
10. 高炉喷吹煤粉工艺设计简要说明.....	67
11. 试论高炉喷煤煤粉制备的合理工艺.....	69
12. 试论高炉喷吹烟煤的安全制备.....	73
13. 高炉喷煤计量的改进.....	77
14. 武钢2*高炉脱湿鼓风设想.....	79
15. 热风炉陶瓷燃烧器的研究和应用.....	84
16. 1300℃高风温内燃式热风炉结构的探讨.....	92
17. 1300℃高风温内燃热风炉.....	99
18. 探讨雷戈文蘑菇穹顶曲线.....	108
19. 高炉结构的演变与破损——探讨炉身脱落与汽化冷却.....	118
20. 武钢一号高炉长寿经验及有关问题探讨.....	126
21. 酒钢高炉炉体侵蚀分析.....	135
22. 鞍钢高炉汽化冷却问题.....	144
23. 高炉汽化冷却系统烧漏后的自动报警及其高炉汽化冷却模拟试验装置.....	152

科研与特种冶炼

1. 软熔带对高炉强化冶炼的影响.....	155
-----------------------	-----



790057

2. 关于高温区域热平衡计算的讨论.....	163
3. 高炉布料规律(统一布料方程).....	172
4. 凹山矿区钒钛共生铁矿的高炉冶炼特点探讨.....	178
5. 高炉冶炼含钡镜铁矿.....	183
6. 含硼矿渣性能的研究.....	191
7. 凤城硼铁矿冶炼性能试验小结.....	200
8. 电炉冶炼钒钛磁铁矿.....	208
9. 钛渣变稠特性及粘稠层对炉缸工作的影响.....	212
10. 含 TiO_2 炉渣高炉冶炼.....	218
11. 铁锰矿铁锰分离新工艺(后江桥铁锰铅锌矿竖炉铁锰分离试验).....	221
12. 高炉冶炼硅锰合金试验.....	227
13. 高炉冶炼硅铁试验及其现实意义.....	231
14. 冶金还原气催化剂的研究.....	236
15. 回转炉法金属化球团在我国的进展.....	243
16. 包壳矿煤球团烧结法直接还原.....	252
17. 流态化直接还原制取铁粉.....	258
18. 钒钛磁铁矿 5 米 ³ 直接还原试验竖炉设计.....	265
19. 高炉气流压强梯度场研究及其理论和实际意义.....	269
20. 高炉数学模型——热状态方程式.....	275
21. 碳砖炉缸炉底热侵蚀的数学模型.....	280
22. 斜坡炉还原培烧赤铁矿粉的试验和研究.....	286
23. 煤气自动分析在高炉上的初步应用.....	292
24. 碱金属在高炉内收支平衡概况.....	296

论大型高炉现代化改造

武汉钢铁设计研究院 银 汉

我国现有1000~2500米³的大型高炉二十七座,总容积约37350米³。这类高炉是当前炼铁的主力,但大都是五十年代的装备水平,存在着阻碍生产发展的薄弱环节,必须实行现代化的技术改造。

怎样进行改造?预期效果如何?谈点看法探讨。

一、大型高炉的薄弱环节

1. 精料基础薄弱

高炉精料的“高、熟、小、净、匀”予处理技术尚未全面落实。高炉渣量约500~700公斤/吨铁,烧结矿中粉末和FeO含量达20%以上,Fe±2~3%以上,现代的原燃料混匀和整粒设施还是个空白。这就是高炉料柱的透气性与还原性难以根本改善的根源。

2. 高压水平较低

马基式双钟炉顶及热矿入炉将炉顶压力限制在0.6~1.0公斤/厘米²的水平,大钟的平均寿命仅两年左右,高压操作效能没有充分发挥。适应高压长寿的钟阀型或无钟型炉顶尚未取得经验。

3. 风温水平不高

考贝式内燃热风炉难满足高温长寿的要求,平均风温只1000~1050℃左右。

4. 出铁场能力不足

单铁口配固定式主沟的出铁场和采用小容量渣(16.5~17米³)、铁(100~140吨)罐车的运输方式,不利于及时出净炉内的渣铁,高炉日产量被束缚在2500~3000吨左右。

5. 炉型结构陈旧

细长风口少的炉型以及炉身下部粘土砖内衬等结构,不利于高炉的强化与长寿。

6. 炉喉布料单调

固定炉喉的大钟布料方式以及小料批的装料制度,不能满足高炉操作的基本环节就是控制煤气流,以求充份利用煤气能量,组成透气性好的料柱和保护炉衬的要求。

上述主要问题影响到现有高炉设备能力的充份发挥。1978年六座1200~2580米³高炉的平均利用系数仅1.55吨/米³·日,燃料比563公斤/吨铁,详见表1。

几座大型高炉1978年平均生产指标

表 1

厂 名	首 钢	武 钢	本 钢	鞍 钢		
炉 号	1	3	4	5	10	7
高炉容积, 米 ³	1200	1513	2516	2000	1805	2580
炉缸直径, 米	8.08	8.6	10.8	9.8	9.4	11
利用系数, 吨/米 ³ ·日	1.976	1.541	1.526	1.502	1.432	1.308
冶炼强度, 吨/米 ³ ·日	0.866	0.832	0.839	0.776	0.734	0.684
焦 比, 公斤/吨铁	431	524.4	526.3	494	503	500
油 比, 公斤/吨铁	31	41.1	40.5	43.5	33	56
煤 比, 公斤/吨铁	90	—	—	—	34	5
燃 料 比, 公斤/吨铁	540.2	573.7	574.9	546.2	569.8	571.2
矿石含铁量, %	57.21	55.35	54.87	55.62	51.93	52.63
熟 料 率, %	99.51	78.17	86.37	100	96.7	96.2
焦炭灰份, %	12.86	13.5	13.5	13	13.44	13.38
风 温, ℃	1056	1053	1029	1067	999	1026
炉顶压力, 公斤/厘米 ²	0.68	1.11	1.11	0.67	0.60	0.83
炉顶煤气中CO ₂ 含量, %	15.8	16.05	15.6	14.7	14.8	15.2

二、大型高炉的改造方针

高炉现代化改造应根据现代炼铁技术的发展方向并结合我国的资源特点、经济状况、技术水平等条件来研究制定技术改造政策, 要讲究技术经济效益。

高炉原样大修势必冻结技术的发展, 无异于复制古董, 高炉彻底更新必然耗费大量资金、影响生铁产量, 不合当前国情。

因此, 在“六五”或者稍长的时期, 有计划的利用高炉大修良机, 在充份使用现有高炉设备、结构的基础上, 针对生产中存在的薄弱环节, 采取“以精料为基础, 以节焦为中心, 充份挖掘高炉设备潜力, 尽快发挥投资效果”的方针, 对生产条件较好的大型高炉优先进行现代化改造, 则是经济而有效地节焦增铁的途径。

高炉生产以精料为基础, 这是任何高炉工作者都清楚的。当前除了继续经济地提高原燃料品位、推广生产高碱度烧结矿外, 还必须消除入炉料未经整粒、混匀的落后状态。

武钢高炉使用槽下再次筛分的烧结矿的效果显著，每筛除粉末1%可以节焦0.33~0.46%和增铁2.3~2.36%。国外对原料混匀效果作了研究，欲控制生铁[Si]±<0.05~0.1%，需烧结料Fe±<0.31~0.63%；将烧结料Fe从±2%降到±0.2%，即可将生铁[Si]的均方差由±0.3%减少至0.03%，又能节焦、增铁各6.1%。

法国对托马斯生铁的质量标准作了0.25≤[Si]≤0.45%的严格规定，这对现代化混匀料场的建设，以及提高生铁质量与降低焦比方面均起到促进作用。

高炉操作以节焦为中心，不仅是节能的需要，而且是最经济的挖潜途径。

高炉生产能力亦可以下列方式表示：

$$P = \frac{Q_s \times 1440}{FR \times q_b} \quad (1)$$

式中：P—高炉生产能力，吨/日； Q_s —入炉风量，标准米³/分钟；FR—燃料比，吨/吨铁； q_b —燃料耗风量，标准米³/吨燃。

在具体冶炼条件下，高炉风机的有效能力(Q_s)代表着高炉设备系列的能力，因为它决定了送风管网、热风炉容量、煤气净化管以及装料和渣铁处理系统等设备的能力。而单位生铁的耗风量($FR \times q_b$)则取决于原燃料条件与操作技术水平。

高炉入炉风量 Q_s （或设备能力）一定，高炉的生产能力P与燃料比FR和单位燃料的耗风量成反比；而单位燃料的耗风量又随燃料比的降低而降低。根据日本高炉的生产数据统计，单位燃料耗风量与燃料比关系的经验式为：

$$q_b = 2400FR + 1285 \quad (2)$$

以武钢采用K-4250-41型鼓风机的高炉设备系列为例，在入炉风量3000标准米³/分钟的设备条件下，若将燃料比从600降到500公斤/吨铁，则高炉的日生产能力相应地由2643吨增至3475吨，挖潜30%以上。

从高炉挖潜的途径与效果看，每降低燃料比1%可增铁1.82%；而每提高冶炼强度1%充其量增产1%。

所谓充份挖掘高炉设备潜力，主要是指在改善料柱透气性与降低燃料比的同时，让以高炉风机为龙头的高炉设备系列能满荷运载，以求尽快发挥投资的经济效果。

高炉容积所涉及的高炉本体投资仅占高炉系统总投资的15%，而高炉系统的各种辅助装置的能力却在很多情况下由于高炉不具备强化冶炼的条件出现了过剩的潜力。这类高炉就应该在改造时扩大容积以强化设备利用，追求占高炉系统总投资85%的利用率。

在原料和装备水平不同的情况下，高炉容积的大小及其利用的系数的高低，不应视为衡量高炉能力和操作优劣的刻板尺度。因此，高炉容积大小的选择，只应做为调节高炉料柱透气性与设备能力之间相互协调的杠杆，不能成为束缚高炉生产能力尽快发挥的锁链。

三、大型高炉的改造标准

大型高炉现代化改造应以实现利用系数0.5米³/吨·日, 燃料比0.5吨/吨铁, 生铁含硅0.5%的国际平均先进水平为标准。对于被迫采用大渣量(700公斤以上)冶炼的高炉, 则应扩大容积30%左右, 使其绝对产量达到上述标准。

高炉近期采用渣量约500~700公斤/吨铁的原燃料条件下能否将燃料比降低到500公斤? 理论和实践的回答是肯定的。

利用B.Г.ВОСКОВОИНИКОВ的焦比计算式, 可以预测这种可能性:

$$K = 1150 + 50(Si + Sk) + 5A_K + 2.5B_m - 10Fe_{KOH} - 0.1t_d - 1000S - 0.8pr - 2.5\eta_m(3)$$

式中 Si, S——生铁中硅, 硫含量, %;

Sk, AK——焦炭中硫, 灰份含量, %;

B_m——含铁原料中粉末含量, %;

Fe_{KOH}——精矿品位, %;

t_d——风温, °C;

Pr——天然气喷吹量, 米³/吨铁;

η_m——炉料金属化率。

对于1000~2500米³的大型高炉经过现代技术改造后, 一般可以达到燃料比低于500公斤需要的以下冶炼条件:

Si	Sk	AK	B _m	Fe _{KOH}	t _d	S
0.5	0.7	13	5	64	1200	0.03

法国高炉由于洛林鲕状褐铁矿难选而被迫采用大渣量冶炼达到低燃料比的生产实践, 能够证明这种现实性。特翁维尔(Thionville)厂炉缸直径8米的高炉, 长期采用熔剂性洛林烧结矿冶炼(TFe43.98%, FeO9.07%, 氧化度94.65%, 粉末量<3%), 在渣量827公斤·风温1089°C·高压1.17公斤/厘米², 炉顶煤气中CO₂17.5, 温度99°C以及炉渣碱度(CaO/SiO₂)1.3的操作条件下, 达到了年平均日产量2097吨, 焦比488公斤(焦炭灰份9%)、燃料比530公斤, 生铁中[Si]0.4%·[S]0.04%的优异水平, 为我们在近期的渣量500~700公斤的不利条件下实现高炉现代化改造所期待的三个0.5的标准, 提供了可资借鉴的经验。

四、大型高炉的改造内容

大型高炉的现代化技术改造应围绕以改善料柱的透气性和降低燃料比为重点来进行。

1. 改造或新建原料中和场

设置以高效能堆取料机装备的混匀料场, 对整粒后的块矿和含铁烧结料实行混匀, 为生产冶金性能好的高碱度烧结矿和整粒块矿的化学成分稳定到Fe±<0.5%, CaO/SiO₂±<0.05的水平。

2. 加强原燃料整粒系统

对烧结矿, 块矿和焦炭, 分别按入炉粒度5~50, 8~25, 20~80毫米进行切头去尾地整粒, 均化粒度组成。

3. 矿槽下再次筛分

在高炉矿槽下采用带式运输机取代称量车,对入炉料再次筛分,以保持小于5毫米的粉末含量在3~5%以下,这对改善料柱上部的透气性和稳定高炉的热制度是有利的。

4. 改造马基式双钟炉顶

在现有马基式布料器上部增设第二均压室和密封阀,并按大料批装料制度的要求来扩大装料设备的容积,以利将炉顶煤气压力提高到1.5~2.0公斤/厘米²,大钟寿命在高炉一代活用以及建立稳定的煤气流和熔触层塔式结构等需求。

5. 增设炉喉布料板(环)

为有效地控制炉内煤气流以提高炉身工作效率和力争取消高炉的传统中修,在钟式炉顶上采用变径炉喉或上下可调的布料环是必要的。国外甚至应用于炉缸直径6.5~8.5米的高炉上亦收到节约焦比25公斤的效果。

6. 扩大炉缸直径和增加风口数目

高炉冶炼的强化程度,归根结蒂要受料柱透气性的制约。而影响透气性的因素中除原料和工艺操作诸因素外,高炉的横向断面及风口数目与面积,也是个不能忽视的结构因素。合理采用适应目前高炉料柱透气性的大炉缸,多风口,小风口炉型,有利于增加入炉风量和炉缸工作的均匀活跃。对于1000, 1500, 2000, 2500米³的高炉,宜分别按炉缸直径8, 9, 10, 11米和风口数目22, 24, 26, 28个进行改造。此外,在炉身下部应研究采用碳化硅或高铝质内衬,以利高炉延年益寿。

7. 增加铁口数目

在现有大型高炉出铁场基础上应增设第二出铁口和炉渣粒化装置,以便能即时出净炉缸内的渣铁,提高炉缸的透气性。苏联切钢的1000米³高炉改用双铁口后,生铁的日产量从2300吨增长到2700~2800吨。

8. 改造考贝式热风炉

将普通考贝(内燃)式热风炉改造为具有蘑菇型硅砧炉顶,燃烧室隔墙内设置绝热密封层和陶瓷燃烧器的高温内燃式热风炉,以适应风温1200℃以上的结构要求。根据需要采用“余热法”将助燃空气予热至700~800℃,以解决燃烧高炉煤气的热值不足问题。亦可增建小型热风炉作为助燃空气的予热器。

五、大型高炉的改造效果

对我国现有27座1000~2500米³高炉实行现代化的技术改造,估计需要8亿元的改造费用(不包括大修费)。有计划的利用高炉大修之机完成这种改造,不仅将为我国现有的大型高炉实现三个0.5的生产水平和形成相当于9座4000米³级现代巨型高炉的年产生铁2600~2700万吨的生产能力创造了有利条件,而且为今后新建的现代化巨型高炉的建设与生产进行了技术储备。换言之,只用新建两座4063米³高炉4亿美元投资[的38%,即可收到其年产生铁600~650万吨的改造效果。

对高炉三大指标的探讨

北京钢铁设计研究总院

冯捷 马魁铎 谢长溶

一、前言

人们对指标的认识是一个重要的问题。许多事实证明,如果认识上出了偏差,就会给高炉生产和建设带来问题、浪费,甚至造成巨大的损失。过去的“大风”就是一个例子。近来又有一种追求利用系数的倾向。大家知道利用系数是一个衡量高炉有效容积利用程度的指标,没有评价高炉有效容积选择得是否合理的内容。用它来评定生产高炉是有一定意义的。若把它当作选择炉容的标准,那么就很难避免会把人们的思想引入歧途,从而造成重大的损失。因此在大量新建和改建高炉之前,大家来讨论一下还是很有必要的。本文根据指标的关系式,(1)式,和国内所得的*i-c*曲线图象,分一定冶炼条件和条件不断改善两种情况,对生产高炉($V=a$)和新建高炉($V=x$)指标的作用和它们与产量的关系进行探讨,从概念上得出一些如何正确运用指标的初步认识。想起一点抛砖引玉的作用。主要是希望同志们从各方面对这几个指标进行分析、讨论,以求得出一个比较全面、正确的认识。从而避免今后再走弯路给我国的四个现代化带来不利的影响。至于文中片面和错误之处,欢迎批评指正。

$$P = KV = \frac{i}{c} V \dots\dots\dots (1)$$

式中: P —日产量, K —利用系数, i —综合冶炼强度, c —综合焦比, V —高炉有效容积。

国内出现的*i-c*曲线图象有:

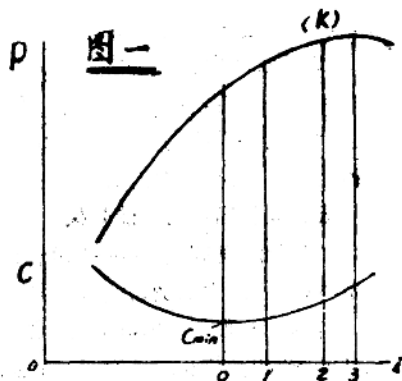
1. 锅底形: $\left| \frac{dc}{di} \right|$ 先由大变小, 后由小变大。
2. 斜线形: 两头同上, 中间 $\frac{dc}{di} = a$ 。

二、指标的作用和它们与产量的关系

I 在一定冶炼条件下

一、 $V=a$ 时

1. 锅底形: *i-c* 曲线图象如图一。



改写(1)式得 $\Delta P = \left(\frac{i + \Delta i}{c + \Delta c} - \frac{i}{c} \right) V = \Delta K V \dots\dots\dots (2)$

当 i 等步上升时可以看出:

0点以前, $\Delta i > 0$ 、 $\Delta c < 0$ 、 $\Delta K > 0$ 、 $\Delta P > 0$ 。 ΔK 、 ΔP 值开始大, 后随 $\left| \frac{\Delta c}{\Delta i} \right|$ 值减小而逐渐减小。

0点, C最低但P不很高。

0~3点, $\Delta i > 0$ 、 $\Delta c > 0$, 但 $\frac{\Delta c}{\Delta i} < \frac{c}{i}$, $\Delta K > 0$ 、 $\Delta P > 0$ 、 ΔK 、 ΔP 随 $\frac{\Delta c}{\Delta i}$ 增大而继续降低。

~3点, $\Delta i > 0$ 、 $\Delta c > 0$, 而 $\frac{\Delta c}{\Delta i} = \frac{c}{i}$, $\Delta K = \Delta P = 0$ 。P和K都达到最高, 不再增加。

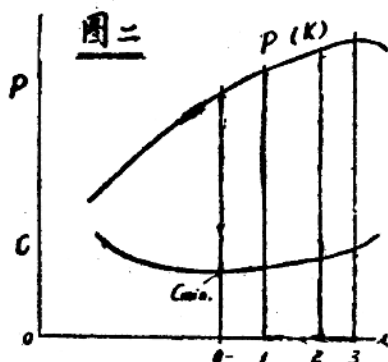
>3点, $\Delta i > 0$ 、 $\Delta c > 0$, 而 $\frac{\Delta c}{\Delta i} > \frac{c}{i}$, $\Delta K < 0$ 、 $\Delta P < 0$ 。P和K都下降。

如此得出图一中的*i*-P (*i*-K) 曲线的图象。这一图象说明,

(1) *i*: 在3点前提高*i*能增加*i*和提高P, 但*i*与P不是线性关系。在C_{min}点前提高*i*有提高P和降低C的作用。在C_{min}点后提高*i*仍能提高P, 但会引起C的上升。C上升的幅度随*i*的提高而增大, P上升的幅度则随着*i*的提高而逐渐降低。

(2) K: K与P是线性关系。但 $K = i/c$, 在C_{min}点前提高K有提高P和降低C的作用。在C_{min}点后通过提高*i*来提高K, 则K本身与*i*的关系和P与*i*的关系是一样的。在C_{min}点后通过降低C达不到提高K和P的目的(指一定冶炼条件下, 包括操作水平在内)。

(3) C: C低P不高, P高C就不低, 即又要P接近最高又要C接近最低是客观上办不到的。C_{min}点附近ΔC很小, 相对的ΔP却很大。



以上几点说明, 生产高炉的几个指标都有合理选择的问题, 并可统一用合适的*i*来表示。即生产应根据具体条件选择合适的*i*以达到高产、低耗从而获取最好的经济效益。

2. 斜线形: 用同法可得图二

从图二看出其指标的作用和它们与P的关系与锅底形基本相同, 所得的认识也是一样的。不再叙述。不同的只是当 $\frac{\Delta c}{\Delta i} = a$ 的*a*值很小时, 合适点

将从1点移到2点。就像63年鞍钢试验得出高压下*i* = 1.1~1.2最经济合理那样。但鞍钢当时的条件中还包括V不能变和有潜力可挖的两个条件在内。因此新建和无潜力的高炉不能盲目套用这一数据(理由见后)。

(二)、V = x时

计算风量的公式如下

$$\frac{ivq(1+e)}{1440 K_1} = Q \dots\dots\dots(3)$$

在做一项具体设计时，式中 q^* （吨焦耗风量）、 e （漏风率）、 K_1 （年平均气象修正系数），和 Q （风机出力）均为常数。因此（3）式可化简成

$$iv = a \dots\dots\dots(4)$$

是一条双曲线，如图三。

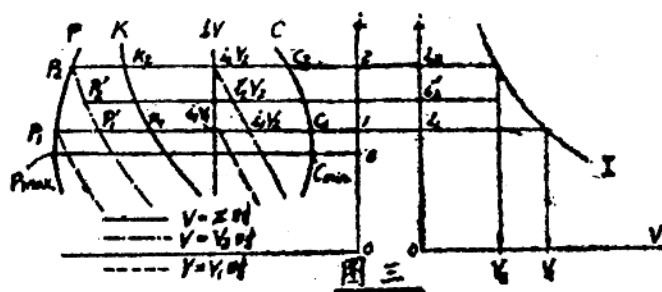


图 3

图中 $i_2 > i_1$ ，但 $i_2 V_2 = i_1 V_1$ 。说明提高 i 的作用是缩小 V 而不是增加 iv 。也就是说客观上不会因为设计把 i 选得高些焦炭就会多烧一些。相反若设计选用 i_2 ，把 V 定为 V_2 。而生产认为过高只用 i_1' ，虽然 $i_1' > i_1$ ，但 $i_1' V_2 < i_1 V_1$ 。说明设计把 i 选高了反而会降低 iv 。出现这种情况时就会造成设备能力的积压，差值过大时还会带来如降低风机运行效率，抵消轴流风机的优越性，甚至迫使高炉放风操作……的问题。

1. 锅底形： $i-c$ 曲线图象如图三中 c 。

(1) i 与 P 的关系

$$\because iv = a, \therefore PC = a \dots\dots\dots(5)$$

由于(5)式和 $i-c$ 曲线可得图中 $i-P$ 曲线的图象。图象指出， P_{max} 与 C_{min} 同在 i_0 点上从这点起不论提高还是降低， i 都会由于 C 的上升而使 P 降低。在 C_{min} 点前提高 i 有提高 P 和降低 C 和缩小 v 的作用。在 C_{min} 点后提高 i 只有缩小 V 的作用和降低 P 与提高 C 的负作用。这就说明又要 P 接近最高又要 C 接近最低，在新建高炉上是可以做到的。在 C_{min} 点后想

* C 降低时 q 也有所降低。当 V 确定后，由于 q 的降低，系统也自然允许 i 有相应的提高。但这只有利用降低焦比的主张。为简便起见，讨论中仍把 q 视为常数。

用提高 i 的办法来提高 P 却是客观上做不到的,结果还正好相反。那种追求高 i 所得到的“高产”只不过是一种虚假的现象。实际上没有充分有效地发挥系统能力,降低了产量($P_2 < P_1$),多耗了燃料($C_2 > C_1$),降低了投资效果,造成了损失。 i 愈高损失也愈大。若设计选用 i_2 而生产只用 i_2' 或 i_1 时,则 $P_1' > P_2' < P_2$ 。产量还要降低。说明追求高 i 是有害无益的。不仅会造成低产高耗,还会带来上述放风等问题。

(2) K 与 P 的关系:利用 $i-c$ 曲线可得图中 $i-K$ 曲线图象。这一图象指出 K 与 P 不是线性关系,并有假象。说明通过提高 i 来提高 K ,则 K 的作用、 K 与 P 的关系性质上和 i 的作用、 i 与 P 的关系完全一样。追求 K 的结果和追求 i 的结果也是相同的。那种追求高 K 所得到的“高产”,也是一种虚假的现象……。这点在目前强调 K 的情况下尤其值得注意。在 C_{min} 点后通过降低 C 可以提高 P 而会降低 K 。想通过降低 C 来提高 K 只有走改善冶炼条件的道路。

(3) C 与 P 的关系:图象指出只要能降低 C (即选择合适的 i 和 V)就有提高 P 的作用,没有假象。说明 C 是三个指标中最应该受到重视的。但在 C_{min} 点附近 ΔC 很小而相对的 ΔV 很大,因而也要合理选择而不应追求最低焦比。

(4) V 与 P 的关系: V 不是一个指标,但与指标和产量都有密切关系。图象指出在 C_{min} 点后加大 V (即降低 i, K)有增产节焦的作用。应该受到人们的重视。为什么没有普遍地受到人们的重视,原因大致有三个。

① V 加大了 i, K 都降低了。按照 $V=a$ 的指标概念就意味着 i, V 和 P 都降低了。因而不受欢迎。其实这是由于混淆了 $V=a$ 和 $V=X$ 时指标的不同作用而引起的误解。 $V=a$ 时, $i_2 > i_1, K_2 > K_1, i_2 V_2 > i_1 V_2 > i_1 V_1, P_2 > P_1' > P_1$ 。而 $V=X$ 时, $i_2 > i_1, K_2 > K_1, i_2 V_2 = i_1 V_1, P_2 < P_1, C_2 > C_1$ 。说明 V 从 V_2 加大到 V_1, i, K 虽降低了,但 P 增加了而且 C 也降低了。为什么不值得欢迎呢?

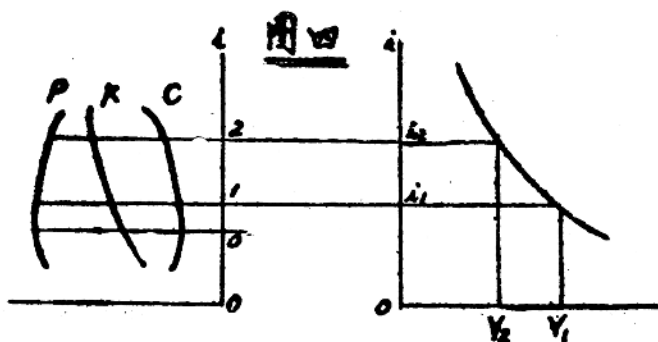
② V 加大了,投资增加太多,不合算。这又是单位炉容投资指标引起的误解。其实决定送风、煤气以及上料系统焦炭部分能力和投资的主要指标是 iV 。在 $iV=a$ 的情况下,不论 i, V 如何变化,这些部分的能力和投资都不受影响。决定渣、铁和上料系统矿石部分能力和投资的主要指标是 iV 和 C 。但在 $iV=a$ 的情况下,加大 V 的作用主要是降低 C, C 降低了 P 会增加,但量不大。远不到需要增加这些部分投资的程度。所以要增加投资的只有炉体,而炉体增加的投资正如同志们说的是不多的。只能按增加的设备、材料和工作量计算,不能套用单位炉容投资指标。若把由于降低 C 而节省的采、洗煤和炼焦的投资计算在内。总投资还会降低(见下面的例题,表一)。

③ V 的增产节焦作用只能在确定 V 之前加以利用。 V 一经确定后就无法再利用了。所谓确定之后,不仅指建成投产;就是还在图板上也会由于设计关系复杂、返工量大。进度紧而变得无法利用。还常有这样的事,往往由于某位领导同志的一句话,这个作用就被“枪毙”掉了。因此确定 V 时务必要慎重。

以上几点说明新建高炉的三个指标也都有合理选择的问题。同样可以统一用合适的 i 来表示。即设计应该选择合适的 i 以达到既高产低耗又节省投资从而获取最好的投资效

果。

2. 斜线形：用同法可得图四。



由图四可知，其指标的作用、指标与产量的关系以及由此所得的认识都与锅底形基本相同，不再叙述。这里只是借用鞍钢试验的数据在 $i = 0.8 \sim 1.2$ 之间 $\frac{\Delta c}{\Delta i} = 0.1$ ，来说明新建高炉为什么不能套用 $i = 1.1 \sim 1.2$ 的问题。

设系统能力 $iV = 2400$ 吨。做三个方案进行比较。见表一。表中 I $i = 1.0$ ，留 20% 富裕能力。II $i = 1.2$ ，不留富裕能力。或当作是挖 I 潜力得到的数据。III $i = 1.0$ ，不留富裕能力。

从表一即可看出，在 $\frac{\Delta c}{\Delta i} = 0.1$ 的情况下，新建高炉采用 $i = 1.1 \sim 1.2$ 是既不经济也不合理的。

综合以上讨论可以得出下面几点认识。

1) 几个指标的作用和它们与产量的关系在 $V = a$ 和 $V = x$ 时是不尽相同的。因此不能从当前生产高炉的指标概念出发来理解和处理新建高炉指标有关的问题。更不能用当前生产的高指标来要求和评价今后设计选用的指标。

2) 生产高炉应选择合适的 i 以达到既高产又低耗从而获取最好的经济效果。在迫切需要生铁的情况下，有潜力的生产高炉再适当提高 i 仍可增产，作为权宜之计，有其可取之处，但会降低经济效果。新建高炉则应选择合适的 i 以达到既高产低耗又降低投资从而获取最好的投资效果。而不可追求高 i （或高 K ）。

3) 有潜力而又有 i 、 C 矛盾的高炉，特别是放风操作高炉，应该考虑利用大修的机会适当扩大炉容的问题。

4) 简单地用 i 、 K 的高低作为评比的统一标准是不合理的。并有负作用，应该研究新的评比办法。

三个方案的比较

表1

项 目	I	II	III	备 注
iV, T/日	2000	2400	2400	
i, T/日M ³	1.0	1.2	1.0	
V, M ³	2000	2000	2400	
C, kg/T铁	500	510	500	
K, T/日M ³	2.0	2.35	2.0	
P _日 , T/日	4000	4700	4800	
P _年 , 万T/年	140	164.5	168	年工作日按350天计
P _代 , 万T/代	1120	1316	1344	一代按8年计
III比I多用投资, 万元			80	见注
总投资, 万元	7000	7000	7080	
吨铁投资, 元/铁	6.25	5.32	5.27	以一代产量计
成 本,	较 高	较 低	最 低	
II比I一代多用焦炭, 万T		11.2		仅以1120×0.01=11.2万T计
III比II一代节省焦炭, 万T			14.3	28×0.51=14.3万T
III比II一代节省焦炭费, 万元			857	成本以60元/T焦计算
III比II节省采、洗煤				
和炼焦的投资, 万元			210	$\frac{14.3}{8} \times 120 \text{元/T焦} = 210 \text{万元}$

注：方案III 炉体部分增加的投资估算

炉壳钢板 $35T \times 1500 \text{元/T} = 5.25 \text{万元}$

耐火砖 $300M^3 \times 800 \text{元/M}^3 = 24.0 \text{万元}$ (包括中修更换在内)

风口及冷却设备等 = 22.0万元 (包括中修更换在内)

基础 $500M^3 \times 180 \text{元/M}^3 = 9.0 \text{万元}$

其他费用 = 19.75万元

共 80.00元万

II 冶炼条件不断改善的情况下

古今中外高炉生产的冶炼条件是大不相同的。不论中外，从古至今冶炼条件也是不断改善的。然而古今中外的生产实践，包括试验，都证明冶炼条件的改善，允许 i 有相应的提高，但是 i 的提高仍然受到条件改善后的 $i-c$ 曲线的限制，不能超过，超过了就会引起 c 的明显上升，降低经济效果。这就说明，冶炼条件的改善并不能改变 $i-c$ 曲线图象的基本性质，曲线的图象仍然是锅底形（斜线形）的。因此上面得出的指标的作用，指标与产量的关系仍然是正确的。所得的几点认识也仍然是可信的。

然而这些认识只不过是一点概念性的东西，还不能解决如何正确运用指标的具体问题。若能像鞍钢试验那样，再得出几条比较典型而又有数量关系的 $i-c$ 曲线，那么对我国炼铁事业将是一个很大的贡献。可以用来指导今后的高炉生产和建设。甚至可以根据它们找出指标与产量的最佳关系。

三、关于该不该留富裕能力的问题

高炉操作需要一定的富裕能力作为调节手段，这是必要的、合理的。由于高风温后换炉次数增加需要相应地在风机上考虑充填热风炉的能力，也是应该的。都不在这里讨论范围之内。这里讨论的只是新建高炉该不该为将来生产的提高预留富裕能力和不留富裕能力会不会影响将来生产提高的问题。

（一）一定冶炼条件下

在一定冶炼条件下，当 V 确定后，降低 C 不会出现能力不够的问题。略而不谈，只讨论提高 i 的方面。

设系统能力如图三的 I。根据 $i-c$ 曲线其合适的 i 为 i_1 ， V 为 V_1 ，但 i_1 看起来既不先进，又会限制将来的提高。因此预留将来能提高到 i_2 的可能，把 V 选为 V_2 。从表面上来看， V_2 由 i_1 逐渐提高到 i_2 ， i 、 iV 、 K 、 P 都逐步提高，的确表现出生产步步上升，指标先进和高产的样子。而 V_1 却显得生产停步不前，指标落后。然而实际上呢？

1. $i_1 V_2 < \dots < i_2 V_2 = i_1 V_1$ 。说明未达到 i_2 前 V_2 烧的焦炭量比 V_1 少。没有充分发挥系统能力……。

2. $C_2 > \dots > C_1$ 。说明从 i_1 提高到 i_2 要以升高 C 作为代价，即 V_2 的焦比比 V_1 高。

3. $P'_2 < \dots < P_2 < P_1$ 。 P_2 代 $< P_1$ 代。说明未达到 i_2 之前少出了铁。与 V_1 相比，出铁更少了。即使开炉后就能从 i_1 提高到 i_2 ，达到预留的最高产量 P_2 ， V_2 的一代总产量也比 V_1 的低。

4. 若投产后发觉 i_2 过高，大修时改为 V_1 ，之后又感到 V_1 还可多接受风量多出些铁，于是又更换风机或加大系统能力……。这样就形成了人们常说的面多加水、水多加面的问题、频繁的改动势必造成浪费。有人说这是一个客观规律，设计要重视。有人却说这不是客观规律，而是人为地制造出来的，其原因就是留了富裕能力和没有重视经济效果。

上面几点说明，这样的“生产步步提高”，“指标先进”是没有什么实际意义的。是有害无益的。限制生产的正是留了富裕能力的 V_2 ，而不是没留富裕能力的 V_1 。 V_1 倒是由于选择的 i_1 比较合适，尽早充分地发挥了系统能力，达到了高产低耗和提高投资

效果的目的。

由此可知在冶炼条件不能改善或改善很有限的情况下,在 i 上留富裕能力是有害无益的。留得愈多,损失也愈大。

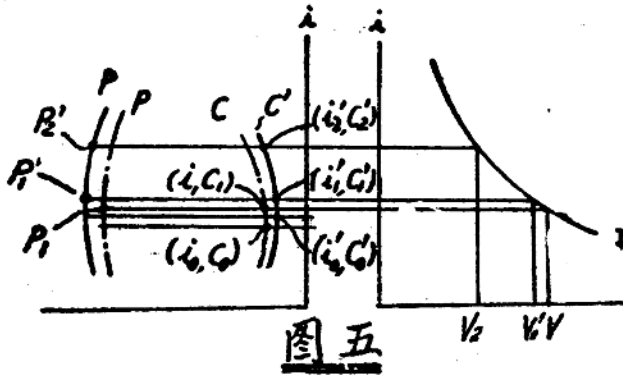
(二) 冶炼条件不断改善的情况下

1. 降低 C 方面

前面已说明在 $iV = a$ 的情况下,降低 C 涉及到的只有渣、铁运输和处理以及上料系统矿石部分。若是由于原料条件的改善,则涉及到的只有铁水运输和处理。这些部分设计时应根据具体情况考虑留不留、如何留富裕能力的问题。但不一定都要增加投资。其他部分则没有必要留富裕能力。

2. 提高 i 方面

设系统能力为图五中 I 。 C 、 C' 分别为冶炼条件改善前后的 $i-c$ 曲线图象。它们的合适指标,炉容和产量分别为 i_1 、 C_1 、 V_1 、 P_1 ,和 i'_1 、 C'_1 、 V'_1 、 P'_1 。最低焦比分别为 C_0 和 C'_0 ,为了予留提高 i 到 i_2 的可能,把 V 定为 V_2 。看看会有什么问题。



1) 若 $i'_2 > i_1$,则从 i_1 提高到 i'_2 是完全必要的。这时有增产、节焦和缩小炉容的作用。

2) 若 $i'_2 < i_1$,则从 i_1 提高到 i'_1 的作用的缩小 V 。 P 稍有降低, C 稍有上升

3) 若从 i'_1 再提高 i ,则除了缩小 V 外,只有降低 P 和升高 C 的负作用。 i 提得愈高,负作用愈大。这种情况下缩小 V 反而会多花投资。因为 P 低了,就要多建高炉。 C 高了,就要增加采、洗煤和炼焦的投资。

4) 当 i_1 提高到 i'_2 时,还可能出现 $P'_2 > P_1$, $C'_2 \leq C_1$ 的情况。给人的印象是提高 i 后既提高了 P , C 也没有升高或甚至有所降低。使人们认为是很大的成就而感到满足。但实际上却掩盖了一个重要的事实,即抵消或部分抵消了冶炼条件改善后应该收到的好处。因为冶炼条件改善后应该达到的是 C'_1 和 P'_1 ,不是 C'_2 和 P'_2 ,而 $P'_1 > P'_2$, $(C_1 - C'_1) > (C_1 - C'_2)$ 。这是值得注意的。

这就说明根据具体情况，在 i_1 上不留富裕能力或是留到 i_1' 是合适的。过多地留富裕能力也是有害无益的。留得愈多，损失愈大。

四、关于用富氧来提高 i 的问题

富氧有抑制 C_{min} 点后 $i-c$ 曲线上翘的作用。在保持炉腹煤气量不变的条件下，富氧能做到提高 i 的同时， C 不上升或上升很小，从而达到增产的目的。但如上所述适当加大 V 可以控制 i 不进入曲线明显上翘的部分，也能达到同样的目的。而前者比后者需要的设备和投资都多，还需要大量不易解决的低温材料。国内氧气与鼓风成本的比值也都在20以上。远远大于4.76。因此目前看来用富氧来追求1.2或更高的 i 是不合适的。

五、关于强化高炉冶炼的概念问题

(1) 式指出强化高炉冶炼的途径是提高 iV 和降低 C 。不言而喻，任何强化措施都应以提高经济效益和投资效果作为前提。没有这个前提，强化冶炼也就失去了它的意义。

在提高 iV 方面，上面讨论得出，在合适的冶炼强度 i_1 之前应该提高 i ，而在 i_1 之后则应加大 V 。这样才能达到高产低耗和提高经济效益和投资效果的目的。然而不少同志的强化概念却是提高单位炉容的烧焦炭量和产量。也就是提高 i 和 K 。这样的强化概念就必然会产生忽视 V 而追求 i 、 K 的弊病，降低经济效益和投资效果。因此“单位炉容”这个形容词应该取消。

六、结语

1. 合适的冶炼强度的提法是正确的。只有根据具体情况选择合适的冶炼强度才能达到高产低耗和提高经济效益与投资效果的目的。

2. 特别是在目前原料条件不够好和能耗高的情况下，我国提高生产（包括提高利用系数）的途径应该是降低焦比（综合），而不是在合适的冶炼强度基础上再提高冶炼强度。

3. 简单地用利用系数和冶炼强度的高低来作为评比的统一标准是不合理的。应该改变。更不能当前生产高炉的高指标来要求和评价今后设计选用的指标。

4. 有潜力而冶炼强度与焦比又有矛盾的高炉，特别是放风操作的高炉，应该考虑利用大修的机会适当扩大炉容的问题。

5. 在合适的冶炼强度的基础上再全面地予留富裕能力是不应当的。

6. 强化高炉冶炼不能以单位炉容的作为基准。

高炉设计不宜定型化

武汉炼铁厂 张寿荣

五十年代后期我国高炉设计开始走向定型化。从苏联引进了1386米³及1513米³定型设计。国内自行完成的高炉定型设计有8米³、13米³、28米³、55米³、83.5米³、100米³