

(0.20)

目 录

1. 将来的钢厂 1

2. 内陆钢铁公司第二平炉车间的拆除及第2氧化

顶吹转炉车间的开工 27

将来的钢厂

按：

本文提出了将来的钢厂设备、生产、管理等方面的一些设想，应当遵循的原则等。虽然不一定就是将来钢厂的实际可能，但是有些想法则颇有启发性，如尽量节约能量消耗，充分利用一切原材料，关于环境保护的一些想法等都可以作为研究工作的参考。

文章较长。译文！对某些无意义的段落作了删节。

本文对目前的生产没有多少参考价值，但对几十年后的钢铁生产面貌作了设想。可作参考。

决定的因素

在这一节里，给出了理想的，将采的钢厂要实现的大量条件。标准的清单当然是不完全的，但可以作为一种必须考虑的例子。

热力学

众所周知，热力学原理应严格应用。几个例子是：

1. FeO 的预还原应该在 A 点进行（图 1）而不是在 A' 点，在 A 点，排气中约会 75% CO_2 。

2. 如果用高温还原气体 H_2 代替 CO 作为还原剂（B 代替 B'）。

3. 由于必须考虑金属相和渣相的活度的影响例如，由 Si 和碱性渣成分一起脱氧；结合气体搅拌和真空处理脱碳；Ni、Co、Mo、W、Cr、可能还有 Si 和 Mn 的金属氧化物在低氧位势时（高碳和高温）直接在钢水池内还原。

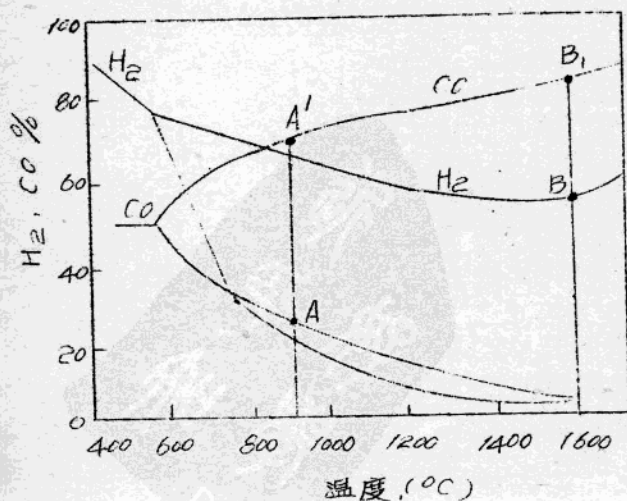


图 1 众所周知，热力学原理应严格应用。

动力学

从简单关系

$$F = A \cdot \frac{D}{\delta} \cdot \Delta C$$

式中 F — 材料流； A — 面积； D — 扩散常数； ΔC — 浓度梯度； δ — 边界层厚度。发现 D 是难以影响的材料常数，但是 A 、 ΔC 可以人为增加， δ 可以减小，明显的结论是：

1. 所有的反应剂应该是颗粒度小于 $50 \mu m$ 的粉末；
2. 相内或相间，液相和固相间的搅拌应该强化；
3. 反应相之间应有最大的接触面积。

所有这些要求都指出在所有冶金反应中都应采用喷吹技术，就是说，不仅对氧化过程，而且对还原过程都应采用。

同样的原则应当用于作为一种质量传输的热传送。就是说，不应该是辐射热传送，理想的应该是对流传热；热传送应该支配熔池或反应床本身产生的能量。

实现这些要求的理想方法是：用电热阻或电感应加热（不是电弧加热），用过热气体等离子加热和用氧气氧化在钢熔池中的元素加热。

原材料

应该有可能在过程中直接用各种铁矿而不要烧结成块，不加上严格的物理和化学限制。如果有条件使矿达到高品位，过程就应能获得这方面的好处。

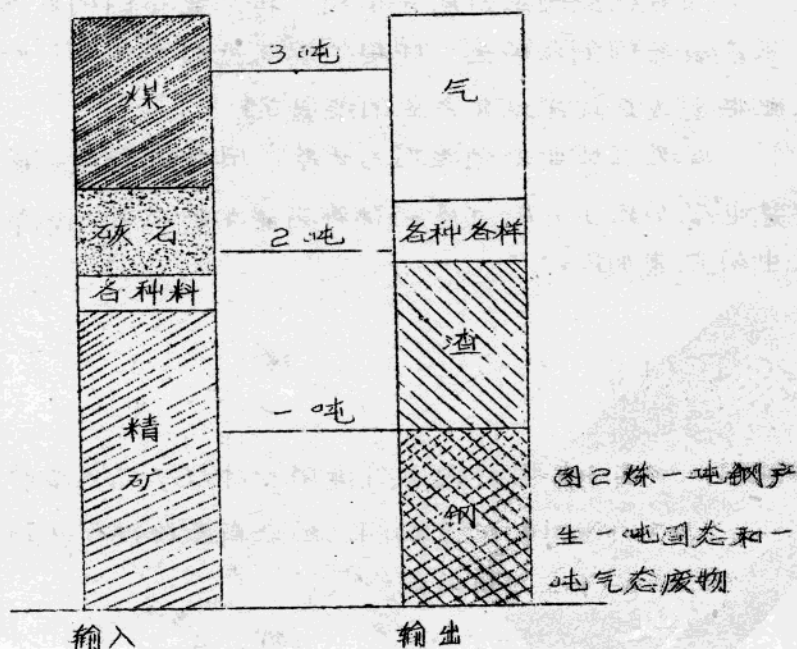
• 4 •

废物是要考虑的一个重要方面(图2表明,生产1吨钢就要产生1吨固体废物和一吨气体废物)。这些废物应该直接循环返回到过程中,或者用作为进一步处理的原材料。所用方法的类型当然不应当影响到循环的容易进行。例如,炼钢渣进入高炉的再循环受到在此过程中磷的还原的影响。解决办法是用一种氧的位势不能使磷还原的还原方法。

能量和原材料的守恒意味着:

1. 要用全部废气中的物理和化学热。
2. 低位能, 象热水用来给周围居民或钢厂取暖。
3. 消耗的陶瓷料重新做成砖或泥浆料。
4. 象Fe、Mn和Cr 已贵金属从渣中回收回来。
5. 回收全部粉生产物。
6. 全部渣用于生产高级材料(例如用于筑路或建筑结构)。

能量



假定钢厂要运行 20~30 年，到那时就不能用油和天然气，而要用煤以及由煤、太阳能、风和水力发的电能。在原子能设备上直接生产氢，在技术上是可能的，但是作者的意見，原子能设备只能在很复杂的安全问题解决以后才能操作。现在还不是这样，因此必须避免用原子能。氢气可以用许多种其他办法生产出来。

冶炼设备应该能够直接用煤而不必炼焦或其他造块处理，没有物理化学限制——只是煤必须是粉末状的。

在这里所提出的方法中，煤在金属熔池中气化，因为所有反应要在熔池里进行。不用其他汽化系统。

能量循环引起损失，因此过程能量应该尽可能“短路”到高的程度（意即尽量减少运送路程）。

能量守恒进一步要求：

1. 离开系统的废气中的物理和化学能应尽量低；
2. 铁水和钢水不直接暴露在大气中；
3. 在过程的各环节中不用再加热；
4. 连续或半连续操作。

要使能量消耗大为减少的唯一现实有效的方法是采用新的处理工艺。

生产率

工厂经济上的考虑主要是有高的生产率。生产率是用吨/时、吨/米²、吨/米³，吨/米²·时及吨/单位……来度量的。对于高生产率来说，重要的是，反应器在高能浓度（集中）工作，例如这是用总能转换/体积，每吨或单位投资来度量。

下述数字说明这一奥：

高炉	百万瓦/吨	百万瓦/米 ³
电弧炉	0.7	0.5
LD	0.5	0.4
OBM	2.5	3
托马斯	3	3.5
HF	5	6
熔化还原 (估计)	1	6.5
	3	3

为获得高生产率，快速反应，有效加热和质量传送是必须的。

环境条件

现代钢厂的环境，对外界人来说，是难以相攸地令人不愉快。然而在工业中工作的人很容易接受这种环境。

关于环境调节和改进的第一个原则将是完全限制对那些在钢厂内工作的人们的危害。环境标准必须适应于各处人的安全的某一水准。所有环境问题都应追索其根源，因此，听觉防护器，过滤器和高烟囱并非是真正的解决方法。灰尘、噪音和热应远离人体，而不是相反。

噪音、通风、灰尘、热、有害气体是主要的环境问题。噪音，如上所述，必须从根源上清除噪音，这意味着：

1. 没有电弧炉，因为电弧炉不可避免地要发出噪音；
2. 没有自由运动气体流股伴随着气体紊流。因此，LD传

炉、钢水罐气体加热，平炉都是不理想的；

3. 没有笨重的回转机构，如卡尔多炉所需要的；

4. 金属对金属接触所造成的噪音必须消除。

噪音量应限制在可以不提高声音说话的水平（平均 65 分贝的星级）。

通风：在高温过程中，由于对流引起的通风是不可避免的。这个问题可以这样解决：

1. 用通向发热部位的管道直接空冷；

2. 用空气中洗；

3. 将大的工作跨分割成较少的分部；

4. 将自然对流减至最少；

5. 消除冷空气对气体的稀释。

灰尘：调节和测量的要求是：

1. 使过程本身产生的灰尘量减至最少；

2. 用密封系统输送干粉；

3. 所有添加料都制成粉状并直接喷吹入熔池或反应床；

4. 消除炉子和罐敞开的空气口，不使金属和渣直接暴露在空气中；

5. 从过滤器中来的灰尘直接返回过程中。热气体和有害气体：这两个问题可以这样解决：严格规定不使铁水或钢水直接暴露在大气中或灼着工人。这就避免了热辐射以及 Mn、Si 和 Fe 汽化进入车间大气中。

有很多理由要不用高炉，其中有难以解决甚至不能解决的。在出铁过程中发生的热、气、灰问题，并有大量的有害气体 CO 在过程中循环。

“人的因素”

(按、资本主义社会是谈不好人的因素的，因为那里的工人是被压迫、被剥削者，处于无权的奴隶地位。本文在谈人的因素时就加上了引号。他们只是把人当作机器的附属品。他们也没有资格谈将来工厂的人的因素，因为将来的社会必将是社会主义、共产主义的。

为了鉴别，为了研究，仍将此译出，并非是要作参考。)

“现代的人要求在其日常工作中有意义和安全。他属于一个集团，与他的周围有联系，要与产品等同，对所进行的工作得到赏识。工业工作必须适应于人，而不是人适应于他的机器。”这是瑞典汽车制造者总经理伏尔沃讲的一段话。

所谓“人的因素”不应该撇开某些东西。不是造整个的工厂，而是造造成围绕着一不合理的创造物的建筑。(指工人)。此人远非金钱所能推动。为此要做许多事情。

1. 进厂和出厂的人不应当作可疑人而应当作是对该公司承担义务的合伙人。

2. 今天的钢铁工人是要进入较脏的工厂里。然而，他们应该感到，他们在进行重要的活动，这些工作对于那个社会的生活来说是基础工作。大的明亮的窗户应朝着轻快的坊地方向开，而不应朝着废钢坊开。应由专门部门进行连续清洁工作；

3. 全部工作都应由一班人来做，班内的每个成员都能了解生产过程，如果必要的话，可以调整。

4. 对全部劳动力都应给予清洁的、中看的工作服。

5. 工时：6小时/天，36小时/周，每班中有20分钟吃饭时间，每班都有专用餐厅，给予新鲜可口的食品；

6. 应该大量消除单调操作，代之以不在线计算机控制。要有数据可用，但不必要摆列出来。

7. 全部劳动力应进行连续的训练。

陶瓷内衬的浸蚀

众所周知，这是一个需要解决的更重要的问题，因此是设计方法和反应器的中心因素。解决方法不是用新的更稳定的陶瓷材料，而是避免浸蚀的来源。因此，只要用碱性内衬。因为最初的金屬不含硅、硅酸盐不会在最后的反应器中为脱氧和合金化而加入硅以前生成。因为氧位势很高，不会在还原矿石过程中带进磷。反应器应该始终保持工作温度，或者至少在 1000°C 以上，以免由于热震而使内衬剥落。

可以用下述方法使渣的腐蚀减至最少：

1. 用喷吹法，因为喷吹使渣中 FeO 含量较低；
2. 防止过程中不同阶段的渣子进入下一阶段中去；
3. 将粉剂喷入金属液内来进行渣渣反应，不使其与浮在钢水面上的热渣接触；
4. 或是用多孔衬吹气冷却，或是用水或空气直接冷却；
5. 用水冷金属箱来完全代替陶瓷衬，此水冷箱上可以凝结一层渣，形成一种极易熔解的衬。高炉之底用很厚碳砖就是这样做的。

操作控制

有效的操作控制的一个主要条件是物料和反应器的重量、气体流量、温度和成分需要知道，不仅是知道一个平均值，而

且要知道整个反应过程中的确切数字。也就要有准确的测量方法，这也需要系统，可以连续测量参数，或在特定时刻测量，以准确地知道反应器每一部分的条件。例如，在高炉炉底和一个搅动很好的反应器的炉腹之间条件的差别是很明显的。

产品质量

现在钢厂以钢铁或连铸坯生产出来的铸钢产品有许多缺陷，如成分和结构有变化，微观和宏观偏析，孔洞，微观和宏观非金属夹杂。为了完全消除所有这些缺陷，必须引进新方法。现在关于钢铁结构和树枝状晶粒增长的研究应当向这些方法去努力。下述建议是以改进产品质量为目的的：

1. 钢水流经氧化反应炉后，再不应暴露于氧化气氛中；
2. 通过在反应器内脱氧和合金化可以得到准确的成分和温度，此反应器是感应加热的，并用吹气法进行搅拌；
3. 合金元素和脱氧剂应该喷吹入熔池内；
4. 成品反应器和浇铸中间罐应始终保持浇铸温度，气氛是氢气或氮气的；

5. 通过将注流分裂成液滴（图3）可以完全消除偏析，这对高合金钢来说特别重要。液滴很快地固化，在固化温度附近相互形成微密的钢坯。因此产生出各向同性钢。作者的意见，研究发展部门应最优先地发展具有这些特性的铸钢方法。

图见下页

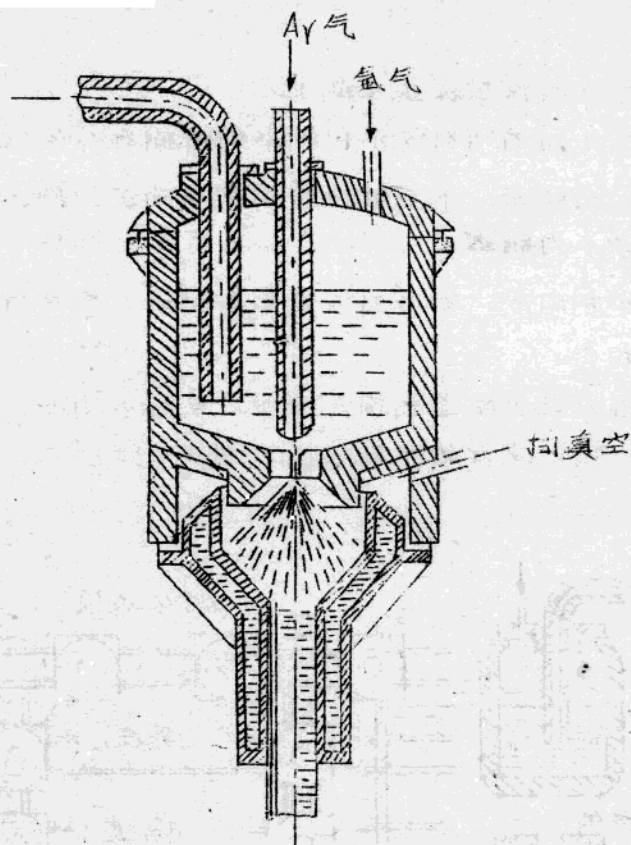


图 3. 用极快的固化速度可以完全避免偏析，这可以通过将注流碎裂成小液滴来实现。这些液滴在固化温度周围相互凝聚成致密的钢坯。

一些设计想法

简言之，现代钢厂是一个巨大的工作场，装有用以操作炉子和罐的吊车。将来的钢厂也许更象一座化工厂，具有下列特点：

1. 不要用吊车，因此有可能建筑较轻的厂房而降低成本，
2. 反应器，以前叫转炉，其形状完全相同；

12.

3. 所有反应器都放在垂车辆上；

4. 反应器之间的所有铁水和钢水的运输都是用陶瓷管输送（图4）。如图所示，不连续操作的炉子用压力输送，而连续操作的则用磁力输送。

5. 喷嘴倾斜向下，给出可能是最好的水力学条件和最少的炉衬浸蚀。

6. 反应器和其他设备的陶瓷修理，是在专用工厂内进行，这里有吊车和精心设计的排水系统（图5）。

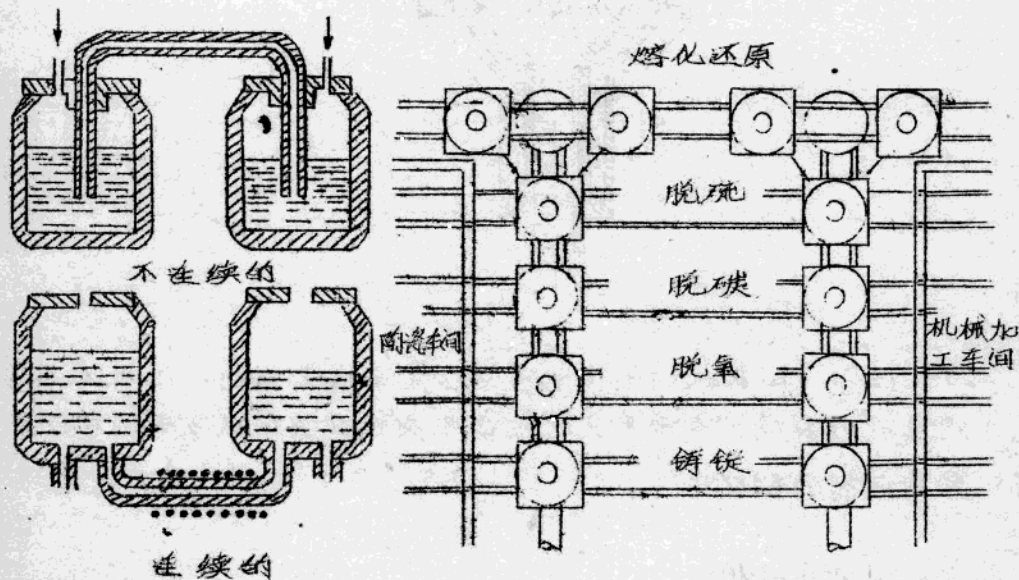


图4. 反应器之间的钢铁运送是用陶瓷管进行的。间断操作用压力运送，连续操作用电磁水力运送

图5. 钢厂的生产过程分成三个部分——反应器车间、陶瓷车间和机械加工车间

还原阶段出来的一次渣倒出来直接成球，脱硫出来的渣被吸走，炼钢阶段采的渣由水冷槽冻结取走（图6）

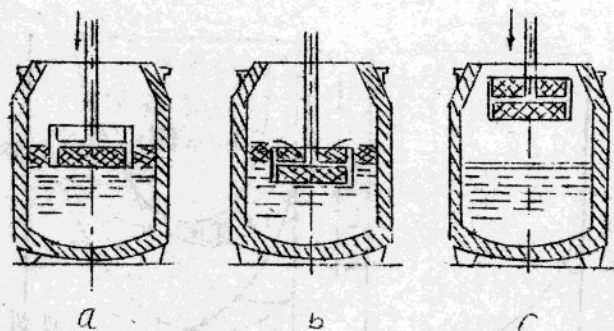


图6炼钢过程中产生的渣是将它凝结在“水冷提渣器”上取走，操作包括(a)渣凝结在提渣器下表面，(b)渣凝结在提渣器上表面；(c)提出凝结渣。

钢厂的规模和位置

现时，钢厂的规模主要是由这一事实决定的：过程设备的相对成本随规模成对数规律降低（图7a）。然而，有许多其他因素与规模有关。在许多情形，操作费用和人工效率在某一规模时最合适（图7b）。对大厂来说，环境保护的成本确实较高，因为此项成本决定于生尘量，噪音量，热量等。因此，总成本曲线是在一相对较小的规模处达到最低值。大工业联合企业的日子可能已经过去了。

钢厂的规模当然要与它的位置密切配合。作者相信，在将来，将在很大的程度上，钢厂将依赖于周围社会并与之密切配合。原则上，一座钢厂不应该是浪费的，但也要根据自然资源

和人力情况。在不远的将来，要求较短的运输距离，运输时间包括在交付时间内。

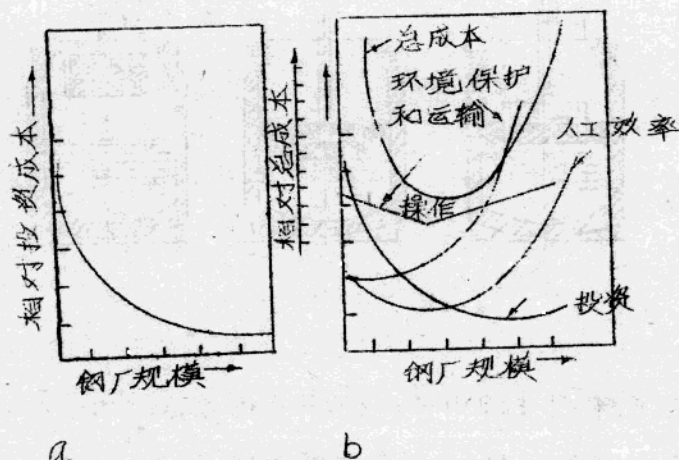


图7. 目前，钢厂的规模主要决定于过程设备的投资成本成规模成对数下降(a)。然而，有许多其他因素与规模有关，总成本是在某一相对较小的规模上达到最低值(b)。

自然，投资成本和市场影响有许多无法计划的因素。然而，都不是唯一决定因素。

综述

本节孤立地讨论了在将来修建钢厂时应当考虑的各种因素。虽然，必须把所有这些因素及它们的相对重要性综合起来。往下的讨论中将或多或少是直觉地作这样的综合。而在实践中则必须对影响因素作客观的研究。

在本文对将来钢厂所作的建议中，人的因素作与纯技术因

素同样重要的处理。人的满足是一个绝对要求，正如炉衬寿命，能源和投资一样。甚至必须定量地知道人的因素。因为他们影响着技术的决定，正象投资和生产成本的影响一样。

两种冶金过程路线

根据前面提出的准则，提出下述两种钢铁生产的途径：

1. 用煤高温还原出粗铁；
2. 用氢高温还原出粗钢。

在这一类应该搞清楚为什么不用高炉法了。这一决定是直接从前述准则，也是从下述理由作出的：

1. 大的工作容积使其不能停止操作；
2. 不可能控制炉身每一部分的情况；
3. 所用的氧位势太低了。

用煤作高温还原

在此方法中，煤粉随氧化铁和一些氧喷进高碳熔池。矿石预还原成固态 FeO 。把全部废气能量转换成电能回收回来。

图 6 示出了这一方法的原理。将煤粉和氧气直接喷进液化床使精矿或精矿粉预还原。热废气 (900°C) 约会有 70% CO_2 、30% CO 。

进入熔融还原反应池 (4% C)，喷进热 FeO 、煤粉和氧气。熔池上方，还原产生的 CO 全部或部分地被氧化成 CO_2 ，熔池受辐射加热。热废气 (1600°C) 送给发电厂变成电力。电力用于电热 (也许是感应加热，但也许是等离子加热) 反应炉。过程中的全部能量是煤产生的，而煤是喷吹进反应器的。