

等学校教学用书

钢铁设备

北京钢铁学院编著



中国工业出版社

高等学校教学用书



炼 铁 设 备

北京钢铁学院编著

中国工业出版社

本书内容包括五篇：第一篇为高炉、热风炉和煤气除尘设备；第二篇为原料准备处理的机械设备；第三篇为向高炉送料的机械设备；第四篇为装料入炉的机械设备；第五篇为渣铁处理的机械设备。

本书可作为高等学校冶金机械设备专业的教学用书，亦可供炼铁工作者参考。

· 设 备
北京钢铁学院编著

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $23\frac{7}{8}$ ·插页5·字数477,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001--2,037·定价（10-6）2.95元

统一书号：15165·757 冶金-208

前 言

本书主要是根据我院冶金机械专业所用“炼铁机械設備”讲义編写而成的，与讲义比較，适当地加强了工艺要求部分，增加了高炉和热风炉两章。过去，我們认为这些内容是“炼铁”专业的，因此沒有編入冶金机械专业讲义中。但經過两三年来的教学实践，我們认为机械工作者必須懂得一定的冶金工艺知識；高炉和热风炉，虽然和机械設備有很大的区别，但它們都是炼铁生产的主要設備，冶金机械工作者也应该了解。因此，我們就把这些内容补充进去了。

本书除了引用我院冶金机械专业“炼铁机械設備”讲义的絕大部分内容外，还吸取了东北工学院和湖北工学院該課程讲义的部分内容，并得到該二校的支持和幫助。武汉钢铁学院和西安冶金学院的冶金机械教研組对編写也提出了意見，在此一并表示謝意。

本书第一、三、十、十一章由严允进編写；第二、七、八、九、十二章由王书林編写；其余各章及总編校工作由林鶴担任。由于編者的水平有限，時間短促，不妥之处，希望讀者多提意見，以便在再版时更正。

北京钢铁学院冶金机械教研組

炼铁設備小組

1961年5月

目 录

前言		第六章 翻車机	136
緒論	6	§ 6—1 側傾式翻車机的主要机构	139
		§ 6—2 傾翻力矩的計算	147
		§ 6—3 旋轉式翻車机	154
第一篇 高炉、 热风炉和煤气除尘設備		第七章 原料中和的机械設備	
第一章 高炉結構	11	§ 7—1 桥型装卸机的总体概念	
§ 1—1 炉型	11	§ 7—2 桥型装卸机纵行部分	164
§ 1—2 基础	15	§ 7—3 桥型装卸机横行部分	172
§ 1—3 炉衬	16	§ 7—4 桥型装卸机的升降部分	175
§ 1—4 冷却設備	23	§ 7—5 抓斗及其抓掘功率計算	176
§ 1—5 金屬結構	31	§ 7—6 装卸桥的动載荷計算	186
§ 1—6 渣口、鉄口、风口裝置	37	§ 7—7 堆料机	190
第二章 热风炉	45	§ 7—8 混料机	196
§ 2—1 蓄热式热风炉	45		
§ 2—2 热风炉的閥类	51	第三篇 向高炉送料的机械設備	
§ 2—3 換热式热风炉	61	第八章 矿石和焦炭的运输 及称量設備	201
第三章 煤气除尘設備	65	§ 8—1 料仓	202
§ 3—1 煤气除尘設備的分类及其性能 評价	65	§ 8—2 料仓启閉器	208
§ 3—2 干除尘設備	67	§ 8—3 称量車和称量漏斗	215
§ 3—3 湿除尘設備	71	§ 8—4 料車坑的机械設備	221
§ 3—4 由除尘設備	77	第九章 高炉上料机	224
§ 3—5 声波除尘器	81	§ 9—1 料車式上料机的組成部分	224
§ 3—6 脫水器	84	§ 9—2 上料机的生产率	235
		§ 9—3 鋼绳靜張力的計算	237
		§ 9—4 卷揚机卷筒圓周力的計算	240
		§ 9—5 电动机功率的确定	242
第二篇 原料准备处理的机械設備			
第四章 破碎及篩分机械	86	第四篇 装料入炉的机械設備	
§ 4—1 矿石的破碎方法及破碎机械	86	第十章 装料設備	244
§ 4—2 顎式破碎机	89	§ 10—1 布料理論的概念	244
§ 4—3 圓錐式破碎机	99	§ 10—2 装料設備的构造	257
§ 4—4 其他型式的破碎机	107	§ 10—3 高压炉頂的密封	263
§ 4—5 振動篩	109	§ 10—4 旋轉布料器驅動功率的計算	271
第五章 燒結和球团的机械設備	116	第十一章 料钟的操纵設備	273
§ 5—1 燒結厂的布置	117	§ 11—1 平衡裝置	276
§ 5—2 連續式燒結机	120	§ 11—2 驅動設備	282
§ 5—3 間歇式燒結机	129		
§ 5—4 球团設備	130		

§ 11—3	安全装置	290
§ 11—4	沒有平衡臂的料钟操纵装置	295
§ 11—5	料钟操纵机构的計算	299

第五篇 渣鉄处理的机械設備

第十二章 高炉炉前的机械設備

§ 12—1	打开出鉄口的机器	313
§ 12—2	堵出鉄口的泥炮	325
§ 12—3	堵出渣口的渣口塞	341

第十三章 鉄水車和渣車

§ 13—1	鉄水車的种类及其特点	378
§ 13—2	鉄水罐樞軸位置的選擇	354
§ 13—3	渣罐車	361

第十四章 鑄鉄机及其輔助設備

§ 14—1	鑄鉄机	365
§ 14—2	鑄鉄机的計算	372
§ 14—3	鉄水罐的傾翻装置	375
§ 14—4	傾翻卷揚机的計算	380

附录

附录		390
----	-------	-----

緒 論

在鋼鐵聯合企業中，高爐生產處於首先環節，它為煉鋼車間提供原料——鐵水；也供給平爐、煉焦爐、軋鋼車間的均熱爐以及動力車間的鍋爐等的燃料——煤氣，高爐生產的順利進行是保證聯合企業中其他車間進行有節奏地生產的先決條件之一。

一座大型高爐的日產量高達2,200噸生鐵，1,600噸爐渣和5,500,000米³煤氣；同時還需要3,600噸原料，1,500噸燃料，4,500,000米³空氣和34,000米³冷卻用水。現代化高爐車間一般建設有四座或更多的高爐，這樣，平均每分鐘約有15噸或更多的原材料運進車間，7噸或更多的生鐵和5噸或更多的爐渣運出車間。因此車間運輸（包括裝卸）及其調度工作對於高爐生產的正常進行具有十分重大的意義。

現代高爐是長年不間斷地工作的，它的一代壽命（兩次大修間的工作日）常常超過六年甚至十年，而休風或慢風操作是很少的。某些先進車間平均每年的休風率只有0.5%，這就說明高爐生產具有高度的連續性。

由於生產量大和連續性程度高，就要求具有與之相適應的高度機械化和自動化。而機械化和自動化的結果，必然提高勞動生產率和產量，降低產品成本，改善勞動條件，促進安全生產。

上述生產特點反映到機械設備上的要求是：必須具有充分的可靠性、足夠的強度、高效率、耐用性以及迅速修理的可能性。

車間的產量水平是決定車間生產總佈置的基本因素，可以這樣說，現有各種主要的車間配置型式是在生產不斷發展的历史過程中逐漸形成的。下面列舉兩種典型的車間配置型式，通過它更便於了解各種機械設備在生產中所處的地位及其相互之間的聯繫。

1. 並列式配置

由圖0-1a, b可以看出這種車間配置具有下列特點：

(a) 每兩座高爐結合為一組，共用一個出鐵場（可以節省一台出鐵場的橋式起重機）；

(b) 出鐵場和熱風爐的佈置與車間的主要運輸綫平行，而熱風爐位於出鐵場的两端（可以不為每座高爐設置煙囪）；

(c) 鐵水車和渣罐車的停放綫在車間範圍內互不相聯。

對這種車間佈置的評價是：a) 緊湊集中，基建投資較少；b) 車間運輸能力有限，在發展上存在困難。這些特點對於有效容積在1000米³以下的高爐車間是合理和經濟的，一般稱為並列式配置。看來這種配置對於今天中小型高爐車間也是適用的，只要不採用翻車機卸料和適當地減少料倉的排數。

2. 島嶼式配置

隨著高爐容積的擴大和車間產量的提高，並列式配置逐漸顯出不能適應生產發展的需要，矛盾表現在車間運輸的薄弱環節上，兩座高爐共用渣罐車和鐵罐車的停放綫，而輔助材料也靠這條綫路運輸，調車的擁擠阻塞現象使得不能保證每座高爐按時出鐵出渣，這就

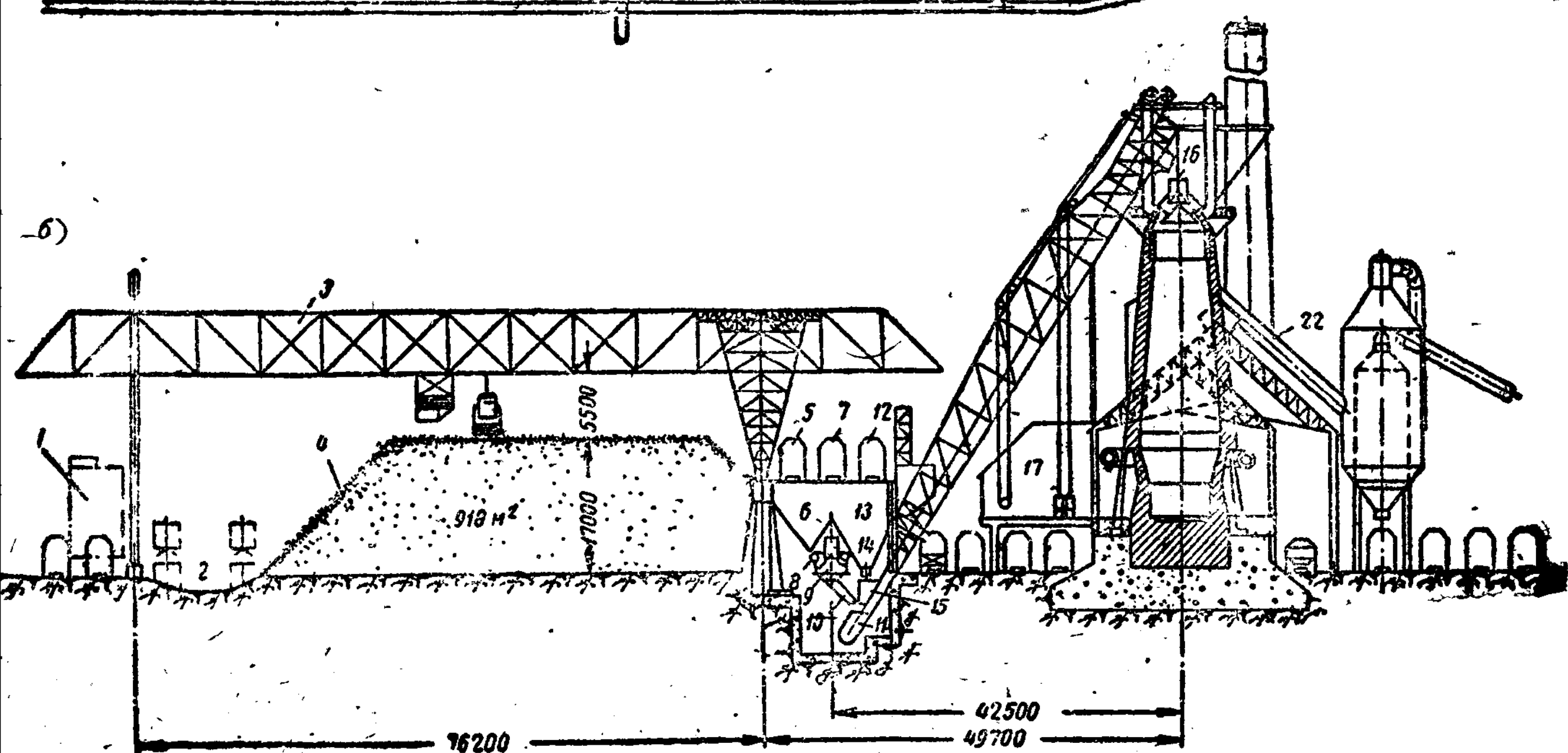
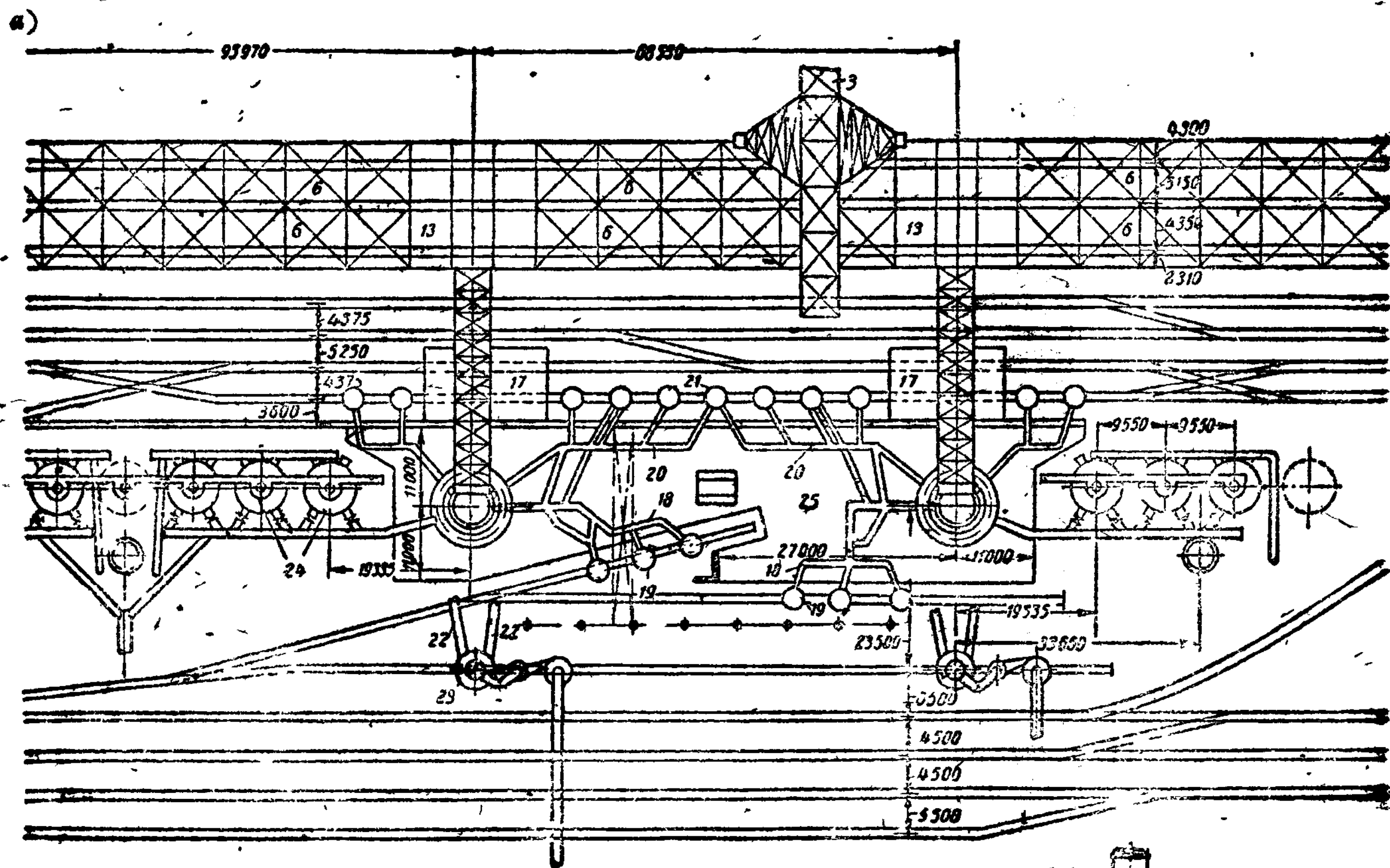


图 0-1 并列式車間配置(a—平面布置图; b—剖面图;)

- 1—翻車机; 2—卸料沟; 3—桥型装卸机; 4—矿石料堆; 5—运矿车; 6—料仓; 7—車皮;
 8—矿仓启閉器; 9—称量車; 10—流槽; 11—料車; 12—运焦車; 13—焦炭仓; 14—焦炭篩;
 15—称量漏斗; 16—装料机; 17—卷揚机; 18—鉄水沟; 19—鉄水罐; 20—渣沟; 21—渣罐; 22—
 煤气下降管; 23—除尘器; 24—热风炉; 25—出鉄場

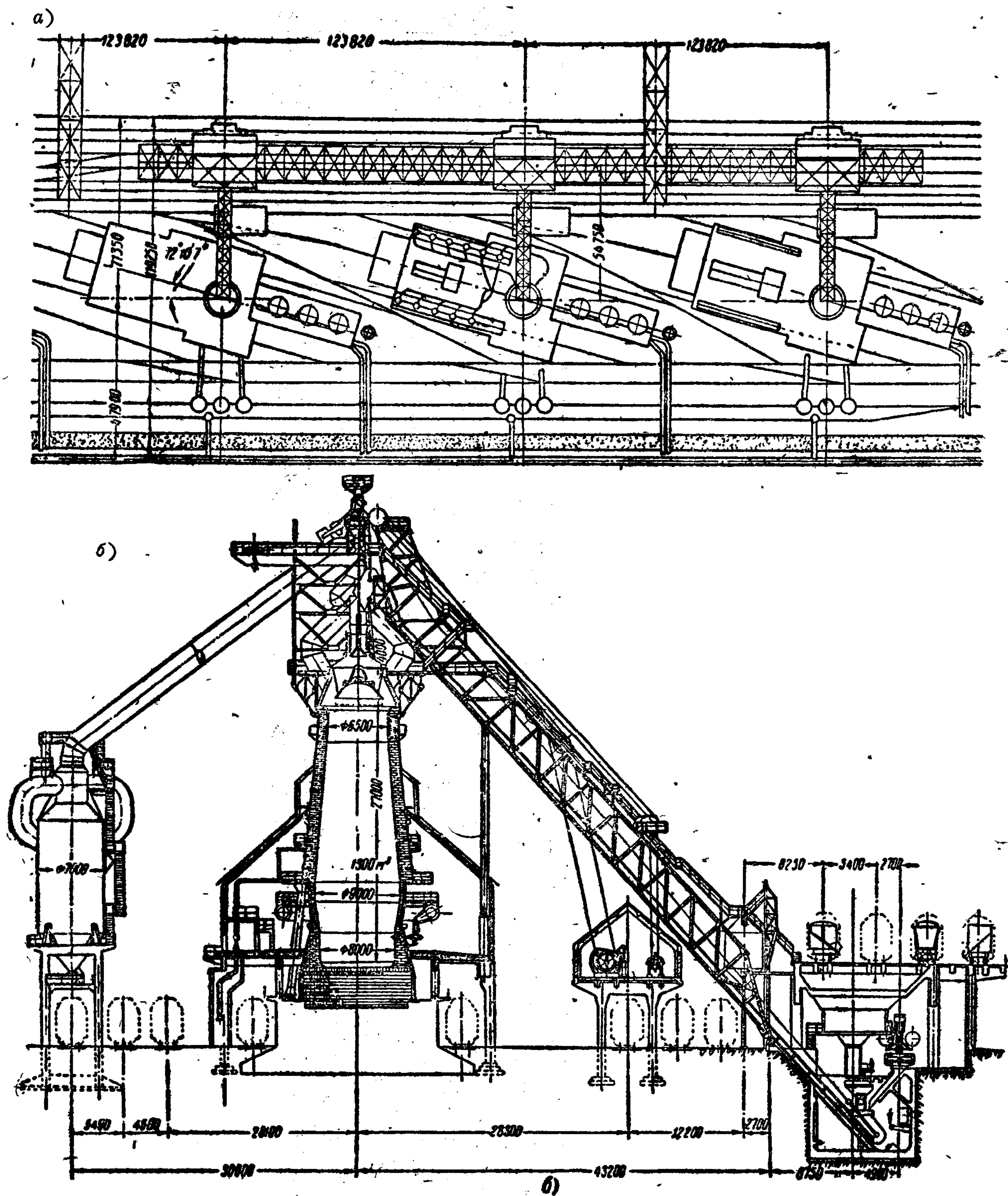


图 0-2 岛屿式车间配置 (一)

a—平面布置图; b—剖面图

限制了高炉冶炼能力的发挥。

必須对产量提高后所面临的问题加以解决，于是就形成了新的車間配置型式(图0-2a, 6)，其配置特点是：

(1) 每座高炉拥有自己的渣鉄罐車停放綫，并与車間二側的运输綫相联接；

(2) 出鉄場中心綫、热风炉中心綫和炉側支綫与車間主要运输綫成一角度，使得有可能貫通高炉二側的运输綫路。

这种各自独立的配置型式解除了車間运输的拥挤阻塞现象，給高炉产量的进一步提高創造了有利条件。对于有效容积在1000米³以上的高炉車間来說是合理的，一般称为島屿式配置。

应该指出新配置的缺点，由于鉄路轉弯的曲率規定，高炉的中心距拉长到123.82米，这就必然增加运输鉄道和車間的长度，以及与此有关的建筑結構(如管道、电綫、棧桥等)，因此基建投資也較大。近年来出現一种修改后的島屿式車間配置，其差別是适当地合并了鉄道綫路(图0-3)，如：

(1) 盛接上渣的停放綫与相邻高炉的輔助材料运输綫共用，但仍保持与高炉一側的运输綫貫通；

(2) 盛接下渣的停放綫与相邻高炉的鉄水車停放綫共用，但仍保持貫通高炉兩側的运输綫。

这一改变使得高炉的中心距縮短为105.11米，因而也相应地減少了基建費用，而車間运输能力仍能适应产量增长的需要。

值得注意的是，在我国大中小型企业同时并举、洋法生产和土法生产同时并举、中央工业和地方工业同时并举的建設方針指导下，具有同样生产率的車間，如果高炉容积或数目不同时，其車間配置也应有所不同。高炉数目愈多，經常需要出鉄出渣，运输任务愈繁忙，这时要求对鉄水和炉渣各有单独的运输綫路或設置附加綫路。車間的机械化方案也将改变运输系統和配置型式，譬如近年来某些厂中采用带式运输机和专门設備(堆料机和混料机)代替貯矿場的抓斗起重机，这就从根本上改变了貯矿場和料运系統的面貌。可以认为，影响車間生产总配置的主要因素是生产率、高炉数目和車間机械化方案。应该看到，在生产中的主觀能动作用，在不断改进組織管理和調度工作的条件下，同样的車間配置也會出現不同的生产面貌。

a)

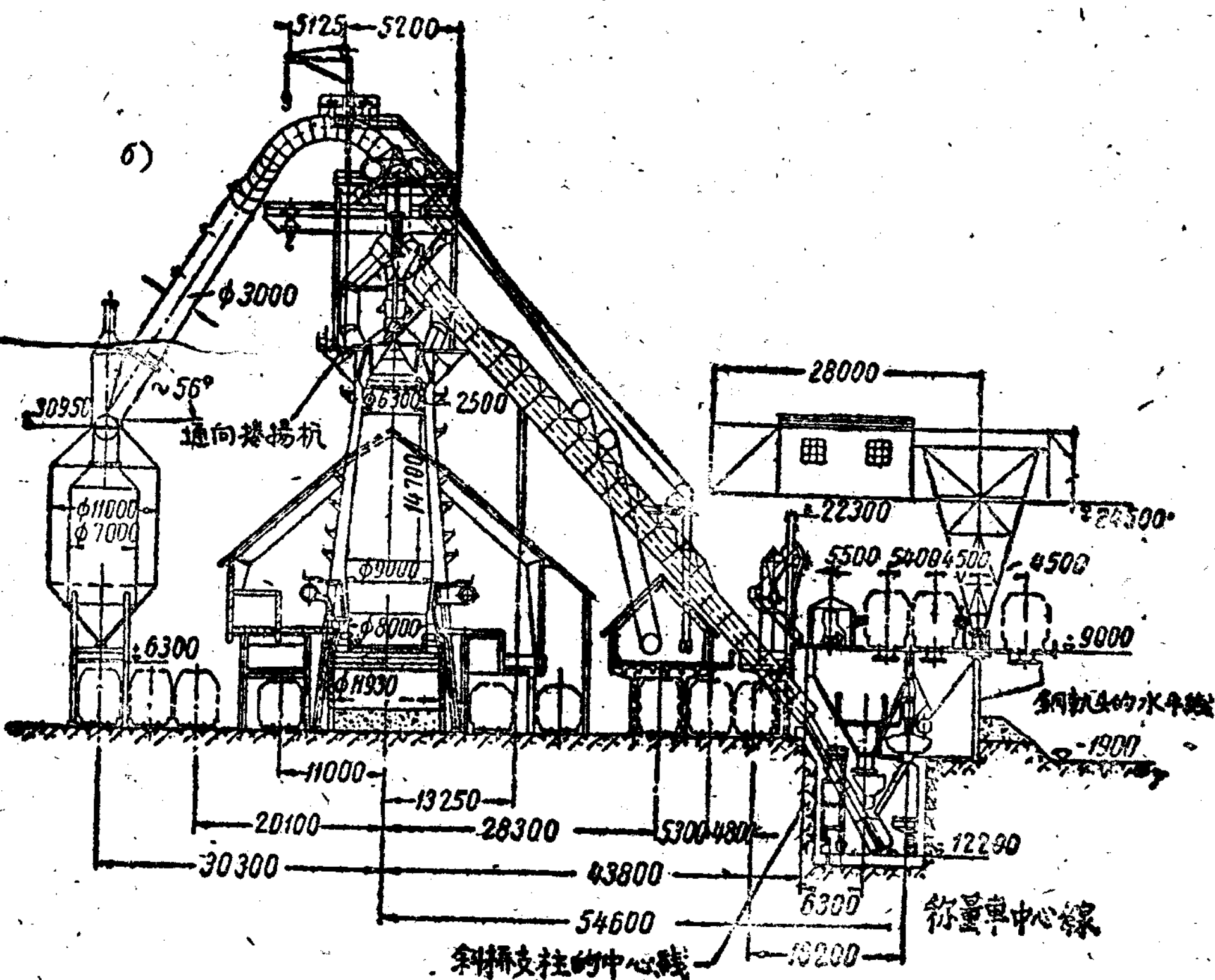
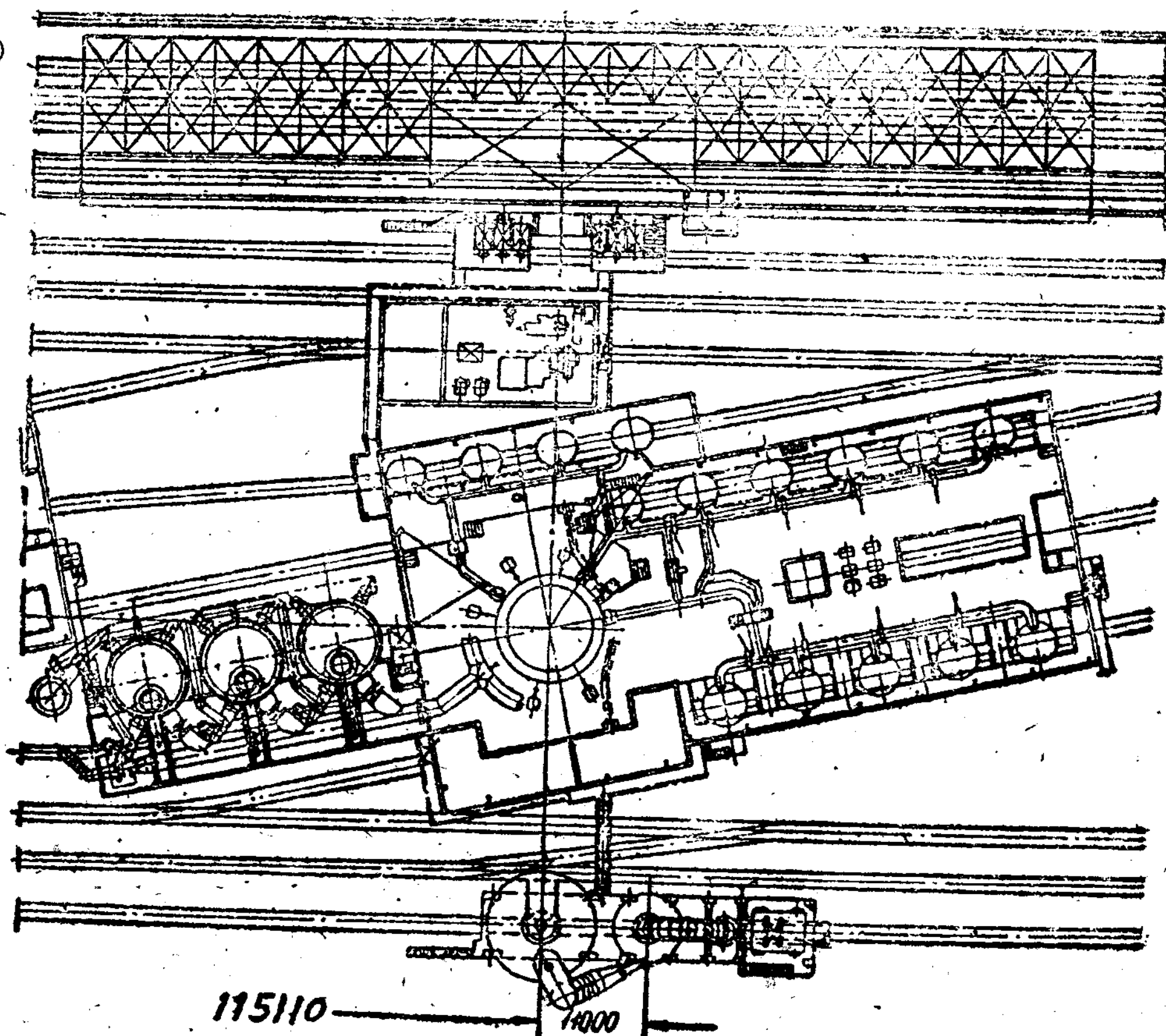


图 0-3 岛屿式配置 (二)

a—平面布置图; b—剖面图

第一篇 高炉、热风炉和煤气除尘设备

第一章 高炉结构

近代高炉的整个结构差别主要决定于：

- 1) 将炉胸和炉顶装置的负荷传递到基础上的方法；
- 2) 炉胸的壁厚及其固定法和冷却法；
- 3) 高炉的装料方法。

炉胸通常裹于炉壳内而支持于配置在炉胸下面的柱子上，并且支承着所有的炉顶装置；如果炉胸砌体是用钢箍固定的话，那末就必须有独立的支持炉顶的柱子。

为了探测、维护以及炉胸的冷却，而不得不在其周围数个水平面上建筑平台，这些平台或则固定在炉壳上，或则固定在支持着炉顶的柱子上。

如果是用料罐往炉顶装料，炉顶装置将是十分简单的；如用料车装料，特别是当大小钟用强迫下降和具有装料机的安装用设备时，炉顶装置则较为复杂。

在这一章里，比较全面而简单地叙述高炉的整体构造，目的是使高炉车间的机械工作者对炉体结构有一个概括的了解。

§1-1 炉型

高炉炉形是高炉熔炼室的轮廓，它的形状和主要尺寸必须适应炉料和煤气在炉内运动的规律，炉料下降时，受热膨胀，故高炉上部的横断面逐渐往下扩大(图1-1)，以保证炉料顺利下降，这也正与煤气上升过程中温度下降，体积缩小相适应；当炉料到达高炉下部时，体积由于熔化而缩小，故这部分的断面也向下收缩。这一原则在过去和现在都指导着高炉炉形的发展——炉型和炉料、煤气的运动规律相适应。

旧有高炉的特点是炉缸小，炉腹角也小。随着原料条件改善和冶炼强度的提高，炉形的变化是扩大炉缸和相对地降低高度。

1. 高炉炉形各部分的尺寸及其比例关系

高炉炉形是决定高炉生产指标的重要因素，关于合理炉形虽有不同意见，但一些主要问题上还是一致的。现讨论如下：

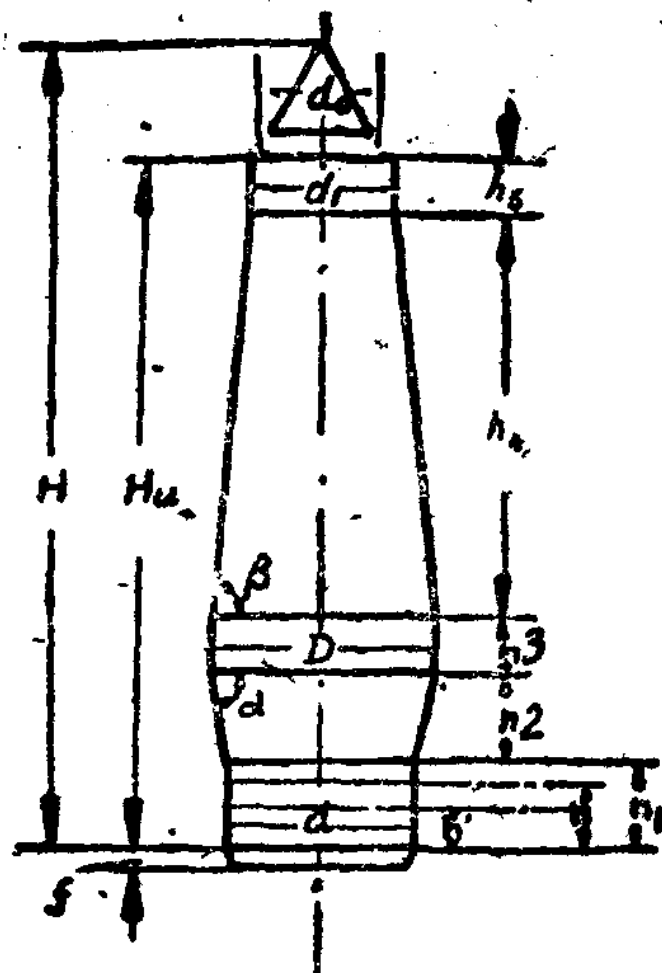


图 1-1 炉形各部分尺寸的表示方法

(1) 炉胸角度:

高炉炉胸必須有一定的傾斜角度, 才能保證不形成自然料拱和炉料受热膨脹后仍能順利下降。

現代高炉的炉胸角常在 85° — 86° , 炉胸角小对下料虽有利, 但使边缘气流过分发展, 煤气的热能和化学能不能充分利用。反之过大的炉胸角, 难行和悬料就常会发生了。

炉胸角的选择和原料情况有关。M·A·巴甫洛夫提出, 在用粉矿冶炼时用 85° , 一般块矿时用 86° , 用强度好的块矿时可到 87° 。

近代高炉設計上, 大高炉的炉胸角多趋近于 85° 左右, 而小高炉則較大, 但最多也只 86° 左右, 这是因为大高炉的主要矛盾不是焦比高, 而是冶炼强度提不上去。

(2) 炉喉直径和炉腰直径的比例:

由于矿石垂直下降, 逐渐远离炉墙, 故这一比例表示了炉胸断面上, 富有焦炭的一个疏松环圈的大小, 它和炉胸角一样, 影响着順行和煤气利用。苏联大高炉的这一比值常在 0.69 — 0.72 , 美国由于粉矿多, 故这比值較小, 常在 0.67 — 0.69 。我国旧高炉这一比值常在 0.72 — 0.75 , 但新設計的高炉, 由于考虑到强化的要求, 則都降到 0.7 或者更小些, 而对于不大 100米^3 的高炉, 則只有 0.65 — 0.7 。

对于一些最大的(1500 — 2500米^3)高炉, 由于炉胸角的縮小, 这一比值多只有 0.67 — 0.69 。

(3) 炉腹角度:

炉料在炉內下降的条件可用下式表示:

$$F = W_{\text{料}} - (P_1 + P_2 + P_3)$$

式中 $W_{\text{料}}$ —— 炉料重量;

F —— 促使炉料下降的有效重力;

P_1 —— 炉墙对炉料的摩擦力;

P_2 —— 炉料之間的摩擦力;

P_3 —— 煤气对炉料的浮力。

故任何一个可降低 P 的因素, 都会使 F 值增大, 便于增加风量。

对于减小 P_1 来说, 增大炉腹角和降低炉腹高度有着重要意义。有很多人提出取消炉腹以改善下料条件的建議。

H·Г·馬汉涅克曾做了模型实验; 当炉腹角为 81° 时风口平面称得的料重只有全部料重的 16% 。炉腹加大到 $85^{\circ}32'$ 时为 23% , 加大到 90° 时达到 29% 。这結果当然助长了取消炉腹的主張, 但这实验是有缺点的; 因为实验是在炉料静止而且沒有液体的情况下进行的, 而高炉并不如此。

在苏联、捷克、瑞典等国对沒有炉腹的高炉进行了工业試驗。在苏联拉彼也夫厂試驗时, 高炉形成了自然炉腹。

到目前为止, 多数人还是认为炉腹是必要的, 其理由如下:

1) 如图1-2所示, 在有炉腹的情况下, 风口前的高温区(燃燒带)离炉墙較远, 不致燒毀风口上面的炉墙。



图 1-2 有炉腹和沒有炉腹的比較

2.) 在有炉腹时, 风口前的燃烧带正好处于炉喉边缘的下方(图1-2), 这正是矿石最多下料最快的地方。故使这个区域松动, 有利于气流分布的改善。

3.) 炉腹取消后, 可能使炉缸中炉料的致密度增加, 使气流分布情况恶化。

4.) 炉腹的存在, 不一定会影响到料的下降, 因为炉料到炉腹时已经大量熔化, 体积相应地缩小了。

目前大中型高炉的炉腹角多在 79° — 83° , 小型高炉则为 79° — 83° 。我国旧有中型高炉的炉腹角常很小, 在解放后的几次大修中, 都逐渐加大到 80° 以上。

(4) 炉腰直径与炉缸直径的比例:

在炉腹高度基本不变的情况下, 这一比值能表征炉腹角的大小。现代大中型高炉的 D/d 常在1.12—1.17, 较小的中型高炉则在1.17左右, 而小于100米³的高炉则常 >1.2 , 而达到1.3—1.4左右。

(5) 高炉的有效高度:

随着高炉有效容积的扩大, 高度也不断增加。到目前止, 大型高炉的高度已达26—28米, 个别的达到30米以上, 但有效高度的增加比容积的扩大要慢得多; 也就是说 H/D 变小了。一般容积由700米³增到1400米³高度只增加3米左右。

过去高炉高度主要决定于燃料的强度, 但目前的焦炭转鼓指数常不低于300公斤, 因而就很少考虑这一问题了。

上一世纪格留涅尔提出的 H/D 的指标, 到本世纪中巴甫洛夫提出木炭高炉 H/D 可用5, 最小为4.25; 焦炭高炉可用4.25, 最小为3.5。

事实上现有1000米³以上的高炉其 H/D 已降到3.2—3.5, 甚至更小了。

再从现有的操作情况来看, 使用还原性好, 并经过仔细筛分的小粒度矿石, 高冶炼强度操作, 这样相对地降低高炉高度也是完全合理的。

不过关于高炉高度问题还有着不同的意见。

目前存在的高炉都是高度随容积增加的, 但增加较慢。小高炉的 H/D 一般都比大高炉大, 以改善煤气利用。但在原料准备良好, 和鼓风机风压较低的情况下, 适当降低 H/D , 对保证高冶炼强度操作是会有好处的。

(6) 炉缸尺寸:

炉缸断面尺寸大小和燃烧焦炭量有很大关系, 在美国就是以单位有效炉缸面积(风口前端围成的面积)的产量, 来表示高炉的生产率。这当然有片面性, 但在目前强化冶炼的前提下, 不变或稍变高炉容积而合理地扩大炉缸, 会使高炉产量上升, 改善容积利用系数。

M·A·巴甫洛夫提出高炉每日燃焦量和炉缸断面积成正比的关系, 用下式表示:

$$C = \frac{\pi d^2}{4} i \times 24 = 6\pi d^2 i = IV_u$$

式中 C ——每日燃烧焦炭的数量, 吨;

i ——燃烧强度, 吨/米²·时;

I ——冶炼强度, 吨/米³·日;

V_u ——有效容积, 米³。

把这个公式移项, 便可直接用来计算炉缸直径:

$$d = \left(\frac{C}{6\pi i} \right)^{\frac{1}{2}}$$

其中 i 值在苏联常波动在1000—1300公斤/米²·时（1952年），我国目前则常在1200—1500公斤/米²·时，个别高炉有高达1700公斤/米²·时的。

最近在苏联也有人提出：对于炉缸直径较大的高炉，燃焦量不和面积成正比，而和炉缸直径（即圆周）成正比。即小高炉的 $c \propto d^2$ ，而大高炉的 $c \propto d$ ，这是因为炉缸直径较大时，中心有不活跃的区域。

至于炉缸高度，理论上是应容下两次出渣或铁间所生成的渣和铁，并有一定的安全系数（包括被焦炭占去的空间和延迟出铁）。大中型高炉的炉缸高度常为3.0—3.2米。为了结构上的需要，风口高度常比 h_1 小400—500毫米。渣口高度常为风口高度的0.55，渣量愈大则愈低，巴甫洛夫提出近代高炉可到0.6—0.67。

目前各厂在高炉强化以后都反映出铁次数过多，新的设计应按每日出铁6—8次计算，在炉缸扩大后如还不能做到的话可考虑将高度增到3400—3600毫米。至于一些较小的中型高炉，炉缸高度只有2200—2600毫米，看来加大到2800—3000毫米时，并不会给操作带来什么麻烦。

（7）炉腹、炉腰和炉胸的尺寸：

从发展看，炉腹高度是相对的降低了，目前几乎都固定在3000—3200毫米。从前面的讨论看来，炉腹过高是不好的，但也有3900毫米的炉腹，并没有发现什么不良影响。炉腹也不应缩得太短，这样就不能保证一定的炉腹角度了。在目前的设计中炉腹尺寸的主要考虑是角度问题，而不是高度问题。

炉胸的高度则都按角度和前述的 d 、 D 、 d_1 之间的比值计算。

炉腰是炉形各部分中最宽的地方，由于初渣在此大量生成，降低这部分的透气性，故宽阔的炉腰，有利于透气性的改善。在设计中都以炉腰的高度作为调剂有效高度的手段，常为1000—2000毫米。一般不宜大于2500毫米，这会使炉料压紧。

（8）炉喉尺寸：

在古老的高炉上常没有炉喉，这就使矿石迅速离开炉墙，过分发展边缘气流。再从布料调剂来看也是不利的。目前大中型高炉的炉喉保持在1800—2200毫米的高度就会很合适了。过高则会使炉料挤紧，造成料拱。

随着容积的扩大，炉喉也扩大了，但很多人一直耽心过大的炉喉会出现中心无矿区。在一些静止的模型实验上也确实有这现象。

但实践的结果并不是那样，炉喉已扩大到6000毫米以上，由于炉料下降过程的再分布，中心并不是没有矿石。

当然，过分扩大炉喉，会使 α 角过大或降低炉胸高度。

炉喉的直径常按 d_1/D 计划。至于它和炉缸直径也应有一定的比例，以保证煤气在高炉上部和下部的工作量有一定比例。目前的 d_1/d 常在0.78—0.82之间，这一比值也大体上说明了 V/A 的关系。

2. 操作炉型

以上所讨论的，都是设计时的炉形，但这一炉形在开炉后是会发生很大变化的。

实际影响高炉冶炼的是炉衬被侵蚀后自然形成的所谓“操作炉形”。故在做炉形设计时就必須結合炉衬的特点（厚度和材料）和冷却器的特点（形式和排列方法）来考虑，这是极为重要的。例如薄墙高炉的炉形就比厚墙炉要固定得多。而最后固定炉形的常不是磚衬而是冷却器。

对于目前常用的厚墙和中厚墙高炉来说；它的操作炉型有如下的变化：

（1）变化的部分：炉胸角侵蚀变小，往往小到 82° 左右。炉腹高度增加。炉缸容积扩大。

（2）不变的部分：炉喉被保护板限制。炉腹被立式冷却板限制。上部炉缸的直径被风口冷却器限制。

§1-2 基 础

高炉炉基的作用在于将所承担的重量——高炉本身，炉内原料，冶炼产品和高炉附近的各种设备的重量——均匀地传给地层。它承受下列几方面的负荷。

（1）静力负荷：

近代大高炉的地基所承受的静压力（包括基础自重）常高达20,000吨左右。表1-1中列出了一些近代高炉基底上所受的静力负荷，一般地说基础底面的受力常为高炉容积的13—25倍。

表 1-1 高炉地基所承受的负荷

项 目	830米 ³	930米 ³	1300米 ³
高炉自重(吨):			
耐火砌体	1055	1960	2330
金属结构	1100	940	1600
炉料	880	1100	1430
渣, 铁和“死铁”	1275	1500	2240
由高炉产生的负荷共计:	4310	5500	7600
基础和操作平台的自重(吨)	5420	7140	11940
厂房的重量(吨)	230	75	760
卷扬机重量(吨)	105	155	
斜桥基墩传来的负荷(吨)	165	170	
其他负荷(吨)	200	200	
基础底面承受的总负荷(吨)	10430	13240	20300
基础埋置深度(负标高毫米)	2635	1650	3500
基础底面积(米 ²)	485	753	833
土壤受的平均压力(公斤/厘米 ²)	2.15	2.32	2.44

高炉本身产生的压力以两种方式传给基础：

- 1) 炉腰支圈以上的金属结构和炉衬的重量通过支柱传给基础；
 - 2) 炉腰支圈以下的砖衬，冶炼产品和一部分炉料的重量直接通过基墩传给基座。
- 实际上由于炉壳成一体故这两部分很难机械地分开。

(2) 动力负荷:

由于生产过程的特点, 基础还受着动力负荷, 这主要是崩料和人工坐料造成的。特别是猛烈坐料和煤气爆炸时, 动力负荷是相当大的。

(3) 热应力作用:

由于炉基内的温度分布很不均匀, 一般总是中心温度高 (有时可达 $1000-1200^{\circ}\text{C}$) 边缘温度低, 上部温度高, 下部温度低。这就产生了热应力, 从而引起炉基开裂 (裂缝可能宽达 $40-60$ 毫米)。另外炉基材料本身也会受热损坏, 混凝土在高于 250°C 时开始缓慢地损坏, 到 400°C 就比较显著。而钢筋在 700°C 时即失去强度。随着温度升高, 由于混凝土和钢筋的膨胀系数不同, 它们之间的联系也会被破坏。这一作用在高炉一代寿命的后期特别显著。

基于以上的说明, 对高炉炉基有下列几个基本要求:

(1) 炉基传给地层的压力应不大于地层的承载力, 使高炉基础在工作期间下沉最少 (不大于 $20-30$ 毫米)。但一般情况下, 对于基础均匀下沉并不十分注意, 最重要的是不允许有不均匀的下沉, 对于现代大高炉来说, 基础的许可倾斜值为 $0.1-0.5\%$ 。当然, 无论是过多的均匀或不均匀下沉, 都会破坏高炉和附属设备间的联系或使布料发生不应有的偏析。

(2) 炉基本身应有足够的强度和耐热性能。使在各种应力的作用下, 不致产生裂缝。基础严重开裂和温度过高时, 常会迫使高炉降低冶炼强度, 冶炼低温生铁甚至停止高压操作。铁水可能沿裂缝渗出, 如果有水的话, 则会发生严重的爆炸。

(3) 在保证上述两个要求的前提下, 和其他建筑物一样, 要减少炉基本身的体积和降低造价。

高炉基础的形式是十分多样的, 它主要决定于地质条件和高炉容积。

图1-3是目前大中型高炉最常用的炉基, 它可以分成两部分, 上部分是包在炉壳内的耐热混凝土基墩, 下部是钢筋混凝土的基础。耐热混凝土部分不用冷却器是为了减少其热应力, 而炉底砖, 基墩和基座之间都用耐火灰浆和石墨粉等分开, 以减少热应力的影响。炉壳和基座之间则有钢板做的防水环 Γ 和簷板 B , 基座表面则稍有坡度, 以利排水。也有一些炉子在基墩和基座之间垫块钢板以防潮气侵入。图1-3上还用了大型的钢筋混凝土柱墩 Π , 这在目前是用得不多的。

为了防止基础在热压力作用下开裂和损坏, 近年来在大型高炉上常采用炉底冷却的办法。这是极有发展前途的办法, 因为高炉在强化以后, 炉基过热已经是个普遍的问题了, 将在冷却一节内讨论。

§1-3 炉 衬

高炉炉衬的作用在于:

- (1) 组成高炉的工作空间;
- (2) 减少炉子的热损失;
- (3) 保护炉壳免得受热变形和受到其他侵蚀作用。

炉衬受到下列一些因素的破坏: