

资本主义国家的 黑色冶金

冶炼前矿石处理与高炉生产

中国工业出版社

苏联黑色冶金部技术管理局

中央情报研究院

资本主义国家的黑色冶金

第 2 卷

冶炼前矿石处理与高炉生产

В.С.阿布拉莫夫、Н.К.列昂尼多夫

Н.Б.阿鲁秋诺夫、Н.И.克拉萨夫采夫 等著

孙其文 王筱留 等译

中国工业出版社

本书詳細地介紹了美国、西德、英国、法国和其他資本主义国家炼鉄生产的現狀。第一篇敘述了矿石的混勻及其造块的方法，第二篇介紹了生鉄生产規模、高炉及其附属設备的尺寸和結構的有关資料。此外，本书还介紹了电炉炼鉄和矮高炉炼鉄的生产方法。

本书可供炼鉄工程技术人员和冶金院校的教師、学生参考。

В.С.Абрамов, Н.К.Леонидов, Н.Б.Арутюнов,
Н.И.Красавцев, Е.В.Гозман

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ КАПИТАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАН
ЧАСТЬ II
ПОДГОТОВКА РУД К ПЛАВКЕ
И

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Металлургиздат Москва 1957

* * *

資本主义国家的黑色冶金

第 2 卷

冶炼前矿石处理与高炉生产

孙其文 王筱留 等譯

*

冶金工业部图书編輯室編輯（北京市市大街78号）

中国工业出版社出版（北京修脚园路西10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{8}$ • 印張 $14\frac{3}{8}$ • 插頁3 • 字数410,000

1963年4月北京第一版·1963年4月北京第一次印刷

印数001—710 • 定价(10-7)2.50元

統一书号: 15165 • 2092(冶金-309)

目 录

第一篇 冶炼前矿石处理

I、铁矿石的混匀.....	5
大湖区矿石的混匀.....	5
罗滨斯型料场上的混匀.....	7
储矿槽的混矿装备.....	20
II、铁矿石的烧结.....	25
烧结矿的生产和配料组成.....	25
烧结机的辅助设备.....	27
烧结矿的破碎、筛分和冷却.....	44
1 空气冷却.....	45
2 喷水冷却.....	61
3 空气和喷水的综合冷却.....	61
自熔性烧结矿的生产.....	62
配料内不同燃料含量的烧结矿烧结.....	64
利用热空气的烧结.....	66
新型烧结厂的工艺流程.....	66
III、细粒精矿的造块方法.....	76
带烧的造球方法.....	76
欧深采用的精矿造球和焙烧设备.....	87
美和加拿大采用的细粒精矿造块设备.....	90
造配料应用混合燃料的烧结.....	102
结.....	103
队.....	107
考文献.....	112

第二篇 高炉生产

I、般资料.....	113
高炉的座数和尺寸.....	113
美国的高炉.....	113
英国的高炉.....	121
西德的高炉.....	123
法国的高炉.....	133
結語.....	134

附录	135
参考文献	165
II、高炉的尺寸和结构	166
高炉尺寸	166
高炉结构	173
結語	222
参考文献	222
III、輔助設備	223
鼓风机	223
热风炉	225
煤气淨化	241
原料場	276
装料設備	277
鉄水处理的設備	289
炉渣处理	299
檢測和調節仪表裝置	301
結語	313
附录	314
参考文献	316
IV、操作工艺与技术經濟指标	317
美国	317
英国	329
其他資本主义国家	331
黄鉄矿殘渣的利用	335
結語	340
参考文献	341
V、高炉大修	342
結語	350
参考文献	350
VI、新技术	351
高压炉頂作业	351
富氧鼓风的应用	360
生鉄的炉外脫硫	361
生鉄的炉外脫硅	369
往高炉炉缸鉄水中吹氧	73
重油的应用	76
結語	6
参考文献	7
VII、低炉身炉炼鉄	3
特罗斯特堡(西德的巴威利亚)的低炉身炉	3

格爾拉費根(瑞士)的低爐身爐	382
上浩森(西德)的低爐身爐	386
克列克涅爾-古波特-捷次公司(西德)的低爐身爐	394
魏伯爾法	394
德馬克-古波特法	399
杜依斯堡-漢堡(西德)的低爐身爐	407
烏格列-瑪利工廠的低爐身爐(比利時)	409
阿林根·林德鋼鐵公司的低爐身爐(美國)	415
匹茲堡的低爐身爐(美國)	422
西利格的低爐身爐(意大利的米蘭)	425
旁貝工廠的低爐身爐(法國)	427
英國的低爐身試驗爐	428
瑞士(羅贊拉)的低爐身爐	428
印度的低爐身爐	428
結語	428
參考文獻	430
Ⅳ、電高爐煉鐵	431
電高爐煉鐵的現狀	431
電高爐煉鐵在某些國家獲得發展的原因	432
電弧電高爐	434
1. 電弧電高爐的構造	434
2. 電高爐生鐵的種類	437
3. 爐料	438
4. 燃料	440
5. 電高爐冶煉的熱平衡	440
6. 有爐身電高爐與無爐身電高爐的比較	442
電阻電爐	442
其他型式的煉鐵電爐	445
電爐煉鐵與普通高爐煉鐵的比較	445
電高爐煉鐵概況	445
結語	458
參考文獻	459

苏联黑色冶金部中央情报研究所于1954~1955年所完成的“资本主义国家的黑色冶金”一书由八卷組成：

第1卷——资本主义国家黑色冶金技术經濟概論（美国、英国、法国、西德、比利时、卢森堡、奥地利、意大利、瑞典、挪威、印度、日本、澳大利亚、加拿大，以及6个拉丁美洲国家）。

第2卷——冶炼前矿石处理与高炉生产。

第3卷——炼鋼生产。

第4卷——軋鋼生产。

第5卷——新鋼种及試驗方法。

第6卷——焦化生产。

第7卷——鉄矿工业。

第8卷——耐火材料生产。

本书重点放在技术問題上，闡明前些年和近几年来在工艺过程及机組結構方面所发生的重大变化。

本书第二卷中，第一篇“冶炼前矿石处理”，由技术科学副博士B·C·阿布拉莫夫編写；第二篇“高炉生产”由工程师H·K·列昂尼多夫、工程师H·B·阿魯秋諾夫、技术科学副博士H·И·克拉薩夫采夫和經濟科学副博士E·B·戈赫曼編写。

黑色冶金中央情报研究所

I、铁矿石的混匀

大湖区矿石的混匀

無論对于保証矿石成份符合規定条件的供应者也好，还是对于力求供給高炉尽可能以較均匀成份矿石的用户也好，都需要进行铁矿石混匀。

在美国进行着最大規模的矿石混匀工作。

根据自然条件，美国大湖区內开采的全部矿石(8~9千万吨/年，約为美国矿石需用量的80%)都用水路运输。

矿石供应公司一般保証主要成份(鉄含量或氧化硅及氧化鋁含量)的波动不超过 $\pm 0.5\%$ 。例如，內地鋼鉄公司保証其所供应約 250 万吨/年的矿石含鉄量波动不超过 $\pm 0.25\%$ 〔1〕。从矿山发出的矿石要在車皮內仔細取样。按对角綫在沿堆尖及距堆尖2/3距离处的三条平行綫上的18点或24点取样。为了取样要拉好帶18个結或24个結的绳索，每两个結之間距为47~60厘米。在每个結下取約 0.1 公斤矿石。在矿石质量不均匀时，以五节車皮为单位做化学分析，而质量均匀时則以七节車皮为单位。該公司供給两种主要矿石：列斯里(200万吨)及安德尔松(50万吨)。

列斯里矿石保証成份：鉄48.31%，磷0.063%，氧化硅10.59%，氧化鋁2.43%，由十个矿山开采 1 万到38万吨/年，各矿山平均含鉄量由43%到51.4%，氧化硅由8.1%到15.7%，氧化鋁由0.6%到7.2%。

預定在运矿船上得到保証成份的矿石，其訂貨单要在运矿船到达港口前7~10 昼夜交給矿山。每个矿山按訂貨单发出矿石并預先通知港口逐車的矿石分析。

应用各种載重量的船舶沿湖运送矿石。載重 1.6 万吨的运矿船可

以认为是标准型的，它有十八个仓孔，各仓孔中心綫距离为 7.3 米。

在各发送港口有带两排儲矿槽的船塢。图 1 示出威斯康辛州苏必略城附近大湖港口的船塢。船塢每側平均有 175 个儲矿槽，每个儲矿槽容量为 275 吨，每列儲矿槽上鋪設两股鉄路綫以便装运矿石。各儲

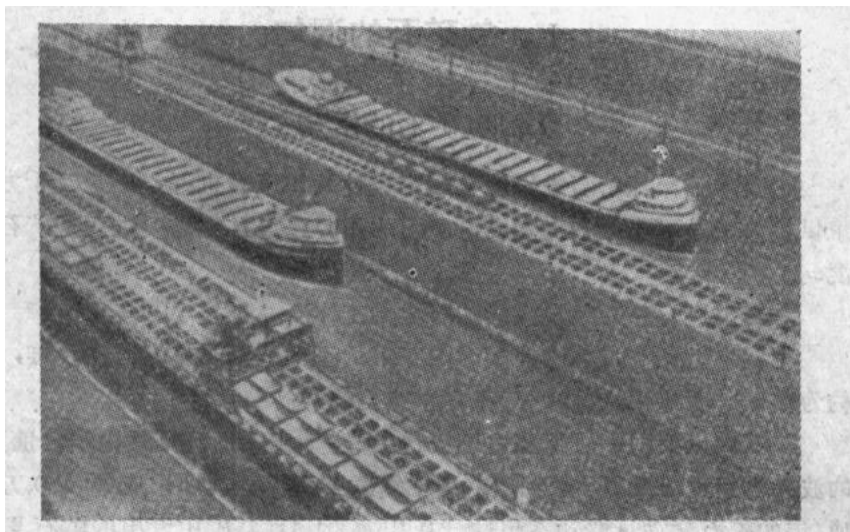


图 1 威斯康辛州苏必略城附近大湖港口帶有运矿儲矿槽的船塢全景

矿槽中心綫間距为 3.65 米。

装运矿船时力图装入每个仓孔的矿石平均成份接近于全船矿石平均保証成份。由載重各为 55 吨的五节車皮往每个儲矿槽里卸矿石。为了在各儲矿槽里很好的混匀矿石，将到达的矿石分五批装入儲矿槽里，从每批的矿石中往儲矿槽里装一車皮。装 1，3 及 4 批矿石的車皮从內側鉄路綫卸入，而装 2 及 5 批的車皮則从外側鉄路綫装入(图 2)。第一批用車皮装較大的矿石块卸入貯矿槽底。第三批用車皮装成份与保証的平均成份相差最大的矿石。

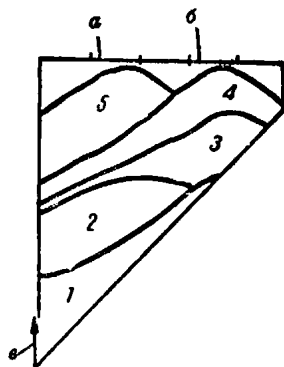


图 2 向儲矿槽分批装矿图

a—外側鉄路綫；b—內側鉄路綫；c—漏斗开关

1, 2, 3, 4, 5—矿石分批編号

載重1.6萬噸的運礦船需290節載礦車皮及58個儲礦槽 $\left(\frac{290}{5}\right)$ 。在運礦船進港前，將儲礦槽裝好需要成份的礦石〔1〕。

這樣，由於礦石在卸入儲礦槽時進行了配礦和混勻，各礦槽礦石成份很接近於裝船需要的平均成份。以後，在運礦船卸貨時以及在冶金工廠礦石場逐層鋪放成堆時進行礦石混勻。

因此，由大湖區供應礦石的高爐可以使用混勻得良好的礦石操作。

羅濱斯型料場上的混勻

薄層鋪放，逐次切層卸取（平鋪切取法）散粒原料的混勻方法早已眾所周知，並廣泛用於一般露天儲料場上，最近此法亦開始應用於料倉儲料場內。

近廿年來已大大改善了平鋪切取法，在裝備有卸料小車和皮帶運輸機的儲料場上，利用卸料小車可逐層鋪放原料成堆。而從料堆進行切層卸礦，則用特殊機器：抓斗或電鏟。

在美國，羅濱斯運輸機製造公司（專門生產皮帶運輸機）特別注意於混勻用料場的設計與建築。

在這個公司興建的料場里（羅濱斯米西切爾型）用皮帶運輸機的卸料小車將礦石薄層地撒落成平行放置的料堆。為了從礦堆上取礦，設計了特殊的耙料機，從料堆端頭切層耙取礦石並送至皮帶運輸機上，以便從料場內運出。利用這種機器是羅濱斯裝備的基本特點。

羅濱斯混勻料場最初用於混勻銅礦，後來也開始用於鐵礦石。在應用到混勻鐵礦石時，為了簡化設備及降低其價格，曾對料場做了很大的改裝。最大的改變乃是向料堆給礦的方法〔2〕。

在阿里仲（美國）混勻銅礦的羅濱斯裝備上，向料堆給礦的皮帶運輸機放置在每個料堆之上，呈特殊走道。這樣放置皮帶運輸機，除支柱佔據料堆面積外，建築及生產費用消耗大。

羅濱斯公司於1938年在愛普貝-弗魯底漢鋼鐵公司（英國）建築了第一套鐵礦石混勻裝備。該公司在建築這個混勻料場時，考慮到在阿

里仲的生产經驗，廢除了每个料堆上的皮带运输机，將給矿皮带运输机放置在沿料堆中心綫横向移动的高架吊車上。这样就减少了皮带运输机的数量。

后来这种类型的料場曾建在华頓斯太德和林茨的二个工厂內。

这三个料場的料堆尺寸都是一样的。三角形断面的料堆其寬为18米，高6.5~6.7米，长46米。一个料堆的矿石重量約4千吨。小单位容积的混勻(4千吨的料堆)曾引起經常变料。在每个料堆內矿石成份均匀的情况下，由于从一个料堆改用到另一个料堆时，炉子所用矿石的成份可能有剧烈的变化。特別在大炉子操作上，当一个料堆上矿石儲备量只能滿足炉子一天或两天生产之用时，对此感觉尤为灵敏。

因此在美国設計混勻矿石新料場时，主要注意力除放在簡化运送矿石到料堆的设备之外，也放在料堆本身的容积上。

1942~44年期间在美国几尼亚，放旦那及派布罗三地的鋼鉄厂內，以及1947年在科尔比的工厂(英国)內，曾建筑了四个几乎是同一型式的現代化的矿石混勻装置。

在几尼亚和放旦那由政府資助建筑的两座工厂，以及派布罗的工厂，它們使用的矿石种类是不同的，这些矿石在进厂前都沒有进行过象大湖矿石那样的預先混勻。

为了送矿到料堆，使用了特殊的鋪矿机，它帶有两个安置在悬臂內的横向皮带运输机(图3)。鋪矿机和給矿皮带运输机上的卸矿小車一同順着料堆前后移动，將矿石薄层地撒落。

鋪矿机順料堆移动速度在运输带前进方向时为0.3米/秒，而在后退方向时則为0.55米/秒。当給矿入料堆的运输带速度約为1.3米/秒时，一米长料堆約可卸运输带3.3米。給矿皮带运输机及鋪矿机生产能力約为400吨/时。

鋪矿机鋪滿两个料堆要在它們間通行約700次，每次在一米料堆上約装140公斤矿石。三角形断面料堆其高为5.5米及底寬約为15米。而料堆长度則根据地方条件选择(从100至170米)。

一个中等大小的料堆，矿石重量約为1.6万吨。因为鋪矿机同时鋪成两个料堆，且其中矿石是同样的，則一次循环动作所混勻矿石重量

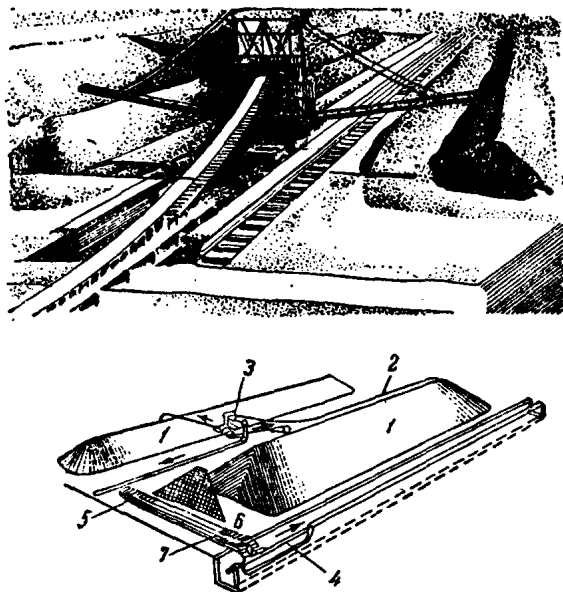


图3 混匀装备，给矿皮带运输机及铺矿机置于料堆间的工作面上
上图——全景；下图——装备系统图

1—矿石堆；2—送矿入料场的皮带运输机；3—给矿到料堆的铺矿机；4—从料场取矿的皮带运输机；5—装矿机；6—耙；7—刮板运输机

约达3.2吨。混匀装置至少要具有两对料堆，其中一对在成堆，另一对在取用(图4)。

利用装矿机从料堆取矿，装矿机由带有切刀(“耙”)的框架和刮板运输机组成；前者用来从料堆端头切层耙取矿石，后者则将矿石传送到皮带运输机，然后矿石由皮带运输机运出料场(图5)。框架具有432个齿刀，它们以间距200毫米布置于架上[3]。

装运时把框架放在料堆的端头；这样刀齿陷入矿石并与框架共同完成向右及向左移动610毫米的动作(架每分钟做16个行程)。用运行速度0.4米/秒的运输机刮板耙走散落在料堆底部的矿石，并传送到生产能力为720吨/时位于工作水平面下通道中的皮带运输机上，由它把矿石运出料场(图5)。

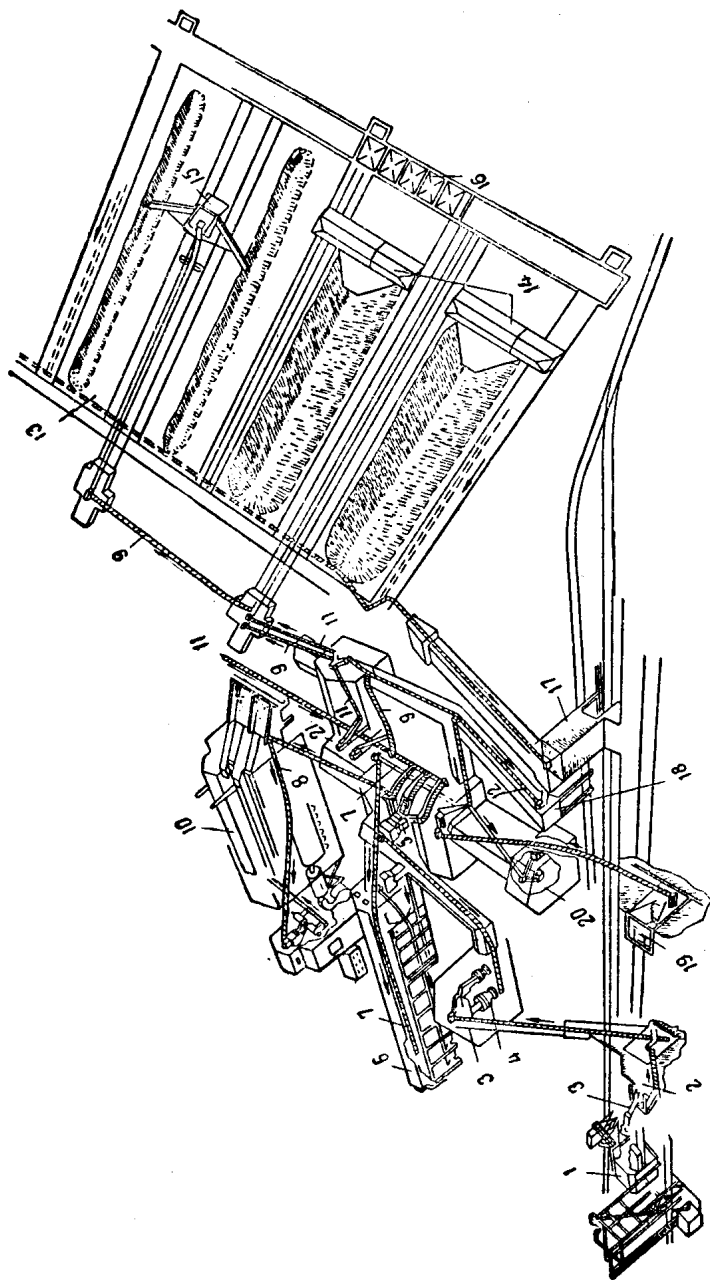


图4 在派布罗的钢铁厂(美国)内矿石处理装备系统图

1—矿石翻车机；2—颚式破碎机；3—条筛；4—圆锥式破碎机；5—振动筛；6—碎矿石及焦炭混合储矿槽；7—碎矿石及焦炭皮带运输机；8—烧结配料皮带运输机；9—大块矿皮带运输机；10—烧结厂；11—烧结矿运输带；12—大块矿及烧结矿运输带；13—罗溪斯科场；14—装料机；15—铺矿机；16—运矿车；17—已混与矿石装运储矿槽；18—烧结矿及未混与矿槽；19—翻车机；20—焦炭破碎间；21—取样及样品处理间

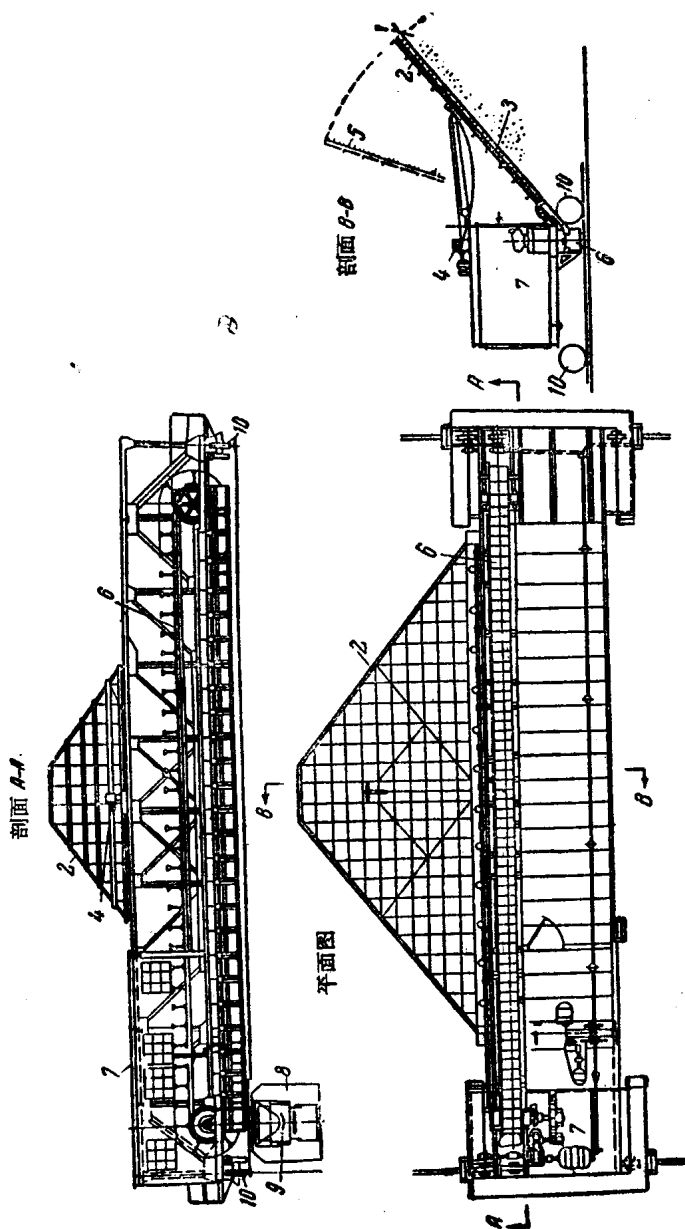


图 5 装载机

1—料堆；2—耙；3—耙的升起及降落机械；4—耙的外限位置；5—刮板输送机；6—通道；7—驾驶室；8—通道；9—已混与矿石输送机；10—移动轮

鋪矿机及装运机借助带电动机的自动台車(运矿車)可以从一对料堆移动到另一对料堆。

科尔比厂鋪矿机构造較之在美国战争年代建筑的几套装备有些不同。鋪矿机做得比較结实；原先的鋪矿机是以鉸接連接的双翼斜悬臂給横向的运输带供料，而这种鋪矿机則是用固定連接的双翼平悬臂供料，悬臂伸出长度为24米。

鋪矿机可往成对料堆中的任何一对料堆上卸矿。与过去建造的装备不同之处是鋪矿机不可能由一对料堆轉移到另一对料堆，因此，四个料堆要用两台鋪矿机。

鋪矿机借助于可調整轉数的直流电动机和鋪在两个料堆間寬5米的軌道上而移动。料場里有两台装运机利用两台自动車皮从一座料堆轉运到另一座料堆〔4〕。

罗濱斯新料場使用的鋪矿机的优点，除其簡便外，要算是可以一下子往两座料堆上給矿。因此同时被混勻的矿石容积增加一倍。

这样，由于延长料堆及改进送矿系統，則同时被混勻的矿石容积由4千吨增加到2~3万吨。

图4示出在派布罗(科罗拉多州)的厂內矿石处理装备系統图。該厂有四座高炉，总产量为72万吨/年，矿石由距厂600及1500公里的两个矿山供給〔15〕。

1942~1943年由于对生鉄的需要日益增长，新建了一套包括破碎篩分車間和燒結車間以及罗濱斯料場在內的矿石处理系統，它位于距炼鉄車間儲矿槽2公里处。

用鉄路运输將已混勻矿石及燒結矿送往炼鉄車間儲矿槽。

矿石在側卸漏斗車里从矿山送到能力为635吨/时的翻車机上(图4)，由此再运到儲矿槽，从这里用板式給矿机送到条篩。顎式破碎机初碎至125毫米后，过篩并送入西門子二次破碎机內破碎至50毫米以下，然后运往中間儲矿槽，从这里送到三台单层振动篩上。篩孔为 8×76 毫米。6.4~0毫米的篩下物送到具有两台寬1.83米及长30.9米的燒結机的燒結車間去。碎矿运到容量2730吨的混合儲矿槽里。儲矿槽有一窄口的卸料孔，順着这个窄口有一固定流槽。在低于流槽位

置上有一平行的汇集运输带，利用顺着流槽可作往返运动的小车和带有四个叶片轴的卸料装置，将矿石从流槽里耙取汇集到运输带上，由此再运送到具有两个配料盘的中間儲矿槽內。

篩上的 50~6.4 毫米矿块运送到罗濱斯型料場混勻。該料場預計有四座三角形断面的料堆，其尺寸为：底15米，高5.4米及长170米。一座料堆矿石重量約为1.55万吨。料場有一台鋪矿机和两台装运机，它們被一台运矿車从一座料堆輸送到另一座料堆。

还預計到每小时往料場运送約 120 吨燒結矿的可能性。

块矿从过篩运送到料堆的途上設置了机械取样器。取样間隔可以在 1 至 17 分钟之間变动。

根据运来矿石的重量及化学成份計算料堆中矿石的平均成份。在运来的矿石中，含鉄量波动为 9.23% (48.15~57.38%)，氧化硅为 8% (6.07~14.07%)，硫为 1.71% (0~1.71%)。

当鋪堆的单个矿批成份波动較大时，从一料堆轉到另一料堆，矿石成份的差別并未超过 1.5% (0.57~1.46%)。

国外，使用罗濱斯料場混勻不均匀程度高的矿石时，对消除矿石粒度偏集的影响也予以很大的注意。用耙沿整个料堆断面均匀地刮耙矿石，然后在料堆底脚用刮板运输机运取。

根据外国文献引証的資料，在这些料場里可以消除偏集对混勻結果的影响。但是使用罗濱斯料場的工厂通过对矿石处理系統的分析，还不能得出这种結論。如果在这些料場里偏集对混勻指标沒有影响，則从构造方面考虑，使用罗濱斯料場时，矿石分級宜于放在混勻料場之后，这样就有可能减少料堆的数量。如果偏集有不良影响的話，以后的分級也可以縮小其影响。

虽然有这条充分的論据，然而在使用罗濱斯料場时对布置分級地点却没有肯定的决定〔6〕。某些工厂在混勻前按矿石粒度分級而另外一些工厂則在混勻以后。在科尔比厂內(英国)建筑罗濱斯料場时已考虑到可以使用分級(按粒度)或未分級矿石送入料場进行混勻的可能性。

在文献中还缺乏足够資料做出关于罗濱斯料場中粒度偏集对矿石混勻影响的結論。为了初步商討这个問題，曾对派布罗工厂中混勻已

篩出粉末的分級矿石的效果，以及对几尼亚工厂中混匀未按粒度分級的矿石的效果进行了分析。

在派布罗工厂中，矿石系由两个矿山供应的：山萊芝(怀俄明州)及布勞烏奧特(犹太州)。山萊芝矿是軟粘土质赤鉄矿(小于0.18毫米的粉末約22%)；矿石含鉄量一般为46~49%，氧化鋁4~6%。布勞烏奧特矿石内有20%至100%的含鉄矿物是以磁鉄矿形式存在的；含鉄55~62%，氧化鋁0.2~1.5%。

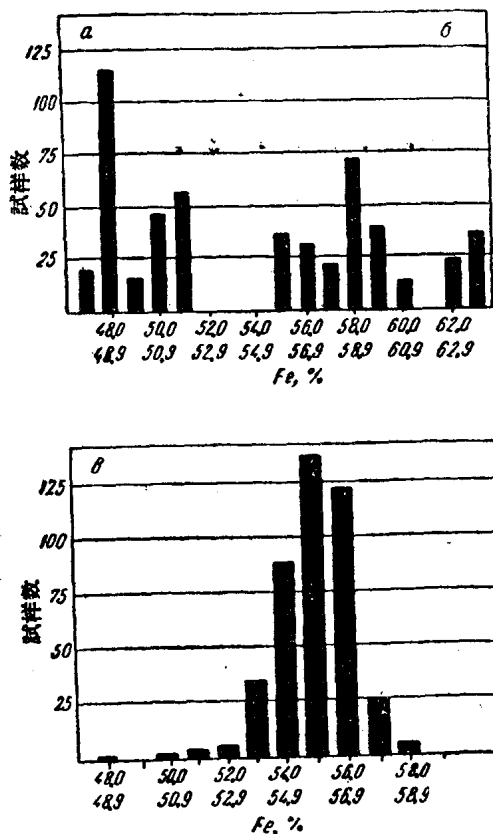


图6 按化学分析的矿石样品分配次数組織图

a—山萊芝矿山；b—布勞烏奧特矿山；c—混
匀后的混合矿

在鋪第一及第二料堆期間每昼夜从各个矿山运来的矿批重量，波动于179至2380吨之内。各矿批平均含鉄量波动于46%至63%之間，各車皮内矿石含鉄量大大地超过了这些波动范围。

为了鉴定鋪放第一及第二料堆期間的混匀結果，从二次破碎机将矿石送往篩子的运输机上取样，然后又在这些料堆运走矿石期間，在从料場发送已混匀矿石的运输机上也取了样。每60吨矿石中取一次样，每次样品重量約为80公斤。

取样数据以次数組織图形式示出(图6)。

这些次数組織图有