

# 钢铁情报便览

冶金部情报标准研究总所  
一九九二年一月



# 钢铁情报便览

冶金部情报研究所  
一九九二年一月

# 《 钢 铁 情 报 便 览 》

编 辑 委 员 会

汪 楨 武   杨 金 岱   史 希 正  
马 惠 林   宋 秀 丽   吕   辛

# 前 言

70年代中期以后,特别是进入80年代以来,世界钢铁工业结构性变化步伐加快。一批重大的革新性技术和工艺得到迅速推广,有力地证明了科学技术的巨大推动力;产品向优质、高效、多品种、高附加价值化发展;全球钢铁生产的地域布局有相当大的改观;许多钢铁公司采取裁员、削减能力以及扩大经营范围,以求生存和发展;兼并、联营、跨国界投资之风日盛,钢铁工业国际化色彩有所增强。可以认为,钢铁工业正处于一个迅速变化时期,一些更深刻的变革正在孕育之中。

为了能比较全面、系统地向读者提供世界钢铁工业的情报信息,冶金工业部情报标准研究总所特编辑出版了这本《钢铁情报便览》。

《钢铁情报便览》分为技术篇、国家篇、统计篇三个部分,分别介绍钢铁工业重要技术领域的晚近发展,主要钢铁和矿石生产国概况,以及世界和主要产钢国有关钢铁工业的统计数字和技术经济指标。

我们对在成书过程中给予指导、帮助的单位和个人表示感谢。由于编辑水平有限,漏误之处,敬希读者指正。

编 者

1992年1月

# 目 录

## 技 术 篇

|                    |        |
|--------------------|--------|
| 地下矿开采 .....        | ( 1 )  |
| 深凹露天矿开采 .....      | ( 5 )  |
| 选矿节能 .....         | ( 9 )  |
| 大洋多金属结核开发 .....    | ( 13 ) |
| 球团烧结矿 .....        | ( 17 ) |
| 高炉喷煤 .....         | ( 19 ) |
| 直接还原 .....         | ( 24 ) |
| 熔态还原 .....         | ( 29 ) |
| 转炉顶底复合吹炼 .....     | ( 33 ) |
| 直流电弧炉 .....        | ( 37 ) |
| 炉外精炼 .....         | ( 42 ) |
| 最佳节能炉(EOF 炉) ..... | ( 47 ) |
| 连铸坯热装及直接轧制 .....   | ( 49 ) |
| 薄板坯连铸—直接轧制 .....   | ( 52 ) |
| 带钢连铸—冷轧 .....      | ( 57 ) |
| 锌合金镀层钢材 .....      | ( 61 ) |
| H 型钢和万能轨梁轧机 .....  | ( 65 ) |
| 限动芯棒连轧管机 .....     | ( 70 ) |
| 控制轧制 .....         | ( 74 ) |
| 控制冷却 .....         | ( 78 ) |
| 板形控制 .....         | ( 82 ) |
| 高功率和超高功率石墨电极 ..... | ( 86 ) |
| 钢铁工业用特种耐火材料 .....  | ( 90 ) |

|                    |        |
|--------------------|--------|
| 应用电子技术改造钢铁工业 ..... | ( 94 ) |
| 专家系统 .....         | ( 98 ) |

## 国 家 篇

|             |       |
|-------------|-------|
| 原 苏 联 ..... | (103) |
| 日 本 .....   | (109) |
| 美 国 .....   | (115) |
| 德 国 .....   | (122) |
| 意 大 利 ..... | (128) |
| 南 朝 鲜 ..... | (134) |
| 巴 西 .....   | (142) |
| 法 国 .....   | (150) |
| 英 国 .....   | (154) |
| 印 度 .....   | (159) |
| 澳大利亚 .....  | (164) |
| 奥 地 利 ..... | (170) |

## 统 计 篇

### 综合

1. 世界与中国钢铁工业部分指标的比较 ..... (179)
2. 主要产钢国家(地区)部分经济指标 ..... (180)

### 产量

3. 世界生铁产量 ..... (182)
4. 世界粗钢产量 ..... (184)
5. 各国(地区)钢材产量 ..... (186)
6. 各国(地区)连铸坯产量 ..... (187)
7. 各国(地区)特殊钢产量 ..... (188)
8. 主要产钢国家“铁钢比” ..... (189)
9. 主要产钢国家“材钢比” ..... (189)

10. 主要产钢国家“铸铁比” ..... (190)
11. 主要产钢国家“特殊钢比” ..... (192)
12. 主要产钢国家(地区)“连铸比” ..... (192)
13. 主要产钢国家(地区)“转炉钢比” ..... (194)
14. 主要产钢国家(地区)“电炉钢比” ..... (194)
15. 主要产钢国家(地区)“平炉钢比” ..... (196)
16. 主要产钢国家(地区)“板管比” ..... (196)

## 消费

17. 世界粗钢消费量 ..... (199)
18. 世界人均粗钢消费量 ..... (201)

## 原料

19. 世界铁矿石产量 ..... (203)
20. 世界焦炭产量 ..... (205)
21. 世界废钢发生量、消费量 ..... (206)
22. 主要产钢国家“矿铁比” ..... (207)
23. 主要产钢国家“焦铁比” ..... (207)
24. 主要产钢国家高炉炼铁原料消耗量 ..... (208)
25. 主要产钢国家转炉炼钢金属料消耗量 ..... (209)
26. 主要产钢国家电炉炼钢金属料消耗量 ..... (210)
27. 主要产钢国家高炉炼铁原、燃料单位消耗  
..... (211)
28. 主要产钢国家炼钢钢铁料单位消耗 ..... (212)

## 贸易

29. 主要产钢国家(地区)钢材贸易量与贸易额  
..... (213)
30. 主要产钢国家(地区)特殊钢钢材贸易量 ..... (214)
31. 主要产钢国家(地区)钢铁原料进口量 ..... (215)
32. 主要产钢国家(地区)钢铁原料出口量 ..... (216)

## 财务

33. 主要产钢国家每吨钢材(碳素钢)的交货  
收入、税前成本与税后利润 ..... (217)

34. 主要产钢国家生产每吨钢材(碳素钢)的原  
材料成本及其构成比(1989年) ..... (218)
35. 大型钢铁企业生产与经营的主要指标 ..... (220)
36. 大型钢铁企业产品销售收入各项支出构成  
比与产品成本各要素构成比 ..... (224)

## 职工

37. 主要产钢国家(地区)钢铁工人数与工人实  
物劳动生产率 ..... (229)
38. 大型钢铁企业全员实物劳动生产率 ..... (230)

## 投资与设备

39. 各国(地区)钢铁设备投资 ..... (231)
40. 主要产钢国家(地区)炼钢生产能力与开工  
率 ..... (232)
41. 世界大型高炉座数 ..... (233)
42. 世界氧气转炉座数与生产能力 ..... (234)
43. 日本钢铁生产各工序过程控制计算机台数  
(1990年) ..... (239)
44. 日本钢铁企业技术开发费支出额 ..... (239)

## 能源消耗

45. 钢铁厂吨钢综合能耗 ..... (240)
46. 钢铁厂工序能耗 ..... (241)
47. 钢铁厂工序能耗构成比 ..... (242)

## 环境保护

48. 日本环保设备投资 ..... (243)
49. 吨钢耗水量 ..... (243)

## 多种经营

50. 日本五大钢铁企业按企业类型分的新建多  
种经营企业数 ..... (244)
51. 新日本钢铁公司多种经营销售额 ..... (244)

## 插图及资料来源

|      |                                   |       |
|------|-----------------------------------|-------|
| 图 1  | 主要产钢国家钢产量变化情况 .....               | (177) |
| 图 2  | 日本几种钢材出口价格(FOB) .....             | (178) |
| 图 3  | 铸造铁占生铁总产量的比重(铸铁比) .....           | (183) |
| 图 4  | 1990 年世界与中国各种炼钢方法钢<br>产量构成比 ..... | (185) |
| 图 5  | 日本转炉、电炉钢水二次精炼处理比 .....            | (190) |
| 图 6  | 世界与中国的连铸比 .....                   | (191) |
| 图 7  | 主要产钢国家钢材品种构成比 .....               | (198) |
| 图 8  | 主要产钢国家(地区)铁矿石自给率 .....            | (204) |
| 图 9  | 主要产钢国家每吨钢材(碳素钢)<br>成本构成 .....     | (228) |
| 图 10 | 主要产钢国家(地区)钢铁工人实物<br>劳动生产率 .....   | (229) |
| 图 11 | 世界超大型高炉及其投产时间 .....               | (236) |
| 图 12 | 日本高炉炼铁利用系数 .....                  | (238) |
| 图 13 | 日本高炉炼铁焦比、煤粉比 .....                | (238) |
|      | 主要资料来源 .....                      | (245) |

# 地下矿开采

随着无轨采矿设备和爆破新技术的广泛应用,国外金属矿山地下采矿方法发生了很大变化。据对国外上百个大型金属地下矿调查得知,所采用的采矿方法主要可为三大类即:自然支护采矿法(也称空场采矿法),占 34%;人工支护采矿法(主要是充填法),占 30%;崩落采矿法,占 28%。国外地下金属矿用空场法采出的矿石约占地下总出矿量的 60%。南非、加拿大、西班牙和芬兰等国,主要采用空场法。

## 一、空场采矿法

空场法主要靠围岩的稳固性和矿柱的支撑能力,维护回采过程中形成的采空区,或用采下的矿石作临时辅助支护。近些年来,随着深孔凿岩爆破技术的发展和自行采掘设备的应用,出现了各种深孔高效率的空场采矿法。主要有:

1. 研制成功低结构液压凿岩台车和遥控耙矿机,使无轨采矿的最低采幅从 2 米减为 0.8 米,实现了缓倾斜薄矿体采矿机械化;

2. 在无轨采矿的基础上,创造了新的组合式采矿方法:无底柱分段留矿法和无底柱分段空场法。这两种方法采准切割和回采工艺简单,作业安全,劳动生产率高;

3. 天井爬罐和天井深孔凿岩设备不断改进,爬罐上可以安设液压支臂和重型凿岩机,凿岩效率明显提高,劳动条件改善,天井深孔采矿法应用日渐增多;

4. 在矿岩不甚稳固的情况下,使用长锚索对顶底盘围岩和顶柱进行预支护,有效地降低了矿石的贫化和损失,从而扩大了分段空场法和阶段空场法使用范围;

5. 大直径深孔凿岩爆破技术不断完善,VCR 采矿法、阶段空场法以及这两种方法的组合方案得到广泛应用,采矿成本大幅降低,生产效率明显提高;

6. 各种锚杆支护和锚杆台车,遥控出矿设备的应用,使巷道和

采场的跨度和高度相应提高,更有利无轨设备的推广,不仅节约了坑木、保障了出矿的安全,同时减少了矿石损失。

七十年代中期,加拿大在阶段凿岩落矿中应用高压气动潜孔钻机和大直径深孔、球形药包、下向漏斗水平分层落矿新技术,即垂直深孔下向漏斗水平分层阶段矿房法,简称 VCR 法。美国霍姆斯特克(Homestake)金矿采用 VCR 法,采矿效率明显提高,采准和回采时间仅为分层充填法的  $1/2-1/4$ ,一座十万吨矿量的采场,生产周期不到 10 个月,月出矿量达到一万吨。直接采矿成本仅为分层充填法的一半。西班牙阿尔马登矿、美国日照矿采用 VCR 法后贫化率分别为 8% 和 10%。

## 二、充填采矿法

充填采矿法应用于围岩不稳固的高品位贵重矿石的矿体;地表有不许陷落的水面、道路和大型建筑物的矿体以及有自然灾害危险的矿体开采;也是深部开采时控制地压的有效措施。美国、加拿大、澳大利亚、德国等采用充填采矿法采出的矿石占 30% 以上。

随着无轨采矿的推广以及充填工艺和支护技术的更新,充填采矿法在国外取得很大进展。

1. 在矿石不稳固时,使用长锚索支护、扩大了上向分层充填法的应用。

2. 微型铲运机的问世,使无轨采矿的最小采幅从 2 米减为 1.1—1.5 米,实现窄矿脉开采的机械化。

3. 在顶盘欠稳固的中厚以下缓倾斜矿体中,用脱尾尾矿进行连续分条密实充填的方法取得良好效果。

4. 研制成功机动灵活的抛掷充填车,使用粒度小于 50 毫米的废石作充填料,加入一定量水泥便可得到高强度的充填体。

5. 高浓度尾矿充填工艺有所突破,利用离心脱水机或其它高效浓缩设备制备高浓度尾矿已获得成功。

6. 研制膏状物料泵加压充填工艺,可使废石堆弃量和尾矿排放量减至最小,基本上解决了矿山的环境污染问题。

近十年来,瑞典最大的布利登矿产公司创造了能适应不同条

件的各种机械化分层充填法,如乌登矿,采用上向分层天然砂充填法,年产量40万吨,全员劳动生产率20吨/人·班。该公司采用上向分层充填法占85%,下向分层胶结充填法占10%,上向进路充填法占5%。分层充填法矿石损失率2%—5%,贫化率3%—8%。

为了充分利用新技术和设备,如:电液钻车、无轨采掘技术和遥控技术。奥地利布莱贝格矿于1988年采用新式矿房胶结充填采矿法,从初期用贫混凝土充填,发展为用高浓度全尾矿泵送充填。为充分利用高效率凿岩台车凿岩,在不扩大顶底部巷道断面的前提下使矿房矿量增加一倍,矿房是蜂窝状结构分布,矿房最大高度15米(分段高度11米加巷道高),宽6.6米,长30米。各个分段回采均在安全的混凝土顶板上作业,生产率达到了50吨/人·班。

最近几年,南非金矿结合自己的特点,采用尾矿和经过破碎的废石(—35毫米)作充填材料,比例各50%。二者搅拌后,呈膏状体、含水15%,当水泥添加量为3%时,15天后充填体强度为11千克/厘米<sup>2</sup>,水泥添加量为5%时,强度为20千克/厘米<sup>2</sup>,试验表明,膏状体的泵送和充填体强度都取得满意的结果。

加拿大所用膏料是露天采矿产出的一25毫米砂子,加入14%的一40微米的尾矿泥和水泥,搅拌后膏状体含水量在14—19%,塌落度23—30。用双活塞混凝土泵将膏状体送往井下,竖井垂直落差150米,最大水平输送距离210米,工作压力70巴,输送能力40吨/时。同以往常规尾砂水力充填相比,水泥耗量减少60%。加拿大国际镍公司已计划建一个200吨/时的充填料制备车间,推广这一新工艺。

充填采矿法的发展方向是以利用岩体力学和充填力学的成果确定合理的采场尺寸,采充顺序和充填体强度;采用高效自行设备提高生产率;就地取材降低成本。

### 三、崩落采矿法

崩落采矿法是随回采工作的推进,有计划的崩落围岩填充采空区以管理地压的采矿方法。

近年来崩落法在开采大型地下矿床时获广泛应用。据统计全

世界年产矿石 1 千万吨以上的十个金属地下矿山中,有八个矿山采用崩落法。用崩落法采出的铁矿石占地下铁矿石生产总量的 80% 以上。随着无轨采矿的推广,崩落法取得以下进展:

1. 美国和智利采取扩大拉底面积,加大放矿漏斗和配用大型铲运机出矿等措施,在矿岩相当稳固的深部矿体成功地采用了阶段自然崩落法。

2. 瑞典在矿石松软的下盘较稳固的矿体,成功的应用了无底柱阶段自然崩落法。

3. 原苏联在阶段强制崩落法中采用垂直束状炮孔崩落矿和振动放矿工艺,采矿强度和劳动生产率成倍增长。

4. 为了简化底部结构,原苏联创造了在同一水平进行凿岩、拉底和出矿的有底柱分段崩落法,缩短了回采周期和底柱高度,提高了机械化水平和矿石回收率,改善了作业环境。

5. 为了降低贫化率,瑞典把分段崩落法和留矿法结合应用,使贫化率降至 10—15%,创造了分段留矿崩落法。

6. 为减少采切工程量,改善通风环境,原苏联开创了无底柱高低分段崩落法。

7. 对于地压大,埋藏条件复杂的矿床,德国成功地采用了枝状进路逐段回采的无底柱分段崩落法。

崩落法凿岩、爆破和运装必须全面加以计划和管理。否则,矿石回收和贫化之间的平衡就难以控制。瑞典基律纳铁矿在大规模地下开采中一直处于领先地位。1990 年该矿采用无底柱分段崩落法,阶段高度从 45 米增至 225 米,分段高度从 12 米增至 27 米,最高达 33 米,炮孔直径加大到 105 毫米,矿石贫化率 20—25%,损失率为 15—20%,全员劳动生产率高达 150 吨/人·班;该矿于 1990 年又在 610—740 米水平间进行超级采场采矿法的采准工作。这是一个高效的大规模的分段落矿的采矿方法。采矿场高达 154 米,从分段巷道钻凿上向孔 24 米,下向孔 130 米,炮孔直径为 165 毫米。将高 154 米,长 100 米的矿块再分为九个采矿场,按顺序开采,争取劳动生产率在 150 吨/人·班的基础上再翻上一番。

执笔:申仲杰

# 深凹露天矿开采

近 20 年来,国外在大型露天矿特别是深凹露天矿开采技术方面有了很大的发展。世界上一些露天矿开采的主要国家,随着开采深度的不断增加,都在致力于通过不断改进技术和扩大露天矿规模,为提高劳动生产率和控制采矿成本增高创造条件。

## 一、发展联合运输

国外对深凹露天矿的运输方式进行了大量的研究。根据各种运输方式的特点和经济合理性,改变了单一铁路或单一汽车运输方式,发展汽车—铁路、汽车—箕斗、汽车—可移动式破碎机—胶带运输机等联合运输方式。对金属露天矿来说由于矿床境界一般较小,所以利用短运距、快循环的汽车运输和大倾角、长距离胶带运输机联合运输方式。为了保证胶带运输对矿岩块度的要求,大部分矿山还在采场配备了可移式或半固定式破碎机。60 年代末期,美国在在双峰铜矿、西雅里塔铜矿开始采用间断—连续运输工艺系统。到 1988 年 2 月,世界上开采最深的美国宾厄姆露天铜矿也将过去采用的汽车—铁路联合运输改变成为汽车—移动式破碎机—胶带运输机运输,能力为 9000 吨/时,年采剥总量达 1 亿吨左右。原苏联从 1960 年开始研究,现有 17 个金属露天矿采用间断—连续运输系统。为了充分发挥原有铁路运输设施,苏联还利用牵引机组运输,可使列车的生产效率提高 30—50%,运输费用减少 20—30%。此外,智利、巴西、南非和南斯拉夫等国家的大型露天矿也都相继发展了间断—连续运输工艺。过去,胶带运输主要用于煤矿或软岩金属矿,随着高强度钢芯绳胶带技术、自动控制与监测技术的发展 and 大型可移式破碎机的研制成功,这种运输方式在深凹露天铁矿的应用也越来越多,并有持续发展的趋势。生产实践表明,采用间断—连续运输系统可使总的开采成本降低 20—30%,工人劳动生产率提高 30—50%。

我国现有 50% 以上的大型露天铁矿是采用铁路运输,担负着

1.5 亿吨左右的矿岩运输任务,其中约有 10 个矿山在本世纪末将先后转入深凹开采。从 70 年代开始在东鞍山、大孤山和石人沟铁矿研究设计采用胶带运输排岩。其中东鞍山铁矿设计为铁路—固定破碎机—固定皮带—移动皮带—排土机生产线,带宽 1.2 米、固定皮带运输线路 3.1 公里,系统设计能力 600 吨/年,于 1981 年建成破碎机与固定皮带运输线,1986 年投产。现在年运输能力已达 400 余万吨。石人沟铁矿于 1981 年设计胶带运输,采用汽车—破碎机—固定皮带—移动胶带—排土机系统。因为提高了排土高度,少征土地 700 亩,排土成本降低 6.38%,提高生产能力 16.6%。根据我国冶金深凹露天矿生产建设的需要,间断—连续运输工艺,已是当前和今后深凹露天矿开拓运输发展的主要方向。

## 二、加大台阶高度

台阶高度和宽度是决定露天矿开采技术条件的主要参数。最佳的台阶高度要根据矿体埋藏条件,采掘设备和矿岩质量管理要求来合理确定。国外科研和生产实践表明,在深凹露天矿开采中使用高台阶开采工艺具有很大的经济意义。目前在欧洲、北美和非洲的一些国家,只要矿山地质条件和技术条件允许,都趋于增加台阶高度。南非的塔巴吉姆铁矿台阶高度 31 米,美国大部分露天矿的台阶高度为 20—25 米。原苏联多年来对高台阶开采工艺进行了大量的工业试验,南方采选公司 1961—1963 年在普氏硬度系数 8—16 的岩石中采用 39 米的台阶高度;中央采选公司 1 号露天矿采用双台阶爆破,形成 40 米的台阶高度;1981—1987 年克里沃罗格矿用 18—24 米的台阶高度,矿岩爆破量增加 1600 万米<sup>3</sup> 以上。

我国过去由于采用钢绳冲击式钻机和 4 米<sup>3</sup> 电铲,一般台阶高度为 12 米,因此,采矿强度很低。随着我国大型矿山成套设备的应用和爆破技术的提高,可以把台阶高度加大到 15—18 米,并可将三个台阶合并为二个台阶,以提高采矿强度。如马钢南山铁矿改用 15 米的台阶高度后,分层矿量可达 1100 万吨;包钢白云鄂博铁矿台阶高度从 12 米提高到 14—15 米,分层矿量由 900 万吨增加到了 1050 万吨。

### 三、研究边坡稳定性

国内外实践表明,对于大型露天矿,边坡角加陡 1 度,就可以带来 1500—2000 万美元的经济效益。但是,边坡过陡,就有可能产生滑坡,给生产和安全带来严重的后果。近些年来,美国、英国、加拿大等国家对露天矿边坡稳定性的研究做了大量的工作,在理论与实践方面都取得了很大进展。许多岩石力学专家在边坡工程地质力学、岩体强度测定和地下水研究方法、稳定性分析与计算、边坡整体化设计、控制爆破、排水疏干、边坡加固和监测技术等有关问题都进行了深入研究,并取得一定成果。

我国从 70 年代以来,大力开展了露天矿边坡研究工作,现已先后完成了大冶、兰尖、海南、大孤山、南芬等 10 余个铁矿的边坡稳定性研究任务,重新修改了边坡设计,采取了治理措施,滑坡事故减少,但是总的看来,我国露天矿边坡高度还不太高,设计的边坡角一般为  $40^{\circ}$  左右,比国外同类矿山偏缓  $5^{\circ}$  左右。近两年来,有些边坡角经研究后,对局部滑坡进行加固(如大冶)取得了较好效果,有的矿山边坡角加陡,从原设计的  $45^{\circ}-48^{\circ}$  提高到  $55^{\circ}$ ,现正在观测研究。

### 四、治理环境污染

关于深凹露天矿环境的治理技术研究,国外始于 50 年代,特别是苏联尤为重视,对改善通风防尘方面进行了大量工作。目前,矿山抑尘技术主要是以单机密闭和局部抑尘为主,整体通风抑尘技术处在工业试验阶段。近些年来,原苏联在深凹露天矿研究采用的强化自然通风和人工通风新技术主要有射流通风机、集风器,并巷风道通风、全季节抑尘集尘系统以及高效化学降尘剂等。化学降尘剂的工业试验表明,水中掺入 1—3% 的化学添加剂,可以使降尘率提高 68—90%,特别是对捕集 10 微米以下的细粒的矿尘效果尤佳,该项技术在美国、苏联、日本等国家得到普遍推广使用。原苏联还广泛采用 КБЖ 型亚硫酸盐废液或乳状剂进行路面处理,西巴伊斯克露天矿采用这一措施后,每年可节约 6 万卢布。美国

Weeco 公司研制的 Weehig120 粘性聚合物,能有效地抑制路面粉尘,比洒水节约一半费用。当前国外防止深凹露天矿大气污染的途径主要有:(1)采用强制的人工通风;(2)采用单体防护措施;(3)采用少产生或不产生有害气体的开采工艺。

我国于 60 年代始,在某些露天矿开展了大型采掘机械的单机防护技术的研究工作,到 80 年代初,露天矿的防尘技术有了较大发展,如穿孔作业采取各种类型防护措施和装备,铲装过程喷雾洒水,采用洒水车进行路面洒水除尘,司机室的调节净化以及对深凹露天矿大气污染规律的研究等都取得了一定成效。预计“八五”期间,我国深凹露天矿的通风防尘技术在完善单机除尘和防护技术、防尘路面、露天通风以及基础理论研究方面将会进一步取得进展。

执笔:郑惟刚