

苏联钢铁厂 的技术改造 和设备更新

51.263

冶金工业出版社

苏联钢铁厂的技术改造 和设备更新

(苏)K.И.柯托夫 等 著

杜华云 译

B152/1

冶金工业出版社



B

250688

内 容 提 要

本书主要介绍苏联钢铁工业在第十个五年计划期间已进行的和第十一个五年计划期间计划进行的技术改造和设备更新情况。以乌克兰各钢铁厂为例,着重阐述了最新大型设备的装备情况,其中包括大型烧结机、高炉、氧气转炉、各种新型轧机、电焊管机组等。书中列有各套车间改造设计方案和设备布置图,以及改造前、后的技术经济指标对比数据,并对改造的经济效益作了详尽的分析。

本书适用于钢铁工业企业、科研和设计单位的工程技术人员,也可供高等院校师生参考。

苏联钢铁厂的技术改造和设备更新

〔苏〕B.M.柯托夫 等 著

杜华云 译

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

三环印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 $3\frac{7}{8}$ 字数87千字

1985年8月第一版1985年8月第一次印刷

印数00,001~2,600册

统一书号:15062·4229 定价1.10元

译 者 的 话

苏联一向对钢铁工业的技术改造和设备更新比较重视,一般每年用于更新改造的投资占钢铁工业年度总投资的60~70%以上。据苏刊报道,若改造老厂,每增加1吨钢的投资为83~94卢布,而新建厂的基建费用则需113~138卢布,改造可节约投资30~40%。

近十多年来,苏联钢铁工业的发展方针是提高质量、扩大品种,并把增加高效钢材产量和提高经济效益放在重要地位。因此,技术改造和设备更新的重点主要集中在改善生产结构、扩大和推广高效技术和先进工艺的范围,有系统地进行产品更新换代,充分发挥科技进步的作用。

本书译自1982年苏联基辅科技出版社出版的《Реконструкция и техническое перевооружение металлургических заводов》一书。本书作者К.И.柯托夫、А.М.罗布斯托夫和Л.Х.高夫曼对苏联钢铁厂当前各主要生产车间的技术改造和设备更新作了较详尽的分析,介绍了许多已获显著经济效益的改造工程项目,及其先进的改造设计方案,如高炉改造中的整体位移的经验,在原有平炉车间基础上改建转炉,轧钢机组和钢管机组的设备更新等。同时,还重点介绍了曾分别获1980年、1981年苏联部长会议奖金的塔甘罗格焊管车间和新莫斯科钢管厂第2焊管车间的改造工程。

本书从改造的设计方案、建筑施工到各种新型工艺、设备的应用效果均有论述,并列有各种具体数据,对我国钢铁厂的技术改造有一定参考价值。

在翻译本书过程中,承王凤林、阎峰同志分别对第一章和第二章作了技术校对,沈永谏同志对第三、四两章作了校对;并得到了关克强、李长穆同志的鼎力协助,在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限,译文差错在所难免,敬请读者批评指正。

目 录

译者的话

第一章 烧结和炼铁生产.....	1
第二章 炼钢生产.....	23
第三章 轧钢生产.....	41
第四章 钢管生产.....	71

第一章 烧结和炼铁生产

苏联第十一个五年计划中，发展钢铁工业的主要任务之一是进一步扩大原料基地、提高冶金原料预处理质量。约37%的基建投资将用于这两项开支。

对苏联烧结生产情况的分析表明，苏联在烧结矿产量（1980年为15140万吨）和自熔性烧结矿在高炉炉料中的比例方面，已超过西方国家，但烧结设备的平均能力、劳动生产率和烧结矿质量（化学成分的稳定性和粒度组成和粉末含量），则略逊于世界最好水平。

苏联烧结生产发展综合纲要规定了一系列具体措施，这些措施不仅可保证大幅度提高成品烧结矿产量，而且可改善质量，提高繁重操作的机械化程度，运用自动化系统，并为所有生产工段创造良好的劳动条件。

在设有烧结面积为650~720米²烧结机的新烧结厂，将极其广泛地采取先进的措施。今后，烧结机的烧结面积将增加到1000~1200米²。与312米²烧结机相比，650~720米²新烧结机的技术经济指标更佳，在可比条件下，劳动生产率高20%；单位基建费用少9%；而烧结矿成本低10%。这些数据令人信服地证明，建设大型烧结厂是合理的。

设计新烧结厂时，对烧结料的中和问题给予了极大注意。采用在第二段进行烧结料混匀的两段流程，可得到均匀的烧结用混合料，品位波动达到最低值，从而可改善炼铁和炼钢的技术经济指标。同时将制订厚料层（500~600毫米）烧结措施：采用优质石灰、工业用氧和烧结料的综合预热；使用12~25毫米的铺底料和0~6毫米的返矿。

成品矿的处理对烧结矿质量影响很大。新烧结厂规定，成品矿需经两段破碎、冷却和多次筛分，使烧结矿粒度达到5~40毫米，

成品矿中0~5毫米级部分不超过54%●。在生产实践中运用高负压烧结、气体循环、烧结矿金属化等科技成果，也将有助于烧结矿质量的提高。

业已批准的雅西诺瓦塔亚烧结厂的设计被誉为目前最先进的技术方案。此方案反映了苏联烧结生产工艺和设备方面的现代科技成果，这些成果在不远的将来将对高炉冶炼用铁矿原料的预处理水平起决定作用。

在装有世界最大的650米²烧结机的雅西诺瓦塔亚烧结厂的设计中，采用了本国制造的单机能力大的工艺设备。新烧结厂年产1420万吨经冷却和筛分的烧结矿，其化学成分稳定，碱度1.27，含铁量50.6%。雅西诺瓦特烧结厂的产品供给耶纳基耶沃、马凯耶夫卡和顿涅茨克钢铁厂的高炉车间使用。

主要使用克里沃罗格石英岩的富选精矿作铁矿原料，从克里沃罗格矿山开采出的烧结用矿石占烧结料含铁原料的40%。此外，在铁矿原料的组成中还有尼科波尔矿山的锰矿。烧结料中还添加叶列诺夫矿区的普通石灰石和白云石质石灰石的混合物，其比例为60：40。石灰石部分以消石灰状态入烧结料。烧结料中还有顿巴斯各钢铁厂的高炉炉尘和轧钢皮，以及从烧结生产的脱水车间取出的矿泥。按60：40的同样比例，使用阿符提也夫焦化厂的焦末和顿巴斯矿区的无烟煤粉作燃料。烧结料点火和石灰焙烧使用天然气。

运往烧结厂的所有原材料和燃料，用三台转子式翻车机卸料，其能力按可卸125吨的小车估算。物料进入两个受料斗，然后用板式给料机和皮带运输机将其送入料场，料场备有应急卸料槽，供破损小车卸料用。

在两个露天料场进行物料混匀：一个供矿石和精矿混匀用，另一个供石灰石和燃料混匀用。第一料场里有四个矿堆：两堆精矿与锰矿、石灰、轧钢皮和高炉炉尘的混合料，另两堆是烧结用

● 原文如此，可能系5.4%之误。——译者注

矿石。当从一矿堆取矿时，第二矿堆已铺成。矿堆大小按烧结厂15天使用量考虑。

料场装有四台苏制堆取料机，铺矿堆能力为3500吨/时，取矿能力为2600吨/时。

在石灰石和燃料料场里，有熔剂、燃料和锰矿三个料堆。熔剂和燃料的储备量为5天，而锰矿的储备量为两个半月。用能力约3000吨/时的单臂回转式堆取料机铺堆。料场的地下通廊装有两条传送带，用三台叶轮自行式给料机，沿此传送带从熔剂和燃料料堆取料。用ЭКГ-4.66型电铲将锰矿取出，经活动式料槽送上单独的传送带。

燃料准备包括：在КМД-1750型圆锥破碎机里将焦末预破碎到0~12毫米，然后在Д4Г-900×700四辊破碎机里粉碎到0~3毫米。用自动卸料车往破碎机前的料槽卸料，料槽放在皮带电子秤上，皮带电子秤可控制燃料数量。

在石灰石（筛分和石灰计量）车间将石灰石分为三级：40~80毫米；20~40毫米和0~20毫米。0~20毫米级的石灰石送锤式破碎机粉碎到0~3毫米，然后筛分，这一级以石灰石状态入烧结料，另外两级送去焙烧。

焙烧后，用传送带把石灰送入槽式封闭料仓。石灰石在单独的破碎间用ДМРИЭ-14.5×13×1000锤式破碎机粉碎，采用闭路循环法操作，装有ГРД-72型共振筛。将破碎成0~3毫米级的石灰石送去烧结，而大于3毫米级的需二次破碎。

铁矿料和石灰石在第1配料车间配料。为检查物料重量，料槽放在皮带电子秤上方。用约700吨/时的连续式配料机按规定成分从料槽配出烧结料，此处用ДТ-200型圆盘给料机配锰矿。

烧结料含铁熔剂部分在露天中和料场进行混匀。工艺流程（图1）规定，此种物料不经过中和料场，而直接进入第2配料车间。在中和料场，每台烧结机备有三个料堆，其中一个在铺堆，另一堆在取料，而第三堆铺好待取。料堆储量按烧结厂三天用量计。

料场装有三台ЛІТКП-3000-1型单臂回转式堆取料机(一台备用),能力约3000吨/时。用三台У2Р1000-1型混匀机(一台备用)取料,能力约1000米³/时。此种成套混匀机组是苏联首次研制出的。

在第2配料车间,往含铁熔剂中添加返矿和燃料,进行烧结料的最后配料。该车间有两排(每排各有11个)料槽。用自动卸料车往料槽卸烧结料;用可逆式移动传送带装燃料;返矿经换向流槽入料槽。皮带电子秤可控制料槽里的料量,用连续式配料机由料槽出料。

一台烧结机的原料流量(吨/时)为:含铁熔剂部分 1004.86;燃料——59.35;返矿——453.65。

烧结料的混合和造球分两段进行。一次混合车间装有两台СВ-4型2×24米圆筒混料机,每台能力各为2100吨/时;造球车间装有四台能力各为1100吨/时的造球机。在混合和造球过程中要加水,使烧结料含水分达到8.6%。

第1和第2烧结车间各安装一台苏制МАК-648型烧结机。这种烧结机的技术规格如下:

烧结面积,米 ²	648
台车宽度,米	9
真空室数目	27
烧结料层最大厚度,米	0.6
台车数	176
烧结速度,米/分	2~12
设计生产能力,吨/时	1100

烧结机上的料层厚350毫米。用ПІІ-2×26.2型布料器铺一层烧结料,布料器带宽2000毫米。厚约40毫米的铺底料由12~25毫米级料组成。

罩式三段点火器以天然气为燃料。点火器长20米,其中12米为点火区,8米为保温段。用大功率抽风机经料层抽入空气,这样烧结矿即可进行烧结,抽风量按1米³烧结面积为95米³/分计算。

上的烧结矿层，由下往上强制通风，可使烧结矿由 750°C 冷却到 70°C 。环式冷却机的热烧结矿的装矿、冷却和卸矿操作均连续进行。

为使烧结矿粒度不大于50毫米，将冷却后的烧结矿送入能力为650吨/时的双辊破碎机进行二次破碎。三台破碎机，在每一台前面均放有固定式格板筛，以便把0~50毫米级的烧结矿分出。

在三条自动平衡筛作业线（两条操作，一条备用）上进行烧结矿的三级筛分，每条作业线依次排列三层自动平衡筛，将粒度25毫米的成品烧结矿和12~25毫米铺底料分开，然后把0~6毫米级返矿和6~12毫米级的成品矿分开。大于25毫米和6~12毫米级的烧结矿混合装车。若无空车，将烧结矿运往露天料场，料场储量按烧结厂两天的产量计算，供铺矿堆和取矿用的联合装卸机铺矿堆的能力为1500吨/时，取矿能力为900吨/时。成品烧结矿中含1.2% Mn和1.75% MgO。

这样一来，新烧结厂将采取下列一整套提高烧结矿质量的措施：两次混匀；冷却；使粒度组成稳定；二次破碎到上限粒度（不大于50毫米）和三级筛分。结果，烧结矿中0~5毫米级的不超过6%，铁和二氧化硅含量的均方差为 $\pm 0.2\%$ ，碱度 ± 0.05 。

烧结厂装备有电子计算机控制系统，其中包括工艺过程自动控制系统。借助该自动控制系统，可保证集中监视和控制烧结厂的工作，预测烧结过程，并实现各生产工段的综合控制。

该烧结厂内紧张和繁重劳动岗位的机械化水平很高。许多机器和机械结构均由乌克兰国立冶金工厂设计院研制，而且受到发明证书的保护。最有效的机械化手段有：运输皮带的更换；世界上首次使用的通廊风动除尘机械化；料槽中物料的风动崩料系统；气动送样等等。

日丹诺夫伊里奇钢铁厂的烧结厂，由于采用了上述机械化手段，从手工劳动中解脱出53人，消除了易造成人身事故的危险，提高了劳动生产率，从而获经济效益33.5万卢布^[6]。

雅西诺瓦塔亚烧结厂是钢铁部门中首次在粉尘源采用风力高泡沫除尘系统的工厂，下列为该烧结厂的主要技术经济指标（设计）：

生产能力	
万吨/年	1420
吨/日	41765
吨/时	1740
烧结机台数	2
总烧结面积，米 ²	1296
生产率，吨/米 ² 烧结面积	1.35●
一年日历工作日，天	340
设备台时，时	8150
一个职工的产量，吨/年	22400
烧结矿含铁量，%	50.6
烧结矿碱度	1.27
烧结厂建筑预算造价(工业建筑)，万卢布	31200
1吨烧结矿成本，卢布	13.92

●此指标比现有烧结厂的指标(可达1.9吨/米²)低，因雅西诺瓦塔亚烧结厂筛选出的使烧结矿粉矿含量最低。

克里沃罗格钢厂预定建一大型现代化烧结厂，装两台烧结机，有效烧结面积各为648米²，烧结厂年产量为1350万吨烧结矿。

新烧结厂的投产与通盘解决一系列重要问题有关，其中包括必须选定第1高炉车间作优质烧结矿的供应点，而且应改善克里沃罗格市大型工业区的空气条件。该设计规定，把新烧结厂的受料和烧结用料配料厂房与新克里沃罗格采选公司的有关厂房相连，这在工艺操作和经济上是十分有利的。

目前，是由克里沃罗格钢厂和南方采选公司(16带式烧结机)两个设备陈旧、破损不堪的烧结厂往第1高炉车间运烧结矿。

新烧结厂的设计规定关闭克里沃罗格钢厂和南方采选公司的烧结厂。新烧结厂和新克里沃罗格采选公司在同一厂房里接受原料：堆放熔剂、锰矿、矿石和克里沃罗格钢厂的循环物料；准备熔剂；焙烧石灰；对精矿和锰矿进行石灰处理；进行含铁熔剂部分的预配料和混匀。新克里沃罗格采选公司原有石灰石破碎车间和筛分车间也供新烧结厂使用。

新克里沃罗格采选公司新建石灰石焙烧车间取代旧车间，可使烧结料中石灰配比达到65公斤/吨烧结矿。因此，新克里沃罗格采选公司第1和第2烧结厂烧结料层的厚度有可能加大，并可节约燃料。

克里沃罗格钢厂第2烧结厂和新克里沃罗格采选公司第1、第2烧结厂均将按统一的备料工艺操作，而且实际上是生产同一种优质烧结矿，粒度组成为40~60毫米。一车烧结矿中0~5毫米级粉矿率可由20%降为6%，含铁品位的波动由1%降到0.5%。烧结矿的化学成分为：铁53.81%，锰1.04%，氧化镁1.44%；碱度1.33。高炉车间炉料中含铁原料的种类将由6种减到2种（烧结矿+球团）。

这样一来，高炉将使用优质铁矿原料操作，从而可使生铁年产量增加96万吨，减少焦炭消耗50万吨/年。

目前，现有烧结厂只利用了该厂大量金属废料（390万吨/年）中的一小部分。新烧结厂里安装有可充分利用所有含铁和含石灰废料的设备。工艺规定，将脱水矿泥与干废料混合成均匀的混合料，含水率9%，可加在烧结厂的烧结料中使用。

采取一整套处理含铁废料的措施，不仅可取代烧结料中部分价格昂贵的冶金原料，而且还可确保水源和空气不被污染。

设计中还规定，可在烧结厂的烧结料中配用炼钢炉渣。

有关设备和工艺方面的主要技术方案，根据雅西诺瓦塔亚烧结厂的设计决定取舍。

建设新烧结厂后，可减少417名操作人员。规定的基建费用

回收期限为8.3年，而按此设计8年便可收回基建费用。

虽然计划在本五年计划期间投产的新的的大型烧结厂，将使优质烧结矿产量大幅度增长，但高炉用大部分冶金原料仍将靠现有烧结厂（其中也包括老的烧结厂）生产。因此，还制订了一整套措施，对现有烧结厂进行改造，以便各厂根据各自的具体情况，利用当地条件，尽最大可能提高冶金原料预处理质量，强化生产过程，采用机械化、自动化手段，改善劳动条件。可根据每个需要改造的烧结厂情况，单独制订措施，但应以现有烧结生产技术更新和现代化的总趋势作为其基础。

对送去烧结的铁矿原料的混匀应予以特别注意。为此，计划兴建一套受料和堆置原料系统；安装混匀机和翻车机；扩大中和料场和采取其他措施。拟进行上述工作的有南方采选公司烧结厂、捷尔任斯基第2烧结厂、伊里奇和扎波罗热钢厂的烧结厂。

扩大已有设备能力是提高烧结厂生产能力的重要途径。乌克兰共和国上述各烧结厂同时还计划采取措施，换用更大功率的抽风机和抽气机，以强化烧结矿的冷却。

扎波罗热钢厂烧结厂通过往烧结料里加消石灰和加厚烧结层的办法，来强化烧结生产和提高烧结矿质量，这方面已积累了很多经验。扎波罗热烧结工人的经验拟在南方采选公司和伊里奇工厂的烧结厂推广。

在编制改造南方采选公司烧结厂的设计书时，研究出一种生产石灰和往烧结料中加石灰的有效设计方案：规定车间由三座沸腾层焙烧炉组成，以保证年产50万吨石灰；把石灰加在由选矿场往料场运送的精矿中。在加石灰的地方装有带自动称量给料斗和圆筒混合机的石灰槽。为防止石灰混不匀，计划改造精矿料场，安装南乌拉尔机器制造厂（IOY M3）的混匀机。

许多烧结厂将依靠改造烧结矿运出系统（安装破碎机、机械筛分和工业卫生设备）来提高烧结矿质量。扎波罗热钢厂和新克里沃罗格采选公司的烧结厂拟采用有效的冷却设备，其中包括下

面所提到的结构新颖独特的环式冷却机。

以南方采选公司烧结厂的具体条件所作计算为例，可看出改造现有烧结厂的经济效益。

年生产能力可增加70万吨烧结矿，碱度由1.12增至1.27，从而可提高高炉生产能力和降低焦比。烧结矿中0~5毫米级的含量由26.5%降到8%，这可保证高炉生产能力增长和焦比下降9%。此外，含铁量的均方误差由1.5%减为0.8%，从而可提高高炉生产能力和降低焦比2.4%。

上述各项措施可保证使用这种烧结矿的高炉生产能力增长13.5%，焦比降低13.5%，经济效益达200万卢布。

苏联第十一个五年计划期间将对含铁矿泥的利用问题给予极大注意。钢铁部门各企业每年可生产约350万吨含铁矿泥。这是烧结生产用原料的补充来源，利用它可弥补炼铁用含铁原料的短缺，大大缩减尾矿场和矿泥池的占地面积，防止浅地下水和土壤被污染。今后所有钢铁厂均将充分利用矿泥。

最后阶段——烧结矿的冷却，是烧结生产最重要的工艺过程之一，它在很大程度上决定成品烧结矿的质量、设备操作情况和劳动条件。目前所采用的烧结矿冷却方法和冷却设备的效率均很低，需大量基建费用，能耗高，而且严重污染空气。为此，正努力寻求烧结矿最佳冷却法，以大大提高烧结矿强度，合理利用热烧结矿的热量进行工艺操作，改善烧结生产操作的卫生条件，降低废气排出和除尘所需费用。

就已知的交叉式环形热交换器的构造而言，其冷却面利用率低，结果大大增加了冷却机的断面尺寸；冷却空气的利用率低，使其流量过大；同时，烧结矿温度与冷却开始时冷空气的温差过大（达700℃），这样由于热应力大，而降低烧结矿的强度。

对流式热交换器没有上述缺点。

第聂伯罗捷尔任斯基阿尔谢尼切夫工业学院、全苏黑色冶金动力除尘设备科研设计院和乌克兰国立冶金厂设计院的专家们

研制出试验性环形无炉算对流冷却机。这种冷却机装在紧靠新克里沃罗格采选公司第2烧结车间6号烧结机一侧。新型冷却机试验结果良好。

还研制出了专用布料装置，可使热烧结矿沿冷却机整个宽度均匀铺放而无偏析。

具有发明创造水平的新型高效率冷却机的可靠性高，单位投资和能耗低，同时烟尘喷出量可减少 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ ，冷却机的技术规格如下所列：

生产率，吨/时	约120
空气流量，米 ³ /吨	1100
空气压力，兆帕	4~6
热烧结矿温度，°C	达1000
冷却后烧结矿温度，°C	40~90
冷却机直径，米	9
平均冷却面积，米 ²	35
冷却层厚度，米	2.5
卸料层厚度，毫米	约300
冷却机速度，米/分	0.32~3.2
冷却机重量，吨	60

对仍拥有大量旧式小高炉的炼铁生产来说，设备改造和现代化问题具有特别重要的现实意义。除了提高生产能力（这主要依靠在改造时扩大炉子有效容积）以外，还要依靠炼铁生产费用的降低来提高经济效益。据黑色冶金研究所计算，33座有效容积约930米³的高炉，年产870万吨生铁，其生产费用比大高炉的生产费用要高8000万卢布/年⁽³⁾，而大高炉的焦比却低得多。

其他指标证明了这种情况：现代化高炉的有效容积利用系数提高50~100%，焦比大为降低，而劳动生产率比旧炉子高2倍以上。同时必须考虑到，高炉的改造和技术更新乃是改善工人劳动条件和更有效地实现环境保护的途径。

对第聂伯罗捷尔任斯基钢铁厂8号高炉进行了彻底改造，其效果显著，技术方案新颖，高炉有效容积几乎扩大了1倍，所有的主要操作指标均有所改善。采用先进的整体移位法对炉子进行了改造，其中整体移动的重量为11300吨。把带有炉顶装置的高炉本体随同所有设备和炉底、炉缸和炉身内衬，安放在特制台座上。在改造工程中还首次把斜桥部分和炉台构筑物工作平台结构均纳入可移动的整体。上面装有新炉子的滚动车台，安放在由直径各为150毫米的5~7个滚轮联结成的滚动小车的两条连接车道上，用成双的牵引滑车组拖动，滑车组由两个起重量各为15吨的电力卷扬机带动。可移动整体的移动速度为0.5米/分。这样一来，效果十分显著：把装配好的高炉移动35.9米距离，挪到设计位置，全部过程需时70分钟左右。

分三段进行的改造，最大限度地缩短了旧炉停炉和新炉开炉之间的间隔时间。用95天完成了最后一段改造工程。

新高炉装设了两个相对排列的出铁口、20个风口，有气密性高的炉底空气冷却装置和固定电动泥炮U形钩用水冷梁。设有两个单独的出铁场，可以在一个出铁场出铁，而同时在另一个出铁场准备铁水沟和设备。高炉用鼓风在一组外燃式高温热风炉里加热。装备有大量机器和机械，因此，繁重手工劳动费用缩减到了最低限度。除尘和环保系统安全可靠。高炉和热风炉操作控制台安置在单独的厂房里。捷尔任斯基厂8号高炉的操作指标列于表1。

由于改造前、后高炉操作的燃料、原料条件不同，改造前生铁年产量按改造后的原料条件计算。

鲁斯塔维钢铁厂2号高炉改造工程于1981年3月完成。炉容积加大到1033米³。经验证明，在拆除旧炉的地方建新炉是合理的。这一情况表明，必须根据具体情况选定改造方案。在设计阶段进行的计算表明，就地改造高炉与采用移位法进行改造相比，前者改造费用低（60万卢布），而后者为100万卢布。2号高炉原有效容积为700米³，1955年按乌克兰国立冶金工厂设计院的设计建成，