

〔苏〕I.M.阿利斯特 等著 周国忠 刘景林 译

转 炉 车 间



作业机械化

冶金工业出版社

转炉车间作业机械化

〔苏〕Л.М.阿利斯特 等著

周国忠 刘景林 译

冶金工业出版社

转炉车间作业机械化

〔苏〕Л.М.阿利斯特 等著

周国忠 刘景林 译

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 9 7/8 字数 260 千字

1983年12月第一版 1983年12月第一次印刷

印数00,001~2,100册

统一书号: 15062·4005 定价1.25 元

出 版 说 明

《转炉车间作业机械化》是根据苏联冶金工业出版社1977年出版的、Л.М.Арист等编著的“Механизация работ в конверторных цехах”翻译的。

本书共分七章，概述了苏联及其它国家氧气转炉车间各项操作的机械化经验；列举了现有的机械化系统及机械结构；探讨了新的构造形式。书中提出了最佳的机械化方式，引用了提高机械工作可靠性的有关资料。

本书可供钢铁厂、机械厂、设计与研究部门的工程技术人员使用，也可供大、中专院校有关专业学生参考。

本书第一、二、三、四章由周国忠译，刘景林校；第五、六、七章由刘景林译，周国忠校。

目 录

第一章 氧气转炉炼钢发展的基本方向	(1)
1. 氧气转炉车间的设备组成	(1)
2. 氧气转炉车间设备的改进	(8)
第二章 散状料和脱氧剂运输与装料的机械化系统	(26)
1. 氧气转炉车间散状料运输与装料系统	(26)
2. 转炉所用散状料称量、配料和加料系统	(31)
3. 盛钢桶脱氧剂给运系统	(59)
4. 向转炉和盛钢桶给运散状料系统工作的可靠性	(78)
第三章 转炉加废钢机械化系统	(96)
1. 100~130吨转炉加废钢系统及其工作可靠性	(96)
2. 大型转炉的废钢加入系统	(108)
第四章 铁水给运的机械化系统	(116)
1. 铁水的给运与在混铁炉内贮存	(116)
2. 使用混铁车运送与贮存铁水	(123)
3. 铁水罐维修机械化	(129)
第五章 炼钢设备系统的机械化	(141)
1. 转炉炉衬拆除机械化	(141)
2. 转炉炉衬砌筑机械化	(147)
3. 转炉修炉机械化	(162)
4. 炉气导出管系统维护机械化	(170)
5. 除渣的机械化	(177)
6. 钢水运输机械化	(186)
第六章 盛钢桶维修机械化	(191)
1. 盛钢桶衬砖拆除的机械化	(191)
2. 盛钢桶砌筑的机械化	(199)
3. 盛钢桶整体内衬筑造的机械化	(204)
4. 辅助作业的机械化	(211)
5. 盛钢桶及中间罐用滑动水口	(221)

6. 向盛钢桶吹惰性气体的装置.....	(228)
第七章 辅助工段操作的机械化	(231)
1. 钢锭模保温帽维护的机械化.....	(231)
2. 钢锭模整修的机械化.....	(240)
3. 耐火胶泥制备的机械化.....	(248)
4. 氧气转炉车间的起重设施.....	(250)
5. 石灰制备机械化.....	(264)
6. 提高运输机系统的可靠程度.....	(283)
参考文献.....	(305)

第一章 氧气转炉炼钢发展的基本方向

1. 氧气转炉车间的设备组成

苏联及其他国家，在最近二十年内炼钢生产扩大的基本方向是，兴建新的氧气转炉车间和改造现有的钢厂，同时减少平炉钢产量。氧气转炉钢在世界钢产量中所占的比重，正在不断增长。最发达的资本主义国家，其氧气转炉钢的增长趋势见表 1。

工业发达的资本主义国家的氧气转炉钢产量 (1) 表 1

年 度	钢 产 量, 百万吨 (%)					
	美 国	日 本	西 德	英 国	法 国	意大利
1965	20.8(17.4)	22.6(55.0)	7.0(19.1)	5.6(20.2)	2.5(13.1)	2.8(22.0)
1970	57.5(48.2)	73.8(79.1)	25.1(55.8)	9.1(32.2)	6.9(29.0)	5.5(31.5)
1971	58.0(53.1)	70.8(80.0)	24.9(61.8)	9.3(38.7)	8.5(37.1)	6.4(36.6)
1972	67.7(56.0)	77.0(79.4)	28.2(64.6)	10.8(42.4)	11.0(45.8)	7.7(39.1)
1973	75.5(55.2)	96.1(80.5)	33.6(67.8)	12.6(47.3)	13.1(52.0)	8.7(41.6)
1974	74.0(56.0)	94.7(80.8)	36.6(68.8)	10.8(48.2)	15.8(58.4)	10.4(43.5)

氧气转炉钢产量蓬勃增长的原因在于:氧气转炉基建投资少, 生产能力高, 工艺操作可以机械化和过程可以自动化。在现代的氧气转炉炼钢车间内, 最笨重的操作, 诸如: 散状材料的装入、废钢的装炉、炉前操作及修炉等等, 都已实现机械化。

苏联氧气转炉炼钢的发展, 可以分为两个阶段。第一阶段是 1959~1969 年。在此阶段, 是靠修建 100~130 吨氧气转炉车间来增加氧气转炉钢的产量的。当时, 在下塔吉尔钢铁公司、车里亚宾斯克钢铁厂、新利佩茨克钢铁厂、克里沃罗格钢铁厂、叶那基耶沃钢铁厂、日丹诺夫伊里奇钢铁厂和西西伯利亚钢铁厂, 都建了氧气转炉车间。第一批氧气转炉车间是按标准设计兴建的。厂房包括几个跨间和修罐工段 (图1)。混铁炉间与主厂房平行布置, 内设 1300 吨混铁炉 2 座。散状料由原料间用皮带输送机送入

车间（图2）。1967年，新利佩茨克钢铁厂建成内有100~130吨氧气转炉3座、立式双流方坯连铸机6台的氧气转炉炼钢车间（图3）。

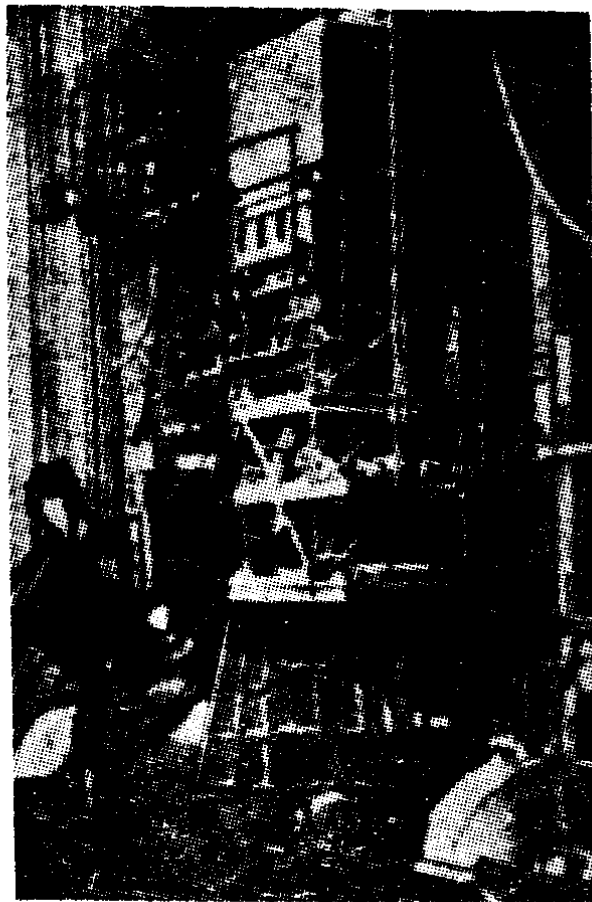


图1 克里沃罗格钢铁厂氧气转炉车间的转炉跨间●

第二阶段包括1969年以后的一段时期。1970年，在卡拉干达钢铁公司建成氧气转炉车间，炉容为250吨。后来，在西西伯利亚钢铁厂、新利佩茨克钢铁厂和日丹诺夫亚速钢厂，又建起了炉容为350吨的氧气转炉车间。在这些车间的设计和建造当中，吸收了现有车间的操作经验。转炉、除尘管系、散状料称量配料系统以及其他机械的构造，都有所改进。

氧气转炉炉容由100~130吨加大到350~400吨，需要解决一系列复杂的结构问题。大转炉的特点是尺寸特大（炉体高达12米，而直径达8米）；在生产过程中所受机械载荷和热负荷也很大。由

① 原书误为铸锭跨间。——译者

于全苏冶金机械研究院A.И.马依奥洛夫及其同事作了大量工作，现已建成了能够满足十分严格的现代化要求的氧气转炉。

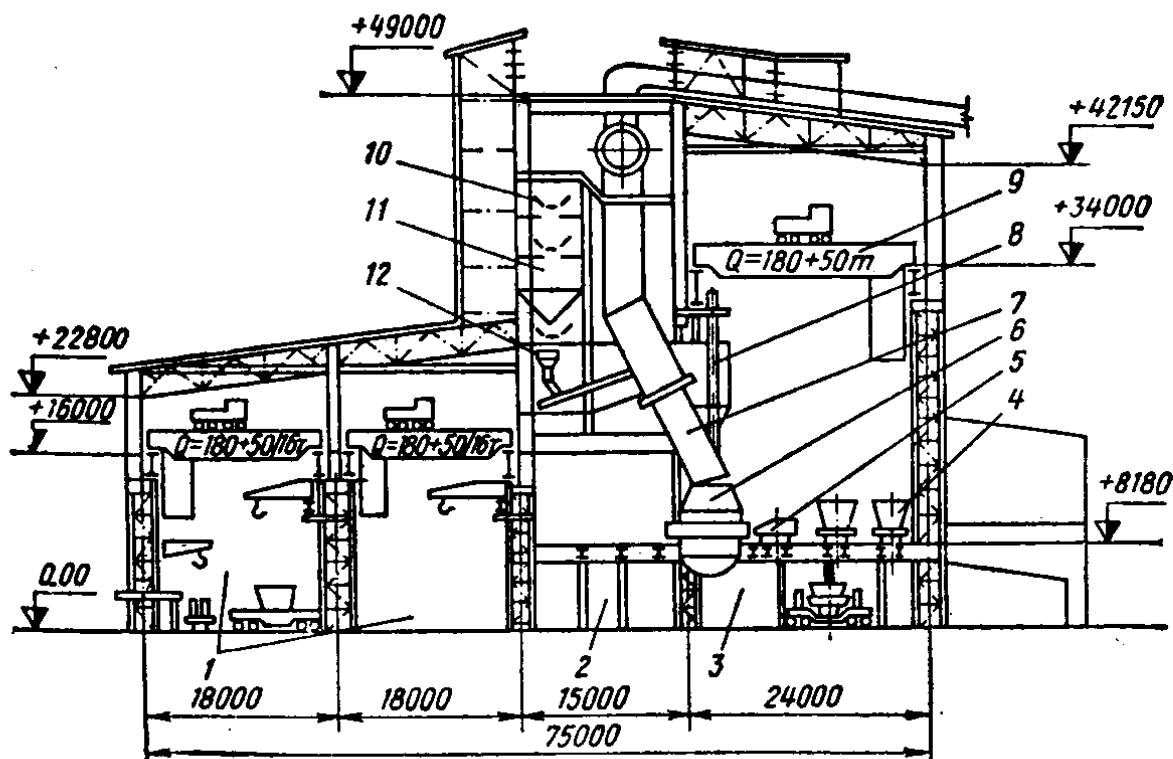


图 2 克里沃罗格钢铁厂氧气转炉车间主厂房横断面图

1—铸锭跨间；2—辅助工作间；3—转炉跨间；4—铁水罐；5—废钢槽；6—转炉；7—炉气通道；8—氧枪；9—装铁水吊车；10—皮带运输机；11—散状料仓；12—称量配料器

卡拉干达钢铁公司的氧气转炉车间，包括下列几个主要跨间^[2]：转炉跨间、装料跨间、除尘系统间、铸锭跨间、修罐间。装设两座2500吨混铁炉的混铁炉间，布置在单独的厂房内，用栈桥与装料跨间相连。混铁炉出铁时，由事先放在500吨轨道衡上的300吨铁水罐受铁。

每炉平均出钢250吨时，一座正常工作的转炉的设计能力为200万吨/年。炉体是直筒形，焊接结构，炉底是“死”的。转炉内的钢水经由直径为150~200毫米的出钢口，放入坐在车上的250吨钢水罐。炉渣放入容积为16米³的渣罐。在转炉上方布置活动烟罩和炉气管系以及散状料运输皮带机、料仓和氧枪移动控制机构。

在转炉布置区域内，工作平台开一豁口，以便吊运铁水罐进行修理和运送氧枪。操纵室斜对着炉子，高出平台，距离炉子在8米以上。转炉跨间设有80吨吊车，以便吊运氧枪、活动烟罩及其他设备。

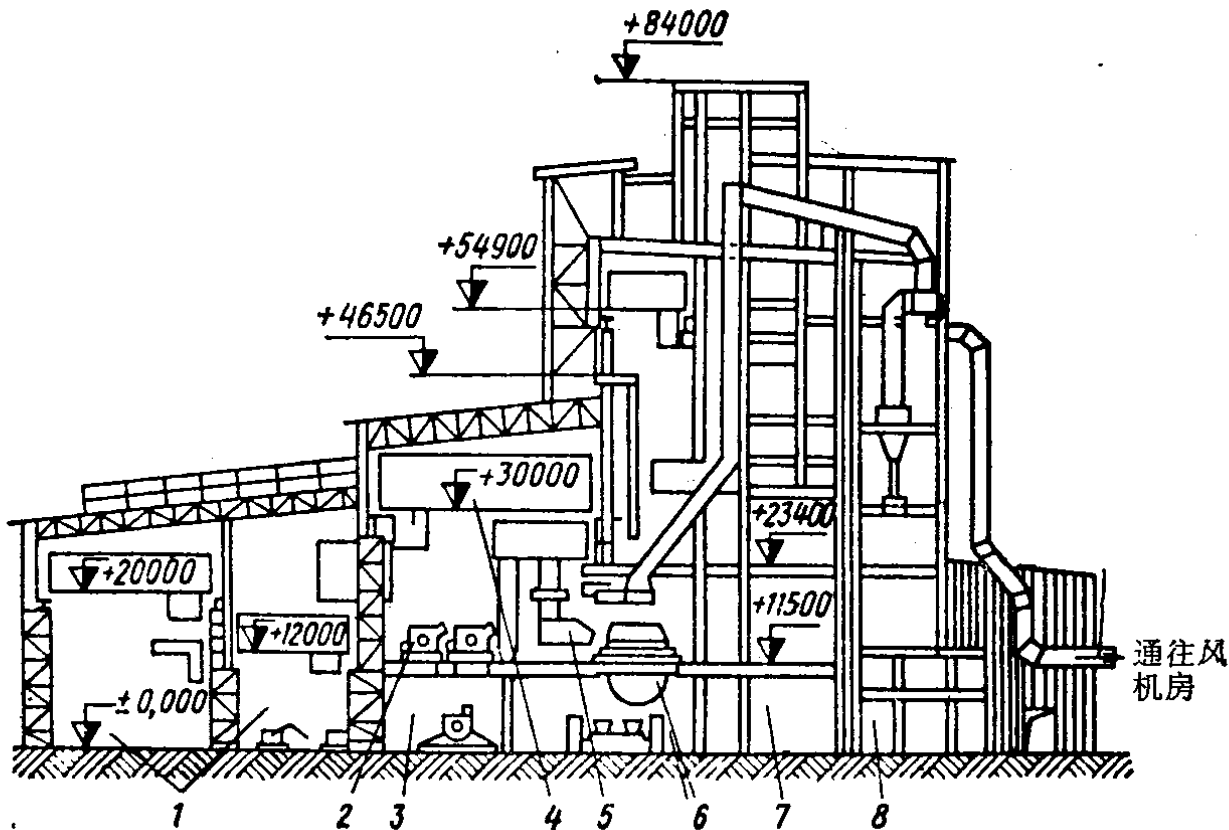


图 3 新利佩茨克钢铁厂 110 吨氧气转炉车间主厂房横断面图

1—铸锭跨间；2—铁水罐；3—转炉跨间；4—装铁水吊车；5—废钢装入机；6—转炉；7—辅助工作间；8—除尘系统间

装料跨间直接和转炉跨间接连。往转炉内装铁水时，使用起重量为400/100/16吨的桥式吊车。散状料（石灰、萤石、铁矿球团）由皮带运输机运给转炉。每座转炉设有8个料仓，散状料由料仓经振动给料器系统送到称量配料器。称量以后，散状料进入中间料斗，再由那里经过装有闸阀的溜槽落入转炉。铁合金贮放在车间一端的固定料仓内。使用容积为1米³的料斗倒运铁合金。用装铁水吊车把铁合金料斗送往与转炉并列的铁合金耗用料仓。然后进行铁合金称量，再由专用溜槽加入钢水罐。

转炉跨间一侧与装料跨间毗连，另一侧则和除尘系统间毗

连；在最后一跨间内布置转炉炉气净化装置。转炉以未燃法工作时，为了避免由转炉炉口和活动烟罩之间的间隙吸入空气，应使这一部分保持正压。当炉气量变化时，排烟机自动改变其排烟能力，使活动烟罩下面的压力保持恒定。

车间有两个铸锭跨间，内有四个铸锭台；每个铸锭台旁可停放两列铸锭车等候铸锭。铸锭跨间设有起重量为400/100/16吨的桥式吊车。

石灰由设有竖窑的专门工段运入氧气转炉车间。

1974年，新利佩茨克钢铁厂第二氧气转炉车间投产，炉子容量为300吨^[3]。车间由如下生产间组成：混铁炉间，内有2500吨混铁炉3座；转炉间，内有300吨转炉3座；连铸间，内有弧型双流板坯连铸机5台（另外还预留3台连铸机安装位置）。混铁炉间有180/50吨桥式吊车3台。混铁炉向放在铁水罐车上的300吨铁水罐出铁；铁水罐车沿着转炉间工作平台上铺设的铁路由内燃机车拖动。

废钢装在50米³废钢槽内用铁路平板车送进转炉间。在配料间内，用具有回转小车的桥式吊车把废钢槽从平板车上卸下来。经称量和补重后，两槽废钢以专用小车送到装料间内工作平台的豁口之下。在那里，装料机用吊具把它吊起运往转炉。每一炉钢，要加两槽废钢（100米³）；甚至在堆比重甚小（1吨/米³）的情况下，这也可以保证给转炉装入废钢100吨。

散状料由两条倾斜布置的皮带运输机运入转炉间；皮带机安在封闭的皮带机通廊里，每条皮带机的能力为500吨/小时。皮带机在转炉间以内的水平段的下面，装设悬挂着的耗用料仓（每座转炉有8个料仓）。由可逆式运输机分别向各个料仓卸料；原料由这些料仓借助于振动给料器、振动筛、称量配料器、纵向和横向运输的皮带机这一整套系统送入中间料斗。该系统保证散状料由两侧装入转炉。向转炉运送石灰的系统有筛分装置；石灰在吹氧期间（10分钟）接连加入炉内。

300吨氧气转炉两侧装设720千瓦的悬挂式传动装置。传动装

置是按出钢量达350吨计算的。转炉炉口是整体铸件，耳轴用水冷。此外，每座转炉都有工作氧枪和备用氧枪各一支，系按给氧量1500米³/分设计的。每炉钢冶炼36分钟，其中，吹氧15分钟。

转炉向装有滑动水口的 350 吨盛钢桶出钢；钢水罐车把盛钢桶运往连铸间。用机械化方法往盛钢桶加铁合金、液态铝、焦粉、石灰和保温材料。转炉装有未燃法炉气净化和输送系统。

连铸间设在单独的厂房内；它和转炉之间通以内有三条铁路的闭式通廊。连铸间包括七个跨间。连铸机布置在五个跨间内，第六个跨间是中间罐修理与准备工段；第七个跨间设置工艺设备准备段和材料接受运输段。连铸间内吊车采用双层布置。

连铸机设有双罐位钢罐回转台。还有结晶器快速安装与调整装置、结晶器与框架振动机构的无减速机传动装置、二次冷却各段维修装置(使修理易于进行)、火焰切割时生成的渣滓水淬粒化设施、板坯打印设施、以及向结晶器加工艺粉料（保护渣）的机械化设施等等(图 4)。

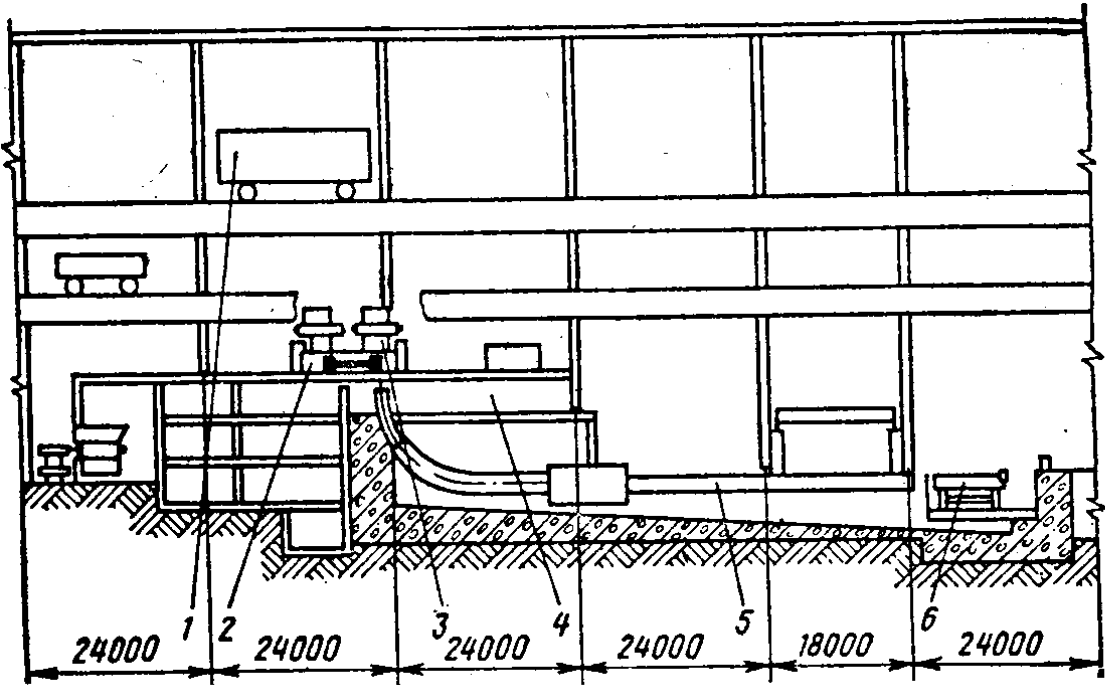


图 4 新利佩茨克钢铁厂300吨氧气连铸车间①纵断面图
1—电动桥式吊车；2—盛钢桶回转台；3—中间罐；4—钢坯连铸机；5—板坯；6—板坯运输车

① 原图误为转炉车间——译者。

设计考虑了浇注 $(250 \sim 350) \times (1150 \sim 2200)$ 毫米断面的板坯的可能性。厚度为250毫米的板坯，拉坯速度可达1.7米/分；而厚度为300毫米的板坯，其拉坯速度可达1.2米/分。连铸机机械保证连铸速度范围为0.1~1.6米/分。预定采用多炉连铸法。浇注时间定为冶炼周期的2倍，即72分钟。也考虑了在54分钟、甚至36分钟内浇注一炉钢的可能性(有限的几种板坯)。为使桶内钢水温度均匀和改善连铸坯的质量，在跨间内为每一台连铸机都配备了盛钢桶吹氩装置。

新利佩茨克钢铁厂的新氧气转炉车间的特点是，工艺操作过程的机械化和自动化水平高。除了为主要工艺操作服务的冶金吊车和专用吊车以外，车间还有保证实现辅助作业机械化的大量机械和各种设施。此外，还设置了炼钢和铸钢工艺过程自动化系统(АСУТП)，以及生产操作自动化系统(АСУП)。

近年来，在西西伯利亚钢铁厂和亚速钢厂修建的炉容为350吨的氧气转炉车间，与以前所建的车间的区别在于其整体布局设计方案及设备组成不同。

亚速钢厂的氧气转炉车间包括下列跨间和工段：转炉间、混铁炉间及扒渣工段、散状料、铁合金和废钢供运工段、连铸间和板坯清理工段、盛钢桶和中间罐准备间；此外，还有可用吊车换渣罐的栈桥(露天渣跨)。

转炉间内有装料工段、除尘工段和铁合金准备工段。所安装的转炉有嵌入式炉底，有效容积为320米³，采用悬挂式多电机传动的倾动机械。炉气管系和氧气管线保证吹氧强度为2800米³/分。铁水由混铁炉间用350吨铁水罐车运入转炉间，然后用450/100/20吨吊车将铁水装入转炉。

亚速钢厂氧气转炉车间与其他转炉车间不同，其散状料和铁合金是用一条皮带机由相应的跨间运入各料仓。这些料仓都布置在转炉上方。散状料和铁合金经称量后，方加入转炉和盛钢桶。这样的系统能够使散状料和固态铁合金的运输工作完全自动化。废钢装在100米³的废钢槽内以沿着车间纵向走行的铁路废钢车运入

装料间。往转炉内加废钢，则是使用200吨的废钢吊车一次加入。

连铸间布置在一个独立厂房内；此厂房与板坯清理和堆放工段相毗连。盛钢桶从转炉用钢水罐车运往连铸间；再用450/100/20吨铸锭吊车吊往连铸机。采用多炉连铸法。

最近几年内，其他一些钢铁厂也将修建大型氧气转炉车间。

在加大氧气转炉炉容的同时，对所炼钢种也作了很大的改变。在第一阶段，氧气转炉所炼钢种基本上是一般质量的碳素钢。现在所炼钢种显著增多。各种低合金钢的吹炼工艺已被掌握，钢轨钢、电工钢、不锈钢以及其他各种优质钢都能冶炼。

2. 氧气转炉车间设备的改进

随着氧气转炉炼钢法的推广，出现的严重问题，是其耐火材料炉衬的寿命低。在1967年以前，苏联转炉的平均寿命，一般未超过180炉次。近些年来，由于耐火材料质量提高、冶炼工艺改进、以及设计出新的转炉砌砖法，炉衬寿命大为提高。目前，100吨转炉的寿命平均可达470炉次^[4]。

苏联采用焦油白云石砖、焦油白云石-镁砖、焦油镁砖作转炉炉衬，其寿命在很大程度上是由操作条件决定的，如：金属炉料、造渣材料和冷却剂的质量、吹氧制度、温度制度和造渣制度、长时间停炉次数、钢液过热和补吹等等。在炉役当中认真维护炉衬（及时补修、选择枪位等），对于炉衬寿命也有显著影响。

采用喷补时，转炉炉衬可以取得较高的工作指标。苏联制订了两种喷补方法：半干法和火焰法。用半干法时，喷补料喷在炉衬上以后，要用煤气和氧气对它加热。获得耐火喷补层所需要的总时间达45分钟，喷补层寿命为4~6炉次。采用火焰法时，喷补料是在高温塑性状态下喷在炉衬表面上，因此不需要另外再进行加热。获得寿命为8~10炉次的喷补层所需要时间不超过10~15分钟。由此可知，火焰喷补法是更有前途的。为了推广火焰喷补法，应当组织喷补料生产、制造喷补装置、并在转炉车间成立喷补工段。

使用以 CaO/MgO 比一定的高纯度人工合成砂作为骨料的、

经低温热处理或烧成浸油法制成的耐火砖来砌筑氧气转炉，对炉衬进行喷补，并保证正常操作——这就有可能使苏联的转炉寿命大为提高。

美国某钢铁厂225吨氧气转炉炉衬寿命曾达1701炉次；在此期间炼钢33.8万吨以上^[5]。在创造炉龄纪录的这一炉役内，耐火材料消耗低于2.5公斤/吨钢。炉衬寿命高是由于冶炼时间缩短，保持钢水温度为1590~1595°C，采用均衡砌衬，经常喷补，使用白云石化的石灰和萤石等措施才达到的。据该厂资料，转炉炉衬寿命在这些条件下可达到2000炉次以上。

随着所炼钢种的扩大和炉衬寿命的提高，苏联氧气转炉车间的生产能力也大为增长。转炉生产能力提高是由吹氧时间的缩短（提高给氧强度）以及主要工序和辅助作业时间的压缩所决定的。

早期建设的炉容为130吨的氧气转炉车间，给氧强度为250米³/分，此时吹氧时间为25分钟。以后，所有的转炉车间对炉气净化和输送系统都进行了改造，使给氧强度得以提高，吹氧时间得以缩减。例如，在新利佩茨克钢铁厂氧气转炉车间，100~110吨转炉改为炉气半燃法操作。这样就可能把给氧强度提高到450~480米³/分，结果使吹氧时间缩短到18分钟。在西西伯利亚钢铁厂、新利佩茨克钢铁厂和亚速钢厂，新建的氧气转炉车间规定给氧强度应保证吹氧时间不超过12~13分钟。

在提高转炉生产能力时，非常重视缩短辅助作业时间。加废钢的时间首先取决于废钢比重和加入设备的结构。在早期建设的氧气转炉车间（伊里奇钢铁厂和克里沃罗格钢铁厂），废钢加入设备都是很不完善的。现代的氧气转炉车间所采用的废钢加入设备，保证废钢加入作业能力很高。例如，在克里沃罗格钢铁厂第二氧气转炉车间，加废钢采用吊车式专用加入机。

在亚速钢厂氧气转炉车间，使用容积为100米³的废钢槽，一次可以加完全部废钢。

为了减少装料时间，应当使用比重、尺寸、和纯洁程度均合

乎规定的标准化金属料。采用轧钢车间的钢坯切头最为合理。但是，在不少工厂内，切头却逐年减少，原因是半镇静钢产量增加，以及广泛使用绝热板代替保温帽，致使钢锭开坯切头减少。所以，今后，应当考虑转炉使用堆比重为 $1.5\sim 2.0$ 吨/米³的废钢。采用比重、尺寸和纯洁程度均合乎规定的金属料，其效果可以用日本冶金工作者的著述加以描述：尽量使炉料标准化，使得不必倒炉取样，从而把冶炼时间缩短2分钟。

在美国，实际上转炉车间所采用的全部废钢都切成长度在1500毫米以下的小块，并进行打包。打包废钢重达1800公斤。采用这样的打包废钢会大大缩短装料时间。

推广氧气转炉炼钢法时，发生的现实问题之一，就是要减少铁水用量，同时增加废钢用量。废钢量可以增加，其办法是：缩短吹氧时间和非吹氧作业时间，减少由转炉炉衬和炉口散热的热损失，提高装入转炉的铁水温度（办法是减少由炼铁车间运来铁水的时间和采用混铁车），在转炉内或炉外进行铁水预热等等。今后，在氧气转炉车间生产组织和冶炼过程高度强化的情况下，铁水用量会降到800公斤/吨以下，废钢用量将增加到290~300公斤/吨。这反过来又要求制造能够保证在最短时间内加完所需废钢量的专用加料设备。

氧气转炉所炼钢的质量，在很大程度上取决于装入转炉的铁水质量。铁水应当含Si $0.7\sim 0.9\%$ ，含Mn $0.8\sim 1.1\%$ ，含S低于 0.035% 。遗憾的是，所用铁水经常含硫较高。这一点乌克兰钢铁厂特别突出，那里的高炉使用高硫焦炭。

近年来，高炉出铁后用镁块或镁粒进行脱硫者越来越多，这样，能使铁水中硫含量由 $0.05\sim 0.07\%$ 降到 $0.02\sim 0.03\%$ 。在其它国家，脱硫采用石灰或碳化钙，有时也用苏打在铁水罐内脱硫。苏联的亚速钢厂、伊里奇钢铁厂和克里沃罗格钢铁厂，都采用铁水脱硫设备。克里沃罗格钢铁厂用镁在铁水罐内进行脱硫的设备，其能力为3000吨/日^[6]。该设备是借助罩式气化器把镁锭强制浸入铁水。这是一套同时可以处理2~3罐铁水的脱硫设备。

这套设备包括有走行车的桥架，每辆小车上各有三个气化器。在桥架上有锥形盖，用以在脱硫期间把铁水罐盖上。在设备旁设有：操纵台、镁和气化器用前准备间、小设备和辅助设备修理工段以及库房等。为了提高设备的能力，小车上气化器的数目增加到3个。罩式气化器可浸入铁水500次，而盖子的寿命为4~6个月。

近年来，在西德、美国及日本等国，采用600吨混铁车由高炉向氧气转炉车间运送铁水。混铁车可将铁水沿铁路运给各厂或送到50公里以内其它地方，能在车上进行脱硫，并使铁水保持较高温度。混铁车的工作示意图见图5。苏联混铁车的容量是420吨，由全苏冶金机械研究院设计，首次用于西西伯利亚钢铁厂。

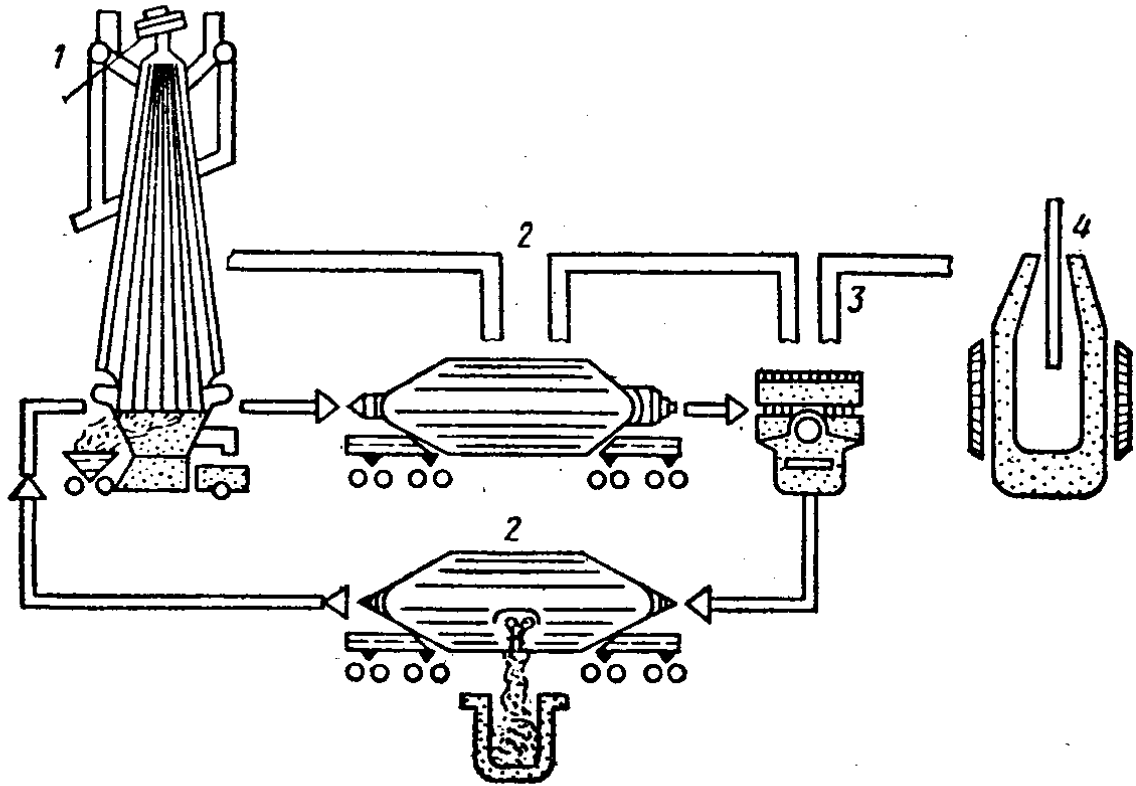


图 5 混铁车工作示意图

1—高炉；2—混铁车；3—往转炉装铁水的铁水罐；4—氧气转炉

氧气转炉的生产能力和炉衬寿命，在很大程度上还取决于主要的造渣材料—石灰的质量（要求能在短短的吹氧期间内形成流动性良好的高碱度渣）。决定石灰质量的主要指标是石灰被炉渣吸收的速度。该速度取决于反应表面的发展程度，亦即取决于石灰的块度、气孔率和化学活性。