

苏联炼钢生产技术发展概况

向科学大会献礼资料之三

鞍钢钢铁研究所情报室

一九七七年十月

目 录

一、钢铁工业发展的历史.....	(2)
二、钢铁生产.....	(4)
1、概况	
2、平炉炼钢	
3、转炉炼钢	
4、电炉炼钢	
5、连续铸钢	
三、苏联的钢铁基地和钢铁厂.....	(9)
1、苏联的钢铁基地	
2、苏联的钢铁厂	
四、介绍三个典型钢铁厂的情况.....	(11)
1、马格尼托哥尔斯克钢铁公司	
2、克里沃罗格钢铁厂	
3、新利佩茨克钢铁厂	
五、苏联钢铁工业的技术水平.....	(13)
六、苏联钢铁工业存在的问题.....	(13)

一、钢铁工业发展的历史

苏联钢铁工业的发展经历了两个不同的历史时期。十月革命胜利以后，执行优先发展重工业的方针，因而钢铁工业迅速发展。在第一个五年计划到第五个五年计划期间，钢铁工业的投资始终占工业总投资额的10%左右，除第三个五年计划因德国法西斯入侵使计划中断外，钢的年增长率一般都在8%以上。到1953年斯大林逝世时，苏联钢产量已达到3800万吨。苏修领导集团上台后，为了与美帝争霸世界，不惜工本，不顾品种质量，依靠有利的资源条件，拼命扩大钢铁生产能力，据统计，近二十五年来在钢铁工业上总共投资450亿卢布。

苏联1971年，1972年钢产量连续两次超过美国，居世界第一位。1973年产量再次超过美国，至今居世界首位。

苏联1976年钢产量为14570万吨，比1975年虽增长3.3%，但未达到五年计划规定的增长率（3.6%）。1980年预计钢产量将达16600万吨，1985年声称要达到17800万吨。

第一个五年计划（1928—1932年）

第一个五年计划是苏联开始进行大型钢铁企业的建设时期，此期间新建的工厂有：乌拉尔的马格尼托哥尔斯克钢铁公司，西西伯利亚的库兹涅茨克钢铁公司，乌克兰的扎波罗什钢厂和亚速钢厂。当时马钢和库钢的建设速度较快，只用三、四年时间就部分建成投产。新建企业采用的是大型设备，如马钢的一号高炉（容积1180米³），库钢的158吨平炉，当时均属大型钢铁冶炼设备。大型初轧机也在这期间开始投产。当时苏联有20个钢铁企业，高炉16座，平炉47座，空气底吹转炉4座，轧机22台，轧管机2台。到第一个五年计划结束时，苏联钢产量达到592.77万吨。

第二个五年计划（1933—1937年）

在第二个五年计划期间，亚速钢厂和扎波罗什钢厂开始投产，同时开始新建克里沃罗格钢铁厂，新利佩茨克钢铁厂（1934年），新吐拉钢铁厂（1935年）和第聂伯罗特钢厂及一些钢管厂和铁合金厂。对一些旧厂继续进行技术改造并扩大其设备能力。

在此期间，为了适应飞机，汽车和拖拉机制造工业的需要。电炉钢生产也得到了高速发展。

在第二个五年计划期间投产的设备有：高炉19座、平炉91座，轧机44台。这期间钢铁工业的设备能力大幅度增长，与第一个五年计划期间相比，炼铁能力提高一倍以上，炼钢能力提高两倍，轧钢能力提高两倍，到1937年，苏联的钢产量达到了1769万吨，比第一个五年计划最后一年的产量增加了两倍。

第三个五年计划（1938—1942年）

在这个五年计划中，钢铁工业的重点是发展特殊钢生产，规定优质钢的产量要增加

一倍以上。同时强调全力发展东部地区的钢铁工业基地，提出在这个五年计划期间要将全苏新建平炉总数的四分之三建在东部地区。第三个五年计划实际上只执行了三年半，1941年6月由于德国法西斯入侵，计划中断了。为了适应战争的需要，在东部地区新建了一些钢铁厂，其中有车里雅宾斯克优质钢厂，马格别克钢铁厂，阿木尔钢厂，阿克秋宾斯克钨合金厂等。

战争期间，苏联钢铁工业受到破坏，据统计受破坏的设备有：高炉62座，平炉213座，轧机218台，厂房建筑11万间，铁矿山28座。

战争结束后首先恢复乌克兰的工业基地，1943—1944年共修复了高炉13座，炼钢炉70座，轧机28台。

第四个五年计划（1946—1950年）

在卫国战争后期，从1943年起苏联开始恢复和重建被破坏的乌克兰等地的钢铁企业。1945年反法西斯战争结束，接着从1946年开始执行第四个五年计划。五年内共投资17.5亿卢布，主要是对钢铁厂设备进行了新建和改建。

新建钢铁厂以切列波维茨钢铁厂和鲁斯塔夫钢铁厂（两座高炉）为主。到1948年，钢和钢材产量大体恢复到战前水平。1949年生铁，铁矿石和焦炭等产量也达到战前水平。

1950年第四个五年计划结束时钢产量为2730万吨，与二次世界大战前的1940年相比，铁增加29%，钢增加49%，钢材增加50%。

第五个五年计划（1951—1955年）

在这个五年计划期间钢铁工业的建设重点是对老厂进行大规模的改建和扩建，如马钢，库钢，新塔吉尔，车里雅宾斯克，克里沃罗格，亚速钢厂等六个钢铁厂经过扩建，五年内生产能力增加了一倍以上。设备投资额急增至25.3亿卢布。这期间，采矿、选矿，人造富矿的生产能力增长较快，1955年商品铁矿石产量达到7190万吨。

第六个五年计划（1956—1960年）

这个五年计划中以增加石油产量和火力发电量为中心。地区开发以发展西西伯利亚和远东地方的工业为重点，其中包括炼铁，炼铝和采矿等一些企业。这个五年计划执行三年后，到1959年赫鲁晓夫上台后又提出七年计划（1959—1965年）。七年内新建和改建的设备有：高炉51座，电炉15座，顶吹氧气转炉15座，方坯初轧机5台，板坯初轧机2台，钢坯连轧机4组，轧管机19台。

六十年代苏联钢铁工业开始采用氧气炼钢和连续铸钢设备并不断加强铁矿石采选能力。1965年生铁产量达6620万吨，钢9100万吨，钢材7090万吨。

第八个五年计划（1966—1970年）

在这个五年计划期间，加强了钢板和高强度轧材的生产能力。五年内电镀锡板增加了50%电镀锌板增加60%，经过热处理的高强度轧材增加了80%。在这个五年计划中提

出在改进质量前提下增加产量的方针。

这期间钢铁工业的投资总额达到了108亿卢布。重点是集中使用资金，建设大型生产设备。五年中动工兴建和建成投产的主要设备有：高炉7座（其中三座容积为2700米³），平炉4座，大型电炉4座，连铸机16台，各种型钢和板钢轧机15台，轧管机14台以及其他设备。五年中生铁产量增加了1971万吨，钢4986万吨，钢材1895万吨。

第九个五年计划（1971—1975年）

这期间要求钢铁产量提高28%，1975年生铁产量为10500万吨，钢14200万吨。

新建设备有：高炉6座（其中一座5000米³），大型氧气顶吹转炉（容积300—350吨）12座，大型电炉15座，各种型钢，板钢，钢管轧机35台。此外对旧式炼铁，炼钢和轧钢设备进行了更新。

在这个五年计划中由于250—300吨大型转炉的投产，转炉钢产量增加了，五年中转炉钢比五年计划开始时增长了50%以上。

此期虽然没有新建平炉，但平炉钢的产量仍增加了750万吨，主要是平炉改双床和改顶吹氧平炉的结果。五年中投产了10座双床平炉，每座双床炉每年平均产钢100万吨，而克里沃罗格厂一号双床炉和马钢35号双床平炉年产钢达130—150万吨。1975年双床平炉共炼了1030万吨钢。

在第九个五年计划中新利佩茨克和西西伯利亚钢铁厂各投产了两座300吨氧气顶吹转炉，与转炉相配套安装有锅炉冷却器和新结构的烟气净化系统。新利佩茨克厂投产了钢罐吹氩装置。

第十个五年计划（1976—1980年）

苏联从1976年开始第十个五年计划，在第九和第十个计划中强调从西方引进最新技术修备使国民经济特别是民用工业部门现代化，强调提高劳动生产率，提高机械化和现代化程度。

最近苏联和萨尔茨吉特、克虏伯、考尔夫、西门子和德马格五家西德公司签订了关于库尔斯克钢铁公司的引进协定。

第十个五年计划中将进一步发展和完善现有炼钢工艺并制定新的冶炼工艺。

拟在下塔吉尔公司，亚速钢厂和捷尔任斯基厂建造底吹氧气转炉，还准备建20座100—150吨的电炉，设在顿涅兹克，乌兹别克、亚速，奥尔斯哈里洛夫，库钢等厂。为了进一步改善钢质，到1980年预计真空处理500万吨钢。连铸钢将达到2200万吨，用合成渣处理近500万吨，并广泛采用罐内用的惰性气体处理钢水等措施。

二、炼钢生产

1、概 况

苏联是目前世界上三个产钢一亿吨以上的国家之一。自1971—1976年（1973年居二位除外）钢产量居世界首位。1976年钢产量为14570万吨。

炼钢生产是苏联钢铁工业的中心环节，苏联黑色冶金工业部门拥有七十多个钢铁厂。1974年平炉总数共328座。最大炉容900吨（共有3座）。氧气顶吹转炉64座（最大炉容300—350吨），其中100吨以下的有6座，100—200吨的有24座，其余均在200—350吨之间，平均炉容约为225吨。电炉约有800—900座，80%是小容量电炉，全苏电炉容量大于100吨的有14座，其中包括两座200吨的大电炉。1975年苏联有41台连铸机，年产量达1000万吨。

2、平炉炼钢

苏联炼钢生产一向是以平炉为主，平炉钢占66%。六十年代后期苏联才注意发展氧气顶吹转炉。七十年代以后决定不再新建平炉。1976年平炉钢约为9000万吨，在没有新建平炉的情况下，平炉钢仍以每年200多万吨的速度持续不断地增长，其主要措施是充分挖掘现有平炉的潜力。为了充分发挥现有平炉作用，围绕着提高平炉生产率，采取了吹氧，烧天然气和重油，扩大装入量，采用双床平炉，缩短平炉冶炼时间，增大浇注能力和车间吞吐量等一系列措施。

近十年中，苏联平炉钢产量一直占世界平炉钢总产量的三分之一左右。

平炉吹氧强化冶炼是挖掘平炉潜力的有效途径。目前苏联用氧平炉已超过75%，其主要供氧方式是从炉顶向熔池直接吹氧。也采用过炉头火焰富氧，从炉门用渗铝管插入熔池吹氧和前后墙插氧枪吹氧等方式。吹氧平炉钢的产量占平炉钢总产量的三分之二以上。据称苏联大型平炉的生产效率比其他国家同类平炉高20—25%。

平炉改烧天然气加重油供热，可使平炉生产提高，燃料消耗降低。苏联77%的平炉采用这种高发热值燃料（发热值比发生炉煤气高四倍以上）。

平炉改烧天然气除有上述好处外，还为简化平炉结构（三上升道改为单上升道），扩大装入量创造了有利的条件。在不动炉头位置和炉下基础的情况下，可将220吨平炉改为440吨的单上升道平炉，以达大幅度增产的目的。

向熔池吹氧强化冶炼的平炉与普通平炉相比，冶炼时间缩短一半以上，燃料消耗减少一半，产量增长一倍以上。

吹氧后平炉突出的问题是炉顶寿命降低，一般寿命为200—400炉，需要进一步研究解决。

苏联平炉利用系数由1960年的8.07提高到1970年的9.56，近年已超过10。双床平炉的利用系数最高达65.6。

为使平炉生产率提高，苏联把双床平炉作为改造平炉车间的一种重要手段。认为双床平炉是一种少花钱多增产的有效措施。

双床平炉是1964年在马钢首先搞起来的。其技术经济指标比普通平炉有很大的改进。据报导：扎波罗什钢厂的双床平炉一昼夜出了23炉钢，共5654吨，利用系数为60.8，小时产量达226.9吨，持续了几天。还有克里沃罗格厂的双床炉一昼夜炼了24炉钢共7080吨，利用系数达到65.56，这说明平炉改为双床是合理和有效的。平炉改双床炉后，其年产量比原平炉高3—4倍。

苏联目前有11座双床平炉：马钢有5座（280×2），切列波维茨克厂有2座（300

× 2, 250 × 2) ; 克里沃罗格厂有 1 座 (280 × 2) ; 扎波罗什钢厂有 2 座 (250 × 2) ; 奥尔斯克厂有 1 座 (245—280) 。

双床平炉炼钢品种相当广泛, 能炼碳素沸腾钢, 半镇静钢和镇静钢, 普通低合金钢, 汽车板用非时效钢。目前正在掌握电工钢的冶炼。

双床平炉钢的质量不次于平炉钢, 成本比平炉钢低。双床平炉的优点: ①产量高, 每座炉平均年产量 100—150 万吨; ②废热利用效率高达 70%, 燃料消耗约为普通平炉的四分之一; ③炉顶寿命 (750—1100 次) 比普通平炉高 2—3 倍, 耐火材料消耗低, 仅为普通平炉的二分之一; ④出钢次数多。

双床平炉也存在一定缺点: ①单位金属耗量比普通平炉高 20—30 公斤; ②钢锭合格率 1.6—2.4%; ③钢水含碳量和温度达到规定时不能立即停止冶炼, 品种受到限制; ④终渣和钢水的氧化性不稳定; ⑤氧耗量高。

1974 年苏联钢铁厂双床平炉的生产指标

表 1

指 标	克里沃罗格 1 号炉	扎波罗什 1 号炉	切列波维 1 号炉	切列波维 12 号炉	马格尼托 哥尔斯克 29 号炉	马格尼托 哥尔斯克 30 号炉	马格尼托 哥尔斯克 31 号炉	马格尼托 哥尔斯克 32 号炉	马格尼托 哥尔斯克 35 号炉
每炉产钢量, 吨	289.5	242.8	285.4	284.9	270.1	272.7	275.0	275.7	279.2
年生产能力, 万吨	131.07	103.12	113.22	110.64	85.41	92.87	106.24	100.07	125.98
一炉钢熔炼时间, 小时	3.43	3.80	4.02	4.05	4.08	4.13	4.01	4.10	3.66
生产率, 吨/小时	168.8	127.8	142.0	140.7	132.4	132.0	137.1	134.5	152.6
停炉率, %	11.2	7.9	10.3	11.5	8.2	8.5	4.7	7.8	5.8
其中: 冷修	8.4	7.1	6.4	8.0	5.8	5.5	3.8	6.8	4.4
燃料消耗, 公斤/吨钢	28.1	18.0	20.0	20.0	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7
氧耗量, 米 ³ /吨	79.0	75.0	84.0	84.0	76.6	76.6	76.6	76.6	76.6
金属量消耗, 公斤/吨钢	1134	1128	1122	1122	1138	1138	1138	1138	1133
其中: 铁	752	760	748	748	765	765	765	765	765
废钢锭模	11	49	4	4	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
废钢	358	311	358	358	351	351	351	351	351
合格率, %	88.2	88.7	89.1	89.1	87.9	87.9	87.9	87.9	87.9
炉顶寿命, 炉	596	683	663	663	926	926	926	926	926
公称装料量, 吨	280 × 2	250 × 2	300 × 2	250 × 2	280 × 2	280 × 2	280 × 2	280 × 2	280 × 2
炉底面积, 米 ²	108.0	93.0	130.0	121.0	126.1	126.1	126.1	126.1	162.1

尽管平炉生产具有很多优点, 以及平炉生产上采取了很多改进措施, 但平炉今后的发展趋势必将被高生产能力的转炉和电炉所代替。

3. 转炉炼钢

建设氧气顶转炉和电炉车间是苏联发展炼钢生产的总路线。

目前苏联转炉炼钢生产落后于美国和日本。其设备能力 1973 年仅为美国的三分之一, 日本的四分之一。转炉炉令, 自动化水平, 品种质量, 炉气净化和劳动生产率等方面, 还不能同先进的工业国家相比。

苏联 1956 年以后才开始建设转炉, 六十年代中发展较缓慢。

采用氧气顶吹转炉炼钢也是增加钢产量的有利措施。从“九五”计划开始转炉发展较快，全苏钢产量的增长中，氧气顶吹转炉钢起决定性的作用。

目前苏联共有氧气顶吹转炉64座。总生产能力约4325万吨，此外尚有计划投产的生产能力4722万吨。苏联1970—1974年转炉钢的增长总量为1566.5万吨，这个数字和美国同期转炉钢的增长总量几乎相当（1653.7万吨），比日本低（2084万吨）。

苏联转炉炼钢能力的增长，除新建大型氧气顶吹转炉外，主要是对现有转炉采取多装快炼等措施。这些措施有：①增加供氧强度；②增加装入量；③提高炉令；④增加班产炉数；⑤增加浇注能力；⑥提高自动化水平。

①增加供氧强度，缩短吹炼时间，是苏联强化转炉炼钢的主要手段。近年来，大多数氧气顶吹转炉的单位供氧强度都提高了30—40%。例如克里沃罗格厂100吨的转炉将单位供氧强度由2.5米³提高到4米³/(分、吨)，吹炼时间从22分缩短到14分钟，在装入量不变的情况下，产量提高了20%。据1975年苏联“钢”杂志报导：全苏转炉钢增长中18.75%是由于增大供氧强度，缩短吹炼时间的结果。但，随着供氧强度的增加，必须相应增大熔容和解决除尘问题。

②增加装入量对转炉生产率的提高有着特别重要的现实意义。据报导，1974年全苏转炉钢的75%是由100—130吨的转炉炼出来的。而近年来转炉钢的增长有30%是来自这些炉子装入量的扩大。

在“九五”期间，苏联对1964—1968年间建立的100—130吨的转炉普遍进行了改造，使转炉容积从80米³增至108米³，最高增至135米³（新利佩茨克厂），装入量从110吨增至160吨。使转炉车间的生产能力提高到原设计能力的1.8倍。扩大装入量的办法：一是减少转炉衬砖工作层厚度，二是扩大炉壳容积。在装入量变化较大的情况下，浇注吊车的能力，盛钢桶的容积均要相应加大。

③提高炉令是确保转炉高产的关键。目前苏联转炉炼钢的最大问题是炉令普遍较低，平均450—480炉。西西伯利亚厂，叶那基那夫厂和新利佩茨克厂转炉炉令曾达到过900炉以上。西西伯利亚厂第一转炉车间（3×150吨）1972年首创年平均炉令748炉的全苏最高纪录。但仍远远落后于日本最高炉令10110炉，全国平均1500炉的水平；美国最高炉令2857炉，全国平均1000炉的水平。

苏联为提高转炉炉令，在下列四方面采取措施：

①提高炉衬砖质量，采用高压成型，高温烧成的高纯度，高密度，高含碳量焦油白云石砖；

②采用均衡炉衬，炉帽炉口部分使用高质量的铬镁砖；

③炉衬局部损坏，部分进行喷补；

④改进冶炼工艺，缩短吹炼时间和非吹炼时间，使用软烧石灰、锰矿，白云石，白云石质石灰以及合成渣料造渣。

④增加班产炉数是进一步提高转炉生产率的有效途径。根据转炉冶炼周期分析，往往非吹炼时间比吹炼时间还长，在非吹炼时间中仅取样、测温、等待分析结果、补吹、再等分析这几项，每炉平均占11分钟。因此确认，缩短非冶炼时间，对于班产炉数的提高关系极大。为此日丹诺夫等厂采用缩短加废时间（用大型废钢料槽、密实打包废钢和

重型废钢)；缩短终点温度及成分取样和分析时间(采用付枪)；在增加炉令的基础上组织三吹二和三吹三的交叉作业等。结果使年平均班产炉数从1967年的14.3炉提高到1973年的21.3炉。

⑤增加浇注能力是确保转炉多装快炼的基本前提。为适应转炉生产能力扩大的需要，采取了一系列措施来提高转炉车间的浇注能力。除增加吊车起重能力，扩大盛钢桶容积，盛钢桶修理机械化外，还大规模推广滑动水口浇钢，大水口快注，绝热板浇镇静钢以及多机多流连铸。

新里别茨克是苏联首先使用滑动水口的钢铁企业，1974年底实现了大部分钢水用滑动水口浇注。1972年苏联用滑动水口浇钢仅7900吨，1973年为29.92万吨，1974年为231.2万吨，1975年为930万吨，1976年又在克里沃罗格等五个厂大力推广使用，其浇钢量又将大幅度提高。

⑥提高转炉自动化水平，实现转炉吹炼终点成分及温度的自动控制，是目前转炉炼钢能力和劳动生产率进一步提高的重要环节。苏联转炉自动化水平不及美国，日本等先进的工业国家。1976年以前全苏约有6—7个钢铁厂的转炉车间应用电子计算机来控制转炉炼钢过程。其中三个，即新利佩茨克厂，叶那基耶夫厂和下塔吉尔公司采用静态控制系统。而克里沃罗格厂、叶那基耶夫、日丹诺夫和齐略宾斯克厂则采用动态控制系统。此外，在300吨以上的转炉车间均采用动态控制系统。

叶那基耶夫和克里沃罗格厂最先在转炉上采用副枪测温定碳。苏联打算在最近的将来在所有转炉上装配副枪，以提高终点温度和碳的命中率。

在“九五”计划中苏联又有一批250—300吨大型氧气顶吹转炉投产。卡拉干达钢铁公司一座250吨转炉投产，西西伯利亚和新利佩茨克厂每厂各有两座300吨转炉投产，五年中转炉钢比五年计划开始时增长了50%以上。

此外，苏联还计划在库尔斯克和斯维尔德洛夫斯克建设氧气转炉工厂，随着这些新厂的陆续投产。苏联转炉钢产量的比重将会有较大的增加。

4、电炉炼钢

苏联电炉以生产优质钢、特殊钢和合金钢为主。电炉大多是以小电炉为中心发展起来的。为了增加电炉的生产能力，现正在扩大电炉的炉容和新建大型电炉。苏联电炉数量虽有800—900座，但100吨的电炉在“八五”计划期间才有，目前共有12座100吨的和2座200吨的大型电炉，电炉钢1972年为1230万吨。电炉钢种近千，实际上苏联电炉每年所炼钢种不超过300个牌号。苏联电炉厂有比较明显的专业分工。新利佩茨克电炉厂以生产电工钢为主。“电炉钢厂”以生产滚珠轴承钢和合金结构钢为主。西伯利亚电炉钢厂以生产碳素工具钢为主，兹拉乌斯特钢厂主要生产合金结构钢和碳素镇静钢，“红十月”厂重点生产不锈钢，齐略宾斯克钢铁厂以生产滚珠轴承为主。特别重要的高级钢种则由真空熔炼和电渣重熔装置来生产。

为了增加电炉钢产量，苏联除新建大型电炉外，对原有的中小电炉普遍采取扩大装入量增加变压器功率和吹氧强化冶炼等措施。为了缩短电炉还原期和改善钢质，在钢水炉外处理方面广泛使用了吹氩技术，真空处理和合成渣渣洗。这三种处理，苏联在平炉，转炉钢水中也采用，以提高质量，填补品种不足的空白。

5、连续铸钢

连铸是简化生产流程，降低金属消耗，提高金属收得率和质量的有效措施之一。苏联比较重视这项技术的发展。早在四十年代，它就着手连铸方面的研究。1953年新图拉钢铁厂投产一台双流立式连铸机，从而使苏联成为世界上第一个把连铸技术应用到工业生产中的国家。到1959年新利佩茨克钢铁厂的电炉车间在世界上最先实现了全连铸化。接着在1966年该厂又新建了第一转炉车间，并最早开创了连铸与氧气顶吹转炉相配合的先例。特别是在1975年该厂又新建了第二转炉车间，并装设了一批弧形铸机，从而使所有电炉，转炉钢水全部进行连铸，产量达80万吨/年。这个厂的特点就是全部钢用连铸机铸钢，成为与日本新日铁大分厂齐名的大型全连铸钢厂。

苏联在连铸的理论，工艺，设备和品种质量方面，长期以来曾进行了大量的研究工作，并在这些方面积累了比较丰富的经验。在七十年代之前苏联连铸一直在世界上居领先地位。正当苏联大力发展连铸技术的时候，一些工业较发达的资本主义国家对连铸还持观望态度，如日本直到六十年代后半期才从苏联等国引进连铸专利，积极发展，并后来居上，到1972年拥有60多台铸机，年产量达到1600万吨，超过了苏联，居世界首位。近年苏联约有55台铸机生产，年产量达1061多万吨。采用连铸机的钢厂有：新利佩茨克、新图拉、“红十月”、顿涅茨克、鲁斯达维、下塔吉尔、高尔基、卡拉干达等二十多个钢铁厂。此外，苏联还向十六个国家出口了48台连铸机，生产能力为1500万吨/年。

连铸除了省去开坯工序外，还可降低金属消耗和提高收得率，由连铸坯轧成一吨钢材的平均金属消耗是1.1吨，而由普通锭轧成一吨钢材，就消耗1.3吨金属。新利佩茨克钢铁厂采用连铸使碳素镇静钢的收得率提高20%，沸腾钢提高11.2%，变压器钢提高26.6%。

虽然连铸有许多优点，但到目前为止，仍未达到广泛普及的程度，主要是适用钢种和断面形状不多。

苏联现在生产的板坯厚度为70—315毫米，宽度最大为1850毫米；方坯从80×80毫米²到350×350毫米²；圆钢 $\phi 100 - \phi 540$ 毫米。目前在着手进行连铸异型断面坯的研究。

苏联浇铸过普碳镇静钢和沸腾钢，低合金钢和高合金工具钢，以及硅钢，不锈钢等特殊钢共120多种。近年，苏联还努力发展无缝钢管坯及钢轨，轮箍用坯的连铸生产。

在连铸方面一般认为苏联是比较保守的。一是设备庞大，二是大部分铸机是立式的。

三、苏联的钢铁基地和钢铁厂

1、苏联的钢铁基地

苏联现有乌克兰、乌拉尔、中央区、西伯利亚和哈萨克斯坦五个钢铁工业基地。1972年生铁产量合占全苏93.6%。钢产量合占全苏87.8%。其中，乌克兰和乌拉尔的生铁产量合占全苏72.9%，钢产量合占全苏的69.8%，是苏联建立最早的两大基地。中央区，西伯利亚和哈萨克斯坦三个新基地，当前尚处于正在形成阶段，具有全苏意义的钢

铁工业企业不多，这三个基地的生铁和钢产量加起来仅占全苏29.7%和18.0%。

2、苏联的钢铁厂

从生产规模的大小、生产联合化和集中化的程度以及专业分工和地理分布等方面来说，苏联钢铁厂大致具有以下特点：

①钢铁厂数量多，规模大。

据不完全统计，苏联现有各类钢铁厂约90多个。年产100万吨以上的工厂有30个，其钢产量占全苏80%以上。现有钢铁厂中，钢铁联合企业（指具有炼铁，炼钢和轧钢生产的）有31个，专门炼钢和轧钢的工厂30多个，炼铁厂5个，钢管厂10多个，铁合金厂8个。此外还有若干轧钢厂。

苏联钢铁工业约有175万人，其中生产工人约130万人，工程技术人员约13万人，从事钢铁业化验研究的人员约有18500人。

②苏联钢铁厂以联合企业为主体，生产集中化程度比较高，联合企业虽只占全苏钢铁厂总数的三分之一，但却生产了全苏95.3%的生铁，86.6%的钢和85.0%的钢材。这类企业在苏联钢铁工业生产中占主导地位。

苏联主要靠大型钢铁厂集中生产。目前苏联年产300万吨以上的大型钢铁厂共有15个。这些的钢产量早在1970年就占全苏钢产量的70%以上，生产集中化的程度超过美国（44%）和日本（60%）。

③大力改建和扩建原有企业，不断扩大企业生产规模，新建工厂较少。

近二十年来，苏联除新建西西伯利亚钢铁厂和卡拉干达钢铁公司两个大型联合企业外，主要是对原有企业进行改建和扩建，使企业生产规模越来越大，产量不断增加。这对于提高苏联的钢铁产量起着重要作用。例如，五十年代中期马钢和克里沃罗格厂的钢产量分别为500多万吨和100多万吨。又如，新利佩茨克厂，六十年代末，年产钢仅300多万吨，近年来不仅改建了原有氧气转炉，而且新建了大型氧气转炉，从而使该厂的炼钢能力猛增到800—900万吨。

在1971—1975年的“九五”计划期间，苏联重点投资的钢铁厂共有八个，即克里沃罗格钢铁厂、亚速钢厂、切列波维茨厂，新利佩茨克厂，下塔吉尔公司，车里雅宾斯克厂，西西伯利亚厂和卡拉干达钢铁公司。在此期间，新增加的大型设备主要安装在上述八个联合企业里。

④、苏联钢铁厂的设备趋向大型化

苏联钢铁厂的高炉容积越来越大，五十年代初的最大容积为1300米³，60年代末发展到2700—3000米³。1974年5000立方米的大型高炉又在克里沃罗格厂建成投产。

1970年苏联平炉炉底的平均面积为65米²（1940年为36米²），最大的炉底面积为160米²。七十年代初全苏约四百座平炉的平均吨位为225吨。最大的平炉为900吨。苏联转炉的平均吨位，五十年代为90吨，六十年代新建的为125吨，七十年代以来新建的最大转炉为300吨。电炉的最大容积已达200吨。

⑤苏联钢铁厂具有相对的专业分工

苏联有许多钢铁厂在产品种类的生产方面有所侧重，形成一定的专业分工。例如，马钢以生产钢板为主，下塔吉尔和库钢主要生产供运输和建筑工业用的钢材，“红十月”

钢厂，兹拉托乌斯特钢厂，“镰刀与锤子”钢厂以及“电炉钢”等厂主要生产优质钢（特殊钢、不锈钢、电工钢、高级合金钢等）。还有专门生产钢管的一些工厂。

⑥钢铁企业畸形分布

苏联钢铁厂主要分布在乌克兰和乌拉尔。如全苏约30个年产量100万吨以上的钢铁厂中，乌克兰就有13个，乌拉尔有8个。乌拉尔现有各种类型的钢铁厂近30个，乌克兰也有20多个。仅这两个地区的钢铁厂就占全苏钢铁厂总数的50%以上，钢产量占70%。而苏联广大的东部地区（包括西伯利亚、远东、哈萨克斯坦和中亚）总共只有13个钢铁厂，所占比例不足15%，钢产量只占全苏12%。

⑦大型钢铁厂多靠近原料，燃料基地，而中小型炼钢厂则较多分布在消费区。

四、三个典型钢铁厂的情况

1、马格尼托哥尔斯克钢铁公司（简称马钢）

位于乌拉尔马格尼托哥尔斯克市东北约十公里的马格尼特山（磁铁山）的西麓沿乌拉尔河左岸呈带状分布。四十年代时该公司占地面积即达几十平方公里，职工约十万人，其中钢铁厂有工人四万五千人。目前该公司拥有铁矿山、炼铁厂（有高炉12座），炼钢厂（平炉35座），轧钢厂炼焦厂，耐火材料厂和热电厂等几十个生产单位，是苏联最大的具有完整生产流程的钢铁联合企业。

马钢公司历年钢产量（单位：万吨）

表2

时间（年）	1950	1960	1965	1970	1972	1973	1975	1976
钢产量	420	750	1070	1230	1350	1450	1500	

马钢于1929年开始兴建，1932年首次出铁，1933年开始生产钢和钢材。1932—1938年间先后有四座高炉，十六座平炉及各种轧机陆续投产。当时该厂的产品主要供给拖拉机厂，汽车厂和新建军工厂使用。

卫国战争期间，乌拉尔是苏联军工用钢生产的主要基地。战时马钢的生产能力有了很大的增长。1941—1945年间建成了五座新的平炉，炉底面积总计约达370米²。生产了许多装甲钢和炮弹钢。满足了当时军工生产的需要。优质钢材的比重从战前的10%增加到70%以上。战争时期坦克用装甲板有一半是马钢生产的。

战后，马钢产量的增长与新增设备有很大的关系。

马钢增产的主要原因是进行技术改造和强化冶炼过程。如，把平炉改为双床平炉。

1150板坯初轧机是1959年建的，最初可把25吨重的钢锭轧成最大宽度达1620毫米的板坯。经改建后，能轧制宽达1720毫米的板坯。。1970年板坯初轧机又经改造，使年产量提高到550万吨。1971—1974年间马钢没有新增设备，通过对原有设备的改造，使钢产量增加了267万多吨，钢材增加了176万吨。生铁产量增加了103万吨。近二十多年

来马钢的钢产量增加了二倍半。

马钢轧钢设备：

- ①49英寸板坯初轧机；
- ②49英寸为连续式钢坯轧机供料的德马格方坯初轧机；
- ③1150毫米二机架方坯初轧机（每年350万吨）；
- ④冷轧管机；
- ⑤一米宽的中板轧机；
- ⑥德马格六机架越野式坯料轧机；
- ⑦中型型钢轧机；
- ⑧西马格小型型钢轧机；
- ⑨西马格越野式小型型钢轧机；
- ⑩八机架半连续式线材轧机；
- ⑪西马格四架连续式线材轧机；
- ⑫萨克（即十字型四辊万能）连续式窄带钢轧机；
- ⑬2500毫米冷轧连轨机（大约年产150万吨冷轧带钢）；
- ⑭有一个电镀锡板车间（年产520万吨）和连续式镀锌装置；
- ⑮1974年5月2—8×100—600轧机一期工程投产。轧机生产能力为每年20万吨冷弯型钢；

马钢的主要产品有：各种规格的钢板；有结构钢、条钢、线材、热轧和冷轧钢板（包括汽车用钢板和电机用钢板），镀锡钢板、带钢、焊管坯、小型型钢、钢轨和铸钢件等。

马钢生产的铁，钢和钢材的成本是全苏最低的。主要冶炼操作的劳动生产率是最高的，它合理地利用现有设备和不断改造设备以达到增产的目的。上小下大钢锭模采用绝热板和用滑动水口铸钢。

马钢计划修建5000米³高炉以更替最老的六座高炉，还将建设一座年产钢900万吨的新氧气转炉车间（3×350吨）打算利用平炉车间厂房改建底吹转炉，但只是设想。目前的双床平炉和顶吹平炉都是过渡阶段，终将被转炉所代替。

2、克里沃罗格钢铁厂

该厂位于乌克兰的克里沃罗格市水库东面，是苏联欧洲部分最大的钢铁厂，也是全苏仅次于马钢的第二个钢铁联合企业。

克里沃罗格于1931年建厂，1934年第一座高炉出铁。卫国战争初期已建成三座高炉和拥有两座酸性转炉的炼钢车间以及热电厂等。并装有一台初轧机。

该厂原计划要达到年产130万吨生铁、150万吨钢，和120万吨钢材。但由于战争，计划未能按期实现。

战争期间该厂部分设备迁往乌拉尔，其余均遭破坏。1944年开始重建。1949年第一座高炉重新出铁。目前共有高炉9座（9号容积为5000米³），5座600吨平炉，其中一座平炉已改为双床平炉；有两个氧气转炉车间，包括4座55吨的转炉和6座110吨的以及300—350吨的转炉。1972年产钢1010万吨，1975年炼钢能力达1300万吨。1974年双床

平炉（一座）炼了130万吨钢。1974年有方坯连轧机投产。

3、新利佩茨克钢铁厂

该厂是一个重点发展的新型钢铁厂，采用高炉—转炉—连续铸锭—宽薄板轧机的生产流程和能够冶炼优质钢和铁合金的大型联合企业。

该厂1975年生铁生产能力达600多万吨，钢800多万吨。该厂有电炉两座，主要生产变压器用钢。第一转炉车间有100吨转炉（现改为160吨）三座，第二氧气转炉车间的第一期工程已于1974年底投产。该厂共有十一台连续铸钢机。

新利佩茨克厂的新车间采用高度机械化和自动化的现代设备，厂内没有开坯设备，全部钢，其中包括电工钢，都用连铸装置浇注，铸坯质量不次于轧坯，几何尺寸的准确性能胜过轧坯。可连铸150~780×180~1020毫米的板坯。

五、苏联钢铁工业的技术水平

苏联钢铁工业的技术水平在某些方面比较先进，如炼铁、连续铸钢，电渣重熔等。有些方面则落后于世界水平，如顶吹氧气转炉炼钢，薄板轧制，薄板镀层技术等。

苏联的炼铁技术水平在世界上比较先进。可以概括为：精料、强化冶炼、大容积、低消耗（主要是降低焦炭消耗）。

目前苏联高炉约137座，容积2000米³以上的大型高炉有20多座，最大的达5000米³。1974年高炉熟料比占94.1%。

在强化高炉冶炼方面主要采用高压炉顶，高风温和吹氧，吹天然气。最高风温达1370℃。

炼钢以平炉为主，大型平炉的生产效率较高，有75%的平炉吹氧，吹氧平炉钢的产量已占平炉钢总产量的三分之二以上。双床平炉炼钢的技术经济指标比普通平炉有很大改进。

苏联电炉钢的生产近年发展较快，大于50吨的电炉有17座，最大的200吨。

电渣重熔的生产技术水平居领先地位，已建成专门的电渣重熔车间，重熔钢锭重量最大达40吨。全苏重熔钢年生产能力达52万吨（全世界总生产能力90万吨）。

早在四十年代苏联就开始研究连续铸钢技术，苏联最早正式采用连铸工艺。日本的连铸技术是从苏联引进的。目前苏联有二十多个钢铁厂采用连续铸钢操作，但目前苏联连铸生产落后于日本、美国、西德等国。

苏联准备在第十个五年计划中进一步发展和完善炼钢工艺和制定新炼钢工艺，采用新技术和自动化。合理利用现有设备和改造设备。以使钢铁生产达到高产，优质和低耗。

六、苏联钢铁工业存在的问题

- 1、品种少，质量低，长期以来只注意增加产量，忽视提高产品质量。
- 2、新技术推广的缓慢，如氧气顶吹转炉技术落后于世界水平很多。

- 3、品种不全。
- 4、材料利用率低。

鞍钢铁钢研究所技术情报室

王 志 杰