

大国钢铁

42024137 赵方程 大国钢铁第十二周课堂笔记

1 钢铁是怎样炼成的。

1.1 宝钢股份宝山本部的工艺流程介绍

烧结、焦化、电厂、高炉、炼钢（转炉和电炉）、初轧、热轧、钢管（无缝和焊管）、厚板、高线、冷轧、热镀锌、电镀锌、电镀锡、电工钢、彩涂板等工序单元。

宝武集团核心企业一宝钢股份的旗舰一宝山基地

十一届三中全会之后，到目前为止，中国钢铁工业最大的钢铁投资项目。

1.2 高炉为炼铁+转炉炼钢代表的长流程&利用废钢进行电炉炼钢为代的短流程

高炉炼铁 转炉炼铁 精炼 连铸 加热炉 冷热轧

高炉为炼铁+转炉炼钢代表的长流程&利用废钢进行电炉炼钢为代的短流程

2 钢铁是怎样炼好的

2.1 20世纪钢铁工业的两轮大规模技术创新高潮

第一代生产流程技术

以空气底吹转炉、酸性平炉、模铸为代表。

第二代生产流程技术：以氧气顶吹转炉炼钢、连续铸钢、连续轧制为代表，并以熔融还原、铁水预处理、炉外精炼、控制轧制、薄板坯连铸连轧等技术对第二代技术的完善及补充。

第二代技术的特点是以单体工艺及流程的创新为重点

氧气转炉炼钢技术，与平炉、空气底吹转炉相比，冶炼速度加快、品种进一步扩大、可进行负能炼钢，并与连铸工序的生产节奏相匹配，获得了很高的生产率和经济效益，其技术特点主要体现在：利用超音速氧枪喷吹纯氧，渣钢乳化效果加强；反应面积提高近1000倍，促进钢渣反应平衡。氧气转炉炼钢首创了钢铁工业高效化生产的途径，推动了冶炼生产设备的大型化、高效化和连续化。

连续铸钢技术，与传统的钢锭模铸法相比，可提高成材率8%·10%，节约能源

8%-10%，使炼钢到轧制成材的工艺生产线连续化成为可能。其主要技术特点体现在：利用中间包—结晶器—二次冷却—拉矫机等生产设备，连续生产合格铸坯；采用结晶器振动和保护渣，改善了铸坯表面质量；采用二次冷却和电磁搅拌，提高了铸坯内部质量。连铸技术的发展，不仅提高了钢铁成材率和生产效率，而且促进了钢铁生产从单元化

多机架串列式的连续高速轧制技术，代替传统的并列式轧制工艺，特别是热轧宽带钢连续轧制的发展，使轧制过程实现速、高精度化。

20世纪80·90年代，先进产钢国在第二代技术基础上，开发了两项带有系统性和综合性的技术，其特点是不再突出某个工艺、某个流程：

1. 为适应市场对钢的质量和纯净度的要求，发展了铁水预处理（包括废钢处理、铁水脱硫、脱磷、脱硅以及热送等）炉外精炼（RH、LF、VD等大型真空精炼设备）等系统精炼技术。
2. 为保证钢材高精度、高性能的要求，轧钢方面形成了一整套既控制形状（尺寸、表面}的高精度、又控制材质的高性能的控制技术（包括：在线检测控制、热处理、表面处理等）

由上可见，20世纪钢铁工业诞生的氧气转炉炼钢、炉外精炼、连续铸钢、控轧控冷技术具有划时代的意义，奠定了现代钢铁生产流程连续、高效、柔性、可控特征的基础。

3 转炉冶炼工序

配置3座300t脱碳转炉，由于采用铁水“全三脱”预处理工艺，转炉工序的主要任务是脱碳升温，冶炼周期缩短，可由常规冶炼的36—38min缩短到30min以下，实现转炉的高效冶炼和少渣冶炼。根据热轧和冷轧产品的质量要求以及不同精炼装置的功能，精炼工序配置2座RH、1座LF、2座CAS，按照产品的质量要求，各种钢水二次精炼装置可以单独使用或采取双重精炼处理工艺。RH精炼工艺：多功能RH真空精炼装置特别适用于现代转炉冶炼和板坯连铸生产。2台RH真空处理装置，可单独或与CAS、LF进行串联作业，实现脱碳、真空脱氧、脱氢和脱氮，用以大规模生产低碳优质钢种，如超低碳《F钢、硅钢等。处理低碳钢、超低碳钢和对气体含量控制要求较高的钢种，如深冲系列钢板，可通过RH真空自然脱碳或强制脱碳、真空脱氧、脱气处理。RH真空处理装置采用双工位，配置多功能顶枪，通过顶枪吹氧生产超低碳钢；加铝吹氧进行化学升温；顶吹燃气和氧气为真空槽补充加热，以减少RH处理时钢水温降，消除真空槽内冷钢，避免钢种之间污染。经过RH真空处理装置处理后的钢水成分可达到

$$w(C) < 15 \times 10^{-6}, w(H) < 2 \times 10^{-6}, w(N) < 20 \times 10^{-6}, w(O) < 20 \times 10^{-6}$$

4 钢铁怎样炼得更好

钢铁制造流程的智能化有赖于铁素物质流、能量流和信息流的集成优化以及它们相应的流程网络和运行程序的协同优化。这样，通过作为硬件的“物理系统”（蛋黄）与作为软件的数字化系统（包括物联网等）相互嵌入并融合，才能易于实现钢厂的智能化。制造流程这一物理系统的本质性结构优化和融入强有力的信息化手段是流程工业绿色化、智能化发展的关键和共性特征。所以，钢厂智能化必须是在跨学科、跨领域的专家们通力合作下来实施的。

智能化制造的特点是：不是互联网自己“玩”，而是要和实体产业一起“玩”，只有蛋白孵不出“小鸡”，只有通过“蛋黄”与“蛋白”相互作用，协同融合，才能推动实物制造业的升级、创新，创造出不同于曾经理解的发展模式、业务模式和产品形态、产业集群。用太极图来表示物理系统和数字信息系统的关系，两者不是各占一半“平分秋色”的关系，而是相互作用、相互耦合、相互制约的关系。

企业是本体，是物理内核，是阳鱼。数字化、网络化、信息化是发展活力提供者是阴鱼。阳鱼之眼（物理系统的追求）是动态有序、协同连续和耗散优化。阴鱼之眼（数字信息系统的功能）是自感知、自决策、自执行和自适应。自感知、自决策、自执行和自适应包括：

1. 工序/装置内部信息、状态、参数的自感知、自决策、自执行。
2. 工序/装置之间以及车间之间状态、参数，特别是相互关系的自感知、自执行和自适应。
3. 全流程动态·协同运行状态的自感知、自执行与预测。
4. 钢厂生产（流程）运行受外部状态、参数影响的感知、预测与决策、自适应。负阴抱阳，数字信息化与物理系统相互作用，紧密融合，不断进化，产新的制造系统，新的企业功能、新的商业模式、新的业态。

4.1 智能化钢厂具体体现

1. 提升产品质量，特别是通过生产运行参数的“窄窗口”优化，提高大宗钢材及关键钢材质量的稳定性、可靠性和适用性，实现企业产品质量品牌化。
2. 降低资源能源消耗，减少过程排放，实现清洁生产、环境友好，推动绿色化发展。
3. 形成包括采购、生产、销售、物流、用户服务等在内的智能化经营模式。
4. 提高资金利用效率，加快企业资金流动和进一步增值。
5. 延伸产业链，促进低碳经济、循环经济发展。
6. 引推动钢铁工业转型升级。以厂为心的生态链接n标
海水化 市中水

4.2 钢厂智能化从命题的总体上：

1. 智能化工厂（作业线）设计。这是数字物理系统的先导，是建立先进物理系统（生产制造流程）的起点，同时，这个物理系统及其所构成的硬件网络将有利于数字信息便捷、高效地与之相融合，因此物质流网络优化设计、能量流网络优化设计、“界面”技术优化设计等新命题、新概念由此凸显。智能化设计要全方位顾及物质流智能化、能量流智能化、信息流智能化的综合方案。
2. 智能化物流。这涉及物料采购、储存、运输和合理分配，也将涉及产品订单、发运、储存和销售的高效合理化。因此是涉及企业物流输入/输出的智能化问题。
3. 智能化物质/能量/信息组织管理。这是钢厂智能化的核心问题和难点，将涉及从焦化、烧结开始直至轧钢生产过程中动态运行的、起伏变化着的物质流、能量流和各类信息流，即动态变化的“三流”要通过智能化制造平台实现自感知、自决策、自执行和自适应。
4. 智能化经营服务。这是战略性的高层次综合判断、决策、执行系统，将涉及经营战略目标、财务资金运筹、客户服务，并推进到与经济、社会相适应等高层次目标的决策与执行。
5. 先进感知器件。与之相关，应该解决诸多必要的先进传感器件、仪器仪表，各类自动化控制技术和制造平台技术及其可视化等具体关键共性技术问题。

中国钢铁之所以有今天，受益于中国的全面改革开放。城镇化为钢铁行业提供了迄今为止仍在持续增长的广阔市场，市场化给钢铁行业提供了强大的发展动力、注入了无限的经营活力，国际化有力促进了钢铁行业的理念提升和技术进步。正是这些伟大的进程：成就了当今中国钢铁的世界地位。

随着钢铁生产规模和经营体量的迅速扩大，资源瓶颈和环保压力越来越强烈地对未来钢铁的发展构成实质性约束。如何跨越资源和环境两大强约束，实现钢铁行业转型升级和高质量发展，已成为摆在全体钢铁人面前的历史性课题。

消费强度高、金属储备低、双重减排（污染物减排和碳减排）压力这三大难点，并非毫无解决之策，关键是我们对资源约束和环境约束的判断程度如何。以第一大难点消费强度高为例，应对百年未有之国际变局支撑壮大内需、保持国民经济必要的发展速度和“六稳”“六保”的需要，中国的钢铁消费持续保持高位，从而带动钢铁生产水平持续提升，资源瓶颈凸显，碳排放居高不下。面对这种局面，如何统筹和平衡发展与减排两者之间的关系，难题摆在我们面前：要么继续任其走下去，直到危机发生；

要么下决心做出战略取舍逐步缓解和释放紧张关系和压力，这就需以不同的思维来解决不得不解决的问题。

进入新阶段，钢铁行业有四个方面的变化值得关注·一是需求结构之变，主要指单位GDP对应的钢铁消；二是供给结构之变，主要指钢铁的本国生产和钢铁的进口这两大供给来源，三是生产结构之变，生要指钢铁生产的长流程与短流程比四是原料结构之变，主要指与原料入綫出相对应的铁平衡和碳平衡。