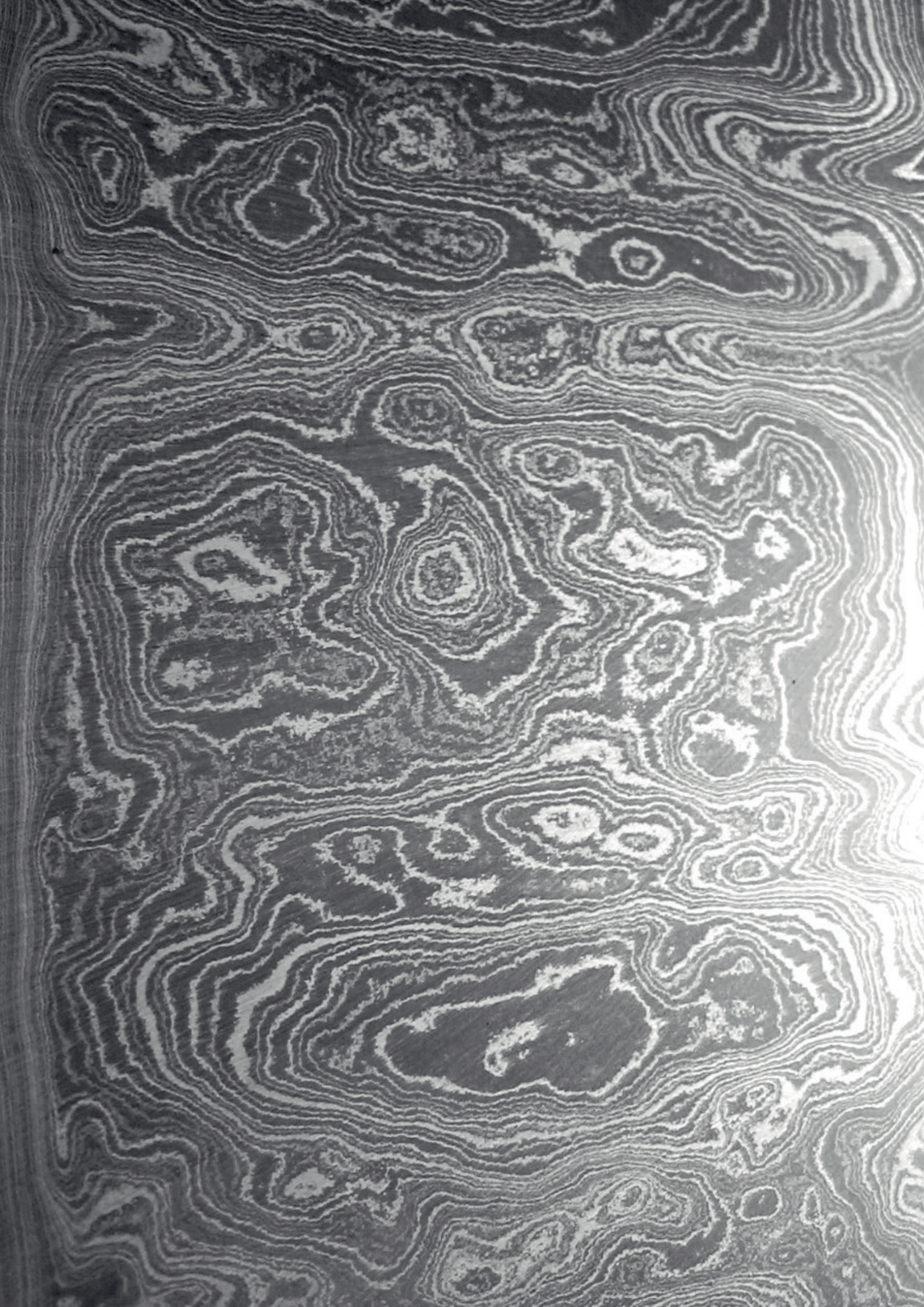


钢铁故事

追溯钢铁
自公元前2000年至今的
创新发展



钢铁故事

世界钢铁协会是世界上规模最大、活跃度最高的行业协会之一，会员遍布世界各主要产钢国。世界钢铁协会会员覆盖钢铁生产企业、国家和地区钢铁行业协会及钢铁研究机构，会员粗钢产量占全球粗钢总产量的 85% 左右。

目录

18世纪前的钢铁工业 神奇的材料——钢	6
18-19世纪 工业革命!	12
20世纪全球扩张, 20世纪初-70年代 钢铁时代	20
20世纪末, 21世纪初 追求成长: 规模创新	32
钢铁行业现状和未来发展 可持续发展的钢铁工业	44



人类对印度的了解来源于托勒密的世界地图。人类最早是从天空落下来的陨石(“神的礼物”)中发现铁的, 数千年以后才被炼成钢, 铁和钢的发现推动了古代和现代世界的发展。

18世纪前的钢铁工业

神奇的材料——钢

钢铁是世界上最不可或缺的材料之一，从基础设施和运输，到储存食物的锡铁罐，已经渗透到人类生活的方方面面。利用钢材，我们可以创造庞大的建筑物或精密仪器的微小零件。钢是强大的、多功能且能无限循环使用的材料。

伴随着 19 世纪的工业革命，欧洲和北美的钢铁工业开始崛起。然而，炼钢生产并非新技术，古代中国和印度的工匠大师已具备炼钢技能。直到工业革命，也就是 200 年前，人类科技的发展才使钢这个神奇材料变得不再神秘。

今天，钢铁生产商知道如何将铁、少量碳和其他微量元素进行完美配比，从而生产数百个钢种。然后将这些钢种进行轧制、退火和涂镀，并根据不同用途，生产具有特定性能的钢材。

本书追溯了钢铁历史上的重要里程碑，重点介绍了推动钢铁行业发展的众多发明家、企业家和公司。

钢铁工业有一个令人振奋的过去，但有一个更加激动人心的未来。钢铁生产商持续减少钢材生产过程的能源消耗。现代化高强钢具有强度高、重量轻的特点，有助于降低汽车等终端产品的二氧化碳排放量。同时因为钢材具有易于回收的特点，可以被循环利用。

惊喜的发现

19 世纪钢铁的工业化生产推动了现代世界的发展。

但炼钢的起源要追溯到数千年前，从我们的祖先开始采矿和炼铁时，就开始了炼钢。

4000 多年前，古埃及人和美索不达米亚人发现陨铁并利用这个“神的礼物”来作为装饰，2000 多年之后，人们才开始用开采的铁矿石来生产铁。炼铁的历史最早起源于公元前 1800 年的印度。公元前约 1500 年，安纳托利亚的赫梯人开始冶炼铁。公元前约 1200 年，赫梯王国灭亡，各部落带着他们的炼铁知识分散到欧洲和亚洲。从此“铁器时代”开始了。

然而，铁并非钢。几乎可以肯定的是，铁器时代的冶金工人已经发现在其炼铁过程中会偶然产生一个副产品——钢。这些早期的铁匠将木炭燃烧来加热铁矿石，这种工艺可以生产相对纯净的海绵状的铁，称为“铁坯”，然后可以锤（锻）成形。

这些早期的铁匠注意到，铁留在木炭炉中时间较长后会发生变化，其硬度和强度更高，这些性能无疑更有价值。他们也注意到，经过反复加热，铁的品质改善，可以对材料进行弯曲和捶打制成金属工件。



铁器时代的工匠们是在劳动过程中偶然发现了钢

古老的工艺



钢一词最早的出处之一是公元前7世纪希腊历史学家希罗多德（Herodotus）描绘由希俄斯岛的格劳科斯（Glaucus）镶嵌的一只碗的文字中。“一只巨大的纯银碗，镶嵌在钢质托盘上。格劳科斯，一个希俄斯岛人创造了这只碗，这个人发明了镶嵌钢的艺术。”

新技术

当发现了钢及其优越性能后，铁器时代的工匠们制成了工具和武器，如刀具。很快出现了新的工艺，如淬火，即把加工后的钢件浸入水或者油中快速冷却，从而提高其硬度。在塞浦路斯的一次考古中，发现早在公元前1100年工匠就懂得制作淬火硬化的刀具。

但是，在古代炼钢仍然是一项繁琐和困难的工艺，因此稀少的钢铁制品被看作是极其珍贵的。



18世纪东印度公司位于印度孟买的港口



一个日本佛寺里的钟

一个全球性的行业兴起

铁器时代的工匠们并不知道钢铁冶炼的化学过程。冶炼过程十分神秘，最终结果也依赖于铁匠的个人技术。技术比较高超的是南印度的铁匠们。早在公元前3世纪，他们用木炭加热坩埚熔炼熟铁，冶炼出“乌兹钢”，至今这种材料仍以其质量而闻名。

中国的铁匠也冶炼出高品质的钢。中国的炼钢历史可以追溯到公元前2世纪，其炼钢工艺接近于“贝塞麦酸性转炉炼钢法”，这是欧洲在公元19世纪发展起来的一种工艺。在大约公元600-900年，唐朝已经广泛应用钢制农用工具。

此外，随着技术的互通，印度和中国商人开辟了世界钢铁市场。很多历史学家认为，著名的罗马自然科学家和作家，蒲林尼（Pliny）描述的“赛里斯”有世界上最好的钢，指的就是中国。而质量卓越的大马士革剑，是用印度的乌兹钢制的。



铁需要再加热以减少其脆性

传说中的宝剑

战争是早期钢铁发展的推动力。皇家军队，包括中国、希腊、波斯和罗马的军队，需要耐用强大的兵器和盔甲。这期间，罗马人学会了如何对加工硬化的钢铁进行回火处理以降低其脆性，即通过再加热并缓慢冷却的工艺。

到 15 世纪，钢铁已经在全世界广泛应用。剑的制作尤其凸显了钢的优良特性，刀刃需要有韧性、坚硬且锋利。从大马士革和托莱多宝剑到日本武士挥舞的武士剑，钢都是那个时期制作最好兵器的不二之选。

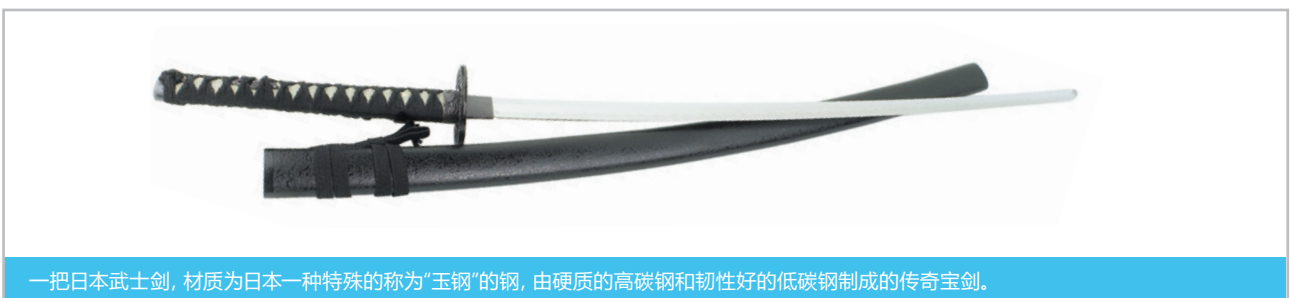
钢的使用并不局限于军事。很多工具，如斧头、锯子和凿子，逐渐采用钢质尖刃，使其更加高效和耐用。尽管钢的需求不断增加，但炼钢仍然是一个缓慢、耗时并且昂贵的工艺过程。



刺刀最早在1611年被提及，以法国城市巴约纳命名。这是一把西班牙的刺刀。



传统波斯剑 (shamshirs)，这个词的意思是可以像狮子的爪子一般弯曲。



一把日本武士剑，材质为日本一种特殊的称为“玉钢”的钢，由硬质的高碳钢和韧性好的低碳钢制成的传奇宝剑。

大马士革钢之谜

据那个时代记载，大马士革剑因其锋利和剑表面的波纹图案而闻名。这种剑是用乌兹钢制成，钢材可能来源于中亚或者南印度，但至今已无人能够复制出这种卓越的钢的特性。



伦敦水晶宫的世界博览会 (1851)

坩埚钢的兴起

几世纪以来，大马士革钢和乌兹钢的特性及如何制得这类钢，引起亚洲和欧洲的冶金工人和学术研究者的好奇。早期穆斯林科学家写了关于大马士革钢及剑的研究著作。从17世纪中期开始，越来越多的欧洲旅行家，如法国的尚·巴堤·塔威尼尔（Jean Baptiste Tavernier）启程东游，参观了印度炼钢的现场，并在其著作和游记中描绘了亲眼所见的情景。

人们对钢的兴趣推动了欧洲大陆钢铁工业的持续发展。早在12世纪，诸如高炉炼钢等工艺已经在亚洲开始出现并广为人知。目前已知最早的高炉工艺遗址之一位于瑞典的拉斐坦（Lapphyttan）。由于当地蕴藏丰富的铁矿，再加上先进的生产工艺和高品味的熟铁原料，瑞典成为整个欧洲大陆高品质铁的主要供应商。

生产效率开始提速

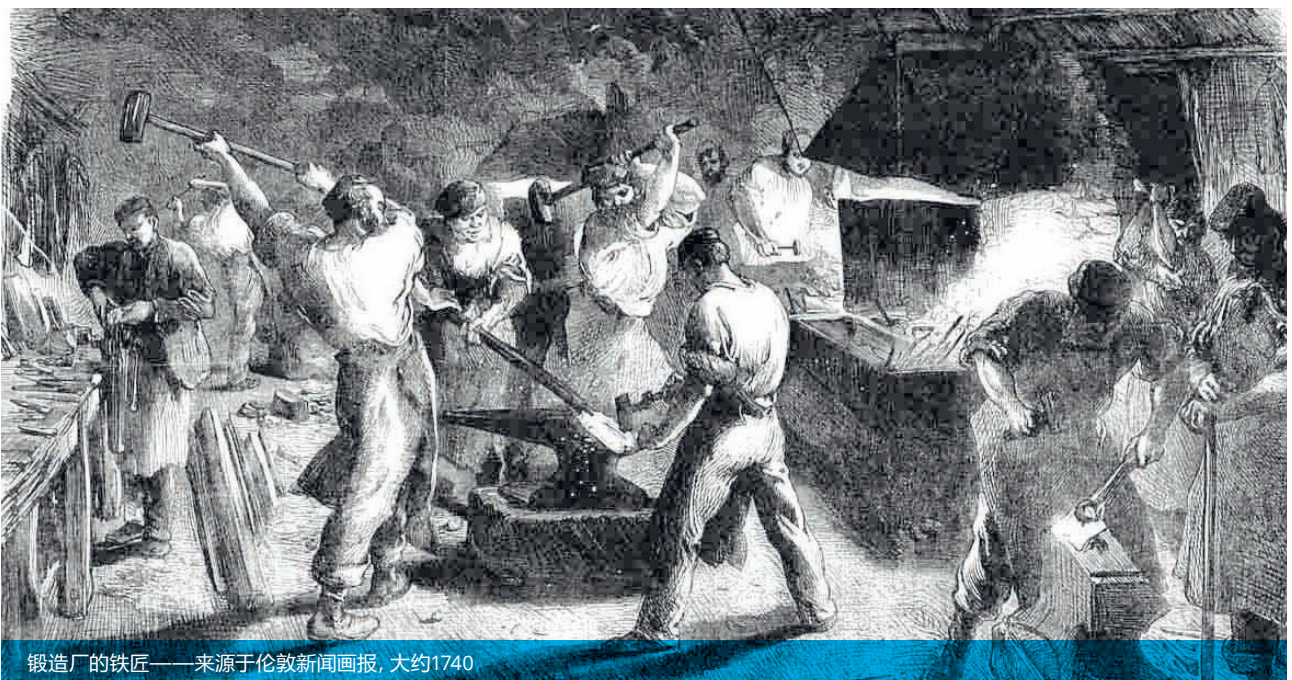
那个时代的大部分炼钢工人已学会用渗碳工艺生产钢铁，即通过长时间加热在锻铁棒表层渗入碳粉以增加合金中的碳含量。这个工艺可能需要持续数天或者数周。

在 1740 年，一位神秘并且极富创造力的英国青年，本杰明·亨斯曼（Benjamin Huntsman），向英格兰北部的刀剪商透露了新的坩埚制铁工艺。应用粘土坩，也就是坩埚，使棒材的熔炼温度足够高，达到渗碳工艺的要求，同时能够将生产出的钢水铸造（倾倒）出均匀、高质量的铸锭，相对过去，该工艺提高了产量。尽管亨斯曼的发明还未实现低成本、高产质地生产高品质钢的目标，仍需要后人继续努力。但正是他的技术推动英国谢菲尔德成为 19 到 20 世纪最大的炼钢中心之一。

由钟表弹簧业到刀具制造业



亨斯曼的发明起源于钟表弹簧。作为钟表匠，亨斯曼并不满意来自德国的钢质零件，因此他着手自己制作零件。值得一提的是，当他第一次与谢菲尔德的刀具商谈及坩埚钢时，刀具商没有采纳他的工艺。而当他们无法阻止亨斯曼把坩埚炼钢技术输出给法国制造商时，英国刀具商才最终同意采用这项技术。



锻造厂的铁匠——来源于伦敦新闻画报，大约1740



19世纪英国兰开夏郡 (Lancashire) 的高炉

18-19世纪

工业革命!

工业革命是一个技术革新和创造层出不穷的时代，亨斯曼的坩锅技术只是这个时期众多发明中的一项。工业革命起源于英国，其对世界范围内的制造、贸易和社会各领域产生了巨大影响。工业革命始于18世纪，那时铁在工业领域独领风骚，其黄金时代在20世纪初终结，钢成为新的霸主，成为现代世界位于核心地位的金属材料。

从树木到蒸汽

工业革命和现代钢铁生产开始于树木的短缺。在17世纪前，英国钢铁工人用木炭加热炉子并在炼铁过程中添加木炭作为碳化原料。但随着农业和工业的发展，木材日益短缺。工人们开始用由煤制成的焦炭为反射炉提供燃料，这种加热炉通过炉壁和炉顶反射热量来提高熔炼温度。



英格兰什罗浦郡 (Shropshire) 的铁桥，这是世界上第一座拱形铸铁桥。该桥于1781年竣工，使用至今

1709年，亚布拉汗·达比 (Abraham Darby) 把高炉内用焦炭炼铁的技术推向了成熟，产品可用于制作铁锅和水壶。这项新技术提高了产量，从而导致对煤炭和焦炭的更多需求。而采煤业的难题是：如何避免地下煤矿透水。

1712年，托马斯·纽科门 (Thomas Newcomen) 开发了革命性的方案，“大气发动机”，这是蒸汽发动机的先驱。这项发明改变了世界。1775年，詹姆斯·瓦特 (James Watt) 发明了改进的蒸汽发动机。1804年，建成了第一条铁路。在那个纺织业仍依赖人工、水车和马匹进行生产的时代，蒸汽带来了机械化和大生产。

金属建筑

蒸汽泵驱动水车发电，即使在枯水期也能为高炉提供动力。焦炭和生铁供应充足，铁逐渐替代了木材成为建筑材料的新秀。1778年，达比的孙子在英格兰什罗浦郡修建了一座著名的铁桥，该桥是那个时代最具创造性的建筑之一，至今仍在使用且完好无损。

同时，钢为动力机械时代提供了许多坚固、锋利的工具。钻头、锯片、刀刃等工具都选择用钢来制造。钢铁应用范围的扩大进一步促进了发明。很快，另一个发明家，亨利·科特 (Henry Cort) 拉开了一个重要生产工艺的序幕——轧制薄板。



钢铁和蒸汽为铁路的发展提供了保障

现代世界的基石

随着工业革命地继续推进，钢铁的需求不断增加。金属材料对于贸易和运输业发展至关重要。如果没有金属就不会有铁路，造船业同样要求更高质量的金属件。作为造船业的供应商，亨利·科特开发了两种具有里程碑意义的生产技术来满足造船需求，并分别在 1783 和 1784 年获得专利。

第一项技术是通过搅拌搅炼炉内的熔融生铁水提高铁的质量。这种工艺通过减少碳含量，以提高金属韧性并减少脆性。第二项技术是获得最终产品前的金属轧制。相对传统的锤打工艺，轧制后的金属更有韧性并且强度提高。

由于这些技术的开发和应用，科特为新工业时代所需关键部件的大规模生产奠定了基础，如铁路运输的铁轨。它把轧机厂推向了工业化规模生产，把新开发的板材应用到铁船建造中。

钢铁打下的烙印

到 18 世纪，大规模工业化生产在欧洲遍地开花。拓荒者带着那些最先进的工艺和技术跨洋过海，把工业化带到了北美、日本和世界的其他地方。

在那个时期，钢铁并没有大规模生产。但是，它却给那些农业地区带来深远影响。没有一个地区比北美所受的影响更深远，那里的农民开始把一片片处女地变成耕地。

总之，钢铁对美国中西部大开发起到了至关重要的作用。用熟铁制成的犁很容易地翻开厚土层，一个思维敏捷的青年铁匠约翰·迪尔（John Deere），很快发明了带钢制刀刃的犁。之后的 50 年间，不只在包括欧洲，钢制的犁车和蒸汽驱动的设备改变了农业面貌，开始进入机械化时代。



一座18世纪的搅铁炉



德国法兰克福的爱塞尔纳 (Eiserner) 铁桥, 建于1868年

钢管和焊接

1815年, 苏格兰工程师威廉·默多克 (William Murdock) 用废弃的步枪枪膛连接成管网, 为伦敦的照明系统输送煤气。他的创举开启了钢管时代, 如今钢管已成为现代社会建造油、汽和水运输系统等基础设施的基本材料。今天的钢管或是通过中心穿孔生产出来的无缝管, 或是沿钢管长度方向进行焊接的焊管。曼内斯曼 (Mannesmann) 斜轧穿孔工艺, 开创了无缝钢管生产技术发展的历史。

近几十年来, 曼内斯曼斜轧穿孔工艺与皮尔格轧管机被联合使用。曼内斯曼斜轧穿孔工艺是在19世纪末由德国曼氏兄弟 (Reinhard Mannesmann 和 Max Mannesmann) 发明。19世纪80年代, 当曼内斯曼兄弟在他们的锉刀工厂轧制生产锉刀用的圆钢时, 发现当轧辊之间以一定的角度错位布置进行轧制时, 铸锭中心就会出现疏松和孔隙。

基于这样的现象他们大胆地把这种布置应用起来, 仅通过轧制工艺就用实心铸锭生产出中空的无缝管。很快他们又

改良了轧制工艺, 通过采用芯棒提高了穿孔的均匀性并提高了钢管内壁质量。此外, 人们对钢管密封性越来越高的要求也推动了焊接技术发展, 同时也开发出在焊接时能耐高温并且不开裂也不降低强度的钢种。

钢铁工业史上的名人



当今的一些龙头钢铁企业始建于19世纪初。如弗里德里希·克虏伯 (Friedrich Krupp) 和其伙伴于1811年组建了德国克虏伯公司。到19世纪末, 克虏伯公司成为欧洲最大的钢铁巨头, 目前已与蒂森公司合并为蒂森克虏伯。日本新日铁公司 (现为日本制铁) 的历史可追溯到1857年那一年在日本釜石市用本地制造的第一座西式炉子成功冶炼出钢水。



法国巴黎的埃菲尔铁塔，古斯塔夫·埃菲尔 (Gustave Eiffel) 的标志性钢铁杰作，塔身为钢架镂空结构，包含了18038个钢铁铸件和250万个铆钉

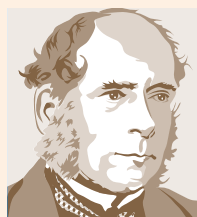
迈向规模化生产阶段

几个世纪以来，钢因其韧性高以及易于加工出锋利面而备受“追捧”，但其生产过程缓慢并且昂贵。19世纪五六十年代，新技术的不断涌现让大规模生产成为可能。

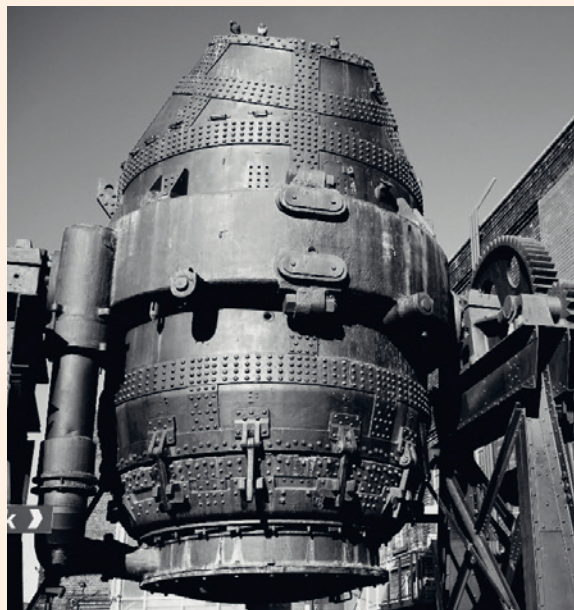
这一变革与英国发明家，亨利·贝塞麦 (Henry Bessemer) 的工作密不可分。可以说贝塞麦工艺是后期工业革命中最具影响的先进技术，它是近 100 多年炼钢工艺的核心技术。该技术从 1856 年开始应用后，因其能快速、廉价地进行大量生产而彻底改变了钢铁工业的面貌。

同一时期，在英国居住大半生的德国人卡尔·威廉·西门子 (Carl Wilhelm Siemens)，开发了蓄热式炉。通过回收熔炼过程产生的废气余热，蓄热室能够产生足够高的温度进行冶炼。1865 年，法国的皮埃尔-埃米尔·马丁 (Pierre-

贝塞麦转炉



贝塞麦研究了通过减少生铁中的杂质来炼钢的方法。他发现将融化的生铁放进如蛋状的转炉内，用气泵向铁水中吹入高压空气，而不是等铁水冷却，这样便可让空气与杂质，如碳、锰和硅发生氧化反应。氧化反应进一步提高了铁水温度从而去除更多杂质元素，并且钢花和火焰像火山喷发一样从转炉口喷溅出来，产生强烈的视觉效果。当在半小时内完美地控制并完成这一过程后，铁水便炼成了钢，真正实现了快速和低成本炼钢。



Emile Martin) 结合西门子工艺开发了西门子-马丁平炉工艺。尽管平炉工艺生产速度不能与贝塞麦工艺相媲美，但其能够更为准确地控制温度，因此能够获得更好钢材质量。最早建造的蓄热式炉目前全世界仅剩 7 座。



彭里·威廉姆斯 (Penry Williams) 拍摄的19世纪威尔士工业场景

古老的工艺, 现代的成功

贝塞麦并不是发明顶吹法炼钢的第一人。这种技术早在古代中国已被使用。美国发明家威廉·凯利 (William Kelly) 可能受中国古老技术的启发, 于 19 世纪 50 年代独立开发了这种工艺。后来凯利破产了, 贝塞麦则坚持不懈地开发出了应用于生产的工艺。曾有一位英国的制铁专家罗伯特·墨希特 (Robert Mushet) 建议吹走所有杂质后再在铁水中加入碳, 最终获得高质量可轧制的产品。

材料的选择

仅用了 20 年的时间, 这些发明家们就奠定了现代钢铁工业的基础。现在, 已经能够大量连续地生产出品质优良、外形尺寸稳定的钢材, 并大规模应用于各个领域。

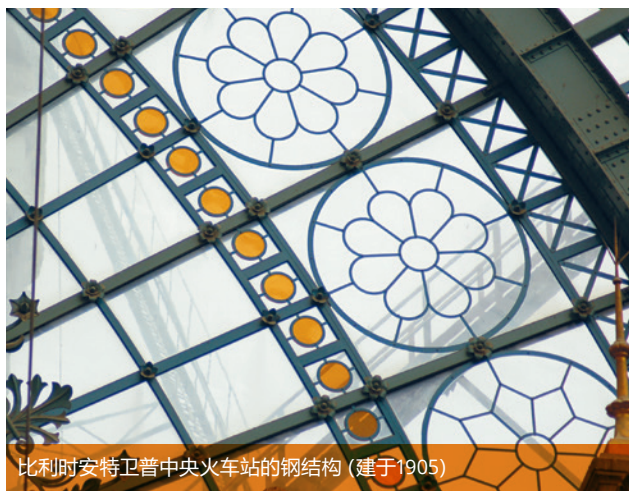
此后, 钢迅速代替了铁应用于铁路和各种建筑结构, 从桥梁到房屋。利用钢能够制造出巨大的动力涡轮和发电机等, 使得水和蒸汽能够被用来为工业化进一步提供动力, 从而开辟了电力时代。



蒸汽涡轮: “钢是不可替代的成分”

建造未来

随着贝塞麦工艺的应用，钢成为世界工业经济的基石之一。由于供应充足价格优惠，钢很快取代铁在建筑行业得到应用，钢架和钢筋混凝土建造成钢结构幕墙，也因此建成了第一座摩天大楼。在造船业，钢开始取代锻铁板。丘纳德公司（Cunard）的“塞尔维亚号”轮船是第一批钢质船舶之一，该轮船还配有另一项发明——电力照明。



比利时安特卫普中央火车站的钢结构（建于1905）

当时的英国成为了世界最大的钢铁生产商。英国的钢铁工业大多数集中在谢菲尔德，在那里，约翰·迪尔率先使用钢制成钢犁。然而19世纪最后10年，在“钢铁大王”安德鲁·卡内基的努力下，美国赶超英国成为最大的钢铁制造国。

安德鲁·卡内基是一位苏格兰纺织工人的儿子，在1861年美国内战初期，他已经是一个铁路和电报业的成功商人。战后，美国经历了一个蓬勃建设时期。铁路建设开辟了“狂野西部”，同时美国东海岸的城市也快速发展。卡内基在那里看到了人们先是对铁然后是对钢的需求。

卡内基是一个注重效率的人。他很快采用并改良了钢铁生产技术，如贝塞麦工艺。卡内基的成果也归结于他纵向整合了所有原材料供应商，保证原材料的持续稳定供应，并积极参与了早期的一些钢铁项目。例如，他的基斯东桥架公司（Keystone Bridge Company）为世界上最早的钢架桥之一Eads大桥供应钢材。伊兹桥于1874年完工，横跨圣路易斯的密西西比河，至今仍在在使用。

卡内基的钢铁厂还曾为查理·施瓦布（Charles Schwab）提供了他的第一份工作，查理后来经营了20世纪美国最大最著名的钢铁公司——伯利恒钢铁公司（Bethlehem Steel Company）。20世纪的整个美国大陆，钢铁是建筑的首选材料。1883年交付使用的纽约布鲁克林大桥，是第一座钢缆吊桥。坐落在芝加哥的世界第一座钢结构摩天大楼——芝加哥家庭保险大楼（Home Insurance Building），是由威廉·勒巴隆·詹尼（William Le Baron Jenney）在1884-1885年间建造。铁器时代成为过去，钢铁时代已经拉开帷幕。

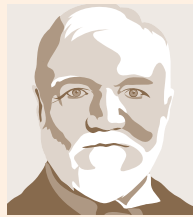


美国纽约布鲁克林大桥（Brooklyn bridge）（建于1883）。这是1903年以前世界上最长的吊桥，也是第一座钢索吊桥。



一座老式的摩天大楼，建于钢结构高楼还很罕见的年代

安德鲁·卡内基



安德鲁·卡内基是典型白手起家的企业家。他出生于苏格兰的丹佛姆林（Dunfermline），1848年随家人移民美国。卡内基13岁开始工作，每天只挣20美分。18岁

时，他被宾夕法尼亚铁路公司聘用，在那里他很快提高了组织管理能力并且学到很多商业知识。1870年，他建立起卡内基钢铁公司，到19世纪90年代，这家公司成长为世界上最大并且最盈利的企业。

66岁时，卡内基把公司卖给金融家、银行家和慈善家约翰·皮尔蓬·摩根（J.P. Morgan），摩根对轧机的设计和轧制过程进行了很多改进。卡内基则把他生命的最后时光投入到了公益事业，出资建设公益设施，从图书馆、学校到医院等。其中包括卡耐基技术学院，现已成为卡耐基梅隆大学的一个学院。



20世纪50年代美国加利福尼亚州旧金山街头的拥有镀铬格栅的凯迪拉克

20世纪全球扩张, 20世纪初-70年代

钢铁时代

即将进入 20 世纪之际，炼钢业成为重要产业，科学逐步揭开了钢的神秘面纱。英国科学家亨利·克利夫顿·索尔比 (Henry Clifton Sorby)，把金属试样放在显微镜下观察，结果引起了一场轰动。正是亨利的探索性研究揭开了钢的秘密，他发现若在铁晶体中渗入少量的碳元素，有助于增加钢的强度。



黄铁矿页岩

这也是一个成就伟大企业家的时代。在美国，当约翰·皮尔蓬·摩根买下安德鲁·卡内基的钢铁公司后，于 1901 年组建了美国钢铁公司。1906 年，美国钢铁公司在印第安纳州加里 (Gary) 建成新工厂，从此也创造了一座城市加里，而加里这个城市名正来源于美国钢铁公司董事会主席埃尔伯特·亨利·加里 (Elbert Henry Gary)。摩根向卡内基学会了整合生产工艺的各个环节从而提高生产效率和规模。

生产工艺不断改进，平炉炼钢逐渐取代了贝塞麦酸性炼钢，并日趋成为钢铁生产的主流工艺。平炉炼钢生产速度较慢，但这个缺点也正是优点。一工厂化学检测员有充裕的时间进行分析，并在精炼过程中控制金属成分，最终获得强度更高的钢种。

随着对钢的性能更深入的了解，合金钢被越来越广泛地应用。1908 年，费里德里希·克虏伯·日尔曼尼亚 (Friedrich Krupp Germania) 造船厂建造了一艘名为“日耳曼尼亚” (Germania) 的 366 吨重的游艇，船体用铬镍合金制造。1912 年，两位克虏伯公司的德国工程师，本诺·施特劳斯 (Benno Strauss) 和爱德华·莫勒 (Eduard Maurer)，获得了不锈钢发明专利，然而，实际上不锈钢的发明应归功于出生于谢菲尔德的英国化学家哈里·布雷尔利 (Harry Brearley, 1871-1948)。哈里在当地的一家实验室工作阶段，开始研究耐高温腐蚀的新钢种。一次他尝试在钢中添加铬，结果，可以说是最知名的含铬合金问世了。

战争的影响

20 世纪的两次世界大战对钢铁生产造成巨大影响。如其他重工业一样，由于军事装备的需要，在很多国家钢铁制造被收归国有。而且，为了运送部队和军用物资，建造铁路和轮船也需要大量钢材。

军用车辆，特别是坦克也严重依赖钢材。从坦克的发明到二战结束，坦克壳所用钢板必须具有均匀的结构，即采用滚轧均质装甲 (RHA)。而采用 RHA 的装备已很普遍，成为决定反坦克武器性能的标准。



苏式T-34坦克 (制造于1940-1958年)



20世纪50年代美国厨房: 钢在战后节约人力方面扮演了重要角色, 出现了越来越多的金属厨具并且价格低廉。

欢迎来到白色家电时代

在经历了二战期间的经济衰退之后, 贸易和工业开始复苏。那些曾为生产坦克和战舰提供钢材的企业开始转向满足汽车和家用电器等消费需求。人口膨胀期恰好也是房地产兴盛的时期。越来越多的人流向城市, 建筑变得更加宽敞高大, 而主梁和钢筋混凝土都需要大量钢材。

经济不断繁荣以及技术不断创新, 生活也日新月异。到 20 世纪 60 年代, 家庭中越来越多地使用大量家用电器, 包括冰箱、冷冻机、洗衣机、烘干机等。此外, 还有起源于 1955 年的钢制集装箱, 为船舶、公路、铁路运输提供了强大、安全的方法。

显然, 汽车迅速成为受欢迎的大众消费品, 并因此促进了石油天然气工业的发展。这一发展过程带动了所有钢材品种的发展。

高强度钢

新技术和基础设施的发展拉动了特定力学性能新材料的需求。全球钢铁企业都开始应对这一挑战，推动创新研发，新钢种层出不穷，极大地拓展了钢的应用领域。人们通过添加一定数量的不同种元素到熔融的铁矿石中，开始生产高强度低合金钢（HSLA）。

油气工业有更为特殊的需求。巨大的管线横穿灼烤的沙漠、冰封的荒野、或是浩瀚的海洋，这都需要具备高强度和高韧性，还需要有良好的焊接性能，以避免管线连接处出现薄弱点。这种情况下，HSLA 钢中的锰和其他微量元素保证了所需性能。



工业用钢管

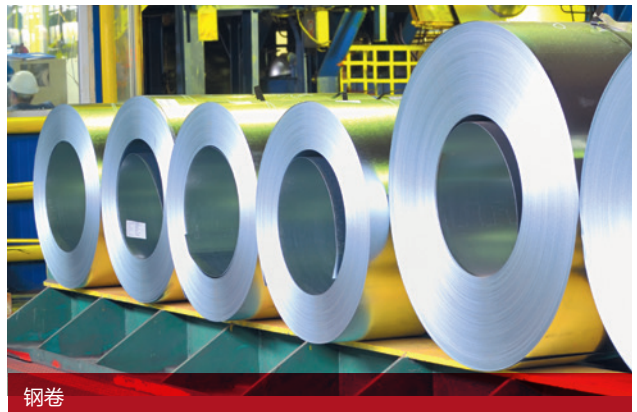
20 世纪 60 年代初起，HSLA 钢发展迅速，被用在从桥梁到割草机等各个领域。首先，HSLA 钢比传统碳钢拥有更高的重量与强度之比。一般说来，同等强度条件下，HSLA 钢大约比普通的碳钢轻 20%-30%。这一特性使得 HSLA 钢尤其适用于汽车制造，确保汽车的强度和安全性能，同时促进轻量化并节约燃料。



国际间合作加强

钢成为现代社会的基础材料，钢铁工业也成为国与国之间关系的一个焦点。1951 年，法国、西德、意大利和比荷卢经济联盟（Benelux）组建了欧洲煤钢共同体（ECSC）。

欧洲煤钢共同体建立起共同的市场以推动经济增长，促进工业发展和提高生活水平。欧洲煤钢共同体对产品价格自由流通的关注，是创立欧洲联盟的基础。



钢卷

从火焰冲天到电气化

20世纪中叶, 炼钢技术获得很大提升。碱性氧气炼钢法和电炉炼钢法成为主要的生产工艺, 使得生产过程更高效、更节能。甚至允许生产者把废钢作为原料进行再利用。

在引进新技术的同时, 钢铁企业也不断改良现有铸造、轧制技术, 生产出符合用户需求的板材、型材。这些革新有的来源于欧洲、美国和俄罗斯。而来自日本和韩国的新兴钢铁企业很快开发了专利技术并引领全世界的钢铁制造商。

有哪些新技术呢? 首屈一指的要数氧气炼钢法, 实际上是贝塞麦转炉炼钢工艺的升级版, 其原理是利用氧气而不是用空气把多余的碳从生铁中脱除。这项技术首先由瑞士人罗伯特·杜尔 (Robert Durrer) 在 1948 年发明, 随后由奥地利 VÖEST 公司 (今天的奥钢联集团) 进一步开发。因最早在奥地利城市林茨 (Linz) 进行商业化生产, 这项工艺被命名为 LD (Linz-Donawitz) 工艺。

这种生产工艺最重要的优势是能快速出钢, 现代的氧气顶吹转炉 (BOFs) 可以一次装炉 350 吨铁, 不到 40 分钟可以出钢, 而平炉炼钢一个炉次则长达 10-12 小时。

大量废钢二次利用

正是看到这种技术生产速度快、节约能耗, 生产商很快从平炉转向氧气顶吹转炉。20世纪60年代, 汽车、家电的报废产生的废钢以及工业废钢成为重要的、容易获取且价格低廉的原料。那么, 如何实现废钢二次利用呢? 氧气顶吹转炉的炉料中废钢的占比仅能达到 25%。

所以, 一些创新性的钢铁生产商开始重新采用先前的技术, 并对其进行升级。电炉 (EAFs) 最早出现在 19 世纪末, 然而直到 20 世纪 60 年代, 才被用于生产特殊钢及合金。

现在, 基于废钢的充足供应, 电炉更适合于大规模生产。与氧气顶吹转炉不同, 电炉不需要用铁水装炉, 可以使用冷态炉料、预热废钢或者生铁装炉。原料装炉时, 电极置于炉料下方, 启动电弧从而产生足够的高温以熔化废钢。与氧气顶吹转炉相似, 电炉生产速度也很快, 通常不到 2 个小时。同时, 电炉钢厂建设成本较低, 这对于战后还处于恢复期的美国和欧洲工业来说是至关重要的。



废钢回收是非常有利可图的, 同时也有利于减少温室气体排放、节约能源和资源。



电炉 (EAF)

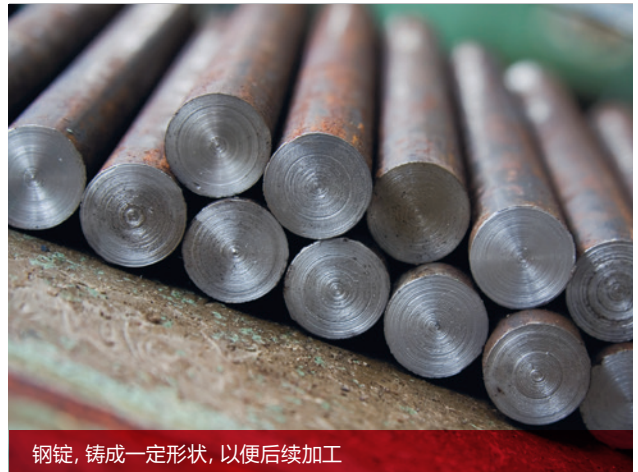
连铸

随着粗钢生产工艺的革新，把钢水倒入模具中进行铸造的新工艺也开始出现。20 世纪 50 年代以前，钢水被注入固定模具中形成钢锭，然后再轧成薄板，或其他形状及尺寸更小的钢材。在连铸技术中，钢水通过一套传输系统不断输送到结晶器中，形成连续的金属流。当凝固的钢液从结晶器中脱除后，可以被切割成板坯或者方坯，它们比传统铸锭更薄，更容易轧制成成品和半成品。

各种用途的钢

生产粗钢并制成铸锭或板坯只是炼钢工业的第一步。这些半成品还需要被继续轧制，减薄并形成一定形状和尺寸。在这一过程中，生产商的不同技术为钢的应用领域带来更多可能。

古代的工匠们已经懂得钢的特性不仅依赖于其化学成分，更与加热、冷却、锤打、轧制有关。现代生产商对生产工艺的掌握也登峰造极。今天，生产商几乎可以为用户提供他们所要求的所有性能的钢，包括从超强钢到薄如纸的薄板。

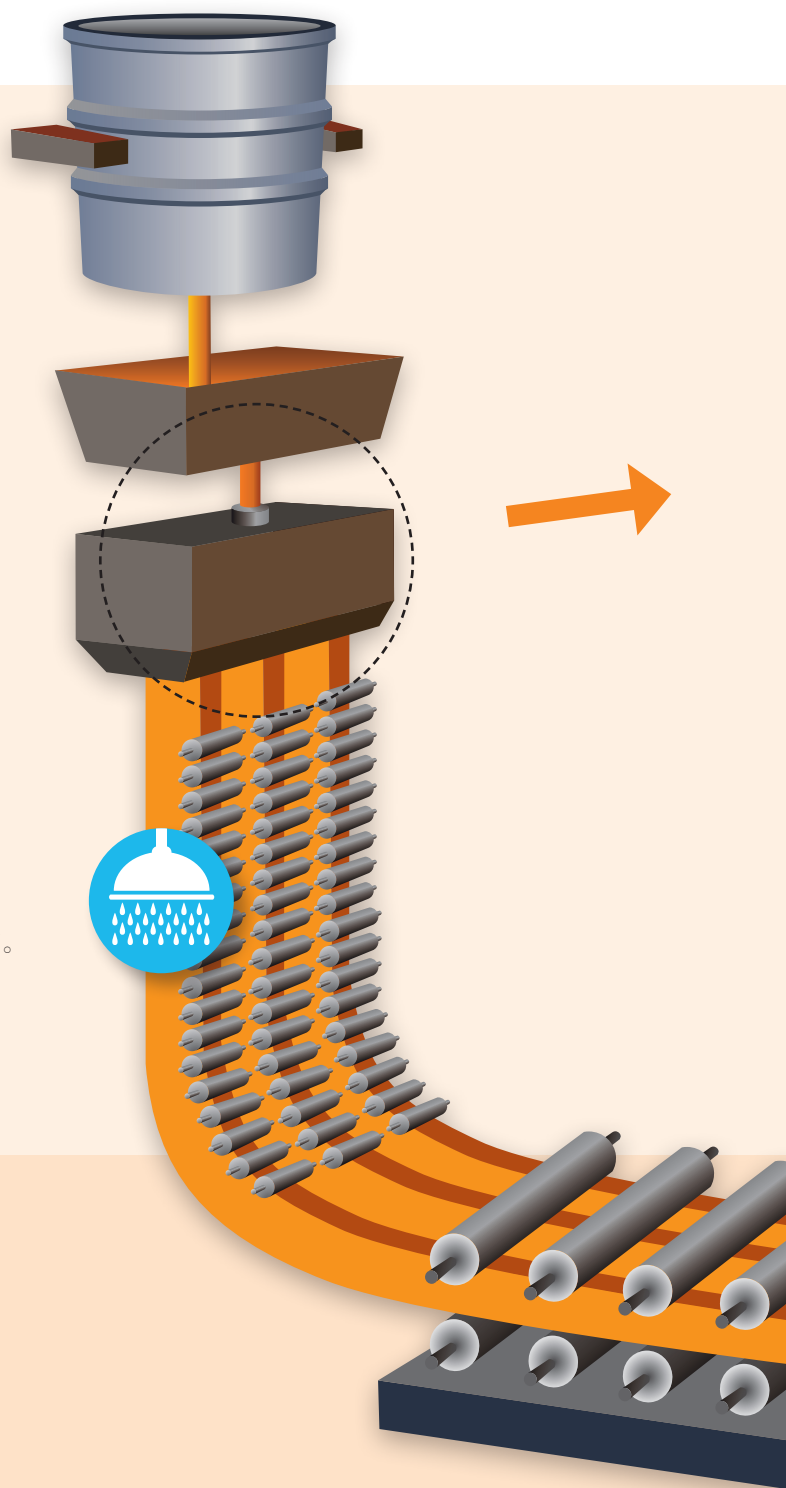


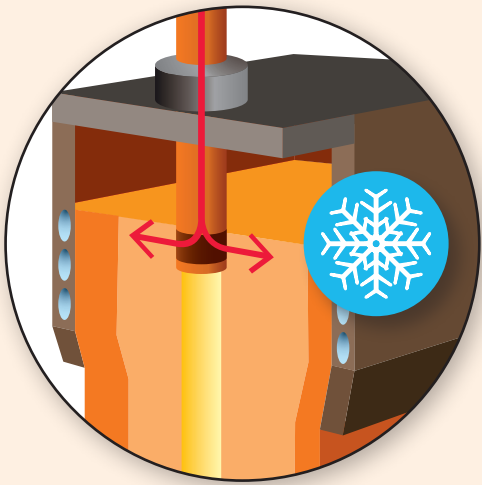
钢锭，铸成一定形状，以便后续加工

连铸工艺

钢水从钢包底部流入中间包，此时钢液的温度在 1600℃ 以下。

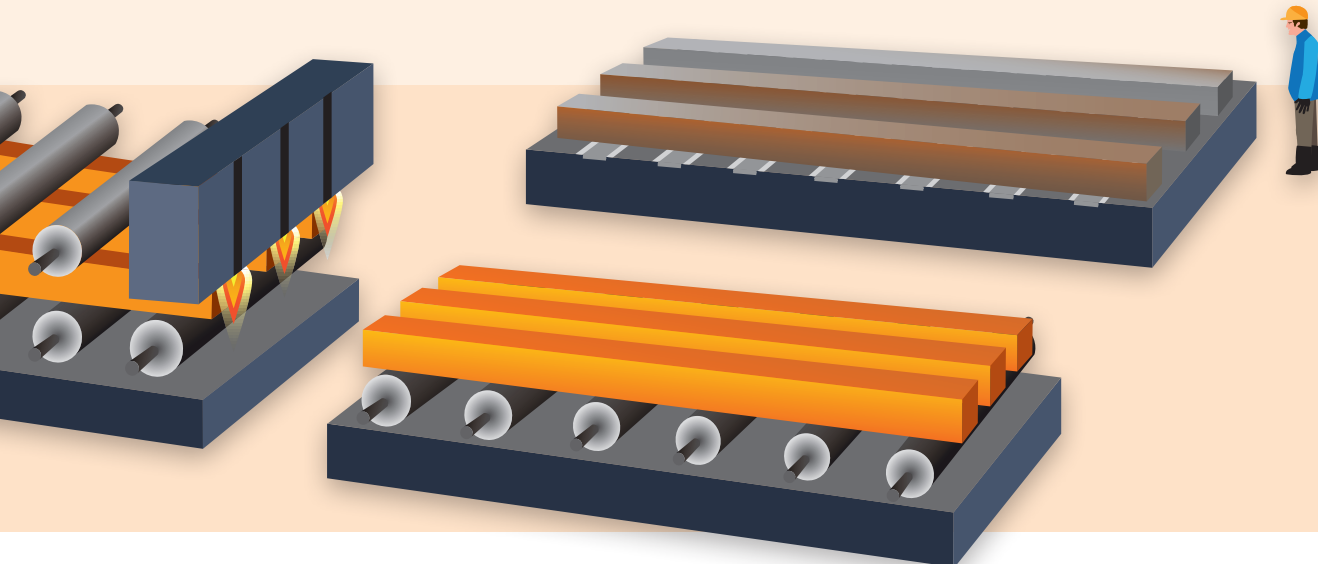
对整个钢坯进行连续冷却。





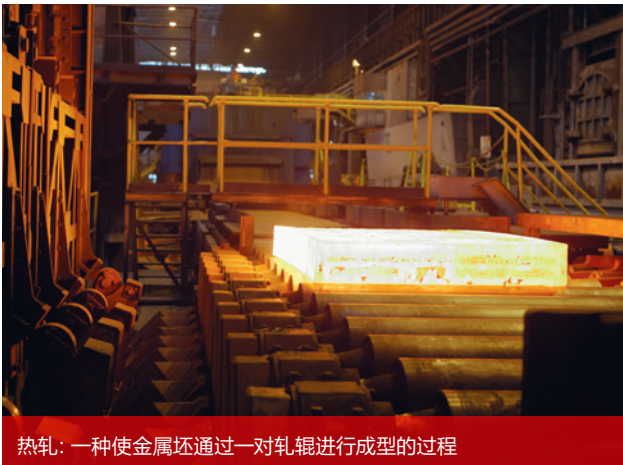
结晶器由4块水冷铜板组成，钢液在铜板间运动。铸造过程中将形成凝固坯壳，连铸温度约 1540℃。

此时的钢液尽管炙热，但在用氧枪切割成钢坯时已经凝固。钢坯温度为 1000℃，每块钢坯在进入冷床前会先标记。



完美的成品

轧制板坯或钢锭的复杂工艺从“粗轧”开始。巨大的轧辊经过数个道次的轧制来减少钢坯的厚度。例如，将 240 毫米厚的板坯先轧到 55 毫米或更薄。然后，在卷曲之前还要完成多个精轧工序。随后，钢坯则进入不同的工艺路线，有些需要酸洗去除氧化铁皮后再冷轧。



热轧：一种使金属坯通过一对轧辊进行成型的过程

热轧和冷轧工艺不仅能减小钢坯厚度，还可以转变金属中铁和其他元素的晶体结构。这反过来又会影响钢材性能。热轧可增加材料塑性、韧性和耐冲击和振动性能，冷轧则能提高硬度和强度。

然而，调整金属力学性能的过程并没有结束。通常情况下，还要进行退火处理：即加热到约 800℃ 后缓冷。例如，冷轧钢经加工硬化后会产生脆性。而退火能软化金属，并保留能使材料加工为成品材的硬度，如汽车零件。其他热处理工艺，例如淬火（快速冷却）和回火（重新加热淬火后）也能进一步精确控制各等级钢的力学性能。

最后，钢材还需要涂层来防锈和防腐蚀，这对于船舶、桥梁和铁路用钢尤其重要，因为这些材料要在高温、低温、海水和雨水环境中服役。采用纯锌或锌铝混合层作为涂层的热镀锌工艺已广泛应用。对于用于其他领域的钢材，有的在其表面涂底漆后再涂面漆，或采取防紫外线和防刮擦处理，或做特殊处理，或涂具功能性或装饰性的彩色饰面。



一艘原油运输船



美国俄勒冈州 (Oregon) 波特兰市圣约翰大桥是一座钢质吊桥, 建于1931年

短流程钢铁厂的兴起

20 世纪 60 年代, 电炉 (EAF) 的兴起为短流程钢铁厂的发展奠定基础, 也为钢铁行业带来了显著的变化。传统的基于碱性氧气转炉 (BOF) 流程的联合钢厂需要高炉提供铁水, 这需要巨大的投资。然而, 基于电炉流程的钢铁厂则不同。该流程使用废钢、直接还原铁 (DRI) 或生铁作为原料, 生产线的建设成本通常较少, 且运行也更简单, 因此称为“短流程钢铁厂”。此外, 需要的投资成本也较低, 这些为新的创业者开辟了道路。

镀锌工艺的创新



从船舶制造到核电站压力容器, 钢材都有大量应用, 这也是数以百万计的人们信任他们头上屋顶的原因。目前, 镀锌波纹屋面在全球已十分普遍。早在 19 世纪, 镀锌工艺已被人们所熟知, 但直到 20 世纪 30 年代, 一种可连续生产镀锌钢的工艺才得以问世, 发明者是一个年轻的波兰人 Tadeus Sendzimir。此后, 他创立的 Sendzimir 公司也成为了全世界冷轧领域的领导者, 还为阿波罗号飞船提供了外壳。





位于美国布拉肯里奇阿勒格尼路德卢姆钢铁公司 (Allegheny Ludlum Steel Corp.) 的35吨电炉正在出钢

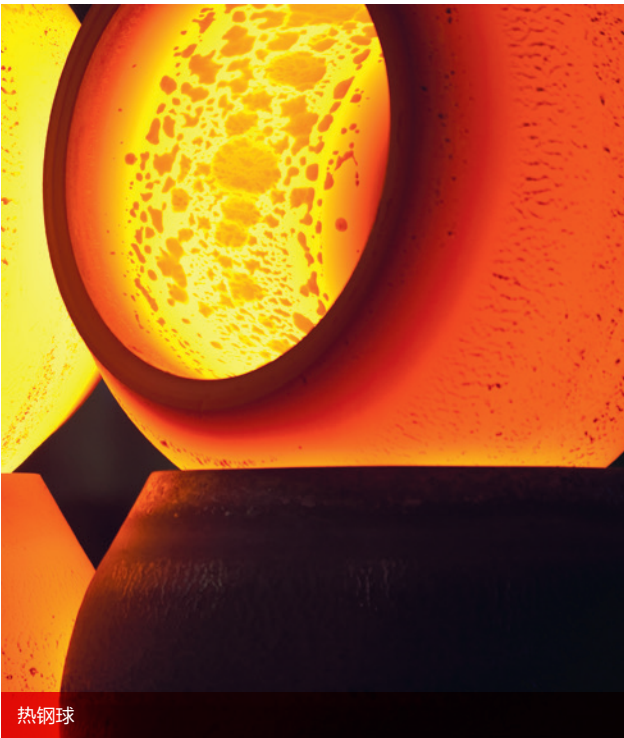
在欧洲，德国企业家和炼钢先驱 Willy Korf 开创了钢铁工业的先河。1968 年，他在法国斯特拉斯堡附近，莱茵河上的一个小岛上建立了一座电炉厂。仅一年以后，Korf 又将该技术带入美国，在南卡罗来纳州建立了乔治城钢铁公司。

大约在相同时期，美国冶金学家 Ken Iverson 在南卡罗来纳州达灵顿 (Darlington) 建立了纽柯公司的第一家钢厂。

然而，在不到两年的时间里，Iverson 就转变了公司的面貌，不仅使公司盈利，而且成为该领域的领导者。事实证明，

他对短流程钢铁厂的信念是经得起考验的。而且在未来的 16 年里，该公司逆势上扬，实现快速而稳定的发展。此外，Iverson 打破了员工之间的层级结构，强调团队协作，建立基于绩效的薪酬体制，提倡利益共享和社区共建。

公司不仅在电炉工艺发展上占据领先地位，同时在管理结构上的创新也齐头并进，这在当时还引发了一场革命。特别是，公司将电炉工艺应用于生产高附加值的钢铁产品，例如用废钢生产高品质的板材。



热钢球



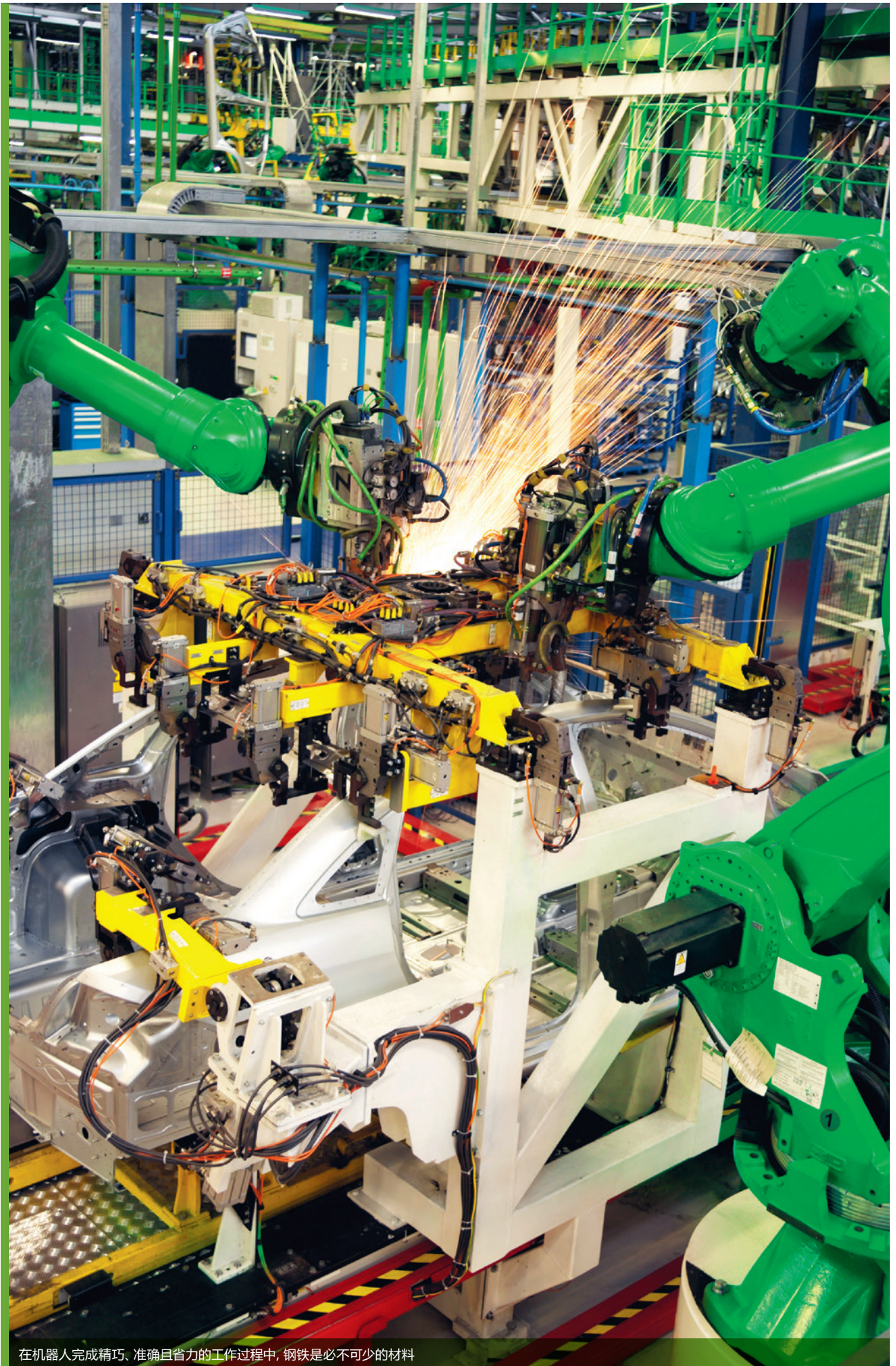
激光切割



钢产品的回收

短流程钢铁厂是一座高效的回收工厂，可将废钢转换成有用的钢材。如今，因其可以节约自然资源或原材料，不仅可获得商业利益，而且对整个地球而言其重要性都是不言而喻的。然而，直到 20 世纪 60 年代，“可持续发展”的概念才出现。

1970 年，由政治家、学者和实业家组成的一个俱乐部联合出版了名为“增长的极限”一书，当时关于地球能承载人类发展的程度的讨论成为了报纸的头条。荷兰人 Max Kohnstamm 是该俱乐部的一名成员，他曾担任欧洲煤钢共同体（European Coal and Steel Community）高级机构的秘书。尽管报告的调查结果在当时引起了争议，然而，现在全球的政府和行业机构都认为，制造业的未来依赖于能源和资源的高效、可持续利用。1987 年，布伦特兰委员会（Brundtland Commission）发布的报告“我们共同的未来”中也涉及了类似的主题。



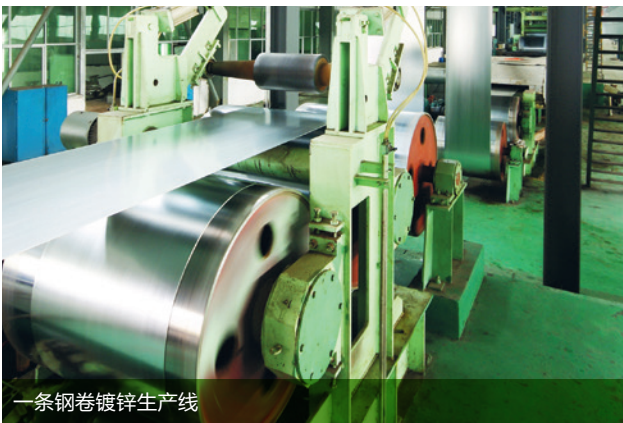
在机器人完成精巧、准确且省力的工作过程中, 钢铁是必不可少的材料

20世纪末, 21世纪初

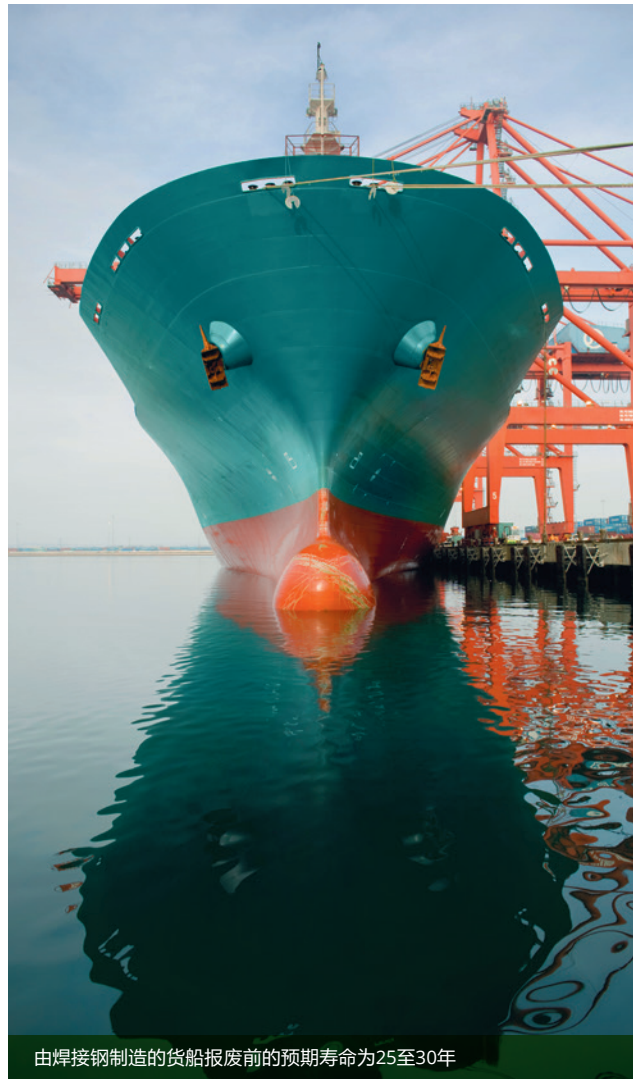
追求成长: 规模创新

在美国和欧洲相继出现短流程钢铁厂的同时, 亚洲也在规模和产能上开始了创新。20世纪60和70年代的日本追求快速增长, 紧随其后的韩国研发了大量最先进的集成设备。生产从板卷到涂镀板的高品质板材, 产品应用于汽车和家电制造行业。

不同于欧美国家, 韩国和日本基本上都没有平炉生产的历史。部分原因是由于日本国内缺乏废钢, 于是直接采用了创新的氧气转炉(BOF)技术, 建造大型高炉来提供铁水。



一条钢卷镀锌生产线



由焊接钢制造的货船报废前的预期寿命为25至30年

早期尝试者

日本钢铁制造商大范围的采用了连铸工艺来进一步提高产量和降低成本。韩国也采纳了同样的方式。如今, 几乎所有的产能都通过连铸工艺生产。同时, 这两个国家都利用计算机技术管理庞大的业务。富士钢公司(Fuji Steel)早在1962年就引入模拟计算机, 同时, 20世纪70年代的微型芯片革命也刺激了电子工业在过程和信息控制中的应用。

生产商利用电子技术可以处理复杂的调度问题, 生产范围更广的产品和满足严格的质量要求。现代化也改变了现场生产环境。自动化设备可使工厂更安全、可雇佣更少的工人以提高效率和降低事故风险。

持续创新

在日本和韩国，无论是新建还是现有的钢铁公司都决心创新。1970年，通过合并八幡厂（Yawata Steel）和富士钢公司（Fuji Steel）创建的日本制铁，其历史可以追溯到1857年。该公司现已成为日本最大的钢铁制造商，并将大量投资用于不断改进生产流程，以确保钢铁生产在可持续发展中发挥作用。



浦项制铁直到1968年才诞生，当时韩国正处于经济快速扩张时期。到1985年，位于浦项的第一家工厂已年产粗钢910万吨，位于光阳的第二家工厂也开始投产，现已成为世界最大的钢厂之一。

进入企业家时代

不同于日本和韩国大规模生产的发展趋势，到20世纪70年代，欧洲和北美的钢铁工业则整体面临技术落后、产能过剩、不断上升的劳动力和原材料成本价格，以及替代材料竞争的困境，如铝和塑料。而在公有制国家，政府不愿意对已经衰退的市场追加投资，这导致了设备和工艺发展的停滞。

到20世纪80年代，世界各地的大型钢铁厂又面临着经济挑战。然而，钢铁行业仍需要寻找未来的发展方式，因此，短流程钢铁厂的建立和私有化的浪潮为钢铁企业开拓了新机会。

短流程开拓新市场

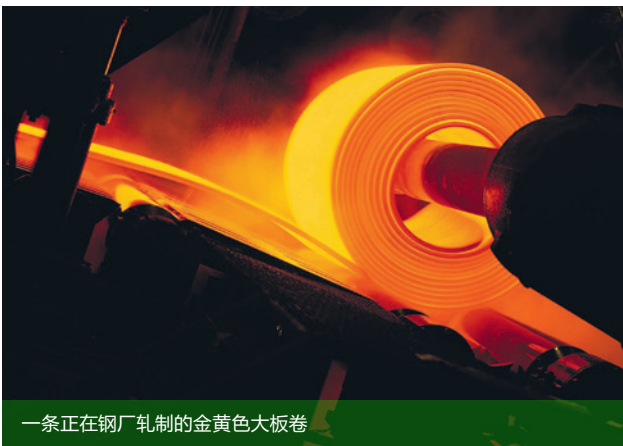
最初，短流程钢铁厂只生产低附加值的螺纹钢（混凝土用钢筋）。由于采用小容积熔化室和用废钢作原料生产，他们的产品无法与大型联合钢厂生产的高品质产品相匹敌。

然而，随着螺纹钢市场趋于饱和，短流程钢铁厂开发了能生产附加值更高的结构钢的技术。在1987年，纽柯（Nucor）公司率先利用一台电炉和从德国公司SMS施罗曼西马克



19世纪发明的钢筋混凝土彻底改变了建筑行业

(Schloemann-Siemag) 引进的薄板坯连铸连轧 (CSP) 技术生产薄板。CSP 能显著减少 40-70 毫米厚的薄板坯轧至 1mm 所需的轧制时间和道次。对于短流程钢铁厂来说，这意味着能以低成本、高效益打入薄板市场。



一条正在钢厂轧制的金黄色大板卷

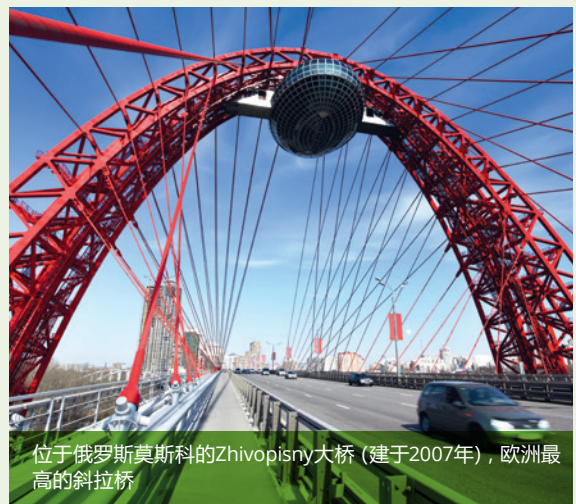
新技术也使原料供应更加多样化 (不仅局限于废钢)，并将产品范围进一步扩大至特殊钢。技术革新与相对低廉的成本和便利的操作相结合，都有助于短流程钢铁厂在全球市场的扩张。

私有化注入新活力

同时，经济制度改革为钢铁企业更具竞争力注入了新能量。许多衰落的国有化公司在私有化进程中获益。然而，有时也导致企业兼并，但这会使资本流入到现代化工厂、工艺和生产中。尽管钢铁企业主要是国有产业，但兼并首先从地方企业开始。1999 年，Koninklijke Hoogovens 与英国钢铁公司 (British Steel) 合并成立了英荷康力斯 (AngloDutch Corus)。2001 年，西班牙 Acelaria、法国 Usinor 和卢森堡 Arbed 合并在欧洲成立安塞乐公司 (Arcelor)。2002 年，NKK 与川崎制铁 (Kawasaki Steel) 合并成立了 JFE 控股公司 (JFE Holdings)。

俄罗斯的实力

1991 年前苏联解体时，尽管多年缺乏投资，却依然超越日本成为世界最大的产钢国。在 20 世纪 90 年代和 21 世纪初，私有化吸引了大量的新设备投资以提高生产效率和降低成本。21 世纪初，在俄罗斯经济快速增长的同时，再加上中国经济的蓬勃发展创造的巨大需求，为俄罗斯工业提供了广阔的出口市场，使其成为全球五大产钢国之一。



位于俄罗斯莫斯科的 Zhivopisny 大桥 (建于 2007 年)，欧洲最高的斜拉桥



位于英国伦敦斯特拉特福 (Stratford) 的安赛乐米塔尔轨道塔

列举两个全球兼并的典型案例。在 20 世纪 80 年代和 90 年代，印度企业家 Lakshmi Mittal 创建了米塔尔钢铁公司 (Mittal Steel)，使大量亏损的国营企业成为盈利的私有企业。2006 年，公司与安赛乐合并，成为了当时世界上最大的钢铁生产商，全球雇员超过 26 万人。此外，在 2007 年，印度塔塔钢铁公司并购了英国康力斯 (Corus)。



英国塔塔钢铁公司 (原Corus公司) 位于南威尔士塔尔伯特港 (Port Talbot) 的5号高炉

创新和全球合作

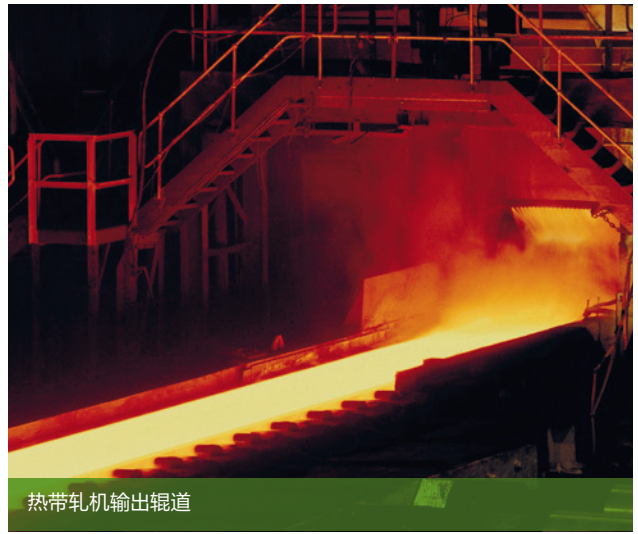
21 世纪初，钢铁工业已广泛采用新技术。碱性氧气炼钢法 (BOS) 的产量已占全球粗钢产量约 60%。同时，连铸以及在轧制和深加工方面的创新显著提高效率，并降低对能源和冷却水的需求。



Piercy Conner为印度创新设计的钢质公寓楼，使以前无法利用的太阳能成为可持续利用能源

韩国钢铁巨头浦项钢铁，其生态友好的 FINEX 工艺能够满足 21 世纪日益严格的环保法规（铁水质量与传统高炉工艺相当）。浦项与东国制钢（Dongkuk Steel）和淡水河谷在巴西成立了合资联合钢厂。南美洲的钢铁生产商，如巴西盖尔道和阿根廷德兴集团（Techint）公司也在世界各地建厂。

这里仅列举几家，新的生产商也层出不穷。在 21 世纪的第一个 10 年中，土耳其的钢产量从 1500 万吨增长到 2900 万吨，增速仅次于中国和印度。土耳其目前是混凝土用钢筋的主要出口国，也是钢结构用长材的最大净出口国。



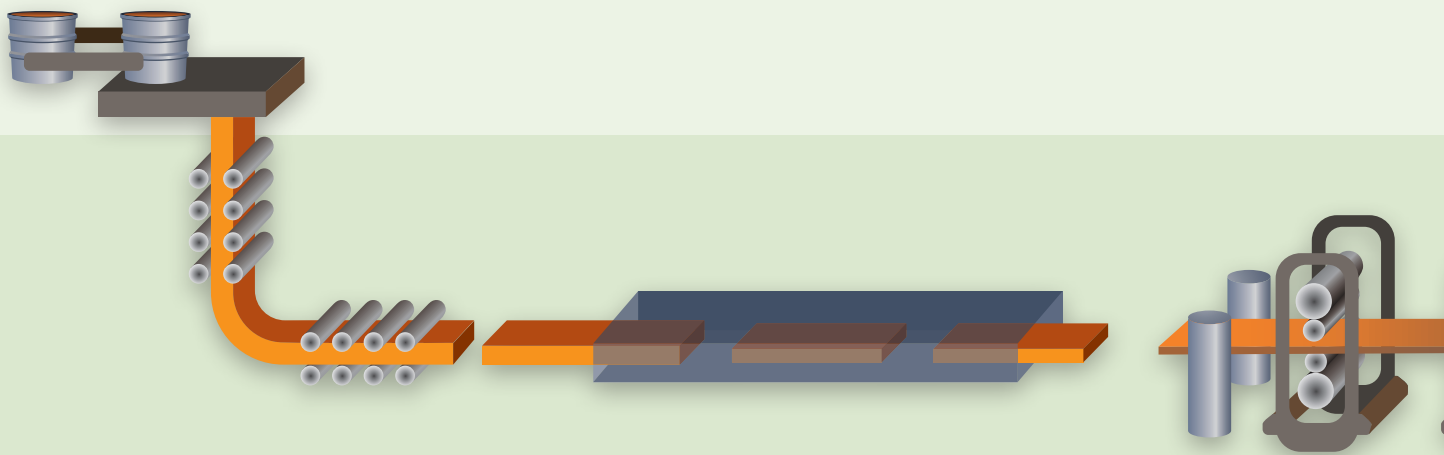
热带轧机输出辊道



土耳其伊斯坦布尔的Kağıthane 购物中心

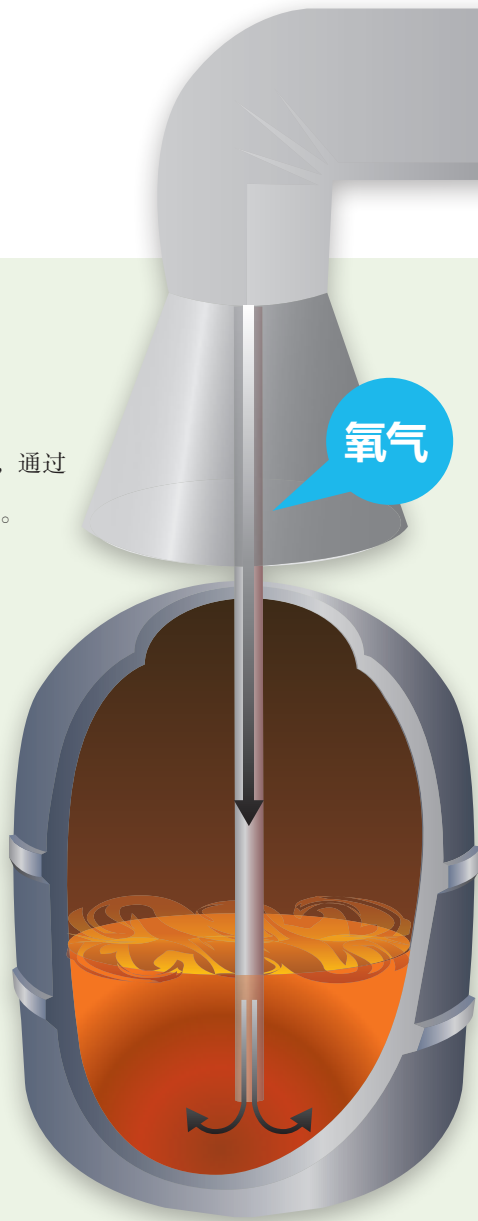
在线带钢生产技术

在线带钢生产技术 (ISP) 将薄板坯连铸与轧制工序结合。通过液芯压下将板坯轧到厚 15-25mm。该技术的优势是, 从钢液到成品板卷的距离仅为 180 米, 生产周期不超过 15 分钟。



Linz-Donawitz工艺 (LD炼钢法)

LD 工艺为氧气顶吹转炉炼钢法，通过降低其碳含量将铁水冶炼成钢液。



将氧气吹到铁水中，降低碳含量以及其他大部分杂质（如氮、磷、硫和脉石），使钢液中碳含量小于 1.2%。

如果添加了废钢，其中的夹杂物，如锌、汞、镉、铝和塑料也需去除，在集尘系统中收集废气，在钢液转移到精炼和连铸工序前排出钢渣。

塔塔: 基于印度悠久的钢铁冶炼史



印度的钢铁行业很大程度上要归功于 Jamsetji Nusserwanji Tata。在 19 世纪后期, Tata 坚信钢铁工业是印度工业革命的强劲推动力。

虽然他没能活着看到梦想实现, 但他的继任者为第一个商业化钢铁厂选择了一个理想位置, 即在印度东北 Sakchi, 于 1912 年投产。Tata 还想为员工们创造一个能享受生活的伟大城市。他的儿子建立了一座叫詹谢普尔 (Jamshedpur) 的城市, 这是 Tata 家族的荣耀。詹谢普尔现已成为 130 多万人的家, 是印度最富裕和最干净的城市之一。2007 年, 印度塔塔钢铁公司并购了英荷康力斯 (Corus)。



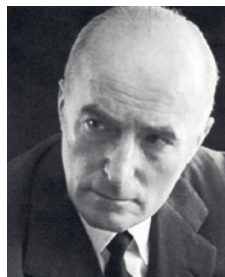
拉美钢铁工业与欧洲的渊源

“金砖四国”之一的巴西是拉美最大的钢铁生产国。1994 年结束其私有化计划后, 许多巴西生产商加入工业和 / 或金融集团以提高竞争力。一些钢铁生产商还将业务扩展到物流相关行业, 比如港口和铁路等。



巴西盖尔道公司是美洲最大的长材生产商, 也是世界上最大的特殊钢供应商之一。1901 年, 德国移民若昂·盖尔道 (João Gerdau) 和他的儿子雨果 (Hugo) 在巴西创建了盖尔道。这是一家典型的家族企业, 对

员工和客户的尊重是其发展的基础。同时, 它也是拉美主要的回收商, 这反应了环境责任感在其发展理念中的重要地位。



Techint 集团是美洲另一家钢铁巨头, 由意大利工程师 Agostino Rocca 于 1945 年创建。集团积极参与阿根廷的工业基础设施, 包括在 1949 年铺设从里瓦达维亚海军准将城 (Comodoro Rivadavia) 到布宜诺斯艾

利斯 (Buenos Aires) 长达 1600 千米的天然气管道。Techint 集团旗下的 Tenaris 公司目前是世界领先的无缝管制造商之一, 产品主要用于石油和天然气行业。集团旗下的另一家公司 Ternium 是拉美扁平材和长材的主要供货商。



现代化的北京

钢铁巨龙

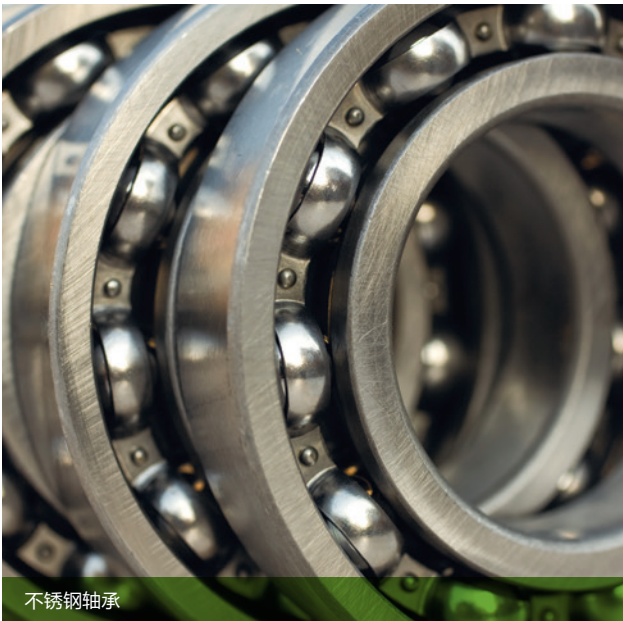
钢铁产量通常与经济发展同步。这个规律在世界上最有活力的经济体之一的中国表现得尤其明显。尽管炼钢在中国和印度拥有悠久的历史，但到 20 世纪下半叶钢铁产业发展一直相对落后。直到 1949 年中华人民共和国成立以后，政府采取措施发展工业基础设施，包括新建钢铁厂。

不过，自 20 世纪 80 年代的改革开放以后，中国经济才真正起飞。对外开放促进了快速的经济增长和炼钢产能的大规模扩张。截至 2011 年末，中国成为世界上最大的产钢国，粗钢年产量超过 6.8 亿吨。

大部分产能为中国快速的城市化发展提供物质保障。城市和基础设施以惊人的速度发展以实现现代化。为了实现中国钢铁自足，1978 年在上海港附近的宝山建成了一座全新的钢铁厂——宝山钢铁公司。



建设中的中国上海世界金融中心（建于2008年）。建筑采用对角支撑框架以有效利用材料，因为该设计能降低外剪力墙的厚度和围墙结构钢的重量。



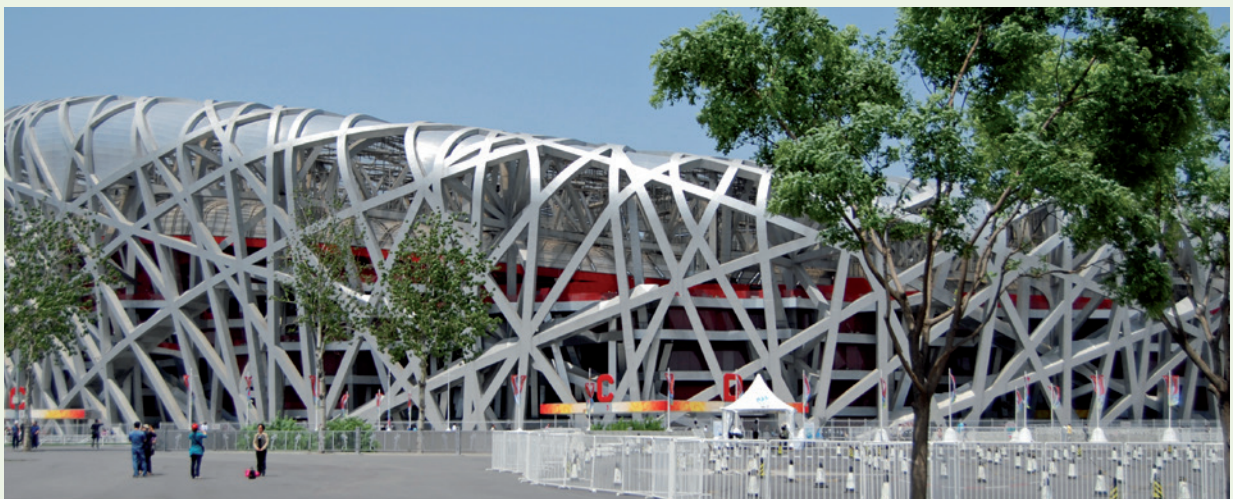
不锈钢轴承

到 20 世纪中叶，中国还新建了许多钢铁企业，据统计当时有超过 4000 家钢铁企业，年产粗钢 3.5 亿吨。然而，这仍不能满足需求，中国钢铁工业继续增长。

2011 年，河北钢铁集团成为中国最大的钢铁公司，粗钢产量超过 4400 万吨，成为世界第二大钢铁生产商。宝钢集团有限公司（简称宝钢），紧随其后，产量 4300 万吨，位居世界第三大钢铁生产商。集团旗下拥有业界最先进的钢铁企业和行业专家，为汽车、家电、航运、石油和天然气行业提供高科技的钢铁产品。

为奥运会服务的钢铁工业

首钢集团（首都钢铁）是中国历史最悠久的国有企业之一。位于北京市郊的厂房始建于 1919 年，但现在已被城市化进程所吞噬。鉴于 2008 年北京奥运会环保要求的巨大呼声，整个工厂从 2005 年起开始搬迁至离海岸线 150 公里的曹妃甸。奥运会专用的北京国家体育场（鸟巢）使用了 4.2 万吨钢材，是世界上最大的钢结构建筑。





开采工地上装卸铁矿石

钢铁工业的格局变化

新兴经济体钢铁行业的发展成为焦点，因为城市化和工业化进程中需要大量钢铁。1967年世界钢铁协会成立时，美国、西欧和日本的钢产量占世界总产量的61.9%。到2000年，这个比例下降至43.8%。在21世纪初，随着中国的崛起加速了下降趋势，并从2011年起，新兴经济体生产和使用了超过70%的钢材，而中国就占45%左右。这种转变的趋势很有可能在其他新兴经济体得以延续，如印度和东南亚国家联盟（东盟）、中东和北非地区（MENA）。



印度尼西亚雅加达城市风光



钢铁行业现状和未来发展

可持续发展的钢铁工业

钢在我们的日常生活中随处可见，从建筑物、汽车到能保存食物数月甚至数年的锡铁罐。钢铁是世界上最重要的工程材料。然而，钢铁生产则是消耗大量能源的过程。不过一旦生产出来，钢材则可反复使用。全球废钢的回收率超过 70%，钢铁是地球上回收最彻底的材料。更重要的是，97% 的钢铁副产物也可回收利用。例如，钢铁厂的炉渣经常用来生产混凝土。

归功于不断改进的钢铁生产工艺，吨钢耗能已较 30 年前减少了 50%。使用更少的能源、释放更少的温室气体是应对气候变化的一个关键措施。事实上，从整个生命周期角度考虑，钢产品与其他替代材料，如铝或塑料，为原料生产的产品相比可减少对环境的影响。

此外，先进的高强度钢性能更强、重量更轻，因此使用较少的钢材就能达到同样的结构完整性。更轻的汽车或货船拥有更高的燃料效率，并减少温室气体排放量。

全球在建造可再生能源的基础设施中，钢铁也扮演着重要的角色。最新性能的钢材使风力涡轮机的塔架更高、更强、更轻，以提高发电效率，减少与建筑相关的碳排放量高达 50%。新型的屋顶系统将光伏电池与镀锌板结合。此外，钢铁生产商还与太阳能行业展开合作，如开发可以直接利用太阳能发电的屋顶涂层。

同时，钢铁企业还比以往任何时候更清洁、更安全。改善员工健康和成为产业的重要目标，同时制造商不断努力减少生产事故。因此，钢铁行业的工伤事故频率在 2004 年和 2009 年间减少了 50%，现在的目标是建立一个零工伤的工作环境。

合作开发“绿色”汽车

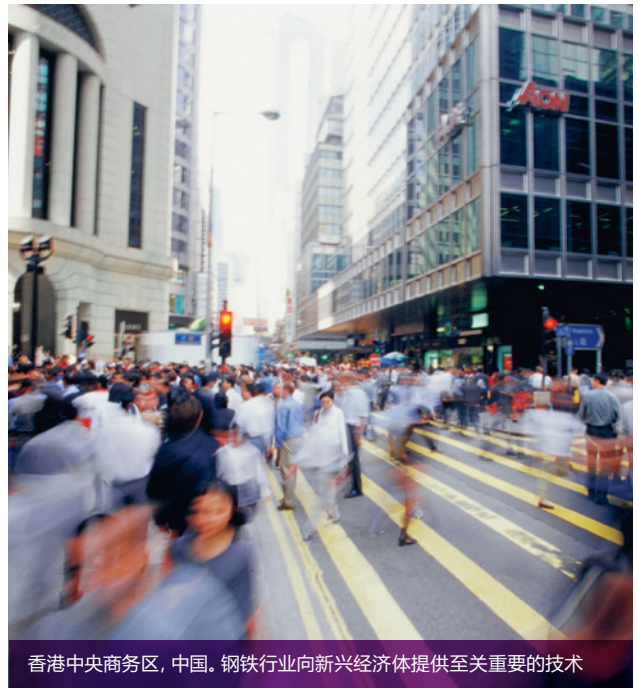
一辆现代轿车由约 50% -60% 钢材组成。多年来，钢铁和汽车行业密切合作，使汽车更牢固、更安全和更优抗锈性。使用先进的高强钢可以减少一辆普通 5 座客车的生命周期温室气体排放量 2.2 吨。汽车行业开展了更深入的研究工作。20 世纪 90 年代，启动了超轻钢车体研究（ULSAB）计划，不仅能减轻车身重量，还可在降低成本的情况下使车体满足或超过现有性能和抗冲击性能。此外，还有一个类似的电动汽车计划——未来钢质汽车（Future Steel Vehicle）计划，其研究结果已在 2011 年公布。该计划显示潜在的生命周期排放总量较当前的基准车辆可减少近 70%。这是将高强钢（HSS）和先进高强钢（AHSS）的比例提高至 97%（重量比）的结果。



钢的未来?

钢在整个人类历史长河中是至关重要的物质基础。它是制造铁器时代最珍贵工具以及中世纪最可怕武器的材料。同时，它也是推动工业革命的材料，并为无数国家的经济发展提供支撑。然而，钢并不仅仅只属于过去，在当今社会依然发挥着同等重要的作用。

世界城市化人口正在日益增加。2010年，约有一半人口居住在城镇或城市。到2050年，该比例将达到70%左右。为了解决大量人口流动问题，城市在迅速扩张，正成为特大型城市。而建设这些特大型城市需要很多材料，其中相当重要的就是钢。住房和建筑用钢就已消耗了50%的产量。随着城市人口密度的增加，建造摩天大楼和公共交通基础设施仍需要钢材。



香港中央商务区, 中国。钢铁行业向新兴经济体提供至关重要的技术



太阳能发电板, 美国新墨西哥州阿尔伯克基。钢基用来确保面板的强度和安全性

为满足新兴国家的能源需求，需要从传统和新兴能源（页岩气）从不断勘探和生产碳氢化合物，同时也要满足越来越严苛的环境要求。而钢铁行业则为应用环境友好型技术提供了必要的硬件设施。

此外，对二氧化碳排放量、气候变化和化石燃料的可用性的关注将推动可再生能源的利用。钢是大部分可再生能源利用过程中需要的主要材料，包括太阳能、潮汐能、风能的电网建设，水、天然气的管道以及资源管理。

携手创新

全球钢铁制造商不断改进生产流程和开发新钢种。许多钢铁生产商拥有独立的研发机构，然而合作也是创新过程中的重要特点。例如，浦项钢铁和西门子奥钢联合开发的 Finex 工艺，以更低的成本、更环保的工艺替代传统高炉生产铁水。未来钢质汽车（Future Steel Vehicle）计划的目标之一是，到 2020 年将超过 20 个等级的重量更轻、更便宜的先进高强钢推向市场。二氧化碳减排计划在全世界拥有广泛的参与者，例如，欧洲的 ULCOS、日本的 Course 50、北美 CO2 突破计划等。业内人士已越来越多地采用生命周期方法，以提高从原料开采到最终产品回收的全生命周期内每个环节的效率、再利用和再循环。



World Steel Association

Avenue de Tervueren 270
1150 Brussels
Belgium

T: +32 (0) 2 702 89 00
F: +32 (0) 2 702 88 99
E: steel@worldsteel.org

北京市朝阳区亮马桥路 50 号
燕莎中心写字楼 C413 室
100125

T: +86 10 6464 6733
F: +86 10 6468 0728
E: china@worldsteel.org

worldsteel.org



worldsteel
ASSOCIATION