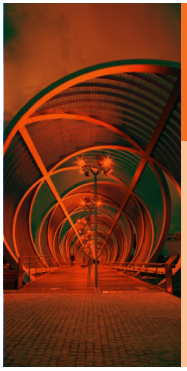
worldsteel
ASSOCIATION

钢铁
为世界添彩

钢 铁
与世界
息息相关的
资 料 集 粹

目录



什么是钢?

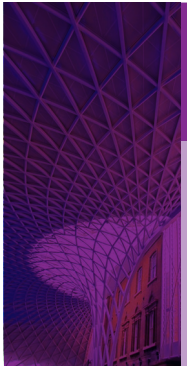
钢的产生可以追溯到3000年前，随着冶炼技术的不断发展进步，今天**钢已经成为世界上最具创新性、启发性、多功能性和不可或缺的材料之一。**让我们一起来探索钢的制造过程。

6-25页

钢对于社会的价值何在?

钢产自世界各地，**钢是现代社会的支柱**，钢带来就业机会和经济发展。

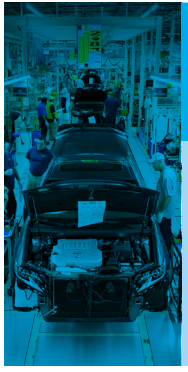
56-69页



我们为什么为钢感到自豪?

钢具有无限次的再循环能力，可以反复用于制造汽车、容器和建筑物。零废弃战略、资源的优化使用及钢的超高强度，使钢具备众多可持续发展的优势。

26-55页



钢的用途

钢是世界上最基础的工程建筑材料。**钢应用于我们生活的方方面面**：汽车和容器、冰箱和洗衣机、货轮和能源基础设施、医学设备和最新式的卫星。

70-127页

什么是钢？

当**铁**与碳、废钢以及少量其他元素结合时，就会转换成一种强度更高的材料—钢，成为人民生活中最广泛使用的材料。钢的强度是铁的

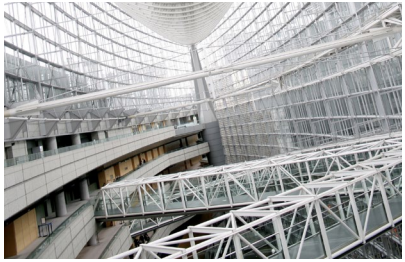
1,000 倍。

钢

是铁与碳的合金，含有低于

2% 的碳

1% 的锰以及少量硅、磷、硫和氧。不锈钢是一种合金钢，含有 10.5% 以上的铬（按质量计算）。



所有的钢都出身于

铁

铁是地球上排名第 **4** 位的常见元素，位列氧（46%）、硅（28%）和铝（8%）之后。

当铁水转换成钢时，温度高达

1,700°C,

远高于火山熔岩的温度。

钢是世界上
应用最普遍的金属

生活中
钢无处不在

塞浦路斯的一项考古发现表明，早在公元前

11 世纪，

工匠们已经开始生产淬火硬化钢刀。

最早一项有关钢制工艺品的记载来自希腊历史学家希罗多德，他提到希俄斯岛上的格劳克斯在公元前

7 世纪 制作的一只嵌钢碗。

“一只纯银制成的绝妙的碗，里面嵌着一只奇特的钢质浅盘。希俄斯岛人格劳克斯制作了它，他是第一个发明嵌钢工艺的人。”

公元前 3 世纪，

印度南方的工匠们使用坩锅和木炭冶炼锻铁，生产‘乌兹钢’——时至今日，这种材料的品质仍然令人惊叹。

一般认为，在

19世纪

50年代中期，

英国发明家亨利·贝塞麦是第一个发明了大规模炼钢工艺的人。今天的炼钢工艺仍然源自贝塞麦工艺，即将空气吹过熔融状态的生铁，一边使生铁氧化，一边去除杂质。

钢铁生产主要有两大工艺：高炉 – 碱性氧气转炉（BF–BOF）和电弧炉（EAF）。今天，大约

71% 的钢通过高炉 – 碱性氧气工艺生产。 **29%** 的钢使用电弧炉工艺生产。

随后，粗钢被轧制成钢材。
例如，卷材、板材、型材或棒材。

钢铁生产 – 工艺 1：

高炉或长流程工艺

该工艺生产一吨粗钢，所使用的主要原料包括：

1,370 千克铁矿石，
780 千克煤炭，
270 千克石灰石，
125 千克废钢。

钢铁生产 – 工艺 2：

电弧炉工艺

该工艺的主要原料是废钢、直接还原铁和 / 或铁水和电。电弧炉工艺生产一吨粗钢，所使用的原料包括：

710 千克废钢，
586 千克铁矿石，
150 千克煤炭，
88 千克石灰石，
2.3 吉焦电力。

电弧炉工艺可以

100%

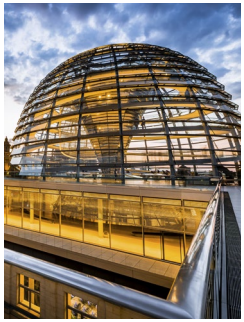
使用废钢。碱性氧气转炉最多可以使用 **30%**

废钢。大部分钢制品的使用寿命可达数十年，之后进行循环利用。因此，再循环钢不足以满足不断增长的钢材需求。

钢是一种永久性材料，能够无限次、

100%

地循环，并且不会影响品质。



钢是闭环再循环的材料，
并且不局限于单一应用。

所有
钢材品种都能经过再循环，变成各种等级的新钢材，同时保留内在材料属性。

对于低价值钢制品产生的废钢，可以通过使用相关加工和冶金工艺，将其

转化成为高价值钢材。

对于其他材料，这通常不可能实现；
对于混凝土、木材和铝，
其再循环材料往往出现品质降级或者无法循环再利用，
并且循环次数有限。

新的钢制品平均含有
30%的回收废钢。
今天的钢制品将成为明天的容器、列车、桥梁或建筑物。

钢铁行业持续不断开发新型钢。
2018 年，钢铁行业将收入的

8%

用于资本投资项目、科研和工艺改进。

钢材品种繁多，大约有

3,500

余个钢种，不同的钢种级别对应不同的物理性能、化学性能、环境适应性、允许的厚度和形貌。每个钢种有其独特性能满足相应的应用。

在当前使用的 3500 种钢材品种中，有超过

75%

的品种在 20 年前是没有的。

平均而言

每生产**1吨钢，平均排放1.89吨二氧化碳。**

因为使用化石燃料，钢铁行业占全球直接排放量的 7% 至 9%。

大部分二氧化碳来自于钢铁生产过程中的化学反应。

钢铁行业正在共同采取多项举措，
开发突破性钢铁生产技术，
希望将二氧化碳排放量减少

50%

以上，并逐步彻底改革生产工艺。

为了防止钢材暴露在水和氧环境中，
产生化学反应形成铁锈（氧化铁），
很多钢材需要进行

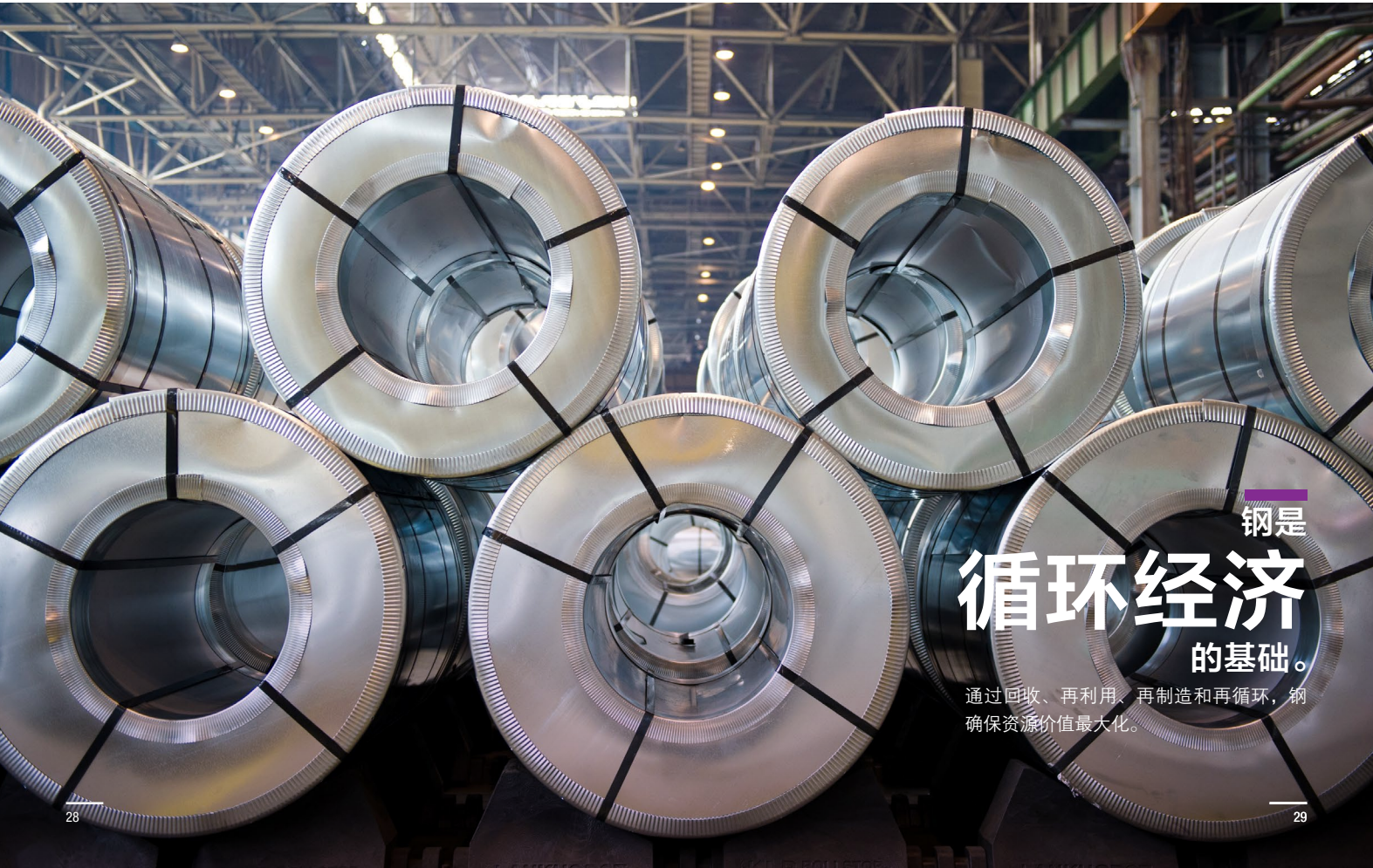
涂镀层处理。

汽车表面涂漆，
冰箱和其他家电产品表面搪瓷等等。

耐候钢

有防锈设计，
使用氧化涂层进行防护，
不必涂漆。

我们为什么为钢感到自豪？



钢是循环经济的基础。

通过回收、再利用、再制造和再循环，钢确保资源价值最大化。

钢铁行业有效使用资源，
产生极少废弃物。
2019 年，钢铁行业实现了

96.3%

的原料转化率：

64.9%

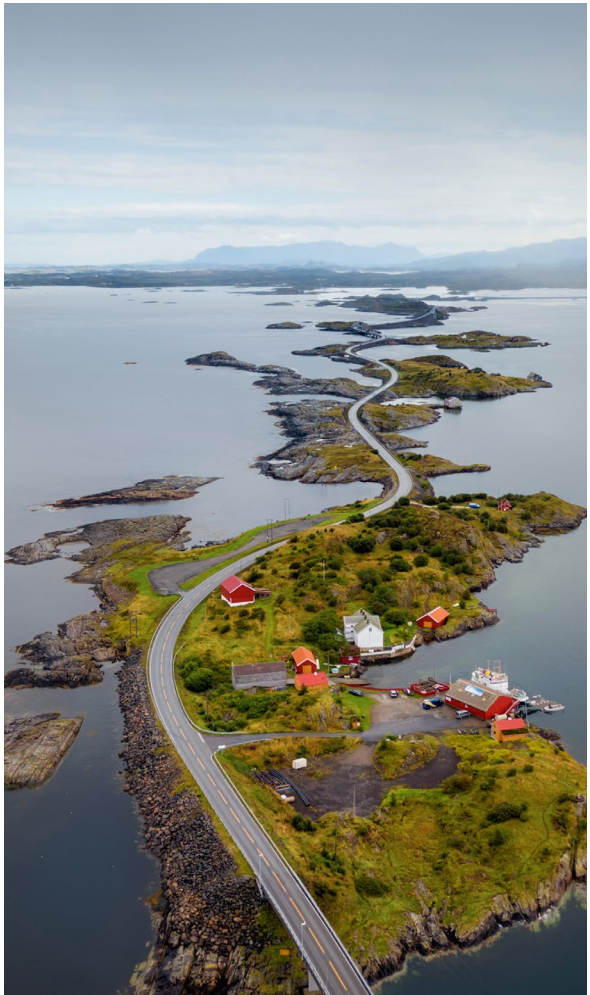
被转化成为钢材。

31.3%

被转化成为共生产品。仅有

3.7%

变成废弃物。



钢铁行业的共生产品几乎可以

100%

再利用。

炉渣

可用于水泥、道路施工、肥料、水利工程和海底造林。

工艺气体

可用作发热和 / 或发电。

乳剂和油料

可用作还原剂。

铁氧化物和锌

可从粉尘和尘泥中回收。

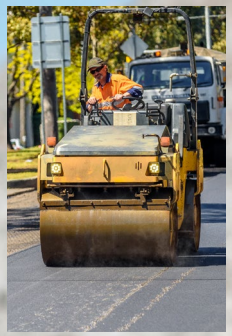
化学物质

可用作化学行业的原料。

炉渣 是钢铁行业中体积最大的固体共生产品。平均而言，高炉 – 转炉路线生产一吨粗钢约产生

400千克 炉渣，电弧炉路线约产生

170千克 炉渣。



在欧洲，

77%

的炼钢炉渣被用于生产水泥和铺路材料。其余回收炉渣被用于其他用途，例如，肥料、金属应用、水利工程等。

根据国际能源署的统计，通过利用炉渣水泥代替水泥熟料，这将大幅减少每年的能源消耗量和二氧化碳排放量——最多可以减少 5 亿吉焦能耗，以及

2 亿吨二氧化碳排放。

钢铁生产的工艺气体

可用于发热和发电。当工艺气体得到完全利用时，能够提供钢厂电力需求的

60-100%。

目前正在开发将钢铁工艺气体转化成甲醇和乙醇的技术，在保护能源的同时，还可以

减少运输等行业对化石燃料的需求。

从 20 世纪 60 年代起，每生产一吨钢所需的能耗

已减少

60%

这促进了二氧化碳强度的大幅降低。

每生产一吨钢的平均能耗从 20 世纪 60 年代的 50 吉焦 / 吨，下降到当前的大约

20 吉焦 / 吨。

钢铁行业

大约 90% 的用水

经过净化和冷却后，被重新返还给水源地。大部分损耗由于蒸发导致。返还给河流和其他水源地的水往往比提取时更加干净。

河钢集团唐钢公司在华北新建的废水处理中心拥有每小时处理 6000 立方米废水的能力：在其处理的废水中，3000 立方米是工业废水，3000 立方米是城镇废水。每年，该中心节省 2450 万吨淡水，

废水回收再利用率高达 100%。

钢是世界上回收利用率最高的材料。

钢具有磁性，易于从废物流中回收，且回收成本较低。

每年回收大约

6.3

亿吨废钢

与从矿石中提炼钢相比，每年可以减少将近 9.5 亿吨二氧化碳排放。

按照行业计算，以下几个下游行业的全球钢材回收率预计至少可以达到以下数值：

85% 建筑

90% 汽车

90% 机械

50% 电气设备和家用电器

自 1900 年以来，已有超过

250

亿吨废钢

得到再循环。这使得**铁矿石消耗量减少大约 350 亿吨，煤炭消耗量减少大约 180 亿吨。**

再循环节约了大量的能源和原料

每再循环 1 吨废钢，可以减排 1.5 吨二氧化碳、节约 1.4 吨铁矿石、740 千克煤炭以及 120 千克石灰石。

钢制品经久耐用。

钢制品的平均
使用寿命约为

40 年。

对于使用寿命长的产品应用，例如建筑物或基础设施等，我们需要等上 100 年以上，才可进行再循环。如果是钢质包装，生产和再循环之间的相隔时间可能只有几个星期；如果是汽车，这个时间可能长达 15–20 年。

由于钢具有耐久性，许多钢制品都能在使用寿命结束后得到再利用。钢制品的再利用

延长了产品寿命，

因此也保护了资源。许多钢铁公司和钢制品制造商在设计产品时，越来越倾向于再利用。

2000 年，在英国斯劳建造了一处建筑面积 3320 平方米的仓库；2015 年，该仓库被迁移到其他地区，重建保留了相同的钢制结构。该项目带来的节约量化如下：

与同类新建建筑相比，竣工时的隐含碳量减少

56%。

与同类新建建筑相比，成本节约

25%。

钢制品易于再制造，废旧产品可以恢复如新，例如汽车发动机和风力涡轮机。

再制造的涡轮机能够使得风电站在远超设计寿命的情况下，保持峰值运行。再制造过程能够延长涡轮机的寿命长达

20年

同时使得原始

投资收益翻一倍。

再制造发动机比生产全新发动机所需能耗降低高达

83%

其相应减少的二氧化碳排放达 87%。此外，与购买全新发动机相比，消费者可节约的成本高达 53%。

新开发的轻型高强度钢使所应用的产品实现 25–40%

重量减重及强度增加。

这些新型钢材帮助其它下游行业减少环境足迹。

空气污染

控制是钢铁行业亟待解决的首要问题。

钢铁行业拥有先进技术来管理最常见的排放污染物（硫氧化物、氮氧化物、粉尘、重金属），以满足日益严格的监管要求。

世界各地的钢铁企业

100%

持有环保排放管理许可证。

钢铁厂的袋式粉尘过滤器一般能够达到

99%

以上的除尘效率，即使粉尘颗粒极小。

蒂森克虏伯钢铁公司已经为杜伊斯堡厂区的烧结厂装备了钢铁行业规模最大的袋式粉尘过滤器之一。该过滤器将粉尘排放物减少了 99.99%。该过滤器由

4.4 万

多个极细滤袋组成，每个滤袋长达三米，总纤维面积达到 4.5 万平方米。

几乎每种温室气体减排技术都依赖钢，

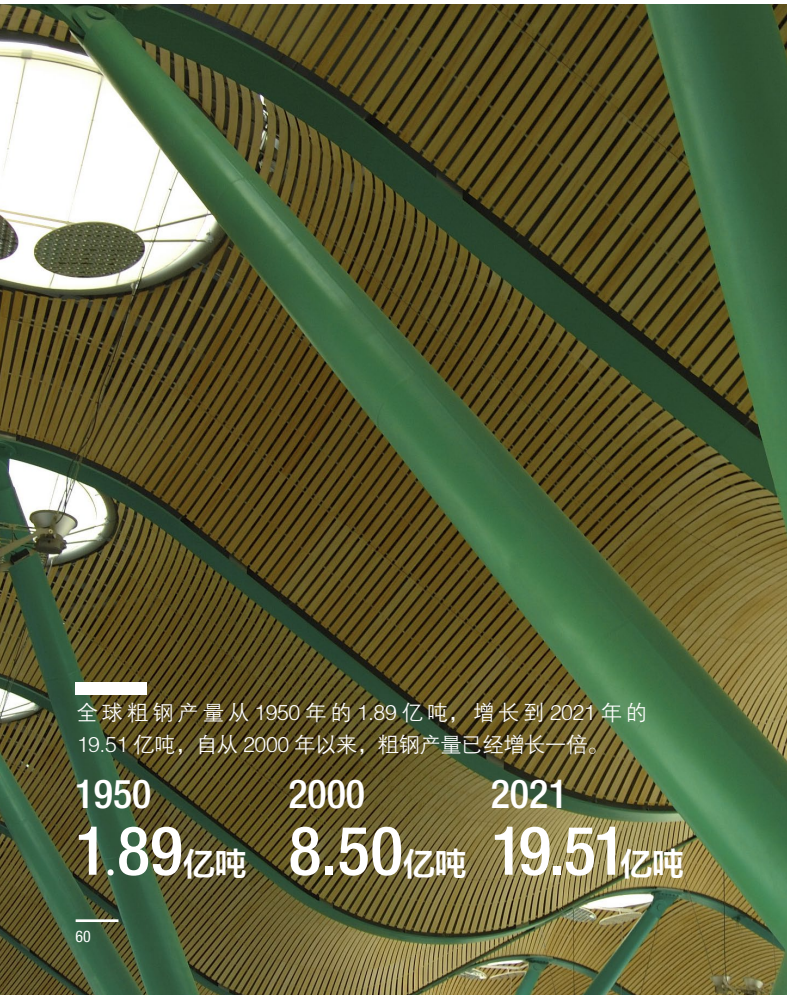
包括热能和可再生能源生产、电气化、大宗运输以及氢能经济等。如果没有钢，《巴黎协定》的目标将无法实现。

钢铁业致力于建造一个零事故的工作场所，

并且每年在钢铁行业安全生产日期间举行全行业范围的安全隐患排查活动。2018 年，误工工伤率降到 0.85，过去 15 年以来伤害率下降了大约 82.3%。

钢对于社会的价值是什么？

社会经济的繁荣发展与钢密不可分，钢带动了经济增长，使人们过上了现代化的生活，并帮助数以百万的人摆脱了贫困，时至今日，钢仍旧在发挥上述的作用。

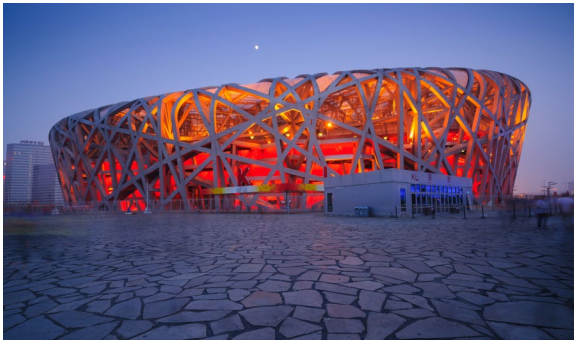


全球粗钢产量从1950年的1.89亿吨，增长到2021年的19.51亿吨，自从2000年以来，粗钢产量已经增长一倍。

1950	2000	2021
1.89亿吨	8.50亿吨	19.51亿吨

2020年全球粗钢总量相当于建造

44,702 个北京国家体育馆的用钢量。



2021 年，前几大产钢国分别是：

中国	印度	日本	美国	俄罗斯
10.328亿吨	1.182 亿吨	9630 万吨	8580 万吨	7560万吨

2021 年

排名前5位产钢国的钢产量占全球钢产量的 **72%**

排名前10位的产钢国占全球钢产量的 **83%**

排名前50位的产钢国占全球钢产量的 **99%**

钢产量占比（%）

	2000	2021
中国	15.2	53.0
欧洲	24.7	10.5
印度	3.2	6.1
北美	15.8	6.0
俄罗斯和其他独联体国家 + 乌克兰	11.7	5.4
日本	12.6	4.9
其他亚洲国家和大洋洲	4.2	4.7
韩国	5.1	3.6
非洲和中东	2.9	3.4
南美	4.8	2.4

根据我们的统计，规模最大的单体钢厂是浦项制铁的光阳钢厂，2017 年，光阳钢铁厂的碳钢产量达到 2140 万吨。以平均每辆汽车含有 900 千克钢计算，这相当于每年生产

23,800,000

辆汽车或每天生产

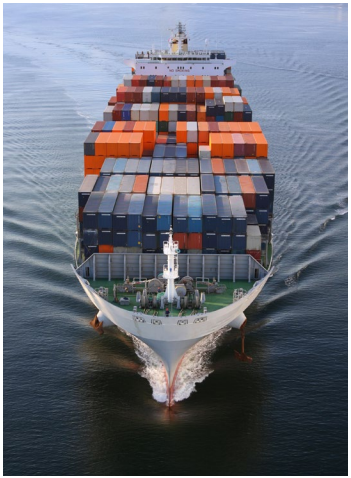
65,205

辆汽车。

大约

25%

的钢进入国际贸易。



今天全球用钢量
人均超过

233

千克。

到

2050 年，

为满足我们不断增长的人口需求，预计用钢量与目前水平相比将增加月 20%。

2019年，钢铁行业向社会
直接和间接分配的价值约

1,663

亿美元，

占其总收入
的 98%。

全球超过

600 万人

在钢铁行业从事工作。

钢铁厂内部雇员人数（炼钢雇员人数）**200万**

提供支持服务的人数（协议工）**150万**

钢铁行业带动的就业人数（轧制、冲压、服务中心、贸易等）**250万**

钢铁行业每创造1个就业岗位，就会间接带来8.1个就业岗位，换言之，钢铁行业为

4930 万人提供了就业。

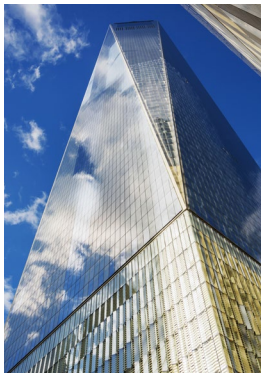
钢
的用途

钢是现代化社会发展的基础材料。钢广泛应用到建筑、铁路、公路、汽车和家电等各行各业中。人民生活所需的食物和水的输送及能源的开采及输送都离不开钢。

2019 年，全球钢消费量达到 17.68 亿吨。下游用钢市场的耗钢比例如下：

建筑物和基础设施	52%
汽车	12%
金属制品	10%
机械设备	16%
其他运输业	5%
家用电器	2%
电气设备	3%

在众多建筑材料中，钢的强度 / 重量比最高，可降低建筑物的重量，因此地基基础埋置深度不会太深，建造成本也更低。



使用先进高强度钢材代替常规钢材

使得建设高层建筑的用钢量与 50 年前相比降低

50%。

多层钢制结构建筑通常比同等混凝土结构建筑轻 **50%**

钢制桥梁比混凝土桥梁轻 **4-8** 倍。

因为有钢，

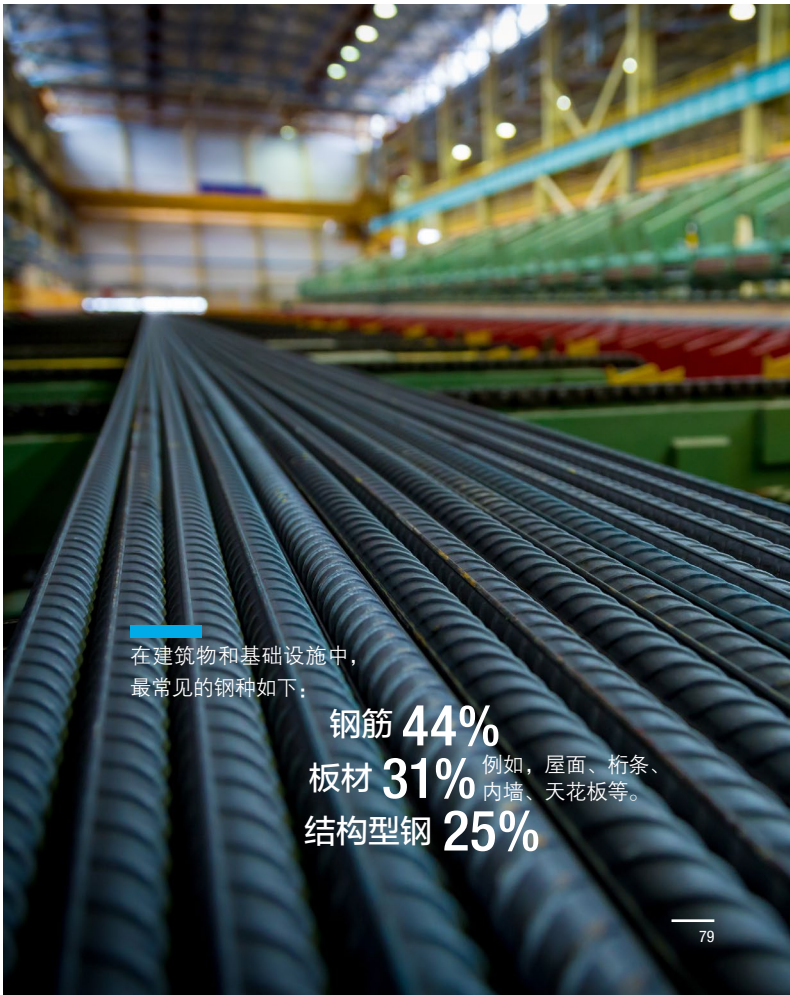
摩天大楼

才成为可能。位于伊利诺伊州芝加哥市的纽约家庭大厦建成于 1885 年，**是首座采用钢结构支撑的 10 层建筑。**

2020 年，
全球高度在
200 米以上的建筑物总数为

1,737

座，而在 2000 年只有 263 座，增长了 557%。



在建筑物和基础设施中，
最常见的钢种如下：

钢筋 44%

板材 31% 例如，屋面、桁条、内墙、天花板等。

结构型钢 25%

1937 年，建造金门大桥消耗的钢为 8.3 万吨。今天，只需要当初的

1/2。

钢可增加桥梁的跨度，大跨度桥梁**缩短了旅行时间和距离**，在节约燃料的同时，也减少了二氧化碳的排放。

桥梁贵在耐久。1883 年，纽约布鲁克林大桥成为全球首座承担运输任务的钢制桥梁。130 年后的今天，这座大桥仍然每天承载大约 15 万辆汽车和行人。

安赛乐米塔尔公司得到同行广泛认可的 Steligence® 项目证明，如果使用同级别最佳钢制解决方案，建造一座柱间距离 13 米的 8 层建筑，建造速度将是同类混凝土建筑的两倍，节约施工成本高达

24%，

并且拥有更大的使用空间。

Steligence® 是安赛乐米塔尔公司的注册商标。

钢制建筑的设计越来越倾向于重复利用，因此更方便拆装，确保节约主要的环境资源。据估计，建筑物再利用节约的二氧化碳量为每千克钢材节约

1 至 1.5 千克二氧化碳。

在地震高发地区，混凝土建筑的地基比轻型钢架解决方案结构

重 75% 。

另外，钢架结构还具有延展性和灵活性的优势。

一般建造一座 180 平方米的木结构房屋，需要用到 20 棵树。而钢结构房屋只需要 5 辆报废回收的汽车。

钢结构建筑不会

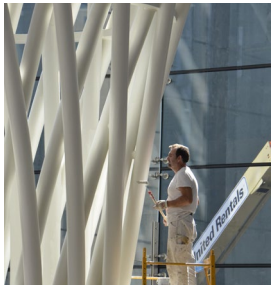
像木制建筑那样发生翘曲、弯曲、开裂、膨胀、收缩、遭遇白蚁和霉菌的侵蚀或腐烂。

美国每年大约有 60 万处住房被白蚁破坏。在发现白蚁造成的破坏之后，业主平均需要花费

3,000 美元

进行修复。

钢结构本身不可燃烧，不会被烧焦，也不会造成火焰蔓延或者增加火焰烈度。



为防止钢结构的承重能力在遇到高温后降低，钢结构表面涂有

耐火层

或者包裹耐火材料。

汽车制造商采用

先进高强度钢（AHSS）

减少汽车重量，以提高内燃机的燃油经济性，以及增加蓄电池电力传动系的行使里程。

1908 年，倍受赞誉的

首个量产车型

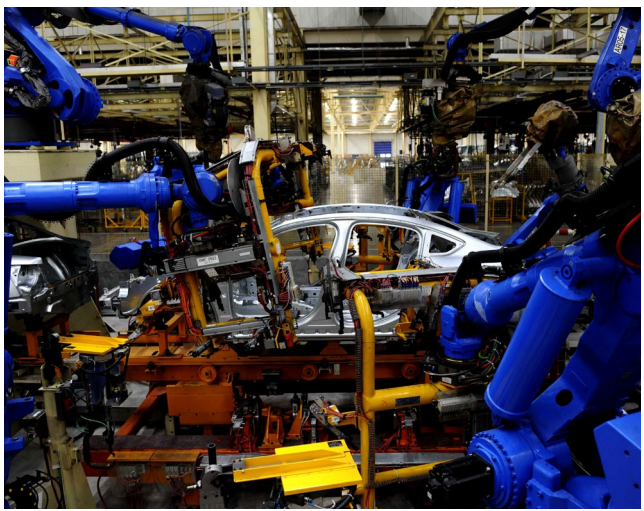
福特 T 型车驶离生产线。当时的工程设计师已经在机轴、锻造前轴和轮轴等临界应力部件上，使用一种名为“钒钢”的高强度轻型材料。

汽车制造商越来越多地采用先进高强度钢，以满足最新颁布的、更为严格的燃料效率法规。今天，车身结构所含的先进高强度钢超过 50%。

今天，车身结构钢强度能够达到

1,900 兆帕。

这比 50 年前高出近 10 倍。



当我们采用全生命周期评价方法，

比较功能对等的汽车组件时，

先进高强度钢的性能一直领先于低密度竞争材料并且在生产阶段排出的二氧化碳量，

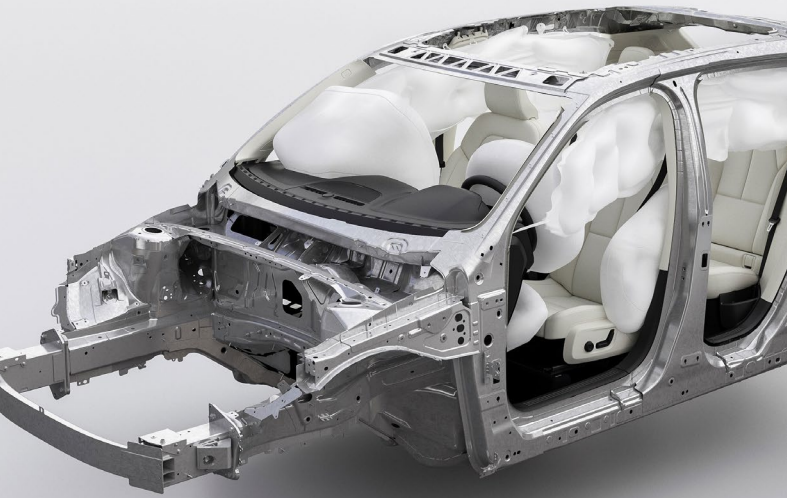
比铝或碳钎维

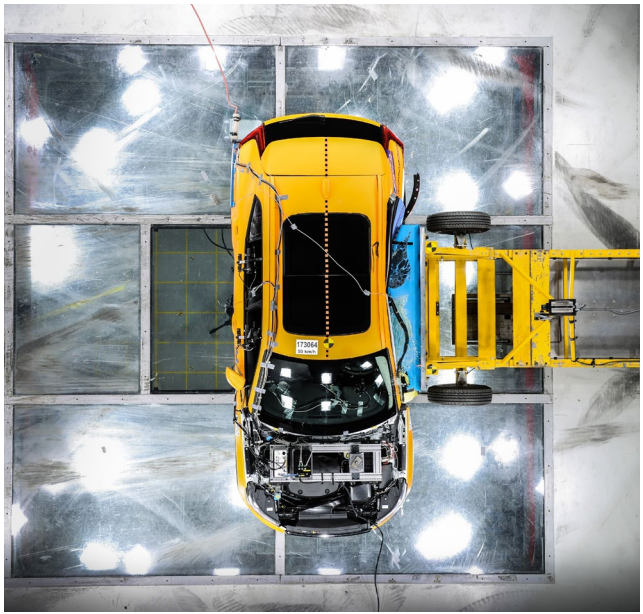
低 5 倍，

比镁

低 7 倍。

汽车制造商采用先进高强度钢，打造更加安全的汽车。有些等级的先进高强度钢经过工程设计，能够吸收前部撞击等产生的撞击能量，还有些等级的先进高强度钢可以偏转侧面撞击等产生的撞击能量。





沃尔沃 XC40 通过在安全笼上使用

热成型硼钢，

能够在各种撞击情形下，达到最高程度的乘员保护。这部分钢只占车身总重量的 20%。XC40 被评选为 2018 年欧盟年度车型。

汽车制造商选择钢作为电动汽车的车身材料，

因为钢是兼具轻量化、安全性、保护蓄电池、经济性的材料。

雪佛兰 Bolt 电动汽车使用材料如下：钢材占 80%，其中 44% 为先进高强度钢。

现代 Kona 电动汽车使用材料如下：先进高强度钢占 52%。

没有

钢，

就没有电动汽车。

硅钢是建造电动汽车的发电机和马达的核心材料。

罐装食品

保留了高品质的营养成分和维生素。与大众认知相反，罐装水果和蔬菜

没有使用任何化学防腐剂

而是通过高压加工技术进行保存食物——高压加工技术可以杀灭细菌。

钢罐用于超过

1,500

种食品和饮料的包装，另外还有涂料、健康和美容产品以及家居产品。罐装食品是今天最具抗破坏性的食品包装方案。

在过去 20 年间，钢罐重量平均减少

33%。

三片式食品罐的厚度从 1986 年的 0.2 毫米，降低到今天的 0.12 毫米。

2019 年，欧洲钢制包装材料的平均再循环率达到 84% 的历史新高。德国、比利时以及荷兰的再循环率超过 90%。2019 年，日本钢制包装材料的再循环率达到惊人的 **93.3%**。

每个再循环钢罐
能够节省的

二氧化碳量为其重量的

1.5 倍。

一个再循环钢罐能够节省的能量相当于：

洗 **1** 次衣服

看 **1** 小时电视

或者点亮 10 瓦 LED 灯泡 **24** 小时

在欧洲，钢罐包装的市场占有率如下：

加工食品	54%
饮料	12%
一般生产线产品	14%
封闭器	9%
气雾剂	8%
其他	3%

钢对于保障全球能源供应至关重要，无论是热能、核能，还是水电能、潮汐能、风能、地热能和太阳能等可再生能源。

在石油和天然气行业，从钻探和抽取到加工和分配，

钢

是最核心的材料。

运输管道必须在极为苛刻的环境条件下，满足特定需要。

运输管道能够承受

400℃以上和 −40℃以下的极端温度。

运输管道必须在整个生命周期确保绝对的可靠性，这个周期可能

长达

50年。

世界上最长的大位移井位于俄罗斯远东鄂霍次克海平面以下

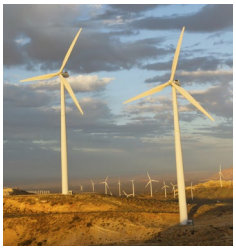
15,000 米。

钢具有高强度、耐久性及其他冶金属性，是核工业的主要材料。

可再生能源在助力实现《巴黎协定》的目标过程中将发挥关键作用，而发展可再生能源需要大量使用钢。

水电是目前主要的可再生能源，2017 年，水电占全球可再生能源装机容量的大约 53%。三峡大坝是世界上规模最大的水电站。大坝建筑结构使用了

750,000 吨钢，足以建造 102 座艾菲尔铁塔。



一台风力涡轮机 84% 到 90% 由钢材制成，这些钢被用于制造他加、吊舱和转子。一台风力涡轮机平均使用

300-600 吨钢。

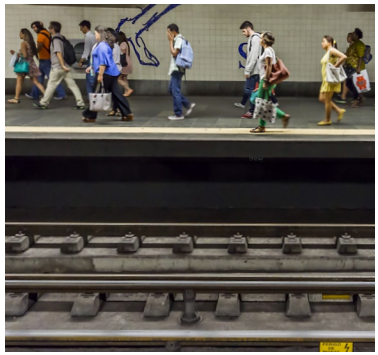
钢为生产更可靠、更高效的风力涡轮机提供了所需的强度。

在所有可再生能源中，太阳能发展速度最快，目前占全球可再生能源装机容量的大约

25% 钢被用于建设太阳能发电装置的地基、水泵、压力罐和换热器。

钢是铁路运输的重要材料。与其他运输方式相比，铁路运输具有明显的环保优势。

钢轨



100%

由钢制成。在正常情况下，钢轨使用寿命在30至35年之间。高压强型钢（例如，地铁线的紧实曲线）可以使用12年。当钢轨被转移到低速路线时，还可以增加5.5年使用寿命。

世界上最长的单根钢轨长

150

米。这是50年前的6倍。

今天，全球铁路网的长度是

1,051,767 千米。这相当于绕地球26圈。

与乘坐飞机和驾驶汽车相比，乘坐列车分别可以减少二氧化碳排放

91% 和 88%。

在同样行驶 600 千米的情况下，飞机将排放 93.0 千克二氧化碳，汽车将排放 67.4 千克二氧化碳，而高速电力列车仅排放 8.1 千克二氧化碳。

钢占高速列车质量的大约

10-15%。

高速列车的主要钢制组件是转向架（列车下方结构，包括车轮、转轴、轴承、转向架构架和马达）。大部分货运列车都由钢制成。

海上运输是最环保、
最经济的运输方式。

船体由许多钢板拼合焊接而成。轮船运输 1 吨货物航行 1 千米，排放的二氧化碳为 3 克，而列车和重型卡车的排放量分别为 45 克和 560 克。

海运成本通常比空运低 12–16 倍。

目前全球使用的货运集装箱大约有 **17,000,000** 只，大部分为钢制。

据经合组织估计，许多发达城市的水量损耗率为 17–30%。在东京，将旧铅管和铸铁管更换成不锈钢管之后，有记录的水量损失从

17% 降到仅有 2%。

重型农业机械压实了土壤，降低了土地长期生产粮食的生产能力。高强度钢能够在不影响农业机械耐用性的前提下，使农业机械减重 30–50%。

不锈钢具有惰性，并且便于清洁和消毒，因此是制造卫生器具的理想材料。不锈钢耐磨损和刮擦，这使得不锈钢的使用寿命高于竞争材料，也因此给不锈钢带来显著的生命周期成本优势。

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。

关于信息来源和图片原作者，参见以下链接：
https://www.worldsteel.org/about–steel/steel–facts

本出版物采用的是经过森林管理委员会认证的环境责任纸品。

steelFACTS
© World Steel Association 2018
ISBN 978-2-930069-90-6

设计: Make Alias London Limited

World Steel Association

Avenue de Tervueren 270
1150 Brussels
Belgium

T: +32 2 702 89 00
F: +32 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