

不锈钢与二氧化碳：事实与科学观察





内容

介绍

一般事实

不锈钢的生命周期

CO2 排放

矿石和铁合金生产中的CO2 排放

与工厂生产不锈钢所需电量相关的CO2排放量

直接生产排放量

附件：结果汇总

参考文献及资源：

介绍

2015年6月15日

与其它行业一样，不锈钢行业也在努力减少CO₂排放。这份文件的目的是澄清这些排放量以及他们的来源。为了实现这些目标，我们从下面三个方面来量化CO₂：

1. 矿石的开采与加工，铁合金的生产，包括生产过程中所需的电量。
2. 不锈钢业所消耗的电量。
3. 不锈钢厂的生产过程。

本调研使我们能够确定不锈钢生产中的CO₂的主要排放源，并更好地了解不锈钢工业中从矿源到生产厂的CO₂排放。

一般事实

“不锈钢”是一个术语，用来描述具有良好性能，非常多样化、且最低含铬10.5%的金属系列。铬是实现金属“不锈”特性的必要元素。其他合金元素（如镍、钼和铜）赋予了广泛的机械和物理性能。

从家用餐具到化工容器，不锈钢都得到了广泛应用。不锈钢的耐腐蚀、耐污染，以及低维护和100%可回收利用性使其成为众多应用的理想选材。事实上，它良好的机械性能促进了不锈钢在建筑和公共设施中的应用，如铁路、地铁、隧道和桥梁工程。不锈钢还经常用于食品储罐和运输车辆，因为其容易清洁，具有良好的卫生性能。不锈钢在商用厨房和食品加工厂也得到了广泛的应用，由于它可以蒸汽清洗和消毒，并且不需要任何附加的表面处理。（ISSF 2009）。

生产不锈钢有两种基本的工艺路线：基于矿石原料生产或者基于回收材料的生产。第一种方法使用高炉（BF），主要原料是煤炭和矿石。第二种方法使用电弧炉（EAF），主要采用废钢和电。电弧炉方式是制造不锈钢的主要工艺路线。事实上，80%以上（估计）的新生产不锈钢都是电弧炉方式生产的。

对于不锈钢工业，废钢有很高的利用价值。唯一的限制是废钢的供应，尤其是在新兴国家。不锈钢的耐用性限制了其废钢的供应。例如，建筑用不锈钢能够使用许多年，我们不能在这个建筑拆除之前再重新使用它。

不锈钢是100%可回收的，是循环利用率最高的材

料之一。据估计，至少80%的不锈钢在生命周期结束后被回收（表1）。根据类型、地点和不锈钢废钢的供应，通过电弧炉生产不锈钢在经济上非常有优势。此外，不锈钢的回收体系非常有效并且不需要补贴。

在过去的十四年中，全球已生产了大约4亿吨的不锈钢（见图1）。在短短的十四年间，全球不锈钢产量从不足2000万吨增至4000余万吨。全球不锈钢应用的增长率一直所有材料中最高的（ISSF, 2015）。不锈钢的特性，如100%可回收利用，可重复使用性，持久性，低维护性和产品安全性，或许可以解释这一增长。

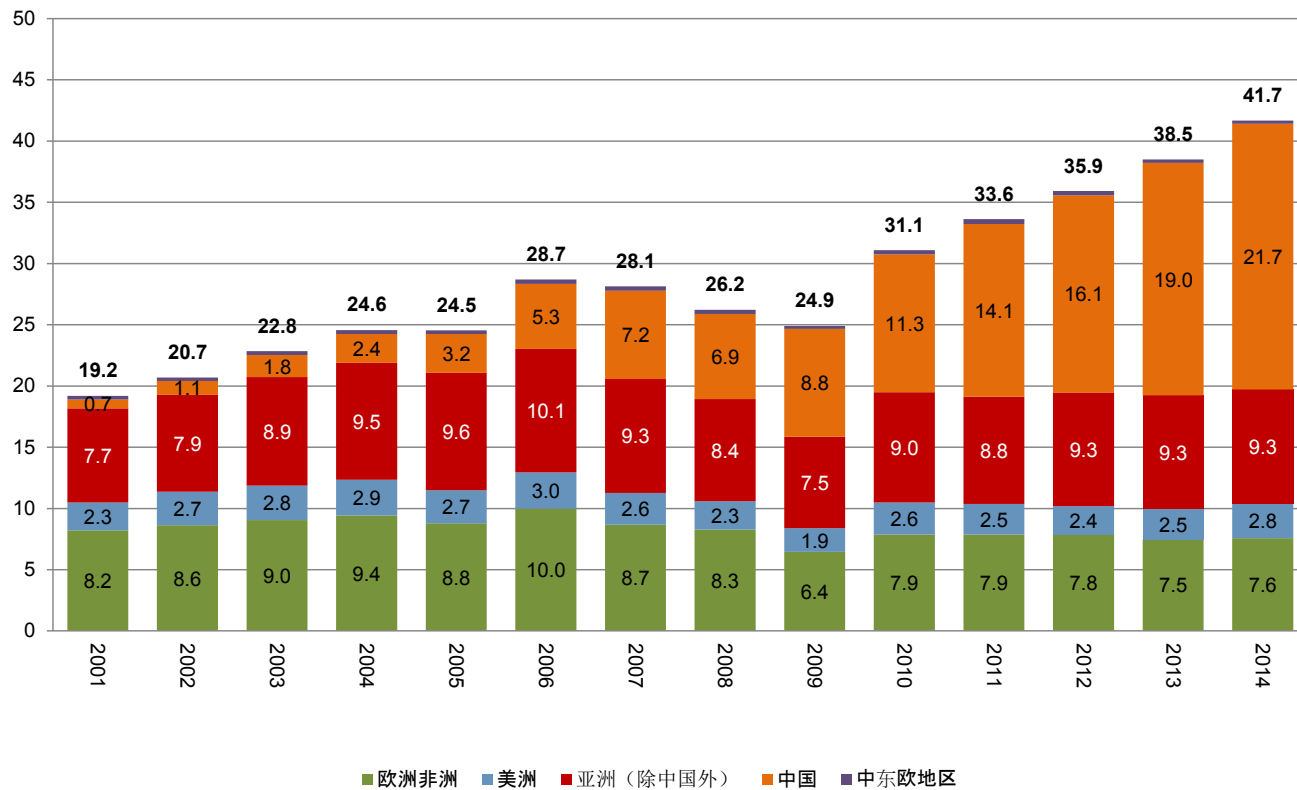


图1 不锈钢粗钢产量，2001-2014年，单位：百万公吨
资料来源：ISSF，2015



不锈钢的生命周期

耶鲁大学（2013年）通过确定材料周期的四个主要阶段来描述不锈钢的生命周期：

1. 生产过程：包括不锈钢的全部生产过程，即从粗钢生产到制造业所使用的板材和长材成品。
2. 后续加工和制造过程：成品不锈钢被不同的终端部门加工成最终产品。
3. 使用阶段：不锈钢产成品被终端用户所使用，并一直保留在该产成品的生命周期中。
4. 循环利用和回收阶段：产品即将报废后，或者被回收利用，或者被填埋处理掉。

不锈钢的生命周期如图 2 所示。图中显示的是 2010 年原料、终端产品、回收和消耗不锈钢的数据。

图 2 中，通过关联废钢的产生和使用，我们能看到了不锈钢的整个流程。根据耶鲁大学研究，不锈钢生产原料中大约 50% 是废钢（不锈钢废钢和碳钢废钢），50% 是新的不锈钢原材料。由耶鲁大学（2013 年）进行的研究也提供了在六个主要应用领域，不锈钢生命周期的关键估值（表 1）。

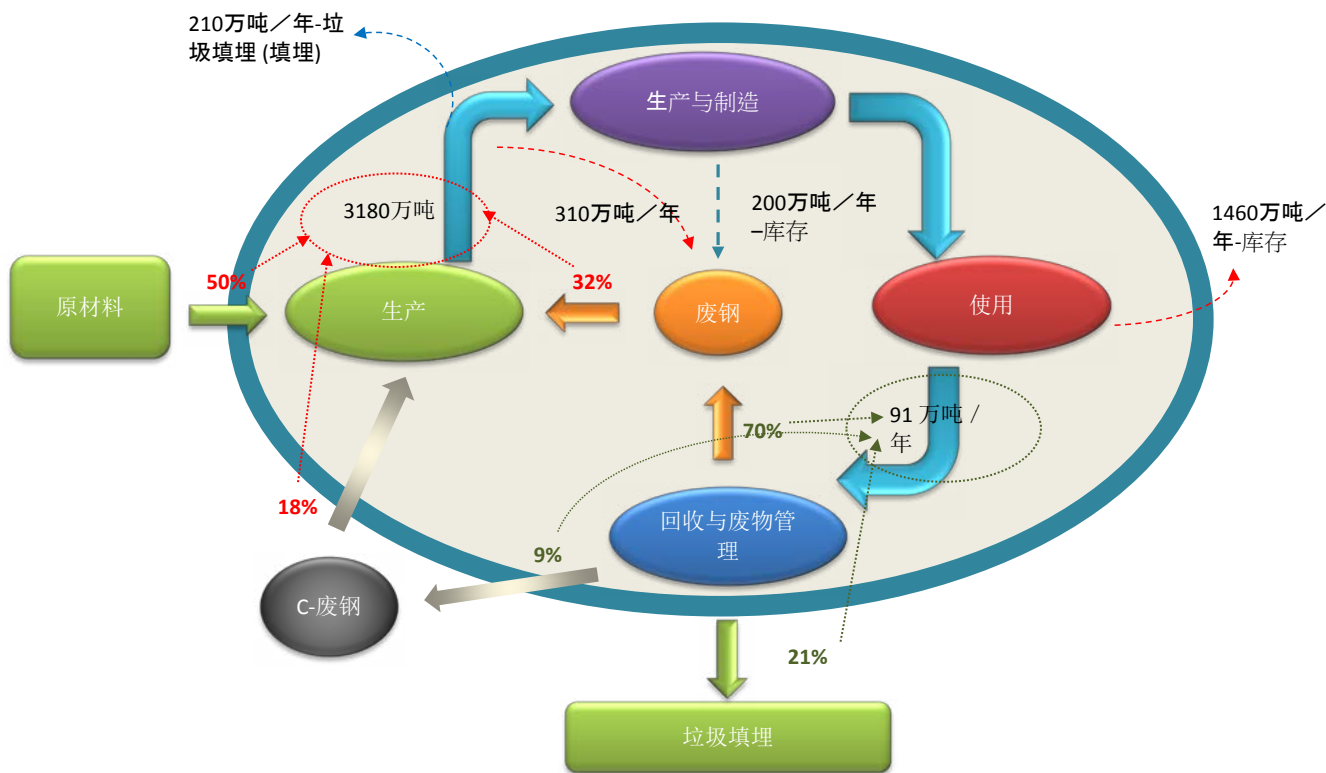


图 2 2010年不锈钢的生命周期
资料来源：耶鲁大学/ISSF不锈钢项目，2013年



| 最终用途 | 平均寿命 (以年计) | 垃圾填埋 | 回收循环 | | |
|----------|------------|------|------|-----|-----|
| | | | 合计 | 不锈钢 | 碳钢 |
| 建筑与基础设施 | 50 | 8% | 92% | 95% | 5% |
| 交通 (乘用车) | 14 | 13% | 87% | 85% | 15% |
| 交通 (其它) | 30 | | | | |
| 工业机械 | 25 | 8% | 92% | 95% | 5% |
| 家用电器与电子 | 15 | 30% | 70% | 95% | 5% |
| 金属货品 | 15 | 40% | 60% | 80% | 20% |

表 1 不锈钢在主要应用领域的使用寿命
(资料来源: 耶鲁大学/ISSF不锈钢项目, 2013年)

CO2 排放

在过去的几十年里, CO2 排放量已经成为社会关注的焦点, 因此, 政府制定了新的环境政策来控制 and 测量CO2 的排放量。不锈钢行业, 就像其它任何行业一样, 也量化分析并披露了其排放指标。最近由国际不锈钢论坛 (ISSF) 进行的可持续发展研究表明 (2007 到2013 年期间), 不锈钢在生产和使用中排放量非常小。

为了更清楚地量化不锈钢在生产过程中的CO2 排放, 我们将从以下几个角度来确认CO2 的排放量:

- 矿石的开采、加工以及铁合金的生产, 包括生产过程中所需的电量。
- 不锈钢生产所消耗的电量。
- 不锈钢工厂的生产过程。

矿石和铁合金生产中的CO₂ 排放

不锈钢生产过程中的这部分CO₂ 排放包括生产铬镍金属以及碳钢废钢时原材料的提取和处理所产生的。采矿及铁合金生产过程中所需的电也包括在内。

生产不锈钢的所需的主要原料是不锈钢废钢、碳钢废钢和铁合金，如镍铁，铬铁和钼铁。表 2 显示了提取每种原材料的CO₂ 排放量。

如果仅仅用原材料来生产不锈钢，铁合金产生的CO₂ 排放量将达到4.2 吨/每吨不锈钢。但是，CO₂ 排放量将随着不锈钢废钢使用量的增加而减少。

平均而言，不锈钢生产中，每吨不锈钢中约50%来自不锈钢废钢（ISSF废钢研究，2013年）。因此，CO₂ 的排放量为低于2.0吨/每吨不锈钢。

不锈钢高效的回收利用率意味着CO₂排放量降低了52%。（ISSF估计值，2013年）

| 原材料（吨CO ₂ /吨） | 元素含量 |
|--------------------------|--------------|
| 8.7 | 镍铁中含29%的镍 |
| 6.0 | 铬铁中含56.5%的铬 |
| 8.5 | 钼铁中含65%的钼 |
| 1.4 | 碳钢废钢中含100%的铁 |

表 2 不锈钢生产所需原材料的CO₂排放
来源：镍业协会2011年度数据基础上的2014年镍铁LCA数据；2007年LCDA的铬铁LCI数据；2005年度IMO A的数据；国际钢协2000年LCI研究的废钢CO₂数据。

与工厂生产不锈钢所需电量相关的CO₂排放量

国际不锈钢论坛（ISSF）估计，根据2013年收集的数据，与不锈钢厂生产不锈钢所需电量相关的CO₂排放量为0.54吨/吨不锈钢。

直接生产排放量

根据PE国际（2009年）数据显示，在不锈钢厂生产不锈钢期间CO₂排放总量在0.28~0.49吨/每吨不锈钢之间。这其中包括不锈钢生产现场使用燃料的CO₂排放量。确切的量取决于产品的类型。国际不锈钢论坛（ISSF）计算得出类似的值。国际不锈钢论坛（ISSF）计算出平均CO₂排放量为0.44吨/吨不锈钢。

不锈钢工业在CO2排放方面的影响

图3显示了不锈钢生产过程中CO2排放的三个组成部分：原材料（镍、铬、钼和其它）；电和直接生产。

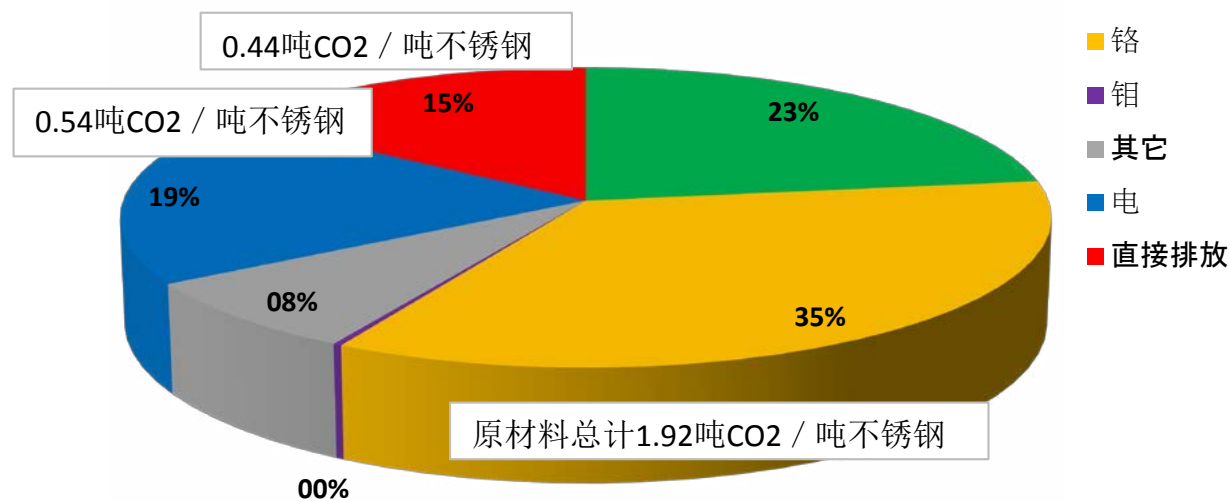


图3 CO2排放的分布
来源：2013年数据由ISSF提供，2015



附件：结果汇总

| | |
|--------|-----|
| %原材料 | 22% |
| %碳钢废钢 | 28% |
| %不锈钢废钢 | 50% |

表 4 钢铁组成
来源：2013年数据由ISSF提供 (2015)

| | |
|--------------|-----|
| 高炉 (BF) | 10% |
| 电炉 (EAF) | 65% |
| 复合法 (BF和EAF) | 25% |

表 5 制造方法
数据由ISSF提供 (2014)

| | |
|-----------------------------|-------------|
| 原材料的CO2排放 (吨CO2/吨不锈钢) | 1.92 |
| 电力与蒸汽的CO2排放 (吨CO2/吨不锈钢) | 0.54 |
| 直接排放 (吨CO2/吨不锈钢) | 0.44 |
| 全部CO2排放量 (吨CO2/吨不锈钢) | 2.90 |

表 6 总CO2排放量
2013年数据由ISSF提供 (2015)



参考文献及资源：

- [1] Hiroyuki Fujii, Toshiyuki Nagaiwa, Haruhiko Kusuno 和 Staffan Malm, 《如何量化不锈钢的环境影响》, ISSF在SETAC北美年会上的报告, 2005年11月。
- [2] Julia Pflieger 与 Harald Florin, “欧洲不锈钢产量的生命周期清单”, PE国际, 2009年。
- [3] Pascal Payet-Gaspard, “不锈钢：可持续性与增长, CRU会议报告”, 2009年9月。
- [4] Barbara Reck and T.E. Graedel, “2010年向国际不锈钢论坛和不锈钢团队所做的《不锈钢全面多层次周期报告》”, 耶鲁大学, 2013。
- [5] Barbara Reck、Marine Chambon、Seiji Hashimoto 以及 T.E. Graedel: 《全球不锈钢循环利用证明中国引领金属工业》
- [6] 《LCI/LCA研究：生命周期清单》PE国际, 2008。
- [7] 《废钢调查》。ISSF, 2008。
- [8] 《什么促使不锈钢成为可持续性材料?》ISSF, 2009年。
- [9] Jeremiah Johnson, B.K. Reck, T. Wang和T.E. Graedel: “不锈钢循环利用带来的能源效益”, 《能源政策》, 2008年第36卷, 第一期, 181~192页。
- [10] 《国际钢协报告：在回收循环中使用国际钢协 LCI数据》。国际钢协, 2008。
- [11] 《生命周期评估研究中如何计算不锈钢的循环利用》。国际钢协, 2009。
- [12] ISSF 《2015不锈钢数据》



帮助

帮助页

目录页

上一页

下一页

上一个试图

关于国际不锈钢论坛（ISSF）

国际不锈钢论坛（ISSF）是非营利研究与开发机构，1996年成立，是国际不锈钢工业的焦点。

成员有哪些？

国际不锈钢论坛（ISSF）有两类成员：公司成员和附属成员。公司成员是指不锈钢生产商（全能工厂和单轧厂）。附属成员是指国家或地区不锈钢工业协会。国际不锈钢论坛（ISSF）现在有65名成员，分布在25个国家。这些成员的不锈钢生产量占总产品量的80%。

发展前景

不锈钢为每天的生活提供可持续性解决方案。

更多信息

如需了解关于国际不锈钢论坛（ISSF）的更多信息，请访问我们的网站worldstainless.org。

如需了解关于不锈钢和可持续性的更多信息，请访问sustainablestainless.org网站。

联系我们

issf@issf.org

+32 2 702 89 00

声明

国际不锈钢论坛相信本文中的信息在技术上是正确的。但对于因使用本手册所含信息导致的损失、损害或人身损伤，国际不锈钢论坛、其成员、员工和顾问明确拒绝承担全部或任何责任。

worldstainless.org