

制造过程—过程排放—产品环境友好程度

——钢铁工业与环境友好的命题

殷瑞钰

1999年9月

工业生产为经济发展和社会进步提供了重要物质基础。工业发展往往引起对环境的污染,甚至影响生态平衡。然而,解决工业环保问题在很大程度上是不同于城市环境治理或是农业环保问题的:从投资方面看,城市环境治理主要是用纳税人交的税金;而工业解决环保问题,往往会影响到工业产品的成本,并且需要企业花费大量投资。作为发展中国家,我国在今后一段时期内仍处于进入工业化进程的途中,如何使中国钢铁工业具有市场竞争力又可以与环境友好地协调发展是重要命题。

1. 环境影响的扩大与环境保护的发展

包括钢铁工业在内的工业对环境影响是分层次的。一般而言,消耗能量所引起的气体的排放,会影响到全球的大气层,诸如地球温室化影响气体的积累、臭氧层破坏等,当然也还有大面积的酸雨区等问题。生产过程中发生的污水及有害液体的排放将影响到江、湖水系、海洋或是地下水,其对生态和社会的影响也是相当强烈的。而各类固体废弃物、粉尘、噪声、震动以及电闪烁等因素也在相当程度上影响操作人员和相关社区居民的健康和生活质量。

由此,可以看出,随着社会生产活动的发展甚至人群生活消费水平的提高,对环境的影响程度越来越大,同时环境保护内涵越来越发展。总的看,大体上是从公害型的污染治理,发展到生产型的环境保护和生活型的环境保护;更深层次、更大影响的则是地球环境问题。图1试图概括环境保护的概念及不同类型环境问题影响的关系。

就环境保护而言,工业生产过程和人类消费过程会造成不同程度的环境负荷:包括资源的摄取度、能源消耗量、污染物排放量及其危害度、废弃物产生量及其回收、处理的难易程度等。

因此,可以看出,环境保护不仅仅是污染物的末端处理问题,更为根本的是工业制造过程和物质消费过程的环境友好问题,工业环境友好的关键是要积极地治本。

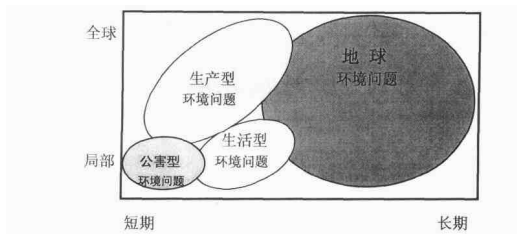


图1：环境保护的概念及不同类型环境问题影响的关系

2. 环境友好的钢铁工业

什么是环境友好的钢铁工业？一般地讲是对环境的负荷最小、甚至不污染环境。因此，可以看成是最佳能源效率与最小环境负荷的钢材生产体系。广义地讲是要“改善环境”和“创造优良环境”。也可以理解为兼顾社会整体节能、降低社会环境负荷的协同优化生产体系——绿色钢材生命周期体系。

所谓绿色钢材生命周期体系，将涉及资源、能源的开采、输送过程、钢材制造过程、加工组装过程、使用过程、废弃过程、回收利用过程等因果链。见图2。因此，对这些过程进行生命周期的分析研究和检测评估也是非常重要的。

如此，则就钢厂而言，环境保护的内涵（见图3）应包括有：

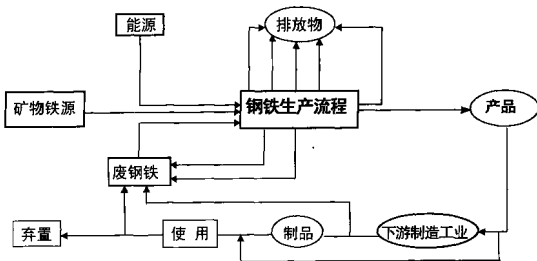


图2. 钢铁产品寿命周期概念

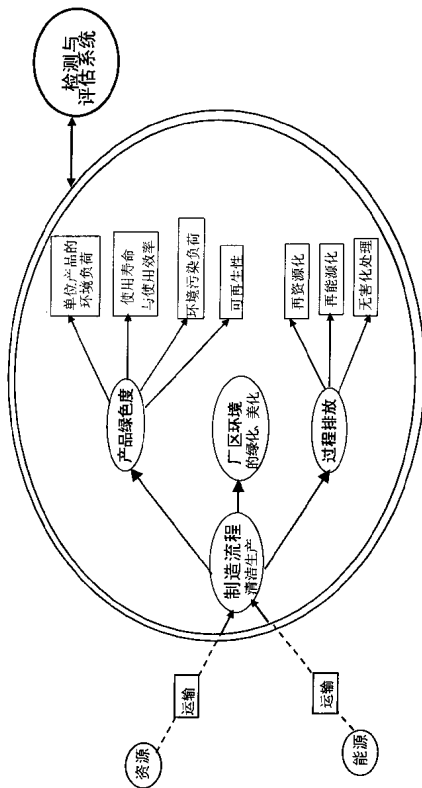
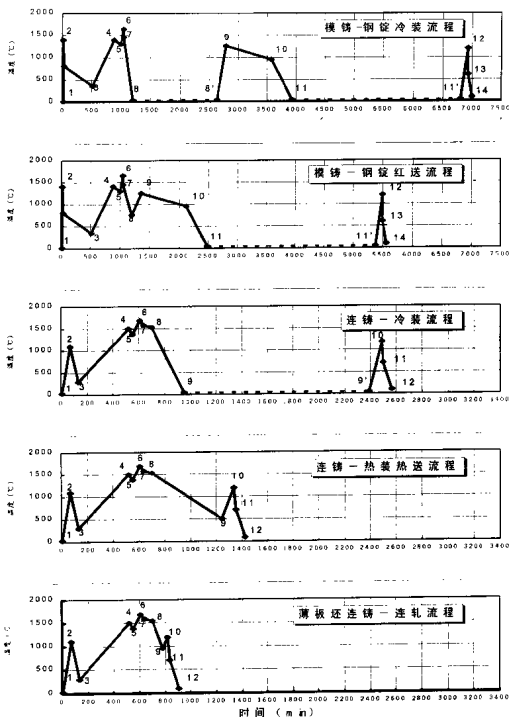


图 3. 钢铁企业环境保护的内涵



模铸流程:

- 1、原料, 2、烧结, 3、矿槽, 4、高炉出铁, 5、兑铁, 6、转炉出钢, 7、浇注, 8(8')、钢锭
- 9、均热炉, 10、初轧机, 11(11')、板坯库(坑), 12、加热炉, 13、精轧机, 14、成品库

连铸流程:

- 1、原料, 2、烧结, 3、矿槽, 4、高炉出铁, 5、兑铁, 6、转炉出钢
- 7、精炼, 8、连铸, 9(9')、板坯库(坑), 10、加热炉, 11、轧制, 12、成品库

薄板坯连铸-连轧流程:

- 1、原料, 2、烧结, 3、矿槽, 4、高炉出铁, 5、兑铁, 6、转炉出钢
- 7、精炼, 8、连铸, 9、板坯输送, 10、加热炉, 11、轧制, 12、成品库

图 4: 关于钢铁生产流程的间歇/连续与紧凑问题的示意图

- 钢铁制造过程——清洁生产过程、洁净钢生产过程。
- 过程排放——再能源化、再资源化和无害化处理。
- 产品的绿色度——产品环境负荷、使用寿命与使用效率、产品对环境的污染负荷、可再生性。
- 钢材生产体系与绿色钢材生命周期体系的检测和评估系统。
- 生产厂区环境的绿化、美化。

3. 钢铁制造过程和环境友好

钢铁制造过程的优化既包括环境友好、可持续发展又兼顾提高钢的市场竞争力，诸如降低成本、提高性能、提高生产效率等。钢铁制造过程正以积极推进 Best Available Technology（最有效技术）为基本，不断使钢铁制造流程从间歇—停顿—流程长向紧凑化—准连续化—流程短的方向发展，以使物质收得率最大化、能源效率最佳化和制造流程时间最小化^[1]。见图 4

从铁矿石+能源—钢材—制品（工程）—废弃—再利用的角度看，分析不同类型钢厂的能源效率和环境负荷是重要的，并在此基础上组成若干区域性的兼顾社会整体节能、降低社会环境负荷、协同优化的钢铁生产体系也是值得提倡的。诸如钢厂与发电厂的结合，钢厂与建筑材料厂的结合，甚至某些地区的钢厂（利用排出的 CO、CH₄、H₂ 等）与石油加工或某些化工厂的结合，可能会成为一种趋势。特别是一些新型还原炼铁装置的开发、应用，将有可能在新厂建设开始时，就进行相应的投资。图 5、图 6 分别示出了钢铁联合企业能源/物质平衡和电炉钢厂的能源/物料平衡^[2]。从中可以看出资源、能源的消耗以及排放量的差别。

必须注意到，就钢厂的环境友好而言，其根本是以节能、提高钢的收得率、改善钢的性能等为核心的钢铁制造流程的优化，它将影响到过程排放、排放物质和产品的“绿色度”。

4. 钢厂生产过程的排放与环境保护

钢厂是资源、能源的消耗大户，在进行钢铁制造过程的同时必然要有不同类型的物质、能源排放。这些过程排放以及排放物质将对环境产生影响。解决这类问题的有效途径是：

4.1 再能源化

排放物质（包括剩余能源）再能源化的问题，主要集中在化学冶金过程中，特别是高炉炼铁系统中。高炉是以还原过程为特征的冶金装置，一般而言，凡属还原装置（包括

Corex、Medrex、HYL 等), 其排放尾气都含有剩余热值, 还包括动能。因此, 为了将之有效载出利用, 开发了一系列剩余能源利用装置, 并可构成网络系统。见图 7。高炉联合企业正在向只买煤、不买电的方向发展。一方面得到便宜的电力, 一方面又减轻了社会环境负荷。

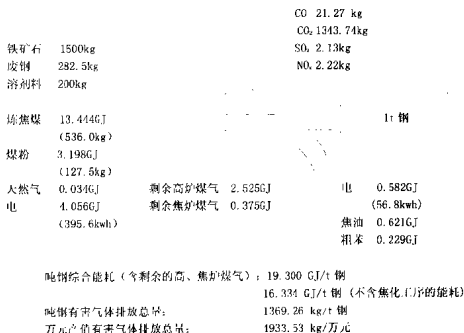


图 5: 联合企业 (买煤、买电方案, 不计入厂外电厂气体排放) 的投入/产出平衡图

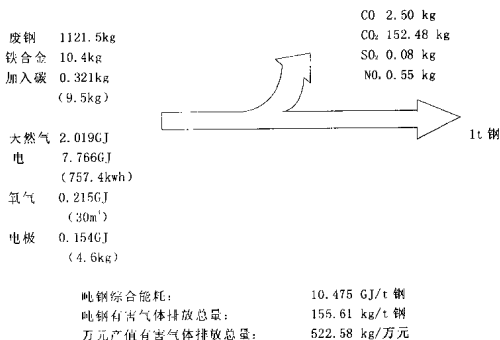


图 6: “小型钢厂” (不计入厂外电厂的气体排放) 的投入/产出平衡图

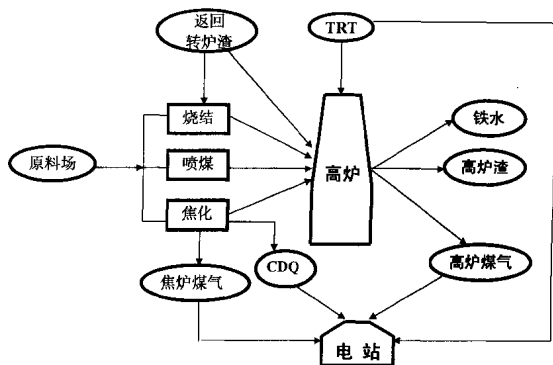


图7：高炉炼铁过程的物料与能源利用框图

当然，转炉煤气回收，可使炼钢厂实现“负能炼钢”，向钢铁企业反馈提供5~10kg标准煤/吨钢的能源。

电炉炼钢过程中的废气余热回收，也得到了高度重视，已开发的技术有可能使电炉炼钢节电100度/吨钢以上。

4.2 再资源化

钢厂排放物质的再资源化首先集中在高炉渣的资源化，现在可以说高炉渣的再资源化率几近100%。同时，转炉渣的再资源化也受到了充分的重视，然而各主要产钢国在转炉渣的再资源化方面还处在不同水平上，我国与日本的差距就不小（中国转炉渣利用率约为80%，日本转炉渣利用率为97.6%^[4]）。当然，这与原料条件、装备水平等因素有关。

转炉烟尘、连铸—热轧过程中产生的铁鳞以及高炉瓦斯灰等含铁料的回收利用一段时期以来得到了重视。然而，就中国而言，不同钢厂之间尚有较大差距。

4.3 无害化处理

钢铁企业的无害化处理比较集中在水处理、烟尘处理以及某些有害刺激性气体的处理上。

作为水处理问题，电炉流程的钢厂要比高炉—转炉联合企业简单得多。然而更为根本

的问题是：如何少用水、不用水或是水的充分循环利用。作为再能源化和不用水的绝妙结合的例子就是干熄焦（CDQ）。此外，北美有的新建焦炉将原来炼焦-化工系统转为炼焦-发电系统也是一种值得注意的趋势。

烟气脱硫对于酸雨等大面积区域生态环境以及居民的健康有着直接的影响，这要求中国钢厂将此提到日程上来。

总之，中国钢厂的无害化处理尚处于起步阶段，除少数大型联合企业外，绝大多数钢厂需要采取技术措施来治理，当然这需要大量投资。表1示出了1997年中国钢铁工业某些环保指标与日本先进水平之间的差距。

表1：1997年中国钢铁工业某些环保指标与日本先进水平之间的差距

考核项目	国内平均	宝钢	重点企业	地方企业	日本先进
污染物排放合格率	77.7	97.2	80	76	99
工业水排放合格率	82	95.6	86	76.5	96
吨钢新水用量（吨）	41.7	6.7	33.5	45.9	3
外排废水达标率（%）	93.4	99.6	92.6	95.5	100
外排废气达标率（%）	85.6	94.8	90	78.7	100
冶炼渣利用率（%）	40.4	99	41.8	59.8	98
含铁尘泥利用率（%）	95.8	99.5	97	94	100
烧结烟气脱硫装置配备率	0	0	0	0	70
转炉煤气利用率（%）	51.1	86.3	70.9	5.9	90
厂区降尘量吨/平方公里	51.3	25.8	56.2	64.2	10

5. 关于钢材及其制品的“绿色度”

应该注意到钢材及其制品的性能、设计方法以及回收循环使用是环境友好的钢铁工业在社会上的重要体现。钢材及其制品与其它材料相比在不少方面显示出了它对环境友好的“绿色度”。同时某些“绿色度”的指标也可以用以比较不同钢材之间的相对环境友好程度。

5.1 关于单位产品的环境负荷

不同钢厂及其制品的环境负荷是不同的。虽然，现在还缺乏不同钢材环境负荷的系统数据，但是人们也不难看到建筑用螺纹钢筋与不锈钢冷轧薄板之间对环境负荷影响的差别，热轧薄板与镀锡薄板之间的环境负荷差别将更为直观。当然，这些主要取决于制造过程以及对资源、能源的消耗量。

提高钢材的性能，使之结构轻型化（例如汽车、啤酒罐等），改进钢制品的设计，使之更易拆解、分类并有利于收集处理等组成的钢制品的“绿色化”设计，也是改善钢材及其制品对环境负荷影响的重要途径。

5.2 关于使用寿命与使用效率

提高钢材及其制品使用寿命,提高耐久度和可靠性,是显示其“绿色度”的另一途径。改善钢板表面涂镀层、改善轴承钢的抗疲劳性能、改善不锈钢耐热、抗腐蚀性能以及一系列抗大气腐蚀钢材的开发等均属此例。

提高钢材的使用效率可以直接或间接地显示其“绿色度”。高强度耐腐蚀管线用钢的开发、轻型钢结构以及钢制房屋的开发以及高效高性能电工钢板的发展、超临界高效锅炉用钢管的开发等属于此例。

5.3 关于钢材及其制品对环境的污染负荷

这里指的环境污染负荷不是来自钢铁制造过程和过程排放,而是来自钢材及其制品本身。长期以来,有一些钢材含 Pb,有些钢板有含 Pb、Cr 等污染物的涂镀层等,这些产品会在不同程度上产生对环境的污染。因此,在开发新产品来逐步减少和淘汰这些易污染的产品上已经做了不少工作,而且将进一步加强。例如开发了无铬镀锌钢板等。

5.4 关于钢材及其制品的可再生性

应该说在各类大宗使用的材料中,钢材及其制品的可再生性相对来说是最好的。钢材的可再生性明显地高于塑料、水泥、纸、铝、玻璃等大宗使用的材料。现在全球每年可回收 4 亿吨左右的废钢铁,在全球年产 8 亿吨粗钢中占了相当大的比例,这是人所共知的事实。

为了再生循环利用,钢材及其制品在生产、设计使用、拆解、分类处理、收集等过程已经有了一系列措施,最为突出的是废旧汽车拆旧、分类处理、回收和机械制造过程中,对于钢制罐头容器的回收率也达到了很高的水平(目前日本钢罐的再资源化率已达 80%^[10])。

当然,废钢的社会回收率在某种程度上业取决于钢材与废钢的差价,两者差价越大,将越能促进废钢的回收。

立法和社会公共管理也是促进钢材及其制品可再生性的手段之一,相信随着时代的发展,资源回收意识会越来越引起社会各界的重视并付诸实施。

6. 钢铁企业环境保护的检测与评估系统

钢铁企业环保系统的检测与评估系统是一个多学科交叉、内容广泛的问题,将涉及资源、能源利用,环境保护,生态保护,材料科学与工程,检测仪器、仪表,地球科学,化

学化1, 数学(复杂系统的优化与控制)等多学科交叉综合研究。

作为环境评估问题,首先面临的是法律评估和经济评估,因此不能停留在某几项排放物污染指标,有必要结合各国、各地区的实际情况,进行深入、具体的研究,根据不同情况,提出一系列检测指标体系、评估方法和评估系统。

7. 归纳与展望

人类即将进入21世纪,作为21世纪社会、经济发展主要特点之一是发展物质生产与环境保护、生态平衡协调发展。环境、生态问题涉及的领域将更为深入,涉及的范围将更为宽阔,研究的方法将是多学科交叉进行的。

人们将更多地从保护生态环境的立场出发、重新审视当前人类生产、使用、废弃各种材料时对生态环境的影响。要从对生态环境保护的角度出发、重新认识和评价过去生产钢铁材料的方法、技术路线和工艺流程。要研究包括钢铁材料在内的多种材料从开采到生产制造、使用直至废弃、回收、再生的整个过程对生态环境的影响及其环境负荷的综合评价。

中国钢铁工业经过50年的发展,已是世界头号产钢国,今后中国钢铁工业发展的特点将是调整产品结构、优化生产流程和环境友好为主要目标的钢厂结构调整和优化,其中节能、提高钢的收得率、改善钢的性能、环境保护等应是技术开发和投资重点。

参考文献

- [1]. 殷瑞钰, 关于钢铁工业的大趋势, 钢铁, Vol. 32(增刊), 1997, P1-13
YIN Riuyu, 《The Eight Japan-China Symposium on Science and Technology of Iron and Steel》, Nov. 12-13, 1998, 千叶, Japan, P10-16
- [2]. 殷瑞钰、蔡九菊, 钢厂生产流程与大气排放, 钢铁, Vol. 34(5), 1999, P61-65
YIN Riuyu, CAI Jiujie, 《International Symposium on Global Environment and Iron and Steel Industry (ISES '98) Proceedings》, Apr. 14-16, 1998, Beijing, China, P15-21
- [3]. 国岗计夫, 能源循环与钢铁工业, 1998年春季シンポジウム论文集, P71-83
- [4]. 河合润, 新日铁技报, No. 371, 1999, P3-12

附件:

附表 1: 大中型钢铁企业(重点、地方、特钢)历年能耗指标

项目	78年	79年	80年	81年	82年	83年	84年	85年	86年	87年	88年	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年
吨钢综合能耗	1757	1568	1461	1395	1401	1371	1332	1201	1257	1225	1205	1213	1201	1206	1186	1149	1156	1156	1123	1061	1009
吨钢可比能耗	1400	1285	1200	1184	1154	1127	1106	1062	1040	1019	1000	998	997	996	964	958	973	976	1113	936	901
焦化工序	218	205	196	196	201	188	189	183	185	183	184	182	184	184	179	179	175	177	186	175	173
烧结工序	104	105	99	95	91	91	89	85	82	78	76	77	77	77	78	78	76	75	78	78	76
炼铁工序	562	540	531	529	527	527	521	514	511	498	503	505	509	509	497	496	496	499	491	496	483
转炉工序	143	121	60	104	97	93	44	39	35	32	28	27	28	24	23	23	23	20	23	31	30
平炉工序	233	213	200	202	195	186	174	156	143	136	129	125	123	123	115	112	114	111	102	113	127
电炉工序	403	385	373	379	358	339	328	325	313	301	302	301	296	299	307	312	313	325	327	304	292
初轧工序	115	92	86	86	81	79	68	66	67	67	63	62	63	64	65	65	67	67	57	58	61

日本钢铁行业的环保措施

新日本制铁株式会社

环境部长

松山 茂

1、序言

2、日本的环境问题与钢铁行业环保措施的概况

3、环境法规的发展与钢铁行业的相应措施

- 1) 环境法规的发展
- 2) 钢铁行业的相应措施与环境指标的变化
- 3) 推动环境保护的主要因素
 - (1) 环境政策中常用的方法
 - (2) 环保设备与操作技术
 - (3) 公害防止协定(环境保护协定)
 - (4) 公害防止的管理者
 - (5) 环境监测

<参考资料>钢铁行业在防止地球变暖方面的努力

- 1) 防止地球变暖方面的国内动向
- 2) 产业界自主行动计划的定位
- 3) 钢铁行业自主行动计划的概要
- 4) 计划进展情况的跟踪及信息公开

4、新日铁对环保投入的状况

- 1) 环境管理的方针及管理体制
- 2) 具体环保活动的事例

1、序言

日本钢铁行业通过实施环保设备投资等环保对策,在治理大气污染等环境保护方面取得了巨大的成果。同时,通过在生产工艺中引进能源回收设备和各种操作技术的改进等积极措施,降低了成本,提高了企业的国际竞争力。

日本钢铁企业通过长期的环保实践,认识到环境污染的预防措施比污染的事后处理更为重要,从长远利益来看,环境污染的预防措施还能起到降低成本的效果。

我们坚信,日本钢铁行业培育至今的环境对策、节能对策和操作技术不仅能够为中国可持续发展的技术开发做出贡献,同时也能为全球的环保事业做出巨大的贡献。

经日中双方有关方面的合作,我们通过日中钢铁节能交流会(97'99 北京)和节能示范事业等项目,在技术转让和普及方面做出了努力。今后,为了进一步加深这一合作关系,作为其中的一员,我愿做出最大的努力。

2、日本的环境问题与钢铁行业环保措施概况

图一 对过去的半个世纪中，日本有关环境保护法规的动向及其经济和社会背景作了一个概括。

伴随着经济的高速增长，日本钢铁行业的粗钢生产大幅度上升，从 1960 年的 2 千 3 百万吨上升到 1973 年的 1 亿 2 千万吨，粗钢生产达到顶峰。其后，除受石油危机的影响，经济增长减缓外，由于日本经济结构的重心从制造业转向第三产业等因素，其后的粗钢产量一直维持在 1 亿吨左右。

日本经济从 1960 年前后开始取得了飞速的发展，伴随着经济活动的急速扩大，出现了大气污染和水质污染等环境污染问题，即所谓的“公害问题”。此外，由于生活水平的提高，人口向城市集中，城市的交通噪音和汽车尾气排放等环境污染问题日趋严重。随着“公害问题”程度的加深，国民对环境污染的认识逐步提高。为了促进环保事业的发展，1967 年制定了《公害对策基本法》。并进一步于 1970 年修改和制定了有关环境的 14 个法律(大气污染防治法,水质污浊防止法,废弃物处理法等)。

这些法律与原有的法律相比，具有以下特点：限制范围扩大到全国；对不符合标准者可立即处罚；为地方自治体制定条例提供了法律依据等。并且于 1971 年设立了环境厅，日本的环境法律制度得到了切实加强。

与此同时，国际环境问题也引起了人们的重视。1972 年在斯德哥尔摩召开的第 1 届联合国人类环境会议，成为各国开展跨地区的全球规模的环境保护活动的契机。1973 年第一次石油危机后的能源问题，70 年代有关酸雨问题的维也纳公约(1979 年通过)，80 年代有关臭氧层问题的维也纳公约(1985 年通过，1987 年蒙特利尔协定通过)，90 年代后的防止地球变暖方面的气候变动框架条约(1992 年通过)，1997 年在 COP3 会议(京都会议)上通过的京都协定，全球规模的环境保护问题成了人们关注的重点。

在这一背景下，日本钢铁行业为了适应各阶段的各种新规定，积极采取了以技术开发和设备投资为主的环境对策，在保持高产的同时，大幅度减少了环境污染物，在能源单耗和环境污染物的控制方面，形成了世界一流的生产体制。

3、环境法规的发展与钢铁行业的相应措施

1)环境法规的发展

日本的联合钢铁企业大多分布在根据大气污染防治法实施 SOX 和 NOX 总量限制,根据水质污浊法实施 COD 总量限制的地区。几乎所有的钢铁企业都要受到下列 4 项标准的限制。

- 全国统一的排放·排水限制标准
- 法定地区的特别排放限制标准
- 根据地方自治体条例追加的限制标准
- 总量限制标准 (以未达环境标准的地区为实施对象)

大气污染防治法及水质污浊防止法限制标准的变化过程分别如表-1 及表-2 所示。

其中,大气污染防治法将限制对象分为“煤烟产生设备”和“粉尘产生设备”,分别进行限制。

“煤烟”的限制标准根据设施的种类和规模分别制定了排放标准。关于 SOX, 根据大气污染防治法制定的浓度标准,从 1968 年开始采用以行政区为单位,根据排放口(烟囱)的高度进行限制的标准(被称为 K 值标准)。该标准以后又逐步作了修改。由于仅靠 K 值标准来减少 SOX 的效果有限,故于 1974 年又导入了总量限制标准。同样,根据大气污染防治法,在工厂等排放的 NOX 方面也引进了总量限制这一方法,根据设施的种类和规模分别制定了排放标准。后经 1981 年修订导入了总量限制标准。

另一方面,由于“粉尘”被定义为“由物体的粉碎、筛选及其他机械处理或堆积而产生并飘散的物质”,难以设定排放基准制定限制方法,因而“粉尘产生设备”的限制标准是根据不同设备的结构、规格、管理标准分别制定的。

2) 钢铁行业的相应措施与环境指标的变化

钢铁生产过程中产生的主要环境污染物如下：

- 大气污染物质：SOX、NOX、煤尘、粉尘
- 水质污染物质：SS、COD、油、酸碱
- 废弃物：炉渣、污泥、尘屑

作为这一问题的对策，最重要的就是极力抑制环境污染物质的发生源，对于上述污染物中可以利用的资源，应尽可能将其转化为原料，同时，对于生产过程中所使用的冷却水等水资源，应设法循环使用，努力减少向公共水域排放。

此外，在采取措施减少发生源的同时，为了实现资源循环型社会，还加强了炉渣·尘屑·污泥的资源转化，废物循环利用，减少苯·二恶英等新型有害物质等方面的措施。

日本钢铁行业的环境投资主要用于如何防止污染物的发生方面，从1971年至1994年，投资累计达1兆5千亿日元左右（图-2），约占这一期间设备投资总额的10%。其中，6成左右用于防止大气污染的设备投资。在这期间，为了满足日益强化的环境限制标准，1974~1976年的投资额猛增。从1970年到1998年，新日铁在环保方面的投资累计约达4千亿日元（图-3）。70年代以后，排烟脱硫和脱硝技术的开发利用也是促进70年代前期投资规模大幅度增加的原因之一。

为了进行公害防止设备的共同研究，钢铁行业设立了“排烟脱硫试验委员会”，“钢铁行业氮氧化物防除技术研究小组”等研究机构。70年代前期集中进行了适用于钢铁生产过程的实用技术开发。现在，作为日本铁钢联盟的一个部门，设置了与节能和环境问题有关的能源政策委员会和环境政策委员会，联合研究处理行业共同的课题。

一系列环保措施实施的结果，仅以新日铁为例，1998年的SOX排出量（图-4）和NOX排出量（图-5）与1973年相比分别减少了87%和43%，取得了巨大的效果。

3)推动环境保护的主要因素

(1)环境政策中常用的方法

为了解决“公害问题”，日本采取了各种措施，其内容如表-3 所示。除上述由国家制定的环境法规(图-1)以外，地方自治体也积极地参与了环境问题的治理，并制定了比国家法律更严格的条例，并与各企业分别签订了公害防止协定，以弥补充法律和条例的不足。产业界在满足法令、条例、协定和行政指导等的严格要求的同时，主动积极地制定对策，配置了专职公害防止管理员，并从事防止公害技术的开发和普及等。作为企业自身，在进行环境指标的监测，确认环境的改善的同时，将其作为重要的参考数据，在环境保护活动的 PDCA 方面灵活应用。

(2)环保设备与操作技术

作为环境对策技术开发和普及的具体例子，图-6 介绍了新日铁在生产过程中引进的环保措施(大气、水质、废弃物、节能)的情况。其中有些已向海外进行技术转并取得了良好的成效。

(3)公害防止协定(环境保护协定)

公害防止协定是指地方自治体与企业根据双方达成的一致，为防止因生产活动而产生的公害或环境的污染和破坏，就企业应采取的措施所作的约定。关于这一协定的法律定位，在公害对策基本法中（1967 年，1993 年以后改为环境法）规定了地方公共团体的责任义务及具体措施。几乎所有的都道府县及政令指定城市都制定了环境基本条例。在这些条例中均有关于公害防止协定的条文，比如“县政府为防止在环境保护方面出现问题，应负责与企业等签订必要的有关环境保护的协定。”

公害防止协定的意义在于：

- 对于地方自治体来说，公害防止协定可以限制发生源，是指导和监督企业的有效手段。
- 在与企业达成一致的前提下，使采用比法律更严格的标准和方法成为可能。
- 取代法律或条例统一的规范标准，可根据各地区特殊的社会地理情况，分别与各企业制定内容更为具体的公害防止对策。
- 对于企业来说，通过协定的签订和履行，承担了社会责任，可获得社会的好评。

公害防止协定的具体事例如表-4 所示，很多公害防止协定的规定都比法律和条例的规定更为严格。