钢铁工业环境保护

中国金属学会 冶金继续工程教育丛书

冶金工业出版社

李家顺 李文祥 朱宝珂 主编

钢铁工业环境保护

76.155
Z68

冶金继续工程教育丛书

钢铁工业环境保护

李家瑞　李文林　朱宝珂　主编

3422166

中国科学院
1995 8 28
化工冶金研究所图书馆

科学出版社
1990

内 容 简 介

本书是“冶金继续工程教育丛书”之一．书中涉及钢铁工业环境保护的主要方面，对环境管理、环境工程设计、水污染控制、烟气污染控制、钢铁渣综合利用、噪声治理技术等作了较详尽的论述，有关重要法规和标准作为附录在书末列出．

本书可作为钢铁工业广大科技人员和专业管理干部继续工程教育用书，也可供专职环保人员和大专院校师生参考．

冶金继续工程教育丛书

钢铁工业环境保护

李家瑞　李文林　朱宝珂　主编

责任编辑　胡潮华

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100707

北京昌平百善印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行　　各地新华书店经售

*

1990年1月第　一　版　开本：787×1092　1/32

1990年1月第一次印刷　印张：6 3/4

印数：0001—6 000　　字数：150 000

ISBN 7-03-001703-X/TB · 47

定价：3.50元

序

中国金属学会组织编写了“冶金继续工程教育丛书”，为大家办了一件好事。积极开展继续教育，对于提高冶金科技人员水平，促进冶金工业的发展具有重要意义。希望冶金战线各级领导重视这项工作，努力创造条件，为科技人员在职学习提供方便；同时也殷切希望广大冶金科技工作者坚持学习，不断吸收新知识，学习新技术，为实现四化、振兴中华做出更大贡献。

中国继续工程教育协会理事
冶金工业部副部长 徐大铨

一九八八年十二月

42872

前　言

近年来，钢铁工业的环境状况有了较大的改善。但是，由于职工与干部的环境意识还不够巩固，因此遇到问题往往未能很好地把经济建设与环境建设协调起来，也未能把经济效益、社会效益与环境效益统一起来。目前，除了少数钢铁企业的环境状况较好以外，广大钢铁企业的环境状况与国外先进水平相比还有较大的差距。

为了系统地提高钢铁工业广大科技人员和专业管理干部的环境意识，掌握钢铁工业环境保护的基本理论和实用技术，冶金环境保护学会于1988年组织编写了本书。

为使本书更适合钢铁工业中非环保专业人员的实际状况和要求，书中就一般环境问题及钢铁工业环境状况、管理经验和治理技术进行了论述，并收入了与钢铁工业有关的几个环境标准和规定。正当本书准备付印之际，《中华人民共和国环保法》正式颁布，为便于读者参考，现一并列入附录。

参加本书编写的有王樯、厉哉功、任庆玉、朱宝珂、孙树杉、陈人仪、李家瑞、李文林、徐世勤、徐志刚、戴耀南等同志，由李家瑞、李文林、朱宝珂担任主编。本书在编写过程中得到有关单位的支持，并引用了一些同志的资料，特在此表示感谢。由于编著者水平有限，编写时间仓促，书中难免有不妥之处，请读者指正。

中国金属学会冶金环境保护学会理事长　李家瑞

1990年元月

目　录

序

前言

1　概论 ……（1）

1.1　环境与环境保护 ……（1）

1.2　钢铁工业的环境状况 ……（5）

2　企业环境管理 ……（7）

2.1　企业环境管理概述 ……（7）

2.2　企业环境管理体制 ……（11）

2.3　企业环境管理的职责与任务 ……（18）

2.4　环境保护法规与标准 ……（26）

2.5　环境统计 ……（30）

2.6　环境监测 ……（34）

2.7　企业环境保护与精神文明建设 ……（39）

3　冶金企业的环境质量评价和环保设计 ……（43）

3.1　冶金企业的环境质量评价 ……（43）

3.2　冶金企业的环保设计 ……（59）

4　水污染控制 ……（65）

4.1　水资源和水体保护 ……（65）

4.2　钢铁工业主要废水污染源及其危害 ……（72）

4.3　钢铁工业废水治理 ……（77）

5　空气污染控制 ……（94）

5.1　空气污染与空气污染物 ……（94）

5.2　冶金工业主要污染源及其影响 ……（98）

5.3　空气污染控制技术 ……（102）

5.4　烟尘控制的工程实践 ……（118）

5.5 气态污染物的控制 ……（123）
6 钢铁渣的处理及利用 ……（127）
6.1 钢铁渣概论 ……（127）
6.2 高炉渣 ……（129）
6.3 钢渣 ……（134）
6.4 平炉、转炉尘泥的利用 ……（143）
6.5 粉煤灰 ……（145）
7 冶金工业噪声治理 ……（150）
7.1 噪声控制的基本知识 ……（150）
7.2 钢铁工业主要噪声源 ……（160）
7.3 噪声的危害 ……（163）
7.4 工业噪声的控制方法 ……（164）
附录 有关法规与标准 ……（173）
附录1 中华人民共和国环境保护法 ……（173）
附录2 钢铁工业污染物排放标准 ……（182）
附录3 钢铁企业环境保护设施划分范围暂行规定 ……（189）
附录4 冶金工业企业清洁工厂（矿山）标准 ……（197）
附录5 关于环境保护资金渠道的规定的通知 ……（199）
附录6 征收排污费暂行办法 ……（202）

1

概　论

环境问题，是当今世界所面临的重大问题之一，也是我国面临的重大问题之一。随着我国社会主义现代化建设的发展，环境保护工作越来越引起人们的关注与重视。环境保护是我国现代化建设中的一项战略任务，是一项重大国策。要搞好这一重要工作，就需要学习，就需要彻底地、广泛地通晓环境的变化过程，掌握其变化规律。我们要搞好冶金工业的生产与建设，也必须提高对环境质量变化的识别力，了解冶金工业中存在着哪些方面的环境问题，培养分析和解决环境问题的能力。为此，本章先就一般环境问题及钢铁工业的环境状况作一简要叙述，以便后续各章进行深入探讨。

1.1　环境与环境保护

环境一般是指围绕着人群的空间以及其中可能直接或间接影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体。世界各国的一些环境保护法规中，常把环境一词的含义确定为：大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。在1989年颁发的《中华人民共和国环境保护法》（以下简称《环保法》）就是这样规定的。从这一

定义可以看出环境的主体是人或人类，其他的生命物体或非生命物质都被视为环境要素，换句话说，环境就是指人类的生存环境。

人类通过历史的长河，对环境的利用与改造已取得了巨大的成就。据估计，原始土地上光合作用产生的绿色植物及其供养的动物只能为一千万人提供食物，而现代农业进行机械化生产，并施用化肥和农药，获得的农产品可以供养几十亿人。又如人类控制了一些河流的洪水泛滥，改良了土地，驯化了野生动植物，培养出优良的品种，发展了各种能源和制造业，制成了原来环境中所没有的而对人类有用的物质，人类建设的环境已适合人类居住，并具有良好的物质条件和精神文明条件，使人类的生活水平大大提高。人类已从处于适应环境的地位，逐渐地进入改造环境的地位。但是，随着人类社会生产力的不断提高，也对环境不断地进行着破坏。如人类大规模地烧荒、狩猎、采伐森林、开垦农田等生产活动都对环境造成很大影响。

人类的生存与繁衍离不开周围的环境。因此，环境的好坏，环境质量是否符合人类生存和发展的要求是至关重要的。随着环境条件的改变，如气候的剧烈变化，会引起生态平衡失调，使一些物种被淘汰，而另一些物种与变化了的环境建立新的平衡。人类是地球上适应性最强的高等动物，今天人类已能在极为恶劣的环境下生存，这是科技发展改变了直接环境的结果，而人体对环境的适应能力仍然是极为有限的，如果环境条件的改变超过人类机体的正常调节范围，与环境的平衡失调，就有可能产生疾病，甚至危及生命。

有的环境含有对人体健康有很大影响的不利因素。如磷氟灰石地区的水土含氟量较高，某些矿山地区地壳表层的放射性物质含量较高，某些地区的水土中缺少钙盐或镁盐而形

成饮用水硬度过低等等。目前已知这类环境因素能使长期居住在该地区的居民发生氟中毒、骨胳发育异常、地方性甲状腺肿大、心血管发病率增高等。有的环境由于人类的活动而增加了各种污染物，其中主要有大气污染、水体污染、土壤污染等。这些都对人们的身体和精神状态产生直接的或间接的影响。如烟尘可以引起气管炎、支气管炎以至硅肺病等。二氧化硫可被血液吸收，对全身产生毒害作用，还可能损害肝脏，并在二氧化硫和苯并芘的联合作用下可能引起肺癌。在污水中常见的酚可以侵犯中枢神经刺激脊髓，进而导致全身中毒。再如氰化钠、氰化钾、氰化氢等剧毒氰化物能溶于水并易被人体吸收产生严重后果。有些工业生产所排放的汞、镉、铅、砷、铬等都是有毒的。此外，还有物理污染如噪声、震动、辐射等都对人体有不同程度的损害。

近代工业的发展，使城市人群密集，大量的工业污染物和生活污染物破坏了自然环境，引起人们生存条件的改变，直接或间接危害着人体健康。自本世纪初至70年代，不少城市和区域相继发生了一系列公害事件。例如，美国洛杉矶、日本东京和大阪等地的光化学烟雾事件，使人们产生眼、鼻和呼吸道等中毒症状；日本四日市、大阪、横滨等地的石油化工废气和金属粉尘污染大气事件，使人们产生哮喘、肺气肿、支气管炎等疾病，受害人数很多。

环境保护是人类为了防止对自然环境的破坏，保护人体的健康而采取的行政的、法律的、经济的、科学技术的多方面的措施。现代社会的一种普遍现象是人类对物质的需要量不断增长，导致对自然资源的开发和利用不断扩大，返回到环境的废物也日益增多，即环境同人口增长、经济发展、资源利用之间的相互影响日益加剧，从而使保护环境的任务日益加重。我国《环保法》中规定的环境保护的任务就是保证

在社会主义现代化建设中，合理地利用自然环境，防治环境污染和生态破坏，为人民造成清洁适宜的生活和劳动环境，保护人民健康，促进经济发展。近年来，许多国家的环境保护工作取得了不同程度的进展。但从地球整体上看，消除污染改善环境的程度，距人类所需要的环境目标还相差很远。例如：土地的沙漠化和水土流失还没有得到控制，风景游览区、文物古迹的破坏依然存在，稀珍动植物仍在日益灭绝。在工农业的污染方面，如大气质量的恶化，江河湖海的水体污染都没有得到解决。因此，今后世界范围内，尤其是我国的环境保护的任务还是很艰巨的。

我国的环境保护曾提出过“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”的总方针。这一方针是我国代表在1972年斯德哥尔摩人类环境会议上提出的，在1973年第一次全国环境保护会议上被接受为指导方针，1979年又在《中华人民共和国环境保护法（试行）》中加以肯定。实践证明，这一方针是正确的，它得到了国内外的好评，其要点如下：第一，环境保护是社会主义建设事业的一部分。因此，环境保护必须纳入国家的、地方的和各行各业的发展规划，做到经济与环境的协调发展。第二，在安排工业、农业、水利、城市、交通等项事业建设时，要充分注意环境的影响，既要注意近期的影响，又要注意长远的影响；既要注意经济效益和社会效益，又要注意环境效益；要全面调查，综合评价，做到合理布局。第三，对工业、农业、人民生活排放的有毒有害物质要开展综合利用，实现化害为利，变废为宝。第四，依靠人民群众保护环境，发动各部门、各企业治理污染，使环境的专业管理与群众监督相结合，使法制的实行和人民群众的自觉维护相结合，把环境保护事业变为全民的事业。第五，保护环境是为

国民经济健全持久的发展和为广大人民群众创造清洁优美的劳动与生活环境服务，为当代人和子孙后代造福的。全面贯彻执行这一方针，才能实现我们的社会主义现代化。

自从党的十一届三中全会以来，环境保护与经济建设的关系更引起人们的重视。因为，经济建设与环境保护都是为了人民的利益，目的是一致的。所以，必须把发展经济与保护环境统一协调起来。为了协调经济建设与环境保护，就要求做到：第一，在提出保护环境的要求和制订实施环境保护的标准时，既要考虑到人体健康和生态条件的基本需要，又要适应国家在一定时期内财力、物力和技术方面的能力。环境保护的要求和标准，应该是促进社会健康发展的保证，而不是束缚和阻止经济发展的桎梏。第二，经济、社会的发展必须兼顾环境保护的要求，在发展经济的同时要采取相应的措施，使一切经济、社会的发展都符合环境保护的要求，不能以牺牲环境做代价去实现发展经济的目标。要正确地把局部利益和整体利益结合起来，把眼前利益与长远利益结合起来。第三，要实现经济效益、环境效益、社会效益的统一，关键在于把环境保护真正纳入国民经济和社会发展规划中去。要做到这一条，除各级领导干部的重视之外，还要有制度上和组织上的保证，并且要在有关法律中明确加以规定。如果采取说起来重要，行动起来不重要的作法，把环境保护事业纳入计划的问题总停留在口头上，或者是一有了问题，如资金不足、工期不够等，就首先砍掉环境保护的项目，就很难实现三个效益的统一，也很难体现社会主义制度的优越性。

1.2 钢铁工业的环境状况

钢铁工业在采矿、选矿、冶炼和加工过程中，除了生产

出所需要的金属并加工成材料以外，同时还排出大量的废气、废水和固体废物，对环境造成了严重的污染和危害。随着冶炼过程的强化和设备的大型化以及生产规模的不断扩大，废水、废气、废渣的发生量也随着增加并集中排放。冶金工业污染的特点是量大、面广、危害重。大量废物的排放，不仅浪费了资源、能源，而且使环境恶化，直接影响着人民身体的健康和生产的发展。近十几年来，党和国家重视环境保护事业，采取了一系列措施，经过有关部门和广大环保工作者的辛勤工作，钢铁工业的环境面貌有了很大的改变，出现了一批先进的环保单位。综合利用工作也取得了很大的成绩。1985年钢铁工业“三废”综合利用产品的产值达到了10.8亿元，利润4.1亿元，经济效益引人注目。但是必须看到，由于过去环境保护工作欠帐较多，距离根治的要求还差得较远，与国外环境治理较先进的国家相比也有一定的差距。

随着我国工、农业生产的发展，我国钢铁工业生产也将有较大提高。钢铁工业环境保护工作要继续贯彻执行国家的环境保护政策、法规，以积极的态度，实事求是地使生产建设与环境保护同步进行，协调发展；要把经济效益与环境效益、社会效益统一考虑；要注重防治结合，以防为主；要充分、合理地利用资源、能源，积极开展科学研究，做好综合利用工作，化害为利，力争在近几年内使钢铁工业的环境污染得到控制，进而达到全国第二次环境保护会议提出的国家环境保护目标。

2

企业环境管理

“管理”、“技术”、“科学”是现代化生产的三大要素。环境管理，从广义上说，是在环境容量的允许下，以环境科学的理论为基础，运用技术的、经济的、法律的、教育的和行政的手段，对人类的社会经济活动进行管理，协调社会经济发展与保护环境的关系，使人类具有一个良好的生活和劳动的环境，使资源得到合理利用，使经济长期稳定地增长。

环境管理是企业管理系统的一个有机组成部分，是一个分支系统，它是以企业生产系统和生态系统为基础，而又为生产系统和生态系统服务的。加强企业环境管理，使生产建设与保护环境紧密结合和协调发展，是搞好企业环境保护工作的重要基础，是建设一个清洁、优美、安静、舒适的生产环境和生活环境的可靠保证，也是促使我国企业管理由传统管理向科学管理、现代化管理转变的一个重要内容。

2.1 企业环境管理概述

2.1.1 企业环境管理的职能

环境管理是企业对生产经营全过程和各个环节行使管理职能的一个组成部分。所谓环境管理职能是指企业的职工和

机构在环境保护中应起的作用和应负的责任。因此，企业环境管理的职能具有解决生产力和生产关系两个方面的环境保护任务，一方面要负责和组织企业污染的防治工作；另一方面又同时具有组织协调、监督检查的责任。企业环境管理职能可概括为五个具体方面。

（1）计划职能　这个职能是指根据国家对环境保护的要求和标准，通过企业的污染源调查和日常的环境监测，结合企业生产经营发展规划，对企业环境问题作出预测和环境经济益损分析；再在此基础上，对环境保护目标和综合整治措施作出决策，制订环境保护计划和年度指标考核计划，确定实现计划的措施和方法，并落实到生产经营环节。

（2）组织职能　这个职能是指对企业环境保护各项工作的具体组织，如污染防治的可行性研究，污染源调查，环境监测，环境保护规章制度和环境保护工艺技术规程的制定，环境保护宣传教育的开展，环境保护经济责任制的落实等。

（3）指挥职能　这个职能是指对企业各级各类人员进行环境保护工作的领导和指导。厂长是企业环境保护工作的总指挥，企业环保部门在厂长领导下，对企业环保工作起指导作用，以保证企业污染防治和各项环境管理工作有秩序地顺利进行。

（4）协调职能　这个职能主要是指协调好企业内部从领导到生产岗位及各职能部门的生产经营管理活动和环境保护的关系，使其互相配合，保证生产和环保同步发展。

（5）检查和监督职能　这个职能是指企业的环保部门依据国家环保方针、政策、环境法规和企业环境保护的目标、计划、措施、环保规章制度，对责任单位的实际执行情况和完成情况进行检查和监督。

上述五种职能，是互相联系、互相制约的，以保证企业

环境保护工作走上良性发展的轨道。

2.1.2 企业环境管理的特点

由于环境管理的内容既涉及土壤、水、大气、生物等各种环境因素，又涉及经济、社会、政治、自然、科学技术等方面，还涉及各个部门，所以环境管理具有高度的综合性。由于环境状况受地理位置、气候条件、人口密度、资源蕴藏、经济发展、生产布局以及环境容量等多方面的制约，所以环境管理具有明显的区域性。由于每个人都在一定的环境中生活，人们的活动又作用于环境，环境质量的好坏，同每个社会成员有关，环境管理又具有广泛性。所以，企业环境管理是国家或区域环境管理的基础，环境管理实践具有五个显著的特点。

（1）与资源、能源、环境污染的相关性　各种资源和能源，如煤炭、石油、矿藏、水源、空气和土地等都是环境的重要组成部分，也是企业进行生产经营活动的物质资源。由于种种原因，一些资源、能源未能得到充分利用，作为废物而排入环境，造成了环境的污染和破坏。企业通过技术进步，改善企业经营管理，开展“三废”资源回收利用，提高资源利用水平，从而减少了“三废”排放，保护了环境。从这个意义上说，企业环境管理是对资源、能源的最佳利用。

（2）与生产经营活动的一致性　企业的环境问题是伴随着生产经营活动而产生的，企业的环境保护也只能在生产经营过程中解决。这就是说，企业环境管理要紧密结合生产工艺，尽量采用无污染或少污染的先进生产工艺和设备，要结合技术改造统筹解决企业的污染问题。同时把环境管理纳入企业生产经营管理轨道，从而渗透到生产经营活动的各个环节，使环境保护同企业生产经营活动协调地进行。

（3）广泛性与综合性　企业环境状况是由企业的生产工艺设备条件、技术水平、经济力量、企业管理、职工的环境意识以及企业的自然环境、社会发展、科学技术进步、国家法律和环境经济政策等诸多因素错综复杂地交织在一起而形成和发展的，其涉及面极为广泛。因此，在企业环境管理中，既有生产力的因素，也有生产关系的因素；既有经济基础方面的因素，也有上层建筑方面的因素；既有企业方面的因素，也有社会方面的因素。这些因素互相依存，互相制约。其中任何一个因素发生变化或不协调，都将影响其它因素，甚至失去平衡而发生问题。因此，企业环境管理工作必须从整体出发，运用系统分析的方法，进行综合管理。企业环境管理的综合性还表现在必须采取法律、经济、行政、教育和技术等措施相结合的办法，才能有效地解决问题。而技术措施只有同有效的环境管理相结合，才能充分发挥作用。

（4）群众性　企业环境状况的好坏同职工的身体健康状况、职工的切身利益和职工的社会环境责任息息相关，所以企业环境管理离不开群众监督和职工民主管理。同时环境问题的解决除了各种有效手段外，还需要通过宣传教育使职工提高环境意识，注意保护环境资源。因此，环境管理要依靠群众，要大家动手，使企业职工从各个方面，结合自己参与的各生产过程和工作过程，参加管理环境，保护环境，创造一个有利发展生产，有利职工身心健康的良好环境。

（5）区域性　环境由于自然背景、社会条件、经济结构和环境本底的差异存在着明显的区域性。例如：沿海和内陆、平原和山区、城市和农村、丰水区与缺水区、工矿与农林区等等地区的环境都有很大的差异，而且各地区在人口密度、生产布局、经济建设、污染物特点、污染源密度以及企业管理水平等方面都存在着差异。而一个企业排放的污水可

以污染一条河流，一个企业排放的烟尘、二氧化硫等可以扩散几十公里。因此，企业环境管理的区域性主要是指企业环境的综合整治要和区域环境、城市环境的综合整治结合起来，要统筹规划。企业的污染物排放量要符合区域的质量要求，要在区域环境的总容量以内，经济合理地组织“三废”资源综合利用。水污染的综合治理，要在保证区域环境质量的前提下，充分利用环境自净能力，以达到经济合理地保护和改善环境的目的。因此，企业的一切污染防治措施必须与地区环境管理相结合，统一规划，统一步调。

2.2 企业环境管理体制

2.2.1 企业环境管理体制的含义

企业环境问题在企业内部构成了与生产经营的各项管理有着密切联系的开放性系统。解决企业的环境问题不能只靠企业的环保部门，而应该是企业全体成员的共同责任。因此，健全企业环境管理体制，是当前企业管理中迫切需要解决的一个重要问题。所谓企业环境管理体制包括：企业环境保护工作的领导体制；机构设置；企业各部门和各层次（厂、车间、班组）在环境保护中的任务、职责和权益。要根据企业环境问题的特点，把企业成员和各部门的环境责任，通过健全的制度和条例合理而有机地组织成环境管理的网络式系统，从而建立一个与企业的生产建设发展相适应的同实现企业环境保护目标要求相协调的综合的企业环境管理体制，做到无论横向或纵向，都能协调统一，大家动手，分工合作，各司其职，各尽其责，依法办事。这是加强企业环境管理，提高环境科学管理水平的基本条件。

2.2.2 健全企业环境管理体制所依据的原则

1）要根据企业环境问题和环境管理的特点，发挥企业各类人员的积极因素，使环境管理体制同企业环境综合整治任务相适应。

2）企业环境管理应纳入生产经营管理的一切轨道，渗透到生产经营的各个环节。这是健全企业环境管理体制的出发点。

3）要明确企业环境保护部门环境管理的具体职能和责任，并依此作为解决上下、左右、条条、块块的管理权限、责任、相互关系和沟通这种关系方式的基础，实现集权和分权相结合，使企业成员和部门的环境责任形成一个有机的整体，保证环境管理实现高效能、科学化和良性循环。

2.2.3 企业环境管理体制的主要内容

1。企业环境保护的领导体制

我国经济体制改革的一项重要内容是企业实行厂长负责制。国营工厂厂长工作暂行条例中规定“厂长应就控制本企业对环境的污染，向国家负责。”这是厂长对企业环境保护负领导责任的法律依据。厂长要在搞好生产经营管理的同时，切实加强环境保护工作的领导，做好生产经营和环境保护关系的综合平衡，搞好环境保护工作。企业环境的污染物是生产过程中产生的，目前多数企业实行厂长负责，生产副厂长主管环境保护工作的领导体制，做到生产、环保一起抓，这是合理的。实践证明，凡是实行生产领导者同时就是环境保护责任者的企业，环保工作阻力就小，企业环境管理就容易渗透到各项专业管理中去，就有利于克服人为地把生产和环保割裂开来，形成所谓生产、环保两层皮现象。

企业确定这样的环境保护领导体制，并不免除其它厂级领导的环境保护责任。企业健全的环境保护领导体制恰恰要求其它厂级领导在各自分工负责的业务范围内，密切配合，协调好各项专业系统管理同环境保护的关系，要求他们都能自觉地贯彻国家环境保护方针政策和法规，共同承担起搞好企业环境保护的领导责任。

企业环境管理是分层次的，要发挥不同层次的环境保护功能，还必须健全企业分厂、车间的环境保护领导体制，明确车间主任的环境保护负责制。

2。企业环境保护的专业管理体制

目前大中型企业中传统的各项专业管理方式大都是以条条为主，条块结合；而环境管理基本上是以块块为主，条块结合。这就决定了企业环境管理体制是以环境系统为对象，以创造清洁文明工厂为目标，以实现经济效益、社会效益、环境效益相统一为中心的网络式结构。因此要提高企业环境管理的科学水平，企业横向各部门和纵向各级生产经营指挥者和组织者必须共同承担环境保护的责任，分工协作、各负其责，以法办事，并由环境保护部门进行综合管理，这样的环境管理体制必须建立并健全。

所谓横向部门的各负其责，是指按照分管的业务范围，制定和明确各职能部门环境保护的职责。例如企业计划部门在制定企业综合长远发展规划和年度生产经营计划时，要有环境保护内容和环保考核指标。列入企业改造计划的项目要贯彻环保“三同时”的规定，统筹安排防治污染所需资金、设备和材料。生产调度部门要把环境保护纳入生产调度管理，协同环保部门统筹解决生产过程中的三废资源回收利用和环境污染等问题。机械动力部门要把环保设备纳入生产设

备管理，在安排大、中修和检修计划时，要同时解决环保设备的备品备件，做到同时维修，同时运行。财会部门要保证环保综合利用资金的专款专用，要落实三废综合利用奖励政策，做好三废资源综合利用的成本核算和环境经济效益分析。企业管理部门在制定企业升级规划时，要把提高环境科学管理水平，搞好环境保护做为企业考核各级生产经营成果的重要内容。劳动部门要安排好环保设施投产后的劳动定员。设计部门要贯彻环保设施与主体工程同时设计的原则，认真把好"三同时"的设计关。教育部门要把环境教育纳入企业职工教育培训计划。党委宣传部门要把环境保护宣传做为企业精神文明建设的重要内容。工会组织要把环境建设纳入新时期工会工作的轨道，加强企业环境保护工作的民主管理。总之，企业各职能部门的环境保护职责都应该根据企业环境问题的不同情况和管理特点来确定，并且同环保部门的职能作用结合起来，防止在环境管理上出现漏洞、矛盾和不协调。

所谓纵向不同层次的各负其责，是指厂、车间、班组都要根据环境保护的目标、任务和考核指标的要求，建立健全以岗位经济责任制为中心的环境保护目标保证体系，使环境综合整治的责任层层得到落实，由环保和其它职能部门按照职权分工，进行检查、监督和考核。

健全企业环境管理体制的关键是制定和落实企业环境管理的各种责任制度，以企业"立法"的形式把各种环境责任落实到部门和基层。并逐步完善责、权、利相结合的环保经济责任制。

3。从实际出发，加强环保机构建设

环境保护机构是企业在环境保护方面归口管理的综合部

门，行使着综合计划、组织协调、检查监督的重要职能，是健全企业环境管理体制并发挥其整体功能的组织保证。要加强企业的环境管理，走环境污染综合整治的道路，就必须有健全的环保机构和较强的环保专业队伍。

1984年，国务院曾指示：各地在机构改革中应该加强和完善环境保护机构。已进行机构改革的地方，如果不符合此精神的，应作适当调整，使机构设置趋于完善、合理，以承担起组织、协调、规划和监督环境保护工作的职能。

环境保护是一项利在当代而功荫后世的新事业。这项工作的政策性、技术性、综合性都很强。在当前企业防治污染和“三废”综合利用工作任务十分繁重而紧迫的情况下，企业领导要从综合防治污染和建设清洁工厂的实际需要出发，切实加强对环境保护工作的领导，健全环保机构，充实环保专业队伍，使企业环保机构和环保专业队伍素质同企业环境保护工作相适应，提高环境保护工作的科学管理水平，全面促进企业的环境建设。

4。企业环境的民主管理

职工参加企业民主管理是社会主义企业管理的一项基本原则和制度，是同资本主义工业企业根本不同的。企业环境保护中的职工民主管理就是保障全体职工充分行使管理企业环境的民主权力，并能以多种方式参与企业环境的管理，对环境问题和环境保护工作实施监督，发挥广大职工在企业环境建设中的主人翁作用。这是企业环境管理体制的重要组成部分，是实现企业环境科学管理的重要保证。目前企业环境民主管理的潜力还远远没有发挥出来，在企业环境保护工作中，要善于把环境专业管理与环境民主管理有机地结合起来，加速环境问题的综合整治。经济体制改革和环境民主管

理的不断加强，必将对改善环境管理，推动企业环境保护工作起着愈来愈重要作用。

企业环境的民主管理主要体现在三个方面，这三个方面是一个有机的整体。

（1）职工代表大会的环境民主管理　职工代表大会要把防治环境污染，保护职工身体健康和建设清洁文明工厂的要求纳入职工代表大会的重要议事日程。职工代表大会根据其职权，主要有以下几项任务：

1）成立环保提案工作小组，反映群众对环境保护的呼声；

2）听取厂长（经理）的工作报告，就企业环境保护问题提出意见和建议；

3）审议企业有关环境保护的决策目标、计划和措施；

4）检查监督有关部门对职工代表大会关于环境问题的决议、提案的执行情况和处理意见；

5）讨论企业内部有关环境保护的体制改革、经济责任制方案和重要的规章制度；

6）把企业环境保护工作的效果，做为监督、评议干部的重要内容；

7）把保护环境，改善职工劳动条件纳入职工代表组成的企业、车间、班组三级民主管理活动中去；

8）把环境保护做为企业两个文明建设的重要内容，动员职工为实现企业环境保护的目标和任务，创建清洁文明工厂而奋斗。

（2）企业工会组织的环境民主管理　工会充当职工代表大会的工作机构，负责组织民主管理日常活动的开展。企业各级工会要把改善环境、保护职工身体健康、建设清洁文明工厂作为新时期工会工作的一项重要任务来抓。工会组织

环境民主管理的主要任务是：

1）协同行政有关部门，做好环境保护的宣传教育，提高职工的环境意识和环境素质，推动企业精神文明建设和环境建设。

2）组织职工开展内容包括环境保护的劳动竞赛，会同环保部门组织环境保护工作竞赛，总结推广环境保护先进单位的典型经验，注意从企业环境保护方面评选和培养先进生产者和劳动模范。

3）组织开展环保技术革新、技术协作和合理化建议活动，动员职工开展群防群治，改善劳动环境，实现文明生产。

4）协同职工代表大会环保提案工作小组或直接组织职工代表，对企业环境问题和环境保护工作进行检查、监督，开展调查研究，提出改进和加强环境保护工作的意见。

5）贯彻国家关于工会劳动保护监督检查三个条例（工厂安全卫生规程、建筑安装工程安全技术规程和工人、职工伤亡事故报告规程），建立工会劳动保护监督检查机构或监察员，参加企业环保工作检查和污染事故处理，把改善职工劳动环境、监督检查防尘防毒工作、保护职工身体健康等做为维护职工合法权益的重要内容。

5．职工个人监督

《环保法》第六条规定了一切单位和个人有权对污染和破坏环境的单位和个人进行检举和控告。这是我们发动职工实行环境监督的依据。职工是企业的主人，依法监督企业的环境保护是每个职工的一项民主权力，职工的这种民主权力既可以通过职工代表大会的程序来行使，也可以通过直接向有关部门和领导反映环境问题来行使。

在政治、经济体制改革中，企业职工的民主意识和环境意识正在不断增加，从而在职工队伍中形成了一股整治污染、保护环境的强大力量。这是企业搞好环境保护工作的巨大力量源泉，是动员职工监督企业环境民主管理的一个重要方面。1985年鞍钢化工总厂三名工人反映结晶楼污染严重后，厂长、党委书记和工会主席认真听取了他们的意见，不仅基本解决了结晶楼的污染问题，而且还号召全厂八千名职工学习他们的主人翁精神，开展人人提合理化建议，为改善环境做贡献的活动，有力地促进了全厂的环境保护工作。

当前，企业环境污染，特别是职工劳动环境的尘、毒污染还很严重。企业领导应当采取实事求是的态度，不搞愚民政策，要相信群众，把环境污染监测结果向群众公布，积极宣传有关环境保护的方针政策和科学知识，依靠群众对各类环境问题和环境保护工作进行监督，把群众监督和群防群治做为改善环境管理，加速环境综合整治的动力。

2.3 企业环境管理的职责与任务

2.3.1 企业环境管理部门的主要职责

企业环境管理部门的职责是环境管理职能的具体表现，是其基本工作和责任。主要包括以下内容：

1）组织污染源调查和环境监测，掌握企业“三废”资源的流失情况、环境污染状况及变化趋势，建立污染源档案，开展污染源评价和环境经济效益分析，做好环境统计分析，为厂长对重大环境问题的解决和环境的综合整治决策提供可靠的依据。

2）认真贯彻国家和地方政府关于环境保护的方针、政策、法规和污染物排放控制标准。制定控制污染物排放的具

体方法和途径，制定和完善企业各项环境管理办法和制度，推行环保经济责任制，采取行政的、经济的、法制的、技术的、宣传教育的多种渠道和手段，加强以控制污染物排放和“三废”综合利用为主要内容的全面环境管理。

3）结合企业的技术改造和生产的发展，组织制定企业长期的环境保护发展规划和年度环境保护目标计划，并纳入企业生产经营计划中统一组织实施。

4）制定企业各类污染物排放控制指标、环保设施运行效益指标和考核指标，“三废”综合利用指标、绿化指标等，同生产指标一样进行考评。

5）参加审查、监督和验收企业技术改造、新建和扩建基建项目的环保“三同时”措施，严格控制新污染。

6）组织并协调污染治理、“三废”综合利用技术攻关和环保工程项目的可行性研究。开展环境科技情报工作，积极吸收和推广先进的污染治理和“三废”综合利用技术。

7）以创造清洁工厂为目标把环境保护纳入企业社会主义劳动竞赛，发动群众开展群防群治，要搞好环境保护工作的考核和评比，组织推广先进的环境管理经验，树立典型，表彰先进。

8）独立或组织有关部门检查监督企业各单位的环境保护工作。搞好调查研究，对发现的问题既要认真调查处理，又要热情为基层服务，帮助解决实际问题。

9）搞好有关环境保护的宣传教育和技术培训，提高各级干部和广大职工的环境意识，提高环境专业队伍的业务技术水平和环境政策水平。

10）认真搞好企业环境保护工作的改革，并与企业经济体制改革同步协调进行。使环境管理同加强企业环境保护工作的要求相适应，全面开创企业环境保护工作的新局面。

2.3.2 企业环境计划与目标管理

1. 企业环境计划与目标管理的意义

只有把环境保护纳入计划的轨道，才能保证环境保护与经济建设同步进行和协调发展，才能保证环境保护奋斗目标的实现。企业环境保护计划目标，是企业环境管理决策职能的核心，是协调生产经营发展和环境保护关系的重要手段，也是企业贯彻国家环境保护方针政策和法律的具体体现。目前企业环境计划目标管理，正经历着三个转变：

1）在经济体制改革中，随着企业由生产型向生产经营型的转变，企业在环境计划的目标管理上，更应进一步突出解决环境问题的指导思想和决策目标，应该由传统的计划管理，开始向环境目标管理转移。

2）企业在以治理型为主的环境保护时期，环境的计划目标，主要是污染治理工程计划目标。随着国家环境保护基本方针的提出，愈来愈多的企业开始把环境管理放到环保工作的首要地位，开展了对环境问题的综合整治，提出了向科学管理要环境效益，加强了环境管理措施，增加了环境保护工作考核指标和经济责任制。

3）企业在防治措施内容上，由先污染后治理，向预防为主、防治结合转移。

2. 企业环境目标计划的内容

企业环境目标计划，分中前期环境目标计划和年度环境计划两个方面，而后者，是实现前者的具体保证。环境目标计划和年度计划，要融合在企业生产经营计划之中，要同企业生产经营计划同时制定和同时执行与同时考核。制定环境

计划，要做到技术上可行，经济上合理，环境上允许。

（1）企业环境目标计划　企业环境目标计划分三年、五年、十年等，其制订要依据国家规定的环境保护标准，遵循政府的各种法律、法令、规章制度，还要以实现清洁工厂为主要目标。

企业环境保护目标计划，在某种意义来讲，是企业环境保护工作在一定时期内，预期达到的环境效果。因此，企业环境目标计划主要是效益目标计划。效益目标包括：企业环境质量的提高；污染物排放合格率的提高；各种资源、能源综合利用率的提高；环境经济效益的增长（如排污费的降低，“三废”综合利用利润的增加）；以及清洁工厂、清洁车间数目的增加等等。因此，企业环境保护目标计划的内容包括：污染源管理计划；企业污染综合防治计划；资源充分合理利用计划；能源环境管理计划；环境保护科研计划；厂区环境绿化计划等等。

（2）企业年度环境保护计划　为把环境规划目标变为现实，成为企业全体职工的自觉行动，必须将规划目标逐步纳入企业的年度计划中。

企业年度环境保护计划包括：确定年内必须完成的环境保护指标，（如环境质量指标、污染物排放指标、污染物治理计划指标，环境保护投资指标、综合利用指标、绿化指标、环境监测指标）以及完成这些指标的具体措施。

3。实行环境保护指标考核是开创企业环境目标计划管理新局面的重大措施

1984年冶金行业开始推行污染物综合排放合格率的环境保护考核制度，列入考核的有污水、烟尘、噪声等40类污染源中的15种污染因子。这些环境保护综合性指标是考核企业生

产经营和环境保护成果的主要指标之一，已经明确规定纳入冶金工业生产计划管理体系。

近年来，冶金企业广泛开展了以创建清洁工厂为目标的活动。污染物综合排放合格率和清洁工厂标准的实施，是冶金企业环境目标计划管理的新突破，对促进企业环境管理，落实环保经济责任制，开展污染物综合治理，全面推动企业环境保护工作起了重要的推动作用。

2.3.3 企业建设中的环境管理

企业建设包括新企业建设和老企业技术改造。企业建设中的环境管理按《环保法》第二十六条规定："建设项目中防治污染的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施，必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或使用"。

企业建设项目的环境管理大体分为两个阶段。

第一阶段是，凡是对环境有影响的建设项目，在建设前要事先进行环境影响评价。即对建设项目的厂址选择、产品工艺流程、能源和资源的利用以及排放的污染物等要进行环境影响预评价，提出综合防治措施和对策。根据国家关于工程项目大小和对环境影响程度的有关规定填报环境影响报告书或环境影响报告表，并作为建设项目可行性研究的一个重要组成部分。

第二阶段是在环境影响报告书批准以后，根据国家关于环境保护"三同时"的有关规定，对建设项目的建设过程，包括设计、施工、竣工验收等环节进行环境管理。

1。企业建设中环境管理的几个主要环节

（1）首要环节　在建设项目可行性研究阶段中要进行科学的环境影响评价和编好环境影响报告书。要对建设项目布局、工艺设备选择、资源能源的开发利用、防止污染的净化设施、回收废弃物的综合利用以及建设项目对环境影响等进行充分的论证。

（2）第二个环节　执行主体工程与环保设施工程同时设计、同时施工、同时投产的“三同时”管理原则。

“三同时”原则是基本建设和环境保护工作的经验总结，是我国控制新污染源所必须采取的重要措施。

企业认真执行“三同时”的规定，是企业对国家、职工和周围群众身体健康高度负责的具体体现，也是对当地环境和子孙后代的利益高度负责的具体体现。企业把严“三同时”的关，对避免产生新污染，同时对企业充分利用资源和能源、降低成本、免缴超标排污费或污染罚款等都是很有意义的。

（3）第三个环节　加强法制，严格依法办事。要克服那种个人拍板定案以权代法的和以主观意志盲目决策的不正常现象，健全企业重大工程项目决策的民主程序。

2。技术改造是解决老企业环境问题的根本出路

我国许多企业生产工艺落后、设备陈旧，资源能源消耗大、损失浪费严重，不仅影响经济效益的提高，同时也是造成环境污染的重要原因。为了改变现有企业技术落后的面貌，提高企业素质，要走以内涵为主扩大再生产的路子，一面增加经济效益，同时改善环境面貌，也提高环境效益和社会效益。

2.3.4 企业生产过程中的环境管理

企业生产过程，就是从环境中取得资源和能源，经过物化劳动而转化为有用产品的过程；同时，也是把未转化为产品的资源和能源以废弃物的形式排入环境的过程。

企业生产过程中的环境管理，是企业为防止或减少生产过程中的环境污染和资源流失所进行的管理活动。环境管理要融合在企业生产的计划管理、生产调度、设备运行管理、生产工艺技术管理、劳动管理、原材料能源管理、劳动竞赛、经济责任制等各管理环节之中，是企业生产管理的一个重要组成部分。

加强企业生产过程中的环境管理，是用最经济的方法防治企业污染的有效措施，是综合整治企业环境的重要方面。我国钢铁工业生产流程长，工艺落后，设备陈旧，物耗和能耗高，效率低，加上管理水平低，使资源和能源流失较多，环境污染较严重。因此，必须加强生产过程中的环境管理，健全管理机制，合理利用资源能源，进行工艺改革和设备更新，消除或减少生产过程中的跑、冒、滴、漏和污染事故，把排放的污染物总量控制在最低限度，减轻企业对环境的污染，改善企业的环境面貌。

加强企业生产过程中的环境管理，是促进企业技术进步，提高经济效益的一条重要途径。企业要加强组织管理，不断地革新生产工艺和设备，完善操作规程。综合利用好资源能源。这样做不仅有利于保护环境，改善环境质量，同时也能相应地促进企业技术进步，降低生产成本，提高资源利用水平，增加企业经济效益。

加强企业生产过程中的环境管理，也就是促进企业生产组织的合理化和科学化，提高企业的管理水平。

企业生产中的环境管理包括以下五个方面：

1。组织生产的环境管理

1）根据企业的环境保护目标考核计划，结合生产过程各环节的不同环境要求，把资源和能源消耗、资源回收利用、污染物排放量和反映环保工作水平的生产环境质量等环保指标，纳入各级生产作业计划，同其它生产指标一起组织实施和考核。

2）在布置、检查、总结生产工作时，要同时布置、检查、总结环境保护工作，要把环境保护指标落实到车间、工段、班组和个人。

3）充分发挥职工保护环境的积极性，开展创建清洁工厂和清洁车间的文明生产活动，创造一个良好的生产环境。

4）组织生产的环境管理，要纳入生产调度管理之中。

2。环保设备管理

1）为了提高环保设备的完好率、运转率和净化效果，要建立运行纪录并制定考核指标。

2）要制订好环保设备的操作规程、污染排放控制指标和岗位责任制。

3）要组织好环保设备的定时维护，建立检修制度，保证设备的完好率。

3。生产工艺技术的环境管理

1）在生产工艺中，要重视技术因素对环境的影响，要采用无污染和少污染的新工艺和新技术。

2）根据企业生产条件和环境要求，制定生产中以资源合理利用和污染控制为重点的各种经济技术指标。

4. 生产物资的环境管理

生产物资的环境管理是指生产物资在供应、储存、运输中为防止污染环境而进行的管理。在物资采购中要尽量供应无污染或少污染的原料；在贮备保管物资时，要防止滴、漏、跑、冒、飞扬、溢散等对环境的污染。

5. 技术革新

要不断改进生产工艺和设备，不断提高企业的机械化和自动化水平；变间断生产为连续生产；变分散生产为集中生产；变开放生产为闭路生产，完善生产流程，改革原料路线和生产结构，尽可能多地将可利用资源返回生产工艺，形成生产闭路消化和闭路循环，减少“三废”排放。

2.4 环境保护法规与标准

环境保护法规与标准是环境管理的重要组成部分。没有环境法规，环境管理就没有依据；没有环境标准，环境管理就没有尺度。所以环境管理部门必须下大力量抓好环境法规与标准。企业环境管理也必须十分重视环境法规与环境标准的建立与贯彻执行。

2.4.1 环境保护法规

1.国家宪法中的环境保护内容

1978年我国颁布的新宪法第十一条对环境保护作了明确的规定：“国家保护环境和自然资源，防止污染和其它公害”。

1982年我国颁布的宪法中，对环境保护工作作了更全面、更充实的规定。从此，我国的环境保护工作，正式列入

了我国的根本大法。

2。国家颁布的环境保护法规

1979年2月28日，中华人民共和国第五届全国人民代表大会常务委员会第六次会议，通过了《中华人民共和国森林法（试行）》。

1979年9月13日中华人民共和国第五届全国人民代表大会常务委员会原则通过了《中华人民共和国环境保护法（试行）》。1989年12月26日中华人民共和国第七届全国人民代表大会常务委员会又正式通过了《中华人民共和国环境保护法》。这是中国第一部关于保护环境和自然资源，防治污染和其它公害的综合性法律。

1982年8月23日中华人民共和国第五届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议，通过了《中华人民共和国海洋环境保护法》。

1984年5月11日中华人民共和国第六届全国人民代表大会常务委员会第五次会议，通过了《中华人民共和国水污染防治法》。

1987年5月1日，中华人民共和国第六届全国人民代表大会常务委员会第二十二次会议，通过了《中华人民共和国大气污染防治法》。

另外，还有《草原法》、《矿产资源法》、《建设项目环境保护管理办法》、《野生动物资源保护条例（草案）》、《风景名胜区管理暂行条例》、《森林和野生动物自然保护区管理办法》、《城市园林绿化管理暂行条例》、《水土保持工作条例》、《征收排污费暂行办法》、《全国环境监测管理条例》等。

3。冶金工业的环境保护法规

冶金工业部于1978年颁布了“冶金企业环境保护设计若干规定”；于1979年颁布了“冶金工业奖励‘三废’综合利用暂行实施细则”；于1980年颁发了“冶金工业环境监测工作暂行规定”；于1981年颁发了“冶金工业环境管理若干规定”；于1982年颁发了“冶金企业环境保护考核指标实施办法”；同年又颁发了“钢铁企业环境监测站设计若干规定”、“钢铁企业环境监测统一方法”；1984年又颁布了“清洁工厂评选办法”；又于1985年颁发了“钢铁企业环保设施划分范围暂行规定”等。这样，钢铁工业的环境管理已越来越细，形成了一整套适合钢铁工业情况的规章制度。

2.4.2 环境标准

环境标准是有关控制污染、保护环境的各种标准的总称，是环境保护立法的一个重要组成部分和执行环境保护法规，实施环境管理的重要依据，也是一定时期内环境政策目标的具体体现。环境标准的建立和发展，在一定程度上反映着一个国家的法制状况、经济水平和环境质量。

1。环境标准的分类

（1）环境质量标准　环境质量标准以保障人的健康和生活环境为目标而确定了各种污染物在环境中的允许含量。环境质量标准制约着其它环境标准，是环境管理工作的指南和监督依据。

环境质量标准分为国家标准和地方标准。我国目前已经颁布的国家环境质量标准有“大气环境质量标准”、“放射线防护规定”、“城市区域环境噪声标准”、“工业企业噪声卫

生标准”、“工业企业设计卫生标准”、“生活饮用水水质标准”、“海水水质标准”、“渔业水域水质标准”、“农田灌溉水质标准”、“土壤质量标准”等。根据不同功能区环境质量的要求，其中大气环境质量标准还分为一级标准、二级标准、三级标准。海水水质标准也分为一类标准、二类标准、三类标准。

（2）污染物排放标准　污染物排放标准是为了有效地控制污染，以达到环境质量标准的要求，而对污染源允许排放浓度和排放量所做出的限制性规定。污染物排放标准是实现环境质量目标的手段，其作用在于直接控制污染源，从而达到防止环境污染的目的。

我国目前颁发的国家污染物排放标准有：工业废水排放标准和工业废气排放标准。标准中对各类污染物排放浓度都作了明确的规定。此外，不同地区或行业还颁发了地方污染物排放标准和行业污染物排放标准。

（3）环境基础方法标准　环境基础方法标准是为制订、修订和执行各项环境标准而提出的基本原则，监测分析方法，以及名词、术语、符号等规范性解释的有关规定。我国目前颁发的“地方污染物排放标准制定原则，”以及“污染物的监测和采样方法的统一规定”都属于这类标准。

（4）污染控制技术标准　污染控制技术标准是由污染物排放标准引伸而来的，是生产、设计和管理人员执法的具体技术措施。它是以污染物排放标准为依据，对燃料、原料、生产工艺、产品、治理技术、排放设施及设计等各环节做出的具体技术规定。如对某种生产设备明文规定必须配备何等效率的净化装置或安装多高的排气筒，对设备产品提出的环境要求标准，对生产过程提出的必要卫生防护距离以及生产工艺如何有效地控制污染物排放的技术规定等等。制定这

种技术标准的目的是为了便于执行和检查，因而在企业环境管理实践中具有非常实际的意义。

2。 制定环境质量标准和污染物排放标准的原则

（1）制定环境质量标准 首先要保证人体健康，能维持生态系统不遭破坏。这就需要做大量的综合研究工作，既要定量分析环境污染物的浓度与人体健康和生态系统的相互关系。同时还要考虑技术经济条件，权衡实现环境标准的经济承担能力和效益之间的关系，以便做到既保证人体健康和生态系统不被破坏，又不超出社会经济技术承担能力。环境质量标准的污染物浓度应该是在这样的基础上制定出来的。

（2）制定污染物排放标准 应满足环境质量标准的要求，在考虑环境容量的基础上，处理好环境质量标准和污染物排放标准的关系，做到技术上可行、经济上合理，使制定的污染物排放标准与目前的技术水平和经济能力相适应。

无论制定环境质量标准，还是制定污染物排放标准都要同时充分考虑到环境问题具有区域性差异的特点。地方环境标准应该根据不同区域的社会功能、生态系统的结构功能和区域环境的自净能力来制定。处于该区域环境中的企业要执行当地的地方环境标准，特别是污染物的排放必须符合地方标准，以保证区域环境质量达到规定的要求。

2.5 环境统计

2.5.1 环境统计的含义

环境统计作为环境管理服务的主要工具之一，本身就是一种环境管理活动。环境统计的服务作用和监督作用是通过环境管理体现出来的。可以说，离开了环境统计，就根本谈

不上环境的现代化科学管理。环境保护工作越发展，环境统计在环境保护工作中的地位和作用也就越重要。环境统计是环境保护工作发展的必然趋势。

随着人们对环境保护的认识不断深化，环境统计的内容也在不断地充实和完善。一般来讲，用数字反映并计量人类活动引起的环境变化和环境变化对人体的影响，统称为环境统计，日常也用来泛指环境统计工作、环境统计资料等。

2.5.2 环境统计的范围

环境统计的范围包括人类赖以生产和生活的全部条件以及影响生态平衡的各种因素。根据联合国统计司1977年的规定，环境统计的具体项目有：

1）土地环境统计，反映土地及其构成的现有量、利用量和保护情况。

2）自然资源的环境统计，反映食物、森林、水、矿藏、资源、以及文物古迹、自然保护区、风景游览区、草原、水土生物等的现有量、利用量和保护情况。

3）能源环境统计，反映能源及其构成的现有量，其开采、消耗、回收和利用情况以及对环境的影响。

4）人类居住环境的统计，反映人群的健康情况、营养情况、劳动条件、居住条件、娱乐条件和文化条件以及公共设施等方面的状况。

5）环境污染统计，包括大气、水、土壤等的污染状况以及污染源排放、治理和“三废”资源综合利用情况。

此外，还有反映环境保护专业队伍的组成、污染治理专用设施的工作和发展状况等等。

2.5.3 环境统计的任务

环境统计工作的中心任务，就是及时、准确、全面、系统地反映环境状况和变化的趋势，供政府部门制订环境保护政策和环境保护规划，检查环境保护计划执行情况，预测环境资源的承载能力等提供依据。因此，环境统计的研究对象是大量环境现象的数量方面，即环境现象变化的数量关系和数量界线。通过这些大量的环境现象调查研究，就可以认识环境发展变化的规律和发展变化的原因，以便及时采取对策，协调生产经营和环境保护的关系。

环境统计工作，要做到实事求是，如实反映情况，严格执行国家报表制度，正确掌握指标内容及含义，准确地、及时地、全面地上报。同时还要作好统计分析，反映新污染的防止，老企业的污染治理，自然资源的合理开发利用和环境质量的变化程度，以及环境管理和计划执行中出现的新情况。另外还要作好统计资料的搜集和整理，要建立健全各种原始纪录和台帐，加强数据管理的基础工作，使各项统计数据建立在准确、可靠的基础上。

2.5.4 环境统计的特点

（1）内容多，学科新　环境统计的对象是环境和发生在环境中的现象。在环境保护这个庞大的领域中，未知的和有待深入认识的内容很多，需要人们去研究和探讨的事物也很多，因而环境统计的内容和指标也将相应地深化和不断充实。总之，环境统计是一门新兴的学科。

（2）涉及面广，综合性强　环境统计涉及到自然资源、人口增减、卫生保健、工农业生产、基本建设、文物保护、城乡建设、环境监测、“三废”排放及污染危害、污染的防

治、综合利用等等方面。因此，环境统计是一门综合性的统计工作。

（3）情况复杂、难度大　发生在环境中形形色色的现象，有自然产生的，有人为造成的。就污染物来讲，环境统计所反映的各种污染因子，有上百种，其数量有的以万吨计，甚至以亿吨计，也有的则以百万分之一（ppm），或者十亿分之一（ppb）计。这种统计数字的悬殊差别与情况的差异是其它统计所罕见的。

（4）技术性强　环境统计的研究对象是人类和其它生物的生存条件。这些条件往往与社会的生产和生活变化直接有关。同时影响这些条件的还有各种各样的因素。而要了解环境质量的变化情况，则有赖于通过物理的和化学的技术分析和监测。因此，环境统计无论从范围、内容、条件、手段上来看，其技术性都是很强的。

2.5.5　冶金工业企业的环境统计

冶金环境统计，就是以冶金企业的环境为基本研究对象，围绕企业环境的各种现象和过程，以及影响环境状况的各种因素与效果所进行的统计。冶金环境统计的基本任务就是统计冶金工业污染物排放的数量、质量和现状，反映冶金企业污染物治理和综合利用成果，为制订冶金工业环境的保护方针、政策、计划以及加强环境管理工作提供依据。冶金工业企业环境统计的基本内容就是围绕着“三废”的排放、污染、治理及利用等环节进行的。具体讲来：废水的统计，主要是指废水的产生、处理、利用、排放以及废水中有害因子的数量。废气的统计，主要是指废气（包括可燃气体）的产生、回收、利用、排放以及废气中有害因子的数量。废渣的统计，主要是指废渣（包括含铁尘泥）的产生、利用、排放。

厂区环境质量的统计是指污染源排出的污染因子（包括噪声）对厂区环境的影响状况，厂区环境状况，污染赔款和排污费交纳情况以及污染治理状况等。上述统计内容综合地构成了冶金工业企业环境统计的基本内容，或者称为冶金工业企业环境统计的基本体系。

2.6 环境监测

2.6.1 环境监测的基本概念

1。环境监测的发展

50年代中期，中国卫生部门和城建部门曾在一些城市进行过大气、水和土壤污染的卫生学调查和常规分析工作。70年代中期，各地环境监测站相继建立，开展了大气、河流、水库、污染源的监测工作。冶金工业的环境监测工作，则是从1980年株洲第一次全国冶金环境监测会议开始开展的。这次会议制订了《冶金工业环境监测暂行规定》，明确了在冶金企业设立环境监测站，冶金部成立监测中心（设在冶金部建筑研究总院内）。1982年冶金部在柳州召开了全国冶金系统第二次环境监测站站长会议，会上制订了《冶金环境监测站设计暂行规定》，统一了冶金企业环境监测方法，制订了《钢铁企业环境监测实施细则》。1984年冶金部在成都召开了第三次全国冶金环境监测站站长会议，会上表彰了先进监测站，提出了加强环境监测质量的要求。1988年3月冶金部在北京召开了第四次全国冶金环境监测站站长会议，会上修改了《钢铁企业环境监测实施细则》，提出了企业监测的连续化和自动化。完善了冶金环境监测体系，并且及时地、全面地、准确地监测着冶金企业的环境状况。

2。环境监测的含义

环境监测是间断地或者连续地测定环境或者污染源中某一种或几种污染物的浓度或数量，跟踪其变化情况和对环境产生的影响的过程。

3。环境监测的分类

（1）按目的和性质可分为：

1）常规监测　监测环境中（包括污染源）已知有害污染物的变化趋势，评价控制措施的效果，判断环境标准实施情况和改善环境取得的进展。

2）研究性监测　研究确定污染物从污染源到受体的运动过程，鉴定环境中需要注意的污染物。

3）事故性监测　对事故性污染实行的监测，如：石油溢出事故造成的海洋污染；核动力厂发生事故时放射性微尘所造成的大气污染。

（2）按监测对象也可分为：大气监测、水质监测、土壤污染监测、生物污染监测等。

（3）按监测内容还可分为：化学毒物监测、卫生（包括病原体、病毒、寄生虫、霉菌、毒素等的污染物）监测、热污染监测、噪声监测、电磁波污染监测、放射性污染监测、富营养化监测、企业排放的有害物质监测等。

（4）按监测手段又可分为：连续自动监测、间断监测、仪器监测、人工采样试验室分析、遥测、遥感、流动监测、空中监测等。

4。环境监测的特点

环境监测是通过测试数据来反映企业污染物排放数量和

质量的真实情况的，所以数据的代表性是最重要的。为此，要正确认识污染物的属性；还要了解污染物在环境中的时空性。

（1）环境污染物的特性

1）非自然性　一些化学元素和化合物所以成为污染物，是由于它在环境中的过量存在。这样不仅破坏了环境中物质运动的平衡，同时也强迫人体接受这些过量的或不需要的元素和化合物。这种污染称为环境污染物非自然物。

2）扩散性　各种污染物质在环境中，都各自具有不同的状态和性质，也都有着各自不同的迁移规律，从而构成了环境污染物的不同扩散性。

3）毒性　污染物侵入生物或人体后与机体的组织或体液发生物理化学作用，达到一定程度时，可以产生功能障碍或病变，这就叫做环境污染物的毒性。污染物毒性同污染物的性质、浓度和作用时间有密切的关系。

4）活性和持久性　污染物的活性和持久性是指它在环境中的稳定程度和持续时间。有的污染物的活性很强，排出后迅速变成其它物质；而有的污染物则长时间滞留在环境中，区别很大。

5）环境生物可分解性和积累性　污染物的环境生物可分解性是指一些污染物能通过环境因素中的物理化学作用和生物吸附作用，分解成无害的稳定化合物，这个过程也叫作环境的自净作用。污染物的生物积累性是指环境中污染物进入生物体后，在生物体内积累，使其含量大大超过正常生物体内的含量。

（2）环境污染的特征　环境污染是指各种污染物与各种环境因素之间相互作用的总效应。因此，环境污染的特征一方面表现为污染物的时间变化，另一方面又表现为污染物

的空间变化。

污染物的时间分布：在大气污染中经常遇到在不同气象条件下，同一污染源对同一地点所造成的地面污染浓度不一样。这是大气运动对污染物的扩散和稀释作用造成的。大气运动主要表现为风和湍流。风和湍流与大气稳定度、温度层结、云量和辐射量有关，因而，一年四季，一天二十四小时的不同时刻都不相同。如风速小、湍流低，则低烟囱排出的污染物在污染源周围弥漫。如日光照射量增大，则大气处于不稳定状态、湍流增大，烟雾很快被风吹走而迅速散开。

污染物的空间分布：污染物往往随大气和水流的运动被稀释扩散，不同污染物的扩散速度和污染物的性质有关，因而，不同地点的污染浓度也不同。这就形成了污染物的空间分布。

（3）环境监测的特点　环境污染物的特性和特征决定了环境监测有以下特点：

1）技术性强　环境监测涉及到化学分析、物理测量、仪器分析、生物、生理检验，同时，还涉及大气化学、大气物理、水化学、水文学、生物学、流行病学、毒理学、病理学等多学科的知识。

2）要求精度高　存在于环境的污染物，大多含量较低，有的属于微量级，有些还属于痕量级。因此，在采样方法，样品处理和保存，仪器设备的选择和校准、器皿的选择、洗涤和校准，试剂的选择、提纯和检验，基准物的选择、标准溶液的配制，分析方法的选定、分析程序选择等方面都要精确考虑。

3）时间性强　污染受污染源强度、地理条件、气象条件等的影响很大。如排放物质的分散性、扩散性、化学活性等的差异；污染的范围有局部的、区域性的；污染影响有短期

的、长期的、急性的、慢性的或者是潜在的，因此，监测的时间性很强。

2.6.2 企业环境监测的任务及内容

1．企业环境监测的任务

企业环境监测的基本任务是监视、检查、评价企业排污和环境质量状况。

1）监测企业排污全过程，找出污染物产生的原因、其变化规律和趋势。

2）检测污染物，确定污染物种类、排污量、排污去向、影响范围和程度。

3）评价环境质量，预测预报企业环境质量的发展趋势。

4）评价污染治理工程，测定治理工程的处理能力和处理效果以及资源能源利用指标等。

2．企业环境监测的内容

（1）污染源监测

1）工业废气有害物监测：如烟气排出数量，烟气中主要有害物质，二氧化硫、硫化氢、烟尘、一氧化碳、苯并芘、氮氧化物等。

2）工业废水有害物监测：如废水排放量、pH值、温度、废水中酚、氢、油、重金属离子含量等。

3）噪声源监测、振动源监测、放射性监测、磁污染监测。

4）废渣监测。

（2） 环境质量监测

1）大气环境监测。厂区环境大气质量，如厂区降尘、

二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳含量等。

2）水环境监测。地下地表水源、饮用水源、排污对水系影响等。

2.6.3 不断提高企业环境监测质量

为了确保监测数据的准确性、精确性、代表性、可比性、完整性，对影响监测数据的所有方面，如计划、布点、采样、分析、样品保管、人员、数据处理、统一报表、原始记录等都要严格执行质量保证；要不断地给企业监测工作创造条件，如场地、仪器、手段；要对监测人员实行业务考核和技术培训，不断提高监测技术水平。

2.7 企业环境保护与精神文明建设

创造良好的生态环境不仅是社会主义物质文明建设的重要内容，也同社会主义精神文明建设有着密切的联系。在企业环境保护工作中，加强精神文明建设，不仅是企业精神文明建设总体目标的内在要求，也是推进企业环境保护工作的巨大力量源泉。

2.7.1 企业环境保护与精神文明建设的关系

环境保护与精神文明建设存在着互相促进、互相制约的辨证关系。精神文明建设的根本任务，是适应社会主义现代化建设的需要培养有理想、有道德、有文化、有纪律的社会主义公民，提高整个中华民族的思想道德素质和科学文化素质。这几个方面都包括着同环境建设密切相关的内在要求。在社会主义条件下，努力增强职工的环境道德观念，提高职工的环境意识和环境知识素质，是社会主义精神文明建

设在企业环境保护方面的根本要求，也是企业精神文明建设的一项重要内容。把这方面的任务渗透在企业环境建设中，体现到环境保护的各个方面，对推动企业精神文明建设，促进环境保护工作都有重大的现实意义。

对待环境保护工作的态度和环境状况如何是衡量企业生产经营好坏的一条客观尺度，也是了解企业精神文明建设的一面镜子，反映着干部和职工环境思想道德素质和环境科学知识素质的水平。一个厂区清洁、环境优美的花园式工厂给人以环境美的享受，陶冶人们的情操、引导人们追求新的工作秩序和文明的新生活。同时也为促进精神文明建设提供了一定的物质条件。

2.7.2 企业环境保护工作中加强精神文明建设的主要任务

企业在环境保护中，加强精神文明建设的任务归纳起来有下列四个方面：

（1）引导职工树立为创造清洁、优美的环境而奋斗的理想　建设具有中国特色的社会主义现代化国家，是现阶段我国人民的共同理想。这个理想中就包括了同现代化国家相协调的环境建设目标，而创造清洁、优美的环境则是企业现代化的重要标志。这就要求企业职工把理想和求实精神结合起来，把实现这一共同理想同企业的发展目标结合起来，同企业的环境建设结合起来，同企业的每个职工的环境职责和对美好环境的追求结合起来，逐步深入地理解马克思主义世界观和社会发展规律，理解环境保护是我国一项基本国策的深远意义，并自觉地运用经济规律和生态规律指导生产建设和环境保护，把理想建立在科学基础上。通过精神文明建设，引导职工关心环境建设，为实现现代化的理想，为创造同生产发展，同职工物质文化生活水平提高相适应的美好环境而

奋斗。

（2）树立和发扬社会主义的环境道德风尚　环境的污染与破坏，引起人们对环境问题的关注，又促使保护环境、造福人民的新的环境道德规范的形成。企业重视污染防治、保护职工健康，为社会造福是讲究环境道德的表现。相反，不重视环境保护，向社会转嫁污染，牺牲社会利益、环境利益以谋取企业狭隘经济私利是缺乏环境道德的表现。环境道德作为社会主义道德规范的重要内容，对人们在环境问题上有所为和有所不为具有一定的指导作用和约束力。树立环境道德首先要遵重人们维护环境道德的权力，履行环境道德所赋予的责任和义务，把搞好环境保护作为遵守环境道德的自觉行动。

在企业环境道德建设中应该特别重视职业环境道德的建设：职业环境道德最重要的内容就是对国家、对人民、对环境保护事业的忠诚，全心全意为人民创造一个清洁、安静、优美的生产、生活环境。要树立顾全大局、顾全社会环境经济效益的新的环境道德观念。要积极进取、奋力开拓、艰苦奋斗，搞好环境保护。当环境污染危害人群健康的时候要挺身而出，英勇奋斗。

（3）加强环境保护的民主与法制教育　环境的民主管理、民主监督和环境保护法制，不仅仅是企业搞好环境保护工作的重要保证，也是精神文明在企业中的重要体现。加强环境保护的民主与法制教育，树立职工是国家主人、企业主人、环境主人的思想，积极参加企业环境的民主管理与监督，维护环境保护法制，投身于企业的环境建设，反对违犯环境法规和环境道德等损害环境的行为，反对对环境污染不负责任的官僚主义，反对弄虚作假、偷排偷放，这是企业每个干部、每个职工应有的精神文明义务。在环境保护工作

中，一切违反社会主义民主与法制的行为都是法律所不允许的，也是同社会主义精神文明建设背道而驰的。

（4）普及和提高职工的环境科学知识　环境科学知识不仅仅是环境建设的重要条件，也是提高职工环境思想道德素质、树立环境意识的重要条件。当前环境科学已成为推动环境保护事业进步的革命力量。由于环境科学是一门新兴的科学，环境科学知识还远远没有被广大职工所了解和掌握，这种状况影响了企业的环境保护工作。因此，要大力普及和提高职工的环境科学知识水平，增强职工环境意识，促进环境保护工作和精神文明建设。

企业干部应当成为精神文明建设的模范，同样应当成为具有对美好环境追求的理想，高尚的环境思想道德，较高的环境知识素质，强烈的环境民主意识和法制观念的模范。具有能在理论和实践上正确处理生产建设和环境保护关系的思想理论基础，带领职工为搞好企业环境保护做出自己的贡献。

3

冶金企业的环境质量评价和环保设计

3.1 冶金企业的环境质量评价

3.1.1 环境质量评价概述

1. 环境质量评价的概念和类型

环境质量包括自然环境质量和社会环境质量。自然环境质量即自然环境条件的好坏，可分为物理的、化学的及生物的三个部分。自然界气候、水文、地质、地貌等条件的变化，人为的放射性污染、热污染、噪声污染、电磁辐射、地面下沉以及地震等自然灾害都能影响物理环境质量。人为活动造成的化学污染，可以影响各环境要素的化学组成，即降低化学环境的质量。生物环境质量是指周围生物群落（包括微生物）的结构、组成情况，物理污染、化学污染和生物资源的不合理采伐和利用，都会恶化生物环境质量。社会环境质量包括居住环境和经济的、文化的及美学的等方面内容，各地区经济、社会发展程度不同，社会环境质量也就有差异。

环境质量评价就是对环境素质的优劣进行定量的评定。环境素质的优劣是以它适合人类生活、生存和发展的程度来衡量的。人类对环境质量的要求，既包括对自然环境质量的

要求，也包括对社会环境质量的要求，所以一个完整的环境质量评价应当包括这两方面的评价内容。但是目前我国的环境质量评价主要是针对自然环境质量进行的，社会环境质量方面的评价还做得很少。

环境质量评价可以按不同的方法具体分类。如按时间分，可以分为回顾评价、现状评价及影响评价（也称预断评价）。回顾评价是根据一个地区历年积累的环境资料进行评价，据此可以回顾该地区环境质量的发展演变过程。现状评价是根据环境调查和环境监测所取得的资料进行统计分析，对一个地区或企业的环境质量现状进行评价。影响评价是根据一个地区的经济社会发展规划，预测该地区将来的环境质量变化；或根据建设项目的可行性研究，预测其对环境的影响，并提出有关环保的反馈意见。后者即为建设项目所作的环境影响评价，是我国目前广泛进行的一种环境质量评价。

环境质量评价按环境要素可分为单要素评价和多要素综合评价。单要素评价有大气环境质量评价、地面水环境质量评价、地下水环境质量评价、噪声环境质量评价、土壤环境质量评价等，能够揭示各环境要素的污染状况。多要素综合评价是指对两个以上环境要素进行综合评价，一般至少包括大气、地面水这两个环境要素，可以揭示污染物在有关各环境要素间的迁移、转化规律，从整体上全面地反映一个区域的环境质量状况。

环境质量评价还可按区域类型分为城市环境质量评价、水域环境质量评价、海域环境质量评价及风景游览区环境质量评价等。

2。环境质量评价的目的和意义

环境质量评价是环境管理的科学依据，也是实现全面环

境管理的一个重要手段。环境质量评价的根本目的就是为各级政府和有关部门制订区域的经济社会发展规划（包括新经济区的开发和老城市的改造）、确定工程项目的建设提供环境保护的科学依据；为各级环保部门制订环境规划，加强污染综合防治，实现科学的环境管理服务。

环境质量评价的意义就在于通过定量地揭示和预测人类活动对环境质量的影响，为环境管理提供科学依据，有助于实现经济建设、城乡建设、环境建设的同步规划、同步发展、同步实施和经济效益、社会效益、环境效益的统一。

当前，控制和减少环境污染是我国环境保护工作的一项重要任务。通过环境质量现状评价，找出主要污染源和主要污染物，弄清区域或企业环境质量发展变化趋势，有针对性地提出污染综合防治的对策。环境影响评价较之现状评价更具有重要意义，它能够较好地为解决开发建设和环境保护之间的矛盾提供决策依据，是贯彻预防为主的战略措施的重要手段，并已成为我国法律所规定的一项必须遵守的制度。根据我国环境治理的有关规定，在进行新建、改建和扩建工程时，必须提出对环境影响的报告书，经环境保护部门和其它有关部门审查批准后才能进行设计。在老城市改造和新城市建设中，应当根据气象、地理、水文、生态等条件，对工业区、居民区、公用设施、绿化地带等作出环境影响评价，全面规划，合理布局，防治污染和其它公害，有计划地建设成为现代化的清洁城市。

3．环境质量评价发展概况

环境质量评价是60年代中期在美国开始出现的，70年代得到了较快的发展。目前以法律形式规定了环境质量评价制度的已有美国、瑞典、澳大利亚、法国等，在现状评价方

面，国外对定量评价方法特别是指数方法进行了大量研究。目前，美国、加拿大、苏联、英国等都提出用环境质量指数来衡量环境质量。美国最早提出了格林大气污染综合指数，现已用大气污染指数进行大气质量预报。日本环境质量现状评价已经把评价和污染控制紧密结合起来，先后采用浓度控制、K值控制、总量控制、按排放量分配等方式以控制环境污染。国外环境影响评价方法很多，正向着多目标、多环境要素、自然环境与社会环境的综合系统发展。环境影响评价的数学模型也在逐渐深化。

我国的环境质量评价在70年代以后才逐步开展起来。但在较短时间内，在评价指数系统、模式研究分析以及评价理论探索等方面已有较大进展，特别是在环境质量指数的研究方面已基本上形成了一定的体系。1979年我国颁布《中华人民共和国环境保护法(试行)》以后，特别是1981年颁布《基本建设项目环境保护管理办法》以后，建设项目的环境影响评价工作在全国范围内广泛开展起来了，环境影响评价方法研究也取得了进展，许多科研、设计单位和高等院校承担大量环境影响评价任务。冶金系统也于1981年成立了北京环境评价联合公司，积极开展冶金系统大、中型建设项目的环境影响评价工作。

3.1.2 环境质量现状评价

1。环境质量现状评价工作程序

环境质量现状评价就是根据环境背景特征调查、各类污染源调查和区域环境污染监测等资料，应用环境质量评价方法进行综合处理，从而对一个地区的环境质量现状做出的定量描述。环境质量现状评价工作程序如图3-1所示。

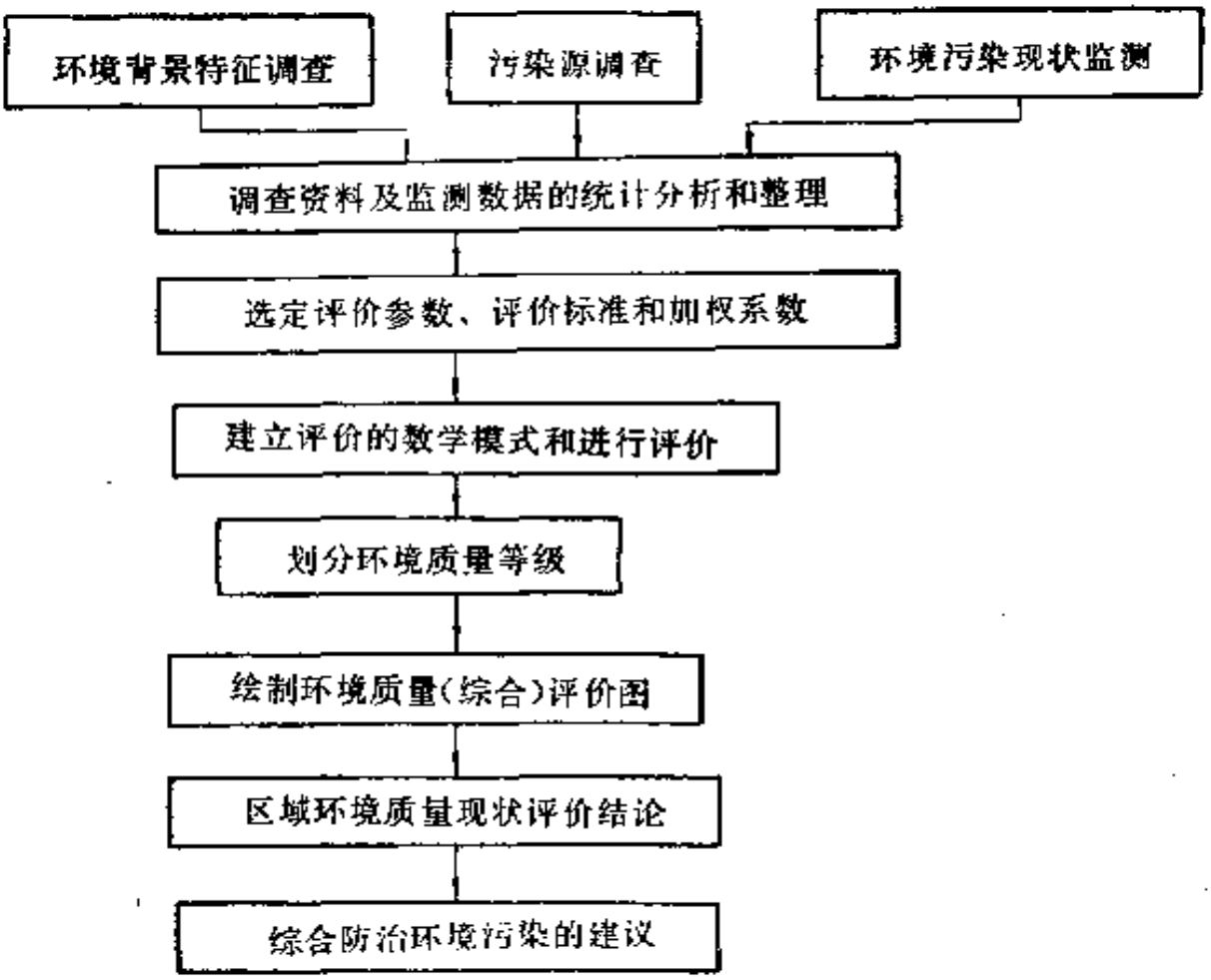


图3-1 环境质量现状评价工作程序

2。环境质量现状评价方法

（1）环境背景特征调查 区域环境质量的变化和污染物的迁移转化规律，都与区域环境背景特征有着密切的关系，所以在进行环境质量评价时必须做好环境背景特征的调查。

环境背景特征包括自然环境背景特征和社会环境背景特征。自然环境背景特征的调查内容一般包括：区域的地理位置和地形、地貌；气象和气候（风向、风速、大气稳定度、降水量等）；水文（河流水位、流速、流量、地下水类型、海水运动状态等）；土壤（土壤类型、土壤剖面构型等）；生物（陆地及水域的生物种类、形态特征、生态习性及其分

布情况等）。社会环境背景特征的调查内容一般包括区域内城镇和村落分布及其功能分区、人口密度、经济结构、资源、能源等。

调查方法可以通过收集有关资料进行统计分析，必要时进行实地观测。如气象资料一般可利用当地气象站已有的长期观测资料（如五年、十年）进行统计整理。当地形复杂时，应根据需要增设若干个气象哨进行短期观测（如几个月或一年），以了解局部地区的流场情况。

（2）污染源调查和评价　污染源是指污染物的发生源，即向环境排放污染物或对环境产生有害影响的场所、装置和设备的总称。污染源按照发生的原因可以分为天然污染源和人为污染源。天然污染源是自然界自行向环境排放污染物或造成有害影响的场所。人为污染源是人类社会活动所形成的污染源。环境质量评价所关心的是人为污染源，它有多种分类方法。按污染物的种类，可分为化学污染源、物理污染源、生物污染源以及同时排放多种污染物的复合污染源。按污染物危害和影响的主要对象，可分为大气污染源、水体污染源和土壤污染源。按导致环境污染的人类社会活动，可分为工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污染源。按向环境排放污染物的空间分布，可分为点污染源、面污染源和线污染源。这些分类可以根据调查的目的来选用。

污染源调查的内容应根据调查目的和具体调查对象来确定。如工业污染源调查的内容一般包括：

1）企业基本情况　企业名称、经济类型、产品产量、产值、固定资产、职工人数、厂区位置、厂区布局等。

2）生产工艺和排污工艺　工艺技术路线、生产工艺流程、技术装备水平，污染物产生的部位、条件、排污方式、特点、途径和变化规律，排污的种类、浓度、绝对量、性质、

形态等。

3）原材料和能源消耗　原材料的种类和消耗量，供水方式、供水量、水的循环利用率，能源的构成和消耗量等。

4）污染治理措施　治理方法、工艺流程、控制效率、环保投资等。

污染源调查中最主要的是污染物排放量的调查，其方法有物料衡算、现场实测和经验估算等。比较广泛采用的是物料衡算法，它是根据物质不灭定律来推算污染物排放量的。

污染源调查取得的污染物排放量都是以浓度或总量的形式表示的。为了比较各污染源对环境危害影响的大小，以确定主要污染源和主要污染物，需要对调查数据进行“标化”处理，即将其转换成在同一尺度上可以相互比较的量，此量通常称为等标污染负荷或等标指数，然后按其大小排列，从而找出主要污染物和主要污染源，这个过程称为污染源评价。

等标污染负荷（P）为污染物的排放浓度或总量与该污染物的排放标准或环境质量标准之比值。污染源评价计算步骤为：先计算某污染物的等标污染负荷P_i，而后再计算污染源的等标污染负荷P_j。如某污染源有n（$i=1,2,3,\cdots,n$）种污染物，则该污染源的等标污染负荷为：

$$P_j=\sum_{i=1}^{n}P_i \qquad (3-1)$$

如评价区域内有m（$j=1,2,3,\cdots,m$）个污染源，其总的等标污染负荷（P）为：

$$P=\sum_{j=1}^{m}P_j \qquad (3-2)$$

根据污染物和污染源的等标污染负荷，可求出某污染物和某污染源占区域等标污染负荷总和的百分率（分担率），即：

$$K_i = \frac{P_i}{P} \cdot 100\% \qquad (3-3)$$

$$K_j = \frac{P_j}{P} \cdot 100\% \qquad (3-4)$$

式中 K_i——某污染物的等标污染负荷的百分率；

K_j——某污染源的等标污染负荷的百分率。

最后根据等标污染负荷百分率的大小，依次确定其为主要或次要的污染物和污染源。

（3）环境监测 在环境质量现状评价中，环境监测的目的是为评价提供反映区域环境质量现状的污染物浓度，据此判断环境质量是否符合环境质量标准，并根据污染物浓度的时空分布，研究分析环境污染与污染源分布、气象条件等的关系。环境质量评价的环境监测一般包括大气监测、水质监测，土壤监测等。

大气监测网点的布设，常用的有网格布点法（采用方格坐标平均布设采样点）、同心圆布点法（以污染源为中心，在不同半径的同心圆上布点）、扇形布点法（以污染源为中心，在其下风方向按扇形面布点）、功能分区布点法（按居民区、工业区等布点）等。实际选用时应根据监测的目的、要求和污染源特征等具体情况考虑，有时可兼用两种方法。布点的数量要适当，并要选定1—2个不受附近大气污染影响的对照监测点，以确定大气污染物的背景值或对照值。监测时间一般在冬、夏季各进行一次，每次5—7天，每天6次左右。

水质监测点的布设，根据水体情况而定。如河流一般可在上、中、下游设置监测断面，视河面宽度每个断面设1—3

个取样点。如有支流汇入时，还应在支流汇入前后的适当距离处布点。湖泊可在有污水或河水进出处布设取样点，并按湖泊面积大小划分若干方块，各设一个取样点。在采集水样的同时，还要测定流速、流量等。

土壤监测一般按网格法布点，每一平方公里至少设一个采样点。田块中采样点的分布方式有：对角线取样、梅花形取样、蛇形取样和棋盘式取样等。土样从耕作层或表层（0—20cm）选取，必要时也从底层（20—40cm）选取。

（4）环境质量指数和环境质量分级　环境质量指数是评价区域环境质量的尺度。环境质量指数系统的基本结构单元是分指数I_i，根据各污染物的分指数可求出单要素和多要素的环境质量指数I_g。

分指数I_i表示单一污染物对环境产生等效影响的程度。它是环境污染物的实测浓度C_i与该项污染物在环境中的允许浓度（评价标准）C_{si}的比值（无量纲）。单要素的环境质量指数I_g表示环境要素中多项污染物对环境产生综合影响的程度。它是以分指数为基础，通过各种数学关系式综合求得的。综合计算的方法有叠加法、算术平均法、加权平均法、平均值和最大值的平方和的均方根法以及几何均值法等。多要素的环境质量指数I_g（或称总环境质量指数）是在单要素的环境质量指数的基础上再加以综合而得出的。因为各个环境要素对区域的总环境质量的影响并不相同，故在综合单要素环境质量指数时还要进行二次加权。

在综合计算环境质量指数时应正确选定评价参数和评价标准。评价参数就是进行环境质量评价时所选用的对环境有主要影响的一些污染物。一般选择排放量大、浓度高、毒性强、难于在环境中降解、对人体健康和生态系统危害大的污染物以及反映环境要素基本性质的其他污染因子作为评价参

数。如大气质量评价中常用的评价参数有：总悬浮微粒、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳等。水体质量评价中常用的评价参数有：化学耗氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、溶解氧（DO）、pH值、氨氮、挥发酚、氰化物、铬、铅、砷、汞等。参加评价的参数不但要具有代表性，而且要切实可行。同时还应注意某些互为因果的相关参数的筛选。参数过多不仅增加工作量，而且还会因某些相关因子的同时使用而导致该因子的权重过大，使评价结论失真。评价标准应以环境质量标准为根据，并符合当地环保部门对该区域的环保控制目标的要求。

求得环境质量指数后，还要根据指数值大小确定环境质

出环境保护的对策。

环境影响评价工作程序如图3-2所示。

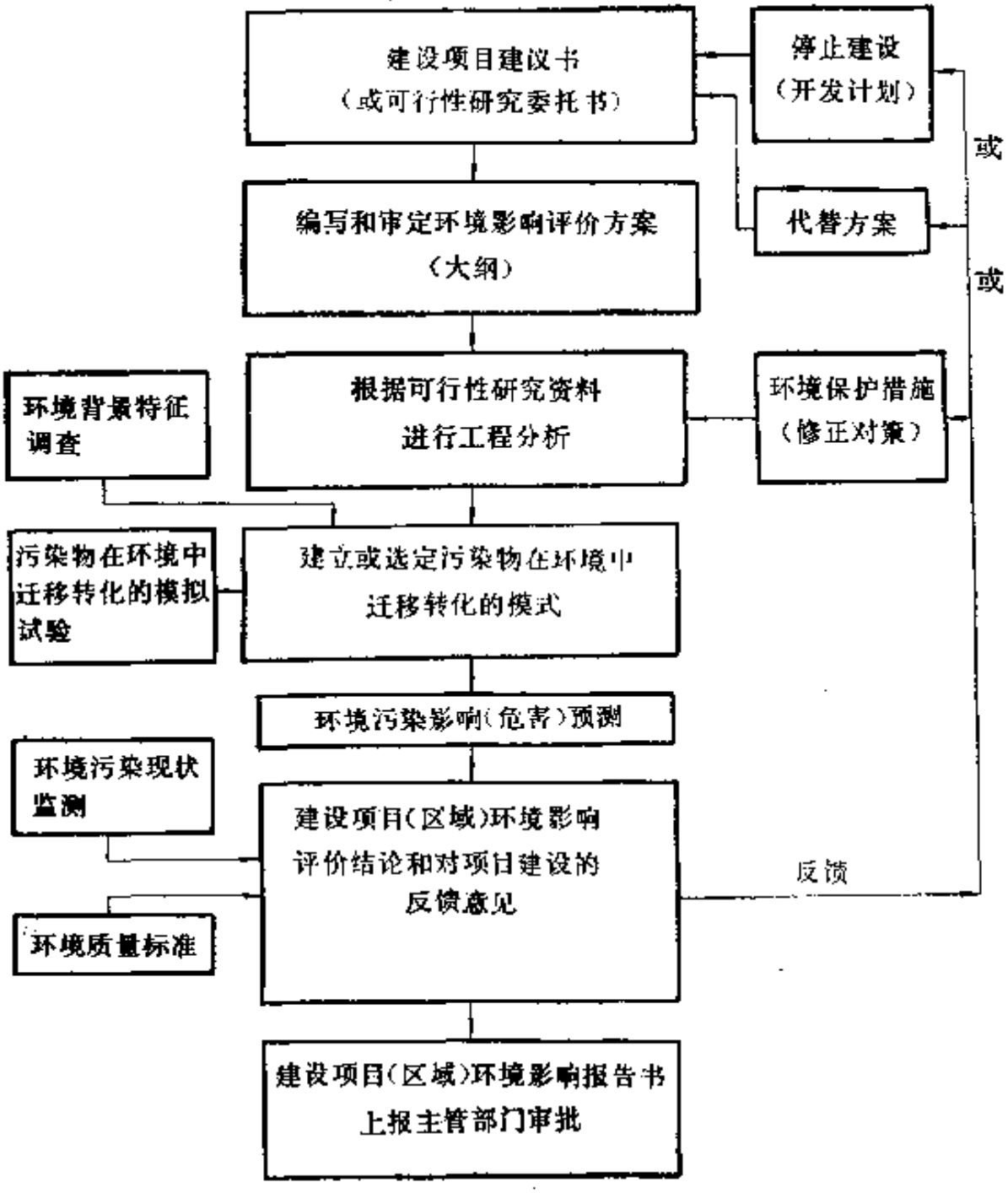


图3-2 环境影响评价工作程序

2。环境影响评价方案（大纲）的基本内容

在正式开展环境影响评价之前，应先编制建设项目环境

影响评价方案（大纲），并经有关环保部门审查批准，以作为开展评价工作和审批评价工作成果——环境影响报告书的基本依据。它是环境影响评价工作准备阶段的一项中心任务，是决定整个评价工作的质量、效率和水平的重要关键，是编制环境影响报告书的行动纲领。

承担环境影响评价工作的单位，在接受建设单位委托任务后，应进行一般性的建设现场调查和类似企业环保调查，并收集有关资料，根据建设项目的概况、可能产生的主要污染影响、建设地区的环境背景特征和国家规定的建设项目环境影响报告书内容提要，编制环境影响评价方案。

环境影响评价方案内容应包括：评价任务的由来，建设项目的概况，建设地区环境状况，评价原则、范围和标准，各评价专题的设置（一般包括工程分析、大气环境影响评价、水环境影响评价、噪声环境影响评价等。大型或较复杂的建设项目的评价专题还可根据具体情况增加固体废弃物的影响分析、土壤环境影响分析、生态环境影响分析、环境经济效益分析、人群健康状况调查分析等），评价专题实施内容和方法（一般包括收集环境和建设项目的基础资料、环境本底监测、气象和水文等现场观测、污染物在环境中迁移转化规律的模拟试验、污染影响预测模式、评价结论和环保对策等），评价工作进度和评价费用等。

3。环境影响报告书基本内容

环境影响报告书是环境影响评价工作的基本成果，既是为建设项目的决策提供科学依据的技术文件，又是履行《环保法》规定的法律程序的法律文件。

建设项目环境影响报告书的内容组成应符合国家有关规定，其基本内容如下：

(1) 总论　总论是对评价工作的全面而概括的介绍，它包括评价工作依据、评价工作概况、评价工作范围和评价标准等。

(2) 建设项目概况　建设项目概况除说明项目的建设性质、建设地点、建设规模、产品方案、生产工艺和基建投资等外，还要有工程分析，说明工艺过程中排放的污染物种类、数量和排放方式，主要治理措施，环保设施装备水平及其先进性、可靠性。对“三废”排放物要绘制污染流程图，用算细帐的办法把改建、扩建前后的污染物贡献量与削减量调查清楚，它是进行建设项目环境影响预测的主要依据。

(3) 周围地区的环境状况　项目周围地区的环境状况包括建设项目的地理位置、地形、地貌、土壤和地质情况，水文、气象情况，自然保护区、风景游览区、名胜古迹以及重要政治文化设施情况，现有工矿企业和生活居住区分布情况，大气、地面水、地下水环境质量状况等。环境现状是环境能否承受开发建设活动冲击的前提条件，也是建设项目环境影响预测的主要依据。

(4) 环境影响分析和预测　项目的环境影响分析和预测包括：在正常生产和非正常生产情况下、一般气象条件和特殊气象条件下进行的短期的和长期的、定性的和定量的影响分析和预测，以说明对周围环境（大气、水体、土壤等）的影响范围和程度，它是环境影响报告书的重要内容。

(5) 环境经济效益分析　项目的环境经济效益分析包括环境影响造成的经济损失和环保措施可获得的经济效益，但目前国内尚无令人满意的有关计算方法，故一般多进行环保措施的经济损益简要分析。

(6) 环境影响评价结论和反馈建议　环境影响评价结论是建设项目环境影响报告书的结论部分，是供领导部门对建

设项目作决策的主要依据。评价结论包括项目对所在区域环境质量的影响(特别是与现有污染浓度叠加后的影响程度)和项目的性质、规模、建设位置、环保措施是否符合环境保护的要求等。评价的反馈建议是为了使项目的环境影响达到项目所在地区环保部门对环保控制目标的要求，从我国的环保技术政策出发，对建设项目的工程设计提出的，它对项目的下阶段设计具有重要指导意义。

4。环境影响评价方法

（1）概述　环境影响评价主要是在掌握环境质量现状的基础上，预测环境质量未来变化的趋势。所以环境影响评价方法，在了解和掌握环境质量现状方面与环境质量现状的评价方法基本相同，而在预测环境质量变化趋势方面则有其特定的方法。预测环境质量影响的方法很多，基本上可分为两类，即定性分析方法和定量计算方法。定性分析方法进行趋势分析，考虑各因素之间的关系以及各因素发展变化的可能性、方向和程度等，它是根据分析者的经验和知识来进行的，一般不作计算。定性分析结果反映的往往是一种相对程度的差别和变化，如用无、轻微、一般、较严重、严重或一些简单的小数或整数表示影响的程度。常见的定性分析方法有列项目表法（或称矩阵法）、图形叠置法等。定量计算方法是以反映各种环境要素和过程的发展变化规律与其它有关因素关系的各种数学表达式——数学模式（或模型）来进行预测计算的，它在一定条件下可以得到比较客观、比较精确的预测结果。定量计算方法在环境影响预测中已得到非常广泛的应用，常见的有环境污染分析模型法和环境影响综合评价模型法等。

（2）预测数学模式的建立或选用　用定量计算方法进

行环境影响评价的关键是建立或选用能基本反映污染物在环境中迁移、转化规律的数学模式（或模型），并合理确定模式的参数。环境影响预测的模式通常采用现场观测、模拟试验和数值模拟相结合的办法来建立。在一般情况下也可直接选用现有的较为成熟的预测计算模式，并根据实际情况进行必要的修正。如大气环境影响评价中，以大气湍流扩散理论为基础，研究污染物在大气边界层中的输送、扩散规律而建立大气扩散模式。目前最普遍使用的大气扩散数值模式是Gauss 模式，即正态分布模式，其基本式为：

$$C(x,\ y,\ z)=\frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z\bar{u}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

$$\cdot\left\{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right]+\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right]\right\}\quad(3\text{-}5)$$

式中 C——污染源下风侧测定点（x，y，z）的污染物浓度，mg/m³；

Q——污染物排放强度，mg/s；

σ_y，σ_z——在测定点上用浓度分布标准差表示的Y，Z轴方向上的扩散参数，m；

$\bar{u}$——污染源排放口处的平均风速，m/s；

x——污染源至下风侧测定点的轴线距离，m；

y——Y轴方向上烟气中心至测定点的距离，m；

z——自地面至测定点的高度，m；

H——污染源有效高度（烟囱或排气筒的几何高度与烟气抬升高度之和），m。

当建设项目所在地区地形较为复杂时，还应通过现场观测试验（如烟云照相、平衡球探测扩散参数、示踪剂扩散试验等）或风洞模拟试验等结果进行分析，从而建立起合适的数值模式和取得符合实际情况的参数进行计算。

在水体环境影响评价中，也应根据所要预测的问题和水环境的特点，建立或选用适当的预测模式。当研究较长的河段内的污染物迁移分布规律时，可以把生物氧化和化学因素的作用作为控制浓度变化的主要因素。当考虑较短河段内污染物的分布情况和排放点附近的情况时，因污染物基本遵循扩散规律，则稀释混合是影响污染物浓度的主要因素。对于距排污口较远，或相对窄而浅的河段，可以仅考虑水流方向浓度的变化，选用一维模型；而对较大的河流，或排污口附近，则应考虑横向扩散问题。对于保守物质可以仅考虑它随水流的变化，而易降解物质则应考虑它的降解。所以在水体环境影响评价中，建立或选用适当的水质预测模式是十分重要的。常用的水质预测模式有混合稀释模式、负指数方程、Streeter-Phelps 模型BOD-DO模型等。

混合稀释模式为：

$$C = \frac{Q_0 C_0 + q C_i}{Q_0 + q} \qquad (3\text{-}6)$$

式中 C_0，C——分别为河流的上、下游断面处水中污染物浓度，mg/l；

C_i——旁侧流入废水的污染物浓度，mg/l；

Q_0，q——分别为河流上游断面和旁侧流入的水量，m^3/s。

负指数方程的模式为：

$$C_t = C_0 e^{-kt} \qquad (3\text{-}7)$$

式中 C_0，C_t——分别为起始点和流经t时刻后河水中污染物浓度，mg/l；

t——河水流经时间，h；

k——自净系数，h^{-1}。

（3）预测污染影响的评价　预测污染影响的评价一般

从两个方面来论述。一是根据预测计算得出的建设项目的污染物贡献浓度值（即增加值）与环境质量评价标准（一般为国家规定的环境质量标准的允许浓度值）相比，视其比值的大小来进行评述。如比值小于1为未超标，大于或等于1则为超标，据此估算建设项目对周围地区环境要素质量的影响程度和范围。二是根据预测计算得出的建设项目的污染物贡献浓度值和建设项目所在地区的环境本底浓度值（即项目建设前该地区的环境现状监测值）相叠加后与环境质量评价标准相比，视其比值大小来进行评述。因为在项目建设前，该地区环境一般多已受到一定程度的污染，建设项目的污染贡献对环境影响是叠加效应，故应把地区环境本底浓度一併考虑进去，这样才能使影响评价全面地反映项目建设后环境质量的实际变化情况。如果叠加后的污染浓度值超出了环境质量标准，从原则上来说这是不能允许的，必须采取措施使建设项目的污染物贡献浓度减少；或降低地区环境本底浓度，使其能够承受得了建设项目所贡献的污染影响。

3.2 冶金企业的环保设计

3.2.1 环境保护设计概述

一切企业、事业单位的选址、设计、建设和生产，以及各项生活活动当中，都必须充分注意防止对环境的污染和破坏。建设项目中防止污染和其他公害的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用；各项有害物质的排放必须遵守国家规定的标准。《建设项目环境保护管理办法》第四条中规定："凡从事对环境有影响的建设项目都必须执行环境影响报告书的审批制度；执行防治污染及其他公害的设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的

'三同时'制度。”“凡改建、扩建和进行技术改造的工程，都必须对与建设项目有关的原有污染，在经济合理的条件下同时进行治理。建设项目建成后，其污染物的排放必须达到国家或地方规定的标准和符合环境保护的有关法规。”这充分说明环境保护设计是基本建设设计工作中必不可少的重要组成部分，它是严格控制新污染源和加速治理老污染源的有力措施，对加强环境保护具有重大意义。为了更好贯彻落实国家环境保护法规有关建设项目的环保设计工作的规定，1987年国家计委和国家环境保护委员会又联合颁发了《建设项目环境保护设计规定》，强调环境保护设计必须按国家规定的设计程序进行，并明确了各设计阶段的环保设计要求。冶金部于1985年颁发了《冶金企业环境保护设计若干规定》，要求冶金系统各设计单位遵照执行。

冶金企业环保设计的内容一般包括两个方面：一为污染防治和“三废”综合利用设计及环境影响分析；二为环境监测设施设计和环保管理机构设置。环保设计内容不仅要反映在各专业的设计文件（如工艺设计、给排水设计、通风除尘设计等）中，而且在高阶段设计文件中还应有独立的环境保护篇章，对环境保护内容进行综合论述，作为综合环境保护设计文件提供各级政府的环保部门审批。

3.2.2 各设计阶段的环保要求

根据《建设项目环境保护设计规定》，基本建设各设计阶段的环保要求如下：

1。项目建议书阶段

项目建议书中应根据建设项目的性质、规模、建设地区的环境现状等有关资料，对建设项目建成投产后可能造成的

环境影响进行简要说明，其主要内容为：

1）所在地区的环境现状；

2）可能造成的环境影响分析；

3）当地环保部门的意见和要求；

4）存在的问题。

2。可行性研究（设计任务书）阶段

在可行性研究阶段，除按《建设项目环境保护管理办法》的规定，必须编制环境影响报告书或填报环境影响报告表外，在可行性研究报告中还应有环境保护的专门论述，其主要内容为：

1）建设地区的环境现状；

2）主要污染源和主要污染物；

3）资源开发可能引起的生态变化；

4）设计采用的环境保护标准；

5）控制污染和生态变化的初步方案（包括烟尘控制、废水治理、废渣处理及利用、噪声控制、环境监测设施等方案）；

6）环境保护投资估算；

7）环境影响评价的结论或环境影响分析；

8）存在的问题及建议。

3。初步设计阶段

建设项目的初步设计必须有环境保护篇（章），具体落实环境影响报告书（表）及其审批意见所确定的各项环境保护措施。环境保护篇（章）的主要内容为：

1）环境保护设计依据；

2）主要污染源和主要污染物的种类、名称、数量、浓

度或强度及排放方式；

3）规划采用的环境保护标准；

4）环境保护工程设施（包括废弃物的综合利用与处理设施）；

5）对建设项目引起的生态变化所采取的防范措施；

6）绿化设计；

7）环境管理机构及定员；

8）环境监测机构；

9）环境保护投资概算；

10）存在的问题及建议。

4．施工图设计阶段

建设项目环境保护设施的施工图设计，必须按已批准的初步设计文件及其环境保护篇（章）所确定的各种措施和要求进行。

3.2.3 钢铁工业环境保护技术政策和装备政策

环保设计必须遵循国家有关环境保护法律、法规和政策。为了实现钢铁工业环境保护奋斗目标，促进环保技术的发展，冶金部于1984年制定了《钢铁工业环境保护技术政策和装备政策》，它是冶金企业环保设计的重要准则和依据。

钢铁工业环境保护技术政策和装备政策的要点是：

1）钢铁企业的污染控制要实行综合防治，以防为主，单项治理与综合治理相结合，净化处理与回收资源相结合的原则。

2）合理开发和利用资源、能源，大力提高资源、能源的利用率。要积极采用技术先进、经济合理和环境效益好的无污染、少污染、无废料、少废料的新工艺、新设备、新材

料，把污染最大限度地消除在生产过程中。对污染严重、危害大而目前又无有效治理技术的旧工艺、旧设备要限期淘汰。

3）要严格控制烟尘、二氧化硫等对大气的污染，尽量回收利用可燃气体，实行集中供热、供汽和余热利用。

4）大力降低单位钢铁产品的总用水量。各车间的排水要清污分流，积极推广循环供水、串联供水、一水多用的供水技术，不断提高水的循环利用率。

5）钢铁企业的各种废弃物要实现资源化、无害化。固体渣一般应作为二次资源加以利用。在堆放、处理与利用固体渣时，不得造成对环境的污染。应设置冶金渣加工处理场或时效周转堆场。含铁粉尘、尘泥和氧化铁皮等应进行必要的预处理，分别供烧结、炼铁和炼钢使用。

6）钢铁企业噪声污染的防治，应首先考虑采用低噪声的生产工艺和设备。对难以从声源上根治的生产噪声，应采取各种有效的降噪措施（如消声、吸声、隔声、隔振、阻尼等）进行综合防治。

3.2.4 钢铁企业环保设施范围及其投资

划分钢铁企业环保设施的基本原则是：

1）凡防治污染、保护环境所需的设备、装置和工程设施，均属环保设施。

2）工艺生产所需而又为环保服务的设施，其中主要为生产服务的则属生产设施；主要为环保服务的则属环保设施。

3）为了保护环境所采用的“三废”综合利用设施属于环保设施。凡过去习惯上已划为生产设施的仍属生产设施（如焦化厂的化产、精制车间等）。

凡属环保设施的投资均计入环境保护工程投资，但生产工艺需要排放烟尘的烟囱投资，不论烟囱的高度是否由于环保要求而增高，均计入生产设施的投资；由设备配套供应的除尘、降噪设施等也计入生产设施的投资；固体废渣未加处理而直接抛弃（堆存）的，其运输设施等投资属生产设施投资，但为防止固体废渣在渣场堆存造成二次污染而采取的防护措施投资则属环保工程投资。

在建设项目设计中应保证环保工程投资的落实，从而才能使环保“三同时”落实。钢铁联合企业环保工程投资一般占工程总投资的7%左右，污染较重的烧结、焦化、炼铁、炼钢等系统的环保工程投资约占该系统工程投资的9—15%。

4

水污染控制

4.1 水资源和水体保护

4.1.1 水资源是有限的

水是人类生活和生产所必不可少的资源。提到水，人们往往以为："水是用之不尽，取之不竭的"。诚然，水是地球上分布最广的物质之一，但绝不是取之不尽，用之不竭的。地球上可利用的水资源究竟有多少呢？我国可利用的水资源情况又是怎样的呢？地球上水的总量约为 13.86×10^8 km^3，它覆盖着70%以上的地球表面。据联合国1977年3月的统计资料，地球上水的分布情况如表4-1，表4-2所示。

从此两表统计数字可以看出，世界上的总水量是丰富的，但可供人们生活和生产应用的淡水却不多。淡水仅占总水量的2.53%，而其中很大部分为冰冠和冰山（占淡水量的68.7%），目前还难以利用。因此，地球上可供利用的水资源是有限的。实际还不到总水量的百分之一。

我国是一个地表、地下水量丰富的国家，有众多的河流、湖泊、水库等等，是我国重要的自然资源，对提高我国人民生活水平、发展经济、美化环境起着重要的作用。但我国人口众多，如果按每人年平均水量计，我国仅为苏联的

1/6，美国的1/4。特别是由于我国水资源的分配在时间和空间上很不平衡，致使供需矛盾更加突出。我国水资源在地区分布上南北和东西差异很大，地面水的地区分布情况详见表4-3。我国可供利用的地下水资源约$10^{11}m^3$，但是约70—80%的地下水分布在南方地表水资源丰富的地区。华北黄河流域地下水资源不到全国的10%，即大约$10^{10}m^3$，如有效开采量达50%，实际仅可补充地面水$5\times10^9m^3$。另外，在时间上分布也极不平衡，我国的降水主要集中在七、八月份，使本已存在的供需矛盾更加尖锐。要充分利用这些资源，需建设大量调蓄设备，但这并非轻而易举的事。由此可

表4-1 地球上水的分布情况

水体类别	水量(10^4km^3)	占总量的%	占淡水量的%
海洋水	133800.0	96.5	—
地下水	2341.7	1.7	—
其中地下淡水	1054.7	0.76	30.1
冰冠与冰川	2406.4	1.74	68.7
永冻土底水	30.0	0.022	0.86
湖泊水	18.64	0.013	—
淡　水	9.1	0.007	0.26
咸　水	8.54	0.006	—
沼泽水	1.15	0.0008	0.03
河床水	0.21	0.0002	0.006
大气水	1.29	0.001	0.04
总　量	138598.4	100	—
其中淡水量	3502.8	2.53	100

表4-2 一些国家地表水资源情况

国名	水资源($10^8 m^3$)	年人均占有量[m^3/(人·年)]
巴西	51900	56000
苏联	43400	17800
中国	26200	2800
美国	23930	11500
加拿大	22670	10600
印度	16780	3050
巴基斯坦	14390	10950
日本	5260	5020
墨西哥	3900	7720
澳大利亚	3450	27600
新西兰	3000	10700
法国	2000	3960
智利	1770	18100
联邦德国	1700	2850
英国	1600	2900
意大利	1590	3920
西班牙	1060	3160
埃及	840	2530

表4-3 我国地表水资源分布简况

流域名称	流域面积占全国%(A)	径流资源占全国%(B)	径流比(B/A)
长江流域	9.6	38	3.9
珠江流域	4.6	17.3	3.8
浙闽沿海各河流域	2.2	8.0	3.6
西南各河流域	4.3	3.3	1.9
黄河流域	7.8	1.9	0.2
华北各河流域	3.3	1.1	0.3

见，我国水资源的分布情况与我国经济发展、人民生活需要供需间存在着不平衡状态。特别是在经济发展水平较高、耕地面积大、人口密度较高的华北地区和东北地区南部，水资源储量较少，严重缺水的矛盾更突出。尤其是工业比较发达的天津、大连、青岛等沿海城市，水资源匮乏直接影响到这些地区的经济发展和生活水平的提高。要实现在本世纪末国民经济翻两番的宏伟目标，还必需从丰水地区调剂相当数量的水到贫水地区。显然，我们对水的认识应该建立新的概念，即可供开采利用的水资源是有限的，不是“取之不尽，用之不竭”的，必须节约用水，保护水资源，合理利用水资源。

4.1.2 水污染与水体保护

1. 水体污染

随着工农业的高速发展，人口的增长和城市规模的扩大，排出大量的废水，加上农村中农药、化肥的大量使用，使水体遭到严重的污染。许多国家公害事件接连不断，不少地区出现了河道淤积堵塞，溪流死鱼漂浮，水面起火燃烧，湖泊干涸发臭，海岸油渍斑斑，红潮时有出现等严重局面，污染了土壤、水体，破坏了环境生态系统，给人民生活带来了极大的困难，造成了巨大的经济损失。如日本1953年爆发的水俣病，到1956年患者已达96人，死亡18人；1955年又出现因长期食用含镉废水灌溉的稻米和饮用镉污染的水而引起的“痛痛病”，到1977年共死亡206人。日本的多摩川、琵琶湖等由于水质恶化而影响了城市供水，东京湾、濑户内海等受到工业废水的严重污染。据苏联经济学家什卡托夫称，苏联国内渔业由于污染每年损失2×10^5t鱼，合3.5×10^8卢布。苏联经济学家波格丹诺夫认为，由于水污染造成的经济

损失每年达6×10^9卢布。据美国估计，1970—1975年内，环境污染造成的经济损失为3×10^{11}美元，其中水污染造成的损失占26.5%。另外一些国家水污染造成的损失，据估算约占国民经济总产值的1%。

世界上一些资本主义国家的水体污染经历了几个阶段。首先由于城市的发展和人口的集中，大量生活污水未经处理排至水体，造成了病原菌的污染。18世纪末、19世纪初期，随着工业的发展，纺织、造纸、制革、煤炭、钢铁等行业有了较大的发展，废水中主要污染物除病原菌外，还有大量耗氧的有机物，以及酸、碱、金属离子等无机物。本世纪以来，由于炼焦、煤化工、石油工业和有机化学工业的发展，酚、氰、油等的污染相当严重。近十几年来，随着石油化工和有机合成化工的迅速发展，产生了许多过去在自然界中从未出现的人工合成物质，如有机农药、合成塑料、合成纤维、合成橡胶、表面活性剂、有机卤素化合物和有机金属化合物等。有的化合物如多氯联苯，多环芳烃等含有剧毒，又极难分解，现代工业企业排出的废水，不仅水量大大超过了城市生活污水（不少国家的工业废水排出量已占排出总污水量的2/3或4/5），而且污染物成分复杂，难以处理，所以工业废水已成为水体的主要污染。

我国的水体状况又如何呢？长期以来，我们对在经济建设中保护和合理利用水资源注意不够，造成大面积的水域被围垦，许多江河湖泊受到了污染。随着我国的经济发展、城镇规模的扩大和人口的增长，废水量与日俱增。1982年，全国废水排放量达$3.1\times10^{10}m^3$，其中工业废水处理率仅为17%。据有关部门对全国798座城镇的不完全统计，1979年日平均排放量达$7.258\times10^7m^3$（未包括电厂冷却水和矿井废水），其中工业废水占81.2%，生活污水占18.8%，90%以上

的废水未经任何处理直接排入水体。另据统计，在这798座城镇中，只占15%的大中城镇的日排放废污水量却占全国废污水总量的82%，这说明污染主要集中在大中城市及其附近的水域。据1988年统计，全国有381座城市面临水污染的威胁。北京市每年排出污水9×10^8t，经过处理去污的只有10%，全市83条河渠都遭污染，其中有54条严重污染。全国35个较大的湖泊中有17个已严重污染，例如号称"华北明珠"的白洋淀已快成黑洋淀了。

排入水体的污染物种类繁多，主要的有各类有机污染物、重金属离子、酚、氰、硫化物、砷、氟化物、氨氮、酸、碱以及放射性物质等。据1979年对532条（个）江河湖库的1804个监测点的监测资料分析，在调查的11个项目中，发现主要污染物是酚、汞、化学耗氧量和氨氮。在北方由于河流的径流量小，相对废、污水量大，河流稀释自净能力小，有机物的污染，更为突出。因有机物污染而造成水体缺氧死鱼的事故，各地时有发生。有害废水的主要污染源有化工、冶金、轻纺、造纸、石油、制药、食品等等部门。这些污染源中，有大型骨干企业，也有中、小型企业。有些中小企业由于工艺落后、设备条件差、管理水平低，往往造成严重的污染。如某县有一个小造纸厂，每年只有十几万元的利润，但排放的污水却污染了一万多亩滩涂海域，致使水生生物绝迹，仅贝类一项每年就损失400多万元。

许多城市由于水源污染使合格的淡水资源不断减少，更加剧了城市工业和生活用水的供需矛盾。地下水由于盲目超量开采和环境污染，问题也很严重。据对47个城市的调查，有43个城市的地下水源受到了污染。地下水硬度普遍升高，酸、氰、汞、铬、砷等的污染在一些地区已超过国家规定的标准。所有这些，直接影响了工农业生产和人民生活。

2. 水体保护

自从50年代以来，公众开始认识到污染的严重性，一些国家的政府也采取了有效的行政、技术措施进行治理。一面利用行政手段，制定有关法规，加强江河湖海等水体的管理；一面拨款，加强水污染控制技术的研究，并采取了工程措施。目前许多发达国家的污染状况有了明显的好转，水环境质量得到了较大的改善。如英国泰晤士河自1933年以来鲑鱼绝迹，1969年鱼群又开始出现，1983年捕获了重达10磅的鲑鱼。日本97个主要水域，75%有了改善或处于稳定状态，汞、镉检出率大大下降。美国环保局宣布，全国70多条河流的水质有了较大的改善。

我国对水污染控制抓得较迟，起步较晚。但从1973年以来先后制定了《工业“三废”排放试行标准》、《地面水水质卫生要求》、《工业废水最高容许排放浓度》和《地面水中有害物质的最高容许浓度》等，并对排出的废水进行了治理，对控制水污染、保护水资源起到良好的作用。1979年环保法颁布试行后，结合我国国情，借鉴国外经验，总结了几年来控制污染的经验，逐步开展了综合防治，取得了不少成绩，每万元工业产值废水排放量逐年下降，工业废水处理率逐年提高，废水中有害物质如酚、氰、石油类的排放量也逐年降低，工业污染有所缓和。几年来，工业产值虽成倍增长，但我国水体质量并未相应恶化。但由于长期积累下来的环境问题很多，治理进度也较慢，因而我国的环境污染和生态破坏很严重，仍然是影响我国经济和社会发展的一个突出问题。

4.2 钢铁工业主要废水污染源及其危害

4.2.1 主要污染源

钢铁工业是用水的大户，用水量约占全国工业用水量的19%，废水排放量约占全国工业废水排放量的11.3%。据1985年统计，全国重点和中型骨干钢铁企业用水总量每年为$10.894\times10^9m^3$，其中全国重点钢铁企业为$8.711\times10^9m^3$；全国重点和中型骨干钢铁企业外排废水总量每年为$2.542\times10^9m^3$，其中重点钢铁企业为$1.786\times10^9m^3$。

钢铁企业工业用水主要是冷却用水，其次是煤气洗涤，冲洗设备、地面以及除尘等用水。在这些用水中，一部分水经使用后仅水温升高，可以经冷却降温后循环使用。另一部分水则因与产品直接接触而被污染，需经适当处理后方可循环使用或达到排放标准。

钢铁工业废水的水量及所含污染物质的成分、浓度因生产工艺的差异而有所不同，现将主要生产厂、车间废水情况简介如下：

（1）矿山废水　矿山废水主要来自矿井排水、堆石场排水、尾矿库渗漏和溢流水，以及选矿厂排出的选矿废水。矿山废水水量和所含污染的成分比较复杂，随矿山地理环境、气候、地质、矿物组成以及选矿工艺、药品等的不同而各异。矿井、堆石场等废水一般呈酸性。选矿废水中含有大量的悬浮物、药剂和重金属离子等。选矿废水量较大，每处理1t原矿耗水4.87—32.87m^3，一般为10—17m^3。废水经处理后可循环使用或外排。

（2）烧结厂　烧结厂废水主要来自湿式除尘和冲洗地

面、设备用水。废水中含有大量悬浮物，经处理后可循环使用或外排。

（3）焦化厂　焦化厂废水主要有两类，一类来自化产回收、焦油等车间，主要是剩余氨水、煤气水封溢流水和冷凝水、冲洗设备和地面用水以及焦油车间排水等，即通常所谓含酚废水。这部分水中含有大量的酚和悬浮物，以及氨及其化合物、氰化物、硫氰化物、油类等多种有毒物质，须经妥善处理方可回收或外排。另一类废水是洗焦废水，主要含有大量悬浮物，经沉淀处理后可循环使用，也可用来喷洒地面。

（4）炼铁厂　废水主要有高炉煤气洗涤水、冲渣水、铸铁机排水以及冷却水。间接冷却水经冷却后可循环使用，也可与其他对水温要求不严的设备串级使用。高炉煤气洗涤水中含有大量悬浮物以及酚、氰、硫酸盐等，经处理后可循环利用。

（5）炼钢厂　废水主要有烟气洗涤废水、冲渣水及各种冷却水。烟气洗涤废水中含有大量悬浮物以及各种盐类、化合物等。废水经除去悬浮物和降温冷却后可循环使用。各种冷却水视水质用途和污染情况进行必要处理和冷却后可循环使用。

（6）轧钢厂　废水主要有间接和直接冷却水、含酸废水、含碱废水、含油废水等。间接冷却水未受到其他污染，仅是水温升高，冷却后可循环使用。直接冷却水含有氧化铁皮、油脂等。含酸废水中有各种酸类及相应的铁盐和重金属离子等。含碱废水除呈碱性外，还含有悬浮物、油类等。含油废水中含有各种油类、乳化液、悬浮物和氧化铁皮等。这几种被污染的废水均需经处理后方可排放或回用。

4.2.2 主要污染物及其危害

钢铁工业废水含有多种污染物，虽然含污染物浓度不高，但水量大，因而排放污染物的总量相当可观。据1985年对全国重点钢铁企业、辅助原材料企业和地方骨干企业的统计，各种有害物质年排放总量如下表：

单位：t

	挥发酚	氰化物	石油类	悬浮物
总排放量	1558	1188	11775	833446
重点企业排放量	977	490	8262	582718
	化学耗氧量	六价铬	砷	铅
总排放量	148387	46.51	6.6	644
重点企业排放量	102851	32.28	1.4	212

这些有毒有害污染物，一旦排入水体将对环境和生态平衡产生巨大的影响，不仅影响人身健康和牲畜安全，而且将危及工农业生产。下面介绍几种主要污染物的毒性和危害。

（1）酚及其化合物　钢铁工业含酚废水主要来自焦化厂。煤气发生站，高炉煤气洗涤水也含有酚。

酚类化合物有较大的毒性，它可使蛋白质凝固，其溶液极易被皮肤吸收，而使人中毒。高浓度酚可引起剧烈腹痛、呕吐和腹泻、血便等症状，重者甚至死亡。低浓度酚可引起积累性慢性中毒，有头痛、头晕、恶心、呕吐、吞咽困难等反应。酚可引起皮肤灼伤，小量接触也可引起接触性皮炎。酚溅入眼睛立即引起结膜及角膜灼伤、坏死。

酚类对给水水源的影响也特别严重。长期饮用被酚污染

的水会引起头晕、贫血以及各种神经系统病症。我国政府在“地面水中有害物质的最高允许浓度”中规定挥发酚的最高允许浓度为0.01mg/l；在生活饮用水卫生规程中规定挥发酚类不得超过0.002mg/l。加氯消毒的水，当含酚量超过0.001mg/l时，则产生令人不愉快的氯酚味。

酚污染严重影响水产品的产量和质量，能使贝类减产，海带腐烂，养殖的砂贝、牡蛎等逐渐死亡。当水体中含酚浓度低时能影响鱼类的洄游繁殖；浓度为0.1—0.2mg/l时，鱼肉有酚味；浓度更高时，引起鱼类大量死亡，甚至绝迹。我国“渔业水体中有害物质的最高容许浓度”中规定，挥发酚的最高容许浓度为0.01mg/l。

酚的毒性还可抑制一些微生物如细菌、海藻等的生长。

用含酚浓度高于100mg/l的废水直接灌溉农田，会引起农作物的枯死和减产，特别是在播种期和幼苗发育期，会使幼苗霉烂。当含酚浓度小时直接影响虽然不大，但酚在粮食中的富集效果，值得重视。

（2）氰化物　钢铁工业的氰化物主要来自选矿废水、高炉煤气洗涤水、电镀废水、焦化厂的含酚和含氰废水等。水中大多数氰化物是氰氢酸，毒性很大。当pH值在8.5以下时，氰化物的安全浓度为5mg/l。人食用的平均致死量氰氢酸为30—60mg，氰化钠为0.1g，氰化钾为0.12g。

氰化物对鱼类的毒性较大，当CN浓度为0.04—0.1mg/l时，就可使鱼致死。我国在“渔业水体中有害物质的最高容许浓度”中规定，氰化物的最高容许浓度为0.05mg/l。

氰化物对细菌也有毒害作用，能影响废水的生化处理过程。文献指出，只要有1mg/l以上的氰化物存在。用活性污泥法处理污水就要受到干扰。当浓度很低时，水中的微生物能把氰化物破坏成为简单的物质。但这过程，要消耗水中的

溶解氧。

（3）酸　钢铁工业含酸废水主要来自采矿场的矿坑和堆石场、轧钢厂酸洗冲洗水。采矿酸性水中含有硫酸，其pH值为2.5—6.5。轧钢厂含酸废水中含有硫酸、盐酸、硝酸、氢氟酸或这些酸的混合酸。

酸性废水排入水体会腐蚀生物机体。酸能损害鱼类的腮而降低其吸氧能力，并能使其血液滞流，排泄器官失去作用。大部分鱼类在pH值小于5.0的水中即不能正常生活。对水生物最适宜的pH值为6.8—9.0。

酸能破坏污水生化处理构筑物的正常运行。当pH值小于6.0—6.5时，活性污泥会受到影响，好气菌被抑制，而霉菌及野生酵母等好酸菌大量繁殖，堵塞生物滤池等构筑物。

废水中的酸还能腐蚀金属和混凝土构筑物，如桥梁、堤坝、港口设备和其他水工构筑物等。

酸还能与水中碱性物反应形成水垢，不宜洗衣服。

（4）悬浮物　大量悬浮物排入水体，会堵塞鱼腮，还会大量消耗水中的氧，造成鱼类因缺氧窒息而死亡。悬浮物对水中的贝类、藻类也会造成严重的危害。悬浮物中的有机物还会腐败，发出难闻的臭味，影响人体健康，破坏环境。悬浮物还能沉积于河床、海底，严重时将妨碍航运。我国在“渔业用水的水质标准”和“地面水水质卫生要求”中对排放废水的悬浮物都作了明确规定，规定含有大量悬浮物的工业废水和生活污水，不得直接排入地面水体。

（5）重金属离子　含有各种重金属离子的废水排入水体，会造成天然水体的污染，危害渔业和农业，并严重地危害广大人民的身体健康。

钢铁工业生产中排出的废水中含有铁、锰、铬、铅、锌等重金属离子，其中毒性较大的是铬、铅、锌等。

1）铬　金属铬的毒性很小，但六价铬及其化合物的氧化能力强，对皮肤具有很大的刺激性和腐蚀性。当六价铬的浓度大于100mg/l时，能引起皮炎、斑疹、浮肿、溃疡等症状。在饮用水中，浓度为0.1mg/l以上时，就会引起呕吐、腹泻，也有引起肾炎、尿毒症等病症的。

三价铬化合物在水中能形成氢氧化铬，使水的浊度增加。

六价铬和三价铬还都有致癌作用。

2）铅　铅的毒性可分急性和慢性。铅对人体各种组织均有毒性作用，对神经系统、造血系统和血管方面的病变尤为严重。铅主要从呼吸道吸入，经食物和饮用水也可有微量铅进入人体，其中大部分可排出体外，但铅在人体内有积聚作用，时间长了就会慢性中毒。其症状主要是食欲不振、便秘。皮肤出现灰黑色，严重时有关节痛、视力障碍等。人体若吸入0.5g铅就可以致命。

3）锌　金属锌本身无毒，但冶炼时产生的氧化锌是有毒的。锌的盐类能使蛋白质沉淀，对皮肤和粘膜有刺激和腐蚀作用。锌含量超过0.5mg/l的废水用于农田灌溉，能引起水稻减产。

4.3　钢铁工业废水治理

4.3.1　钢铁工业废水治理概况

我国钢铁工业的废水治理工作起步较早。早在50年代初，某些大、中型企业曾对焦化废水和高炉煤气洗涤水进行过处理，但仅是单项治理，收效不大。1973年国家召开了第一次全国环境保护会议，环保工作逐步被人们所认识。此后，钢铁工业废水治理做了许多工作，废水处理科技水平亦

有较显著的提高。但限于当时的条件，步子不大，收效不显著。据对27个大中型钢铁企业统计，1973年外排废水处理率仅为11.99%，工业用水循环利用率为56.08%；1982年外排废水处理率为26%，工业用水循环率为66.63%。而特殊钢厂、铁合金厂、碳素厂、耐火厂等的外排废水处理率和工业用水循环率远低于上述数字。不少企业的多种废水未经处理直接排入江河湖海，造成水体的严重污染。

近几年来，国家和冶金部加强了对环保工作的领导，认真执行了有关环保的方针，加强了法制建设，从而使钢铁工业环境保护工作走上了蓬勃发展的轨道，废水治理科技水平有了较大提高，取得了一些重要的科技成果，如：磁法流程处理氧气顶吹转炉烟气洗涤水；转炉除尘循环系统酸法除垢；高炉冲渣水闭路循环技术；高梯度磁过滤处理轧钢废水；焦化酚氰污水生物碳法、生物铁法及气浮除油处理技术；酸洗废液处理技术以及纤维和陶粒滤料处理轧钢废水等等。低废、无废技术有了较大的进展，废水治理工作由单项治理发展到综合防治。水污染控制取得较大成绩，出现了接近或达到国际先进水平的工厂。据1985年统计，全国重点钢铁和中型骨干企业工业用水重复利用率达68.25%，其中重点钢铁企业达71.56%；外排废水处理率达80.39%，其中重点钢铁企业达82.43%。

但是与国际先进水平比较，还存在一定差距，一些中小企业的差距更大。如日本钢铁企业废水循环率一般都达90%以上，先进的企业可达97%。此外，在水处理专用设备、仪表、自动控制、水处理药剂、设备管理等等各方面都还存在一定的差距。

4.3.2 废水处理的基本原则

工业污水处理的基本原则如下：

（1）改革工艺，控制污染　新建企业和老企业技术改造时，要采用无水或少水、无污染或少污染的新工艺、新技术、新材料、新设备来代替浪费资源、能源和严重污染环境的旧工艺、旧技术、旧材料、旧设备，最大限度地减少污染物的产生，做到不排或少排污染物，控制污染源的产生，以减轻治理的负担，保护环境。如采用无氰选矿、无氰电镀工艺，防止氰化物的污染。

（2）综合利用，化害为利　环境污染往往是资源、能源的浪费造成的，所以应该积极开展综合利用，把污染物最大限度地转化为资源，实现资源、能源的综合利用。对那些剧毒或难以处理的污染物，要最大限度地在工厂内部就地回收利用。

如某钢厂酸洗车间就对排出的硝酸和氢氟酸，采用一次减压蒸发法回收，回收的酸再次用于酸洗，年收益可达24万元，而回收设备总投资仅20万元。又如钢铁工业的废渣堆积如山，占用大量土地，并污染环境。有的企业利用钢铁渣作生产水泥的原料、建筑材料等，化害为利。又如焦化厂含酚废水，经过回收，既减轻了污染，又回收了有用的酚。

（3）循环利用，一水多用　要提倡清浊分流，循环用水，串联供水，一水多用，努力提高水的循环率，有条件时可采用闭路循环。目前我国循环用水率跟国外先进单位相比，差距还较大。如我国重点钢铁工业1985年吨钢新水的平均耗量高达69.89m^3，为国外先进企业的10余倍。

另外，应尽可能按生产工艺不同的用水水质要求，合理采用串联供水，从而节省用水，减少废水外排。高炉煤气洗

涤水系统的排污水，可用作高炉冲渣水系统的补充水，高炉冲渣的排污水（如需要排污的话），则可送往原料场喷洒场地。这样基本上不外排废水，消除了对水体的污染。

（4）处理工艺要经济合理　为保证水循环系统长期稳定地运转，往往需对循环水做必要的处理，还需少量排污；工业废水在回收利用物质之后，可能要排出一些有害物质，还有一些无回收价值的污水也需要排出。对这些污水一定要从全局出发，充分考虑其危害性，确定恰当的处理程度，选择合理的处理方法和流程。对那些外排的废水，一定要做到无害化，以避免污染水体，造成社会公害。对某些含剧毒物质的废水，如一些含重金属离子、放射性物质、高浓度酚氰的废水等应与其他废水分流，以便于处理和回收有用物质。如焦化厂含酚废水，经回收酚后，水中仍含有200mg/l左右的酚，需进一步处理，方可送到其他工段利用。如要外排，则处理后的水质必须符合“工业‘三废’排放标准”的规定。

（5）采用新技术和新设备　在选择处理利用工艺时，要坚持技术先进、经济合理、易于操作管理、适合我国国情、因地制宜的原则，优先考虑低能耗、低成本和效率高的新工艺、新设备，不要贪大求洋，为新而新，造成不必要的浪费。

此外，应加强工业企业的管理，严格下料标准，确定能耗指标，杜绝跑、冒、滴、漏现象。坚持谁污染谁治理和超标收费的制度，对企业的排污应实行总量控制，以从根本上减少污染源的产生。对性质类似于城市下水系统污水的工业废水可以排入城市下水道一并处理，这往往是经济有效的。

4.3.3　废水处理程度的确定和处理方法的选择

（1）废水处理程度的确定　废水在排入水体前，一般都

要进行适当处理，达到工业废水排放标准后方可外排。而废水处理方法与流程的组合又很多，究竟如何选择呢？首先要确定污水需要处理到怎样的程度，这是选择处理方法的重要依据。在确定废水处理程度时，要掌握废水水量、成分及其浓度，特别要掌握废水中有毒物质的浓度。还应了解清楚水体状况，如水体级别、流量、水质、综合利用以及已排入污染物的情况等等。在保证水体不被污染的前提下，要适当考虑水体自净能力，根据地面水中有害物质最高允许浓度的规定和流域规划以及当地政府的有关法令规定，来确定水体的允许负荷，计算出废水可排入水体的容许最高浓度。通常采用溶解氧和有毒物质两个指标来确定水体的允许负荷。在计算时应从最不利的情况出发，即河水流量一般可按95%保证率（20年一遇）的最枯月平均流量；溶解氧采用夏季日平均含量；废水量可采用日平均流量；对于有毒废水应采取最高日最高时的平均流量来进行计算。

（2）废水处理方法　废水处理与回收利用方法可归纳为物理处理、化学处理和生化处理等。

物理处理主要有沉淀法、浮选法、过滤法、蒸发法以及采用格栅、格网、格筛等。物理处理主要是利用物理作用来分离或回收废水中的悬浮物、油类。沉淀法可除去或回收水中的乳状油或比重接近于1的悬浮物；蒸发法通过浓缩可除去或回收废水中溶解性不挥发物质；格栅、格网、格筛可除去废水中的纤维、纸浆以及大块漂浮物等。

化学处理主要有中和法、混凝法、氧化还原法、萃取法、离子交换法、吸附法、渗析法等等。化学处理主要是利用化学反应的原理来处理或回收废水中的溶解物质或胶体物质。如中和法用于中和水中的酸和碱，混凝法是通过向水中投加凝聚剂使水中细小的悬浮微粒互相结合，形成大的颗粒而沉

淀除去，等等。

生化处理主要有污水灌溉、氧化塘、生物滤池、生物转盘、活性污泥法和厌氧处理等。生化处理是利用水中的微生物的作用，将污水中的有机物分解氧化成无机盐类，而使废水得到净化。

习惯上常将废水处理划分为一级处理、二级处理、三级处理，所谓一级处理就是用物理处理方法对废水进行简单处理，除去水中的部分悬浮物和大块漂浮物，调节废水的pH值等等。废水经一级处理后一般达不到排放标准，所以通常把一级处理用作预处理，以减轻后续工序的负担。二级处理是用生化处理法或化学处理法将废水进一步处理，除去水中大部悬浮物、胶体状物以及大部有毒污染物。废水经处理后一般可以达到排放标准。三级处理又叫做深度处理或高级处理，为废水的高度净化阶段，是用物理、化学方法或生化方法将废水高度净化，除去水中残留的氮、磷等富营养物质、难以降解的物质以及病原体等，以利于废水的回收利用。由于三级处理耗资大，我国目前仅建成少数用三级处理的污水处理厂。

在实际废水处理工程中常将各种处理方法、各种处理构筑物组合成最优化流程。废水处理方法和处理工艺流程的选定应通过多方案比较并经技术经济分析后确定。

4.3.4 钢铁工业的废水处理

钢铁企业的生产工艺线很长，几乎每个重要生产环节都有废水产生，而且废水成分也各不相同。但是从环境保护角度出发就其水量、污染物成分、危害程度等主要可归纳为以下几大类：

（1）含悬浮物、固体颗粒较多的废水　钢铁企业大部

分车间排出的废水属于这一类型，主要的有高炉煤气洗涤水、转炉烟气洗涤水、冲渣水等等。这类废水一般采取沉淀法处理，如处理后水循环利用，则需进行水质稳定处理和冷却降温。

（2）含酚氰废水　这类废水中含有酚、氰、硫化物等，污染较重，危害也较大。主要来自焦化厂、煤气发生站。该类废水目前各企业一般采取萃取脱酚、除油、生化等方法进行处理。

（3）含酸碱废水　这类废水中含有酸、碱、油类等，主要来自各轧钢厂，一般采取先回收后中和处理的方法。

（4）矿山废水　这类废水一般呈酸性，含有大量悬浮物、金属离子、选矿药剂等，主要来自采矿场、堆石场和选矿厂，一般采取中和、沉淀等方法处理后回用或外排。

以上四类废水水量大，危害重，是造成钢铁工业水污染的主要污染源，应从全局出发，以提高废水循环率为中心环节，进行综合防治。

下面简要介绍几种废水的处理流程。

1．高炉煤气洗涤水处理

（1）水量、水质及处理方法　从高炉排出的煤气经洗涤系统后，由于气水直接接触，洗涤水被污染。高炉煤气洗涤水的水质、水量与高炉生产的原料、冶炼工艺、操作条件等有关。一般情况下，高炉煤气洗涤水呈中性，pH值约7—9，水温50—60℃，为暗褐色，悬浮物含量为400—4000mg/l，此外还含有少量的酚、氰、硫酸盐以及钙、镁离子等。其水量约为每吨生铁2—4m^3左右。高炉煤气洗涤水经沉淀、水质稳定、冷却后循环使用，也可用于冲渣、喷洒地面。常用的处理方法有沉淀法和渣滤法，沉淀法又分为自然沉淀法和

混凝沉淀法，为了提高处理后水质，目前我国大、中型企业多采用混凝沉淀法。

（2）工程实例——某钢铁厂高炉煤气洗涤水处理

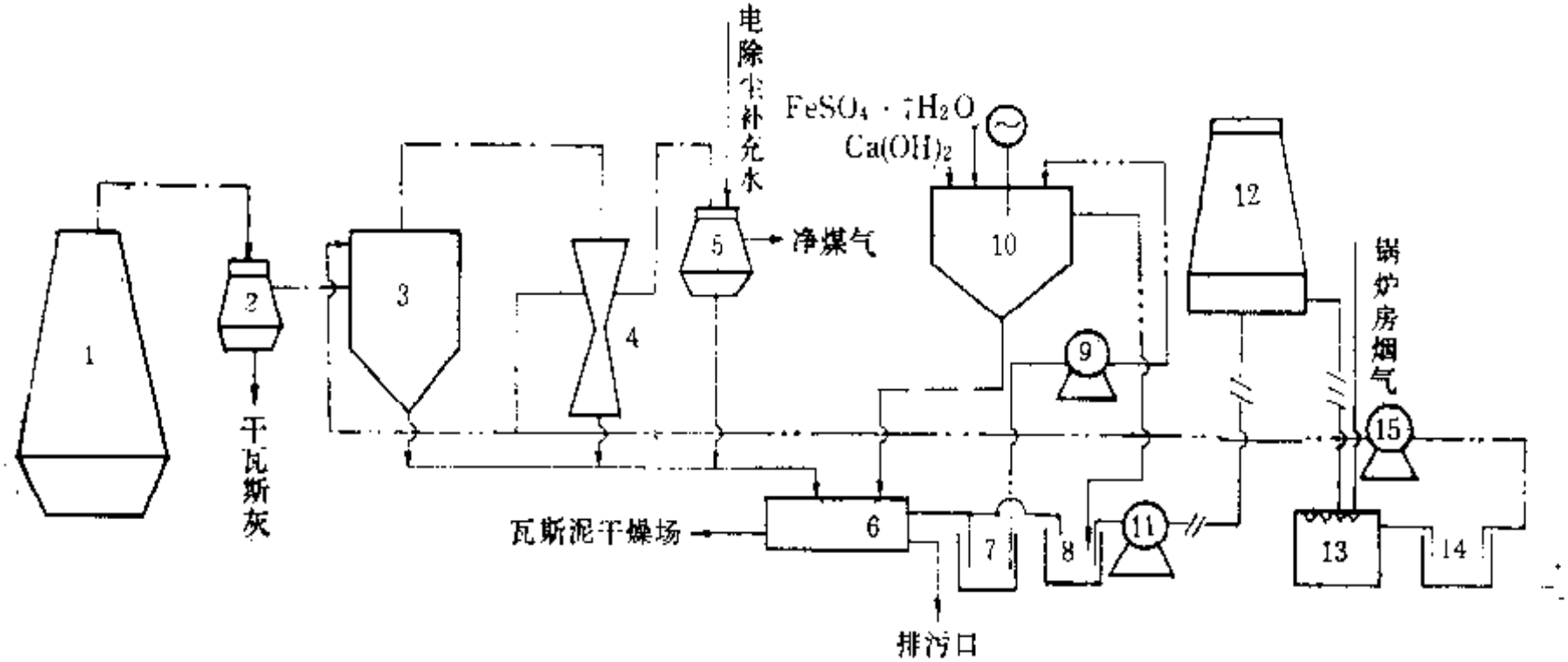
该厂有容积750m³高炉两座，煤气发生量为1.8×10^5 m³/h(标准)，于1983年建成了石灰-碳化法的高炉煤气洗涤水循环处理系统，该系统主要由提升泵站、沉淀池、循环泵站、石灰-碳化法水质稳定设施以及冷却塔等组成，整个水循环系统设备的装机容量为1652kW，整个系统循环一次的时间约170min。这一工程的设计水量比实际水量大一倍，故整个系统设施过大，工程全部投资为256万元。洗涤水处理系统的流程示于图4-1。

如图4-1所示，洗涤煤气后的污水经方渠流入平流式沉淀池，沉淀后澄清水小部分流入加速澄清池进行软化，大部分入冷却塔前的吸水井与软化水混合送入冷却塔进行冷却，冷却水流入加烟井，进行加烟碳化处理，再由泵送回煤气洗涤设备，循环使用。加速澄清池底部泥浆排入平流式沉淀池，平流式沉淀池中的瓦斯泥用15t吊车抓斗抓入污泥贮槽进行干化，干化后的瓦斯泥用以制砖。

高炉煤气洗涤水处理前后水质情况见表4-4。

表4-4 洗涤前、后污水水质分析

取样点	pH值	水温(℃)	悬浮物	酚	氰化物	硫化物	总硬度	暂时硬度
			mg/l				mg/l(当量)	
进水	7.65—8.2	27—31	20—60	微量	0.2—0.5	0.1—0.3	7—9	6.5—8.5
出水	7.5—8.0	34—35	400—1500	0.05—0.4	0.4—0.9	1—2.5	8.5—10.5	7.5—9.0



—·— 煤气管　　—··— 循环给水管　—···— 软化水管　—— 洗涤污水管

—//— 上塔水管　　—///— 下塔水管　- - - 泥浆管

图4-1　某钢铁厂高炉煤气洗涤水循环系统的流程示意图

1——高炉；2——干除尘器；3——洗涤塔；4——文氏管；5——电除尘器；6——平流式沉淀池；7，8——吸水井；9——上澄清池水泵；10——加速澄清池；11——上冷却塔水泵；12——冷却塔；13——加烟井；14——吸水井；15——循环水泵

2. 转炉烟气洗涤水处理

（1）水量、水质及处理方法　转炉烟气洗涤废水来自湿法烟气回收洗涤设备，其特点一是水质不稳定，随原料、钢种、操作条件、烟气净化方式等的不同而相差很大。即使是在炉子、原料和操作条件都相同的情况下，在不同的吹炼时间中，洗涤水水质也不同。该废水呈碱性，含有大量悬浮物，烟尘成份主要为Fe_2O_3和FeO。其水量约为2—6m^3/t钢。转炉烟气洗涤废水的另一特点是烟尘粒径很细，不易沉淀，给水处理带来很大困难。该废水采用沉淀法处理，通常采用混凝沉淀法，国内一般采用有机高分子混凝剂，如聚丙烯酰胺，或者采用有机高分子混凝剂和无机混凝剂联合运用，均能取得满意的效果。处理后水中悬浮物可降到100mg/l，甚至50mg/l以下，完全满足废水循环使用的要求。

（2）工程实例——某炼钢厂转炉烟气洗涤水处理工程

该厂有120t氧气顶吹转炉3座，设计年产钢1.5×10^6t，产生的高温烟气每年超过3×10^8标m^3，烟气含尘浓度达80—150g/m^3，烟尘量约5×10^4t/a，烟气除尘采用两级文氏管和一个洗涤塔（两文一塔）的湿法洗涤系统。洗涤水处理原设计采用自然沉淀法，主要设备有直径18m的辐射式沉淀池两座，PG-18圆盘真空过滤机三台，1.5—2l/h立式蜂窝网带式干燥机三台，工艺流程如图4-2所示。

该处理系统投产后由于原设计辐射式沉淀池规模偏小，并存在着泥浆泵与过滤机不配套，过滤机结构不合理，干燥机不适用等问题，致使处理效果不理想，如：沉淀效果差，出水悬浮物含量高达500mg/l以上，管道系统严重堵塞，水泵叶轮磨损严重等不能满足生产需要。于是该厂对洗涤水处理系统又进行了技术改造，将自然沉淀改为混凝沉淀，同时

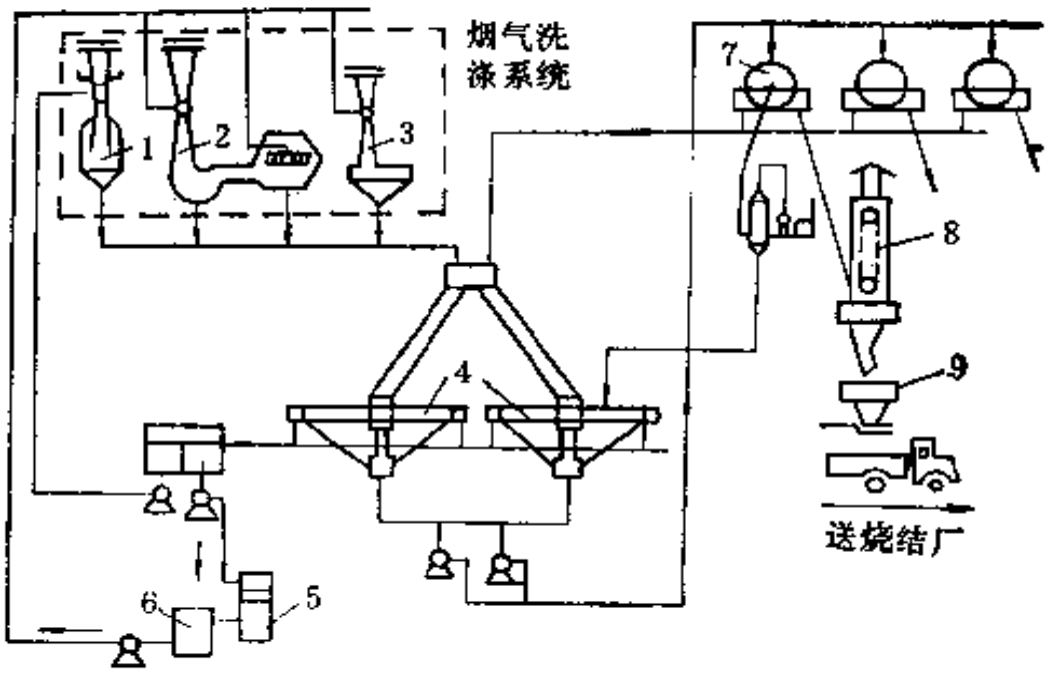


图4-2 污水、污泥处理系统工艺流程图

1——一级文氏管；2——二级文氏管；3——副文氏管；
4——浓缩池；5——冷却水架；6——水井；7——过滤机；
8——干燥机；9——料仓

针对污泥系统存在的问题，采取了许多措施，实现了废水循环利用，并将沉淀污泥经脱水后直接用汽车运回烧结厂作烧结矿原料，取得了明显的环境效益和经济效益。据统计，1979—1984年共回收利用转炉烟气洗涤废水 $1.024\times10^{7}m^{3}$，价值102万元，获利润51万元；1978—1984年共回用转炉污泥$21.96\times10^{4}t$，价值855万元，获利润6.04万元。以上两项共获利润655万元，而处理系统总投资（含历年改造费）为221万元，收回投资还有剩余。

3。焦化厂含酚废水

（1）水量、水质及处理方法 焦化厂含酚废水分为高浓度含酚废水和低浓度含酚废水。高浓度含酚废水中含有大量的酚类化合物，需先回收酚然后再与低浓度含酚废水一併

处理。高浓度含酚废水回收酚的方法有蒸汽脱酚法、萃取脱酚法等，目前国内通常采用脉冲萃取法。低浓度含酚废水成分复杂，其中含有酚、氰、油、硫化物、悬浮物等等，水为碱性，色度较深，呈茶褐色，有氨臭。含酚废水量约为0.15—0.20m³/t焦炭。焦化厂含酚废水水量、水质情况详见表4-5，表4-6。

表4-5 焦化厂含酚废水量（m³/h）

排水点	工艺流程	焦化厂生产规模 10^4t/a（冶金焦）				备注
		4	10	20	60	
蒸氨后废水	硫氨流程	—	—	—	20	
	氨水流程	5	12	24	60	
终冷排污水	硫氨流程	—	—	—	34	按15%排污量计算
精苯车间分离水	连续流程	—	—	—	0.8	
	间歇流程	0.24	0.5	—	—	
焦油车间分离水洗涤水	连续流程	—	—	—	0.5	
	间歇流程	0.09	0.21	0.32	—	
古马隆分离水	间歇流程	—	0.17	0.36	1.0	
化验室		3.6	3.6	3.6	3.6	
煤气水封		0.2	0.2	0.2	0.4	

焦化厂低浓度含酚废水毒性大，处理较困难，目前一般采用生化处理法，其中以活性污泥法应用最普遍。含酚废水在进入生化处理系统之前需先进行脱酚、除油等预处理。经生化处理后的废水，含酚量降至约0.5mg/l，可用于熄焦等。如需外排，则应进一步处理，使之达到排放标准。

表4-6 焦化厂含酚废水的水质

排水点	pH	挥发酚	氰化物	苯	硫化物	硫化氢	油	硫氰化物	挥发氨	吡啶	萘	COD	BOD	色和臭
蒸氨塔后(未脱酚)	8—9	1700—2300	5—12	—	—	21—136	610	635	108—255	140—296	—	8000—16000	3000—6000	棕色氨味
蒸氨塔后(已脱酚)	8	300—450	5—12	1.2	6.4	21—136	3061	—	108—255	140—296	1.5	4000—8000	1200—2500	同上
粗苯分离水	7—8	300—500	22—24	166—500	3.25	59—85	269—800	—	42—68	275—356	62.5	1000—2500	1000—1800	淡黄色苯味
终冷排污水	6—7	100—300	100—200	1.66	20—50	34	25	75	50—100	25—75	35	700—1029	—	金黄色有味
精苯车间分离水	5—6	892	75—88	200—400	20.48	100—200	51	—	42—240	170	—	1116	—	灰色二硫化碳味
精苯原料分离水	5—7	400—1180	72	—	41—96	—	120—17000	—	17—60	93—1050	—	1315—39000	—	黑色二硫化碳味黄
精苯蒸发器分离水	6—8	100—600	1—10	—	1.8	8—200	36—157	—	25—100	—0	—	590—620	—	色苯味
焦油一次蒸发器分离水	8—9	300—600	23	2.00	3.2	471	3000—12000	—	2125	3920	37.5	27236	—	淡黄色焦油味
焦油原料分离水	9—10	1800—3400	54.3	—	72	2437	5000—110000	—	5750	600	—	19000—33485	—	棕色萘味
焦油洗塔分离水	8—9	5700—8977	—	—	120	289—1776	370—13000	—	—	1075	—	33675	—	—
洗涤蒸吹塔分离水	9—10	7000—14000	0.325	—	10400	93—425	5000—22271	—	—	583	—	39000	—	黄色萘味
硫酸钠废水	4—7	6000—12000	2—12	2.5	3.2—20	93—471	905—21932	—	42.5	87.40	37.5	21950—28515	—	—
黄血盐废水	6—7	337	58	—	—	10.2	116	—	85	210	—	—	—	—

注：1.水质浓度以mg/l计算；　2.BOD表示生化需要量；　3.COD表示化学耗氧量，本表为高锰酸钾值。

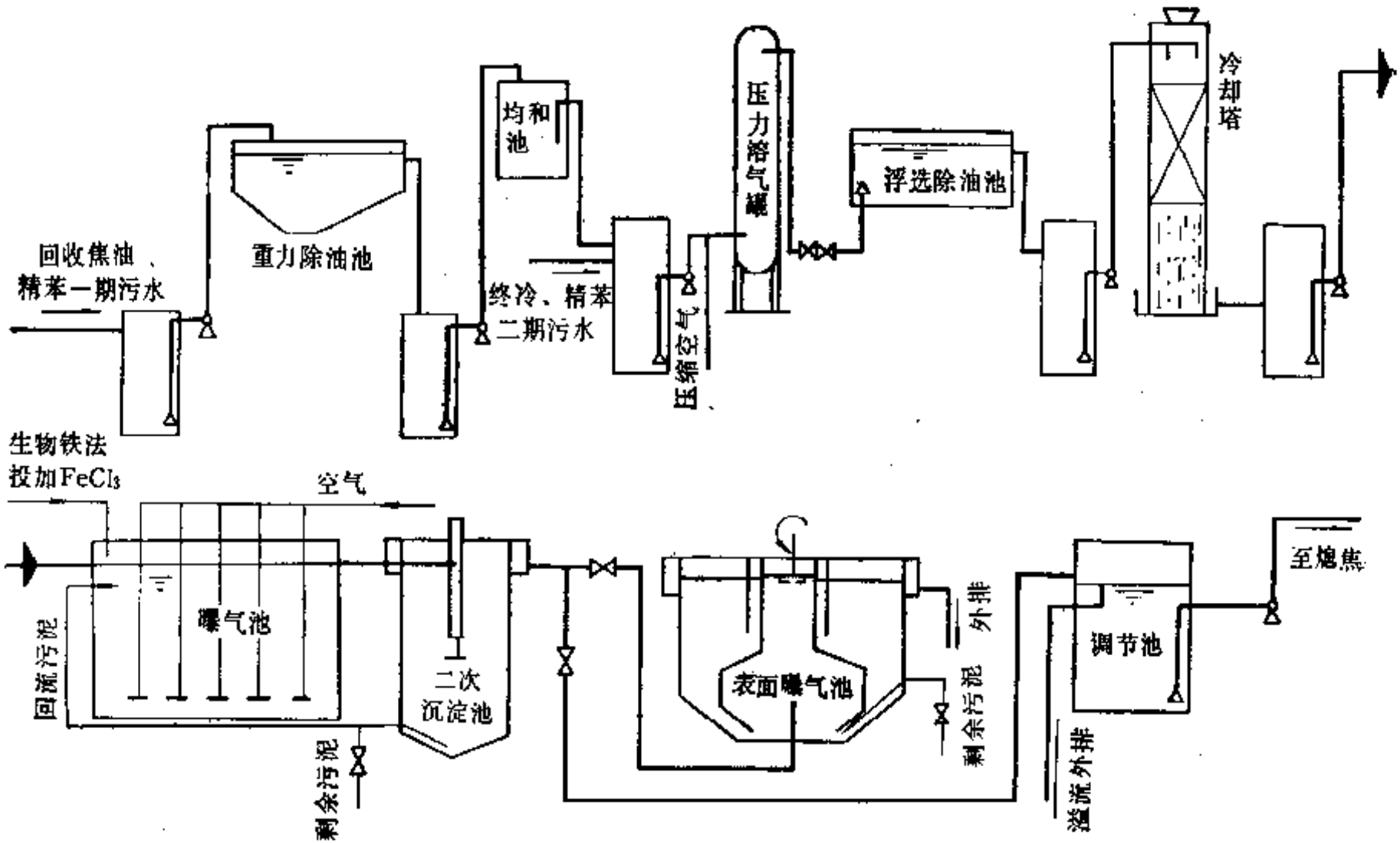

回收焦油、
精苯一期污水
重力除油池
均和
池
终冷、精苯
二期污水
压缩空气
压力溶气罐
浮选除油池
冷却塔
生物铁法
投加FeCl₃
空气
回流污泥
曝气池
二次
沉淀池
剩余污泥
表面曝气池
剩余污泥
外排
调节池
至熄焦
溢流外排

图4-3 工艺流程图

（2）工程实例

1）某焦化厂废水处理工程　该厂年产焦炭1.8×10^6t，含酚废水采用两级曝气生化处理法进行处理，设计能力300m³/h，目前实际水量约200m³/h，处理流程示于图4-3，已建成投产。

处理效果（以蒸氨废水及终冷水为主）如下：

处理水量：200m³/h
每个曝气池处理水量：50m³/h
曝气时间：9—10h
挥发酚：进水　150—280mg/l
　　出水　微量—0.8mg/l
游离氰：进水　10—20mg/l
　　出水　0.2—0.8mg/l

为提高曝气池处理效率，该厂采用了生物铁法，就是在生化处理过程中投加铁盐，以充分发挥生物氧化和絮凝作用，强化生化处理过程。试验证明，生物铁法能显著提高曝气池的处理效率，而且耐冲击负荷的能力较强，试验结果详见表4-7。

2）某焦化厂废水处理工程　该厂有两座58型42孔焦炉，设计年产焦炭56×10^4t，并设有相应的焦油、化产等设施。为治理含酚废水，于1973年建成了生化处理装置，主要处理蒸氨废水、终冷脱氰水、粗苯分离水、焦油精制废水等等。废水水质示于表4-8。

废水采用鼓风曝气生物吸附法，主要设备有：调节池1座，有效容积167m³；曝气池1座两格，有效容积2×200m³；沉淀池2座，有效容积2×150m³；污泥浓缩池1座，有效容积43m³。运行数据如下：

表4-7　生物铁法生产性试验结果

试验阶段	水样	数据范围	处理水量 (m^3/h)	曝气时间 (h)	活性污泥性能 浓度 (g/l)	指数 (ml/g)	含铁 (%)	进出水水质 (mg/l) 游离氰	挥发酚	BOD_5[1]	COD	曝气池容积负荷 [kg/(m^3池容·d)] 挥发酚	BOD_5	COD
一[2]	进水	范围			8.0—10.0	36—91	9.78—14	11.0—20.0	137.0—220.9	318.0—375.0	473—2142.7			
		平均	50	9	9.2	64.4	11.6	14.5	178.2	349.0	1040	0.471	0.925	2.756
	出水	范围						0.032—0.12	0.0196—0.059	7.46—12.15	97.0—299.4			
		平均						0.08	0.04	9.50	218.0			
二	进水	范围			6.76—8.36	53—63		26.63—32.84	99—205	283—373.6	341.11—1782			
		平均	80	5.6	7.6	57.5	5.2	29.73	150.09	328.44	995.62	0.636	1.396	4.231
	出水	范围						0.11—0.157	0.021—0.12	6.46—17.13	140.77—343.66			
		平均						0.133	0.063	11.48	237.4			
三[3]	进水	平均	80	5.6				41.17	138.54		964.21	0.588		4.098
	出水	平均						0.258	0.074		286.78			

注：1）BOD_5——5日生化需氧量；

2）1980年7月11日到8月22日利用1号池进行试验；

3）进水游离氰最高达56mg/l。

表4-8 废水水质表

	水量 (m^3/h)	挥发酚 (mg/l)	氰化物 (mg/l)	COD (mg/l)	油 类 (mg/l)	pH
终冷废水	25	199.0	121.2	879.7	92.8	7.5
蒸氨废水	10	725.7	7.95	3220	410.6	5.6
粗苯分离水	3	127.4	209.7	1456	270.0	6.4

处理水量：设计 $100m^3/h$

实际 $50m^3/h$

曝气时间：设计 4h

实际 8h

进水含酚：实际 250mg/l

出水含酚：实际 0.05—0.5mg/l

进水含氰：实际 3—5mg/l

出水含氰：实际 1—2mg/l

进水COD：实际 500—1400mg/l

出水COD：实际 100—300mg/l

5

空气污染控制

5.1 空气污染与空气污染物

人们时时刻刻都要呼吸空气，每呼吸一次吸入空气量约500ml。按每分钟呼吸16次计，一个成年人每天约呼吸两万多次，吸入的空气量高达20kg左右，大约是每天所需食物和饮水量总和的10倍。人们在五周内不吃饭、五天内不饮水尚能生存，而断绝空气仅5min就会死亡。

人们生存不可缺少的三种物质是：食物、水和空气。食物和水要经过人们的生产活动才能得到，而空气则不然，人们是生活在空气的海洋里，除特殊情况外，我们可以无限地享用。正因为如此，空气质量对于人们（也包括动植物）是十分重要的。

所谓空气污染是指空气中污染物（或由污染物转化成的二次污染物）的浓度达到了有害的程度。影响空气质量的污染物有两类，一是固态和液态污染物，例如尘、酸雾；一是气态污染物，例如有害气体。这些污染物有的是生产和生活活动过程中直接排放的，有的是在大气中通过光化学反应生成的。当这些污染物超过国家规定的标准时，就必须进行控制。

5.1.1 空气的组成与污染

空气的主要成分（体积比）为：氮（占78.09%）、氧（占20.95%）、氩（占0.93%），三者合计为99.97%，其它气体含量很少。水蒸汽、二氧化碳的含量是随季节、气象和人们的生产及生活活动而变化的。上述组分通常认为是"洁净空气"。人类活动所排出的污染物如果扩散到空气中，并且其数量、浓度和持续时间能起引起某个地区居民中大多数人的不适感，并使动植物、物品直接或间接受到影响，以至妨碍人和动植物生存，使公共卫生处于恶化状态，这就是空气污染。

我们这里着重介绍局部地区污染。

5.1.2 空气污染来源及主要空气污染物

1. 污染物来源

人类通过生产和生活活动向大气排放的污染物质，其主要形式为烟尘及气态物。这些人为的活动，大致可以分为三类：一是燃料燃烧后排放的污染物，如火力发电厂废气、汽车排放物、家庭生活（取暖、炊事）的排出物；二是焚烧废物、森林起火产生的烟尘；三是生产过程中排放的有害物质。

工业生产的排放物不是大气污染的唯一来源，美国的统计数字表明，工业污染源（包括发电）约占总污染物的30%，如表5-1所示：

2. 污染物的排放

燃料燃烧的排放物如煤、石油、天然气等可燃矿物燃烧产生对人类威胁较大的污染物主要有：粉尘、硫氧化合物（SO_x）、氮氧化合物（NO_x）、一氧化碳（CO）、臭氧

表5-1 主要污染源所占的份额

污染源	所占百分数（%）
机动车	60.6
工业（包括电厂）	30.3
取暖	5.6
废物处理	3.4
合计	100.0

（O_3）、碳氢化合物等。

我国能源构成中煤炭占70%以上，石油及天燃气占25%，能量利用率都在30%以下。城市民用炉灶烟筒低矮，燃烧效率只有百分之十几。采暖锅炉吨位小，效率也低，布点分散，污染面大。

（1）燃煤锅炉排放的污染物 锅炉燃烧排放的污染物主要有：烟尘、碳氢化合物、氮氧化合物、硫氧化合物，其排放量如表5-2所示。

表5-2 锅炉燃烧排放的主要污染物

污染物和来源	每吨燃料燃烧排放的污染物	
	煤（kg/t）	重油（kg/t）
火力发电站		
SO_2	60	19
NO_2	9	126
尘	3—11	1
工业锅炉		
SO_2	60	17
NO_2	3.6	1.5
尘	9—11	—

（2）汽车行驶时的排放物　汽车在行驶时，排放着可见与不可见、有恶臭与无恶臭的物质。排放物的数量与性质，与发动机的种类、使用燃料的性质和成分、行驶状况（空档、定速、加速和减速）等情况不同而有很大差异。有代表性的汽车排放物的组成如表5-3所示。

表5-3　汽车行驶时的排放物

有害物	空档	加速	定速	减速
碳氢化合物	800	540	485	5000
（乙烷等）ppm	300—100	300—800	250—550	9300—1200
NO_x(NO_2)ppm	23	543	1270	6
CO（%）	4.9	1.8	1.7	3.4
CO_2（%）	10.2	12.1	12.4	6.0
排气量（l/min）	226.4	1698	2740	226.4
未燃烧料（已烷）占供给燃料重量（%）	2.83	2.12	1.95	18.0

由上表可以看出，碳氢化合物浓度在减速时显然比其它情况为高，一氧化碳在空档和减速时高，氮氧化合物在加速和定速时为高，减速时未燃成分大大提高。

汽车排放物如氮氧化合物（NO_2）在强烈的紫外线辐照下，能和石油烃、氧气发生一系列光化学反应，产生臭氧、过氧乙酰硝酸酯（简称PAN）等强氧化剂。在一定的气象、地理条件下，这些强氧化剂所形成的光化学烟雾，能强烈地刺激眼睛，腐蚀材料，损害作物，降低能见度。兰州市由于工业污染，排放大量石油烃和氮氧化物，多次出现过刺激人们眼睛的现象，就是光化学烟雾所致。

5.1.3 污染物在大气中的反应

排放到大气中的污染物与空气中正常成分相混合，会产生种种物理变化和化学变化，有时会形成新的污染物质。

（1）原发性污染物（或称一次污染物） 这一类污染物多为物理和化学反应过程中产生的，例如原料的破碎、筛分和转运，冶炼和燃料燃烧等。从各种污染源排放的物质，可分为反应性物质与非反应性物质。前者是不稳定的，它们在大气中与其它污染物发生化学反应，或者作为催化剂（例如金属微粒）促进其它污染物反应如生成硫酸盐、亚硫酸盐等。后者没有反应或反应迟缓，是较为稳定的物质。化学反应包括：气态污染物之间的反应（或在有催化剂存在下加速反应）；气态污染物吸附在微粒表面的反应；固态和气态之间的反应。

（2）继发性污染物（或称二次污染物） 上述各种化学反应产生的污染物称为继发性污染物。这种反应程度受到反应物相互间浓度、光化学作用程度、气象条件对污染物扩散能力的影响，以及地形、湿度等多种因素的影响。

5.2 冶金工业主要污染源及其影响

5.2.1 主要污染源

冶金工业的各个生产单位，几乎都有污染物产生。由于工艺、方法或采用的技术不同，污染性质、范围及其危害程度也大为不同。

下面分别叙述冶金工业主要生产单位的污染源。

（1）焦化生产 焦化厂及其副产品车间的主要排污源

是：焦炉（装煤和出焦）、熄焦塔、焦炉烟囱、副产品回收车间等，此外还有煤场、备煤、筛焦等。这些工序产生粉尘、焦油烟气、蒸汽和有毒气体。以一个日产1000—1200t焦炭的焦化厂为例，排放的大气污染物量总计为150kg/h（3.6t/d），其中：

卸煤	运输	加热炉壁	装煤	出焦	熄焦(湿法)
20kg/h	25kg/h	5kg/h	70kg/h	20kg/h	10kg/h

（2）烧结矿生产　烧结厂是大气主要污染源，其排尘量占钢铁厂总排尘量相当大的比重，二氧化硫的排放量取决于矿石、燃料和其他辅助材料的含硫量，一般为500—1500mg/m³。每吨烧结矿排烟量可达6000m³(标准)，风箱内排尘浓度可达5g/m³(标准)。

（3）炼铁　炼铁厂的大气污染源主要是高炉装料（矿石、烧结矿、球团矿），其次是造渣剂和焦炭。出铁时也产生含有大量氧化铁粉尘的烟气。

高炉水冲渣生成浓雾状的蒸气，在冬天极为有害，泡渣池产生的渣棉危害也很大。

（4）炼钢　炼钢时，排出的棕褐色烟气中主要含有氧化铁烟尘。这些烟尘粒度极细，扩散很远。烟气中的含铁粉尘（相当于精矿粉）可以回收利用。

（5）铁合金生产　铁合金生产广泛采用浸入式敞开电炉和封闭式电炉。

敞开电炉一般用来生产硅铁、铬铁和硅锰合金。炭素锰铁生产则广泛采用封闭式电炉。封闭式电炉烟气量较少，并能回收可燃性气体。敞开式电炉排烟量很大，其中只有0.5—3%的烟气是炉子本身产生的，其余都是渗入的空气，净化这种低含尘浓度的烟气费用很高。

上述五类生产单位是钢铁生产中的主要污染大气的污染

源。采用干法除尘可能造成粉尘的二次污染，采用湿法除尘又转成水的污染。大气与水质污染密切相关，这在高炉煤气采用湿法处理更为突出。无论采用那种净化处理方法，都要注意二次污染问题。

若以单位产品计算排放的污染物，表5-4的数据可供参考。由于生产工艺，原料成分不同，污染物排放量差异很大。

表5-4 按单位产品计的污染物排放量

产品名称	每吨产品排放量
烧结矿	废气：4000—6000m³（标准） 含尘量，机头：1—5g/m³（标准） 机尾：5—10g/m³（标准） SO_2：500—1500mg/m³
焦炭	煤尘：5kg CO：300g CO_2：21g 硫化氢：544g 氰化物：70g NO_x：370g
生铁	煤气：2000—2500m³（标准），含尘量为5—40g/m³（标准），煤气中CO含量为23—30%
铁合金（敞开式电炉）	硅锰铁合金排尘量50—125kg 75%硅铁合金排尘量100—200kg
顶吹转炉钢	粉尘：10kg左右 煤气（未燃法）：60m³（标准）（其中CO占60%）
平炉钢	烟气量：3000m³/h（标准）， 吹氧时平均含尘量：4—6g/m³（标准）
电炉钢	粉尘：2—19kg，平均4.5—6.8kg

5.2.2 空气污染的影响

（1）对人体健康的影响　污染物进入人体的途径主要

有三条，一是呼吸道，二是消化道，三是皮肤接触。其中以呼吸道吸入污染物的影响最为重要。与低污染物长期接触，可引起慢性支气管炎、哮喘病、肺气肿等。在高污染物突然作用下，可造成急性中毒而致死亡。众所周知的“伦敦烟雾事件”就是在高浓度污染物的突然作用下导致多人死亡的突出事例。

飘尘、二氧化硫、硫酸雾、一氧化碳、氮氧化物、苯类、苯并芘等都是钢铁生产中常见的污染物。国家卫生标准从人体健康出发，对上述各污染物极限浓度作了规定。超过极限浓度对人体将产生有害影响，危害程度视浓度超过大小而定。例如一氧化碳的最高容许浓度规定为30mg/m³，作业时间在半小时以内，可放宽到100mg/m³。轻度中毒有头痛、呕吐、全身无力症状，严重时可导致死亡。

（2）对植物的影响　影响植物生长的主要空气污染物有二氧化硫、氟化物、碳氢化合物、重金属粉尘等。在污染严重的工厂周围，植物生长缓慢，叶片褪绿，甚至枯萎脱落。

（3）对器物的影响　空气污染对器物（如金属制品、皮革制品、油漆涂料、建筑物等）的损害也是很严重的。冶金工业几次发生烟尘堆积在屋顶上而压垮厂房的事例。有的厂房因酸雾腐蚀或强辐射热作用造成损坏不得不重新加固。几种主要污染物金属的腐蚀程度如表5-5所示。

（4）酸雨问题　工业发展使燃煤量大大增加，二氧化硫的排放量也相应显著增加，以致造成目前的“酸雨”问题，大气降水的pH值小于5.6的称为“酸雨”。国外把它称之“空中死神”。据报道，美国东北部是世界上酸雨量严重的地区之一，其pH值为4.0，最低为3.35。民主德国主要工业中心附近有50%的树被酸雨损坏。在罗马尼亚酸雨毁坏了二

百五十万亩森林。我国一些地区近年来也出现了酸雨，以长江以南为严重。

表5-5 空气污染对金属的腐蚀程度

地区	腐蚀量（μm/a）					
	铁	锌	铅	铜	镍	镁
农村	4—60	1—3.5	1.4	1.9	1.1	
城市	30—70	2.8—6.0	2.0	2.9	2.5	13—20
海洋	60—170	2.4—15.0	1.8	3.8	2.8	
工业区	40—160	3.8—19.0	3.7	4.0	5.8	29

5.3 空气污染控制技术

5.3.1 控制污染的基本原则

工业排放的空气污染物的处理应符合国家制定的环境保护法规。必须把生产观点和生态观点结合起来考虑。必须把污染控制和生产工艺结合起来考虑，通过系统分析与综合，寻求比较经济合理的处理方案，其基本原则如下：

（1）改革工艺减轻污染 采用无污染或少污染工艺是防治空气污染的根本途径。例如钢铁工业中的烧结工艺，推广铺底料（原料层）操作措施，不仅能提高产量，而且能减少废气的含尘量。炼焦工艺中采用无烟装煤、无烟出焦、干法熄焦等措施，大大减轻焦炉烟气的污染。在沥青焦生产中，采用延迟焦化、煅烧连续制取无定形沥青焦等新工艺，不仅产品质量好，而且基本上解决了沥青烟污染问题。类似的实例还很多，这就要求生产工艺人员要有生态观点，尽量将污染消灭在生产过程中。

（2）充分利用资源、能源以减轻污染　充分利用资源、能源是减轻污染的有效措施。炼钢工艺中的转炉煤气回收，不仅回收了可燃气体，减少了燃煤的污染物，而且降低了炼钢成本。有色冶炼中回收高浓度二氧化硫制酸，不仅减轻污染，而且回收了有用物质——硫酸。其它如废热利用、高炉余压发电、降低炼铁焦比等均可充分利用资源能源，这样就能从根本上减轻对大气污染。

（3）进行技术经济的综合研究　需要根据污染物的危害性和一个时期内国家的经济水平进行综合研究，制订切实可行的技术政策。有人认为，在今天的技术条件下，只要肯付出经济代价，无论需要多么洁净的空气都可办到。据文献介绍，一个企业每天向大气排放45t粉尘，使用了效率为99.5%的低能耗净化装置，即剩余225kg粉尘排入大气。若使用效率为99.8%的高能耗净化装置，即剩余90kg粉尘排入大气，但后者能耗要比前者多100MW。相当于每多回收1kg灰尘，要多耗电能741kW，而火力发电生产这些电能又要排出多少的灰尘与二氧化硫！因此要加强综合的技术经济研究。

（4）充分利用大气的自净能力　在选择厂址时，应充分利用当地的气象条件，力求使污染物在环境容量的许可条件下进行扩散稀释，以减少净化设备的投资。

在新建工厂或老厂技术改造时，生产规划人员和环境工作者应共同努力运用上述的一般原则处理空气污染问题。至于已经产生污染的老企业，一时无法进行技术改造时，应采用净化设备对排放的烟气进行控制，以达到国家规定的排放标准。

5.3.2 控制污染的基本方法

对烟气中所含污染物的净化技术，基本上可以分为两大类：分离法和转化法。分离法是用物理方法将污染物从烟气中分离出去，转化法是使污染物发生某种化学反应，转化为其它物质然后再分离净化。对于烟尘、气溶胶之类的污染物，可利用除尘设备使之从烟气中分离出来。对于气态污染物，可采用冷凝、吸收、吸附、燃烧、催化转化等方法进行净化。常见的烟气净化方法如表5-6所示。

表5-6 烟气净化的基本方法

净化方法			可净化污染物	备注
分离法	气固分离	机械力除尘	10μm以上的烟尘	锅炉烟尘等
		湿式除尘	5μm左右的烟尘	转炉烟气、高炉煤气等
		过滤除尘	0.1μm以上的烟尘	棉尘、石英粉尘等
		静电除尘	同 上	发电锅炉、烧结机烟气除尘等
	气液分离	机械力除雾	10μm以上的雾滴	硫酸雾、铬酸雾等
		静电除雾	0.1μm以上的雾滴	硫酸雾、沥青烟雾等
	气气分离	冷凝法	蒸气状污染物	汞蒸气、萘蒸气等
		吸收法	气态污染物	HCl，HF、铅烟等
		吸附法	气态污染物	苯、甲苯、HF等
转化法	气相反应	直接燃烧法	可燃烧的气态污染物	苯、沥青烟等
		其它气相反应	气态污染物	NO_x等
	气液反应	吸收氧化法	气态污染物	H_2S等
		吸收还原法	同 上	NO_x等
		其它化学吸收法	同 上	铅烟等
	气固反应	催化燃烧法	气态污染物	CO_2，SO_2，苯等
		催化氧化法	同 上	
		催化还原法	同 上	NO_x等
		非催化气固反应法	同 上	Cl_2等

5.3.3 烟尘控制技术

就冶金工业当前实际情况来说，污染大气的污染物烟尘占首位，它量大面广，几乎在所有的生产工艺中都有产生；其次是硫氧化合物，在含硫矿石的冶炼过程中，在以煤、重油为燃料的燃烧过程中，也多有产生。

据国外对钢铁工业排放的灰尘量进行分析认为：物料运输占 30.9%；炼钢占 25.3%；炼焦占 16.7%；烧结占 12.9%；其它占 14.2%。

烟尘的化学成分随工艺过程、原料、燃料等不同而不同。冶金炉排放的烟尘其粒度大部分均在1μm以下。由于废气量大、粒度细、温度高、成分复杂等因素给烟尘控制技术带来很大困难。

为叙述方便起见，我们将固体物质经破碎、分级、研磨等机械过程而形成的固体粒子称为“粉尘”；由冶炼过程形成的固体粒子称为“烟尘”，后者的粒径范围一般小于1μm。当泛指时，用“粉尘”一词，当述及燃料燃烧和冶炼过程产生的固体粒子时，用“烟尘”一词。

大家知道，100μm以上的粒子由于重力作用能很快沉降，10μm以上粒子易于分离，2—10μm的粒子可以用性能较好的除尘设备予以捕集。目前主要的研究范围是小于2μm以下的粒子。

含尘烟气在排入大气前必须设置除尘装置予以净化处理。除尘装置由烟罩、管道、除尘设备、风机、排灰设备等组成。除尘装置的附属设备如阀门和控制仪表往往是除尘效果好坏的关键。下面就除尘设备作一介绍。

从含尘气体中将粉尘分离出来的设备称为除尘设备或除尘器。利用各种除尘机理以及各除尘机理彼此间不同组合，

可以研制出品种繁多的除尘设备。例如，旋风除尘器的型号、规格就多达几十种。这里我们着重介绍在冶金工业中常用的除尘设备——袋滤器、电除尘器、文氏管除尘器、旋风除尘器。前三种是冶金工业常用的高性能设备，最后一种设备通常用于那些尘粒较粗要求较低的场合，一般作为预净化用。近几年来，国家对民用取暖锅炉排放烟气的含尘量提出了较高要求，旋风除尘器也得到较大的发展。

1．袋滤器

袋式过滤器依靠织物（滤料）和灰尘层起过滤作用使气、固分离，灰尘层愈厚，对气流的阻力愈大，因此要周期性地从滤料上消除积灰，使阻力保持在一定范围内。清灰方法是命名这类除尘器的重要特征之一。

（1）除尘机理　袋滤器滤料的除尘作用如图5-1所示。

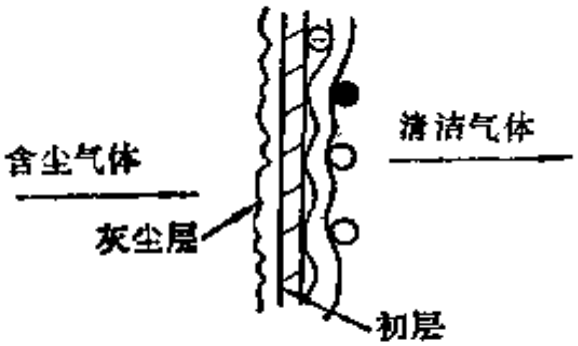


图5-1　　滤料的过滤作用示意

当尘粒直径大于滤料的纤维孔或大于沉积的灰尘层中间的孔隙时，粒子就被筛滤下来，此即所谓筛滤作用。通常织物纤维间的孔隙远大于尘粒直径。因此过滤初期筛滤作用很小。但当滤布上形成灰尘层后，筛滤作用就显著增大。

当含尘气流接近滤料纤维时，气流绕过纤维，大于1μm的尘粒由于惯性作用，仍保持原运动方向而碰撞到纤维上，从而被捕获，此即所谓惯性作用（或碰撞作用）。

有的尘粒和滤料还可能带有电荷，当两者所带电荷是异

性的时，则粉尘吸附于滤料上，从而提高了效率，但清灰不易。反之，所带电荷为同性时、则粉尘受到滤料的排斥，导致效率降低，但此时易于清灰。

尘粒在这些机理（当然还有扩散作用）的综合作用下被捕获，达到了气-固分离的目的。

近年来，为了强化袋滤器的除尘作用。在滤袋前使含尘气流荷电，预先捕集一部分粉尘，另一部分荷电粉尘沉积到滤布上，可以提高捕集效率。

（2）袋滤器的种类和滤料　袋滤器的种类很多，按结构形式分，有圆筒形滤袋和扁袋两种。圆筒形滤袋目前应用较为广泛。袋径一般为120—130mm，最大不超过600mm，滤袋长度与直径之比，常用的是16—20，最大为30。这与清灰方式有关。

近来扁袋在生产上也有使用，其最大特点是单位容积内布置的滤料过滤面积大。

袋滤器的结构形式如图5-2所示。

按气流通过滤袋的方向分，有内滤和外滤两种，内滤指含尘气流先进入袋内，灰尘层在滤袋内表面，外滤则流动方向相反。

按进气口的位置有上进气和下进气两种。采用下进气，气流稳定，滤袋易于安装，但气流运动方向与灰尘下落方向相反，清灰时会使细灰尘重新附积于滤袋表面，从而降低清灰效果。上进风可以避免上述缺点，但进气分配室要安装在壳体上部，增加设备高度，滤袋安装也较复杂。

滤料在袋滤器中起主要过滤作用，天然纤维、无机纤维和合成纤维均可选作除尘滤料。选用何种滤料取决于气体和灰尘特性以及清灰方式。表5-7示出了冶金工业常用的滤料特性。

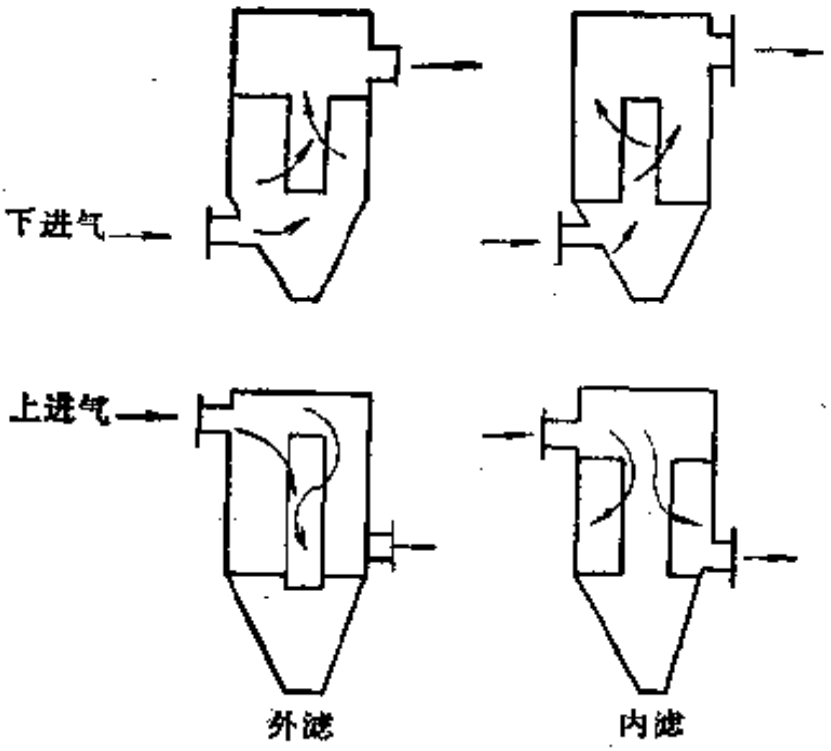


图5-2　袋滤器的结构形式

表5-7　滤　料　特　性

类　别	品　名	耐腐蚀性		耐温极限（℃）
		酸	碱	
天然纤维	棉织品	差	良	<80
	呢　料	良	差	<90
	柞蚕丝布			<90
无机纤维	玻璃纤维布	良	良	<250
合成纤维	尼龙类	冷：良 热：差	良	<80
	涤伦类	良	良	<130

（3）袋滤器的清灰方式　滤袋在使用一段时间后，滤料上粘有灰尘层，必须除去，才能继续过滤。清灰方式有如下几种，如图5-3所示。

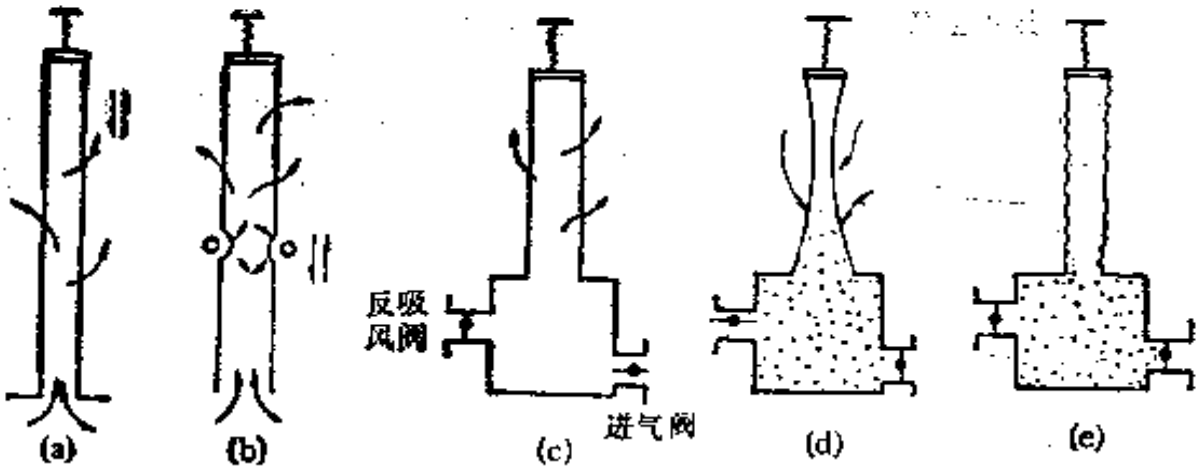


图5-3　清灰方式示意图

1）机械式清灰　如图5-3（a）所示，利用机械的方法使滤袋振动，使沉积的灰尘层坍落。这种方式使滤袋损伤较大。

2）气环反吹　如图5-3（b）所示，利用环状喷嘴的环圈套在滤袋外部，一边用9.8—19.6kPa的压缩空气反向喷入袋内，一边上下移动，这种方法不必停止过滤气流，能够充分利用全部过滤面积。

3）反吸风清灰　如图5-3(c)—(e)所示，(c)为正常过滤过程，反吹风阀关闭，进气阀打开。当需清灰时，进气阀关闭，反吸风阀打开，如(d)状态。清灰时间很短，约1—2s。在负压作用下滤袋变形，使灰尘层坍落。然后两阀均关闭，如(e)状态，滤袋恢复原状后，再重复(c)的状态。这种方式构造简单，清灰效果好，对滤袋损伤少。

4）脉冲清灰　如图5-4所示，含尘的气体由滤袋外部流向袋内（外滤法），经某一时间间隔后，通过设于滤袋上部的喷嘴，间断地瞬时地送入3—6kg/cm²的压缩空气，反向吹出，达到清除滤料上灰尘层的目的。

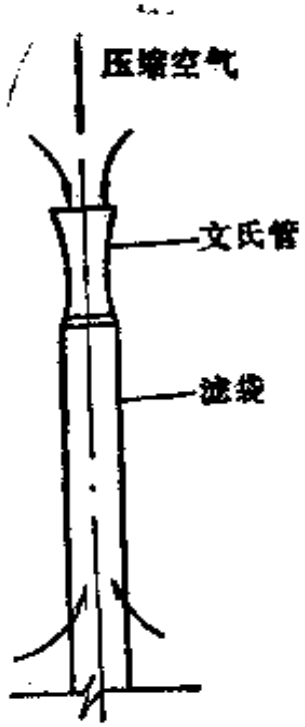


图5-4 脉冲清灰示意图

2. 湿式除尘器

湿式除尘器的除尘过程是使含尘气体与液体(通常为水)密切接触，通过碰撞、扩散等作用，使污染物从气流中分离出来。图5-5为湿式除尘器中的粒子捕集作用。

当气流中某一尘粒接近小水滴时，气流绕过水滴，尘粒因惯性继续向前运动而与水滴碰撞被捕集，如图5-5 (a) 所示。

当尘粒随着流体的流线而绕过水滴时，在流线距水滴表面的距离小于尘粒的半径时，粒子即被捕集，如图5-5(b)所示。

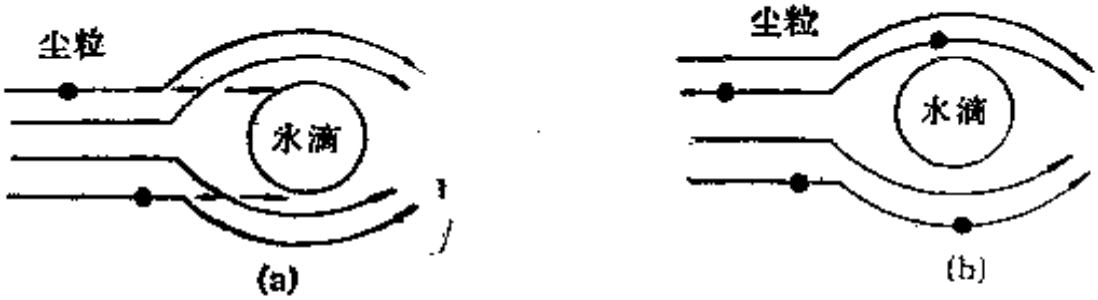


图5-5 湿式除尘器中粒子的捕集过程

湿式除尘器的种类很多，现就冶金工业常用的而且能够捕集微粒的文氏管洗涤器作一介绍。

(1) 文氏管除尘器的工作原理 文氏管除尘器由收缩管、喉管、扩散管以及液滴捕集器构成。其工作原理如图5-6所示。

含尘气体由进气管进入收缩管后，流速逐渐增大，气流的压能逐步转变成动能，进入喉管时，速度达最高值，压力

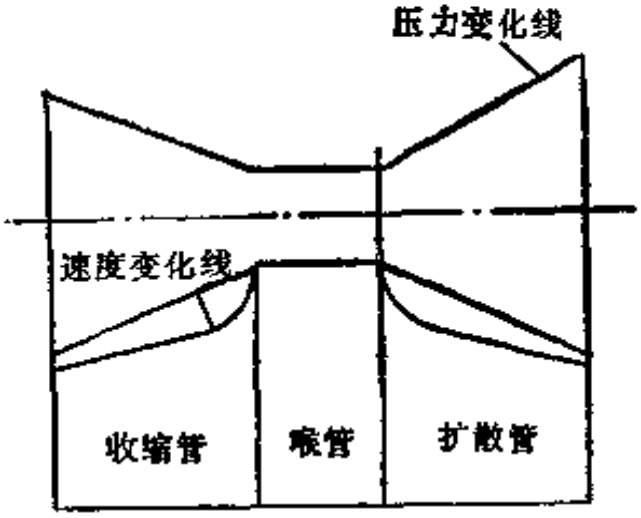


图5-6　文氏管中气流和压力的变化情况

下降到最低值；在扩散管中，流速减小，压力上升。

加水的位置，可以在收缩段上，也可以在喉管处。在收缩管和喉管处气液两相的相对速度很大，由喷嘴喷出的液体在高速气流作用下，雾化成细的雾滴，达到了气液密切接触的目的。

气液接触过程中，发生着激烈的碰撞、凝聚作用，含尘液滴随后在文氏管出口处的液滴分离器中除去，最后完成了除尘过程。

（2）文氏管的结构　文氏管的几何尺寸，主要包括喉管、收缩管和扩散管的长度、直径及其收缩和扩散角度。

收缩管的角度取23°—25°，扩散角取6°—8°，收缩管入口气速取16—22m/s，扩散管出口速度取18—22m/s，角度和气速确定之后，即可确定收缩管和扩散管的长度。

喉管断面形状取决于给水方式和气量大小。由中心向四周喷水或由四周向中心喷水，喷管喷水距离有一定限度。喉部的断面往往设计成圆形和矩形两类。矩形可以适应大气量的要求。

在气量波动的情况下，为了达到恒定效率，必须保持恒

定速度，因此喉口部位要设置气量调节装置。调节装置有椭圆式调节和翼板式调节两种，如图5-7所示。

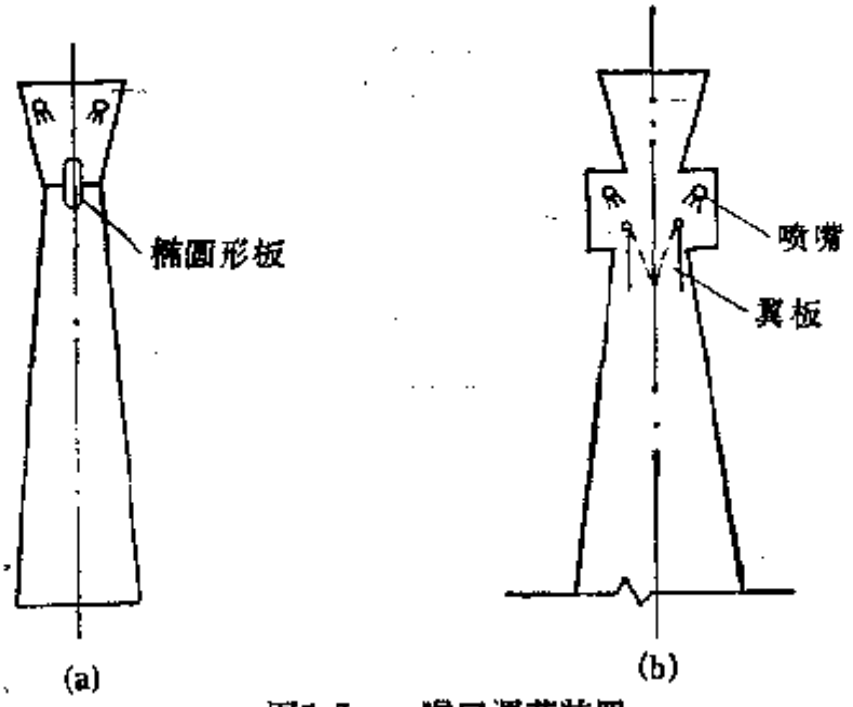
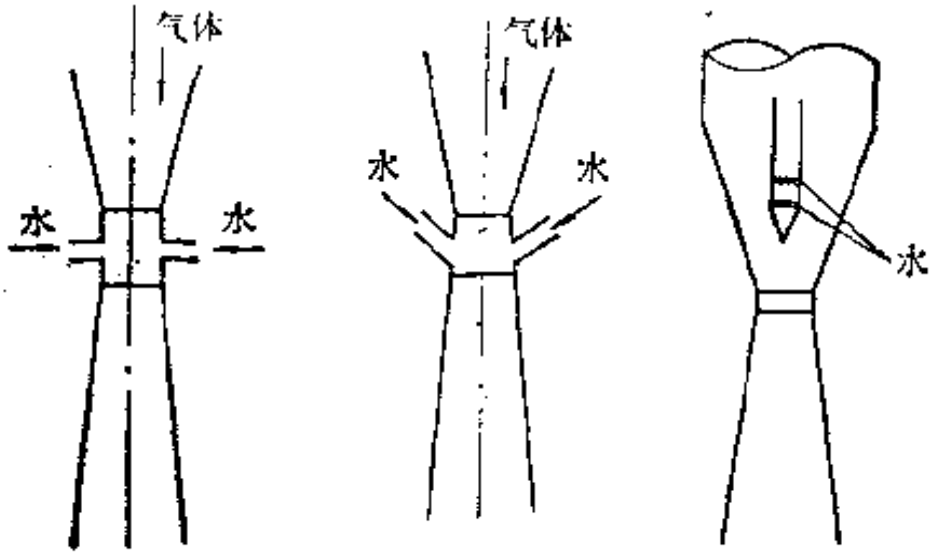


图5-7　喉口调节装置

（a）椭圆形调节装置；（b）翼板式调节装置

向文氏管内部注水的主要要求是使液滴在喉管整个断面上均匀分布。供水方式大体上有两种：内喷和外喷，如图5-8所示。



外喷　　反溅式给水　　内喷

图5-8　文氏管除尘器的供水方式

1）内喷　喷嘴安装在收缩管中心位置，由中心向四周喷水，如图5-8(c)所示。最简单的喷嘴是靠近供水管底部周围设有若干小孔，小孔的孔径视水质和处理的气体量大小而定，一般取8—12mm。或者采用特殊设计的喷嘴，如碗形喷嘴、螺旋型喷嘴和旋塞型喷嘴。

喷嘴的选择和设计计算是个复杂的工作。

表示喷嘴性能的主要因素有水量、水滴直径、喷射角、水滴均匀分布程度和水锥射程等，必须正确地进行选择。

2）外喷　喷嘴装在收缩管的四周，由四周向中心喷水。

利用反射板可使水在向气流中喷射以前预雾化，溅出的水滴易于在喉部全断面分布，如图5-8(a)所示。

在文氏管中只完成了液滴雾化和液滴与尘粒碰撞而捕集的过程；而除尘的最后过程——液滴分离则是通过在文氏管出口处设置液滴分离器来实现的。

目前使用的液滴分离器有重力式、撞击式和离心式三种。

3。电除尘器

电除尘器是利用高压直流电源产生的不均匀电场，使气体电离和尘粒带电而实现气-固分离的一种高效率除尘设备。

（1）电除尘器的工作原理　电除尘器的除尘过程，大体可以分成以下四个过程，如图5-9所示。

1）气体电离　在放电极（负极、电晕电极）与集尘电极（正极）之间加上直流电压，在放电电极的周围形成强电场，并发生电晕放电，于是气体发生了电离，生成大量负离子和正离子。

2）尘粒荷电　在放电电极附近的电晕区内正离子被电极表面吸引而失去电荷，自由电子和负离子因受电场力的作

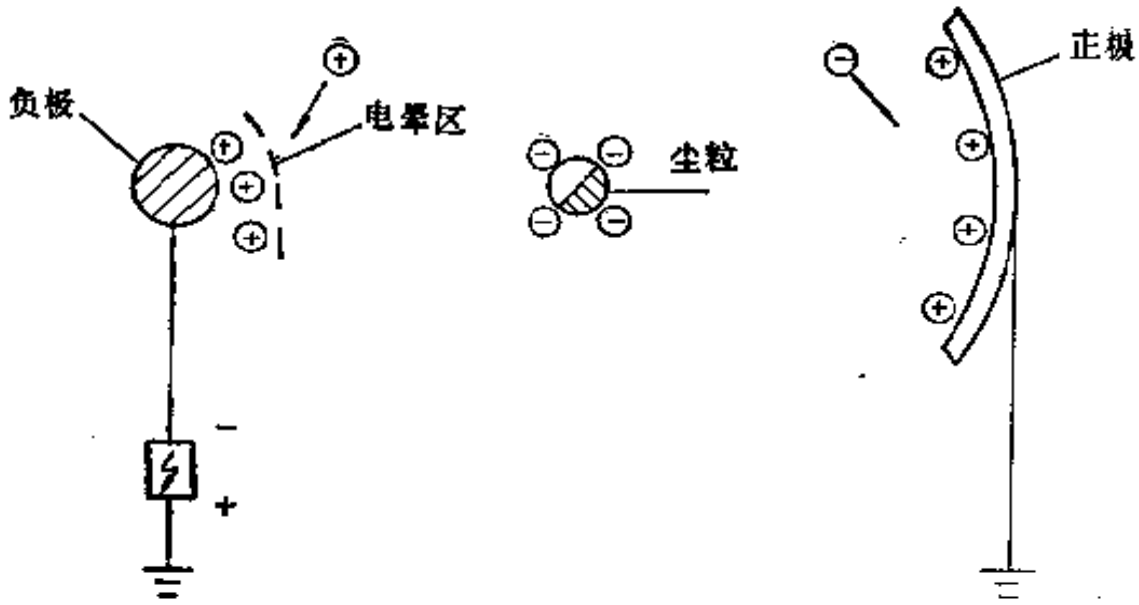


图5-9　电除尘器的除尘过程

用向集尘电极移动，在两个电极中间都分布着自由电子和负离子。含尘气流通过这部分空间时，尘粒与自由电子和负离子碰撞而结合在一起。这样，尘粒就带电了。

3）尘粒沉集　在电场力的作用下，荷电粉尘向集尘电极移动，放出所带电荷而沉集在电极上面。

4）清灰　沉集在集尘板上的尘粒达到一定厚度后，要用振打的方法除去积尘（干法），或连续用水冲洗积尘（湿法）。放电电极上也会沉淀一定量尘粒，也可用干法或湿法清除。

（2）电除尘器的结构　极板、极线是构成电除尘器的基本构件，此外还有气流分布板、供电装置、振打装置等。

1）极线和极板　对电晕极的一般要求是：（a）单位长度的电晕电流大；（b）机械强度高；（c）易于清灰；（d）高温下不扭变；（e）放电性能好。常用的极线形状如图5-10所示。

圆形电极的放电强度与直径成反比，即直径愈小，放电

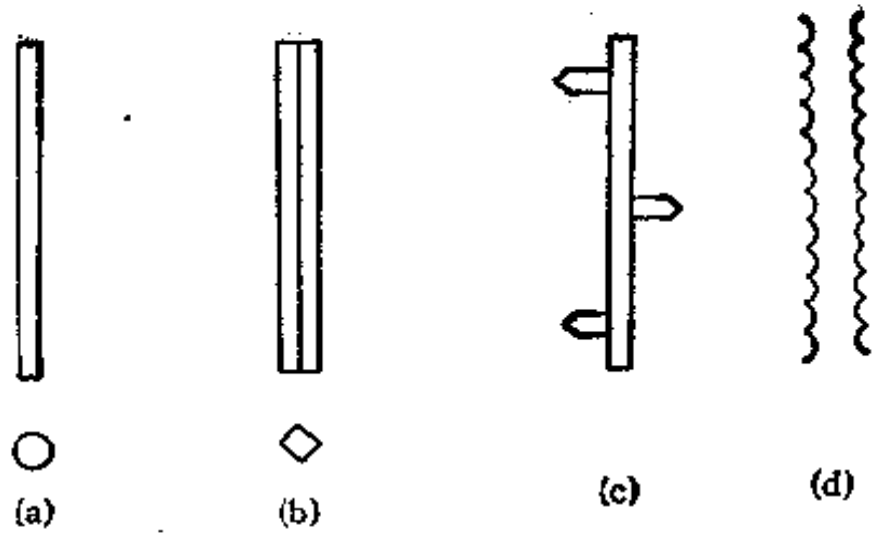


图5-10　电晕极的类型

强度愈高，如图5-10(a)。考虑到悬吊方式(下部常吊挂2—5kg的重锤）和振打可能受到的损伤，电极不能太细，一般用直径为1.5—2.5mm的镍铬丝。

星形电极（边长为4×4mm）如图5-10(b)所示，比较耐用。

芒刺型电极的结构形式有多种，如图5-10(c)，(d)所示，其电晕电流通常比星形要高一倍，目前应用较多。

2）集尘电极的形式　对集尘极的一般要求是：(a)振动性能好；(b)形状简单，制造容易；(c)二次扬尘少；(d)高温下热稳定性好；(e)机械强度高；(f)电晕性能好等。常用的极板形式如图5-11所示。

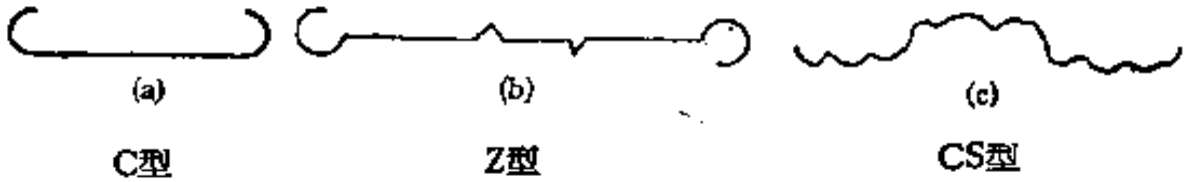


图5-11　集尘极类型

平板电极构造简单，易于清灰。缺点是粒子易重返气流，为避免变形，要用较厚材料。为解决二次扬尘问题，已研制出各种不同形式的极板。

C形板，Z形板，CS形板构造和性能相差不多，以同样加速度振打时，在全高上加速分布比较均匀。它们的共同特点是在板的侧面皆冲压有沟槽，以提高板的刚度。

平板电极用1.2—2mm厚的钢板冷压成型制成，高度一般为2—10m。每块板的宽度与电晕线相对应。一块板对应一根线时，板宽取180—220mm，若对应两根电晕线，则板宽为380—400mm。

2）气流分布　为了保证电除尘器入口气流均匀分布，应采用导流叶片或气流分布板。这种分布板通常是在钢板平面上冲出许多直径为25—50mm的小孔，小孔面积约为分布板总面积的25—50%。有时安装两块分布板以加强气流的均匀度。分布板除圆孔形外，还有方孔形、百叶形。大型设备在设计前要进行模型试验，以寻求合理的气流分布装置。

3）供电装置　供电装置主要包括三部分：升压变压器、整流器和控制装置。升压器将交流电变为电除尘器所要求的高电压，通常为60—70kV。整流器将高压交流电变为高压直流电。目前硅整流器已得到迅速发展。施加在电晕极上的电压要维持在最高值，以达到最高的电场强度，从而获得最高的除尘效率。这就要求安装准确，气流及含尘量稳定，才能使电除尘器的工作电压稳定地处在接近于击穿电压的条件下。但是实际上不可能如此，这就要自动调压。目前较多采用以控制火花放电频率为主的自动调压方式。

4．旋风除尘器

旋风除尘器是使含尘气体作旋转运动，借助作用在尘粒上的离心力（高阻力旋风除尘器的离心力要比重力大2500倍），将尘粒从气流中分离出来的设备。

旋风除尘器的应用已有近100年的历史，应用于各个部

门的型式估计可达百种以上。压力损失一般为490—980Pa，在正常条件下，可以除去大于20μm的粒子。通常应用在要求不高的场合和作为精除尘前的第一级净化，以除去较粗的粒子。

5.3.4 冶金工业中除尘设备应用概况

下面简要说明上述四类除尘器设备在冶金工业中的应用情况。

（1）离心式除尘设备　在所有控制装置中它是最古老、最便宜并且目前还在继续研究和大量应用的一种装置。通常用于尘粒较粗和要求较低的场合，一般作为预净化之用。虽然经过不断改进也仅能除去大颗粒（15μm以上可除去95%），对于3μm以下的微粒其效率则降至50%以下。

（2）电除尘器　电除尘器的除尘效率高、动力消耗少，适用于高温烟气净化（可达400℃）。在50年代初才开始用于钢铁工业。对于含有可燃气体（一氧化碳）成分为20—40%的转炉烟气，采取防爆措施以后，使用电除尘器净化也已成功投产。

烧结烟气的净化也已广泛采用（机头烟气少量采用，而机尾烟气已大量使用）电除尘器。

（3）袋滤器　有色冶金工业采用袋滤器已经有100年历史。耐高温滤料出现后，袋滤器应用范围得到进一步的发展。玻璃纤维是一种主要耐高温滤料，针刺毛毡是滤料的一种新品种。钢铁工业二次烟气的净化也大多采用大型袋滤器。但是更换滤料的操作条件十分恶劣，给维修工作带来很大麻烦。今后必须妥善解决更换滤料和检查破损滤袋的简易方法。

（4）湿式除尘器　湿式除尘是将粉尘对大气的污染转

化为水的污染，因此人们一般不乐意使用。文氏管除尘器，尽管动力消耗大，但结构简单，布置紧凑，能除去微尘，有90%以上的氧气转炉已采用文氏管净化烟气。高炉煤气、封闭型铁合金电炉几乎全部采用湿法除尘。据查近10年的世界专利索引，文氏管除尘器类型的专利平均每年就有30件，似乎还在发展中。

我国冶金工业的烟尘污染问题尚未得到解决。大部分炼钢电炉和铁合金电炉尚未安装除尘设备，而是低空排放烟气，使得厂区浓烟滚滚。某些生产工艺，虽然安装了除尘设备，但如果回收粉尘的价值高，能够影响生产指标，除尘设备维修就抓得紧，否则管理就松，甚至损坏不修，长期停止使用。

5.4 烟尘控制的工程实践

冶金工业生产中，几乎所有工艺过程和环节都有粉尘发生，其中以冶炼烟气污染最为严重。本节将说明炼铁、烧结、焦炉、炼钢电炉的烟尘控制。

5.4.1 炼铁厂的烟尘控制

国外大型高炉出铁场，一般都设有一次和二次除尘系统。一次除尘系统的范围包括主沟、铁沟、撇渣器、倾动流嘴、泥炮口、渣铁沟修理场等处，在出铁时散发出来的烟气占出铁场散发的总烟气量的85%。二次除尘系统的范围包括开、堵铁口时突然喷出的烟气，占出铁场散发的烟气量的15%。

为解决大型高炉炼铁除尘使之达到规定的排放标准，要消耗大量能量与投资。以宝钢引进的4063m^{3}高炉为例，

除尘设备总重量为4672t，除尘耗电量近6000kW。仅用于出铁场的一次和二次除尘的除尘设备总重约为3260t，耗电量为3775kW。

从宝钢的工程实践看，二次除尘处理投资甚大，在我国目前经济水平下，是否设置二次烟气控制装置要慎重对待。

5.4.2 烧结厂的烟尘控制

烧结厂是钢铁工业主要烟尘污染源之一。烟尘主要发生在：烧结机排放的烟气中，烧结机尾部卸料及其破碎、筛分、给料机以及冷却机的废气中。

1。机头烟气除尘

为保护烧结风机免受磨损以及环境保护的要求，烧结机机头通常设有除尘装置。最简单的是用机械式（旋风或多管旋风）除尘器，但排出的气体中含尘浓度仍然很高，不能满足环境要求。所以往往又在机械式除尘器后再加一级干式静电除尘器，当碱度（$CaO+MgO/SiO_2+Al_2O_3$）小于1.3时，出口含尘量可保持在50—200mg/m³以下。但由于高炉采用自熔性烧结矿增多。这种矿碱度大（2—3），致使烟尘的比电阻提高，使得电除尘器操作变得十分困难。

2。机尾污染控制

机尾污染源包括破碎机、给料机、皮带转运点、振动机、筛分机和冷却器，总共可能有100多个抽风点。净化设备多选用电除尘器或袋滤器。管道设计要求采取防磨措施。其它重要的设计准则是如何选择滤料和吸气的极限速度。袋滤器的气布比，用脉冲袋滤气，可达到2m³/（m²·min），其它清灰方法的气布比一般为0.8m³/（m²·min）。

5.4.3 焦炉的烟尘控制

焦炉烟尘污染源大体上分为两类：一类是阵发性尘源，如装煤、推焦、熄焦等；一类是连续性尘源，如炉内、烟囱等。前一类尘源的排放量约占排尘量80%，其中装煤占60%，推焦、熄焦各占10%，后一类尘源的排放量约占20%。

1. 装煤时的烟尘控制

通常采用无烟装炉。为达此目的，在装煤时，炭化室必须造成负压，以免烟气冲出炉外。产生负压的方法是在上升管或桥管内喷蒸汽或高压氨水（工作压力为196—245kPa），双集气管使用流量为20m^3/h，在上升管根部可产生294—490Pa的负压。结果可使炉顶上空气含尘量减少70%左右。此外还有顺序装煤和煤预热管道装煤等方法。

2. 推焦时的烟尘控制

推焦操作是短暂的，大约持续90—120s（推焦用40—60s，熄焦车到熄焦站约50—60s）。排放物中的固体粒子主要由焦炭粉、未焦化的煤和飞灰组成。每吨推焦的排放物约为0.3—0.4kg，还含有一定量的焦油和碳氢冷凝物。

（1）推焦时烟尘控制系统的组成　该控制系统基本上有三个主要部分：

1）集烟罩　用以收集从导焦车和熄焦车上部排出的烟气。

2）烟气管道　将收集到的烟气输送到固定的除尘器中去。

3）除尘器　以往通常采用湿式洗涤器或沉淀器，缺点是投资和操作费用都很大。近年来也有采用袋滤器的，据认

为这是较好和较有效的解决办法。

使用袋滤器时，由于气流中可能含有较高浓度的焦油和碳氢化合物，有必要采用预覆盖粉料，石灰石粉（有70%小于100#筛孔）是成本低而又易于获得的粉料。

3。熄焦时的烟尘控制

通常采用湿熄焦。水淋到炽热的焦炭上，将产生大量蒸汽，蒸汽又带出若干焦粉。排出的水雾中所含的杂质使周围的构筑物受到腐蚀。为此在熄焦塔顶部设有百叶板式除雾器，可减少焦尘和排放的雾滴。

从接焦和熄焦这两个过程来看，还是采用干熄焦有利于保护环境。

干熄焦的主要原理，就是通过惰性气体（氮气）在密闭系统内循环流动，带走炽热焦炭的显热使之冷却，再由废热锅炉回收提高了温度的惰性气体的热量。

炽热焦炭在冷却室内经过大约2.5h的冷却，温度降至250℃以下即可运出。惰性气体与焦炭逆向流动，加热到800℃经除尘后送入废热锅炉，放出热量，回收蒸汽。气体出锅炉时降至200℃再经进一步除尘，继续返回用于熄焦。

某钢厂已经引进了干熄焦装置。设计每吨焦可回收压力为4508kPa的蒸汽420—450kg。每年可回收1.42×10^6t蒸汽，相当于每年节省1.56×10^5t标准煤。干熄焦产生的蒸汽用于发电，供全厂使用。

5.4.4 炼钢电炉的烟尘控制

炼钢炉包括转炉炼钢、平炉炼钢、电炉炼钢等工艺操作。这些过程均排放棕色烟气，特别是为了缩短冶炼时间，采用吹氧措施（如平炉、电炉）时，大大增加了烟气量及其含

尘浓度。平炉、转炉在国内已经成功地运用了除尘装置控制污染，取得较好效果。这里对电炉炼钢的除尘技术作一简单介绍。

（1）电炉烟气　用氧吹炼时，烟气最大含尘浓度达10—20g/m³(标准)。冶炼高碳钢时，每吨产品的烟尘量约为2—19kg，冶炼特殊钢和不锈钢时稍低一些。烟气和烟尘发生量，随着炉子的操作阶段和装入原料不同而有很大差异。烟气温度高达1200℃以上，并含有一氧化碳和氢气等可燃气体，加之烟尘粒度很细，所以，电炉炼钢车间的除尘一向是比较困难的。

（2）电炉烟气的控制方式　根据多年来的生产实践，为控制电炉烟气采用的控制方式有：局部排烟法，即在出渣口、出钢口、炉门等上方设局部排烟罩；直接抽烟法（或称第四孔排烟、炉内排烟），即在炉盖上开第四孔直接抽吸炉内烟气；屋顶排烟法，可以将炉内发生的烟气以及出钢、出渣时发生的烟气通过屋顶烟罩排出；大密闭罩，即在整个电炉外部建造一个密闭罩，并从中引出烟气。装料、出钢以及其它操作是通过罩子上开的门和罩顶上可动的顶盖来完成的，可大大减少污染控制装置成本并能减轻噪声污染。

上述各种方式可以单独采用，也可以结合使用，例如炉内、外排烟相结合，视新建炉还是旧建炉改造以及操作方式而定。大密闭罩技术是近年来发展的并受到广泛重视的一种技术。

排出烟气的净化设备大多数采用袋滤器，也有少量采用静电除尘器或湿式除尘器。

（3）电炉烟气的利用问题　在超高功率电炉上，利用电炉烟气预热废钢的技术近年来日益受到重视，其经济价值十分显著。据国外文献报道，利用电炉烟气预热废钢可使每

炉钢冶炼时间缩短8min，每吨钢消耗电极下降0.7kg，耐火材料下降17%，每吨钢可节电50kWh。

预热方法是：将入炉的废钢装在一个容器内，高温烟气从容器顶部进入，流经废钢后由容器底部返回集气管道。可使废钢加热到300—500℃。返回集气管道的烟气经降温后进入除尘装置，净化后排空。

5.5 气态污染物的控制

钢铁工业生产过程中除烟尘外，尚有不少诸如SO_x，NO_x等气态污染物。对气态污染物的控制主要采用吸收、吸附等方法。

气体吸收是用液体处理气体混合物，是根据气体混合物中各组分在液体中的溶解度不同，有选择地使一个或一个以上气体组分溶解于液体中，实现气态混合物的分离。

吸附法是使废气与多孔性固体（吸附剂）接触，使其中污染物（吸附质）吸附在固体表面上而从气体混合物中分离出来，吸附剂经过再生可重新获得吸附能力。常用的吸附剂有活性炭、硅胶、活性氧化铝等。

钢铁工业中NO_x，SO_x等气态污染物的主要特点是气量大、浓度低。如多达$2\times10^6 m^3/h$(标准)的烧结烟气，含SO_2仅百分之零点几，一个企业很难承担如此巨大的处理费用，目前全部采用高烟囱排放，扩散稀释。含氟烟气在炼钢生产中比较突出，但不为人们注意。我国吨钢耗萤石量一般为10—40kg（有的国家仅2—5kg），按钢产量折算，估计年消耗萤石量近百万吨，从而从含氟废气中排出的可溶性氟化物总量达十余万吨，超过了铝电解和磷肥工业排放的氟化物。

气态污染物的另一个污染源是焦炉烟气，烟气中含有3，

4苯并芘等致癌物质，通过炉门、炉顶泄漏出来，造成对厂区环境的严重污染。

轧钢酸洗过程中产生的酸雾（硫酸雾、硝酸氢氟酸雾、盐酸雾等），直接影响工作区劳动条件和厂区环境。

下面仅就NO_x和SO_x的控制作一简要介绍。

5.5.1 含硫氧化物烟气的控制

（1）含二氧化硫烟气的来源　钢铁生产中含SO_2烟气主要来源于烧结厂和燃煤电厂，其他如硫铁矿渣利用、钼精矿焙烧产生的烟气中也含有SO_2。

（2）含二氧化硫烟气的控制方法　最简单的方法是从原料着手解决。在确定原料方案时，应按规定的SO_2允许排放量配含硫低的原料，来实现对SO_2的控制。但低硫原料来源困难而价格较高，生产成本也会随着提高，因此，这种方法全面推广应用，尚有不少困难。

高烟囱扩散是目前普遍采用的方法。烟囱高度根据烟气中SO_2浓度，按环境标准要求和当地气象因素而确定。这种方法简单易行，又比较经济，在烧结厂中广泛采用。上海宝钢也是采用这种方法解决烧结厂含硫烟气的，但留有安装脱硫设施的余地。

烟气脱硫是防止SO_2污染的最有效方法。日本在70年代建设的大型烧结厂，有的采用了烟气脱硫方案。主要有：

（1）氨硫氨法烧结烟气脱硫　该法是将烧结烟气脱硫与焦化厂煤气脱氨相结合的工艺，要求焦化厂的氨量与烟气SO_2反应时所需的氨量保持平衡。如焦化厂氨量不足，该法将受到限制。日本的扇岛1号烧结机和福山3号烧结机于1976年先后建成此种脱硫装置并投入运行。

（2）石灰石膏法烟气脱硫　利用石灰石或其煅烧产物

——石灰配制成乳液作吸收剂并回收石膏。70年代中期日本先后在和歌山厂、鹿岛厂的1号、2号烧结机和小仓厂的烧结机上建成此种脱硫装置并投产。

（3）钢渣石膏法烟气脱硫　脱硫工艺与石灰石膏法相同，仅吸收剂是利用钢渣制成的乳液，副产品为含大量杂质的石膏（纯度47%左右），因无使用价值而废弃。1976年，日本在若松厂建成此种脱硫装置并投产。

上述三种烟气脱硫法，近期在国内尚难于使用，一是投资太高，二是维护费用大。目前唯一可行的方法是高烟囱稀释法。

燃煤电厂（钢铁企业有一部分设有自备电厂）排放的含硫烟气，目前大量采用高烟囱稀释法。但在某些地区形成了“酸雨”。为了解决这一问题，在重庆的2台35万kW的燃煤电厂引进了日本的烟气脱硫装置2台，将于1990年12月建成，这是国内控制燃煤电厂大气污染的第一个装置。

5.5.2　含氮氧化物烟气的控制

氮和氧的化合物有N_2O,NO,NO_2,N_2O_3,N_2O_4,N_2O_5，总的用NO_x表示。NO_x来源于燃料燃烧，即各种炉窑、机动车和柴油机的排气。

燃烧过程中产生的氮氧化物，有三种可能限制其产生和加以除去的方法。

首先是改善燃烧过程，如降低火焰温度，减少过剩空气，改进燃烧室，改进燃烧喷嘴等。

其次是高烟囱扩散稀释，这是国内外普遍采用的方法。

第三是净化处理。主要是催化还原、液体吸收和吸附。

催化还原法是在催化剂作用下，用还原剂将NO_x还原成N_2。不仅运转费高，而且要消耗氨和燃料。

液体吸收法是用水或酸、碱、盐的水溶液来吸收烟气中的NO_x。该法吸收剂来源广泛，但对NO含量较多的废气净化效果差，而且不宜处理气量很大的烟气。

吸附法有较高的脱氮效果，常用的吸附剂有：分子筛、硅胶、活性炭等，但设备投资大，运转费用高。

上述三种方法在国内钢铁工业中尚无应用实例。

日本正在开发的去除NO和NO_2的工艺有以下两种。

一种是在催化剂（Fe_2O_3-Al_2O_3或V_2O_5-Al_2O_3）和高温(200—400℃）作用下，用氨产生还原作用。已有两套工业规模的装置安装在烧结机上，控制烧结过程产生的NO_x。一套在日本钢管公司的京滨厂，另一套在日本川崎钢铁公司的千叶厂。

另一种工艺是日本新日铁的八幡厂进行的中间试验。加入氨和利用电子束轰击气体。目前尚未见进一步的研究报道。

对环境标准日益严格的今天，我们应注意国外的技术发展。

6

钢铁渣的处理及利用

6.1 钢铁渣概论

6.1.1 钢铁渣综合利用的意义

钢铁工业从矿山开采、金属冶炼到加工制造都有废渣产生。如废石、尾矿、冶炼渣、粉尘、污泥、废屑等，统称钢铁工业固体废物，其中主要是高炉矿渣和钢渣。

高炉每炼1t生铁要产生300 kg以上的废渣。每炼1t钢要产生150kg左右的钢渣。目前我国已堆存钢铁渣两亿吨，占地两万亩。此外，每年还要排出近千万吨的钢铁渣，这些渣如不加以利用，势必对环境造成污染。

渣对环境的污染是通过大气、水及固体废物本身三种途径造成的。

渣在冷却或风化过程中逸出某些有害气体或形成粒径极小的粉尘受到风的吹扬作用，经大气传播而进行污染。

渣中有害物质被流水冲刷或流失造成对地表水或地下水的污染。若渣倒入江河湖泊将直接对水系造成污染。

堆弃的渣本身也构成了对环境的危害。

由此可知，钢铁渣的处理和利用是三废治理的重要内容。

钢铁渣是钢铁生产的必然产物，它浓聚了炉料被熔炼后

剩余的各种元素，这些元素对钢铁产品可能是有害的，但对另一些产品却可能是宝贵的成分。

钢铁渣的处理和利用不仅对环境保护有重要作用，而又可产生十分显著的技术经济效益。

6.1.2 国外钢铁渣综合利用概况

（1）高炉渣的利用　从16世纪起，就有应用高炉渣的记载。到18世纪，发现高炉渣具有和水泥相近似的化学成分和天然岩石相仿的强度，引起了人们的注意。1728年，英国研究成功热铸矿渣块。1822年德国生产出矿渣水泥，并首先用矿渣碎石作混凝土骨料。1830年美国用高炉矿渣修建道路。1840年英国制成了矿渣棉。

此后，高炉矿渣的利用发展很快，许多国家如联邦德国、法国、美国等高炉渣的利用率早已达到100%。

根据各国的资源情况，高炉渣的利用途径也不相同。从总的状况来看，用于筑路约占50%，用于水泥约占30%，用作混凝土骨料约为8%，用作肥料的约为10%。还有少量作其它用途。

除上述利用途径外，高炉渣还可用于制造微晶玻璃、耐磨耐腐蚀铸石、矿渣棉及制品、过滤用吸附剂和代替河砂使用。

（2）钢渣的利用　钢渣包括平炉渣、转炉渣和电炉渣。国外对钢渣的利用比高炉渣晚，利用率也较低。利用率低的原因是技术难度较大。国外钢渣的利用途径如下：

钢渣筑路比较普遍。美国从1920年开始将平炉渣和电炉渣用于筑路：作路基、路肩、沥青拌合料等。

钢渣做工程材料使用要注意膨胀粉化现象。钢渣的这种现象一般是由于游离氧化钙所造成的，其解决办法有：

1）采用露天存放的方法。存放期根据自然条件而定，一般为六个月以上，直至钢渣稳定。

2）用废酸液处理。

3）采用蒸汽、喷水等方法加速游离氧化钙的消解。

钢渣中含有磷、硅和钙等元素。在西欧一些国家，钢渣用作肥料可改良酸性土壤。

钢渣在钢铁生产上利用，也是一个重要途径。由于钢渣中含铁成分很高，联邦德国和法国等国把钢渣返回高炉，不但回收了金属，也能节省熔剂和锰的消耗。日本一些企业，用干法或湿法处理钢渣，得到95%以上的粒铁代替废钢做转炉及电炉炉料。钢渣经过处理可得到含铁65%左右，粒度小于2mm的精矿粉做烧结矿的原料。

钢渣在建材工业上利用，主要是作原料配烧水泥熟料或将钢渣重熔改性以后制造水泥。美国曾利用钢渣生产高铁水泥。日本、联邦德国也有类似的报道。在转炉中加入粘土矿可改善钢渣的性质并用于水泥生产。

电炉钢渣可生产耐火混凝土用的胶凝材料。

（3）铁合金渣的利用　铁合金渣因含有铬、锰、钼、镍、钛等价值较高的金属，故其主要用途是从中回收这些金属。

铬铁渣可用于生产耐火水泥、耐热混凝土的骨料、彩色水泥。

镍铁渣可作混凝土细骨料。钛铁合金渣可作矾土水泥。

6.2 高 炉 渣

6.2.1 高炉渣的分类和性质

1。高炉渣的分类

（1）从冶炼的生铁品种区分，高炉渣可分为：

1）铸造生铁渣。该渣排放时温度较高，一般CaO的含量较高。渣的外观浅而白，容重小。

2）炼钢生铁渣。该渣排放时温度低于铸造生铁渣。CaO的含量低。渣的外观颜色深而黑。

3）特种生铁渣。如锰铁渣、硅铁渣、钛铁渣。其特点是含有多量的其它金属氧化物。

（2）根据矿渣的碱度区分：

$$\text{碱性率 } M_0=\frac{\%CaO+\%MgO}{\%SiO_2+\%Al_2O_3}$$

$M_0>1$ 称为碱性矿渣，

$M_0=1$ 称为中性矿渣，

$M_0<1$ 称为酸性矿渣。

（3）按照高炉渣的处理工艺区分，又有粒化高炉矿渣、慢冷高炉矿渣和膨胀矿渣之别。

2。高炉渣的成分

高炉渣中含有15种以上的化学成分。在工厂中高炉渣全分析的项目为：SiO_2，Al_2O_3，CaO，MgO，MnO，Fe_2O_3，S。一些特殊的矿渣还分析TiO_2，V_2O_5，P_2O_5，Cr_2O_3，Ni_2O_3等。所有这些化学成分中，CaO，SiO_2，Al_2O_3三个成分是主要的，一般占总重量的90%以上。我国部分钢铁厂高炉渣的成分见表6-1。

当高炉冶炼的铁种、炉料固定及冶炼正常时，矿渣的成分变化不大。

高炉渣中的矿物主要有：镁黄长石（$2CaO\cdot MgO\cdot SiO_2$），硅酸二钙（$2CaO\cdot SiO_2$）钙铝黄长石（$2CaO\cdot Al_2O_3\cdot SiO_2$），钙长石（$CaO\cdot Al_2O_3\cdot 2SiO_2$），尖晶石（$MgO\cdot Al_2O_3$），假硅灰石（$CaO\cdot SiO_2$）等。

表6-1 高炉渣的化学成份（%）

厂 名	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	Fe_2O_3	TiO_2	V_2O_5
本钢	36.73	10.94	43.13	7.62	0.35	1.05	—	—
鞍钢	40.55	7.60	41.78	6.16	0.08	1.37	—	—
马钢	33.92	11.11	37.93	8.03	0.23	2.15	—	—
太钢	39.33	8.99	42.69	5.86	1.22	3.04	—	—
济钢	33.62	16.10	42.30	6.10	0.52	0.29	—	—
首钢	38.06	9.36	40.77	8.79	—	0.77	—	—
安钢	32.77	12.02	40.72	6.68	0.26	1.15	—	—
邯钢	34.11	11.05	41.30	7.94	0.22	1.20	—	—
武钢	38.36	12.67	38.77	5.68	—	0.83	—	—
承钢	20.78	15.45	38.70	4.40	—	2.25	16.89	0.50
攀钢	23.04	15.92	24.40	8.35	—	1.01	25.75	0.24

碱性高炉渣中最常见的矿物是黄长石的固熔体，硅酸二钙的含量仅次于黄长石。

酸性高炉渣在冷却时易生成玻璃体。弱酸性渣慢冷时出现结晶矿物相，如黄长石和假硅灰石等。

高钛矿渣主要为安诺石、钙钛矿、钛辉石、巴依石、黄长石等。

锰铁矿渣中主要为锰橄榄石（$2MnO \cdot SiO_2$）。

6.2.2 高炉渣的处理工艺

高炉渣的处理工艺大致可分为急冷、慢冷和半急冷处理。

急冷处理一般为水淬。目前常见的是炉前水冲渣法和池式法，另外还有大沉淀池法和“拉萨”（RaSa）法。

池式法水淬是将渣罐中的热熔渣倾翻在水池中。该工艺设备简单可靠，但产生大量渣棉与硫化氢气体，严重污染环境，近几年已被炉前水淬所取代。炉前水力冲渣是热熔渣被高压水急冷直接散落在流渣沟内，再流入水池。该工艺投资少、设备重量轻、经营费低，有利于高炉及时放渣。尤其近几年冲渣水闭路循环后使该工艺更加完善。“拉萨法”是从日本引进的方法。高炉渣在炉前冲渣槽被水淬，然后泵送至分离槽、脱水槽，把渣水分离。此法水渣含水量少，占地少，机械化程度高；但具有动力消耗高，各种压力泵繁多，耗电大，投资大，设备维护保养量大，水渣储量少等缺点。

矿渣慢冷处理有热泼法和堤式法。

热泼法是把热熔渣运至热泼场上浇泼。每层厚度为100—200mm，泼完一层后经空气冷却约30min再继续浇泼。达到一定厚度后用挖掘机开采成矿渣碎石。

堤式法即把热熔渣运到渣场倾翻堆置。冷却后开采成矿渣碎石。

随着高炉渣水淬率的提高。慢冷矿渣一般只剩下不能水淬的渣壳。因此，热泼法已极少见。

半急冷处理法是将热熔矿渣经机械和水共同作用而急冷形成一种坚硬多孔的矿渣，也称膨胀矿渣或膨胀矿渣珠。它是一种人造混凝土轻骨料，在国内曾进行过生产和应用。

高炉渣的处理工艺是由高炉渣利用方式决定的。在我国高炉渣主要是用作水泥的掺合料。因此大多数厂均采用水淬急冷处理。

6.2.3 高炉渣应用

（1）作水泥掺合料　我国大多数的水泥厂都用矿渣作掺合料。在我国水泥工业中机立窑占很大比重，由于小水泥

厂的立窑熟料中游离氧化钙的含量偏高，造成水泥安定性不良，因此掺入水渣已成为小水泥厂保证质量的关键措施。

根据国家标准“用于水泥的粒化高炉矿渣”的技术要求，水渣的质量系数 $K=\frac{CaO+MgO+Al_2O_3}{SiO_2+MnO+TiO_2}$ 应不小于1.2，其中锰的化合物以MnO计不得超过4%；锰铁合金粒化高炉渣的锰化合物含量以MnO计可放宽到15%；但硫化物以S计不得超过2%；钛化合物的含量，以TiO_2计不得超过10%；氟化物的含量，以F计不得超过2%；未经充分水淬的块状矿渣，以重量计不得超过5%。

矿渣不只可作水泥掺合料，而且可在生料配料时代替粘土使用，还可以缩短熟料的烧成时间，减少燃料消耗，提高熟料质量。

（2）作碎石使用　慢冷的矿渣可以代替天然石料配制各种标号的混凝土。并用于大型屋面板、墙板、预应力屋架、预应力混凝土轨枕、电杆、柱、梁等，还可配制成防水混凝土、耐热混凝土。

矿渣碎石用于处理软弱地基工程，在我国已有几十年的历史，矿渣的块体强度一般都超过50MPa，因此作垫层其强度十分可靠。利用矿渣筑路也比较普遍，可作成道路基层、沥青矿渣碎石路面、灌沥青矿渣路面、泥结矿渣路面和水泥矿渣混凝土路面。

此外，矿渣碎石可以做铁路道碴并能满足国家铁路道碴的技术要求。

（3）高炉矿渣的其它用途　高炉矿渣除上述大量的用途之外，还有一些价值高的利用途径。如生产膨胀矿渣珠轻骨料、铸石、微晶玻璃、矿渣棉、陶瓷等。这些方面国内曾进行过研究和试生产。有的至今仍有生产厂。进一步开发

高炉渣的利用途径，使其发挥更大的经济效益，仍是一个很值得注意的问题。

6.3 钢　　渣

6.3.1 钢渣的分类及性质

（1）钢渣的分类　钢和铁的主要组成都是铁碳合金。两者的主要区别在于碳和杂质含量的多少。生铁的含碳量在1.7%以上，钢的含碳量在1.7%以下，并含有锰、硅等元素，其含量应控制在允许范围之内。

炼钢的基本原理和炼铁相反，是以氧化的方法除去生铁中过多的碳素、杂质。氧气和金属中的杂质作用生成的氧化物的物质即为钢渣。

钢渣按冶炼方法可分为：

平炉钢渣、转炉钢渣，电炉钢渣。

钢渣按形态区分有：水淬粒状钢渣、块状钢渣和粉状钢渣。

钢渣也可按照碱度来划分。设碱度 $M=\dfrac{CaO}{SiO_2+P_2O_5}$

低碱度渣　$M<1.8$，

中碱度渣　$M=1.8\text{—}2.5$，

高碱度渣　$M>2.5$。

钢渣做水泥原料时，称低碱度渣为低活性渣，中碱度渣为中活性渣，高碱度渣为高活性渣。

（2）钢渣的成分　钢渣的主要化学成分有：CaO，SiO_2，Al_2O_3，FeO，Fe_2O_3，MgO，MnO、P_2O_5，f-CaO。有的钢渣还含有V_2O_5和TiO_2等。我国主要钢厂的钢渣化学成份见表6-2。

表6-2 钢渣的化学成份（%）

厂 名	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	FeO	P_2O_5	f-CaO	S
马钢转炉渣	15.55	5.19	3.84	43.15	3.42	2.31	19.22	4.08	4.58	0.35
太钢转炉渣	13.22	7.26	2.81	52.35	6.24	1.06	13.29	1.30	5.53	0.17
本钢转炉渣	16.36	1.49	2.56	50.44	13.22	2.06	11.50	0.56	1.57	0.34
鞍钢转炉渣	8.84	8.79	3.26	45.37	7.98	2.31	21.38	0.72	6.95	0.26
柳钢转炉渣	10.15	11.34	2.16	48.10	4.67	0.91	13.36	1.00	1.95	0.14
武钢转炉渣	16.24	3.18	3.37	58.22	2.28	4.48	7.90	1.17	2.18	0.35
首钢转炉渣	12.26	6.12	3.04	52.66	9.12	4.59	10.42	0.62	6.24	0.23
邯钢转炉渣	17.95	6.39	3.73	50.65	4.70	1.87	7.99	1.36	1.16	
马钢平炉渣	12.10 — 16.30	2.70 — 7.42	2.70 — 6.83	43.97 — 52.72	6.93 — 12.42	0.62 — 2.51	10.49 — 18.53	0.33 — 4.67	0.46 — 4.20	
鞍钢平炉渣	16.64 — 32.77	1.79 — 7.02	1.10 — 9.64	16.52 — 37.79	11.15 — 20.01	1.04 — 3.96	7.97 — 36.92	0.13 — 1.00		

平炉钢渣的初期渣和后期渣，其化学成分差异很大。初期渣中氧化亚铁的含量很高，在25%以上；而后期渣中氧化亚铁的含量较少，在15%以下。另外初期渣氧化钙的含量在30%以下，而后期渣中氧化钙的含量在45%以上。

转炉钢渣一般不分初期和后期渣，统称混合渣。

电炉钢渣分氧化渣和还原渣。两者外观和成分均不相同。氧化渣为含有大量FeO的黑色固体，还原渣为含有大量CaO的白色粉状。

钢渣的矿物组成，主要取决于化学成分，根据碱度M不同，可分为橄榄石渣；镁蔷薇辉石渣；硅酸二钙和硅酸三钙渣。在冶炼过程中，碱度逐渐提高，则依次发生下列取代反应：

$2(CaO \cdot RO \cdot SiO_2) + CaO \rightarrow 3CaO \cdot RO \cdot 2SiO_2 + RO$

$3CaO \cdot RO \cdot 2SiO_2 + CaO \rightarrow 2(2CaO \cdot SiO_2) + RO$

$2CaO \cdot SiO_2 + CaO \rightarrow 3CaO \cdot SiO_2$

式中 RO 代表二价金属（一般为Mg^{+2},Fe^{+2},Mn^{+2}）氧化物的连续固熔体.

我国主要钢铁厂的转炉钢渣基本上属硅酸二钙或硅酸三钙渣. 碱度低时，常出现的矿物有橄榄石（$CaO \cdot RO \cdot SiO_2$）；蔷薇辉石（$3CaO \cdot RO \cdot 2SiO_2$）；RO相. 碱度高的钢渣含有硅酸二钙（$2CaO \cdot SiO_2$）和硅酸三钙（$3CaO \cdot SiO_2$）.钢渣中常含有铁酸钙($2CaO \cdot Fe_2O_3$和$CaO \cdot Fe_2O_3$）和游离氧化钙（$f$–CaO）. 粉化钢渣一般含氢氧化钙[$Ca(OH)_2$]. 自然粉化钢渣及在露天堆放长时间的钢渣中含有碳酸钙（$CaCO_3$）. 含磷（P_2O_5）钢渣含有纳盖斯密特石（$7CaO \cdot P_2O_5 \cdot 2SiO_2$）.

硅酸二钙、硅酸三钙及铁铝酸盐等矿物，具有水硬胶凝性，是活性矿物，而其它矿物的水硬活性很差.

6.3.2 钢渣的处理工艺

（1）水淬工艺 我国70年代初建成了平炉钢渣炉前水淬生产线. 一般采用“带中间渣罐”的工艺流程. 熔渣从炉内放入中间渣罐，再从渣罐下部的出渣口流出，经压力水而水淬成粒，排入集渣池. 出渣口孔径为50—150mm. 渣水比为1∶10.

转炉钢渣水淬已在某厂使用. 其工艺流程为：渣盘接渣后运至水淬池旁，用渣车倾翻装置将熔渣倾倒在流渣槽内，经流渣槽流入水池急冷粒化. 在流渣槽下也可设喷水管加强水淬效果.

转炉钢渣水淬也可采用开孔渣罐池式法. 用带孔渣罐接

渣，运至水池旁，打开渣孔，熔渣经高压水束（压力一般为2.0—3.5kg/cm²）冲淬至池内。此法采用渣孔节流，可以有效地控制流量，保证有一定的渣水比，消除不安全的因素。

钢渣水淬工艺中的爆炸问题，是大家所关心的。爆炸现象是大量水被大量高温熔渣所包裹或覆盖，瞬时产生大量高压蒸汽的结果。只要注意渣流量和水的比例关系，爆炸是可以避免的。实践证明渣水比在1：10以上，水压在2kg/cm²以上，就可安全生产。

（2）热泼处理　钢渣热泼是经渣罐接渣后，运至热泼场，用吊车起吊渣罐将渣均匀泼在场地上。经空气冷却后，再打水冷却，用推土机推集成堆。

本工艺安全可靠。缺点是吊车泼渣和推土机推渣都处于高温作业，劳动条件差。

（3）盘泼法　盘泼法钢渣处理工艺（ISC法）是将热熔渣倒在渣罐中运至渣盘旁，用吊车将罐中的渣均匀倾倒在渣盘中，待表面凝固即喷淋大量水急冷，再倾翻到渣车中喷水冷却，最后翻入水池中。该工艺的优点是：1）快速冷却，泼渣周转快，占地小而处理能力大；2）全处理过程都喷水或用水浸泡，粉尘污染少；3）熔渣中游离氧化钙的含量减少，渣的稳定性得到改善；4）处理后钢渣粒度小，易于利用。该工艺的缺点是渣盘经急热急冷容易变形。另外工艺复杂，投资费用很大。

（4）粉化处理工艺　首先研制成功的钢渣粉化处理工艺就是将热熔钢渣凝固后喷水或处于一定压力的饱和蒸汽作用下，此时钢渣中的游离氧化钙遇水膨胀使钢渣碎裂粉化。以后各有关钢厂将此法引伸为热闷处理、打水粉化处理等等。该工艺方法简单，但粉化钢渣的活性随之降低，在一

定程度上影响水泥强度。作工程材料使用尚有优越性。

（5）自磨机处理工艺　钢渣粗破选出大块废钢以后，经皮带机送入自磨机，经过钢渣之间的冲击和磨剥作用，使钢渣粉碎。一定粒度的物料由风力抽出机外，在分离器内分级并磁选。磁性产物作烧结原料，非磁性产品有些可做烧结矿的熔剂，一般可作建筑材料。

某厂从日本引进年处理量为10^6t的半自磨机钢渣处理设备。自磨机内要装入少量钢球以加强粉磨效果。

（6）干破碎处理工艺　为了满足钢渣利用过程中对粒度的严格要求，一些厂采用破碎工艺。一般多采用多级腭式破碎机、磁选、筛分工艺流程。腭式破碎机一般一级用400×600mm，二级用250×400mm的。干破碎工艺易产生粉尘污染，所以要加强除尘设施，该工艺有操作简单，灵活适用的特点。

6.3.3　钢渣的利用

1．用于烧结生产

烧结矿中可配入5—10%小于8mm的钢渣代替熔剂使用，不仅回收利用了渣中钢粒，也利用了FeO，CaO，MgO，MnO等有益成份，提高了烧结矿的质量与产量。这是因为钢渣软化温度低且物相均匀，液相生成早促进了物质反应并迅速向周围扩散，使粘结相增多而又分布均匀。另外抑制了硅酸二钙的相变使粉化率降低；显著改善了烧结矿的宏观及微观结构，因而使烧结矿转鼓指数提高、成品率增加。

高炉使用钢渣烧结矿，由于烧结矿的强度提高、粒度组成改善，尽管铁的品位略有降低，炼铁渣量增加，但高炉操作顺行，产量提高，焦比降低，

2。用于炼铁生产

钢渣可以作高炉熔剂直接返回高炉。主要是利用渣中CaO代替石灰石，同时回收了渣中的粒铁和MgO，MnO等有益成分。这样可以节省熔剂消耗，改善高炉渣流动性，增加炼铁产量。目前高炉利用高碱度烧结矿或熔剂性烧结矿，基本上不加石灰石，所以钢渣直接返回高炉代替石灰石受到限制。

钢渣也可做化铁炉的熔剂代替石灰石及部分萤石，同样可以取得良好的技术经济效果。

3。富集和提取所含稀有元素

用重炼富集或化学浸取的办法可提取钢渣中的稀有金属铌、钒，以充分利用资源。

4。回收废钢铁

钢渣中废钢含量一般为5—10%。我国钢渣堆积量约10^8t，约有5×10^6t废钢没有回收。太原钢铁公司渣场在开发渣山、回收废钢的工作中做出了显著成绩，取得了明显的社会效益和经济效益。

5。用于农业

钢渣只需磨细即可作为肥料。钢渣可作磷肥，也可作硅钙肥，在一定的土壤环境下对植物早期和晚期都有肥效。

钢渣在农业中的应用研究工作还没有确切而科学的结论。对土壤类型、作物种类代表面的试验研究也不够广泛。尤其是钢渣肥料大量施用后对土壤结构的影响、钢渣中微量元素向果实转移、肥料后效持续性以及对土壤的适应性都还

需要长期试验观察，积累经验以便因地制宜的推广应用。

6．用于水泥生产

（1）钢渣水泥的发展　我国钢渣水泥的科研工作开始于20世纪60年代，经历了四个发展阶段。60年代搞纯钢渣水泥是第一阶段，所生产的钢渣水泥虽然有一定的强度，但早期强度低，安定性不良。从70年代初开始进入研究工作的第二阶段，在钢渣水泥中掺入高炉水渣，解决了安定性不良和强度低的问题，并开始投入生产。第三阶段，从1974年开始，研究在钢渣水泥中掺入硅酸盐水泥熟料，可以提高水泥的早期强度，稳定水泥质量，提高水泥标号。自从钢渣矿渣水泥国家标准（GBn164-82）实施以来，钢渣水泥的生产有了很大发展。目前全国有50多个生产厂，产量在1.5×10^6t/a以上。

目前钢渣水泥技术已进入第四阶段，开始改进钢渣水泥技术提高水泥标号。早凝早强型钢渣水泥、425#钢渣水泥、钢渣大坝水泥的科研工作已见成效并批量生产。在不久的未来，我国的钢渣水泥行业将会有更多成果领先于世界。

（2）钢渣水泥的生产

1）原材料的技术要求

（a）钢渣　钢渣应符合钢渣矿渣水泥国家标准GBn164-82附录A“用于钢渣水泥的钢渣技术条件的规定。

（b）高炉矿渣　高炉矿渣应符合GB203-78“用于水泥中粒化高炉矿渣”的规定。

（c）硅酸盐水泥熟料　熟料的标号应大于425，游离氧化钙含量不应大于5%，且不得含有黄粉。

（d）石膏　可采用天然硬石膏、煅烧石膏和二水石膏，

2）生产工艺过程

（a）原材料破碎　块状钢渣、石膏和熟料在粉磨前需要先破碎。物料破碎后，使入磨粒度减小，提高粉磨效率，降低电耗。

钢渣硬度大且含有少量钢块。一般采用多级腭式破碎机串联使用。为确保破碎后物料粒度，可在破碎机中间加一道筛分设备。

（b）钢渣磁选　钢渣中所含的钢粒或钢块，不但影响粉磨效果而且影响水泥质量。因此钢渣都需磁选。磁选常采用永磁磁滚筒装在皮带机上。磁选效果和料层有关，选出来的钢可回收利用。

（c）钢渣均化　钢渣的成分波动很大，为保证水泥质量的稳定，应采取均化措施。最简单的方法是把不同的钢渣分层堆放，使用时垂直方向取料。或将不同成分的钢渣分别破碎入库然后采用多库搭配的使用方法。

（d）原材料烘干　水渣的含水率一般为18％左右，生产时需要烘干处理，使含水率不超过1％。水渣的烘干温度不宜超过400℃，温度过高会使水渣反玻璃化，降低其活性。

（e）配料　各地根据原材料的成分和质量经试验确定钢渣水泥最佳配合比，进行配料。配料要求准确，并根据材料的改变经常调整。

（f）粉磨　钢渣水泥的粉磨最好采用钢渣预磨然后再混磨的工艺。这样才能保证在一定的细度下各种物料的颗粒粒度相接近。细度以比表面积法测定。要合理调整磨机的研磨体级配，以保证水泥颗粒级配的合理。

（3）钢渣水泥的性能　钢渣水泥的主要性能和同标号的矿渣水泥基本相同。钢渣水泥的早凝早强技术的研究成功，克服了凝结时间慢、早期强度低的缺点。此外钢渣水泥还有如下特性：

1）后期强度高　半年的抗压强度为28天的151%，一年的抗压强度为28天的166%。

2）水化热低　325*钢渣矿渣水泥3天的水化热为130J/g（矿渣大坝水泥为188J/g），7天水化热为163J/g（矿渣大坝水泥为230J/g）。

3）耐磨性能好　325*钢渣矿渣水泥的磨耗率为3.05%，矿渣水泥为3.44%。

4）还具有微膨胀、抗渗、抗碳化、耐腐蚀、耐热、抗冻等多种特性。

（4）钢渣水泥的应用　从1974年开始，钢渣水泥正式用于工业与民用建筑、农田水利工程中。钢渣水泥的应用有以下几个方面。

1）在民用建筑中应用比较普遍　多用于混凝土基础、梁、楼板、楼梯等。

2）在工业建筑中应用　可配制200—300号混凝土，用于工业建筑的基础、梁、吊车梁以及预应力槽形屋面板、柱等。

3）在道路工程中应用　钢渣水泥混凝土道路比矿渣水泥好，实测磨耗率低11.3%。同时钢渣水泥抗折强度高，这正是道路工程所需要的。

4）在水利工程中应用　因钢渣水泥具有水化热低、微膨胀、抗渗、抗冻等特点，适宜于水利工程。

5）钢渣水泥还可用于桥梁、机场、河堤等工程建设中。

7。用于道路工程

利用钢渣修筑道路，具有料源充足、节约劳动力、减少运输量、降低成本等特点。我国利用钢渣筑路始于50年代。天津、武汉、成都、重庆、鞍山等地都进行过钢渣筑路的试

验。以前大都用平炉钢渣。国内利用转炉钢渣筑路还不普遍，尤其是未用来做面层沥青混凝土骨料。利用钢渣铺筑基层是可行的。其中以使用钢渣、粉煤灰、石灰混合料为宜，施工配合比（%）为72：20：8。此种混合料铺筑的道路基层其路面性能与使用天然碎石相近。

钢渣、土、石灰基层混合料的配合比为75：20：5。

经存放一年以上的钢渣，由于部分分解，其混合钢渣的级配接近沥青混凝土骨料级配要求，直接用该混合钢渣作沥青混凝土骨料配料操作方便、简单。其最佳比例为钢渣细骨料7.5%，胜利100#沥青7%。

钢渣用于道路基层，不仅可大量利用钢渣，而且可以节约大量土地。以基层厚30mm，宽12m计算，每km可使用钢渣约7000t，减少钢渣占地0.7亩。代替石灰土时，可少挖地7亩。即每修筑100km路可利用钢渣约7×10^5t，相当于几个中型钢铁厂一年排出的渣量，另外可节约770亩土地，支援农业生产。

6.4 平炉、转炉尘泥的利用

平炉、转炉炼钢采用吹氧强化冶炼以后，烟气含尘量增高，平炉用电收尘和转炉用湿法除尘产生的尘泥，是当前炼钢生产急需解决的新课题。

尘泥中含铁和碱性氧化物较高，有害杂质少，近似铁矿粉，是烧结矿的良好原料。

6.4.1 平炉、转炉尘泥的成分

（1）化学成分　尘泥的主要成分是氧化铁、氧化钙、氧化硅等，现把几个厂的尘泥化学成分列于表6-3。

表6-3 尘泥的化学成分（%）

	TFe	FeO	Fe_2O_3	CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	P	S	MnO
南钢转炉尘泥	50.13	35.97	—	14.00	6.94	2.20	2.36	0.28	0.128	—
鞍钢转炉尘泥	56.75	38.13	20.66	12.95	2.98	0.91	1.73	0.069	0.132	1.19
鞍钢平炉尘泥	66.00	3.20	90.82	0.90	0.08	0.20	1.93	0.135	0.17	0.26
三明钢厂转炉尘泥	—	56.63	13.37	13.07	4.40	—	2.40	0.55	0.26	3.11
上钢三厂转炉尘泥	62.26	65.40	—	8.22	2.06	0.43	0.36	0.109	0.194	0.76
首钢转炉尘泥	55.94	1.00	—	9.56	2.82	—	1.05	0.34	0.091	0.84

（2）矿物组成　平炉尘泥的矿物组成绝大部分为赤铁矿，其次为磁铁矿和金属铁，显微镜下呈圆形或环状并包裹着金属铁。

转炉泥主要为磁铁矿，形状大部分为圆形，有少量磁铁矿被铁包裹着，另外还有无规则形状的赤铁矿。

6.4.2 平炉、转炉尘泥的利用

（1）用于烧结矿　尘泥中含铁和碱性氧化物较高，有害杂质少，近似铁矿粉，是烧结的良好原料。

尘泥经沉淀或真空过滤后含水27—50%，不能直接用于烧结生产，需进一步脱水干燥，工艺比较复杂。南京钢铁厂等将含水尘泥调成需要浓度的泥浆用管道送到高位槽，再送

入一次圆筒混料机内进行喷浆混料，不需要干燥就可直接用于烧结。

（2）尘泥球团代替平炉矿　有的单位将尘泥制成团块代替平炉矿，做为氧化剂用于不吹氧平炉炼钢，取得一定效果。

生产尘泥球团的成本低廉，用于代替矿石、萤石入炉炼钢，成渣速度快，化得透，且无喷溅现象，可以改善炉前操作工艺，缩短冶炼时间，扩大产品品种，提高炉龄，降低原材料消耗。

6.5 粉 煤 灰

粉煤灰是燃煤电厂排出的废渣，平均每10^4kW发电能力，排粉煤灰约10^4t以上。少部分随烟气排入大气，大部分排至贮灰场。

国外从20年代就开始研究粉煤灰的综合利用，有的国家粉煤已全部利用，形成了一个新兴的粉煤灰利用工业。我国从50年代开始粉煤灰利用的研究，目前在综合利用粉煤灰的工作上已取得很多卓有成效的成果。

6.5.1 粉煤灰的性能

粉煤灰属于烧粘土质的人工火山灰质材料，但在性能上与其它人工或天然火山灰质材料并不相同。

（1）化学成分　粉煤灰的化学成分是由原煤成分、煤粉细度、锅炉型式和燃烧情况等条件决定的。

根据国内各电厂的粉煤灰分析资料可知，其主要化学成分为：氧化硅（SiO_2）35—55%，氧化铝（Al_2O_3）15—40%，氧化铁（Fe_2O_3）4%以上。此外还有氧化钙（CaO）、

氧化镁（MgO）和烧失量等，波动范围均较大。但起活性作用的是活性氧化硅和活性氧化铝的含量。

（2）矿物组成　粉煤灰的矿物组成主要是玻璃体，含量约为50—80%，在电子显微镜下观察可见到大小不等的空心或实心的玻璃球和其它形态的玻璃体。此外，用X-射线衍射法分析还发现有少量莫来石、石英等矿物相。玻璃体具有较高的潜在化学内能，是粉煤灰具有活性的主要矿物相。

（3）细度　粉煤灰的细度主要由原煤粉磨细度、燃烧情况、收集和排放方法决定。在煤粉细度和燃烧情况相似时，则由收尘器类型和效率决定。根据国内各电厂的粉煤灰分析资料统计，细度变化范围很大，以0.080mm筛余量计，粗颗粒占30%以上，细者则在5%以下。与国外粉煤灰相比较，我国粉煤灰普遍偏粗。目前我国许多地方将粗灰经机械处理磨细，不仅细度变细，而且粘连体被破坏，活性表面增加，活性显著增强。

6.5.2　粉煤灰的利用途径

（1）分选微珠　粉煤灰中含有一种中空的玻璃球，一般称为微珠。根据粉煤灰颗粒容重的不同，可以采用风选或水选。微珠又分两种，在水中可漂浮的叫漂珠，不在水中漂浮的称沉珠。微珠的活性大可以用做各种建筑材料。微珠是一种很好的轻质保温隔热材料，可制成高强轻质耐火砖和绝热板，广泛用于冶金工业。微珠的其他应用还有：浇铸和焊接时防止火花飞溅用护布和隔热板的填充剂；铸造用砂芯；消声材料；掺入塑料中作填充料，生产防腐耐磨塑料；制作装饰陶瓷板与人造大理石等。漂珠具有质轻、耐高温、保温隔热等特性还可用作军事工程材料。

（2）用于混凝土　粉煤灰在混凝土中应用始于50年代，

近几年来在工业与民建筑中应用，获得了较高的技术经济效益。

为了很好地利用粉煤灰作混凝土和砂浆的掺合料，在现行《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》国家标准(GB1596-79)的基础上，国家城乡建设环境保护部于1986年又颁布实施了《粉煤灰在混凝土和砂浆中应用技术规程》(JGJ28-86)。

根据规程，粉煤灰分为三个等级(见表6-4)。

表6-4 粉煤灰品质指标分类

序号	指标	粉煤灰级别		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
1	细度(0.080mm方孔筛的筛余%)不大于	5	8	25
2	烧失量(%)不大于	5	8	15
3	需水量比(%)不大于	95	105	115
4	三氧化硫(%)不大于	3	3	3
5	含水率(%)不大于	1	1	不规定

这一规程与GB1596-79相比，可使我国粉煤灰资源的利用率从54%提高至83%。合理地扩大了粉煤灰的使用范围。

粉煤灰用作混凝土的掺合料，可以取代部分水泥，但在水泥水化时，又会与水化过程中析出的氢氧化钙产生二次反应，使混凝土的碱度降低，从而使其抗碳化性能变差，降低对钢筋的保护作用。因此，上述规程对粉煤灰在混凝土中的掺入量有规定：在钢筋混凝土中不宜超过水泥用量的35%；在轻骨料混凝土中不宜超过30%；在预应力钢筋混凝土中不宜超过20%。

除了把住粉煤灰的质量关和掌握好掺入量以外，尚需注意如下问题。

为了弥补早期强度低的缺点，可适当降低水灰比，提高胶凝材料的用量，采用磨细灰，降低砂率，掺早强剂或与减水剂合并使用等。掺粉煤灰水泥混凝土在干燥条件下施工，表面易于收缩开裂，影响工程质量，所以施工时应精心操作，并加强潮湿养护。

（3）作建筑材料　粉煤灰可作为水泥的混合材用于生产粉煤灰硅酸盐水泥、耐酸水泥、大坝水泥、喷射混凝土水泥；也可用于制作下列建筑材料：烧结砖、瓦；蒸养及压蒸砖、瓦、泡沫保温砖；密实及空心砌块、加气混凝土砌块；陶粒；大型墙板等。

粉煤灰可作为水泥的生料组分，代替部分粘土，煅烧水泥熟料。

（4）修建道路　粉煤灰用作路面基层材料，投资少，施工简便，强度又比一般碎石基层要高。

粉煤灰道路基层就是以粉煤灰和消石灰为主要原材料，必要时掺加一定比例的碎石或其它骨料，适当掺水拌和，然后在路槽中摊铺，在最佳含水量的条件下压实，保持湿润状态经一定时期养护所结成的路面整体层。

上述路面基层是一种缓慢硬结的整体性材料，在潮湿条件下或浸在水中，它的强度成倍地增长。

粉煤灰基层的施工程序为：原材料制备，混合料拌和，摊铺，辗压，整平，结构层早期养护等工序。施工时要注意早期养护。在干热的夏天，施工后一星期内经常洒水养护，不使表面失水泛白。洒水要均匀，不得以水直接猛浇表面，以免混合料中石灰浆被冲走。对于表面光滑的二灰土基层，为保证其与表面层之间有良好的联结和稳定性，应撒铺一层石子并用压路机压入2/3石子粒径的深度作为结合层，其用量一般不超过0.02m^3/m^2。

（5）回收铁精粉　我国的粉煤灰中含有4—26%的铁，若经过磁选-脱磁-重选工艺，可以得到品位50—57%的铁精粉。每选1t铁精粉成本在20元左右。山东省电力系统曾花60万元投资装了30台磁选机及附属设备，就可年产6万吨铁精粉。

（6）回收煤炭　粉煤灰含碳量在8%以上的电厂约占全国火力发电厂总数的40%左右，含碳量在12%以上的厂约占30%，其余厂含碳量在5—7%。每年从粉煤灰中流失的煤炭数以百万吨计。

湖南某电厂在开发利用粉煤灰资源时，先后采用浮选法和电选法对湿排灰和干排灰进行脱炭，取得较好经济效益。

浮选后的煤具有固定炭高、粒度细、挥发物低以及有一定吸附能力等特点。此煤可回电厂锅炉再烧用；可作粘土内燃砖的燃料；也可作煤质活性碳的原料用于印染废水、重金属废水以及烟气中SO_2的吸附剂。

（7）应用于农业　粉煤灰含有细粒结构和多元素成分，可成为土壤改良剂、肥料、堆肥填料等等。

粉煤灰用于粘土地，可以起到疏松土壤的作用；用于盐碱地，可以起到改良作用；用于砂土地，可以起到保水、防渗作用和补充、调节砂土养分的作用；还可以使土壤透气，有利于微生物活动和养分分解，有利于植物吸收，使植物扎根深、根系发达，秸秆粗壮，多吸收养分和水分；施用粉煤灰，可提高地温、有防冻、抗旱、保墒作用；粉煤灰中的硅、钙以及磷、钾、氮、铁、锰、硼等微量元素，还可以提高土壤肥力。不过目前粉煤灰在农业中的使用还不多，有待进一步总结经验。

7

冶金工业噪声治理

7.1 噪声控制的基本知识

7.1.1 噪声与工业噪声

人类的生存环境中有着各种各样的声音，这些声音一般可分为乐声和噪声两大类。物理学上把有节奏有调，听起来和谐的声音称为乐声，而把杂乱无章听起来不和谐的声音称为噪声。但从心理学上来说，乐声和噪声却往往难以区分。例如，球磨机发出的声音是一种噪声，但操作者正是利用钢球研磨物料噪声来估计物料的粉碎程度的。收音机的歌声很悦耳，但当你需要休息或睡眠时，它就会成为干扰入睡的噪声。因此，又可以说凡是使人感到讨厌而烦燥的声音都是噪声。

噪声的种类很多，可概括为来源于自然界的噪声和人为活动产生的噪声。工业噪声就是一种人为活动产生的噪声。它是工业生产过程中由于机械设备运转所发出的声响，按声源特性一般可分为空气动力性噪声、机械噪声和电磁噪声三大类。

噪声是声的一种，它具有声音的全部特性。作为能量的一种形式，它是以一定速度、压力、波动、频谱方式体现的。噪声的产生首先与传播介质分不开。除了空气以外，其它气

体、液体和固体也能传播声音。我们把能传播声波的物质叫传声介质。根据传播介质不同，噪声可以分空气噪声、水噪声和固体噪声。如果只有发声源而无传播介质我们便听不到声音。在1969年“阿波罗号”飞船首次载人登上月球时已经证实了这一点。月球上之所以听不见声音，正是因为月球上没有传声介质的缘故。声音都是物体振动和旋转而产生的，能发声的物体通常称为声源。产生噪声的物体和设备就叫噪声源。声源发出的声波传入人耳时引起鼓膜振动，刺激听觉神经产生听觉，人才能听见。但并不是所有振动产生的声音人耳都能听到，振动频率高于20000Hz的声波（即超声）和低于20Hz的声波（即次声）就不能引起人的声感，而只有声频范围在20—20000Hz的声音人耳才能听到。

7.1.2 噪声的度量

对于噪声特性的描述，有客观度量和主观评价两种方法。

1。客观的物理度量

客观度量所用的主要物理量有声压、声强、和声功率等。现分别简述如下。

（1）声压与声压级　声波是疏密波，在空气中传播时，它使空气时而变密——压强增高；时而变稀——压强降低这种在大气压上起伏的部分就是声压。声压是衡量声音大小的尺度，通常用P来表示，单位为Pa（N/m^2）。从人耳刚刚能听到的微弱声音到难以忍受的强烈噪声，声压相差数百万倍，因此用声压作单位来衡量声音的大小是很不方便的。为了实用方便，人们考虑到使用对数标度的可能性；另一方面，人的耳朵有一个很奇怪的特点，即当耳朵接收到声振动以

后，主观上产生的响度感觉与声压的绝对值不成正比，而是近似地与声压的对数成正比。因此，声学上普遍使用对数标度来度量声压，称为声压级，其定义是声压平方和1000Hz纯音的听阈声压平方比值的对数，单位是bel。bel是一个很大的单位，用起来不方便。因此，人们又把bel分成十份，取一份作常用单位，这就是分贝，记作“dB”。声压级的定义式为：

$$L_p=10\lg\frac{P^2}{P_0^2}=20\lg\frac{P}{P_0}$$

式中 L_p——声压级，dB；

P_0——基准声压，取$P_0=2\times10^{-5}$Pa。

现场测量声压级时，由于各种声源相互重叠，这时如若计算总声压级，则须将各声源的声压平方相加，即能量迭加，再依定义求出。

例如，两个声源一为P_1，另一个为P_2，它们的总声压

$$P_{总}=\sqrt{P_1^2+P_2^2}$$

总声压级

$$L_{p总}=20\lg\frac{P_{总}}{P_0}=20\lg\frac{\sqrt{P_1^2+P_2^2}}{P_0}$$

$$=10\lg\frac{P_1^2+P_2^2}{P_0^2}$$

当$P_1=P_2$时，

$$L_{p总}=10\lg\frac{2P_1^2}{P_0^2}=20\lg\frac{P_1}{P_0}+10\lg2=L_p+3$$

根据如上的推理计算，可得到如下规律：两个同样响的声源一齐响时其声压级增大了3dB，三个相同声音迭加时，声压级增大3—5dB，十台一齐响也不过增加10dB。

当两个（或多个）不同的声源互相叠加时，用公式计算

总声压级相当麻烦，一般都通过查表求出（见表7-1）。

表7-1 分贝和增值表

声压级差值（dB）	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
增值（dB）	3	2.5	2.1	1.7	1.5	1.2	1	0.8	0.7	0.7	0.45	0.3

例如，一声源L_{p1}=97dB，另一声源L_{p2}=93dB，差值为4dB，查上表可得出总声压级$L_p=L_{p1}+\Delta L=97+1.5=98.5$ dB。

（2）声强与声功率　在单位时间内，通过声波入射垂直单位面积内的平均声能称为声强。声强的大小为：

$$I=\frac{W}{S}=\frac{P^2}{\rho C}\qquad(W/m^2)$$

式中　W——声功率，W；

S——面积，m^2；

P——有效声压，N/m^2；

ρ——空气密度，kg/m^3；

c——声速，m/s；

Pc——空气特性阻抗，$N\cdot s/m^2$。

声功率就是声源在单位时间内辐射出来的总声能量，单位为瓦（W）。

（3）频谱分析　噪声源有的调高刺耳，有的低沉轰鸣。这是由于每个噪声源所发生噪声的频率成分不同而引起的。一般以横座标为频率，以纵坐标为声压级（或声强级、声功率级等），绘出噪声测量的声频谱图，据此图分析与研究声音的变化规律，这就叫频谱分析。因声音从20—20000Hz有

1000倍的变化，为了测定方便，便将它分成若干段，称为频带或频程。在噪声测量中经常用倍频程或1/3倍频程。

2。主观评价量

从噪声对人的心理和生理影响的角度来度量噪声的方法，主要有响度和A声级两种表述形式。

（1）响度与响度级　人的耳朵对声音的感觉，不仅和声压有关，还与频率有关，声压级相同而频率不同的声音听起来可能不一样响，为了定量地确定这种关系，人们仿照声压级引出了一个响度级的概念，单位是方，即选取1000Hz纯音作为基准声音，凡是听起来同该纯音一样响的声音，其响度级值（方）就等于这个纯音的声压级数（dB）。如某声音与声压级为100dB的1000Hz纯音的响度程度一样，其响度级便为100方，响度级是表示音响度的量，它把声压级和频率用一个单位统一起来了。

利用与基准声音比较的方法，可以得到整个可听频率范围的纯音的响度级，即等响曲线。如图7-1所示。

从等响曲线上可以看出，人耳对高频声特别是2000—5000Hz的声音最敏感，而对低频则不太敏感。

响度是对某给定声音以数量表示的，它与正常听力者对该声音的主观响度感觉成正比，以40方为1宋，响度级每增加10方，响度即增加一倍。如50方为2宋，60方为4宋等，其计算式如下：

$$L_N = 40 + 10\log_2 N$$

式中　N——响度；

L_N——响度级。

（2）A声级与等效A声级　声级亦称噪声级，也就是声压级值。为了反映人耳的听觉特性，并对噪声的频率成分

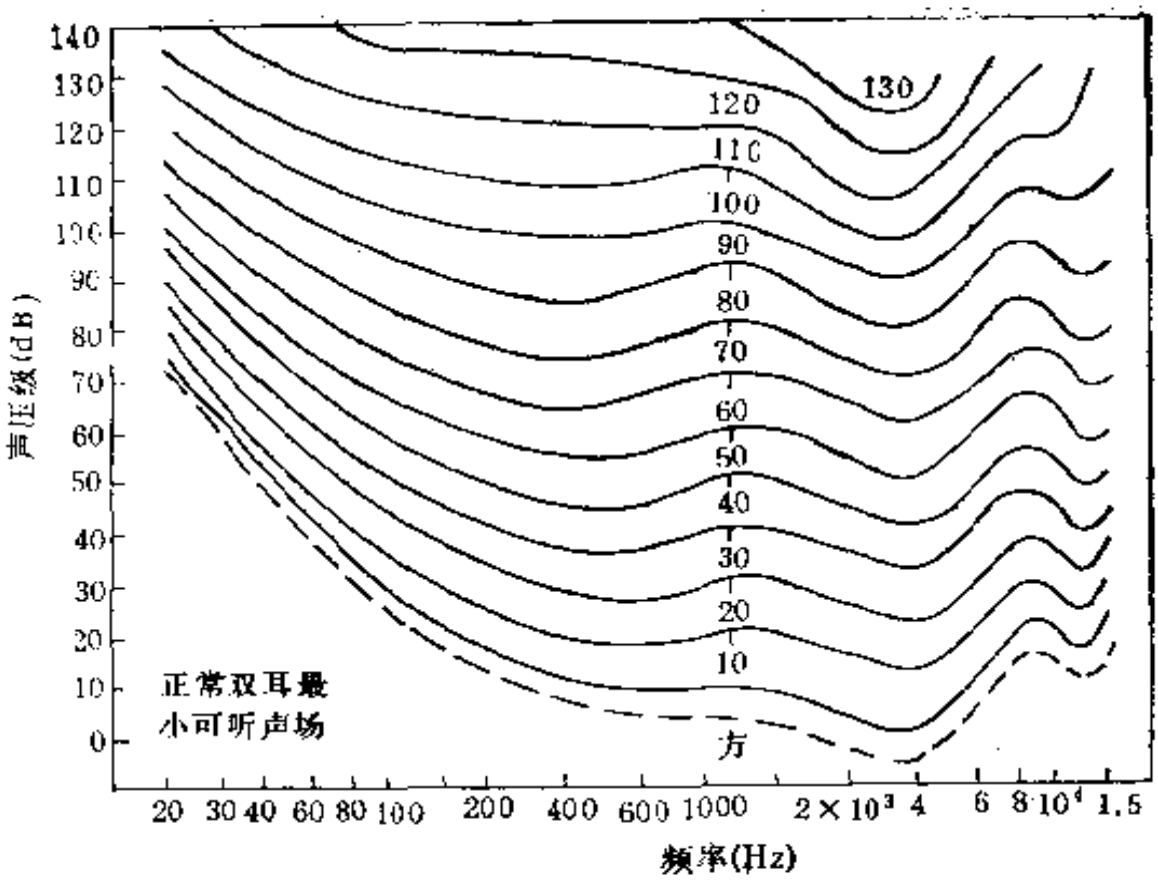


图7-1 等响曲线

和相应的强度定量地进行测定，人们在声级计中采用计权网络（电学网络）模拟不同声压下的人耳频率特性以达目的。在声级计中一般设置A，B，C三条计权网络，C计权网络模拟等响曲线中100方曲线而设计，其计权接近水平，有时用以表示总声压级。B计权网络是模拟等响曲线中70方曲线而设计，对2500Hz以下的声音有较大衰减。A计权网络按等响曲线中40方曲线而设计，对1000Hz以下的声音有较大衰减，这刚好符合人耳的听觉特性。经A计权网络计权的声压级称为A声级，用dB(A)表示。详见图7-2。

对于稳定不变的噪声，用A声级来评价是非常方便的，但当噪声随时间变化时就要用等效连续声级来评价。它是指在某段时间内A声级按能量的平均值，简称等效声级或平均

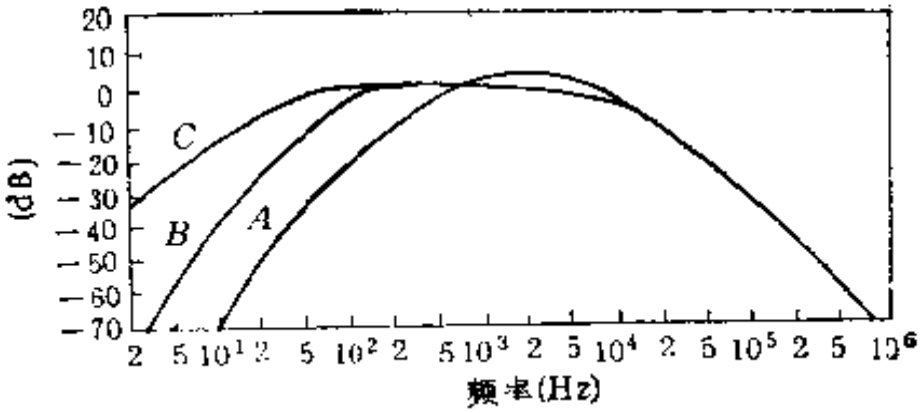


图7-2 ABC计权网络响应曲线

声级。计算公式如下：

$$L_{Aeq}=10\lg\frac{1}{T}\int_0^T 10^{0.1L_A}\mathrm{d}t$$

式中 L_{Aeq}——等效声级，dB；

T——总时间；

L_A——瞬时A声级。

如果噪声是稳态的，等效声级就是该噪声的A计权声级。

7.1.3 工业噪声测量技术

噪声测量是环境保护监测与噪声控制的基本手段。由于测量目的和要求不同，仪器选择和测量方法便也不同。

1. 基本测量仪器

（1）声级计 声级计是最简单、最常用的测试仪器，它可分为普通声级计、精密声级计和等效声级计等多种。此种仪器性能稳定，操作简单，用电池供电，重量轻，携带方便。为便于环境监测还可选择使用超小型噪声监测指示器。声级计由传声器、放大器、衰减器、频率计权网络及指示表头等

器件组成。

1）传声器　传声器是接收噪声的主要器件，又可分为晶体式、动圈式和电容式等。

2）放大器　通过传感器将声压能换成电压，再将微弱的电压放大一定倍数，经整流器变成直流，使指示电表显示应得数字。

3）计权网络　为了使噪声的客观物理量与人耳听觉主观感觉近似一致，人们设置了四种网络，即仪器所标示的A，B，C和线性四档。A，B，C三档在前面已有表述，故不再重复，线性档用于显示客观声压级，对任何频率均无衰减。

使用普通声级计，没有滤波器时，根据A，B，C计权网络的声学特性，用ABC档的读数也可以大致估计出噪声特性，如测出读数是$A=B=C$，说明噪声为高频，如$A<B<C$，说明噪声为低频，如$A<B$，$B=C$，则说明噪声为中频。

4）表头（即电表）　声级计表头的读数是声级的有效值，分为“快”“慢”两档。“快”档与人耳反应相似，在噪声起伏不大时使用，而当噪声值起伏超过4dB时则应使用“慢”档。

（2）滤波器　滤波器是测量频带声压级，为噪声进行频谱分析用的，常见的有倍频程滤波器和1/3倍频程滤波器。精密声级计都带有滤波器。

此外，如果要储存或自动记录测量信号，可采用磁带记录仪和纸带记录仪。

2。测量方法

完成测量工作需要以下几个步骤。

（1）测量前的准备　包括仪器准备和有关资料、图纸的准备。测量仪器在使用前要检查是否正常，资料和图纸则是

供选点测定与现状分析用的。

（2）测试各种环境影响因素　要获得精确的测定数据，必须考虑外界的多种因素对仪器和测量的影响。例如大气压力、环境温度、环境湿度对仪器的影响；风噪声对传声器的影响，强电磁场对仪器的影响等。

（3）噪声测量　噪声测量根据目的不同，所试测的项目和选择的测点也不同。测量设备噪声时，项目一般包括A,C噪声级、频谱声功率和指向性。对于风机等动力设备则应按照有关规范的要求进行。在测量操作岗位噪声、车间噪声及环境噪声时，应针对不同的测量目的，选择不同的测试项目和测点。

（4）数据整理　包括测量仪器的种类和型号、测试对象型号和功率等主要参数、噪声源尺寸、环境噪声频谱、测试位置和测试环境等。

7.1.4　工业噪声控制机理

控制噪声，一般应根据噪声传播的具体情况，分别在噪声源部位、噪声传播途中或噪声接收部位采取措施，寻求既满足降噪量，又符合技术经济指标的方案。

噪声控制的基本方法：一是从管理上，另一是从技术上，两者之间有密切的关系。

（1）管理控制方法

1）减少工作时间和劳动过程　根据噪声对人体的危害与噪声的持续时间有关这一特性，合理安排工作时间。

2）加强对设备的维护保养　机器设备的严重磨损、带病运转会扩大噪声源的声级。工厂内露天架设的管道，特别是钢铁工业由于管道漏风使噪声污染加剧。故加强设备维护非常重要。

3）更新机械设备　尽可能利用设备更新的机会换用低噪声设备，是一项很见效的措施。

4）重新布置设备的排列组合，便于组织措施减低噪声。

5）加强听力保护装置管理。

（2）工程控制法　主要是降低声源的噪声级，封锁噪声传播途径，降低混响噪声级。

在声源→传播途径→接收者这三个阶段中，降低声源的噪声级是解决噪声的最根本最有效的方法。工厂噪声源大体上可分为机械声源和气流声源两大类。对于机械声源，应从提高机械加工及装配精度，平时注意检修，减少撞击和摩擦，正确校准中心，做好动态平衡以减少激发的振幅，以及提高机壳的刚度，采取阻尼减振等措施来减弱机器表面的振动等方面考虑降噪措施。对于各种气流声源，要根据发声机理采取适当消声措施。此外，对于高压高速管道辐射的噪声，要从降低压差和流速或改变高温、高速、高压气流喷噪的形式去考虑。对于一般风机应从改进结构形式，选择最佳叶型，确定合理转速，提高加工精度和装配质量等方面来减低声源噪声的强度。

另外，改进生产工艺和操作方法也是解决声源噪声的一个重要方面。

由于技术和经济上的原因，从声源上控制噪声是较难实现的。这就需要在噪声传播途径中采取措施，这些措施一般可归纳为在车间和设备上采取隔声、吸声和消声三个方面（见7.4节）。

最后是要从个人保护角度采取措施，如佩带防噪声头盔、耳塞，在耳孔内塞吸声棉等。

7.2 钢铁工业主要噪声源

7.2.1 钢铁工业噪声污染状况

冶金工业噪声的主要特点是：机械或设备的体积大、功率高、作业面大、声辐射面大、噪声大，噪声频带宽、波动范围大、撞击噪声所占的比例大，声源处常常伴有高温或烟气，噪声控制工程量大、难度大。

我国钢铁工业所属厂矿多为解放初期所建，工艺落后，设备陈旧，因而噪声污染更为严重，大部分生产区域和设备噪声在90dB(*A*)以上，还有相当一部分设备超过115dB (*A*) 这个极限值，最严重的可达140dB(*A*)以上。按照国家工业噪声卫生标准来要求，设备噪声的超标率非常高。

7.2.2 噪声源的分布及特点

钢铁工业的噪声源广泛地分布在矿山、烧结、炼铁、炼钢、轧钢及焦化、氧气站、耐火、铸造、电修、机修、运输和修建等部门。主要噪声源包括：各类大型冶金炉，气体放散，各种风机，各种金属轧制设备，矿石、原料的各种破碎设备与振动装置，各种发电机、电动机、整流变压措施，以及火车、汽车、皮带运输等工具。从产生噪声的机理看，可以概括为空气动力性噪声和机械性噪声两大类。而实际生产设备往往同时产生这两种噪声。

下面来讨论钢铁企业噪声污染源的分布及特点。钢铁企业噪声污染最为严重的是炼铁区，其次是炼钢区和轧钢区。

（1）炼铁区　炼铁区包括高炉、烧结和原料。主要噪声源为高炉鼓风机站的鼓风机和蒸汽透平、冷风管道节流装置、热风炉鼓风机、热力车间余热利用的蒸汽发电机、高炉

放风阀、烧结机组的排风机和空压机以及原料上料系统等，主要是空气动力性噪声。它的特点是比较稳定、连续。声压级一般随时间变化不大，从噪声源的频谱分析来看，高频成分占的比重较大。

（2）炼钢区　炼钢区包括各炼钢车间、脱模、整模以及铁路运输，是以空气动力性噪声为主的。主要是炉头压缩空气喷射、空压机、鼓风机、燃料烧结等产生的噪声；也有天车、加料机发出的机械噪声。

（3）轧钢区　轧钢区包括初轧、开坯、大型轨梁、无缝钢管、各种板材、线材、以及其它型材的生产车间、以机械噪声为主、并伴随有空气动力噪声。机械噪声主要是由轧机运转、钢材轧制、钢材与辊道和冷床磨擦和碰撞、热锯切割钢材、人工精整钢板、翻板等原因而形成的；空气动力噪声则主要是由空压机、加热炉鼓风机、电动机和蒸汽排气等原因产生。主电室对周围环境主要是产生机械噪声。

7.2.3　噪声源的声学特性

钢铁工业的噪声，不但量大面广，而且声级波动大，气体性不稳态噪声和机械性不稳态噪声大量存在。

根据现场大量测试资料分析，钢铁企业噪声主要集中分布在85—120dB(*A*)之间，85dB(*A*)以下的设备只有30%，其余均在90dB(*A*)以上，其中100dB(*A*)以上的设备还占有相当比例。详见钢铁企业高噪声特例表（表7-1）。

7.2.4　噪声频谱特性分析

钢铁工业噪声频谱非常复杂，基本上可归纳成以下几种形式。即：矿山和选矿设备噪声主要集中在63—2kHz频段，表现为宽带噪声；高炉噪声主要集中在2k—8kHz频段内，为高

表7-1 钢铁工业设备高噪声特例

设备名称	声压级dB（A）
锅炉排气	140
高炉打开测孔	135—140
高炉放风阀	132
556空压机放风	>130
8-12-12No.8离心风机	127
160吨原料剪切机	121
高炉放风	125
$P12\times4M$球磨机	122
$K2561$-61空压机	110—117

频窄带噪声；电炉轧钢声能主要集中在63—250Hz内，表现为低频窄带噪声。

在气体噪声中，如各类风机、空压机等设备噪声一般呈宽带特性，声级范围为80—120dB(*A*)左右，最高值多在250—500Hz频段；制氧机设备噪声主要呈高频或宽带特性，声级范围为100—111dB(*A*)，最高值多处于1—2kHz内。

在机械噪声中，球磨机、粉碎机、冷热锯等设备噪声一般呈中高频特性，声级范围为90—120dB(*A*)，最高值多在500—2kHz内。轧钢机械设备一般呈中高频特性，声级范围为85—118dB(*A*)，最高值多在250—2kHz的频段内。

7.3 噪声的危害

7.3.1 噪声对人体的危害

噪声对人体的危害大致有以下几个方面。

（1）影响睡眠、说话和休息　噪声影响人们的正常生活，最主要表现在妨碍睡眠、影响休息和干扰说话等方面。连续噪声可加快人由深睡到轻睡的回转，使人多梦，降低睡眠的质量和数量；突发噪声则能使人惊醒。长期受此种干扰，就可能因睡眠不足引起头昏、头痛、神经衰弱等症状。

（2）损伤听觉　噪声对人最直接的危害是对人听觉器官的损伤。在强噪声环境中，人的耳朵会感到刺耳难受，耳朵疼痛，持续一定时间后，听力即下降。离开噪声源后，耳朵还会嗡嗡作响，要经过一段时间后，听力才会恢复正常，这叫做暂时性听阈迁移或听觉疲劳。但如长期处在强噪声环境下，听力便不能恢复，成为永久性听阈迁移，甚至会使内耳感觉器官产生器质性病变，这叫做听力损伤或噪声性耳聋。噪声性耳聋的特点是早期不易发现，故应特别注意。此外，当人耳突然暴露在极强烈的噪声（超过140dB）环境下时，可使听阈迁移不能恢复，甚至耳膜被击穿出血或剧烈耳鸣使双耳突然失听，严重时可发生脑震荡。

（3）引起其他疾病　噪声除对听觉器官引起损伤外，还会对人体其他系统发生影响，诱发多种疾病。噪声作用于中枢神经系统，会使大脑皮层的兴奋与抑制失调，产生不同程度的功能改变。从临床观察看，接触噪声的工人大多数主观感觉有头痛、头晕、嗜睡、记忆力减退、乏力、恶心、心悸等症状。噪声对心血管系统的影响表现为交感神经紧张，从

而产生心跳加快，心律不齐，心脏病、高血压和动脉硬化等病状，同时还伴随有肠胃机能阻滞、消化不良、食欲不振、恶心呕吐等症状。此外，噪声对内分泌系统、免疫系统、脑血流系统以及生殖细胞的影响也是值得注意的，这里就不一一叙述了。

（4）降低劳动生产率　在噪声的刺激下，人们心情烦燥，精神不易集中，反应迟钝，容易疲劳，从而使劳动生产率降低。据国外有关资料介绍，噪声的长期作用，能使劳动生产率降低3--5%。此外噪声分散了人的注意力，容易引起工伤事故，特别是强噪声可能掩盖危险报警信号和行车信号，便更容易发生事故了。

7.3.2　噪声对环境的影响

虽然大型冶金工业厂矿一般都是单独组成工业区，距城市中心较远，噪声污染主要发生在厂区内。但是也有相当一部分的中小冶金企业散布在城市的居民区中，这些企业的噪声对城市的环境影响较大，急需治理。从国内部分钢铁企业所测绘的厂区噪声图来分析，厂区噪声源不仅有车间内部设备，而且还有大量厂房车间外部的设备，如：高炉、热风炉、大型鼓风机、冷却塔、各种皮带运输机和露天管道漏声以及火车、汽车等噪声源，所以冶金企业的噪声污染对环境影响很大。

7.4　工业噪声的控制方法

7.4.1　吸声材料与吸声机理

材料的吸声性能可用吸声系数α来表示。吸声系数α的定义为被吸声材料吸收掉的声能与入射声能之比（见图7-3）。

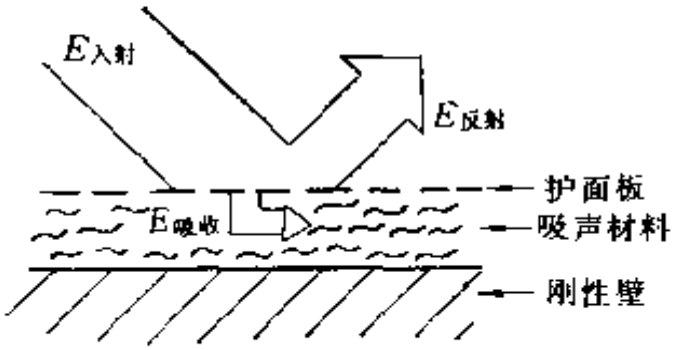


图7-3　吸声系数的定义

即：

$$\alpha=\frac{E_{吸收}}{E_{入射}}=\frac{E_{入射}-E_{反射}}{E_{入射}}$$

完全反射的材料，吸声系数$\alpha=0$，完全吸收的材料，吸声系数$\alpha=1$，一般材料的吸声系数都在0和1之间，即$0<\alpha<1$。

吸声系数的大小，除了材料本身性质的影响之外，还和材料的安装方式（背后有无空气层、空气层的厚度以及固定方式等），入射声的频率以及声波的入射角有关。

吸声材料经由不同的物理过程进行能量转换，因而具有不同的吸声机理。根据不同的吸声机理，吸声材料可分为以下几类。

（1）多孔材料　多孔材料的构造特征是有许多微小的间隙和连续的孔洞，具有一定的通气性能。当声波经过材料表面入射到内部时，就会引起空隙中的空气运动，由于空气的粘滞性以及孔隙中的空气和孔壁与纤维之间的热传导而产生的热损失，就使相当一部分声能转变为热能而被消耗掉。这就是多孔材料的吸声机理。常用的多孔材料有玻璃棉、矿渣棉、岩棉、毛毡、木丝板和吸声砖等。

（2）柔性材料　柔性材料是指内部具有许多微小的独

立气孔的材料以及泡沫塑料。柔性材料基本上没有通气性能，在一定程度上具有弹性，它的吸声机理是：当声波入射到材料表面时，很难透入到材料的内部，而只是使材料件整体振动，声能为了克服材料内部的磨擦而消耗，引起声波的衰减。柔性材料的高频吸声系数很低，中低频吸声性能类似于共振吸收。

（3）板状（或膜状）材料　膜状材料是指象聚乙烯薄膜或几乎没有通气性能的帆布等类的材料。此种材料的刚度很小，在受拉力处于紧张状态时具有一定的弹性。板状材料是指胶合板、硬质板、石膏板、石棉水泥板等板材。此种板材的周边要固定在框架上，而在背后设置空气层。在一定范围内，膜状材料和板状材料的吸声机理是一样的，即当入射声波的频率和材料的固有频率一致时，这两种材料都会发生共振。由于内部摩擦而消耗声能。

用吸声材料制成的吸声构件可以有不同的结构，大体上可分为以下三种结构。

（1）共振吸声结构　主要有薄板共振吸声结构、单腔（亥姆霍兹共振腔）吸声结构及穿孔板共振吸声结构等。薄板共振吸声结构由薄板和板后空气层组成。单腔共振吸声结构是由腔体与颈口组成的结构。穿孔板共振吸声结构由穿孔的板和板后空气层组成，它的吸声机理实际上具有薄板和单腔共振吸声结构两个方面的特点。

（2）微穿孔板的吸声结构　微穿孔板吸声结构是在厚度不大于1mm（一般为0.2—1mm）的薄板上，每m^2穿上几万个直径小于1mm的孔，并与板后一定厚度的空气层组成的结构，它主要是利用空气在小孔中来回摩擦消耗声能。

（3）吸声体　是一种分散悬吊于房间天花板下方的高效吸声结构。使用吸声体对室内进行吸声降噪处理时，声波

不仅可以被向着声源一面的吸声材料吸收，而且由于绕射现象，有一部分声波还可以通过吸声结构之间的空隙绕射或反射到结构背面，使材料的另一面也吸收部分声能。吸声体可用于对大车间的减噪处理，它的减噪效果一般达 6—10dB。

吸声体可做成板状、球状、圆柱状、圆锥状、棱锥状、多面体状和楔状等多种形状，其中以板状吸声体构造最为简单。

7.4.2 隔声机理与技术

1。隔声结构

用构件将噪声源和接收者分开，隔离空气声的传播，从而降低噪声的方法称为“隔声”。这种构件就是隔声结构。隔声结构主要有单层结构和由单层构件组成的双层结构以及轻质复合结构等。

构件的隔声性能可用隔声量（传声损失）R来表示，定义是：

$$R=10\lg\left(\frac{1}{\tau}\right)$$

τ——透声系数，等于透射声能与入射声能的比值。

（1）单层结构　单层均质结构的隔声量与频率的关系大致如图7-4所示。在低于结构共振频率的范围内，其隔声量主要是由板的劲度所控制，单层结构的刚性越大，隔声量就越高。随着频率的增高，隔声曲线进入由板的共振频率所控制的阶段，这时板的阻尼起作用。共振频率与板的大小和厚度有关，也与板材料的面密度、弹性模量等有关系。

在共振区以上的一段频率范围是质量控制区，这时板的隔声能力主要取决于板的面密度，面密度与频率与隔声量的关系在不规则的入射条件下可用下式表示，称为质量定律。

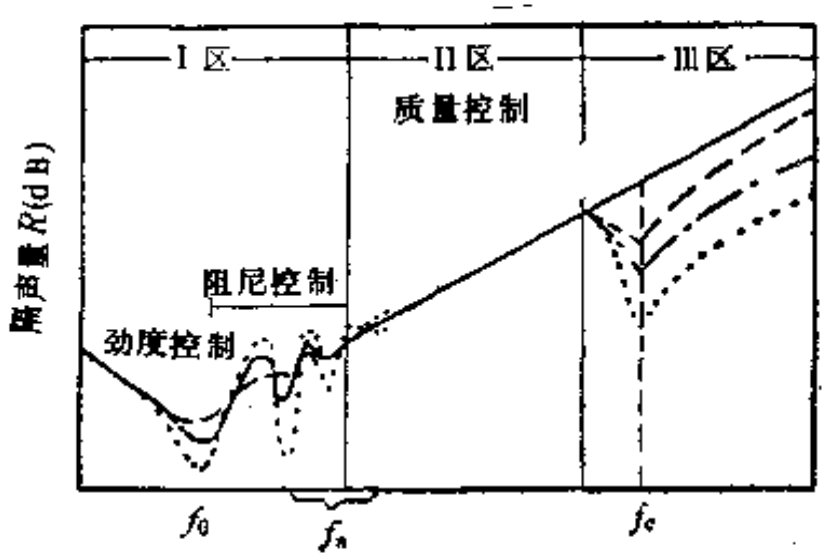


图7-4 单层均质结构的隔声量与频率的关系

f_0——共振频率；f_n——谐波频率；f_c——临界频率

——小阻尼 —·—中阻尼 ……大阻尼

$$R=42+20\lg f+20\lg m$$

式中 R——单层结构的隔声量， dB；

f——入射声波的频率， Hz；

m——单层结构的面密度， kg/m^2。

当频率高到一定值以上，将出现质量效应和弯曲强度效应相抵消的情况，结果使阻抗变小，隔声量又出现了低谷。这种效应称为“吻合效应”。因此，在此频段内的隔声量很大程度上是由吻合效应控制的。

（2）双层结构 把两个单层结构的构件分开，中间留有空气层或填充矿棉一类的松散材料就组成了双层结构的构件。当入射声波激起第一层构件振动以后，就向中间层辐射声波，由于中间层的弹性作用和附加吸声作用，声波会产生较大的衰减。衰减了的声波再传到第二层构件，第二层构件又向外界空气辐射声波，由于界面媒质声阻抗率的不连续性，使声波除了每层构件本身的因素外，还附加了较大的衰

减。因此，双层结构构件的隔声性能比较好。

（3）轻质复合结构　这类构件在单层轻质结构的基础上，复合某种吸声材料和阻尼材料，利用它们引起的衰减以减少单层轻质结构的振动和辐射，进一步提高了隔声性能。这类构件称之为轻质复合结构的构件。

2．隔声技术

工程上需要根据声源的特点，选择材料并设计实用的隔声结构。

（1）隔声罩　一般把用来阻隔机器向外辐射噪声或用来防止外界噪声透入的罩子称为隔声罩。隔声罩可以是完全封闭的，也可以设置必要的观察窗和隔声门。隔声罩通常具有隔声、吸声、隔振、阻尼以及通风、消声等多种综合功能。

（2）声屏障　在声源和接收者之间插入一个设施，使声波的传播有一个显著的附加衰减，从而减弱接收者所在的一定区域内的噪声影响。这样的设施就称为“声屏障”。声屏障的隔声效果一般可采用减噪量来表示。

7.4.3　消声器

（1）消声器的性能　安装在气流通道上的消声器，既能阻挡声波的传播，又能允许气流通过，是控制噪声的有效工具。其性能主要从以下三个方面来评价。

1）消声性能　即消声器的消声量和频谱特性。消声量常用传声损失和插入损失来表示。在现场测试时，也可以用排气口处末端的声级差来表示。

2）空气动力性能　因消声器安装在气流通道上，故其阻力损失越小越好。消声器的阻力损失通常用入、出口的全压

差来表示。

3）结构性能　具有同样消声性能和空气动力性能的消声器，比例尺寸越小，价格越便宜，使用寿命越长就越好。

（2）消声器的种类　消声器的种类很多，从消声机理来看，可分成下列几种。

1）阻性消声器　阻性消声器主要是利用多孔吸声材料来降低噪声的。把吸声材料固定在气流通道内壁上，或按照一定的方式在管道中排列，就构成了阻性消声器。它的特点是在较宽的中高频范围内消声，特别是对刺耳的高频声有较好的消声效果。它的缺点是在高温、高速、含蒸汽、含尘、含油雾、有腐蚀性的气体中使用寿命短，消声效果差，

2）抗性消声器　抗性消声器不敷设吸声材料，因而不能直接吸收声能，它是由突变界面的管和室组合而成的，好象是一个声学滤波器。抗性消声器适用于消除中、低频噪声，主要有扩张室式和共振式两种类型。

3）阻抗复合式消声器　把阻性结构和抗性结构按照一定的方式组合起来，就构成了阻抗复合式消声器。根据阻性和抗性两种消声原理，可以组合出各式各样的阻抗复合式消声器。

阻抗复合式消声器具有频带宽、高吸收的消声效果，主要用于消除各种风机和空压机的噪声。

4）微穿孔板消声器　微穿孔板消声器是阻抗复合式消声器的一种特殊形式。它本身就是一个既有阻性，又有抗性的吸声元件，把它们进行适当的组合，就构成了微穿孔板消声器。这种消声器的消声效果可达20dB以上，在声波垂直入射时，消声效果较好。

（5）小孔消声器　小孔消声器的结构是一根直径与排气管直径相等的末端封闭的管子，管壁上钻有很多小孔。

其消声原理是以喷气等噪声的频谱为依据的，气流经过小孔时，喷气噪声的频谱就会移向高频或超高频，使频谱中的可听声成分显著降低。从而减少噪声对人的干扰和伤害。

7.4.4 隔振与阻尼

1。隔振技术

振动控制一般可采取以下五种措施：

1）对振源进行控制；2）隔振；3）采用动力消振装置；4）采用阻尼材料；5）加大基础的质量。

目前在工程上常用的是隔振技术，这种方法不但能有效地控制振动，而且还能有效地阻止固体声的传播。

（1）钢弹簧隔振器　从重达数百吨的设备到轻巧的精密仪器都可以使用钢弹簧隔振器，通常用在压缩量大于5cm的地方，或者用在温度和其他环境条件不允许采用橡胶等材料的地方。这种隔振器具有静态压缩量大、固有频率低、低频隔振好、耐油、耐水、不受温度变化的影响。不会老化等优点。但它本身的阻尼极小，以致在共振时传递力非常大，而且高频时易沿钢丝传递振动。另外，钢弹簧还容易摇摆，因而往往需要加上外阻尼（如橡胶、毛毡等）和惰性环。

钢弹簧种类很多，主要有螺旋形、蝶形、环形和板形等。其中以螺旋形和板型应用最广。

（2）橡胶隔振器　常用于受压或切变等情况，橡胶隔振器可以做成各种形状和不同的硬度，其内部阻尼作用比钢弹簧大，对振动频率在10Hz左右的设备，仍具有隔振作用。但这种隔振器易老化，且在重负载下会有较大的蠕变（特别是在高温时），所以不应受超过10—15%（受压）或25—50%（切变）的持续变形。

（3）隔振垫　隔振垫有软木、毛毡、橡胶和玻璃纤维板

等多种。价格低廉，安装方便，并可裁成所需的大小和重叠起来使用，以获得不同程度的隔振效果。

2。阻尼减振

在金属结构上涂敷一层阻尼材料，用加大阻尼的办法抑制结构振动，从而减少噪声辐射，这种方法就是阻尼减振。

在抑制振动的过程中，阻尼的主要作用是：衰减沿结构传递的振动能量；减弱共振频率附近的振动；降低结构自由振动或由冲击引起的振动。

对金属结构进行阻尼处理一般有两种方式：

（1）自由阻尼涂层　是将阻尼材料直接粘贴或喷涂在需要减振的构件上。这种方式工艺简单、成本低廉，是目前我国在工业噪声与振动控制中普遍采用的阻尼处理技术。

（2）约束阻尼　是在金属板上先粘贴一层阻尼材料，其外层再覆盖一层金属薄板（约束板），金属结构振动时，阻尼层也随之振动，但要受外层金属薄片的约束，故称为约束阻尼层。这种方式的减振效果更好，但约束阻尼工艺复杂，成本较高。

附录　有关法规与标准

附录1

中华人民共和国环境保护法

1989年12月26日第七届全国人民代表大会
常务会第十一次会议通过

第一章　总　　则

第一条　为保护和改善生活环境与生态环境，防治污染和其他公害，保障人体健康，促进社会主义现代化建设的发展，制定本法。

第二条　本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。

第三条　本法适用于中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域。

第四条　国家制定的环境保护规划必须纳入国民经济和社会发展计划，国家采取有利于环境保护的经济、技术政策和措施，使环境保护工作同经济建设和社会发展相协调。

第五条　国家鼓励环境保护科学教育事业的发展，加强环境保护科学技术的研究和开发，提高环境保护科学技术水平，普及环境保护的科学知识。

第六条 一切单位和个人都有保护环境的义务，并有权对污染和破坏环境的单位和个人进行检举和控告。

第七条 国务院环境保护行政主管部门，对全国环境保护工作实施统一监督管理。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门，对本辖区的环境保护工作实施统一监督管理。

国家海洋行政主管部门、港务监督、渔政渔港监督、军队环境保护部门和各级公安、交通、铁道、民航管理部门，依照有关法律的规定对环境污染防治实施监督管理。

县级以上人民政府的土地、矿产、林业、农业、水利行政主管部门，依照有关法律的规定对资源的保护实施监督管理。

第八条 对保护和改善环境有显著成绩的单位和个人，由人民政府给予奖励。

第二章 环境监督管理

第九条 国务院环境保护行政主管部门制定国家环境质量标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家环境质量标准中未作规定的项目，可以制定地方环境质量标准，并报国务院环境保护行政主管部门备案。

第十条 国务院环境保护行政主管部门根据国家环境质量标准和国家经济、技术条件，制定国家污染物排放标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方污染物排放标准；对国家污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准。地方污染物排放标准须报

国务院环境保护行政主管部门备案。

凡是向已有地方污染物排放标准的区域排放污染物的，应当执行地方污染物排放标准。

第十一条 国务院环境保护行政主管部门建立监测制度，制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，加强对环境监测的管理。

国务院和省、自治区、直辖市人民政府的环境保护行政主管部门，应当定期发布环境状况公报。

第十二条 县级以上人民政府环境保护行政主管部门，应当会同有关部门对管辖范围内的环境状况进行调查和评价，拟订环境保护规划，经计划部门综合平衡后，报同级人民政府批准实施。

第十三条 建设污染环境的项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目的环境影响报告书，必须对建设项目产生的污染和对环境的影响作出评价，规定防治措施，经项目主管部门预审并依照规定的程序报环境保护行政主管部门批准。环境影响报告书经批准后，计划部门方可批准建设项目设计任务书。

第十四条 县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门，有权对管辖范围内的排污单位进行现场检查。被检查的单位应当如实反映情况，提供必要的资料。检查机关应当为被检查的单位保守技术秘密和业务秘密。

第十五条 跨行政区的环境污染和环境破坏的防治工作，由有关地方人民政府协商解决，或者由上级人民政府协调解决，作出决定。

第三章　保护和改善环境

第十六条　地方各级人民政府，应当对本辖区的环境质量负责，采取措施改善环境质量。

第十七条　各级人民政府对具有代表性的各种类型的自然生态系统区域，珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域，具有重大科学文化价值的地质构造、著名溶洞和化石分布区、冰川、火山、温泉等自然遗迹，以及人文遗迹、古树名木，应当采取措施加以保护，严禁破坏。

第十八条　在国务院、国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府划定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生产设施；建设其他设施，其污染物排放不得超过规定的排放标准。已经建成的设施，其污染物排放超过规定的排放标准的，限期治理。

第十九条　开发利用自然资源，必须采取措施保护生态环境。

第二十条　各级人民政府应当加强对农业环境的保护，防治土壤污染、土地沙化、盐渍化、贫瘠化、沼泽化、地面沉降和防治植被破坏、水土流失、水源枯竭、种源灭绝以及其他生态失调现象的发生和发展，推广植物病虫害的综合防治，合理使用化肥、农药及植物生长激素。

第二十一条　国务院和沿海地方各级人民政府应当加强对海洋环境的保护，向海洋排放污染物、倾倒废弃物，进行海岸工程建设和海洋石油勘探开发，必须依照法律的规定，防止对海洋环境的污染损害。

第二十二条 制定城市规划，应当确定保护和改善环境的目标和任务。

第二十三条 城乡建设应当结合当地自然环境的特点，保护植被、水域和自然景观，加强城市园林、绿地和风景名胜区的建设。

第四章 防治环境污染和其他公害

第二十四条 产生环境污染和其他公害的单位，必须把环境保护工作纳入计划，建立环境保护责任制度；采取有效措施，防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、电磁波辐射等对环境的污染和危害。

第二十五条 新建工业企业和现有工业企业的技术改造，应当采用资源利用率高、污染物排放量少的设备和工艺，采用经济合理的废弃物综合利用技术和污染物处理技术。

第二十六条 建设项目中防治污染的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

防治污染的设施不得擅自拆除或者闲置，确有必要拆除或者闲置的，必须征得所在地的环境保护行政主管部门同意。

第二十七条 排放污染物的企业事业单位，必须依照国务院环境保护行政主管部门的规定申报登记。

第二十八条 排放污染物超过国家或者地方规定的污染物排放标准的企业事业单位，依照国家规定缴纳超标准排污

费，并负责治理。水污染防治法另有规定的，依照水污染防治法的规定执行。

征收的超标准排污费必须用于污染的防治，不得挪作他用，具体使用办法由国务院规定。

第二十九条 对造成环境严重污染的企业事业单位，限期治理。

中央或者省、自治区、直辖市人民政府直接管辖的企业事业单位的限期治理，由省、自治区、直辖市人民政府决定。市、县或者市、县以下人民政府管辖的企业事业单位的限期治理，由市、县人民政府决定。被限期治理的企业事业单位必须如期完成治理任务。

第三十条 禁止引进不符合我国环境保护规定要求的技术和设备。

第三十一条 因发生事故或者其他突然性事件，造成或者可能造成污染事故的单位，必须立即采取措施处理，及时通报可能受到污染危害的单位和居民，并向当地环境保护行政主管部门和有关部门报告，接受调查处理。

可能发生重大污染事故的企业事业单位，应当采取措施，加强防范。

第三十二条 县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门，在环境受到严重污染威胁居民生命财产安全时，必须立即向当地人民政府报告，由人民政府采取有效措施，解除或者减轻危害。

第三十三条 生产、储存、运输、销售、使用有毒化学物品和含有放射性物质的物品，必须遵守国家有关规定，防止污染环境。

第三十四条 任何单位不得将产生严重污染的生产设备转移给没有污染防治能力的单位使用。

第五章　法律责任

第三十五条　违反本法规定，有下列行为之一的，环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门可以根据不同情节，给予警告或者处以罚款：

（一）拒绝环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门现场检查或者在被检查时弄虚作假的。

（二）拒报或者谎报国务院环境保护行政主管部门规定的有关污染物排放申报事项的。

（三）不按国家规定缴纳超标准排污费的。

（四）引进不符合我国环境保护规定要求的技术和设备的。

（五）将产生严重污染的生产设备转移给没有污染防治能力的单位使用的。

第三十六条　建设项目的防治污染设施没有建成或者没有达到国家规定的要求，投入生产或者使用的，由批准该建设项目的环境影响报告书的环境保护行政主管部门责令停止生产或者使用，可以并处罚款。

第三十七条　未经环境保护行政主管部门同意，擅自拆除或者闲置防治污染的设施，污染物排放超过规定的排放标准的，由环境保护行政主管部门责令重新安装使用，并处罚款。

第三十八条　对违反本法规定，造成环境污染事故的企业事业单位，由环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门根据所造成的危害后果处以罚款；情节较重的，对有关责任人员由其所在单位或者政府主

管机关给予行政处分。

第三十九条 对经限期治理逾期未完成治理任务的企业事业单位，除依照国家规定加收超标准排污费外，可以根据所造成的危害后果处以罚款，或者责令停业、关闭。

前款规定的罚款由环境保护行政主管部门决定。责令停业、关闭，由作出限期治理决定的人民政府决定；责令中央直接管辖的企业事业单位停业、关闭，须报国务院批准。

第四十条 当事人对行政处罚决定不服的，可以在接到处罚通知之日起十五日内，向作出处罚决定的机关的上一级机关申请复议；对复议决定不服的，可以在接到复议决定之日起十五日内，向人民法院起诉。当事人也可以在接到处罚通知之日起十五日内，直接向人民法院起诉。当事人逾期不申请复议、也不向人民法院起诉、又不履行处罚决定的，由作出处罚决定的机关申请人民法院强制执行。

第四十一条 造成环境污染危害的，有责任排除危害，并对直接受到损害的单位或者个人赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门处理；当事人对处理决定不服的，可以向人民法院起诉。当事人也可以直接向人民法院起诉。

完全由于不可抗拒的自然灾害，并经及时采取合理措施，仍然不能避免造成环境污染损害的，免予承担责任。

第四十二条 因环境污染损害赔偿提起诉讼的时效期间为三年，从当事人知道或者应当知道受到污染损害时起计算。

第四十三条 违反本法规定，造成重大环境污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，对直接责任人员依法追究刑事责任。

第四十四条 违反本法规定，造成土地、森林、草原、水、矿产、渔业、野生动植物等资源的破坏的，依照有关法律的规定承担法律责任。

第四十五条 环境保护监督管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的，由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第六章 附 则

第四十六条 中华人民共和国缔结或者参加的与环境保护有关的国际条约，同中华人民共和国的法律有不同规定的，适用国际条约的规定，但中华人民共和国声明保留的条款除外。

第四十七条 本法自公布之日起施行。《中华人民共和国环境保护法（试行）》同时废止。

附录2

中华人民共和国国家标准

钢铁工业污染物排放标准

GB4911-85

国家环境保护局1985-01-18发布，1985-08-01实施

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法（试行）》，防治钢铁工业废气、废水对环境的污染，特制订本标准。

本标准适用于全国钢铁企业。

1.标准分类

本标准包括废气排放标准和废水排放标准。每项标准分新建厂、现有厂两大类。属于新建、扩建、改建企业，自本标准实施之日起按新建厂标准执行。属于现有企业，自本标准实施之日起按现有厂标准执行。

2.标准值

2.1 黑色冶金矿山、烧结、焦化、耐火、炼铁、炼钢、轧钢及铁合金各类厂矿废气粉尘最高允许排放浓度应符合表1规定。

2.2 矿山、烧结、焦化、耐火、炼铁、炼钢、轧钢、铁合金各类厂矿排放的废水中，污染物最高容许排放浓度应符合表2的规定。

2.3 尾矿场和浓缩池排水、高炉煤气洗涤水、氧气顶吹转炉烟气除尘废水、轧钢生产废水的循环利用率不得低于表3的规定。

表1 钢铁工业废气粉尘排放标准值

生产工艺及其设备	最高允许排放浓度 mg/标准立方米	
	新建厂	现有厂
矿山		
破碎、筛分、选矿	150	200
烧结		
原料系统	150	150
成品矿系统	150	150
机尾系统	150	150
机头	150	300
带式球团	150	150
竖炉球团	150	300
焦化		
煤及焦的破碎、筛分、转运点	150	150
耐火		
镁石、白云石、石灰石(包括熟料)等耐火材料的破碎、筛分、混合及转运点等	150	150
硅石、粘土、高铝矾土(包括熟料)等耐火材料的破碎、筛分、混合及转运点等	100	100
炼铁		
高炉出铁场(一次烟尘)[1]	150	200
贮矿(料)槽(库):烧结矿、焦炭、铁矿料槽	150	200
原料转运站	150	200
炼钢		
氧气顶吹转炉[2]:		
未燃法	100	150
半燃烧法(不降罩操作)、燃烧法	100	200
连铸:火焰清理机	150	150

续表1

生产工艺及其设备		最高允许排放浓度 mg/标准立方米	
		新建厂	现有厂
	电炉[2]	150	200
	平炉（顶吹氧）[2]	150	150
	炉外精炼炉、铁水脱硫站等	150	150
	其他：散装料转运站、辅助物料破碎等	150	200
轧钢	热带连轧精轧机	150	200
	机械清理机	150	200
	冷带连轧双平整机	150	150
	火焰清理机	150	150
铁合金			
	矿热还原电炉：[2]		
	敞开、半封闭式电炉	150	200
	封闭式电炉	150	150
	精炼电弧炉[2]	200	200
	溶炼炉（铝铁等）	200	250
	回转窑	200	200
	其他：辅助物料及成品破碎、转运点等	150	150

1）现有厂高炉出铁场粉尘的排放标准，只对容积大于或等于900m³的高炉采用，对于小于900m³的高炉暂不作规定。

高炉出铁场粉尘排放标准仅指高炉出铁口、铁水主沟、渣沟及铁水罐等一次烟尘净化设施粉尘排放标准，出铁场的二次烟尘未作规定。

2）氧气顶吹转炉和平炉、炼钢电炉、铁合金电炉的粉尘排放标准，不包括装炉料、兑铁水，出钢和出铁时发生的二次烟尘。

2.4 本标准表3的规定自实施之日起二年后执行。

表2 钢铁工业废水中污染物最高容许排放浓度

生产工艺	pH		悬浮物(mg/l)		挥发性酚(mg/l)		氰化物(mg/l)		化学需氧量(mg/l)		油类(mg/l)		六价铬化合物(mg/l)		总硝基化合物(mg/l)	
	新建厂	现有厂	新建厂	现有厂	新建厂	现有厂	新建厂	现有厂	新建厂	现有厂	新建厂	现有厂	新建厂	现有厂	新建厂	现有厂
矿山																
采矿、破碎、炸药加工及机修废水	6—9	6—9	500	500											3.0	5.0
选矿厂洗矿水	6—9	6—9	400	400												
尾矿场和浓缩池排水	6—9	6—9	300	300												
烧结废水	6—9	6—9	200	300												
焦化废水	6—9	6—9	200	200	0.5	1.0	0.5	3.0	200	400	20	40				
耐火废水	6—9	6—9	200	200												
炼铁																
高炉煤气洗涤水	6—9	6—9	200	300	0.5	1.0	0.5	1.0								
高炉水力冲渣废水	6—9	6—9	200	300												
炼钢																
氧气顶吹转炉烟气除尘废水	6—9	6—9	200	300												
轧钢																
轧钢废水[1]	6—9	6—9	200	300							10	15	0.5	0.5		
铁合金																
封闭电炉烟气除尘废水	6—9	6—9	200	300	0.5	1.0	0.5	1.0					0.5	0.5		
铁合金含锰废水	6—9	6—9	200	300									0.5	0.5		
联合企业总排出口	6—9	6—9	200	300	0.5	1.0	0.5	1.0			10	15				

注：[1] 轧钢废水包括铁皮及油废水、酸碱废水、连铸废水。

表3 钢铁工业主要装置的废水最低容许循环利用率

生产工艺	废水循环利用率（%）	
	缺水区	丰水区
尾矿场和浓缩池排水	>85	>65
高炉煤气洗涤水	>90	>70
氧气顶吹转炉烟气除尘废水	>90	>70
轧钢生产废水	>85	>65

3.其它规定

3.1 采矿、破碎、炸药加工及机修的废水，同选矿厂的废水合并排放时，应符合选矿厂的洗矿水的排放标准。

3.2 炼铁用高炉煤气洗涤水冲渣时，排放的水力冲渣废水中挥发性酚、氰化物最高容许排放浓度，按高炉煤气洗涤水标准执行。

3.3 轧钢废水包括含铁皮及含油废水、酸碱废水、连铸废水。

3.4 以地面水为水源时，洪水季节排放废水的悬浮物标准可适当放宽，但不得大于工业新水（原水经沉淀处理后的工业用水）悬浮物含量。

3.5 位于国家规定的重点保护区，风景区的现有厂按新建厂标准执行。

3.6 当地方执行本标准，不适用于当地环境特点（如集中生活水源，密集居民区等）时，可以按照国家有关规定制订地方污染物排放标准。

4.标准的监测

4.1 粉尘排放浓度的测定

4.1.1 破碎、筛分、配料和物料运转过程产生的生产性粉尘，取样口应设在除尘装置出口；各种炉窑的烟尘，取样口应设在除尘装置出口处；未装除尘装置的炉窑，取样口应设在炉口或尘源最大浓度排放口。

4.1.2 连续稳定排放源，在正常生产条件下取样，间歇或波动幅度较大的排放源，在高峰排放期取样。

4.2 废水排放浓度测度

4.2.1 废水监测取样口，设在厂（矿）外排口。取样应注意生产和废水排放量的变化，使水样具有足够的代表性。

4.3 样品保存

4.3.1 采集样品后若不能及时分析时，应按表4规定的条件保存。

表4 废水样品保存条件

排放特性	保存条件	保存时间
pH	4℃	5天
悬浮物	4℃	6天
挥发性酚	加NaOH至pH＝12或每升水样加1克$CuSO_4$	1天
氰化物	加NaOH至pH＝12	1天
化学需氧量	加H_2SO_4至pH＜2	6天
油	加H_2SO_4至pH＜2	1天
六价铬	加HNO_3至pH＜2	10天
总硝基化合物	加HCl	

4.4 分析方法

制订本标准依据的监测分析方法是《钢铁工业废气、废

水监测分析方法》。

附加说明：

本标准由原国务院环境保护领导小组提出。

本标准由冶金工业部鞍山黑色冶金矿山设计研究院、冶金部鞍山焦化耐火材料设计研究院，北京钢铁设计研究总院，冶金部建筑研究总院负责起草。

本标准委托冶金工业部负责解释。

附录3

钢铁企业环境保护设施划分范围暂行规定

冶金工业部1985年11月颁发

一、为促进钢铁企业污染防治、保护环境，贯彻基建、技措项目环保“三同时”，适应环保管理工作的需要，现制定《钢铁企业环保设施划分范围暂行规定》。

二、钢铁企业环保设施划分的基本原则是：

1．凡防治污染、保护环境所需的设备装置和工程设施，均属环保设施。

2．工艺生产所需而又为环保服务的设施，其中主要为生产服务的则属生产设施；主要为环保服务的则属环保设施。

3．为达到保护环境所采取“三废”综合利用的设施属于环保设施。凡过去习惯上已划为生产设施的仍属生产设施（如焦化厂的化产、精制车间等）。

4．钢铁企业中的建筑材料和其他化学工业等工厂、车间环保设施的划分，可参照上述原则处理。

三、凡属环保设施的投资均计入环境保护工程投资，但生产工艺需要排放烟尘的烟囱投资，不论烟囱的高度是否由于环保要求而增高，均计入生产设施的投资；由设备配套供应的除尘、降噪设施等也计入生产设施的投资；固体废渣未加处理而直接抛弃（堆存）的其运输设施等投资属生产设施投资。

四、钢铁企业（工厂、车间）的环保设施如下：

（一）采矿场

1．采矿场、坑内破碎、平峒溜井的除尘设施；

2．井上破碎除尘设施；

3．井下有害气体净化处理设施；

4．矿山坑内外排含泥砂废水、含重金属离子的废水等净化处理设施；

5．炸药加工设施的除尘及污水处理设施；

6．露天矿公路抑尘设施；

7．含有毒物质或放射性物质的废石场的环保设施；

8．废水沉淀污泥的综合利用设施；

9．噪声治理设施；

10．废石场、废采场。

（二）选矿厂（车间）

1．矿石破碎筛分系统除尘设施；

2．矿石露天堆场的防尘设施；

3．矿石运输系统的除尘设施；

4．转炉、竖炉、沸腾炉等焙烧设备和湿精矿干燥设备的烟气净化设施；

5．干选机、干精矿槽的除尘设施；

6．药剂制备设备的除尘设施；

7．浮选有害废水的净化处理设施；

8．有害气体、放射性物质的净化处理设施；

9．尾矿坝外排水处理设施和尾矿坝防尘设施；

10．尾矿综合利用设施；

11．尾矿坝植被废尾矿坝复垦造田设施；

12．防止水土流失、淋溶水危害的设施；

13．噪声治理设施。

（三）烧结、球团厂（车间）

1．原料准备系统的接受、加工和运输的除尘设施；

2．配料、混合系统的排气净化设施；

3．熔剂、燃料破碎筛分除尘设施；

4．烧结机机头、机尾除尘设施；

5．烧结矿冷却、筛分、整粒和返矿系统的除尘设施；

6．贮料场（贮铁精矿、富矿、燃料等）的抑尘设施；

7．有害气体（如SO_2，NO_X，HF等）的净化设施；

8．球团竖炉的烟气净化设施；

9．含尘废水净化处理设施；

10．尘泥综合利用设施；

11．噪声治理设施。

（四）焦化厂（车间）

1．煤场抑尘设施；

2．煤粉碎机室、筛焦楼、贮焦槽及皮带机转运点等除尘设施；

3．焦炉上升管、桥管、加煤孔盖、两侧炉门等防止烟尘设施；

4．无烟装煤及烟尘清洗设施；

5．推焦烟尘收集、清洗设施；

6．湿法熄焦的栅隔板除尘设施；

7．化产回收精制车间有害气体的净化设施；

8．煤气脱硫脱氰设施；

9．油槽车清洗设施；

10．含酚氰废水的脱酚、脱氰和综合利用设施；

11．含酚氰油等有害物废水的净化处理设施；

12．各种废渣的综合治理设施或送配煤添加装置；

13．噪声治理设施。

（五）耐火材料厂（车间）

1．竖窑、回转窑、倒焰窑、隧道窑等烟气除尘设施；

2．浸油设备的焦油烟气净化设施；

3．原、燃料料场和输送系统的防尘、除尘设施；

4．噪声治理设施。

（六）钢铁厂原料场

1．原、燃料堆场及皮带转运点的防尘设施；

2．原、燃料堆场排水及冲洗水处理设施；

3．原料处理过程中的除尘设施；

4．设备噪声治理设施。

（七）炼铁厂（车间）（包括锰铁高炉）

1．各种原料处理及上料系统（包括煤粉喷吹系统）的除尘设施；

2．出铁场烟尘（包括铁水罐、渣罐等烟尘）的除尘设施；

3．铸铁机烟气除尘及其废水处理设施；

4．钢水罐、渣罐修理的除尘设施；

5．高炉煤气清洗水的处理设施（包括瓦斯泥的输送、浓缩及脱水等设施）；

6．高炉渣处理利用设施及冲渣的废水废气处理设施；

7．含铁粉尘处理利用设施；

8．噪声治理设施（包括高压炉顶均压放散等消音设施

及煤粉喷吹系统的噪声治理设施）。

（八）炼钢厂（车间）

1．转炉（包括提钒装置）、电炉、平炉以及炼钢用的化铁炉烟气除尘设施（不包括余热锅炉）；

2．转炉（包括提钒装置）、电炉、平炉烟气清洗水的处理设施（包括除尘污泥的输送、浓缩及脱水等设施）；

3．混铁炉、铁水预处理、炉外精炼、散状料系统和炉料烘烤、钢包处理、炉衬打结、焦油煮砖等除尘设施；

4．铸锭、钢模和底盘清理、钢锭清理等除尘设施；

5．白云石焙烧、石灰窑烟气净化设施；

6．含铁粉尘、除尘污泥和钢铁渣等处理利用设施（包括钢渣水淬的水处理设施）；

7．真空处理的废水处理设施；

8．噪声治理设施。

（九）铁合金厂（车间）

1．原料处理及输送过程中的除尘设施；

2．铁合金窑、炉烟气除尘设施（不包括余热锅炉）；

3．各种废水处理设施（包括湿式除尘废水、冲渣水、工艺废水等处理设施）；

4．铁合金渣和炉窑的金属粉尘等处理利用设施；

5．噪声治理设施。

（十）连铸车间

1．钢坯切割及表面清理除尘设施（包括湿式除尘污水处理设施）；

2．二次冷却水及板坯冷却水处理设施；

3．二次冷却水蒸汽排除设施；

4．噪声治理设施。

（十一）轧钢厂（车间）

1．钢坯表面清理烟尘净化设施（包括机械清理和火焰清理）；

2．轧机排烟除尘设施（包括平整机排烟除尘设施和薄板轧机沥青烟净化处理设施）；

3．酸、碱洗系统除雾、除尘设施；

4．镀（涂）层系统烟尘治理设施；

5．热处理系统烟尘治理设施；

6．加热炉烟气（燃煤）除尘设施及炉渣处理设施；

7．精整系统除尘设施；

8．轧钢系统废液、废水处理设施及其泥渣处理设施；

9．废油处理或回收装置；

10．废酸处理或回收装置；

11．噪声治理设施。

（十二）钢铁企业机修系统

1．各种烟尘（粉尘）的除尘设施；

2．各工业炉（包括盐浴炉等）烟气净化设施；

3．除尘污水处理设施；

4．酸洗废水处理设施；

5．含油废水处理设施；

6．含重金属废水处理设施；

7．废型砂、废切削料、废木料等处理、利用设施；

8．噪声治理设施。

注：铸造化铁炉、电炉等环保项目与炼钢车间相同。

（十三）锅炉房及发电厂

1．锅炉烟尘净化处理设施；

2．燃煤装卸、破碎、筛分、输送、堆存的防尘、除尘设施；

3．化学除盐水处理系统的废水、湿式除尘污水及含油废水（燃油锅炉）的处理设施（包括污泥处理设施）；

4．水力除灰系统煤灰、渣处理、利用及废水处理设施；

5．噪声治理设施。

（十四）煤气站

1．煤的装卸、破碎筛分、输送、堆存的除尘设施；

2．煤气清洗水（包括水封水）的处理设施；

3．焦油、焦油渣、炉渣处理设施；

4．噪声治理设施。

（十五）氧气站、空压站、鼓风机站

噪声治理设施。

（十六）乙炔站、氢氧站

1．乙炔站废水和电石渣的处理设施；

2．氢氧站废液、废水处理设施。

（十七）重油库及油罐

含油废水处理设施。

（十八）中心试验室及各检（化）验分析室

1．各种废液、废水的处理设施；

2．有毒气体的净化设施；

3．局部除尘设施；

4．噪声治理设施。

（十九） 全厂性设施

1．企业环保监测站（车间环保监测组）；

2．全厂性含铁尘泥或其它粉尘的集中处理利用设施；

3．全厂性含油废水处理及废油回收的集中处理装置；

4．全厂含油泥渣焚烧装置；

5．全厂煤气管道冷凝水处理设施；

6．全厂生活污水和医院污水处理设施；

7．全厂绿化及防护林带工程；

8．全厂有害废物堆存场地防止扩散、渗漏和流失的设施；

9．全厂蒸汽机车的煤灰渣和机车锅炉酸洗废水的处理设施；

10．全厂放射性物的处理设施。

附录4

冶金工业企业清洁工厂（矿山）标准

冶金工业部1984年9月颁发

清洁工厂（矿山）只在专业厂（包括联合企业的二级厂矿）中进行评定和命名。联合企业所属二级厂矿凡均达到清洁工厂标准，该联合企业自然成为清洁工厂。

清洁工厂（矿山）的标准：

一、有健全的环保管理和环境监测系统。有科学的管理办法和制度

1．有健全的环保管理机构，业务范围明确；

2．有健全的环境监测机构和监测手段；

3．有健全的管理制度、报表、台帐齐全；

4．实行环保经济责任制，奖惩分明。

二、合理的利用资源、能源和水

1．工业水循环利用率：

丰水地区＞70%；

缺水地区＞90%。

2．冶炼渣利用率（特殊渣技术未过关除外）：

钢渣（转炉、平炉、电炉）＞40%；

铁合金渣＞90%。

3．可燃气体放散率：

焦炉煤气＜1%；

高炉煤气＜4%；

转炉、铁合金炉煤气回收利用。

4．含铁尘泥、氧化铁皮利用率＞90%。

三、废水、废气、废渣和噪声得到治理

1．环保设施的完好率、开动率＞95%；

2．污染物综合排放合格率＞90%；

3．设备和管道等的泄漏率＜1.0‰；

4．岗位粉尘合格率＞90%；

5．厂界环境噪声＜65dB（A）。

四、厂容、厂貌整洁，文明生产与绿化

1．厂容、厂貌整洁，原材料、设备存放整齐；

2．道路清洁，路面畅通；

3．厂区绿化率＞15%或可绿化率＞90%；

4．机器、设备干净，恢复本色。

附录5

城乡建设环境保护部、国家计划委员会、国家科学技术委员会、国家经济委员会、财政部、中国人民建设银行、中国工商银行

关于环境保护资金渠道的规定的通知

（84）城环字331号

各省、自治区、直辖市计委、科委、经委、财政厅（局）、城乡建设环境保护厅（环保局）、建设银行、工商银行，重庆市财政局、环境保护局，国务院各有关委、部、局：

根据《国务院关于环境保护工作的决定》（国发〔1984〕64号文）的精神，现对环境保护资金渠道明确规定如下：

一、一切新建、扩建、改建工程项目（含小型建设项目），必须严格执行“三同时”的规定，并把治理污染所需资金纳入固定资产投资计划。各级计划、经济、建设和环境保护部门都要在这方面严格把关。同时由建设部会同国家计委、农牧渔业部尽快研究制定小型企业环境保护法规，报国务院审批颁布实行。

新项目的环境影响评价费，在可行性研究费用中支出。要适当增加项目的可行性研究费用。在建项目需要补做环境影响评价时，其费用应包括在该建设项目的投资——不可预见费用中列支。

二、各级经委、工交部门和地方有关部门及企业所掌握的更新改造资金中，每年应拿出7%用于污染治理；污染严重、治理任务重的，用于污染治理的资金比例可适当提高。企业

留用的更新改造资金，应优先用于治理污染。企业的生产发展基金可以用于治理污染。

集体企业治理污染的资金，应在企业“公积金”、“合作事业基金”或更新改造资金中安排解决。

三、大中城市按规定提取的城市维护费，要用于结合基础设施建设进行的综合性环境污染防治工程，如能源结构改造建设，污水及有害废弃物处理等。

四、企业交纳的排污费要有80%用于企业或主管部门治理污染源的补助资金。其余部分由各地环境保护部门掌握，主要用于补助环境保护部门监测仪器设备购置、监测业务活动经费不足的补贴、地区综合性污染防治措施和示范科研的支出，以及宣传教育、技术培训、奖励等方面，不准挪作与环境保护无关的其它用途。

五、工矿企业为防治污染、开展综合利用项目所产产品实现的利润，可在投产后五年内不上交，留给企业继续治理污染，开展综合利用。

工矿企业为消除污染、治理“三废”、开展综合利用项目的资金，可向银行申请优惠贷款。属于技术改造性质的，可向工商银行申请贷款；属于基建性质的，可向建设银行申请贷款。

工矿企业用自筹资金和交纳排污费单位用环境保护补助资金治理污染的工程项目，以及因污染搬迁另建的项目，免征建筑税。

六、关于防治水污染问题，应根据河流污染的程度和国家财力情况，提请列入国家长期计划，有计划有步骤地逐项进行治理。

七、环境保护部门为建设监测系统、科研院（所）、学校以及治理污染的示范工程所需要的基本建设投资、按计划

管理体制，分别纳入中央和地方的环境保护投资计划。这方面的投资数额要逐年有所增加。

八、环境保护部门所需科技三项费用和环境保护事业费，应由各级科委和财政部门根据需要和财力可能，给予适当增加。

1984年6月10日

附录6

征收排污费暂行办法

（国务院1982年2月5日国发〔1982〕21号通知发布）

第一条 根据《中华人民共和国环境保护法（试行）》第十八条关于“超过国家规定的标准排放污染物，要按照排放污染物的数量和浓度，根据规定收取排污费”的规定，制定本办法。

第二条 征收排污费的目的，是为了促进企业、事业单位加强经营管理，节约和综合利用资源，治理污染，改善环境。

第三条 一切企业、事业单位，都应当执行国家发布的《工业“三废”排放试行标准》等有关标准。省、自治区、直辖市人民政府批准和发布了地区性排放标准的，位于当地的企业、事业单位应当执行地区性排放标准。

对超过上述标准排放污染物的企业、事业单位要征收排污费；对其他排污单位，要征收采暖锅炉烟尘排污费。

排污单位缴纳排污费，并不免除其应承担的治理污染、赔偿损害的责任和法律规定的其他责任。

第四条 排污单位应当如实地向当地环境保护部门申报、登记排放污染物的种类、数量和浓度，经环境保护部门或其指定的监测单位核定后，作为征收排污费的依据。

第五条 排污费的征收标准，按本办法附表的规定执行。个别工业密集、污染特别严重的大、中城市，经国务院环境保护领导小组批准，对收费标准可作适当调整。

排污单位所排放的废水、废气、废渣中，同一排污口含

有两种以上有害物质时，应当按收费最高的一种计算。

地区性排放标准增加的项目，由省、自治区、直辖市人民政府参照本办法附表，规定征收标准。

第六条 对缴纳排污费后仍未达到排放标准的排污单位，从开征第三年起，每年提高征收标准百分之五。排污单位经过治理和加强管理，已经达到排放标准，或者显著降低排污数量和浓度，可向当地环境保护部门申请，经监测属实，应当停止或减少收费。

《中华人民共和国环境保护法（试行）》公布以后，新建、扩建、改建的工程项目和挖潜、革新、改造的工程项目排放污染物超过标准的，以及有污染物处理设施而不运行或擅自拆除，排放污染物又超过标准的，应当加倍收费。

各省、自治区、直辖市可按照实际情况，作其他增收或减收的规定。

第七条 排污费按月或按季征收。排污单位不论其隶属关系和所有制关系，都应当根据当地环境保护部门的缴费通知单，在二十天内向指定银行缴付排污费，逾期不缴的，每天增收滞纳金千分之一。

中央部属和省（自治区、直辖市）属排污单位的排污费，缴入省级财政，其他排污单位的排污费缴入当地地方财政。中央部属和省属企业集中的城市，经省人民政府批准，排污费可缴入当地地方财政。

第八条 企业单位缴纳的排污费，可以从生产成本中列支。提高征收标准的部分，全民所有制企业在利润留成或企业基金中列支；实行“利改税，独立核算，自负盈亏”的全民所有制企业和集体所有制企业，在缴纳所得税后的利润中列支。事业单位缴纳的排污费，先从单位包干结余和预算外资金中开支，如有不足，可以从单位事业费中列支。

第九条 征收的排污费，纳入预算内，作为环境保护补助资金，按专项资金管理，不参与体制分成。

环境保护补助资金，由环境保护部门会同财政部门统筹安排使用。要坚持专款专用，先收后用，量入为出，不能超支、挪用。如有节余，可以结转下年使用。

第十条 环境保护补助资金，应当主要用于补助重点排污单位治理污染源以及环境污染的综合性治理措施。

排污单位在采取治理污染措施时，应当首先利用本单位自有财力进行，如确有不足，可报经主管部门审查汇总后，向环境保护部门和财政部门申请从环境保护补助资金中给予一定数额的补助。这种补助一般不得高于其所缴纳排污费的百分之八十。也可以将环境保护补助资金的百分之八十，交由各主管局安排用于补助企业、事业单位治理污染源，由环境保护部门和财政部门进行监督。属于第六条第二款所列情况的单位，不予补助。

环境保护补助资金可适当用于补助环境保护部门监测仪器设备的购置，但不得用于环境保护部门自身的行政经费以及盖办公楼、宿舍等非业务性开支。

第十一条 环境保护补助资金，通过建设银行监督拨款。

第十二条 各省、自治区、直辖市人民政府可根据本办法，制定具体的实施办法。

第十三条 本办法自一九八二年七月一日起执行。

附表

排污费征收标准

一、废　气

单位：元

有害物质名称		超标非放量每公斤	浓度超过标准每10立方米		
二氧化硫、二硫化碳、硫化氢、氟化物、氮氧化物、氯、氯化氢、一氧化碳		0.04			
硫酸（雾）、铅、汞、铍化物			0.03—0.10		
生产性粉尘	玻璃棉、矿渣棉、石棉、铝化物	0.10			
	电站煤粉、水泥粉尘	0.02			
	炼钢炉粉尘、其他粉尘	0.04			
工业及采暖锅炉烟尘	超标倍数	4以内	4.1—6	6.1—9	9以上
	林格曼浓度	2 级	3 级	4 级	5 级
	每吨燃料收费	3.00	4.00	5.00	6.00

注：（1）蒸汽机车及其他流动污染源的排烟暂不收费。

（2）火力电站、工业和采暖锅炉的废气，目前暂按烟尘征收排污费，其他有害物质暂不收费。

二、废　水

单位：元/吨水

有害物质或项目名称	浓度超标倍数					
	5以内	5—10	10—20	20—50	50以上	
汞、镉、砷、铅及其无机化合物，六价铬化合物	0.15—0.20	0.20—0.30	0.30—0.45	0.45—0.90	0.90—2.00	
硫化物、石油类、挥发性酚、氰化物、有机磷、铜、锌、氟及其化合物，硝基苯、苯胺类	0.10—0.15	0.15—0.20	0.20—0.35	0.35—0.60	0.60—1.00	
悬浮物、COD、BOD、pH值	0.40—0.06	0.06—0.10	0.10—0.15	0.15—0.20	0.20—0.30	
病原体	0.08					

注：pH值超出6—9，每高、低1按超标倍数5以为基数（0.04—0.06元）的一倍计。

三、废　渣

单位：元

有害物质名称	向水体倾倒或排放每　吨	无防水、防渗措施堆放每吨、月	无专设的堆放场所堆放每吨、月
含汞、镉、砷、六价铬、铅、氰化物、黄磷及其他可溶性剧毒物废渣	36.00	2.00	
电厂粉煤灰	1.20		0.10
其他工业废渣	5.00		0.30

注：（1）排放或倾倒或无防水、防渗措施堆放剧毒废渣，除收费外，应立即制止其行为，并责成清理。

（2）“电厂粉煤灰”一项，只适用《环境保护法（试行）》公布前，建成投产而未建灰场、已向水体排放的燃煤电厂。其他电厂（包括上述电厂扩建）排放粉煤灰，适用其他工业废渣的标准。

（3）在尾矿坝、灰场、废渣（包括煤矸石）专用堆放场等设施内堆放的，暂不收费。