



环境友好型设计

Environmentally Responsible Design: GREEN AND SUSTAINABLE DESIGN FOR INTERIOR DESIGNERS

环境友好型设计

绿色和可持续的室内设计

【美】 Louise Jones 编著
韦晓宇 译



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

环境友好型设计

绿色和可持续的室内设计

【美】 Louise Jones 编著

韦晓宇 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

Environmentally Responsible Design: Green and Sustainable Design for Interior Designers

978-0-471-76131-0

Louise Jones

Copyright © 2008 John Wiley & Sons, Inc.

All Rights Reserved. This translation published under license.

No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons, Inc.

本书中文简体版专有翻译出版权由美国 John Wiley & Sons, Inc. 公司授予电子工业出版社。未经许可，不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号 图字：01-2011-0633

图书在版编目 (CIP) 数据

环境友好型设计：绿色和可持续的室内设计 / (美) 琼斯 (Jones, L.) 编著；
韦晓宇译. — 北京：电子工业出版社，2014.10

书名原文：Environmentally Responsible Design: Green and Sustainable Design for Interior Designers

ISBN 978-7-121-24379-0

I . ①环… II . ①琼… ②韦… III . ①室内装饰设计 IV . ① TU238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 216670 号

策划编辑：胡先福

责任编辑：胡先福 但纯清

印刷：北京天来印务有限公司

装订：北京天来印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本：787×980 1/16 印张：24.5 字数：523 千字

版次：2014 年 10 月第 1 版

印次：2014 年 10 月第 1 次印刷

定价：89.00 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

环境友好型设计的目标是改造建筑行业,通过建筑环境的设计和建设,提高在这个设计环境中生活、工作和娱乐的当前与今后几代人以及承载他们的这个星球的健康和幸福。

室内设计师对家庭、工作场所和公共建筑的室内环境负有责任。直到最近 25 年来,设计师们才理解他们的角色的复杂性和他们的决定的综合性后果。设计环境和自然环境以一种还未被完全了解的复杂方式相互关联。设计师所做的决定影响了当前和今后几代人以及他们生活、工作和娱乐所处的星球的健康和幸福。

绿色设计 (green design)、生态设计 (ecological design)、可持续设计 (sustainable design)、环保意识设计 (environmentally conscious design)、绿色建筑 (green architecture) 和环境友好型设计 (environmentally responsible design) 这几个术语经常被交替使用。然而,其中有微妙的区别。例如,绿色产品 (green products) 特指一个可持续发展的项目。绿色设计往往意味着一个微观角度——以保护人的健康、安全和幸福作为设计决策的基础,例如,对过敏、哮喘、肺气肿或多种化学物质敏感的人来说更安全的环境。可持续设计往往意味着一个宏观角度——以提高全球环境和保护世界生态系统作为设计决策的支柱,例如,关注自然资源枯竭。环境友好型设计意味着对绿色和可持续设计的共同关注。

目前提供给室内设计师的资源不足以支持他们充分发挥其在人为设计环境的创作中的作用。现有的关于在建筑物的设计和建筑中应用可持续设计的实践,和环境友好型施工材料的规范,有丰富的资源,但很少有专注于这些建筑的室内设计的资源。这本基础著作提供了环境友好型室内设计的基本原理。它以关于对地球上的生命有威胁的问题的广阔视野为开端,随后更严密地集中于室内设计师的职权范围内的问题。对本书内容的理解会使读者转变支持室内设计学生或从业者的作品的范式 (paradigm),人们将不再仅仅考虑美学和功能要求来做出设计决策——人们将通过环境责任的过滤器做出室内环境设计决策。

按照惯例,每个项目都有一个起点。关于“环境友好型室内设计”的介绍可用一条印第安人公理作为其出发点:“我们没有从我们的祖先那里继承地球,我们从我们的孩子那里借用地球。”这个原则是绿色和可持续设计规则研究的哲学基础。

致 谢

这本书的写成，应该感谢许多人的慷慨援助、鼓励和支持，很遗憾，我只能够认出少数为这个项目做出最显著贡献的人。首先，感谢我的父母，格伦和贝蒂·琼斯，他们给我灌输了对自然的爱和尊重，以及对学习的热情。

没有我丈夫亨利持续的爱和支持，这本书将不可能完成，他承担起我们的日常生活，这样我可以把重心放在著书上。感谢我的孩子罗布、卡翠娜和斯科特，感谢他们的耐心，他们赐予我无数的时间在这个项目上工作。

感谢为本书提供各个章节内容的我的同事们：多萝西·福尔斯，阿曼达·盖尔，安娜·马歇尔-贝克，珍妮·梅瑟-巴拉德，海伦娜·莫萨切，琳·努斯鲍默。他们的勤奋工作使得这个项目能成功完成。由于他们愿意与那些对环境友好型设计感兴趣的学生和设计师分享他们的知识和经验，才使得讨论具有深度和广度。

特别感谢鲍勃·拉赫吉和东密歇根大学的教师、职员，以及室内设计专业的研究生，在我为这一巨大的努力感到不堪重负的时候他们给了我鼓励。

最后，感谢保罗·德劳格斯和他在约翰威立出版公司的同事们在整个项目中对我的指导。

本书中提到的机构及其缩写对照如下：

ASID：美国室内设计师学会

FASID：国际发展高级研究基金会

FIDEC：国际咨询工程师联合会

FIIDA：美国图形艺术学会

IDEC：室内设计教育委员会

IESNA：北美照明工程学会

IIDA：国际室内设计协会

LC：照明认证

LEED AP：能源与环境设计先锋认证专家

NCIDQ：美国国家室内设计师资格委员会

目 录

前 言

致 谢

第一部分 环境友好型室内设计

第 1 章 全球可持续性：宏观视角

3

路易丝·琼斯，建筑学博士，LEED AP，IDEC，ASID，IIDA，东密歇根大学

第 2 章 人类与环境相互作用时间表

41

路易丝·琼斯，建筑学博士，LEED AP，IDEC，ASID，IIDA，东密歇根大学

第 3 章 环境友好型室内设计

83

路易丝·琼斯，建筑学博士，LEED AP，IDEC，ASID，IIDA，东密歇根大学

第 4 章 以自然为设计模型

103

安娜·马歇尔 - 贝克，哲学博士，IDEC，北卡罗莱纳大学

第二部分 室内环境质量

第 5 章 室内空气质量

135

琳达·努斯鲍默，哲学博士，南达科他州立大学

第 6 章 环境友好型照明设计

157

多萝西·福尔斯，哲学博士，IESNA，FIDEC，FASID，FIIDA，LC，爱荷华
州立大学

第 7 章 能源, 暖通空调, 水 197

杰弗里·S·蒂勒, 专业工程师, LEED AP, 阿帕拉契州立大学

珍妮·梅瑟-巴拉德, 文学硕士, NCIDQ, LEED AP, LC, IESNA,

IDEC, 阿帕拉契州立大学

第三部分 室内装饰与家具评估

第 8 章 认证项目和评估工具 257

阿曼达·盖尔, NCIDQ 认证, IDEC, 东密歇根大学

第 9 章 美国绿色建筑委员会和 LEED 认证 279

路易丝·琼斯, 建筑学博士, LEED AP, IDEC, ASID, IIDA, 东密歇根大学

第 10 章 环境友好型室内设计产品规格 297

海伦娜·莫萨切博士, LEED AP, IDEC, 萨凡纳艺术与设计学院

第四部分 案例研究

第 11 章 案例研究: 美国密歇根州门罗圣母无玷之心修道院 349

路易丝·琼斯, 建筑学博士, LEED AP, IDEC, ASID, IIDA, 东密歇根大学

第 12 章 案例研究: 东密歇根大学埃弗雷特·马歇尔大楼 365

路易丝·琼斯, 建筑学博士, LEED AP, IDEC, ASID, IIDA, 东密歇根大学

参考文献 377

第一部分

环境友好型 室内设计

我们是否能够面对我们的孩子，向他们保证，我们并不缺乏勇气面对这些难题，也不缺乏精力去追求正确的解决方案？

——皮埃尔·爱略特·特鲁多

第 1 章

全球可持续性：宏观视角

路易丝·琼斯，建筑学博士，LEED AP，IDEC，ASID，IIDA，东密歇根大学

地球属于在其过程中的每一代人……充分享有其权利。第二代没有债务和负担地从第一代那里接受它，第三代从第二代那里接受它，以此类推。因为如果第一代将债务承载于其上，那么地球将属于死者而不是活着的一代。

——托马斯·杰斐逊（1789）

好设计不在于名字

环境友好型设计

1987 年，联合国提出了最常使用的可持续发展的定义：“既能满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”（联合国世界环境与发展委员会 1987 年，54）。这确定了一个以发达国家目前显示的水平，将现阶段人类行为和人类长期生存的前景并列的宏观角度。联合国的定义指出两个基本概念：（1）公平公正的代际配置和自然资源使用，（2）生态系统的跨时间保护。如果要满足现在和未来几代人的需求，两者都被认为必要的。

可持续设计意味着宏观角度的环保责任——为现在和未来几代人保护全球生态系统的健康和幸福。绿色设计指的是微观角度——在建筑环境中保护人们的健康和幸福。环境友好型设计（ERD）是绿色设计和可持续设计的结合，对地球和地球上的居民有着深远的益处。

术语定义

环境友好型设计 (ERD)：一个全面的角度，同时解决建筑环境中的人的健康和幸福，以及支持当前和未来几代人生活的全球生态系统的健康和幸福。

绿色设计：一个微观的角度，解决建筑环境中人的健康、安全和幸福。

可持续设计：一个宏观的角度，解决支持当前和未来几代人生活的全球生态系统的健康和幸福。

可持续发展：既能满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展（1987 年联合国世界环境与发展委员会，54）。

思考模式的转移

从对环境不负责任的模式转变到保护环境模式，将挑战负责建筑环境的设计和建设的专业人员的范围。考虑建筑环境后所做的决策影响人类和地球的健康和幸福。建筑环境并不独立存在，它影响了自然环境并被其影响。现在建筑的设计、建设、经营、使用和维护被看作独立活动。

从不可持续到可持续设计和建设的思维转换对负责建筑环境的人来说是一个挑战。根本上，环境友好型设计和建筑将是以下各方的共同努力：政府官员、专业规划师、开发商、金融家、建筑师、工程师、室内设计师、施工经理、法规官员、园林建筑师、设备管理人员和负责支持基础建设和建筑环境要素的相互关联的系统的商人们。人们日益认识到 ERD 作为绿色和可持续设计的结合，对自然环境、全球经济和在建筑环境中生活、工作和娱乐的人们有积极影响。

可持续设计原则

原则 1，尊重自然系统的智慧

在被雅尼娜·拜纽什称为仿生学（2002 年）的过程中，自然应该作为设计的导师和模型。

原则 2，尊重人

可持续设计努力为所有人创建一个健康的栖息地，而不减少对自然为所有创造物以及我们未来的种族提供滋养的场所的能力。

原则 3，尊重场所

可持续设计尊重场所之间存在的分歧，无论该分歧是在宏观层面（如气候变化）还是微观层面上（例如生物差异）。建筑物应从根本途径上响应场所。

原则 4，尊重生命周期

可持续设计尊重自然生命周期，围绕这一概念，在大自然的一切废品都对其他生物体是有用的——“垃圾即食物”。我们的目标是打造一个“对任何时期的任何人”都安全的环境（威廉·麦克唐纳）。今天所做的选择将会影响到所有未出生的生物。

原则 5，尊重能源和自然资源

可持续设计承认所有的自然资源在其自然状态下都存在其内在价值。节能和可再生资源是一个有限的世界的准则。

原则 6，尊重过程

可持续设计不仅仅是整体的总和。要改变结果，必须改变导致结果的过程。只有通过整体思维，协作和跨学科沟通才能建立一个可持续发展的未来。

来源：改编自麦克伦南（2004）。

生态系统：一种动物、植物和微生物的相互联系和共生的整体，其职能是通过生物、地质、化学活动维持生命的互相依存单位。

思考模式的转移：大多数人对变革的信念、态度或处事方式的接受；人们的世界观根本性变化。

建筑环境：为人类活动提供环境的人造环境，在发达国家该环境的绝大部分是人造的，这些人造环境非常广泛和一致，作为一个系统它影响了人们的生活、工作和娱乐方式。

不可持续：符合迫切需要，但随着时间的推移会消耗或损坏自然资源使其无法继续。

可持续：提供持续的利益而不削弱环境。

市场经济：一种生产、分配和交换由个人或私营企业控制而不是由政府控制的经济。

人类行为对环境的影响

经济、社会和生态系统的互动

关于环境友好型设计的学术研究是复杂的，因为它涉及多种学科范围，必须在经济、社会和生态系统范围内进行。建筑环境的创造涉及资源问题、可能造成的环境退化、人类健康问题、建设经济学、社区发展，以及其他与经济、社会和生态系统等交织在一起的问题。本章的重点是可持续发展的宏观角度。

能源消耗比较

2006 年建筑部门消耗的能源占美国总能源消耗的 39%——比交通和工业还多。建筑物消耗了美国电力生产的 71%（斯图瓦特 2007）。然而，最终是自然提供了创造建筑环境所需的能源和原材料。1999 年全球经济每秒钟所燃烧的能源（大部分是化石燃料），需要地球通过 10000 分钟的太阳能收集和光合作用来产生（霍肯 1999）。

经济系统

建筑环境是美国经济的主要组成部分。建筑环境的创造、生产、维修、装修及要素交流对市场经济有着重大影响。建筑业占美国 2004 年国内生产总值（GDP）的 8.3%（美国人口普查局经济事务部）。

社会系统

建筑环境的创造需要一个健康的社会制度，以做出满足一般民众的利益的正确决定。社会系统涉及规划师、开发商、业主、建筑师、工程师、室内设计师、景观建筑师、承包商和商人之间的关系。建筑的创造和运营直接关系到发电、水和天然气等公用事业的连接、固体废物处理、污水和雨水处理及排放、汽车的使用、公共交通，以及其他与生态系统交互作用的人造系统。必须查明和避免涉及植物和野生动物栖息地破坏、固体废物处置、有毒物质释放、自然排水系统改造以及水和空气污染的潜在问题。治理社区的社会系统必须与决定其命运的经济和生态系统和谐作用。现在，土地、能源、水和材料的使用是不可持续的，如果地球将由我们的后代居住，必须结束这一状态——这是社会系统的任务。

生态系统

大自然提供了创造建筑环境所需要的所有能源和原料：建筑物所在的土地、为建设和运营建筑提供动力的燃料、居民用水，以及吸收、同化和处理废物的物理过程。总之，如果没有健康的生态系统，就没有建筑环境或其所在社区的资源。生态相互作用为建筑环境的发展提供了环境（基伯特 1999）。

建筑物问题

建筑物对全球社会面临的许多环境问题产生重大影响。根据世界观察研究所，约 10% 的全球经济涉及建筑物建设、装修和运营，从而利用了多达 50% 的世界自然资源。传统设计和施工方法已经被证实与环境损害有关，包括自然资源枯竭、空气和水污染、有毒废物和全球变暖。在美国，建筑物消耗年发电量的 65%、采伐木材的 25% 和饮用水的 42%。年度温室气体排放量的 30% 是由建筑物产生的，而建筑材料占填埋垃圾的 40%（吉德里 2004）。

环境友好型设计决策是在评估人类行为对全球环境影响的基础上做出的。这项评估由两部分组成。首先，必须计算规模，这可以通过使用算术和统计完成。从每平方英尺消耗的电力到每个家庭每年的固体废物产生量，任何参数都可以估计并计算规模以得出全球平均水平，然后及时向前或向后推断。其次，必须计算成果的重要性并按其重要程度排序，以便对各种可能的结果进行比较（基伯特 1999）。竹子和红橡木都可以用于住宅项目的硬质地板，但哪种是最环保的选择呢？竹子是一种快速可再生（4~8 年）的草本植物，但它必须由货船自中国运来。红橡木则采伐自距离建筑地点 500 英里以内的森林，但是它将需要 20~40 年才能再生。评估规模的分歧能够得到解决，但要找到关于相对重要性和任何人类活动对未来的影响的共识，则要困难得多，正如在京都和约翰内斯堡的可持续发展世界峰会所显示的。

对于创造环境友好型建筑环境而言，关键要认识到建筑环境、建筑物中的人以及建筑物所在的社区的相互关联性。规划师、业主、建筑师、室内设计师以及在建筑物中生活、工作和娱乐的人都必须致力于环境友好型建筑环境这一概念。包括所有利益相关者，以及跨学科合作，是成功创造支持所有生物及其地球家园的健康和幸福的建筑环境的先决条件。

人口爆炸

世界人口增长

世界人口的迅速增长是近期的现象。两千年前的人口约为 3 亿。在很长一段时间人口并没有大幅增长，增长期之后是衰退期。直到公元 1600 年世界人口才翻了一番，为 6 亿。在 1804 年之前达到 10 亿。然而，20 世纪见证了非凡的人口增长——世界人口从 1900 年的 16.5 亿增至 1999 年的 60 亿。这个世纪既经历了最高的人口增长率（在 20 世纪 60 年代末平均每年 2.04%）和最大的世界人口增量（在 20 世纪 80 年代后期每年 8600 万人）。世界人口增长率已从高峰期的 2.04% 降至 2000 年的 1.3%；尽管如此，在 21 世纪世界人口将继续显示大幅增长趋势，并将在 2100 年增加到人口 94.6 亿——比 1985 年人口（47.6 亿）多一倍以上。然而，21 世纪有望成为比 20 世纪的人口增长慢的世纪之一，其特点是生育率下降和人口老龄化。联合国的预测（使用中等生育水平）表明，世界人口将稳定在 2200 年后略高于 10 亿人的水平（联合国 1999）。

世界人口里程碑

人口	年	经过时间	人口	年	经过时间
5 亿	1500		60 亿	1999	12 年后
10 亿	1804	304 年后	70 亿	2013	14 年后
20 亿	1927	123 年后	80 亿	2028	15 年后
30 亿	1960	33 年后	90 亿	2054	26 年后
40 亿	1974	14 年后	100 亿	2183	129 年后
50 亿	1987	13 年后	达到稳定——100 亿		

来源：联合国秘书处经济和社会事务部人口司（1999）。

95% 的人口增长是在发展中国家。中国和印度占总人口增长率的三分之一以上。世界人口的一半以上生活在亚洲——每 10 个人当中就有 4 个人是华裔或印度人。预计到 2050 年印度人口将超过中国，并占世界人口的 30%。尽管亚洲拥有高密度人口，非洲仍然具有最高的增长率，每年增加 2.2%。到 2050 年，非洲的人口将超过其 2006 年人口的 2 倍，将近 20 亿人（联合国 2007）。

1950—2050 年全球人口比较（单位：百万）

地理区域	人口			人口预测 2050		
	1950	1975	2007	低	中	高
世界	2535	4076	6671	7792	9191	10756
非洲	224	416	965	1718	1998	2302
亚洲	1411	2394	4030	4444	5266	6189
欧洲	548	676	731	566	664	777
北美洲	172	243	339	382	445	517

来源：联合国秘书处经济和社会事务部人口司（2007）

空气、土地和水的退化和污染

空气污染

一些常见的空气污染物遍布美国各地。这些污染物会伤害人的健康，破坏环境，造成财产损失。空气污染影响室内空气质量（IAQ），它可以导致发痒、咽炎、眼睛和 / 或鼻子灼热和呼吸困难。空气污染可导致不良建筑综合症（SBS）和建筑物相关症（BRI）。在被污染的空气中发现的一些化学物质会导致癌症、出生缺陷、大脑和神经损伤，以及人的肺部和呼吸通道的长期伤害。某些空气污染物是非常危险的，其偶然的释放可能造成严重伤害甚至死亡。

空气污染可造成环境破坏，对动物、植被和水体产生负面影响。空气污染物稀释地球上空的臭氧保护层。这种臭氧损耗正在造成环境变化（即全球变暖），并增加皮肤癌和白内障（如果不及时治疗可导致失明的眼睛损害）的发生率。空气污染可造成财产损失：碳沉积在土建筑物（soil buildings）和其他结构中，并创造可以侵蚀石头的化学物质，从而破坏建筑物、纪念碑和雕像。空气污染可导致烟雾，减少地面能见度和干扰航空。

烟雾和其他标准空气污染物

环保局将在美国全境发现的污染物称之为标准空气污染物，因为该机构已将它们按照第一发展健康基准（以科学为基础的指导方针）进行规范化，以设定许可等级。一套限额（基本标准）针对健康；另一套限额（二级标准）可防止环境和财产损失。满足或超过

室内空气质量（IAQ）：ASHRAE（美国采暖、制冷与空调工程师学会）定义可接受的室内空气质量为空气中已知的当局所确定的污染物未达到有害浓度，而且 80% 以上的暴露在其中的人未表示不满。

不良建筑综合症（SBS）：建筑物中的人们受到严重的与停留在建筑物的时间相关的对健康和 / 或舒适的影响（如头痛、流鼻涕、红肿、眼睛发痒、咳嗽等），但不能确定具体的疾病或原因。病症可能定位于一个特定房间或区域或蔓延至整个大楼；在离开该建筑物后症状减少或减轻。

建筑物相关症（BRI）：可诊断的疾病或健康问题（如军团病），其原因和症状可直接归因于某一建筑物内的特定污染源。在离开该建筑物后症状并没有减轻或消除。

标准空气污染物：美国环境保护局（EPA）以健康基准为基础来规范大气中许可水平的空气污染物。

达标地区：能达到美国环保局 1990 年清洁空气法案的基本标准（该法案保护人民的健康）甚至比该标准好的地理区域，不符合基本标准的被称为不达标地区。二级标准保护财产和环境。

烟雾：含大量烟尘、灰渣、和气态污染物如二氧化硫和二氧化碳的密集变色雾，是造成人的呼吸系统疾病的原因。

臭氧 (O_3)：一种天然高活性刺激性气体，由氧在紫外线辐射下通过重组形成。这种气体在低层大气中累积为烟雾污染，而在大气上层形成一个保护层，遮盖住地球和地球上的居民使他们不过度暴露在破坏性的紫外线辐射中。

挥发性有机化合物 (VOCs)：高挥发碳基化学物质，产生有毒气体，常见于许多油漆、考克斯、污渍和黏合剂中。

基本标准的一个地理区域被称为达标地区，不符合基本标准的被称为不达标地区。虽然环保局自从 1970 年清洁空气法案通过后规范了标准空气污染物，许多城市地区由于至少有一种标准空气污染物而被列为不达标地区。据估计，9000 万美国人生活在不达标地区（美国环保局 2006a）。

通常被称为烟雾的主要是地面臭氧。臭氧是好还是坏，取决于它的位置。在平流层臭氧保护人类健康和环境，但地面臭氧是烟雾中的主要有害成分。地面臭氧是由来源众多的污染物组合而成，来源包括工业烟囱、汽车、醇酸树脂和油基涂料和溶剂。当汽车燃烧汽油或画家使用醇酸树脂涂料时，由烟雾构成的污染物就被释放出来。通常情况下，风将烟雾形成的污染物吹离源头。因此，烟雾通常在距离形成烟雾构成的污染物的源头几英里以外的地方更浓烈。烟雾形成的化学反应发生在其在空气中随风扩散的过程中。这些污染物确实是在天空中被制造出的，当天气比较热并且阳光明媚的时候，烟雾的形成就更加容易。制造烟雾需要时间，从污染物进入空气到烟雾变得严重往往需要几个小时。

天气和地形决定了烟雾的走向和其浓烈程度。当温度发生倒置（即当暖空气降到地面而非上升并且无风的时候），烟雾可能每次留在原地几天时间。由于交通和其他源头给空气添加了更多的污染物，烟雾越来越糟。烟雾跨过县和州境线。如果一个大都会地区覆盖超过一个州（例如，纽约大都会地区包括纽约、新泽西州和康涅狄格州的部分），他们的政府和空气污染控制机构就必须合作，通过跨州努力减少烟雾问题（美国环保局 2006）。



图 1-1

石油炼油厂的排放物遮盖了设施，并给在此工作的人们带来危险。