

◎于启武 著

环境管理标准化 理论与方法

——企业实施ISO 14000指南

 首都经济贸易大学出版社

环境管理标准化 理论与方法

——企业实施 ISO 14000 指南

于启武 著

首都经济贸易大学出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

环境管理标准化理论与方法/于启武著. - 北京:首都经济贸易大学出版社, 2001. 1

ISBN 7-5638-0886-8

I. 环… II. 于… III. 环境管理 - 标准化 - 基本知识
IV. X-651

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 55897 号

首都经济贸易大学出版社出版发行

(北京市朝阳区红庙)

北京宏飞印刷厂印刷

全国新华书店经销

850×1168 毫米 32 开本 10 75 印张 275 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

印数 1~2 000

ISBN 7-5638 0886 - 8/X·10

定价:19.00 元

前 言

在人类社会即将进入 21 世纪的时候,企业家们在认真地思考企业在新世纪的发展:什么是人类在 21 世纪最需要解决的问题?什么是企业在 21 世纪发展的商机?

自从工业革命开创现代工业以来,以蒸汽机、电动机为标志的现代工业生产方式以其高效率的生产适应了短缺经济的需要,从而在为人类社会创造巨大财富的同时,也为工业自身的发展创造着一个又一个的商机。

20 世纪后期,随着世界经济形势的变化,卖方市场逐渐变为买方市场,高效率的工业生产方式遇到了市场有效需求不足的严峻挑战。在应对这个挑战的过程中,人们的观念逐渐由“效率第一”转变为“质量第一”,即以质量满足社会的需求,以需求带动生产,以生产的高效率保证质量。因此,在市场经济的浪潮中,谁真正把握住了质量,谁就在市场竞争中把握住了商机。

20 世纪末期,工业生产的副作用日益严重地表现出来,资源趋于枯竭,环境污染严重,由此又引发了一系列自然生态问题和人类社会问题,这表明传统工业已经发展到了极限。在 21 世纪,人类必然要改变现有的以牺牲资源和破坏环境为代价的传统工业方式,而把环境放在首位,使生产在合理利用资源和有效保护环境的前提下进行,以此实现生产和社会经济的可持续发展。因此,环境

问题是人类在 21 世纪最需要解决的突出问题, 解决环境问题将是企业在新世纪里认真把握的重要商机。

与环境商机并存的是环境挑战。环境挑战表现在两方面: 第一, 产品方面。越来越多的企业注重开发环境性能好的产品, 由此导致的竞争越来越激烈。企业如果不能及时对产品更新换代, 就面临被淘汰的危险。第二, 管理方面。世界上各工业发达国家的企业普遍建立和实施了环境管理体系, 并按 ISO 14001 标准进行环境管理体系认证。企业如果不能及时跟上这个世界潮流, 其产品、服务、工程等就难以进入国际市场。因此, 解决环境问题不但关系到企业在 21 世纪的发展, 而且关系到企业的生存。

本书是从企业管理的角度而不是从环境技术的角度论述环境管理问题, 主题和中心内容是建立和实施企业环境管理体系。

本书的内容结构和重点如下:

第一章, 环境问题。重点指出: 环境问题是企业发展战略中的重大问题。

第二章, 环境管理体系(EMS)标准, 包括 ISO 14000 系列标准的产生、结构、内容和特点。重点指出: ISO 14000 系列标准的社会意义, 时代特征, 对社会可持续发展和对企业提高竞争能力的作用, 以及 ISO 14001 标准的要求。

第三章, 环境管理体系的建立和实施, 包括建立和实施的整个过程和方法。重点指出: 环境因素识别和环境影响评价的程序、步骤和方法, 以及环境管理体系设计的内容和方法。

第四章, 环境法规、制度和标准。重点指出: 建立和实施环境管理体系必须遵守的环境法律、法规、制度和标准的要求。

第五章, 环境成本, 包括环境成本的理论和方法。重点指出: 不计算环境成本是环境保护工作不力和 ISO 14000 系列标准没有广泛实施的重要经济原因。

第六章, 环境管理体系与质量管理体系(QMS)的结合, 包括体系结合的理论和方法。重点指出: 在 QMS 基础上, 按一定的方

法步骤,便可以利用企业现有条件生成 EMS,并使 EMS 和 QMS 有机结合,并轨运行。这样可以提高管理效率,降低管理费用。

第七章,环境认证,包括环境认证的内容、方法和国际贸易中的环境技术壁垒。重点指出:中国加入 WTO 以后,要遵守 WTO/TBT 的规定,完善环境技术法规和标准体系,规范合格评定的内容和程序;企业应制定环境战略,积极采用国际标准,实施 ISO 14001 认证,突破“绿色贸易壁垒”。

本书写作的目的是为企业建立和实施环境管理体系、制定包括环境战略在内的企业发展战略提供指导,为企业管理人员树立现代管理观念、增强环境意识提供帮助,为管理专业、环境技术专业的学生丰富专业知识和增长应用知识的能力提供参考。

本书是作者在完成原国家教委“九五”规划专项任务项目《采用国际管理标准,建立企业质量和环境综合管理体系》(项目编号:97 JD 63001)的基础上撰写的。其中,包括该项目研究报告的一些内容,又从知识系统化角度出发,补充了相关内容,从企业管理的实际需要出发,增加了一些内容,因此,本书是该项目研究的成果之一。

由于作者知识、水平所限,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

作 者

2000 年 10 月

目 录

第一章 环境问题	(1)
一、20 世纪末中国企业面临的环境挑战	(1)
二、工业社会的环境问题	(7)
三、人类对环境问题的认识	(21)
四、21 世纪企业家的使命	(36)
第二章 环境管理体系标准	(40)
一、环境管理体系标准的产生	(40)
二、ISO 14000 环境管理系列标准的构成	(48)
三、ISO 14001 环境管理体系标准	(50)
四、ISO 14001 标准与 EMAS 的比较	(68)
第三章 环境管理体系的建立和实施	(70)
一、建立环境管理体系的准备工作	(70)
二、初始环境评审	(73)
三、环境管理体系设计	(99)
四、环境管理体系实施	(114)
第四章 环境法规、制度和标准	(117)
一、环境法律、法规和规章	(118)
二、环境管理制度	(127)
三、环境标准	(133)

第五章 环境成本	(174)
一、环境成本问题	(175)
二、环境成本标准	(180)
第六章 环境管理体系(EMS)与质量管理体系(QMS) 的结合	(192)
一、ISO 14000 系列标准和 ISO 9000 族标准关于 EMS 与 QMS 结合问题的阐述	(193)
二、EMS 与 QMS 管理体系的共同性和区别	(204)
三、ISO 9000 与 ISO 14000 推动因素的比较	(209)
四、EMS 与 QMS 管理体系结合的方式	(216)
五、EMS 与 QMS 管理体系结合的实例	(220)
六、EMS 与职业安全卫生管理体系的结合	(227)
第七章 环境认证	(234)
一、认证制度与环境认证	(234)
二、克服“绿色贸易壁垒”与中国加入 WTO 后的 挑战、机遇和对策.....	(250)
附录 1 国家标准 GB/T 24001 - 1996 idt ISO 14001: 1996《环境管理体系 规范及使用指南》	(267)
附录 2 国家标准 GB/T 24004 - 1996 idt ISO 14004: 1996《环境管理体系 原则、体系和支持技术 通用指南》	(294)

第一章 环境问题

一、20 世纪末中国企业面临的环境挑战

20 世纪末,一股环境潮流——环境技术、环境经济和环境管理的潮流陡然在中国涌起。

1996 年,国务院发布了《关于环境保护若干问题的决定》,对 15 种浪费资源、污染严重的小企业(简称“十五小企业”)实行关停和取缔。到当年年底,共关停和取缔了 62 000 多个“十五小企业”,占当年“十五小企业”的 85.5%。此后,国家监察部和国家环境保护总局连续 4 年对全国进行执法检查,“十五小企业”关停率达到 95% 以上。

1997 年 12 月 31 日,国家环境保护总局对淮河流域 1 556 家重点污染企业达标排放情况采取了名为“零点行动”的执法检查,对污染物排放不达标的企业坚决关停和取缔。这给全国的污染企业敲响了警钟:谁严重地破坏了环境,谁就不能生存。

与对水污染治理同样坚决的是对大气污染的治理。北京市空气质量监测数据表明,1998 年全年 3 级以上的空气污染天数已达到全年天数的 39%。面对如此严重的情况,北京市政府出台了一

系列整治措施,第一阶段 18 项,第二阶段 28 项,第三阶段 22 项。其中,特别需要提及的是对机动车尾气的治理。自 1999 年 1 月 1 日起,北京市对机动车尾气检验执行新的严于当时国家标准的“欧洲 1 号”标准,尾气超标的汽车被当场摘牌,限期整改。一年之内,有 6.2 万辆“超期服役”的汽车报废。

1999 年 3 月 10 日,我国发布 4 项汽车排放国家标准,并于 2000 年 1 月 1 日起实施。GB 14761—1999 标准等效采用了欧洲 ECE R 83—02 的技术要求,排放限值采用了欧洲 ECE R83—01 的规定,这说明我国对汽车排放污染物的控制更加严格。在这种形势下,各汽车生产企业纷纷把环保作为最重要的技术要求。例如,作为中国汽车工业摇篮的中国第一汽车集团公司宣布,红旗 CA 7200AE 型轿车采用最新研制的电子燃油喷射闭环控制系统和三元催化器废气净化装置,使排放指标达到了国家最高排放标准的要求。该车的促销广告更是把环保放在突出的地位:“‘珍爱生命,关注环保’是红旗 CA 7200AE 轿车的不懈追求。”与这种理念式的汽车广告形成鲜明对照的是神龙汽车公司富康 988EX 轿车的功能性广告:“富康 988EX,绿色环保先锋,率先达到欧洲 2 号排放标准,超前满足中国未来环保要求。”这些广告代表着企业家的思考:谁在环境保护上领先一步,谁就拥有市场上的主动权。

在家用电器方面,电冰箱生产企业最早把环境保护作为自己的重要发展战略。电冰箱的制冷剂曾广泛使用氟利昂,它易于贮存,价格便宜,但释放到大气层后可引起大气臭氧浓度降低。1987 年,国际社会制定了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。该议定书确定了全球保护臭氧层国际合作的框架,对 8 种破坏臭氧层的化学物质提出了削减生产和使用的时间限制。我国政府于 1989 年加入该议定书。按该议定书规定,发展中国家最晚在 2010 年开始实施完全替代氟利昂的方案。在这种形势下,长岭集团于 1990 年 8 月成功地研制生产出我国第一台无氟电冰箱。此后,“海尔”、“科龙”、“新飞”等企业陆续推出了各自的无氟电冰箱。当

2000 年千禧之年到来的时候, 在中国的电冰箱市场上, 环保特性已经是电冰箱最重要的特征了。

海尔公司为它的电冰箱设计了这样的广告: “海尔冰箱, 跨国度的认同——德国政府最近宣布, 海尔冰箱已得到欧洲权威机构制定的 A 级能耗标准的确认, 凡购买海尔冰箱的消费者, 均可获得政府颁发的环保补贴。”荣事达集团则在千禧年伊始发出了《关爱家园——荣事达告全国同胞书》。其中提出: 在 21 世纪, 荣事达不设计、不生产一台非无氟、非节能的冰箱, 并呼吁消费者从点滴做起, 参与环保事业, 多给地球一份关爱。正是由于这些企业的努力, 市场上才有了千千万万台绿色冰箱, 绿色产品的概念才更加深入人心, 我国政府才有这样的勇气——在 1999 年 11 月 29 日至 12 月 3 日在北京召开的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》缔约国会议上向全世界庄严承诺: 到 2005 年, 中国将全面停止以氟利昂为制冷剂的冰箱的生产和销售; 到 2010 年, 中国将在空调、制冷、汽车等 6 大行业全面停止氟利昂制冷剂产品的生产和使用。

借蒙特利尔议定书缔约国会议在北京召开之机, 中国环境标志产品认证委员会举行了隆重的表彰大会, 表彰了为保护臭氧层作出贡献的冰箱生产企业, 并宣布从 2000 年起, 中国家用制冷器具环境标志产品执行新的更加严格的环境要求, 除产品中不得使用 CFCs 类物质作为制冷剂和发泡剂以外, 还对冰箱使用过程中的耗电量和噪声值作出了限制规定。当我国优秀的电冰箱生产企业从联合国工业与发展组织、蒙特利尔议定书事务处处长谢尼兹亚尔琴达 (Seniz Yalcindag) 女士手中接过光彩夺目的奖杯时, 这奖杯的光芒在告诉人们: 谁在环境保护上能跟上世界的潮流, 谁的产品就能走向全世界。

在环保电冰箱生产企业的带动下, 各种家用电器厂家纷纷推出环保型产品。

1999 年下半年, 海信电器股份有限公司隆重推出了获中国第

001 号环境标志产品认证的低辐射绿色环保电视。该产品采用内置 X 射线限制电路,能将 X 射线的辐射量降至普通电视机辐射量的 $1/20$ 。由于它在保护人体健康特别是保护视力方面的独特功能,使它在市场上迅速成为消费者关注的热点。

各种空调机,除了使用不造成大气污染的制冷剂外,还广泛采用全自动电脑换新风、加强室内外空气循环、新型低温触媒迅速分解有害气体、超静音设计、节能等一系列环境技术。

熊猫国际通信系统有限公司,为了能在竞争激烈的手机市场中占有一席之地,在国内率先推出了我国第一代低辐射“熊猫”GM 410 型绿色环保手机。该产品的突出特点是引进应用了欧洲最新“24K 金质内藏式碗状天线”专利技术。该天线能将靠近人脑一面的电磁波能量反向叠加进行发射,既提高了发射效率,又大大降低了靠近人脑一面的电磁辐射。在通话状态下,靠近人脑一面的电磁辐射功率通量密度的最大值低于手机另一面的 $1/3$ 。由于这种功能,“熊猫”手机被业内人士称为跨世纪的绿色环保手机,它将对 21 世纪的手机绿色生产和绿色消费起到开创性的作用。

从这些竞相争妍的环保产品中,人们已经能够感觉到:工业社会的发展已经开始进入环境保护的时代。

在这种环境保护的时代潮流面前,企业所感受到的不仅仅是机遇,更多的是挑战。对于一个电冰箱生产企业,如果没有对环境问题的深刻认识,没有对企业未来发展(包括针对环境问题在内)的战略规划,就不可能在当时生产线还运转良好时就下决心进行更新改造,也不可能在短时间内能有足够的财力、物力和技术能力迅速淘汰老产品和推出新产品。即使有的企业后来也能推出代表产品更新换代的无氟冰箱,但由于新产品在推向市场时比其他企业慢了一个节拍,其市场份额必然被其他企业抢占,使自己在市场竞争中处于十分不利的地位,甚至因此而破产。

对于汽车行业,由于对汽车排放污染物控制得更加严格,不仅仅是汽车制造厂、发动机制造厂、汽车配件厂感到了巨大的压力,

石油化工企业、道路设计和施工企业、汽车维护保养企业以及其他相关企业也受到了严峻的考验。为了达到新的污染物排放标准,汽车发动机排放的净化技术除了机内净化之外,还要求做排气后置的机外净化处理,使原排放的污染物得到大幅度降低。这项技术运用成败的关键是采用符合规定要求的三元催化转化器和使用优质无铅汽油。但现实中,许多三元催化转化器质量差,国产优质无铅汽油也没有达到《世界燃料规范》中Ⅱ类燃料的规定要求,再加上车辆使用和维护保养等方面的问题,使得人们对尾气检验合格的汽车究竟能在多长时间内保持合格不能不产生疑问。如果说在减少汽车尾气污染物排放方面,我国的汽车制造厂、发动机制造厂、汽车配件厂、炼油厂等企业还有许多问题要解决,那么针对内燃机车、飞机、轮船、坦克等污染问题,各有关行业和企业则面临更大的挑战。

在国际贸易方面,企业面临的环境挑战更为严峻。1992年,联合国环境与发展大会确立全球实施可持续发展战略之后,环境对贸易的影响越来越大,工业发达国家的环保呼声日益高涨,以环保名义设置的各种商品进口技术条件也日益复杂,环境问题逐渐成为国际贸易中一种新的技术壁垒——绿色贸易壁垒。广大发展中国家在绿色贸易壁垒面前处于相当被动的地位,它们在贫穷和人口过多的压力下,为了满足最基本的生存需要,不得不对自然资源进行超负荷利用和开发,而对环境的恶化则没有能力解决。在这种情况下,发展中国家的某些产品要进入发达国家的市场,就必须付出高昂的环境成本,若无力支付这种成本,其产品将无法进入国际市场的大门。

例如,我国南方某服装厂的真丝水洗夹克衫在1994年以前一直是出口欧洲的畅销产品,而到1995年,外商突然停止定货,主要原因是夹克衫上含有某种有毒物质,对消费者的身体健康构成了潜在危害。该厂分析了外商提供的检验报告后,认为是国内生产的染料所致,因此所有染料改为全部使用进口产品。外商接到用

国外进口染料加工制成的夹克衫后,经检验确认原来有毒物质的含量已经低于规定的限值,但外商并没有直接恢复定货,而是表示还需要到中国的服装厂进行现场考察。

在现场考察中,外商充分肯定了进口染料的质量性能,但对中国企业在水洗过程中将大量含有有毒有害物质的废水不经处理直接排入河流的做法提出了尖锐的批评,并表示只有在废水污染得到有效治理并提供有效证据后才能考虑重新定货。该服装厂厂长对此十分不理解,他对外商说:“产品检验已经证明完全符合你们提出的环境技术要求,我们的夹克衫既受欧洲的消费者喜爱,又没有危害人体健康的有毒物质,你们为什么不定货?至于废水污染,污染的是中国的河流,顶多污染物流进太平洋,但也到不了大西洋,更不可能污染欧洲,以此作为不能定货的借口实在不能理解。”外商的回答是:“地球只有一个。如果我们从给地球带来污染的工厂大量定货,就是鼓励人们破坏我们的地球。”当这位厂长了解到欧洲工商企业“环境友好的采购”时,不无感慨地说:“不是人家太苛刻,而是世界变化太快了。”由于该服装厂一方面没有进行污水治理的经济实力,另一方面即使建成污水处理设施,也会由于其运行成本而加大夹克衫的成本,使其在价格上失去在市场上的竞争能力,因此,该厂的产品不得不由出口转为内销。

我国东南沿海某丝绸进出口公司,长期以来向欧洲大量出口真丝绸产品:1992年出口真丝绸88万米;1993年出口真丝绸76万米;1994年出口真丝绸57万米;1995年出口数量出现了更大规模的下滑;此后几年一直在很低水平上徘徊。真丝绸出口量逐年下跌的重要原因之一,是我国的丝绸企业在欧洲有关纺织品环境法规和环境标准面前一时难以适从。

20世纪末,中国企业正处在转换经营机制和进一步改革开放的关键时期,企业面临着建立现代企业制度、调整企业经济关系、解决职工下岗和再就业困难、进行设备改造和技术更新、扭转亏损和提高经济效益等一系列难题。在这种情况下,企业如果再拿出

相当一部分人力、物力、财力进行环境方面的投入,其困难、压力和风险十分巨大,许多企业感到力不从心。然而,世界潮流浩浩荡荡,顺其者昌,逆其者亡,企业只有勇敢地迎接这个巨大的环境挑战,并战胜这个挑战,才能赢得在 21 世纪发展的无限商机。

二、工业社会的环境问题

20 世纪末企业所面临的环境挑战绝不是偶然产生的,它是一个世纪以来工业发展和由此而导致的资源紧缺及环境污染不断积累的必然结果,其直接原因还可上溯到 18 世纪下半叶开始的工业革命对人类社会造成的重大和深远的影响。

工业革命以前,在人类漫长的以采集和狩猎为主要生产方式的原始社会,人与环境的关系主要表现为人在适应环境的同时也被环境所改造。这时,适者生存是人类存在和发展的根本法则。人类在原始社会时期的生存空间、活动范围和生产方式决定了人对自然环境的影响是微不足道的。原始部落的人在其居住地附近进行采集和狩猎活动,尽管对当地的动植物和生态环境有所影响,但随着部落人群向更利于获得食物和更便于生存的地区游动迁移,原地区被破坏了的环境便会由于人类活动的停止而重新得到恢复。

随着人类生产由采集、狩猎向种植、养殖发展,人类的生存和发展由完全依赖自然环境的恩赐向自觉利用土地、水域、植物、动物等自然资源的方向发展。由此,不但带来了丰富的生活资料,导致人类数量的增长,同时也带来了最初的生态环境的破坏——由烧荒、垦荒引起的森林减少、水土流失、土壤变质等。例如,据中国史料记载,中国黄河流域中上游曾是森林广布、土地肥沃的地区,虽然西汉和东汉时期两次大规模的开垦使这一地区成为农业高度发达的粮仓,但是由于森林骤减,造成了严重的水土流失,地表沟壑纵横,洪涝和干旱灾害并存,土地日益贫瘠,以至一些地区寸草

不生,成为不毛之地。当时的先辈为图一时之利,却留下了巨大隐患,甚至殃及至今的后代子孙。尽管如此,我国农业社会的环境问题仍然是局部性的,其严重程度远不及工业社会对整个地球生物圈的危害。

工业革命把人类社会推入工业社会以来,一系列的科技发明和技术革新,使工业社会呈现出机械化、电气化、自动化、智能化等一道道绚丽的风景线。它们在给人类社会带来巨大物质财富的同时,也以空前的规模和速度开采和消耗着巨大的能源和其他自然资源。工厂中林立的烟囱和轰鸣的机器,天空中的滚滚浓烟,生活区密集的人口,成山的垃圾和恶臭的水沟,环境污染、自然灾害、人类疾病……这些信号似乎表明地球对人类的支撑已接近了她的极限,环境问题已逐渐成为工业社会普遍关注的问题。

当今世界面临的主要环境问题表现在以下方面:

(一)大气环境污染

环境科学所称的大气环境是指在地球引力作用下聚集在地球外部的气体层,也称大气层或大气圈。大气层按大气温度垂直变化的特点分为对流层、平流层、中间层、热成层和逸散层。靠近地面的底层大气,其温度随高度的增加而下降,到达一定高度后,大气温度停止下降而略有回升,这一大气层即为对流层。对流层的高度在赤道地区约为16千米~18千米,在中纬度地区约为10千米~12千米。大气中的水汽大部分集中在对流层,云雨雷电就发生在这里,人类工业社会对大气的污染也主要发生在这里。

大气污染主要来自为工业提供动力、热能、电能所需要的煤和燃油的燃烧。煤和燃油燃烧后,会产生大量的二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、烟尘和其他有害气体。这些污染物的浓度超过大气的自然净化能力时,便会给人类和其他生物造成伤害。

工业对大气环境的影响除直接造成大气污染外,还进一步导致二氧化碳等温室气体在大气浓度中的大幅度增加,由此带来地球表面和大气层下部温度升高,使全球气候变暖。气候变暖使北

半球温度带北移,使降水情况改变,突出地表现为洪涝灾害和干旱灾害加剧。气候变暖还会导致冰山融化、海平面上升及一些沿海地区出现海水倒灌和土地盐渍化。

在地表 10 千米~50 千米范围内,由于太阳紫外线辐射的光化学作用,氧分子和氧原子在氮气等参与下生成由三个氧原子组成的臭氧分子,形成臭氧层。臭氧层吸收大部分危害人生命的太阳紫外线辐射,使之不能到达地面。

1985 年,英国国家环境研究委员会南极考察队的科学家福曼等人发布了在南极上空出现“臭氧洞”的消息:南极上空的臭氧层总量从每年 9 月下旬开始迅速减少,10 月的臭氧含量与同年 3 月相比下降约 50%,这种状况要持续到 11 月左右才能逐渐恢复。后来的监测数据表明,南极臭氧层破坏的情况逐年严重,“臭氧洞”的面积在 80 年代初约 1 000 万平方千米,到 90 年代末已扩大到 2 200 万平方千米,臭氧含量由下降 50% 到下降 60%~70%。

据美国宇航局科学家理查德·麦克彼德发布的卫星和气象气球探测结果表明,1999 年,南极上空臭氧洞的面积已达 2 720 万平方千米,其深度切入同温层几乎达到 24 千米,其中心部分事实上已无臭氧可言。这是观测到的最大的臭氧洞。类似的情况也发生在北极。据“第三次欧洲臭氧同温层试验”发表的新闻公报说,北极在 2000 年 1 月至 3 月出现了近 10 年来臭氧含量减少最为严重的情况,北极上空 18 千米处的同温层里,臭氧含量累计减少了 60% 以上,这种情况使得欧洲上空的臭氧平均含量比 1976 年以前的水平降低 15%。

除南极和北极外,北美和欧洲的大部分地区、西伯利亚地区、澳大利亚、我国的青藏高原地区都不同程度地出现臭氧浓度大幅度减少的情况。

臭氧层的破坏直接导致照射到地面上的太阳光紫外线辐射增强。紫外线辐射 UV-B 能破坏动植物的细胞,改变细胞内的遗传基因和再生能力,可使大豆、玉米、棉花、甜菜等农作物的叶片受