

A stylized world map in shades of purple and blue, serving as a background for the title.

环境、健康与负氧离子

林金明 宋冠群 赵利霞 等编著



化学工业出版社

环境、健康与负氧离子

林金明 宋冠群 赵利霞 等编著



化学工业出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

环境、健康与负氧离子/林金明, 宋冠群, 赵利霞等编
著. —北京: 化学工业出版社, 2006. 2
ISBN 7-5025-8267-3

I. 环… II. ①林…②宋…③赵… III. ①阴离子-
关系-环境②阴离子-关系-健康 IV. R161

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 007738 号

环境、健康与负氧离子

林金明 宋冠群 赵利霞 等编著

责任编辑: 杜进祥

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 田 超 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 264 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8267-3

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

众所周知，氧或者氧气 (O_2)，是生命运动过程中不可缺少的一种气体，一旦人们处于缺氧或者供氧不足的环境下，就会感到憋气的痛苦甚至死亡。所以，自从 1770 年年初英国人 Joseph Priestley 发现氧以来，200 多年来，人们对氧的研究不断深入。1969 年 McCord 与 Fridovich 两人发现，在生化反应过程中 O_2 获得一个电子还原生成超氧自由基 ($\cdot O_2^-$)，进而经过红血球的分离精制后获得 O_2^- 的清除灭活酶，并命名为超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)。这一发现激发了大批的科学研究者致力于 O_2^- 的生成过程、反应活性、毒性、生理和病理等各方面的研究，去探索解明 SOD 在生理学上的意义。同时由 O_2^- 衍生出来的过氧化氢 (H_2O_2)、羟自由基 ($\cdot OH$)、激发态氧 (一重态氧或称单线态氧， 1O_2) 也受到了人们的重视。近 10 多年来，活性氧在人体内的作用受到人们极大的关注，报道了大量有关活性氧，特别是超氧自由基和羟自由基与机体细胞的许多功能活动以及各种疾病，如癌、动脉硬化、糖尿病、心脑血管、缺氧再灌注综合症、感染以及衰老效应等相关的研究论文和著作，引起人们对活性氧的普遍兴趣，从而激发了人们更深入地去研究活性氧的各种特性，开发各种相关的抗氧化、抗衰老物质，在医学和分子生物学领域已成为一项广泛引起重视的研究课题。

负氧离子，作为氧的活性物种之一，早在 100 年前国外就有学者开展这一内容的研究。大量的研究结果表明，空气负氧离子浓度的高低与人们的健康息息相关，尤其在生态破坏、环境污染日益严重的今天，人们更加需要负氧离子来提高生活质量，促进身体健康。空气中负氧离子浓度每立方厘米在 20 个以下时，人就会感到

倦怠、头昏脑胀；当每立方厘米空气中的负氧离子数在 1000～10000 个之间时，人就会感到心平气和、平静安定；当每立方厘米空气中的负氧离子数在 10000 个以上时，人就会感到神清气爽、舒适惬意；而当每立方厘米空气中的负氧离子数高达 10 万个以上时，就能起到镇静、止喘、消除疲劳、调节神经等防病治病效果。所以负氧离子也被称为“空气维生素”，有人甚至认为空气负氧离子与长寿有关，称它为“长寿素”。负氧离子含量的高低和分布已经成为生态环境的重要指标之一，它对于开发生态旅游具有重要的指导意义。带有负氧离子发生功能的家用电器，有利于改善室内空气质量，逐渐受到消费者的青睐。研究负氧离子，开发与负氧离子相关的环境资源、电器产品对于提高人们的生活质量具有重要的意义。

本书作者长期从事活性氧及其相关化合物的化学发光研究，“活性自由基的化学发光研究及其分析测定法的建立”项目 2001 年度获得国家杰出青年科学基金（批准号：20125514）的资助，保证了研究内容能够系统、全面地开展。部分理论研究成果已经成功地应用于海洋有机污染物的监测、大气颗粒物中 toxic 化学物质监测以及环境污染物降解机理研究。为了进一步转化活性氧的研究成果，提高研究水平，经过多方选择，确定了以江西省重点林业县、全国生态示范区资溪县为负氧离子研究基地。作者所在的研究小组与江西省资溪县建立了科研合作关系，监测县域内著名风景区，长年对大觉山、法水温泉、狮子山度假村、方家山自然保护区、马头山国家自然保护区以及以资溪宾馆为中心资溪镇的东南西北四个方位的几十个监测点进行了监测，其中方家山自然保护区的负氧离子高达每立方厘米 16 万个，平均负氧离子的含量在每立方厘米 1 万个左右。这既为活性氧研究提供了重要的科研数据，也为资溪的“生态立县、旅游兴县”的发展战略提供了科学依据。

本书是在国家杰出青年科学基金项目以及江西省资溪县负氧离子合作研究项目研究的基础上完成的。全书共有 15 章，每章紧密围绕环境、健康与负氧离子之间的关系，所有章节内容均由林金明教授统一确定、组织和安排，宋冠群、赵利霞博士负责本书的前期

调研和文献整理。各章内容分别由林金明与相关作者共同完成，宋冠群（第1章及第10章）、刘美林（第2章及第4章）、程祥磊（第3章及第13章）、曾湖烈（第5章）、赵利霞（第6章及第7章）、刘敏（第8章及第11章）、李海芳（第9章）、王栩（第12章及第14章）、彭振磊（第15章）。

本项课题得到国家杰出青年科学基金（批准号：20125514）以及江西省资溪县人民政府的资助，资溪县下属的各部、局、办对本项课题的实施给予极大的支持和帮助，笔者在此表示衷心感谢。同时也感谢化学工业出版社责任编辑对本书一些内容和写法提出了宝贵的建议。

最后，笔者诚挚感谢本书中所有被引用论文的作者，他们的原创性研究是构成本书的主要内容，也是推动我国负氧离子研究与应用发展的原动力。但是，由于笔者水平有限，编写此书的时间也很仓促，书中难免出现错误和引用不妥之处，望读者和被引用论文作者见谅。

编 者
2005 年 12 月于北京

目 录

第 1 章 负氧离子研究与应用	1
第一节 引言	1
第二节 空气负离子	2
第三节 负氧离子的概念	4
第四节 负氧离子的产生机理以及制造产生负氧离子的方法	5
第五节 负氧离子的作用	8
第六节 负氧离子的应用	11
第七节 负氧离子与生态旅游	15
一、空气负离子浓度观测	15
二、自然环境中的负氧离子	15
三、负氧离子与生态旅游的关系	17
第八节 展望	20
参考文献	20
第 2 章 氧的种类与氧化学	22
第一节 引言	22
第二节 氧的种类	23
一、氧分子 (O_2)	23
二、臭氧 (O_3)	24
三、超氧自由基阴离子 ($\cdot O_2^-$)	30
四、过氧化氢 (H_2O_2)	32
五、羟自由基 ($HO\cdot$)	34
六、单线态氧 (1O_2)	37
第三节 氧化学	39
一、水	40

二、氧分子	42
参考文献	45
第3章 负氧离子发生的基本原理及其相关化学反应过程	47
第一节 引言	47
第二节 负氧离子的产生及其物理性质	48
第三节 负氧离子产生的微观碰撞机理	49
第四节 负氧离子的发生及其相关化学反应过程	51
一、天然负氧离子的发生	51
二、植物光合作用的机理	54
三、人工产生负氧离子的方式	56
四、高压放电产生负氧离子机理	56
五、压电晶体法产生负氧离子的机理	57
六、天然矿物材料产生负氧离子的机理	58
七、负氧离子激励剂产生负氧离子及相关机理	60
八、人工勒纳尔效应（瀑布效应）	61
参考文献	61
第4章 环境因素与负氧离子的分布	62
第一节 引言	62
第二节 环境	62
第三节 环境因素与负氧离子	63
一、空气	64
二、水	69
三、土地	70
四、自然资源	72
五、人与环境的相互关系	75
第四节 负氧离子的分布	78
参考文献	83
第5章 负氧离子对有毒气体的降解作用	84
第一节 引言	84
第二节 碳氧化物的产生、危害及其与负氧离子的相互作用	85

第三节	硫化物的产生、危害及其与负氧离子的相互作用	86
第四节	氮化物的产生、危害及负氧离子对它的降解作用	88
一、	一氧化氮	89
二、	二氧化氮	90
第五节	碳氢化物的产生、危害及负氧离子对它的降解作用	91
一、	甲苯 (C_7H_8)	92
二、	二甲苯 (C_8H_{10})	93
第六节	卤素及卤化物的产生、危害及负氧离子对它的降解作用	93
一、	氯苯 (C_6H_5Cl)	94
二、	1,1-二氯乙烯 ($C_2H_2Cl_2$)	95
三、	1,2-二氯乙烯 ($ClHCCHCl$)	96
四、	三氯乙烯 (C_2HCl_3)	96
五、	四氯乙烯 (C_2Cl_4)	97
六、	氯甲烷 (CH_3Cl)	97
七、	四氯化碳 (CCl_4)	98
第七节	臭氧	98
第八节	挥发性有机物 (VOCs)	100
一、	乙酸丁酯 ($C_5H_{12}O_2$)	100
二、	甲醛 (CH_2O)	101
	参考文献	104
第 6 章	负氧离子与健康	106
第一节	引言	106
第二节	空气负氧离子可以改善生态、生活环境	107
第三节	负氧离子可以促进健康	108
一、	负氧离子与健康的认识研究	108
二、	负氧离子含量与健康关系	109
三、	负氧离子可以促进健康	112
第四节	负氧离子对人体保健的作用	113

第五节 负氧离子在医疗健康上的作用·····	116
第六节 负氧离子在健康医学、保健学方面的应用·····	119
一、医疗预防·····	120
二、卫生保健·····	120
三、负氧离子的其他科技应用·····	121
参考文献·····	122
第7章 负氧离子促进健康的机理和特点·····	125
第一节 引言·····	125
第二节 负氧离子促进人体健康的可能机理·····	126
第三节 负氧离子应用于医学保健方面的机理和特点·····	128
一、负氧离子促进医疗、保健的生物效应机理·····	128
二、负氧离子在临床医学中的应用机理及其特点·····	131
第四节 负氧离子纺织品促进健康的机理及特点·····	133
第五节 负氧离子应用于果蔬保鲜的机理和特点·····	135
参考文献·····	137
第8章 森林浴与负氧离子·····	140
第一节 森林浴的兴起·····	140
第二节 负氧离子分布与森林覆盖率的关系·····	141
第三节 负氧离子含量与森林浴的开展条件·····	144
第四节 森林浴与健康·····	146
第五节 森林浴的做法·····	151
一、散步运动·····	151
二、做体操·····	151
三、推拉运动·····	151
四、腹式呼吸·····	152
五、仰天长啸·····	152
六、日光浴·····	152
七、闭目养神·····	152
第六节 森林浴开发的社会效应·····	153
一、增加经费,加大自然保护力度·····	153

二、带动区域经济发展,有效保护自然资源·····	154
三、开展环境保护教育,提高公众自然保护意识·····	154
第七节 参加森林浴应注意的几个问题·····	155
一、选择好森林浴目的地·····	155
二、注意安全·····	155
三、注意环保·····	156
第八节 我国森林浴的开发前景·····	156
参考文献·····	159
第9章 森林资源结构与负氧离子的相关性 ·····	160
第一节 引言·····	160
第二节 森林中负离子产生机理·····	161
第三节 森林资源结构对负氧离子浓度的影响·····	162
一、植物与负氧离子的相关性·····	162
二、森林覆盖率对负氧离子浓度的影响·····	165
三、森林中不同林分类型环境对空气负氧离子的影响·····	166
四、群落结构复杂性对负氧离子浓度的相关性·····	168
五、森林中水体对负离子浓度的影响·····	168
六、空气负氧离子浓度与海拔高度的关系·····	169
七、气象对空气负氧离子浓度的影响·····	169
八、空气负氧离子浓度的日间变化和四季变化·····	170
九、森林地质与空气负氧离子的关系·····	171
第四节 森林环境中大气负氧离子浓度的评价标准·····	171
一、大气清洁度质量评价·····	171
二、森林环境中空气负氧离子浓度的医疗保健分级 标准·····	172
三、空气负氧离子含量在森林生态旅游中的重要作用·····	173
四、森林资源结构的可持续发展·····	175
第五节 城市森林与空气负离子的相关性·····	175
一、城市森林的成分及其类型·····	175
二、城市森林植被结构对空气负离子水平的影响·····	177

三、城市森林的规划与建设·····	178
第六节 小结·····	179
参考文献·····	181
第 10 章 国内外旅游与负氧离子 ·····	183
第一节 引言·····	183
第二节 生态旅游产生发展的时代背景·····	185
第三节 生态旅游与空气负离子·····	187
第四节 旅游城镇与空气负离子·····	191
一、“天然氧吧”庐山——“联合国优秀生态旅游景区”·····	192
二、“空气负离子浓度值最高的风景旅游区”——阳岭 国家森林公园·····	193
三、空气负离子含量居全国第一——鼎湖山风景区·····	193
四、森林氧吧——千湖岛景区·····	195
五、神奇负离子区——湖光岩景区·····	196
六、负氧离子森林秘境——台湾内洞森林游乐区·····	197
七、沐浴负离子——去奥地利旅游·····	198
八、沐浴瀑布负离子的好场所——去日本伊豆半岛·····	199
九、一尘不染的负氧离子世界——去德国德累斯顿 旅游·····	199
十、享受纯净的森林负离子——去加拿大 SPA ·····	200
第五节 展望·····	201
参考文献·····	202
第 11 章 区域负氧离子与经济的相关性 ·····	204
第一节 区域负氧离子经济价值的表现形式·····	204
第二节 生态旅游现状和负氧离子的相关性·····	205
一、生态旅游发展概况·····	205
二、负氧离子的开发·····	207
第三节 生态旅游经济·····	208
第四节 生态旅游业在区域经济中的作用·····	212
一、旅游经济的联动效应·····	212

二、创造就业机会·····	214
三、扩大内需·····	215
四、促进贫困地区脱贫致富·····	216
第五节 生态旅游的误区及发展策略·····	219
一、生态旅游误区·····	219
二、生态旅游可持续发展·····	220
参考文献·····	222
第 12 章 我国开发负氧离子资源的应用前景 ·····	223
第一节 引言·····	223
第二节 国内外负氧离子资源开发现状及我国当前面临的问题·····	224
第三节 我国开发负氧离子资源的必要性和意义·····	225
第四节 我国开发负氧离子资源的目标·····	227
第五节 我国负氧离子资源的应用开发策略及前景·····	228
一、注重生态效益,建立可持续发展旅游业·····	228
二、开发相关的产业,促进医药、保健、卫生等产业的发展·····	230
三、促进林业、农业的大发展·····	232
四、为机械电子业的发展注入动力·····	234
五、有利于推动我国环境资源产业和环保产业的发展·····	235
参考文献·····	237
第 13 章 负氧离子应用实例 ·····	240
第一节 引言·····	240
第二节 负氧离子在改善空气环境中的应用·····	241
一、空调房间中负氧离子的应用·····	241
二、负氧离子在改善空调旅客列车空气净化中的应用·····	242
三、空气净化灯用于产生负氧离子的应用·····	243
四、负氧离子显示器在空气环境改善方面的应用·····	244
第三节 负氧离子在医疗保健方面的应用·····	245
一、负氧离子用于辅助治疗疾病·····	245

二、负氧离子用于美容·····	247
三、负氧离子在体育锻炼中的应用·····	247
第四节 负氧离子在保鲜果蔬方面的应用·····	248
第五节 负氧离子在养殖业方面的应用·····	250
一、负氧离子促进肉仔鸡生长的作用·····	250
二、负氧离子对蚕的影响·····	251
第六节 负氧离子在提高黄瓜产量中的作用·····	253
第七节 负氧离子在纺织品中的应用·····	255
第八节 大自然的负氧离子给人们生活带来更大的受益·····	257
参考文献·····	258
第 14 章 负氧离子发生器与应用 ·····	260
第一节 引言·····	260
第二节 产生负氧离子的方法·····	260
第三节 负氧离子发生器的产生及发展·····	262
第四节 负氧离子发生器的基本工作原理及结构——以电 晕放电法负氧离子发生器为例·····	264
第五节 负氧离子发生器的评价方法与使用注意事项·····	267
一、评价方法·····	267
二、使用注意事项·····	270
第六节 负氧离子发生器的主要作用及功效·····	270
第七节 负氧离子发生器的应用·····	271
第八节 负氧离子发生器的应用前景·····	274
参考文献·····	277
第 15 章 空气负离子检测技术及相关的测定方法 ·····	280
第一节 引言·····	280
第二节 动态法空气离子检测仪·····	282
一、测量原理·····	283
二、仪器构造·····	284
第三节 静态法空气离子检测仪·····	292
一、测量原理·····	292

二、测试软件系统及其功能简介.....	294
三、数据处理理论.....	295
第四节 便携式空气离子检测仪.....	295
一、空气离子闪光检测器.....	295
二、静电法便携式空气离子检测仪.....	296
第五节 改进型动态法空气离子检测仪.....	297
第六节 其他相关检测技术.....	299
参考文献.....	301

第 1 章 负氧离子研究与应用

第一节 引 言

18 世纪, 物理学家库仑实验发现, 绝缘的金属导体所带的电荷会在大气中消失。物理学家伦琴和贝克勒尔研究发现, 电解质溶液中的气体带有正极性或负极性的电荷微粒, 由于这些带电微粒的存在, 使气体具有导电的性能。物理学家艾斯特尔、盖特勒和威尔逊也用大气导电性的理论对库仑的实验结果作出解释。这种空气中的导电微粒, 被物理学家法拉第称为“离子”, “空气离子”因而得名。

经历 100 多年后, J. Thomson 第一个以公式方法来表达离子的特性, 同时建立了正、负离子的模型, 接着 Elseer 和 Geieel 两人证明了离子的存在, 即带有正、负电荷的粒子, 其粒径略大于分子的直径。1905 年 Langerin 在大气中发现了第二种离子称为 Langerin 离子或大直径带电粒子, 又称为重离子。到 1909 年 A. Pouer 发现了第三种离子即中等直径的离子, 称之为中离子。到 20 世纪 30 年代德国 Dessauer 开创了大气正、负离子生物的研究。他首先使用了电晕离子发生器, 从此形成了关于负离子生物效应的第一次研究高潮, 有数以百计的论文, 研究和实验报告, 证明了负离子对人体有明显的有益作用, 而正离子则相反, 特别对人的血压和新陈代谢有明显的破坏作用。这些研究由于发生第二次世界大战而终止。美国加州大学的 Albeter Pani Kragan 教授和他的研究小组开创了离子生物效应的微观研究与实验, 把对空气负离子的研究推向了第二次开发与使用的高潮。Kragan 教授做了大量的动植物和人体试验, 从人体的内分泌和机体内部循环及各种酶的生成反应等方面去论证负离子是如何影响人体和动植物的, 是如何产生各种生



物效应的。世界各国许多研究者也在他们各自研究的基础上,进行了以上的试验,认为负氧离子有明显的生物效应。目前国外已开发出不少新型负离子发生器以供实验研究与在空调房间和医疗卫生领域中使用。

从 1889 年德国科学家 Elster 和 Gertel 发现了空气负离子的存在,德国物理学家 Philip Leonard 博士第一个在学术上证明负离子对人体的功效,到 1902 年 Asamas 等肯定了空气离子存在的生物意义,1903 年俄罗斯学者发表了用空气负离子治疗疾病的论文,相继 1932 年美国 RCA 公司 Hamsen 发明了世界上第一台医用空气负离子发生器,半个世纪以来,空气负离子研究在欧、美、日各国已经历了很长的发展、应用阶段。我国自 1978 年由伊朗的沙哈瓦特博士引进一台电子仪器——生物滤器 (biological filter),即我国负离子发生器的前身,至今空气负离子的研究已经历了 80 年代初、90 年代初两个发展高潮。近代生物医学进展、动物试验研究结果、环境意识的深化及空气离子测试仪器的完善,推动着空气负离子作用机理的研究、空气负离子发生器的生产、应用。负氧离子在医疗上已成为一种辅助医疗手段,在旅游生态环境评价中空气负离子浓度已列为衡量空气质量的一个重要参数。对于要建立一个舒适的环境,空气负离子存在的效应已带给人们揭开一个新的认识水平^[1]。

第二节 空气负离子

空气、阳光、食物和水是人类生存所必不可少的。而我们都知,目前城市的大气污染较严重,为了呼吸新鲜空气,我们越走越远。当我们来到野外、森林、海边,会觉得非常的舒服,精神也抖擞起来,这一切归功于空气负离子的存在。

什么是“空气负离子”呢?众所周知,空气是由多种气体组成的一种混合物,其中主要成分是氮、氧、水蒸气和二氧化碳等。在正常状态下,气体分子及原子内的正负电荷相等,呈现中性,但在宇宙射线、太阳光线、电磁波、岩石和土壤产生的射线、海浪、瀑