前 言

党的“十七大”提出,在新的发展阶段继续全面建设小康社会、发展中国特色社会主义,必须深入贯彻落实科学发展观。科学发展观的第一要义是发展,核心是以人为本,基本要求是全面协调可持续,根本方法是统筹兼顾。坚持全面协调可持续,要求我们必须努力建设资源节约型、环境友好型社会,实现速度和结构质量效益相统一、经济发展与人口资源环境相协调,使人民在良好生态环境中生产生活,实现经济社会永续发展;坚持统筹兼顾,就是要正确认识和妥善处理中国特色社会主义事业中的重大关系,其中包括统筹经济社会发展、人与自然和谐发展、国内发展和对外开放,统筹局部利益和整体利益、当前利益和长远利益,统筹国内国际两个大局,树立世界眼光,加强战略思维,善于从国际形势发展变化中把握发展机遇、应对风险挑战,营造良好国际环境。

气候变化正是这样一个涉及国内国际、关乎经济和社会发展全局的一个重要问题。胡锦涛主席在今年的“G8+5”首脑峰会上强调指出:“气候变化既是环境问题,也是发展问题,归根结底是发展问题。”为此,国家“十一五”规划提出“十一五”期间要在控制温室气体排放方面取得成效;为了促进国民经济又好又快发展,党的“十七大”进一步提出要加强应对气候变化能力建设,

需要全本请访问 www.ertongbook.com

为保护全球气候做出新贡献，并把应对气候变化问题作为提高我国可持续发展能力的重要因素之一。

本书的编写就是在上述背景下进行的，全书的内容是作者多年来所从事的能源与气候变化问题研究工作的一个初步总结。第一章和第二章结合IPCC第四次气候变化评估报告，简要介绍对全球气候变化问题的科学认识及气候变化可能带来的影响；第三章在回顾《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》谈判进程的基础上，对国际社会应对全球气候变化的努力进行了分析和评价；第四章收集整理了发达国家和发展中国家缔约方的国家温室气体排放数据，并对发达国家、发展中国家，其中包括我国的温室气体排放趋势进行了分析；第五章介绍气候变化政策评价的定量化研究方法；第六章是本书的重点，在前面五章的基础上，具体分析我国未来应对气候变化及可能的承诺方式对能源发展的影响；第七章分析了我国履行《京都议定书》承诺义务、开展清洁发展机制项目国际合作对促进可持续发展和减缓全球气候变化的积极贡献。

本书的主要创新之处在于全面、深入地分析了国际、国内应对气候变化行动对我国能源、经济和社会发展带来的挑战和机遇，通过研究控制温室气体排放与能源发展的关系，从一个侧面揭示了气候变化问题的本质是发展问题，并提出了对我国能源与气候变化问题的基本判断：我国未来必将承担与自身国际地位相适应的责任和义务，在全球气候变化问题上，将面临越来越大的国际压力，在能源等关系国计民生的重大问题上，必须着眼长远和全局，未雨绸缪，从战略上争取主动。通过定量分析研究，综合考虑我国控制温室气体排放可能承诺目标、经济社会发展情景、国际国内能源资源可获得性以及国际国内能源技术发展趋势等条件，提出了未来二三十年支撑我国实现工业化和现代

化的一次能源总量和结构的优化方案建议。

希望本书能够对读者了解气候变化问题的本质以及气候变化对我国能源和经济社会可持续发展的影响有所裨益。

作者

2007年10月

目 录

前 言 …… 1

第1章 对全球气候变化的科学认识 …… 1
1.1 气候变化的观测结果 …… 2
1.2 温室气体及其辐射强迫 …… 6
1.3 气候变化的检测与归因 …… 10
1.4 未来气候变化的趋势 …… 14
1.5 气候变化的科学评估 …… 17

第2章 全球气候变化的影响 …… 20
2.1 全球未来气候变化的影响 …… 20
2.1.1 未来气候变化对各个领域的影响 …… 20
2.1.2 未来气候变化影响的地域性差别 …… 22
2.2 未来气候变化对我国的影响 …… 23
2.2.1 气候变化对农业的影响 …… 24
2.2.2 气候变化对水资源的影响 …… 28
2.2.3 气候变化对海岸带和沿海地区的影响 …… 30
2.2.4 气候变化对森林和其他自然生态系统的影响 …… 30
2.2.5 气候变化的其他影响 …… 31

2.3 关于气候变化响应的认识 …… 31

第3章 国际社会应对全球气候变化的努力 …… 33
3.1 国际气候制度简要回顾 …… 33
3.2 国际社会未来的可能承诺方式及目标 …… 43
3.2.1 京都议定书减限排目标及其履约情况 …… 43
3.2.2 未来国际气候制度谈判形势展望 …… 52
3.2.3 2030年左右国际社会可能的承诺方式及目标 …… 67

第4章 温室气体清单 …… 84
4.1 国家温室气体清单报告进展 …… 85
4.1.1 附件一缔约方国家信息通报相关要点分析 …… 85
4.1.2 非附件一缔约方国家信息通报相关要点分析 …… 93
4.2 中国温室气体排放情况 …… 113
4.2.1 1994年温室气体清单 …… 113
4.2.2 对中国温室气体排放趋势的基本分析 …… 116

第5章 全球气候变化问题的定量化研究 …… 128
5.1 应对气候变化政策成本分析模型分类 …… 129
5.1.1 “自上而下”(Top-down)和“自底向上”(Bottom-up)模型 …… 130
5.1.2 时间基线与调整过程:短期变化与长期均衡 …… 132
5.1.3 优化与模拟技术 …… 134
5.1.4 部门覆盖、聚合程度 …… 135
5.1.5 地理覆盖、交易和“泄漏” …… 136
5.2 GTAP模型及其数据库介绍 …… 137
5.2.1 概述 …… 137

需要全本请访问 www.ertongbook.com

5.2.2 GTAP模型结构 …… 138
5.2.3 利用GTAP模型及数据库研究现状 …… 142
5.3 综合评估模型(IAM)介绍 …… 144
5.3.1概述 …… 144
5.3.2 综合评估模型研究进展 …… 147
5.3.3 结论 …… 152
5.4 IPCC第四次评估报告中与气候政策评价模型相关内容简介 …… 152
5.4.1 气候变化政策制定需要考虑的因素 …… 152
5.4.2 气候变化政策模型评价 …… 154
5.5 气候变化政策评价模型的局限性 …… 157

第6章 我国未来应对气候变化及可能的承诺方式对能源发展的影响 …… 159
6.1 我国未来温室气体排放趋势与面临的挑战 …… 161
6.1.1 我国温室气体排放现状 …… 161
6.1.2 我国能源活动温室气体排放趋势 …… 162
6.1.3 我国能源活动控制温室气体排放面临的挑战 …… 173
6.1.4 我国在未来气候制度谈判中面临的国际压力 …… 175
6.2 我国2030年左右可能的承诺目标对能源发展的约束 …… 177
6.2.1 我国对未来气候制度谈判的基本立场 …… 177
6.2.2 主要国家能源战略中的温室气体减限排目标 …… 180
6.2.3 我国未来可能的承诺方式及目标 …… 184

6.2.4 承诺方式及目标对我国能源发展的约束 …… 190
6.3 我国能源发展控制温室气体排放的技术选择 …… 199
6.3.1 发达国家减缓温室气体排放对全球能源技术发展的影响 …… 199
6.3.2 我国不同能源技术对温室气体排放的影响 …… 216
6.3.3 我国实现不同承诺目标的能源技术选择 …… 217
6.3.4 我国实现不同承诺目标的碳捕获技术选择 …… 220
6.4 我国控制温室气体排放的战略措施与政策建议 …… 234
6.4.1 我国能源发展控制温室气体排放的指导思想和原则 …… 234
6.4.2 我国能源发展温室气体排放控制目标及任务 …… 236
6.4.3 我国能源发展控制温室气体排放的战略措施 …… 237
6.4.4 我国能源发展控制温室气体排放的政策建议 …… 238

第7章 清洁发展机制 …… 240
7.1 清洁发展机制背景知识 …… 240
7.2 清洁发展机制项目开发和实施流程 …… 242
7.2.1 项目识别 …… 243
7.2.2 项目设计 …… 243
7.2.3 项目批准 …… 245
7.2.4 项目审定 …… 246
7.2.5 项目注册 …… 247
7.2.6 监测与报告 …… 248

7.2.7 核查与核证 …… 248
7.2.8 CER的签发 …… 249
7.3 清洁发展机制项目国内管理体制 …… 250
7.3.1 国家清洁发展机制项目运行管理办法 …… 250
7.3.2 清洁发展机制项目申报和审批程序 …… 254
7.4 我国清洁发展机制项目合作进展 …… 257
7.4.1 我国已批准清洁发展机制项目概况 …… 257
7.4.2 我国已在EB注册CDM项目情况 …… 260
7.5 我国清洁发展机制项目合作效果评价 …… 262
7.5.1 我国CDM项目对可持续发展的贡献 …… 262
7.5.2 节能类CDM项目的优势 …… 263

参考文献 …… 267

第1章　对全球气候变化的科学认识

气候变化问题已经引起了世界各国的广泛关注。为了向国际社会和各国政府提供有关气候变化的科学和技术信息，1988年11月，世界气象组织和联合国环境规划署建立了“政府间气候变化专门委员会(IPCC)”，其任务是定期组织对有关气候变化研究结果的评估。自成立以来，它已发布了四次评估报告和一系列特别报告、技术报告，为各国政府和国际社会特别是《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)提供了气候变化的最新科学信息。UNFCCC是1992年5月22日联合国政府间谈判委员会就气候变化问题达成的公约，于1992年6月4日在巴西里约热内卢举行的联合国环发大会(地球首脑会议)上通过。UNFCCC是世界上第一个为全面控制二氧化碳等温室气体排放，以应对全球气候变暖给人类经济和社会带来不利影响的国际公约，也是国际社会在对付全球气候变化问题上进行国际合作的一个基本框架。

根据IPCC的定义，气候变化是指基于自然变化或是人类活动所导致的任何气候变动。UNFCCC的定义与IPCC稍有不同，将气候变化定义为经过一段相当时间的观察，在自然气候变化之外由人类活动直接或间接地改变全球大气组成所导致的气候改变。

IPCC第三次评估报告指出，近百年来地球气候正经历一次

以全球变暖为主要特征的显著变化，全球变暖已经对全球的生态系统以及社会经济系统产生了明显和深远的影响。其2007年发布的第四次评估报告则更是通过对大量数据和资料的改进分析、对不确定性问题更深入的认识以及更为广泛多样的观测等途径，使得人们在科学认识全球气候变化方面取得了更大的进展。

1.1 气候变化的观测结果

一、全球气温升高，冰川融化，海平面上升

气候系统的变暖是勿庸置疑的，从目前观测得到的全球平均气温和海洋温度升高、大范围的冰雪融化以及全球平均海平面上升等证据均支持了这一观点。在这方面得出的最新观测事实如下：

(1)根据全球地表温度监测资料显示，全球气候呈现以变暖为主要特征的显著变化。最近12年中(1995~2006)有11年位列1850年以来最暖的12个年份之中，其中2005年和1998年是自1850年以来年平均气温最高的年份。全球平均地表温度呈现上升趋势，自1950年之后的上升趋势更为显著。近50年平均线性增温速率(每10年0.13℃)几乎是近100年的两倍，2001~2005年的温升为0.76℃，与1850~1899年的增加量相当。最近的研究表明，城市化和土地使用变化对全球气温测定的影响是可以忽略的，其中海洋不受其影响，对大陆气温的影响不大于0.006℃/10年。

(2)对探空和卫星资料所进行的新的分析表明，对流层中下层温升速率与地表温度记录类似，并在其各自的不确定性范围内相一致，这在很大程度上弥合了IPCC第三次评估报告中所指出的差异；各种方式得到同温层气温变化趋势一致，自1979年以来每10年下降为0.3~0.6℃。

(3)陆地表面温度与海洋表面温度均呈现上升趋势，长期数

据记录表明过去20年内，陆地表面温升速率为0.27℃/10年，海洋表面温升速率为0.13℃/10年。最近30年间，全球气温普遍上升，且北半球纬度越高的地区气温上升越显著。有证据表明，大规模大气环流已经出现长期变化，例如极向漂移和西风加强。极端气温出现与全球变暖一致的趋势，具体表现为在中纬度地区霜冻日减少，最暖日期（最暖的前10%的白天或者晚上）增加，最冷日期（最冷的前10%的白天或者晚上）减少。自20世纪后50年，热浪的持续时间开始延长，2003年中西欧遭遇了前所未有的热浪袭击。

（4）至少从1980年以来，陆地和海洋上空以及对流层上层的平均大气水汽含量已有所增加；观测表明，全球海洋平均温度的增加至少已延伸到3000米深度，增添到气候系统的热量有80%已被海洋吸收，引起海平面上升。

（5）南北半球的山地冰川和积雪总体上都已退缩，冰川和冰盖的减少也引起海平面上升（这里的冰盖不包括格陵兰和南极）。

（6）总体来说，格陵兰和南极冰盖的退缩对1993~2003年间的海平面上升的平均贡献为0.41（0.06至0.76）毫米/年。一些格陵兰和南极溢出冰川流速已经加快，使冰盖内部的冰加速流失。

（7）1961~2003年间，全球平均海平面上升的平均速率为1.8毫米/年。1993~2003年间，该速率有所增加，约为3.1毫米/年，目前尚不清楚这是否为一种长期增加趋势。从19世纪到20世纪，观测到的海平面上升速率的增加具有高可信度，整个20世纪的海平面上升估计为0.17米。

二、其他气候变化现象

在各大陆、地区和洋盆层面上也已观测到气候的多种长期变化，包括北极温度与冰层的变化，降水量、海水盐度、风场以及包括干旱、强降水、热浪和热带气旋强度在内的极端天气方面的诸多变化。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(1)近100年来北极平均温升速率几乎是全球平均速率的两倍。1978年以来的卫星资料显示,北极年平均海冰面积以每10年2.7%的速率缩减,夏季期间的缩减幅度更大,为每10年7.4%;自20世纪80年代以来,北极多年冻土层顶部温度上升幅度已高达3℃。在北半球地区,自1900年以来季节冻土覆盖的最大面积已减少了约7%,而春天减少达15%。

(2)1901~2005年间,全球许多地区观测到的降水量的变化呈长期趋势。在北美和南美东部、欧洲北部、亚洲北部和中部,已观测到降水量显著增加;在撒哈拉、地中海、非洲南部、亚洲南部部分地区,已观测到降水量的减少。降水的时空变化很大,在其他大的地区尚未观测到确定的长期趋势。

(3)从20世纪60年代以来,两半球中纬度西风在加强。

(4)自20世纪70年代以来,在更大范围地区,尤其是在热带和亚热带,观测到了强度更大、持续时间更长的干旱。

(5)近50年来强降水事件的发生频率有所上升,陆地上大部分地区强降水发生频率在增加,并与增温和观测到的大气水汽含量增加相一致。

(6)近50年来已观测到了温度的大范围极端变化,冷昼、冷夜和霜冻已变得更为少见,而热昼、热夜和热浪变得更为频繁。

(7)热带气旋(台风和飓风)每年发生次数没有明显变化趋势。然而卫星资料显示,大约从1970年以来,全球呈现出热带气旋强度增大的趋势,强台风发生数量增加,其中在北太平洋、印度洋与西南太平洋增加最为显著。强台风出现的频率,由70年代初的不到20%,增加到21世纪初的35%以上。此变化与观测到的热带海表温度升高相关。

三、中国气候变化情况

在全球变暖背景下,近100年来中国年平均地表气温明显增

加，比同期全球升温幅度平均值略高。在20世纪主要有两个增温期，分别出现在20~40年代与80年代中期以后，这两个增温期的温度上升幅度大致相同。与全球及北半球平均状况一样，中国近100年的增温也主要发生在冬季和春季，夏季气温变化不明显；与全球变化不同的是，中国20世纪20~40年代增温较为显著。

近50年中国增温尤其明显，增温主要发生在20世纪80年代中期后。在最近的50年，全国平均地表气温增加1.1℃，增温速率为0.22℃/10年，明显高于全球或北半球同期平均增温速率。北方和青藏高原增温比其他地区显著。中国西南地区则出现降温现象，春季和夏季降温尤为突出。长江中下游地区夏季平均气温也呈降低趋势。由于气温上升，我国的气候生长期已明显增长，青藏高原和北方地区增长更多。

近100年和近50年中国年降水量变化趋势不显著，但年代际波动较大。20世纪初期和30~50年代年降水量偏多，20年代和60~80年代偏少，近20年降水呈增加趋势。1990年以来，多数年份全国年降水量均高于常年。从季节上看，近100年中国秋季降水量略为减少，而春季降水量稍有增加。近47年（1956~2002）全国平均的年降水量呈现增加趋势。

中国年降水量趋势变化存在明显的区域差异。1956~2000年间，长江中下游和东南地区年降水量平均增加了60~130毫米，西部大部分地区的年降水量也有比较明显的增加，东北北部和内蒙古大部分地区的年降水量有一定程度的增加。但是，华北、西北东部、东北南部等地区年降水量出现下降趋势，其中黄河、海河、辽河和淮河流域平均年降水量在1956~2000年间约减少了50~120毫米。

近50年中国的日照时间、水面蒸发量、近地面平均风速、总云量均呈显著减少趋势。风速减少最明显的地区在中国西北。全

国平均总云量在内蒙古中西部、东北东部、华北大部以及西部个别地方减少较为显著。全国年平均日照时间从1956年到2000年减少了5%(130小时)左右。

日照时间减少最明显的地区是中国东部，特别是华北和华东地区;1956~2000年水面蒸发量(蒸发皿蒸发量)减少6%左右。减少主要发生在20世纪70年代中期以后。水面蒸发量下降明显的地区在华北、华东和西北地区,其中海河和淮河流域年水面蒸发量从1956年到2000年下降了13%(220毫米)左右。

中国近50年最大积雪深度有所增加，这可能主要是西部地区冬季降雪量增加的结果。

在气候变暖背景下，中国极端气候事件的频率和强度出现了明显的变化。近50年来,全国平均的炎热日数呈现先下降后增加的趋势,而近20年上升较明显。自1950年以来,全国平均霜冻日数减少了10天左右，这与日最低气温比日最高气温增幅更明显的事实是一致的。中国近50年的寒潮事件频数显著下降。中国华北和东北地区干旱趋势加重，长江中下游流域和东南地区洪涝也加重。与降水相关的极端气候事件变化具有明显的区域性。近50年来，长江中下游流域和东南丘陵地区夏季暴雨日数增多较明显,西北地区发生强降水事件的频率也有所增加。中国西北东部、华北大部和东北南部干旱面积呈增加趋势。20世纪90年代以来登陆中国的台风数量呈现下降趋势，近50年来东南沿海地区台风降雨量也有所减少。另外,中国北方包括沙尘暴在内的沙尘天气事件发生频率总体上呈下降趋势。

1.2 温室气体及其辐射强迫

大气中的水蒸气、臭氧、二氧化碳等气体,可以透过太阳短波辐射(指吸收少),使地球表面升温;但阻挡地球表面向宇宙空

间发射长波辐射(指吸收多),从而使大气增温。由于二氧化碳等气体的这一作用与“温室”的作用类似,故称之为“温室效应”,二氧化碳等气体则被称为“温室气体”。

如果没有温室气体,则全球地表平均温度应是–18℃,而工业革命前很长一段时间全球地面的平均温度实际上是15℃左右。因此,如果大气中的温室气体浓度继续增加,进一步阻挡地球向宇宙空间发射的长波辐射,为维持辐射平衡,地面必将增温,以增大长波辐射量。地面温度增加后,水蒸气将增加(增加大气对地面长波辐射的吸收),冰雪将融化(减少地面对太阳短波的反射),从而使地表进一步增温,即形成正反馈,使全球变暖更显著。另一方面,水蒸气增加有可能使天空云量增加,从而使地表降温,形成负反馈。

除了二氧化碳外,目前发现的人类活动排放的温室气体还有甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫(见表1–1)。对气候变化影响最大的是二氧化碳,二氧化碳的生命期很长,一旦排放到大气中,其寿命可达200年,因而最受关注。

表1–1　温室气体的种类

甲烷	15	12~17

排放温室气体的人类活动包括:所有的化石能源燃烧活动排放二氧化碳(在化石能源中,煤含碳量最高,石油次之,天然气较低);化石能源开采过程中的煤炭瓦斯、天然气泄漏,排放二氧

化碳和甲烷；水泥、石灰、化工产品等工业生产过程排放二氧化碳和氧化亚氮；水稻田、牛羊等反刍动物消化过程排放甲烷；土地利用变化减少对二氧化碳的吸收；废弃物排放甲烷和氧化亚氮，等等。

大气中温室气体和气溶胶含量的变化，及其导致的地-气辐射平衡和地表特性的变化，都会改变气候系统的能量平衡，引起全球气候变化。IPCC第四次评估报告指出，1750年以来，由于人类活动的影响，全球大气二氧化碳、甲烷和氧化亚氮浓度显著增加，目前总浓度已远远超出了根据冰芯记录得到的工业革命前几千年内的浓度值。CO_2是最重要的人为温室气体，全球大气CO_2浓度已从工业革命前约280mL/m^3，增加到2005年的379mL/m^3，是距今65万年以来的最高值。自工业革命以来，化石燃料的使用是大气CO_2浓度增加的主要原因。全球大气中CH_4浓度值已从工业革命前的715mL/m^3增加到2005年的1774mL/m^3，是距今65万年以来的最高值，观测到的CH_4浓度的增加很可能源于人类活动，农业和化石燃料的使用是其重要来源。对其他来源的定量认识仍然不足。全球大气中N_2O浓度值也已从工业革命前约270mL/m^3增加到2005年的319mL/m^3，约超过1/3的N_2O源于人类活动，农业活动是主要的来源之一。

驱动因子变化引起的能量变化用辐射强迫来表示，正值表示地球表面增温，负值表示变冷。1750年以来，人类活动的全球平均净影响是增温，其辐射强迫为1.6W/m^2。CO_2、CH_4和N_2O浓度增加产生的辐射强迫总和为2.30W/m^2。CO_2的辐射强迫在1995~2005年间增长20%。人为气溶胶（主要包括硫酸盐、有机碳、黑碳、硝酸盐等）的净冷却效应，共产生总直接辐射强迫-0.5W/m^2和间接辐射强迫-0.7W/m^2。

中国主要温室气体排放量及其浓度明显增加。其中二氧化

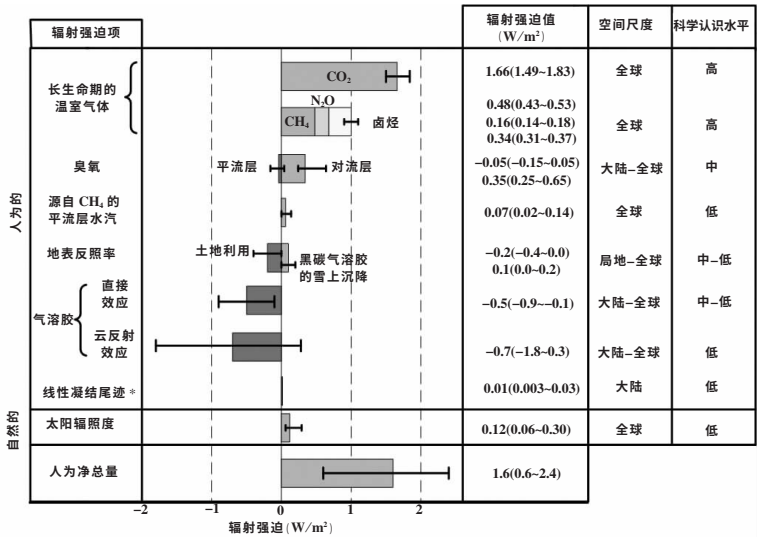


图1.1　2005年全球平均辐射强迫估算值及其范围(＊表示线性凝结尾迹的范围不包含其他的航空对云的可能影响)

碳年排放量呈不断增加的趋势，但人均排放量一直低于全球平均值；甲烷主要排放源有反刍家畜、化石燃料开采和消费、稻田和城市生活垃圾；氧化亚氮主要排放源为施肥农田，其直接排放量占人为源排放总量的56%。1956~2000年，中国大气中主要温室气体二氧化碳、甲烷和氧化亚氮的背景浓度年平均增长率分别为(1.41~1.95)×10^{-6}/年、(9.02~9.95)×10^{-9}/年和(0.75~0.82)×10^{-9}/年。2004年春，根据中国青海瓦里关山本底站的测量，二氧化碳的大气浓度达到383×10^{-6}。1991~2002年甲烷的平均浓度为(1740~1820)×10^{-9}，2000年1~6月氧化亚氮的平均浓度为318.3×10^{-9}。

温室气体浓度增加产生明显的正辐射强迫。1750~2003年，全球和中国的大气中二氧化碳平均辐射强迫是相同的，均增加

需要全本请访问 www.ertongbook.com