

A HANDBOOK OF CLIMATE CHANGE DOMAIN ONTOLOGY



中国绿色发展研究丛书

气候变化领域 本体手册

王庆林 张九天 ◎ 主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

中国绿色发展研究丛书

气候变化领域本体手册

A Handbook of Climate Change Domain Ontology

王庆林 张九天 主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书从系统科学和智能信息处理的角度,系统地整理了气候变化领域的知识体系和领域术语,形成了气候变化领域本体手册。绪言部分介绍了本书研究成果的课题背景、气候变化领域本体概念及其应用情况,着重介绍了气候变化领域本体的构建方法和过程。气候变化领域本体部分以知识树的形式组织、展示领域知识体系和相关术语,包括自然科学基础,影响、适应和脆弱性,减缓气候变化,气候变化谈判和能力建设五部分。本体知识树提供中英对照的领域知识结构和相应分支节点下的领域术语。为方便读者,本书后附有中文叙词表和英文叙词表以供快速查阅。

本书以国际权威机构 IPCC 研究报告等文献为重要参考,同时结合我国气候变化领域的工作实际情况,构建了具有我国特色的气候变化本体。目的是使读者能够快速全面地掌握气候变化领域的知识体系结构,并为系统总结梳理气候变化领域的科学方法和研究成果提供知识体系的支撑。本书可作为从事气候变化领域工作各个方向的专家学者和政府工作人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

气候变化领域本体手册 / 王庆林, 张九天主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2012. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 6598 - 0

I. ①气… II. ①王… ②张… III. ①气候变化 - 名词术语 - 手册
IV. ①P467 - 61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 192803 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京天成印务有限责任公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 9

字 数 / 160 千字

责任编辑 / 申玉琴

版 次 / 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 46.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

《气候变化领域本体手册》

编著委员会

主 任：王庆林 张九天
编 委：刘 禹 李 原 王文涛
 任 禾 富 平 刘 文

前 言

气候变化是国际社会普遍关注的全球性问题,也是世界各国面临的共同挑战。气候变化并不局限于气候和全球环境领域,而是一个涉及社会 and 经济发展各个领域的重大问题,包括人类社会的生产、消费和生活方式以及生存空间等。作为发展中国家,气候变化关系到中国的根本利益;积极应对气候变化已经成为中国关系经济社会发展全局的重大议题。然而,在气候变化领域暂时还没有一个权威的知识分类体系对气候变化专业知识进行系统的梳理。为了在本领域中进行系统、全面的研究,建立一个统一的气候变化领域本体作为领域工作的知识体系支持具有重要意义。

本书中的部分研究工作得到了国家“973”计划的资助,作者在此表示感谢。本书的编著过程中得到了气候变化领域专家的大力支持和帮助。中国农业科学院的许吟隆研究员和中国农业大学的郑大玮教授对本书内容进行了多次审阅,不辞辛劳地进行细致的修正,并提出了很多宝贵的意见和建议。在此,对两位专家的帮助表示衷心的感谢。

气候变化领域是一个涉及众多学科的复杂研究领域,并处于快速发展变化过程中。作者力图整理出气候变化领域的知识体系,但由于知识和学术水平有限,手册还有待进一步充实和完善。书中存在错误与不当之处,敬请读者批评指正。

目 录

0. 绪言	(1)
0.1 气候变化领域本体简介	(1)
0.2 气候变化领域本体的应用	(1)
0.3 气候变化领域本体构建	(2)
0.4 小结	(6)
1. 自然科学基础	(8)
1.1 观测事实	(8)
1.2 古气候档案信息	(15)
1.3 地球气候系统科学	(16)
1.4 气候模式评估	(20)
1.5 未来气候变化预测	(22)
2. 影响、适应和脆弱性	(25)
2.1 影响与脆弱性	(25)
2.2 适应	(32)
3. 减缓气候变化	(35)
3.1 中国的发展途径	(35)
3.2 行业减排	(35)
3.3 减缓与适应、可持续发展	(48)

4. 气候变化谈判	(51)
4.1 国际协议	(51)
4.2 国际制度	(52)
4.3 研究机构跟踪	(53)
4.4 能力建设:适应、减缓、资金、技术	(53)
4.5 区域合作	(55)
5. 能力建设	(56)
5.1 加强监测	(56)
5.2 完善体制机制	(56)
5.3 增强公众意识	(57)
5.4 国家和地方政策和制度	(57)
5.5 科学研究与人才培养	(58)
5.6 国际合作	(58)
附录 I 中文叙词表	(60)
附录 II 英文叙词表	(96)
参考文献	(132)

0. 绪言

0.1 气候变化领域本体简介

《气候变化领域本体手册》是“973”项目“推动中国绿色发展的重大战略及科技问题研究”第五课题——“应对气候变化科技成果集成与服务平台建设”的重要产出之一。本手册以课题研究工作为依托,参考政府间气候变化专门委员会(IPCC)^[1]第五次评估报告大纲,结合我国气候变化领域工作实际,综合领域专家提出的意见和建议,生成了气候变化相关知识从属关系层级式知识图,梳理了领域知识结构,建立了气候变化领域知识的完整体系。

0.2 气候变化领域本体的应用

气候变化领域本体建立了应对气候变化的知识网络,将信息知识化、知识实用化,最终为研究人员、决策者和普通受众提供准确可靠的知识和信息,主要表现在以下三个方面。

(1)信息检索方面:目前互联网的信息检索主要是基于关键词匹配进行检索。由于气候变化问题是一个综合的前沿交叉学科,涉及内容宽泛,网络中已有丰富的资源,同时也充斥着大量冗余或不感兴趣的信息。不论是决策者、研究者还是公众,都很难从庞大而分散的数据集与观点成果中快速找到期望的信息。然而利用气候变化领域本体,可以为网络上的信息进行语义标注。不仅能把文档隐含的语义信息显式地表现出来,而且也准确地为文档与领域及其所属类别进行了较为准确的划分,为实现语义检索奠定了基础,使检索者从语义层面上直接检索到自己需要的信息。

(2)知识组织方面:气候变化领域本体澄清了气候变化领域的知识结构;利用本体可以为文档与领域及其所属类别进行较为准确的划分。这样每一篇文档都具有具体的归属类别,使知识的组织更加有条理,便于使用者的查阅和理解。

(3)知识共享和重用方面:气候变化领域本体的目标是捕获气候变化领域的相关知识,提供对该领域知识的共同理解,确定该领域内共同认可的词汇,并从不同层次的形式化模式上给出这些词汇(术语)和词汇间相互关系的明确定义。总的来说,构造本体可以实现某种程度的知识共享和重用以及提高系统通信、互操作、可靠性的能力。

0.3 气候变化领域本体构建

本体是一种能在语义和知识层次上描述信息系统概念模型的工具,在人工智能领域,最著名并被广泛引用的定义是由 Gruber^[2]提出的:“本体是概念模型的明确的规范说明。”通俗地讲,本体是用来描述某个领域甚至是更广范围内的概念以及概念之间的关系,使得这些概念和关系在共享的范围内具有大家共同认可的、明确的、唯一的定义,这样人机之间以及机器之间就可以进行交流。

出于对各自学科领域和具体工程的不同考虑,构建本体的过程各不相同。目前主要的本体构建方法有:IDEF-5 法、骨架法、TOVE 法、KACTUS 法、SENSUS 法、七步法等^[3]。

经过对经典的本体构建方法和气候变化领域特点的分析,我们采用 IDEF-5 法构建气候变化领域本体。IDEF-5 提出的本体构建方法包括五个步骤:组织并确定范围、数据收集、数据分析、本体的初始化和本体的精炼与确认。

0.3.1 组织并确定范围

根据课题任务的要求,针对气候变化领域的相关信息和数据,构建一个气候变化领域知识本体作为信息集成平台的支撑。构建本体在信息平台中的主要作用有:实现对已获取气候变化领域新闻的分类,方便用户的分类查找;对信息进行语义标注,有利于实现信息的语义查询;提供对领域知识的共同认识等。

拟实现的知识本体是具有多层分辨率的树形结构,同时考虑到用户大部分为气候变化领域的相关专家,对词汇集的要求就需要更为严谨,范围上要求它们覆盖的面比较广,层次上要有一定的专业研究价值。

0.3.2 数据收集与分析

数据收集与分析即收集本体构建需要的原始数据,并对原始数据进行分析,从而得到一个可靠的关键词集。气候变化领域关键词收集工作主要通过以下三个途径开展。

0.3.2.1 第三次评估报告(TAR)综合报告术语表

IPCC^[4](Intergovernmental Panel on Climate Change,政府间气候变化专门委员会)是世界气象组织(WMO)及联合国环境规划署(UNEP)于1988年联合建立的政府间机构。IPCC的主要作用是在全面、客观、公开和透明的基础上,评估与理解人为引起的气候变化、这种变化的潜在影响以及适应和减缓方案的科学基础有关的科技和社会经济信息。IPCC下属的三个工作组(科学工作组,影响工作组和减缓

工作组)分别接受各国政府推荐的科学家并确定各领域评价的主要撰稿人,同时还组织全球范围内的同行和各国政府对评价报告进行审查。

自1990年以来,IPCC相继组织世界上各学科领域的专家撰写和发布了四次评估报告。每份评估报告中都包括决策者摘要,摘要反映了对主题的最新认识,并以非专业人士易于理解的方式编写。这些评估报告的撰写有着严格的工作流程,两个阶段的科学技术评审过程确保了IPCC报告的可信度、透明性和客观性。各章节的写作班子包括所有地区的专家,并具有各个专业和主流科学技术观点的代表性。它们提供了有关气候变化、其成因、可能产生的影响及有关对策的全面的科学、技术和社会经济信息,为国际上采取减缓气候变化行动提供了大量基础科学信息,同时也是一个非常全面而详细的气候变化研究综合报告和进行学术研究的很好的参考资料。

《第三次评估报告》^[5]“气候变化2001”内容包括了三个工作组的有关“科学基础”、“影响、适应和脆弱性”和“减缓”的报告以及侧重于各种政策有关的科学和技术问题的综合报告。本次关键词的采集就建立在IPCC《第三次评估报告》的基础上,我们把报告中所使用的关键词添加到词汇集中。IPCC的评估报告虽然比较权威,但还不足以构建一个完整领域知识本体,需要通过更多的信息源完善本体。另一方面,我们需要结合我国气候变化领域实际工作情况,增加更多的领域知识和信息。我们进一步通过期刊文献库和网络信息源抽取领域术语。

0.3.2.2 期刊文献关键词

通过领域专家推荐,获得了气候变化领域445篇核心期刊文献。通过对这些文献的来源期刊进行分析,可以初步勾勒出气候变化所涉及的学科领域。利用中国知网(CNKI)文献出版来源板块中的核心期刊查找功能,整理期刊来源的学科领域分布,得到的结论是,气候变化不仅是气候和全球环境领域的问题,而且是一个涉及人类社会的生产、消费和生活方式以及生存空间等社会和经济发展的各个领域的重大问题。以气候变化领域的温室气体排放问题为例,温室气体排放的主要来源是能源的生产和消费以及农业生产过程中产生的甲烷气体等,这就涉及基础科学、农业、工程科技等。能源和农业又是国民经济和社会发展的基础产业,减少或限制这些领域的温室气体排放,事关国家的重大经济利益和发展空间,也直接影响国家的政策调整。国家的政策也包括内政和外交方面,这就离不开社会科学和经济管理科学。温室效应会带来气候的反常、病虫害的增加等,这势必会对人类健康造成危害,这又涉及医药卫生科技方面的议题。

这些文献均由气候变化领域的专家筛选,综合上面的分析,它们网罗了相关的

各学科知识要素,这正是气候变化领域研究中必不可少的。从深度上说这些文献反映了气候变化研究的主要方向和前沿技术;广度上,它们很大程度地涵盖了气候变化能够涉及各个领域,具有很高的参考价值。因此,我们对这 445 篇文献的关键词进行搜集整理,并与第一轮中得到的关键词对比,经过去重及删除不相关词语之后,将整理得到的关键词添加到词汇集中。

0.3.2.3 其他来源关键词

气候变化领域相关新闻中包含了大量的领域术语。鉴于新闻的实时性,其在一定程度上反映了当前的热点问题,利用领域术语抽取技术,通过分析和处理大量的气候变化领域新闻,抽取出该领域的术语,经过去重后将抽取出的术语添加到词汇集中,对词汇集进行扩充。为了使收集的关键词能更好地覆盖整个领域,我们同时将已有的关键词作为种子在百度百科中对相关词条进行自动抽取,对词汇集进行再一次的扩充。

通过对 IPCC 评估报告关键词、期刊文献、网络信息三个来源的关键词收集和整理,并请领域专家进行校正,我们最终共收录了 1 048 个气候变化领域术语。

0.3.3 本体的初始化

0.3.3.1 本体框架的建立

2011 年 7 月 2 日,本课题组针对气候变化本体层次构建问题组织了相关专家讨论会,会上气候变化领域专家建议将气候变化领域按图 1-1 的结构进行分类。

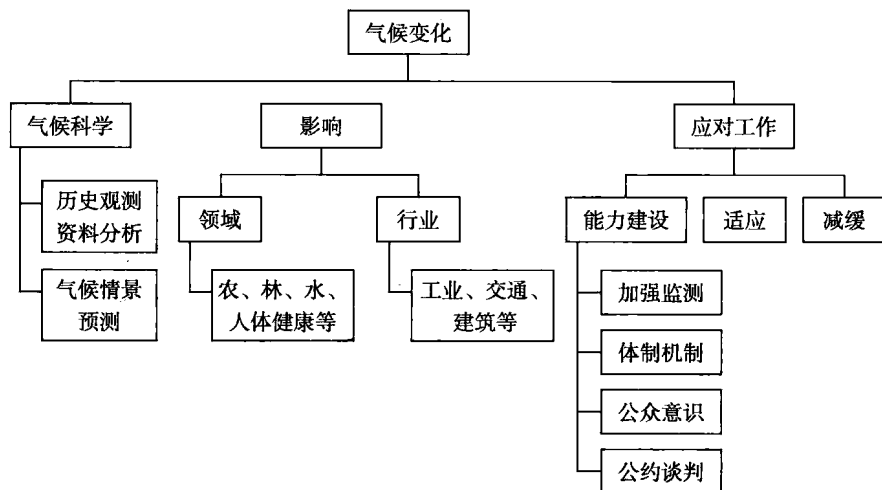


图 1-1 气候变化领域分类

我们将知识体系表示成树形结构,树的结构能够更好地体现各知识点之间的层次关系。以“气候变化”为根节点,通过依层次划分,最终将底层的分类作为叶子节点。我们以 IPCC 工作组的第五次评估报告(AR5)大纲为主要参考,通过扩展 IPCC 工作组,将气候变化领域分为以下五部分:自然科学基础,影响、适应和脆弱性,减缓气候变化,气候变化谈判和能力建设。其中前三部分是依据 IPCC 三个工作组的评估内容,后两部分是根据领域专家建议的补充分类。现对这五个部分进行简要介绍。

1)第一部分“自然科学基础”主要涵盖气候系统和气候变化的自然科学方面的问题,主要包括:在大气中的温室气体和气溶胶的变化;在空中、陆地和海洋温度、降雨、冰川和冰架、海洋和海平面观测到的变化;历史和古气候角度来看气候变化、生物地球化学、碳循环、气体和气溶胶,气候模型,气候预测,气候变化的检测和归因。

这一部分在 AR5 第一部分的基础上主要进行了精简压缩的修改,比如“全球到区域的气候变化检测和归因”“近期的气候变化预估和可预测性”“长期气候变化的预估、持续性和不可逆性”,将它们的后代节点删除,保留其为叶子节点。另外,对于一些与我们的研究内容关联性差的节点,可以直接舍弃,如“古气候档案信息”下的“早期的器测、文献和自然气候档案的特点”。

2)第二部分“影响、适应和脆弱性”涵盖气候变化有利和不利的影 响、适应性和社会经济和自然系统的脆弱性,同时考虑脆弱性、适应性和可持续发展之间的相互关系。涉及信息来自水资源、生态系统、食品和森林、沿海生态系统、工业、人类健康等多方面。

这一部分在 AR5 中第二部分的基础上同样做了精简,其次将 AR5 中该部分的“区域方面”(非洲、亚洲、澳大利亚和新西兰、欧洲、拉丁美洲、北美洲、极地地区、小岛屿)这一节点从该部分删除,将其移动到第四部分“气候变化谈判”中。这种修改的出发点是用户往往更关注于这些国家对外的政策。

3)第三部分“减缓气候变化”涵盖通过限制温室气体排放来减缓气候变化,从能源、交通、建筑、工业、农业、林业、废弃物管理这些行业考虑,用不同的方法来缓解成本和效益,并考虑到现有的工具和政策措 施。

这一部分在 AR5 中第三部分的基础上主要做了结构调整,将 AR5 中该部分的“政策、制度和融资评估”节点从该部分删除,根据其下一层分类,将属于国际谈判的分类移到第四部分“气候变化谈判”中,将属于国内政策法规的分类移到第五部

分“能力建设”中,并分别与第四部分和第五部分的内容进行融合。

4)第四部分“气候变化谈判”主要是对外的政策法规,包括大国/集团政策、研究机构跟踪、区域方面和数据支持。

5)第五部分“能力建设”主要是针对国内的政策法规,包括加强监测,完善体制机制、国家和地方政策和制度,增强公众意识和科学研究与人才培养。

0.3.3.2 关键词的挂接

在关键词的分析整理和本体框架的初步建立工作完成后,就需要进行关键词的分类。我们采取的主要方法是根据专家领域知识,将关键词挂接到所建立的气候变化领域知识树的叶节点之下。

对构建的气候变化领域本体知识树进行挂接,采用由根到叶的分类方法。即首先将这些关键词依次分配到五大类中(自然科学基础,影响、适应和脆弱性,减缓气候变化,气候变化谈判和能力建设),接着对每一部分单独分析,将该部分所属的关键词按层次高低顺序依次进行划分,直至将所有关键词挂接到叶节点为止。由于一个词在不同语境下可能有不同的含义,所属的类别也就不尽相同,所以允许同一个词的多次挂接到知识树的不同分支节点。

0.3.4 本体的精炼与确认

我们将整理好的初始化领域本体,利用本体编辑工具进行校正。在此基础上,由领域专家进行审阅和修改,得到了更为完善的知识体系和更为精准的关键词挂接分类。

0.3.5 本体手册历次修改情况

气候变化领域本体的构建和本体手册的编撰工作历时近一年,主要经过四个阶段。第一阶段以期刊文献关键词作为主要术语来源进行本体构建,得到 658 个关键词;第二阶段通过百度百科相关词条的抽取进行了关键词集的扩充工作,共增加了 116 个关键词;第三阶段放宽期刊文献关键词的筛选条件,对关键词集进行了扩充,共增加了 188 个关键词;第四阶段请气候变化领域专家进行集中修订和增补,对手册中不规范关键词进行了校正,新增 86 个关键词。经过以上的修改完善,到目前为止,手册中共有 1 048 个关键词。

0.4 小结

气候变化领域涉及的学科和知识面广,领域本体的构建对专业知识的广度和

深度都有非常高的要求。通过对多种信息源进行自动术语抽取,获得了大量的候选术语,使得领域术语具有较广的覆盖面。在此基础上,根据气候变化领域专家知识对本体知识树进行反复精炼,得到气候变化领域本体手册。

1. 自然科学基础

1.1 观测事实

1.1.1 大气和地表

1.1.1.1 地表温度和土壤温度变化

全球表面温度,浅层地温,土壤,温度,高温,地表热源,温度状况,地面气温,逆温,年代际气温,极端气温,高温期,高温日数,气温,冻融侵蚀,土壤温度,温度反演

1.1.1.2 温度、湿度和云变化

冷却度日,加热度日,温度日较差,全球表面温度,瞬变气候响应,土壤水汽,气温日较差,最高气温,积雨云,对流云,地表干湿度指数,有效温度,温度,干湿序列,雾日数,全球平均温度,高温,冷暖指数,土壤水分,气温,年均气温,季平均气温,气温跃变,温度状况,地面气温,逆温,年代际气温,极端气温,高温期,高温日数,温湿指数,空气状态参数,最低气温,温暖指数,地温场,地温异常带

1. The Physical Science Basis

1.1 Observations

1.1.1 Atmosphere and Surface

1.1.1.1 Changes in surface temperature and soil temperature

global surface temperature, ground temperature, soil, temperature, high temperature, surface heat source, thermal regimes, surface air temperature, temperature inversion, decadal temperature, extreme temperature, megathermal period, megathermal days, air temperature, freeze-thawing erosion, soil temperature, temperature retrieval

1.1.1.2 Changes in temperature, humidity and clouds

cooling degree days, heating degree days, diurnal temperature range, global surface temperature, transient climate response, soil moisture, temperature diurnal range, maximum air temperature, cumulonimbus, convective cloud, land surface humidity index, effective temperature, temperature, dry/wet series, fog days, global average temperature, high temperature, cold and warm index, soil moisture, air temperature, annual mean air-temperature,

1.1.1.3 大气成分变化

调整时间,生命期,不规则生命期,响应时间,周转时间,大气,臭氧空洞,氮氧化物,大气气溶胶,大气成分,温室气体,黑碳

1.1.1.4 辐射场和能量平衡变化

能量平衡,紫外线(UV)-B辐射,太阳辐射,辐射平衡,太阳总辐射

1.1.1.5 水文、径流、降水和干旱变化

干旱区,干旱,上涌,地表径流,半干旱地区,径流,流域,降水预测,径流量距平,地表径流量,洪涝灾害,水文效应,极端降水强度,极端降水频数,极端降水量,汇流,有效降水,天气形势,旱涝指数,径流变化,夏季降水,夏季旱涝,旱

seasonal mean air-temperature, temperature jump, thermal regimes, surface air temperature, temperature inversion, decadal temperature, extreme temperature, megathermal period, megathermal days, temperature-humidity index, air status parameter, lowest temperature, warmth index, geothermal field, geothermal zones

1.1.1.3 Changes in atmospheric composition

adjustment time, lifetime, perturbation lifetime, response time, turnover time, atmosphere, ozone hole, nitrogen oxides, atmospheric aerosol, atmospheric composition, greenhouse gas, black carbon

1.1.1.4 Changes in radiation fields and energy budget

energy balance, ultraviolet (UV)-B radiation, solar radiation, radiative balance, total radiation

1.1.1.5 Changes in hydrology, runoff, precipitation and drought

arid regions, drought, upwelling, surface runoff, semi-arid regions, runoff, basin, precipitation prediction, runoff anomaly, surface runoff, flood and drought disasters, hydrological effects, intensity of extreme precipitation, frequency of extreme

涝,湖泊变化,降水,干旱指数,汛期降水,SWAT模型,水源区,降水分布型态,冰川径流,降水形态,极端气温,降水量,汇流模拟,月径流量,生态水文过程,水患,雨涝,冰川融水,冰雪融水,春旱,融水径流,森林水文效应,河川径流

precipitation, amount of extreme precipitation, streamflow, effective precipitation, synoptic situation, drought and waterlog index, runoff variation, summer precipitation, summer drought/flood, drought/flood, variation of lake, precipitation, drought index, flood season rainfall, SWAT model, water source area, precipitation pattern, glacial runoff, precipitation form, extreme temperature, amount of precipitation, streamflow simulation, monthly runoff, ecohydrological process, inundation, waterlogging, glacier melt-water, snow melt-water, spring drought, melt-water runoff, forest hydrological effect, stream flow

1.1.1.6 大气环流变化

大气,大气环流,大气环流模式,厄尔尼诺与南方涛动(ENSO),拉尼娜,北大西洋涛动(NAO),南方涛动,北极涛动,对流层顶,对流层,平流层,西伯利亚高压,环流背景,环流,大气环流散度场,大气涛动,ENSO变率,热带气旋,北大西洋暖流,大气湍流,西南低涡,南极涛动,南极绕极流,季风环流,风生环流,北大西洋年代际振荡(AMO),北极高空大气涛动,低空急流,副热带高压,高原低涡,越赤道气流,强对流,热带气旋强度,西亚西风急流,西太平洋副热带高压,亚洲大陆极地涛动,冷平流

1.1.1.6 Changes in atmospheric circulation, including wind

atmosphere, general circulation, general circulation model, El Niño Southern Oscillation (ENSO), La Niña, North Atlantic Oscillation (NAO), southern oscillation, Arctic oscillation, tropopause, troposphere, stratosphere, Siberian High, circulation background, circulation, atmospheric circulation divergence, atmospheric oscillation, ENSO variability, tropical cyclone, North-Atlantic Current, atmospheric turbulence, Southwest China vortex, Antarctic Oscillation, Antarctic Circumpolar Current, monsoon circulation, wind-driven cir-