



中国极端天气气候事件和灾害 风险管理与适应国家评估报告

(精华版)

主编
秦大河

副主编
张建云 闪淳昌 宋连春



科学出版社

中国极端天气气候事件和灾害 风险管理与适应国家评估报告

(精华版)

主编

秦大河

副主编

张建云

闪淳昌

宋连春

科学出版社

北京

内 容 简 介

为更好理解气候变化与极端天气气候事件的关系,以及气候变化所产生的与灾害风险相关的一系列问题,中国气象局联合国内多个部门,由秦大河院士任主编,组织百余位专家共同编写了本评估报告。报告借鉴了国际、国内相关评估报告的方法和思路,综合分析了天气学、气候学、气候(系统)变化科学、大气化学、地理学、水文学,以及气候变化适应和灾害风险管理等多领域成果,并在总结过去应对极端天气气候事件经验的基础上,提出未来控制灾害风险的政策和实践方向,以期增进社会各界应对气候变化与灾害风险管理的认识,为各级政府制定相关政策、企业采取行动提供科技支撑,为全社会提升灾害风险防范意识和能力提供基础信息。本报告的主要读者包括各级政府部门、企业、群众组织和民间团体的有关人员,相关学科的专业技术人员、大专院校师生和具有一定相关专业知识背景的社会各界人士。

图书在版编目(CIP)数据

中国极端天气气候事件和灾害风险管理与适应国家评估报告:精华版/秦大河主编.——北京:科学出版社,2015.10

ISBN 978-7-03-045073-9

I. ①中… II. ①秦… III. ①气候变化—风险管理—研究报告—中国 IV. ①P467

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第131502号

责任编辑:万 峰 杨帅英/责任校对:张小霞

责任印制:肖 兴/封面设计:北京图阅盛世文化传媒有限公司

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015年10月第一次印刷 印张:7 1/2

字数:163 000

定价:169.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

编委会

编委会主任：

矫梅燕

编委会成员：（以姓氏笔划为序）

丁一汇 史培军 朱建平 杜祥琬 宋连春 张家团 陈振林 罗云峰
胡晓春 秦大河 崔 瑛 潘文博

作者团队

主编：

秦大河

副主编：

张建云 闪淳昌 宋连春

核心编写组（以姓氏笔画为序）

组长：

秦大河

成员：

丁一汇 丁永建 王 毅 史培军 闪淳昌 齐 晔 李建平
吴绍洪 宋连春 张建云 范一大 林而达 罗亚丽 罗 勇
郑 艳 姜 彤 高庆先

主要作者（以姓氏笔画为序）

马丽娟 王守荣 王志强 王国庆 王建林 王艳君 王静爱
王遵娅 石 英 叶殿秀 任贾文 任福民 刘 冰 刘起勇
许光清 孙忠富 孙 颖 严中伟 苏布达 李 宁 李茂松
李惠民 吴立新 汪 明 沈 华 张小曳 张存杰 张晓宁
陈大可 陈海山 陈满春 周广胜 周天军 周波涛 周洪建
郑景云 居 辉 赵 林 胡俊锋 柳艳菊 姜鲁光 祝昌汉
秦绪坤 徐 影 高学杰 高 歌 效存德 黄崇福 黄 磊
程晓陶 蔡榕硕 翟建青 翟盘茂 潘家华 霍治国

贡献作者（以姓氏笔画为序）

丁 婷 王文军 王 阳 王朋岭 王 薇 尹宜舟 尹 姗
左军成 叶 涛 叶 谦 付加锋 白 莉 邢 佩 朱晓金
刘连友 刘昌义 孙丞虎 孙 松 苏利阳 杜尧东 李修仓
李 莹 杨佩国 吴 波 何吉成 何奇瑾 邹乐乐 邹立维
辛 源 张东启 张永香 周枕戈 郑飞翔 宝兴华 赵珊珊
郝志新 段居琦 侯 威 袁 艺 徐 娜 徐富海 高江波
高 超 高 蓓 涂 锴 黄大鹏 龚志强 曾小凡 温珊珊
温晗秋子 谢欣露 潘 韬

技术支持小组（以姓氏笔画为序）

组长：

宋连春

成员：

王 荣 尹宜舟 刘昌义 刘洪滨 李柔珂 李 莹 陈克垚
董思言 翟建青 魏 超



序

气候是人类赖以生存的自然环境，也是经济社会可持续发展的重要基础资源。我国是典型的季风气候国家，气候种类多，各地气候差异大。当今世界，认识气候、适应气候、利用气候、保护气候，走人与自然和谐发展的道路，已经成为广泛的共识。受自然和人类活动的共同影响，地球气候系统正在经历以变暖为主要特征的变化，由此引发的海平面上升、冰川退缩、极端天气气候事件频繁发生等，已经影响到人类赖以生存的环境。因此，应对气候变化已经成为全球性的可持续发展问题，事关人类生存和福祉，事关各国发展空间和经济竞争力，也事关全球治理和全球安全。

极端天气气候事件和灾害风险管理是当前国际社会应对气候变化的重要举措之一，也是人们在多年防御与抗御自然灾害实践中形成的重要成果之一。在科学层面上，2012年政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布的《管理极端事件和灾害风险，推进气候变化适应》特别报告，从灾害性天气气候事件和气候灾害的背景和历史、脆弱性和灾害损失的观测和预估、对极端事件和灾害风险管理的认知、灾害风险管理及其与可持续发展的相互作用等方面，阐释了国际科学界在气候灾害及其风险管理方面的最新进展。在政策层面上，第三次世界气候大会（WCC-3）把气候灾害风险管理作为适应气候变化的核心范畴，纳入《全球气候服务框架》（GFCS）；在2010年联合国坎昆气候变化大会上，各国政府在应对气候灾害、加强风险管理为核心的适应气候变化问题上共识一致，通过了《坎昆适应气候变化框架》，并把气候灾

害脆弱性评估、建立灾害性天气气候事件早期预警系统和加强风险评估作为其首要任务。

在全球气候变化的背景下，我国气象灾害风险进一步加剧，防灾减灾形势异常严峻。20 世纪 60 年代以来，我国极端天气气候事件发生了显著的变化，高温日数和暴雨日数增加，北方和西南干旱化趋势加强，登陆台风强度增大，霾日数增加；灾害影响范围逐渐扩大，影响程度日趋严重，直接经济损失不断增加。特别是 20 世纪 80 年代以来，我国旱涝等重大气候灾害频繁发生，造成的直接经济损失平均每年近 2000 亿元，给人民生命财产安全和经济社会发展构成了严重威胁。研究表明，未来我国高温、干旱和强降水等极端天气气候事件和灾害风险将进一步加剧。

中国政府高度重视应对气候变化和防灾减灾工作，把防灾减灾作为应对气候变化的重要内容，初步形成了中国特色灾害风险管理体系，防灾减灾能力全面提升，气象灾害监测预警水平不断提高，形成了“政府主导、部门联动、社会参与”的气象防灾减灾机制，气象灾害监测预警服务已覆盖了国民经济社会发展与国家安全各个领域。未来我国极端天气气候事件和灾害将更加复杂多变，气候风险不断加大，抵御巨灾的形势不容乐观。目前，我国应对极端天气气候事件和管理灾害风险的总体意识有待提高，管理新风险和巨灾风险的能力亟待加强，在综合风险管理体系构建、部门分工和协作、基础性能力建设、资金保障机制和风险转移机制等方面仍面临诸多挑战，公众参与意识和自救互救能力仍需进一步提升。

为此，中国气象局联合民政部、中国科学院等十余个部门，由秦大河院士领衔作者团队，中国气象局矫梅燕副局长任编写委员会主任，组织编写了《中国极端天气气候事件和灾害风险管理与适应国家评估报告》。报告充分吸纳了国内外最新的科学进展，借鉴了国际社会在气候灾害风险管理方面的先进理念和经验，充分体现了中国防灾减灾体系的特色，总结并提出了未来我国气候灾害风险管理的行动方向和策略选择。为此，我衷心感谢编写委员会和作者团队所做的出色工作，

以及相关部委的大力支持。

我相信，本评估报告一定能够为进一步推动我国适应气候变化、管理极端天气气候事件和灾害风险，提供有益的参考，为各级政府、企业和公众提升防灾减灾意识和能力，提供全方位的科技支撑，为保障国家气候安全，做出应有的重要贡献。

郑国光

（中国气象局局长）

2015 年 3 月于北京

目录

序 i

决策者摘要 1

 一、观测到的中国极端天气气候事件和灾害及未来趋势 5

 二、中国灾害风险管理措施 15

 三、中国灾害风险管理与适应的策略选择 20

精华版 33

 一、极端天气气候事件和灾害风险管理：背景与内涵 37

 1. 理论、政策与实践 37

 2. 气候变化与极端天气气候事件 43

 3. 灾害风险管理与可持续发展 46

 二、极端天气气候事件的特征、变化和成因 48

 1. 中国极端天气气候事件的特征 48

 2. 20 世纪中叶以来极端天气气候事件变化 52

 3. 极端天气气候事件变化的原因 58

 三、极端天气气候事件和灾害的影响及脆弱性 64

 1. 极端天气气候事件和灾害的影响 64

 2. 承灾体的暴露度和脆弱性 69

 3. 典型案例 79

 四、天气气候灾害风险管理实践与策略选择 82

 1. 国家、区域和地方层面的天气气候灾害风险管理实践 82

 2. 综合灾害风险管理在经济社会重点领域的实践 88

 3. 天气气候灾害风险管理实践的成效和不足 91

 4. 未来极端天气气候事件变化趋势和灾害风险 92

 5. 策略设计与选择 94

决策者摘要

中国是世界上极端天气气候事件及灾害最严重的国家之一。在中国及全球气候变化大背景下，随着中国国民经济快速发展，生产规模日趋扩大，社会财富不断积累，天气气候灾害^①的损失和损害趋多趋重，已成为制约经济社会持续稳定发展的重要因素之一。

天气气候灾害风险取决于致灾因子以及承灾体的暴露度和脆弱性，与风险防范、监测预警、处置救援、恢复重建直接相关，是气候安全的主要内容之一（图1）。

气候安全是指人类社会的生存与发展不受气候系统变化威胁的状态。作为一种全新的非传统安全，它与防灾减灾、应对气候变化和生态文明建设等密切相关，是粮食安全、水资源安全、生态安全及国家安全体系中其他安全的重要保障。

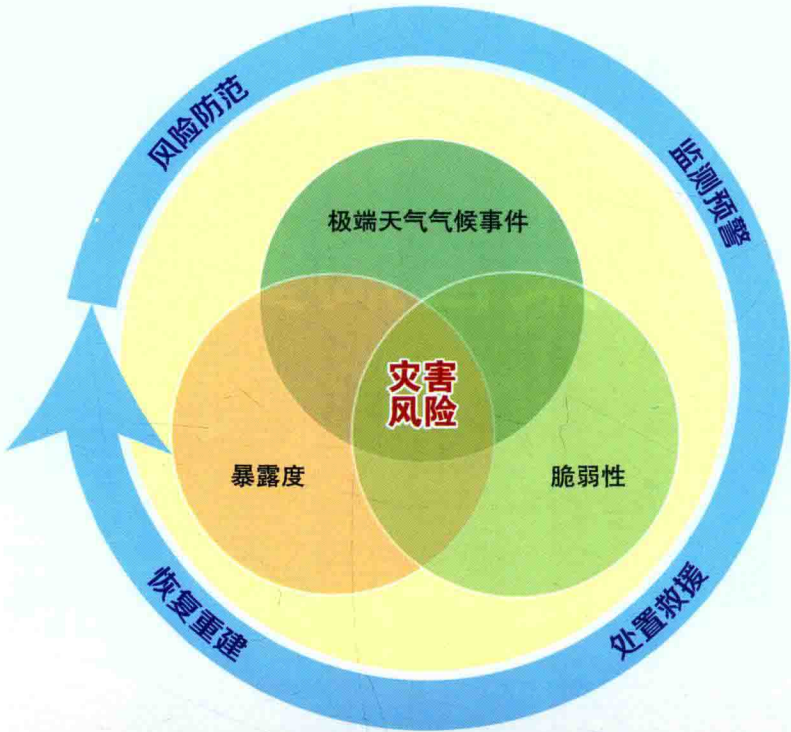


图1 灾害风险管理示意图 [图 1.3]

①泛指以特定的天气气候条件或其变化为诱因的自然灾害。

本决策者摘要介绍了《中国极端天气气候事件和灾害风险管理与适应国家评估报告》的主要评估结论。报告分析了中国极端天气气候事件和灾害的特点，评估了其影响以及灾害风险管理和适应相关问题，反映了国内外在极端天气气候事件和灾害风险管理与适应等方面的最新研究进展和成果，总结并提出了中国灾害风险管理的行动方向和策略选择。目的是增进社会各界应对气候变化与灾害风险管理的认识，以为各级政府制定相关政策、企业采取行动提供科技支撑，为全社会提升灾害风险防范意识和能力提供基础信息。

文框 1 基本概念定义

气候变化 (Climate Change) : 能够使用统计检验等方法识别出的气候系统要素平均值、方差、统计分布等状态的变化，且这种变化能够持续几十年甚至更长时间。自然因素和人类活动都可以导致气候变化。

极端天气气候事件 (Climate Extremes) : 天气或气候变量值高于（或低于）该变量观测值区间的上限（或下限）端附近的某一阈值时的事件，其发生概率一般小于 10%。

暴露度 (Exposure) : 承灾体受到致灾因子（hazards）不利影响的范围或数量。范围越大或数量越多，暴露度越大。

脆弱性 (Vulnerability) : 承灾体的内在属性，其大小取决于承灾体对致灾因子不利影响的敏感程度及其自身的应对能力。敏感程度越高或应对能力越弱，脆弱性越大。

灾害 (Disaster) : 由致灾因子直接或间接导致人类社会正常运行发生变化，并造成损失和损害的后果。

治理 (Governance) : 一种全社会参与的综合风险应对体系，包括决策、管理和执行过程。

适应 (Adaptation) : 在人类社会层面，指针对已发生的和潜在的影响而制订和采取的趋利避害的政策与措施；在自然系统层面，指针对已发生的不利影响或新的变化进行调整的过程。有效的人为干预可能提升自然系统的适应效果。

恢复 (能) 力 (Resilience) : 人类社会或自然系统预防、承受和适应不利影响并得以复原的属性。

文框 2 灾害风险管理

灾害风险 (Disaster Risk) : 危害性自然事件的发生概率及其可能的不利结果。

灾害风险管理 (Disaster Risk Management) : 为减轻灾害风险, 对其进行监测、识别、模拟、评估和处置, 旨在以最小成本获得最大安全保障的科学管理体系。

风险防范 (Risk Governance) : 政府与利益相关者为应对可能发生的风险进行互动和决策的过程, 包括风险识别、评估、管理和沟通等。风险防范也称为风险治理。

综合风险防范 (Integrated Risk Governance) : 从全球、区域和全灾种、全过程、全方位、全社会的视角出发, 将政治、经济、文化和社会等各要素统筹进行的风险防范, 强调政府、企业、社区、公众协调互动, 实现安全设防、救灾救济、应急响应、风险转移的结构综合和备灾、应急、恢复、重建的功能综合。综合风险防范也称为综合风险治理。

风险转移 (Risk Transfer) : 将自然灾害风险从一方转移到另一方或多方而采取的相关手段或措施。

一、观测到的中国极端天气气候事件和灾害及未来趋势

中国极端天气气候事件种类多，频次高，阶段性和季节性明显，区域差异大，影响范围广（高信度）。高温热浪、干旱、暴雨、台风、沙尘暴、低温寒潮、霜冻、大风、雾、霾、冰雹、雷电、连阴雨等各类极端天气气候事件普遍存在，频繁发生，影响广泛。极端天气气候事件区域特征明显，季节性和阶段性特征突出，灾害共生性和伴生性显著。极端高温高发区较集中，干旱分布广泛，极端强降水多发于南部，台风登陆时间集中，沙尘暴季节性明显，霜冻及寒潮北强南弱，大风区域性特点突出。[3.1]

近 60 年中国极端天气气候事件发生了显著变化，高温日数和暴雨日数增加，极端低温频次明显下降，北方和西南干旱化趋势加强，登陆台风强度增大，霾日数增加（高信度）。全国年平均最高气温值、最低气温值和高温日数均显著增加；全国平均冷昼日数略趋减少；区域性极端低温事件频次以 0.6 次/10a 的速率明显下降；冰冻日数以 0.6 次/10a 的速率显著减少；全国性寒潮平均每 10a 减少 0.2 次；2007~2013 年，区域性、阶段性低温冷冻时有发生。暴雨频率增高，强度趋强，影响范围扩大。东北、华北和西南地区干旱化趋势明显，1997~2013 年中等以上干旱日数较 1961~1996 年分别增加 24%、15% 和 34%。西北太平洋和南海生成的台风数呈下降趋势，但登陆中国台风的强度明显增强，21 世纪以来登陆台风中有一半最大风力超过 12 级，华东及东南沿海地区台风降水趋于增多。沙尘暴频次呈波动性减少趋势，以 1983 年为界，后 25 年较前 25 年发生沙尘暴的站次平均值减少了 58%。中国中东部冬半年平均霾日数显著增加，尤其是华北地区因霾导致能见度明显下降。天气气候灾害影响不断加重，未来灾害风险会进一步增强（表 1，图 2）。[3.3]

中国群发性或区域性极端天气气候事件频次增加，范围有所增大（高信度）。1960~2013 年，全国共发生 784 次 10 站以上单次群发性暴雨，平均每年 14.5 次，每年发生的群发性暴雨事件从 13.5 次增加到 17.3 次，增幅 28%；暴雨强度和范围也有所增大。同期区域性热浪年频次普遍增加，特别是长江中下游和华南区域 1997~2008 年热浪事件的年均频次，比 1976~1994 年的年均频次增加近 2 次。[3.4]

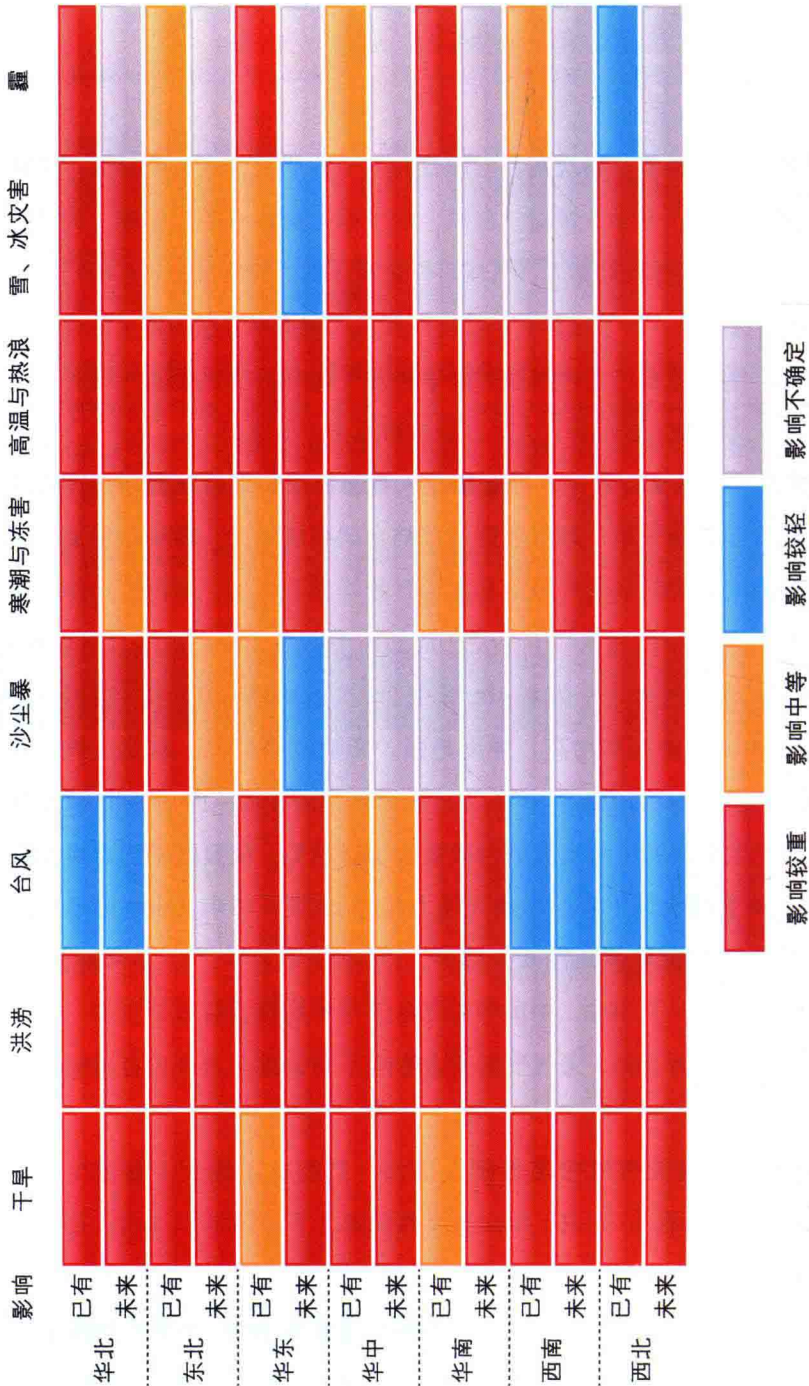


图 2 中国七大区极端天气气候事件和灾害的影响程度
[据《中国气候与环境演变：2012》改绘]
(影响较重指极端天气气候事件或灾害已造成很大损失或未来风险偏高；影响较轻指已造成损失较小或未来风险偏低；影响中等指损失或风险介于前二者之间；影响不确定指尚无法判断损失程度或风险水平)

表 1 中国主要极端天气气候事件和灾害的演变特征及未来趋势

种类	20 世纪中叶以来的变化	典型案例	21 世纪未来趋势	来源
高温热浪	1961 年以来，中国极端高温事件增多。1971~2000 年，高温日数和极端最高气温均明显增加，极端高温影响范围约占全国 12%，其中 1997 年达 25%，是常年的两倍。2001~2010 年极端高温值平均比常年偏高 0.8℃，高温日数平均较常年多 32%。高温影响范围达国土面积的 43%，是常年的四倍。	2013 年盛夏，江南、江淮、江汉及重庆 9 省（直辖市）出现 1951 年以来最强高温热浪，平均最高气温 34.4℃；344 站次日最高气温达到或超过 40℃，477 站次日最高气温突破历史极值；8 月 11 日浙江新昌站达 44.1℃；湖南长沙连续高温日数达 48 d。	中国暖事件增加。RCP4.5 和 RCP8.5 情景下，到 21 世纪中叶，日最高气温最高值分别比 1986~2005 年升高 1.5℃和 2.0℃，到 21 世纪末，分别升高 2.7℃和 5.5℃，东部地区最为明显；高温日数进一步增多，尤其是南方地区；RCP4.5 情景下，21 世纪中期南方地区高温日数增加约 30d，21 世纪末期增幅更为显著。	3.3 3.4 3.5 4.1 4.5 6.1

种类	20 世纪中叶以来的变化	典型案例	21 世纪未来趋势	来源
低温冷冻	1961 年以来，中国极端低温事件呈显著减少趋势，平均每 10a 减少约 0.6 次，冰冻日数平均每 10a 减少 0.6d。20 世纪 60 年代到 80 年代低温事件频发，1969 年和 1985 年低温发生频次最高。21 世纪以来，霜冻日数持续下降，但区域性、阶段性低温冷冻时有发生。	2008 年年初，南方 13 省（直辖市）遭受低温雨雪冰冻灾害，冰冻日数 10~20d；平均降温幅度超过 10℃，华南西北部降幅超过 20℃；受灾人口 3791 万人，直接经济损失 1546 亿元。1 月 28 日，积雪覆盖面积 128.2 万 km ² ，最大深度 50cm。	中国冷事件减少。RCP4.5 和 RCP8.5 情景下，到 21 世纪中叶，日最低气温最低值分别比 1986~2005 年升高 1.7℃ 和 2.2℃，霜冻日数分别减少 13d 和 16d，冰冻日数分别减少 10d 和 12d；到 21 世纪末，日最低气温最低值则分别升高 2.9℃ 和 5.8℃，霜冻日数分别减少 21d 和 43d，冰冻日数分别减少 17d 和 32d，西部地区减少最多。RCP4.5 情景下，21 世纪中期和末期，积雪日数分别减少 10~20d 和 20~40d，RCP8.5 情景下减幅更大，青藏高原地区最为显著。	3.3 3.4 3.5 4.1 4.5 6.1