

全球变化与 生态系统

中国国家自然科学基金委员会生命科学部 编
中国科学院上海文献情报中心

1821

4

上海科学技术出版社

全球变化与生态系统

中国国家自然科学基金委员会生命科学部
中国科学院上海文献情报中心 编

上海科学技术出版社

主 编 张新时
副主编 陆仲康

全球变化与生态系统

中国自然科学基金委员会生命科学部 编
中国科学院上海文献情报中心

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

上海南洋科技印刷公司印刷

(原上海科技情报研究所印刷厂)

开本787×1092 1/16 印张6.5 插页4 字数145,000

1994年8月第1版 1994年8月第1次印刷

印数 1—2000

ISBN 7-5323-3651-4/S·411

定价: 10.50元

(沪)新登字108号

前 言

现代工业生产的迅速发展,对森林、草地的过度伐、牧,及化石燃料的燃烧等,导致了大气中温室气体含量剧增,全球气候变暖,荒漠化扩展,海平面上升等一系列人类生存环境的严重变化,引起了科学家、各国政府与社会各界的普遍关注。国际科联在1986年制订了国际地圈——生物圈计划(IGBP),1990年提出了七个核心计划,其中关于“植被与水循环物理过程的相互作用”与“全球变化对陆地生态系统的影响”这两个与生物学密切相关的部分已成为整个计划的重要组成部分。它标志着全球变化研究重点已经不仅仅是气候变化本身而且开始转向日益受到重视的全球变化中生态系统反应的研究。与此同时,许多生物学家也积极参与进来。科学评价人类生存环境的现状、变化规律与原因,预测其发展趋势,是当代科学的一个相当活跃的前沿领域。它涉及到地球科学、环境科学和生命科学的许多科学分支乃至社会科学的某些领域,是一项具有明确应用前景的重要基础研究。

我国是发展中国家最早参加IGBP计划的,先后组织了“我国干旱半干旱区15万年来环境演变的动态过程与发展趋势”与“我国未来(20~50年)生存环境变化趋势的预测研究”等重大项目。国家自然科学基金委员会生命科学部在分散资助过一些与全球变化有关的自由申请项目的基础上,今年经评审论证通过了“中国陆地生态系统对全球变化的反应模式研究”。这是“八五”期间的重大项目之一。以生物科学家为主,以重大项目规模进行全球变化的多学科综合性基础研究,在我国尚属首次。它对于在我国生命科学领域中开展全球变化研究将起到重要促进作用。

为进一步引起生命科学界的广大学者对全球变化这一重大命题的关注，我们组织出版了这本专集。邀请有关生物学专家撰写专文，并编译了国际全球变化研究的核心计划之一“全球变化与陆地生态系统”，介绍国外有关研究的一些新进展和国内开展有关工作的一些情况和评述。由于时间匆促，错误在所难免，敬请读者不吝指正。

国家自然科学基金委员会生命科学部

陆仲康 齐书莹

1994年5月

目 录

应用Holdridge植被——气候分类系统进行中国植被对全球变

化响应的研究.....李 霞 张新时 杨奠安(1)

全球变化条件下的青藏高原植被变化图景预测

.....张新时 刘春迎(17)

全球气候变化与昆虫生态学研究.....吴坤君 陈永林(27)

大气二氧化碳的升高对植物生理的影响

.....匡廷云 白克智 林伟宏(32)

对全球变化反应的陆地生态系统研究.....周广胜 李迪强(36)

谈全球变化与农业生态研究.....韩纯儒(49)

全球变化与淡水生态系统.....夏宜琤(54)

全球变化与海洋生态系统研究.....吴宝玲 李永祺(58)

全球变化与陆地生态系统——IGBP 的核心计划之一(62)

CONTENTS

Modeling Chinese Vegetation Response to Global Change Applying Holdridge's Life Zone System	Li Xia, Zhang Xinshi, Yang Dianshan (1)
A Predictive Scenario of Vegetation Changes on the Tibetan Plateau Under Global Change Conditions	Zhang Xinshi, Liu Chunying (17)
Global Climate Change and Study on Insect Ecology	Wu Kunjun, Chen Yonglin (27)
Physiological Responses of Plant to the a Tmospheric CO ₂ -Enrichment	Kuang Tingyun, Bai Kezhi, Lin Weihong (32)
A Review on the Response of Terrestrial Ecosystems to Global Change	Zhou Guangsheng, Li Diqiang (36)
On Global Change and Research in Agricultural Ecology	Han Chunru (49)
Freshwater Ecosystem and Global Change.....	Xia Yicheng (54)
Studies on Global Changes and Marine Ecosystems	Wu Baoling, Li Yongqi (58)
Global Change and Terrestrial Ecosystems The Operational Plann	(62)

应用Holdridge植被—气候分类系统进行 中国植被对全球变化响应的研究*

李霞 张新时 杨莫安

(中国科学院植物研究所 北京 100044)

摘 要

Holdridge 的植被气候分类系统被应用于中国进行植被对全球变化响应研究时,根据中国植被—气候关系的特点,被重新修正,这包括:1.山地因素的考虑;2.青藏高原地区气候—植被指标的修正;3.气候—植被类型的合并和简化。利用这一修正的Holdridge 生命地带系统对中国植被对全球变化的响应进行了预测,并对植被—气候指标的变化的敏感程度进行了分析。模拟的结果显示:1.全球变化后,我国森林面积将减少,其中,热带和亚热带森林面积显著增加而温带和北方森林面积显著减少,甚至消失。在森林的变化中,温度是一个很敏感的气候因子。2.全球变化后,草原面积变化不大,但分布区与变化前的很不相同,森林、草原和荒漠类型之间有大面积的相互转换,这说明草原区是对全球变化一个非常敏感的地区,特别是对水分条件。3.全球变化后,荒漠面积将增加三分之一,且在不同水分条件下,变化程度相差不大,说明全球变化后,我国部分地区荒漠化的进程是不可避免的。4.全球变化后,我国青藏高原地区高寒植被明显温性化。冻荒漠,冰雪带和冻原全部消失,代之以温性草原和荒漠。

关键词 全球变化, Holdridge 生命地带分类系统, GCM模型, 生物温度, 可能蒸散率

1 引言

20世纪以来,由于人类活动导致地球大气CO₂和其他温室气体含量的剧增,引起了一系列对人类生存环境,特别是人类赖以生存的植被的巨大变化。目前,植被对全球变化响应的研究,通过静态或动态模拟,主要集中在三个层次上。一个层次是区域或全球(Regional or Global)尺度,通过现有的植被—气候关系,建立植被—气候关系模型,根据大气环流模型GCM(General Circulation Model)对未来气候的预测,模拟植被的响应状况。另一个层次是群落或生态系统的片段(Patch)尺度,以物质、能量平衡及系统状态的动态反应为基础,观测与研究该群落片段水平上的植物—气候相互作用。还有一个层次是景观水平(Landscape)的研究,目前这一水平的研究还比较少。

由于气候是决定地球上植被类型及其分布的最主要因素,因此在进行全球变化研究中,

*本文所有分析及图件均是中科院植物所植被数量生态学开放室研制的生态信息系统中进行的。文章在撰写过程中得到李忠海同志的大量帮助,特此致谢。

气候—植被关系的确定具有极大的意义^[3]。自上世纪以来,研究者们就致力于发展植被与气候的耦合关系或生物气候图式,以便用气候来预测植被的分布或用植被来推断气候^[3]。大区域或全球尺度的植被对全球变化响应的研究,基于静态的植被—气候关系模型,一般不考虑植被对气候变化反应的延迟效应,遗传变异和动态演替过程。

在众多影响植被的气候因子中,表征热量的温度,表征水分条件的降雨,和表征水热组合状况的可能蒸散及干燥度,是用来进行气候—植被分类的主要气候指标。在众多的分类系统中,Holdridge 的生命地带系统被认为较好地反应了植被与气候的相互关系,因而被广泛地应用于陆地生态系统复合体对全球变化响应的研究。

2 Holdridge的生命地带系统

Holdridge 的生命地带分类系统是由三角形坐标系统的三个相互交叉的气候因子轴(对数值)形成的一系列六边形来描绘的(见图版1)。三个气候因子分别是反映植物营养生长时期热量条件的生物温度BT(在0—30℃之间的月平均温度),反映水分状况的降水P,和反映水热组合状况的可能蒸散率PER(可能蒸散率是可能蒸散与降水的比率, Holdridge 通过几个生态系统的研究认为,可能蒸散是生物温度的线性函数,因此其在Holdridge 的图表中取决于另外二个基本变量:年降水和生物温度)。在Holdridge 的生命地带分类系统中,气候因子的组合表征一定的自然或潜在的植被类型及其分布格局,其基本的植被类型单位称为生命地带。在该系统中,生命地带不仅表征某一个特定的植被类型,同时还含有该类型所代表的热量和降水的变化幅度,从而建立了植被与气候因子的简单而合理的对应关系。

Holdridge 根据生物温度将全球植被分为七个热量带:热带、亚热带、暖温带、冷温带、北方带、亚极地带和极地带,或相对应的垂直带:山前地带、低山带、山地带、亚高山带、高山带和冰雪带。气候带的名称反映该气候带中植被的基本特征,高热量带植被(热带)处于三角形基部,具有更为丰富的植被类型。然后根据降水或可能蒸散率将水分状况分为不同的干湿状况,从高热量带到低热量带,干湿类型的数量逐渐递减,热带具有八个干湿类型,亚极地带只有四个干湿类型。因此,在Holdridge 的分类系统中,植被沿气候梯度的变化和组合是非常重要的。在该分类系统中全球植被被分成37个生命地带。

3 Holdridge生命地带分类系统对中国植被的表现

中国独特的地理位置和地貌条件(位于最大的欧亚大陆和太平洋之间,三分之二的国土面积是高于海拔1000米以上的山地和高原,其西南部是全球最大和最高的青藏高原)改变了中国上空的大气环流形势,孕育了独具特色的中国季风气候。因此将Holdridge 生命地带分类系统应用于中国时,出现了一些不同的情况,需要进行一定的解释和修正。

从中国生命地带图与中国植被区划图的比较中可以看出(见图版2和图版3), Holdridge 的生命地带系统对中国植被有较吻合的反映。在大的划分上,森林、草原、荒漠和高寒植被的分布与中国植被区划有很好的相关,在细微部分的反映上,如天山和阿尔泰山植被的分布,西藏东南部门隅、珞瑜、下察隅一带喜马拉雅南坡偏干性季雨林、雨林植被的分布,特别是西藏高原西部狮泉河以西的高原西北部荒漠植被的分布,在Holdridge 的系统中均有较好的表现。Holdridge 的生命地带系统是在中美洲哥斯达黎加(Costa Rica)发展出来的,将其应用于中国的植被—气候关系研究,并与中国植被区划进行对比时发现,该系统对中国植

被的表现如下:

3.1 对东部森林地区热量带的划分

a)按Holdridge的生命地带系统计算,中国没有热带植被类型。

b)在生命地带系统中,亚热带森林植被指的是分布于我国云南南部、广西、广东、福建等省的含热带树种的亚热带常绿阔叶林和热带雨林、季雨林。

c)在生命地带系统中,暖温带具有更加广阔的范围。包括中国植被区划中的暖温带森林和中、北亚热带不含热带树种的常绿和落叶森林。

d)在生命地带系统中,温带和寒温带森林的分布与我国植被区划对这类植被的划分在空间上较为一致。

东部森林地区热量带划分的差异,主要是由于我国东部平原直至南岭以南地区,冬季受蒙古—西伯利亚高压反气旋和北极寒流南下的影响,具有较为寒冷干旱的冬季气候。然而由于该地区夏季雨热同期,适合植物生长,发育了特殊的以常绿阔叶乔木为优势的东亚常绿阔叶林,其北界可达 $BT14^{\circ}C$,在Holdridge系统中属于暖温带的范围。为了与全球生命地带系统相一致,在热量带的划分上,我们遵从其原有的指标体系。

3.2 对草原界线的划分

a)在生命地带系统中,草原与森林的界划与中国植被区划有极好的对应关系。

b)在生命地带系统中,草原与荒漠的划分界线比中国植被区划的界线偏东,其界线大致相当于降水200mm,蒸散率4.0的等值线。这样温带丛生矮禾草、矮半灌木荒漠草原在Holdridge的系统中被划为温带荒漠的范围。

对草原的压缩,也主要由于在Holdridge的生命地带系统中,草原的水分的标准要求比我国要高。这一差异在应用中也不予更改。仅指出在Holdridge的生命地带系统中,温带草原指的是温带禾草、杂类草草原和丛生禾草草原。

3.3 对西北部荒漠植被的划分

西北部地区的植被在Holdridge的系统中属于温带荒漠和北方荒漠类型。其分布范围与中国植被区划的温带荒漠植被的分布有很好的相关。Holdridge的系统对天山、阿尔泰山和柴达木盆地的植被及其分布均有所反映。但由于西北地区荒漠植被类型的变化在很大程度上决定于土壤基质的变化,仅根据气候无法反映,因此该系统对这一地区植被的表现较为单一。

3.4 对青藏高原植被的划分

在Holdridge的系统中,高山带的划分过于单一,不能充分表现我国青藏高原上丰富的高寒植被及其分布。青藏高原海拔高,面积大,其上广泛发育各类高寒植被,分布有大面积的高寒草甸、草原和荒漠,但按Holdridge系统多属于冰雪带。这是由于大陆性干旱区的高山和高原云雾较少,太阳辐射强烈,地表增温效应强,补偿了大气的低温,使干旱山地高山植被的分布界线和雪线明显高于同气温条件下的湿润地区。

4 对Holdridge生命地带分类系统的修正

为了使Holdridge的生命地带系统更好地反映中国植被及其分布状况,在应用中做了以下几个方面的修正。

4.1 山地因素的考虑

由于中国是个多山国家,植被类型及其分布受山地影响非常显著,因此,以海拔高度作为影响植被及其分布的另一个变量,对Holdridge的分类系统进行了修定。新增的生命地带的命名为热量带(+山地)+植被类型。山地因素的考虑,区分了我国平原和山地的不同植被类型,如云贵高原亚热带山原森林与东部平原亚热带森林植被的进一步划分。值得注意的是,山地植被的命名中,热量带不具有地带性含义,仅表征热量水平。例如在山地因素未考虑之前,Holdridge系统中的北方森林(Boreal Forest),既包括大兴安岭分布的寒温带针叶林,也包括青藏高原东部与南部、四川西部地区的亚热带山地常绿针叶林。这显然混淆了两种性质完全不同的植被。山地因素考虑之后,亚热带山地常绿针叶林被区分开来,但为了保持Holdridge系统中生命地带对气候指标隐含的特点,在命名中仍称为北方型山地森林。

4.2 对青藏高原植被的修正

在Holdridge系统中,高山带以上全部定为冰雪带。为了更好地描述我国青藏高原植被类型及其分布状况,首先对雪线的气候条件进行了修定。在冰雪带中,进一步划分了冰雪带、冰缘带和冻荒漠。在高山带中,将原来的干冻原、湿润冻原、潮湿冻原和雨冻原重新定义为高寒荒漠、高寒草原、高寒草甸和冻原。经修正后的Holdridge生命地带系统对青藏高原的植被有较好的表现。

4.3 类型的合并和简化

通过上述两方面对Holdridge生命地带系统的修正,得到的中国生命地带类型总计66个。这一结果在进行植被对全球变化响应的大区域水平的研究中显得过于繁杂。因此在应用进行了适当的类型合并和简化。其原则是:a)主导植被类型概括。例如暖温带的潮湿森林、湿润森林和干旱森林,合并为暖温带森林。b)按植被类型出现的显著性进行简化。当上述的66个植被类型的Holdridge系统应用于中国时发现,有些植被类型,不论在现状气候条件,还是在全球变化的气候条件的模拟中,均未出现,或仅有极小面积的出现。在这种情况下,该植被类型被去除,如热带荒漠。因此,最终的Holdridge分类系统在中国条件下被简化为22个类型:

- 1) 热带森林
- 2) 亚热带森林
- 3) 亚热带型山地森林
- 4) 暖温带森林
- 5) 暖温带型山地森林
- 6) 冷温带森林
- 7) 冷温带型山地森林
- 8) 北方森林
- 9) 北方型山地森林
- 10) 温带草原
- 11) 温带型山地草原
- 12) 北方型山地草原
- 13) 温带荒漠
- 14) 温带型山地荒漠
- 15) 北方型山地荒漠

- 16) 高寒草原
- 17) 高寒草甸
- 18) 高寒荒漠
- 19) 冻原
- 20) 冻荒漠
- 21) 冰雪带
- 22) 冰缘带

5 中国生命地带对全球变化响应的模拟

Holdridge 的生命地带建立了植被与气候的对应关系。在全球变化的研究中,可以通过对未来气候因子的预测,进行陆地生态系统复合体对全球变化响应的模拟。未来气候的预测基于GCM(General Circulation Model)的模拟结果。由于不同的GCM模型对中国气候变化的模拟结果差别很大,甚至给出相悖的结果。为此在应用中,对若干 GCM 的模拟结果进行了综合,得出了平均的变化趋势。我们使用的三个气候变化方案为:1.年均温增加 4°C , 年降水增加10%;2.年均气温增加 4°C , 年均降水不变;3.年均气温增加 4°C , 年降水减少10%。模拟后的植被及其分布见图版4、图版5与图版6。面积变化见表1。

表1的第一行数字表示现状的植被类型,第一列的数字表示气候变化后的植被类型,矩阵内其他各变量元素表示气候变化后某种植被类型转变为另一种植被类型的面积,单位为 1000km^2 。全球变化后各种植被的响应分析结果(参照表1,其中面积变化量以第二种气候变化方案的结果为准)如下:

5.1 热带森林、亚热带森林和亚热带型山地森林面积显著增加,且在三种不同的全球变化方案下,变化结果差别不大。

热带森林从无到有,全球变化后面积达 $250,000\text{km}^2$,其中 $240,000\text{km}^2$ 由亚热带森林转变而来,另 $10,000\text{km}^2$ 由亚热带型山地森林转变而来。亚热带森林由 $655,000\text{km}^2$ 增至 $1,500,000\text{km}^2$,增加的森林中约 $1,100,000\text{km}^2$ 由暖温带森林转变而来。亚热带型山地森林由 $96,000\text{km}^2$ 增至 $330,000\text{km}^2$,增加的面积中约 $240,000\text{km}^2$ 由暖温带山地森林转变而来。

上述森林植被在三种不同气候变化方案下,结果差别不大说明:在我国热带、亚热带地区,水分因子不是限制因素,植被对热量(温度)的变化非常敏感,温度的增加,可导致植被类型的较大变化。

5.2 暖温带森林和冷温带森林面积显著减少,暖温带山地森林面积略有增加,冷温带山地森林面积有一定的减少。且在三种不同全球变化方案下,变化结果有一定的差异。

暖温带森林由原来的 $1,707,000\text{km}^2$ 减少至 $800,000\text{km}^2$,减少的森林中, $1,100,000\text{km}^2$ 演变成亚热带森林,另约 $40,000\text{km}^2$ 演变成温带草原。冷温带森林由 $646,000\text{km}^2$ 减少至约 $50,000\text{km}^2$,减少的森林中,约 $200,000\text{km}^2$ 演变成暖温带森林,约 $450,000\text{km}^2$ 演变成温带草原。暖温带山地森林面积变化不大,由 $452,000\text{km}^2$ 增至约 $550,000\text{km}^2$,但森林地理分布变化很大,其中约 $240,000\text{km}^2$ 的暖温带山地森林在全球变化后演变成亚热带型山地森林,另约 $230,000\text{km}^2$, $125,000\text{km}^2$ 和 $8,000\text{km}^2$ 的冷温带山地森林,由温带型山地草原和温带型山地荒漠演变而来。冷温带山地森林由原来的 $514,000\text{km}^2$ 减致约 $350,000$

表 1 中国生物群落区在全球变化条件下的反应分析 (面积 1000km²)

[illegible]

Km^2 ，其中约230,000 Km^2 和约90,000 Km^2 的冷温型山地森林演变成暖温型山地森林和温型山地草原，另约120,000 Km^2 和40,000 Km^2 的北方型山地森林和温型山地草原在全球变化后演变为冷温型山地森林。

从上述的变化结果可以看出，我国温带地区的植被在全球变化后，植被类型的变化幅度较大，说明这一地区的植被对温度和降水的变化均较敏感。冷温带森林、暖温型山地森林和冷温型山地森林大量向温带草原的演化，及其不同水分变化方案下，植被演变结果的差异说明，我国温带森林受水分条件限制较大。水分的变化可导致植被类型在森林、草原、荒漠之间的相互转化，且山地森林受水分条件的限制比平原森林更为明显。

5.3 北方森林完全消失，原来的22,000 Km^2 的北方森林中，14,000 Km^2 变成冷温带森林，8000 Km^2 变成温带草原。且三种不同气候变化方案对植被变化差别不大。

5.4 北方型山地森林，面积显著减少。且三种不同气候变化方案对植被的变化有一定的影响。

北方型山地森林由原来的630,000 Km^2 减少至约113,000 Km^2 。其中约120,000 Km^2 演变为冷温型山地森林，260,000 Km^2 演变为温带型山地草原，222,000 Km^2 转变为温带型山地荒漠。另外约51,000 Km^2 和36,000 Km^2 的高寒草甸和冻原在全球变化后演变为北方型山地森林。大量的森林向草原和荒漠的演化，及不同水分条件下植被演变结果的差异说明，我国北方型山地森林地区，水分条件在全球变化中是森林发育的一个主要限制因素。

5.5 温带草原和温带型山地草原面积均有所增加。且三种不同气候变化方案下，植被演替结果有一定的差异。

温带草原由原来的474,000 Km^2 增至901,000 Km^2 。增加的面积中约436,000 Km^2 由冷温带森林演变而来，30,000 Km^2 由暖温带森林演变而来，56,000 Km^2 由温带荒漠演变而来。另外有约37,000 Km^2 和61,000 Km^2 的温带草原在全球变化后演变成暖温带森林和温带荒漠。温带型山地草原由原来的703,000 Km^2 增至887,000 Km^2 ，其中除226,000 Km^2 是原来的山地草原植被外，温带山地草原与暖温带、冷温型山地森林和温带荒漠的类型之间在不同的地域都有相互转换。另外约有308,000 Km^2 的温带型山地草原是由高寒草甸，冻原演变而成。

温带型山地草原与多种其他植被类型之间的大量相互转换说明，我国温带山地草原对全球气候变化的反应最为敏感，是多种植被类型间的过渡类型。因此未来气候条件下冷温型山地草原地区的植被演替方向对当地的发展有重大的影响。

5.6 北方型山地草原由原来的98,000 Km^2 减至60,000 Km^2 ，其中约90,000 Km^2 转变为温带型山地荒漠，8,000 Km^2 演变为温带型山地草原。另有约40,000 Km^2 和20 Km^2 的高寒草原和冰缘在全球变化后演变成北方型山地草原。三种不同气候变化方案对植被演替有一定的影响，这说明水分在这一植被地区是匮乏的。

5.7 温带荒漠面积变化不大，温带型山地荒漠和北方型山地荒漠面积显著增加，且三种不同气候变化方案对植被演替结果影响不大。

温带荒漠植被变化不大，仅有少量植被在不同地区与温带草原植被有相互转化。温带型山地荒漠由原来的1,569,000 Km^2 增至2,283,000 Km^2 。温带型山地荒漠面积的增加有两方面的来源，一是北方型山地森林，温带型山地草原和北方型山地草原的转化，另一是北方型山地荒漠和高寒荒漠的转化。

荒漠面积的大量增加，及三种不同气候变化条件下植被响应结果无较大的差异，说明全

球气候变化后，荒漠地区水分的匮乏是十分严重的，且某些地区荒漠化的进程在气候变化后是不可避免的。

5.8 各种高寒植被、冻原和冰缘带在全球变化后，由于温度的升高几乎全部消失。

高寒草原和草甸分别向北方和温带草原及荒漠演化，向草原和荒漠演化的面积分别是281,000Km²和166,000Km²。54,000Km²的冻原植被中36,000Km²和18,000Km²分别演变成北方型山地森林和温带型山地草原。冻荒漠、冰缘带和冻原则转变为北方型山地荒漠。

上述演变说明，在我国青藏高原地区，高寒植被在全球变化后除少数地区出现森林和草原外，大部分地区将变成温带和北方型山地荒漠。森林、草原和荒漠的面积分别为36,000Km²，299,000Km²和1,000,000Km²。

在上述分析基础之上，将各种植被类型进行合并得到表2，它是不同植被类型对全球变化的响应。表2的结构与表1相同。不同类型植被对全球变化响应的结果(参照表2)。

表2 不同植被类型对全球变化后的响应情况(面积1000km²)

		森林	草原	荒漠	寒漠	全球变化后各植被类型的面积	现状各植被类型的面积
现状各植被类型的面积		4722	1722	2464	692		9600
森 林	T+4°C, P+10%	3972	313	23	39	4348	4722
	T+4°C	3653	261	0	36	3950	
	T+4°C, P-10%	3471	237	0	28	3736	
草 原	T+4°C, P+10%	623	866	104	42	1635	1722
	T+4°C	850	827	126	38	1841	
	T+4°C, P-10%	1108	795	156	39	2098	
荒 漠	T+4°C, P+10%	124	551	2337	611	3623	2464
	T+4°C	222	625	2336	618	3795	
	T+4°C, P-10%	146	683	2301	625	3755	
寒 漠		0	0	0	0	0	692

a.全球变化后我国森林面积将减少，在不同水分变化情况下，减少的幅度不同。

b.全球变化后，草原面积变化不大，但分布区与全球变化前很不相同，部分现状草原将转变成森林和荒漠，另有部分森林、荒漠和寒漠将演变成草原。

c.全球变化后，荒漠面积与现有荒漠面积比较将增加三分之一。在不同水分条件下，面积增加幅度差别不大，说明若全球变化以模拟的气候条件进行，我国部分地区荒漠化的进程将是不可避免的。

d.全球变化后，寒漠将全部消失。

表3 是不同热量带的植被对全球变化响应的结果，具体表现如下：

表 3 不同热量带植被对全球变化后的响应情况(面积1000km²)

	热带	亚热带	温带	北方带	高寒带	冰雪带
现状各热量带植被的面积	0	751	6404	1016	791	638
T + 4°C, P + 10%	251	1835	6602	915	0	0
T + 4°C, P 不变	248	1835	6617	899	0	0
T + 4°C, P - 10%	245	1842	6628	899	0	0

a. 全球变化后, 我国热带和亚热带植被面积将显著增加。热带和亚热带地区植被以森林为主, 因此热带、亚热带植被地区的生产力将有显著增加。

b. 温带和北方带植被面积变化不大。温带植被面积略有增加, 北方带植被面积略有减少, 变化情况见表 4。

表 4 温带和北方带各植被类型对全球变化后的响应情况(面积1000km²)

植被类型	温 带			北 方 带		
	森林	草原	荒漠	森林	草原	荒漠
现状各植被类型的面积	3319	1177	1908	652	98	266
T + 4°C, P + 10%	2135	1561	2905	131	76	708
T + 4°C, P 不变	1760	1788	3069	113	60	726
T + 4°C, P - 10%	1555	2059	3024	98	45	741

从表 4 中可见, 温带和北方带森林面积均有较大的减少, 而荒漠面积有较大的增加, 草原面积变化不大。

c. 高寒带植被和冰雪带将全部消失。

6 结果说明

上述的分析结果是在现有的植被—气候关系条件下, 在气候以简单的统一模式变化情况下, 进行的对潜在植被响应状况的预测。它与实际的植被响应会有一定的差距。首先大多数 GCM 对气候变化的预测在空间和时间上的分布是不均匀的, 大多数模型预测结果表明在北方和中部内部地区气候将变得更暖和更干燥, 且温度的变化在缺水的初春和晚冬变化比夏天更大, 这使得许多北方森林和中部草原面临大气温度升高和土壤水分胁迫的问题。其次在 CO₂ 浓度影响下, 未来气候将更不稳定, 极端天气和气候现象如区域性的干旱、洪水和全球性的 ENSO 等异常气候发生的频率将会加大, 它对植被及生态系统的影响和破坏要大大超过稳态气候变化对植被的影响。此外, CO₂ 浓度的加倍和全球温度升高的变化速度是历史上从未出现过的, 物种对这一变化的反应是通过进化和自然选择实现的, 当其进化速度跟不上气候变化的速度时, 物种灭绝的可能性将增加。同时人为的影响, 自然的障碍和生境的破碎化对物

种迁移的限制，也会降低物种在环境变化后进一步生存的能力。因此，全球变化对植物、生态系统、乃至人类生存环境的影响是不容乐观的。

图版中英文对照

图版 1 Holdridge的生命地带分类系统图示

Map 1 Physiographic Division of China

Latitudinal belts

纬度带

Polar

极地带

Subpolar

亚极地带

Boreal

北方带

Cool Temperate

冷温带

Warm Temperate

暖温带

Subtropical

亚热带

Tropical

热带

Altitudinal belts

垂直带

Perigracial

冰缘带

Nival, Subnival

冰雪带、亚冰雪带

Alpine

高山带

Subalpine

亚高山带

Montane

山地带

Lower Montane

低山地带

Premontane

山前地带

Tropical Rain Forest

热带雨林

Tropical Wet Forest

热带潮湿森林

Tropical Moist Forest

热带湿润森林

Tropical Dry Forest

热带干旱森林

Tropical Very Dry Forest

热带很干旱森林

Tropical Thorn Woodland

热带有刺疏林

Tropical Desert Bush

热带荒漠灌丛

Tropical Desert

热带荒漠

Subtropical Rain Forest

亚热带雨林

Subtropical Wet Forest

亚热带潮湿森林

Subtropical Moist Forest

亚热带湿润森林

Subtropical Dry Forest

亚热带干旱森林

Subtropical Thorn Woodland

亚热带有刺疏林

Subtropical Desert Bush

亚热带荒漠灌丛

Subtropical Desert

亚热带荒漠

Warm Temperate Rain Forest

暖温带雨林

Warm Temperate Wet Forest

暖温带潮湿森林

Warm Temperate Moist Forest

暖温带湿润森林