

全新世笔记

科普大师 **魔幻之笔** 趣味解构

关于人类未来生存发展的科学预测 关于人类、地球和宇宙的哲学思考

本书蕴涵大胆猜想，
阅读风险自行承担。

多利恩·萨根 ● 著
梁 圆 圆 ● 译

贵州出版集团公司
贵州人民出版社

全新世笔记

未来简史

科普大师 魔幻之笔 趣味解构

关于人类未来生存发展的科学预测 关于人类、地球和宇宙的哲学思考



本书蕴涵大胆猜想，
阅读风险自行承担。

多利恩·萨根 ● 著
梁 圆 圆 ● 译

贵州出版集团公司
贵州人民出版社

贵州省版权局版权合同登记 图字第 22 - 2010 - 04 号

全新世笔记:未来简史/[美]萨根 著 梁园园 译
—贵阳:贵州人民出版社,2010.5
ISBN 978 - 7 - 221 - 08972 - 4

I. ①全… II. ①萨… ②梁… III. ①未来学 IV. ①G303
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 091081 号

Notes from the Holocene by Dorion Sagan

Copyright (c) 2007 by Dorion Sagan

Publisher edition published by arrangement with Chelsea Green Publishing Co, White River Junction, VT, USA www.chelseagreen.com

This translation of Notes from the Holocene is published by arrangement through Rightol Media in Chengdu.

本书中文简体版权经由锐拓传媒取得(copyright@rightol.com)。

全新世笔记:未来简史 Notes from the Holocene: A Brief History of the Future

[美]多利恩·萨根 著 梁园园 译

出品人 曹维琼
策划人 杜培斌 陈继光
责任编辑 陈继光
出版发行 贵州人民出版社
社址邮编 贵阳市中华北路 289 号 550001
印刷 贵阳德堡快速印务有限公司
规格 787 × 1092 毫米 1/16
字数 165 千
印张 12.5
版次 2010 年 7 月第 1 版
印次 2010 年 7 月第 1 次印刷
书号 ISBN 978 - 7 - 221 - 08972 - 4
定价 38.00 元

版权所有 盗版必究。举报电话:(0851)6828640 6828477

本书如有印装问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(0851)6828477 6828390

对《全新世笔记》的好评

在《全新世笔记》中，萨根的“狂野沉思”就像是走到了更衣室的试衣镜前，从多个角度来审视现实世界，结果发现这个世界正如我们所想的那样神秘莫测，甚至比我们所能想的还要神秘。对于萨根我是很期待的，因为他总能妙语连珠地将这些“令人费解的大问题”阐述得显而易见，淋漓尽致。这些鼓舞人的语言，即令人不安又让人无比振奋，像是魔术师在休息室玩小把戏那样，向读者娓娓道来本书的观点。

——塞思·赖瑞(西雅图)

飞行博物馆展品研究与发展中心经理

萨根眼中的未来不是往常小说描述的科学乐园，而是揭示了一个全然不同的世界。风趣幽默、深入浅出，他理智客观地阐述了科学，描述了一个有意识的地球，一个进化了的上帝。人类的形象反映着宇宙，以至于无可避免的拟人化观点能够在谎言中发现真理。虽然概念不足以概括他的想法，但是萨根尽可能的采取了有效的隽语和暗喻，用以克服表达上的困难。最后，他将一个难以置信的魔幻世界展现在了我们面前；同时这又是一个充满理智与智慧的未来世界，实际上，这样一个世界他已经开始着手创造了。

——维多利亚·N·亚历山大
《裸奇点》和《吸烟的希望》作者



生命为什么会出现？难道地球是一个有机体么？或者人类是地球外切脑的一部分？人类可以拯救一个变暖的地球么？为解决这些棘手的问题，多利恩·萨根用浅显易懂的比喻，引用纵观古今的事例，吸引读者与他一同遨游在这个宇宙时空大峡谷，来解决那些棘手的问题。

本书读起来引人入胜，有赖于作者在科学文化领域方面，脚踏实地的工作作风，以及渊博的知识背景；透过文字，读者饶有情趣地玩味着外星球水果分子，研读生物、宇宙中逻辑，领悟富饶瑰丽的古今哲学。

以意识流的手法来阐述宇宙哲学存在问题，作者提出的观点与其父亲（卡尔·萨根在著名的《宇宙》一书中所阐述的观点）相似，但又颇为迥异。

——雷吉·莫里森
《基因的靈魂》作者

在《全新世笔记》一书中，多利恩·萨根自如地穿梭于这片任何人不曾涉足的交织着科学、宗教和哲学的土地。所得结果是一个综合性的概念，它是一个共性与个性的结合体，既显得独具一格，又具有普遍意义。它是关于人类起源概念的奇思妙想，又是关于科幻小说和科学派系的阐述。他在专题研讨会上专门与嘉宾塔卢拉赫·班克海德、德里达和菲利浦·K·迪克进行讨论。

这是萨根迄今为止最个人的一本书。更确切地希望能够在《笔记》中，自然而随意地阐述着个人观点，使处理棘手问题的能力又达到了一个新的境界。运用学术方法可以规避某些难题，例如地球是一个有机体么？人类处在地球的什么位置？是不是正如我们一贯认为的那样，人类就是宇宙的中心？这个永恒的研究主题随着时间的发展而发展：毫无疑问，当今人类需要比任何一代人，要付出更大努力去从大的环境和背景中来理解地球。

虽然是最宽泛的猜测，但它是科学依据的，在经典宇宙学的四个因素框架范围内，他尽情地泼洒这笔墨，使他描述的热力系统，在当代显得熠



熠生辉光彩夺目。仿佛梦幻大师一般,向读者展示着这个魔术般的世界。在这个世界里,只有了解了魔术的奥秘才能增强本身魔法的力量。本书大胆创新,读完之后我觉得自己更聪明了。

——史蒂夫·沙文尔

《极冷环境里小新娘如何生存》作者



C 目录

CONTENTS



┌ 地球	/	1
┌ 水	/	35
┌ 空气	/	78
┌ 火	/	116

┌ 后记:十二谜	/	195
----------	---	-----

生命为什么存在?

我们为什么喝水?

我们能阻止地球全球变暖吗?

人类是中心且特殊的吗?

我们人类有可能是纯属巧合地出现的吗?

地球是一个有机体吗?

我们是地球外脑的组成部分吗?

如果地球是有生命的,它可以繁殖吗?

宇宙能繁殖吗?



未来为我们蕴藏着什么？

上帝真的存在吗？

最终现实的本质是什么？

神秘奖励问题：袜子们死后都去了哪里？

参考文献

/ 205

敬告

本书观点含有狂放不羁的成分，
阅读时读者风险自负。

该声明未经美国食品药品监督管理局、共同防御局、农业部、演艺学院、缉毒司、总务管理局、中央情报局、国家安全局、机管局、AAA级或AAAA级验证。



地球

没错儿,令人愉悦的语言是:一段文字,一块树皮,一块碎岩石,些许的粘土,这是地球上源源不断的客观实在。

——莫里斯·布朗肖

未来我们将何去何从?我们正在这个星球上做着什么?如果可以这样问的话,那么我们为什么在这儿?根据2006年中国搜索引擎百度的“为什么”调查中,“我们为什么活着?”这个问题在人们经常问“为什么”的问题中排在第二位,排第一位的是“他们为什么要继续?”而第三位的是“我们为什么要喝水?”作者在本书中运用了物理学、进化史、科幻小说、魔术知识,甚至采取了点形而上学的手法来阐述人类、地球、宇宙三者之间的关系。根据推测,作者得出这样的结论,生命乃是自然规律的旨意,存在多个世界。地球是这样一个系统——一个有组织的,或许是一个有意识的系统。地球已经进入了物种繁衍进程,或许会将生命包括人类送往其他星球。我认为线性时间和自由意志不过是幻想而已,典型的上帝观也过于幼稚而没有说服力,而我采用的是专业魔术中神奇魔法,以此解释实际中的



困惑问题。例如，意识的来源以及我们人类并不完美，也不可能完美的原因。你一定会为这些可能的答案之简单感到大吃一惊。

人类的未来如何？无知觉事物是如何演变成感应性生物的？我们是谁？人类历经久远年代而获得了大量的生存优势。人类源自灵长类动物还是由原始的微生物演变而来？难道只有上帝才知道人类的来龙去脉？生物圈是否会受危及呢？人类自身是否会受到危及？我们能否拯救生物圈以及人类自身呢？该怎样做？对于这个40亿年之久的生物圈而言，它是整个人类历史一千倍的时间跨度，是最古老人类城市历史的两百万倍，对于这样的地球它会有一个怎样的未来呢？

对于人们最常问到的关于人类自身最深刻的问题，我兴致勃勃地作出一个暂定的答案。本书的撰写不仅基于科学知识，还引用了科幻小说、神话传说以及哲学推理等手法进行论述。通过什么最激进的方式我们才能看到最真实的自我呢？最现实的自然到底是怎样的呢？在这个奇特而又有规律的宇宙中自然到底是什么样的？对于这些宇宙问题我将会一一讨论，现在我们先来了解一下人类的生活载体——被人们称之为“生物圈”的地球。

生物圈是一个对信仰有些颠覆性的词，这个词彻底颠覆了民族的概念。一提到生物圈这个概念，人们就会得到这样一个信号，人们最终效忠的将不再是自己的民族和政治，而是将转向生物圈。因为人体所需要的物质来自生物圈，当人走完一生时，也最终要回到生物圈中。人类依赖于其他物种，而其他一些生物在生物圈也起到了维护生命的作用，甚至它们在生物圈中发挥着比人类更为重要的作用。事实上，人口激增已经从整体上破坏了生物圈。无可争辩的事实警告人们，继续破坏生物圈功能，只会使人类自取灭亡。

在全球的生态系统中，人类是无处可逃的，因为在生物圈中可没有什么安全出口。作为一个客观存在的整体，即使你无视生物圈，可它仍然存在。况且我们现在知道存在着生物圈，虽然对其理解并不充分；但是比起



祖先,现代人类对生物圈的了解又要多得多。幸亏科学技术的进步,尤其是行星探索,使得人类对自身有了更为可观的认识。像是旅途中最引人入胜的景致,它让我们以一个新的角度审视生命。其中最意外的收获就是航天事业的发展,这使人类对地球有了新的认识。据宇航员报告,在沿轨道位置上运行时,每绕地球运行45分钟,时空概念就会被完全打乱,或者是我们通常意义的时空概念就会被打乱。没有日夜,也不存在上下;日出日落,瞬息万变。沿轨道运行时,地球的反射光透过丝带般的大气层,从包裹的地面中透出,七彩的光芒像彩虹一样。紧接着,45分钟过后,夜幕降临。太阳逐渐消失,地球变成了一个没有星星的地方。

人类属于生物圈这个概念逐渐被理解了,而且不仅属于地球生物圈,而且属于宇宙生物圈。宇航员在太空观测到的地球是一个没有国界、没有地图疆域的、不分国家和民族的地球。若能在太空看到人类的踪迹的话,也只有夜晚城市的灯火通明时,才能看出那里存在着人类。时间、空间、家的新观点,表达的仅是普遍意义上的概念。对待事物的方法论,或者说我们的世界观取决于人类的起源和人类怎样看待自我本身。而且这些概念也随着事物的变化而变化。

“在某种意义上,”意大利哲学家毛里·法拉利说,“一千年前爆炸的一颗恒星是否会被现代的人类观测到呢?”根据记录,根据现象和本质的区别,任何物质都是实在可见的(包括人类自身在内),无非是现象和记忆之间的关系,也无异于星球爆炸的事实与人们所观测到的现象之间的关系那样,事实上人们所观测的星球早已不复存在。法拉利在这里所指的哲学思想(首先由伊曼努尔·康德提出)是区别事物的本质在于其自身,人类无法直接感知,人类所感知到的事物都是经过人的感觉或大脑改造后的。

在康德的德文《事物本质》一书中指出,自在之物指的是事物的本身;现象就是事物在人脑中的反映,包括借助科学仪器而获得的认识。

关于这个问题“为什么会有人类存在?”或者说“我们为什么要活着?”答案可谓多种多样。人类的出现或许是因为上帝,或许是偶然的现象。任

何事物可能已经发生过，而且产生某种形式的余波，就像是超新星爆炸瞬间所产生的光要经过一段时间，有可能还是历经久远的年代才能抵达人眼那样。而那时他们实际上早已不复存在。或者如法拉利观点所说，人类也是一样的，看起来存在着实则早已消亡。

你能看到现象，却无法触及事物的本质。

从月球上所观测到的地球，一些被称为“地出”的黑白地球照片，是在人类首次登月七个月后，由“阿波罗 VIII”负责人弗兰克·博尔曼于1968年12月24日所摄；另外两张彩色照片则为宇航员威廉·A·安德斯两分钟后所拍摄；这是人类第一次观察到自己的生存空间。这是一片生机盎然的土地，生物体各得其所，陆地表面是我们人类的领地。

正如最初我们乍一眼看到未开花的水仙时，并没意识到它是水仙花。美国国家航空航天局和负责环保的官员并没有理解上述的观点。从2002年开始到2006年，美国国家航空航天局任务声明书是这样写的：“了解和保护我们的星球，探索宇宙、寻找生命，只有美国国家航空航天局才能激发下一代人对地球和宇宙探索的热情。”仅此而已！而2006年7月22日刊登在周六版《纽约时报》首页的声明中，开头的那句“了解和保护我们的星球”已经被删除了。难道这句话威胁到什么人了么？还是编辑认为这是一个虚假的承诺？或者是国家航空航天局的声明指的是别的星球、而不是人类居住的地球？

这还真是一个讽刺。这样的情况如果我都能搜集到的话，我敢打赌，对地球的全新理解将成为太空项目中最伟大的发现。詹姆斯·拉夫洛克是英国大气化学家及发明家，他与我父亲共同使用国家航空航天局的喷气推进实验室，受聘负责设计用于检测火星上是否存在生命的仪器，他得出的结论是这个红色的星球是没有生命的。因为那里缺乏地球上的标志性共生性气体——多种多样的气体，包括甲烷、氨气、一氧化氮、气体氮这些可以相互作用的气体，而这些在火星上几乎检测不到。而我们周围的大气



正是由这些气体组成的。这些气体混合在一起,就会形成地球表面的复杂物质。人体、其他生物体以及游离的空气中发现的化学物质浓聚物(某些情况下)是预期采取标准化学反应产生的混合物浓度的几千倍。这种复杂的化合系统不仅体现在细胞或者动物体层面上,而且存在于我们生活的地球上。举个例子,设想地球上的海洋被氮气或其他空气中的最常见元素作用的话,氮元素更稳定的存在方式本应作为溶于海水的硝酸根离子存在。然而有悖于化学常理的是,这些元素却以气体的形式相互共存着,成为了地球的标志。这表明,一些地方的能源依赖组织正在积极地进入太空产生进程,以缓解地球表面突如其来的、又并非偶然出现的能源环境危机。这一进程已经进入了生命课题,即继续生产活性化合物,扩大能源储存、能源使用、智能集中,从而达到多领域复合发展的局面。

不同于希腊神话中的美少年那喀索斯,他受到了女神艾歌的眷顾。艾歌的声音陪伴着那喀索斯,她一遍遍的重复着那喀索斯的话,而这个美少年却因只热爱自己水中的倒影,结果溺水而死,变成了水仙花。当美国航空航天局再次作出责任声明,经过证实时,至少在体制上我们已经不再是《地出》的那个形象了。照片《地出》曾被自然摄影家盖伦·罗威尔称作“最具环境影响力的照片”。如果说那喀索斯因为太自恋而溺水身亡,那么人类对自己的不珍惜已经到了自取灭亡的地步,这是可以预见的后果,并非什么超自然力量的惩罚。你要知道,这不是超自然的力量,完全是人类虐待自然的结果。由于人们在地球表面肆意的再生产和工业化,虽然已经从法律体制上倡导保护环境,但是人们对生养人类的地球还是普遍缺乏保护意识,导致地球变暖的趋势已经不可逆转。

结果证明,第一本科幻小说中存在着大量事实。相对人体而言,地球是个超出人体感知范围的巨型的生物体,正如我们对于体内的细胞而言,也是一个超大的有机体。

经过仔细的分析,我们得出这样一个结论,地球表面的化学物质,大气



的温度、海洋、沉积物都是受到活性控制的。这些数据受到像血液中的温度一样严格的控制。举个例子来说，我们能够证明地球表面存在液态水已经有几十亿年的历史，尽管核子物理表明太阳光度持续上升，50 亿年前太阳初期光度要比现在低 30%。换句话说，地球表面到处都是生命，面对太阳的持续升温，这些生命能够自我调节多余的热量，否则的话，地球表面将会被烤成脆皮。所以，虽然氧气是一种非常活泼的气体——液态形式的氧元素与氢元素结合在一起，该反应也控制着火箭进入太空的进程，氧气持续增加到了地球大气的 1/5，这在 50 亿年前就已完成。根据一般的化学混合规律，此种现象通常是不会发生的，正如根据随机粒子相互作用的数学计算，像是你我这样有指甲、有头发的大致均衡的生物体，是不会出现在地球上的。宗教家认为人类的出现完全是一个奇迹，这一点上帝可以作证。而科学家则倾向于人类不是什么奇迹，而是亿万年的自然选择的结果。尽管如此，无神论生物学家理查·道金斯指出，没有依据证明地球只有一个，正如进化过程中一些物种会灭绝那样。至少最初很难发现生物圈是怎样能够具有温度调节能力的，以及地表的主要化学物质是从哪儿来的。

然而事实是，地球具备这样的功能。低空大气的温度应该为 22 摄氏度，地表的酸碱度应在 8.0 以上，化石中记载的化学证据表明这种特殊的现象已有了几百万年的历史。天体物理学中星球的衍生与灭亡理论得出，50 亿年前的太阳要比现在的太阳小。太阳在逐渐变大，光度也在逐渐变强。据化石记载，包括河流和湖泊在内的液态水迄今已有 30 亿年的历史。随着太阳光度以及到达地表的辐射度的增强，生物圈温度会保持稳定吗？

通常就温度调节一说，解释认为生命对温度的调节充其量只是一个偶然现象。有时这也被称作“金凤花问题”，这个问题是为什么对于生命而言，金星太热而火星太冷，只有地球“正好”的原因。回答这个气候问题，其中一个答案就是各个星球表面的空气和海洋中的二氧化碳的循环能力不同。在火星上，二氧化碳含量相对较少，很容易丢失内部热能，从而变得非常寒冷，碳的沉积物不再释放二氧化碳气体，不再更新空气中的二氧化碳



气体,而是以酸雨的形式降于地表。既然二氧化碳以气体形式存于火星表面太少而无法吸收太阳光、保存温度,火星自然就会变得无比寒冷。而在金星上,又有过多的二氧化碳气体,它们作为红外辐射导致了星球温度的升高,引发了温室效应,生命在这样一个极热的环境下生存很不容易。从传统的观点上看,生命适宜的温度是偶然现象,在地壳和大气之间恰巧有适合温度调节的二氧化碳循环系统,而在金星及火星上,这个系统都遭到了破坏。生命利用了这个适宜的温度,但是生命本身和温度无关。尽管太阳的温度在逐渐升高,几十亿年来,地球却仍然保持着适宜的温度。

另一个观点则认为,生命在调节气候过程中起着积极的作用。许多的动物都能够自我调节温度,而所有的动物都是从无性繁殖到多细胞演变而来的。或许在地球上才会有这样的超大有机体,有一些器官组成,通过刺激能够自我调节,其作用类似于我们人体的细胞。群居的蜜蜂能够自我调节并识别蜂房的温度,与其他的群居昆虫组合在一起,形成了超大的有机体。地球作为一个单独个体的巨大生物,一般来说,也有可能对温度、化学组成和环境进行自我调节。这没什么神秘可言,只是地球内外组织生长变化的结果。从热力学角度上讲,各个有机体并不是孤立存在的、开放的系统,他们不断与外部环境进行着物质和能量的交换。既然这是一个开放的系统,那么这个系统是怎样从整体上影响着生物圈的呢?此外,既然生物有机体只有在某一温度系数下,并且受到其他自然因素制约,有机体的行为总体才能在总体上构成一个全球环境。这似乎看起来有悖于直观的感觉,因为通常我们会认为环境和有机体不是一码事,而事实上两者是融汇在一起的。不仅仅是从周围的生活环境中不断地摄取或排除水分,还进行着固体气体的物质交换,同时不断的生长着。在生命形成过程中,有机体对改变周围环境产生了深刻的影响,这种影响与生命的环境适应性相比较,其意义有过之而无不及。

最初,有不少保守的科学家对于地球的气温调节、大气中的化学组成、海水盐度以及地球表面的其他变量均受到地球心理控制,他们最初对于这



些心理控制的证据予以否认。原因不在于这种观点的科学性，而是来自星球范围内的控制让他们觉得这种控制像是精神过程，这实在是让他们无法接受。英国大气生物学家拉夫洛克及同事安德鲁·华生提出了被称为“雏菊世界”的数学模型，用以解答那些困惑。在自然选择的情况下，生物圈本身可以做为一个有机整体而存在，尽管太阳附近的光度在不断增强，对于这样一个通过计算而产生的星球来说，其表面的黑色、白色雏菊，因数量匹配而具有良好的调节功能，起到降温的作用。真正的生物圈能一直保持温度适中（逃脱了被烧焦的危险，否则其危险程度相当于人类在火灾中受到烧伤面积达60%的三级皮肤烧伤），这是因为地表覆盖着众多具有温度调节功能的系统。

“雏菊世界”是整个理论生态学的一个令人震惊的修正版，地球作为一个有机体从整体上可以控制温度。这个观点本来没什么值得震惊的：从生长的有机体对环境的影响看，星球的自我调节也是自然而然的事情。当太阳的温度升高，白色雏菊反射太阳光，从而使地表降温；当地表变冷时，就会生长出许多的黑色雏菊，吸收更多的热量使地表变暖。一种颜色的雏菊已经可以调节温度，黑白两种则产生了更好的调节效果。并且我们注意到，气温调节不是自然选择的结果，而是受到花枝反光性的作用，在此过程中，伴随着仅在特定温度下生长繁殖的特征。因为原始“雏菊世界”模型相对简单，英国生物学家史蒂芬·哈丁等人又提出了更为复杂的生物系统，其中包括牛吃雏菊，肉食动物吃牛等等。自然选择被引入了某些模式中，但是从严格意义上讲，这不是星球调节温度的必要因素。“雏菊世界”的温度调节是一定温度下有机体的生长作用所致。神秘的复合体由它的生物特性产生，但是这个有机体有一部分已经解散了，因为对于低级的有机体而言，它们不可能表现出可以控制整个星球的意识。事实上，被我们称之为意识的东西是具有更广泛心理状态下的意识产物，星球环境变量的调控比不需要筹划和意识。如果不考虑地球具有生物体心理特征，我们是否该从地球的固有的生理活动上将其看做生物体呢？



在我们的地球上,调节温度实际上不是通过雏菊,而是通过微生物产生作用。这些微生物为了保护自己,就会自然发生一些反应。有些浮游生物,例如颗石藻就能产生一种叫做二甲基硫醚的气体,而这种气体与海洋云层的成因不无关系。当温度高的时候,浮游生物就会生长繁殖、产生废气,这些废气释放到大气中就形成了云凝结核——雨滴形成的培养基。其他条件相同的情况下,如果温度持续升高,浮游生物生长速度加快,就会产生更多的废气、形成更多的云,从而把太阳光及热量反射回太空。这个过程虽然不像雏菊那样简单直观,但是它也作为一个现实世界的自然保温器,能够从全局或局部调整温度。《自然》中的一篇文章对地球心理机制这个观点提出了异议,认为这个观点行不通。因为一百年来,主要发达国家的工业废气二氧化硫气体的排放并没有使北半球的云层加厚或者温度降低。按理说工业废气中的气溶胶可以降低北半球的气温,然而却被证据确凿的全球变暖所掩盖。工业产生的气溶胶,换句话说虽然气溶胶可以产生云层,实现降温,但是工业的气溶胶排放量远远大于人体产生的二氧化碳排放量。事实上,硫气溶胶可以降低地表温度,甚至可以起到减缓全球变暖的作用。然而硫气溶胶在2003年导致了欧洲3万人因此死亡,就在那时,政府颁布了规章制度,为抗击酸雨做出了明确的规定,用以减少二氧化硫排放量。为了不损害经济而污染环境,这或许就是环境退化的原因,减少工业二氧化硫排放量可能会导致一场全球平均温度的大规模激增。

二氧化硫不是二甲基化合物,却有着与其相似的化学性质。不论释放硫的藻类是否具有调节全球温度的作用,比起简单的颜色变化而引起气候变化的“雏菊世界”模型的说法,我们更倾向于通过二氧化碳、甲烷、水蒸气和其他“温度调节性气体”的消耗和吸收,从而达到气候调节效果的说法。另一个有趣的机制是被称为“萜类”植物所释放的芳香烃化合物,这些含有精油的分子导致了雨滴形成,生长在叶子上的细菌,也可能在这一过程中起作用。另一个原因则是森林本身,人类正将森林变为农田,或砍伐