

气候变化 与清新福建

张燕◎著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

气候变化 与清新福建

张 燕 著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

气候变化与清新福建/张燕著. —厦门:厦门大学出版社,2016.11
ISBN 978-7-5615-6339-7

I. ①气… II. ①张… III. ①气候变化-影响-经济地理-研究-福建
IV. ①F129.957

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 310907 号

出 版 人 蒋东明
责任编辑 薛鹏志 章木良
封面设计 蒋卓群
责任印制 朱 楷

出版发行 厦门大学出版社
社 址 厦门市软件园二期望海路 39 号
邮政编码 361008
总 编 办 0592-2182177 0592-2181406(传真)
营销中心 0592-2184458 0592-2181365
网 址 <http://www.xmupress.com>
邮 箱 xmupress@126.com
印 刷 泉州刺桐印务有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16
印张 12.5
插页 2
字数 250 千字
印数 1~1 000 册
版次 2016 年 11 月第 1 版
印次 2016 年 11 月第 1 次印刷
定价 45.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换



厦门大学出版社
微信二维码



厦门大学出版社
微博二维码

基金项目：

本书获得2016年度泉州市优秀人才培养专项经费资助出版





前 言

世界权威科学机构已证实世界各地都在发生气候变化。人类活动是自 20 世纪中期以来观测到的气候变暖的主要原因,而且这种影响在不断增强。自工业化以来,人为温室气体排放上升,导致大气中二氧化碳、甲烷、氧化亚氮等温室气体浓度达到了过去 80 万年以来的最高水平。人类活动主要通过温室气体影响气候。

福建具有相对独立的地理单元和优越的自然气候条件,位于中国东南沿海,属中、亚热带海洋性季风气候。光照充足,雨水充沛,年平均气温 $17^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$,年平均降水量 1091~2034 毫米,是全国雨量最丰富的省份之一,但降水量时空分布不均,主要汛期为每年 5—9 月,此期间易出现洪涝灾害。受风暴潮等极端气候影响明显,平均每年有 1~2 个热带气旋登陆福建,5~6 个热带气旋影响福建。

在全球气候变暖的大背景下,福建省气候变化明显。一是年平均气温升高,冬季变暖趋势渐显。根据气象部门预测,未来福建气候将继续变暖。二是年降水量略增,降水日数减少,暴雨日数有所增加,雨季尤为明显。三是年平均日照时数略减。四是极端天气气候事件频发,强度增强。

气候变暖不仅带来暖冬、夏季高温热浪,也会导致极端天气事件频发,几种重要媒介传播疾病增加,营养不良,臭氧层破坏等,严重威胁人体健康。人体对高温的生理反应是很敏感的。气候变暖使钉螺和血吸虫生长发育季节延长,生长发育速度加快。根据预测,2100 年热带地区疟疾病人数将增加 2 倍,温带地区将超过 10 倍。21 世纪后半叶,世界上将有 45 亿~60 亿的人口生活在潜在的疟疾传播区内。气温是登革热传播的决定性因素,登革热的传播主要受媒介蚊虫密度影响,登革病毒在蚊虫体内繁殖复制的适宜温度在 20°C 以上,低于 16°C 就不繁殖。气候变暖可使登革热非地方性流行转变为地区性流行。气候变化危害人类健康的现象将主要发生在东南亚和非洲地区,而引起当地人们死亡的重要原因是营养不良和疟疾。全球气温如果继续升高,将导致非洲粮食大幅减产,当地营养不良的人口也将随之大幅度增加。臭氧层耗减产生的直接结果就是使太阳光中的紫外线 UV-B 达到地面的数量增加。长期反复照射过量紫外线将引起细胞内 DNA 改变,细胞的自身修复能力减弱,



免疫机能减退,皮肤发生弹性组织变性、角质化以致皮肤癌变,诱发眼球晶体发生白内障等。

全球气候变暖造成海水增温膨胀、陆源冰川和极地冰盖融化等会引起海平面上升。海平面上升可影响海洋环境的各个方面,其中,首先最显著的是使潮汐特征发生变化,其次,可导致岸边的拍岸浪波高增大很多。未来边界海平面上升0.90米以后,中国近海潮差较小海域平均潮差有减小趋势,潮差较大的波腹区潮差则有所增加;渤海和黄海除无潮点附近以外海域和长江口至台湾海峡以及南海大部海域相位均前移,渤、黄海无潮点附近、长江口至济州岛、台湾岛东海岸、汕头至吕宋海峡海域相位后移;中国沿海部分站位平均高潮位随边界海平面上升而上升,平均高水位的变化与潮差变化相对一致。

受气候变暖影响,福建沿海海平面呈明显上升趋势。2001—2010年的平均海平面比1991—2000年的高约33毫米,比1981—1990年的高约50毫米,自2000年以来,福建沿海海平面总体处于历史高位。2015年,福建沿海海平面比常年高60毫米,预计未来30年,福建沿海海平面还将继续上升,比2015年升高65~140毫米。福建省各级政府应将海平面上升影响危险度区划指标作为沿海新兴开发区规划的重要内容加以考虑。每年的9—11月为福建沿海台风风暴潮高发期,也是福建沿海季节性高海平面期,易发生风暴增水、季节性高海平面和天文大潮三者叠加的情况,形成灾害性高潮位,相关部门应特别关注。海平面上升不但会淹没福建滨海低地,破坏海岸带生态系统,而且会不同程度地加剧风暴潮、海岸侵蚀、洪涝、咸潮、海水入侵与土壤盐渍化等灾害,威胁沿海基础设施安全,给福建沿海地区经济社会发展带来多方面的不利影响。福建省应加强保护和恢复湿地,大力营造沿海红树林;加强海洋环境的监测和预警能力;开展海平面变化影响评价和脆弱性区划;采取防护、后退和顺应等应对气候变暖策略。

旅游业是严重依赖自然环境和天气条件的产业,受到气候变化的负面影响仅次于农业。“山海一体、闽台同根、民俗奇异、宗教多元”是福建旅游的鲜明特色。气候变暖使福建省海平面上升,滨海旅游资源受损。福建省海域辽阔、海岸类型多样、优良港湾众多、礁岛星罗棋布,构成丰富多彩的滨海旅游景观,为滨海旅游的发展提供了重要的物质基础。气候变暖使福建省物质文化遗产受损变质加快,寿命缩短。福建省拥有泉州(第一批)、福州(第二批)、漳州(第二批)、长汀(第三批)4座国家级历史文化名城;上杭县古田镇等42个中国历史文化名镇(村)。福建省已有全国重点文物保护单位137处291个



点,省级重点文物保护单位 674 处。许多病原性媒介疾病属于温度敏感型疾病,气候变暖会助长福建省某些媒介传染病的传播,如血吸虫病和疟疾。传染病的流行对旅游业的危害是巨大的,甚至是毁灭性的打击。福建省属于典型的亚热带气候,作为旅游目的地其吸引力会因气候变暖而下降等。

农业是受气候变化影响最直接的产业。气候变暖可使大部分病虫害的发育历期缩短、危害期延长,害虫被冻死的概率减小,害虫种群增长力增加、繁殖世代增加,发生界限北移、海拔界限高度增加,危害地理范围扩大,危害程度呈明显加重趋势。研究表明,年均气温升高 1.0°C ,福建褐稻虱将增加 0.8 代;水稻三化螟也将会随之呈平面延伸和垂直发展。农业气象灾害对福建农业生产的影响呈增加趋势,这种变化势必造成福建省农业生产的风险加大。气候变暖,土壤微生物对有机质的分解将加快,造成地力下降。气候变暖使福建甘蔗减产,最主要因子是甘蔗产量形成的关键期(8—10 月)内光温积减少。福建可采取温室育苗移栽、地膜覆盖、提早播种,使甘蔗产量形成的关键期从 8—10 月提早为 7—9 月,充分利用一年中温光条件最好的时段(7—9 月)的气候资源,弥补气候变化的不利影响。气候变暖使福建省牧草气候生产潜力呈波动下降趋势。根据牧草生产力气候预测模型的预测:未来温度每升高 1°C ,福建牧草气候生产潜力减少 $318.3\text{ kg}/\text{hm}^2\text{a}$;降水减少 1 毫米,福建牧草气候生产潜力减少 $22.7\text{ kg}/\text{hm}^2\text{a}$ 。 CO_2 含量提高有利于水稻光合作用,促进光合产物向籽粒输送,有利于水稻增产。温度升高,水稻营养生长期、灌浆籽粒充实期缩短,呼吸消耗增大,不利于福建水稻生产。紫外线辐射增强对水稻产品及品质造成不利。

在福建省选择 19 个样点,利用 GCM Transient Run 的输出值生成了 2030 年及 2050 年的气候渐变情景,再结合气候学上的蒸散比(β)、经济学中的产量波动系数(F)等指标,定量评价了未来气候渐变过程对福建省水稻生产的影响:早稻、单季稻的生育期均随着未来增温幅度的加大而逐渐减少,后季稻生育期缩短得少,甚至延长。因为水稻发育的上限温度为 34°C ,一旦超出 34°C 就会对水稻发育起抑制作用。早稻在灌溉条件下的产量变化与雨育条件下相似,主要原因是早稻生长季内(3—6 月)雨水较丰沛。后季稻、单季稻在灌溉条件下产量均比雨育条件下增加,单季稻由于地势较高、生长季温度较低,增温后加上 CO_2 的增益效应,故增产幅度最大。高温将导致水稻稳产性进一步变差。福建省可通过改革品种布局和种植制度,改善灌溉条件,引进和培育耐热、抗病虫害新品种来适应气候变暖。



林业在应对气候变化中具有特殊功能和作用,已成为国际社会的广泛共识。林业是当前和未来 30 年甚至更长时期内,技术和经济可行、成本较低的减缓气候变化重要措施,可以和适应形成协同效应,在发挥减缓气候变暖作用的同时,带来增加就业和收入、保护水资源和生物多样性、促进减贫等多种效益。福建省气候条件优越,十分适合林木生长,将全面落实六大任务,重点实施十大工程,进一步发展碳汇林业。在增强森林生态系统整体固碳能力,降低大气中的二氧化碳浓度,减缓全球气候变暖趋势的同时,提升林业现代化水平,为建设生态文明先行示范区,全面建成小康社会,努力建设机制活、产业优、百姓富、生态美的新福建做出新的贡献。

生态资源是福建最宝贵的资源,生态优势是福建最具竞争力的优势。森林旅游以其良好的综合效益和可持续发展特性,已成为具有活力和希望的“朝阳产业”。福建要用好这一优势,发展森林生态旅游,推进旅游富民,加快建设全国首个生态文明先行示范区,积极投身十八大提出的“生态文明”建设。竹林的固碳能力超过树林,1 公顷毛竹的年固碳量为 5.09 吨,是杉木的 1.46 倍、热带雨林的 1.33 倍,竹子对减缓气候变暖的作用超过林木。中华竹文化积淀深厚,人们借竹寓意,以竹抒情,将“梅松竹”喻为“岁寒三友”,将“梅兰菊竹”寓意“四君子”。福建竹资源赋存丰富,竹产业发达,福建可通过开发竹文化旅游商品,如,竹工艺品、笋竹加工高端产品、竹文化佳肴,莆田留青竹刻等;提高竹文化生态旅游活动的体验性;建一个竹子博物馆;建立一批大毛竹天然氧库等大力发展竹文化生态旅游。

福建省要加强气候变化全民教育,坚持把培育生态文化作为重要支撑,充分发挥人民群众的积极性、主动性、创造性,倡导勤俭节约、绿色低碳、文明健康的生活方式和消费方式。



目 录

第一章 气候变化	1
第一节 大气	1
一、大气的组成	1
二、大气的垂直分层	3
三、大气的热状况	5
第二节 气候变化的原因	8
一、气候变化的自然原因	9
二、气候变化的人为原因	10
三、20 世纪中期以来气候变暖的主要原因	11
第三节 温室气体	11
一、水汽(H ₂ O)和臭氧(O ₃)	12
二、《京都议定书》管制的 6 种温室气体	12
三、三氟化氮(NF ₃)	13
第四节 IPCC 第五次气候变化评估报告要点	14
一、IPCC 第五次评估报告第一工作组报告要点	14
二、IPCC 第五次评估报告第二工作组报告要点	16
三、IPCC 第五次评估报告第三工作组报告要点	17
四、IPCC 第五次评估报告《综合报告》要点	17
第五节 臭氧层破坏与恢复	18
一、臭氧层的作用	18
二、臭氧层消耗的原因	19
三、臭氧层消耗的影响	20
四、臭氧层有望在几十年后恢复	22
第二章 清新福建	24
第一节 地理与自然概况	25
一、地理	25
二、气候	26



三、环境	26
四、水系	26
五、资源	26
第二节 建制沿革与行政区划	29
一、建制沿革	29
二、行政区划	33
第三节 人口、华人和台胞	36
一、人口	36
二、华人	37
三、台胞	37
第四节 民族、宗教和语言	38
一、民族	38
二、宗教	38
三、语言	39
第五节 经济社会发展	40
一、概况	40
二、农业	41
三、工业和建筑业	41
四、固定资产投资	42
五、国内贸易	42
六、对外经济	43
七、交通、邮电和旅游	43
八、财政金融	44
九、人民生活	45
十、社会事业	45
 第三章 福建省气候的变化	 47
第一节 福建省气温的变化	47
一、福建省气温特征	47
二、1961—2014 年福建省年平均气温呈明显的增暖趋势	50
三、1961—2003 年福建省气温变化特征	51
第二节 福建省降水量的变化	53
一、福建省降水量特征	53
二、1961—2014 年福建省年降水量呈较弱的正趋势	55





三、1961—2003 年福建省降水的变化	56
第三节 福建省日照时数的变化	58
一、福建省日照时数特征	58
二、1961—2014 年福建省年平均日照时数表现为减少趋势	59
三、1961—2008 年福建省日照时数的变化特征及影响因素	60
第四章 气候变化的影响及建议	65
第一节 气候变化对人类健康的影响及建议	65
一、高温热浪引起的伤亡	65
二、极端天气事件引起的伤亡	66
三、以昆虫为传播媒介的传染病增加	67
四、营养不良	69
五、建议	69
第二节 气候变化引起海平面上升及建议	70
一、海平面上升与气候变化状况	70
二、中国沿海海平面变化	70
三、福建沿海海平面变化	72
四、建议	75
第三节 海平面上升后中国近海潮汐的变化及建议	76
一、引潮力	76
二、太阴潮是海洋潮汐的主体	77
三、海洋潮汐的周期性	77
四、海平面上升后中国近海潮汐的变化	80
五、建议	82
第四节 海平面上升对福建沿海的影响及建议	82
一、海平面上升对福建沿海的影响	82
二、建议	86
第五节 气候变化对福建旅游业的影响及建议	88
一、福建旅游的基本情况	88
二、气候变化对福建旅游业的影响	89
三、建议	93
第六节 气候变化对福建农业的影响及建议	94
一、气候变化对福建省农业的间接影响	94
二、气候变化对福建甘蔗生产的影响	95

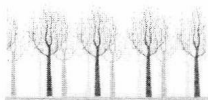


三、气候变化对福建牧草生产力的影响	97
第七节 气候变化对福建水稻生产的影响及建议	99
一、气候变化对福建水稻生产的影响	99
二、未来气候变化对福建水稻生产的影响	100
三、建议	104
第五章 大力发展碳汇林业	105
第一节 森林碳汇、林业碳汇与碳汇林业	105
一、森林碳汇、林业碳汇	105
二、碳汇林业	106
第二节 林业在应对气候变化中的重大作用	107
一、森林是陆地生态系统中最大的储碳库	107
二、森林碳汇潜力巨大	107
三、森林是减缓气候变化最经济、最现实、最有效的重要途径	108
四、森林固碳持久而稳定,还可获得巨大的生态效益	108
五、森林是适应气候变化的重要领域	109
第三节 林业应对气候变化的国际进程	109
一、IPCC 评估报告肯定林业的重要作用	110
二、从《气候公约》到《议定书》突出林业增汇减排的作用	110
三、《巴厘路线图》进一步重视林业碳汇的作用	111
四、《哥本哈根协议》对林业的表述	111
五、森林及相关内容作为单独条款纳入《巴黎协定》	111
第四节 福建省林业建设的主要成就	112
一、林业资源培育有新成效	112
二、林业生态保护有新提升	114
三、林业改革有新突破	115
四、特色林业产业有新进展	115
五、林业发展基础有新支撑	116
第五节 福建省林业发展的挑战和生态空间布局	116
一、福建省林业发展面临的挑战	116
二、福建省林业发展规划的生态空间布局	118
第六节 福建省林业发展规划工程	118
一、天然林保护工程	119
二、造林绿化和森林经营工程	119



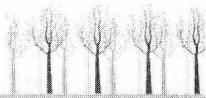


三、生物多样性保护工程	120
四、自然湿地保护与恢复工程	120
五、重点生态区位商品林赎买等改革试点工程	121
六、战略性林木资源储备工程	121
七、林下经济等富民工程	121
八、林业产业转型升级工程	122
九、生态产品共享工程	122
十、基础设施保障工程	123
第六章 支持发展生态旅游	125
第一节 生态旅游	125
一、生态旅游的定义和内涵	125
二、生态旅游资源	126
三、生态旅游市场	126
四、生态旅游的作用	127
五、生态旅游管理与政策	127
第二节 福建省的生态旅游示范区	128
一、国家生态旅游示范区的发展	128
二、福建省创建了 6 家国家生态旅游示范区	129
三、福建省评定了 20 家省级生态旅游示范区	130
第三节 福建发展森林生态旅游的优势及建议	132
一、福建发展森林生态旅游的优势	132
二、福建森林生态旅游的发展战略布局	134
三、建议	135
第四节 福建发展竹文化生态旅游的优势及建议	138
一、福建发展竹文化生态旅游的优势	138
二、福建竹文化生态旅游的现状	140
三、建议	141
第七章 推进生态文化建设	144
第一节 加强气候变化全民教育	144
一、气候变化的性质	144
二、气候变化教育至关重要	144
三、气候变化教育的现状不能够令人满意	145



四、气候变化教育的措施	145
五、联合国教科文组织呼吁各国切实推进气候变化教育	147
第二节 夯实福建省森林生态文化载体建设	147
一、加强自然保护区建设管理	147
二、加强森林公园建设管理	149
三、加强生态文明教育基地创建管理	150
四、加强生态文化村、生态文化企业创建管理	151
五、继续开展森林城市创建管理	151
六、推进森林生态文化馆建设	152
七、积极推进“福建树王”评选活动	153
第三节 加强福建省森林生态文化建设	155
一、加强森林生态文化宣传	155
二、加强森林生态文化资源保护挖掘	156
三、完善森林生态文化保障机制	157
第四节 生活方式低碳绿色化	157
一、全民节能减排	158
二、推广低碳生活	159
三、减少肉类消费,多吃水果、蔬菜等素食	163
四、倡导绿色殡葬	163
附录一 美国轰动性的营养报告:吃肉无异于吃毒	165
附录二 全民节能减排手册	171
参考文献	181





第一章

气候变化

第一节 大 气

一、大气的组成

低层大气主要由干洁空气、水汽和杂质三部分组成。在低层大气中,除水汽和杂质外的整个混合气体,称为干洁空气。水汽和杂质的含量因时因地而异,水汽主要聚集在大气的低层,杂质也多集中于大气的低层。近年来,人类活动造成的大气污染,已导致大气成分和含量的变化。

1. 干洁空气

干洁空气中的氮、氧、氩和二氧化碳这四种气体占空气总容积的 99.98%,氮、氩、氩、氩、臭氧等稀有气体占空气总容积不足 0.02%(表 1-1)。干洁空气各成分间的百分比数从地面直到 85 千米高度间,基本上稳定不变。这是由于这层大气中对流、湍流运动盛行,使得不同高度、不同地区间气体得到充分交换和混合的结果。而到 85 千米以上的高层大气中,对流、湍流运动受到抑制,分子的扩散作用超过湍流扩散作用,大气的组成受地球重力分离作用,氢、氦等较轻成分的百分比数相对增多,气体间的混合比趋于不稳定。

表 1-1 干洁空气中的成分(85 千米以下)

气体成分	在干洁空气中含量		分子量	临界温度(℃)
	体积分数	质量分数		
氮 N ₂	78.09	75.52	28.02	-147.2
氧 O ₂	20.95	23.15	30.00	-118.9



续表

气体成分	在干洁空气中含量		分子量	临界温度(℃)
	体积分数	质量分数		
氩 Ar	0.93	1.28	39.88	-122.0
二氧化碳 CO ₂	0.03	0.05	44.00	31.0
氖 Ne	1.8×10^{-3}	—	20.18	-228.0
氦 He	5.24×10^{-4}	—	4.00	-257.9
氪 Kr	1.0×10^{-4}	—	83.75	-63.0
氢 H ₂	5.0×10^{-5}	—	2.02	-240.0
氙 Xe	8.0×10^{-6}	—	131.10	16.6
臭氧 O ₃	1.0×10^{-6}	—	48.00	-5.0
氡 Rn	6.0×10^{-18}	—	222.00	—
甲烷(沼气)CH ₄		—	16.04	—
干洁空气	100	100	28.97	

2. 与人类关系密切的大气成分

干洁空气中的氮、氧、二氧化碳和臭氧,还有水汽、杂质与人类关系密切(表 1-2)。

表 1-2 与人类密切相关的大气成分

大气成分		与人类的关系
干洁空气	氮 N ₂	化学性质不活泼。自然条件下,只有在豆科植物根瘤菌的作用下才能变为被植物体吸收的化合物。氮是地球上生命体的重要成分,是工业、农业化肥的原料。
	氧 O ₂	化学性质活泼。大多数以氧化物形式存在于自然界中。氧是一切生物体进行生命过程所必需的成分。
	二氧化碳 CO ₂	它是通过海洋和陆地中有机物的生命活动、土壤中有机体的腐化、分解以及化石燃料的燃烧而进入大气的。植物进行光合作用的原料。对太阳短波辐射的吸收性能较差,而对地面长波辐射却能强烈吸收,同时它本身也向外放射长波辐射,因而对大气中的温度变化具有一定的影响。
	臭氧 O ₃	大气中臭氧含量很少,主要集中在 15~35 千米间的气层中,尤以 20~30 千米处浓度最大,称臭氧层。臭氧能大量吸收太阳辐射中的紫外波段,保护了地面的生命免受过多紫外线辐射伤害,被誉为“地球上的保护伞”,而穿透大气到达地面的少量紫外线,又起到杀菌治病的作用。





续表

大气成分	与人类的关系
水汽	它是大气中含量变化最大的气体。主要来自地表海洋和江河湖等水体表面蒸发和植物体的蒸腾,并通过大气垂直运动输送到大气高层。大气中水汽含量自地面向高空逐渐减少;通常,海洋上空多于陆地,低纬多于高纬,湿润、植物茂密的地表多于干旱、植物稀疏的地表。
杂质	它是悬浮在大气中的固态、液态的微粒。主要来源于有机物燃烧的烟粒、风吹扬起的尘土、火山灰尘、宇宙尘埃、海水浪花飞溅起的盐粒、植物花粉、细菌微生物以及工业排放物等。大多集中在大气底层。随地区、时间和天气条件而变。一般是陆上比海上多,城市比乡村多,早晨和夜间比午后多,冬季比夏季多。大气杂质对太阳辐射和地面辐射具有一定吸收和散射作用,影响着大气温度变化。杂质大部分是吸湿性的,往往成为水汽凝结核。

3. 人类活动导致大气成分的变化

人类活动造成的大气污染,已导致大气成分和含量的变化。例如,近百年来,由于工业迅猛发展,大量埋藏在岩石层中的化石燃料被开发出来进行燃烧,使大气中二氧化碳的含量不断增加,进而影响大气中温度的变化。又如,制冷工业发展前,大气中没有氟氯烃化合物,随着电冰箱、冰柜等的广泛使用,释放出大量的氟氯烃化合物,使大气中氟氯烃的含量增加。氟氯烃能破坏大气中的臭氧,从而使大气中臭氧的总量减少。尽管这种变化是缓慢的,但已经构成对人体、生态环境乃至社会、经济各方面的危害,并且这种危害是全球性的。

二、大气的垂直分层

根据大气层垂直方向上温度和垂直运动的特征,大气层划分为对流层、平流层、中间层、热层和散逸层五个层次(图 1-1)。对流层、平流层、中间层、热层和散逸层各自的特征(表 1-3)。

