



国防科技著作精品译丛
航空航天系列

Recent Advances in Satellite Research and Development

卫星研究和开发的最新成果

【美】 Samuel Gardiner Kenneth P.Olsen 著 崔吉俊 薛辉 译



NOVA



国防工业出版社
National Defense Industry Press

卫星研究和开发的最新成果

Recent Advances in Satellite Research and Development

[美] Samuel Gardiner Kenneth P. Olsen 著
崔吉俊 薛 辉 译



国防工业出版社

National Defense Industry Press

著作权合同登记 图字：军 -2015 -154 号

图书在版编目 (CIP) 数据

卫星研究和开发的最新成果/ (美) 加德纳 (Gardiner, S.), (美) 奥尔森 (Olsen, K. P.) 著; 崔吉俊, 薛辉译. — 北京: 国防工业出版社, 2015. 9

(国防科技著作精品译丛)

书名原文: Recent Advances in Satellite Research and Development

ISBN 978-7-118-10439-4

I. ①卫… II. ①加… ②奥… ③崔… ④薛… III. ①卫星—文集 IV. ①P185-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 216386 号

Translation from the English Language edition:

Recent Advances in Satellite Research and Development © Nova Science Publishers, Inc.

All Rights Reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, electrostatic, magnetic, tape, mechanical, photocopying, recording, or otherwise without the written permission of the publisher.

本书简体中文版由 Nova Science Publishers, Inc. 授权国防工业出版社独家出版发行。

版权所有, 侵权必究。

卫星研究和开发的最新成果

[美] Samuel Gardiner Kenneth P. Olsen 著
崔吉俊 薛 辉 译

出版发行 国防工业出版社

地址邮编 北京市海淀区紫竹院南路 23 号 100048

经 售 新华书店

印 刷 北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

开 本 700 × 1000 1/16

印 张 11¼

字 数 180 千字

版 次 2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印 数 1—2000 册

定 价 55.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777 发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755 发行业务: (010) 88540717

译者序

本书是卫星研究和开发最新成果的论文集,文章分别来自肯尼亚野生动物管理局、希腊雅典国家技术大学、南非气象局、俄罗斯伊尔库茨克、美国迈阿密大学、日本东京大学、美国西佛罗里达大学等世界范围内的科研院所和研究中心。

卫星技术是支持现代社会发展的高新技术之一,是一个国家科技水平和经济实力的综合体现。卫星类型包括通信卫星、遥感卫星、气象卫星、导航卫星、科学探测卫星及军事卫星等。卫星应用涉及当今社会的各个领域和国民生活的方方面面,大到国家科研项目、太空探索、军事行动和抢险救灾,小到普通百姓的教育、娱乐、交通和通信等,都与卫星应用技术密切相关。可以设想,一个国家的国民经济、科学技术和国防建设若离开卫星技术将会黯然无光。

本书包括肯尼亚察沃生态系统象群配备的卫星链 GPS 监视项圈、应用传播损耗减缓技术提高宽带卫星通信应急网络弹性、非洲南部发展中国家短时天气预报系统中的卫星应用、多频全球导航卫星中消除电离层影响的可能性、肯尼亚察沃国家公园偷猎大象热点模拟、用于 35 kg 天体测量小卫星角秒稳定性的姿态控制系统以及第三代 GPS 系统等。

文集涉猎领域和研究内容各不相同,既涉及野生动物保护中的卫星应用,也涉及卫星应用技术中较难解决的气象因素影响和电离层影响,同时也涉及卫星本身的技术进步和创新等。由此可以看出,在国外的卫星应用技术研究中,不仅体现科技理念,也体现社会人文理念,体现关爱生命、爱护生物和关注生态的理念,这也应该成为科技工作者选择科研课题的出发

点和落脚点。

本书中诸论文的科技含量不尽相同,有的是卫星应用技术中较为前沿的课题,此类文章的重要性对于从事卫星应用研究的科技人员自不必多说,而有关野生动物保护的文章则更像借助卫星技术的野生动物保护考察报告,此类文章也不妨为感兴趣者提供了解和研究野生动物生态分布的有益信息,同时也为卫星应用技术研究广开思路。

本书由崔吉俊和薛辉翻译而成。其中,崔吉俊完成第1、4、5、6、7章翻译,薛辉完成第2、3章翻译,并对其余各章进行校对。

感谢国防工业出版社的支持,也感谢酒泉卫星发射中心计划部的帮助。

由于此书涉猎领域较广,有些专业对译者来说也较为生疏,在翻译过程中谬误和不足在所难免,敬请读者批评指正。

崔吉俊

2015年6月

前言

本书介绍了卫星研发的最新成果。所讨论的主题包括：肯尼亚察沃生态系统象群配置的卫星链 GPS 监视项圈；应用传播损耗减缓技术提高宽带卫星通信应急网络弹性；非洲南部发展中国家短时天气预报系统中的卫星应用；多频全球导航卫星系统中消除电离层影响的可能性；肯尼亚东察沃国家公园偷猎大象热点模拟；用于 35 kg 天体测量小卫星角秒稳定性的姿态控制系统；以及第三代 GPS 系统。

第 1 章 —— 我们打算为东西察沃国家公园不同位置上的 10 只大象配置卫星链 GPS 监视项圈。然而由于其中 1 个监视项圈发生了故障，只能为其中 9 只大象（东察沃公园中的 3 只雄象和 1 只雌象，西察沃公园中的 3 只雄象和 2 只雌象）配置了监视项圈。受监控大象的移动路径大约将受控 20 个月。这项工作由国际爱护动物基金会 (IFAW) 的工作人员和肯尼亚野生动物管理局 (KWS) 的科学家、协管员、兽医以及捕获队员共同完成。初步准备工作主要是举行计划会，以确定人员、监视工作位置以及工作期间所使用的设备器材等。最终的计划会于 2012 年 2 月 28 日在沃伊野生动物酒店举行。会议确保所有人员、材料和设备都是有效的。会议期间，组建了项目所涉及的团队，形成了监视项圈工作过程概要，讨论了安全问题，对项目启动时间达成了一致。工作期间，每日举行汇报会，以回顾当日活动，并提出问题。每天早晨大约 5 : 30 地面组出发前往指定地点开始工作。轻型飞机和直升机在 6 : 00 和 6 : 15 分别随后跟进。本项目包括 3 个组（搜寻组、投射组和地面组）。地面组首先出发前往潜伏区域。他们在一般潜伏区等候搜寻组给出具体的方向。搜寻组随后在早晨乘轻型

飞机飞到潜伏地点。搜寻组在约定位置寻找潜藏的象群 (东察沃国家公园中的 Sangayaya、Ithumba、Ndia Ndaasa 和 Emusaya; 西察沃国家公园中的 Maktau、Kasigau、Jipe、Njukini 和 Kamboyo)。在约定地点识别出潜藏的象群后, 搜寻组开始呼叫投射组, 然后搜寻组将投射组引导到象群的位置。投射组通过对大象进行年龄和性别识别以确定投射对象。对投射对象取得共识之后, 兽医开始对大象进行投射。其投射是从直升机上利用注射枪完成的。使用的麻醉剂和苏醒剂为盐酸埃托啡和二丙诺啡, 其剂量分别为 16 ~ 18 mg 和 60 mg。投射后, 搜寻组呼叫地面组并指向已不能行动的大象。最后, 为 6 只雄象 (两个公园各 3 只) 和 3 只雌象 (东察沃国家公园 1 只, 西察沃国家公园 2 只) 装配上卫星链 GPS 监视项圈。被监视大象的年龄一般在 17 ~ 40 岁之间。它们受监视时间大约为 20 个月。产生的信息将用于研究运动生态学、东西察沃国家公园中大象活动空间及它们的迁徙走廊和分布区域图等。

第 2 章 —— 本章描述了通信卫星在高频应急通信应用中发生的主要问题, 首先, 分析了应急状态下通信系统的需求, 表明其在灾难救助工作中是不可替代的。更具体地说, 本章集中介绍了由卫星系统提供的各种必须受到支持的通信服务, 以及这些网络的回程。由于宽带卫星通信系统主要工作在 10 GHz 以上, 因此需要对这些频率工作下的传播损耗进行描述。传播损耗主要取决于雨雪、大气、云层和对流层湍流。本章除介绍一阶统计特性曲线预报模型之外, 还介绍了时间序列生成模型。雨雪产生的衰减要高度关注, 因为它们对于卫星通信系统具有明显的衰减作用。此外, 还详细介绍了文献中推荐的最重要的传播损耗减缓技术。最后, 给出了未来研究的几个可能方向, 并得出了一些结论。

第 3 章 —— 临近预报和短时预报 (提前 12 h) 的优势在于, 它提供了特定位置天气系统的发生、发展、移动及消散。在一个理想状态下, 气象雷达系统是临近预报的最重要部分。然而, 严酷的现实是, 许多发展中国家 (DC), 尤其是最不发达国家 (LDC) 根本没有可供使用的雷达系统。此外, 侥幸购得雷达系统的国家, 也要为维护保养这些庞大的气象数据源而付出大量精力。因此, 发展中国家和最不发达国家的临近预报和短时预报应该强调使用例如卫星数据和其他观测数据这类工具的需要。

服务于临近预报的地球同步第二代气象卫星 (MSG) 产品的应用已超过了 12 个光谱通道, 它可以每 15 min 提供一次图像。它还包括, 基于卫星用于辅助短时预报的不稳定指数以及由卫星应用设备 (SAFNWC) 所提供的其他临近预报产品。在世界各发展中国家或地区, 世界气象组织 (WMO)

的暴洪预警系统 (FFGS) 中, 其基于卫星数据的降水预报获得了非常有价值的应用。暴洪预警系统是一个水文气象学模型系统, 它可以根据某一具体流域可能导致水灾的水文状态来预报水灾情势。非洲南部区域性暴洪预警 (SARFFG) 工程就是世界气象组织全球暴洪预警系统中的子区域项目。非洲南部区域性暴洪预警系统主要依靠基于卫星数据的降水预报来确定小流域是否存在经验性暴洪情势。

世界气象组织极端天气预报示范工程 (SWFDP) 通过在网站上提供预报信息的使用权, 用于改善发展中国家和最不发达国家的一般天气预报和极端天气预报。从参与非洲南部极端天气预报示范工程的国家气象水文局反馈的信息表明, 示范工程已经帮助许多国家改善了预报服务。2012 年 2 月, 世界气象组织委员会在日内瓦召开了极端天气预报示范工程指导小组第四次会议, 会上认为, 示范工程主要挑战之一是“短时预报工具的缺乏, 尤其是缺乏快速监测可能产生强降水和强风极端雷暴天气的充足的实时观测网络, 特别是气象雷达的覆盖”。会议还一致认为, 实时卫星降水预估在雷达覆盖和雨量测量设备稀少的地区尤为管用。

此章将提供最新应用成果及产品的综述和范例, 这些成果和产品都是利用地球同步卫星数据开发出来的, 它们改善了用其他监测工具不易和/或不能在有效范围内对于对流、降水和暴洪的临近预报及短时预报。

第 4 章 —— 应用全球导航卫星系统 (GNSS), 环境诊断学方法已经取得了很大进步。这些方法的失效在很大程度上是由于分布在卫星信号传播路径上的非均质、随时空变化的电离层等离子体而造成的。电离层的影响通常可以利用其分布特性消除掉。为此, 卫星信号的相位或/和时延采用两种频率进行测量。双频测量抵消了电离层误差的主要部分 (一阶误差)。但是, 这个精度并不能满足某些高精度测量的需要, 比如通过监控低层大气以预报天气和气候变化, 或者通过观测地球表面变形以预报地震和火山活动等。本章总结了对电离层残余误差的研究成果, 在这里, 作者主要依靠自己基于文献资料发表的文章以及某些未发表的成果。利用几何光学近似法, 处于 GNSS 频率的电离层无线电波相位和路径误差可以描述为频率的反幂函数序列。如果考虑用某一 (右) 极化波形传播来代替正常波或特殊波进行传统的研究, 那么此处遇到的误差通常是可以避免的。作者提出使用双频测量不仅可以抵消一阶误差, 而且可以抵消电离层等离子体折射率与地磁影响相关联的二阶误差。双频测量消除二阶误差之后, 又使用三频测量方法以抵消与非均匀电离层中射线弯曲相关联的三阶误差影响。除了背景电离层之外, 随机电离层的非均匀性对此类误差也产生巨大 (通常

起支配作用) 影响。在三频 GNSS 中, 电离层非均匀性影响只能在大于菲涅尔半径的横向不均匀性尺度范围上被消除。由于衍射作用, 更小尺度的不均匀性影响是无法消除的。这会导致三频测量的残余误差。作者讨论了现有的以及正在开发的能够消除衍射效应并提高多频 GNSS 测量精度的空间信号处理方法的可能性。

第 5 章 —— 本章研究了东察沃国家公园偷猎大象的时空模式, 以建立和绘制偷猎大象的密度图及热点模型。从肯尼亚野生动物管理局总部的大象死亡数据库获取了 1989 年 10 月 10 日至 2005 年 7 月 2 日偷猎大象的数据。结果表明全部偷猎主要集中在公园的中心和北部。旱季和雨季大象偷猎椭圆区域显示出相似的空间方位和其位于公园中心部位的大概分布中心。核心密度分析描述出旱季偷猎热点位于公园西北部和中西部的提瓦河及加拉纳河。中等程度的旱季大象偷猎地点包括公园东南角的沃伊河和中东部。两个主要雨季偷猎地点位于横穿公园的加拉纳河下游地方。中等程度的雨季偷猎地点通过公园中部沿提瓦河延伸到公园北部, 在沃伊河上延伸到东南角。雨季大象偷猎图表明, 最高危险区主要出现在公园的中东部, 萨拉门以南公园东南边缘, 以及公园的中东部。旱季大象偷猎的最高危险区出现在提瓦河沿岸及加拉纳河和沃伊河的中心部位。旱季偷猎大象的风险表明最高危险区集中在主要河流沿岸, 因为那里常年有水。偷猎图的全部风险表明偷猎大象最高危险区发生在提瓦河中心和加拉纳河中东部。为了给大象提供全年足够的安全保障, 需要对高危险区野生动物的监管重新配备资源 (装备和人员), 以及雨季时在开阔平原地区配备临时安全机动设备。除此之外, 还需要在 Sangayaya 和 Ithumba 区域东部开设更多的安全巡逻道路。

第 6 章 —— 本章集中讨论 35 kg 天体测量小卫星的精确姿态控制系统。一般来说, 标准尺寸卫星姿态控制所使用的常规方法不能应用于小卫星, 因为它受到功耗、空间要求和质量的限制。除此之外, 小卫星比标准尺寸卫星受姿态扰动的影响更大, 因为它们的惯性矩相对较小。虽然标准尺寸卫星的电磁干扰力矩微不足道, 但对于小卫星来说却是致命的。为了实现小卫星的精确姿态稳定性, 小卫星将应用满足上述限制条件并减少电磁干扰的姿态控制方法。本章提出了一种新的方法以解决这些问题。通过应用小卫星进行天文观测任务这样一个范例, 证明小卫星精确姿态控制是可行的。

第 7 章 —— 第三代全球定位卫星系统 (GPS 系统) 现在正处于勒斯蒂亚公司的早期开发阶段, 由作者设计的新系统的主要组件与当前 GPS

系统相比较具有显著优点。接收机中多普勒校正和信号跟踪电路已经取消,使接收机尺寸大幅缩小(在不久的将来, GPS 接收机将能够嵌入普通手表)。定时从地球站发射到卫星的维护信号也已经极大地减少。用以描述用户等距离误差特性的仿真展现了新系统的优越性。总之,新系统可靠性更高,提供了更好的性能,而且比当前 GPS 系统更廉价。本章附录给出了 GPS 定位方程的闭式解。

目录

第 1 章	肯尼亚察沃生态系统象群配置的卫星链	
	GPS 监视项圈.....	1
1.1	概述.....	2
1.2	研究区域.....	3
1.2.1	位置.....	3
1.2.2	降雨和气温.....	4
1.2.3	地形、地质和土壤.....	5
1.2.4	动植物群.....	5
1.2.5	土地使用.....	5
1.2.6	察沃生态系统象群现状和趋势.....	6
1.3	研究材料和方法.....	6
1.3.1	项圈配置预备计划阶段.....	6
1.3.2	实施项圈配置阶段的工作组织机构.....	7
1.3.3	项圈配置工作.....	7
1.3.4	汇报会阶段.....	9
1.3.5	指挥关系.....	9
1.3.6	监视项圈类型和数据下载.....	10
1.3.7	大象麻醉固定和处理.....	11
1.4	项圈配置结果.....	12
1.4.1	计划项圈配置地点和实际地点.....	12

1.4.2	配置项圈大象的性别、年龄和麻醉剂药量	13
1.4.3	配置项圈大象描述	13
1.4.4	配置项圈大象的物理特征	15
1.5	讨论	17
1.5.1	项圈配置地点	17
1.5.2	大象年龄、脚直径和腿长	18
1.5.3	监视项圈配置期间对大象的保护	20
1.6	结论	21
1.7	建议	21
	附录	21
	附录 1 监视项圈配置期间注意事项	21
	附录 2 项圈配置团队	23
	附录 3 指挥关系	23
	附录 4 地面组靠近大象顺序	23
	附录 5 大象监视项圈设备和工具	24
	附录 6 项圈配置技术	24
	附录 7 采集的数据	25
	附录 8 工作人员列表	25
	附录 9 大象麻醉过程中的人 — 象安全	25
	附录 10 监视项圈配置工作程序	26
	附录 11a 配置监视项圈大象位置、对大象投射麻醉剂的 兽医姓名、投射枪型号以及实施投射时大象距 直升机的距离	27
	附录 11b 麻醉大象所使用的剂量、投射位置以及大象麻 醉倒地时的姿势	27
	附录 11c 大象苏醒药剂量以及苏醒后开始行走的时间	28
	附录 11d 配置监视项圈期间采集的其他数据	28
	附录 11e 配置监视项圈的开始时间、配置时间以及监视 项圈的甚高频频率	29
	附录 11f 监视项圈型号及大象年龄	29
	参考文献	30

第 2 章 应用传播损耗减缓技术提高宽带卫星

通信应急网络弹性	32
2.1 引言	32
2.2 应急响应	34
2.3 应急通信中卫星的作用	37
2.3.1 一般概念	37
2.3.2 WISECOM	38
2.4 传播损耗和传播建模	39
2.4.1 气体吸收	40
2.4.2 云层衰减	41
2.4.3 雨致衰减	43
2.4.4 闪烁衰减	46
2.4.5 总衰减	48
2.4.6 时间序列发生器	50
2.5 衰减减缓技术	54
2.6 未来研究方向	58
2.7 结论	59
致谢	60
参考文献	60

**第 3 章 非洲南部发展中国家短时天气预报系统中的
卫星应用**

卫星应用	66
3.1 引言	67
3.2 地球同步第二代气象卫星	69
3.3 临近预报和短时预报卫星应用的发展现状	74
3.3.1 对流酝酿阶段	74
3.3.2 对流开始阶段	79
3.3.3 对流成熟阶段	79
3.3.4 基于卫星的降水估计	80
3.4 发展中国家和最不发达国家的信息发布	85
3.5 极端天气预报示范工程	85
3.6 结论	87
参考文献	89

第 4 章 多频全球导航卫星系统中消除电离层影响的可能性	93
4.1 概述	94
4.2 用几何光学近似法表达 GNSS 测量中的电离层误差	96
4.2.1 非均质不均一电离层离子体中信号相位路径的几何光学近似法	97
4.2.2 不同阶数的电离层修正	98
4.2.3 多频 GNSS 消除电离层误差	103
4.3 GNSS 测量中的衍射影响	107
4.3.1 衍射影响视场中的电离层波形相位	107
4.3.2 衍射影响和多频测量	109
4.4 结论	112
致谢	114
参考文献	114
第 5 章 肯尼亚东察沃国家公园偷猎大象热点模拟	119
5.1 概述	120
5.2 研究材料和方法	121
5.2.1 研究区域	121
5.2.2 大象死亡数据	123
5.2.3 地理信息系统和遥感数据层	124
5.2.4 数据分析	124
5.3 结果与讨论	126
5.3.1 偷猎大象的标准误差椭圆和核密度	126
5.3.2 偷猎热点图	128
5.4 结论	130
致谢	130
参考文献	131
第 6 章 35 kg 天体测量小卫星的角秒姿态稳定性	136
6.1 概述	136
6.2 JASMINE 纳卫星姿态确定和控制分系统综述	138

6.3 姿态磁扰动	139
6.3.1 姿态磁扰动概述	139
6.3.2 磁扰动补偿	141
6.4 使用普通敏感器和执行器件的困难	143
6.4.1 小卫星的局限性	143
6.4.2 应用小型反作用轮减振	143
6.4.3 应用天体的速率估算	146
6.5 结论	149
致谢	149
参考文献	149

第 7 章 第三代 GPS: 低维护成本、高可靠性

未来 GPS 系统	152
7.1 概述和引言	152
7.2 仿真和性能评估	156
7.2.1 卫星时钟漂移	156
7.2.2 星历误差	157
7.2.3 信号到达误差	158
7.2.4 第二代和第三代 GPS 系统中用户等效距离误差比较 ..	159
7.2.5 精度因子 (DOP)	159
7.2.6 萨奈克效应	160
7.3 结论	160
附录 GPS 定位方程的闭式解	160
参考文献	163

第 1 章

肯尼亚察沃生态系统象群配置的 卫星链 GPS 监视项圈

Shadrack Ngene¹, Steve Njumbi², Bernard Ngoru³, Martha Nzisa³,
Elephus Bitok⁴, Jeremiah Poghon³, Shadrack Muya⁵, Alex Gombe²

¹肯尼亚野生动物管理局, 生物多样性研究与监测部,
大象计划部门, 内罗毕, 肯尼亚

²国际爱护动物基金会, 内罗毕, 肯尼亚

³肯尼亚野生动物管理局, 察沃保护区, 肯尼亚

⁴肯尼亚野生动物管理局, 生物多样性研究与监测部,
南部保护区, 内罗毕, 肯尼亚

⁵乔莫·肯雅塔大学农业技术学院, 内罗毕, 肯尼亚

摘要

我们打算为东察沃国家公园不同位置上的 10 只大象配置卫星链 GPS 监视项圈。然而由于其中 1 个监视项圈发生了故障, 只能为其中 9 只大象 (东察沃公园中 3 只雄象和 1 只雌象, 西察沃公园中 3 只雄象和 2 只雌象) 配置了监视项圈。受监控大象的移动路径大约将受控 20 个月。这项工作由国际爱护动物基金会的工作人员和肯尼亚野生动物管理局的科学家、协管员、兽医以及捕获队员共同完成。初步准备工作主要是举行计划会, 以确定人员、监视工作位置以及工作期间所使用的设备器材等。最终的计划会于 2012 年 2 月 28 日在沃伊野生动物酒店举行。会议确保

所有人员、材料和设备都是有效的。会议期间,组建了项目所涉及的团队,形成了监视项圈工作过程概要,讨论了安全问题,对项目启动时间达成了一致。工作期间,每日举行汇报会,以回顾每天的活动,并提出问题。每天早晨大约 5:30 地面组出发前往指定地点开始工作。轻型飞机和直升机在 6:00 和 6:15 分别随后跟进。本项目包括 3 个组(搜寻组、投射组和地面组)。地面组首先出发前往潜伏区域。他们在一般潜伏区等候搜寻组给出具体的方向。搜寻组随后在早晨乘轻型飞机飞到潜伏地点。搜寻组在约定位置寻找潜藏的象群(东察沃国家公园中的 Sangayaya、Ithumba、Ndia Ndaasa 和 Emusaya; 西察沃国家公园中的 Maktau、Kasigau、Jipe、Njukini 和 Kamboyo)。在约定地点识别出潜藏的象群后,搜寻组开始呼叫投射组,然后搜寻组将投射组引导到象群的位置。投射组通过对大象进行年龄和性别识别以确定投射对象。对投射对象取得共识之后,兽医开始对大象进行投射。其投射是从直升机上利用注射枪完成的。使用的麻醉剂和苏醒剂为盐酸埃托啡和二丙诺啡,其剂量分别为 16 ~ 18 mg 和 60 mg。投射后,搜寻组呼叫地面组并指向已不能行动的大象。最后,为 6 只雄象(两个公园各 3 只)和 3 只雌象(东察沃国家公园 1 只,西察沃国家公园 2 只)装配上卫星链 GPS 监视项圈。被监视大象的年龄一般在 17 ~ 40 岁之间。它们受监视时间大约为 20 个月。产生的信息将用于研究运动生态学、东西察沃国家公园中大象的活动空间及它们的迁徙走廊和分布区域图等。

关键词: 大象; 卫星链; GPS 监视项圈; 察沃; 生态系统

1.1 概述

由肯尼亚野生动物管理局和国际爱护动物基金会组成的联合小组,为肯尼亚辽阔的东西察沃国家公园中的 9 只大象成功地配置了卫星链 GPS 跟踪监视项圈。加上一年前的一个类似项目,配置了卫星链 GPS 监视项圈大象的总数达到了 12 只。这是东西察沃国家公园利用卫星技术对大象活动最大范围的监控。上一次对象群的主动跟踪还要追溯到 40 年前的 1972 年配备的传统无线电跟踪监视项圈。国际爱护动物基金会和肯尼亚野生动物管理局为大象配置监视项圈提供了大象迁徙活动的最新信息及其在察沃生态系统中的应用,其目的是减少新时期众所周知的偷猎大象和人—象冲突(HEC)的威胁。这些威胁是由于两个公园周边人口的增加而引起的。