

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2107048

一种基于北斗的珍稀濒危植物保护技术框架

黄文德^{1,2,3} 贺达江¹ 朱贤武¹ 张利云^{2,3} 康娟^{2,3} 李靖^{2,3}

(1.怀化学院 武陵山片区生态农业智能控制技术湖南省重点实验室 怀化 418000; 2.湖南纳毫维信息科技有限公司 长沙 410205; 3.广西科学院 北斗创新应用研究中心 南宁 530007)

摘要:针对珍稀濒危植物迁地保护中存在的环境差异和植物适应性难题,提出一种利用北斗高精度时空技术构建的植物迁地保护框架。该框架以精准农业技术和平行系统理论为依据,以珍稀濒危植物生态环境及其自身状态变化等信息的动态监测与数据采集为基础,通过构建人工生态系统和平行种植,解决迁地保护与自然生态环境的差异性问题,以及植物自然回归的适应性问题。所提出的框架有利于提高迁地保护成功率,从而提升珍稀濒危植物迁地保护的效益。

关键词:珍稀濒危植物;迁地保护;北斗;系统框架;自然回归;平行系统

中图分类号: V19 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 590.99

A technical framework for conservation of rare and endangered plants based on Beidou

Huang Wende^{1,2,3} He Dajiang¹ Mi Xianwu¹ Zhang Liyun^{2,3} Kang Juan^{2,3} Li Jing^{2,3}

(1. Key Laboratory of Hunan Province for Intelligent Control Technology of Ecological Agriculture in Wuling Mountain Area, Huaihua University, Huaihua 418000, China; 2. Hunan Nahaowei Information Technology Co., Ltd., Changsha 410205, China; 3. Beidou Innovation and Application Research Center, Guangxi Academy of Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract: Aiming at the environmental differences and plant adaptability problems in the ex situ conservation of rare and endangered plants, proposes a framework for ex situ conservation of plants constructed using Beidou's high-precision spatiotemporal technology. The framework is based on precision agriculture technology and parallel system theory. Through the construction of artificial ecosystems and parallel planting, the problem of differences between ex situ conservation and the natural ecological environment, as well as the adaptability of natural return of plants, is solved. The framework proposed is conducive to improving the success rate of ex situ conservation, thereby enhancing the benefits of ex situ conservation of rare and endangered plants.

Keywords: rare and endangered plants; ex situ protection; Beidou; system framework; natural regression; parallel systems

0 引言

野生植物是人类生产生活的重要物质基础,也是重要战略资源。“杂交水稻之父”袁隆平院士培育的高产优质杂交稻,正是利用在海南发现的野生稻资源培育而成。近年来,人们不断从野生植物中发掘出许多优良的食用、药用、油料、工业原料、饲料和观赏植物。可见,野生植物及其物种资源潜在利用价值之大。但是,随着经济社会发展,人类活动增多,修路、修水电站、滥采滥挖、环境污染等成为威胁珍稀濒危植物的重要因素。大批植物物种已经灭绝,还有成千上万的植物正遭受灭绝的威胁。

就地保护、迁地保护、植物回归是目前珍稀濒危植物保

护最重要的手段^[1-2]。其中,就地保护是生物多样性保护最为有效的一项措施,迁地保护是拯救可能灭绝的物种的最后机会。珍稀濒危植物的回归是迁地保护与就地保护的桥梁,也是迁地保护植物的最终归宿。国际上一般把濒危植物和具有重要经济、文化或生态价值的种类列为优先回归种类^[3-4]。近年来,我国在生物多样性保护框架下,珍稀濒危植物的保护成为各地方植物园、自然保护区等重点保护对象^[5-7]。与此同时,为了建立生态保护理论体系,通过生态环境建模,研究植物多样性保护也成为重要手段^[8-10]。

尽管我国在珍稀濒危植物保护取得一定进展,不过总体看来,仍有一些不足。存在迁地保护基础理论和保育技术研究不够深入,珍稀濒危植物物种自然回归及其生境恢

收稿日期:2021-06-24

复相关研究薄弱,在繁育基地已形成一定种群规模的珍稀濒危植物物种的自然回归难以适应等问题,制约了我国珍稀濒危植物保护的发展。随着新一代信息技术(如人工智能、大数据、云计算等)和北斗导航定位技术的兴起,研究一整套利用高科技手段,科学化、信息化的珍稀濒危植物迁地保护方法,为建立植物界“大熊猫”的“保护网”提供技术支撑具有实现意义和理论价值。

1 基于北斗与智能传感器的珍稀濒危植物动态监测与数据采集技术

珍稀濒危植物生态环境及其自身状态变化等监测数据是迁地保护的重要依据。实现珍稀濒危植物动态监测与数据采集对于建立更加科学合理的人工生态环境具有重要意义。

利用北斗全天时、全天候、高精度定位功能,与智能传

感器采集的环境信息(土壤、温度、湿度、光照等)和植物状态信息融合,从而形成珍稀濒危植物动态监测数据,为珍稀濒危植物保护提供数据基础。

北斗卫星导航系统具有导航通信融合的特点,这也是北斗区别于其他卫星导航系统(如 GPS)的特色优势^[11-12]。不仅能定位,还能通过短报文的形式,将当前位置信息和其他信息以短消息的形式发送出去。在北斗三号系统中,北斗短报文通信能力由原来的 120 个汉字/次,提升近 10 倍,达到 1 000 个汉字/次,具备传输压缩图片的能力。通过北斗短报文通信功能,可以将智能传感器采集的环境信息(土壤、温度、湿度、光照等)和植物状态信息发回后台服务器,从而解决珍稀濒危植物所在地区网络信号覆盖的问题。基于北斗与智能传感器的珍稀濒危植物动态监测数据采集如图 1 所示。

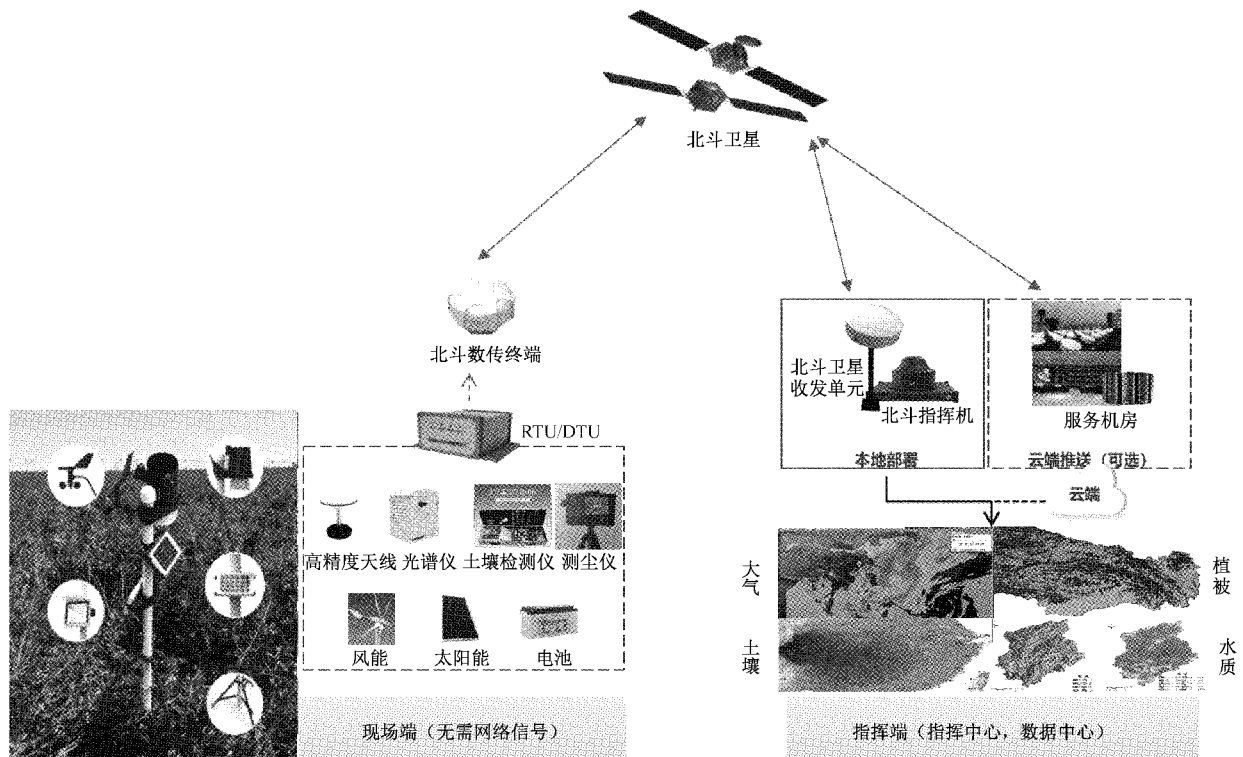


图 1 基于北斗与智能传感器的珍稀濒危植物动态监测数据采集

整个数据采集系统分为 3 大部分:现场端、指挥端和北斗系统。现场端以生态环境监测设备和北斗定位/数传终端为主,指挥端负责对整个系统进行运行管理、数据分析和指挥控制。北斗系统负责提供定位、授时和数据传输。

2 基于平行系统理论的珍稀濒危植物人工生态系统建模技术

平行系统理论是由王飞跃教授提出的、旨在解决复杂系统建模、实验和控制的问题^[13-15]。平行系统的核心是 ACP 方法,主要由 3 部分组成:1)由实际系统的小数据驱

动,借助知识表示与知识学习等手段,针对实际系统中的各类元素和问题,基于多智能体方法构建可计算、可重构、可编程的软件定义的对象、软件定义的流程、软件定义的关系等,进而将这些对象、关系、流程等组合成软件定义的人工系统(A),利用人工系统对复杂系统问题进行建模。2)基于人工系统这一“计算实验室”,利用计算实验(C),设计各类智能体的组合及交互规则,产生各类场景,运行产生完备的场景数据,并借助机器学习、数据挖掘等手段,对数据进行分析,求得各类场景下的最优策略。3)将人工系统与真实系统同时并举,通过一定的方式进行虚实互动,以平行执行(P)引导和管理实际系统。

本文借鉴平行系统理论和方法,以北斗与智能传感器采集的生态环境数据为基础,提出基于平行系统理论的生态建

模技术,实现人工生态系统与实际生态系统的无限逼近。基于平行系统理论的珍稀濒危植物生态建模如图 2 所示。

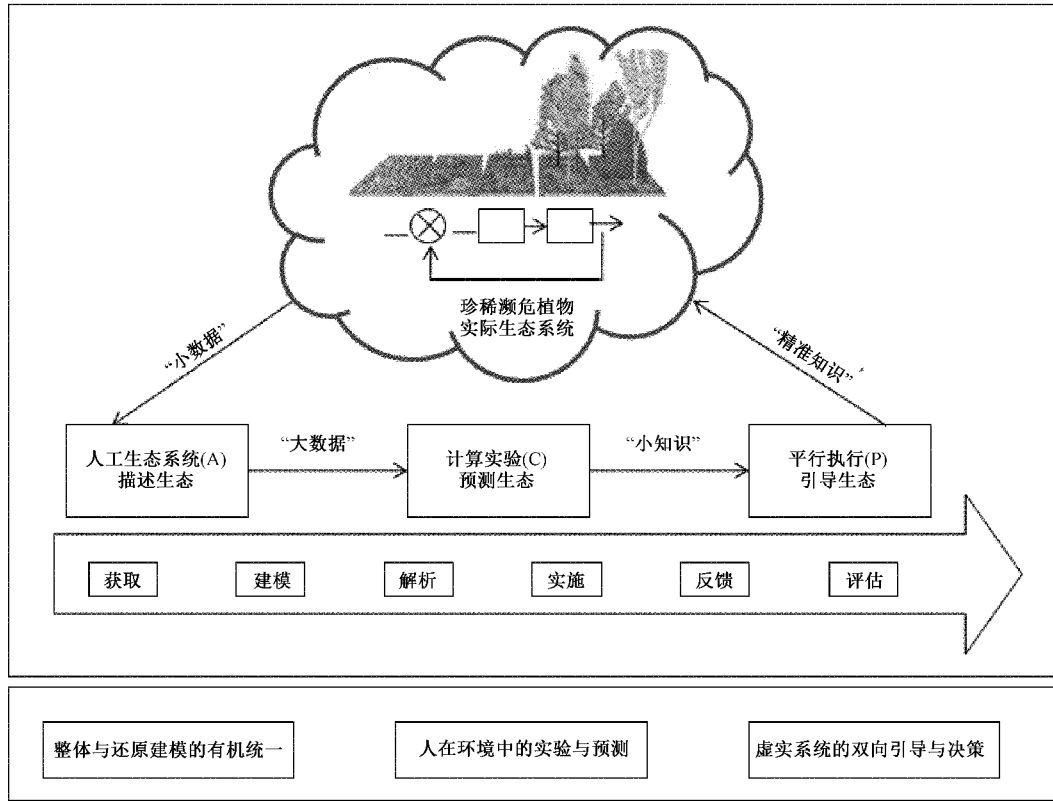


图 2 基于平行系统理论的珍稀濒危植物生态建模

3 基于平行控制思想的珍稀濒危植物自然回归择优试验技术

珍稀濒危植物自然回归试验的平行控制的基本目标是根据自然回归环境的有限信息,对人工生态系统做出高水平的决策,使人工生态系统性能达到自然回归环境一致的目的。然后通过对比迁地保护的珍稀濒危植物生长情况进行观测和分析,得出最适宜的自然回归环境。

平行控制的主要思想是,基于待选自然回归生态环境系统的信号,收集状态-执行-奖惩信号,建立人工生态系统,产生人工数据;基于不同的人工系统训练多组优化控制策略,并基于动态规划的最优性原理,训练评判网络对优化策略进行评判,从而实现自然回归生态系统的择优。基于平行控制思想的珍稀濒危植物自然回归择优试验如图 3 所示。

4 应用实例

武陵山地区位于 27°N~31°N、107°E~112°E,片区内地形复杂,海拔高度 90~3 000 m,多高山,气候温和,生态环境复杂多样,独特的气候资源使得武陵山片区内分布着许多独特的动植物资源,素有“华中动植物基因库”之称,生长有红豆杉、珙桐等珍稀植物。

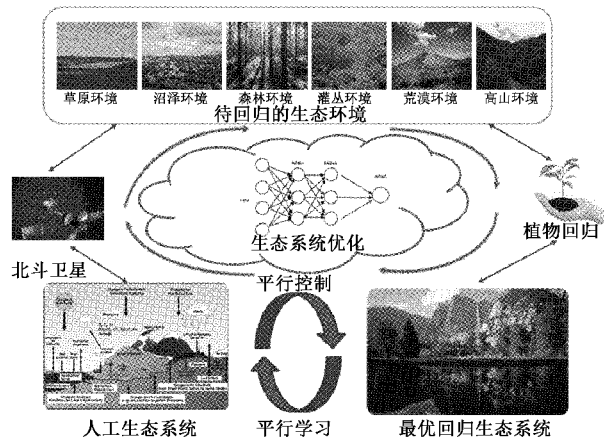
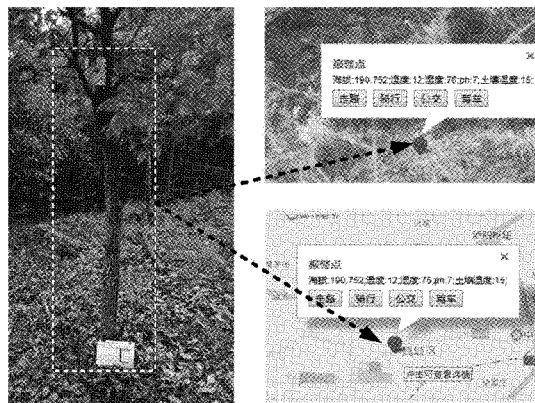


图 3 基于平行控制的珍稀濒危植物自然回归择优试验

使用基于北斗定位和短报文通信功能的设备对濒危植物进行生长环境监测,实时获取其生长环境数据,包括气温、空气湿度、PH 值等,如图 4 所示。

根据监测信息,结合植物已知的生长习性,通过平行控制技术建立生态仿真系统,利用北斗空间三维位置信息和地理信息系统(GIS)技术,可以形象化、高逼真描述珍稀濒危植物空间地理分布、生态环境要素,为珍稀濒危植物的迁地保护提供分析工具和基础研究基础。



(a) 植物生长环境监测

设备ID	设备内容	创建时间
设备10	B101 data:altitude:27.594674;longitude:110.038453;elevation:224.229;WarnTemp:50;Temp:32.5	2019-11-18
设备2	B102 data:altitude:27.594754;longitude:110.038443;elevation:224.229;WarnTemp:50;Temp:32.5	2019-11-18
设备4	B104 data:latitude:27.594674;longitude:110.038453;elevation:287.469;Temp:23;Hum:58;PH:5.6;soil_temp:26.3	2019-11-18
设备3	B103 data:latitude:27.594678;longitude:110.038331;elevation:287.469;Temp:23;Hum:58;PH:5.6;soil_temp:26.3	2019-11-18
设备4	B104 data:latitude:27.594678;longitude:110.038331;elevation:287.469;Temp:23;Hum:58;PH:5.6;soil_temp:26.3	2019-11-17
设备2	B102 data:latitude:27.594678;longitude:110.038331;elevation:287.469;Temp:23;Hum:58;PH:5.6;soil_temp:26.3	2019-11-17
设备1	B101 data:latitude:27.594678;longitude:110.038331;elevation:287.469;Temp:23;Hum:58;PH:5.6;soil_temp:26.3	2019-11-17

(b) 后台管理系统

图 4 基于北斗的植物生长环境监测与管理

将大量人工场景的数据和真实场景的数据结合训练不同结构和参数的生态建模算法,基于统计评估获得对应场景下最佳的生态环境,以增强珍稀濒危植物对复杂环境的适应能力,提升生态环境选择的准确性和鲁棒性。利用人工场景模拟和表示复杂的真实场景,包括光照时段(白天、夜间、黎明、黄昏)、天气(晴、多云、雨、雪、雾等)、目标生态环境(草原、沼泽、森林、灌丛、荒漠、高山等),并且基于真实场景的数据训练神经网络等模型生成人工场景数据。所获得的数据用于研究、分析珍稀濒危植物的环境特点和相关环境因素的变化特性。

5 结 论

本文提出的基于北斗的珍稀濒危植物保护技术框架,利用北斗高精度时空技术及其它信息技术实现动态监测与数据采集,在此基础上提出基于平行理论的生态建模技术和基于平行控制思想的珍稀濒危植物回归择优试验技术。该框架本质上是建立一整套利用高科技手段,科学化、信息化地对珍稀濒危植物进行迁地保护的方法,是对传统迁地保护理论和方法的有益补充,有利于提高迁地保护成功率,从而提升珍稀濒危植物迁地保护的效益,对提升我国植物保护能力和维护生物多样性应具有一定的借鉴意义。

参考文献

- [1] 胡燕芳. 珍稀濒危植物的濒危机制与保护对策[J]. 黑龙江粮食, 2021, 4(5): 127-128.
- [2] 黄至欢. 中国珍稀植物濒危原因及保护对策研究进展[J]. 南华大学学报(自然科学版), 2020, 34(3): 42-50.
- [3] KELLY J F. Status surveys for the endangered plant species *Narthecium americanum* (bog asphodel, Liliaceae) in the New Jersey Pine Barrens, using remote sensing and geographic information systems [J]. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 2018, 145(1): 69-81.
- [4] 马徐, 刘越, 冯晓晓, 等. 武陵山地区濒危植物遗传多样性研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(9): 1-6.
- [5] 万加武, 夏海林, 周赛霞, 等. 江西庐山国家级自然保护区珍稀濒危植物优先保护定量研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2019, 27(2): 171-180.
- [6] 余金良, 卢毅军, 高亚红, 等. 杭州植物园珍稀濒危植物的迁地保护现状调查[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 2010, 9(3): 172-177.
- [7] 龚双姣, 陈功锡. 武陵山地区珍稀濒危植物及其保护利用[J]. 广西植物, 2006, 26(3): 242-248.
- [8] 王国霞, 秦世引, 尹金玉. 生态系统中从个体层到种群层的建模和仿真[J]. 计算机仿真, 2003, 20(11): 28-30.
- [9] 朱建刚. 复杂生态系统建模与仿真的策略探讨[J]. 生态学杂志, 2012, 31(2): 468-476.
- [10] 任海, 郭兆晖. 中国生物多样性保护的进展及展望[J]. 生态科学, 2021, 40(3): 247-252.
- [11] 黄文德, 康娟, 张利云, 等. 北斗卫星导航定位原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [12] 郑一力, 赵燕东, 刘卫平, 等. 基于北斗卫星通信的林区小气候监测系统研究[J]. 农业机械学报, 2018, 49(2): 217-224.
- [13] WANG F Y. Parallel control and management for intelligent transportation systems: Concepts, architectures, and applications[J]. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2010, 11(3): 630-638.
- [14] WANG F Y. Parallel control: A method for data-driven and computational control[J]. *Acta Automatica Sinica* (in Chinese), 2013, 39(4): 293-302.
- [15] WANG F Y, LIU D R, XIONG G, et al. Parallel control theory of complex systems and applications[J]. *Complex Systems and Complexity Science* (in Chinese), 2013, 9(3): 1-12.

作者简介

黄文德, 博士, 主要研究方向为卫星导航系统及航天器轨道动力学。

E-mail: nn_hwd@126.com

贺达江(通信作者),教授,主要从事输变电技术及电能质量治理等相关研究与教学工作。

E-mail:hdj202@163.com

米贤武,教授,主要研究方向为微电子与固体电子学。

E-mail:xianwumi@163.com

张利云,硕士,主要研究方向为卫星导航系统仿真与应用技术。

E-mail:634032814@qq.com

康娟,硕士,主要研究方向为卫星导航系统仿真与应用技术。

E-mail:15574978094@163.com

李靖,硕士,主要研究方向为卫星导航系统仿真与应用技术。

E-mail:810868161@qq.com