



BioGreen

——生物多样性保护与绿色发展
Biodiversity Conservation and Green Development



本期聚焦：能源转型与资源可持续利用

In Focus: Energy transition and sustainable resource utilization

全球能源转型中的问题思考

Reflections on the challenges in the global energy transition

破解沼气高效利用难题，助推农村生态文明建设

To solve the challenges of efficient biogas utilization for

——恭城县沼气农业生态系统的转型与发展

promoting rural ecological civilization construction

崖沙燕筑巢栖息地适宜性分析

Suitability analysis of nesting habitats for the sand martin

合成生物学与减碳

Synthetic biology and carbon reduction



青海格尔木鲁能海西 50MW 光热电站 50MW Concentrated Solar Power Plant in Golmud, Qinghai Province

摄影：熊昱彤

Photo by XIONG Yutong

出版 Publisher: 德国绿色包豪斯基金会旗下机构 dbv

编辑 Editor: 中国生物多样性保护与绿色发展基金会

总编辑 Editor-in-chief: 周晋峰 Zhou Jinfeng

顾问 Advisory Board: Fred Dubee、John Scanlon、Jane Goodall、刘华杰、李迪华、
田松

主编 Editors: 熊昱彤 Xiong Yutong、王静 Wang Jing

编委 Editorial Board: Alice Hughes、Sara Platto、张思远、崔大鹏、卢善龙、
朱绍和、肖青、马勇、杨晓红、郭存海、孙全辉、张艳、陈劭锋、陈宏、吴道源、何秀英、
王倩倩

副主编 Deputy Editors: 王晓琼、王倩倩

编辑 Assistant Editors: 孔垂澜

美编 Art Editor: 孔垂澜、王倩倩

网站 Website: 胡东旭、王倩倩

国际标准刊号: ISSN 2749-9065

官网网址: z.cbcgdf.org/

BioGreen – Biodiversity Conservation and Green Development

Short description of content:

BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development is an Open Access international journal publishing the latest peer-reviewed research covering biodiversity, sustainability, environmental science and ecological civilization. It also provides rapid and arresting news and trends on frontier issues of environmental policies and governance.

Imprint:

Publisher:

dbv Deutscher Buchverlag GmbH
Wilhelm-Herbst-Str. 7
28359 Bremen
Germany
Tel. +49 (421) 3345 7070
Website: www.dbv-media.com

Editor:

China Biodiversity Conservation and Green Development Foundation
Unit B16E, Chengming Building, Xizhimen,
100038 Beijing
P.R. China
Tel. +010-88431370
Website: www.cbcgdf.org

Responsible for the content according to § 5 TMG: Dr. Zhou Jinfeng

Field(s): Biology, Environment, Ecology, Economy and Law

Keyword(s): General ecology | Biodiversity | Development policy | International | China

ZDB number: 3096891-4

Homepages: <http://z.cbcgdf.org/>

Frequency of publication: Full text, online

Note: In English, Chinese, German

Frequency: Monthly/irregular

版权声明：

投稿作品（以见刊标题为准）须为投稿人的原创作品，投稿人享有对该作品（以见刊标题为准）的完整著作人身权。投稿人须确保所投本刊稿件的全体作者及著作权单位都知情文章全部内容，并同意作为稿件作者及著作权单位投稿本刊。

凡向本刊投稿者，均被认为自动承认其稿件满足上述要求，无抄袭行为，且不包含任何与现行法律相抵触的内容。投稿一经采用，即视为投稿人及作者同意授权，本刊拥有对投稿作品使用权，包括但不限于汇编权（文章的部分或全部）、印刷版和电子版（包括光盘版和网络版等）的复制权、发行权、翻译权、信息网络传播权。

免责声明：

本刊本着促进百家争鸣，助力生物多样性保护与绿色发展研究的原则，好稿尽收。所刊文章观点（或言论）不代表本刊立场。

Copyright(c) Claim:

The work submitted to this journal must be original, no plagiarism. The author retains copyright of his/her work. The contributor must ensure that all authors and copyright holders of the work submitted to the journal are informed of the full content of the work and agree to submit it to the journal as the author and copyright holder of the work.

All contributors to this journal are deemed to automatically recognize that their manuscripts meet the above requirements, have no plagiarism, and do not contain any conflict to the current law. Once the submission is adopted, it shall be deemed that the contributor and the author agree to grant the journal the right of compilation (part or all of the article), reproduction, distribution, translation, and information network dissemination of the printed and electronic version (including CD - ROM version and online version, etc.).

Disclaimer:

In order to build a sound sphere for biodiversity conservation and green development research, the journal welcomes all thoughtful and visionary articles. The views and opinions expressed in the articles do not necessarily represent those of the journal.



黑鹤-石家庄
摄影：马大成

A black stork (*Ciconia nigra*) in Shijiazhuang
Photo by: MA Dacheng

目录

CONTENTS

动态-News and Trends

05-全球视野下的环境治理领域动态·2024年8月

聚焦-Focus

- 9-本期聚焦：能源转型与资源可持续利用
- 11-全球能源转型中的问题思考
- 18-破解沼气高效利用难题，助推农村生态文明建设
——恭城县沼气农业生态系统的转型与发展
- 26-从倡议到行动，浅析“以竹代塑”面临的机遇与挑战
- 108-In Focus: Energy transition and sustainable resource utilization
- 110-Reflections on the challenges in the global energy transition
- 111-To solve the challenges of efficient biogas utilization for promoting rural ecological civilization construction
- 113-From initiative to action: An analysis of the opportunities and challenges of "Replacing Plastic with Bamboo"

科学论文-Scientific Papers

- 31-福建三明“候鸟生命线”调研暨“线鸟双护”评估报告
- 53-崖沙燕 (Riparia riparia) 筑巢栖息地适宜性分析
- 68-生态文明视域下的生物多样性保护与“一带一路”协同共建
- 114-“Migratory Bird Lifeline” and the “Line in Harmony with Bird” assessment report in Sanming, Fujian Province
- 117-Suitability analysis of nesting habitats for the sand martin (Riparia riparia)
- 118-Biodiversity conservation and jointly building the “Belt and Road” under the perspective of ecological civilization

影像-Vision

- 03-黑鹤-石家庄
摄影：马大成
A black stork (Ciconia nigra) in Shijiazhuang
Photo by: MA Dacheng
- 107-白鹭-沙河水库
摄影：马大成
Little egrets (Egretta garzetta) in Shahe Reservoir
Photo by: MA Dacheng

观点-Opinion

- 84-合成生物学与减碳
- 87-全刚自防水砼实践中的问题及工程设计案例分析
- 119-Synthetic biology and carbon reduction
- 120-Issues and engineering design case analysis of full rigid self-waterproof concrete practice

广角-Panorama

- 94-国际贸易与碳平等的探索与分析
- 121-Exploration and analysis of international trade and carbon equality

荐读-Book Review

- 99-《手札——龟鳖救护与生物多样性》摘选系列五：以“荒野式”管理城市绿地引导发展邻里生物多样性保护
- 122-Excerpt Five of Letters - Testudinata Rescue and Biodiversity: Managing urban green spaces with a “wilderness - style” approach to develop Biodiversity Conservation in Our Neighborhood

专栏-Column

- 103-水泵节能+碳交易：应用端碳减排的“融会贯通”
- 124-Pump energy saving plus carbon trading: Integration of carbon emission reduction at the application end

征稿-Call for Contributions

- 106-征稿简讯（十八）



全球视野下的环境治理领域动态 · 2024年8月

【国内热点】

一、刘振民特使和周晋峰等共同启动“碳中和产业发展创新专委会”

8月2日，“碳中和产业发展创新大会”在江苏南京召开，中国气候变化事务特使刘振民与中国工程院院士、中国石化集团公司董事长、党组书记马永生，中国科学院院士、南京大学气候与全球变化研究院院长符淙斌，中国科学院院士、南京大学校长谈哲敏，中国环保产业协会党委

书记、会长郭承站，中国生物多样性保护与绿色发展基金会副理事长兼秘书长、世界艺术与科学院（WAAS）院士周晋峰，中国循环经济协会会长朱黎阳，中国老教授协会/国杰研究院名誉院长王汉杰，中国国际碳中和经济研究院院长蒋庆哲，中石化碳产业科技股份有限公司党委书记、董事长叶晓东等发起单位代表和专家代表共同启动“碳中和产业发展创新专委会”（下文简称：碳专委会 CNC）。



作为牵头发起单位代表，中国绿发会副理事长周晋峰介绍，碳专委会 CNC 力争打造成为碳中和产业领域最前沿、最专业、最权威的高端智库，从推动技术共享与合作、精准化核算与应用、国际合作与互认、标准体系建设、低碳技术推广、多维度低碳交流、数据协同与共享、行业影响力提升等 8 个方面，有效整合资源，促进

技术创新与产业升级，支撑我国实现“双碳”目标，做好应对气候变化各项工作。

二、中国绿发会生物多样性科学馆开馆！

2024年8月10日上午9时，中国生物多样性保护与绿色发展基金会（简称“中国绿发会”、“绿会”）



生物多样性科学馆正式开馆！中国绿发会副理事长兼秘书长、世界艺术与科学院（WAAS）院士周晋峰、中国政

府友谊奖获得者约翰·斯坎伦（John Scanlon）先生和志愿者代表为生物多样性科学馆揭牌。

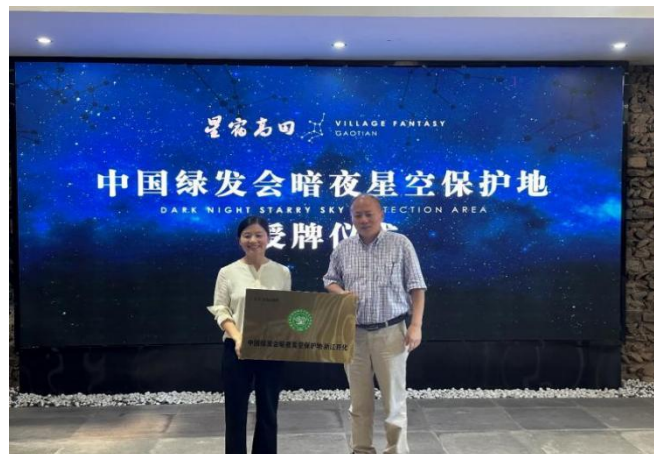


上午9:30，第一期“生物多样性名家大讲堂”在中国绿发会生物多样性科学馆研学教室开讲。约翰·斯坎伦先生与现场观众分享了一堂主题为“为什么生物多样性对所有人至关重要？”的科普讲座。

三、中国绿发会暗夜星空保护地·开化正式列入《世界暗夜保护地名录》

8月12日，“英仙座流星雨主题活动”在浙江开化县长虹乡高田坑

自然村星空艺术馆拉开了序幕。中国绿发会副秘书长肖青受邀出席，并向长虹乡政府正式授予中国绿发会暗夜星空保护地·开化的牌匾，同时宣布中国绿发会暗夜星空保护地·开化正式列入世界自然保护联盟（IUCN-DSAG）的《世界暗夜保护地名录》。



【国际视野】

一、2024年地球生态超载日为8月1日

地球生态超载日，又被称为“生态越界日”或“生态负债日”，是指地球当天进入了本年度生态赤字状态，已用完了地球本年度可再生的自然资源总量。中国绿发会国际部从全球足迹网络（Global Footprint Network）获悉：2024年地球生态超载日（Earth overshoot day）为8月1日。

为此，绿会国际部呼吁：为地球由生态超载走向生态减负，让你我同行，从身边的小事做起。点点滴滴，集腋成裘，聚沙成塔。倘若乘以全球人口的基数，终汇成大流，扭转地球生态超载的整个局势。

二、6处新遗产被列入联合国教科文组织《世界遗产名录》

联合国教科文组织世界遗产委员会听取了世界自然保护联盟（IUCN作为自然界官方顾问）的建议，将6处新遗产列入《世界遗产名录》，其中包括一个已列入的名录遗产的扩展。在2024年7月26日于印度新德

里举行的联合国教科文组织第64届世界遗产大会上，宣布了这一消息。

列入名单的遗址有：法属波利尼西亚：人类之地-马克萨斯群岛（Te Henua Enata - The Marquesas Islands）；英国：弗罗湿地区（Flow Country）；巴西：伦索伊斯·马拉年塞斯国家公园（Lençóis Maranhenses National Park）；中国：巴丹吉林沙漠-沙山湖泊群、中国黄（渤）海候鸟栖息地（第二期）；波斯尼亚和黑塞哥维纳：拉夫诺的岩溶风洞（Vjetrenica Cave, Ravno）。

三、第七届联合国环境大会将于2025年12月8日-12日举行

第七届联合国环境大会（UNEA-7）将于2025年12月8日至12日在肯尼亚内罗毕联合国环境规划署（UNEP）总部举行。

第七届联合国环境大会由主席团及其主席领导。UNEA-7主席团自UNEA-6于2024年3月1日闭幕时开始选举产生，任期两年，由十名成员组成，包括一名主席、八名副主席和一名报告员，联合国五个区域各有两名成员代表。





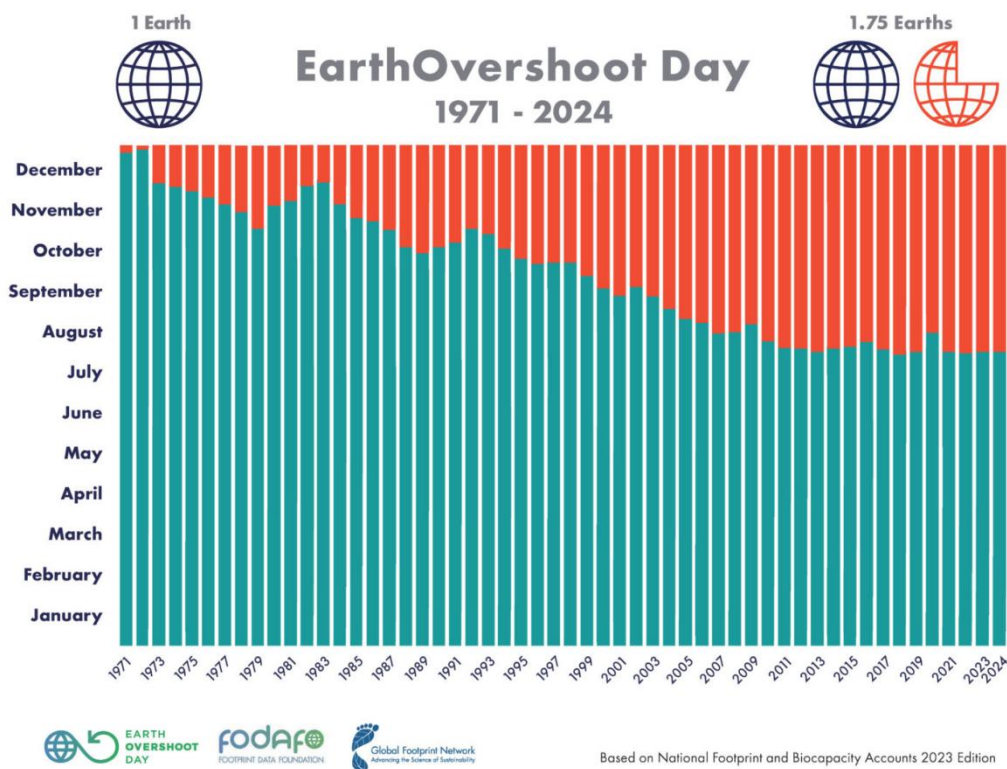
第六届联合国环境大会（UNEA-6）。摄影：周晋峰（UNEA-6 绿会代表团团长）©绿会融媒·绿会全球环境治理团队



本期聚焦：能源转型与资源可持续利用

能源是气候问题的核心，同时也是解决这一问题的关键所在。地球表面吸收太阳热量的温室气体大部分来自能源生产，具体而言，是通过燃烧化石燃料进行发电和供热而产生的。煤炭、石油和天然气等化石燃料是全球气候变化的主要推动因素，贡献了全球超过75%的温室气体排放量，以及接近90%的二氧化碳排放量。

根据全球足迹网络的最新计算，8月1日是2024年的地球超载日。地球超载日是一个计算出的日期，它表示在这一天，人类的资源消耗超过了地球本年度再生这些资源的能力。地球超载日的计算方法是本年度地球产生的自然资源量除以世界生态足迹（当年人类对地球自然资源的消耗），再乘以一年中的天数。从2024年1月1日到8月1日，人类对自然的消耗量已达到地球生态系统全年可更新的量。换句话说，人类在短短7个月内消耗的资源量相当于地球需要12个月才能再生的量。



地球超载日日期的演变 图源：全球足迹网络



然而，这并非不可改变。能源转型与资源可持续利用成为解决全球能源和气候危机的关键。国际可再生能源署的分析表明，推动2050年成功实现能源转型的解决方案中，超过90%涉及通过直接供应、电气化、能源效率、绿氢和生物能与碳捕获和储存相结合的可再生能源。“逐步淘汰不可持续的活动，加快以负责任创新方式满足人类需求，并在必要的过渡进程中创造有利于社会接受和公平的条件至关重要。”

本月期刊重点聚焦“能源转型与资源可持续利用”系列议题，并与广大读者共同探讨可再生能源的发展前景、资源高效利用的创新技术实践等内容。



全球能源转型中的问题思考

韦琦 杨洪兰

摘要：能源转型指的是从传统的、以化石燃料为主的能源体系向更加清洁、可持续的能源体系转变的过程。这一过程涉及能源生产、传输、分配和消费方式的根本性变革，是全球应对气候变化、实现可持续发展目标的关键路径。然而，能源转型并非一帆风顺，其过程中面临着诸多挑战和问题。本文旨在探讨能源转型中的主要问题，并分析其成因、影响及可能的解决方案。

关键词：能源转型，可持续发展，气候变化，化石燃料，清洁能源

韦琦，杨洪兰. 全球能源转型中的问题思考. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷，2024年8月，总第66期. ISSN2749-9065

随着全球气候变化的日益严峻，能源转型已成为国际社会广泛关注的议题。传统化石燃料的过度使用不仅导致了温室气体的大量排放，还加剧了资源枯竭和环境污染问题。因此，推动能源转型，实现能源体系的清洁、高效和可持续，对于应对气候变化、保障能源安全、促进经济可持续发展具有重要意义。

能源是社会发展的动力，从利用火种开始，似乎人类文明的每一次变革，都隐约能看见能源变革的身影。自工业革命后，人类通过以牺牲自然利益为代价换取经济的增长，并试图通过改造自然，成为自然的主人，对全球生态系统造成了灾难性破坏，全球性气候问题也接踵而至。近些年全球频发的极端天气，无不在警醒着人类，正如恩格斯所言：“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利。

对于每一次这样的胜利，自然界都对我们进行报复。”^[1]如何破局，如何解决这些问题，值得我们每一个人、每一个国家去思考。

2023年在阿联酋召开的《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）达成了“阿联酋共识”，明确提出2030年前实现全球可再生能源产量增加2倍，并将全球能源效率的年均提高率翻一番。此外，首次呼吁各国“减少对化石燃料的依赖”，以便在2050年科学地实现净零排放。能源转型已经是成为人类必须要完成的优先事项。^[2]

一、全球能源转型中的主要问题

化石能源燃料造成全球气候变化，需要逐步淘汰化石燃料，这已经成为全球共识。以公正和平等的方式结束化石燃料时代已经是大势所趋。



然而，全球能源转型并不是一帆风顺，更可谓是矛盾重重、困难重重。

（一）转型意向与责任担当

“共同但有区别的责任”是《巴黎协定》所确定的气候治理核心原则。《巴黎协定》强调，应对气候变化是全球各国共同的责任，无论国家大小、贫富、发展阶段如何，都应对保护全球气候环境承担义务。这一原则体现了全球生态系统的整体性，要求所有国家都参与到全球气候治理中来。也明确指出了区别责任的重要性。这主要体现在发达国家和发展中国家在应对气候变化方面应承担不同的责任。发达国家由于历史排放量大、经济技术实力强，应比发展中国家承担更大的减排责任，并提供资金、技术支持帮助发展中国家应对气候变化。国际研究表明，全球约90%的过量碳排放源自美国等发达国家。所以，发达国家对全球气候变暖负有不可推卸的历史责任。^[2]

而事实上是，发达国家完成工业化后，希望通过碳权分配，资金及技术提供等，来遏制发展中国家发展，这是极其不合理的，更是极其不负责任的，发展是世界各国的共同诉求。目前，发展中国家适应气候变化所需资金缺口巨大，而发达国家则是“口惠

而实不至”，这也是历年来气候谈判步履维艰的真正原因。

（二）技术瓶颈与创新挑战

能源转型的核心在于清洁能源技术的研发与应用。然而，当前清洁能源技术仍面临诸多技术瓶颈，如太阳能光伏和风力发电的效率提升、储能技术的成本降低与寿命延长、氢能及生物质能的高效转化与利用等。此外，技术创新需要长期、大量的资金投入，且存在不确定性风险，这制约了清洁能源技术的快速发展与广泛应用。

以储能技术为例，根据彭博新能源财经的预测，2024年全球储能市场的新增装机规模将创下纪录。预计全球新型储能装机容量将达到42GW/99GWh，同比增长163%和183%。此后，从2023年到2030年，储能市场将以27%的复合年增长率持续增长。预计到2030年，年新增装机容量将达到110GW/372GWh，是2023年预期数字的2.6倍。^[3]尽管储能技术在效率上有所提升，但整体而言，储能系统的能量转换效率仍有待提高。同时，储能设备的成本尤其是初始投资成本较高，限制了储能技术的广泛应用。



（三）经济成本与投资回报

相较于传统化石燃料，清洁能源在初期投资、运营成本及市场竞争力方面往往处于劣势。例如，太阳能和风能发电设备的安装与维护成本较高，且受天气条件影响，发电稳定性不足。这导致清洁能源项目在吸引私人投资方面困难重重，政府补贴与政策支持成为推动其发展的重要力量。然而，长期依赖政府补贴并非可持续之道，如何降低清洁能源成本、提高其市场竞争力是能源转型中的一大挑战。

以太阳能投资为例。根据 Mercom Capital Group 发布的《2024 年上半年和第二季度太阳能融资及并购报告》，2024 年上半年太阳能光伏行业总融资额为 166 亿美元，相比于 2023 年上半年的 185 亿美元下降了 10%，这一下降被归咎于“不可预测和不确定”的贸易和政策环境。^[4] 长久以来，太阳能投资存在一定的风险，受到政策变动、市场环境变化、技术更新迭代等因素影响很大，这也是影响全球能源转型的重要原因。

（四）基础设施建设与改造

能源转型要求对传统能源基础设施进行大规模改造或新建清洁能源基础设施。这包括电网的智能化升级、充电站网络的布局、氢能供应链

的构建等。然而，基础设施建设与改造涉及巨额资金投入、复杂的技术集成以及跨部门的协调合作，实施难度较大。同时，如何确保新建基础设施与未来能源需求相匹配，避免资源浪费，也是需要考虑的重要问题。

发展中国家，特别是发展相对落后的发展中国家，要想实现能源转型还有很多困难需要克服。在能源转型过程中往往需要引进国外的先进技术。然而，技术的引进只是第一步，更重要的是如何消化吸收这些技术，并将其转化为适合本国国情的技术解决方案。这对于发展中国家，特别是欠发达国家而言是一个巨大的挑战。面对基建中的复杂的技术、巨额的资金投入、跨部门的协调合作以及政策的持续等等，欠发达国家都是很难负担的。

（五）社会接受度与公众参与

能源转型不仅是一个技术经济问题，还涉及社会文化的深刻变革。公众对于清洁能源的认知、接受度以及参与意愿直接影响能源转型的进程。当前，以化石能源出口为主的国家的部分公众对于清洁能源发展，持有不同态度，缺乏足够的参与热情和动力。在这些国家，改变能源结构，就意味着利益结构的改变，民生等问



题又会催生新的社会不满和抵触情绪，进而陷入能源转型的死循环。

二、问题成因分析

（一）发展中的矛盾问题凸显

全球能源转型中的矛盾问题是一个复杂而敏感的话题。政治私利、贸易壁垒、传统能源与新能源之间的利益冲突、跨国能源合作中的利益分配不均以及能源转型对行业的影响等因素都使得能源转型难以一帆风顺。

“应对气候变化是全人类的共同事业，不应该成为地缘政治的筹码、攻击他国的靶子、贸易壁垒的借口。”^[5]这是习近平总书记在2021年中法德领导人视频峰会上，就应对气候变化提出的重要观点。它发人深省，坦率指出人类应对气候变化面临的主要挑战。

（二）技术创新体系不完善

清洁能源技术的研发与应用需要完善的创新体系支撑，包括政策支持、资金投入、人才培养、产学研合作等。当前，大部分国家在清洁能源技术创新方面的投入不足，创新机制不健全，导致技术突破缓慢，难以满足能源转型的迫切需求。

（三）市场机制不健全

虽然全球清洁能源占比在不断上升，但在市场竞争中处于不利地位，很大程度上取决于市场机制。在全球范围内，大部分国家缺乏有效的价格机制、激励机制和监管机制，使得清洁能源难以充分展现其环境价值。投入时间长，效益受到政策波动影响很大，这也是投资不愿进入的核心原因。

（四）政策持久性与执行协调力不足

能源转型是一个长期而复杂的工程，考验的是一个国家的政策持久性与执行协调能力，很明显一些国家是不具备这些条件的，特别是执行中多部门协同，各个利益群体的协调。除此之外，地方保护主义等问题的发生，也会影响能源转型的整体推进。

（五）能源转型接受程度不同

能源转型不仅仅是经济问题，更是社会问题。相较于能源转型，大多数国家的民众更加关心的是自己的收入，因此能源转型说到底还是产业结构的转型，特别是以化石能源出口为主的国家，产业结构不调整，能源转型会很艰难，沟通渠道的缺失会进一步影响公众对能源转型的信心，难以形成广泛的社会共识。



三、解决方案与建议

(一) 加大沟通，消除矛盾

通过能源转型应对气候变化确实需要世界各国加大沟通与合作，共同消除在环境政策、减排目标、技术转让及资金支持等方面的矛盾和分歧。气候变化是一个全球性挑战，没有哪个国家能够独善其身，因此国际合作是不可或缺的。《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）达成的“阿联酋共识”是具有里程碑性质的重要共识，逐步“转型脱离化石燃料”，逐步实现能源转型是应对气候变化的重要条件。近些年很多国际会议，达成了很多共识，释放出了很多积极信号，这也证明世界各国在能源转型，共同应对气候变化等问题上是可以沟通合作的，基于此，加大沟通，消除矛盾在能源转型问题上寻求突破是很有必要的。

(二) 加大技术创新投入

世界各国政府都应加大对清洁能源技术研发的投入，建立多元化的资金支持体系，鼓励企业、高校和研究机构开展产学研合作。同时，优化创新机制，降低技术创新的风险和成本，加速科技成果的转化与应用，尤其是发达经济体，更应该在减排行动上作出表率，起到带头作用，积

极加大研发力度，履行气候承诺，为人类命运共同体建设尽心竭力。

(三) 完善市场机制与激励政策

能源转型离不开市场的支持。建立健全清洁能源的市场机制，包括价格机制、竞争机制和监管机制，可以确保清洁能源能够在市场中公平竞争。同时，因为能源转型需要大量的资金投入，需要制定和实施一系列政策激励措施，如税收优惠、补贴政策、绿色信贷等，降低清洁能源的成本，提高其市场竞争力。

(四) 加强基础设施建设调研与规划

各个国家在制定能源转型政策时，应该进行充分、科学、合理的调研，特别是基础设施建设规划方面，应该确保新建和改造的基础设施既要满足当下需要，也要能够满足未来需求。同时，基础设施建设应当符合本国的基本国情，同时应该具备智能化、灵活性和可持续性，与生物多样性保护协同增效，以提高能源系统的整体效率。

(五) 形成广泛的社会共识

能源转型涉及到方方面面，需要加大与各方的沟通，并加强清洁能源的科普宣传和教育，提高公众对于清洁能源的认知和接受度。建立公众参与机制，鼓励公众积极参与能源转型



的决策和实施过程。同时，关注能源转型对就业、社区发展等方面的影响，制定合理的政策措施，保障公众的利益和权益，最终形成广泛的社会共识。

四、结语

在全球气候变化与环境退化的严峻挑战下，全球能源转型已成为关乎地球未来和人类共同命运的必选项，是大势所趋，不可逆转。世界各国都在为人类命运共同体建设而努力，都在摆脱对化石燃料的过度依赖，

迈向以清洁能源为主导的新时代。在这场深刻而广泛的变革中，能源转型正在成为全球共识，虽然在此过程中还有各种问题，但随着世界各国沟通的不断深入，随着新技术、新材料、新工艺、新设备的不断应用，全球一定可以构建起更加绿色、高效、灵活、注重生物多样性保护的能源体系，为应对全球气候变化提供强有力的支撑。



青海格尔木鲁能海西 50MW 光热电站 图源：绿会融媒

参考文献：

[1] 马克思,恩格斯. (1995). 马克思恩格斯选集(第四卷)[M]. 北京: 人民出版社

[2] 【中国网评】“阿联酋共识”来之不易, 中国贡献助力全球能源绿色转型.

(2023). 网址: <http://world.people.com.cn/n1/2023/1216/c1002-40140278>.

html[引用日期 2024-08-13]

[3] 2024 年储能白皮书. (2024). 网址:

https://business.sohu.com/a/771109974_121822479[引用日期 2024-08-13]

[4] 2024 年上半年全球太阳能行业融资同比下降 10%. (2024). 网址: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=18048828>



61528672650[引用日期 2024-08-13]

21-04/17/content_801080.htm?div=0[

[5] 应对气候变化是全人类的共同事业.
(2012). 网址:

引用日期 2024-08-13]

<http://epaper.bjnews.com.cn/html/20>



破解沼气高效利用难题，助推农村生态文明建设 ——恭城县沼气农业生态系统的转型与发展

姜丰 陈彬

摘要：恭城县位于广西壮族自治区东北部，是一个典型的半山区少数民族集聚区。当地农民主要依靠木柴作为燃料。1984年起，恭城县政府推动沼气池建设，形成“养殖—沼气—种植”三位一体的生态农业模式，解决了生活用能和肥料问题。进入21世纪，城镇化进程加快，沼气原料不足和使用率下降等问题凸显。本文通过梳理恭城县沼气池建设过程、生产及维护过程、消费与利用过程中存在的各种问题，优化沼气工程与传统农业的结合模式，提出推广应用建议。结果表明，若现有沼气资源能够得到充分利用，每年可替代20148.7吨柴薪，保护2686.1公顷森林，减少442.4万吨二氧化碳排放，显著提升生态效益。未来，恭城县将在推广应用经验的基础上，进一步优化技术和管理，推动沼气在更大范围内的应用，实现农村地区的绿色发展目标。

关键词：恭城县，沼气，生态农业，资源利用

姜丰，陈彬. 破解沼气高效利用难题，助推农村生态文明建设——恭城县沼气农业生态系统的转型与发展. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷，2024年8月，总第66期. ISSN2749-9065

一、案例介绍

恭城瑶族自治县（以下简称恭城县）位于广西壮族自治区东北部，是一个典型的半山区、半平地丘陵少数民族集聚区，是中国著名的瑶乡。受传统的单一耕作模式影响和资源禀赋条件约束，20世纪80年代的恭城瑶族自治县农民依靠木柴作为燃料。这样的生产方式，对恭城“多山少林”特殊的生态环境造成一定影响，农村经济发展也受到严重制约。

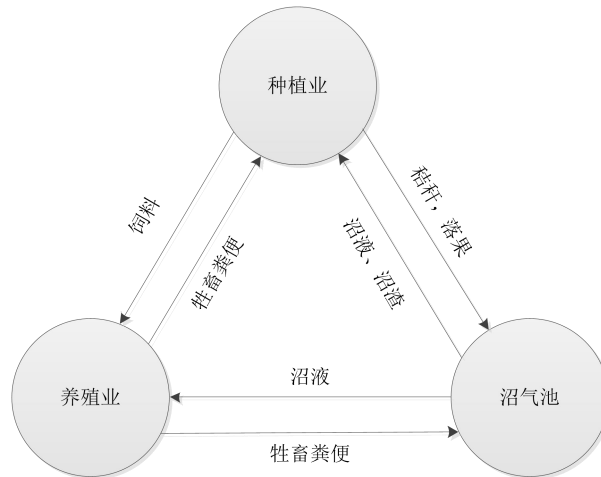
面对生态环境恶化的压力和破解贫困的现实需求，自1984年起，恭城县开始尝试将沼气池建设与扶贫攻坚相结合。以1975年黄岭村第

一座沼气池的建设为标志，恭城县的“沼气扶贫”工程开始实施。户用沼气的引进受到了恭城县当地农民的一致好评，他们认为沼气方便快捷，节约时间与生活成本，因此在恭城县掀起了建设沼气池的热潮。到1988年恭城县全县共建成户用沼气池2475座，从根本上改变了以柴草为燃料的传统能源利用方式，解决了农村能源不足的问题。20世纪90年代以后，恭城县开始以沼气为纽带，实施“养殖—沼气—种植”三位一体的生态农业模式。农户们通过发展养猪业，让猪粪进入户用沼气池作为沼气生产的原料。同时，基于该地区光照、



温度等自然资源优势，农户们将沼气池产生的沼液渣作为水果种植的有机肥料，发展有机种植业。这种小型的生态农业模式基本解决农户80%以

上的生活用能、饲料肥料紧缺问题，实现了生态农业与农村经济的双重良性循环^[1]。



“养殖—沼气—种植”三位一体的生态农业模式示意图

然而，进入21世纪，新农村建设及快速城镇化给传统的“恭城模式”带来了巨大挑战。随着果树的老化和病化，外出务工人员增多，生猪喂养和果树种植出现脱节，这导致沼气生产的原料不足。农户们对沼气作用的认识仅仅停留在可以方便的煮一日三餐的燃料，对于多出的沼气资源往往是任其排放到大气中，基本上没有对沼气的其它利用领域做过尝试；随着液化气、电能的普及，农户们倾向于使用更加清洁方便的液化气和电能，沼气使用率大大下降；沼气池后期的运行维护成本较高，且技术不到位，许多农民把家里的农村户用沼气池当成了垃圾坑，使沼气池无法正常使用。总之，当时普遍推广的8立方

米的农村户用沼气池没有完全发挥出它的全部价值，大量农户家中的沼气池闲置。传统型“三位一体”的小型生态农业模式的产业链受损，效益降低，循环产业遭遇发展瓶颈。

在世界银行技术援助项目“中国新农村生态家园富民工程”的支持下，北京师范大学陈彬教授团队为解决恭城县沼气发展瓶颈，深入走访了恭城县黄岭村、红岩村等生态示范村屯。在恭城县相关人员的协助下，项目团队努力摸清示范点恭城全县农林业以及沼气发展历史和现状、生态农业开展规模、户用沼气的利用方式与水平，梳理了沼气池建设过程、生产及维护过程、消费与利用过程中存在的各种问题。项目团队在对恭城县户用



单一沼气池研究的基础上,根据整个县内沼气建设与发展规模,对县城整体系统和沼气工程与传统农业结合的具体模式上进行宏微观的优化,对系统的能源和环境效益进行评价和优化分析,对于具体运行过程的问题给出了现实解答,并提出了相应的推广应用建议。

项目团队经过调研与核算发现,若现有沼气资源能够得到充分利用,恭城县每年的沼气利用可替代柴薪20148.7吨,相当于保护2686.1公顷森林,直接节约木材量241775.1 m³。按照森林每生产1 m³木材可吸收1.83吨二氧化碳计算,恭城县通过沼气利用节约柴薪而产生的碳汇效益,每年高达442.4万吨的二氧化碳。以国际京都市场交易二氧化碳平均价格5.5美元/吨计算,每年恭城县沼气利用而间接创造的潜在碳汇价值高达243.8万美元,折合人民币超过1600万元。

通过对当前恭城县沼气系统的系统调研及其生态价值的系统核算,恭城县政府、相关企业和农户更好地理解沼气的价值,及其在生态保护和农村发展中的重要作用。由传统的“养猪—沼气—种植”三位一体的农业模式逐步转向“养殖—沼气—种植—加工—旅游”五位一体的现代

化生态经济模式,在发展以沼气为纽带的规模化生态农业基础上,延伸发展生态工业和生态旅游业,促进农田生态、森林生态、草地生态、水域生态有机结合。恭城县走出了增强农村自身吸引力、农民增收可持续发展的新路径,由一个农民人均纯收入200多元的少数民族山区贫困县,发展成为全国生态农业示范县。

二、问题分析

恭城县在发展以户用沼气为纽带的小型生态农业的过程中遇到困境,其根本性问题在于两个方面:一是对沼气池综合利用方式的主观认识仍然较为片面,二是对沼气生态农业工程的重大意义认识不足。

(一)对沼气资源的综合利用方法缺乏全面的认识

沼气的主要成份是甲烷,在目前能源需求和可持续性要求不断增加的情况下,它是一种宝贵的资源。传统的薪柴、秸秆等燃料会产生硫化物和一氧化碳等有毒有害气体,而沼气系统的建设和使用,全程没有烟尘,干净整洁,进而能够帮助人们摆脱烟熏火燎的传统炊事方式,有效提升农村的村容村貌、卫生状况及居住环境。然而,管理使用不当,也会爆炸或使人中毒、伤亡等,造成生命财产损失,需要格外引起关注。此外,在农业生



态系统中,沼液和沼渣是一种非常高效环保的速效有机肥,其可以涵盖的范围几乎包括农村农业生产的所有的农作物及经济作物,还可以当做饲料添加剂用于畜牧生产行业等。用了这些肥料的农作物,不会像化肥那样有化学残留,因此对人体健康有益,对环境相对友好。

恭城县的多数村民对沼气的认识停留在一日三餐所需的燃料,对于多出的沼气资源往往是任其排放到大气中,基本上没有对沼气的其它利用领域做过尝试。而在沼渣、沼液的利用方面,虽然恭城县大力推广了“猪-沼-果”的沼气工程生态综合利用模式,并取得了较大的成功。但在沼液浸种、沼渣当添加剂喂猪等方面,恭城县缺乏推广。在沼肥利用方面,恭城县当地农民仅仅把沼肥看做和人畜粪便差不多的另一种粪便肥料形式,对沼肥是一种可以改良土壤的生态有机肥料的认识不够充分。多数农户把沼液当做农村平常的农家肥施在地里,还未掌握施用沼液的技术,如当叶面肥喷施和当滴灌根施,还未能将沼液施肥与保护农田生态结合起来。

(二)对沼气生态农业工程的重大意义缺乏足够的重视

沼气生态农业是以农村地区的

生产、生活条件和特有自然环境为依托,根据经济学、工程学及生态学等原理建立起来的一套经济、生态及社会效益相互统一的高度集成化的农业生产体系。其根本性目的在于合理地利用自然资源,打造一种稳定、可持续、多样化的生态系统,在有效降低能源损耗和生产成本的基础上,为广大农民高效增产、增收,推进农业产业结构调整等方面,为农民提供了一种脱贫致富的新途径。

由于对农村户用沼气建设带来的经济效益、生态效益和社会效益认识不足,当地并没有按国家政策要求把沼气建设纳入到新农村建设规划当中去。现实表现在于:一方面,一些地方财政的配套资金无法到位,农户建设沼气池的经济负担较重,直接降低了农民建设沼气池的积极性。建设一座8立方米的农村户用沼气池,农户需要自己出资3000元人民币左右,这对一个经济欠发达地区的农村居民来说是一笔不小的开支。另一方面,许多村镇未设沼气池的保障服务机构,导致许多户用沼气池仅仅在新建的前一两年可以正常使用,此后则由于没有及时为沼气池出渣、管道灶具老化及损坏等问题而无法继续使用。例如,在广西桂林市总共有57.05万座的农村户用沼气池,而能正常产气使用的不到65%。



三、生态文明建设下的解决方案

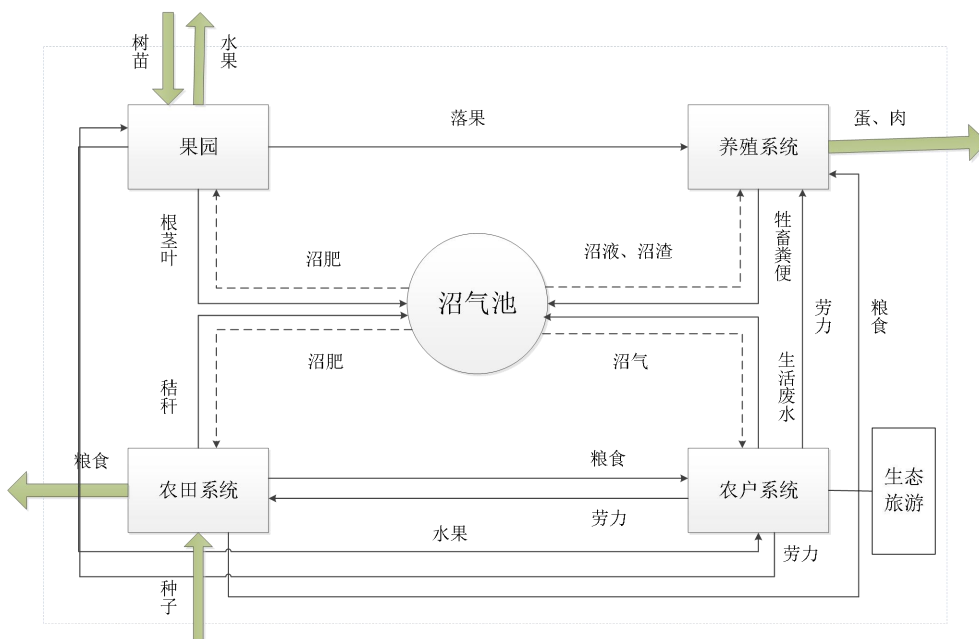
农村生态文明建设，既是全面推进乡村振兴的重要内容，也是我国生态文明建设的重要组成部分。农村生态文明建设，关乎农业农村的现代化。然而，我国农业生态环境历史欠账多，乡村生态振兴底子薄，乡村全面小康要在这样一个基础上高质量、可持续发展，必须加强农村生态文明建设。

资源的高效循环利用是生态文明建设的重要内容之一，是实现绿色发展的重要手段和保障生态安全的重要基础。党中央“十四五”规划和二〇三五年远景目标建议把“能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高”作为生态文明建设目标的重要内容，并要求推进能源革命，完善能源产供储销体系，完善乡村水、电、路、气

等基础设施，推动能源清洁低碳安全高效利用，这对农村沼气发展提出了新任务、新要求^[2]。

国家高度重视农村沼气的发展。发展规模化沼气及生物天然气是农村沼气的主要方向，对于降低天然气对外依存度、保障国家能源安全和社会经济发展，治理城乡有机废弃物污染、持续改善生态环境，助力乡村振兴具有十分重要的意义。

经过不断地探索与实践，恭城县充分认识到沼气资源对于农村发展和生态文明建设的重要意义，由传统的“养猪—沼气—种植”三位一体的农业模式转向了“养殖—沼气—种植—加工—旅游”五位一体的现代化生态经济模式，形成了以下五个方面的宝贵经验。



“养殖—沼气—种植—加工—旅游”五位一体的生态农业模式示意图



（一）种植业

推进种植业结构优化。保障粮食有效供给，在保持总量持续增加的前提下，优化品种结构和区域结构。从品种结构看，在确保恭城县水稻生产能够满足完全自给的基础上，大力发展其他种植业。引导农民做好柑桔黄龙病病树砍除后的补植和回种，大力发展短平快项目，调优调活种植业结构，努力实现促进农民增收。抓好食用菌、白术、翠冠梨、葡萄、提子、高产油茶、大棚蔬菜的示范推广，使设施农业、城郊农业、观光农业、生态农业形成规模。在继续巩固和提升月柿和柑桔两大优势产业的基础上，合理加大水果新品种引进、示范及水果品种改良力度，调整优化水果品种结构。引进早熟、春夏熟柑桔品种和春夏熟小水果品种进行种植示范、推广，分散季节水果供应，减轻水果销售压力，全面改良不适应市场需求的水果品种，促进农民增收。

（二）养殖业

积极发展养殖业。稳定生猪生产、肉鸡规模养殖；实行政策扶持引导，鼓励规模养殖，引导养殖业逐步由家庭传统养殖向养殖小区、规模养殖场（点）发展；进一步健全县乡畜牧兽医科技信息推广体系，高度重视防疫工作，降低养殖风险。恭城县特色养

殖业刚刚起步，规模较小，辐射带动力不强，因此政府对规模发展的特色养殖业在资金方面给予一定的政策扶持，或者协调金融部门给予宽松的信贷政策，以提高养殖户的积极性。

（三）沼气建设

目前，恭城县沼气池入户率已达到89%以上，在进一步推广沼气普及的基础上，加强沼气的建设、维护和使用管理。相关单位紧紧抓住沼气建、管、用的三个环节，突出以县级农村沼气服务站为中心、以县乡专业技术人员为指导、以村服务网点和沼气生产工师傅为骨干，建立县乡村三级联动的服务网，抓好沼气用户技术培训指导，确保沼气用户能够建好沼气池，管理好沼气，使用好沼气，让沼气池为用户源源不断提供可使用的清洁能源，为果园提供充足的沼液沼渣有机肥料。此外，由专人负责开展探索利用作物秸秆、植物茎叶、杂草、废弃水果，农产品加工剩余物等作沼气发酵补充原料的试验研究。通过对不同沼气发酵补充原料产气量进行测试，分析总结出一套沼气发酵补充原料的技术资料，用以指导缺乏沼气发酵原料的农户合理科学地利用沼气发酵补充原料，解决沼气发酵原料不足问题，提高沼气使用效率，充分发挥沼气池的多功能综合效益，



促进农村沼气的健康发展和农民的增产增收。

（四）加工业

积极培育农产品加工业。立足恭城县丰富的水果资源优势，以市场为导向，依靠龙头企业的组织和带动，将水果生产、贮藏、加工和销售各环节有机结合起来，实现水果产业化经营。一是以龙头企业为核心，加大技改扩产和技术创新力度，以绿色食品加工为重点，提升辐射带动力；加快月柿加工基地建设，以月柿加工为主，积极引办和培育一批具有一定规模档次的农产品特别是绿色食品加工企业，引进和扶持发展竹木加工、槟榔芋加工、桃李果脯生产等农产品加工企业。二是积极引进和采取企业牵头农户入股等方式组建水果商品化销售企业，对水果进行商标注册，精细包装，贮藏保鲜等商品化处理。三是大力发展与农产品加工业相配套的纸箱包装、冷藏保鲜运输等相关产业，逐步形成较为完善、功能较强的农产品加工体系。构筑一个与生态农业相对接的农产品加工体系。

（五）旅游业

创新发展旅游产业时，打破常规，实行与大桂林旅游的捆绑式发展，在保持原有的自然资源和本土民族风情的基础上，重点做好“瑶、古、果、

农”的四字小文章，将生态旅游品牌做大、做强、做深，开创恭城休闲旅游品牌的大文章。首先，政府应把休闲农业作为支柱产业，在人、财、物等方面给予重点扶持。在保持原有的自然资源和本土文化的基础上，大胆创新，合理利用，打造品牌，做出特点。以举办节庆文化旅游为载体，积极创新桃花节、油茶文化节、月柿节办节形式，继续抓好休闲农业和乡村旅游，形成独具恭城特色的民俗文化旅游品牌。积极创新旅游经营模式。在景区景点设计上，深度挖掘本土的传统文化、人文景观、丰富农家内涵，体现瑶族特色，在建筑、服饰、生活中具有瑶族元素，不断完善旅游基础设施建设。

四、结语

从一个交通不便、资源匮乏的山区贫困县，到构建起生态农业循环发展的“恭城模式”，再到人居环境良好、产业融合发展、民族文化遗产、基层治理优化的美丽乡村。恭城县以沼气为纽带，完成了华丽转变，走出了一条以生态立县的乡村可持续发展道路。先后荣获“中国人居环境范例奖”“国家可持续发展实验区”“国家级生态示范区”等称号，被联合国认定为“发展中国家农村生态经济发展典范”。站在新的起点上，恭城瑶



族自治县以持续建设国家可持续发展议程创新示范区为抓手,推进生产、生活、生态相融合,以高品质生态环境支撑高质量发展,建设人与自然和谐共生的现代化,绘就美丽中国新画卷。

参考文献:

[1] 陈宝玖, 方家喜, 谭彦, 刘先春, 李振杰. (2018). 恭城何以“功成”? . 网

址 :
http://www.jjckb.cn/2018-12/07/c_137656661.htm[引用日期 2024-08-14]

[2] 【政策解读】《安徽省农业农村厅关于发展农村沼气助力乡村振兴的指导意见》. (2022) . 网址 :
<https://www.xuanzhou.gov.cn/0pennessContent/show/2316617.html>[引用日期 2024-08-13]



从倡议到行动，浅析“以竹代塑”面临的机遇与挑战

王晓琼 王静

摘要：塑料，这一给人类带来诸多便利、产量巨大的产物，正在通过塑料工业和塑料垃圾，对全球气候变化产生不容忽视的潜在影响。“以竹代塑”倡议由中国政府与国际竹藤组织（INBAR）于2022年共同发起；2023年11月，中国政府与国际竹藤组织联合发布《“以竹代塑”全球行动计划（2023-2030）》。“以竹代塑”作为一项符合绿色环保要求新趋势，日益受到关注和青睐。但当前，“以竹代塑”的推广和普及仍面临诸多挑战和短板。随着越来越多的市场主体参与，加之政府相应政策的支持和激励，以及相关机构和组织的科学引导，“以竹代塑”将继续凸显代替塑料产品方面的优势和作用，为全球塑料污染治理和加快形成竹产业新质生产力作出新贡献。

关键词：以竹代塑，气候变化，塑料，竹产业，新质生产力

王晓琼，王静. 从倡议到行动，浅析“以竹代塑”面临的机遇与挑战. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷，2024年8月，总第66期. ISSN2749-9065

气候变化，是当今人类社会面临的最为严峻的挑战之一。其与生物多样性、公共卫生健康危机的叠加影响之下，将对全球可持续发展带来巨大冲击。气候变化主要表现为全球变暖、酸雨和臭氧层破坏，其中最显著也是最紧迫的全球变暖，成为当前应对和遏制气候变化的关键议题。

全球变暖主要是指地球大气和海洋因人类活动，主要包括燃烧化石燃料等导致大气中温室气体浓度的增加，形成温室效应，进而引发全球平均温度上升的一种气候变化过程。人类燃烧化石能源产生的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮是温室气体的重要来源。其中，二氧化碳又被认为是最主

要的温室气体排放源，二氧化碳排放量也被认为是温室气体排放的主要量化指标。

塑料，这一给人类带来诸多便利、产量巨大的产物，正在通过塑料工业和塑料垃圾，对全球气候变化产生间接却不容忽视的影响，且这种影响正在不断加剧和日益显现。

塑料从“摇篮”到“坟墓”的过程中，都会排放温室气体。国际环境法中心2019年5月发布的《塑料和气候：塑料星球的隐性成本》报告称，超过90%的塑料都是由化石燃料制成的。并且从塑料生产到末端处置环节，包括化石燃料开采、运输；塑料的精



炼和制造；塑料垃圾处置等每个环节，都会产生大量的温室气体排放。

因此，在不同的使用场景中，找到塑料的替代性产品，以遏制和消减塑料对全球生态环境和气候变化的负面影响，成为世界各国共同致力并推动的应对气候变化的重要解决方案。“以竹代塑”便是其中之一。

一、“以竹代塑”：从倡议到行动

“以竹代塑”倡议由中国政府同国际竹藤组织（INBAR）于2022年共同发起，即利用竹子韧性强、生长迅速、收缩量小、可自然降解等特点，将其应用到日用、外卖、建筑建材等塑料使用的重点领域进行替代，以减少塑料污染、应对气候变化、有效保护生态环境。例如，在包装领域，竹子可以制成竹纤维包装材料，替代一次性塑料购物袋、餐具等；在建筑领域，竹子可以用于制作家具、地板等，其绿色环保的特性备受青睐；在交通领域，竹子以其良好的可压缩性，被用于制作汽车内饰零部件；在农业生产领域，竹粉、竹浆、竹炭基等竹产品正在逐步替代农业生产中塑料薄膜和育苗容器等部分制品。^[1]

近年来，很多国家都在积极开展塑料治理与减少塑料使用的相关工

作。国际竹藤组织（INBAR）是第一个总部设在中国的政府间国际组织，致力于竹藤资源价值推广和开发利用，助力全球可持续发展。发起“以竹代塑”倡议，旨在通过中国方案的生动实践，在全球深化“以竹代塑”合作，更好地发挥竹子在替代塑料产品方面的作用，落实联合国《2030年可持续发展议程》。

2023年11月，中国政府与国际竹藤组织联合发布《“以竹代塑”全球行动计划（2023-2030）》，为“以竹代塑”提出了更为具体的行动目标，在“以竹代塑”倡议基础上呼吁相关国际组织和有关国家的各级政府部门、科研教育机构等，在发展战略和规划中纳入“以竹代塑”元素，共同推动减少塑料污染。

二、“以竹代塑”的优势和挑战

竹，为禾本科、竹属的多年生草科植物，目前全世界约有竹亚科植物123属1642种，我国有39属837种，占世界的1/2。^[2]世界范围内，竹类资源主要分布于亚洲、非洲、北美洲的一些国家。中国是世界上竹类资源最丰富的国家，也是最早开发和利用竹子的国家。竹类制品之所以被作为



塑料的替代品，主要依托于其良好的生态价值功能。

（一）生长迅速。竹子是生长特别迅速的一种植物，能在短短几周内长到数米高，且韧性强、通透性好。这与它的生物学特性和环境适应能力密不可分，只要生长环境适宜，它能够与其他植物竞争生存环境的过程中快速适应，显示出极强的生存能力。这些特性，也让竹类制品替代塑料被广泛应用于餐饮、家具用品、建筑包装材料等不同行业。

（二）资源禀赋好。研究显示，世界森林资源和森林面积正在急剧减少，但竹林面积仍以每年3%的速度增长。目前，全球竹林面积已达3200万公顷，约占林地面积的1%，年竹产量可达4000万吨。^[3]第九次全国森林资源清查结果显示，我国竹林面积641.2万公顷，竹资源、竹林面积等均居世界首位。这也成为“以竹代塑”行动开展的重要基础。

（三）可降解、环保低碳。与塑料相比，竹子是天然资源，其制品被废弃之后，在适当的环境条件下，完全可以自然降解，不会对环境造成持久污染。在种植过程中，竹子需要的化肥、农药较少，对土壤、水源、大

气的污染程度也相对较低；在生产加工过程中，竹类制品不依靠化石能源，产生的碳排放较低，于遏制温室气体排放，应对气候变化，减少塑料污染大有裨益。

综上，“以竹代塑”作为一项符合绿色环保要求，减少资源消耗的新发展趋势，日益受到全国和世界范围内的广泛关注和青睐。但当前，“以竹代塑”的推广和普及仍面临一系列挑战和短板。主要表现在以下几个方面：

（一）资源利用成本高。无论是采收、运输、生产加工等环节，竹制品的资源利用成本都高于塑料。特别是在采收和运输环节，基本依赖人力，耗费大量的人力资源。以一吨毛竹为例，砍伐、装车、运输等环节的人工成本与平均市场价格相差为150元，这会直接影响竹制品的市场竞争力。应设法降低人力成本、扩大利润空间；通过集约化种植，提高产能，降低原料成本。

（二）产业集聚规模尚未形成。当前，“以竹代塑”产业体系仍未系统建立，竹产品生产线自动化水平较低，仍以人工操作为主，缺少领军企业引领产业链发展，尚未形成规模集



聚效应。没有价格优势，也造成竹制品的市场接纳度低，不少消费者更愿意购买价格低的塑料制品。因此还需进一步加强引导，打造完整产业链，提升市场竞争力和接纳度。这也成为“以竹代塑”未来发展的重要突破口。

（三）技术成熟度有待进一步提升。竹子作为塑料的替代性材料，需要通过科技赋能，加强科技创新支持，开展科研攻关等，进一步提高其耐用性、可塑性和加工性能，为“以竹代塑”新技术利用、新产品开发创造有利条件，以满足不同领域的需求。此外，加强“以竹代塑”产品技术标准体系建设，也成为夯实“以竹代塑”发展基础的重要保障。

三、结语

党的二十届三中全会通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出，聚焦建设美丽中国，加快经济社会发展全面绿色转型，健全生态环境治理体系，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展，促进人与自然和谐共生。2024年《政府工作报告》强调，大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力，并将其列为政府十大工作任务之首。“以竹代塑”，聚焦并加快

推进竹产业高质量发展，既符合经济社会全面转型与低碳高质量发展方向，又是培育、发展竹业新质生产力的重要支撑。

2024年4月，加拿大渥太华举行“塑料条约”第四届政府间谈判委员会会议（INC-4），该系列会议旨在制定一项关于塑料污染（包括海洋环境中的塑料污染）具有法律约束力的国际文书，以尽快采取统一行动解决塑料污染，达成全球塑料污染治理的全球行动共识。尽管目前，这一国际文书的最终出台仍悬而未决，但终结塑料污染已迫在眉睫。

“以竹代塑”不仅窥见竹产业发展的未来前景和巨大潜力，也成为遏制全球塑料污染的重要解决方案。随着越来越多的市场主体参与到“以竹代塑”产业梯队当中，加之政府相应政策的支持和激励，以及相关机构和组织的科学引导，“以竹代塑”将继续凸显代替塑料产品方面的优势和作用，为全球塑料污染治理和加快形成竹产业新质生产力作出新贡献。



参考文献：

[1] 小康杂志社. 抵御“隐形杀手”的为什么是竹子? . (2023) . 网址：
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1782774354210984180> [引用日期
2024-08-14]

[2] 陈婉. 小竹子成就大产业[J]. 环境经济, 2023, (23): 18-23.

[3] 程峥, 毛凯韵, 刘美仙, 等. 以竹代塑现状及发展趋势[J]. 造纸科学与技术, 2024, 43(03): 25-31. DOI: 10.19696/j.issn1671-4571.2024.3.006.



福建三明“候鸟生命线”调研暨“线鸟双护”评估报告

杨晓红 安勤勤 冯璐 杨剑 林科伟

摘要: 位于武夷山脉东侧的福建三明市, 森林覆盖率达到77.12%, 包括野生鸟类在内的动植物资源丰富。在电力需求快速增长的趋势下, 本报告调研了三明市境内不同等级输电线路与野生鸟类的关系、以及鸟线和谐共生的防护举措, 指出在当前低涉鸟事故率的基础上, 要高度重视和防范东方白鹳等大型迁徙鸟类对当地输电线路带来的安全隐患。

关键词: 鸟类监测, 水库生境, 涉鸟故障率, 生态防治

杨晓红, 安勤勤, 冯璐, 杨剑, 林科伟. 福建三明“候鸟生命线”调研暨“线鸟双护”评估报告. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷, 2024年8月, 总第66期. ISSN2749-9065

一、调研目的

在实地调研福建三明“候鸟生命线”项目点电网沿线生态环境的基础上, 准确了解福建三明“候鸟生命线”项目点的电网线路布设与野生鸟类保护之间的关系, 评估本“候鸟生命线”项目点的“护线爱鸟”措施的有效性, 提出改进或优化措施, 力保本项目点在保障线网安全输送的基础上, 最大力度保护野生鸟类及其相应的生存环境, 避免生态隐患, 做到“线鸟双护”双和谐。

二、调研时间

2024年4月7日至4月10日期间, 中国生物多样性保护与绿色发展基金会(简称中国绿发会、绿会)研究室在国网福建省电力有限公司三明供电公司党建部、运检部、输电运检中心、以及国网明溪县供电公司、

国网沙县区供电公司、国网尤溪县供电公司相关人员协助下, 对福建三明“候鸟生命线”项目点进行了实地调研。

三、实地调研状况

调研期间, 调研人员分别对三明市明溪县鸟类监测中心、明溪大焦变及附近输配电线路、三明市沙县区凤岗街道洞天岩村附近三金II线输电线路、洞天岩水库、垅东水库、三明市尤溪县管前镇洪村附近220kV三梅II路输电线路、柳塘水库等具体线路段, 就电网周边生境及线鸟状况进行了调研。

(一) 调研点基本状况

调研点1 三明市明溪县鸟类监测中心(具体地理位置见表1)。



明溪县鸟类监测中心,是属于县林业局下属的机构之一。明溪县因地处福建省三明市中部地区、武夷山脉的东南麓,森林资源丰富,同时位于东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道上,鸟类资源也十分多样,因而享有“绿海云都”、“鸟类天堂”等美誉。“八山一水一分田”,是对明溪县土地资源状况的一个形象说法。

根据明溪县林业部门提供的数据显示:明溪县森林覆盖率高达81.49%,属全国县级市中森林覆盖训练场最高的城市,其已经记录到的野生鸟类资源共330多种,其中候鸟190多种,留鸟140多种,包括国家一级保护野生鸟类(8种)、二级重点保护野生鸟类(66种)共74种,黄腹角雉(*Tragopan caboti*)、白颈长尾雉(*Syrnaticus ellioti*)、白腿小隼(*Microhierax melanoleucos*)、斑头大翠鸟(*Alcedo hercules*)等30多种明星鸟类,在当地有较高的知名度。

2020年左右,在当地森林资源和鸟类资源双丰富、以及民间社会自发形成自然观鸟热的基础上,明溪县

深入学习贯彻习近平生态文明思想,有意识地引导和发展明溪县自然观鸟产业,将发展生态观鸟产业纳入全县经济高质量发展规划的“四大板块”之一,在全县城关镇下汴村、夏坊镇中溪村、夏坊镇当州村、夏坊镇当州村大坑尾、盖阳镇白岚村、夏阳镇旦上村、夏阳镇美罗坊村、夏阳镇新坊村村长后山、胡坊镇福西村芹菜茼蒿地、胡坊镇瓦口村、均峰鸟类观测点等7-8个乡镇,建成21个野生鸟类监测点。2020年,为支持和指导明溪县境内的各自然生态观鸟点工作,明溪县林业局当地成立了县鸟类监测中心。

4月8日上午,在明溪县鸟类监测中心实时监测地图上,可以看到上午7点左右,11号点盖阳镇白岚村观鸟点附近的林地里,半小时内,前后9只白鹇(*Lophura nycthemera*)相继出现在溪边集中觅食;15号点夏阳旦上村观鸟监测测点内,也出现了多只白颈长尾雉(*Syrnaticus ellioti*);其他实时观测点也出现了黄腹角雉(*Tragopan caboti*)、鸳鸯(*Aix galericulata*)等珍稀鸟类。





观鸟点实时监测到的白鹳集群。 鸟类监测点监测到的白腿小隼(历史照片)。

明溪县多山,与县域范围内丰富的森林资源相比,县电网公司所涉及输送电线路相对稀少,其线路主要为220kV及以上、110kV、10-35kV,其中220kV及以上线路相对较少,110kV线路总计3-5条,绝大多数为10-35kV路线;从线网分布的地理位置看,分布在山顶的电网线路非常少,尤其是2020年明溪县新线路升级改造后,绝大多数电网线路为避开鸟类迁徙路线,多往山下布局,分布在山脚丘陵地带的电网线路占了全部线网的绝大部分,明溪电网线路总体对鸟类的影响较小。

调研点2 三明市明溪县城关乡王桥观鸟点(具体地理位置见表1)。

明溪县城关乡王桥观鸟点,是该县21个相对规模化的观鸟点之一。这里植被资源丰富,在靠近观鸟监测塔一带,分布有一大片树林,树林南侧分布有几个鱼塘,为鹭鸟的繁殖提供了便利。近些年,每年春夏之际,飞到此地筑巢安家的鹭鸟集群甚大,多则成百上千,鹭鸟种类涉及小白鹭(*Egretta garzetta*)、夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、牛背鹭(*Bubulcus ibis*)等多个鹭鸟种类,成为当地集中观看鹭鸟的一大打卡地。



2023年基础设施改造前的王桥生态观鸟点局部。



2023年8-9月后,按照明溪县发改委批复的王桥生态观鸟景区旅游基础设施建设项目的规划,该项目点将建设游客服务中心1个、鸟文化交流中心1个、观鸟屋5座、观鸟塔3座、公共厕所2座、改造观鸟塔1座、新建园路9.31公里、铺装广场1.04公顷、恢复生态植被28.10公顷、开挖生态水面(溪流、水塘)3.48公顷、改造旧塘5.11公顷,新建溢流堰33处、涵管工程996米、塘底工程0.76公顷、护坡7千米、生态

岛12处等,改造工程总投资达6900多万。

4月8日上午,在实地调研中,发现该生态观鸟点因为正处于大量的工程建设过程中,阶段性人为干扰严重,原本鹭鸟应该返回的季节,原鹭鸟集中停歇的树林里并没有出现大量鹭鸟,只有少数鹭鸟出现。从现场目测看,待改造观鸟塔与鹭鸟栖息区距离太近(直线间隔距离约50-60米),不利于鹭鸟回归繁殖栖居。



4月8日上午调研期间的王桥鹭鸟观鸟点。

据在该生态观鸟点基础设施改造之前的鸟类资源统计,王桥观鸟点的鹭鸟栖息地林区范围内,共栖息有49种野生鸟类(11目、27科、43属),其中有国家一级重点保护鸟类黄胸鹀(*Emberiza aureola*)、白颈长尾雉(*Syrnaticus elliotti*),国家二级保护野生鸟类白鹇(*Lophura nychthemera*)、水雉(*Hydrophasianus chirurgus*)、白胸翡翠(*Halcyon*

smyrnensis)、领鸺鹠(*Glaucidium brodiei*)、斑头鸺鹠(*Glaucidium cuculoides*)、小鸦鹛(*Centropus bengalensis*)、领角鸮(*Otus lettia*)、黑翅鸢(*Elanus caeruleus*)、画眉(*Garrulax canorus*)等28种。

调研点3 三明市沙县洞天岩水库附近的三金II路#22电力铁塔处(具体地理位置见表1)。



沙县洞天岩水库位于沙县凤岗镇西 2 公里处的龙坑村，水库所在的溪流为沙溪支流黄岩坑溪。水库坝址以上的集雨面积为 3.43km^2 ，库外的引水区域为 10km^2 ，是当地一座兼具供水、发电、防洪、养殖为一体的小（一）型水库，水库总库容 253.55万 m^3 ，其中，兴利库容 192.80万 m^3 ，

调节库容 195万 m^3 ，坝顶高程 124.40米 ，最大坝高 18.30米 ，坝顶长度为 234.70米 。洞天岩水库于 1959 年 12 月开始兴建；1964 年 11 月，水库建成后投入使用；2010 年 8 月，当地水利部门对洞天岩水库进行过整体除险加固。



洞天岩水库生境。

目前，洞天岩水库是当地一流水源保护地，库区水面宽阔，周边群山环绕，虽大多山体海拔不高，但山林茂密、水气充沛，景观秀丽幽静，是包括鸟类在内的野生动物的良好栖息地。洞天岩水库下游还有二级水库，该水库对下游地区的生产生活和生命财产保障发挥了重要作用，其所影响的下游人群达到 2000 多人、直接影响的耕地面积为 0.1万亩 。

国网三明供电公司在这一带一共架设有 3 条 220kV 输电线路。在洞天岩水库周边山顶，陆续分布有 20-30 座电力铁塔。其中最近的电力

铁塔，距离洞天岩水库的直线距离约为 400米 。三金 II 路 #22 电力铁塔即是其中的一座 220kV 电力铁塔。

调研点 4 三明市沙县区垌东水库（具体地理位置见表 1）。

垌东水库，位于距离沙县县城约 3 公里的凤岗街道垌东村，是一座小（二）型土质水库，水库所在河流为东溪。垌东水库的总库容为 49.6万 m^3 ，最大坝高 18.5米 ，其中水库水面面积约 0.0366公顷 ，主要用于灌溉和养殖。



水库周边山林丰茂，多树林毛竹，生态环境优良。从垵东村统计的林地面积看，村里共有林地 8897 亩，其中生态林 4460 亩、毛竹林 2025 亩、经济林 658 亩，森林覆盖率达到 77.1%；垵东村耕地共 466 亩，其中绝大部分为水田。垵东水库的水质，虽然已有部分用于养殖水面，但目测依然十分清澈。

4 月 8 日下午，在垵东水库一带，可以看到 10 多只家燕 (*Hirundo rustica*) 在雨后的水库水面上穿梭觅食，一只苍鹭 (*Ardea cinerea*) 站立在水库边的一株小树上，与水面静泊的一只小船互相呼应，一动不动，似乎并不急着觅食，而是在享受雨后时光，颇具古风禅意。在垵东水库周边山顶，国网三明供电公司有少量 220kV 输电线路架设。



沙县垵东水库生境。

调研点 5 三明市尤溪县柳塘水库及三梅 II 路#58 电力铁塔处（具体地理位置见表 1）。

尤溪县柳塘水库，位于尤溪县管前镇内的洪坑村、柳塘村、八字桥乡彭新村一带。水库始建于 1977 年 9 月，由时尤溪县组织全县万人大会战动工建设，1978 年初步建成后，柳塘水库在当年福建省水利水电基建经验交流会上被评为优秀建设工程。柳塘水库的集雨面积为 100 平方公里，上游的多年平均来水量为 10537

立方米，初期建成时水库的蓄水量为 1000 万 m^3 ，1986 年 7 月水库蓄水量达到 3826.8 万 m^3 ，其总库容为 4400 万 m^3 ，水库水面面积 3572 亩，坝顶海拔高程 585 米。

柳塘水库地处群山之中，是一座集防洪、供水、发电、灌溉、养殖等多种功用于一体的综合利用型中型水库，对当地的防汛、供水、灌溉均起到重要作用。近些年，因水库周边山峦连绵，风景秀丽，还成为周边地区不少人喜爱的游览避暑之地。柳塘



水库所处之地海拔高度为 609 米，地势较高，水库中间有不少沙洲，水库周边则有着明显的消落带和浅滩，说明水库库容在一年里有显著的消涨变化，有利于涉禽类水鸟生存栖居。

4 月 9 日上午，调研人员在柳塘水库大堤上，即可以看到有一只羽色

鲜艳的褐翅鸚鵡 (*Centropus sinensis*) 飞过路面，水库水面上有 3 只黑水鸡 (*Gallinula chloropus*) 在游动，以及 2 只小白鹭 (*Egretta garzetta*) 分散于水库库区。水库周边的山顶，分布有 220kV 三梅 I 路和三梅 II 路电力铁塔。电力铁塔距离水库库区的直线距离约 2km。



柳塘水库及水库下游的发电站。

综上，本次三明市调研的地点，分别涉及明溪县、沙县和尤溪县三县，其中沙县和尤溪县区域主要集中为

水库区，分别是洞天岩水库、垅东水库和柳塘水库。其所有调研地点的地理位置如下：

表 1 福建三明的调研时间、调研点和地理位置信息

序号	调研时间	调研地点	经纬度	海拔
1	2024. 4. 8 上午	明溪县鸟类监测站	117° 11' 59. 2" E; 26° 21' 56. 5" N	372m
2	2024. 4. 8 上午	明溪县城关乡王桥观鸟点	117° 9' 57. 2" E; 26° 21' 5. 76" N	412m
3	2024. 4. 8 下午	沙县洞天岩水库	116° 17' 10. 68" E; 39° 57' 17. 27" N	303m
4	2024. 4. 8 下午	沙县垅东水库	116° 17' 10. 68" E; 39° 57' 17. 64" N	226m
5	2024. 4. 9 上午	尤溪县柳塘水库	117° 54' 47. 16" E; 26° 12' 12. 96" N	742m

(二) 鸟类活动与电网的关系

调研点 1 明溪县鸟类监测中心 + 调研点 2 明溪县城关乡王桥观鸟中心

明溪县的森林覆盖率达到 82% 以上，全年群山郁郁葱葱，良好的自然环境，成为众多鸟类栖息地，且珍稀鸟类众多，在国内素有“中国黄腹角



雉之乡”、“中国候鸟旅居小城”、“观鸟绝胜全国四佳”等称号。依据明溪县鸟类监测中心对全县鸟情分布的大致分区,基本可分为四个区域,即:东部的福建省鸫科越冬候鸟重要

栖息地、西部雁鸭类水鸟繁殖栖息地、中部彩鹇 (*Plegadis falcinellus*)、冕雀 (*Melanochlora sultanea*) 等特色鸟类分布区和南部的夏候鸟繁殖栖息地。



虽然明溪县鸟类资源丰富,但由于有着广袤丰富的森林资源,明溪县的野生鸟类资源生存空间充裕,与该县域范围内的输电线路并无直接冲突,或者说冲突概率非常少。据明溪县供电公司介绍,明溪县境内的输电线路共有三个类型,一种是 220kV 及以上高电压等级输电线路,一种是 110kV 输电线路,一种是 10kV-35kV 的低电压等级输电线路,其中高电压等级输电线路较少,110kV 输电线路只有 3-5 条,绝大多数为低电压等级的输电线路,长达 1000 多公里。这些输电线路多分布于山区林地相对低海拔区或溪谷区,分布在当地周边平均海拔约 500 米左右山顶的输电设施(含杆塔与线路)不多,因此与

野生鸟类产生交集或冲突的情形不突出。

国网明溪县供电公司介绍,自 2020 年前后该县供电公司施行“候鸟生命线”项目以来,仅在当地大焦变地区一座 11kV 电杆上发现过一个野生林鸟的巢,其原因在于:这座电杆位于一大片农田区域,集中成片的农田区域缺少高大树木,对于依赖农田为生的鸟类,缺乏了相应的筑巢点。林鸟体型小、巢积也小,基本没有对这里的输电安全产生不良影响。

调研点 3 沙县洞天岩水库附近的三金 II 路#22 电力铁塔处 + **调研点 4** 沙县垅东水库 + **调研点 5**



尤溪县柳塘水库及三梅 II 路#58 电力铁塔处

后三处调研点的基本生境类型，均为山区水库湿地类型，且这些水库

也都建于当地水系发达、星罗棋布的山间溪河地带(小者为溪，大者成河)。在基本生境类型上，它们具有一致性。



三明市水库区所在的典型山地森林景观。

而这些溪河的上游地区，大多森林密布，林木繁盛。上世纪 50-70 年代，为有效防御山洪、保障山区下游地区人们的生产生活安全，当地开始集中修建这些中小型水库。后来，这些为数众多的山间水库，其功能也逐渐增加发展为饮用水源保护地、以及发电、灌溉、养殖等多种综合性功能于一体的中小型水库。据沙县水利部门统计，仅沙县就有中小型山区水库 51 座、山塘坝 98 座。这些水库水质清澈，周边森林广布，多处于中低海拔的群山环绕之中。其中海拔相对较高的水库，是尤溪县的柳塘水库，海拔达到 600-700 米，洞天岩水库和垵东水库的海拔高程则多在 300-400 米。

在这些山区水库周边山顶处，分布有 220kV 的多条高电压等级输电线路。山区水库的地理位置，让其为迁徙候鸟提供了得天独厚的栖息环境：其一是水库外缘有大量的浅滩地，水质优良，适合迁徙水禽及涉禽觅食；其二是现水库多具备养殖功能，当地渔民散养或半散养状态下的渔业养殖，增加了水库中的鱼类数量，为迁徙中候鸟提供了相对丰富的食物来源，对包括东方白鹳在内的迁徙鸟类构成极大吸引力，其三则是水库外围皆山，林相茂密，无形中形成一个相对封密的地理区隔，环境安静，人为干扰少，容易受到迁徙候鸟青睐。





2023年12月，飞到福建三明市南平境内越冬的东方白鹳（左图）。

2023年12月，前来三明市水库区越冬的东方白鹳（右图）。

三个调研点的水库区，在这些内在因素的综合影响下，以及在来自外部具体年份鄱阳湖冬季水位或环境变化的共同影响下，2022年冬天，此前从未到过福建省三明市地区的大型迁徙候鸟——东方白鹳，部分种群迁移路线发生改变，越冬区域出现扩张，它们首次出现在三明市沙县、尤溪县一带的高等级输电线路的电塔上，并接连造成相对密集的跳闸事件。

据沙县、尤溪县供电部门不完全统计，这些飞越武夷山脉出现的东方白鹳总共约20多只，多次在以上调研点水库周边的输电线塔上停驻、下到水库区觅食，直到第二年3-4月份期间才离开。在逗留三明市输电铁塔期间，并未筑巢，只是停歇、补充食物来源，但其停留期间排泄的大量粪便，却连续引发了多次跳闸事件，成为当地继雷击之外的第二大输电线路安全隐患问题，引起了国网三明供电公司的高度关注，并紧急采取了一

系列防治措施，应对由东方白鹳带来的鸟线冲突问题。

（三）当地其他部门采取的措施

调研点1 明溪县鸟类监测中心 + 调研点2 明溪县城关乡王桥观鸟中心

位于三明市中部地区的明溪县，森林资源非常丰富，其森林覆盖率为全国县域中最高，鸟类资源也同样丰富多样。2018年起，为保护当地珍贵的森林资源和野生动植物资源，明溪县宣布在全县范围内全面禁猎10年，为明溪县的生态保护打下坚实基础。

近年来，为深入学习贯彻习近平生态文明思想，践行“绿水青山就是金山银山”的发展理念，明溪县依托当地优良的森林和鸟类资源基础，将发展生态观鸟产业纳入到了全县经济高质量发展的“四大板块”之一。按照县里规划，目前明溪县已规划建设了5大观鸟区域、3条经典观鸟路线，并投资建设全县统一的鸟类监测



但在对鸟类所需要的自然生态场景的还原或保留，则动作较少，反而会在一定时间内伤害鸟类栖息。这一观鸟点，同时为鼓励保护野生鸟类的栖

息地，也在这一区域同县内各单位共建，开展了多种形式、多种类型的生态林共建活动，号召各部门共同保护当地的森林植被和生物多样性。



明溪县王桥观鸟点共建的“森林警察林”。

调研点 3 沙县洞天岩水库附近的三金 II 路#22 电力铁塔处 + **调研点 4** 沙县区垵东水库 + **调研点 5** 尤溪县柳塘水库及三梅 II 路 220kV 电力铁塔处

三处调研点均为三明市典型的山区水库湿地，处于周边森林环绕之中。

在森林资源保护方面，包括沙县、尤溪县在内的三明市，因为其地处武夷山东侧，是传统的林业大县，全市的森林面积 177.1 万公顷，森林蓄积量达到 2.1 亿立方米，森林覆盖率达到 77.12%（引自三明市人民政府 2023 年公开数据），全市对森林资源的保护非常重视，在全市深入推行林长制。截止到 2023 年，三明市层层落实，共在全市范围内建设四级林

长 4753 名，聘用生态护林员 2300 多名，对森林生态及野生动植物资源进行保护。2023 年，在福建省林长制考核评比中，获第一名，得到国务院林长制督查激励。三明市也一直保持着“中国绿都”的称号，说明其整体的森林资源保护工作，得到了有效落实。

同样，三明市水资源丰富，有沙溪、金溪、尤溪等众多溪流分布。2022 年，三明市全市地表水资源量为 218.36 亿立方米，全市有重要省级湿地 10 处，一般湿地名录 262 处，建有永安龙头国家湿地公园、建宁闽江源国家湿地公园、福建鸣溪省级湿地公园等 3 处。

在包括各类水库、坝塘、溪流等在内的水资源保护方面，三明市是福



建省最早探索实施“河长制”工作的地市。从2017年起，三明市在连续6年对流域水质、河湖“四乱”现象进行整治；从2020年8月起，三明市又在全省率先聘请政协委员担任“委员河长”，推动水环境保护相关问题的解决；2022年起，则又推行市级“双河长”巡护制度，并加大重难点生态治理等，使得2023年三明市全市55个国省控断面、76个小流域断面、134个乡镇交接断面水质达标率均为100%，其河长制管理标准化试点以97分通过验收。这些说明三明市在包括水库在内的水资源保护方面，成效显著。

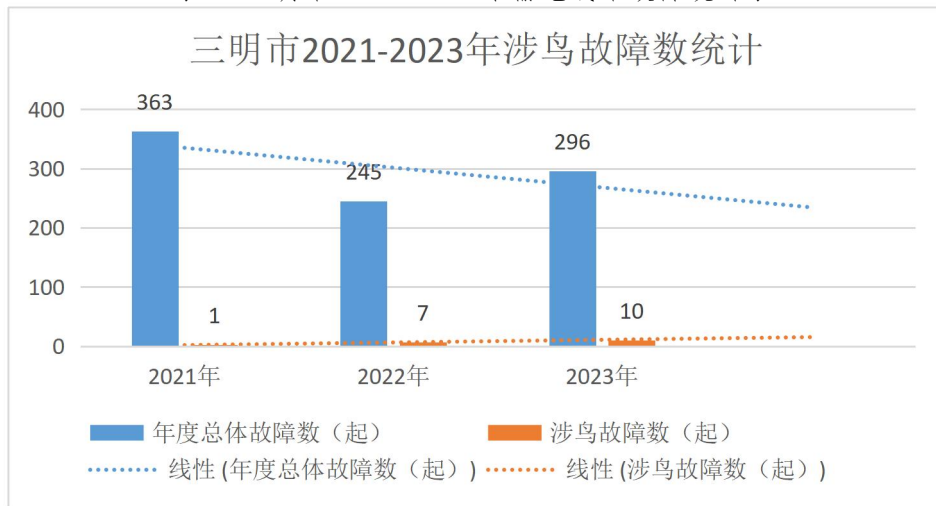
同时，在保护森林资源和水资源的基础上，三明市还参与了全省国际候鸟迁徙通道保护与修复、武夷山国家森林公园步道“千年鸟道”、鸣溪省级湿地公园等生物多样性保护与修复项目，参与构建区域性生态网格。

四、三明供电部门采取的防鸟措施及有效性评价

（一）三明市供电部门涉鸟故障情况

三明市因拥有得天独厚的优良自然资源禀赋，虽然包括候鸟、留鸟在内的各类鸟类资源异常丰富，但它们与输电线路间的交集总体偏少，涉鸟故障率较低：2020年前为零，2021-2023年整体平均涉鸟故障率仅为0.22%（见表2）。

表2 三明市2021-2023年输电线路故障统计表



具体分析如下：依据三明市供电部门内部统计来看，在2020年之前，当地输电线路的涉鸟故障多年为零，自2021年起，三明市输电线路出现

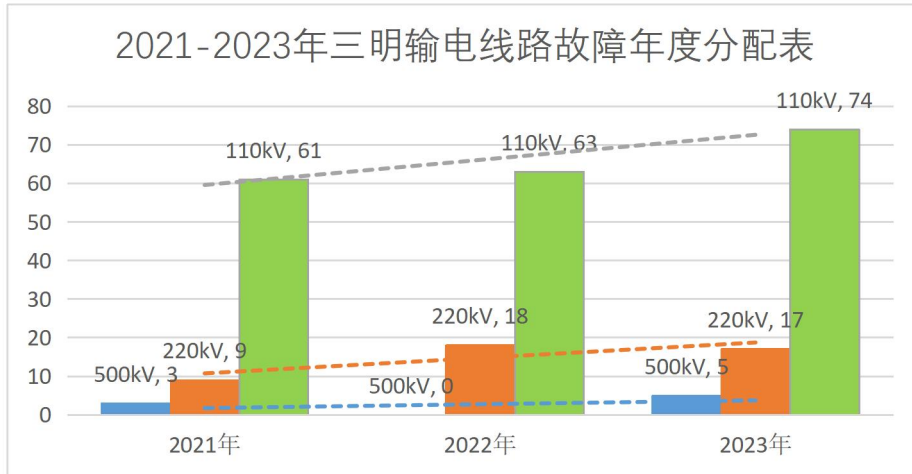
1起由鸟粪引起的输电线路故障，涉鸟故障率在全故障比中为0.03%；2022年、2023年全市的输电线路涉鸟故障次数均为7次，引发故障的涉



鸟事件原因主要由鸟巢与鸟粪引起，其涉鸟故障率在全年故障比中分别为 0.29%、0.34%。虽然 3 年平均涉鸟故障率为 0.22%，总体涉鸟故障率依然偏低，但从 2022 年起有持续上升的趋势。

此外，从 2021-2023 年，35kV、110kV、220kV、500kV 四种主要的输电线路的年度故障率，整体也均呈上升趋势。具体见表 3。

表 3 三明市 2021-2023 年主要输电线路故障年度分配表



从 2021-2023 年三明市供电发生涉鸟故障具体线路来看，则重点集中在 110kV 输电线路和 220kV 输电线路。其中，110kV 电力铁塔 3 年共发生 9 次涉鸟事故，占总涉鸟故障的

50%，220kV 电力铁塔 3 年共发生涉鸟事故 8 起，占总涉鸟故障的 44.4%，500kV 电力铁塔 3 年共发生 1 起，占总涉鸟事故的 5.50%，约 6%。具体见表 4。

表 4 三明涉鸟故障在不同电力铁塔的分布情况

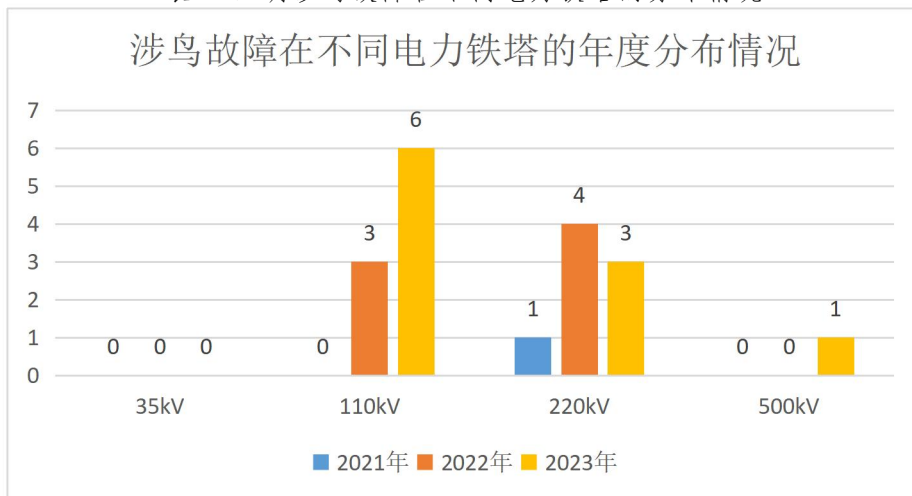
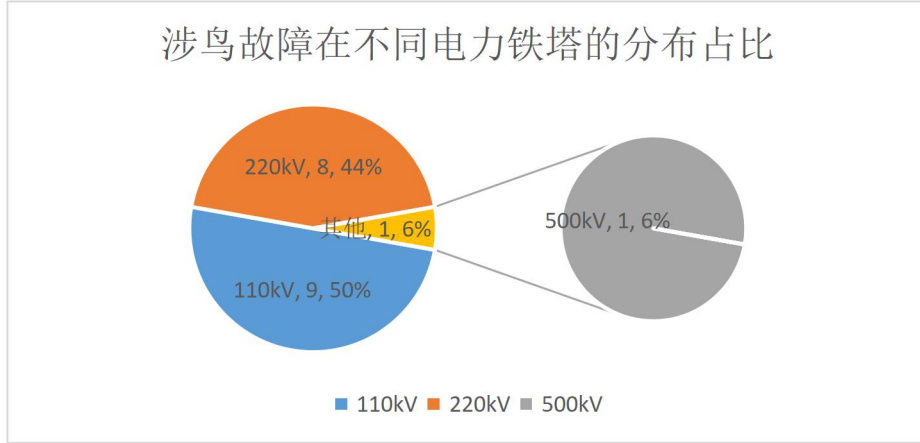


表 5 涉鸟故障在不同电力铁塔的分布占比



(二) 三明供电公司已采取的涉鸟故障防治措施

2020年前后，福建省三明供电公司加入“候鸟生命线”项目点，并在其后三年期间，根据当地鸟情状况和输电线路的实际运营状况，在涉鸟故障的防治方面，摸索并施行了诸多颇有成效的防治措施，取得了明显的防治成效，使这三年期间输电线路的涉鸟故障率长期保持在较低水平。

国网三明供电公司所采取的涉鸟故障防治措施，总共包括：（1）在新线路升级中，将鸟类保护主动引入电力设施建设的前端规划；（2）利用废旧电杆/塔，尝试林鸟人工巢建设；（3）对低电压等级输电线路进行绝缘化处置；（4）利用电力环网柜开展鸟类保护的生态宣传；（5）与当地司法公安林业等部门联合开展“巡回法庭”等丰富多样的生态共建活动；（6）针对东方白鹳等新的

大型隐患鸟种，加大巡护，及时大面积安装防鸟挡板等。具体如下：

（1）借新线路升级，主动将鸟类保护引入电力设施建设的前端规划。

自2020年前后起，三明市明溪县供电公司借新线路建设升级之机，开始当地的输电线路建设中，注重对鸟类迁徙通道和鸟类集中栖息地的保护，有意识地在新的输电线路建设或改造提升中，避开当地的候鸟迁徙通道或集中栖息地；同时对已经建立在周边山顶的输电线路和电力杆塔，有计划有步骤地下移，迁至相对低海拔的丘陵和平原地带，减少鸟类与输电线路发生交集的概率。

由于当地森林生态系统保护相对完好，以及电网公司的鸟类保护提前规划，这一前端预入措施，让明溪县供电公司的输电线路涉鸟故障率



从“候鸟生命线”项目实施前的 5-6 起/年，下降到目前的零发生率。



三明淘金山一带的山林。明溪县有意识减少山顶电力杆塔及线路。

(2) 利用废旧电杆/塔，尝试林鸟人工巢建设。

据明溪县供电公司、沙县供电公司介绍，从 2021 年起，明溪县、沙县供电部门利用废旧电杆，在实施“候鸟生命线”项目过程中，分别尝试在 35kV 及 110kV 输电线路，共建有 70-80 个人工巢，巢型主要针对中小型林鸟设计。后因其利用率低，再次被全部拆除。

(3) 对低电压等级线路及设施做绝缘化处理。

据国网明溪县供电公司介绍，在 2023-2024 年期间，该公司对其所辖的输电线路及设施进行绝缘化改造。截至目前，已经完成绝缘化改造的输电线路总长度为 300-400 公里，约占

全县输电线路总长度的 40%（全县总输电线路长度为 1000 多公里）。

(4) 利用电力环网柜开展鸟类保护的生态宣传。

自实施“候鸟生命线”项目以来，国网明溪县供电公司利用城区电力环网柜在城区马路边的布设，针对城市相对密集的人群，开展以“鸟类保护”、“生态保护”等为主题的常态化生态宣传。其电力环网柜的画面及内容设计，十分生动形象、美观醒目，且充分利用了土地资源，成为当地一大特色。

据统计，2021-2023 年，明溪县供电部门共设计制作了 60-70 个的电力环网柜生态宣传载体，成为一道固定的城市生态宣传风景线。





明溪县依托电力环网柜做的生态宣传。

(5) 与当地司法、公安、林业等部门联合开展“巡回法庭”等丰富多样的生态共建活动。

据三明市明溪县供电公司介绍，当地供电部门与地方司法、公安、及林业等部门均建有良好的合作关系，开展“候鸟生命线”项目以来，已经共同开展了诸多形式多样化的生态保护共建活动。如在明溪县林业部门建设21个鸟类监测站的过程中，电力部门协助给各个鸟类监测点积极布线、通电，保证监测设备的正常运

转和监测活动的有效开展；如配合当地公安部门实施“雪亮工程”、“平安工程”等行动，在符合条件的10kV电杆上，协助安装监测设备，共享杆塔；以及利用当地特有的“赶墟日”，与当地司法部门等联合组织开展“巡回法庭”工作，在法庭针对非法砍伐林木资源、非法盗猎野生动物等案件的现场审理过程中，协同宣传《电力法》、《野生动物保护法》等，对于减少或打击少量山区存在的放粘网粘鸟、盗猎野生动物等行为，起到直接的教育和引导作用。



国网三明供电公司跟当地相关部门一起合作开展生态保护宣传活动。



(6) 针对东方白鹳等新的大型隐患鸟种, 加强巡护, 及时大面积安装防鸟挡板。

2022年冬天, 在沙县洞天岩水库、垅东水库以及附近的三金II路#22号塔、以及尤溪县柳塘水库及220kV三梅I路、220kV三梅II路电力铁塔上相继出现集群的东方白鹳, 并因大量的鸟粪下泄引发密集跳闸事件以来, 三明市供电公司积极进行了干预与防治。

据了解, 在2022年冬天至2023年4月期间, 沙县洞天岩水库的2基电力铁塔、垅东水库的1基电力铁塔、

尤溪县的1基电力铁塔、以及靠近南口水库的1基电力铁塔上均出现了因东方白鹳到来而产生的跳闸事件。事件发生后, 三明市供电公司在预后措施中, 一是加大了相关电力隐患区的巡护力度, 二是紧急对大型鸟类的涉障电力铁塔及周边电塔加装了新型防鸟挡板。其中, 包括对沙县水库区及相关区域的880基电力铁塔、以及洞天岩水库及周边的20-30基电力铁塔、柳塘水库及周边的近20基电力铁塔, 均采取了紧急预后措施。2023年, 三明市供电公司总安装新型防鸟挡板的总数达到2000-3000个。



沙县区三金II路22号塔上安装的新型防鸟挡板(图上红圈处)。

五、对当地解决鸟线冲突措施的评价与建议

由于三明市地处武夷山东侧、福建省西部, 全市森林覆盖率高达77.12%, 区域内溪流四通八达, 水量充沛, 良好的森林资源和水资源为大量珍稀留鸟和迁徙候鸟提供了栖息

地。这种得天独厚的地理区位优势, 以及结合当前当地输电线路的建设布局(如: 以35kV以下的低电压等级输电线路为主、高中电压等级输电线路相对较少), 客观上使得当地鸟线交集的机率较小, 绝大多数的野生鸟类会选择在森林或拥有较多农灌的次生林区筑巢或栖息。2021-2023



年, 三明市供电公司的年平均涉鸟故障率为 0.22%。

(一)对已采取鸟线冲突解决措施的评价

2020 年前后, 三明市供电公司自加入“候鸟生命线”项目以来, 面对新旧线路上的涉鸟故障情况, 在涉鸟故障防治方面, 积极采取了“借新线路升级, 主动将鸟类保护引入电力设施建设的前端规划”、尝试安装人工巢等六方面措施(见本报告第四部分), 绿会研究室依据现场调研和这些措施采取后的实际成效来看, 其中, **防治措施(4)** (利用电力环网柜开展鸟类保护的生态宣传)、**防治措施(5)** (与当地司法、公安、林业等部门联合开展“巡回法庭”等丰富多样的生态共建活动)、**防治措施(6)** (针对东方白鹳等新的大型隐患鸟种, 加强巡护, 及时大面积安装防鸟挡板), 均能在解决鸟线冲突方面, 发挥直接的积极作用, 应当予以肯定。

此外, **防治措施(1)** (借新线路升级, 主动将鸟类保护引入电力设施建设的前端规划)、**防治措施(2)** (利用废旧电杆/塔, 尝试林鸟人工巢建设)、**防治措施(3)** (对低电压等级线路及设施做绝缘化处理), 则需要在实际应用中予以甄别, 并辩证使用。

比如防治措施(1) (借新线路升级, 主动将鸟类保护引入电力设施建设的前端规划)。其规划理念和思路都是最前沿的, 也应该予以吸纳, 只是考虑到三明市山多林密, 在目前当地森林生态保护良好、未来在“生态立市”指引下更加加强生态保护的前提下, 考虑到“十四五”及“十四五”后当地经济社会的发展, 必然要求电力供应加大, 输电线路建设选址设在山顶的总体建设成本相对偏低, 可以保留部分重要输电线路在山顶建设, 而不必全部迁移至相对低海拔地区, 尤其是高电压等级的输电线路。换言之, 山顶建设高电压等级的环境容量目前还有相对充裕空间。其理由一, 是建在山顶与中低海拔的建设成本差距悬殊; 理由二是, 在森林资源丰富且优质区域, 除靠邻湖泊区外, 建在山顶的电力铁塔, 对鸟类的吸引力不大, 且已有相对成熟的低成本防治方案;

比如防治措施(2) (利用废旧电杆/塔, 尝试林鸟人工巢建设)。针对林鸟采取的防治措施, 在目前森林资源优良的情况下, 针对林鸟并无必要, 投入使用后的实践效果已证实了这一点, 故此现阶段可以放弃这一防治方案;



比如防治措施(3)(对低电压等级线路及设施做绝缘化处理)。对线路作绝缘化处理,是从鸟类生态防治角度来讲,主要是针对鸟类电击受伤或死亡状况所采取的。其所做绝缘化处理的线路段,主要依据鸟类受电击影响的程度而定。目前,没有看到

翔实的输电线路周边鸟类受电击的情况统计,以及考虑到线路绝缘化处理带来的成本、绝缘化处理所增加的输电线路重量(后一条在南方冬天有冰雪区域就比较突出),故建议对绝缘化处治的线路段进行合理科学规划。



三明市多低山丘陵且森林茂密的自然生境。

(二)对三明市电网防治鸟线冲突的建议

基于三明市山水资源丰富、鸟类资源多样性高等先天自然地理条件、国网三明供电公司连续三年保持较低的涉鸟故障率、以及2024年4月在福建三明供电公司全力支持下所开展的现场调研,对未来三明供电公司在鸟线防治方面,提出以下建议:

1. 关注东方白鹳种群动态,对现已安装的防鸟挡板进行适当改良。

从三明市鸟情初步的调查摸底来看,绝大多数当地的林鸟、留鸟对输电线路构成的冲突或风险有限,东方白鹳作为大型涉禽的到来,给当地

220kV的高电压等级输电线路带来系列风险。从近几年对东方白鹳种群的全球性监测来看,这一物种仍在快速增加之中,加上福建沿海也是其传统迁徙路线,部分东方白鹳种群前来三明境内的机率比较大,所以对其进行生态防护,仍非常有必要。从调查现场来看,由于较高电压等级的电力铁塔通常高达20多米,目前已安装的防鸟挡板材质较轻,有少量已被台风刮走。考虑到当地沿海多台风多降雨的气候状况,建议对现防鸟档板的材质做更新,适当增加自重,或予以加固,减少东方白鹳鸟粪或鸟巢带来的风险,但需确保不影响东方白鹳的正常活动。



2. 当地生境适合，宜提前考虑或筹备应对东方白鹳筑巢风险。

从2022年冬天首次来到过三明市沙县洞天岩水库、垵东水库、以及尤溪县柳塘水库等实地生境调研来看，三明市境内溪流众多、中小型水库密布，且多有养殖类用途，加上周边群山海拔普遍相对较低，冬天时地处南方的福建省气候温暖，这些条件均能满足东方白鹳筑巢育幼的需求，加之近年来其繁殖地已经明显南扩，在江苏、江西鄱阳湖、以及河北、天津、山东东营等多地，均已出现东方白鹳将越冬地当作了繁育地、留下来不继续迁飞回北方的情形，因此，其留在福建越冬的可能性也较大。建议接下来可继续观察并做好东方白鹳筑巢风险输电线路的管理，包括对重要风险点建档标示、加大巡护力度（含无人机和人工巡护）、即时监测、以及在筑巢孵幼期到来前做好防板防护等。

3. 保持与当地各部门合作共建的优良基础，延续或创建“生态共护”、“鸟类共护”的活动形式，持续培育营建“鸟线双护”的品牌活动。

福建是习近平生态文明思想的重要孕育地和实践地，三明市各级政府部门也高度重视生态保护。长期以来，国网三明供电公司在与当地林业、

公安、司法、基层村社等各级政府部门的合作上，已经打下了很好的基础，开展了丰富多彩的共建活动。如支持开发建设生态观鸟产业、开展赶墟日“巡回法庭”宣传活动、以党建小屋支持生态社区（村庄）建设、共建生态林（拟）等，未来可结合当地力推的生态产业、中小学自然生态研学教育基地等，延续或拓展更加多元的合作领域、合作形式，进一步夯实鸟类保护、生态保护方面的广泛社会基础，共同营建或推动当地生态保护工作。

其中，借鉴电网在“鸟线双护”方面的经验，供电公司可以将已融合先进保护理念的保护行动，形成地方性相对独立的生态保护品牌行动，影响并支持当地的生态共护格局。

4. 可关注和参与森林生态的综合保护，重视电力输送中的外来物种防治。

绵亘赣闽边界的武夷山脉，长达500多公里，群峰耸峙，对位于山脉西南侧的三明市形同一道天然屏障，东部和中部又分别有戴云山脉和玳瑁山脉。作为我国东南地区的森林城市，三明市地貌被形象形容为“八山一水一分田”，辖区境内以低山及丘陵为主，森林众多，溪流密布。当地输电线路鸟线矛盾总体缓和的一大基础性原因，与当地2600多万亩的



森林资源保护密不可分。因此建议未来可关注和加大参与对当地森林生态的综合保护,如在输电线路的日常巡护中,纳入对森林重点物种(含野生动植物)、典型物种(含野生动植物,如格氏栲)、以及森林山火防治等方面的合作;重视输电线路架设过程中,对进入森林区域的包装物资的安全处置,以避免携带对本地森林生态系统而言的外来生物进入,防止形成入侵种,导致对当地健康森林系统的危害。从本次实地调研的森林植被类型来看,以竹林、常绿阔叶林、人工经济林为主,但三明市境内也存在大面积的常绿针叶林,针对单一林相,在输电线路架设与维护过程中,要特别留意包括松材线虫等在内的外来生物的携带与防治处理。

5. 对输电线路及设施所涉及的其他森林或湿地物种,在力所能及范围内开展生态化保护与防治。

三明市优越的自然条件,让这里的野生动植物资源非常丰富,是当地可持续发展的一大基石。输电线路及设施所穿越地区,与除鸟类以外的其他众多野生动植物也会产生大小不一的交集,在处理与这些野生动植物的关系时,也应该如同关注野生鸟类保护一样,注重邻里保护,注意对其他野生动植物资源本身及栖息地的保护。如对部分铺设在地下的输电设施,为防止竹鼠啃咬,目前已采取的加装防护套或涂抹生态辣椒粉等措施;如联合当地多部门力量,加强对当地特有植物、药用植物、湿地动植物的保护,尽量减少对其本体及生境的影响或破坏。

(注:本文中的图表均由调研组提供。)



崖沙燕 (*Riparia riparia*) 筑巢栖息地适宜性分析

封紫 周晋峰 杨晓红

摘要: 崖沙燕是穴巢鸟类, 集群繁殖。近年来受气候变化和栖息地丧失的驱动影响, 崖沙燕数量在整个繁殖范围内急剧减少。本文从自然环境条件和人类活动两个方面, 分析崖沙燕筑巢栖息地适应性的影响因子, 认为基质、植被、水域、食物、体外寄生虫是崖沙燕筑巢栖息地选择的重要指标, 而人类活动在一定程度上加剧其栖息地的丧失, 同时也创造出新的人造栖息地作为天然栖息地的补充。

关键词: 崖沙燕, 筑巢, 栖息地, 适宜性

封紫, 周晋峰, 杨晓红. 崖沙燕 (*Riparia riparia*) 筑巢栖息地适宜性分析. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷, 2024年8月, 总第66期. ISSN2749-9065

崖沙燕 (*Riparia riparia*) 是雀形目 (*Passeriformes*) 燕科 (*Hirundinidae*) 沙燕属 (*Riparia*) 长途迁徙鸟类, 以中小型昆虫为食^[1], 集群繁殖, 繁殖期为每年4月底至8月^[2]。在我国, 崖沙燕有四个亚种: 东北亚种 (*R. r. ijimae*)、新疆亚种 (*R. r. diluta*)、青藏亚种 (*R. r. tibetana*) 和福建亚种 (*R. r. fokiensis*)^[3], 分布于新疆、青海、四川以及中国南方的多数地区^[4]。崖沙燕因具有重要的生态、科学、社会价值, 已被我国列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》。

近年来, 崖沙燕种群在整个繁殖范围内都在急剧下降^[5], 栖息地的丧失和退化是主要的驱动因子^{[6][7]}。有研究发现在一个特定的河岸地点筑巢的崖沙燕数量有相当大的年度波

动^[8], 这可能是繁殖季节栖息地适宜性发生变化的结果。因此, 本研究拟从环境因子和人为因素两个方面对崖沙燕筑巢地生境适宜性进行分析, 旨在为保护和恢复崖沙燕筑巢栖息地提供重要依据。

1 繁殖崖壁

1.1 类型

崖沙燕通常选择新被侵蚀的河流、溪流、湖泊、水库、沿海、以及湿地低地的崖壁^{[9]~[11]}, 以减少捕食者访问^[12], 并通过周期性洪水事件减少巢穴中寄生虫负荷^[13]。

随着自然栖息地的丧失, 崖沙燕也在人工结构中筑巢, 如公路和铁路切割和建筑工程挖掘的断面等^[2], 甚至在墙壁上的排水管道中^[14]。其中, 采石场是极为重要的筑巢地点^[9]。在捷克, 约有三分之一的崖沙燕筑巢区



域仍保持密集的采石活动^[15]。聚集坑可以为崖沙燕提供同等的筑巢栖息地，在巢穴大小、雏鸟数量、总体繁殖成功率上并没有差异，且坑类雏鸟比湖岸雏鸟有更少的体外寄生虫^[16]。

崖沙燕通常会避开在旧的洞穴中筑巢（通常在沙坑），因为它们有明显的缺点，比如体外寄生虫的增加^[17]。新形成的巢穴并没有被体外寄生虫高水平感染，但随着巢穴群落年龄的增长，致病率可接近100%^[17]。因此，崖沙燕必须重新定居到一个新的地方，或者在前一个繁殖季节没有留下明显标志的地方^[18]。通常情况下，大多数崖沙燕会在第二年返回到10公里范围内进行繁殖^{[19][20]}。

1.2 高度和坡度

河岸高度和坡度，与洞穴数量呈正相关^[21]，可能是迁徙过程中的重要影响因素^[22]。崖沙燕倾向于在垂直河岸筑巢^[12]，优先选择斜坡最上面的三分之一处^{[23]~[25]}，使自然繁殖巢不低于3m的垂直高度，最大限度地减少捕食者的进入^[26]，如蛇和狐狸^[12]。不过，我们在人造崖壁上发现了低于1m的崖沙燕巢穴，这可能与人类活动频繁，捕食者不易接近有关。

1.3 基质

土壤颗粒的粒径，是影响繁殖成功的一个重要因素^[27]。崖沙燕虽然拥有广泛的土壤分布^[28]，但首先会优先选择松散土质^[15]，主要是粘土含量低于10%的中细砂^[27]。因为，细至中砂粒渗透性和排水性较好，可以保持墙体的稳定，即使在有大量雨水渗透的季节也能保持干燥的隧道^[29]。并且，松散沙土比紧凑土壤易于开挖，可以减少崖沙燕筑巢的能量成本。隧道长度通常是60-100厘米，直径约6厘米^[30]。随着洞穴深度的增加，崖沙燕成功筑巢的几率增加^[23]。较深的洞穴不仅可以防止雏鸟掉落，还有利于抵御捕食者，保护巢穴免受河岸表面塌陷的威胁^[31]，提高崖沙燕繁殖成功率^[23]。

另外，崖沙燕筑巢选址通常会避免底部有碎石堆积的地点^[32]，因为它为捕食者提供了从下面轻松访问的路径^[33]。

2 植被

植被的存在，被认为是繁殖崖壁或河岸（筑巢地）被遗弃的主要原因之一^[15]。崖沙燕会选择未带植被的河岸面和基地，但除了大多数去除表层土壤的砾石坑，表层的土壤一般是有植被^[31]。所以，崖沙燕更倾向于40米范围内没有超过1米植被的河岸



筑巢^[31]。但有学者研究得出崖沙燕偏好选择植被密度较大与植被均较高的生境,且认为植被不是崖沙燕巢址选择的主要因子^[34]。根据大量的实际调查发现,崖沙燕筑巢崖壁,通常是没有植被或分布有少量低矮植被,这与 Bergstrom^[8] 阐述的植被最少的观点基本一致。这可能是开阔空间有利于观察外界变化,及时发现潜在的危险,同时也减少捕食者栖息或潜伏的风险。另外,河岸下自然播种树木和灌木,是小的筑巢区域的典型威胁^[15]。因此,植被状况是崖沙燕选址的重要指标。

3 水域

3.1 距离

崖沙燕种群的存在,其繁殖崖壁与水的距离呈负相关^[35]。崖沙燕巢穴通常在靠近水体的地方被发现。大多数的巢穴群位于最近水域 500 米处,但也有位于水域 5 公里处^[15]。崖沙燕的繁殖似乎更少依赖于水的存在^[15],曾在离巢穴 8-10 公里的地方才被发现^[19]。崖沙燕选择水域筑巢,可以方便觅食、有效阻止捕食者的进入,而远离水域的原因很可能是没有适宜的河岸栖息地。

3.2 水流

繁殖地点附近发生的水流侵蚀现象,对于崖沙燕筑建新的巢穴至关重要。繁殖地点的适宜性,在一定程度上取决于侵蚀,因为侵蚀既会创造新的地点,也会破坏旧的地点^[10]。自然变化的水流创造和维持了对河岸物种至关重要的栖息地动态^[36],为崖沙燕提供了一定数量的栖息地^[11]。河流沿线最好的筑巢地点,是在每年发生侵蚀的曲线上^[8]。随着时间的推移,栖息地的可用性也受到流量机制的调节^{[37]~[39]}。一年一度的冲刷阻止植被的侵入,限制砾石碎片的沉积,且繁殖季节前冬季河流流量对种群筑巢率有积极影响^[40]。如果没有这种自然侵蚀,河岸将稳定、硬化,并不再支持崖沙燕的筑巢繁衍^[41]。持续时间最长的崖沙燕聚居区与区域侵蚀有关^[41]。

4 食物

4.1 食源

崖沙燕在觅食陆生昆虫之前,优先觅食水生昆虫,并根据水生昆虫的生产力和时间来确定雏鸟所能获得的相对利益^[42]。不过,由于水生昆虫相对于陆生昆虫的相对密度非常低^[43],崖沙燕更依赖于陆生昆虫^[42]。陆生双翅目昆虫是崖沙燕繁殖季节的主要食物来源^[43],水生昆虫的贡献很



低^[44]，且水生昆虫的可用性似乎随着离湖泊距离的增加而减少^[42]。当河道内生境异质性得到改善，河道的重新蜿蜒，便会增加大型无脊椎动物的丰度^[45]，但在周边都是高产牧场的筑巢区域，水生昆虫对崖沙燕的食源贡献依然不大^[43]，牧场猎物可用性更高^[43]。

崖沙燕在空中捕食昆虫^[46]，以多种飞行昆虫为食。在水源附近筑巢的燕子，在夏季以摇蚊科和毛蚊科为食，而不是其他著名的水生昆虫，如星翅目、鳞翅目或毛翅目^[44]。陆生栖息地的崖沙燕则以陆生双翅目（苍蝇）、鞘翅目（甲虫）、膜翅目（锯蝇、黄蜂、蜜蜂和蚂蚁）、半翅目（蝽类）为食^[42]。昆虫是蛋白质、硫和钙等热量和营养物质的重要来源。营养需求对产蛋有一定的影响，主要的限制因素是用于蛋的形成和维护的钙^[1]。鞘翅目和毛蚊科昆虫的钙浓度高于平均水平（分别为 3.8 和 3.9 mg g⁻¹ 干重）^[30]，在产卵过程中被崖沙燕大量摄取^[1]。

4.2 觅食地点

崖沙燕经常在河流侵蚀过程形成的河崖或河岸上筑巢^[47]，表现出对与河流相关的食物供应的强烈依赖^[48]，经常在河流水面上觅食^[45]，但并不局限于此^[14]，还包括草地和农田等

^[10]。草原也是燕子适宜的觅食栖息地^[41]，因为开阔区域的热气流会将猎物带到空中^[49]，便于空中捕食。随着种群距离草原的距离越来越近，崖沙燕种群的生存能力就越高^[41]。与湖岸和内陆栖息地相比，农田支持更高的昆虫可利用性（空中和非空中昆虫），且湖岸小麦田的昆虫干重最高，内陆和湖岸玉米田的昆虫干重最低^[42]。

4.3 觅食距离

繁殖穴的燕子是中心觅食者，在筑巢地 200-500 米的开放栖息地以空中昆虫为食^{[12][41]}，以此降低觅食的通勤成本^[6]。崖沙燕在喂养雏鸟时，倾向于在距离 50-200 米的范围内觅食^[50]。随着雏鸟期的推移，为成长中的后代寻找食物的压力增加，觅食范围会增加^[6]。崖沙燕会远离筑巢地觅食^{[51]~[53]}，有部分崖沙燕会在距离筑巢区 2km 以上的，甚至到 15km 的地方觅食^[6]，以弥补食物供应的匮乏^{[51][54]}。

4.4 气候条件

天气对食物资源有一定的影响^[55]。空中捕食者的食物（空中浮游生物）严格依赖于温度、降雨等天气参数^{[57][58]}。因此，空中食虫动物极易受到恶劣天气条件的限制，例如，寒冷、潮湿的天气，不仅减少了飞虫



的数量,而且还损害了鸟类的觅食能力^[56]。

在恶劣天气下,由于食物供应的变化,迫使成鸟去离巢穴更远的地方觅食^{[59][60]},消耗更多的能量^[61]。当春季和初夏天气寒冷、潮湿和多风时,昆虫数量不会增加到非常高的水平,可能会造成繁殖期间死亡率较高^[33]。

温度和降水(干旱)是影响食物丰度的重要因子^[62]。环境温度对燕科的食物供应有相当大的影响^{[63][30]},与崖沙燕的觅食率密切相关^[1]。昆虫活动随温度的升高而增加^{[64][65]},昆虫丰富度和物种丰富度也随之增加^{[65][66]}。天气极端波动有可能影响昆虫的活动水平^[54]。当温度较低时,崖沙燕需要更多的食物来维持正常的代谢需求。如果食物资源减少,它们可能需要花费额外的能量来获取。当食物条件较差时,崖沙燕往往会长时间觅食,觅食距离与昆虫数量和温度呈负相关^[54]。

在繁殖季节,崖沙燕繁殖地的降雨,对生产力有重要影响^[62]。在气候非常干燥地区,5月到10月期间降雨的增加,可能会导致更多的潮湿地区、植被生长和大量的昆虫,从而给崖沙燕提供更多的觅食机会^[62]。不过,强降雨抑制了成虫的飞行,减少了被空中觅食鸟类捕获的机会,降低了成

鸟的觅食能力,从而影响雏鸟的生产力,并在较小程度上引起巢洞的坍塌^[62]。另外,干旱通过减少开放水域的面积、抑制昆虫的数量^[67],也会对崖沙燕产生不利影响。

4.5 食物对繁殖的影响

食物供给对崖沙燕繁殖存在潜在影响^[17]。鸟类通常会推迟产蛋,直到食物供应达到较高水平的丰度^{[68][69]}、质量和稳定性^[1]。对于燕子来说,在第一窝孵化的关键阶段最需要稳定的食物供应,这也是限制该物种早期产蛋的最终因素^[1]。换言之,食物供应的稳定性,是影响繁殖时间的重要因素^[68]。

崖沙燕依赖的食物昆虫,在5月初就有,因此崖沙燕能够更早地产蛋^[1]。繁殖期通常是适时的,以确保雏鸟在巢内时有最大的食物丰度^{[69][70]}^[71]。另外,空中食虫鸟类的雏鸟能够在恶劣天气时期减缓发育速度,并在进食条件改善时恢复正常的发育速度^{[68][72]~[74]},并通过上调其肠道功能,降低维持的能量成本和增加运动活动来积极应对食物短缺^[75]。

5 寄生虫

由于大多数体外寄生虫是通过密切联系或实际的身体接触从一个个体转移到另一个个体^[76],所以,迁



徙物种的个体可能比非迁徙物种的个体更容易感染体外寄生虫和疾病^[7]。寄生虫可以导致死亡，并对宿主的繁殖能力和生存产生负面影响^[78]^[81]。

崖沙燕通常感染有一种或多种鸟虱、双翅目幼虫、跳蚤、螨虫和蝉虫等^[76]^[82]^[83]体外寄生虫，可降低崖沙燕的繁殖成功率，也会降低雏鸟的体重^[84]。

6 人类活动

任何涉及河岸（或崖壁）或减少侵蚀的土地利用活动，都会限制崖沙燕可用栖息地，如道路维护、挖掘、防洪、稳固河岸、改变河流流量和改变周围的土地利用等^[87]^[88]。甚至越野车活动的干扰，也会导致崖沙燕栖息地的丧失^[87]。而土地利用模式也会影响猎物的可食用性^[89]^[90]。

6.1 河流渠化

河流渠化，被认为是崖沙燕最隐蔽、最长期的威胁^[91]，会导致崖沙燕栖息地的丧失，是崖沙燕灭绝的主要因素^[88]。渠道化，包括通过使用堤坝来控制洪水和安装抛石来限制河流的自然蜿蜒模式。抛石是一种护岸形式，沿着河岸的各个部分从上到下放置巨大的岩石，以减少侵蚀^[22]。例如，1980年，在红崖引水坝下游2.4公

里的2000多个洞穴被抛石项目摧毁^[87]。

6.2 建造水坝水库

水坝水库的建设，影响着下游水流流量和速度，引起河流曲流迁移和河岸侵蚀减少^[92]，从而导致崖沙燕栖息地的丧失，这可能是崖沙燕数量下降的另一重要原因之一^[11]。当水库蓄水较高时，会破坏河岸栖息地，导致种群数量明显减少^[7]。

6.3 挖掘或关闭采石场

作为崖沙燕重要的人工繁殖区，采石场的密集开挖和搬迁（关闭采石场）也对崖沙燕巢穴构成威胁^[15]。密集开挖，无法为崖沙燕在繁殖期提供稳定的挖掘断面；而放弃开采的地方也很快布满了植被，断面通常会在几年后崩塌，土壤也变得更加紧凑^[15]，通常会导致穴居物种放弃这些繁殖崖壁^[93]^[94]。

7 分析讨论

巢穴增加了繁殖成鸟探测和阻止潜在捕食者的能力^[95]^[96]，崖沙燕作为穴巢鸟，受到掠食性压力较小^[97]，但巢穴的可用性通常限制了洞穴筑巢鸟类的数量^[98]。然而，受到气候变化和栖息地丧失的双重威胁^[12]^[99]，可用的天然巢穴相应减少，崖沙燕种群数量大幅下降^[100]^[101]。



栖息地适宜性与崖沙燕筑巢选址倾向密切相关。由于物理环境和生物环境的不断变化,适宜的筑巢条件发生变化,崖沙燕就会重新选择繁殖栖息地。然而,由于气候变化和人类活动的影响,自然栖息地的选择空间也不断被压缩,崖沙燕甚至在远离河岸的人造结构中筑巢。虽然与在湖岸筑巢相比,聚集坑中每个成功的巢能产出更多的雏鸟^[16]。然而,聚集坑中不成功的巢穴的比例也较高,且随着季节的推移,聚集坑中的成鸟质量显著下降^[16],会影响繁殖后迁移的能力(即体重损失造成的遗留效应)^[102]。因此,建议要加强自然栖息地的管理,保护高质量的河岸栖息地,减少水污染和生态系统退化。

食物是崖沙燕繁殖成功的重要保障之一。觅食栖息地的丧失和退化、以及随之而来的对食物供应的负面影响,被认为是对崖沙燕恢复的最大威胁之一^{[103][104]}。因此,要减少农田杀虫剂的使用,增加周边野生植被,提高昆虫数量和物种丰富度^[105]。

崖沙燕种群的存在与洪水风险呈正相关^[35],洪水流量的恢复有助于引导水生和河岸生态系统走向其以前的状态,并减少湿地和河岸植被的面积^[37],有利于崖沙燕繁殖成功。而水坝、河堤硬化等一系列河道工程,

在一定程度上改变了河流对原有河岸的侵蚀,会造成河岸的不稳定和体外寄生虫的增加。因此,建议减少对河岸的硬化处理和水坝建设,拆除不必要的河堤或其他护堤设施^[41],恢复河流自然流量和流速。

恶劣的天气会增加返回迁徙期间或越冬地的死亡率^[102]。崖沙燕是迁徙物种,其迁徙路线和越冬地区的天气条件可能与种群规模和存活率有关^{[106][107]}。崖沙燕种群“崩溃”与越冬地区的极端干旱有关^[107],其数量的显著减少与越冬地降雨量非常低相吻合^[108]。因此,在加强繁殖栖息地保护和恢复的同时,还应根据迁徙栖息地的降雨情况,采取有效措施,提高越冬季节成鸟和幼鸟的成活率,确保繁殖种群的数量,加快崖沙燕种群的恢复。

参考文献:

- [1]Turner A. K..Timing of Laying by Swallows (*Hirundo rustica*) and Sand Martins (*Riparia riparia*). *Journal of Animal Ecology*,1982, 51, 29-46.
- [2]BirdLife International. *Riparia riparia* (amended version of 2016 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species, 2019, e.T103815961A155536007.
- [3]郑作新. 中国鸟类系统检索. 北京: 科学出版社,2002,142-143.



- [4]郑光美. 中国鸟类分类与分布名录[M]. 3版. 北京:科学出版社,2017.
- [5]Sauer, J. R., D. K. Niven, J. E. Hines, D. J. Ziolkowski Jr, K. L.Pardieck, J. E. Fallon, and W. A. Link. The North American Breeding Bird Survey, results and analysis 1966–2015. Version 2.07, USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, USA, 2017.
- [6]Sarah Saldanha, Foraging and Roosting Habitat Use of Nesting Bank Swallows in Sackville, NB. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia,2016.
- [7]苏化龙,胥执清,聂必红,等. 三峡库区水库蓄水对崖沙燕种群的影响[J]. 动物学杂志,2007, (03):120–125.
- [8]Bergstrom, E. A. . The South Windsor bank swallow colony. Bird-Banding,1951, 22(2), 54–63.
- [9]Tucker G. M.; Heath, M.F.. Birds in Europe: Their Conservation Status. Bird Life International: Cambridge, U.K., 1994.
- [10]Turner A.. Collared Sand Martin (*Riparia riparia*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. and de Juana, E. (eds), Handbook of the Birds of the World Alive, Lynx Edicions, Barcelona,2004.
- [11]Girvetz, Evan H. Removing erosion control projects increases bank swallow (*Riparia riparia*) population viability modeled along the Sacramento River, California, USA. Biological conservation, 2010, 143(4): 828–838.
- [12]Garrison Barrett A.. Bank swallow (*Riparia riparia*). In A. Poole and F. Gill (Eds.):The Birds of North America, American Ornithologists' Union, Cornell Laboratory of Ornithology, Academy of Natural Sciences: Washington, DC, USA, 1999,414:1–20.
- [13]Szé p, t. and møllEr, A. p.. Exposure to ectoparasites increases within-brood variability in size and body mass in the sand martin. Oecologia, 2000,125: 201–207.
- [14]Crampt S. (ed.). Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Vol. V Tyrant flycatchers to thrushes. Oxford University Press:Oxford,1988.
- [15]Heneberg P.. Sand martin (*Riparia riparia*) in the Czech Republic at the turn of the millenium. Linzer Biologische Beitrage, 2007,39(1):293–312.
- [16]Burke, T. R., Cadman, M. D., & Nol, E. . Reproductive success and health of breeding Bank Swallows (*Riparia riparia*) in aggregate (sand and gravel) pit and natural lakeshore habitats. The Condor, 2019,121(4):duz050.
- [17]Szé p T. & Møller A.P.. Cost of parasitism and host immune defence in the Sand Martin *Riparia riparia*: A role for



- parent-offspring conflict? *Oecologia*, 1999, 119:9-15.
- [18] Szabó Zoltán D. & Szép Tibor. Breeding dispersal patterns within a large Sand Martin (*Riparia riparia*) colony. *J Ornithol*, 2010, 151:185-191.
- [19] Mead, C. J. . Colony fidelity and interchange in the Sand Martin. *Bird Study*, 1979, 26:99-106.
- [20] Szép T.. Effects of age- and sex-biased dispersal on the estimation of survival rates of the sand martin *Riparia riparia* population in Hungary. *Bird Study*, 1999, 46:169 - 177.
- [21] Humphrey, J. M., and B. A. Garrison. . The status of Bank Swallow populations on the Sacramento River, 1986. State of California, The Resources Agency, Department of Fish and Game, Wildlife Management Division, Administrative Report 87-1, Sacramento, 1987.
- [22] Moffatt Kerry C.. Colonization and extinction dynamics of Bank Swallow (*Riparia riparia*) colonies along the Sacramento River, California. UNIVERSITY OF CALGARY, CALGARY, 2003
- [23] Sieber O.. Kausale und funktionale Aspekte der Verteilung von Uferschwalbenbruten (*Riparia riparia* L.). *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 1980, 52(1):19-56.
- [24] Garrison, B. A., Humphrey, J. M., Laymon, S. A.. Bank swallow distribution and nesting ecology on the Sacramento river, California. *Western Birds*, 1987, 18:71-76.
- [25] Heneberg P.. The influence of nestwall size on number and density of nestholes of Sand Martin (*Riparia riparia*). *Sylvia*, 1998, 34:115-124.
- [26] Silver, M. and Griffin, C. R.. Nesting habitat characteristics of bank swallows and belted kingfishers on the Connecticut river. *Northeastern Naturalist*, 2009, 16: 519-534
- [27] Heneberg P.. Size of sand grains as a significant factor affecting the nesting of Bank Swallows (*Riparia riparia*). *Biologia, Bratislava*, 2001, 56(2): 205-210.
- [28] Heneberg P.. Soil particle composition affects the physical characteristics of Sand Martin *Riparia riparia* holes. *Ibis*, 2003, 145:392-399.
- [29] Bo-Bertil Lind, Jimmy Stigh & Lars Larsson. Sediment type and breeding strategy of the Bank Swallow *Riparia riparia* in western Sweden. *ORNIS SVECICA*, 2002, 12:157-163.
- [30] Turner A. K.. The use of time and energy by aerial-feeding birds. Unpublished. Ph.D. thesis, University of Stirling, 1980.
- [31] Hjertaas Dale G.. Colony site selection in Bank Swallows. MSc Thesis, The University of Saskatchewan, Saskatoon, 1984.



- [32]Ghent, A. W.. Importance of low tal us in location of bank swallow (*Riparia riparia*) colonies. *American Midland Naturalist*,2001,146:447-449.
- [33]Mead, C. J.. Mortality and causes o f death in British Sand Martins. *Bird S tudy* ,1979,26:107-112.
- [34]叶淑英,郭书林,窦泽龙,王振龙,路纪琪. 郑州郊区崖沙燕(*Riparia riparia*) 的巢址选择. *生态学报*,2016,36(21) : 7006-7013.
- [35]Jon Etchezarreta and Juan Arizaga. C haracteristics of Sand Martin *Riparia r iparia* Colonies In Artificial River Wal ls. *Ardeola* , 2014, 61(1):127-134.
- [36]Poff, N. L. , Allan, J. D. , Bain, M. B. , Karr, J. R. , Prestegard, K. L. , R ichter, B. D. , ... & Stromberg, J. C. . The natural flow regime. *BioScience*, 199 7,47(11), 769-784.
- [37]Greenberg L, Svendsen P, Harby A. . Availability of microhabitats and their use by brown trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallusthymallus*) in the Ri ver Vojman, Sweden. *Regulated Rivers: R esearch & Management*,1996,12: 287-303.
- [38]Reeves GH, Benda LE, Burnett KM, Bi sson PA, Sedell JR. . A disturbanee-base d ecosystem approach to maintaining and restoring reshwater habitats of evolut ionarily significant units of anadromou s salmonids in the Pacific Northwest. *A merican Fisheries Society Symposium*,199 6,17: 334-349.
- [39]Sparks RE. . Need for ecosystem mana gement of large rivers and their floodp lains. *BioScience* ,1995,45: 168-182.
- [40]Moffatt, K. C. , Crone, E. E. , Holl, K. D. , Schlorff, R. W. , & Garrison, B. A. . Importance of hydrologic and lands cape heterogeneity for restoring bank s wallow (*Riparia riparia*) colonies along the Sacramento River, California. *Rest oration Ecology*, 2005,13(2), 391-402.
- [41]Garcia, D. . Spatial and Temporal Pa tterns of the Bank Swallow on the Sacra mento River. *Environmental Science. Cal ifornia State University, Chico, CA. (M. S. thesis, California State University, Chico, CA, USA.)*,2009.
- [42]Génier Corrine S. V. . Diet Composi tion and Mercury Exposure in Bank Swall ows (*Riparia riparia*) Breeding at Lakes hore and Aggregate Pits. *Electronic The sis and Dissertation Repository*,2019,67 77.
- [43]Nakano Daisuke, Akasaka Takumi , Ko hzu Ayato & Nakamura Futoshi. Food sourc es of Sand Martins *Riparia riparia* duri ng their breeding season: insights from stable-isotope analysis, *Bird Study*, 2 007,54:1, 142-144
- [44]Waugh, D.R. . The diet of Sand Marti ns during the breeding season. *Bird Stu dy*, 1979, 26:123-128.
- [45]Nakano, D. , Nunokawa, M. & Nakamura, F. . Change in distribution and structu re of macroinvertebrate community befor



- e and after re-meandering experiment. *Environ. Civil Eng.*, 2005, 7: 173-186.
- [46] Fry C. H., Ash, J. S. & Ferguson-Leslie I. J.. Spring weights of some Palearctic migrants at Lake Chad. *Ibis*, 1970, 112(1): 58-82.
- [47] Morgan, R. A.. Sand Martin nest record cards. *Bird Study*, 1979, 26: 129-132.
- [48] Széplényi T., Szabó D. and Vallner J.. Integrated population monitoring of sand martin *Riparia riparia*—an opportunity to monitor the effects of environmental disasters along the river Tisza. *Ornis Hungarica*, 2003, 12-13: 169-182.
- [49] Drake, V. A. & Farrow, R. A.. The influence of atmospheric structure and motions on insect migration. *Ann. Rev. Entomol.* 1988, 33: 183-210.
- [50] Garrison, B. A.. Bank Swallow, California Partners in Flight Riparian Conservation Plan, 2002 (available from: <http://www.prbo.org/calpif/htmldocs/species/riparian/bansacct.html>). Cited from Kerry C. Moffatt, Colonization and extinction dynamics of Bank Swallow (*Riparia riparia*) colonies along the Sacramento River, California. University of Calgary, Calgary, 2003.
- [51] Adams, J. S., Knight, R. L., McEwen, L. C. and George, T. L.. Survival and growth of nestling Vesper Sparrows exposed to experimental food reductions. *The Condor*, 1994, 96 (3): 739-748.
- [52] Falconer, C. M., Mallory, M. L. and Nol, E.. Breeding biology and provisioning of nestling Snow Buntings in the Canadian High Arctic. *Polar Biology*, 2008, 31(4): 483-489.
- [53] Sokolov, V., Lecomte, N., Sokolov, A., Rahman, M. L. and Dixon, A.. Site fidelity and home range variation during the breeding season of Peregrine Falcons (*Falco peregrinus*) in Yamal, Russia. *Polar Biology*, 2014, 37 (11): 1621-1631.
- [54] Bryant, D. M. and Turner, A. K.. Central place foraging by swallows (*Hirundinidae*): the question of load size. *Animal Behaviour*, 1982, 30 (3): 845-856.
- [55] Lack, D.. *Population Studies of Birds*. Oxford University Press, Oxford, 1966.
- [56] Elkins, N.. *Weather and bird behaviour*. T. & A. D. Poyser, Carlton, 1983.
- [57] Koskimies J.. The life of the swift *Micropus apus* (L.) in relation to weather. *Ann. Acad. Sci. Fenn.*, 1950, A 4: 1-151.
- [58] Brown C. R. & Brown M. B. Natural selection on tail and bill morphology in Barn swallows *Hirundo rustica* during severe weather. *Evolution*, 1999, 52: 1461-1475.
- [59] Turner, A. and Rose, C.. *Swallows and martins: an identification guide and handbook*. Houghton Mifflin Co: Boston, 1989.



- [60]Winkler, D. W.. Roosts and migrations of swallows. *El hornero*, 2006 ,21 (2): 085-097.
- [61]Westerterp, K. R. , and D. M. Bryant. . Energetics of free existence in swallows and martins, Hirundinidae, during breeding. A comparative study using doubly labeled water. *Oecologia*,1984, 62:376-381.
- [62]Edward Cowley and Gavin M. Siriwardena. Long-term variation in survival rates of Sand Martins *Riparia riparia*: dependence on breeding and wintering ground weather, age and sex, and their population consequences. *Bird Study*,2005,52: 237-251.
- [63]Bryant, D. M.. The factors influencing the selection of food by the house martin, *Delichon urbica*. *Journal of Animal Ecology*, 1973,42:539-564.
- [64]Haskell, P. T.. *Insect Behaviour*. Aldard and Son, Ltd. Bartholomew Press, Dorking, Surrey ,1966.
- [65]Taylor, L. R.. Analysis of the effect of temperature on insects in flights. *Journal of Animal Ecology*,1963,32:99-117.
- [66]Turner, A.K. Time and energy constraints on the brood size of swallows, *Hirundo rustica*, and sand martins, *Riparia riparia*. *Oecologia* 1983,59, 331 - 338.
- [67]Zwarts, L. , Bijlsma, R.G. , van der Kamp, J. & Wymenga, E.. Living on the Edge: Wetlands and Birds in a Changing Sahel. Zeist, The Netherlands: KNNV Publishing,2009.
- [68]Bryant, D. M.. Breeding biology of the house martin, *Delichon urbica*, in relation to aerial insect abundance. *Ibis*,1975,117:180-215.
- [69]Perrins C. M.. The timing of birds' breeding seasons. *Ibis*,1970,112:242-256.
- [70]Gibb, J.. The breeding biology of the Great and Blue Titmice. *Ibis*,1950,92: 507-539.
- [71]Lack D.. *The Natural Regulation of Animal Numbers*. Oxford University Press: Oxford,1954.
- [72]Lack, D & Lack, E.. The breeding biology of the Swift *Apus apus*. *Ibis*,1951, 93 501-546.
- [73]O' Connor, R.J.. Nest-box insulation and the timing of laying in the Wytham Woods population of Great Tits *Parus major*. *Ibis*,1978,120:534-536.
- [74]Emlen, S. E. , Wrege, P. H. , Demong, N. J. and Hegner, R. E. . Flexible growth rates in nestling white-fronted bee-eaters: a possible adaptation to short-term food shortage. *Condor*,1991,93, 591 - 597.
- [75]Brzek, P. , & Konarzewski, M. Effect of food shortage on the physiology and competitive abilities of sand martin (*Riparia riparia*) nestlings. *Journal of Experimental Biology*, 2001,204(17): 3065-3074.



- [76] Rothschild, M., and T. Clay. Fleas, flukes, and cuckoos. A study of bird parasites. Macmillan Press: New York, 1957, xiv + 305 p..
- [77] John L. Hoogland & Paul W. Sherman. Advantages and Disadvantages of Bank Swallow (*Riparia Riparia*) Coloniality. *Ecological Monographs*, 1976, 46: 33-58.
- [78] Møller, A. P. . Effects of parasitism by a haematophagous mite on reproduction in the Barn Swallow. *Ecology*, 1990, 71: 2345 - 2357.
- [79] Hudson, P. J., and A. P. Dobson. Host - parasite processes and demographic consequences. In *Host - Parasite Evolution, General Principles and Avian Models* (D. Clayton and J. Moore, Editors). Oxford University Press, Oxford, UK. , 1997, 128 - 154.
- [80] Danchin, E., T. Boulinier, and M. Massot. Conspecific reproduction success and breeding habitat selection: Implications for the study of coloniality. *Ecology*, 1998, 79: 2415 - 2428.
- [81] Proctor, H. C.. Feather mites (Acari: Astigmata): Ecology, behavior, and evolution. *Annual Review of Entomology*, 2003, 48: 185 - 209
- [82] Stoner D.. Studies on the Bank Swallows *Riparia riparia riparia* (Linnaeus) in the Oneida Lake region. *Roosevelt Wildlife Bull*, 1936, 4: 122-233.
- [83] Büttiker W.. Parasiten und nidicol en der Uferschwalbe. *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 1969, 42: 205-220.
- [84] Santos Alves M. A.. Effects of ectoparasites on the Sand Martin *Riparia riparia* nestlings. *IBIS*, 1997, 139: 494-496.
- [85] Hubble, T., and E. De Carli. Mechanisms and Processes of the Millennium Drought River Bank Failures: Lower Murray River, South Australia, Goyder Institute for Water Research Technical Report Series No. 15/5, Adelaide, South Australia, 2015.
- [86] Freer, v. M.. factor affecting site tenacity in New York Bank Swallows. *Bird Banding*, 1979, 50: 349-357.
- [87] Stephen A. Laymon, Barrett A. Garrison and Joan M. Humphrey. Historic and current status of the bank swallow in California, 1987. Wildlife Management Division Administrative Report 88-2. Supported by California Endangered Species Tax Check-off Program, Nongame Bird and Mammal Section, California Department of Fish and Game.
- [88] Moffatt, K. C.. Colonization and extinction dynamics of bank swallow (*Riparia riparia*) colonies along the Sacramento River. University of Calgary California, 2005.
- [89] Benton, T. G., D. M. Bryant, L. Cole, and Q. P. Crick-Humphrey. Linking agricultural practice to insect and bird p



- opulations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology*, 2002, 39: 673 - 687.
- [90] Brown, C. R., C. M. Sas, and M. Bomberger Brown. Colony choice in Cliff Swallows: effects of heterogeneity in foraging habitat. *Auk*, 2002, 119: 446 - 460.
- [91] Remsen, J. V., Jr. Bird species of special concern in California: An annotated list of declining or vulnerable bird species. *Nongame Wildl. Invest., Wildl. Mgmt. Branch Admin. Rep.*, 1978, 78-1, 54.
- [92] Larsen, E. W., Fremier, A. K., Greco, S. E.. Cumulative effective stream power and bank erosion on the Sacramento River, California, USA. *Journal of the American Water Resources Association*, 2006, 42, 1077-1097.
- [93] Heneberg P. & K. ŠIMEČEK. Nesting of European bee-eaters (*Merops apiaster*) in Central Europe depends on the soil characteristics of nest sites. *Biologia, Bratislava*, 2004, 59: 205-211.
- [94] Hsiao-Wei Yuan, D. Brent Burt, Lee-Ping Wang, et al. Colony site choice of blue-tailed bee-eaters: influences of soil, vegetation, and water quality. *Journal of Natural History*, 2006, 40(7-8): 485-493.
- [95] Finch, D. M.. Relationships of surrounding riparian habitat to nest-box use and reproductive outcome in House Wrens. *The Condor*, 1989, 91(4), 848-859.
- [96] Pingjun Li, Thomas E. Martin. Nest-Site Selection and Nesting Success of Cavity-Nesting Birds in High Elevation Forest Drainages. *The Auk*, 1991, 108(2,): 405-418.
- [97] TE Martin, P Li - Ecology. Life history traits of open - vs. cavity - nesting birds. *Ecology*, 1992, 73(2): 579-592.
- [98] Stauffer, D. F., & Best, L. B.. Nest-site selection by cavity-nesting birds of riparian habitats in Iowa. *The Wilson Bulletin*, 1982, 329-337.
- [99] del Hoyo J., Elliott A. & Christie D. 2004. *Handbook of the birds of the world. Vol. 9: Cotingas to pipits and wag tails.* Lynx Edicions, Barcelona.
- [100] Cowley E.. Sand Martin population trends in Britain, 1965-1978. *Bird Study*, 1979, 26: 113 - 116.
- [101] Jones G.. Selection against large size in the Sand Martin. *Ibis*, 1987, 129: 274 - 280.
- [102] Harrison, X. A., Blount, J. D., Inger, R., Norris, D. R., & Bearhop, S.. Carry-over effects as drivers of fitness differences in animals. *Journal of Animal Ecology*, 2011, 80(1), 4-18.
- [103] Cosewic. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. *Cosewic assessment and status report on the Bank Swallow (*Riparia riparia*) in Canada.* Ottawa, ON, Canada., 2013. http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_s



ara/files/cosewic/sr_hirondelle_rivage_bank_swallow_1213_e.pdf

[104]Falconer, M., K. Richardson, A. Heagy, D. Tozer, B. Stewart, J. McCracken, and R. Reid. Recovery Strategy for the Bank Swallow (*Riparia riparia*) in Ontario. Ontario Recovery Strategy Series. Prepared for the Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, Peterborough, ON, Canada, 2016.

[105]Denys, C., & Tschardtke, T.. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia*, 2002, 130, 315-324.

[106]Kuhnen K.. Bestandsentwicklung, Verbreitung, Biotop und Siedlungsdichte der Uferschwalbe (*Riparia riparia*) 1966-1973 am Niederrhein. *Charadrius*, 1975, 11: 1-24.

[107]David M. Bryant & Gareth Jones. Morphological changes in a population of Sand Martins *Riparia riparia* associated with fluctuations in population size. *Bird Study*, 1995, 42(1): 57-65.

[108]Szep Tibor. Relationship between west African rainfall and the survival of central European Sand Martins *Riparia riparia*. *IBIS*, 1995, 137(2): 162-168.



生态文明视域下的生物多样性保护与“一带一路”协同共建

周晋峰 王静 孔垂澜

摘要：2013年，中国提出共建“一带一路”倡议，重点以传统的丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路为依托，秉持开放原则，将沿途国家（地区）联合在一起，实现沿线国家（地区）在经济贸易合作、绿色低碳发展的全方位多领域互联互通。当今世界正处于百年未有之大变局，人类文明发展也面临越来越多的问题和挑战，“一带一路”倡议是中国尝试解决国际经济问题、破解发展难题、铺就共同发展繁荣之路的探索与方案。本文从生态文明视角出发，结合文明的发展历程及人类可持续发展所面临的现实危机，以及“一带一路”倡议所秉持的绿色底色，对“一带一路”共建路径从环境伦理、生物多样性保护角度进行探索和分析，推进在生态文明理念的指引下“一带一路”沿线国家深度参与全球环境治理。

关键词：一带一路，生态文明，生态冲突，环境伦理，邻里生物多样性保护

周晋峰，王静，孔垂澜. 生态文明视域下的生物多样性保护与“一带一路”协同共建. 生物多样性保护与绿色发展. 第 1 卷，2024 年 8 月，总第 66 期. ISSN2749-9065

一、人类文明进程与可持续发展危机

（一）文明的概念

文明是人类所创造的财富的总和，特指精神财富，包括文学、艺术、教育、科学等。文明涵盖了人与人、人与社会、人与自然之间的关系。其主要功能在于追求个人道德的提升和维护公共利益及公共秩序。

“文明”二字来源于拉丁语，英文是 civilization，从单词构成上看，它和城市（city）有关系。随着人类以部落和城镇的方式聚居，人们需要遵守规矩，这些规矩就是文明之源，所以文明的起始点就是人与人生活生产中相处的规矩，也是最早的道德和伦理，体现了人类社会进步状态。

虽然从不同角度出发，对文明的解释或解读也有多个版本，包括东方文明、中华文明、物质文明等等，但这些文明具有趋同性，从英文单词“civilization”的拉丁词源“Civis”来看，全球各种语言中的文明含义主要集中在三个方面：城市的居民；人们在城市中生活的能力；社会与文化状态的总和。

20 世纪 90 年代，美国政治学家塞缪尔·亨廷顿提出文明冲突论，认为“文明的冲突将主宰全球政治，文明间的（在地缘上的）断裂带将成为未来的战线”。这一论点经常被一些美国政客拿来注解中美关系，在地缘政治领域其相关争论也始终未曾停止。



本文所述的文明,从社会学角度来看,是指人类历史积累的有助于认识和适应客观世界、符合人类精神追求并被大多数人认可和接受的人文精神和发明创造的总和。这些集合包含了使人类脱离野蛮状态的所有社会和自然行为,至少包括信仰、语言、家族观念、法律、文字、宗教观念、城邦、工具和国家等要素。

(二) 人类文明发展历程

纵观人类文明发展历程,可分为原始文明、农业文明、工业文明、生态文明四个阶段。在每个文明阶段,都有其代表性的政治、文化、生产、资本等要素,如原始文明的图腾信仰、农业文明的铁器使用、工业文明的机械发明。

原始文明 大约发生在石器时代,历时百万余年,人类必须依赖集体的力量才能生存,生活完全依靠大自然的馈赠。采集和渔猎是这一阶段的主要生产活动,而石器、弓箭和火是这一阶段的重要发明。

农业文明 大约一万年,人类文明迎来了第一个重大转折,即从原始文明向农业文明的过渡。这一时期,青铜器、铁器、陶器、文字、造纸和印刷术等科技文化成果开始出现。主要的生产活动转变为农耕和畜牧,人类通过创造适当的条件,使所需物种

得以生长和繁衍,从而不再完全依赖自然界提供的现成食物。

工业文明 在人类历史上,这是一个运用科学技术的武器来控制 and 改造自然的时代,取得了前所未有的胜利。从近代科学的诞生到现代的新技术革命,四百多年的工业文明时代见证了社会生产力的飞速发展。人类在开发和改造自然方面取得的成就远远超过了过去所有时代的总和。工业文明为人类提供了优越的生活条件,但同时也给大自然带来了前所未有的严重伤害。人口危机、环境危机、粮食危机、能源危机等一系列问题接踵而至。

生态文明 生态文明是建立在知识、教育和科技高度发达基础上的文明。它强调自然界是人类生存与发展的基石,明确指出人类社会必须在生态基础上与自然界发生相互作用、共同发展,只有这样,人类的经济社会才能持续发展。

(三) 生态文明与人类生存危机

1. 生态文明的提出与发展

一般认为,“生态文明”(ecological civilization)一词最早由德国法兰克福大学教授伊林·费切尔(Iring Fetscher)于1978年提出,不过在其后相当长的



时间内，“生态文明”在西方被提及的次数寥寥。在中国，学界普遍认为生态农业科学家叶谦吉教授是最早提出“生态文明”概念的人（1987年6月），也是最早将生态文明理念践行于生态农业实验区的人。清华大学哲学系教授卢风等认为，虽然中西方学者提出生态文明的时间上有差别，但均为各自独立地提出，且其主导思想均契合人与自然和谐共生。

不过，与西方较少将生态文明用于鲜明的政策、制度相比，生态文明在中国得到了快速的响应与深刻的发展。特别是在2012年，中国共产党根据自身国情和未来发展的需要，在第十八次全国代表大会报告中，系统地、完整地、理论化地提出了生态文明的战略任务，并将生态文明建设正式纳入了社会主义现代化建设的“五位一体”总体布局。这是中国应对既要发展经济又要保护环境的双重挑战而做出的一项重大决策。

生态文明的产生，源于资本主义生产方式引发的全球生态危机，以及人们对工业文明和资本主义制度的深刻反思。与工业文明征服自然、改造自然显著不同的是，生态文明强调尊重自然，主张在充分认识到人的主观能动性和对自然影响力的情况下，发挥理性的、积极的调节作用，最终

实现人与自然的和谐共生。

生态文明作为人类文明发展的新阶段，是在对工业文明时代资本主义发展模式引发的一系列社会、经济、生态问题进行反思和总结的基础上逐渐形成的更复杂、更进步、更高级的文明形态。结合之前对文明概念的阐述，生态文明可以理解为人类发展的第四个阶段，它是一个社会各方面状态的总和，涵盖了生产力、生产关系、社会基础和上层建筑的总和所呈现出的整体特性。这包括了标准、制度、法律、道德伦理、习俗文化等各个方面。

2. 人类三大生存危机

需要特别强调的是，工业文明时代对生产力提升的追求、以剩余价值为目标的发展模式的异化，把自然当做满足资本增长的需要而存在的东西，对自然的掠夺性开发“剥夺了整个自然界——人类世界和自然界的价值。”^[1]这一逻辑暴露了其反生态的本质。由资本主义生产方式和生活方式所引发的现代自然资源紧缺、环境恶化等突出生态问题，进而加剧形成了人类可持续发展所面临的三大生存危机——生物多样性危机、气候危机、公共健康危机。



2.1. 生物多样性危机

生物多样性即生物(动物、植物、微生物)与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包括生态系统、物种和基因三个层次。^[2]生物多样性是人类得以生存发展的基础。物种灭绝数量的增加和特定物种种群规模的直线下降是生物多样性危机的直观体现。有研究指出,世界自然保护联盟濒危物种红色名录忽视了占已知动物物种约95%的无脊椎动物的灭绝问题。换言之,生物多样性危机是安静隐秘的,比当前人类认识到的更严重。生物多样性的丧失所带来的影响反作用于人类,成为人类可持续发展最根本的危机。

根据生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台(IPBES)2019年发布的报告,大约有100万种动植物物种面临着灭绝的威胁,其中许多物种可能在几十年内就会灭绝。这一数字比人类历史上的任何时期都要高。《生物多样性公约》第十五次缔约方大会(COP15)2022年通过的“昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架”(简称“框架”)显示,生物多样性仍在以人类历史上前所未有的速度在全球范围恶化。该框架指出,“直接驱动因素是土地和海洋利用的变

化、对生物体的直接利用、气候变化、污染和外来物种入侵。”

2.2. 气候变化危机

全球气候变暖,已成为学者专家乃至普通大众的共识。自1974年在世界气象组织和国际科学联盟理事会联合召开的“气候的物理基础及其模拟”国际学术研讨会上明确提出“气候系统”概念以来,随着研究的愈发深入和全面,人类对气候问题的认知不再局限于大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈等自然科学范畴,而是融入了政治、经济、外交等多方面因素。使得气候变化“破圈”的根本原因,归结为气候变化对人类可持续发展的影响。

随着人类社会的不断发展和科技的迅速进步,地球受到了广泛而持续的影响,尤其是气候问题和生物多样性问题尤为突出。根据政府间气候变化专门委员会(IPCC)多次评估报告得出的结论,全球气候变暖主要归因为人类活动,而这种变化总体是负面的。危机的紧迫性在于:如果全球温室气体排放量在2020年至2030年之间无法以每年7.6%的速度下降,那么世界将失去实现气候变化《巴黎协定》规定的1.5°C温控目标的机会。

然而联合国环境规划署发布的《2023年排放差距报告》显示,2022



年全球温室气体排放量创下新高，2021年至2022年期间全球温室气体排放量增长了1.2%。根据报告，为了实现《巴黎协定》中将全球升温控制在1.5至2摄氏度的目标，全球必须在2030年前减少28%至42%的碳排放量。

报告显示，如果按照目前的政策继续走下去，到本世纪末，地球将升温3°C，是巴黎协定1.5°C温控目标的两倍。^[3]这种持续增长的趋势使得全球变暖速度加快，导致更频繁和更严重的自然灾害，如极端天气、海平面上升和生态系统的崩溃等。

2.3. 公共健康危机

公共卫生健康危机突出体现在人畜共染病的爆发。世界卫生组织非洲区域办事处2022年7月发布的公报显示，2001年至2022年间，世界卫生组织非洲区域记录了1843起经证实的“公共卫生事件”，其中约有30%是人畜共患病的暴发，包括埃博拉、猴痘、登革热和炭疽病等疾病。

目前全世界已经认证的人畜共染病种类达到260种。它们随着鸟类迁徙、蚊虫叮咬等在野生动物、畜禽与人类社会交叉传播，造成严重致死性事件。人类活动，包括对自然栖息地的破坏、异宠交易和养殖、非法

盗猎和食用野生动物等，加剧了人畜共染病爆发和外溢的风险。

以尼帕病毒为例。为了生产棕榈油、获得木材和饲养牲口，大面积的热带雨林被砍伐，迫使一些果蝠在养猪场栖息，从而把病毒传染给农场里的猪，继而传染给人类。栖息地的丧失加重了病毒溢出（virus spillover）。

世界卫生组织2024年6月发布的《世界卫生统计》报告则显示，2019冠状病毒病（COVID-19）大流行在短短两年内使人类在提高预期寿命方面取得的进展倒退10年。

综上，人类行为是导致三大生存危机日益严峻的原因所在。这也表明工业文明的发展模式已不符合时代发展需要，而从根本上解决这些危机，需要一种新的文明形态从根本上予以变革，由此实现人类社会可持续发展。这种新的文明，便是生态文明。

当前全球正处于工业文明和生态文明的转型交汇期，工业文明仍然通过资本主义的运作方式深刻影响着人们生产生活和意识形态的方方面面，生态文明尚处于初步发展期，这也是当前全球社会所共同面临的大变革。

生物多样性危机、气候危机、公



共健康危机是当代最主要的生态危机类型,从发生机理上来说,三者之间存在一定的因果关系。气候危机、公共健康危机可能加速生物多样性危机,生物多样性危机和气候危机可能是导致公共健康危机的重要因素,生物多样性危机和公共健康危机可能影响气候危机的趋势和方向。生物多样性危机、气候危机和公共健康危机鲜少单独出现,往往三重危机相互交织。

二、生态文明视域下的“一带一路”倡议

(一) “一带一路”倡议提出背景

“一带一路”起源于中国古代丝绸之路,在21世纪被赋予了新的使命,具有厚重的历史渊源和现实需要。2013年9月和10月中国国家主席习近平先后提出共建“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的重大倡议,两者合并形成“一带一路”国家级顶层合作倡议。

“一带一路”倡议的提出,是国际经济贸易格局变化的趋势所在,同时也是中国国内经济均衡发展的迫切需求。一方面,进入21世纪,2008年经济危机爆发,美国经济受到重创且国际形象下滑,世界格局向多极化发展并不断变动,新兴国家的崛起促使国际秩序与机制的发展方向和规

则做出调整与构建,全球治理体系改善迫在眉睫。另一方面,我国经济发达区域均主要集中在沿海区域,国家的发展面临着纵深开拓与国家安全问题。再者,我国跃升为全球第二大经济体,拥有落实“一带一路”的潜力。“一带一路”可以充分发挥我国疆域广阔,衔接欧亚腹地的地缘优势,同时可以带动我国中西部地区的发展。“一带一路”通过构建新亚欧大陆桥、中俄蒙经济走廊以及孟中印缅等六个经济走廊,可以开辟新的区域经济,“以点带面”、“以线带面”的推动沿途国家与地区的深度合作并实现新的发展。

落实好“一带一路”倡议的关键在于做好与沿线国家的对接,其中离不开生态环境保护。这需要在建设过程中,以生态文明理念为先导,贯彻生态环保思想,建设好绿色“一带一路”。

2015年3月28日,国家发展改革委、外交部、商务部联合发布的《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》中,明确提出要在投资贸易中突出生态文明理念,加强生态环境、生物多样性和应对气候变化的合作,共建绿色丝绸之路。



1. “一带一路”沿线生态冲突案例分析

根据“一带一路”绿色发展国际联盟发布的《“一带一路”生物多样性重要区域及影响分析》报告，以区域互联互通为核心的“一带一路”六大经济走廊贯穿了多个陆地与海洋生物多样性热点地区、荒野区和其他关键保育区。^[4]

2022年3月，中国国家发展改革委、外交部、生态环境部和商务部联合发布的《关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见》中提到了几个重要方面：强调严格遵守东道国生态环保法律法规和规则标准，高度重视当地民众绿色发展和生态环保诉求；引导企业推广基础设施绿色环保标准和最佳实践，在设计阶段合理选址选线，以降低对各类保护区和生态敏感脆弱区的影响，做好环境影响评价工作。结合这一政策指引，本节从案例角度对中国生物多样性保护与绿色发展基金会近几年汇总的“一带一路”相关案例进行了初步分析。

案例一：矿业公司被勒令停工并离开刚果（金）

刚果民主共和国，简称刚果（金），刚果共和国是最早与中国建交的非洲国家之一。在2018年中非合作论坛北京峰会期间，两国签署了共建

“一带一路”政府谅解备忘录。截至2022年底，中国企业对刚果（金）直接投资存量41.3亿美元。

刚果（金）是世界上最大的钴出口国，钴是电动汽车电池以及智能手机、平板电脑和笔记本电脑的重要原料。据2021年9月南华早报报道，刚果（金）南基伍省当地政府叫停了六家中国公司在当地的采矿业务，理由之一是非法采矿和破坏当地环境。中国政府得知后表示，已经命令在违反刚果（金）法律和环境标准的公司停止运营并离开该国。

外交部非洲司司长吴鹏就此事表示，“相关公司也将受到中国政府的处罚。福建和其他省份的相关部门正在进行调查并将采取措施。我们绝不允许在非洲的中国公司违反当地法律法规。”

采矿活动通常涉及土地开发，会改变其原始地貌和植被，且容易产生水土流失、重金属污染、水质污染等问题，因此矿业开发所导致的生态环境问题始终备受关注。在此案例中，虽然涉事六家公司在刚果（金）业务被叫停有多方面综合因素，但环境问题在其中发挥了重要作用。^{[5][6]}



案例二：厄尔瓜多中资铜矿冲突事件

据美联社 2016 年 12 月 15 日的报道，位于厄瓜多尔亚马逊地区的一家中资背景的铜矿周三遭遇袭击，厄瓜多尔已宣布国家紧急状态并派遣军队进入该地区。厄瓜多尔官员表示，大约 60 名原住民舒阿尔族人 (Shuar) 袭击了位于埃克斯普洛科布勒斯 (Exploracobres) 的铜矿，至少一名警察被杀，另有多人受伤。事故发生后，该国总统宣布该省进入为期 30 天的“紧急状态”。据当地媒体报道，这些原住民还对当地政府提出了强烈反对，抗议政府为了给采矿让路，而把原住民从祖先土地上驱逐走。

根据《中外对话》的报道：在原油价格波动，造成厄瓜多尔步履蹒跚的状况下，该国转向发展采矿业，通过重大的立法改革引入更多投资。经过 6 年的停顿之后，厄瓜多尔签发了几份新的开采权合同，其中至少有 3 份签发给了中国国有企业。这些项目很快陷入争议，并于 2016 年 12 月最终爆发。

该案例的矛盾点体现在两个方面：1. 土著居民的权利问题。当地土著舒阿尔族人反对开采埃克斯普洛科布勒斯铜矿，反对当地政府为了给采矿让路而将当地人从祖先土地上

赶走的作法。2. 生态问题：亚马逊丛林偏远地区的铜矿开采，可能危害亚马逊雨林及其丰富的生物多样性。与共建国家人民“心联通”是“一带一路”倡议增进理解与信任，实现共同繁荣的重要基础。^[7]

案例三：环保组织针对肯尼亚拉姆燃煤电站项目提起诉讼

肯尼亚为早日实现 2030 年愿景计划，改善国家电源结构，满足工业发展用电需求，于 2013 年提议在拉姆老城修建一座 1050 兆瓦燃煤电站。2014 年，肯尼亚阿姆电力项目公司接手负责该项目，该公司后与中国电力建设集团（简称“中国电建”）签署项目承包合同。

据中国电建官网介绍，拉姆电站的总装机容量为 1050 兆瓦，是肯尼亚唯一的燃煤电站。该项目建成后将为蒙巴萨至内罗毕的铁路提供电源，同时也将显著提高肯尼亚电网的供电能力和可靠性，改善该国的电源结构。此举还将促进水电、火电、风电、地热等不同能源的互补发展。

肯尼亚环保组织“拯救拉姆”则认为，该项目会对拉姆当地居民健康及生态环境造成影响，并且将致使肯尼亚能源产业 CO₂ 排放量加倍，与其遵守《巴黎协定》的承诺相违背，而该项目负责方未能提出合理有效的



环境评估报告。因此向肯尼亚国家环境法庭提起诉讼，要求撤回环境影响评估许可。

肯尼亚是“一带一路”建设的重要共建国。2013年，中肯建立平等互信互利共赢的全面合作伙伴关系；2017年，中肯关系定位提升为全面战略合作伙伴关系。基础设施建设是中肯共建“一带一路”倡议的重要内容，在这些项目的推进过程中，就项目的环境影响问题加强与当地环保组织的沟通与交流，也应是项目实施的重要组成部分。此外，2022年3月，国家发展改革委等四部门发布了《关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见》。其中要求统筹推进境外项目绿色发展，具体措施包括全面停止新建境外煤电项目。这也是“一带一路”倡议贯彻落实“双碳”目标的积极体现。^[8]

2. 强化 ESG “环境” 属性，加强生态文明时代环境伦理建设

环境伦理（Environmental Ethic）是在以人类的社会关系为中介的人与自然关系的向度内，人的行为以及相互关系的价值理念、伦理规范和道德精神的总和，它要依靠信念和社会舆论，运用伦理导则原则规范人的利益需求与自然之间的关系，谋

求人与自然的和谐共处，以达到人与自然的协调发展为宗旨^[9]。

本篇章将所有涉及人与自然关系，与规范和解决当代生态环境问题相关的所有伦理都纳入环境伦理范畴。生态文明时代的环境伦理，要为应对人类可持续发展危机贡献行之有效的伦理智慧。其中，在“一带一路”建设过程中突显 ESG 作为新时代环境伦理的作用，注重共建国家的生态环境保护，是促进不同地域人民文化与情感融合、推动生态文明国际化的重要路径。

ESG 是环境（Environment）、社会（Social）和治理（Governance）三个英文单词首字母的缩写，并从这三个维度评估企业经营的可持续性与对社会价值观念的影响。ESG 同样也是人类文明的一个进程，是 19 世纪 70 年代工业文明为应对严峻环境问题的一个重要的、新的工具。作为企业社会责任的衍生概念，ESG 将代表环境的“E”放在首位，通过负责任投资，来引导企业、经济和工业向着一个可持续发展的目标迈进。

目前，国际社会是大资本主义，所以国际上 ESG 的特点是引导负责任投资，基本上是国际几家大的投资银行参与，通过发挥投行的影响力来引导投资，侧重于投资评价、投资市



场管理等领域，“环境”对于这些投行而言是一个新增加项，重视程度有待进一步提升。改变传统的企业社会责任观念，需要从生态环境保护、生物多样性保护角度加强企业 ESG 工作，把生态文明放在首位。

自 2020 年起，香港证券交易所要求企业在上市之前进行 ESG 审查，美国、欧洲等地也有类似规定。ESG 要求企业在投资时考虑其社会责任，通过负责任投资，引导企业、经济和工业向着可持续发展的目标迈进。

^[10]2022 年 5 月，国务院国资委制定印发《提高央企控股上市公司质量工作方案》，推动更多央企控股上市公司披露 ESG 专项报告，力争到 2023 年“全覆盖”。2021 年 10 月发布实施的《ESG 评价标准》^[11]，有助于进一步规范企业 ESG 报告发布并推动企业在环境影响方面采取积极措施具有积极作用。

企业投资建设行为在“一带一路”中对共建国的经济社会生活甚至文化传统等产生着多方面的影响，这些影响“看得见、摸得着”。加强“一带一路”中企业 ESG 报告，并强化企业环境责任，对于“一带一路”建设更有活力、更加包容、更可持续的经济全球化进程，让发展成果更多更公

平地惠及各国人民，具有示范带动作用。

三、基于生物多样性保护的“一带一路”共建路径探索

（一）“一带一路”建设对生物多样性的影响

在工业文明发展早期，人们在工业化建设中重利用轻保护，在资源开发、废弃物排放过程中保护生态的意识十分薄弱，这也是当前人类面临三大危机的重要原因。其中，生物多样性作为由近代科学家所创造的词汇，到 1980 年才逐渐在学术研究和实务中传播开来，社会各界对其认识和重视也经历了从无到有的过程。

1972 年，联合国人类环境大会在瑞典首都斯德哥尔摩召开。这是世界各国政府共同讨论当代环境问题，探讨保护全球环境战略的第一次国际会议。1987 年，联合国环境规划署（UNEP）执行委员会认识到，要加强生物多样性保护，国际社会亟需制定一项以多方共识与互惠共赢为前提的，保护地球生物资源的国际性公约，而后历经多次专门会议与充分协商，《生物多样性公约》于 1992 年 6 月 1 日在内罗毕获得通过，并由各缔约方定期召开会议，推进公约目标落实。此后，2000 年联合国成员国在联合国千年峰会上共同制定了一



项国际发展议程，即联合国千年发展目标（Millennium Development Goals，简称 MDGs）。MDGs 共包括了 8 个具体目标，23 个指标，其中 7B 目标是指“减少并最终遏制生物多样性丧失。”这一目标强调了对生物多样性保护的紧迫性，旨在减少生物多样性的丧失并最终实现生态系统的恢复和生物多样性的保护。不过 2015 年从各国提交的目标完成情况来看，7B 目标显然成为“老大难”，包括中国在内的各国，未能有效让生物多样性丧失速度减缓。继 MDGs 之后各国签署的联合国可持续发展目标，同样有很多项内容与生物多样性密切相关，比如：6 清洁水和卫生、11 可持续城市和社区、12 负责任的消费、13 气候行动、14 水下生命、15 陆上生命，都明确的强调生物多样性。

在联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（CBD COP15）召开前（2018 年），中国生物多样性保护与绿色发展基金会曾致信《生物多样性公约》秘书处，建议把生态文明纳入 CBD COP15 主题中或相关范畴中。之后我们很欣喜的看到，《生物多样性公约》秘书处公布的 CBD COP15 第一阶段会议主题为：“生态文明：共建地球生命共同体”。

与工业文明时代不同，生态文明时代要求人们以更有利于生物多样性的方式来调整、约束、优化生产方式与生活习惯。这也是本文强调绿色“一带一路”建设需高度重视生物多样性保护的根本原因。

“一带一路”沿线国家和地区气候差异大，涵盖地域辽阔且地形地貌复杂多样，大部分国家和地区处于气候及地质变化的敏感地带，生物多样性虽丰富但自然生态环境状况复杂且脆弱。以中亚地区为例，这里位于亚欧大陆腹地，远离海洋，多为干旱和半干旱地区，面临着土壤荒漠化、水资源短缺和污染、重金属污染、生物多样性锐减等问题，是全球生态问题极为突出的地区。且沿线大部分国家对改善民众生活水平、提升道路交通状况、增强基础设施建设有着较为鲜明的需求，做好经济发展与生物多样性保护之间的协调问题，也变得尤为迫切。

根据《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》，若要实现中蒙俄、新亚欧大陆桥、中国-中亚-西亚、中国-巴基斯坦、中国-中南半岛、孟中印缅等 6 大经济走廊的互联互通，需要增强交通基础设施建设。但道路交通会对自然生态环境形成切割，对野生动物



的迁徙、越冬地和繁殖地等产生深远影响。

“一带一路”倡议涉及许多生物多样性热点区域。《“一带一路”生物多样性重要区域及影响分析》显示，从物种来看“一带一路”六大经济走廊对濒危物种的潜在影响，陆生哺乳动物受影响的程度最大，约有56.8%的极度濒危陆生哺乳动物受影响，约有71.6%的濒危陆生哺乳动物受影响，约有58.6%的脆弱陆生哺乳动物受影响。其次为爬行动物，约有29.7%的极度濒危爬行动物受影响，约有12.3%的濒危爬行动物受影响，约有15.2%的脆弱爬行动物受影响。再次为鸟类，受影响最小的为水生哺乳动物。^[12]这与基础设施的建设环境是一致的。

（二）邻里生物多样性保护协同共建绿色“一带一路”

邻里生物多样性保护（Biodiversity Conservation in Our Neighborhood, BCON），强调人们在生产、生活过程中开展生物多样性保护。即在生产生活中就地、就近、因地制宜地开展生物多样性保护，以尽可能减少对自然和野生动植物栖息地干扰，减缓因人类活动持续扩张而带来的生物多样性急剧丧失趋势，

推动可持续生计，实现人与自然和谐共生。

同其他生物一样，人类长期依赖生物多样性生存，从自然生态中获取食物、氧气、水资源、皮毛、药材、或建筑用的材料等各种物资。在18世纪60年代工业革命之前，人类对生物多样性的扰动，还处于一个相对较低的层次或水平上，进入工业革命之后，借助现代科技和技术的力量，人类改造或影响全球生态、扰动生物多样性的强度日益加剧，范围急剧扩大，最终在短短数百年里，迅速成为对地球自然生态系统扰动或影响最主要的因素之一。

国际社会逐渐认识到生物多样性保护重要性，也采取了诸多措施。从全球范围来看，国家公园保护、保护区保护、自然保护小区保护，基本上都是由各国政府主导实施的保护行动并都取得了相当大成效，只是这些举措未能有效扼止生物多样性快速丧失的趋势。主要原因在于，这些保护举措大多是在特定区域内进行保护，而物种是动态变化和迁徙的，局部生态系统是和全球生态系统彼此关联、互相影响的，在人类生产对自然生态环境影响日益加大的同时，与自然的接触也愈发频繁。邻里生物多样性保护，侧重于突出每个人类个



体作为生物多样性保护行为的施行主体,注重对人类个体生命行为的调整,并通过这种调整,对生物多样性保护做出贡献,施行区域为任何生产活动和生活活动之中,并无或不拘限于现实世界中的地理区域划定概念。即自然生态系统养育了每一个人类个体,每一个人类个体反之也应该为身边的自然生态系统留出喘息之机,以保证地球自然生态系统的可持续发展与利用。

2023年9月,第六届巴黎和平论坛组委会在遴选全球生物多样性领域的解决方案时,邻里生物多样性保护理念与行动,成功入选全球生物多样性七大解决方案及50大治理解决方案。

邻里生物多样性保护指导国家电网“候鸟生命线”项目

电力生产和输送是人类生产经营活动的重要保障。随着各地区电网线路架设的不断完备,鸟线冲突问题也愈发严重和频繁。

一方面,密集的输电线路容易导致鸟类撞击死亡。例如2021年11月,天津市滨海新区4只国家一级保护动物东方白鹳撞上高压输电线其中3只死亡,其他多地亦可见鸟撞线死亡事件。这种情况在国外也时有发生,

有研究显示,南非东开普省每年有80余只南非秃鹫死因与电线有关;在美国据估计每年因电网死亡鸟类有1200万~6400万只。另一方面,一些鸟类会在高压电塔上搭窝筑巢,鸟粪侵蚀绝缘子等输电设备,导致线路短路跳闸等,给人类生产生活带来损失。

在邻里生物多样性保护理念指导下,国家电网多家供电公司输电线路可能产生的涉鸟故障,实行精细化管理,通过安装对鸟类友好的防护装置、在线塔周边适宜生境内搭建引鸟巢等,用以缓解鸟类筑巢对输电线路的影响。目前国内已有10多个省市开展上述工作,每年直接保护和救助的候鸟和其他鸟类近万只。

(三)加强项目工程建设的生物多样性影响评估

人类发展建设必然会对自然环境产生负面影响,但人类同时也可以采取有效措施促进生态环境恢复。随着中国全面、深度开启生态文明建设,生物多样性保护也上升成为国家战略,生物多样性保护的相关要求,也被纳入各地区、各领域中长期规划,中国在生物多样性建设领域的积极举措,可通过生物多样性相关标准体系的建设与应用,助力“一带一路”建设实现共荣共通。



以项目工程建设开工前的环境影响评价报告（环评）为例。项目工程建设无可避免会对自然生态环境产生侵扰和破坏，包括修运河、建水库（闸）、开发水电、湿地修复等。环评作为对项目实施可能带来的环境影响的评估，是自然生态保护非常基本且核心的内容。从对现有的一些环评报告的分析来看，当前环评主要考虑水源、大气、土壤、噪音、浮尘、排污等因素，对生物多样性影响的评价重视则不足。生物多样性对应着工程项目所可能产生影响的方方面面，比如声、光、电、水、气、渣等对生态系统的影响，开工建设后，也会对于土壤中的微生物，区域内的植物以及依存于植物的动物等都产生非常大的、直接的影响。

项目工程对生物多样性影响评估的不足，容易导致后续施工纠纷，甚至引发项目终止。

红崖山水库大桥被法院判决拆除

2022年，甘肃省高级人民法院终审判决要求涉案公司对违规在红崖山水库建设的大桥予以拆除并进行生态修复。该公司2013年为便于水泥生产线和电石生产线项目的生产原料及产品的运输，在未取得规划许可、未进行环境影响评价的情况下，在红崖山水库入口处修建了一座

近300米长的大桥。

根据法院判决，涉案公司被认定对建设区域内的植被造成破坏，导致气候调节、水文调节、土壤保持、生物多样性维护等多项生态服务供给量下降，对社会公共利益造成了损害。法院依法判决涉案公司应承担相应的民事法律责任，要求其赔偿植被恢复和生态环境服务功能损失等费用，共计144万余元，并要求在省级以上媒体向社会公开赔礼道歉。^[13]

红崖山水库作为亚洲最大的沙漠水库，具有极其重要的生态功能。水库周边栖息着一些珍稀保护动物，包括国家Ⅰ级保护动物白尾海雕和中华秋沙鸭，以及国家Ⅱ级保护动物大天鹅、白琵鹭、灰鹤等鸟类。大桥建成后对红崖山水库的湿地生态环境产生了重大影响。

人类社会与其赖以发展的生态环境构成了“社会-经济-自然”的生态功能统一体。近代工业文明兴起后，针对经济子系统，国际社会普遍采用“国内生产总值”（Gross Domestic Product, GDP）为主要指标，用以衡量一个国家或地区在一定时期内生产和提供的最终产品和服务的总价值。然而，对于自然子系统，确实缺乏评估自然生态系统为人类生存与发展提供的支撑和福祉的核算指标。



同时,对于生物多样性为人类福祉和经济社会可持续发展所提供的产品与服务,也缺乏有效评估。

在“一带一路”建设过程中,将“生物多样性足迹”纳入考量有着重要意义。生物多样性足迹是衡量个人、机构、产品、或项目对生物多样性的影响和依赖程度的指标。类似于碳足迹对碳排放的衡量,生物多样性足迹评估其对自然资源的使用和生态系统的消耗,以及对物种数量和多样性的影响。通过量化这些因素,生物多样性足迹促进了对生物多样性重要性的认识,鼓励采取可持续发展和保护生物多样性的措施,以守护地球上丰富的生物多样性资源^[14]。

四、结语

在过去的5亿年间,地球已发生五次由极端自然现象引起的生物多样性大规模灭绝事件,距离我们最近的一次便是白垩纪的恐龙大灭绝。现今,地球正在经历第六次物种灭绝,生物多样性大规模减少,与以往五次生物大灭绝不同,第六次生物多样性大灭绝出现在人类纪,其主要驱动力源于人类活动。

地球在人类的开发与支配下,经历了原始文明、农业文明、工业文明三个阶段,现在正处于工业文明向生态文明的转型交汇时期。人类从刀耕

斧凿,到核弹化工,导致地球上的某些地质特征发生了明显变化,这也是地质学界提出“人类世”概念的原因。虽然“人类世”开始时间学界尚未达成一致,但人类活动导致地球进入“人类世”这一概念已形成共识。2009年,科学界还提出了9个相互关联的“行星边界”概念,分别是:气候变化、生物多样性丧失、生物地球化学流动、平流层臭氧消耗、海洋酸化、淡水利用、土地利用变化、大气气溶胶负载和化学污染。而2023年科学界的研究表明,上述九个边界,目前已经突破了6个。

现在地球上的人口已突破80亿,虽然专家预测到21世纪末人口将出现下滑,但对资源有限的地球而言,这依然是一个庞大的数字。在这一宏观背景下,以生态文明作为“一带一路”倡议实现绿色发展的必要引领,从生物多样性保护角度加强共建国之间的互相理解与深度融合,具有可操作性和指导性。

参考文献:

- [1] 中共中央马恩列斯著作编译局.(1995).马克思恩格斯选集.第一卷.人民出版社.
- [2] 中华人民共和国国务院新闻办公室.(2021).《中国的生物多样性保护》.



网址:

https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/08/content_5641289.htm (引用日期: 2024/06/01)

[3] 联合国环境规划署. (2023). 《2023年排放差距报告》. 网址:
<https://www.unep.org/zh-hans/resources/2023nianpaifangchajubaogao> (引用日期: 2024/06/01)

[4] 张林秀等. (2020). “一带一路”生物多样性重要区域及影响分析. 网址:
http://www.brigc.net/zcyj/yjkt/202011/t20201125_102825.html (引用日期: 2024/06/01)

[5] 环球网. (2021). 港媒: 刚果(金)暂停6家非法采矿的中企运营, 中国外交官发推表态. 网址:
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1711029515531370814&wfr=spider&for=pc> (引用日期: 2024/06/01)

[6] 中国绿发会. (2021). 绿会 EBRs 案例分析: 矿业公司被勒令停工并离开刚果. 网址:
https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_14590799 (引用日期: 2024/06/01)

[7] 中国绿发会. (2017). 一带一路生态案例 001 | 厄尔瓜多中资铜矿冲突事件. 网址:
<http://www.cbcdgf.org/NewsShow/4854/2115.html> (引用日期: 2024/06/01)

[8] 中国绿发会. (2019). 环保组织针对肯尼亚拉姆燃煤电站项目提起诉讼 | 绿会“一带一路”生态冲突 (EBRs) 案例分析. 网址:

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1631181351778384851&wfr=spider&for=pc> (引用日期: 2024/06/01)

[9] 李淑文. (2014). 环境伦理: 对人与自然和谐发展的伦理观照. 中国人口·资源与环境 (S2), 169-171.

[10] 中国绿发会. (2022). 如何看待 ESG 概念? 周晋峰: 人类文明发展过程中的一个新成果 | 周道生态文明 (168 讲). 网址:

<https://mp.weixin.qq.com/s/RH7Vv17WR2zTnxa95mrhPg> (引用日期: 2024/06/01)

[11] 中国绿发会. (2021). 《ESG 评价标准》正式实施, 欢迎采用! 网址:
<https://mp.weixin.qq.com/s/DXbmUvgPvhwEdvqjYgXiMQ> (引用日期: 2024/06/01)

[12] 张林秀等. (2020). “一带一路”生物多样性重要区域及影响分析. 网址:
<http://www.brigc.net/zcyj/yjkt/202011/P020201129767378793668.pdf> (引用日期: 2024/06/01)

[13] 《甘肃省高级人民法院民事判决书》(2021)甘民终709号

[14] 马盛, 王裕 & 李桔. (2023). 云南临沧市河道采砂需纳入生物多样性足迹考量. 生物多样性保护与绿色发展 (48)



合成生物学与减碳

元英进

(中国科学院院士、天津大学教授)

摘要：中国科学院院士、天津大学教授元英进应邀出席于2024年8月2日召开的碳中和产业发展创新大会并发言，对合成生物学作为未来产业的重要性及其应用前景进行了系统分析。合成生物学的核心在于通过对DNA等遗传物质的人工设计合成来实现多种创新应用。中国当前已在合成生物学领域取得重要进展，利用酵母等生物催化剂实现了多项突破性研究，包括人工合成酵母基因组、高效生产化学品和DNA存储技术，并在减少碳排放和提升数据存储效率方面展现了巨大潜力。

关键词：合成生物学，DNA合成，碳中和，DNA存储，未来产业

元英进. 合成生物学与减碳. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷, 2024年8月, 总第66期. ISSN2749-9065

2024年8月2日，在中共江苏省委统战部的指导下，碳中和产业发展创新大会，以“共话‘双碳’，发展新质生产力”为主题，于江苏南京正式召开。

该大会汇聚了300余位部门负责人、专家学者、企业家代表等，为碳中和产业高质量发展贡献智技力量。中国科学院院士、天津大学教授元英进应邀出席并发言。

根据会场发言，对元英进院士的发言内容进行了整理，分享如下：

国家将合成生物确定为未来产业，因此我今天的发言可能相比现实产业稍有距离。合成生物产生的背后逻辑在于，人类发现物质结构后必然由合成方法构建。人类最早进行的是

尿素分子的合成。发现了DNA双螺旋结构和基因组解析生命奥秘后，必然走向合成生物。

世界上首位合成生物研究成功者是克雷格·文特尔(Craig Venter)，他于1993年说服美国能源部支持其研究，所以合成生物与能源是有关系的。2010年，文特尔发表了一篇关于化学合成和人造生命的文章，引起全球轰动。中国也高度重视以合成生物为代表的未来产业发展，并推进了诸多相关项目的实施。

当前，全球诸多国家都在关注合成生物学。美国继《2022年芯片和科学法案》后，专门签署了一项启动国家生物技术和生物制造倡议的行政命令，其中34个目标由合成生物学支撑。此外，美英两国于2023年



达成《大西洋宣言》，宣布将在合成生物领域进行合作。美国的主要目标是解决气候变化、食品和供应链，以及人类健康等问题。由此可见，合成生物将助力于实现碳中和，比如其原料来源，美国就提出依旧要使用的农林废弃物等生物质作为碳源，通过合成生物技术路线制造所需要的产品。

我们团队在合成生物的探索中选择了酵母，并解决了合成生物缺陷的科学难题，开发了锁定缺陷方法和精准修复方法，团队合成出了酵母的V和X号染色体。通过此项合成生物技术，我们可以改造诸如酵母这样的生物催化剂，用于生产有价值的产品。比如，可以作为构建细胞的工厂，利用可再生生物质资源，减碳的同时，生产生物基化学品；团队在燃料汽油、生物柴油和高密度燃料方面做了很多探索，利用合成生物生产燃料。

我们也利用合成生物学生产了一系列其他产品，据估算，如果利用生物方法可能减排5000万吨二氧化碳，这对我国总体碳减排而言，贡献十分有限。但如果能够量大面广地借助光电，在光电细胞固碳这方面有所部署，可以发挥巨大作用。比如，我们在光驱还原和电驱还原方面，对固氮和固碳进行了深入研究。宋浩教授在电能细胞方面做了很多探索，研究

出产电细胞和噬电细胞，产电可以利用废弃生物质以供应传感器，而在噬电后就可以做化学品。张卫文教授利用光合蓝细菌，生产高质的化学品方面也做了诸多探索。

进一步，我们也能实现大规模合成DNA，将合成DNA用于DNA数据存储。当前，世界上所有的数字信息都是“0”与“1”的二进制，而DNA则由“A”、“T”、“C”、“G”四种碱基组成，二进制数字信息转化为四进制就可以实现DNA编码，编码之后合成DNA就实现了DNA数据存储，需要时通过测序即可读出。例如，我们团队提出的分层编码，达到每克DNA能存储1800PB数据，存储密度非常高。我们把一部彩色电影编码在DNA中存储，读出时边测序、边输出，也能够将其测序播放出来，读出速度可达到每秒500kb，完全支持电影的实时播放存储，50MB的电影读出只需要16分钟即可实现。

据估计，针对EB级数据，如果采用传统数据存储技术，数据中心所占的面积应该是7万平方米。而如果采用DNA存储，单个房间占地面积即可。DNA是非常稳定的，具备存储周期非常长，维护成本非常低的明显优势。人类目前已进入数据时代，存储大量数据的耗能极高，因此使用DNA存储



便成为了一个重要选项，它也被美国半导体工业协会认为是四种主要存储介质之一。所以，合成生物学应用于信息领域的数据存储，也是减碳的一个方面。

为了促进行业发展，天津大学率先建设了合成生物学这个新工科专

业，先是建设了研究生专业，而后又建设了本科专业，目前已形成包括本科生、硕士生和博士生各个层次的完备人才培养体系。由本专业培养出的学生都受到了国内外的广泛欢迎。



全刚自防水砼实践中的问题及工程设计案例分析

蔡妙妮¹ 张道真² 危军平¹ 马仲兵¹ 赖春婷¹ 曾小娜¹

(1. 深圳大学建筑设计研究院有限公司; 2. 深圳大学建筑与城市规划学院)

摘要: 本文通过对2023年4月1日起实施的强制性工程建设规范《建筑与市政工程防水通用规范》(简称《通规》)几个有争议条文的分析,讨论了其与下级标准的关系、设计责任及无法外柔时采用全刚自防水砼的方法。基于工程实践,本文指出全刚自防水砼在应用中存在的实际问题,并通过对某贮粮工程主体防水设计方案的简单讨论,说明全刚自防水砼在某些工程中可独撑一级防水的重任。

关键词: 绿色建筑, 工程建设规范, 全刚自防水砼, 工程实践

蔡妙妮, 张道真, 危军平, 马仲兵, 赖春婷, 曾小娜. 全刚自防水砼实践中的问题及工程设计案例分析. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷, 2024年8月, 总第66期. ISSN2749-9065

一、绿色建筑

绿色建筑是指在全寿命周期内,节约资源、保护环境、减少污染、为人们提供健康、适用、高效的使用空间,最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。防水作为建筑中的重要一部分,也应坚持“绿色”防水,实现寿命长、用材少、保护环境的目的。

二、全刚自防水与《建筑与市政工程防水通用规范》

本部分就于2023年4月1日起实施的强制性工程建设规范《建筑与市政工程防水通用规范》(简称《通规》)进行相关讨论。

(一)同寿命与绿色发展理念相一致

《通规》第2.0.2条规定:“地下工程防水设计工作年限不应低于工程结构设计工作年限”。

此外,《通规》第3.1.3条规定:“防水材料的耐久性与工程防水设计工作年限相适应”。

两条相加,其意简单而明确:防水与结构同寿命。良好的建筑质量,本身就促进了绿色发展,减少了资源浪费。如是,全刚自防水砼,几乎是唯一题解,无需作复杂的论证。

因此,再加一道柔性外防水的解读,相当于用“短寿的”加强“长寿的”,无法自圆。



（二）《通规》目前存在的问题

工程实践中，无法施作外柔防水层时，怎么办？编制组宣贯中给的办法是：全刚自防水体系定位于 1.0.3 条规定的创新技术方法和措施，必须专家评审，并需下级标准中进行专门规定。

1. 全刚自防水砼，并非创新，国外超过五十年，国内十几年，只是没入规范。

解读专家认定为创新的理由有两点：一是施工粗糙，靠不住，须再加外柔；二是变形缝，应刚柔结合。这两条理由都不成立。

施工粗糙主要涉及卷材，其次才是砼。

与全刚自防水砼配套的变形缝新构造，早已完成初步研究，正在深化实验（数据、原理），并稳步推进中。相关技术也有十多年大量工程实践成功案例的支持，只要政策支持，就会有迅速发展。但这个节点构造技术，也与大面积柔防，没有直接关系。

顺便一提：先有资金支持，才能落实政策支持，专利政策亦然。实际上，为应付《通规》，底板预铺反粘之外，再做一道卷涂也可算“创新”。按理，该创新也需论证，比如结合预铺反粘原本宣传的优势，解释两道的

必要性，顺便讨论经济合理性，但却没有。

2. “需下级标准中进行专门规定”。

多年来的共识是：地标、企标，高于国标，国标标准最低。下级标准生存的主要理由是：对国标的补充。

现在，《通规》挂了一个“强”字，盖了帽儿，余均成下级。下级标准高于上级，况且，《通规》已然过高，再高更不合理。若下级低于上级，则压根儿没有生存的意义。“补充”也不易，上级已经很具体，好像也不欢迎再补什么新东西，因此才设障论证。

笔者认为应当关注两个现象：

一是大力推进的许多工作，是要求所有规范、图集向《通规》高度统一，不问对错，若用“剿灭”二字，似也不过分——因为出版物也在跟进，对不同意见已有封杀之嫌，虽不正常，点赞者众。须知，过度高捧者，其实都是为了自己。

二是流传的一种解释：若按《通规》设计，《通规》（国家）承责；按地标设计，地标（个人）承责。括号内外，均不成立。承责不是一句空话，要落实到钱。规范能赔钱吗？因此，历来规范不承责。况且，规范承责，谁还编规范？国家赔，涉及大法，



除了司法界，似无先例。个人承责，没法讨论，只有一个“冤”字。因此，设计院学通则，只能放弃要旨与原理，必须死扣字眼。还好，《通规》很具体：一道变两道，两道变三道，节点多道一齐上，至于能否操作，花多少代价，就顾不上。难道这就是“划时代”强标的初衷吗？

综上所述，《通规》的争论已然不是技术问题。因此，纠缠字面含义，更不能有效解决实际问题。

（三）笔者曾就《通规》修订所提的建议

4.2.1之2，笔者曾建议作如下表达：“叠合式结构的侧墙及其他无法外设防水层的部位，应全部或局部采用内掺自修复全刚自防水砼”，并与可作柔性外防的部分，进行有效搭接（扩大自防水砼与防水砼的搭接面积），形成连续防水。对明显无法外柔的工程，《通规》采取不理睬政策，迫使一些实际工程自己想办法，办法之一就是：“红灯，绕行”。笔者遇到几个典型案例，其地下室全部或局部，已按全刚自防水砼施作，效果良好，等待进一步跟踪观察，总结评估。

三、全刚自防水砼实践中的问题

第二部分提到：受《通规》制约，又无法外柔的工程，实际上是采取

“红灯绕行”的办法自行解决问题的。自行解决，会遇到许多实际问题。本部分仅述两点。

（一）《通规》的障碍

《通规》条说，4.2.1之1：“水泥基渗透结晶防水材料应直接作用于结构混凝土表面”；接下来，4.2.1之2：“叠合式主体结构侧墙与支护结构之间不具备连续设置柔性防水层的条件，一般采用在支护结构表面涂刷外涂型水泥基渗透结晶型防水材料”。有关两条明显矛盾之处，可能的解释是：支护结构，一经叠合，也可算作结构主体。但细想，从结构受力角度看，可能算；但从防水角度算，明显不能算。条说中，关键的四个字是“一般采用”。这种不置可否的表述，本不应出现在强制条文中。但写进去了，也未能从逻辑上化解正文4.2.1中存在的“一级”，至少一道柔性卷涂的错误。实际上，无法外柔时，采用内掺，几乎是唯一的解决办法。条说既然已经认可“涂”——还未直接涂在主体上，何不认“掺”？从该材料防水性能上推理，“内掺”可化解不设外柔的难题，而“外涂”却不可以。

诸多专家经十年实验和论证，并经过大量工程实践验证，在砼中内掺渗透结晶防水材料及分格缝采用阻



根模条，可有效解决耐根穿刺的问题，无需额外增加一道所谓的耐根穿刺卷材，该技术已被海南及深圳有关规范采用。例如，在海南省“四面环海”的地理位置和“高温、高盐、高湿、高地下水位、多台风多雨”的气候下，使用“砼结构自防水”做唯一的防水设防已获得成功，并且很多中建系统的总包方在做“内掺水泥基渗透结晶防水材料的施工工法”。防水与结构同寿命，寿命的延长减少了资源的浪费；同时，无需额外增加卷材，也节约了资源。这与绿色发展理念相一致。

（二）目前施工的普遍习惯

某地下后接通道的项目，先期施工的一侧带护壁桩，没有预设后接条件，故凿除时，很难确保卷材所需的有效搭接宽度。若按《通规》要求，至少一道柔性外防，仅从通道剖面分析，已无法施作，更难达到柔性外防连续密封的要求。

经专家论证，通道采用内掺全刚自防水砼，两端与主体连接则按后浇带构造——凿毛、植筋、涂渗透结晶、预埋注浆管、浇筑前施打SM胶。施工单位参与并支持了内掺为主要措施的方案。

但实际施工时，没掺。据说改做了外柔，其原因，也许因各方顾及强条，怕承责。但外柔防水是否真做了，

不得而知。即使努力做了，也是虚晃一枪，接不上，连续不了，白做，浪费。

长期以来，施工单位按五年保期积累的经验 and 养成的习惯，不仅不可靠，也无法满足防水与结构主体同寿命的要求。在培养新习惯的过程中，许多工程将继续受害。

对长期存在的诸多问题，全文强制的《通规》，并没有对症下药，不仅失去了几十年一遇的机会，反而强化了这些陈旧的经验 and 不好的习惯，理应反思。

在工程中，解决实际问题，应直截了当，不要绕圈迂回。顶层设计应有自修复机制，而且必须及时。否则，不仅阻碍了技术进步，也削弱了规范的权威性，还可能导致造假泛滥。

四、全刚自防水砼工程设计案例简单分析

某国家粮库：浅圆仓，直径23米，总高约45米，其中仓筒高32米；立筒仓，直径13米，总高约40米，其中仓筒30米。壁厚均不小于230（单位，毫米，余类推），砼标号不小于C30，抗渗标号P6。

仓壁采用连续滑模施工的工艺，仅在上、下环梁位置会形成施工缝。

浅圆仓为锥型仓顶，其上加设了



四周带通风百叶及屋盖的空气间层，间层之上，有多仓纵向贯通的封闭走廊。

1. 仓壁

按照《通规》条文，应设一道外防水；按照《通规》条说，则可不设；按工程所在地执行的地方标准，若内掺渗透结晶，可不设。主张外设防水层的专家，强调《通规》正文，不认条说。其技术上的理由则是：曾有工程，在上环梁处发生渗漏。此外，若遇台风雨，或者工人的因素，影响滑模质量，甚至停滑，造成水平施工缝，怎么办？主张不设外防水的意见是：条说迟于正文近一年，按后者管束前者的原则，条说属纠偏，应与正文同效。关于条说“不具备与规范正文同等的法律效力”之说，并非简单理解为“不作数”，而要具体分析，这种情况容另文讨论。技术上的理由则是：滑模工艺，始滑至结束，不能停，已将所有因素包括在内。天气作为重要的客观因素，几乎是首先被考虑的。实际上，克服施工管理上的困难，明显小于滑模后加作外防水的困难。即使愿意付出更大代价作外防水，也没有好设计。曾考虑过的憎水硅烷喷涂，市场上的平均寿命2年，最长8年。8年之后，怎么办，还是一个尚待解决的课题，远非再涂一遍那么简单。

工程实践中，筒仓仓壁不设外防水，是多年来的成熟设计。大量工程实践证明，只要是由专业的滑模施工队施工，仓壁及其上下环梁的防水质量都能有保障。

《通规》的要旨是提高防水设防标准。结合本工程实际，建议仓壁采用全刚自防水砼，理由如下：虽然仓壁为C30砼，无螺栓孔，无线脚滞水，亦无锚件及预埋件，基本不会渗漏，但考虑到仓体砼本身的耐久性及特有的气密性要求，可以采用内掺自修复全刚自防水砼。

2. 仓顶

以往的设计，仓顶即为屋顶，其剖面锥壳型。标准提高后，加作了空气间层：通风、遮阳，且因屋盖上移，仓顶层成了设备层（即空气间层）楼板，该层之设备、管道均为“自防水”。但设计根据业主要求，按屋面设计，故其构造层包括：填充找坡、找平、防水、保温、细石砼保护。实际上，该层为半室外空间，周边均为通风百叶，且本体锥壳，不存水，按开敞式避难层，周边作好排水，则设计更为合理。因此，笔者建议仓顶锥壳也按仓壁，内掺全刚自防水，连带其出挑的环形檐沟，一气呵成，不仅省去了天沟内柔防水，还使滑模收于上环梁处形成的水平施工缝更好处理——



只须洗净、浇筑铺垫同配比、内掺渗透结晶防水剂之水泥砂浆即可。

全刚自防水砼锥壳的好处，还可取消填充层找坡、找平、柔性防水层。进一步优化，保温层也可不作。理由：地处华南沿海，隔热以遮阳为主。空气间层犹如撑了一把遮阳伞，作好通风设计更重要。

全刚自防水仓顶构造系统，没有了夹芯并式坡屋面的弊病，不仅防水更简单可靠，还方便安装维修——对穿顶管道、预埋件、设备锚固、吊模穿洞的封堵，均十分便捷。台阶式踏步也无需与细石砼保护层整体浇筑，避免了裂缝的产生，轻型活动金属梯踏即可。

3. 屋盖

空气间层，遮阳防水而已。但《通规》全文强制，有点吓人，大家宁愿僵化，也不考虑从实际出发——既然是屋面，就应三道防水。其实，通风百叶允许飘进雨水，已经否定了屋面高等级防水设防的思路。因此，设计方建议将三道防水层分出一道，用在“斜锥屋顶”，又退回到夹芯并式构造。该构造在设备安装维修更换时，对重物冲击不耐受、易损裂。

笔者则建议不如屋盖也按全刚自防水砼设计。理由如下：

通风间层实际上属室外、半室外工程。考虑到其屋盖之上，尚有纵向贯通的仓顶设备层，其设备亦为自防水，使间层屋面主体形成两个扇面，有较好的结构找坡条件——自仓顶设备层向外，坡长短，仅约7米，结构斜板找坡，可加大坡度，比如坡度10%，低处可优化结构梁板设计，形成近乎弓形的排水口，沟内设防堵三孔水口，内排水。

仓顶设备层屋盖，则横向结构找坡5%，坡脊与纵轴重合，坡长约3.5米，也有条件加大坡度，比如5%外排水。

解决好排水的前提下，简单设置架空隔热层，隔热板表面喷涂白水泥浆。荷载小，温度变形小，则内掺全刚自防水，完全可以用于屋面。

4. 仓底

浅圆仓底为厚平板，立筒仓底为漏斗形。考虑到仓体有气密、防潮要求，建议也按内掺全刚自防水砼设计，以增加砼的密实性。

如是，筒仓从下到上，均为内掺全刚自防水砼，从根本上保证了主体的防水寿命。因底、壁、顶，均无厚实砼，对全内掺造价的影响不大，若考虑联带形成的构造层类的简化，则很可能会节约投资。



5. 开放式发放塔

该附属构筑物，只是支撑设备用的室外框架，所有设备及其管道，系室外，自防水。但只因有一片装饰性墙砌了加气砼砌块，而被认定为建筑。因为属建筑，则外墙被要求防水不少于一道。又因粮库重要，一级，则外防水二道。

设计应从实际出发，而非定义出发。这些年来，规范不重视目标要旨，过多强调方法措施，导致僵化设计，令设计人员，乃至学者专家，先纠缠定义，再按定义死套，产生不少“无魂”设计，值得反思。

实际上，整个贮粮库工程的重点，在排水，开放式发放塔更是应以排为主。现浇钢筋砼框架，只须将表面缺

陷用同色聚合物水泥砂浆嵌平补实，喷涂硅烷憎水剂即可。

此处用硅烷，不怕其寿命短，因为维修方便。

综上所述，在该贮粮工程的设计中，全刚自防水砼可独撑一级防水之重任。

五、结语

防水设计，应坚持因地制宜，放弃“死背硬套”。坚持实事求是，放弃本本主义。着眼于大局的分析及整合，摆脱简单的道数争议，才能产生绿色低碳、简单可靠、投资少、便维修的好设计。



国际贸易与碳平等的探索与分析

王静 王晓琼

摘要：本文对国际贸易中的碳排放情况及存在问题进行了初步梳理，重点对国际贸易中的碳转移导致发达国家通过进口高碳排放产品来减轻自身减排压力，而发展中国家则因此承担了更多的碳排放责任的情况进行了分析。对碳平等理念的概念与内涵进行了探讨，通过强调每个人都有平等的碳排放权，并在国际贸易中享有平等的碳排放权利与承担平等的减碳责任等，对“碳平等”在国际贸易中发挥的作用进行了浅析，认为“碳平等”理念在应对气候变化、实现全球可持续发展，助力推动各国在应对气候变化时承担共同但有区别的责任，对促进公平合理的全球碳减排体制机制不断完善等方面具有积极作用。

关键词：国际贸易，碳排放，碳转移，碳平等，气候变化

王静，王晓琼. 国际贸易与碳平等的探索与分析. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷，2024年8月，总第66期. ISSN2749-9065

一、国际贸易现状及其碳排放影响

(一) 国际贸易与碳排放

2024年4月，世界贸易组织(WTO)发布报告回顾30年来的贸易增长和减贫工作进展，报告指出，自1994年4月15日签署《马拉喀什协定》以来，全球贸易额激增，到2023年将超过30.4万亿美元，是1995年以来的五倍。这一数据变化的背后，是全球经济一体化的深入发展和各国经济相互依存程度的不断加深。

国际贸易对全球气候变化的贡献不容忽视。随着全球化进程的加速，国际贸易规模持续扩大，商品和服务的跨国流动日益频繁。然而，这种贸易活动往往伴随着大量的能源消耗

和碳排放，对全球气候产生了显著影响。据统计，国际贸易中的运输环节占据了相当大的碳排放比例，尤其是海运和空运等长途运输方式。这些运输工具在运输过程中会排放大量的温室气体，加剧全球气候变暖的趋势。

如何在保证贸易增长的同时，实现碳排放的减少和环境的可持续发展，成为当前国际贸易领域亟待解决的问题。针对这一问题，各国也纷纷采取措施加强碳减排和环境保护。例如，一些国家通过制定严格的碳排放标准和监管政策，限制高污染产业的发展；同时，积极推广清洁能源和低碳技术，鼓励企业进行绿色转型和低碳生产。此外，国际贸易中的碳交易市场也在不断发展壮大，通过市场机



制促进碳排放的减少和环境的改善。但在这些政策和措施的基础上，还需要通过深度分析国际贸易中碳排放的特点，以更加公平合理的方式，寻求全球解决方案。

（二）国际贸易中的碳排放来源与特点

国际贸易中的碳排放来源具有多样性和复杂性的特点。其中，生产过程中的碳排放是国际贸易的重要来源。许多国家在制造出口产品时，往往依赖高能耗、高排放的工业生产方式，这不仅加剧了国内的环境压力，也通过国际贸易将碳排放转移至其他国家。

国际贸易中的碳排放特点还体现在间接性和隐蔽性上。由于国际贸易涉及多个环节和多个主体，碳排放往往难以直接归因于某一特定环节或主体。例如，在供应链中，碳排放可能发生在原材料采购、生产、运输、销售等多个环节，而这些环节往往由不同的企业和国家参与。准确识别和量化国际贸易中的碳排放来源和数量，对于制定有效的减排措施和政策至关重要。

此外，特别值得关注的是，国际贸易中的碳排放还具有不平衡性。发达国家往往通过把高耗能、高排放的产业转移出去，并通过进口这些高能

耗、高排放产业的产品，来降低本国碳排放，而发展中国家则往往成为这些产品的生产地和碳排放的承担者。这种不平衡性加剧了全球气候变化的挑战，需要国际社会共同努力来应对。正如联合国环境规划署前执行主任埃里克·索尔海姆所言：“气候变化是全球性挑战，需要全球共同应对。”

二、国际贸易中的碳排放问题及碳平等理念

（一）国际贸易中的碳交易及存在问题

国际贸易作为连接各国经济的重要纽带，在推动全球经济发展的同时，也对碳排放产生了重要影响。目前，越来越多的国际贸易协定开始纳入碳排放和气候变化的条款，国际贸易中的碳交易市场与机制，作为应对气候变化的重要手段，近年来得到了越来越多的关注。其中，欧盟通过实施碳排放交易体系，对高碳排放产业进行限制和约束，推动国际贸易向低碳化方向发展。一些国家还在国际贸易中引入碳定价机制，通过市场机制来推动碳排放的减少。

以欧盟碳排放权交易系统（EU-ETS）为例，该系统自2005年启动以来，已成为全球最大的碳交易市场之一。通过设定碳排放上限，并



允许企业间进行碳排放权的买卖，在促进企业加强碳减排和低碳经济发展方面发挥了积极作用。但碳交易市场同时也面临着一些挑战和问题。例如，碳转移问题可能导致减排效果被削弱；碳定价的公平性问题也一直是讨论的焦点。

以国际贸易中的碳转移问题为例。这种现象往往发生在发达国家与发展中国家之间，由于发达国家实施严格的碳排放限制政策，导致高碳产业向发展中国家转移，从而加剧了发展中国家的碳排放压力。

以钢铁、水泥等高碳排放产业为例，发达国家通过提高环保标准和碳排放成本，使得本国这些高碳排放产业成本上升，进而转向从发展中国家进口钢铁产品。而发展中国家在钢铁生产过程中往往缺乏先进的环保技术和设备，容易导致碳排放量显著增加，且钢铁产业给发展中国家所带来的碳排放，在发达国家制定的碳交易规则中，往往会遭遇“碳壁垒”，即发展中国家承担了碳排放责任，其生产的产品在碳足迹评估中又往往容易因为无法达到发达国家的贸易要求而处于劣势。

碳转移问题同时也体现在在跨国公司的生产链中。许多跨国公司为了降低成本，将高污染、高排放的生

产环节转移到发展中国家，利用当地的廉价劳动力和宽松的环境政策获取利润。这种生产环节的转移加剧了发展中国家的环境压力，使得全球碳排放的总量难以得到有效控制。

碳壁垒与碳转移问题的存在，也说明碳平等理念在国际贸易中未得到有效重视与积极采纳。

（二）碳平等的概念与内涵

碳平等理念，由中国生物多样性保护与绿色发展基金会副理事长兼秘书长周晋峰博士提出。从微观层面来讲，即每个人都有平等的碳排放权，亦即每个人都有相同的碳责任。在这个基础上，基于消费端的碳管理、减碳驱动，是解决气候危机的重要方向。从宏观层面来看，其核心在于强调不同国家、不同地区在应对气候变化时，应享有平等的权利与承担平等的责任。这一理念不仅体现了公平与正义的原则，也是实现全球可持续发展的关键所在。

如前文所述，国际贸易中的碳排放具有间接性和隐蔽性。一方面，从纵向发展来看，根据联合国环境规划署的数据，全球碳排放量在过去几十年中持续增长，其中发达国家占据了相当大的比例。发展中国家承担着历史累积形成的碳排放所带来的气候变化影响和危害，但在应对气候变化



时则往往面临比发达国家尤为严峻的资金、技术等方面的制约，这使得碳平等的实现面临诸多挑战。

对这一问题，包括中国在内的发展中国家呼吁国际社会需要共同努力，推动各国在应对气候变化时承担共同但有区别的责任。另一方面，从商品生产链条角度来讲，中国是碳排放大国，但同时中国也被称为“世界工厂”，随着对外贸易规模的不断扩大，其出口商品遍及全球各地，但这部分商品的碳排放量，则往往由中国承担。作为全世界第二大经济体、最大出口国与最大能源消费国，碳平等理念应该如何在国际贸易中得到充分体现，值得深入研究与评估。

（三）碳平等在国际贸易中的意义

国际贸易与碳平等对全球可持续发展的影响深远而复杂。碳平等理念的提出，为国际贸易中的碳排放问题提供了新的解决思路。

国际贸易是推动经济增长的重要引擎。在不同国家之间的经济发展水平、产业结构和技术水平存在差异，不同国家的碳排放标准和监管政策存在差异的现实情况下，在制定国际贸易规则时，需充分考虑各国的实际情况，确保规则的公平性和有效性。同时，还需要加强国际合作与交流，

推动全球范围内更加行之有效的碳减排。

碳平等还注重个体的积极减排行动，强调每一个在地球上的生活的个体，都有相同的碳权（Carbon Rights），即每一个人、每一个族群，每一个民族，每一个国家，他们也都拥有相同的碳权。这一理念进一步促进我们去思考：一个企业的碳权有哪些，一个地区的碳权有哪些，一个国家的碳权又有哪些，在对这些碳权进行核定、交易、分配、规划等等的工作上，来确定碳排放额度和指标。

国际贸易规则与碳平等理念的融合，有助于应对碳壁垒、碳转移等问题，有助于实现各国在国际贸易中享有平等的碳排放权，对于促进公平合理的全球碳减排体制机制的不断完善具有积极作用。

三、结语

综上所述，碳平等是应对气候变化、实现全球可持续发展的重要理念。通过碳平等理念，有助于推动各国在应对气候变化时承担共同但有区别的责任，加强国际贸易的碳排放权利与义务、碳减排责任的合理分析与分配，为构建人类命运共同体作出积极贡献。



参考资料：

[1] WTO 回顾 30 年来的贸易增长和减贫工作进展. (2024). 网址：
<http://www.gdtbt.org.cn/html/note-379726.html>

[2] 周晋峰：“碳平等”是推动碳中和、碳达峰目标的新思路. (2021). 网址：

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1707945605436825514>

[3] 马盛. 什么是“气候正义”？周晋峰对话杰弗里·萨克斯：从巴基斯坦洪灾与碳平等说起. 生物多样性保护与绿色发展. 第 1 卷 11 期. ISSN2479-9065



《手札——龟鳖救护与生物多样性》摘选系列五：以“荒野式” 管理城市绿地引导发展邻里生物多样性保护

高一雷

摘要：“邻里生物多样性保护”可以推动人类活动密集地区有效开展生物多样性保护工作，在兼顾保护和发展的同时，协同可持续生计和生物多样性保护，由中国生物多样性保护与绿色发展基金会副理事长兼秘书长周晋峰博士于2021年5月29日提出。本文从“荒野式”管理城市绿地与邻里生物多样性保护的关系展开，提出城市绿地在实施荒野式管理方面需要注意的三点内容。

关键词：城市绿地，荒野，邻里生物多样性保护

高一雷.《手札——龟鳖救护与生物多样性》摘选系列五：以“荒野式”管理城市绿地引导发展邻里生物多样性保护.生物多样性保护与绿色发展.第1卷,2024年8月,总第66期.ISSN2749-9065

北京，中国的核心。近年来随着生态文明建设的开展，在封山育林、增殖放流、治理空气和水域管理等方面投入了大量心血，天变蓝了，水变

清了，生物多样性保护成果逐步显现，但是“邻里生物多样性保护”则是让很多人陌生的字眼，更是被部分城市绿化部门忽视了的生态管理方式。



北京某住宅区的人工湿地 高一雷

什么是“邻里生物多样性保护”？

“在我们生活的范围内，在不能够完全保护自然的前提下，尽量减少对自然的侵扰，以及对野生动物的干

扰，来帮助野生动物进行生存与发展”。这一生物多样性保护的创新思想，由中国生物多样性保护与绿色发展基金会副理事长兼秘书长周晋峰博士于2021年5月29日提出。



“邻里生物多样性保护”可以推动人类活动密集的地区有效保护生物多样性，在兼顾保护和发展的同时，协同可持续生计和生物多样性保护。

传统的生物多样性保护主要是指在深山和原野保护。而自然保护区这种画地式的保护方式固然十分重要，但目前的努力远远不足以扭转生物多样性快速衰落的全球趋势。保护生物多样性需要创新的思路。由于人类生活范围的扩张，研究如何在人口聚集区有效地开展生物多样性保护具有极其重要的意义。

下面结合“邻里生物多样性保护”理念，在城市绿地的养护方面，谈谈个人观点。

包括北京在内，我国一些城市绿地基本采用定期打草、剪枝、清理枯

枝烂叶、打药防治病虫害等高强度管理模式，这种模式不仅需要投入众多人力、消耗资金、造成非必要浪费，还会对生态系统造成一定的危害。如，打药会对鸟类及其食物来源产生负面的影响，包括污染水体、土壤和空气等现象。越来越多的城市居民认为，城市除了需要统一的人文景观外，更需要尽量减少人为管控，让生物群落自由生长的自然管理方式，营造出山水相依、绿意盎然、鸟语花香的荒野式自然景观。

在这一背景下，随着经济的发展，特别是社会对公众进行生态环境保护理念的宣传、科普、倡导和推广，“邻里生物多样性保护”理念也逐渐被社会各界所了解、接受及参与，并尽快与国际倡导的“荒野模式”相契合。



北京某住宅区的“城市森林” 高一雷

荒野式自然景观是现代化城市生活的和谐旋律，这一旋律已经被园林、绿化等各界陆续地运用到绿地管

理实践中。荒野式管理就是让野生动植物合理生长。对于城市绿地来说，高强度的管理模式不仅使野生生物



种群丧失了栖息地，对城市生态系统的影响同样不容忽视。

同时，城市居民也丧失了亲近自然、感受生命、体会大自然奥妙的“精神之旅”。相反，采用荒野式管理方式，地域性生物得以回归，绿叶鲜花、鸟兽虫鸣等生命体得到阳光和雨露的滋润，使它们自由自在的生息繁衍。让人类的视觉、嗅觉、听觉和触觉等

都能感受到大自然的神奇，充满对地球生命的敬畏与尊重。

进入 21 世纪，“再野化”等概念风靡欧美等地，引入当地早已消失的原生动植物，填补生态位的缺失环节，强调自然与人类的和谐共生，成为欧美城市发展的主流观点。目前，在美国、英国、日本等国家，大型野生动物出现在城市街头，已经屡见不鲜。



北京某住宅区安静、觅食的梅花鹿 高一雷

这一概念的发展，不仅要加快实现，并且要有效落地。在一些一线城市开始实践，使市民和游客获得前所未有的生态体验。比如，圆明园、天坛等古老园林中已经逐步开始探索并初露端倪。北京雨燕、红嘴蓝鹊等开始逐步回归，释放出古都北京的古朴与原生自然美。

不过，有些地区绿地管理做的却差强人意。比如，把草坪铲除，用水泥封住土地，再铺上透水砖，仅保留几颗树，鸟兽不见踪影，夜晚的虫鸣也消失了……

综上所述，城市绿地采用荒野式管理的方式，对“邻里生物多样性保护”理念具有积极的推动作用。

城市绿地在实施荒野式管理方面，有专家提出应注意三点。

一、高强度管理与荒野式管理不是对立关系，而是辩证统一关系。两种模式可以同时运用于同一块城市绿地中，相互促进、相互配合、相得益彰。

二、实施荒野式管理是为本地物种自由生长保留栖息地，促进本地物种



种繁衍生息，对外来物种应该严格加以管制。

三、在保持生态系统整体可控，特别是在对人类身体健康的潜在威胁可控的前提下，可以开展城市绿地荒野式管理。降低割草的频率，甚至杜绝割草。保留枯枝和落叶，为各种

生物提供食物来源、栖息地和越冬场所。尽量减少或避免打药，确保食虫的哺乳类、鸟类、爬行类、两栖类和节肢类等动物能够广泛生存，推动局部性食物网有效建立，生物系统向顶级群落演变，实现物质和能量的双循环。



北京某住宅区的荒野湿地 高一雷





周晋峰，中国生物多样性保护与绿色发展基金会副理事长兼秘书长、罗马俱乐部执委，创新提出了“人本解决方案”理论、污染治理三公理、生态恢复“四原则”、邻里生物多样性保护（BCON）、“碳平等”理论等。

水泵节能+碳交易：应用端碳减排的“融会贯通”

周晋峰

摘要：水泵广泛应用于工农业和居民生产生活的各个领域，如供水设备、暖通循环等等。据统计，水泵用电量占全国总用电量的21%，在供水企业中占生产成本的30%-60%。目前，“双碳”目标已经上升为国家战略，供水企业的电能浪费问题不容忽视。《泵组运行能效限定值及能效等级》标准的发布，对于泵组节能工作意义重大。此外，碳核算和碳交易的方法学，也应该纳入更大规模节能的应用探索范畴。

关键词：水泵，节能，碳交易，“双碳”目标

周晋峰. 水泵节能+碳交易：应用端碳减排的“融会贯通”. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷，2024年8月，总第66期. ISSN2749-9065

水泵广泛应用于工农业和居民生产生活的各个领域，如供水设备、暖通循环等等，因此，通过泵节能带来的小区人均能源损耗减少，意义是巨大的。

《泵组运行能效限定值及能效等级》标准的发布，规定了泵组的运行能效等级、能效限定值、试验方法和计算方法，有助于帮助降低水泵的电损耗，应该广泛推广。



钢厂泵站。图片来源：姚福来



现在光电、风电建设有很多政策支持，但是在“双碳”目标执行和应对气候危机上，常用设备的基础节电，同样十分重要，这也是节能降碳应该重点挖掘的潜力和应对气候危机的优先安排事项。

碳核算和碳交易的方法学，也应该纳入进来。比如小区泵站机组如果通过泵节能技术实现了节电，不止可以少交电费，对应减少的碳排放还应该可以拿去碳市场交易，以此作为更大规模节能的应用探索。



水厂泵站。图片来源：姚福来

碳交易的核心是支持交易和支持减排，鼓励技术创新和工作方法变革。我们总体的目标单位产值的能耗降低，包括供给端、消费端、应用端都应节能，减少不必要的损耗。应用端的积极举措对“双碳”目标的实现同样极为重要，对应用端进行能源管理，可以实现用有限的资源科学有效地减少损耗，让人均电损耗降低，对碳排放的减少有巨大帮助。

中国“双碳”战略的前景展望是非常了不起且雄心勃勃的。但面临的困难同样很多，挑战也很大。我们是发展中国家，是生产大国、世界工厂，虽然我们生产的汽车有相当一部分是出口的，但计算碳排放的时候又都

算在我们头上。不过我们同样有制度优势，太阳能、风能的发展，对煤电的限制，支持应用端节能和消费端减碳(包括节约粮食、反对过度包装等)，相信通过大家的努力，更多高新的技术、优质的标准，会被广泛应用，中国的“双碳”目标一定能实现。

【关于《泵组运行能效限定值及能效等级》团体标准】

由中国生物多样性保护与绿色发展基金会联合北京金易奥科技发展有限公司制订的《泵组运行能效限定值及能效等级》于2021年发布。本标准主要规定了泵组的运行能效



等级、能效限定值、试验方法和计算方法。

本标准的创新点在于：

一是用同规模泵站额定能效值作为基准，而不是完全用泵站本身的额定能效或能效绝对值作为基准，这样可以促使设计院和用户主动选用高能效的设备，同时兼顾大小泵站的能效基准不同；

二是与单台设备按最高能效点定义额定效率的等级不同，本标准采用运行能效曲线的最低点来评定泵站的运行能效等级，这保证了泵组在实际应用中的能效不会太低，高效运行有保障；

三是根据测出的泵站的运行能效曲线的形状，可以简单判别泵组能效控制的水平高低，有无浪费，便于监管。



征稿简讯（十八）

《生绿》2024年10月刊聚焦“联合国《生物多样性公约》第十六次缔约方大会”

2015年，在巴黎举行的《联合国气候变化框架公约》第二十一缔约方大会上通过了具有法律约束力的《巴黎协定》，为未来几十年的全球发展路径指明了方向，标志着一个向净零排放世界转变的开始。拯救生物多样性与气候危机一样紧迫，当前全球四分之一的动植物物种濒临灭绝，地球上丰富的生物多样性正在以惊人的速度消失。

联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（COP15）第二阶段会议通过了《昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架》（简称《昆蒙框架》）。《昆蒙框架》旨在解决生物多样性丧失、恢复生态系统等，其中包含阻止和扭转自然环境丧失的具体措施，包括在2030年内对地球30%的面积和30%的退化生态系统实施保护。

联合国《生物多样性公约》第十六次缔约方大会（COP16）将于2024年10月21日至11月1日在哥伦比亚卡利举行。COP16大会上，各国政

府将负责审查《昆蒙框架》的实施情况，各缔约方应展示其国家生物多样性战略和行动计划（NBSAP）与该框架的一致性。COP16大会还将进一步制定监测框架以及推动全球生物多样性框架的资源调动。

以此次大会为契机，《生物多样性保护与绿色发展》（简称《生绿》）10月刊将聚焦“联合国《生物多样性公约》第十六次缔约方大会”，探索应对生物多样性危机的最新政策或实践以及您所期待的在COP16大会期间讨论的议题，欢迎社会各界投稿。征稿截至日期为2024年10月15日。投稿方式及征文规范详见：[生物多样性保护与绿色发展](#)。

此次征稿的分主题包括但不限于：

1. 金融机制与生物多样性：COP16如何推动绿色投资；
2. 生物多样性与气候变化的协同解决方案；
3. 生物多样性监测与数据共享机制；
4. 社区参与的保护栖息地和生物多样性的实践。

（注：鼓励投稿时附有相关清晰图片）





白鹭-沙河水库
摄影：马大成

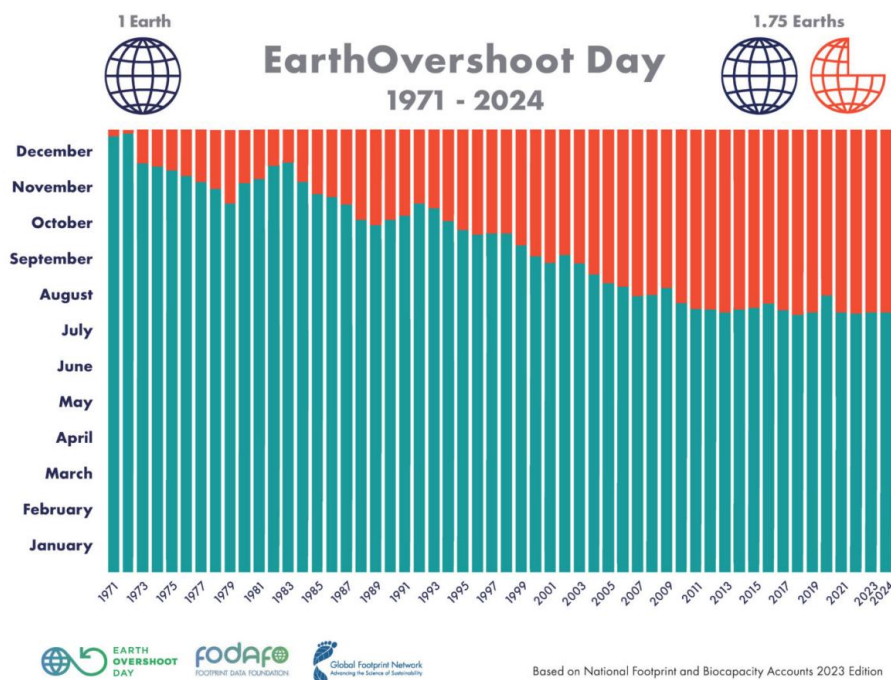
Little egrets (*Egretta garzetta*) in Shahe Reservoir
Photo by: MA Dacheng



In Focus: Energy transition and sustainable resource utilization

Energy is at the core of climate issues and is also key to solving them. Most of the greenhouse gases that trap heat from the sun on Earth's surface come from energy production, specifically from the burning of fossil fuels for electricity and heating. Fossil fuels such as coal, oil, and natural gas are major drivers of global climate change, accounting for over 75% of global greenhouse gas emissions and nearly 90% of carbon dioxide emissions.

According to the latest calculations by the Global Footprint Network, Earth Overshoot Day 2024 falls on August 1. Earth Overshoot Day is a calculated date that represents the point in the year when human resource consumption exceeds the planet's capacity to regenerate those resources within the same year. The calculation method involves dividing the amount of natural resources the Earth produces in a year by the global ecological footprint (the amount of natural resources consumed by humans) and then multiplying by the number of days in a year. From January 1 to August 1, 2024, human consumption has already matched the amount of resources that Earth's ecosystems can regenerate in a full year. In other words, the resources consumed by humans in just seven months are equivalent to what the Earth needs twelve months to regenerate.



Earth Overshoot Day dates from 1971 to 2024. Source: Global Footprint Network



However, this situation is not irreversible. The energy transition and sustainable resource utilization are key to addressing the global energy and climate crises. Analysis from the International Renewable Energy Agency indicates that over 90% of the solutions needed to achieve a successful energy transition by 2050 involve renewable energy sources through direct supply, electrification, energy efficiency, green hydrogen, and a combination of bioenergy with carbon capture and storage. Gradually phasing out unsustainable practices, accelerating the fulfillment of human needs through responsible innovation, and creating conditions conducive to social acceptance and fairness during the necessary transition process are crucial.

This month's journal focuses on the series of topics related to "energy transition and sustainable resource utilization". It aims to explore with readers the development prospects of renewable energy and innovative technological practices for efficient resource utilization.



Reflections on the challenges in the global energy transition

By WEI Qi, YANG Honglan

Abstract: The energy transition refers to the process of shifting from a traditional, fossil fuel-dominated energy system to a cleaner, more sustainable energy framework. This transition entails fundamental changes in the ways energy is produced, transmitted, distributed, and consumed. It is a crucial pathway for the global response to climate change and the achievement of sustainable development goals. However, the energy transition is facing obstacles and issues along the way. This article aims to explore the key challenges in the energy transition, and analyzing their causes, impacts, and potential solutions.

Key words: Energy transition, sustainable development, climate change, fossil fuels, clean energy

WEI Qi, YANG Honglan. Reflections on the challenges in the global energy transition. *BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development*. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



50MW Concentrated Solar Power Plant in Golmud, Qinghai Province



To solve the challenges of efficient biogas utilization for promoting rural ecological civilization construction

By JIANG Feng, CHEN Bin

Abstract: Gongcheng County, located in the northeast of the Guangxi Zhuang Autonomous Region, is a typical semi-mountainous place with ethnic minorities. The local farmers traditionally rely on firewood as their primary fuel source. Since 1984, the Gongcheng County government has been promoting the construction of biogas digesters, establishing a “breeding - biogas - planting” integrated ecological agriculture model that addresses both household energy needs and fertilizer supply. However, with the acceleration of urbanization in the 21st century, issues such as insufficient biogas raw materials and declining utilization rates have become more prominent. This article reviews the process of biogas digester construction and maintenance, and biogas production, consumption and utilization in Gongcheng County, identifying various challenges along the way. It proposes recommendations for optimizing the integration of biogas projects with traditional agriculture and promoting wider application. The results indicate that if existing biogas resources are fully utilized, this could replace 20,148.7 tons of firewood annually, protect 2,686.1 hectares of forest, and reduce carbon dioxide emissions by 4.424 million tons, significantly enhancing ecological benefits. Moving forward, Gongcheng County plans to further optimize technology and management based on its experience in promoting biogas applications and advancing the use of biogas on a larger scale to achieve green development goals in rural areas.

Key words: Gongcheng County, biogas, ecological agriculture, resource utilization

JIANG Feng, CHEN Bin. To solve the challenges of efficient biogas utilization for promoting rural ecological civilization construction. *BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development*. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



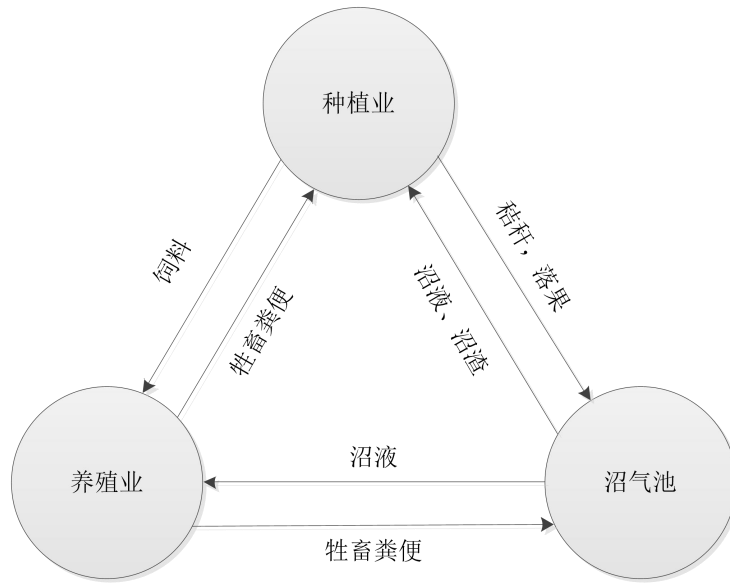


Diagram of the “breeding - biogas - planting” integrated ecological agriculture model

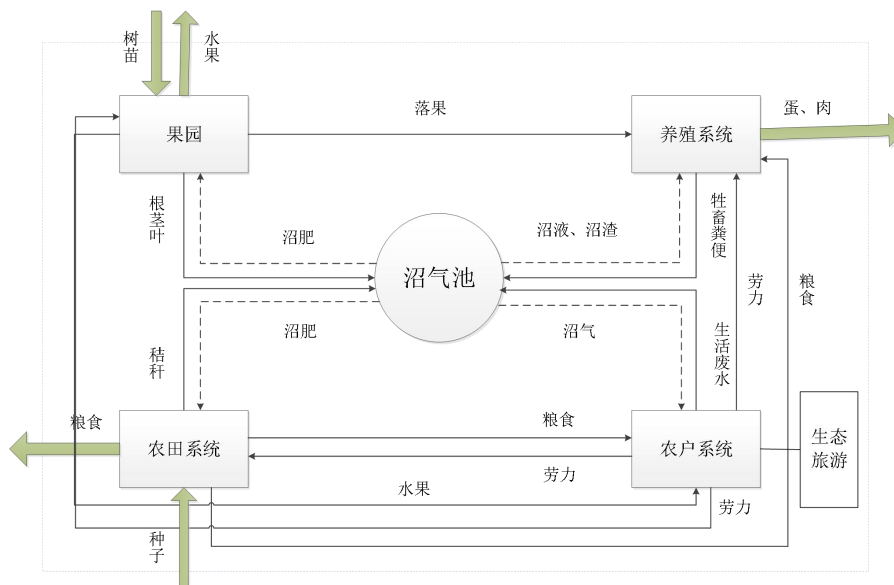


Diagram of the “breeding - biogas - planting - processing - tourism” integrated ecological agriculture model



From initiative to action: An analysis of the opportunities and challenges of “Replacing Plastic with Bamboo”

By WANG Xiaoqiong, WANG Jing

Abstract: Plastic, a material that has brought convenience to human and is produced in vast quantities, is having an undeniable impact on global climate change through its production and waste. To address this issue, the Chinese government and the International Bamboo and Rattan Organisation (INBAR), jointly launched the “Replacing Plastic with Bamboo” initiative in 2022. In November 2023, they jointly released the “Global Action Plan for Bamboo as a Substitute for Plastic (2023-2030)”. As a new initiative that aligns with the green and sustainable development trend, “Replacing Plastic with Bamboo” is gaining increasing attention. However, its promotion and widespread adoption still face numerous challenges and shortcomings. With the growing participation of market, supportive government policies and incentives, and the scientific guidance of relevant institutions and organizations, “Replacing Plastic with Bamboo” is expected to continue to highlight its advantages in replacing plastic products. It will contribute to global efforts to combat plastic pollution and accelerate the development of new quality productive forces in the bamboo industry.

Key words: “Replacing Plastic with Bamboo”, climate change, plastic, bamboo industry, new quality productive forces

WANG Xiaoqiong, WANG Jing. From initiative to action: An analysis of the opportunities and challenges of “Replacing Plastic with Bamboo”. *BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development*. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



“Migratory Bird Lifeline” and the “Line in Harmony with Bird” assessment report in Sanming, Fujian Province

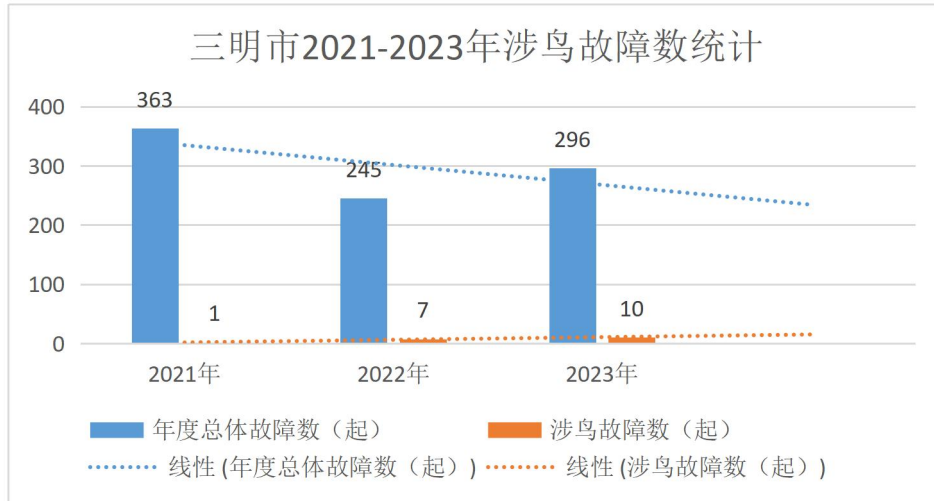
By YANG Xiaohong, AN Qinqin, FENG Lu, YANG Jian, LIN Kewei

Abstract: Located on the eastern side of the Wuyi Mountain, Sanming in Fujian Province boasts a forest coverage rate of 77.12% and is rich in biodiversity, including a variety of wild bird species. Against the backdrop of rapidly increasing power demand, this report investigates the relationship between different grades of transmission lines and the local wild bird populations, as well as the protective measures that ensure the harmonious coexistence of birds and power lines. The report emphasizes that while the current rate of bird-related incidents is low, it is crucial to pay close attention to mitigate the potential safety risks posed by large migratory birds, such as the Oriental stork, to the region’s transmission lines.

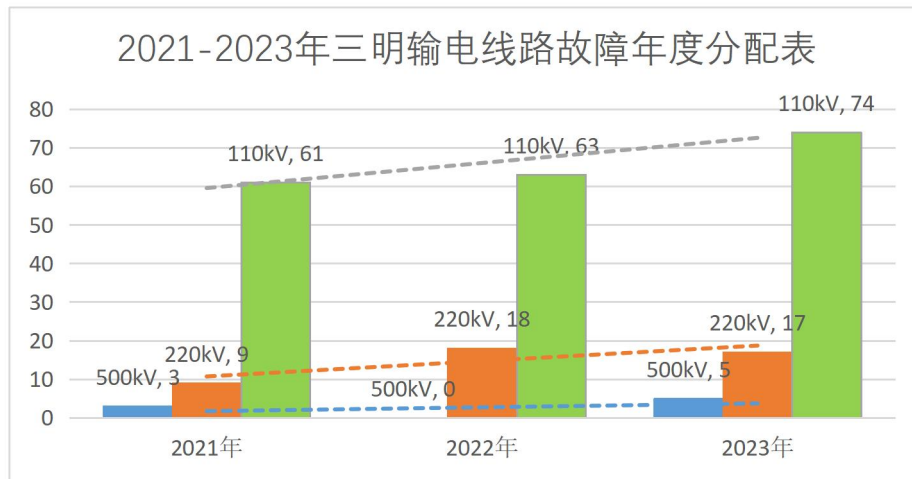
Key words: Bird monitoring, reservoir habitat, bird-related incident rate, ecological management

YANG Xiaohong, AN Qinqin, FENG Lu, YANG Jian, LIN Kewei. “Migratory Bird Lifeline” and the “Line in Harmony with Bird” assessment report in Sanming, Fujian Province. *BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development*. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



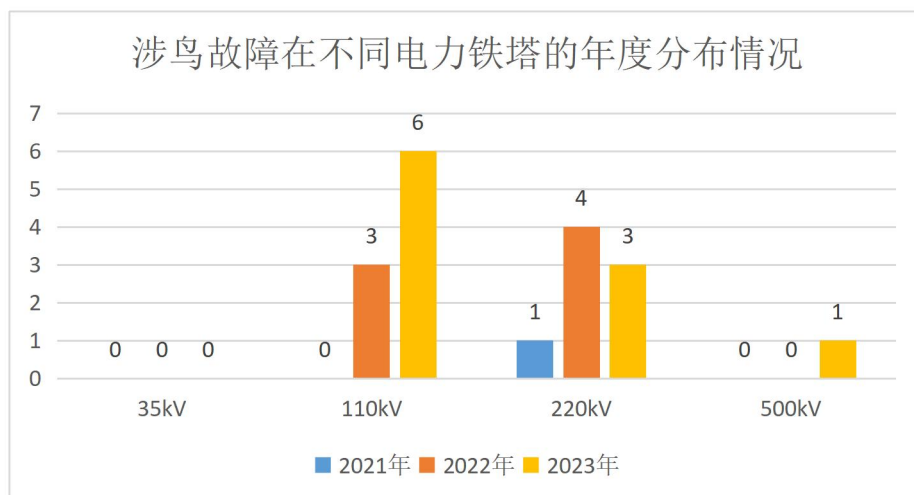


Statistics of bird-related incidents in Sanming from 2021 to 2023

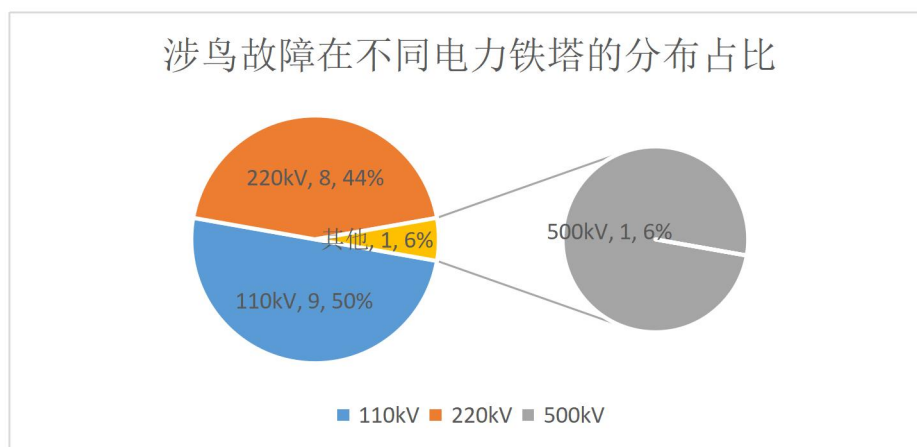


Annual distribution of Sanming power transmission line incidents from 2021 to 2023





Annual distribution of bird-related incidents on different power towers



Distribution and proportion of bird-related incidents on different power towers



Suitability analysis of nesting habitats for the sand martin

(*Riparia riparia*)

By FENG Zi, ZHOU Jinfeng, YANG Xiaohong

Abstract: The sand martin (*Riparia riparia*) is a burrow-nesting bird that breeds in colonies. In recent years, driven by climate change and habitat loss, the population of sand martins has dramatically declined across their breeding range. This article analyzes the factors influencing the suitability of sand martin nesting habitats from both natural conditions and human activities. The study identifies substrate, vegetation, water bodies, food availability, and ectoparasites as key indicators for nesting habitat selection by sand martins. Additionally, while human activities have contributed to the loss of their natural habitats to some extent, they have also created new artificial habitats that can serve as supplementary nesting sites.

Key words: Sand martin, nesting, habitat, suitability

FENG Zi, ZHOU Jinfeng, YANG Xiaohong. Suitability analysis of nesting habitats for the sand martin (*Riparia riparia*). BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



Biodiversity conservation and jointly building the “Belt and Road” under the perspective of ecological civilization

By ZHOU Jinfeng, WANG Jing, KONG Chuilan

Abstract: In 2013, China launched the Belt and Road Initiative, which is based on the traditional Silk Road Economic Belt and the 21st Century Maritime Silk Road. This initiative adheres to principles of openness and aims to unite the countries (regions) along the route, achieving comprehensive multi-sector connectivity in economic and trade cooperation as well as green and low-carbon development. The contemporary world is undergoing unprecedented changes and human civilization is facing increasing problems and challenges. The Belt and Road Initiative represents China’s attempt to address international economic issues, solve development difficulties, and pave the way for shared development and prosperity. This paper, from the perspective of ecological civilization, explores and analyses the development path of the “Belt and Road” from the aspects of environmental ethics and biodiversity conservation, in conjunction with the development history of civilization and the current crises faced by human sustainable development, to promote the deep participation of countries along the “Belt and Road” in global environmental governance under the guidance of ecological civilization concept.

Key words: Belt and Road, ecological civilization, ecological conflicts, environmental ethics, Biodiversity Conservation in Our Neighborhood

ZHOU Jinfeng, WANG Jing, KONG Chuilan. Biodiversity conservation and jointly building the “Belt and Road” under the perspective of ecological civilization. *BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development*. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



Synthetic biology and carbon reduction

By YUAN Yingjin

Abstract: On August 2, 2024, YUAN Yingjin, member of the Chinese Academy of Sciences and professor at Tianjin University, was invited to speak at the Carbon Neutrality Industry Development & Innovation Conference. He conducted a systematic analysis of the importance and application prospects of synthetic biology as a future industry. The core of synthetic biology lies in achieving various innovative applications through the artificial design and synthesis of genetic materials such as DNA. China has made significant progress in synthetic biology, utilizing biological catalysts to achieve breakthroughs including the artificial synthesis of yeast genomes, efficient production of chemicals, and DNA storage technology. These advancements show tremendous potential in reducing carbon emissions and enhancing data storage efficiency.

Key words: Synthetic biology, DNA synthesis, carbon neutrality, DNA storage, future industries

YUAN Yingjin. Synthetic biology and carbon reduction. BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



Issues and engineering design case analysis of full rigid self-waterproof concrete practice

By CAI Miaoni¹, ZHANG Daozhen², WEI Junping¹, MA Zhongbing¹, LAI Chunting¹, ZENG Xiaona¹

(1. The Institute of Architecture Design & Research, Shenzhen University; 2. School of Architecture & Urban Planning, Shenzhen University)

Abstract: This article analyzes several controversial clauses of the mandatory engineering construction standard “The General Code for Waterproofing of Building and Municipal Engineering”, which has been in effect since April 1, 2023. It discusses the relationship between this code and subordinate standards, design responsibilities, and the use of full rigid self-waterproof concrete when external flexible waterproofing is not feasible. Based on practical engineering experience, the article highlights the actual issues encountered with full rigid self-waterproof concrete and, through a brief discussion of the waterproofing design for a grain storage project, demonstrates how full rigid self-waterproof concrete can effectively fulfill primary waterproofing responsibilities in certain projects.

Key words: Green building, engineering construction standards, full rigid self-waterproof concrete, engineering practice

CAI Miaoni, ZHANG Daozhen, WEI Junping, MA Zhongbing, LAI Chunting, ZENG Xiaona. Issues and engineering design case analysis of full rigid self-waterproof concrete practice. BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



Exploration and analysis of international trade and carbon equality

By WANG Jing, WANG Xiaoqiong

Abstract: This article provides a preliminary review of carbon emissions in international trade and the associated issues, with a focus on how carbon transfer in international trade allows developed countries to reduce their own emission reduction pressures by importing high-carbon products, while developing countries bear a greater share of carbon emissions. The concept and implications of carbon equality are discussed, emphasizing the idea that everyone has equal carbon emission rights and should have equal carbon emission rights and responsibilities in international trade. The article analyzes the role of “carbon equality” in international trade, suggesting that this concept plays a positive role in addressing climate change, achieving global sustainable development, and promoting fair and reasonable global carbon reduction mechanisms. It supports the notion that countries should undertake common but differentiated responsibilities in combating climate change, and contributing to the continuous improvement of a fair and effective global carbon reduction system.

Key words: International trade, carbon emissions, carbon transfer, carbon equality, climate change

WANG Jing, WANG Xiaoqiong. Exploration and analysis of international trade and carbon equality. BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



**Excerpt Five of *Letters - Testudinata Rescue and Biodiversity*:
Managing urban green spaces with a “wilderness - style” approach to
develop Biodiversity Conservation in Our Neighborhood**

By GAO Yilei

Abstract: Biodiversity Conservation in Our Neighborhood (BCON) can promote effective biodiversity protection in areas with intensive human activities. It balances conservation and development while integrating sustainable livelihoods with biodiversity protection. This approach was proposed by Dr. ZHOU Jinfeng, Vice Chairman and Secretary-General of the China Biodiversity Conservation and Green Development Foundation, on May 29, 2021. This article explores the relationship between “wilderness-style” management of urban green spaces and Biodiversity Conservation in Our Neighborhood, highlighting three key considerations for implementing wilderness-style management in urban green spaces.

Key words: Urban green space, wilderness, Biodiversity Conservation in Our Neighborhood

GAO Yilei. Excerpt Five of *Letters - Testudinata Rescue and Biodiversity*: Managing urban green spaces with a “wilderness - style” approach to develop Biodiversity Conservation in Our Neighborhood. *BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development*. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065



Artificial wetland in a residential area in Beijing. Photo by GAO Yilei





“Urban Forest” in a residential area in Beijing. Photo by GAO Yilei



Sika deer quietly foraging in a residential area in Beijing. Photo by GAO Yilei





Dr. Zhou Jinfeng, Vice Chairman and Secretary-General of China Biodiversity Conservation and Green Development Foundation and Executive Committee Member of The Club of Rome, innovatively put forward the theory of “Human-based Solutions”, “Three Axioms of Pollution Treatment” and “Four Principles of Ecological Restoration”, and Biodiversity Conservation in Our Neighborhood (BCON), “Carbon Equality” theories, etc.

Pump energy saving plus carbon trading: Integration of carbon emission reduction at the application end

By ZHOU Jinfeng

Abstract: Pumps are widely used in various fields of industry, agriculture, and people’s production and life, including water supply systems, heating, ventilation and air conditioning circulation, etc. Statistics show that the electricity consumption of pumps accounts for 21% of the total electricity consumption nationwide and constitutes 30-60% of the production costs for water supply companies. Currently, the “dual carbon” goals have become a national strategy, making the issue of energy waste in water supply enterprises a significant concern. The release of the standard Minimum allowable values of operational energy efficiency and energy efficiency grades for pump set is crucial for promoting energy savings in pump systems. Additionally, methodologies for carbon accounting and carbon trading should also be incorporated into broader applications for energy efficiency exploration.

Key words: Water pumps, energy saving, carbon trading, “dual carbon” goals

ZHOU Jinfeng. Pump energy saving plus carbon trading: Integration of carbon emission reduction at the application end. BioGreen - Biodiversity Conservation and Green Development. Vol. 1, August 2024. Total Issues 66. ISSN2749-9065





Pump station in Steel plant. Photo source: YAO Fulai



Pump station in water plant. Photo source: YAO Fulai

