

中国野生动物调查存在的问题与改进建议

李欣海^{①②} 郜二虎^③ 李雪^④ 谢文冬^{①②}
楼瑛强^① 宋凯^① 方昀^① 孙悦华^{①*}

① 中国科学院动物研究所动物生态与保护生物学国家重点实验室 北京 100101; ② 中国科学院大学生命科学学院 北京 100049;
③ 国家林业和草原局调查规划设计院 北京 100013; ④ 北京鼎星科技有限公司 北京 100070

摘要: 一百余年前, 人类就开始了相对系统的野生动物调查。目前已经建立了成熟的方法体系, 并制定了相应的调查规范。最近几十年来, 我国科研人员进行了大量的野生动物调查。但是, 当前我国的野外调查规范还不够细致, 调查者在调查时缺乏必要的约束, 导致调查数据不规范、不可靠, 很多重要信息缺失。突出问题有: 样线信息不全, 只有起点和终点的经纬度, 没有自动记录的详细样线信息(如每秒记录一次的连续点位信息, 含经纬度和时间); 动物位点信息缺乏可信度指标(如距观测者的距离); 调查时间不合理; 调查地点的空间取样不均衡; 记录的标准化不够(如每个观测点的观测时长不确定)等等。对此, 我们参考国际通用的调查规范, 提出了一些简单易行的调查要点, 以便提高野外调查数据的质量。另外, 我们提倡野外记录的无纸化, 充分利用现有的手机应用软件(APP)和模型工具提高野外记录以及后期数据处理的效率。最后, 我们提议建立固定的中国生物多样性监测样线体系, 以便消除每年调查时空间取样的不确定性, 更好地量化野生动物的时间动态, 为野生动物的保护和管理提供依据。

关键词: 野生动物; 数量估计; 调查; 监测; 野外调查规范; 手机应用软件(APP)

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 02-282-11

Problems and Ways to Improve Wildlife Surveys in China

LI Xin-Hai^{①②} GAO Er-Hu^③ LI Xue^④ XIE Wen-Dong^{①②}
LOU Ying-Qiang^① SONG Kai^① FANG Yun^① SUN Yue-Hua^{①*}

① Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;
② College of Life Sciences, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; ③ Academy of Inventory and Planning, National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100013; ④ Beijing Dingxing Technology Co., Ltd., Beijing 100070, China

Abstract: Systematic wildlife surveys have been carried out for over 100 years. At present, numerous survey methods have been developed and corresponding survey protocols have been established. In recent decades, Chinese researchers have conducted numerous surveys on wildlife. However, due to the lack of detailed field

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31970432, 31572287, 41971060);

* 通讯作者, E-mail: sunyh@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 李欣海, 男, 副研究员; 研究方向: 生态模型和统计学; E-mail: lixh@ioz.ac.cn.

收稿日期: 2023-05-29, 修回日期: 2023-11-26 DOI: 10.13859/j.cjz.202423103

survey protocols, surveys are often carried out casually, resulting in unreliable and non-standardized data with many important pieces of information missing. Key issues include incomplete information on the sampling line with only the latitude and longitude of the starting and ending points provided, rather than detailed information with points recorded at every second; lack of reliability indicators for animal sighting information, such as the distance from the observer; unreasonable survey times; poor spatial sampling balance in survey regions; and insufficient standardization in recording, such as uncertainty in the recording duration at each observation point. In response, we have proposed some simple and feasible survey guidelines based on internationally accepted standards to improve the quality of field survey data. In addition, we advocate for paperless field recording, using existing mobile APPs and model tools to improve the efficiency of field recording and subsequent data processing. We recommend to develop a national wildlife survey system with thousands of predefined survey routes, so as to minimize the sampling uncertainty and better quantify the temporal dynamics of wildlife populations, and ultimately support wildlife management.

Key words: Wildlife; Abundance estimation; Survey; Monitor; Survey protocol; Mobile phone applications

了解野生动物的分布和数量是生态学研究经典问题。在 19 世纪末,统计学的鼻祖弗朗西斯·高尔顿(Francis Galton)认为调查是获取数据的主要途径(Clauser 2007)。此后人们在世界各地进行的野生动物调查就从来没有间断过,这些调查已经成为了解生物多样性现状的最基本手段之一(Gotelli et al. 2001, Moore et al. 2016)。随着社会和经济的发展,人们对生物多样性保护越来越重视,进行了大量的调查工作,摸清了生物多样性的基本情况,确定了威胁因素并制定保护规划。总之,野生动物调查是一个传统的和相对成熟的领域(Buckland et al. 1993, Skalski 1994, Krebs 1999, Barnett 2002)。

最近几十年来,人们在中国进行了大量的野生动物调查工作,涵盖了不同区域的不同类群,例如十万大山的啮齿动物(杨务一 1964)、浙江的爬行动物(胡步青等 1965)、江苏的哺乳动物(黄文几等 1965)、秦岭和大巴山的两栖动物(胡淑琴等 1966)、山西的野生动物(王福麟 1979)、中国的鲸类(王丕烈 1984)、长江口和杭州湾的浮游动物(朱启琴 1988)、河南的无脊椎动物(许人和等 1995)、羌塘北部和青海可可西里的野生动物(Schaller et al. 2007)和青藏高原的有蹄类(蒋志刚等 2018)。

国家林业和草原局 1995 年开始组织了全国第一次陆生野生动物资源调查(马福等 2009),2011 年开始又组织了全国第二次陆生野生动物资源调查(郜二虎等 2014, 2017)。近年来生态环境部组织了全国生物多样性状况评估和全国生物多样性县域调查(例如,薛达元等 2016)。全国各地区也组织了大量的野生动物调查(例如,石胜超等 2022,王灿等 2022,张绍辉等 2023)。吴政浩等(2023)对中国陆生脊椎动物野外调查进行了文献综述,搜集到文献 3 504 篇,提到我国的野生动物调查在调查区域、动物类群覆盖度和调查方法上都进展迅速。迄今为止,中国用于野生动物调查的费用至少达到十几亿元,取得的调查结果极大地推进了人们对中国境内野生动物分布和数量的了解,并为相应的保护行动提供了依据。

对野生动物调查的规范性问题,国内学者很早就进行了探讨。早在 1977 年,东北林学院的研究者以动殖系的名字发表文章探讨了野生动物调查的问题,包括调查内容(分布、数量、种群结构和生境等)、调查方法(样线法)和野生动物的生态学研究(东北林学院动殖系 1977)。1984 年,张荣祖等(1984)综述了 20 世纪 50 年代到 70 年代中国的动物调查,涉及了调查工作在全国的布局。后来,陈学军等

(1997)在汇总陆生野生动物调查中的问题时,总结了领导不重视、部门不协调、技术力量薄弱和资金不足等 9 个问题,但没有提及具体的技术。陈华豪(1998)提出了 6 个具体的技术问题,涉及系统抽样、调查样线与设计样线的吻合、样带宽度、生境信息的记录等。孙惠杰等(2001)强调在野生动物调查时要重视统计方法的应用。最近 20 年,我国学者没有就野生动物调查的一般性问题发表文章,而是介绍了一些经典的和新兴的调查方法,如样线法(许龙等 2003, 田园等 2015, 陈道剑等 2019)、样点法(吴飞等 2008)、访谈法(毕超贤等 2016)、红外相机技术(肖治术等 2014)、无人机航拍技术(邵全琴等 2017)、物种分布模型(李欣海等 2019),以及对特定动物类群的调查,如荒漠区的动物(龚明昊等 2010)和农田土壤动物(高梅香等 2022)等。

在对具体调查方法的应用方面,我国学者与欧美发达国家的学者没有实质的差距。然而,在调查规范(survey protocols)的制订方面,我国是远远地落后了。野生动物调查规范确定了调查目的、方法、技术参数和数据分析及汇总的方法(Ramesh 2008)。目前我国的野生动物调查规范还不细致不全面,产生的数据有各种缺陷,不方便进行跨时间和跨区域的比较,不适合合并成一个大的数据库,非常可惜。

制定和更新中国的野生动物调查规范,是一个系统工程,需要几年甚至更长的时间才能完成。因为不同类群、不同区域的动物其分布特点和活动规律并不相同,难以规定具体的调查样线、样方和样点,也难以确定具体的调查时间。如果制定面向具体物种的调查规范,可以大大提高调查结果的可靠性;如果制定空间分布和活动节律都非常类似类群的监测规范,例如鸺鹠类监测规范,也可以大幅度地提高相应数据的质量。目前中国在具体物种和具体类群的调查规范方面几乎是空白,与发达国家相比,还有很大差距。

制定中国的野生动物调查规范,并不能简

单地复制发达国家的文本。国外的调查规范适合本地的情况,但往往不适用于其他区域。另外,调查规范应该长期保持不变,以保证调查数据在较长时间尺度上的一致性;因此,不同区域的调查规范是很难统一的。

本文的目的,是在中国目前野生动物调查规范尚不健全的情况下,给野外调查工作者提出一些建议,以提高数据的可靠性和可比性,同时降低野外数据记录的工作量。另外,针对国家层面野生动物的调查和监测,我们也提出了一些建议,以便建立规范的、可以长期使用的野生动物监测规范、以及样线、样方和样点体系。本文总结了国内外野生动物调查规范的现状,以及中国野生动物调查中存在的问题,并提出了改进方案。最后列举了一些常用的手机 APP,可以在野外调查时记录样点和样线。

1 国内现有的调查规范

我国对于不同生态系统和不同动物类群,已经制定了相应的调查规范。我国国家级别的野生动物调查主要由林业部门和环保部门主导。林业部门提出了基于不同生态系统的野生动物调查规范(郜二虎等 2014, 2017),环保部门提出了基于不同生物类群的调查规范(薛达元等 2016)。这些规范都涉及较多的物种,是较为通用化且比较简单的规定,尚无法在调查的方法和记录的要素方面进行细化。

1.1 基于不同生态系统的调查规范

2011 年开始进行全国第二次陆生野生动物资源调查时,国家林业和草原局制定了全国陆生野生动物资源调查技术规程,并修订了不同生态系统的野生动物调查技术细则(表 1)。

1.2 基于不同动物类群的调查规范

2014 至 2016 年,生态环境部组织编写了不同类群动物的调查规范(表 2)。

2 国外的调查规范

国外的野生动物调查规范非常多,对于调查方法、记录条目的规定都比较具体。以美国

表 1 各典型生态系统的野生动物调查规范

调查规范 Survey protocols	发布年 Publication year
草原生态系统陆生野生动物资源调查技术细则 Technical Details for the Survey of Terrestrial Wildlife in the Grassland Ecosystem	2011
荒漠生态系统陆生野生动物资源调查技术细则 Technical Details for the Survey of Terrestrial Wildlife in the Desert Ecosystem	2011
北方森林生态系统陆生野生动物调查技术细则 Technical Details for the Survey of Terrestrial Wildlife in the Northern Forest Ecosystem	2011
南方森林生态系统陆生野生动物资源调查技术细则 Technical Details for the Survey of Terrestrial Wildlife in the Southern Forest Ecosystem	2011
湿地生态系统陆生野生动物调查技术细则 Technical Details for the Survey of Terrestrial Wildlife in the Wetland Ecosystem	2011

表 2 各野生动物类群的调查规范

调查规范 Survey protocols	发布年 Publication year
生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物 Technical guidelines for biodiversity surveys: terrestrial mammals	2014
生物多样性观测技术导则 鸟类 Technical guidelines for biodiversity surveys: birds	2014
生物多样性观测技术导则 爬行动物 Technical guidelines for biodiversity surveys: reptiles	2014
生物多样性观测技术导则 两栖动物 Technical guidelines for biodiversity surveys: amphibians	2014
生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类 Technical guidelines for biodiversity surveys: inland fish	2014
生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物 Technical guidelines for biodiversity surveys: freshwater benthic macroinvertebrates	2014
生物多样性观测技术导则 蝴蝶 Technical guidelines for biodiversity surveys: butterflies	2014
生物多样性观测技术导则 大中型土壤动物 Technical guidelines for biodiversity surveys: large and medium-sized soil animals	2016
生物多样性观测技术导则 蜜蜂类 Technical guidelines for biodiversity surveys: bees	2016

加州的鸟类调查规范为例（表 3），这些调查规范都是针对一个物种的，对其整个生境的抽样调查均有细致的规定，并规定了具体的记录条目。

3 中国野生动物调查中存在的问题

3.1 样线缺失

样线的价值，在于它体现了调查的完整过程。对于只有样线没有样点的情况，即进行了调查却没有发现动物的情况，也要进行记录。这种情况反映动物的密度很低或不存在，是非常有用的信息。野生动物调查的一个主要目的，就是了解动物分布的空间异质性。

中国野生动物调查中最常见的问题是样线信息不全，通常是只有起点和终点，没有完整的样线信息。完整的样线信息，是手机或者卫星定位与导航手持机自动记录的定位点，包含经纬度和时间。现在大部分设备的缺省设置是 1 s 记录一个定位点，以前有 3 s 和 5 s 记录一个定位点的设置。自动记录的样线信息保存在 GPX 或 KML 文件中，这两种文件都是纯文本文件，格式不同但内容一样。GPX 全称是 GPS Exchange Format，即 GPS 交换格式，是可扩展标记语言 XML（Extensible Markup Language）格式的一种，专门用来存储地理信息。KML 全称是 Keyhole Markup Language，最初是由 Google 旗下的 Keyhole 公司开发和维护的一种基于 XML 的标记语言，它利用 XML 语法格式描述地理空间数据（如点、线、面和多边形等）。老式的 GPS 手持机只能记录 GPX 文件。现在的手机 APP 都可以同时记录 GPX 和 KML 文件，有的手机 APP 可以保存成 CSV 或 TXT 等纯文本文件。GPX 和 KML 文件可以相互转化。另外，KML 文件的压缩格式 KMZ 文件也是常用格式之一。

3.2 观察距离缺失

在进行样点或样线调查时，不记录动物距观测者的距离，也是常见的失误。在大多数调查中，人们总会漏掉一些个体。漏掉动物个体本身并不算失误，而是一种必然现象。因为距离远了，总会有些动物个体是观察不到的。距离抽样（distance sampling）是一种非常成熟的方法，通过拟合探测函数（detect function）来

表 3 美国加利福尼亚州的鸟类调查规范

Table 3 Bird survey protocols of California, USA

调查规范 Survey protocols	作者和发布年 Authors and publication year
苍鹰 (<i>Accipiter gentilis</i>) 记录和监测技术指南 Northern Goshawk inventory and monitoring technical guide	Woodbridge et al. 2006
金雕 (<i>Aquila chrysaetos</i>) 分布、繁殖和猎物种群评估规范 Protocol for Golden Eagle occupancy, reproduction, and prey population assessment	Driscoll 2010
避免对农田中三色黑鹇 (<i>Agelaius tricolor</i>) 繁殖群落造成影响的工作人员指南 Staff guidance regarding avoidance of impacts to Tricolored Blackbird breeding colonies on agricultural fields in 2015	California Department of Fish and Wildlife 2015
在加利福尼亚中央谷地对斯氏鵟 (<i>Buteo swainsoni</i>) 造成的影响进行缓解的工作人员报告 Staff report regarding mitigation for impacts to Swainson's Hawks (<i>Buteo swainsoni</i>) in the Central Valley of California	California Department of Fish and Wildlife 1994
美国鱼类和野生动物管理局 (USFWS) 金雕记录和监测规范及其他建议 Interim Golden Eagle inventory and monitoring protocols; and other recommendations	Pagel et al. 2010
加州洛杉矶和克恩县羚羊山谷可再生能源项目的斯氏鵟调查规范、影响避免和干扰的最小化措施 Swainson's Hawk survey protocols, impact avoidance, and minimization measures for renewable energy projects in the Antelope Valley of Los Angeles and Kern Counties, California	California Energy Commission and Department of Fish and Wildlife 2010
加州白头海雕 (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>) 生境和种群评估规范 Protocol for evaluating Bald Eagle habitat and populations in California	Jackman et al. 2004
白头海雕巢生境调查表和指南 Bald Eagle nesting territory survey form and instructions	Department of Fish and Game 2010
穴小鸮 (<i>Athene cunicularia</i>) 调查规范和威胁应对指南 Burrowing Owl survey protocol and mitigation guidelines	California Burrowing Owl Consortium 1997
沿海加州鹼莺 (<i>Poliophtila californica</i>) 分布调查指南 Coastal California Gnatcatcher presence/absence survey guidelines	US Fish and Wildlife Service 1997
在加州塞拉内华达的乌林鸮 (<i>Strix nebulosa</i>) 调查规范 Survey protocol for the Great Gray Owl in the Sierra Nevada of California	Beck et al. 2000
贝氏莺雀 (<i>Vireo bellii</i>) 调查指南 Least Bell's Vireo Survey Guidelines	US Fish and Wildlife Service 2001
林中云石斑海雀 (<i>Brachyramphus marmoratus</i>) 的调查方法: 土地管理和研究署修订的调查规范 Methods for surveying Marbled Murrelets in Forests: a revised protocol of land management and research	Mack et al. 2003
纹霸鹟 (<i>Empidonax traillii</i>) 的生活史描述和调查规范 A natural history summary and survey protocol for the Southwestern Willow Flycatcher	Sogge 2010
对斑林鸮 (<i>Strix occidentalis</i>) 潜在影响的调查规范 Protocol for surveying proposed management activities that may impact Northern Spotted Owls	US Fish and Wildlife Service 2012
对加州中央谷地斯氏鵟巢调查时间和方法的建议 Recommended timing and methodology for Swainson's Hawk Nesting surveys in California's Central Valley	Swainson's Hawk Technical Advisory Committee 2000
加州纹霸鹟调查规范 A Willow Flycatcher survey protocol for California	Bombay et al. 2003

量化动物到人的距离与探测率（被发现的百分率）之间的关系（Buckland et al. 1993）。探测函数可以作为调查结果不确定性的一个指标，也可以用来矫正调查结果（Li et al. 2022a）。

3.3 观察持续时间不确定

调查时没有严格遵循一个固定的记录时间，会导致调查强度不稳定。北美繁殖鸟调查（The North American breeding bird survey, Sauer et al. 2013）的规范明确规定，在每个调

查点，调查者到达后先静止 2 min，以便消除调查者到达时的干扰，然后观察并记录 3 min；记录结束以后发现的鸟类，只记录在备注中，不列入数据库，不会用于数据分析（Harris et al. 2020）。这个标准，可以保障不同人在不同地区的调查有最大程度的可比性。北美繁殖鸟调查规范是最简单的调查规范之一，但它依旧明确了观察动物的时间。我们的调查应该参照北美鸟类调查的原则，确定固定的观察时间。对

于不易发现的动物类群，可以延长到 5 min 或更长时间。对于大群不同种类水鸟集结地的调查，可以延长到 20 min 或 0.5 h。

3.4 空间抽样不合理

调查时没有事先规划明确的样线或样方，在空间抽样上随意选择。这样的调查重复性差，不同年份的调查结果因为调查地点不同而不具有可比性。

对于一个区域的调查，均匀的空间抽样（即系统抽样或等间距抽样）一般可以较好地代表整个区域。但是，系统抽样在操作上不经济，需要花时间往返于起点和终点之间。实际调查中要兼顾抽样的均匀性和调查的方便性。

3.5 调查日期不合理

在调查的日期选择上比较随意，只在方便时开始调查。动物的活动规律一般都有很强的季节性，对于特定的动物类群，要严格遵循合适的调查日期。

3.6 调查时间不合理

在调查的时间上没有严格按照动物的活动节律进行安排。例如，进行林鸟的调查要在太阳升起前 0.5 h 到升起后 2 h 内完成上午的调查；如果在太阳升起之后才去调查，观察到的鸟类数量可能仅为高峰期的十分之一。

4 应用手机 APP 辅助调查

手机已经成为人们日常生活和工作必不可少的工具。应用手机 APP，可以轻松解决样线记录问题。目前有十几种免费的 APP 可用于样线记录。表 4 列举了 8 个常用的手机 APP。

表 4 中列出的手机 APP 都可以把样点和样线信息保存在 GPX 和 KLM 文件中。其中，OruxMaps、奥维和两步路都是非常成熟及使用量很高的手机 APP。R 包 plotKML 的 readGPX 函数，可以分别提取 GPX 文件中的样点（waypoints）和样线（tracks）信息。

陈彬（2016）介绍了 OruxMaps 使用的基本方法。这里我们根据野外经验给出一些具体建议：出发前打开 OruxMaps，开启 GPS。平

板或手机完成定位要花一定的时间，有时要 1 min 以上，偶尔甚至需要十几分钟。定位后（红色箭头出现在地图中）开始记录。每天第一次开始记录时选择“新航迹”，此时自动创建一个新的文件，文件名以日期和时间命名。在起点处创建一个兴趣点，如“悦来客栈”。中途长时间休息时可以停止记录（这样能减少记录量）。重新开始记录时选择“新航段”，这样当天的记录都在一个文件中；不要选择“继续”，否则系统会将上次的位置直线连到当前位置。路线的记录应该从出发地（宾馆、野外站点等）开始。一些关键地点，如加油站、观测站、岔路、视野开阔的垭口和桥等应该记录。这些记录可供后续调查参考，也是动物生境的要素之一（如垭口在坡顶，桥一般在低洼地汇水处）。见到野生动物时，在道路上行进到离动物最近处，估计动物离观测者的距离。例如，如果在道路北侧 300 m 见到 10 只藏野驴（*Equus kiang*），创建一个新的兴趣点，命名为“藏野驴-10-300-北”。其他关键信息也要记录，例如猎隼（*Falco cherrug*）是在地上还是人工巢箱上，可作为备注信息。不同信息间用“-”分隔。每天调查结束后上传 KML 文件和 GPX 文件给项目负责人。

我们建议在野外调查时，顺便记录对调查有意义的定位点，如宾馆和加油站。完整记录调查过程，可以让一个新手通过载入 GPX 或 KLM 文件获取调查样线和样点，重复前人的调查。记录时景观标记点和物种分布点混合记在一个文件中，在后续数据处理时可以轻松地分离成物种分布记录和环境信息。

5 对中国野生动物调查和监测顶层设计的思考

野生动物调查是一个相对成熟的传统研究领域。数据的质量在很大程度上取决于调查规范的详细程度，其次取决于调查者的经验和认真程度。调查规范规定调查的操作细节和记录

表 4 几种常用的可用于记录样点和样线的手机 APP

Table 4 Several commonly used mobile phone APPs for recording animal occurrences and survey routes

手机 APPs Mobile phone APPs	开发商 Developers	应用平台 Operation system	特点 Features
OruxMaps	Google	Android	提供全球范围的多种地图, 包括 Google 地图、OpenStreetMap 和 IGN 地图。不仅提供标准路线规划和语音导航功能, 还具有指南针、GPS 跟踪器和航线规划等高级功能 Provides a variety of maps worldwide, including Google Maps, OpenStreetMap, and IGN Maps. Provides not only standard route planning and voice navigation features, but also advanced features such as a compass, GPS tracker, and route planning
奥维 Ovital	高德软件股份有限公司 Gaode Software Co., Ltd.	iOS、Android	提供全国地图和导航服务, 包括路况实时更新、搜索周边服务、贴身出行定制等功能, 支持多种语音导航和路线规划 Provides national map and navigation services, including real-time updates of road conditions, search for surrounding services, customized personal travel, and supports multiple voice navigation and route planning
两步路 2bulu	深圳市时代经纬科技有 限公司 Shenzhen Shidai Jingwei Technology Co., Ltd.	iOS、Android	提供全球各地的地图和导航服务, 支持路况实时更新、声音和视觉导航指示、燃油价格等信息, 还可以导航到特定的地址或地点 Provides map and navigation services around the world, supports real-time updates of traffic conditions, voice and visual navigation instructions, fuel prices, and other information, and can also navigate to specific addresses or locations
MapMyHike	MapMyFitness, Inc.	iOS、Android	支持记录步行、徒步、骑行等户外运动路线, 提供 GPS 跟踪和实时统计信息, 可分享路线和活动记录 Supports recording outdoor sports routes such as walking, hiking, and cycling, providing GPS tracking and real-time statistical information, and allowing sharing of routes and activity records
AllTrails	AllTrails, Inc.	iOS、Android	提供全球超过 10 万条步行、徒步、骑行等路线, 包括照片、评论和评级, 支持离线地图和导航 Provides more than 100 000 routes for walking, hiking, cycling, etc., including photos, reviews, and ratings, and supports offline maps and navigation
Komoot	Komoot GmbH	iOS、Android	提供全球范围内的骑行、徒步、山地车和公路骑行的路线, 包括许多不知名的步道和公路, 提供语音导航和离线地图 Provides routes for cycling, hiking, mountain biking, and road cycling around the world, including many unknown trails and roads, with voice navigation and offline maps
ViewRanger	Augmentra Ltd.	iOS、Android	提供全球各地的徒步、骑行、滑雪等路线, 包括 OS 地图、NASA 卫星图像和 Garmin 路线导航, 提供实时导航和导航警告 Provides hiking, cycling, skiing and other routes around the world, including OS maps, NASA satellite images and Garmin route navigation, and provides real-time navigation and navigation warnings
Wikiloc	Wikiloc Outdoor SL	iOS、Android	提供全球范围内的户外活动路线, 支持多个运动类型和难度等级, 提供导航指示和导航记录 Provides outdoor activity routes worldwide, supports multiple types of sports and difficulty levels, and provides navigation instructions and navigation records

的条目, 是至关重要的。从美国加州的鸟类调查规范可以看出, 美国的很多调查规范是针对具体物种的, 因此调查规范在调查空间取样和调查时间方面可以达到最优。中国除了大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 外, 还没有针对物种的调查规范。相信在不远的将来, 中国会陆续推出一些基于物种或生态位接近动物类群的

调查规范。
在全国第二次陆生野生动物资源调查时, 国家林业和草原局提出了全国陆生野生动物资源调查技术规程 (郜二虎等 2017), 要求选择 10 km × 10 km 的样区, 并在样区内设计样线进行调查, 以便充分反映这个样区内野生动物的分布和数量。对样区外的区域不进行调查。设

计样区，是为了在一定区域内达到足够的调查强度，例如在 100 km² 的样区内做 20 个 3 km 长的样线，从而达到准确估计样区内动物数量的目的。在经费有限的情况下，选择样区进行调查有其合理性。

2023 年国家林业和草原局于新冠疫情后启动了新一轮野生动物监测工作。我们建议不再沿用随机选择 100 km² 样区的方法。因为随机选择样区，会导致调查在空间分布上的高度不均衡，即样区内调查强度高而样区外不做调查，而且这样的样区和样线缺乏稳定性，不利于长期监测野生动物的数量动态。应根据中国的实际情况，确定数以千计的国家级生物多样性监测样线，做到长期监测，以便全面了解中国生物多样性现状以及时间动态。

北美的繁殖鸟调查，是在固定的样线上进行长期监测（图 1），产生的数据有极大的研究价值和保护价值（Harris et al. 2020）。瑞典进行的固定样线鸟类调查，是在其境内设定了 716 条均匀分布的固定样线，每条样线包含 8

个长 1 km 的调查路段和 8 个固定样点，在样点的观察时间为 5 min，且样线调查和样点调查被分为两个不同的调查，数据不进行混合（Lindström et al. 2023）。

在我国国家部委推出野生动物监测和调查项目时，应鼓励调查者应用各种现代化工具进行动物数量估计。对具体工具的应用，会促进调查者严格遵循调查规范。例如，应用 MARK 软件，会提高进行标记重捕调查的规范性（Laake 2013）。我们开发的根据样线调查估计野生动物数量的 R 包 abundanceR（Li et al. 2022a）需要样线文件，因此调查者必须保留 GPX 文件或 KLM 文件才能使用。红外相机监测日益成为野生动物监测的主要方法（李晟等 2014，肖治术等 2014）。我们开发的根据红外相机监测结果估计动物密度的方法 cameratrapR（Li et al. 2022b）要求相机呈网格布设，而不能布成一条线。因此，使用者必须遵循红外相机监测规范，不能贪图方便把红外相机沿河或沿路布成一条线。

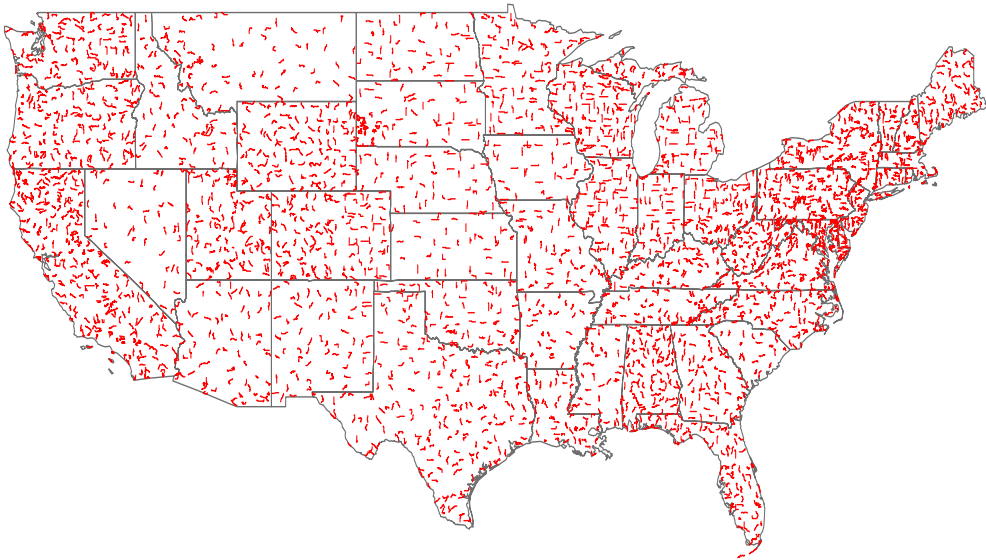


图 1 美国大陆繁殖鸟监测样线（USGS Patuxent Wildlife Research Center 2011）

Fig. 1 Breeding bird survey routes in the United States

样线共计 4 100 条，每条样线大约 39.2 km，且有 50 个样点。
There are a total of 4 100 survey routes, each approximately 39.2 km long, with 50 sample points.

野外调查是了解野生动物状况的基本方法, 它不仅可以让们掌握野生动物的分布和数量, 还可以用于评估生态环境质量, 辅助制定和改进野生动物保护政策, 支持和推动可持续发展和生态文明建设。我们建议科研工作者可以更加标准地进行调查, 更加高效地完成记录和数据处理工作, 产生客观的具有可比性的数据; 也建议国家建立固定的监测体系, 科学合理地进行标准化的长期监测。

参 考 文 献

- Barnett V. 2002. *Sample Survey: Principles & Methods*. 3rd ed. New York: Oxford University Press.
- Beck T W, Winter J. 2000. Survey protocol for the Great Gray Owl in the Sierra Nevada of California: California Department of Fish and Game.
- Bombay H L, Benson T M, Valentine B E, et al. 2003. A Willow Flycatcher survey protocol for California. Vallejo, CA, USA: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Region.
- Buckland S T, Anderson D R, Burnham K P, et al. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. London, UK: Chapman and Hall.
- California Burrowing Owl Consortium. 1997. Burrowing Owl survey protocol and mitigation guidelines. Raptor Research Report, 9: 171–177.
- California Department of Fish and Wildlife. 1994. Staff report regarding mitigation for impacts to Swainson's Hawks (*Buteo swainsoni*) in the Central Valley of California.
- California Department of Fish and Wildlife. 2015. Staff guidance regarding avoidance of impacts to Tricolored Blackbird breeding colonies on agricultural fields in 2015.
- California Energy Commission and Department of Fish and Wildlife. 2010. Swainson's Hawk survey protocols, impact avoidance, and minimization measures for renewable energy projects in the Antelope Valley of Los Angeles and Kern Counties, California.
- Clauser B E. 2007. The life and labors of Francis Galton: a review of four recent books about the father of behavioral statistics. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 32(4): 440–444.
- Department of Fish and Game. 2010. Bald Eagle nesting territory survey form and instructions.
- Driscoll D. 2010. Protocol for Golden Eagle occupancy, reproduction, and prey population assessment. Apache Junction, AZ, USA: American Eagle Research Institute.
- Gotelli N J, Colwell R K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4): 379–391.
- Harris S, Massimino D, Balmer D, et al. 2020. The breeding bird survey 2019. BTO research report 726.
- Jackman R E, Jenkins J M. 2004. Protocol for evaluating bald eagle habitat and populations in California. Sacramento, CA, USA: US Fish and Wildlife Service.
- Krebs C J. 1999. *Ecological methodology*. CA, USA: Benjamin/Cummings, Menlo Park.
- Laake J L. 2013. RMark: an R interface for analysis of capture-recapture data with MARK.
- Li X H, Li N, Li B D, et al. 2022a. abundanceR: a novel method for estimating wildlife abundance based on distance sampling and species distribution models. *Land*, 11(5): 660.
- Li X H, Tian H D, Piao Z J, et al. 2022b. cameratrapR: an R package for estimating animal density using camera trapping data. *Ecological Informatics*, 69: 101597.
- Lindström Å, Green M. 2023. Swedish Bird Survey: Fixed routes (Standardrutterna). Version 1.13. Sampling event dataset. [DB/OL]. [2023-05-21]. <https://doi.org/10.15468/hd6w0r>.
- Mack D E, Ritchie W P, Nelson S K, et al. 2003. Methods for surveying Marbled Murrelets in forests: a revised protocol for land management and research: Pacific Seabird Group Technical Publication.
- Moore A L, McCarthy M A. 2016. Optimizing ecological survey effort over space and time. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(8): 891–899.
- Pagel J E, Whittington D M, Allen G T. 2010. Interim Golden Eagle inventory and monitoring protocols; and other recommendations. Arlington, Virginia, USA: Division of Migratory Bird Management, US Fish and Wildlife Service.
- Ramesh K. 2008. A review of study designs and data collection protocols in wildlife research. *Scientific Transactions in*

- Environment and Technovation, 2(2): 57–70.
- Sauer J R, Link W A, Fallon J E, et al. 2013. The North American breeding bird survey 1966–2011: summary analysis and species accounts. *North American Fauna*, (79): 1–32.
- Schaller G B, Kang A, Hashi T, et al. 2007. A winter wildlife survey in the northern Qiangtang of Tibet Autonomous Region and Qinghai Province, China. *Acta Theriologica Sinica*, 27(4): 309–316.
- Skalski J R. 1994. Estimating wildlife populations based on incomplete area surveys. *Wildlife Society Bulletin*, 22(2): 192–203.
- Sogge M K, Ahlers D, Sferra S J. 2010. A natural history summary and survey protocol for the Southwestern Willow Flycatcher: US Department of the Interior, US Geological Survey.
- Swainson's Hawk Technical Advisory Committee. 2000. Recommended Timing and Methodology for Swainson's Hawk Nesting Surveys in California's Central Valley.
- US Fish and Wildlife Service. 1997. Coastal California Gnatcatcher presence/absence survey guidelines.
- US Fish and Wildlife Service. 2001. Least Bell's Vireo Survey Guidelines, Carlsbad, CA, USA.
- US Fish and Wildlife Service. 2012. Protocol for surveying proposed management activities that may impact Northern Spotted Owls.
- USGS Patuxent Wildlife Research Center. 2011. Breeding Bird Survey Route Locations for Lower 48 States. [DB/OL]. [2023-08-31]. <https://databasin.org/datasets/02fe0ebbb1b04111b0ba1579b89b7420/>.
- Woodbridge B, Hargis C D. 2006. Northern goshawk inventory and monitoring technical guide. Vol 71: United States Department of Agriculture, Forest Service.
- 毕超贤, 杨士剑, 刘聪, 等. 2016. 访谈法在野生动物调查中的应用综述. *林业调查规划*, 41(4): 12–15, 20.
- 陈彬. 2016. 生物多样性野外调查地理信息管理、路线精细设计和精确导航方法. *生物多样性*, 24(6): 701–708.
- 陈道剑, 庾太林, 邹发生. 2019. 样线法调查中森林鸟类有效宽度的选择. *生态学杂志*, 38(10): 3228–3234.
- 陈华豪. 1998. 陆生野生动物资源调查中的若干技术问题. *野生动物*, 19(1): 16.
- 陈学军, 关东明. 1997. 陆生野生动物调查中的问题及解决办法. *野生动物*, 18(4): 18–19.
- 东北林学院动殖系. 1977. 关于黑龙江省野生动物资源调查中几个问题的探讨. *东北林学院学报*, 1977: 49–51.
- 高梅香, 刘启龙, 朱家祺, 等. 2022. 中国农田土壤动物长期监测样地科学调查监测的实施方法. *生物多样性*, 30(1): 101–115.
- 郜二虎, 何杰坤, 王志臣, 等. 2017. 全国陆生野生动物调查单元区划方案. *生物多样性*, 25(12): 1321–1330.
- 郜二虎, 王志臣, 王维胜, 等. 2014. 全国第二次陆生野生动物资源调查总体思路. *野生动物学报*, 35(2): 238–240.
- 龚明昊, 张建军. 2010. 荒漠地区野生动物调查方法探讨——一种新的调查方法介绍. *四川动物*, 29(2): 320–324.
- 胡步青, 黄美华, 何时新, 等. 1965. 浙江爬行动物调查报告. *动物学杂志*, 5(1): 22–26.
- 胡淑琴, 赵尔宓, 刘承钊. 1966. 秦岭及大巴山地区两栖爬行动物调查报告. *动物学报*, 18(1): 57–89.
- 黄文几, 温业新, 黄正一, 等. 1965. 江苏省哺乳动物调查报告. *复旦大学学报: 自然科学*, 4(4): 429–438.
- 蒋志刚, 李立立, 胡一鸣, 等. 2018. 青藏高原有蹄类动物多样性和特有性: 演化与保护. *生物多样性*, 26(2): 158–170.
- 李晟, 王大军, 肖治术, 等. 2014. 红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景. *生物多样性*, 22(6): 685–695.
- 李欣海, 郜二虎, 李百度, 等. 2019. 用物种分布模型和距离抽样估计三江源藏野驴、藏原羚和藏羚羊的数量. *中国科学: 生命科学*, 49(2): 151–162.
- 马福, 张建龙. 2009. 中国重点陆生野生动物资源调查. 北京: 中国林业出版社.
- 郜全琴, 王东亮, 曹巍, 等. 2017. 一种基于无人机航拍的大型野生动物种群数量调查方法(专利). *中国科学院地理科学与资源研究所, 中国*. [P/OL]. [2017-09-22]. <http://ir.igsnnr.ac.cn/handle/311030/192055>.
- 石胜超, 石秀东, 姚忠祯, 等. 2022. 西藏八宿、左贡和芒康两栖爬行动物多样性调查报告. *动物学杂志*, 57(2): 236–246.
- 孙惠杰, 沈伟, 王天民. 2001. 有关野生动物调查的几个问题. *林业勘查设计*, (2): 68–69.
- 田园, 冯永军, 张春兰, 等. 2015. 样线法在南方山地生态系统野生动物调查中的试点效果评价. *生物多样性*, 23(1): 109–115.
- 王灿, 胡烨, 李明明, 等. 2022. 四川省国家重点保护野生鸟类的空间分布格局. *四川动物*, 41(6): 601–610.
- 王福麟. 1979. 山西省野生动物资源调查报告. *山西大学学报: 自*

- 然科学版, 2(1): 119–143.
- 王丕烈. 1984. 中国近海鲸类的分布. 动物学杂志, 19(6): 52–56.
- 吴飞, 杨晓君. 2008. 样点法在森林鸟类调查中的运用. 生态学杂志, 27(12): 2240–2244.
- 吴政浩, 丁志锋, 周智鑫, 等. 2023. 中国陆生脊椎动物野外调查的发展现状与文献分析. 生物多样性, 31(3): 22363.
- 肖治术, 李欣海, 姜广顺. 2014. 红外相机技术在我国野生动物监测研究中的应用. 生物多样性, 22(6): 683–684.
- 许龙, 张正旺, 丁长青. 2003. 样线法在鸟类数量调查中的运用. 生态学杂志, 22(5): 127–130.
- 许人和, 和振武. 1995. 河南省无脊椎动物调查(II)(软体动物和节肢动物). 河南师范大学学报: 自然科学版, 23(3): 68–72.
- 薛达元, 武建勇. 2016. 生物多样性本底调查技术规范与滇黔桂 26 县调查示范研究. 北京: 中国环境出版社.
- 杨务一. 1964. 十万大山啮齿动物调查报告. 动物学杂志, (4): 152–154.
- 张荣祖, 金岚. 1984. 谈谈当前动物学调查工作. 动物学杂志, 19(1): 43–46.
- 张绍辉, 马山俊, 曾昭朝, 等. 2023. 昆明市国家重点保护陆生野生动物分布现状与保护策略. 林业调查规划, 48(1): 56–63.
- 朱启琴. 1988. 长江口、杭州湾浮游动物生态调查报告. 水产学报, 12(2): 111–123.

河南南阳发现红翅绿鸠

White-Bellied Green Pigeon *Treron sieboldii* Found in Nanyang, Henan, China

2022 年 6 月 9 日 10 时左右, 在河南省南阳市丹江湿地国家级自然保护区淅川大石桥乡西岭村(111°18'04" E, 33°02'12" N, 海拔 156 m)发现了 1 只鸠鸽科(Columbidae)鸟类(图 1)。其头、胸明亮橄榄黄色, 下体偏白色, 腹部两侧和尾下覆羽具灰色斑, 翼覆羽栗色, 翕部偏灰色, 初级飞羽及次级飞羽等辉黑色, 具狭窄淡黄色羽缘, 眼周裸露皮肤偏蓝色, 虹膜红色, 喙灰蓝色。依据上述特征鉴定该鸟为红翅绿鸠(*Treron sieboldii*) (约翰·马敬能等 2000)。检索《中国鸟类分类与分布名录》(第 4 版)(郑光美 2023), 并查阅中国观鸟记录中心(<http://www.birdreport.cn/>)数据, 确认该鸟为河南省鸟类分布新记录种。发现该鸟时, 其正在树冠休息, 其所处位置在浅山与丹江之间, 距村庄约 200 m。



图 1 红翅绿鸠(李波摄)

Fig. 1 *Treron sieboldii* (Photo by LI Bo)

(下转第 314 页)

基金项目 信阳生态研究院开放基金项目(No. 2023XYMS03);

* 通讯作者, E-mail: 1286826566@qq.com;

第一作者介绍 王庆合, 男, 高级工程师; 研究方向: 野生动植物保护与利用; E-mail: nyslwang@163.com。

收稿日期: 2022-06-30, 修回日期: 2023-08-10 DOI: 10.13859/j.cjz.202322160