

我国鸟类监测的现状、问题与对策

崔鹏, 徐海根^①, 丁晖, 吴军, 曹铭昌, 陈炼 (环境保护部南京环境科学研究所/国家环境保护生物安全重点实验室, 江苏南京 210042)

摘要: 鸟类是开展生物多样性监测的重要指示类群。对鸟类的长期、系统监测工作在欧美已经有百余年历史,且野鸟多样性指数已经成为欧美一些国家开展生物多样性监测工作的官方指标。通过对国内鸟类监测现状的分析,结合监测对象、指标、抽样策略和监测方法等监测工作中应重点关注的几个方面,提出了我国鸟类监测存在的问题,并结合国情提出了下一步开展鸟类监测工作的对策与建议。建议我国有关部门尽快制定鸟类监测技术规程和标准,统一数据收集和分析平台,逐步构建政府引导,科研院所、高等院校、自然保护区、观鸟协会和志愿者等多方参与的鸟类监测网络。

关键词: 生物多样性; 鸟类监测; 抽样策略; 监测方法; 监测网络

中图分类号: X176; X835 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673 - 4831(2013)03 - 0403 - 06

Status Quo, Problems and Countermeasures of Bird Monitoring in China. CUI Peng, XU Hai-gen, DING Hui, WU Jun, CAO Ming-chang, CHEN Lian (Nanjing Institute of Environmental Science, Ministry of Environmental Protection/ State Environmental Protection Key Laboratory on Biosafety, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China)

Abstract: Wild bird is an important indicator in biodiversity monitoring, countries in Europe and North America have been already carrying on systematic surveys and monitoring of wild birds for more than 100 years, and wild bird diversity index has become an official one in biodiversity monitoring in some of these countries. However, China has not yet developed any formalized wild bird monitoring program, except for a few regional monitoring projects set up in the past ten years. Problems in China's bird monitoring were discussed and suggestions put forth on how the bird monitoring network of China should be developed in future. China has carried out some bird monitoring programs, including monitoring programs for rare and endangered species, important wetlands, and nature reserves, and some other special bird monitoring projects, such as wild bird monitoring for bird flu prevention, etc. However, so far China does not have a coordinated, national wide bird monitoring network, so that, the overall level of its scientific research on wild birds is much lower compared with many European and North American countries, meanwhile, there are only a few experienced field survey workers in China. In terms of survey design, China has not yet set up a unified system of sampling strategies and survey methods. What is more, China mainly focuses on rare and endangered species, which are not representative of the overall status of wild birds, and pays less attention to common wild birds. In most of the surveys, China used the fixed distance line transect method and seldom the variable distance line transect method, which is more precise compared with the former. Based on analysis of the status quo and problems of wild bird monitoring in China, it is suggested that China to build a government-led, multi-stakeholder wild bird monitoring network. The multi-stakeholders should include research institutes, universities, nature reserves, bird-watching associations and volunteers, etc. Standard technical rules for wild bird monitoring should be worked out and published as soon as possible, so that, data collection and analysis can be conducted in a unified way. In terms of sampling strategies and survey methods, it is suggested that stratified random sampling is more proper, because experienced field workers are very limited and not enough for even distribution overall the country. Variable distance line transect method should be used in common landbird monitoring, for example, in habitats like farmland, shrub-steppe and moorland. The method can also be used in monitoring of offshore seabirds and water fowls. The total number counting method can be used in counting colonial water fowls. Under the framework of the national bird monitoring network, some special monitoring programs can be established, such as the bird ringing program and the wild bird avian influenza epidemics monitoring program. China's bird monitoring should combine with cutting-edge scientific issues,

收稿日期: 2012 - 10 - 10

基金项目: 国家科技支撑计划重点项目(2008BAC39B06;2008BAC39B01); 国家自然科学基金青年基金(31101651); 生物多样性保护专项

① 通信作者 E-mail: xhg@nies.org

such as impacts of global climate change on bird distribution and breeding. New technologies and equipment should be used to improve accuracy of the field survey. The public awareness should be improved and volunteer training should be provided to encourage more and more people to join in the bird monitoring network.

Key words: biodiversity; bird monitoring; sampling strategy; monitoring method; monitoring network

生物多样性监测既可以提供监测对象的变化信息,又是评估保护成效的有效途径,并且能够为制定与生物多样性保护相关的行动计划和管理措施提供重要依据^[1-2]。鸟类分布生境多样,对环境变化较敏感,数据收集程序相对简单,且分类和分布的资料比其他动植物类群更加齐全,因此鸟类是生物多样性监测的重要指示类群^[3-4]。鸟类监测在欧美地区已有100多年的历史。在英国,鸟类多样性指数已成为生物多样性监测的官方指标^[5-6]。我国也开展了大量鸟类的调查与监测工作,但主要集中于对一个地区的鸟类种类、数量和分布的研究,侧重于了解区域鸟类概况^[7],而真正意义上的鸟类监测应侧重于对鸟类种类和数量的重复测度,从而了解一个地区鸟类种类和数量在时间序列上的动态变化^[8-9]。我国已在部分区域开展了以越冬水鸟和珍稀濒危物种为主的监测工作,但是全国范围的、系统的鸟类监测尚未组织开展。笔者通过分析我国鸟类监测的现状,提出我国开展鸟类监测工作的对策与建议。

1 我国鸟类监测现状

早在1982年,我国就开始采用网捕法开展鸟类环志^[10]。至今,我国开展了一系列针对珍稀濒危物种和重点区域的鸟类监测工作,如黑脸琵鹭(*Platalea minor*)全球同步调查、全国沿海水鸟同步调查、环鄱阳湖水鸟同步调查等^[8-9]。但与欧美国家相比,我国鸟类监测工作仍很落后。

1.1 重点鸟类物种监测

珍稀濒危物种是就地和迁地保护关注的重点,也是监测工作优先选择的类群。目前,珍稀濒危鸟类的监测主要集中于体型较大的水鸟,如朱鹮(*Nipponia nippon*)、黑脸琵鹭和白鹤(*Grus leucogeranus*)等。

自1981年朱鹮被重新发现后,就对该类种群的数量和分布开始进行监测,截至2010年,朱鹮总数量已由最初的7只增至1400多只,其中,野生种群数量已达700余只,分布范围涉及陕西省洋县、佛坪等6个县区^[11]。在图牧吉、达赉湖、科尔沁、特金罕山、达来诺尔、灵丘、衡水湖、野鸭湖和黄河三角洲等有大鸨分布活动的国家级和省级保护区,建立了大鸨的保护与监测网络,使大鸨的监测工作更加

系统和完善。

1.2 重点区域鸟类监测

我国的区域鸟类监测工作主要包括在长江中下游湿地和东部沿海湿地开展的越冬水鸟监测。自1999年起,环鄱阳湖越冬水鸟同步调查每年开展1次,已掌握了近10a来鄱阳湖越冬水鸟的种群数量与分布状况^[7]。自2005年开展全国沿海水鸟的调查以来,通过每月1次的同步调查可了解沿海水鸟的分布、迁徙动态和季节性变化,该项目全部由志愿者参加^[8]。我国参与的亚洲水鸟同步调查项目也为我国水鸟资源的评估和研究提供了重要信息^[12]。

1.3 鸟类环志监测

鸟类环志是研究候鸟生活史、迁徙动态及规律的一种重要手段,其研究成果在野生动物疫源疫病监测等方面一直发挥着极大作用^[10]。以黑龙江帽儿山环志站、嫩江高峰林场环志站等为代表的环志站点在环志时间、环志方法探索等方面开展了大量工作^[13-14]。在黑龙江省嫩江县高峰林场环志站,仅1998至2006年9a间,环志鸟类达165种18.4万只^[14-15]。我国在重要鸟类迁徙通道方面也开展了迁徙鸟类环志工作,在云南南涧凤凰山、哀牢山北段大中山等开展的夜间迁徙鸟类环志工作,为我国环志鸟类种类和数量监测作了补充和完善^[16-17]。

1.4 自然保护区鸟类监测

在以鸟类为主要保护对象的自然保护区,如鄱阳湖、青海湖、盐城和莫莫格等,开展了保护区内的鸟类监测。自2006年以来,在青海湖国家级自然保护区23个监测点开展了每月1次的水鸟监测^[18]。鄱阳湖国家级自然保护区开展了“逢8监测”,即在每月的8日、18日和28日对保护区内的9个重点湖泊开展同步监测^[19]。广东湛江红树林国家级自然保护区和内蒙古达里诺尔国家级自然保护区等也开展了鸟类监测。

1.5 其他鸟类监测

自高致病性禽流感疫情传入我国以来,国家林业局设立了国家级和省级监测站点,组织开展了野鸟高致病性禽流感疫情监测,主要关注鸟类种群的健康状况,如种群中是否有病鸟死鸟,部分区域也结合疫情监测开展了鸟类的种类、数量和栖息地等

的监测工作。在机场鸟撞防治研究中,部分机场也开展了鸟类监测工作^[20]。

2 我国鸟类监测存在的问题

鸟类监测通常关注以下问题:监测区域在哪里,是进行全面调查还是抽样调查,采用何种抽样策略和调查方法,如何进行后续的数据分析等。其中,监测对象和指标、抽样策略以及监测方法是需要关注的重点^[21]。结合上述几个方面的内容和我国鸟类监测工作实际,对我国鸟类监测工作中存在的问题进行分析。

2.1 监测对象的确定

监测对象应具有代表性,即通过对种群数量变化趋势的分析,不仅能够发现该物种的变化趋势,而且能够揭示其他类群的变化特征^[22]。鸟类监测对象要根据监测目的来确定,一般选择以下3种类群作为监测对象:(1)珍稀濒危鸟类(endangered species),常作为保护项目的监测对象^[23],但对珍稀濒危物种的监测往往会忽略一些常见物种的种群变化信息,不能对生物多样性状况进行全面评估;(2)重要指示物种(indicator species),该类群在生境变化或生物多样性保护等方面有重要指示作用,例如,水禽可作为监测湿地变化的指示类群^[3,5],森林依赖型鸟类则可作为监测森林质量变化的指示类群;(3)常见鸟类(common birds),该类群种群数量大,便于采用1种或几种较为简单的方法进行监测^[24],例如,英国的常见鸟类调查(Common Birds Census)项目就是对常见鸟类进行监测。

由于受监测人员和经费等的限制,目前就我国已经开展的鸟类监测工作而言,只有环志鸟类监测和部分越冬水鸟监测项目针对常见鸟类,其余则以珍稀濒危鸟类监测为主,而对重要指示物种和常见鸟类的监测工作开展较少。同时,由于我国鸟类研究基础比较落后,哪些物种属于具有重要指示意义的物种以及监测哪些常见鸟类能反映环境的变化等问题还需要开展深入研究,以便于集中人力和物力,提高监测效率。

2.2 监测指标的选择

建立规范的监测指标体系是开展生物多样性监测的重要步骤^[25-26]。理想的监测指标应具有代表性、科学性、环境变化的敏感性和稳定性等特点,最关键的是要具有可行性^[27]。物种种类数(species diversity)和种群丰富度(abundance)是鸟类监测中最基础和最重要的2个指标。此外,在针对气候变化对鸟类影响的监测项目中,通常要监测生长、繁

殖和迁徙等方面的指标^[28-29]。

我国开展的监测工作,在珍稀濒危物种监测中记录了物种种类数和种群丰富度两个指标,对物种生境指标的记录还不够详细。以英国繁殖鸟类监测(breeding bird survey, BBS)为例,每条1 km长度样线被等长划分为10段,对每段中两种最重要的生境类型进行记录,同时对每种生境类型又分为4个层次详细记录生境的细微差异。英国繁殖鸟类监测项目统一制定了规范化表格,便于野外生境记录^[30]。

2.3 抽样策略

通常情况下,要对一个区域的全部鸟类进行普查十分困难,因此,需要采用抽样的方法,选择代表性的样线(样点)进行调查。但如果由调查者自由选择调查地点,往往会优先选择交通便利,或是自己认为某个(某些)物种丰富度较高的地点,这会使调查数据不能很好地代表整个调查区域^[31]。采用抽样方法选择调查样地能克服这一不足。抽样方法有多种,例如随机抽样(simple random sampling)、分层抽样(stratified sampling)和系统抽样(systematic sampling)等。在实践中,要完全做到随机抽样是很难的,而分层抽样可依照生境类型、被干扰程度和植被类型等分成多个不同的层次,其应用范围更为广泛。选择何种抽样方法最终要取决于在监测项目中使用该方法的效率和能否贯彻执行^[32]。

2.3.1 抽样方法

随机抽样可以使调查区域内的每一个样本单元都有均等的机会被选择,但随机抽样法无法全面考虑调查人员的数量和分布、监测对象的分布等这些决定调查项目设计的重要因素^[32]。分层抽样可以弥补这一缺陷,充分考虑调查人员分布,生境、气候和海拔等环境因子的差异。在大尺度的监测项目中,根据需要进行分层,可以提高项目的可行性。分层抽样和随机抽样还可以结合使用,即分层随机抽样。HANOWSKI等^[33]在美国明尼苏达州开展的鸟类监测项目就采用了分层随机抽样法,首先根据森林植被类型进行分层,在每个层中再随机选择样地,在每个样地中又设置3个小样地以比较样地内和样地间的差异。系统抽样是指样本按照规则均匀分布在调查区域中。系统抽样法的优点是所获得的调查结果更为精确;但在大尺度的监测项目中,由于调查人员的分布和部分样线难于实现等因素,无法严格按照系统抽样的原则开展调查。

目前,我国开展的鸟类监测项目的样地主要是根据调查人员分布设置。在珍稀濒危物种监测中,

对朱鹮的监测采取非抽样策略,对分布区域内的个体进行全面调查。在长江中下游水鸟同步调查和沿海水鸟监测项目中,主要根据调查人员的数量和调查能力来调查区域内尽可能多的地点,并没有采用抽样的方法选取样地。2011年,全国陆生野生动物第2次调查启动,在该次调查样地的选取中,设置了不同的地理单元,并在每个单元中抽取不同强度的样地。

2.3.2 抽样单元的数量和大小

抽样单元的数量和大小都会对调查结果产生影响。与抽样单元的大小相比,数量更影响调查结果的精确度,抽样单元越多,调查结果就越精确。但监测项目往往由于受资金和人员的限制而无法达到需要的抽样单元数量^[34]。选择合适的监测方法可以增加抽样单元数量,如采用耗时短、人力资源投入少的方法就可以在同样的时间内调查更多的单元^[35]。通常,调查人员数量和监测项目的资金决定了抽样单元的数量,所以,大规模的监测项目往往需要大量志愿者的参与。例如,英国2010年的繁殖鸟类监测共有3 239个1 km×1 km的样方,其中,2 519名志愿者监测了3 187个样方,其余52个样方由鸟类学专业研究人员进行监测^[36]。我国的鸟类监测也要统筹考虑人力和资金这2个重要的限制因素,合理设置抽样单元的数量和大小。

2.4 监测方法

常见的鸟类监测方法包括样点法、样线法、标图法、小区直接计数法和网捕法等。其中,样点法和样线法是进行鸟类监测最常用的方法^[37],主要适用于陆地鸟类监测。在国家尺度鸟类监测项目中,样点法和样线法的应用也最为广泛。欧洲21个国家的鸟类监测项目中有15个国家采用样点法,6个国家采用样线法,3个国家采用标图法^[6]。标图法在野外调查和数据分析上需要花费大量时间,相应的资金花费也较高,效率较低;而样点法和样线法花费的时间和精力远少于标图法^[21]。网捕法易于识别鸟种,数据的精确性和可重复性高,还可以进行环志,可监测存活率、出生率以及其他种群参数,但是网捕法需要花费大量的人力和时间。由于网捕法的捕捉率取决于鸟类的行为和活动模式等,所以,网捕法的结果不能提供鸟类种群密度的信息,仅可以开展同一鸟类物种在植被结构类似的不同地点之间的相对种群多度比较^[38]。

对国内《动物学报》(Current Zoology)、《生态学报》、《生物多样性》、《动物学研究》、《动物学杂志》和《四川动物》6种期刊2001—2010年间发表的鸟

类调查与监测方面的论文进行统计,共有相关论文238篇。将论文中应用的鸟类调查方法划分为6类,即样点法、样线法、标图法、网捕法、直接计数法和其他方法。其中,样线法的应用比例(50.4%)最高,其后依次为直接计数法(22.9%)、样点法(10.1%)、网捕法(8.0%)和其他方法(6.9%),标图法应用比例(1.7%)最低。在样线法中,又以固定距离样线法使用最多,占58.0%,无距离样线法占37.2%,可变距离样线法占4.8%。在样点法中,无距离样点法占58.6%,固定距离样点法占34.5%,可变距离样点法占6.9%。在238篇论文中,仅有3篇在计算种群密度时考虑了物种的可探测率^[39-41]。可见,国内目前在鸟类调查方法上还较多地应用传统的固定距离样线法,而对于可变距离样线法和样点法等更能准确计算鸟类种群密度方法的使用还很少。

3 我国鸟类监测建议与对策

我国国土面积辽阔,地理区划上横跨古北界和东洋界,生态系统类型多样,是世界上鸟类物种资源丰富的大国,共有鸟类1 371种,隶属于24目101科439属^[42]。但由于科研水平相对落后和观鸟爱好者相对较少,虽然开展了亚洲越冬水鸟同步调查和全国沿海水鸟同步调查等监测项目,但上述监测项目主要关注水鸟类群,而在全国范围尺度上和针对其他鸟类类群方面并未开展大尺度的监测工作。针对上述状况,并结合国情,对我国鸟类监测工作提出如下建议。

3.1 构建政府引导、多方参与的国家鸟类监测网络

2010年,环境保护部发布了《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011—2030年)》,提出建立生态系统和物种资源的监测标准体系,构建生物多样性监测网络,开展系统性监测的优先行动^[43]。

3.2 对我国鸟类监测工作的具体建议

3.2.1 监测人员

参与示范监测的人员应具备一定的鸟类学基础,具有借助鸟类图鉴等工具书快速识别鸟类物种的能力,并有浓厚的鸟类调查兴趣,能坚持长期参与鸟类监测工作,保证监测工作的重复性。目前,在我国适宜参与鸟类示范监测的人员应该以科研院所、高校和自然博物馆等单位开展鸟类学研究的人员,有鸟类调查经验的自然保护区员工,以及观鸟会的观鸟爱好者等为主。逐步吸引观鸟志愿者参与,通过开展培训可提高志愿者的工作能力,以满足建立国家尺度的鸟类监测网络的需要。

3.2.2 监测时间

我国繁殖鸟类监测时间以3—6月为最佳,根据不同纬度地区鸟类进入繁殖季节的时间和气候条件,各地可在该时间段内选择开展监测的最佳时间。例如,西南地区的云南省在3—4月已经进入鸟类繁殖季节,而在我国东北地区的黑龙江省则在5—6月鸟类才开始繁殖。同时,繁殖季节的监测时间还要考虑避开雨季,以提高工作效率。在我国南方的大部分区域,5—6月即进入雨季,山区雨量较大,这样的天气条件不适宜开展鸟类监测,所以,监测时间要根据各地的实际情况适时选择。我国越冬水鸟的监测以12月至次年1月为最佳,因为在该时间段越冬水鸟种群趋于稳定,适于开展监测。

3.2.3 监测对象与指标

监测对象应为调查区域的所有鸟类物种,在此基础上,选择应优先关注的物种,并予以重点关注。优先关注的物种应兼顾珍稀濒危鸟类和常见鸟类。监测指标应重点关注物种多样性、物种丰富度和生境3个方面。

3.2.4 监测样地与样线的设置

中国幅员辽阔,生境类型多样,虽然已经有一定数量的鸟类学研究人员和观鸟爱好者,但能够参与鸟类监测工作的志愿者很少,因此,建议按照监测人员的分布及其所在地区的鸟类生境类型,采用分层随机抽样法设置样地。首先按照行政区域(以省为单位)分层,在每个省内按照监测人员数量和分布计算出该省样地的数量和分布,如果某些区域的调查人员缺乏或调查经费昂贵,可以采取相对较低的抽样强度,在统计分析中会自动纠正不同调查强度的调查结果;其次,在每个省内按照生境类型和重点关注物种的分布情况选取样地,在每个监测样地内再按照海拔和植被等设置监测样线(样点)。2009年,国际鸟盟出版了《中国大陆的重要自然栖地——重点鸟区》,该书记录了512个重点鸟区,覆盖了超过100万km²的自然和半自然生境,因此在监测样地的设置中可以优先关注这些重点鸟区^[44]。

3.2.5 监测方法

水鸟采用直接计数法,陆地鸟类采用可变距离样线法,记录距离尺度,计算可探测率,从而更准确地估计种群密度。为了克服不同调查人员对距离估计的误差,可以参考英国的BBS监测,采用距离尺度的方法,分0~25、>25~100和>100m 3个尺度进行鸟类计数,飞行鸟类单独计数^[45]。在野外调查时,可采用测距仪辅助进行距离测量,以减小距离判断的误差。

此外,应注意新技术与新设备的应用,如自动拍照相机等先进电子技术已经应用于地面活动的鸡形目鸟类的监测中,在猛禽监测项目中也采用了雷达扫描技术等^[46-48]。

3.3 其他应注意的问题

要结合气候变化对鸟类的影响等前沿问题开展监测,如气候变化对鸟类物种行为和分布的影响,包括气候变化对鸟类迁徙和繁殖的时间、种群数量等的影响。在气候变化对鸟类分布的影响监测中,要重点关注物种分布区的边缘区域。此外,气候变化也可能造成鸟类生境等的变化,从而进一步对鸟类产生影响^[29,49]。我国正处在经济高速发展的时期,快速的城市化进程和大量的开发建设工程对鸟类栖息环境产生了较大影响,如沿海湿地滩涂开发大大减少了迁徙鸟类的觅食和停歇生境^[50]。因此,要对开发建设规模较大的区域开展专项监测,以评估工程建设项目对鸟类的影响,并提出相应的保护对策。

参考文献:

- [1] 李延梅,牛栋,张志强,等. 国际生物多样性研究科学计划与热点述评[J]. 生态学报,2009,29(4):2115-2123.
- [2] 马克平. 监测是评估生物多样性保护进展的有效途径[J]. 生物多样性,2011,19(2):125-126.
- [3] GREGORY R D, NOBLE D, FIELD R, *et al.* Using Birds as Indicators of Biodiversity[J]. *Ornis Hungarica*,2003,12/13:11-24.
- [4] BART J. Monitoring the Abundance of Bird Populations[J]. *The Auk*,2005,122(1):15-25.
- [5] GREGORY R D, VAN STRIEN A, VORISEK P, *et al.* Developing Indicators for European Birds[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B: Biological Sciences*,2005,360(1454):269-288.
- [6] 斯幸峰,丁平. 欧美陆地鸟类监测的历史、现状与我国的对策[J]. 生物多样性,2011,19(3):303-310.
- [7] 涂业荷,俞长好,黄晓风,等. 鄱阳湖区域越冬雁鸭类分布与数量[J]. 江西农业大学学报,2009,31(4):760-771.
- [8] 香港观鸟会有限公司. 中国沿海水鸟调查报告:2005-09—2007-12[R]. 香港:香港观鸟会有限公司,2009.
- [9] YU R D. The International Black-Faced Spoonbill Census 2010 [R]. Hong Kong: Hong Kong Bird Watching Society,2010.
- [10] 楚国忠,侯韵秋. 中国鸟类环志的现状与展望[J]. 生物学通报,1998,33(3):12-14.
- [11] DING C Q. Crested Ibis[J]. *Chinese Birds*,2010,1(2):156-162.
- [12] 陆健健,朴仁珠,吴志康,等. 1989—1993年中国水鸟隆冬调查资料[C]//中国水鸟研究. 上海:华东师范大学出版社,1994:186-233.
- [13] 常家传,尤兆群,朱坤杰,等. 1996年秋帽儿山迁徙鸟类环志研究[J]. 动物学杂志,1998,33(3):19-21.
- [14] 方克艰,于晓东,姚恒彪,等. 黑龙江嫩江高峰林区鸟类环志监测报告[J]. 四川动物,2008,27(6):1071-1078.

- [15] 侯韵秋,戴铭,楚国忠. 中国鸟类环志状况[J]. 野生动物, 2000,22(6):2-4.
- [16] 罗康,王紫江,吴兆录,等. 哀牢山北段大中山候鸟聚集地秋季夜间迁徙鸟类多样性[J]. 四川动物,2012,31(4):641-646.
- [17] 袁玉川,徐家武,张群. 2011年南涧凤凰山夜间鸟类环志研究[J]. 林业调查规划,2012,37(3):54-58.
- [18] 侯元生,何玉邦,星智,等. 青海湖国家级自然保护区水鸟的多样性及分布[J]. 动物分类学报,2009,34(1):184-187.
- [19] 金杰锋,刘观华,金志芳,等. 鄱阳湖保护区白琵鹭越冬种群分布[J]. 动物学杂志,2011,46(2):59-64.
- [20] 金志民,杨春文,冯利,等. 牡丹江海浪机场鸟类资源调查及鸟撞防范对策[J]. 国土与自然资源研究,2010,32(4):72-74.
- [21] GREGORY R D. Development of Breeding Bird Monitoring in the United Kingdom and Adopting Its Principles Elsewhere[J]. Ring, 2000,22(2):35-44.
- [22] NIEMI G J, HANOWSKI J M, LIMA A R, *et al.* A Critical Analysis on the Use of Indicator Species in Management[J]. The Journal of Wildlife Management,1997,61(4):1240-1252.
- [23] KROGULEC J, KLOSKOWSKI J. Monitoring Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* in Poland[J]. Ornis Hungarica,2003,12/13:191-196.
- [24] SCHÄFFER N, MAMMEN U. International Corncrake Monitoring[J]. Ornis Hungarica,2003,12/13:129-133.
- [25] CZECH B, TRAUGER D L, FARLEY J, *et al.* Establishing Indicators for Biodiversity[J]. Science,2005,308(5723):791-792.
- [26] SCHOLES R J, BIGGS R. A Biodiversity Intactness Index[J]. Nature,2005,434(7029):45-49.
- [27] 陈圣宾,蒋高明,高吉喜,等. 生物多样性监测指标体系构建研究进展[J]. 生态学报,2008,28(10):5123-5132.
- [28] WALTHER G, POST E, CONVEY P, *et al.* Ecological Responses to Recent Climate Change[J]. Nature,2002,416(6879):389-395.
- [29] GREGORY R D, WILLIS S G, JIGUET F, *et al.* An Indicator of the Impact of Climatic Change on European Bird Populations[J]. PLoS ONE,2009,4(3):e4678.
- [30] British Trust for Ornithology. BTO/JNCC/RSPB Breeding Bird Survey Instructions[EB/OL]. (2011)[2011-09-03]. http://www.bto.org/sites/default/files/u16/downloads/forms_instructions/bbs_habitat_form_2012.pdf.
- [31] BART J, HOFSCHEM M, PETERJHON B G. Reliability of the Breeding Bird Survey: Effects of Restricting Surveys to Roads[J]. The Auk,1995,112(3):758-761.
- [32] YOCCOZ N G, NICHOLS J D, BOULINIER T. Monitoring of Biological Diversity in Space and Time[J]. Trends in Ecology and Evolution,2001,16(8):446-453.
- [33] HANOWSKI J M, NIEMI G J. Experimental Design Considerations for Establishing an Off-Road, Habitat-Specific Bird Monitoring Program Using Point-Counts [R]. General Technical Report PSW-GTR-149. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture,1995:145-150.
- [34] GREGORY R D, GIBBONS D W, DONALD P F. Bird Census and Survey Techniques [K] // SUTHERLAND W J, IEWTON I, GREEN R. Bird Ecology and Conservation: A Handbook Techniques. Oxford, USA: Oxford University Press,2004:27-28.
- [35] RALPH C J, DROEGE S, SAUER J R. Managing and Monitoring Birds Using Point Counts: Standards and Applications [R]. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149,1995:161-169.
- [36] RISELY K, RENWICK A R, DADAM D, *et al.* The Breeding Bird Survey 2010. BTO Research Report 597 [R]. Thetford: British Trust for Ornithology,2011.
- [37] BIBBY C J, BURGESS N D, HILL D A. Bird Census Techniques [M]. London, UK: Academic Press,1992:66-104.
- [38] DUNN E H, RALPH C J. Use of Mist Nets as a Tool for Bird Population Monitoring[J]. Studies in Avian Biology,2004,29:1-6.
- [39] 李仁贵,戴波,张秀雷,等. 四川麻咪泽自然保护区雉类资源调查[J]. 四川动物,2007,26(3):569-571.
- [40] 陆钢,戴波,李仁贵,等. 四川老君山自然保护区的鸡形目种群密度研究[J]. 四川动物,2007,26(3):572-576.
- [41] 李臻,杨丽媛,刘文,等. 人工巢箱对次级洞巢鸟类多样性及繁殖鸟类群落稳定性的作用[J]. 生物多样性,2008,16(6):601-606.
- [42] 郑光美. 中国鸟类分布与分类名录 [M]. 2版. 北京: 科学出版社,2011:405-438.
- [43] 环境保护部. 中国生物多样性保护战略与行动计划:2011—2030年[R]. 北京: 中国环境科学出版社,2011.
- [44] 陈彦承. 中国大陆的重要自然栖地: 重点鸟区 [M]. 剑桥, 英国: 国际鸟盟,2009:6-11.
- [45] British Trust for Ornithology. BTO/JNCC/RSPB Breeding Bird Survey Instructions [EB/OL]. (2011)[2011-09-03]. http://www.bto.org/sites/default/files/u16/downloads/forms_instructions/bbs_instructions_2011.pdf.
- [46] HARMATA A R, PODRUZNY K M, ZELENAK J R, *et al.* Using Marine Surveillance Radar to Study Bird Movements and Impact Assessment[J]. Wildlife Society Bulletin,1999,27(1):44-52.
- [47] 封托,王静,张洪峰. 自动照相系统在野生动物调查中的应用[J]. 野生动物,2010,31(3):161-163.
- [48] 刘芳,李迪强,吴记贵. 利用红外相机调查北京松山国家级自然保护区的野生动物物种[J]. 生态学报,2012,32(3):730-739.
- [49] 王勇,张正旺,郑光美,等. 鸟类学研究: 过去二十年的回顾和对未来发展的建议 [J]. 生物多样性,2012,20(2):119-137.
- [50] YANG H Y, CHEN B, BARTER M, *et al.* Impacts of Tidal Land Reclamation in Bohai Bay, China: Ongoing Losses of Critical Yellow Sea Waterbird Staging and Wintering Sites [J]. Bird Conservation International,2011,21(3):241-259.

作者简介: 崔鹏(1982—),男,山东安丘人,助理研究员,博士,主要研究方向为自然保护与生物多样性。E-mail: cuipeng1126@163.com