

保育遗传学



黄宏文 康明 译

R.法兰克汉

J.D.巴卢 D.A.布里斯科 著

导论



黄宏文 姜正旺 叶其刚 校

 科学出版社
www.sciencep.com

保 育 遗 传 学 导 论

R. 法兰克汉 J. D. 巴卢 D. A. 布里斯科 著

黄宏文 康 明 译

黄宏文 姜正旺 叶其刚 校

科 学 出 版 社

北 京

图字：01-2003-6490 号

© R.Frankham, D.A.Briscoe, Smithsonian Institution 2002

Introduction to Conservation Genetics

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

First published 2002, Reprinted 2003

All rights reserved.

图书在版编目 (CIP) 数据

保育遗传学导论 / (澳) 法兰克汉 (Frankham, R.) 等著; 黄宏文等译. - 北京: 科学出版社, 2005

书名原文: Introduction to Conservation Genetics

ISBN 7-03-015540-8

I. 保… II. ①法…②黄… III. 遗传学 IV. Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 048919 号

责任编辑: 张颖兵

责任印制: 高 嵘 / 封面设计: 曹 刚

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

武汉大学出版社印刷总厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

、*

2005 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2005 年 7 月第一次印刷 印张: 25

印数: 1~2 000 字数: 812 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

中文版序言

使我们非常荣幸的是，中国科学院武汉植物研究所的黄宏文教授和他领导的研究小组将《保育遗传学导论》一书翻译成中文，科学出版社与剑桥大学出版社协商并同意出版。在此，我们也要感谢剑桥大学出版社的 Christina Roberts 和 Paul Dobson 和科学出版社的邢晓晨，他们为本书的出版进行了有效的协商工作。

中国在居群遗传学方面有着卓越的成就，而保育遗传学正是基于居群遗传学发展起来的。早期的一本居群遗传学教材就是由北京大学的李景均先生 (C. C. Li) 编写，并于 1949 年由北京大学出版社出版，其英文版也于 1955 年由芝加哥大学出版社出版。

野生生物居群生境丧失，以及由此产生的居群减小和片断化，是一个全球性的问题，中国也面临着同样的问题。而在濒危物种保护方面，如华南虎、金丝猴，以及作为生物保护国际标志的大熊猫，中国所面临的问题和挑战可能更为严峻。为了避免遗传多样性丧失和近交，无论是进行迁地保护还是就地保护，都必须进行严格的遗传管理。值得高兴的是遗传管理已运用到了一些物种的迁地保护工作中，而且对就地保护居群的遗传结构和特征的研究也取得了重要进展。中国还有很多濒危的家畜种类需要进行科学的遗传管理。Jonathan Ballou 与中国大熊猫的保护项目具有很好的合作关系，每年都要到中国协助对大熊猫进行遗传管理，并讲授种群统计学和保育遗传学的课程。

我们相信这本教材，对中国乃至亚洲地区的濒危动植物的保育将有所帮助，并希望本书能为读者提供有趣和有价值的信息资料。

澳大利亚 Macquarie 大学生物系教授
Richard Frankham

2003 年 12 月

原版序言

国际上主要的保育机构之一——国际自然保护联盟(IUCN),充分认识到遗传多样性的重要性,并把保护遗传多样性作为保护生物多样性的三个基本层次之一。本书着重介绍了遗传多样性及其相关的理论知识,以便让读者更好地理解遗传多样性在减缓物种灭绝中的作用。

保育遗传学通常应用于以下保育实践:

- 小居群中的遗传管理——保持遗传多样性和降低近交
- 疑难分类群的界定和确定管理单元
- 法医学鉴定及物种生物学的分子遗传标记应用

本书的目的

本书主要针对那些对本学科有兴趣并希望通过大学课程或自学方式学习保育遗传学的读者。尽管如此,我们仍希望本书能拥有一个广泛的读者群。

保育遗传学是一门相对年轻的学科,虽然它建立在有一百多年发展历史的生物进化理论的基础上(包括居群遗传学、数量遗传学和动植物育种学),但它目前已经发展成为一门有自身特色、拥有专业期刊的全新学科。保育遗传学着重于关注小居群和片断化居群的遗传过程,研究尽可能地减小由此产生不利影响的措施和方法。在保育遗传学中,不同机构和个人所关注的问题差异较大,他们当中有从事圈养繁育的人员、野生生物学家和生态学家、自然保护区的设计和管理人员、护林员以及农民等。最为重要的是,保育遗传学越来越多的受到大学生和研究生的关注,因为他们将肩负起保护生物学未来的实践工作。他们的激情是激励我们撰写本书的一个主要动力。

我们努力使本书适合各个层次的读者。在写本书之前,虽然已经有一些关于居群遗传学、数量遗传学、进化遗传学及保护生物学方面的优秀教材和专著,但遗憾的是没有一本讲述保育遗传学的教材。在本书中,我们着重了基本原理,采用了孟德尔遗传的基本理论和简单的统计方法,不像专著和学术期刊那样强调实验过程和计算方法。同时,由于保育遗传学强调预期的结果,因此它又是一门定量的科学。为了能使更多的读者看得懂,本书仅使用了简单的数学公式。我们相信同行们会发现本书适合作为保育遗传学的教材,同时我们也希望本书能满足进化遗传学和生态遗传学的学生对保育方面例子的需求。总之,我们尽量使本书成为既适合本学科的专家学者又能让广大普通读者易读易懂的参考书。

本书的内容

本书包含了构成保育遗传学的各个层面,从疑难分类群的界定、濒危物种的遗传管理中近交的影响和遗传多样性丧失,到分子遗传标记的运用和物种生物学关键问题的解决等主要方面的全部内容。同时在本书的结尾我们还探讨了保育遗传学与保护生物学各分支学科之间更为广泛的联系。

第1章概括地介绍了现代保护生物学的内容和遗传学理论和信息在濒危物种管理中的重要性。**第2章**探讨了遗传学在保护生物学应用中的几个关键问题:一方面近交降低生殖和生存的潜能,因而增加了短期内灭绝的风险;另一方面遗传多样性丧失降低了物种长期适应环境变化的能力。

本书分为三个篇:**第一篇**描述了自然居群的进化遗传学;**第二篇**是关于居群减小的遗传后果;**第三篇**集中于野生、半野生和圈养条件下濒危和野外灭绝物种的遗传管理。结尾部分还提出了遗传学与保护生物学中广泛关注问题之间

保育遗传学是将遗传学的理论与实践应用于物种的保护,使其保持进化的潜力以应对环境的变化,从而降低灭绝的风险

本书突出保育遗传学的一般性原理,力求对保育遗传学作通俗易懂的导论

本书广泛涵盖了保育遗传学的理论和实践

的联系。

第一篇(第3~9章)包括了进化遗传学重要的背景知识。第3章介绍了遗传多样性的范围及检测方法,重点放在濒危和非濒危物种的遗传多样性比较上。第4章和第5章描述了遗传多样性特征的方法和参数。保护生物学的遗传学重点放在短期内的生存和生殖(近交的影响),及长期内进化潜能和物种形成上,我们则将大部分的重点放在了数量性状(连续性变异)上,如生殖健康度(第5章)。遗传多样性的分子标记测量方法使得大量的数据得以积累,但是在反映数量性状的遗传变异方面存在严重的局限性。保育遗传学的研究重点是遗传变异在功能上的意义,这是保育遗传学区别于其他学科,如分子生态学的地方,分子生态学往往研究中性变异。第6章和第7章介绍了大居群中影响进化的遗传多样性因素。第8章则详细讲述了小居群中同样的内容,同时包括了物种的保育问题。随机因素对遗传多样性的影响在小而濒危的居群中比大居群要大,在大居群中,自然选择具有更大的影响。保育遗传学关注的重点是进化潜能的保存,第9章讲述了遗传多样性的维持。

在讲述了基本原理后,第二篇则集中于居群大小的减小、遗传多样性丧失的遗传学含义(第10章),近交对生殖和生存的不利影响(近交衰退)(第11、12章),以及居群片断化的遗传后果(第13章)。最后以维持遗传上可存活居群必须保持一定大小的居群来结束第二篇(第14章)。

第三篇讲述实践应用的问题,用分子遗传方法解决疑难分类群界定、物种内管理单元的确定(第15章)、野生居群(第16章)和圈养居群(第17章)的遗传管理以及回归引种等问题(第18章)。第19章讲述了遗传标记在解决物种生物学某些问题上的应用。第20章扩展到一个更大尺度,把遗传学、生态学和统计学各种因素融于保护生物学一体。我们特别应用了计算机模拟来研究居群生存力分析(PVP)的概念。最后一部分的内容是本书重要信息扼要和术语表。

保育遗传学导论着重以自然异交的动植物为对象,而较少涉及自花授粉植物。由于目前还没有考虑到对微生物的保育,所以本书不涉及微生物。

我们尽可能地采用濒危物种的例子,然而,濒危物种显然是不适合用来做试验的,因此大部分保育遗传学的概念问题,是用实验室和家养的非濒危相关物种,或通过多个物种(复合分析)数据来推论的。

本书的编排

书中插入了大量的图片解说,以增加生动性,激发生物保护的感受。为了突出重点并且便于注释,每一章的要点内容都放在书中相应处的灰色方框中,同时在每章的开头和结尾分别列出了该章的术语和小结。我们发现生物系的学生对图表的理解比对文章或表格好,因此在本书的插图中我们加入了很多信息。大量的例子和研究案例被用来说明原理的运用和实际保育的应用,我们希望这些被挑选出来的资料能激发本书的读者。本书的个案研究列在注解框中,注解框也包括了一些较难懂的但不影响上下文意思衔接的内容,以便有些读者可以跳过。

我们非常感谢 Karina McInness, 他为本书提供了优美的素描画。

Macquarie 大学一些大四的学生和我们的同事试读了本书内容和编排方式,我们根据他们反馈的意见做了精心的修改。

贯穿本书章节主题的顺序是基于我们的教学经验。我们选择尽早地介绍保育实际问题,而后详细介绍各种参数的估算方法。读者在了解各个参数是如何推导出来之前,首先需知道这些参数为什么重要,我们希望这种做法更容易激发学生的兴趣。例如,我们在第2章就直接讲述了遗传与灭绝的关系,对本书后面的内容有了一个概述,而把详细论述近交放在本书的后面(第11、12章)。

本书内容生动丰富,通俗易懂,力求吸引读者

本书章节的编排致力于激发学生的阅读兴趣

本书在材料组织上,平衡了学生和专业人员之间不同的需要。每章的素材都超过了单纯讲课的需要,允许老师挑选他们想在课堂上强调的内容。每章的内容都可以成为单独的课程,授课老师可以根据需要侧重每章的不同内容。我们觉得每章的内容不能太多,否则学生接受不了。有些主题在一节课讲授可能太长,因此我们把“大居群的进化”分成两章。我们希望不同的章节能相对独立地理解和讲授,因此我们在某些不同的章节中重复使用了一些材料。

教过遗传学的老师们都知道,对原理的掌握是通过积极参与问题的解决来获得的,而不是被动地吸收。书中大部分公式的提出都给出了**应用实例**,每章的结尾也都列有**习题**,书末有**习题答案和问题讨论**。

一些物种被多次地运用于许多问题的讨论,目的是为了**使问题更加逼真**。这些通常是虚设的问题,但是能反映出这些物种相似的或可能的情形。每处运用我们都引用了真实的数据。

章节末尾还有一些**实践操作**,它们都是一些经常遇到的具体问题。这些练习大部分在我们自己的教学中尝试过了,并且经常应用简单实用的软件进行计算机练习。这些实践操作在阐述近交和灭绝(第2章)的关系、大小居群的进化(第6、8章)、遗传多样性的维持(第9章)、小居群遗传多样性的丧失(第10章)和濒危物种管理上居群生存力分析(第20章)时非常有用。第3、15、19章中列出的则是一些关于分子遗传学方面的实践操作。

我们没有给出详尽的参考文献,也没有引用一手文献。由于篇幅的限制,我们不能直接列出该领域所有的优秀文献。我们认为给出最近的参考文献、专著和综述文章就足够了。在第1章末尾,我们给出了本书**主要参考书目**。每章的结尾给出了有关该章特定主题的**推荐阅读文献**,便于读者查阅。

由于保育遗传学的大部分原理均可应用于不同的真核生物中,本书中我们主要使用了物种的俗名,附录的**名词索引**中有与之对应的属名和种名。

关于有争议的问题

保育遗传学是在当今世界“第六次大灭绝”的全球环境危机中建立和发展起来的,因此本学科同时受到经济、政治、社会、伦理和情感等因素的共同影响,物种、居群和栖息地的命运取决于这些因素的平衡。我们提到了关于保育遗传学的争议,并且根据2000年中期我们所能得到的最新信息,力求提供中肯的、最新的观点。我们也尽可能地有关专家学者咨询,核实证据并作合理解释。不可避免有些读者会反对我们的观点,但他们可能会接受的其他观点,我们也在书中提到了。新的数据会改变对某些案例的看法,如有争议的赤狐和北方斑点猫头鹰案例,在我们写这部书的过程中已经发生了变化。我们希望读者把读本书当做一种启示性的,而不是负担,就像我们撰写本书时那样!我们诚恳地接受读者建设性的批评和建议(Email:rfrankha@Rna.bio.mq.edu.au)。

我们会有一个网站来公布关于本书的最新信息和更正等(<http://consngen.mq.edu.au/>)。

致谢

美国史密森尼国家动物园(Smithsonian National Zoo, Washington, DC)的Kathy Ralls把我们领入到保育遗传学研究的领域,然后我们得到了许多同事尤其是Kathy Ralls, Georgina Mace, Bob Lacy, Rob Fleischer, Stephen O'Brien, Michael Soulé和Ulrie Seal的支持和帮助。《数量遗传学导论》的作者Douglas Falconer给了我们很多实实在在的帮助。Richard Frankham (RF)和David A. Briscoe (DAB)都曾受益于这本教科书及其随后的版本,因此他们也是本书主要的参考资料来源。DAB要特别感谢英国爱丁堡动物遗传研究所(The Institute of Animal Genetics, Edinburgh)的Douglas和他的同事们,特别感谢25年来的导师

本书各章相对独立,可以作为一节课,这样便于讲授

书中提供了一些生动的例子,习题及其答案

很多章节都有相应的实践操作练习

为简单明了起见,参考文献主要限定于综述和最新的文献

之情和友谊。不足为奇,我们采用 Falconer 干净利落且具学者风范的教材范本为模式。RF 要感谢 Stuart Barker 作为大学授课教师、博士生导师和合作者所给予的指导。

没有 RF-DAB 实验室同学、职工和合作伙伴们的帮助,这本书便不可能问世。Suzanne Borlase 用果蝇为模式动物开展了第一个保育遗传学问题实验。继她之后的许多学者,尤其是 Margaret Montgomery 和 Lynn Woodworth,他们同 Edwin Lowe 为最小可存活居群(MVP)实验建立了果蝇实验居群的系谱。MVP 实验应用于许许多多研究中,包括 Dean Gilligan 所做的突变累积实验。Roderick Nurthen 以他安静而高效的方式,管理我们所有的电泳工作,而 Phillip England 发展了微卫星技术并应用于许多研究中。Barry Brook 和 Julian O'Grady 开展了近交、物种灭绝和居群生存力分析的计算机模拟。David Reed 完成了两个重要的复合分析。当 J. D. Ballou (JDB)在澳大利亚撰写本书时, Jennifer Mickelberg 在美国处理动物园的事务,在此表示感谢。

非常感谢我们工作单位和部门的支持。在他们的帮助下,使得我们能进入这一研究领域并使撰写本书成为可能。RF 和 DAB 所做的研究工作由 Australian Research Council 和麦考理大学研究项目资助才获得成功。RF 感谢史密森尼国家动物园在 1997 年最初两本草稿撰写期间给予的盛情, JDB 也非常感谢史密森尼国家动物园提供的学术休假,使他能在麦考理大学为本书定稿。还要感谢剑桥大学出版社的 Alan Crowden 在编写本书期间所给予的建议和协助,感谢 Jayne Aldhouse, Shana Coates, Anna Hodson 和 Maria Murphy 为本书的出版提供的帮助。

感谢我们的家人,感谢我们的妻子: Annette Lindsay, Vanessa Ballou 和 Helen Briscoe,没有她们的支持和包容,本书是不可能完成的。Annette 和 Vanessa(还有 Lara 和 Grace)长期远离她们的家乡来帮助本书的完成。Vanessa 为我们大量的参考资料归类, Annette 为本书最后的书稿校对。

感谢麦考理大学 1998~2001 级保育遗传学和进化遗传学专业的同学,尤其是 A. Corson, A. Gibberson, H. Ferguson, E. Laxton, H. Mackin 和 R. Suwito, 他们的评论、批评和建议使本书得以改进。非常感谢 L. Bingaman-Lackey, D. Cooper, N. Flesness, T. Foose, J. Groombridge, S. Haig, C. Lynch, S. Medina, P. Pearce-Kelly 和 M. Whalley 为我们提供信息; M. Eldridge, R. Fleischer, J. Howard, T. Madsen, B. Pukazhenth, I. Saccheri, M. Sun, P. Sunnucks, R. Vrijenhoek, A. Young 和 G. Zeger 提供例证的素材。感谢 A. Beattie, L. Beheregaray, M. Burgman, D. Charlesworth, S. Haig, L. Mills(及他在蒙大拿大学的学生), S. O'Brien, K. Ralls, I. Saccheri, P. Sunnucks, A. Taylor, B. Walsh 和 R. Wayne 对本书某些章节的建议及 A. Young, S. Barker, B. Brook, M. Eldridge, B. Latter, J. O'Grady 和 D. Reed 对全文提供的详尽评论,使本书得以很大的改进。对于给予过我们帮助而在此疏漏的朋友表示歉意。在有争议的问题上,没有完全接纳他们的建议和异议,我们对此表示歉意。本书中的任何错误和冗长都是我们之过。

著作权致谢

Copyright acknowledgments

We are grateful to the following for kind permission to reproduce copyright material:

The Cambridge University Press for the elephant seal illustrations in Box 8.2 and Ex. 10.5 and the chimpanzee image in Table 3.4 from figures 3~6 and 1~10, respectively, in Austin, C. R. and R. V. Short (1984) *The Evolution of Reproduction* (illustrated by J. R. Fuller); The Kluwer Academic Publishers for: Fig.19.13 from figure 1 in Lens, L., P. Galbusera, T. Brooks, E. Waiyaki and T. Schenck (1998) Highly skewed sex ratios in the critically endangered Taita thrush as revealed by CHD genes. *Biodiversity and Conservation* 7:869~873 and Fig.3.3 from figure 2 page 10 from Avise, J. *Molecular Markers, Natural History and Evolution*; The Oxford University Press for: the figure in Box 3.1 from figure 3 in Gilbert, D. A., C. Packer, A. E. Pusey, J. C. Stephens and S. J. O'Brien (1991) Analytical DNA finger-printing in lions: parentage, genetic diversity, and kinship. *Journal of Heredity* 82: 378~386; the frontispiece Chapter 19 from figure 1 in Harry, J. L. and D. A. Briscoe. 1988. Multiple paternity in the loggerhead turtle (*Caretta caretta*). *Journal of Heredity* 79: 96~99; the frontispiece Chapter 6 from Plate 8.2 in Kettlewell, B (1973) *The Evolution of Melanism*; Fig. 19.11 from Fritsch, P. and L. H. Rieseberg (1996) The use of random amplified polymorphic DNA in conservation genetics, in *Molecular Genetic Approaches in Conservation*, ed. T. B. Smith and R. K. Wayne, copyright 1996 by Oxford University Press, Inc. Used by permission of Oxford University Press, Inc.; Fig. 7.4 from Map 5 in Mourant, A. E., A. C. Kópec and Domaniewska-Sobczak, K. (1976) *The Distribution of the Human Blood Groups and Other Polymorphisms*, Oxford University Press, London; The MIT Press for Fig. 10.2 from figure 2 in Foose, T. J. (1986) Riders of the last ark, in *The Last Extinction*, ed. Kaufman, L. and K. Mallory; The Social Contract Press for Fig. 1.3 from the maps in Tanton, J. H. (1994) End of the migration epoch? *The Social Contract*, 4(3): 162~176 (for critiques of this essay see *The Social Contract* 5(1): 28~47. Note: These texts are available online); The Center for Applied Studies in Forestry for the map in Box 13.1 and the Chapter 16 frontispiece from figure 2 in James, F (1995) The status of the red-cockaded woodpecker and the prospect for recovery, in Kulhavy, D. L., R. G. Hooper and R. Costa, *Red-cockaded Woodpecker: Recovery, Ecology and Management*. Center for Applied Studies, Stephen F. Austin State University, Nacogdoches, TX; CSIRO Publishing for Fig. 15.3 from figure 2 in Johnston, P. G., R. J. Davey and J. H. Seebeck (1984) Chromosome homologies in *Potoroos tridactylus* and *P. longipes* based on G-banding patterns. *Australian Journal of Zoology* 32: 319~324; John Wiley and Sons, Inc. for Fig. 8.6 from figure 1 in Hedrick, P., P. S. Miller, E. Geffen and R. Wayne (1997) Genetic evaluation of the three captive Mexican wolf lineages. *Zoo Biology* 16: 47~69; The Carnegie Institute of Washington for Fig. 5.2

from figures 19, 23 and 25 in Clausen, J., D. D. Keck and W. M. Hiesey (1940) Experimental studies on the nature of species. I. Effect of varied environments on Western North American Plants. *Carnegie Institution of Washington Publications No. 520*. Carnegie Institute, Washington, DC; Blackwell Publishers Ltd, for Fig. 6.4 from figure 1 in Kettlewell, H. B. D. (1958) A survey of the frequencies of *Biston betularia* (L.) (Lep.) and its melanic forms in Great Britain. *Heredity* 12: 551~572; The Evolution Society for the map in Box 12.1 from Vrijenhoek, R. C., Pfeiler, E. and J. Wetherington (1992) Balancing selection in a desert stream-dwelling fish, *Peociliopsis monacha*. *Evolution* 46:1642~1657; and the National Academy of Sciences for Fig. 19.9 from Bowen, B. W., F. A. Abreu-Grobois, G. H. Balazs, N. Kamenzaki, C.J. Limpus and R.J. Ferl (1995) Trans-Pacific migrations of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) demonstrated with mitochondrial DNA markers. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 92: 3731~3734.

目 录

中文版序言

原版序言

著作权致谢

第 1 章 绪论	1
“第六次大灭绝”	1
为什么要保护生物多样性?	2
濒危与灭绝的物种	2
什么是濒危物种?	4
物种灭绝的原因	5
认识保护生物学中遗传因素的重要性	6
什么是保育遗传学?	6
怎样通过遗传学方法减缓物种灭绝?	7
保护生物学中的遗传因素与群口和环境因素	11
濒危物种的遗传管理	11
保育遗传学的方法学	12
岛屿居群	12
资料来源	13
小结	13
主要参考书目	13
习题	13
实践操作: 濒危物种的划分	14
第 2 章 遗传学理论与灭绝	15
遗传学与濒危物种的命运	15
近交与灭绝的关系	18
自然居群中的近交与灭绝	19
遗传多样性丧失与灭绝的关系	24
小结	25
推荐阅读	26
习题	26
实践操作: 计算机模拟	26
第一篇 自然居群的进化遗传学	28
第 3 章 遗传多样性	29
遗传多样性的重要性	29
什么是遗传多样性?	30
遗传多样性的检测	32
遗传多样性的含义	39
濒危物种中低水平的遗传多样性	43
遗传多样性如何决定物种的进化潜力?	43
遗传多样性的时空格局	43
影响遗传多样性水平的因素	44
种间的遗传差异	45
小结	45

推荐阅读·····	45
习题·····	45
实践操作:采用微卫星技术测度遗传多样性·····	45
第4章 遗传多样性描述:单个位点 ·····	47
遗传多样性的描述方法·····	47
等位基因与基因型的频率·····	47
哈迪-温伯格平衡·····	49
预期杂合度·····	51
偏离哈迪-温伯格平衡·····	54
哈迪-温伯格平衡的拓展·····	55
多位点连锁的不平衡·····	58
小结·····	60
推荐阅读·····	61
习题·····	61
第5章 遗传多样性描述:数量变异 ·····	63
数量性状的重要性·····	63
数量性状的特点·····	64
数量性状遗传变异的基础·····	65
数量性状遗传变异的检测方法·····	67
遗传变异与环境变异的分解·····	68
基因型×环境互作·····	69
同期比较与对照居群的必要性·····	70
数量性状遗传变异的分解·····	71
进化潜力与遗传力·····	72
对近交衰退的敏感性·····	78
分子遗传变异与数量性状遗传变异间的相互关系·····	78
数量性状遗传变异的组成·····	79
小结·····	79
推荐阅读·····	79
习题·····	80
第6章 大居群的进化:I. 自然选择与适应 ·····	81
进化的必要性·····	81
影响居群进化的因素·····	84
选择·····	85
数量性状的选择·····	92
定向选择·····	93
稳定选择·····	95
分裂选择·····	95
小结·····	95
推荐阅读·····	96
习题·····	96
实践操作:计算机模拟·····	97
第7章 大居群的进化:II. 突变、迁徙以及与选择的相互作用 ·····	98
影响居群进化的因素·····	98
变异和迁徙的重要性以及与它们在保育中与选择的相互作用·····	98
遗传多样性的来源与再生·····	99
突变·····	99
突变的选择价值·····	102

突变-选择平衡与突变沉积	103
迁徙	105
迁徙与选择的平衡以及梯度变异	107
小结	109
推荐阅读	109
习题	109
第 8 章 小居群的进化	111
小居群在保护生物学中的重要性	111
小居群大小的影响: 随机效应	113
近交	119
居群大小的检测	119
小居群中的选择作用	120
小居群中的突变	121
小居群中的突变-选择平衡	122
计算机模拟	122
小结	123
推荐阅读	123
习题	124
实践操作: 计算机模拟	124
第 9 章 遗传多样性的维持	126
遗传多样性的保护	126
不同类别突变的命运	127
大居群中遗传多样性的维持	128
随机遗传漂变下的中性突变	128
不同性状间的选择强度	130
平衡选择	131
小居群中遗传多样性的维持	137
小结	142
推荐阅读	142
习题	142
实践操作: 计算机模拟	143
第二篇 居群减小的效应	145
第 10 章 小居群中的遗传多样性丧失	146
遗传多样性随时间的变化	146
遗传多样性丧失与健康度下降的关系	147
长期限制居群大小对遗传多样性的影响	148
自然居群大小与遗传多样性的关系	151
有效居群大小	153
有效居群大小的测定	154
小结	160
推荐阅读	161
习题	161
实践操作: 计算机模拟	161
第 11 章 近交	162
什么是近交?	162
保育学关注的近交问题	163
近交系数 F	163

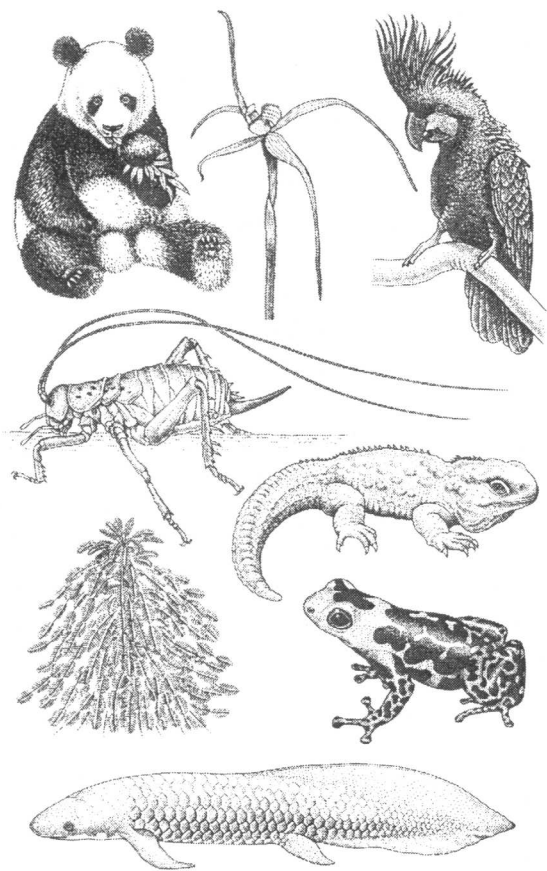
近交的遗传后果	165
小居群中的近交	167
系谱分析	170
自然繁育系统	172
近交的常规系统	172
近交中突变与选择的平衡	173
多倍体中的近交	174
近交、杂合度、遗传多样性与居群大小的关系	175
小结	175
推荐阅读	176
习题	176
第 12 章 近交衰退	177
自然条件下远交物种的近交衰退	177
野生居群的近交衰退	178
由小居群引起的近交衰退	180
近交与灭绝	180
近交衰退的特征	181
近交衰退的遗传学基础	183
遗传清除	185
近交衰退的检测	188
近交与居群生存力	189
近交衰退的恢复	191
小结	192
推荐阅读	192
习题	193
第 13 章 片断化居群	194
生境片断化	194
居群片断化	194
居群结构	196
完全孤立的片断化居群	197
居群片断化的测定: F -统计值	203
片断化居群中的基因流	205
基因流的测定	206
不同居群结构对生殖健康度的影响	208
小结	209
推荐阅读	209
习题	209
第 14 章 遗传上可存活居群	211
濒危物种的生存空间减少	211
多大的居群才能存活?	213
维持生殖健康度	213
维持进化潜力	214
濒危居群的尺度范围?	216
有效居群大小 $N_e < 500$ 物种的处境	216
单个位点遗传多样性的长期保持	219
恢复遗传多样性所需的时间	219
避免有害新突变的积累	219

野生居群遗传管理的目标	220
圈育居群遗传管理的目标——一种折中	221
可存活小居群的谬论	223
小结	224
推荐阅读	224
习题	224
第三篇 从理论到实践	226
第 15 章 疑难分类群的界定与确立管理单元	228
准确分类对保护生物学的重要性	228
什么是种?	230
亚种	231
高分类阶元	231
种是如何形成的?	232
用遗传标记界定同域种	234
用遗传标记界定异域种	234
计算居群间遗传差异: 遗传距离	236
构建系统发育树	238
远交衰退	240
确定种内的管理单元	241
小结	244
推荐阅读	244
习题	244
实践操作: 构建系统发育树	245
第 16 章 遗传学与野生居群的管理	246
野生居群的遗传学问题	246
确定物种分类地位与划定管理单元	248
增加居群大小	248
遗传问题的诊断	249
恢复遗传多样性低的近交小居群	249
片断化居群的遗传管理	252
保护区设计中的遗传学问题	255
渐渗与杂交	256
捕猎与采收的影响	257
二倍体非远交物种的遗传管理	258
小结	259
推荐阅读	260
习题	260
第 17 章 圈育居群的遗传管理	261
为什么要圈育?	261
圈育与回归引种的步骤	263
创建圈育居群	264
圈育居群的生长	265
圈育居群遗传管理	266
当前的圈育居群遗传管理	267
群组的圈育管理	273
植物的迁地保护	274
繁殖技术与基因组资源库	275

濒危物种中遗传性疾病的控制·····	276
小结·····	277
推荐阅读·····	277
习题·····	278
第 18 章 回归引种中的遗传管理 ·····	279
回归引种·····	279
圈育的遗传改变影响回归引种成功率·····	282
圈育居群的遗传适应·····	282
回归引种的遗传管理·····	287
回归引种的成功率如何? ·····	289
辅助繁育·····	290
圈育繁育与回归引种的案例·····	291
小结·····	293
推荐阅读·····	293
习题·····	294
第 19 章 遗传标记在物种鉴定与物种生物学中的应用 ·····	295
物种鉴定: 监测非法捕猎与采收·····	295
了解物种生物学对物种保育的重要性·····	297
基因树与溯祖·····	298
居群大小与群口历史·····	301
居群结构与基因流·····	304
回归引种与移育·····	307
繁育、亲本分析、奠基者关系与性别鉴定·····	308
病害·····	312
食物构成·····	313
小结·····	313
推荐阅读·····	313
习题·····	313
第 20 章 居群生存力分析(PVA) ·····	315
是什么导致物种的濒危与灭绝? ·····	315
灭绝可能性的预测: 居群生存力分析(PVA)·····	318
受威胁居群的恢复·····	324
居群生存力分析预测的作用? ·····	327
历史教训·····	328
最小可存活居群的大小(MVP)·····	329
小结·····	330
推荐阅读·····	331
习题·····	331
实践操作: 居群生存力分析·····	331
本书重要信息扼要 ·····	332
改编的问题 ·····	333
术语表 ·····	334
习题答案 ·····	341
参考文献 ·····	349
名词索引 ·····	375
后记 ·····	384

第1章 绪 论

保育遗传学的基本原理是运用遗传学理论,将物种的保护作为动态的、能适应环境变迁的单元来考虑。保育遗传学的应用范围包括:小居群的遗传管理,疑难分类群的界定,物种内保育管理单元的确定、分子遗传分析在法医鉴定中的应用及物种生物学研究。



术语:

濒危(endangered)
法医学(forensics)
复合分析(meta-analysis)
渐渗(introgression)
进化潜力
(evolutionary potential)
近交衰退
(inbreeding depression)
居群生存力分析
(population viability
analysis, PVA)
生态系统服务
(ecosystem service)
生物多样性
(biodiversity)
生殖健康度
(reproduction fitness)
受胁(threatened)
渐危(vulnerable)
遗传多样性
(genetic diversity)
遗传清除(purging)
远交衰退
(outbreeding depression)

几个濒危的物种(按顺时针):

大熊猫(中国)、澳大利亚兰花、棕榈凤
头鹦鹉(澳大利亚)、斑点楔齿蜥(新西
兰)、毒箭蛙(南美)、肺鱼(澳大利亚)、
梧莱米松(澳大利亚)、新西兰沙蚕

“第六次大灭绝”

生物多样性包括生态系统多样性、物种多样性、种内及种内居群所包涵遗传多样性等多重含义。地球生物的多样性正在由于人类活动直接或间接的影响而迅速衰竭。许多物种已经灭绝,还有许多物种由于居群数量的减少而面临灭绝的威胁(WCMC 1992)。现在许多物种需要依赖人类的善待和保护而得以生存,这是一个非常严峻的问题。人们把当前生物的灭绝称之为“第六次大灭绝”,因为它的规模与前五次地质记录所知的大灭绝是相当的(Leakey & Lewin 1995)。事实上,生物的灭绝是生物进化长河中一个自然的组成部分。例如,发生在 6500 万年前白垩纪末期的大灭绝使当时地球上包括恐龙在内的绝大多数动物和植物消亡,但是这个大灭绝却开创了后来的哺乳动物和开花的被子植物繁盛的进化新纪元。而第六次大灭绝却不同,物种灭绝的速度远远超过新物种产生的速度。

地球上生物的多样性正在
由于人类活动直接和间接
的影响而迅速耗尽