

联合国粮食与农业组织动物生产及卫生



动物遗传资源的 活体保护

IN VIVO CONSERVATION
OF ANIMAL GENETIC RESOURCES

国农业出版社

联合国粮食与
农业组织



动物遗传资源 的活体保护

联合国粮食与农业组织
罗马，2013

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物遗传资源的活体保护 / 联合国粮食与农业组织编.
—北京: 中国农业出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-109-21513-9

I. ①动… II. ①联… III. ①动物—遗传性—资源保
护 IV. ①Q953

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 052799 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张艳晶

北京印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行
2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.75

字数: 288 千字

定价: 75.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

翻译：刘晓辉 毕颖慧 李大林

审校：刘晓辉

本出版物中使用的名称和出现的材料，并不意味着联合国粮食与农业组织（简称粮农组织）对任何国家的法律或发展状况、领土、城市、区域范围或官方地位，或对其边界或国界的划分表示任何意见。虽然本书提到了一些具体的公司或生产商的产品（无论这些产品是否已经获得专利），但并不意味着联合国粮农组织为其代言并优于本书中未提到的其他类似公司或产品的推荐。

本出版物中所表达的观点为作者本身的观点，不代表联合国粮农组织的观点或政策。

ISBN 978 - 92 - 5 - 107725 - 2 (print)

E-ISBN 978 - 92 - 5 - 107726 - 9 (PDF)

© FAO 2013

粮农组织鼓励使用、复制和传播本出版物中的材料。除特殊标明，本材料可以经复印、下载或印刷用于个人学习、研究和教学，或可用于非商业产品及服务，但注明来源，以及版权为联合国粮农组织所有，并要表达出联合国粮农组织并非赞成用户的观点和为其产品或服务代言。

所有有关翻译或改编权、销售或其他商业使用权均应通过 www.fao.org/contact-us/ 申请许可或致函 copyright@fao.org。

粮农组织已在 (www.fao.org/publications) 提供信息产品并可通过 publications-sales@fao.org 进行购买。

前言

本书介绍了用于食品和农业研发和实施动物遗传资源活体保护计划的基础概念。目的是提供给从事动物遗传资源管理的决策者、动物育种组织管理人员、负责动物遗传资源管理的培训人员，以及涉及的动物遗传资源活体保护设计和实施起到主导作用的其他利益相关方等人员所使用。由于本书并非只针对个体的育种和畜牧养殖人员，所以凡参与动物保护项目计划制订的相关利益方都可以在本书中找到所需的背景信息。

世界牲畜物种的遗传多样性正处于持续衰减状态，遗存下来的动物遗传资源常常没有得到有效的利用。为使这个问题得到关注，粮农组织动物遗传资源委员会协商出台了《动物遗传资源全球行动计划》（以下简称《全球行动计划》）^①。这个全球行动计划首先在2007年9月份在瑞士因特拉肯召开的粮农组织动物遗传资源委员会国际技术大会上获得了通过，之后又在2007年11月举行的第34届粮农组织大会上得到了所有成员的一致赞同。全球活动计划的实施将有助于千年发展目标的实现，特别是目标1：消除极端贫穷和饥饿，目标7：保证环境可持续性。

全球行动计划分为4个战略优先领域，内含23个战略重点：

1. 特性鉴定、建立清单和趋势及风险监测；
2. 可持续的利用和开发；
3. 保护；
4. 政策、机构及能力建设。

实施全球行动计划的主要职责在于国家政府，同时也希望非政府机

^① FAO. 2007. *Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration*. Rome (available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1404e/a1404e00.pdf>).

构和政府间国际组织发挥重要作用。

粮农组织对全球行动计划的实施提供的支持包括撰写解决动物遗传资源管理中具体问题的系列技术指南。为解决《全球行动计划》中的战略优先重点领域，粮农组织已委托科学家小组研究制订活体动物保护的指南。在《动物遗传资源低温保存》指南中也提到了研究优先战略的领域。本书已经在 2011 年获得粮农组织动物遗传资源委员会的批准。

致 谢

在撰写这些准则的过程中咨询了从事动物遗传资源活体保护的众多专家。写作组主要作者为：Jesús Fernandez Martin（西班牙）；Gustavo Gandini（意大利）；Balwinder Kumar Joshi（印度）；Kor Oldenbroek（荷兰）；以及 Phillip Sponenberg（美国）。

下列人员慷慨地提供了书中的插图，这些插图非常详细地描写和介绍了活体保护工作中的真实事例。他们是：Lawrence Alderson（英国）；Elli Broxham（德国）；Coralie Danchin-Burge（法国）；Sabyasachi Das（印度）；Kennedy Dzama（南非）；Ignacio García León（智利）；Gustavo Gutierrez（秘鲁）；Sergej Ivanov（塞尔维亚）；Arthur Mariante（巴西）；German Martinez Correal（哥伦比亚）；Carlos Mezzadra（阿根廷）；Joaquin Mueller（阿根廷）；Keith Ramsay（南非）；José Luis Rivero（智利）；Devinder K. Sadana（印度）；Alessandra Stella（意大利）；Jacob Wanyama（肯尼亚）；Kerstin Zander（澳大利亚）和 Pascalle Renee Ziomi Smith（智利）。

在各种全球专家会议和区域培训研讨班上，对本书进行了检查、修订、确认并最终定稿。第一次是在2010年10月由印度国家动物遗传资源局举办的亚洲地区国家会议上的研讨。2010年12月，在由粮农组织、国际动物研究所（ILRI）和加强非洲东部及中部农业研究协会（ASARECA）共同举办的研讨班上介绍了本书并提出对其进行修改，该研讨会会在位于埃塞俄比亚的国际动物研究所内召开。2011年7月，在以东欧国家为培训对象的培训班上对本书进行了测验和修订。这个培训班由瓦赫宁根大学和荷兰遗传资源中心联合举办，也得到了欧洲动物遗传资源区域中心和荷兰经济事务、农业和创新部的支持。2011年11月，在由粮农组织、国际动物研究所和瑞士农业大学共同举办的培训研讨班上介绍了本书，在该研讨班上，向来自非洲专家小组征求了修订的意见。2011年，在智利圣地亚哥召开的会议上，来自拉丁美洲的专家小组对本书进行了审阅。在吸收了各类专家会议和能力建设培训班提出的

建议后，与全球的读者一起对本书进行了最后的修订。2011年1—3月，使用家畜多样性网络（DAD-Net）召开了有关本书的电子会议。在此次会议上，以一周的时间对每一部分进行了修订。

120多位科学家、技术人员和决策人员都参加了一个或多个研讨会或专家会议。电子会议通过DAD-Net系统为1600多个网络用户提供了准则的初稿。下列人员参与了准则的审校工作：W. Akin Hassan（尼日利亚）；Harvey Blackburn（美国）；Salah Galal（埃及）；Rafael González Cano（西班牙）；Carol Halberstadt（美国）；Christian Keambou Tiambo（肯尼亚）；Ilse Köhler-Rollefson（德国）；Hans Lenstra（荷兰）；Bill Lyons（英国）；Catherine Marguerat（瑞士）；Tadele Mirkena（埃塞俄比亚）；Siboniso Moyo（莫桑比克）；Hassan Ally Mruttu（印度）；K. Edouard N'Goran（科特迪瓦）；Chanda Nimbkar（印度）；Zabron Nziku（坦桑尼亚联合共和国）；Richard Osei-Amponsah（加纳）；Baisti Podisi（博兹瓦纳）；Abdul Raziq（巴基斯坦）；Violeta Razmaitė（立陶宛）；David Steane（泰国）；Sonam Tamang（不丹）和Le Thi Thuy（越南）。

本书是在Paul Boettcher先生指导下完成的，粮农组织动物遗传分会主任Irene Hoffmann，动物遗传分会工作人员Badi Besbes, Beate Scherf, Roswitha Baumung和Dafydd Pilling给予了全力支持。Kafia Fassi-Fihri提供了行政和秘书支持服务。

粮农组织向所有的个人以及本书中未提到的人员表示感谢，他们在本书的撰写和修订中无私地贡献了时间、精力和专业知识。

缩写与缩略词

AI	人工授精
BCP	生物文化社区协议
DAD-IS	家畜多样性信息系统 (http://fao.org/dad-is)
DNA	脱氧核糖核酸
ΔF	每个世代近亲变化比例
f	共祖率
MOET	超数排卵和胚胎移植
N_e	有效群体大小
NGO	非政府组织
SNP	核苷酸多态性
SWOT	态势分析法，优势、劣势、机遇与风险

专业术语词汇^②

等位基因：在特定的*基因座*上的可以复制的脱氧核糖核酸。在*基因座*上的等位基因序列是分子遗传多样性指标的基础。

处于危险中的品种：具有种群数量特征（主要为种群普查规模）的*品种*显示，如果不采取保护措施，今后将不会继续存在的品种。

生物文化社区协议：为概述社区的核心文化和精神价值以及与其传统知识和资源相关的习惯法，在经过与社区成员咨询和协商后形成的书面文件（自然公正杂志，2009）。

瓶颈：在一定的时期内，某一个特定种群（如牲畜品种）减至非常少的数量，致使很多的等位基因消失，因此导致大量遗传多样性消失。

品种：是指一个具有可定义和可辨别的，并且通过视觉观察能与物种内其他类似种群的外部特征进行区分的驯养家畜亚种群，或者由于与表型相似种群的地理和（或）文化隔离，已经形成其独立特性的种群。准则中指的是，品种是经历同样时间的家畜中的亚种群，这些家畜从遗传管理角度上也受到了同样的重视。

品种标准：通过对标准化的品种开展繁育项目，并培育出“理想”动物的特性文字说明。

携带者：具有杂合的有害隐性性状的*基因座*上的动物。虽然动物表面上正常，但可以将有缺陷的等位基因遗传给其后代，如果它们从父母亲那里遗传到有缺陷的等位基因，就会表现出负效应。

统计数量大小：（或简单称“群体大小”）指在特定的时间内，群体中的活体动物。统计数量大小通常要比有效群体大小要大，这体现着动物间遗传关系的程度。

选择模型法：一种统计手段，包括关于利益相关方从众多选项中选择的数据收集，其次是对分析影响因素的选择。选择模型法可以在品种保护的优先排序时，用于建立众多因素中的相对权重。

循环交配：一个遗传多样性管理的设计，第一个家族中的公畜与第二个家族中的母畜进行交配，第二个家族中的公畜与第三个家族中母畜进行交配，以此类推，最后一个家族中的公畜与第一个家族中的母畜交配后，至此完成循环。这种设计方式保证了不在本家族内进行交配。同样，从群体水平管理来说，畜群或村庄可以取代家族——一般被称为*轮回杂交*。

^② 在每个词汇定义内，所列举出的其他术语均用斜体表示。

共祖率（系数）：（缩写为 f ，也被称为**亲缘关系**或**共祖系数**）从两个个体（在同样的基因座上）随机选择的等位基因与共同祖先相继承的等位的概率。

复合品种：通过系统彼此之间杂交的动物产生的跨越两个或更多品种的新品种。总体上讲，在获得了所期望的品种比例后，至少需要通过三代间的彼此杂交形成的品种。

低温保存：通过低温存贮品种的遗传材料（通常为精液、胚胎或体细胞）的活体保存，但处于非生长的状态下。如果今后需要，就可以重建活体动物群体。

ΔF ：在一代的群体中按比例变化的平均近亲值。有效群体大小 (N_e) 可以估测为 $N_e = 1/2\Delta F$ 。

生态系统服务：从生态系统服务中带给人类的益处。这些益处包括供给服务，如食物、水、木材和纤维；监管服务包括影响气候、水灾、疾病、污染以及水的质量等因素；文化服务包括休闲、美学和精神利益；支撑服务包括土壤形成、光合作用及营养循环（千年生态系统评估，2005）^③。

生态型：从基因方面适应当地环境的品种中的亚群。

有效种群大小：（缩写为 N_e ）是假设的理想种群规模，从这个假设的理想种群中可以观测到某个特定种群的遗传多样性的生产值。 N_e 等同于每代的种畜数量并小于实际种群统计。

异地活体保存：在非正常管理条件下（如动物园或国有农场中）或非原始生长环境中对活体动物种群的品种保护工作。在很多情况下，原地和异地活体保护没有明显的界线。所以，在论述保护目标和保护性质时要特别注意。

灭绝漩涡：由于某个品种的有效种群规模过小，近交衰退对繁殖和成活的有害作用阻止了种群的进一步繁育。处于这种状态下的品种需要遗传拯救。

析因交配：允许一头母畜一生中多头公畜进行交配，目的是提高遗传多样性（参见层次交配）。

奠基者：为建立目前种群曾使用的群体中的一些动物。也可以这样认为，从较大的同样的动物群体中选择的一组动物进行选育，并通过多代杂种繁殖形成的目前品种。奠基者群的遗传多样性相比较规模较大的群体要低。奠基者群越小，多样性就会遗失的更多。

奠基者效应：遗传漂变的一种形式，从较大群体中只选择很少的基础群建立一个新的种群时，产生的遗传漂变。

世代间隔：（缩写为 L ）某个种群后代群体之间的间隔。可以估算为父母亲与后代的平均年龄差的差别，并且雌性和雄性父母有着差别，世代间隔的增加可以增加有效种群的大小。

^③ 千年生态系统评估，2005。生态系统和人类福祉：综合版。华盛顿特区，半岛出版社 (<http://millenniumassessment.org/en/index.aspx>)。

遗传缺陷：由一个或几个基因效果决定的遗传不利条件。遗传缺陷继承通常是隐性的。由于有一个共同的祖先，有害等位基因通过血统而形成较大的纯合性，所以，在较小的有效群体规模中可以观察到。

遗传距离：以种群间等位基因频率为基础，衡量两个种群（或物种）间的遗传差异。

遗传多样性：生物体中遗传差异范围，这一差异范围通常在畜牧种群的物种或品种间进行评测。遗传多样性的估测标准包括物种间的品种数量或品种间的杂合性水平。

遗传漂变：（或简称“漂变”）由于随机抽样导致的等位基因频率的变化。遗传漂变在小群体内较大，通常遗传多样性是随着杂合性的下降而下降的。在极端情况下，会产生单一同态位点。

遗传标记：（或称分子标记）具有可观察到的变异（多态性）的 DNA 序列，该序列提供不能直接观察到的变异信息。

遗传拯救：采用有限的杂交育种，以拯救由于近交衰退的影响而处于灭绝漩涡的群体。

杂种优势：（或称 hybrid vigour）是通过杂交育种而使动物的生产性能提高（如体型、生产、健康等），由于杂合性的增加，生产性能一般要比父母代的平均水平要高。

杂合性：在给定的轨迹上有两个不同的等位基因的情况。杂合性通常是有益的，因为有利等位基因常常能够弥补同一轨迹上劣等或有害等位基因的影响。平均杂合度通常用于估测遗传多样性。

分层交配：一头母畜一生中多次与同一公畜进行交配（参见析因交配）。

纯合性：在特定的基因座上有两个相同的等位基因的情况。纯合性通常是无益的。

理想群体：具有同样数量的公畜和母畜的（假设）随机交配群体，生产相同数量的后代，也未受到外力，比如突变、迁徙以及选育而改变遗传多样性。理想群体形成了计算有效群体大小的理论性基础。

原地保护：通过畜牧养殖户持续不断地在生产系统中进行保护，并逐步形成或已经成为常见的繁育品种。成功的原地保护一般需要改变经济和市场环境，以达到某个品种从经济上可持续发展的目的。

活体保护：通过保存活体动物群体的品种保护。这项工作包括原地保护和异地活体保护。

近亲交配：近缘动物之间的交配。近亲交配因为增加了纯合性，一般是有害的。近亲交配在小群体中较为常见，这主要是由于原种数量减少导致大部分动物具有亲缘关系。

近亲系数：（缩写为 F ）指个体某个基因座位上两个等位基因来自双亲共同祖

先的某个基因的概率。

近交衰退：受到近亲交配负面影响而产生的特定的表型性状的性能降低。

彼此间交配：同一群体内动物间的交配，一般指杂交动物中的特定群体。

亲缘关系（系数）：见共祖率。

兰德瑞斯：（或兰德瑞斯品种）通过对其生长的自然环境和传统的生产方式不断适应而形成的品种。

连锁不平衡：在不同的基因座上由个体携带的两个等位基因之间的非随机的关联性。

当地品种：只在某一个国家拥有的品种。

适应当地环境的品种：在某个国家已存在相当长时间并已经从基因上适应该国一种或多种传统生产方式或环境。“相当长的时间”指的是已经在一种或多种传统生产方式或环境中存在的时间长度。考虑到文化、社会和遗传方面的因素，如相关物种已具有 40 年的时间并且已有六代，就可以被确定为“相当长时间”的标准值，但要根据各个国家的不同情况来定。

基因座：DNA（常常表示为基因）在染色体上所占的位置。

标记辅助选择：（写为 MAS）使用遗传标记以改进群体中选择响应。

配偶选择：一种管理种群遗传变异的方法。该方法不采用首先选择基因最多多样化的父母，然后再确定交配方案，而是通过选择公畜/母畜组合以达到最大的遗传多样性。

最低共祖率贡献方法：这种方法是在选择种畜时要充分重视遗传多样性，特别要重视与整个群体关系不大的个体的遗传多样性。

单型基因座：种群中特定的等位基因上固定部位，所有动物都是纯合的，基因座上无遗传多样性。

核心群（或种畜核心群）：受到严格管理的某个品种的亚群，在亚群中进行选育时，与群体中的其他动物相比较，选择强度是比较大的。

最佳贡献策略：一种选择的方法，即选择最好的一组父母以达到遗传进展的目的，同时保留遗传多样性。要同时考虑潜在父母的遗传值以及它们之间的关系。

随机交配群体：动物可以相互交配的群体。

多态性：基因组内特定的基因座上存在的复等位基因位点。

生产能力：动物或某个品种（平均数）生产的特定产出数量以及获得这些产出所需要的投入的表型性状。

隐性遗传：为了能够观测到其效应（通常为负效应），等位基因必须处于纯合状态。

模范育种者：具有丰富的传统养殖知识，不仅能够管理好牲畜，同时也能够高效地选育动物且获得所期望的遗传目标。这些育种人员通过与其他人共享知识，对于社区性的育种项目来说是非常宝贵的。

轮回交配系统：参见循环交配。

选择：在自然或人工育种的过程中，种群中所产生不同的成活（特别是后代的数量）概率，这种选择会减少遗传多样性，其原因是非选择的动物的基因不能遗传到后代。

选择强度：选择强度的标准估测法，相对于群体平均值，要采取优选父母的办法。选择强度随着亲本数量的减少而增加。

标准化的品种：严格按照遗传隔离和标准的人工选育程序培育的牲畜品种，目的是培育出特有的表型。

SWOT 分析法：（有关动物遗传资源管理）一种决策的工具，包括：以表格形式列出优势、劣势、机遇及风险，对某个品种进行说明，并使用其结果制订品种管理的策略。

跨境品种：不只在某一个国家存在的品种。区域性品种只存在于本区域内的国家，而国际跨境品种则存在于多个区域内。

截断选择：选择具有表型值或遗传值超过给定阈值的动物为亲本，并从每对父母中（尽可能的）获得相同数量的后代。参见加权选择。

保护单元：对独特的动物群体实施的保护项目。根据这些指导准则，某个特定国家的动物的品种为保护单元。

加权选择：选择具有表型值或遗传值超过特定阈值的动物为亲本，但只从优等动物中获得较多的后代。注重一些特定的亲本，以获得较大的选择反应（或与较大的有效群体大小相等反应），而不仅仅是截断选择，但是这样做的程序较为复杂且费用较高。

使用指南

前言

活体保护指通过保存活畜群体从而达到对某个品种的保护。它包括典型的生产系统内的品种的原地保护和受控于环境中的异地活体保护。原地保护是对种群活体保护的首选方法^④。Oldenbroek (2007) 写道：“所有的保护目标都能够达到最好的效果（采用原地保护），而且提供多种用途的可能性。此外，一个品种的开发可以是持续的，而且有助于适应变化的环境。但是，在开展这些数量很小^⑤的种群的育种工作时，我们必须要充分注意近交的风险（由于亲缘动物相互交配而产生的近交衰退，造成动物健康水平下降）和随机漂变（由于随机过程引起的低频率的等位基因消失）必须要引起充分的注意”。

原地和异地保护方法是互补的。如将两个方法结合在一起就可以制订出有影响力的保护战略。异地保护最常见的形式是活体低温保存配子或在基因库中保存胚胎。低温保存可以以异地活体保护为支撑。后一种方法是以较小的种群或在动物园中对小数量的活体动物进行保护。由于这些动物脱离了他们所熟悉的环境，所以对变化的环境的适应性受到了损伤。

指南的目标及结构

该指导准则的目标是为各种不同的保护方法提供技术指导并作为制订保护策略的决策依据。这些指南阐述了对于设计和建立以保护遗传多样性和促进可持续利用并为畜牧养殖户增加收入为目的的动物育种计划非常重要的理念。这本材料的初衷是涉及所有与农业和食品生产有关的牲畜品种。在个别地方针对某个特定物种也提供了指导。

该指导准则的目的是为希望建立、实施并监测活体保护项目的组织或个人提供技术背景要求，介绍了工作任务及应采取的步骤。重点强调了原地保护项目，因为原地保护项目与长期的活体保护目标具有紧密的联系。每个章节的顺序都是

^④ FAO. 2007. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by B. Rischkowsky & D. Pilling. Rome (available at <http://www.fao.org/docrep/010/a1250e/a1250e00.htm>).

^⑤ Oldenbroek, K. 2007. Introduction. In K. Oldenbroek, ed. *Utilization and conservation of farm animal genetic resources*, pp. 13 – 27. Wageningen, the Netherlands, Wageningen Academic Publishers.

按照建立保护项目的时间顺序排列的, 每个子章节都有固定的格式, 包括理由、目标、所需的资料及预期的成果, 然后是为达到期望的目的所需要的一系列的工作任务及步骤。有些情况下, 工作任务和步骤或多或少也是按时间顺序排列的。而在其他情况下, 工作任务和步骤可能会同时展开并可以根据实际情况采取其他方法开展工作。

大多数的国家都推选出了动物遗传资源委员会的国家协调员^⑥人选, 并且建立了国家动物遗传资源重点组^⑦。很多国家还建立了涉及多个利益相关方的国家动物遗传资源委员会。虽然与畜牧养殖户有直接工作关系的各种不同组织将建立大批的活体保护项目, 但是由于不是政府主导, 国家协调员还需全程参加并全面了解建立保护项目的进程, 还应定期征询国家咨询委员会的意见。如果还没有建立国家咨询委员会, 最好是建立与动物遗传资源相关的利益相关方和专家的特别委员会, 在整个进程中向他们征求意见。各利益相关方的群体都参与了动物遗传资源的保护工作, 包括国家和地区政府、研究和教育机构(也包括大学)、非政府组织(NGOS)、育种协会、农场主和牧场主、业余爱好者及育种公司等^⑧。

很多国家已经制订了动物遗传资源的国家策略和行动计划^⑨, 其目的是在国家层面配合实施动物遗传资源的全球行动计划或正在筹划这项策略的制订。已经制订了国家策略和行动计划的国家很可能从广义上讲已经完全认识到他们的保护需要和目标, 并划分了制订和实施保护策略的职责。在这种情况下, 国家策略及行动计划会形成一个总体架构, 在这个架构内可以运用这些指南准则开展工作。那些还没有制订国家策略和行动计划的国家, 很显然, 应该协调推进制订动物遗传资源管理所有内容的更为广泛的策略以及制订更加详细的保护策略。同样, 如果一个国家按照粮农组织《调查和监测动物遗传资源》指南准则^⑩中的建议开展工作, 就会首先考虑到编制保护策略所需要的资料及所需要的调研和监测的方案, 从而避免所有工作从零开始。

⑥ <http://dad.fao.org/cgi-bin/EfabisWeb.cgi? sids=-1, contacts>.

⑦ FAO. 2011. *Developing the institutional framework for the management of animal genetic resources*. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 6. Rome (available at <http://www.fao.org/docrep/014/ba0054e/ba0054e00.pdf>).

⑧ FAO. 2007. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by B. Rischkowsky & D. Pilling. Rome (available at <http://www.fao.org/docrep/010/a1250e/a1250e00.htm>).

⑨ FAO. 2009. *Preparation of national strategies and action plans for animal genetic resources*. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 2. Rome (available at <http://www.fao.org/docrep/012/i0770e/i0770e00.htm>).

⑩ FAO. 2011. *Surveying and monitoring of animal genetic resources*. Animal Production and Health Guidelines No. 7. Rome (available at <http://www.fao.org/docrep/014/ba0055e/ba0055e00.htm>).

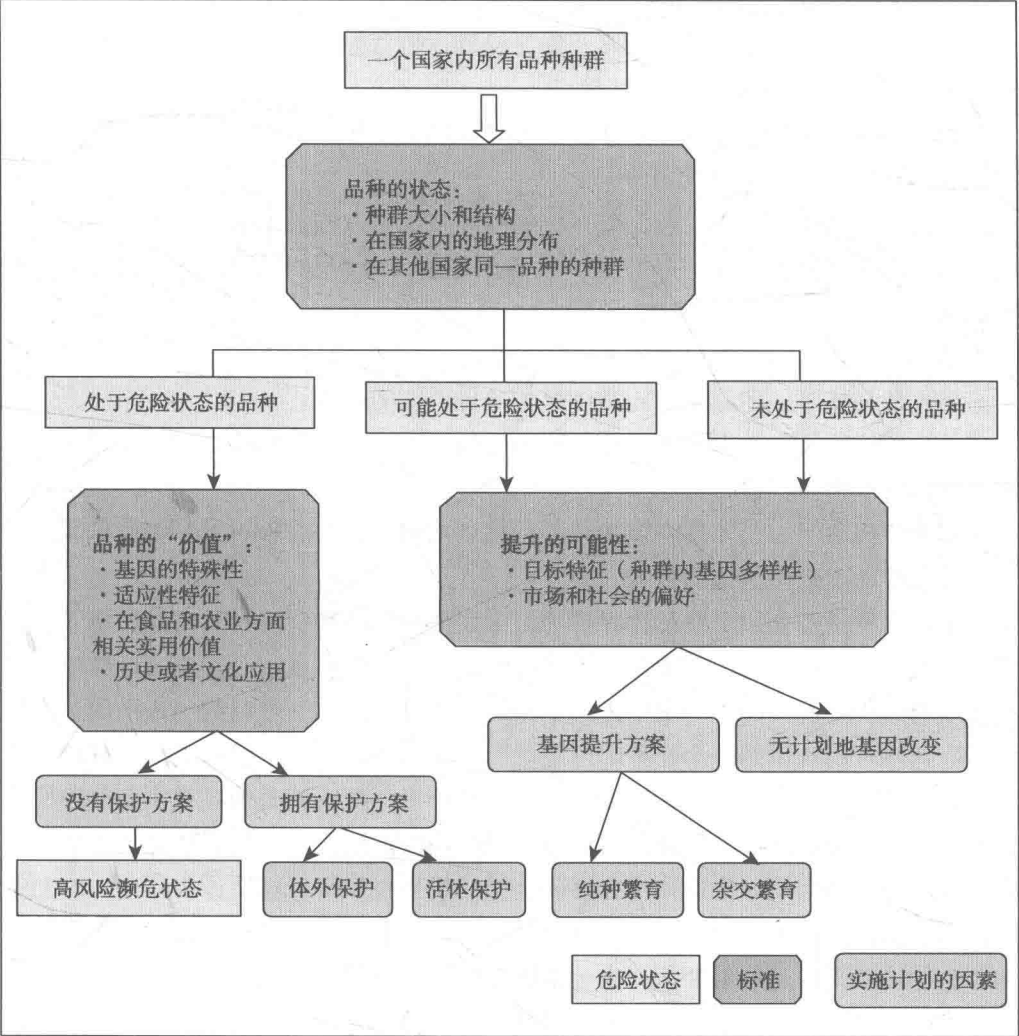


图 1 国家级动物遗传资源管理流程

备注：最初发表于 2007 年联合国粮农组织出版的《世界粮食与农业动物遗传资源状况》，由 B. Rischkowsky 和 D. Pilling. Rome 编辑（可在 <http://www.fao.org/docrep/010/a1250e/a1250e00.htm> 查询）。

粮农组织制订的指导准则中的有关育种策略的工作^①中表型鉴定^②和分子遗传

① FAO. 2010. *Breeding strategies for the sustainable management of animal genetic resources*. Animal Production and Health Guidelines. No. 3. Rome (available at <http://www.fao.org/docrep/014/ba0055e/ba0055e00.htm>).

② FAO. 2012. *Phenotypic characterization of animal genetic resources*. Animal Production and Health Guidelines. No. 11. Rome (available at <http://www.fao.org/docrep/015/i2686e/i2686e00.htm>).