



Australian Government

Department of Industry
Tourism and Resources

生物多样性管理

矿产业可持续发展最优方法计划



SOCIAL
ECONOMIC
ENVIRONMENTAL

生物多样性管理

矿产业可持续发展最优方法计划



2007年2月

免责声明

可持续发展最优方法计划

本出版物由以专家、行业、政府与非政府组织代表组成的工作组编制。感谢工作组各位成员所付出的努力。

本手册中的观点不一定代表联邦政府或工业旅游资源部部长的观点。尽管在编制过程中，努力确保本手册的内容真实无误，但联邦政府并不负责其内容的准确性或完整性，也不对使用或依赖本手册内容而致的任何损失或损害承担任何义务。

本手册的使用者应谨记：本手册仅作为一般性参考资料，在涉及个别用户的一些特殊情况的有关信息时，本手册不能取代专家建议。本手册所涉及的公司或产品不应被视为经联邦政府认可的公司或其产品。

封面图像：
昆士兰州约克角(Cape York)艾利小溪(Ely Creek)，Ross Smith。

© 澳大利亚联邦2007版权所有

ISBN 0 642 72506 3

本著作受版权保护。除了任何经《1968年版权法》允许的用途之外，未经联邦政府事先书面许可，著作之任何部分不得以任何手段复制，联邦通信、信息技术和艺术部负责提供许可事宜。任何关于复制和权利事宜的要求和询问，请写信至联邦版权管理局、通信信息技术和艺术部知识产权司，地址：GPO Box 2154, Canberra ACT 2601或浏览<http://www.dcita.gov.au/cca>。

2007年2月

目录

鸣谢	vi
前言	ix
1.0 引言	1
2.0 生物多样性的重要性	3
2.1	4
2.2	4
2.3	5
实例研究：迪维斯特库佳如（Tiwest Cooljaroo）矿区的社区合作关系	6
2.4	8
2.5	9
3.0 评估与规划	11
3.1	11
3.2	12
实例研究：雪尔本湾(Shelburne Bay)-政府与社区行动	13
3.3	15
实例研究：交汇礁（Junction Reefs）-促进地区生物多样性	17
3.4	18
3.5	20
实例研究：社区参与帮助保护重要物种—亮光黑凤头鹦鹉	21
3.6	22
3.7	23
实例研究：在矿山关闭中考虑生物多样性价值—廷巴拉（Timbarra）金矿	24
4.0 综合生物多样性管理	26
4.1	28
4.2	28
4.3	29
4.4	31
实例研究：有效合作伙伴关系促进受威胁动物的恢复— 干旱地区生态恢复项目（Arid Recovery）	32
4.5	33
实例研究：赤桉林受回枯病影响区域的复原	36
实例研究：作为生态系统保护的替代，开展重要物种管理—小河鲑	39

4.6	42
4.7	44
实例研究：预估三齿稗(<i>Triodia</i> 物种)的遗传起源	45
实例研究：使用烟熏技术进行本土澳大利亚物种的复原	46
4.8	51
5.0 绩效监测	52
5.1	53
5.2	54
5.3	55
实例研究：采用无脊椎动物作为监测矿区复垦发展的指标	60
5.4	65
5.5	66
6.0 结论	68
	69
	75
	77

鸣谢

可持续发展最优方法计划由澳大利亚政府工业、旅游和资源部下属的一个指导委员会来进行管理。计划中的14个主题是由政府、矿产业、研究机构、学术机构和社区代表所组成的工作组提出。如果没有这些工作组成员的大力合作与积极参与、如果没有这些人员的公司领导同意他们参与本计划并提供专业的意见，此最优方法手册是无法完成的。我们在此谨向下列参与了生物多样性工作组的各位人士和各个机构表示衷心的感谢：



John Allan先生

生物多样性管理工作组主席

Newcrest矿业有限公司环境经理

www.newcrest.com.au

Owen Nichols博士

生物多样性管理工作组主作者

环境管理和研究咨询公司首席顾问



Kirrily Noonan女士

工作组秘书长

工业旅游和资源部可持续发展矿业科副经理

www.industry.gov.au



Techa Beaumont女士

矿业政策协会

www.mpi.org.au



Kingsley Dixon博士

科学主任

国王公园和植物园

www.bgpa.wa.gov.au



Cormac Farrell先生

环境政策主任

澳大利亚矿业协会

www.minerals.org.au



John Gardner先生
环境经理 - 采矿部
美国铝业国际氧化铝澳大利亚公司

www.alcoa.com.au



Jonathan Majer教授
环境生物学系主任
科廷理工大学

www.envbio.curtin.edu.au



Libby Mattiske博士
总裁
Mattiske顾问有限公司

www.mattiske.com.au



Dan McLaughlin先生
经理 - 环境
必和必拓公司

www.bhpbilliton.com



Mark Nolan先生
高级环境主任
新南威尔士州矿产资源部

www.dpi.nsw.gov.au



Consolidated Rutile Limited

Paul Smith先生
经理-环境和社区关系
Consolidated Rutile有限公司

www.consrutile.com.au



Ross Smith博士
董事
水生生物学有限公司

www.hydrobiology.biz

此外，本手册大量引用了《ICMM采矿和生物多样性的良好实践准则》(ICMM 2006年)的内容，生物多样性管理工作组也希望对此表示感谢。如果需要各个领域更详细的介绍并且了解国际观点，读者还应查阅这一宝贵的资料。



前言

澳大利亚采矿业充分顺应了可持续发展这一世界各国所追求的目标。参与可持续发展最优方法，对于矿业公司从社区获取和维持其《采矿社会许可证》是至关重要的。

矿业丛书《可持续发展最优方法手册》包括了从探测、工程建设、开采到关闭矿区的矿业生产所有阶段的环境、经济、社会方面的内容。最优方法的概念，简单来说，是指在特定地点作业的最佳方法。随着新的挑战不断出现，新的解决方案也不断的形成（或者说对现有问题更好的解决方案不断形成），要提出能够满足不同场所特定需要的解决方案，就必须采用灵活、创新的最优方法。建立在一些基本原则基础之上，最优方法除了是一系列固定的操作或者一种特殊的方法，也同样体现着一种方法和态度。最优方法还引入了‘适应性管理’的概念，这是指通过应用最佳科学原理进行不断回顾并从实践中进行总结的过程。

根据国际采矿与金属委员会(ICMM)的定义，矿物和金属开采业的可持续发展是指其投资必须具有技术方面的适当性、环境方面的合理性、经济方面的赢利性，以及社会方面的责任感。《持久价值——澳大利亚的矿产业可持续发展框架》为澳大利亚矿产业提供了在运作方面执行ICMM原则及规定的指导。

有很多不同领域的组织已经成为指导委员会和工作组成员，这表明他们对于矿产业最优方法有着各种不同的关注。这些组织中包括国家工业、旅游和资源部、环境遗产部、工业与资源部（西澳大利亚州）、自然资源与矿产部（昆士兰州）、第一产业部（维多利亚州）、澳大利亚矿物委员会、澳大利亚矿业环境研究中心、矿业公司的代表、技术研究机构、矿业、环境和社会顾问，以及非政府组织。这些工作组协同合作，在涉及各类阐释澳大利亚矿产业可持续发展最优方法的课题上，进行有关信息的收集与公布工作。

此项工作成果的结集出版，将使矿产业各个部门通过遵循可持续发展最优方法的原则，减少矿业生产对公众和环境所造成的的不利影响。工作成果的结集出版，将对我们经济生活中重要领域的可持续发展和自然遗产保护做出重大贡献。



伊恩·麦克法兰 议员阁下
工业、旅游和资源部部长



1.0 引言

本手册的主题是生物多样性管理，这是矿产业可持续发展最优方法计划的主题之一。这项计划旨在确定影响矿产业可持续性发展的重要问题，提供信息和实例研究，阐明矿业更可持续发展的基础。

最优方法系列丛书涉及矿区生命期的各个阶段—勘探、可行性研究、设计、施工、运营和关闭，并且谈到运营的各个方面，本手册尤为如此。最优方法的生物多样性管理始于矿业项目开始之际，并且一直持续到矿山关闭和归还租赁权之后。它并不限于受矿区运营直接影响的地区，而且还必须考虑矿区、当地、地区、国家乃至国际方面的所有相关因素。

本手册的主要对象是运营层面的管理人员，他们是负责在矿区运营中实施最优方法的人士。此外，本手册也可供对矿业最优方法的生物多样性管理感兴趣的人士使用，包括环境管理人员、矿业咨询、政府和监管机构、非政府组织、相邻社区和矿山社区以及学生。我们鼓励所有使用本手册的人士共同协作，迎接挑战，不断提高矿业的生物多样性管理标准，从而改善矿业的整体可持续发展绩效。实施这些手册中概述的原则，可以获得更高绩效。

本手册概述了目前公认为评估生物多样性价值最优方法的主要原则和程序，即：

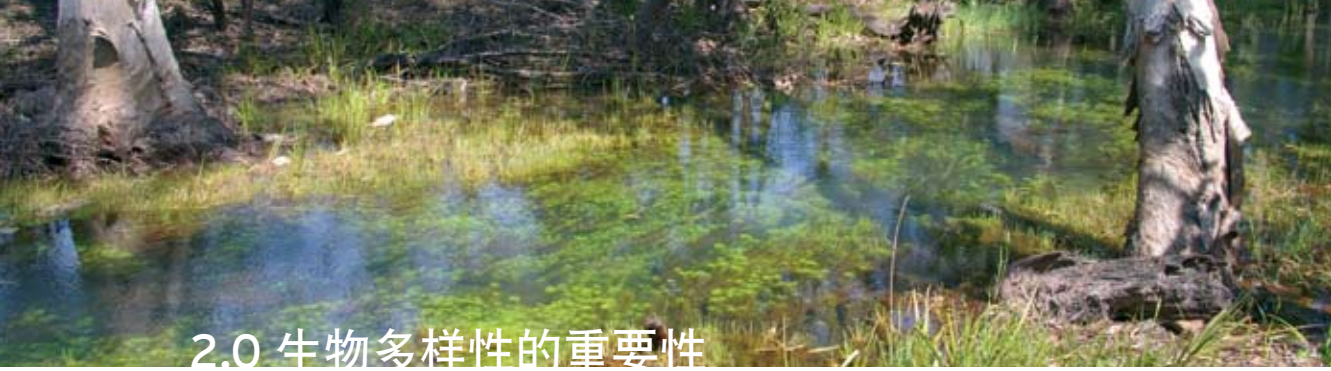
- 确定对生物多样性价值的任何主要影响、次要影响或累积影响
- 尽量减少和管理这些影响
- 恢复保护价值
- 在可持续性基础上管理保护价值。

最优方法的生物多样性管理要求在整个租期内，时刻与政府和其他主要利益相关人协商，并且加强与非政府组织的合作。

研究和监测是管理生物多样性影响并在干扰之后进行复原的最优方法的重要部分。为了取得持续改善，达到最高生物多样性管理标准的公司无可避免会使用研究和监测项目的成果，这是环境管理系统（EMS）的一个重要因素。

本手册说明了生物多样性为什么具有重要意义，阐明了生物多样性管理的商业合理性，描述了生物多样性保护和复原的最优方法。一些实例研究阐明了生物多样性管理的各个方面，强调说明了所概述的这些方法。

这本最优方法手册除提供澳大利亚背景下的生物多样性管理的专门信息外，还与所出版的其他手册相互配套。特别是与国际采矿与金属委员会 (ICMM) 的《*矿产业与生物多样性良好规范指南*》(ICMM 2006年)相辅相成，后者是在与世界保护联盟 (IUCN) 深入讨论之后制作而成的。



2.0 生物多样性的的重要性

1992年，澳大利亚批准了《生物多样性公约》，是里约热内卢地球峰会上批准该公约的188个国家之一。通过此举，国际社会承认生物多样性‘是人类共同关心的问题，也是发展过程中不可或缺的一部分’。国际社会认识到，生物多样性保护需要做出重大投入，但会带来显著的环境、经济和社会效益回报。这项公约承认，生态系统、物种和基因为人所利用，但使用方式和速度不应导致生物多样性长期下降。《生物多样性公约》以及其他有关可持续发展的国际公约中所包含的原则，日益成为采用最优方法的澳大利亚矿业公司运营业务不可或缺的一部分。

在澳大利亚大陆的许多地区拥有大量特有物种和生态系统，这一点与世界上大部分地区不同。澳大利亚的生物多样性程度超过了98%的其他国家，是全球19个生物多样性大国之一。作为一个岛屿大陆，澳大利亚历经6500万年进化隔离，形成了世界一流、独一无二的物种和生态系统—80%的物种是澳大利亚特有的物种。因为如此漫长的遗传隔离，澳大利亚的生物多样性以惊人的方式适应了世界上最贫瘠的土壤和最恶劣的环境。

了解澳大利亚物种的生态和生理运作方式，这尤其给生物多样性的管理人员提出了许多挑战。同样，目前在地质异常现象（通常与矿化有关）存在一条横断带，对于保护价值较高的物种以及这些异常现象的矿物价值来说起到了聚焦作用。采取有效方法，建立保护、管理和复原澳大利亚独特物种和生态系统的知识库，这为业界和科学家们提出了一项重大挑战。

通过诸如“生物多样性热点”(www.biodiversityhotspots.org)之类的项目，在国内外突出了某些地区的重要性。在另一方面，澳大利亚许多地区都经历了一系列退化过程，如农业皆伐、土壤盐化、放牧、干旱、树木采伐、引进有问题的外来动植物物种、建造水坝以及城市化。

这本最优方法手册目的就是为矿业及其主要利益相关人理解和管理生物多样性提供必要的信息。

2.1 何谓生物多样性?

作为一项首要原则，所有矿业业内人士都务必要认识到，生物多样性具有十分重要的环境、社会和文化价值。对于不同利益相关人来说，生物多样性可有不同的含义。以下定义反映了生物多样性的内在价值。然而，对于许多人来说，生物多样性还具有重要的社会、文化和精神价值。对于澳大利亚原住民以及保护和管理生物多样性对生活和文化具有重要影响的其他国家来说，这一点尤为如此。

自然或生物多样性是指地球上的所有生命—植物、动物、真菌和微生物—及其含有的各种遗传材料以及所在生态系统的多样性。它包括所有栖息地（含陆地、海洋和其他水生系统）的微生物的相对丰度和遗传多样性。

因此，对生物多样性通常可以做三个不同层面的考虑：遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。

- 遗传多样性是指所有生物中含有的各种遗传信息。遗传多样性发生在物种的种群内部和种群之间，并且发生在物种之间。
- 物种多样性是指生物物种的多样化。
- 生态系统多样性是指栖息地、生物群落和生态过程的多样化，以及生态系统内在栖息地差异以及生态过程多样化方面表现的多样性。

进化在生物中产生一个持续的多样化过程。在产生新的遗传变异，出现新的物种或者形成新的生态系统时，生物多样性的程度就会提高；而在物种内的遗传变异下降，某一物种灭绝或者某一生态系统消失或退化时，生物多样性的程度就会降低。这一概念强调生物世界及其过程相互关联的性质。

根据“澳大利亚西南生态地区计划”（2006年）

2.2 生物多样性、社会和采矿

人类的生活资料、健康、福祉以及享受生活都依赖于生物系统和过程。生物多样性是众多生态系统作用的基础。这些生态系统具有维持自然环境的作用，从维持提供淡水的流域到传粉和养分循环，到维持清洁的空气和大气气体不一而足。我们从野生和驯化的生物多样性部分获取全部食物、许多药物和其他产品。生物多样性还具有美学、精神、文化、娱乐和科学价值。

人与生物多样性之间的相互依存关系对所有人来说都至关重要，因为所有社区最终都依赖生物多样性的作用和资源。一些人的生活方式比其他人更直接依赖生物多样性，他们的文化、历史和身份与自然环境及其系统具有密切的联系。因为不同的传统和经验，不同的文化和民族对生物多样性的看法和重视程度也不同。许多人对生物多样性的依赖已经变得更不明确，而且变得更不明显，但即便如此，生物多样性仍然对所有社区都具有至关重要的意义。

尽管对生物多样性提供的有益的资源 and 作用有了相当多的了解，但在我们的认识上仍然存在显著的差距，这使我们评估其各个基本组成部分的真正价值的的能力受到了限制。我们对不同生态系统之间相互作用和依赖的全面理解仍在逐步发展。生命的巨大多样性为生态系统和微生物带来了更大的活力，因此具有至关重要的内在价值。它使自然系统能够吸收人类的不利影响，从中恢复并且增强可持续性。

人们对于生物多样性受到的重大威胁，以及防止/避免、终止和逆转退化过程的重要性的认识在继续提高。在近几年中，因为人类的压力，生态系统退化的速度和幅度都超出历史上的任何时候。这给所有人都依赖的基本生态系统作用造成了严重的威胁。

采矿会破坏土地，可对生物多样性直接造成重大的局部影响。相关土地用途的改变还可造成广泛的间接影响。

与此同时，矿业为理解生物多样性管理和复原带来了丰富的知识和专长。矿业务必要认识到，自己不仅有责任管理对生物多样性的影响，而且还有机会通过产生知识，与其他方面协作采取各种举措，对生物多样性保护做出重大贡献。

2.3 采矿社会许可证

采矿活动通常发生在边远环境中，当地社区从事生存农业，或者依靠周围的自然资源维持生计。在这种情况下，生物多样性的人文(社会和经济)方面就具有至关重要的意义。这在发展中国家的农村地区尤为如此，因为整个社区都直接依赖生物多样性和生态系统作用，所以就更容易受其退化的影响。

公众对生物多样性损失和生态系统损害十分关注。各种举措日益增多，就反映出了这一点。这些举措从保护或恢复生态系统的民间社团和当地社区行动到国内外和当地的法律、政策和法规不等。人们要求矿业采取更严格的措施来保护和管理剩余的生物多样性。为了保有自己的采矿社会许可证，矿业公司正在对这些要求和压力做出回应。人们日益要求矿业公司：

- 如果矿业活动可能涉及未受破坏、敏感或具有重要科学意义的地区、存在稀有物种或受威胁物种，或者有关活动对周围种群所依赖的生态作用造成不可接受的风险时，就需要在生物多样性价值的基础上做出‘停止’活动的决定。
- 在没有充分的基线资料，或者在科学上不确定，需要对减轻或避免生物多样性影响采取谨慎的方法时，改变项目开发周期；并且在可能的情况下，减轻对目前运营所在地区的影响，积极增强生物多样性成效。

与诸如监管机构和原住民等主要利益相关人团体联合，以负责任的态度管理生物多样性，这是矿产业可持续发展最优方法的主要部分。最优方法手册《社区参与及发展》和《与土著社区协作》进一步讨论了与这些团体的密切协作。

实例研究：迪维斯特库佳如（Tiwest Cooljaroo）矿区的社区合作关系

迪维斯特的库佳如矿区位于珀斯以北170公里处。矿区通过挖掘和干式采矿作业生产重精矿。

矿区与政府和当地社区建立了牢固的合作关系。凭借对可持续发展原则的承诺，矿区在“2006年山龙眼大奖赛”上荣获矿物类大奖。对于迪维斯特的库佳如矿区的人士来说，实施最优方法的成果在于当地社区的大力支持，这反过来也让公司的‘采矿社会许可证’获得更大保障。

迪维斯特的宗旨是增加合作伙伴关系的价值，这在与珀斯动物园、环境与保护部以及当地学校建立的生物多样性合作伙伴关系中表现得十分明显。矿区和保护与土地管理部协作开展西盾（Western Shield）项目，将该地区的狐狸数目降低到一定程度，从而能够将毛尾袋鼠、塔玛沙袋鼠和昆达袋鼠成功放归附近的南邦国家公园（Nambung National Park）。



左图：环境部长Mark McGowan、Cathy Henbeck（环境与保护部）和David Charles（迪维斯特）与南邦国家公园的昆达(Quenda)袋鼠合影

矿区与珀斯动物园合作举办暗夜追踪有袋动物项目，让当地社区和劳工队伍直接参与动物保护。并且与当地学校建立合作伙伴关系，为学生们提供环境教育，帮助他们消除未复垦取土坑等遗留问题。

库佳如矿区运营依据一种综合各种最优方法的可持续发展方法，包括：

- 在干扰之前收集成熟植物的种子
- 开展材料分离（表土、粘土覆盖层、加工材料），促进景观的复垦和建立，特别是对细泥浆或“矿泥”实施管理
- 支持附近国家公园中当地灭绝的动物物种的重新移生
- 与当地原住民企业结成合作伙伴关系，开展种子采收和其他服务。例如：迪维斯特矿区与比立纽 (Billinue) 土著社区结成的合作伙伴关系现在已进入第12个年头，采收了价值百万元的本地起源的种子，并且对700公顷受干扰土地进行了植被恢复
- 与当地社区的方方面面建立持续的合作伙伴关系，包括教育项目、环境管理和支持社区机构等工作。



欲知迪维斯特的库佳如矿区正在开展的环境和社区发展计划详情，请浏览：www.tiwest.com.au。

左图：比立纽的Kade Hornell、Mal Ryder和Ken Capeswell

矿业和其他机构制定了一系列可持续发展政策框架，对改进矿业生产起到了推动作用。国际采矿与金属委员会 (ICMM) 采取的就是这样其中的一个方法。ICMM在2003年采取了包含10个可持续发展原则的一组原则，在一个战略框架中管理矿业对可持续发展的承诺 (ICMM, 2003年)。ICMM的可持续发展框架规定，成员公司必须‘促进生物多样性保护，并且采取综合性的土地使用规划方法’。

为了在澳大利亚的环境中从实际和运营中实现对ICMM的承诺，澳大利亚矿业协会 (MCA) 制定了“持久价值—澳大利亚矿产业可持续发展框架” (MCA 2004年)。对“持久价值”的承诺是成为MCA成员的一项条件，但非MCA公司也可以签署这一框架。制定“持久价值”提供了一个框架，让矿业可以在各个方面的运营中实施可持续发展，其中包括生物多样性管理，并且大力强调支持持续改善。

2.4 生物多样性管理的商业合理性

完善生物多样性管理不仅是一项伦理和道德需要，而且还具有商业价值。矿业对生物多样性和相关价值具有依赖的关系。例如，健康的生态系统作用提供加工用水等重要的原材料。稳定的气候条件和地貌让矿区能够处理和管理废物。

相反，如果不能充分避免或尽量减小矿区运营对生物多样性的影响，就可能会日益造成威胁和风险，对企业运营产生实质性的影响。过去在影响评估中对生物多样性改变的社会和经济成本考虑不充分，造成不合理的决策，影响了矿业的声誉。对生物多样性管理采取积极主动并且具有前瞻性的方法，满足社会对生物多样性保护的优先需要，这对于矿业的可持续发展最优方法至关重要。

企业未充分管理生物多样性问题的风险和影响可包括：

- 监管程度提高，诉讼责任增大
- 复垦、修复和关闭成本增高
- 来自周边社区、民间组织和股东的社会风险和压力
- 原材料获取受到限制(包括在项目开发初期阶段以及为延长现有项目期限而开展持续勘探时受到使用土地方面的限制)
- 在获得融资和保险方面受到限制。

在有些情况下，由于与特定生物多样性元素相关的环境和文化价值的敏感性，可能会被禁止勘探和采矿活动。近年来，有些项目对勘探和采矿租赁地区的潜在生物多样性问题开展了初期审查和调查。由此得到的信息可以用于确定投资风险，发现环境影响过程中可能存在的“致命错误”，从而降低社会、经济和环境风险。这还可以让人们对项目是否进入预可行性研究之后的阶段做出合理的决定，从而能够在不可能进展下去时节省时间和资源。

相反，积极主动的生物多样性管理可以带来各种机会和益处，其中包括：

- 因为与监管机构具有更好的关系，从而能够缩短和减少具有争议性的许可审批周期
- 降低风险和债务责任
- 改善与社区和非政府组织的关系与合作关系
- 提高员工的忠诚度和积极性。

出于上述原因，矿业日益采取各种措施对自然资源进行保护和永续管理。现在，若要获得国际财团、世界银行和私营金融机构等国际机构的支持，需要遵守国际公认的生物多样性原则和标准，如赤道原则的自愿性社会和环境标准。主要金融机构和出口信贷机构在做出主流金融决定时，日益考虑到生物多样性影响评估。这些金融机构将环境评估视为总体风险管理过程的一个主要部分。

人们日益认为，矿业公司达到较高生物多样性管理标准的能力是一项竞争优势。因此，制定完善的生物多样性管理政策和规范的公司享有更大的机会，特别是在土地使用方面。

2.5 主要生物多样性威胁和机遇

澳大利亚拥有世界一流的本土生物多样性。这里特有的哺乳动物、无脊椎动物和有花植物物种数量超过了98%的其他国家。悉尼附近卧乐米松（Wollemi Pine）等活化石的发现突出说明了澳大利亚大陆丰富的植物资源。

如此丰富的资源也带来了一些挑战。目前生物分类的覆盖面有限，估计人们只知道澳大利亚物种的四分之一，这是管理这一生物多样性的一大障碍(PMSEIC, 2005年)。对于矿业来说，这为采矿前的生物多样性评估（特别是在生物多样性地区）带来了很大的不确定性。

人们日益认识到，企业（与政府、社区和研究人员协作）可以发挥关键的作用，将生物多样性威胁转化为机遇。通过这些战略合作伙伴关系，人们就可以了解并尽量减小过去200年来土地皆伐、不可持续的土地管理方式、外来物种以及地貌分裂所造成的影响，并且在可能情况下扭转这些影响。作为澳大利亚的主要商业集团之一，矿业抓住了在生物多样性保护上发挥领先作用的机遇。

《环境状况报告》（2006年）明确指出，对澳大利亚生物多样性的主要威胁包括：

- 我们对生物多样性价值(特别是许多物种和生态系统的作用)及其在生态系统功能中的作用缺乏了解
- 对物种和生态系统对澳大利亚社区福祉的贡献评估过低
- 因为大规模皆伐（但这种情况正在减少）、分裂、火灾情势改变、总体放牧压力、景观和土壤退化、威胁过程的范围及相关的累积影响，在遗传、物种、生态系统和地貌层次上持续损失的速度
- 外来植物、动物和病原体，特别是侵略性植物物种、杂草、野生食肉动物和动植物疾病的影响

- 最近的气候趋势变化使澳大利亚许多地区都面临降雨量降低和相关水文变化的问题
- 分裂和退化过程影响了维持各个系统及其相关生态系统作用的能力。

物种灭绝尤其具有重要性，因为任何物种的损失都会降低生物多样性。纯粹从经济上看，物种灭绝等于丧失机会（如新的医疗产品或其他产品），并且降低社会的集体福祉。物种灭绝在社区内也有非常重要的影响，特别是对这些物种具有非常重要的精神及/或情感联系的社区。

在近几十年中，尽管社区对生物多样性日益关注，但澳大利亚对开展有效生物多样性研究和管理所需要的资源通常缺乏长期承诺。矿业正在利用这一契机，通过以下途径来大力协助生物多样性保护和恢复：

- 支持研究人员、行业团体和咨询业者开展生物多样性研究（如对价值、威胁影响评估和管理的研究，尽量增大受干扰地区的价值回报）
- 发展有助于解决这些复杂问题的领域中的人力资源、技能和知识
- 与社区、保护团体和其他机构建立合作伙伴关系来解决这一问题
- 通过实习生计划、研究生学习和合作伙伴关系，鼓励青年毕业生开展生物多样性调查和研究
- 建立、维护并与政府和研究人员共享生物多样性数据的数据库（如西澳州的美国铝业公司青蛙守望（Frogwatch）项目以及通过西澳州地区森林协议程序开展的数据共享）
- 通过发布主要研究成果来实现共享，如政府和矿业联合资助建立的Pilbara文献目录数据库
- 在实地生物学家/科学家和负责管理土地、水和生物多样性价值的人士之间保持平衡
- 通过发展最优方法研究和程序来发挥领导作用。

西澳州、新南威尔士州、维多利亚州和昆士兰州（见第4.3节）等一些州正在日益考虑采用缓和与抵销方法。缓和通常是指采取措施来避免、降低或补偿环境损害的（直接或间接）影响。抵销是指旨在补偿不可避免的损害的措施。在应用时，这些概念可以在获取矿物资源和保护生物多样性价值之间实现有效的平衡。在矿业寻求采取可持续性生物多样性管理规范之际，进一步发展这些方法很可能为矿业带来更多的机会。



3.0 评估与规划

主要信息

- 矿业公司在开展任何活动前，需辨明某一地区存在的生物多样性价值，确定生物多样性的主要风险，并能设计管理计划、复垦和关闭目标。
- 在视为具有重要生物多样性价值的地区，可通过监管或自愿采纳一些标准来禁止采矿活动。
- 矿业公司能够通过景观/流域一级的规划来解决公司活动所造成的直接与间接影响。
- 规划期间应考虑累积影响。
- 为优化生物多样性管理，需要将风险评估程序与影响评估紧密联系，确保在决策过程中获得并使用所有相关信息。
- 应与所有利益相关人协商制定生物多样性目标，并在制定矿山关闭计划的完成标准时，将生物多样性目标与可衡量的具体目标挂钩。
- 矿山关闭规划期间的生物多样性价值保护与可持续性管理是一个持续的过程。按最优方法要求，这一规划不仅需要从项目规划与发展的最早阶段开始，并且要贯穿整个运营期。

3.1 基线监测概述

矿业公司在开展任何活动前，需描述特定地区的生物多样性价值。这项工作受到一系列社会和经济因素影响，由此获得的信息对确定生物多样性的主要风险以及有效设计管理计划、复垦和关闭目标都至关重要。

基线监测涉及对生物多样性的一些要素开展研究，这些要素在不受干扰的情况下应该不会改变。在确定基线监测的要求时，要了解特定环境中的影响因素范围，这是非常关键的。调查和监测计划应区分勘探和采矿活动的直接和间接影响，并区分可能威胁当地和地区生物多样性价值的其他任何因素。

基线监测的初期阶段包括审查当地、地区以及国内外环境中生物多样性价值的现有背景资料。一些州政府机构针对不同生物区的生物多样性基线研究发布了一系列指导说明（如环保局2004a,b）。这有助于确保最低评估标准，促进将地方化的基线调查综合应用于更广泛的地区环境中。有关景观一级规划的进一步讨论，请参阅第3.3节。

矿业通常资助开展勘探和采矿活动区域内的生物多样性调查和研究。尽管面临对不同地区数据集进行比较的挑战，越来越多的利益相关人都希望开展合作，避免出现孤立的‘数据竖井’。

在全国范围出现了一种转变，即要求制订统一的标准（如全国植被信息系统（NVIS）、BIOCLIM、绘图标准、物种术语的一致性）。这种要求统一的转变有助于对外来植物、疾病和动物可能对环境造成的威胁做出地区性预测。

政府研究人员、咨询业科学家和各个矿业公司合作开展研究，增进对地层地质学、地貌、土壤、气候与因此形成的生态系统之间关系的了解。这样做的主要好处是，植物学家、生态学家、林业学家、水文工作者、地质学家、地貌学家和土壤科学家开展联合研究工作，可以带来显著的协同效应。

3.2 生物多样性、保护区与禁区

为确保生物多样性价值得到长期保护，世界各地广泛采取建立保护区或设立专用区或限制使用区域的做法。现行法律禁止在保护与生物多样性价值特别高的地区采矿。在这种情况下，采矿和其他某些土地以及水资源项目被视为与环境的长期可持续性不一致。

工业界、政府和非政府组织寻求在各国国内创建国家一级的采矿禁区指导原则，并通过召开国际会议和签订协议来创建国际性的指导原则。加入国际采矿与金属委员会（ICMM）的国际矿业公司以及加入澳洲矿业协会（MCA）的澳大利亚矿业公司，均同意不在现有的世界遗产地区开展采矿活动。有关各方不断进行对话，进一步对维护其他保护区价值的必要措施达成共识。

作为保护区全球保护网络的最高机构，IUCN世界保护区委员会将保护区划分为六个类别：www.iucn.org/themes/wcpa/ppa/protectedareas.html。

IUCN第一类至第四类保护区管理包括受到严格保护的指定自然保护区和荒野保护区、国家公园、国家历史遗迹以及栖息地/物种管理区域。在IUCN第五类和第六类管理中，若符合保护区目标并经过环境影响评估，勘探和采矿活动就可能获得接受。这些活动应受到严格的运营、监测和复垦条件限制。

IUCN和ICMM已同意促进矿业参与和支持这一过程，进一步加强IUCN保护区管理类别系统，并将其作为一项可靠的国际标准加以应用。

在澳大利亚，如果按相关法律确定具有重要价值，那么任何开发项目都需要经过州与国家一级的评估(有关链接，请参阅“补充读物与网站”一节)。联邦与州法律在某些地区(如国家公园或海洋公园)规定了一些禁止采矿和/或勘探活动的保护区。

矿业公司与其他机构的调查有时可能表明，目前尚未获得法律保护的地区具有极高的生物多样性价值。对这些价值以及采矿的潜在影响进行详细评估，可能表明应禁止开展采矿活动。

实例研究：雪尔本湾(Shelburne Bay)—政府与社区行动

该地区已批准采矿租约，但后来发现这里有重要的保护和生物多样性价值，而且拟议开展的采矿活动与其可持续性保护不一致。

‘禁区’应在任何项目的第一阶段确定，当然应在任何干扰之前确定。首先，采用最优方法的采矿前生物多样性调查以及有效的影响评估与采矿规划程序都可能提出环境方面的问题。在与有关地区的政府及其他利益相关人商讨之后，可能会决定不在该地区继续开展采矿运营活动。



上图：雪尔本湾, Kerry Trapnell

有时，矿业公司在调查或规划期间未确定价值，或者在矿业公司之外开展的研究发现一些信息，在这种情况下，政府和社区需要主动开展工作，确保这些地区得到保护。正如雪尔本湾的实例表明，政府参与可能需要通过制订特殊的法律来保护生物多样性与保护价值。

采矿租约包括对雪尔本湾的沙丘地带开展硅石沙开采。此项采矿计划本来需要移除雪尔本湾圆点（Round Point）附近的两个沙丘系统：圆锥山（Conical Hill）和马鞍山（Saddle Hill），并且从雪尔本湾东端经由罗德尼岛（Rodney Island）到深水区修建一个大型港口设施。

在1980年代，联邦政府基于保护价值，否决了在该地区开展采矿活动的计划，但从技术上说，这些沙丘地带仍可用于采矿活动。2003年，这些租约到期而需要考虑是否续订，但由于土著团体、环保人士和科学界人士的担忧，昆士兰州政府决定在提出租约续订申请时取消这些租约。



政府通过了《1989年(昆士兰州)矿物资源法》的特别修正案，确认撤销租约续订权，以确保该地区的环境与保护价值得到保护。

左图：雪尔本湾, Kerry Trapnell

在了解和保护许多重要物种和群落方面仍然存在差距。例如，在全球保护区系统中，淡水生态系统和海洋生态系统就存在比例不足的严重问题。在许多发展中国家，一些地区的生物多样性及相关价值的重要意义仍有待记录或了解。如果社区的生计或文化依赖于自然资源，并且与之密切相关，那么在某些情况下，就可以有理由建立采矿禁区。

在某些情况下，做出不在某一地区开展勘探的决定，而不考虑矿物开采前景如何或者法律上是否指定可以开采，这就是一种最优方法的反应。例如，在了解方面或有代表性的保护区方面存在差距时，或者特殊的价值获得确认但尚未获得法律保护时，就可能属于这种情况。或者，在采取预防措施时，一些矿业公司可能选择开展进一步调查与对话，以便确定任何保护价值的具体详情以及勘探和采矿活动的潜在影响。此外，调查还可以确定是否有可能结合一种可以接受的补偿战略来控制影响和恢复价值。采用最优方法的技术与管理方法，就更有可能在无损生物多样性和遗产价值的情况下，在生态敏感地区开展矿物勘探。在包括麦卧湖（Myall Lakes）和弗雷泽岛（Fraser Island）在内的一些实例中，在采矿活动结束后可以将已复垦地区并入自然保护区。

政府、业界和社区团体有时会采取战略性的地区规划程序，以下部分将对此进行讨论。这一规划寻求在各种互相冲突的土地使用选择（包括采矿活动、保护及其他土地使用）之间达成平衡。

3.3 景观/流域一级的规划

景观/流域一级的规划有助于将拟议开展的勘探和采矿活动放在当地和地区环境中予以考虑。景观/流域一级规划让采取最优方法的矿业公司能够解决公司活动所造成的直接与间接影响，并且还有助于在不同范围确定生物多样性价值的主要部分，包括在其他地区的主要组成部分。下文讨论了规划的总体方面。有关整体土地管理的详细讨论，请参阅第4.1节。

3.3.1 地区规划

如果某一地区有许多矿区开展采矿活动，州政府可以制订自然资源管理计划，在生物多样性管理方面发挥重要作用。新南威尔士州的猎人谷(Hunter Valley)就实施了这样一项计划。

“煤矿复垦综合景观概要计划”(DMR 1999年)探讨了所有煤矿(露天煤矿与地下煤矿)、采矿设施区域、已经确定的采矿计划以及上猎人谷(Upper Hunter)煤田中采矿后矿区的逐步复垦问题。新南威尔士州矿物资源部(现为初级工业部)牵头制订了这项计划。目的是为建立上猎人谷煤田矿区复垦的长期战略奠定基础。这项计划鼓励邻近的土地所有人、政府和广大社区为地区范围的景观战略规划和管理出谋划策。

这项计划说明了1998年的矿区发展和复垦状况。第二项计划则说明2020年的矿区发展状况。2020年计划采用一种综合性方法，将生物多样性、提供便利和商业回报的农业和林业、流域保护和采矿地貌改建等考虑在内，从概念上提出对整个煤田进行植被恢复的机会。

管理人员越来越多地采用另一项最新举措，注重从地区景观的角度制订生物多样性行动计划(BAP)。这些计划通常基于以下分级方法：

- 避免不可逆转的生物多样性损失
- 寻求替代方法来减少生物多样性损失
- 采用缓和与复原方法来恢复生物多样性资源
- 提供至少具有相似生物多样性价值的替代选择来补偿不可避免的损失
- 寻求改善的机会。

生物多样性行动计划提供了一种结构性的方法，用于在景观与生物地区或生物地理范围确定优先重点及绘制本土生物多样性重点保护区。生物多样性行动计划力求采取一种战略性的方法，寻求保护有关生态系统中的物种群体的各种机会，保护受到威胁并且日益减少的物种与会聚。

矿区运营者应根据运营地点和类型制订生物多样性行动计划。这一计划可以在当地矿区一级制定，也可以在略为广泛的周边地区或流域一级制定，也可在生物地区一级纳入政府或其他利益相关人制订的计划中。

3.3.2 政府与其他利益相关人在规划中的主要作用

除了建立广泛的监管框架来规管采矿活动外，政府还与社区一道，寻求一种更为地区性的方法来评估和规划生物多样性保护。这体现在全国范围实施的全国盐碱地与水质行动计划(NAP)、国家水土资源审计(NLWRA)以及自然遗产信托基金(NHT)中。

为促进澳大利亚各地的自然资源管理，澳大利亚联邦、州与领地政府都划定了自然资源管理(NRM)地区。地区性自然资源管理(NRM)机构(如流域管理局)为每个地区制定一份综合性的自然资源管理计划，确定实地行动的优先重点。鉴定合格的地区计划为全国盐碱地与水质行动计划(NAP)和自然遗产信托基金(NHT)所做的投资提供指导。采矿运营者与其他土地管理者一道，利用这些战略性计划，在较大的范围内综合实施生物多样性管理。

此外，澳大利亚丛林历史遗产协会 (www.bushheritage.asn.au) 和澳大利亚自然保护协会 (www.nature.org/wherewework/asiapacific/australia/) 等其他机构也在生物多样性保护方面发挥重要作用，应让这些机构参与规划过程或者向其进行咨询。

政府与利益相关人正在建立生物多样性库与补偿计划(生物库)，这些工具为抵销(补偿)开发影响提供了连贯一致的系统化框架。这些工具旨在改善或保持生物多样性价值的成果(另见第4.3节)。建立生物库点可获得‘积分’。这些积分可以出售，也可用于补偿其他地方的开发项目所造成的影响。出售积分获取的资金可用于生物库网点管理(www.environment.nsw.gov.au/threatspec/infosheet.htm)。

3.3.3 累积影响

最优方法的生物多样性管理要求在规划期间考虑累积影响。某一计划对生物多样性的累积环境影响是指可能相互结合或与其他活动的影响相结合的影响，这些累积影响可产生有利或不利影响。应从以下方面考虑影响：

- 活动与该地区其他计划或开发项目的关系
- 综合考虑个体项目影响时所产生的附加、增效或对抗性影响
- 受影响地区的已知环境压力以及计划开展的活动是否有可能增加或减少这些压力。

解决项目周期中的累积影响可带来一些益处，包括与当地社区和监管机构建立关系，并将生物多样性价值放在环境中予以考虑。

实例研究：交汇礁（Junction Reefs）—促进地区生物多样性

交汇礁金矿将促进流域一级的地区生物多样性纳入矿区复垦战略中。新南威尔士州中部高地的原始植被属于黄杨木林地，下层林木则属于菅草(袋鼠草)之类较高的暖季多年生植物。早期开拓者将这里视为理想的农业用地，并将这些地方改建成农场。目前的残遗植被仅限于不适合农业开垦的小块地区。

交汇礁采矿租约区被一条岩石沟壑一分为二。这条沟壑中有一条绵延的残遗植被带。矿区复垦计划在一个被退化农业用地包围的地区建立了一个大型保护区。这个保护区包括42公顷的受采矿影响地区和相邻的50公顷残遗植被。矿区与当地社区建立了合作关系，增进了沟壑一带及其邻近流域的生物多样性价值。

在采矿前，矿区主要是退化的农业用地。交汇礁金矿打算通过采矿后的复垦工作，建立用作牧场之前原始林地所特有的桉树林地及草类下层林木。研究与复垦战略的重点通常放在主要的林地物种上，而往往忽略本土草类下层林木。



将当地的本土物种的种子用手撒播到没有杂草的氧化底土层，通常可以长出各种茂密的树丛、灌木丛和草丛。分层植被为当地的动物提供了栖息地。许多灌木都已成熟，定期开花，散播种子。桉树也为各种动物物种提供了栖息地。

左图：贝鲁布拉河（Belubula River），交汇礁

作为河流管护奖励计划的一部分，矿区与瓦利石灰岩土地管护集团(Walli Limestone Landcare Group)以及堪诺波拉斯公园信托基金(Canobolas Parkland Trust)联合开展了一段河流的恢复工作。这一项目不仅将矿区复垦与沟壑联系起来，而且还实施了一项雄心勃勃的计划，即通过移除河流生态系统生物多样性的主要威胁—柳树来恢复生态多样性。然后在河岸种植了当地的本土河岸物种。移除柳树改善了河岸的完整性，由此增强了水域的生态系统及其生物多样性。

矿区通过与当地农场主建立合作伙伴关系，在更广范围内制定了瓦利石灰岩流域管理计划。这项计划利用矿区植被恢复开发的技术和研究成果，通过农场并沿水道将残遗的本土植被带连接起来。

开展大范围流域管理，重新建立河岸植被及其相关的本土植被覆盖区，这些举措与矿区复垦工作相得益彰，并使这一地区的生物多样性价值获得全面改善。1988年，交汇礁河流管护项目荣获新南威尔士州政府颁发的河流管护项目金奖(Gold Rivercare)。

3.4 风险评估—及早确定直接与间接重大风险的预防原则

风险评估程序需要与影响评估密切挂钩(第3.5节)。这样就能确保在决策过程中获得并使用所有相关信息，从而优化生物多样性管理。

正如第3.2节中所述，矿业建立了一系列风险评估程序，帮助确定潜在的‘致命缺陷’或‘禁区’。在某些情况下，风险评估可表明从矿物资源开发中获取的回报可能平衡不了以下方面的价值：维护生物多样性价值范围（如西澳州莱苏尔山(Mt Lesueur)），保护某一物种或生态系统，保护满足澳大利亚社会其他部门的重要文化或生产需要的价值。

为了尽量降低风险，这项评估应在做出任何集中勘探或采矿活动的重大承诺前开展。这项评估最初应依据现有的数据集，并由经验丰富的合格人员对租约地区开展预先调查。然后，应与政府机构的专家和专业人士开展初步讨论，审查所考虑地区的敏感性问题。早期审查可帮助各方描述某一地区的相关风险(如文化遗迹或限制性环境)。

如果对某些地区的生物多样性价值了解甚少，就可能有必要在地面干扰前开展一些细致的初步工作，确保将项目风险降到最低水平。后者需要提前数年开始规划，确保由经验丰富的合格科学家在项目早期阶段开展取样工作。

以州一级为例，西澳州环保局指导说明51 (EPA 2004a)列出了各种理由，说明为什么在所宣布的稀有植物群或重点植物群之外，有一些物种、亚种、变种、杂交种和生态型也可能具有重要意义。某些植物群落或植被因法定列为受威胁生态群落，或者因为剩余数量低于临界水平而可能具有重要意义，这一指导说明也说明了其中的原因。

对于动物群，西澳州环保局指导说明56 (EPA 2004b)对陆栖动物群调查的一般标准和规约提供了实用指导与信息。参与环境影响评估(EIA)活动的环境顾问和支持人员可以采用这些标准和规约。

一般而言，如果任何勘探或采矿计划对列入保护名单的某一物种或受威胁的生态群落(按照州、联邦或国际法律与协议规定)构成直接或间接威胁，那么价值的重要性就变得至关重要。按最优方法要求，如果有可能产生影响，就应该检查以下事项：

- 列入《IUCN受威胁物种红皮书》名单的物种
- 列入《联邦环境保护与生物多样性保护法》名单的物种
- 各州稀有物种和受威胁物种名单
- 其他具有重要意义的物种(如附设系列、新物种或动植物分类系统)
- 列入《联邦环境保护与生物多样性保护法》名单的受威胁生态群落
- 各州受威胁生态群落名单
- 《澳大利亚重要湿地名录》
- 列入Ramsar名单的湿地
- 湿地地区(一些州对湿地地区目前的范围和条件进行了分类)
- 在景观、生态系统、植物群落、物种等级别上的价值；
- 存在具有威胁性的过程(如野兽、疾病、杂草)以及植被条件
- “日澳候鸟协议(JAMBA)”和“中澳候鸟协议(CAMBA)”。

风险评估的重点日益放在了解勘探和采矿地区与生物多样性保护有关的环境条件上。一般而言，如果系统退化，某一地区的生物多样性价值的重要意义就可能降低。

虽然一些生态系统目前尚未列入受威胁物种或群落名单，但特别容易受到威胁(如樟疫霉 (*Phytophthora cinnamomi*) 等疾病的威胁)。在风险评估与规划中，这一特点需要给予优先考虑。

按照《1999年环境保护及生物多样性保护法》中的定义，预防原则规定，‘如果存在造成严重或不可逆转的环境损害的威胁，则不应将缺乏充分的科学确定性作为理由来推迟实施预防环境退化的措施’。将这一预防原则应用于生物多样性管理，是最优方法的一个极为重要的方面。

如果对某一活动的影响缺乏科学确定性（如某一地区生物多样性价值的基线数据不足），或不能确定采矿结束后某些生态系统的恢复能力，在这种情况下就应该采取预防措施来避免产生影响。根据潜在环境损失的严重程度，这可能就需要推迟项目周期，直到开展进一步研究为止，包括战略性地区评估、累积影响分析或开展额外的基线研究等。

3.5 为减低风险、缓和风险和复垦提供条件开展影响评估

环境与社会影响评估(ESIA)应该是一个评估影响、考虑各种选择、并将预测影响与既定基线进行比较的反复性过程。从最低限度而言，应该在计划开展的项目地区及周边地区开展以下评估：

- 影响水平评估(生态系统、物种和/或遗传性)
- 影响性质评估(初级、次级、长期、短期、累积)
- 判定是正面影响、负面影响还是不会产生影响的评估
- 对物种/栖息地多样性、总群大小、栖息地大小、生态系统敏感性以及/或者经常性自然干扰等因素的影响严重性的评估。

许多现有的采矿项目都在一段时间以前做过环境与社会影响评估，但某些项目则根本没有开展过环境与社会影响评估。对于这些项目，务必要将生物多样性评估与管理纳入其环境管理系统(EMS)及其他任何相关的内部和监管系统与程序中。

在评估生物多样性影响时，应该认识到项目周期内的影响程度有所不同。通常，项目开始时产生的影响程度较低；在整个施工和运营阶段，影响程度会显著增加；而在进行计划中的关闭工作时，影响程度就会降低。

实例研究：社区参与帮助保护重要物种—亮光黑凤头鹦鹉

根据《1994年昆士兰州自然保护(野生动物)条例》规定，亮光黑凤头鹦鹉(*Calyptorhynchus lathamii*)被列入‘受威胁’物种名单。亮光黑凤头鹦鹉是一种体型较大的鸟类，具有非常特殊的饮食习惯。根据记录，在昆士兰州北斯特拉德布洛克岛(North Stradbroke)上，这种鹦鹉仅以两、三种木麻黄科(*Allocasuarina*)树木为食，因此非常依赖这一食物源。这些树木在受干扰的土地上较为常见。目前，在大型矿沙采矿项目结束后的复垦开发工作中，这种树木是使用数量较多的品种之一。

Consolidated Rutile有限公司(CRL)开展的采矿前调查发现，北斯特拉德布洛克岛上有许多亮光黑凤头鹦鹉。这些鹦鹉在采矿项目地区觅食和筑巢。亮光黑凤头鹦鹉的觅食地区既包括以前受干扰的土地(历史上采矿与道路便利设施)，而且还包括未受干扰的地区。这些鹦鹉的最大觅食区位于1960年代末建立的复垦地区内。

CRL有限公司面对动物群管理方面的挑战，开始对亮光黑凤头鹦鹉在全岛的分布情况开展项目调查，确定其在数千公顷潜在栖息地中的保护状况。通过使用一家外部咨询公司，并且在社区志愿者帮助下，CRL有限公司对租约地区内外的大部分地区开展了调查。



当地社区的投入为加大对该地区内这一物种的保护提供了条件。特定地区的生物重要性通常需要在地区一级考虑。对于大多数矿业公司而言，如果没有当地利益相关人的合作，项目工作可能不但耗时，而且成本高昂。

上图：亮光黑凤头鹦鹉—承蒙生物多样性评估与管理处(BAAM)的Adrian Canaris提供相片

这一项目的成果：

- 为公司管理租约地区内的这一物种提供了信息
- 通过对昆士兰州东南地区内的这一物种开展更广泛的研究，扩大了知识库，从而为这一物种的未来提供了保障
- 识别出采矿后土地复垦项目种植合适的食物源树木品种的潜在的益处和机会。

计划开展的活动可对生物多样性产生直接或间接影响。这两种影响都需要予以确定和管理。此外，还需要考虑影响的其他方面或类型。ICMM（2006年）对这些影响做出了更详细的说明。这些影响包括但不限于以下影响：

- 累积影响（如第3.3.3节所述）
- 生态系统或栖息地损失
- 栖息地分裂
- 生态过程改变
- 污染影响。这些因素可影响空气、水和土壤，并可包括：
 - 空气污染物
 - 由溢流或排放引起的水质污染，以及
 - 土壤侵蚀造成的流动沉积物
- 干扰影响（土壤干扰、噪音、震动、人工照明）
- 小气候变化—影响场点对特定物种的合适性

3.6 设定生物多样性目标

与水土利用目标一样，生物多样性目标应与所有利益相关人协商制定，并与可以衡量的特定目标和标准挂钩。生物多样性目标应构成为矿山关闭计划所制订的完成标准的一部分。根据最优方法要求，确定这些目标时不但要考虑景观内的物理的和生物的组成部分（要知道，采矿活动可能改变任何复垦项目所依据的自然组成部分），而且还应考虑环境中发生作用的社会和经济因素。

此外，可能需要将项目地区划分为数个分区，每个分区在结构、自然、生态和社会参数方面各有不同。在可持续性的矿山关闭规划中，必须将这些参数考虑在内。每个分区的最终水土利用或生物多样性目标以及适当的关闭措施都可能有所不同。这些目标既取决于所确定的生物多样性方面，又取决于减轻影响的要求和机会。这些目标可以注重于当地特有的问题（如某一植物或动物物种），也可以将总体生态系统一级作为目标。不论在哪种情况下，这些目标都应切实可行并能够实现，在设定目标时应该结合公司和利益相关人所确定的生物多样性价值。参与各方都应寻求机会来降低负面影响，提高生物多样性的积极影响。例如：这些目标和目的可以包括：

- 将主要植物群或动物群物种成功重新引进已完成采矿的地区
- 不干扰迁移/移动路线
- 保护(不干扰)指定的高保护价值地区
- 控制杂草和其他虫害物种。

应该制定措施来实现既定目标，然后在环境管理系统(EMS)内记录这些措施。每个矿区都应该设定切实可行的具体目标，明确说明需要实现的目标及期限，并将这些目标与综合复垦和矿山关闭战略联系在一起。每项目标都应考虑到现有资源、技术限制因素、人员与承包商的专长、土地所有人和社区的观点以及土地管理的长期要求。

3.7 关闭规划

矿山关闭规划期间的生物多样性价值保护与可持续性管理是一个持续的过程。按照最优方法要求，这项规划从项目规划与开发的最早阶段开始，并且贯穿整个运营周期。此外，最优方法还要求与监管机构、当地社区、原住民团体和传统所有人、非政府环保组织以及其他利益相关人开展公开、有效的对话。矿山关闭与停产计划属于动态文件，可能需要针对以下方面做出调整和更新：

- 利益相关人期望的改变
- 监管要求的变动
- 项目性质的转换与改变
- 监测计划及相应的调查的结果，如需要恢复或重新引进的环境价值方面的新信息
- 复垦技术和行业规范的改善

最优方法手册《矿山关闭》讨论了制订矿山关闭与停产计划的一般要求。这项计划应该涵盖生物多样性的以下主要方面：

- 基线条件
- 预计的运营影响
- 运营影响的实际程度
- 运营计划
- 各个组成部分的协定最终用途
- 未来的所有权和维护事宜。

基线调查为停产规划设定‘工作范围’，应该明确定义受纳环境的生物多样性价值以及项目的潜在影响，并且还要说明法律或监管控制的停产要求以及其他利益相关人对停产结果的期望。

定期审查关闭与停产计划，确定与生物多样性管理和保护有关的认识差距。这些差距可包括信息差距、潜在问题或风险、持续性监测、调查和研究需要。随着优先工作重点和运营活动的发展变化，所有运营在规划阶段都需要具备一定的灵活性。这些变化可带来相关的、潜在的直接与间接影响。

实例研究：在矿山关闭中考虑生物多样性价值—廷巴拉 (Timbarra) 金矿

Barrick澳大利亚公司的廷巴拉金矿位于新南威尔士州北部滕特菲尔德(Tenterfield)以东。这个矿区于1998年4月开始运营，并于1999年10月进入保养和维护期。自此以后，各项活动都侧重于矿山关闭以及相关的复垦和监督要求。

在矿区运营期间有82公顷土地受到了干扰，其中包括两个矿坑、一个废矿储矿堆、储水设施和加工厂、原矿场和工地运料路。出于复垦目的，这些地区均作为单独区域处理。

作为复垦项目的一部分，这些地区种植了各种本土植物，包括地面和中上层的植物物种。植被恢复的地貌尽可能与周边环境连成一片。

植被恢复的主要目的是重建大部分的目标植被，使这些植被与受干扰地区的七种自然植被群落保持一致。这些群落大体可分为三类：森林、林地和苔草地。总体而言，这些就是复垦项目将要建立的类别。在选择物种时，不仅考虑了其内各类别物种的发生率，而且还考虑了具有地方重要意义的物种，这些物种具有以下特点：

- 为动物群提供栖息地与资源
- 属于主要物种
- 有助于保持地表的稳定性
- 为繁殖提供合适的种子或植物材料。

在设计复垦项目时考虑到一项重要因素，即为亮光黑凤头鹦鹉、黑斯丁河鼠和红色袋鼠等重要动物群物种创建合适的栖息地。制订栖息地创建计划，确定整个矿区的指定栖息地创建区。计划略图有助于实施早期环境评估文件中做出的主要承诺。这些略图包括栖息地创建项目的大概位置，如采用精选本土植物物种、砾石堆和原木进行植被恢复，为红色袋鼠等重要物种创建栖息地等。

红色袋鼠的合适栖息地一般包括桉树林、潮湿硬叶植物林以及带有稀疏或草类下层林木的干燥、开阔的低层林地地区。监督期间记录的植物品种包括 *Imperata cylindrica*、*Entolasia stricta*、*Austrostipa pubescens* 以及 *Themeda australis* 等各种草类下层林木品种。设计为林地的区域成为撒播这些草类下层林木物种的目标地区。预计计划创建的下层林木将为红色袋鼠提供栖息地。



上图：栖息地廊道, 廷巴拉金矿

生物多样性价值的保护与可持续性管理是一个持续的过程。在矿山关闭和归还租赁权后，所有复垦的采矿土地和水道都需要进行管理，并且需要监测一段时间。因此，关闭与停产计划必须包括关闭后管理与监测方面的可行的方案。这项计划应明确职责与责任，确定持续管理成本的资金来源。新老合作关系可以帮助确保现有和恢复的生物多样性价值具有可持续性。可能需要提出告诫，确保以后的土地所有人对该地区的环境、社会和经济价值的可持续性管理做出承诺。例如，物种恢复计划可以延伸到矿区使用期之后。

第5节中讨论了制订完成标准来确定是否达到生物多样性的主要目标。



4.0 综合生物多样性管理

主要信息

- 按先后顺序排列，对采矿所造成生物多样性影响的管理应包括以下方面：
避免-降低-修正(或缓和、复原、植被恢复)-补偿(抵销)。这一方法现已为大多数环境与社会影响评估（ESIA）规划过程所采用。
- 生物多样性价值超越了人为的界限。因此，在管理生物多样性时务必要采取一个全面的观点。
- 尽量减少对周边地区动植物群落的影响，以便达到矿区复垦目标，这是十分重要的。
- 抵销计划应逐渐纳入环境与社会影响评估（ESIA）过程，并在适当时予以考虑。
- 社区合作伙伴关系是取得互利保护成果的一种有效途径。
- 最优方法的水质管理超越了合规范围，并且侧重于理解和管理受纳环境的生物多样性价值。
- 需要对野生动物物种、杂草和植物病原体进行监测，并且了解和控制其影响。它们可大大降低某一地区的生物多样性价值，阻碍采矿后复垦的生态系统的发展。
- 虽然重建生物多样性是一项优先重点，但在所有运营阶段都应将其考虑在内，包括表土管理、播种、种植，并且在需要时还包括建立难以转化的物种和稀有物种以及栖息地转移。
- 对于特定物种而言，复原动物栖息地可能需要采用专门的技术。

第3节中讨论了最优方法的生物多样性管理所需要的较高评估和规划标准。这些标准需要纳入矿区的日常运营，并且贯穿从勘探到矿山关闭的所有阶段。需要制定和实施指导性文件，包括从总括性环境管理系统（EMS）和相关环境管理计划（EMP）到具体工作说明的文件，并且将重点放在生物多样性管理上。最优方法的生物多样性管理现在需要考虑贯穿整个租约地的更广泛的方面，而不是单单侧重于受到直接影响的地区和紧邻地区。各家公司在其可持续发展方法中，通常与社区团体协作，寻求和利用生物多样性保护和复原的机会。

有意采取最优方法的生物多样性管理标准的公司，在管理采矿情况中的生物多样性影响方面可以获得各种选择。如下文所述，生物多样性风险管理的分层结构（避免 - 降低 - 修正(或缓和) - 补偿）现已采纳于大多数环境与社会影响评估（ESIA）的规划过程中。对生物多样性影响的管理，要求确定保护可能受到拟议项目影响的生物多样性价值的措施。在环境与社会影响评估（ESIA）中确定的缓和措施应纳入环境管理计划，并在项目开始时实施。

避免影响

通过选择相关基础设施的替代地点，可以避免对重要场点的潜在影响。例如，将处理厂选在一个零排放流域区内，可以降低污染河流的可能性。可以采用氰化物回收和销毁技术之类的其他处理途径，避免水坝中出现高浓度氰化物而可能影响到野生动物。

降低影响

如果无法避免采矿运营的影响，则有可能通过修改项目设计或布局，尽量减少采矿运营的影响。这可以减少影响的范围和影响的时间。采取高标准的质量控制和监督也有助于尽量减少影响。

修正影响

受影响的区域可以采用第4.7节所述的复垦和植被恢复技术进行恢复。

补偿影响

抵销活动是指在不可避免产生影响的情况下，为补偿某一行动的影响而开展的活动。第4.3节以及ICMM (2005a,b)详细讨论了这些活动。

对承包商实施有效管理，也是最优方法的生物多样性管理的一个重要方面。人们对施工公司日益施加严格的义务，要求它们自行实施环境管理系统（EMS），以便达到矿区所有人的标准，这包括：

- 保护植被和水道 (在指定区域外禁止皆伐)
- 控制虫害 (防止虫害，冲洗所有车辆)
- 禁止侵扰野生动物 (例如：限制进入区域)
- 废物管理。

采取最优方法的矿业公司根据承包商过往的表现，并且审计承包商的环境管理项目、系统和绩效来评估施工合同。

4.1 全面的土地管理

全面的土地管理要求将采矿区域结合在范围更广的景观中。与通常注重运营的实地直接影响的做法相比，全面的土地管理还强调对未受采矿和矿物加工活动直接干扰的租约区域进行管理。

生物多样性价值超越采矿租约、土地使用权和自然保护区之类的人为界限。例如，可能界限重叠的生物多样性价值包括：

- 水道
- 连接残遗植被地区的廊道
- 支持特定植被群落的土壤类型
- 许多动物物种以及迁徙性物种的主要生长区。

因此，在管理生物多样性时采取全面的观点是非常重要的。在可能的情况下，矿区应与相邻的土地所有人和社区团体联络，确定保护价值。然后可以制定具有成本效益的尽量减少影响的方法。在切实可行的情况下，还应考虑恢复受到先前退化的影响或受采矿运营不可避免的影响的价值。采取最优方法的公司要从整个租约地区的角度出发，并且在一些情况下从地区性的角度出发，对生物多样性管理采用这一方法。

将采矿租约的保护管理规范与其他当地和地区计划相结合，在此方面通常存在许多机会。“新南威尔士州猎人谷（Hunter Valley）概要计划”（新南威尔士州矿产资源部，1999年）和格林尼斯溪（Glennies Creek）流域全面流域管理研究（猎人谷流域基金会，2003年）就是其中的一些例子。

政府通常要求制定景观一级的规划，并且作为项目审批要求，仔细考虑对受威胁物种的管理。因此，与政府结成合作伙伴关系可以改善矿区的有效管理。

在管理有害动植物等间接影响时，对生物多样性管理采取全面的景观方法具有同等重要性。第4.6节对有关方面进行了详细讨论。确定物种移动穿过景观所使用的途径，集中力量防止重新移生，将大大提高控制工作的有效性，并且降低日常的控制成本。

4.2 维护生态作用

维护生态作用应该成为矿区生物多样性管理的主要目标。在矿区复垦之前，应该维护受威胁物种的栖息地、水质和自然虫害控制（如通过食虫鸟类）等生态作用。

在开展生态作用维护规划时考虑的各项选择方案应该说明物种是否能够适应气候和环境等不断变化的因素。

采矿运营通常会在一个有限的区域内产生极大的干扰。确保生态作用延续性便成为了一个挑战，因为这些生态作用通常可能与矿区具有十分牢固的联系，而不能轻易移到其他地点。对这一问题可以有一些解决方法，包括通过与相邻土地所有人签订保护契约条款或其他协议来维护‘过渡性栖息地’，或者在矿区使用周期将特定栖息地纳入复垦项目之中。

4.3 生物多样性补偿

生物多样性补偿是指“为补偿开发项目对生物多样性所造成无法避免的残留损害而采取的保护行动，以免出现生物多样性的净损失”（ten Kate等，2004年）。在开发商考虑补偿之前，应该先力求避免和尽量减少对生物多样性的损害。其他一些主要参考资料(如ICMM 2005a,b, Baird 2003年, 新南威尔士州环保局 2002, 环保局 2006年, 力拓公司 2004年)都十分强调按以下顺序处理影响的重要性：评估、避免、尽量减少、缓和(如复垦或复原)。只有在尝试完这一过程之后才应考虑补偿。

尽管存在如何衡量生物多样性损失或增益之类的开发问题，越来越多的规划师都将补偿计划纳入环境与社会影响评估（ESIA）过程中。人们日益认识到，一个合理设计并且一目了然的补偿系统可以在环境与社会影响评估中发挥重要作用，从而能够带来可持续发展，并且改善环境效果。

按照西澳州环保局第9号立场说明（2006年）中的定义，环境补偿有两种类型：

- ‘无净损失’—旨在利用环境增益来平衡环境损失，从而在总体上不会产生重大的环境差异。它指的是在总体范围、质量、生态完整性和环境资产及其价值的安全性方面没有总体损失。
- ‘净收益’（或净增益）—旨在确保所产生的环境增益高于环境损失。它指的是在总体范围、质量、生态完整性和环境资产及其价值的安全性方面出现总体改善。

矿业公司是选择以无‘净损失’为目标，还是以‘净增益’为目标，这将取决于政府的监管要求和公司政策，在一些情况下，还取决于主要利益相关人的观点。力拓公司（Rio Tinto）采取净正面影响政策，而必和必拓公司（BHP Billiton）则采取最令人满意的以零环境损害为目标的可持续发展政策，这些都是环境补偿行动的例子。西澳州、南澳州、维多利亚州、昆士兰州和新南威尔士州政府都要求对不可避免的植被皆伐采取补偿措施。

根据影响，可以有各种不同的补偿选择。例如，补偿措施可以旨在对以下方面做出补偿：

- 受影响地区
- 质量（如森林质量）
- 某一资产的保护/经济价值
- 对物种的影响
- 对栖息地价值/状态的影响
- 生态完整性
- 生态功能
- 土地使用权的保障与管理。

补偿机制可以用来解决各种影响，包括复原现有的已退化生态系统，重新建立所需要的生态系统（例如：在代表性较低的地区重新建立生物多样性廊道或特定生态系统），或者实施协议的物种恢复计划。如果本土植被位于保护区以外并且处于受到危险过程中，那么将其收购并纳入保护区之内也可认为是一种补偿。其他补偿选择包括：

- 通过监测和研究来增进知识
- 为当地保护团体或土地管护（Landcare）团体提供资源
- 给残遗植被围上栅栏
- 制定管理计划。

无论公司决定采取哪一种选择，通常都需要与利益相关人达成共识，确定什么属于无净损失（或净增益）以及怎样才能影响和补偿之间取得平衡。

保护库为恢复、增强、保护或创造栖息地提供了一种机制，这主要是通过预期损失之前建立“保护库”来进行的。在选址之后对其自然资源价值和具有特殊状态的物种或敏感性栖息地进行管理，以便赢得“积分”。在澳大利亚，保护库作为一种防止生物多样性损失的方法还处于发展阶段，在维多利亚州和新南威尔士州的使用十分有限。建议矿业公司在继续发展时把握责任和机会。

保护库具有在出现开发影响的同时提供并行补偿的益处。其他选择方案通常需要等数年时间，植被群落才会得到复原，并由动物重新移生。这样还有无法进行复原的风险。保护库可以提供各种补偿选择供为监管机构和利益相关人考虑，同时激励土地所有人保护和恢复其土地上已经退化的栖息地。

4.4 建立社区合作伙伴关系

综合性社区参与计划是现代采矿和矿物加工运营的重要组成部分，对于保持和加强矿业的采矿社会许可证至关重要。除赞同和支持矿区的生物多样性管理外，社区团体可以成为矿业的宝贵资源。这对于那些原住民社区来说尤为如此，这是因为原住民社区掌握有某一地区生物多样性在精神、社会和生态方面重要意义的传统知识。

许多矿业公司都与运营所在地区的传统所有人建立了持续的联系。一系列矿区的原住民社区参加了生物多样性价值的确定和评估工作。当地原住民社区继续利用陆地和海洋系统中的生物多样性价值，进行打猎，采集食物，举办休闲活动和文化仪式。

通过原住民社区和矿业公司之间的关系产生了一系列战略，这些战略旨在尽量提高对环境主要组成部分的保护。通过与原住民人和研究人员协商，还开发出一些增进和改善复原技术的方法。来自原住民知识的影响包括：

- 确定和记录本土物种在文化、实用、医疗和食物方面的重要性
- 参与确定和评估不同等级的生物多样性价值（对于打猎和采集食物、休闲和传统活动以及文化仪式而言）
- 在勘探活动期间确定主要的生物多样性价值
- 确定合适的物种组合以及适合复垦地区的物种比例。

在最优方法手册—《社区参与及发展》以及《与土著社区协作》中含有与原住民社区和其他社区协作的具体指南。

环境规划的实施和监测不应仅仅视为监管要求。当地社区是设计和实施复原和补偿工程的重要资源。如果当地原住民社区仍然保持传统知识库以及与土地的联系时，就更为如此。对于在补偿安排中重视栖息地创建和复原的公司来说，了解干扰前景观所特有的生态关系是非常关键的。如果没有这一知识，规划可能会排除生态系统的基本部分，从而有损复原或补偿地区建立起来或自我维持的能力。

除了与当地社区协商以建立互惠的合作伙伴关系，愈来愈多的采取最优方法的公司，还与当地社区开展复垦和环境恢复工程。公开透明地披露生物多样性政策、管理系统和成果，是与当地社区和其他利益相关人建立信任关系的一个重要方面。可以创建提供环境、社会和经济效益的互惠合作伙伴关系。例如，当地社区在当地种子采收和其他服务方面有一定的技能。

除与当地社区接触外，许多公司还与国内外的非政府环境保护机构建立合作伙伴关系。这些合作伙伴关系让矿业能够更好地识别和着手解决共同关心的问题。通过与非政府环境保护机构合作，矿业能够在生物多样性保护问题方面获得专业技能、专长和协作网络。从非政府机构的角度看，开展合作不仅可以获得经济资源，而且还让非政府机构能够与矿业在主要生物多样性问题上开展协作。例如，在过去七年中，力拓公司与国际鸟类协会（Birdlife International）、国际动植物协会（Fauna and Flora International）、皇家植物园丘千年虫种子库项目（Royal Botanic Gardens Kew Millennium Seed Bank Project）等机构开展了一项积极而又充满活力的生物多样性合作项目。这一合作项目一开始是为了帮助力拓公司制定生物多样性战略，目前在澳大利亚和其他国家的矿区制定和开展生物多样性项目上正在发挥主导作用。

实例研究：有效合作伙伴关系促进受威胁动物的恢复——干旱地区生态恢复项目（Arid Recovery）

右图：干旱复原项目采用栅栏来排除非本土哺乳动物，必和必拓公司

干旱地区生态恢复项目是WMC资源公司（后为必和必拓公司收购）、南澳州环境遗产部、阿德雷得大学以及社区团体——“干旱地区生态恢复之友协会”在1997年建立的一项持续性生态系统恢复合作项目。从一开始，这些合作伙伴就对以下目标达成了一致：

- 促进干旱生态系统的生态恢复
- 为澳大利亚干旱土地的大规模环境管理提供可以借鉴的知识、信息和技术
- 实施能够使矿业、畜牧业、旅游业和环保组织共同协作的原则，以从可持续的生态成果中取得实际的效益。



该项目位于奥林匹克坝矿（Olympic Dam）附近，一开始创建了1400公顷围有栅栏的保护区，将威胁该地区保护价值的野猫、野兔和狐狸等非本土哺乳动物排除在外。在四次扩建之后，围有栅栏的保护区目前面积达到了8600公顷。

经过工作人员、学生和自愿工人数千小时的工作之后，所有野猫、野兔和狐狸都从保护区清除。这样就创建了一个保护区，并且成功地重新引进了当地四种灭绝的物种，即大枝窝鼠、穴居袋鼠、小兔型袋狸和西部条纹袋狸。所有四种物种现在都在保护区内生长繁殖。作为干旱复原计划的一部分，试行释放了袋食鼠兽，不久还将重新引入卧马蟒蛇，以便在保护区内重新创建能够自我维持和运作的生态系统。



上图：穴居袋鼠，必和必拓公司

在栅栏区内，几种本土物种的数目已经有所增加。目前，在保护区内有許多小哺乳动物，数目高达保护区外的10倍。一项综合植物监测项目也表明保护区的自然植被在相当程度上得到了恢复。目前，干旱复原项目正将研究成果应用于重新引进技术和大规模食肉动物控制上，以便将自由放养的小兔型袋狸引进到奥林匹克

坝矿的采矿租约地区以及邻近的牧场。该项目现在为工作人员、大学生、访问科学家和志愿者团队提供了诸多机会，让他们可以研究动植物对移除野生动物和重新引进本土物种的反应。干旱复原项目证明，从多个利益相关人的合作伙伴关系中获得生物多样性效益大有潜力。

4.5 管理影响

采矿项目和相关矿物加工设施可对生物多样性产生各种影响，其中包括但不限于：

- 采矿和相关基础设施造成皆伐和栖息地分裂，对陆生植被和动物产生直接影响
- 由于水文、地貌和水质改变，对水域生态系统和依赖地下水的生态系统产生影响
- 因为噪音、灰尘和其他大气排放物（例如：来自矿物加工设施），对邻近的生态系统产生影响
- 因为野生动物接触危害物和有毒材料（包括含有苛性物和氧化物的尾矿堆放设施和电源线）而产生影响

- 因为土地使用方式改变对邻近的生态系统影响，如放牧模式和野火频率的改变，杂草和植物疾病的侵入或者野生动物数量的改变
- 其他影响，如打猎、捕鱼、拾柴、引入宠物（猫和狗）、车辆撞死本土物种以及离开大路的休闲车辆造成的干扰。

以下概述各公司对生物多样性价值所受到的这些影响范围的管理方法。在大多数情况下都有一个共同的主题，即确定影响，监测影响范围，然后制定和实施避免、尽量减少和缓和影响（如通过受干扰地区的复垦工作）的战略。所有这一切构成了符合ISO 14001标准要求的环境管理系统（EMS）的一个重要组成部分。

4.5.1 日常矿区运营

虽然采矿过程必然会在局部区域造成一定影响，但公司可以采取各种措施来降低矿区内的影响，确保将其他影响限制在直接控制的区域。制定环境管理计划（作为总体环境管理系统（EMS）的一部分）是采矿运营常见的做法。这一计划列明矿区全部重要的环境价值，确定这些价值所受到的风险，并且采取适当措施来管理这些风险。对环境管理和规划采取以风险为主的方法，可以确保不断将资源投入到解决最关键的生物多样性风险上。

虽然采矿运营的几乎所有方面都有可能对生物多样性产生影响，并且需要在矿区环境管理系统（EMS）中予以考虑，但特别应该注意以下方面。

矿区水平衡

任何环境管理系统（EMS）都需要详情说明水的取用和排放。正如第4.5.3节所述，环境管理系统（EMS）不仅应解决水流数量和质量有关影响的管理问题，而且还应该考虑水排放的时间。澳大利亚的一些生态系统在很大程度上依赖特定的水流周期以进行生育活动和冲洗。如果干扰这些周期并且/或者代之以不同的周期，都可能对一些本土物种产生不利影响，而对外来物种产生有利影响。

植被

监管机构和其他利益相关人通常都对矿区内的植被皆伐以及未皆伐区域的管理（如第4.5.2节所述）非常关注。环境管理系统还应考虑矿区残遗植被与周边地区植被的连接性。本土动物物种和外来动物物种在穿越景观移动时，都使用残遗植被作为掩护，所以这一点十分重要。

基础设施

开发与采矿项目有关的道路、管道和陆路传送设备等线形基础设施，都可能对范围较广的一系列生态系统产生影响。在施工期间可能会对栖息地产生干扰，而且还可能产生持续的影响，如阻碍野生动物迁移，车辆压死野生动物，排出的废物造成水污染等。动物穿越景观的迁移并非千篇一律。确定动物喜欢的穿越点，在基础设施下方安装通道，采用道路标志、限速、隆声标志带或其他措施，都可以大大降低对野生动物的影响。

良好内务管理

对于避免污染对生物多样性产生的影响来说，良好内务管理是最简单并且最具有成本效益的战略之一。例如，在存放或使用碳氢化合物、加工用化学品或其他任何有毒材料的矿区，严格遵守所有安全和材料处理标志，可以在最大程度上降低发生溢出及其他任何事故或事件的可能性。

概括而言，需要明确日常矿区运营对生物多样性的影响，并且实施各种程序和系统来避免或尽量降低影响。

4.5.2 管理对陆生植被和动物的影响

若要尽量降低对植被和相关动物群落的直接影响，第一步需要通过调查信息来确定价值所在的位置。由此可以制定和实施环境管理计划，尽可能确保高价值区域不被皆伐。在所有情况下，这些计划都应确保尽量减少皆伐范围，同时保持矿区的安全高效运营。合适栖息地的范围及其连接性应允许大多数动物物种迁移。接续方面也十分重要。例如，不当火况可影响采矿租约区内的整个残留区域，造成某些物种损失。迅速复垦受干扰的地区，可以尽量减少栖息地分裂的影响。

即使在某一区域不再存在稀有动物物种或受威胁动物物种的情况下，如果调查表明该区域以前曾是这些物种的栖息地，或者适合用作这些物种的栖息地，就应该相应进行管理，因为这些物种有可能会迁入(当狐狸捕食等威胁性过程被移除或减少时)，也可能在稍后阶段重新引入。

在制定和实施土地管理计划时，应解决放牧模式改变以及外来杂草和野生动物或数量增加等的次要影响。应该识别并控制问题杂草，包括防止杂草进入运营区域或邻近区域。如果狐狸、野猫、野猪或山羊等野生动物对保护价值产生负面影响时，应该对其数量进行监测，并在必要时采取控制方法。

采取最优方法的生物多样性管理应该超越尽量减少运营的长期影响方面。它应该通过以下方面的工作来发现租约区域和邻近地区的改善机会：

- 采取具有创新性和可持续性的土地管理规范
- 在最大程度上切实控制杂草和野生动物。

这些行动可以由公司自行开展，也可以与政府和非政府机构合作开展。

实例研究：赤桉林受回枯病影响区域的复原

在西澳州的赤桉林中，土壤带有的外来病原菌樟疫霉 (*Phytophthora cinnamomi*) 引起了一种植物病，在最容易受影响矿区中可引起严重退化。在这些受到干扰的地区，许多优势赤桉物种 (*Eucalyptus marginata*) 和一系列中层和下层植物都被杀死了。这会给受到严重影响地区的生物多样性价值造成重大影响。美国铝业公司 (Alcoa) 在这片赤桉林中开展铝土矿开采，退化场点就在矿区范围内。1979年，公司承诺支持为三座矿山的矿区范围内的这些场点开展一项复原项目。

该项目由美国铝业公司提供资金，大都由负责管理这片森林的州政府部门—环境保护部 (DEC) 开展。美国铝业公司与环境保护部联合规划每年的运营项目。这一项目的总体目标是复原因回枯病而退化的森林，改进森林的潜力，以达到指定的土地使用目标。具体土地使用目标是采取可持续的森林管理规范，提高生物多样性，维护饮用水的水质，改善森林外观的美感。重新种植的只有当地的树木和当地的下层植物。

此外，美国铝业公司还与环境保护部以及墨铎克大学 (Murdoch University) 协作，繁殖抗回枯病的赤桉木，并且用于这些地区。这一项目名为“回枯林复原”项目，由美国铝业公司和环境保护部继续维护和支持。迄今，通过这一持续项目治理的森林面积超过了3000公顷。行业研究团体与州政府之间建立成功的合作关系，改善了矿区周围退化的植被群落。



左图：经过复原的回枯区域，美国铝业公司

尾矿设施可对物种和群落产生威胁。威胁的程度取决于尾矿设施的位置、有毒材料（如氰化物或苛性钠）的浓度、所存在的物种以及设施的设计。如果发现影响的可能性很高，就应该对尾矿设施进行设计，使其对野生动物“没有吸引力”，并且确保在发生问题时可以进行管理。在最优方法手册《尾矿管理》中讨论了与尾矿堆放设施有关的特定威胁。

4.5.3 管理对水生动物的影响

对陆地生态系统所述的原则(4.5.2)也适用于管理对水生生态系统的影响。水生生态系统占据景观的低洼部分，因此是最终接纳采矿活动所产生的水污染的系统。陆地生态系统的管理质量与接纳水生生态系统之间通常具有非常牢固的联系。因此，如果不对这些联系予以适当的考虑，就很难从规划管理水生生态系统中获得良好的成效。

采矿对水生生态系统的影响源于以下四个方面：

- 水量问题
- 水质问题
- 栖息地结构问题
- 生物通道问题。

改变表面径流及/或地下水流动特性和通道都可能影响水量。经过开采的景观与原始景观在降雨-径流关系方面可能有很大不同。复垦景观的地形通常与原始地貌有所改变，从而造成表面水流的方向、数量和时间发生改变。

此外，矿区通常截取或使用地下水。所开采的地质层本身可能就是为依赖地下水的生态系统提供支持的重要地下蓄水层。在澳大利亚，大部分矿业位于干旱和半干旱地区，地下水通常是矿业公司使用的主要资源。不但需要了解在运营期间和之后对这些生态系统产生的影响，而且还需要了解维护和复垦这些生态系统的机制。

在Batley等人的著述（2003年）以及有关州和领地的法律中概述了“ANZECC/ARMCANZ（2000年）水质标准”，为管理水生生态系统的生物多样性提供了一个水质风险管理框架。

采取最优方法的水质管理应遵照这些标准的风险管理框架，并且还应确保监测项目具有一定敏感性，能够发现水质参数的趋势，同时确保测量结果低于水质目标值。这样就可以在水质下降趋势产生生物多样性影响之前实施管理步骤。

采取最优方法的水质管理还应该包括管理和监测加工用试剂、固体和液体废料（包括生活废料）、碳氢化合物、脱脂剂以及污水。在降雨量较大期间，可能难以拦住所有表面径流和地下水径流，使其不流经与采矿有关的基础设施（包括承建商场址），所以这些方面的水质管理就尤为重要。

这一水质标准并未完全解决应用于临时水体所产生的困难。特别值得一提的是，这些标准所含临界值是基于稳定状态的条件，但按照定义，临时水体不会产生这些条件；对内陆咸水湖未提供任何基于毒性的临界值；而且所推荐的生物水质评估战略并未对受采矿影响的所有临时水体进行过检验，而只对少数几种临时水体的影响进行了检验。这就对这些标准适用于澳大利亚干旱和半干旱地区的范围产生了限制，临时水体在这些地区占据主要地位，而且大多数采矿活动都发生在这些地区。澳大利亚矿物延展与研究中心的一个项目(Smith等，2004年)审查了改善与矿业有关的临时水体的水质评估的目前规范和潜在机制。若要获得高标准的自适应管理，这一评估就非常重要。

水生生态系统的栖息地结构是生物多样性的一大控制因素。河床、池塘和回水沉积会降低现有的利基，从而造成生物多样性水平降低。河流改道如果不符合原先存在的栖息地结构多样性，就不太可能会对原有的水生生物多样性起到支持作用。这可能会改变生物通道和达到一定规模的生态系统能源流动，从而影响改道部分上流和下流的生物多样性。采取最优方法的管理人员应在改道中设计补偿性的栖息地结构，如种植额外的悬垂芦苇、灯心草和灌木，并且建造天然密度或超出天然密度的较大木质残体结构。改道的工程设计应考虑这些结构会增加水力粗糙度。

采矿引起的景观改变，造成地表水和地下水流动路径和速度发生改变，从而改变对受纳水生生态系统的地貌影响。需要考虑由此对水生栖息地结构和依赖这一栖息地结构的生物多样性产生的影响。

实例研究：作为生态系统保护的替代，开展重要物种管理—小河鲈



上图：雄小河鲈, CRL

澳斯雷恩(Oxleyan)小河鲈(*Nannoperca oxleyana*)被《1999年联邦环境保护与生物多样性保护法》列为‘濒危动物’，并且被《1994年自然保护条例(昆士兰州)》列为‘脆弱动物’。2000年在小卡纳平溪(Little Canalpin Creek)发现有这一物种。

小卡纳平溪位于Consolidated Rutile Limited's (CRL)公司在昆士兰北斯特拉布罗克岛(North Stradbroke Island)上的重矿砂矿区之一附近。该矿区的挖掘路径靠近这一湿地，通常有时相距不到一公里。溪流及其流域位于租约区域内，但因为具有较高生态价值，不可以受到干扰。

风险评估表明，干扰该物种栖息地的初始风险很高。因此，CRL公司为澳斯雷恩(Oxleyan)小河鲈准备了一项重要物种(鱼类)管理计划。该计划认为，保护这一物种的环境要求需要保护整个小卡纳平溪的生态系统。

利用钻探数据建立详细的地下水和上层滞水层模型，从而使得矿区规划人员可以确定最大程度减低对小卡纳平溪河鲈流域干扰的采矿路径。这也降低了在挖掘和尾矿管理阶段矿区水影响增大的可能性。为了对付溪流改变，公司安装了水管理基础设施。

CRL尽量减少对流域的干扰，同时启动了一个综合水监测项目，并对该地区定期开展生物健康评估。2001年2月建立了一个拦水繁殖场，以便在发生灾难性故障时保护该物种。公司扩大了这一成功的繁殖项目，并且对该物种及其存活开展研究。由此提高了对澳斯雷恩小河鲈的了解，并且帮助政府制定了该物种的恢复计划。

如果存在野生物种，有时就需要采取特殊的措施来防止野生种群占据优势，并且帮助本土种群的恢复。除采取最优方法的水生栖息地管理之外，可能还需要采取包括提高本土物种种群数量及/或控制野生物种这样的措施。

与世界其他地区相比，澳大利西亚的水生生态系统通常需要更多考虑生物通道，特别是鱼类通道的障碍。很少澳大利亚的本土鱼类物种能够跳越障碍物，或者横穿流速超过每秒1米³的河段。即使挡住一小段河流水面上的阳光，也能会阻碍鱼类的运动。在适当情况下，应该考虑使用直径较大并且带有天然基层衬垫的箱形涵洞，为生物通过提供方便。

在力求尽量减少对生物通过的影响时，可以对实际结构的设计采用澳大利西亚物种的建议通道设计标准。

4.5.4 管理对依赖水生、岸生和地下水的植被的影响

光照是水生植被的一项主要要求。采矿既可以减少水生生态系统接纳的光照数量，也可以增加水生生态系统接纳的光照数量。光照降低通常与浑浊度增大有关。改变河岸轮廓或移除岸生植被，则可能会增强光照。水生生态系统光照特点的任何改变都可能影响植物所受到的选择性压力，并有可能改变固有植物种类的生物多样性。光照增加可导致水藻孳生（在所提供养料允许下）或大型植物加速生长超过自然水平，而浑浊度增加可能会抑制某些物种的生长，但对光照耐受性较低的物种则较为有利。其中任何一种改变都会有利于一些固有物种，而排除另一些物种，从而造成生物多样性降低。

水生生态系统的生物多样性和植物会聚结构的改变也会影响栖息地结构和食物网。水生植物是许多水生动物的栖息地和食物资源，因此是决定生态系统结构和动态的许多方面的主要因素。

出于上述原因，最优方法要求矿业公司采取各种步骤，了解并且管理其运营可能对水生植被产生的影响。

许多植被群落依赖于小溪、河流、湖泊和地下水的水文和水质。其中包括：

- 本身在水中生长的水生物种（如*Potamogeton spp.*）
- 岸生物种，如灯心草、莎草以及靠近水道生长的灌木和树木（常见的有白千层树（*Melaleuca spp.*）、河红桉（*Eucalyptus camaldulensis*）
- 地下水湿生植被，即依赖地下水的植被（如澳洲胶树（*E. victrix*）及其他许多物种）。

后者是日益公认为依赖地下水的生态系统的一部分。

水文和水质改变可对这些植被群落和物种产生影响。这样的例子包括：

- 矿区排水作业将水抽入现有水道而使水流增大，从而对包括附近树木在内的岸生植被造成影响
- 降水及地下水水排放可对岸生植被以及邻近水道的物种产生影响
- 溪流改道、筑坝拦水或矿区运营用水都会降低溪流流量，并对上述植被产生影响
- 矿区降水措施以运营降低地下水位，从而对地下水湿生（依赖地下水的）植被产生影响
- 采矿运营造成地貌改变，由此引起地下水水文和相关水文周期发生其他改变—这些改变也可对具有特定要求的地下水湿生植被物种产生影响
- 采矿运营造成的侵蚀引起泥沙淤积，从而影响泥沙淤积地区的植被健康
- 包括金属浓度升高及酸石排放(ARD)在内的水质改变都会对岸生和地下水湿生植被产生影响
- 尾矿堆放设施可造成局部水文变化，如果控制无效，还可能影响地下水水质，进而对植被产生影响
- 开发基础设施阻碍地表水流。

这些例子说明由采矿引起的一系列水文和水质改变可对植被产生影响。这些改变可包括物种相对丰度和分布的改变、植被群落改变、受杂草侵害的程度增加、对植物健康的影响以及某些物种的死亡。

对于采矿运营及相关基础设施对水生、岸生和依赖地下水的植被产生影响的可能性和程度，预测起来可能有一定的挑战性。例如，某些植被物种和群落依赖地下水的程度通常并不清楚，因此特定地下水改变可能产生的影响也不明确。在一系列时间和空间范围，要预测地下水的改变本身就具有挑战性。在一些情况下，这需要有详细的水平衡研究。因为溪流模式以及湖泊干湿周期的自然变化，岸生植被通常会发生改变。因此，要区分哪些改变是因为采矿运营的直接或间接影响造成的，难度可能会非常大。

早在矿区运营的规划阶段，矿区就应考虑到其运营可能会产生水文或水质改变，并对水生、岸生或地下水湿生植被产生影响，这是非常重要的。需要设计和实施监测和研究项目，以便能够揭示和了解影响的程度和细节。应该根据监测和研究的结果，开展控制任何影响的管理项目。

4.6 外来生物和物种

澳大利亚有大量外来生物。在过去200年间，非本土物种以惊人的速度在这里移植生长。大约有15%的澳大利亚植物—24种哺乳动物、26种鸟类、21种淡水鱼、六种爬行动物、一种两栖动物以及200多种已知无脊椎物种—现在都出现在澳大利亚各地的野生种群中。因此，在矿区和地区层面上防止未来移植生长的问题，对于矿业公司来说十分重要(Low 1999年；Allen等2001年)。此外，我们对许多非导管植物和真菌物种还知之甚少。

采矿运营通常面临与非本土外来动植物物种有关的一系列问题。许多外来动植物物种(如巴夫草、红酸模、马樱丹、银胶菊、山羊、野兔、野猪、狐狸、野猫、蔗蛙、鲤鱼和鲫鱼)都可对与采矿有关的分裂栖息地和复原区域产生影响。家鼠、黑鼠、欧洲鲤鱼和欧洲蜂等较不明显的野生物种也引起人们关注，但它们对生物多样性价值的影响通常不大为人所了解，或者不那么明显。外来物种可对某一地区的生物多样性价值产生重大影响，并且大大阻碍采矿后复原的生态系统的发展。

外来物种影响生物多样性的方式有多种，例如：

- 一些外来植物物种可在皆伐或改变过的环境中迅速移植生长
- 员工和机器可能在无意中将外来物种从一个矿区运到另一个矿区
- 一些植物疾病迅速侵袭受干扰或改变的环境，如采矿运营所产生的那些受干扰或改良的环境
- 山羊和野兔啃食未采矿地区和复垦地区的野草，可大大影响植被的移植生长，降低生物多样性和覆盖面，并使侵蚀恶化，并可能对水质和水生群落产生影响。
- 野猪可干扰水道附近的植被，并且散播土壤带有的植物疾病，如樟疫霉 (*Phytophthora cinnamomi*)
- 狐狸和野猫等食肉动物会大大影响未开采地区和复垦地区的脊椎动物群落

- 家鼠可在复垦地区大量繁殖，影响本土物种的移植生长，并且造成本土物种迁徙
- 在受到干扰的溪流部分，在复垦之后野生鱼类可大量繁殖，由此阻碍本土鱼类种群的恢复。

本土物种也可能产生与外来物种类似的行为，在改良环境中增加数目或优势，从而改变某一地区的生物多样性价值。

对于有可能对周边未开采地区的生物多样性以及重建复垦中的生物多样性产生负面影响的外来物种和野生物种，矿业公司需要确保其监测项目能够有效评估这物种的存在和丰度。

在开始有可能造成外来物种或疾病增加的任何运营之前，应该制定管理计划。有关州政府农业或保护部门是获取有关外来物种控制信息的良好来源。控制项目可能非常复杂，需要相邻土地持有人合作才能行之有效。这对于植物疾病、侵害性环境杂草和大型脊椎动物的野生物种来说尤为如此。在Brennan等人的著述(2004年)中提供了有关陆栖野生食肉动物对本土野生动物的影响及控制方法的实用信息。

控制方法各不相同，可以包括：

- 采用教育项目
- 采取卫生控制措施
- 控制成群出现
- 下饵捕杀或射杀野生食肉动物
- 使用篱笆和树干保护套栏来防止啃食。

4.6.1 植物检疫和生物安全性

生物安全性涉及通过排除外来虫害、杂草和疾病来保护某一地区的生物完整性。植物检疫是生物安全性的一个重要组成部分，涉及对设备和材料进行处理，帮助预防传送虫害和病原体。使用彻底冲洗设施，处理所产生的废水来降低疾病风险，这就是植物检疫的一个实际例子。银胶菊 (*Parthenium hysterophorus*) 等杂草以及疫菌 (*Phytophthora spp*) 等植物疾病的传播通常就是采用这种方法来控制的。

为了控制其他疾病和杂草，应该彻底检查施工材料和设备，需要时进行拆卸，并且在抵达和离开矿区时进行清洁。应该注意进口机械或来自风险地区的机械。控制方法的成本较高，但与对经济、社会和环境（含生物多样性）价值的影响成本相比是合理的。

4.7 复垦

本系列手册中的最优方法手册《矿区复垦》叙述了一般复垦方法。手册详细说明了材料处理程序、土方工程、表土管理、植被和动物建立技术以及建立之后的维护工作。有关如何开展最优方法的复垦工作的基本详情，请读者参阅该手册。为避免重复，此小节只讨论与生物多样性重建有关的那些问题。

4.7.1 表土处理

最优方法手册《矿区复垦》推荐了一些表土处理方法。如果表土很可能含有代表采矿之前存在的植被群落的各种本土种子，就应该保存这些种子，其中一些重要原因包括：

- 将种子保存在表土中，可以确保种子库中的物种具有一定的相对丰度，与设计种子混合所获得的丰度相比，更可能反映出植被群落中的丰度，从而可以大大降低植被建立成本，提高保护成效。
- 土壤种子库很可能包含一些物种，这些物种的种子成本高昂，或者无法采集或购买。
- 表土中的种子将反映出本地遗传起源，而购买或采集的种子可能无法做到这一点。
- 表土中可能会发生一些触发发芽的反应，而采集或重新撒播的种子发芽率可能较低，或者需要进行特殊处理。

在必要时应实施管理程序，确保对植物物种多样性可能产生较大影响的植物病原体和杂草物种不会在动土期间传播，这是非常重要的。

4.7.2 播种

播种是世界各地复垦受干扰或退化生态系统所采用的最常见方法。通常需要开展研究，并且/或者针对矿区和物种开展评估，确保从使用本地种子中获得最大效益。精心采集、储存并将本土种子在矿区播撒，对于所有矿区复垦项目来说都是非常必要的，这样可以保持种子的活力，获得可以接受的物种发芽率，建立所需要的物种多样性，并且降低种子成本。

最优方法要求将这一过程的每一阶段都纳入复垦项目中。若未有效遵照这一程序，就可能在复垦过程中造成物种和植物丰度损失的沉重代价，而且在许多情况下，让人无法了解造成成效很差的原因。与所有生态复原项目一样，从一开始就开展良好规划，可以大大提高获得具有经济合理性和生态可维持性成效的机率。

获得种子

种子可以向商业供应商购买，也可以在矿区采集。种子采集规划应在复垦活动的12–24个月之前开始，以便能够确定种子采集来源，并且预留充足的采集和处理时间。种子丰度可有季节性变化，可能需要在数个季节采集种子，才能采集足够的数量。如果碰到连续几个好季节，可以采集和储存多余的种子，以备将来使用(请参阅“种子储存和种子库”)。

在可能情况下，应采集当地种子，以便复垦项目保持适应当地情况的形式(基因型)，确保与当地基因型的连续性和完整性。使用非当地的种子可能会对某些本土物种种群产生重大的有害影响。

实例研究：预估三齿稗(*Triodia* 物种)的遗传起源

力拓公司在复原位于西澳州金伯利(Kimberley)地区阿吉尔(Argyle)钻石矿的三齿稗物种时，需要只使用具有本地遗传性的种子类型(本地起源)。阿吉尔矿区范围所含三齿稗的丰度不够大，无法为复原项目提供种子。因此需要开展研究，评估可以采集三齿稗，但又不会影响所测得的遗传多样性的地理范围。经过对遗传多样性进行分子调查发现，遗传起源的范围延伸到矿区边界60公里以外，远远大于最初的预想。如此广泛的起源受托区对于澳大利亚物种来说并不常见，极有可能与三齿稗的传播特点和风传粉特性有关。

清洗和挑拣种子来优化种子活力

一旦获得一批种子，就应该确定所提供种子单位重量的可发芽单位数目。如果能够在某种程度上说明预计一批种子可以产生的幼苗数目(撒播或苗圃生产)，就可以帮助计算预计密度。检测种子需要了解一批种子的纯度、活力和发芽性。在Dixon的著述中(2006年)对这三个主要参数的衡量做出了说明。

种子储存和种子库

建立种子库为在复垦之前提前建立成批种子，利用种子丰富的良好季节提供了一种实用的方法，并且还可以降低每年对丛林种子来源的需求。通过调整种子存放的条件，使种子干到20%的相对湿度，然后将种子密封放在气密容器中，大多数种子都可以储存多年而不失活力。如果种子需要一段后熟时间，这就必须在储存前或者在储存后马上提供后熟时间。必须小心确保供应公司和在这一领域中具有专长的机构所推荐的种子储存规范得到遵守。如果储存不良或不充分，就可能会造成活力损失，幼苗生长异常，推迟发芽，生长率降低，而且对环境压力的耐受力降低。

释放种子休眠性

具有活力但未能发芽的种子可能具有内在的休眠机制。这些种子需要采取某一措施来触发发芽成功。对从植物采集之后已经后熟至少三个月的种子做一个简单的发芽测试，即可发现是否存在休眠机制。如果种子未能发芽或者发芽率很低，可能就需要采用一些克服休眠性的技术（请参阅有关烟熏处理的实例研究）。从某些澳大利亚物种采集的种子可能成本高昂，并且具有内在的休眠机制。对于许多澳大利亚物种而言，如果初步检测显示有深度休眠性问题，就可以利用一种方法来原因和解决休眠性和发芽性问题。详见Dixon的著述（2006年）。

实例研究：使用烟熏技术进行本土澳大利亚物种的复原

美国铝业国际氧化铝澳大利亚公司在西澳州西南部富有生物多样性的地区开采铝土矿。公司对森林场点进行了烟熏处理，使苗木丰度增加了48倍，现有物种增加了4倍。对大片表土进行广泛的烟熏处理，并且对散播的种子进行种子处理，在苗木和物种产量大大增加。

总发芽率比未经烟熏处理的种子增加了85%，而且与未经烟熏处理的场址相比，经过烟熏处理的表本土长的苗木要多56%。对于苗圃生产而言，对种子或与种子一起播种的种子盘进行烟熏处理，可以使将近400种澳大利亚物种达到较高发芽水平。而在以前要使这些种子发芽难度很大，甚至没有可能。对于散播播种而言，与未处理的对照种子相比，添加烟雾剂（干烟）或者将种子浸在10%稀释烟雾水中最多24小时，可以使散播种子的发芽率翻一番。



上图：“以烟雾剂形式进行烟雾处理来检查堆放表土中种子库的多样性和数量”，K. Dixon

2004年，西澳州的一个研究小组从烟雾中分离并且发现了一种化合物（丁烯酸内酯），这种化合物可以使种子发芽率增至与由植物产生的烟雾下相同的种子发芽率水平。丁烯酸内酯可以促发已知具有烟雾反应性的一系列全面并具有指示性的物种发芽，其中包括来自美国加利福尼亚州、南非、澳大利亚的本土物种以及一系列园艺和作物物种。现在，研究重点放在提取化学类似物中，以便提供更有效的复原机会，并且研究该分子在本土和农业物种中的作用模式。这一发现是复原科学上具有重大意义的进步，具有重要的实际影响。

场点的有效播种

将种子播在场点中通常会有一些重大的技术和物流问题。因为风和水的侵蚀以及种子被叼食而造成的种子损失，可能会导致移植生长率降低。种子处理不当可能导致大量种子不发芽。确保种子位于最佳出现深度是最复杂的问题之一——深度太浅，种子可能就无法充分吸收水分，或者光照可能抑制发芽。种子埋入的深度如果超出最大出现深度一至两厘米，就可能使幼苗无法出现。需要开展进一步的研究，确保种子保持活力，埋在正确的深度，并且保持在播种点，同时等待发芽季节的到来。对于许多本土澳大利亚植物种子来说，在未经准备的场点散播未经处理的种子很可能造成不良回报率。开展复原作业的人士若采取散播方法，应开展试验，确定最有效的播种方法。

有许多采用不同设备的直接播种方法—飞播、人工散播或机器散播、甚至直升机播种。所有直接播种方法都需要预先耕耘土壤，创造适合种子入土的微小利基条件。直接播种技术最近取得了一些进展，包括一次过系统。这一系统使用单叉犁沟。种子通过一个可能含有烟雾水或其他发芽促进剂的喷雾帘，然后落入犁沟中。

还要其他一些为改进直接播种而设计的开发成果，包括种子引发（渗透引发）和诱发，在种子或果实涂层内或涂层上加入发芽刺激剂甚至抗压化合物。有关研究正在进行之中，以便优化将本土澳大利亚种子直接播在场点所采用的诱发和引发方法。

虽然现在有大量关于播种的信息，但仍然有许多未知的知识。开展复原作业的人士需要致力开展“适应性管理”规范，基本上需要一边不断改善一边学习，才能取得通过播种建立植物多样性的最佳成效。

4.7.3 种植苗木

最优方法手册《矿区复垦》详细概述了通过种植方法建立植被的相关问题。在有些情况下，种植的目的可能并非专为提高生物多样性，而是有助于提供其他动植物物种移植生长所需要的土壤养分、树叶和庇护条件。

复原通常为两级作业，旨在模拟一个自然的演替过程，先种植先驱物种，然后在数年之后种植耐荫物种（例如：在热带雨林地区）。与散播播种相比，这种方法的劳动密集型程度更高，但却能够针对通过现有种子来源不太可能重新移植的特定物种。

自行生产苗木的矿业公司可以为富有价值的当地保护项目赠送苗木，从而为地区性的生物多样性行动尽一份力量。这还可以让当地社区有机会参加特定物种的种子采集和繁殖工作。

4.7.4 建立难以转化的物种

难以转化的物种是指使用标准园艺技术难以建立的那些物种。如果没有有效的种子处理，就不大可能取得成功的发芽成效。可以选择的一种方法就是使用大量种子来弥补发芽率低的不足。但如果种子是野外采集的，这就可能对野生种群产生重大的生态影响。

如果种子、剪枝或分株繁殖方法的产量很低，物种复原有时就需要采取生物技术解决方案。最经常采用的方法是利用组织培养技术，生产几十个或甚至数百个复制幼芽。这些幼芽可以诱发生根，然后移种到温室土壤中进行幼苗健化，然后再在复原项目中种植。‘胚胎发生’是一种新方法，这种方法采用一种合成胚胎生

产方法，具有为复原生产大量植物的潜力。这种方法通常依据从种子中提取的胚胎，能够从重量一克的组织中生产多达60,000株幼苗。美国铝业国际氧化铝澳大利亚公司采用多种生物技术方法，在世界上最大的专门开展组织培养的私立组织培养实验室之一生产复原用植物。

4.7.5 建立稀有物种

对于复原项目中的稀有物种，需要特别注意使受干扰种群的密度、植物数目和遗传多样性相匹配。如果物种被列为稀有物种，那么开展复原作业的人士就应向当地保护管理机构洽询，在干扰或复原稀有物种之前，要确保符合联邦和州的法律规定。在大多数情况下，稀有物种的种子数目都非常有限。因此，复原项目中稀有物种的恢复需要种植单独繁殖的植物。

4.7.6 移植和栖息地转移

栖息地转移的成本通常很高，而且只在特别的情况下才使用，但在其他方法都无效时，栖息地转移可以作为建立植物多样性的一种选择。这种方法需要使用前装卸机之类的工具，成片采集和移植整丛植物。在优先需要建立‘难以转化的’特定物种或物种组合的较小范围，这种方法可能非常有用。例如，Consolidated Rutile有限公司将重矿砂开采作业面前的草树 (*Xanthorrhoea johnsonii*)直接移植到复垦地区(Brennan等，2004年)。

在建立湿地灯心草和莎草时，移植可能是一种具有成本效益的方法。许多这些物种的种子可能难以获得，而且水位起伏不定可能造成播种的成功率非常低。沿水线以一定间隔移植整丛物种，可能是迅速建立一些边缘植被可靠得多的一种方法。

4.7.7 促进自然植物的重新移生

自然重新移生是指使来自周边地区的本土植物物种在复原地区移植生长的过程。在一段时间后，风、水（特别是在湿地）和动物（如鸟粪中的种子）都可能将许多物种带入某一场点。矿业公司可以监测有关数据，确定哪些物种在合理时限内自然地重新移生。然后就可以将这些物种从混合种子中排除。

保护和复原矿区附近的本土植被群落，有助于保护可能促进自然重新移生的那些物种。然而，在许多生物多样性的温带生态系统，特别是以灌木为主的系统中，种子传播的范围可能很短。有些物种可能需要数十年或甚至更长时间，种子才能移到距离种子植物数米之远的地方。在这些生态系统中，如果矿区复垦依靠来自周边生态系统自然散播的种子，就需要格外谨慎。

4.7.8 重建动物栖息地

如果复垦的目的是建立一个可持续的本土生态系统，则需要将动物栖息地的要求考虑在内。提供合适的栖息地，可以促进动物物种在复垦地区重新移生。建立与采矿之前类似的植被群落，应确保在一段时间之后可以形成合适的栖息地。与人工重新引入动物相比，最好采取自然的动物重新移生方法，这样动物可以在栖息地符合其要求时从临近的未干扰地区回来。人工重新引入动物的成本很高，而且具有许多风险，因此较不常用（但鱼类除外）。

复垦区可能在几十年中都没有动物物种栖息地需要的一些主要条件。以下是一些公司如何解决这些栖息地缺陷的例子：

- 移植植被(草树、大型植物、重要物种)
- 保护植物并将植被重新用作覆盖料，用来防止侵蚀，提供养分，并且为小型无脊椎动物、哺乳动物和爬行动物提供庇护所
- 建造人工树洞和巢箱，为许多鸟类和哺乳动物物种提供庇护所和繁殖栖息地
- 运回皆伐的树木和残干，建立原木和原木堆形式的遮蔽物，让许多物种可以在原木中或原木下方获得庇护所
- 有限制地使用圆石和石块堆/折流坝，建造爬行动物和水生动物的栖息地
- 建造猛禽和其他鸟类（可带来种子并且控制虫害）使用的栖木
- 建立老的死树（‘枯树’），这些枯树可以提供树洞、缝隙、剥离树皮等，所有这一切都可以为许多较小的爬行动物和无脊椎动物物种提供有用的庇护所。

澳大利亚矿物延展与研究中心开展了一个名为‘采矿后建立动物栖息地的创新技术’项目，为矿业公司建立此类和其他动物栖息地所采用的方法提供实用的建议（请参阅www.acmer.uq.edu.au）。

4.7.9 未开采地区的植被恢复

正如第3节所述，与生物多样性有关的复垦目标不应局限于矿区及直接相邻的地区。一些矿业公司致力开展符合最优方法的生物多样性管理，在整个租约地区的基础上发展改善生物多样性的各种机会。这些公司不但考虑社区和其他利益相关人的意见，而且还考虑地区土地使用规划、流域管理计划、土地管护项目和其他计划。

除了标准植被恢复技术外，退化地区的复垦工作可能还需要采取其他一些方法，如减少放牧，控制外来食肉动物和食草动物，火灾管理，清除杂草，建立巢箱以及其他技术。可能需要采取这些措施来保护水质，提高保护价值，并且在较长时间内为复垦地区提供新的动植物来源。在失去植物繁殖体及/或表土的严重退化地区，重建多样性的植被联系会非常难。在这种情况下，当地的保护和土地管护团体可以提供具有成本效益的技术和计划方面的专长。

4.8 开展研究，致力改善

所有矿区和矿区运营环境都是独特的，因此，合理设计的研究项目是将所有最优方法的生物多样性管理项目的有机结合。为尽量减少对生物多样性的影响，并且在产生影响之后重建生物多样性而采用的程序，通常需要针对每个矿区进行一定程度的细微调整，才能最大程度提高其有效性。

研究项目的重点通常放在理解生态系统程序的以下方面：

- 与土壤的联系
- 水和水文特点
- 建立具有成本效益的监测方法
- 演替变化
- 在干扰之后重建生物多样性价值。

通常需要开展研究试验，以便对在其他矿区行之有效的复垦技术进行细微调整。在对难度较大的矿区建立复垦方法时可能也需要开展研究试验。通过监测项目发现的问题后，可能也需要开展研究项目，以保持高标准的生物多样性管理，并且促进持续改善—这些是环境管理系统的一个核心部分。

通常存在一些开展跨部门综合的研究机会。在一些情况下，矿业与其他部门，如林业、农业、水资源行业以及具有污染控制项目的行业，共同分担研究成本、分享专长。

此外，还应寻求各种机会，将矿业公司的研究项目与政府、学术研究机构和专业科学家的研究项目相结合。例如，与复垦作业有关的研究通常需要大学、植物园、博物馆、动物园、咨询公司和联邦科工组织（CSIRO）等研究机构的技术专家参与。此外，各个公司研究和监测项目通常也需要在彼此之间建立联系。除植被恢复外，这些项目可能包括土壤开发、养分循环、动物监测、木材和农业生产。



5.0 绩效监测

主要信息

- 开展具有成本效益的研究与监测项目，对实现持续改善并确定是否已达到复垦目标至关重要。
- 必须明确了解监测目标，精心设计监测项目来解答所提出的问题。
- 根据所寻求的信息以及现有资源与专长，可由公司职员、咨询公司、社区(包括原住民)团体、学校、研究机构开展生物多样性监测，也可以作为学生项目来开展监测。
- 需要仔细考虑监测范围和监测指标。
- 植被和植物区系监测对取得良好复原十分重要，而脊椎动物群监测对了解和促进这些动物群的保护和重新移生也十分重要。虽然无脊椎动物至少占陆栖动物群物种的95%，但很少有矿业公司监测对无脊椎动物以及复原的重新移生过程的影响。
- 底栖微型无脊椎动物越来越多地应用于水域生态系统，特别是淡水生态系统的生物多样性与健康的监测中。但是，对间歇溪流和湖泊监测仍有困难，在许多情况下，监测方法仍然有待开发。
- 完成标准不仅需要考虑生物多样性和生态过程与功能，而且还应代表矿区预期达到的最低标准。目前，许多矿区在持续改善程序中还采用没有约束力的较高内部标准。

矿业公司和利益相关人利用监测来评估生物多样性管理措施的有效性，并且用来改善生物多样性的保护和复原的措施。

良好的监测项目不仅可以确定采矿与勘探活动的影响，而且还可评估由此产生的管理和复原项目的有效性。通过结合研究和实地试验，监测可以帮助确定哪些管理技术对保护和复原生物多样性十分有效，哪些管理技术没有效果。这是持续改善原则的关键所在。

监测不仅需要衡量物种、群落和生态系统的健康和复原情况，而且还要记录水管理技术和复原措施等管理方面的行为。由此可以确定在随后的监测过程中所发现问题的原因，并制定和实施适应性的管理程序。

监测可包括在一定空间和时间内进行一系列重复的指标测量和采样，评估所发生的变化，并与自然的可变因素进行比较。监测可内部进行，或者由外部咨询公司进行，也可以与学术机构或环保团体协作进行。不论采用哪种方法，务必要确保监测程序的透明度，保持高标准的质量控制。

在着手开展监测项目前，务必要审查可能与当地和地区环境有关的原有文献资料和数据。对采矿租约在勘探和采矿公司之间易手的地区而言，这一点特别具有关联性。

目前，采取最优方法的矿业公司均采用更全面的方法，而不是某一矿区所特有的方法。主动应对各种需要而非被动而为，可以降低未充分考虑生物多样性价值的风险，否则会造成审批程序延误并且导致责任增加。

本节详细说明了监测生物多样性监测的原因、谁应该参与、监测采用的技术、在总体矿山关闭计划中制定生物多样性完成标准以及报告。

5.1 为什么要监测？

对于任何采矿作业而言，监测都是最优方法的生物多样性管理的基本组成部分。具有成本效益的生物多样性监测项目应该满足多个目的，具体如下：

- 满足环境影响评估(EIA)过程期间和随后的环境管理计划中制定的所有监管要求及其他承诺
- 起到质量控制检核清单的作用，确保按照协定程序实施环境管理行动
- 为公司评估和管理生物多样性影响提供必要的时序与演替资料，并因此实现持续改善。这既包括环境绩效的监测数据('绩效如何?')，也包括比较生物多样性管理方法的相关研究资料('如何改善?')
- 评估程序的有效性，这些程序旨在尽量降低对生物多样性造成的影响，尽量增大对运营结束后(如矿物加工设施)及退化地区(采矿、干扰或未采矿地区)复原/恢复后的生物多样性价值

- 确定特定问题的研究需要(如第4节所述), 并提供相关资料
- 协助生物多样性管理的透明与合作, 向利益相关人提供信息, 这也是出于公共关系的考虑
- 向公司和主要利益相关人表明, 作为总体矿山关闭程序的一部分, 是否正在或将要在可接受的时限内达到生物多样性目标以及相关的完成标准
- 结合主要的研究项目, 让公司和利益相关人能够按照所提议的采矿后管理制度评估复垦地区的长期可持续性。

在设计评估生物多样性影响和恢复的监测项目时, 应确保监测项目不仅满足上述目的, 而且还考虑到监测的可行性、成本与安全性。第5.3节中介绍了有关此类监测项目的建议设计程序。

5.2 谁应该参与?

监测可由一系列不同团体进行。根据所收集的资料, 学校、社区团体、原住民团体、咨询公司、研究人员、其他专家和运营人员均有机会参与。

让当地学校参与一些监测项目(如湿地与溪流中的青蛙观察或水观察计划), 可以让学生进一步认识矿业在生物多样性价值研究中的作用, 并可能吸引学生进入矿业或相关领域。

让社区团体(如丛林管护(Bushcare)、土地管护(Landcare)、海岸管护(Coastcare)和流域团体)参与, 不仅是维持良好邻里关系的机制, 而且还有助于获取地区数据集并将当地特定的资料纳入相关背景中。

让原住民团体参与, 有助于交流当地知识和历史知识, 并对运营活动提出直接意见。

咨询公司、研究人员和专家往往可以提供从其他部门无法获取的专业技能。这些机构建立了广泛的专业网络, 能够帮助对采矿与勘探活动对生物多样性价值的直接和间接影响开展适应性管理。

开展研究生项目可以提供一种有效的机制, 对物种、生态系统、主要威胁过程以及生物多样性相互影响的特定方面开展具有针对性的研究。这可能是一个大好的机会, 培养未来研究科学家的兴趣, 从而为矿业未来的福祉奠定基础。

此外，不论是通过期刊编辑程序，还是由富有经验的研究人员开展审查，开展独立的同行审查是很重要的。

运营人员可以提供矿区资料和运营问题方面的信息，因此一定要让这些人员参与。此外，运营人员还可以将研究成果用到运营中，从而在适应性管理中发挥重要作用。

开展监测工作的人员必须具有必要的技能、设备和许可，及职业道德。获取许可的过程可能需要较长的时间。例如，昆士兰州的钓鱼许可有特定场点之分，并且需要获得原住民地权通知，因此需要六周以上的时间。

5.3 对什么进行监测？

生物多样性监测较为复杂，因为生物多样性层级(遗传、物种和生态系统)以及每个层级中的各种不同因素，所以不可能对生物多样性的所有方面进行监测。因此，需要对可能与生物多样性管理相关的主要问题，包括主要利益相关人担心的问题做出是否要监测的决定。这些决定因采矿项目不同而有相当不同，并且取决于地点、规模、运营时间与持续时间等各项因素，当然也取决于所存在的生物多样性价值。

需要考虑的两个主要方面与规模和指标有关。

1. 监测规模取决于影响的规模。这将确定合适的监测方法，比如是开展大规模遥感，还是对地块和样方实行详细监测。
2. 指标是指监测的参数，用于评估生态系统影响与恢复的主要方面。对精心选择的一系列指标进行监测，将为矿业公司和其他利益相关人提供评估影响、复垦绩效和可持续性所需要的信息。

监测应记录现有物种类别、物种出现的地点(相对于地貌、土壤和植被类型)、物种丰度或稀有程度以及在一段时间后发生的变化。这些变化可能由自然现象(如火灾或旱灾)引起，也可能由人为活动引起，包括与采矿和非采矿有关的影响。

近十年来，监测目标已经从简单定义某一地区的生物价值，转为针对这些价值的影响因素以及主要的生态系统功能过程，对这些价值进行更广泛的评估。

资料的收集方式不仅应该帮助初步定义价值，而且还应该有助于了解影响这些价值的因素，从而优化对这些价值的管理。与任何监测一样，务必要在一段时间后在矿区之间采用标准化的技术，以便能够对影响、管理规范 and 复垦进行有效评估。

若在相对未受干扰的地区建立矿区，还可能会产生次级影响。这些影响可包括放牧方式改变、采集木柴、打猎、钓鱼、引入宠物、车辆压死本土物种以及离开大路的休闲车辆造成的干扰。监测项目的设计应该评估影响的程度以及管理技术的有效性。

以下小节讨论了生物多样性监测的特定方面。参考文献和补充读物章节中列有更详细的监测设计参考资料。

5.3.1 物种一级的监测

植物与植被

植物与植被监测技术往往较为专业化，需要采用各种分类、生态和分析技能。澳大利亚植物的多样性为研究人员提出了挑战。此外，青年科学家将分类学作为事业的兴趣也在日益下降。

收集的资料应该包括：

- 分类系统的存在/缺失资料
- 丰度参数(密度、枝叶覆盖百分比和/或频率)
- 优势
- 生命形式及再生战略信息
- 物种的空间范围
- 物种与生态系统的栖息地与场点偏好
- 移植增长率
- 增长率
- 种群与群落结构
- 不同分类单元的预期寿命
- 物种对一系列影响因素(如火灾与水文变化)的反应。

此外，监测资料还应该调查物种与不同威胁性过程之间的模式，以及物种与生态系统在场点参数和条件方面的变化。例如，某一采矿运营可能改变增长媒质，导致物种出现后果性转变，这一转变可在改变的环境中建立并且持续。

开展采用最优方法的植被和植物区系监测时，需要对可能受到采矿影响的所有植物群具备丰富的分类学知识。这类知识可能对某一地区的采矿权具有重大影响。最近，人们在一些矿区采用更详细的分类学研究方法开展调查，并且发现原先认为的普通物种具有新颖和罕见的科学价值。这对采矿活动发展具有潜在的影响。

2001年与2006年的《全国环境状况报告》等一系列政策与评论文件突出说明，人们将分类学作为优选事业的兴趣日益下降，这是矿业面临的一个新挑战。如果收集的资料变化不定并且极不可靠，就会造成监测标准下降。为了帮助避免这种情况，矿业可以积极培养并鼓励青年毕业生进入这一研究领域。

脊椎动物

脊椎动物监测技术非常专业化，随所研究的动物群不同而不同，通常还需要大量的体力劳动。通常采用的技术包括：

- 采用ANABAT蝙蝠侦测器
- 分辨青蛙叫声
- 捕捉哺乳动物与爬行动物
- 观察鸟类并分辨叫声
- 鱼类观察采样
- 设网
- 钓鱼和电力捕鱼
- 观察树洞和枯树
- 采用哺乳动物毛发管
- ‘摄影机捕捉’(动物自行触发摄影机拍下照片)
- 分辨足迹与粪便。

选择对脊椎动物群落的哪些物种或方面进行监测，这一点非常关键。脊椎动物监测项目一般注重于物种存在与否及其丰度。应该特别注意正式列入名单的稀有物种，认为容易受害、引起关注、具有栖息地依存性的物种，或已知数量下降的物种(如《EPBC法》列出的物种)。此外，还应监测具有特别生态作用的物种或群体，如食蜜(传粉)和啃食牧草的物种或者以水藻类为食的物种。对于一些物种而言，应该根据造成威胁的过程和恢复计划为这些物种设计监测项目。此外，设计监测项目时还必须考虑采矿运营带来的任何影响，并将这些影响与栖息地皆伐、狐狸和/或野猫捕食、野生物种丰度、环境水质以及回枯病带来的植被变化等诸如此类因素造成的累积影响进行比较。

与植物相比，脊椎动物群具有移动性，从而有必要对脊椎动物群采用大范围的监测方法。监测不仅要注重直接影响和邻近地区，而且还要评估整个租约范围的影响管理及复垦工作的有效性以及生物多样性补偿的有效性。这方面的例子可包括诱捕狐狸，建立廊道，与地方保护组织建立合作关系，取消或控制放牧来促进植被恢复，并因此促进鸟类和小型哺乳动物种群的恢复。

在设计脊椎动物群监测项目时，务必要认识到物种之间存在相当大的差异。物种的差异性可能表现在物种受影响程度以及在影响和/或复原结束后的物种恢复速率方面。因此，如果仅对一、两个物种进行监测后就假定监测结果适于所有物种，这往往是不恰当的。在认识到并非所有物种都可以实施详细监测后，就必须竭力确保受到监测的物种就状态而言具有最重要的代表性，并且还是采矿相关影响和采矿后恢复的最佳指标。

动物监测项目应尽可能与植物监测项目相结合，帮助确定所记录到的任何变化的原因。小型哺乳动物和爬行动物等一些脊椎动物群可以作为有用的指标，说明物种栖息地的哪些特定部分(如巢穴)被置换的程度。在评估生态系统受到影响的程度和原因以及恢复时，植物区系多样性与食蜜物种和/或食虫鸟类多样性或丰度之间的联系也很有帮助。在对鱼类开展监测时，水质和水文参数的监测显然对解释所观察到的任何变化的原因非常重要。在所有情况下，监测项目的设计都是评估脊椎动物物种和种群所受影响的程度和原因的关键。

与无脊椎动物相比，脊椎动物出现的数量通常更少。在许多情况下，这将使其无法使用参数统计分析技术。然而，对鸟类和鱼类等一些动物群而言，仍可能采用分析技术。例如，在通过比较这些群落来评估影响和/或恢复时，采用多样性与相似指数以及群落构成的分级和分类等多元分析技术都非常有帮助。

脊椎动物群监测还应包括野生物种，因为这些物种可对本土动植物产生重大影响。了解狐狸与野猫的捕食范围并对此进行管理，可对评估采矿造成的影响以及促进各种脊椎动物种类在采矿后的复原发挥重要作用。鲤鱼、鲫鱼、山羊和野猪等野生物种可对植被和群体栖息地结构产生重要影响，并对脊椎动物群产生次级影响。要对所有野生动物群控制项目的有效性进行评估，这一点非常重要。

陆栖无脊椎动物

昆虫、蜈蚣、蜘蛛、蚯蚓和蜗牛等无脊椎动物至少占陆地所存在动物种类的95%。从生物量方面而言，在任何一个地区的无脊椎动物数量均远远超过鸟类和陆栖脊椎动物的数量。因此，一点也不奇怪，无脊椎动物在自然生态系统和受到干扰的生态系统的功能运作中发挥关键的作用(如促进土壤通气和排水，废弃物降解与养分循环、传粉、种子传播与食草，为脊椎动物捕食者提供食物源)。由此推断，某一分类群体内的丰富多样的动物移生，可以表示相关生态系统过程有效运作程度。

在对复原后生态系统恢复进行监测时矿业公司日益将无脊椎动物考虑在内，这包括群落边缘效应和疫病菌(*Phytophthora*)的森林疾病传播的影响，及其产生的污染。目前，有数种分类单元可用作环境各个方面的生态指标，其中包括：

- 蚂蚁(栖息地性质和无脊椎动物捕获物的一般指标)
- 蜘蛛(栖息地结构的良好指标)
- 半翅目吸吮式昆虫(植物成分与健康指标)
- 白蚁(降解与土壤结构指标)
- 跳虫(降解与养分循环指标)。

对于希望实施最优方法项目的矿业公司而言，对无脊椎动物实施监测构成特别的挑战。但是，没有哪项挑战是不可逾越的。

第一项挑战与无脊椎动物的绝对多样性有关；没有矿业公司能够对其租约地区内的所有物种进行调查和甄别。一种方法就是注重可以代表一组互补性生态系统过程的特定分类单元范围。可以选择的范围包括：白蚁—土壤结构；跳虫—降解作用；吸吮式昆虫—食草作用；以及作为数种过程指标的苍蝇、甲虫或蚂蚁。另一种方法就是考虑一个分类单元群体为主，这种群体的多样性可以替代未被调查的其他群体的多样性。最近对西澳州砂土及铝土矿开展的研究表明，蚂蚁一贯反映出其他许多无脊椎动物群体的多样性和群落构成。因此，澳大利亚广泛采用蚂蚁来作为评估复原是否成功的指标，或者作为采矿运营对生态系统所造成威胁的指标。

第二项挑战与需要采用各种技术来采集陆栖无脊椎动物的样本有关。大多数采样技术都是特别针对特定栖息地层或特定动物群体。应避免随意采样。我们极力建议采用标准化的采样规约，以便从每个栖息地层充分采集一系列分类单元样本，从而能够对整个采矿租约以及不同调查之间的数据进行比较。人们提出了各种规约，如对食屑性动物采用文克勒(Winkler)袋技术，对地面活跃型动物采用陷阱捕捉技术，对灌木依存性动物采用真空采样技术，对生活在树上的动物群体采用拍打技术。

第三项挑战与无脊椎动物具有较高程度的季节性有关。在一年中某一时间调查的物种表现可能与另一时间所采集的样本不同。澳大利亚不同地区以及世界各地的季节均有所不同，因此，要规定一种通用的最佳采样时间是不可能的。然而，春季气候条件温暖潮湿，往往可以采集到最多数量的物种样本。根据资金情况，建议在四季的每个季节中期开展调查。若资金有限，则建议在春季进行一次采样，然后在六个月后再进行一次采样。

最后一项挑战与可能存在稀有无脊椎动物或受到威胁的无脊椎动物有关。正式列入保护名单的无脊椎动物种类的数量远远低于植物或脊椎动物的数量。这仅仅反映出人们对大多数无脊椎动物的状况了解不够，并且对这些动物是否为稀有动物

或受威胁动物认识不足。尽管如此，列入名单的物种可出现在采矿租约中，这些物种与植物或脊椎动物一样具有重要地位。根据最优方法生物多样性管理的要求，这些物种必须获得同等考虑。

最近对植物、脊椎动物和无脊椎动物调查做出的成本效益分析表明，收集无脊椎动物资料不仅具有成本效益，而且还可能存在很高的信息量。无脊椎动物是动物王国中最为多样化的成员，将无脊椎动物纳入调查范畴可有助于收集栖息地中的物理因素以及植物与脊椎动物群落的资料。收集无脊椎动物的资料不仅可以巩固从这些方面的单独研究得出的结论，而且还可以表明生态系统功能的重建程度。

实例研究：采用无脊椎动物作为监测矿区复垦发展的指标

无脊椎动物包括大部分的动物生物量和大多数的生物多样性。无脊椎动物在成土作用、养分循环和传粉等主要生态过程中发挥关键作用。许多无脊椎动物群体的样本都比较容易采集。通过采集大量多样化的无脊椎动物样本，人们就可以采用定量的统计方法，对一段时间前后的复垦场点或者对采矿场点和未采矿场点之间进行细致比较。

最近，科廷(Curtin)大学(Majer, JD, Orabi, G & Bisevac, L 2006年)对西澳州的两个矿区开展了研究，对各种无脊椎动物群体用于复垦监测以及复垦发展中的成本效益进行了评估。研究人员在十个复垦地区以及Iluka公司在恩尼巴(Eneabba)的矿砂矿区和沃斯利氧化铝公司(Worsley Alumina)在博丁顿(Boddington)的铝土矿区等四个未采矿荒野控制区采集了植物、无脊椎动物和脊椎动物的样本。所获取的信息类别以及每个群体的采样时间、分类和数据处理都经过测量、比较。目前，一些采取最优方法的矿业公司也把无脊椎动物纳入采样对象中。

虽然植物属于最多样化的群体，但甲虫、蜘蛛和蚂蚁也是很多多样性的群体。鸟类具有相当大的多样性，但爬行动物、两栖动物和哺乳动物可由少数物种代表。

研究表明，无脊椎动物采样几乎可以与植物资料采样一样迅速，而且比脊椎动物采样要快很多。虽然一些无脊椎动物群体需要专门的采样程序和分类专长，但人们发现无脊椎动物材料的处理时间与植物材料的处理时间相近。与脊椎动物相比，获取和处理无脊椎动物材料的累积时间通常更少。从无脊椎动物样本获取的每个地块的物种数量方面的信息量，几乎与植物样本一样高，而且要比两栖动物、爬行动物和哺乳动物样本高很多。鉴于植物无法对无脊椎动物的生物多样性起到有效的指标作用，仅仅实施植被和植物区系监测并不能真正说明生物多样性的恢复程度。

总而言之，收集无脊椎动物资料证明不仅具有成本效益，而且还可能具有较高的信息含量。在对这两个矿区和其他地方开展的研究中，蚂蚁、甲虫、蜘蛛、吸吮式昆虫、螨、白蚁等群体都提供了有关生态系统复原方式的宝贵资



上图：Cerapachys Princes:捕食性蚂蚁在复原场点备受青睐, A.Gove

料。例如，西澳州的铝土(美国铝业)和矿砂(Illuka)矿、北部省的铀矿(Ranger)以及昆士兰州的煤矿(Callide)目前都采用蚂蚁来测量生态系统恢复情况。

无脊椎动物是动物王国中最为多样化的成员，将无脊椎动物纳入调查范畴可有助于收集栖息地中的物理因素以及植物与脊椎动物群落的资料。此外，无脊椎动物的资料还可以表明生态系统功能的重建程度。

尽管将无脊椎动物纳入完成标准可以提高得到数据的效率，但这确实需要投入相当的时间和成本。如果矿业公司需要对数个复垦地区进行评估，建议公司对这些地区的具有代表性的子集开展调查，然后将调查结果应用于其他未开展调查的地区。

水生无脊椎动物

世界各地都采用底栖微型无脊椎动物(如蜗牛、蛤蜊和水丝蚓属)作为水生生态系统生物多样性和健康监测的标准指标群体，特别是在淡水生态系统。港湾和海洋生态系统中也越来越多地采用底栖微型无脊椎动物。这主要是因为采用完善的标准化采样方法，可以轻松采集样本。至少有一些底栖微型无脊椎动物的生命阶段较为定栖，因此可以反映出当地的条件，而且在分类和营养方面具有多样性。ANZECC/ARMCANZ (2000年)进一步讨论了采用这些群体监测和评估水质相关的生物多样性所带来的有利因素和潜在困难(作为起点，请参阅8.1.2节)。此外，在这些标准中也提供了各种标准化方法(第2册附录3)。请注意，这些方法并不代表全面的方法清单，但反映出在编制标准文件时普遍采用并认为充分标准化的方法。

最近对临时性水域水质监测方法开展的一项审查(Smith等, 2004年)发现, 将 ANZECC/ARMCANZ (2000年)的一些微型无脊椎动物监测标准方法应用于临时性水域时存在一些潜在的缺点, 而且这些方法对这类生态系统的敏感度不够。这项审查指定了其他数种无脊椎动物监测方法, 这些方法均需开展进一步调查, 其中包括采用潜流微生物(栖居在溪床中地表下水域的微生物)和微型甲壳纲动物。微型甲壳纲动物具有特别的潜在实用性, 因为这些动物普遍存在, 并且可以迅速移生于临时性水域中。与微型无脊椎动物不同的是, 微型甲壳纲动物群体还广泛应用于毒性测试中。人们能够通过这种测试开展相互关联的实地监测, 并从毒性资料库中获取敏感性资料。目前, 澳大利亚半干旱地区采取最优方法的矿业公司正在调查并/或实施这些方法。

作为生物多样性监测工具组的一个标准组成部分, 水生无脊椎动物监测迅速为人们所接受, 并为澳大利亚的矿业公司所采用。

其他生物区的动植物

其他生物区的动植物可在生态系统功能和复原中发挥关键作用, 因此, 最优方法的监测与研究计划中应考虑其他生物区的动植物。菌根真菌和硅藻就两个这样的例子。

菌根(真菌与植物根系之间特有的有益联系)代表了大多数陆栖生态系统的广泛、普遍并且重要的组成部分。不论是在从复杂底层隔离营养物质(特别是从有机物等底层)方面, 还是在促进植物生长和发育方面(特别是在不利条件下), 菌根均起到主要因子的作用。为确保复原的自然生态系统尽可能获得最佳机会, 以便复原到充分的持续增长与生态系统功能水平, 对表土中的菌根真菌进行管理非常关键。此外, 健康的菌根联系还对尽量减少对植物造成的疾病影响来说非常重要。

硅藻通常具有遍生的分类化多样性, 对盐性、酸性、营养物质及其他水质参数(至少对一些物种而言)具备充分的敏感性, 可以作为评估环境变化的理想生物监测工具。因此, 硅藻作为采矿前后研究的重点具有非常乐观的前景。一些采用最优方法的矿业公司在开展以下研究和评估时都结合采用了无脊椎动物和硅藻:

- 西澳州内陆盐湖的‘预降水’研究
- 南澳州和北部省酸性岩石排水影响评估
- 昆士兰州间歇性溪流的盐分与悬浮沉积物耐量评估。

国家水土资源部门的全国河流健康审核项目的城市子计划采用硅藻作为监测指标, 反映出硅藻方法具有广泛用于监测的潜力。

直接毒性评估

直接毒性评估(DTA)是开展生物多样性监测和管理的一种主动的预测性方法。ANZECC/ARMCANZ (2000年)包含并且推荐了这种早期检测方法。在“国家海洋疏浚材料处理标准”(DEH 2002年)的风险管理框架中,直接毒性评估方法还被采纳为最终沉积物的质量评估工具。在过去十年中,为了将实验室获取的毒性资料转化为对污染物排放造成的潜在生物多样性影响的预测,人们研制出物种敏感性分布方法。这使得整体污水毒性检测成为一种评估潜在环境风险的远为准确和实用的方法。这种方法是ANZECC/ARMCANZ (2000年)中制定默认水质触发值的优选基础。此外,在最新开展的澳大利亚矿物延展与研究中心(ACMER)审查中,这种方法还被推荐为临时性水域的污水排放前评估的潜在有用工具。采用最优方法的矿业公司利用直接毒性评估方法来设定矿区特有的水质目标,并将其用于矿点污水排放前的环境风险评估。

5.3.2 生态系统一级的监测

生态系统功能与生物多样性

第2节中介绍了与生态系统功能有关的生物多样性的重要性。自然生态系统具有一系列广泛的功能。生态系统持续性类别的功能包括一些物种在防止侵蚀方面发挥的作用、物种的相互依赖关系以及不同物种在自然和人为干扰后恢复等演替过程中发挥的作用。作用类别的功能包括水质保护、可持续性利用(如木材、养蜂)、原住民团体的传统食品、药品及其他材料以及文化价值和旅游业。如何衡量和监测生态系统功能,这取决于哪些功能被确定为重要功能并可能受到采矿运营的影响。

美国铝业公司、沃斯利氧化铝公司、Iluka公司、CRL和奥基溪流(Oaky Creek)煤矿等开展了一些详细的监测项目,提供了有关植物多样性以及采矿地区和未采矿地区或参考场点在一段时间前后演替过程的详细资料。这些项目不仅衡量影响及恢复情况,而且还对侵蚀以及生物量发展和土壤营养库进行评估。一些监测与研究项目还考虑生命形式、重建战略和场点选择等因素。如上所述,在这些矿区及其他矿区目前正在实施或计划实施的动物监测项目中,都提供了有关动物物种的多样性及丰度的详细资料。根据这类监测项目提供的所有资料,管理人员就能够解答与生物多样性和生态系统功能有关的许多问题。

澳大利亚不同地区的一些矿区采用生态系统功能分析(EFA)方法来评估生态系统功能以及干扰后的恢复情况。这项技术是行业及政府资助开展的澳大利亚矿物延展与研究中心(ACMER)项目的一部分,并由联邦科工组织(CSIRO)开发的(Tongway 1999年; Tongway & Hindley 2003年)。它旨在成为一项快速评估技

术，用于衡量生态系统过程的发展以及长期可持续性。生态系统功能分析包括三个部分，即评估土壤发展及稳定性的景观功能分析(LFA)、监测植被的发展的植被动态分析以及评估动物栖息地的生境复杂度。采用生态系统功能分析来衡量生态系统的发展，以便对复垦场点与模拟(或参考)场点、不同时期的复垦场点、一段时间前后的相同复垦场点以及采用不同技术的复垦场点进行比较。

任何旨在建立可持续的自然生态系统的复垦计划都必须将生物多样性考虑在内，考虑的程度取决于矿区的特定目标。目前，有些矿区和监管机构认为，生态系统功能分析只应用作一组评估工具之一。因此，每个矿区需考虑采用哪些方法来监测与生物多样性有关的生态系统功能。

ANZECC/ARMCANZ (2000年)水质标准指出，生态系统功能的直接衡量方法可以用作监测水质的生物多样性的直接或间接衡量的一种选择。例如，微型无脊椎动物群落构成在临时性水域中时空持续性较低(Smith等，2004年)。这就是说，由于微型无脊椎动物群落通常具有极高的移栖率，并且可在临时性水体中成功进行大规模随机移生并建立种群，因此，微型无脊椎动物群落在不同场点和时间之间具有极高的分类流动率。因此，若采用微型无脊椎动物生物多样性衡量方法进行监测，那么预测能力可能非常低。相比之下，有证据表明，生态系统功能要稳定得多，这可能是因为孤立水体的许多潜在移生物均存在功能冗余。因此，与微型无脊椎动物结构相比，对生态系统功能的衡量可以成为对采矿影响实施监测的更全面和敏感的工具。

生态系统的新陈代谢作用是澳大利亚研究人员最常应用的生态系统功能衡量方法。这一方法早在1950年代就已经提出，但澳大利亚只从1990年代末起才将其作为生态系统健康监测工具而予以接受。然而，这一方法广泛应用衡量营养物的轴性梯度以及氧化物的少量影响。这种方法虽然具有很大前景，但对于未直接影响光合作用或呼吸途径的污染物，包括矿业的许多直接相关因素的敏感性仍然不为人们所知。最优方法可以考虑这类方法，但这些方法尚未被人们视为已经认可的标准。

监测影响与生物多样性恢复

从开始勘探到矿山关闭后，采矿运营的所有阶段均需开展某种形式的监测。初期监测不仅对获取干扰前的基线生物多样性资料非常重要，而且还有助于及早将环境风险与责任纳入可行性评估中。监测可以补充采矿前调查中获取的资料，并应在数年中开展，以便获取季节性变化以及不同年份之间变化的资料。在运营阶段期间开展监测对评估影响的存在及程度非常重要。最后，从复垦阶段到关闭后期间开展监测，可以确定干扰后的恢复程度，了解是否达到了复垦目标，并且判定在拟议采矿后用地计划下复垦可能达到的持续性程度。

任何监测项目在设计阶段都需要做到严谨准确，以便将采矿的直接和间接影响与系统中起作用的其他自然因素的变化分开，如火灾、旱灾、放牧及季节性条件变化等。监测项目中应包括各种数据集，帮助说明影响的类别及其程度与幅度。在任何监测项目中都应包括由植被覆盖、栖息地、水文或水质(如沉积物、重金属、酸石排放)、噪音、尘土、采矿加工设施的废气排放、尾矿存放设施引起的死亡(如含有氰化物或腐蚀性液体的存放设施)等变化所造成的影响。

评估生物多样性所受到影响以及生物多样性恢复的监测项目通常都相互关联，因为一旦确定并控制影响或者开始复垦，即开始向采矿前的状况恢复。在可能的情况下，应采用合理的实验设计及适当的采样战略。足够的重复样本可以确保统计分析用于确定是否产生了真正的影响。ANZECC/ARMCANZ (2000年)水质标准强调指出，监测项目应注重保护受纳环境的生物多样性。

5.4 主要绩效指标与完成标准

正如前面许多小节所述，对生物多样性影响和恢复开展富有成本效益的监测需要有一些指标。对于生物多样性而言，这些指标可包括各种测度，如某个主要物种的丰度、物种丰富性、多样性、与未受干扰的参考场点的相似性以及各种多元分级与分类技术等。不论选择哪些测度，这些测度都必须明确表明是否产生影响，并且说明是否在某一既定管理目标方面取得任何进展(如第3节所述)。

此外，最有用的指标还可表明一些未受监测方面的重要信息。例如，人们可能需要开展研究，以便证明通过衡量某一污染物对水生无脊椎动物种类或群体造成的影响，可以有效表明其他群体是否也会受到影响。这样就不必对所有群体进行监测，从而可以节省成本。总之，所选择的主要绩效指标(KPIs)应该让矿区能够确定是否已达到生物多样性相关的环境管理目标。

由于在一定时间和空间的自然变化、对可能实现什么目标的不确定性以及证明采矿后特定土地使用的可持续性方面存在一定难度，所以通过制定完成标准来确定生物多样性的重建较为复杂。Nichols (2004年, 2005年和2006年)中详细介绍了各种推荐的方法。简而言之，这些方法包括：

- 设定目标和标准草案
- 实施最优方法的复垦
- 监测
- 与利益相关人根据优质监测资料共同修订标准，然后与监管机构确定这些标准是否适合采纳为正式的完成标准。

若实施最优方法的复垦，而且满足主要利益相关人团体的要求，那么有效采取这一程序就有助于确保在协定时限内能够达到标准。

对于主要绩效指标而言，完成标准不仅要考虑生物多样性，而且还要考虑生态过程和功能。通常，这些标准应该代表矿区需要达到的最低标准。但是，许多矿区在持续改善过程中，现在也采用更高的内部标准。后者不应成为具有约束力的正式承诺，因为矿区可能碰到超出其控制能力的因素(如碰到意外的土壤材料或气候条件变化、无法繁殖某些植物品种等)。

5.5 报告

在利益相关人之间有效传递信息是最优方法的生物多样性管理的关键部分。最优方法可包括与非政府机构协作制定可衡量的绩效指标，并且在特定项目基础上向当地社区和原住民团体报告，并且包括将这一程序纳入生物多样性问题的公共报告中等要素。良好沟通有助于确保矿业公司、政府、社区和有关非政府机构能够获取生物多样性价值、管理战略(包括目标和标准)的相关信息以及管理措施和复垦绩效有效性的资料。报告可从高度详细的资料(如2002年全球生物多样性报告计划指标) (ICMM 2006年)到提供给政府和有关利益相关人的水生动物监测调查资料不等。

生物多样性管理报告可以是自愿的，也可以是强制性的，如大多数州要求提供年度环境报告。正如ANZECC/ARMCANZ (2000年)中所述，报告程序重要的第一步就是确定用户及其信息要求。由此，矿业公司就能针对预期用户度身确定信息内容和技术细节水平。目前，鉴于越来越多的矿业公司认识到最优方法生物多样性管理具有商业合理性，因此，这些公司不仅要满足强制性报告的所有要求，而且还要根据主要利益相关人的信息要求积极主动进行报告，这一点非常重要。为此，这些公司可以采用ANZECC/ARMCANZ (2000年)以及最优方法手册《社区参与及发展》中所述的程序。社区要求最优方法报告应包括对各项挑战、承诺的兑现、与生物多样性有关的任何负面结果以及成功与积极成果做出报告。



6.0 结论

近年来，生物多样性价值的重要性日益获得人们的认可。社会和矿业现在都认识到，除了具有内在价值外，生物多样性对包括社会、经济、环境、文化和精神在内的一系列方面都具有重要意义。采用最优方法的环境管理程序的矿业公司现在都承认，采取生物多样性管理的较高标准具有迫切的商业合理性。

遵守所有法规要求仍然非常重要，但那些被公认的实施最优方法的矿业公司所作的往往超过法律要求。例如，这些公司通过调查和研究，提供有关某一地区生物多样性价值、生态过程和作用以及管理和复垦措施的有效性的宝贵信息。复垦未经开采但已经退化的地区，并且建立这些地区与复垦场点和残遗植被的联系，可以大大降低总体影响，帮助复原某一地区的当地动植物和相关价值。通过采用一般性的生物多样性管理程序可以取得很大成果，但每个矿区及其环境都具有独特性。只有那些采取“边做边学”的态度并且实施合理的监测和研究项目的公司才能取得最佳成效。在开发取得最佳成效的生物多样性管理项目时，与政府、社区（包括原住民社区）、研究人员、非政府机构和其他机构联络是非常重要的。矿业公司日益与非政府机构和其他机构建立合作伙伴关系，以便分享专长和资源。

一旦认识、避免、减低、缓和（如通过复垦）或补偿采矿影响之后，就需要采取长期的管理解决方案，确保提供持续生物多样性保护所需要的资源、资金和专长。

目前，并非所有矿业公司都在部分或全部运营中采用符合最优方法的生物多样性管理。通常有机会进行改善的方面包括：

- 认识整个租约地的问题
- 通过完善表土处理和播种方法，促进建立植物种类多样性
- 完善与利益相关人团体，特别是非政府机构的联络
- 评估累积影响并且将采矿计划纳入生物地区环境和土地使用规划程序之中的重要意义
- 加大对促进持续改善的监测和研究项目重要性的认识
- 要认识到生物多样性及其复原不可以简单地“做过就不管”，而需要采取管理解决方案，确保矿山关闭时存在的价值得到保持或加强。

采取连贯一致的态度，对生物多样性管理采取谨慎的原则，也是一种改善的机会。希望本手册有助于提供必要的方法，鼓励更多公司采取上述最优方法的生物多样性管理。

参考文献

Allen, GR, Midgley, SH & Allen, M, 2002, *Field guide to the freshwater fishes of Australia*, Western Australian Museum, Perth, Western Australia.

Allen, GR, Midgley, SH & Allen, M, 2002年, 《澳大利亚淡水鱼实地指南》, 西澳州博物馆, 西澳州珀斯。

ANZECC/ARMCANZ, 2000a, *Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality*, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra.

ANZECC/ARMCANZ, 2000a, 《澳大利亚与新西兰淡水与海水水质标准》, 澳大利亚与新西兰农业与资源管理委员会, 堪培拉。

ANZECC/ARMCANZ, 2000b, *Australian and New Zealand Guidelines for Water Quality Monitoring and Reporting*, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra.

ANZECC/ARMCANZ, 2000b, 《澳大利亚与新西兰水质监测与报告标准》, 澳大利亚与新西兰农业与资源管理委员会, 堪培拉。

Baird, A, 2003, 'How Can A Native Vegetation Offset Policy Contribute To A "No Net Loss" of Native Vegetation Quality And Quantity?', Thesis for Master of Science in Environmental Science. School of Environmental Science, Murdoch University, Western Australia.

Baird, A, 2003年, '本土植被补偿政策如何能够促进本土植被质量与数量的“无净损失”?', 环境科学专业理学硕士论文。墨锋克大学环境科学学院, 西澳州。

Batley, G, Apte, S, Stauber, J & Humphrey, C, 2003, *Guide to the Application of the ANZECC/ARMCANZ Water Quality Guidelines in the Minerals Industry*, Australian Centre for Minerals Extension and Research (ACMER), Brisbane.

Batley, G, Apte, S, Stauber, J & Humphrey, C, 2003年, 《矿业应用ANZECC/ARMCANZ水质标准指南》, 澳大利亚矿物延展与研究中心(ACMER), 布里斯本。

Brennan, KEC, Nichols OG & Majer JD, 2005, *Innovative Techniques for Promoting Fauna Return to Rehabilitated Sites Following Mining*, Australian Centre for Minerals Extension and Research (ACMER), Brisbane and Minerals and Energy Research Institute of Western Australia (MERIWA Report 248), Perth.

Brennan, KEC, Nichols OG & Majer JD, 2005年, 《采矿之后促进动物返回复垦场点的创新技术》, 澳大利亚矿物延展与研究中心(ACMER), 布里斯本, 以及西澳州矿物与能源研究所(MERIWA 报告248), 珀斯。

Convention on Biological Diversity, Rio de Janeiro 5 June 1992, Australian Treaty Series 1993 No. 32. www.info.dfat.gov.au/Info/Treaties/treaties.nsf/AllDocIDs/AC74E159153B5CD0CA256B530005465A

《生物多样性公约》，里约热内卢，1992年6月5日，澳大利亚条约系列1993年第32号 www.info.dfat.gov.au/Info/Treaties/treaties.nsf/AllDocIDs/AC74E159153B5CD0CA256B530005465A

Department of Environment and Conservation NSW (DEC), 2006, *BioBanking - A Biodiversity Offsets and Banking Scheme: Conserving and restoring biodiversity in NSW: A Working Paper*, www.dec.nsw.gov.au/resources/biobanking05661.pdf

新南威尔士州环境保护部 (DEC), 2006年, *生物库 - 生物多样性补偿和生物库计划: 保护和复原新南威尔士州的生物多样性: 工作文件*, www.dec.nsw.gov.au/resources/biobanking05661.pdf

Department of the Environment and Heritage, Biological Diversity Advisory Committee, 2005, Land and Water Australia, *Making Economic Valuation Work for Biodiversity Conservation*, www.deh.gov.au/biodiversity/publications/economic-valuation/pubs/conservation.pdf.

环境遗产部, 生物多样性顾问委员会, 2005年, 澳大利亚土地和水管理局, 《发挥经济评估对生物多样性保护的作用》, www.deh.gov.au/biodiversity/publications/economic-valuation/pubs/conservation.pdf.

Department of the Environment and Heritage, 2002, *National Ocean Disposal Guidelines for Dredged Materials*.

环境遗产部, 2002年, 《国家挖掘材料海洋处理标准》。

Department of the Environment, Sport and Territories, 1996, *National Strategy for the Conservation of Australia's Biological Diversity*, Commonwealth of Australia, www.deh.gov.au/biodiversity/publications/strategy/index.html.

环境体育和领地部, 1996年, 《澳大利亚生物多样性的全国保护战略》, 澳大利亚联邦政府, www.deh.gov.au/biodiversity/publications/strategy/index.html.

Department of Mineral Resources, 1999, 'The Synoptic Plan - Integrated Landscapes for Coal Mine Rehabilitation in the Hunter Valley of NSW', NSW Department of Mineral Resources, Sydney.

矿产资源部, 1999年, '概要计划 - 新南威尔士州猎人谷煤矿复原综合景观', 新南威尔士州矿产资源部, 悉尼。

Dixon, KW, 2006, *Field and Restoration Guide to the Common Coastal Plants of the Perth Region*, In Press.

Dixon, KW, 2006年, 《珀斯地区常见沿海植物实地与复原指南》, 已出版。

Environment Australia, 2001, *National Objectives and Targets for Biodiversity Conservation 2001-2005*, Commonwealth of Australia, www.ea.gov.au/biodiversity/publications/objectives

澳大利亚环境部, 2001年, 《2001-2005年全国生物多样性保护目的与目标》, 澳大利亚联邦政府, www.ea.gov.au/biodiversity/publications/objectives

Environment Australia, 1995, Best Practice Environmental Management Booklet—*Mine Planning for Environment Protection*, www.industry.gov.au/assets/documents/itrinternet/Mine_Planning_env_prot20051124113156.pdf.

澳大利亚环境部, 1995年, 最佳方法环境管理手册—《矿区环境保护规划》, www.industry.gov.au/assets/documents/itrinternet/Mine_Planning_env_prot20051124113156.pdf.

Environment Australia, 2001, *National Threat Abatement Plan for Dieback Caused by the Root-Rot Fungus Phytophthora cinnamomi*.

澳大利亚环境部, 2001年, 《全国根腐真菌樟疫霉引起的回枯威胁减轻计划》。

Environmental Protection Authority (WA), June 2005, *Environmental Guidance for Planning and Development: Draft Guidance Statement Number 33*, www.epa.wa.gov.au/docs/GS33/2060_GS33.pdf.

环保局(西澳州), 2005年6月, 《规划与开发环境指南:指导说明草案第33号》, www.epa.wa.gov.au/docs/GS33/2060_GS33.pdf.

Environmental Protection Authority (WA), June 2002, *Terrestrial Biological Surveys as an Element of Biodiversity Protection: Position Statement Number 3*, www.epa.wa.gov.au/docs/1033_PS3.pdf.

环保局(西澳州), 2002年6月, 《作为生物多样性保护要素的陆地生物调查:立场说明第3号》, www.epa.wa.gov.au/docs/1033_PS3.pdf.

Environmental Protection Authority (WA), 2004a, *Guidance for the Assessment of Environmental Factors (in accordance with the Environmental Protection Act 1986) No. 51. Terrestrial Flora and Vegetation Surveys for Environmental Impact Assessment in Western Australia, WA*.

环保局(西澳州), 2004a, 《环境因素评估指南》(按照《1986年环境保护法》)第51号—《西澳州环境影响评估的陆地植物和植被调查》, 西澳州。

Environmental Protection Authority (WA), 2004b, *Guidance for the Assessment of Environmental Factors (in accordance with the Environmental Protection Act 1986) No. 56. Terrestrial Fauna Surveys for Environmental Impact Assessment in Western Australia*, WA.

环保局(西澳州), 2004b, 《环境因素评估指南》(按照《1986年环境保护法》)第 56号—《西澳州环境影响评估的陆栖动物调查》, 西澳州。

Environmental Protection Authority (WA), 2006, *Environmental Offsets. Position Statement No. 9. Environmental Protection Authority*, Perth, WA.

环保局(西澳州), 2006年, 《环境补偿》立场说明第9号—环保局, 珀斯, 西澳州。

Ecologically Sustainable Development Steering Committee (ESDSC), 1992, *Draft National Strategy for Ecologically Sustainable Development (SESD)*, Australian Government Publishing Service, Canberra.

生态可持续发展指导委员会(ESDSC), 1992年, 《全国生态可持续发展战略(SESD)草案》, 澳大利亚政府出版服务处, 堪培拉。

HCMT, 2003a, *Hunter Catchment Management Trust Glennies Creek Catchment Management Study*, Hunter Catchment Management Trust, Tocal, NSW.

HCMT, 2003a, 《猎人谷流域管理信托基金格棱尼斯溪(Glennies Creek)流域管理研究》, 猎人谷流域管理信托基金, 新南威尔士州托科尔(Tocal)。

ICMM, June 2006, *Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity*, www.icmm.com/library_pub_detail.php?rcd=195.

ICMM, 2006年6月, 《矿产业与生物多样性良好规范指南》, www.icmm.com/library_pub_detail.php?rcd=195.

Low, T, 1999, *Feral future*, Viking, Ringwood, Victoria, Australia.

Low, T, 1999年, 《野生动植物的未来》, 维多利亚州灵伍德维京(Viking, Ringwood), 澳大利亚。

Majer, JD, Orabi G & Bisevac L, 2006, Incorporation of terrestrial invertebrate data in mine closure completion criteria adds sensitivity and value, *Mine Closure 2006*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 709-717.

Majer, JD, Orabi G & Bisevac L, 2006年, “将陆栖无脊椎动物数据纳入矿山关闭完成标准可增加敏感性和价值”, 《2006年矿山关闭》, 澳大利亚地质力学中心, 珀斯, 页号: 709-717.

Minerals Council of Australia, 2004, *Enduring Value - the Australian minerals industry framework for sustainable development; guidance for implementation*, Minerals Council of Australia, Canberra. www.minerals.org.au/enduringvalue.

澳大利亚矿业协会, 2004年, 《持久价值 - 澳大利亚矿业可持续发展框架实施指南》, 澳大利亚矿业协会, 堪培拉。 www.minerals.org.au/enduringvalue。

Nichols, OG, 2004, *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem rehabilitation on coal mines in the Bowen Basin*, Australian Coal Association Research Program Project C12045.

Nichols, OG, 2004年, 《博文盆地煤矿本土生态系统复原的复原完成标准的制定》, 澳大利亚煤炭协会研究计划项目C12045。

Nichols, OG, 2005, *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem rehabilitation on coal mines in the Hunter Valley*, Australian Coal Association Research Program Project C13048.

Nichols, OG, 2005年, 《猎人谷煤矿本土生态系统复原的复原完成标准的制定》, 澳大利亚煤炭协会研究计划项目C13048。

Nichols, OG, 2006, *Developing completion criteria for native ecosystem reconstruction - a challenge for the mining industry*, Proceedings of the First International Seminar on Mine Closure, 13-15 September 2006, Perth, Western Australia.

Nichols, OG, 2006年, 《制定本土生态系统重建的完成标准 - 矿业一大挑战》, 第一届国际矿山关闭研讨会论文集, 2006年9月13-15日, 西澳洲珀斯。

NSW EPA, 2002, *Green offsets for sustainable development: concept paper*, Sydney, NSW.

新南威尔士州环境保护局, 2002年, 《可持续发展的绿色补偿: 概念文件》, 新南威尔士州悉尼。

O'Gara, E, Howard, K, Wilson, B, & Hardy, GEstJ, 2005, Management of *Phytophthora cinnamomi* for Biodiversity Conservation in Australia: Part 2 - National Best Practice

O'Gara, E, Howard, K, Wilson, B, & Hardy, GEstJ, 2005年, 澳大利亚生物多样性保护的樟疫霉管理: 第2部分 - 全国最优方法标准。

Guidelines. A report funded by the Commonwealth Government Department of the Environment and Heritage by the Centre.

联邦政府环境遗产部资助并由中心编制的报告。

- Prime Minister's Science, Engineering and Innovation Council (PMSEIC) Working Group, 2005, *Biodiscovery*, Canberra.
总理科学、工程和创新委员会(PMSEIC)工作组, 2005年, 《生物发现》, 堪培拉。
- Rio Tinto, 2004, *Rio Tinto's biodiversity strategy; sustaining a natural balance*, Rio Tinto PLC, London.
力拓公司, 2004年, 《力拓公司的生物多样性战略—可持续性自然平衡》, 力拓有限公司, 伦敦。
- Smith, R, Jeffree, R, John, J and Clayton, P, 2004, *Review of Methods for Water Quality Assessment of Temporary Stream and Lake Systems*, Australian Centre for Minerals Extension and Research, www.acmer.uq.edu.au
Smith, R, Jeffree, R, John, J 和 Clayton, P, 2004年, 《临时溪流与湖泊系统水质评估方法综述》, 澳大利亚矿物延展与研究中心, www.acmer.uq.edu.au
- Southwest Australia Ecoregion Initiative, 2006, www.swaecoregion.org
澳大利亚西南生态地区计划, 2006年, www.swaecoregion.org
- State of the Environment Report Western Australia, 2006 (draft), portal.environment.wa.gov.au/portal/page?_pageid=673,1213550&dad=portal&schema=PORTAL.
西澳州环境状况报告, 2006年(草案), portal.environment.wa.gov.au/portal/page?_pageid=673,1213550&dad=portal&schema=PORTAL.
- ten Kate, K, Bishop, J & Bayon, R, 2004, *Biodiversity offsets: views, experience, and the business case*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and Insight Investment, London, UK.
ten Kate, K, Bishop, J & Bayon, R, 2004年, 《生物多样性补偿:观点、经验与商业理由》, IUCN, 瑞士格兰德(Gland)和英国剑桥以及洞察投资, 伦敦, 英国。
- Tongway D, 1999, *Assessing rehabilitation success - a training course to understand, assess and monitor the success of mine rehabilitation using Ecosystem Function Analysis Indicators*, CSIRO, Canberra.
Tongway D, 1999年, “复垦成功评估 - 利用生态系统功能分析指标理解、评估与监测矿区复垦成功的培训课程”, 联邦科工组织, 堪培拉。
- Tongway D & Hindley N, 2003, *Indicators of ecosystem rehabilitation success, Stage 2 - Verification of EFA indicators*, Final Report for the Australian Centre for Mining Environmental Research, Brisbane.
Tongway D & Hindley N, 2003年, 《生态系统复原成功指标, 第2阶段 - EFA指标的验证》, 澳大利亚采矿环境研究中心的最终报告, 布里斯本。

补充读物与网站

生物多样性热点

- www.biodiversityhotspots.org

工业旅游和资源部www.industry.gov.au

- 最优方法的矿产业可持续发展项目 www.industry.gov.au/sdmining
- *MCMPR* www.industry.gov.au/resources/mcmpr

环境遗产部www.deh.gov.au

- 可持续矿物系列
www.deh.gov.au/settlements/industry/minerals/index.html
- 环境状况报告
www.deh.gov.au/soe/themes/biodiversity/index.html
- 全国水质管理战略
www.deh.gov.au/water/quality/nwqms/

澳大利亚环境法规

- 澳大利亚联邦政府 - www.deh.gov.au
- 新南威尔士州政府 - www.environment.nsw.gov.au
- 昆士兰州政府 - www.epa.qld.gov.au
- 南澳州政府 - www.epa.sa.gov.au
- 塔斯马尼亚州政府 - www.dtae.tas.gov.au
- 维多利亚州政府 - www.epa.vic.gov.au
- 西澳州政府 - www.epa.wa.gov.au
- 北部省政府 - www.nt.gov.au
- 澳大利亚首都领地政府 - www.environment.act.gov.au

赤道原则

- 金融业在提供项目资金时管理社会和环境问题的基准
www.equator-principles.com

国际采矿与金属委员会 www.icmm.com

- *ICMM* 可持续发展原则
www.icmm.com/icmm_principles.php
- 矿产业与生物多样性良好规范指南
www.icmm.com/library_pub_detail.php?rcd=195

- ICMM, 2005年7月a, 《生物多样性补偿:计划书文件》
www.icmm.com/library_pub_detail.php?rcd=185
- ICMM, 2005年7月b, 《生物多样性补偿:矿业简报文件》
www.icmm.com/library_pub_detail.php?rcd=186

世纪生态系统评估

- *生态系统和人类健康: 商业与工业的机遇与挑战*
<http://www.maweb.org/en/Products.aspx?>

澳大利亚矿业协会www.minerals.org.au

- 持久价值 www.minerals.org.au/enduringvalue

术语表

基线研究	在采取行动前为描述现有条件而开展的研究。
底栖的	指生活在水上栖息地(湖泊、河流、池塘等)沉积物之中或之上的微生物。
生物多样性	地球上生命的多样性，可作为物种之内或物种之间的多样性以及生态系统的多样性来衡量。完整定义请参阅本手册第2.1节。
生物多样性补偿	为补偿开发项目对生物多样性所造成无法避免的残留损害而采取的保护行动，以免出现生物多样性的净损失。
生物指标	提供有关环境现象信息的生物参数(或者从生物参数中衍生出的数值)。
生物安全性	通过排除外来虫害、杂草和疾病来保护某一地区的生物完整性。
关闭	指贯穿整个矿区使用期的过程，通常以交出矿区而告终。
累积影响	两项或多项个影响因素的和或增加。
退化	现在或将来，丧失提供理想用途和价值的条件及能力的现象。
脱氧	失氧过程或作用。
生态系统功能分析(EFA)	一些矿区用来评估生态系统功能以及干扰后恢复情况的程序。生态系统功能分析有三个组成部分：景观功能分析、植被动态和生境复杂度。
环境管理系统(EMS)	一项用于管理一个机构对环境影响的工具。这项工具为规划和实施环境保护措施提供了一种结构性方法。
特有物种	限于某一地区或地理区域的本土动植物。

《1999年环境保护及生物多样性保护法(EPBC法)》	《EPBC法》旨在保护环境，特别是保护具有全国性环境重要意义的事项。该法统一了全国环境评估和审批程序，保护澳大利亚的生物多样性，并将重要的自然和文化场点的管理有机结合起来。
栖息地分裂	将某一栖息地分裂为互不相连的部分，这些部分散布在可能不适合栖居于分裂栖息地的物种栖居的其他栖息地中。
潜流微生物	栖居在河床中地下水中的微生物。
间隙	河床沉积物之间的细微空间。
最优方法	促进可持续发展的现有最佳办法。
本地起源	靠近原产地的(如在本地同一地区)将要种植的植物。
微型无脊椎动物	肉眼看得见的无脊椎动物。
菌根联系	真菌与植物根系之间特有的有益联系。
矿业	矿业可定义为包括勘探、开采、加工(粉碎、分离)、冶炼以及对金属和矿物的加工的整个过程，一般不包括利用这些材料制成消费品的下游生产。煤炭从最严格的意义上说不属于矿物，但煤炭开采和加工通常包括在矿物工业的定义范围之内。
利基	微生物可赖以生存和繁殖的各种生物与自然条件。
地下水湿生植物	从饱和带或饱和带上方的毛细边缘带获取其赖以生存的大量水份的任何植物品种。
植物检疫	对设备和材料进行处理，帮助预防虫害和病原体。
预防原则	如果存在造成严重或不可逆转的环境损害的威胁，则不应将缺乏充分的科学确定性作为理由来推迟实施预防环境退化的措施。
难以转化的物种	难以重建的物种。
重新移生	在离开原位后的第二次移生或重新移植。
复垦	在考虑了矿区和周围土地的有益用途后，将受到破坏的土地恢复到稳定多产和自给自足的状况。
归还租赁权	有关管理部门正式批准，表明矿区已达到令管理部门满意的完成标准。

残遗植被	在进行广泛清理后残留的本土植被。
岸生	属于或位于水体岸边，特别是河流之类的水道岸边。
体细胞胚胎发生	从营养细胞或非配子细胞产生及发育胚胎的过程。
利益相关人	有可能受到采矿过程或结果影响的个人、团体或机构。
环境状况报告	环境状况报告可在全国和州/领地一级进行。环境状况报告提供有关澳大利亚陆地、环海和境外领地的环境与遗产状况、趋势和压力方面的信息。
演替	群落变化的自然过程，最终在该地区形成顶级群落。
组织培养	采用无性繁殖方法大量克隆某一植物。

矿产业可持续发展最优方法系列丛书

已完成的丛书

- 《生物多样性管理》——2007年2月
- 《社区参与及发展》——2006年10月
- 《酸性和含金属废水治理》——2007年2月
- 《矿区关闭和完成》——2006年10月
- 《矿区复垦》——2006年10月
- 《受托管理》——2006年10月
- 《尾矿管理》——2007年2月

未来要出版的丛书

- 《氰化物管理》
- 《有害材料管理》
- 《监测、审计与绩效》
- 《微粒、噪音与爆破管理》
- 《风险评估与管理》
- 《水管理》
- 《与原住民社区协作》

以上这些主题并不限制本丛书的出版计划，该计划将随着最优方法管理的内容的改变而改变。

已出版的丛书的电子版本发布在以下网站：www.industry.gov.au/sdmining

欲知计划详情或索取这些手册的印刷本，请发送电子邮件至
sdmining@industry.gov.au

