

Sustainable Bauxite Mining Guidelines

可持续铝土矿开采指南

第 1 版

2018 年 5 月



国际铝业协会(IAI)www.world-aluminium.org

目前，IAI 成员遍布于全球铝土矿、氧化铝和铝生产厂家 60%以上。自 1972 年成立以来，IAI 的成员通力合作于铝土矿、氧化铝、铝、铝回收或铝加工生产或以合作伙伴的形式协同共进。IAI 的主要目标是：

- 通过提升全球范围内对铝的独特而极具价值的认知，以扩大铝市场；
- 针对于铝生产厂商共同关心的议题组织全球论坛，并与地方和各国铝行业协会保持紧密联系以取得高效率和有意义的合作；
- 遴选出与铝生产、利用和回收有关的问题，以此促进相应的研究和其它活动；
- 在铝业健康、安全和环保生产方面，鼓励和支持可持续性的进步；
- 收集统计数据和其它相关信息，并与行业和其大股东展开交流；和
- 与国际性组织机构和其它有关各方就铝行业的观点与立场进行交流。

希望铝行业可以借助 IAI 这个平台，能促进社会对其活动的更广泛认知，并展示其在铝生产中的责任，以及通过铝的可持续应用和再生循环来实现潜在的利益和价值。

澳大利亚铝业协会 (AAC)<http://aluminium.org.au/>

AAC 是代表澳大利亚铝业的行业协会。AAC 成员公司从事铝土矿开采、氧化铝精炼、铝金属生产和半成品铝生产和销售。AAC 旨在：

- 提升铝行业在澳大利亚和国际层面的认知；
- 鼓励和推动澳大利亚铝行业的发展，促进铝在澳大利亚和全球的应用；
- 重点关注气候变化、贸易、健康和环境等关键国家问题上；和
- 保持业内对利益方或相关方的交流和支持。

巴西铝业协会 (ABAL)<http://abal.org.br/>

ABAL 成立于 1970 年，由巴西的主要铝生产企业组建。它旨在成为一个对涉及从生产企业和加工企业角度所关注的铝工业相关问题的互动交流平台，同时也涉及政府和社区的关注议题。如今，ABAL 由主要铝生产商、铝加工企业（占巴西国内消费的 80%左右）、铝产品消费者、原材料供应商、服务供应商和贸易商组成。ABAL 的目标，在于实施相关的举措以应对铝业的主要挑战，其中包括竞争力、推广铝应用和鼓励新应用、维护该行业的经济利益，代表行业面对政府机构，以及监督其品牌与产品形象。

免责声明：本出版物所包含的信息，汇聚了 AAC、ABAL 和 IAI 的最佳认知，但我们不以其内容作出保证。本出版物概述的铝土矿开采方法、体系和工艺，超出了 IAI 的控制和责任范围，它们应符合当地和国家的监管要求。

执行概要

铝主要有两个来源，废铝回收和来自于矿石的电解铝。电解铝的主要矿石是铝土矿，它被提炼成中间产品-氧化铝，然后经冶炼生产成铝。氧化铝的其它用途包括化学级应用。

历史上仅由少数大型矿商来满足铝土矿的需求。但是为了应对目前和未来的需求量，铝土矿的数目已经在增加，而且这一数目还将持续增加，其中一些矿山的矿体分布有限，矿山寿命较短。这种行业性质的变化，意味着需要评估大型和小型企业的累积影响及其所需的管理。近期新进入者的大批涌入，在某种情况下导致了无序采矿和环境问题的出现，随之一些政府部门对此作出了暂停或禁止铝土矿开采和运输的反应。为了应对这种不可持续做法，全球性和国家级的铝协会以及相关企业联盟制定了相关的指南。

铝工业的目标是实现铝土矿开采的可持续性，并在其运行和关闭期间达到可接受的较低的对社会和环境的影响。可持续的铝土矿开采并不是一个单一的“适合所有”的规范流程，而是一种利用与特定矿山环境相适应的最佳可用技术来管理风险的过程。这将受到当地气候、地理和环境条件以及政府政策、监管框架以及重要的社区因素的影响。

大量的（主要是露天开采的）铝土矿和它们通常在热带和亚热带地区被发现的事实意味着矿床经常与高保护价值的区域重叠或毗邻高保护价值的区域。有效缓解任何生物多样性的影响对于实现可持续的结果至关重要。此外，采矿和有关活动经常在原住民土地和/或当地社区附近进行。采矿过程经常需要大片土地和水源，而它们往往是当地社区生计的基础。与此同时，与采矿有关的活动可以为当地社区带来积极的利益，可提供商业机会并创造直接和间接就业机会。促进积极的成果和减少负面影响有助于确保更可持续的运作。

可持续开采铝土矿的原则等同于其他矿产的开采原则，主要是减少对生物多样性、土地和水资源的影响；促进社区参与和综合复垦和关闭活动。在安全、环境、经济、效率和社区方面的开发和整合可改善采矿作业的可持续性。

可持续开采的原则包括：

- 诚信经营和良好治理；
- 决策过程中的可持续发展考量；
- 尊重人权；
- 有效风险管理；
- 健康和绩效；
- 环境绩效；
- 保护生物多样性和土地利用规划；
- 材料的负责任使用和供应；
- 社会贡献；和
- 参与和透明的报告。

良好的治理、减少的环境遗留问题、更少安全事故和增加的社区福利，不仅会带来更好的财报和更强的竞争力，而且还会提高公司、国家和行业的声誉和信誉。

协调采矿活动的总体效益与其对当地影响之间的问题，仍然是采矿业面临的主要挑战之一，尤其是在欠发达地区。铝土矿开采公司应通过结构和创新规划努力成为当地可持续发展的催化剂。

在采矿开始之前，铝土矿经营者应评估其活动的社会、环境 and 经济影响。这样的评估包括确定受影响的利益相关方、规划中的矿山潜在影响以及应该采取的措施，以预防和限制负面的影响、最大限度地扩大正面影响。

在运营和整个矿山开采过程中，需要实施和审查环境管理系统和社区参与机制。风险管理技术是这类系统的基础要素。

社区应尽早的参与到矿山开采活动中，因为社区可能会是未来几十年矿山开采方的邻居。为该矿专门设立的社区联络或咨询小组，将有助于该行动方案的集中实施。。

减轻铝土矿开采对环境和社会的负面影响的战略，包括：

- 矿山规划的修订应着重于具有文化和环境重要性的地区，以尽量减少对这些地区的影响；
- 通过洒水、道路维护和车辆限速、限载和覆盖车辆来控制粉尘飞扬；
- 建造沉淀池和其它排水控制结构；
- 尽早并逐步在矿井的生命周期内进行复垦规划和实施，包括地形设计、土壤表层使用和植被恢复成果；
- 生物多样性管理可通过引入创新和可持续的土地管理经验确定改善的机会；
- 减少噪音的措施，包括设置缓冲区、改变作业时间、整改设备、改变采矿和爆破方法；
- 减少燃料(碳氢化合物)和其它泄漏物的程序。

在矿山寿命期，整合早期阶段的作业计划和关闭计划，可最大限度地提高矿井在寿命期后有效率进行关闭的可能性，并改善了任何非计划关闭的负面影响。为复垦和关闭活动提供足够的财务准备是必要的，因为公司可能有复垦和关闭的责任，这些责任在生产停止后会延续很长一段时间。利用风险评估技术，可向社区和监管机构证明已经适当地确定了潜在的密切相关的影响，并制定了管理计划。

在矿井生命早期阶段，将矿井作业规划和关闭规划整合起来，最大限度地提高了有效关闭矿井的可能性，并改善了任何计划外关闭的负面影响。为复垦和关闭活动提供充足的资金是必要的，因为企业可能在生产停止后很长一段时间里有复垦和关闭的责任。风险评估可用于向社区和监管机构证明，潜在的与关闭相关的影响已经得到应有的重视，管理计划已到位。

可持续铝土矿开采指南摘要

可持续铝土矿矿山应该：

治理

1. 记录价值、政策和程序，包括决策；
2. 遵守政府法规；和
3. 公布绩效，包括重大不符合项或处罚的细节。

社区评估和贡献

4. 在采矿前进行社会影响评估（SIA），并确保可适当缓解所确定的重大风险；
5. 确保社会和经济贡献是面向社区需要；
6. 识别关键利益相关者和有正式的计划和时间表与他们互动；
7. 就该矿的运营及最终关闭事宜，与社区进行协商；
8. 对任何商定的行动向社会通报进展情况；
9. 了解受矿山影响的原住民所处角色、习俗和决策举措；
10. 在开始采矿或矿山建设之前与原住民协商；
11. 了解并制订计划以保护与矿区有关的重要文化遗产；
12. 采矿前进行调查和保护在采矿过程中发现的任何其它文化遗产遗址；
13. 不应使用强制劳动或使用童工（按照劳工组织公约 C138 和 C182 的定义），并应遵守有关的国家法律；
14. 向所有符合当地标准的员工提供公平的工作环境并给予注册；
15. 确保所有员工和承包商的健康和安全；
16. 如运输铝土矿不能避免公共道路或需穿过社区，应与主要相关利益方协商制定交通管理计划；
17. 确保所有通过社区的交通都要安排相应的安全培训；
18. 确保运输人员遵守车辆速度限制，并对所有车辆加棚盖；
19. 考虑对土地使用以及其它社区价值的损失，采取经济减轻措施或补偿的必要性；
20. 如果可能，避免社区搬迁；
21. 如果无法避免搬迁，则应与受影响的社区和政府共同制定安置行动计划；和
22. 如果实施任何社区搬迁，应征得政府批准。

健康和安全

23. 有一个备案系统，以管理和最大限度地减少健康和安全风险，并控制这些风险；
24. 了解当地社区的健康需要，以及这些需求与矿山运作的需求之间的关系；
25. 使用基于风险的方法来了解和管理来自矿山的潜在影响；
26. 与社区、政府和应急服务机构通力合作，制定、记录和实施应急预案；和
27. 使用基于风险的方法来确定适当的安全需求，并确保所使用的任何私人安保人员都经过充分培训，以尊重雇员和当地社区的权利。

环境管理和绩效

28. 完成采矿前的影响评估；
29. 有记录的 EMS 环境风险管理体系，它可以识别重大风险并减轻这些风险；
30. 对如何公开报告自身绩效有一个计划；
31. 在评估环境和社会影响时，需要包括与矿山有关的所有基础设施；
32. 制定道路、港口和铁路安全运营计划，无论是公共的还是私人的，包括对社区影响的考虑；
33. 了解矿山所在地水系统的社会、文化和环境价值；
34. 制定用水和水质指标，并报告这些指标；
35. 通过有效的积淀物控制，以避免或尽量减少浑浊的水流出矿区；
36. 不在世界遗产地区建立或开发矿山；
37. 在生物多样性面临重大风险的情况下，根据灾害等级，制定与矿山和商业计划相结合的生物多样性管理计划；
38. 使用缓冲区以最大限度地减少对高保护价值栖息地的影响；
39. 了解最近的敏感人群和其它生物所处的噪声和粉尘的位置；
40. 在源头控制噪声和粉尘，尽量减少对敏感人群和其它生物的影响；
41. 为所有雇员和承包商提供安全的人类健康工作环境；
42. 优化能源使用，以实现环保和经济效益；
43. 考虑降雨和恶劣天气事件的长期变化对运营和原社区的影响，并尽可能减轻这些风险；
44. 遵守所有最基本的规章制度；
45. 具备基于浪费最小化的废料管理计划；
46. 在有选矿厂的地方，制定尾矿管理计划，涵盖从矿山设计到关闭的整个生命周期；
47. 确保尾矿管理计划得到独立专家的审查；和
48. 在使用期间和使用后，确定内部和外部专家定期对尾矿坝进行独立监测；
49. 制定土壤管理计划，描述土壤如何分类、回收、储存和再利用；
50. 有一个与采矿业务相结合的逐步复垦计划，包括完成标准；
51. 确保完成标准得到监管机构的同意，并在适当的情况下得到其他利益相关方的同意；
52. 与当地利益相关方一起制定并与监管机构达成一致的矿山关闭计划；和；
53. 为关闭和持续监视以及维护活动提供一定的财务支持。

1	引言	1
2	背景	4
2.A	全球供需	4
2.B	地质	6
2.C	采矿工艺	7
3	可持续的铝土矿开采实践.....	8
3.A	关键的原则.....	8
3.B	在矿山生命周期阶段的关键影响	9
	案例研究-美铝在巴西茹鲁蒂的可持续运营	11
4	治理	14
4.A	良好治理的关键因素.....	14
4.B	政府的作用.....	15
4.C	公司的作用-许可和遵守法律.....	15
	案例研究--South32 的综合治理结构	16
	案例研究--牙买加铝土矿开采业中治理的作用	17
5	社区评估和贡献.....	19
5.A	社区评估	19
	案例研究--CBA 的社区支持	21
	案例研究--South32 增进了解并为社区做出贡献	22
5.B	社区参与	23
	案例研究--Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的社区参与.....	25
	案例研究--博凯矿业公司-赢联盟在几内亚社区内的整合和对经济和社会基础设施的贡献	27
5.C	原住民咨询.....	29
	案例研究—原住民参与澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕项目	30
5.D	文化遗产评估	32
	案例研究--澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的 文化遗产	34
5.E	劳动和工作条件.....	36
5.F	运输和交通管理.....	38
	案例研究--最大限度地减少运输的影响, 马来西亚 Spring Energy KotaSAS,.....	40
5.G	土地征用和社区搬迁.....	42
6	健康和安全.....	44
6.A	考量	44
	案例研究--印度 Hindalco Durgmanwadi 的社区卫生	46
	案例研究--巴西铝业公司(CBA)的健康恢复项目	47
6.B	应急准备	48
6.C	安保考量	50

7	环境管理与绩效	52
7.A	环境管理	52
	案例研究--印度 Hindalco Durgmanwadi 的综合环境管理	54
7.B	相关联的基础设施管理	56
	案例研究--巴西 Pará 帕州的基础设施选择	58
7.C	水管理	59
	案例研究--美铝 (Alcoa) 在西澳大利亚项目中的水浑浊度管理和培训	61
	案例研究--牙买加的水收集和温室效应	62
7.D	生物多样性	64
	案例研究--巴西 Mineração Rio do Norte 矿山 (MRN) 的生物多样性	66
	案例研究--美铝公司在澳大利亚西部应对 Jarrah 枝枯病	67
7.E	空气质量和噪音	68
	空气质量	69
	噪声排放	70
	案例研究—力拓在澳大利亚韦帕的粉尘管理	71
	案例研究--印度 Hindalco Durgmanwadi 的噪音和粉尘控制	72
7.F	温室气体排放和节能	73
	案例研究--牙买加 Jamalco 的发电运输系统	74
	案例研究--巴西海德鲁 Paragominas 矿实现碳中和	75
7.G	废物管理	76
	案例研究—在非洲的废物管理方法	78
7.H	尾矿管理	80
	案例研究—Harita 集团在印度尼西亚的优化选矿	82
7.I	土壤管理	84
	案例研究-美铝公司在澳大利亚西部的表土管理	85
	案例研究-- Alufer Bel Air 将几内亚热带地区的土壤侵蚀降到最低	87
7.J	复垦	89
	案例研究-美铝在澳大利亚西部的复垦完成标准	91
	案例研究--巴西巴西铝公司的复垦和恢复工程	93
7.K	关闭计划	94
	案例研究-美国铝业公司移交澳大利亚西部的矿山	96
8	指南摘要	98
9	铝土矿工业--关键数据清单	101
10	辅助资料	102
10.A	部分术语表	102
10.B	缩写列表	104
10.C	参考书目	104
10.D	参考文献	105

插图目录

图 1.1 按最终产品划分的半成品发货量 (2017) (千吨)	1
图 1.2 按国家划分的铝土矿产量 (2016)	2
图 2.1 按区域划分的原铝消费 (2017-2030) (千吨)	4
图 2.2 按区域划分的全球氧化铝产量 (2017-2039) (千吨)	4
图 2.3 中国铝土矿进口量预测 (2017-2030)	5
图 2.4 中国铝土矿月度进口 (2016-2017) (百万吨)	5
图 2.5 全球铝土矿供需现状及预测 (2015-2039) (百万吨)	5
图 2.6 全球铝土矿储量	6
图 2.7 South32 矿铝土矿存放	7
图 3.1 几内亚 Bel Air Alufer 的社区参与	8
图 3.2 美铝在巴西 Juruti 铝土矿的航空照片和铝土矿存放	11
图 4.1 牙买加铝土矿储量的分布位置	17
图 5.1 巴西铝业公司社区香蕉种植项目	21
图 5.2 力拓人员在澳大利亚里的 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕与传统所有方会面	25
图 5.3 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕季度社区论坛	26
图 5.4 几内亚 SMB-Winning 赢联盟的员工和社区	27
图 5.5 几内亚 SMB-Winning 赢联盟的铝土矿开采及相关活动	28
图 5.6 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的运营	30
图 5.7 文化遗产管理的四个阶段	32
图 5.8 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的文化遗产调查	34
图 5.9 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的文化遗产信息手册	35
图 5.10 马来西亚 Spring Energy KotaSAS 的车辆清洗	40
图 5.11 在公用道路上未清洗车辆的案例	40
图 5.12 马来西亚 Spring Energy KotaSAS 的装载与覆盖良好的卡车	40
图 5.13 不安全装载与未覆盖的卡车案例	40
图 5.14 马来西亚的 Spring Energy KotaSAS 的水车现场	41
图 6.1 印度 Hindalco Durgmanwadi 的蚯蚓堆肥	46
图 6.2 巴西铝业公司的更新卫生方案	47
图 6.3 本地应急计划协同小组	48

图 7.1 印度 Hindalco Durgmanwadi 的移动挤压设施	54
图 7.2 印度 Hindalco Durgmanwadi 的淤泥系列坝和沉积池中的淤泥	54
图 7.3 巴西铝土矿矿山	58
图 7.4 巴西 MRN 的 Trombetas 的铁路运营	58
图 7.5 美铝在澳大利亚西部的排水管理	61
图 7.6 铝土矿坑转化为 500 万加仑容量的池塘（牙买加 Tobolski）	62
图 7.7 在牙买加 Watt Town (左)、Tobolski (中) 和 Clapham (右)的温室群	63
图 7.8 巴西 MRN 矿苗圃和造林鸟瞰图	66
图 7.9 美铝在澳大利亚西部的植物焦枯病修复区	67
图 7.10 几内亚 Alufer Bel Air 的环境监测	68
图 7.11 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的粉尘监测	71
图 7.12 印度 Hindalco Durgmanwadi 所有操作阶段的粉尘抑制	72
图 7.13 牙买加 Jamalco 的输送设备	74
图 7.14 巴西海德鲁 Paragominas 矿的研究人员	75
图 7.15 几内亚 Alufer Bel Air 的月度现场检查	79
图 7.16 美铝在巴西 Juruti 的铝土矿尾矿	80
图 7.17 印度尼西亚 Harita Group Ketapang 的现有采矿作业	82
图 7.18 印度尼西亚 Harita Group Ketapang 的红土型铝土矿剖面	82
图 7.19 印度尼西亚 Harita Group Ketapang 的铝土矿测绘和分析	83
图 7.20 美铝在澳大利亚西部的鲜表层土壤播洒	85
图 7.21 美铝在澳大利亚西部的组织培养设备	86
图 7.22 几内亚 Alufer Bel Air 的斜坡稳定措施	88
图 7.23 几内亚 Alufer Bel Air 临时和永久侵蚀控制	88
图 7.24 几内亚 Alufer Bel Air 的苗圃	89
图 7.25 巴西铝业公司的复垦区	93
图 7.26 美铝在澳大利亚西部项目的验收证书示例	97

表格目录

表 7.1 美国铝业公司在澳大利亚西部的复垦标准（2016）	92
--------------------------------------	----

1 引言

铝是一种相对年轻的金属--它的商业用途可以追溯到 150 年前—但现在生产的铝高比其他任何有色金属都要多。铝是在运输、建筑(屋顶、墙面、门窗)、包装(铝罐、气雾剂罐、铝箔和无菌包)和电气行业中使用最广泛的金属之一(图 1.1)。在所有行业中，铝因其诸多特性而受到重视，包括轻质、高强、耐用、柔性、防水、导热、导电和耐腐蚀性。

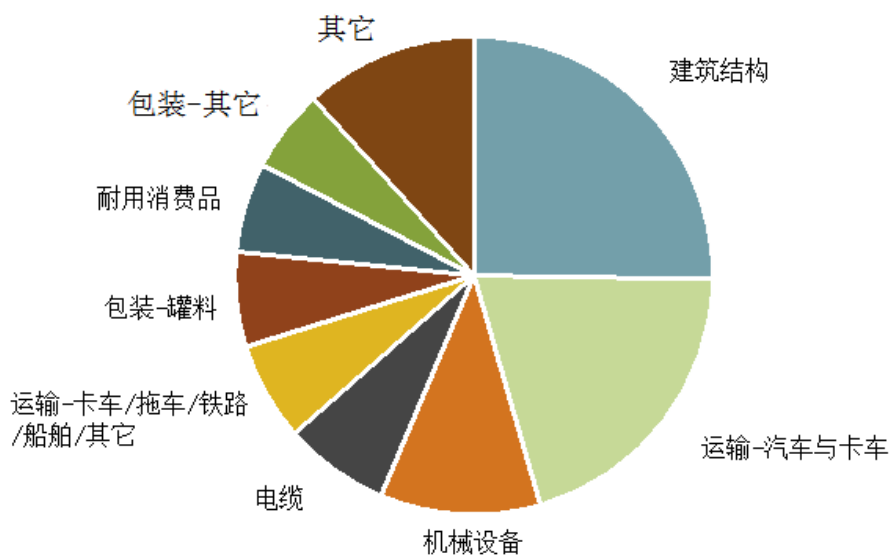
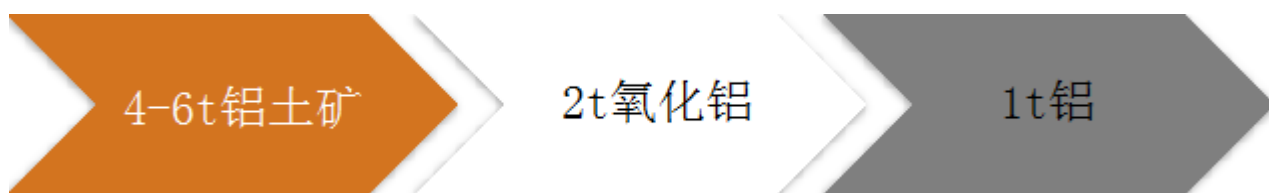


图 1.1 按最终产品划分的半成品发货量 (2017) (kt) ¹

铝土矿是用于生产铝的主要矿石。铝土矿是无害的。大约 85% 的铝土矿被提炼成氧化铝（或氧化铝化学物质），然后再熔炼成铝，其中，有 8% 用于生产化学品氧化铝，7% 用于磨料、耐火材料、支撑剂和水泥。根据矿石品位的不同，需要 4-6 吨铝土矿才能提炼成 2 吨氧化铝，而这些氧化铝又被熔炼成大约 1 吨的铝金属。



世界上，大多数铝土矿都来自热带和亚热带地区的地表矿山，在这些地区，铝土矿通常分布在面积较大、相对较薄的近地表岩层中，通常在几米的覆盖层之下。由于铝土矿矿床通常覆盖面积非常大，所以与其它矿物的开采相比，铝土矿开采，尽管时间较短但涉及到非常大的土地面积--。全球只有小部分铝土矿产自地下矿山。

21 世纪初，包括铝土矿供应链在内的铝行业发生了重大的结构性变化。传统上，铝土矿开采是垂直一体化企业模式的一部分：企业从原材料开采到金属铝生产，甚至是生产铝制成品，都参与生产过程。如今，这些传统的生产和供应模式已经被新的工业方式所取代或与之并存，在这种方式下，铝土矿(以及铝价值链中的其它流程)是独立拥有和运营的，在某些情况下，它们正与主流铝生产商分离。

目前，铝土矿本身已经是一种全球大宗贸易产品。这在一定程度上，源于对中国原铝行业需求不断增长的回应。中国原铝行业占全球铝产量的一半以上。这种需求的增加，也推动了新铝土矿产区(例如马来西亚、斐济和新喀里多尼亚)的发展，并在传统地区(例如几内亚、澳大利亚和印度)和新生产国建立了许多新的企业(图 1.2)。

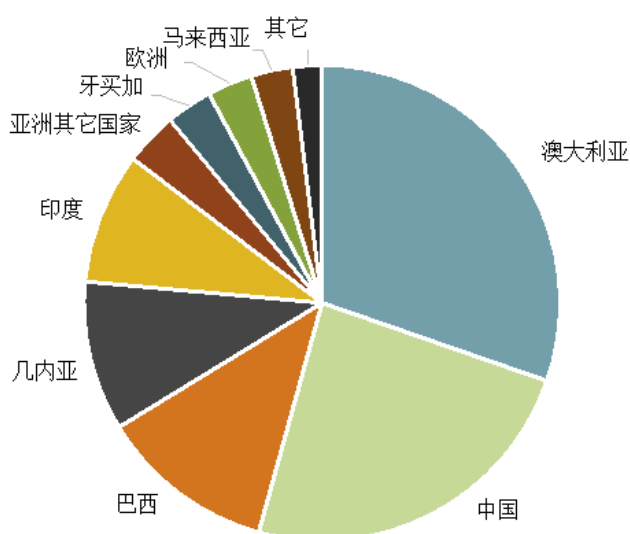


图 1.2 按国家划分的铝土矿产量 (2016) ²

一些情况下，铝土矿开采是由缺乏足够开采经验的运营方完成的。新采矿者的大量涌入，在某种情况下导致了采矿和环境方面的破坏，某些政府部门对此作出了暂停或禁止铝土矿开采和运输的反应。为了解决新出现的铝土矿行业部分企业的不可持续做法，全球性和国家级铝业协会以及相关企业，联合制定了相关的可持续铝土矿开采的指南。

这些指导方针详细阐述了铝工业的首要目标，确保铝土矿开采是可持续的，并在运行和关闭后达到可接受的较低的社会和环境影响。可持续的铝土矿开采，并不是铝土矿开采的唯一的“万全之策”的描述，它涉及到用适合于环境的最佳技术来管理每个风险。这将受到当地气候、地理和环境条件以及政府政策、监管框架以及重要的社区因素的影响。

这些指南参考了巴西(ABAL)和澳大利亚(AAC)行业机构共同制定的当前最佳实践铝土矿开采(BPBM)准则，同时也参考了当前的铝业管理倡议(ASI)的标准 (<https://aluminium-stewardship.org/asi-standards/asi-performance-standard/>)。然而，这些指导方针适用于全球所有致力于可持续运营的铝土矿生产商，而不只是那些寻求实现最佳实践的生产商。

本指南，旨在识别影响可持续铝土矿开采的关键因素，并提供资料和案例研究，以便为所有矿山提供更可持续的基准。与审计、监测、风险和管理有关的方面不作为单独的问题来讨论，而是将这些方面纳入了这些指导方针的四个主要部分：治理、社区评估和贡献、健康和安全、环境管理和绩效。

这些指导方针，主要供铝土矿管理者、非政府组织(NGO)、邻近社区和政府监管机构使用。指南重点摘要，参见第 8 节。

在可持续和负责任的矿产开发会议上（2017 年 12 月，马来西亚库丹），由 Miles Prosser (AAC) 和 Marghanita Johnson (Grove 方案，支持编写这些指导方针的顾问提出了这些准则的草案)。IAI 藉此感谢促成此草案的会议的组织者--马来西亚矿业商会。

IAI 特别要感谢对这些对准则的分享和审阅做出贡献的企业。

- | | |
|------------------------------------|--|
| ▪ Alcoa | ▪ Norsk Hydro |
| ▪ Alufer | ▪ Rio Tinto |
| ▪ Alumina Limited | ▪ Rusal |
| ▪ Companhia Brasileira de Alumínio | ▪ Société Minière de Boké (SMB)-Winning Consortium |
| ▪ Harita Group | ▪ South32 |
| ▪ Hindalco | ▪ Spring Energy |
| ▪ Jamaica Bauxite Institute | |
| ▪ Mineração Rio do Norte | |

IAI 感谢 Miles Prosser (AAC)和 Milton Rego (ABAL)的贡献，同时也感谢 IAI 铝土矿委员会、氧化铝委员会以及 IAI 传播与推广委员会的支持。

2 背景

2.A 全球供需

全球原铝需求强劲，预计到 2030 年每年将增长 4% 以上(图 2.1)。原铝的增长将推动氧化铝和铝土矿市场的后续增长，预计其增幅也将达到 4%。中国目前占全球原铝需求和氧化铝产量的一半以上(图 2.2)，这一趋势预计将持续到 2030 年。

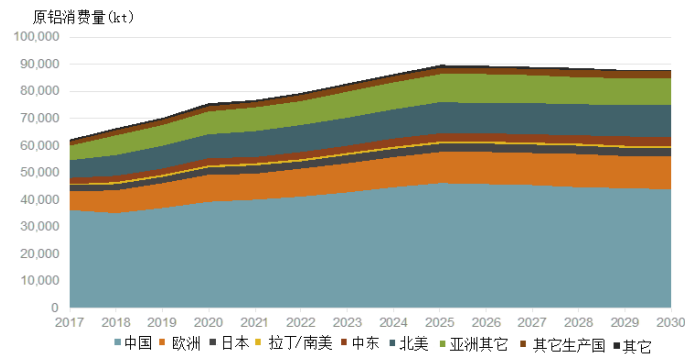


图 2.1 按区域划分的原铝消费（2017-2030）（千吨）¹

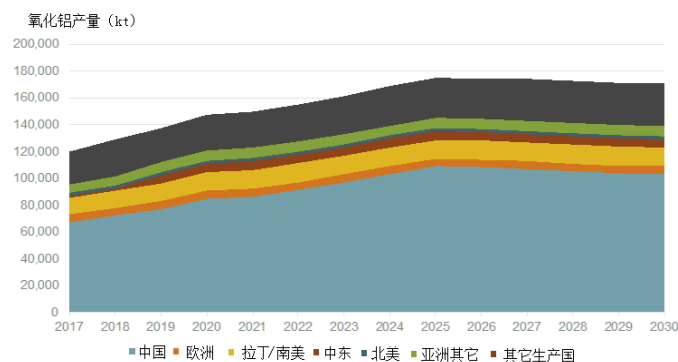


图 2.2 按区域划分的全球氧化铝产量（2017-2039）（千吨）¹

因此，随着中国国内铝土矿主要省份的可获取量和质量下降，几家分析机构预计中国将持续进口铝土矿以满足氧化铝生产的需求，需求量从 2020 年左右开始将明显增长，到 2025 年，铝土矿进口量估计增长近一倍，每年预计为 1.2 亿吨(图 2.3)。中国对铝土矿的需求不断增加，促使铝土矿供应领域出现了前所未有的结构性变化，形成了一个主要的第三方铝土矿贸易以满足这一新的需求，从而导致新的生产商和新的出口国进入铝土矿市场。最近，铝土矿的供应来源发生了重大变化，印度尼西亚和马来西亚都成为短期内铝土矿贸易(出口)市场的主要供应国--总共有 10 多个国家向中国出口铝土矿，从而形成了一个多元参与的局面。

历史上，澳大利亚一直是世界上最大的铝土矿开采国，但在 2016 年，它的产量排在第二(8800 万吨)，仅次于中国(9400 万吨)，其它主要生产国包括几内亚、巴西和牙买加。几内亚取代澳大利亚成为最大的铝土矿出口国。来自几内亚和澳大利亚的铝土矿，在 2017 年上半年占中国铝土矿进口的 74%(图 2.4)。

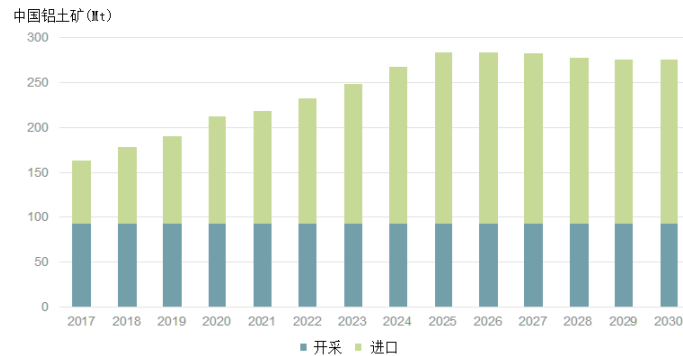


图 2.3 中国铝土矿进口量预测（2017-2030）¹(百万吨)

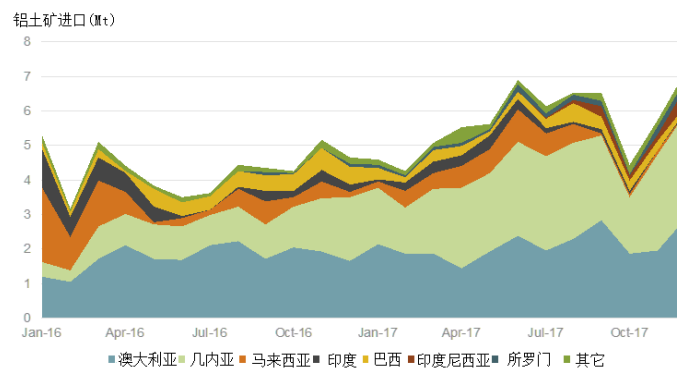


图 2.4 中国铝土矿月度进口（2016-2017）¹（百万吨）¹

现有的供应商，以及“承诺”和“可能的”的项目，可能会满足到 2020 年左右的需求。然而，从 2020-2025 年，“有可能的”类别的项目也需要满足这些预期的行业需求。2025 年以后，预计将出现供需缺口，需要进一步的新项目来满足预测的需求(图 2.5)。新兴的东南亚和非洲供应商可能满足这一需要。事实上，市场上的少数大型矿主在历史上一直在满足行业需求，但是，未来可持续的铝土矿供应，将依赖这些现有供应商和市场上的新供应商。这可能导致小型矿山的数量增加，这些矿山的矿体较少，矿山寿命较短，它们是应对市场机遇而产生的。为了满足未来需求，行业的这种不断变化的形势，意味着需要评估这些小型企业的累积影响，包括他们所需要进行的企业治理。

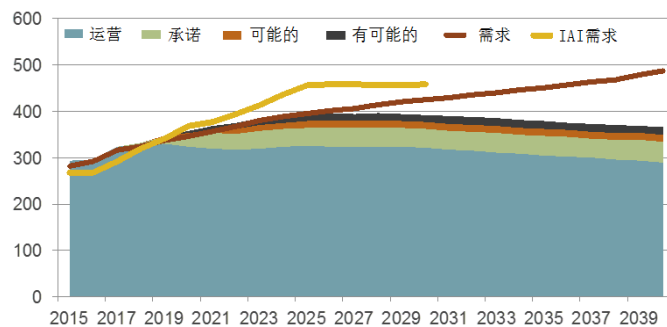


图 2.5 全球铝土矿供需现状及预测（2015-2039）³（百万吨）³

2.B 地质

铝是地壳中最丰富的金属。含铝的铝土矿矿物，包括三水铝矿、一水软水铝石和一水硬铝石，是原铝生产的基本原料。已探明的经济上可行的铝土矿储量，足以在当前需求下至少再供应 100 年。因此，随着对高质量铝产品的需求增加，铝土矿的需求预计也会增加，预计还将发现新的储量，或已知资源在经济上具有可行性。

世界上 90% 的铝土矿储量集中在热带和亚热带地区--西非、澳大利亚、南美洲和东南亚，为大型地底矿床(图 2.6)。这些平坦的岩层一般位于地表附近，延伸到可能覆盖数十甚至数百平方公里的区域，矿层的厚度一般为 4-6 米，在特殊情况下，可能小于 1 米，最高可达 40 米。

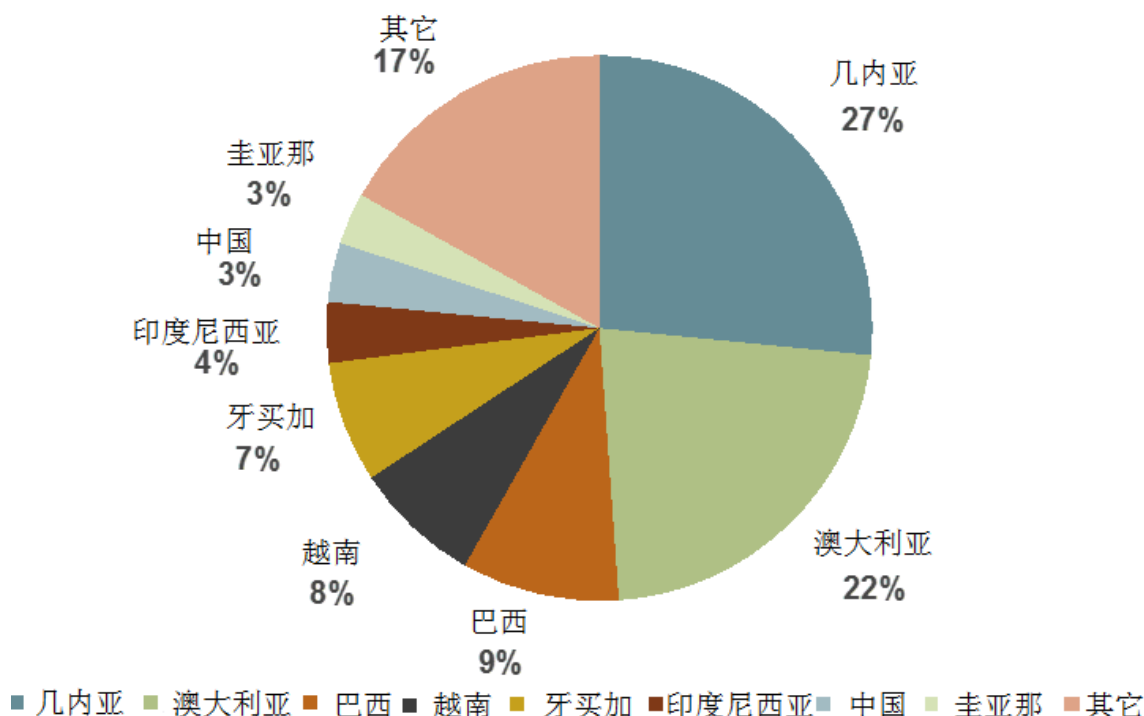


图 2.6 全球铝土矿储量⁴

铝土矿主要以露天开采方法开采，因此，与地下或深部露天开采相比，会影响较大的地表面积。然而，由于铝土矿山的任何给定部分的寿命相对较短，与传统的采矿作业相比，在矿石被移走之后，复垦往往开始得更快。因此，必须将复垦活动纳入铝土矿开采计划，以便迅速、有效进行这项计划。

由于这种巨大的采矿足迹--再加上铝土矿通常位于热带和亚热带地区--矿床经常重叠或毗邻具有高保护价值的地区。因此，有效地减轻生物多样性的影响，对于实现可持续的结果至关重要。此外，采矿和有关活动经常发生在原住民和/或当地社区附近。这种大规模的开采，往往需要大量的土地和水资源，而这些土地和水资源往往是这些当地社区赖以生存的基础。但是，与此同时，应当指出，与采矿有关的活动也可能对当地社区产生积极的好处，提供商业机会，并创造直接和间接的就业机会。因此，要创建一个更可持续的矿，就必须促进积极的成果，同时减少任何负面的影响。

2.C 采矿工艺

铝土矿的开采一般采用露天开采，开采方法因开采地点的不同而不同。一个典型的开采工艺包括：

- 清除土地上植被并保护有用的木材；
- 收集种子、种苗和剪枝，以备后续进行适当和可行的植被恢复；
- 移除表层土(有时底土)用于复垦，或者通过直接取代采空的土地，或者通过储存供将来使用；
- 移除覆盖层(土壤和铝土矿之间的层)；
- 破碎铝土矿，可用大型推土机,或者在某些情况下使用钻孔和爆破；
- 铝土矿松散后，装载至卡车或铁路货车或输送带上，并运送到选矿厂(如果需要处理)或储存。选矿可以提高矿石质量，是一个相对简单的过程，通过筛选、破碎、洗涤和脱水，去除废料来提高铝土矿品位。该工艺生产出高品位矿石产品和尾矿(尾矿主要含粘土和细砂)；
- 运输铝土矿到氧化铝精炼厂；和
- 一旦开采完毕，恢复受影响的地区。



图 2.7 South32 矿铝土矿存放

3 可持续的铝土矿开采实践

3.A 关键的原则

与开采其它矿物一样，可持续的铝土矿开采实践的重点是减少对生物多样性、土地和水的影响，以及促进社区参与和综合复垦和关闭活动。铝土矿开采，可以通过发展和整合实践，改善铝土矿在安全、环境、经济和社区方面的成果，从而变得更加可持续⁵。可持续开采的原则包括⁶：

- 诚信经营和良好治理；
- 决策过程中的可持续发展；
- 尊重人权；
- 有效风险管理；
- 有效的健康和绩效；
- 良好的环境绩效；
- 保护生物多样性和土地利用规划；
- 材料的负责任使用和供应；
- 关注社会贡献；和
- 参与和透明的报告。



图 3.1 几内亚 Bel Air Alufer 的社区参与

综上所述，铝土矿开采的影响将包括积极的和消极的、直接的和间接的、区域性的和全国性的，并且从勘探阶段到矿山关闭，从根本上来说影响是具有代际性的，因为开采过程的影响可持续几十年。然而，影响还取决于地理位置、地方治理和能力、气候、人口密度、文化和地方基础设施。也就是说，虽然铝土矿开采可能有助于社区发展，但也可能造成或加剧当地的社会环境问题，需要采取具体的缓解措施。

为此，至关重要，将所有可持续的铝土矿开采实践要素纳入行动。反过来，良好的治理、减少环境遗留、减少安全事故和增加社区利益，不仅能带来更好的财务结果，而且还能提高公司、国家和行业的声誉、竞争力和可信度。的确，克服该活动的总体利益与其当地影响之间的任何偏差，仍然是采矿的主要挑战之一，特别是在欠发达地区。因此，铝土矿公司应通过结构化和创新的方案，努力成为促进当地可持续发展的催化剂。

3.B 在矿山生命周期阶段的关键影响

可持续性要求充分理解各种风险之间的复杂关系，特别是环境、社会、经济 and 声誉风险之间的潜在联系。因此，在矿山的生命周期中，应尽早规划和实施有效的监测框架。

因此，在开始开采之前，铝土矿生产商应通过环境和社会影响评估(EIA 和 SIA)过程，评估其活动对社会、环境和经济的影响。这项评估包括确定所有受影响的利益相关方，以及确定、预测、评价和减轻规划中矿山的潜在影响。在此之后，应确定应采取哪些措施来预防和限制任何负面影响，同时最大限度地发挥正面影响。

在运营过程中，需要在整个矿井的生命周期中实施和审查环境管理系统（EMS）和社区参与机制。风险管理技术对于在操作过程中管理这些影响至关重要。

除了这些传统的可持续性观点，包括更广泛的社会、经济和社区层面，一个采用可持续发展原则的矿山，也必须有效地管理和提取资源。例如目光短浅的采矿方法是对矿体的“采富弃贫”，即只开采用于短期收益的高品位矿石。这种做法丢弃质量较低的材料，表明总体缺乏对更广泛的可持续性原则的承诺。制定一个包括开采低品位矿石在内的长期矿山计划，将延长矿山寿命，并在影响和效益方面带来更好的总体平衡。

风险管理原则的早期应用，为整个矿山生命周期的良好关系奠定了基础。特别是。在尽可能早的时间内，社区参与是必不可少的，因为社区可能是未来几十年内运营矿山的邻居。专为该矿设立的社区联络或咨询小组，可能有助于该参与方案的集中实施。

减少铝土矿开采对环境和社会影响的具体策略，可能包括：

- 识别确定具有文化和环境重要性的地区，并对矿山计划进行修改，以尽量减少对这些地区的影响；
- 通过洒水、道路维护和车辆限速、限载和覆盖车辆来控制粉尘排放；
- 建造沉淀池和其它排水控制设施；
- 尽可能早地规划和实施复垦，并在矿山生命周期中逐步进行，包括地形设计、表土使用和植被恢复结果；
- 通过引入创新和可持续的土地管理实践，利用生物多样性管理，确定改善的机会；
- 减少噪音措施，如设置缓冲区、改变作业时间、整改设备、改变采矿和爆破方法；和
- 减少燃料(碳氢化合物)和其它泄漏的程序。

在本指南中，将更详细地讨论这些策略和其它策略。

所有的矿山关闭；某些矿山比原计划提前关闭。在矿山生命周期，整合早期阶段的作业计划和关闭计划，最大限度地提高了有效矿山关闭的可能性，并改善了任何非计划关闭的负面影响。为复垦和关闭活动提供足够的财务准备是必要的，因为公司可能有复垦和关闭的责任，这些责任在生产停止后会延续很长一段时间。利用风险评估技术，可向社区和监管机构证明已经适当地确定了潜在的密切相关的影响，并制定管理计划。

在本指南中，可持续铝土矿开采涉及四个主要领域：治理、社区评估和贡献、健康和安全、环境管理和绩效。以下是一些研究案例被用来引用，以更好地说明这些原则。

案例研究-美铝在巴西茹鲁蒂的可持续运营 7

在亚马逊腹地，美铝公司(Alcoa)在巴西原始的茹鲁蒂地区运营的铝土矿项目(图 3.2)，通过在当地社区产生积极的社会和经济影响以及改善环境条件而被公认为可持续发展的典范。茹鲁蒂是巴西和世界上最大的高品位铝土矿之一，估算储量约有 7 亿吨。



图 3.2 美铝在巴西茹鲁蒂铝土矿的航空照片和铝土矿存放

美铝公司在茹鲁蒂矿山项目的所遵循的原则：

- 履行美铝人权方针的价值观和原则；
- 尊重文化和多样性；
- 积极倾听和回应所有的利益相关方；
- 改善和保护该地区的生物多样性；
- 改善社会和经济条件；
- 发展本地技术，以最大限度地减少对该项目的依赖；
- 雇佣当地人并利用地区人力资源；
- 避免家长作风；
- 运用世界一流的技术和管理系统；和
- 以美铝公司的可持续性能力结构为基础，保持日复一日正常运营的权利。

茹鲁蒂地区有 47000 人，其中 65%居住在约 150 个农村社区。传统上，经济是以捕鱼、养牛和农业为基础。人均收入为每月 23 美元，文盲率为 21%。

美铝在努力加深对茹鲁蒂项目潜在影响的理解，并尽早征求利益相关方的参与，其中包括两项意见调查，近 8000 人参加的 3 次公开会议，以及近 70 次与社区成员的额外会议，并因此实施了一项影响深远的沟通方案。美铝还进行了广泛的调查、研究和实地考察。在 2007-2008 年度，多学科小组进行了一系列的调查和讨论；包括实地研究和收集关于当地和区域现状的资料。形成的最终报告--

一个可持续的茹鲁蒂：判断和建议，成为美铝当地可持续发展模式的框架。该项目的成功，部分是由于同时实施了三个支柱性举措：

- 创建一个多利益相关方委员会,即可持续茹鲁蒂委员会,作为公民社会、公司和政府当局对话的主要通道；
 - 可持续性的指标和衡量体系，带来更多认知并衡量进展；
 - 设立一个发展基金用来投资支配资源用于社区本身提出的可持续性倡议；
- 可持续茹鲁蒂委员会由 3 名私营部门代表、3 名政府机构代表和 9 名民间组织代表组成。委员会的任务，是通过私营部门或政府部门，指导和监测茹鲁蒂的整体可持续性议程，其中包括监测美铝公司的铝土矿开采作业，以及实施环境控制方案和“积极议程”倡议，为讨论和集体行动提供论坛。委员会包括 8 个工作组--环境、保健、教育、安全、基础设施、文化和旅游、经济和劳工和农村发展以及公民。每一个利益相关方群体，在理事会中都扮演着独特而重要的角色，政府扮演着重要的监管和调解角色。

自愿积极议程行动基金，由美铝公司在项目的开发阶段结合融资目标而自行设立。该基金将直接有利于当地社区，同时优先解决由茹鲁蒂自身确定的社会和环境基础设施，涉及健康、教育、文化、环境、城乡基础设施、安全、公正和社会援助。该基金与当地市政当局合作管理，通过与地方当局、非政府组织和社区的伙伴关系实施各项倡议。可持续基础设施倡议的例子包括：

- 建造茹鲁蒂社区医院，并建造、翻新或扩大其它整个地区的卫生设施。在此之前，茹鲁蒂的许多人不得不乘船旅行长达 12 小时以寻求医疗救助；
- 在该地区 8 个市立学校和 1 所小学，建造 16 个教室；
- 建造法律建筑群，包括市政当局的第一个法院和相关办公室；
- 与茹鲁蒂贸易和商业协会合作，同时也与产业联合会的供应商发展项目合作，创建一个新的业务培训计划；
- 建设 3 个深水井，提供新鲜、干净的居民用水；和
- 建立茹鲁蒂文化中心。

从茹鲁蒂项目一开始，美铝就做出了承诺：“开采铝土矿，如果不能使其环境状态更好的话，就将该地区恢复到最初到达时的状况”。美铝公司利用它在澳大利亚土地管理和复垦方面的世界级经验，在茹鲁蒂项目应用示范矿山复垦技术，以确保这一原始环境中生物多样性的保护和环境的可持续性。

除了世界级环境管理和复垦的运营承诺外，茹鲁蒂项目还制定了一系列可持续性指标，以监测茹鲁蒂的当地发展。这是通过多个利益相关方研讨会，以及 600 多名社区成员通过市政厅会议和在线咨询进行的。它们为委员会的工作、积极的议程倡议和环境控制计划提供了重要的投入。环境控制计划总共有 35 个方案，它们是铝土矿矿山运营许可证的一部分，其中包括监测气候、空气、噪音和水、

生物多样性保护、环境教育、医疗、卫生和教育支持、公共安全、重视当地文化和支持茹鲁蒂总体计划。

经过 8 年的运营，铝土矿矿山正在通过改善治理、雇佣和培训当地劳工、减轻环境影响和利用社区收入来促进茹鲁蒂的发展。例如，从 2009 年到 2017 年，在美铝与政府和利益相关方进行合作后，当地的积极变化包括：

- 中学入学率增加 400%以上；
- 人类发展指数(HDI)从 0.389 增加到 0.592；和
- 正式工作岗位的数量从 185 上升到 4948。

美铝公司还与位于矿山附近的传统社区茹鲁蒂 Velho 合作。茹鲁蒂 Velho 地区社区协会 (ACORJUVE)、美铝公司，以及国家殖民和土地改革研究所(INCRA)建立了关于采矿和社区土地利用的谈判进程。根据共同协议，从 2009 年 10 月到 2017 年 12 月，美铝公司向 ACORJUVE 支付了大约 1760 万美元的矿区土地使用费。

基于环境和社会两方面要求，对开采地区的复垦也成功进行。到目前为止，美铝公司购买了近 40 万株复垦幼苗，使当地收入超过了 20 万美元。这些是由接受美铝公司培训和支持的社区赚取的。在促进环境和社区共享成果的同种意义上，美铝公司通过了一项“绿色机车”计划，旨在通过在退化地区种植树木，来减轻铁路机车运行所产生的碳排放。这是一项自愿行动，是对开采区复垦工作的补充。该方案已培育了 1 万株幼苗，为 Galileia 社区带来了收入，并用原产于亚马逊森林的物种，重新种植了 6 公顷的社区土地。

美铝茹鲁蒂将采矿与保护结合在一起的做法，鼓励以多样化和灵活的方式，考虑该地区不同的土地用途。美铝公司认为，这对可持续开采即可行又有必要。

4 治理

4.A 良好治理的关键因素

治理是机构和公司处理业务和管理资源的方式。它包括决策过程以及执行决策的过程。透明度和问责制是善治概念（即良好的治理）的核心。信息公开和透明的决策过程使利益相关方能够审查行动，并让政府或公司承担责任。因此，不管铝土矿的所有权结构的大小或类型如何，良好的治理是至关重要的，因为它影响着运营管理和监控的方式，以及它们与其它利益相关方(尤其是政府)的关系。

铝土矿往往位于与地方和区域政府关系复杂的地区。一座矿山可能是一个区域内的第一个主要商业经营场地，地方政府系统可能面临重大的能力限制，特别是在发展中国家。这可能会造成这样一种局面，即当政府能力实际不足时，矿业公司要对当地政府的糟糕表现负责。此外，在缺乏有效的地方政府的情况下，该公司可能最终成为地方政府的代理机构。因此，铝土矿公司可能会通过以下方式来帮助改善治理：

- 采用高标准的完整性、透明度和遵守适用的法律、法规来管理企业；
- 与政府、行业和其它利益相关方合作，在一个国家的环境中实现有效的公共政策、法律、法规和程序；和
- 通过公开咨询，让利益相关方参与和互动。
- 铝土矿的良好治理应包括：
 - 有一套价值观和道德规范，并适用于雇员、供应商和与政府的关系，包括将这些内容发布并分发给所有关键的利益关联方；
 - 对雇员进行道德行为培训；
 - 符合或高于法律法规的要求；
 - 为雇员和其他利益相关方提供沟通通道，这样他们可以提供反馈，包括投诉或举报涉嫌贪污；
 - 按法律要求，按时足额支付地方、区域和国家的税收，还必须对这些付款进行充分的公开披露；
 - 披露的绩效文件，如可持续发展报告，其格式要符合全球报告倡议(GRI)中提出的全球可接受的准则；和
- 记录方针和程序，包括那些关于业务的决策。

可持续铝土矿矿山应该：

- 针对矿山运营，有记录的价值、方针和程序，包括决策；
- 遵守或高于政府规定；和
- 发布绩效，包括重大不符合项或处罚细节。

4.B 政府的作用

政府的作用，是为采矿提供明确的政策、立法和监管框架，包括执行规定的执行。虽然政府的风格将存在区域性和文化差异，但缺乏明确的政策或规章，或缺乏现有框架的执行，都不会培育出一个对社会、环境和经济结果有积极贡献的强大产业。优秀的政府将有足够的资金，不仅用于制定规章制度，而且还需要在必要的情况下进行教育和执法。好的经营者重视强有力的监管者。

4.C 公司的作用-许可和遵守法律

公司的角色——允许和合法地遵守公司，重要的是，从采矿活动中获得的任何价值(例如通过土地使用权使用费或税收)都必须遵循许可程序。如果一个级别的政府颁发了许可证，但经济利益却流向了其它地方，那么这可能导致决策不一致。矿山贡献的价值也需要贯穿整个价值链（特别是在地方和区域层面），同时贯穿矿山的整个生命周期--从最初的咨询到关闭。因此，治理体系需要设计来防止开采区遗弃。在矿山履行商定的关闭规划义务之前，使用财务规定或担保，可以防止出现遗弃的情况，并可能有助于遵守与执行，特别是在社会和环境管理不良的地区。

即便不考虑当地的要求，公司在开始采矿之前完成环境和社会影响评估（EIA 和 SIA），这将有助于确定矿山对环境和社区的影响，并允许尽早实施缓解计划，以避免这些影响矿山可持续运行的问题。他们还要识别确认铝土矿所需要的相关许可。虽然各国的许可程序差别很大，但开采铝土矿时，需要的往往不仅仅是环境许可证，也许还需要其它许可、审批或牌照，例如：

- 勘查许可证；
- 可行性研究报告的审批；
- EIA（环境影响评估）许可；
- SIA（社会影响评估）许可；
- 土地使用许可证；
- 进出口许可证；
- 港口使用许可；
- 水分配许可证；
- 废液排放许可；
- 尾矿坝许可；
- 污水处理厂牌照；
- 废物处置许可证；
- 铝土矿运输许可；
- 无线电频率许可；
- 大宗燃料储罐许可；和
- 矿山关闭计划许可。

此外，因未遵守适用法律和在法律和/或合同基础上向政府付款时，铝土矿矿山还应公开披露受到的罚款、处罚和非货币制裁的信息。

案例研究--South32 的综合治理结构

全球矿业公司 South32 目前在非洲、南美和澳大利亚三大洲开展业务。在治理结构方面，他们需要确保适当的结构已经就位，而不考虑特定操作的位置。因此，South32 公司将全球适用的[可持续发展方针](#)作为其对所有业务的总体指导方针：

South32 申明我们对可持续发展的承诺：支持目前的需求而不损害后代人满足自身需求的能力。

- 我们监控外部环境，寻找投资和开发自然资源的机会，为社会带来共享价值。
- 我们致力于通过我们的决定实现积极的社会、环境和经济成果。
- 我们承诺尊重与我们业务相关的国际公认的人权，符合国际矿业和金属可持续发展框架理事会、联合国关于企业与人权指导原则以及安全与人权自愿原则。
- 我们支持就业和社区实践，这使人们能够做出选择，并控制他们的发展进程，因为它影响到他们的生活、信仰、机构、福祉和他们所占有或使用的土地。
- 我们不断改进安全、健康、环境实践、管理体系和控制，以确保避免、减轻和管理影响。
- 对我们开采的商品以及我们消耗的自然资源，实行负责任的管理。
- 我们积极开展和参与保护和复垦活动，以确保生态系统继续为后代提供价值。
- 为了应对气候变化的挑战，我们致力于减少温室气体排放。我们监测我们的影响，以确保我们不会破坏为我们的原社区提供抵御气候变化的生态系统。
- 在我们运营的所有司法管辖区，我们都坚持严格的健康、安全、环境和治理标准。
- 在我们的企业治理、风险管理和政府互动中，我们公开报告我们的进展，并鼓励建立高透明度和问责制度。

South32 也有一个建立在它的价值观之上的[商业行为准则](#)，它定义了在为 South32 工作或代表 South32 时该如何行动，代表了遵守道德、商业惯例和满足或高于适用法律要求的承诺。South32 公司相信，始终如一和恰当的商业行为，可以与它的利益相关者彼此建立忠诚和信任，重要的是，也可以与它经营所在地的社区建立忠诚和信任。因此，其社区标准，是基于与[原社区](#)的接触，实现对可持续性方针的承诺。

此外，根据 South32 公司的商业行为准则，环境责任也可以通过尽量减少环境影响和促进生物多样性和生态系统服务的持久利益来体现。它的环境标准，特别概述了每一项行动和勘探活动所需的具体承诺。

案例研究--牙买加铝土矿开采业中治理的作用⁸

牙买加铝土矿工业的历史可以追溯到 60 多年前的 1952 年，当时铝土矿首次出口--在铝土矿开采的早期，牙买加是世界上最大的生产国(图 4.1)。如今，它仍是世界第 6 大生产国。作为矿山和氧化铝厂的部分所有者，牙买加政府介入铝土矿和氧化铝工业有着悠久的历史。

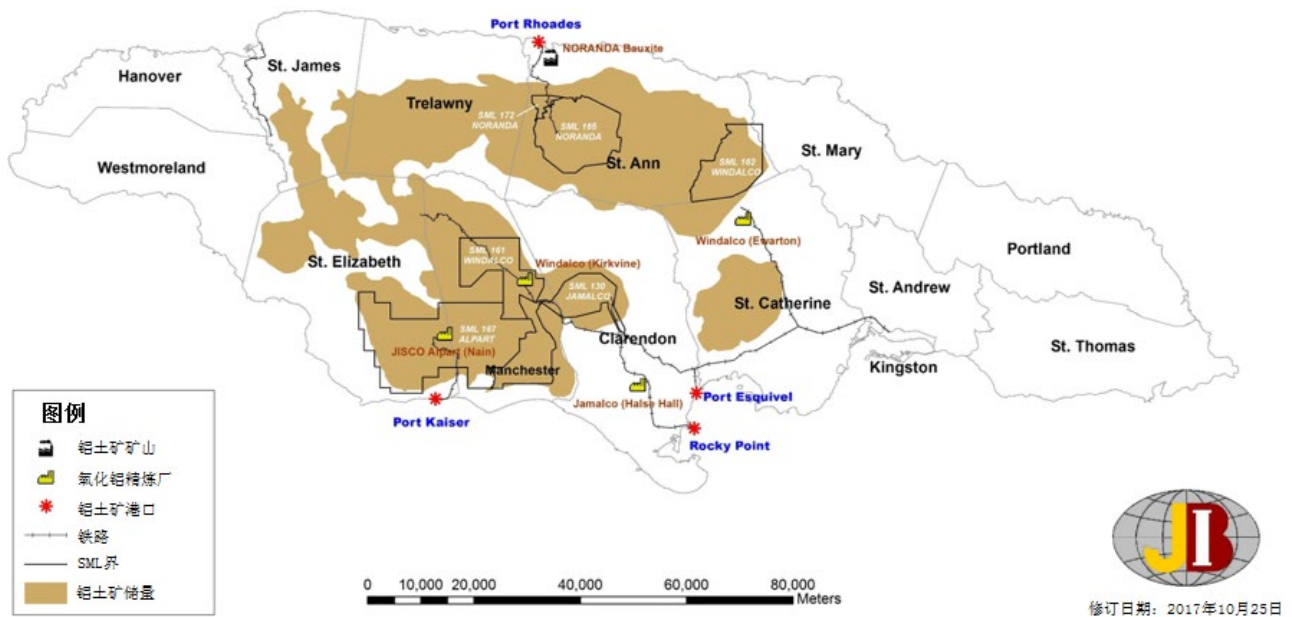


图 4.1 牙买加铝土矿储量的分布位置

牙买加铝土矿研究所(JBI)致力于牙买加铝土矿工业的可持续发展，同时确保环境保护，使牙买加人民得获最大的利益。这包括 JBI 与政府机构合作，并积极促进行业运营与环境之间的兼容性。JBI 的定义功能为：

- 监测和研究铝土矿和氧化铝工业；
- 确保开采前后能高效利用铝土矿的土地和储量；
- 确保有效的污染控制和其它方面的环境管理；和
- 进行跨产业问题的研究和开发活动。

在实现该行业的可持续性目标方面，牙买加政府发挥了重要作用：

- 1) 法律及执法：
 - a) 采矿法规；
 - b) JBI 与国家环境与规划机构签订谅解备忘录；
- 2) 监控：
 - a) 环境监测与制定行业标准；
 - b) 监测开采前后的土地利用情况；
 - c) 复垦或复原程序的监察及核证；
- 3) 直接投资铝土矿社区发展方案(BCDP)；⁹
- 4) 通过围绕采矿、港口和铁路业务，建立铝土矿联合社区委员会，鼓励对话：
 - a) 协助解决问题；
 - b) 提供计划开采活动的信息渠道；
 - c) 形成一种渠道，为 BCDP 确定和开发思路与建议；和
- 5) 改进采矿实践的前瞻性思考，通过技术改进将影响最小化。

BCDP 的目标是在受铝土矿开采和氧化铝业务影响的社区实施长期可持续项目，将铝土矿(和氧化铝)行业的收益再投资。最终，该计划有望改善受影响社区的生活水平，并确保“铝土矿后的生活”。这些项目包括农业、社区设施的翻新、维修 5 个铝土矿教区的许多路段、成人教育和职业技能培训，同时，对基本的、所有年龄段的和高中与成人教育中心的教室与计算机实验室进行整修和建造。

铝土矿矿山的社区可持续发展，依赖于所有利益相关方——社区、政府和矿业公司的通力合作。了解这些利益相关方的作用，并使用特定的治理结构，例如牙买加铝土矿联合社区委员会，可以改善交接后的结果。

5 社区评估和贡献

5.A 社区评估

除了上面提到的经济上的良好治理和及时向各国政府缴纳税收和矿山土地使用费之外，铝土矿开采企业还需要支持当地社区和机构，包括劳动力及其家庭、当地供应商和客户。矿山受益于广泛的社区认可，或者受益于通常称谓的“社会经营许可证”。也就是说，除非社会参与和接受采矿行动，否则可能会面临来自当地的反对和对抗。社区的反对，也有可能发展成破坏性的行动，这可能会直接影响采矿活动，或导致政府和/或金融机构撤回他们对正在进行的采矿的支持。

实现这一社会许可的方法包括：在当地人口中开发人力资源、技能和能力，与其它组织建立合作关系，在运营期间以及最重要的是在关闭后创造商业机会和就业机会。事实上，采矿企业可以以各种方式，为当地社区提供与采矿业务规模相匹配的社会和经济利益，包括：

- 实施社会影响评估（SIA），了解社会的需求，以及矿山对社区的影响，并确保识别任何重大风险和相应的减缓措施；
- 确保就业和合同工拥有适当的收入，并提供符合可接受的劳工标准的条件；
- 优先考虑当地和地区居民就业，包括为女性、原住民和弱势群体提供就业机会；
- 通过学徒制等项目，为当前和未来的员工提供培训计划，使他们获得就业机会；
- 提供教育支持，例如奖学金；
- 通过本地采购计划，通过当地采购计划协助当地供应商和服务供应商的发展；
- 与政府和非政府组织合作，以确保社区规划（如社区卫生教育和当地业务发展）得到良好的设计和有效实施；
- 因开采项目带来的不可避免的居民安置，或者因开采项目为当地带来的经济损失，要确保提供适当的缓解措施或补偿措施；和
- 按法律要求，全面和及时地交付地方、区域和国家税收。

对这些行动的累积起来的环境和社会影响进行评估尤其重要，因为很可能在一个封闭的地理区域内有多个较小的矿山。这可能需要由这些矿山的区域机构或集合者来进行。随着对铝土矿的需求增加，这些小矿山的数量可能会增加，而历史上从事农业活动的土地所有者，希望利用铝土矿开采获得相对宽松的环境。

可持续矿业公司的总体目标是负责任地创造利润。这样就可以为所有利益相关方提供利益支持，包括股东、雇员、依赖矿山的当地社区和企业，以及通过税收和特许权使用费获益的政府。

可持续铝土矿矿山应该：

- 在采矿之前进行一次社会影响评估（SIA），确保发现的重大风险得到适当缓解；和
- 确保社会和经济贡献是满足已确定的社区需求。

案例研究--CBA 的社区支持

2014 年，在与当地社区和其他利益相关方的协商下，巴西铝土矿开采公司巴西铝业公司(CBA)指出，有必要为家庭农场主提供额外的收入来源，并鼓励年轻人留在 São Sebastião 地区。CBA 与位于 Minas Gerais 州的技术援助和农村推广公司 Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais 及当地生产商合作，实施该社区项目。

他们认为香蕉种植是最好的选择。香蕉每周收割，但需要启动成本，以建立和启动开展农业培训。因此，实施这一计划的合作伙伴包括一名农业技术人员，他每月 4 次访问这些区域，向受益人提出问题并提供指导。还对香蕉的处理、收获和气候控制也提供了培训。该方案最初的目标，是为本市 27 个家庭每人每月增加 200 雷亚尔的收入。到 2015 年，通过技术的改进和资金的有效利用，农村生产者获得了 10400 株幼苗。到 2015 年年底，第一次收获开始了--一年后商业生产开始了。2014-2016 年，共种植香蕉苗 3.3 万株(图 5.1)。



图 5.1 巴西铝业公司社区香蕉种植项目

除此之外，通过 CBA 在 2015 年的一项投资，家庭农场主可以获得一个控制一个气温控制室，让香蕉在未成熟的情况下采摘，但可以达到合适的成熟出售。当地的青年，往往是当地生产者家庭的一部分，接受了这些商会的安全操作培训，从而提供了更多的职业教育和就业机会。

该项目的下一阶段的目标是种植包括葡萄在内的水果以生产果汁。3 家生产商正在试验种植这种水果，其中一家已经生产出优质果汁。这种产品多样化，继续为本项目增加了社会经济影响和长期可持续性。

案例研究--South32 增进了解并为社区做出贡献

在社区评估和贡献的范围内，South32 确保他们了解当地的社会经济环境，并清楚了解和分析利益相关方、社会影响和商业风险，以规划他们的社区参与方案。为此采取了如下措施：

- 完成每 5 年更新一次的社会基准研究；
- 每年或更频繁地在需要变更的地方对利益相关者进行识别和分析；
- 完成 SIA 社会影响评估和机会评估，并针对运营或社区发生的重大变化而做相应更新；和
- 每 3 年完成社区认知调查。

对于 South32，促进定期、公开和诚实的对话，以了解利益相关方的期望、关注和利益，并将这些纳入企业规划，有助于建立紧密的互惠关系：

- 确保策划、实施、记录和评估利益相关方参与的活动。当利益相关方或企业业务需要变更时，应该每年或更频繁地审查和更新该计划。
- 监控原社区问题的趋势，以早期预警将出现的问题。
- 推行适合本地情况的社区投诉机制及投诉程序：
- 掌握、调查和记录所有投诉；
- 做好适当的补救措施；
- 与投诉人开诚布公的沟通；和
- 原社区的所有成员都易于参与

South 32 与社区和政府公开合作，以便为原社区建立共同的价值观，并支持其声誉的提升。他们实施如下计划：

- 为每个地区制定并实施一项为期 3 年的区域社区投资计划，每年审查和更新；
- 每 5 年评估这个计划的有效性；
- 确保该计划符合要求的道德与合规标准；
- 确保该计划承认并适当支持政府的作用；和
- 针对计划的准则，与利益相关方进行沟通

必须指出，社区投资计划不应：

- 故意偏袒某一政治、宗教或族裔群体的个人，但积极的活动除外(例如，协助社区中历来处于不利地位的群体，特别是原住民群体)；
- 助力任何宗教目的的宗教组织；也不能
- 提供给某个个体/团体提供财务支持，除非为教育奖学金或助学金计划。

此外，为查明、预防和减轻对人权的不利影响，进行人权尽职调查，从而使 South32 能够尊重人权并履行其承诺。

5.B 社区参与

社区参与是一个正式的体系，用来识别和与利益相关方合作，并制定策略迎合他们的关注和期望。社区参与的目标包括：

- 识别利益相关方对采矿作业的兴趣；
- 促进和利益相关方双向沟通和参与；
- 识别利益相关方对采矿活动的任何期望或担忧；
- 理解采矿工作的哪些方面可能有助于实现对社区的积极影响；和
- 在环境和社会影响评估（EIA 和 SIA）过程中，解决利益相关方的诉求和问题。

在确定利益相关方之后，应制订一项协商和参与方案，以确保以适当方式进行咨询活动，以满足各利益相关方群体的具体需要。利益相关方可能包括：

- 土地所有者；
- 地方、州/省和国家政府的民选代表；
- 政府部门和机构,特别是环境机构；
- 邻近社区的居民；
- 非政府组织和当地社区团体；
- 原住民；
- 商品和服务以及其它当地业务的本地供应商；
- 行业组织(例如旅游、农业、渔业)；
- 专业机构、学术机构、文化团体；
- 公众；和
- 雇员和承包商。

正在进行的磋商和参与进程应让当地利益攸关方参与，这一目的是：

- 提高采矿过程的知识 and 认识的活动；
- 提供准确、及时的采矿作业和其相关信息；和
- 制定和实施策略，来减轻关切的问题，并调查任何投接收的诉或不满。

正在进行的社区参与要求矿业公司和社区为这一过程投入资源。承诺的程度因矿井的寿命而异，包括：

- 探索--专注于确定文化遗产区域和土地使用权，并促进对未来矿山的共同规划；
- 矿山规划/设计--开始了解矿山可能带来风险和机遇。这可能是需要双方都投入大量资源，包括会议、调查和专题小组，通常由外部促进机构协助；
- 运营--主动管理矿山和社区之间的关系。任何协议都必须遵守，并报告监测结果；
- 关闭计划—就关闭计划，与社区、政府和利益相关方进行联络；和
- 关闭—提出与复垦矿山有关的最终土地使用方案，并与关联的团体进行协商。

可持续铝土矿矿山应该：

- 确定关键的利益相关方，并制定与他们互动的计划和时间表；
- 与社区协商矿山的运营和最终关闭事宜；
- 就商定的行动方案沟通进展。

案例研究--Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的社区参与¹⁰

澳大利亚偏远的 Cape York 约克角半岛，是 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕公司的韦帕铝土矿公司的所在地，这里每年生产超过 3000 万吨铝土矿。自 1963 年以来，力拓韦帕一直在该地区开采和运输铝土矿。在 Cape York 矿山周边的当地社区，包括 Weipa 镇和附近的 3 家原住民社区，即 Aurukun、Mapoon 和 Napranum。

矿山社区团队管理一个社区的反馈体系，这是一个正式的体系，在这个体系中，当地社区的成员可以对公司运营的任何方面提供积极和消极的反馈。为了确保顺畅的沟通和认知：

- 启用多个接触方式，包括一个免费电话号码和直接联系力拓韦帕的人员；和
- 当力拓社区人员非正式性地访问当地社区时，通过社区公告栏，以广告和网站时事通讯等方式公布 (图 5.2)。



图 5.2 力拓人员在澳大利亚的 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕与传统所有方会面

Weipa 社区反馈系统，反映了非司法申诉程序的 6 六个总体原则--合法、可获得、可预测、公平、透明和权利兼容。为了确保这一点，团队编制了一个完善的流程进行记录反馈：

- 使用力拓业务系统作为工具来记录事件，确定后续行动，跟踪关注事项和事件的结局；
- 基于事件的意义，系统允许将事件升级到适当的管理级层，并确保通知所有相关工作区域；
- 收到反馈并记录后，社区团队先做一个初步评估，来确定和联系相关的工作区域团队；
- 工作区域和社区领袖团队建立一个调查小组，对事件进行分类，并研究以确定问题的根源和识别需要解决的任何问题；
- 当事件被列为“重大”时，通知社区经理、相关工作区域经理和总经理；和
- 反馈过程包括参与的规定以及和受影响群体的对话。

一个韦帕 Weipa 社区论坛，还提供与当地社区成员直接接触的机会，并讨论可能影响社区的商业活动。该论坛还允许公司向社区报告如何接收和处理投诉（图 5.3）。



图 5.3 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕季度社区论坛

案例研究--博凯矿业公司-赢联盟在几内亚社区内的整合和对经济和社会基础设施的贡献

Société Minière de Boké (SMB)- Winning Consortium 博凯矿业公司（SMB）—赢联盟是自上世纪 70 年代以来几内亚启动的第 1 个大型铝土矿开采项目。赢联盟注意到，在其它国家和社区，由于采矿公司未能将其活动纳入其所涉社区的社会和经济结构而产生了消极的后果。这将会是建立一个合作社区联合体的助推剂和理念，它集中于向社区提供并分享采矿活动所产生的价值，这种价值以有形的方式，贯穿基础设施和社会项目。

此外，培训和支持当地的工作人员和社区，以了解如何利用工作场所系统、健康安全和环境程序和组织过程，这有助于为包括政府、国家和项目本身在内的所有利益相关方提供最佳结果。一个奖励机制来支持这项培训计划，即评选和奖励那些有这些期望行为的员工和社区。在 2017 年，赢联盟推出了 2 个奖项：

- 针对当地员工的“SMB—赢联盟太平洋开发奖”；和
- 当地社区“SMB—赢联盟和谐发展奖”。

与《采矿法》和《劳动法》的强制性贡献条款相比，这种奖励是更优和更有意义。这两项奖励的指导原则是，如果项目的生产不受人干扰，那么工作人员和社区都将获得额外的奖励。该奖项每季度和每年颁发一次。在 2017 年 4 月和 5 月的 Boké 博凯骚乱期间，项目得到了当地工作人员和当地社区的良好保护，因为他们认识到项目所带来的共同利益。



图 5.4 几内亚 SMB-Winning 赢联盟的员工和社区

迄今建立的有形基础设施和社会管理包括：

- 建设 16 公里全天候公路路面，将当地社区地区与博凯市区连接起来。为期 2 年的建设周期，耗资约 800 万美元。建成后，这条公路可把当地社区从他们的家到 Boké 市的交通时间从旱季的 2 小时缩短到半小时，重要的是，这条公路在雨季也可以通行，这在以前是不可能的。这个社区项目将消除以前存在的运输障碍，并有助于接入更多的公共服务，如医疗和教育。
- 公司每年为 20-30 名几内亚公务员提供名为 Sun（太阳）的培训奖学金，藉此他们可在新加坡参加强化的最佳实践培训课程，并还为备选人提供培训计划，指导他们将计划中的项目带回几内亚。该奖学金可用于新加坡南洋理工大学的合作项目上，该大学在全球排名第 11 位，并有培训中华人民共和国政府官员的记录。这项奖学金方案的预算为每年一百万美元。
- 研究赞助以在 Boké 博凯建立一个经济特区(SEZ)。该特区于 2017 年竣工。博凯经济特区可以利用来自铝土矿矿山的基础设施，为当地带来其它行业的发展，如水果加工和其它轻工业。经济特区预计可促进博凯地区的经济，从而有助于稳定该地区的经济和社会环境，并将促进社区对铝土矿项目的支持。
- 规划 Boffa 和 Dapillon 港口之间的铁路连接。该铁路项目基于在铝土矿运输基本功能的基础上，将增加对内陆 Boffa 地区的农业用地和人力资源潜力的释放，进一步促进该地区的经济发展。



图 5.5 几内亚 SMB-Winning 赢联盟的铝土矿开采及相关活动

5.C 原住民咨询

铝土矿通常分布在有原住民的地区¹¹，因此，矿业公司需要了解他们的文化遗产和价值观，以促进可持续的合作关系。的确，虽然矿山的作用不能也不应该取代各国政府的作用，但铝土矿有机会作出更积极贡献。例如，原住民和采矿公司之间的社区参与应旨在确保：

- 原住民了解他们的权利；
- 公司反过来了解和尊重原住民的权利、愿望和顾虑；
- 原住民了解、理解全方位的社会和环境影响，包括来自矿山的积极和消极影响；
- 公司理解和关注积极和消极的影响；
- 公司承认、尊重并适当利用传统知识为相关矿山的决策提供信息；和
- 相互理解和尊重各自的角色、责任和决策程序。

在确保与原住民的良好接触中，铝土矿公司应该：

- 听取原住民社区意见，并允许他们有足够的进行讨论；理解和尊重原住民和他们的风俗；
- 尽可能利用当地语言，确保沟通过程开放、清晰和频繁；
- 在具备经验的员工辅助下，确保高级管理层的承诺和参与；
- 注意任何性别敏感性，同时确保包容；
- 理解传统的决策结构；
- 负责基准研究和影响评估；和
- 通过直接或供应链途径，与承诺其他就业人员的条件一样对原住民作出承诺。

所有铝土矿矿山，都应努力争取当地原住民的广泛、持续的支持。

可持续铝土矿矿山应该：

- 了解受矿山影响的原住民的作用、习俗和决策做法；和
- 在开始采矿或矿山建设之前，与原住民协商。

案例研究—原住民参与澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕项目

1955 年，在当地原住民的帮助下，韦帕地区首次发现铝土矿矿藏。然而，在这一发现之后的几年里，附近的 Mapoon 关闭。1963 年，原住民被迫离开该地区。虽然事件并不是由当时的 Comalco 科马尔克公司挑起，但这是该地区历史上令人悲伤的回忆。大约 55 年过去了，Rio Tinto 力拓现在正与当地原住民合作，为后代创造积极的经济、文化、社会和环境成果¹²。



图 5.6 澳大利亚力拓韦帕的运营

3 份与原住民的协议，是力拓在韦帕所有行动的基础，它包括西开普社区共存协议(WCCCA)、Ely 铝土矿项目协议和韦帕镇协议。这些协议概述了企业和传统所有方如何为实现共同价值而共同努力。它们为力拓的经营提供了至关重要的土地使用权，并确保在西开普地区分享社会和经济利益。这些协议的一个基本方面，是确保在利益相关方的社区内参与相关的利益决策。WCCCA 和 Ely 协议都与信托有关，信托基金用于资助可持续的社区活动，如教育助学金、传统所有方的分部办事机构和其它国内活动。WCCCA 信托基金的战略是，到 2022 年，为传统所有方和西开普社区积累 1.5 亿澳元以上的资金，目前正在提前完成目标。

力拓的韦帕原住民就业和培训战略，是与传统所有者合作制定的，并确定了它的长期承诺，即增加当地原住民参与、保留和提高他们的业务。它包括若干旨在提高原住民就业参与率的倡议，同时确保企业具有支持其开展业务所需的技能，包括：

- 实习计划--这是一个有 15 年历史的项目，帮助当地原住民获得了实际的行业经验--超过 250 人参加了这个项目，超过 100 人转到永久职位或学徒岗位，大约 82 人至今仍在这个项目上工作。
- Kinection--这是职前做好工作的准备培训计划，旨在培训当地原住民所需的技能来满足 Rio Tinto 的实习要求。
- 从毕业到就业的途径--这是一个超过 10 年之久的伙伴关系，它与西开普学院协同进行，重点是提供当地教育质量选项来构建本地人才途径。自合作开始以来，授予原住民学生的高级证书数量增加了 186%，而且出勤率也有所提高
- 学校假期计划—基于与 Rio Tinto 的原住民协议，这允许相关的当地原住民寄宿学校的学生在 Weipa 花时间了解业务的不同部分和可能的职业生涯路径。

因此，力拓韦帕强大的原住民和 Torres Strait 岛民的劳动力，反映出他们认识到他们的矿山是在传统土地上开采的。据估计，澳大利亚有 60% 以上的采矿业务与邻近的原社区有关；然而，原住民雇员平均只占该国矿业劳动力的 6%，相比之下，韦帕的员工有 25% 是原住民，其中 12% 是当地原住民。当地传统所有者群体的一个主要愿望，是为当地原住民提供可持续的长期就业机会，为此，力拓基于原住民协议正继续与社区伙伴密切合作，以实现这一目标。

5.D 文化遗产评估

可持续发展的铝土矿矿山，必须有效地管理文化遗产。文化遗产管理和保护包括保护和加强文化遗产有形和无形的方面。文化遗产管理的主要原则包括¹³：

- 承认和认知有形遗产，如建筑、景观和文物；
- 承认和认知非物质文化遗产，如语言、音乐和惯例；
- 确保有效管理--未能这样做，可能延迟或妨碍矿山的发展；
- 适应文化遗产管理，来满足每个个体的需求情况；和
- 改变和采用管理方法以适应文化遗产。

文化遗产管理分为 4 个阶段（图 5.7）。



图 5.7 文化遗产管理的四个阶段

需要考虑矿山生命周期的所有阶段。首先，在开矿之前，应该对文化遗产进行调查；然而，在运营过程中，可能仍然会发现一些未经确认的地点。因此，所有文化遗产应采用持续的过程来管理，例如：

- 如果相邻地区的任何雇员或承包商认为他们已经发现了文化遗产，则停止工作；
- 在现场建立适当的缓冲区，直至受质疑的遗产项目得到评估；
- 评估遗产项目 -- 这需要由一个专业人员(例如，一名历史学家、考古学家或传统的所有者代表组织)；和
- 在采矿前，根据上述发现，做出适当的管理建议。

可持续铝土矿矿山应该：

- 了解并计划保护与矿区相关的文化遗产的关键方面；和
- 在采矿前进行调查，并保护采矿过程中发现的任何其他文化遗产。

案例研究--澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的 文化遗产¹⁰

在 Weipa 韦帕地区，对传统所有者文化遗产的关注，超越了考古遗址，延伸到与土地和整体文化景观的强烈而积极的精神层面。因此，韦帕的文化遗产管理，与土地有着紧密的联系，这表明，传统所有者在自然资源管理方面的权利和责任是非常重要的。因此，有效地管理 Weipa 韦帕的文化遗产，需要考虑整个文化景观，而不是将文化遗产管理作为不相连的对象。在复杂的社会和自然环境中，对力拓的挑战，是要满足其对非物质文化遗产的重视。例如，图 5.8 显示了一名 Thanikiwithi 长老和一名力拓文化遗产联络人员，他们从 500 年的贝冢中收集贝壳样本进行放射性碳年代测定，这是文化遗产调查的一部分。



图 5.8 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的文化遗产调查

因此，新矿区的发展，需要力拓采取综合和包容的参与方式，以确保在开始任何场地工作之前，Thanikiwithi 人对文化遗产和环境管理的关注早被纳入矿山计划。

具体来说，传统的业主对 Vycles Crossing 的娱乐性用途提出了担忧。对 Thanikiwithi 人来说，Vycles Crossing 是一个传统的地方，是用来通过仪式欢迎游客来造访他们的土地。Thanikiwithi 人对该地点继续做为公用感到放心，但他们对行驶在河堤上的 4 轮驱动的车辆造成的环境破坏以及人们乱扔垃圾表示担忧。力拓承认，这些担忧既相关于文化遗产，也关联土地管理问题。

为了解决这些问题，力拓公司与传统的业主合作，引入交通控制系统，包括限制人们在河岸上开车，和一个带有护柱的指定停车场。此外，还制定了教育材料，使所有员工和社区了解 Vycles cross 对 Thanikiwithi 人民的重要性。这包括解释标志和信息小册子，重点是向现场的人传达场地的文化意义。这些材料还解释称，该场地的继续使用，取决于传统所有者的善意。图 5.9 展示了描述其文化意义的信息手册。Thanikiwithi 的传统所有者和力拓联合制作了关于这个地区的小册子和其它教育材料。



图 5.9 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕的文化遗产信息手册

要理解任何活动中的遗产，特别是为具有重要文化意义的地方确定适当的管理选项，就需要有包容性的参与。力拓的包容性参与结果是，在土地和水资源管理方面制定了一项综合管理计划，产生了积极的环境效益，加强了韦帕经营与传统所有者之间的关系。

5.E 劳动和工作条件

铝土矿提供就业和收入。因此，公司也需要保护员工和承包商的权利。通过公平对待员工并为他们提供安全健康的工作环境，公司创造了实际的利益，包括提高铝土矿的效率和生产率。

例如，一个可持续的铝土矿矿山，应具有至少符合国家劳工和就业法的就业政策和程序。这将包括明确员工的工作时间、工资、加班、薪酬和福利文件。当发生任何实质性的变化时，应该更新该文件。此外，铝土矿矿山应确保正常工作周的工资至少应符合法律或行业标准，并足以满足雇员的基本需要，外加一些可自由支配的收入。该款项包括遵守国家有关工作时间(包括加班时间)、公众假期和带薪年假的标准。同时，也应该尊重所有员工加入工会或加入集体谈判协议的权利。

此外，不应基于性别、种族、民族或社会出身、宗教、残疾、政治归属、性取向、婚姻状况、家庭责任和年龄等任何个人特征有任何歧视，这些特征与矿山工作的内在要求无关。防止歧视的工作还应拓展到招聘、雇用、补偿、工作条件、解雇和纪律，包括防止对所有雇员和承包商的骚扰、恐吓和剥削。根据地方立法规定的目标，当要求对当地居民、原住民或历史上处于不利地位的个人进行积极对待时，这并不被视为歧视。事实上，对当地雇员的优先化，可以帮助创造更可持续的采矿作业。

不应雇用 15 岁以下的儿童。不应雇用 18 岁以下的儿童从事任何危险的工作。当雇用年龄在 15 岁至 18 岁之间的儿童时，不应有经济剥削，不应妨碍儿童的教育和儿童的发展。18 岁以下儿童的所有工作，都应经过适当的风险评估，必须定期监测他们的健康状况、工作条件和工作时间。此外，可持续的铝土矿矿山不会用任何强迫劳动。

为了提供一个安全健康的工作环境，可持续的矿山应采取步骤防止事故、伤害和疾病，包括：

- 识别对员工和承包商的潜在危险，尤其是那些可能危及生命的危险；
- 修改、替换或消除这些危险条件或物质，以减少风险；
- 培训员工和承包商；
- 记录和报告事故、疾病、事件；和
- 紧急预防、防备和应对安排。

对雇员和承包商的健康和安全的保护，延伸到确保该矿不从事或容忍使用体罚、口头虐待、骚扰或基于性别的暴力，包括性骚扰。

可持续铝土矿矿山应该：

- 不使用强迫劳动或童工(按照国际劳工组织 ILO)公约 C138 和 C182 的定义)，并应遵守相关的国家法律；
- 为所有符合当地标准的员工提供文件化、公平化的工作环境；和
- 确保所有员工和承包商的健康和安全。

5.F 运输和交通管理

铝土矿的运输和矿山入口的交通管理，是矿山规划和矿山安全的常规组成部分，但铝土矿最终需要运往外地的氧化铝精炼厂。它可以通过公路、铁路、输送机、管道或船舶运输，或其组合运输。这些指导方针的相关基础设施部分，包含了公路交通的替代方案，但有时可能没有替代方案。较小的铝土矿不太可能有能力建造自己的相关基础设施，更可能使用公共设施。因此，使用公共基础设施的累积影响，需要由区域机构或召集者加以考虑。

在公共道路上的矿山交通，增加了交通堵塞，随着越来越多的重型车辆之间的相互作用，事故的风险和严重性也增加了。控制和监测矿山车辆交通，减少了对周围社区的风险和影响。然而，在不受矿山直接监督和控制的道路上，管理道路危险和其他使用者，可能比在矿区内管理安全更具挑战性。与公共道路相关的一些危险包括¹⁴：

- 重型车辆道路配置不足；
- 与非汽车道路使用者共用，如行人、骑自行车的人和动物；
- 道路上的其它快速车辆引发的问题；和
- 缺乏司机培训的危害。

改善公共道路安全的策略可包括：

- 在地方道路的安全管理方面，了解谁是关键的利益相关方(例如本地或国家政府、警察、社区)；
- 与拥有道路的利益相关方一起，升级关键的特性，如标识、照明、十字路口、人行横道、限速、标线、路标和栏杆，以提高所有使用者的安全；
- 确保铝土矿是由覆盖的车辆和适当的负荷限制来运输，或采取可以防尘的运输方式--灰尘危害社会，也降低了能见度；
- 为所有在公路上开车的员工提供安全驾驶培训；
- 提供社区道路安全教育计划和车辆交互；
- 识别最佳运输路线，最大限度地减少交通对社区的影响；
- 基于其他道路使用者，调度公共道路的使用，避免每日和季节性高峰；
- 确保合同适当结构化，以确保维护和保险的必备条件，减少超速或避免疲劳；
- 为进出矿山的雇员和承包商提供交通，减少路面交通，以确保他们到达时能适合工作；和
- 增加公共交通，减少路上其它车辆的数量。

交通管理计划应考虑：

- 理解现有的交通路线的使用，包括当前的重型车辆比例；
- 了解拟议中的路线，同时了解它们在运输和运营中的变化，包括员工出行，运入材料和运出的铝土矿；
- 评估矿山现有道路交通的影响，并按车辆类型和路线进行，包括道路承受重量的能力和增加的交叉影响；和
- 识别和实施关键行动来缓解这些风险。

可持续铝土矿矿山应该：

- 如果不能避免铝土矿在公共道路上或通过社区运输，应与主要利益相关方协商，制定交通管理计划；和
- 确保所有社区交通涵盖安全培训；
- 确保运输人员遵守速度限制，并适当覆盖所有车辆。

案例研究--最大限度地减少运输的影响，马来西亚 Spring Energy KotaSAS,

2013 年末，Spring Energy 开始在马来西亚 Pahang 州的 KotaSAS 开采铝土矿。此处开采的铝土矿的品位约为 33-40%，有时粘土含量很高。这种高粘土含量，加上地区降雨量高，有时会使铝土矿粘在汽车上。铝土矿通过公共道路运输到大约 20 公里外的 Kuantan 港。Spring Energy 采取了多项措施，尽量减少这种铝土矿运输对当地社区的影响：

- 所有进出场地的车辆，均由人员使用专用清洗站清洗；和
- 车辆不超载，并安全地覆盖，以最大限度地减少铝土矿撒洒于路面和产生灰尘。

图 5.10 -图 5.13 显示了 Spring Energy 对这些措施的实施情况，相比之下，该地区的其它一些运营商未能采取这类措施。



Malaysia 图 5.10 马来西亚 Spring Energy KotaSAS 的车辆清洗



图 5.11 在公用道路上未清洗车辆的案例



图 5.12 马来西亚 Spring Energy KotaSAS 的装载与覆盖良好的卡车



图 5.13 不安全装载与未覆盖的卡车案例

此外，由于该矿位于一个新的区域行政中心的附近，因此使用一辆水罐车将该区域内的灰尘降至最低。所有来自罐车清洗的水，均在现场收集和回收利用 (图 5.14)。



图 5.14 马来西亚的 Spring Energy KotaSAS 的水车现场

5.G 土地征用和社区搬迁

铝土矿的位置限制了矿山的可能位置。如果矿山经批准建在离现有社区较近的地方，可能涉及经济和社会地点迁移安置。虽然铝土矿矿山很少伴随社区安置，但由于土地使用变化而造成的经济安置（损失）可能成为一个更为普遍的问题，而减轻这种经济损失的措施或补偿往往是社会关注和声誉风险的主要来源。在土地征用或矿山批准过程的开始，有时也不清楚当前的土地所有者是谁，关键的利益相关方是谁，也不清楚应该采取什么减轻措施或赔偿(如果有的话)。

随着铝土矿工业经历着从少数几个大矿到更多小矿的转变，其中一些矿的规模可能要小得多，矿山寿命也会缩短，这就增加了与土地获取相关的挑战。此外，以前从事农业或其它活动的单一土地所有者，可能愿意在其土地上开采铝土矿，但这对邻近的地产有影响。这个新出现的问题需要加以解决，特别是它的累积影响。

因此，规划应尽早开始让公司有意识地与受影响的社区进行接触，以评估和减轻土地利用变化和任何潜在社区安置的潜在影响。许多项目侧重于现金补偿；然而，向低收入家庭提供现金补偿通常会导致不可持续的支出，进而导致长期贫困。最大限度地减少现金补偿以及提供替代缓解的项目，通常更可持续和成功。然而，未能充分补偿受影响的社区，是造成项目不满和冲突的最大原因之一。然而，如果需要的话，在土地使用权方面，没有一个单一的公式来计算补偿。因此，使用有经验的评估专家，并确保咨询所有的利益相关方，则可以帮助制定合适的方法。这次协商的结果应该是减轻措施、补偿计划或在经济损失时的恢复生计计划，或在社区(地点迁移)安置时制定的安置行动计划。

当要求居住在矿区的住户搬迁时，就会发生社区安置。这可能只有在国家或地方政府明确批准的情况下才能实现，但它对受影响的企业和相关公司的声誉风险都产生了重大影响。例如，社区安置需要对替代村庄、住房和相关设施进行有效的识别、设计、规划和建设，以便不仅有效地减轻物质损失，而且还能支持受影响社区未来的凝聚力和成功。

安置方案和援助通常应包括：

- 现金缓解措施或资产赔偿，包括作物和建筑结构；
- 提供安置住房；
- 提供安置地点；
- 促进搬迁过程的补贴；和
- 生计恢复项目。

安置地点的选择，是支持受影响家庭恢复生活的唯一最重要的标准。因此，矿业公司必须确保了解和平衡不同社区利益相关方的偏好，并与任何面对的压力保持平衡，以贴近现有的基础设施。此外，安置房的设计需要政府参与，以确保这些住区在维修和服务方面是可持续的。

可持续铝土矿矿山应该：

- 针对土地利用损失以及其它社区价值，考虑所需的经济减轻措施或赔偿；
- 如果可能，避免社区实际地点的迁移；
- 如果无法避免实际地点迁移，则应与受影响的社区和政府共同制定安置行动计划；和
- 寻求政府批准，实施任何社区搬迁。

6 健康和安全

6.A 考量

铝土矿开采中，主要的健康和安全风险很常见，且贯穿整个采矿过程，如移动设备、高空作业、密闭空间和电气安全。此类职业健康和安全层面，发生在采矿周期的所有阶段，可按下列类别加以分类。这些需要在健康和安全计划下考虑：

- 一般工作场所的健康和安全
- 有害物质
- 使用炸药
- 电气安全和隔离
- 物理危害
- 电离辐射
- 适合工作
- 旅行和偏远地点的健康
- 热应力
- 噪音和振动
- 挖掘/植被清除
- 工作高度
- 手工具
- 密闭空间
- 轻型汽车和移动设备
- 危险化学品
- 机器保护

矿山需要考虑到改善社区健康和减轻任何风险的机会。这些风险可能存在于特定的位置，需要根据本地现状的敏感性进行处理。例如，公司应在现场为员工和承包商提供安全、健康的工作环境，采取一切切实合理的措施，消除工作场所的人员伤亡和疾病，包括实施和维护健康和安全体系。该体系应包括：

- 针对所有员工和承包商，制定健康和安全的权利方针，以便按照所有相关国家标准，认可他们的权利；
- 建立文档化的职业健康安全管理体系，并使之成为上述方针的一部分。它必须符合适用的国家标准，更理想的情况，是符合适用的国际标准，并且必须设法查明、管理、减轻和监测工作场所的风险；
- 按 18000 或 ISO 45001 等国际标准，对该体系及认证做定期的审核；和
- 对矿山的健康和安全绩效进行评估和报告，其中包括矿业同行的对比。

此外，还应考虑更广泛的社区保健和安全措施。健康的社区意味着健康的家庭，意味着更安全、更有动力的劳动力。这应在招聘员工时进行，并可包括下列方案：

- 营养和体重管理
- 戒烟
- 压力管理
- 胆固醇管理
- 糖尿病教育
- 接种疫苗和免疫工作
- 心脏健康项目
- 抑郁筛查工
- 工作与生活平衡倡议
- 性健康教育
- 病媒传播疾病控制项目
- 毒品和酒精项目
- 卫生基础设施计划

此外，根据矿山周围的基础设施水平，政府可能几乎没有或根本没有能力满足雇员和承包商、他们的家庭和社区更迫切的医疗需求。因此，铝土矿矿山可能投资于医疗基础设施的建设，以及组建应急反应人员和提供设备，包括医生、护士和卫生人员。

可持续铝土矿矿山应该：

- 有文件化的体系来管理和最大限度地降低健康和安全隐患，并控制这些风险；和
- 了解当地社区的健康需求，以及这些需求与矿山运营需求之间的关系。

案例研究--印度 Hindalco Durgmanwadi 的社区卫生¹⁷

在 Hindalco 位于印度的 Durgmanwadi 矿，作为可持续铝土矿经营的责任，它包括一项全面计划，以促进社区整体健康和福祉。本计划的部分措施包括：

- 教育—投资小学和成人教育活动，包括学校建筑的建设和改造，提供校服、书籍和其它工具；
- 医疗—矿山也为当地社区提供免费医疗服务，通过他们的药房和医疗团队，定期进行卫生检查和分发免费的药物；
- 可持续生计--在许多村庄，组建妇女自助小组，向当地妇女提供职业培训。妇女们现在积极参与经济活动，如建立奶牛场、蘑菇种植、苗圃饲养、蚯蚓堆肥（图 6.1）、山羊和兔子饲养、手工艺品等。
- 社会项目--投资有机农业等社会项目，使用燃料站和太阳能灯以减少烟雾。此外，向残疾人提供了轮椅自行车，并向村民分发了果树树苗；和
- 基础设施建设--建设道路、排水沟、厕所和水处理厂。在当地社区，为农民提供灌溉计划、街灯和房子修理，实施重力水流的改造。



图 6.1 印度 Hindalco Durgmanwadi 的蚯蚓堆肥

案例研究--巴西铝业公司(CBA)的健康恢复项目

CBA 在巴西 Minas Gerais 区的 Poços de Caldas 和 Mirai 开展业务。Poços de Caldas 矿山于 1955 年开始运营，而 Mirai 矿山则于 2008 年运营。2015 年 9 月，CBA 制定了一项新的健康计划，鼓励员工采用更健康的生活方式（图 6.2）。它适用于体重指数(BMI)在 30 以上、患有糖尿病和高血压等慢性疾病的人。参与该项目的员工在每月的咨询中得到健康专家的支持，他们监督治疗，尤其是减肥和疾病控制。



图 6.2 巴西铝业公司的更新卫生方案

6.B 应急准备

对于铝土矿矿山而言，对紧急情况作出有效反应是必不可少的，以便更好地保护雇员、当地社区和避免更广泛的地区受到伤害。铝土矿开采的主要风险，包括与现场选矿有关的管理碳氢化合物和尾矿坝。特别一提的是，铝土矿有责任通过内部机制为紧急情况做好准备，但是，与同住在矿场附近的社区一起工作，以增加他们对安全隐患的认识也同样重要。这对铝土矿矿山来说尤其重要，因为铝土矿地处偏远地区，采矿公司可在那里提供大量的当地基础设施并雇佣员工。对紧急事件的快速有效的当地反应，可能是限制对人、财产和环境造成伤害的最重要因素。

为了制定应急反应预案（图 6.3），需要一种结构化的方法，例如启用当地应急反应预案小组。这有助于公司与地方当局和社区(或其代表)合作，确定谁在紧急情况下做什么，为培训提供建议，并建立可能的社区联络职能。这些应急反应预案包括：

- 应对紧急情况的责任、组织和协调；
- 紧急情况；
- 区域和效果评价；
- 沟通和预警系统，包括合适的偏远地区通信系统的可用性；
- 疏散程序；
- 紧急持续和随访；和
- 更新预案。



图 6.3 本地应急计划协同小组 ¹⁵

通过不断的培训团队和更新计划，公司能够确保他们的员工、承包商和社区在任何尾矿坝和其它风险方面的安全与完好。

可持续铝土矿矿山应该：

- 使用基于风险的方法来理解和管理来自矿山的潜在影响；和
- 与社区、政府和应急服务部门合作，制定、记录和实施应急反应预案。

6.C 安保考量¹⁶

对铝土矿而言不仅要保证其安全，而且要保证其运行的安保。当在发生冲突或治理薄弱的地区运营时，这可能尤其具有挑战性。矿主需要评估人员、当地社区和资产的安全风险。这种评估需要来自一系列利益相关方的可信投入，包括地方和国家政府，安保公司，其它企业、机构、公共机构和了解当地情况的个体。风险评估应考虑如下因素：

- 安保风险的识别和风险评估--这些结果可以来源于政治、经济、民事或社会因素。与其他人员和资产相比，某些人员和资产的风险可能更大。在某些情况下，公司的行动可能会增加风险；
- 潜在的暴力--这可能取决于环境；它可以是广泛性的，也可以局限于特定的地区，它可以在很少或没有预警的情况下出现；
- 公共安全部队、准军事部队、当地和国家执法的人权记录，以及私人保安的声誉--此外,过去滥用和指控的认知，可以帮助避免复发以及促进问责制。确定不同实体对情况作出反应的能力，也有助于制订适当的减轻风险措施；
- 针对侵犯人权和违反国际人道主义法的行为，为尊重被告人的权利，当地检察机关和司法机关的追究责任能力；和
- 识别和理解局部冲突的根源和本质，以及利益相关方参与的针对坚持人权和国际人道主义法律标准的水准。

在维持法律和秩序以及确保公共安全方面，各国政府发挥着主要作用，但是，矿主也有兴趣确保各国政府采取的行动，特别是公安人员的行动，这与保护和促进人权相一致。特别一提的是，当公司提供额外资源以补充现有的安全事务时，他们应：

- 定期与东道国政府和当地社区协商，以确定安全事务安排对社区的影响；
- 向安全提供方传递道德行为的方针和人权问题，包括对执行这些方针的人员的适当与有效培训；
- 基于任何压倒一切的安全问题，鼓励东道国政府向公众透明，并为公众所认知。

在使用公共或私人保安时，采矿公司也应考虑以下原则：

- 确信涉嫌侵犯人权的个人不应提供安全服务；
- 只有在绝对必要和与威胁相称的情况下才应使用武力；
- 在行使权利，以应对结社与和平集会的自由，以及以应对参与集体谈判、或其它相关公司员工的权利时，不能侵犯个人权利；
- 在公共或私营保安使用武力的情况下，此类事件应向有关当局和当地采矿公司报告，并应向包括罪犯在内的受伤人员提供医疗援助；和
- 由公共或私保安做出的侵犯人权的可信指控，需要做记录，并报告至适当的政府当局，包括调查和采取行动，以防止复发。

可持续铝土矿矿山应该：

- 使用基于风险的方法来确定适当的安保需求并确保雇佣的任何私人安保人员都经过充分培训，以尊重企业员工和当地社区的权利。

7 环境管理与绩效

7.A 环境管理

所有采矿作业的环境管理都是非常重要的，但是，铝土矿通常分布在雨量特别大的热带地区，这些地区往往具有非常高的生物多样性。因此，铝土矿开采环境管理的主要目标应是：

- 最大限度地减少来自开采活动和运输过程的粉尘和噪音对社区和环境的影响；
- 基于年度开采计划，从场地清理开始，减轻对动植物的影响；
- 控制水土流失，最大限度地减少沉积物径流；
- 管理水资源和水质，考虑到当地社区的需要；
- 对受影响的区域，做高标准的复垦工作；
- 在矿山服务期及关闭后，最大限度地减少来自废料处理的影响，包括尾矿的影响；和
- 有效利用能源和水。

因此，在开始采矿之前，矿山应对其活动进行一系列评估，包括：

- 地表水、地下水流动和拟开采区附近的水流的基线监控；
- 采矿活动对用水用户的影响评估（涉及农民、渔民、市政用户、产业、休闲行业用户）；
- 对陆生、水生动植物的影响做基线调查和评估；
- 尘埃和噪音水平的基线监控，以及对周围区域和野生动物的影响评估；
- 相关的基线社区卫生评估；和
- 社会经济调查和社会和经济影响的评估。

在靠近地理区域内可能有多个较小的矿山的区域，也必须评估累积的环境和社会影响。

特别是，所有铝土矿矿山都应该有文件化的环境管理体系(EMS)，它与矿山和商业计划相结合。EMS 的开发应包括：

- 使用认证的风险评估框架，梳理所有的业务，以此体系确定潜在的环境影响，并按照潜在的后果(包括环境、监管、社区和财政)和发生的可能性(或频率)，对环境方面和影响进行排序；
- 对列为对环境和社会产生“重大”问题的潜在影响，有减轻或减少或最大限度地减少这类影响的体系；
- 计划监控和改善环境绩效，向包括当地社区在内的利益相关方报告相关信息；和
- 一个完整的内部和外部审核，理论情况下，实施 ISO14001 等国际标准的认证。

可持续铝土矿矿山应该：

- 完成采矿前的影响评估；
- 有文件证明的环境管理体系 (EMS)，识别重大风险并减轻这些风险；和
- 有关于如何公开通报绩效的计划。

案例研究--印度 Hindalco Durgmanwadi 的综合环境管理¹⁷

铝土矿租约于 1968 年批准，该矿于 1992 年开发，设计产能为每年 66 万吨。通过将矿山的规划与环境相结合，Hindalco 可以实现改善的环境成果，包括：

- 计算机化的矿山规划--这使得规划日常采矿活动以客户的质量要求为准，同时确保最大限度地减少土地使用；
- 开展开采前的地震研究--这表明整个区域是可以开裂的。因此，避免钻孔和爆破(使用炸药)，代之以剥离和铲土，这大大降低了粉尘、噪音和地面震动，降低了事故风险；
- 使用移动破碎机代替固定式破碎机--这有助于将采矿活动限制在小范围内，减少车辆运动,从而降低沿运输道路的柴油消耗和粉尘（图 7.1 -图 7.2）；
- 立即回填表土--这减少了重复劳动，同时，通过植被和水体创造更快的生态系统，从而快速实现开采区的复垦；
- 在水流枯竭的地区收集雨水--通过创建人工池塘/水体和过滤体系来完成，它们包括沉降池、淤泥坝，从而减少淤泥在矿山排水体系和河床中的沉积；和
- 在移动破碎机上安装雾化除尘系统，并利用移动水车喷洒水至运输道路和粉尘产生区—由此降低矿山的粉尘量。



图 7.1 印度 Hindalco Durgmanwadi 的移动挤压设施



图 7.2 印度 Hindalco Durgmanwadi 的淤泥系列坝和沉积池中的淤泥

除了将矿山和环境规划与使用经 ISO14001 认证的 EMS 体系结合起来之外，Hindalco 还表现出了以下的环境领导作用：

- 运行采用高于法律规定的标准；
- 在租赁区域外围增加植被；
- 使用栏杆墙减少表土层流失；
- 收集现场雨水和建立废水管理计划；
- 铝土矿卡车实施道路安全规则，包括所有卡车用篷布覆盖，避免遗撒于道路和村庄；
- 开采作业和车辆只能限于白天进行；
- 监测空气、水土壤质量和噪音水平的环境质量—这部分工作由第三方进行；
- 实施环境意识计划，提高当地村民和学生的环保意识；和
- 建立共享环境信息的清晰程序。

7.B 相关联的基础设施管理

现场运输的铝土矿，需要通过道路浇水和限速等方法尽量减少噪音和粉尘。此外，铝土矿产品需要直接或间接地运输到别处的氧化铝精炼厂--这通常是通过第三方运输。因此，除了铝土矿矿山本身之外，矿山通常还有其它相关的基础设施，包括：

- 辅助设施，如发电站、厂房、仓库、管理设施、污水处理厂、垃圾处理和燃料储存设施；
- 员工和承包商所用的永久营地或施工营地；
- 供水基础设施，如大坝；
- 港口、船舶装卸设施；
- 矿山自用和公用的道路；
- 陆路输送机；
- 机场；
- 铝土矿矿浆的运输管道；和
- 铁路线。

根据相关基础设施的规模和位置，运输过程应被视为矿山本身的环境和社会影响的一部分，或者甚至可以作为拥有自身环境和社会影响评估的（EIA 和 SIA）的独立项目。即矿山的规模，是这些基础设施的主要用户或开发商所要考虑的。例如，小铝土矿不太可能有能力构建自己的相关基础设施，可能越来越依赖社区基础设施（特别是公路、电力和水）。随着这些小型矿山数量的增加，使用这种共享基础设施对社区的影响可能是巨大的。

然而，减少公共道路上的铝土矿运输，可能会减少社会对交通的关注，但实施替代运输，如建设新港口，本身可能会带来新的风险。此外，由于现有的港口或铁路，船只或火车的移动增加会增加碰撞风险，造成安全事故或环境损害。因此，从某种形式的产品运输中，改善公共设施的好处，需要与另一种形式的环境和社会影响相比较。

虽然铝土矿是无害的，但在装载和卸载过程中，有可能造成遗撒。因此，应采取控制措施，尽量减少遗撒的风险，包括：

- 在交接位置使用收集盘；
- 在输送带上，安装喷洒，以清洁输送带。用于输送带清洗的水，应返回到沉淀池中；
- 输送带使用变速驱动器，以最大限度地减少潜在的遗漏；
- 在输送带上安装带漂移开关，当输送带从设计的位置移动时，可关闭输送机驱动；和
- 定位维护区，包括船上装载机，这样，物料在遗漏之前即被捕获和处理。

此外，可能发生燃料和油的意外泄漏。碳氢化合物泄漏可通过以下方式达到最小化：

- 确保所有油箱为双层结构，并带有捆绑，且不是安装于地下；
- 使用警报，如果有烃泄漏，可提供视觉或声响警报；
- 加油时使用自动关闭阀门；
- 在加油设施、车间和燃料储存仓库，安装和维护高效油脂捕获设备或机油箱；和
- 提供油气泄漏包；并妥善处理任何受污染物质。

可持续铝土矿矿山应该：

- 在评估环境和社会影响时，要包括与矿山相关的所有基础设施；和
- 制定公路、港口和铁路的安全运营计划，无论涉及公共还是私人，包括考虑社区影响。

案例研究--巴西 Pará 帕州的基础设施选择¹⁸

铝土矿是巴西 Pará 帕拉州丰富的原材料(图 7.3)。目前，该地区是世界上最重要的铝土矿矿区之一。该地区有许多矿山，这些矿山以不同的方式处理了铝土矿运输的业务和应对社区挑战。

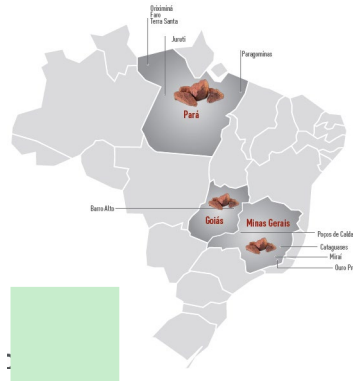


图 7.3 巴西铝土矿矿山¹⁹

Mineração Rio do Norte (MRN)是亚马逊地区首批大型工业项目之一。MRN 于 1979 年开始运行--如今，矿山的年生产能力为 1830 万吨。MRN 运行一条 28 公里的铁路(图 7.4)，将铝土矿从选矿厂运输到当地港口 Trombetas。从那里，由 MRN 运营的船只，将选矿运送约 1000 公里，到 Barcarena 的 Vila do Conde 港，后转入海德鲁铝业的 Alunorte 精炼厂以及其它出口客户。



图 7.4 巴西 MRN 的 Trombetas 的铁路运营

另一座铝土矿，是位于 Paragominas 的由挪威公司拥有的 Norsk Hydro 海德鲁矿。该矿位于 Pará 帕拉州东北部，距离帕拉州首府贝伦约 350 公里，距离市区 64 公里。该公司于 2007 年开始运营，并将所有铝土矿作为矿浆沿 244 公里的管道运输。这条年输送能力 1500 万吨的管道，是全球铝土矿运输的标杆。该公司还将矿石运往 Barcarena 市，为海德鲁 Alunorte 氧化铝精炼厂提供原料。通过管道运输铝土矿，减少了对环境的影响--周围的生态环境没有被切断或隔离，除了施工期间外没有噪音或粉尘，对社区的重新安置影响也更小。由于铝土矿管道在地下，它受到更好的保护和更安全，当地居民不受移动的铁路或卡车的影响。

另一座矿山，是位于帕拉州西部的美铝公司(Alcoa)的 Juruti 矿。该矿于 2009 年开始运营，目前的年产量为 530 万吨。除了采矿以外，该项目的其它设施还包括一条大约 55 公里长的铁路。该公司建造这条铁路，将铝土矿从加工设施运输到离市中心 2 公里的亚马逊河岸边的港口码头。

7.C 水管理

水是一种共享和有限的资源，具有较高的社会、文化、环境和经济价值。它也是所有铝土矿开采活动的重要组成部分。因此，铝土矿开采公司应致力于减少用水量，改善或保持水质，办法是尽量减少用水量，最大限度地重复利用水资源，避免污染邻近的任何水体，并维持监测方案，以衡量其绩效。

铝土矿经常使用大量的水，特别是在选矿厂和粉尘抑制方面。在高降雨地区的矿山，可能会特别经历高径流，这需要仔细管理。铝土矿矿山应该：

- 咨询了解任何与关键利益相关方冲突的用水需求，同时了解社区和环境对水资源的依赖；和
- 根据可获得的最佳长期气象信息，建立站点范围内的水平衡，并以此优化基础设施的设计；和
- 最大化重复使用和回收水（例如，将来自尾矿坝的过滤水返回至选矿厂），以最小化使用地下水和地表水供应，并减少对其他水用户的影响。

关于水质，主要的潜在影响，与径流中浊度增加和意外的碳氢化合物泄漏有关--值得注意的是，铝土矿选矿过程中不使用化学物质。管理对水质影响的建议措施包括：

- 确保至地表水的排放不会对接收水域带来不可接受的污染物浓度增加；
- 在加油设施、车间和燃料储存仓库，安装并维护高效的油脂收集装置；
- 确保碳氢化合物泄漏包可用；
- 处理的生活废水，以排放过程不损害人类健康或接收环境为标准；和
- 监测排放水的质量和数量，包括雨水，因为这有可能造成环境的伤害--需要按照监管机构认可的监视点来监测。

管理雨水的關鍵方法包括：分离干净水和污水，最大限度地减少易受侵蚀和/或污染的地面，同时，采用泥沙控制措施。建议措施包括：

- 在最干燥的几个里，清洁安排的土地；
- 在矿井中配备水坑，以留住雨水；
- 从坑体和运输道路至沉积滞留池，建立直接径流；
- 在沟渠和沉积物池塘，使用植物修复，以减少 TSS(总悬浮固体)和金属浓度；
- 在矿山中，规划多个小坑穿插恢复区域而不是一个大的坑体；
- 提升坑体层面，以增加渗透和减少径流；
- 在开采结束后，尽快对受影响的区域种植植被；和
- 在河岸保持适当的植被原状缓冲带区。

可持续铝土矿矿山应该：

- 了解矿山区域内水源的社会、文化和环境价值；
- 制定用水和水质目标，并附带报告；和
- 通过有效的沉积物控制，避免或最大限度地减少污浊的水离开现场。

案例研究--美铝（Alcoa）在西澳大利亚项目中的水浑浊度管理和培训

美铝公司在西澳大利亚的铝土矿开采业务位于饮用水流域。这些森林流域的水自然清澈、不浑浊，因此，美铝采取了一种积极的方式，向所有经营者宣传它们在维持水质和满足监管限制方面的作用。所有的矿山经营方都接受适当的语言和视觉训练，以帮助理解 TSS 总悬浮物增加的原因和影响，如泥浆和淤泥，即浊度。

当清理开采用的场区时，移走了可以稳定土壤的树木和植物，导致土地得不到保护，因此土壤很容易被冲走。来自包括道路在内的开放地区的径流，会导致河流中的高浊度。但是，通过适当的培训，矿山经营方可以确保在工作期间和工作之后有足够的排水保护措施(图 7.5)，例如：

- 确保运输道路上的水被定向至水坑，且这些池入口为开放状态，同时无清晰的障碍物；
- 不将公路微细物推入水坑，以免导致淤泥和溢出；
- 未经认可时，避免小径，因为这可能干扰引流槽而导致引流槽失去作用；
- 查看矿井的最低区域是否可以存水，否则，安装额外的排水控制措施，譬如挖掘另一个水坑；
- 提升外围，减少径流量；和
- 意识到预测的极端天气事件。当预计有强降雨时，与相关的作业人员联手，对此类事件做出回应。



图 7.5 美铝在澳大利亚西部的排水管理

这类培训，通过沿着河流的指定点的浊度监测来支持。随后，使用监测的结果，改进现场的浊度和排水管理。运营方也可以通过如下的报告方式提供支持：

- 浑浊的水流以难以控制的方式（例如不通过污水坑）流入森林、复垦区或水流区；
- 污水坑无效或不正确操作；和
- 由于排水控制不足，导致水流流入森林的区域。

这种管理、培训和监控的方法，有助于美铝在这一重要领域保持其监管合规。

案例研究--牙买加的水收集和温室效应²⁰

在牙买加的铝土矿开采后地区，农业可持续性和粮食安全面临两大障碍：

1. 由于为铝土矿开采和相关目的获得土地，可耕地的使用受到限制；和
2. 由于缺乏与牙买加白色石灰岩有关的地表水、季节性和间歇性降雨和干旱周期，灌溉用水不足以支持农业活动。

牙买加铝土矿研究所（JBI）与其它利益相关方共同寻求更可持续的结果，目的在于发展采水和作物生产技术以及适合于采矿后土地使用的做法。

这个项目的关键方面是，通过把废铝土矿坑改为集水塘，为温室和露天生产提供灌溉用水，促进和资助建立蓄水设施。农业对农村社区产生了强大的多重效应，农业经济与农村经济的其它部门有着重要的联系。在该项目下，牙买加社会投资基金(JSIF)、世界银行和 JBI 承担的 2.45 亿牙买加元（约 200 万美元）项目，使来自 St. Ann、Manchester 和 St. Elizabeth 八个社区的 160 名农民受益。在 8 个目标社区中，每个社区共建造了 20 个温室，每个地点都有一个铝土矿坑(图 7.6)，转化为用于灌溉的地表水水库。除了修建水坑和温室，还在指定区域修建了农药储存、食品包装、浴室、更衣室和洗手间。太阳能电池板产生的电能，将水泵入二次储水系统，然后送入内部滴灌系统。



图 7.6 铝土矿坑转化为 500 万加仑容量的池塘（牙买加 Tobolski）

上述 8 个地点的 20 名农民，接受了温室生产、管理和水管理技术的培训。其结果是生产一系列可持续的粮食作物，将小规模自给农民安置在以前的铝土矿矿区内，并为他们提供必要的基础设施和设备，使他们能大规模耕作，创造可行的生计（图 7.7）。



图 7.7 在牙买加 Watt Town (左)、Tobolski (中) 和 Clapham (右)的温室群

7.D 生物多样性

铝土矿通常发现在生物多样性高的地区，高生物多样性是一种植物和动物的高度多样性。因此，最大限度地减少对生物多样性的不利影响，是可持续铝土矿开采的基础。在减轻影响方面，需要仔细考虑当地社区的养护和土地利用需要，并将其纳入矿山计划。下列措施有助于减轻生物多样性的影响：

- 与关键利益相关方交流，了解土地利用的需求、社区对自然资源的依赖，以及在该地区可能存在的保护要求；
- 进行开采前动植物调查，识别物种和栖息地保护的意义，特别是稀有或濒危物种；
- 避开指定的保护区；
- 避免在世界遗产地从事铝土矿勘探或采矿；
- 将自然栖息地的清理，限于主要的开采区域；
- 在开采区，保留原生植被区作为野生动物走廊；
- 在开采区，保留原生植被区作植被种子来源；
- 围绕河岸、湿地和高保护价值地区，保留原生植被的缓冲区；
- 收集本地物种的种子用于复垦；
- 使用新开采和回填的表层土；
- 从开采区将高保护的物种移至复垦区；
- 建立苗圃，传播当地植物物种，以便用于复垦；
- 控制杂草丛生和其它不良的生物群（例如土壤病原体）传播；
- 利用从开采清理区提供的山石和木料，为动物提供栖息地；
- 为复垦区提供动物产卵箱，这有助于使保护价值高的物种再度返回复垦区；和
- 在其它公司所有的土地上，建立可能的储备，以设法提高生物多样性。

此外，保护缓冲区应建立在具有高保护价值的区域周围。缓冲区的宽度，应在考虑到敏感植被类型、受威胁动植物的位置、当地水文和河流之后确定。缓冲区的宽度，可以根据与流岸、湿地边缘或敏感植被类型的边缘的距离来设置。缓冲区的宽度取决于特定地点的因素，但一般在 50-200 米的范围内。

为了尽可能地限制采矿项目对生物多样性和生态系统的不利影响，公司应该使用一个“缓解层级”计划，包括 4 个关键行动：

- 避免--在行动或决策之前，预测和防止对生物多样性的影响；
- 最小化--在影响不可避免时，减少受影响的持续时间、强度和程度；
- 恢复--对特定的生物多样性特征和生态系统的损伤或破坏，进行修改；和
- 抵消--弥补因不可避免而带来的重大不利影响，通过备用保护行动进行恢复。

在评估对生物多样性影响的风险和重要性时，铝土矿矿山应制定一项生物多样性管理计划，记录如下内容：

- 在矿区内，现有的动植物和生态地位；
- 运营和外部因素 (例如火灾、杂草)对生物多样性的影响；
- 在规划时，如何考虑缓解层次；
- 针对减轻影响和/或增强生物多样性的机会，如何评估；
- 维持或增强生物多样性的目标；
- 针对这些目标，如何定期监测进展；和
- 记录和公开报道的进展如何。

可持续铝土矿矿山应该：

- 未在世界遗产地区建立或开发；
- 在生物多样性面临重大风险的情况下，根据缓解层级，制定生物多样性管理计划，并与矿山和商业计划相结合；和
- 使用缓冲区，将对高保护价值栖息地的影响降到最低。

案例研究--巴西 *Mineração Rio do Norte* 矿山 (MRN) 的生物多样性²¹

MRN 矿山位于亚马逊雨林的边界。正在进行的重新造林工作，从矿山关闭时即开始了。在最初运营启动后的 5 年，即 1984 年，该造林工作由 MRN 第一次发起。最古老的区域现在已经达到了与原始状态相似的轮廓；然而，MRN 已采取进一步行动，增加其恢复地区的生物多样性和可持续性，包括：

- 在树龄大于 10 年的复垦区，安装蜂房以加速植被再生长。除了增加授粉，蜂箱还为传统亚马逊人的周边社区带来额外收入；
- 收集种子和种植幼苗--这些也为社区的收入来源；和
- 完成地区的调查--共有 50 多名硕士和 25 个博士论文研究了复垦地区的植物群和动物群,因此，提供了增加教育的机会。

MRN 总共使用了 450 种不同的植物物种进行复垦项目--广泛使用了大约 120 种不同的植物，包括凤梨属植物和兰花等附生植物(图 7.8)。复垦计划包括：

- 采取收集到的附生植物，运输到 MRN 树苗圃，然后分类和培育；
- 收集物种--自 2001 年以来，已经收集了 123 个物种的 6.3 万株附生植物，其中包括 83 种兰花、16 种凤梨和 24 种天南星科；和
- 考虑到被移除的树种，重新引入植被以种植森林。



图 7.8 巴西 MRN 矿苗圃和造林鸟瞰图

案例研究--美铝公司在澳大利亚西部应对 Jarrah 枝枯病²²

在西澳大利亚的 jarrah(边缘桉树)森林中，有一种植物疾病叫枝枯病。这是由土壤中传播的病原菌引起的，可能导致易感部位严重退化。许多主要的 jarrah 树，均死于这些被感染的地区，另外，还包括一系列的中层和下层植物。无论是在有采矿活动的地区还是在没有采矿活动的地区，均导致了对受影响地区的生物多样性价值的重大影响。

美铝公司的铝土矿开采业务，位于受影响的 jarrah 森林中，一些受影响的地点也在其业务范围内。1979 年，该公司承诺在其矿山周围地区支持一项复垦方案。工程项目由美铝公司和州政府共同规划和资助。该方案的总目标是，恢复因枝枯病退化的森林，改善森林潜质，以实现其指定土地利用的目标。具体的土地用途目标是：

- 使用可持续森林管理实践，增加生物多样性；
- 保持饮用水的质量；和
- 改善美学。

此外，美铝与当地大学合作，了解导致这些地区退化的过程和有效的植被恢复方法。工业研究小组和州政府之间的成功伙伴关系，改善了矿区周围退化的植被(图 7.9)。只重建当地的树木和林下植物种属。



图 7.9 美铝在澳大利亚西部的植物焦枯病修复区

7.E 空气质量和噪音

铝土矿的性质，意味着暴露的土地面积很大。这些是干燥和多风条件下产生粉尘的潜在来源。如果尾矿坝的表面干燥，也可能是风积尘的来源。此外，在运货卡车和重型矿山设备大量运输的这些地区，会造成进一步粉尘的扩散，并对噪音污染产生影响。

根据邻近社区的位置，这对空气质量和噪音污染的影响，都有可能对社区产生重大影响。然而，有了适当的规划和控制，粉尘和噪音的影响可能会最小化，这将维护与社区的良好关系，同时也保持了所有雇员和承包商的 安全的工作环境。为了实现这一目标，必须确定可能受到噪音和粉尘影响的人和其他有机体的位置，以评估这些排放对健康和环境的潜在影响。同样重要的是，要理解潜在的敏感性的增加受制于许多因素，包括年龄和健康（例如学校、日托中心、医院、疗养院）、状态（例如敏感或濒危物种）、靠近源或他们所使用的设施（例如供水井）。同样，这需要通过不断的环境监测来实现。



图 7.10 几内亚 Alufer Bel Air 的环境监测

空气质量

在空气质量方面，应在采矿前对潜在的空气质量影响进行初步评估，包括微粒（灰尘）、二氧化硫（SO₂）和氮氧化物（NO_x）。铝土矿的开采和选矿不涉及使用化学试剂，也不产生气味；但是，抑尘剂可能用于控制粉尘，不过，这些可能需要获得监管机构的批准才能使用。因此，对空气质量的主要影响一般是颗粒（尘埃）。灰尘降低了能见度，可能成为安全隐患，可能会对邻居造成困扰，可能会覆盖农作物和其它植被的叶子。铝土矿采矿作业的主要粉尘来源包括：

- 植被清理和任何植被燃烧；
- 表土剥离；
- 采矿--用重型机械和加载开采铝土矿矿石；
- 铝土矿运输，尤其是在未封闭的道路上；
- 将铝土矿倾倒入破碎机或直接到卡车或铁路货车；
- 输送和船舶装载；
- 矿石存放；
- 干燥尾矿坝的表面；和
- 复垦活动，包括表层土的置换。

具体来说，对颗粒物的评估，应考虑采自矿山的总悬浮颗粒物（TSP）的扩散、小于 10 微米的颗粒物（PM₁₀）和小于 2.5 微米的颗粒物（PM_{2.5}）。应将源自矿山的微粒的累积水平和先前存在的背景水平与有关的管制限制和国际准则进行比较。如果现场有柴油或燃油驱动的发电厂，也应该评估 SO₂ 和 NO_x 排放的潜在影响。在这些指导方针中，温室气体排放是分开处理的。

推荐的粉尘管理策略包括：

- 考虑粉尘的来源、风向和现有的邻居的位置，考虑道路、库存和矿山占用建筑和营地的布局；
- 对未封闭的道路和工作区域做浇水作业；
- 降低限速、检查负载限制和强制覆盖加载；
- 使用适当的材料建设道路，以最大限度地减少灰尘；
- 对暴露的土壤，种植植被；对其它易受侵蚀的材料，立即覆盖；
- 只在必要的时候才清理新领域；
- 使用除尘措施喷雾堆积矿石；
- 在装载、转移和处置铝土矿时，尽量降低下降高度，并尽可能屏蔽逆风；
- 考虑使用除尘措施的喷淋系统；和
- 在转运点，覆盖输送设备，并安装水喷雾系统。

噪声排放

关于噪音排放，与铝土矿开采有关的主要来源可能包括：

- 重型设备（例如推土机、挖掘机、装载机、运输卡车）的发动机；
- 破碎机和选矿设备；
- 输送机；
- 铁路；
- 铝土矿的装载、卸载和存放；
- 发电；
- 推土机；和
- 钻探和爆破。

减少噪音影响的建议策略包括：

- 用宽带(白噪声)倒车警报代替传统音调警报，并在车辆上安装此类警报系统；
- 在噪声敏感区域避免夜间作业；
- 在不利天气条件下，将采矿活动转移其它开采坑；
- 在可能的情况下，使用机械分离，最大限度地避免或减少使用爆破；
- 在无法避免爆破的围绕矿山的区域，使用特定爆破计划，并以此预测噪声水平；
- 当模拟爆炸噪音水平高于噪声限制时，避免爆破；和
- 在敏感人群和其它生物的最近位置，定期测量噪音水平，确保操作符合噪音准则。

可持续铝土矿矿山应该：

- 针对噪音和灰尘，了解最近的敏感人群和其它生物的所在位置；
- 在源头控制噪音和尘埃，尽量减少对敏感人士和其它有机体的影响；和
- 为所有员工和承包商维护安全的人类健康工作环境。

案例研究—力拓在澳大利亚韦帕的粉尘管理²³

在旱季期间，管理力拓在昆士兰的韦帕项目的粉尘排放是一个主要重点。作业产生的粉尘排放，加上风况以及该地区自然山火产生的烟雾，可能对当地社区的空气质量产生不利影响。

2010 年制定了一项粉尘管理计划，其中包括开发一种模型，该模型预测粉尘在空气中的扩散，并确定对社区造成影响的风险。这些信息用于矿山规划决策。2011 年，在 Nanum、Napranum 和 Rocky Point 安装了自动粉尘监测站，加强了监测活动。2012 年，在 Sherger 安装了第 4 个监测站，以提供基线信息。这些监测站能够实时监测 TSP 物质和粉尘沉积（图 7.11）。



图 7.11 澳大利亚 Rio Tinto Weipa 力拓韦帕矿的粉尘监测

如果粉尘浓度接近许可证限制，这些站点会向站点环境团队的一名成员发送 SMS 短消息，从而允许更快的响应时间。对高浓度粉尘排放的应对措施，可能包括向运输道路浇水或将采矿作业转移到另一个地点，直到风力条件发生变化。

案例研究--印度 *Hindalco Durgmanwadi* 的噪音和粉尘控制¹⁷

矿山的粉尘和噪音排放量被最小化（图 7.12）。项目包括：

- 使用推土机开采--这些避免了钻探和爆破，从而减少噪音和灰尘；
- 喷雾抑制系统--这最大限度地降低了交通和矿石破碎过程产生的粉尘；
- 在枯竭的矿坑中积聚的水体----这些都改善了地下水的水位，并提供了用于除尘的水；和
- 特有的植被—利用现场培养的树苗，为关闭后的区域营造绿化带和复垦，从而也最大限度地减少粉尘排放。



图 7.12 印度 Hindalco Durgmanwadi 所有作业阶段的粉尘抑制

7.F 温室气体排放和节能

铝土矿开采所消耗的能量相对较少，因此与铝生命周期的其它部分相比，开采过程温室气体排放量较低。每吨铝土矿，全球平均能耗小于 100 MJ。从选矿点至航运点或当地氧化铝精炼厂，每吨铝土矿平均运输距离是 50 公里--额外的数据和文本可参考本报告中的 铝土矿工业—关键数据清单。每生产 1 吨铝土矿，平均释放不到 50 公斤的二氧化碳。然而，在建立矿山之前，临时清除植被会产生温室气体排放--柴油燃料燃烧，占据了铝土矿开采和运输所需要的大部分(95%)能源消耗。温室气体排放的主要来源是：

- 现场发电（例如柴油发电站）；
- 柴油用于开采和运输过程中的重型移动设备；和
- 开采前的植被清除。

尽管能源消耗相对较低，但实施能源效率措施的双重好处是减少作业的温室气体排放，同时提高生产率和降低成本，从而使铝土矿更具有可持续性。建议的节能措施包括：

- 应用合适的发动机和泵体，同时使用变速驱动设备，并满足高度变化的载荷要求；
- 使用更大、更节能的采矿设备和卡车；
- 使用先进的卡车调度系统，优化卡车周转时间，并减少空转和等待时间；
- 改善开采和运输设备的维护；和
- 将选矿厂和矿石存放场集中布局，从而最大限度地减少矿石的平均运输距离。

此外，根据地点的不同，不断变化的气候可能会给铝土矿开采带来风险。这些风险可能包括降雨模式的长期变化、干旱或洪水频率的变化以及严重风暴（包括旋风）频率的变化。这种影响可能导致可获取水的增加或减少、洪水和风暴对基础设施的破坏频率的变化，以及影响供应链可靠性的运输中断。

易受影响地区的铝土矿矿山，在规划时应评估如何考虑这些风险。例如，可能需要建造更多的储水设施，改变尾矿坝的设计标准，改变交通基础设施的防洪屏蔽标准，或者改变应急程序。从这种评估中吸取的教训，也许可以用来帮助一个社区去适应变化。

可持续铝土矿矿山应该：

- 优化能源利用，实现环境和经济效益；
- 考虑降雨模式和恶劣天气事件的长期变化如何影响运营和原社区，并尽可能降低这些风险。

案例研究--牙买加 **Jamalco** 的发电运输系统²⁴

2007 年，Jamalco Operations（前美铝公司）制定了一个可持续的解决方案，即将来自 Oliphant 山的铝土矿运输到火车站，然后将铝土矿运送到 Clarendon 氧化铝精炼厂。这是通过一套绳索输送系统完成的，该系统能在山区运送铝土矿。除了运输铝土矿外，该系统每小时产生约 1200 千瓦的电力，用于为矿山提供动力，同时也配送给牙买加的电网。因此，美铝在最初的 5 年里节省了大约 150 万美元的能源成本。

绳索输送设备由输送带组成，输送带上面有波形的侧壁，并包括可以在固定轨道绳索上运行的轮组。绳索由 11 个支撑架展开，并由两个交流感应电机驱动（图 7.13）。当输送系统装载铝土矿并开始下降时，驱动器开始按连续制动(正反馈)模式运行，产生电力。除了提供替代能源外，该系统还带来其它环境效益，包括：

- 空中输送机作业，尽量减少空间需求和轻松地跨越地上障碍；
- 与公路运输相比，安静、无尘、占用土地少；和
- 切换到绳索输送机系统，每天节省 1200 卡车的运行，同时，降低温室气体排放、噪音和灰尘。



图 7.13 牙买加 Jamalco 的输送设备

案例研究--巴西海德鲁 Paragominas 矿实现碳中和

自 2013 年以来，Norsk Hydro 海德鲁铝业公司一直在支持一项双边研究项目，以开发科学知识和技术，恢复巴西亚马逊地区 Paragominas 铝土矿矿山的生物多样性。该方案与奥斯陆大学和 3 个巴西研究机构合作，目的是提供新的、以科学为基础的知识和方法，以改善森林和生态系统的恢复。该方案除了支持将矿区恢复到以前的森林条件这一雄心勃勃的长期目标之外，还旨在支持海德鲁铝业雄心勃勃的“碳中和”长期目标。

Paragominas 曾是生物多样性丰富的地区，在采矿作业建立之前，由于伐木和养牛，大部分树木被砍伐殆尽。如今，原始森林只覆盖了 15% 的面积。尽管海德鲁公司并不是这种森林砍伐的罪魁祸首，但在 2011 年开始运营 Paragominas 矿山时，海德鲁还是决定继续这项由该矿前拥有方 Vale 淡水河谷公司发起的修复工作。目标是重新种植退化地区，如果可能的话，将森林生态系统和生物多样性恢复到原来的状态。到 2016 年，海德鲁恢复了近 1700 公顷（图 7.14）的土地。



图 7.14 巴西海德鲁 Paragominas 矿的研究人员

一个有希望的研究方向，是应用美铝公司最先开发的重新造林技术—名为 nucleation 技术，该技术可以改善自然土壤的形成，促进再生长，增加生物多样性。为了支持这项工作，该公司建设了一个苗圃，该苗圃每年可生产数十万株幼苗和附生植物—它包含了广泛的遗传多样性，这对森林的成功恢复至关重要。核技术的另一个重要好处，是它可以减少退化林地的温室气体排放。因此，除了海德鲁开展的植树造林活动外，该研究还在支持公司应对气候变化的行动中发挥着重要作用，并从生命周期的角度，在 2020 年实现碳中和的目标。

7.G 废物管理

废物”是指任何剩余的东西，或不需要的副产品或剩余物，它们来源于产生废物的活动。通过设计、建造、操作和关闭，从矿山概念阶段制定废物管理计划(WMP)，有助于最大限度地减少废物管理不当和排放至环境中的污染物可能造成的环境危害。实施废物管理计划时，应按照下列优先次序组合废物管理类别：

- 避免浪费--尽量减少生成的废料数量；
- 废物隔离--分离废物分类，以增加再利用和回收选项；
- 废物再利用--利用废物作为资源；
- 废物循环利用--提高资源的使用效率；
- 从废料中回收能源；和
- 适当的废物处理--减少废弃物对环境 and 人类健康的影响。

铝土矿的典型废料包括：

- 来自矿山清除产生的绿色废物和植被；
- 开采前移除表土；
- 来自选矿厂的尾矿和大颗粒物料；
- 来自车间和办公室的一般废物（例如食物残渣、纸和纸板、塑料、木材、电气设备）；
- 来自车间的可再利用的木制托盘；
- 来自工厂和车间的废金属；
- 来自轻型和重型车辆的轮胎；
- 输送带（如果适用）；
- 来自任何挖掘区的挖掘废料(如果适用)；
- 来源于厕所的污水；
- 现场诊所医疗产生的废物；
- 来自车间的废油、废油脂和油污染的破布、席子和吸附剂；和
- 来自车间的液体危险废物(例如溶剂、冷却剂、油漆)。

因此，铝土矿的 WMP 应包括：

- 监管要求的文件化；
- 识别矿山产生的废水；
- 为每个潜在的再利用回收的废物流做评估；
- 如果没有可行的再利用或再循环办法，则应确定一个有适应的许可证和管理适当的处置设施；
- 确定适当的垃圾运输车进行转移；
- 概述如何存储适当的废物，防止污染，直到这些废料离开场区；和
- 记录审核和监控产生的垃圾数量和类型。

可持续铝土矿矿山应该：

- 遵守所有规定的最低限度；和
- 建立一个基于浪费最小化层级结构的 WMP 废料管理计划。

案例研究—在非洲的废物管理方法

对于包括几内亚在内的发展中国家的采矿项目来说，由于缺乏公共废物收集、处置设施和基础设施，某些废物，包括废油、医疗废物、危险废物、污水和受污染的土壤，带来了特别的挑战，因此，制定 WMP 可能具有挑战性。例如，在北回归线以南的非洲大陆上，只有南非的危险废物焚烧炉在运作，《巴塞尔公约》禁止危险废物跨界流动。

制定有效的 WMP 的关键，是理解和控制废物从产生到最终消除方法的生命周期。要做到这一点，必须充分开发项目描述，并通过项目的公司结构进行传播，以便能够对项目各个阶段产生的废物进行预测，以便对其进行整理。这一进程涉及若干步骤：

- 起点是采购--通过寻求替代化学品的采购政策，更换零件、危险材料和包装，以此消除或减少生产现场的废料，这可以在废物产生之前减少或消除废物；
- 下一步是尽可能确定和量化每个阶段产生的所有不同的废物流。例如，可以从现场维护的车辆数量，来估计用过的轮胎的数量，它们的再利用，包括防护屏障、斜坡稳定支柱和道路护柱。剩余的旧轮胎可在场外或当地居民回收，将被剪掉，以确保它们不能被改装到其它车辆上；
- 接下来，电动装置机械和车辆维护计划，将给出机油的变化和数量，进而确定要处理的废油数量。产生废油的高峰期，一般是在建设阶段的后期。首选的处置方法是返回至供油方，对供油方的回收设施进行审计，通过运输、精炼、转售和最终处置，跟踪废油的“保管链”。
- 接下来，需要对每个废物流，计划回收和最终处置方法，包括离开矿区后的有再利用潜力的废料的控制分配方法。例如，不含有害物质的瓶子和容器，经分配后，如果由当地居民回收，那么，在象征性的收取费用后，就需要收集、清洗和安全储存设施，然后再分发给当地居民。这项费用的支付，将确保这些废料对收货人具有价值，并让他们保存起来供使用；在当地的村庄、道路和水道，分发这类废料，一般会导致乱扔垃圾。
- 可燃、无害的固体废物，需要在现场处理，移动和便携式的柴油燃料焚烧炉，是一个可行的解决方案，前提是雇用训练有素的操作人员来分拣废物和操作。在采购阶段，应注意确保焚烧炉符合适当的空气排放标准。
- 最后，在废物流的生命周期分析中，至填埋场的现场处置，可能是唯一可行的抵消处理的替代选择。在这里，经分拣、重复使用和回收后剩余的废料数量，是设计无危险垃圾填埋场容量的一个重要参数。堆填区必须设于矿区内安全防护的区域内，且经消毒处理。

一个详细的 WMP，基于对每个废物流的可量化估计和它们最终处置的具体方法，是在矿山生活的各个阶段进行废物管理的最佳实践的关键。



图 7.15 几内亚 Alufer Bel Air 的月度现场检查

7.H 尾矿管理

在某些法规中，尾矿意味着有害废物，但这并不适用于铝土矿。铝土矿是无害的，因此铝土矿尾矿--相对于铝土矿精炼过程中的铝土矿残渣--也被认为是无害的。此外，并非所有铝土矿都需要选矿，因此并非所有铝土矿都有尾矿。选矿为分离铝土矿和废料，涉及筛选、粉碎、洗涤和脱水。选矿过程中不添加任何化学物质。该工艺生产的尾矿由水、细铝土矿豆状岩、砂和粘土组成。



图 7.16 美铝在巴西 Juruti 的铝土矿尾矿

开采期间和开采后的尾矿管理，是矿业公司的责任。这意味着尾矿在整个运营过程中的管理均有效--从最初的可行性到关闭，以及关闭后任何持续的监测和维护。通常，铝土矿尾矿不含有害物质，只会增加天然矿物的浓度。然而，与当地、国家或国际准则相比，应始终分析铝土矿尾矿，以确定它们是否含有任何有害物质。

长期的管理策略，是从尾矿库中排水，以保证其物理稳定性，然后重新定形以帮助排水，并用土壤和植被覆盖。为了减少铝土矿尾矿的含水量，矿山可将自然压实过程产生的水重新利用和循环利用，并可使用其它设备和工艺，如压滤机、增稠剂和干堆积。随着时间的推移，尾矿在水库中沉淀和干燥。一旦用制定的方法消除了残余水，在固结固体后，表面应复垦。

所有尾矿坝都应该有详细的规划，包括位置、工程设计、施工、尾矿坝运行、监测、退役和关闭。尾矿坝的安全取决于严格的设计和精心的建造、运行和退役。如果不能接受破坏风险，建议的设计应受制于尾矿坝破坏影响评估，并修改设计。尾矿坝也只能用于设计目的。例如，随着时间的推移，为存放尾矿而设计的尾矿坝储水，会导致尾矿坝墙体结构的破坏。

在拟订一个特定场址的尾矿管理计划时，应考虑的事项包括：

- 确保结构的设计、运行和维护按照国际认可的标准，并基于详细的风险评估；
- 在设计和施工阶段，建立一个适当的独立审查；在运行和退役期间，持续监测尾矿坝的物理结构和水质。这还应该包括对最大设计地震假设的检查；
- 在设计尾矿贮存设施时，要考虑特定的失败风险。这也应与该场址的应急准备预案联系起来；
- 构建任何分流排水和沟渠，将水从周围的集水区与尾矿结构分离，以应对可能的间隔性洪水；
- 在尾矿贮存设施的设计和操作，确保渗漏管理和相关稳定性分析，是一个重要的考虑因素；和
- 基于地点的特定风险、最大设计降雨事件和所需的净空，详细说明和证明设计规范，以便在尾矿坝的计划寿命（包括退役阶段）期涵盖这些内容。

因此，尾矿管理计划应包括：

- 定义责任；
- 运行过程的描述，包括水资源管理；
- 检查和运行监测的日程安排和范围；
- 审核的时间表和范围，以及专家做出的稳定性评估；
- 培训需求；
- 退役计划；和
- 应急反应预案。

编制尾矿管理计划，需要使用被认可的专业知识，通常不能只使用公司的内部资源来完成，因为整个过程的所有阶段，都需要进行外部审核。

可持续铝土矿山应该：

- 制定尾矿管理计划，其中包括选矿厂，以考虑矿山从设计到关闭的整个生命周期；
- 确保这些尾矿管理计划受到独立专家审查；和
- 在使用期间和使用后，定期使用内部和外部专家独立监测尾矿坝。

案例研究—Harita 集团在印度尼西亚的优化选矿²⁵

Harita 集团研究了铝土矿的矿化，以尽量减少浪费，提高经济效率，并最终优化氧化铝精炼厂的拜耳法工艺。现有的作业包括破碎、喷洒、太阳能干燥和使用前的混合(图 7.17)。研究的目的是：

- 识别铝土矿的粒径分布及其矿物类别；
- 识别可用氧化铝(氧化铝)和如何提高现场铝土矿的氧化铝含量；
- 确定如何降低化合物，如二氧化硅、 Fe_2O_3 和水；
- 在选矿后，优化回收、改善矿山选矿厂；和
- 降低铝土矿成本，使其更有竞争力。



图 7.17 印度尼西亚 Harita Group Ketapang 的现有采矿作业

铝土矿主要是由矿物质组成的，如三水铝矿、一水软水铝石和一水硬铝石，但它也可能包含在拜耳工艺中具有活性的其它矿物。例如，红土铝土矿，是由富含铝硅酸盐矿物或中间岩的火成岩的红土风化和二次富集而成的。位于 Ketapang 的红土铝土矿（图 7.18），具有较低的铝土矿品位(46.5%)和较高的硅(12%)。由于基岩类型和红土化阶段，红土铝土矿选矿具有挑战性。此外，在铝土矿中，细粒的斜长石和交错的高岭石很难用现有的选矿方法分离。

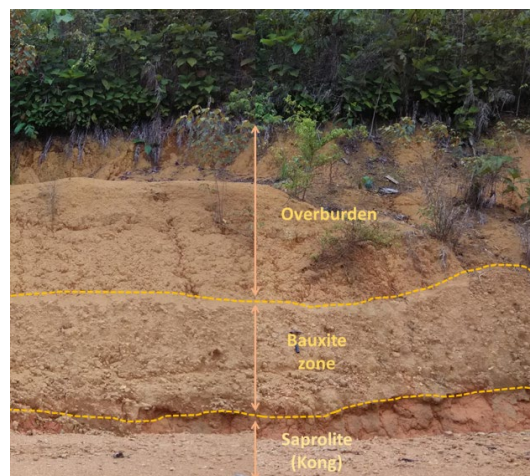


图 7.18 印度尼西亚 Harita Group Ketapang 的红土型铝土矿剖面

高岭土粘土与活性白炭黑粒级相同，在拜耳过程中可能会有烧碱损失，从而造成很高的运行成本。开发整合的铝土矿框架，可以帮助未来的矿山在生产过程中确定“清洗还是不清洗”和“粉碎还是不粉碎”，以此减少浪费并最大限度地提高矿山效率。利用结合技术(图 7.19)，包括测绘粒度分布分析、x 射线荧光、湿化学和半定量 x 射线衍射，以更好地了解矿物资料，改进现有的选矿方法，从而减少浪费，提高后续拜耳工艺的经济指标。

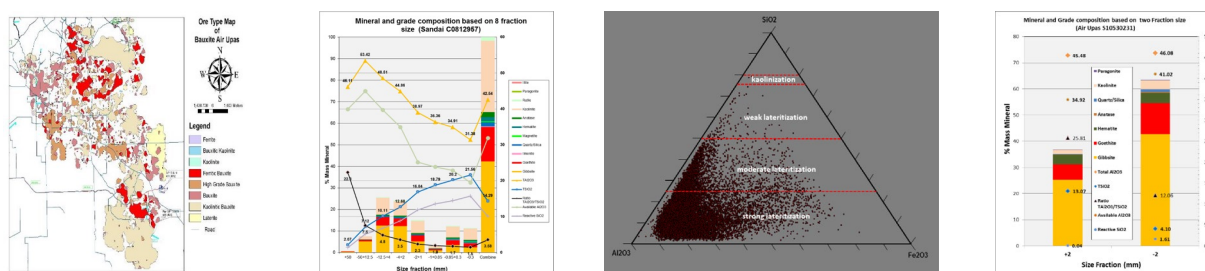


图 7.19 印度尼西亚 Harita Group Ketapang 的铝土矿测绘和分析

7.1 土壤管理

应在采矿和土壤类型分类之前，评估土壤适宜性，并根据可侵蚀性和稳定性进行分类，以供复垦使用。应当指出的是，在不同的矿点，表层土壤的深度（包括大部分种子和有机物质）以及底土都有很大的不同。

在采矿前，剥离铝土矿的表层土、底土和覆盖层。根据土壤的适宜性和深度，土壤可以被双重剥离，以保持种子和富含有机质的表层土壤与底层土壤分离。土壤的再生顺序是反序的--首先是底土，然后是表土。如果将储存的土壤量降到最低，并且在已开采区立即分散的土壤（“直接回填”）量达到最大，那么土壤处理是最有效的。这种直接的回填也有环境效益，鼓励本地植物从土壤的繁殖体中再生，尽量减少对土壤结构的破坏和有机质与养分的损失。这一技术，也有助于在任何时候最大限度地减少开采用地面积。

如果不能直接回填，就应该储存土壤。如有堆积，泥土在潮湿时不应处理，以免压实。低矮的存放，要优于高而窄的存放方式，因为前者最大限度地降低了厌氧条件形成的风险。如果存放土壤需要保持数月，就应该暂时种植被开采区，以控制水土流失和尘埃。此外，储放的土壤通常应在一年内使用，以使天然种子库的效益最大化，并保存共生微生物。然而，一般规则中有一个例外，即尽量减少土壤堆积的时间--如果土壤从杂草丛生的地区剥离出来，那么在重新分撒土壤时，几年的堆积期可以显著降低杂草的萌发率。

应制订一项土壤管理计划，涉及特定地点的工序，包括：

- 描述和绘制土壤适宜性；
- 现场测量土壤库存和存放的土壤库存；
- 开展土壤剥离、储备和安置活动；和
- 确保质量保证，以确保合适的土壤得到适当地回收和管理。

可持续铝土矿太广应该：

- 制定土壤管理计划，描述土壤如何分类、回收、储存和重新覆盖。

案例研究-美铝公司在澳大利亚西部的表土管理²⁶

在西澳大利亚南部地区的 jarrah 森林，美铝公司进行的铝土矿复垦方案是一个很好的案例，它表明，保护土壤种子库可以显著提高开采后植被群的植物多样性。只要有可能，在清除植被后，开矿前先剥离包含大部分土壤种子库和养分的最高 150 毫米的土壤，然后直接回返至待复垦坑。美铝发现，在恢复的土地上，大约 60% 的物种来自于新鲜表层土壤中的种子，这些种子是从“捐赠”的土地上剥离出来的，而在采矿之前，先前清除的这些土壤，并立即“返回”到正在复垦的区域。事实上，使用来自供体土壤的新鲜表土是很重要的，因为在修复后的土壤中，新鲜表土至少比使用前储存的表土多出 33% 的物种。

以前，用铲运机将新鲜的表层土运回。然而，用这种方法均匀地应用表层土是很有挑战性的。为了更有效地利用有限的新鲜表土，最近的一项发展，是使用一辆改装过的铰接式卡车，铺展 10-25 毫米深的土层 (图 7.20)。



图 7.20 美铝在澳大利亚西部的鲜表层土壤播洒

此外，还利用未开采和复垦林区的植物监测数据，来确定森林中丰富的物种，但在复垦地区，这些物种要么没有出现，要么很少出现。这些品种位于传播种子群中或苗圃繁殖。如果种子大量可用，传播种子应用是首选。然而，红柳桉树森林中，还含有相当数量的长寿而生长缓慢芽科物种，特别是灯心草和莎草--在未被开采但未复垦的森林中，它们的数量极高，且来源于复垦过程中使用的新鲜的表层土，它们还常常产生一些种子，因而不适合纳入广泛的混合种子群。

通过识别那些不能从新鲜的表层土或种子中轻易再生的物种，美铝能够确保这些“不受影响的”物种从岩屑、组织培养或有限数量的种子中繁殖，然后种植到新复垦的区域（图 7.21）。它们通常用塑料网罩包围，以防被袋鼠吃掉。目前，美铝每年为新复垦的地区生产和种植约 45 万株顽强的植物，补充使用新鲜表土和播种。同时，使用回返的新鲜表土，播种和种植顽固性植物，目前，15 个月的植物种类数目，与未开采区同等大小的土地上的植物种类数目相等。



图 7.21 美铝在澳大利亚西部的组织培养设备

案例研究-- Alufer Bel Air 将几内亚热带地区的土壤侵蚀降到最低

热带气候下的采矿作业，面临着土壤侵蚀的挑战，这是由于两个因素共用作用的结果：潮湿季节的高总体降雨水平，以及在植被清除后暴露于降雨径流的低内聚力的红土土壤上的强降雨事件。几内亚和西非热带其它地区的月降雨量可达 500-600 毫米，每月有 20-25 天的降雨。

在矿山建设和运营阶段，在永久性排水工程和沉淀池建成之前，可能尤其严重的是，由于植被剥离，可能会暴露大面积的地表土壤。如果不计划和减少水土流失预防措施，从矿山的生命开始，就可能导致：

- 施工期间严重延误和安全问题；
- 生产过程中，排放水质参数(TSS、浊度)超标；
- 边坡稳定性降低；
- 淤积河道导致生命体损失，或农业用地中有机土壤的流失；
- 受影响社区的负面社会影响；和
- 增加额外的替代成本，以输入肥沃的表层土壤或土壤改良剂用于复垦。

然而，预防措施可以减少对随后的土壤侵蚀的减轻或补偿需要--预防胜于救治。这些措施，需要在生产场地清理工作一开始就实施，在制定更多的永久性措施之前，首先采取快速的临时措施。在决定采取何种措施和在何处采取措施时，采用了 3 项原则，以防止降雨和泥石流的加剧侵蚀：

- 使用冠状/脚趾状沟渠、横向分流堤坝、侧向沟渠和排水通道，收集地表排水；
- 利用堰流、木材/石头石基、瀑布状物和截流，以减少能源；和
- 通过保护排水口、沉积池或沉积屏障，将收集和耗尽排水引入较低的地面，从而将水驱散到泄流区。

位于几内亚的 Alufer 公司的 Bel Air 矿，应用上述原理，制定了矿山建设阶段的临时土壤侵蚀控制措施。大多数临时的防止土壤侵蚀措施，都可以通过自场地清除过程中提供的漂砾、石头、植被、树枝和树干来完成，并与沉积物过滤土工织物相结合。需要确定的数量、位置和大小，可以通过识别潜在的流量通道，以及从降雨数据和表面区域排水获取的计算峰值与平均流量而得出。这些配制工程，还可以为当地劳工创造当地就业机会，这些劳工可以在群体中接受培训，并在需要时进行部署(图 7.22)。



图 7.22 几内亚 Alufer Bel Air 的斜坡稳定措施

随着建设的进一步发展，这些临时措施可以与永久性措施结合起来，例如石堤、沿斜坡的顶部和顶部沟渠、沉积池和带有防流闸的排水沟渠(图 7.23)。



图 7.23 几内亚 Alufer Bel Air 临时和永久侵蚀控制

7.J 复垦

一旦铝土矿开采结束，公司就有责任复垦土地--铝土矿开采的性质是，复垦工作应在矿山生命期内逐步进行。复垦方案的总目标，应是使开采的矿区恢复安全、稳定和无污染的地形，以满足商定的土地利用目标，并需要最低限度的持续维修(图 7.24)。



图 7.24 几内亚 Alufer Bel Air 的苗圃

一项典型的铝土矿复垦过程包括：

- 与最终用户和监管机构协商，制定复垦计划；
- 如果有必要，重塑开采区域，去除陡峭的破碎面，并重建排水网络；
- 对压实区机械破碎，以增加水的渗透，促进植物根系渗透；
- 回返表土、底土和表土层；
- 最好沿着外形来培养，以减少水土流失，并准备种子栽培；
- 播种和施肥--物种播种和播种途径，都在特别指定的站点进行。一般情况下，适应当地环境并能自我维持的本地植物物种是首选。种子通常通过手、拖拉机/爬形工具点播。在大型复垦区域，或者用飞机播洒；
- 种植幼苗而不是播种或补充播种，尤其是在劳动力丰富的国家；和
- 在某些领域，通过返回岩石和大型木质材料，为动物创建额外的栖息地。

在完成复垦后，应监测已确定的目标或结果。监测结果可用于确定需要返工的领域，并提供反馈，以改善未来的复垦。这些结果应向社区和地方监管机构或机构报告。应拟订一项复垦计划，其中包括：

- 推动与矿山计划的关联，体现在矿山开采期间复垦工作是如何逐渐实施的；
- 列出明确的复垦目标和完成标准；
- 确定角色和职责并且文件化；
- 记录任何提出的旨在提高绩效的试验和研究；
- 实施质量保证过程；
- 记录复垦监测计划；和
- 记录维护策略，包括控制杂草物种、消防管理、侵蚀地区的修复，以及未能成功复垦区的修复。

这些复垦的完成标准，是复垦地区生物物理发展的可量化里程碑，表明该地区最终将达到可持续的状态--表明复垦是成功的。因此，最好在采矿开始时起草复垦标准，并与监管机构和其他关键利益相关方（如邻近社区）协商。应该对标准进行修订和更新，因为知识和经验是通过研究、监测和逐步复垦实践而获得的。

复垦监测方案，应集中注意与完成标准吻合的一系列指标。指标通常反映植被的组成和结构，包括物种丰富度、植物密度、叶面覆盖、结构组成、原生物种的引入和存在的草科。在某些情况下，某些动物群的重新定位是一个很好的指标，表明植被朝着自我维持的生态系统发展。

可持续铝土矿矿山应该：

- 制定逐步复垦计划，并使之与采矿业务相结合，其中包括完成标准；和
- 确保完成标准得到监管机构的同意，并在适当情况下与其他利益相关方达成一致。

案例研究-美铝在澳大利亚西部的复垦完成标准²⁶

上世纪 90 年代，美铝(Alcoa)开始为澳大利亚西部的铝土矿开采业务制定完工标准。1988 年以前(早期)使用的复垦方案，不同于目前使用的方案，这意味着需要 2 套标准。美铝定期审核当下的复垦标准，以便能够整合认知和新技术的改进，并体现利益相关方期望结果的变化。到目前为止，已经完成了两项修订。

该标准旨在体现指导复垦的原则，包括实现复垦目标、景观一体化、可持续增长、恢复活力和土地管理一体化的指导原则。对复垦工作的评估，是在复垦工作的各个阶段以及生态系统发展的早期和后期进行的。这种对选定标准的早期评估，使任何纠正措施能够有效和低成本地实施。

由当地监管机构批准的现有 34 个竣工标准的一个例子是，两种主要森林树种红柳桉树美叶桉木（表 7.1）都有足够的覆盖层。这是在实施 9 年后评估的，如果需要，允许在早期阶段进行重新种植/重新播种或间伐（通过使用除草剂）。美铝公司负责内部评估，每年由澳大利亚西部政府进行实地检查和审核。为了平衡木材生产目标与水、养护和其它森林价值，制定了最低和最高限度。

后续的评估，用于确定复垦工作是否显示出持续的增长和发展，并确保区域规模的要求，如恢复未来森林管理所需的通路。对于某个亚区，可计划放弃复垦，但针对某个采坑，则不能放弃复垦。对完成标准的评估，遵循商定的检查程序、完成任何补救工作，并最终签字。

标准和意图	<p>3.成立初期-前 5 年</p> <p>3.1 植被建立</p> <p>3.1.1 建立上层木</p> <p>(a) <input type="checkbox"/> 达标而兴建的红柳桉树和美叶桉木的多层保护</p>
验收指南	<p>复垦区必须有满足指定的土地用途的放牧率</p> <p>美铝公司每年必须向澳大利亚西部公园和野生动物局(DPaW)提交 9 个月的监测数据。完整的完工标准的副本可以通过 http://www.dsd.wa.gov.au/alcoa's-bauxite-mine-rehabilitation-programme 获取。</p> <p>DPaW 必须审查并建议美铝接受或要求纠正的措施。</p> <p>除非 DPaW 在 3 个月的自我认证期向美铝公司发出书面通知，或除非另有约定，否则已达到标准的复垦工作将被视为可接受。</p>
为准	<p>在复垦坑内的茎干/公顷平均数量 (9 个月监测数据)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 最小：600株桉树茎/公顷(包括至少150株红柳桉树茎/公顷和至少200株美叶桉木茎/公顷) ▪ 最大：1400 株桉树茎/公顷 ▪ 目标：1000 株桉树茎/公顷(除了运输道路和小于 2 公顷的坑体)。 <p>不存在面积大于 2 公顷的区域，其上出现低于 100 株茎/公顷且面积大于 0.5 公顷的未复垦带(基于 9 个月的监测或 5 年的空中影像的后续检查而定)。</p>
纠正措施	<p>美铝公司向 DPaW 提供文件和建议，自证导致的结果不符合标准。</p> <p>不符合最低标准的复垦区，将重新种植或以最少的延迟期(一旦条件合适)重新播种，以达到最低标准的要求。</p> <p>超过最高标准的复垦区，将由 DPaW 进行检查，美铝公司可能会根据需要将树木密度降低至可接受的范围。</p>

表 7.1 美国铝业公司在澳大利亚西部的复垦标准 (2016)

案例研究--巴西巴西铝公司的复垦和恢复工程

自 2008 年以来，CBA 形成了土壤修复的创新模式。这项技术已与 Viçosa 和 Lavras 联邦大学合作，在 Minas Gerais 森林地区的 Miraf 一带的矿山中进行，同时涵盖当地森林、咖啡和桉树作物的地区以及牧场。

采矿结束后，开始地形改造。它包括使土壤顺滑，使其结构尽可能接近原始土壤，然后再进行减压，这将使植物的生长更容易。储存了丰富的有机质的土壤，经替换后，然后建立新的排水体系，最后调节酸性、磷化和土壤施肥，为种植做准备。

用于采矿的所有地区，都已显示出强劲的植被增长迹象，平均在 3 年或 4 年内增长(图 7.25)。CBA 正在不断尝试新的实践，以对复垦过程定性，并为公司和大学取得成果。通过对土壤种子群、自然再生、幼苗死亡率、毛刺产生和分解(死有机质沉积和积累形成层)等生物指标的分析，对这些区域的复垦和恢复效果进行了评价，并提出了相应的评价方法。到目前为止，该计划得出的结论是，随着时间的推移，该公司采取的复垦和恢复行动，使当地植被层得以迅速恢复，并且在开采区自然富集。



图 7.25 巴西铝业公司的复垦区

7.K 关闭计划

铝土矿矿山的经济可用寿命最终将来临。因此，计划关闭矿山是商业规划的基础，应该在规划的最初阶段加以考虑，包括在做出最初投资决定时要考虑关闭成本。因此，关闭规划涉及假设和偏好的持续测试，以匹配不断变化的社会、经济和环境条件与期望。因此，关闭计划通常通过几个过程来体现：

- 关闭计划是最初的概念，需要逐渐变得更细化；
- 关闭计划可能传递某个结果和目标，而一个详细的计划应该包括里程碑、实现这些的详细方法、监测结果以及规划；和
- 在开采之前和开采期间，关闭计划应该识别任何可能需要研究和调查，以改善未来关闭工作相关的技术知识，提高关闭成本估算的准确性。

一项详细的关闭计划，应在关闭工作开始之前进行，一般包括：

- 详细描述采矿结束后最终自我维持的土地的使用，它是与利益相关方协商而提出的，利益相关方包括监管机构、在矿山运营期内的各方（包括原住民）、当地社区和非政府组织；
- 记录矿山是如何从运营到关闭的计划，包括：
- 相关的工程，包括基础设施退役和拆除工作、有效排水的地形等级、矿山复垦的结束、尾矿上下设施、修复任何污染的地点、实施关闭后监测和维护计划；和
- 行政协议，协议包括转移资产、遣散劳动力、放弃采矿期限和环境许可证，并放弃与任何第三方的相关协议；和
- 文档资料，包括财务层面，涉及关闭所需要的活动，如正在进行的监测和维护。

如果采矿租赁在关闭后被放弃，但是公司有持续的义务（例如监视和维护），关闭计划需要说明如何履行这些义务（例如以信托基金的形式提供财务担保）。应该有一个商定的框架，确保矿山不会不受惩罚地被遗弃，并且这种惩罚足以完成第三方必要的关闭工作。

特别是，关闭矿山将会受益于监管机构和当地社区积极的参与规划和执行关闭行动。这种受益包括：

- 计划是透明的，且所有的利益相关方均容易理解；
- 较低风险的监管违规行为；
- 潜在问题的及时识别和整改；
- 逐步减少潜在的责任；和
- 及时识别和实施有益于持久社会福利的机会。

可持续铝土矿矿山应该：

- 与当地利益相关者共同制定并与监管机构达成一致，以此制定关闭计划；和
- 为关闭和持续监控与维护活动建立适当的财务准备。

案例研究-美国铝业公司移交澳大利亚西部的矿山²⁷

美铝公司在西澳大利亚的第一家铝土矿位于 Jarrahdale，该矿在 1963 年开始开采，直到 2001 年 5 月完成修复工作。从 1963 年到 1998 年底，这座 4090 公顷的矿山生产了大约 1.68 亿吨铝土矿。美铝公司开发的现有的复垦方法中，有许多关键经验都是在 Jarrahdale 开发的——它是该公司在澳大利亚西部关闭并恢复到预先商定标准的第一座矿山。虽然 Jarrahdale 的关闭被视为一个终点，但 Huntly 和 Willowdale 两个作业矿山的复垦情况正在改善。美铝公司在澳大利亚西部的矿山位于 jarrah 森林，属于生物多样性高的地区，该地区对生态系统有很高的价值——这就产生了高质量复垦的期望。

在美铝公司公布的复垦目标中，是在 WA 铝土矿“建立一个稳定的、能够自我再生红柳桉树森林的生态系统，并计划提高或维持水源、树木、休闲、保护和/或其它提名的森林价值观”，达到一个广泛的客观社会所期望的水准，然而，这需要越来越严格的具体目标和操作标准。这反过来又取决于改良的复垦技术的不断发展，这就需要进行大量的生态研究。

美铝公司有 3 个目标层次，从广泛的完工标准，到“工作安排”，再到具体的内部目标。完工标准是美铝业最一般的正式性能指标，是在将矿山按州政府标准关闭之前所期望达到的指标。实际上，这些代表着恢复生物物理过程的里程碑，使人们相信恢复后的矿区最终将达到预期的目标。

在美铝的前 Jarrahdale 矿区，大部分区域都达到了这些要求的完工标准。由此，这些地区能够与周围未开采的 Jarrah 森林进行综合管理。因此，虽然复垦的地区不同于开采前的格局，但 Jarrahdale 的所有开采点，都达到了未开采区的大致构图目标，并显示了自我延续的过程。美铝战略的关键部分包括：

- 执行一项承诺，研究本地生态系统的基线，恢复生态系统，并寻求生物多样性和功能的相似性；
- 促进应用本研究中获取的特定知识，诸如：
 - 直接回返表层土；
 - 大量播种本地的植被种子；
 - 为其它临近的物种定植；
 - 传播和种植以其它方式很难回返的物种；和
 - 优化物种，以复制森林结构与功能。

2005 年，在美铝现已退役的 Jarrahdale 矿山，共有 975 公顷的复垦土地被交还给州政府，并得到州政府颁发的验收证书。在澳大利亚，这是第一家矿业公司大规模地移交复垦后的土地。2007 年，在同一矿山中，另外 380 公顷的复垦土地，得到了州政府颁发的第二份验收证书（图 7.26）。

美铝公司正在进行的与复垦有关的研究和改进措施，表明未来的矿山复垦成果将高于今天达到的标准。这些改进也将提高社会所期望的环境和复垦工作的水平，并在全球范围内继续推动整个行业的不断改进。



图 7.26 美铝在澳大利亚西部项目的验收证书示例

8 指南摘要

这份有关可持续铝土矿开采的指引摘要已被纳入监管机构及运营商的核对清单。可持续的铝土矿开采应该：

治理

1. 具备有关矿山经营的价值、政策和程序的文件，包括决策；
2. 遵守政府法规或更加严格的要求；和
3. 公布绩效，包括重大不符合项或受处罚的细节

社区评估和贡献

4. 在开采前，实施 SIA 社会影响评估，并确保发现的任何重大风险得到适当缓解；
5. 确保社会和经济贡献针对确定的社区需要；
6. 确定关键的利益相关方，并制定一个正式的计划和时间表与他们互动；
7. 就该矿的运营及最终关闭事宜，与社区进行协商；
8. 就反对任何商定行动的进展情况与社区沟通；
9. 了解受矿山影响的原住民的作用、习俗和决策举措；
10. 在开始采矿或矿山建设之前与原住民协商；
11. 了解并计划保存与矿区有关的重要文化遗产；
12. 采矿前的调查和保护采矿过程中发现的任何其它文化遗产遗址；
13. 不使用强迫或童工劳动(按照劳工组织公约 C138 和 C182 的定义)，并应遵守有关的国家法律；
14. 向所有符合当地标准的员工提供公平的工作环境并将相关要求文件化；
15. 确保所有员工和承包商的健康和安全；
16. 如不能避免在公共道路或穿过社区运输铝土矿，应与主要利益相关方协商制定交通管理计划；
17. 确保所有通过社区的交通行为都要安排相应的安全培训；
18. 确保运输人员遵守车辆速度限制，并适当覆盖所有车辆；
19. 针对土地利用损失以及其它社区价值，考虑所需的经济减轻措施或赔偿；
20. 如果可能，避免实际的社区迁移；
21. 如果无法避免搬迁，则应与受影响的社区和政府共同制定安置行动计划；和
22. 如实施任何社区搬迁，都要寻求政府的批准。

健康和安全

- 23. 有一个文件化的体系，以管理和最大限度地减少健康和安全风险，并控制这些风险；
- 24. 了解当地社区的卫生需要，以及它们与矿山经营需要的关联；
- 25. 使用基于风险的方法来认知和管理来自矿山的潜在影响；；
- 26. 与社区、政府和紧急服务机构合作，制定、记录和实施应急预案；和
- 27. 使用基于风险的方法，确定适当的安全需求，并确保所使用的任何私人安保人员都经过充分培训，以尊重雇员和当地社区的权利。

环境管理和绩效

28. 完成采矿前的影响评估；
29. 有记录的 EMS 环境风险管理体系，它可以识别重大风险并减轻这些风险；
30. 对如何公开报告自身绩效有一个计划；
31. 在评估环境和社会影响时，需要包括与矿山有关的所有基础设施；
32. 制定运行计划，涉及道路、港口和铁路---无论是公共还是私人所有，包括考虑社区的影响；
33. 了解矿山所在水质的社会、文化和环境价值；
34. 制定用水和水质指标，并就此提出报告；
35. 通过有效的积淀物控制，避免或至少尽量减少污浊的水离开现场；
36. 不在世界遗产地区建立或开发矿山；
37. 在生物多样性面临重大风险的情况下 **sensitiv**，根据缓解层级，制定与矿山和商业计划相结合的生物多样性管理计划；
38. 利用缓冲区以最大限度地减少对高保育价值（**Conservation value**）生态环境的影响；
39. 了解最近的敏感人群和其它生物在噪音和粉尘中所处位置；
40. 在源头控制噪音和粉尘，尽量减少对敏感人群和其它生物的影响；
41. 为所有雇员和承包商维持安全的人类健康工作环境；
42. 优化能源使用，以达到环保和经济效益；
43. 考虑降雨模式和严重天气事件的长期变化对运营和原社区的影响，并尽可能减轻这些风险；
44. 遵守所有规章的最低限度；
45. 具备基于浪费最小化层级的 **WMP** 废料管理计划；
46. 在有选矿厂的地方，制定尾矿管理计划，以考虑从矿山设计到关闭的整个生命周期；
47. 确保尾矿管理计划得到独立专家的审查；和
48. 在使用期间和使用后，利用内部和外部专家，对尾矿坝进行独立的定期监测；
49. 制定土壤管理计划，描述土壤如何分类、回收、储存和再利用；
50. 有一个与采矿业务相结合的逐步复垦计划，包括完成标准；
51. 确保完成标准得到监管机构的同意，并在适当的情况下得到其他利益相关方的同意；
52. 与当地利益相关方制定并与监管机构达成一致的矿山关闭计划；和；
53. 为关闭和持续监视以及维护活动建立适当的财务准备。

9 铝土矿工业--关键数据清单

数据截至 2018 年 2 月。

更新的数据参见：可在 <http://bauxite.world-aluminium.org/home/>

公制	当前数据	来源
全球铝土矿生产(2016)	2.75 亿吨	USGS ¹
全球铝土矿需求(2016)	2.70 亿吨	IAI 物质流模型 ²
全球交易铝土矿(2016) 其中，中国铝土矿进口	~ 7500 万吨 ~ 5000 万吨	IAI 物质流模型
目前开采的土地面积(2015)	~ 50 km ²	IAI 估算
开采土地总面积(自开采开始到 2015 年底受影响的土地总面积)	~ 1,500 – 2,000 km ²	IAI 估算
复垦土地面积(自开采开始至 2015 年底的复垦土地总面积)	~ 500 km ²	IAI 估算
新开采土地复垦百分比(2006-2016)	~ 70%	IAI 估算
每吨铝土矿能源用量(2015)	重油 0.5 kg/t 铝土矿 柴油 1.6 kg/t 铝土矿 天然气 0 m ³ /t 铝土矿 煤炭 0 kg/t 铝土矿 电力 1.5 kWh/t	IAI 2015 生命周期清单数据及环境指标 (2017) ³
吨铝土矿的温室气体排放(2015)	7 kg CO ₂ / t 铝土矿	
铝土矿平均运输距离(2015)	平均海运 2804 公里/吨铝土矿 平均道路运输 2 公里/吨铝土矿 平均铁路运输 71 公里/吨铝土矿 平均输送带运输 119 公里/吨铝土矿	

¹ <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/bauxite/>

² http://www.world-aluminium.org/media/filer_public/2017/10/24/global_mass_flow_model_2016.xlsx & <http://www.world-aluminium.org/statistics/massflow/>

³ http://www.world-aluminium.org/media/filer_public/2017/07/04/appendix_a_-_life_cycle_inventory.xlsx

10 辅助资料

10.A 部分术语表

- 活动--由雇员或承包商执行的操作(如改变原有景观或建矿井)或相应的工序(如通过管道输送腐蚀性物料或输送铝土矿)
- 氧化铝—铝土矿的精炼产品。开采的铝土矿被提炼成氧化铝，然后再冶炼成铝。氧化铝也用于制造化学产品。
- 铝--铝土矿的产物。开采的铝土矿被提炼成氧化铝，然后再冶炼成铝。
- 选矿—处理粗矿石以制备产品级铝土矿。这是一个通过筛选去除超大颗粒的过程，并通过清洗去除细颗粒。
- 广泛的社区支持—收到广泛群体的社区支持。
- 社区投资--一个过程，其主要目的，是铝土矿运营所在的社区从中获益。它应该提高生活质量指标和/或与社区优先级和重点领域保持一致。
- 投诉和不满--铝土矿生产的社区问题。关注范围从常见的、相对次要的问题(抱怨)到更根深蒂固的或更严重的问题，这些问题可能成为严重的关注或怨恨的来源。后者有时被称为不满。
- 后果--表示定性或定量的事件结果，表现为损失、伤害、缺点或利益。与事件相关的可能结果的严重程度可能是不同的。
- 沉积物质--任何悬浮在大气中的尘埃。
- 环境--一个组织的运行环境，包括空气、水、土地、自然资源、植物、动物、人类以及他们的相互关系。
- 环境方面--任何矿山的元素，涉及可能与环境交互的活动、产品或服务。
- 环境影响评估(EIA)-- 一个活动、产品或服务引起的或部分引起的有害或有益的环境变化。
- 事件--可能会导致环境变化的一个或多个活动的结果。
- 二氧化碳和甲烷等气体，当它们分散在大气中时，倾向于吸收热量。
- 原社区—生活和/或工作在任何地区的某个人或群体，该地区的采矿活动，在经济、社会或环境方面，对社区产生积极或消极的影响。可以指毗邻或与采矿活动有一定距离的人。
- 人权影响评估--识别、理解和管理任何直接和间接活动对利益相关方的人权的潜在影响。
- 原住民——前殖民地居民的后裔，包括美洲、斯堪的纳维亚半岛、澳大利亚和新西兰的原住民；亚洲和非洲国家被边缘化的少数民族群体或部落人口；与大多数人在文化中存在差异和历史上占据了某些地区的居民。
- ISO14001—一个提供 EMS 要求的国际标准。
- 机会--一项有益的社会或环境影响。
- 表土--覆盖铝土矿资源的岩石和/或土壤。
- 概率--一个特定结果的可能性，以特定的事件或结果与可能的事件或总结果的比例来测定。

- 风险等级--对目标将/可能有影响的事情发生的几率。它是由结果和概率决定的。
- 风险登记—风险等级中确定的方面和影响。
- 敏感群体--人或其它有机体，可能有显著增加的敏感性或暴露于污染物中，并依诸多因素而定，涉及年龄和健康(例如学校、日托中心、医院、疗养院)、状态（例如敏感或濒危物种），或接近使用的源头或设施(例如供水井)。必须确定敏感群体的位置，以评估对健康和环境的潜在影响。
- 重大环境方面--已经或可能有重大环境影响的环境方面。
- 社会方面--一个元矿山活动、产品或服务的元素，可能与社区、利益相关方群体、政府或非政府组织有互动。
- 社会基准研究--基线数据的收集和编译，描述了围绕活动区生活的人口和社会、经济环境 and 特点。该研究包括定量数据(包括人口、教育和健康数据，这些数据通常可以从二级来源获得，包括人口普查报告、政府统计和报告、区域或社区计划)和定性数据(包括直接来自利益相关方的社区感知和态度)。
- 社会影响评估(SIA)—用于识别和评估与项目和运行直接相关的社会影响。它提出加强潜在正面影响(机会)的措施，以及避免、管理、减轻或抵消潜在负面影响的策略。SIA 通过社会基准研究获取信息，并通过利益相关方的参与得到验证。
- 土壤流失—与基准状况相比，因负面影响而导致的表层土壤质量的丧失或退化。
- 水系级别--一个正整数，用于地貌和水文领域，表示分支河流系统的水平。例如，最小的支流被称为一级流，而亚马逊河是 12 级的水道。
- 尾矿--铝土矿尾矿是无害的细粒度废弃物，是选矿过程中产生的。
- 总悬浮颗粒物--所有的悬浮颗粒。粒径一般为 50 μ m(0.05 毫米)或更小。
- 世界遗产地—因优秀文化或对人类的自然价值而被联合国教科文组织(UNESCO)认定的地域。

10.B 缩写列表

- AAC – 澳大利亚铝业协会
- ABAL – 巴西铝业协会
- CBA – 巴西铝业公司
- EIA – 环境影响评估
- EMS – 环境管理体系
- IAI – 国际铝业协会
- JBI – 牙买加铝土矿协会
- MRN – 巴西 Mineração Rio do Norte
- NGO – 非政府组织
- SIA – 社会影响评估
- TSP – 总悬浮颗粒
- TSS – 总悬浮微粒
- WMP – 废料管理计划

10.C 参考书目

Alcoa, Environmental Management Manual Bauxite Mining Operations (WA Operations)

Alcoa, Identification and Evaluation of Environmental Aspect and Impacts (WA Operations)

Aluminium Stewardship Initiative (ASI), <https://aluminium-stewardship.org/asi-standards/> and <https://aluminium-stewardship.org/about-asi/aluminium-and-sustainability/>

International Aluminium Institute (IAI), <http://bauxite.world-aluminium.org/home/>

International Finance Corporation, Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining, 2007

International Finance Corporation, Performance Standards on Environmental and Social Sustainability, 2012.
http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/Topics_Ext_Content/IFC_External_Corporate_Site/Sustainability-At-IFC/Policies-Standards/Performance-Standards

Resource for Canadian Mining Information, www.MiningFacts.org

Rio Tinto, South of Embley Environmental Impact Statement, [http : //www.riotinto.com/australia/key-project-documents-16128.aspx](http://www.riotinto.com/australia/key-project-documents-16128.aspx)

10.D 参考文献

- ¹ International Aluminium Institute (IAI). <http://www.world-aluminium.org>
- ² World Bureau of Metal Statistics. (2016). World bauxite production.
- ³ Alumina Limited (2017). <http://www.aluminalimited.com/uploads/ASX-announcement-2017-27-Half-Year-Results-presentation.pdf>
- ⁴ USGS. (2017). Global bauxite reserves, bauxite and alumina mineral commodity summaries. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/bauxite/>
- ⁵ Department of Industry, Innovation and Science. (2011). A guide to leading practice sustainable development in mining. <https://industry.gov.au/resource/Documents/LPSDP/guideLPSD.pdf>
- ⁶ International Council on Mining and Metals (ICMM). (2018). Home page. www.icmm.com
- ⁷ World Resources Institute. Alcoa's Juruti mining project seeking to set sustainability benchmark. <http://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report/alcoa%E2%80%99s-juruti-mining-project-seeking-set-sustainability>
- ⁸ Jamaican Bauxite Institute (JBI). Homepage. <http://www.jbi.org.jm/>
- ⁹ Jamaican Bauxite Institute (JBI). The bauxite community development programme. <http://www.jbi.org.jm/pages/bcdp>
- ¹⁰ Australian Government, Department of Innovation, Industry and Science. (2016). Community engagement and development, leading practice sustainable development programme for the mining industry. <https://industry.gov.au/resource/Documents/LPSDP/LPSDP-CommunityEngagement.pdf>
- ¹¹ International Council on Mining and Metals (ICMM). (2018). Good practice guide: Indigenous Peoples and Mining. <https://www.icmm.com/en-gb/publications/mining-and-communities/indigenous-peoples-and-mining-good-practice-guide>
- ¹² Rio Tinto. (2016). Working together for a better future. http://www.riotinto.com/ourcommitment/spotlight-18130_18749.aspx
- ¹³ Rio Tinto. (2011). Why cultural heritage matters. http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/Rio_Tinto_Cultural_Heritage_Guide.pdf
- ¹⁴ Vagaja, D. (2011). Road safety beyond mine gates. ARRB Group. http://www.qldminingsafety.org.au/_dbase_upl/VagajaRoadsafetybeyondmine.pdf
- ¹⁵ International Council on Mining and Metals (ICMM). (2005). Good practice in emergency preparedness and response. <https://www.icmm.com/en-gb/publications/health-and-safety/good-practice-in-emergency-preparedness-and-response>
- ¹⁶ International Council on Mining and Metals (ICMM). (2018). Voluntary principles on security and human rights implementation guidance tools. <https://www.icmm.com/en-gb/publications/mining-and-communities/voluntary-principles-on-security-and-human-rights-implementation-guidance-tools>
- ¹⁷ Hindalco Industries Limited. Durgmanwadi Bauxite Mines, Dist Kolhapur (MS) 416212: An environment friendly mine.
- ¹⁸ Brazilian Aluminium Association (ABAL) (2017). Bauxite in Brazil: Responsible mining and competitiveness.

-
- ¹⁹ Brazilian Aluminium Association (ABAL). <http://www.abal.org.br>
- ²⁰ Jamaican Bauxite Institute, <http://www.jbi.org.jm/>
- ²¹ International Aluminium Institute (IAI). (2018). Mining case studies: Trombetas, Brazil. <http://bauxite.world-aluminium.org/mining/case-studies/trombetas/>
- ²² Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources (2007). Biodiversity management, leading practice sustainable development programme for the mining industry. <https://im4dc.org/wp-content/uploads/2014/01/Biodiversity-management.pdf>
- ²³ International Aluminium Institute (IAI). (2018). Mining case studies: Weipa, Australia. <http://bauxite.world-aluminium.org/mining/case-studies/weipa/>
- ²⁴ Business Wire. (2011). Alcoa Jamalco reaches bauxite milestone using sustainable transport system. <http://www.businesswire.com/news/home/20110913006311/en/Alcoa-Jamalco-Reaches-Bauxite-Milestone-Sustainable-Transport>
- ²⁵ Harita Group. (2016). Presentation to MGEI 8th Annual Convention, Bandung, Indonesia, October 2016.
- ²⁶ Australian Government, Department of Innovation, Industry and Science. (2016). Mine rehabilitation, leading practice sustainable development programme for the mining industry. <https://industry.gov.au/resource/Documents/LPSDP/LPSDP-MineRehabilitationHandbook.pdf>
- ²⁷ Grant, C & Koch, J. (2007). Decommissioning Western Australia's first bauxite mine: co-evolving vegetation restoration techniques and targets. Ecological Management and Restoration, 8: 92-105.