



环境、健康与安全通用指南

前言

《环境、健康与安全指南》（简称《EHS指南》）是技术参考文件，其中包括优质国际工业实践（GIIP）所采用的一般及具体行业的范例¹。如果一个项目有世界银行集团的一个或多个成员国参与，则按照成员国政策和标准的要求，适用《EHS指南》。本《通用EHS指南》应与相关的《行业部门EHS指南》共同使用，后者提供的指南针对具体行业部门的EHS问题。如果遇到复杂的项目，可能需要使用针对多个行业的指南。在以下网站可以找到针对各行业的指南：<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

《EHS指南》所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。在对现有设施应用《EHS指南》时，可能需要制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。在应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危险和风险灵活处理，其依据应当是环境评估²的结果，并应考虑到该场所的具体变量（例如东道国具体情况、环境的吸收能力）以及项目的其他因素。具体技术建议是否适用应根据有资格和经验的人员提出的专业意见来决定。如果东道国的规则不同于《EHS指南》所规定的指标和措施，我们要求项目要达到两者中要求较高的指标和措施。如果根据项目的具体情况认为适于采用要求较低的指标和措施，则在针对该场所进行的环境评估中需要对提出的替代方案作出详尽的论证。该论证应表明修改后的指标能够保护人类健康和环境。

《通用EHS指南》的篇章组织如下：

1 环境

- 1.1 大气排放物和环境大气质量
- 1.2 节约能源
- 1.3 废水和环境水质量
- 1.4 节水
- 1.5 危险物质的管理
- 1.6 废弃物管理
- 1.7 噪声

¹ 定义是：熟练而有经验的专业人员在全球相似情况下进行同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度、预见性。熟练而有经验的专业人员在评估项目可采用的污染防控技术时可能遇到的情况包括（但不限于）：不同程度的环境退化、不同程度的环境吸收能力、不同程度的财务和技术可行性。

² 对于国际金融公司，系依据《绩效标准 1》进行该等评估；对于世界银行，系依据《业务政策 4.01》。



- 1.8 土地污染
 - 2 职业健康与安全
 - 2.1 一般设施的设计和运行
 - 2.2 沟通和培训
 - 2.3 人体危险
 - 2.4 化学危险
 - 2.5 生物危险
 - 2.6 放射性危险
 - 2.7 个人防护用具（PPE）
 - 2.8 特别危险环境
 - 2.9 监督
 - 3 社区健康与安全
 - 3.1 水的质量和供应
 - 3.2 项目基础设施的结构安全性
 - 3.3 人身安全和防火安全（L&FS）
 - 3.4 交通安全
 - 3.5 运输危险物质
 - 3.6 疾病预防
 - 3.7 紧急情况应对准备和处理
 - 4 项目施工和项目拆除
 - 4.1 环境
 - 4.2 职业健康与安全
 - 4.3 社区健康与安全
- 参考文献和其他信息来源*

管理设施和项目级别 EHS 问题的一般模式

环境、健康与安全（EHS）问题的有效管理，要求在企业 and 设施级别的业务流程中考虑 EHS 因素，并且采用有组织、层次化的方式进行，包括以下步骤：

- 在设施发展或项目周期的早期，及早识别EHS方面的项目危害¹和相关的风险²，包括在选址过程、产品设计过程、基建的工程规划过程、工程作业指示书、设施改造核准书或布局及流程更改计划书中考虑EHS因素。
- 安排拥有评估和管理 EHS 影响及风险所需要的经验、资格和培训经历的 EHS 专业人员参与相关工作，并开展专门履行环境管理职能，包括在编制项目或具体作业活动的计划和程序时，采纳本文件中对项目适用的技术建议。

¹ 定义为“对人类和人类所珍视物品的威胁”（Kates, et al., 1985）。

² 定义为“对危害后果的定量测度指标，通常是用产生危害的条件概率来表示”（Kates, et. al., 1985）



- 理解 EHS 风险的或然性和烈度，依据是：
 - 项目作业活动的性质，例如项目是否会产生大量的气体或液体排放物，或是否涉及危险的材料或流程；
 - 如果不对危害进行适当的管理，对工人、社区或环境可能造成的后果，后果可能取决于项目作业活动与人群的距离或与项目作业活动所依赖之环境资源的距离。
- 区分风险管理策略的优先次序，以实现总体降低对人类健康和环境之风险的目标，重点是预防不可逆和（或）重大的影响。
- 优先考虑根除危害起因的策略，例如选择不需要采取 EHS 控制措施、危害较低的材料或流程。
- 如果避免影响是不可行的，则采取工程和管理措施以减小或最大限度降低不希望看到之后果的发生几率和烈度，例如采用污染控制措施以降低对工人或环境的污染物排放水平。
- 让工人和附近的社区做好应对事故的准备，包括提供技术和财务资源以有效和安全地控制该等事件，以及将工作场所和社区环境恢复到安全和健康的状况。
- 持续监测设施的绩效，同时进行切实有效的问责，从而改进 EHS 绩效。

1 环境

1.1 大气排放物及环境空气质量

- 适用范围和方法
- 环境大气质量
 - 一般方法
 - 退化气域或生态敏感区内的项目
- 点排放源
 - 烟道高度
 - 小型燃烧设施排放指南
- 无组织排放源
 - 挥发性有机化合物（VOC）
 - 颗粒物（PM）
 - 臭氧消耗物质（ODS）
 - 移动排放源——陆地
 - 温室气体（GHG）
- 监测
 - 小型燃烧设施的排放监测

适用范围和方法

本指南适用于在项目生命周期的任何阶段产生大气排放物的设施或项目。本指南提供大



气排放物管理方面可应用于范围广泛的多个行业部门的通用方法，是对《行业部门环境、健康与安全（EHS）指南》关于具体行业大气排放物方面指导意见的补充。本指南提供一个管理大量大气排放物来源的方法，包括关于影响评估和监测的具体指导意见。此外，本指南还旨在为地处空气质量恶劣地区的项目提供大气排放物的管理方法，在这些地区可能有必要针对具体项目制定大气排放标准。

一个项目在建造、运营和报废阶段，有范围广泛的多种作业活动可能造成空气污染物的排放。根据来源的空间特征，可将这些作业活动划分为点排放源、无组织排放源和移动排放源；按过程分，可分为燃烧、材料储存或具体行业部门特有的过程。

在有可能的情况下，设施和项目应避免、最大限度减少以及控制因为大气排放物而对人类健康、安全和环境造成的负面影响。如果不可能做大，应综合运用以下手段来管理任何类型排放物的产生和排放：

- 提高能源使用效率
- 工艺改造
- 选择燃料或其他可减少加工过程污染物排放的材料
- 应用污染物控制手段

在预防和控制手段的选择上，可包括一种或多种处理方法，具体取决于：

- 监管要求
- 排放源的重要性大小
- 排放设施与其他排放源头的相对位置
- 敏感性受体的位置
- 现有的环境大气质量，以及拟建项目造成气域退化的可能性
- 排放物预防、控制和排放方面的可用选择在技术上的可行性和成本效益

环境大气质量

一般方法

项目如果有严重^{1、2}的大气排放物来源，可能会对环境大气质量造成重大影响，则应预防或最大限度降低影响，方法是：

- 执行国家立法规定的标准，如没有国家立法规定的标准，则执行最新的《世界卫生组织空气质量指南》³（见表 1.1.1）或其他国际认可的参考基准⁴，确保排放物不会造成

¹ 严重的点排放源和无组织排放源是指符合一定条件的一般性排放源，例如可能导致指定气域内以下一种或多种污染物的排放量净增加：PM₁₀：50 t/a (tpy)；氮氧化物：500 t/a；二氧化硫：500 t/a；或国家立法确定的其他标准；以及当量热输入为 50 MW·h 或更高的燃烧源。在认定无机和有机污染物排放源严重与否时，应考虑污染物的毒性和其他性质，针对具体项目来确定。

² 美国环境保护署依据美国联邦法典第 40 卷第 1 章第 52.21 条（40 CFR Ch. 1 Part 52.21）制订的防止空气质量严重恶化计划。其他认定严重排放的依据包括：欧洲联盟 2000 年发布的“EPER 实施指导文件”，网址为 <http://ec.europa.eu/environment/ipcc/eper/index.htm>；以及澳大利亚政府 2004 年发布的“国际污染物清册编写指南”，网址为 <http://www.npi.gov.au/handbooks/pubs/npiguide.pdf>。

³ 可在世界卫生组织（WHO）的网站下载：<http://www.who.int/en>。

⁴ 例如《美国国家环境大气质量标准》（NAAQS）（<http://www.epa.gov/air/criteria.html>）和相关的欧洲理事会指令（1999 年 4



污染物浓度达到或超过相关的环境质量指导值和标准¹；

- 确保排放物不是导致污染物浓度达到或超过相关空气质量指标指导值或标准的重要贡献因素。作为一般性的原则，本指南建议将污染物浓度控制在比空气质量标准低25%，为相同气域留出未来继续进行可持续发展的余地。²

在设施级别，应运用基线空气质量评估和大气扩散模型来评估潜在的地面浓度，从而通过定量或定性的评估来估算相关影响。对扩散、避免排放源、附近³构筑物和地物的气流下洗、尾流或涡流效应进行模拟时，应使用局部的大气、气候和空气质量数据。应采用国际公认或同等的扩散模型。关于点排放源和无组织排放源，可接受的排放估算和扩散模拟方法见附件1。这些方法包括用于评估单一排放源的筛选模型（SCREEN3或AIRSCREEN），以及更为复杂和精细的模型（AERMOD或ADMS）。模型的选择取决于项目现场的复杂性和地貌（例如山地、城市或农村地区）。表1是世界卫生组织的环境大气质量指南。

表1 世界卫生组织的环境大气质量指南^{4, 5}

	平均周期	指导值/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
二氧化硫 (SO_2)	24 h	125 (第一阶段目标值) 50 (第二阶段目标值) 20 (指导值)
	10 min	500 (指导值)
二氧化氮 (NO_2)	1 a	40 (指导值)
	1 h	200 (指导值)
颗粒物 可吸入颗粒物 (PM_{10})	1 a	70 (第一阶段目标值) 50 (第二阶段目标值) 30 (第三阶段目标值) 20 (指导值)
	24 h	150 (第一阶段目标值) 100 (第二阶段目标值) 75 (第三阶段目标值) 50 (指导值)
颗粒物 大气细颗粒物 ($\text{PM}_{2.5}$)	1 a	35 (第一阶段目标值) 25 (第二阶段目标值)

月22日的欧洲理事会指令1999/30/EC/2002年2月12日的欧洲理事会指令2002/3/EC)。

¹ 环境大气质量标准是通过国家立法和监管流程制定和发布的环境大气质量指标，大气质量指导值是指主要是根据临床、毒理学和流行病学证据而指定的环境质量指标（例如世界卫生组织发布的环境质量指标）。

² 美国环境保护署的“预防严重恶化增量限制”适用于未退化的气域。

³ “附近”一般是指以烟道为中心，半径为烟道高度20倍的区域。

⁴ 世界卫生组织（WHO）2005年发布的《全球空气质量指南》（2005年修订版）。颗粒物（PM）的24小时值为第99百分位点的值。

⁵ 这里提供阶段目标值，是因为有必要分阶段达到建议的指导值。



	24 h	15 (第三阶段目标值) 10 (指导值) 75 (第一阶段目标值) 50 (第二阶段目标值) 37.5 (第三阶段目标值) 25 (指导值)
臭氧	8 h 每日最大值	160 (第一阶段目标值) 100 (指导值)

退化气域或生态敏感区内的项目

如果设施或项目位于空气质量恶劣的气域¹，位于或靠近已认定的生态敏感区（例如国家公园），则应确保在可行的前提下，尽量降低污染水平的增加，不要超过在具体针对项目的环境评估中所确定的相关短期及年度平均大气质量指导值或标准。此外，适当的减缓措施还可包括将严重排放源搬迁到相关气域之外、使用清洁燃料或技术、应用综合性的污染控制措施、在项目举办单位控制的装置或相同气域内的其他设施开展抵消活动以及在相同气域内对降低排放的行为给予补贴。

应根据具体项目或行业的特点，对最大限度减少排放及排放对空气质量恶劣或具有生态敏感性之气域的影响作出明确的规定。在项目举办单位直接控制范围以外采取抵消排放措施，或通过补贴来鼓励降低排放的行为，应由负责发放排放许可证和监督排放情况的当地机构监督和执行。在设施/项目最终投入运行之前，该等规定应落实到位。

点排放源

点排放源是向大气排放污染物的排放源，具有离散、固定、可识别的特点。点排放源一般位于从事制造或生产作业的工厂内。一个给定的点排放源内部，可能有几个单独的“排放点”，共同构成这个点排放源。²

点排放源的特点是，其释放的空气污染物一般是与化石燃料的燃烧有关，例如氮氧化物（NO_x）、二氧化硫（SO₂）、一氧化碳（CO）和颗粒物（PM），以及其他污染物，包括范围广泛的多种工业活动都可能涉及的某些挥发性有机化合物（VOC）和金属。

应根据环境状况对相关行业部门适用的国际性行业最佳做法（GIIP），综合利用工艺改造和排放控制措施（见附件 2 的范例），避免和控制点排放源的排放，具体取决于环境状况。下文提供有关烟道高度和小型燃烧设施排放的其他建议。

烟道高度

所有点排放源，无论是否“严重”，均应参照GIIP进行设计（参件附件 3），以避免因下洗、尾流和涡流效应造成地面污染物浓度过高，确保进行合理的扩散以最大限度降低影响。如果项

¹ 空如果污染物浓度显著超过国家立法确立的空气质量标准或《世界卫生组织空气质量指南》所规定的指标，则视为空气质量恶劣。

² 排放点是指具体的烟道、排风道或其他离散分布的污染释放点。排放点不应与点排放源的概念相混淆，点排放源是监管术



目有多个排放源，则确定烟道高度时应适当考虑来自项目所有其他排放源的排放（包括点排放源和无组织排放源）。不严重的排放源，包括小型燃烧源¹，在设计烟道时也应运用GIIP。

小型燃烧设施排放指南

小型燃烧工艺是指专为提供电力或机械力、蒸汽、热或联合提供前述各项而设计的系统，不限燃料类型，总额定热输入功率在 3 MW 热功率（MW·h）与 50 MW·h 之间。

表 2 中给出的排放指导值适用于每年运行时间超过 500 h 以及年设备使用率超过 30% 的小型燃烧工艺装置。如果使用混合燃料，则应根据各燃料相对贡献²的总和，比较排放绩效与这些指导值的相对高低。如果拟建项目位于具有生态敏感性的气域或空气质量恶劣的气域，为了克服因分布式热电项目在多个地点设置小型燃烧设施而可能产生的累积性影响，可能须降低排放值。

表 2 小型燃烧设施排放指导值（3 MW·h~50 MW·h）
如无特别注明，在标准状态下，单位为 mg/m³

燃烧技术/燃料	颗粒物 (PM)	二氧化硫 (SO ₂)	氮氧化物 (NO _x)	干气、剩余氧气含量/%
发动机				
气体	N/A	N/A	200 (火花点火) 400 (双燃料) 1 600 (压缩点火)	15
液体	50; 如项目的具体情况有需要, 最高不超过 100 (例如使用低灰份燃料或增加二次处理工艺以降低到 50 的经济可行性, 以及现场的可用环境容量)	含硫 1.5%; 如项目的具体情况有需要, 最高不超过 3.0%, (例如使低硫燃料或增加二次处理工艺以降低到含硫 1.5% 的经济可行性, 以及现场的可用环境容量)	汽缸内径[mm]<400 时: 1 460 (最高不超过 1 600, 如果为了保持高效率而确有必要。) 汽缸内径[mm]≥400 时: 1 850	15
透平机				
天然气 ≥3 MW·h 至 <15 MW·h	N/A	N/A	42×10 ⁻⁶ (发电) 100×10 ⁻⁶ (机械驱动)	15
天然气 ≥15 MW·h 至 <50 MW·h	N/A	N/A	25×10 ⁻⁶	15
天然气以外的燃料 ≥3 MW·h 至 <15 MW·h	N/A	含硫 0.5%; 如果在商业上可行, 并且不会显著增加燃料成本, 则可以更低 (例如 0.2%)	96×10 ⁻⁶ (发电) 150×10 ⁻⁶ (机械驱动)	15

语，用于区别区域排放源和移动排放源。对点排放源进行精细刻画，分解为多个排放点，有利于更详细地报告排放信息。

¹ 小型燃烧源是指额定热输入量为 50MW·h 或更低的燃烧源。

² 一种燃料的贡献是指该燃料提供的热输入 (LHV) 百分比乘以该燃料的限制值。



燃烧技术/燃料	颗粒物 (PM)	二氧化硫 (SO ₂)	氮氧化物 (NO _x)	干气、剩余氧气含量/%
天然气以外的燃料 ≥15 MW·h 至 <50 MW·h	N/A	含硫 0.5%；如果在商业上可行，并且不会显著增加燃料成本，则可以更低（例如 0.2%）	74×10 ⁻⁶	15
锅炉				
气体	N/A	N/A	320	3
液体	50；如果经环境评估认为有必要，最高不超过 150	2 000	460	3
固体	50；如果经环境评估认为有必要，最高不超过 150	2 000	650	6

注释：N/A/——无排放指导值；如果项目位于城市地区/工业区，气域已退化或靠近可能需要实行最严格的排放控制措施的生态敏感区，绩效指标应高于表列值；MW·h 是指按高热值 (HHV) 计算的热输入量；固体燃料包括生物值；标准状态体积是指一个标准大气压，0°C 下的体积；MW·h 分类适用于包含多个单元的整个设施，除透平机和锅炉的氮氧化物和颗粒物限制外，这些单元可合理视作使用同一个烟道进行排放。指导值适用于年运行时间超过 500 小时或设备的年度使用系数超过 30% 的设施。

无组织排放源

来自无组织排放源的大气排放物是指排放物在空间上分布于广泛的区域，而不仅限于特定的排放点。这些排放物的产生，是因为在作业活动中未捕集废气，通过烟道进行排放。与固定源排放物相比，无组织排放物的排放和扩散接近地面，因此可能会对地面造成更大的影响。无组织排放物主要有两类，即挥发性有机化合物 (VOC) 和颗粒物 (PM)。如上文所述，其他污染物 (氮氧化物、二氧化硫和一氧化碳) 主要与燃烧过程有关。如果项目可能成为严重的无组织排放物来源，则应确定是否有必要采取环境质量评估和监测措施。

露天焚烧固体废弃物，无论废弃物是否危险，对此类来源所产生的污染排放物无法进行有效控制，不是值得提倡的做法，应予避免。

挥发性有机化合物 (VOC)

生产、储存和使用包含 VOC 的液体或气体材料的工业活动，如果材料处于高压状态、接触蒸汽压较低的环境、或从封闭空间移出，则是最常见的无组织 VOC 排放物来源。典型的来源包括设备泄漏、敞口的桶和混合罐、储罐、废水处理系统的单元操作和意外泄漏。设备泄漏包括高压下会发生泄漏的阀门、接头和弯头。要防控与设备泄漏有关的 VOC 排放，建议的手段包括：

- 设备改造（见附件 4 中的范例）；
- 实施泄漏探测和维修 (LDRP) 计划，通过定期监测来探测泄漏，在预定的时间期间



内实施维修，从而控制无组织排放物。¹

要防控与敞口桶及混合工艺中化学品处理有关的 VOC 排放，建议的手段包括：

- 改用挥发性较低的物质，例如水性溶剂；
- 使用抽气设备收集蒸汽，然后对气流进行处理，用冷凝器等控制设备或活性炭吸附等方法除去 VOC；
- 使用抽气设备收集蒸汽，然后使用破坏性控制设备对气流进行处理：
- 催化焚烧炉：用于减少喷漆间、反应炉和其他过程操作所排放的工艺废气中的 VOC 含量
- 热焚烧炉：用于控制气流中的 VOC 含量，方法是让气流穿过燃烧室，使用 VOC 在 700°C 至 1 300°C 的温度下在空气中燃烧
- 封闭式氧化火炬：用于通过直接燃烧的方法将 VOC 转化为二氧化碳和水
- 储罐采用浮动顶盖，消除传统储罐的顶部空间，从而减少挥发的机会。

颗粒物 (PM)

粉尘或颗粒物 (PM) 是无组织排放物中最常见的污染物。某些操作（例如固体物料的运输和露天储存）和裸露的土壤表面（包括未铺面的道路）会释放颗粒物。这些排放源的建议防控手段包括：

- 采用控制粉尘的方法，例如覆盖、喷水抑尘或提高露天物料堆的水分含量，或采用控制设备，包括在输送机或料仓等物料搬运点使用布袋除尘器或旋风除尘器抽取和处理空气；
- 使用喷水抑制法来控制铺面或未铺面道路表面的输送物料。不建议使用油和油的副产品来控制道路粉尘。未铺面道路的其他控制方法示例见附件 5。

臭氧消耗物质 (ODS)

根据《关于臭氧层消耗物质的蒙特利尔议定书》，有几种物质被列为需要分期逐步淘汰的臭氧消耗物质 (ODS)。² 不应新安装采用氯氟烃、全溴氟烃、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、溴甲烷或含氢溴氟烃的系统或工艺。根据东道国的承诺和监管条例，氢氯氟碳化合物 (HCFC) 应仅被视作临时/过渡性的替代品。³

移动排放源——陆地

与其他燃烧过程类似，车辆的排放物也包括一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫、颗粒物和挥发性有机化合物。道路车辆和非道路车辆都应该遵守国家或区域的排放制度。如没有相关排放制度，则应考虑采用以下方法：

- 无论车辆的大小或类型，车队所有者/经营者均应实施制造商推荐的发动机维护方案；
- 应指示驾驶人员采用可减少事故风险和燃料消耗的驾驶做法，包括控制加速节奏以及在安全速度限制内驾驶；

¹ 要了解更多信息，请参阅“泄漏探测和维修计划” (LDAR)，网址：<http://www.ldar.net>

² 例如：氯氟烃 (CFC)；全溴氟烃；1,1,1-三氯乙烷 (甲基氯仿)；四氯化碳；氢氟氯碳化合物 (HCFC)；含氢溴氟烃 (HBFC)；以及溴甲烷。这些物质目前用于各种用途，包括：家庭、商业及工艺制冷 (CFC 和 HCFC)；家庭、商业和机动车空气调节 (CFC 和 HCFC)；制造泡沫产品 (CFC)；溶剂清洗用途 (CFC、HCFC、甲基氯仿和四氯化碳)；气溶胶喷射剂使用 (CFC)；消防系统 (全溴氟烃和 HBFC)；以及作物熏蒸剂 (溴甲烷)。

³ 蒙特利尔议定书秘书处网站提供更多信息：<http://ozone.unep.org/>



- 如果车队在某个气域内运营 120 辆或更多重型车辆（大客车和卡车），或 540 辆或更多轻型车辆¹（轿车和轻型卡车），则车队经营者应考虑采取其他方式来降低潜在的影响，包括：

用燃油效率更高的新车替代旧车

在可行的前提下，改装使用率高的车辆，改用清洁燃料

安装和保持使用排放控制装置，例如催化转换器

实施车辆定期保养维修制度

温室气体（GHG）

可能严重排放温室气体（GHG）²的部门包括能源、交通、重工业（例如水泥生产、钢铁制造、铝熔炼、石化业、石油炼制、化肥制造）、农业、林业和废弃物管理。可能产生温室气体的，既有项目物理边界内设施的直接排放，也有与现场以外生产项目所使用电力有关的间接排放。

有关减少和控制温室气体的建议包括：

- 碳融资；³
- 提高能源效率（参见“节约能源”）；
- 保护和改进温室气体的汇和库；
- 促进可持续形式的农业和林业；
- 促进、发展和增加使用可再生能源形式；
- 碳捕获和封存技术；⁴
- 在废弃物管理以及能源的生产、运输和分销（煤炭、石油和天然气）中采取回收利用措施，限制和（或）减少甲烷的排放。

监测

排放物及空气质量监测计划所提供的信息可用于评估排放物管理策略的效能。建议进行系统化的规划，以确保所收集的数据可满足指定用途的需要（并避免收集不必要的收据）。这个过程，有时称为数据质量目标流程，任务是定义收集收据的目的、要根据数据作出哪些决策以及错误决策的后果、时间和地理边界以及作出正确决策所需的数据质量。⁵空气质量监测计划应考虑以下方面：

- 监测参数：所选择的监测参数应反映与项目工艺有关的污染物。对于燃烧工艺，指标

¹ 是在假设每辆车每年行驶 100 000 km 的前提下，采用平均排放系数，车队规模达到这里选择的临界值后，构成严重的排放源。

² 《联合国气候变化框架公约京都议定书》规定的六种温室气体分别是：二氧化碳（CO₂）；甲烷（CH₄）；氧化亚氮（N₂O）；氢氟烃（HFC）；全氟化碳（PFC）；以及六氟化硫（SF₆）。

³ 作为一项碳减排战略，碳融资可包括《联合国气候变化框架公约》项下得到东道国政府批准的清洁发展机制或联合实施。

⁴ 二氧化碳捕获和封存（CCS）包括以下步骤：从工业来源和与能源有关的来源分离出二氧化碳；将二氧化碳运输至储存地点；以及与大气长期隔离，例如储存在地层、海洋或矿物中（二氧化碳与硅酸盐矿物发生反应，生成稳定的碳酸盐）。世界各地正在大力对此开展研究（政府间气候变化专门委员会（IPCC）编写的《二氧化碳捕获和封存特别报告》（2006））。

⁵ 例如，请参阅：United States Environmental Protection Agency, Guidance on Systematic Planning Using the Data Quality Objectives Process EPA QA/G-4, EPA/240/B-06/001 February 2006。



参数一般包括输入物的质量，例如燃料的硫含量。

- 基线计算：在发展一个项目之前，应监测项目现场及附近地区的基线空气质量，以评估关键污染物的背景浓度，从而区分现有的环境状况和与项目有关的影响。
- 监测的类型和频率：通过监测计划产生的排放物及环境大气质量方面数据，应反映项目所排放的排放物随时间变化的情况。例如，制造工艺依赖于时间的变化包括分批法制造和季节性的工艺变化。对于变化性大的工艺，可能需要增加对排放物的采样频率，或使用综合方法。排放物监测频率和持续时间也无一定之规，既可以是对某些燃烧工艺操作参数或输入（例如燃料质量）进行连续监测，也可以频率较低，每个月、每个季度或每年对烟道进行一次检测。
- 监测地点：环境大气质量的监测可以是场外监测或边界监测，由项目举办单位、政府主管机构或两者合作进行。确定环境大气质量监测站的地点时，应以科学方法和数学模型的结果为依据，估算排放源对接受气域的潜在影响，并考虑潜在受影响社区的位置和盛行风向。
- 采样和分析方法：监测计划应采用国家规定或国际通行的取样和分析方法，例如国际标准化组织¹、欧洲标准化委员会²或者美国环境保护署³所发布的方法。取样应由受到培训的人员进行或监督进行。分析工作应由获得专门许可或认证的机构进行。应书面制定并实施取样和分析的质量保证/质量控制（QA/QC）计划，以确保数据质量足以满足指定数据用途的需要（例如，方法的检出极限要低于预期的检出浓度）。监测报告应包括QA/QC方面的文件。

小型燃烧设施的排放监测

- 锅炉的其他建议监测方法：

功率 ≥ 3 MW·h 和 < 20 MW·h 的锅炉：

- 年度烟道排放测试：二氧化硫、氮氧化物和颗粒物。对于使用气体燃料的锅炉，仅检测氮氧化物。如果未使用二氧化硫控制设备，则可根据燃料质量认证结果来计算二氧化硫。
- 如果年度烟道排放测试结果总是显著好于规定的水平，则年度烟道排放测试的频率可从每年一次减少到每两年或三年一次。

○ 排放监测：无

功率 ≥ 20 MW·h 和 < 50 MW·h 的锅炉：

- 年度烟道排放测试：二氧化硫、氮氧化物和颗粒物。对于使用气体燃料的锅炉，仅检测氮氧化物。可根据燃料质量认证结果来计算二氧化硫（如果未使用二氧化硫控制设备）。
- 排放监测：二氧化硫。有二氧化硫控制设备的锅炉：连续监测。氮氧化物：连续监测，

¹ 涉及环境、健康保护和安全的 ISO 标准目录见网站：[http://www.iso.org/iso/en/CatalogueListPage.CatalogueList? ICS1=13&ICS2=&ICS3=&scopelist=](http://www.iso.org/iso/en/CatalogueListPage.CatalogueList?ICS1=13&ICS2=&ICS3=&scopelist=)

² 欧洲标准目录见网站：<http://www.cen.eu/catweb/cwen.htm>

³ 国家环境方法索引（National Environmental Methods）是一个可搜索的资料库，包含美国对水、沉积物、空气和人体组织进行监督的方法和程序（见 <http://www.nemi.gov/>）。



直接监测氮氧化物排放，或使用燃烧参数来间接监测氮氧化物排放。颗粒物：连续监测，直接监测颗粒物排放、透明度，或使用燃烧参数/目测监测来间接监测颗粒物排放。

- 透平机的其他建议监测方法：
 - 年度烟道排放测试：氮氧化物和二氧化硫（对使用气体燃料的透平机，仅测试氮氧化物）。
 - 如果年度烟道排放测试结果总是（连续三年）显著好于规定的水平（例如低于规定水平的 75%），则年度烟道排放测试的频率可从每年一次减少到每两年或三年一次。
 - 排放监测：氮氧化物：连续监测，直接监测氮氧化物排放，或使用燃烧参数来间接监测氮氧化物排放。二氧化硫：如使用了二氧化硫控制设备，则连续监测。
- 发动机的其他建议监测方法：
 - 年度烟道排放测试：氮氧化物、二氧化硫和颗粒物（对使用气体燃料的发动机，仅测试氮氧化物）。
 - 如果年度烟道排放测试结果总是（连续三年）显著好于规定的水平（例如低于规定水平的 75%），则年度烟道排放测试的频率可从每年一次减少到每两年或三年一次。
 - 排放监测：氮氧化物：连续监测，直接监测氮氧化物排放，或使用燃烧参数来间接监测氮氧化物排放。二氧化硫：如使用了二氧化硫控制设备，则连续监测。颗粒物：连续监测，直接监测颗粒物排放，或使用操作参数来间接监测颗粒物排放。

附件 1 大气排放物估算和扩散模拟方法

以下选择列出了一些文件，协助估算各种工艺的大气排放物和建立大气扩散模型：

澳大利亚排放估算方法手册：<http://www.npi.gov.au/handbooks/>.

大气排放清单编写指南，联合国/欧洲经济理事会/欧洲监测和评价方案和欧洲环境署
<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/TFEI/unece.htm>.

排放系数和排放量估算方法，美国环境保护署大气质量规划及标准办公室
<http://www.epa.gov/ttn/chief>.

大气质量模型指南（修订版），美国环境保护署（EPA），2005 年：

http://www.epa.gov/scram001/guidance/guide/appw_05.pdf.

常见问题，大气质量模拟及评估处（AQMAU），英国环境署：

http://www.environment-agency.gov.uk/subjects/airquality/236092/?version=1&lang=_e.

经合发组织工业化学品使用及排放数据库 <http://www.olis.oecd.org/ehs/urchem.nsf/>.

附件 2 点源大气排放物预防及控制技术说明

主要来源和 问题	一般性预防/ 流程改造方法	控制选择	减排效率/ %	气体状况	备注
颗粒物（PM）					



<p>主要来源是化石燃料燃烧以及许多通过抽气和通风系统收集颗粒物的制造工艺。火山、海雾、森林火灾和扬沙天气（干旱和半干旱气候地区最常见）可能会增加颗粒物的背景浓度</p>	<p>更换燃料（例如选择低硫燃料）或减少工艺过程添加的细颗粒物</p>	纤维过滤器	99%~99.7%	干气 温度<400F	适用性取决于烟道气的性质，包括温度、化学性质、磨损和载荷。气布比的典型值是 2.0 cfm/ft ² ¹ 至 3.5 cfm/ft ² 出口浓度在标准状态下可达到 23 mg/m ³
		静电除尘器 (ESP)	97%~99%	依据颗粒类型而定	对气体进行预处理，以去除大的颗粒物。效率取决于颗粒物的电阻率。出口浓度在标准状态下可达到 23 mg/m ³
		旋风除尘器	74%~95%	无	对大颗粒物最有效。出口浓度在标准状态下可达到 30 mg/m ³ ~40 mg/m ³
		湿法除尘器	93%~95%	无	如果当地基础设施不足，湿污泥的处置可能会有问题。出口浓度在标准状态下可达到 30 mg/m ³ ~40 mg/m ³
二氧化硫 (SO ₂)					
<p>主要来源是油和煤等燃料的燃烧，此外二氧化硫还是某些化工生产或废水处理工艺的副产品</p>	<p>控制系统的选择主要取决于入口浓度。如果二氧化硫浓度超过 10%，则将气体送入酸法脱硫装置，不仅可减少二氧化硫的排放，还可生产可出售的高等级硫。浓度低于 10%时，富集浓度不足以采用酸法脱硫，应采用吸附法或“洗法”。洗法是将二氧化硫分子捕集到液相内。吸附法则是将二氧化硫分子捕集到固体吸附剂的表面</p>	更换燃料	>90%		替代燃料可包括低硫煤、轻柴油或天然气，可减少与燃料中硫成分有关的颗粒物排放。燃烧前对燃料进行清洁处理或分选，是另一个可行的选择，但是可能会增加经济负担
		喷钙脱硫	30%~70%		钙或石灰喷入烟道气内，吸附二氧化硫
		干烟道气脱硫	70%~90%		可再生或直接丢弃
		湿烟道气脱硫	>90%		可副产石膏

¹ ft²=9.290 304×10⁻² m²。



氮氧化物 (NO _x)		不同类型燃料的减排百分比			备注
<p>与燃料的燃烧有关。氮氧化物可能有几种存在形式，即一氧化氮 (NO)、二氧化氮 (NO₂) 和氧化亚氮 (N₂O)，其中氧化亚氮也是一种温室气体。氮氧化物 (NO_x) 是指 NO 和 NO₂ 的混合物，两者的排放物通常称为氮氧化物。在计算排放量时，用二氧化氮与一氧化氮的分子量之比乘以一氧化氮的排放量，折算为二氧化氮的排放量</p> <p>要减少氮氧化物的排放，基本手段是改造操作条件，例如最大限度在高峰温度的停留时间，通过提高热交换率来降低高峰温度，或最大限度减少氧气的浓度</p>	燃烧工艺改造 (以锅炉为例)	煤	油	气	通过这些改造，氮氧化物排放可减少 50% 至 95%。使用什么样的燃烧控制方法，取决于锅炉的类型和燃料的燃烧方法
	低过量空气燃烧	10~30	10~30	10~30	
	分段燃烧	20~50	20~50	20~50	
	烟道气再循环	N/A	20~50	20~50	
	注水/注汽	N/A	10~50	N/A	
	低氮氧化物燃烧器	30~40	30~40	30~40	
	烟道气处理	煤	油	气	与控制燃烧相比，烟道气处理能够更有效地减少氮氧化物排放。处理方法分为 SCR 法、SNCR 法和吸附法。SCR 法是注入氨作为还原剂，与废气混合后进入空气加热器，在催化剂的作用下将氮氧化物还原为氮气。一般情况下，会有部分氨逃逸，成为排放物的一部分。SNCR 也是采用注入基于氨或尿素的产品来还原氮氧化物，但不使用还原催化剂
	选择性催化还原法 (SCR)	60~90	60~90	60~90	
选择性非催化还原法 (SNCR)	N/A	30~70	30~70		

注：由国际金融公司根据技术专家的意见编辑而成。

附件 3 国际性行业最佳做法 (GIIP) 烟道高度

(依据美国联邦法典第 40 卷第 51.100 (ii) 条)。

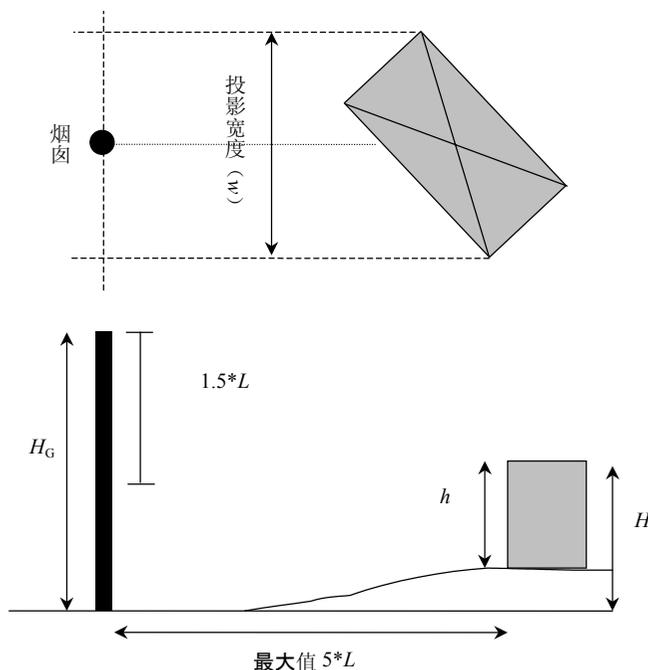
$$H_G = H + 1.5L$$

其中 H_G = GEP (工程建议规范) 烟道高度，以烟道基底为基准面的标高；

H = 附近构筑物的标高，以烟道基底为基准面；

L = 附近构筑物的高度 (h) 或宽度 (w) 中的较小者。

“附近构筑物” = 以烟道为中心， $5L$ 为半径 (半径最长 800 m，含边界) 之区域内的构筑物。



附件 4 挥发性有机化合物排放控制方法示例

设备类型	改造	大致的控制效率/%
泵	无密封设计	100 ¹
	封闭排风系统	90 ²
	双重机械密封, 保持密封液的压力高于泵送液体	100
压缩机	封闭排风系统	90
	双重机械密封, 保持密封液的压力高于被压缩的气体	100
压力释放装置	封闭排风系统	不确定 ³
	爆破片组件	100
阀门	无密封设计	100
连接器	连体焊接	100
开口管线	盲板、端盖、栓塞或二次阀	100
取样接口	闭环取样	100

注：此处列举的技术方法仅系示意目的。根据制造商的技术规格，具体技术方法的可用性和适用性会有不同。

¹ 如发生设备故障，无密封设备可能成为大规模的排放源。

² 封闭排风系统的实际效率取决于所收集蒸汽的百分比，以及蒸汽所送往之控制装置的效率。

³ 在压力释放装置上安装的封闭排风系统，其控制效率可能低于其他封闭排风系统。



附件 5 无组织颗粒物排放的控制方法

控制类型	控制效率
化学稳定	0%~98%
吸湿性盐	60%~96%
沥青/黏接剂	
表面活性剂	0%~68%
加湿抑尘——洒水	12%~98%
减速	0%~80%
减少交通流量	未量化
铺面（沥青/混凝土）	85%~99%
铺垫碎石、矿渣或“道路铺垫材料”	30%~50%
真空清扫	0%~58%
水冲洗/扫帚清扫	0%~96%

1.2 节约能源

- 适用范围和方法
 - 能源管理计划
 - 能源效率
- 工艺加热
 - 降低加热负载
 - 热分配系统
 - 提高节能系统的效率
- 工艺冷却
 - 减小负载
 - 能量转换
 - 制冷剂压缩效率
 - 制冷系统的辅助设备
- 压缩空气系统
 - 减小负载
 - 分配

适用范围和方法

本指南适用于在以下用途消耗能源的设施或项目：工艺加热和冷却；工艺及辅助系统，例如电机、泵和风机；压缩空气系统和暖通空调系统（HVAC）；以及照明系统。本指南提供大气排放物管理方面可应用于范围广泛的多个行业部门的通用方法，是对《行业部门环境、健康与安全（EHS）指南》关于具体行业节能方面指导意见的补充。



对设施级别的能源管理，应从总体能耗模式的角度去看待，包括与生产工艺及辅助公用工程有关的能耗，以及与电站排放有关的总体影响。这一章提供能源管理方面的指导意见，重点是通用的公用工程系统，这些系统往往有技术和经济上都可行的节能改进机会。但是，运营机构也应评估通过改造制造工艺来节约能源的机会。

能源管理计划

能源管理计划应包括以下内容：

- 在单元工艺级别，识别并定期测量和报告一个设施内部的主要能量流；
- 计算物料平衡和能量平衡；
- 定义和定期审核能源绩效目标，并根据能源使用的主要影响因素的变化进行调整；
- 参照绩效目标，定期比较和监测能量流，以确定应从何处着手降低能耗；
- 定期审核绩效目标，可包括与基准数据进行对比，以确认目标的高低设定适当。

能源效率

对任何耗能系统，对改进能效和降低成本的机会进行系统性分析时，应包括对以下机会进行层次化的考察：

- 减少能源系统的负载，进行需求/负载方管理；
- 供应方管理：

减少能量分配中的损失

提高能量转换效率

利用购买能量的机会

使用低碳燃料。

下文摘要介绍上述每个领域中有共性的节能机会。¹

工艺加热

工艺加热是许多制造工艺的重要步骤，包括流体加热、煅烧、干燥、热处理、金属加热、熔炼、熔化烧结、固化和成形。²

对工艺加热系统，通过系统的热量和物料衡算，可核算出系统的能量输入中有多少是真正用于工艺加热，以及有多少燃料消耗于因寄生负载过大、分配或转换损失所造成的能量损失。以下手段往往很有价值，并具有成本效益，但是在研究节能机会时，还是应参考热量和物料衡算的结果。

降低加热负载

- 确保采取足够的绝热措施，以减少熔炉/加热炉等设备的热损失；
- 从高温工艺蒸汽或废蒸汽中回收热量，以降低系统负载；
- 对于间歇加热的系统，考虑使用低热惯性的绝热材料，以减少将系统构筑物物加热到

¹ 在能效方面提供指导意见的还有加拿大自然资源部 (NRCAN <http://oee.nrcan.gc.ca/commercial/financial-assistance/new-buildings/mnecb.cfm?attr=20>)；欧洲联盟 (EUROPA. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/en/s15004.htm>) 和美国能源部 (US DOE, <http://www.eere.energy.gov/consumer/industry/process.html>)。

² 美国能源部. <http://www.eere.energy.gov/consumer/industry/process.html>.



操作温度所需的能量；

- 准确控制工艺温度和其他参数，以避免过热或干燥过度等情况；
- 设法采用低重量和（或）低热惯性的产品运载工具，例如高温成型机、窑车等；
- 从工作流程的时间安排入手，设法限制不同工序间重新进行工艺加热的需求；
- 熔炉/加热炉略微保持正压，并保持气封，以减少泄漏进入高温系统的空气，从而减少将多余的空气加热到系统操作温度所需的能量；
- 对结构开孔采取密封措施，不用时关闭观察孔，以减少辐射热损失；
- 尽可能让系统长时间在接近满负荷或满负荷的状态下运行；
- 考虑使用高发射率的高温绝热涂料，从而降低工艺温度；
- 加热时工件接近最终的设计重量和形状；
- 对输入原料实行稳健的质量保证制度；
- 实行稳健的定期保养制度。

热分配系统

在工艺加热中，热分配通常是通过蒸汽、热水或热流体系统来实现的。可通过以下方法来减少热损失：

- 及时修复分配系统的泄漏处；
- 即使蒸汽明显需要通过透平机，也要避免蒸汽泄漏。总体而言，购买电力的成本更低，特别是考虑到将锅炉给水处理到透平机用水质量标准所需的成本。如果分配过程的热电比低于电站系统的热电比，则应考虑设法提高热电比；例如，使用低压蒸汽来驱动吸收式冷却系统，而不是使用电力驱动的蒸汽压缩系统；
- 定期检查蒸汽系统中的蒸汽疏水器工作是否正常，确保疏水器没有被旁路。蒸汽疏水器的使用寿命一般是 5 年，因此每年应更换或修理 20% 的蒸汽疏水器；
- 对分配系统中的容器采取绝热措施，例如蒸汽系统中的热井和除氧器，以及热流体或热水储罐；
- 除对所有高温阀门和法兰采取绝热措施外，对蒸汽、冷凝、热水和热流体的分配管网中直径不小于 25 mm（1 ft）的管道全都要采取绝热措施；
- 在蒸汽系统中，冷凝水符合锅炉的用水质量标准，其价值要超过其热含量，因此冷凝水要返回锅炉房进行再利用；
- 使用二次蒸汽回收系统来减少因高压冷凝水蒸发所造成的热损失；
- 考虑通过背压透平机进行蒸汽膨胀，而不是通过减压阀站进行膨胀；
- 采用使用点加热系统，消除分配系统的热损失。

提高节能系统的效率

对于工艺熔炉/加热炉以及锅炉和流体加热器等公用工程系统，应研究是否可以采用以下提高效率的措施：

- 定期监测烟道气的一氧化碳、氧气或二氧化碳含量，以核实燃烧系统是否在可行的前提下，将过量空气量控制在最低限度；
- 考虑采用氧气调节控制装置，实现燃烧的自动化；



- 最大限度减少为了满足热负载而使用的锅炉或加热器数量。一般而言，一台发挥 90% 功率运行的锅炉，效率要高于两台发挥 45% 功率运行的锅炉。最大限度减少热备用锅炉的数量；
- 使用烟道挡板来消除热备用锅炉的通风热损；
- 换热面保持清洁；对于蒸汽锅炉，烟道气的温度高出蒸汽温度的部分不应超过 20°C；
- 对于蒸汽锅炉系统，使用省煤器来回收烟道气的热量，用于预热锅炉给水或助燃空气；
- 考虑对给水进行反向渗透或电渗析处理，以最大限度降低锅炉排污要求；
- 采用自动化（连续）锅炉排污；
- 通过回收二次蒸汽或预热给水的方式，从排污系统回收热量；
- 不要向除氧器供应过量的蒸汽；
- 对于燃烧加热器，考虑设法使用换热式或蓄热式燃烧器系统，将回收的热量用于预热助燃空气；
- 对于长期运行的系统（>6 000 h/a），电热冷联产可能最具成本效益；
- 含氧燃料燃烧器；
- 富氧/注氧燃烧；
- 在锅炉中使用扰流子；
- 设计和多个不同功率的锅炉，以满足不同的负载配置；
- 燃料质量控制/燃料混合。

工艺冷却

应对工艺冷却系统应用上述通用方法。以下介绍提高工艺冷却效率方面具有成本效益的常用措施。

减小负载

- 确保采取足够的绝热措施，以减少冷却系统构筑物和低于环境温度的制冷剂管道及容器所吸收的热量；
- 准确控制工艺温度，以避免过度冷却；
- 冷却隧道略微保持正压，并保持气封，以减少泄漏进入低温系统的空气，从而减少将多余的空气冷却到系统操作温度所需的能量；
- 设法将废热用于需要加热的工艺物料流，或使用温度较高的公用冷却装置，从而实现预冷却；
- 对于冷藏库和冷冻库，通过使用空气幕、设置入口玄关或快速开门/关门，最大限度减少进入低温空间的热量。如使用输送机将产品送入冷冻库，则最大限度减小输送机进出冷冻库的通道开孔面积，例如使用条状帘幕；
- 定量测算和最大限度减少“意外的”冷却负载，例如因蒸发器风机、其他器械、除霜系统和低温空间照明、冷却隧道内的循环风机或第二制冷剂泵（例如冷冻水、盐水、甘醇）造成的冷却负载；
- 不要将制冷用于辅助性冷却任务，例如压缩机汽缸头或汽缸油的冷却；



- 尽管膨胀阀门的气体旁路并不是热负载，但在增加压缩机负载的同时，几乎没有冷却效果，因此要确保没有气体旁路；
- 对于空气调节领域，提高能效的手段包括：
 - 进气口和空调主机放置在荫凉处；
 - 改进建筑的绝热措施，包括密封、风道、窗户和门；
 - 在建筑物周围种树作为隔热屏障；
 - 安装定时器和（或）温度控制器和（或）基于焓的控制系统；
 - 安装排风废热回收系统¹。

能量转换

制冷效率通常用冷却功率与输入功率之比，即制冷系数（“COP”）来衡量。通过制冷系统设计和提高制冷剂压缩效率，最大限度减小系统的工作温差和用于运行制冷系统的辅机负载（即压缩机功率需求以外的负载）的工作温差。

（1）系统设计。

- 如果工艺温度全年或在部分时间内高于环境温度，则可能适宜使用环境冷却系统，例如冷却塔或干式空冷器，夏季可能须采取制冷作为辅助冷却手段；
- 大多数制冷系统都是电机驱动的蒸汽压缩系统，使用容积式压缩机或离心压缩机。本指南的剩余部分主要讨论蒸汽压缩系统。但是，如果有廉价或免费的热源（例如发动机驱动的发电机废热——背压透平机出口的低压蒸汽），则可能适宜采用吸收式制冷；
- 利用冷却温度高的特点：在最终冷却之前，通过环境冷却和（或）“高温”制冷进行预冷却，可减少制冷的基建及运行成本。如果冷却温度高，还可采用能降低制冷机流动需求的逆流（级联）冷却；
- “热”流体和“冷”流体分开，例如离开冷冻器的水不要与冷却回路的回水相混合；
- 对于无法避免高温差的低温系统，考虑使用两级或复合压缩，或节能型螺杆式压缩机，不要使用单级压缩机。

（2）最大限度减小温差。

蒸汽压缩制冷系统可以使制冷剂的温度从略低于最低工艺温度（蒸发温度）的工艺冷却温度，提高到高于环境温度的较高温度（冷凝温度），以促进向空气或冷却水系统放热。提高蒸发温度，一般可在不对动力消耗产生显著影响的情况下提高压缩机的冷却能力。降低冷凝温度，可提高蒸发冷却能力，大幅度减少压缩机的动力消耗。

（3）提高蒸发温度。

- 选择大型蒸发器，可使工艺温度与蒸发温度的温差相对较小。确保辅机（例如蒸发器风机）的能耗不超过压缩过程节省的能耗。对空气进行冷却时，蒸发器的大小以出口空气温度与蒸发温度的设计温差在 6 至 10℃ 为宜。对流体进行冷却时，出口流体的温

¹ 更多有关 More information on HVAC 能效的信息见 British Columbia Building Corporation (Woolliams, 2002. http://www.greenbuildingsbc.com/new_buildings/pdf_files/greenbuild_strategies_guide.pdf)、NRCAN 的 EnerGuide (<http://oee.nrcan.gc.ca/equipment/english/index.cfm?PrintView=N&Text=N>) 和 NRCAN 的能源之星计划 (Energy Star Program) (<http://oee.nrcan.gc.ca/energystar/english/consumers/heating.cfm?text=N&printview=N#AC>) 以及美国能源之星计划 (US Energy Star Program) (http://www.energystar.gov/index.cfm?c=guidelines.download_guidelines)。



度与蒸发温度的温差可小至 2℃，不过一般情况下蒸发器的大小以温差为 4℃为宜；

- 蒸发器保持清洁。对空气进行冷却时，确保进行正确的除霜作业。对流体进行冷却时，监测制冷剂温度与工艺温度的温差，并与设计期望温差进行比较，以了解热交换器结垢或被油污染的程度；
- 确保对蒸发器定期除油，平衡加油和除油的关系；
- 避免使用背压阀门；
- 调整膨胀阀门，最大限度减少吸气过热的情况，同时避免液体被夹带进入压缩机；
- 确保制冷剂充入量适当。

(4) 降低冷凝温度。

- 考虑采用空冷还是蒸发式冷却（例如，蒸发式或水冷式冷凝器和冷却塔）。空冷蒸发器的冷凝温度通常比较高，因此压缩机的能耗和辅机的动力消耗也较高，特别是在低湿度气候条件下。如采用湿式冷凝系统，则要确保进行适足的处理，以防止军团菌的生长；
- 无论选择哪种系统，都需要选配相对较大的冷凝器，以最大限度减小冷凝温度与高温热源温度的温差。空冷式或蒸发式冷凝器的冷凝温度比设计环境温度高出不得超过 10 度，而液冷式冷凝器可实现 4℃ 的温差；
- 避免冷凝器系统内累积不凝性气体。考虑安装分离不凝性气体的制冷分离器，特别是运行压力低于大气压力的冷凝器系统；
- 冷凝器保持清洁无垢。监测制冷剂与环境温度的温差，并与设计期望温差进行比较，以了解热交换器的污染程度；
- 避免制冷液倒流，制冷液倒流会减小冷凝器的换热面积。安装措施可导致液体倒流，例如水平制冷液管道的同心大小头安装错误，或离开冷凝器的“上斜”制冷液管线安装错误；
- 如果有多个冷凝器，制冷液管线应制冷液主管线之间应有气液分流器，以防高温气体流入所有冷凝器；
- 尽可能避免压头控制器。压头控制器可将冷凝温度保持在设计温度或设计温度附近。采用压头控制器后，如果负载低于设计负载或环境温度低于设计值，压头控制器（通常会以关闭冷凝器、关闭冷却塔风机或限制冷却水流动的方式）限制冷凝器的冷凝能力，从而无法降低冷凝温度，因而也无法减少压缩机的动力消耗。压头往往保持在高于必要值，以促进热气除霜或制冷液的充分循环。使用电子膨胀阀代替恒温膨胀阀，则制冷液泵可在冷凝温度大大降低的情况下实现制冷剂的有效循环；
- 冷凝器和冷却塔之间留出足够的间隔，以防止热空气窜入冷却塔。

制冷剂压缩效率

- 在制冷任务相同的情况下，有些制冷剂压缩机和冷冻机的效率要比其他的高。采购之前，要明确在一年的大部分时间内，压缩机或冷冻机会在什么操作条件下运行。核对设备在这些操作条件下的运行效率，并索取估算的年度运行成本。要注意的是，制冷及暖通空调系统极少在设计工况下长时间运行，设计工况是有意设置的极端工况。在



非设计工况的最常见条件下的运行效率可能是最为重要的；

- 压缩机欠载会损失效率。避免同时在负载不足的情况下运行多个压缩机。注意，整体式冷冻机如果稍微欠载，制冷系数（COP）可能会提高，原因是冷凝温度的降低和蒸发温度的提高所带来的效益超过了制冷机效率的损失。但是，如果单台压缩机/冷冻机在 50%功率下运行，是不可能具有能源效率的；
- 订购冷冻机时须考虑最低效率。在欠载状况下，使用变速控制器或多台压缩冷冻机，效率可能会很高；
- 使用热储存系统（例如蓄冰），从而无须密切跟踪负载的变化，避免压缩机的欠载运行。

制冷系统的辅助设备

制冷系统的许多辅助设备（例如蒸发器风机和冷水泵）会增加制冷系统的负载，因此减少辅助设备的能耗具有双重效益。对制冷辅助设备，应采用本指南下一章列出的泵和风机的通用节能手段。

另外，通过避免欠载运行，选择适当的设备，可降低辅助设备的能耗（例如，一般情况下，轴流分机蒸发冷凝器的能耗一般低于相同功率的离心分机竖井）。

在非设计工况的极端条件下，降低冷却系统风机和泵的负载通常有可能是有价值的做法，通常在已达到最低冷凝压力的情况下可采取这种做法。

压缩空气系统

压缩空气的提供是工业上最常见的公共工程服务，但是在许多压缩空气系统中，压缩空气提供给用户时所包含的能量往往要比空气压缩所使用的能量少 10%。以下手段往往有节能作用：

减小负载

- 研究每个真正的压缩空气用户，确定需要的空气量和提供的压力；
- 高量低压负载不要与低量高压负载混合在一起。不向低量高压负载应用集中供气，或提供专门的低压供气装置，例如用风机代替压缩空气；
- 研究减少空气用量的机会，例如：
 - 使用空气扩压器喷嘴代替简单的开口管式压缩空气喷射器；
 - 考虑是否有必要使用压缩空气；
 - 如需间歇使用空气喷射器（例如用于推动产品前进），可考虑通过工艺联动的电磁阀来操作喷射器，仅在需要使用空气时才打开电磁阀；
 - 对于并非连续使用空气的机械设备或工区，采用人工或自动控制的阀门来隔离空气供应；
 - 实施系统化识别和修复泄漏处的系统；
 - 所有冷凝物排出点都要安装截止阀。放泄阀不得持续处于“打开”状态；
 - 教育工人不得为了吹扫灰尘或贪图凉快而直接用压缩空气吹扫自己的身体或衣物。



分配

- 监测过滤器内的压力损失，适时更换过滤器；
- 用规模足够大、能最大限度减少压力损失的分配管网。

1.3 废水和环境水质量

- 适用范围和方法
- 对废水质量的一般性要求
- 向地表水排放
- 向生活污水系统排放
- 处理后废水的土地利用
- 化粪池系统
- 废水管理
- 工业废水
- 生活废水
- 废水处理作业的大气排放物
- 废水处理作业的残留物
- 废水处理作业中的职业健康与安全问题
- 监测

适用范围和方法

本指南适用于直接或间接向环境排放工艺废水、公用工程作业废水或雨水的项目。此外，本指南还适用于工业废水排入不经处理直接向环境排放之生活污水管道的情况。工艺废水可能包括公用工程作业产生的被污染废水、雨水和生活污水。本指南提供有关废水管理、节水和再利用的常用手段的信息，可应用于范围广泛的多个工业部门。本指南意在与《行业部门环境、健康与安全（EHS）指南》中针对具体行业之废水指南联合使用。如果项目可能产生工艺废水、卫生（生活）污水或雨水，则应采取必要的防范措施，以避免、最大限度减少或控制对人类健康、安全或环境的负面影响。

在其总体 ESHS 管理体系中，工业设施应：

- 理解其装置的废水质量、数量、排放频率和来源。这包括了解内部排水系统的位置、路线和完整性以及排放点；
- 规划和实施废水的隔离措施，主要是按工业废水、公用工程废水、生活废水和雨水进行分类，以限制需要特别处理的废水量。此外，也可利用具体废水的特征，进行来源隔离；
- 设法通过本设施内部的再循环/再利用、输入替代或工艺改造（例如改换技术或操作条件/模式），预防或减少废水污染；
- 评估自身的废水排放是否符合： 相关的排放标准（如废水是排入地表水区域或污水管道）； 具体再利用用途的相关水质标准（例如废水是否可用于灌溉）。



此外，对于任何类型废水的产生和排放，均应综合采用以下措施加以管理：

- 提高水的使用效率，减少废水的产生量；
- 进行工艺改造，包括最大限度减少废弃物和减少危险材料的使用，以减少要求处理的污染物数量；
- 必要时，采用废水处理手段，进一步减少污染物含量后再排放，其中要考虑处理过程中污染物的跨介质转移所带来的潜在影响（例如从水转移到空气或土地）。

如果废水需要处理后再排放，则处理程度应根据以下因素确定：

- 废水是排入生活污水系统，还是排入地表水；
- 如果向生活污水系统排放，则要考虑国家和地方的标准（详见排放许可证）和污水系统承接和处理废水的能力；
- 如果是向地表水排放，则须考虑接受水域对所排放污染物的同化能力；
- 接受水体的指定用途（例如作为饮用水源、休闲、灌溉、航运等用途）；
- 是否存在敏感的受体（例如濒危物种）或栖息地；
- 相关行业部门的国际性行业最佳做法（GIIP）。

对废水质量的一般性要求

向地表水排放

向地表水排放工艺废水、生活废水、公用工程作业产生的废水或雨水，不应造成污染物浓度超过当地的环境水质标准，如果没有当地的水质标准，则可援引其他来源的环境水质标准。¹应考虑承受水域的其他排放来源，以承受水域的用途²及同化能力³作为确定可接受的污染负载和废水排放质量的一个因素。在确定项目具体的废水排放绩效指标时，还应考虑的其他因素包括：

- 符合相关《行业部门 EHS 指南》的工艺废水处理标准。如果没有对项目适用的具体行业指南，则应援引在工艺及废水方面具有适当可类比性之行业部门的废水质量指南；
- 遵守国家或当地的生活废水排放标准，如果没有此类标准，则遵守下文表 1.3.1 中对生活废水排放适用的参考性指导值；
- 在综合考虑环境水质、承受水域用途和同化能力等因素的基础上，按科学方法认定一个混合区。废水排放前的温度不应造成这个混合区边缘的环境温度增加超过 3°C。

向生活污水系统排放

向公共或私营废水处理系统排放工业废水、生活废水、公用工程作业所产生废水或雨水，应符合以下条件：

¹ 美国环境保护署的《国家水质推荐标准》即是一例，网址：<http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>。

² 地方当局指定的承受水域用途可能包括：饮用水（经过某种程度的处理）、娱乐、水产、灌溉、普通水生物、风景、航行。承受水域的健康指导值的例子见世界卫生组织（WHO）娱乐用途指南（http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/index.html）。

³ 承受水域的同化能力取决于许多因素，其中包括（但不限于）水体的总水量、流速、冲击速度、来自本地区其他污水来源的污染物含量。可能需要为环境质量的积极性典型基本状态进行评估，以便确立科学方法和数学模型，用于估计污水来源对承受水域的潜在影响。



- 满足排放所进入之污水处理系统的预处理及监测要求。
- 不得直接或间接干扰收集及处理系统的运行和维护，或对工人的健康和安全的构成危险，或对废水处理作业之残留物的特征造成负面影响。
- 应该排入市政或集中式废水处理系统，该等废水处理系统须具有足够的能力以满足当地监管部门对项目所产生废水的处理要求。如果接受项目废水的市政或集中式废水处理系统没有足够的能力以达到监管要求，则须对项目的废水进行预处理，达到监管要求后再排放。

处理后废水的土地利用

工艺废水、公用工程作业所产生废水和雨水如在处理后排入土地（包括湿地），应根据当地的监管要求确定质量指标。如土地被用作处理系统的一部分，最终的接受体是地表水，则应适用针对相关工业流程的地表水排放水质指南。¹如土地被用作任何废水处理系统的一部分，则应结合水及土地资源的保护、保留和长期可持续性，评估对土壤、地下水和地表水的潜在影响。

化粪池系统

在没有污水收集网络的地区，化粪池系统是处理和处置生活污水的常用手段。化粪池系统仅应用于处理生活污水，不适合用于处理工业废水。如果选择化粪池系统作为废水处置和处理手段，则化粪池系统应符合以下条件：

- 根据当地的监管条例和指导意见进行正确的设计和安装，以防止对公共健康造成任何危害或污染土地、地表水或地下水；
- 妥善维护，以保证有效运行；
- 安装所在地有足够的土壤渗漏，可满足设计废水负荷率的要求；
- 安装所在地须土质稳定、地形接近水平且土壤排水通畅，并且排污区与地下水位或其他承受水域之间有足够的距离。

废水管理

废水管理包括节水、废水处理、雨水管理和废水及水质监测。

工业废水

工业作业活动中产生的工业废水包括工艺废水、公用工程作业所产生的废水、从工艺场所及物料堆场流出的水流以及实验室、设备维护车间等其他地方产生的废水。工业废水中的污染物可包括酸或碱（pH 较低或较高）、导致溶解氧枯竭的可溶性有机化学物质、固体悬浮物、营养物（磷、氮）、重金属（镉、铬、铜、铅、汞、镍、锌）、氰化物、毒性有机化学物质、油性物质和挥发性物质，此外废水的热特征也会导致影响（例如温度升高）。应通过工艺及工程控制措施，最大限度减少污染物的相间转移，例如从液相转入空气、土壤或地表以下。

¹ 有关在土地使用方面应考虑的水质量因素，还有其他指南，见 *WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 2: Wastewater Use in Agriculture*
http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/index.html



工艺废水——附件 1.3.1 给出了工业废水处理领域的典型处理方法。尽管处理技术的选择是由废水的特征所决定，但处理技术的实际效果很大程度上取得于设计的充分性、设备选择以及处理设施的运行和维护。要保证处理设施的正确运行和维护，需要投入足够的资源，实际效果很大程度上取决于操作人员的技术能力及培训水平。为了达到设计的排放质量指标，保持遵守监管要求，可使用一项或多项处理技术。处理技术选择后，设计和运行应避免不受控制地向大气排放废水中的挥发性化学物质。工业废水处理作业的残留物应按当地的监管要求进行处置，如果没有相关监管要求，则应以保护公共健康和公共安全以及水和土地资源的保护及长期可持续性为原则进行处置。

公用工程作业所产生的废水——公用工程作业，例如冷却塔和除盐系统的作业，可能大量消耗水，并可能排放含有大量溶解固体、灭生物剂残留物、其他冷却系统防垢剂残留物等物质的高温水。公用工程作业的建议水管理策略包括：

- 采用下文“节水”部分所述的工业冷却系统节水措施；
- 使用废热回收方法（以及能效提高方法）或其他冷却方法来降低高温水的温度，然后再排放，以确保废水的排放温度不会造成混合区边缘的环境温度增加超过 3°C（混合区是在综合考虑环境水质、承受水域用途、潜在接受体和同化能力等因素的基础上，按科学方法认定的）；
- 确保在足够的深度取水并使用过滤网，从而最大限度减少使用化学防垢剂及化学防腐蚀剂。应使用就毒性、生物可降解性和生物蓄积潜力而言，危害最小的化学品。使用剂量应符合当地的监管要求和制造商的建议；
- 应进行残留灭生物剂及其他相关污染物的测试，以确定是否有必要调整剂量或在排放前对冷却水进行处理。

雨水管理——雨水包括任何地表径流和因降水、排水或其他原因形成的水流。雨水径流一般包含悬浮泥沙、金属、石油烃、多环芳烃（PAH）、大肠杆菌（coliform）等。快速的径流，即使是无污染的雨水，也会因为冲蚀河床及河岸而降低承受水域的水质。为了减少对雨水进行处理的必要性，应遵循以下原则：

- 雨水应与工艺废水和生活废水分离开，以减少须处理后才能排放的废水量；
- 应防止来工艺场所或潜在污染源的地表径流；
- 如果无法防止，则应将未来工艺场所或潜在污染源的地表径流与污染程度可能较低的径流隔离开；
- 应最大限度减少来自没有潜在污染之区域的径流（例如最大限度减少不可渗透表面的面积），以及减少高峰排放量（例如使用植被浅沟和滞留池）；
- 如果为了保护接受水体的水质而需要进行雨水处理，应优先管理和处理雨水的初期径流，因为初期径流往往包含大部分的潜在污染物；
- 如果水质标准允许，应将雨水作为资源加以管理，或用于补给地下水，或用于满足本工业设施的用水需求；
- 加油站、车间、停车场、燃料储存及隔离区均应适当设置油水分离器和隔油池；
- 雨水集流池或收集处理系统产生的污泥可能包含高浓度的污染物，应按当地的监管要



求进行处置，如果没有相关监管要求，则应以保护公共健康和安全以及水和土地资源的保护及长期可持续性为原则进行处置。

生活废水

工业设施产生的生活废水可能包括来自生活污水管道、餐饮服务和为现场员工服务的洗衣设施的废水。来自实验室、医务室、水软化设施的其他废水也可能排入生活废水处理系统。建议的生活废水管理策略包括：

- 隔离不同来源的废水，以确保与所选择的处理方法相适应（例如仅可接纳生活污水的化粪池系统）；
- 对包含废水的油脂进行隔离和预处理（例如使用隔油池），然后再排入污水系统；
- 如果工业设施的污水要排入地表水，应处理达到国家或当地的生活废水排放标准，如果没有此类标准，则遵守下文表 3 中对生活废水排放适用的参考性指导值；
- 如果工业设施的要排入化粪池系统，或如果土地被用作处理系统的一部分，则要处理达到国家或当地的相应生活废水排放标准；
- 生活废水处理系统产生的污泥应按当地的监管要求进行处置，如果没有相关监管要求，则应以保护公共健康和安全以及水和土地资源的保护及长期可持续性为原则进行处置。

表 3 生活污水处理排放参考标准^a

污染物	单位	指导值
pH	pH	6~9
生化需氧量	mg/l	30
化学需氧量	mg/l	125
总氮	mg/l	10
总磷	mg/l	2
油脂	mg/l	10
固体悬浮物总量	mg/l	50
大肠杆菌总量	MPN ^b /100 ml	400 ^a

备注：^a 对集中式市政废水处理系统不适用，集中式市政废水处理系统适用《水及卫生 EHS 指南》。

^b MPN = 最可几数。

废水处理作业的大气排放物

废水处理作业的大气排放物可包括硫化氢、甲烷、臭氧（如采用臭氧消毒）、挥发性有机化合物（例如氯化作业产生的氯仿和来自工业废水其他挥发性有机化合物（VOC）、消毒过程使用的气态或挥发性化学物质（例如氯气和氨）和生物气溶胶。处理设施发出的臭味也可能干扰工人和周边社区。大气排放物管理建议见《水和卫生 EHS 指南》的“大气排放物和环境大气质量”部分。



废水处理作业的残留物

对于废水处理厂产生的污泥，需要逐案加以评估，以确定是否是危险废弃物，并按本文件“废弃物管理”部分的规定进行相应的管理。

废水处理作业中的职业健康与安全问题

废水处理设施的操作人员可能会接触到物理、化学和生物危害，具体取决于设施的设计和所管理废水的类型。举例而言，这些危害包括可能绊倒和摔入水池、维护作业时须进入封闭空间以及吸入 BOC、生物气溶胶和甲烷、接触病原体和疾病载体以及使用可能危险的化学物质（包括氯气、次氯酸钠、次氯酸钙和氨）。职业健康与安全问题的详细管理建议见本文件的相关章节。具体与废水处理系统有关的其他指导意见，参见《水和卫生 EHS 指南》。

监测

应制订和实施有足够资源和管理权的废水及水质监测计划，以实现监测计划的目标。废水和水质监测计划应考虑以下内容：

监测参数：所选择的监测参数应反映相关工艺产生的污染物，并应包括依照合规要受到监管的参数；

监测类型和频率：废水监测应考虑工艺在不同时间的废水排放特点。对于分批制造带来的或季节性的工艺变化，监测工艺的废水排放时应考虑废水排放依赖于时间的变化，因此要比监测连续排放更为复杂。对于变化性大的工艺，可能需要增加对废水的采样频率，或使用综合方法。多次间歇取样或在自动化设备允许的情况下，进行综合取样，可更好地反映污染物的 24 h 平均浓度。如果分析物的寿命很短（例如快速降解或有挥发性），可能不适合使用综合采样仪。

监测地点：监测地点的选择应以提供有代表性的监测数据为目标。废水取样站可位于最终排放点，也可是在上游与不同废水混合前的战略性地点。不应为了达到排放或环境水质标准，而在处理之前或之后稀释工艺废水。

附件 6 工业废水处理方法示例

数据质量：监测计划应采用国际认可的样品采集、保存和分析方法。取样应由受过培训的人员进行或监督进行。分析工作应由获得专门许可或认证的机构进行。应书面制定并实施取样和分析的质量保证/质量控制（QA/QC）计划。监测报告应包括 QA/QC 方面的文件。 污染物/参数	控制方法/原则	常用的管道末端控制技术
pH	化学、调节	添加酸/碱、流量调节
油脂/总石油烃	相分离	溶气气浮、油水分离器、隔油池
总固体悬浮物——可沉降	沉降、体积排斥	沉淀池、澄清池、离心机、筛网
总固体悬浮物——不可沉降	浮选、过滤（传统及切向）	溶气气浮、多介质过滤、砂滤、纤维过



		滤、超滤、微滤
生化需氧量上限 (>2 kg/m ³)	生物 (厌氧)	悬浮生长、附着生长、混合生长
生化需氧量下限 (<2 kg/m ³)	生物 (好氧, 兼性)	悬浮生长、附着生长、混合生长
化学需氧量——不可生物降解	氧化、吸附、体积排斥	化学氧化、热氧化、活性炭、膜
金属——颗粒物及可溶性	凝聚、絮凝、沉降、沉淀、体积排斥	瞬时搅拌后沉降、过滤 (传统及切向)
无机物/非金属	凝聚、絮凝、沉淀、体积排斥、氧化、吸附	瞬时搅拌后沉降、过滤 (传统及切向)、化学氧化、热氧化、活性炭、反向渗透、蒸发
有机物——挥发性有机化合物和半挥发性有机化合物	生物 (好氧、厌氧、兼性); 吸附、氧化	生物: 悬浮生长、附着生长、混合; 化学氧化、热氧化、活性炭
大气排放物——臭味和挥发性有机化合物	捕获 (主动或被动); 生物; 吸附、氧化	生物: 附着生长; 化学氧化、热氧化、活性炭
营养物	生物脱氮除磷、化学、物理、吸附	好氧/缺氧生物处理、化学水解和气提、氯化、离子交换
颜色	生物 (好氧、厌氧、兼性)、吸附、氧化	生物好氧、化学氧化、活性炭
温度	蒸发式冷却	表面曝气机、流量调节
总可溶性固体	富集、体积排斥	蒸发、结晶、反向渗透
活性成分/新兴污染物	吸附、氧化、体积排斥、富集	化学氧化、热氧化、活性炭、离子交换、反向渗透、蒸发、结晶
放射核素	吸附、体积排斥、富集	离子交换、反向渗透、蒸发、结晶
病原体	消毒、灭菌	氯气、臭氧、过氧化物、紫外线、热
毒性	吸附、氧化、体积排斥、富集	化学氧化、热氧化、活性炭、蒸发、结晶、反向渗透

1.4 节水

适用范围和方法

水监测和管理

工艺水再利用和回收

建筑设施运营

冷却系统

供暖系统

适用范围和方法

应实施与用水的数量和成本相称的节水计划。这些计划应促进连续降低水消耗量，降低水的泵送、处理和处置成本。节水措施可包括水监测/管理手段；工艺及冷却/加热水回收、再利用等手段；以及卫生用水保护手段。

一般性的建议包括：



- 雨水收集和利用；
- 项目设计流程中包括零排放设计/已处理废水的使用；
- 在工厂/设施/车间中使用局部再循环系统（集中式再循环系统），仅用于循环水补水；
- 使用干法技术，例如干法熄焦；
- 工艺水系统压力管理；
- 项目设计中采取足够的水收集措施、溢流控制和泄漏控制系统。

水监测和管理

水管理计划的基本组成部分包括：

- 识别、定期测量和记录设施内主要的水流；
- 定义和定期审查绩效目标，根据用水量的主要影响因素对绩效目标进行调整（例如工业产量）；
- 参照绩效目标，定期比较水的用量，以确定应如何减少用水量。

水管理（计量）应强调用水量最大的领域。根据对计量数据的审查，可确定“找不到出处的”用量——代表工业设施的主要泄漏。

工艺水再利用和回收

工业工艺中的节水措施具有高度的行业性特点。但是，下列手段都得到了成功的运用，在开发上述计量系统时应一并考虑。

- 清洗机：许多清洗机都要使用大量的热水。如果因为反复清洗和（或）磨损，造成喷头变大，用水量可能会增加。监测清洗机的用水量，与清洗机的技术指标进行比较，在用水量和耗热量达到指标时更换喷头；
- 水的再利用：常见的水再利用措施包括逆流漂洗，包括多级漂洗和清洗，或将某个工艺的废水再利用于其他对水的要求较低的工艺。例如，漂白工艺的漂洗水用于清洗纺织物，洗瓶机的漂洗水用于清洗装瓶箱，甚至清洗地面。有时候，需要先对水进行处理然后再利用的项目也是可行的；
- 喷水/淋水：如果工艺中采用喷水/淋水手段（例如保持输送机清洁或冷却产品），则要研究喷淋方式的准确性，以防止不必要的水损失；
- 流量控制优化：工业工艺有时候要求使用水箱，通过向水箱补水来控制损失。往往可以降低向此类水箱供水的速度，有时候可降低水箱的水位，从而减少溢流。如果工艺中采用淋水冷却，则可能可以在保持冷却效果的同时，减少水流量。通过测试可确定最优的平衡。
- 如果在清洗中使用软管，则使用流量控制装置来限制水流的浪费；
- 考虑使用高压低量清洗系统，而不是使用软管大量喷水的方式进行清洗；
- 使用水流计时器和限流器，以控制用水量；
- 采用“清洗”，而不是冲洗。



建筑设施运营

建筑及卫生设施的用水量一般要小于工业设施。但是，如下文所述，也可以很容易找出可节水的地方：

- 对照基准数据，比较每个员工的日用水量，考虑设施的主要用水处，无论是卫生用水还是淋浴或食堂用水等其他用途；
- 定期维护管道，找出泄漏处并进行维修；
- 切断无人使用区的供水；
- 安装自关式水龙头、自动关断阀门、喷头、减压阀、节水用具（例如低流量淋浴头、水龙头、马桶、便池；弹簧式或感应式水龙头）；
- 洗碗机和洗衣机须满负荷使用，并且只在需要时才使用；
- 在洗手间安装节水设备，例如低流量马桶。

冷却系统

冷却系统的节水措施包括：

- 使用带冷却塔的闭路冷却系统，不要使用直流冷却系统；
- 在防止可溶性固体累积到无法接受水平的前提下，尽量限制冷凝器或冷却塔的排污；
- 使用空气冷却，不要使用蒸发式冷却，尽管可能会增加冷却系统的用电量；
- 冷却塔使用处理后的废水；
- 再利用/回收冷却塔的排污水。

供暖系统

中低压热水循环供暖系统（不消耗水）应该是封闭运行的。如果此类供暖系统消耗水，则应定期维护以检查是否有漏点。但是，蒸汽系统可大量消耗水，可通过以下措施减少用水量：

- 修理蒸汽和冷凝管线的漏点，修理所有失灵的蒸汽阀门；
- 冷凝水返回锅炉房，如果工艺允许，使用换热器（带冷凝水回收），而不是直接注入蒸汽；
- 二次蒸汽回收；
- 在将锅炉水中可溶性固体含量保持在可接受的低水平的前提下，最大限度减少锅炉的排污水；
- 最大限度减少对除氧器的加热。

1.5 危险物质的管理

- 适用范围和方法
- 危险物质的一般管理
- 危险评估
- 管理行动



- 制定泄漏预防及控制预案
- 职业健康与安全
- 工艺知识及文档
- 预防措施
- 危险物质转移
- 加注过满保护
- 反应、火灾和爆炸预防
- 控制措施
- 二次围堵（液体）
- 储罐和管道泄漏的检测
- 地下储罐（UST）
- 重大危害的管理
- 管理行动
- 预防措施
- 紧急情况应对准备和处理
- 社区参与和宣传

适用范围和方法

本指南适用于使用、储存或搬运任何数量危险物质的项目。危险物质是指因其物理或化学特性，对人类健康、财产或环境构成风险的物质。危险物质按危害性质可分为：爆炸性物质；压缩气体，包括有毒或易燃气体；易燃液体；易燃固体；氧化性物质；有毒材料；放射性材料；以及腐蚀性物质。本文件第 3 章提供关于危险物质运输的指导意见。

如果某种危险物质已不可再用于其原始用途，但依然危险，则视作 *危险废弃物*（参见第 1.4 部分）。

本指导意见应与传统的职业健康与安全计划和应急计划共同使用，后者详见第 2.0 章（“职业健康与安全管理”）和第 3.7 部分（“紧急情况应对准备和处理”）。关于危险物质运输的指导意见，参见第 3.5 部分。

本章主要分为两部分：

危险物质的一般管理：该指导意见适用于处理或储存任何数量危险物质的所有项目或设施。

重大危害的管理：附加指导意见，适用于危险物质的储存或处理量达到或超过临界数量¹、因此要求采取特别措施以防止火灾、爆炸、泄漏或溢漏等事故以及制定应急及响应预案的项目或设施。

危险物质管理的总目标是避免（如果避免是不可行的，则最大限度减少）在危险物质的生产、搬运、储存和使用过程中危险物质不受控制的释放或事故（包括爆炸和火灾）。可通过

¹ 例如，临界值应该是为了应急规划目的而制定的（例如美国环境保护署规定的数量）。环境保护（条例临界值包含于美国环境保护署 *Protection of Environment*（Title 40 CFR Parts 68, 112, and 355）。



以下方式来实现该目标：

- 在社会与环境评估中确定的有风险作业活动进行危害分析，根据分析结果确定危险物质管理重点；
- 在可行的前提下，避免或最大限度减少使用危险物质。例如，已经找到无危险物质，可以替代建筑材料中的石棉、电气设备中的多氯联苯、杀虫剂配方中的持久性有机污染物（POP）以及制冷系统中的臭氧消耗物质；
- 防止不受控制地向环境排放危险物质，或可能导致火灾或爆炸的不受控制的反应；
- 采用与危害的性质相称的工程控制措施（围堵、自动报警和关断系统）；
- 管理控制措施（规程、检查、沟通、培训和演习），防范工程措施未能预防或控制的剩余风险。

危险物质的一般管理

制造、处理、使用或储存危险物质的项目应建立与相关潜在风险相称的管理计划。对于涉及危险物质的项目，主要目标应该是保护员工队伍和预防及控制泄漏和事故。要实现这些目标，应将预防和控制措施、管理行动及规程融入日常的业务活动。管理计划可包括以下组成部分：

危险评估

应通过持续的评估来确定风险的大小，评估依据是：

- 项目所涉及危险物质的类型和数量。该信息应记录下来，并编制成包括以下信息的汇总表格：
 - 危险物质的名称和描述（例如混合物的组成）；
 - 危险物质的分类（例如代号、分级或分类）；
 - 国际公认的危险物质监管报告临界数量或国家规定的类似临界数量¹；
 - 危险物质的月使用量；
 - 危险物质的危险特点（例如易燃性、毒性）。
- 运用现有的历史溢漏及事故统计数据，分析各种可能的溢漏及泄漏情境；
- 分析发生不受控制反应的可能性，例如火灾和爆炸；
- 根据项目现场的物理/地理特征，分析潜在的后果，包括与居民区、水资源和其他环境敏感区域的距离。

危险评估应由专门领域的专业人员进行，运用国际公认的方法，例如危险作业分析（HAZOP）、失效模式及后果分析（FMEA）和危险识别（HAZID）。

管理行动

危险物质管理计划中所包括的管理行动应与危险物质的生产、处理、储存和使用所带来潜在风险的大小相称。

- （1）制定泄漏预防及控制预案。

¹ 临界值参见：US Environmental Protection Agency. *Protection of Environment* (Title 40 CFR Parts 68, 112, and 355)。



如有失控危险物质溢漏的风险，相关设施应作为应急准备及响应计划（详见第 3.7 部分）的一部分，制定溢漏控制、预防和应对预案。该预案应针对项目的相关危险，包括：

- 对操作人员进行防范泄漏的培训，包括作为应急准备及响应培训的一部分，针对具体的危险物质进行演习；
- 实施检查计划，以保持压力容器、储罐、管道系统、泄压及排气阀系统、围堵设置、紧急关断系统、控制装置和泵及相关工艺设备的机械完整性及可操作性；
- 为地下储罐（UST）、地上储罐（AST）或其他容器或设备的加注，以及关于必须由受过危险物质安全转移和加注以及溢漏预防及处理培训的人员来进行转移作业，编制书面的“标准操作规程”（SOP）；
- 编制二次围堵构筑物管理方面的标准操作规程，特别是清除任何积聚的液体（例如降雨），以确保不会因意外或蓄意的原因而使系统无法发挥指定作用；
- 在应急计划的现场地图上标注危险物质的分布地点及相关作业活动的地点；
- 就应急所需个人防护用具和培训的提供作出书面规定；
- 以书面方式规定必须配备至少足以满足溢漏事故初步处理需求的溢漏处理设备，并列出具必要时可动用哪些外部设备及人手资源以克服内部资源的不足；
- 描述发生溢漏、泄漏或其他化学品紧急事件后的响应活动，包括：
 - 对内及对外的通知程序；
 - 明确个人或部门的职责；
 - 评估泄漏严重性和确定处理行动的决策流程；
 - 设施的疏散路线；
 - 善后活动，例如清理和处置、事故调查、员工返岗工作以及溢漏处理设备的复原。

（2）职业健康与安全。

危险物质管理计划应涵盖第 2.0 章（“职业健康与安全”）所规定的基本职业健康与安全事项，包括：

- 进行岗位安全分析以鉴别具体的潜在职业危险，进行适当的工业卫生调查以监控和核实化学品接触浓度，并与相关的职业接触标准进行比较¹；
- 建立危险宣传及培训计划，让工人做好识别和处理工作场所化学危险的准备。计划应包括危险鉴别、安全操作及物料处理规程、安全工作制度、基本应急程序和岗位特有的特殊危险。培训内容应融合来自所处理危险物质的材料安全数据表²（MSDS）的信息。员工应有条件随时查阅员工当地语言版本的MSDS；
- 定义和实施允许进行的维护活动，例如高温作业或进入封闭空间的作业；

¹ 包括：美国政府工业卫生学家会议（简称 ACGIH）公布的门槛限度值（TLV®）职业风险暴露指南和生物风险暴露指标（BEIs®），网址 <http://www.acgih.org/TLV/>；U.S. National Institute for Occupational Health and Safety（NIOSH），<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>；Permissible Exposure Limits（PELs），U.S. Occupational Safety and Health Administration（OSHA），http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992；Indicative Occupational Exposure Limit Values，European Union，http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/；and other similar sources.

² MSDS 由制造商编制，但对于不进行商业化销售的化学中间体，可能不会编制。在这种情况下，雇主依然需要向工人提供同类信息。



- 提供适当的个人防护用具（PPE）（鞋具、面罩、防护服和护目镜，依具体工区而定）、紧急洗眼台和淋浴处、通风系统和卫生设施；
- 监测和记录活动，包括旨在核实和记录职业危险防控措施有效性的审计规程，并且事故及事件调查报告至少存档5年。

（3）工艺知识及文档。

“危险物质管理计划”应融入设施的环境安全/职业健康与安全管理体系（ES/OHS MS）的其他组成部分并与之保持一致，包括：

- 书面规定工艺安全参数（即化学物质的危险、安全设备规范、温度、压力和其他相关参数的安全操作范围、对参数偏离规定范围之后果的评估等）；
- 书面的操作规程；
- 合规审计规程。

预防措施

（1）危险物质转移。

小规模累积性事件，或与在储存系统或工艺设备之间转移危险物质的活动有关的较严重设备故障，都可能造成不受控制的危险物质排放。要防范因工艺导致的危险物质泄漏，建议做法包括：

- 使用专门为储罐内物质准备的专用接头、管道和软管（例如，所有酸共同使用一个类型的连接，所有碱性物质共同使用另一类型的连接），并制定防止危险物质进入错误储罐的规程；
- 使用与所转移物质的特性相容、专为确保安全转移而设计的适当转移设备；
- 定期检查、保养和维修接头、管道和软管；
- 在连接点或其他可能的溢流点，对危险物质容器设置二次围堵措施、接漏盘或其溢流及滴漏围堵措施。

（2）加注过满保护。

容器和储罐加注过满是造成土壤和水污染的溢漏的最常见原因，也是最容易预防的，应加以预防。建议的加注过满保护措施包括：

- 编写书面的转移作业规程，其中包括在加注作业中须对照执行的措施检查表，并且加注操作员须接受该等规程的培训；
- 在储罐上安装计量仪表，测量罐内容积；
- 对罐车使用防滴漏连接，对储罐使用固定连接；
- 在储罐上安装自动加注关断阀，以防加注过满；
- 在加注管道周围设置集流池，以收集溢漏物；
- 使用带自动加注过满保护功能的连接管件（浮球阀）；
- 向储罐或容器内泵注的量小于储罐或容器的可用容量，方法是订购的量要小于可用容量；
- 设置加注过满或过压释放口，在受控状态下排放至捕集点。

（3）反应、火灾和爆炸预防。

此外，还应对高反应活性、易燃和易爆的物质加以管理，以避免造成火灾或爆炸的不受



控反应或状况。建议的预防做法包括：

- 不相容的物料（酸、碱、易燃物、氧化剂、高反应活性化学品）须分开储存，物料储存区域之间设立隔离措施；
- 对于极端危险或的反应活性极高的物质，提供专用的存储设施；
- 在易燃物储存容器的出口处使用阻火装置；
- 对罐区、转移作业站和其他处理易燃物质的设备采取接地和雷电保护措施；
- 对储存和输送系统的所有部分，选择与所储存产品相容的建筑材料，避免在没有检查物料相容性的情况下将储罐重新用于储存不同的产品；
- 在设施内与主生产作业区相隔离的区域储存危险物质。如果无法避免储存区紧邻主生产作业区的情况，则应采用专为防止因火灾、爆炸、溢漏和其他紧急情况而影响设施运转而设计的结构物，进行物理隔离；
- 易燃物储罐附近区域禁止一切点火源。

控制措施

(1) 二次围堵（液体）。

要控制液体危险物质储存和转移期间的意外泄漏，二次围堵是一项关键的措施。主要储存容器及管道必须满足长期的材料相容性要求，二次围堵设施没有必要满足此要求，但在设计和建造上也应能够将泄漏的物质截留足够长的时间，直到被发现并安全回收。适当的二次围堵结构物包括截流沟、围堤或围墙，围堵能力须达到以下两者之间的较大者：最大储罐容积的 110%；或对于总储存容积达到或超过 1000 L 的地上罐区，储罐总容积的 25%。二次围堵结构物应采用防渗、抗化学腐蚀的材料。二次围堵在设计上还应设法防止发生泄漏后不相容物料的相互接触。

根据现场的具体情况，其他应采取的二次围堵措施包括：

- 危险物质从罐车转移至储罐的作业区地面应有足够的防渗性以避免危险物质渗入环境，并有斜坡过渡至不与市政废水/雨水收集系统相连的收集或围堵结构物；
- 如无法为转移作业提供永久性的专用围堵结构物，则除油水分离器之外，还应提供一种或多种替代的溢漏围堵措施，例如活动式地面接漏垫（可在作业期间铺开）、雨水收集池设置自动关断阀，或在排水或污水设施设置关断阀，并配用油水分离器；
- 桶装危险物质的总体积如达到或超过 1000 L，储存区地面应采取防渗措施，并设有斜坡或截流沟，围堵能力至少达到总储存容积的 20%；
- 在可行的情况下，对危险物质储存系统的各组成部分（储管、管道）采取二次围堵措施；
- 定期（例如每天或每周）核对储罐的内容物是否账实相符，检查储管和管道的可见部分是否有泄漏；
- 使用双层复合材料或采用特殊涂料的储存及管道系统，特别是对地下储管（UST）和地下管道。如采用双层系统，则应配备检测层间泄漏的手段。

储罐和管道泄漏的检测



泄漏检测可与二次围堵结合使用，特别是在高风险地点¹。如果二次围堵措施不具可行性或现实性，例如对于长线管道，泄漏检测就特别重要。可接受的泄漏检测方法包括：

- 对高压或长距离管道，使用自动压力损失检测仪；
- 对管道或储罐系统定期采用获批准或认证的方法进行完整性测试；
- 如果经济上可行，考虑采用SCADA²。

(2) 地下储罐 (UST)³。

危险物质的地下储存固然有许多环境和安全方面的好处，包括减少火灾或爆炸危险，减少挥发进入大气的损失，但是危险物质的泄漏可能长期无法发现，有可能污染土壤和地下水。举例而言，这些风险的管理手段包括：

- 避免使用地下储罐来储存高度可溶性的有机物料；
- 评估当地的土壤腐蚀潜力，对钢制储罐采取阴极保护措施（或同等的防锈措施）；
- 对新建储罐，在储罐和管道下方及周围设置防渗的衬砌层或结构物（例如混凝土拱顶），将任何泄漏的产品导入衬砌层或结构物最低处的监测口；
- 监测任何储罐上方的地面是否有土壤移动的迹象；
- 测量储存量，与预期储存量（以最近一次盘存的储存量为基数，根据之后的收发台账计算而得）进行比较，核对储罐的内容物是账实相符；
- 采用容积法、真空度法、超声法、示踪物法等方法，定期对所有储罐进行完整性测试；
- 对有多个地下储罐投入使用的地点，考虑监测地下水水质梯度；
- 评估新收购设施现有地下储罐的风险，以是否需要拟继续使用的地下储罐进行升级改造，包括更换新系统以及永久性关闭废弃的地下储罐。确保新建地下储罐的位置远离水井、水库和其他水源保护区和洪泛区，并采取防腐措施。

重大危害的管理

除了应用上述危险物质泄漏防控指导意见，危险物质的生产、处理和储存达到或超过临界限制⁴的项目还应结合其总体的环境安全/职业健康与安全管理体系（ES/OHS MS），编制危险物质风险管理计划，其中须包括以下所有内容。⁵本指导意见目的在于预防和控制可能造成毒害、火灾或爆炸危害的有毒、高反应性、易燃或易爆化学品的灾难性泄漏。⁶

管理行动

- 变更管理：变更管理规程应涉及：
 - 工艺及操作变更的技术依据；

¹ 高风险地点是指如果产品在这些地方从储存系统中泄漏出来可能导致饮用水源污染，或位于当地主管机关指定的水资源保护区内的地点。

² 数据采集与监控。

³ 地下储罐管理的更多细节参见《石油零售站 EHS 指南》。

⁴ 临界限制应该是出于应急规划目的而确定的临界限制，例如 US Environmental Protection Agency. *Protection of Environment* (Title 40 CFR Parts 300-399 and 700 to 789) 中规定的临界限制。

⁵ 进一步的信息和指导意义，请参阅：International Finance Corporation (IFC). *Hazardous Materials Risk Management Manual*. Washington, D.C. December 2000.

⁶ 重大危害管理方法的主要依据是美国化学工程师协会制定的工艺安全管理方法。



- 变更对健康和安全的影響；
- 修改操作规程；
- 授权要求；
- 受影响的员工；
- 培训需求。
- 合规审计：通过合规审计，可评估各工艺遵守预防计划要求的情况。至少应每三年进行一次范围包括预防措施每个方面（见下文）的合规审计，内容应包括：
 - 编写审计结果报告；
 - 针对每项审计结果，确定并书面说明相应的应对措施；
 - 关于任何已纠正缺陷的说明。
- 事故调查：对于现场危险和需要采取哪些步骤来预防意外泄漏，事故可提供宝贵的信息。事故调查机制应包括以下规程：
 - 迅速启动调查；
 - 提交调查报告；
 - 根据报告中提出的结论和建议采取行动；
 - 与工作人员和承包商共同学习研究调查报告。
- 员工参与：编制书面行动计划，说明员工如何积极参与事故的预防；
- 承包商：应建立控制承包商的机制，包括要求承包商制定符合危险物质管理计划的危险物质管理规程。该等规程应与发包公司的危险物质管理规程相一致，并且承包商的员工队伍也应接受相同的培训。另外，规程应作以下要求：
 - 向承包商提供安全作业规程和安全及危险信息；
 - 遵守安全制度；
 - 采取负责任的行为；
 - 对员工提供适当的培训；
 - 确保员工了解工艺危险及相应的应急措施；
 - 编制并向发包公司提交员工的培训记录；
 - 向员工告知其工作所涉及的危险；
 - 评估反复性类似事故的趋势；
 - 制定和实施管理反复性类似事故的管理制度。
- 培训：应对项目员工进行危险物质管理培训。培训计划应包括：
 - 参加培训员工的名单；
 - 具体的培训目标；
 - 实现目标的机制（即有实践环节的授课、收看视频材料等）；
 - 培训计划有效性的认定手段；
 - 新员工培训程序和老员工的进修课程。

预防措施

预防措施旨在确保考虑工艺和设备的安全问题、明确周知对操作的限制以及在有关领域



采用的获认可标准及规则。

- 工艺安全信息：应针对每种危险物质编写安全规程，包括：
 - 编写材料安全数据表（MSDS）；
 - 确定计划储存量的上限和参数的安全上限/下限；
 - 书面记载设备规格以及用于工艺的设计、建造和操作的准则和标准。
- 操作规程：为项目内所有工艺及操作的每个步骤（即初始启动、正常操作、临时操作、紧急停车、紧急操作、正常停车、正常或紧急停车或重大变更后的开车）编写标准操作规程。标准操作规程应对工艺或操作中所使用危险物质作出特别考虑（即通过控制温度来防止排放挥发性危险化学品；紧急情况下，将工艺的危险污染物气态排放物分流至临时储罐）。

其他要制定的规程包括偏离的影响、避免偏离的步骤、预防化学品接触、接触控制措施和设备检查。

工艺设备、管道和仪表的机械完整性：应制定书面的检查和保养规程，以确保设备、管道和仪表的机械完整性，防止项目发生不受控制的危险物质泄漏。这些规程应作为项目标准操作规程的一部分。重要的工艺组成部分包括压力容器和储罐、管道系统、泄压及放气系统及装置、紧急停车系统、控制装置和泵。建议检查及保养计划包括以下内容：

- 制定检查及保养规程；
- 建立设备、保养材料和备件的质量保证计划；
- 对员工进行检查及保养规程的培训；
- 对设备、管道和仪表进行检查和保养；
- 识别和改正缺陷；
- 评估检查及保养结果，必要时更新检查及保养规程；
- 向管理层报告结果。
- 动火许可：动火作业——例如硬焊、气割、研磨、软焊和焊接——可能因动火作业中产生的烟雾、气体、火花和高温金属及放射能量而产生健康、安全和财产危险。任何使用明火或产生热量和（或）火花的作业都必须取得动火许可。标准操作规程关于动火作业的部分应包括动火作业许可的审批责任、个人防护用具（PPE）、动火作业规程、人员培训和记录存置。
- 事先审核：如要进行足以要求对变更管理规程中的安全信息进行修改的重大改造，则应制定开展事先审核的规程。该规程应：
 - 确认新的结构或改造后的结构和（或）设备符合设计规范；
 - 确保安全、操作、维护和应急规程的适足性；
 - 包括工艺危险评估，并提出或实施对新工艺的建议；
 - 确保对所有受影响员工进行培训。

紧急情况应对准备和处理

处理危险物质时，应制定相关的规程和做法，确保对可能造成人身伤害或破坏环境的事故作出快速和有效的响应。应编制“紧急情况应对准备和处理计划”，作为设施的总体环境安



全/职业健康与安全管理体系（ES/OHS MS）的一部分并与之保持一致，内容涉及：¹

- 制定协调计划：应编制以下规程：
 - 向公众和应急机构通报事故；
 - 急救和紧急医疗；
 - 采取紧急响应措施；
 - 审核及更新应急响应计划以反映相关的变化，确保员工了解该等变化。
- 应急设备：应编制应急设备的使用、检查、测试和保养规程；
- 培训：对员工和承包商进行应急响应规程培训。

社区参与和宣传

如果危险物质的使用量超过临界数量，管理计划应包括与危险评估研究中所确定项目潜在风险相称的社区宣传、通知和参与体系。该体系应包括以及时、容易理解和具有文化敏感性的方式与潜在受影响社区分享危险及风险评估研究结果的机制，以收集公众反馈。社区参与活动应包括：

- 向潜在受影响社区提供项目作业性质及范围的一般信息，并介绍为确保不影响人类健康而采取的预防及控制措施；
- 说明拟建或现有危险装置发生事故后，对现场外的人类健康或环境造成影响的可能性；
- 明确和及时地说明发生事故后应采取的适当行为及安全措施，包括风险较高的地点进行演习；
- 获得理解事故可能产生之影响的性质所需要的信息，并有机会以适当方式有效参与涉及危险装置以及制定应急准备计划的决策。

1.6 废弃物管理

- 适用范围和方法
- 一般性废弃物的管理
 - 废弃物管理规划
 - 废弃物预防
 - 回收和再利用
 - 处理和处置
- 危险废弃物的管理
 - 废弃物储存
 - 运输
 - 处理和处置
 - 商业或政府所有的废弃物承包商
 - 少量危险废弃物

1 关于如何与社区共同编制应急响应计划，详尽论述见《当地一级警惕并预防紧急事件方案（APELL）》，网址：<http://www.uneptie.org/pc/apell/publications/handbooks.html>



○ 监测

适用范围和方法

本指南适用于多个行业部门产生、储存或处理任何数量废弃物的项目。本指南无意适用于主要业务系收集、运输、处理或处置废弃物之项目或设施。对此类设施的具体指导意见，参见《废弃物管理设施环境、健康与安全（EHS）指南》。

废弃物是指以丢弃、回收、燃烧或焚烧的方式加以废弃的任何固体物质、液体物质或有包装的气体物质。废弃物可能是制造工艺的副产物，也可能是不能再用于指定用途、必须加以处置的过期商业产品。

固体（无危险）废弃物通常包括任何垃圾。举例而言，该等废弃物包括生活垃圾；惰性建筑材料/拆卸废料；垃圾，例如废金属和空容器（危险物质容器除外，原则上应作为危险废弃物加以管理）；以及工业操作产生的残留废弃物，例如锅炉灰渣、结渣和粉煤灰。

危险废弃物具危险物质的性质（例如易燃性、腐蚀性或毒性）或其他如管理不当则可能对人类健康或环境构成潜在风险的物理、化学或生物特性。当地的法规或国际公约在定义“危险”废弃物时，也可能根据废弃物的来源及其是否列入危险废弃物清单，或根据废弃物的特性。

对于废弃物处理厂、供水处理厂或空气污染控制设施产生的污泥，以及其他被废弃的物质，包括工业操作所产生的固体、液体、半固体或有包装的气体物质，需要进行逐案评估以确定其是否构成危险废弃物。

产生和储存废弃物的设施应采取以下做法：

- 根据对潜在环境、健康与安全（EHS）风险及影响的理解，考虑废弃物的产生及其后果，在作业活动的一开始就确定废弃物管理重点；
- 确定考虑废弃物的预防、减少、再利用、回收、再生、去除和最终处理的层次化废弃物管理体系；
- 尽可能避免或最大限度减少废弃物料的产生；
- 如果废弃物的产生无法避免，但已最大限度减少，则回收和再利用废弃物；
- 对无法回收或再利用的废弃物，则按无环境公害的方式进行处理、销毁和处置。

一般性废弃物的管理

以下指导意见适用于无危险及危险废弃物的管理。下文提供具体针对危险废弃物的附加指导意见。应针对与废弃物的最大限度减少、产生、运输、处置和监测有关的问题，建立废弃物管理体系，进行废弃物管理。

废弃物管理规划

产生废弃物的设施应根据所产生废弃物的构成、来源、类型、产生量，或根据当地的监管要求，对其废弃物进行分类。废弃管理策略的有效规划和实施应包括：

- 在规划、选址和设计活动中，包括在设备改造和工艺改造中，审核新的废弃物来源，以确定预期的废弃物产生、污染预防机会和必要的处理、储存和处置基础设施；
- 收集关于现有设施的工艺及废弃物的数据和信息，包括废弃物的分类、数量和潜在用



途/处置方法；

- 考虑废弃物循环中潜在的 EHS 风险，以及是否有能以无环境公害的方式管理废弃物的基础设施，进行风险分析，然后根据分析结果确定管理重点；
- 确定从源头上减少废弃物的机会，以及废弃物的再利用及回收机会；
- 定义现场储存废弃物的规程及操作控制措施；
- 定义废弃物处理和最终处置的选择/规程/操作控制措施。

废弃物预防

应根据以下策略，从工艺的设计和运行出发，预防或最大限度减少废弃物的产生以及与其产生废弃物有关的危险：

- 用低害或低毒材料或加工废弃物产生量较少的材料作为替代的原料或输入物；
- 采用原料转化率高、产品产出率高的制造工艺，包括改变生产工艺的设计、操作条件和工艺控制措施¹；
- 采取良好的内务管理和操作做法，包括库存控制，以减少因材料过期、不合格、被污染、损坏或超出工厂需求而产生的废弃物数量；
- 从采购措施入手，设法作出退回可用材料（例如容器）的安排，防止原料的过度采购；
- 实施严格的废弃物隔离制度，防止待管理之无危险及危险废弃物的混置，从而最大限度减少危险废弃物的产生。

回收和再利用

除了实施废弃物预防策略，还可通过实施回收计划来大幅度减少废弃物总量，回收计划应包括以下内容：

- 评估废弃物产生过程，鉴别潜在的可回收材料；
- 识别和回收可现场重新投入制造工艺或工业活动的产品；
- 调查由设施附近地区或所在区域其他工业加工机构进行回收的外部市场（例如废弃物交换）；
- 确定回收目标，正式记录废弃物的产生量和回收率；
- 向员工提供培训和激励，以实现回收目标。

处理和处置

如果实施可行的废弃物预防、减少、再利用、回收和再生措施之后，依然产生废弃材料，则应对废弃材料进行处理和处置，并采取一切措施来避免对人类健康和健康的潜在影响。应根据废弃物的特点和当地的法规来选择管理模式，可包括以下的一项或多项：

- 在最终处置前，对废弃材料在现场或场外进行生物、化学或物理处理，使之无危险化；
- 在专为接收废弃物的获许可设施进行处理或处置。举例而言，包括：对有机无危险废弃物进行堆肥处理；专为特定类型废弃物而依照适当程序设计、取得许可并运营的填埋场或焚烧厂；或已知在安全地最终处置废弃材料方面有效的其他方法，例如生物修复。

¹ 例如，废弃物预防策略包括精益制造的概念，详见：<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/lean.htm>



危险废弃物的管理

危险废弃物应与无危险废弃物分开管理。如无法通过实施上述一般性废弃物管理做法来预防危险废弃物的产生，则危险废弃物管理的重点应该是根据下列附加原则，预防对健康、安全和环境的损害：

- 理解在任何已产生危险废弃物的完整生命周期内，与其管理有关的潜在影响和风险；
- 确保搬运、处理和处置危险废弃物的承包商是有信誉的合法企业，持有相关监管机构发给的许可证，并对负责处理的废弃物采取国际性行业最佳做法；
- 确保遵守相关的当地及国际监管规定¹。

废弃物储存

在危险废弃物的储存上，应预防或控制意外泄漏进入当地的空气、土壤和水资源：

- 废弃物的储存方式可防止不相容废弃物发生混置或接触，并可对废弃物容器逐一进行检查以监控泄漏或溢漏。举例而言，包括在不相容的废弃物之间留出足够的隔离空间，或采取物理隔离措施（例如墙壁或围栏）；
- 储存在封闭容器内，避开阳光直射、风和雨；
- 应采用与所围堵废弃物相适应、足以预防废弃物进入环境的材料，构筑二次围堵体系；
- 如果液体废弃物的储存量超过 220 L，则应采取二次围堵措施。可用的二次围堵能力至少应为具体储存地点最大容器容积的 110%或总储存能力的 25%（以较大者为准）；
- 储存挥发性废弃物时，提供足够的通风。

此外，对于危险废弃物储存活动，还应由在危险废弃物储运方面受过专门培训的员工来采取特殊的管理行动：

- 向员工提供可随时获取的化学相容性信息，包括在每个容器上设置标明内容物的标签；
- 仅允许受过适当培训的员工进入危险废弃物的储存区域；
- 明确地确定（标注）及划定储存区域，包括在设施地图或现场平面图上标出其位置；
- 定期检查废弃物储存区域，并记录检查结果；
- 制定和实施溢漏处理及应急预案，以防危险废弃物的意外泄漏（关于应急计划的更多信息，参见本文件的第 3 章）；
- 避免对危险废弃物使用地下储罐和地下管道。

运输

在废弃物的现场及场外运输中，应预防或最大限度减少溢漏、泄漏和员工及公众的接触。所有用于场外运输的废弃物容器，均应根据第 3.0 章（“危险物质运输”）中的指导意见，盖牢并加上标明内容物和相关危险的标签，然后按正确方法装车运离现场，并随车附带一份说明货物及其相关危险的运输单（即载货清单）。

¹ 国际要求可能包括东道国在《关于危险废弃物越境转移及其处置的巴塞尔公约》（<http://www.basel.int/>）和《对国际贸易中某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》（<http://www.pic.int/>）项下所作的承诺。



处理和处置

除针对一般性废弃物的处理和处置建议之外，应考虑下列具体涉及危险废弃物的问题：

商业或政府所有的废弃物承包商

如果没有符合要求的商业或政府所有的废弃物处理服务商（在考虑距离和运输要求的前提下），产生废弃物的设施应考虑使用符合以下条件的废弃物处理服务商：

- 在技术上有能力以减少对环境的即期和远期影响的方式，进行废弃物管理；
- 拥有政府主管机关发给的所有必要的许可证、认证和批准；
- 是通过使用正式的采购协议聘请的。

如果没有符合要求的商业或政府所有的废弃物处理服务商（在考虑距离和运输要求的前提下），项目举办单位应考虑：

- 在现场安装处理或回收装置；
- 作为最后一个选择，在现场或其他地点建造能够以没有环境公害的方式长期储存废弃物的设施（见《通用 EHS 指南》其他部分的说明），直至有商业上的选择。

少量危险废弃物

许多项目在各种活动中都会产生少量的危险废弃材料，例如设备和建筑维护活动。此类废弃物例如：废溶剂和沾油的抹布；废润滑油；废电池（镍镉电池和铅酸电池）；以及照明设备，例如灯管或镇流器。对这些废弃物，应按照上文各章中的指导意见加以管理。

监测

与危险及无危险废弃物管理有关的监测活动应包括：

- 定期目测检查所有废弃物收集和储存区域是否有意外泄漏的迹象，核实废弃的标签设置和储存方式均正确无误。如产生大量危险废弃物并现场储存，监测活动应包括：
 - 检查容器是否有泄漏、滴漏或其他损漏迹象；
 - 识别储罐、防护装备或地板的裂缝、腐蚀或损坏；
 - 核实锁具、紧急阀门和其他安全装置的操作是否灵便（必要时加注润滑油，并且在场地闲置期间，锁具和安全设备应处于备用状态）；
 - 检查应急系统是否可以使用；
 - 记录对完整性、大气排放物或监测站（空气、土壤气体或地下水）进行测试的结果；
 - 记录储存设施的任何变化，以及储存量的任何重大变化。
- 定期审计废弃物隔离及收集做法；
- 按所产生废弃物的类型和数量追踪废弃物产生的趋势，最好是按设施的部门进行追踪；
- 在开始产生新废弃物时，确定废弃物的特性，定期记录废弃物的特性和管理情况，特别是对危险废弃物；
- 保留记录废弃产生量及其去向的清单或其他记录；
- 如果由第三方管理大量的危险废弃物，则定期审计第三方的处理和处置服务，包括再利用及回收设施。在有可能的情况下，审计应包括现场考察储存及处理地点；
- 如危险废弃物的储存和（或）预处理和处置地点是在现场，则定期监测地下水质量；



- 对所收集、储存或发运的危险废弃物的监测记录应包括：
 - 危险废弃物成分的名称及编号；
 - 物理状态（即固态、液态、气态，或前述一种或多种状态的组合）；
 - 数量（即重量或体积，容器数）；
 - 废弃物运输追踪文件，内容包括数量和类型、发运日期、运抵日期和收货日期、发运人、收货人和承运人的记录；
 - 在相关设施对危险废弃物进行储存、再包装、处理或处置的方法和日期，须注明危险废弃物载货清单的文件编号；
 - 设施内每种危险废弃物的储存地点，以每个地点的储存数量。

1.7 噪声

适用范围

本章讨论对设施地盘边界以外的噪声影响。关于工人接触噪声，参见第 2.0 章（“职业健康与安全”）。

预防和控制

如果在最敏感的接收点，项目设施或作业活动所产生的噪声预测会超过相关的噪声指标¹，则应采用噪声预防和控制措施。首选的固定源噪声控制方法是在噪声源采取噪声控制措施。²噪声排放源的预防和控制方法取决于源本身以及受体的距离远近。应考虑的降噪选择应包括：

- 选择音功率级低的设备；
- 风机安装消声器；
- 发动机排气管和压缩机部件安装适当的消声器；
- 如设备的机壳产生噪声，则安装隔音罩；
- 改进建筑物的隔音效果，采取隔音措施；
- 安装无缺口隔音板，连续最小面密度为 10 kg/m²，以最大限度减少穿过隔音板的声音。要发挥好的隔音效果，隔音板要尽量靠近音源，或靠近接收点；
- 对机械设备安装振动隔离装置；
- 限制特定设备或作业的运行时间，特别是在社区内穿行的移动噪声源；
- 噪声源搬迁至敏感度较低的地区，以利用距离衰减和地形屏蔽；
- 永久性设施尽量远离社区；
- 在设施设计中，利用自然地形地貌来缓冲噪声；
- 尽可能减少项目车辆穿越社区；

¹ 接收点或受体可定义为有人活动区域内接收外部噪声和（或）振动的任何一点。举例而言，接收点可包括：永久或季节性住宅；酒店/汽车旅馆；学校和托幼机构；医院和养老院；宗教礼拜场所；以及公园及露营场所。

² 在项目的设计阶段，设备制造商应以“插入损失指标”的形式提供消声器的设计或建造规范，以“传输损失指标”的形式提供隔音罩和建筑升级的设计或建造规范。



- 规划飞机飞越社区上空的飞行路线、时间和高度（固定翼飞机和直升机）；
- 建立记录和答复投诉的机制。

噪声级指导值

噪声影响不应超过表 4 所列的指标，或使现场以外距离最近接收点的背景噪声增加达到 3 dB。

表 4 噪声级指导值¹

受体	dB (A) ² /h	
	日间 07: 00~22: 00	夜间 22: 00~07: 00
居住；办公；文教 ³	55	45
工业；商业设施	70	70

确定背景噪声级时，不应包括高度侵入性的噪声，例如飞机的飞行噪声和列车的行车噪声。

监测

为了确定拟建或现有设施的现有环境噪声级，或为了核实设施运行期的噪声级，可进行噪声监测。⁴

噪声监测计划应由受过训练的专业人员来设计和执行。监测期间应足以进行统计分析，可持续 48 h，使用的噪声监测仪应能够在监测期间内连续记录数据，每小时记录一次或以更高的频率记录数据，根据具体情况而定（或监测几天的不同时间段，包括在工作日及周末工作日）。所记录的声学指标取决于所监测噪声的类型，具体由噪声专家确定。监测仪应放置在距地面大约 1.5 米的位置，与任何反射面（例如墙壁）的距离不应小于 3 m。一般而言，噪声级限制用没有所调查设施或噪声源的情况下的背景噪声级或环境噪声级来表示。

1.8 土地污染

适用范围和方法

风险筛查

暂时性风险管理

详细风险评估

永久性风险降低措施

职业健康与安全因素

¹ 指导值为户外测量的噪声级。资料来源：《社区噪声指南》，世界卫生组织（WHO），1999 年。

² dB (A) 表示用声级计的 A 计权网络测得的声级。

³ 居住、办公和文教场所可接受的室内噪声级参见 WHO（1999）。

⁴ 监测噪声时应使用符合所有国际电工协会（IEC）所有相关标准的 1 型或 2 型声级计。



适用范围和方法

本章摘要介绍因人类排放危险物质、废弃物或油（包括天然物质）而导致的土地污染的管理方法。这些物质的排放，可能是历史上或当前的现场活动所导致（包括但不限于这些物质的储运事故），或是因这些物质的管理或处置不善所导致。

如果土地包含危险物质或油浓度超过背景浓度或天然浓度，则视作已被污染。

土地被污染，表层土壤和地下土壤的污染物可能通过淋洗和运移作用，对地下水、地表水和附近地区产生影响。如果地下污染源包括挥发性物质，则土壤气体也可能成为运移和接触介质，可能导致污染物渗入建筑物的室内空气空间。

土地污染是值得关注的问题，原因是：

- 对人类健康及生态的潜在风险（例如，致癌风险或对人类健康的其他影响、生态的损失）；
- 可能导致污染者/企业所有人付出代价（例如修复成本、损害企业信誉和/或企业与社区的关系），或受影响方（例如现场的工人、附近物业的所有人）付出代价。

通过预防或控制向环境排放危险物质、危险废弃物或油，应该可以避免土地的污染。如果在项目的任何阶段怀疑或确认土地受到了污染，应查明不受控制排放的原因并加以纠正，以避免继续排放和相关的负面影响。

对于被污染的土地应加以管理，以避免对人类健康和生态受体的风险。首选的土地污染治理策略是在防止人类接触污染的同时，降低现场的污染程度。

为了确定是否有必要采取风险管理行动，应采用下列评估方法来确定，按照目前或未来可能的土地利用方式，项目现场是否同时存在或是否有可能同时存在“污染物”、“受体”和“接触途径”这三个风险因素：

- 污染物：任何环境介质内存在浓度可能已达到危险水平的危险物质、废弃物或油；
- 受体：实际接触或可能接触相关污染物的人类、野生生物、植物和其他活生物体；
- 接触途径：污染物从排放点向外迁移的路线（例如，通过淋洗进入可饮用的地下水）和接触路线（例如服食、透皮吸收），使受体实际接触到污染物。

图 1 显示了污染物风险因素的相互关系。

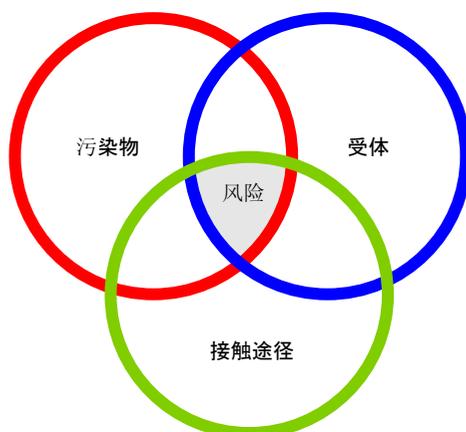




图 1 污染物风险因素的相互关系

如果认为在当前或可预见的未来，会同时存在这三个因素（尽管数据有限），则应采取以下步骤（详见本章剩余部分的介绍）：

- 1) 风险筛查；
- 2) 暂时性风险管理；
- 3) 详细的定量风险评估；
- 4) 永久性风险降低措施

风险筛查

这个步骤也称作作为环境风险评估“提问题”。如果现场有潜在的污染迹象，建议采取以下步骤：

- 通过目测和研究历史运行信息，识别怀疑被污染程度最高的地点；
- 根据污染物类型确定的技术方法，对被污染的介质（土壤或水）进行采样和测试^{1、2}；
- 对照当地和国家的污染地点监管条例，评估分析结果。如果没有该等条例或环境标准，则应参考其他基于风险的标准或指南，以获得对污染物的土壤浓度进行筛查的详尽标准；³
- 针对有关的现场，核实潜在的人类和（或）生态受体及接触途径。

风险筛查的结果可能表明，因为污染程度低于被视作会对人类健康或环境构成风险的程度，三个风险因素之间没有交叉点。另外，无论是否进行了详细的风险评估，都需要采取暂时性或永久性的风险降低措施，见下文所述。

暂时性风险管理

在项目生命周期的任何阶段，如果土地污染的存在构成“急迫危险”，即如果允许污染持续下去，即使持续很短的时间，也会对人类健康和环境构成即时的风险，则应实施暂时性风险管理行动。举例而言，被视作构成急迫危险的情况包括但不限于：

- 被污染的土地导致存在爆炸性环境；
- 存在容易接触到并且过度的污染，短期接触该污染，污染物的强度可导致急性中毒、不可逆的长期影响、敏感化或持久性生物蓄积性物质和有毒物质的蓄积；
- 污染物的浓度超过基于风险的浓度（RBC⁴）或引水点可饮用水的饮用水标准。

¹ 加拿大不列颠哥伦比亚省环境厅。 http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/contam_sites/guidance.

² 美国马萨诸塞州环境署。 <http://www.mass.gov/dep/cleanup>.

³ 可包括：美国环保署地区三局基于风险的浓度（RBC）。 <http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/index.htm>。这些 RBC 浓度是政府采用风险评估方法所编制，用作土地修复的一般性指标，因此被视作可用于具体的土地用途和污染物接触情境。针对土壤、沉积物或地下水制定或采纳了单独的初步修复目标（PRG），而且往往还区分不同的土地用途（如前文所述），原因是与商业/工业用地相比，对住宅和农业用地需要采用更为严格的指标。RBC 表格包含大约 400 种化学品的参考剂量（RfD）和癌症斜率因子（CSF）。这些毒性因素与“标准”的接触情境相结合，用于计算 RBC—具体化学品在水、空气、鱼组织和土壤中与固定风险水平对应的浓度（即危险商数（HQ）为 1 或终生癌症风险为 1E-6，以所对应的较低浓度为准）。RBC 主要用于基线风险评估中的化学品筛查（参阅 EPA Regional Guidance EPA/903/R-93-001，“Selecting Exposure Routes and Contaminants of Concern by Risk-Based Screening”）。其他可用的土壤质量指南参见 Lijzen et al. 2001。

⁴ 例如，美国环境保护署（USEPA）地区三局基于风险的浓度（RBC）。 <http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/index.htm>。



应在实际可行的范围内，尽快采取适当的风险降低措施，以消除构成急迫危险的情况。

详细风险评估

为了实现数字指标或初步修复目标，根据当地的监管要求，可针对现场进行详细的环境风险评估，以制定策略，降低现场的污染水平，同时将健康风险控制在可接受的水平。评估污染物风险时需要考虑当前和未来的土地用途以及开发预案（例如住宅、商业、工业用地，以及城市公共用地或荒地）。

详细的定量风险评估是以风险筛查（提问题）为基础。首先，要进行详细的现场调查，确定污染范围。¹现场调查方案应采用质量保障/质量控制（QA/QC）以确保数据质量足以确保数据质量足以满足指定数据用途的需要（例如，方法的检出极限要低于预期的检出浓度）。此外，应利用现场调查来制定概念性现场模型，描述污染物的存在方式和地点，运移方式以及与生物体及人类接触的路线。风险因素和概念性现场模型提供了污染物风险评估框架。

通过评估对人类或生态的风险，有助于对被污染地点作出风险管理决策。具体的风险评估目标包括：

- 识别相关的人类及生态受体（例如儿童、成年人、鱼类、野生生物）；
- 确定污染物的浓度是否对人类健康和（或）生态构成潜在的危险（例如浓度高于根据健康或环境风险因素确定的相关监管标准）；
- 确定人类或生态受体如何接触污染物（例如服食土壤、表皮接触、吸入粉尘）；
- 识别在没有监管标准的情况下，接触污染物可能造成的负面影响类型（例如对目标器官的影响、致癌、损害生长发育或生殖）；
- 根据对污染物接触量和毒性的定量分析，量化确定对人类及生态受体的健康风险烈度（例如计算终生癌症风险或预计接触量与安全接触量之比）；
- 确定当前和拟定的未来土地用途对预测的风险有什么影响（例如土地用途从工业用途转变为住宅用地，则会有更多的敏感受体，例如儿童）；
- 量化确定污染物向场外迁移所造成的潜在环境和（或）人类健康风险（例如，通过淋洗和地下水运移，或地表水运移，造成临近土地/受体接触污染物）；
- 确定在不采取任何修复措施的情况下，风险可能保持稳定、增加还是降低（例如，污染物可充分降解，可能停留在原地，或运移至其他介质）。²

通过以上工作，为制定并在现场实施风险降低措施（例如清理、采取现场控制措施）提供了基础。如果有必要，可另外进行以下工作：

- 确定风险降低措施的事实地点和概括性的实施方式；
- 确定实施概念性风险减少措施所需的首选技术（包括工程控制措施）；

¹ 举例而言，包括以下方法：美国测试与材料协会（ASTM）第 II 阶段环境与社会评估方法；加拿大不列颠哥伦比亚省环境厅（BC MOE）定义的方法 http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/contam_sites/guidance；以及美国马萨诸塞州环境署定义的方法 <http://www.mass.gov/dep/cleanup>。

² 例如，以下方法就是一个简化的定量风险评估方法：ASTM E1739-95 (2002) “Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites” 以及 “ASTM E2081-00 (2004) e1 Standard Guide for Risk-Based Corrective Action”（化学品释放点）。



- 制订监测计划，以确证风险降低措施是否有效；
- 考虑作为综合性方法的一部分，采取制度化控制措施（例如契约限制、土地使用限制）的必要性和恰适性。

永久性风险降低措施

上述污染物风险评估中的风险因素和概念性现场模型，也为管理和减缓环境污染物的健康风险提供了基础。根本原则是减少、消除或控制图 1 所示 3 个风险因素中的任何一个或全部。以下列出主要的风险减缓策略，不过实际策略的制定依据应该是现场的具体情况，以及主导因素和现场约束条件的切实可行性。无论选择什么管理方案，行动计划都应该尽可能包括消除污染源（即对现场的净改善），作为污染地点总体健康管理策略的一部分，因为仅消除污染源这一点即可改善环境质量。

图 2 简要描述了风险因素的相互关系，并举例说明通过修改一个或多个风险因素的前提条件以最终减少受体的污染物接触，从而减缓污染物健康风险的策略。减缓方法的选择应考虑技术和经济上的可行性（例如考虑当地能获得的技术力量和设备以及相关成本，所选择的技术是否具有可操作性）。

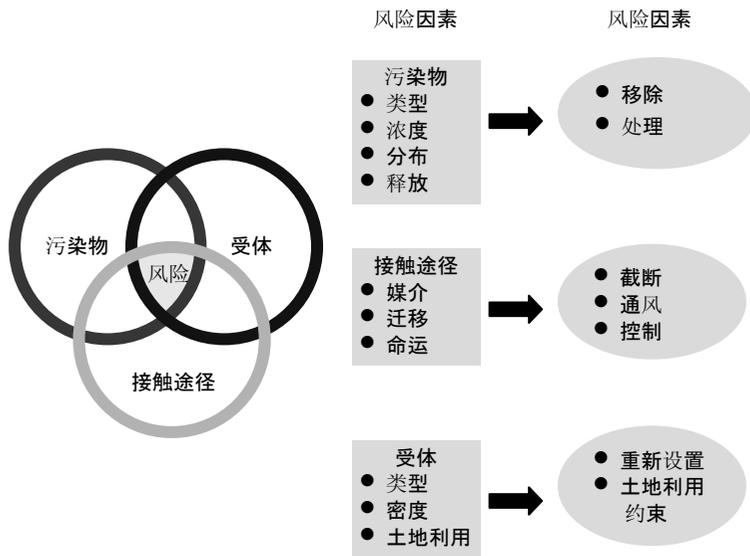


图 2 风险因素的相互关系与管理选择

举例而言，针对污染源和接触浓度的风险减缓策略包括：

- 土壤、沉积物和污泥：
 - 原地进行生物处理（好氧或厌氧）；
 - 原地进行物理/化学处理（例如，抽排土壤气体并进行废气处理、化学氧化）；
 - 原地进行热处理（例如注入蒸汽、六级加热）；
 - 异地生物处理（例如挖掘和堆肥）；



异地物理/化学处理（例如挖掘和稳定）；
异地热处理（例如挖掘和热解吸或焚烧）；
隔离（例如填埋）；
自然衰减；
其他处理工艺。

● 地下水、地表水和淋洗物：

原地生物处理（好氧和/或厌氧）；
原地物理/化学处理（例如空气喷射、零价铁可渗透反应墙）；
异地生物、物理和/或化学处理（即地下水抽排和处理）；
隔离（例如地下连续墙或板桩墙）；
自然衰减；
其他处理工艺。

● 土壤气体入侵：

- 抽排土壤气体，以减少土壤中的挥发性有机物污染来源；
- 安装地沟减压系统，防止土壤气体向建筑物内迁移；
- 建筑物内保持正压；
- （在建筑建造阶段）在建筑物下方安装不透气的隔挡层和（或）在建筑物地基下方为土壤气体另设导流道（例如采用多空介质和通风手段，对蒸汽进行分流，使之不进入建筑物）。

举例而言，针对受体的风险减缓策略包括：

- 限制或防止受体接触污染物（针对受体的行动可包括设置警告牌、设立栅栏或现场安排保安人员值守）；
- 发布健康警示或禁止某些会导致接触污染物的行为，例如捕鱼、捕蟹、捡贝壳；
- 教育受体（人们）改变行为，以减少接触（例如改进工作做法，以及使用防护服和防护装备）。

举例而言，针对接触途径的风险减缓策略包括：

- 提供替代的供水，例如代替被污染的地下水水井；
- 至少用 1 m 厚的清洁土壤覆盖被污染的土壤，以防止人类接触，并防止植物的根或小型兽类钻入被污染的土壤；
- 在被污染的土壤上方铺面，作为临时措施，以阻断直接接触或产生及吸入粉尘的途径；
- 使用拦截沟和泵以及处理技术，防止被污染的地下水排入鱼类栖息的河流。

如果减少来源的措施预计需要很长时间才能实施，也应考虑立即实施上述隔离措施。

职业健康与安全因素

要调查和修复被污染的土地，要求工人注意因为在工作中密切接触被污染的土壤或其他环境介质（例如地下水、废水、沉积物和土壤气体）而可能导致的职业性接触。应采取职业健康与安全防范措施，以最大限度减少接触，详见第 2 章（“职业健康与安全”）。此外，在被



污染地点作业的工人应接受具体针对现场调查和修复活动的健康与安全培训。¹

2 职业健康与安全

适用范围和方法

2.1 一般设施的设计和运行

工作场所建筑物的完好性

恶劣天气和设施关闭

工作场所和出口

防火灾措施

洗手间和浴室

饮用水供应

干净的用餐区

照明

安全通道

急救

通风

工作环境温度

2.2 沟通和培训

职业健康与安全培训

来访者情况介绍

执行新任务的员工以及承包商培训

基本职业健康与安全培训

危险区域的标志牌

设备的警告牌

说明危险等级标号

2.3 人体危险

旋转和运动设备

噪声

振动

电流

眼部的危险

焊接/热力工作

工业车辆驾驶和现场交通

工作环境温度

¹ 例如，美国职业安全与健康署（OSHA）制定的条例，见 40 CFR 1910.120。 http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9765.



人机工程学、重复动作、手工搬运

高空作业

照明

2.4 化学危险

空气质量

火灾和爆炸

腐蚀性、氧化性、反应性化学物质

含石棉物质（ACM）

2.5 生物危险

2.6 放射性危险

2.7 个人防护用具（PPE）

2.8 特别危险环境

狭窄空间

单独和与他人隔绝的工人

2.9 监督

事故和疾病监督

适用范围和方法

雇主和监管机构有责任采取一切合理措施保护工人的健康和安全。本章提供有关指导意见，并举例说明通过执行那些合理措施来控制职业健康和安全方面的主要风险。尽管我们的重点是项目的经营阶段，但此处提供的指导意见大部分也适用于项目建设阶段和退役阶段的活动。企业应雇用有能力管理其雇员职业健康和安全事项的承包商，并通过正规的采购协议使承包商也执行企业的危险管理规则。

应根据以下的优先次序采纳各种预防性和保护性措施：

- 消除危险：将危险活动从工作流程中剔除。例如：使用不太危险的化学品作为替代品，采用不同的制造流程等；
- 控制危险：采用工程控制方法控制危险来源。例如：采用局部排放通风设备、隔离室、机器护罩、隔音措施等；
- 减少风险：设计安全工作系统以及行政和机构控制措施。例如：采用轮换工作制、进行安全工作规程培训、执行上锁/挂牌安全制度、进行工作场所监视、限制暴露程度和工作时间等；
- 提供适当的个人防护设备（PPE）：对员工进行个人防护设备的培训，要求员工使用个人防护设备，对个人保护设备进行维护。

对职业危险采取预防和控制措施时，应当依据对工作安全性和工作危险进行的全面分析。在制订计划时，应当根据危险分析中查明的各种危险发生的可能性以及后果的严重性对其进行排序。表 5 提供一个例子，显示如何对风险进行定性评级，并包含分析矩阵，以利于确定风险防范和控制的优先次序。



表 5 工作场所各种情况的危险评级（根据情况发生的可能性以及后果的严重程度）

可能性	后果的严重程度				
	微不足道 1	轻微 2	中等 3	严重 4	灾难性 5
A. 几乎必定发生	较小	中等	极大	极大	极大
B. 可能发生	较小	中等	较大	极大	极大
C. 有一定可能性	较小	中等	较大	极大	极大
D. 不太可能发生	较小	较小	中等	较大	极大
E. 罕见	较小	较小	中等	较大	较大

说明 极大：危险极大；需要立即采取行动；
较大：危险很大；较大级管理层需要给予注意；
中等：有一定危险；应当规定管理层的相关责任；
较小：危险很小；可以通过日常操作规程加以管理。

2.1 一般设施的设计和运行

工作场所建筑物的完好性

对于永久性和经常性工作场所应当慎重设计和添置设备，以便维护职业健康与安全：

- 工作场所的表面、建筑结构、设备应当容易清洁和维护，而且不易于积累危险的化合物；
- 建筑物在结构上应当安全可靠，能适当抵御恶劣天气的影响，并且有适当的光线，能隔绝过度的噪声；
- 在尽可能的范围内，应当使用耐火、吸声材料对天花板和墙壁进行装修；
- 地板应当保持水平、平坦、防滑；
- 有大量震动、转动、往复运动的设备应当设置在专用建筑物内，而且所在区域应当在结构上与其他部分隔绝。

恶劣天气和设施关闭

- 工作场所的建筑物在设计和建造方面应使其能够承受所在地区恶劣天气的打击，并应有安全藏身区（如果需要）；
- 应当制定项目或流程关闭的标准操作规程（SOP），包括疏散计划。此外，还应当每年进行规程和计划的执行演习。

工作场所和出口

- 为每个工人以及全体工人提供的空间应当足够大，以便安全地进行所有活动，包括运输和暂时存放材料 and 产品；
- 通向紧急出口的通道任何时候都不应有障碍物阻挡。出口处应有明显的标志，即使在完全黑暗的情况下也能看到。紧急出口的数量和大小应当足以让任何时间在场的大多数人能够安全有序地撤离，而且任何工作场所都必须至少有两个出口；
- 设计和修建设施的时候还应考虑到残疾人的需要；



防火灾措施

工作场所的设计应遵循工业场所的防火规则，力求避免发生火灾。此外还应采取一项基本措施：

- 工作场所应配备火灾探测器、警报系统、灭火设备。灭火设备应随时保养，保持良好的工作状态，而且应当放在容易拿到的地方。灭火设备应当充足，与以下各方面的情况相符：场地的大小和使用需要、现场的设备、现场物质的化学特性、现场的人数上限；
- 提供手动灭火设备，放在容易拿到的地方，并且应当是容易使用的设备；
- 火灾警报系统和紧急状况警报系统应当让人能够听到和看到。

《IFC 生命安全和防火安全指南》适用于所有对公众开放的建筑物（参见第 3.3 节）

洗手间和浴室

- 应当根据预计在设施内工作的人数提供足够的洗手间设施（厕所和洗手区），并且应当提供男女分用设施，或者让人能够显示厕所“有人”还是“无人”。此外，洗手间还应供应充足的冷热水、肥皂、擦手用品；
- 如果工人可能在工作场所通过消化道和皮肤沾染有毒物质，则应当提供淋浴设施和更衣室。

饮用水供应

- 应当用向上喷泉的方式提供饮用水，或者提供能够盛接饮用水的卫生方式；
- 向厨房提供的水或者为个人卫生目的（洗手或洗澡）提供的水应当符合饮用水质量标准。

干净的用餐区

- 如果工人在工作场所有可能通过消化道沾染有毒物质，应当作出适当的安排，提供干净的用餐区，让工人能在没有危险物质或危险物质的环境中用餐。

照明

- 工作场所应尽可能获得自然光线，此外辅以人工照明，以便维护工人的安全和健康，并使工人能够安全操作设备。如果需要达到一定的视觉精度要求，则可能需要增添“工作岗位照明”；
- 应当安装具有足够强度的紧急情况照明设备，在主要的人工照明光源失效时能够自动启动，以确保安全关闭和疏散等。

安全通道

- 建筑物内外供人员和车辆使用的通道应当分开，而且应当容易使用、安全可靠、符合需要；
- 通向需要保养、检查、清洁的设备和装置的通道不应有障碍物阻挡，不应受到限制，而且应当容易使用；
- 楼梯、固定梯子、平台、永久性或临时性地面入口、装货区、坡道等应当安装（手、膝、脚）栏杆；
- 地面入口应当有密封门，或者用可移动的链条封住；
- 在可能的情况下，应该安装盖子，以免物体掉落；



- 应当采取措施防止无权者进入危险区域。

急救

- 雇主应确保能够随时提供符合要求的急救。在整个工作场所应当设置容易进入的急救站，其中应配备适当的急救用具；
- 如果根据建议工作站的急救措施应包括用清水立即冲洗眼睛，则应在所有此类工作站附近提供眼睛冲洗站和/或紧急淋浴设备；
- 如果因工作的规模或种类而有必要，应提供专用和有适当设备的急救室。急救站和急救室应备有手套、手术衣、口罩（以防直接接触血液和其他体液）；
- 偏远地点应有书面紧急情况处理程序，以便据以处理外伤或重病人，直到能够将病人转移到合适的医疗机构为止。

通风

- 对室内和狭小工作空间应当供应足够的新鲜空气。通风设计方面应考虑的因素包括：人体的活动、所使用的物质、与工艺相关的排放物质。供气系统的设计应防止气流直接吹向工人；
- 机械化通风系统应保持在良好的工作状态。如果为了保持安全的环境而安装点源排气系统，则应有显示系统工作正常的局部指示灯；
- 不得对受污染空气进行再循环。进气口过滤罩应保持干净、没有灰尘和微生物。暖气通风空调（HVAC）系统和工业挥发冷却系统在配备、保养、操作方法上应避免病菌（例如军团菌肺炎）生长和散布，也应避免传病媒介（例如蚊蝇）滋生，从而造成公共健康危害。

工作环境温度

- 在工作时间，工作场所、厕所、其他福利设施的温度应当保持在与该场所用途相符的温度范围。

2.2 沟通和培训

职业健康与安全培训

- 应当作出规定，要求对所有新雇用的员工进行职业健康与安全培训，向他们介绍工作场所的基本工作规则、人身保护规则以及如何防止导致其他员工受伤；
- 培训内容应包括基本的危险知识、工作场所的具体危险、安全工作规程、火灾紧急处理程序、疏散程序、自然灾害处理程序（内容以具体需要为准）。培训中应详细介绍工作场所的具体危险和所使用的颜色代码。

来访者情况介绍

- 如果来访者可能进入有危险状况或危险物质的区域，则应当建立来访者情况介绍和控制制度，防止来访者在无人陪同的情况下进入危险区域。

执行新任务的员工以及承包商培训

- 如果员工和承包商将要执行新的工作任务，则必须提前向他们提供充分的培训和信息，使他们了解工作危险，避免其健康受到潜在危险环境因素的影响。



培训应充分包含以下项目：

- 有关材料、设备、工具的知识；
- 作业过程中一致的危险、如何控制这些危险；
- 影响健康的潜在风险；
- 为预防风险而采取的措施；
- 个人卫生要求；
- 保护用具和防护服的穿戴和使用；
- 如何正确应对作业极端情况、事端、事故。

基本职业健康与安全培训

- 应根据需要提供基本的职业培训课程以及专题课程，确保员工了解每项工作任务的具体危险。应当向所有管理层人员、主管人员、员工以及进入风险和危险区域的偶尔来访者进行培训；
- 担负救援和急救责任的员工应当接受专门训练，防止无意之中是自己或其他员工遭受更严重的影响或导致更严重的健康危险。培训内容应包括如何防止因为接触体液和人体组织而感染血液中的病原；
- 雇主应当在合同中作出具体规定并加以监督，从而确保服务提供商以及承包商和分包商的工作人员都在执行任务之前获得适当的训练。

危险区域的标志牌

- 危险区域（配电室、压缩机室等等）、装置、材料、安全措施、紧急出口等等都应当悬挂正确的标志牌；
- 标志牌应当符合国际标准，并应是员工、来访者、一般公众（以具体情况为准）都熟悉并容易理解的标志牌。

设备的警告牌

- 所有可能装有危险物质（危险原因可能是化学性质、毒物学性质、温度、压力）的容器应当有警告牌，说明其内容和危险，或者用适当的颜色代码加以显示；
- 同样，有危险物质的管道系统也应当标明管道中的内容物及其流向，并且尽可能在管道穿过墙壁或地板处有阀门或连接装置的地方用颜色代码加以显示。

说明危险等级标号

- 应当在工作场所紧急出入口外面和火灾紧急连接系统处张贴危险等级标号制度的说明，因为这些地方比较容易让紧急情况处理人员看到；
- 应当主动向紧急情况处理人员和安全人员说明现场所存放、搬运、使用的危险物质种类，包括通常最大库存量以及储存地点，以便在必要时加快紧急回应的速度；
- 应当邀请当地的紧急情况处理人员和安全人员参加定期（年度）参观和现场检查，让他们熟悉现场潜在的危险。

2.3 人体危险

人体危险指的是由于反复暴露于机械运动环境或工作而发生事故、人身伤害、疾病的可



能性。一次接触人体危险就可能各种人体伤害，包括只需要治疗的轻伤，也包括导致残废、造成灾难、使人死亡的重伤。长期多次暴露于人体危险之下可能导致相应严重程度的残废及后果。

旋转和运动设备

受伤和死亡的原因包括：在操作时由于设备意外启动或不明显移动而被机械部件夹住、卷入、撞击。建议采取以下防护措施：

- 在设计机器时消除夹住危险，确保在正常操作情况下机械突出部分不会对人体造成伤害。正确设计方案的例子包括：双手操作的机器防止工人肢体被切断，提供紧急切断动力的装置并设在具有战略意义的位置。如果机器或设备有暴露的运动部件或暴露的夹住点，因而可能威胁工人的安全，则应当安装护罩或其他装置，防止人体接触运动部件或夹住点护罩的设计和安装应当符合有关的机器安全标准；¹
- 在进行维修和保养期间，应当根据《CSA Z460 上锁》或相等的 ISO 或 ANSI 标准，关闭、切断、隔离、关断具有暴露和有防罩运动部件的机械以及有能量储存（例如压缩空气、电动部件）的机械（执行上锁/挂牌制度）；
- 尽可能设计和安装能在不拆除护罩装置的情况下进行日常保养（例如加润滑油）的设备。

噪声

不同工作环境的噪声限度规定见表 6。

表 6 各种工作环境的噪声上限

单位：dB (A)

地点/工作	等值 LA _{eq} , 8h	最大值 LA _{max} , fast
重工业（不需要口头沟通）	85	110
轻工业（需要少量口头沟通）	50~65	110
开发型办公室、控制室、服务柜台等等	45~50	—
单间办公室（没有噪声）	40~45	—
课堂、大教室	35~40	—
医院	30~35	40

- 在没有听觉保护的情况下，员工每天在 85 dB (A) 噪声环境中停留的时间不得超过 8 小时。此外，在没有听觉保护的情况下，不得使员工暴露于超过 140 dB (C) 的峰值声压（瞬间）；
- 如果 85 dB (A) 的噪声持续 8 小时以上，或者峰值噪声达到 140 dB (C)，或者平均噪声达到 110 dB (A)，就应当积极采取听觉保护措施。所提供的听觉保护用具应当能够将耳朵听到的音量至少降低到 85 dB (A)；
- 虽然最好在噪声超过 85 dB (A) 的任何时间提供听觉保护，但可以通过限制噪声暴露

¹ 例如：《CSA Z432.04 及其安全护罩》、《CSA Z434 机器人安全》、《ISO 11161 机械安全——综合性制造系统》、《ISO 14121 机械安全——风险管理原则》或具有同等效力的 ANSI 标准。



的时间长度来达到相同的保护效果，但这种方法比较不容易控制。噪声程度每提高 3 dB (A)，“允许的”暴露时间就应当减少 50%；¹

- 在发给员工听觉保护用品（最终的噪声控制措施）之前，可以考虑和采用隔音材料、隔离噪声来源和其他工程方法（如果可行）；
- 如果工人暴露于高强度噪声环境，则应定期为其检查听力。

振动

如果工人的手和臂膀由于使用手上工具、电动工具而受到振动，或者工人的全身由于站立在或坐在振动的表面而受到振动，则应当通过设备的选择、安装减振垫或减振装置、限制暴露时间来加以控制。振动和运动值的上限（即需要采取保护措施的暴露程度）见ACGIH²。暴露程度应当根据设备制造商提供的每日暴露时间以及数据加以核查。

电流

暴露的或者有故障的电动装置（例如断路器、配电板、电缆、电线、手上工具）可能给工人带来严重的风险。头顶上方的电线可能被金属器件（例如竿子和梯子）碰到，也可能被有金属支架的车辆碰到。车辆或者接地的金属物件在接近头顶上方的电线时，即使并未实际接触也可能造成电线与物体之间产生电弧。建议采取以下措施：

- 在所有通电的电动装置和电线上放置警告牌；
- 在维修和保养期间，应当对电动装置进行上锁（切断电源，并用可控上锁装置保持切断状态）和挂牌（在锁上放置警告牌）；
- 检查所有电线、电缆、手上电动工具，查看是否有破损或暴露的电线，并根据制造商的建议确定手上工具的允许最大工作电压；
- 对潮湿（或者可能潮湿）的环境中使用的所有电动设备进行双重绝缘/接地处理；采用电路受到接地故障断路器（GFI）保护的设备；
- 采用遮盖方法，或者将电线支撑在有车辆来往区域上方，避免电线和延长线因过往车辆而受到损坏；
- 用正确方法标明有高压设备的机房（“电流危险”）以及受控或禁止入内的机房（参见第三章：规划、选点、设计）；
- 根据表 7 在高压线附近或下方设置“不得接近”区域；
- 如果使用橡胶轮胎的施工车辆或其他车辆直接接触高压线，或者与高压线之间产生电弧，则应暂停使用 48 小时，并且应当更换轮胎，以免发生灾难性的轮胎和车轮组件故障（可能导致人员重伤或死亡）；
- 在进行挖掘工程之前，应当详细确定并标明所有埋在地下的电线。

表 7 设置高压电线的不得接近区域

标称相间额定电压/V	距离下限/m
750 V 或以上，但不超过 150 000 V	3

¹ 美国政府工业卫生专家会议（ACGIH），2006。

² ACGIH，2005。



超过 150 000 V，但不超过 250 000 V	4.5
250 000 V 以上	6

眼部的危险

各种工业操作中的固体微粒和/或化学液体喷雾都可能进入工人的眼睛，导致眼睛受伤或永久失明。建议采取以下措施：

- 采用机器护罩或防喷溅装置，并且/或者采用面部及眼睛防护装置（例如有侧面防护的安全眼镜、密封护目镜、面具）。在使用磨砂工具、研磨工具和/或在化学液体附近工作时，可能需要采取具体的安全操作规程（SOP）。此外，还应当在使用此类设备之前经常进行检查。机械和设备的护罩应符合有关机构（例如 CSA、ANSI、ISO）所颁布的标准（另见有关旋转和运动设备的第 2.3 节和关于人身防护用具的第 2.7 节）；
- 根据合理的预计，如果某个工作区域会有固体碎片、液体、气体排放（例如金属切削机床迸出的火花、减压阀释放的气体），应当使该区域远离可能有工人或来访者暂时停留或走过的区域。如果机器或工作产生的碎片可能给路过的工人或其他人造成危险，则应当增加保护措施或限制人员接近，或者要求暂时停留的员工或其他人使用个人保护设备；
- 应当规定：如果佩戴的是有度数的眼镜，则应佩戴罩在外面的护目镜，或者用有度数的加固眼镜代替。

焊接/热力工作

焊接会产生极端明亮和强烈的光线，可能使员工的视力受损。在极端情况下，还可能导致失明。此外，焊接还可能产生有毒的烟雾，时间长了可能导致严重的慢性疾病。建议采取下列措施：

- 将所有参与协助焊接作业者提供适当的眼睛保护用具（例如焊接护目镜和/或面罩）。其他方法包括：在工作区周围使用焊接挡板（用轻金属、帆布、或三合板制成的板子，使他人看不到焊接产生的强光）。可能还需要用装置吸收和排除焊接来源产生的有毒烟雾；
- 如果在固定的焊接工作区域以外进行焊接或热力切割工作，则应当采取特别的热力工作防护措施和防火措施以及标准操作规程（SOP），包括：取得“热力工作许可证”，配备灭火器，由专人监视火情，并在焊接或热力切割完成之后至少 1 h 内继续监视火情。如果接受热力作业的容器曾装过易燃材料，则须采取特别程序。

工业车辆驾驶和现场交通

工业车辆驾驶员如果缺乏培训或缺乏经验，就会增加与其他车辆、行人、设备发生碰撞事故的可能性。工业车辆和运货车辆以及现场的私人车辆也会造成碰撞的可能性。工业车辆驾驶和现场交通安全规则包括：

- 培训工业车辆驾驶员安全操作各种车辆（包括铲车），给予认证，学习内容包括如何从事安全装货/卸货，以及了解装载限度；
- 确保驾驶员接受医疗检查；



- 确保后视镜能力有限的移动设备安装发出声音的倒车警报器；
- 规定交通礼让规则，限制现场车速，规定车辆检查时限，建立操作规则和程序（例如禁止铲车在铲子放下的状态下行驶），控制交通状态或方向；
- 规定送货车辆和私人车辆只能在限定的道路和区域行驶，尽量使用单行道规则（如果合适）。

工作环境温度

室内室外环境中如果气温极高或极低，可能导致工人受到伤害甚至死亡。由于使用个人防护用具（PPE）对其他职业危险进行防护，有可能加重高温引起的病症。在永久性工作环境中，应当避免极端温度，具体做法是进行工程学控制和通风。如果没有可能（例如在从事短期户外工作时），应当采取以下措施控制气温方面的影响：

- 监视天气预报情况，为户外工作做好准备，提前发出极端天气状况警告，并根据该信息调整安排工作；
- 有关如何根据温度影响管理程序对工作和休息时间进行调整（以当时的温度和工作量为准）的规则见ACGIH¹；
- 提供临时庇护所，用于抵御工作期间的天气影响，或用作休息区；
- 穿戴防护服；
- 将工人提供充足的液体补充物品，包括饮用水和电解质饮料，避免应用含酒精饮料。

人机工程学、重复动作、手工搬运

有些工伤的原因是人机工程学因素，例如重复动作、用力过度、手工搬运；此类工伤是在长期重复的状况下发生的，通常需要几个星期甚至几个月才能康复。这些职业健康与安全应加以减少或消除，从而保证工人的工作效率。可以采取以下控制措施：

- 在设计工作场所和工作台时，应当将第 5 百分位数和第 95 百分位数的操作人员和保养人员考虑在内；
- 采用机械辅助方法，消除或减小搬运材料、手持工具及工作件时所需要的用力程度；如果重量超过限度，就应当规定多人共同搬运；
- 在选择和设计工具时，要减少所需要的人力和手持的时间，并要改善工人工作时的身体姿势；
- 提供使用者可以调整的工作台；
- 在工作流程中要规定休息时间和舒展身体的时间，并且采取轮换工作制；
- 执行质量控制和保持计划，减少不必要的用力程度；
- 照顾到其他特殊情况（例如习惯于使用左手的员工）。

高空作业

如果工人有可能坠落的距离超过 2 m、可能坠落到运行的机器中、可能坠落到水中或其他液体中、可能坠落到危险物质中、可能从工作表面的开口中坠落，就应当执行预防和保护措施。根据具体情况，有时坠落距离可能不到两米也应该采取坠落预防和保护措施。坠落预

¹ ACGIH, 2005.



防措施包括:

- 在有脆弱危险的区域边缘安装防护栏杆（应具备中间一道杆和周边挡板）；
- 应当由受过培训的员工正确使用梯子和脚手架；
- 采用坠落预防装置（包括安全带和距离限制系索），用于防止进入有脆弱危险的区域，或者采用其他坠落防护装置（例如全身挽具，同时采用能够缓冲的系索，或采用自动收回的惰性坠落阻止设备，将其连接在固定锚位上，或采用水平救生索）；
- 针对必要的个人防护用具提供适当的使用、保养、维护培训；
- 制订计划并提供必要设备，以便在工人坠落被阻止后进行救援和/或使其返回原处。

照明

工作区域的照明强度应当符合具体地点和工作类型的一般需要，在具体工作台上应当根据需要提供辅助照明。表 8 提供了各种地点/活动的照明强度下限。

表 8 工作场所照明强度下限

地点/工作	照明强度/ lux
紧急照明	10
室外非工作区域	20
简单方向指示灯和短时间进入照明（机器存放室、车库、仓库）	50
偶尔需要视觉工作的工作场所（走廊、楼梯、大厅、电梯、礼堂等）	100
中等精确度工作（简单组装、粗略机加工、焊接、包装等）	200
精确工作（阅读、中等难度的组装、分拣、检查、中等程度工作台或机床作业等）办公室	500
高度精确工作（难度较大的组装、缝纫、颜色检查、仔细分拣等）	1 000~3 000

控制措施应包括:

- 采用热量释放最少的节能光源；
- 采取措施消除刺眼/反光情况和灯光闪烁情况；
- 采取预防措施，减少和控制直接日照形成的光辐射。还应当控制工人对高强度紫外线和红外线辐射及高强度可见光线的暴露程度；
- 根据设备参数、认证标准、公认安全标准控制激光危险。所采用的激光应当是最低可行级别的激光，力求减小风险。

2.4 化学危险

由于一次性大量接触或长期反复接触有毒、腐蚀性、敏感性、氧化性物质，有可能导致疾病或伤害。如果互不相容的化学品无意中混合在一起，此类物质还可能导致无控制的反应，例如火灾和爆炸危险。我们可以通过一系列方式控制化学危险，其中包括：

- 用不太危险的物质代替危险物质；
- 采用工程学方法和行政控制方法来避免或减少危险物质在工作环境中的排放，将暴露程度限制在国际公认限度之下；



- 尽量减少接触此类物质（或可能接触此类物质）的员工人数；
- 根据国家和国际公认规则 and 标准悬挂标签和作出标记，告诉工人工作场所存在的化学危险。这些规则 and 标准包括：国际化学安全信息卡（ICSC）、材料安全数据表（MSDS）、其他具有同等效力的规则。书面说明应采用容易理解的语言书写，并且充分提供给可能接触此类物质的工人和急救人员；
- 培训工人使用现有信息（例如 MSDS）、采用安全工作方法、正确使用个人防护用具。

空气质量

如果由于污染物质的排放到工作场所而造成空气质量恶劣，则可能导致工人呼吸道受刺激、不适、生病。雇主应采取适当措施保障工作区域的空气质量。此类措施包括：

- 使工作环境中的污染物尘埃、挥发物质、气体的浓度低于ACGIH所建议的程度¹，将其作为TWA-TLV（阈值限度）——也就是大多数工人重复暴露于该浓度后（每天8 h、每周40 h、连续数周）不至于引起不利健康影响的浓度。
- 制定和执行减少向工作环境排放污染物质的工作方法，其中包括：
 - 用管道直接输送液体和气体材料；
 - 尽量减少搬运干燥粉末物质；
 - 对作业区加以隔绝；
 - 在排放/释放点设置局部排放通风设备；
 - 用真空方法而不是机械或气动方法输送干燥物质；
 - 采用室内安全储存方法和密封容器，而不是散装储存方法。
- 如果环境空气中含有的几种物质对相同的人体器官具有相似的影响（上瘾作用），则应采用ACGIH所建议的计算方法累计这几种物质的影响²；
- 如果连续工作时间超过8 h，则应当根据ACGIH的建议调整工作场所暴露程度规则的计算方法³。

火灾和爆炸

由于易燃物质或气体被点燃而造成火灾核爆炸，可能导致财产损失，并可能使项目员工受伤或死亡。应采取以下预防和控制措施：

- 易燃物的存放地点也远离点火来源和有氧化作用的物质。此外，对易燃物存放地点应采取以下措施：
 - 远离建筑物的出入口；
 - 远离建筑物通风设备出入口；
 - 地面和天花板应当有自然和被动通风以及防爆炸通风；
 - 采用防止产生火花的电器装置；
 - 配备灭火设备，安装自动关闭的门，采用能够在一定时间内耐火的建筑材料。
- 如果存放区域正在（或可能）装卸此类物质，则应提供容器的接地和容器之间的连接，

¹ ACGIH, 2005

² ACGIH, 2005.

³ ACGIH, 2005.



同时提供更多地面机械通风；

- 如果易燃物主要是尘埃，则进行接地，安装火花探测装置，必要时提供火焰熄灭系统；
- 确定并标出有火灾危险的区域，告诉工人相关的特别规则（例如禁止使用烟具、手机、其他可能产生电火花的设备）；
- 具体培训工人如何搬运易燃物，以及如何防火灭火。

腐蚀性、氧化性、反应性化学物质

腐蚀性、氧化性、反应性化学物质会带来与易燃物相似的危险，因此需要采取相似的措施加以控制。此外，此类化学物质还有一个危险，那就是可能因为无意中混合而造成严重的不良反应。这时可能释放易燃或者有毒的物质和气体，而且可能直接导致火灾及爆炸。此类物质（不论是否相互混合）还可能使直接接触的人受到身体伤害。在工作环境中处理此类化学物质时，应采取下列控制措施：

- 腐蚀性、氧化性、反应性化学物质应当与易燃物和其他不相容的化学物质隔离（将酸与碱、氧化剂与还原剂、水敏性物质与水基物质分开等等），存放在有通风的区域和容器中，并且应当采取适当的第二道阻挡措施，以便泄漏时减少相互混合；
- 如果要求工人处理腐蚀性、氧化性、反应性化学物质，则应提供专门的培训，并且提供适当的个人防护用具并要求其穿戴（手套、围裙、喷溅防护服、面具、胡建等）；
- 如果现场使用、处理、储存腐蚀性、氧化性、反应性化学物质，则必须随时有符合要求的急救人员。在整个工作场所都应设置容易使用的急救站；如果针对具体工作站建议的急救措施是立即用清水冲洗，则应在该工作站附近设置眼睛冲洗站和/或紧急淋浴设备。

含石棉物质（ACM）

应避免在新建筑物中使用含石棉物质（ACM）或者将其作为新材料用于建筑物装修和翻新工程。对于存在含石棉物质的现有建筑物，应当制定石棉管理计划，指明那些位置有含石棉物质、石棉物质的状态（例如是否处于易碎状态而有可能释放纤维），规定监督石棉物质状态的程序，规定进入有含石棉物质位置的程序（以免造成损坏），培训有可能接触石棉物质的工作人员如何防止损坏石棉物质以免暴露于该物质。该计划应当提供给所有参与作业和维修工作的人员。如果要修理或清除建筑物内现有的含石棉物质，则应由受过专门训练的人员¹ 根据所在国家的规定进行（如果所在国家没有相关的规定，则遵守国际公认的程序）。²

2.5 生物危险

一次性大量接触或长期重复接触生物物质，可能造成疾病或伤害。通过执行以下措施，可以最有效地防范生物危险：

- 如果工作性质允许，应当避免使用危险的生物物质，并用其他在一般条件下对工人没

¹ 培训专业人员以及所采用的保养方法和拆除方法应当等同于美国和欧洲有关规则的要求（北美培训标准的范例见：<http://www.osha.gov/SLTC/asbestos/training.html>）。

² 例如：美国测试和材料学会（ASTM）《E 1368——石棉消减项目的目测标准方法》；《E 2356——综合性建筑物石棉调查标准方法》；《E 2394——对已采用的石棉水泥产品进行保养、翻新、修理的标准方法》。



有危险或危险较小的物质代替。如果无法避免使用危险的物质，则应当采取措施尽量减小暴露的风险，并将暴露程度保持在国际公认的暴露限度以下；

- 应当通过设计、维持、运用各种工作流程、工程学方法、行政控制方法来避免或减少生物物质散布到工作环境中。应当尽量减少暴露于（或可能暴露于）生物物质的员工人数；
- 雇主应当检查和评估工作场所已知或怀疑存在的生物物质，并采取适当的安全措施，进行监督，执行培训以及培训检查计划；
- 应当同当地的卫生当局进行合作，共同根据国际公认标准设计、执行、保持消除和控制已知或怀疑存在的生物物质的措施。

生物物质应分为以下四大类别¹：

- 类别 1：此类生物物质不太可能造成人类的疾病，因此所要求的控制措施类似于对危险或反应性化学物质的控制措施；
- 类别 2：此类生物物质可能造成人类的疾病，因此可能需要采取更多控制措施，但散布到人群中的可能性较小；
- 类别 3：此类生物物质可能造成严重的人类疾病，给工人带来严重的威胁，而且有可能散布到周围的人群中；此类物质造成的疾病通常可通过有效的措施加以预防和治疗，因此可能需要采取内容广泛的其他控制措施；
- 类别 4：此类生物物质可能造成严重的人类疾病，给工人带来严重的威胁，而且很有可能散布到周围的人群中；此类物质造成的疾病通常无法通过有效的措施加以预防和治疗，因此可能需要采取内容极为广泛的其他控制措施。

雇主应随时鼓励和督促员工积极保持个人卫生，并采取措施进行人身防护，尤其是当工人使用上述类别 3 和类别 4 的生物物质进行工作时。如果工作中要使用上述类别 3 和类别 4 的生物物质，则从事该工作的人员必须经过具体而有证明的培训，了解如何使用和控制此类物质。

处理上述类别 3 和类别 4 生物物质的区域应当经过特别设计，在发生紧急情况时能够完全隔离，包括设置独立的通风系统，并且该区域的标准操作规程应该要求对工作表面进行日常消毒。

向处理上述类别 3 和类别 4 生物物质的区域提供服务的供暖通风空调系统必须配备高效微粒空气（HEPA）过滤系统。应当配备必要的设备，能够对过滤系统进行消毒，并且在保养和使用过程中防止该系统中产生和传播致病物质、扩散致病物质、滋生危害公共健康的传病媒介（例如蚊蝇）。

2.6 放射性危险

暴露于放射性的员工可能产生不适、人体伤害、严重疾病。应采用以下预防和控制措施：

- 应当根据公认的国际安全规则和准则建立和运营有职业性或天线性离子射线的工作

¹ 《世界卫生组织（WHO）感染性微生物分类》（2004）。



场所。¹可允许的有效暴露剂量见表 9。

表 9 工作场所放射性危险的允许有效暴露剂量

暴露情况	工人（最小年龄 19 岁）/ (mSv/a)	学徒工和学生（年龄：16~18 岁）/ (mSv/a)
平均连续五年有效剂量	20	
一年暴露有效剂量	50	6
眼睛晶状体接受的当量	150	50
肢体或皮肤接受的当量	500	150

- 应当根据估计建议的限度控制对非离子辐射的暴露程度（非离子辐射包括：静磁场、次射频磁场、静电场、射频辐射、微波辐射、光纤辐射、近红外辐射、紫外线辐射）²；
- 针对离子辐射和非离子辐射，最好的暴露程度控制方法就是屏蔽和限制辐射来源。个人防护用具只有在紧急情况下作为辅助用具。防护近红外辐射、可见光辐射、紫外线辐射的个人防护用具可包括适当的防晒霜（穿着或者不穿着适当的隔绝服）。

2.7 个人防护用具 (PPE)

个人防护用具 (PPE) 的作用是保护工人免受工作场所危险的侵害（对其他工作场所控制和安全措施发挥补充作用）。

个人防护用具是在工厂控制措施以外提供的额外措施，属于最后一道防线。表 10 列出了各种职业危险以及根据各种目的提供的个人防护用具类型。应当通过下列方法在工作场所使用个人防护用具：

- 如果其他方法、工作计划、操作程序无法消除或者充分减小危险或暴露程度，则应积极使用个人防护用具；
- 确定并提供合适的个人防护用具，做到能够充分保护工人本人、其他工人、偶尔的来访者，而且不应给使用者带来不必要的不便；
- 正确保养个人防护用具，包括清洁污损的用具，更换损坏或磨损的用具。员工的日常培训应将正确使用个人防护用具作为一项内容；
- 应当根据现场存在的危险以及本章前面谈到的分级方法选择个人防护用具，此外还应参照公认权威机构所确定的性能和测试标准³。

¹ 《国际非离子辐射防护以及辐射源安全基本安全标准》及其三个相互关联的《安全指南》。

IAEA. <http://www-ns.iaea.org/standards/documents/default.asp?sub=160>.

² 例如 ACGIH (2005) 和国际非电离辐射委员会 (ICNIRP)。

³ 例如：美国国家标准学会 (ANSI)，<http://www.ansi.org/>；全国职业安全与健康学会³ (NIOSH)，<http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>；加拿大标准协会³ (CSA)，<http://www.csa.ca/Default.asp?language=english>；矿山安全与健康机构³ (MSHA)，<http://www.msha.gov>。



表 10 建议针对各类危险采用的个人防护用具概述

目的	工作场所危险	建议使用的个人防护用具
眼睛和面部防护	飞扬的微粒、融化的金属、化学液体、气体、挥发物、轻度辐射	有侧面防护的安全眼镜、保护玻璃等
头部防护	坠落的物体、上方高度不够、上方的电线	塑料头盔（顶部和侧面有缓冲装置）
听觉防护	噪声、超声波	听觉保护用具（耳塞或者护耳）
足部防护	坠落或滚动的物体、尖锐物体。腐蚀性或高温液体	安全鞋、安全靴，用于防止移动或坠落的物体、液体、化学物质伤害足部
手部防护	危险材料、割破、裂伤、振动、极端温度	橡胶手套或合成材料手套（氯丁橡胶）、皮革、钢铁、绝缘材料等）
呼吸道防护	灰尘、雾气、烟雾、喷雾、气体、烟尘、挥发物	带有适当过滤部分的面罩，用于消除灰尘、清洁空气（清除化学物、喷雾、挥发物、气体）。单个气体或多种气体个人监测器（如果有）
	缺氧	随身携带的氧气瓶，或固定线路供应的氧气。现场救援设备
身体/腿部防护	极端温度、危险物质、生物物质、割破、裂伤	用适当材料制作的隔离服、围裙等

2.8 特别危险环境

特别危险环境指的是在独特而特别危险的情况下存在上述所有危险的工作环境。因此，必须采取额外的保护措施，而且在实施措施时应当特别严格。

狭窄空间

狭窄空间指的是完全封闭或部分封闭的空间，其设计目的并不是为了让人在其中工作，而且由于狭窄空间中的内容物、具体位置、构造或者由于在狭窄空间内部或周围进行的工作而形成危险的空气环境。“需要操作许可的”狭窄空间指的是包含物理危险或者大气危险而且可能使人困在其中的狭窄空间。¹

狭窄空间可能出现在封闭的建筑物或地点，也可能出现在开放型的建筑物或地点。如果在进入狭窄空间或在狭窄空间进行救援之前没有足够的预防措施，就可能造成严重的人身伤害或死亡。建议采取以下管理措施：

- 应当采用工程学措施尽可能消除狭窄空间，或者消除狭窄空间的不利特征；
- 对于需要操作许可的狭窄空间，应当尽可能采取永久性安全措施，用以保证通风、监督、救援。与狭窄空间相邻的区域应当有足够大的面积，以便进行紧急救援活动；
- 狭窄空间的出入口应当可以容纳 90%的工人（应将工具和防护服考虑在内）。在设计参数方面应当遵循最新的 ISO 和 EN 标准；

¹ US OSHA CFR 1910.146



- 再进入需要操作许可的狭窄空间之前，应当采取以下措施：
 - 进入狭窄空间的工艺线路或输送线路应当关断或者停止输送，然后加以封闭和上锁；
 - 狭窄空间中的机械设备应当关闭、切断电源、上锁、固定（以具体情况为准）；
 - 狭窄空间中的空气环境必须进行测试，保证含氧量在 19.5%~23%之间，而且易燃气体或挥发物的含量不得超过其防爆下限（LEL）的 25%；
 - 如果空气环境不能达到上述要求，则应对狭窄空间进行通风，直到符合规定的安全空气环境，否则只能由穿戴适当的加强个人防护用具者进入狭窄空间。
- 安全措施应当包括：自给式呼吸器（SCBA）、救生索、狭窄空间之外担任安全放哨的员工（应当具备救援和急救设备）；
- 在要求员工进入需要许可的狭窄空间之前，应当提供充分而适当的培训，使员工了解如何控制狭窄空间的危险、测试空气环境、使用必要的个人防护用具，并应核实个人防护用具可以使用而且完好无损。此外，在工人进入狭窄空间之前，还应当做好充分而适当的救援计划，并准备好充分而适当的救援设备。

单独和与他人隔绝的工人

单独和与他人隔绝的工人指的是工人与上级、同事、其他能提供援助的人无法进行口头联络，也无法看到对方，而且持续时间超过一个小时。因此，工人这时如果发生事故或受伤，就会面临更大的危险。

- 如果要求工人在单独和与他人隔绝的状态下进行工作，就应当制定和执行特别操作规程（SOP），以保证工人开始工作之前具备所有个人防护用具和安全措施。作为最低限度，特别操作规程应规定至少每小时与工人联络一次，并且确保工人有能力请求紧急救援；
- 如果工人有可能暴露于有强毒性或强腐蚀性的化学物质，则眼睛冲洗和淋浴设施应当配备可听见和可看见的警报装置，只要眼睛冲洗和淋浴设施由工人启动或自行启动，就会发出警报，请求提供紧急救援。

2.9 监督

职业健康和安全监督计划应当查明干预和控制方法的有效性。所选定的指标应当能够显示最主要的职业、健康、安全危险，而且能够显示预防和控制方法的执行情况。职业健康和安全监督计划的内容应包括：

- 安全检查、测试、校准：这方面包括检查和测试所有安全功能和危险控制措施，尤其注重所使用的工程学方法和个人防护程序、工作程序、工作场所、装置、设备、工具。检查过程中应当证明发给工人的个人防护用具仍可提供足够的防护，而且穿戴方法符合要求。所有安装并用于监测工作环境指标的仪表都必须定期检查和校准，并且应当保留有关的记录；
- 监督工作环境：雇主应当采用适当的手提式或固定式取样及监测仪器记录对规则的执行情况。应当根据国际公认的方法和标准进行监督和分析。应当根据每个项目的危险检查结果确定监督方法、地点、频率、参数。通常，监督工作应当在启用设施或设备



时进行，并在缺陷和责任期结束时进行，此外还应根据监督计划重复进行；

- 监督工人健康状况：如果需要采取特别的保护措施（例如针对类别 3 和类别 4 生物物质、危险化合物），则应该在第一次暴露之前对员工进行适当和有关的健康状况检查，然后继续定期检查。如果认为有必要，在停止雇用工人之后还应继续监督其健康状况；
- 培训：对于员工和来访者的培训情况应当进行有效的监督和记录（培训内容、培训时间、参与人员）。紧急状态演习（包括消防演习）应当加以正确记录。应当在合同中规定服务提供商和承包商有责任在开始进行项目之前适当填写雇主要求的培训文件。

事故和疾病监督

- 雇主应当建立报告和记录以下项目的程序和制度：
 - 职业事故和疾病；
 - 危险情况事故。

此类制度应当使员工能够立即向自己的直接上级报告他们认为对其生命和健康造成严重危险的情况。

- 此类制度还应当帮助和鼓励员工向管理层报告以下所有事项：
 - 工伤和险情；
 - 怀疑发生职业疾病的情况；
 - 危险状况和事故。
- 对于所有报告的职业事故、职业疾病、险情、事件都应当进行调查，其间应当获得在职业安全方面有知识、有能力者的协助。在调查过程中，应当做到以下各项：
 - 确定当时发生了什么情况；
 - 确定发生这种情况的原因；
 - 确定为防止再次发生该情况需要采取哪些措施。
- 作为最低限度要求，职业事故和疾病应当根据表 11 加以分类。应当区分致命工伤和非致命工伤。这两个主要类别又根据死亡时间和丧失工作能力的时间分为三个次要类别。所报告期间的总工作小时数应当上报给有关的监管机构。

表 11 职业安全事故报告

a. 死亡 (人数)	b. 非致命的工伤事故 (次数) ¹	c. 共计损失时间 非致命工伤 (天数)
a.1 立即	b.1 不到一天	
a.2 一个月内	b.2 最多三天	c.1 类别 b.2
a.3 一年之内	b.3 三天以上	c.2 类别 b.3

¹ b.2 和 b.3 不包含事故发生的当天。



3 社区健康与安全

3.1 水的质量和供应

水的质量

水的供应

3.2 项目基础设施的结构安全性

3.3 人身安全和防火安全 (L&FS)

适用范围和方法

对新建筑物的具体要求

对生命安全和防火安全总计划的审查和批准

对现有建筑物的具体要求

其他危险

3.4 交通安全

3.5 运输危险物质

普通危险物质的运输

主要的运输风险

3.6 疾病预防

传染病

传病媒介携带的疾病

3.7 紧急情况应对准备和处理

信息沟通系统

紧急情况处理资源

培训和信息更新

业务连续性和应急

本章的内容补充以上有关环境和职业健康与安全章节所提供的指南，具体说明在传统项目范围之外进行的活动的某些方面，同时又关系到项目的运作（可用于具体的项目）。这些事项可能在项目生命周期的任何阶段发生，而且可能影响到项目生命周期之后。

3.1 水的质量和供应

地下水和地表水是发展中国家饮用水和灌溉用水的主要来源，尤其是在农村地区。农村地区的自来水供应有限，甚至没有供应，而且消费者所获得的资源几乎没有或者完全没有经过处理。项目活动如果排放废水、抽取用水、转移水流、关闭水流，则应避免对地下水和地表水资源的质量和供应造成不利的影晌。



水的质量

饮用水来源（不论是公共来源还是私有来源）必须随时获得保护，力求达到或超过相关的国家标准；如果没有国家标准，则应符合现行版本的《世界卫生组织饮用水质量指南》。应当根据《通用 EHS 指南》有关章节中提供的指南对空气排放物、废水、油性物质、危险物质、废弃物进行管理，从而保护土壤和水资源。

如果项目内容包括向当地社区或项目基础设施的用户供水（例如酒店的主人和医院的病人），而所供应的水可能用于饮用、烹调、洗涤、洗澡，则水的质量应当符合国家标准；如果没有国家标准，则应符合现行版本的《世界卫生组织饮用水质量指南》。如果供应的水用于敏感性更大的、与人类福利相关的需要（例如医疗设施用水和食品制作用水），则可能需要执行更严格的、与具体行业相关的指南或标准（以具体情况为准）。如果向当地社区供水会造成依赖性，则应当进行规划和管理，以确保水供应的可持续性，并且与社区共同进行管理，从而降低长期依赖程度。

水的供应

如果抽取地下水或地表水用于项目活动，应当妥善评估潜在的影响，一方面进行现场测试，另一方面采用模型分析方法，并要考虑到季节性变化以及项目区需求量的预计变化。

项目活动不应当影响用于个人卫生目的的供水，而且应当考虑到未来的潜在需求量增长。总的目标应该是每天向每人供应 100 L 的水（满足基本健康需要的水量可能低于这个数字）。¹与人类福利需求相关的用水量（例如医疗设施的用水量）可能需要增加。

3.2 项目基础设施的结构安全性

项目设施可能给公众带来的危险包括：

- 由于建筑物倒塌而造成人身伤害；
- 火灾造成的烧伤和烟尘吸入；
- 由于跌倒或与重型机械接触而造成人身伤害；
- 灰尘、烟雾、毒性气味使呼吸道受刺激；
- 暴露在危险物质中。

减少潜在危险的最佳时机是在设计阶段，因为此时建筑物设计、布局、场地更改都比较容易调整。在项目的规划、选点、设计阶段，应将以下因素考虑在内：

- 在项目场地周围保留缓冲地带或采取其他隔离方法，使公众免受危险物质事故或流程故障的严重影响，并避免噪声、气味、其他排放物给公众带来不愉快；
- 执行选点和安全工程学标准，防止自然危险带来的故障（自然危险包括：地震、海啸、防灾、水灾、山崩、火灾）。为此，所有项目建筑物的设计均应符合现场具体风险所

¹ 世界卫生组织（WHO）规定，要满足所有饮用和卫生需要，每人每天需要 100 公升的水。如要进一步了解较低用水量及其对健康的潜在影响，请参阅：《家庭用水质量、供应量与健康》，2003。http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/en/index.html



涉及的工程学和设计标准（风险包括但不限于：地震活动、坡面稳定性、风力负荷、其他动态负荷）；

- 执行当地的建筑规则以及国际公认的建筑规则¹，确保建筑物的设计和建造符合良好的建筑学和工程学方法，包括防火和救火方面；
- 负责设计和建造项目设施、建筑物、工厂、其他建筑结构的工程师和建筑设计师应当证明所采用的建筑结构标准可行并且适当。

国际建筑规则，例如国际建筑规则理事会（ICC）所制定的规则²，旨在规范建筑环境的设计、建造、维护，并包含关于建筑物安全的某些具体指南，内容包括：方法、最佳做法、记录方面的合规。根据项目性质的不同，应当酌情遵守ICC规则或类似规则中就以下各方面提出的指南：

- 现有建筑结构；
- 土壤和地基；
- 现场土地平整；
- 结构设计；
- 根据具体用途和使用状态提出的具体要求；
- 建筑结构的出入方法；
- 建筑工程中的美；
- 屋顶设计和建造；
- 耐火建筑；
- 抗洪建筑；
- 建筑材料；
- 室内环境；
- 机械系统、管道系统、电力系统；
- 电梯和运送系统；
- 防火安全系统；
- 建筑施工中的安全措施；
- 对公共交通的影响。

虽然项目运行阶段要作出重大的设计修改可能无法实现，但可以进行危险分析，发现机会减少发生倒塌或事故的后果。举例而言，针对危险材料的储存和使用可采取以下管理方法：

- 通过库存管理和流程修改减少危险物质的库存量，以便大幅度减小或消除向现场之外排放危险物质的潜在后果；
- 修改流程和储存条件，减小意外向现场之外排放危险物质的潜在后果；
- 改进关闭方法和第二道封锁方法，减少污染物质的流失量，缩短危险物质排放的时间；
- 改进现场操作方法和控制方法，并改进维修保养和检查方法，减小发生危险物质排放的可能性；

¹ ILO-OSH, 2001. <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/download/e000013.pdf>.

² ICC, 2006.



- 采取措施控制爆炸和火灾，向公众发出警报，为附近地区提供疏散方式，在现场周围建立安全区，确保向公众提供紧急医疗服务，从而减小危险物质排放对现场之外的影响。

3.3 人身安全和防火安全 (L&FS)

适用范围和方法

所有允许公众进入的新建筑物在设计、修建、操作时都必须完全符合当地的建筑规则、当地的消防局规则、当地的法律/保险规定、应符合国际公认的人身安全和防火安全 (L&FS) 标准。《人身安全规则》¹在人身安全和防火安全方面作出了许多规定，是国际公认标准的典范，可用于衡量是否实现了本指南中所居住的人身安全和防火安全规则。在执行这些规则方面，应当做到以下各项：

- 项目主办方的建筑设计师和专业咨询工程师应当表明有关的建筑物符合这些人身安全和防火安全规则；
- 人身安全和防火安全系统及设备的设计和安装应当采用有关的标准和/或性能设计指标，应符合良好的工程学做法；
- 一切现有建筑物的人身安全和防火安全设计标准都应当符合所有当地建筑规则和消防局规定。

本指南适用于向公众开放的建筑物。此类建筑物包括：

- 卫生和教育设施；
- 酒店、会议中心、休闲设施；
- 零售设施和商业设施；
- 飞机场、其他公共交通站点、转运设施。

对新建筑物的具体要求

人身安全和防火安全系统的性质和范围取决于建筑物的类型、结构、施工、使用方法、方向。项目主办方应当制定人身安全和防火安全总计划，其中明确指出主要的火灾风险、相关的规则、标准、规定、减小风险的措施。总计划应当由有适当资格的专业人员制定，并且应当充分包含（但不限于）以下简要论述的事项。被选择制定总计划的有适当资格专业人员有责任详细论述以下作为例子的各事项以及所有其他规定的事项。

防火

防火工作的内容是确定火灾风险和点火源，并确定用哪些必要措施来限制火灾的迅速蔓延和烟雾的产生。所要处理的事项包括：

- 燃料装载和可燃物的控制；
- 点火源；

¹ US NFPA . <http://www.nfpa.org/catalog/product.asp?category%5Fname=&pid=10106&target%5Fpid=10106&src%5Fpid=&link%5Ftype=search>.



- 室内油漆的火焰传播特性；
- 室内油漆的发烟特性；
- 人类的行动，内部清洁整理和保养。

离开建筑物的方法

离开方法包括在设计上采用一切措施便利居民和/或其他使用者在发生火灾和其他紧急情况时安全疏散；此类措施包括：

- 明确而没有障碍物的逃生路线；
- 为残疾人员提供出入便利；
- 悬挂标志牌，书写标记；
- 提供紧急照明装置。

火灾探测和警报系统

此类系统包括相关的所有措施，例如信息报告和广播喇叭系统，以便探测火灾并发出警报：

- 建筑物工作人员；
- 紧急状态处理人员；
- 建筑物使用者；
- 民防人员。

隔离

隔离包括采用一切措施防止和延缓火灾和烟雾的蔓延，其中包括：

- 隔绝；
- 防火墙；
- 地板；
- 门；
- 防烟闸门；
- 烟雾控制系统。

灭火和火灾控制

灭火和火灾控制包括采用一切自动和手动灭火设施，例如：

- 自动洒水系统；
- 手提式手动灭火器；
- 消防水龙带。

紧急情况处理计划

紧急情况处理计划是指一整套程序方案，用于协助工作人员和紧急情况处理团队处理实际发生的紧急情况和训练演习。防火安全和人身安全总计划的这个部分应当包括评估当地的防火和灭火能力。

操作和保养

操作和保养工作包括：制定时间表，用于强制定期保养和测试人身安全和防火安全设备，确保所有的机械、电力、建筑结构和系统在所有时刻都符合生命安全和防火安全设计标准以及规定的操作准备状态。



对生命安全和防火安全总计划的审查和批准

- 有适当资格的专业人员编写并提交生命安全和防火安全总计划（L&FS），其中包括初步的图纸和参数，应证明该设计符合 L&FS 指南的要求。然后根据审查结论和建议制定纠正行动计划（作为项目完成条件），并规定执行纠正行动的时间表；
- 在生命安全和防火安全系统测试及启用阶段，有适当资格的专业人员进行验收测试，证明系统的建设符合设计标准。在审查结论和建议的基础之上，将规定项目完成的条件，形成项目完成前纠正行动计划，并确定执行纠正行动的时间表。

对现有建筑物的具体要求

- 所有针对新建筑物的人身安全和防火安全规则都适用于即将翻新的现有建筑物。一位有适当资格的专业人员对即将翻新的现有建筑物进行全面的生命安全和防火安全审查。在审查结果和建议的基础上，确定纠正行动计划的范围，并确定执行纠正行动的时间表；
- 如果发现现有建筑物不属于项目的部分或不计划进行翻新的部分的生命安全和防火安全状态不良，则可能由有适当资格的专业人员对建筑物进行生命安全和防火安全审查。在审查结果和建议的基础上，确定纠正行动计划的范围，并确定执行纠正行动的时间表。

其他危险

- 项目设施、建筑物、工厂、建筑结构的位置选择应当尽量减小自然力造成的潜在风险（例如：地震、海啸、洪水、风暴、附近地区的火灾）；
- 此类建筑结构在设计上应符合当地环境、气候、地质学风险（例如：地震活动、风力负荷、其他动态负荷）所要求的标准；
- 负责设计和建造项目设施、建筑物、工厂、其他建筑结构的工程师和建筑设计师应当证明所采用的建筑结构标准可行并且适当；
- 国家和地区新建筑物规则通常包含防火安全规则 and 标准¹，此类标准也可能包含于不同的防火规则之中。^{2、3}一般而言，此类规则和规定还有一些具体的合规要求，涉及：方法、做法、测试、其他规则和标准⁴。此类全国使用的参考材料可以视为防火安全和人身安全方面的规则。

3.4 交通安全

交通事故已成为导致全世界公众受伤和死亡最多的原因之一。全体项目工作人员在前往和离开工作场所时以及在自由道路或公用道路上操作项目设备时都必须维护交通安全。防止和控制交通事故受伤和死亡的安全措施应当旨在保护项目工人和道路使用者，包括最容易因

¹ 例如：澳大利亚、加拿大、南非、英国。

² Réglementation Incendie [des ERP].

³ USA NFPA, 2006。

⁴ 由各国有关学会和当局编写，其中包括美国测试和材料学会（ASTM）、英国标准学会（BS）、德国标准化学会（DIN）、法国标准学会（NF）。



发生道路交通而受损害的人¹。根据项目活动规模和性质采取的安全措施应包括以下内容：

- 在项目运营的所有方面都应采用最佳交通安全做法，力求避免交通事故，减少项目人员和公众的伤亡。应采取以下措施：
 - 对驾驶人员强调安全规则；
 - 提高驾驶技术，规定驾驶人员必须拥有执照；
 - 限制驾驶时间，编排驾驶员轮班表，避免过于疲劳；
 - 避免危险的道路，避免一天中危险的时间驾驶车辆，从而减少发生事故的可能性；
 - 在卡车上采用速度控制装置（控速器），并对驾驶人员的行为进行远程监督。
- 定期保养车辆，使用制造商核准的部件，避免因为设备故障或部件过早失效而发生严重事故。

如果项目使现有道路上的交通流量增加，或者道路运输时项目的主要内容，则建议采取以下措施：

- 尽量减少行人与施工车辆同时使用道路的情况；
- 与当地社区和主管当局进行合作，改进路标，提高能见度，增进道路整体安全程度，尤其是在学校和其他有儿童区域附近的道路。与当地社区共同进行交通教育和行人安全教育（例如在学校进行宣传活动）；²
- 与紧急情况处理人员进行协调，确保在发生事故时提供适当的急救；
- 尽量使用当地购买的材料，以便缩短运输距离。将有关的设施（例如工人宿舍）减灾项目现场附近，用大轿车运送工人，避免增加交通流量；
- 采用安全交通控制措施，通过路标和信号员警告来往人员和车辆存在危险状况。

3.5 运输危险物质

普通危险物质的运输

- 项目应当制定规则，保证执行有关普通危险物质运输的当地法律和规则，其中包括：
 - IATA有关空运的规则³；
 - IMDG有关海运的规则⁴；
 - 联合国运输模式规则⁵（有关陆地运输的国际标准以及当地规则）；
 - 所在国家根据《关于控制跨国界运输危险废弃物及其弃置的巴塞尔公约》和《关于国际贸易中某些危险化学物质和杀虫剂提前通知认可的鹿特丹公约》所作的承诺（如果

¹ 如要进一步了解发展中国家容易受伤害的公共道路使用者的信息，请参阅 Peden et al., 2004。

² 如要进一步了解有关道路安全措施的执行的信息，请参阅：WHO, 1989, Ross et al., 1991; Tsunokawa and Hoban, 1997; OECD, 1999。

³ IATA, 2005. www.iata.org.

⁴ IMO. www.imo.org/safety.

⁵ 联合国《危险物品运输——模式规则》，第14次修订版，日内瓦，2005。 http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev14/14files_e.html.



对项目活动适用)。

- 运输危险物质的程序应包括以下内容：
 - 正确标明容器，包括写明内容的数量和危险、发货人联系信息；
 - 提供发货文件（例如发货单），其中写明货物的内容及其相关危险，并在容器上贴标签。发货文件应当写明接收和发送的全过程，并用多份有签字的副本显示废弃物回收部门或处理/弃置部门对废弃物的发运、运输、接收方法正确无误；
 - 确保用于运输的包装物和容器的体积、性质、完好性、防护性能都符合所运输的危险物质的种类和数量，并且符合所采用的运输方式；
 - 确保运输车辆的规格适合；
 - 培训参与运输危险物质的员工如何正确执行发运程序和紧急状况处理程序；
 - 根据要求采用标签和标牌（运输车辆外部的标志）；
 - 要求有人每天 24 小时值班，随时处理紧急状况。

主要的运输风险

除了按照上面一章所说明的方法防止危险物质灾难性排放造成的后果之外，还应当执行减小主要运输风险的指南，因为此类风险可能造成运输途中发生有毒物质排放、火灾、爆炸等等。

除了执行以上说明的程序之外，如果项目运输的危险物质达到或超过限定的数量¹，则应制定危险物质运输计划，其中应包含上述所有因素²。

危险评估

危险评估过程中应当确定在危险物质运输过程中可能发生的危险，其中包括评估以下内容：

- 在鉴定阶段确定的物质危险特性；
- 本公司和承包商在运输危险物质方面的事故记录；
- 目前有关安全运输危险物质的准则，包括本公司和承包商执行的环保管理制度。

这项评估应当包含上述管理行动、预防措施、紧急对应措施。危险评估有助于确定执行计划所需的其他措施。

管理行动

- 对变化进行管理：此类措施针对以下事项：
 - 准备运输的危险物质、运输路线、运输程序发生变化的技术原因；
 - 变化对人员健康和安全的潜在影响；
 - 需要对操作程序作出哪些修改；
 - 要求办理哪些审批手续；
 - 哪些员工受到影响；
 - 需要进行哪些培训。

¹ 有关危险材料运输的临界值数量，请参阅以上引述的联合国《危险物品运输——模式规则》。

² 如要了解更多信息并获得指导，请参阅：《国际金融公司（IFC）危险材料运输手册》，华盛顿特区，2000年12月。



- 合规检查：合规检查评估每条运输路线和每种危险物质遵守预防危险规则的情况（以具体情况为准）。应当最多每隔三年对每一项预防措施（见下文）进行一次合规检查。

检查内容应包括：

- 编写结论报告；
- 确定并写明对每项报告结论采取的正确回应措施；
- 写明已经纠正的不足之处。
- 事件调查：我们可以从事件中获得宝贵信息，了解运输危险以及需要采取哪些措施避免意外排放。在进行事件调查程序时，应做到以下各点：
 - 应当迅速开始进行调查；
 - 报告中应简要说明调查过程；
 - 写明调查结果和建议；
 - 应当向工作人员和承包商提供调查报告。
- 员工参与：应当编写书面行动计划，规定员工如何积极参加预防事故的行动；
- 承包商：计划包含的程序应达到以下目标：
 - 将承包商提供安全作业程序，并提供有关安全和危险的信息；
 - 使承包商遵守安全规则；
 - 证明承包商以负责任的方式采取行动。

计划还应当包括其他程序，力求使承包商做到：

- 对员工进行适当的培训；
- 让员工了解流程危险以及相关的紧急措施；
- 编写并提交培训记录；
- 让员工了解工作中存在哪些危险。
- 培训：通过良好的操作程序培训，可以让员工获得必要的知识，了解如何安全操作，并了解为什么需要安全操作。培训计划的内容应包括：
 - 受培训员工的名单；
 - 具体的培训目标；
 - 达到目标的方式（即实习演练、录像带示范等）；
 - 用哪些方法来确定培训课程是否有效；
 - 用哪些方法对新员工进行培训，如何进行复习培训。

预防措施

计划应规定如何针对每一种需要运输的危险物质裁决预防措施，其中包括：

- 在仓库对危险物质运输单元进行分类和隔离；
- 包装物和包装物测试；
- 对装载危险物质的包装物悬挂标签和标志；
- 对装有危险物质运输单元的容器进行搬运和固定；
- 对运输单元悬挂标签和标志牌；
- 运输文件（例如提单）；



- 执行特别规定（如果有）。

紧急情况应对准备和处理

非常有必要制定处理危险物质的程序和方法，以便在发生事故而可能造成人身伤害和环境损害时能够迅速有效地作出处理。项目主办者应编写紧急情况应对准备和处理计划，内容包括：

- 规划协调：这方面应当包括以下程序：
 - 向公众和紧急情况处理单位通报信息；
 - 记录急救和紧急治疗情况；
 - 采取紧急回应措施；
 - 根据已发生的变化检查和修订紧急情况处理计划，并把这些变化告诉员工。
- 紧急情况处理设备：计划应当说明如何使用、检查、测试、保养紧急情况处理设备；
- 培训：应当对员工进行相关程序的培训。

3.6 疾病预防

传染病

传染病给全球公众带来了严重的健康威胁。大型开发项目的健康威胁通常来源于卫生状况和生活条件不佳、性传染病、传病媒介导致的感染。施工阶段因为人员流动而导致的最令人关切的传染病就是性传染病（STD），例如艾滋病。鉴于没有哪一项措施能够长期有效，因此要成功地预防传染病，就必须采取各种行为和环境方面的纠正措施。

在项目范围内建议采取以下干预措施¹：

- 对工人进行监督、积极的检查、治疗；
- 通过以下方式防止工人的疾病传播到当地社区：

进行健康教育，例如执行信息沟通战略，增强面对面的咨询工作，解决影响个人行为的问题，鼓励个人采取防护措施，通过使用避孕套避免把疾病传染给他人。

- 训练医疗人员治疗疾病；
- 对当地社区的工人进行免疫注射，增进健康，防止感染；
- 提供医疗服务。
- 在现场医疗机构或者当地社区的医疗机构对病人进行治疗。确保工人容易获得治疗，对工人的信息保守秘密，提供适当的护理（尤其是对流动工人）；
- 鼓励与地方当局进行合作，帮助工人家庭和社区居民获得公共医疗服务，并促进免疫注射。

传病媒介携带的疾病

为了减少传病媒介携带的疾病对工人长期健康的影响，最佳方式就是执行多种干预措施，

¹ 如要进一步了解疾病预防信息，请参阅：IFC, 2006；UNDP, 2000, 2003；Walley et al., 2000；Kindhauser, 2003；Heymann, 2004。



消除导致疾病的各种因素。项目主办方可以和当地社区医疗当局密切协作，对蚊子和其他节肢动物可能携带的疾病裁决综合性控制战略：

- 改善卫生状况，消除人类住区附近的孳生地，防止幼虫和成虫繁殖；
- 消除无法使用的积滞水；
- 加快自然水道和人工渠道的水流速度；
- 考虑在宿舍墙壁上喷洒少量杀虫剂；
- 执行综合性传病媒介控制计划；
- 鼓励使用驱蚊剂、衣服、蚊帐等阻挡方法避免蚊虫叮咬；
- 非免疫工人采用预防用药，与当地公共卫生官员共同协助消除疫源地；
- 对流动人口进行监督和治疗，防止疫源地蔓延；
- 与项目地区的其他疾病控制机构进行合作，互相提供服务，增强防病效果；
- 对项目人员和当地居民进行教育，帮助他们了解存在的风险、如何预防风险、可获得的治疗；
- 在高位季节对当地社区进行监督，探测和治疗疾病；
- 发放适当的教育材料；
- 根据安全规则储存、运输、发放杀虫剂，避免不正确使用、泄漏、意外沾染。

3.7 紧急情况应对准备和处理

紧急情况指的是计划之外发生的情况，致使项目的运作失控（或者可能失控），所导致的局面可能对人类健康、财产、环境造成危险（在设施内部或者在当地社区）。紧急情况处理程序通常不包括对经常性故障或事件进行处理的安全工作规程（这方面属于职业健康与安全范畴）。

所有项目都应当根据设施存在的风险制定紧急情况应对准备和处理计划，其中应包含以下内容：

- 行政内容（政策、目的、发放范围、定义等）；
- 紧急情况处理单位的组织结构（指挥中心、医疗站等）；
- 职能与责任；
- 信息沟通系统；
- 紧急情况处理程序；
- 紧急情况处理资源；
- 培训与信息更新；
- 检查表（职能和行动清单、设备检查表）；
- 业务连续性和应急计划。

有关紧急情况处理计划的关键内容，请参看下列更多的信息。



信息沟通系统

向工人发出通知和沟通信息

应当采用警铃、警告灯等可靠的信息传达方式告诉工人发生了紧急情况。应采取以下相关措施：

- 至少每年对警报系统测试一次（对火灾警报系统每月测试一次），如果当地规则有规定，也可增加测试次数；此外还要测试设备，并考虑到其他因素；
- 安装备用信息沟通系统，用于在现场与现场外机构（例如消防局）沟通信息，以备在紧急情况下正常信息沟通方法无法使用。

向社区发出通知

如果当地社区可能因项目设施发生的紧急情况而遇到危险，则公司应当采取信息沟通措施向社区发出通知；此类措施包括：

- 声音警报器，例如火警铃或者汽笛；
- 根据电话联系名单打电话；
- 使用车辆上安装的高音喇叭；
- 详细通报紧急情况的性质；
- 通报防护方法（疏散、隔离）；
- 建议选择哪一种防护方法最合适。

媒体和机构关系

紧急情况信息应当通过以下方式通报给媒体：

- 通过受过培训的当地发言人与相关的利益攸关者进行沟通，帮助公司向媒体、政府、其他机构进行对话；
- 发布书面新闻稿，提供准确信息，适当说明紧急情况的细节（准确性应当能够保证）。

紧急情况处理资源

财务和紧急情况处理基金

- 应当建立为紧急情况处理活动提供资金的方法。

防火消防

- 公司应当考虑当地消防机构的能力大小，并考虑项目设施内是否有足够的消防设备用于处理重大紧急情况或自然灾害。如果消防能力不足，可加以增强，包括购买水泵、增加水供应量、添置消防车、培训消防人员。

医疗服务

- 公司应当在项目设施内设置急救人员以及医疗设备，力求符合现场的人员状况、业务种类，并达到将伤病员转送到医院之前所需的治疗能力。

资源的提供情况

应采取以下措施，确保发生紧急情况时能够获得所需的外部机构支援：

- 写出清单，上面列出发生紧急情况时可能需要的外部设备、人员、设施、资金、专门



知识、材料。清单上应写明有哪些人掌握泄漏清理、洪水控制、工程学措施、水处理、环境科学等方面的专门能力（以及正确处理紧急情况可能需要的其他能力）；

- 应当有人员能够根据需要迅速打电话召唤所需的外部机构支援；
- 追踪和管理紧急情况处理外部机构支援的相关费用；
- 考虑到外部机构支援的数量、反映事件、能力、局限性、成本（包括处理现场紧急情况 and 社区或区域性紧急情况）；
- 考虑外部机构在发生区域性紧急情况时是否无法提供足够的力量，并考虑是否需要在现场加强紧急情况处理能力。

相互支援

通过签订相互支援协议，能够减少行政上的混乱，并且为相互支援合作单位采取行动提供明确的根据。

- 在适当情况下，应当与其他机构保持相互支援协议，允许双方共用人员和专门设备。

联系人名单

- 公司应当编写联系人名单，其中列出所有内部和外部支援机构和人员。名单应当包括每个机构的名称、概述、地点、联系方法（电话、电子邮件），并且应当每年修订。

培训和信息更新

紧急情况应对准备和处理计划要求根据设备、人员、设施的电话进行调整、审查、更新。通过培训计划和演习活动，我们能够对各项系统进行测试，确保为应对紧急情况作好充分准备。培训活动应做到：

- 根据工作人员在紧急情况下的职能、责任、能力、要求确定培训需求；
- 根据需要制订培训计划，尤其是针对灭火、处理泄漏事故、人员疏散等事项；
- 至少每年举行一次培训（可能不止一次），内容包括：专门设备的使用、应急程序、危险、其他规定事项；
- 进行培训演练，是工作人员有机会测试应急准备状态，包括：
 - 由少数工作人员在计算机上进行演练，测试联络人名单、应急设施、信息沟通进行应急演练，通过演习活动测试设备和后勤状况
 - 完成培训演练之后进行总结，评估哪些方面成功、哪些方面需要改进；
 - 完成演练之后根据需要更新计划。计划中需要大幅度修改的部分（例如联络人名单）应当加以更新换；
 - 记录培训活动和培训结果。

业务连续性和应急

业务连续性和应急方面的措施包括：

- 确定需要更换的用品和设施，确保发生紧急情况后保持业务连续性。例如，通常要确定替代的水源、电力、燃料；
- 在设施的运营中采用冗余供应系统可以为保持业务连续性做好准备；
- 在安全地点保留关键信息的备份，以便在发生紧急情况后迅速恢复正常运转。



4 项目施工和项目拆除

适用范围和方法

4.1 环境

噪声和振动

水土流失

空气质量

固体废弃物

危险物质

废水排放

受污染的土地

4.2 职业健康与安全

4.3 社区健康与安全

一般性的现场危险

疾病预防

交通安全

适用范围和方法

本章进一步明确说明在新项目开发过程中、项目生命周期结束时、现有项目设施扩大或修改时如何避免和控制对社区健康和安全的产生的影响。其中将提到《通用 EHS 指南》中的相关章节。

4.1 环境

噪声和振动

在项目施工和项目拆除活动中，由于操作打桩机、土方移动和挖掘设备、水泥搅拌机、起重机、设备移动、材料运送、人员输送，可能导致噪声和振动。在接近当地社区的地区，建议考虑采用以下方法减少和控制噪声：

- 与当地社区共同对项目活动进行规划，将这可能产生噪声的活动安排在一天中影响最小的时间；
- 采用噪声控制装置（例如在由打击和爆破活动的地点采用临时性噪声障碍和挡板，在内燃机排气管上加装消音器）；
- 避免和减少项目运输车辆通过社区的情况。

水土流失

项目在场清理、土方搬运、挖掘活动中可能使地表暴露于风雨，从而导致水土流失。



移动和运送土方还可能造成地表排水系统被淤泥堵塞，从而影响天然水系统的质量，最终影响到用水者的生物系统。建议采用以下方式对水土流失和水系统进行管理：

淤泥移动和运送

- 可通过以下方式减少或预防水土流失：
 - 尽可能避免大雨季节（即在旱季开展工作）；
 - 减缓和减小坡面的长度和坡度；
 - 在地表暴露的区域铺设碎木屑；
 - 及时对地表暴露的地区进行重新植被；
 - 设计沟渠，用于施工后排水；
 - 在陡峭的沟渠和坡面上铺垫材料（例如采用黄麻铺垫）。
- 通过采用沉淀池、淤泥围栏、水处理设施来减少或防止淤泥移动到现场之外，在大风大雨时尽可能改变或暂停施工活动。

清水径流管理

- 将清水径流加以隔离和分流，避免其混合于固体含量高的水流，从而减少开放前需要处理的水量。

道路设计

- 限制通道的坡度，减少径流导致的水土流失；
- 根据道路宽度、路面材料、压实程度、保养程度提供充分的道路排水途径。

对水体的干扰

- 根据产生不利影响的可能性，建造跨空结构（例如单跨空桥梁），用于道路与水流相交处；
- 限制在水流中进行工作的时间长度和实际选择（限制在低水流季节），避开珍贵植物群和动物群生物周期的重要阶段（例如迁移季节、产卵季节等）；
- 在从事水流中工作时，采用隔离施工方法（例如建筑堤坝或分流），避免流水接触泛起的淤泥；
- 考虑使用非隧道方式使管道穿越水面（例如高架穿越），或者用定向钻孔方式安装管道。

结构（坡面）稳定性

- 用有效的短期措施加固坡面、控制淤泥、控制沉淀，直到能够为运营阶段采用长期措施；
- 提供充足的排水系统，减少和控制过滤。

空气质量

进行项目施工和项目拆除工作期间，可能因为现场挖掘和移动土方、施工机械与土壤接触、土壤和土堆受到风吹而导致尘土飞扬。每一个排放来源是土方移动设备的柴油机排出的废气，以及现场固体废弃物露天燃烧形成的烟雾。在进行项目施工和项目拆除工作期间，为了减少和控制对空气中排放废弃物，可考虑采取以下措施：



- 减少来自材料处理来源的灰尘（其中包括输送带和容器），采用盖子和/或控制设备（喷水、用袋子罩住、吸尘）；
- 减少来自空旷场地来源的灰尘（包括储料堆），使用各种控制措施，包括修建围墙、加以遮盖、增加潮湿成分；
- 应当采用各种除尘方法，例如喷水或非毒性化学剂，减少车辆往来扬起的灰尘；
- 在拆毁基础设施之前，有选择地去除危险的空气污染物（例如石棉）；
- 根据第 1.1 节管理来自移动来源的排放物；
- 避免在露天焚烧固体废弃物（请参阅第 1.6 节关于固体废弃物管理的指南）。

固体废弃物

项目施工和项目拆除现场产生的无危险固体废弃物包括：土地平整和挖掘工作中剩余的填充材料、废气的木头和技术、泄漏的少量水泥。其他无危险固体废弃物包括：施工项目办公室、厨房、宿舍的废弃物。危险固体废弃物包括：被污染的土壤（施工现场可能遇到以前土地使用中污染的土壤）、少量及其保养材料（例如油污的抹布、废弃的滤油器、废弃的油料、油料和燃料泄漏物清除物。预防和控制非危险和危险施工现场固体废弃物的方法已在第 1.6 节中说明。

危险物质

项目施工和项目拆除活动可能导致排放石油产品（例如润滑油、液压油、燃料），来源可能是存放处、运输过程、设备使用过程。这些材料在项目拆除工作中也可能遇到，例如来自建筑物的组成部分和工业加工设备。预防、减少、控制此类影响的措施包括：

- 对燃料储存罐和其他液体材料（例如润滑油和液压油）的临时储存地点建立充分的第二道防线；
- 在加油站和其他输送液体材料的地点采用不渗透的表面；
- 培训工人用正确方法输送和搬运燃料及化学品，并对泄漏事件作出正确处理；
- 在现场提供手提式泄漏物阻挡和清除设备，并训练员工使用设备；
- 对建筑物系统中的危险物质内容和石油产品（例如含有 PCB 的电力设备、含有石棉的建筑材料）和流程设备进行评估，在开始项目拆除活动之前将这些物品去除，并分别根据有关危险物质和危险物质管理的第 1.5 节和第 1.6 节加以处理和弃置；
- 评估建筑材料内部和外部存在的危险物质（例如含多氯联苯和石棉的地板材料和隔离材料），并消除污染或正确处理受污染的建筑材料。

废水排放

项目施工和项目拆除活动可能产生卫生废水排放（数量取决于项目工人的数目）。在所有施工现场都应该为工人提供充足的临时性或永久性卫生设施。在施工现场和其他现场产生的卫生废水应当根据第 1.3 节的说明加以处理。



受污染的土地

项目施工和项目拆除的现场可能遇到土地污染情况，原因可能是过去已知或未知的危险物质或油料释放，也可能是存在被放弃的基础设施（原来用于储存和处理此类物质），包括地下储存罐。究竟需要采取哪些行动来处理土地污染造成的风险取决于各种因素，包括污染的程度和地点、污染介质的种类和风险、土地的预定用途。然而，基本的处理方案应包括以下内容：

- 在管理受污染介质方面，应力求保护现场人员、周围社区的安全和健康（包括项目施工和项目拆除工作完成之后）；
- 了解以前土地的用途，查明项目施工或项目拆除活动开始之前可能已存在的危险物质或油料；
- 制订计划和程序，根据第 1.6 节中说明的受污染土地处理方法，对发现的受污染介质进行处理，减少对健康、安全、环境的风险；
- 制定管理计划，根据第 1.6 节中说明的危险废弃物管理方法管理过时、废弃、危险的物质和油料。

为了有效地执行管理计划，可能需要查明应对污染负责的责任方，并与其进行合作。

4.2 职业健康与安全

用力过度

用力过度、身体伤害、疾病（例如重复动作、用力过度、手工操作）是项目施工和项目拆除现场最常见的受伤原因。建议采取以下预防和控制措施：

- 培训工人在项目施工和项目拆除工作中采用正确方法搬运和处理材料，包括规定单人处理重量上限（超过上限后则需要采用机械辅助手段或者两人共同操作）；
- 在布置工作现场布局时，应尽量避免需要手工搬运重物的情况；
- 在选择工具和设计工作台时，应减少所需要的用力程度和手握物件的时间，并促进工人保持正确姿势（必要时采用使用者和调整的工作台）；
- 在工作流程中建立行政控制措施，例如实行轮流工作制、安排休息时间和伸展时间。

滑倒

由于工作现场不整洁（例如废弃物过多、散落的建筑材料、泄漏的液体、地面无限制使用电线和绳索）而在同一高度上滑倒也是项目施工和项目拆除现场发生事故、丧失工作时间的最常见原因之一。为了预防在同一高度上滑倒，建议采用以下措施：

- 执行良好的场地清理制度，例如将散落的建筑材料和拆除物件分类，放置在远离走道的区域；
- 定期清理过多的废弃物和泄漏的液体；
- 将电线和绳索放置在公用区域和有标记的走廊中；
- 使用防滑脚垫。



高空作业

因为使用梯子、脚手架和在未完全建成或拆除的建筑物上工作而从高处坠落是项目施工和项目拆除现场最常见的因伤死亡或致残原因之一。如果存在坠落危险，应当制定预防坠落计划，其中包括以下一个或几个方面（根据坠落危险的性质而定）：¹ 如果工人有可能坠落的距离超过 2 m、可能坠落到运行的机器中、可能坠落到水中或其他液体中、可能坠落到危险物质中、可能从工作表面的开口中坠落，就应当执行预防和保护措施。根据具体情况，有时坠落距离可能不到两米也应该采取坠落预防和保护措施。坠落预防措施包括：

- 培训工人使用并实际使用坠落预防装置（例如：使用能够承受 200 lb² 重量的栏杆或其他障碍物），使用场合包括：在两米或两米以上高度工作时，或者可能坠落到运行的机器、水或其他液体、危险物质中，或者可能从工作表面的开口中坠落时；
- 培训工人使用并实际使用个人坠落阻止设备，例如能够承受 5 000 lb 重量的全身挽具和缓冲系索（参照本章以上关于高空作业的说明），并且制定救援程序，用以救援对坠落时被成功组织的工人。坠落阻止设备的连接点也应该能够承受 5 000 lb 的重量；
- 采用控制区和安全监督系统，警告工人附近有坠落危险区，并且加固、标明、指示地板上、房顶上、行走路面上开口的盖子。

被物体打中

项目施工和项目拆除工作很可能导致材料或工具坠落，还可能导致磨光工具和其他电动工具的部件飞脱，从而造成工人的头部、眼部、肢体受伤。预防和控制此类危险的方法包括：

- 采用指定区域和限制区域丢弃和排放废弃物，采用滑道将废弃物从高层安全输送到下层；
- 在进行锯切、切割、研磨、抛光、凿削、雕凿作业时，采用适当的防护用具和固定方法；
- 保持通道畅通无阻，避免重型机械在散布的废弃物上行驶；
- 在脚手架和其他高空作业表面的边缘采用临时性坠落防护措施，例如扶手和脚挡板，预防材料滑落；
- 进行爆破作业时要疏散工作场地的人员；如果在人员或建筑结构附近进行爆破，应使用爆破垫和其他阻挡方式减少飞起的石块或残片；
- 穿戴适当的个人防护用具（例如有护边的安全眼镜、面具、头盔、安全鞋）。

移动机械

项目施工现场的车辆交通以及使用起重设备移动设备和材料可能造成临时性的危险，例如身体接触、物质泄漏、灰尘、排放物、噪声。重型设备操作人员对设备附近的视野有限，可能看不到接近车辆的行人。中心挂接的车辆在行进中转弯时会在外侧形成很大的碰撞危险区。预防和控制此类影响的方法包括：

- 对车辆交通、机械操作、行走区域进行规划和分区，通过单行道交通规则控制车辆交通，规定时速限制，在现场由经过培训的信号员（穿着醒目的背心或外套）指挥交通；
- 确保人员在重型机械操作区工作或行走时穿着醒目的背心以增加可见度，并培训工人

¹ 如要进一步了解如何确定坠落危险以及如何设计保护系统，请参阅美国职业健康与安全管理局（US OSHA）的网站：<http://www.osha.gov/SLTC/fallprotection/index.html>

² 1 lb=0.453 592 37 kg。



与设备操作员用目光联络，然后才接近操作中的车辆；

- 保证运动设备安装倒车警报器；
- 采用经过检查和良好保养、适合道路行走的起重设备（例如起重机），再将重物提升到更高的工作层面之前对其进行固定。

灰尘

- 应当采用各种除尘方法，例如喷水或非毒性化学剂，减少车辆往来扬起的灰尘；
- 如果灰尘过多，应使用个人防护用具（例如防尘面具）。

狭窄空间和挖掘点

项目施工和项目拆除现场常见的狭窄空间包括：筒仓、大桶、料斗、电线水管地下室、存储罐、下水道、管道、隧道。渠道和壕沟如果出入口的大小有限，也可视为狭窄空间。在项目施工和项目拆除现场，除了遵守第 2.8 节所提供的指南之外，应按照以下建议预防狭窄空间和挖掘点形成的职业危险：

- 控制现场可能使挖掘坡面不稳定的具体危险因素，例如：使用挖掘抽水装置、侧墙支撑装置、坡面坡度调整，消除或减小塌方、被困住、溺水的风险；
- 提供从挖掘点出入的安全途径，例如缓坡面、缓坡道、楼梯、梯子；
- 如果需要工人进入挖掘区，则应避免在挖掘区长时间使用内燃机设备（除非该区域有强力的通风）。

其他现场危险

项目施工和项目拆除现场可能使工人暴露于灰尘、化学物质、危险物质、易燃物质、废弃物（包括各种液体、固体、气体）；应当通过执行项目的具体计划和其他相关的管理措施来预防此类危险，其中包括：

- 作为项目拆除工作的第一步，由专门训练的人员查明和去除储存罐、容器、加工设备、受污染土地中的废弃物，以利于用安全方式进行挖掘、施工、拆除、销毁工作；
- 在拆除或销毁建筑物成分之前，由专门训练的人员查明和有选择地去除其中可能危险的物质，其中包括含多氯联苯（PCB）和石棉的隔离材料或结构成分、含水银的电力部件¹；
- 根据事业健康与安全评估的结果使用针对具体废弃物的个人防护用具，包括呼吸器、防护服、手套、眼镜保护用具。

4.3 社区健康与安全

一般性的现场危险

项目应当执行风险管理战略，保护所在社区免收项目施工和项目拆除现场造成的人体、化学等危险。有的时候居民可能无意中进入现场，也有可能有意进入现场，从而遇到危险，其中包括接触危险物质、受污染土壤和其他环境介质、空闲或正在施工的建筑物、挖掘点和

¹ 如要进一步了解如何管理和拆除含石棉建筑材料，请参阅《ASTM 标准 E2356 和 E1368》



建筑结构（可能导致坠落和被困住的危险）可采用以下风险管理措施：

- 采取各种结构性和行政性控制措施，限制人们进入现场，尤其注重高危险建筑结构和区域（根据现场情况而定），包括设置围墙、标志牌、向当地社区说明风险；
- 如果无法有效阻止人们进入现场，则应消除施工现场存在的危险状态，例如：对狭小空间的出口加盖，对较大的开口（例如壕沟和挖掘点）提供逃生方法，将危险物质存储区上锁。

疾病预防

由于项目施工活动而使传染病和传病媒介携带疾病增加，可能会给项目人员和当地社区居民造成严重的健康危险。有关在施工阶段如何预防和控制传染病和传病媒介携带疾病的建议见第 3.6 节（疾病预防）。

交通安全

项目施工活动中由于运输施工材料和设备，可能使重型车辆的交通流量大幅度增加，从而增加交通事故的风险，使员工和当地社区的交通伤亡增多。为了减少施工期间项目车辆发生交通事故的情况，应当采取各种措施，包括进行教育和宣传，并执行第 3.4 节（交通安全）所提出的规则。

5 参考文献和其他信息来源

- [1] ATSDR (Agency for Toxic Substance and Disease Registry). Quick Reference Pocket Guide for Toxicological Profiles. [2006-05-19] <http://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/>.
- [2] ATSDR. Top 20 Hazardous Substances 2005, 2005. [2006-05-19] <http://www.atsdr.cdc.gov/cxcx3.html>.
- [3] Air and Waste Management Association (AWMA). Air Pollution Engineering Manual, 2nd. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- [4] ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Threshold Limit Values for Chemical Substances in the Work Environment. Cincinnati: ACGIH, 2005.
- [5] ANSI (American National Standards Institute). [2006-05-19] <http://www.ansi.org/> (accessed May 19, 2006).
- [6] ADB (Asian Development Bank). Road Safety Audit for Road Projects: An Operational Tool Manila, 2003.
- [7] American Petroleum Institute, Management of Process Hazards (R.P. 750).
- [8] Assum T. 1998. Road Safety in Africa: Appraisal of Road Safety Initiatives in Five African Countries. The World Bank and United Nations Economic Commission for Africa.
- [9] Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites//American Society for Testing and Materials (ASTM) E1739-95, 2002.
- [10] Standard Guide for Risk-Based Corrective Action (at chemical release sites)//ASTM E2081-00, 2004 e1.
- [11] Standard Practice for Visual Inspection of Asbestos Abatement Projects//ASTM E 1368.



- [12] Standard Practice for Comprehensive Building Asbestos Surveys//ASTM E 2356.
- [13] Standard Practice for Maintenance , Renovation and Repair of Installed Asbestos Cement Products//ASTM E 2394.
- [14] Australian Government. NPI Industry Reporting. Department of the Environment and Heritage. <http://www.npi.gov.au/handbooks/>.
- [15] Australian Government. National Pollutant Inventory Guide. Department Of Environment and Heritage. 2004. <http://www.npi.gov.au/handbooks/pubs/npiguide.pdf>.
- [16] Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (APELL) Guidelines. <http://www.uneptie.org/pc/apell/publications/handbooks.html>.
- [17] Bringezu, Stefan and Helmut Schutz. Material use indicators for the European Union, 1980—1997 – Economy-side material flow accounts and balances and derived indicators of resource use. European Commission. 2001. <http://www.belspo.be/platformisd/Library/Material%20use%20Bringezu.PDF>.
- [18] BC MOE (BC Ministry of Environment) . Guidance on Contaminated Sites. [2006-05-18] http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/contam_sites/guidance/.
- [19] CIWMB(California Integrated Waste Management Board). Sustainable Materials. State Training Manual. [2006-05-18] <http://www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/Training/StateManual/Materials.doc>.
- [20] CCPS (Center for Chemical Process Safety). American Institute of Chemical Engineers. [2006-05-18] <http://www.aiche.org/ccps>.
- [21] CCPS. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. American Institute of Chemical Engineers. 1992.
- [22] Chavasse D C and H H Yap, eds. Chemical Methods for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1997.
- [23] Dockrill, Paul and Frank Friedrich. 2001. Boilers and Heaters: Improving Energy Efficiency. NRCAN. <http://oe.nrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/cipec/boilersheaters.pdf>.
- [24] Environment Canada, Hazardous Waste. 2005. [2006-05-19] <http://www.atl.ec.gc.ca/pollution/hazardouswaste.html>.
- [25] European Commission. Guidance Document for EPER implementation. Directorate-General for Environment. 2000. <http://ec.europa.eu/environment/ippc/eper/index.htm>.
- [26] European Council Directive 91/271 concerning urban wastewater treatment. [1991-05-21] http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/docs_en.htm.
- [27] EPER(European Pollutant Emission Register). [2006-05-19] <http://www.eper.cec.eu.int/eper/default.asp>.
- [28] EREC (European Renewable Energy Council). Renewable Energy Sources. 2006. [2006-04-24] <http://www.erec-renewables.org/sources/default.htm>.
- [29] EUROPA. Summaries of Legislation: Air Pollution. [2006-03-25] <http://europa.eu.int/scadplus/leg/en/s15004.htm>.
- [30] Fairman, Robyn, Carl D Mead, and W Peter Williams. “Environmental Risk Assessment - Approaches, Experiences and Information Sources” .London: Monitoring and Assessment Research Centre, King's College, 1999. <http://reports.eea.eu.int/GH-07-97-595-EN-C2/en>



- [31] FAO (Food and Agriculture Organization). “Guidelines on Good Labeling Practices for Pesticides.” Rome: FAO, 1995. <http://ecoport.org/Resources/Refs/Pesticid/Guides/guides.htm>.
- [32] FAO. Guidelines for the Packaging and Storage of Pesticides. Rome: FAO, 1985. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/pacstor.doc>
- [33] Francey R, J Pickford and R Reed. A Guide to the Development of On-site Sanitation. Geneva: World Health Organization, 1992. http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/envsan/onsitesan/en/print.html.
- [34] GVRD (Greater Vancouver Regional District). Caring for our Waterways: Liquid Waste Management Plan Stage 2, Discussion Document, 1999, 136.
- [35] GVRD. Liquid Waste Management Plan. Greater Vancouver: Stormwater Management Technical Advisory Task Group. 2001. http://www.gvr.bc.ca/sewerage/lwmp_feb2001/lwmp_plan_feb2001.pdf.
- [36] IESNA (Illuminating Engineering Society of North America). [2006-05-18]. <http://www.iesna.org/>.
- [37] Industry Canada. Eco-efficiency. [2006-05-18]. <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inee-ee.nsf/en/Home>.
- [38] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). National Greenhouse Gas Inventories Program. [2006-05-18]. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>.
- [39] ILO-OSH (International Labour Organization – Occupational Safety and Health). Guidelines on Occupational Safety & Health Management Systems. Geneva: International Labour Office, 2001. <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/download/e000013.pdf>
- [40] ICC (International Code Council). International Building Code. Falls Church, Virginia: ICC. 2006.
- [41] IATA (International Air Transport Association). Dangerous Goods Regulations Manual. Geneva: IATA, 2005. [2006-05-18]. <http://www.iata.org/ps/publications/9065.htm>.
- [42] IAEA (International Atomic Energy Agency). International Basic Safety Standard for protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources [2006-05-19]. <http://www-ns.iaea.org/standards/documents/default.asp?sub=160>.
- [43] IHS 1996. ISO 9613 – Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation, [2006-05-19]. <http://engineers.ihs.com/document/abstract/XVNLCAAAAAAAAAAAAA>.
- [44] IMO (International Maritime Organization). International Maritime Dangerous Goods Code. [2006-05-18]. http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=158.
- [45] ISO (International Organization for Standardization). Quality and Environmental Management. [2006-05-18]. <http://www.iso.org/iso/en/iso9000-14000/index.html>.
- [46] IOMC (Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals). The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2000—2002. International Program on Chemical Safety. 2001. <http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/a76526.pdf>
- [47] Kates R, Hohenemser C, and J. Kasperson, Editors. Perilous Progress: Management the Hazards of Technology. London: Westview Press, 1985.
- [48] Knowlton R Ellis. A Manual of Hazard & Operability Studies. Chemetics International. 1992.
- [49] LDAR (Leak Detection and Repair Professionals). [2006-05-18]. <http://www.ldar.net/>.



- [50] Lijzen J P A, A J Baars, P F Otte, M G J Rikken, F A Swartjes, E M J Verbruggen and A P van Wezel. Technical evaluation of the Intervention Values for Soil/sediment and Groundwater - Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, aquatic sediment and groundwater. RIVM report 711701 023. Netherlands National Institute of Public Health and the Environment. 2001. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701023.pdf>.
- [51] Massachusetts Department of Environment. Cleanup Sites and Spills. [2006-05-19]. <http://www.mass.gov/dep/cleanup>.
- [52] MSHA (Mine Safety and Health Administration). [2006-05-19]. <http://www.msha.gov/>.
- [53] NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). Center for Disease Control and Prevention – Department of Health and Human Services, [2006-05-18]. <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>.
- [54] National Research Council of Canada, Building Codes. 2005 [2006-05-18]. http://www.nrc-cnrc.gc.ca/doingbusiness/codes_e.html.
- [55] NRCAN (Natural Resources Canada). Electric Motors – Factsheet 6. Office of Energy Efficiency. [2006-05-18]. <http://oee.nrcan.gc.ca/regulations/html/Factsheet6.cfm?text=N&printview=N>.
- [56] NRCAN. Energy-Efficient Motor Systems Assessment Guide. Office of Energy Efficiency. [2006-05-18]. http://oee.nrcan.gc.ca/cipec/ieep/newscentre/motor_system/introduction.cfm?text=N&printview=N.
- [57] NRCAN (Natural Resources Canada). EnerGuide Program. Office of Energy Efficiency. [2006-03-24]. <http://oee.nrcan.gc.ca/equipment/english/index.cfm?PrintView=N&Text=N>.
- [58] NRCAN. EnerGuide for Industry: Your guide to selecting energy-efficient industrial equipment. Office of Energy Efficiency. 2004. <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/Energuid-industry/EGI-brochure-e.cfm>.
- [59] NRCAN. Energy Star[®] - Heating, Cooling and Ventilation. Office of Energy Efficiency. [2006-04-09]. <http://oee.nrcan.gc.ca/energystar/english/consumers/heating.cfm?text=N&printview=N#AC>.
- [60] NRCAN. Technical Factsheet CanMOST – Canadian Motor Selection Tool. Office of Energy Efficiency. [2006-05-18]. <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/cipec/canadian-motor/index.cfm>.
- [61] NRCAN. Team up for Energy Savings-Compressed Air. Office of Energy Efficiency, 2005a. <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/industrial/cipec/compressed-air.pdf>
- [62] NRCAN. Team up for Energy Savings – Lighting. Office of Energy Efficiency. 2005b. <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/industrial/cipec/light.pdf>
- [63] NRCAN. Model National Energy Code for Buildings (MNECB) for the Commercial Building Incentive Program, 2006a. [2006-03-24]. <http://oee.nrcan.gc.ca/commercial/financial-assistance/new-buildings/mnecb.cfm?attr=20>.
- [64] NRCAN. Office of Energy Efficiency General Database, 2006b. [2006-03-24] <http://oee.nrcan.gc.ca/infosource/PDFs>.
- [65] NRCAN. Office of Energy Efficiency – Industry Projects Database. 2006c [2006-03-24] <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/home/index.cfm?act=category&category=07&PrintView=N&Text=N>.
- [66] NRCAN. Energy Efficiency Regulations and Standards for Industry – Canada’s Energy Efficiency



- Regulations. 2006d [2006-04-24] <http://oee.nrcan.gc.ca/industrial/regulations-standards/index.cfm?attr=24>.
- [67] New Zealand Ministry of the Environment. Contaminated Land Management Guidelines No.5: Site Investigation and Analysis of Soils. Federal Government of New Zealand, 2004. <http://www.mfe.govt.nz/publications/hazardous/contaminated-land-mgmt-guidelines-no5/index.html>
- [68] North American Energy Working Group. North American Energy Efficiency Standards and Labeling.
- [69] Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Database on Use and Release of Industrial Chemicals. <http://appli1.oecd.org/ehs/urchem.nsf>.
- [70] OECD. Safety Strategies for Rural Roads. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, 1999. <http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/2351720.pdf>.
- [71] OHSAS. OHSAS 18002: 2000. Occupational Health and Safety Management Systems - Guidelines for the Implementation of OHSAS 18001. 2000.
- [72] OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Emergency Standards. [2006-05-18] http://www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/standards_card.html.
- [73] OSHA. Safety and Health Topics - Toxic Metals. [2006-05-19] <http://www.osha.gov/SLTC/metalsheavy/>.
- [74] Peden, Margie, David Sleet, Adnan Hyder and Colin Mathers, eds. World Report on Road Traffic Injury Prevention. Geneva: World Health Organization, 2004. http://www.who.int/world-health-day/2004/infomaterials/world_report/en/.
- [75] PDEP (Pennsylvania Department of Environment Protection). Official Recycled Product Guide. [2006-05-18]. http://www.dep.state.pa.us/wm_apps/recycledproducts/.
- [76] PTCL (Physical and Theoretical Chemistry Lab). Safety (MSDS) data for benzo (a) pyrene. [2006-05-18]. [http://www.physchem.ox.ac.uk/MSDS/BE/benzo\(a\)pyrene.html](http://www.physchem.ox.ac.uk/MSDS/BE/benzo(a)pyrene.html).
- [77] Prokop, Gundula. 2002. "Second Technical Workshop on Contaminated Sites - Workshop Proceedings and Follow-up." European Environment Agency. http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2002_76/en/Tech76.pdf
- [78] Ritter L, K R Solomon, J Forget, M Stemeroff and C.O'Leary. An Assessment Report on: DDT-Aldrin-Dieldrin-Endrin-Chlordane, Heptachlor-Hexachlorobenzene, Mirex-Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans. International Programme on Chemical Safety, [2006-05-18] <http://www.pops.int/documents/background/assessreport/en/ritteren.pdf>.
- [79] Ross A, Baguley C, Hills B, McDonald M, Solcock D. Towards Safer Roads in Developing Countries: A Guide for Planners and Engineers. Berkshire: Transport and Road Research Laboratory, 1991.
- [80] Rushbrook, P and M Pugh. Solid Waste Landfills in Middle- and Lower-Income Countries: A Technical Guide to Planning, Design, and Operation. World Bank, 1998. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2002/12/06/000094946_02112104104987/Rendered/PDF/multi0page.pdf.
- [81] SCPOP (Stockholm Convention on POPs). Guidance Documents. [2006-05-19] <http://www.pops.int/documents/guidance/>.
- [82] Tsunokawa, Koji and Christopher Hoban, eds. Roads and the Environment: A Handbook. Washington,



- D.C.: World Bank, 1997. <http://www.worldbank.org/transport/publicat/reh/toc.htm>.
- [83] UK Department of Environment, Food and Rural Affairs. [2006-05-18] <http://www.defra.gov.uk/>.
- [84] UK Environment Agency. Contaminated Land Exposure Assessment (CLEA). [2006-05-18] http://www.environment-agency.gov.uk/subjects/landquality/113813/672771/?version=1&lang=_e.
- [85] UN/ECE (United Nations/Economic Commission for Europe). United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods Model Regulations. [2006-05-18] <http://www.unece.org/trans/>.
- [86] UN/ECE. The Atmospheric Emission Inventory Guidebook. [2006-05-18] <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/TFEI/unece.htm>.
- [87] UNEP (United Nation Environment Program). Secretariat of the Basel Convention on Hazardous Waste Management. [2006-05-18] <http://www.basel.int/index.html>.
- [88] UNEP. Persistent Organic Pollutants. [2006-05-18] <http://www.chem.unep.ch/pops/>.
- [89] UNEP. Country contributions: Information on the regulatory status of POPs; bans, restrictions, and/or other legal permitted uses. [2006-05-18] http://www.chem.unep.ch/pops/POPs_Inc/INC_3/inf-english/inf3-9/sect5.pdf.
- [90] UNEP. Cleaner Production Worldwide Volume 1. 1993. http://www.uneptie.org/PC/cp/library/catalogue/regional_reports.htm.
- [91] UNEP. The Environmental Management of Industrial Estates. Industry and Environment, United Nations Environment Programme. 1997.
- [92] US DOE. Building Toolbox – Boilers. Building Technologies Program. [2006-04-30] <http://www.eere.energy.gov/buildings/info/components/hvac/boilers.html>.
- [93] US DOE. Heating and Cooling Equipment Selection. Office of Building Technology, State and Community Programs – Energy Efficiency and Renewable Energy. 2002. <http://www.eere.energy.gov/buildings/info/documents/pdfs/26459.pdf/>.
- [94] (US DOE). Industry Plant Managers and Engineers – Combustion. [2006-04-30] <http://www.eere.energy.gov/consumer/industry/combustion.html#opp1>.
- [95] US DOE (US Department of Energy). Industry Plant Managers and Engineers – Process Heating Systems. [2006-04-30] <http://www.eere.energy.gov/consumer/industry/process.html>.
- [96] US DOE. Industry Plant Managers and Engineers – Steam Boilers. [2006-04-30] <http://www.eere.energy.gov/consumer/industry/steam.html>.
- [97] US DOE. Industrial Technologies Program – Best Practices. [2006-04-30] <http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/>.
- [98] US DOE. “The Big Picture on Process Heating”. Industrial Technologies Program – Best Practices. [2006-04-30] http://eereweb.ee.doe.gov/industry/bestpractices/pdfs/em_proheat_bigpict.pdf.
- [99] US DOE. Improve Motor System Efficiency for a Broader Range of Motors with MotorMaster+ International. Industrial Technologies Program, 2005. http://eereweb.ee.doe.gov/industry/bestpractices/pdfs/mmplus_international.pdf.
- [100] US DOT (US Department of Transportation). HAZMAT Regulations. [2006-05-18] <http://hazmat.dot.gov/>.



- [101] US Energy Star Program. Guidelines for Energy Management. [2006-04-24] http://www.energystar.gov/index.cfm?c=guidelines.download_guidelines.
- [102] US Energy Star Program. Tools and Resources. [2006-04-09] http://www.energystar.gov/index.cfm?c=tools_resources.bus_energy_management_tools_resources.
- [103] US EPA (US Environmental Protection Agency). Air Compliance Advisor. [2006-05-18] <http://www.epa.gov/ttn/ecas/ACA.htm>.
- [104] US EPA. Ambient Air Monitoring QA Program. [2006-05-19] <http://www.epa.gov/airprog/oar/oaqps/qa/index.html#guidance>.
- [105] US EPA. Comprehensive Procurement Guidelines – Product Fact Sheets. [2006-05-18] <http://www.epa.gov/cpg/factshts.htm>.
- [106] US EPA. EPA Guidance. Environmentally Preferable Purchasing. [2006-05-18] <http://www.epa.gov/oppt/epp/pubs/guidance/guidancepage.htm>.
- [107] US EPA. Hazardous Waste. [2006-05-19] <http://www.epa.gov/epaoswer/osw/hazwaste.htm>.
- [108] US EPA. Hazardous Waste Identification. [2006-05-19] <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/id/id.htm#id>.
- [109] US EPA. Major Environmental Laws. Laws and Regulations. [2006-05-18] <http://www.epa.gov/epahome/laws.htm>.
- [110] US EPA. Performance Track Assistance. National Environmental Performance Track. [2006-05-18] <http://www.epa.gov/performance/ptrackassist.htm>.
- [111] US EPA 40 CFR Part 133, Secondary Treatment Regulation. http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_02/40cfr133_02.html.
- [112] US EPA. Persistent Organic Pollutants (POPs). [2006-05-19] <http://www.epa.gov/oppfead1/international/pops.htm>.
- [113] US EPA. Pollution Prevention Highlights. [2006-05-18] <http://www.epa.gov/p2/>.
- [114] US EPA. Region 9 Preliminary Remediation Goals. [2006-05-19] <http://www.epa.gov/region9/waste/sfund/prg/>.
- [115] US EPA. Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories and Emissions Factors. <http://www.epa.gov/ttn/chief/>.
- [116] US EPA. Waste Minimization. [2006-05-19] <http://www.epa.gov/wastemin/>.
- [117] US EPA. Technical support document for water quality-based toxic control. Washington, D.C.: Office of Water Enforcement and Permits, Office of Water Regulations and Standards, 1991.
- [118] US EPA. National Recommended Water Quality Criteria. Washington. DC: United States Office of Water. Environmental Protection Agency Office of Science and Technology (4304T). 2004.
- [119] US EPA. Chromated Copper Arsenate (CCA). Pesticides Re-registration, 2005. [2006-05-18] <http://www.epa.gov/oppad001/reregistration/cca/>.
- [120] US EPA. 40CFR Chapter 1, Subchapter J, section 302.4, Designation of Hazardous Substances. 2006. <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=a1d39cb9632558b450b2d09e45b5ca78&rgn=>



div8&view=text&node=40: 27.0.1.1.2.0.1.4&idno=40.

- [121] USGS (US Geological Survey). Recycled Aggregates—Profitable Resource Conservation. USGS Fact Sheet FS-181-99. 2000. <http://pubs.usgs.gov/fs/fs-0181-99/fs-0181-99so.pdf>.
- [122] US NFPA (US National Fire Protection Association). 101- Life Safety Code Handbook. 2006. [2006-05-19] <http://www.nfpa.org/catalog/product.asp?category%5Fname=&pid=10106&target%5Fpid=10106&src%5Fpid=&link%5Ftype=search>.
- [123] US Occupational Safety and Health Administration (OSHA) 29 CFR 1910.119 App A, Threshold Quantities.
- [124] US Occupational Safety and Health Administration (OSHA) 29CFR Part 1910.120, Hazardous Waste Operations and Emergency Response Standard.
- [125] US Occupational Safety and Health Administration (OSHA) 29 CFR Part 1910.119.
- [126] WHO. Technology for Water Supply and Sanitation in Developing Countries. Technical Report Series No. 742. World Health Organization, Geneva. 1987.
- [127] WHO. New Approaches to Improve Road Safety. Technical Report 781b. World Health Organization, Geneva. 1989.
- [128] WHO. Guidelines for Drinking Water Quality. Volume 1: Recommendations. 2nd. World Health Organization, Geneva. 1993.
- [129] WHO. Operation and Maintenance of Urban Water Supply and Sanitation Systems: A Guide for Managers. World Health Organization, Geneva. 1994.
- [130] WHO. Guidelines for Drinking Water Quality. Volume 2: Health Criteria and Other Supporting Information. World Health Organization, Geneva. 1996.
- [131] WHO. Guidelines for Drinking Water Quality. Volume 3: Surveillance and Control of Community Supplies. World Health Organization, Geneva, 1997. [2006-05-18] http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html.
- [132] WHO. Draft Specifications for Bacterial Larvicides for Public Health Use. WHO/CDS/CPC/WHOPES/99.2. Communicable Diseases Prevention and Control, WHO Pesticide Evaluation Scheme, World Health Organization. 1999.
- [133] WHO. Prevention and Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever: Comprehensive Guidelines. WHO Regional Publication, SEARO No. 29. Regional Office for South-East Asia, World Health Organization, New Delhi. 1999.
- [134] WHO. Safety of Pyrethroid-Treated Mosquito Nets. WHO/CDS/CPE/WHOPES/99.5. World Health Organization, Geneva. 1999.
- [135] WHO. Guidelines for the Purchase of Public Health Pesticides. WHO/CDS/WHOPES/2000.1. Communicable Disease Control, Prevention and Eradication, World Health Organization. 2000a.
- [136] WHO. Air Quality Guidelines for Europe. Geneva: WHO, 2000b. <http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>.
- [137] WHO. Towards an Assessment of the Socioeconomic Impact of Arsenic Poisoning in Bangladesh.



- WHO/SDE/WSH/00.4. World Health Organization, 2000.
- [138] WHO. Chemistry and Specifications of Pesticides. Technical Report Series 899. Geneva: WHO, 2001.
- [139] WHO. “Draft Guidelines for the Management of Public Health Pesticides.” Communicable Disease Control , Prevention and Eradication , World Health Organization , 2003. http://whqlibdoc.who.int/hq/2003/WHO_CDS_WHOPES_2003.7.pdf.
- [140] WHO. Guidelines for Drinking-water Quality - Volume 1 Recommendations. Geneva: WHO, 2004. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf.
- [141] WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 2: Wastewater Use in Agriculture. http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/index.html.
- [142] WHO. Guidelines for drinking-water quality. 2005. [2006-05-18] http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en/.
- [143] Woolliams, J. Planning, Design and Construction Strategies for Green Buildings. Eco-City Planning Company , 2002. http://www.greenbuildingsbc.com/new_buildings/pdf_files/greenbuild_strategies_guide.pdf.
- [144] Yassi A, *et al.* Basic Environmental Health. WHO/EHG/98.19. Office of Global and Integrated Environmental Health, World Health Organization, Geneva, 1998.
- [145] Zaim M. Global Insecticide Use for Vector-Borne Disease Control. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2002.2. Communicable Disease Control , Prevention and Eradication , World Health Organization, 2002.