

附件 3

《尾矿库环境风险评估技术方法》（征求意见稿）

编制说明

《尾矿库环境风险评估技术方法》编制组

二零一四年六月

项目名称：尾矿库环境风险评估技术方法

项目统一编号：2013-94

编制单位：环境保护部卫星环境应用中心、环境保护部环境
规划院、中国科学院过程工程研究所、北京矿冶研究总院

编制组主要成员：申文明、肖如林、付卓、熊文成、史园莉、
曹飞、於方、贾倩、杨茂华、林星杰、白飞

标准所技术管理负责人：朱静

标准处项目负责人：应蓉蓉

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	编制过程	1
2	标准制定的必要性分析	3
2.1	开展环境安全隐患排查治理和环境应急预案管理的基础和前提	3
2.2	督促落实尾矿库企业环境安全主体责任的有力保障	3
2.3	指导地方环境保护主管部门切实履行环境安全监管职责的迫切需要	3
3	标准编制的依据与原则	4
3.1	标准编制的依据	4
3.2	标准编制的原则	5
4	标准技术方法确定	6
4.1	标准制定的技术路线	6
4.2	国内外相关标准情况的研究	8
4.3	相关调研与交流	21
4.4	专家意见征集	22
4.5	实践验证与应用	22
5	标准主要技术内容	24
5.1	标准适用范围	24
5.2	术语和定义	24
5.3	尾矿库环境风险评估准备	25
5.4	环境风险预判别	26
5.5	评价指标体系	26
5.6	评估方法	30
5.7	尾矿库突发环境事件危险因素识别	32
5.8	环境风险分析	32
5.9	环境安全隐患排查治理相关文件编制	32
6	对实施本标准的建议	33

《尾矿库环境风险评估技术方法》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

尾矿库是矿山选矿厂重要的生产设施，同时也是一种具有高势能、高危害性的危险源与环境风险源。其尾矿及尾矿水中常含有重金属、化学药剂等有毒有害物质，一旦事故，会对周边生态环境、人群健康、生命财产安全造成严重危害。我国是尾矿库大国，各种自然、人为的不利因素时刻威胁着尾矿库的安全，同时也对周边环境安全构成严重威胁。特别是近年来尾矿库突发环境事件频发，造成了极为严重的环境污染和恶劣的社会影响，使尾矿库环境应急管理工作面临严峻形势。

尾矿库环境风险评价是加强尾矿库环境风险防控与监管，提高尾矿库环境应急管理水平的基础性工作。但目前环境保护领域，尚未建立尾矿库环境风险评价与分级分类的技术方法。为了能更准确的掌握尾矿库的环境风险状况，指导尾矿库企业和地方环境保护主管部门开展尾矿库环境风险防控与监管，提高尾矿库环境应急管理工作水平，有必要开展尾矿库环境风险评估技术研究，建立尾矿库环境风险评估技术方法以及基于环境风险的分级分类方法。

根据国家环境保护部《关于开展 2013 年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》（环办函〔2013〕154 号），将《尾矿库环境风险评价技术方法》列入国家标准制修订项目计划，项目统一编号为 2013-94，项目由环境保护部卫星环境应用中心主持承担，环境保护部环境规划院、中国科学院过程工程研究所协作承担。项目开展过程中得到北京矿冶研究总院的大力支持。

1.2 编制过程

2011 年 5 月，在环境保护部环境应急与事故调查中心委托下开展了“尾矿库环境风险分级分类技术方法研究”项目研究，旨在指导地方环境保护主管部门掌握尾矿库环境风险信息，并在分级分类基础上进行差别化管理。

2011 年底前，环境保护部卫星环境应用中心等单位在总结国内外技术指南和方法、赴尾矿库现场调研、咨询专家等基础上，编制形成了《尾矿库环境风险分级分类技术方法》初稿。

2012 年 5 月，以张家口市尾矿库环境风险信息试填报为基础，进行了初步的应用实践，并对《尾矿库环境风险分级分类技术方法》的相关指标和参数进行了调整和修改完善。2012 年 8 月，邀请相关领域专家，对《尾矿库环境风险分级分类技术方法（讨论稿）》进行评审，并做相应修改。

一方面为使本标准的名称与内容更贴切，另一方面与环境影响评价中风险评价相区分，经过多次会议的交流讨论，环境保护部环境应急与事故调查中心及相关领域专家一致建议将本标准的名称由“尾矿库环境风险评价技术方法”改为“尾矿库环境风险评估技术方法”。为此，2012 年 10 月，在总结全国环境安全百日大检查活动中尾矿库情况的基础上，将名称修改为《尾矿库环境风险评估技术方法》，并规定尾矿库环境风险评估由尾矿库企业负责组织实施，同时作为指导环境保护主管部门实行差别化、科学化监管的依据。

2012 年 11-12 月，先后深入河北、内蒙古、贵州、陕西、云南、江西等多省区进行尾矿库现场调研，听取地方环境保护主管部门和尾矿库企业代表关于尾矿库环境风险评估工作的意见和建议。此外，加强了国内外相关文献资料学习，对《尾矿库环境风险评估技术方法》做进一步修改。

2013 年 2 月-6 月，根据尾矿库环境应急管理工作需要，经过多次交流讨论和反复修改完善，形成《尾矿库环境风险评估技术方法（初稿）》。2013 年 6 月 14 日组织召开了专家咨询会，进一步根据专家意见修改。

2013 年 7 月-9 月，围绕指标选取、指标权重、指标评分等多方面内容，征求了相关领域专家的意见和建议，修改完善后形成了《尾矿库环境风险评估技术方法（试评稿）》。

2013 年 10 月-2014 年 3 月，在河北承德、湖南郴州、广西河池等地，按照《尾矿库环境风险评估技术方法（试评稿）》对典型尾矿库进行了试评估，并根据相关试验情况对技术方法进行修改完善。同时，按照 2013 年 11 月国务院办公厅印发的《突发事件应急预案管理办法》（国办发[2013]101 号）要求，对技术方法进行了修改完善。

2014 年 3 月，在环境保护部环境标准所的组织下，邀请了管理应用部门及相关领域专家等对技术方法进行了开题论证。与会专家对《尾矿库环境风险评估技术方法（草案）》进行了认真的审议和指导，肯定了技术方法，并给出了相关修改建议，尤其是对其中关于技术

方法与管理部门的结合、技术方法的名称等内容进行了深入的探讨，并形成了相关意见。

2014年3-4月基于开题中专家的相关修改建议和意见，对技术方法进行了进一步的修改完善和试验验证（广西）。

2014年4月，在环境保护部环境应急与事故调查中心的组织下召开司务会讨论并进行修改完善，形成了《尾矿库环境风险评估技术方法（征求意见稿）》。

2 标准制定的必要性分析

2.1 开展环境安全隐患排查治理和环境应急预案管理的基础和前提

按照《突发事件应对法》等法律法规要求，尾矿库企业应当开展环境安全隐患排查治理和环境应急预案编制等工作。这些工作开展的前提和基础，是在相关技术方法的指引下，深入分析尾矿库环境风险，充分了解尾矿库危险因素及其可能引发的后果。因此，制定尾矿库环境风险评估技术方法，是开展环境安全隐患排查治理和环境应急预案管理的重要基础。

2.2 督促落实尾矿库企业环境安全主体责任的有力保障

当前，环境保护主管部门对于尾矿库企业环境安全主体责任的落实要求过于笼统，缺乏具体技术规范或标准，导致部分尾矿库企业环境安全主体责任落实不力，突出表现为只关心安全，不关心环保，对环境安全保障工作重视不够，投入不足，频繁发生突发环境事件。还有部分企业虽对强化尾矿库环境安全保障工作有较高的积极性，但在日常工作中不知道从何着手做好环境安全管理、有效防范环境风险、应对突发环境事件等。为此，有必要制定尾矿库环境风险评估技术方法，督促落实尾矿库企业环境安全主体责任。

2.3 指导地方环境保护主管部门切实履行环境安全监管职责的迫切需要

部分地方环境保护主管部门对尾矿库环境应急管理工作的认识不到位，认为监管力量有限，尾矿库的管理工作应全部由安监部门负责，对存在重大环境安全隐患甚至严重环境污染问题的尾矿库放任不管，导致突发环境事件频发。还有部分环境保护主管部门对应当重点监管的尾矿库和监管范围把握不清，把干滩长度、浸润线是否符合标准等本应安监部门监管的

内容纳入到环境监管中，导致职责不清，监管不到位。因此，十分有必要制定尾矿库环境风险评估技术方法，明确环境保护主管部门重点监管的尾矿库和监管范围，指导地方切实履行环境安全监管职责。

3 标准编制的依据与原则

3.1 标准编制的依据

- GB 3838—2002 地表水环境质量标准
- GB 8978-1996 污水综合排放标准
- GB 15618-1995 土壤环境质量标准
- GB 18218-2000 重大危险源辨识
- GB 18597-2001 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18598-2001 危险废物填埋污染控制标准
- GB 18599-2001 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB 5085.3-2007 危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别
- GB/T 14848-93 地下水环境质量标准
- HJ 2.2-2008 环境影响评价技术导则-大气环境
- HJ 19-2011 环境影响评价技术导则-生态影响
- HJ 610-2011 环境影响评价技术导则-地下水环境
- HJ 616-2011 建设项目环境影响技术评估导则
- HJ/T 2.3-93 环境影响评价技术导则-地面水环境
- HJ/T 169—2004 建设项目环境风险评价技术导则
- HJ/T 338-2007 饮用水水源保护区划分技术规范
- HT/T 299-2007 固体废物浸出毒性浸出方法硫酸硝酸法
- AQ 2006-2005 尾矿库安全技术规程
- 《中华人民共和国环境保护法》（主席令第 22 号）
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（主席令第 31 号）
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（主席令第 32 号）
- 《中华人民共和国矿山安全法》（主席令第 65 号）
- 《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令第 69 号）
- 《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 70 号）
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（主席令第 77 号）

《中华人民共和国水污染防治法》（主席令第 87 号）
《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院令第 167 号）
《安全生产许可证条例》（国务院令第 397 号）
《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号）
《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号）
《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（劳动部令第 4 号）
《防治尾矿污染环境管理规定》（国家环保局令第 11 号）
《尾矿库安全监督管理规定》（安全监管总局令第 6 号）
《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环发[2010]113 号）
《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）
《尾矿库环境应急管理工作指南（试行）》（环办[2010]138 号）
《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》（国土资发[2004]69 号）
《国家突发公共事件总体应急预案》
《国家安全生产事故灾难应急预案》
《国家突发环境事件应急预案》

3.2 标准编制的原则

本标准制定过程中，在综合考虑：1) 适用性、可操作性原则，2) 科学性、先进性原则，3) 经济技术可行性原则的基本原则的基础上，还着重采取了以下原则：

（1）突出环境管理特点

从环境保护角度出发，尾矿和尾矿水成分、周边环境敏感点情况以及环境保护各项要求落实情况是关注重点。因此，本标准的技术方法对环境管理相关内容进行全面梳理，作为环境风险评估的重要指标。

（2）统筹应急管理要求

对环境保护部自 2006 年以后发生的 54 起尾矿库突发环境事件分析发现，有 80%是由于安全生产事故或自然灾害造成的坝体、排洪系统、输送系统等损毁而引起的。因此，本标准的技术方法将尾矿库安全度等别、防洪设施类型、堆尾方式、排尾方式等易引发事故的环节设为评估指标。

（3）注重与相关部门尾矿库技术规范有效衔接

建设部门《选矿厂尾矿设施设计规范》（ZBJ1-90）按照尾矿库全库容和坝高将尾矿库划

分为 5 个等别，安监部门《尾矿库安全技术规程》（AQ2006-2005）根据尾矿库防洪能力和尾矿坝体稳定性等将尾矿库安全度划分为危库、险库、病库、正常库四级。尾矿库等别反映了污染因子的规模，安全度等级反映了事故发生的可能性，技术方法直接引用了相关部门的评价结果，相关内容实现了有效衔接。

（4）发挥引导和激励作用

本标准的技术方法在指标及权重设置时，注意发挥各指标的引导和激励作用，可以帮助尾矿库企业充分认识自身存在不足，明确环境应急管理工作方向，并指导尾矿库企业可以通过自身努力降低环境风险等级。

（5）具有较强可操作性

本标准的技术方法确定的评估指标具有普遍适用性和较强的可操作性，涉及到的数据源容易获取、方法容易实现，便于尾矿库企业和环境保护主管部门操作。

4 标准技术方法确定

4.1 标准制定的技术路线

本标准的编制工作的流程如图 1 所示。

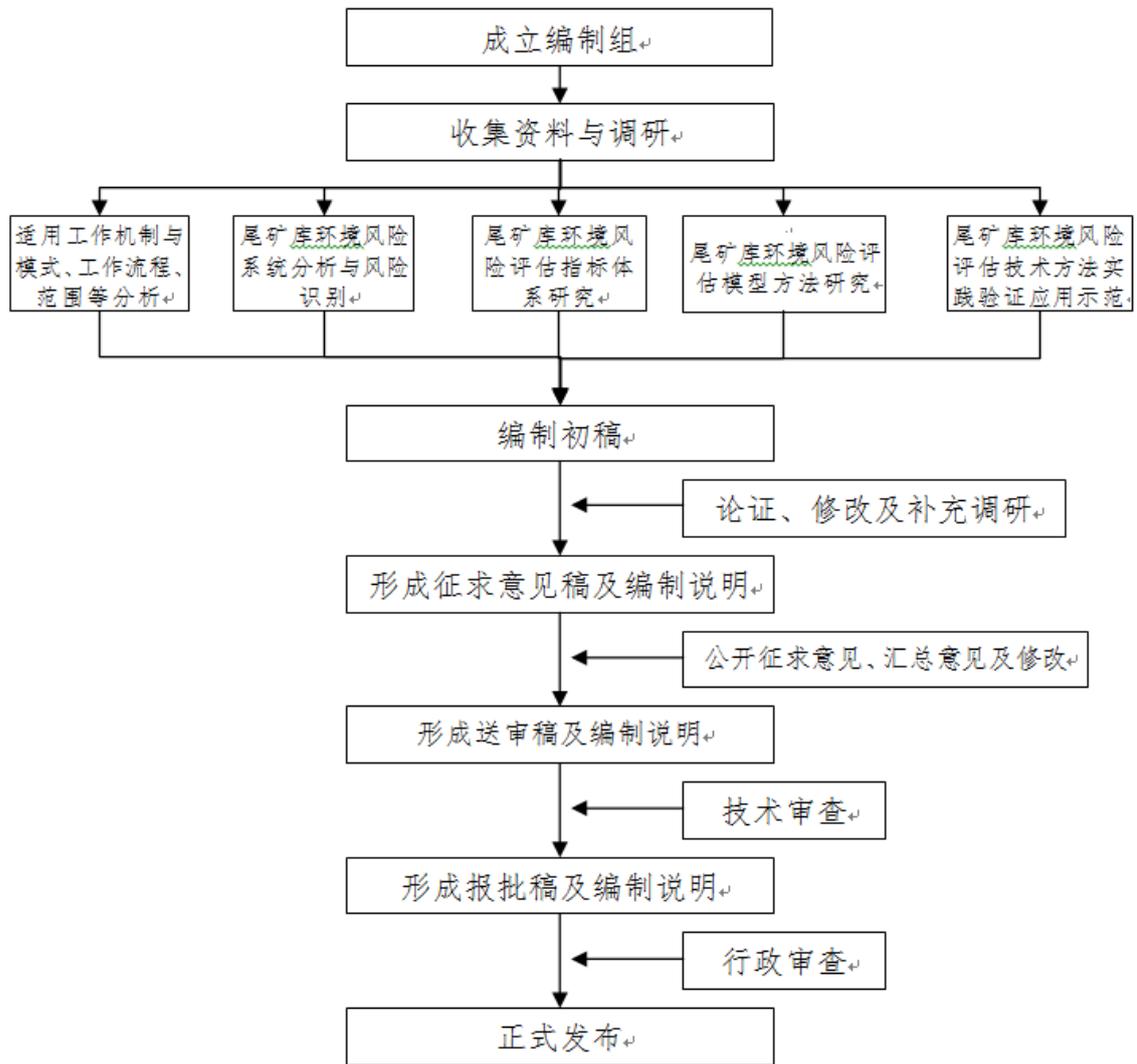


图 1 工作流程图

本标准的技术路线如图 2 所示，是在文献调研、方法实验与应用实践的基础上确定的。开展国内外研究与应用状况调研，主要是为了保证尾矿库环境风险评估中采用方法的科学性、有效性。开展方法实验与应用实践，主要是为了保证技术方法结果的可靠性。

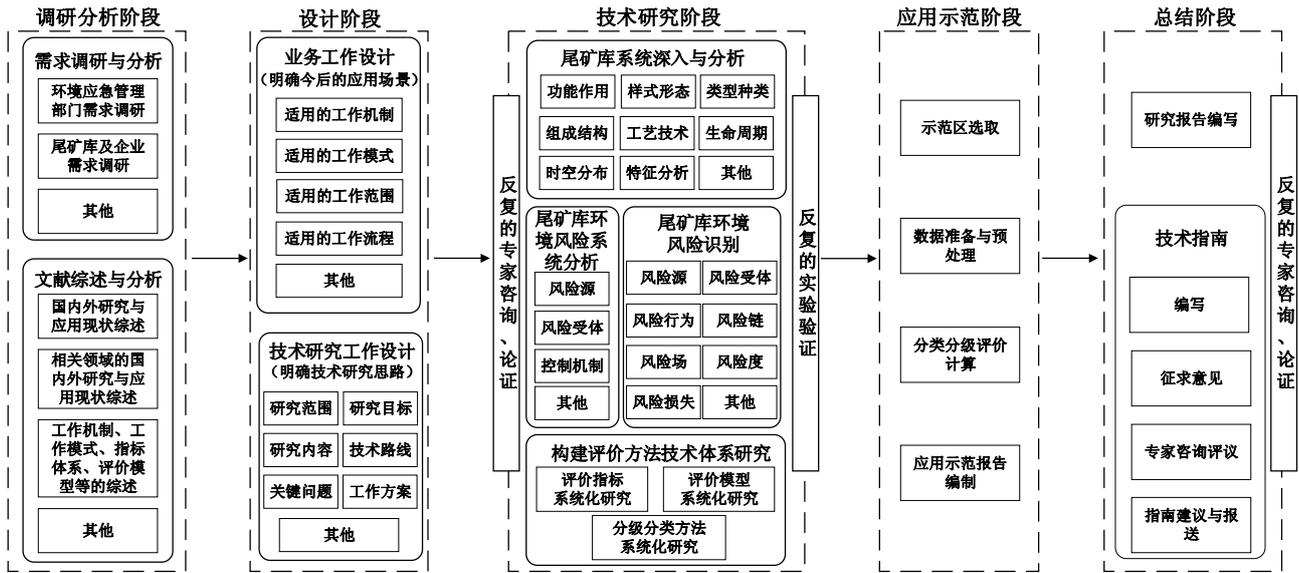


图 2 技术路线图

4.2 国内外相关标准情况的研究

4.2.1 国外

通过对国内外相关文献综述发现，发达国家在环境风险评价和管理上起步较早，环境风险管理较为成熟，但是专门针对尾矿库的环境风险评估和分级分类管理的文献很少。

(1) 欧盟尾矿堆场环境和健康风险评估方法

2006 年，European Neighborhood and Partnership Instrument (ENPI) 编写了“尾矿堆场环境和健康风险评估方法”，这项方法虽然未形成相关的制度，但是提供了风险评估的基本原则和基本框架，主要是用来确定环境风险的级别、环境接受程度以及修复措施。

1. 风险评估要素及模式——“源头-路径-受体”模式

尾矿库属于复杂的系统，因此，风险评估的三要素包含多种内涵。污染物来源包括污染物类别、污染物浓度、处理时间及位置等；路径包括污染物迁移介质、迁移速率和迁移时间等；受体包括受体的类型、数量、敏感度以及对污染物的耐受浓度等。三要素是风险构成的必要条件，只有三要素同时存在，才能构成风险（图 3）。

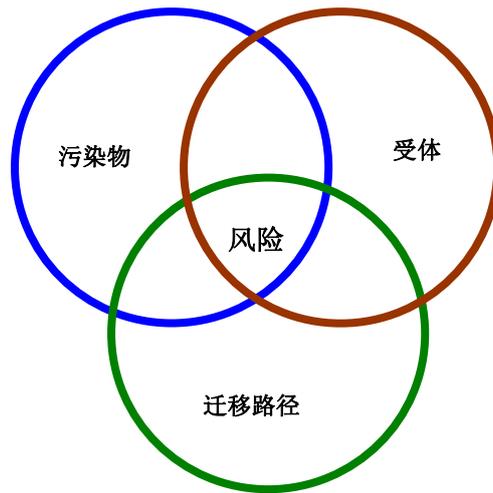


图 3 风险评估各要素整合

2. 风险评估方法

根据尾矿库风险评估的复杂性，他们制定了分步进行、逐级深入的评估程序。风险评估分为三个阶段：初步风险评估（Preliminary risk assessment）、一般定量风险评估（Generic quantitative risk assessment）、详细定量风险评估（Detailed quantitative risk assessment）。初步风险评估包括确定风险评估内容和目标、收集尾矿库和周围环境的相关信息、形成环境风险三要素的详细信息、确定潜在不可接受风险的可能性等。随后的一般定量和详细定量评估，对风险进行量化，往往需要大量的数据标准作为评判依据。通过定量分析，确定风险的来源以及风险后果的程度。虽然每种评估的基本内容相似，包括建立污染源数据库、分析不可接受风险的可能性、预测风险后果的量级和可能性、确定风险能否接受，但三者呈现了一种递进的关系，使对风险的认识更加具体和准确。

尾矿库风险评估的最终目的是为尾矿库的管理提出减少风险发生的建议。因此，此方法的最后一步是对修复方法的提出和对其可行性的评价。主要包括：提出可行的修复选择、对修复技术进行详细评估、建立合理的修复策略。图 4 展示了该方法进行尾矿库环境风险评估的总体流程。

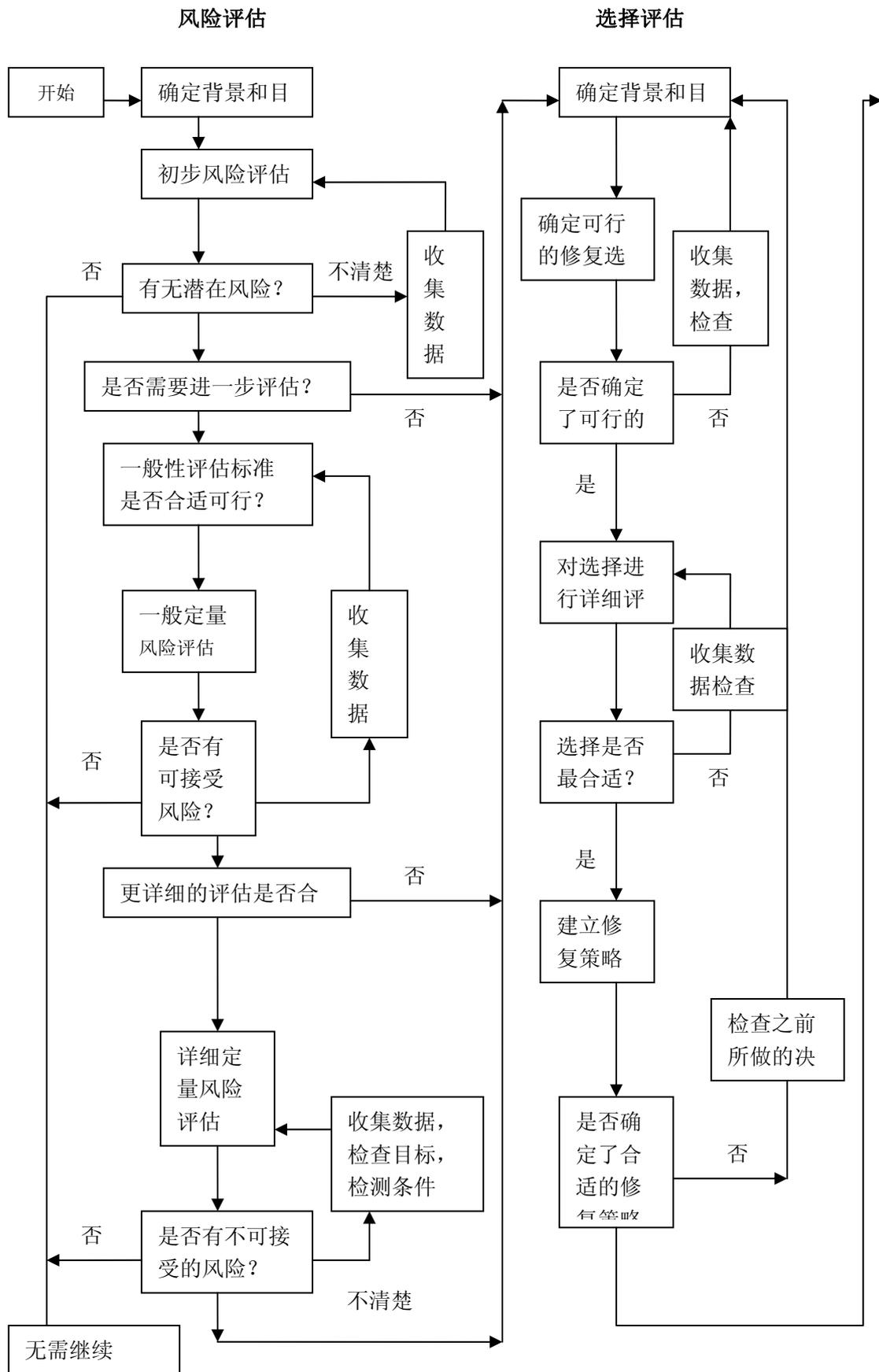


图 4 尾矿库环境风险评估总体流程

(2) 欧盟 e-Ecorisk 项目

“e-Ecorisk”项目由欧盟组织的 18 个研究机构承担，旨在为尾矿库风险预测提供信息支持，建立区域性的网络信息管理和决策支撑体系，降低尾矿泄露的可能性和危害性。主要研究内容包括对潜在受影响地区的风险信息整合和分析，以及尾矿泄露对环境、社会等的风险及潜在影响的确定、特征分析、定性及评估。最终采用来自 4 个国家的尾矿库（希腊、葡萄牙、意大利、西班牙）信息和数据建立并验证了系统。

评估系统涉及的基本参数包括终端用户需求、场地数据收集、远程数据分析、坝体破坏和表层水外排模型、社会经济影响、成本分析、风险分析、管理信息、决策-支撑系统等。同时，采用卫星观察和场地信息分析了解尾矿库下游的环境和社会情况，确定地形、地面特征、以及控制溢出液扩散的因素。

项目首先建立尾矿泄露事故数据库，包括坝体特征、损坏的原因和类型、污泥行进的距离和影响区域。针对考察对象，利用地形、环境和社会相关数据，模拟坝体损坏和废水外溢时水流的分布情况，预测排放路径和洪水参数、沉淀物在下游的分布程度。最后，对尾矿外溢对下游区域的环境和社会影响进行风险分析，确定并评估事故危害性、环境脆弱性、可能的后果，以改善风险管理。

(3) 欧盟采矿废物设施分类报告

2006-2007 年，欧盟委员会 DG Environment 组织开展了“采矿废物设施分类”（Classification of mining waste facilities）项目研究，依据 European Waste Catalogue 对包括勘探、采矿、采石、物理化学矿物处理等过程中产生的固体废物进行分类，并形成最终报告，表 1 展示了欧盟的废物名录分类。该体系包括三种废物类型，即非危害类、“Absolute Entries”（存在危害废物，无论是否高于限值）、“Mirror Entries”（只有高于限值才认为有危害）。其中，硫化矿加工产生的可产酸的尾矿被认为“天生”地具有危害性。

表 1 欧盟废物名录分类（第一组）

“Absolute Entries”有害废物，无论是否高于临界浓度		A
“Mirror Entries”有害废物，仅当其高于临界浓度		M
01	来源于勘探、采矿、采石、矿物的物理化学处理过程的废物	
01 01	来源于矿石挖掘的废物	

01 01 01	来源于金属矿石挖掘的废物	
01 01 02	来源于非金属矿石挖掘的废物	
01 03	来源于金属矿石的物理化学加工过程的废物	
01 03 04	硫化矿加工产生的产酸尾矿	A
01 03 05	含危险物质的其他尾矿	M
01 03 06	除 01 03 04 和 01 03 05 之外的尾矿	
01 03 07	含有来源于金属矿石物理化学加工过程产生的有害物质的废物	M
01 03 08	除 01 03 07 之外的灰尘和粉尘废物	
01 03 09	铝生产中产生的赤泥	
01 03 99	其它未提及的废物	
01 04	来源于非金属矿石的物理化学加工过程的废物	
01 04 07	含有来源于非金属矿石物理化学加工过程产生的有害物质的废物	M
01 04 08	除 01 04 07 之外的砂砾、废石	
01 04 09	废砂石和泥土	
01 04 10	除 01 04 07 之外的灰尘和粉尘	
01 04 11	苛性钾和石盐加工产生的废物	
01 04 12	除 01 04 07 和 01 04 11 之外的清洗矿石产生的尾矿和废物	
01 04 13	除 01 04 07 之外的矿石切割产生的废物	
01 04 99	其它未提及的废物	
01 05	钻探泥浆和其它钻探废物	
01 05 04	自来水钻探泥浆和废物	
01 05 05	含油钻探泥浆和废物	M
01 05 06	含有害物质的钻探泥浆和废物	M
01 05 07	除 01 05 05 和 01 05 06 之外的含重晶石的钻探泥浆和废物	
01 05 08	除 01 05 05 和 01 05 06 之外的含氯化物的钻探泥浆和废物	
01 05 99	其它未提及的废物	

根据该报告建立的分类标准，尾矿库可分为 A 类（高风险）和非 A 类（低风险）。主要评价依据包括三方面：结构完整性丧失或错误操作引发严重后果、有害废物的含量、危险物质或配置剂含量。只要从任何一方面被评价为 A 类，尾矿库的整体评价即为 A 类。

（4）澳大利亚尾矿库管理手册

2007 年澳大利亚的工业、旅游与资源部组织专家、企业、非政府机构和政府机构编写了尾矿库管理手册（Tailings Management）。该手册以建立可持续发展的尾矿管理为主旨，重点讨论了尾矿管理体系和加强管理的相关技术，其中，也涉及到采矿企业的风险管理内容。

通过分析近几十年发生的尾矿库安全事故，手册总结了尾矿库事故的主要原因，包括缺少对尾矿库的水平衡和建筑主体的控制、对安全管理控制的忽视，以及尾矿库的不稳定、漫顶、渗漏等。同时指出，在全生命周期中，尾矿库都应该控制在低风险水平，包括尾矿库的

设计、施工、运行、闭库以及修复等各个阶段，低水平风险控制也是尾矿库管理的基础。手册将尾矿库风险分析总结为两方面主要原因：运行阶段和闭库阶段，并主要采用自新西兰/澳大利亚的风险管理标准（AS/NZS 4360:2004）进行风险评估，主要包括：建立评估内容、识别危险、分析风险、评估风险以及处理选定的风险。同时，手册认为，矿业企业会应依据采矿规模及公司策略，采用定性、半定量和定量、计算机分析等不同的风险评估方法。

（5）美国环境风险管理

美国在环境风险管理方面已形成一系列较为完善的法律、法规和标准体系，主要与化学品事故防范、环境应急管理和石油类泄露事故等相关。美国 EPA 颁布了《化学品事故防范法规》，法规中列出了 77 种有毒物质与 63 种易燃物质的控制清单与临界量值，要求生产、使用、存储这 140 种物质并超过临界量标准的企业必须提交并实施风险管理计划。其中，物质临界量值采用毒性等级因子法确定，通过评估化学品对人体的毒性以及化学品泄漏后的扩散因子来确定化学品的毒性等级因子。同时，美国 EPA 依据风险分析、辨识情况，选择合适的模型对风险源导致事故发生的可能性和严重程度进行定性和定量评价，并基于风险源可能导致的事故后果将企业风险划分为三个等级，从一级到三级风险水平依次提高。根据企业风险分级的结果，详细规定了处于不同风险水平的企业制定、提交、修改及更新风险管理计划的具体要求。

（6）欧盟塞维索指令

1982 年，由于 1976 年 6 月在意大利塞维索发生的化学污染事故，促使欧盟出台了《工业活动中重大事故危险法令》（82/501/EEC），即《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》。后来，随着时代的发展，欧盟先后两次对《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》进行了修订，于 1996 年 12 月和 2003 年分别出台了《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》和《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》。欧盟对重大环境风险源的管理主要以《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》为主。

《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》具有双重目的。其一，防止危险物质重大事故灾害的发生。其二，由于事故确实还会发生，这项指令旨在限制此类事故的后续影响，不仅针对人的安全和健康方面，也针对环境。

《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》的适用范围为危险物质存在之处。它既包括工业

“活动”，也包括危险化学品的仓储。指令可以被认为在实践中提供了三个级别的控制。在《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》的附录中，规定了 30 种（类）化学品的临界值。如果一家公司的危险物质数量低于指令规定的低临界值，则不受此指令约束。如果公司的危险物质在数量上高于低临界值但低于高临界值，则受指令规定的基本要求约束。如果公司的危险物质数量超过指令规定的高临界值，则受此指令中所有要求的约束。

（7）德国清单法

“清单法”是德国联邦环境局发展出来的一种对工业设施安全进行检查和评级的方法，致力于降低企业的风险，对水资源进行全面的保护。利用它可以评价企业、地区和国家重大危险事故发生的风险大小。“清单法”以对企业的综合评价为基础。评价时，首先划分工艺单元，对风险物质进行评价，计算水风险指数（WRI）；其次，从 18 个清单中选择合适的清单对不同的工艺单元进行检查和评价，再对清单求平均值得出企业的平均风险（ARPi）；最后，根据水风险指数（WRI）和企业平均风险（ARPi）计算得出企业的真实风险值（RRPi）。

（8）加拿大环境应急管理

加拿大于 2003 年 8 月颁布了《环境应急条例》。该条例规定了 174 种化学品物质及其组份浓度与物质数量清单，其中，组分浓度要求以物质的质量百分比表示；物质数量的规定是指该化学品单独存储的数量要求，或是该物质作为组份之一，其混合物质的数量要求。达到限制规定的化学物质应按要求列入应急管理范围。对涉及清单中化学物质的企业，加拿大环境应急法规规定了其风险信息提交和认证的内容和程序，要求其利用该信息编制、实施和测试环境紧急计划，在突发环境事件发生时通报和汇报应急处置预案等。

（9）其他

除了上述国家、联盟外，其它国家也在环境风险管理等方面制定了一系列相关措施。日本在 1973 年颁布了《关于规定化学物质的审查及生产等的法律》，即《化审法》。法规规定工业化学物质的通报和评估体系，目的是防止由这些化学物质所引起的环境污染对人体健康和生态环境的损害。此后，《化审法》在 1986 年和 2003 年进行了再修订，使得法规的体系更加完善。同时，从 1997 年开始，日本环境省开始试点进行风险评估项目，筛选关注的化

学物质并进行风险评估。

意大利以欧盟《塞维索指令**错误！未找到引用源。**》为基础形成了国内法律 Law238/05 对风险企业进行分级，该法律列举了危险的工业类型和工艺过程目录，对含有目录中规定的工业类型或工艺过程的企业，如果其所含有的危险物质超过规定的危险物质的量低临界值但低于高临界值，则判断为 A 类风险源，如果超过高临界值则判断为 B 类风险源。

荷兰环境风险管理框架由荷兰房屋、自然规划和环境部（NMHPPE）于 1989 年提出，其关键是应用阈值（决策标准）来判断特定的风险水平是否能接受。该框架利用不同生命组建水平的风险指标，如死亡率或其他临界响应值，用数值明确表达最大可接受或可忽略的风险水平。

瑞典和芬兰以尾矿坝失败引起的后果为分类依据，同时考虑坝体的上下游以及尾矿运输和有害物质的滤除，建立了瑞典 RIDAS 系统（Swedish RIDAS system）。这是一个自愿的系统，矿主可以自行安排分类，根据结果决定是否采取安全措施。分类需要详尽的分析和对尾矿特征、化学特性及其他信息的掌握，包括地理位置、坝体类型、坝高等。

西班牙根据尾矿库大小和影响程度两个分类系统的结合来评估尾矿库的风险；葡萄牙和斯洛伐克则采用基于一系列参数的评分制，如排水质量、坝高、状态等，根据总分将尾矿库风险水平分为不同水平。

4.2.2 国内

（1）管理领域

我国的环境风险研究开始于 20 世纪 80 年代，经过数十年的发展，我国已经制定了不少于防范环境风险有关的法律法规，但是明确使用环境风险概念、规定环境风险管理制度的法律法规却很少。

目前，我国明确规范环境风险的法律主要有：《突发事件应对法》，《全国生态保护“十一五”规划》、《建设项目环境风险评价技术导则》、《国家环境保护总局关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》、《国家突发公共事件总体应急预案》、《国家突发环境事件应急预案》、《国家综合减灾“十一五”规划》、《国家气象灾害防御规划（2009~2020 年）》等政策性文件。

其中，《建设项目环境风险评价技术导则》是 2004 年环境保护部颁布的环境风险评价相

关政策规范。导则中规定了环境风险评价的基本内容：风险识别、源项分析、后果计算、风险计算和评价以及风险管理。2009年，为了推进重点行业和区域开展环境污染责任保险的试点示范工作，环保部组织开展了企业环境风险等级划分。2010年1月，《环境风险评估技术指南——氯碱企业环境风险等级划分方法》颁布，此后又发布了造纸企业、合成氨、硫酸企业环境风险等级划分方法。

针对尾矿库的环境风险评估及分级分类管理方面也开展了一些初步的工作，如张家口市根据尾矿库规模等级、污染物排放量的多少、环境风险高低、所处位置环境敏感程度等，实行分级管理。对涉及重金属等危险废物排放的尾矿库列入一类管理，对铁矿、煤矿所属的尾矿库列入二类管理，对只开采不选矿、环境风险较低的列入三类管理。该分级分类思想相对简单，未考虑管理因素，具体实施方法也不够明确和具体化。

(2) 学术研究领域

除了相关法律法规的逐渐完善，环境风险相关的研究工作也逐渐增多。研究方向由最初的综述和应用国外的研究成果，发展到从中国国情出发的对现实问题的研究，如海域重大船舶溢油、洪水灾害、突发性水环境污染事件、突发性大气污染事件、化工园区重大事故预防与管理等。同时，随着环境风险研究的发展，尾矿库环境风险研究作为其中的一个研究方向，也得到相关学者的关注。

1. 环境风险研究发展概况

目前，我国的环境风险研究主要围绕风险识别、源项分析、后果计算、风险评价、风险管理、应急措施等六项内容展开。

1) 环境污染的事故风险评价

事故风险评价是指建设项目在建设和运行期间发生的可预测突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害）对人身安全与环境的影响和损害进行评估，提出防范、应急与减缓措施。一般认为，事故风险评价是沿着三条线发展的：一为概率风险评价，在事故发生前预测环境风险。二为实时后果评价，研究事故发生期间有害物质的迁移轨迹及实时浓度分布。三为事故后果评价，研究事故停止后对环境的影响。

总体来说，事故风险评价方法可分为定性和定量两大类。定性方法主要根据经验和直观判断能力，此类方法容易理解，过程简单，但由于往往依靠经验，带有局限性，评价结果缺乏可比性。定量方法运用数学模型对一些定量指标进行计算，得出评价结果，主要有概率风

险评价法、破坏范围评价法、危险指数评价法、模糊数学、灰色系统、非线性回归、随机过程和可靠性系统工程等理论与方法。还有一些学者针对某些具体的问题提出过一些模型和方法，如高英巍等针对环境影响评价中缺少对区域环境的分析，在对石化行业进行环境风险评价时加入区域环境风险敏感性的分析。在传统的计算风险度之前，先计算区域的环境风险敏感度；陈曦等在对石化企业环境突发事故风险源普查的基础上，针对一般石化企业环境风险等级评价评价因子不够全面、具有主观性和不确定性的问题，从风险源、人员、管理、环境等因素出发构建了石化企业环境风险等级评价指标体系和模糊综合评价模型，形成了完善的突发环境事故风险等级评价体系。

2) 环境污染的健康风险评价

健康风险评价是描述人类暴露于环境危害因素之后出现不良健康效应特征。19 世纪末至 20 世纪 40、50 年代，环境污染引发的中毒事件逐渐增多，毒理学家和环境专家开始用毒物鉴定方法进行健康影响分析，主要进行定性的健康风险评价。直到 60 年代，毒理学家才采用一些定量的方法进行低浓度暴露条件下的健康风险评价。到 80 年代，出现了生物运转模型和肿瘤生物学模型，使得小剂量外推模型的分析更加客观和科学。到 90 年代，定量结构-活性相关方法（QSARs）成为健康风险评价常用的方法，并逐渐应用到环境化学、农药化学中。从 20 世纪 30 年代发展到现在，健康风险评价已经取得了长足发展，其评价程序相对固定，包括危害判定、剂量-反应评估、暴露量评、风险表征、风险管理。

3) 综合风险评价

20 世纪 90 年代后期以来，一些学者认识到健康风险评价和事故风险评价的孤立发展带来的缺憾，提出应采用“综合风险评价”。综合风险评价定义其“基于科学的方法，在一个评价下统一对人类、生物区和自然资源进行风险评估的过程”，并给出评价框架。因此人们对环境风险评价关注的范围超出了单纯的事故风险评价和健康风险评价，开始关注政策和人类活动失误所带来的政策风险和战略风险等综合风险。

2. 尾矿库环境风险研究概述

目前，我国的尾矿库环境风险影响评价大多为上述第一种环境风险评价，即环境污染的事故风险评价。学者主要关注尾矿库的环境风险因子识别、风险评价方法和风险预防管理等几个方面。从研究对象来看，可以进一步将其细分为针对某一具体的尾矿库的环境风险评价研究和针对多个尾矿库的环境风险评价研究。

1) 针对某一具体尾矿库的环境风险评价研究

目前，这是国内有关尾矿库环境风险评价研究的主要方向。通过对不同矿种的尾矿库的环境风险分析，遵循风险识别、源项分析、后果计算和风险评价的步骤，探索尾矿库潜在的环境风险以及适合的评价方法。

在环境风险识别方面，梁小丽、王威威等就尾矿库的主要污染物和环境风险隐患进行了系统整理，认为尾矿库的污染物主要来源于固体悬浮物、重金属离子以及选矿工艺中添加的药剂三类，尾矿库的环境风险隐患主要有废水污染、重金属超标、粉尘污染、管道破裂泄露和污染库区生态环境等五种。

在风险评价方法方面，很多学者都进行了较为深入的研究。针对尾矿库溃坝后对河流污染程度难以定量计算的问题，康明雄等采用河流断面污染物质质量浓度公式，得出河流不同断面的污染物浓度，从而推算出整条河流的污染情况；苏彩丽等则利用液体蔓延过程传播公式计算污染物的影响范围，并采用河流完全混合模式计算纳污河流水质。潘法康认为尾矿库发生溃坝事故的主要原因在于坝体失稳，因此他在研究中加入了坝体稳定性方面的考虑，并通过瑞典圆弧法的坝体的稳定度进行了评估。此外，事故树方法、模糊层次分析法、灰度模型等也是目前较为流行的评价方法，张军英等就采用了事故树方法对尾矿库垮坝和溃坝事故进行分析，根据事故概率估算公式得出最大可信事故概率。

通过对不同地区、不同规模、不同矿种的尾矿库环境风险研究进行总结，发现目前尾矿库主要存在的环境风险主要有尾矿坝失事和尾矿泄露两类，其中，尾矿坝失事主要集中在溃坝、垮坝、溢坝这三类事故。在具体的评价方法方面，由于此类研究的对象十分具体，因此在研究时会尽可能全面的考虑单个尾矿库的特点，方法上较为细致、具体，操作也较为复杂，且一般不具有代表性，在对多个尾矿库进行环境风险评价时难以采用。但是通过总结分析它们的评价过程和评价指标的选取，对建立系统的尾矿库环境风险定级评价指标具有很大的参考意义。

2) 针对多个尾矿库的环境风险研究

目前，针对多个或全部尾矿库的环境风险的相关研究还不是很多，这类研究目标是建立尾矿库环境风险评价系统，具体的研究方向有建立指标体系，确定权重，计算各影响因子得分，得到各尾矿库的总分。陈庆等对尾矿库环境影响综合评价进行了研究，他认为尾矿库主要从侵蚀、有害化学反应、坝体稳定性、渗漏、水平衡五个方面对环境产生影响，并由此建立相关的评价指标体系，利用专家打分法确定指标权重，对单个尾矿库建立模糊评价矩阵计算得出其各个因子的分数，最后得到综合得分。冀红娟等则是运用模糊综合层次分析模型，

从地质环境破坏、环境污染和生态环境破坏三个方面建立了尾矿库环境影响评价体系。

以上研究主要集中在尾矿库的环境影响评价方面，没有环境风险的相关指标。评价方法方面，大多采用了模糊层次评价方法，这种方法对解决评价中出现的不确定性问题（包括主观性、数据的不完整性等）具有很好的效果，因此是进行综合评价时较为理想的选择。

4.2.3 其他

除了制定相关的政策措施，国家还组织相关研究人员对环境风险问题进行系统研究，希望能形成较为权威的标准。

2007年，科技部设立了863重大项目课题“重大环境污染事件风险源识别与监控技术”研究，由中国环境科学研究院牵头实施，依托该课题实施，建立了基于环境受体、事故传播过程、源类型差异的重大突发环境事件风险源分类方法，形成重大突发环境风险源分类体系，建立了基于事故发生共性及个性的事故概率计算公式，建立了污染物危害后果评估方法，形成了环境污染风险源风险值计算方法，构建了重大环境污染风险源的定量分级方法，完成了《重大环境风险源辨识方法》（建议稿）和《重大环境风险源识别技术指南》（建议稿），编制了《水源地环境污染风险源识别指南》（初稿）及《重大环境风险源简便识别办法》（建议稿或初稿），通过县城调研，对南京化工工业园区和上海闵行区开展了应用示范。中国环境科学研究院等配合环境保护部环境应急与事故调查中心开展了企业、区域环境风险评估方法的研究和示范应用，从企业风险单元，企业工业过程与风险管理水平企业、企业周边环境保护目标情景三方面建立了相关的企业环境风险评估技术方法，及基于此的区域环境风险评估方法。

4.2.4 总结

欧美等发达国家环境风险防范管理相关研究开展较早较深入，环境风险防范制度与管理体制建立相对较完善。与我国相比，其企业规模通常较大，生产工艺水平先进、管理较规范，经过了工业化的高速发展期与产业结构的优化调整，突发环境事件得到了有效遏制。

从对企业环境风险的识别、分级方法与政策法规分析可见：国外的相关研究多以风险设施分类、物质类型及数量来判断企业环境风险水平，管理上较简单，易操作；其对重大危险设施/风险源识别与管理的核心依据是危险化学品与物质的数量，对风险源的评价采用危险性分析与环境风险分析的方法。此外，国外对事故风险源的管理对象与管理范围界定清晰，

具有明确的执行机构，对违法或违规企业规定了严厉的处罚措施，从而保障了企业风险管理监管的有效性。但是，我国目前的企业规模较小、生产工艺、管理水平都较低，单以危险化学品与物质的数量作为重大危险设施/风险源识别与管理的核心依据，而不对生产工艺、管理水平等方面进行评价，难以对企业的环境风险管理水平做出客观全面的评价，从而有效遏制企业突发环境事件的发生。

综上所述，可以发现尾矿库环境风险评价与传统的石化企业、危险品的环境风险评价既有相似之处，也有其独特的地方。尾矿库的风险因子并不仅仅是储存的矿渣，它在工程方面如尾矿坝、回水系统、排水系统等，也存在很大的环境风险隐患，并且是尾矿库造成突发性环境事故的主要原因。由于尾矿库环境风险因素较为复杂的特点，它难以像化工企业那样只需要采用危险品的量值一个指标就可以对其得出相应的风险等级，尾矿库风险等级的确定需要更为系统的评价分类指标体系。同时，由于国内的尾矿库的管理水平较差，相关数据不全面，多数资料都是采用定性描述，这些使得评价具有很大的不确定性，因此，在考虑评价方法时，应当考虑这种不确定性对结果的影响，选择适合的方法进行评价。

1. 评价指标方面

表 2 评价指标对比

类别	评价指标	不足
美国环境风险管理	危险品类型及其量值	国外的环境风险分级规则虽然大多简单、易操作，但仅仅考虑了危险品的量值或工艺单元，指标体系不够全面，并且没有考虑管理因素在防范环境风险中的作用，不能够对目前中国大多数企业的环境风险管理起到相应的指导作用。另外，虽然部分风险评价方法内容全面具体（如欧盟尾矿堆场环境和健康风险评估方法），但需要有很强技术能力的单位才能完成，一般采矿企业往往不具备这样的能力。
欧盟塞维索指令	危险品类型及其量值	
欧盟尾矿堆场环境和健康风险评估方法	“源头-路径-受体”模式	
欧盟 e-Ecorisk 项目	尾矿库情况，危险品类型及量值以及下游情况	
欧盟采矿废物设施分类报告	危险品类型及其量值	
德国清单法	危险品类型及其量值，工艺单元	
加拿大环境应急管理	危险品类型及其量值，混合物组份浓度与量值	
国内尾矿库环境风险评价	尾矿库性状，周边受体环境	只考虑了对象本身的性状指数和周边受体环境，没有将企业的管理水平、防控应急措施以及周边环境的自然条件等纳入评价范围。

国内化工企业环境 风险评价	危险物质及其量值，工艺单元，管理水平周边受体环境	比较系统，未考虑所处自然条件状况、且在安全和环境控制方面存在一定混淆。
------------------	--------------------------	-------------------------------------

2. 评价模型方面

表 3 评价模型对比

评价模型	优点	不足
概率风险评价法	易操作，对专业知识的要求不高	主要通过统计方法进行评价，不适用于小概率风险事件和具有复杂系统的对象
危险指数评价法	目前大多数尾矿库个体评价采取的评价方法，对于个体对象能够进行详尽全面的评价	不适于评价复杂系统对象和同时评价多个对象
模糊数学评价法	适用于数据不完善、信息不确定的评价对象	评价过程复杂，不易操作
层次模型评价法	是一种定性和定量相结合的、系统化、层次化的分析方法，可以处理复杂的决策问题	需要建立复杂的评价体系，需要具有较为完善的专业知识

3. 分级分类方面

表 4 分级分类方法对比

类别	优点	不足
静态阈值法	规则简单，易于操作	结果的准确性依赖专家经验，具有较多的主观性；阈值一旦确定，难以更改，不利于评价体系的动态使用；难以从总分中看到各个评价因素的影响
动态分级法	结果可以反映各个评价因素的影响，评价体系具有动态发展特性	规则和操作流程较为复杂

4.3 相关调研与交流

尾矿库作为一个复杂系统，其环境风险不仅涉及尾矿库自身基本情况，还与外界环境、管理水平等紧密关联。因此，为了制定科学、合理、有效的尾矿库环境风险评估技术体系，紧密结合我国尾矿库的实际需求，使标准符合尾矿库环境风险的管理需要，编制组先后在 8 个省份开展了尾矿库调研，并多次组织应急中心交流讨论会和专家咨询会。

编制前期，编制组到河北省张家口市、石家庄市、唐山市等地开展尾矿库调研，实地考察尾矿库环境风险的影响因子，深入了解企业对尾矿库环境风险管理的实际需求；编制后期，继续深入河北、内蒙古、贵州、陕西、云南、江西等多省市的尾矿库企业及各级管理部门调研学习，进一步增强了对尾矿库以及尾矿库管理现状的认识，为建立合理有效的尾矿库环境风险评估技术体系打下了坚实的现实基础。同时，前后组织了多达 20 次的咨询论证会和研讨会，综合分析各种尾矿库环境风险评价方法的特点，并对技术方法进行了反复研讨修改。在完成《尾矿库环境风险分级分类技术方法(讨论稿)》后，邀请国内环境应急、固体废物管理、尾矿库安监、矿山与矿冶、化工、标准化等相关领域专家，对其进行审议和点评，与会专家肯定了技术方法，并建议修改完善后进一步转换为标准。随后，借助通讯咨询的方式，主要围绕指标选取、指标权重、指标评分等多方面征求了矿冶、化工、风险与污染损害评估、应急管理等领域专家的相关意见，并根据意见对技术方法进行了修改完善。

4.4 专家意见征集

为保证尾矿库环境风险评估技术方法的准确可靠，在编制的各个环节，都广泛征求矿冶、化工、风险与污染损害评估、应急管理等领域专家的相关意见。作为尾矿库环境风险评价的核心部分，指标体系的选取和权重确定即通过多次征求专家意见确定并反复修改完善。通过发布《尾矿库环境风险评估指标权重设置与指标评分设置调查表》，广泛收集相关专家的意见，将原先单一的较为复杂的评价指标体系，改为“企业自评+专家评价”的两步评价体系；在具体的评价因子方面，通过多次意见征集，确定了以“环境危害性、周边环境敏感性及控制机制可靠性”三大部分构成的评价指标体系，删除了一些冗余的、难以评估的指标，调整了指标因子的组成及因子的评分设置，使整个评价指标体系更加具有可操作性和针对性。同时，通过数据挖掘分析，对 2006 年至 2013 年发生的 53 个尾矿库事故案例的事故类型、发生原因、影响范围、自然条件、事故级别等进行了统计分析，得出影响尾矿库环境风险的主要因子，并对评价指标体系的因子进行支持度和可信度分析，以进一步调整指标的选取和评分设置。

除了指标体系的确定，尾矿库环境风险评估技术方法建立的其它环节也大量征求了相关专家的意见。在编制后期，对广西 40 家尾矿库发放《尾矿库环境风险评估技术方法(草案)》、《尾矿库环境安全基础信息调查表》，就整个尾矿库环境风险评估技术方法征求意见。

4.5 实践验证与应用

用现实数据对技术方法进行实践是检验和完善技术方法的重要手段。在尾矿库环境风险评估技术方法的编制过程中，为了不断完善技术方法，保证技术方法结果的可靠性，以尾矿库调查数据为基础，多次进行实践应用，并根据应用情况对技术方法的相关指标和参数进行了调整和修改完善。

2012年5月，以“2012全国环境安全百日大检查”的先期尾矿库调查数据为基础，从张家口市457个尾矿库中挑选出15个不同类型、不同等级的尾矿库，进行了初步的应用实践。以《尾矿库环境风险分级分类技术方法（初稿）》中的评价方法为基础，从环境风险、控制机制和周边环境风险受体三大部分评价尾矿库的环境风险水平。基于调查信息，得出各评价指标分数，通过加权求和分别得到尾矿库各部分的环境风险得分，最后分别使用综合加权模式和三维立方体式计算尾矿库环境风险水平级别。结果表明，技术方法可以区分一般尾矿库和具有一定环境风险的尾矿库，且三维立方体式可以更加灵活的表现不同指标对结果的影响、评价结果更细致。通过此次应用实践，证明了技术方法整体的有效性，但也存在一些问题，如在评价之前仅以“是否无主库”进行判断是否需要进行环境风险评价，在评价中也没有考虑尾矿库所在区域的地质条件及灾害因子。随后，根据应用情况对技术方法的相关指标和参数进行了相应的调整和修改完善。

2013年4-5月，以北京市县的30个尾矿库和张家口454个尾矿库数据为基础，对修改完善后的尾矿库环境风险评价方法进行应用实践。评价前，首先通过“主属情况”、“安全生产手续”、“环保手续”、“环境违法情况”和“环境污染事件发生情况”5个条件，删选出需要进行环境风险评价的尾矿库，再根据相应的评分表分别对尾矿库环境危害性、周边环境敏感性和可靠性三大部分的环境风险水平进行评价，最后根据三维立方体式确定尾矿库的环境风险水平。评价结果显示，修改后的评价体系可操作性强，能够识别区分尾矿库的环境风险水平。

2014年3-5月，以广西为试点区，选取了40家尾矿库企业（实际收回30份，其中有效24份），发放《尾矿库环境风险评估技术方法（草案）》、《尾矿库环境安全基础信息调查表》，收集了相关的尾矿库基础信息。并以此开展了尾矿库风险评估试点工作，通过将结果与广西2010年开展的尾矿库调查分析报告进行了对比分析，基本上反映了尾矿库环境风险情况。

5 标准主要技术内容

5.1 标准适用范围

依据《尾矿库环境应急管理工作指南（试行）》，同时结合尾矿库环境风险评估工作的特殊需求，本标准适用于正常运行的尾矿库环境风险评估，不适用于放射性选矿的尾矿库环境风险评估。湿式堆存工业废渣库、电厂灰渣库等的环境风险评估可参照执行本标准。

5.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

5.2.1 尾矿库

指筑坝拦截谷口或围地构成的，用以堆存金属或非金属矿山进行矿石选别后排出尾矿、湿法冶炼过程中产生的废物或其他工业废渣的场所。

该定义出自《尾矿库环境应急管理工作指南（试行）》。

5.2.2 突发环境事件

指突然发生，造成或可能造成环境污染或生态破坏，危及人民群众生命财产安全，影响社会公共秩序，需要采取紧急措施予以应对的事件。

该定义出自《尾矿库环境应急管理工作指南（试行）》。

5.2.3 环境敏感区

指依法设立的各级各类自然、文化保护地，以及对建设项目的某类污染因子或者生态影响因子特别敏感的区域。

该定义出自《尾矿库环境应急管理工作指南（试行）》。

5.2.4 环境风险

指尾矿库在正常使用期间发生突发环境事件的可能性及突发环境事件造成的危害程度。

该定义由编制组给出。

5.2.5 环境风险评估

指根据尾矿库的环境风险特点，划分尾矿库环境风险等级，识别尾矿库可能引发突发环境事件的危险因素，并对其进行系统的环境风险分析，预测可能产生的后果，提出环境风险防控和环境安全隐患排查治理对策建议的过程。

该定义由编制组给出。

5.2.6 环境安全隐患

指在尾矿库正常使用期间，因不符合相关法律、法规、规章、标准、规程和管理制度等的规定，或者可发展为不符合相关规定，而可能导致突发环境事件的尾矿库控制机制等方面的缺陷。

该定义由编制组给出。

5.2.7 重点监管尾矿库

指通过尾矿库环境风险评估的环境风险预判别环节，识别出的环境风险大、需要环境保护主管部门重点监管、督促尾矿库企业深入评估环境风险和排查治理环境安全隐患、编制环境应急预案的尾矿库。

该定义由编制组给出。

5.2.8 特征污染物

指尾矿成分和尾矿水成分中，能反映特定尾矿库所排放污染物和污染程度的典型污染因子。

该定义由编制组给出。

5.3 尾矿库环境风险评估准备

根据尾矿库环境风险评估各项工作需要，收集相关资料与信息，主要包括：环境影响评

价文件及相关批复文件、设计文件、竣工验收文件、安全生产评价文件、环境监测报告、特征污染物分析报告、应急预案、管理制度文件、日常运行台账等。

5.4 环境风险预判别

从类型、规模、周边环境敏感性、安全性、历史事件与环境违法情况等决定尾矿库环境风险的五个主要方面，对尾矿库环境风险进行预判别，判断是否属于重点监管尾矿库、需要开展环境风险评估。

环境风险预判别的主要目的是：（1）实现抓重点，突出风险评估及后续风险监管的重点；（2）减少企业、地方环境保护主管部门的工作负担；（3）增强技术方法的易用性，可操作性。

5.5 评价指标体系

尾矿库环境风险等级划分指标体系，主要由尾矿库环境危害性（H）、尾矿库周边环境敏感性（S）、尾矿库控制机制可靠性（R）三个部分组成。

5.5.1 尾矿库环境危害性（H）

尾矿库环境危害性指尾矿库中各种有害物质、势能等危害因子对周边环境的危害性，主要从类型、性质、规模三方面进行评估。

（1）类型

指尾矿库中尾矿或尾矿水所涉及的物质成分的类型。这是影响尾矿库环境危害性的重要因素，成分类型不同，环境危害性不同。

（2）性质

指尾矿库中物质成分的关键属性的状况，主要从尾矿库特征污染物指标的浓度情况进行评估。通常，尾矿库中特征污染物指标浓度越高，事故后对周边环境危害越大。

(3) 规模量

主要从尾矿库的现状库容进行评估。通常尾矿库的现状库容越大，事故后的影响范围和程度也越大。

5.5.2 尾矿库控制机制可靠性 (R)

反映尾矿库中各种基础的、自然的、人工的控制机制（包括致灾、诱灾、容灾、减灾方面）的可靠性，主要从基本情况、自然条件、安全生产、环境保护以及历史事件五个方面进行评估。

(1) 基本情况

基本情况是尾矿库重要的参数信息。这些参数对尾矿库发生事故的可能性、事故后的影响范围以及影响程度有一定的影响。主要包含尾矿库的堆存、排尾、回水、防洪四大系统。

1. 堆存

堆存系统是尾矿库的重要组成部分，也是影响尾矿库环境风险的因素之一，主要从堆存种类、堆存方式和坝体透水情况三个方面来进行评估。

2. 排尾

堆排尾系统是尾矿库的重要组成部分，也是影响尾矿库环境风险的因素之一。主要从以下五个方面来评估堆排尾系统的可靠性：

- ① 排尾方式：指尾矿由厂区到库区的迁移方式。
- ② 排尾路径跨越情况：指排尾路径上是否有跨越重点敏感对象或保护目标等情况。如果有，对应的环境风险越高。
- ③ 排尾量：指单位时间排出尾矿库的尾矿量。通常排尾量越大，环境风险越大。
- ④ 排尾距离：指排尾路径的长度。通常长度越长，其风险越大。

3. 回水

回水系统是尾矿库的重要组成部分，也是环境风险的影响因素之一，主要从以下四个方面来评估尾矿库回水系统的可靠性：

- ① 回水方式：指尾矿水返回厂区或其他区域的方式。
- ② 回水路径跨越情况：指回水路径上是否有跨越重点敏感对象或保护目标等情况。如

果有，对应的环境风险越高。

③ 回水量：指单位时间尾矿水的回用量。通常回水量越大，环境风险越大。

④ 回水距离：指回水路径的长度。通常长度越长，其风险越大。

4. 防洪

防洪系统是尾矿库的重要组成部分，也是环境风险的影响因素之一，近年由尾矿库防洪系统故障引发的突发环境事件频发。主要从以下两个方面来评估尾矿库防洪系统的可靠性：

① 库外截洪设施情况：主要指库外是否建设有相应的截洪设施。

② 库内排洪设施情况：主要指库区内是否建设有相应的排洪设施。

(2) 自然条件

指尾矿库所在区域的外在自然条件在致灾、诱灾因子的稳定性和可靠性。近年来由极端天气等外在自然条件所引起的突发环境事件的比例越来越大。主要从尾矿库所在区域是否位于根据《地质灾害危险性评估规范》评定为“危害性中等”或“危害性大”的区域或重点地质灾害易灾区（综合滑坡、泥石流、崩塌、地裂缝、地面塌陷、地震等）、重点岩溶（喀斯特）地貌区来进行评估。

(3) 安全生产

指尾矿库在日常的运营过程中在安全生产控制方面的可靠性程度。尾矿库的安全可靠性是尾矿库周边环境安全的重要保障。主要从尾矿库安全度等别来对尾矿库安全生产可靠性进行评估。

(4) 环境保护

指尾矿库在环境保护方面控制机制的可靠性程度，这是影响尾矿库环境风险的重要因素。通常在尾矿库环境保护方面做的越好，其可靠性越高，环境风险越低。

对尾矿库环境保护方面控制机制的可靠性评估主要从审批、污染防治、应急设施、应急管理、环境违法情况、与周边环境纠纷情况共六个方面进行评估。

1. 审批

指尾矿库是通过“三同时”竣工验收。通常这些情况落实的越好，环境风险越低。

2. 污染防治

指尾矿库在污染防治方面的可靠性程度。通常污染防治方面做的越好，环境风险越低。主要从水排放情况、防流失、防扬散、防渗漏四方面进行评估，主要考虑相关措施建设情况。

3. 应急设施

指尾矿库在应急设施的建设情况。通常应急设施建设越完善，事故影响和环境风险越低。主要从事事故应急池、排尾系统、回水系统三大系统的应急设施建设情况。

4. 应急管理

主要指是否包含完善的环境管理与应急制度，主要包括：

- ① 应急资源；
- ② 隐患排查；
- ③ 应急预案；
- ④ 监测预警与日常检查。

5. 环境违法行为情况

指尾矿库近三年是否存在恶意环境违法行为。通常有恶意违法行为的尾矿库，环境风险越高。

6. 与周边环境纠纷情况

指尾矿库近三年是否存在因环境问题与周边存在纠纷。通常有环境纠纷的尾矿库，风险越高。

(5) 历史事件

指尾矿库历史上各类事件的发生情况。通常历史事件发生率越高，其风险越高。主要从尾矿库发生安全或环境事件的等级与次数两方面进行评估。

5.5.3 尾矿库周边环境敏感性 (S)

尾矿库周边环境敏感性反映了尾矿库周边环境的敏感性，主要从涉及的跨界情况、周边环境敏感区与保护目标情况、周边环境功能类别情况三方面来进行评估。

(1) 涉及的跨界情况

指尾矿库事故后可能涉及的跨越行政区污染情况。跨界是突发环境事件分级的重要考虑因子之一，也是影响尾矿库环境风险的重要因素之一。对跨界情况的评估主要从跨越的行政区边界类型及相对行政区边界的距离两方面来进行评估。通常距离行政边界越近，行政边界类型越高，其环境风险越大。特别是尾矿库一般规模大，势能大，影响范围远，一旦出现事故较容易出现跨界环境污染事件。

(2) 周边环境敏感区与保护目标情况

主要指尾矿库周边可能涉及的各类环境敏感区与保护目标的分布情况。通常周边环境敏感区与保护目标分布越多，敏感性越高，事故后环境危害越大。对周边环境敏感区与保护目标情况的评估，主要从环境敏感区与保护目标的类型、规模等级等方面来进行评估。

(3) 周边环境功能类别情况

指尾矿库所在区域周边背景环境的敏感性，从周边环境的功能类别来进行评估。通常，尾矿库周边背景环境功能类别越高，敏感性越高。根据尾矿库的特殊性，主要考虑水环境（地表水、海水）、土壤环境和大气环境。

5.6 评估方法

5.6.1 指标评分方法

鉴于不同指标的定量化程度不同，采用分级或分情景的方法，对指标的不同取值进行定量的评分。鉴于不同指标之间、同一指标的不同取值之间对尾矿库环境风险的影响的程度不同，其赋的分值也不同。这主要通过专家经验和反复的实践验证确定。

5.6.2 环境风险等级划分方法

利用层次分析法，按照尾矿库环境危害性指标体系、周边环境敏感性指标体系、控制机制可靠性指标体系及各指标的评分方法，分别对尾矿库环境危害性、周边环境敏感性、控制机制可靠性进行累加求总分，得到尾矿库环境危害性得分、周边环境敏感性得分、控制机

制可靠性得分。

综合尾矿库环境危害性（H）、控制机制可靠性（R）、周边环境敏感性（S）三方面的等级,对照尾矿库环境风险等级划分矩阵（表 5）,将尾矿库环境风险划分为一般、较大、重大三个等级。

该模型一方面体现了环境风险系统的构成，逻辑性好；另一方面也更利于后续的环境风险分析，掌握风险分布特征和分布规律，有助于风险的分级分类管理。

表 5 尾矿库环境风险等级划分矩阵

序号	情形			环境风险等级	备注
	环境危害性(H)	控制机制可靠性(R)	周边环境敏感性(S)		
1	H3	R3	S3	一般	
2			S2	一般	
3			S1	一般	
4		R2	S3	一般	
5			S2	一般	
6			S1	较大	
7		R1	S3	一般	
8			S2	一般	
9			S1	较大	
10	H2	R3	S3	一般	
11			S2	一般	
12			S1	较大	
13		R2	S3	一般	
14			S2	一般	
15			S1	较大	
16		R1	S3	一般	
17			S2	较大	
18			S1	重大	
19	H1	R3	S3	一般	
20			S2	较大	
21			S1	较大	
22		R2	S3	较大	
23			S2	较大	
24			S1	重大	
25		R1	S3	重大	
26			S2	重大	
27			S1	重大	

5.6.3 环境风险等级表征

尾矿库环境风险等级可表征为“环境风险等级(环境危害性等别代码+控制机制可靠性等别代码+周边环境敏感性等别代码)”。例如：环境危害性为 H1 类，控制机制可靠性为 R3 类，周边环境敏感性为 S2 类的尾矿库环境风险等级可表征为“较大 (H1R3S2)”。

5.7 尾矿库突发环境事件危险因素识别

对尾矿库环境危害性和控制机制可靠性的各项指标的得分进行分析，将分值大于等于 1 的指标，作为尾矿库突发环境事件危险因素。根据实际需要，也可以将其他指标或内容作为尾矿库突发环境事件危险因素。同时，制作尾矿库平面示意图，在图中标记危险因素的具体位置，对无法图示的危险因素用文字进行详细描述。

5.8 环境风险分析

依据尾矿库风险等级划分的结果，对尾矿库进行系统的风险分析，包括尾矿库详细调查与分析、尾矿库突发环境事件风险情景分析、现有环境风险防控措施的差距分析以及相关对策建议。风险分析的目的是识别尾矿库环境风险特征和环境安全薄弱环节，为尾矿库环境风险防控提供指导意见。

尾矿库详细调查与分析主要包括尾矿库及企业的基本信息、危险因子、工艺流程、周边环境，用以分析尾矿库现有的环境风险防范能力和应急资源状况；尾矿库突发环境事件风险情景分析是根据尾矿库突发环境事件危险因素的分析结果，列出尾矿库可能发生的突发环境事件情景，并对可能发生的情景进行源强计算，包括有害物质的释放量、扩散范围、持续时间、浓度分布等；现有环境风险防控措施的差距分析是在充分调查尾矿库企业现有应急能力和环境管理制度等的基础上，根据突发环境事件危险因素的实际状况，如尾矿库特征污染物、生产工艺过程、环境风险受体等，结合尾矿库环境风险情景分析的结论，从环境风险管理制度、环境风险防控与应急措施、环境应急保障能力三方面对现有环境风险防控措施的有效性进行分析论证，找出差距；相关对策建议是针对环境风险防控措施的差距分析，逐项提出完善环境风险防控措施的内容、责任人及完成时限。

5.9 环境安全隐患排查治理相关文件编制

在尾矿库环境风险评估的基础上，对尾矿库控制机制等方面存在的突发环境事件危险因

素进行认真分析，明确存在的环境安全隐患，根据情况编制尾矿库环境安全隐患排查表和环境安全隐患治理计划表以及尾矿库环境安全隐患排查工作方案的过程，该部分内容对编制排查表、计划表和工作方案的方式和重点内容进行了规定。

6 对实施本标准的建议

为推动本标准办法的更好的落地实施，应配套出台相关的管理文件，指导、督促相关工作的开展。