《环保设施运行管理智能体分类分级规范》征求意见稿

编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

本项目是根据“中国环保机械行业协会印发2026第一批中国环保机械行业协会团体标准制修订计划的通知”（中环机协标〔2026〕2号），以项目名称《环保设施运行管理智能体分类分级规范》进行制定。

1.2 项目名称变更情况

本项目立项阶段，团体标准计划项目名称为《环保设施运行管理智能体分级标准》。在 2026 年 5 月协会组织召开的标准启动会阶段，经专家研讨，将名称调整为《环保设施运行管理智能体分类分级规范》。

变更原因主要为：

1. 立项初期以智能体分级为核心，编制过程中新增环保设施分类体系作为分级判定的前置基础，分类、分级同为标准核心内容，原名称无法完整覆盖标准技术范畴；

2. 依据团体标准命名规则，本文件不仅包含等级划分，还包含术语定义、设施分类、技术要求、附录协同规范等多项规范性内容，使用“规范”比“标准”更契合文件定位；

3. 名称变更后更贴合标准实际内容，便于行业理解标准覆盖范围，利于后续宣贯、落地应用。该名称变更经标准启动会研讨确认，后续标准草案、征求意见稿统一使用变更后的项目名称。

1.3 主要工作过程

起草阶段：2025年11月—2026年4月，计划任务下达后，由北京金控数据技术股份有限公司牵头，联合哈尔滨工业大学、北京英视睿达科技股份有限公司、红杉天枰科技集团有限公司、北京北水融智教育科技有限公司成立标准编制组。编制组系统搜集国家“人工智能 +” 行动相关政策文件、环保数字化智能化行业报告、人工智能智能体分级相关国家标准、环保设施运营相关标准，梳理环保

设施智能化运行领域行业现状、应用痛点，开展行业调研与案例分析，完成标准草案初稿以及编制说明初稿。

2026 年 5 月，协会组织召开标准启动会，就标准草案整体框架和内容进行了细致的讨论，并明确了后续工作安排。会后，编制组根据意见修改完善草案，并请参编单位提出修改建议，根据意见修改完善草案和编制说明，于 2026 年 9 月形成征求意见稿。

征求意见阶段：2026 年 9-10 月。

1.4 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本文件起草单位：北京金控数据技术股份有限公司、哈尔滨工业大学、北京英视睿达科技股份有限公司、红杉天枰科技集团有限公司、北京北水融智教育科技有限公司。

本文件主要起草人：杨斌、梁恒、唐小斌、唐丽娜、田启明、陈超、冀广鹏。

所做的工作：牵头单位负责标准整体框架设计、统筹编制工作、编制说明撰写；各参编单位参与行业调研、案例验证、术语研讨、分级条款、附录内容编写，提供工程应用案例与技术建议，参与文本修改完善。

二、标准编制原则和主要内容、解决的主要问题

2.1 标准编制原则

本文件的制定工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则，在制定过程中遵循以下原则：

a）按照《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）的要求和规定，确定标准的组成要素、文本格式、术语编写、附录设置规则。

b）与国家“人工智能 +”行动、环保产业数字化转型相关政策要求保持一致，与现行环境保护、人工智能领域相关国家标准、行业标准协调统一。术语部分参考现有标准 GB/Z 177.1《人工智能终端智能化分级 第 1 部分：参考框架》、GB/T 38221《环境保护设施运营组织服务评价技术要求》，并结合环保行业场景修改完善，不与上位标准冲突。

c）根据我国环保设施智能化运行管理的产业现状、AI 智能体技术落地应用现状，结合行业调研结果，立足污水处理、废气处理、固废处置、土壤修复、环境监测多类环保设施实际工程场景，制定科学合理的分类分级规则，选取可理解、可判定、可落地的分级要素与技术要求。

d）科学性原则：充分尊重人工智能智能体技术机理与环保设施运维客观规

律。围绕自主感知、记忆、决策、交互、执行五大核心能力，叠加风险防控能力、场景匹配能力作为约束条件，构建 L1-L5 逐级递进的分级体系；明确不同等级智能体能力边界、设计运行域、风险兜底策略，区分智能系统能力和设施本体能力，保证等级划分逻辑严谨。

e）普适性原则：标准覆盖设备类、单元类、工厂类三类环保设施，适配污水处理、废气、固废、土壤修复、环境监测多领域，兼顾简易设备、工艺单元、厂站级大型环保设施不同规模场景，标准规则通用，可覆盖绝大多数环保设施智能化改造场景，其他环保智能系统可参照使用。

f）前瞻性原则：当前环保智能体技术处于快速发展阶段，AI 大模型、自主智能系统不断迭代。标准既立足当前行业已经落地的技术水平，同时对未来无人化自主运行、模型自主迭代优化等技术预留规范框架，引导行业技术迭代升级。

g）安全性优先原则：环保设施运行直接关系污染物达标排放、安全生产。标准将风险防控、兜底策略、人工接管机制、权限管控、模型版本回滚机制作为强制性约束条件；明确高等级智能体不等于完全取消人工责任，人机协同分工贯穿全部等级，守住环保合规、安全生产底线。

h）扩展性原则：随着人工智能技术、环保智能运维技术持续发展，后续可结合行业实践数据，进一步细化量化评价指标，完善测试评价方法，对本标准进行充实完善。

2.2 标准的主要内容

2.2.1 范围

本文件规定了环保设施的分类原则与类别划分、环保设施运行管理智能体的分级原则、分级要素、等级划分、L1-L5 各等级智能体技术要求；设置资料性附录给出智能体等级-核心能力对应关系、操作人员与智能体角色分工协同规范。

本文件适用于具备自主感知、记忆、决策、交互及执行能力的各类环保设施配套智能体，适配污水处理、废气处理、固体废物处置、土壤修复、环境监测等领域的环保设施，其他环保相关智能装备及智能管理系统可参照执行。

2.2.2 术语和定义

本标准新增及修订共 12 项术语和定义，涵盖环保设施、智能体核心能力、运行管控规则、分级支撑类别及运维岗位主体等关键内容，有效补齐了环保设施智能化运维领域术语体系空白。其中，智能体、决策能力、交互能力、执行能力、设计运行范围、风险兜底策略以及设备类、单元类、工厂类环保设施等多项术语均为本次标准制定新增，适配当前环保设施智能化、无人化运维技术快速发展的行业需求；同时对环境保护设施、自主感知能力、记忆能力三项通用术语进行修

订优化，更好适配环保智能体专项应用场景。

本次术语定义编制主要参考 GB/T 38221《环境保护设施运营组织服务评价技术要求》、GB/Z 177.1《人工智能终端智能化分级 第 1 部分：参考框架》等现行国家及行业标准，同时结合国内环保设施智能化改造工程实践、智能体落地应用经验及行业技术发展现状进行修改完善，确保术语定义合规、准确、贴合实际、适配前沿。

2.2.3 环保设施分类

本标准立足国内环保设施工程建设、工艺运行、自动化管控及运维管理实际，搭建了一套科学规范、层级清晰、全域覆盖、互不交叉的环保设施分类体系，为智能体差异化分级、精准场景适配、梯度化能力判定提供核心前置依据。整体分类体系摒弃传统粗放式分类模式，重点以设施系统集成规模、工艺组合复杂度、自动化控制层级、运维管理维度四大核心维度作为判定依据，完全贴合国内各类环保治理设施的建设标准与运行工况。

结合污水处理、废气治理、固废处置、土壤修复、环境监测等全领域环保工程落地场景，本标准将全域环保治理设施统一划分为设备类、单元类、工厂类三大递进式类别，三类设施边界清晰、层级分明、覆盖全部环保运维场景。其中设备类为单台或少量简易设备组成的基础治理设施，无成套联动工艺与独立控制系统，运行高度依赖人工现场操作，仅实现单一治理或监测功能；单元类为多设备集成形成的闭环独立工艺系统，搭载基础自控体系，可实现参数采集、远程监测与简易联动，能够独立完成污染治理与运维验收；工厂类为多工艺单元整合的高度集成化厂站体系，配备全域智能管控系统，具备多工艺协同调度、跨单元联动运维、故障自诊断、全流程自适应调控能力，可统筹保障全厂环保合规稳定运行。标准化的设施分类体系，有效解决了行业设施分类混乱、场景适配模糊、分级判定无依据的问题，为不同规模、不同复杂度环保设施的智能体精细化分级奠定了坚实基础。

2.2.4 环保设施运行管理智能体分级

1）分级原则与要素

本标准基于三类环保设施的工艺复杂度、系统集成度、自动化水平、运维管理难度及智能化升级梯度需求，构建了全覆盖、梯度化、可落地、可验证的 L1 至 L5 五级智能体分级体系。所有类别环保设施统一采用同一套分级标准，等级越高，智能体自主感知、记忆分析、工况决策、闭环执行、风险处置、自主优化能力越强，对人工运维的依赖程度逐级降低，整体能力呈现循序渐进、有序迭代的梯度特征。同时标准明确硬性判定约束，涉及设施安全生产、环保合规、工艺稳定运行的核心关键能力，若未达到对应等级要求，不得判定为对应智能体等级，

从源头保障分级判定的科学性、安全性与严谨性。

为规避单一指标判定的片面性与随意性，本标准确立了七大综合性分级判定要素，构建了“五大核心能力+两项约束能力”的完整评价体系。其中自主感知、记忆、决策、交互、执行是智能体智能化运行的核心基础能力，直接决定智能体运维作业的智能化水平；风险防控能力、场景匹配能力为核心约束判定要素，用于规范智能体运行边界、守住安全合规底线，所有等级判定均需综合核验全部要素，杜绝行业单一维度定级、虚标智能等级、概念炒作等乱象。

2）等级划分

本标准清晰界定了五个等级智能体的核心能力特征与能力跃迁边界，形成了从人工完全主导、人机协同辅助、智能体主导运行到全场景自主优化的完整智能化梯度体系。最低等级智能体仅具备基础数据感知与信息展示能力，无自主分析、决策与操作能力，全程依赖人工运维；二级智能体完善全维度数据采集与长效存储能力，可实现基础异常识别与预警，仅被动响应人工简易指令；三级智能体具备完整的感知、记忆与工况分析能力，可输出标准化运维调控与故障处置建议，严格实行人工审核确认后执行的人机协同运维模式；四级智能体可在限定的设计运行域内实现感知、决策、交互、执行全闭环自主运行，具备完善的风险兜底、异常处置与人工接管机制，仅复杂极端工况需要人工介入；最高等级智能体可适配设施全设计运行域场景，具备自适应策略迭代、跨模块协同优化、长效工况规律挖掘能力，实现常态化无人运维，仅极端超边界、重大风险工况需人工兜底接管，各等级能力边界清晰、梯度合理，完全贴合行业智能化升级的阶梯式发展需求。

3）技术要求

针对五个等级的智能体，本标准结合三类环保设施的运行特性、工艺差异、管控强度与运维需求，制定了精细化、可落地、可验证的专项技术要求。全面规范了各等级智能体的数据采集范围、感知精度、数据存储更新、工况分析逻辑、人机交互模式、操作执行权限、故障异常处置流程、风险兜底策略、运行边界管控等全维度技术指标。重点对高等级智能体作出严格安全合规约束，明确要求必须界定清晰的设计运行范围，搭建完善的模型版本管理、测试验证、授权发布、异常回滚机制，所有自主调控、策略迭代、参数优化操作均不得突破国家法律法规、环保合规标准及设施本体设计运行边界，从技术层面全面规范高等级智能体的安全、合规、稳定运行，为不同场景下智能体的研发设计、系统集成、落地应用与等级验收提供了翔实、统一、权威的技术依据。

2.3 解决的主要问题

当前环保产业数字化智能化转型快速推进，具备 AI 能力的运行管理智能

体大量应用于污水处理、废气、固废等环保设施。，行业实践中存在一系列突出问题：

1）概念认知混乱：环保智能体缺少统一术语定义。，市场对智能体、智能系统、自动化控制系统概念混淆，产品宣传对自主感知、自主决策、自主执行等能力夸大宣传，供需双方对智能化水平理解不一致。

2）缺少统一分级体系：行业没有针对环保设施运行管理智能体的分类分级标准。，不同厂商智能化产品命名、等级划分各自为政，无法横向对比智能体真实能力水平。

3）设施场景不做区分：现有智能化评价体系没有区分设备类、单元类、工厂类不同规模环保设施。，把小型单设备智能体和全厂级智能管控系统套用同一套评判逻辑，适配场景不精准。

4）人机责任边界模糊：部分项目盲目追求“无人值守”，混淆自动化、人机协同、全自主运行边界；忽视风险兜底、人工接管、安全合规约束，弱化运维人员安全监管责任，存在环保超标、安全生产隐患。

5）产品研发选型缺少依据：业主、设计院、集成商在智能体选型、项目招投标、智能化改造验收时缺少统一技术标尺。，市场产品良莠不齐。

针对以上痛点，本标准解决的主要问题如下：

第一，统一行业术语概念。明确环保设施运行管理智能体以及感知、记忆、决策、交互、执行、设计运行范围、风险兜底策略等关键术语；将环保设施划分为设备类、单元类、工厂类三类，建立统一的对象分类框架。

第二，建立 L1-L5 统一分级体系。围绕七大分级要素，给出每一级的明确技术要求，厘清每一级能力跃迁边界。L1 为基础感知辅助，L2 实现数据留存预警，L3 为人机协同辅助决策，L4 限定场景自主闭环运行，L5 全设计运行域自适应迭代。明确 L4、L5 不等于无条件完全无人，超边界工况必须兜底、人工接管。填补国内环保设施 AI 运行智能体分类分级标准空白。

第三，厘清人机协同与安全责任边界。通过固化人机分工规则，明确即使高等级智能体，操作人员仍承担安全监管、权限管理、极端工况接管职责，纠正“智能化等于免除人工责任”的错误认知，守住环保合规与安全生产底线。

第四，规范智能体研发、产品对标、项目选型、方案设计。标准给出可判定的能力条件，为智能体产品研发、招投标选型、智能化改造方案编制、项目验收提供技术参考依据，引导行业从概念炒作转向真实能力比拼，抑制虚标智能化等级现象。

第五，引导行业技术发展方向。标准明确风险兜底、模型版本管理、策略回滚、设计运行域边界等关键约束，引导环保智能体技术向安全可控、分层适配、

人机协同方向迭代，支撑国家“人工智能 +”行动在环保行业落地。

三、主要试验（或验证）情况

1、主要指标确定的依据

见第二章 2.2.4。

2、标准使用或试用情况的验证分析

标准编制组依托各参编单位现有工程资源，选取多类型实际项目开展对标验证工作，验证对象覆盖设备类单机环保设备、单元类独立工艺单元、工厂类全厂环保管控系统三大类环保设施，业务场景包含城镇污水处理、工业废气治理、固废处置设施、污染源在线监测等典型工程。

验证工作主要开展以下内容：

1）设施分类验证：将现场不同规模、不同自动化水平环保设施，对照标准中规定的设施分类原则、类别划分要求开展归类验证，检验设备类、单元类、工厂类三类设施边界划分是否清晰、是否存在交叉漏项，核对设施结构组成、自控运维特点、功能特征与工程实际的匹配度。

2）智能体等级对标验证：选取现场已投用的智能化运维系统，对照标准规定的分级原则、七大分级要素、L1- L5 各级技术要求，同时参考智能体等级与核心能力对应关系开展等级对标测试，检验 L1- L5 各级能力梯度是否合理、能力边界是否可区分，重点核验感知、记忆、决策、交互、执行五大核心能力，以及风险防控、场景匹配两项约束条件在工程场景下的可判定性。

3）人机协同机制验证：结合标准给出的操作人员与智能体角色分工协同内容，对照项目运维岗位职责，校验不同智能体等级下智能体与操作人员的职责边界，验证风险兜底、异常人工接管、权限管控机制是否贴合现场安全运维需求，校核“高等级智能体不等于取消人工监管责任”的约束在工程实践中的可行性。

4）约束条款符合性验证：针对 L4、L5 高等级智能体，重点验证设计运行域划定、异常兜底策略、模型版本管理、操作留痕、策略回滚等安全约束条款，检验相关约束条件是否能够有效规避环保超标、安全生产风险。

经多案例对标检验，本标准提出的环保设施分类逻辑清晰，三类设施边界明确，可覆盖绝大多数环保治理场景；L1- L5 智能体分级梯度递进合理，各项技术要求、能力对应内容能够在工程中进行识别与判定；风险防控、人工接管、权限管控等安全约束契合环保设施达标运行和安全生产的现实需要；人机协同分工规则符合现场运维管理模式，整体文本规则具备可理解性、可落地性，可用于智能体概念统一、产品对标、项目方案选型参考。

现阶段验证案例以参编单位工程项目为主，样本范围存在一定局限。进入征求意见阶段后，将面向全行业征集污水、废气、固废、土壤修复、环境监测等更

多不同地域、不同规模的工程案例，扩大验证样本，广泛收集设备厂商、系统集成商、运营单位、业主单位的反馈意见，进一步优化完善标准条款、配套表格内容。

四、标准中涉及专利的情况

本文件不涉及专利。

五、预期达到的社会效益和对产业发展的作用等情况

在国家大力推进“人工智能 +”行动，加快环保产业数字化、智能化转型背景下，环保设施智能运维市场规模持续增长。大量 AI 智能体产品落地应用于污水、废气、固废处置等环保领域，但行业缺少统一分类分级规范，制约行业高质量发展。本团体标准实施之后预期产生以下社会效益和产业价值：

（一）统一行业认知，填补环保智能体分类分级标准空白

目前国内尚无针对环保设施运行管理智能体的分类分级标准。本标准填补该领域标准空白，统一术语定义、设施分类、智能体 L1-L5 分级框架，消除行业概念混乱，为全行业提供统一沟通语言。

（二）规范市场秩序，支撑项目选型与招投标应用

标准给出可判定的分级能力要求，为业主单位、设计院、系统集成商在智能化项目方案设计、设备选型、招投标、项目验收提供参考标尺，减少概念炒作、虚标智能化等级现象，推动市场由概念竞争转向真实能力竞争，促进环保智能运维市场健康有序发展。

（三）引导技术研发方向，推动环保 AI 智能体安全可控迭代升级

标准明确自主感知记忆决策交互执行能力要求，同时强化风险兜底、人工接管、模型版本管理、安全权限等约束条件，引导智能体研发机构在追求更高自主能力的同时守住环保合规、安全生产底线，推动环保智能体技术向分层适配、安全可控、人机协同方向发展。

（四）厘清人机责任边界，防范环保与安全生产风险

标准通过正文条款和附录明确不同等级智能体下操作人员职责，纠正“智能化等同于无人化”的错误导向。明确高等级智能体仍然需要人员开展监管、权限管理、极端工况接管，有利于防范环保设施超标排放、设备安全事故风险，保障环保设施稳定合规运行。

（五）赋能环保产业数字化转型，助力“人工智能 +”行动落地

本标准适配污水处理、废气、固废、土壤修复、环境监测多类环保设施，能够支撑不同规模环保设施智能化改造工作，推动人工智能技术与环保运维深度融合，助力环保产业数字化转型升级。

（六）带动上下游协同发展

标准的实施将带动 AI 算法企业、环保装备企业、自动化集成商、环保运维服务机构协同发展，促进智能传感器、工业软件、大模型应用、智能运维服务等相关产业链协同创新。

六、与国际和国外对比情况

本文件没有采用国际标准。

本文件制定过程中未查到同类国际、国外标准。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本文件属于中国环保机械行业协会团体标准，归属于环保装备—环保数字化智能化领域标准。

本文件与现行相关法律法规、规章及相关标准无冲突。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议将本标准作为推荐性标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

在中国环保机械行业协会组织协调下，以标准起草组成员为主，成立标准宣贯小组。组织撰写标准宣贯材料，组织标准宣贯培训，争取标准颁布实施后尽快在中国环保机械行业协会会员单位中推广应用。

十一、废止现行相关标准的建议

该标准为首次制定，目前没有因标准发布实施而替代、废止现行有关标准的建议。

十二、其他应予说明的事项

无。

《环保设施运行管理智能体分类分级规范》标准研制项目组

2026 年 9 月