标准制修订编制说明

（征求意见稿）

全国黄金标准化技术委员会归口

文件名称：智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求

文件编号：YS/T ××××—202×

文件类别：行业标准

制定或修订：制定

计划号：2024-0970T-YS

起止时间：2024 年 8 月—2025 年 8 月

牵头单位：紫金矿业集团股份有限公司

一、工作简况

1.1　任务来源及任务分工

2024 年 8 月 28 日，工信部下达“工业和信息化部办公厅关于印发 2024 年第三批行业标准制修订计划的通知”（工信厅科函〔2024〕317 号），立项《智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求》行业标准，计划号：2024-0970T-YS，项目周期 12 个月。技术归口全国黄金标准化技术委员会，牵头单位紫金矿业集团股份有限公司。

计划下达后，全国黄金标准化技术委员会（以下简称“黄金标委会”）组织牵头单位和参与单位成立了《智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求》行业标准项目起草工作组，工作组对项目工作进行计划安排。起草单位、主要起草人及主要工作见表 1。

表 1　任务安排

起草单位	主要起草人	主要工作
紫金矿业集团股份有限公司		负责标准的编写； 负责工作组内工作的协调、与标委会的沟通； 负责调研数据的统计、标准技术指标的拟定。
长春黄金研究院有限公司、矿冶科技集团有限公司、山东招金金银精炼有限公司、山东鑫华技术有限公司、长春黄金设计院有限公司……		负责行业内各企业间的协调； 负责补充完善标准依据、技术要求指标是否合理，参与工作组讨论，提出各自的意见。

1.2　主要工作过程

1.2.1　预阶段（2023 年 1 月—2023 年 5 月）

2023 年初，紫金矿业集团股份有限公司联合行业内生产企业和科研单位启动了黄金行业数字仿真通用技术要求标准研制工作，并根据标准编制计划要求，完成相关企业调研工作，展开国内外相关标准和文献资料的查阅工作，经过对收

全国黄金标准化技术委员会归口

集资料和调研结果的研究分析，初步确定技术路线。至同年 5 月，完成了行业标准草案和立项建议书的编写。

1.2.2　立项阶段（2023 年 6 月—2024 年 8 月）

2023 年 6 月，在黄金标委会于吉林省吉林市组织的标准审查会上，经与会的 64 位委员及委员代表（占委员总数的 100%）投票表决通过，同意向中国黄金协会推荐申报立项工业和信息化部行业标准。2023 年 8 月 14 日，项目工作组向全国黄金标准化技术委员会秘书处提交了黄金行业数字仿真通用技术要求项目建议书和草案。2023 年 8 月 19 日，秘书处组织行业专家在北京召开项目立项研讨会，对项目建议书和草案进行了充分的研讨。

2023 年 9 月 25 日，秘书处通过中国黄金协会，向工信部提交了申报《黄金行业数字仿真通用技术要求》行业标准计划的请示。

2024 年 3 月 27 日，秘书处和项目牵头单位参加了由工信部原材料司组织的项目答辩，专家组审核通过本标准项目，并建议将项目名称修改为《智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求》。

2024 年 7 月 25 日，秘书处和项目牵头单位参加了工信部科技司项目答辩。

2024 年 8 月 28 日，工信部下达项目计划。

1.2.3　起草阶段（2024 年 9 月—2025 年 3 月）

标准项目计划下达后，黄金标委会组织紫金矿业集团股份有限公司牵头成立了《智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求》行业标准项目起草工作组，在预研基础上开展标准起草工作。

2024 年 11 月 12 日黄金标委会组织在湖南省长沙市召开 2024 年全国黄金标准化技术委员会年会暨标准审查会，会上工作组总结了标准起草阶段性工作，进一步研究确定了制定原则和方法，制定了任务计划，以确保制定质量和进度。

a）　查阅资料

“十四五”智能制造发展规划

国家智能制造标准体系建设指南

GB 16423　金属非金属矿山安全规程

GB/T 34167　黄金矿业术语

全国黄金标准化技术委员会秘书处

GB/T 37413　数字化车间　术语和定义

GB/T 41257　数字化车间功能安全要求

GB/T 41260　数字化车间信息安全要求

GB/T 41255　智能工厂通用技术要求

GB/T 22239　信息安全技术　网络安全等级保护基本要求

GB/T 35274　信息安全技术　大数据服务安全能力要求

GB/T 37393　数字化车间　通用技术要求

DZ/T 0376　智能矿山建设规范

有色金属行业智能制造标准体系建设指南

b） 调查研究

本标准预阶段调查研究工作已非常充分，为深入了解黄金行业数字仿真建设现状，切实做好《智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求》行业标准制定工作，2024 年 9 月至 10 月，工作组赶赴紫金矿业集团股份有限公司、内蒙古太平矿业有限公司、中国黄金集团内蒙古矿业有限公司、辽宁新都黄金有限责任公司、招金矿业股份有限公司金翅岭金矿、山东招金金银精炼有限公司、山东国大黄金股份有限公司、山东恒邦冶炼股份有限公司等生产企业现场开展补充调研，对企业采矿车间、选冶车间、精炼车间的黄金行业数字仿真建设现状和存在问题做了详实地调查研究。

c） 标准草案初审

2024 年 11 月 12 日，黄金标委会组织在湖南省长沙市召开 2024 年全国黄金标准化技术委员会年会暨标准审查会。工作组提交了标准草案并对标准制定情况进行汇报，全国黄金标准化技术委员会 77 位委员及委员代表和来自中国黄金协会、中国黄金集团、紫金矿业集团、山东黄金集团、山东招金集团、湖南黄金集团、云南黄金集团、赤峰黄金集团、灵宝金源、山东恒邦冶炼股份有限公司、长春黄金设计院有限公司、长春黄金研究院有限公司等单位的专家代表听取了汇报并发表了意见和建议。参会专家对标准草案的制定原则、适用范围、标准文本格式、相关技术内容进行了讨论和初步审查，审查组一致通过标准草案的初审。会后工作组根据审查意见对标准草案进行了修改完善，形成预审稿。

d） 标准预审

全国黄金标准化技术委员会归口

2025 年 3 月 29 日，黄金标委会在北京组织召开了《智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求》行业标准预审会，来自采矿、选矿、冶金、自动化、网络工程、信息工程等专业的 17 位专家和代表参加了会议。审查组听取了工作组关于标准制定背景、标准起草过程及标准研究等主要内容的说明。审查组本着科学求实、认真负责的原则，对标准预审稿的各项内容进行了逐条逐句地审查和充分、细致地讨论。会后工作组根据审查意见对标准预审稿进行了修改完善。

1.2.4　征求意见阶段（2025 年 4 月—2025 年 5 月）

2025 年 4 月 1 日，工作组提交标准征求意见稿及编制说明，依次经黄金标委会秘书处和初审机构中国黄金协会审核通过后，于 4 月 2 日，由黄金标委会通过其网站、微信工作群、微信公众号、邮件等形式发出《关于征求<智能制造　黄金行业数字仿真　通用技术要求>（征求意见稿）行业标准意见的通知》，向社会广泛征求意见，征求意见时间为 30 天。

二、标准编制的主要原则和内容

2.1　编制原则

本标准化文件严格按照 GB/T 1.1—2020 的规定起草，并通过在标准制定的各阶段不断完善，保证文件的科学性、指导性、规范性以及内容的完整性。制定过程充分考虑最新技术水平和当前市场情况，认真分析所涉及领域的标准化需求，在准确把握标准化对象、文件使用者和文件编制目的的基础上，明确文件的类别和功能类型，选择和确定文件的规范性要素，合理设置和编写文件的层次和要素，准确表达文件的技术内容；规范性要素的选择遵循标准化对象原则、文件使用者原则和目的导向原则；标准的表述遵循一致协调、易用性原则。

2.2　主要内容

黄金行业数字仿真应依托神经网络、人工智能模型等数据驱动的建模方法，利用大数据处理、知识提取等新一代信息技术，对黄金选矿、冶炼生产过程进行模拟，通过对生产中的关键设备、单元流程和全流程进行数字建模和仿真分析，为优化生产工艺、设备提供解决方案，提升生产效率，推动企业数字化生产经营

全国黄金标准化技术委员会归口

目标实现。

本文件编制过程中借鉴了国内外黄金生产数字仿真建设的成功应用案例，结合国内黄金生产数字化化、智能化方面的相关先进经验，将数字仿真技术与黄金行业特点相结合，制定本文件。

本文件由 8 个章节构成。

1．范围：明确了标准要求的内容和适用范围。

规定了黄金行业数字仿真的黄金行业数字仿真的总体框架、基础设施、数据集成、仿真计算和仿真模型等技术要求等内容。

适用于黄金行业的选矿、冶炼相关设备和流程的数字仿真的实施过程。

2. 规范性引用文件：本标准在制定过程中，参考了其他行业以及数字仿真、信息安全、矿山安全等方面国家及行业标准，在本标准中进行了引用，以求做到内容详实、有理有据。

3．术语、定义：对标准中涉及到的重要概念进行解释。

设备仿真（equipment simulation）：通过数字模型对生产设备的运行状态进行虚拟仿真，模拟设备在不同工况下的负荷、转速、温度、压力等参数的变化。

单元流程数字仿真（unit process digital simulation）：对生产工艺中的各单元环节进行数字化建模与仿真，模拟各单元流程的运行状态与工艺参数变化。

全流程数字仿真（whole process digital simulation）：对整个生产流程从原料输入到最终产品输出的所有环节进行数字化建模和仿真，整合各单元流程和设备的数据，实现全流程的优化和协同。

4．总则

本文件主要结合黄金行业生产实践，涵盖了黄金行业数字仿真所需的基础设施、设备建模、单元流程及全流程的数字仿真方向及技术要求，总体框架如图 1 所示。

全国黄金标准化技术委员会归口

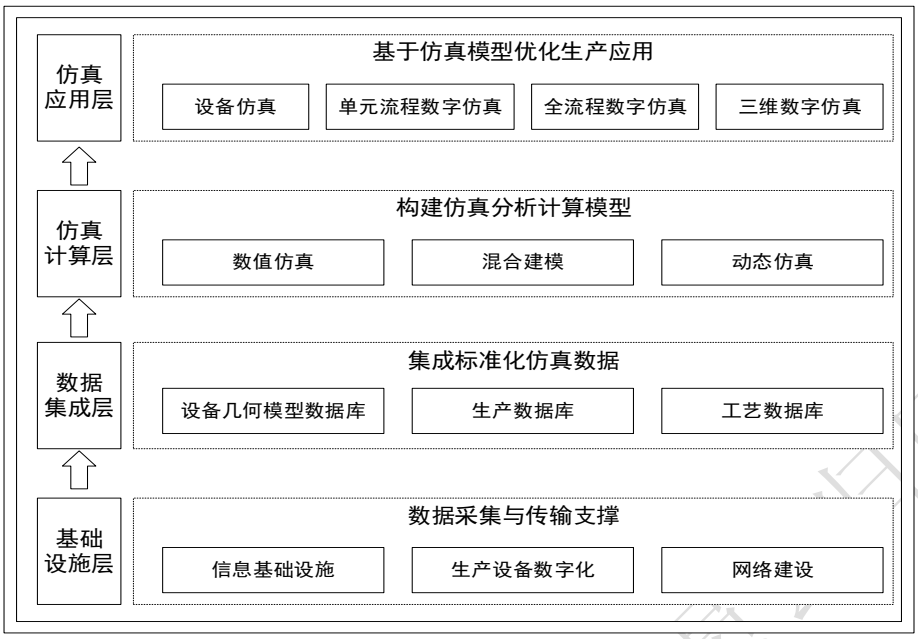

图 1　黄金行业数字化车间体系结构图

5．基础设施

黄金行业信息基础设施应符合黄金行业生产工艺流程的要求，完善工业网络和信息安全建设，实现各工艺流程基础设施的互联互通，确保设备间通讯和数据交互顺畅等提出了基本要求。

6．数据集成

应通过设备和系统的集成，实现生产数据的高效交互与共享，支持生产关键环节的动态监控和优化，建立设备几何模型数据库、生产数据库、工艺数据库。

7．仿真计算

应通过对生产流程中关键设备、工艺环节的模拟与优化，提升生产效率、增强系统灵活性与安全性。应涵盖软测量、故障诊断、流程优化等功能，并支持实时反馈机制和动态调整。

数值仿真：用于模拟生产设备中物料、流体的运动行为和工艺过程，优化生产效率，提升工艺精度与设备性能，为生产过程中的优化决策提供科学依据。

混合建模：结合数值计算方法与数据驱动方法，通过实时运行数据与历史数据的结合，对设备进行优化调整。

动态仿真：通过实时数据监控和仿真分析，动态优化设备和工艺流程，确保生产过程的稳定性与高效性。

全国黄金标准化技术委员会

同时对数值仿真、混合建模、动态仿真提出了具体技术要求。

8．仿真技术要求

应对生产流程精确建模，实现关键设备与工艺流程的动态优化和安全管理。应融合大数据分析、三维建模、冶金机理仿真及实时反馈技术，构建生产全流程的数字仿真体系。

设备仿真应实现关键生产设备的运行状态模拟与性能优化，支持设备全生命周期管理和动态调节。应通过建模，模拟设备在不同工况下负荷、转速、温度、压力、能耗等关键参数的运行状态。应基于设备运行数据进行性能分析与故障诊断，提前识别潜在问题并提供维修建议，避免突发停机或设备性能下降。应支持设备动态参数调整功能，根据实时仿真分析优化设备运行，降低能耗、提高效率。应支持设备健康管理功能，通过监控运行状态和分析运行趋势，提供维护优化建议和使用寿命评估。应涵盖设备能效与环保优化，模拟不同条件下的能效表现并提供节能减排建议。

单元流程数字仿真实现生产工艺关键环节的建模与优化，确保单元流程的高效、稳定运行。应反映单元流程中的生产过程，包括设备运行、物料流动、能量消耗及关键工艺参数的动态变化。应支持多变量的仿真分析，能够模拟流量、浓度、温度等不同条件的变化对生产效率和产品质量的影响。应根据实时数据反馈，动态调整工艺参数，确保工艺的稳定性。应识别单元流程中的瓶颈环节，通过仿真分析提供优化策略和改进建议。应支持单元流程与上下游流程的衔接，确保数据一致性和流程整体优化。

全流程数字仿真对生产全流程建模与分析，实现生产流程整体的高效协同与优化。应构建覆盖选矿、冶炼环节的全流程模型，精确模拟物料流动、设备运行状态、能量消耗和废气、废水排放等环境参数。应具备实时数据反馈机制，能够动态调整仿真模型，根据生产数据优化工艺流程，最大限度提升资源利用效率并降低能耗。应支持金属回收率等关键性能指标的监控与优化，为生产管理提供数据支持和决策依据。应实现多场景仿真分析，模拟原料品位变化、设备负荷波动等不同生产条件的影响，识别风险并制定应对策略。应结合数字孪生技术，与物理生产过程实现实时数据交互，确保仿真模型与实际生产同步。应支持与企业其他系统的集成，实现数据共享和协同优化。

三、主要试验（或验证）情况分析、综述报告

工作组提炼紫金矿业集团股份有限公司、山东黄金集团有限公司生产车间数字仿真建设经验，结合湖北三鑫金铜股份有限公司、河南中原黄金冶炼厂有限责任公司、山东黄金冶炼有限公司、山东黄金矿业（莱州）有限公司三山岛金矿、山东金软科技股份有限公司等国内典型黄金生产企业的现场调研和后期补充调研，以及行业内各大黄金集团公司及其下属黄金工业企业的意见征集汇总，合理编排标准结构，制定全面、切实可行的标准技术内容。

四、标准涉及专利说明

本文件不涉及专利。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

智能制造是落实我国制造强国战略的重要举措，《国家智能制造标准体系建设指南（2021 版）》明确把智能设计列为智能制造标准体系中智能工厂的关键技术，智能设计包含产品设计与仿真、工艺设计与仿真、试验设计与仿真，数字仿真技术已成为推动智能制造的核心基石。

近些年随着数字仿真软件、云平台计算等技术的迅速发展，数字仿真技术在各行各业的应用范围越来越广，黄金行业中开采、选冶、精炼等相关行业都有所涉及，与工业试验相比，数字仿真技术以较低的成本解决了黄金行业科研、设计、生产等方面存在的难题，取得了显著成效。

黄金作为国家重点战略物资，保障其工业生产高效有序关系国计民生。目前我国黄金行业还没有形成成熟的数字仿真标准，在此前提下，不同的仿真工程师对于同一黄金行业涉及的流体、结构、颗粒等仿真问题的分析结果存在一定差异，这时往往需要对整个计算和分析过程进行反复校核，浪费大量人力物力。这一问题极大地限制了数字仿真技术在黄金行业的推广应用和创新发展。

因此形成统一的黄金行业数字仿真技术标准迫在眉睫，尤其在主观性较强的模型建立、网格划分、边界条件处理、计算模型选取等方面亟需形成行业共识，降低仿真工程师由于自身掌握的相关专业知识、软件掌握能力、对产品本身的理

全国黄金标准化技术委员会归口

解程度等差异对仿真结果的影响，为实现仿真过程的科学管理奠定基础。该标准的制定使黄金行业数字仿真技术有章可循，有法可依，可推动数字仿真技术快速发展，助力国家智能制造发展战略。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

本文件在制定过程中对国际、国内标准进行了广泛的查阅，未查到同类国际、国内标准。本文件技术内容科学合理、切实可行，标准的总体技术水平属于国际先进水平。

七、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

本文件规定的内容，符合国家现行的法律法规及相关标准要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

建议本文件在批准发布 6 个月后实施。

本文件发布后，应向黄金行业生产单位进行宣贯，向所有从事行业内相关工作的人员推荐执行本文件。

十、废止现行有关标准的建议

本文件为新制定标准，无废止标准。

十一、其他应予说明的事项

无。

全国黄金标准化技术委员会印