

《智能矿山建设规范》（报批稿） 编制说明

丹东东方测控技术股份有限公司

二〇二一年一月十五日

目 次

一、工作简况.....	1
(一) 任务来源.....	1
(二) 起草单位.....	2
(三) 主要起草人.....	2
(四) 主要工作过程.....	3
二、标准编制原则和确定主要内容的论据.....	8
(一) 标准编制原则.....	8
(二) 标准的主要内容.....	9
(三) 确定主要内容的论据.....	11
三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果.....	11
四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比(或与测试的国外样品、样机的有关数据对比).....	12
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系.....	12
六、分歧意见的处理经过和依据.....	12
(一) 关于智能矿山定义.....	12
(二) 关于是否包括煤矿的问题.....	13
(三) 关于智能矿山的无人化.....	14
(四) 关于矿山智能化等级.....	14
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议.....	15
八、贯彻标准的要求和建议措施.....	15
九、废止现行有关标准的建议.....	16
十、其他应予说明的事项.....	16

《智能矿山建设规范》（报批稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

《智能矿山建设规范》由自然资源部矿产资源保护监督司委托丹东东方测控技术股份有限公司牵头制订。

本标准已经列入《2020年度自然资源标准制修订工作计划》，作为拟申请报批标准计划，标准计划号：202018001，标准名称：《智能矿山建设规范》，标准层级：行标，推荐单位：自然资源部矿产资源保护监督司，本标准本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会归口，所属 TC/SC：SAC/TC93。

随着第四次工业革命（智能化时代）的到来，自动化、数字化、智能化技术在矿山行业得到了越来越普遍的重视。矿山企业按照各自不同的应用目标在智能化建设过程中进行了大量的实践，按照技术应用侧重点可以分为自动化矿山、数字化矿山、智慧矿山、智能矿山等。本标准将对当前智能矿山建设成果进行总结，汇集优秀的解决方案，以矿山行业的根本任务——“资源开发和加工”为核心，提出智能矿山建设的标准化要求。本标准规定了矿山在地质与测量、矿产资源储量、采矿、选矿、资源节约与综合利用、生态环境保护、生产经营管理方面实现智能化的相关要求，用于指导矿山企业“智能矿山”的规划和建设。

本标准拟定时间自 2019 年 4 月至 2020 年 12 月。

本标准适用于金属非金属矿山、煤矿。

（二）起草单位

丹东东方测控技术股份有限公司、中国恩菲工程技术有限公司、北京科技大学、中国地质调查局发展研究中心、安徽海螺水泥股份有限公司、矿冶科技集团有限公司、中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所、中煤科工集团天地科技股份有限公司、宝钢资源有限公司、中钢矿业开发有限公司、西安建筑科技大学、北京东澳达科技有限公司、中关村绿色矿山产业联盟、中国有色金属工业协会、中国自然资源经济研究院、北京理工大学、西部矿业股份有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、江西铜业股份有限公司、甘肃华建新材料股份有限公司、山东黄金集团有限公司

（三）主要起草人

吕涛、樵永锋、朱瑞军、葛启发、李国清、鞠建华、黄学雄、李超岭、侯杰、何申中、王留俊、张元生、程晓峰、丁国峰、张学松、刘文郁、张华、郑洋、连民杰、周文略、顾清华、胡卫星、胡建明、王亮、张楠、段绍甫、王成、乔江晖、李文超、王海丰、郭小先、谢雄辉、于博、张波、何奇、缙乾、赵志杰、张汉阔。

工作分工：

- 1、**牵头组织**（吕涛、葛启发），负责标准框架、总则等总体部分起草，并承担标准起草组织管理工作、标准内容协调管理工作、标准整体综合修订工作等。
- 2、**企业参与起草**（何申中、王留俊、连民杰、周文略、谢雄辉、于博、张波、何奇），负责搜集整理企业需求，提供行业信息，对标准内容

各相关部分进行可行性论证。

- 3、地质与测量部分起草（李超岭、顾清华、胡建明）
- 4、矿产资源储量部分起草（李超岭、胡建明、乔江晖、李文超、侯杰）
- 5、矿产资源开采部分起草（樵永锋、李国清、张学松、刘文郁）
- 6、选矿部分起草（吕涛、张楠、段绍甫、朱瑞军、葛启发）
- 7、资源节约与综合利用部分起草（程晓峰、丁国峰）
- 8、生态环境保护部分起草（王亮、赵志杰）
- 9、智能协同管控部分起草（张元生、张华、郑洋、缙乾、张汉阔）

（四）主要工作过程

1. 标准起草（2019.4——2020.4）

- a) 2019年4月,标准参与起草单位组织课题组对智能矿山以往研究成果和相关标准进行收集整理,并开展标准撰写工作。
- b) 于2019年8月完成标准草案初稿,8月15日由自然资源部矿产资源保护监督司组织部分科研院所、大学对草稿进行评审,征求草案意见。标准编写课题组根据参会专家意见对标准草案进行细化和完善。
- c) 2020年1月3日,由自然资源部矿产资源保护监督司组织行业内企业对修改后的草案进行评审,征求草案意见。标准编写课题组根据参会专家意见对标准草案进行修改和完善。
- d) 2020年2月23日经过行业内广泛征求意见,对草案框架进行了调整。将“地质与测量”从“采矿”章节中提取出来单独作为一章;将“资源节约与综合利用”与“资源储量管理”进行分离,各自成

为单独一个章节；增加了“生态环境保护”章节。并依据新的草案框架对《智能矿山建设规范》进行了修改。

e) 2020年3月23日，由自然资源部矿产资源保护监督司组织评审会议，对草案进行综合评审，并提出了局部调整建议。标准编写课题组根据调整建议对标准草案进行修改，形成标准征求意见稿。

f) 2020年4月2日，由自然资源部矿产资源保护监督司组织评审会议，对《智能矿山建设规范》征求意见稿进行了评审，标准编写组根据评审意见对征求意见稿进行了局部调整。2020年4月10日完成了征求意见稿。

2. 征求意见（2020.4——2020.5）

a) 2020年4月14日，由全国国土资源标准化技术委员会《矿产资源节约集约利用分技术委员会》发文，对《智能矿山建设规范》征求意见稿进行意见征求，共发出征求意见函66份。

b) 2020年5月14日回收函件41份，回收率62.1%，回收意见209条，标准编写组根据评审意见在征求意见稿基础上进行修改完善，形成送审讨论稿，其中对于征求意见，采纳121条，部分采纳53条，未采纳35条。（见意见处理汇总表）

3. 送审稿（2020.5——2020.6）

a) 2020年5月29日由自然资源部矿产资源保护监督司组织丹东东方测控技术股份有限公司、中国恩菲技术有限公司、中国有色金属工业协会、中钢矿业开发有限公司、中国铝业有限公司、中国黄金集团有限公司、北京矿冶科技集团有限公司组织召开了送审讨论稿评

审会议。会议上标准起草单位针对征求意见的情况作了汇报，并对意见采纳情况进行了总结。自然资源部矿保司和评审专家针对重大意见采纳情况进行了讨论，并对送审讨论稿进行了论证和评审，提出了修改意见。标准编写组按照评审意见对标准进行了修改，形成送审稿。主要修改内容如下：

- “术语和定义”章节中，三维可视化定义中删除“矿山企业可用于显示、描述和理解地下及地面的地理现象特征。”
 - “资源储量动态管理”章节中，随勘查和生产数据的变动及时更新要求中，将采矿模型（生产模型）删除。
 - 地下开采“运输”章节修改为“提升运输”
 - “采矿生产辅助”章节修改为“生产辅助”
 - “选矿”章节一般规定中，“选矿厂应根据智能化程度，设置适宜的岗位和人员数量，降低人力成本”删除“降低人力成本”
 - “选别加工”章节中，“矿产品水洗、干燥、整形、级配、浸出、解吸电解、冷却结晶等加工过程应实现生产过程自动化控制。”删除“、浸出、解吸电解、冷却结晶”。
 - “智能管控中心/矿山大数据”章节重新拟定章节题目。
 - 标准中“自动化”、“数字化”、“信息化”按照固定语义，对使用中进行了语义统一，对标准中相关章节进行了统一修改。
- b) 2020年6月15日由自然资源部矿产资源保护监督司与丹东东方测控技术股份有限公司（牵头起草单位）就修改完善以后的送审稿进行了讨论，从矿产资源开发、利用、保护角度对本标准进行了审核。

东方测控组织编写组根据审核意见对标准送审稿进行了完善。

主要完善部分包括：

- 将第 11 章题目“生产经营管理”修改为“智能协同管控”。
- 将第 6 章题目“资源储量”修改为“矿产资源储量”。
- 将术语定义中“大数据”定义修改为“矿山大数据”。
- 删除“尾矿库管理”章节，直接引用《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范 GB51108》。

c) 2020 年 6 月 20 日标准编写组完成《智能矿山建设规范》送审稿。

4. 审查（2020.7——2020.7）

a) 2020 年 7 月 17 日全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会矿产资源利用分技术委员会组织评审会，对《智能矿山建设规范》（送审稿）进行了会议评审，会议通过了评审，要求尽快报批。会议中评审专家提出了 100 条意见，会后标准编写组按照专家意见以《智能矿山建设规范》（送审稿）为基础编制《智能矿山建设规范》（报批稿），其中对于专家意见，采纳 61 条，部分采纳 22 条，未采纳 17 条。

主要完善部分包括：

- 将 6.2 题目“地质资源建模”修改为“矿产资源建模”。
- 在 6.3 矿产资源“储量评价”中增加有关资源量和储量边界的自动圈定的建议性要求。
- 将 6.4 题目“动态管理”修改为“矿产资源储量动态管理”。
- 在 7.1 采矿一般规定中，增加煤矿利用无人驾驶设备或远程遥

控设备，减少生产现场人员数量方面的建议性要求。

- 在 7.3.2 地下开采“回采”章节，增加对采煤工作面中的采煤机、液压支架、刮板输送机、乳化液泵等装备应满足 GB/T 51272 规定的要求。
- 在 8.3 磨矿分级章节，增加有关矿浆品位在线检测与矿石性质分析方面的要求。
- 在 8.4.1 选别章节完善了有关药剂、介质方面的控制要求，增加了视觉识别技术应用方面的要求。
- 在 10 生态环境保护章节中增加 10.6 遗迹保护相关规定。

5. 报批稿（2020.8——2020.11）

- a) 2020 年 8 月 10 日形成《智能矿山建设规范》（报批稿）初稿。
- b) 2020 年 8 月 19 日由自然资源部矿产资源保护监督司组织了《智能矿山建设规范》标准研讨会，参会专家包括李裕伟、邓颂平、李超岭、张树泉、冯涛、胡建明、孙玉建等，讨论了《智能矿山建设规范》（报批稿），并对标准中的“矿产资源储量”章节进行了详细讨论，形成了一致意见。标准编写组按照会议意见对《智能矿山建设规范》（报批稿）进行完善。

主要完善的内容包括：

- 对“6 矿产资源储量”章节进行了深入修改、完善。
 - 修改“10 智能协同管控”章节中的相关要求的叙述方式，与其他章节的叙述方式进行了标准化的统一。
- c) 2020 年 9 月 10 日《智能矿山建设规范》报批稿初稿完成。

- d) 2020年9月22日组织行业内资源管理、采矿方面的专家对《智能矿山建设规范》中“矿产资源储量”章节进行进一步讨论、评审。标准起草组根据评审意见修改“矿产资源储量”章节。
- e) 2020年11月5日《智能矿山建设规范》完成报批稿。

6. 报批（2020.12——2021.1）

- a) 2020年12月1日通过网络走报批流程。
- b) 2021年1月9日收到了TC93秘书处转送的关于智能矿山建设规范的修改建议，标准起草组根据意见内容分别做出了采纳、未采纳、部分采纳的处理，修改了标准的几个用词及条目顺序。
- c) 2021年1月22日通过网络继续提交《智能矿山建设规范》标准信息概览、智能矿山建设规范（报批稿）、《智能矿山建设规范》（报批稿）编制说明、《智能矿山建设规范》征求意见处理汇总表等文件。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）标准编制原则

1. 体现新技术和新理念

智能矿山是将数字化、自动化、智能化等技术与矿山生产经营过程相结合，实现矿山行业智能化生产和管理的综合系统。因此标准应深度契合第四次工业革命的时代特征，体现智能化新技术与新理念在矿山行业的应用。

2. 宏观定位

《智能矿山建设规范》是为矿山智能化规划和建设服务的通则性标准，为矿山智能化方面的各类分项标准提供基础性支持，因此标准中对智能化系统的具体功能和采用的具体技术没有进行细节性描述，智能矿山数据标准、

接口标准、功能标准等可以通过制订分项标准进行规范。

3. 突出内容指导性

本标准规定了地质与测量、矿产资源储量、采矿和选矿生产、资源节约与综合利用、生态环境保护、智能协同管控等矿山智能化建设内容及规范性要求，不涉及功能的具体实现，为企业在矿产资源开发利用过程中实现高水平的信息化建设提供指导。

4. 内容系统全面

本标准涵盖了地下采矿、露天采矿、选矿、矿物加工等不同生产类型，涵盖了金属、非金属矿和煤矿各类矿山类型，作为行业指导，具有内容覆盖全面的特点。

5. 简明实用

本标准的内容简明扼要、避免涉及繁杂的技术描述，系统实用，可操作性强。

6. 体现技术方面的与时俱进

本标准只提出目标与要求、不规定技术实现方式。使企业可以在智能化技术日新月异的发展过程中，选择当前最合理和先进的现代化技术为智能矿山建设服务，因此本标准可以为矿山行业提供持续性指导，不排斥新技术的使用。

（二）标准的主要内容

标准由前言、11个章节章和1个附录、1个参考文献构成：

前言：说明本标准的起草依据、提出单位、归口单位、起草单位和起草人等。

1. 范围：明确了标准的内容范围和适用范围。
 2. 规范性引用文件：阐明了本标准引用的其他标准情况
 3. 术语和定义：对标准中涉及到的重要概念进行集中解释。
 4. 总则：提出了智能矿山的建设目标、理念、范围、等级划分等原则性要求。
 5. 地质与测量：给出实现矿山地质和测量工作智能化应达到的标准。
 6. 矿产资源储量：给出实现矿山资源储量估算评价和资源管理智能化应达到的标准。
 7. 矿产资源开采：从地下采矿和露天采矿两方面分别对开采生产过程及生产辅助过程实现智能化控制、智能化管理提出了标准化的要求。
 8. 选矿：给出了选矿破碎筛分、磨矿分级、选别、精矿处理、尾矿浓缩与输送等各生产环节实现智能化控制、智能化管理应达到的标准。
 9. 资源节约与综合利用：给出实现矿山资源利用跟踪评价、共伴生矿产资源回收、废弃物利用方面实现智能化管控应达到的标准。
 10. 生态环境保护：规定了生态环境监测、恢复治理方面应达到的智能化标准。
 11. 智能协同管控：在智能矿山基础设施、数据采集、数据应用、监控调度与管理、矿山生产经营管理、计算机辅助决策分析、信息发布、系统安全等方面提出了规范性要求。
- 附录 A：（资料性附录） 给出了对矿山智能化建设水平和阶段进行评估的等级列表。
- 参考文献：给出了与本标准具有较强相关性的一些标准。

（三）确定主要内容的论据

功能方面，标准依据采矿、选矿生产工艺方面的众多规范性要求，包括各类基础性国家标准和行业标准。并引用了多个矿山监控系统、信息化、智能化国家标准。

技术方面，标准参照了大量的国家和行业标准，对智能化建设提出了标准化的要求，所参照的标准与规范性文件包括数据中心、监测系统、系统安全、国家智能制造标准体系建设指南、智能矿井、智慧矿山信息系统通用技术规范、有色金属行业智能矿山建设指南等。

同时，智能矿山建设规范吸取了国内外采矿、选矿智能化建设先进企业的成功经验和矿山行业科研院所、专业院校在数字矿山、智慧矿山、智能矿山方面的研究成果，在此基础上，结合国内智能制造、智能工厂方面的相关技术成果，将智能化技术与矿山行业特点相结合，提出了智能矿山建设规范。

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

根据 GB/T 1.1 2009 对标准编写的要求进行了梳理，从目标和基本要求入手，从标准的结构、体系和框架构建进行研究，按照矿产资源开采、加工工序过程提出了具体的要求。

通过调研智能矿山相关的国家标准和行业标准情况，经过分析整理，从标准体系覆盖范围、体系关系、标准的技术高度等宏观层面对本标准进行了体系定位，并确定了适用范围。

在标准制定过程中，采用调研、研讨、统计分析等方法，以成果为支撑，经过反复补充、修改、完善后形成最终文稿。

标准体现了标准化的行业统一性、普遍参考性、创新性和可操作性，对于矿山行业的智能化建设具有重要的指导作用。通过该标准的执行有利于资源节约与综合利用，有利于保护资源环境，有利于矿产勘查开发工作提质增效，有利于提高矿山行业整体科技水平，提升行业竞争力，促进矿业高质量发展。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比（或与测试的国外样品、样机的有关数据对比）

经过前期充分的调研和广泛收集资料，目前尚未发现有类似国际标准。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准与有关的现行法律、法规不相抵触。

本标准相关要求涉及的标准均为推荐性的。

六、分歧意见的处理经过和依据

本次标准修订经过大量调研、研讨，并在行业范围内广泛征求了意见。主要的分歧意见处理经过和依据如下：

（一）关于智能矿山定义

由于智能矿山在行业内一直以来没有一个统一的定义，因此在标准制定过程中关于智能矿山定义有不同认识：

原始定义：在资源管理、采矿设计、计划编制、采矿生产、选矿加工、尾矿处理、采选装备等方面实现数字化规划设计、自动化运行、无人化作业、智能化管理的高效、资源集约型的现代化矿山。

针对此定义专家提出无人化作业不具有普遍性，很多矿山企业在矿山整个生命周期中都不可能实现，经过讨论最终决定在智能矿山定义中不过分强调无人化，也不拒绝人与系统之间结合的智能化形式。

在采选装备方面，一部分专家认为智能化的装备是智能矿山的重要组成部分，必须包括该部分。另一部分专家认为智能化装备是一个具体设备，与智能矿山整体效果要求不在一个逻辑范畴。最终选择将该项要求从定义中删除。

在征求意见阶段，有专家提出应参照已颁布的国家标准定义。经查，在GB/T51339-2018 非煤矿山采矿术语标准中有“智能矿山”定义。由于该定义中的“智能”主要定义为以数字矿山和自动化矿山为基础，利用各种矿山建立物理矿山和其虚拟模型、经济模型的映射关系。其覆盖内容不全面，智能化体现程度不足，因此需要重新定义。

同时在征求意见阶段，也有专家提出在原定义中不适宜出现“智能”字样，不能用“智能”定义“智能矿山”，因此针对该意见。编写组对最终定义做出了修改。最终定义是围绕智能矿山标准的内容提出智能化的约束条件。

最终定义：对矿山地质与测量、矿产资源储量、采矿、选矿、资源节约与综合利用、生态环境保护等生产经营各要素实现数字化、自动化和协同化管控，并且其运行系统具备感知、分析、推理、判断及决策能力的现代化矿山。

（二）关于是否包括煤矿的问题

中国煤炭工业协会与煤炭工业规划设计研究院有限公司提出：由于煤矿在安全方面有较特殊要求，而且煤矿正在做专门针对行业的智能矿山标准，因

此建议本标准范围不要包括煤矿。针对该问题，标准编写组和专家会议讨论，统一了意见。认为：本标准属于基础性标准，规定了基本要求，尤其是关于资源管理、合理利用与生态保护方面提出了矿山行业应该普遍遵循的要求(包括煤矿)，这一点与煤矿分项标准不存在冲突，煤矿特殊性要求可以在分项标准中体现。有鉴于此，本标准将在煤矿方面增加部分内容，进一步完善标准的情况下保持标准适用范围涵盖煤矿。

(三) 关于智能矿山的无人化

智能矿山要求中，很多生产环节要求无人驾驶、无人值守，关于是否是智能矿山就是要达到无人的目标，在征求意见稿讨论会和送审稿讨论会中，参会专家进行了充分讨论。一种观点认为矿山装备越来越大型化，矿山生产条件也较差，因此生产过程无人化应该是未来矿山发展的方向。另一种观点认为智能矿山的智能不应仅仅局限于机器智能，还要考虑人机融合的智能，因此过分强调无人化会使智能矿山建设方向出现偏差。经过专家讨论，最终认为无人化是智能化的结果，在智能矿山标准中不要求全面无人，重要的是提高自动化和智能化控制水平，但是在某些生产场景下通过对无人化的要求，可以促进各类智能化软硬件系统的使用，提高矿山整体的自感知、自调节的水平，不应排斥无人化的要求。

(四) 关于矿山智能化等级

智能化等级有两种分级方案，一种是五级方案，一种是三级方案。

五级方案：

等级 1——智能化基础：企业根据生产经营需要建立通信网络系统、基

础自动化控制系统、信息化管理系统，并得到普遍应用。

等级 2——单一的智能化应用：在基础信息化的条件下，企业建设了一个或多个单独应用的智能化系统，但系统彼此独立，没有进行集成和融合。

等级 3——局部融合的智能化：具有多个智能化系统或应用，并且至少两个以上智能化应用能够融合在一起联合使用，实现局部融合的效果。

等级 4——数据集成的智能化：实现局部融合的智能化，并且实现了从智能化系统采集数据，实现数据集成展现和统计分析的智能化智能管理。

等级 5——完全的智能化：在生产过程中普遍采用智能化技术，所有智能化系统实现联网协作，生产经营数据实现广泛采集，数据通过智能决策系统得到充分利用。

五级方案将基础信息化也作为一个等级，该等级划分与汽车无人驾驶等智能化等级体系相对应，同时便于企业细化建设计划；三级方案将智能矿山等级划分为智能化单项应用、集成应用、综合应用，强调智能化应用的程度，层级划分更明显：经过广泛讨论，最终采用三级方案（见标准稿）。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

该标准属于行业标准，根据标准分类，应作为推荐性标准。

八、贯彻标准的要求和建议措施

本标准是涵盖金属矿、非金属矿、煤矿的智能化建设标准，包括基础设施、资源管理、采矿、选矿、生态环境保护、经营管理、矿山大数据应用与智能决策，具有系统性、全面性和技术指导性。标准规范的内容组织方式与生产工艺流程一致，对于矿山企业使用者来说具有容易理解、容易操作的特

点，对于各类不同的状况的矿山企业具有普遍性的指导意义。为贯彻标准，建议标准发布后，提请主管部门委托起草单位和行业内核心企业组织宣传与培训，推动这项标准的贯彻实施。

九、废止现行有关标准的建议

本标准与现行标准不具有交叉关系，因此不需要废止现行标准。

十、其他应予说明的事项

无。