

矿山开采数字技术应用 职业技能等级标准

标准代码：420001

（2021年2.0版）

北京诺斐释真管理咨询有限公司 制定

2021年12月 发布

目 次

前言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 适用院校专业	3
5 面向职业岗位（群）	4
6 职业技能要求	4
参考文献	12

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：北京诺斐释真管理咨询有限公司、长沙迪迈数码科技股份有限公司、长沙施玛特迈科技有限公司、中南大学、北京科技大学、广西大学、昆明冶金高等专科学校、北京工业职业技术学院、江西冶金职业技术学院、兰州资源环境职业技术学院。

本标准主要起草人：谢承杰、王李管、叶加冕、刘晓明、郝云柱、马月、王育军、刘九青、赵丽霞、李长青、祝丽华、林吉飞、杨璐、齐飞祥、杨新锋、万由、邓磊、陶瑞雪、李雅轩。

声明：本标准的知识产权归属于北京诺斐释真管理咨询有限公司，未经北京诺斐释真管理咨询有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了矿山开采数字技术应用职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于矿山开采数字技术应用职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

DZ / T 0078-1993 固体矿产勘查原始地质编录规定

GB/T 17228-1998 地质矿产勘查测绘术语

JSBZ-09-2 矿山测量专业技术标准

GB 50771-2012 有色金属采矿设计规范

CH / Z 3017-2015 地面三维激光扫描作业技术规程

GB/T 18316-2008 数字测绘成果质量检查与验收

GB/T 34679-2017 智慧矿山信息系统通用技术规范

3 术语和定义

GB/T 17228-1998、DZ / T 0078-1993、JSBZ-09-2、GB 50771-2012、CH / Z 3017-2015、GB/T 18316-2008、GB/T 34679-2017 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 数字矿山 (Digital mine)

是以矿山开采环境、对象、活动及过程为主体，在这些主体相互作用过程中产生的信息数字化基础上，运用软件技术、网络技术、数据库技术、可视化仿真技术、地质统计学理论与最优化方法等理论与技术，对矿山全生命周期业务过程进行信息化处理，实现三维地质模型、资源可视化评价、矿山开采计算机辅助设计、开采方案与采矿设计计算机仿真与优化、测量验收过程全数字化、设计与验收成果数字化存储与传输、开采过程数字化监控监测、计量化验数据的数字化采集与传输。

3.2 地质勘查工程 (Geological exploration engineering)

在地质勘探工作中，用来揭露和追踪地质现象、矿体产状，从地表或地下掘进的各类小断面的坑、井、槽、巷工程。

3.3 地质数据库 (Geological database)

涵盖矿山地质勘探、生产勘探、矿山开采等阶段，包括钻探、坑探、地表槽探等探矿数据以及生产过程中坑道编录和刻槽取样数据。

3.4 地质建模 (Geological modeling)

借助于计算机图形技术、地质学、数据分析、计算科学等技术，将矿床、地层及其结构生成三维网格体，实现矿体的分布、空间形态、构造以及地质属性（如品位、岩性等）的数字化，地质模型是实现储量计算、计算机辅助采矿设计、计划编制、生产管理以及数字开采的基础。

3.5 变异函数 (Variogram)

地质统计学引入变异函数，能够反映一个矿床金属品位等特征量在局部范围和特定方向上地质特征的变化特征（相关性和随机性）。

3.6 矿块模型 (Ore model)

矿块模型由形状规则、大小相同或不同的六面体矿块组成，由模型原点坐标、延伸长度、旋转角度、矿块中心点坐标、基础矿块尺寸、矿块数、矿块所载信息基本要素组成，是矿床模型和品位估值的基本框架，是品位等估值结果的信息载体。

3.7 距离幂反比法 (Inverse distance power method)

是最常用的空间插值方法之一，认为被估块段地质参数与周围取样点的距离有一定的联系，这种联系与待估点和样本点距离的P次方成反比。

3.8 克里格法 (Kriging method)

以矿石品位和矿石储量的精确估计为目的，以矿体参数（变量）值的空间相关为基础，以区域化变量为核心，以变异函数为基本工具的数学地质方法。

3.9 三维激光扫描 (3D laser scanning)

通过高速激光扫描测量的方法，大面积高分辨率地快速获取被测对象表面的三维坐标数据，可以快速、大量的采集空间点位信息，为快速建立物体的三维影像模型提供了一种技术手段。

3.10 点云数据 (Point cloud data)

通过三维扫描仪获取的海量点数据，每个点包含有三维坐标，有些可能含有颜色信息（RGB）或反射强度信息（Intensity）。

3.11 露天开采境界优化（Optimization of Open-pit mining limit）

综合考虑矿山资源状况、开采技术条件、矿产品销售价格、矿石开采及处理成本等多因素，实现露天矿山经济效益最大化的系统工作。

3.12 露天开采配矿（Ore blending scheme for Open-pit mining）

结合露天矿山生产目标和生产技术条件限制进行矿石质量综合的系统工程，按照一定比例将不同品位的矿石进行搭配、混匀，使其满足矿山矿石产品质量要求。

3.13 生产计划编制（Production scheduling）

综合利用地质体模型、工程模型以及矿块模型，通过设定矿石量、品位等关键指标以及在三维可视化环境下定义约束，能够快速生成开采计划方案。

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校：国土资源调查、地质调查与找矿、水文地质与工程地质勘察、钻探工程技术、掘进工程技术、岩土工程勘察与施工、地球物理勘探、地质与测量、采矿技术、矿井建设、矿井通风与安全、矿山机械运行与维修、矿山机电、煤炭综合利用等相关专业。

高等职业学校：国土资源调查与管理、地质调查与矿产普查、矿产地质与勘查、煤田地质与勘查技术、岩矿分析与鉴定、工程地质勘查、水文与工程地质、矿山地质、钻探技术、岩土工程技术、地球物理勘探技术、地质灾害调查与防治、环境地质工程、工程测量技术、测绘工程技术、测绘与地质工程技术、测绘地理信息技术、摄影测量与遥感技术、国土测绘与规划、矿山测量、煤矿开采技术、综合机械化采煤、矿山机电技术、矿井运输与提升、金属与非金属矿开采技术、矿业装备维护技术、矿物加工技术、安全技术与管理、安全生产监测监控等相关专业。

应用型本科学校：测绘工程、地质工程、勘查技术与工程、资源勘查工程、采矿工程、安全工程等相关专业。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：国土资源调查、地质调查与找矿、水文地质与工程地质勘查、钻探技术、掘进技术、岩土工程勘察与施工、地球物理勘探技术、地质与测量、采矿技术、矿井建设技术、矿井通风与安全、矿山机电、煤炭综合利用技术等相关专业。

高等职业学校：国土资源调查与管理、地质调查与矿产普查、矿产地质勘查、煤田地质勘查、岩矿分析与鉴定、工程地质勘查、水文与工程地质、矿山地质、钻探工程技术、岩土工程技术、地球物理勘探技术、地质灾害调查与防治、环境地质工程、城市地质勘查、工程测量技术、测绘工程技术、测绘地理信息技术、摄影测量与遥感技术、国土空间规划与测绘、矿山测量、煤矿智能开采技术、矿山机电与智能装备、矿山智能开采技术、矿物加工技术、安全技术与管理、安全智能监测技术等相关专业。

高等职业教育本科学校：资源勘查工程技术、环境地质工程、导航工程技术、智能采矿技术等相关专业。

应用型本科学校：测绘工程、地质工程、勘查技术与工程、资源勘查工程、采矿工程、安全工程等相关专业。

5 面向职业岗位（群）

【矿山开采数字技术应用】（初级）：企业中根据作业流程的规定，完成根据图纸与三维模型进行现场作业的地质技术员、测量技术员、采矿技术员等。

【矿山开采数字技术应用】（中级）：企业中根据采场回采的要求，完成井巷工程模型的更新与开采三维设计作业，并对采矿现场的施工过程进行监督和管理的相关岗位。

【矿山开采数字技术应用】（高级）：企业中根据业务的需求，完成开采系统划分、资源量估算、开采延伸设计、开采方案优化作业，并对矿山开采设计数字化的全过程进行管理和优化的技术和管理岗位。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

矿山开采数字技术应用职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【矿山开采数字技术应用】（初级）：根据业务要求，完成地质、测量、采矿的图纸与三维模型辨识，并根据图纸进行现场施工。

【矿山开采数字技术应用】（中级）：根据采场回采的要求，利用三维矿业软件完成井巷工程模型的更新与开采设计工作，并对采矿现场的施工过程进行监督和管理。

【矿山开采数字技术应用】（高级）：根据业务的需求，完成开采系统划分、资源量估算、开采延伸设计、开采方案优化工作，并对矿山开采设计数字化的全过程进行管理。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 矿山开采数字技术应用职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 矿山开采认知	1.1 矿山地质认知	1.1.1 能掌握矿山地质基本术语及定义 1.1.2 能掌握地质编录的基本流程 1.1.3 能掌握地质勘查工程数字化含义 1.1.4 能掌握地质钻孔数据含义
	1.2 矿山测量认知	1.2.1 能掌握矿山测量基本术语及定义 1.2.2 能掌握矿山露天矿测量内容 1.2.3 能掌握矿山地下矿测量内容 1.2.3 理解矿山测量成果并应用开采
	1.3 露天开采认知	1.3.1 能掌握露天开采基本术语及定义 1.3.2 能识别露天开采相关建设工程 1.3.3 能掌握露天开采基本工艺流程 1.3.4 能理解露天开采设计的内容
	1.4 地下开采认知	1.4.1 能掌握地下开采基本术语及定义 1.4.2 能识别地下开采相关建设工程 1.4.3 能掌握地下矿山八大系统基本作用及构成 1.4.4 能理解地下开采典型采矿方法内容
2. 矿山图纸辨识	2.1 地质图纸辨识	2.1.1 能掌握地质专业的常用图示、图例 2.1.2 能识别地质图幅整体地区概念 2.1.3 能了解图与实地的方位对应 2.1.4 能了解岩层的分布及产状 2.1.5 能分析矿体的分布、形状、产状要素、规模及顶底板围岩特点
	2.2 测量图纸辨识	2.2.1 能掌握测量专业的常用图示、图例 2.2.2 能识别测量图幅整体地区概念 2.2.3 能了解测量对象的位置，识别测量对象的方位

		2.2.4 能根据测量图纸信息估算测量对象的体大小
	2.3 采矿图纸辨识	2.3.1 能掌握采矿设计的常用图示、图例 2.3.2 能识别采矿图幅整体地区概念 2.3.3 能理解设计工程对象的方位及形态 2.3.4 能对照图例了解设计对象的参数及属性 2.3.5 能根据设计图纸进行现场施工
3.三维模型辨识	3.1 地质模型辨识	3.1.1 能辨识地表模型 3.1.2 能辨识矿体模型 3.1.3 能辨识构造模型 3.1.4 能辨识岩层模型 3.1.5 能辨识品位估值模型
	3.2 工程模型辨识	3.2.1 能辨识井筒工程模型 3.2.2 能辨识平巷工程模型 3.2.3 能辨识斜坡道工程模型 3.2.4 能辨识硐室工程模型 3.2.5 能辨识验收测量工程模型
	3.3 采矿模型辨识	3.3.1 能辨识开拓系统模型 3.3.2 能辨识采切系统模型 3.3.3 能辨识采场、空区模型 3.3.4 能辨识爆破设计工程模型

表 2 矿山开采数字技术应用职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.三维地质建模	1.1 地质数据库创建	1.1.1 能规范检查原始地质数据，确保输入数据的有效性 1.1.2 能建立钻孔、坑槽、井探等地质数据库 1.1.3 能掌握按样品长度或台阶高度两种样品组合方式录入建模数据 1.1.4 能掌握区域化变量的分布规律
	1.2 地质模型构建	1.2.1 能进行地质解译 1.2.2 能进行地质构造建模 1.2.3 能进行岩层建模 1.2.4 能进行矿床建模
	1.3 地质工程设计	1.3.1 能设计坑探工程 1.3.2 能设计钻探工程 1.3.3 能计算地质工程工程量 1.3.4 能进行地质工程设计出图

2. 矿山测量数字化	2.1 测量设备使用	<p>2.1.1 能熟练掌握全站仪所有测量功能及其使用方法</p> <p>2.1.2 能使用三维激光扫描仪测量采空区</p> <p>2.1.3 能使用 RTK 进行露天测量</p> <p>2.1.4 能掌握维护和校准测量设备的规定</p>
	2.2 测量数据处理	<p>2.2.1 能转换全站仪的测量文件成为数据坐标文件</p> <p>2.2.2 能处理激光点云的去噪、坐标转换、拼接</p> <p>2.2.3 能使用 RTK 的固定站与移动站数据解算得到测点坐标文件</p> <p>2.2.4 能处理二维图件数据</p>
	2.3 实测数据建模	<p>2.3.1 能建立实测数据地表地形模型</p> <p>2.3.2 能建立实测数据井巷工程模型</p> <p>2.3.3 能建立实测数据采场空区模型</p> <p>2.3.4 能建立实测数据采剥工作面模型</p>
3. 开采系统建模	3.1 井筒工程建模	<p>3.1.1 能建立井筒三维模型</p> <p>3.1.2 能修改与更新井筒模型</p> <p>3.1.3 能布尔运算井筒工程模型</p> <p>3.1.4 能导出井筒工程模型为不同文件格式</p>
	3.2 巷道工程建模	<p>3.2.1 能建立巷道三维模型</p> <p>3.2.2 能修改与更新巷道模型</p> <p>3.2.3 能布尔运算巷道工程模型</p> <p>3.2.4 能导出巷道工程模型为不同文件格式</p>
	3.3 斜坡道建模	<p>3.3.1 能建立斜坡道三维模型</p> <p>3.3.2 能修改与更新斜坡道模型</p> <p>3.3.3 能布尔运算斜坡道工程模型</p> <p>3.3.4 能导出斜坡道工程模型为不同文件格式</p>
4. 地下矿开采三维设计	4.1 开拓设计	<p>4.1.1 能选择相应的开拓方法</p> <p>4.1.2 能确定主要开拓巷道位置</p> <p>4.1.3 能圈定保安矿柱</p> <p>4.1.4 能设计简单的开拓系统</p>
	4.2 采准设计	<p>4.2.1 能确定主要采准巷道的布置方式</p> <p>4.2.1 能设计采准系统</p> <p>4.2.3 能计算采准工程量</p> <p>4.2.4 能输入采准设计图</p>
	4.3 切割设计	<p>4.3.1 能设计切割天井断面参数及位置</p> <p>4.3.2 能设计切割平巷的断面参数及位置</p> <p>4.3.3 能设计拉底巷道的断面参数及位置</p> <p>4.3.4 能设计底部出矿结构</p>
	4.4 爆破设计	<p>4.4.1 能创建爆破数据库</p> <p>4.4.2 能设计垂直中深孔</p>

		<p>4.4.3 能设计大直径深孔</p> <p>4.4.4 能掌握不同爆破方式对应的装药结构</p> <p>4.4.5 能制定爆破方案</p>
	4.5 工程出图	<p>4.5.1 能设计自定义图纸布局、选择合理的图例及标注格式</p> <p>4.5.2 能绘制剖面图或折线剖面图</p> <p>4.5.3 能绘制平面图</p> <p>4.5.4 能输出.dwg、.dxf、.jpg 等不同格式的文件</p>
5.露天矿开采三维设计	5.1 道路设计	<p>5.1.1 能掌握露天道路的基本布置方式</p> <p>5.1.2 能设计道路中心线</p> <p>5.1.3 能设计道路边坡</p> <p>5.1.4 能计算道路填挖方量</p> <p>5.1.5 能绘制道路设计图</p>
	5.2 短期计划编制	<p>5.2.1 能推断短期生产任务</p> <p>5.2.2 能确定采掘带位置</p> <p>5.2.3 能根据计划任务量确定采掘带大小</p> <p>5.2.4 能设计掘沟</p> <p>5.2.5 能输出生产计划执行动画</p>
	5.3 排土场设计	<p>5.3.1 能规划设计排土场位置</p> <p>5.3.2 能计算排土场容量</p> <p>5.3.3 能设计排土场关键参数</p> <p>5.3.4 能制定矿山生产进度的排土方案</p>
	5.4 爆破设计	<p>5.4.1 能创建爆破数据库</p> <p>5.4.2 能设计单孔和多孔</p> <p>5.4.3 能设计装药结构</p> <p>5.4.4 能设计起爆网络</p> <p>5.4.5 能制定不同爆破效果的爆破方案</p>

表 3 矿山开采数字技术应用职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.地质模型更新与储量计算	1.1 地质模型更新	<p>1.1.1 能更新钻孔数据库</p> <p>1.1.2 能更新矿体模型</p> <p>1.1.3 能进行模型间的布尔运算</p> <p>1.1.4 能更新地质品位模型</p>
	1.2 矿块模型构建	<p>1.2.1 能创建矿块模型</p> <p>1.2.2 能创建搜索椭球体</p> <p>1.2.3 能掌握变异函数及结构分析</p> <p>1.2.4 能掌握距离幂次反比法估值</p> <p>1.2.5 能掌握克里格法估值</p> <p>1.2.6 能掌握变量和常量赋值</p>

	1.3 资源储量计算	<p>1.3.1 能掌握块段法计算资源储量</p> <p>1.3.2 能掌握实体法计算资源储量</p> <p>1.3.3 能统计分析资源储量</p> <p>1.3.4 能输出品位-吨位图</p>
2.三维测量应用	2.1 测量设备使用	<p>2.1.1 能使用三维激光扫描仪测量溜井</p> <p>2.1.2 能使用三维激光扫描仪测量巷道</p> <p>2.1.3 能使用三维激光扫描仪测量矿堆</p> <p>2.1.4 能使用三维激光扫描仪测量空区</p>
	2.2 测量数据处理	<p>2.2.1 能导入原始测量点云数据</p> <p>2.2.2 能过滤、拼接处理点云数据</p> <p>2.2.3 能融合处理扫描仪定位数据与激光点云数据</p> <p>2.2.4 能融合处理无人机 POS 数据与影像数据</p>
	2.3 实测数据建模	<p>2.3.1 能构建溜井实测模型并对挖掘分析</p> <p>2.3.2 能构建地下矿中段巷道实测模型</p> <p>2.3.3 能构建矿堆实测模型并计算体积</p> <p>2.3.4 能构建实测采场、空区模型</p>
3.开采系统建模	3.1 分段/分层划分	<p>3.1.1 能掌握三维设计软件应用操作</p> <p>3.1.2 能优化设计分段/分层参数</p> <p>3.1.3 能根据分段/分层高度及范围在矿体地质模型中划分出分段/分层区域模型</p> <p>3.1.4 能统计分析分段/分层区域模型资源量</p>
	3.2 采场划分	<p>3.2.1 能掌握三维设计软件应用操作</p> <p>3.2.2 能优化设计采场结构参数</p> <p>3.2.3 能根据采场设计参数划分采场模型</p> <p>3.2.4 能优化设计开采区域</p> <p>3.2.5 能统计分析采场资源量</p>
	3.3 指标计算	<p>3.3.1 能计算开采系统体积</p> <p>3.3.2 能统计分析开采系统模型资源量</p> <p>3.3.3 能统计分析开采系统模型资源品位分布情况</p> <p>3.3.4 能评价开采系统指标</p>
4.矿山开采三维优化设计	4.1 开拓系统优化	<p>4.1.1 能掌握矿山常见开拓系统的特点及其适用范围</p> <p>4.1.2 能评价不同开拓系统经济技术</p> <p>4.1.3 能评判不同开拓系统的优缺点</p> <p>4.1.4 能提出合理的开拓系统优化方案</p> <p>4.1.5 能对不同的开拓系统设计方案进行经济技术指标对比</p>
	4.2 采矿方案优化	<p>4.2.1 能掌握矿山典型的采矿方法特点及其适用范围</p> <p>4.2.2 能评价不同采矿方法经济技术指标</p> <p>4.2.3 能评判不同采矿方法的优缺点</p>

		<p>4.2.4 能提出合理的采矿方法优化方案</p> <p>4.2.5 能对不同的采矿设计方案进行经济技术指标对比</p>
	4.3 爆破方案优化	<p>4.3.1 能掌握常规爆破方法的适用范围及爆破效果</p> <p>4.3.2 能制定不同采矿方法及开采条件，制定对应的爆破方案</p> <p>4.3.3 能评价不同爆破方案的经济技术指标</p> <p>4.3.4 能模拟爆破网络起爆顺序</p> <p>4.3.5 能模拟不同爆破设计方案爆破效果</p> <p>4.3.6 能优化起爆网络</p>
5. 露天矿开采三维优化设计	5.1 露天开采境界优化	<p>5.1.1 能建立价值模型</p> <p>5.1.2 能计算价值块的净价值（利润）</p> <p>5.1.3 能设计露天开采最终边坡角度</p> <p>5.1.4 能建立各种特殊开采约束条件</p> <p>5.1.5 能够输出境界优化结果</p>
	5.2 生产计划编制	<p>5.2.1 能编制矿山长期生产计划</p> <p>5.2.2 能编制矿山中期生产计划</p> <p>5.2.3 能优化矿山短期生产计划</p> <p>5.2.4 能输出生产计划编制动画</p>
	5.3 爆破方案优化	<p>5.3.1 能掌握露天矿常规爆破方法的适用范围及爆破效果</p> <p>5.3.2 能根据露天矿开采条件制定对应的爆破方案</p> <p>5.3.3 能评价不同爆破方案经济技术指标</p> <p>5.3.4 能模拟爆破网络起爆顺序</p> <p>5.3.5 能模拟不同爆破设计方案爆破效果</p> <p>5.3.6 能优化起爆网络</p>
	5.4 露天配矿	<p>5.4.1 能掌握配矿相关参数</p> <p>5.4.2 能对岩芯或岩粉数据进行取样赋值</p> <p>5.4.3 能对岩芯或岩粉化验数据进行筛选及去重</p> <p>5.4.4 能根据生产要求对爆堆进行网格划分并估值</p> <p>5.4.5 能对不同爆堆网格进行配矿组合</p> <p>5.4.6 能制定详细的配矿方案</p>

参考文献

- [1] ISBN 978-7-50-24688-11 矿山地质
- [2] DZ/T 0078-1993 固体矿产勘查原始地质编录规定
- [3] ISBN 978-7-81-10598-30 数字矿山技术
- [4] DIMINE软件用户手册
- [5] GB50026-2007 工程测量规范
- [6] JSBZ-09-2 矿山测量专业技术标准
- [7] GB16423-2006 金属非金属矿山安全规程
- [8] ISBN 978-7-12-11893-02 三维激光扫描数据处理理论及应用
- [9] CH / Z 3017-2015 地面三维激光扫描作业技术规程
- [10] CH/T 3006—2011 数字航空摄影测量控制测量规范
- [11] GB/T 18316—2008 数字测绘成果质量检查与验收
- [12] GB 50830-2013 冶金矿山采矿设计规范
- [13] GB 50771-2012 有色金属采矿设计规范
- [14] ISBN 978-7-5487-3618-9 智慧矿山技术
- [15] 教育部关于印发《职业教育专业目录(2021年)》的通知(教职成(2021)2号)
- [16] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2020〕2号)
- [17] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2021〕1号)