**ICS** 35.240.50



**CCS H** 04

中华人民共和国黄金行业标准

**YS/T** XXXX—202X

黄金行业数字化车间 通用要求

**Digital factory of gold industry—General requirements**

（征求意见稿）

202×-××-××发布 202×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部发 布

目 次

[前言 III](#_Toc135981244)

[1 范围 1](#_Toc135981245)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc135981246)

[3 术语和定义 1](#_Toc135981247)

[4 缩略语 1](#_Toc135981248)

[5 数字化车间体系结构 1](#_Toc135981249)

[6 基本要求 3](#_Toc135981250)

[6.1 数字化要求 3](#_Toc135981251)

[6.2 网络要求 4](#_Toc135981252)

[6.3 系统要求 4](#_Toc135981253)

[6.4 集成要求 4](#_Toc135981254)

[6.5 安全要求 4](#_Toc135981255)

[7 生产资源数字化要求 4](#_Toc135981256)

[8 设备设施数字化要求 4](#_Toc135981257)

[8.1 生产设备数字化 4](#_Toc135981258)

[8.2 信息基础设施数字化 5](#_Toc135981259)

[9 信息交互要求 5](#_Toc135981260)

[9.1 数据采集与处理 5](#_Toc135981261)

[9.2 数据传输 5](#_Toc135981262)

[9.3 数据存储 5](#_Toc135981263)

[9.4 数据服务与安全 5](#_Toc135981264)

[9.5 数据字典 5](#_Toc135981265)

[10 生产运行管理数字化要求 6](#_Toc135981266)

[10.1 计划与调度 6](#_Toc135981267)

[10.2 生产组织 7](#_Toc135981270)

[10.3 资源管理 7](#_Toc135981271)

[10.4 设备管理 8](#_Toc135981272)

[10.5 质量管理 9](#_Toc135981275)

[10.6 安环管理 10](#_Toc135981276)

[10.7 能效管理 11](#_Toc135981277)

[10.8 生产分析 12](#_Toc135981278)

前 言

本文件按照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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国黄金协会提出。

本文件由全国黄金标准化技术委员会（SAC/TC 379）归口。

本文件起草单位：西藏华泰龙矿业开发有限公司、……

本文件主要起草人：童军虎、傅渊慧、陈国良、盖金亭、许新启、高欣竺、范冲、祝代伟、任雄飞、刘浪、腾越、贾留建、索朗多吉、……

黄金行业数字化车间 通用要求

1 范围

本文件规定了黄金行业数字化车间的体系结构、基本要求、生产资源数字化要求、设备设施数字化要求、信息交互要求和生产运行管理数字化要求等内容。

本文件适用于黄金行业数字化车间的规划、建设（新建或改建）、运营和管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 16423 金属非金属矿山安全规程

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—2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 37413 数字化车间 术语和定义

3 术语和定义

GB/T 37413界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化车间 **digital factory**

〈黄金〉以黄金生产所要求的工艺和设备为基础，以信息技术、自动化、测控技术等为手段，用数据连接采矿车间、选冶车间、精炼车间的不同生产单元，对黄金生产过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

[GB/T 37413—2019，2.1，有修改]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS：分布式控制系统（Distributed Control System）

FCS：现场总线控制系统（Fieldbus Control System）

HMI：人机接口（Human Machine Interface）

MES：生产执行系统（Manufacturing Execution System）

MTBF：平均故障间隔时间（Mean Time Between Failure）

MTBR：平均修复时间（Mean Time Between Repairs）

OEE：设备综合效率（Overall Equipment Effectiveness）

OLE：对象连接与嵌入（Object Linking and Embedding）

OPC：用于过程控制的OLE（OLE for Process Control）

OPC UA：OPC统一架构（OPC Unified Architecture）

PLC：可编程序控制器（Programmable Logic Controller）

SCADA：监控与数据采集（Supervisory Control And Data Acquisition）

5 数字化车间体系结构

5.1 黄金行业数字化车间涵盖黄金生产过程，分为基础层和执行层，其体系结构见图1。在数字化车间之外，还有企业的管理层，管理层不在本文件范围内。



注：虚线框中是管理层，不在数字化车间范围内。

图1 黄金行业数字化车间体系结构图

5.2 数字化车间的基础层包括黄金采矿、选冶、精炼生产所必需的各种生产资源及设备设施。生产资源是生产用到的含金原料、载能工质、耗材和能源等，参与生产过程并通过数字化模型或数字化标识与管理系统进行信息交互；设备设施包括黄金生产设备和信息基础设施，承担执行采矿、选冶、精炼任务，采用数字化设备设施，可自动进行信息的采集或指令执行。

5.3 数字化车间的执行层主要包括车间计划与调度、生产组织、资源管理、设备管理、质量管理、安环管理、能效管理、生产分析8个功能模块，对生产过程中的相关资源、生产活动进行管理，实现车间生产过程的数字化。

5.4 数字化车间的信息交互包括车间内部的基础层和执行层之间、执行层与车间外部的管理层之间的数据共享、应用集成，实现集中控制、统一管理。

5.5 黄金行业数字化车间各功能模块之间主要数据流如下（见图2）。

a） 计划与调度。本模块接收管理层下达的生产任务，依据生产任务、生产工艺路线和可用资源,制定作业计划，下发到生产现场。

b） 生产组织。本模块接收作业计划，指导现场人员、设备等按照工艺要求开展生产，并采集生产执行反馈信息给计划与调度。若生产过程出现异常情况，不能按计划完成，应及时通过系统调度各方资源满足生产需求。

c） 资源管理。本模块接收资源需求信息，将生产原料和能源由仓库或能源管理单位及时配送到指定位置，生产完成后将产品入库，实现生产资源的计量、管理、追踪及防错。

d） 设备管理。本模块根据接收的生产指令，负责设备状态监测、设备运行数据采集、设备状态可视化、设备状态异常预警、设备维修维护，保证生产正常运行。

e） 质量管理。本模块根据生产质控计划与质量要求实现质量数据采集、分析及质量控制反馈，确保生产过程质量受控。

f） 安环管理。本模块负责安全和环境监控、检测和分析，针对安环异常状态发送控制指令并接收反馈，确保生产过程安全、环保可控。

g） 能效管理。本模块负责采集、统计和分析用能设备能耗信息，提出节能管理方案，实现能源资源的优化管理。

h） 生产分析。本模块汇总统计资源管理、设备管理、质量管理、安环管理和能效管理信息，分析总体生产运行状态，反馈结果至计划与调度，并形成报告反馈到更高一层企业决策管理。



注：虚线框中是管理层，不在数字化车间范围内。

图2 黄金行业数字化车间数据流示意图

6 基本要求

6.1 数字化要求

黄金行业数字化车间的生产资源、设备设施和生产运行管理应数字化。数字化要求主要包括如下方面：

a） 生产资源数字化：生产资源数字化应符合本文件第7章的要求；

b） 生产设备数字化：采矿车间、选冶车间、精炼车间数字化设备的比率应分别不低于70%、75%、85%，具体要求应符合本文件第8章的要求；

c） 生产数据采集自动化：生产数据可通过数字化车间信息系统自动采集，数据采集率不低于90%；

d） 生产现场可视化：应通过车间通讯与监测系统，实现生产管理过程的可视化；

e） 生产运行管理数字化：生产运行管理数字化应符合本文件第10章的要求。

6.2 网络要求

数字化车间应建设互联互通网络，可实现生产资源、设备设施与管理系统之间的信息交互。

6.3 系统要求

数字化车间应建有生产运行管理的MES，具备支撑生产执行和管理的功能。

6.4 集成要求

应符合GB/T 37393—2019，6.4的要求。

6.5 安全要求

数字化车间应开展危险分析和风险评估，提出车间安全控制和数字化管理方案，并实施数字化生产安全管控。

7 生产资源数字化要求

7.1 采矿车间应建立地质资源数据库，地质资源数据应包括基本岩性信息、矿体特征、矿石类型和品位分析等数据。

7.2 选冶/精炼车间的金矿石、金精矿、粗金等含金原料及中间产品应具备品位值、性质特性等属性标识，满足生产资源的可识别性。

7.3 采矿/选冶/精炼车间的辅料、能源等生产资源应具备编号、参数及使用对象等属性定义，满足生产资源的可识别性。

7.4 生产资源的属性定义应采用自动或半自动方式进行读取，并上传至执行层。

8 设备设施数字化要求

8.1 生产设备数字化

8.1.1 生产设备包括数字化采矿、选冶、精炼设备和辅助设备：

a） 采矿车间设备主要包括凿岩、爆破、支护、运输、通风、排水和充填等采矿生产过程中使用到的数字化设备；

b） 选冶车间设备主要包括碎矿、磨矿分级、浮选、脱水、预处理、冶炼和尾矿输送、无害化处置等选冶生产过程中使用到的数字化设备；

c） 精炼车间设备主要包括粗金熔炼、电解/萃取/还原、铸锭等精炼生产过程中使用到的数字化设备；

d） 辅助设备主要包括供电、供水、通信、检测、机修和信息终端等生产过程中使用到的数字化设备。

8.1.2 生产设备要求：

a） 应具备完善的档案信息，包括编号、规格及参数等的数字化描述；

b） 应具备网络通信及HMI，能与其他数字化设备及上层控制系统通过工业网络进行信息互通，实现对生产工艺参数、设备运行参数、故障信息等的数据采集、定义、检验和反馈；

c） 应通过工业网络实现信息终端与执行层各功能服务的数据交互，信息终端应具有权限管理功
能，实现作业人员身份验证管理；

d） 信息终端宜具备生产画面与数据显示、生产数据录入、生产操作规程查询等功能；

e） 应实现数字化生产设备的远程启停、安全联锁、信息在线采集等功能；

f） 宜实现数字化生产设备的远程遥控控制与无人值守等功能。

8.2 信息基础设施数字化

8.2.1 信息基础设施是数字化车间中信息采集、传输和存储的设备与设施，应满足不同类型的机器设备以及现场装置通过工业网络进行连接，并通过网络设备（包括交换机、路由器、防火墙等）实现与执行层各功能模块进行数据的交互和处理。

8.2.2 信息基础设施要求：

a） 应建设覆盖整个黄金采矿、选冶、精炼车间范围的工业网络；

b） 网络通信应满足执行层各功能模块之间、执行层与管理层之间的数据交互要求；

c） 应将现场生产设备、低压电气设备、仪器仪表集成至车间PLC/DCS/FCS/SCADA等系统，并上传至车间MES。

9 信息交互要求

9.1 数据采集与处理

数据采集与处理要求：

a） 应支持传感器数据、前置机数据、设备运行数据的采集；

b） 应根据黄金生产不同工序的具体特点和要求，对采集的数据进行数据清洗，提供解决数据缺失处理方法、重复数据检测消除方法、错误数据检测解决方法等；

c） 应针对清洗后的一致性数据进行数据转换，将不同工序数据对照数据字典进行转换，并按照不同数据粒度进行数据聚合等。

9.2 数据传输

数据传输要求：

a） 应实现车间生产工序之间数据的互联互通，支持多种数据服务、通讯协议和接口，如OPC UA
等；

b） 应采用合理的传输方式和网络通信技术，实现数字化车间的数据传输。

9.3 数据存储

数据存储要求：

a） 应实现结构化数据和非结构化数据的存储；

b） 应采用关系型数据库方式存储结构化数据；

c） 应采用空间数据库或文件方式存储非结构化数据；

d） 宜采用实时数据库和历史数据库相结合的存储方式。

注：结构化数据包括生产计划与调度数据、设备运行数据、生产台账数据等，非结构化数据包括可视化模型数据、视频监控数据等。

9.4 数据服务与安全

数据服务与安全要求：

a） 应建设数字化生产集中管控平台，实现生产管理、监测监控等各类子系统的集中管控和信息联动；

b） 应确定数据的隐私保护策略；

c） 应提供安全的加密技术对数据进行传输与存储；

d） 应建立数据备份机制与数据访问安全机制，满足GB/T 35274、GB/T 22239等信息安全相应标准。

9.5 数据字典

数据字典要求。

a） 应包括车间生产过程中需要交互的全部数据。

b） 应根据黄金生产特点，将数据分类为生产资源数据、设备设施数据、生产运行数据。生产资源数据包括地质数据、测量数据、资源储量模型数据、物料和能源管理数据等；设备设施数据包括设备分类和属性数据、设备模型数据、设备运行状态数据、信息基础设施数据等；生产运行数据包括凿岩、爆破、支护、运输、通风、排水和充填等采矿工序数据，碎矿、磨矿分级、浮选、脱水、预处理、冶炼和尾矿输送、无害化处置等选冶工序数据，粗金熔炼、电解/萃取/还原、铸锭等精炼工序数据。

c） 应描述各类数据基本信息，如数据名称、来源、语义、结构、数据类型等。

10 生产运行管理数字化要求

10.1 计划与调度

10.1.1 计划与调度包括生产计划、生产调度和生产跟踪。生产计划接收管理层下达的生产任务，根据车间可用资源和生产工艺，制定作业计划；生产调度下达资源、设备调度指令；生产跟踪接收生产分析数据并反馈至管理层。信息集成模型见图3。



注：虚线框中是计划与调度的功能。

图3 计划与调度信息集成模型

10.1.2 生产计划要求：

a） 应根据生产任务、生产工艺路线和车间可用资源，生成采矿生产计划、选冶生产计划、精炼生产计划；

b） 采矿生产计划包括落矿出矿计划、设备材料使用计划、安措工程计划和人员工作计划等；

c） 选冶/精炼生产计划包括处理量/产量计划、设备材料使用计划、选冶/精炼回收指标计划、金属平衡计划和人员工作计划等；

d） 若异常事件导致无法通过调度满足生产计划要求，应调整生产计划。

10.1.3 生产调度要求：

a） 应能实时获取生产进度、各生产要素运行状态以及生产现场各种异常信息；

b） 应具备快速反应能力，可及时处理生产组织中无法预知的各种情况，保证生产作业安全、有
序、按计划完成；

c） 宜通过设备数字化面板、中控中心看板等获取各种生产过程实时数据信息。

10.1.4 异常情况处理要求：

a） 发生生产计划变更时，应采取相应措施满足计划要求；

b） 生产过程中发生故障停车、安全事故、自然灾害等异常情况，应采取预设方案或相应措施进行生产调度，保证生产正常进行。

10.2 生产组织

10.2.1 生产组织包括生产执行和数据采集。生产执行接收计划与调度指令，调动生产资源和设备组织生产；数据采集接收生产过程数据并执行生产反馈。信息集成模型见图4。



注：虚线框中是生产组织的功能。

图4 生产组织信息集成模型

10.2.2 生产组织要求：

a） 生产目标及其分解应实现数字化并发布；

b） 生产资源和生产工艺过程应实现数据参数的在线自动采集、记录、上传、分析、优化和追溯；

c） 采矿生产应建设落矿、出矿、运输、提升、充填等工序的数字化系统，选冶生产应建设碎矿、磨矿分级、选别、湿法/火法冶金等工序的数字化系统，精炼生产应建设粗金熔炼、电解/萃取/还原、铸锭等工序的数字化系统；

d） 发生安全警报时，应根据安全管理预案紧急响应，根据等级决定是否中止生产；

e） 宜实现生产过程可视化的实时数字化模拟，能够在数字化模拟界面中，直接进行生产过程控制
操作，并对所有操作自动记录、保存。

10.3 资源管理

10.3.1 资源管理包括原料管理、产品管理、能源管理和库存管理，其中原料管理涵盖危化品特殊管理，产品管理涵盖金属平衡管理，能源管理涵盖能源的分配与统计。资源的需求、调度、配送、消耗与反馈通过与相关功能模块信息交互来实现数字化管理。信息集成模型见图5。



注：虚线框中是资源管理的功能。

图5 资源管理信息集成模型

10.3.2 资源管理要求：

a） 资源信息应实现数字化管理，满足与车间其他功能模块的数据共享和互联互通要求；

b） 应实现需求、计划、审批、采购、领用、消耗等环节的数据采集和电子化管理；

c） 应能自动感知、识别物流关键数据，通过通讯网络实现物料的调度、领取、配送；

d） 应实现对车间库存的资源数量、状态等属性变化的数据采集与追溯和库存分析；

e） 应能自动生成资源相关信息统计和分析报表，并上传至系统；

f） 选冶车间、精炼车间生产中金属平衡应实现数字化管理；

g） 车间能源管理应实现数字化，根据生产组织需要自动合理分配，并统计上传数据。

10.3.3 危化品特殊管理要求：

a） 危化品应建立独立的需求计划、领用、消耗信息化管理制度；

b） 危化品应建立事故紧急处置预案，通过预警、报警自动触发处置措施；

c） 炸药、雷管、燃油、易燃易爆药剂等危化品应实现实时监控与跟踪，并设有预警、报警功能；

d） 选矿药剂、浸金药剂、强氧化药剂、强酸碱药剂等危化品应实现监控、跟踪与毒性检测，急救并设有预警、报警功能。

10.4 设备管理

10.4.1 设备管理包括设备数据源、设备状态监测、设备运维指标分析、设备安全指标分析和设备维修维护。设备管理接收计划与调度和生产组织发送的生产指令，将设备运行指令传递到具体生产设备；通过设备状态监测，进行设备运维指标和安全指标的分析，进而指导设备的维修维护，并反馈设备管理信息。信息集成模型见图6。



注：虚线框中是设备管理的功能。

图6 设备管理信息集成模型

10.4.2 设备状态监测与指标分析要求：

a） 应实现对在网设备运行状态的动态监测、记录统计、异常报警；

b） 应通过对设备指标历史数据的统计，利用相关软件或算法对设备利用率、设备故障率、停机时间、停机次数、MTBF、MTBR和OEE等进行分析，为生产设备的运维和安全管理方案提供决策支持；

c） 宜实现对在网设备运行状态的实时动态监测、实时动态图形化展示、实时统计分析。

10.4.3 设备维修维护要求：

a） 应进行周期性设备维护检查，对故障设备及时维修，排除故障；

b） 应建立备品备件方案，以满足设备维修维护的需求；

c） 应根据设备状态监测数据，建立统计分析数据库，进行预测性维护；

d） 宜进行设备的远程在线维护、故障清除。

10.5 质量管理

10.5.1 质量管理包括质量监测、产品质量分析、工艺指标分析和原料质量分析。质量管理接收质控计划与质量要求，通过质量监测获取质量数据，对原料质量、工艺指标、产品质量进行分析，并将质量控制反馈到生产组织。信息集成模型见图7。



注：虚线框中是质量管理的功能。

图7 质量管理信息集成模型

10.5.2 质量管理要求。

a） 应根据生产实际需求，实现质量数据采集工具的部署，保证质量数据能够实时采集。采矿生产质量数据包括废石混入率、矿石贫化率、矿石品位等，选冶生产质量数据包括原料品位、矿浆浓、粉矿细度、物料在线品位、药剂浓度、产品品位、金属回收率等，精炼生产质量数据包括原料品位、中间物料及产品的金含量、杂质含量、金回收率、成品率等。

b） 应实现对采集的质量数据进行分类存储，并做到冗余备份，根据需求使用质量数据。

c） 应实现对采集数据的预处理，数据过滤、剔除等。

d） 应实现对采集数据的自动分析，自动生成生产质量报表，为生产的质量改进提供决策参考。

e） 应实现质量数据异常报警后的自动响应，自动启动预设的报警处理方案。

f） 重要生产工序应实现实时的质量数据指标监测、记录和异常数据报警。

g） 宜建立生产质量预测模型。

10.6 安环管理

10.6.1 安环管理包括人员安全、设备安全、资源安全与环保、安环分析和应急管理，其中资源安全与环保涵盖危化品安全、贵金属安全、环境监测和危废固废处置。安环管理通过监控与检测人员、资源、设备等安环信息，对其进行安环分析评估与应急管理，指导安全、环保生产。信息集成模型见图8。



注：虚线框中是安环管理的功能。

图8 安环管理信息集成模型

10.6.2 安环管理要求。

a） 应实现人员安全数字化管理，对现场有人身安全潜在风险的操作过程数据实施全面监控。如井巷施工安全监测、产生有毒有害气体区域的毒性气体含量检测、易燃易爆物品的监测、涉及腐蚀性药剂作业过程液位/温度/压力检测、尾矿库安全监测等。

b） 应实现设备安全、资源安全与环保的数字化管理，实现工艺设备、运维参数、车间环境的全面监控，生产过程功能安全与环保的实时监测，危化品、贵金属的全流程安全管控，危废固废的安全、环保处置。

c） 应将被数字化的各类危险源和安环管控区域的监控数据、机器设备的状态数据、环境的状态数据、侵入危险区域的监视数据等与生产管理系统协同，进行危险识别和风险分析，加装安全防护系统和报警系统，实现实时生产安全管理。

d） 应建立安环应急管理预案，实现对突发安全与环保问题的应急管理。

e） 生产安全应符合GB 16423的要求。

10.7 能效管理

10.7.1 能效管理包括能耗数据采集与统计、能效分析和节能管理，其中能效分析涵盖单位能效分析和综合能效分析，节能管理涵盖能源绩效考核和重点用能设备管理。能效管理通过采集、统计和分析设备能耗信息，提出适用的节能管理方案，并反馈至设备管理和生产分析。信息集成模型见图9。



注：虚线框中是能效管理的功能。

图9 能效管理信息集成模型

10.7.2 能效管理要求：

a） 应对电、油、气（汽）、煤、水等能源或载能工质的消耗实现监控与节能分析，提供供需预测、预警报警、实际节能量与目标节能量趋势分析等；

b） 应建立能效管理系统或利用MES系统，对主要耗能设备实现能耗实时监控、能效考核等，并建立产耗预测模型；

c） 应实现能效管理数据与其他系统数据共享，为业务管理系统提供能源核算基准数据。

10.8 生产分析

10.8.1 生产分析包括原辅料消耗、能源消耗、产品产量、产品质量、生产设备和金属平衡的统计与分析，将生产分析结果反馈至计划与调度，完成执行层的闭环管理。信息集成模型见图10。



注：虚线框中是生产分析的功能。

图10 生产分析信息集成模型

10.8.2 生产分析要求：

a） 应具备对生产过程、原料信息、能源信息、设备状态、产品信息和金属平衡数据的自动采集、统计、分析功能，并反馈至计划与调度；

b） 应具备统计分析报表自动输出和发布功能；

c） 应具备生产台账数据自动采集功能。