



中华人民共和国国家标准

GB/T 47112—2026

移动式矿山机械设备智能化分级

Classification for intelligent operations of mobile mining machinery

2026-01-28 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 作业智能化分级	3
4.1 作业智能化分级原则	3
4.2 作业智能化等级划分	3
4.3 作业智能化等级技术要求	4
附录 A (资料性) 移动式矿山机械设备范围	7
附录 B (资料性) 作业智能化等级与划分要素的关系	8
附录 C (资料性) 用户与作业自动化系统的角色	9
图 A.1 移动式矿山机械设备范围	7
表 B.1 作业智能化等级与划分要素的关系	8
表 C.1 用户与作业自动化系统的角色	9

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国矿山机械标准化技术委员会(SAC/TC 88)归口。

本文件起草单位：江苏徐工国重实验室科技有限公司、洛阳矿山机械工程设计研究院有限责任公司、山东天河科技股份有限公司、世邦工业科技集团股份有限公司、江西鑫通机械制造有限公司、山西太重智能采矿装备技术有限公司、萍乡学院、浙江武精机器制造有限公司、江苏羚羊机械有限公司、湖南创远高新机械有限责任公司、郑州煤矿机械集团股份有限公司、郑州恒达智控科技股份有限公司、山东盛源工业装备有限公司、国创智能矿山装备研究院(洛阳)有限公司、湖北天腾重型机械股份有限公司、南昌矿机集团股份有限公司、张家口宣化华泰矿冶机械有限公司、广东英格尔地质装备科技股份有限公司、易控智驾科技有限公司、陕西太合智能钻探有限公司、溧阳中材重型机器有限公司、中信重工机械股份有限公司。

本文件主要起草人：单增海、王美娜、胡喜磊、田胜利、马斌斌、李小祥、岳海峰、何宇、刘国祥、马顺喜、颜武刚、张继业、李春鹏、段东涛、袁龙、李钟磷、雷坚、任清、刘绪勇、林巧、王义红、谈志中、张升奇、郭迈迈、代建龙。

移动式矿山机械设备智能化分级

1 范围

本文件规定了移动式矿山机械设备智能化的分级原则、等级划分和等级技术要求。

本文件适用于移动式矿山机械设备作业智能化的分级,工程机械、农业机械、消防机械等移动式机械作业智能化分级参考使用。

注1:本文件所述智能化作业不包括移动式矿山机械设备在道路上行驶。“道路”指公路、城市道路和虽在单位管辖范围但允许社会机动车通行的地方,包括广场、公共停车场等用于公众通行的场所。

注2:本文件不涉及非作业功能的智能化(如操作人员的信息娱乐系统、一般性的现场监控等)。

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/T 40429 汽车驾驶自动化分级

3 术语和定义

GB/T 40429 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

移动式矿山机械设备 **mobile mining machinery**

具有自行走装置的无轨矿山机械设备。

注:移动式矿山机械设备具体范围见附录 A。

3.2

作业智能化 **intelligent operation**

移动式矿山机械设备以自动的方式持续执行部分或全部动态作业任务的行为。

3.3

作业自动化系统 **automated operating system**

由实现作业智能化所需的硬件和软件所共同组成的装置。

3.4

作业智能化功能 **intelligent operating function**

作业自动化系统在特定的设计运行条件下执行部分或全部动态作业任务,以实现作业智能化的能力。

注:一个作业自动化系统能实现一个或多个作业智能化功能,每个功能与具体的作业智能化等级和设计运行条件关联。为了准确描述作业智能化功能(5级除外),需要同时明确其作业智能化等级和设计运行条件。

3.5

动态作业任务 **dynamic operating task**

移动式矿山机械设备为完成其设定功能而执行的所有操作。

注:操作包括但不限于底盘及机具自身位姿与状态感知、作业环境感知、认知与决策、动态作业控制。

3.6

认知与决策 cognition and decision

移动式矿山机械设备通过收集和分析环境及状态信息,确认场景态势与事件发生,并根据设定的目标和条件做出相应决策的能力。

3.7

动态作业控制 dynamic operating control

移动式矿山机械设备在执行作业任务过程中,根据实时环境信息和作业需求,动态地进行底盘运动和机具运动的能力。

3.8

最小风险状态 minimal risk condition

移动式矿山机械设备事故风险可接受的状态。

3.9

最小风险策略 minimal risk maneuver

作业自动化系统在无法继续执行动态作业任务时,所采取的使机械设备达到最小风险状态的措施。

3.10

设计运行条件 operational design domain

设计确定的作业智能化功能可正常工作的条件。

示例:一辆矿卡能在某类矿区及天气良好的条件下实现无人驾驶,但该矿卡在另一类矿区或雨雾天气下则可能需要由驾驶员驾驶。

注1:条件包括设备状态、外部环境、操作人员状态和其他必要条件。

注2:设计运行条件是定义移动式矿山机械智能化功能等级的最重要因素。任何作业智能化等级都是在特定的设计运行条件下才有效的。同一台设备能在不同运行条件下具备不同等级的智能化功能。

3.11

监控 monitoring

通过视频、可视化界面等人机交互方式实现对移动式矿山机械设备查看的过程。

3.12

与其他设备协同作业 collaborative operation with other machines

多台智能化设备之间通过通信和协作,共同完成一个或多个作业任务的过程。

3.13

接管请求 takeover request

作业自动化系统请求用户执行动态作业任务接管的通知。

3.14

系统失效 system failure

作业自动化系统或作业自动化系统之外的其他系统发生的,导致作业自动化系统无法可靠地执行部分或全部动态作业任务的故障。

注:分为作业自动化系统失效或设备其他系统失效。

3.15

用户 user

与作业自动化相关的人员角色的统称。

注:用户的角色能在特定的条件下进行转换。

3.16

传统操作人员 conventional operator

在设备操作岗位上,以人工方式通过操纵装置直接对设备实时执行部分或全部动态作业任务的操

作人员。

3.17

远程操作人员 remote operator

不在设备操作岗位上,以非直接接触设备上操纵装置的方式对设备实时执行部分或全部动态作业任务的操作人员。

注:远程操作人员可能是设备在其视野范围内的操作人员或设备在其视野范围外的操作人员。

3.18

动态作业任务接管 dynamic operating task takeover

移动式矿山机械设备在执行智能化作业任务时,能够实时地接管、处理和执行作业任务的行为。

3.19

动态作业任务接管用户 dynamic operating task takeover user

当作业智能化启动时,可识别作业自动化系统发出的接管请求和明显的与动态作业任务相关的设备故障,并执行动态作业任务接管的用户。

注1:仅适用于3级作业智能化。动态作业任务接管用户的工作岗位可能在设备内或设备外。

注2:动态作业任务接管用户在完成动态作业任务接管后,成为传统操作人员或远程操作人员。

3.20

动态作业任务后援 dynamic operation task fallback

当设备发生即将超出设计运行范围、系统失效等不满足设计运行条件的情况时,由作业自动化系统执行最小风险策略的后备支援行为。

注:适用于4级和5级作业智能化。

3.21

调度员 dispatcher

在设备无操作人员操作的条件下,通过激活作业自动化系统以实现作业任务调度,但不执行动态作业任务的用户。

注:适用于4级和5级作业智能化。

3.22

健康管理 health management

以数据分析为基础,对设备进行状态监测、故障诊断、故障预警、健康评估等设备管理任务的过程。

4 作业智能化分级

4.1 作业智能化分级原则

基于设备作业自动化系统能够执行动态作业任务的程度,根据在执行动态作业任务中用户与作业自动化系统之间的角色分配、有无设计运行条件限制和远程监控、能否与其他设备协同作业等情况,将作业智能化分为0级~5级。智能化等级与划分要素的关系见附录B。用户与作业自动化系统的角色分配见附录C。

4.2 作业智能化等级划分

4.2.1 0级作业智能化——无自动化

在设计运行条件下,由传统操作人员或远程操作人员持续执行全部作业任务。

4.2.2 1级作业智能化——单一辅助自动化

作业自动化系统在其设计运行条件下自动完成单一操作行为,以辅助操作人员完成动态作业任务。

作业自动化系统具备与完成单一操作行为相适应的感知和响应能力。

注：单一操作行为是指底盘和/或机具在一个自由度上的运动。

示例：矿用挖掘机、矿用装载机、矿用推土机、井下铲运机等在检测到碰撞危险时的自动刹车；掘进机、水平钻机、凿岩机等在给定方向上的自动钻进等。

4.2.3 2级作业智能化——组合辅助自动化

作业自动化系统在其设计运行条件下自动完成组合操作行为，与操作人员共同完成动态作业任务。作业自动化系统具备与完成组合操作行为相适应的感知和响应能力。

注1：组合操作行为是指底盘和/或机具在两个及以上自由度上的运动。

注2：对于2级作业智能化，操作人员和作业自动化系统共同执行动态作业任务。操作人员监管作业自动化系统的行为和执行适当的响应或操作。操作人员对作业任务和安全负最终责任。

示例：矿用挖掘机铲斗的一键定点；矿用平地机、装载机等的定速、定轨行驶；凿岩机在给定工作面上的自动选点钻眼。

4.2.4 3级作业智能化——有条件自动化

作业自动化系统在其设计运行条件下能持续地执行全部动态作业任务。当发生系统失效或即将不满足设计运行条件时，作业自动化系统应向动态作业任务接管用户发出接管请求，动态作业任务接管用户应随时准备响应系统的接管请求，如动态作业任务接管用户在预定时间内没有完成动态作业任务接管，作业自动化系统将适时采取减缓设备风险的措施。

注：操作人员只需设定作业任务目标，不需进行操作，系统会自动完成特定场景下的所有作业任务。3级作业智能化正常运行时，操作人员不需要专注动态作业任务。

示例：单台智能化矿山机械设备可依赖动态接管的情况下自动完成特定任务，如矿卡自动行驶、停泊、卸载；矿用挖掘机、装载机针对特定任务的自动铲装作业；矿用平地机按预定轨迹自动行驶作业等。

4.2.5 4级作业智能化——高度自动化

4.2.5.1 作业自动化系统在其设计运行条件下能持续地执行全部动态作业任务。当发生系统失效或即将不满足设计运行条件时，作业自动化系统自动执行最小风险策略，使设备进入最小风险状态。

4.2.5.2 可不设置操作人员和动态作业任务接管用户，应设置调度员负责远程监控，以完成任务定义和分配、系统启动和停止、运行状态监测等功能。

示例：单台智能化矿山机械设备在不依赖动态接管的情况下，自动完成设定任务；或多台同级智能矿山机械设备自动协同完成特定任务，如矿卡、挖掘机、装载机等在露天矿山协同作业等。

4.2.6 5级作业智能化——完全自动化

4.2.6.1 作业自动化系统在任何作业条件下均能持续地执行全部动态作业任务。当发生系统失效时，作业自动化系统自动执行最小风险策略，使设备进入最小风险状态。

4.2.6.2 设置调度员负责远程监控，以完成任务的定义和分配、系统启动和停止、运行状态监测等功能。

4.3 作业智能化等级技术要求

4.3.1 0级作业智能化——无自动化

没有作业自动化系统。

4.3.2 1级作业智能化——单一辅助自动化

作业自动化系统应符合以下规定：

- a) 持续地辅助操作人员完成作业任务；

- b) 具备与辅助操作相适应的感知和响应能力；
- c) 单个指令只能完成单个底盘和/或机具作业动作(一个自由度)；
- d) 根据作业要求可具备遥控模式,且系统具备与遥控模式相适应的感知、通信、操控能力。

4.3.3 2级作业智能化——组合辅助自动化

作业自动化系统应符合以下规定：

- a) 持续地辅助操作人员完成作业任务；
- b) 具备根据操作人员指令完成组合操作行为的能力；
- c) 单个指令能完成组合的底盘和/或机具作业动作(多个自由度)；
- d) 根据作业要求可具备遥控模式,且系统具备与遥控模式相适应的感知、通信、操控能力。

4.3.4 3级作业智能化——有条件自动化

作业自动化系统应符合以下规定：

- a) 仅允许在设计运行条件下激活,激活后在设计运行条件下执行全部动态作业任务；
- b) 宜具备遥控模式；
- c) 可不设置传统操作人员,在不设置传统操作人员时应设置远程操作人员,且系统应具备与遥控模式相应的感知、通信和操控能力；
- d) 应具备故障诊断和故障预警的健康管理能力；
- e) 可识别即将不满足设计运行条件的状况,并及时向动态作业任务接管用户发出接管请求；
- f) 识别作业自动化系统或其他与动态作业任务相关的系统失效,并及时向动态作业任务接管用户发出接管请求；
- g) 在发出接管请求后,能继续执行动态作业任务一定时间,供动态作业任务接管用户接管,如果动态作业任务接管用户未响应,系统适时采取减缓设备风险的措施；
- h) 当动态作业任务接管用户请求作业自动化系统退出时,应立即解除系统控制权。

4.3.5 4级作业智能化——高度自动化

作业自动化系统应符合以下规定。

- a) 仅允许在设计运行条件下激活,激活后在设计运行条件下执行全部动态作业任务。
- b) 具备远程监控功能,且系统应具备相应的感知、通信和操控能力。
- c) 作业过程不需设置操作人员。
- d) 具备故障诊断、故障预警、健康评估和健康保障等健康管理能力。
- e) 具备识别不满足设计运行条件的功能。
- f) 具备识别系统失效的功能。
- g) 具备和其他智能化等级相同及以上的设备协同作业的能力。
- h) 在发生下列情况之一,且用户没有恢复执行动态作业任务时,动态作业任务后援自动执行最小风险策略：
 - 1) 设计运行条件不满足或即将不满足；
 - 2) 系统失效；
 - 3) 用户要求实现最小风险状态。
- i) 除下列情况外,不应解除系统控制权：
 - 1) 已达到最小风险状态；
 - 2) 操作人员在执行动态作业任务。
- j) 当用户请求作业自动化系统退出时,解除系统控制权,如存在安全风险可暂缓解除。

4.3.6 5级作业智能化——完全自动化

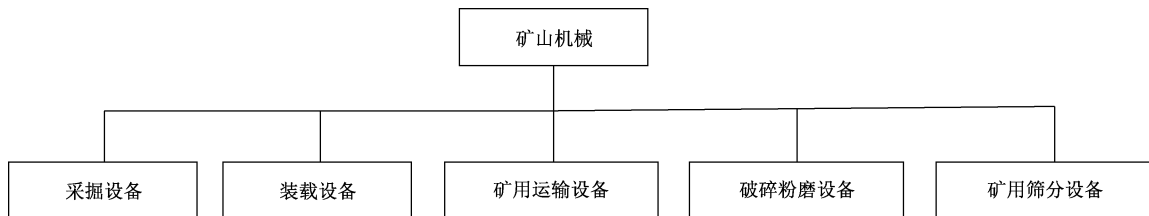
作业自动化系统应符合以下规定。

- a) 无设计运行条件限制,激活后执行全部动态作业任务。
- b) 具备远程监控功能,且系统具备相应的感知、通信、操控能力。
- c) 作业过程不需要操作人员。
- d) 具备故障诊断、故障预警、健康评估和健康保障等健康管理能力。
- e) 识别作业自动化系统或其他与动态作业任务相关的系统的失效。
- f) 具备和任何其他设备协同作业的能力。
- g) 在发生下列情况之一,且用户没有恢复执行动态作业任务时,动态作业任务后援自动执行最小风险策略:
 - 1) 系统失效;
 - 2) 用户要求实现最小风险状态。
- h) 除下列情况外,不应解除系统控制权:
 - 1) 已达到最小风险状态;
 - 2) 操作人员在执行动态作业任务。
- i) 当用户请求作业自动化系统退出时,解除系统控制权,如存在安全风险可暂缓解除。



附录 A
(资料性)
移动式矿山机械设备范围

主要移动式矿山机械设备见图 A.1。



注：图中仅列出了主要的移动式矿山机械设备类别。



图 A.1 移动式矿山机械设备范围

附 录 B

(资料性)

作业智能化等级与划分要素的关系

作业智能化等级与划分要素的关系见表 B.1。

表 B.1 作业智能化等级与划分要素的关系

等级	名称	环境及状态感知	认知与决策	动态作业控制	动态作业任务接管	监控	与其他设备协同作业
0	无自动化	操作人员	操作人员	操作人员	操作人员	不做要求	不做要求
1	单一辅助自动化	操作人员及系统	操作人员	操作人员及系统	操作人员	可选	不做要求
2	组合辅助自动化	操作人员及系统	操作人员及系统	操作人员及系统	操作人员	可选	不做要求
3	有条件自动化	系统	系统	系统	操作人员及系统	必选	不做要求
4	高度自动化	系统	系统	系统	系统	必选	智能化等级相同及以上
5	完全自动化	系统	系统	系统	系统	必选	所有

注：环境及状态感知是指实时对环境和设备状态进行测量，以获取移动式矿山机械设备的位置、姿态和自身状态及环境信息的能力。



附录 C

(资料性)

用户与作业自动化系统的角色

不同的作业智能化等级,用户与作业自动化系统在执行动态作业任务与动态作业任务接管中的角色见表 C.1。

表 C.1 用户与作业自动化系统的角色

等级	名称	用户的角色	作业自动化系统的角色 (在作业自动化系统激活时)
0	无自动化	操作人员(持续): 执行全部动态作业任务,确保设备安全	无
1	单一辅助自动化	操作人员(持续): a) 执行全部动态作业任务,部分单一操作可由作业自动化系统完成; b) 监管作业自动化系统,确保设备安全; c) 在任何时候可立即执行全部动态作业任务	a) 持续地辅助操作人员完成作业任务; b) 单个指令只能完成单个底盘和/或机具作业动作(一个自由度); c) 当操作人员请求作业自动化系统退出时,立即解除系统控制权
2	组合辅助自动化	操作人员(持续): a) 执行作业自动化系统没有执行的所有动态作业任务; b) 监管作业自动化系统,确保设备安全; c) 在任何时候都可立即执行全部动态作业任务	a) 持续地辅助操作人员完成作业任务; b) 单个指令可完成复合的底盘和/或机具作业动作(多个自由度); c) 当操作人员请求作业自动化系统退出时,立即解除系统控制权
3	有条件自动化	a) 操作人员(作业自动化系统未激活): 1) 作业自动化系统未激活前,确认设置作业自动化的设备是否可正常使用; 2) 决定是否开启作业自动化系统; 3) 作业自动化系统激活后成为动态作业任务接管用户。 b) 动态作业任务接管用户(作业自动化系统激活): 1) 当收到接管请求时,及时执行动态作业任务接管; 2) 发生系统失效时,及时执行动态作业任务接管; 3) 不再参与动态作业任务,但需要保持对接管要求的响应能力; 4) 决定是否以及如何实现最小风险状态,并判断是否达到; 5) 请求作业自动化系统退出后成为操作人员	a) 仅允许在设计运行条件下激活,激活后在设计运行条件下执行全部动态作业任务; b) 识别不满足设计运行的条件和系统失效,并及时向动态作业任务接管用户发出接管请求; c) 发出接管请求后,继续执行动态作业任务一定的时间,供动态作业任务接管用户接管,如接管用户未响应,适时采取减缓设备风险的措施; d) 当操作人员请求作业自动化系统退出时,立即解除系统控制权; e) 具备故障诊断和故障预警等健康管理能力

表 C.1 用户与作业自动化系统的角色 (续)

等级	名称	用户的角色	作业自动化系统的角色 (在作业自动化系统激活时)
4	高度自动化	a) 操作人员/调度员(作业自动化系统未激活): 1) 作业自动化系统未激活前,确认设置作业自动化系统的设备是否可正常使用; 2) 决定是否开启作业自动化系统; 3) 作业自动化系统激活后,无需设置操作人员; b) 调度员(作业自动化系统激活): 1) 无需执行动态作业任务或动态作业任务接管; 2) 无需决定是否以及如何实现最小风险状态并判断是否达到; 3) 可请求作业自动化系统退出,退出后成为操作人员	a) 仅允许在设计运行条件下激活,激活后在设计运行条件下执行全部动态作业任务; b) 识别不满足设计运行的条件和系统失效; c) 发生下列情况之一,且用户没有恢复执行动态作业任务时,动态作业任务后援自动执行最小风险策略: 1) 超出设计运行条件, 2) 系统失效, 3) 用户要求实现最小风险状态; d) 除下列情况外,不应解除系统控制权: 1) 达到最小风险状态, 2) 操作人员在执行动态作业任务; e) 当用户请求作业自动化系统退出时,解除系统控制权,如果存在安全风险可暂缓解除; f) 具备故障诊断、故障预警、健康评估、健康保障等健康管理能力
5	完全自动化	a) 操作人员/调度员(作业自动化系统未激活): 1) 作业自动化系统未激活前,确认设置作业自动化系统的设备是否可正常使用; 2) 决定是否开启作业自动化系统; 3) 作业自动化系统激活后,无需设置操作人员。 b) 调度员(作业自动化系统激活): 1) 无需执行动态作业任务或动态作业任务接管; 2) 无需决定是否以及如何实现最小风险状态并判断是否达到; 3) 可请求作业自动化系统退出,退出后成为操作人员	a) 无设计运行条件限制。 b) 激活后执行全部动态作业任务。 c) 识别系统失效。 d) 发生下列情况之一,且用户没有恢复执行动态作业任务时,动态作业任务后援自动执行最小风险策略: 1) 系统失效; 2) 用户要求实现最小风险状态。 e) 除下列情况外,不应解除系统控制权: 1) 已达到最小风险状态; 2) 操作人员在执行动态作业任务。 f) 当用户请求作业自动化系统退出时,解除系统控制权,如存在安全风险可暂缓解除。 g) 具备故障诊断、故障预警、健康评估、健康保障等健康管理能力

