|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.pngCADP |

点击此处添加CCS号 |

中国灾害防御协会团体标准

T/CADPXXXX—XXXX

通用工程机械救援基本要求

点击此处添加标准名称的英文译名

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中国灾害防御协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc186840816)

[引言 III](#_Toc186840817)

[1 范围 4](#_Toc186840818)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc186840819)

[3 术语和定义 4](#_Toc186840820)

[4 作业内容 4](#_Toc186840821)

[5 机械要求 5](#_Toc186840822)

[6 人员要求 5](#_Toc186840823)

[6.1 专业资质 5](#_Toc186840824)

[6.2 设备操作 5](#_Toc186840825)

[6.3 救援培训 5](#_Toc186840826)

[6.4 安全意识 5](#_Toc186840827)

[6.5 团队协作 5](#_Toc186840828)

[7 安全要求 5](#_Toc186840829)

[7.1 防护要求 5](#_Toc186840830)

[7.2 风险评估 5](#_Toc186840831)

[7.3 应急预案 5](#_Toc186840832)

[8 救援技术要求 6](#_Toc186840833)

[8.1 准备阶段 6](#_Toc186840834)

[8.2 作业阶段 6](#_Toc186840835)

[8.3 撤离阶段 6](#_Toc186840836)

[9 协调与指挥 6](#_Toc186840837)

[9.1 救援人员协作 6](#_Toc186840838)

[9.2 救援队伍协作 7](#_Toc186840839)

[9.3 指挥与通信 7](#_Toc186840840)

[附录A（资料性） 不同机械作业内容 8](#_Toc186840841)

[附录B（资料性） 机械主要性能要素 9](#_Toc186840842)

[附录C（规范性） 通用工程机械救援操作员救援基本技术 10](#_Toc186840843)

[附录D（资料性） 通用工程机械机型选择参考 11](#_Toc186840844)

[附录E（资料性） 参与救援行动的道路评估要素 12](#_Toc186840845)

[附录F（资料性） 救援现场风险评估分级表 13](#_Toc186840846)

[附录G（规范性） 通用工程机械救援常用信号体系 15](#_Toc186840847)

[参考文献 17](#_Toc186840848)

1. 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。

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，发布机构不负责对任何该类专利的鉴别。

本文件由中国灾害防御协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

1. 引言

我国面临多种自然灾害和事故灾难，对人民的生命和财产造成威胁，对国家的经济和社会造成巨大损失。工程机械在应急救援中具有关键作用，它们可以用于搜救、清障、运输等任务，能够显著增强救援能力。为了确保日常用于工程施工的工程机械在做针对性的适应后有效、安全地应用于救援当中，或者应急救援力量有效、安全地使用工程机械开展救援，制定本《通用工程机械救援基本要求》是必要的。

本《通用工程机械救援基本要求》的制定旨在指导工程机械力量安全、有序地参与到应急救援当中，或者指导应急救援力量安全、高效地使用通用工程机械开展救援。遵守这些规范有助于减少人员伤亡和财产损失，并提高应急救援工作的协调性和效率。我们鼓励所有意愿参与到应急救援中来的工程机械力量和所有使用通用工程机械的应急救援机构和个人遵守这些规范，以确保救援工作的成功进行。

通用工程机械救援基本要求

* 1. 范围

本文件规定了挖掘机、起重机、装载机、推土机等通用工程机械设备参与各类突发事件救援的作业内容、机械要求，人员要求，安全要求、救援技术要求、协调与指挥等有关要求。

本文件适用于参与灾害事故救援的通用工程机械及相关操作人员。

* 1. 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 20178-2006 土方机械安全标志和危险图示通则

GB/T 5082-2019 起重机手势信号

GB/T 23722-2009 起重机 司机（操作员）、吊装工、指挥人员和评审员的资格要求

GB/T 25607-2010 土方机械防护装置定义和要求

GB/T 25620-2010 土方机械操作和维修可维修性指南

DL/T 5261-2010水电水利工程施工机械安全操作规范挖掘机

JB 6028-1998 工程机械安全标识和危险图示 通则

LD 48-1993起重机械吊具与索具安全规程

NY/T 1777-2009 挖掘机驾驶员

NY/T 1907-2010 推土（铲运）机驾驶员

DB23/T 1496.20-2020 劳动防护用品配备标准第20部分 运输设备和通用工程机械操作人员及有关人员

DB3202/T 1051-2023 起重机械维护保养管理通则

DB42/T 1502-2019工程机械安全管理规范

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

通用工程机械救援

运用通用工程机械设备对遭受自然灾害或事故灾难影响的人员、财产实施救援的活动。

通用工程机械救援装备

用于通用工程机械救援的设备、工具、器材和其他物品。

通用工程机械救援人员

使用通用工程机械开展救援行动的指挥、操作、安全、维护、保障等人员。

通用工程机械救援操作员

驾驶、操作通用工程机械设备参与应急救援的人员。

通用工程机械救援安全

使用通用工程机械实施救援行动时，为确保救援人员、受困者及周围环境安全所采取的一系列措施和要求。

* 1. 作业内容

通用工程机械救援依灾害类型分为洪涝、地质、地震灾害救援等场景，各场景下不同机械作业内容见附录A，未涵盖情况依类似场景处理。

* 1. 机械要求

参与救援行动的工程机械须符合国家现行产品标准，性能可靠且检验合格，配置于救援行动中的机械型号与配套设备，应符合救援作业需求，关键性能指标见附录B.1，特殊环境下机械性能要求见附录B.2。

* 1. 人员要求
		1. 专业资质

操作员须持国家认可对应设备操作证，在有效期内且与操作设备精准匹配，依证书范围作业。

资质符合GB/T 23722-2009起重机 司机（操作员）、吊装工、指挥人员和评审员的资格要求、NY/T 1777-2009挖掘机驾驶员 、NY/T 1907-2010 推土（铲运）机驾驶员中规定的要求。

* + 1. 设备操作

熟练操控通用工程机械，精准控制各机械关键动作，依任务灵活切换模式，能够在复杂高危环境安全作业；熟悉机械性能极限与安全边界，依工况科学设定参数，定期保养调试，作业前巡检关键部位并排除故障隐患，符合GB/T 25620-2010土方机械操作和维修可维修性指南、DB3202/T 1051-2023起重机械维护保养管理通则中的规定。

* + 1. 救援培训

接受全面系统救援培训，内容涵盖救援各阶段关键技能与知识要点，详情见附录C。

* + 1. 安全意识

严守安全生产法规与救援安全规范，识别安全标识图示，熟悉GB 20178-2006 机械安全标志和危险图示通则、JB 6028-1998 工程机械安全标识和危险图示中的规定，全程穿戴合规防护装备且定期检测更换；严格执行安全操作规程，深度参与救援安全管理，作业前勘查评估场地风险，作业中监测反馈并依风险调整作业流程。

* + 1. 团队协作

与救援团队紧密协作，接收指挥指令并执行，实时汇报进展，反馈问题需求；协同现场救援队伍，保障任务流程有序衔接。

* 1. 安全要求
		1. 防护要求

人员应配备相关防护装备，符合DB23/T 1496.20-2020劳动防护用品配备标准第20部分：运输设备和通用工程机械操作人员及有关人员的规定，确保防护装备性能良好且在有效期内。

机械需安装落物保护装置、防护栏、护板等安全设备，符合GB/T 25607-2010土方机械防护装置定义和要求中的规定，保持装置正常运行，严禁擅自拆除损坏。

* + 1. 风险评估

投送风险评估

综合考量道路、装备装载固定等各类风险，充分考虑运输路线特殊地形环境对运输的安全影响，提前制定应对策略，确保装备安全送达。道路评估要素见附录E。

现场风险评估

全面分析救援突发情况，依附录F评估表确定风险等级，制定管控方案与安全措施；

* + 1. 应急预案

通用工程机械救援单位应依据风险评估构建应急预案体系。

应急预案应至少包含下列内容：

1. 外部因素造成机械损坏应急处置方案
2. 机械自身故障应急处置方案
3. 次生灾害事故应急处置方案
	1. 救援技术要求
		1. 准备阶段

信息收集与评估

全面了解灾难事故类型、规模、位置，评估救援现场潜在危险。

机型选择与检查

依据救援任务与现场条件选择适配的机械，出发前检查机械状态，机型选择参考见附录D。

装备投送运输

根据道路与救援紧急程度制定运输方案，预估设备到达时间，形成调配方案。

人员培训与配备

确保操作员救援技能与知识达标、熟悉现场安全事项，配备必要辅助人员。

* + 1. 作业阶段

到达现场与安全部署

机械安全抵达后，依据现场部署安全措施。

加入指挥系统

与指挥部联系，熟悉指挥架构职责，听从指令。

制定详细的作业计划

明确机械作业流程、顺序、时间节点，依此制定方案。

救援任务执行

机械移至指定作业位置，调试检查后协同作业。

安全监测与应急处理

实时监测现场与机械安全，关注环境变化与机械运行状态，遇险有效应对。安全规程符合DL/T 5261-2010水电水利工程施工机械安全操作规范挖掘机、DB42/T 1502-2019工程机械安全管理规范，LD 48-1993起重机械吊具与索具安全规程中的规定。

* + 1. 撤离阶段

现场清理与整理

协助清理救援现场，清理机械和维护，记录受损部件。

有序撤离。

依照指定路线有序撤离，避免损坏周边设施，向指挥系统报告撤离情况。

* 1. 协调与指挥
		1. 救援人员协作
			1. 作业前协同规划

依据救援任务场地，与救援人员共同商定机械布局、作业顺序、工况参数。

* + - 1. 作业中高效联动

使用通用工程机械救援常用信号体系（手势、照明、旗语、声音信号等）以及通讯设备实时沟通，确保操作同步，信号动作及含义见附录表G.1、起重机手势信号参照GB/T 5082-2019中的规定；信号体系适配场景见附录表G.2。

* + 1. 救援队伍协作
			1. 任务衔接配合

各队伍紧密协作，依照指令进场，无缝衔接任务。

* + - 1. 信息共享互通

建立统一平台共享地理、灾害态势、资源需求、行动进展等信息，依此开展调度资源、协同作业。

* + 1. 指挥与通信

工程机械使用单位内部建立有效指挥通信渠道，保障信息及时传达；外部与救援指挥机构、机械维修等单位保持联络。

1.
2. （资料性）
不同机械作业内容

参与救援行动中，不同机械的主要作业内容见表A.1，未涵盖的情况参照执行。

表A.1 不同机械作业内容

| 灾种 | 起重机作业内容 | 挖掘机作业内容 | 装载机作业内容 | 推土机作业内容 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地震灾害 | 1.临时支撑、牵引吊升2.清除大型建筑残骸3.调整建筑残骸位置 | 1.剥离建筑物的表层构件2.开辟救援通道3.浅层挖掘排查幸存者 | 1.废墟装载与转运2.提供临时稳定支撑3.场地平整和垫高 | 1.大面积废墟清理2.道路清障与修复工作3.场地平整与压实 |
| 洪涝灾害 | 1.空中转移被困人员2.大型设备的投放3.协助搭建工作平台 | 1.清理河道淤泥和杂物2.修复堤坝缺口和塌陷3.堰塞湖开挖导流槽4.挖掘排水渠道和泄洪沟 | 1.堤坝加固工作2.挖掘和填充泄洪通道辅助3.临时防护工程建设 | 1.堤坝加固与修复2.挖掘和维护泄洪道3.清理道路障碍和淤泥 |
| 地质灾害 | 1.清理滑坡土石和障碍物2.搭建临时结构3.吊起塌陷区域的重物4.恢复基础设施、交通线路 | 1.挖掘和清理滑坡土石2.加固山体和边坡防护3.损毁道路桥梁隧道抢通 | 1.清理滑坡堆积物2.清理泥石流淤积物3.临时防护工程建设 | 1.山体滑坡土石处理2.山体加固、预防二次滑坡3.构筑防护设施抵御泥石流冲击 |

1.
2. （资料性）
机械主要性能要素

参与救援的通用工程机械主要性能及关键性能指标见表B.1。

表B.1 机械主要性能要素

|  |  |
| --- | --- |
| 性能要素 | 描述 |
| 功率 | 符合国家现行标准，经检验合格，能满足救援作业所需动力，确保设备正常高效运行。 |
| 扭矩 | 达到救援任务要求的扭矩输出，保证在各类工况下设备有力稳定作业。 |
| 油耗 | 在正常作业范围内保持合理油耗水平，兼顾救援行动的持续性与经济性。 |
| 作业速度 | 根据救援任务的不同类型，具备相应合适的作业速度，保障救援效率。 |
| 承载力 | 承担救援中的重载作业时，能够保持稳定运行状态，承载量达到设计要求且满足救援实际需求。 |
| 爬坡能力 | 适应救援现场复杂地形，达到相应的爬坡角度要求，保证设备可抵达指定区域。 |
| 稳定性 | 在各种作业姿态和复杂环境下，保持良好的重心平衡和结构稳定，防止倾覆。 |
| 安全防护装置 | 配备齐全，如防护栏、安全带、紧急制动等防护装置，保障操作人员安全。 |
| 配套属具 | 配置应适应救援需要，与场景适配，协同作业 |
| 耐候性 | 能在高温、低温、潮湿、风沙等各类天气条件下正常工作，确保救援不受气候影响。 |
| 抗腐蚀性 | 具有良好抗腐蚀性能，避免因救援环境侵蚀导致设备性能下降和损坏 |
| 智能化监测 | 具备对设备关键部件运行状态、故障隐患等的智能监测功能，提前预警保障运行安全。 |
| 自动化控制 | 可实现部分作业流程的自动化的操作，减轻操作人员劳动强度，提高救援精准度和效率。 |

不同的受灾区域环境条件对机械种类和性能的选择不同，特殊环境主要性能要求见B.2。

表B.2 特殊环境主要性能要素

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 特殊环境 | 使用特点 | 选择工程机械的要素 |
| 高温 | 温度高、润滑油黏度低 | 散热性能好 |
| 低温 | 低温易形成冻土 | 配备松土器或破碎锤 |
| 雨季、水网 | 土质松软、承载能力低、附着系数小 | 采用履带式或湿地专用机械 |
| 高原、山区 | 空气稀薄、气压低 | 配备涡轮增压器 |
| 地面崎岖 | 爬坡角大，离地面间隙高 |
| 戈壁、沙漠 | 风沙大、加速机械磨损 | 配有专业的滤清器 |
| 缺水 | 机械发动机采用风冷形式 |
| 土质疏松、驱动能力下降 | 采用全轮驱动 |

1. （规范性）
通用工程机械救援操作员救援基本技术

明确操作员在救援前、救援中、救援结束等方面技能要求与知识要点，内容见表C.1。

表C.1 通用工程机械救援操作员救援基本技术

| 项目 | 工作内容 | 技能要求 | 相关知识 |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援前 | 1.信息收集与评估 | 1.1 能够通过多种渠道获取准确信息1.2 能对各类事故和灾难的特征和危害范围进行评估1.3 能用风险评估技术识别现场潜在危险 | 1.1 应急救援信息收集渠道与方法1.2 各类灾害事故特点与危害评估1.3 风险识别与评估技术1.4 地理信息系统（GIS）基础 |
| 2.机型选择与检查 | 2.1 能够选择适配工程机械2.2 能够掌握机械检查的流程2.22 能够规划运输路线、估算时间 | 2.1 应急救援人员培训体系与标准；2.2 工程机械操作安全规范；2.3 救援现场人员配置与管理 |
| 3.到达现场与安全部署 | 3.1 能够准确地获取事故或灾难的详细信息3.2 能够评估灾害规模3.3 能够识别救援现场的潜在危险 | 3.1 工程机械长途运输技术；3.2 救援现场安全布局与设施设置；3.3 现场安全管理与规划 |
| 4.加入指挥系统 | 4.1 能够与现场总指挥部建立联系；4.2 能够熟悉指挥系统的组织架构和运作流程，4.3 能够准确了解自身职责和任务；4.4 能够接收和传达指挥指令 | 4.1 应急救援指挥系统架构与沟通机制；4.2 团队协作与指令执行方法 |
| 救援阶段 | 5.制定作业计划 | 5.1 能够制定出救援作业进度计划5.2 能够明确通用工程机械的作业流程、作业顺序以及精确的时间节点；5.3 能够了解通用工程机械的作业特点和协同作业要求 | 5.1 工程机械协同作业原理与方法；5.2 救援作业流程优化策略 |
| 6.救援任务执行 | 6.1 能够熟练操作各类通用工程机械6.2 能够熟练掌握机械现场调试和性能检测方法6.3 能够与其他救援人员和机械进行配合 | 6.1通用工程机械操作技术；6.2机械调试与性能检测技术；6.3救援作业协同操作技巧 |
| 7.监测与应急处理 | 7.1 能够熟练使用安全监测设备7.2 能够诊断机械故障7.3 能够了解各类危险情况的应急处置流程和方法；7.4 能够在紧急情况下做出准确决策 | 7.1安全监测技术与设备应用；7.2工程机械故障诊断与应急技术；7.3应急处置流程与决策方法 |
| 救援结束 | 8.现场清理与整理 | 8.1 能够掌握救援现场清理的专业方法和标准8.2 能够熟悉工程机械清洁和保养的流程和要点8.3 能够准确、详细地记录机械受损部件的信息 | 8.1救援现场清理技术与规范；8.2工程机械维护与保养技术；8.3设备损伤检测与记录方法 |
| 9.有序撤离 | 9.1 能够依据撤离路线进行撤离9.2 能够在撤离过程中严格遵守安全注意事项9.3 能够熟练掌握撤离情况的报告流程和要点 | 9.1救援现场撤离管理与路线规划；9.2工程机械安全驾驶技术；9.3应急情况报告制度与流程 |

1. （资料性）
通用工程机械机型选择参考

依据救援任务的性质与现场条件选择合适的通用工程机械，参数要求及说明见表D.1。

 表D.1 通用工程机械机型选择参考

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 灾害类型 | 工程机械 | 关键性能参数 | 参数要求及说明 |
| 地震灾害 | 起重机 | 起吊重量 | 宜达到30吨以上，在城市高层钢筋混凝土建筑倒塌救援场景中，要求达到50吨以上 |
| 起吊高度 | 宜达到30米以上，在高层建筑废墟场景中，要求达到50米以上 |
| 挖掘机 | 挖掘力 | 宜达到120kN以上（20吨以上机型） |
| 作业半径 | 宜达到不小于10米 |
| 装载机 | 装卸能力 | 宜达到每小时装卸量达到100立方米以上 |
| 铲斗容量 | 宜达到铲斗容量不小于3立方米 |
| 推土机 | 推土功率 | 宜达到推土功率需达到200kW |
| 推土铲尺寸 | 宜达到推土铲宽度不小于3米，长度不低于4米 |
| 洪涝灾害 | 起重机 | 起吊精度 | 宜达到起吊精度控制在10厘米以内 |
| 稳定性 | 宜达到倾斜角度不超过5度 |
| 挖掘机 | 挖掘深度 | 宜达到挖掘深度可达5米以上 |
| 挖掘速度 | 宜达到挖掘速度不低于80立方米/小时 |
| 装载机 | 涉水深度 | 宜达到涉水深度不小于1米 |
| 装载效率 | 宜达到装载效率保持在每小时80铲次以上 |
| 推土机 | 推土效率 | 宜达到每小时推土量达到120立方米 |
| 爬坡能力 | 宜达到在泥泞湿滑斜坡上，爬坡能力不低于30% |
| 地质灾害 | 起重机 | 回转半径 | 宜达到回转半径达到15米以上 |
| 微动性能 | 宜达到具备高精度微动性能，控制精度在5毫米以内 |
| 挖掘机 | 挖掘力 | 宜达到挖掘力不低于200kN（30吨机型） |
| 行走稳定性 | 宜达到在倾斜度不超过35度的山坡作业时保持稳定 |
| 装载机 | 通过性 | 宜达到最小离地间隙不小于30厘米 |
| 卸载高度 | 宜达到卸载高度达到3米以上 |
| 推土机 | 推土铲强度 | 宜达到推土铲采用高强度耐磨材料制造，能承受500 kN以上冲击力 |
| 爬坡和侧倾稳定性 | 宜达到角度不超过20度的山体作业时，具备良好爬坡能力和侧倾稳定性 |

1. （资料性）
参与救援行动的道路评估要素

分析道路基本状况、承载能力、排水防滑性能等对设备运输的影响及评估要点见表E.1。

 表E.1 参与救援行动的道路评估要素

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 评估要素 | 详细内容 | 标准要求 | 应对措施 |
| 道路基本状况 | 路面完整性 | 要求裂缝宽度不超5毫米且每延米累计长度不超10米，坑洼深度不超10厘米且面积占比不超5% | 对于不符合要求的路段，应进行修补，若损坏严重，考虑绕行路线 |
| 坡度适应性 | 要求坡度一般不超过15%，特殊地形经评估加固后不超过30% | 若坡度超标，需加固道路，并针对不同坡度制定车辆通行限制条件、安全操作指南（涵盖速度控制、特殊制动及启动方法等），同时对操作人员专项培训 |
| 道路宽度适配性 | 要求单车道宽度不小于3.5米，双车道宽度不小于6米，挖掘机转弯半径不小于6米，装载机最小转弯半径不小于8米 | 若道路宽度不够，应实施拓宽工程；转弯半径不符要求时，采取优化线形、局部改造等措施。 |
| 道路承载能力 | 路基强度要求 | 要求软土地基处理后抗压强度达0.15MPa以上，一般土质达0.2MPa以上 | 路基强度不达标时，先做承载板和CBR试验评估状况，再依结果处理：软土地基用排水固结、强夯法加固。 |
| 路面结构承载能力 | 要求水泥混凝土路面厚度不小于20厘米且抗折强度4.5MPa以上，沥青路面基层厚度在20—40厘米、面层厚度在8—15厘米 | 若路面承载能力欠佳，水泥路面可加厚或提升强度等级；沥青路面则依交通与荷载重设基层、面层厚度，且保证施工质量。 |
| 涉水路段与防滑性能 | 涉水路段 | 要求最大涉水深度不超过0.5米，水流速度不超过1.5米/秒，河床及岸边应坚实稳定，无明显松动和坍塌迹象 | 若涉水路段深度超标，寻找其他路线或架临时桥；水流过快可设置临时的导流设施或加固河岸；若河床及岸边不稳，需加固处理， |
| 路面防滑 | 要求干燥路面摩擦系数不低于0.4、潮湿不低于0.3，特殊路况撒布防滑材料或铺防滑垫 | 对于防滑性能不足的路面，提前储备足够的防滑材料，及时在路面上撒布，或铺设防滑垫， |

1. （资料性）
救援现场风险评估分级表

依据救援现场风险因素对风险等级分级，为制定管控策略与救援方案提供参考，内容见表F.1。

表F.1 救援现场风险评估分级表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 评估类别 | 评估项目 | 评估指标 | 低风险 | 中风险 | 高风险 |
| 环境因素评估 | 气象条件-暴雨 | 小时降雨量（mm） | ≤25 | 25-50（且无持续数小时降雨、地势高） | ＞50或持续数小时以上且地势低；伴有雷电及高空金属设备操作 |
| 气象条件-大风 | 风速（m/s） | ≤5.4（3级风） | 5.4-10.8（3-6级风） | ＞17.2（8级风及以上） |
| 气象条件－极端气温 | 高温（℃） | ≤30 | 30-35（且救援强度不大、持续时间短） | >40 |
| 低温（℃） | ≥-5 | -10--5（且不涉及水域潮湿环境） | <-20 |
| 地理环境－复杂地形 | 山地坡度（°） | ≤15 | 15-30 | >45 |
| 水域水流速度（m/s） | ≤0.5 | 0.5-1.5 | >2.5 |
| 松软沙地或沼泽地下陷深度（cm） | ≤10 | 10-30 | >50 |
| 地理环境－不稳定结构 | 建筑物残留结构不稳定部分比例 | ≤5% | 5%~30% | >30% |
| 生物危害－动植物威胁 | 毒蛇猛兽数量（每平方公里） | 无或极少 | 2—5条毒蛇或少量猛兽 | ＞5条毒蛇或1只大型猛兽 |
| 有毒植物覆盖面积占比 | ≤10% | 10%~20% | >50% |
| 腐烂动植物尸体情况 | 无或少量，无异味和病菌滋生迹象 | 有一定数量，有轻微异味和少量病菌滋生 | 大量且有明显异味和病菌滋生迹象 |
| 事故现场评估 | 火灾及爆炸－易燃易爆物质 | 可燃气体浓度占爆炸下限比例 | ≤5% | 5%~30% | >30% |
| 静电和明火源情况 | 无明显静电产生物质和明火源 | 有少量静电产生物质和潜在明火源 | 有较多静电产生物质和明显明火源 |
| 火灾及爆炸－火势蔓延 | 火势蔓延速度（平方米/分钟） | ≤5 | 5-10 | >10 |
| 浓烟和有毒气体情况 | 少量浓烟，有毒气体浓度低（＜20ppm） | 中等浓烟，有毒气体浓度20-50ppm | 大量浓烟，有毒气体浓度＞50ppm |
| 建筑物及设施倒塌－结构损坏 | 剩余承载能力占原设计比例 | ≥60% | 30%~60% | <30% |
| 裂缝宽度（cm）和变形角度（°） | 裂缝宽度≤2，变形角度≤1 | 裂缝宽度2-5，变形角度1-3 | 裂缝宽度＞5，变形角度＞3 |
| 建筑物及设施倒塌－设备设施故障 | 大型设备关键部件损坏情况 | 无关键部件损坏 | 有轻微故障但不影响关键功能 | 关键部件损坏致设备无法正常工作或有倾倒、滚落风险 |

表F.1 救援现场风险评估分级表（续）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 救援设备与资源评估 | 设备故障－机械故障 | 关键机械部件磨损程度（如起重机钢丝绳） | 磨损≤5% | 磨损5%～10% | 磨损＞20% |
| 液压系统压力占正常压力比例 | ≥90% | 80%~90% | <60% |
| 设备故障－电气故障 | 电子设备功能完整性 | 正常 | 信号干扰或部分功能受限 | 完全损坏 |
| 电池电量（如照明设备） | ≥50% | 30%~50% | <10% |
| 通讯设备信号中断时间（min） | ≤5 | 5-15 | >15 |
|  | 资源短缺－物资短缺 | 急救药品储备量满足伤员需求比 | ≥80% | 50%~80% | <30% |
| 防护用具数量满足救援人员比例 | ≥90% | 80%~90% | <60% |
| 资源短缺－能源不足 | 发电机燃油储备量维持运行时间（h） | ≥4 | 2-4 | <1 |
| 电动设备电池电量支持运行时间（min） | ≥60 | 30-60 | <15 |
| 人为因素评估 | 救援人员自身失误－操作失误 | 对救援进度和设备损坏程度 | 无失误 | 救援进度延迟1—2小时或设备轻度损坏 | 救援人员受伤、被困人员情况恶化或设备严重损坏 |
| 救援人员自身失误－判断失误 | 对救援方向和人员安全影响 | 无失误 | 判断失误能及时纠正且未造成严重后果 | 判断失误使人员陷入危险境地 |
| 现场管理混乱－指挥协调不当 | 救援队伍任务分配合理性、救援延误时间 | 任务分配合理，无延误 | 任务分配有部分重叠或空白但延误不超1小时 | 因为指挥协调问题导致救援延误超过2小时或人员面临重大安全风险 |
| 现场管理混乱－人员拥挤混乱 | 救援现场人员密度（人/平方米）、救援通道堵塞与冲突情况 | 人员密度≤1，无救援通道堵塞和冲突 | 人员密度1-2，有救援通道堵塞但无冲突 | 人员密度＞3，有冲突且导致救援设备无法正常进入现场 |

1.
2. （规范性）
通用工程机械救援常用信号体系

通用工程机械救援常用信号体系，用于指挥、协调作业，内容见表G.1

表G.1 通用工程机械救援常用信号体系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号类型 | 信号动作 | 含义 |
| 指挥手势信号 | 停止 | 手掌伸出掌心向下，停住不动 |
| 急停 | 手掌伸出掌心向下，左右摇摆手臂 |
| 前进 | 手臂向前伸直，手掌朝向自己 |
| 倒退 | 双手向后做后推动作 |
| 左转 | 手臂弯曲成90度角，手指指向左边 |
| 右转 | 手臂弯曲成90度角，手指指向右边 |
| 升高 | 手臂向上伸直，手掌面向天空 |
| 下降 | 手臂向下伸直，手掌面向地面 |
| 旋转 | 手臂在水平方向上画圈 |
| 照明信号 | 前进 | 绿色稳定光，可照亮工程机械前方道路或作业区域 |
| 停止 | 红色稳定光，清晰照亮工程机械前方和周围区域 |
| 警示 | 黄色闪烁光，光线较亮且闪烁频率适中 |
| 紧急停止 | 红色快速闪烁光，亮度较高 |
| 转向 | 绿色或白色光以特定角度和方向照射，右转向时右侧灯光闪烁或常亮 |
| 旗语信号 | 停止 | 双手持旗帜，手臂伸直于胸前交叉挥动 |
| 前进 | 旗帜放下并左右摆动 |
| 后退 | 双手持旗，先将旗子向前举起，然后再缓慢向后拉动，反复几次 |
| 等待或保持当前状态 | 旗帜向上直举并稳定不动 |
| 左转 | 左臂向左水平展开并上下移动旗帜 |
| 右转 | 右臂向右水平展开并上下移动旗帜 |
| 加速指令 | 双手持旗快速向前下方摆动 |
| 减速指令 | 双手持旗缓慢向下摆动 |
| 声音信号 | 紧急撤离 | 三声短音（每次1ｓ），重复直至撤离完毕 |
| 暂停行动／全部静止 | 一声长音（持续3ｓ） |
| 恢复行动 | 一长一短（分别3ｓ、1ｓ） |

（接上页）细列出了在不同场景下选择这些信号体系的关键要点，具体见表G.2

表G.2 通用工程机械救援信号体系适配表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号体系 | 适应场景 | 选择要点 |
| 手势信号 | 近距离、视野良好且无强干扰场景，如城市建筑废墟救援。 | 作业节奏适中且操作人员熟悉手势规范时优先采用；存在浓烟、粉尘或远距离作业等影响视线因素时需配合其他信号。 |
| 照明信号 | 夜间或光线昏暗环境，如洪涝夜间抢险、山区地质灾害夜间救援；易燃易爆区域（需用防爆照明设备及特定安全灯光组合） | 强光干扰或照明设备受损时启用备用信号手段。 |
| 旗语信号 | 开阔、风速适宜且设备作业区域相对固定场景，如大型滑坡清理现场、海上救援工程机械作业区。 | 指挥多方向设备且风速不精神旗帜挥动时适用；风速过大或指令需快速变更时结合其他更便捷信号体系。 |
| 声音信号 | 嘈杂但视觉相对通畅场景，如地震废墟救援、建筑倒塌抢险；存在视觉盲区或光线良好的复杂场景 | 噪声过大掩盖声音时强化声音传播或切换至其他视觉信号体系。 |

参考文献

GB/T 783-2023 起重机械基本参数

GB/T 5082-2019起重机手势信号

GB/T 8498-2017 土方机械基本类型识别、术语和定义

GB/T 8499 土方机械测定重心位置的方法

GB/T 8590-2018 土方机械推土机术语和商业规格

GB/T 9139-2018 土方机械液压挖掘机技术条件

GB/T 10913 土方机械行驶速度测定

GB/T 13331 土方机械液压挖掘机起重量

GB/T 13332-2008 土方机械液压挖掘机和挖掘装载机挖掘力的测定方法

GB/T 21941 土方机械液压挖掘机和挖掘装载机的反铲斗和抓铲斗容量标定

GB/T 25604-2010 土方机械装载机术语和商业规格

GB/T 27921-2011 风险管理风险评估技术

DB61/T 1533-2022 公路上边坡崩塌滑坡灾害风险评估指南

DB51/T 2829-2021 暴雨洪涝灾害风险评估技术规范

DB51/T 3144-2023 地震次生地质灾害应急处置技术导则