

团 体 标 准

T/ZKJXX XXXX-XXXX

基于 GNSS 的矿山钻孔作业监控 终端通用规范

General specification for mine drilling operation monitoring terminal
based on GNSS

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中关村空间信息产业技术联盟

发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和缩略语 1

 3.1 术语 1

 3.2 缩略语 2

4 终端构成 2

 4.1 终端组成 2

 4.2 工作原理 3

5 技术要求 3

 5.1 结构与外观 3

 5.2 功能要求 3

 5.3 性能要求 3

 5.4 接口与输出 4

 5.5 可靠性 4

 5.6 维修性 4

 5.7 安全防护 4

 5.8 环境适应性 4

6 检验方法 5

 6.1 检验条件 5

 6.2 测试方法 5

 6.3 检验分类 7

 6.4 检验项目及顺序 7

 6.5 鉴定检验 8

 6.6 质量一致性检验 8

7 标志、包装、运输和贮存 9

 7.1 产品标志和包装 9

 7.2 运输和贮存 9

参考文献 10

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。

本文件由中关村空间信息产业技术联盟提出并归口。

本文件起草单位：航天恒星科技有限公司、北京市计量检测科学研究院、新疆雪峰科技（集团）股份有限公司、中交星宇科技有限公司

本文件主要起草人：刘志忠、彭昊良、李峤、周中华、董启甲、孟斌、董国栋、冀宏斌、陶志平、王伟、刘昂、李明瑛、刘圆、姜兆新、张新河、孟彪、汤海波、赵晓林。

引 言

煤炭行业作为我国重要的传统能源行业，是我国国民经济的重要组成部分，其智能化建设直接关系到我国国民经济和社会智能化的进程。加快煤炭行业智能化建设，实现机械化换人、自动化减人，充分利用北斗卫星、现代通信、传感、信息与通讯技术，实现矿山生产过程的自动检测、智能监测、智能控制与智慧调度，提高劳动生产率和经济效益收益率，是煤炭行业实现高质量发展的必由之路和必然选择。

露天矿山爆破施工流程包括爆破设计、爆破作业面平整、测量布孔、钻孔、钻孔验收、装药、连接起爆网络、爆破系统安全检查、安全警戒、起爆、爆后处理等。本通用规范拟定在钻孔阶段的作业系统规范，可填补我国矿山爆破基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端研发领域的空白，实现北斗在智慧矿山应用领域的重大突破，推动形成北斗系统参与全球智慧化矿山建设和应用的竞争格局，提升智慧化矿山在卫星导航和信息技术领域的国际贡献。

基于 GNSS 的矿山钻孔作业监控终端通用规范

1 范围

本标准规定了基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端的终端组成、技术要求、检验方法、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端的生成、制造和检验。

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 4208-2008 外壳防护等级

GB/T 5080.1-2012 可靠性试验 第1部分:试验条件和统计检验原理

GB/T 5080.7-1986 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

GB/T 21153-2007 土方机械 尺寸性能和参数的单位与测量准确度

BD 110001-2015 北斗卫星导航术语

BD 420003-2015 全球卫星导航系统（GNSS）测量型天线性能要求及测试方法

BD 420009-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范

JB 6030-2001 工程机械通用安全技术要求

3 术语和缩略语

3.1 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

定位精度 `positional accuracy`

观测位置值与真实位置值之差的统计值。

3.1.2

首次定位时间 `time to first fix (TTFF)`

用户设备开机至获得首次正确定位所需的时间。

3.1.3

冷启动首次定位时间 `cold start time to first fix`

用户接收设备在星历、历书、概略时间和概略位置未知的状态下，从开机到首次正常定位所需的时间。

3.1.4

热启动首次定位时间 hot start time to first fix

用户设备在星历、历书、概略时间和概略位置已知的状态下，从开机到首次正常定位所需的时间。

3.1.5

实时动态测量 real-time kinematic (RTK)

GNSS相对定位技术的一种，主要通过基准站和流动站之间的实时数据链路和载波相对定位快速解算技术，实现高精度动态相对定位。

3.1.6

激光测距传感器 laser ranging sensor

通过测量激光往返目标所需时间来确定目标距离。

3.1.7

爆破作业 blasting

利用炸药的爆炸能量对介质做功，以达到预定工程目标的作业。

3.1.8

爆破作业环境 blasting circumstances

泛指爆区及其周围影响爆破安全的自然条件、环境状况。

3.1.9

浅孔爆破 short-hole blasting

炮孔直径小于或等于50mm，深度小于或等于5m 的爆破作业。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

RMS: 均方根(Root Mean Square)

TTFF: 首次定位时间(Time To First Fix)

USB: 通用串行总线(Universal Serial Bus)

4 终端构成

4.1 终端组成

基于 GNSS 的钻孔作业监控终端可以利用平板等终端录入待钻孔作业点位信息，利用固定在钻机滑架的 GNSS 天线感知预钻孔位置，利用激光测距传感器感知钻孔深度，通过钻孔作业终端主机对传感器数据进行实时处理，可通过蓝牙将相关信息发送到平板、显示器、Web 平台等展示钻孔位置及钻孔深度，并进行监控。终端由钻孔作业监控终端主机、GNSS 卫星天线、激光测距传感器三部分组成：

- a) 钻孔作业监控终端主机：提供钻孔位置、钻孔深度采集和存储功能；
- b) GNSS 卫星天线：接收 GNSS 卫星信号，安装中天线相位中心应与钻杆中轴线共轴，终端主机计算所得天线位置即钻孔的水平位置；
- c) 激光测距传感器：激光测距传感器用于监测推进马达往复行程，测量钻孔深度参数；

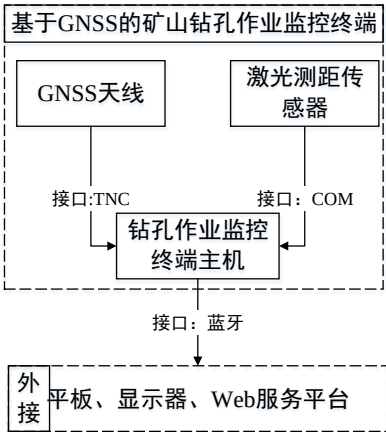


图 1 钻孔作业监控终端组成图

4.2 工作原理

基于 GNSS 的钻孔作业监控终端适用于矿山爆破过程中钻孔信息监测，包括钻孔位置信息和钻孔深度信息。其工作原理是将测量布孔的坐标数据以任务的形式通过 USB 移动存储设备或互联网传输方式导入钻孔作业监控终端主机，钻孔作业监控终端主机通过平板等显控终端显示待钻孔的各个位置，驾驶员可根据目标钻孔位置驾驶钻机至指定位置，到达预定位置后，钻机驾驶员根据钻孔作业监控终端提供的位置信息调整钻机到指定钻孔点位开展钻孔作业。

5 技术要求

5.1 结构与外观

结构与外观要求如下：

- a) 系统各终端间连接部件的连接应稳定可靠；
- b) 系统各终端表面应无明显的划痕、裂缝；
- c) 终端外壳应有一定的刚度和强度；
- d) 系统各终端按键应操作灵活、无卡滞现象。

5.2 功能要求

基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端能够通过GNSS天线接收的卫星信号计算钻孔位置信息、通过激光测距传感器解析钻孔深度信息。

- a) 钻孔作业监控终端主机应具备以下工作状态的显示或提示功能：
 - 1) 接收卫星状态；
 - 2) 电源状态；
 - 3) 工作模式状态。
- b) 终端应具备利用北斗卫星导航系统播发的公开服务信号进行独立定位的能力。
- c) 终端除北斗系统外应兼容至少一种其他国际主流全球卫星导航系统。
- d) 终端应具备钻孔深度采集和存储功能。
- e) 激光测距传感器具备实时获取钻孔深度的功能。

5.3 性能要求

基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端性能要求如下：

- a) 钻孔定位精度
钻孔作业监控终端与预钻孔位置水平方向误差 $\leq 0.2\text{m(RMS)}$ 。
- b) 首次定位时间（TTFT）
冷启动首次定位时间 $\leq 50\text{s}$ ，热启动首次定位时间 $\leq 15\text{s}$ 。
- c) 测距精度
激光测距传感器与钻孔深度测量误差 $\leq 0.1\text{m(RMS)}$ 。
- d) GNSS 天线
GNSS天线应满足BD 420003-2015要求。

5.4 接口与输出

- 接口与输出要求如下：
- a) 基于 GNSS 的矿山钻孔作业监控终端主机应满足宽压供电。
 - b) 基于 GNSS 的矿山钻孔作业监控终端主机应具备差分数据接口。

5.5 可靠性

基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端平均无故障时间（MTBF）最低可接受值应不少于3000h。

5.6 维修性

基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端结构外壳应采用整体抽拉式结构，方便维修人员拆装和售后。

5.7 安全防护

- 安全防护要求如下：
- a) 各接口端应该有明显标记防止插拔错误。
 - b) 终端主机应有过流、过压和极性反接的保护装置。
 - c) 系统在设计过程中，应符合工程机械通用安全技术要求。

5.8 环境适应性

5.8.1 温度

基于 GNSS 的矿山钻孔作业监控终端各单元工作温度范围为：-30℃~65℃。

5.8.2 工作电压

基于 GNSS 的矿山钻孔作业监控终端各单元的工作电压范围见表 2。

表 2 工作电压范围

单元名称	标称电压	工作电压范围	
		下限	上限
钻孔作业监控终端主机	24V	16V	36V
GNSS 天线	5V	4.5V	5.5V
激光测距传感器	5V	4.5V	5.5V

5.8.3 振动

钻孔作业监控终端主机和激光测距传感器在表 3 的条件下，振动 24 个小时（8 小时/向），零部件应无损坏，紧固件应无松脱现象。

表 3 振动试验环境参数

频率（Hz）	位移（0-P）	加速度幅值	扫频速率	扫描时间	扫描方向
5~11	10mm	/	1oct/min	8h/向	X、Y、Z
11~500	/	50m/s ²			

5.8.4 冲击

钻孔作业监控终端主机和激光测距传感器在表 4 的条件下，沿 x、y、z 三方向每次冲击三次，零部件应无损坏，紧固件应无松脱现象。

表 4 冲击试验条件环境参数

频率（Hz）	量级	冲击方向	冲击次数
100~800	6dB/oct	X、Y、Z	3 次/向
800~4000	1500g		

5.8.5 防水防尘

基于 GNSS 的矿山钻孔作业监控终端各部件应达到的防水防尘能力见表 5。

表 5 各单元防水防尘等级

单元名称	钻孔作业监控终端主机	GNSS 天线	激光测距传感器
等级	IP67	IP65	IP65

防水防尘等级定义详见国家标准 GB 4208-2008。

6 检验方法

6.1 检验条件

除另有规定外，所有测试应在如下测试环境下进行：

- a) 温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：25%～75%；
- c) 气压：86kPa～106kPa。
- d) 在室内使用模拟测试信号进行设备检验。
- e) 使用信号模拟器仿真一个静态移植位置（距离基准站不大于 8km），该位置 GPS 卫星不少于 8 颗，BDS 卫星不少于 8 颗，HDOP≤4 或 PDOP≤6，设置输出功率电平为-128dBm，且不考虑电离层、对流层及钟差影响。

所有测试用仪器、设备应有足够的测量范围、分辨力、准确度和稳定度，其性能应满足被测性能指标的要求；测试所用仪器设备应经过计量部门检定或校准，符合性能指标要求，并在检定或校准有效期内。

6.2 测试方法

6.2.1 结构与外观

结构与外观检验方法如下：

- a) 目测系统各终端间连接部件是否稳定可靠；
- b) 目测系统各终端表面是否有划痕、裂缝；
- c) 实际操作检查终端主机外壳是否有一定的刚度和强度；
- d) 实际操作系统各终端按键是否灵敏。

6.2.2 功能检验

基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端功能检验方法如下：

- a) 目测并实际操作确认钻孔作业监控终端信息显示或提示功能是否完备。
- b) 终端上电，设置信号源输出北斗卫星星号，数据链路仅播发北斗差分改正数据，进行RTK测试，钻孔作业监控终端定位精度应满足5.3节要求；
- c) 设置信号源输出GPS卫星星号，数据链路仅播发GPS差分改正数据，进行RTK测试，钻孔作业监控终端定位精度应满足5.3.要求。
- d) 钻孔作业监控终端进行静态测量，观测1h，检查终端存储文件。
- e) 激光测距传感器应能实时获取钻孔深度，目测深度信息在显控端显示。

6.2.3 性能检验

基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端性能检验方法如下：

a) 钻孔定位精度

依据6.1节要求完成信号源的设置，将钻孔作业监控终端与信号源连接，共进行10组观测，每组采集不少于 100个RTK定位结果，在终端主机成功单点定位后，同时接收信号源模拟器仿真的卫星信号和基准站差分数据，统计RTK水平定位精度，RTK定位精度统计公式见BD 420009-2015。

b) 冷启动定位时间。

使用信号模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹，输出功率电平为-128dBm。使钻孔作业监控终端在下述任一种状态下开机，以获得冷启动状态：

- 1) 为钻孔作业监控终端初始化一个距实际测试位置不少于 1000km 但不超过 10000km 的伪位置，或删除当前历书数据；
- 2) 7 天以上不加电。以 1Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出首次连续 10 次输出三维定位误差不超过 100m 的定位数据的时刻，计算从开机到上述 10 个输出时刻中第 1 个时刻的时间间隔。

c) 热启动定位时间

用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。

在被测导航单元正常定位状态下，短时断电 60s 后，被测导航单元重新开机，以 1Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出首次连续 10 次输出三维定位误差不超过 100m 的定位数据的时刻，计算从开机到上述 10 个输出时刻中第 1 个时刻的时间间隔，应符合 5.2 的要求。

d) 测距精度

将推进器调到水平状态，起动推进马达，使回转器移动至推进器后端位置，用卷尺测量其有效推进行程，计算激光测距传感器测量值与实际测量值之差，应低于 5.3 节要求，其中卷尺准确度应满足 GB/T 21153-2007 中的要求。

e) GNSS 天线

除另有规定外，按照 BD 420003-2015 对天线进行测试。

6.2.4 接口与输出

接口与输出检验方法如下：

- a) 为钻孔作业监控终端接入16V电压，保持1min，在接入正常电源，观测设备是否可以正常工作；为钻孔作业监控终端接入36V电压，保持1min，在接入正常电源，观测设备是否可以正常工作。
- b) 实际操作为基于GNSS的矿山钻孔作业监控终端接入差分数据，检查钻孔作业系统是否可以输出RTK定位信息。

6.2.5 可靠性

可靠性检验方案按照GB/T 5080.7-1986执行，失效判决准则按照GB/T 5080.1-2012执行。

6.2.6 维修性

目测钻孔作业监控终端结构外壳应是否采用整体抽拉式结构。

6.2.7 安全防护

目测钻孔作业监控终端结构是否有明显的接口标识。
实际操作终端主机在过流、过压和极性反接下保持1分钟，再接入正常电源，系统应能正常工作。
系统在设计过程中，应符合JB 6030-2001要求。

6.2.8 环境适应性

6.2.8.1 温度

在温度为表1要求的低温环境下进行定位精度测试。将天线信号引入高低温试验箱，在试验箱内温度为室温时将各单元置于试验箱内，并开启设备进入正常工作状态。将试验箱内温度设定为-30℃，待温度平衡后连续观测8h。设备能够正常使用。
采用同样方法将试验箱温度设定为65℃进行工作高温测试。

6.2.8.2 工作电压

各设备加电，将直流电源分别调节至表 2 中的工作电压上下限，检查设备是否能正常定位。

6.2.8.3 振动

将设备置于振动检验台，按照表 3 的振动环境参数进行正弦振动和平稳随机振动，振动后检查设备是否能正常定位，目测外观结构是否完好。

6.2.8.4 冲击

将设备置于冲击检验台，按照表 4 的冲击环境参数进行各方向冲击试验，冲击完成后检查设备是否能正常定位，目测外观结构是否完好。

6.2.8.5 防水防尘

防尘测试按照 GB4208-2008 规定进行。
防水测试按照 GB4208-2008 规定进行。

6.3 检验分类

本标准规定的检验分类如下：
a) 鉴定检验；
b) 质量一致性检验。

6.4 检验项目及顺序

检验项目及顺序见表6。根据具体情况，使用方和生产方可协商裁减检验项目或改变检验顺序。

表 6 检验项目及顺序

序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验	要求的章 条号	测试方法的 章条号
			逐批检验		
			A组检验		
1	结构与外观	●	●	5.1	6.2.1
2	终端功能	●	—	5.2	6.2.2

3	终端性能	●	—	5.3	6.2.3
4	接口与输出	●	●	5.4	6.2.4
5	可靠性	●	●	5.5	6.2.5
6	维修性	●	●	5.6	6.2.6
7	安全防护	●	●	5.7	6.2.7
8	环境适应性	●	—	5.8	6.2.8
9	标准、标志	●	●	7	7
注：●表示“要求的”项目；—表示“不要求的”项目。					

6.5 鉴定检验

6.5.1 概述

鉴定检验的目的是验证产品是否符合其规范要求。有下列情况之一时应进行鉴定检验：

- 设计定型和生产定型时；
- 在设计有重大改进、重要的原材料和元器件及工艺有重大变化使原来的鉴定结论不再有效时；
- 长期停产后恢复生产时；
- 易地生产时；
- 产品设计与流程未作任何改变而提高产品标称的性能指标时。

6.5.2 样品数量

检验样品从鉴定批中随机抽出1台（套）进行，亦允许根据不同的检验项目采用不同的样品数量进行，具体由产品鉴定方和生产方根据产品规定协商确定。

6.5.3 合格判据

当规定的检验项目全部符合本标准时，则判定鉴定检验合格。

若发现某个检验项目不符合要求时，鉴定方应停止检验，生产方应对不合格项目进行分析，找出缺陷原因，并采取纠正措施后，可继续进行检验，若所有检验项目全部符合本规范要求时，则判定为鉴定检验合格；若继续检验仍有某个项目不符合标准要求时，可根据产品质量特性及与本标准不符合的严重程度，由产品鉴定方决定继续采取纠正措施或判为鉴定检验不合格。

6.6 质量一致性检验

质量一致性检验采用A组检验。

6.6.1 概述

A组检验是检验验收单位对生产单位提交的终端产品进行非破坏检验，以判定各套产品是否符合规定要求并填写检验记录单。

6.6.2 抽样方案

进行100%检验，亦允许检验验收单位与生产单位协商确定。

6.6.3 合格判据

- 若存在终端不符合技术要求时，应查明原因，如不属于产品本身原因，排除故障制定纠正措施后，方可继续进行检验；如属产品的原因，应退回排故重新提；
- 若同一产品第二次提交再次出现性能指标不符合要求时，应予剔除；

c) 甲方检验部门检验时, 每批失效率大于10%时, 应该可拒收。

6.6.4 样品处理

经检验合格的批中, 对发现有缺陷的产品, 生产方应负责修复并达到规定要求后, 可作为合格产品交付。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 产品标志和包装

产品应有清晰耐久的铭牌标志。铭牌应安装在主机外表面的醒目位置, 铭牌尺寸应与主机结构尺寸相适宜。

标志应包括下列内容:

- 装置名称、型号及规格;
- 装置制造厂名及商标;
- 装置出厂年月及编号;
- 装置执行标准代号。

外包装应体现如下内容:

- 中文产品名称和型号, 额定电源电压、电源频率等主要电气参数, 结构尺寸、整机重量;
- 制造商名称、详细地址、产品产地、商标或标识;
- 产品所执行的、符合的标准编号及标准名称;
- 包装箱应符合防潮、防尘、防震、运输的要求;
- 单个包装箱内应有使用说明书、保修卡、检验合格证及装箱清单。

7.2 运输和贮存

包装件符合运输作业的规定, 避免在运输和装卸时包装件内部件产生滑动、撞击和磨损, 造成部件损坏。包装后的产品在长途运输时不得装在敞开的船舱和车厢中, 中途转运时不得存放在露天仓库中, 在运输过程中不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车(或其他运输工具)装运, 且产品不允许受雨、雪或液体物质的淋袭与机械损伤。

产品贮存时应存放在原包装盒(箱)内, 仓库内不允许有各种有害气体、易燃、易爆的产品及有腐蚀性的化学物品, 并且应无强烈的机械振动、冲击和磁场作用。包装箱应垫离地面至少 10cm, 距墙壁、热源、冷源、窗口或空气入口至少 50cm。若无其他规定时, 贮存期一般应为 6 个月。若在生产厂存放超过 6 个月时, 则应重新进行逐批检验。

参 考 文 献

- [1] 蒋万超.被引用标准与标准的协调性[J]机械工业标准化与质量, 1997-11-014
 - [2] GB/T 191-2008 包装储运图示标志
 - [3] GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
 - [4] GB 50175-2014 露天煤矿工程质量验收规范
 - [5] JB/T 10247-2016 履带式露天潜孔钻机
-