



# 中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1211—2024

## 煤矿井下地质勘探钻孔机器人

Drilling robot for geological exploration in underground coal  
mine

2024-12-25 发布

2025-06-25 实施

国家能源局 发布  
中国标准出版社 出版



## 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 型号与基本参数 .....	2
5 技术要求 .....	5
6 试验方法 .....	7
7 检验规则 .....	11
8 标志、包装、运输和贮存 .....	12



## 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。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中煤科工西安研究院(集团)有限公司、安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、淮北矿业(集团)有限责任公司、淮河能源控股集团有限责任公司、安徽省皖北煤电集团有限责任公司、西安煤科检测技术有限公司。

本文件主要起草人：姚宁平、姚亚峰、曹明、宋海涛、董洪波、姚克、吴兆宏、丁华忠、曹佩永、李连刚、梁春苗、杜雷、马斌、方鹏、史志远、张哲、曹静。



# 煤矿井下地质勘探钻孔机器人

## 1 范围

本文件规定了煤矿井下地质勘探钻孔机器人(以下简称“钻孔机器人”)的型号与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于煤矿井下地质勘探、灾害防治用液压驱动钻孔机器人,采用电机驱动的钻孔机器人参照此文件。

## 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 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
- GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的设备
- GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备
- GB/T 3836.9 爆炸性环境 第9部分:由浇封型“m”保护的设备
- GB/T 5590 矿用防爆低压电磁起动器
- GB/T 10111 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序
- GB/T 13813 煤矿用金属材料摩擦火花安全性试验方法和判定规则
- GB/T 39405 机器人分类
- AQ 1043 矿用产品安全标志标识
- MT/T 98 液压支架用软管及软管总成检验规范
- MT 113 煤矿井下用聚合物制品阻燃抗静电性通用试验方法和判定规则
- MT/T 154.1 煤矿机电产品型号编制方法 第1部分:导则
- MT/T 386 煤矿用电缆阻燃性能的试验方法和判定规则
- MT/T 776—2004 煤矿机械液压系统总成出厂检验规范
- MT/T 790 煤矿坑道勘探用钻机
- MT 818(所有部分) 煤矿用电缆
- MT/T 1101 矿用车载式甲烷断电仪

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**钻孔机器人 drilling robot**

由行走装置、主机、机械手、控制单元等部件组成,用于钻孔施工,具备主轴姿态自动调节、自动钻进、自动提钻、自适应钻进和自主行走定位等功能的特种机器人。

3.2

**机械手 manipulator**

用于在钻孔施工中通过液压或电机驱动等形式自动抓取钻杆并实现钻杆自动加卸的装置。

3.3

**钻杆仓 drill pipe box**

用于钻孔机器人中储存钻杆的装置。

3.4

**主轴轴线 axis of the spindle**

动力头中钻杆驱动轴的中心线。

3.5

**主轴倾角 dip angle of the spindle**

主轴轴线相对于水平面的倾角。

3.6

**主轴方位角 azimuth angle of the spindle**

主轴轴线相对于车体长度方向中心线的夹角。

3.7

**主轴高度 height of the spindle**

主轴轴线相对于钻孔机器人底面的高度。

3.8

**自动钻进 automatic drilling**

利用机械手自动抓取钻杆并与主机等配合将钻杆钻进孔内的过程。

3.9

**自动提钻 automatic lifting the drill pipe**

利用机械手自动抓取钻杆并与主机等配合将钻杆提出孔外的过程。

3.10

**自适应钻进 adaptive drilling**

自主调节钻进参数适应孔内负载变化的纯钻进过程。

3.11

**回转额定工况 rated condition of rotation**

在动力头停止给进的状态下,利用回转加载装置将动力头由低到高逐渐加载至回转额定压力(误差不大于±1.0 MPa),电动机输出功率不超过额定值的过程。

3.12

**航向角 course angle**

钻孔机器人行走定位时实测方位角相对于目标方位角的偏离角度。

3.13

**热平衡 thermal equilibrium**

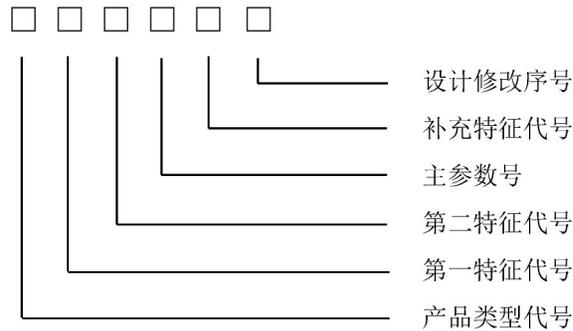
同一测点连续测量三次以上测温仪读数不变或差值在仪器允许误差范围内的状态。

## 4 型号与基本参数

### 4.1 型号

4.1.1 钻孔机器人型号的编制按照 GB/T 39405、MT/T 154.1 及 MT/T 790 的编制方法。钻孔机器人

型号的组成和排列方式为：

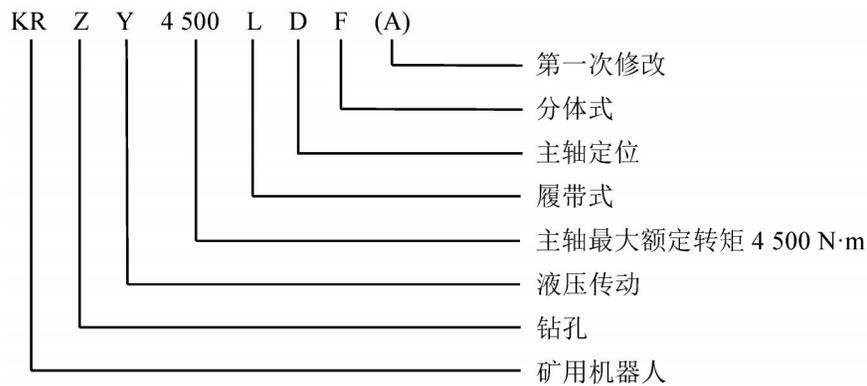


4.1.2 钻孔机器人型号的各组成部分按下列规则确定。

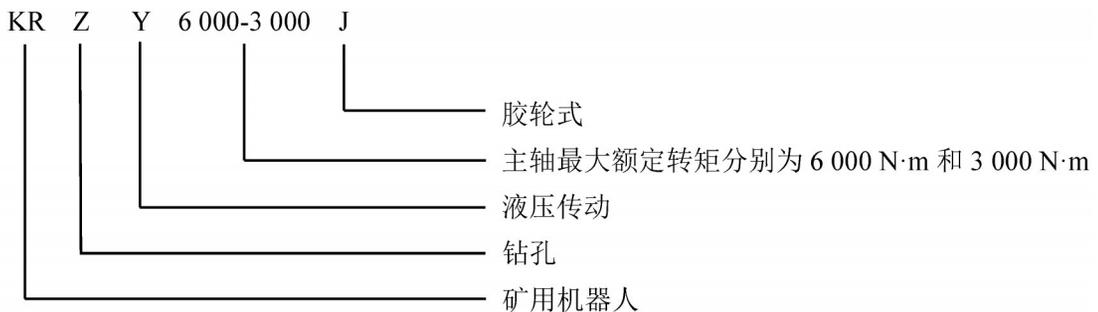
- a) 产品类型代号为大写字母 KR,表示其他特种机器人中的“矿用机器人”。
- b) 第一特征代号为大写字母 Z,表示“钻孔”。
- c) 第二特征代号表示主驱动方式,用大写字母表示,例如:Y-液压驱动。
- d) 主参数为动力头的主轴最大额定转矩,用阿拉伯数字表示,单位符号为 N·m;当主机有多个相同的动力头时,转矩前面增加“动力头数量×”,当主机有多个不同的动力头时,转矩之间用“-”分隔;转矩数值按 100 的位数选取。
- e) 补充特征代号用于在必要时区别类似产品,用 1~3 个大写汉语拼音字母(I、O 除外)表示,例如: L-履带式、J-胶轮式、D-主轴定位、F-分体式等,此项可省略。
- f) 设计修改序号用加括号的大写字母 (A),(B),(C)…表示设计修改后产品的先后次序,对于首次提出的设计,此项省略。

4.1.3 型号示例如下：

示例 1：



示例 2：



## 4.2 基本参数

钻孔机器人的基本参数按结构功能分为行走装置、主机、机械手、控制单元和其他 5 个部分,见表 1。

表 1 钻孔机器人的基本参数

结构功能	技术参数	单位
行走装置	最大行走速度	km/h
	爬坡能力	(°)
	接地比压	MPa
主机	主轴额定转矩	N·m
	主轴额定转速	r/min
	最大给进力	kN
	最大起拔力	kN
	给进行程	mm
	主轴倾角	(°)
	主轴方位角	(°)
	主轴高度	mm
机械手	额定载荷	kg
	配套钻杆直径	mm
	配套钻杆有效长度	mm
	钻杆仓容量	根
控制单元	控制器额定工作电压	V
	控制器最大输入视在功率	VA
	遥控发射器电池容量	mAh
	遥控接收器供电电压	V
	最大遥控距离	m
其他	回转额定压力	MPa
	给进额定压力	MPa
	起拔额定压力	MPa
	自动钻进速度	m/h
	自动提钻速度	m/h
	电动机额定功率	kW
	电动机额定电压	V
	运输尺寸(长×宽×高)	mm×mm×mm
	最小适应巷道尺寸(长×宽×高)	mm×mm×mm
	质量	kg

## 5 技术要求

### 5.1 适应环境条件

工作环境要求：

- a) 环境温度为0℃~40℃；
- b) 相对湿度应不大于95%(25℃时)；
- c) 大气压力为80 kPa~110 kPa；
- d) 含甲烷、煤尘爆炸性混合物的煤矿井下。

### 5.2 基本要求

- 5.2.1 应按规定程序批准的图样和技术文件制造。
- 5.2.2 有转动方向要求的部位应清晰标明转动方向。
- 5.2.3 钻孔机器人本体上醒目的位置和遥控器上应设置急停按钮。
- 5.2.4 容易引起人身伤害的运动部件、操作区域的操作杆应设置安全防护装置或做出醒目标志。
- 5.2.5 各仪表、控制手把位置、遥控旋钮等应便于操作者观察和操作,标牌指示应准确。
- 5.2.6 外露表面不应有飞边、毛刺、损伤等缺陷,非加工不平滑表面应打磨平整,除铜管、胶管和作电镀、发黑处理或涂防锈油的表面之外,均应喷漆处理。
- 5.2.7 喷漆应均匀牢固,不应有锈斑、皱皮、剥落、裂纹、流挂、气泡等缺陷。
- 5.2.8 胶管、线缆等应排布整齐,并做好防护。
- 5.2.9 经常拆卸的液压管路接头、传感器线缆接头处应配备保护盖。

### 5.3 防爆要求

- 5.3.1 电气零部件应符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.4 和 GB/T 3836.9 的规定。
- 5.3.2 电磁起动器应符合 GB/T 5590 的规定。
- 5.3.3 甲烷断电仪应符合 MT/T 1101 的规定。
- 5.3.4 使用的电缆应符合 MT 818(所有部分)的规定。
- 5.3.5 使用的非金属类电缆中间接头应符合 MT/T 386 的规定。
- 5.3.6 零部件采用铝、镁、钛等轻合金制造时,其摩擦火花安全性能应符合 GB/T 13813 的规定。
- 5.3.7 外露零件采用非金属聚合物时,其阻燃抗静电性能应符合 MT 113 的规定。
- 5.3.8 液压胶管应符合 MT/T 98 的规定。

### 5.4 控制单元性能

- 5.4.1 应具备开机自检功能,并能显示传感器状态和通信状态等自检信息。
- 5.4.2 遥控器发出指令后钻孔机器人应能做出相应的动作,操控过程应灵敏、连贯且平稳可靠。
- 5.4.3 遥控器工作时控制单元中应能显示液压泵压力、回油压力、给进压力、起拔压力、转速等主要参数信息。
- 5.4.4 应具备自动钻进和自动提钻开始前的自动初始化功能。
- 5.4.5 在工作状态下按下遥控器和钻孔机器人本体上的急停按键时,钻孔机器人应能立即停止动作。

5.4.6 遥控器应具有司钻和行走状态的安全互锁功能,防止意外触碰遥控器其他手柄导致事故发生。

## 5.5 空载运转性能

5.5.1 冷却单元应无漏液、串液现象。

5.5.2 动力头、给进装置、机身姿态调节机构、机械手、行走装置等应动作正常、运转平稳,无异常声响。

5.5.3 夹持机构应开闭灵活、均匀,打开时应能使钻杆顺利通过。

5.5.4 各操作件应灵活,定位准确、可靠。

5.5.5 紧固件应无松动现象。

## 5.6 稳固性能

5.6.1 稳固装置支撑钻孔机器人车体后,不应有支撑失效、渗漏和构件破损、变形等异常。

5.6.2 稳固装置液压缸支撑车体 8 h 后,液压缸回缩量应不大于 4 mm。

## 5.7 负载运转性能

5.7.1 在回转额定工况下动力头主轴实测转矩和对应转速不应小于额定值。

5.7.2 在给进额定压力和起拔额定压力下给进装置实测给进力和起拔力不应小于额定值的 95%。

5.7.3 各密封处不应有渗漏现象。

## 5.8 过载性能

5.8.1 动力头在过载状态下应运转平稳,无异常声响,与钻杆间无相对滑动。

5.8.2 给进装置在起拔过载状态下不应出现机件损坏,与钻杆间无相对滑动。

5.8.3 进行液压系统总成耐压和密封试验,所有焊缝和结合面应无渗漏,管路应无永久变形。

## 5.9 主轴姿态自动调节性能

5.9.1 主轴姿态应能根据输入参数要求自动调节。

5.9.2 主轴方位角调节误差应不大于 $\pm 1^\circ$ 。

5.9.3 主轴高度调节误差应不大于 $\pm 3$  mm。

5.9.4 主轴倾角调节误差应不大于 $\pm 1^\circ$ 。

## 5.10 自动钻进和自动提钻性能

5.10.1 利用遥控器一键操作自动钻进按钮,机械手应能准确地自动抓杆、送杆,并与主机配合实现拧紧钻杆和钻进;一键操作自动提钻按钮时自动动作相反;在上述两个过程中机械手和主机应运转灵活、平稳,无卡滞和掉落钻杆等现象。

5.10.2 自动钻进速度和自动提钻速度不小于基本参数中的要求。

5.10.3 机械手按额定载荷加卸钻杆时,无卡滞、掉落等现象。

## 5.11 自适应钻进性能

5.11.1 孔内负载变化时钻进压力和回转速度应能自适应调节。

5.11.2 不同负载状态下机械钻速的相对平均值偏差(机械钻速偏差绝对值的算术平均值与机械钻速算术平均值比值的百分数)不大于 10%。

## 5.12 行走定位性能

5.12.1 钻孔机器人最大行走速度偏差应不大于设计值的 $\pm 10\%$ 。

5.12.2 钻孔机器人启动、制动、转弯、爬坡及直线行走时应运转灵活、平稳,无卡滞现象和异常声响,坡道刹车后不应下滑。

5.12.3 自主行走时应具备避障、紧急制动功能。

5.12.4 自主行走定位位置误差应不大于 $\pm 200$  mm。

5.12.5 自主行走定位航向角误差应不大于 $\pm 3^\circ$ 。

## 5.13 温度

5.13.1 在回转额定工况下连续运转达到热平衡时,液压泵和动力头表面最高温度不超过 $75^\circ\text{C}$ ,油箱中液压油最高温度不超过 $60^\circ\text{C}$ ,液压马达表面最高温度不超过 $90^\circ\text{C}$ 。

5.13.2 机械手采用电机驱动的,机械手在最大速度下连续运转达到热平衡时控制柜表面最高温度不超过 $50^\circ\text{C}$ ,电机表面最高温度不超过 $90^\circ\text{C}$ 。

## 5.14 整机效率

在回转额定工况下的整机效率应不小于 $42\%$ 。

## 5.15 噪声

噪声的 A 计权声级应符合表 2 的规定。

表 2 钻孔机器人噪声的 A 计权声级

电动机功率/kW	$\leq 11$	15~ 22	30~ 37	45~ 55	$\geq 75$
钻孔机器人(最高额定转速小于1 000 r/min)噪声 A 计权声级/dB(A)	$\leq 88$	$\leq 92$	$\leq 94$	$\leq 96$	$\leq 100$
钻孔机器人(最高额定转速大于或等于1 000 r/min)噪声 A 计权声级/dB(A)	$\leq 92$	$\leq 95$	$\leq 97$	$\leq 99$	$\leq 103$

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

#### 6.1.1 试验环境条件

除环境试验或有关标准中另有规定外,试验应在下列环境条件下进行:

- 温度范围为 $15^\circ\text{C}\sim 35^\circ\text{C}$ ;
- 相对湿度范围为 $45\%\sim 75\%$ ( $25^\circ\text{C}$ 时);
- 大气压力范围为 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 。

#### 6.1.2 使用仪器的精度等级或误差上限

各项试验使用仪器的精度等级或误差上限见表 3。

表 3 使用仪器的精度等级或误差上限

序号	仪器类型	精度等级或误差上限
1	转矩仪	1.0级
2	转速仪	1 r/min
3	拉压力测量仪	1.0级
4	油压力测量仪	1.5级
5	三相电功率测量仪	1.0级
6	测力计	0.1%
7	测温仪	1℃
8	质量测量仪	0.1 kg
9	水平仪	0.1°
10	测距仪	0.5 mm
11	声级计	2.0级
12	角度仪	0.1°
13	秒表	0.1 s

## 6.2 基本要求试验

6.2.1 5.2.1 根据图样和技术文件进行整机检查。

6.2.2 5.2.2~5.2.9 采用目测法检查。

## 6.3 防爆要求检查

由生产企业提供相关的证明文件。

## 6.4 控制单元性能试验

6.4.1 钻孔机器人开机时,观察显示屏上是否正确显示自检信息。

6.4.2 操作遥控器逐一控制钻孔机器人的各动作,目测钻孔机器人的运行状态与遥控器各功能按键是否一致,遥控器上的显示信息与实际工作状态是否一致。

6.4.3 遥控器工作时观察显示屏上是否能显示主要参数信息。

6.4.4 操作遥控器的自动钻进或自动提钻按键,钻孔机器人应首先进行各部件的自动初始化动作。

6.4.5 工作状态下,按下遥控器或钻孔机器人本体上的急停按钮,观察钻孔机器人是否能立即停止工作。

6.4.6 使用遥控器分别在司钻和行走状态下,操作与控制区无关的按钮、手柄等,逐一进行功能检测。

## 6.5 空载运转性能试验

6.5.1 冷却单元按照其额定压力进行耐压试验,持续时间不少于 5 min。

6.5.2 进行动力头各挡的正、反转试验,在最高转速挡运转时间不少于 30 min,其余各挡运转时间不少于 5 min。无级调速动力头可在其转速变化范围内选择高、低两个极限位置试验。

6.5.3 进行给进装置的给进、起拔操作,重复操作各 3 次。

- 6.5.4 调节机身的主轴倾角、主轴方位角、主轴高度,重复操作各 3 次。
- 6.5.5 进行机械手的加卸钻杆动作,重复操作各 3 次。
- 6.5.6 进行行走装置的前进和后退动作,重复操作各 3 次。
- 6.5.7 进行夹持机构开合动作,重复操作各 3 次,并利用试验钻杆检查夹持机构的通过性。
- 6.5.8 5.5.4、5.5.5 采用目测法检查。

## 6.6 稳固试验

- 6.6.1 操纵稳固装置将钻孔机器人按规定工作范围支撑、下落,并重复进行 3 次,观测各构件是否有异常。
- 6.6.2 用稳固装置液压缸支撑起车体 8 h 后,测量各液压缸回缩的变化值,并取算术平均值。

## 6.7 负载运转性能试验

- 6.7.1 在动力头停止给进的状态下,利用回转加载装置将动力头由低到高逐渐加载至回转额定工况,测量动力头各挡位的主轴输出转矩和转速,测量动力头各挡位电动机的输入(有功)功率,其值定义为  $P_I$ 。
- 6.7.2 在动力头停止回转的状态下,利用给进/起拔加载装置分别将动力头由低到高逐渐加载至给进额定压力(误差不大于  $\pm 1.0$  MPa)和起拔额定压力(误差不大于  $\pm 1.0$  MPa),测量给进力和起拔力。
- 6.7.3 5.7.3 采用目测法检查。

## 6.8 过载试验

- 6.8.1 采用变量泵时将泵排量调整到额定值的 50%。
- 6.8.2 使动力头在低速档运转,利用回转加载装置由低到高逐渐加载,使输出转矩达到额定值的 115%,持续运转时间不少于 5 min,检查动力头运转情况。
- 6.8.3 进行起拔动作时,在起拔压力为额定值的 115% 情况下持续时间不少于 5 min,检查机件强度。
- 6.8.4 按 MT/T 776—2004 中 4.1 的规定进行液压系统总成耐压试验和密封试验。试验压力见表 4。试验时压力应逐步升高,达到试验压力后,保压时间不少于 5 min。

表 4 液压系统总成耐压试验压力

工作压力/MPa	$p \leq 16$	$16 < p \leq 25$	$25 < p \leq 31.5$
试验压力/MPa	1.5p	1.25p	1.15p
		低于 25 MPa 时,按 25 MPa 试验	低于 31.5 MPa 时,按 31.5 MPa 试验
注: $p$ ——液压系统总成的压力。			

## 6.9 主轴姿态自动调节试验

- 6.9.1 调节动力头主轴轴线为初始方位角、初始高度和初始倾角状态。
- 6.9.2 输入主轴方位角要求的数值,钻孔机器人执行调节指令后,测量主轴轴线与车体长度方向中心线的夹角为主轴方位角实测值,检查误差是否满足要求。
- 6.9.3 输入主轴高度要求的数值,钻孔机器人执行调节指令后,测量主轴轴线距离底面的高度作为主轴高度实测值,检查误差是否满足要求。
- 6.9.4 输入主轴倾角要求的数值,钻孔机器人执行调节指令后,测量主轴轴线与水平面的角度为主轴倾角实测值,检查误差是否满足要求。

### 6.10 自动钻进和自动提钻性能试验

6.10.1 在钻杆仓中装入钻杆,利用遥控器分别操作一键自动钻进和自动提钻功能,各重复累计钻杆数量不少于钻杆仓容量,检验自动钻进和自动提钻动作的流畅性。

6.10.2 分别测量自动钻进和自动提钻的时间段。自动钻进测量时间段为机械手从初始位置加杆开始,并将待加钻杆钻完,至机械手恢复至初始位置结束。自动提钻测量时间段与之相反。根据自动钻进和自动提钻的钻杆长度分别计算自动钻进速度和自动提钻速度,并应满足技术参数中的要求。

6.10.3 采用等直径且质量等于机械手负载的试样进行机械手送杆和取杆试验,各重复累计钻杆数量不少于钻杆仓的容量,试验中不能出现机械手卡滞、试样掉落等现象。

### 6.11 自适应钻进性能试验

6.11.1 选取3种坚固性系数差值不小于2.0、最大坚固性系数不大于6.0的岩(煤)样并按照坚固性系数从小到大组合在一起作为钻进测试试样。

6.11.2 在钻孔机器人工作参数范围内按照设定的钻进压力和回转速度进行钻进试验,试验总进尺不少于单根钻杆长度,并分别计算机械钻速。

6.11.3 计算3种试样的机械钻速相对平均值偏差。

### 6.12 行走定位试验

6.12.1 行走试验应在长不小于50 m、宽不小于5 m的平整场地进行。在试验场地上测定钻孔机器人最大行走速度,行走距离应不小于30 m,重复3次,计算平均最大行走速度。

6.12.2 爬坡能力试验应在长度不小于15 m、倾斜角不小于设计最大爬坡能力的坡道上进行,倾斜角偏差应不大于设计值的±1°。

6.12.3 目测检验钻孔机器人起动、制动、转弯、前进、后退及爬坡能力的运转性能和稳定性。

6.12.4 在平整场地上安装模拟巷道装置并设置障碍物后进行自主行走试验,目测检验钻孔机器人自主行走时躲避障碍物和紧急制动等功能。

6.12.5 钻孔机器人自主行走至目标位置后停止,行走距离应不小于30 m,重复3次,计算坐标点与目标点的平均距离、坐标点相对目标点的平均航向角。

### 6.13 温度测定

6.13.1 将各测温仪分别置于油箱、液压泵、液压马达、动力头外壳上,动力头设在高速挡,在回转额定工况下连续运转,每5 min记录一次温度,直至达到热平衡为止。有冷却单元的钻孔机器人可在冷却单元运行状态下测定温度。记录各测点最高温度。

6.13.2 将各测温仪分别置于机械手的控制柜、电机上,机械手重复单一动作,每5 min记录一次温度,直至达到热平衡为止。有冷却单元的钻孔机器人可在冷却单元运行状态下测定温度。记录各测点最高温度。

### 6.14 整机效率测定

6.14.1 钻孔机器人输出功率按公式(1)计算:

$$P_2 = \frac{\pi n}{30} M \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$P_2$ ——动力头主轴输出功率,单位为千瓦(kW);

$n$ ——动力头在回转额定工况下的主轴转速,单位为转每分(r/min);

$M$ ——动力头在回转额定工况下的主轴转矩,单位为千牛米( $\text{kN}\cdot\text{m}$ )。

如果有多个动力头时,其输出功率为多个动力头输出功率之和。

6.14.2 钻孔机器人整机效率按公式(2)计算:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\eta$ ——钻孔机器人整机效率;

$P_1$ ——动力头主轴输入(有功)功率,单位为千瓦( $\text{kW}$ ),其值由 6.7.1 得到;

$P_2$ ——动力头主轴输出功率,单位为千瓦( $\text{kW}$ ),其值由 6.14.1 得到。

6.14.3 对有级调速的钻孔机器人,分别测出动力头在各转速档时的整机效率,然后取算术平均值;对无级调速的钻孔机器人,分别测出在低转速和高转速时的整机效率,然后取算术平均值。

## 6.15 噪声测定

6.15.1 测量仪器动态特性调整为“慢”响应,采样时间间隔定为 5 s。

6.15.2 试验条件:

- a) 动力头设定为高速挡,钻孔机器人在回转额定工况下运转;
- b) 背景噪声应低于钻孔机器人噪声 10 dB(A)以上。

6.15.3 声级计的麦克风距离地面 1.2 m,距离钻孔机器人最大轮廓线 1 m,在钻孔机器人四周测得一组值后取算术平均值。

6.15.4 对整体式钻孔机器人,在其四周各取 4 个测点;对分体式钻孔机器人,则在各部分的四周各取 4 个测点。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

7.1.1 由生产企业的检验部门负责检验,检验合格并签发合格证后方可出厂。

7.1.2 每台钻孔机器人出厂前应按表 5 规定的检验项目进行检验。

### 7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一者,应进行型式检验:

- a) 新产品定型或老产品转厂生产的试制鉴定;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响钻孔机器人性能时;
- c) 正常生产满 5 年或停产 2 年后恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- e) 国家产品质量监督机构提出进行型式检验时。

7.2.2 型式检验按表 5 规定项目进行。

7.2.3 型式检验应从出厂检验合格的产品中按 GB/T 10111 的规定抽取样品进行检验。

7.2.4 抽样检验过程中,不应调整、更换零部件。

### 7.3 判定规则

7.3.1 出厂检验中检验项目须全部合格。

7.3.2 型式检验按下列规则进行判定:

- a) 对于A类项目,有1项不合格时判为不合格;  
 b) 对于B类项目,有2项不合格时判为不合格;  
 c) 对于C类项目,有1项不合格应加倍抽样检验该项,若仍有1项不合格时判为不合格。

表5 检验项目

检验项目	类别	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
基本要求	A	5.2.1~5.2.4	6.2	√	√
	B	5.2.5~5.2.9			
防爆要求	A	5.3	6.3	√	√
控制单元性能	C	5.4	6.4	√	√
空载运转性能	C	5.5	6.5	√	√
稳固性能	C	5.6	6.6	—	√
负载运转性能	C	5.7	6.7	√	√
过载性能	C	5.8	6.8	—	√
主轴姿态自动调节性能	C	5.9.1	6.9.1	√	√
	C	5.9.2~5.9.4	6.9.2~6.9.4	—	√
自动钻进和自动提钻性能	C	5.10.1	6.10.1	√	√
	C	5.10.2~5.10.3	6.10.2~6.10.3	—	√
自适应钻进性能	C	5.11	6.11	—	√
行走定位性能	C	5.12	6.12	—	√
温度	C	5.13	6.13	—	√
整机效率	C	5.14	6.14	—	√
噪声	C	5.15	6.15	—	√
注：“√”表示必检项目；“—”表示不检项目。					

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

8.1.1 使用的安全标志标识应符合 AQ 1043 的规定。

8.1.2 铭牌及标牌应采用铜或不锈钢材料制造,并固定在机身的醒目位置,字迹应清晰、耐久。

8.1.3 铭牌应包括下列内容:

- 生产企业名称;
- 钻孔机器人名称和型号;
- 关键技术参数;
- 制造日期和出厂编号;
- 煤矿安全标志及相应证书编号。

8.1.4 受控件铭牌一般不应去掉、损坏、涂改和遮挡,除非影响到钻孔机器人的动作安全性能。

## 8.2 包装、运输和贮存

8.2.1 易受损部件应加装防护,并包装牢固,防止吊装、搬运及运输过程中受损。

8.2.2 封箱前应覆盖防潮油毡或塑料薄膜等。

8.2.3 应设置吊装装置、吊装时保证重心可靠。

8.2.4 各整体部件应固定在包装箱的底座上,散装件应采用包装材料包捆,并可靠固定在包装箱内,防止运输中受损。

8.2.5 随机技术文件应封装在防潮袋内,再放入包装箱。

8.2.6 随机文件包括:

- a) 检验合格证及相应的安全标志证书复印件;
- b) 使用说明书;
- c) 装箱单。

8.2.7 包装箱外壁的文字和标记应清楚整齐,并注明下列内容:

- a) 发货站和生产企业名称;
- b) 收货站和收货单位名称;
- c) 钻孔机器人名称和型号;
- d) 毛重、净重和包装箱外形尺寸;
- e) 防护要求和起吊位置标志。

8.2.8 应放置在通风良好的地点。

8.2.9 运输和贮存时要防水、防雨、防雪。

---