

T/SCMES

四川省机械工程学会团体标准

T/SCMES 23—2024

石油钻机和修井机管柱自动化设备 动力猫道

Automatic Pipe Handling Tool of Drilling and Workover Rig
Power Catwalk

2024 - 12 - 04 发布

2024 - 12 - 30 实施

四川省机械工程学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 型式及型号	3
5 配置及功能要求	4
6 技术要求	4
7 试验和检验	7
8 文件	9
9 标识、包装、运输与贮存	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。

本文件由四川省机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：四川宏华石油设备有限公司、宝鸡石油机械有限责任公司、西南石油大学、兰州兰石石油装备工程股份有限公司、中石化西南石油工程有限公司、宏华油气工程技术服务（四川）有限公司。

本文件主要起草人：、。

本文件为首次发布。

石油钻机和修井机管柱自动化设备

动力猫道

1 范围

本文件规定了石油钻机和修井机管柱自动化设备动力猫道（以下简称动力猫道）的术语和定义，型式及型号，配置及功能要求，技术要求，试验及检验，标识、包装、运输与贮存等要求。

本文件适用于陆地钻机和修井机用动力猫道的设计、制造和质量检验。

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。

- GB146.1 标准轨距铁路限界 第1部分：机车车辆限界
- GB/T 1243 传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮（GB/T 1243—2024, ISO 606:2015, IDT）
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3683 橡胶软管及软管组合件 油基或水基流体适用的钢丝编织增强液压型规范（GB/T 3683—2011, ISO 1436:2009, IDT）
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求（GB/T 3766—2015, ISO 4413:2010, MOD）
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求（GB/T 3836.1—2021, ISO 60079-0:2017, MOD）
- GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备（GB/T 3836.2—2021, ISO 60079-1:2014, MOD）
- GB/T 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的的设备（GB/T 3836.3—2021, ISO 60079-7:2015, MOD）
- GB/T 3836.5 爆炸性环境 第5部分：由正压外壳“P”保护的的设备（GB/T 3836.5—2021, ISO 60079-2:2014, MOD）
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）（GB/T 4208—2017, IEC 60529:2013, IDT）
- GB/T 6995.1 电线电缆识别标志方法 第1部分：一般规定
- GB/T 7935 液压元件通用技术条件
- GB/T 9330 塑料绝缘控制电缆
- GB/T 10544 橡胶软管及软管组合件 油基或水基流体适用的钢丝缠绕增强外覆橡胶液压型规范（GB/T 10544—2013, ISO 3862:2009, IDT）
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14039 液压传动 油液固体颗粒污染等级代号（GB/T 14039—2002, ISO 4406:1999, MOD）
- GB/T 15089 机动车辆及挂车分类
- GB 11118.1 液压油（L-HL、L-HM、L-HV、L-HS、L-HG）
- GB/T 19190 石油天然气工业 钻井和采油提升设备
- GB/T 23507.2 石油钻机用电气设备规范 第2部分：控制系统
- GB/T 40089 石油和天然气工业用钢丝绳 最低要求和验收条件（GB/T 40089—2021, ISO 10425:2003, MOD）
- GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
- SY 5225 石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程
- SY/T 6671 石油设施电气设备场所 I 级0区、1区和2区的分类推荐作法
- SY/T 6680 石油钻机和修井机出厂验收规范
- SY/T 6919 石油天然气钻采设备 钻机和修井机涂装规范

- SY/T 7702 石油天然气钻采设备 钻机和修井机管柱自动化设备
- T/SCMES 8 石油天然气钻采设备 钻机用水性涂料涂装规范
- AISC 360 美国钢结构设计规范 (Specification for Structural Steel Buildings)
- API RP 505 石油设施电气设备场所1级0区、1区和2区的分类推荐作法 (Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, and Zone 2)
- API Spec 8C 钻井和采油提升设备规范 (Drilling and Production Hoisting Equipment)
- API Spec 9A 钢丝绳规范 (Specification for Wire Rope)
- ASTM A435/A435M 钢板直束超声波检验 (Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates)
- ASTM E165/E165M 一般工业用液体渗透检验的标准试验方法 (Standard Practice for Liquid Penetrant Testing for General Industry)
- ASTM E709 磁粉探伤标准指南 (Standard Guide for Magnetic Particle Testing)
- AWS D1.1/D1.1M 钢结构焊接规范 (Structural Welding Code—Steel)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动力猫道 power catwalk

通过液压/电等驱动形式，完成管柱在地面存储设备与钻台面之间输送的管柱自动化设备。通常安装在钻机底座大门坡道和常规猫道的位置。

[来源：SY/T 7702—2023, 3.4]

3.2

液压动力猫道 hydraulic driven power catwalk

各机构由液压缸、液压马达、液压绞车等液压元件驱动实现动作的动力猫道。

3.3

电驱动力猫道 electrical driven power catwalk

各机构由电机、电缸等电气元件驱动实现动作的动力猫道。

3.4

电液复合驱动动力猫道 electrical driven power catwalk

各机构由液压缸/电缸、液压马达/电机等液压与电气元件驱动实现动作的动力猫道。

3.5

最大载荷 Max. safe working load

可施加在设备上的最大工作载荷（即输送管柱的最大重量），其数值等于最大设计载荷。

3.6

底座 catwalk

液压系统、电气系统以及其它机械传动部件的支撑基础。

3.7

支腿 pipe rack

支腿，别名管架或管排架。可存储管柱和/或移运管柱的机构，布置在猫道底座一侧或两侧，并与动力猫道主体底座连接。

3.8

钻具支撑梁 trough

钻具支撑梁，别名送钻柱装置。为管柱提供支撑，且在推送或回拖管柱过程中限制其位置的装置。

3.9

滑靴 skate

滑靴，别名小滑车。安装在支撑梁上，用于向井口/鼠洞推送或从井口/鼠洞回拖管柱，可防护管柱滑出支撑梁，设有围挡和/或管柱压紧的装置。

3.10

进出料机构 indxer

进出料机构，别名倾斜机构，实现管柱从支腿、底座铺台翻入支撑梁（进料）、管柱从底座铺台翻出支腿（出料）的机构。

3.11

翻料机构 kicker

翻料机构，别名踢出机构，将管柱从支撑梁翻出/踢出的机构。

3.12

挡料机构 safety pin

挡料机构，别名安全销，当管柱从支腿进入支撑梁，以及使用滑靴在支撑梁内推送/回拖管柱过程中，将管柱限制在支撑梁内的机构。

3.13

坡道 V-door Ramp

连接在钻机钻台与动力猫道底座之间，用于支撑钻具支撑梁上下运动的结构。

动力猫道动力失效后，可用于常规人工管柱处理作业。

注：部分动力猫道的钻具支撑梁上下钻台，无需通过坡道支撑。坡道不是动力猫道必须的组成部分，但必须配置供应急使用。

3.14

安全帘 Safety Curtain

布置在动力猫道两侧，用于防止人员误入动力猫道底座危险区而引发安全事故的装置。

3.15

循环时间 Cycle Time

在输送钻杆工况下，钻具支撑梁从初始位置上升至钻台，然后下放复位至底座内初始位置所耗时间。对于单根猫道，使用5寸单根钻杆进行标定；对于双根猫道，使用5寸双根钻杆进行标定；对于三根猫道，使用5寸三根钻杆进行标定。

4 型式及型号

4.1 产品分类

动力猫道按照驱动动力源型式，可分为液压动力猫道、电驱动力猫道和电液复合驱动动力猫道。按照输送管柱长度，可分为单根动力猫道、双根动力猫道和三根动力猫道。

4.2 产品型号

动力猫道型号表示方法见图1。

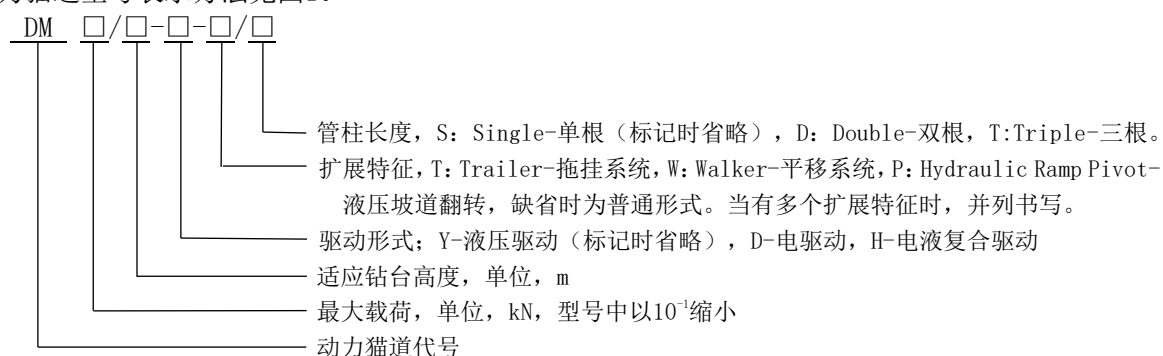


图1 动力猫道型号表示方法

示例1：DM4.5/10.5-TP/D表示最大载荷45 kN，适应10.5 m钻台，配置拖挂、液压坡道翻转功能的双根液压举升式动力猫道。

示例2：DM4.5/10.5表示最大载荷45 kN，适应10.5 m钻台的单根液压举升式动力猫道。

4.3 主要参数

动力猫道的主要参数为最大载荷（kN）和适应钻台高度（m）。

5 配置及功能要求

动力猫道应具有以下配置及功能：

- 1) 满足油管、钻杆、钻铤和套管在地面排管钻杆架与钻台面之间的自动移运。
- 2) 可配置独立液压站或集成液压站。当配置集成液压站时，需集成至动力猫道底座内。
- 3) 液压系统需具有供液冗余功能。在紧急情况下，至少有一台主电机泵组给系统供油，满足应急使用。
- 4) 具备普通猫道功能，设备故障后可在传统人工作业模式下工作，不影响正常钻井作业。
- 5) 应配置本地操作箱（正常模式和维护模式）和无线遥控器（有线或无线），预留司钻集成接口和远程有线操作供选择。每种模式均应具有急停功能，各模式间可相互切换且同一时间仅可使用一种操作模式。
- 6) 宜采用通过一个控制指令完成两个或两个以上连续动作的操作方式。用户要求时，可实现“一键”控制。
- 7) 控制台、遥控器应具备故障报警、故障指示可急停功能，并合理划分功能区域，便于人员操作。
- 8) 电控系统内置安全互锁控制逻辑。
- 9) 预留气动或液压或电动绞车安装接口。
- 10) 钻具输送至钻台面时，钻具高度需满足人工操作，如人工挂吊卡等作业。
- 11) 宜具备远程通讯（数据交互）功能，可进行远程诊断及维护。
- 12) 高温作业环境下，电气控制系统应配置冷却系统，液压系统应配置循环冷却系统。
- 13) 低温作业环境下，油箱应配置油液循环和加热功能，液压系统宜具备热油循环功能。
- 14) 配置紧急安全装置，当钻具支撑梁提升系统失效，紧急安全装置起作用，可把支撑梁停止在坡道上，防止支撑梁自由下滑出现安全事故。
- 15) 应配置全载荷应急下放装置，在动力猫道运送额定载荷范围内的钻具过程中，如遇断电等意外情况而无法正常工作，可通过应急操作将猫道恢复到水平初始位置。
- 16) 宜设置安全帘，防止人员或设备误入动力猫道工作区域造成设备及人身伤害。
- 17) 液压系统宜具备按需供油功能。
- 18) 可根据要求，单根猫道具备多根输送功能。
- 19) 送钻柱起升和管柱推送速度应比例可调，钻具支撑梁可在任意位置锁定。
- 20) 送钻柱起升时，其两侧的挡料机构应保持伸出状态。
- 21) 宜具备送钻柱上下行声光报警功能、滑靴移动声光报警提示功能。
- 22) 本地操作箱设计应符合人体工程学，提供舒适的操作位置。

6 技术要求

6.1 总则

- 6.1.1 设计过程中，应进行 FMEA/FMECA 分析，识别潜在的失效模式及风险，制定相应的措施。
- 6.1.2 设计、制造和试验应能达到预期的目的，应操作维护简便、安全可靠。
- 6.1.3 外形尺寸不应超过 GB 146.1 规定的机动车辆限界。整机或模块应满足铁路、公路及海洋运输。
- 6.1.4 结构材料性能应满足环境温度（高温或低温）要求，液压和电气元件及系统应能在相应的环境温度下可靠工作。除非特别说明，适应环境温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.1.5 液压系统及机械结构设计应满足零排放要求。
- 6.1.6 循环时间宜满足以下要求：对于单根动力猫道，10.5m 钻台理论循环时间不宜超过 **60s**，12.67m 钻台理论循环时间不宜超过 **70s**，14m 钻台理论循环时间不宜超过 **85s**。对于双根动力猫道和三根动力猫道，以满足客户要求和井场处理工艺为最低要求。
- 6.1.7 当用户有要求时，单台设备应能匹配多个不同钻台高度的钻机，最大钻台高度可调节范围达到 3m；当用户无要求，可单一钻台高度进行适配，但可适应钻台高度调节范围不宜低于 $\pm 250\text{mm}$ 。
- 6.1.8 运动部件、电液元件应配置必要的安全防护、警示标识、操作标识等。

- 6.1.9 防爆设计应满足相关法律法规、国际标准、国家标准、行业标准、国外先进标准或客户要求等。
- 6.1.10.1. 在国外地区使用时,通常情况下,防爆区域按 API RP 505 进行划分,压力调整系数取 1.0。其中遥控器应符合 API RP 505 一级一区防爆要求,防护等级不低于 IP65,应在距离设备 100 m 范围内进行有效遥控操作。除遥控以外的其它部分,按所在防爆区域等级进行设计。当有特殊要求时,如压力调整系数 >1.0 ,或整机处于油区需具备整体防爆性能时,需按指定的要求执行。
- 6.1.10.2. 在国内地区使用,除客户明确要求防爆区域按 API RP 505 进行划分外,应满足 SY/T 6671 和 SY 5225 的规定,防爆形式满足 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.3、GB/T 3836.5 的相关规定,防护等级应符合 GB/T 4208 的规定。
- 6.1.10 高于安装平面 2m 的各静止、运动部件上的连接件、紧固件应具有防松、防脱措施。各子系统应满足 DROPS 要求,避免高空坠物。
- 6.1.11 需维护保养的部件应预留足够的操作空间,或设置维修位和安装维修支撑工具。
- 6.1.12 应采取适应作业区域和环境的防风、防沙、防热、防潮、防寒等保护设施。
- 6.1.13 吊装点均按其承受载荷进行拉力测试,小于等于 25t 的按 1.5 倍、大于 25t 的按 1.25 倍。并在吊装位置设置吊装载荷铭牌及吊装标识。
- 6.1.14 在断电、断液、断气、失压后应具有自动保护功能,且处于安全锁止状态。
- 6.1.15 应明确底座、支腿底板下方地基比压要求,防止地基塌陷造成底座功能失效。
- 6.1.16 应明确液压支腿的承载能力,设置醒目的载荷标识。
- 6.1.17 电、液管线均应有清晰的永久性标记,且一一对应;标识应为铝牌或不锈钢牌。
- 6.1.18 各操作模式下,操作人员均应有清晰的视野可观察动力猫道各机构的动作,必要时需配置视频监控摄像头 CCTV。
- 6.1.19 对可能产生人身伤害的设备部件应设安全标识和警示牌,外露传动、旋转部位应安装护罩。安全标识按照 GB 2894 进行设计。
- 6.1.20 猫道底座内宜增加适当体积的工具箱,用于存放小件工具和备件。

6.2 计算及仿真

- 6.2.1 计算工况如下(包含且不限于):
- 1) 运输计算,如拖挂运输、整体顶升等。
 - 2) 吊装计算,如整体吊装、分段吊装等。
 - 3) 安装拆卸计算,如液压翻转折叠和收放坡道。
 - 4) 工作工况计算,如最大工作载荷下提升及输送管柱。
 - 5) 抗倾覆计算,如可允许的最大安全工作风速。
- 6.2.2 除以上计算外,还需要进行以下计算和仿真:
- 1) 工作工况下的整体动力学分析。
 - 2) 输送 5 寸钻杆的循环时间及功率需求。
 - 3) 管柱在支腿和钻具支撑之间进料和出料的动力学仿真。
 - 4) 液压系统加热及冷却能力,如液压系统在最低/最高环境温度下的热平衡计算。
 - 5) 电控系统散热及保温能力,如电控箱在最低/最高环境温度下的热平衡计算。
 - 6) 应急工况计算,如系统断电下,带载应急下放功能及性能校核。
- 6.2.3 动力猫道机械结构强度的设计及计算应符合 AISC 360 相关规定。
- 6.2.4 应考虑风载的影响,并按照客户要求的风载进行计算,如无要求,按照 16.5 m/s (32 knots) 的风速计算。
- 6.2.5 所有能影响设计的载荷均应考虑,应采用载荷的作用位置与方向的最不利组合方式进行计算。

6.3 机械系统要求

- 6.3.1 动力猫道应设有多个支腿,可在底座单侧布置或两侧布置,单侧支腿数量不少于两个。支腿用于临时储存管柱,并通过升降或旋转实现管柱在支腿与支撑梁之间的移运。
- 6.3.2 坡道与猫道底座连接,为支撑梁提供支撑和导向。管柱支撑梁位于低位时,坡道和支撑梁组合可用作普通猫道。坡道角度一般宜为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$,宽度宜不小于 1400 mm。
- 6.3.3 猫道底座为坡道及其他组件提供支撑,底座应水平且支撑牢靠。

- 6.3.4 支撑梁上设置挡料机构和翻料机构，对称布置在支撑梁两侧，挡料机构防止管柱从支撑梁翻出或掉落，起安全防护作用。
- 6.3.5 安装于支撑梁的滑靴，能够安全平稳推送或回拖管柱，且防止管柱滑出钻具支撑梁，也可防止管柱从滑靴端部窜出。
- 6.3.6 钻具支撑梁进入钻台时，前端距离鼠洞不宜超过 2000 mm~2500 mm。放置在钻具支撑梁上的管柱底部，位于鼠洞上方的高度不宜超过 1400mm。
- 6.3.7 支撑梁不宜过宽，宽度应能安全通过两侧立根区域间的间隙。
- 6.3.8 支撑梁 V 槽应有足够的深度，确保输送管柱过程中不滚落。
- 6.3.9 在最大载荷工况下，支撑梁的变形不宜过大。最大变形不能影响滑靴在支撑梁上的往复运动，也不能影响甩钻操作。
- 6.3.10 滑靴宜为封闭式结构，顶部设置可调节的护罩，以适应不同管径的钻具。
- 6.3.11 钻具支撑梁处于初始位时，支腿、底座和支撑梁顶面可在同一水平面内，且应配置坡道和辅助绞车安装接口，满足常规人工管柱处理作业。
- 6.3.12 通过钢丝绳驱动钻具支撑梁升降的动力猫道，宜采用双绳结构，当单根钢丝绳断裂时，另一根钢丝绳能够将支撑梁安全下放，或设置应急安全装置，能够紧急卡住支撑梁。
- 6.3.13 钻具支撑梁提升滑轮需满足 API Spec 8C 或 GB/T19190。
- 6.3.14 提升、驱动用钢丝绳应满足 API Spec 9A 或 GB/T 40089。钢丝绳需配置保护装置，防止运转时卷入其它物件。
- 6.3.15 驱动用链条和链轮应满足 GB/T 1243。
- 6.3.16 提升用绞车、液缸、电缸等应具备断液(电)自动刹车功能。举升用液缸应配置平衡阀，断液或爆管时能维持载荷不下落。
- 6.3.17 配置拖挂装置时，应保持足够的离地间隙、离去角。如无要求，则应符合 GB/T 15089 的规定

6.4 液压系统要求

- 6.4.1 液压系统应符合 GB/T 3766 和 GB/T 7935 的规定，液压执行元件工作无爬行现象，管路无滴、漏、冒现象。
- 6.4.2 液压动力猫道的液压系统主要由液压站、阀组、监测单元、执行机构、管线及其他附件组成。
- 6.4.3 液压站应满足工作要求，具备液位、油温、压力的显示和报警等功能，并配置液压油的过滤、加热和冷却装置。过滤器应采用自封式。
- 6.4.4 液压站应具有负载抗干扰能力，避免各个负载之间互相干扰，宜采用负载敏感回路。
- 6.4.5 液压软管应选用符合 GB/T 3683 或 GB/T 10544 规定的液压橡胶软管，软管接头宜选用 24° 锥密封端软管接头。
- 6.4.6 液压硬管线宜采用不锈钢无缝钢管。
- 6.4.7 液压油应选用符合 GB 11118.1 规定的油品。
- 6.4.8 液缸应配有防尘罩，隔绝粉尘。
- 6.4.9 泵的进油/出油口应使用软管，或设置橡胶弹性节。
- 6.4.10 泵总成的安装座应设置弹性减震垫。
- 6.4.11 液压阀应有醒目的操作标识。液压管线应有永久性的标识。
- 6.4.12 液压系统清洁度应在出厂前进行检测，清洁度不得低于 GB/T 14039 标准颗粒污染物等级 17/14。
- 6.4.13 油箱宜采用不锈钢材质，防止油液污染。
- 6.4.14 当用户要求动力猫道具备防爆性能时，液压系统中的电机、电磁阀、接近开关、压力/液位/温度/位移传感器、电加热器等电气元件应满足防爆要求，防护等级应不低于 IP55。
- 6.4.15 控制关键动作的液缸宜使用内置式位移传感器，对液缸动作进行精确控制。
- 6.4.16 压力试验按照 GB 50231 执行。

6.5 电气系统要求

- 6.5.1 电气设备应符合 GB/T 23507.2 的规定。当用户有要求时，需按用户要求执行。
- 6.5.2 气控系统一般由钻机或修井机的气源装置提供干燥清洁气源，供气压力应为 0.65Mpa~0.85Mpa。
- 6.5.3 设备的供气端应设置气处理元件，具有压力设定、除水、过滤等功能。

- 6.5.4 阀件、管路等气动元件应置于容易调整和维护的位置，排气口的朝向设置应合理，必要时应单独设置排气管线。
- 6.5.5 系统中所有控制柜以及外部安装的元器件应通过专门的接地导线连接到接地系统中。
- 6.5.6 装置的外壳防护等级应不低于 IP55。
- 6.5.7 装置各联锁、急停、控制装置应灵敏可靠，装置运行中防护程序应能自动开启，快速响应；应考虑人身安全，采取措施降低引发操作失误的概率，增强系统的安全性。
- 6.5.8 除客户明确不允许采用插接装置之外，动力电缆和控制电缆允许分段。在电缆分段处的连接插接装置应具有不低于 IP66 的防护等级。
- 6.5.9 电气控制系统应包括人机界面 HMI (Human Machine Interface)，用于系统参数的设置和状态监测。
- 6.5.10 宜配置独立控制器，并应预留急停接口，接口类型为无源常闭干节点。
- 6.5.11 电控系统对外通讯总线宜采用 PROFINET、PCP/IP 通讯方式。
- 6.5.12 控制信号电缆应按 GB/T 9330 的要求执行，电缆标识按 GB/T 6995.1 的要求执行。
- 6.5.13 电气元件、防爆箱体、传感器等符合 GB/T 3836.1 的防爆要求。防爆设备应具有国家认可的防爆电气监督检验部门颁发的防爆合格证，应具有 Ex 防爆标识。
- 6.5.14 操作台面板上应设有故障或报警指示灯，以及“紧急停止”开关或按钮。操作台的安装位置应使操作人员具有足够开阔的视野及安全撤离通道。
- 6.5.15 柜体的结构应能承受运输和正常使用条件下可能遇到的机械振动，以及电气、热应力、潮湿等影响。柜门应灵活启闭，开启角度不应小于 90°。
- 6.5.16 显示屏幕应采取遮光措施，不影响户外光线下操作人员使用。

6.6 材料要求

- 6.6.1 所有原材料、零部件应符合相关法律、法规及国家标准、行业标准的规定。
- 6.6.2 主承载件和/或承压件的无损检测，MT 宜按 ASTM E709 执行；PT 宜按 ASTM E165/E165M 执行；钢板的复检宜按 ASTM A435/A435M 执行，若厚度超过探伤标准范围，则按原材料执行的探伤标准进行。

6.7 制造要求

6.7.1 基本要求

- 6.7.1.1 结构件焊接、施工宜符合 AWS D1.1/D1.1M 和相应焊接工艺规程 (WPS) 的要求。
- 6.7.1.2 人员资质、材料、焊接过程等应满足相关法律、法规及国家标准、行业标准的规定。

6.7.2 锻造要求

锻件应使用可在零件整个截面上得到锻造组织的工艺进行制造。

6.7.3 热处理要求

热处理应按相关规定执行。

6.7.4 涂装要求

涂装应按 SY/T6919、T/SCMES 8 的规定进行，若用户有特殊要求时按用户涂装规范执行。

7 试验和检验

7.1 总则

- 7.1.1 动力猫道装配完成后应进行试验，以评定其功能是否达到要求，验证设计合理性和系统运行稳定性。
- 7.1.2 试验应符合经规定程序批准的试验大纲和设计图样等技术文件的要求，满足系统功能要求。
- 7.1.3 试验过程应客观、真实地予以记录。
- 7.1.4 试验前，所有零部件应完整、齐全、外表面整洁美观；所有部件功能完整且验收合格。
- 7.1.5 试验应在总装完成且对质量检查合格后进行。

7.2 试验项目

7.2.1 试验项目包含但不限于表1规定。

7.2.2 试验适用于同一型号设备的第一台，批量化之后根据需要确定试验内容。

表1 动力猫道试验项目

序号	试验项目	试验要求	型式试验	出厂检验	备注
1	液压系统压力试验	分别启动各液压泵，使液压系统加载至额定压力后，保压10 min	√	×	系统压力应稳定，各连接和密封处无泄漏现象，管路无永久变形
2	气密性试验（正压、冷却系统）	向气控系统管路充气并加压至额定压力后，检查各气路路线的密封性。	√	√	无明显泄露现象
3	急停试验	各设备运行期间，操作急停控制开关，对应设备应立即停止，并处于安全锁止状态，无异常现象。复位操作后，对应设备应解除锁止状态。	√	√	急停时灵敏性复位安全可靠
4	断电/断液-应急下放试验	设备运行期间，关闭液压泵或断开动力源供电，设备应立即停止运行，处于安全锁止状态，无异常现象；之后操作应急下放系统使得设备恢复到初始位置。	√	√	断电/断液任何一种状态下，设备立即停止工作
5	部件功能试验	在额定参数下各个执行机构的功能及联动试验（支腿、进出料机构、翻料机构、挡料机构、支撑梁起升及下放、控制模式切换等功能）。试验时功能正常、运行平稳，安全可靠。	√	√	分别通过本地/远程进行试验
6	互锁测试	应按照互锁功能要求，在相关设备间进行联动互锁试验，同时显示、报警、保护功能正常。	√	√	互锁可靠安全
7	空载试验	各设备执行机构进行空载动作，按最大行程、最高速度运行。各机构应执行到位，动作灵活，控制正确，运行平稳。	√	√	按照猫道送钻及甩钻的流程进行试验
8	负载试验	按照管柱处理系统的功能和作业流程要求，对最大载荷管柱的输送、连接或排放的整个处理流程进行实际验证。钻铤、钻杆及套管分别选取一种设计要求的最大规格进行试验，从左右两侧分别完成上钻及甩钻试验，每个工况试验次数不低于3次。	√	√	整机运行平稳，整机及部件不允许有残余变形和焊缝裂纹
9	可靠性试验	猫道在输送5寸钻杆时，连续运行1000次或25 h，整机应无故障。	√	×	各机构应执行到位，动作灵活，控制正确，运行平稳
10	应力测试	应力测试应在各极端工况下、各极限受力位置处（如最大载荷工况、运输工况、液压举升坡道安装工况等），应力计算最大区域进行检测。	√	×	不超过材料的许用应力
11	其他试验	安全帘、一键功能、遥控器等应在功能或载荷试验过程中进行测试。拖挂系统、顶升系统、平移系统等应单独进行试验。每个工况试验次数不低于3次。	√	√	各机构应执行到位，动作灵活，控制正确，运行平稳

注：“√”表示检验，“×”表示不检验。

7.2.3 载荷、扭矩、压力等试验装置应按相应的书面规范进行校准，以保证试验结果的准确性。

7.2.4 关联的试验内容中有一项不合格时，则认为相关联的连续性试验不合格。型式试验/出厂检验中有一项试验不合格，则认为型式试验/出厂检验不合格。

7.3 试验和检验规则

7.3.1 出厂检验

7.3.1.1 每套动力猫道均应进行出厂检验，经检验合格并出具产品合格证方可出厂。

7.3.1.2 出厂检验除表 1 所示项目外，还应进行外观质量检验和合同规定的项目检查，检查内容包括但不限于以下内容：

1) 所有零部件应完整、齐全、外表面整洁美观。不允许有零件的漏缺、松动、表面的擦伤、碰撞和油污；

2) 油漆表面应光泽，无破损、发脆、圈边、裂纹等现象；

3) 随机的技术文件、资料、合格证等应齐全；

4) 随机工具和合同规定的配件及配套件应齐全。

7.3.1.3 买方有要求时，除了满足规定的出厂检验要求外，还应按买方要求进行检验，检验项目由双方商定。

7.3.2 型式试验

7.3.2.1 在出现下列情形之一时，应进行型式试验：

1) 新产品试制出厂时；

2) 正常批量生产后，产品在结构、材料或工艺上有重大改变可能影响产品性能时；

3) 产品停产两年及以上，重新恢复生产时；

4) 当用户有要求时。

7.3.2.2 型式试验应包括表 1 所示项目。

8 文件

8.1 所有记录和出厂文件在设备制造和销售后应保存不低于五年，客户有需求时，应能提供所有检验记录和文件以供审查。记录和出厂文件应按 SY/T 6680 的规定执行。

8.2 文件应清晰、易读，可复制、检索，防止损坏、变质或丢失。

8.3 所有质量记录应签字并注明日期。

8.4 产品出厂文件包含但不限于以下内容：

1) 用户手册（应包含安装调试、操作程序、保养维护说明等内容）；

2) 产品图册；

3) 产品装箱单；

4) 产品合格证。

9 标识、包装、运输与贮存

9.1 标识

铭牌应在设备主体上明显的位置固定牢靠，文字清晰可见。铭牌内容应包括：

1) 产品名称；

2) 制造企业名称或标识；

3) 产品主要技术参数；

4) 出厂编号；

5) 出厂日期；

6) 产品执行标准 T/SCMES **。

9.2 包装

产品出厂时的包装应满足以下要求：

1) 产品包装应符合 GB/T 13384 的规定；

2) 将油箱中的液体清理干净，防止锈蚀、变质；

- 3) 对产品进行防锈处理, 外露接头螺纹涂防锈油, 各主要配合处裸露部位应涂润滑脂或防锈剂或安装防护, 防止运输过程中出现锈蚀及磕、碰损伤情况;
- 4) 螺栓、销轴等散装连接件应进行防锈处理后包装;
- 5) 采用箱装或裸装发运时, 各部件在箱内或运输架上应固定牢固, 不得相互碰撞。当采用裸装时, 柜体及面板、遥控器等需采用额外的防护措施;
- 6) 电气仪器、仪表等元件应做好固定和防护, 并做好防潮、防寒、防震、防腐等保护;
- 7) 经海洋船舶运输时, 需制定海运包装工艺并按此执行;
- 8) 随机文件一律装在不透水塑料袋内并与随车附件一起装箱;
- 9) 备件、附件及专用工具应在进行防腐处理后包装或装箱。

9.3 运输

9.3.1 产品或运输模块应有明显的吊装位置标识, 运输时应平放。应使用设备自带的吊耳进行吊装, 吊装过程应防止装置和其他设备、车辆碰撞。

9.3.2 单体外形尺寸不应超过规定的机动车辆限界。产品运输应用起重运输工具或设备, 不应在地面上拖拉。运输过程中应防止雨淋, 并固定好产品, 避免产品遭受弯曲、碰撞、掉落或与其他物体相撞所产生的机械损伤。

9.4 贮存

9.4.1 产品应存放在干燥通风、无腐蚀性物质的环境中。

9.4.2 贮存前应进行排空、防锈、封堵、保护等处理, 按照 SY/T 7702 的要求执行。

参 考 文 献

- [1] GB/T 37400.1—2019 重型机械通用技术条件 第1部分：产品检验
 - [2] SY/T 6586—2020 石油钻机现场安装及检验
 - [3] SY/T 7421—2018 石油天然气钻采设备 钻井和修井用管柱自动化处理系统
 - [4] T/CAS ES200399002—2022 工业品质量分级评价规则 动力猫道（自动甩钻杆装置、管杆自动运输机）
-