

T/SCMES

四川省机械工程师学会团体标准

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 - 24 发布

2024 - 12 - 30 实施

四川省机械工程师学会 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 系统组成及功能要求 4

6 技术要求 4

7 试验和检验规则 7

8 文件和记录 9

9 标识、包装、运输与贮存 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、四川省机械研究设计院（集团）有限公司、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：吴正华、鲁振亮、黄瑜、赵红梅、吴玲玲、刘春宝、菅昆琳、王国荣、王川、闫文飞、李学清、刘盛。

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”）的型式及型号、系统组成及功能要求、技术要求、试验和检验规则、文件和记录，标识、包装、运输与贮存等要求。

本文件适用于天府名品及国内外钻机和修井机用动力猫道的设计、制造和质量检验。

本文件不适用于海洋钻机和修井机用动力猫道。

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 146.1 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 7935 液压元件通用技术条件
- 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 11118.1 液压油（L-HL、L-HM、L-HV、L-HS、L-HG）
- 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/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/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
- T/SCMES 8 石油天然气钻采设备 钻机用水性涂料涂装规范

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/电等驱动型式，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。其主要参数为最大载荷（kN）和适应的钻台高度（m），总体示意图见图1。

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，为液压动力猫道。

各机构由电机、电缸等电气元件驱动实现动作的动力猫道，为电驱动力猫道。

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，为电液复合驱动动力猫道。

[来源：SY/T 7702—2023, 3.4, 有修改]

3.2

猫道底座 catwalk

液压系统、电气系统以及其它机械传动部件的支撑基础。

3.3

管排架 pipe rack

别名管架或支腿，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。

3.4

钻具支撑梁 trough

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。

3.5

滑靴 skate

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

3.6

进出料机构 indexer

别名倾斜机构，实现管柱从管排架、猫道底座铺台翻入钻具支撑梁（进料）、管柱从猫道底座铺台翻出支腿（出料）的机构。

3.7

翻料机构 kicker

别名踢出机构，将管柱从钻具支撑梁翻出/踢出的机构。

3.8

挡料机构 safety pin

别名安全销，当管柱从管排架进入钻具支撑梁，以及使用滑靴在钻具支撑梁内推送/回拖管柱过程中，将管柱限制在钻具支撑梁内的机构。

3.9

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。

3.10

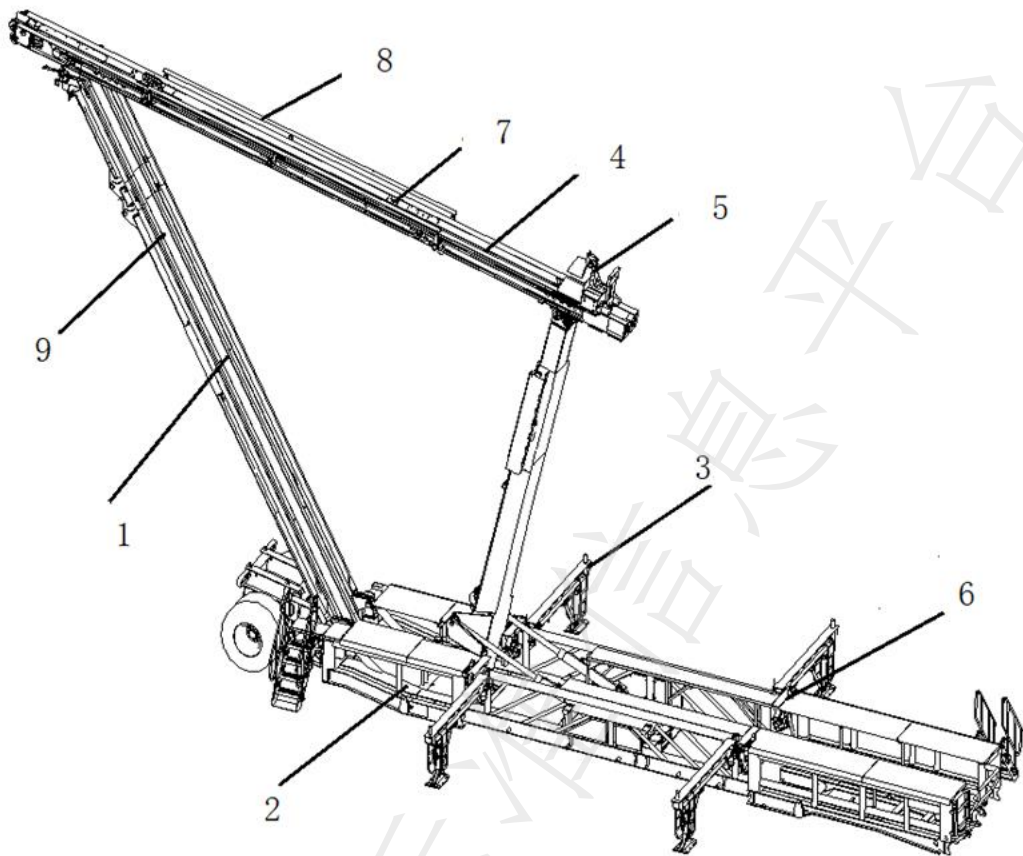
安全帘 safety curtain

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。

3.11

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。



- 标引序号说明：
- 1——动力猫道；
 - 2——猫道底座；
 - 3——管排架；
 - 4——钻具支撑梁；
 - 5——滑靴；
 - 6——进出料机构；
 - 7——翻料机构；
 - 8——挡料机构；
 - 9——坡道。

图1 动力猫道总体示意图

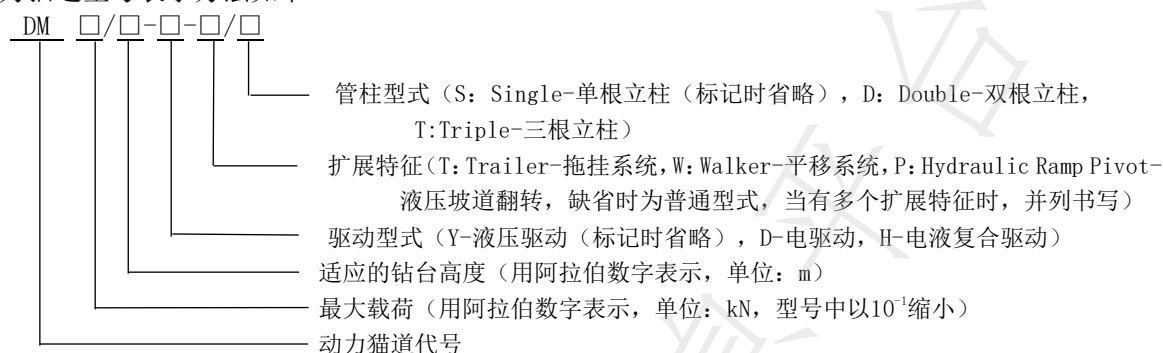
4 型式及型号

4.1 型式

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。按照输送管柱型式，可分为单根动力猫道、双根动力猫道和三根动力猫道。

4.2 型号

动力猫道型号表示方法如下。



示例1:

DM4. 5/10. 5-TP/D表示最大载荷45 kN, 适应10. 5 m钻台高度, 配置拖挂、液压坡道翻转功能的双根液动力猫道。

示例2:

DM4. 5/10. 5表示最大载荷45 kN, 适应10. 5 m钻台高度的单根液动力猫道。

5 系统组成及功能要求

动力猫道具有以下配置及功能:

- 可配置独立液压站或集成液压站。当配置集成液压站时, 应集成至动力猫道底座内。
- 液压系统应具有供液冗余功能。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。
- 应具备普通猫道功能, 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。
- 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。
- 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。也可实现“一键”控制。
- 控制台、遥控器应具备故障报警、故障指示和急停功能, 并合理划分功能区域, 便于人员操作。
- 电控系统应内置安全互锁控制逻辑。
- 应预留气动或液压或电动绞车安装接口。
- 钻具输送至钻台面时, 钻具高度应满足人工操作, 如人工挂吊卡等作业。
- 宜具备远程通讯 (数据交互) 功能, 可进行远程诊断及维护。
- 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。
- 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。
- 应配置紧急安全装置, 当钻具支撑梁提升系统失效, 紧急安全装置起作用, 能把钻具支撑梁停止在坡道上, 防止钻具支撑梁自由下滑出现安全事故。
- 应配置满载荷应急下放装置, 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动作时, 能通过应急操作将猫道恢复到初始位置。
- 宜设置安全帘。
- 液压系统宜具备按需供油功能。
- 单根猫道可具备多根输送功能。
- 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。
- 送钻柱起升时, 两侧的挡料机构应保持伸出状态。
- 应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。
- 本地操作箱设计应符合人体工程学。

6 技术要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 设计过程中, 应进行设计失效模式与影响/失效模式、后果及关键度 (DFMEA/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 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 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当超出此环境温度范围外, 可参考本文件执行, 并进行适应性设计。
- 6.1.5 液压系统及机械结构设计宜满足零排放要求。
- 6.1.6 循环时间: 对于单根动力猫道, 使用 5 寸单根钻杆进行标定; 对于双根动力猫道, 使用 5 寸双根钻杆立柱进行标定; 对于三根动力猫道, 使用 5 寸三根钻杆立柱进行标定。对于单根动力猫道, 循环时间应满足以下要求: 当钻台高度 $\leq 10.5\text{ m}$ 时, 理论循环时间不应超过 60 s; 当钻台高度 $\leq 12.5\text{ m}$ 时, 理论循环时间不应超过 70 s; 当钻台高度 $\leq 14\text{ m}$ 时, 理论循环时间不应超过 85 s。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 应按单一钻台高度进行适配, 可适应的钻台高度调节范围不应低于 $\pm 250\text{ mm}$; 单台设备宜能匹配多个不同钻台高度的钻机, 钻台高度可在 $(-3\text{ m} \sim 0)$ 范围内变化。
- 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。应明确猫道底座、管排架底板下方地基比压要求; 电、液管线均应有清晰的永久性标记; 对可能产生人身伤害的设备部件 (如管排架、进出料机构、翻料机构、滑靴等) 应设安全标识和警示牌, 外露传动、旋转部位 (如链轮、链条、齿轮等) 应安装护罩。安全标识按照 GB 2894 进行设计。
- 6.1.9 防爆设计应根据使用区域进行设计, 分为国外区域和国内区域。
- 在国外地区使用时, 应符合当地的防爆要求, 通常情况下, 防爆区域宜参照 API RP 505 进行划分, 压力调整系数取 1.0。其中遥控器宜参照 API RP 505 一级一区防爆要求, 防护等级不低于 IP65, 宜在距离设备 100 m 范围内进行有效遥控操作。
 - 在国内地区使用时, 应满足 SY/T 6671 的规定, 防爆型式应满足 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.3、GB/T 3836.5 的规定, 防护等级应符合 GB/T 4208 的规定。
- 6.1.10 高于安装平面 2 m 的各部件上的连接件、紧固件应具有防松、防脱措施, 防止高空坠物。
- 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 不同作业区域和使用环境应采用针对性的保护设施。如沙漠区域应采取防风、防沙、防热等保护措施; 滨海区域应采取防潮措施, 提高防锈蚀等级; 多雨区域应采取防潮、防涝等措施; 高寒地区应配置加热保温装置等。
- 6.1.13 应根据吊点的安全工作载荷对吊点进行拉力试验。当安全工作载荷 $\leq 25\text{ t}$ 时, 试验载荷等于 1.5 倍安全工作载荷; 当安全工作载荷 $> 25\text{ t}$ 时, 试验载荷等于 1.25 倍安全工作载荷。且应在吊装位置设置吊点安全工作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。
- 6.1.15 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, 宜配置视频监控系统 (CCTV)。
- 6.1.16 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 计算分析

- 6.2.1 计算工况应核算机械结构的强度和刚度, 包括:
- 运输工况, 如拖挂运输、整体顶升等;
 - 吊装工况, 如整体吊装、分段吊装等;
 - 安装拆卸工况, 如液压翻转折叠和展开坡道;
 - 工作工况, 如最大工作载荷下提升及输送管柱。
- 6.2.2 除以上计算外, 还应进行以下计算:
- 工作工况下动力猫道整机的运动学、动力学分析;
 - 输送 5 寸钻杆的循环时间和功率计算;
 - 管柱在管排架和钻具支撑梁之间进料和出料的运动学、动力学分析;

- d) 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;
 - e) 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;
 - f) 应急工况计算, 如系统断电下, 带载应急下放功能及性能计算。
- 6.2.3 动力猫道机械结构设计及计算宜参照 AISC 360 相关规定。
- 6.2.4 应考虑风载荷对工作性能以及稳定性的影响, 通常按照 16.5 m/s (32 knots) 的风速计算。
- 6.2.5 所有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

- 6.3.1 动力猫道应设有多个管排架, 可在猫道底座单侧布置或两侧布置, 单侧管排架数量不少于两个。
- 6.3.2 坡道与猫道底座连接, 为钻具支撑梁提供支撑和导向。钻具支撑梁位于低位时, 坡道和钻具支撑梁组合可用作普通猫道。坡道角度宜为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$, 宽度不宜小于 1 400 mm。
- 6.3.3 钻具支撑梁应设置挡料机构和翻料机构, 对称布置在钻具支撑梁两侧, 挡料机构防止管柱从钻具支撑梁翻出或掉落, 起安全防护作用。
- 6.3.4 安装在钻具支撑梁上的滑靴, 应能安全平稳推送或回拖管柱, 且能防止管柱滑出钻具支撑梁, 也可防止管柱从滑靴端部窜出。
- 6.3.5 钻具支撑梁进入钻台时, 前端距离鼠洞不宜超过 2 500 mm。放置在钻具支撑梁上的管柱的底面, 位于鼠洞上方的高度不宜超过 1 400 mm。
- 6.3.6 钻具支撑梁应能安全通过两侧立根之间的间隙。
- 6.3.7 钻具支撑梁顶部 V 槽的深度, 应确保输送过程中管柱不滚落。
- 6.3.8 在最大载荷工况下, 钻具支撑梁的最大变形不应影响滑靴的往复运动, 也不应影响甩钻操作。
- 6.3.9 滑靴宜为封闭式结构, 顶部设置可调节的护罩, 适应不同管径的钻具。
- 6.3.10 钻具支撑梁处于初始位时, 管排架、猫道底座和钻具支撑梁顶面应在同一水平面内, 且应设置坡道和辅助绞车安装接口, 满足常规人工管柱处理作业。
- 6.3.11 采用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钻具支撑梁安全下放, 或设置应急安全装置, 能够紧急卡住钻具支撑梁。
- 6.3.12 钻具支撑梁提升滑轮应符合 GB/T 19190 的规定。
- 6.3.13 提升、驱动用钢丝绳应符合 GB/T 40089 的规定。钢丝绳应配置保护装置, 防止运转时卷入其它物件。
- 6.3.14 驱动用链条和链轮应符合 GB/T 1243 的规定。
- 6.3.15 提升用绞车、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降。
- 6.3.16 配置拖挂装置时, 离地间隙、离去角应符合 GB/T 15089 的规定。

6.4 液压系统

- 6.4.1 液压系统应符合 GB/T 3766 和 GB/T 7935 的规定。
- 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, 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。
- 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 液压阀应有操作标识; 液压管线应设置标识。
- 6.4.12 液压系统清洁度应在出厂前进行检测, 固体颗粒污染等级不得低于 GB/T 14039 中的 -/17/14。
- 6.4.13 油箱宜采用不锈钢材质, 防止油液污染。

6.4.14 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

6.5.1 电气设备应符合 GB/T 23507.2 的规定。

6.5.2 正压防爆或气动冷却器的气源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 0.65 MPa~0.85 MPa。

6.5.3 电气系统的供气端应设置气源处理元件，具有压力设定、除水、过滤等功能。充气的电气柜内宜设置湿度检测装置，对柜内湿度进行检测报警。

6.5.4 阀件、管路等气动元件应置于方便调整和维护的位置，排气口宜朝下，必要时应单独设置排气管线。

6.5.5 所有电气装置的外壳防护等级应不低于 IP55。

6.5.6 除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。

6.5.7 电气控制系统应配置人机界面 HMI (Human Machine Interface)，用于动力猫道各运行参数的设置和状态监测。

6.5.8 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接点。

6.5.9 电控系统对外通讯总线宜采用 PROFINET、TCP/IP 通讯方式。

6.5.10 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。

6.5.11 HMI 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

材料应符合 GB/T 25428 的规定。

6.7 焊接

焊接应符合 GB/T 25428 的规定。

6.8 涂装

当使用油性涂料时，涂装应按 SY/T 6919 的规定执行；当使用水性涂料时，涂装应按 T/SCMES 8 的规定执行。

6.9 其他要求

需方有其他特殊要求时，应由供需双方协商确定。

7 试验和检验规则

7.1 一般要求

7.1.1 动力猫道装配完成后应进行试验和检验。

7.1.2 试验应符合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，记录保存应符合第 8 章要求。

7.1.4 试验前，所有零部件应验收合格。

7.2 试验项目

7.2.1 试验项目包含但不限于表 1 规定。

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
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	急停功能试验	设备运行期间，操作急停控制开关，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。 试验次数不低于3次。	√	√
4	断电/断液-应急下放功能试验	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。 操作应急下放系统，运行平稳，各机构恢复到初始位置，无异常现象。 试验次数不低于3次。	√	√
5	部件功能试验	分别在各操作模式和额定参数下，测试各执行机构的动作，并进行联动试验（管排架、进出料机构、翻料机构、挡料机构、钻具支撑梁起升及下放、控制模式切换等功能）。 各机构应执行到位、动作正确、运行平稳。 试验次数不低于3次。	√	√
6	安全互锁功能测试	应按照互锁功能要求，在相关机构间进行联动互锁试验。 互锁应可靠，功能正常。 每项互锁功能试验次数不低于3次。	√	√
7	空载功能试验	分别控制各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。 各执行机构的试验次数不低于3次。	√	√
8	载荷试验	按照动力猫道的功能和作业流程要求，对最大载荷管柱输送的整个处理流程进行实际验证。 在适用管径范围内，从钻铤、钻杆及套管等管柱中分别选取最大载荷规格进行试验。分别从动力猫道左右两侧完成上钻及甩钻试验，每个工况试验次数不低于3次。 动力猫道应以远程控制方式完成试验流程，设备运行平稳，动作执行到位，各机构无明显损伤变形，设备温升和噪音符合要求，达到设备参数及功能要求。	√	√
9	可靠性试验	动力猫道在输送5寸钻杆时，连续运行1000次或36 h，各机构应执行到位、动作灵活、控制正确，整机运行平稳。	√	×
10	应力测试	应在各极端工况下、各极限受力位置处，对理论计算的最大应力值区域进行检测。 检测的应力值不得超过材料的设计许用应力。 每个工况应力测试次数不低于3次。	√	×
11	其它功能试验	管柱长度测量、安全帘、一键操作等功能应在空载功能试验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。 各功能正常，机构执行到位，动作灵活，控制正确，运行平稳。 每个试验次数不低于3次。	√	√

注：“√”表示试验，“×”表示不试验。

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

7.2.3 试验项目及内容应按动力猫道的配置和功能要求确定，未配置的功能不需进行试验。

7.3 检验和试验

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 出厂检验除符合表 1 规定外，还应进行以下检查：

- a) 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；
- b) 油漆表面应光泽，无破损、发脆、圈边、裂纹等现象；
- c) 随机的技术文件、资料、合格证等应齐全；
- d) 随机工具和合同规定的配件及配套件应齐全。

7.3.1.3 需方有其他特殊要求时，根据供需双方协商确定的要求进行检验。

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：

- a) 同一型号设备的第一台；
- b) 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；
- c) 产品停产两年及以上，重新恢复生产时；
- d) 用户有要求时。

7.3.2.2 型式试验项目应符合表 1 的规定。

7.4 判定规则

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。出厂检验和型式试验中若有一项指标不符合要求，则判定该产品为不合格品。

8 文件和记录

8.1 所有检验和试验过程应形成记录。

8.2 设备出厂文件和记录应按 SY/T 6680 的规定执行。

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：

- a) 产品名称；
- b) 制造企业名称和/或标识；
- c) 产品主要技术参数；
- d) 出厂编号；
- e) 出厂日期；
- f) 产品执行标准编号。

9.2 包装

产品包装应符合 GB/T 13384 的规定。

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 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。

参 考 文 献

- [1] GB/T 25428 石油天然气工业 钻井和采油设备 钻井和修井井架、底座
 - [2] GB/T 37400.1—2019 重型机械通用技术条件 第1部分：产品检验
 - [3] SY/T 6586—2020 石油钻机现场安装及检验
 - [4] 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
 - [5] 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
 - [6] 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）
 - [7] AISC 360 Specification for Structural Steel Buildings
 - [8] API RP 505 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, and Zone 2
-