

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

T/CPI

中国石油和石油化工设备工业协会团体标准

T/CPI XXXXX—XXXX

一体化智能司钻终端

Integrated intelligent driller operating terminal

(征求意见稿)

(本稿完成日期)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国石油和石油化工设备工业协会

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语、定义和缩略语	1
3.1	术语和定义	1
3.2	缩略语	2
4	总则	3
4.1	基本要求	3
4.2	构成元件	3
5	安全要求	3
5.1	急停功能要求	3
5.2	驻车功能要求	3
5.3	操作权限	3
5.4	报警功能	3
6	硬件设计	3
6.1	机械设计要求	3
6.2	电气硬件设计要求	5
7	软件设计	7
7.1	总体要求	7
7.2	人机界面设计要求	8
7.3	脚本设计要求	9
8	功能测试	9
8.1	测试条件	9
8.2	机械部分测试	9
8.3	急停功能测试	10
8.4	通信功能测试	10
8.5	显示功能测试	10
9	文件归档	10
10	包装、标识	10
10.1	包装	10
10.2	标识	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。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会提出。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会归口。

本文件负责起草单位：宝鸡石油机械有限责任公司、四川宏华电气有限责任公司、兰州兰石石油装备工程股份有限公司、中石化四机石油机械有限公司、青岛新湾电控科技有限公司

本文件主要起草人：

一体化智能司钻终端

1 范围

本文件规定了石油钻机和修井机用一体化智能司钻操作终端的术语和定义、基本要求、安全要求、硬件设计、软件设计、功能测试，文件归档、包装标识。

本文件适用于石油钻机、修井机等司钻操作终端的设计、制造与测试。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 6995.1 电线电缆识别标志方法 第1部分：一般规定

GB/T 14048.1 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则

GB/T 16656.1—2008 工业自动化系统与集成 产品数据表达与交换 第1部分：概述与基本原理

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则

GB/T 20540.2—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3：PROFIBUS规范 第2部分：物理层规范和服务定义。

GB/T 23507.2 石油钻机用电气设备规范 第2部分：控制系统

GB 50254 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范

DA/T 22 归档文件整理规则

IEC TR 61000-4-1 电磁兼容(EMC) 第4-1部分：试验和测量技术 IEC 61000—4系列综述

IEEE 802.3—2018 信息技术 系统间的通信和信息交换 局域网和城域网 特殊要求 第3部分：载波检测多址存取 采用冲突检测(CSMA/CD)的存取方法和物理层规范。

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

一体化 intergration

采用功能复用的理念，通过操控多功能键盘、多功能手柄等元件操作设备的方式。

3.1.2

操作台 control panel

安装钻机和修井机司钻操控元件，与座椅集成于一体，位于座椅左右两侧。

3.1.3

按键式操作 push-button operation

通过键盘、鼠标等机械操作终端进行指输入的操作方式。

3.1.4

触摸式操作 touch operation

通过触摸屏进行指令输入的操作方式。

3.1.5

网络拓扑 network topology

通过传输介质互联计算机和通讯设备的物理布局。

3.1.6

一体机 integrated computer

将主机集成到显示器，并且可以运行操作软件、通过操作发出操作命令的计算机。

3.1.7

控制站 control station

由I/O单元、中央处理单元、通讯转换单元等构成，用于进行数据的采集、处理与输出的模块。

3.1.8

模式选择 mode selection

实现座椅司钻模式、管柱操作模式、待机模式等功能的切换。

3.1.9

功能键盘 fuction keyboard

运行不同的操作界面，实现不同控制功能的按键输入设备。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DVI 数字信号显示接口 (digital visual interface)

ESD 急停 (emergency shut down)

I/O 输入/输出 (input/output)

PID 比例积分微分 (proportion integration differentiation)

PLC 可编程控制器 (programmable logic controlller)

Profibus-DP 分散外围总线 (profibus-decentralized periohery)

TCP/IP 传输控制协议/因特网协议 (transmission control protocal/internet protocal)

UDP 用户数据报协议 (user datagram protocol)

USB 通用串行总线 (universal serial bus)

VGA 视频图形阵列 (video graphics array)

4 总则

4.1 基本要求:

- a) 智能司钻终端的结构和强度设计应满足承载司钻人员和设备的重量;
- b) 操作、显示元件的布局设计应符合人机工程学的基本要求和操作人员的基本操作习惯;
- c) 可完成操作命令输入、下发、状态参数反馈、急停、麦克风通讯、视频监控系统操作等;

4.2 构成元件

智能司钻终端宜包含以下部件: 座椅、操作台、显示器支架、一体机、控制站、交换机、操作元件等。

5 安全要求

5.1 急停功能要求

安全急停功能宜包含动力急停、司钻急停、管柱设备急停、泥浆泵急停、盘刹急停。

——动力急停, 通过多芯线连接的方式实现钻机和修井机动力源紧急停止功能。

——司钻急停, 通过多芯线连接的方式实现钻机和修井机传动单元紧急停止功能。

——管柱设备急停, 通过多芯线连接的方式实现钻机和修井机管柱自动化设备紧急停止功能。

——泥浆泵急停, 通过多芯线连接的方式实现钻机和修井机泥浆泵紧急停止功能。。

——盘刹急停, 通过多芯线连接的方式实现钻机和修井机盘刹紧急停止功能。

5.2 驻车功能要求

通过多芯线连接的方式将驻车开关信号接入驻车控制系统。

5.3 操作权限

5.3.1 根据人员权限的级别和职能, 应设立对应的账户和密码。

5.3.2 操作界面和显示信息窗口应与已登录账户人员权限相对应。

5.3.3 同一终端, 不允许同时使用多个账号登录。

5.4 报警功能

5.4.1 画面具有实时显示报警的功能。

5.4.2 画面中的文本报警信息框应可以在所有界面上显示。

6 硬件设计

6.1 机械设计要求

6.1.1 操作台设计

6.1.1.1 座椅在不安装显示屏支架时的最大回转半径不宜超过 750 mm。

- 6.1.1.2 座椅左右两侧分别设有左操作台和右操作台，左右操作台尺寸一致，结构对称。
- 6.1.1.3 按键式操作操作台宜布局如下元件：手柄、功能键盘、麦克风、司钻急停按钮、动力急停按钮、管柱设备急停按钮、泥浆泵急停按钮、驻车开关、扣合指示灯、模式选择开关、盘刹急停按钮、鼠标、数字键盘、视频监控键盘。
- 6.1.1.4 触摸式操作操作台宜布局如下元件：手柄、麦克风、司钻急停按钮、动力急停按钮、管柱设备急停按钮、泥浆泵急停按钮、驻车开关、扣合指示灯、模式选择开关、盘刹急停按钮、视频监控键盘。
- 6.1.1.5 左、右操作台内部空间应满足安装操作元件、控制站的需求。
- 6.1.1.6 操作元器件的间距在不相互干涉的前提下，左右间距宜在（60-70）mm 之间；前后间距宜在（70-90）mm 之间。操作手柄的手握部位应与正常操作时前臂处于同一高度，避免手臂长期悬空。功能键盘与司钻视线的夹角宜在 75° -90° 之间。
- 6.1.1.7 操作台宜采用不锈钢或铝合金材质，宜通过采用冲压成型工艺制作；不锈钢材料也可采用板材拼焊制作。不锈钢表面宜采用抛光处理或烤漆涂装，铝合金表面宜采用阳极氧化处理。

6.1.2 显示屏支架

- 6.1.2.1 显示屏支架安装位置包含两种方式：仅作为显示作用的显示屏支架宜安装在座椅正前方的地板上；带有触摸操作功能的显示屏支架宜安装在左、右操作台外侧。
- 6.1.2.2 操作终端的显示屏支架，应具有一定的抗震能力，承载能力应 \geq 显示屏和遮光罩总重量的 1.5 倍。安装与座椅前侧的显示器支架俯仰角度调节范围宜在 $\pm 25^\circ$ 之间。
- 6.1.2.3 安装于座椅正前方的显示屏支架俯仰角度调节应满足显示屏上下方向与司钻视线的夹角在 75° -90° 之间。
- 6.1.2.4 安装于座椅操作台外侧的显示屏支架俯仰角度调节应满足显示屏上下方向与司钻视线的夹角在 75° -90° 之间；左右角度调节应满足显示屏左右方向与司钻视线的夹角在 75° -90° 之间。

6.1.3 座椅

- 6.1.3.1 座椅承载应满足座椅本体重量、左右操作台重量、司钻人员体重、显示屏及支架重量、控制站重量，并且安全系数按不低于 3.0 倍进行设计。
- 6.1.3.2 座椅具有旋转功能，设置有限位装置，满足电缆抗扭和紧急逃生需求。
- 6.1.3.3 座椅座垫应设有高度调节装置，调节的范围能够实现座椅座垫与操作台的高度差在 230 mm -270 mm 之间。座椅坐垫应设有前后调节装置，前后调节距离不宜小于 160 mm。
- 6.1.3.4 座椅应采用皮革座椅。靠背角度调节范围应满足坐垫与靠背之间的夹角在 90° -120° 之间。

6.2 电气硬件设计要求

6.2.1 总体要求

电气控制系统性能应符合 GB/T 23507.2 的要求。所有电气元件性能应能满足司钻房内部工作环境，开关类设备应符合 GB/T 14048.1 的要求。安装终端的司钻房如果是非整体正压防爆司钻房，操作台、一体机、显示屏要进行正压防爆处理。

6.2.2 一体机

- 6.2.2.1 一体机屏幕宜具有触摸操作功能。
- 6.2.2.2 处理器应至少满足终端界面和脚本软件稳定运行的需求。
- 6.2.2.3 网络接口至少包含两个独立的 10/100/1000Mbps 的 RJ45 自适应接口和两个 USB 接口。

6.2.2.4 视频接口宜包含 VGA、DVI 接口。

6.2.2.5 内置硬盘抗震能力应大于 0.5G，防冲击能力大于 5G，抗干扰能力符合 IEC TR 61000-4-1 要求。

6.2.2.6 供电需求宜包含交流 110-230 V AC 50/60HZ、直流 24V DC $\pm 10\%$ 。

6.2.3 显示器

6.2.3.1 显示器屏幕宜具有触摸操作功能。

6.2.3.2 显示器尺寸应与一体机一致。

6.2.3.3 输入接口宜包含 VGA 接口和 DVI 接口。

6.2.3.4 供电需求宜包含交流 110-230 V AC 50/60 HZ、直流 24V DC $\pm 10\%$ 。

6.2.4 交换机

6.2.4.1 用于环网通讯的交换机应具有故障自动恢复功能，重构时间小于 300 ms；用于星形通讯的交换机网口数量至少预留 20 %余量；用于运动同步控制网络通讯的交换机应具有 IRT 模式。

6.2.4.2 通讯模块供电应为 24V DC $\pm 10\%$ 。

6.2.5 控制站

6.2.5.1 控制站应具备运算功能、控制功能、通信功能、编程功能、诊断功能。

6.2.5.2 运算功能宜包含逻辑运算、计时、计数、比较、移位、PID 等。

6.2.5.3 控制站应支持多种现场总线和标准通信协议，宜包含 TCP/IP、Modbus¹⁾。

6.2.5.4 控制站应具备采用离线编程的方式。编程语言宜包含顺序功能图、梯形图、功能模块图、语句表和结构文本。

6.2.5.5 控制站的 I/O 点数在计算使用的点数基础上，应再增加备用 15 %-25%的点数。

6.2.5.6 控制站的执行速度应至少满足 0.1 ms/1000 条指令。

6.2.5.7 控制站供电为 24V DC $\pm 10\%$ 。

6.2.6 操作元件

6.2.6.1 手柄

6.2.6.1.1 手柄采用总线型手柄、总线类型宜为 Profinet、Profibus-DP。

6.2.6.1.2 手柄供电为 24V DC $\pm 10\%$ 。

6.2.6.1.3 手柄机械寿命应至少满足 2 千万次。

6.2.6.2 急停按钮

按钮操作头应为红色，背部触点至少包含一组常闭触点；要求按下操作头，常闭触点断开，恢复操作头，常闭触点闭合。要求所有的急停按钮设计。按钮操作头应设计一个防止误压的保护盖或者锁扣。

6.2.6.3 驻车开关

驻车开关应为两位自锁型开关，至少包含一组常开触点，开关两个操作位分别标识不同的符号或者文字。

6.2.6.4 模式选择开关

1) 由 Modicon 公司为可编程逻辑控制器发表的一种串行通信协议。

模式选择开关的每个档位可以自锁，并且有标识。所有挡位之间均互斥，开关的输出触点中仅有一组触点与公共输入端接通。

6.2.6.5 视频监控键盘

可对摄像机所有功能进行操作，宜包含变焦、调焦、云台旋转。可对视频监控显示画面进行操作。

6.2.6.6 麦克风

麦克风应使用台面式安装的鹅颈麦克风。

6.2.6.7 功能键盘

功能键盘应所有按键按压正常，每个按键均具有不同的标识，按下其中的一个按键，键盘公共输入端与该按键对应触点接通，所有按键均可同时操作，按键尺寸满足成年人食指按压的需求，避免过大和过小。

6.2.6.8 数字键盘

应采用 USB 的通讯接口，键盘至少包含 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 的所有数字按键、确认键、删除键、方向键，且每个按键标识清晰。

6.2.6.9 鼠标

采用 USB 通讯接口，至少包含左按键、右按键、轨迹球。

6.2.7 电缆及接头

6.2.7.1 控制信号电缆

控制信号电缆应带有屏蔽层。导体单芯不超过 2.5 mm^2 ，整根芯数不超过55芯，阻燃特性满足GB/T 19666；电缆敷设按照 GB 50254执行；电缆标识按照GB/T 6995.1执行；

6.2.7.2 总线电缆

6.2.7.2.1 PROFIBUS-DP 总线电缆

应按照GB/T 20540.2—2006 中11.8.2、11.8.8及附录A要求执行。

6.2.7.2.2 PROFINET 总线电缆

应按照IEEE 802.3—2018中8.4和11.5要求执行。

6.2.7.2.3 光纤

应按照IEEE 802.3—2018中15.3要求执行。

6.2.7.3 总线接头

6.2.7.3.1 PROFIBUS-DP 总线接头

应按照GB/T 20540.2—2006中11.8.4要求执行。

6.2.7.3.2 PROFINET 总线接头

2×2电缆和4×2电缆连接RJ45接头或M12接头的接线方式见表1。

表1 PROFINET 总线接头接线方式

RJ45 针脚序号	M12 针脚序号 (4 芯)	M12 针脚序号 (8 芯)	2×2 导线颜色	4×2 导线颜色	信号类型
1	1	3	黄	橙/白	Tx+
2	3	4	橙	橙	Tx-
3	2	1	白	绿/白	Rx+
6	4	2	蓝	绿	Rx-

6.2.7.3.3 以太网

应按照IEEE802.3—2018中14.5要求执行。

7 软件设计

7.1 总体要求

软件应包含完成的程序、数据和文档。在开发过程中，应以工程化方法构建及维护有效的、适用的、高质量的软件产品，应遵循以下基本原则。

- 适用性——软件在不同的条件约束下，用户的需求可以容易得到满足；
- 可修改性——允许对系统进行修改而不增加原系统的复杂性；
- 可互操作性——多个软件元素相互通信并协同完成任务的能力；
- 有效性——软件系统能最有效的利用计算机的时间和空间资源；
- 可追踪性——根据软件需求对软件设计、程序进行正向追踪，或根据软件设计、程序对软件需求的逆向追踪的能力；
- 可靠性——防止因概念、设计和结构等方面的不完善造成的软件系统失效，具有挽回因操作不当造成软件系统失效的能力；
- 可理解性——系统具有清晰的结构，能直接反应问题的需求；
- 可重用性——把概念或者功能相对独立的一个或一组相关模块定义为一个软部件。可组装在系统的任何位置，降低工作量；
- 可维护性——软件在经过调试完毕，交付生产单位之后，能够对其进行修改、升级，使其适应环境的变化；
- 可移植性——软件应较为容易的从一个计算机系统或环境转移至另一个计算机系统或者环境。

7.2 人机界面设计要求

7.2.1 基本要求

7.2.1.1 人机界面作为司钻人员与钻井设备之间信息交互的窗口，应能实现绞车、泥浆泵、顶驱等设备的远程化、集成化操控，并且可以实现各设备工艺参数的集中监视。

7.2.1.2 人机界面软件功能应包含数据归档、历史查询等功能，相关要求满足 GB/T 16656.1。

7.2.1.3 人机界面软件开发应以下条件开展：

- 操作方式：按键操作或触摸屏操作；

- b) 一体机和显示器数量：宜包含单一一体机、单一一体机+单显示屏、双一体机、多一体机、工控机+显示器。

7.2.2 整体风格设计

7.2.2.1 主画面风格：布局划分应相同，且具有相同功能的空间在不同主画面的布局位置宜相同。画面背景颜色宜选用灰色，背景与空间颜色对比协调。所有画面的高度宽度应相同，且与屏幕分辨率保持一致。

7.2.2.2 控件风格：根据现实信息的数量、类型、重要性、布局范围选择不同的控件，相同类型信息的显示区，空间类型应相同，重点突出显示的信息，宜选用仪表盘、棒图等。

7.2.2.3 文本要求：画面中文本的中英文字体应一致，文本命名简单明确，具有唯一性，同种类型的文字，字体大小对齐方式应一致。

7.2.3 功能画面设计

7.2.3.1 上位机界面整体框架的设计应有层级，符合操作员的思维模式和操作习惯。

7.2.3.2 上位机界面设计应能够引导用户独立完成相应操作，并且至少包含登录子界面、各个单元设备或工艺过程子界面、诊断及记录画面。

7.2.3.3 登录画面应按需合理布局，该画面宜包含“语言切换”、“登录账号及密码”等功能，同时显示控制系统开发单位的单位名称和系统商标。

7.2.3.4 在诊断和记录界面，应对关键设备设计诊断界面，同时对历史报警信息设计专用记录界面。

7.2.4 设备画面设计

单元设备画面按照功能和作用布局宜分为五个部分：

- a) 手柄功能显示区：指示当前手柄的方向和按钮所对应的操作功能。
- b) 操作功能区：操作按键尺寸应至少满足成年人食指触碰面积触碰，且不触发多个按键命令。操作中需要同时触发的按键，布局应相对集中。各个按键的功能定义应以该设备动作具体实现功能为命名规则，简单明确且具有唯一性，避免生僻、抽象字符命名。
- c) 状态显示及参数设置区：设备工作状态以及工艺过程参数的显示窗口，宜采用文字、数值、图形、动画效果的方式进行展示，同时通过输入窗口实现参数设置。
- d) 系统总览区：用于显示系统的基本信息宜包含显示报警、用户名、系统时间、急停状态。应设置退出系统的功能按钮。报警功能设计相关要求应满足 GB/T 4205。
- e) 功能导航区：单击相应按钮，切换当前操作页面。

7.3 脚本设计要求

7.3.1 脚本结构

终端整体的程序运行过程中，应按照输入、控制及输出顺序依次循环扫描，控制程序主结构的架构亦应为输入层、控制层及输出层，各层用途如下：

- a) 输入层：用于采集及处理现场的状态信息、监控层的操作输入和通信数据。
- b) 控制层：根据要求进行合理的逻辑、运算控制。
- c) 输出层：用于控制输出，状态信息反馈至控制层、发送数据至其他设备控制程序

7.3.2 变量命名

- 7.3.2.1 应使用有意义的、描述性的词语来命名变量。
- 7.3.2.2 常量宜使用赋值变量的方式表示，如圆周率可以使用赋值过的变量 Pi 来表示。
- 7.3.2.3 变量的使用过程中，应以符号命名变量，而不能采用直接绝对地址方式命名。
- 7.3.2.4 对于程序中涉及的内部变量，命名规则为：“变量名_in”，外部变量命名格式为：“设备缩写_变量名”。
- 7.3.2.5 禁止使用编程语言中的关键字命名变量。

7.3.3 注释

- 7.3.3.1 注释应能准确、合理的描述。
- 7.3.3.2 应给程序中的模块、方法、变量等给予详细的解释。
- 7.3.3.3 后期修改、升级程序时，应给予详细解释。应至少包含修改日期、修改人员、修改内容。

7.3.4 异常处理

- 7.3.4.1 异常处理宜包含程序逻辑错误、硬件组态错误、硬件故障、通信错误、用户操作错误、设备间防碰等处理。对于上述错误应结合工艺过程需求开发保护机制，宜为报警提示、强制停机。
- 7.3.4.2 不应存在可捕捉到异常但不进行任何处理的事件。
- 7.3.4.3 发生异常时，应给出消息提示。

8 功能测试

8.1 测试条件

- 8.1.1 司钻终端所有电气元件施工应满足标准 GB 50254 。
- 8.1.2 测试人员准备测试工具，宜包含：米尺、角度测量仪、一字型螺丝刀、网线测量仪、万用表，对讲机等。

8.2 机械部分测试

- 8.2.1 显示屏支架应按照 6.1.2 相关要求完成对应的功能测试。
- 8.2.2 座椅应按照 4.2.3 相关要求完成对应的功能测试。

8.3 急停功能测试

- 8.3.1 急停功能应在所有其他功能测试之前进行。
- 8.3.2 根据 5.1 急停功能相关要求对各级急停功能进行有效性测试和实用性测试。

8.4 通信功能测试

- 8.4.1 采用万用表、巡线仪等工具进行电缆单芯的通断测试。
- 8.4.2 断开智能司钻终端对外的通信电缆，上位机界面显示终端对外通讯中断，无法下发命令和反馈显示信息。
- 8.4.3 逐个断开控制站内部的通讯电缆，该电缆宜包含手柄通讯电缆、上位机通讯电缆、控制站通讯电缆，上位机显示对应的电缆通讯中断，重新插接，显示通讯恢复。

8.5 显示功能测试

- 8.5.1 终端通电，界面按照流程进入登录界面，输入登录的账户密码进入对应界面。
- 8.5.2 观察画面、控件布局、整体风格的设计应与上文所述保持一致。
- 8.5.3 切换模式选择开关，上位机显示画面集切换到对应司钻界面；按下切换界面按钮，对应界面切换。
- 8.5.4 操作与界面对应的手柄的开关量按钮，对应的显示区有反馈。操作模拟量输入信号，对应的显示区有反馈。
- 8.5.5 按下上位机对应的开关量按钮，按钮有反馈。

9 文件归档

- 9.1 归档文件应该包含设计文件、生产进度文件，试验文件，包装发运文件。
- 9.2 文件归档按照 DA/T 22《归档文件整理规则》执行。

10 包装、标识

10.1 包装

- 10.1.1 设备要求封闭包装，保证设备防水、防震、防尘。
- 10.1.2 设备的包装箱外壳的尺寸、重量及质量能满足运输和装卸要求。

10.2 标识

设备的包装标识应符合GB/T 191 、GB/T 6388 的规定。