

ICS 75.180.10

ECCS 92

T/CPI

团体标准

T/CPI XXXX—202X

智能平衡游梁式抽油机

Intelligent balanced beam pumping unit

202X-XX-XX 发布

202X-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 术语和定义.....	1
4 产品的分类与命名.....	2
5 抽油机零部件设计要求.....	3
6 游梁式抽油机整机及其零部件制造的技术要求.....	3
7 抽油机智能调平衡控制箱.....	4
8 试验方法及检验规则.....	6
9 标志、包装和贮存.....	8

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。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会提出并归口。

本文件起草单位：大庆石油管理局有限公司装备制造分公司、渤海石油装备制造有限公司、宝石机械国研发中心。

本文件主要起草人：曲喜鹏、宛立达、郑雪峰、马强、陈波、邹祥城、李德伟、胡勇、韩明强、郭庆荣、毛玉琢、王富贵、刘连伟。

智能平衡游梁式抽油机

1 范围

本文件规定了智能平衡游梁式抽油机的结构型式、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、贮存等。

本文件适用于智能平衡游梁式抽油机的设计、制造、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/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 29021-2023 石油天然气钻采设备 游梁式抽油机

GB/T 7251.8 低压成套开关设备和控制设备 第8部分：智能型成套设备通用技术要求

GB/T 8423.5 石油天然气工业术语 第5部分：设备与材料

SY/T 6518 抽油机防护推荐作法

3 术语和定义

GB/T 29021和GB/T 8423.5界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能平衡游梁式抽油机 intelligent balanced beam pumping unit

在游梁平衡抽油机基础上，在其尾部增加了一套以电能、光能等新能源为动力驱动的，可自动调整配重箱位置的尾平衡梁，从而达到游梁平衡智能化调整的游梁式抽油机。

3.2

智能化平衡调整 intelligent balance adjustment

自动判断抽油机上下冲程，分别采集上下冲程若干个点的电参数，依据最大电流法或者平均功率法自动计算平衡度，以单个或累计多个平衡度数值的平均值作为判定依据，与要求平衡度范围值进行对比，超出平衡度范围，自动控制尾平衡梁上的平衡调节配重箱在尾平衡梁上移动，从而实现平衡度的自动调节，并可实现手动调节平衡和远程控制。

3.3

智能化自身监测 intelligent self-monitoring

通过有线或者无线方式，实现地面控制柜与尾平衡梁上的平衡调节配重箱内的各类传感器的通信，由地面控制柜内的显示屏或者手机APP或者电脑终端显示油井运行的平衡状态、平衡度值、电参数、示功图、扭矩值、前后限位开关状态、电池电压等信息，对油井以及设备运行相关数据进行监测。

3.4

尾平衡梁 tail balance beam

将抽油机游梁尾部延长，或采用独立结构与游梁连接，用于调节抽油机平衡。

3.5

平衡调节配重箱 balance beam adjustment box

尾平衡梁上的可移动的机构，通过其在尾平衡梁上的前后移动来改变力矩，实现抽油机平衡度的调整。其内部可对配重块进行增减，以实现更大范围的调整。

3.6

平衡梁偏置角 balance beam offset angle

抽油机游梁后臂延长线与尾平衡梁上平面的夹角（锐角），单位为：度（°）。

3.7

主电机 main motor

为抽油机整机运行提供动力驱动的电机。

3.8

平衡电机 balance motor

为平衡调节配重箱在尾平衡梁上的前后移动提供动力驱动的电机。

3.9

RTU remote terminal unit

远程终端单元,是油田远程测控系统中负责对抽油机及油井运行数据进行现场数据采集及处理的智能化设备。

4 产品的分类与命名

4.1 型式及代号

4.1.1 类别及代号

抽油机的类别及代号为:

- 异相型游梁式抽油机,其代号为:CYJY;
- 常规型游梁式抽油机,其代号为:CYJ。

4.1.2 平衡方式及代号

抽油机按平衡方式可分为:

- 游梁平衡,即在游梁上加平衡重的平衡方式,其代号为:Y;
- 复合平衡,即同时用两种以上(含两种)平衡的平衡方式,其代号为:F。

4.1.3 尾平衡梁平衡重移动方式

尾平衡梁平衡重的移动方式可分为:

- 丝杠螺母传动式;
- 齿轮齿条传动式。

4.1.4 尾平衡梁平衡调节配重箱控制方式

尾平衡梁平衡调节控制方式分为:

- 有线控制,地面控制柜与平衡调节配重箱通过电缆实现电源供给、信号传输及控制;
- 无线控制,地面控制柜与平衡调节配重箱通过无线通信方式实现信号传输及控制,平衡调节配重箱电源依靠光能等新能源提供动力。

4.1.5 驴头让位方式

抽油机驴头的让位方式可分为:

- 上挂式;
- 侧翻式;
- 上翻式;
- 低头式。

4.1.6 减速器齿轮齿形

抽油机减速器的齿轮的传动形式为分流式人字圆柱齿轮传动,齿形可分为:

- 点啮合双圆弧,标注符号为:H;
- 渐开线,无标注符号。

4.1.7 底座的固定方式

抽油机底座的固定方式可分为：

- 地脚螺栓固定；
- 压杠固定；
- 无基础安装。

4.2 型号表示方法

4.2.1 规格代号标识方法

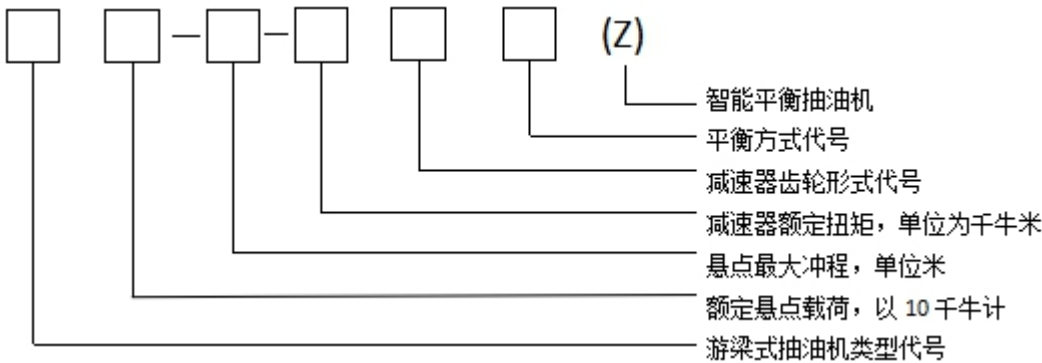


图 1 智能平衡游梁式抽油机的型号表示法

示例：规格代号为 8-3-37 的智能平衡游梁式抽油机，减速器采用点啮合双圆弧齿轮，平衡方式为复合平衡。其型号为 CYJ8-3-37HF (Z)。

4.3 基本参数

智能平衡游梁式抽油机基本参数符合GB/T 29021-2023中4.3的规定。

5 抽油机零部件设计要求

5.1 通则

按GB/T 29021-2023中5.1的规定执行。

5.2 结构件

尾平衡梁与抽油机游梁连接处强度必须满足抽油机运行时强度要求，尾平衡梁在驴头上死点处与减速器必须留有一定安全距离。其余结构件按GB/T 29021-2023中5.2的规定执行。

5.3 减速器

按GB/T 29021-2023中5.3的规定执行。

5.4 栏杆和梯子

栏杆和梯子的设计符合SY/T 6518的要求。

5.5 平衡重调节结构

用于平衡重调节的丝杠丝母或齿轮齿条结构，必须满足运行时强度要求，并具有防腐措施。

6 游梁式抽油机整机及其零部件制造的技术要求

6.1 通则

按GB/T 29021-2023中6.1的规定执行。

6.2 重要连接要求

按GB/T 29021-2023中6.2的规定执行。

6.3 减速器

按GB/T 29021-2023中6.3.1至6.3.7的规定执行。

6.4 游梁式抽油机关键零件

按GB/T 29021-2023中6.4的规定执行，此外按设计图样对平衡调节机构的关键件：丝杠丝母或齿轮齿条结构进行检验，达到设计要求，并包装安装牢固可靠。

6.5 游梁式抽油机整机

按GB/T 29021-2023中6.5的规定执行。

7 抽油机智能调平衡控制箱

7.1 控制箱基本要求

- 7.1.1 控制箱的防护等级应不低于 IP44，门内配发泡密封条，保证控制柜长期使用密封良好，应防雨雪、防尘，适应不同野外环境下工作。
- 7.1.2 应具备专用散热风道，变频器+制动电阻在后箱体形成完整风道，有效散热，风扇选用耐高温型，通风窗口装置防尘过滤网。
- 7.1.3 控制箱壳体应有良好的防腐涂层，且色泽均匀，无明显流痕、划痕、起泡或锈蚀等缺陷。
- 7.1.4 控制箱内部带电部件和非金属部件的绝缘电阻应不小于 2 MΩ。
- 7.1.5 控制箱壳体上应焊有专门用于接地的螺钉或螺母，并有接地的标志，接地螺钉应不生锈（或其他防锈措施）。
- 7.1.6 控制箱器件安装要美观，标识清晰牢靠。
- 7.1.7 控制箱应有短路、过载、缺相保护功能。
- 7.1.8 控制箱操作面板应有平衡度显示功能。
- 7.1.9 控制箱应具备调平衡电机保护功能及平衡调节配重箱前后限位开关极限位置保护。弱电设备信号地进行等电位连接，汇接于同一接地极。
- 7.1.10 对于以光能等新能源为动力驱动的平衡调节配重箱，其内部直接集成有储能电池、动力传动单元、控制单元等，配重箱单侧或双侧安装太阳能电池板，配重箱与地面控制系统无电气线路连接，采用无线通讯控制。

7.2 控制箱功能要求

- 7.2.1 数据采集功能。具有油井载荷、位移、抽油机驴头上下死点、电参数、平衡调节配重箱运行状态、限位开关状态、光能储能电池电压、电量等数据的自动采集及平衡度、示功图、电流图、功率图、扭矩图自动计算、显示功能。
- 7.2.2 冲次调节功能。根据油井功图，计算油井最佳冲次，并实现自动冲次调节。可实现远程手动调节冲次和就地手动调节冲次。
- 7.2.3 平衡调节功能。根据上下冲程最大电流或上下冲程平均功率自动计算平衡度，并实现自动调节，可实现远程手动调节平衡和就地手动调节平衡。
- 7.2.4 抽油机远程控制功能。预留启动停止接口，可支持通过 App 远程数据查看油井的示功图、电参数、扭矩、平衡状态等抽油机实时采集和分析参数。可通过 APP 实现抽油机远程启停、冲次、平衡等参数调节。
- 7.2.5 主电机保护功能：
 - 主电机的保护功能应包括：
 - 电流保护：在抽油机运行过程中，RTU 实时监视主电机的电流值，若电流超过设定最大值一定时间（超限时间）时，则 RTU 控制主电机供电断开，停止运行。
 - 电机保护器保护：在抽油机运行过程中，当出现过载、过流、过压、短路、缺相、过载等故障时，电机保护器应能自动断开，对电机起保护作用。

7.2.6 平衡电机保护功能:

平衡电机的保护功能应包括:

- 限位保护: 在平衡调节过程中, 当平衡块到达极限位置时, 将触发限位开关, 通过电器控制回路使调节继电器断开, 停止平衡调节操作, 保护电机。
- 电流保护: 在调节过程中, RTU 需监视调平衡电机的电流值, 若电流超过设定最大值一定时间(超限时间), 则 RTU 控制调节继电器断开, 停止调节。此种保护方式是在限位开关失效时或平衡块卡死时使用。

7.2.7 当采用光能为平衡调节配重箱供电方式时, 需要具备电池过充保护功能: 需要在电池充满时断开充电线路, 避免电池过充; 智能间开功能: 在光照不充足的地方, 平衡调节配重箱可设置断电时长, 用以保证恢复电池电能; 电量过低保护功能: 当检测到电池电量过低时, 平衡调节配重箱停止工作, 待电量恢复到设定值时, 平衡调节配重箱恢复工作; 爬升角度保护功能: 爬升角度自动/手动设置, 保证平衡调节配重箱在合理的角度范围内向前运行。

7.2.8 强制后退功能。当平衡调节配重箱控制失效时, 触发强制后退开关, 平衡调节配重箱可实现强制后退到后限位停止, 便于设备检修。

7.2.9 运行模式切换功能: 具备工频和变频两种工作模式, 且可实现工频和变频之间自动切换。

7.2.10 数据存储及传输功能: 可进行本地存储数据和支持 RS485 有线方式传输, 也可连接无线数传模块, 进行无线传输。

7.2.11 防护功能: 系统应具备防雷电、防电源闪断功能, 具备电机过载保护、电流限幅、输入缺相检测、输出缺相检测、加速过流、减速过流、恒速过流、接地故障检测、散热器过载和负载短路等保护功能。

7.3 配置原理说明

7.3.1 数据采集。宜采用 RTU、载荷传感器、电量模块、电流互感器、显示模块等组成基本的数据采集系统, 采集基本的运行数据、示功图、电流图、功率图等。通过显示模块显示冲次、平衡度等信息。显示模块与 RTU 通过 RS485 连接。

7.3.2 冲次调节、启停控制、主电机保护。

- 宜采用 RTU、变频器、启停控制继电器、主电机变频交流接触器、主电机工频交流接触器、控制面板、电机综合保护器等组成冲次调节、启停控制、主电机保护系统。
- 通过 RTU 实现冲次自动调节、和远程手动调节, 通过控制面板实现冲次本地手动调节。通过 RTU、控制面板、启停控制继电器、交流接触器实现抽油机的启停控制, 通过 RTU 实现远程启停控制, 通过控制面板实现本地启停控制。
- RTU 通过对电机电量参数和变频器状态的采集, 控制抽油机在变频工作状态下异常停止, 实现对主电机的保护。通过 RTU 对电机电量参数的采集, 和电机综合保护器的作用, 控制抽油机在工频状态下的异常停止, 实现对主电机的保护。变频器与 RTU 通过 RS485 连接, 与显示模块共用 RTU 同一个通信接口。

7.3.3 平衡调节、平衡电机保护。

- 有线模式: 宜采用 RTU、调平衡控制继电器、平衡电机交流接触器、电流变送器、限位传感器、控制面板等组成平衡调节系统。通过 RTU 实现平衡自动调节, 通过控制面板实现平衡本地手动调节。
- 无线模式: RTU、太阳能电池板、蓄电池、电机控制器、调节配重箱控制器、充电控制器、低压电机、减速器等组成平衡调节系统。通过 RTU 实现平衡自动调节, 通过控制面板实现平衡本地手动调节。
- RTU 通过对电流变送器的采集, 可实现对调平衡电机的电流保护。通过限位信号可实现平衡电机的限位保护。

7.3.4 数据通信。宜采用 RTU 通过通信模块、天线实现与井场主 RTU 的通信, 再通过井场主 RTU 实现与上位机的通信。

7.4 平衡度调节

7.4.1 调节目标。通过平衡调节电机的正转反转控制调节抽油机的平衡度, 调节目标一般设定为

85%-100%，可以根据现场情况进行调整。

7.4.2 平衡度算法。

抽油机平衡度可采用电流平衡度和功率平衡度。

——电流平衡度为：一个冲程周期中，下冲程中电机的最大工作电流与上冲程中主电机的最大工作电流的百分比；

——功率平衡度为：一个冲程周期中，下冲程中主电机的平均功率与上冲程中主电机的平均功率的百分比。

7.4.3 平衡调节基本方法。

——平衡度判定：抽油机连续不平衡次数，指在平衡度连续测量次数(一般设定 20-40 次)中有 90% 的次数不在平衡度范围内，此时判定抽油机为不平衡状态。

——当检测到平衡度处于设定调节目标之外时，抽油机平衡度进行自动调节。当抽油机在现有条件下无法达到平衡目标时，应进行平衡度预警提示和平衡块调整信息告警，此时平衡装置不再进行主动调整。需通过手动调整曲柄平衡块位置或增减曲柄平衡块或增减平衡调节配重箱重量来调节平衡。

8 试验方法及检验规则

8.1 主要技术要求的检验方法

8.1.1 抽油机的检验按 GB/T 29021-2023 中 7.1 的规定执行。

8.1.2 电动机应按相关标准采购验收。

8.1.3 控制箱的外观及安全标识，接地的螺钉或螺母连接质量目检；控制箱内带电部件和非带电金属部件的绝缘电阻，使用绝缘电阻表检测；在抽油机最高冲次范围内，人为设定工作冲次，检验调速性能。

8.1.4 电动机、控制箱运转平稳性目检，在整机检验时应进行操作检查。

8.2 减速器试验方法

按GB/T 29021-2023中7.2的规定执行。

8.3 关键零件的检验

按GB/T 29021-2023中7.3的规定执行。

8.4 过程检验

智能平衡游梁式抽油机在生产过程中应按照GB/T 29021-2023中表21规定项目逐件检验，检验合格后方可装配。

8.5 型式检验

8.5.1 减速器型式检验

按GB/T 29021-2023中7.3.3的规定执行。

8.5.2 整机型式检验

8.5.2.1 对智能平衡游梁式抽油机各型新产品和转厂生产或当材料、结构、工艺有较大改变时，应用不少于两台的样机进行型式检验，合格后方可定型投入批量生产。

8.5.2.2 智能平衡游梁式抽油机整机型式检验方法、检验参数计算及其选择应符合 GB/T 29021-2023 中的 7.3.4 规定。

8.5.2.3 整机型式检验应检验的项目

整机型式检验项目见表1。

表 1 整机型式检验项目

序号	检验项目	对应条款
1	焊缝成型	GB/T 29021 6.1.2

序号	检验项目	对应条款
2	铸件	GB/T 29021 6.1.3
3	外露螺栓	GB/T 29021 6.1.4
4	涂漆	GB/T 29021 6.1.5
5	悬挂光杆钢丝绳与预制头连接强度	GB/T 29021 6.2.3
6	减速器精度等级	GB/T 29021 6.3.3
7	减速器齿轮齿面接触斑点、接触迹线偏差、齿侧间隙	GB/T 29021 6.3.5
8	减速器轴承和油池温升、密封性、平稳性及齿面质量	GB/T 29021 6.3.6
9	减速器清洁度	GB/T 29021 6.3.7
10	支架顶部振幅	GB/T 29021 6.5.4
11	噪声	GB/T 29021 6.5.5
12	悬点投影	GB/T 29021 6.5.6
13	两曲柄剪刀差	GB/T 29021 6.5.7
14	刹车装置的平稳性、可靠性和刹车操作力	GB/T 29021 6.5.8
15	两曲柄平衡块移动的平稳无阻滞性	GB/T 29021 6.5.9
16	驴头转（翻）动灵活性、摘挂驴头的方便性	GB/T 29021 6.5.10
17	超额定值检验中或检验后，抽油机动作的正确性，整机及部件强度验证	GB/T 29021 6.5.11
18	控制箱缺相保护功能	7.1.7
19	控制箱超载保护功能	7.1.7
20	控制箱失载保护功能	7.1.7
21	控制箱安全警示标示	8.1.3
22	控制箱绝缘电阻	8.1.3
23	主电机、平衡电机、控制箱运转平稳性	8.1.4

8.6 出厂检验

8.6.1 减速器的出厂检验

按GB/T 29021-2023中7.4.1的规定执行。

8.6.2 整机出厂检验

8.6.2.1 智能平衡游梁式抽油机须经质量部门按下列各条进行出厂检验，符合要求后方可出厂。

8.6.2.2 每台智能平衡游梁式抽油机均应进行整机空载荷检验和载荷检验。空载荷检验是在曲柄两边无平衡块条件下进行的，此时如果由于不平衡使整机还不能连续运转，可在悬点处吊挂适当重物使之平衡整机可连续运转。空载荷运转时间不少于10min。载荷检验按GB/T 29021-2023中7.5.2.3中a)的检验参数进行载荷试验，运转时间不少于2h。空载荷检验和载荷检验的冲程、冲次不限。

8.6.2.3 对抽检项目进行抽检时，应依据GB/T 2828.1相关规定，采用一次正常检查抽样方案，检查水平为II，接收质量限AQL不大于2.5，进行产品批质量检验。出厂检验的项目见表2。

表2 出厂检验的项目

序号	检验项目	对应条款	备注
1	焊缝	GB/T 29021 6.1.2	逐台检验
	铸件	GB/T 29021 6.1.3	逐台检验
2	外露螺栓	GB/T 29021 6.1.4	逐台检验
3	涂漆	GB/T 29021 6.1.5	逐台检验
4	噪声	GB/T 29021 6.5.5	逐台检验
5	悬点投影	GB/T 29021 6.5.6	逐台检验
6	两曲柄剪刀差	GB/T 29021 6.5.7	逐台检验
7	减速器齿轮齿面接触斑点、接触迹线偏差、齿侧间隙	GB/T 29021 6.3.5	逐台检验
8	减速器轴承和油池温升、密封性、平稳性及齿面质量	GB/T 29021 6.3.6	逐台检验
9	刹车装置的平稳性、可靠性和刹车操作力	GB/T 29021 6.5.8	抽检
10	曲柄平衡块移动的平稳无阻滞性	GB/T 29021 6.5.9	抽检
11	驴头转（翻）动灵活性、摘挂驴头的方便性	GB/T 29021 6.5.10	抽检
12	减速器清洁度	GB/T 29021 6.3.7	抽检
13	悬挂光杆钢丝绳与预制头连接强度	GB/T 29021 6.2.3	抽检

序号	检验项目	对应条款	备注
14	控制箱缺相保护功能	7.1.7	逐台检验
15	控制箱失载保护功能	7.1.7	逐台检验
16	控制箱安全警示标示	8.1.3	逐台检验
17	控制箱绝缘电阻	8.1.3	逐台检验
18	主电机、平衡电机、控制箱运转平稳性	8.1.4	逐台检验

8.6.3 判断规则

按GB/T 29021-2023中7.5的规定执行。

9 标志、包装和贮存

按GB/T 29021-2023中第8章的规定执行。
