

ZJL

团 体 标 准

T/ZJL XXXX—XXXX

智能潜油电动螺杆泵机组

Intelligent electrical submersible progressing cavity pump units

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省机械工业联合会 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	1
4 型号及基本参数	1
5 工作条件	3
6 技术要求	4
7 试验方法	5
8 检验规则	8
9 标识、包装、运输和贮存	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。

本文件由浙江省机械工业联合会提出并归口管理。

本文件起草单位：杭州乾景科技有限公司、深圳麦格米特电气股份有限公司、中国计量大学、
本文件主要起草人：

智能潜油电动螺杆泵机组

1 范围

本文件规定了智能潜油电动螺杆泵机组的型号及基本参数、技术要求、试验方法、检验规则及标识、包装、运输和贮存。

本文件适用于油田用智能潜油电动螺杆泵机组的设计、生产和检验等。

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 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机

GB/T 8423.5 石油天然气工业术语 第5部分：设备与材料

GB/T 12668.1 调速电气传动系统 第1部分：一般要求 低压直流调速电气传动系统额定值的规定

GB/T 12668.2 调速电气传动系统 第2部分：一般要求 低压交流调速电气传动系统额定值的规定

GB/T 12668.3 调速电气传动系统 第3部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法

GB/T 12668.4 调速电气传动系统 第4部分：一般要求 交流电压1000V以上但不超过35kV的交流调速电气传动系统额定值的规定

GB/T 16750—2015 潜油电泵机组

GB/T 21411.1—2014 石油天然气工业 人工举升用螺杆泵系统 第1部分：泵

GB/T 37400.13 重型机械通用技术条件 第13部分：包装

SY/T 7673—2022 石油天然气钻采设备 潜油电动螺杆泵机组

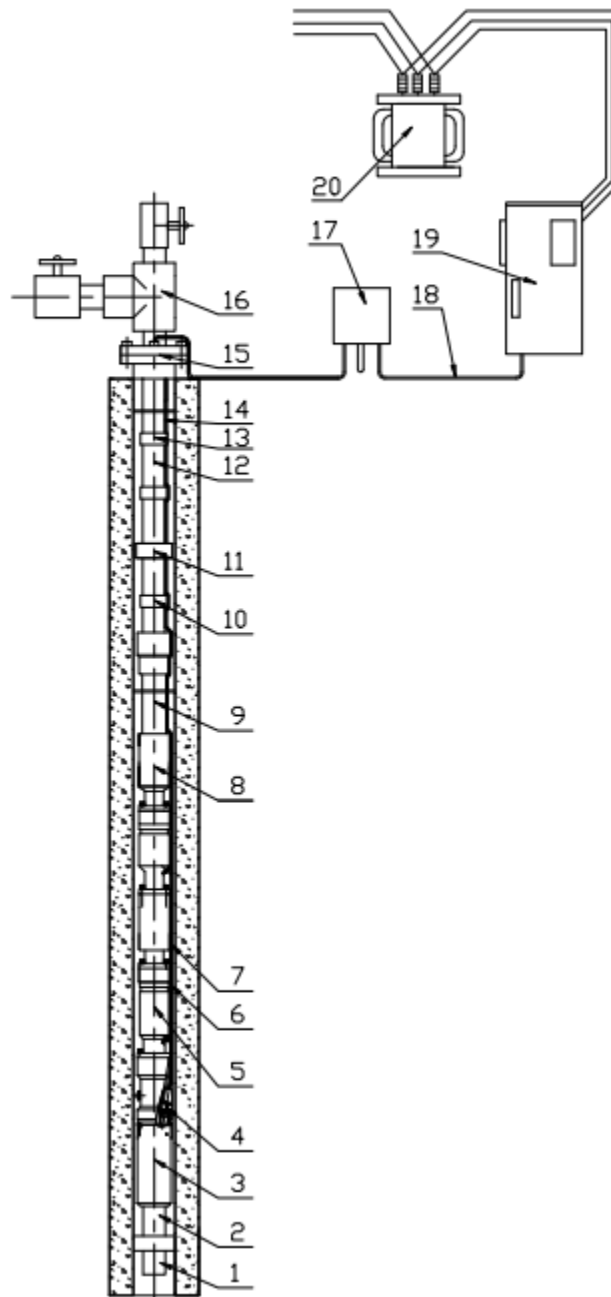
3 术语和定义

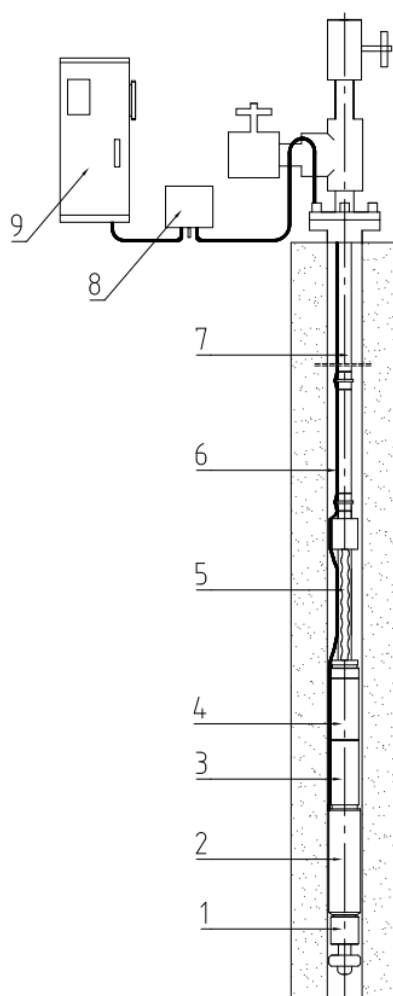
GB/T 2900.1、GB/T 2900.25、GB/T 8423、GB/T 16750—2015和SY/T 7673—2022界定的术语和定义适用于本文件。

4 型号及基本参数

4.1 智能潜油电动螺杆泵机组

智能潜油电动螺杆泵机组（以下简称“机组”）由井下数据采集装置、永磁同步电机、保护器、联轴器、螺杆泵、接线盒、控制柜等基本部件组成。智能潜油电动螺杆泵机组常规安装示意图如图1所示。





标引序号说明:

1——井下数据采集装置;

2——潜油电机;

3——保护器;

4——联轴器;

5——螺杆泵;

6——电缆;

7——油管;

8——接线盒;

9——智能控制柜。

图1 智能潜油电动螺杆泵机组安装示意图

4.2 型号表示方法

机组产品编码应符合SY/T 7673—2022的规定，可以根据产品的特殊要求增加对应代号。

4.3 基本参数

4.3.1 机组最大轴向投影尺寸、部件常规系列尺寸及适用套管尺寸参数表应符合SY/T 7673—2022中表1的要求。

4.3.2 机组额定电压、额定功率及输出转速调节范围宜符合SY/T 7673—2022中表2中永磁同步电机的要求。

4.3.3 机组标称排量及额定扬程宜符合SY/T 7673—2022中表3的要求。

4.3.4 机组适用井温代号应符合SY/T 7673—2022中表4的要求对应选择。

5 工作条件

5.1 地面环境条件

产品正常工作的地面环境条件包括:

- a) 环境温度：-40 °C~+40 °C；
- b) 相对湿度：最大相对湿度不大于 85%，无凝露；
- c) 海拔不超过 1000 m。

5.2 井下工作条件

产品正常工作的井下工作条件见表1。

表1 井下工作条件

环境因素	单位	技术指标
泵吸入口井液黏度	mPa·s	≤8000
泵吸入口气液比	/	≤0.5
井液中含砂量体积比	/	≤5%
泵挂处井斜	°	≤90
泵挂处全角变化率	° /30m	≤3

注：用户有特殊要求时，按照协议执行。

6 技术要求

6.1 机组性能

- 6.1.1 适用于井下工作条件的机组在额定条件下，机组效率应不小于 35%。
- 6.1.2 25 °C环境温度下，机组的绝缘电阻应大于 500 MΩ，在其他温度下测得的绝缘电阻应按表 2 进行转换判定。

表2 绝缘电阻在热状态时或温升试验后的温度系数

温度 °C	温度系数
>100	按协议
100	188
90	94
80	47
70	23.5
60	11.8
50	5.6
40	2.8
30	1.4
25	1
20	0.76
10	0.395
0	0.183

注：将在一定温度下测得的绝缘电阻乘以温度系数，可得到25 °C下相应的绝缘电阻值，根据此绝缘电阻值再进行判定。

6.2 永磁同步电动机

- 6.2.1 应具有良好的密封性能，在 1.0 MPa 气压下，保持 5 min 试验，各密封连接部位不应泄漏。
- 6.2.2 25 °C环境温度下，电机对地绝缘电阻均应大于 1000 MΩ，在其他温度下测得的绝缘电阻应按表 2 进行转换判定。电机热状态或温升试验后，绝缘电阻应符合此项要求。
- 6.2.3 三相绕组直流电阻不平衡率应不大于 2%。
- 6.2.4 空载运行电流应小于额定电流的 5%。
- 6.2.5 额定转速、额定扭矩条件下效率值应不小于 70%。
- 6.2.6 额定转速、额定扭矩条件下，功率因数应不小于 0.92。
- 6.2.7 最大启动扭矩应不小于额定扭矩的 1.5 倍。
- 6.2.8 1.5 倍额定扭矩条件下稳定运行时间应不小于 1 min。
- 6.2.9 负载试验后，取电机油样进行交流耐压试验，在 10 kV、放电间隙 2.5 mm、1 min 条件下电机

油应不击穿。

6.2.10 电机耐热等级应不低于 H 级(180 °C)。

6.3 保护器

6.3.1 保护器外壳与潜油电机外壳宜采用法兰连接,保护器输出轴与潜油电机轴宜采用花键连接。

6.3.2 保护器应具有良好的密封性能,在 1.0 MPa 气压下、保持 5min 试验,接头与壳体及丝堵等连接处应不泄漏,保护器的机械密封在静态时应能承受不低于 1.0 MPa 气压试验,保持 5 min 不泄漏。

6.4 联轴器

联轴器的传动扭矩应不小于配套机组最大启动扭矩且最低值不小于900 N·m。

6.5 螺杆泵

性能指标应符合GB/T 21411.1—2014中6.4、6.5的规定。

6.6 井下数据采集装置

6.6.1 25 °C环境温度时,井下数据采集装置对地绝缘电阻应大于 1000 MΩ,在其他温度下测得的绝缘电阻应按表 2 进行转换判定。

6.6.2 25 °C环境温度时,井下数据采集装置应在 5 min 内与井上控制器通信成功。

6.6.3 井下数据采集装置进行 48 h 密封测试后,应无泄漏且与井上控制器通信成功。

6.7 接线盒

性能指标应符合GB/T 16750—2015中5.2.8的规定。

6.8 智能控制柜

6.8.1 基本要求

性能指标应符合GB/T 16750—2015中5.2.7的规定,防护等级达到IP54标准。与潜油永磁同步电机配套的控制柜应能防止井下永磁电机被动旋转发电带来的安全风险。

6.8.2 自诊断功能

机组运行过程中发生异常情况、软件和硬件故障时,应能进行报警,及时生成故障频率报告和停机故障报告。

6.8.3 组态功能

应具有无级调速、自动启停、过载保护等功能,具备数据远传等扩展功能接口。通过操作面板,应能实现远程控制设备的启停、调速、调参和故障复位。

6.8.4 生产数据可视化功能

应能实时显示机组运行周期、连续运行时间、产量等生产信息。

6.8.5 信息安全功能

6.8.5.1 智能模块与设备之间的数据传输和存储应有安全策略,如数据加密、远程读取数据权限管理等。

6.8.5.2 智能模块应能适应数据存储的需求,具有较好的查询和检索能力,应对设备的故障、事件、报警信息及处置信息永久存储。

6.8.5.3 智能模块发生故障时,不应影响基础数据安全性及完整性。

7 试验方法

7.1 仪器、仪表的选择要求

- 7.1.1 试验时采用的电压、电流互感器精度应不低于 0.2 级。
- 7.1.2 电气测量仪表(兆欧表除外)、扭矩仪精度应不低于 0.5 级。
- 7.1.3 转速表精度应不低于 0.1 级。
- 7.1.4 流量、扬程(压力)仪表精度应不低于 1.0 级。
- 7.1.5 直流电阻测量仪表精度应不低于 0.2 级。
- 7.1.6 温度表误差精度应在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内,其他未作规定的测量仪表精度应不低于 $T/3$ (T 为被检参数允差)。

7.2 机组性能

机组效率按SY/T 7673—2022中6.2的规定测试。
绝缘电阻按SY/T 7673—2022中6.3的规定测量。

7.3 永磁同步电动机

7.3.1 密封性能

电机各连接处应采用专用密封护盖密封。

从电机一端往其内腔通入干燥气体,试验气压为1.0 MPa,保持5 min,同时用肥皂水涂抹各连接处和丝堵,同时应观察有无气泡及渗漏。

7.3.2 绝缘电阻

7.3.2.1 根据被测电机工作电压按表 3 选择兆欧表规格,冷态绝缘电阻测量应在实际冷状态下进行。

表3 兆欧表选用规格

电机工作电压 V	兆欧表规格 V
<500	500
500~3000	1000

- 7.3.2.2 对于单节或下节电机(尾部有星点)应测量一相对机壳绝缘电阻。
- 7.3.2.3 对于通用节和上节电机,应分别测量三相对机壳绝缘电阻及三相绕组间的绝缘电阻。
- 7.3.2.4 测量后均应将绕组对地放电。

7.3.3 三相绕组直流电阻不平衡率

按GB/T 16750—2015中6.1.2.1.3的规定测试。

7.3.4 空载运行电流

将电机在空载条件下调至额定转速,使机械损耗达到稳定,即输入功率在5 min内两个读数之差不大于前一个读数的3%时开始测量。

7.3.5 电机效率

按SY/T 7673—2022中6.4.5的规定测试。

7.3.6 功率因数

将变频器驱动电机用功率测试仪连接在控制柜和电机之间,在额定转速、额定扭矩条件下记录电机的功率因数。

7.3.7 最大启动扭矩

在电机实际冷态下进行,电动机轴上预先加载一定扭矩,给电机额定范围内的转速,若电动机能正常启动,则切断电源使电机停转,继续加大轴上的负载扭矩,重复上述试验,直至轴上的负载扭矩再加大时,电机不能启动运行,记录末次的负载扭矩值。在转子不同的转角位置测三次,取其最小值。

7.3.8 过载扭矩

试验时宜用负载均匀可调的扭矩测量仪、制动器、测功机或校正过的发电机作负载。电动机轴上预先加载额定扭矩，给电动机额定范围内的转速，将负载扭矩调至潜油电机额定扭矩的1.5倍，持续平稳运行时间应不小于1 min。

7.3.9 电机油工频耐压

完成负载试验测试后，从尾部取电机油样做工频耐压试验。

用干燥过的1 000 mL磨口瓶取800 mL电机油样待无气泡后，导入油试验器进行工频耐压试验。电极应安装在水平轴上，放电间隙2.5 mm。电极之间的间隙用块规校准，要求精确到0.1 mm。电极轴浸入电机试油深度应不低于40 mm。电极面上若有因放电引起的凹坑时应更换电极。

7.3.10 温升试验

按照GB/T 16750—2015中6.1.2.7的规定试验。

7.4 保护器

目测检查保护器与潜油电机外壳、潜油电机轴的连接方式。

采用干燥气体加压。机械密封试验时将压力为1.0 MPa的干燥气体送入密封腔内，持续时间5 min；螺纹密封试验时将压力为1.0 MPa的干燥气体从保护器下端送入其内腔，同时用肥皂水涂抹各连接处和丝堵，持续时间5 min，观察有无气泡及泄漏。

7.5 联轴器

将联轴器外壳固定在试验台上，在联轴器轴伸位置施加900 N·m，施加的扭矩值应保持恒定，持续时间不小于30 s。

7.6 螺杆泵

按GB/T 21411.1—2014中附录D和附录E的规定执行。

7.7 井下数据采集装置

7.7.1 冷态绝缘电阻

冷态绝缘电阻测量应在实际冷状态下进行，使用2 500 V兆欧表进行冷态绝缘电阻的测量，测量后应对地放电。

7.7.2 通讯测试

25 ℃环境温度下，与井上控制器进行通信测试，用秒表记录测试时间。

7.7.3 高温高压下的密封性及通讯测试

井下数据采集装置按表4规定的测试条件，保持48 h。检查密封有无泄漏，与井上控制器进行通信测试，用秒表记录测试时间。

表4 井下数据采集装置密封测试条件

项目	出厂检验	型式检验
环境温度	105 ℃	120 ℃
环境压力	25 MPa	40 MPa

7.8 接线盒

按照GB/T 16750—2015中6.1.10的规定试验。

7.9 智能控制柜

7.9.1 基本要求

按GB/T 12668.1、GB/T 12668.2、GB/T 12668.3、GB/T 12668.4的规定试验。

7.9.2 自诊断功能

模拟机组运行发生异常情况和软件、硬件故障，查看智能模块是否报警，是否生成故障频率报告和停机故障报告。

7.9.3 组态功能

按产品说明书，使机组处于使用状态，运行系统后台，查验能否正常读取设备基本信息、运行信息数据；操作远程控制设备，能否使用启停、调速、调参和故障复位等管理功能。

7.9.4 生产数据可视化功能

使机组处于使用状态，在显示终端查看机组运行周期、连续运行时间、产量等生产信息是否正常。

7.9.5 信息安全功能

机组处于使用状态时，验证智能模块与设备之间的数据传输的完整性与可靠性。登录系统后台，检查智能模块数据存储情况，查验是否具备查询和检索能力。模拟智能模块发生故障，检查已存储数据的安全性及完整性状况。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 机组经出厂试验合格，并由企业质量管理部门出具合格证明，方可出厂。

8.2.2 出厂检验项目见表 5。

8.2.3 经检验，若有一项指标不符合本文件要求，则判定该件产品为不合格产品。

表5 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验	
1	机组性能	效率	6.1.1	7.2.1	×	√
2		绝缘电阻	6.1.2	7.2.2	×	√
3	永磁同步电动机	密封性	6.2.1	7.3.1	√	√
4		冷态绝缘电阻	6.2.2	7.3.2	√	√
5		绕组直流电阻不平衡率	6.2.3	7.3.3	√	√
6		空载运行电流	6.2.4	7.3.4	√	√
7		效率	6.2.5	7.3.5	×	√
8		功率因数	6.2.6	7.3.6	×	√
9		最大启动扭矩	6.2.7	7.3.7	×	√
10		过载扭矩	6.2.8	7.3.8	×	√
11		电机油工频耐压	6.2.9	7.3.9	×	√
12		电机温升	6.2.10	7.3.10	×	√
13	保护器	6.3	7.4	√	√	
14	联轴器	6.4	7.5	×	√	
15	螺杆泵	6.5	7.6	√	√	
16	井下数据采集装置	冷态绝缘电阻	6.6.1	7.7.1	√	√
17		通讯测试	6.6.2	7.7.2	√	√
18		高温高压下的密封性及通讯	6.6.3	7.7.3	√	√
19	接线盒	6.7	7.8	√	√	
20	控制柜	6.8	7.9	×	√	

注：“√”表示检验；“×”表示不检验。

8.3 型式检验

8.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定时；
- b) 正常生产后，产品结构、材料、工艺有重大变化，可能影响产品质量及性能时；
- c) 停产一年以上（含一年）恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与型式检验结果有较大差异时；
- e) 国家质量监督部门提出进行型式检验要求时；
- f) 定型的产品，正常生产周期达到两年时。

8.3.2 检验数量：型式检验应在出产检验合格品中抽样，数量为 1 套。

8.3.3 型式检验的项目见表 5。

8.3.4 经检验，全部指标符合本文件要求时，则判定该套产品为合格产品。

9 标识、包装、运输和贮存

9.1 标识

9.1.1 产品铭牌

产品铭牌应标识在控制柜前门外表面，应包括产品代号、执行标准代号、额定工作电压、额定工作电流、生产日期和出厂编号、制造商或供应商名称。有监管单位的应标识监管单位名称。

产品铭牌应清晰、醒目、安装牢固。

9.1.2 潜油电机标识

9.1.2.1 供应商或制造商名称或商标，喷涂于外壳上。

9.1.2.2 应设标记槽，用钢印字符标记以下内容：生产日期、出厂编号。

9.1.3 保护器、联轴器标识

9.1.3.1 供应商或制造商名称或商标，喷涂于外壳上。

9.1.3.2 应设标记槽，用钢印字符标记以下内容：生产日期、出厂编号。

9.1.4 螺杆泵标识

螺杆泵标识按照GB/T 21411.1执行。

9.1.5 井下数据采集装置标识

9.1.5.1 供应商或制造商名称或商标，喷涂于外壳上。

9.1.5.2 应设标记槽，用钢印字符标记以下内容：生产日期、出厂编号。

9.1.6 接线盒标识

接线盒标识按照GB/T 16750-2015执行。

9.1.7 控制柜标识

控制柜标识按照GB/T 16750-2015执行。

9.2 包装

9.2.1 产品按照尺寸形状分部分包装，潜油电机、保护器、联轴器、螺杆泵、控制柜等包装应符合 GB/T 37400.13 的规定，分包装时，每部分应分别做好密封和防护。

9.2.2 随机文件应封存在塑料袋内，并放入控制柜包装箱内，包括：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 产品使用说明书；
- d) 控制柜主要电路结构和电器布局图。

9.2.3 在装箱外表面明显位置标注以下内容：

- a) 制造商名称及厂址;
- b) 产品名称及型号;
- c) 出厂编号;
- d) 生产日期;
- e) 毛重;
- f) 包装外形尺寸;
- g) 指向井口箭头方向。

9.3 运输

运输车应有足够的长度，以支撑整个包装箱。运输时包装箱应水平放置，并固定好。

9.4 贮存

9.4.1 产品贮存环境温度宜为 0 °C 至 45 °C。

9.4.2 产品贮存超过 12 个月、未至 24 个月时，使用前应按照出厂检验要求复检；贮存超过 24 个月，应更换橡胶件，并按照出厂检验要求经检。
