



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6374—2023

代替 SY/T 6374—2016

油气田生产系统经济运行规范 机械采油系统

**Economical operation specification for oil & gas field production system—
Artificial lift system**

2023 — 05 — 26 发布

2023 — 11 — 26 实施

国家能源局 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 总体原则与要求 2

5 经济运行的管理要求 2

6 经济运行的技术要求 3

7 系统经济运行的计算、判别和评价方法 3

参考文献..... 7

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。

本文件代替 SY/T 6374—2016《机械采油系统经济运行规范》，与 SY/T 6374—2016 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“总体原则与要求”（见第4章）；
- b) 更改了2016年版的第4章，将内容扩充为三方面：总体原则与要求、经济运行的管理要求、经济运行的技术要求（见第4章、第5章、第6章，2016年版的第4章）；
- c) 增加了电动潜油离心泵采油系统排量效率的计算方法（见7.1.2）；
- d) 更改了机械采油系统效率的计算方法（见7.1.3，2016年版的5.1.3）；
- e) 更改了抽油机平衡度的计算方法（见7.1.4，2016年版的5.1.2）；
- f) 增加了电动机选型及经济运行的相关规定（见7.2.1）；
- g) 更改了抽油机平衡度、机械采油设备的运行指标要求及运行判别方法（见7.2.2、7.2.3、7.2.4、7.2.5、7.2.6，2016年版的5.2）；
- h) 更改了机械采油系统系统运行的判别和评价的指标要求及运行判别方法（见7.3，2016年版的5.3）；
- i) 删除了原附录中关于运行管理的具体规定，相应内容调整并入第4章、第5章、第6章（见第4章、第5章、第6章，2016年版的附录A、附录B、附录C）。

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。

本文件由石油工业标准化技术委员会石油工业节能节水专业标准化技术委员会（CPSC/TC24）提出并归口。

本文件起草单位：东北石油大学、中国石油天然气集团有限公司节能技术监测评价中心、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司、中国石油化工股份有限公司西北油田分公司石油工程技术研究院、中国海洋石油集团有限公司节能减排监测中心、中国石油天然气集团有限公司东北油田节能监测中心、中国石油天然气集团有限公司西北油田节能监测中心、中国石油化工集团有限公司能源管理与环境保护部、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司技术检测中心、中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司油气工艺研究院。

本文件主要起草人：曹莹、周胜利、张向农、王贵生、赵海洋、马永涛、葛苏鞍、张玉峰、徐秀芬、侯永强、帕尔哈提·阿布都克里木、甘庆明、田春雨、马坤、葛永广、王业开、王林平、魏立军、郑刚、陈立达、张贺。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1998年首次发布为 SY/T 6374—1998，2008年第一次修订，2016年第二次修订；
- 本次为第三次修订。

油气田生产系统经济运行规范 机械采油系统

1 范围

本文件规定了机械采油系统经济运行的总体原则与要求、管理要求及技术要求，描述了相应的判别和评价方法。

本文件适用于抽油机采油系统、电动潜油离心泵采油系统和地面驱动螺杆泵采油系统的经济运行管理与评价。

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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 17387 潜油电泵装置的操作、维护和故障检查
- GB/T 17388 潜油电泵装置的安装
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB 30253 永磁同步电动机能效限定值及能效等级
- GB/T 31453 油田生产系统节能监测规范
- GB/T 33653 油田生产系统能耗测试和计算方法
- SY/T 5226 石油天然气钻采设备 抽油机节能拖动装置
- SY/T 5873 有杆泵抽油系统设计、施工作法
- SY/T 5904 潜油电泵选井原则及选泵设计方法
- SY/T 6084—2014 地面驱动螺杆泵使用与维护
- SY/T 6265 抽油机井工况诊断方法
- SY/T 6285 油气储层评价方法
- SY/T 6668 游梁式抽油机的安装与维护

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械采油系统 artificial lift system

由井下泵、油管柱、电动机、传动及辅助装置组成，用以将油井产出液从井下举升至地面的采油设备总体和油井所组成的系统。

注：机械采油系统包括抽油机采油系统、电动潜油离心泵采油系统和地面驱动螺杆泵采油系统等类型。

3.2

抽油机采油系统 pumping unit oil production system

由井下抽油泵、油管柱、抽油杆柱、抽油机、电动机、控制及辅助装置组成，通过抽油杆柱带动井下抽油泵柱塞上下往复运动，将油井产出液举升至地面的采油设备总体和油井（包括井口装置）所组成的系统。

3.3

电动潜油离心泵采油系统 electric submersible centrifugal pump oil production system

由多级潜油离心泵、潜油电动机、保护器、油管柱及附属部件、动力电缆、控制及辅助装置组成，通过潜油电动机驱动多级潜油离心泵，将油井产出液举升至地面的采油设备总体和油井（包括井口装置）所组成的系统。

3.4

地面驱动螺杆泵采油系统 ground drive screw pump oil production system

由井下螺杆泵、抽油杆柱、油管、电动机、控制及辅助装置组成，电动机通过抽油杆柱传递扭矩，驱动井下螺杆泵，将油井产出液举升至地面的采油设备总体和油井（包括井口装置）组成的系统。

3.5

平衡度 degree of balance

抽油机采油系统中电动机上、下冲程做功的均匀程度。

3.6

机械采油系统经济运行 economical operation for artificial lift system

在满足采油生产工艺要求、运行安全可靠的前提下，通过优化设计、技术改进和科学管理，使机械采油系统在高效、低耗状态下运行。

3.7

机械采油系统电动机功率利用率 power utilization ratio of motor for artificial lift system

机械采油系统电动机平均输入有功功率与其额定功率之比。

4 总体原则与要求

4.1 应依据井身结构、产出液特性、产液量等因素，结合机械采油方式的特点和适应性，优选机械采油方式。

4.2 机械采油系统应做到优化设计、合理选用设备和运行参数。选用的机械采油设备宜有一定的调参范围，以适应油井产液量在一定范围内的变化。

4.3 不应使用国家明令淘汰的高耗能落后设备。机械采油系统的设备宜优先选用国家发布或通过省、部级以上技术部门鉴定的、符合生产工艺要求的节能产品。

4.4 应在安全环保运行的前提下，以降低能耗为目标进行诊断分析，采取改进措施。

4.5 宜充分考虑甲烷排放管控要求，加强放空气的回收利用。

5 经济运行的管理要求

5.1 通则

5.1.1 机械采油井井口应安装油压表（或回压表）和套压表，或留有相应的仪表安装接口。

5.1.2 应定期测试和计算机械采油系统运行时的电动机功率因数、电动机功率利用率、平衡度、系统效率。宜建立在线监测预警系统，实现经济运行监测实时化。对达不到经济运行的机械采油系统，应

及时采取技术和管理措施。

- 5.1.3 应建立并执行机械采油系统的管理、维护、检修、作业等规章制度。
- 5.1.4 应建立机械采油系统的运行日志和技术档案，并做到资料准确、齐全。
- 5.1.5 能源计量器具配备及管理应符合 GB 17167 的要求。
- 5.1.6 应建立能源计量台账和能源统计制度。
- 5.1.7 管理和操作人员应经过培训后上岗。

5.2 系统管理与维护要求

- 5.2.1 抽油机采油系统的工况监测应按 SY/T 6265 的规定执行。
- 5.2.2 游梁式抽油机采油系统的安装、使用与维护应按 SY/T 6668 的规定执行。
- 5.2.3 电动潜油离心泵采油系统中控制系统的高压区操作应由持有高压操作证的人员进行操作。
- 5.2.4 电动潜油离心泵采油系统的安装、操作、维护和故障检查应按 GB/T 17387、GB/T 17388 的规定执行。
- 5.2.5 地面驱动螺杆泵采油系统的使用与维护应按 SY/T 6084 的规定执行。

6 经济运行的技术要求

- 6.1 抽油机采油系统设计应符合 SY/T 5873 的规定。
- 6.2 电动潜油离心泵采油系统设计应符合 SY/T 5904 的规定。
- 6.3 地面驱动螺杆泵采油系统的运行应符合 SY/T 6084—2014 中第 4 章的规定。
- 6.4 应根据机械采油系统井况的变化，及时调整优化系统的运行参数。对于低产井，宜采取间抽运行方式。
- 6.5 对于油气比高的油井可采取适当加大下泵深度、加装油气分离器等措施，以提高泵的充满系数。
- 6.6 抽油机采油系统宜使用窄 V 联组带；宜使用标准光杆和调心石墨密封盒；宜在抽油杆柱上加装扶正器；宜将油管锚定。
- 6.7 应及时调整抽油机的平衡，保持合适的平衡度；应及时调整密封盒及皮带，保持适当的松紧度；应保证抽油机“四点一线”合格；应保证抽油机减速箱、电动机润滑到位。
- 6.8 油管螺纹处宜进行密封，防止油管漏失。
- 6.9 应采取清防蜡、防砂、防垢等措施。

7 系统经济运行的计算、判别和评价方法

7.1 计算

7.1.1 机械采油系统电动机功率利用率按公式（1）计算：

$$\eta_d = \frac{P_r}{P_e} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η_d ——机械采油系统电动机功率利用率，用百分数表示；

P_r ——机械采油系统电动机平均输入有功功率，单位为千瓦（kW）；

P_e ——机械采油系统电动机额定功率，单位为千瓦（kW）。

7.1.2 电动潜油离心泵采油系统的排量效率为泵实际排量与额定排量的比值，按公式（2）计算：

$$\eta_{db} = \frac{Q_s}{Q_e} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

η_{db} ——电动潜油离心泵采油系统排量效率，用百分数表示；

Q_s ——电动潜油离心泵采油系统实际排量，单位为立方米每小时（m³/h）；

Q_e ——电动潜油离心泵采油系统额定排量，单位为立方米每小时（m³/h）。

7.1.3 机械采油系统效率的测试与计算应按照 GB/T 33653 的规定执行。

7.1.4 抽油机采油系统平衡度的测试与计算应按照 GB/T 33653 的规定执行，宜采用平均功率法。

7.2 设备的判别和评价

7.2.1 电动机的选型应满足相应要求：

a) 异步电动机应符合 GB 18613 的规定，其中高转差、超高转差三相异步电动机应符合 SY/T 5226 的规定；

b) 同步电动机应符合 GB 30253 的规定；

c) 其他类型电动机应符合相关能效标准要求。

7.2.2 抽油机平衡度应符合 GB/T 31453 规定的限定值要求。

7.2.3 抽油机采油设备运行的指标情况应符合表 1 的规定。

表 1 抽油机采油设备运行评价指标要求

指标名称		指标值	评价结论
电动机功率利用率 %		≥ 30	运行经济
		20 ~ < 30	运行合理
		< 20	运行不经济
电动机功率因数	三相异步电动机	≥ 0.6	运行经济
		0.4 ~ < 0.6	运行合理
		< 0.4	运行不经济
	永磁同步电动机	≥ 0.85	运行经济
		0.65 ~ < 0.85	运行合理
		< 0.65	运行不经济

7.2.4 电动潜油离心泵采油设备运行的指标情况应符合表 2 的规定。

表 2 电动潜油离心泵采油设备运行评价指标要求

指标名称		指标值	评价结论
电动机功率利用率 %		≥ 75	运行经济
		45 ~ < 75	运行合理
		< 45	运行不经济
电动机功率因数		≥ 0.82	运行经济
		0.73 ~ < 0.82	运行合理
		< 0.73	运行不经济
排量效率 %		80 ~ 110	运行经济
		65 ~ 120	运行合理
		低于 65 或高于 120	运行不经济

7.2.5 地面驱动螺杆泵采油设备运行的指标情况应符合表 3 的规定。

表 3 地面驱动螺杆泵采油设备运行评价指标要求

指标名称		指标值	评价结论
电动机功率利用率 %		≥ 28	运行经济
		$15 \sim < 28$	运行合理
		< 15	运行不经济
电动机功率因数	三相异步电动机	≥ 0.8	运行经济
		$0.73 \sim < 0.8$	运行合理
		< 0.73	运行不经济
	永磁同步电动机	≥ 0.85	运行经济
		$0.65 \sim < 0.85$	运行合理
		< 0.65	运行不经济

7.2.6 机械采油系统设备选型及运行的判别方法如下。

- a) 电动机的额定效率达到能效标准中的 2 级（或节能评价值）要求，则认为设备的选型符合经济运行要求；达到能效标准中的 3 级（或能效限定值）要求，则认为设备的选型合理；未达到能效标准中的 3 级（或能效限定值）要求，则认为设备的选型不经济。
- b) 电动机功率利用率、电动机功率因数的经济运行情况判别应按照表 1～表 3 中的指标值进行，评价结论包含三种情况：运行经济、运行合理、运行不经济。

7.3 系统运行的判别和评价

7.3.1 机械采油系统效率的指标情况应符合表 4 的规定。

表 4 机械采油系统效率评价指标要求

单位为百分数

机采类型		指标值	评价结论
抽油机采油系统	稀油井	$\geq 35/ (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)$	运行经济
		$\geq 18/ (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)$	运行合理
		$< 18/ (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)$	运行不经济
	稠油热采井	≥ 25	运行经济
		$15 \sim < 25$	运行合理
		< 15	运行不经济
电动潜油离心泵采油系统		≥ 38	运行经济
		$28 \sim < 38$	运行合理
		< 28	运行不经济
地面驱动螺杆泵采油系统		≥ 38	运行经济
		$25 \sim < 38$	运行合理
		< 25	运行不经济
K_1 为油田储层类型对抽油机采油系统效率影响系数，按表 5 的规定执行，油田储层类型应按 SY/T 6285 的规定执行； K_2 为泵挂深度对抽油机采油系统效率影响系数，按表 6 的规定执行； K_3 为井眼轨迹对抽油机采油系统效率影响系数，按表 7 的规定执行。			

表 5 油田储层类型对抽油机采油系统效率的影响系数 K_1

油田储层类型	中、高渗透油田	低渗透油田	特低渗透油田	超低渗透油田
K_1	1.0	1.4	1.6	1.7

表 6 泵挂深度对抽油机采油系统效率的影响系数 K_2

泵挂深度	< 1500m	1500m ~ 2500m	> 2500m
K_2	1.00	1.05	1.10

表 7 井眼轨迹对抽油机采油系统效率的影响系数 K_3

井眼轨迹类型	直井	定向井
K_3	1.0	1.05

7.3.2 机械采油系统运行的判别方法如下。

- a) 抽油机平衡度应满足 GB/T 31453 的限定值要求，在此基础上，进行机械采油系统的设备选型和运行状态判别。
- b) 设备选型及运行、机械采油系统效率中有一项为不经济，则评价为系统运行不经济。
- c) 在设备选型及运行、系统效率均运行合理的基础上，若有两项及以上运行经济，则评价为系统运行经济；否则，评价为系统运行合理。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12497—2006 三相异步电动机经济运行
- [2] GB/T 13469—2021 离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行
- [3] SY/T 6569—2017 油气田生产系统经济运行规范 注水系统