



中华人民共和国国家标准

GB/T 21411.2—2009

石油天然气工业井下设备 人工举升用螺杆泵系统 第2部分：地面驱动装置

Downhole equipment for petroleum and natural gas industries—
Progressing cavity pump systems for artificial lift—
Part 2: Surface-drive systems

(ISO 15136-2:2006, Petroleum and natural gas industries—
Progressing cavity pump systems for artificial lift—
Part 2: Surface-drive systems, MOD)

2009-04-02 发布

2010-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 5

5 性能规范 5

6 技术规范 6

7 供应商要求 9

8 维修..... 12

9 装运准备..... 13

10 产品应用变更 13

附录 A (资料性附录) 设备选择指南 14

附录 B (资料性附录) 用户使用情况调查表 15

附录 C (资料性附录) 刹车系统评价方法 17

附录 D (资料性附录) 应用于螺杆泵的抽油杆的选择和使用 27

附录 E (资料性附录) 操作指南 31

附录 F (资料性附录) 安装指南 33

附录 G (规范性附录) 橡胶与非金属材料要求 35

附录 H (资料性附录) 刹车系统测试方法..... 37

参考文献 39

前 言

GB/T 21411《石油天然气工业井下设备 人工举升用螺杆泵系统》分为二个部分：

- 第1部分：泵；
- 第2部分：地面驱动装置。

本部分为 GB/T 21411 的第2部分。

本部分修改采用 ISO 15136-2:2006《石油天然气工业 人工举升用螺杆泵系统 第2部分：地面驱动系统》(英文版)。

本部分与 ISO 15136-2:2006 的技术差异为：

- 删除 7.3 e) 中的“最大工作转矩”；
- 将 7.3 f) 中“最大输入功率”改为“额定功率”；
- 对于本部分引用的其他国际标准中有被修改或等效采用为我国标准的，本部分引用我国的这些国家标准代替对应的国际标准(见本部分第2章)。

为便于使用，本部分做了以下编辑性修改：

- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“，”；
- 将 ISO 15136-2:2006 原标准名称中“石油天然气工业”改为“石油天然气工业井下设备”；
- “ISO 15136 本部分”改为“本部分”；
- 将原标准的附录 E 改为本部分的附录 A；
- 将原标准的附录 F 改为本部分的附录 B；
- 将原标准的附录 B 改为本部分的附录 C；
- 将原标准的附录 H 改为本部分的附录 D；
- 将原标准的附录 D 改为本部分的附录 E；
- 将原标准的附录 C 改为本部分的附录 F；
- 将原标准的附录 A 改为本部分的附录 G；
- 将原标准的附录 G 改为本部分的附录 H；
- 删除国际标准的封面、PDF 声明、前言和引言。

本部分的附录 G 为规范性附录，附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 H 为资料性附录。

本部分由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会(SAC/TC 96)提出并归口。

本部分由北京石油机械厂负责起草，大庆油田有限责任公司采油工程研究院、大庆油田力神泵业有限公司等参加起草。

本部分主要起草人：王兴燕、陈晓军、范育昭、曹刚、邓辉。

石油天然气工业井下设备

人工举升用螺杆泵系统

第2部分：地面驱动装置

1 范围

本部分对石油天然气工业使用的螺杆泵地面驱动装置的设计、设计验证和有效性、制造和数据控制、性能评价和维修等方面提出了要求。本部分适用于满足地面驱动装置定义的产品。同时，附录提供了刹车系统的选择、安装、操作以及抽油杆的选择和使用等信息。

除了整体设计，本部分不涵盖以下设备：底部驱动系统、抽油杆、光杆卡瓦、密封盒、电控设备、仪表、外部电源转换设备、辅助设备（如皮带、皮带轮和设备护罩）。其他标准里可能会覆盖这些设备的内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 21411 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 230.1 金属洛氏硬度试验 第1部分：试验方法（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）（GB/T 230.1—2004，ISO 6508-1:1999，MOD）

GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分：试验方法（GB/T 231.1—2002，eqv ISO 6506-1:1999）

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 2828.1—2003，ISO 2859-1:1999，IDT）

GB/T 3452.1 液压气动用 O 形橡胶密封圈 第1部分：尺寸系列及公差（GB/T 3452.1—2005，ISO 3601-1:2002，MOD）

GB/T 3452.2 液压气动用 O 形橡胶密封圈 第2部分：外观质量检验规范（GB/T 3452.2—2007，ISO 3601-3:2005，IDT）

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分：试验方法（GB/T 4340.1—1999，eqv ISO 6507-1:1997）

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证（GB/T 9445—2008，ISO 9712:2005，IDT）

GB/T 19000 质量管理体系 基础和术语（GB/T 19000—2008，ISO 9000:2005，IDT）

GB/T 20972（所有部分）石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料[ISO 15156（所有部分），IDT]

ISO 2859-2 计数抽样检验程序 第2部分：用于孤立批检验按极限质量（LQ）检索的抽样计划

ASTM A370 钢制品机械试验的标准试验方法和定义

ASTM D1415 橡胶特性的标准试验方法 国际硬度

ASTM D2240 橡胶特性的标准试验方法 肖氏硬度

ASTM E140 金属标准硬度转换表（布氏硬度、维氏硬度、洛氏硬度、表面硬度、努氏硬度和肖氏硬度之间的关系）

MIL-STD-105E 计数抽样检验程序及表

3 术语和定义

GB/T 19000 中确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

驱动转矩 applied torque

由地面驱动装置施加到驱动杆柱顶部的转矩。

3.2

辅助设备 auxiliary equipment

本部分范围之外的由使用者或购买者指定的设备或组件,例如皮带轮和皮带、电机、光杆卡瓦、防护装置、电机控制器和转矩限制器。

3.3

轴向载荷能力 axial-load capacity

结构不依靠辅助设备可以承受最大许用载荷的能力。

3.4

反转 backspin

由于转矩和流体势能的释放,使螺杆泵、驱动杆柱和动力链的工作转向朝相反方向旋转的过程。

3.5

抗反转转矩 backspin-resisting torque

作用在驱动杆柱上的抵抗反转的转矩。

3.6

刹车挂合速度 brake-engagement speed

在反转过程中,刹车系统挂合时的转速。

3.7

底部驱动系统 bottom-drive system

利用井下原动机的螺杆泵驱动系统。

3.8

刹车系统 brake system

对反转施加可调阻抗的系统。

3.9

驱动杆柱 drive string

在地面驱动装置和螺杆泵之间传递动力的组件(通常是抽油杆)。

3.10

动液面 dynamic fluid level

动态条件下,在套管和油管的环空中,井口到液柱顶部的深度。

3.11

直接驱动 direct drive

地面驱动装置的一种驱动方式,内部没有齿轮等减速机构。

3.12

主动轮 driver sheave

皮带传动的地面驱动装置中安装在原动机轴上的皮带轮。

3.13

从动轮 driven sheave

皮带传动的地面驱动装置中安装在主轴上的皮带轮。

3.14

流量 flow rate

单位时间泵送的流体体积。

3.15

流体势能 fluid potential energy

生产油管内与油管、套管环空间的液位差所形成的,储存在生产系统中的能量。

3.16

流体压头 fluid head

井下泵上流体产生的压力。

3.17

摩擦转矩 friction torque

驱动杆柱(在油管内)和转子(在定子内)旋转的阻力,影响因素包括(但不限于)井深和轨道、泵几何形状、定转子过盈和密封盒特性等。

3.18

齿轮减速驱动 gear-reduction drive

地面驱动装置的一种驱动方式,内部具有齿轮减速机构。

3.19

热容 heat capacity

地面驱动装置吸收的总能量除以地面驱动装置温度的变化量。

3.20

散热率 heat dissipation rate

地面驱动装置中的能量以热的形式耗散到周围环境中的速度。

3.21

液压驱动 hydraulic drive

地面驱动装置的一种驱动方式,由液压原动机提供能量。

3.22

液压转矩 hydraulic torque

作用在螺杆泵有效横截面上的压差产生的转矩。

3.23

额定输入功率 input power rating

允许提供给地面驱动装置的最大许用功率。

3.24

成批工件 job lot

具有相同工序或相同工艺系列的一批材料或组件。

3.25

成批工件的可追溯性 job-lot traceability

根据识别成批工件的标志(包括炉号)来识别工件初始状态的能力。

3.26

主轴 main shaft

地面驱动装置上连接到驱动杆柱的中心轴。

3.27

最大反转速度 maximum backspin speed

在不损坏地面驱动装置或辅助设备的前提下,主轴允许的最大反转速度。

3.28

最深动液面 maximum dynamic fluid level

环空内从地面算起的最深工作液面,此液面确保停机后地面驱动装置的转速不超过其最大反转速度。

3.29

最大工作转矩 maximum operating torque

供应商或制造商指定的应用在主轴上的最大许用工作转矩。

3.30

转动惯量 moment of inertia

在地面驱动装置中,施加在绕共同轴线回转的组件上的转矩与该组件角加速度的比值。

3.31

工作速度范围 operating speed range

由供应商或制造商指定的地面驱动装置的最小和最大工作速度所确定的范围。

3.32

工作温度范围 operating temperature range

由供应商或制造商指定的地面驱动装置的最小和最大工作温度所确定的范围。

3.33

光杆伸出量 polished-rod stick-up

光杆伸出于光杆卡瓦上方的长度。

3.34

动力系统 power train

将动力从原动机传递到驱动杆柱中的地面驱动装置和辅助设备的组件。

注:包括皮带、皮带轮、齿轮、直接联轴器或其他形式的集成以获得需要的输出。

3.35

原动机 prime mover

提供转矩到动力链的发动机(常用的为液压马达、电动机或内燃机)。

3.36

生产系统 production system

包括井下泵、驱动杆柱、生产管线、油井套管、地面驱动装置和辅助设备的总成。

3.37

螺杆泵 progressing cavity pump

泵由定子和转子组成,定子和转子装配起来的几何形状能够产生两个或一系列双凸透镜状、螺旋形、独立的空腔。

3.38

修理 repair

包括拆卸、重新组装、更换或不更换零件条件下进行的试验,还可能包括机加工、焊接、热处理或其他加工工序的活动。

3.39

地面驱动装置 surface-drive system

将转矩从原动机传输到螺杆泵驱动杆柱,承受由驱动杆柱传递的载荷,同时控制驱动杆柱反转的设备的总成。

3.40

推力轴承 thrust bearing

地面驱动装置中承受传递的轴向载荷并允许旋转的部件。

3.41

推力轴承额定载荷 thrust-bearing rating

轴承制造商提供的统计值作为在给定条件下轴承的预期寿命指标。

3.42

转矩限制器 torque-limiting device

防止地面驱动装置施加在驱动杆柱上的转矩超过规定值的部件。

3.43

扭转能 torsional energy

储存在驱动杆柱上由转矩引起的弹性变形能。

4 缩略语

ANSI 美国国家标准学会

ASME 美国机械工程师协会

ASTM 美国材料和试验协会

AQL 接收质量限

IEC 国际电工委员会

mo 月

NACE 美国国家腐蚀工程师协会

NDE 无损检验

PCP 推进式空腔泵(螺杆泵)

SAE 美国汽车工程师协会

SNT(ASNT) 美国无损检验协会

yr 年

5 性能规范

5.1 总述

使用者或购买者应提出性能要求,以便订购符合本部分的产品或识别供应商或制造商指定的产品,供应商或制造商根据这些信息向用户推荐适用的地面驱动装置或组件。相关要求参见附录 A。列举的使用要求和操作工况可以通过尺寸图、数据表或其他符合本部分的方式传达。附录 B 提供了一个用户使用情况调查表供参考。

使用者或购买者应确保预期的工作轴向载荷、转矩、速度、地面驱动装置温度、该处需要的动力和刹车要求不超过地面驱动装置的额定值。最大工作转矩和最深动液面是表征停机后地面驱动装置释放储存在生产系统内能量的函数,并且在分析反转模型中可使用地面驱动技术规范提供的数据来确定。如附录 C 中所述。

5.2 地面驱动装置型式选择

使用者或购买者应选择一种驱动装置类型(除原动机类型外):

- a) 齿轮减速驱动;
- b) 直接驱动;
- c) 液压驱动。

5.3 性能特征

5.3.1 总述

使用者或购买者应提供工作转速、输入功率(转矩)和轴向载荷。

5.3.2 应用参数

性能特征一般由应用参数确定。它可包括但不限于下列参数：

- a) 预期流量、井口背压和泵入口压力；
- b) 采出液的组成及物理性能(成分、粘度、密度、温度等)；
- c) 预期采用的泵型；
- d) 泵挂深度；
- e) 油管尺寸、重量和材料；
- f) 驱动杆柱直径、类型和材料。

5.4 环境适应性

使用者或购买者应详细说明环境适应性的要求。下列是应考虑的典型环境要素：

- a) 环境温度；
- b) 驱动装置启动温度；
- c) 强紫外线照射；
- d) 高相对湿度(高露点)；
- e) 灰尘或多沙环境；
- f) 特殊环境或注重安全的区域；
- g) 盐雾区域；
- h) 考虑噪音；
- i) 危险场所分级。

5.5 相关油井设备的兼容性

使用者或购买者应详细说明现场的接口连接设计方案和材料要求、外部极限尺寸，以确保产品符合预期的应用要求：

- a) 产品与其他井口设备(如密封盒、光杆、井口等)的接口处尺寸、类型、材料、结构和接口尺寸；
- b) 能通过或放在驱动装置上边的其他产品的尺寸、类型、结构，如光杆、抽油杆(参见附录 D)等；
- c) 与本产品一起使用的或连接到本产品上的其他产品的尺寸、类型和结构；
- d) 可能影响到本产品的输送、安装、操作、维护或移动的邻近的无关设备；
- e) 井口与垂直方向的角度；
- f) 原动机接口要求。

5.6 设计确认和产品性能试验

应提供这些产品的设计确认和性能要求；使用者或购买者不必对这些要求进行分级。

5.7 质量控制文件

在 7.4 中规定了两个质量控制文件等级。使用者或购买者应指出下列质量控制文件等级的一种。如果没有指定质量控制文件等级，应实行下面所定义的 Q2：

- Q1:增强的质量控制文件要求，它包括 Q2 的要求；
- Q2:标准质量控制文件要求。

6 技术规范

6.1 一般要求

供应商或制造商应准备技术规范以反映性能要求。

6.2 技术特点

规范中包括下列数据，应带相应的度量单位：

- a) 地面驱动装置类型；
- b) 速度范围；

- c) 最大工作转矩；
- d) 轴向载荷能力；
- e) 皮带轮尺寸范围；
- f) 主轴尺寸；
- g) 光杆尺寸大小；
- h) 井口和驱动装置连接形式；
- i) 主轴类型(空心或实心)；
- j) 外形尺寸和重量；
- k) 原动机形式和接口要求；
- l) 齿轮减速比；
- m) 工作温度范围；
- n) 答复使用者或购买者在第5章中提出的特殊要求；
- o) 装置本体的最大工作压力。

6.3 设计准则

6.3.1 材料

供应商或制造商应说明所选材料性能特点满足性能规范中制定的所有参数,适用于金属和非金属零件。供应商或制造商应有制造产品所用材料的书面规范。

6.3.2 性能指标

6.3.2.1 总述

在产品的操作手册中,供应商或制造商应基于客观论证和评估制定地面驱动头的性能指标,它同样适用于地面驱动装置。至少包括下列性能指标。

6.3.2.2 刹车系统特点

6.3.2.2.1 总述

下列参数应提供给使用者或购买者以便帮助评定地面驱动装置是否适用于特殊要求。

6.3.2.2.2 反转制动转矩

反转制动转矩一般用牛顿米($N \cdot m$)[英尺磅力($ft \cdot lbf$)]或者用反转制动转矩图表示。它由反转速度与地面驱动装置温度的函数来表达。

6.3.2.2.3 散热率

散热率一般用单位瓦每摄氏度($W/^\circ C$)[马力每华氏度($hp/^\circ F$)]表示。

6.3.2.2.4 热容

热容单位一般用焦耳每摄氏度($J/^\circ C$)[英国热量单位每华氏度($BTU/^\circ F$)]表示。

6.3.2.2.5 刹车挂合速度

刹车挂合速度单位一般用转每分(r/min)表示。

6.3.2.3 转动惯量

转动惯量单位一般用千克平方米($kg \cdot m^2$)[磅平方英尺($lb \cdot ft^2$)]表示。

6.3.2.4 推力轴承额定负荷

对于特定工况的推力轴承额定负荷单位一般用千牛顿(kN)[磅力(lbf)]表示。

6.3.2.5 输入功率额定值

输入功率额定值的单位一般用千瓦(kW)表示。

6.3.2.6 最大工作转矩

最大工作转矩的单位一般用牛顿米($N \cdot m$)[英尺磅力($ft \cdot lbf$)]表示。

6.3.2.7 工作温度范围

工作温度范围的单位一般用摄氏度($^\circ C$)[华氏度($^\circ F$)]表示。

6.3.2.8 工作速度范围

工作速度范围的单位一般用转每分(r/min)表示。

6.3.3 环境相关问题

供应商或制造商应确保提供的产品满足使用者或购买者按照 5.4 所提出的环境要求。在这些要求的执行过程中,允许地面驱动装置满足或超过本部分所规定的要求。

6.4 设计验证

供应商或制造商应进行设计验证以验证产品设计满足供应商或制造商的技术要求。设计验证包括以下文件化的活动,如:设计评审、设计计算、产品试验、相似设计对比和所定义的工作条件的历史记录。评估应包括但不局限于 6.3.2 中所列举的项目。设计验证中采用的经验方法或物理性试验应有完整的文件,并附有图样和材料规范。

6.5 设计确认

完成 6.4 和 6.6.2 的要求后即可获得产品设计的确认。供应商或制造商应用文件记录下性能试验的过程(见 6.6)和产品试验的结果,并且应有存档材料的记录,有标明包含在所试验产品中的所有部件的尺寸、材料和公差的图样。如果特殊的尺寸、类型或模型验证试验不合格,结构的基本设计和材料不应重新试验,除非制造商已经确定并用文件证明了改正方法。由制造商制定的试验前和试验后的性能临界尺寸的尺寸验证应在规定的判据之内。

6.6 产品性能试验

6.6.1 试验要求

每套地面驱动装置的生产应按本部分规定进行性能试验。

6.6.2 性能试验

性能试验应证明产品满足供应商或制造商的技术规范,满足使用者或购买者的性能要求。性能试验应包括一般驱动头操作、反转制动转矩与相应速度、刹车系统挂合的详细评估。评估中,设计的每方面都应满足制造商制定的设计能力。如果试验不符合要求,制造商应负责确定导致不符合要求的原因。

按本部分要求生产的地面驱动装置,通过性能试验过程和供应商或制造商生产试验结果所定义的验收标准后,供应商或制造商应有证明文件,并且在存档的材料证明以及图纸上都表明所试验产品的零部件的实际尺寸、材料和公差,包括验收标准、试验结果和不合格产品的处置办法的评估,应有文件说明其过程。

6.6.3 总结

每个产品都应进行产品性能试验以确保满足供应商或制造商的技术规定,满足使用者或购买者的功能规定。以下试验应包括:一般驱动头操作,反转制动转矩与相应速度,刹车系统挂合的详细评估。在这些评估过程中,设计的每一方面应在制造商指定的设计能力范围内进行操作。如果试验不符合要求,制造商应负责确定导致不符合要求的原因。

6.7 额外试验

为使使用者或购买者和供应商或制造商达成一致,一些应用可能需要额外的试验。

6.8 允许的设计更改

所有设计更改应备有文件说明,供应商或制造商应对照原始设计说明和产品检验以确定是否更改具有实质性。实质性的设计更改是经供应商或制造商确定影响产品操作性的设计更改。经过实质性修改的设计变成一个新设计需要进行 6.4 所述的设计验证和 6.5 所述的设计确认。认为非实质性的设计更改的理由应备有文件说明。供应商或制造商在评估每个设计更改时最少要考虑下列几项:

- a) 更改的组件的应力水平;
- b) 材料的改变;
- c) 功能的改变。

6.9 设计缩放比例

缩放比例不适用于本产品。

7 供应商要求

7.1 总述

在设计、制造、评估、试验和交付地面驱动装置方面,供应商或制造商应满足本部分提到的下列要求。对于每件产品是否满足特定产品功能要求和技术规定,第7章中有详细的要求。至少应说明以下各项。

7.2 文件编制和数据控制

7.2.1 总述

供应商或制造商应建立并维护有文件记录的程序,以控制本部分要求的所有文件和数据。这些文件和数据应被保存以证明符合指定的要求。所有文件和数据应是清晰的,应分类保存以方便替换,并提供一个适宜的环境以防止损坏变质和丢失。

文件和数据可存于任何类型的媒介上,例如,硬盘或电子媒体。使用者或购买者可利用和查阅所有文件和数据。所有设计验证,产品检验,可追溯性,制造,质量文件和数据在该产品最后制造日期后保存五年。这信息最少应包括以下几点:

- a) 工程图纸;
- b) 制造工艺;
- c) 材料规范;
- d) 产品装配、拆卸指导;
- e) 设计验证;
- f) 产品检验;
- g) 操作手册。

7.2.2 操作手册要求

按本部分的要求,提供的所有产品都应给使用者或购买者提供操作手册。操作手册至少应包括以下信息:

- a) 手册版本号;
- b) 材料单;
- c) 第6章中列出的技术要求;
- d) 标示主要部件、重要尺寸和结构的解说图;
- e) 安装前检验和服务前准备程序;
- f) 操作指南(参见附录E)包括安全预防措施和可允许的使用环境;
- g) 润滑剂选择指南;
- h) 维护要求和步骤(包括应用的备件);
- i) 供应商或制造商的名称和地址;
- j) 供应商或制造商产品标志(包括产品编号、类型);
- k) 总的尺寸和重量;
- l) 运输和贮存指南;
- m) 安装指南(参见附录F);
- n) 接口连接的相关描述,如:螺纹类型、尺寸和重量;
- o) 6.3.2中提到的性能指标。

7.2.3 交货文件

在每套地面驱动装置交货时提供给使用者或购买者的产品文件应至少包括以下内容:

- a) 供应商或制造商的名称和地址;
- b) 供应商或制造商产品标志(包括产品号、类型);
- c) 质量控制文件等级和可应用的信息;
- d) 总尺寸和重量;
- e) 技术或操作手册的识别标志;
- f) 产品技术规范;
- g) 产品检验信息。

7.3 产品标志

按照供应商或制造商的规范,每件按本部分装备的产品应能永久地识别。供应商或制造商的规范应定义类型、应用方法和标志位置。最少应在每件产品上标记以下内容:

- a) 供应商或制造商的标志;
- b) 供应商或制造商终检日期(年和月);
- c) 供应商或制造商的零件编号或型号和批号;
- d) 推力轴承额定负荷;
- e) 额定功率;
- f) 工作速度范围。

7.4 质量控制文件

7.4.1 总述

本部分提供给使用者或购买者两个可供选择等级的质量控制文件(客观证据)。产品零件质量和制造过程与选择 Q1 或 Q2 无关。

7.4.2 质量控制文件等级

Q2 是符合 7.2 要求的质量控制文件的标准水平。提供使用者或购买者质量控制文件等级 Q1 是交货文件 Q2 附加了以下产品指定记录:材料认证、检验报告、附加处理文件和操作手册。供应商或制造商按照 7.2.1 的规定保存 Q1 要求的文件。

7.4.3 原材料

7.4.3.1 材料证明

用于制造零部件的原材料应可追溯下列之一:

- a) 遵守声明的证书,证明原材料满足供应商或制造商提供的成文规范;
- b) 材料试验报告验证原材料满足材料供应商提供的文件规范,且供应商或制造商已认同。

7.4.3.2 机械和物理性能

7.4.3.2.1 金属材料

金属材料的机械性能试验步骤应按 ASTM A370 或与其相当的国家或国际标准执行。制造商应提供出试验验收的成文标准。

7.4.3.2.2 弹性体和非金属材料

弹性体和非金属材料的机械特性试验步骤和检验要求应按附录 G 执行。

7.4.3.2.3 检验要求,金属材料

金属材料的检验要求应按供应商或制造商的规范进行,其中包括验收标准。

7.4.4 应用到组件的附加处理

7.4.4.1 材料证明

组件所采用的工艺过程,如热处理、焊接、喷漆等,应满足下列要求:

- a) 组件的材料和工艺过程与供应商或制造商的书面规范和验收标准的要求相一致;
- b) 材料试验报告便于供应商或制造商确定材料和工艺能满足他们的规范要求和验收标准。

7.4.4.2 喷漆和涂层

喷漆和涂层应符合供应商或制造商的工艺过程规范,其中包括验收标准。

7.4.4.3 焊接和钎焊

焊接和钎焊的过程和个人资质应按相应的国家或国际标准,例如:

- ASME 锅炉及压力容器规范第 9 卷;
- ANSI/AWS D1.1/D1.1M 钢结构焊接规范;
- ANSI/AWS B2.1 焊接过程和职务资质(技术鉴定)标准。

供应商或制造商应有验收的成文标准。

7.4.4.4 热处理要求

用于产品零件热处理的设备应经过评价,所装仪表应经过检定,产品热处理应符合适用的国家或国际标准,如 SAE AMSH6875:1998,Section 5 或 BS 2M 54。

7.4.5 成批工件的可追溯性

所有组件、焊件、部件和总成应可追溯到某一批。组件和焊件也应可识别炉号和批次。组件或焊件中的零件若包含多个炉号或多个批次,任一炉号或批次不满足规定要求都应拒收。

7.4.6 调试系统

测量设备选用的类型和量程应满足实际应用的要求。最后验收使用的测量设备应按国家或国际标准确认、控制、校准和调整,以满足所要求的量程和精度。

调整计量确认间隔应由测量结果的重复性和使用程度确定。调整确认间隔最大为三个月,直到建立起调整记录为止。按照以往的调整确认间隔记录,间隔可以延长或缩短。调整确认间隔应根据测量结果的重复性、使用程度和调整记录来制定。调整确认间隔不能超过以前确认间隔的两倍。最终验收使用的测量设备应按国家或国际标准进行标志、控制和调校,其规定不应低于本部分的要求。

7.4.7 无损检测要求

7.4.7.1 总述

当供应商或制造商,使用者或购买者指定时,需要按供应商或制造商的书面规定(应包含 7.4.7 定义的要求)进行无损检测(NDE)。当供应商或制造商的规范允许抽样检测时,他们应按产品批次最少 5% 的抽样率进行检测。

无损检测的规定应在制造商的书面程序中详细说明且符合本部分的要求。NDE 验收标准和个体(或样品)检测结果应有文件记录并由授权的人员批准。所有 NDE 规定应由许可的制造商所接受的具有 GB/T 9445 III 级资格的检测人员批准。

注: ASNT RP SNT-TC-1A 等效 GB/T 9445。

批量样品的所有焊接和接近热影响区的位置应用以下的一种或多种方法进行无损检测:射线,磁粉,超声波或液体渗透探伤根据供应商或制造商的规范来认定。

当检查程序产生一个不可接受的结果时,应从批量工件中抽出一个额外的产品进行检测。假如发现它仍是不可接受的,这批工件 100% 应被检测以核实一致性。所有不可接受的结果应被排除,假如修复的话,应使用最初的 NDE 方法或可接受的准则再次检验。

7.4.7.2 接收

所有材料或文件的接收应在材料或文件上永久地标明,或直接在它们的追溯记录上标明。

7.4.7.3 金属件的硬度测试

对其他测试件的硬度测试和硬度转换应按 GB/T 230.1, GB/T 231.1, GB/T 4340.1, ASTM E140 或等同的国家或国际标准,在用于含腐蚀剂的井下会预期产生钢腐蚀裂缝的情况下, GB/T 20972(所有部分)对于材料有一些附加的注意事项。制造商应形成关于硬度测试接收的成文规范。

注: ASTM E10 等效 GB/T 231.1, ASTM E18 等效 GB/T 230.1, ASTM E92 等效 GB/T 4340.1, NACE MR 0175/ISO 15156(所有部分)等效 GB/T 20972(所有部分)。

7.4.7.4 射线探伤

射线探伤应达到国家或国际标准比如 ASTM E94 的要求。接收准则应按国家或国际标准,例如: ASME 锅炉及压力容器规范 第Ⅷ部分,第 I 节,UW-51。制造商应形成关于射线探伤接收成文的规范。

7.4.7.5 超声波探伤

超声波探伤应达到国家或国际标准如 ASME 锅炉和压力容器规范第 V 卷(无损探伤)第 5 节的要求。接收准则应按国家或国际标准如 ASME 锅炉和压力容器规范第Ⅷ卷第 1 册附录 12。制造商应形成关于超声波探伤接收的成文的规范。

7.4.7.6 磁粉探伤

磁粉探伤应按国家或国际标准如 ASTM E709。制造商应形成关于磁粉探伤接收成文的规范。

7.4.7.7 渗透探伤

渗透探伤应按国家或国际标准如 ASTM E165 的规定。制造商应形成关于渗透探伤接收成文的规范。

7.4.7.8 表面缺陷探伤

在装配前,供应商或制造商应目测所有缺陷可能发生的表面以保证达到技术规范。制造商或供应商应形成关于表面缺陷探伤接收的成文的规范。

7.4.7.9 人员资质

从事无损检测的人员至少应按国家或国际标准,如 GB/T 9445,具有二级资格,才能进行评估和解释。从事目视检验的人员应根据其所在的相应领域按 GB/T 9445 规定的要求,每年进行一次视力检查。

注: ASNT PR SNT-TC-1A 等效 GB/T 9445。

7.4.8 组件尺寸检查

所有组件应进行尺寸检查以确保与设计准则和规范一致。检查应在零件制造中或者制造后进行,但应在装配前进行,且应有文字记录。

7.4.9 不合格品控制

供应商或制造商应建立和维护过程控制程序以确保不符合安装尺寸要求的零件不被使用或安装。过程控制程序应规定不合格零件或装配的鉴别、记录、评估、隔离和处理。

对于不合格的装配或组件,供应商或制造商应有责任复查和进行权威的处理。

7.5 设计验证

7.5.1 总述

设计验证应按第 6 章执行。

7.5.2 设计有效性试验

设计试验应使用校准过的试验设备,并且应注明所有表列的产品额定性能,记录试验结果,注明试验日期,并且请有资质的试验员进行试验并签字。试验细节和验收标准遵照供应商或制造商提供的成文的过程。建议确定刹车系统的特性试验过程参照附录 H。

7.6 产品性能试验

供应商或制造商应按本部分的要求进行每个产品的性能试验。产品性能试验结果应记录、标明日期,并有试验者签字。试验细节和验收标准遵照供应商或制造商提供的文件规定。产品性能试验至少应包括 6.6 所述的内容,但不局限于此。

8 维修

地面驱动装置的维修应运回到满足本部分要求的生产条件的地方,或者在与最初制造条件相同的条件下进行。每一件维修过的产品在装运之前都应按本部分的要求来进行有效性试验。

每一件维修过的产品应可以被永久识别。识别标记应包括维修中心、维修时间和可追溯的试验记录。制造者应有文件记录和追溯维修细节。

9 装运准备

地面驱动装置应按制造商的书面规定进行运输的包装,以特别防止运输中引起的载荷和污染损坏设备。这些规范应注明要保护外露连接螺纹和入口不被流体和碎片污染。运输过程中所有被保护的部分应显著标明,并在使用前拆去。

10 产品应用变更

地面驱动装置按照特定的条件设计;如应用到新的场合需要使用者或购买者进行详细的评估,以确保系统的所有功能在新的应用场合下能够正常操作。评估过程应与初始应用要求的同样精确,并有文字记录且经过批准。

附 录 A
(资料性附录)
设备选择指南

A.1 总则

恰当地选择地面驱动装置和辅助设备需要对结构、动力传递和反转速度控制性能进行研究和评价,以保证系统的安全和持续运行。作为考虑要点的初步目录列出以下几个问题,这不必是一个完整的目录,因为它可能在其他专题里会述及。但是,它强烈地建议供应商或制造商选择的产品和设备的额定值要等于或高于特殊应用下的规定载荷要求。

A.2 地面驱动装置

建议使用者或购买者确保预期的轴向力、转矩、速度,地面驱动装置的温度和功率,在工作过程中不超过系统的额定值。使用者或购买者也应确认刹车系统满足于即将应用的场合。在停机后,刹车系统释放生产系统储存能量的能力是最大运行转矩和最大动液面的函数,可以通过分析反转模型提供的地面驱动技术参数数据来确定,比如在附录 C 里所描述的。同时,在正常运行条件下,假如论证了反转速度不会超过无刹车的地面驱动装置的最大工作速度,可以不需要刹车系统。

A.3 转矩限制器

建议在驱动系统上安装转矩限制器,来避免超出运行转矩的最大值和驱动杆柱的输入转矩额定值。同样地,建议控制液压驱动的地面驱动装置上的最大液压力来防止超过最大的工作转矩。

A.4 皮带轮

建议根据每个皮带和皮带轮供应商或制造商的说明书选择可能的最小皮带轮直径。对于任何减速器驱动,由于驱动减速比的因素,主动轮的旋转速度总是高于光杆速度。在大多数情况下,皮带轮是铸铁的,轮缘额定速度的最大值约为 1 900 m/min(对大多数皮带轮的最大速度,铸在轮上或打钢印在轮上)。

附 录 B
(资料性附录)
用户使用情况调查表

目的

下面的表格由使用者或购买者用来列举所要购买的地面驱动装置的性能参数,这些参数的要求包括五个条款,这个调查表会为收集这些数据提供一个便利的方法,但不包括所有的要求。

公司

制造商:	用户名称:
日期:	交货期:

地面驱动装置型式选择

齿轮减速器驱动		直接驱动		液压驱动	
---------	--	------	--	------	--

原动力类型

电力		液压		内燃机		其他	
----	--	----	--	-----	--	----	--

地面驱动装置性能特征

预期的运行速度(r/min)	
预期的地面驱动装置运行功率要求(kW 或 hp)	
预期的光杆卡瓦运行扭矩要求(N·m 或 ft·lbf)	
预期的最大轴向力(N 或 lbf)	

应用参数(包括测量单位)

预期的流量:				
预期的井口背压、套管压力和泵的吸入口压力:				
生产流体成分(密度、粘度、CO ₂ 体积分数、N ₂ 体积分数、H ₂ S 体积分数等):				
预期要使用的螺杆泵(制造,型号):				
泵挂深度(测量深度,定向井垂直深度):				
油管(外径、内径、质量、级别)				
驱动杆柱(外径、型式、级别)				

环境适应性(检查下列所有条件)

环境温度>33 ℃(90 ℉)	
高的紫外线辐射	
灰尘或砂环境	
特殊环境或安全提示地区	
危险区域级别	
初始温度<-40 ℃(-40 ℉)	
相对高的湿度(高露点)	
垂直方向上的偏移	

盐雾地区	
噪音考虑	

相关井口设备的匹配性

最终用户应标明：尺寸、形式、材料、结构和驱动系统与其他井口设备之间的连接接口尺寸，例如：
密封盒
光杆
井口
其他
通过产品的其他产品的尺寸、形式和结构，如光杆，抽油杆等
其他使用或连接使用的产品的尺寸、形式和结构
井口安装角
原动机接口要求

质量控制文件级别选择(选择下列其一)

Q1 增强的质量控制文件要求	Q2 标准的质量控制文件要求
------------------------------	------------------------------

附录 C

(资料性附录)

刹车系统评价方法

C.1 总则

本附录提供了在特殊应用下评价地面驱动装置的刹车系统性能的一种方法。刹车装置性能的评价基于反转的速度和持续时间,以及地面驱动装置温度的升高和聚积的残留能量。依照特殊井的结构,刹车性能和井的操作条件应加以详细说明。评价刹车性能的其他方法也可以采用。下面介绍的方法描述了在评价这些系统时应考虑最基本的工程方法。这些模型的输出会对评价刹车系统是否能应用在一个特殊的场合有所帮助。

能量的储存和储存速度是许多因素共同作用的结果,在反转时它可从生产系统中释放出来。能量释放的速度限定了对刹车系统的要求。因此,用一种反过程的全面的数学模型去确定各种应用下的地面驱动装置的刹车系统的要求是有必要的。按 6.3.2 所提供的信息这种分析能被使用者或购买者或供应商或制造商所完成。

在正常工作过程中,螺杆泵地面驱动装置中储存了大量的能量。当井由于某种原因停机时,储存在驱动杆柱中的扭转弹性能量和作用在生产管柱上的流体势能需要释放,它们将反向旋转驱动杆柱和地面驱动装置里的旋转件。通常,在地面驱动装置里安装一个刹车装置来安全地释放掉储存在生产系统里的能量。刹车系统应做到:

- 限制反转的速度以使地面驱动装置或生产系统里没有部件超过它的额定转速;
- 限制反转的持续时间使油井工作冲击最小化;
- 在反转结束时使储存在地面驱动和生产系统里的能量最小;
- 从生产系统里消耗或吸收释放的能量,不会使地面驱动或生产系统里的任何零件温升超过如 ISO 6184 或 EN 13463 等国家或国际标准里规定的易爆气体环境的温度。

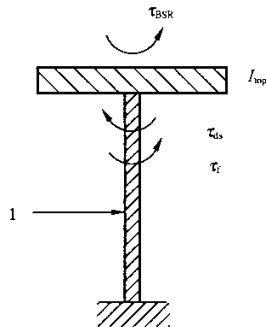
C.2 反转过程的理论模型

C.2.1 总则

反转发生在两种不同的情况下:卡泵或正常停机时。关于这两种情况的理论模型在 C.2.2 和 C.2.3 中介绍。公式中所用到的符号的定义可以在表 C.7 中找到。

C.2.2 卡泵

在这种情况下,因为泵被卡住,生产油管的流体不能通过泵流回油层环空。释放的能量仅是储存在驱动杆柱上的扭转弹性能量。卡泵情况的物理模型通过一个圆盘——弹簧系统表现,如图 C.1 所示。



1——弹簧。

图 C.1 卡泵

卡泵情况下反转转矩仅为储存在驱动杆柱上的转矩 τ_{ds} ，该转矩在反转过程中被刹车产生的制动转矩 τ_{BSR} 和生产系统的摩擦转矩 τ_f 所抵抗。净转矩 τ_{acctop} ，用于表达该动力体系，参见式(C.1)：

$$\tau_{acctop} = \tau_{ds} - \tau_{BSR} - \tau_f \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

作用在驱动杆柱上弹性扭转的数值是驱动杆柱上转矩的函数。对于驱动杆柱的圆形实心横截面，极惯性矩 J ，由式(C.2)给出：

$$J = \frac{\pi}{32} D_{ds}^4 \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

在停机时，驱动杆柱扭转量 $\theta_{shutdown}$ ，由式(C.3)表示：

$$\theta_{shutdown} = \frac{\tau_{shutdown} L_{ds}}{GJ} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

在反转过程中，旋转的释放导致驱动杆柱上的转矩下降。对于给定的驱动杆柱的旋转角 θ_{top} ，剩余转矩 τ_{ds} ，给出如下定义，参见式(C.4)：

$$\tau_{ds} = \frac{GJ}{L_{ds}} (\theta_{shutdown} - \theta_{top}) \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

防止反转的转矩 τ_{BSR} 由刹车系统产生，制动转矩 τ_{BSR} 是反转速度的函数，在一些情况下，与传动装置温度有关，由式(C.5)给出：

$$\tau_{BSR} = f(\theta_{top}, T_{drv}) \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

在由供应商或制造商提供的地面驱动性能信息里，刹车系统的性能依照 6.3.2 定义。防反转转矩 τ_{BSR} ，在 6.3.2.2.2 里明确提供。生产系统的摩擦转矩 τ_f 也能防止反转。它包括推力轴承，密封盒和杆管之间的摩擦转矩。

驱动装置、皮带轮、电机和部分驱动杆柱的加速度由式(C.6)表示：

$$\ddot{\theta}_{top} = \tau_{acctop} / I_{top} \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

总的转动惯量 I_{top} ，包括动力系几个具有不同反转速度的部件的转动惯量。每个部件的转动惯量 I_i ，与它们同光杆的速比 N_i 相关，在公式 C.7 中给出：

$$I_{top} = I_1 + N_2^2 I_2 + N_2^2 N_3^2 I_3 + \dots\dots\dots (C.7)$$

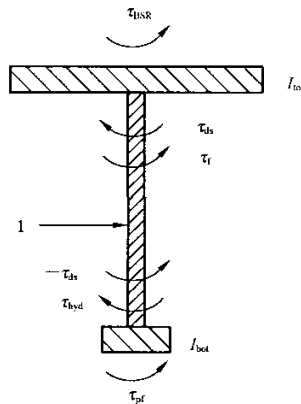
注： I_1 在光杆速度下运转的装置的转动惯量；

I_2 在组件 I_{i-1} 的速度乘以速比 N_2 速度下运转的装置的转动惯量。

$N_i = \frac{\dot{\theta}_i}{\dot{\theta}_{i-1}}$ 是个常量。

C.2.3 正常停机

正常停机情况的物理系统通过两个圆盘——弹簧系统表现，如图 C.2 所示。



1——弹簧。

图 C.2 正常停机情况

在正常停机情况下,液压转矩(由通过螺杆泵的压差引起)以驱动杆柱转矩的方式来加速动力体系和驱动杆柱。生产管柱的流体通过泵回到井的环空。假设流体从井的环空流回储层,在停机前流体在环空里的水平面不能立即地改变工作流体水平面。反转的第二步和动力方程在式(C.8)和(C.9)中给出:

$$\tau_{\text{acc}top} = \tau_{\text{ds}} - \tau_{\text{BSR}} - \tau_f \quad \dots\dots\dots (\text{C.8})$$

$$\tau_{\text{acc}bot} = \tau_{\text{hyd}} - \tau_{\text{ds}} - \tau_{\text{pf}} \quad \dots\dots\dots (\text{C.9})$$

从泵的转子旋转起,驱动杆柱的转矩 τ_{ds} 就成为驱动杆柱顶部旋转角 θ_1 、转子旋转角 θ_2 的函数,参见式(C.10):

$$\tau_{\text{ds}} = \frac{GJ}{L_{\text{ds}}} [\theta_{\text{shutdown}}] - (\theta_{\text{top}} - \theta_{\text{bot}}) \quad \dots\dots\dots (\text{C.10})$$

液压转矩 τ_{hyd} 依赖于泵的几何参数(由供应商或制造商提供),它是通过泵的压差的函数,由泵上净液面高度 L_{fluid} 来表示,参见式(C.11):

$$\tau_{\text{hyd}} = f(L_{\text{fluid}}) \quad \dots\dots\dots (\text{C.11})$$

泵的摩擦转矩 τ_{pf} 也限制转子在定子中的旋转。

转子和部分驱动杆柱的加速度通过式(C.12)给出:

$$\ddot{\theta}_{\text{bot}} = \tau_{\text{acc}bot} / I_{\text{bot}} \quad \dots\dots\dots (\text{C.12})$$

驱动装置,皮带轮,电机和部分驱动杆柱的加速度见式(C.6)。

C.3 初始条件

反转开始的初始条件由式(C.13)给出:

$$\left. \begin{aligned} t &= 0 \\ \tau_{\text{ds}} &= \tau_{\text{shutdown}} \\ \theta_{\text{top}} &= \theta_{\text{bot}} = 0 \\ \dot{\theta}_{\text{top}} &= \dot{\theta}_{\text{bot}} = 0 \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (\text{C.13})$$

C.4 刹车系统性能

C.4.1 反转制动转矩

在反转过程中地面驱动装置的反转制动转矩起着一个关键的作用。如式(C.4)所示,它和地面驱动装置刹车速度及温度有关。这三个变量间的公式关系应由附录 H 所描述的试验方法确定。

C.4.2 散热

反转过程释放了储存在驱动杆柱中的扭转弹性能量及液体势能。这些能量被地面驱动装置吸收导致它温度的上升。当地面驱动装置的温度超过环境温度时,热量向周围散发。任何时刻驱动装置的温度都与驱动器能吸收多少能量和散热能有多快(散热率)直接相关。

地面驱动装置的热容量和散热率参见附录 H。

C.5 输入参数

C.5.1 总则

表征地面驱动装置应用的输入计算可以根据地面驱动装置或应用情况进行分析。

C.5.2 地面驱动装置

地面驱动装置依据下列指标进行分析:

- 地面转动装置包括齿轮、轴及电机的转动惯量;
- 作为反转速度和温度的函数的防反转转矩;

- 热容量；
- 散热率。

C.5.3 应用

地面驱动装置的应用受到以下条件的限定：

- 驱动杆柱和油管柱尺寸；
- 驱动杆柱材料的机械性能；
- 井的几何参数；
- 泵挂深度；
- 泵的排量；
- 泵的容积效率；
- 泵和其他生产系统零件的摩擦力；
- 停机转矩；
- 原始地面驱动装置温度；
- 环境温度；
- 工作液面；
- 泵送介质密度和粘度。

C.6 计算步骤

作为生产系统储存能量的函数,评价反转速度和持续时间所需的计算步骤如下所示：

- a) 开始的初始条件,见式(C.13)；
- b) 用式(C.1)~(C.7)或(C.8)~(C.12)计算生产系统组件的加速度；
- c) 计算过一小段时间后从动轴和转子的反转速度。基于 b) 中计算出的旋转加速度；
- d) 用式(C.5)计算防反转转矩；
- e) 计算由刹车完成的工作；
- f) 计算散热率；
- g) 计算新的刹车温度(基于刹车热容量)；
- h) 计算新的旋转角(驱动杆柱的上端和下端)；
- i) 计算流体通过泵的泄漏量；
- j) 计算生产油管中的新的液面；
- k) 用式(C.4)或(C.10)计算新的驱动杆柱转矩,用式(C.11)计算液压转矩；
- l) 从步骤 b)起反复计算,直到反转停止。

C.7 输出模型

输出模型应包括以下方面：

- a) 作为时间函数的反转速度；
- b) 作为时间函数的地面驱动或刹车温度；
- c) 反转结束时的剩余液面。

基于以上信息,可以得到下面的参数：

- 最大的反转速度；
- 最大的地面驱动温度；
- 反转持续时间；

——生产油管里的剩余液面。

这些输出通过对最大的反转速度和驱动温度与设备的额定值做对比,可以用来评估地面驱动刹车系统对于准备应用的适应性。

应考虑与每一个输入变量不确定的联系,以确定对于输出模型的不确定的影响的大小。

C.8 模型验证

C.8.1 总则

任何关于评价刹车系统的模型都可通过下面提供的台架试验来验证。每个测试实例要对描述井况和操作条件的输入量加以详细说明,并从基于附录所列出的理论模型中提供实例的输出。四种情况覆盖了在典型的螺杆泵应用下刹车要求的范围。

C.8.2 卡泵的例子

C.8.2.1 例 1——卡泵,低工作转矩

表 C.1 的数据描述了卡泵停机情况下的设备工况和工作条件。

表 C.1 模拟输入数据

应用参数	数值
井的形状	直井
D_{ds}	25.4 mm
G	75 GPa
D_{tub}	不适用
L_{ds}	914 m
V_{pump}	不适用
ϵ_{pump}	不适用
τ_{pf}	不适用
τ_f	13.6 N·m
$\tau_{shutdown}$	1 088 N·m
T_{drv}	40 °C
T_{amb}	20 °C
L_{fluid}	不适用
ρ_{fluid}	不适用
μ_{fluid}	不适用
I_{bot}	不适用
地面驱动参数	
I_{top}	33.71 kg·m ²
C_{drv}	127 kJ/°C

由地面驱动刹车系统产生的转矩通过八种不同的旋转速度和五种不同的初始温度计算出来,如表 C.2 所示。散热率也通过三种不同的温度计算出,如表 C.3 所示。

表 C.2 地面驱动刹车防反转转矩

抽油杆速度/ (r/min)	抽油杆刹车转矩/(N·m)				
	0 ℃	25 ℃	50 ℃	75 ℃	100 ℃
0	0	0	0	0	0
50	220	171	145	129	118
100	350	267	221	194	175
200	578	434	354	306	410
300	782	584	475	407	362
400	974	724	586	502	445
600	1 327	984	793	677	599
700	1 496	1 106	891	759	673
800	1 664	1 228	988	842	746

表 C.3 地面驱动散热率

温差/℃	40	80	120
散热率/kW	0.42	0.84	1.25

如图 C.3 所示,通过模型仿真预测出地面驱动反转速度最大值为 439 r/min,驱动刹车转矩值最大为 686 N·m。

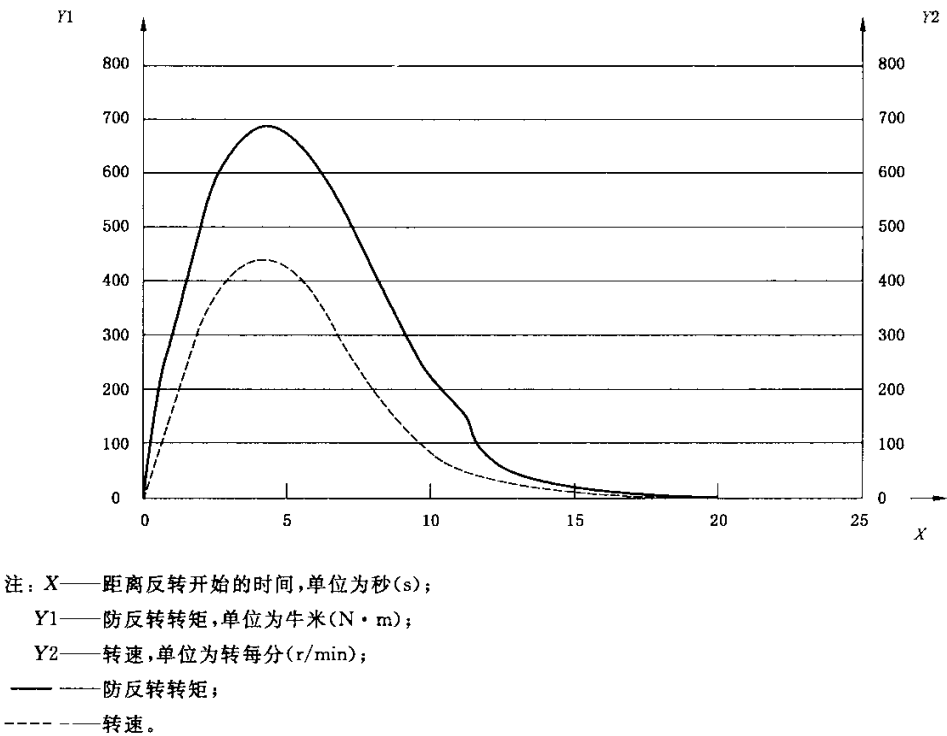


图 C.3 卡泵仿真结果

C.8.2.2 例2——卡泵，高工作转矩

除停机转矩增加到 1 627 N·m 外，其余的输入参数都和例 1 相同。

如图 C.4 所示，通过模型仿真预测出地面驱动反转速度最大值为 703 r/min，驱动刹车转矩值最大为 981 N·m。

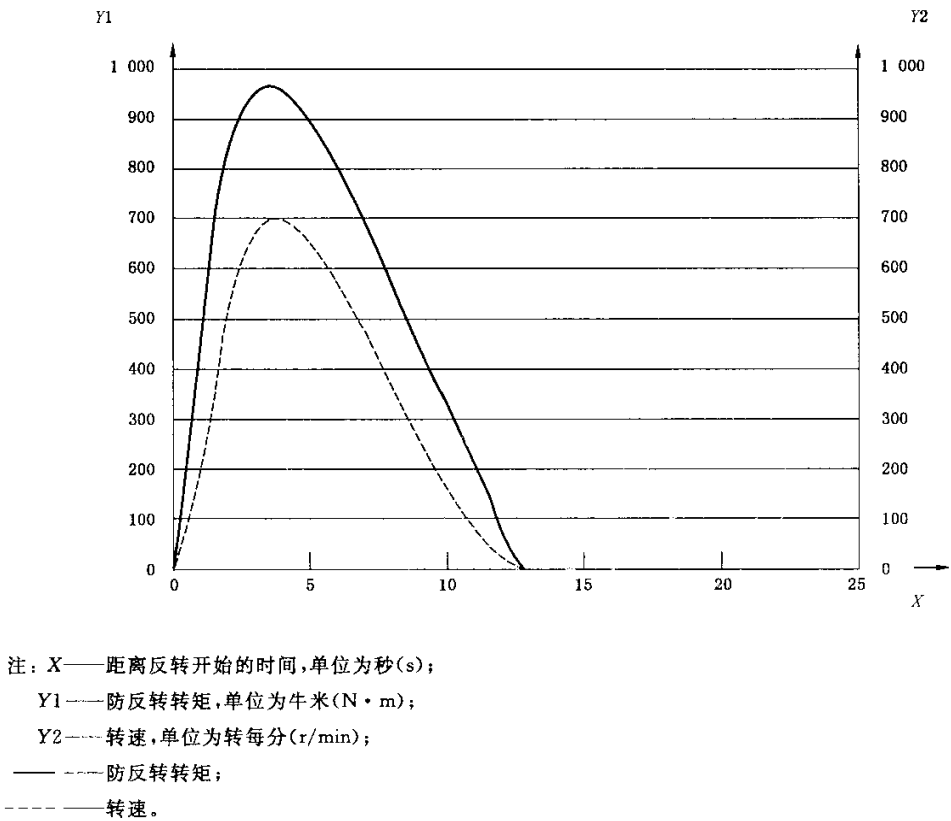


图 C.4 卡泵仿真结果

C.8.3 正常停机举例

例 3 正常停机

表 C.4 中的数据描述了正常停机情况下的设备工况和工作条件，表 C.5 和 C.6 相对应地给出了刹车转矩特性和散热率。

表 C.4 模拟输入数据

应用参数	数值
井的形状	直井
D_{da}	25.4 mm
G	75 GPa
D_{tub}	76 mm
L_{da}	914 m
V_{pump}	95 m ³ /d(在 100 r/min 时)

表 C.4 (续)

应用参数	数值
ϵ_{pump}	75%
τ_{pf}	136 N·m
τ_{f}	13.6 N·m
τ_{shutdown}	1 627 N·m
T_{drv}	45 ℃
T_{amb}	35 ℃
L_{fluid}	914 m
ρ_{fluid}	1 000 kg/m ³
μ_{fluid}	1 cp
I_{bot}	1.66 kg·m ²
地面驱动参数	
I_{top}	33.71 kg·m ²
C_{drv}	127 kJ/℃

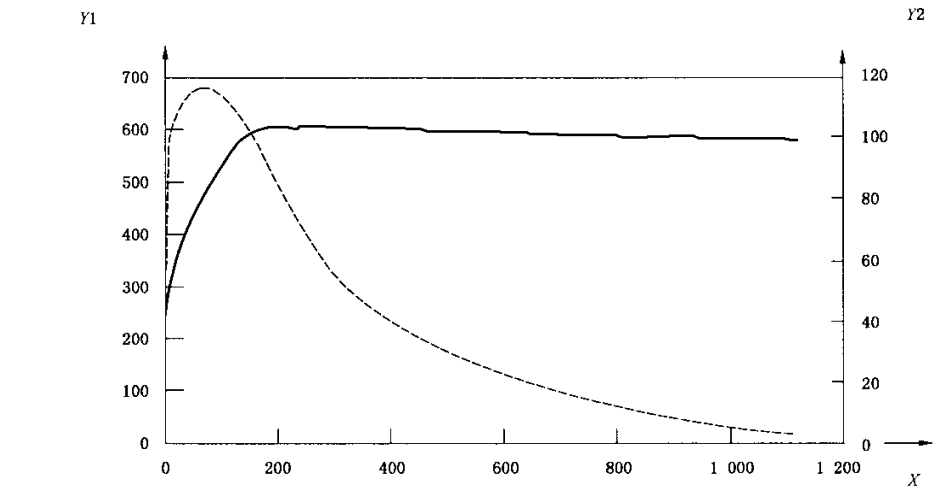
表 C.5 地面驱动刹车防反转转矩

抽油杆速度/ (r/min)	抽油杆刹车转矩/(N·m)				
	温度/℃				
	0	25	50	75	100
0	0	0	0	0	0
50	220	171	145	129	118
100	350	267	221	194	175
200	578	434	354	306	410
300	782	584	475	407	362
400	974	724	586	502	445
600	1 327	984	793	677	599
700	1 496	1 106	891	759	673
800	1 664	1 228	988	842	746

表 C.6 地面驱动散热率

温差/℃	40	80	120
散热率/kW	0.42	0.84	1.25

注：在反转作用下假设环空中的液面保持常量。
如图 C.5 所示,通过模型仿真预测出驱动温度最大值为 105 ℃,反转速度最大值为 672 r/min。



注：X——时间，单位为秒(s)；
Y1——驱动反转速度，单位为转每分(r/min)；
Y2——驱动温度，单位为摄氏度(℃)；
——驱动温度；
----驱动速度。

图 C.5 正常停机仿真结果一例 3

表 C.7 符号表

符号	描 述	单 位
C_{drv}	地面驱动热容量	$\text{kJ}/^{\circ}\text{C}$
D_{da}	驱动杆柱直径	mm
D_{tub}	生产油管内径	mm
G	刚性模量	Pa
J	驱动杆柱截面的极惯性矩	m^4
I_{top}	驱动器，皮带轮，电机和部分驱动杆柱的总的转动惯量	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
I_{bot}	泵的转子和部分驱动杆柱的转动惯量	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
I_i	在反转过程中动力体系每个元件的总的转动惯量	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
L_{fluid}	净液面	m
L_{da}	驱动杆柱的长度	m
N_i	动力体系中元件(i)和元件(i-1)之间的速比	
t	时间	s
T_{amb}	环境温度	$^{\circ}\text{C}$
T_{drv}	驱动温度	$^{\circ}\text{C}$
V_{pump}	泵的流量	m^3/d (在 100 r/min 时)
τ_{accbot}	使泵转子和部分驱动杆柱加速的转矩	
τ_{acetop}	使传动装置，皮带轮，电机和部分驱动杆柱加速的转矩	$\text{N} \cdot \text{m}$
τ_{BSR}	由刹车系统产生的防反转转矩	$\text{N} \cdot \text{m}$

表 C.7 (续)

符号	描 述	单 位
τ_{ds}	由于驱动杆柱的弹性变形作用在地面驱动上的反转承载转矩	$N \cdot m$
τ_i	克服生产系统的摩擦所需的转矩(不包括泵的摩擦力)	$N \cdot m$
τ_{hyd}	由液柱流过螺杆泵产生的反转承载转矩	$N \cdot m$
τ_{pf}	克服泵的摩擦力所需的转矩	$N \cdot m$
$\tau_{shutdown}$	在停机时立即作用在驱动杆柱上的转矩	$N \cdot m$
e_{pump}	容积泵效率	%
θ_{top}	地面驱动装置自停机时的旋转角	rad
$\dot{\theta}_{top}$	地面驱动装置反转速度	rad/s
$\ddot{\theta}_{top}$	地面驱动装置加速度	rad/s ²
θ_{bot}	转子自停机位置的旋转角	rad
$\dot{\theta}_{bot}$	转子反转速度	rad/s
$\ddot{\theta}_{bot}$	转子的加速度	rad/s ²
$\theta_{shutdown}$	停机时驱动杆柱总的旋转角(圈数)	rad
ρ_{fluid}	生产管柱里的流体密度	kg/m ³
μ_{fluid}	生产管柱里的流体粘度	mPa · s

附 录 D (资料性附录)

应用于螺杆泵的抽油杆的选择和使用

D.1 总则

此附录主要讲述了适用于井下螺杆泵的常规的抽油杆的考虑事项(通常包括地面驱动螺杆泵系统)。

D.2 背景

螺杆泵系统通常用一个抽油杆柱把动力转矩从地面驱动装置传递到井下螺杆泵。这种应用和往复泵不同,使抽油杆同时受到扭力和轴向力。关于抽油杆的性能介绍下面几个特殊的问题:

由于同时受到扭力和轴向力,杆的承载更复杂。

由于井眼的曲率引起的杆弯曲每天都使百万次应力循环作用在杆柱上,所以疲劳是主要的失效形式。

抽油杆的装配是个关键,施加的扭转载荷会导致接箍周向位移量的增加从而损坏抽油杆的连接。

这些问题的讨论见 D.3~D.7。

D.3 抽油杆承载

D.3.1 总则

在螺杆泵系统中,驱动杆柱能把外加的轴向力和转矩传递给井下螺杆泵。假如轴向力和扭矩的复合应力超过了驱动杆柱的许用应力,会发生失效。

在驱动杆柱任何位置的轴向力和转矩由几种不同的成分组成,如图 D.1 所示。作用在泵上的几种主要的载荷(如泵的水力转矩和泵的轴向力)也作用到驱动杆柱上,而其他的载荷(如摩擦转矩和抽油杆自重)沿着驱动杆柱的长度逐步增加。几乎在所有的情况下,驱动杆柱在地面上与光杆连接处的轴向力和转矩是最大的。

D.3.2 螺杆泵液压转矩

液压转矩是泵的几何参数的函数,和通过泵的压差是成比例的。在泵入口处(例如套管头压力和由于液面引起的套管内静水压力)和泵出口处(例如油管头压力,油管内高出泵的静水压力及生产油管内的压力损失)的压力是不同的。

D.3.3 泵的摩擦转矩

泵的摩擦力是由于定转子之间的过盈产生的,通常通过泵的台架试验来测量。但是,假如由于温度和化学因素定子橡胶溶胀,泵下井后摩擦力会增加。当泵在高速下抽送高粘度液体时,泵的扭转阻力也会增加。通常在启动时,定子和转子的静摩擦力是最高的。

D.3.4 驱动杆柱阻抗转矩

当驱动杆柱在生产油管里的液体中旋转时,在液体和驱动杆柱之间阻止驱动杆柱旋转的表面剪力会增加。

D.3.5 泵的轴向力

像泵的液压转矩一样,泵的轴向力是泵的几何参数的函数,和通过泵的压差是成正比的。

D.3.6 抽油杆自重

驱动杆柱的重量,包括泵的转子,也能增加作用在杆柱上的轴向力。

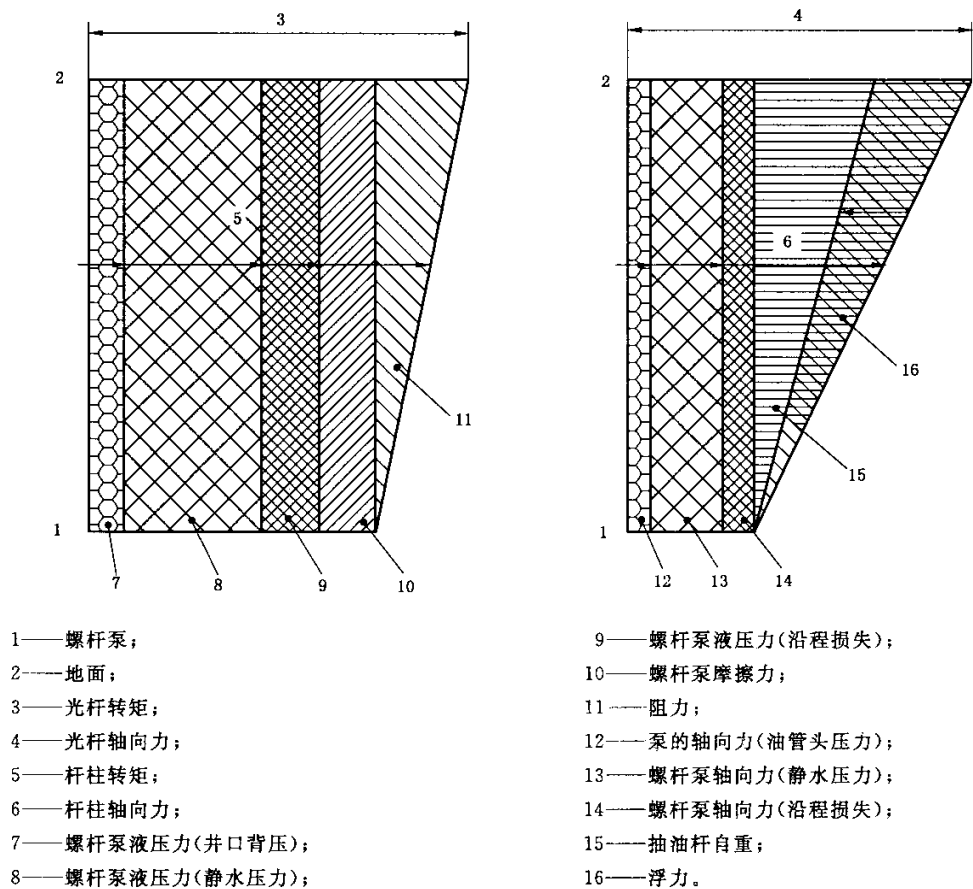


图 D.1 分布到驱动杆柱的转矩和轴向力的组成

D.3.7 驱动杆柱浮力

沿程损失在流体方向上产生作用在驱动杆柱上的力,造成杆的拉力的减少。这些力分别以面积浮力和表面浮力的形式作用于接箍和抽油杆本体上。

D.4 抽油杆极限应力

抽油杆的应力极限基于许用应力(例如,米塞氏屈服应力),它考虑轴向力和转矩的组合。在螺杆泵应用时,有效应力主要是扭矩的函数,轴向力的影响较小。

与发生在游梁式抽油机里的杆循环应力相比,加在螺杆泵的杆应力相对来说比较恒定。作为一种结果,许多载荷应力(有效的抽油杆应力)能达到杆材料的屈服应力并不引起失效,尽管在垂直井和水平井应用下因弯曲而产生的失效是一个主要问题。

D.5 抽油杆失效

已证实承受交变载荷的机械元件易受金属疲劳的影响。甚至材料的峰值应力水平低于材料的屈服强度也可能导致疲劳失效的发生。典型的应力分析用于评估在交变应力环境下的元件的使用寿命。元件的疲劳寿命受以下几个因素的影响:平均应力;外加应力波动形式;应力波动值。载荷波动加上高平均应力会比载荷波动加上低平均应力导致一个更严重的疲劳破坏。在螺杆泵应用背景下,这是很重要的,因为驱动杆柱里平均应力通常较高。多数钢呈现出一个持久疲劳强度极限,最大交变载荷导致一个“无限”的疲劳寿命。设计驱动杆柱时使交变应力低于持久疲劳强度极限是一个有效的设计准则。但

是,根据腐蚀机理结合交变载荷能降低抽油杆材料的耐疲劳性,以至在一些腐蚀环境下不能达到“无限”疲劳寿命。

在许多螺杆泵应用下驱动杆柱受严重的交变载荷。由于生产油管里有气或由于流体内有气泡或砂子会增大泵的摩擦力,从而引起泵的排量和压力的变化,泵的转矩和轴向力会有一个明显的波动。按给定的典型的螺杆泵运行速度,在几天内螺杆泵的循环载荷能达到几百万次。因此,当这些载荷条件可能发生时考虑疲劳分析是很重要的。在计算疲劳寿命时,高频(例如斜井的弯曲因素)与低频(例如气滞作用)也在考虑之中。

D.6 接头旋接

在螺杆泵应用中,接头旋接是很关键的,旋接时外加扭矩超过扭转阻力,在泵送过程中这种外加扭矩载荷会引起接箍处周向位移量的增加。接箍的抗扭强度是在旋接过程中作用在螺纹和转矩台肩上的预紧力的函数,如图 D.2 所示。旋接扭矩不足时会导致低的预紧力和低的扭转阻力。抽油杆上高的拉伸载荷也会降低台肩上的预紧力,从而引起抽油杆柱上扭转阻力的减小。

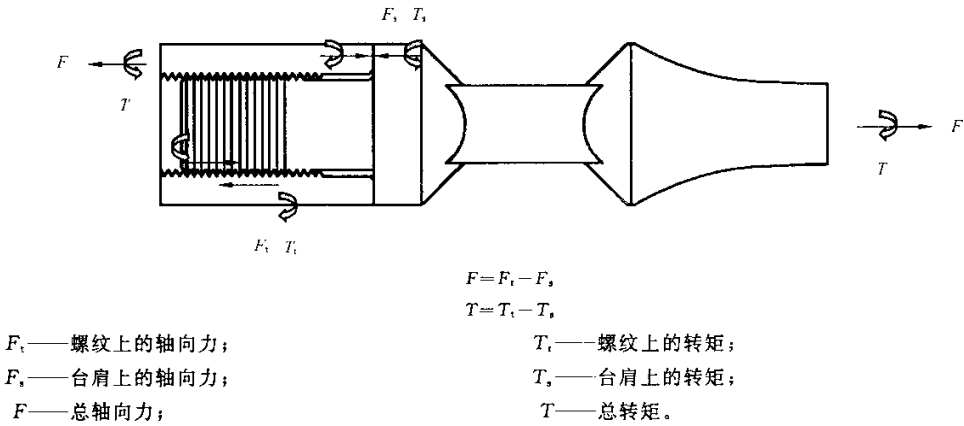


图 D.2 接箍处的载荷

接头旋接的扭转阻力由螺纹和转矩台肩间的静摩擦系数决定。但是,假如超过扭转阻力,摩擦特性由动摩擦的系数决定,它很明显地要低于静摩擦系数。另外,接触面(例如转矩台肩和接箍端面)的快速运动能产生动力润滑进一步减小摩擦作用,这会引起接头处的扭转阻力明显减小,此时允许进一步旋紧接头。这个施加载荷可能会损害接头。

已经存在周向位移增量的接箍处可能会有以下全部或部分现象:

- a) 螺纹牙剥落;
- b) 接箍成喇叭状或接箍端面的塑性变形;
- c) 公螺纹退刀槽的拉断。

在生产井中,驱动杆柱像一个巨大的扭簧,能量以弹性扭转能的形式储存在杆柱中,周向位移增量情况可能会特别严重。当杆柱中储存的能量超过接箍处的扭转阻力时,会继续施加扭矩,导致周向位移增量快速的产生。这被称为动力旋接,通常导致接箍处破坏。

确保抽油杆接头旋接符合制造商的规范,以使周向位移增量的影响最小化。这些规范规定了超过手动旋紧的确切位置几分之一转,在泵的启动和运行过程中需要一个装配转矩超过在泵的启动和运行过程中的外加转矩。只要启动和运行扭矩不超过装配扭矩,周向位移增量不可能会发生。

D.7 驱动杆柱和油管磨损

螺杆泵系统中驱动杆柱和油管的磨损不同于游梁式抽油机系统,抽油杆接箍在油管内的某一位置

旋转,引起局部磨损。另外,螺杆泵经常用于固体颗粒存在的场合,这会严重地加快磨损速度。可以通过在接箍上套上软的消耗性材料(例如合成橡胶)或通过把接触载荷分布在几个沿抽油杆本体放置的抽油杆扶正器上,如图 D.3 所示。使用这些减轻磨损的措施时应加以小心,因为它们通常会增加生产油管内的压力损失,从而增加驱动杆柱里的拉力,导致抽油杆和油管间更高的接触载荷。

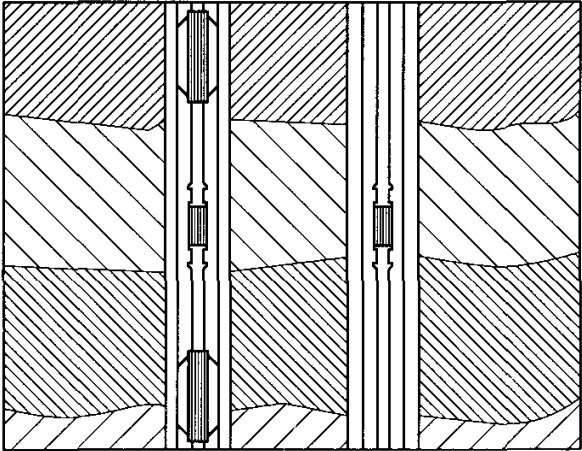


图 D.3 抽油杆扶正器用于螺杆泵井的典型范例

附录 E

(资料性附录)

操作指南

E.1 总则

选择合适的地面驱动装置和辅助设备,需要对结构、动力传递和反转速度控制能力进行研究和评价,以保证系统的安全和持续运行。地面驱动装置的操作需要制定一个详细的计划,它包括合适的操作安全预防措施来符合所有相关设备和所有适用法规的要求(包括适当的安全和操作预防措施,满足所有相关设备和所有采用的规范的要求)。按设备供应商或制造商提供的要求来操作地面驱动装置和辅助设备。

作为考虑要点的初步目录列出以下几个问题。这不必是一个完整的目录因为它可能在其他专题研究或地方要求里会提及。它最少包括注意以下所描述的危害。

E.2 残余能量

假如储存在生产系统里的能量不能完全释放,它可能会在地面系统拆卸的时候释放。强烈建议给操作者和井场服务人员提供充分的措施,以可控制的且安全的方式来释放残余能量的程序。

E.3 地面传动装置过热

由于环境温度过高或在泵遇阻塞或卡泵时尝试重新启动,地面传动装置刹车系统可能会有过热现象,刹车或地面传动装置温度超过推荐的温度会降低刹车性能,若接触到爆炸性气体化合物时可能会有爆炸的危险。强烈建议努力防止系统在超过供应商/制造商指定的操作温度范围运行。

E.4 低温运行

低的环境温度会影响地面传动装置刹车系统的性能。建议操作手册里对特殊的地面驱动装置应清晰地表明装置的操作温度范围。应努力防止系统在超出供应商或制造商指定的操作温度范围运行。

E.5 手动可调的刹车系统

手动可调的刹车系统允许使用者或购买者调整刹车来适合当前的刹车要求。在潜在的流体能量充分释放前,允许用户通过反转制动方法来“锁住”能量,这存在潜在的危险。假如刹车被重新调整或地面驱动装置被拆卸时,残余能量会突然释放。同样地,刹车的不合适的调整会导致反转速度超过最大的运行速度,这样就引起危害。建议实施预防措施来防止这些刹车系统的不适当的调整。

E.6 光杆伸出量

在反转过程中,离心力过高能引起光杆伸出光杆卡瓦部分的弯曲,当驱动杆柱持续旋转时,将引发重大的安全危害。建议光杆伸出量不要超过地面驱动供应商或制造商建议的长度(通常小于 0.3 m)。

E.7 改变运行条件

井的运行条件的改变,比如流体特性,泵速,液面,压力和井下泵的尺寸等都对反转速度和持续时间有影响。建议假如工作条件改变的话,操作者要确认工作条件在地面驱动装置限定的范围之内。

E.8 改变环境条件

井的环境条件的改变,比如环境温度,气流,紫外线辐射,灰尘或风沙的条件,盐雾或其他相关的问

题都对地面驱动装置的性能有影响。建议在一个新环境安装和运行地面驱动装置之前,操作者要确认环境条件在地面驱动装置限定的规范之内。

E.9 改变辅助设备

辅助设备的改变会减少地面驱动装置的运行范围。除了那些在设备运行手册中阐明的允许的改变,建议关于辅助设备的任何改变都要由在这个领域的有资格的工程师授权。

E.10 操作和安全提醒

没有在设备上标明的所有附加的操作和安全提醒应加以定义和详细说明,并覆盖所有的操作者和使用者或购买者提出的当地要求。

附录 F

(资料性附录)

安装指南

F.1 总则

地面驱动装置的安装需要制定一个详细的计划,它包括合适的的安全操作预案以满足所有相关设备和所有适用规范(包括适当的安全操作预案,满足所有相关设备和所有采用的规范的要求)。按设备供应商或制造商提供的要求来安装地面驱动装置和辅助设备。

以下是安装地面驱动装置时需要注意的几个主要问题,它不像其他专题研究和局部要求一样,包含了所有要求,但是,强烈建议设备和产品按照特定的设备和应用经验安装。一个合适的地面驱动装置和辅助设备的选择需要考虑和评价结构、动力传递和反转速度控制能力,以保证系统的安全和持续运行。

F.2 起吊地面驱动装置

为了避免设备损害和人身伤害,起吊地面驱动装置时应小心。许多地面驱动装置配备起吊点以实现平衡。若有可能,建议至少有两个起吊点以悬挂吊环或吊钩,通过(用第三个吊钩)在合适的起吊位置固定吊环,此位置在吊环上(约上半部位)地面驱动装置可以平衡起吊。

F.3 安装密封部件

在把密封部件安装在井口上之前,来确定光杆伸出三通的长度是必要的(应确定光杆伸出三通的长度)。为此,首先要确定地面驱动装置的总高度,包括安装的密封部件和光杆卡瓦。保持伸出光杆卡瓦的量最小(小于 0.3 m),若伸出量过大,会导致严重的震动,并在反转时加大偏心冲击载荷。

在安装密封部件前按供应商或制造商的指导书润滑光杆;

按供应商或制造商的指导书在光杆通过密封部件时在光杆上端加一个锥套,以防止密封件或抽油杆螺纹损坏。将密封件滑过光杆,按要求连接到三通上。

F.4 皮带与皮带轮的安装

当把皮带轮安装到地面驱动装置上时,在皮带轮的内侧安装一个锥套会更方便。应确认主动轮与从动轮调整在同一平面上。

当皮带松时,通过增加两个皮带轮间的中心距来使皮带张紧。

系统运行几分钟,来定位皮带。在最高的载荷情况下(通常在启动时)观察地面驱动装置,皮带的松边的轻微的下垂通常表明合适的张紧力。假如松边在最大负荷下很紧,皮带就太紧了。皮带过度的下垂或震动表明张力不够。应停下驱动装置,重新张紧皮带。

经常通过观察皮带拉紧的松边检查皮带的张紧力。在运行几天之后,皮带会变松,重新张紧皮带以使皮带的松边显示轻微的下垂是有必要的。

F.5 光杆卡瓦的安装

分体式光杆卡瓦通常有一个空心底端用来与驱动轴上端的两个机加工扁平面配合。当拧紧光杆卡瓦时,应保证光杆卡瓦两瓣间有均匀的间隙,以确保空心轴边缘没有与驱动轴的驱动平面干涉。如果与驱动平面相互干涉,光杆卡瓦不能安全的抱住光杆。

F.6 支撑柱和支撑板系统的安装

当需要支撑柱时,通常会有两个目的:防止在反转过程中安装在井口的螺纹脱扣,帮助支撑由偏向

一侧的电动机产生的偏置载荷。支撑柱通常被延伸到支撑板并由螺栓固定在地面套管井口法兰上。

F.7 管线单向阀

建议使用者或购买者在井口的下游管线上安装一个单向阀,确保当螺杆泵生产系统停机时流体不从油罐或管线流回至井口。假如不控制的话,回流会延长反转时间,并通过潜在地降低刹车系统的性能引起危险的发生。

附 录 G
(规范性附录)
橡胶与非金属材料要求

G.1 总则

所有橡胶与非金属材料应按本附录的要求进行检测。

G.2 橡胶与非金属材料

每一个零件材料均应符合供应商或制造商所编制的规范。提供符合此规范设备的供应商或制造商对以下内容负责。供应商或制造商应编写试验程序及试验结果文件,以测试密封材料达到设备额定工况下的极限。供应商或制造商为非金属部件编写的规范应定义那些能标明材料特性的性能指标,如下所示:

- a) 化合物类型;
- b) 机械性能最小值:
 - 1) 拉伸强度(断裂时);
 - 2) 延伸率(断裂时);
 - 3) 张力模量(50%或100%应用时)。
- c) 压缩形变;
- d) 肖氏硬度或国际硬度;
- e) 耐腐蚀性;
- f) 允许的温度范围。

G.3 公差

O型密封圈的公差应依照 GB/T 3452.1。其他密封元件应达到制造商规定的尺寸公差要求。抽样检验程序及每一批次的接收或拒收应按 MIL STD 105E 或 GB/T 2828.1、ISO 2859-2 中一般检验的 II 水平。O型密封圈接收质量限(AQL)2.5,其他密封件接收质量限(AQL)1.5。

注: SAE AS568 等效 GB/T 3452.1。

G.4 硬度

橡胶材料的肖氏硬度或国际硬度应按 ASTM D1415 或 ASTM D2240 来检测。优先的试验方法是从一批或一个硫化周期里找一个试验样品做硬度试验,而不是试验单独的密封件。如果是对个别的密封件试验,抽样检测则成为对一批次产品的接收或拒收的依据,还应分别依据上面所引用的关于 O 型密封圈和其他密封元件的标准来执行。

G.5 目视检查

O型密封圈的目视检查应依据 GB/T 3452.2。其他密封元件的目视检查应按制造商所编制的检验程序,包括密封唇损坏、飞边、断裂、裂纹和其他可目测的损坏项目等。抽样检测和对批次产品的接收或拒收,应依据备有证明文件材料验收规范,验收规范规定了可应用的质量合格标准水平,这和被拒收零件的频率有关。

G.6 堆放与贮存

许多橡胶和非橡胶材料需要特殊的堆放与贮存步骤。制造商编制的规范应包括堆放与贮存的要

求、对每个特殊化合物和密封件提出合适的存储期。

G.7 其他非金属材料

除橡胶以外的非金属材料应依照制造商编制的规范,主要包括材料组成要求,机械性能,检测,公差,堆放,储存和可追溯性。

G.8 可追溯性

可追溯性要求应由制造商形成文件,并应充分地保证和核实所有制造的零件均应满足制造商编制的规范。仅当零件用于组件装配或总装配时才需要它的可追溯性。

G.9 尺寸检验

按制造商编制的验收规范,包括所有设计图样的相关方面、检验的抽样程序和对批次的接收与拒收,应根据备有证明文件的材料验收方案,验收方案应定义适用的 AQL 质量合格标准水平,这和被拒收零件的频率有关。

附录 H

(资料性附录)

刹车系统测试方法

H.1 目的

本附录描述了用于确定螺杆泵地面驱动装置刹车系统的性能特征的推荐测试程序。

H.2 概述

测试程序规定为确定地面驱动装置刹车系统的如下特性：

- a) 热容量；
- b) 散热率；
- c) 防反转转矩的相对速度。

H.3 测试条件

- H.3.1 地面驱动装置应在垂直工作方向上安装牢固。
- H.3.2 地面驱动装置周围的气流应模拟“静止空气”环境加以限制。
- H.3.3 环境空气温度应在 15℃~25℃ 之间。
- H.3.4 所有的障碍物和其他热障碍(例如墙,天花板等)应离开地面驱动装置至少 0.5 m。
- H.3.5 所有的保温层或冷却套应离开地面驱动装置至少 0.5 m。
- H.3.6 配置的液压马达或电机应可以使传动系统反向旋转。
- H.3.7 模拟的反转速度应控制在目标测试速度的 5% 之内。

H.4 测量

- H.4.1 环境空气温度应在接近驱动装置的中部和距离地面驱动装置最近的零件约 0.5 m 的位置测量。
- H.4.2 关键部件温度(耐低温部件或传动装置暴露在大气中的最热部件)应通过每一个试验持续监控。
- H.4.3 输入转矩应基于现场测量和电机的性能曲线或液压马达的不同液压力进行计算。
- H.4.4 主轴的旋转速度应用变频器输出或电子传感器直接测量进行监控。

H.5 测试步骤——在环境温度下,不同防反转转矩对应的速度

- H.5.1 在正常反转操作的范围内以一定的速度反方向旋转地面驱动装置。
- H.5.2 在刹车挂合时记录速度。
- H.5.3 在防反转转矩稳定(通常是 10 s~30 s)后记录速度、刹车系统的应用转矩和关键部件温度。
- H.5.4 快速增加旋转速度直到下一个测试速度。
- H.5.5 共测试五种速度,包括有代表性的最大运行速度,以最高速度为最大运行速度。
- H.5.6 对于地面驱动装置的关键部件以至少三种不同的初始温度重复步骤 H.5.1~H.5.5。
- H.5.7 按测试的温度范围绘出反转速度(单位:r/min)和反转转矩(单位:N·m 或 ft·lbf)的关系。

H.6 测试步骤——散热率

- H.6.1 挂合刹车以一定的速度反方向旋转传动装置。

H.6.2 持续监测外加转矩、转速、关键部件温度和环境温度,每 5 min 记录一次数据。

H.6.3 持续旋转驱动装置直到关键部件的温度变化在 5 min 内小于 1 °C。

H.6.4 在稳定的条件下计算输入功率,并记录环境空气温度和关键部件的稳定温度。

H.6.5 在三种有代表性的运行速度下重复步骤 H.6.1~H.6.4。

H.6.6 绘出驱动装置温差(关键部件温度减去环境温度)与散热率(输入功率)的关系。传动装置温差单位为摄氏度(°C),散热率单位为瓦特(W)。

H.7 测试步骤——热容量

H.7.1 在一定的输入功率下挂合刹车反方向旋转驱动装置,要满足在 15 min 之内使关键部件的温度升高到最大运行温度。

H.7.2 持续记录外加转矩、转速、关键部件温度和环境温度。

H.7.3 从输入功率里减去估计的散热率来计算传动装置的净功率吸收速度(取决于测试步骤的进度)。

H.7.4 绘制净功率吸收率对于时间的曲线,基于此曲线的某些区域来计算地面驱动装置吸收的总能量。

H.7.5 根据地面驱动装置吸收的总能量除以传动装置温度的变化来计算系统的热容量,其单位为千焦每摄氏度(kJ/°C)。

H.8 报告

物理测试结果包括:

- a) 散热率与温差的数学表达式或曲线;
- b) 防反转转矩对于速度的数学表达式或曲线;
- c) 刹车挂合速度;
- d) 地面驱动装置的热容量。

参 考 文 献

- [1] ISO 6184 (all parts), Explosion protection systems
 - [2] AWS D1. 1/D1. 1M, Structural welding code—Steel
 - [3] ANSI/AWS B2. 1, Specification for welding procedure and performance qualification
 - [4] ASNT RP SNT-TC-1A, Personnel qualification and certification in nondestructive testing
 - [5] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section V : Nondestructive examination
 - [6] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII ; Division 1; Rules for construction of pressure vessels
 - [7] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX : Welding and brazing qualifications
 - [8] ASTM E10, Standard test Methods for Brinell hardness of Metallic Materials
 - [9] ASTM E18, Standard test Methods for Rockwell hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials
 - [10] ASTM E92, Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials
 - [11] ASTM E94, Standard Guide for Radiographic Examination
 - [12] ASTM E165, Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination
 - [13] ASTM E709, Standard Guide for Magnetic Particle Examination
 - [14] BS 2M 54, Specification for temperature control in the heat treatment of metals
 - [15] CHOLET, H. (1997) Progressing cavity pumps. Editions Technip, Paris, France
 - [16] EN 13463-1, Non-electrical equipment for potentially explosive atmospheres—Part 1; Basic method and requirements
 - [17] NACE MR 0175/ISO 15156 (all parts), Petroleum and natural gas industries—Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production
 - [18] Progressing Cavity Pumping Systems; Design, operation and performance optimization—Course Notes. C-FER, Technologies, 2002
 - [19] Revard, J. M. (1995) The Progressing Cavity Pump Handbook. Pennwell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, USA
 - [20] SAE AMSH6875; 1998, Heat treatment of steel raw materials
 - [21] SAE AS568, Aerospace size standard for O-rings
-