



中华人民共和国国家标准

GB/T 21411.1—2008

石油天然气工业井下设备 人工举升 用螺杆泵系统 第1部分：泵

Downhole equipment for petroleum and natural gas industries—Progressing
cavity pump systems for artificial lift—Part 1: Pumps

(ISO 15136-1:2001, MOD)

2008-02-21 发布

2008-07-01 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	Ⅲ
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 符号	2
4 性能规范	3
4.1 总述	3
4.2 螺杆泵的类型	3
4.3 井况参数	3
4.4 工作参数	3
4.5 环境适应性	3
4.6 与油井设备的兼容性	4
4.7 质量控制要求	4
4.8 设计有效性文件	4
5 技术规范	4
5.1 总述	4
5.2 螺杆泵的特点	4
5.3 设计准则	4
5.4 设计验证	6
5.5 设计有效性	6
5.6 设计更改	7
5.7 性能测试参数	7
6 对供应商与制造商的要求	8
6.1 文件和数据控制	8
6.2 用户文件	8
6.3 产品标志	8
6.4 质量控制	8
6.5 性能测试	9
附录 A(资料性附录) 根据特性曲线选泵	10
附录 B(规范性附录) 螺杆泵试验报告数据表	11
附录 C(资料性附录) 应用设计要求数据表	12
附录 D(资料性附录) 附件	13
附录 E(资料性附录) 设计方法	17
附录 F(资料性附录) 螺杆泵系统描述	22

www.docin.com

前 言

本部分修改采用 ISO 15136-1:2001《石油天然气工业井下设备 人工举升用螺杆泵系统 第1部分:泵》(英文版)。

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:地面驱动系统。

本部分为 GB/T 21411 的第1部分。

本部分是根据 ISO 15136-1:2001 重新起草,考虑到我国的实际情况,对 ISO 15136-1:2001 进行了下列技术性修改:

- 国际标准 5.5.1 条中,“应用水介质在 500 r/min 的转速下进行以下试验,若为大排量、高压头的泵,其转速可以根据消耗的电力适当降低,并在用户和制造商之间达成一致。”改为“试验介质宜采用 ISO 黏度等级为 32 的液压油,有特殊要求时,也可以采用水为试验介质。试验转速规定为 $150 \text{ r/min} \pm 7 \text{ r/min}$,也可以按特殊要求的转速进行试验。”“漏失量指标为 15%(最大为 20%,最小为 10%)”改为“漏失量指标为 20%(最大为 30%,最小为 10%)”;
- 国际标准 5.5.2.1 条中,“试验介质是水,水通过一个密闭的循环回路”改为“油通过一个密闭的循环回路”;“……先进行空载试验,以确定泵在零压头时的效率”改为“……先进行空载试验,以确定泵在零压头时的排量”;
- 国际标准 5.5.2.3 条中,“在 500 r/min 的转速下”改为“在 $150 \text{ r/min} \pm 7 \text{ r/min}$ 的转速下”;
- 国际标准 6.3.1 和 6.3.2 条中,“vvv——在 500 r/min,出口压力为零时每天的产液量,单位: m^3/d ”改为“vvv——泵的排量,单位: mL/r ”;
- 国际标准中附录 A“规范性附录”改为“资料性附录”。

为了便于使用,本部分对 ISO 15136-1:2001 还做了以下编辑性修改:

- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- 删除国际标准的封面、PDF 声明、引言以及 ISO 前言;
- 国际标准中的压力单位“kPa”均改为“MPa”;

另外,ISO 15136-1:2001 国际标准中的若干失误之处在翻译和修改标准时予以改正:

- 国际标准附录 D 中,图 D.2 说明中,1——空心轴,图中指的是光杆而不是空心轴;
- 国际标准附录 D 中,“螺旋副的横向截面由两条共轭的内摆线合成的轮廓线构成,生成圆(滚圆)的直径等于两个螺旋件纵轴之间的距离”修改为“螺旋副的横向截面由两条共轭的内摆线合成的轮廓线构成,生成圆(滚圆)的半径等于两个螺旋件纵轴之间的距离”;
- 国际标准附录 F 中“图 F.1 螺杆泵的理论几何形状”改为“图 F.2 螺杆泵的理论几何形状”。

本部分附录 B 是规范性附录,附录 A、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F 是资料性附录。

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,华北石油管理局钻井工艺研究院、大庆油田有限责任公司采油工程研究院、大庆石油管理局力神泵业有限公司等参加起草。

本部分主要起草人:唐夕庭、郁文正、范育昭、王兴燕、黎勤、刘合、张连山。

本部分为首次发布。

石油天然气工业井下设备 人工举升 用螺杆泵系统 第1部分:泵

1 范围

本部分确立了石油天然气工业中使用的井下螺杆泵的规范及要求。螺杆泵系统是一种单相或多相流的采油系统,并遵循第2章中所给出的定义。

本部分适用于井下螺杆泵系统。它提及但并不包括组成一个完整的泵系统所必需的中间部件和附件。本部分未涵盖对装卸、海上运输及陆地运输的要求。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分(举例说明参见附录D、附录E和附录F)。

2.1

空腔 cavity

在螺杆泵的定子与转子装配时二者间所形成的透镜状螺旋形的密闭腔室。

2.2

排量 displacement

转子在定子中旋转一周所排出流体的体积。

2.3

驱动杆柱 drive string

在驱动头和螺杆泵之间用来传递动力的装置(通常是指抽油杆柱)。

2.4

动液面 dynamic level

在标准状况下,螺杆泵运转过程中的液面深度。

注:无特殊说明,标准状况通常指15℃和0.101 3 MPa。

2.5

流量 flowrate

泵在单位时间内所排出的流体体积。

2.6

额定压头 head rating

螺杆泵允许的最大压差。

2.7

螺旋线 helix

有固定螺距的连续螺旋线。

2.8

插入式泵 insert pump

用抽油杆柱将定子插入油管的泵。

2.9

过盈 interference

螺杆泵的定子和转子在径向的配合。

2.10

导程长度 pitch length

同一密封线的两波峰之间的距离。

注：转子和定子的导程不同，分别为 P_r 、 P_s （见图 E.1 和 E.2）。

2.11

螺杆泵 progressive cavity pump

螺杆泵是由定子和转子组成，二者配合形成了两个或多个透镜状螺旋形的相互隔离的空腔。

2.12

转子 rotor

螺杆泵的转轴，外表面呈一条或多条螺旋线，且一端与抽油杆柱相连。

2.13

转子限位器 rotor stop

螺杆泵安装过程中用来限制转子位置的装置（见图 D.1）。

2.14

密封线 sealing line

定子和转子的接触线所形成的螺旋线。

2.15

漏失量 slippage

空腔之间通过动态密封线所漏失的流体。

2.16

静液面 static level

在标准状况下，螺杆泵在停机时稳定的液面深度。

2.17

定子 stator

由壳体和内衬组成，内衬通常是弹性体，并且内部呈现双条或多条螺旋线。定子比转子多一条螺旋线，并与生产管柱相连。

2.18

沉没度 submergence

泵挂深度与动液面之差。

2.19

油管送入式泵 tubing-conveyed pump

定子连接到油管下端的泵。

3 符号

d_r ——转子小径，即转子的内凹瓣正切圆直径；

D_r ——转子大径，即转子的外凸瓣正切圆直径；

d_s ——定子小径，即定子的内凸瓣正切圆直径；

D_s ——定子大径，即定子的外凹瓣正切圆直径；

P_r ——转子导程长度；

P_s ——定子导程长度；

n_r ——转子头数；

N ——螺杆泵每分钟的转数。

图解说明见图 E.1、E.2 和 E.3。

4 性能规范

4.1 总述

用户应根据本部分 4.2~4.6 中对螺杆泵及其工作环境的规范提出具体的要求,或者指定制造商的某一具体型号的产品(参见附录 C 中的数据表范例)。

对螺杆泵及其工作环境的要求应以图纸、数据表或其他适当的文件形式来表达。

4.2 螺杆泵的类型

螺杆泵的类型可分为以下两种:

- 油管送入式泵;
- 插入式泵。

4.3 井况参数

井况参数包括:

- 套管、尾管及油管的尺寸、级别、重量以及螺纹;
- 井深(实测垂直深度);
- 射孔段深(实测垂直深度);
- 井斜;
- 封隔器、锚的参数,调整短管接头及其他可能的限制。

4.4 工作参数

工作参数包括:

- 泵挂深度;
- 当前生产系统和产液量;
- 计划产液量;
- 静液面和动液面,或静液面和产液指数,或动液面和井底压力;
- 正常生产时的套管压力和油管压力;
- 要求的井口压力;
- 化学处理;
- 井的监测点与报警点。

4.5 环境适应性

环境适应性参数包括:

- 油水比重;
- 油液或乳化液黏度;
- 泡点压力;
- 井液气油比;
- 含水率;
- 芳香烃溶剂(如苯、甲苯和二甲苯)的质量分数;
- 气体相对密度;
- H_2S 和 CO_2 的体积分数;
- 固体含量(包括种类、大小、形状和质量分数);
- 腐蚀性物质(包括种类、浓度);
- 螺杆泵入口处温度或油藏温度及温度梯度;
- 井口的温度范围;
- pH 值;
- 完井液特性;

- 转子材料, 镀层或涂层材料;
- 合成橡胶的材料。

4.6 与油井设备的兼容性

与油井设备的兼容性需要考虑以下的参数:

- 油管螺纹及其尺寸;
- 井口连接形式;
- 抽油杆柱(包括类型、尺寸、性能及连接螺纹);
- 动力源;
- 电源(电压、频率、电网区域分类);
- 环境温度(最高值、最低值)。

4.7 质量控制要求

质量控制的要求由用户来指定。

4.8 设计有效性文件

用户可以要求提供如附录 A、附录 B 所示的产品的特性曲线和试验报告。

5 技术规范

5.1 总述

在设计、使用螺杆泵的过程中, 应考虑 5.2~5.7 中所叙述的各项内容(参见附录 C)。

5.2 螺杆泵的特点

螺杆泵的结构尺寸是选择泵的一个很重要的因素。其中, 对定子的要求:

- 能通过套管和套管柱的任何部分;
- 给工具(如打捞器、冲洗管)留出环形空间;
- 留出环形空间用于气体分离;
- 如果螺杆泵下到射孔段以下, 给液体留出环形通道。

转子应能通过油管和油管柱的任何部分。

油管应有足够大的内径, 以保证转子的偏心旋转运动。如果油管内径不够大, 应在定子上端接一段内径合适的过渡油管。

5.3 设计准则

5.3.1 压头要求

通过螺杆泵的压差不应超过泵的额定压头, 否则会影响泵的效率, 也会导致泵部件的过早损坏。

考虑到气体和不同液体的密度, 通过螺杆泵的压差为以下几方面之和:

- 油管内液体压头与螺杆泵入口处环形空间内压头之差;
- 螺杆泵出口与井口之间的油管内摩擦损失, 该值是以下参数的函数:
 - 油管内径;
 - 抽油杆外径;
 - 通过接箍和扶正器等处的压力降;
 - 液体的粘度和流速。
- 出油管线的回压。

5.3.2 排量要求

在额定压头下和 5.3.3.6 所限定的转速范围内, 螺杆泵应达到所要求的排量。对排量要求, 应考虑到自由气体的存在、砂粒的输送以及螺杆泵的冷却等方面的因素。

5.3.3 材料

5.3.3.1 温度对合成橡胶的影响

在实际使用之中, 应考虑到井下的温度和流体的特性。

螺杆泵在工作中所产生的热量将导致橡胶的热膨胀,热膨胀又会导致定子内径的减小。因此,转子尺寸应适应这种变化,以保证它们具有合适的过盈配合。螺杆泵的实际最高工作温度应低于橡胶生产厂商对橡胶所规定的最高额定工作温度。

螺杆泵的工作温度受以下因素影响:

- 螺杆泵周围的流体温度;
- 由过盈量、转速和压差所产生的摩擦效应;
- 弹性变形;
- 气体压缩;
- 流体的润滑性;
- 热传递效应。

5.3.3.2 化学作用对合成橡胶的影响

化学制剂,芳香烃溶剂(如苯、甲苯和二甲苯)、环烷与水都会对定子橡胶起有害作用,导致橡胶膨胀或硬化等。转子与定子尺寸应据此做适当调整。

当应用于采用化学处理的环境时,选择材料应予以注意。

5.3.3.3 合成橡胶数据

要求对合成橡胶命名是为了区分不同的制造商生产线所生产的橡胶。橡胶名称应包括对橡胶类型的总体描述。除非在原始特性参数所允许范围内,否则,制造商不能改变某一指定类型的合成橡胶配方。每一种新的或经修改过的配方都应有一个新的名称。但每个制造商都有权对其配方保密。

每种合成橡胶都应包括如下的总体特性:

- 粘合过程控制(抗剪切、抗拉伸);
- 耐温性;
- 压力作用下的耐气性;
- 耐芳香烃性;
- 耐急速减压性;
- 耐磨性;
- 膨胀试验和计算;
- 计算不同的温度、膨胀和橡胶类型时的转子尺寸。

5.3.3.4 磨蚀

在选择转子与定子材料时,磨蚀作用应考虑在内。磨蚀是以下参数的函数:

- 固体的含量(类型、大小、形状与质量分数);
- 颗粒运动速度;
- 每级压差;
- 转子转速。

5.3.3.5 入口工况

为了保证螺杆泵能够正常工作,螺杆泵入口应为正压。

制造商应向用户推荐螺杆泵所需要的最小淹没度或入口压力。

5.3.3.6 转速

当需要确定螺杆泵正常运转的转速时,应考虑如下参数:

- 在考虑漏失量的情况下,泵所要输送的液体总体积;
- 磨蚀性固体含量;
- 液体黏度和泵的入口压力;
- 泵的淹没度;
- 考虑谐波速度、井斜的影响所造成的抽油杆和油管的振动;

- 泵部件的磨损；
 - 整个系统部件的最大额定转速。
- 应根据实际情况,调整泵的转速,达到油井的最佳产液量。

5.3.3.7 尺寸数据及主要参数

泵的尺寸数据及主要参数应具体说明以下参数:

- 定子与转子的外径；
- 转子的螺旋线部分长度；
- 定子橡胶长度；
- 从定子橡胶到限位器之间距离；
- 定子与转子的螺纹规格；
- 泵的最大转速；
- 额定压头；
- 排量。

5.3.3.8 泵零部件材料加工及后续工序

选择泵的材料应考虑如下因素:

- 泵零部件材料的加工；
- 转子抛光程度(表面粗糙度)；
- 转子涂层或镀层的特点(表面硬度、粗糙度和耐磨性)；
- 转子大径处涂层或镀层的最小厚度。

当应用于采用化学处理的环境时,选择材料应予以注意。

5.4 设计验证

应当进行设计验证工作,以保证泵的设计满足制造商的技术规范。设计验证工作包括设计检查、设计计算、物理试验以及把该设计与类似设计在规定工作条件下的历史记录相比较等。

设计验证至少应包括以下几方面的内容:

- 考虑转子与定子的尺寸,验证泵的额定流量；
- 考虑定子的级数,验证泵的额定压头；
- 在不同温度下,验证定子与转子配合的松紧度。

5.5 设计有效性

5.5.1 有效参数

为了验证每台螺杆泵的流量和压头,试验介质宜采用 ISO 黏度等级为 32 的液压油,有特殊要求时,也可以采用水为试验介质。试验转速规定为 (150 ± 7) r/min,也可以按特殊要求的转速进行试验:

- 在零压差和零漏失量的工况下泵的排量(即泵空载时的排量)；
- 在最大工作压差下,漏失量指标为 20%(最大为 30%,最小为 10%)。

试验得出的特性曲线是测试泵的可用性能的基准。在做橡胶的溶胀试验过程中,应考虑把合成橡胶的样品放入一定量的原油或其他替代物中。

5.5.2 有效性测试

5.5.2.1 试验程序

在试验台上安装并固定螺杆泵,通过驱动装置为转子提供动力,油通过一个密闭的循环回路,流经螺杆泵和出口管线。另外使用阀来控制出口压力,这样在泵内将产生一定压差,并用压力测量装置来测量压差或进出口压力,另外还需要一个装置来测量流量。然后利用这些数据就可以计算出泵的容积效率 η_v (见附录 B)。

记录不同设定点的流量、压差(或进出口压力)、功率、扭矩以及介质温度,直到达到最大压力和转速。

试验报告说明见附录 B,特性曲线参见附录 A,曲线图形上应标明螺杆泵编号与试验温度。试验的程序可以因不同的制造商而异,但应符合以下原则:

——记录相关的试验信息,包括:

- 试验地点;
- 试验时间;
- 试验人员;
- 螺杆泵型号(螺杆泵编号、定子序列号、转子序列号以及合成橡胶名称);
- 转速的最大值与最小值或额定转速(r/min);
- 介质温度;
- 泵的进口压力。

——在试验台上安装并固定螺杆泵;

——为了便于把转子装入定子并减少摩擦,应准备定子润滑剂;

——对定子进行润滑;

——记录转子的长度尺寸和直径,涂层或镀层厚度;

——选择与转子尺寸合适的试验台;

——开泵循环,使试验介质温度上升到试验所需的温度;

——先进行空载试验,以确定泵在零压头时的排量;

——开始加载试验;

——节流加载直至泵达到预定压力;

——记录不同设定点的流量、压力、功率、扭矩以及介质温度,直至达到预定压力,然后利用这些数值来计算泵的效率。

可以用一根专用的转子(为试验而设计)来做泵的试验,以考察温度和膨胀对定子的影响。试验温度(通常为 30℃)一般与泵实际工作的温度不同,在这种情况下,只试验用户的定子,而用户的转子只需测量尺寸,热膨胀大小可以通过计算求得。

由于合成橡胶受到化学膨胀与热膨胀的影响,当泵置于某一特定工况中,其性能测试很可能会产生不同的结果(见 6.5)。

5.5.2.2 校准

测试仪器仪表的精度应满足以下的规定,并记录数据:

压力 p	$\pm 2.5\%$
转速 N	$\pm 1\%$
流量 q	$\pm 2.5\%$
泵的输入功率 P_{req}	$\pm 1\%$

用于最终验收的设备应根据国际上和国家所认可的标准进行检定、控制、校准和调试。

5.5.2.3 验收标准

在 (150 ± 7) r/min 的转速下,在零压差和最大压差时,流量和扭矩的测量值与制造商公布的泵的特性曲线值的误差应在 $\pm 10\%$ 范围内。

5.6 设计更改

所有的设计更改都应以文件的形式来表达,并针对设计的有效性进行评审,以此来决定此更改是否为重大更改。一项重大更改一般定义为在预定的使用工况下,制造商做出的影响产品使用性能的改动。经过重大更改的设计将成为一项新的设计,并需要验证该项新设计的有效性。

5.7 性能测试参数

在出厂之前,每台泵都应依照 6.5 进行性能测试,数据精度和验收标准应分别按 5.5.2.2 和 5.5.2.3 中的规定。

6 对供应商与制造商的要求

6.1 文件和数据控制

供应商或制造商应建立和维护文件程序,以控制与本标准相关的所有文件和数据,这些文件和数据应根据具体的要求进行维护和说明,都应具有易读性,应妥善保存,随时可以恢复,防止破坏、磨损和丢失等。文件和数据可以以多种形式出现,如硬拷贝或电子媒介等,且便于用户查阅。

在最后一批生产后,所有设计验证和设计有效性文件及数据至少应保存两年。

6.2 用户文件

6.2.1 安装、操作及维护手册

螺杆泵应与标准设计的油田设备相兼容,可利用油田的标准作业方法来完成安装。泵的典型安装参见附录 D 中图 D.1 和图 D.2。制造商所提供的使用手册应涵盖以下的详细内容:

- 转子安装;
- 定子安装;
- 启动前检查;
- 启动/停止;
- 故障排除指南。

6.2.2 产品资料表

一个产品的资料表应当便于用户使用,其中至少应包含以下的信息:

- 供应商或制造商名称、地址;
- 生产装配号;
- 产品名称;
- 产品类型;
- 产品特性。

6.3 产品标志

6.3.1 定子编号

每个定子在其外部都应有如下的永久性编号:

vvv/hh/eee

其中:

- vvv——泵的排量,单位:mL/r;
- hh——泵的最大额定压头,单位:MPa;
- eee——橡胶的生产编号。

此编号应位于距定子上端不超过 0.8 m 的地方,以区分定子上端与转子限位器端。

6.3.2 转子编号

每个转子头部都应有如下的永久性编号:

vvv/hh

其中:

- vvv——泵的排量,单位:mL/r;
- hh——泵的最大额定压头,单位:MPa。

6.3.3 附加标志

生产厂家的名称和部件号应清晰的标于转子和定子之上,如有要求,其他信息诸如生产年月、单独或组合部件标志都应包括在内。

6.4 质量控制

制造商应具有形成文件的质量控制程序,其中包括产品验收标准。

6.5 性能测试

测试应遵循 5.5.2, 数据精度和验收标准应分别遵循 5.5.2.2 和 5.5.2.3。由于合成橡胶受到化学膨胀和热膨胀的影响, 当泵置于某一特定井况中, 性能测试的结果可能与制造商公布的特性曲线的结果不一致。因为泵是过盈配合, 可以使用内插法求得结果。考虑到这些参数, 制造商应根据油田现场的实际经验或计算来证实外推法的有效性。

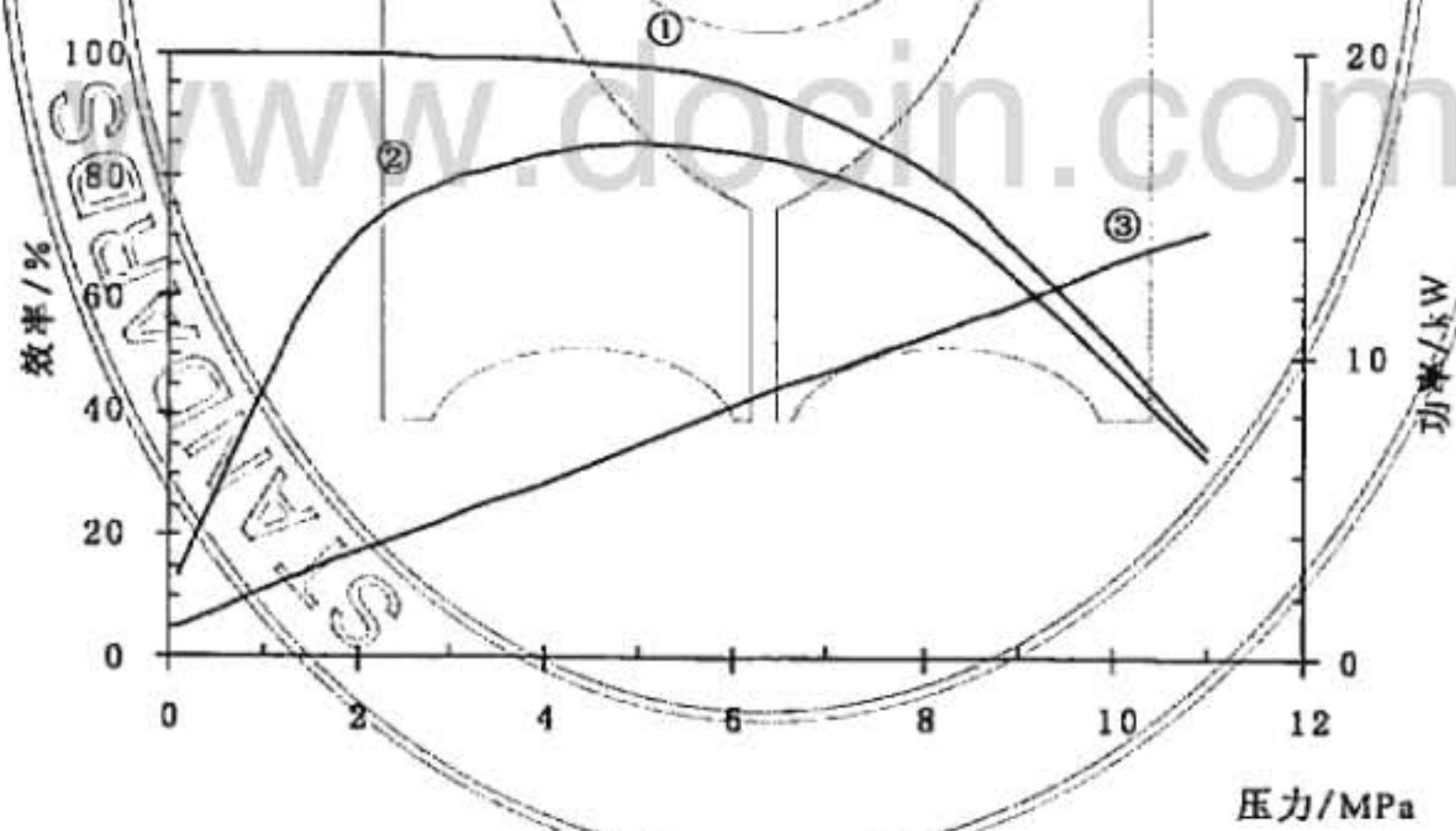
www.docin.com

附录 A
(资料性附录)
根据特性曲线选泵

根据特性曲线选泵的实例见表 A.1。

表 A.1 实例

转子编号	Z0101059-1
温度	30℃
定子外径	114.3 mm
转子外径	60 mm
泵上端油管的最小内径	76 mm
转子螺旋部分的长度	8.6 m
定子橡胶部分的长度	8.2 m
定子橡胶与转子限位器之间的距离	255 mm
定子螺纹规格	3½ in
转子螺纹规格	1¾ in 抽油杆螺纹
泵的试验转速	150 r/min
额定压头	8 MPa



- ① 泵的容积效率曲线；
- ② 泵的总效率曲线；
- ③ 轴功率曲线。

图 A.1 泵的特性曲线

附录 B
(规范性附录)
螺杆泵试验报告数据表

螺杆泵试验报告数据表见表 B.1。

表 B.1

试验日期： 年 月 日

订单号							客户名称				
泵型号							橡胶名称				
泵编号							定子编号				
试验介质							转子编号				
环境温度(℃)							转子涂层或镀层材料				
测试点 序号	N r/min	p ₁ MPa	p ₂ MPa	q _v L/min	t ℃	M N·m	P _{req} kW	P _b kW	η _v %	η %	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
⋮											
责任者		试验者		试验负责人		检验员		检验单位			
签字/日期											
q_c 泵吸、排端为零压差和某一设定转速时泵的流量,参见附录 E 中 E.3; q_v 在一定压力和某一设定转速时,泵的实际流量,L/min; N 泵的实测转速,r/min; p₁ 泵的进口压力,MPa; p₂ 泵的出口压力,MPa; t 试验介质的实际温度,℃; M 泵的输入扭矩,N·m; P_{req} 泵的输入功率,kW; P_b 泵的输出功率,kW; η_v 容积效率,%:(q_v/q_c)×100; η 泵的总效率,%:(P_b/P_{req})×100; 某一转速时,在不同的压力点进行测量,同样,在另一个转速时,重复以上的操作。											

如果试验温度与现场温度不同,或者是当橡胶浸入油中发生膨胀,制造商应解释并调整试验的结果。

附 录 C
(资料性附录)
应用设计要求数据表

日期_____ 公司名称_____ 合同号_____

电话_____ 传真或电子邮件_____ 井号_____

油田_____ 井的类型: ☐ 垂直井 ☐ 定向井 ☐ 斜井

射孔段深度: 实际垂直深度_____ m, 实测_____ m

泵挂深度: 实际垂直深度_____ m, 实测_____ m

油管总长: 实际垂直深度_____ m, 实测_____ m

液面距地表深度(实际垂直深度): 静液面: _____ m, 动液面: _____ m

产液指数: _____ $\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{MPa})$ 井底压力: _____ MPa

管线压力: _____ MPa 套管压力: _____ MPa

套管内径: _____ mm 油管内径: _____ mm

油管螺纹的类型与尺寸: _____

井口的连接形式与尺寸: _____

抽油杆类型: _____ 外径: _____ mm

接箍外径: _____ mm 螺纹规格: _____

日产液量: _____ m^3/d 计划日产液量: _____ m^3/d

目前的产液状态: _____ 含水率: _____ % 固体含量: _____ %

气油比: _____ m^3/m^3 泡点压力: _____ MPa 气体比重: _____

黏度: _____ $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 在 _____ $^{\circ}\text{C}$

API 油重度: _____ 芳香烃的质量分数: _____ %

液体的总比重: _____ 油: _____ 水: _____

H_2S (体积分数): _____ % pH 值: _____ CO_2 (体积分数): _____ % 氯化物(质量分数): _____ %

泵的入口温度: _____ $^{\circ}\text{C}$ 井口温度: _____ $^{\circ}\text{C}$ 环境温度: _____ $^{\circ}\text{C}$

石油设施电气设备安装区域划分: _____

原动机类型: ☐ 天然气发动机 ☐ 电动机

电压: _____ V 频率: _____ Hz

功率转换形式: ☐ 直接驱动 ☐ 液压

化学处理程序: ☐ 是 ☐ 否

如果经化学处理, 请描述: _____

注解: _____

附录 D

(资料性附录)

附 件

D.1 扭矩锚

扭矩锚用来防止泵在工作过程中由于定子和转子的过盈配合产生的扭矩而造成的定子或油管脱扣。

D.2 抽油杆柱扶正器

当抽油杆柱和油管柱可能发生磨损时,就要考虑使用减磨装置,如扶正器。但在转子和抽油杆柱的下端之间并不推荐使用扶正器。

扶正器的使用将引起一些约束因素,在计算总压力和系统所需功率的过程中,都应考虑这些因素。

D.3 油管旋转器

在泵工作的时候,油管旋转器使油管周期性的旋转,以减少因油管磨损出现的问题。

D.4 扭矩限制器

扭矩限制器是用来防止系统任何元件的损坏,典型的做法是将抽油杆柱上的应力限制在屈服极限以下。

D.5 泵防抽空控制器

泵防抽空控制器能监测泵的状态,当泵非正常运转时,它能控制原动机并防止泵的损坏。

D.6 压力控制器

压力计和压力传感器用来监测管线的压力,防止管线压力过高,从而保护系统。

D.7 井下单向阀

井下单向阀用来控制泵内液体的回流,安装在转子限位器下端。

D.8 变速控制器

变速控制器能比较简便的调节泵的转速,以使泵能适应不同的井况。

D.9 油管泄油器

当泵的入口安装井下单向阀或发生堵塞时,需要使用泄油器,在油井修理时泄掉油管内的井液。

D.10 杆柱剪切销

杆柱剪切销靠近转子安装,当偶尔发生转子无法从定子中拔出时,使抽油杆柱脱开转子。

D.11 气体分离器

气体分离器安装在泵的入口处,用于分离进入泵中液体内的自由气体。

D. 12 驱动杆柱

驱动杆柱一般是指用来驱动泵的抽油杆柱,应考虑到驱动杆柱上的扭矩和轴向载荷的能力。轴向载荷和扭矩使驱动杆柱上产生应力。当估算其工作寿命时,应考虑驱动杆柱的锈蚀速率、腐蚀作用的期限和周期性应力等因素。

D. 13 原动机

原动机的类型及其安装位置应符合有关标准和规范,可以使用以下类型的原动机:

- 电动机;
- 液压马达;
- 内燃机。

D. 14 驱动头

驱动头是利用实心或空心轴连接原动机和驱动杆柱的地面设备。

D. 15 光杆卡瓦

光杆卡瓦是安装在驱动头顶部的部件,它可以为驱动杆柱提供支承,也可以提供支承并同时将扭矩传递到驱动杆柱。

D. 16 锁紧卡瓦

锁紧卡瓦是固定在驱动头上的安全部件,其作用是防止驱动头的意外旋转。

D. 17 实心轴驱动头

实心轴驱动头通过固定机构将动力传递给驱动杆柱。

D. 18 空心轴驱动头

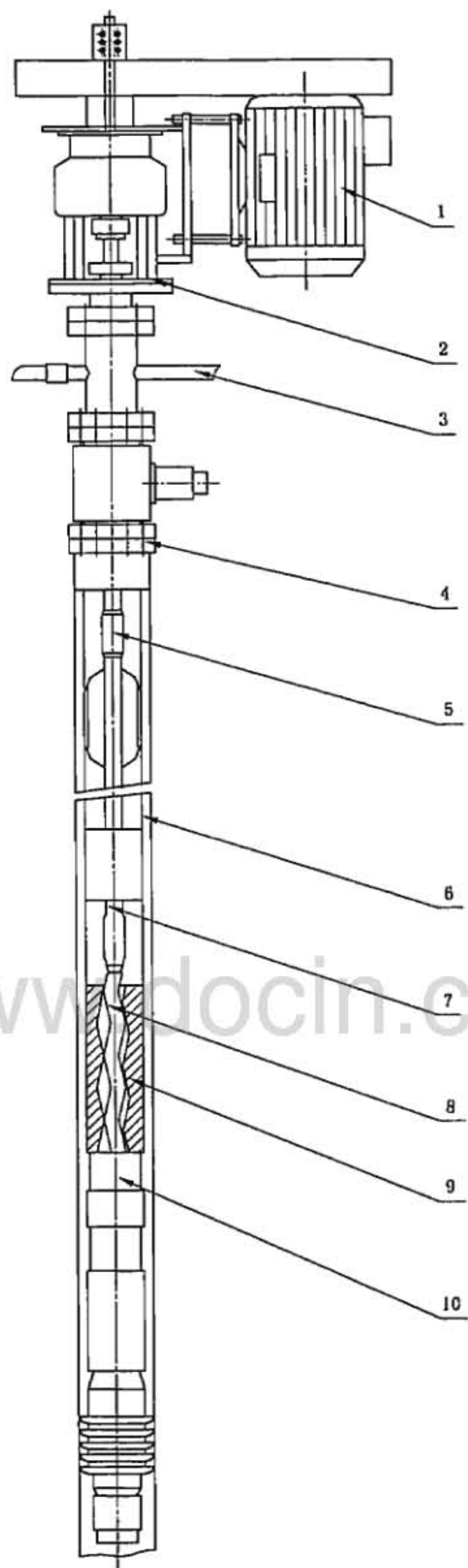
空心轴驱动头是通过光杆卡瓦而不是一个固定机构来传递动力驱动杆柱,它为光杆通过驱动头提供了一种方式,在抽油杆垂直运动时无须拆卸驱动头。

D. 19 驱动头刹车

驱动头刹车是一种释放储存能量的装置,在紧急情况下,它用来限制或停止抽油杆的旋转。刹车可有以下几种类型:

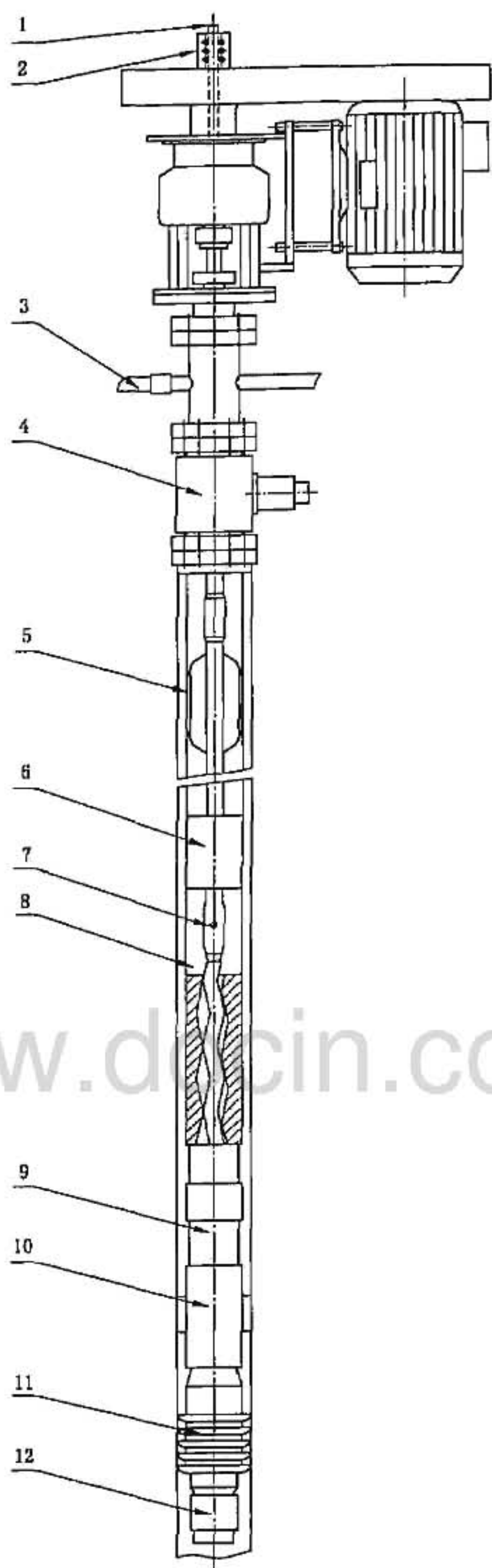
- 摩擦式刹车;
- 液压刹车;
- 电动刹车;
- 手动刹车。

注:图例说明见图 D. 1 和图 D. 2。



- 图中：
- | | | | |
|----------|-----------|----------|------------|
| 1——原动机； | 4——井口； | 7——驱动杆柱； | 9——定子； |
| 2——驱动头； | 5——抽油杆接箍； | 8——转子； | 10——转子限位器。 |
| 3——出油管线； | 6——油管； | | |

图 D.1 标准设备



- 图中：
- | | | |
|------------|-------------|------------|
| 1——光杆； | 5——抽油杆扶正器； | 9——井下单向阀； |
| 2——卡瓦； | 6——油管泄油器； | 10——扭矩锚； |
| 3——套管减压管线； | 7——驱动杆柱剪切销； | 11——气体分离器； |
| 4——油管旋转器； | 8——油管短节； | 12——尾管。 |

图 D. 2 附加设备

附录 E (资料性附录) 设计方法

E.1 几何形状(参见图 E.1 和图 E.2)

E.1.1 总述

螺杆泵的几何形状由两个参数来决定的,一个是转子的头数,另一个是定子的头数。例如:单头转子和双头定子的泵称为 1-2 泵。转子和定子是不同心的,因此,定子内转子的运动实际上是两种运动的合成:

- 转子绕自身中心线沿某一方向的旋转运动;
- 转子中心线绕定子中心线沿转子自转相反的方向旋转运动。

转子端面的运动轨迹限定在定子截面内。

E.1.2 直径和偏心距

E.1.2.1 泵(单头转子参见图 E.2)

直径和偏心距的名义尺寸定义如下(假设没有过盈):

- 单头转子的截面直径为小径 d_r ;
- 转子中心线与定子中心线之间的距离为偏心距 E ;
- 单头转子的螺旋线最大直径为大径 D_r ($D_r = d_r + 2E$);
- 定子内双螺旋线宽度为 d_s (其中: $d_s = d_r$), 长度为 D_s (其中: $D_s = d_r + 4E$)。

E.1.2.2 多头转子泵(参见图 E.3)

多头转子泵的直径和偏心距可以通过 1-2 泵推导而来:

- n_r ——转子头数;
- $n_r + 1$ ——定子头数;
- d_r ——转子小径,即转子的内凹瓣正切圆直径;
- D_r ——转子大径,即转子的外凸瓣正切圆直径;
- d_s ——定子小径,即定子的内凸瓣正切圆直径;
- D_s ——定子大径,即定子的外凹瓣正切圆直径。

注:对于多头泵,转子与定子的的小径是不同的,即: $d_r \neq d_s$ 。

E.1.3 导程长度

指转子或定子的导程长度,则:

- P_r ——转子导程长度;
- P_s ——定子导程长度;

对于一个 1-2 泵,有 $P_s = 2P_r$ 。

对于任意泵,有: $P_s = [(n_r + 1)/n_r]P_r$, 此处 n_r 为转子头数。

E.1.4 密封腔

一个密封腔的长度为定子的一个导程,密封腔的数目通常按式 E.1 计算:

$$C = n_r [(H_s/P_r) - 1] \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

- n_r ——转子头数;

H_s ——定子螺旋线的总长；

P_r ——转子导程长度。

E.2 过盈

为了产生举升压力,在连续的密封腔内应该存在压差。这就需要转子和定子之间的配合具有一定的密封性,这种密封性可以通过在转子和定子之间存在一定的过盈而达到,从而在转子和定子之间形成若干条连续的密封线,由此又将产生摩擦和弹性变形,转子的旋转和泵工作所需要的扭矩应能克服这种摩擦和弹性变形。

E.3 排量

在泵吸、排端为零压差时,每转一周的排量为理论排量 V_c ,它可以由 1-2 泵的计算公式得到:

$$V_c = 4E \cdot d_r \cdot P_r \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

在泵吸、排端为零压差时,理论流量 q_c 与理论排量 V_c 和转速 N 成正比,即:

$$q_c = V_c \cdot N \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

E.4 流量与漏失量

在压力不为零时,实际流量 q_v 等于理论流量 q_c 与漏失量 q_s 之差,即:

$$q_v = q_c - q_s \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

漏失量 q_s 是以下参数的函数:

——转子与定子之间的过盈;

——抽取液体的黏度;

——密封腔之间的压差;

——橡胶的物理特性;

——橡胶厚度;

——泵的几何尺寸。

注:漏失量被认为与转速无关。

E.5 额定压头

额定压头的单位为 MPa。

E.6 输入扭矩

输入扭矩 M 按式(E.5)计算如下:

$$M = \frac{k \cdot Q_c \cdot \Delta p}{N} \quad \dots\dots\dots (E.5)$$

式中:

M ——输入扭矩,单位为牛[顿]米(N·m);

Q_c ——泵的日产液量,单位为立方米每天(m^3/d);

Δp ——泵的压差,单位为兆帕(MPa);

N ——泵每分钟的转数,单位为转每分(r/min);

k ——取值 110.6。

E.7 自由气体

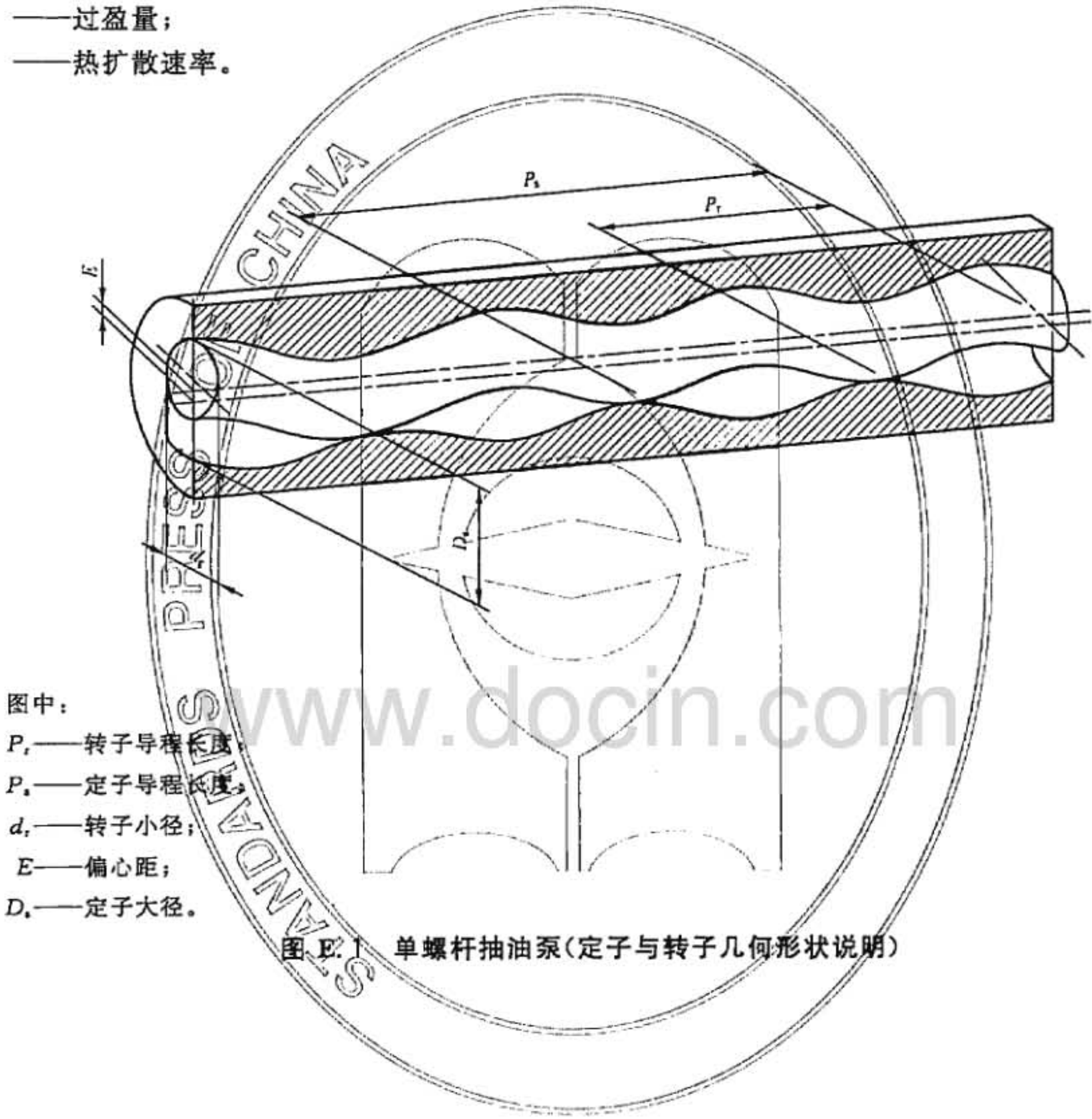
自由气体占据了密封腔内一定的空间,这将会降低液体的排量。在实际中,当存在自由气体时,应

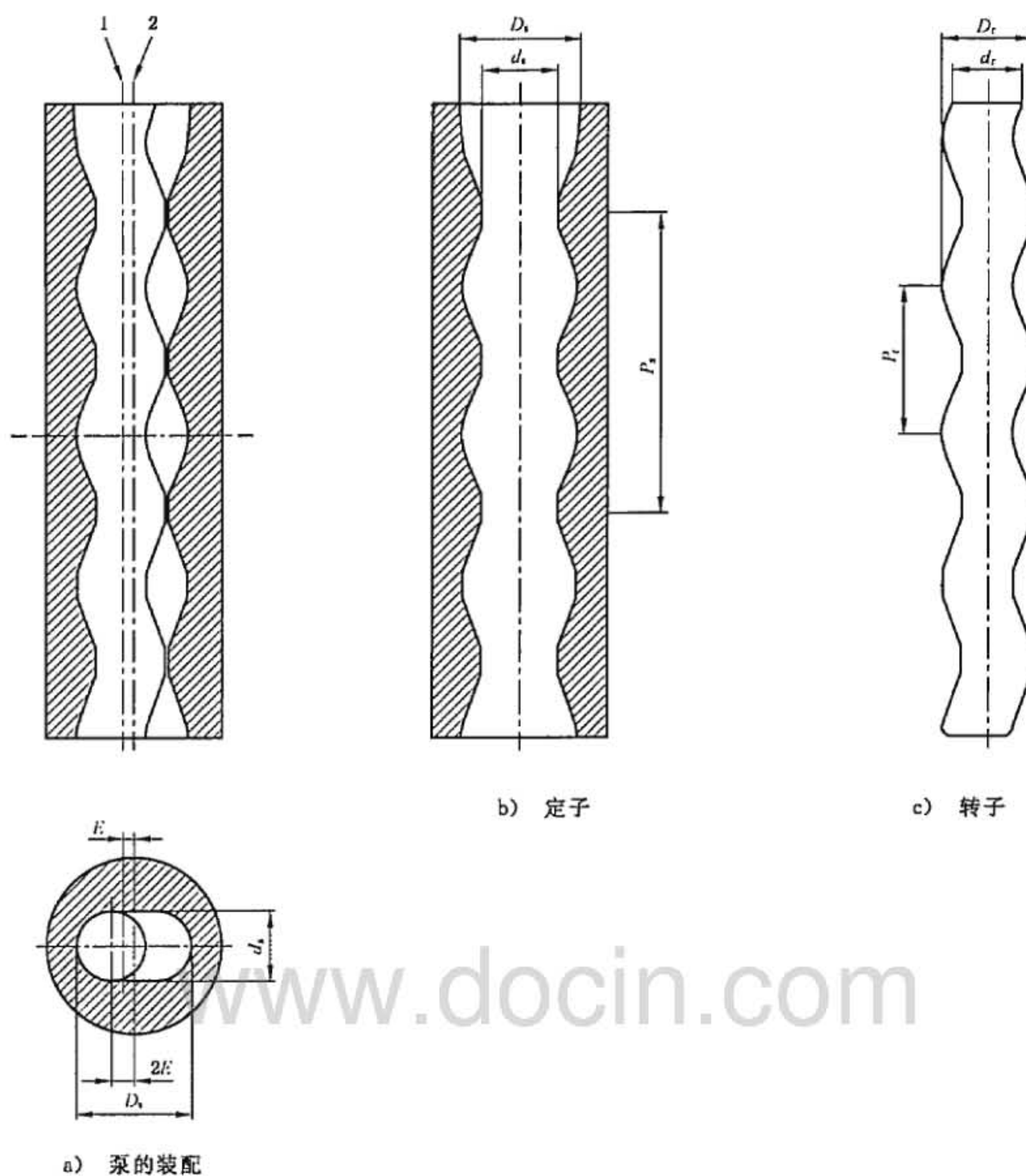
尽量减少进入泵内气体的含量。因此,要注意以下几方面的问题:

- 把泵下到泡点或射孔段以下;
- 当要使环形截面的面积最大时,将尾管下到射孔段以下使用;
- 使用井下气体分离器或灌注泵。

有时即使采用以上的措施,泵的入口处气液比仍然过高,从而使泵不能有效的冷却和润滑。井液的气油比和泡点可用来计算泵入口处的气液比。气液比的最大值可以视为以下参数的函数:

- 泵的转速;
- 过盈量;
- 热扩散速率。

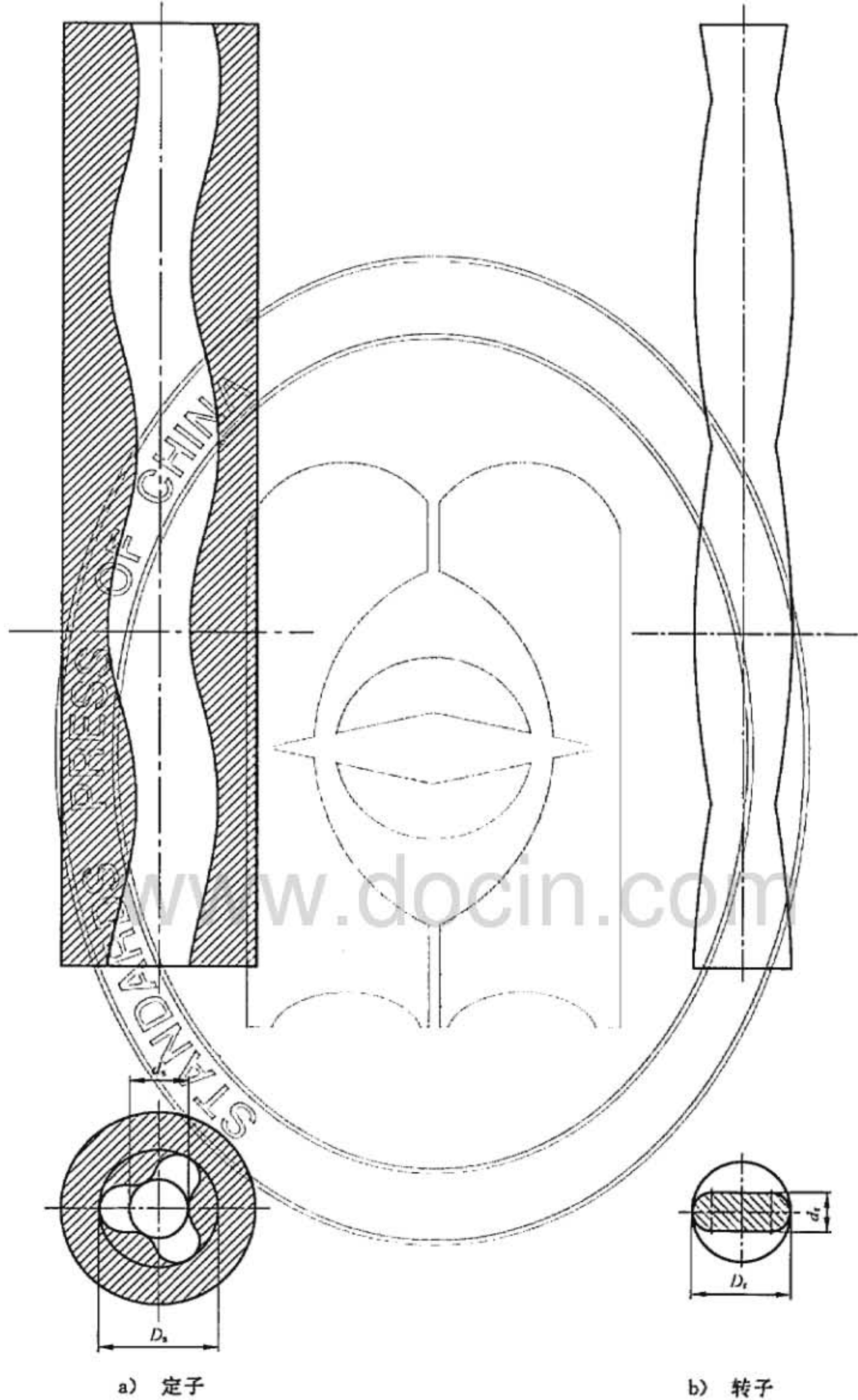




图中:

- 1——转子中心线;
- 2——定子中心线;
- P_r ——转子导程长度;
- P_s ——定子导程长度;
- d_r ——转子小径;
- d_s ——定子小径;
- E ——偏心距;
- D_r ——转子大径;
- D_s ——定子大径。

图 E.2 1-2 泵



图中：
 d_s ——定子小径；
 D_s ——定子大径；
 d_r ——转子小径；
 D_r ——转子大径。

图 E.3 2-3 泵

附 录 F
(资料性附录)
螺杆泵系统描述

F.1 总述

螺杆泵有两个螺旋件,其中一个在另一个中间旋转,定子与转子的轴线相互平行且间隔一定的距离,外螺旋件(定子)比内螺旋件(转子)多一条螺旋线(或瓣)。不论它们的螺旋线数目是多少,它们的差值总为 1。流体从吸入端流向排出端,吸入端与排出端之间由定长的密封线隔离。

为了提高泵的工作效率,入口处压力要为正值,泵应下到动液面以下。流体在转子和定子之间为泵提供润滑和冷却。泵的入口处压力不足,流体将不能充分有效地进入密封腔内,由于温度的连续升高,将导致定子的弹性体材料失效。

安装转子时,要使其螺旋线与定子的螺旋线完全接触。转子和定子的导程长度比等于它们的横截面瓣数之比。

螺旋副的横向截面由两条共轭的内摆线合成的轮廓线构成,生成圆(滚圆)的半径等于两个螺旋件纵轴之间的距离。

两个螺旋件轮廓线的螺旋运动形成了空腔,空腔的长度与外螺旋件的导程长度相等。当转子在定子中旋转时,空腔将向着排出端的方向沿定子做螺旋移动而不改变形状。

当转子旋转大于一圈时,螺杆泵在压力下排液。但只有在转子旋转第一圈之后,压力才会上升,这种运动导致密闭腔室顺序形成并沿轴线从吸入端向排出端移动。

基于以上的原理,旋转的正排量螺杆泵有以下特点:

- 可逆的,并可自吸启动;
- 无需单向阀;
- 流量均匀,脉动与冲击可以忽略;
- 当同时含有固体和气体时,也能输送黏度很低或黏度很高的不同流体。

如图 F.1 中所示的螺杆泵,定子固定不动,转子导程为右旋,并沿顺时针方向旋转。当转子旋转时,在两个螺旋件之间形成的密闭腔室,在左端是开启的,第一个腔室内开始减压充液,进入输送态,随后腔室封闭,并从吸入端移动至排出端。

如果转子沿相反的方向旋转,同理,密封腔就会从右向左移动。因此,泵的运动具有可逆性。

通过驱动轴及抽油杆柱的旋转,驱动头把动力传递给泵。泵的几何形状和工作原理的进一步说明参见附录 E。

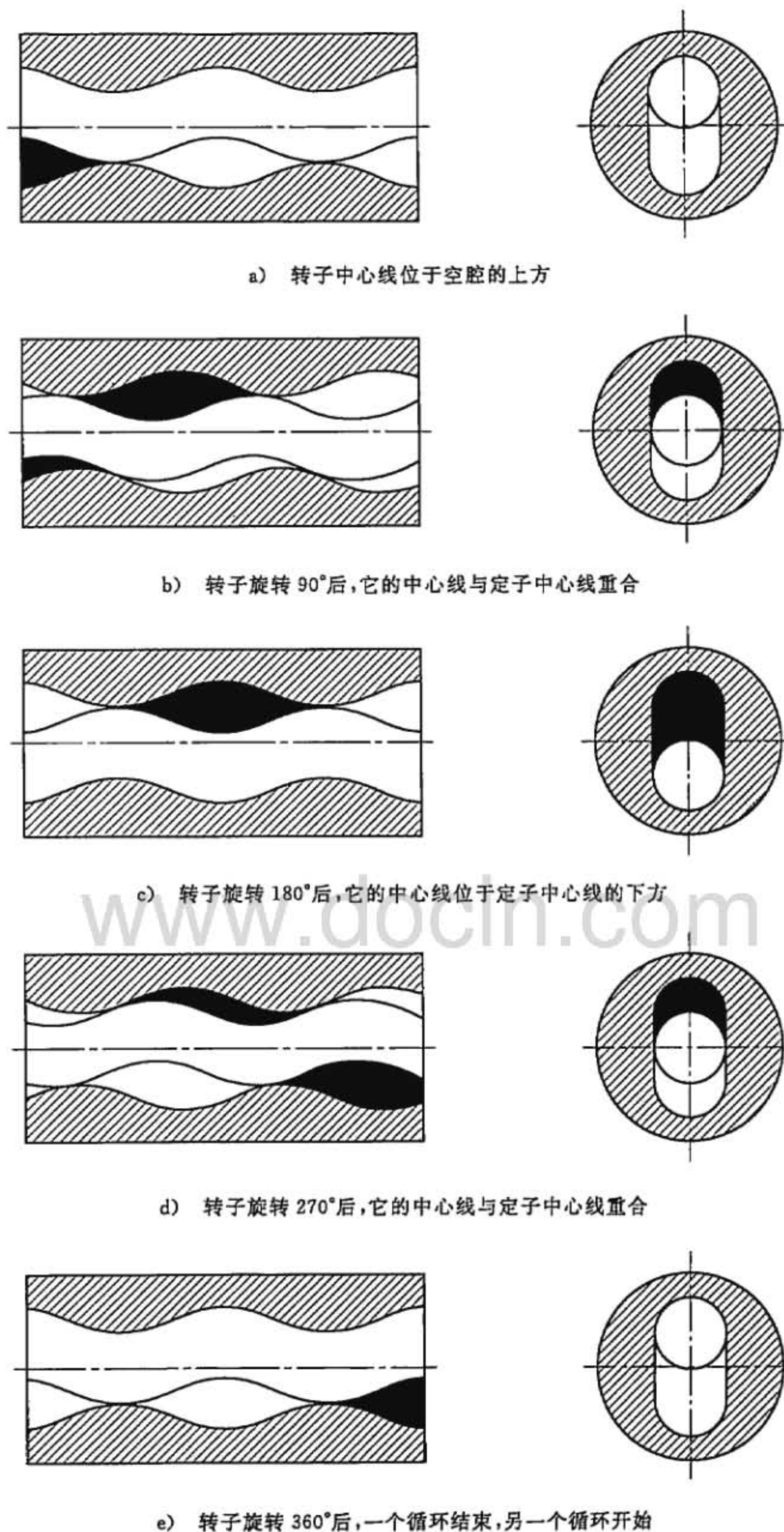


图 F.1 泵的工作原理

F.2 设计理论

要形成密封腔应具备两个条件(见图 F.2):第一个条件是转子要比定子少一个瓣,并且转子的每一个瓣应与定子的内表面接触;第二个条件是转子和定子应形成一对纵向的螺旋啮合副。

内摆线 H_1 有 n 个瓣,基圆为 C_1 (圆心为 O_1 ,半径为 R_1),内摆线 H_1 与内摆线 H_2 相接触, H_2 有 $(n-1)$ 个瓣, H_2 的基圆为 C_2 (圆心为 O_2 ,半径为 R_2),两圆之间的关系: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{n-1}{n}$ 。两条内摆线互相啮合,其中一条包含在另一条之内。如果 H_1 固定不动,那么当 H_2 沿某一方向旋转时,它的中心 O_2 沿圆心为 O_1 、半径为 O_1O_2 的圆向相反的方向运动, O_1O_2 即为螺杆泵的偏心距 E 。

运动过程中, H_2 的顶点始终与 H_1 接触,这两条曲线形成了三个可变的密闭区域 S_1 、 S_2 、 S_3 ,它们的面积之和为常数。通常用 H_1 、 H_2 的外等距线 E_1 、 E_2 来分别表示定子、转子的外形轮廓,外等距圆 C 的直径为 D 。

在某一相对位置, E_1 、 E_2 二个截面轮廓线在旋转过程中沿轴向螺旋移动,它们的导程之比等于相应的瓣数之比。

在两个螺旋副之间,螺旋曲线表面之间形成 S_1 、 S_2 、 S_3 密封腔,它的长度等于定子的导程。

为了达到泵的整体密封性,转子在定子中的啮合长度至少应等于定子的一个导程长度。泄漏往往发生在定子与转子形成的高压腔与低压腔的啮合线上。

如果要将固体输送到地面,应增大泵上方抽油杆和油管之间环形区域内液体的流速,因此,应考虑下列因素:

- 固体颗粒的大小与密度;
- 流体的速度;
- 环形截面的面积。

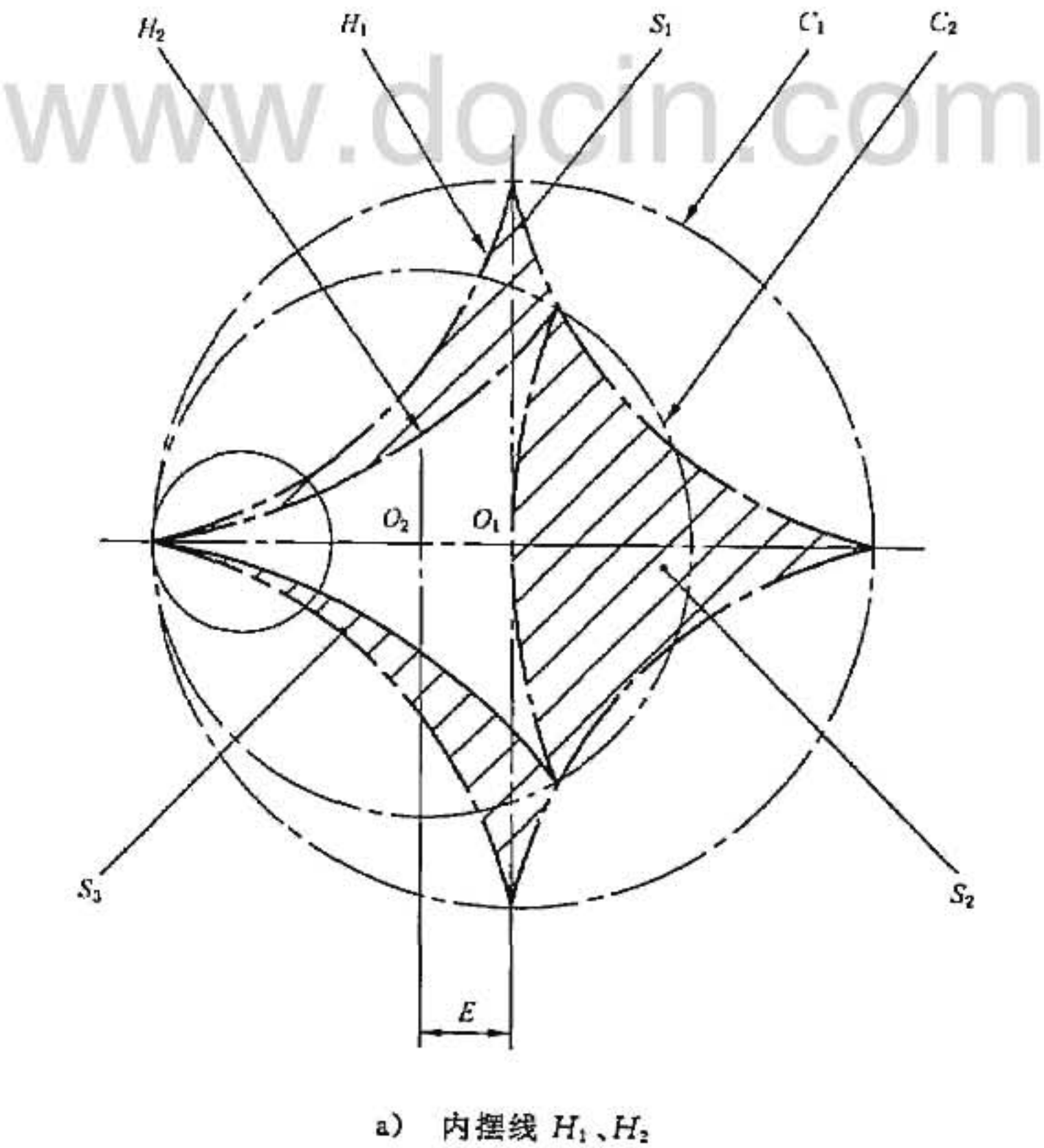
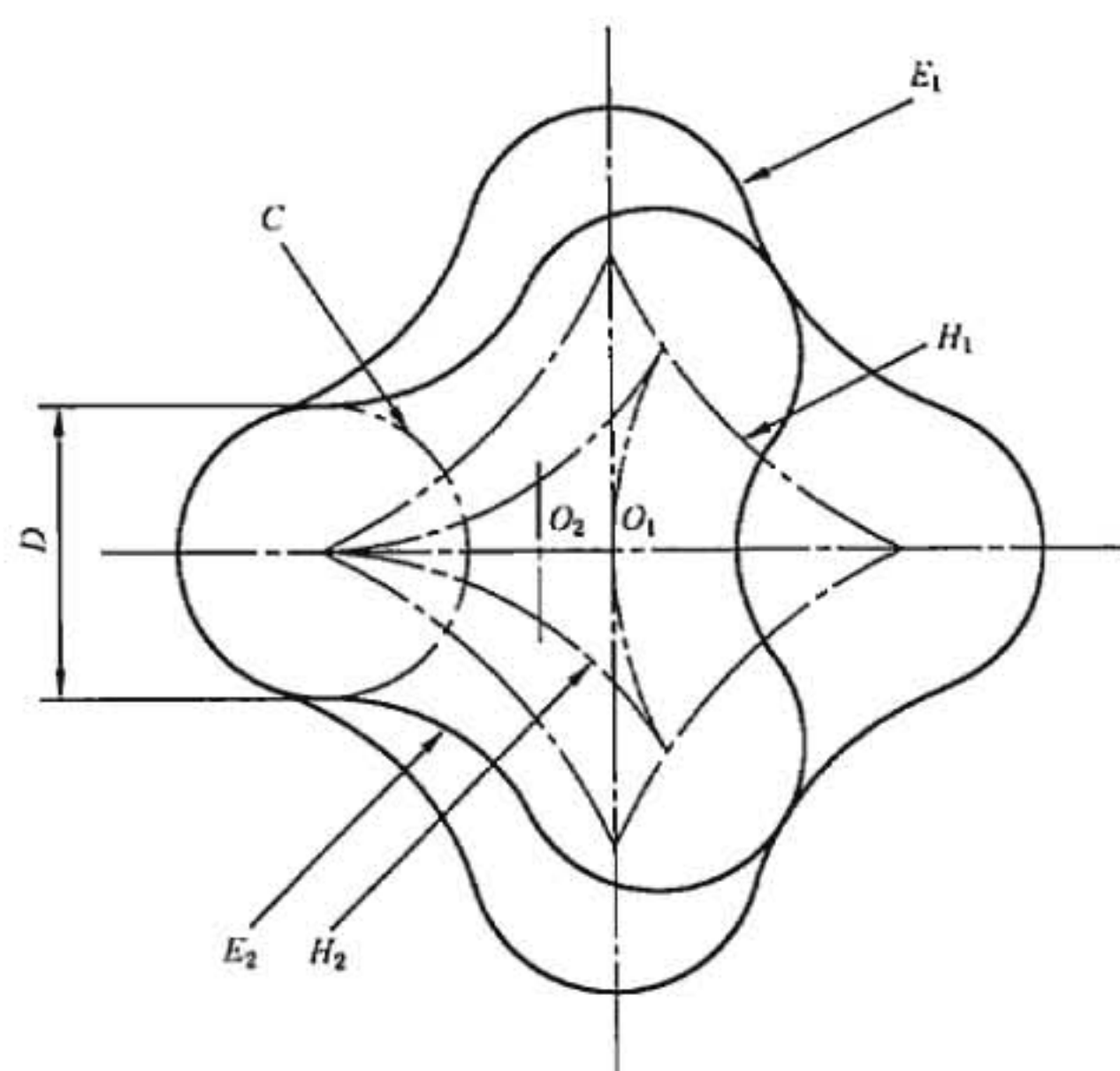


图 F.2 螺杆泵的理论几何形状



b) 内摆线的包络线 E_1 、 E_2

图 F. 2(续)

www.docin.com 中华人民共和国
国家标准

石油天然气工业井下设备 人工举升
用螺杆泵系统 第1部分：泵

GB/T 21411.1—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码：100045

网址 www.spc.net.cn

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 51 千字

2008年5月第一版 2008年5月第一次印刷

*

书号：155066·1-31156 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话：(010)68533533



GB/T 21411.1-2008