



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3156—2009

石油化工离心泵和转子泵用轴封系统 工程技术规范

Engineering specification of pumps-shaft sealing systems of
centrifugal and rotary pumps for petrochemical industry



2009-12-04 发布

2010-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 替代设计.....1

5 密封系统分类及选用准则.....1

5.1 密封种类、型式与配置方式.....1

5.2 密封选用准则.....2

6 基本设计.....2

6.1 一般要求.....2

6.2 材料.....3

6.3 密封种类的设计要求.....4

7 密封配置结构设计.....4

7.1 配置方式 1.....4

7.2 配置方式 2.....4

7.3 配置方式 3.....5

8 辅助系统及设备和仪表.....5

8.1 辅助管道系统.....5

8.2 密封冲洗冷却系统.....5

8.3 急冷系统.....6

8.4 冷却水系统.....6

8.5 辅助设备附件.....6

8.6 仪表和控制.....6

9 检验、试验和发货准备.....6

9.1 总则.....6

9.2 检验.....7

9.3 试验.....7

9.4 发货准备.....8

10 卖方的资料.....8

附录 A（资料性附录）密封代码、结构与代号.....9

附录 B（资料性附录）三类密封的特点.....10

附录 C（资料性附录）主要材料对照.....12

附录 D（资料性附录）管法兰标准和压力等级对照.....14

附录 E（资料性附录）配管材料对照.....15

用词说明.....16

前 言

本规范是根据国家发展和改革委员会办公厅《2006 年行业标准项目计划》(发改办工业[2006]1093 号),由中国石油化工集团公司组织中国石化集团上海工程有限公司主编。

本规范共分 10 章和 5 个附录。5 个附录均为资料性附录。

本规范主要内容包括:

- 密封的分类、性能设计、结构设计、材料选用以及重要零部件的合理设计及配置等多个方面应遵循的原则;
- 提出了作为密封重要组成部分的辅助系统、附件和仪表等方面应遵守的准则;
- 对密封的检验和试验、包装、运输及资料等方面提出了要求。

本规范主要引用美国石油学会标准 API Std 682—2004,并结合中国石油化工行业的特点,补充或制定了一些新的规定。

本规范由中国石油化工集团公司机械技术中心站管理,由中国石化集团上海工程有限公司负责解释。

本规范在实施过程中,如发现需要修改补充之处,请将意见和有关资料提供给管理单位和主编单位,以便今后修订时参考。

管理单位:中国石油化工集团公司机械技术中心站

通讯地址:上海市延安西路376弄22号10楼

邮政编码:200040

电 话:021—32140342

传 真:021—62485259

主编单位:中国石化集团上海工程有限公司

通讯地址:上海市浦东新区张杨路769号

邮政编码:200120

参编单位:中国石化工程建设公司

中国石化集团宁波工程有限公司

中国石化集团洛阳石化工程公司

四川日机密封件有限公司

约翰克兰(中国)有限公司

丹东克隆集团有限责任公司

主要起草人:陈伟 范德明 蒋国 岳平 黄水龙 张景安 张有华 于业明 王慧

主要审查人:盛志伟 周家祥 邢桂坤 王 光 杨立民 漆明贵 寇东滨 赵秋鹤 夏东辉

本规范为首次发布。

石油化工离心泵和转子泵用轴封系统工程技术规范

1 范围

本规范规定了石油化工离心泵和转子泵用轴封系统在设计、选用、制造、检验和试验等方面的要求。

本规范适用于密封腔工作温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ ，工作压力 $0.14\text{MPa (A)}\sim 4.2\text{MPa (A)}$ ，轴径 $20\text{mm}\sim 110\text{mm}$ ，且可靠性要求高（如输送爆炸危险性介质、有毒介质等）的离心泵、转子泵用轴封系统的工程设计和采购。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。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规范，然而，鼓励根据本规范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规范。

GB 5661 轴向吸入离心泵机械密封和软填料用的空腔尺寸

ISO 286-2 ISO system of limits and fits—Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for holes and shafts

ISO 3069 End-suction centrifugal pumps—Dimensions of cavities for mechanical seals and for soft packing

ISO 13709 Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries

API Std 610 Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries (等同于 ISO 13709)

API Std 682—2004 Pumps—Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary Pumps

ASME B73.1M Specification for Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process

ASME B73.2M Specification for Vertical In-line Centrifugal Pumps for Chemical Process

EPA Method 21 Appendix A of Title 40, Part 60 of the U.S. Code of Federal Regulations, Environmental Protection Agency, United States 6)

3 术语和定义

API std 682—2004 第3章确立的术语和定义适用于本规范。

4 替代设计

卖方可以根据经验，提供对有关各方（买方/卖方）都有利的替代设计。卖方提供的替代设计的信息应包括详细技术说明、使用业绩和应用的标准规范。买方将评估此替代设计方案，决定是否采用。

5 密封系统分类及选用准则

5.1 密封种类、型式与配置方式

5.1.1 密封种类 (Seal Categories) 按 API Std 682—2004 第4.1.2条，可分为第一类密封 (Category 1)、第二类密封 (Category 2) 和第三类密封 (Category 3) 三种。

第一类密封：用于非 API Std 610 (等同 ISO 13709) 尺寸密封腔，其密封腔尺寸应满足 ISO 3069-C、GB 5661、ASME B73.1M 或 ASME B73.2M 的要求，且密封腔温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 260^{\circ}\text{C}$ ，密封腔压力

≤2.2MPa (A) 的场合。

第二类密封：用于满足 API Std 610 尺寸要求的密封腔，且密封腔温度为-40℃~400℃，密封腔压力≤4.2MPa (A)。

第三类密封：用于满足 API Std 610 尺寸要求的密封腔，且密封腔温度为-40℃~400℃，密封腔压力≤4.2MPa (A)，但对密封的认证试验及图纸资料的要求更加严格。

三类密封的特点参见附录 B。

5.1.2 密封型式 (Seal Types) 按 API Std 682—2004 第 4.1.3 条，可分为 A 型 (Type A)、B 型 (Type B) 和 C 型 (Type C) 三种，均为平衡型、内装集装式机械密封。

A 型采用多弹簧，止推环式补偿结构，补偿装置为旋转式，辅助密封圈为弹性 O 形圈；

B 型采用无止推环，波纹管补偿结构，补偿装置为旋转式，辅助密封圈为弹性 O 形圈；

C 型采用无止推环，波纹管补偿结构，补偿装置为静止式，辅助密封件为柔性石墨。

A 型和 B 型密封的使用温度应小于或等于 176℃，C 型密封应小于或等于 400℃。

5.1.3 密封配置方式 (Seal Arrangements) 按 API Std 682—2004 第 4.1.4 条，可分为配置方式 1 (Arrangement 1)、配置方式 2 (Arrangement 2) 和配置方式 3 (Arrangement 3) 三种。

配置方式 1，每套集装式密封中有一对摩擦副 (即单密封)。

配置方式 2，每套集装式密封中有两对摩擦副 (双密封)，且两对摩擦副之间的缓冲流体压力低于密封腔的压力 (即无压双密封)。

配置方式 3，每套集装式密封中有两对摩擦副，且在两对摩擦副之间的隔离流体压力高于密封腔的压力 (即有压双密封)。

5.1.4 密封组合方式 (Orientation) 可按 API Std 682—2004 第 4.1.5 条规定。

5.1.5 密封结构与代号，以及密封代码参见附录 A。

5.2 密封选用准则

5.2.1 在规定工况下，不更换和不维修易损件的情况下，密封及其系统预期不间断连续操作运转周期应大于或等于 25 000h。

5.2.2 密封种类、型式、配置、冲洗方案、材料的选择应符合泵数据表或密封数据表中相应的要求，选择程序按 API Std 682—2004 附录 A，并应符合本规定第 5.2.3 至 5.2.5 条的要求。

5.2.3 下列工况宜选择双机械密封 (配置方式 2 或配置方式 3)：

- 由于液体的物化性能，采用单密封无法满足预期连续运转周期 25 000h 时；
- 当泵送液体不允许漏入大气时；
- 当泵送液体不允许漏入隔离区时，则只选择配置方式 3。

5.2.4 下列条件下，可考虑用干气密封替代标准的液体润滑双密封：

- 当用于密封腔饱和蒸气压力大于 0.5MPa (A) 的烃类液体和 C4 或更轻的烃类场合，可采用液体润滑的密封与干气密封的组合装置；
- 有压双干气密封，带压力氮气隔离时，可用于工作温度下饱和蒸气压力小于或等于 0.1MPa (A) 的场合。

注：应特别注意确保氮气供应的可靠性。

5.2.5 优先选用第一、二类密封。通常，第三类密封仅用于可靠性要求极高的场合。

6 基本设计

6.1 一般要求

6.1.1 总体说明

6.1.1.1 所有机械密封应为集装式，泵的设计应能保证装拆密封时不用移动驱动装置及管线。

6.1.1.2 当端面平均直径处的线速度超过 23m/s 时，应采用静止式补偿元件。

6.1.1.3 在下列工况下，宜采用静止式补偿元件：

- a) 密封的平衡直径超过 115mm 时;
- b) 因管道载荷、热变形等原因导致泵壳或端盖变形或偏心时;
- c) 密封腔安装表面与轴保持垂直存在困难 (尤其是高速旋转时会更困难) 时;
- d) 密封腔端面跳动量不能满足本规定 6.1.2.3 条要求时。

6.1.1.4 密封端面和密封载荷系数的关系、O 形密封圈的尺寸和材质的关系应符合 API Std 682—2004 第 6.1.1.7~6.1.1.11 条的要求。

6.1.2 密封腔和端盖

6.1.2.1 除另有规定外, 密封腔由泵制造商提供, 端盖由密封制造商提供。

6.1.2.2 机械密封的可靠性受其旋转部件和密封腔、密封端盖的间隙影响, 对于第二和第三类密封, 旋转部件与密封腔、密封端盖的最小径向间隙 (半径差) 应为 3mm; 对于第一类密封, 最小径向间隙 (半径差) 允许小于 3mm。

注: 操作工况比较恶劣时, 比如固体颗粒含量高或密封面产生过高热量, 满足本规定最小径向间隙要求特别重要。

6.1.2.3 密封腔/端盖与轴应确保同心, 其同心度偏差应小于或等于 0.125mm; 密封腔端面跳动量 (TIR) 应小于或等于 0.5μm/mm。

6.1.2.4 对于配置方式 1、2 的介质侧接触式湿密封, 密封腔压力应高于或等于液体最高饱和蒸气压力的 130%, 或密封腔温度至少比介质最低气化温度低 20℃。当工艺上无法满足时, 卖方应通过合理选择密封和冲洗方案予以解决。同时对于旋转式密封, 为最大限度的带走密封端面处的热量, 第一、二类密封宜采用多孔均匀冲洗系统, 第三类密封应采用多孔均匀冲洗系统, 其冲洗孔径均应大于或等于 3mm。

6.1.2.5 在操作过程中, 无论泵的入口压力是否低于大气压, 泵的密封腔的压力应至少比大气压高 35kPa。

6.1.3 集装式密封的轴套

6.1.3.1 密封轴套应由密封制造商提供。轴套一端应与泵轴密封住, 轴套组件应伸出密封端盖的外表面。

6.1.3.2 轴套与轴的径向配合为间隙配合 (ISO 286—2 的 F7/h6), 轴向一般采用定位螺钉定位, 轴与轴套间采用弹性 O 形圈或柔性石墨环密封。

6.1.3.3 轴套应沿其整个长度方向全部机加工并磨光, 保证轴套的内孔与轴套外径同心, 外径的径向跳动量应小于或等于 25μm。

6.1.4 非补偿静环

6.1.4.1 非补偿静环密封面的平面度是保证密封达到低泄漏和良好密封性能的关键, 环的防转机构的设计应尽量减小密封面的变形。

6.1.4.2 非补偿静环的布置方式及其在密封端盖上的安装方式, 应考虑环的冷却, 并避免热变形。

6.1.5 补偿元件

补偿元件应为多弹簧或波纹管。只有当卖方有经验, 且经买方书面批准方可采用单弹簧补偿元件。

6.2 材料

6.2.1 选择材料的依据是接触流体的性质, 如操作温度、压力、化学性能、润滑性能等。材料应符合 API Std 682—2004 附录 B 的规定。具体材料可选用同等或较高性能的所在国材料来替代 (参见附录 C)。

6.2.2 密封端面

6.2.2.1 每套密封装置包括一个动环和一个静环, 一般工况下要求其中一个密封环应为高等级防起泡石墨环; 对第二类和第三类密封, 另一密封环应为反应烧结的碳化硅 (RBSiC); 对第一类密封, 另一密封环允许采用常压烧结碳化硅 (SSSiC)。制造商在数据表上应明确每套密封所用的碳化硅的类型。

6.2.2.3 对于含有颗粒、高粘度介质和高压工况, 应采用硬对硬的密封端面。一般采用碳化硅对碳化硅。如果卖方有经验, 且经买方书面批准, 也可采用碳化硅对碳化钨。

6.2.3 密封轴套

密封轴套宜采用 316、316L 或 316Ti 等不锈钢材料。

6.2.4 弹簧

多弹簧宜采用 C-276 合金、单弹簧使用 316 不锈钢材料。

6.2.5 金属波纹管

除非另有规定, B 型密封应采用 C-276 合金, C 型密封应使用 718 合金。

6.2.6 辅助零部件

O 形圈宜采用氟橡胶(FKM)材料制造。若因工作温度和化学兼容性限制不能使用氟橡胶时, 可采用全氟化橡胶(FFKM), 其最高工作温度可达 290℃。

当全氟橡胶价格太高或其性能存在问题时, 如果卖方有经验, 经买方书面批准时, 可选用其它材料, 如四氟乙烯(TFE)喷涂 O 形圈、丁腈橡胶(NBR)、氢化丁腈橡胶(HNBR)、乙烯高聚合物(EPM/EPDM), 柔性石墨等。

6.2.7 密封端盖

合金泵密封端盖的材料应与密封腔相同, 或者采用防腐性能和机械性能更好的材料。其它材料泵的密封端盖应采用 316, 316L 或 316Ti 等材料, 端盖和密封腔之间采用 O 形圈密封结构, 当温度超过 175℃ 时, 应使用柔性石墨填充的 304 或 316 不锈钢缠绕垫圈。

6.2.8 螺栓连接的密封腔

螺栓材料选择原则与密封端盖的材料选择原则相同, 在高温条件下应考虑密封腔、泵及连接螺栓用不同材料时的热膨胀性能, 以避免产生热应力等问题。

6.2.9 其它零件

弹簧座、传动销、防转销和内部定位螺钉应采用 316 或更好材料。

当硬化碳钢定位螺钉不适用工作环境时, 应采用沉淀硬化不锈钢(如 PH17-4)。

6.2.10 焊接

管件、承压部件、旋转部件的焊接、焊接修补、检验、试验等应符合 API Std 682—2004 第 6.1.6.10 条的要求。

6.3 密封种类的设计要求

密封的详细结构设计要求按 API Std 682—2004 第 6.2 条。

7 密封配置结构设计

7.1 配置方式 1

7.1.1 密封轴套应设计成整体式。

7.1.2 密封端盖上应安装有节流衬圈。除另有规定外, 第一类密封可采用固定的石墨衬圈; 第二类密封应采用固定的无火花金属衬圈; 第三类密封应采用小间隙浮动石墨衬圈。

7.1.3 除另有规定外, 应提供冲洗、排气、放净的管接口和螺塞。

7.2 配置方式 2

7.2.1 概述

7.2.1.1 除另有规定外, 内侧密封应为接触式湿式密封(2CW-CW 或 2CW-CS)并具有防负压的平衡结构特征, 即当承受 0.275MPa 的负压差时, 密封面不会打开或移动。

7.2.1.2 除另有规定外, 外侧密封应为带液体缓冲系统的接触式密封。如果没有提供液体缓冲系统, 则应采用非接触式外侧密封。

7.2.2 密封轴套

轴套应设计成整体式。为安装内侧密封件, 也可在轴套的固定端安装一个辅助的卡式轴套。

7.2.3 密封腔和密封端盖

如果轴向空间有限, 配置方式 2 可不采用节流衬圈。但在低温工况下, 为防结冰, 宜加设急冷

(Quench) 措施。

7.2.4 对于采用缓冲液体的接触式湿式密封(2CW-CW),缓冲液进口和出口(紧靠密封腔处)的最大温差应为:缓冲液为乙二醇、水或柴油时为 8°C ,缓冲液为矿物油时为 16°C 。其缓冲液出口应为切线出口方向。

7.2.5 对于外侧为干运转而内侧为湿式的接触式密封(2CW-CS)或内侧为非接触式密封(2NC-CS),应在缓冲气密封腔内安装不产生火花的金属节流套,节流套内径应留有 1.5mm 的径向间隙(半径差)。

7.3 配置方式3

7.3.1 概述

7.3.1.1 隔离流体可以是液体或气体。对于介质中含有固体颗粒,不宜采用气体作为隔离流体。

7.3.1.2 内侧密封应具有防负压差的平衡结构特征,在负压差下不使密封面打开,通常隔离流体压力应比密封腔压力高 $0.14\text{MPa}\sim 0.41\text{MPa}$ 。

7.3.1.3 若买方有要求,经卖方同意,两个补偿环可采用相同的设计方法。

7.3.2 密封轴套

轴套应设计成整体式。为安装内侧密封件,也可在轴套的固定端安装一个辅助的卡式轴套。

7.3.3 密封腔和密封端盖

当泵送液体有毒或难以密封时,或买方有要求时,可在配置方式3的密封腔的泵送液体侧通入冲洗液,以便把泵送液体和内侧密封件隔开或带走热量。

7.3.4 对于带有液体隔离液的接触式湿式密封结构(3CW-FB, 3CW-FF, 3CW-BB),隔离液进口和出口(紧靠密封腔处)的最大温差应为:隔离液为乙二醇、水或柴油时为 8°C ,隔离液为矿物油时为 16°C 。其隔离液出口应沿切线方向开设。

面对背结构的(3CW-FB)密封,其颗粒杂质在离心力作用下向外甩出,对内侧密封影响较小,是标准型密封型式。但背靠背(3CW-BB)和面对面(3CW-FF)的结构紧凑,在配置方式3类的密封中也使用较多。

7.3.5 对于带有气体隔离的非接触式密封结构(3NC-FB, 3NC-FF, 3NC-BB),标准型密封结构为背靠背结构(3NC-BB),也可采用面对面结构(3NC-FF)。

8 辅助系统及设备和仪表

8.1 辅助管道系统

8.1.1 辅助管道系统分密封冲洗冷却系统、急冷系统和冷却水系统。辅助管道系统包括输送管道、接管、切断阀、控制阀、安全阀、温度计及热电偶、压力表、可视流量指示器、孔板、双密封隔离/缓冲流体罐和所有相关的排气和放空口。

8.1.2 辅助管道系统及其支撑应由密封制造厂提供,由泵供应商负责安装在泵的底座上,并以法兰形式和用户管道连接。

8.1.3 法兰标准、压力等级应符合数据表中规定的要求。经买方书面批准,也可采用对应等级的其他法兰标准,参见附录D。

8.1.4 螺纹连接只限于管道与密封压盖的连接。填料压盖板前的最后一个法兰连接应该是在填料压盖板的侧面采用活套法兰连接,以便于维修后能进行准确的对正。其余管道应采用焊接连接或法兰连接。

8.1.5 除买方书面批准外,不得采用承插焊接结构,也不得采用软管。

8.1.6 设备和管道的布置应能保证操作和维护所需足够的空间。

8.1.7 辅助管道系统的其他所选材料应符合API Std 682—2004表4的规定,并可参考本规定附录E。

8.2 密封冲洗冷却系统

8.2.1 密封冲洗方案及其配置图按API Std 682—2004附录G。

8.2.2 缓冲/隔离系统应采用机械强制循环方式。

8.2.3 对于设置内部循环装置（如泵送环）来保持循环的密封系统，其入口应在密封底部，出口设在顶部。这样一旦泵轴不旋转时，仍能排气并起虹吸效果。

8.3 急冷系统

当买方有规定，或密封制造厂认为需要时，应为密封压盖提供一个外部急冷系统，并符合下列要求：

- 直接冷却密封端面和辅助密封圈；
- 当水作为急冷液时，应设置排水接口以排放急冷水；
- 当用蒸汽急冷时，若空间允许则在压盖上应设置防结焦挡板。

8.4 冷却水系统

冷却水系统设计条件应符合买方的公用工程条件。

8.5 辅助设备附件

8.5.1 旋液分离器

除非另有规定，旋液分离器在密封冲洗系统中还应作限流装置。分离器的压差应大于或等于 0.17MPa，如果压差大于旋液分离器的设计压差，应加孔板降压。双支承泵，当配旋液分离器时，两端都应分别配备。旋液分离器材料的耐蚀性和耐磨蚀性应高于或等于泵的过流部件材料，且至少应为奥氏体不锈钢。

旋液分离器适用于固体颗粒的密度大于或等于液体密度两倍的场合。

8.5.2 限流孔板

限流孔板应符合 API Std. 682—2004 的 8.5.2 条的要求，其作用是限制密封冲洗液的循环速率，控制密封腔压力。

8.5.3 密封冲洗冷却器

密封冲洗冷却器应符合 API Std 682—2004 第 8.5.3 条的要求。冷却器可独立设置，也可采用与缓冲/隔离液罐结合的结构；冷却器应按密封冲洗流量来确定其规格，但每个密封的冲洗量应至少为 8l/min。

8.5.4 缓冲/隔离液罐

缓冲/隔离液罐应符合 API Std 682—2004 第 8.5.4 条的要求。

买方应在数据表上说明缓冲/隔离液的特性，罐选择标准按 API Std 682—2004 附录 A 中的表 10。

8.5.5 缓冲/隔离液和密封冲洗液强制循环装置

8.5.5.1 若采用双密封或冲洗方案 23 的单密封，应设置强制循环装置。强制循环装置有三种方式：内部循环装置、外循环泵、外部流动液源。在启动和所有操作条件下，强制循环装置均应能提供足够的缓冲/隔离液流量。还应符合以下要求：

- 采用内部循环装置时，对于变速，或转速低于 1500r/min 的泵应仔细校核泵送环的泵送能力；
- 采用外部循环泵时，当外部强制循环泵失效时，应考虑主泵的联锁设施；
- 若采用外部流动液源，应注意液源的特性及压力、温度等因素。

8.5.5.2 对于非接触式密封的缓冲/隔离气系统，宜由密封制造商提供，但买卖双方应对相关仪表和总体布置等协商一致，且应符合 API Std 682—2004 第 8.6.6 条的规定。

8.6 仪表和控制

仪表和控制应符合买方相应工程规定。如果买方没有要求，则应符合 API Std 682—2004 第 9 章的规定。

9 检验、试验和发货准备

9.1 总则

除另有规定外，买方代表有权进入卖方工厂（包括分包商）设备的制造、检验和试验现场，对于参与“见证”试验或“观察”试验的项目，卖方应说明参与程度，提供计划进度并提前二周通知买方。

除另有规定外,买方对合同工作密封进行的液压试验应包括液压试验和气密性试验。

9.2 检验

承压元件应完成所有检验项目后方可涂漆。检验应符合 API Std 682—2004 中 10.2 条的规定或相应的国家或行业标准规定。

9.3 试验

9.3.1 液压试验

密封承压件应进行液压试验,试验压力应大于或等于最高允许操作压力的 1.5 倍,应至少维持 30min,且无泄漏迹象。

9.3.2 气密性试验

机械密封最终装配完成后,制造商应对密封进行气密性试验,并应符合以下要求:

- 密封在装配时需经全面检验、清洗、确认端面上没有油脂渍。应校对所有工程密封的型号、尺寸、材料、垫片及零件编号等;
- 在对集装件、密封腔、端盖等不作任何修改的情况下,试验装置应能对整个集装密封进行试验;
- 对配置方式 2、3 的密封,应对每段密封进行单独试验;
- 每段密封应单独引入清洁空气或氮气,加压到 0.17MPa (G),切断气源,保压时间应大于或等于 5min,压降应小于或等于 0.014 MPa;
- 气密性试验合格后,密封件不允许再拆开,贴上“气密性试验合格”字样的标签,注明试验日期、及检验人员姓名。

9.3.3 认证试验 (Qualification Test)

9.3.3.1 总则

9.3.3.1.1 认证试验的目的是验证密封件的总体设计是否合格,性能是否符合 9.3.3.4 条的要求。认证试验不是用户的验收试验。

9.3.3.1.2 第一、二、三类密封均需经过认证试验,其配置、型式、设计和材料等级均应与市场销售的该系列产品完全一致。认证试验应在该系列产品投放市场之前完成。

9.3.3.1.3 对于第一、二类密封,如果某系列密封的动静环组件与类似的第三类密封有互换性,且相同配置的第三类密封进行过认证试验,则该系列密封可不进行认证试验。

9.3.3.1.4 如果投放市场前,该系列密封没有进行过认证试验,经买方书面认可,可以采用以下替代方法:

- 选择 1 种直径最接近合同工作密封尺寸的试验密封进行认证试验;
- 直接采用合同工作密封进行认证试验。

9.3.3.2 试验内容和范围

9.3.3.2.1 试验可在制造商专用试验台上进行,试验液体有水、丙烷、20% NaOH 和矿物油四种,密封介质应按照 API Std 682—2004 表 7 选择;

9.3.3.2.2 认证试验应包括以下三个阶段:

- 动态试验:在恒温、恒压和恒定转速下试验;
- 静态试验:与动态试验相同温度、相同压力下进行零转速试验;
- 循环状态试验:在变温、变压状态下(包括开、停车工况下)试验,对闪蒸性烃类介质、还应包括蒸发和冷凝过程下的试验。

9.3.3.2.3 采用 4 种直径的试验密封进行认证试验,公称直径为 50mm (2in)、75mm (3in)、100mm (4in)、127mm (5in)。介于以上尺寸之间的密封,可以认为与以上尺寸的密封相似;

9.3.3.2.4 试验时,不同配置密封所采用的缓冲/隔离液应符合 API Std 682—2004 的 10.3.1.2.7 条的要求。

9.3.3.3 试验步骤

试验步骤、试验各阶段的试验参数和条件应符合 API Std 682—2004 第 10.3.1.3 条的要求。

9.3.3.4 最低性能要求

9.3.3.4.1 除另有规定外,对单密封进行试验时,允许泄漏量为:

- a) 应用 EPA 21 号方法测量时,蒸气浓度小于或等于 $1\,000\text{ml/m}^3$;
- b) 每段密封的平均液体泄漏量小于或等于 5.6g/h (2 滴/min)。

9.3.3.4.2 除另有规定外,外侧加气的无压双密封,外侧泄漏应小于或等于 $1\,000\text{ml/m}^3$,泄漏气浓度按 EPA 21 号方法测量。

9.3.3.4.3 认证试验完成后,窄环端面,包括外侧加气的无压双密封的窄环端面,磨损量不得超过有效磨损范围的 1%。

9.3.4 泵厂试验

9.3.4.1 除另有规定外,在泵厂车间进行性能或机械运转试验时,应安装合同工作密封,试验成功后不应拆下,随泵一起运输。

9.3.4.2 如果买方要求,泵进行试验时不用合同工作密封,而用公共的试验密封。那么试验结束后应拆下试验密封,装入合同工作密封,并进行空气试验。同时应注明密封是否装上。

9.4 发货准备

9.4.1 制造厂应提交设备抵达工程现场后对设备保管的完整要求和说明。

9.4.2 所有检验、试验完成并经买方验收后,即可进行以下发货准备工作:

- a) 外部表面:机加工的碳钢表面涂以适当防锈涂层,不锈钢表面不涂油漆。其它外表面应涂一层标准油漆;
- b) 设备内部应清洁干净、无鳞皮、焊渣和杂质;
- c) 所有碳钢辅助设备的内表面,应涂以油溶性防锈涂料;
- d) 法兰口应用金属板封口,并带橡胶垫片和至少四个连接螺栓;
- e) 所有螺纹孔应用丝堵封住;
- f) 对于超过 23kg 的设备,应在包装箱上明确标记起吊点和重心位置;
- g) 对于第三类密封,应注明泵位号和系列号;
- h) 单独运输的材料应系上耐腐蚀的金属标签,并备有两份装箱单,一份在箱内,一份在箱外。

9.4.3 辅助管道接口应打上钢印或固定上永久的标签,其内容与制造商的接管表和总布置图一致。

9.4.4 密封制造商的安装说明书应和设备一起包装和发运。

10 卖方的资料

除另有规定外,卖方应按 API Std 682—2004 第 11 条提供图纸资料。

附录 A
(资料性附录)
密封代码、结构与代号

- A.1 密封代码参见 API Std 682—2004 附录 D。以下以代码“C1A1A11”为例说明代码含义：
- a) C1，表示密封类别(Category)：C1 表示第一类密封，C2 表示第二类密封，C3 表示第三类密封；
 - b) A1，表示密封配置方式(Arrangement)：A1 表示配置方式 1，A2 表示配置方式 2，A3 表示配置方式 3；
 - c) A，表示密封类型(Type)：A 表示 A 型，B 表示 B 型，C 表示 C 型；
 - d) 11，表示密封冲洗方案(Flush Plan)，01 表示 01 方案，11 表示 11 方案，等等。
- A.2 密封结构与代号按表 A.1，图例同 API Std 682—2004 图 1~9。

表 A.1 密封结构与代号

结 构	代 号	含 义
带固定节流衬套的接触式单端面湿式密封	1CW-FX	1—配置方式 1，CW—接触湿式，FX—表示固定节流衬套。
带浮动节流衬套的接触式单端面湿式密封	1CW-FL	1—配置方式 1，CW—接触湿式，FL—表示浮动节流衬套。
内外侧密封均为接触湿式密封的双密封	2CW-CW	2—配置方式 2，CW—接触湿式。 注：密封系统带缓冲液。
带外侧密封，且内侧密封为湿式密封的双密封	2CW-CS	2—配置方式 2，CW—接触湿式，CS—外部密封（接触式或非接触式）。 注：密封系统带缓冲气体或无缓冲液。
带外侧密封，且内侧密封为非接触式密封的双密封	2NC-CS	2—配置方式 2，NC—非接触式（干式或湿式），CS—外部密封（接触式或非接触式）。 注：密封系统带缓冲气体或无缓冲液。
面对背接触式湿式有压双密封	3CW-FB	3—配置方式 3，CW—接触湿式，FB—面对背（串联）。 注：密封系统带隔离液。
背靠背接触式湿式有压双密封	3CW-BB	3—配置方式 3，CW—接触湿式，BB—背靠背。 注：密封系统带隔离液。
面对面接触式湿式有压双密封	3CW-FF	3—配置方式 3，CW—接触湿式，FF—面对面。 注：密封系统带隔离液。
面对背非接触式有压双密封	3NC-FB	3—配置方式 3，NC—非接触式，FB—面对背（串联）。 注：密封系统带隔离气体。
背靠背非接触式有压双密封	3NC-BB	3—配置方式 3，NC—非接触式，BB—背靠背。 注：密封系统带隔离气体。
面对面非接触式有压双密封	3NC-FF	3—配置方式 3，NC—非接触式，FF—面对面。 注：密封系统带隔离气体。

附录 B

(资料性附录)

三类密封的特点

B.1 表 B.1 给出了三类密封的主要特点。

表 B.1 三类密封的主要特点

密封类型	第一类密封	第二类密封	第三类密封
密封腔尺寸	ISO 3069-C、GB 5661、ASME B73.1M 或 ASME B73.2M	API Std 610 (等同于 ISO 13709) 和 ISO 3069-H	API Std 610 (等同于 ISO 13709) 和 ISO 3069-H
温度范围	-40℃~260℃	-40℃~400℃	-40℃~400℃
压力范围	≤2.2MPa (A)	≤4.2MPa (A)	≤4.2MPa (A)
端面材料	高等级防起泡石墨环-常压烧结碳化硅 (SSSiC)	高等级防起泡石墨环-反应烧结的碳化硅 (RBSiC)	高等级防起泡石墨环-反应烧结的碳化硅 (RBSiC)
对于配置方式 1 和 2 的对于旋转式密封, 是否需要多孔均匀冲洗系统	需要时, 或买方指定时采用	需要时, 或买方指定时采用	需采用
密封端盖要求金属与金属接触	要求	明确端盖在螺栓内外圈处均需金属与金属接触	明确端盖在螺栓内外圈处均需金属与金属接触
密封轴套配合长度要求	无	至少 10mm 的配合长度	至少 10mm 的配合长度
对于配置方式 1, 节流衬套要求	固定的石墨衬圈 浮动石墨衬圈 (可选)	固定的无火花金属衬圈 浮动石墨衬圈 (可选)	浮动石墨衬圈
双密封设施提供扬程流量曲线	买方指定时提供	买方指定时提供	需提供
卖方的认证试验范围	除非该系列密封的动静环组件与类似的第三类密封有互换性, 否则按第一类密封进行认证试验	除非该系列密封的动静环组件与类似的第三类密封有互换性, 否则按第二类密封进行认证试验	按第三类密封进行认证试验
技术报价资料要求	1) 典型的剖面图 2) 填写完整的密封数据表 3) 替代方案说明 4) 与本工程规定和 API682 的偏离 5) 额定密封腔压力下估算的泄流量	1) 典型的剖面图 2) 填写完整的密封数据表 3) 替代方案说明 4) 与本工程规定和 API682 的偏离 5) 额定密封腔压力下估算的泄流量	1) 典型的剖面图 2) 辅助系统简图 3) 填写完整的密封数据表 4) 替代方案说明 5) 与本工程规定和 API682 的偏离 6) 密封和辅助系统材料表 7) 额定密封腔压力下估算的泄流量 8) 密封认证试验结果及认证资料 9) 密封设计性能参数 10) 密封轴向力

表 B.1 (续) 三类密封的主要特点

密封类型	第一类密封	第二类密封	第三类密封
密封合同资料	<div>1) 典型的剖面图</div> <div>2) 辅助系统简图</div> <div>3) 填写完整的密封数据表</div> <div>4) 密封和辅助系统材料表</div> <div>5) 典型的安装、操作和维护手册</div>	<div>1) 典型的剖面图</div> <div>2) 辅助系统简图</div> <div>3) 填写完整的密封数据表</div> <div>4) 密封和辅助系统材料表</div> <div>5) 典型的安装、操作和维护手册</div>	<div>1) 特定典型的剖面图</div> <div>2) 辅助系统简图</div> <div>3) 辅助系统详图</div> <div>4) 填写完整的密封数据表</div> <div>5) 密封热量和热虹吸计算</div> <div>6) 密封轴向力</div> <div>7) 内循环设施性能(测试数据)</div> <div>8) 特定的安装、操作和维护手册</div> <div>9) 液压试验证书</div> <div>10) 材料安全数据表</div>

附录 C
(资料性附录)
主要材料对照

C.1 表 C.1 给出了主要材料对照。

表 C.1 主要材料对照

材料等级	类型	ASTM 牌号		德 国	中国 GB、JB 牌号	
		标 准 号	牌 号		标 准 号	牌 号
碳钢	铸件	A 216	Gr. WCB	1. 0619	GB/T 16253	ZG240-450AG
		A 352	Gr. L CB	—	GB/T 16253	ZG240-450BD
	锻件	A 266	Class 2	1. 0402	JB 4726	16Mn
	棒料	A 695	Gr. B40	1. 0402	GB 1591	Q345B
		A 576	Gr. 1045	1. 0503	GB 699	40
12%铬钢	铸件	A 217	Gr. CA15	1. 4107	GB/T 16253	ZG14Cr 12Ni 1MoG
		A 487	Gr. CA6NM	1. 4317	GB/T 16253	ZG08Cr12Ni4Mo1G
	锻件	A 182	Gr. F6a Class1	1. 4006	GB 1220	1Cr13
		A 182	Gr. F6NM	1. 4313	—	
	棒料	A 479 A 276	Type 410 Type 410	1. 4006 1. 4006	GB 1220	1Cr13
304 不锈钢	铸件	A 296	Gr. CF20	1. 4301	GB 2100	ZG07Cr19Ni9
	锻件	A 182	Gr. F304	1. 4301	GB 1220	0Cr18Ni10
	棒料	A 276	Type 304	1. 4301	GB 1220	0Cr18Ni10
304L 不锈钢	铸件	A 351	Gr. CF3	1. 4306	GB 12230	CF3
		A 743	Gr. CF3	1. 4581	GB/T 16253	ZG03Cr19Ni10
	锻件	A 182	Gr. F304L	1. 4306	JB 4728	00Cr19Ni10
	棒料	A 479	Type 304L	1. 4306	GB 1220	00Cr19Ni10
	板料	A 240	Gr. F304L	1. 4306	GB 4237	00Cr19Ni10
316 不锈钢	铸件	A 296	Gr. CF8M	1. 4401	GB 2100	ZG07Cr19Ni11Mo2
	锻件	A 182	Gr. F316	1. 4401	GB 1220	07Cr17Ni12Mo2
	棒料	A 276	Type 316	1. 4401	GB 1220	07Cr17Ni12Mo2

表 C. 1 (续) 主要材料对照

材料等级	类 型	ASTM 牌号		德 国	中国 GB、JB 牌号	
		标 准 号	牌 号		标 准 号	牌 号
316L 不锈钢	铸件	A 351	Gr. CF3M	1. 4409	GB 12230	CF3M
		A 744	Gr. CF3M	1. 4408	GB/T 16253	ZG03Cr19Ni11Mo2
	锻件	A 182	Gr. F316L	1. 4404 1. 4571	JB 4728	00Cr17Ni14Mo2
	棒料	A 479	Type 316L	1. 4404 1. 4571	GB 1220	00Cr17Ni14Mo2 0Cr18Ni12Mo2Ti
	板料	A 240	Gr. F316L	1. 4404 1. 4571	GB 4237	00Cr17Ni14Mo2 0Cr18Ni12Mo2Ti
AISI 4140 钢	棒料	A 434	Class BB/BC	1. 7225	GB 3077	42CrMo
双相钢	铸件	A 890	Gr. 3A	1. 4468	—	
		A 351	Gr.CD4MCu	1. 4517	—	
	锻件	A 182	Gr. F51	1. 4462	—	
	棒料	A 276	S31803	1. 4462	—	
	板料	A 240	S31803	1. 4462	—	
哈氏 B	铸件	A 494	Gr.N-12MV 或 Gr.N-12M	2. 4810	—	
		A 743	Gr. N-12M		—	
	板料	B 333	Gr. N 10665	—	GB 15009	NS322
哈氏 C (哈氏 276)	铸件	A 494	Gr.N-12MW 或 Gr.CW-7M	2. 4810	—	
		A 743	Gr.CW-7M		—	
	板料	B 564	Gr.N10276	—	GB 15009	NS334

附录 D
(资料性附录)

管法兰标准和压力等级对照

D.1 表 D.1 给出了管法兰标准和压力等级对照。

表 D.1 钢制管法兰标准和压力等级对照

		公称压力等级							标准
美洲 体系	中国	PN	20	50	110	150	260	420	GB/T 9112, HG20515, SH3406
	美国	Class	150	300	600	900	1 500	2 500	ASME B.16.5 (DN15~600)
欧洲 体系	中国	PN6, 10, 16, 25, 40, 63, 100							GB/T 9112, HG20592
	欧洲								EN1092-1

附录 E
(资料性附录)
配管材料对照

E.1 表 E.1 给出了配管材料对照

表 E.1 配管材料对照

组成件	中国 GB/JB 牌号	美国 ASTM 牌号	日本 JIS 牌号
法兰用紧固件	GB 3077 35CrMo GB 699 45	ASTMA 193 Gr. B7 ASTMA 194 Gr. 2H	G4107 SNB7 G4051 S45C
管件、阀和法兰用碳钢 锻件	JB 4726 16Mn	ASTMA 105 或 A181	G4051 S25C
管件、尤宁用可锻铸铁 (镀锌)	GB 9440 KTH300-06	ASTMA 338 和 A197 Class 150 可锻铸铁(镀锌) ^a	
管件、尤宁用 不锈钢锻件	JB 4728 00Cr17Ni14Mo2	ASTMA 182 F316L	G3214 SUSF316L
管件 (对焊无缝管件)	GB/T 12459 0Cr18Ni9-15CrMo-20	—	
垫片	0Cr17Ni12Mo2/石墨缠绕垫 0Cr18Ni9/石墨缠绕垫	316 不锈钢缠绕垫 304 不锈钢 缠绕垫	SUS 316 缠绕垫 SUS 304 缠绕垫
碳钢管 (Pipe)	GB 8136 20 或 GB 9711.1 L245	ASTM A 106, Gr. B 或 ASTM A 524 或 API 5L, Gr. A or B	G3456 STPT 370 或 STPT 410
镀锌碳钢管 (Pipe)	GB 3091 Q235A (ERW) 镀锌	ASTMA 53 Gr.B (E) (镀锌) ^a	
不锈钢管 (Pipe)	GB/T 14976 00Cr17Ni14Mo2 0Cr18Ni9	ASTMA 312 TP316L TP304	G3459 SUS 316LTP SUS 304
不锈钢管 (Tube)	GB 13296 0Cr17Ni12Mo2	ASTMA 269 TP316	G3463 SUS 316TB
^a 镀锌执行 ASME A153 标准。			

用词说明

对本规范条文中要求执行严格程度不同的助动词，说明如下：

（一）表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”（must）。

（二）表示要准确地符合规范而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”（shall）；

反面词采用“不应”或“不得”（shall not）。

（三）表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”（should）；

反面词采用“不宜”（should not）。

（四）表示在规范的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”（may）；

反面词采用“不必”（need not）。

中 华 人 民 共 和 国
石 油 化 工 行 业 标 准
石油化工离心泵和转子泵用轴封系统工程技术规范
SH/T 3156—2009

*

中国石化出版社出版
中国石化集团公司工程标准发行总站发行
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编：100011 电话：(010) 84271850
石化标准编辑部电话：(010) 84289937
读者服务部电话：(010) 84289974
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com.cn
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 37 千字
2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

*

书号：155114·0113
(购买时请认准封面防伪标识)