



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 44045—2024

## 石油、石化和天然气工业用转子泵

Rotary pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries

2024-05-28 发布

2024-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	3
4 型式和分类 .....	6
5 技术要求 .....	6
5.1 设计要求 .....	6
5.2 承压部件和承压连接件 .....	7
5.3 壳体连接口 .....	8
5.4 管口 .....	8
5.5 辅助连接件 .....	9
5.6 法兰 .....	9
5.7 管口的外力及力矩 .....	10
5.8 转动部件 .....	11
5.9 材料 .....	14
6 辅助设备 .....	17
6.1 驱动装置 .....	17
6.2 联轴器与防护罩 .....	18
6.3 皮带传动 .....	19
6.4 底座 .....	20
6.5 限压阀 .....	21
6.6 控制和仪表 .....	21
6.7 辅助管路 .....	21
6.8 多相混输泵橇装系统的脉冲和振动控制要求 .....	22
6.9 专用工具 .....	22
7 试验和检验 .....	22
7.1 通则 .....	22
7.2 检查 .....	23
7.3 试验 .....	24
8 资料 .....	26
8.1 通则 .....	26
8.2 技术方案 .....	27
8.3 合同资料 .....	28

9 包装、运输和储存 .....	29
9.1 标志和标识 .....	29
9.2 包装 .....	29
9.3 运输 .....	29
附录 A (资料性) 泵的分类和定义 .....	31
A.1 泵的分类 .....	31
A.2 滑片泵 .....	31
A.3 凸轮泵 .....	31
A.4 外啮合齿轮泵 .....	32
A.5 内啮合齿轮泵 .....	33
A.6 单螺杆泵 .....	33
A.7 多螺杆泵 .....	34
附录 B (资料性) 转子泵数据表 .....	35
附录 C (资料性) 多相混输泵橇装系统的典型管道和仪表流程图 .....	45
附录 D (资料性) 脉动与振动控制技术 .....	46
D.1 设计分析的定义 .....	46
D.2 分析方法 1 .....	46
D.3 分析方法 2(声学模拟) .....	46
D.4 机械检查和管线约束分析 .....	46
D.5 最大允许脉动值 .....	46
D.6 进口压力与液体饱和蒸汽压力的比值 .....	47
D.7 限压阀(PLV)保护 .....	47
D.8 管线系统机械固有频率裕度要求 .....	47
附录 E (资料性) 检查员检查清单 .....	48
E.1 检验员检查级别要求 .....	48
E.2 检验员的检查标识 .....	48
附录 F (资料性) 汽蚀余量和净正吸入压力 .....	50
F.1 总则 .....	50
F.2 有效净正吸入压力的计算 .....	50
F.3 有效汽蚀余量的计算 .....	50
附录 G (资料性) 图纸和技术资料需求表 .....	51
G.1 概述 .....	51
G.2 卖方提供图纸和资料的详细说明 .....	53
附录 H (资料性) 法兰标准和公称压力等级对照表 .....	59
附录 I (资料性) 泵零部件用主要材料、配管材料对照表 .....	60
参考文献 .....	63

图 A.1	滑片泵 .....	31
图 A.2	单凸轮泵 .....	32
图 A.3	三凸轮泵 .....	32
图 A.4	外啮合齿轮泵 .....	33
图 A.5	内啮合齿轮泵 .....	33
图 A.6	单螺杆泵 .....	33
图 A.7	双螺杆泵 .....	34
图 A.8	三螺杆泵(非同步齿轮) .....	34
图 C.1	多相混输泵橇装系统的典型管道和仪表流程图 .....	45
表 1	管口载荷 .....	10
表 2	凸轮泵的振动烈度 .....	13
表 3	多相混输泵的振动烈度 .....	14
表 4	焊接要求 .....	16
表 5	性能允差 .....	25
表 A.1	泵的分类 .....	31
表 B.1	转子泵数据表 .....	35
表 B.2	多相混输泵数据表 .....	40
表 E.1	检验人员的核查清单 .....	48
表 G.1	图纸和技术资料需求表 .....	51
表 H.1	钢制管法兰标准和压力等级对照 .....	59
表 H.2	灰铸铁管法兰标准和压力等级对照 .....	59
表 H.3	球墨铸铁管法兰标准和压力等级对照 .....	59
表 I.1	泵零部件用主要材料对照表 .....	60
表 I.2	配管材料对照表 .....	62

## 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。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国泵标准化技术委员会(SAC/TC 211)归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、杭州兴龙泵业有限公司、黄山工业泵制造有限公司、黄山市海纳智能制造有限公司、河北恒盛泵业股份有限公司、东华工程科技股份有限公司、辽宁恒星泵业有限公司、南京工业泵厂、青岛罗德通用机械设备有限公司、杭州大潮石化设备有限公司、浙江挺宇瑞莱博泵业有限公司、耐驰(兰州)泵业有限公司、艾迪机器(杭州)有限公司、德帕姆(杭州)泵业科技有限公司、天津泵业机械集团有限公司、宁波中德螺杆泵制造有限公司、山东理工大学、中国石化青岛炼化化工有限责任公司、宁波工程学院、兰州理工大学、通用机械关键核心基础件创新中心(安徽)有限公司。

本文件主要起草人：刘广兵、金中国、汪洋、陈睿、王旭、陈晓松、姜春明、许昌满、李民钊、边伟、韩彩红、栗斌、郭诚、石永锋、钟其炳、周良、严东楠、蔺学成、赵迪、魏修亭、孟剑、程晓民、陈正文、操松林、鲁飞、郭晨晨、黎义斌。

# 石油、石化和天然气工业用转子泵

## 1 范围

本文件规定了石油、石化和天然气工业用转子泵(齿轮泵、螺杆泵、凸轮泵、滑片泵)及机组的技术要求和辅助设备的要求,描述了试验方法,规定了技术资料、包装、运输和储存等方面内容,同时给出了便于技术规定的转子泵型式和分类。

本文件适用于石油、石化和天然气工业用转子泵(齿轮泵、螺杆泵、凸轮泵、滑片泵)及机组的设计、制造、安装、使用维护管理。

## 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 193 普通螺纹 直径与螺距系列
- GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸
- GB/T 197 普通螺纹 公差
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 755 旋转电机 定额和性能
- GB/T 1047 管道元件 公称尺寸的定义和选用
- GB/T 1095 平键 键槽的剖面尺寸
- GB/T 2516 普通螺纹 极限偏差
- GB/T 3215 石油、石化和天然气工业用离心泵
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
- GB/T 4604.1 滚动轴承 游隙 第1部分:向心轴承的径向游隙
- GB/T 5868 滚动轴承 安装尺寸
- GB/T 6391 滚动轴承 额定动载荷和额定寿命
- GB/T 7306.1 55°密封管螺纹 第1部分:圆柱内螺纹与圆锥外螺纹
- GB/T 7306.2 55°密封管螺纹 第2部分:圆锥内螺纹与圆锥外螺纹
- GB/T 7307 55°非密封管螺纹
- GB/T 8196 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9124.1 钢制管法兰 第1部分:PN系列
- GB/T 9124.2 钢制管法兰 第2部分:Class系列
- GB/T 9144 普通螺纹 优选系列
- GB/T 9145 普通螺纹 中等精度、优选系列的极限尺寸
- GB/T 9239.1 机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验
- GB/T 10095.2 圆柱齿轮 ISO齿面公差分级制 第2部分:径向综合偏差的定义和允许值

- GB/T 14383 锻制承插焊和螺纹管件
- GB/T 15169 钢熔化焊焊工技能评定
- GB/T 17241.1 铸铁管法兰 类型
- GB/T 17241.2 铸铁管法兰盖
- GB/T 17241.3 带颈螺纹铸铁管法兰
- GB/T 17241.4 带颈平焊和带颈承插焊铸铁管法兰
- GB/T 17241.5 管端翻边带颈松套铸铁管法兰
- GB/T 17241.6 整体铸铁法兰
- GB/T 17241.7 铸铁管法兰 技术条件
- GB/Z 19414 工业用闭式齿轮传动装置
- GB/T 19866 焊接工艺规程及评定的一般原则
- GB/T 20801.2 压力管道规范 工业管道 第2部分:材料
- GB/T 24598 铝及铝合金熔化焊焊工技能评定
- GB/T 24920 石化工业用钢制压力释放阀
- GB/T 24921.1 石化工业用压力释放阀的尺寸确定、选型和安装 第1部分:尺寸的确定和选型
- GB/T 28573 石油、石化和天然气工业 一般用途汽轮机
- GB/T 29529 泵的噪声测量与评价方法
- GB/T 29531 泵的振动测量与评价方法
- GB/T 30563 铜及铜合金熔化焊焊工技能评定
- GB/T 32257 镍及镍合金熔化焊焊工技能评定
- GB/T 33925.1 液体泵及其装置 通用术语、定义、量、字符和单位 第1部分:液体泵
- GB/T 34391 石油、石化和天然气工业用往复泵
- GB/T 34875 离心泵和转子泵用轴封系统
- GB/T 35147 石油天然气工业 机械动力传输挠性联轴器 一般用途
- GB/T 36234 钛及钛合金、锆及锆合金熔化焊焊工技能评定
- GB/T 40741 焊后热处理质量要求
- GB/T 42601.1 石油、重化学和天然气工业 润滑、轴密封和控制油系统及辅助设备 第1部分:一般要求
- GB/T 42601.3 石油、重化学和天然气工业 润滑、轴密封和控制油系统及辅助设备 第3部分:一般用途的油系统
- GB 50661 钢结构焊接规范
- JB/T 6880.1 泵用灰铸铁件
- JB/T 6880.2 泵用铸件 第2部分:泵用铸钢件
- JB/T 6912 泵产品零件无损检测 磁粉检测
- JB/T 8543 泵产品零件无损检测 泵受压铸钢件射线检测
- JB/T 8557 挠性联轴器平衡分类
- HG/T 20615 钢制管法兰(Class系列)
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分:通用要求
- NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测
- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
- NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测
- SH/T 3406 石油化工钢制管法兰技术规范

### 3 术语和定义

GB/T 3215、GB/T 33925.1、GB/T 34391 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **声学模拟 acoustical simulation**

对流体的声学特性以及转子泵的动态流动对其影响进行模拟的过程。

#### 3.2

##### **基准高度 datum elevation**

汽蚀余量值对应的高度。

注：如用于固定底座的混凝土基础或钢结构的表面，另见详细说明汽蚀余量。

#### 3.3

##### **压差 differential pressure**

由泵中压力变化造成的泵送流体能量变化。

注：通常等于排出压力与吸入压力的差值。

#### 3.4

##### **驱动装置 drive train components**

用于驱动泵的串联设备。

注：如马达、齿轮、涡轮机、发动机、液压传动机构或离合器。

#### 3.5

##### **气体体积分数 gas volume fraction**

在泵吸入温度和压力条件下气体和总流体(含油、气和水)的体积之比。

注：该比值一般采用百分比的形式。

#### 3.6

##### **液压试验压力 hydrostatic test pressure**

泄漏试验中应用的液体静压试验压力。

注：在吸入压力承受区域进行的液压试验压力可能比在排出压力承受区域进行的液压试验压力更低，这取决于泵的类型、承压面积或所在区域。

#### 3.7

##### **本地 local**

泵机组的安装位置及附近。

#### 3.8

##### **最大允许壳体压力 maximum allowable casing pressure**

制造商所设计的承压部件在规定的工作温度下能承受的最大压力。

#### 3.9

##### **最大允许工作压力 maximum allowable working pressure**

泵机组在规定的最高工作温度下输送指定流体时能承受的最大持续压力。

#### 3.10

##### **最大连续许用转速 maximum continuous allowable speed**

泵机组在任何指定的工作条件下能够持续输送指定流体的最大转速。

#### 3.11

##### **最低设计金属温度 minimum design metal temperature**

在使用中所预期的最低平均金属温度(厚度方向)。

注：泵设计时考虑运行失常、自制冷以及环境温度等因素。

3.12

**多相流体 multiphase fluid**

包含两相或以上的流体,其中一相是液体,一相是气体,还可能存在颗粒物。

3.13

**多相混输泵 multiphase pump**

用于输送多相流体的泵。

3.14

**净正吸入压力 net positive inlet pressure**

泵入口基准高度处的最低压力与最高工作温度的流体饱和蒸汽压力之差。

3.15

**有效净正吸入压力 net positive inlet pressure available**

买方根据有效汽蚀余量和系统设计数据确定的净正吸入压力。

3.16

**必需净正吸入压力 net positive inlet pressure required**

卖方根据试验确定的泵输送指定流体所需的最低净正吸入压力。

3.17

**汽蚀余量 net positive suction head**

基准高度处泵入口的总水头与流体饱和蒸汽压之差。

注：饱和蒸汽压采用水头表示,单位米。

3.18

**有效汽蚀余量 net positive suction head available**

买方根据泵装置条件(液体是在额定流量和正常输送温度下)确定的汽蚀余量。

注：有效汽蚀余量是由买方提供并用于计算有效净正吸入压力的数值。有效汽蚀余量(NPSHA)仅和泵上游系统和工作条件有关,而与泵的设计无关。

3.19

**必需汽蚀余量 net positive suction head required**

卖方用指定流体进行试验以确定的在流量下降 3%时的汽蚀余量。

注：必需汽蚀余量是由卖方根据设备要求提供,其计算基准为泵吸入管口,需要时可按底座基准面进行换算。该值与必需净正吸入压力有关。

3.20

**观察试验 observed test**

在生产进度表中排定的试验或检验。

注：卖方提前通知买方,试验和检验的时间,如买方人员(或其代表)未到场,则卖方仍按进度计划进行下一步工序。买方不一定参加。

3.21

**材料可靠性鉴别 positive material identification**

对某种材料的化学成分进行检验,以确认该材料与选定或指定的合金材料一致。

注：一般采用光谱分析法,测量合金里的各化学成分,以检验供应商提供的材料是否符合要求。

3.22

**承压部件 pressure-containing part**

直接承受工艺流体或动力流体压力的零部件。

注：如泵壳、轴封、进出口管件等。

## 3.23

**承压连接件 pressure-retaining part**

可能由于自身机械故障造成工艺或动力流体逸出至大气的任何部件。

注：如壳体连接螺栓等。

## 3.24

**限压阀积聚压力 pressure-limiting valve accumulation pressure**

限压阀排放泵额定流量时的压力。

## 3.25

**限压阀设定压力 pressure-limiting valve set pressure**

限压阀设定的泄压时的压力。

## 3.26

**泵效率 pump efficiency**

泵的输出功率与输入功率的比值。

注 1：可压缩(多相)流体中的流动功率计算值大为不同(见多相输送泵的相关章节)。

注 2：泵输入功率是指原动机轴伸处的输出功率。

## 3.27

**额定工作点 rated operating point**

卖方可证明泵性能不会超出本文件所述允差的工作点。

注：通常来说,额定工作点是工艺流程中最大流量点。

## 3.28

**额定泵效率 rated pump efficiency**

泵在额定工作点处的泵效率。

## 3.29

**额定转速 rated speed**

满足任何指定的工作条件要求的最高旋转速度(每分旋转周数)。

注：额定转速可能不是正常工作速度,这是因为后者由正常工作点决定。

## 3.30

**转子泵 rotary pump**

依靠一个或多个泵工作元件的旋转运动将封闭在各个有限容积内的液体从入口送至出口的一种泵。

注：转子泵是一种旋转的容积式泵,具有正排量性质,其流量不随背压变化而变化。按转子的型式分,有齿轮泵、螺杆泵、凸轮泵或滑片泵等。

## 3.31

**稳态 steady state**

特定的计量参数(如流量、压差、速度、气体体积分数、入口压力、出口压力以及流体类型)在 2 min 内的变化量不超过 $\pm 10\%$ 时的状态。

## 3.32

**跳闸速度 trip speed**

独立的超速应急保护装置关停一台变速原动机的转速(每分旋转周数)。

注：任何交流电动机(变频驱动器除外)的跳闸速度需要是电源频率最大时电动机同步转速所对应的转速。

## 3.33

**机组责任 unit responsibility**

负责协调供货范围内的设备和所有配套系统的技术状态、交付和文件的责任。

3.34

**容积效率 volumetric efficiency**

泵的实测流量与理论流量之间的比值。

注：容积效率通常采用百分比表示。

3.35

**见证试验 witnessed test**

在生产进度表中预先专门安排的、需要有买方人员(或其代表)到场一起参加的试验或检验。

4 型式和分类

石油、石化和天然气工业用转子泵(以下简称“转子泵”)的型式和分类见附录 A。除非另有规定,卖方应综合考虑汽蚀余量、液体最大黏度、固体颗粒及磨蚀性杂质含量、磨损允量等因素后向买方推荐泵型及泵转速,并应得到买方的同意。

注:不同的转子泵是依据不同的操作条件而设计的,因此没有唯一适用的转速标准。

5 技术要求

5.1 设计要求

5.1.1 转子泵(包括辅助设备)应按照使用寿命至少为 20 年(不含易损件)、预期不间断连续操作至少为 3 年进行设计和制造。超负荷、误操作、维护保养不当造成设备的损坏以及与买方的约定不应视为不满足设计要求。

5.1.2 买方应规定正常工况点、额定工况点和所有其他要求的工况点,以及可能会影响转子泵和驱动装置规格的预期工艺参数变动的工况(如压力、温度或所输送流体性质的变化,以及特殊的设备启动条件)。如果规定了一系列操作条件,卖方应告知买方,转子泵在额定压差下的最小和最大流量以及所需的驱动功率。如买方有规定,卖方应确认多相混输泵可在停机稳定压力和最大入口压力条件下启动。

注 1:正常工况点是指泵在正常工作状态下的工况点。

注 2:停机稳定压力是指多相混输泵在达到平衡后的不运行期间所承受的最高压力。这可能与环境温度、限压阀设置和管道容积有关。

5.1.3 转子泵应设计成可以在易燃或危险工况下使用。如果指定转子泵将在非易燃或非危险工况下使用,卖方可提供替代设计。

5.1.4 买方和承担机组责任的卖方应共同控制所有供应设备的噪声(声压级)。卖方提供的设备应符合该设备标准规定的最大噪声值,并提供噪声值信息。

5.1.5 所选设备应可在限压阀最高限定压力下以跳闸速度运行,且不会遭受损坏。卖方应告知买方实现这一目标额外所需要的输入功率值。

5.1.6 对于直联泵,若驱动装置为可变转速,则转子泵的最大连续许用转速应不低于驱动装置额定转速的 105%,若驱动装置为恒速,则转子泵的最大连续许用转速应至少等于驱动装置的额定转速。

5.1.7 对于齿轮传动泵,若驱动装置为可变转速,则齿轮箱的输入轴的最大连续许用转速应不低于驱动装置额定转速的 105%,若驱动装置为恒速,则齿轮箱输入轴的最大连续许用转速应至少等于驱动装置的额定转速。

5.1.8 转子泵跳闸速度应不低于以下最大连续许用转速的百分比:

- a) 调速电动机:110%;
- b) 恒速电动机:100%;
- c) 往复式发动机:110%。

5.1.9 设备(包括管路和辅助设备)的布置应由买方和卖方共同制定。布置应为操作和维护提供足够的空间和安全通道。

5.1.10 电动机、电气部件和电气装置应适用于买方规定的区域分类(等级、分类或分区等),并应符合 GB/T 3836.1 的要求,以及买方规定和提供的任何地方规范。

5.1.11 储油器、有运动润滑部件(如轴承、轴封)、高抛光件、仪器和控制部件等的箱体和外壳,应设计成在运转时和闲置期间,能够最大限度降低由潮湿、灰尘和其他杂质引起的污染。

5.1.12 所有设备的设计应满足可快速和经济的维护保养要求,主要部件如转子组件和轴承座等在设计制造中应确保重新装配时的精确定位,可以通过使用轴肩、止口、定位销或键等实现。

5.1.13 设备(转子泵、原动机和附属设备)固定在试验台架和其永久安装基础上运转时,其性能测试结果应在规定的性能允差范围(见 5.8.5 和 7.3.6)内。在安装之后,买方与承担机组责任的卖方应共同对组合装置的性能负责。

注:在现场,很多因素会降低转子泵机组的性能,这些因素包括管线布置、管线连接负载、安装的直线度、支撑结构、运输时操作、现场的操作及装配等。

5.1.14 转子泵机组(包括所有辅助设备)应适应用户指定的运行环境条件。环境条件应包括室内安装(采暖的或不采暖)或室外安装(有泵棚或露天)、最高和最低温度、最高湿度、粉尘度或腐蚀条件。

5.1.15 转子泵机组(包括所有辅助设备)应在规定的公用设施条件下运行。

5.1.16 转子泵的备件和附件也应符合本文件的要求。

5.1.17 转子泵的螺栓连接符合以下要求。

- a) 螺纹应符合 GB/T 193、GB/T 9144、GB/T 196、GB/T 197、GB/T 9145、GB/T 2516 的要求。
- b) 紧固件(不包括垫圈与定位螺钉)应具备材料级别以及制造厂商的识别符号,其标记位置可以是双头螺柱(直径等于或大于 10 mm)的一端,以及螺栓(直径等于或大于 6 mm)的头部。如果有效面积不足,则等级符号应标记在一端,而制造厂商的识别符号则应标记在另一端。双头螺柱的标记应处于其外露部位。
- c) 不应使用细牙螺纹。

注:定位螺钉是指内六角紧定螺钉或开槽紧定螺钉。

5.1.18 转子泵的安装表面满足以下要求。

- a) 加工后的表面粗糙度应达到或者优于 $(Ra)6.3\ \mu\text{m}$ 。
- b) 为了保证底脚支撑刚度,每个安装面机加工后的平面度公差应在  $25\ \mu\text{m}$  以内。
- c) 各安装表面经过加工后应平坦且相互平行,相互结合平面的平面度应在  $150\ \mu\text{m}/\text{m}$  以内;上部加工表面或孔口表面应平行于装配表面。
- d) 压紧螺栓连接的工件安装面以及螺栓压紧面应与钻孔垂直,安装面的机加工或有效接触面的面积范围应达到该孔直径的 3 倍,并应便于进行设备定位。螺栓压紧面对于直径等于或大于 25 mm 的压紧螺栓,该面的直径应比压紧螺栓的直径大 13 mm。对于直径小于 25 mm 的压紧螺栓,该面的直径应比压紧螺栓的直径大 5 mm。

## 5.2 承压部件和承压连接件

5.2.1 承压部件和承压连接件应满足以下要求:

- a) 当转子泵承受最大允许壳体压力(及相应温度),且在承受最大管口载荷时,承压部件和承压连接件不应发生泄漏;
- b) 可通过 7.3.2 中所述的液压试验。

5.2.2 采用有限元分析承压部件强度时,应按满足 1.5 倍的最大允许壳体压力条件进行。

5.2.3 在规定的工作温度范围内,任何材料的承压件(不包括螺栓)在设计过程中的允许拉应力应不超过该材料最低极限抗拉强度的 0.25 倍或最低屈服强度的 0.67 倍,两者中以较低参数为准。

5.2.4 对于连接转子泵壳体的螺栓的许用应力,应按照 5.2.3 的要求基于转子泵壳体螺栓连接处承受的液压作用力和密封垫所需的预紧力进行计算校核。螺栓预紧力不应超过螺栓连接材料最低屈服强度的 0.75 倍。

5.2.5 承压壳体厚度应至少考虑 3 mm 的腐蚀裕量。与承压壳体接触相同流体的所有辅助接头也宜考虑腐蚀裕量。

注:如果采用耐蚀性更强的材料,则卖方可提出替代性腐蚀裕量,以供考虑。

5.2.6 买方应在各转子泵出口管路上安装一个限压阀。限压阀积聚压力不应超过该转子泵的最大允许工作压力。

5.2.7 转子泵壳及其他承压部件和支撑件的设计应能防止在规定的操作条件下因最恶劣的因素(如温度、压力、扭矩和许用外力以及力矩等)综合作用时所产生的有害变形:

- a) 转子泵的入口和出口区域可根据不同的额定压力设计;
- b) 如有规定,入口区域和出口区域应按照相同的最大允许壳体压力设计;
- c) 壳体密封应使用平垫片、封闭的缠绕式可控压缩垫片或 O 形密封圈。

5.2.8 对于承压部件而言,宜减少螺纹孔的使用。为防止承压部件的泄漏,除了腐蚀裕量,在钻孔和螺纹孔的底部下方及周边应留有至少等于螺栓直径一半厚度的金属实体。螺纹孔深度至少是螺栓直径的 1.5 倍。

5.2.9 根据转子泵设计的要求,应提供起重螺钉、定位销和/或其他适当的部件,以便于拆卸。若顶丝是用于分开接合面,其中的一个结合面应加工出凹陷部位(平底沉头孔或凹陷槽),以避免顶丝破坏密封面而导致泄漏或者影响到密封面的配合。

5.2.10 若规定要求带夹套的转子泵壳体,则转子泵壳体的设计应不能使工艺介质泄漏进入夹套腔体。

5.2.11 除非另有规定,夹套应按照 0.52 MPa(G) 的最低工作压力设计,且应适合在 0.8 MPa(G) 的最低压力下进行液压试验。

### 5.3 壳体连接口

5.3.1 卖方所提供的转子泵及相关系统应具备完整的排气(除非是自排气型)和排液功能。

5.3.2 所有的转子泵均应配备排气孔接口和排液口接口。如果通过管口布置做成自排气型式,实现转子泵的自排气,则可忽略排气接头:

- a) 如果由于结构原因无法彻底排净转子泵中流体,则应在技术方案中予以说明;
- b) 使用手册应包含转子泵体残留液体所在位置和量的说明示意图。

注:如果管口布置能实现气体的充分排净,则该转子泵被视为具有自排气功能。

5.3.3 壳体孔口尺寸符合下列规定。

- a) 与耐压壳体连接的管口和其他孔口应按照 GB/T 1047 的要求采用标准管径。不宜采用尺寸为 DN32、DN65、DN90、DN125、DN175 和 DN225 的孔口。
- b) 对于出口管口尺寸为 DN 50 或以下的转子泵,壳体接头(入口和出口管口除外)的尺寸应至少为 DN15。对于出口管口尺寸大于或等于 DN80 的转子泵,除密封冲洗管道接口以及仪表接口可以用 DN15 外,无论转子泵规格多大,其余的接口应至少为 DN20。

### 5.4 管口

5.4.1 对于尺寸为 DN50 或以上的入口和出口管口,应采用法兰连接或经过加工并采用双头螺柱连接。如果尺寸为 DN40 或以下,可采用螺纹连接。

注:如果提供经过加工并采用双头螺柱连接的入口和出口管口,则买方在转子泵进出口管口附近安装一段可拆卸活动管,以便在全面检修中拆卸转子泵时不需要拆卸较大管段。

5.4.2 如有规定,所有的接头均应满足在最大允许壳体压力下使用。

## 5.5 辅助连接件

5.5.1 焊接在壳体上的连接件应符合壳体的材料要求(而非连通管的要求),包括冲击值。所有连接件、角撑板等的焊接应在进行壳体液压试验(见 7.3.2)之前完成。

5.5.2 如有规定,管道应在两个正交平面上使用角撑板连接,以增加管道连接件的刚性。

- a) 角撑板的制造材料应与耐压壳体和管道相适应,且构成角撑板的扁钢条最小横截面积应为 25 mm×3 mm。
- b) 角撑板应位于管道接头末端或其附近,并安装在最靠近壳体的方便位置,以提供最大刚性。该板的长边应和管道相垂直,且其安装位置应不影响法兰螺栓或转子泵上的任何维修区域。
- c) 角撑板焊接应满足 5.9.5 中所述的制造要求,包括焊接后热处理(如有规定),以及本文件中规定的检验要求(见 7.2.2.1)。
- d) 如果在液压试验之前进行钻孔和攻丝,则也可以将角撑板通过螺栓连接到壳体上。
- e) 管道固定在角撑板上。

5.5.3 如果卖方推荐且买方同意,则可在管径超过 DN40 时使用螺纹连接,如以下情况:连接在不可焊接材料(如铸铁)上;对于维修(拆卸和装配)是必需的;采用法兰连接或经过机械加工并采用双头螺柱连接是无法实现的。

- a) 除非卖方提供其他建议且买方同意,否则通过螺纹连接或焊接到壳体上的管螺纹接头的长度不宜超过 150 mm。如果管道尺寸为 DN25 或以下,则至少应采用壁厚等级为 SCH160 的无缝钢管。如果管道尺寸为 DN40 以上,则至少应采用壁厚等级为 SCH80 的无缝钢管。
- b) 如果卖方推荐且买方同意,则长度超过 150 mm 的螺纹接头应设有角撑板。
- c) 管螺纹接头应提供配套的对焊法兰或承插法兰。
- d) 耐压壳体上的所有辅助接头(密封压盖除外)均应采用法兰连接,法兰应符合 5.6.1 或 5.6.2 的要求。这些接头应采用整体法兰、承插法兰或对焊法兰等方式,具体方式按买方指定。不准许采用螺纹连接法兰加密封焊接的方式。买方的接口连接应采用法兰连接形式。
- e) 如有规定,则密封冲洗管路可采用螺纹连接,但不能仅靠螺纹密封,应采用 O 形圈密封或其他形式的密封,如采用 O 形圈密封,其端面应进行机加工并满足密封面粗糙度要求。如有指定,泵体上引出的自冲洗管路,应连接一个过渡螺纹接头,以提供第二道密封(如 O 形圈),避免密封全部依赖螺纹,接头应有适合放置密封垫的经过机加工的密封面。
- f) 螺纹接头和法兰材料应符合 GB/T 42601.1 中规定的要求。
- g) 除非另有规定,管螺纹应按照 GB/T 7306.1、GB/T 7306.2 中规定的要求采用圆锥螺纹。

5.5.4 如有规定,使用圆柱螺纹,圆柱螺纹应符合 GB/T 7307 的要求。在使用圆柱螺纹时,则应通过密封垫进行密封,且密封端面应具有适合放置密封垫的机加工面。

5.5.5 如有规定,耐压壳体的辅助连接件应经过机械加工并采用双头螺柱连接。这些连接件应符合 GB/T 9124.1、GB/T 17241.1~GB/T 17241.7 中规定的面铣削和钻削要求。应提供安装好螺母的双头螺柱,并去掉每个双头螺柱两端的第一个 1½ 螺纹。

5.5.6 所有连接件的使用压力,均应满足其所在壳体区段的液压试验压力。

5.5.7 未接管的螺纹开口应用螺塞封堵。螺塞应符合 GB/T 14383 的要求,锥形螺塞应为实心圆柱头长柄螺塞或棒形六角头长柄螺塞。如果指定采用圆柱形螺塞,应采用实心六角头螺塞。这些螺塞应符合壳体的材料要求。对于所有的螺纹连接,应采用适合内部包含流体及操作温度的润滑剂。不应使用螺纹密封胶带和塑料塞。

## 5.6 法兰

5.6.1 法兰类型应符合 GB/T 9124.1、GB/T 9124.2、GB/T 17241.1~GB/T 17241.7、HG/T 20615、

SH/T 3406 的规定,需要时,可协商确定。

5.6.2 除 5.6.4 中所述外,铸铁法兰应为平面法兰, DN200 及以下规格的压力等级为 PN20 的法兰最小厚度,应达到压力等级为 PN40 的法兰厚度要求。

5.6.3 除 5.6.4 中所述外,非铸铁法兰应至少满足 GB/T 9124.2 和 SH/T 3406 中 PN50 的尺寸要求以及 GB/T 9124.1 规定的法兰表面粗糙度要求。

5.6.4 在本文件中,比相关国家标准要求的厚度更厚或外径更大的法兰均可接受。非标准(超大型)法兰应加以标识,并在布置图上标注完整尺寸。如果超大型法兰需要非标准长度的螺柱或螺栓,则应标识在装配图上。

5.6.5 法兰背部应为全平面或铤平平面,且应按照贯穿螺栓设计(带夹套壳体除外)。

5.6.6 除非另有规定,否则卖方应提供配对法兰、双头螺柱和螺母用于非标准法兰连接。

5.6.7 螺柱或螺栓孔应跨过平行于设备主轴线的中心线。

5.6.8 买方的所有连接应便于拆卸,无需移动转子泵机组或任何主要部件。

5.7 管口的外力及力矩

5.7.1 管口载荷

5.7.1.1 卖方在建议书中应指出,在额定运行工况下,允许同时作用在进口和出口连接件上的力和力矩的大小。可承受的力和力矩的大小不应小于表 1 给出的值。

表 1 管口载荷

法兰公称直径 (DN)	每一个管口所受力 $F_x, F_y$ 和 $F_z$ /N	每一个管口所受力矩 $M_x, M_y$ 和 $M_z$ / (N · m)
≤50	650	350
80	1 040	560
100	1 300	700
150	1 950	1 050
200	2 600	1 400
250	3 250	1 750
300	3 900	2 100
350	4 550	2 450
400	5 200	2 800
500	6 500	3 500
600	7 800	4 200

5.7.1.2 对于表 1 中未指明连接尺寸的转子泵,入口和出口管口所能够承受的外部管道力和力矩,可由公式(1)确定:

$$F_{x,y,z} = 13D M_{x,y,z} = 7D \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$D$  ——泵进出口法兰公称直径(NPS),单位为毫米(mm);

$F_x$  —— $x$  轴方向的受力,平行于泵轴线,单位为牛(N);

$F_y$  —— $y$  轴上的水平受力,同时垂直于  $x$  轴和  $z$  轴,单位为牛(N);

- $F_z$  ——  $z$  轴上的垂直受力,同时垂直于  $x$  轴和  $y$  轴,单位为牛(N);  
 $M_x$  —— 绕  $x$  轴的力矩,单位为牛米(N·m);  
 $M_y$  —— 绕  $y$  轴的力矩,单位为牛米(N·m);  
 $M_z$  —— 绕  $z$  轴的力矩,单位为牛米(N·m)。

## 5.7.2 转子泵衬套

5.7.2.1 除非另有规定,螺杆泵应采用可更换的壳体衬套。

5.7.2.2 除非另有规定,对于多相混输的双螺杆泵,衬套应采用耐磨材料或对衬套内孔表面进行耐磨、硬化处理。

注:衬套内孔涂敷硬化层或表面进行硬化处理是为了减少因磨粒介质产生的磨损。

## 5.8 转动部件

### 5.8.1 转子

5.8.1.1 转子泵内的静止和转动元件都应选用抗磨蚀材料设计和制造,转动部件应精确定位。转子泵内部载荷应通过液力平衡、轴承或轴套等方式抵消。

5.8.1.2 对于双螺杆泵,转子应有足够的刚度以防止在最不利的条件下转子与壳体之间,或同步齿轮传动的转子之间发生摩擦。

5.8.1.3 对于双螺杆多相混输泵,应计算在最差工作条件(包括数据表中规定的温度、最大允许工作压力、管口载荷、颗粒物等)下的最大允许转子偏移,并通过计算证明转子和周围的泵壳之间未发生接触,可以通过计算机建模方法证明。

注:如有要求,买方可以对上述计算结果进行审核。

5.8.1.4 除非另有规定,应采用整体式转子。非整体式转子,转动部件与轴之间应采用紧固连接,以防止在任何情况下发生相对运动。若转子体与轴采用焊接方式连接,转子上的结构焊缝应为连续全焊透焊缝,并应采用适当的热处理方式消除应力。

5.8.1.5 对于多螺杆泵,应采用唯一的识别号在各转子的凸形轮子和凹形轮子上清楚标记。这一识别号应远离联轴器所正对的旋转轴的末端,或不会因维修而损坏的可接触区域内。

5.8.1.6 所有轴键槽的圆角半径应符合 GB/T 1095 中规定的要求。

5.8.1.7 如有规定,应为螺杆泵提供硬化过的转子。

5.8.1.8 除非另有规定,应在液固多相混输用双螺杆泵的转子上敷设硬质涂层和/或表面硬化层。

注:转子涂敷硬化层或表面进行硬化处理是为减少因输送磨粒性介质产生的磨损。

5.8.1.9 双螺杆泵的转子应达到 GB/T 9239.1 所规定的动平衡等级 G2.5 级。

### 5.8.2 同步齿轮

5.8.2.1 同步齿轮(如果配备)可以是直齿轮、斜齿轮或人字形(双螺旋)齿轮。所有齿轮应为粗螺矩型齿轮,齿轮质量精度应不小于 9 级要求,精度等级应符合 GB/T 10095.2 要求。齿轮应按照 GB/Z 19414 设计,最小安全系数为 1.5。

5.8.2.2 对于双螺杆多相混输泵,同步齿轮应按照 GB/Z 19414 规定的要求进行设计,且最小安全系数为 2.0。同步齿轮应由锻钢制成,且最低质量水平也应达到 GB/T 10095.2 规定的 7 级。

5.8.2.3 除非另有规定,对于螺杆泵,齿轮封闭腔不应与输送介质相接触。

5.8.2.4 对于外部同步齿轮,应在外壳盖上设置检查孔或用其他方法,以便在不拆卸装置的情况下检查同步齿轮。

### 5.8.3 机械密封

5.8.3.1 机械密封宜采用集装式机械密封。

5.8.3.2 所选密封应适合用于启动、运行或关断期间入口和出口条件(包括可能的干扰条件)发生指定变化的情形。

注:如果密封件承受吸入压力时,也可能需要特别考虑在低吸入压力条件下或当泵处于 NPSH 试验要求时的工况。

5.8.3.3 除非另有规定,应根据 GB/T 34875 提供密封。

5.8.3.4 如有规定,卖方提供的密封件不完全符合 GB/T 34875 的规格时。技术方案中应提供以下项目:

- a) 种类;
- b) 型式;
- c) 布局和几何结构;
- d) 建造材料;
- e) 参考列表。

注:某些转子泵类型、尺寸或应用场合的空间或设计参数,不适合使用 GB/T 34875 规定的密封。

5.8.3.5 本文件不包含机械密封组成部件的设计,但是所设计的组成部件应适用于指定的工作条件,且符合 GB/T 34875 要求。买方应通过 GB/T 34875 中提供的选择程序和数据表说明密封要求,包括 GB/T 34875 中规定的任何所需的密封冲洗方式。

5.8.3.6 除非另有规定,单端面密封应在密封件的大气侧配置一个紧密配合的节流衬套,以限制泄漏率。如果由于空间限制而无法实现,则应提供检测和控制泄漏的方法。

5.8.3.7 密封的安装位置应便于检查和拆卸,而不会影响驱动装置。除非另有规定,卖方应提供带加长段的联轴器,且加长段应超过密封一个标准长度。

5.8.3.8 密封腔体端面的跳动不应超过  $0.5 \mu\text{m}/\text{mm}$  的密封腔内孔直径。

5.8.3.9 除非另有规定,当采用密封压盖时,其零部件应满足密封腔最大设计压力和泵送温度的要求。密封压盖应具有足够的刚度以避免出现任何可能损害密封使用的变形,包括在拧紧螺栓或螺母时可能发生的变形。

5.8.3.10 密封压盖和密封腔配合的接合面应安装一个防止挤出的受约束的垫。对于金属对金属接合面,此垫应是可控制压缩型垫,如 O 形密封圈或缠绕垫。如果空间或设计限制使得这一要求无法实现,替代的密封压盖设计应提交买方批准。

5.8.3.11 密封和转子泵之间的指定接头应通过永久标记在该部件上的符号进行识别,符号应符合 GB/T 34875 的规定。如果密封压盖采用多个端口的通用设计,如在多轴泵(右和左)上对称安装,则应标识端口。

5.8.3.12 密封压盖和密封腔应设置密封冲洗方案所需的连接口。如果存在其他分接接口,但未使用,则应按照 GB/T 34875 的规定对其进行封堵并贴上标签。

5.8.3.13 密封腔室应设有内部或外部排气孔,以便于在启动前对密封腔室进行完全排气。

5.8.3.14 如果采用泵送流体进行密封冲洗和冷却,则转子泵卖方应确保到达主密封端面的流量充足,从而在密封端面上形成稳定液膜,以便提供稳定的冷却和保护。

5.8.3.15 如果买方规定了密封冲洗的外部来源,则转子泵卖方应说明冲洗介质的流量、压力、温度和所需润滑性能。如果使用了限流孔板,则其直径不应小于 3 mm。

5.8.3.16 如有规定,应在密封腔上提供用于伴热夹套。加热要求应由买方、转子泵卖方和密封卖方共同商定。

5.8.3.17 如果需要冷却,应提供空气冷却,除非另有规定。

5.8.3.18 除非另有规定,机械密封应在装运之前安装在转子泵内,且应保证清洁、可润滑和良好使用。如果现场要求对密封进行最终调整或安装,则应贴上金属标牌,以作提醒。

5.8.3.19 如有规定,应提供在指定的工作条件下从双端面机械密封渗入大气的最大泄漏量以及预期的内密封泄漏率(如适用)。

注:以上信息对于确定阻隔率或缓冲密封耗油量以及密封储油罐的尺寸是必不可少的。

#### 5.8.4 轴承与轴承箱

5.8.4.1 滚动轴承寿命[每个轴承或成对轴承组的基本额定寿命( $L_{10}$ h)]应按 GB/T 6391 计算,并满足在额定条件下连续工作不低于 25 000 h,在额定转速、最大径向载荷和轴向载荷条件下连续工作不低于 16 000 h。此使用寿命也适用于皮带驱动泵。

注 1: 额定使用寿命指在首次发现失效前同一轴承组中 90% 的轴承在额定轴承载荷与额定速度条件下的最短运行时间。如果轴承运行在非清洁的润滑油介质中,则可能无法达到该寿命。

注 2: 对于双螺杆多相混输泵,由于转子和衬套之间不存在流体动力膜,所以轴承的尺寸确定和选择需确保其能够承受施加在轴上的全部径向载荷。另外,特别注意最低载荷条件,以确保不会发生轴承滑移。

注 3: GB/T 6391 定义的基本额定寿命  $L_{10}$  是以百万转速为单位,行业惯例是把它转换到 h,并定义为  $L_{10}$ h。

5.8.4.2 除斜角接触型轴承外,滚动轴承的间隙配合应符合 GB/T 4604.1 的规定。圆锥滚子轴承的间隙配合应符合 GB/T 6391 的规定。提供的单列或双列轴承不应设置止动槽。

注:内间隙越大,润滑剂温度的升高幅度越小。但是,振动速率可能会随着间隙的增大而加大。

5.8.4.3 为避免单独润滑的轴承受到外界污染,应对轴承箱进行密封。采用油润滑轴承应具有一个低位排放口,且应配备一个油位计。

5.8.4.4 若提供的是可补充润滑脂的轴承,则卖方的设计中应包括避免润滑脂使用过量的预防措施。

5.8.4.5 滚动轴承的定位、固定与安装符合下列要求:

- 轴承应按照 GB/T 5868 中规定的推荐惯例或轴承卖方的建议采用过盈配合方式固定在轴上,并以一定的径向间隙安装在轴承箱内;
- 轴承应直接安装在轴上。轴承座应在获得买方许可后才能使用;
- 除非另有规定,应使用台肩、轴环或其他定位装置将轴承固定在轴上。不宜完全依赖卡环和弹性挡圈。

注:本条适用于所有的滚动轴承,包括双滚珠轴承和滚子轴承。对于特定的滚子轴承,如带有可分离座圈的滚柱轴承,轴承箱的径向间隙可能不适用。

#### 5.8.5 振动烈度

5.8.5.1 液体泵振动烈度的规定如下:

- 齿轮泵和螺杆泵的振动烈度应符合 GB/T 29531 的规定;
- 凸轮泵的振动烈度宜符合表 2 的规定。

表 2 凸轮泵的振动烈度

中心高( $h$ )	$\leq 225$ mm	$> 225 \sim 400$ mm	$\geq 400$ mm
振动烈度( $V_u$ )	$\leq 3.8$ mm/s	$\leq 5.5$ mm/s	$\leq 7.1$ mm/s

5.8.5.2 多相混输泵的振动烈度应满足表 3 的要求。

表 3 多相混输泵的振动烈度

轴承座的测量	滚动轴承
对于全液体或气体体积分数为任意值的受测流体	$V_u < 7.1 \text{ mm/s RMS}$
试验或现场工作范围内任何速度下的稳态振动	$V_u < 5.5 \text{ mm/s RMS}$
注： $V_u$ 为未过滤的速度；RMS 为均方根。	

### 5.8.6 转子泵的润滑

5.8.6.1 如果使用的是内置轴承或内置同步齿轮，转子泵卖方应核实泵输送介质能为其提供润滑。

5.8.6.2 针对双螺杆泵，除非另有规定，轴承和轴承箱应设计成可采用矿物油进行飞溅润滑。

5.8.6.3 为维持润滑油和轴承的使用寿命，应为其提供充分的冷却（需要考虑污垢的影响）。

5.8.6.4 根据规定的操作条件和 43 °C 的环境温度，润滑油温度符合以下要求：

- a) 对于有压供油润滑系统，润滑油出口温度应低于 70 °C，轴承金属温度（如提供轴承温度传感器）应低于 93 °C；
- b) 对于有压供油润滑系统，工厂试验期间，在最不利的规定操作条件下，轴承油温温升不应超过 28 K；
- c) 对于油环润滑或飞溅润滑系统，油温应始终低于 82 °C。工厂试验期间，油温温升不应超出 40 K，并且（如提供轴承温度传感器）外环温度不应超过 93 °C。

注：在短期性能测试期间，配备环形润滑或飞溅润滑系统的泵可能无法达到温度稳定。

5.8.6.5 如有规定或转子泵卖方推荐，轴承可采用飞溅式、有压供油式或重力式润滑。应提供观察孔、量油尺或油位计。

5.8.6.6 除非另有规定，有压供油润滑油系统应符合 GB/T 42601.3 的要求。

5.8.6.7 若买方规定或者卖方推荐且得到买方认同，应为转子泵、驱动装置以及其他的从动设备（包括齿轮）提供压力和温度适当的有压供油润滑系统。

5.8.6.8 如果规定采用润滑脂润滑滚动轴承，按照以下要求进行：

- a) 应采用轴承生产商推荐的方法或买方同意的替代方法预估润滑脂使用期限（再次加注润滑脂的时间间隔）；
- b) 如果预估润滑脂使用期限小于 2 000 h，则不应使用润滑脂润滑；
- c) 若润滑脂的预估使用寿命大于 2 000 h 但小于 25 000 h 应提供可以不停机加注润滑脂，并且能有效排出旧润滑脂和过量润滑脂的装置，同时卖方应建议买方定期加注润滑脂的周期；
- d) 如果预估润滑脂使用期限大于或等于 25 000 h，则不应安装用于添加使用润滑脂的油嘴或任何其他系统。

## 5.9 材料

### 5.9.1 承压件材料检查

应根据材料规格要求按 7.2.2 的规定进行无损检测。通过磁粉探伤或渗透等方法进行检验，在消除 5.9.3 和 5.9.4 中规定的缺陷后，对剩余缺陷应进行补焊。承压部件出现下列情况的大修，大修前应通知买方：

- a) 需要补焊的空洞深度，超过组件壁厚的 50%；
- b) 空洞的长度，在任何方向中大于 150 mm；
- c) 对部件实施的所有维修处的总面积，超过部件表面积的 10%。

## 5.9.2 结构材料

5.9.2.1 除非另有规定,承压件结构材料应至少采用碳钢。

5.9.2.2 除非数据表或本文件另有规定,卖方可按满足指定工作条件的要求选择材料。

5.9.2.3 在卖方的技术方案中应明确注明主要部件的材料成分。材料应参照确定使用的标准,包括材料等级。如果没有这样指定的标准可用,技术方案中有关卖方的材料说明应给出材料的物理性能、化学成分和测试要求。

5.9.2.4 如果买方有要求,铜或铜合金不应用于直接接触工作介质的部件,此限制不包括镍铜合金(NCu30)、轴承巴氏合金和含铜沉淀硬化不锈钢。

5.9.2.5 卖方在回应技术要求时,应详述确保材料满足运行要求所必需的可选测试和检查程序。测试和检测应列入协议中。买方可指定附加可选测试和检查,尤其是用于关键部件或关键运行场合的材料。

5.9.2.6 与旋转或滑移运动(如控制连接件和调节机构)有关的外部部件应使用适合现场环境的耐腐蚀材料。

5.9.2.7 较小的部件如螺母、弹簧、垫片、垫圈和键所具有的耐腐蚀能力,应至少等于相应部件在相同环境中的耐腐蚀能力。

5.9.2.8 买方应在技术方案中指明出现在工艺流体和现场环境中的任何腐蚀剂(包括微量的),尤其是可能引起应力腐蚀断裂的成分。

注:有关的介质成分是硫化氢、胺、氯化物、氰化物、氟化物、环烷酸和聚合酸。

5.9.2.9 如果奥氏体不锈钢部件所处的工况可能促进焊接、表面硬化、镀层或焊接修复的晶间腐蚀,则应由低碳或稳定级奥氏体不锈钢替代。

注:碳含量超过0.10%的镀层或硬化表面会使奥氏体不锈钢的低碳和稳定等级变敏感,除非使用对晶间腐蚀不敏感过渡层。

5.9.2.10 买方应提供材料合格证(包括化学成分和力学性能等),并以此为依据应用于承压铸件、锻件或轴。除另有规定外,管道接头、辅助管道组件和螺栓连接件不需要符合此规定。

5.9.2.11 如果使用了奥氏体不锈钢螺栓和螺母,或有类似咬合倾向材料的配对时,则应使用具有满足温度要求,与工程流体相容的防咬合剂涂在这些配对件上。

注:如果使用了防咬合剂,很可能会造成达到必要的螺栓预紧力所需的加载扭矩发生较大的变化。

5.9.2.12 买方应指出所有情况下可能出现的湿 H<sub>2</sub>S 的量,包括正常操作、启动、关闭、待机、故障或不正常运行工况下(如催化剂再生)。

注:在许多应用场合,只要存在少量的湿 H<sub>2</sub>S,就要求材料具有抗硫化物应力腐蚀开裂的能力。如已知存在微量 H<sub>2</sub>S,或不确定可能存在的 H<sub>2</sub>S 量,买方考虑采用硬度较小的材料。

5.9.2.13 卖方选择材料时宜考虑可能导致电解腐蚀的情况,如果这种情况不能避免,买卖双方应在材料的选择和任何其他必要的预防措施上达成一致。

注:如果具有明显不同电势的材料,以接触形式置于电解液中,则会形成能够产生易腐蚀材料严重腐蚀的电偶。

5.9.2.14 不能使用会产生奥氏体粗晶粒的钢。仅能使用细晶粒的全脱氧钢或正火钢。

5.9.2.15 对于所有和转子泵送流体接触的垫圈和 O 形密封圈,应在技术方案中详细说明其材料规格。O 形密封圈的选择及其应用范围应符合 GB/T 34875 的规定。O 形密封圈材料应与所有规定的作业兼容。应特别注意用于高压作业的 O 形密封圈的选择,以确保其不会在快速降压后(爆炸性减压)遭受损坏。如果该作业存在快速降压风险,则应在数据表中详细说明。

注:爆破减压的灵敏度取决于 O 形密封圈橡胶的成分、接触的气体、所处的温度、减压比率和循环次数。

5.9.2.16 承压部件的螺栓材料,对于铸铁外壳最低质量应是碳钢,对于钢制外壳最低质量应是高温合金钢。螺母材料应使用碳钢,而在受限空间使用表面硬化碳钢螺母除外。对于低于-29℃的温度,应使用低温螺栓连接。

5.9.3 铸件

5.9.3.1 转子泵铸件应是合格的,铸件的尺寸公差、表面质量、铸造缺陷(疏松、气孔、裂纹、缩松等)按 JB/T 6880.1 和 JB/T 6880.2 执行。

5.9.3.2 铸件表面应进行喷砂、喷丸、化学清洗或其他标准方法的清理。模具分模面的飞边和浇口、冒口的残留应进行车削、锉削或磨平。

5.9.3.3 在压力铸造中尽量不使用型芯撑,如果必需使用,则应保持清洁、无腐蚀(允许电镀),并且其材料成分应与铸件相匹配。

5.9.3.4 铁质承压铸件不应使用焊接、锤击、封堵、内燃或浸渗的方法进行修补,下述情况除外:可焊等级的钢质铸件应按照 5.9.5 进行焊接修复,焊接修复的检查应按照与检查铸件的相同质量标准进行。

5.9.3.5 完全封闭的型芯内空腔,包括堵塞、焊接或组装方法封闭住的内空腔都不应使用。

5.9.3.6 碳钢承压铸件应经过正火和回火处理。

5.9.4 锻件

除下列情况外,不对含铁锻件的承压件进行维修:

- a) 可焊等级的钢锻件应按照 5.9.5 进行修复焊接,在主要的焊接修复完成以后和液压试验以前,应对整体锻件进行焊后热处理,以确保消除应力并保持焊缝与母材的机械性能的连续性;
- b) 未涵盖在材料规范中可焊等级的钢锻件的修复应征得买方的同意。

5.9.5 焊接

5.9.5.1 焊接和焊接修复应按照表 4 的规定执行。如有其他要求,经买方同意后,卖方可建议使用其他标准,在这种情况下,需要在数据表中说明(见附录 B)。

表 4 焊接要求

要求	适用的标准
焊工资格	GB/T 15169、GB/T 24598、GB/T 30563、GB/T 32257、 GB/T 36234
焊接工艺评定	GB/T 19866
非承压结构焊接如安装底盘或支座	GB 50661
板边的磁粉检测或液体渗透检测	JB/T 6912 JB/T 8543
焊后热处理	GB/T 40741

5.9.5.2 卖方应负责检查所有检修和补焊,以确保其得到适当的热处理并通过无损检测,符合 5.9.5.1 所指定的要求。应使用与原始缺陷相同的无损检测方法,对补焊进行检测;检修后至少应按照 7.2.2.1 规定的磁粉探伤方法进行检查。

5.9.5.3 由锻造材料、锻造材料与铸造材料组合制造的承压部件符合下列规定(这些要求不适用于壳体接口和辅助连接)。

- a) 焊缝铲平后,应对焊缝表面进行磁粉探伤或液体渗透探伤,热处理(对奥氏体不锈钢采用固溶退火处理)后应重复一次。如果制作完成后无法进行焊缝质量控制,则制作前买卖双方应达成一致。
- b) 承压部件的焊接,包括壳体的轴向连接和径向连接法兰的焊接,应为全熔透焊接。

- c) 要保证转子泵运行过程可靠,就需要确保部件的尺寸稳定,那么不管其厚度大小都应进行焊后热处理。

#### 5.9.5.4 壳体上的接头焊接按照如下规定进行。

- a) 应通过全熔合和全熔透焊接入口和出口法兰。如果买方同意,应在处理易燃或有害液体的转子泵中使用对焊法兰或承插法兰。不同类金属不应进行焊接。
- b) 如有规定,接头设计的要求应在焊接前提交买方同意。图纸中应显示焊缝设计、尺寸、材料以及焊前和焊后热处理等信息。
- c) 应在所有焊接(包括管道焊接)完成之后进行焊后热处理。
- d) 除非另行规定,焊接在合金钢壳体上的辅助管路应采用与壳体材料特性相同的材料制成。

### 5.9.6 低温使用

#### 5.9.6.1 买方应说明转子泵在应用过程中材料承受的最低设计金属温度,此温度用来确定冲击试验的要求。

注:正常情况下,此温度是最低环境温度或是最低泵送液体温度中的较低者。买方也通常根据泵送液体的性质,如减压时的自冷却,确定材料最低设计金属温度。

#### 5.9.6.2 为防止脆性断裂,低温应用的材料成分应符合材料最低设计金属温度要求。对于运行、维护、运输、安装、试车和测试中可能出现的情况,买卖双方应在必要的预防措施上达成一致。如果钢制承压部件用于温度低于韧脆转变温度的情况下,在选择焊接方法、焊接工艺和材料时,卖方应遵循优化的设计惯例。

#### 5.9.6.3 关于冲击试验要求,按照 GB/T 229 进行。

#### 5.9.6.4 用于确定冲击试验要求的控制厚度应是以下的较大者。

- a) 最大对接焊缝的公称厚度。
- b) 承压部件的最大正截面,除了以下部分:
  - 1) 结构支撑截面,如底脚或吊耳;
  - 2) 为了增加刚度以减少变形而增加的厚度截面;
  - 3) 机械部件如夹套或密封腔的附件或内含物所需要的结构截面。

## 6 辅助设备

### 6.1 驱动装置

#### 6.1.1 一般要求

6.1.1.1 驱动装置应符合买方规定的类型,规格应满足规定的所有运行条件,包括外部齿轮和联轴器等传动部件的损耗,并且应符合说明书和合同规定。驱动装置的运行应在合同中规定的公用工程和现场条件下进行。

6.1.1.2 驱动装置规格应能满足合同规定的工况变化,如压力、温度或输送液体特性的变化,以及其他条件(启动条件)的变化。

6.1.1.3 驱动装置应能够在指定的条件下启动,并且买卖双方应对启动方法达成一致。驱动装置启动扭矩至少应超过转子泵运转扭矩的 10%。

6.1.1.4 对于质量大于 200 kg 的驱动装置,其底脚处应设置横向和轴向找正定位所用的顶丝。

#### 6.1.2 电动机

6.1.2.1 电动机应符合 GB/T 755 的规定。对于使用调速传动装置的情形,转子泵、电动机和调速传动装置的各卖方应进行协调。电动机额定功率应至少为规定工况要求的最大功率(含传动部件损失)的

110%。电动机铭牌额定值(包括使用系数)应能满足在100%的限压阀设定压力下运行。宜考虑驱动装置与泵的设计运行条件可能与实际运行条件不尽相同的情况。异步电动机在实际运行时应与额定负荷条件相匹配。

注:110%适用于方案的设计阶段,测试以后,由于泵的性能误差此余量可能不再有效。

6.1.2.2 买方应指定电动机类型、特性和附件,包括以下各项:

- a) 电气特性;
- b) 启动条件(包括启动时的预计电压降);
- c) 外壳类型;
- d) 电气绝缘轴承(如需要);
- e) 噪声(声压级);
- f) 区域类别;
- g) 绕组绝缘等级;
- h) 所有必需的服务系数;
- i) 环境温度和海拔高度;
- j) 传输损耗(如有);
- k) 温度探测器、振动传感器和加热器(如需要);
- l) 附件(如电动机机座、风冷装置和仪器仪表);
- m) 振动验收标准;
- n) 调速装置。

6.1.2.3 在正常电压的80%的低电压或规定的其他类似电压时,电动机的启动扭矩应满足转子泵的要求,并且电动机应在15 s内加速到全速(或买卖双方同意的时间)。

6.1.2.4 皮带或链传动时,电动机应采用外伸轴结构,并应适合用于传动装置施加侧向负荷的情形,且需考虑衬套宽度。

### 6.1.3 汽轮机

汽轮机驱动装置应符合GB/T 28573的规定。在规定的正常蒸汽条件下,转子泵在任何规定的工况下运行时,汽轮机驱动装置的连续驱动应能达到转子泵所要求的最大功率的110%以上。最大功率需求包括100%的限压阀设定压力下的运行。

注:110%适用于方案的设计阶段,测试以后,由于被驱动设备的性能误差此差值可能不再有效。

### 6.1.4 齿轮传动装置

齿轮传动装置应符合GB/Z 19414的规定。

## 6.2 联轴器与防护罩

6.2.1 除非另行规定,联轴器和防护装置应由转子泵卖方提供。

6.2.2 除非另行规定,应提供符合JB/T 8557等级9的全金属弹性元件和膜片型联轴器。在得到买方认可情况下,单螺杆泵、凸轮转子泵还可以采用梅花爪式联轴器。此外,全金属弹性元件和膜片型联轴器还应符合以下要求。

- a) 弹性元件应采用耐蚀材料制成。
- b) 所设计的联轴器应确保在弹性元件破裂时垫片不发生移动。
- c) 联轴器应采用钢制轮毂。
- d) 转子泵和传动装置轴端之间的距离(轴端间距)应不小于125 mm,并确保能够在不影响传动装置、传动装置联轴器轮毂或吸入和排出管道的条件下拆除联轴器、轴承和机械密封(如适

用)。该间距应始终大于机械密封总长度的最小值。通常,轴端间距尺寸与联轴器中间节公称长度相对应。

- e) 膜片组的允许压缩量应大于轴的最大热膨胀幅度,以避免将轴向负荷传递至转子泵和传动装置轴承。
- f) 应采取适当措施,确保安装校准设备时无需以任何方式拆除膜片或拆卸联轴器。

注:如在联轴节轮毂和可安装对准架的轴承架之间提供至少 25 mm 的裸轴。

6.2.3 如有规定,联轴器的平衡度应达到 JB/T 8557 等级 10 的要求。

6.2.4 如有规定,联轴器应符合 GB/T 35147 的规定。

6.2.5 如有规定,应提供电气绝缘联轴器。

6.2.6 应向联轴器卖方提供轴、键槽尺寸(若有)以及由轴端余隙和热效应造成的轴端移动等相关信息。

6.2.7 弹性联轴器应通过键与轴连接。

6.2.8 对于联轴器、联轴器与轴的连接件,应至少满足传动装置的最大功率要求(包括传动装置工作系数)。

6.2.9 对于直径大于 60 mm 的轴,如果需要拆除联轴器轮毂才能对机械密封进行维修,则轮毂宜通过锥度配合安装,并能够传递最大转矩。联轴器配合锥度应为 60 mm/m。买方和卖方应就其他安装方法和锥度达成一致。宜使用适当的安装和维护程序以确保锥度配合联轴器为过盈配合。

6.2.10 圆柱孔的联轴器轮毂及轴使用紧定螺钉与键固定(对键施压)。联轴器轮毂与轴的配合应允许在无需加热情况下即可在现场进行联轴器轮毂轴向位置的调整。

6.2.11 拟与轴组成过盈配合的联轴器轮毂应配备直径为 10 mm 或以上的螺纹拆卸器孔,以便于拆卸。

6.2.12 如有规定,联轴器轮毂应通过液压方式安装。

6.2.13 若不要求转子泵卖方安装传动装置,则联轴器买方应向传动装置卖方工厂或任何其他指定地点提供机加工成品的半联轴器,以及在传动装置轴上安装半联轴器的必要说明。

6.2.14 如果驱动装置是滑动轴承的卧式电动机,应使用限制端部轴向游动的联轴器,以防止电动机轴肩与其轴承的端部接触。

6.2.15 每一联轴器都应配备防护罩,该防护罩可以在不干扰联轴器工作的情况下拆卸,并满足以下要求:

- a) 防护罩应能将联轴器和轴包起来,以防止人员接触到运动部件,防护罩与电动机和转子泵之间的间隙应遵守指定的标准,如 GB/T 8196;
- b) 在防护罩不接触运动部件的前提下,防护罩应具有足够刚度能承受各方向 900 N 的静载荷;
- c) 防护装置的制作应使用没有孔洞的实心板,或网眼大小不超过 10 mm 金属板、冲孔板。防护装置应是钢、黄铜或非金属材料(聚合物),不能使用铁丝网做防护罩。如有要求,可使用其他的不产生火花材料。

### 6.3 皮带传动

6.3.1 除非另有规定,皮带传动仅能用于不大于 37 kW 的机组。除非另有规定,应采用联组 V 形带。如果采用多根联组 V 形带,则卖方应提供相应的带长度(允差)。所有传动带应是导静电类型,且耐油。传动装置工作系数应符合生产商为预定用途所推荐的工作系数,该工作系数是依据驱动装置铭牌上的额定功率计算的。如有要求,应提供齿形皮带传动装置。具体细节需买卖双方商定。

注:耐油传动带采用聚氯乙烯(氯丁橡胶)或相当材料。

6.3.2 卖方应提供皮带张紧机构。皮带张紧装置的调整范围应足够大,从而保证拆除和更换皮带时无需撬出皮带或将其从齿轮上强行拆除,也无需移动驱动装置。

6.3.3 带传动满足以下要求:

- a) 带轮中心距至少应是较大带轮直径的 1.5 倍；
- b) 较小带轮上的包角(接触角)应至少 140°；
- c) 安装皮带轮的轴长度应至少等于带轮轮毂的宽度；
- d) 用于安装皮带轮的轴键长度应等于皮带轮孔的长度；
- e) 除另有协议外,每一皮带轮都应安装在锥形胀紧衬套上；
- f) 为了降低轴上由皮带张力引起的力矩,皮带轮与邻近轴承的悬臂长度应最小化；
- g) 皮带轮应满足 GB/T 9239.1 等级 G6.3 的平衡要求。

6.3.4 对所有暴露的皮带,卖方应提供满足 6.2.15 要求的防护罩。

6.3.5 多相混输泵不应使用皮带传动。

## 6.4 底座

6.4.1 如规定使用底座,则买方应明确将安装在底座上的主要设备。除非买方和卖方就分体装配达成一致,底座应为一个刚性的整体零部件。分体装配底座应具有机加工销钉接合表面,并通过螺栓连接确保在现场重新组装时准确无误。

注:由于运输限制,标称长度超过 12 m 或标称宽度超过 2.5 m 的底座可能需要采用分体装配。

6.4.2 如有规定,底座设计应符合刚性安装的要求(即具有足够刚度可在指定点得到支撑),而无需在结构部件下连续灌浆。买方和卖方应对底座的设计达成一致。

6.4.3 底座应延伸到泵和驱动装置组合件(包含泵的法兰和其他管接头)之下,使得任何泄漏液都收集在底座范围内。

6.4.4 如果单台设备的质量超过 200 kg,则底座应设置有横向和轴向找正定位用的顶丝,以便于做横向水平调整和纵向调整。固定这些定位螺钉的凸耳应固定在底座上,这些凸耳应不妨碍组件的安装与拆卸。这些螺钉至少应是 M12。为防止变形,安装垫板的机械加工应延伸到底座上,靠近安装垫板处的焊接完成后再进行加工。顶丝应采用不锈钢材质或经过防腐处理的碳钢。

6.4.5 底座的设计应能将最恶劣情况下的压力、转矩和允许管口载荷共同造成的轴端相对位移限制在 50  $\mu\text{m}$  以内。运输和安装期间,所施加的负荷不应造成底座的永久变形。

6.4.6 底座符合以下要求:

- a) 对于通过其他方法安装的设备,底座不应钻孔；
- b) 底座宜配备校平螺钉或螺栓；
- c) 与灌浆接触的底座外周应具有半径不小于 50 mm 的圆角；
- d) 所有安装垫在机加工后应立即采用防锈处理；
- e) 安装垫经机加工后应达到的表面粗糙度  $Ra3.2 \mu\text{m}$  的要求或具有更高光洁度。

6.4.7 如有规定,应为泵和所有驱动装置部件(如电动机和变速箱)提供安装凸台。安装凸台应大于被安装设备的支脚,从而无需拆除设备就可校平底座。安装凸台上下面应平行,各安装凸台之间的距离允差不应超过 150  $\mu\text{m}/\text{m}$ 。如有规定,应在设备安装前,在卖方工厂内用实例证明达到这种要求。

注:设备底座的平面度可能受到卖方责任范围以外的运输、搬运和安装等过程的影响。由于设备质量的原因,还需要考虑在不安装设备的情况下运输底座。设备安装遵循 GB 50275 中的安装规程。

6.4.8 位于泵和传动装置下方的底座上的承重垫板,其下侧应与底座的横向构件采用连续焊的方式焊接在一起。

6.4.9 底座的所有下侧安装表面应位于同一平面,以便于采用单一水平面的基础。对于分体式底座,在经过销钉和螺栓固定在一起后,安装垫应位于同一平面。

6.4.10 底座至少应配备 4 个可同时起吊的吊耳。起吊底座及所有已安装设备时,底座不应出现永久变形或损坏,安装在底座上的设备也不应损坏。卖方应告知,在起吊前是否需要撑杆,以及是否需要把设备分开。设计吊耳和连接方法时,吊耳的最大允许应力应为规定材料的最低屈服强度的三分之一。

通过液体渗透或磁粉探伤等方法检查所有吊耳焊缝。

6.4.11 应为泵提供一体化的边缘凸起的凹槽式底座。底座的凹槽应至少以 1 : 120 的斜度向泵端倾斜。应在能将集液排尽的位置设置排液孔,孔径宜不小于 DN50。

6.4.12 如有规定,底座顶部应配备覆盖所有步道和工作区的防滑金属盖板。

6.4.13 除非另有规定,卖方应按照 GB/T 8923.1 中 Sa2 级对底座所有的与灌浆接触的表面进行处理,并使用与环氧树脂砂浆相容的底漆涂覆这些接触表面。环氧树脂砂浆以外的灌浆可能需要做可替换的表面处理。一般情况下,对于全黏结强度的环氧树脂砂浆是没有必要的。

6.4.14 底座的底部在两个结构件之间应是打通的。当底座安装在混凝土基础上时,在每一个承受负荷构件之下,都应有灌浆通道。

6.4.15 所有的底座在每个分隔部分内应至少设一个灌浆孔。灌浆孔的净面积最小为 0.01 m<sup>2</sup>、尺寸不小于 75 mm。这些孔的设置应允许浆体灌满底座下面的整个空腔,而不至于形成空气囊。在实地应用时,灌浆孔应便于为已经安装泵和驱动装置的底座灌浆,在集液盘区域内的灌浆孔应有不低于 13 mm 的凸起的唇缘。如果灌浆孔设在液体能够溅落到暴露灌浆的位置,则应配置最小厚度为 1.5 mm 的金属盖。在底座的每个分隔部分的最高点,应设置最小直径 13 mm 的放气孔。

6.4.16 除非另有规定,泵下方不应使用垫片。驱动装置下的所有垫片都应经过机械加工、最小厚度 3 mm、材质为不锈钢。如果泵机组由卖方进行组装,则每组垫片的厚度不应超过 13 mm,数量不超过 5 片。所有垫片组都应跨越安装螺栓和垂直调整螺钉,并至少应伸出设备支脚外边缘 6 mm。如果卖方不负责组装泵机组,则垫片不应钻孔,也不应提供楔铁。

6.4.17 如有规定,底座的设计应确保在现场可方便地使用光学、激光或其他仪表对底座进行水平校准。买方和卖方应共同商定这类设施的细节。

6.4.18 卖方应提供用于连接设备与底座的安装螺栓和所有调整螺钉或螺栓。

## 6.5 限压阀

6.5.1 泵应配置限压阀或其他保护装置,不应使用爆破片。限压阀的尺寸确定、选择和安装应符合 GB/T 24921.1 的要求。

6.5.2 除非另有规定,买方应按照 GB/T 24920 的要求提供限压阀。卖方应向买方提供关于流量和排放压力的建议。买卖双方宜共同审核买方的阀门选择。对于限压阀尺寸和设置(包括积聚压力),需要考虑所有可能出现的设备失效模式,并应符合 5.2.6 的要求。

6.5.3 除非买方同意,限压阀不应与泵集成在一起或安装在泵内。

## 6.6 控制和仪表

6.6.1 应按照买方规范和数据表的要求提供和安装供货范围内的操控元件和仪表。

注:多相混输泵橇装系统的典型管道仪表流程图见附录 C。

6.6.2 所有操控元件和仪表应适用于泵数据表所示的电气分类和危险工况,并符合 GB/T 42601.1 的规定。

## 6.7 辅助管路

6.7.1 辅助工艺管路、冷却水管路、保温蒸汽管路、润滑油管路和仪表管路等辅助管路都应遵守 GB/T 42601.1 的相应部分。

6.7.2 辅助管路系统的材料应符合 GB/T 42601.1 所规定的要求。如果空间太小无法使用 DN15、DN20 和 DN25 管道,则可提供无缝管。

6.7.3 对于可能因阀门关闭而堵塞的辅助管道系统,宜考虑在通风和排水系统管路上安装一个降温阀(温控阀)。

## 6.8 多相混输泵橇装系统的脉冲和振动控制要求

6.8.1 多相混输泵的动力流与管路系统中的声谐振相互作用,可能导致泵和管道出现共振。共振可能导致泵和管路出现故障。管路系统的振动特性取决于如下因素:

- a) 管路系统布局的复杂性;
- b) 泵的数量;
- c) 泵的类型;
- d) 螺杆头数;
- e) 螺杆几何形状;
- f) 泵的规格(功率);
- g) 转速;
- h) 运行工况改变速率;
- i) 系统运行工况;
- j) 流体特性。

6.8.2 泵卖方应使用以下各种基本方法,以减少泵送系统中可能出现的有害振动:

- a) 考虑流体特性,避免产生段塞流(见注3);
- b) 分析借鉴同类泵型的泵送情况;
- c) 良好的管路布局和设计原则,一般包括以下方面:
  - 1) 如有可能,管路应贴近地面水平布置,以便有效地约束固定;
  - 2) 尽量减少方向改变的次数,以减少脉动与机械振动相耦合的可能性;
  - 3) 在脉动抑制装置上充分使用动态限制方法,以控制振动;
  - 4) 使用足够数量的管路约束和约束设计。

注1: 选用夹具固定管路优于选用U形螺栓,避免仅对管路质量进行支撑的形式。

注2: 一般来说,系统振动控制需要管道系统设计方和泵生产商协调,以确保泵系统特性符合规定要求。

注3: 可规定由第三方机构进行动态模拟,计算分析可参见附录D。

注4: 卖方可对买方管道系统提供建议(见附录C)。

## 6.9 专用工具

6.9.1 如果拆卸、装配、维修设备需要专用工具,作为设备初始供应的一部分,则应包含在报价中。对于多台机组的安装情况,专用工具的需求量应由买卖双方共同商定。在工厂装配及试验后拆卸该设备时,应使用这些专用工具或类似的专用工具。

6.9.2 如配备专用工具,则其应牢固连接到泵上或包装在单独的、坚固耐用的工具盒里,并示明“用于(标签/项目序号)的专用工具”。每一工具都应铭刻或加贴标签以标示其预期用途。

## 7 试验和检验

### 7.1 通则

7.1.1 买方应指明需要检查和测试的范围。

7.1.2 如有规定,在发货之前,买方代表、卖方代表或买卖双方代表应核实检查员提供的检查清单(参见附录E),在此清单上签字、注明日期,并将填写齐全的检查清单提交给买方。

7.1.3 在买方通知卖方后,买方代表应获准进驻设备卖方和分包商正在制造、测试或检验的工厂。

7.1.4 卖方应告知分包商,买方的检查和测试要求。

7.1.5 如有规定,卖方应向买方提供工厂标准的检查和测试计划,供买方审核。

7.1.6 如果需要进行制造过程检查和测试,买方应提前给出需要现场检查、测试的进度节点。

7.1.7 在买方进行现场测试检查之前,卖方应提前进行预测试,且试验结果合格。除非另有规定,卖方应至少提前 5 个工作日通知买方见证试验,或观察试验。

7.1.8 如有规定,卖方初步试验(机械运转试验和性能试验)合格后,应书面通知买方。当见证试验不能立即进行时,应与买方商定是否保持泵在试验台上的初步试验状态,或者是否可将泵从试验台上拆卸下来。

注 1: 为了了解设备在试验期间遇到的任何问题,很多买方不想在见证试验之前做初步试验。如果是这种情况,买方向卖方做出明确的说明。

注 2: 这对多相混输泵特别重要。

7.1.9 卖方需提供检查和测试所需的设备、材料和辅助设施。

7.1.10 卖方的质量保证大纲应提供给买方代表,以供审查之用。

## 7.2 检查

### 7.2.1 通则

7.2.1.1 卖方应将以下资料保存至少 20 年:

- a) 必需的或指定的材料证明文件,例如工厂测试报告;
- b) 证明满足指定要求的测试数据和结果;
- c) 质量控制的测试和检查结果;
- d) 无论是正常制造过程还是修补过程中的所有热处理的完整识别记录;
- e) 所有主要焊接修补的详细资料,包括焊接工艺图;
- f) 如有规定,最终的组装维护和运行的间隙;
- g) 买方规定的其他数据;
- h) 不符合性报告和纠正措施。

7.2.1.2 指定的检查和测试未完成之前,承压部件不应涂漆。

7.2.1.3 除了 7.2.2 的要求外,买方应指定以下内容:

- a) 应进行表面和内部检查的零件或零件部位;
- b) 要求的检查型式,例如射线探伤、超声探伤、磁粉探伤或液体渗透探伤。

7.2.1.4 在买方的最终检查之前,应完成全部的运行测试和装配检查。

### 7.2.2 材料检查

7.2.2.1 应根据材料规格要求实施无损检测。如果买方指定焊缝或材料额外的射线探伤、超声探伤、磁粉探伤或液体渗透探伤检查,检测方法和验收准则应符合 NB/T 47013.1~NB/T 47013.5 的规定。替代标准可由卖方建议或买方指定。见附录 B 中焊接和材料检查数据表。

7.2.2.2 在开始制造前,应根据采购材料标准对其进行检验。

7.2.2.3 无损检测宜在成品加工面上进行。

7.2.2.4 如规定对球墨铸铁件进行无损检测,则应使用磁粉和液体渗透检测方法进行。

### 7.2.3 装配检查

7.2.3.1 在设备装配期间,应检查每个零部件(包括铸件、管线和附件),确保其清洁且去除了异类材料、腐蚀剂和氧化皮。

7.2.3.2 所有的油系统部件应满足 GB/T 42601.3 的清洁度要求。

7.2.3.3 如有规定,买方在封头焊接到容器之前、容器和热交换器的开孔封闭之前,或管道最终装配之前,应检查设备、所有管线和附件的清洁度。

7.2.3.4 如有规定,应对零部件、焊缝和热影响区的硬度进行测试,测试结果应在允许值的范围之内。测试的方法、范围、所需文件及见证过程应由买卖双方协商同意。

#### 7.2.4 材料可靠性鉴别

7.2.4.1 如有规定,需对某装配件进行材料可靠性鉴别(PMI)的测试,则应在制造完成后检查该制造件的组成部件(包括焊接接头)。测试可在所有热处理前进行。

7.2.4.2 如规定执行材料可靠性鉴别(PMI),则应使用可提供量化结果的方法。

7.2.4.3 工厂试验报告、材料成分证书、外观印记或标识不可替代材料可靠性鉴别测试。

7.2.4.4 材料可靠性鉴别结果应在材料规范限定的范围内,所用检测设备的精度应在允许的精度范围内。

### 7.3 试验

#### 7.3.1 通则

7.3.1.1 根据实际情况,选择并按 7.3.2、7.3.3 或 7.3.4 的要求进行测试。

7.3.1.2 对所有指定的测试,卖方应向买方提交详细的试验方法和验收准则,供买方审核。提交文件的时间应至少在测试前 6 周,或货期的 25%,取时间较短者。

#### 7.3.2 液压试验

7.3.2.1 承压部件(包括附件)应进行液压试验,试验压力至少是最大允许工作压力的 1.5 倍,但不低于表压 0.15 MPa。测试用液体的温度应高于被检测材料的无塑性转变温度。

注:无塑性转变温度是指材料在没有明显塑性变形时而发生完全脆性断裂的最高温度。

7.3.2.2 如果被测零件将工作于某温度时,在此温度下材料强度低于该材料在测试温度的强度,则液压试验的压力应乘以材料在测试温度的许用应力与其工作温度下许用应力比值系数。工作温度下许用应力值应按照 5.2.1~5.2.5 的规定进行确定。对于管线,如有规定,工作温度下许用应力值应符合 GB/T 20801.2 的规定。由此所得压力应是液压试验的最小压力。卖方应在数据表中列出实际的液压试验压力。

注:对材料进行液压试验前,证实该材料对此要求的适用性,因为许多种类的钢,在 200 °C 以内,此特性变化很小。

7.3.2.3 如果可行,测试应遵守部件设计时的规范或标准。如果规定的测试压力与本文件规定的测试压力不同,则取较大者。

7.3.2.4 用于测试奥氏体不锈钢材料的液体中氯化物的含量不应超过 50 mg/kg。为防止奥氏体不锈钢上由于蒸发干燥而出现氯化物的沉积,测试结束后应将测试部件上的残留液体彻底清除。

注:限制氯化物含量是为了防止应力腐蚀开裂。

7.3.2.5 液压试验的保压时间至少 30 min,如未观察到承压件或接头出现任何泄漏或渗漏,则液压试验可以认为是符合要求的。大型、重型的承压部件需要更长的保压时间,此时间由买卖双方协商确定。

7.3.2.6 所有对冷却水通道测试的压力,表压不小于 1.0 MPa。

7.3.2.7 具有双重压力等级的壳体可分段测试。对分段测试的壳体,内部隔板或密封垫的渗漏是允许的,为保持试验压力可以启动试压泵进行补压。在液压试验中用于装配承压部件的密封垫片应与泵的垫片相同。

#### 7.3.3 测试试验前检查

7.3.3.1 开始任何试验前,过滤器下游的油系统部件应符合 GB/T 42601.3 的清洁度要求。

7.3.3.2 应检查所有接头和连接的紧固性和密封性,并处理所有泄漏。

7.3.3.3 应按要求检查和调整试验期间使用的所有警示、防护和控制装置。

### 7.3.4 性能试验

7.3.4.1 除非另有规定,试验允差应符合 7.3.6 的规定。生产商应在其工厂中让泵运行足够长的时间,以获取完整的试验数据,包括转速、排出压力、吸入压力、功率和流量。

7.3.4.2 如有规定,且泵拟在变速工况下运行,泵应在 30%、60%、90% 和 100% 的额定转速下进行试验,允许 5% 以内的转速偏差。

7.3.4.3 7.3.4.1 中规定的试验只适用于泵,功率只针对泵。然而,记录数据和最终报告可能包括全套装置的信息,包括传动装置和辅助设备。买方和卖方应就记录在传动装置和辅助设备上的试验温度达成一致。

7.3.4.4 如试验条件不满足额定工况,应在额定排出压力下减速试验,或在额定转速下降压试验。试验前,买卖双方应就试验方法及其限制条件达成一致。

7.3.4.5 如对泵进行了拆解改进,应重新进行试验。

### 7.3.5 机械运转试验

7.3.5.1 如有规定,应在性能试验前或紧接其后进行机械运转试验,机械运转试验时间应为 1 h 或轴承箱的油温达到稳定为止。

7.3.5.2 如有规定,应在额定工况下进行 4 h 的连续机械运转试验。

7.3.5.3 除另有规定,机械运转试验时使用合同中规定的轴封和轴承。

7.3.5.4 如果需要更换或维修轴承或密封件,或拆除外壳以更换或维修其他部件以解决机械或性能问题,在这些缺陷得到解决后,重新进行最终的出厂试验。

### 7.3.6 性能要求

除非另有规定,当泵在试验台上运行时,泵的性能偏差应在表 5 给出的允差范围内。

表 5 性能允差

特性值	允差
在 100% 转速下	(0%~3%) 该额定转速下的额定流量
额定轴功率(在额定压力和流量下)	≤4%
NPSH <sub>r</sub> (在额定流量下)	≤0%

### 7.3.7 可选试验

7.3.7.1 净正吸入压头/汽蚀余量试验。泵不应在发生汽蚀时运行。如果进行该试验,应对泵进行 NPSH 试验。在额定转速、压力下,当泵的流量由于汽蚀下降 3% 时的 NPSH 即为泵的 NPSH<sub>r</sub>。汽蚀余量与净正汽蚀余量的关系,见附录 F。

注 1: 卖方要确认机械密封是否能在吸入压力条件下运行。

注 2: 净正吸入压头/汽蚀余量试验(NPIP/NPSH)不适用于多相混输泵。

7.3.7.2 整套装置试验。如有规定,组成整套装置的泵、齿轮箱、传动装置和辅助设备等部门应一起测试。整套装置试验可代替各部件的单独测试或作为其补充。

7.3.7.3 噪声试验。如有规定,应按照 GB/T 29529 或其他双方达成一致的标准进行噪声试验。

7.3.7.4 最大参数试验。如有规定,泵将在限压阀积聚压力下以最大额定泵速运行,流体黏度由买卖双方商定,以确认泵在这些条件下不会卡死。只记录一个数据点。

注：如有规定，实施 7.3.7.1~7.3.7.4 中所述的工厂测试。测试细节由买卖双方之间共同协商。

### 7.3.8 多相流体试验

7.3.8.1 多相流体混输机械运转试验。如有规定，试验时将气体引入到泵吸入系统的流体中（模拟合同规定的多相混输工况），气体的体积分数应由买卖双方确定。数据采集按照机械运转试验进行。试验台工况和验收标准将由买卖双方共同商定。卖方应提供推荐的试验程序，作为技术方案的一部分。

7.3.8.2 气体段塞试验（干运转试验）。如有规定，将在多相混输泵机械运转试验后，按照设计时长进行气体段塞试验（使泵/泵送系统入口处的气体体积分数在 30%~100% 范围内快速变化）。数据采集按照机械运转试验进行。试验台工况和验收标准将由买卖双方共同商定。卖方应提供推荐的试验程序，作为技术方案的一部分。

7.3.8.3 控制系统工厂验收试验。如有规定，控制和仪表应进行功能验收试验，包括验证仪表、控制、PLC 控制逻辑、报警和停机设定值的功能。

注：停机设定值是指系统或设备自动或手动停机时被测参数的预设值。

### 7.3.9 测试数据

在每次完成现场机械运转试验和性能试验后应将记录数据副本提交给买方。

## 8 资料

### 8.1 通则

8.1.1 卖方应按照 8.2 和 8.3 的规定提供相关信息。

8.1.2 卖方应在说明书等相关文件的封面和扉页、图纸的明细表或其他显著位置注明以下信息：

- a) 买方/所有者公司名称；
- b) 工作/项目编号；
- c) 设备位号和名称；
- d) 询价单或采购合同的编号；
- e) 询价单或采购合同中规定的其他标识；
- f) 卖方的识别号、工厂订单号、序列号或完整识别信息相互传递需要的其他参考标识。

8.1.3 如有规定，应在买方作出采购承诺之后 4 周~6 周内最好在卖方的工厂举行一次协调会议。除非另有规定，在此会议举行之前，卖方应准备并分发一个议事日程。该议事日程可包括下列项目：

- a) 采购合同、供货范围、成套责任、分包商项目；
- b) 数据表；
- c) 适用的技术规范和事先商定的免责条款；
- d) 提交资料、生产制造和试验的时间表；
- e) 质量保证大纲和程序；
- f) 检查、督察和试验；
- g) 辅助系统的原理图和材料清单；
- h) 设备、管线和辅助设备的布置图；
- i) 联轴器的选择和等级；
- j) 推力和径向轴承尺寸、估算载荷和具体结构；
- k) 转子动态分析，按需提侧向、扭转和瞬态扭转动态分析（一般在首次图纸提交后的 10 周~12 周内提供，否则无效）；
- l) 设备性能，可选操作条件，启动、关机和其他操作注意事项；

- m) 脉动或振动分析的范围和详细要求；
- n) 仪表与控制；
- o) 用于应力分析或其他设计审查项目的标识；
- p) 其他技术项目。

## 8.2 技术方案

### 8.2.1 通则

卖方应将原始的技术方案及规定份数的复印件寄送到询价书文件上规定的地址。作为最低要求,技术方案应包括 8.2.2~8.2.4 中规定的资料,以及系统及其所有组件是严格执行本文件的详细说明。

**注:** 如果系统及组件不是严格执行本文件,则卖方需要列出一份清单,详细描述并解释每处偏差。卖方需要提供详细资料使买方能够评估任何建议的替代设计。所有的来往函件按照 8.1.2 的规定清晰标识。

### 8.2.2 图纸

8.2.2.1 技术方案中应包含资料需求表(见附录 G)中要求提供的图纸。图纸中至少标明以下信息。

- a) 每个机组或橇装的总布置图或外形图,示出总体尺寸、维修空间尺寸、总质量、安装质量、最大维修质量。主要联结件的旋转方向、尺寸和位置也应标明。
- b) 显示设备细节的剖面图。
- c) 所有辅助系统的示意图,包括密封冲洗系统、润滑油系统、控制系统和电气系统。应包括材料清单。

8.2.2.2 如果使用通用的示例图、示意图和材料清单,应按实际安装和用途标出正确的质量和尺寸等数据。

### 8.2.3 技术资料

技术方案中应包括下列资料。

- a) 带有完整的卖方信息的买方数据表及充分描述设备细节的文件资料;及能够完全描述所提供资料细节的文献。
- b) 预计的噪声数据。
- c) 卖方图纸和数据要求表格(见附录 G),表明卖方同意的递交所有资料的时间表,这些资料是作为买方订单的一部分规定的。
- d) 在收到订单后的几周内设备发运时间表。
- e) 主要易损件表,标明与项目的其他机组零件或业主现有设备的互换性。
- f) 设备启动及正常维护所需的备件清单。
- g) 维修所需的专用工具清单。
- h) 在数据表中规定的现场条件下,设备在启动、运行和闲置期间内所需的任何特殊天气预防及防冻处理的说明。此说明应清晰指出需由买方提供的防护措施,以及包括在卖方供货范围内的防护措施。
- i) 所需公用工程的完整表格,例如蒸汽、水、电、空气、气体、润滑油(包括所需油的质量和供给压力,以及需要油带走的热负荷)、润滑脂,以及铭牌额定功率和辅助驱动器的运行功率需求。

**注:** 类似资料也需清晰标明。

- j) 7.2.2 中要求的有关对材料进行任何可选或附加试验和检查程序的说明。
- k) 买方询价单或本文件中以黑点标示的段落中规定的任何特殊要求的说明。

- l) 如有规定,已经安装并在类似条件下运行的相似机组的清单。
- m) 为确保设备完好所需要的任何启动、停机或运行限制。
- n) 任何试验设施的限制条件。
- o) 需要买方许可的具有可替代性部件的清单。

#### 8.2.4 性能图

卖方应提供完整的性能曲线,包括规定黏度下流量、效率、必需汽蚀余量(NPSH<sub>r</sub>)/必需的净正吸入压力(NPIPr)和功率与压差对应的函数关系。对于多相应用,还应显示气体体积分数。

#### 8.2.5 可选试验

如有规定,对于买方指定的或卖方推荐的特殊或可选试验,卖方应提供相应的试验大纲。

### 8.3 合同资料

#### 8.3.1 通则

8.3.1.1 卖方应按照已商定的图纸和资料目录(见附录 G)提供合同资料。

8.3.1.2 每张图纸的右下角应有一个标题栏,其中应确认日期、8.1.2 中规定的卖方资料、版本号和日期以及标题。在所有其他文件中也应提供类似的内容。

8.3.1.3 买方和卖方应商定图纸和资料的审查范围和时间安排。除非双方有书面的特殊协议,由买方做的审查不能看成是对订单中的任何要求偏离的许可。

8.3.1.4 卖方提交图纸和资料时应包括一份完整的清单。清单应包含标题、图号,以及卖方提交所有资料的时间表(见附录 G 中的示例)。

#### 8.3.2 图纸和技术资料

8.3.2.1 卖方提供的图纸和资料(以及 8.3.5 中规定的手册)应包括充足的信息,以便买方能够妥当安装、操作和维护其订单中包含的设备。不论在采购过程中是否使用本文件附录 B 所示数据表,完工资料中应包含填写完整的附录 B 数据表。所有合同图纸和资料应清晰易读(即使是通过缩小较大尺寸图纸得到,字体大小至少为 8 号),应包含在商定的表格(见附录 G 中的示例)中,并且应满足附录 G 表格的详细说明。

8.3.2.2 外形尺寸图应标明泵吸入和排出管口端面的尺寸公差,以及中心线相对于底座上最近的地脚螺栓孔中心线的位置。底座的地脚螺栓孔的中心线位置应标出与底座上共同基准点的尺寸公差。当未注公差时尺寸偏差应按 $\pm 3\text{ mm}$ 。

8.3.2.3 经过检验的测试曲线和数据应在测试完成后 15 d 内提交,并提供完整的性能曲线,包括规定黏度下流量、效率、必需汽蚀余量(NPSH<sub>r</sub>)/必需的净正吸入压力(NPIPr)和功率与压差对应的函数关系。曲线信息还应包括转子标识号和泵的序列号。如规定进行汽蚀余量试验,则还应提供必需汽蚀余量曲线。

#### 8.3.3 进度报告

卖方应按照指定的间隔时间向买方递交进度报告。

注:参照表 G.1。

#### 8.3.4 零件目录和推荐备件

8.3.4.1 卖方应为所提供的所有设备和附件提交完整的零件目录。这些目录应包括零件名称、卖方的

零件图号和结构材料。每一零件都应使用剖面图、装配剖面图或等比例分解图进行表示,通用件也应如此表示。从标准尺寸修改过的或加工至指定性能要求的零件应使用零件号特别标出。购买的标准件应标明原始卖方的名称和规格型号。

8.3.4.2 卖方应在每一完整的零件目录上指出推荐的开车及维护备件,并对每一备件推荐储存数量。

### 8.3.5 安装、操作维护手册

#### 8.3.5.1 通则

卖方应提供详细的安装、操作维护手册,内容包括详细的说明和必要的图纸,以满足买方对所有设备进行安装、操作和维护。手册封面上应包含 8.1.2 所列的信息、目录表、所附图纸的标题和图纸号的完整目录。手册应是专门为买方所购买设备准备的,一般手册是不可以的。

#### 8.3.5.2 安装手册

设备正确安装所需的所有信息应收集在手册中,手册提交给买方的时间不能晚于最终审核图纸提交的时间(该手册可能会与操作、维护手册分开)。该手册应包括以下内容:如安装对中和浇筑基础、公用设施的正常和最高要求、设备重心、起吊条件和步骤,以及所有其他安装资料。8.2.2 和 8.2.3 中规定的关于正确安装的所有图纸和资料也应作为本手册的一部分。参照卖方图纸和资料要求清单(参照附录 G)。

#### 8.3.5.3 操作维护手册

操作维护手册应随设备装运同时发出。手册内容除了包含所有规定工艺条件下的操作外,还应包括极端工况条件下的特别说明,装配示意图(用于显示重心位置、转子和质量大于 135 kg 的任何组件的相关装配规定)。该手册还应至少包括附录 G 中列出的与安装相关的所有数据。

## 9 包装、运输和储存

### 9.1 标志和标识

9.1.1 铭牌应固定在设备以及任何其他辅助设备主体上,位置清晰可见。

9.1.2 转向箭头应镶铸或固定在旋转设备的每个主要部件的清晰可见位置。铭牌和转向箭头(如果设置)应采用不锈钢或镍铜合金。连接销应采用相同材料,不应进行焊接。

9.1.3 设备铭牌上应显示产品编号、设备位号(如需要)、泵型号及名称、流量、压力、转速、质量、出厂日期、卖方名称。

### 9.2 包装

9.2.1 设备应按照指定的运输类型进行包装。除非另有规定,包装应适合自运输之日起 6 个月的户外储存,除非检查轴承和密封,否则安装前无需拆卸包装。如果预期要储存更长的时间,则买卖双方应协商包装储存方式。应由买方负责缓蚀剂的清除和定期低速旋转泵轴,以便于密封和轴承的维护。

9.2.2 如有规定,在设备到达施工现场及在启动前,卖方应向买方提供保持设备储存完好性所需的说明书。

### 9.3 运输

9.3.1 运输的准备工作应当在设备的所有测试和检查完成后进行。准备工作包括以下内容。

- a) 除了机加工表面,在运输、储存或工作过程中可能会出现腐蚀的所有外表面,应至少涂一层符

合卖方标准规定的油漆,油漆不能含铅和氯化物。

注:奥氏体不锈钢通常不需要涂漆。

- b) 外部的机加工表面(耐腐蚀材料除外)应涂防锈剂。
  - c) 设备内部应:
    - 1) 清洁;
    - 2) 无锈蚀、无焊渣和异物;
    - 3) 除耐腐蚀材料外,应喷涂能够使用溶剂清除的防锈剂。
  - d) 轴承箱(座)和碳钢油路系统部件内表面应做防锈处理,如采用防锈剂,该防锈剂应能与润滑油兼容。
  - e) 法兰接口端应配备厚度至少 5 mm 的金属盲板,该金属盲板应带有橡胶垫和至少 4 个与法兰孔直径相一致的螺栓。对于螺柱式法兰接口,应使用预期用途的螺母固定金属防护罩。
  - f) 螺纹式接口应配备钢制螺纹盖帽或六角头钢制堵塞。禁止使用非金属(如塑料)盖帽或堵塞。
- 注:这些都是运输用的塞堵;固定塞堵的规定在 5.5.7。
- g) 在泵机组或包装上应能清楚识别起吊点、吊耳和机组重心。应在安装手册中推荐起吊方式。
  - h) 设备应标明项目和序列号。分开运输的材料应使用可粘贴、防腐蚀金属标签标明所属设备的项目和序列号,装箱的设备运输中应有相同的装箱单,一份在箱内,一份在运输货柜外。
  - i) 为防止意外的机械损伤,对于外露轴和联轴器,应采取防锈蚀和防撞击保护措施。
  - j) 零散的部件应涂一层蜡或装入塑料袋中,并用硬纸板盒包装。零散的箱子应安全地固定在运输集装箱中。

9.3.2 应在辅助管道连接件上打印标记或配备固定标签,标明用途和连接件名称,且应与卖方连接件列表或总体布置图保持一致。

9.3.3 轴承组合件应进行包裹,防止湿气和灰尘的进入。如果在大的腔室中放置袋装的气相防锈剂,则该袋子应放置在容易触及的区域以方便取出。袋子应放置于铁丝笼中固定于法兰盖板上,袋子应使用由不锈钢金属丝连接的防腐蚀标签以标明它的位置。

9.3.4 卖方的使用维护及安装说明书的一份副本应随设备进行包装和运输。

9.3.5 为装运而移除的辅助管道或其连接件,应标出方便安装的标记。

9.3.6 如有规定,泵机组上的管线、中间冷却器等等的装配,应在运输之前卖方工厂内完成。

9.3.7 法兰标准和公称压力等级的国内外相关标准对照表见附录 H。

9.3.8 泵零部件用主要材料、配管材料的国内外相关标准对照表见附录 I。

附 录 A  
(资料性)  
泵的分类和定义

### A.1 泵的分类

泵的分类如表 A.1 所示。

表 A.1 泵的分类

泵类型(按泵元件划分)		分类
转子泵	滑片	转子滑片
		定子滑片
	凸轮	单叶凸轮
		多叶凸轮
	齿轮	外啮合齿轮(同步)
		外啮合齿轮(非同步)
		内啮合齿轮
	螺杆	单螺杆
		多螺杆(同步)
		多螺杆(不同步)

### A.2 滑片泵

一种转子转动使得一个或多个滑片与定子和转子围成的空腔发生容积变化,从而实现流体输送的泵。叶片可以装在定子上,也可以装在转子上,结构图见图 A.1。

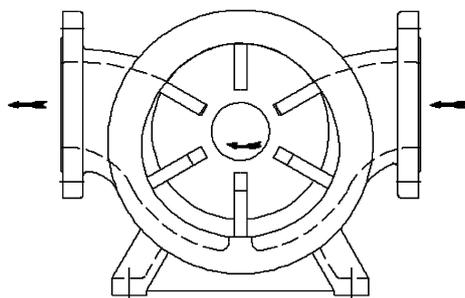


图 A.1 滑片泵

### A.3 凸轮泵

一种采用两个同步运动的凸轮转子,使转子凸轮表面和泵壳之间的空腔发生容积变化,从而实现流体输送的泵。转子由一对同步齿轮进行传动,转子在传动轴的带动下进行同步反方向旋转,转子凸轮可以是单叶或多叶,结构图见图 A.2、图 A.3。

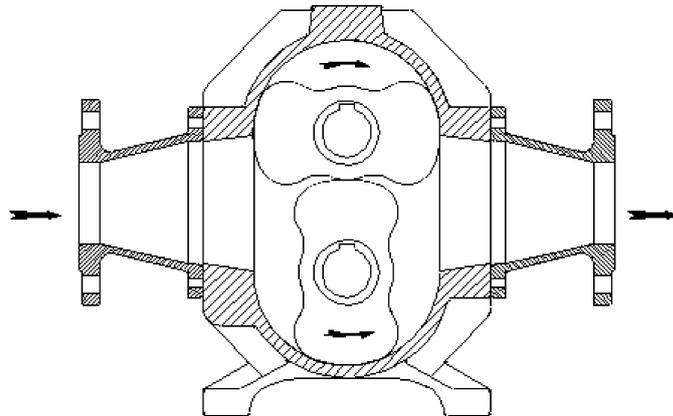


图 A.2 单凸轮泵

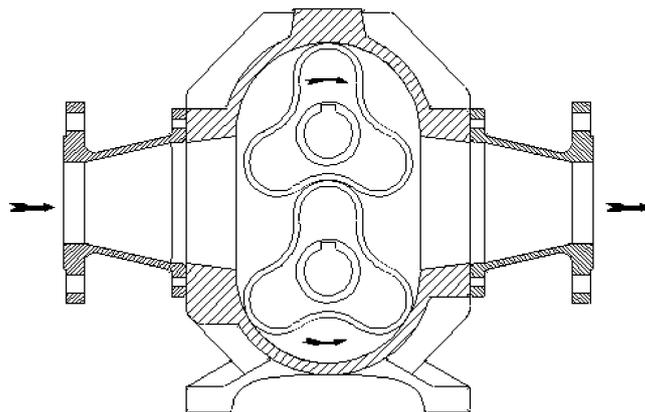


图 A.3 三凸轮泵

#### A.4 外啮合齿轮泵

一种依靠一对相互外啮合的齿轮转子的旋转,使泵体与啮合齿轮间所形成的空腔容积发生变化和实现流体输送的泵。外啮合齿轮泵中每个转子都可以驱动另一个转子,转子齿轮齿顶与泵体相切。这些转子的齿轮可以使用直齿、斜齿或人字齿。外啮合齿轮泵也可以使用同步齿轮传动。结构图见图 A.4。

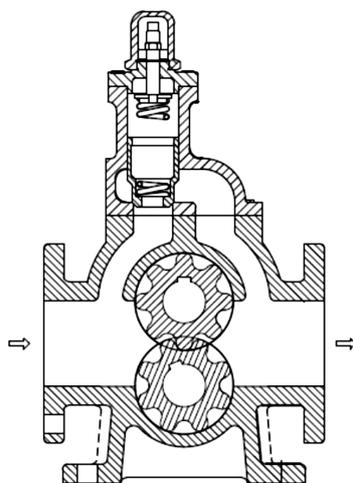
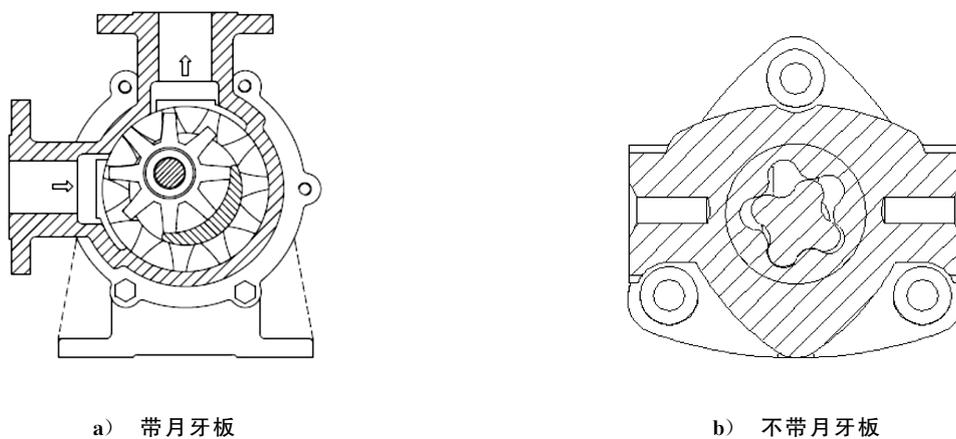


图 A.4 外啮合齿轮泵

### A.5 内啮合齿轮泵

一种依靠一对相互内啮合的齿轮转子的旋转,使啮合齿轮与泵体及月牙板间所形成的空腔容积发生变化和移动实现流体输送的泵。内啮合齿轮泵内齿轮和外齿轮相啮合,齿顶与月牙板相切,结构图见图 A.5。



a) 带月牙板

b) 不带月牙板

图 A.5 内啮合齿轮泵

### A.6 单螺杆泵

一种依靠单个螺杆的转动,使流体在螺杆和衬套之间的空腔内沿轴向螺旋式输送的泵。单螺杆泵(渐进容积式泵)具有带外螺旋型线的转子和带内螺旋型线的定子。螺杆偏心于旋转轴线,结构图见图 A.6。

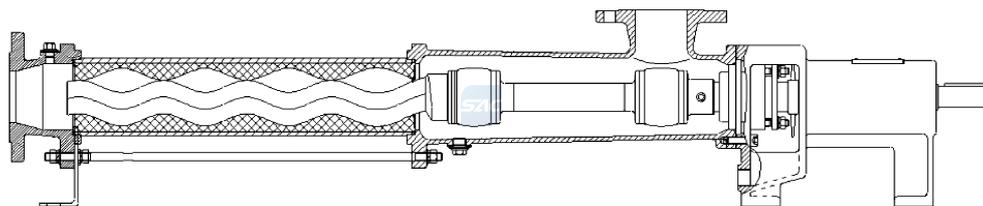


图 A.6 单螺杆泵

### A.7 多螺杆泵

一种依靠多个螺杆的转动,使流体在螺杆、泵体或衬套之间的空腔内沿螺杆螺旋式输送的泵。多螺杆泵有多个外螺旋螺杆。如图 A.7 和图 A.8 所示,该泵可同步传动,也可非同步传动。

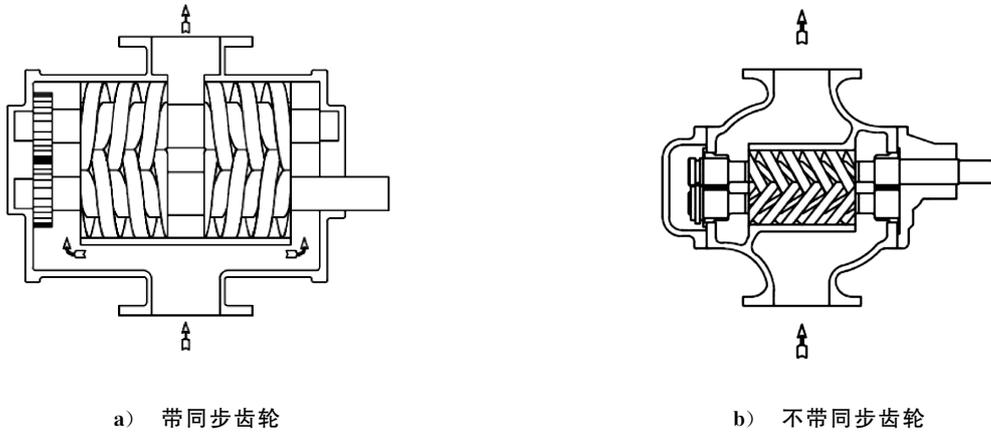


图 A.7 双螺杆泵

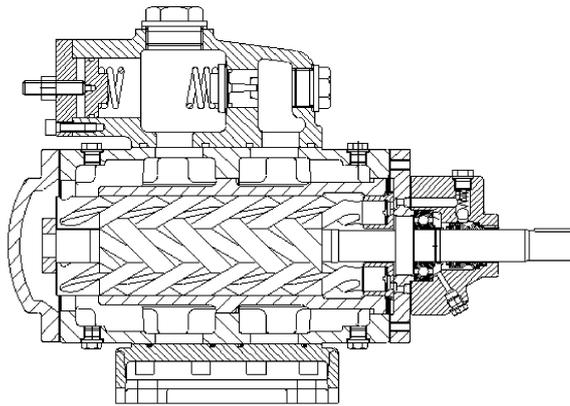


图 A.8 三螺杆泵(非同步齿轮)

附录 B  
(资料性)  
转子泵数据表

转子泵数据表见表 B.1,多相混输泵数据表见表 B.2。

表 B.1 转子泵数据表(第 1 页/共 5 页)

买方/所有者公司名称: \_\_\_\_\_

项目名称(地点): \_\_\_\_\_

泵(机组)名称: \_\_\_\_\_

泵(机组)用途: \_\_\_\_\_

出厂编号(序列号): \_\_\_\_\_

设备位号: \_\_\_\_\_

采购订单号: \_\_\_\_\_

卖方名称(制造商名称): \_\_\_\_\_

适用阶段:  询价     采购     竣工

	型式	数量	规格型号	编号	供应商
泵					—
驱动器					
齿轮箱					

版本	日期	描述			签字	审查			
					数据单号				
					表	共	页	第	页



表 B.1 转子泵数据表(第 3 页/共 5 页)(续)

泵接口(卖方着重填写)					泵机构设计(卖方着重填写)
连接方式	尺寸	压力等级	密封面型式	位置	<b>泵壳</b> 最大泵壳许用压力(5.2.1):____(MPa.G)@____(°C) 最大允许吸入压力 <sup>a</sup> :____(MPa.G)@____(°C) 液压试验压力—吸入端/排出端:____/____(MPa·G) <b>旋转元件</b> 转子安装方式 <input type="radio"/> 两端支撑 <input type="radio"/> 悬臂式 同步传动齿轮 <input type="radio"/> 有 <input type="radio"/> 无 <input type="radio"/> 类型____ 轴承类型/型号: <input type="radio"/> 径向____ <input type="radio"/> 推力____ 润滑类型:____ 1 油浴:____ 2 泵送流体: <input type="radio"/> 甩油环 <input type="radio"/> 油雾 3 外供的: <input type="radio"/> 溢油 <input type="radio"/> 润滑脂 润滑油信息(黏度、牌号等)____ <input type="radio"/> 机械密封:规格____ <input type="radio"/> 集装 <input type="radio"/> 非集装 材质(动环: 静环: 密封圈: 压盖: 轴套:____) 布置方式: <input type="radio"/> 单端面: <input type="radio"/> 内装 <input type="radio"/> 外装 <input type="radio"/> 双端面: <input type="radio"/> 串联: 密封结构: <input type="radio"/> 弹簧 <input type="radio"/> 波纹管 <input type="radio"/> 其他____ 冲洗方案:方案号____,流量____ m <sup>3</sup> /h,压力____(MPa.G) 密封方案: <input type="radio"/> 填料密封:材质:____ 是否冲洗:____
吸入口					
排出口					
轴封冲洗					
排净口					
排气口					
夹套接口					
法兰标准:____ 注:排净和排气管线的配管到底座的边缘。					
<b>泵主要部件的材料(卖方着重填写)</b> 最低金属设计温度(5.9.6.1)____ 泵壳____;定子/衬套____;端板____ 转子____;叶片____;轴____ 套筒____;压盖____;轴承座____; 同步传动齿轮____;密封圈/垫圈____					
<b>配管和附件(买卖双方商讨填写)</b> 买方需要连接的管道: <input type="radio"/> 通风 <input type="radio"/> 排水 <input type="radio"/> 蒸汽/冷却水 <input type="radio"/> 需使用加热套(5.2.10) 管道材料: <input type="radio"/> 碳钢 <input type="radio"/> 镀锌 <input type="radio"/> 不锈钢 阀门材料: <input type="radio"/> 碳钢 <input type="radio"/> 镀锌 <input type="radio"/> 不锈钢 <input type="radio"/> 需要用法兰来代替承插焊接接头 <input type="radio"/> 将密封冲洗系统安装在底座上 连接螺栓: <input type="radio"/> 禁止使用镀铬螺栓 <input type="radio"/> 聚四氟乙烯涂层 <input type="radio"/> 镀锌 <input type="radio"/> 涂漆 <input type="radio"/> 不锈钢					
<b>原动机类型(买方着重填写)</b> <input type="radio"/> 异步电动机 <input type="radio"/> 汽轮机 <input type="radio"/> 柴油机 <input type="radio"/> 其他			<b>电动机(见电动机数据表)(卖方着重填写)</b> 电动机遵照的标准:____ 制造商:____ 安装方式: <input type="radio"/> 卧式 <input type="radio"/> 立式 型号:____ 功率:____ 服务系数:____ 电压:____相:____ 频率:____ 额定电流:____ 变速范围____(r/min)最小启动电压(6.1.2.2)____ 绝缘等级:____ 防爆等级:____ 能效等级:____ 温升等级:____ 防护等级:____ 启动方法:____ 润滑油/脂:____ 轴承: <input type="radio"/> 径向 <input type="radio"/> 止推,型号:____ 数量:____		
<b>传动方式(买方着重填写)</b> <input type="radio"/> 直联 <input type="radio"/> 齿轮传动 <input type="radio"/> 皮带传动 <input type="radio"/> 其他 联轴器类型/制造商____ 型号____ 中间节长度____ 最大扭矩(额定值)____ 工作系数____ 联轴器轮毂轴孔型式: <input type="radio"/> 圆柱孔 <input type="radio"/> 圆锥孔 <input type="radio"/> 带键槽的 联轴器罩类型: <input type="radio"/> 钢 <input type="radio"/> 铜 <input type="radio"/> 非金属 <input type="radio"/> 其他 <input type="radio"/> 无火花联轴器防护罩(6.2.15)					
<b>保温和冷却、仪器仪表(买卖双方协商)</b>					
保温介质: <input type="radio"/> 蒸汽 <input type="radio"/> 其他 蒸汽夹套/冷却水腔设计压力____(MPa.G)@____(°C) 冷却水要求: <input type="radio"/> 轴承座(____ m <sup>3</sup> /h,____ MPa.G) <input type="radio"/> 润滑油冷却器(____ m <sup>3</sup> /h,____ MPa.G) <input type="radio"/> 密封液冷却器(____ m <sup>3</sup> /h,____ MPa.G) <input type="radio"/> 其他(____ m <sup>3</sup> /h,____ MPa.G) 冷却水____(m <sup>3</sup> /h)@____(MPa.G)			<input type="radio"/> 振动计____ <input type="radio"/> 轴承温度____ <input type="radio"/> 压力表类型____ <input type="radio"/> 温度表(带热电偶套管)____ <input type="radio"/> 其他____		
<sup>a</sup> 最大允许吸入压力:泵吸入端能承受的最大持续压力,该压力可能受到泵吸入端的设计或机械密封的动密封额定压力的限制。					

表 B.1 转子泵数据表(第 4 页/共 5 页)(续)

质量检查和测试(买卖双方协商)																																																																
需要进行的材料检查: <input type="checkbox"/> 特殊材料试验(见设计规范+焊接+检验表) <input type="checkbox"/> 低环境温度材料试验(5.9.6.1) <input type="checkbox"/> 遵守检验员检查清单 <input type="checkbox"/> 材料认证(部件: _____) <input type="checkbox"/> 无损检测(部件: _____) <input type="checkbox"/> 射线照相 _____ <input type="checkbox"/> 超声波 _____ <input type="checkbox"/> 磁粉探伤 _____ <input type="checkbox"/> 液体渗透 _____ <input type="checkbox"/> 组件 PMI _____ <input type="checkbox"/> 零件、焊缝和热影响区的硬度 _____ <input type="checkbox"/> 卖方提交测试程序(7.3.1.2) <input type="checkbox"/> 卖方保留维修和热处理记录(7.2.1.1)	需要进行的测试: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">测试类别</th> <th style="width: 10%;">要求</th> <th style="width: 10%;">见证</th> <th style="width: 10%;">非见证</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>出厂检验(7.1)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>液压试验(7.3.2)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>性能测试(7.3.4)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>密封泄漏调整后重新测试</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>NPSH<sub>r</sub>/NPIP<sub>r</sub>(7.3.7.1)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>成套机组试验(7.3.7.2)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>振动测试</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>噪声测试(7.3.7.3)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>最终装配前的清洁度(7.2.3.3)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>限压阀最高排放压力</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>检查安装凸台是否共面(6.4.7)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>1 h 机械运转试验(7.3.5.1)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>4 h 机械运转试验(7.3.5.2)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>辅助设备测试(7.3.4.3)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>				测试类别	要求	见证	非见证	出厂检验(7.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	液压试验(7.3.2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	性能测试(7.3.4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	密封泄漏调整后重新测试	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NPSH <sub>r</sub> /NPIP <sub>r</sub> (7.3.7.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	成套机组试验(7.3.7.2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	振动测试	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	噪声测试(7.3.7.3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	最终装配前的清洁度(7.2.3.3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	限压阀最高排放压力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	检查安装凸台是否共面(6.4.7)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 h 机械运转试验(7.3.5.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 h 机械运转试验(7.3.5.2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	辅助设备测试(7.3.4.3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
测试类别	要求	见证	非见证																																																													
出厂检验(7.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
液压试验(7.3.2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
性能测试(7.3.4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
密封泄漏调整后重新测试	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
NPSH <sub>r</sub> /NPIP <sub>r</sub> (7.3.7.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
成套机组试验(7.3.7.2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
振动测试	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
噪声测试(7.3.7.3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
最终装配前的清洁度(7.2.3.3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
限压阀最高排放压力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
检查安装凸台是否共面(6.4.7)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
1 h 机械运转试验(7.3.5.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
4 h 机械运转试验(7.3.5.2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
辅助设备测试(7.3.4.3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																													
<b>装运准备(买方着重填写)</b>																																																																
运输要求: <input type="checkbox"/> 国内运输 <input type="checkbox"/> 出口运输 包装要求: <input type="checkbox"/> 大于 6 个月室外存放 <input type="checkbox"/> 要求出口包装																																																																
<b>表面处理和涂漆(买方着重填写)</b>																																																																
<input type="checkbox"/> 厂家标准 _____ <input type="checkbox"/> 其他: 规范编号 _____ 泵[9.3.1a]: <input type="checkbox"/> 底漆 _____ <input type="checkbox"/> 面漆 _____ 底座[9.3.1a]: <input type="checkbox"/> 底漆 _____ <input type="checkbox"/> 面漆 _____	<input type="checkbox"/> 替代的密封试验(7.3.5.3) <input type="checkbox"/> 供应商在 24 h 内提交测试数据 <input type="checkbox"/> 包括绘制的振动图谱 <input type="checkbox"/> 记录最终装配运行间隙[7.2.1.1f] <input type="checkbox"/> 装运前的性能曲线和测试数据(7.3.9)																																																															
<b>重量(kg)(卖方着重填写)</b>																																																																
泵: _____; 底座: _____; 传动机构: _____; 原动机: _____; 其他: _____; 总质量: _____; 最大维修件重量: _____;																																																																
<b>底座(买方着重填写)</b>	<b>买方其他需求(买方着重填写)</b>																																																															
<input type="checkbox"/> 由卖方提供 <input type="checkbox"/> 适用于环氧树脂灌浆 <input type="checkbox"/> 排水管口 <input type="checkbox"/> 泄油槽 <input type="checkbox"/> 非灌浆施工(6.4.2)	铭牌参数的单位: <input type="checkbox"/> 国际单位制 <input type="checkbox"/> 其他 限压阀的布置方式: <input type="checkbox"/> 内置 <input type="checkbox"/> 外接 限压阀的提卖方: <input type="checkbox"/> 卖方 <input type="checkbox"/> 其他 密封冲洗管道提卖方: <input type="checkbox"/> 卖方 <input type="checkbox"/> 其他 冷却/加热用的管道: <input type="checkbox"/> 卖方 <input type="checkbox"/> 其他																																																															

表 B.1 转子泵数据表(第 5 页/共 5 页)(续)

压力设计规范、焊接要求、双方约定的材料检查事项					
压力容器设计的规范请列出: _____ 焊接和维修: <input type="radio"/> 买方未指定,则按照 7.2.2.1 进行 <input type="radio"/> 买方指定的其他焊接要求: 焊工资质: _____ 焊接工艺评定: _____ 无压结构焊接(如底座或支架): _____ 磁粉或液体渗透探伤: _____ 焊后热处理: _____ 壳体焊接的焊后热处理: _____	材料和其他检查(7.2.2.1,7.2.3.1) 买方未指定,则按照文中 7.2.2.1 进行;买方指定的其他验收方法: _____				
	检查类型	标准中的章条	买方指定的方法	需要检验的部件或部件位置	见证(是/否)
	<input type="radio"/> 铸件目测检查	5.9.3.2			
	<input type="radio"/> 铸造厂磁粉探伤	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 铸造厂液体渗透检查	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 铸造厂 RT 关键部位的套管铸造	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 磁粉探查-成品加工	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 液体渗透剂-成品加工	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> RT 关键区域套管-接近最后加工	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> MT 或 PT 外壳附件焊接	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 铸造厂的 MT 或 PT 转子	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 辅助管道中的 RT 对接焊缝				
	<input type="radio"/> MT 或 PT 转子-精加工	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 全合金压力轴承组件的 PMI	7.2.4			
	<input type="radio"/> 合金管道的 PMI	7.2.4			
	<input type="radio"/> 合金转子的 PMI	7.2.4			
	<input type="radio"/> 轴用棒料(带超声探伤证书)	7.2.2.1			
	<input type="radio"/> 套管卡尺厚度检查				
	<input type="radio"/> 转子平衡达到 G2.5	5.8.1.9			
	<input type="radio"/> 零件、焊缝和热影响区的硬度				
<input type="radio"/> 记录最终装配间隙	7.2.1.1f)				
材料试验报告(5.9.2.10): <input type="radio"/> 外壳 <input type="radio"/> 转子/叶片 <input type="radio"/> 定子 <input type="radio"/> 轴 <input type="radio"/> 螺栓连接 <input type="radio"/> 辅助管 <input type="radio"/> 其他部件					

表 B.2 多相混输泵数据表(第 1 页/共 5 页)

买方/所有者公司名称: \_\_\_\_\_  
 项目名称(地点): \_\_\_\_\_  
 泵(机组)名称: \_\_\_\_\_  
 泵(机组)用途: \_\_\_\_\_  
 出厂编号(序列号): \_\_\_\_\_  
 设备位号: \_\_\_\_\_  
 采购订单号: \_\_\_\_\_  
 卖方名称(制造商名称): \_\_\_\_\_

适用阶段:  询价     采购     竣工

	型式	数量	规格型号	编号	供应商
泵					—
驱动器					
齿轮箱					

版本	日期	描述			签字	审查			
					数据单号				
					表	共 页 第 页			



表 B.2 多相混输泵数据表(第 3 页/共 5 页)(续)

现场条件/公用设施、底座(买方着重填写)	接口、辅助接口(卖方着重填写)																																																																																						
<p><b>现场条件:</b>                      位置: <input type="radio"/>室内 <input type="radio"/>户外 <input type="radio"/>带顶棚 <input type="radio"/>采暖 <input type="radio"/>不采暖                      防冻要求: _____ 抗热要求: _____                      电气区域分类: 区 _____ 组 _____ 级 _____                      现场数据:                      海拔(MSL): _____ m 气压计: _____ MPa.A                      环境温度范围: 最小/最大 _____ / _____ °C                      相对湿度: 最小/最大 _____ / _____ %                      异常条件: <input type="radio"/>灰尘 <input type="radio"/>烟雾 <input type="radio"/>盐雾 其他: _____</p>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>接口</th> <th>尺寸</th> <th>压力等级</th> <th>法兰面型式</th> <th>位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>泵壳体(5.3)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>泵进口</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>泵出口</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>撬装系统入口</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>撬装系统出口</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	接口	尺寸	压力等级	法兰面型式	位置	泵壳体(5.3)					泵进口					泵出口					撬装系统入口					撬装系统出口																																																												
接口	尺寸	压力等级	法兰面型式	位置																																																																																			
泵壳体(5.3)																																																																																							
泵进口																																																																																							
泵出口																																																																																							
撬装系统入口																																																																																							
撬装系统出口																																																																																							
<p><b>公用设施条件:</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">蒸汽</th> <th colspan="2">用于驱动</th> <th colspan="2">用于加热/保温</th> </tr> <tr> <th>MPa.G</th> <th>°C</th> <th>MPa.G</th> <th>°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">进气</td> <td style="text-align: center;">最小</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">正常</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">最高</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">排气</td> <td style="text-align: center;">最小</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">正常</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">最高</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	蒸汽		用于驱动		用于加热/保温		MPa.G	°C	MPa.G	°C	进气	最小					正常					最高					排气	最小					正常					最高					<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>辅助接口</th> <th>编号</th> <th>尺寸</th> <th>类型/ANSI 等级</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>润滑油入口</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>润滑油出口</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>密封油入口</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>密封油出口</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>泵壳排净</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>泵壳排气</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>冷却水</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>壳体测压</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>温度测量</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>冲洗</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	辅助接口	编号	尺寸	类型/ANSI 等级	润滑油入口				润滑油出口				密封油入口				密封油出口				泵壳排净				泵壳排气				冷却水				壳体测压				温度测量				冲洗			
蒸汽			用于驱动		用于加热/保温																																																																																		
		MPa.G	°C	MPa.G	°C																																																																																		
进气	最小																																																																																						
	正常																																																																																						
	最高																																																																																						
排气	最小																																																																																						
	正常																																																																																						
	最高																																																																																						
辅助接口	编号	尺寸	类型/ANSI 等级																																																																																				
润滑油入口																																																																																							
润滑油出口																																																																																							
密封油入口																																																																																							
密封油出口																																																																																							
泵壳排净																																																																																							
泵壳排气																																																																																							
冷却水																																																																																							
壳体测压																																																																																							
温度测量																																																																																							
冲洗																																																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>电力</th> <th>驱动</th> <th>加热</th> <th>控制</th> <th>停车</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>电压</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>赫兹</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>相制</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p><b>冷却水:</b>                      进口温度 _____ (°C) 回流温度 _____ (°C)                      进水压力 _____ (MPa.G) 最小回流压力 _____ (MPa.G)                      最大允许压降 _____ (MPa.A) 水源 _____</p> <p><b>仪表气源:</b>                      最大压力 _____ (MPa.G) 最小压力 _____ (MPa.G)</p> <p><b>公用工程消耗:</b>                      冷却水 _____ (L/min) 蒸汽(正常) _____ (kg/h)                      蒸汽(最大值) _____ (kg/h) 仪表气源 _____ (Nm<sup>3</sup>/h)                      功率(用于驱动) _____ (kW) 功率(辅助) _____ (kW)</p> <p><b>底座(6.4):</b>  <input type="radio"/>共用(泵和驱动器) <input type="radio"/>其他 _____  <input type="radio"/>排液口 <input type="radio"/>带泄漏液收集  <input type="radio"/>设备的水平调整螺丝(6.4.4) <input type="radio"/>楔形垫板  <input type="radio"/>环氧树脂灌浆/环氧树脂底漆</p>	电力	驱动	加热	控制	停车	电压					赫兹					相制					<p style="text-align: center;"><b>原动机类型(买方着重填写)</b></p> <p><input type="radio"/>电动机 <input type="radio"/>汽轮机 <input type="radio"/>柴油机 <input type="radio"/>其他</p> <p style="text-align: center;"><b>传动方式(买方着重填写)</b></p> <p><input type="radio"/>直联 <input type="radio"/>齿轮传动 <input type="radio"/>皮带传动 <input type="radio"/>其他                      联轴器类型/制造商 _____                      中间节间隔长度 _____ 型号 _____                      最大扭矩(额定值) _____ 工作系数 _____                      联轴器轮毂轴孔型式: <input type="radio"/>圆柱孔 <input type="radio"/>圆锥孔 <input type="radio"/>带键槽的                      联轴器罩类型: <input type="radio"/>钢 <input type="radio"/>铜 <input type="radio"/>非金属 <input type="radio"/>其他  <input type="radio"/>无火花联轴器防护罩(6.2.15)</p> <p style="text-align: center;"><b>电动机(见电动机数据表)(卖方着重填写)</b></p> <p>电动机遵照的标准: _____                      制造商: _____ 类型: <input type="radio"/>卧式 <input type="radio"/>立式                      型号: _____ (kW) 运行系数: _____                      电压: _____ 相: _____ 赫兹: _____ 额定电流: _____                      变速范围 _____ (r/min) 最小启动电压(6.1.2.2) _____                      绝缘等级: _____ 防爆等级: _____                      温升等级: _____ 防护等级: _____                      启动方法: _____ 润滑脂: _____                      轴承: <input type="radio"/>径向 <input type="radio"/>止推, 型号: _____ 数量: _____</p>																																																																		
电力	驱动	加热	控制	停车																																																																																			
电压																																																																																							
赫兹																																																																																							
相制																																																																																							

表 B.2 多相混输泵数据表(第 4 页/共 5 页)(续)

结构设计材料(卖方着重填写)	
<p>最低设计金属温度 _____ (°C)</p> <p><b>壳体:</b></p> <p>材料(5.9) _____</p> <p>壳体最大允许工作压力(5.2.1) _____ (MPa,G)</p> <p>限压阀设定压力(5.2.6) _____ (MPa,G)</p> <p>安全余量 _____ (MPa)</p> <p>液压试验压力 _____ (MPa,G)</p> <p>允许最高工作温度 _____ (°C)</p> <p>允许最低工作温度 _____ (°C)</p> <p>冷却/加热夹套 <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 (5.2.10)</p> <p><b>衬套:</b></p> <p>衬套材料(5.9) _____</p> <p>硬涂层材料 _____</p> <p>轴承箱的材料 _____</p> <p>轴承箱冷却 _____</p> <p><b>转子(5.8.1):</b></p> <p>直径(mm) _____</p> <p>防腐蚀硬质涂层 _____</p> <p>制造型号 _____</p> <p>材料(5.9) _____</p> <p>布氏硬度:最大 _____ 最小 _____</p> <p>转子长径比(L/D) _____</p> <p>转子间隙(mm) _____</p> <p>最大挠度(mm) _____</p> <p><input type="checkbox"/>非接触式设计 <input type="checkbox"/>接触式设计</p> <p><b>轴:</b></p> <p>材料(5.9) _____</p> <p>直径@转子(mm) _____ 直径@联轴器(mm) _____</p> <p>轴伸 <input type="checkbox"/>锥形 <input type="checkbox"/>圆柱 (6.2.9)</p> <p><b>同步齿轮(5.8.2):</b></p> <p>质量等级: <input type="checkbox"/>GB/T 10095.2 11 级 <input type="checkbox"/>其他 _____</p> <p>节圆直径(mm) _____ 型号 _____</p> <p>材料 _____</p> <p><b>轴承(类型/数量):</b></p> <p><input type="checkbox"/>径向 _____ / _____</p> <p><input type="checkbox"/>推力 _____ / _____</p>	<p><b>机械密封 5.8.3:</b></p> <p><input type="checkbox"/>机械密封:规格 _____ <input type="checkbox"/>集装 <input type="checkbox"/>非集装</p> <p>材质(动环: _____ 静环: _____; 密封圈: _____ 压盖: _____ 轴套: _____)</p> <p>布置方式:</p> <p><input type="checkbox"/>单端面: <input type="checkbox"/>内装 <input type="checkbox"/>外装</p> <p><input type="checkbox"/>双端面:</p> <p><input type="checkbox"/>串联:</p> <p>密封结构: <input type="checkbox"/>弹簧 <input type="checkbox"/>波纹管 <input type="checkbox"/>其他 _____</p> <p>冲洗方案: 方案号 _____, 流量 _____ m<sup>3</sup>/h, 压力 _____ (MPa,G)</p> <p>密封方案:</p> <p><input type="checkbox"/>填料密封: 材质: _____ 是否冲洗: _____</p> <p><b>轴承温度传感:</b></p> <p><input type="checkbox"/>轴承外圈 _____ <input type="checkbox"/>其他 _____</p> <p><input type="checkbox"/>TC 型 _____ <input type="checkbox"/>RTD 型 _____</p> <p><b>振动传感器:</b></p> <p><input type="checkbox"/>符合国标 _____ <input type="checkbox"/>其他(说明) _____</p> <p>类型 _____ 型号 _____</p> <p>生产商 _____</p> <p>每个轴承上的数量 _____ 总数量 _____</p> <p>显示器供应商 _____</p> <p>位置 _____ 防护 _____</p> <p>制造商 _____ 型号 _____</p> <p>测量范围 _____</p> <p>报警 设定值 @ _____ mm(或 mm/s)</p> <p>停机 设置 @ _____ mm(或 mm/s)</p> <p>延迟时间 _____ 秒</p>

表 B.2 多相混输泵数据表(第 5 页/共 5 页)(续)

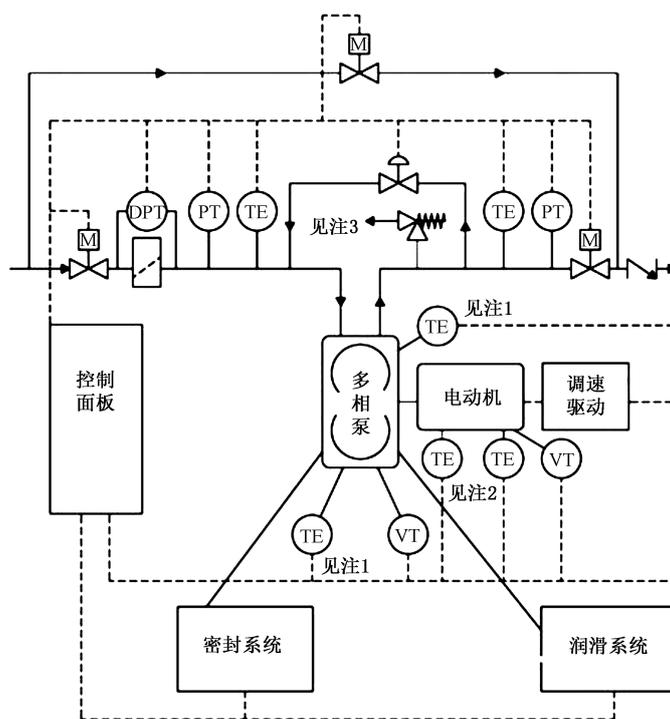
本地控制面板、仪器仪表(买卖双方协商)					
本地控制面板:供应者: <input type="radio"/> 卖方 <input type="radio"/> 买方 <input type="radio"/> 其他					
<input type="radio"/> 独立式 <input type="radio"/> 全天候 <input type="radio"/> 全封闭 <input type="radio"/> 额外开孔 <input type="radio"/> 隔振器					
<input type="radio"/> 带状加热器 <input type="radio"/> 清洁接口					
信号器供应者: <input type="radio"/> 卖方 <input type="radio"/> 买方 <input type="radio"/> 其他_____					
信号器位置: <input type="radio"/> 本地面板 <input type="radio"/> 主控制板 <input type="radio"/> 卖方将用户的接线连接至接线盒					
<b>仪表供应商:</b>					
名称	制造商			尺寸和类型	
压力计					
温度计					
液位计					
差压计					
压力变送器					
差压变送器					
温度变送器					
液位开关					
控制阀					
限压阀(6.5):					
可视流动指示器					
流量指示器					
振动传感器					
电磁阀					
信号器					
其他					
<b>压力计要求:注:</b> <input type="checkbox"/> 卖方提供 <input type="checkbox"/> 买方提供,选哪一方,就在相应符号上打“√”					
功能	本地安装	本地面板	功能	本地安装	本地面板
泵入口	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	密封液泵出口	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
泵出口	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	密封液过滤器压差	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
润滑油油泵出口	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	密封液供应	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
润滑油过滤器压差	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	密封液差速器	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
润滑油供应	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	其他	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
<b>温度计要求:注:</b> <input type="checkbox"/> 卖方提供 <input type="checkbox"/> 买方提供,选哪一方,就在相应符号上打“√”					
功能	本地安装	本地面板	功能	本地安装	本地面板
回流的润滑油	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	冷却器的入口和出口	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
泵径向轴承	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	润滑油储油器	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
泵推力轴承	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	密封液存储器	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
其他	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	泵吸入口	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○
	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○	泵排出口	<input type="checkbox"/> ○	<input type="checkbox"/> ○

## 附录 C

(资料性)

## 多相混输泵撬装系统的典型管道和仪表流程图

多相混输泵撬装系统的典型管道仪表流程图见图 C.1。



标引符号说明：

DPT —— 差压变送器；

M —— 电动机、可采用其他执行机构类型（即液压和气动）；

PT —— 压力变送器；

TE —— 感温元件；

VT —— 振动传感器。

注 1：泵 TE 覆盖轴承和排出流体。

注 2：电动机 TE 覆盖绕组和轴承。

注 3：从 PLV 排出的流体应当通过管道输送到吸入容器或集管，或尽可能远离制动器上游。

注 4：为了清楚起见，未显示手动阀和小型管道。

图 C.1 多相混输泵撬装系统的典型管道和仪表流程图

**附 录 D**  
(资料性)  
**脉动与振动控制技术**

**D.1 设计分析的定义**

设计分析的定义包含两种方法,分别是分析方法 1 和分析方法 2。如果出现下列情况,本附录提供的分析方法可能不够准确:

- a) 入口流速低于 0.3 m/s 或高于 3 m/s;
- b) 入口液体温度足够高,可以预见会发生汽蚀;
- c) 该工作过程存在严重危险的情况。

**D.2 分析方法 1**

**D.2.1** 分析研究包括泵脉动抑制装置的设计,设计过程使用专有技术和/或试验分析技术以满足 D.5~D.7 规定的脉动等级,同时要有好的管线布置、使用好的支撑/约束条件和足够的 NPIP。

注:在决定采用哪种方法时,买方宜考虑功率、经济性、管道布局、可靠性、文件要求以及相似泵和装置的经验。

**D.2.2** 分析研究也包括买方在卖方提供的频率资料基础上,对其管线系统的简单分析,以确定声学激发频率引发共振的临界管线长度。

**D.3 分析方法 2(声学模拟)**

**D.3.1** 此方法通过使用经过证实的声学模拟技术,结合管线运行和支撑系统(夹具设计和间距)的机械分析,设计脉动抑制装置达到脉动的控制,从而实现控制振动的目的。D.3.2、D.3.3、D.3.4 的内容予以考虑。

**D.3.2** 峰间脉动等级的计算:选择运行条件和泵送压力等级求得整个管线系统中最高脉动振幅,然后将脉动振幅与 D.5 中的等级进行比较。

**D.3.3** 脉动激振力(不平衡力)的计算:可以预测作用在管道系统关键部件(如脉动控制装置、脉动控制装置内部构件、容器、封闭式封头等)上的最大脉动诱发的振动力和不平衡压力。

**D.3.4** 管线的改进:如果脉动分析表明脉动水平和/或振动力过大,则对脉动控制装置和/或管线系统进行改进,并继续进行分析,直到系统满足 D.5 中定义的指导原则。

**D.4 机械检查和管线约束分析**

**D.4.1** 使用跨度和容器机械固有频率计算进行简单的机械检查,以避免机械共振。该检查形成各种管道尺寸的表格并说明管道支架之间的最大允许跨度(基于泵的最大运行速度)与管道直径的关系,以及 F.1.7 中的规定的固有频率与激振力频率间隔裕度。

**D.4.2** 在管道设计中,当使用夹具避免机械共振时,还宜考虑热弹性效应和静应力。为了准确预测并避免管道共振,支撑和夹具牢固地固定管线。除非固定点有足够的质量或刚度来抑制管线和固定点上的振动,否则不认为管线约束是刚性的。对于架空的管线和/或使用简单支撑、悬挂和牵引的管线,固定要求则很难达到。

**D.5 最大允许脉动值**

对于分析方法 1 和 2,在没有脉动控制装置的吸入和排出管线系统中其峰间压力脉动值不能超过方程(D.1)计算出的值,该方程指出每一单独脉动频率分量的允许峰间压力脉动值。

$$P_1 = 3\,500 / (ID \times f)^{0.5} \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$P_1$ ——单个脉动频率分量的最大允许峰间脉动值,单位为千帕(kPa)(吸入和排出脉动值也应进行限制,其值不能引起汽蚀或限压阀打开);

ID——管道的内径,单位为毫米(mm);

$f$ ——脉动频率,单位为赫兹(Hz),由公式(D.2)可得:

$$f = nx / 60 \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

$n$ ——泵转速,单位为转每分(r/min);

$x$ ——1,2,3,……对应于泵转速的基频和谐波(与螺杆头数、凸轮叶片数有关)。

对于多台泵并联运行,买卖双方宜考虑并商定由所有泵同时运行引起的叠加效应或某个特定测试点的脉动值。

#### D.6 进口压力与液体饱和蒸汽压力的比值

除非另有规定,否则进口参考点处的压力波动最小值  $P_{\min}$  至少比液体饱和蒸汽压力高 10%,如公式(D.3)所示。

$$P_{\min} > 1.1P_v \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

$P_v$ ——液体饱和蒸汽压。

卖方的测试设备上的测试结果至少要比这个限制值高出 10%。

注:夹带气体和/或溶解气体也会显著改变液体的汽蚀特性。

#### D.7 限压阀(PLV)保护

除非另有规定,否则限压阀处的脉动波的正峰值与限压阀设定值之间的余量为最大规定排出压力的 10%或 0.17 MPa,以较大值为准。

#### D.8 管线系统机械固有频率裕度要求

除非另有规定,为确保满足间隔要求,防止激振频率与泵、脉动抑制装置和管线系统的机械固有频率一致,按以下两条准则设计。

- a) 所有歧管或管道系统部件的最小机械固有频率,设计为高于以下有效频率的 20%,即:不平衡力和容腔通过频率。在某些泵的配置中,在更高的运行速度下可能会有显著的激发能量,系统设计时考虑到这一点。如果不满足最低机械固有频率准则,或者存在由更高的速度引起显著的激发能量时,则按照 b)的规定。

注:容腔通过频率,也称转子转动频率,是指流体从进入转子排放至泵出口的频率。计算时通过将转子转速(每周数)乘以该转子上的螺纹条数(头数),然后将乘积除以 60,即得到转子通过频率值。

- b) 预测的机械固有频率设计为与有效激励频率相差至少 20%。

**附 录 E**  
(资料性)  
**检查员检查清单**

**E.1 检验员检查级别要求**

检验员检查清单中对不同级别的泵,有不同的检查要求,具体分级如下所示:

- a) 一般用途的泵需要进行 1 级检查;
- b) 2 级检查比 1 级检查更严格,增加性能和材料要求;
- c) 泵应用在关键工作中时,宜考虑按照 3 级检查要求进行,3 级检查比 2 级检查更严格。

**E.2 检验员的检查标识**

需要进行的检查要求标识如下,并在表 E.1 中的第一列注明:

- a) C:表示认证,仅检查相关合格证明文件;
- b) O:表示观察试验,无论买方或买方代表是否在场,都需要按期进行,但须告知买方相关时间安排的检验(试验);
- c) W:表示目击检查,见证检验。

**表 E.1 检验人员的核查清单**

检验要求 C、O、W	项目	对应标准正文条款	检验 日期	检验 人员	状态
检查级别 1——基本要求					
	管道尺寸,等级和表面处理 <sup>a</sup>	5.5.3、5.4、5.6、8.3.2.1			
	起重螺钉	5.2.9			
	底座要求	6.4			
	经认证的液压试验	7.2.1.2, 7.3.2			
	性能试验(已确认的检查报告)	7.3.4、7.3.6			
	NPSH(已确认的检查报告)	7.3.7.1、7.3.6			
	振动试验	5.8.5			
	旋转箭头 <sup>a</sup>	9.1.2			
	外形尺寸和连接位置 <sup>a</sup>	8.2.2.1、8.2.2.2、8.3.2.1			
	地脚螺栓的布局、尺寸 <sup>a</sup> 及螺栓孔径	8.2.2.1、8.2.2.2、8.3.2.1			
	轴和键槽尺寸 <sup>a</sup>	8.2.2.1、8.2.2.2			
	限压阀特性	5.2.6、6.5			
	专用工具	6.9			
	电动机及电气元件领域分类	5.1.10、6.1.1、6.1.2、6.6			
	管道制造和安装	5.5、5.9.5			
	设备铭牌数据	9.1			

表 E.1 检验人员的核查清单 (续)

检验要求 C、O、W	项目	对应标准正文条款	检验 日期	检验 人员	状态
	电动机转子的约束与固定	滑动轴承电动机			
	贮存保存说明	9.2、9.3			
	防锈	9.3.1b)~f)、i)、9.3.3			
	涂漆	6.4.13, 9.3.1a)			
	装运准备	9.2、9.3			
	运输文件和标签	9.3.1h)			
检查级别 2——除了级别 1 要求之外还需进行的检查					
	分供应商采购订单的副本	8.1.3a)			
	材料认证	5.9.2.10, 7.2.1.1a)			
	材料无损检测要求(组件)	7.2.2			
	部件硬度测试	—			
	目击液压试验	7.1, 7.2.1.2, 7.3.2			
	加工、组装记录(跳动、间隙)	5.8.1.5, 7.2.1.1f)			
	目击性能和 NPSH 试验	7.1、7.3.4、7.3.6、7.3.7.1			
检查级别 3——除了级别 1、2 要求之外还需进行的检查					
	批准的焊接程序	5.9.5.1			
	批准的焊接修理	5.9.5.1			
	焊接修复图	5.9.5.1			
	转子平衡	5.8.1.9			
	完整机组试验	7.3.7.2			
	噪声试验	7.3.7.3			
	最高出口压力试验	7.3.7.4			
<sup>a</sup> 对照经认证的尺寸外形图进行检查。					

**附 录 F**  
(资料性)  
**汽蚀余量和净正吸入压力**

**F.1 总则**

通常要求转子泵(除多相混输泵外)入口处保持足够的流体静压力,以防止释放气体,或防止泵送液体从液态转变为气态。入口处与上述现象相关的压力术语是汽蚀余量(NPSH)或净正吸入压力(NPIP)。为了与离心泵保持一致,转子泵的 API 标准以及最新版本的美国家水力协会标准都将总吸入压头称为汽蚀余量(NPSH),而不是净正吸入压力(NPIP)。

容积泵供应商通常使用净正吸入压力(NPIP),单位为兆帕。GB/T 40077 使用的也是净正吸入压力(NPIP),而非汽蚀余量(NPSH)。NPSHA 或 NPIPA 表示有效汽蚀余量或有效净正吸入压力,NPSHR 或 NPIPR 表示必需汽蚀余量或必需净正吸入压力。

**F.2 有效净正吸入压力的计算**

有效净正吸入压力(NPIPA)是泵进口处高于液体汽化压力的绝对压力,由公式(E.1)计算得出。NPIPR 是泵型、泵转速和工作液黏度的函数。NPIPA 应始终大于 NPIPR,以防止发生汽蚀。

$$NPIPA = p_a + p_z - p_f - p_v \quad \dots\dots\dots(E.1)$$

式中:

- $p_a$  ——进口管线前容器内液体表面的绝对压力,单位为兆帕(MPa);
- $p_z$  ——进口管线前容器内液体表面与泵进口中心线的高度差,即静压头(+)或真空度(-),将其转化为压力单位,单位为兆帕(MPa);
- $p_f$  ——最大黏度下进口管线、阀门和接头的水力损失,单位为兆帕(MPa);
- $p_v$  ——液体汽化压力,单位为兆帕(MPa)。

**F.3 有效汽蚀余量的计算**

有效汽蚀余量(NPSHA)是泵进口处单位液体具有超过汽化压力水头的富余能量,由公式(E.2)计算得出。NPSHR 是泵型、泵转速和工作液黏度的函数。NPSHA 应始终大于 NPSHR,以防止发生汽蚀。

$$NPSHA = \frac{p_a \times 10^6}{\rho g} + h_z - h_f - \frac{p_v \times 10^6}{\rho g} \quad \dots\dots\dots(E.2)$$

式中:

- $p_a$  ——进口管线前容器内液体表面的绝对压力,单位为兆帕(MPa);
- $\rho$  ——被输送液体的密度,单位为千克每立方米( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $g$  ——重力加速度,单位为米每二次方秒( $\text{m}/\text{s}^2$ )(取 9.81);
- $h_z$  ——进口管线前容器内液体表面与泵进口中心线的高度差,即静压头(+)或真空度(-),单位为米(m);
- $h_f$  ——最大黏度下进口管线、阀门和接头的水力损失,单位为米(m);
- $p_v$  ——液体汽化压力,单位为兆帕(MPa)。

**附 录 G**  
(资料性)  
**图纸和技术资料需求表**

**G.1 概述**

在询价阶段需要卖方提供的图纸及技术资料,最终交货时需要卖方提供的图纸及技术资料,以及在设备制造过程中,需要买方确认的图纸和技术资料见表 G.1。

表 G.1 图纸和技术资料需求表(第 1 页/共 3 页)

采购订单号_____			客户名称_____			
设备名称_____ 数量_____			客户地点_____			
版本_____			时间:_____			
序号	图纸及技术资料	报价阶段提供的资料 <sup>a</sup>	提交材料的时间 <sup>b</sup>	包含在安装手册中(是/否)	包含在维护手册中(是/否)	制造过程中需要买方确认的资料
G.2	泵					
G.2.1	确认合格的外形尺寸图					
G.2.1	允许的法兰载荷(可以是确认合格的外形尺寸图的一部分)					
G.2.1.2	剖面图及材料清单					
G.2.1.3	机械密封图纸及材料清单					
G.2.1.9	联轴器装配图及材料清单					
G.2.1.4	主要和辅助冲洗管道原理图和材料清单					
G.2.1.5	冷却或加热原理图及材料清单					
G.2.1.10	润滑油示意图及材料清单					
G.2.1.10	润滑油系统布置图					
G.2.1.10	润滑油组件图纸					
G.2.1.11	电气、仪器原理图及材料清单					
G.2.1.12	电气、仪表装配图及连接清单					
G.2.1.13	公用工程需求表					
G.2.1.14	泵转速和扭矩曲线					
	性能曲线					
G.2.1.18	振动分析数据					
G.2.1.22	确认合格的液压试验数据					

表 G.1 图纸和技术资料需求表(第 2 页/共 3 页)(续)

序号	图纸及技术资料	报价阶段提供的资料 <sup>a</sup>	提交材料的时间 <sup>b</sup>	包含在安装手册中(是/否)	包含在维护手册中(是/否)	制造过程中需要买方确认的资料
G.2.1.27	材料认证					
G.2.1.17	焊接工艺					
G.2.1.25	无损检测程序					
G.2.1.26	其他特别要求或任选的试验项目					
G.2.1.24	性能试验数据					
	可选测试数据和报告					
	认证转子平衡数据					
	剩余不平衡检查					
	带非接触式振动探头的泵的转子机械和电气跳动					
G.2.1.28	适用于技术方案、采购和完工的数据表					
	噪声数据表					
G.2.1.29	完工尺寸					
G.2.1.30	安装手册					
G.2.1.31	操作维护手册					
G.2.1.32	备件清单及库存建议					
G.2.1.33	进度报告及时间表					
G.2.1.34	图纸和提交文件清单					
G.2.1.35	发货清单					
G.2.1.36	提供的专用工具清单					
G.2.1.37	技术数据手册					
G.2.2	<b>驱动装置</b>					
G.2.2.1	确认合格的外形尺寸图					
G.2.2.2	剖面图及材料清单					
G.2.2.3	适用于技术方案、采购和竣工的数据表					
G.2.2.4	噪声数据表					
G.2.2.5	性能数据					

表 G.1 图纸和技术资料需求表(第 2 页/共 3 页)(续)

序号	图纸及技术资料	报价阶段提供的资料 <sup>a</sup>	提交材料的时间 <sup>b</sup>	包含在安装手册中(是/否)	包含在维护手册中(是/否)	制造过程中需要买方确认的资料
G.2.2.6	性能试验数据					
G.2.2.7	确认合格的辅助系统图纸					
G.2.2.8	安装操作和维护手册					
G.2.2.8	备件建议					
G.2.2	<b>减速箱</b>					
G.2.2.1	确认合格的外形尺寸图					
G.2.2.2	横截面图和物料清单					
G.2.2.3	适用于技术方案,采购和竣工的数据表					
G.2.2.4	噪声数据表					
	性能数据					
	性能测试数据					
G.2.2.7	确认合格的辅助系统图纸					
G.2.2.8	安装操作和维护手册					
G.2.2.8	备件建议					
	其他					
<sup>a</sup> 投标阶段的图纸和数据与竣工图纸的要求可以不一致。 <sup>b</sup> 买方将在此栏中明确卖方需要提交这些材料的时间要求,如:发货前的周数,订单签订后的周数,收到被批准的图纸后的周数。						

## G.2 卖方提供图纸和资料的详细说明

### G.2.1 泵

G.2.1.1 经确认合格的外形尺寸图及连接件清单,包括如下。

- a) 所有用户连接件的尺寸、等级和位置。
- b) 整体设备的近似起吊总重。
- c) 整体设备外形尺寸。
- d) 轴的中心线高度。
- e) 底座(如有提供)的尺寸,包括螺栓孔的直径、数量和位置以及螺栓需要穿过的金属的厚度;设备重心;以及基础设计的详细信息。
- f) 灌浆细节。
- g) 吸入和排出管道的力和力矩。
- h) 重心和吊点。
- i) 轴端分离和对准数据。

- j) 旋转方向。
- G.2.1.2 剖面图和材料清单,包括:
  - a) 滑动轴承的轴和轴承座的配合和公差;
  - b) 滚动轴承的轴和轴承座的配合和公差;
  - c) 轴端细节、配合和公差。
- G.2.1.3 机械密封图纸和材料清单。
- G.2.1.4 主密封和辅助密封的原理图和材料清单,包括密封液、流量、压力、管路和阀门尺寸、仪表和安装孔尺寸。
- G.2.1.5 冷却或加热示意图和材料清单,包括冷却或加热介质、流量、压力、管道和阀门尺寸、仪表和安装孔尺寸。
- G.2.1.6 转子装配图及材料清单,包括如下。
  - a) 从主动侧的止推环端面到下列位置的轴向间距:
    - 1) 每个滑动轴承的中心线;
    - 2) 联轴器端面或轴的末端。
  - b) 止推环装配细节,包括:
    - 1) 轴肩挡圈及公差;
    - 2) 同轴度(或轴向跳动)公差;
    - 3) 锁紧螺母的许用扭矩;
    - 4) 止推环的表面加工精度要求;
    - 5) 热套环挡圈装配时的预热方法及温度要求。
- G.2.1.7 推力(或是止推)轴承装配图和材料清单。
- G.2.1.8 所有现场可维护转子的滑动轴承装配图及材料清单。
- G.2.1.9 联轴器装配图和材料清单,包括:
  - a) 液压装配程序(如适用);
  - b) 轴端间隙和公差;
  - c) 联轴器防护罩。
- G.2.1.10 润滑油示意图和材料清单,包括:
  - a) 每个使用点的稳态和瞬态油流量和压力;
  - b) 控制、报警和跳闸设置(压力和推荐的温度);
  - c) 总扬程(压力)负荷;
  - d) 公用工程要求,包括电、水和空气;
  - e) 管道、阀门和孔板(或接口)尺寸;
  - f) 仪器仪表、安全装置、控制方案和接线图;
  - g) 润滑油系统布置图,包括所有买方连接件的尺寸、等级和位置;
  - h) 润滑油部件图纸及数据,包括:
    - 1) 泵和驱动器;
    - 2) 冷却器、过滤器和储罐;
    - 3) 仪器仪表;
    - 4) 备件清单和建议。
- G.2.1.11 整个系统的电气、仪表原理图及材料清单。原理图显示以下报警和停机设定点:
  - a) 振动报警和停机设定点;
  - b) 轴承温度报警和停机设定点;
  - c) 润滑油温度报警和停机设定点;

- d) 驱动器。
- G.2.1.12 电气、仪表装配图及连接清单。
- G.2.1.13 公用工程需求表。
- G.2.1.14 泵转速和扭矩曲线。
- G.2.1.15 额定工况点的预期热膨胀数值。
- G.2.1.16 联轴器对中图,要包括操作时推荐的对中极限值。注意在环境温度 15℃或其他买方指定的温度下所有轴端位置的变化。包括推荐的对中方法及冷却设定值。
- G.2.1.17 加工时或补焊时的焊接工艺。
- G.2.1.18 振动分析数据。
- G.2.1.19 经认证的液压试验数据/记录。
- G.2.1.20 机械运转试验记录。
- G.2.1.21 性能试验记录和报告。
- G.2.1.22 无损检测程序,在采购订单表或在本表格中列出的。
- G.2.1.23 其他特别要求或任选的试验项目。
- G.2.1.24 工厂试验报告(前期商定的试验项目)。
- G.2.1.25 完工数据表。
- G.2.1.26 下列部件的竣工尺寸(包括公称尺寸和设计公差)和数据。
- a) 下列部件的轴和轴套尺寸:
    - 1) 止推环;
    - 2) 每个密封组件;
    - 3) 每个轴承。
  - b) 每个迷宫密封或密封环孔;
  - c) 止推轴承定位环孔(用于单独的轴环);
  - d) 每个滑动轴承的内径;
  - e) 止推轴承的同轴度(轴向跳动);
  - f) 对下列部件热处理:
    - 1) 轴;
    - 2) 转子;
    - 3) 止推环。
- G.2.1.27 安装手册中需包括:
- a) 贮存步骤,包括防冻,耐热和/或降噪细节(如果需要);
  - b) 基础平面图;
  - c) 灌浆的详细步骤;
  - d) 安装用设备,吊装规程,零部件质量及吊装图;
  - e) 联轴器对中图;
  - f) 推荐的管道,包括法兰许用载荷;
  - g) 驱动器/驱动设备的组装外形图,包括地脚螺栓的布置;
  - h) (维修)拆卸间隙。
- G.2.1.28 操作和维修手册中需包括:
- a) 启动;
  - b) 正常停机;
  - c) 紧急停机;
  - d) 推荐使用的润滑油;

- e) 常规的操作规程,包括推荐的检查时间表及步骤;
- f) 对下列操作的说明:
  - 1) 滑动轴承的拆卸及重新组装;
  - 2) 滚动轴承的拆卸及重新组装;
  - 3) 密封的拆卸及重新组装(包括最大及最小间隙);
  - 4) 止推环的拆卸及重新装配。
- g) 性能数据包括:
  - 1) 表示经确认的轴转速与现场额定功率对应关系的曲线;
  - 2) 输出功率的轴转速与转矩的曲线。
- h) 竣工资料包括:
  - 1) 竣工数据表;
  - 2) 竣工尺寸或数据,包括装配间隙;
  - 3) 液压试验记录;
  - 4) 机械运转试验记录。
- i) 图纸和数据包括:
  - 1) 确认合格的外形尺寸图和连接件清单;
  - 2) 剖面图和材料清单;
  - 3) 转子装配图和材料清单;
  - 4) 推力轴承装配图和材料清单;
  - 5) 滑动轴承装配图和材料清单;
  - 6) 密封部件图纸和材料清单;
  - 7) 润滑油原理图和材料清单;
  - 8) 电气和仪表原理图和材料清单;
  - 9) 电气和仪表装配图和连接清单。

**G.2.1.129** 备件清单以及库存建议。

**G.2.1.130** 进度报告和发货时间表,包括卖方外购件和时间表。进度报告,详细说明任何延迟原因;报告应包括所有主要部件的加工、采购、制造和测试时间表。计划中的每个时间表都标明计划的和实际的日期以及完成的百分比。

**G.2.1.131** 图纸目录,包括最新版本号和日期。

**G.2.1.132** 装运清单,包括分开装运的所有主要部件。

**G.2.1.133** 维修专用工具清单。

**G.2.1.134** 技术数据手册包括下列内容:

- a) 最终的数据表;
- b) 确认合格的性能曲线;
- c) 图纸;
- d) 最终的装配间隙;
- e) 备件清单;
- f) 公用工程数据表;
- g) 报告。

**G.2.1.135** 材料安全数据表。

**G.2.2 驱动装置和减速箱(如果适用)**

**G.2.2.1** 电动机及所有辅助设备的尺寸外形图,包括以下内容:

- a) 所有买方连接件的尺寸、位置和用途,包括电气管路、仪表和任何管道;
  - b) 法兰连接端面;
  - c) 地脚螺栓孔的大小和位置,螺栓需要穿过部件的厚度;
  - d) 每项设备(电动机和辅助设备)的总质量,载荷图、最重部件的名称和质量;
  - e) 整体尺寸,以及拆卸时所需的所有水平和垂直间隙,吊耳的大致位置;
  - f) 轴中心线高度;
  - g) 轴端尺寸,与联轴器的公差;
  - h) 旋转方向。
- G.2.2.2** 横截面图和材料清单,包括轴向浮动转子。
- G.2.2.3** 适用于技术方案、采购和竣工的数据表。
- G.2.2.4** 噪声数据表。
- G.2.2.5** 对于 150 kW 及以下的感应电动机:
- a) 1/2、3/4 和满载时的效率和功率因数;
  - b) 转速-转矩曲线。
- G.2.2.6** 对于大于 150 kW 的感应电动机,所有试验的确认试验报告:
- a) 时间-电流曲线;
  - b) 70%、80%、90%和 100%额定电压下的转速-转矩曲线;
  - c) 从 0 到额定工作系数的效率和功率因数曲线;
  - d) 从 0 到额定工作系数的电流与负载曲线;
  - e) 0%~100%额定转速时的电流与速度曲线。
- G.2.2.7** 提供每个辅助系统的图纸,包括接线图。图纸需清楚说明制造商提供的部件、其他供应商提供的部件。
- G.2.2.8** 驱动装置的安装、操作和维护程序的说明书。每份说明书需包括以下章节:
- a) 第 1 节——安装:
    - 1) 贮存;
    - 2) 安装电动机、吊装程序、部件质量和吊装图;
    - 3) 推荐的电气管路和导管;
    - 4) 电动机综合外形图,包括地脚螺栓孔的位置;
    - 5) 拆卸间隙。
  - b) 第 2 节——运行:
    - 1) 启动,包括启动前的检查;
    - 2) 正常停机;
    - 3) 操作禁忌,包括连续启动次数;
    - 4) 润滑油建议。
  - c) 第 3 节——拆卸和组装说明:
    - 1) 驱动装置中的转子;
    - 2) 径向轴承;
    - 3) 密封;
    - 4) 日常维护程序和周期。
  - d) 第 4 节——所需的性能数据。
  - e) 第 5 节——数据表:
    - 1) 竣工数据表;
    - 2) 噪声数据表。

- f) 第 6 节——图纸和数据要求：
- 1) 电动机和所有辅助设备的尺寸外形图,以及连接清单;
  - 2) 截面图和材料清单;
  - 3) 备件建议和价格表;
  - 4) 材料安全数据表。

## 附录 H

(资料性)

## 法兰标准和公称压力等级对照表

法兰标准和公称压力等级对照见表 H.1、表 H.2 和表 H.3。

表 H.1 钢制管法兰标准和压力等级对照

分类		公称压力等级							标准
美洲体系	中国	PN	20	50	110	150	260	420	GB/T 9124.2, HG/T 20615, SH/T 3406
	美国	Class	150	300	600	900	1 500	2 500	ASME B16.5(DN15-600) ASME B16.47(DN650-1500)A, B 系列 <sup>a</sup>
欧洲体系	中国	PN6, 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250							GB/T 9124.1, HG/T 20592
	欧洲								EN 1092-1
注：表中 PN(公称压力)后的数值相当于“巴”(bar)。									
<sup>a</sup> ASME B16.47(DN650-1500)A, B 系列, 对应的中国标准为 HG/T 20623(PN650-1500)A, B 系列。									

表 H.2 灰铸铁管法兰标准和压力等级对照

分类		公称压力等级				标准
美洲体系	中国	PN	20	50	—	GB/T 17241
	美国	Class	150	300	800	ASME B16.1
欧洲体系	中国	PN2, 5, 6, 10, 25, 40				GB/T 17241
	欧洲					EN 1092-2
注：表中 PN(公称压力)后的数值相当于“巴”(bar)。						

表 H.3 球墨铸铁管法兰标准和压力等级对照

分类		公称压力等级				标准
美洲体系	中国	PN	20	50	—	GB/T 17241
	美国	Class	150	300	—	ASME B16.42
欧洲体系	中国	PN6, 10, 16, 25, 40				GB/T 17241
	欧洲					EN 1092-2
注：表中 PN(公称压力)后的数值相当于“巴”(bar)。						

## 附 录 I

(资料性)

## 泵零部件用主要材料、配管材料对照表

泵零部件用主要材料对照表和配管材料对照表见表 I.1 和表 I.2。

表 I.1 泵零部件用主要材料对照表

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
灰铸铁	铸件	A278	Class 30	0.6025	GB/T 9439	HT250
		A48	Class 25/30	0.6030	GB/T 9439	HT300
球墨铸铁	铸件	A536	60-45-12	0.7050	GB/T 1348	QT 450-10
碳钢	铸件	A216	Gr.WCB	1.0619	GB/T 16253	ZG 240-450AG
	锻件	A266	Class 2	1.042 6	NB/T 47008	16Mn
	棒料	A696	Gr.B	1.048 1	GB/T 699	25,30
		A 576	Gr.1045	1.050 3	GB/T 699	45
12%铬钢	铸件	A217	Gr. CA15	1.410 7	GB/T 2100	ZG15Cr12
		A487	Gr. CA6NM	1.431 7	GB/T 2100	ZG06Cr12Ni
	锻件	A182	Gr.F6a Claasl	1.400 6	GB/T 1220	12Cr13
		A182	Gr. F6NM	1.431 3	按 ATSM 牌号	
	棒料	A479	Type 410	1.400 6	GB/T 1220	12Cr13
		A276	Type 410	1.400 6		
304 不锈钢	铸件	A351	Gr.CFB	1.430 1	GB/T 2100	ZG07Cr19Ni9
	锻件	A182	Gr.F304	1.430 1	NB/T 47010	06Cr19 Ni10
	棒料	A276	304	1.430 1	GB/T 1220	Q6Cr19Ni10
304L 不锈钢	铸件	A351	Gr.CF3	1.430 9	GB/T 2100	ZG03Cr18Ni10
		A743	Gr.CF3	1.430 9	GB/T 2100	ZG03Cr18Ni10
	锻件	A182	Gr.F304L	1.430 6	NB/T 47010	022Cr19Ni10
	棒料	A479	304L	1.430 6	GB/T 1220	022Cr19Ni10
	板	A240	Gr.F304L	1.430 6	GB/T 4237	022Cr19Ni10
316 不锈钢	铸件	A743	Gr.CF8M	1.440 1	GB/T 2100	ZG07Cr19Ni11Mo2
	锻件	A182	Gr.F316	1.440 1	NB/T 47010	06Cr17Ni12Mo2
	棒料	A276	316	1.440 1	GB/T 1220	06Cr17Ni12Mo2

表 I.1 泵零部件用主要材料对照表 (续)

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	A351	Gr.CF3M	1.440 9	GB/T 2100	ZG07Cr19Ni11Mo2
		A743	Gr.CF3M	1.440 8	GB/T 2100	ZG03Cr19Ni11Mo2
	锻件	A182	Gr.F316L	1.440 4 1.457 1	NB/T 47010	022Cr17Ni14Mo2
	棒料	A479	316L	1.440 4 1.457 1	GB/T 1220	022Cr17Ni14Mo2
	板	A240	Gr.F316L	1.440 4 1.457 1	GB/T 4237	022Cr17Ni14Mo2
AISI 4140 钢	棒料	A434	Class BB/BC	1.722 5	GB/T 3077	42CrMo
双相钢	铸件	A890	Gr.3	1.446 8	GB/T 2100	ZG03Cr25Ni5Mo3N
		A351	Gr.CD4MCu	1.451 7	GB/T 2100	ZG03Cr26Ni5Cu3Mo3N
	锻件	A182	Gr.F51	1.446 2	NB/T 47010	022Cr22Ni5Mo3N
	棒料	A276	S31803	1.446 2	GB/T 1220	022Cr22Ni5Mo3N
	板	A 240	S31803	1.446 2	GB/T 4237	022Cr22Ni5Mo3N
哈氏 B	铸件	A494	Gr.N-12MV 或 Gr.N-12M	2.481 0	按 ASTM 牌号	
		A743	Gr.N-12M		按 ATSM 牌号	
	板	B333	Gr.N 10665	—	YB/T 5353	NS334
哈氏 C (C-276)	铸件	A494	Gr.N-12MV 或 Gr.CW-7M	2.468 6	按 ASTM 牌号	
		A743	Gr.CW-7M	2.461 0	按 ASTM 牌号	
	板	B 564	Gr.N10276	—	YB/T 5353	NS334
青铜	铸件	B 584	—	—	GB/T 1176	ZCuPb10Sn10
	棒料	B 139	—	—	YS/T 649	QSn7-0.2

表 I.2 配管材料对照表

组成件	中国 GB 牌号	美国 ASTM 牌号	日本 JIS 牌号
法兰用紧固件	GB/T 3077 35GrMo GB/T 699 45	ASTM A 193 Gr B7 ASTM A 194 Gr 2H	G4107 SNB7 G4051 S45C
管件、阀和法兰 用碳钢锻件	NB/T 47008—2010 16Mn	ASTM A 105 或 A181	G 4051 S25C
管件、管接头用 可锻铸铁(镀锌)	GB/T 9440 KTH300-06	ASTM A 388 和 A197 Class 150 可锻铸铁(镀锌)	—
管件、管接头用 不锈钢锻件	NB/T 47010—2010 022Cr17Ni12Mo2	ASTM A 182 F 316L	G 3214 SUS F 316L
垫片	06Cr17Ni12Mo2/石墨缠绕垫	316 不锈钢缠绕垫	SUS316 缠绕垫
碳钢管	GB/T 8163 20 或 GB/T 9711.1 L245	ASTM A 106, Gr B 或 ASTM A 524 或 API5L, Gr A or B	G3456 STPT 370 或 STPT 410
镀锌碳钢管	GB/T 3091 Q235A(ERW);镀锌	ASTM A53, Gr B(E)(镀锌) <sup>a</sup>	—
不锈钢管(直径 15 mm 以上)	GB/T 14976 0Cr17Ni12Mo2	ASTM A 312 TP316	G3459 SUS 316TP
不锈钢管(直径 15 mm 以下)	GB/T 13296 0Cr17Ni12Mo2	ASTM A 269 TP316	G3463 SUS 316TB
<sup>a</sup> 镀锌执行 ASME A 153 标准。			

## 参 考 文 献

- [1] GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- [2] GB/T 40077 往复式容积泵和泵装置 技术要求
- [3] GB/T 699 优质碳素结构钢
- [4] GB/T 1176 铸造铜及铜合金
- [5] GB/T 1220 不锈钢棒
- [6] GB/T 1348 球墨铸铁件
- [7] GB/T 2100 通用耐蚀钢铸件
- [8] GB/T 3077 合金结构钢
- [9] GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管
- [10] GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- [11] GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- [12] GB/T 9439 灰铸铁件
- [13] GB/T 9440 可锻铸铁件
- [14] GB/T 9711.1 石油天然气工业管线输送系统用钢管
- [15] GB 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- [16] GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- [17] GB/T 16253 承压钢铸件
- [18] HG/T 20592 钢制管法兰(PN 系列)
- [19] HG/T 20615 钢制管法兰(Class 系列)
- [20] HG/T 20623 大直径钢制管法兰(Class 系列)
- [21] NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- [22] NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- [23] SH/T 3406 石油化工钢制管法兰
- [24] YS/T 649 铜及铜合金挤制棒
- [25] YB/T 5353 耐蚀合金热轧板
- [26] ASME B16.1 Gray Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Classes 25, 125, and 250
- [27] ASME B16.42 Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Classes 150 and 300
- [28] ASME B16.47 Large Diameter Steel Flanges NPS 26 Through NPS 60 Metric/Inch Standard
- [29] ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS $\frac{1}{2}$  Through NPS 24 Metric/Inch Standard
- [30] EN 1092-1 Flanges and their joints—Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated Part 1: Steel flanges
- [31] EN 1092-2 Flanges and their joints—Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated Part 2: Cast iron flanges