

ICS 71.120;23.080
G 92
备案号: 45302—2014

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4591—2014

化工液力透平

Chemical hydraulic turbines

2014-05-12 发布

2014-10-01 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 分类及型式标识 3

5 要求 4

6 检查和试验..... 15

7 交付准备..... 18

8 标识、包装、运输和贮存..... 18

附录 A(规范性附录) 密封腔跳动值测量示意图 20

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化工机械与设备标准化技术委员会(SAC/TC429)归口。

本标准起草单位：合肥华升泵阀有限责任公司、上海化工研究院。

本标准主要起草人：梁海波、何玉杰、柴立平、胡敬宇、巫建波、陈先春、宫恩祥、李强、程道武、韩坤、杨麒。

化工液力透平

1 范围

本标准规定了化学工业用液力透平的术语和定义、分类及型式标识、要求、检查和试验、交付准备、标识、包装、运输和贮存等。

本标准适用于单级、两级和多级离心式液力透平(以下简称透平)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1800.2 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第2部分:标准公差等级和孔、轴极限偏差表

GB/T 3216 2005 回转动力泵 水力性能验收试验 1级和2级

GB/T 4879 防锈包装

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 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

HG/T 3182 化工泵名词术语

JB/T 4297 泵产品涂漆技术条件

JB/T 4730.1 承压设备无损检测 第1部分:通用要求

JB/T 4730.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测

JB/T 4730.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测

JB/T 4730.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测

JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测

JB/T 8097 泵的振动测量与评价方法

JB/T 8098 泵的噪声测量与评价方法

ISO 10438-1 石油、石化和天然气工业 润滑、轴封和控油系统及辅助设备 第1部分:一般要求

ISO 21049 泵,离心泵和回转泵的轴封系统

API 670 非接触振动和轴位监测系统

3 术语和定义

HG/T 3182界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液力透平 hydraulic turbines

以连续流动的压力液体为介质带动转轮高速旋转,将液体的压力能转变为机械能的动力机械称为液力透平。透平机组由透平、控制系统和辅助设备组成。

3.2

化工液力透平 chemical hydraulic turbines

应用于化学工业生产工艺流程中的液力透平称为化工液力透平。

HG/T 4591—2014

3.3

超越离合器 overrunning clutch

用于透平和工作机(泵、发电机等)之间起动力传递与分离功能的机械部件;通过利用主、从动部分的速度变化或旋转方向的变换,具有自行离合功能的装置。

3.4

压力壳体 pressure casing

除机械密封静止元件外的透平上所有静止承压零件的组合物,包含所有管口、机械密封压盖、密封腔和装接在壳体上的其他零件。

3.5

双层壳体 double casing

压力壳体(外壳)与包容在压力壳体中的透平过流元件(内壳)是独立分开的透平结构型式。

3.6

最大允许工作压力 maximum allowable working pressure

制造厂为透平或辅助设备(或所指术语的任何部分)在规定的最大工作温度下工作时设定的最大连续压力。

3.7

工作区 operating region

在透平的水力性能有效区内,透平能有效工作的区间。

3.8

允许工作区 allowable operating region

透平被允许的工作区域,这一区域是根据振动处在有关标准的上限之内,允许工作区由制造厂规定。

3.9

优先工作区 preferred operating region

在该区域内,透平的振动处于本标准的基本限度之内。

3.10

额定转速 rated speed

规定液力透平在其额定输出功率下运行的速度。

3.11

最大连续转速 maximum continuous speed

液力透平连续运行情况下转速的上限。

3.12

超速脱扣设定值 overspeed trip settings

超速脱扣设定动作的转速。

3.13

脱扣转速 trip speed

液力透平的超速保护机构动作,并连锁切断液体进口阀门时的设定转速。

3.14

临界转速 critical speed

转子轴承支承系统处于共振状态时的轴转速。

3.15

干临界转速 dry critical speed

按照转子仅支承在轴承上和轴承具有无限大刚度这样的假设所计算出的转子临界转速。

3. 16

转子 rotor

指液力透平的所有旋转件的组合体。

3. 17

卸压衬套(喉部衬套) throat bushing

装在密封与转轮之间,在轴套(或轴)周围构成细小节流间隙的装置。

3. 18

总指示器读数(TIR) total indicator reading

总指示器读数指在被测表面旋转一周过程中,安装在表面或圆柱形表面上的千分表或类似装置的最大与最小读数之间的差。

注:对于一个全圆柱形的表面,千分表读数指示出偏心距等于该读数 1/2。对于一个全平的表面,千分表读数指示出不垂直度等于该读数。如果上述的那个直径不是全圆柱形的或全平的,那么总指示器读数(TIR)意思的解释就更复杂了。

3. 19

见证 witnessed

把检查或试验的时间安排通知给需方,只有需方或其代理人出席才能进行检查或试验。

3. 20

转轮 impeller

回收液体能量的离心式旋转部件。

3. 21

吹洗油雾润滑 purge oil mist lubrication

在(湿油池)系统内的油雾只吹洗轴承箱的润滑。

3. 22

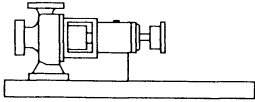
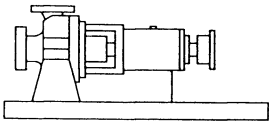
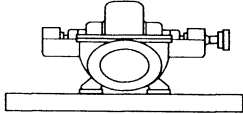
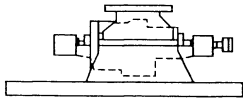
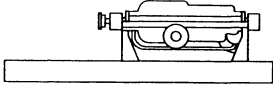
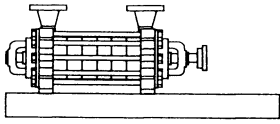
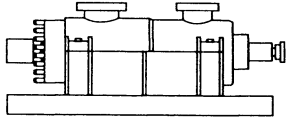
完全油雾润滑 pure oil mist lubrication

在(干油池)系统内,油雾既润滑轴承又吹洗轴承箱,而且池内无油位的润滑。

4 分类及型式标识

本标准中所述的透平分类和型式标识见表 1。

表 1 透平分类和型式标识

结 构 特 征					型式标识	结构示例
液力透平	悬臂式	单级	卧式	底脚安装式	OH1	
				中心线安装式	OH2	
	两端支承式	单级和双级	轴向剖分式		BB1	
			径向剖分式		BB2	
		多级	轴向剖分式		BB3	
			径向剖分式	单壳式	BB4	
				双壳式	BB5	

5 要求

5.1 适用工况

本标准所涉及的透平适用于化学工业生产工艺流程中的清洁或含少量半悬浮固相的液体,过流液体的温度为-40℃~380℃,压力壳体最大允许工作压力不超过 42 MPa,适用流量为 5 m³/h~1 800 m³/h,适用水头为 20 m~3 000 m 的应用场合。

5.2 基本设计

- 5.2.1 需方应提供透平操作工况、液体性质以及现场公用工程条件(如电、水、蒸汽等),当输送的液体有易燃性或危险性时需方必须指明。
- 5.2.2 透平应能在正常的和额定的工况点以及需方规定的任何其他预期的工况范围内工作。
- 5.2.3 透平应能够在达到最大连续转速时工作。
- 5.2.4 透平应设计成能在脱扣转速下短期(保护装置的响应时间)运行。

- 5.2.5 应给透平一个优先选用的工作区,此工作区位于所提供转轮的最佳效率点流量的 80 % ~ 110 % 区间内。
- 5.2.6 对透平工作点在优先工作区之外的情况应严格监测,当其工作点流量小于最佳效率点流量的 40 % 时其能量回收效率接近零。
- 5.2.7 所提供的透平的最佳效率点应位于额定流量点和正常流量点之间。
- 5.2.8 如果提供冷却水室系统,则应设有清理孔,使整个冷却水通路能够用机械方式进行清理、冲洗和放液,而且应设计成能够可靠地防止工艺流程液体泄入冷却系统的型式。
- 5.2.9 电机或发电机、电器元件以及电气装置应适合需方在数据单上规定的该地区分类(级、组和分区),并应符合需方规定的当地相应法规的要求。
- 5.2.10 润滑油箱、内装被润滑转动零件(如轴承、轴密封、相对滑动的零件、测量仪表和控制元件等)的轴承箱在透平运行或停机闲置期间应尽量避免潮湿、灰尘以及其他外界杂质的污染的影响。
- 5.2.11 所有零部件均应设计成可以进行快速维护的型式。主要零件(如透平壳体零部件和轴承箱)宜设计成用止口、定位销和键完成重新装配时能够精确找正的型式。
- 5.2.12 透平应设计成无需拆卸吸入管、吐出管或挪动离合器及驱动机即可拆除转子或内部零件的型式。
- 5.2.13 设备(包括所有附件)应按室外安装或规定的现场环境条件设计。
- 5.2.14 包括壳体、密封腔及密封端盖等在内的透平承压零部件应有适当的壁厚,最小厚度不低于 10 mm。
- 5.2.15 除非另有商定,否则承压零部件应有至少 3 mm 的腐蚀裕量。

5.3 系统设计

5.3.1 透平作辅助驱动机

- 5.3.1.1 透平作为电机的辅助驱动时,电机功率能单独驱动从动机,而且透平最大回收功率应不大于电机额定功率的 40 %。
- 5.3.1.2 不允许将透平安置在电机和从动机之间。

5.3.2 透平作主驱动机

- 5.3.2.1 透平作为主驱动机时,宜用于驱动发电机组,不宜单独用于驱动发电机以外的其他从动设备。
- 5.3.2.2 使用含富气的工艺流程液体的透平驱动发电机时,发电机的配套功率应该是透平最大回收功率(纯液体理论计算时)的 1.3 倍。

5.3.3 紧急切断阀和旁通阀

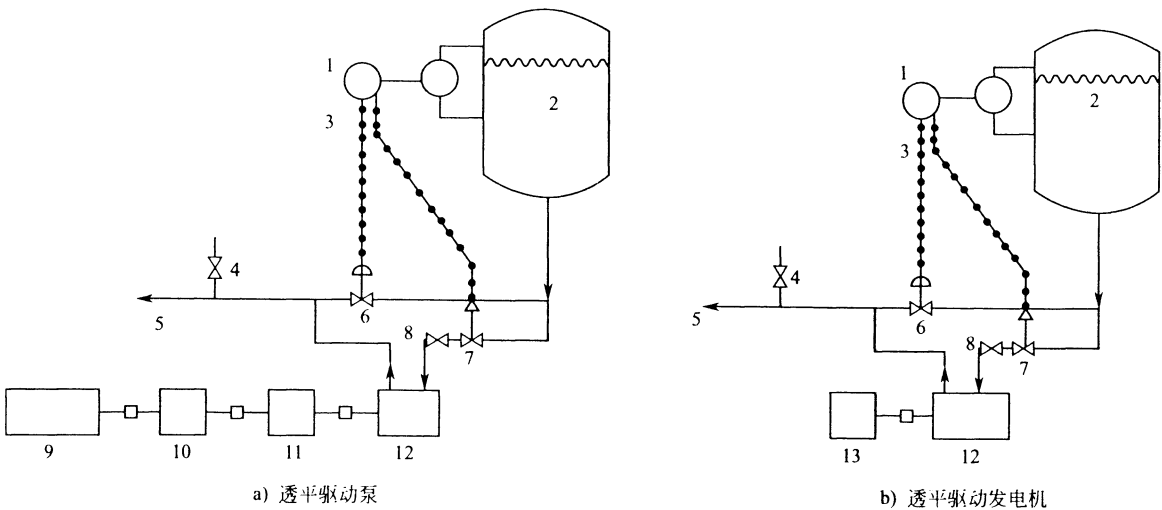
不论透平机组如何布置,在透平进口管路上必须设置紧急切断阀和具有调节功能的全流量旁通阀,见图 1。

正常情况下,应设置一个反馈装置实现旁通阀和透平进口调节阀的共同控制。

意外情况下(如透平和机组之间连接断开出现超速或透平断轴等),必须由紧急切断阀切断进口高压液体,以防止透平发生飞逸;同时旁通阀必须完全打开,将透平进口侧高压液体引流,以保证生产工艺流程的正常运转。

意外情况下的紧急切断阀和旁通阀动作信号来自透平转速监测系统。

HG/T 4591—2014



说明：

- | | |
|---------------|------------|
| 1——液位指示器，控制器； | 8——紧急切断阀； |
| 2——高压容器； | 9——从动机(泵)； |
| 3——反馈装置； | 10——电机； |
| 4——安全阀； | 11——超越离合器； |
| 5——通往低压容器； | 12——透平； |
| 6——旁通阀； | 13——发电机。 |
| 7——进口调节阀； | |

图 1 液力透平机组典型系统流程图

5.3.4 进口调节阀

进口调节阀应设置在流程进口高压侧靠近透平进口处管路上(见图 1)。进口调节阀安置在管路的高压侧有利于减少整个系统压力，并且对于含有富气的工艺流程可以使气体释放而增加透平功率输出。

5.3.5 安全阀

安全阀应安装在透平出口至低压容器段管路上(见图 1)。安全阀安置在出口低压侧有利于保护透平壳体及其系统，并可使机械密封免受可能出现的出口管路压力瞬间变化的损坏。

5.3.6 临界转速

透平转子宜是刚性的。转子的最大连续转速 n 小于一阶临界转速 n_{c1} ，应取： $n < 0.8n_{c1}$ 。

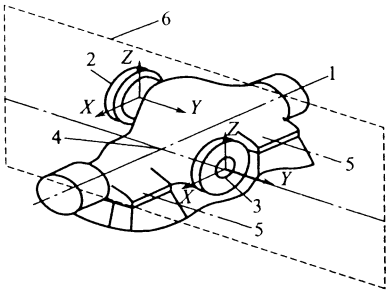
5.3.7 作用在管口上的外力和外力矩

5.3.7.1 透平及其底座应设计成能够承受表 2 中的力和力矩，并应考虑机壳的变形以及透平和驱动机或从动机轴的不对中对管口负荷的两方面影响。

表 2 管口负荷

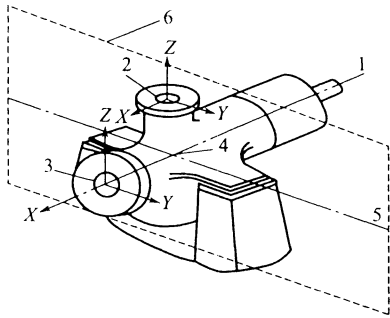
负 荷	法兰的公称口径 DN/mm								
	≤ 50	80	100	150	200	250	300	350	400
力/N									
每个顶部管口									
F_X	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Y	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_Z	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
每个侧面管口									
F_X	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Y	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_Z	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
每个端部管口									
F_X	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_Y	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Z	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
力矩/($N \cdot m$)									
每个管口									
M_X	460	950	1 330	2 300	3 530	5 020	6 100	6 370	7 320
M_Y	230	470	680	1 180	1 760	2 440	2 980	3 120	3 660
M_Z	350	720	1 000	1 760	2 580	3 800	4 610	4 750	5 420
M_R	620	1 280	1 800	3 130	4 710	6 750	8 210	8 540	9 820

5.3.7.2 图 2～图 4 中所示的坐标系适用于表 2 中的力和力矩。



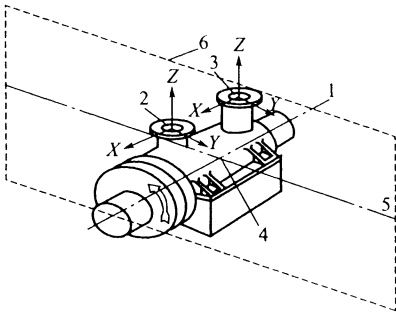
- 说明：
- 1——轴中心线；
 - 2——吐出口；
 - 3——吸入口；
 - 4——透平中心线；
 - 5——支座中心线；
 - 6——垂直平面。

图 2 表 2 中力和力矩的坐标系(用于侧面吸入和侧面吐出的透平)



- 说明：
- 1——轴中心线；
 - 2——吸入口；
 - 3——吐出口；
 - 4——透平中心线；
 - 5——支座中心线；
 - 6——垂直平面。

图 3 表 2 中力和力矩的坐标系(用于顶部吸入和端面吐出的透平)



- 说明：
- 1——轴中心线；
 - 2——吸入口；
 - 3——吐出口；
 - 4——透平中心线；
 - 5——支座中心线；
 - 6——垂直平面。

图 4 表 2 中力和力矩的坐标系(用于顶部吸入和顶部吐出的透平)

5.3.8 转子

- 5.3.8.1 转轮应是全封闭的型式。转轮应是整体铸件、锻件或焊接件。
- 5.3.8.2 转轮宜为实心轮毂。
- 5.3.8.3 转轮应用键固定在轴上,不应用销子把转轮固定到轴上。OH 型悬臂转轮应使用不会暴露轴上螺纹的帽形螺钉或螺母固定到轴上。在正常转向时,上述紧固装置应利用液体对转轮的阻力作用使螺纹趋于拧紧,并应有机械锁紧装置。
- 5.3.8.4 多级透平的转轮应独立地在轴上定位,在正常的液力推力方向用一个轴肩或静止的剖分环固定。
- 5.3.8.5 对轴与轴套类零件间的间隙配合按 GB/T 1800.2 中的 G7/h6 的规定。
- 5.3.8.6 有间隙配合转轮的转子应有机械装置限制转轮在正常液力推力的相反方向移动不大于 0.75 mm。
- 5.3.8.7 对轴与转轮间采用过盈配合时,因设计需要靠过盈配合承受某方向的力或力矩,则必须根据

配对金属材料性质、液体温度等因素合理确定配合过盈量。有过盈配合转轮的转子应有机械装置限制转轮在正常液力推力的相反方向移动不大于 0.75 mm。

5.3.8.8 轴上设有定位螺钉处的轴面应减细,以便于轴套或其他部件的拆卸。

5.3.8.9 轴的全长都应进行机械加工,使总指示器读数符合表 3 的规定。

5.3.8.10 为得到良好的密封效果,在透平的允许工作范围内的最苛刻状态下(最大转轮直径和在规定转速和介质条件下),密封安装处轴的总挠度小于 50 μm。轴的挠度极限可以通过轴径、轴跨度或悬臂长及壳体设计(包括采用双蜗室或导叶)组合达到。对于单级和两级透平,可以不考虑转轮耐磨环(口环)的液体刚性支承作用。对于多级透平,应考虑液体刚性支承作用,并且应按 1 倍和 2 倍标准设计间隙分别进行计算。

5.3.8.11 将轴或转子靠近轴承处的位置,放置在 V 形铁或滚子工作台上,测量轴和装配完工的转子的径向跳动,径向跳动值应该在表 3 给定的限定值范围内。

表 3 轴和转子的径向跳动要求

挠性系数 $F_f^{a, b}$ /mm ²	允许的轴跳动 TIR /μm	零部件在轴上的配合	允许的转子径向跳动 TIR ^c /μm
$>1.9 \times 10^9$	40	间隙配合	90
		过盈配合	60
$\leq 1.9 \times 10^9$	25	间隙配合	75
		过盈配合	50

^a $F_f = L^4 / D^2$
式中(单位为毫米):
 L ——轴承跨距;
 D ——转轮处的轴直径(最大值)。

^b 轴的挠性系数 F_f 与简单支承的轴的静挠度直接相关,因而它是在制造过程中可以达到跳动值的一个良好指标,它又是能够达到并维持平衡质量的一个良好指标。

^c 转轮轮毂、平衡毂和轴套的跳动。

5.3.9 耐磨环(口环)和运转间隙

5.3.9.1 应使用径向运转间隙限制内部泄漏,必要时可配合径向尺寸的调整平衡轴向力。但不应使用紧密的轴向间隙限制内部泄漏或平衡轴向力。

5.3.9.2 机壳内部应装有可更换的耐磨环。转轮应有完整的耐磨表面或可更换的耐磨环。

5.3.9.3 在所有的级间部位处都应该装设可更换的壳体衬套和级间轴套或等效的零件。

5.3.9.4 由可硬化材料制造的摩擦副耐磨表面硬度差应大于 50 布氏硬度,若摩擦副耐磨表面硬度都大于 400 布氏硬度可不受此限。

5.3.9.5 如果使用可更换的耐磨环,耐磨环应用过盈配合定位,并用锁紧销或骑缝螺钉或通过点焊定位(轴向或径向)。在耐磨环上装的径向销钉或骑缝螺钉的孔径应不大于耐磨环宽度的 1/3。

5.3.9.6 运转间隙应符合下列要求:

- a) 在确定耐磨环和其他转动部件之间的运转间隙时,应考虑介质的温度、介质的性质、材料的热膨胀和咬合特性以及透平的回收效率。间隙应足够大,以保证在所有规定工况下可靠运转和避免咬合。
- b) 对于青铜、经硬化处理的马氏体不锈钢以及具有类似低咬合趋势的材料,应采用表 4 中所列的最小间隙值。对于咬合趋势较大的材料和工作温度大于 260 ℃ 的应用场合,应在表 4 的间隙值上再加 125 μm。

- c) 对于咬合趋势低的非金属耐磨环材料,可以采用低于表 4 中所列的间隙值。考虑到诸如变形和热梯度的因素,间隙应足够大,以保证在所有规定的工况下可靠运转和避免咬合。

表 4 最小运转间隙

间隙部位的旋转零件的直径 /mm	最小直径间隙 /mm
<50	0.25
50~64.99	0.28
65~79.99	0.30
80~89.99	0.33
90~99.99	0.35
100~114.99	0.38
115~124.99	0.40
125~149.99	0.43
150~174.99	0.45
175~199.99	0.48
200~224.99	0.50
225~249.99	0.53
250~274.99	0.55
275~299.99	0.58
300~324.99	0.60
325~349.99	0.63
350~374.99	0.65
375~399.99	0.68
400~424.99	0.70
425~449.99	0.73
450~474.99	0.75
475~499.99	0.78
500~524.99	0.80
525~549.99	0.83
550~574.99	0.85
575~599.99	0.88
600~624.99	0.90
625~649.99	0.95

5.3.10 机械密封

5.3.10.1 透平应配有 ISO 21049 规定的集装式机械密封和密封系统。

5.3.10.2 集装式密封部件应不必拆卸离合器或从动机即可拆除。

5.3.10.3 密封压盖装配用的内(外)止口表面应与轴同心,而且总径向跳动量应不超过 125 μm(见附录 A)。不允许用密封压盖螺栓对中机械密封零件。

- 5.3.10.4 密封腔端面跳动(总指示器读数)应不超过密封腔孔径的 $0.5\text{ }\mu\text{m/mm}$ (见附录 A)。
- 5.3.10.5 应在密封压盖、密封腔及透平上用于密封系统的接口部位打上永久的标识符号。符号应符合 ISO 21049 的规定。
- 5.3.10.6 应堵塞不使用的密封压盖和密封腔上的接口。
- 5.3.10.7 应采取措施确保密封腔完全排气。
- 5.3.10.8 所有透平的机械密封在发货前均应安装在透平上。
- 5.3.10.9 密封压盖和密封腔体端面的连接面上应安装一个密封垫,以防止液体外泄。此垫应该是金属对金属接触的可压缩型垫(如 O 形圈或缠绕垫)。
- 5.3.11 转子平衡
- 5.3.11.1 转轮、平衡毂、透平轴以及类似的主要转动部件应按 GB/T 9239.1 规定的 G2.5 进行动平衡。平衡用的芯轴质量应不超过被平衡的零件质量。
- 5.3.11.2 如果零件的 D/b (见图 5)等于或大于 6.0,零件平衡可以在一个平面上进行。

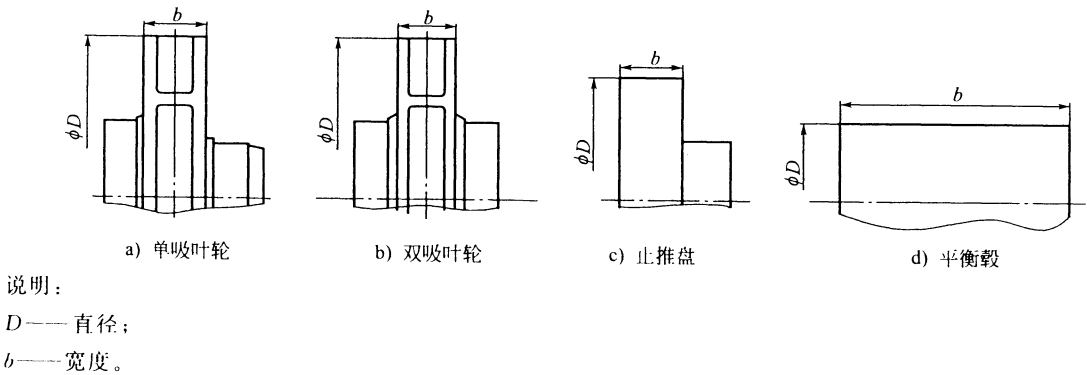


图 5 动平衡零部件尺寸示意图

- 5.3.11.3 下列类型的转子应该以低速做双面动平衡,以达到表 5 的平衡等级要求:
- 多级透平(3 级或 3 级以上);
- 一级和两级透平,其最大连续转速超过 $3\,800\text{ r/min}$ 。
- 做平衡时,转子不包括透平的半联轴器轮毂、机械密封的旋转部件。

表 5 转子的平衡要求

轴上的零件配合	最大连续转速 /(r/min)	挠性系数 L^4/D^2 /mm ²	转子的平衡等级
间隙配合	$\leq 3\,800^a$	不限制	b
过盈配合	$\leq 3\,800$	不限制	G2.5
	$> 3\,800$	$\leq 1.9 \times 10^{9c}$	G1

注:轴和转子跳动要求见表 3。

^a 允许 5 % 的转速增大。

^b 在装配过程中完成平衡修正是不可能的,间隙配合不能保持修正后的平衡。

^c 如果具有较高挠性的转子用于转速超过 $3\,800\text{ r/min}$,要达到和保持这样的平衡水平需对设计、制造和维护予以特别的关注。

- 5.3.11.4 转子平衡试验时,应用冠状半键填充转子任何空缺的单键槽。
- 5.3.12 轴承箱
- 5.3.12.1 轴承箱应设计成无需移动透平连接设备及安装支架就可更换轴承的形式。
- 5.3.12.2 对于非强制供油的稀油润滑轴承的轴承箱,应设有加油孔和排油孔,孔径至少是 $DN15$ 。轴

承箱应装有容量至少为 0.12 L 的可视恒油位给油器。

5.3.12.3 对于强制润滑的流体动压轴承的轴承箱,应设计成尽量减少泡沫形成的型式。排油系统应保持油位,使泡沫液位低于轴端密封。

5.3.12.4 应对轴承箱提供充分的冷却,在规定的运转条件下和环境温度为 43℃时应保持油和轴承温度为:

- a) 对于强制润滑系统,油的吐出口温度应低于 70℃,轴承金属的温度(如果提供轴承温度传感器)应低于 93℃。在工厂试验时,在最不利的工况下,轴承的油温升应不超过 28℃。
- b) 对于油环润滑或喷雾润滑系统,油池温度应低于 82℃。在工厂试验时,油池的油温升应不超过 40℃,(如果提供轴承温度传感器)轴承外圈温度应不超过 93℃。

5.3.12.5 在要求水冷却的地方最好使用冷却盘管。盘管(包括管配件)应是有色金属或奥氏体不锈钢制造,并且不应有承受内压的接头。管的外径至少为 12 mm,最小壁厚为 1.0 mm。如果采用分体结构的轴承箱需要使用水冷套,在上(下)半轴承箱水冷套之间只能用外部接头,水冷套上既不应有密封垫片也不应有螺纹接头。除了外支承环之外,水冷套应设计成能冷却油池而不是冷却轴承外圈的型式。

5.3.12.6 对于介质为易燃或危险液体的透平,其轴承箱、承受负荷的轴承箱盖以及机壳或端盖与轴承箱之间的支架应该用钢制造。

5.3.12.7 滚动轴承的轴承箱应设计成防止湿气、灰尘和其他杂质污染的型式。轴承箱上应配备有可更换的迷宫式密封、磁性端部密封和挡油盘,而不应采用唇形密封。密封和挡油盘应采用不产生火花材料制造。

5.3.12.8 采用油雾润滑时,轴承和轴承箱应达到下列要求:

- a) 油雾入口管内径为 6 mm,设置在轴承箱的上半部,管接头应可靠固定。在完全油雾系统中不应有使油雾从入口到放气口形成短路的内部通路,以便于油雾流经滚动轴承。
- b) 滚动轴承与轴承箱隔板之间的每个空间都应在轴承箱或轴承端盖上装设 6 mm 管内径的放气接头。如果在每个轴承箱隔板和轴承箱之间设有油雾接头时,轴承箱应设置一个放气中心。对滑动轴承的轴承箱,放气孔应设置在靠近轴承箱的端部。
- c) 不应采用护罩型或密封型轴承。
- d) 使用完全油雾润滑时,不应安装油盘、甩油环以及恒油位给油器,也不需要标示油位的标记;使用吹洗油雾润滑,则需装设这些零件,并且给油器应采用管连接,以保持轴承箱的内部压力。

注:在介质温度超过 300℃时,采用油雾润滑的轴承箱可以采取特殊措施降低从高温介质传递到轴承保持架的热量。典型的措施如下:

- a) 具有低导热的不锈钢轴;
- b) 热屏;
- c) 风扇冷却;
- d) 带有油(油池)冷却的吹洗油雾润滑,采用散热式甩油环。

5.3.12.9 所有的轴承箱应留有供手持式振动传感器进行精确定位的小凹坑,小凹坑可以铸出或机械加工而成,以保证振动测量时测量条件始终一致。

5.3.12.10 轴承箱应有用于安装符合 API 670 规定的振动传感器的螺纹接口。

5.3.12.11 应提供至少为 25 mm 直径的平坦表面作为放置磁基座振动测量设备的地方。

5.3.13 润滑

5.3.13.1 除非另有规定,轴承和轴承箱应按矿物油润滑设计。

5.3.13.2 采用油雾润滑时,应制定完全油雾润滑或者吹洗油雾润滑的措施(要求见 5.3.12.8)。

5.3.13.3 采用润滑脂润滑时,应符合下列规定:

- a) 润滑脂寿命(重新注入润滑脂的时间间隔)应采用轴承制造厂建议的方法或需方同意的替代方法估算;

- b) 如果估算的润滑脂寿命低于 2 000 h,则不应使用润滑脂润滑;
- c) 如果估算的润滑脂寿命在 2 000 h 以上但低于 25 000 h,应采取措施给运行中的轴承注入润滑脂,并有效地排出旧的或多余的润滑脂,供方应通知需方重新注入润滑脂的时间间隔;
- d) 如果估算的润滑脂使用寿命不低于 25 000 h,则不用安装润滑脂管接头或任何其他系统。

5.4 附件

5.4.1 底座

- 5.4.1.1 应为透平提供一体化的集液盘或集液盆式底座。底座的集液盘或集液盆应至少以 1 : 120 的斜度向透平非驱动端倾斜,排液用的螺孔至少应是 DN25 并能将集液全部排尽。
- 5.4.1.2 底座应使任何泄漏液都收集在底座范围内。所有的管路接头和管路法兰面,包括透平的进口法兰和出口法兰,都应处在集液盘或集液盆的收集范围之内。宜将设备的所有接头落入底座的最大周边之内。
- 5.4.1.3 底座应为透平、超越离合器提供安装凸台,安装凸台应机械加工成平直的平面。各安装凸台之间高差的允差在 150 μ m/m 范围内。
- 5.4.1.4 在透平与底座之间不应使用调整垫片。
- 5.4.1.5 应对透平轴驱动端或透平轴在联轴器轮毂配合处的位移进行检验,数值应符合表 6 所示的规定。灌浆不应作为获得必要的刚性的手段。

表 6 刚性试验验收准则

拟灌浆的底座		不拟灌浆的底座	
负荷条件	透平轴位移 / μ m	透平轴位移 / μ m	方向
M_{Yc}	175	12	+Z
M_{Zc}	75	50	-Y
M_{Yc} 和 M_{Zc} 等于表 2 中吸入管和吐出管上允许力矩之和。 $M_{Yc} = M_Y(\text{吸入口}) + M_Y(\text{吐出口})$ $M_{Zc} = M_Z(\text{吸入口}) + M_Z(\text{吐出口})$			

- 5.4.1.6 在透平支架正下方底座的底侧应有横向加固肋,加固肋的形状应有利于牢固地固定在灌浆中。
- 5.4.1.7 所有接头,包括焊接到结构件上的钢板,应是连续的致密焊接,以防止间隙腐蚀。
- 5.4.1.8 所有的底座在每个分隔段内应至少设一个灌浆孔,灌浆孔的净面积不得小于 125 cm² 且尺寸不小于 75 mm。这些孔的设置应能灌满底座下面的整个空间,而不至于形成空气囊。在集液盆区内的灌浆孔应该有凸起 13 mm 的凸唇缘。如果灌浆孔设在液体能够溅落到的地方,则应配置最小厚度为 1.5 mm 的金属盖。在底座的每个分隔段的最高点,应设置最小直径为 13 mm 的放气孔。
- 5.4.1.9 底座的底部在每两个结构件之间应是畅通的。当底座安装在混凝土基础上时,在每个承受负荷的构件之下都应有灌浆通路。底座的底面应在一个平面内,以便于采用单一水平面的基础。
- 5.4.1.10 重量超过 250 kg 的透平应装设横向找正和纵向找正定位用的顶丝,以便于做水平的横向调整和纵向调整。固定这些顶丝的支座应安装到底座上,而且使这些支座不妨碍有关设备的安装或拆卸。顶丝的规格不小于 M12。
- 5.4.1.11 在底座的外周上应设有等间隔的水平调整螺钉,水平调整螺钉应设在靠近地脚螺栓处。水平调整螺钉的数量应足以支承底座及透平组合件的重量而不致产生过大的变形,螺钉数量不少于 6 个。
- 5.4.1.12 在机壳的排液接头和底座之间应该有足够的空间,以便安装排液管路。排液管的管径应与排液接头相同。

5.4.1.13 底座上应设置至少供四点起吊的吊环。起吊底座和所有安装设备时,底座不应损坏或产生永久变形,也不应使安装在底座上的机械受损。

5.4.2 检测仪表

5.4.2.1 如果提供温度计和压力表,应符合 ISO 10438-1 的规定。

5.4.2.2 加速度计应按照 API 670 的规定安装和调试。

5.4.2.3 应在透平上至少安装一个转速传感器;宜在每个轴承箱中安装两个方向的径向振动传感器。采用滑动轴承承受推力时,宜在推力端安装两个轴向位移传感器。传感器的安装和校准应符合 API 670 的规定。

5.4.2.4 采用滑动轴承时,宜装设探测轴承金属温度的传感器。传感器安装和校准应符合 API 670 的规定。

5.4.2.5 宜用电缆将振动传感器、轴向位移传感器、转速传感器或温度传感器连到监视器上,安装应符合 API 670 的规定。

5.4.2.6 如果采用转速传感器作为监视透平运转并进行设备运行联锁的条件,应至少采用两只转速传感器。

5.4.3 管路系统和附件

5.4.3.1 概述

5.4.3.1.1 管路应符合 ISO 10438-1 的规定。

5.4.3.1.2 下列用途的辅助系统定义为管路系统:

- a) 辅助的流程液体;
- b) 蒸汽;
- c) 冷却水;
- d) 润滑油。

5.4.3.1.3 管路系统应与透平完全装配好并安装在底座上。如因发货或搬运困难,经需方同意可以分装发货。

5.4.3.1.4 如果隔离液/缓冲液的容器设计成离开底座一定距离的安装形式,这些容器及其附件应完全装配好后分装发货。

5.4.3.1.5 应将各种管路系统的支管路汇接至各自总管,每种总管的入口接头和出口接头应分别成组排列并安装固定于底座边缘的某一位置。

5.4.3.2 辅助流程液体管路

5.4.3.2.1 辅助流程液体管路包括放气管、排液管、平衡管、介质冲洗管以及外供液体注入管。

5.4.3.2.2 管路零部件的承压应不小于机壳的最大允许工作压力,而且不低于在环境温度下要求的法兰压力等级。

5.4.3.2.3 流经流程液体的管路及其附件的材料耐腐蚀性能应不低于机壳的耐腐蚀性能。

5.4.3.2.4 如果介质中出现氯化物,其浓度超过 10 mg/kg(10 mg/L),则需方应指明。

5.4.3.2.5 节流孔的孔口直径应不小于 3 mm。

5.4.3.2.6 阀门、螺纹放气孔和排液孔都应用塞堵堵上。

5.4.3.2.7 螺纹接头仅可用于测量部位的接头。

5.4.4 专用工具

5.4.4.1 透平供货时应提供必要的工具和夹具。对于安装多台机组的情况,专用工具和夹具的需求量可由供、需双方共同商定。

5.4.4.2 这些工具应单独包装,并且标上“某种设备(标签/位号)的专用工具”。每件工具应该标出其预定用途的标识或标签。

6 检查和试验

6.1 概述

6.1.1 在合同签订前,供方和需方应约定检查、试验项目和技术细节。可以是单独的产品检验大纲,也可在技术规格书中规定。

6.1.2 供方应将需方的检查和试验要求通知分供方。

6.1.3 供方应向需方提供质量计划或检验计划,以供审查之用。

6.1.4 进行某项目睹、检查或试验项目之前,供方应提前通知需方。

6.1.5 供方应提供做规定检查和试验用的设备、材料及公用设施条件。

6.2 检查

6.2.1 概述

6.2.1.1 供方应将下列资料至少保存 20 年:

- a) 必要的或规定的材料证明书,例如材料制造厂的试验报告;
- b) 证明已经达到技术规范要求的试验数据和试验结果;
- c) 制造的详细情况和作为制造的一部分进行的所有热处理记录;
- d) 质量检查和检查结果;
- e) 需方规定或应用规范规定所要求的其他资料。

6.2.1.2 承压零件在完成其规定的检查项目之前不得涂漆。

6.2.1.3 关键(如危险、易燃和高压)承受载荷零部件(如端盖、机壳、转轮及轴等)的有关强度、焊接部分及密封面等应做下述某些检测:超声检测、射线检测、渗透检测及磁粉检测等。检测的方法和验收标准应符合 JB/T 4730.1、JB/T 4730.2、JB/T 4730.3、JB/T 4730.4、JB/T 4730.5 的规定。

6.2.1.4 在需方检查之前,供方应完成所有的初步运转试验和机械检查。

6.2.2 材料检查

6.2.2.1 应根据材料规范的要求做无损检测。如果对焊缝或需方规定的材料做附加的射线检测、超声检测、磁粉检测或渗透检测,检查的方法和验收标准应符合 JB/T 4730.1、JB/T 4730.2、JB/T 4730.3、JB/T 4730.4、JB/T 4730.5 的规定。

6.2.2.2 应验证零件、焊缝以及热效应区的硬度,其值应在允许范围内。其试验的方法、范围、文件和试验的见证应由需方和供方商定。

6.3 试验

6.3.1 性能试验方法

6.3.1.1 典型的试验装置见图 6。

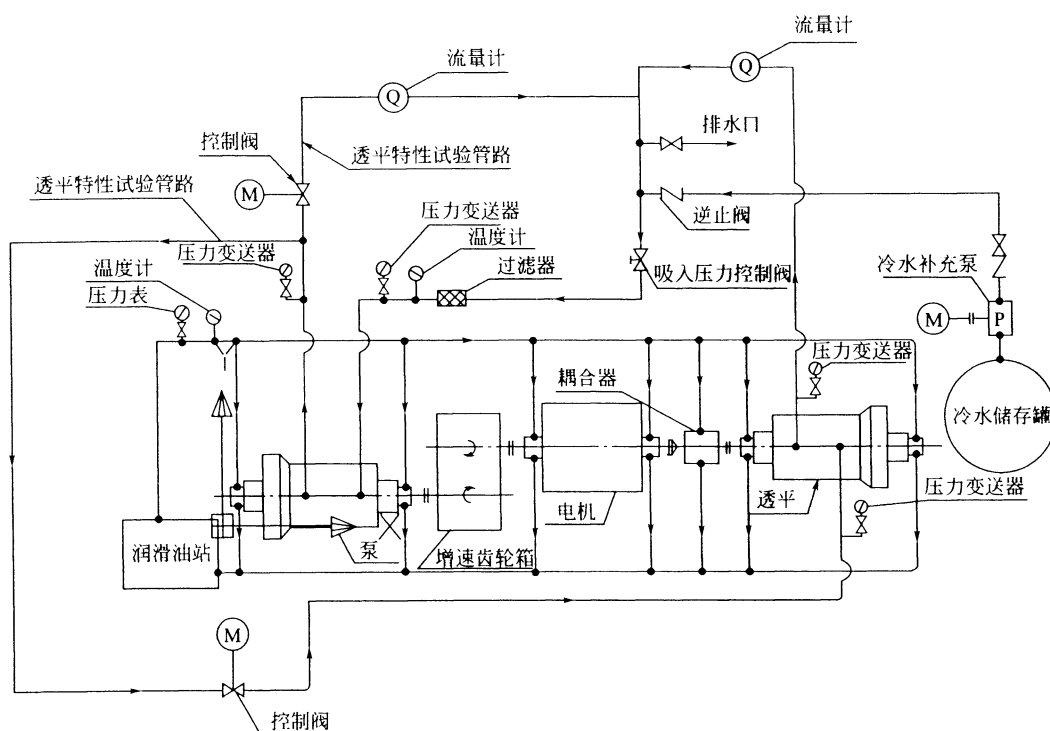


图 6 液力透平试验装置示意图

6.3.1.2 试验装置的要求应符合 GB/T 3216 2005 中 5.3.1、5.3.2、5.3.3 的规定。

6.3.1.3 试验条件应符合 GB/T 3216 2005 中 5.4 的规定。

6.3.1.4 试验结果分析应符合 GB/T 3216 2005 中第 6 章的规定,但容差应符合本标准 6.3.3.2 的规定。

6.3.1.5 流量测量采用差压流量计、涡轮流量计、电磁流量计、涡街流量计等测量,仪表精度 0.5 级。

6.3.1.6 水头测量采用弹簧压力表、差压传感器、压力传感器测量,仪表精度 0.4 级。进、出口测压管应与透平进、出口同口径。进出口直管段长度至少应是 5 倍口径。测量截面与透平法兰面距离为 2 倍口径。

6.3.1.7 输出功率和转速的测量采用扭力测功机测量,仪器精度 0.5 级。

6.3.2 水压试验

6.3.2.1 应对压力壳体进行水压试验,水压试验的压力为承压零件最大允许工作压力的 1.5 倍。

试验可按下列规定的特殊条款进行:

- a) 机械密封不在水压试验范围内;
- b) 冷却水系统应以 1.0 MPa 压力进行水压试验;
- c) 蒸汽、冷却水和润滑油管路,如果是通过焊接的,应以 1.5 倍最大允许工作压力或 1.0 MPa 压力进行,两者中取较大者;
- d) 压力壳体在做水压试验过程中应使用设计规定的静密封;
- e) 水压试验不应安装密封压盖和与后盖分离的密封腔,密封压盖和与后盖分离的密封腔应按照密封腔最大工作压力的 1.5 倍进行水压试验。

6.3.2.2 水压试验应持续 30 min, 试验零件和静密封表面应既无泄漏也无渗漏。

6.3.2.3 如果被试零件在特定温度下工作,在此温度下材料的强度低于该材料在水压试验温度下的强度,则水压试验压力应乘以一个系数。该系数等于水压试验温度下材料的许用应力值与工作温度下材料的许用应力值的比值。

6.3.3 性能试验

6.3.3.1 每台透平都应进行性能试验。以得出流量、水头和功率在内的至少 4 个性能点的完整数据。正常情况下这 4 个点应是：

- a) 零输出功率点；
- b) 额定流量的 80 % 流量点；
- c) 额定流量点；
- d) 额定流量的 110 % 流量点。

6.3.3.2 性能试验方法按 6.3.3 的规定,性能允许容差见图 7,即:在 95 %~105 % 额定流量范围内,透平的水头不得低于额定水头。

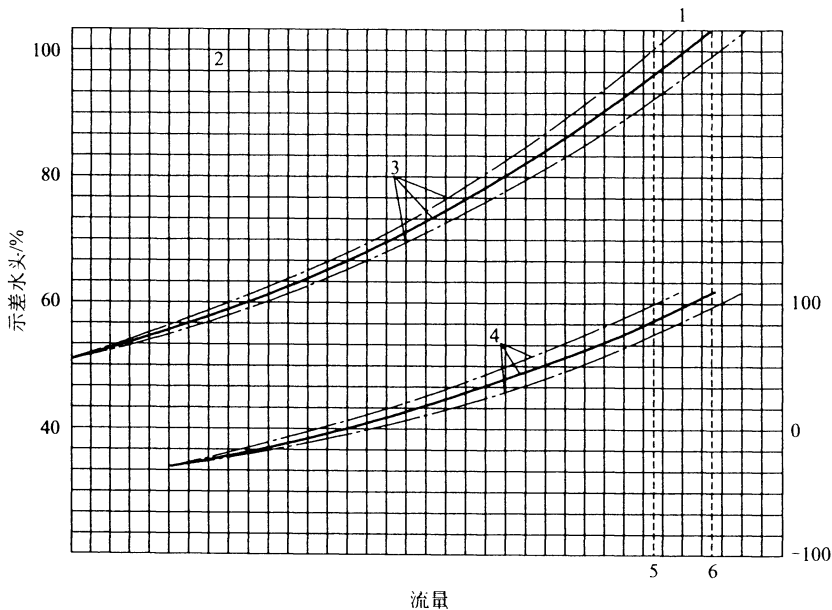


图 7 液力透平试验性能允差

6.3.3.3 透平应装上全部密封进行试验。如采用双重密封,在两个密封之间应提供清洁冷水。

6.3.4 振动

透平的振动测量方法按 JB/T 8097 的规定,按 JB/T 8097 的 C 级验收。

透平振动试验时,透平应在额定工况下运行。

6.3.5 噪声

透平的噪声测量方法按 JB/T 8098 的规定,按 JB/T 8098 的 C 级验收。

透平的噪声试验时,透平应在额定工况下运行。

6.3.6 机械运转试验

6.3.6.1 在油温稳定之前不能开始做机械运转试验。

6.3.6.2 透平应在额定流量下进行 4 h 的机械运转试验。

6.3.7 辅助设备试验

齿轮箱的监视系统、联锁保护系统、机械密封辅助系统都应在供方工厂进行试验。辅助设备试验的细节应由需方、供方共同制定。

6.3.8 现场试验

因供方工厂条件限制不能进行试验时,应到最终用户现场试验。现场试验细节应由需方和供方共同制定。

6.3.9 最终检查

每台透平须由制造厂技术检查部门按购货订单检查产品供应范围的正确性和完整性,检查合格发给产品质量合格证后方可出厂。

7 交付准备

7.1 需方应规定发运的要求和存放形式。供方应提供透平自发货之日起适合于在露天保存 6 个月且满足透平运转之前除检查轴承和密封外无需进行拆卸检查的包装。如果打算要存放更长的时间,需方应与供方进行磋商。

7.2 供方应向需方提供必要的说明,以完善该设备运到工作现场后在启动之前的保管准备工作。

7.3 除非另有规定,在试验室最终试验之后不要拆卸透平。透平包括密封腔应完全放空,在机械运转试验后充入一种替代水的防腐剂并排空。

7.4 外部机械加工表面应涂防锈漆。其他外表面应涂不含铅或铬酸盐的漆。不锈钢零件不需涂漆。

7.5 法兰连接的孔口应该装上至少 5 mm 厚的金属盖板,并带有橡胶垫圈和至少 4 个与该法兰螺孔相应直径的螺栓。对于使用双头螺柱连接的孔口,应用透平出厂时用的螺母紧固金属盖板。

7.6 螺纹孔口应用堵头进行塞堵。触液管口用的堵头材料应符合介质的耐腐蚀要求。应使用适合高温作业的润滑剂或密封剂保证螺纹的气密性。不应使用塑料管堵。

7.7 每台设备应标明设备号、规格和型号及产品编号。单独发运的材料应该牢固地钉上耐蚀金属的标签,标签上包括所用设备的设备号和序号。装箱的设备应附带两份装箱单,一份放在包装箱内,另一份贴在包装箱的外侧。

7.8 应用防水的塑性涂蜡的布或者用带有腐蚀抑制剂的纸包上裸露的轴和联轴器。接缝处应用防油胶带密封住。

7.9 为透平提供的辅助管路接头应该打上永久性标记,以便与供方的连接图或总体布置图相吻合。应标出辅助管路的用途和接头的名称。

7.10 轴承部件应完全防止潮气和脏物侵入。

7.11 安装说明书及其他技术资料应随设备一起装箱和发运。

8 标识、包装、运输和贮存

8.1 标识

8.1.1 每台透平都应在明显的位置设置牢固的标牌,标牌尺寸和技术要求应符合 GB/T 13306 的规定,标牌应采用耐环境腐蚀的材料制作;标牌至少应包括下列内容:

- a) 需方的设备号;
- b) 规格和型号;
- c) 产品编号和出厂日期;
- d) 额定流量(m^3/h);
- e) 额定水头(m);
- f) 转速(r/min);
- g) 效率(%);
- h) 输出功率(kW);
- i) 最大允许工作压力(MPa);
- j) 最大允许工作压力时的温度($^{\circ}\text{C}$);

k) 设备质量(kg);

l) 制造单位名称。

8.1.2 透平的产品编号除了标明在铭牌上外,还应永久地标明在壳体上。

8.1.3 铭牌应固定到设备上和辅助设备的任何其他主要部件上。

8.1.4 透平的旋转方向应在适当的明显位置用红箭头表示(铸出或另制标识牌)。

8.2 包装、运输和贮存

8.2.1 包装前应做到:

a) 应清除透平内部积水;

b) 如果需方未提出特别要求,透平的涂装应按 JB/T 4297 的规定;

c) 透平应进行防锈处理,并符合 GB/T 4879 的规定,如果需方未提出要求,防锈有效期应符合 D 级要求;

d) 对于干油润滑的轴承应填充适量润滑脂;

e) 吸入口、吐出口以及透平上通向外部的各管口均应进行封堵,封堵件应耐风雨侵蚀并能经受意外的损坏;

f) 每台透平出厂时随带的技术文件(如合格证、装箱单、使用说明书及 6.2.1.1 要求的所有资料)等应封存在防水袋中。

8.2.2 包装

透平的包装应符合 GB/T 13384 的规定。透平及备件、附件在包装时应进行可靠的固定,以防止相互碰撞。

8.2.3 运输

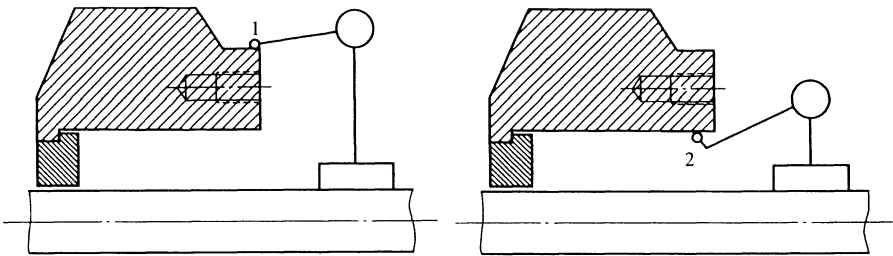
运输过程中,应有防止振动或碰撞造成产品和包装箱损坏的保护措施。

8.2.4 贮存

存放中应能防止锈蚀和损坏。应按防锈期限进行检查,重新做防锈处理。

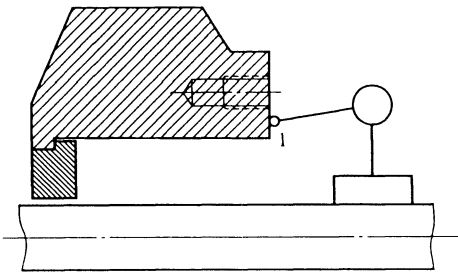
附 录 A
(规范性附录)
密封腔跳动值测量示意图

本附录的示意图只示出要求测量的位置。



说明：
1——外径测量的位置；
2——内径测量的位置。

图 A. 1 密封腔同心度(5.3.10.3)



说明：
1——端面跳动测量的位置。

图 A. 2 密封腔端面跳动(5.3.10.4)

中 华 人 民 共 和 国

化 工 行 业 标 准

化 工 液 力 透 平

HG/T 4591—2014

出版发行:化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

北京科印技术咨询服务公司海淀数码印刷分部

880mm×1230mm 1/16 印张1½ 字数41.6千字

2014年9月北京第1版第1次印刷

书号:155025·1782

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定价:18.00元

版权所有 违者必究