

## 1. 概述

水力透平是一种能量回收装置。透平是将流体工质中蕴有的能量转换成机械能的机器，又称涡轮机。透平是英文 **turbine** 的音译，源于拉丁文 **turbo** 一词，意为旋转物体。透平的工作条件和所用工质不同，所以它的结构型式多种多样，但基本工作原理相似。透平的最主要的部件是一个旋转元件，即转子，或称叶轮，它安装在透平轴上，具有沿圆周均匀排列的叶片。流体所具有的能量在流动中，经过喷管时转换成动能，流过叶轮时流体冲击叶片，推动叶轮转动，从而驱动透平轴旋转。透平轴直接或经传动机构带动其他机械，输出机械功。透平机械的工质可以是水及其它液体、蒸汽、燃气、空气和其他气体或混合气体。以水为工质的透平称为水力透平。有时水力透平常常为液力透平的代称。

做为一个节能的装置，水力透平是近几年才兴起来的。在使用上，常常以反转离心泵作水力透平，这样更经济。

作为能量回收的水力透平属于**泵系统节能**的范畴，只是因为水力透平本身就是一台泵，并且其动力输出端往往驱动的是另一台泵。

## 2.应用领域

水力透平可以对工艺流程中产生的高压液体进行再利用，是一种能量回收装置，目前广泛应用于石油化工加氢裂化装置、大型合成氨装置以及海水淡化装置等，是具有长远经济效益的节能装置。水力透平是用液体驱动设备回收能量，也就是回收液体能量，一般采用逆运行泵来充当透平。

**2.1 大庆石化公司炼油厂 120 万吨/年加氢裂化装置是 2004 年 8 月投入生产的新装置，该装置原设计中热高分油液体出入口温度 230℃，入口压力为 13MPa，**

为高温高压，而国内同类企业该装置一般不回收或不能回收高温高压介质的压力能。该水力透平出入口压差为 11MPa。

**2.2 大连西太平洋石化有限公司重油加氢脱硫装置用能量回收水力透平：**作为能量回收设备，多级水力透平与电机共同驱动双壳体高压多级加氢进料泵，电机与泵及透平与泵之间分别配有增速箱和离合器。透平流量为 300 m<sup>3</sup>/h，扬程为 1565 m，输送介质为 335 °C 的常渣油，进口压力为 12.8 MPa，转速 3680 r/min，回收功率为 650kW，年节省电能可超过 500 万度。

### 3.国内研究

水力回收透平的研究主要是来自专业泵制造厂，水力回收透平的参数选择和系数确定主要是由工厂大量试验得出来的，国内尚未发现有关水力透平的专门研究机构。

随着水力透平技术的普遍应用，一些学者加入到该技术的研究行列。泵行业技术工作者王立于上世纪 90 年代末开始在国内率先研究水力透平技术和泵系统节能技术。

目前，研究水力透平的技术手段为试验结合 **CFD**（计算流体动力学）技术。

### 4.结构

水力透平的结构型式主要是离心泵，根据回收介质的流量、压力，各种形式的泵都可以充当水力透平，如 OH2 型、BB1 型、BB2 型、BB4 型、BB5 型等。泵的出口是透平入口，泵的入口是透平的出口。一般认为水力透平单级泵功率在 22KW 以上，多级泵在 75KW 以上是经济合理的。

### 5.维护与检修

## 5.1 水力透平附属设备的检修要点

(1) 宏观检查油箱锈蚀情况，所有焊缝连接处和法兰密封面应无泄露、裂纹或变形等缺陷，油箱内表面无锈蚀、焊渣或污垢；检修箱体内表面有无裂纹、变形等缺陷。

(2) 清理油冷器管程垢层，检查管子与管板连接处的无腐蚀、泄露等缺陷，检查壳体、封头锈蚀情况，定期进行液压实验；检查更换密封垫片。

(3) 检查滤芯，应完好无损，检查更换已老化、损伤的密封圈。

(4) 解体检查主、辅油泵，按照相应的齿轮泵、螺杆泵或离心泵的检修规范进行检修。

(5) 对油系统单向阀、安全阀、调节阀等类附件，每次机器大修时，都应进行检修与调试。

(6) 检查清理机械密封冲洗液管线，消除漏点，清除液垢及杂物。 水力

## 5.2 透平的试车安全注意事项如下：

(1) 试车前严格按照试车方案和设备的操作规程进行充分准备，具备条件后方可进行试车。

(2) 检修应做到工完、料净、场地清，保证试车现场无任何妨碍物。

(3) 进行试车时，有关人员必须同时到场。

(4) 启动后应仔细检查设备的运行状况，如振动、轴承温度、运转声音等，一旦发生异常现象，应立即停车检查，待查明原因并排除后，方可继续试车。 液

## 5.3 力透平检修安全注意事项

(1) 设备交付检修前，应与工艺人员联系，严格按安全规定对设备进行排放降压，经专人负责处理妥当，办理“安全检修许可证”后方能进行检修。

(2) 设备的拆装及零部件的摆放、检修应按要求进行，做到科学文明检修，严禁蛮干，以防出现不该发生的设备检修事故。

(3) 使用煤油或汽油清洗零件时，应注意防火；需要动火时，应办理动火证并采取相应的措施。

(4) 零部件拆卸时，主要部件要做好标记，如需用钢字头打印记，不能在配合面及密封面上进行。

(5) 检修中心须注意人身安全，严防击伤、坠落、触电等事故的发生

#### 5.4 水力透平的维护要点

##### (1) 轴承温度

正常运行中的轴承温度允许值，滑动轴承不高于  $65^{\circ}\text{C}$ ，滚动轴承不高于  $70^{\circ}\text{C}$ 。若轴承温度偏高，除轴承的制造和检修是否有问题以外，润滑油的质量和供油量是主要原因。

##### (2) 振动

引起水力透平振动的原因很多，例如对中不良，转子不平衡，工艺系统波动，轴承故障，地脚螺栓松动等。如果出现振动，应对现象进行分析，查出导致振动的主要原因，进行消除。

##### (3) 机器声响

借助工具判断机器声音，如遇有金属撞击声，液体噪声或零件发出的尖叫声，一定要查明是工艺操作或是机器本身引起的，以便消除。

##### (4) 冲洗

要保证冲洗液管道畅通，压力不低于规定值，保证有充裕的冷却冲洗液量，以延长机械密封的使用寿命。

## 5.5 水力透平壳体检修、检查的内容

(1) 检查透平壳体流道是否有腐蚀、冲刷、壁厚严重减薄等现象；流道表面应光滑，无铸造缺陷，必要时可补焊修复；

(2) 流道轮廓线对中心线应对称，允差 0.50mm/100mm；

(3) 壳体口环应无松动，耐磨层完好，与蜗壳轴线要同心，允差 0.02mm/100mm，必要时同时更换两侧口环；

(4) 上、下壳体回装后，流道相接面应一致，不应有错边；联接螺栓必须均匀把紧，以防轴承箱变形；

(5) 进行 1.5 倍工作压力的液压试验，持续 30min,不得有漏液现象。

## 参考资料

### 1. 液力透平节能技术的应用

<http://www.doc88.com/p-67417894723.html>

### 2. 高压加氢装置应用液力透平可行性研究

[http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_lysj200807009.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_lysj200807009.aspx)

### 3. 液力透平及其应用

<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotat-SHSJ198301003.htm>