

# 液力透平泵在 NHD 脱碳工艺中的应用

郭理东

(山西兰花科技创业股份有限公司化肥分公司)

**摘要:** 作为高耗能的化肥企业, 能量回收越来越被企业所重视, 本文通过液力透平泵在化肥分公司 NHD 脱碳工艺中的应用, 回收脱碳富液压力能, 驱动系统贫液泵, 实现了系统资源的综合利用, 取得较好的节能效果。

**关键词:** 液力透平泵; 脱碳; NHD

目前我国化肥企业越来越重视节能技术、设备的应用和推广, 以提高企业的竞争力。山西兰花科技创业股份有限公司化肥分公司现有 12kt/a 合成氨、10kt/a 合成氨装置两套, 气体净化采用 NHD 脱碳工艺技术, 由于脱碳吸收塔在高压下吸收, 因而需要用溶液循环泵(贫液泵)将再生后的贫液加压至高压后进入吸收塔, 溶液循环泵的扬程较高, 电机功率较大。离开吸收塔的富液通常经减压阀降至较低压力后进入再生系统, 这样就造成了高压富液压力能的浪费。透平泵利用系统中稳定的压力能通过液力透平叶轮转换为机械能, 再由透平泵主轴将能量传递到电机上, 带动溶液循环泵, 实现系统余能的回收, 降低系统电耗, 对企业节能降耗有着现实的意义。

## 1 液力透平泵的基本原理

透平是将流体工质中蕴有的能量转换成机械功的机器, 又称涡轮或涡轮机。透平的工作条件和所用工质不同, 因此它的结构型式多种多样, 但基本工作原理相似。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。液力透平能量回收是利用生产装置中稳定的液力能(主要是压力能)通过液力透平叶轮发出功率驱动发电机, 随着能源费用的上涨, 有效地利用液力能已为人们所关注, 一般认为可回收功率大于 20KW 时, 就有经济效益。能量回收透平在各类工

业装置中得到广泛所应用, 将合成氨装置 CO<sub>2</sub> 脱除系统中吸收塔底出口的富液压力能(1.7MPa)回收驱动贫液泵, 具有节能效果明显、投资回收快以及运行平稳可靠等优点。

## 2 工艺技术方案的选择与确定

### 2.1 液力透平的主要配置方式

目前我国大中型化肥企业中为了回收流程中液体的高压能量, 大量配置液力回收透平来回收, 主要有两种配置方式: 一是贫液泵+液力透平, 贫液泵和液力透平泵通过联轴器直联。这种配置方式要求贫液泵和液力透平的液力特性(扬程-流量特性曲线和轴功率-流量特性曲线)必须匹配良好, 否则机组不能安全稳定运行。这种配置方式价格昂贵, 但是能量回收效率高, 由于技术原因, 目前国内液力透平制造厂家还不能做到直联方式, 用户不多; 二是贫液泵+电机+超速离合器+液力透平, 电机辅助做功。这种配置对贫液泵和液力透平的液力特性(扬程-流量特性曲线和轴功率-流量特性曲线)要求不高, 能量回收效果虽然较差。但设备已全部国产化, 价格较低, 国内大多数厂家采用此种配置方式。

### 2.2 工艺方案的确定

化肥分公司 1<sup>#</sup>脱碳系统, NHD 溶液循环流量为 1200m<sup>3</sup>/h, 系统压力为 1.7MPa, 配套 5 台贫液泵, 其中 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>型号为 200D-43×8, H=280m, Q=300m<sup>3</sup>/h, 配套电机功率 440kw, 5<sup>#</sup>型号为 CD8 8×10×18H-1, H=280m, Q=600m<sup>3</sup>/h, 配套电机功率 710kw, 正常生产开一大两小, 在设计阶段不曾考虑脱碳富液的能量回收方案, 也未

进行任何能量回收改造，因此造成能量的极大浪费和脱碳工艺的电耗较高。为了优化配置，结合脱碳系统运行及投资的情况，采用贫液泵+电机+超速离合器+液力透平对碳富液的能量回收，新增一台输流量 600m<sup>3</sup>/h，扬程 280m（电机功率 710kw/h）带液力透

平机组的贫液泵，为了使能量回收彻底，进液力透平泵额定流量选择为 850m<sup>3</sup>/h，最大可调 950 m<sup>3</sup>/h，正常生产开新增带液力透平机组的贫液泵和一台大泵（总流量 1200m<sup>3</sup>/h），富液大部分进涡轮机回收能量后回高闪槽。新增透平泵的技术特性见表 1

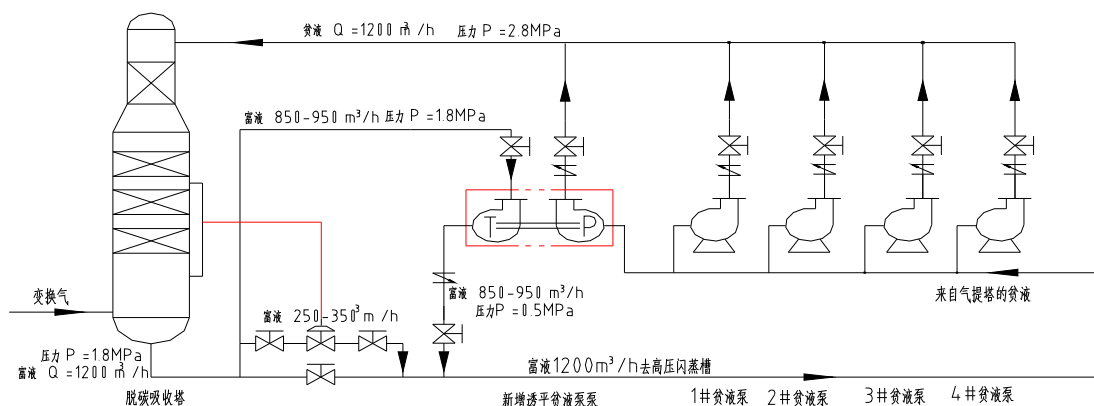
表 1: 新增透平泵技术特性表

| 泵名称                    | 脱碳贫液泵           | 透平泵            |
|------------------------|-----------------|----------------|
| 泵型号                    | CD8 8×10×18H-1  | HT-ZE200-4315  |
| 设计流量 m <sup>3</sup> /h | 600             | 850            |
| 工作流量 m <sup>3</sup> /h | 600             | 850（正常）950（最大） |
| 总扬程 m                  | 280             | 130            |
| 轴功率 KW                 | 613             | 282            |
| 电机功率 KW                | 710             | -----          |
| 效率                     | 76.9%           | 85.6%          |
| 泵材质                    | 泵体 CS，叶轮 304    | 泵体 CS，叶轮 304   |
| 电机型号                   | YKS4501-2W（6kv） | 超越联轴器          |

### 2.3 工艺流程简述

来自脱碳吸收塔的高压富液（1.7MPa，流量(850 m<sup>3</sup>/h~950 m<sup>3</sup>/h)进入“带透平机组的贫液泵”的透平壳体内冲击透平叶轮高速旋转，将脱碳富液能量转化成泵轴的旋转机械能，驱动脱碳贫液泵叶轮（不足动力有

电机补偿），水泵叶轮把来自气提塔的低压贫液（-0.02~0.02MPa）增压后（2.8MPa）泵入脱碳吸收塔。经过涡轮能量回收的的富液及未经能量回收的富液经过减压阀将至 0.5MPa 回高闪槽回收再生。工艺流程图见图 1



图一：工艺流程图

### 3 设备使用状况

由于本次改造采用单级双吸泵，两端支承，轴向力平衡好，且联轴器采用膜片式联轴器，缓冲吸振，可补偿较大的轴向位移，微小的径向位移和角位移对找正偏差补偿型较好，所以设备运转后振动小，初步达到了长周期运行的效果，液力透平机组采用液力耦合器后，电机电流降低 20A，达到了改

造目的。

### 4 改造效果

本工程改造后不需要增加定员，正常生产开新增带液力透平机组的贫液泵和一台大泵（总流量 1200m<sup>3</sup>/h），运行总功率 1420kw/h，比改造前减少 170 kw/h，液力透平机组采用液力耦合器后，降低电流 20A，每小时可节约电=电流×6kv×1.732×功率

因素=20×6×1.732×0.89=185KW。每度电按 0.38 元，设备年运行 300 天 7200 小时计算，每年节约成本 (185+170) × 0.38 × 7200=97.13 万元。机组全部投资约 200 万元，两年即可收回全部投资。

## 5 结论

在日益激烈的市场竞争中越来越多的企业，尤其是高能耗的化肥企业，越来越把降低能耗，节约能源，作为降低成本的重要手段之一，利用透平机组对合成氨生产系统余压资源能量回收利，具有设备运行安全稳定、维修方便、能耗低等特点，是企业系统节能的一种主要方式，在化工行业可以非常广泛的应用，为企业创造显著的经济效益。