

» 您现在的位置: 压缩机杂志 >> 2008年3月刊 >> 正文

用户登录

载入中...

每期杂志

最新热门

 [组图]某大型空分装置主空压机机组选型分析

热 ★★★

## 某大型空分装置主空压机机组选型分析

作者: 肖健 文章来源: 本站原创 点击数: 473 更新时间: 2008-3-3 17:19:36



**摘要:** 本文通过对两种不同类型的大型空压机机组的技术特性进行比较, 结合对某空分项目主空压机与氮循环压缩机机组选型过程的叙述, 对大型空压机选型进行了论证。本文中空压机采购业主方对参与投标的两家公司所投标机组的运行消耗、维修难度以及环保达标等方面进行了细致的分析, 并最终从设备寿命周期费用最优出发进行机组选型。

**关键词:** 空分装置 主空压机机组 机组选型

2004年年底, 某大型煤化工项目计划为煤气化等化工工程建设配套上马了两套氧气产量为50000 Nm<sup>3</sup>/Hr的基本等同的进口工艺空分装置。该装置采用氮气循环, 规整填料上塔, 增压膨胀制冷, 液氧外循环等先进工艺, 设备配置高, 是目前国内较先进的大型空分装置。

众所周知, 空分项目中主空压机与氮循环压缩机机组是空分装置的龙头, 也是能量消耗的大头; 因此, 对该机组的选型对空分装置来说尤为重要。当前, 煤化工装置配套大型空分的压缩机配置普遍采用一台蒸汽透平, 双出轴拖动两台设备: 主空压机+氮循环压缩机, 即俗称一拖二驱动方式。这种驱动方式因为将两台机组的驱动机合二为一, 使得设备制造费用大大降低, 并且, 场地占用面积减小, 故该空分项目合同要求主空压机与氮循环压缩机机组采用上述驱动方式。该机组的主要工艺参数要求如表一。

表一: 机组主要参数(每套)

参数	蒸汽透平	主空压机	氮循环压缩机
流量	~145T	~260000Nm <sup>3</sup> /Hr	~166000Nm <sup>3</sup> /Hr
入口压力 (MPa)	9.0	~0.0868	~0.54
出口压力 (MPa)	0.6	~0.63	~0.63
功率 (kW)	~38000	~21000	~17000

从当前大型空分行业业绩来看，对氧气产量50000Nm<sup>3</sup>/Hr的空分装置主空压机的设计、制造，主要有厂家一与厂家二两家公司有充分的保障能力，在招标时，负责该机组设计与采购的EPC总包商也邀请了这两家公司参加投标。

两家制造商投标方案均为（主空机）+（透平）+（氮循环压缩机）的机组布置形式。方案中机型的最大差别在于主空压机的形式，厂家一机组采用齿轮多轴式压缩机，而厂家二机组采用单轴等温式压缩机。

根据相关原理以及两家投标厂家的投标资料，业主与承包商组成的评标小组对该机组的选型进行了综合评比，并以此确定了机组的形式。

下面我们从技术和经济性分析角度对机组选型论证的主要过程论点进行简要阐述：

#### 机组运行费用比较

由于机组功耗大，故主空压机机组选型最重要的因素在于机组的效率与公用工程消耗的比较。

首先我们对机组功率消耗进行比较：

根据理论，我们推算在相同的气量与压比的条件下，同类型压缩机的等熵压缩与等温压缩所需要的功耗之比： $h_{is}/h_{ad}$ 。

$$h_{is}=RT_a \ln \varepsilon$$

$$h_{ad}=k/(k-1) RT_a (\varepsilon^{k-1/k}-1)$$

$h_{is}$ ： 等温能头

$h_{ad}$ ： 等熵能头

R： 气体常数

$T_a$ ： 入口温度

K： 气体常数，空气为1.4

$\varepsilon$ ： 压比= $P_r/P_c=6.3/0.876$

我们可以推算： $h_{ad}/h_{is}=1.345$ ，也就是说，同类型压缩机在相同的气量与压比的条件下，等熵压缩比等温压缩所需要的功耗要高34%。因此，等温压缩在节能方面是有很大优势的。

齿轮多轴式压缩机与单轴等温式压缩机比较，由于结构的原因，齿轮多轴式压缩机由于转子轴刚度大，因而可以将转子转速设计比单轴等温式压缩机的转速高；单轴式压缩机因为高低压级同转速，而高低压级的气流特性存在差异，而齿轮多轴式压缩机高压级转速相对低压级高，因而齿轮多轴式压缩机整机气动效率较高。

而另一方面，齿轮多轴式压缩机与单轴等温式压缩机比较，齿轮多轴式压缩机由于需要驱动巨大的齿轮机构和较多的轴系，故整机机械能消耗大，甚至可以达到整机能耗的3%；并且，齿轮多轴式压缩机管路损失相对高、内部与外部泄露损失相对大。

从两家提供的资料看，厂家二所报单轴等温式机组总的效率相对要高；我们可以从投标两家的机组驱动透平所需功率看出。100%工况下，厂家一透平设计功率39477kW，厂家二透平设计功率37909kW；相对厂家一机组，厂家二机组驱动机功率要小1568kW、约4.14%；这对于一套大功率机组而言差别是很大的。（实际厂家二提供产品的透平功率最终设计为38005kW，其主要原因是业主在合同签订后要求增加了一路20000Nm<sup>3</sup>/Hr的2.7MPa氮气产品，而使得循环压缩机气量增加。）

其次，我们根据机组公用工程消耗进行运行费用比较：

根据两家提供的数据表我们计算的运行费用如下：（由于机组使用蒸汽驱动，电耗相对很低，可以忽略）

循环水消耗：（T/Hr）（报价GUARANTEE）

按照0.5元/吨价格计算循环水年费用（实际价格应该比该数据略高）

厂家	MAC	TURB.	NIC	TOTLE
厂家一	1293	150	1442	2885
厂家二	1100	~ 0	1429	2529

年水消耗费用差： $(2885-2529) \times 24 \times 300 \times 0.5=1281600$ （RMB）

蒸汽消耗：（KG/S）（报价GUARANTEE）

厂家	GUARANTEE
厂家一	39.7
厂家二	39.0

按照70元/吨价格计算高压蒸汽费用

年运行高压蒸汽费用差： $(39.7-39.0) \times 3600 \times 24/1000 \times 300 \times 70=1270080$ （RMB）

机组寿命周期总运行费用：

综上所述：厂家一机组比厂家二要高大约每年255万人民币/台。

按机器设计寿命20年计算，厂家一机组的总运行费用要高0.51亿人民币/台。

#### 机器的结构与维护维修难度比较

机器的结构比较看：

厂家一机组由于其主空压机蜗壳巨大，主空压机与透平之间的距离大，间距达到4米，需要在二者之间增加带轴承的托辊短节，以减轻由于联轴节重量负荷引起径向力，因此而使机组轴系更为复杂，也增加了运行风险；并且厂家一提供的PID图上没有提供轴承监测系统，这部分的机械运转状况无法监测；使得机组安全性大打折扣。

厂家一机组主空压机叶轮采用开式叶轮，叶轮与蜗壳之间的间隙大，要求高，检修时需要准确调整。并且由于每个叶轮在维修时其间隙均需调整，给维修带来不便；长时间运行后可能由于磨损等原因，造成内部间隙增大，内部泄露损失增大；降低整机效率。

齿轮多轴式压缩机轴系复杂，轴承、探头等备件相对单轴等温式多，备件库存大，占用资金多，厂家一机组轴承比厂家二机组多6套径向轴承，2套推力轴承，造成维修、维护工作量大；也正因为如此，造成机组的维护风险比较大。同时厂家一机组主要备件（转子）价格昂贵、制造困难（制造周期长），由于该项目建设所在地比较偏僻等，一旦发生大故障，机组恢复生产不仅工作困难，耗时也将较长。

从机组的安装空间看：

单轴等温式压缩机由于内置式中冷器为垂直安装，在维修时需要垂直拔出，因此，对压缩厂房吊车的安装高度比齿轮式机器要求的高。厂家二机组维修天车吊钩高度约19.8米，厂房高度约30米。厂家一整体齿轮式压缩机采用的外置式中冷器，采用卧式布置，需要横向抽芯，所需要的水平面尺寸大，并且必须配备专用轴向吊装滑道。

因此，从厂房布置看，厂家二机型需要的垂直空间大，厂家一机型需要的水平面空间大。

另一方面，厂家一机型需要的维修吊装天车起重能力约40吨；厂家二机型需要的维修吊装天车起重能力约75吨。

综合起来考虑，两家机器所需要的厂房总费用相差不大。

### 机器噪音值比较

厂家一机组主空压机采用齿轮多轴式压缩机，由于机器采用齿轮驱动，运行噪音是比较高的。从厂家一提供的技术资料看：

厂家一机组报价仅主空压机不包含透平、中冷器、油冷器、管路噪音的噪音值，LWA（声功级）=122dB，LPA1M（1米处声压级）=98dB；在楼面测量的噪音值，含油系统噪音的噪音值，LWA=125dB，LPA1M=102dB；

按照GBJ87-85的要求，和工作人员每天进入压缩机厂房巡检累计1小时推算机组噪音值应低于94dB，厂家一机组的噪音是要超过了国标规定的噪音值的；厂家二的机组报价噪音值LPA1M=90.6dB，基本符合要求。

### 结论

综合上述分析，厂家二所报机组综合能耗相对低，维修难度较小，机组环保参数基本合格。

另外，厂家一所报机组方案仅在PTA行业有类似业绩；厂家二所报机组方案在我国已经有多台同类产品业绩。国内当时沾化、洞庭、金陵等煤气化所配大型空分选择的机组均为厂家二提供，说明其提供的机组目前已经是煤化工配套空分类似装置所认同的；并且，从长远规划看，对今后工厂的人员培训、备件储存，以及运行与管理经验交流等等而言，厂家二所提供机组是比较有利的。

当今世界各国设备管理先进理念对设备选型的公认的原则是：设备寿命周期费用最低；我国发改委为企业设备管理发布的“设备管理暂行条例”也明确要求我国企业设备选择时也应按此规则。厂家一所报机组的商务报价相对厂家二的报价要低一千多万元，而机组寿命周期运行费就高了超过五千万，因而从业主利益出发，机组的选择是显而易见的。

但是，厂家一所报机组的商务报价相对厂家二的报价要低，业主与承包商利益发生了冲突。业主空分项目组在与承包商多次艰苦谈判，将业主方的理由对承包商进行了充分的说明，作为空分行业的国际知名企业，该总包商最终还是从业主的利益出发，选择了厂家二所报机组。

文章录入：lingqi ang 责任编辑：admin

- 上一篇文章： 活塞式和螺杆式空压机的使用比较
- 下一篇文章： 同步回转式压缩机运动特性的研究

【字体：小 大】 【发表评论】 【加入收藏】 【告诉好友】 【打印此文】 【关闭窗口】

 网友评论：（只显示最新10条。评论内容只代表网友观点，与本站立场无关！）

[设为首页](#) | [加入收藏](#) | [联系我们](#) | [友情链接](#) | [版权申明](#) | [征稿办法](#) | [赞助单位](#) | [关于我们](#)

主办：中国压缩机网 | 协办：流体机械及压缩机国家工程研究中心 西安交通大学压缩机研究所

Tel: 029-82582165 68887999 Fax: 029-82582092 Email: magazine@compressor.cn

Copyright©2007 www.yasuoji.com.cn All Right Reserved 陕ICP备08101635号