

气体分馏装置机泵的选型与应用

气体分馏装置机泵的分类、选型及实际应用特点——随着全国大型炼化一体化项目建设如火如荼地开展，上下游装置的集中性和原料分配的灵活性充分得到了体现。因此，小型装置由于其能耗高、处理量低、抗波动能力差等缺点终将被取缔淘汰。气体分馏装置在炼化一体化装置中是炼油与化工的桥梁，起着承上启下的作用。其处理能力直接影响着化工装置的高附加值产品产能。随着处理能力的提升，机械设备必然在选型和应用上会有所改变，以满足装置的长周期安全稳定运行，本文以气体分馏装置为例，详细阐述了从前期规划角度针对机泵的设计选型以及后期生产过程中实际应用的具体操作要点及注意事项。

文 / 袁帅 郭丕乐 张年锋 赵立民 王超

气体分馏装置的设备布置特点

一般而言，根据设计院针对炼油各装置的合理规划及产品的分布，炼油项目部催化裂化装置、产品精制（双脱）装置、气体分馏装置通常隶属于同一职能部门管辖。众所周知，液化气为催化裂化装置的主要产品之一，经产品精制装置脱硫化氢及硫醇，使总硫控制在 10 ppm 以下，后送至气体分馏装置进行有效分离，产出主要化工原料精丙烯。

设计院根据现场实际规划布局及统筹考虑，可将下游装置丙烯预精制中部分静置设备划归到气体分馏装置范围内。从而导致该装置的实际建设面积必然压缩，由于装置处理能力的确定，故配套静置设备的尺寸将无法进

行调整，使得机械设备的预留空间缩小，造成了机泵在选型上的局限性。

机泵的分类与选型

全国炼油厂 70 年代初期设计处理能力普遍偏小，几十万吨处理量的工厂随处可见，这就导致了最终高附加值产品产量缩减，利润降低。

随着处理量的提升，所选用的机械设备也随之有所调整，由于装置原料的特殊性（易燃易爆、高压），小装置所选用的机泵一般为高速泵，以达到占地小、流量小、扬程高以及压力大的需求，为保证运行的安全，机械密封一般选用集装式双端面机械密封，冲洗方案为 Plan11+52。

随着市场需求及大型炼化一体化的蓬勃发展，新装置的处理能力逐步提升，目前某石化一、二期同类装置处理量已高达 90 万

t/a。高速泵已无法满足实际流量需求，为了提高装置的处理能力，机泵在选择上也做了相应的改变，调整为 BB5 多级双支撑离心泵，入口叶轮采用双吸设计，以满足大流量的需求，相应配套的冲洗方案也优化升级为 Plan11+72/76 形式的干式气体密封冲洗方案。

裕龙岛炼化一体化炼油装置由于各装置布置的局限性，导致原化工装置丙烯预精制部分静置设备调整至炼油装置，造成相对建设面积的压缩，机械设备预留空间不足。经充分考虑，终与设计院达成一致，将原设计 BB5 型多级离心泵更换为 VS6 型悬吊式双壳泵。既满足了装置大流量的需求，同时也优化了占地面积，降低了机泵的必需汽蚀余量。该系列泵选用的冲洗方案型式为 Plan14+72/76，有效排出了管道内少量气相组分，避免了气缚的产生。

本文作者供职于山东裕龙石化有限公司。

机泵在装置上的实际应用及要点

首先,针对隶属于气体分馏装置机械设备操作要点进行详细阐述。

高速泵:此类泵的特点为转速高(大于9000 n/min)、压力大、扬程高以及流量小。起动前需按常规点检程序对辅助密封系统、联轴器、静密封点等进行详细检查,保证其使用安全可靠。由于介质为液化气、易汽化,为保证起泵后机械设备不抽空,前期应进行必要的排空,排尽管线及泵腔内气体。并注意起泵前要将出口阀微开一至两扣,保证起泵后电动机不超电流的同时出口阀易于开启。后续按常规起动离心泵程序进行操作即可,将各参数控制在线性曲线优选工况范围以内,配合生产工艺进行调整。

双支撑多级离心泵(BB5):该泵型与高速泵的区别为流量增大,且所选用的辅助密封形式有所变更,干气密封为保证一道静环的安装稳定性,前期需先进行有效灌泵后投用辅助密封系统,停泵需先停用干气密封,后进行设备本体的排空物料。避免误操作导致静环被反推出安装位置造成密封泄漏。运行期间要保证辅助系统的流量、出口压力及气源的稳定。同时多级离心泵由于其结构复杂,要减少起停泵的次数,防止轴串量过大造成平衡盘、平衡鼓的磨损。

悬吊式双壳泵(VS6):此类泵俗称液下泵,顾名思义,该泵轴系为垂直布置的多级离心泵,主要为预防机泵气蚀的产生而设计,该泵结构复杂,维修较困难,电动机选型一般功率较小,不适用于密度过大的介质。该泵的密

封形式选用主要为防止气缚,操作上与常规离心泵相同。

近些年,全国由于机泵本身故障或次间接造成辅助系统泄漏引起的重特重大事故屡见不鲜。机泵较大机组的日常维护手段较单一,只能靠当班操作员或设备管理人员在现场进行例行检查确认,一旦由于巡检不到位将会遗留隐患。

如某石化一期90万t/a气体分馏装置,自2020年开工以来,已连续运转近3年之久,已进入疲劳期,根据公司程序文件要求机泵连续运转6个月应进行切换一次。原料进料泵由于为影响装置稳定的关键设备,故在保证稳定进料的工况下,项目部决定暂不进行切换操作。

由于操作员对于长期运转稳定的机械设备的巡检疏忽与盲目,长时间未发现由于微观轴承故障造成的轴承箱振动超差及轻微异响。某日该机泵终发生了抱轴事故,泵轴与轴承摩擦带来的高温热引燃润滑油,造成起火事故。二期同装置,由于泵设计制造得欠妥(喉部衬套预留间隙过大),引起密封腔饱和蒸汽压不足,造成机封频繁泄漏,给现场工作量带来繁重负担及装置运行造成极大的安全隐患。

可见,安全风险影响最大的并非重视程度较大的机组而是机泵。机组一般有配套的SOE及SED系统,在发生故障前自保系统会被触动,避免发生较大的安全事故。机泵运行故障原因占比最大的因素为轴承和机械密封,由于其具有隐蔽性、突发性等特点,常规检查很难判定。基于对机泵设备运行安全性的考虑,首



先设计人员要针对输送介质的特性选取合适的机械密封辅助系统。

目前相应的也研发出了针对机泵的状态监控系统,对泵类设备进行实时监测其运转状态,一般通过监测机泵壳体轴承箱的水平及垂直振动(速度、加速度及振幅),将实时数据传递到系统内,通过傅里叶变换包络解调出问题的时域波形、频域波形等,专业技术人员会通过系统的分析,来判定具体是轴承本体因素或是润滑等方面造成的影响。此手段大大降低了由于机泵轴承问题导致的机械运转故障。给日常维护检修带来了极大的便利条件,达到了预防性检修的目的。

总结

综上所述,随着大炼化的兴起,中小规模装置的逐步退出历史舞台,设备更新换代势在必行,既考验了设备制造厂的设计制造研发能力,同时又考量了操作人员对机械设备的掌握深度。作为设备管理人员要随时具有逆水行舟,不进则退的理念,同时要与时俱进,跟上时代的意识,不断扩充、接收新的知识。