

# 化工设备中屏蔽泵能效分析与节能技术探讨

夏琳 董晓燕 袁梅 彭娇 程喜

(浙江巨圣氟化学有限公司 浙江衢州 324004)

**摘要:** 屏蔽泵作为一种特殊类型的离心泵,在化工设备中具有广泛的应用。本文主要针对屏蔽泵的能效进行分析,探讨节能技术,以提高屏蔽泵在化工设备中的应用效率。首先介绍了屏蔽泵的工作原理和结构特点,然后对屏蔽泵的能效进行了详细分析,最后提出了屏蔽泵的节能技术措施。

**关键词:** 屏蔽泵;能效分析;节能技术;化工设备

## 引言

屏蔽泵是一种无泄漏的离心泵,因其独特的结构设计,在输送易燃、易爆、腐蚀性、有毒有害等介质方面具有明显优势。在化工设备中,屏蔽泵得到了广泛的应用。然而,屏蔽泵的能效问题日益引起人们的关注。提高屏蔽泵的能效,不仅可以降低能源消耗,还可以提高屏蔽泵的使用寿命,降低运行成本。本文将对屏蔽泵的能效进行分析,并探讨节能技术,以期为化工设备中屏蔽泵的优化运行提供参考。

## 一、屏蔽泵工作原理及结构特点

### (一) 工作原理

屏蔽泵的工作原理基于电磁感应,通过电机的驱动使叶轮转动,利用离心力将能量传递给介质,屏蔽泵的运作原理是将叶轮和电机的转子设计为不可分割的整体,其间隙被封闭,由此构建出一个屏蔽腔,当屏蔽泵启动,其屏蔽腔内的气压随之改变,借此推动介质前行。

### (二) 结构特点

屏蔽泵,这种无泄漏的高效率离心泵,在化工领域的设备中扮演了至关重要的角色,该屏蔽泵的主要构成部分包括叶轮、电机和泵体等,它们协同运作确保了泵的高效率和稳定运行,首先,将屏蔽泵的叶轮与电机的转子进行了集成化设计,整个结构采用非磁性材料制作,从而有效防止了介质泄漏的问题,在屏蔽泵的工作中,叶轮与电机的转子协同转动,借助电磁感应的原理,让介质得到能量,进而完成介质的输送任务。此方案实施后,不仅优化了泵的运作效能,同时减少了维护的复杂性与经济负担,其次,所使用的屏蔽泵,其主体部分是由无缝钢管材质制成,这种材质因其高强度和优秀的耐腐蚀特性而被选用,无缝钢管的设计应用于泵体,确保了泵体在运用过程中的稳定及耐久性能,进而显著减少了由腐蚀引起的故障几率,屏蔽泵的轴承部分运用了滚动轴承,得益于其摩擦系

数小,从而确保了运行的平稳性。滚动轴承之设计,显著减少泵运行时的噪音,延长泵的寿命,并确保其在高速运转中的稳定与可靠,最终,对于屏蔽泵而言,其密封设施主要采用机械密封方式,这种方法确保了良好的密封效果,采用机械密封方式,有效防止介质泄漏,确保了泵的运行效率,并减少了维护的经济成本,总的来说,屏蔽泵因其独到的结构设计,各个部分协同运作,在化工设备中展现出高效、无泄漏、耐腐蚀和运行平稳等优点。

## 二、屏蔽泵能效分析

### (一) 泵的效率

屏蔽泵,一种无填料设计的泵,依靠叶轮与泵壳之间的间隙实现介质的输送,因此具有较高的能效特性,在评估屏蔽泵的能量转换效率时,重点考虑的两个关键指标是其容积转换效率和机械转换效率,屏蔽泵的工作表现,其重要评价标准之一便是容积效率,这个数值表达了泵在正常运转时实际输送物质的体积与泵在最佳状态下的理论排量之间的比例关系。泵的性能好坏,其输送能力和效率的高低,直接取决于容积效率的大小,叶轮设计、泵腔形状、介质特性以及工作条件等因素,均会对容积效率产生影响,例如,叶轮的叶片形状、数量和转速这三个关键因素,对泵的容积效率有着显著的影响,采用流线型设计的泵腔能够降低介质流动过程中遇到的阻碍,进而提升其容积的利用效率,在泵的工作过程中,介质的密度、粘度以及汽化压力等物理特性,对泵的容积效率产生显著影响。

### (二) 流量和扬程对能效的影响

屏蔽泵的能效,即是指其在流体输送过程中,实际功效与能量输入的比率,此比率越高,彰显屏蔽泵效能越佳,在屏蔽泵的实际使用场景中,流体的流动情况和泵所需克服的水力阻力,是决定其运行效率的关键指标,首先,所谓流量,就是指在每单位时间之内,通过泵被输送的液体或气体的体积或者质量,通常,我们使用立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ )或者千克每小时( $\text{kg}/\text{h}$ )这样的单位来对其进

行量化。随着流量的增加,泵必须输送更多的流体,这导致泵所需的功率提升,流量上升时,泵的效率会微增,原因是泵在接近其设计工作点时,能更有效率地运转,当水体积超出预期,泵的运作便可能脱离既定参数范围,进而使得其工作效率有所降低,扬程,即泵所提供的能量,能让流体上升,克服重力与管道阻力,其单位通常为米(m)。在屏蔽泵的设计过程中,扬程是一项至关重要的参数,随着扬程的提升,泵必须花费更多的能量来推移流体,这导致了泵所需功率的相应增加,在这种情境下,泵的运行效率往往会降低,因为更多的动力被用于提升流体,而非流体的顺畅移动,在设计阶段,精确挑选流量和扬程参数,对提升屏蔽泵的能量效率至关重要。在泵的运行中,应当使设计流量接近泵的高效工作区域,确保泵在其最适宜的效率区间内运转,在设计水泵等系统时,提升水柱的高度(即设计扬程)必须符合使用需求,但也不能过高,以免导致无谓的能量消耗,实际操作时,必须全面考量泵的进出口压强、流质属性及管路特点等多重因素,以保障泵能够保持高效且稳定的运作状态。

### 三、屏蔽泵节能技术探讨

#### (一) 优化叶轮设计

在屏蔽泵的设计过程中,叶轮设计占据了核心地位,这是因为叶轮不仅是泵的关键部分,负责动力传递,同时也是影响泵性能和能效的重要因素,在优化屏蔽泵性能的过程中,叶轮设计显得尤为关键,需特别关注以下几个关键因素,首先,叶轮的叶片数量及其安装角度直接作用于泵的性能表现,在选择叶轮的叶片数量时,必须全面顾及流体的运动特性,以及所要求的水流体积和提升高度。叶片数量过多或过少,都可能使得泵的性能受到影响,叶片的安装角度对叶轮的能耗和流量特性有显著作用,正确调整叶片安装角度,可以在确保泵送所需流量的条件下,降低泵的工作能耗,选用流线型叶片设计,能够显著减少流体阻力,从而提升泵的工作效率,流线型的叶片设计,目的在于最小化流体在叶轮内的阻力,进而降低能量损失,提升泵的能量转换效率,流线型叶片的设计,有效降低了流体分离及旋涡产生的可能性,进而增强了泵的稳定性和工作效率。

#### (二) 优化泵腔形状

泵腔的几何形状对屏蔽泵的流动特性起着决定性作用,泵腔作为流体介质流动的核心区域,其形态设计对流体在泵内的运动状态有着决定性作用,这涉及到流速与压力的分布情况,以及流体在运动过程中产生的动力学能量损失问题,泵腔形状的优化,能够对泵的流体动力学特性进行有效改善,进而提升泵的整体效率。首先,

选择流线型泵壳是改善泵腔形状的关键手段,这对于泵的性能优化至关重要,采用流线型设计的泵壳能有效减少流体流动时在壳体内的摩擦,相应减少能量损耗,流线型设计主要特点为泵壳内部表面光滑,目的是为了降低湍流并减少流体能量损耗,流线型泵壳的设计,能有效提升泵的出口压力,原因是流体在流出泵壳的过程中,可以更加顺畅地改变方向,从而减少了因方向转换而产生的压力损失。其次,对于泵腔的过渡部位进行合理的设计,是提升屏蔽泵工作效率的重要环节,泵腔进出口等交接区域,流体速度与方向突变,易于激发涡流现象,涡流,这一能量耗损显著的流动现象,会将流体中的动能转化为热能,进而对泵的效率产生不利影响,利用顺畅的形状转变,可以减少流体在转换区域的分离和重新附着,进而降低涡流产生,提升泵的流动性能。

#### (三) 合理选择电机功率

在确保屏蔽泵能够高效运作的过程中,恰当挑选电机的功率是一个关键因素,电机的过高功率不仅会导致系统能源消耗增加,而且会对电机及泵的长期稳定运行产生不利影响,在挑选合适的电机功率时,可以采取以下几个方法,在挑选电机的功率时,必须全面衡量泵所需具备的输送能力,泵的所需动力大小,受流体的物理化学特性、流过泵的液体量、提升液体的高度以及管道摩擦等因素的共同作用与影响。设计师必须精确估算泵在预计工作状态下的动力需求,从而保证所选电机的功率既能够满足泵的工作要求,又避免无效的资源浪费,电机如果功率过大,将引发能量的无效耗费;反之,功率不达标,则泵可能无法正常运转或负荷过重,利用变频调速技术,能够明显提升屏蔽泵的能量效率,采用变频调速技术,可以实现电机的供电频率调整,进而改变泵的转速,这样的软启动和无级调速方式,对泵的使用提供了便利和灵活性。

### 结论

本文对化工设备中屏蔽泵的能效进行了分析,并探讨了节能技术。结果表明,屏蔽泵的能效受到叶轮设计、泵腔形状、电机功率等因素的影响。为了提高屏蔽泵的能效,应优化叶轮设计、泵腔形状,合理选择电机功率。通过采取上述措施,可以降低屏蔽泵的能耗,提高屏蔽泵在化工设备中的应用效率。

### 参考文献

- [1]吕庆明.石化装置屏蔽泵应用前景研究[J].中国设备工程,2024,(10):261-263.
- [2]李永春.炼油化工设备屏蔽泵的结构特点及适用性分析[J].科技与企业,2013,(05):301.