

Application of energy-saving renovation of centrifugal fan in power plant

Yanyu Wang

Langfang Thermal Power Plant, North China Electric Power Co., Ltd., State Energy Group, Langfang, Hebei, 065000, China

Abstract

As a critical component in power plant energy consumption, centrifugal fans demonstrate substantial energy-saving potential. This study systematically analyzes their typical energy consumption patterns, efficiency determinants, and key challenges, while evaluating feasible optimization measures. The research focuses on core technologies including high-efficiency impeller design, variable frequency drive (VFD) speed regulation, and system integration. It details critical implementation phases spanning preliminary testing, design optimization, and construction integration. The paper further explores post-renovation energy efficiency evaluation methodologies, optimized operational strategies, and long-term maintenance protocols. Additionally, it addresses common technical management challenges, economic viability, and emerging trends in the field, aiming to provide a comprehensive reference for energy-saving retrofits of centrifugal fans in power plants.

Keywords

Centrifugal fan; Energy-saving retrofit; Energy consumption analysis; Variable frequency speed control; Operation optimization

发电厂离心风机节能改造应用探讨

王延雨

国家能源集团华北电力有限公司廊坊热电厂，中国·河北 廊坊 065000

摘要

发电厂离心风机是厂用电耗的关键设备，其能耗现状存在显著节能潜力。本文系统分析了离心风机典型能耗构成、效率影响因素及主要能耗问题，评估了节能潜力。重点探讨高效叶轮设计、变频调速、系统匹配等核心技术路径，阐述了从前期测试、方案设计到施工集成的改造实施关键环节与技术要点。文章进一步研究了改造后能效评估方法、优化运行策略及长期能效保持措施，并针对改造中常见的技术管理挑战、经济性及技术发展趋势进行展望，以期为发电厂离心风机节能改造提供系统性的参考。

关键词

离心风机；节能改造；能耗分析；变频调速；运行优化

1 引言

在发电厂运行时，离心风机属于重要的辅机设备，其所消耗的电能 in 厂用电里占据很大比例。随着能源环境约束变得越发严酷，提质增效的需求也不断增长，所以，开展离心风机的节能改造就成了电厂降低成本、提升效益的主要渠道。很多正在使用的风机由于时间长、技术过时、系统配合不好等情况，运行效率比较低，存在诸多不必要的能耗。深入探究其节能的可能性和改造的方法，对于推进电厂向绿色低碳方向发展有着实际意义。本文旨在系统分析离心风机能耗现状，梳理核心节能技术，明确改造实施要点，并对后续评估维护及发展挑战进行论述，以形成完整的改造应用框架。

【作者简介】王延雨（1990—），男，中国河北廊坊人，本科，工程师，从事电力系统发电设备研究。

2 离心风机能耗现状与节能潜力分析

2.1 发电厂离心风机典型能耗构成

发电厂离心风机的能耗包含有效功率、各种损耗以及系统附加阻力，其中有效功率用于应对介质流动所需的压力和流量，属于理论上的必要能耗。在实际运行过程中，风机内部会产生流动损失、泄漏损失、机械损失和轮阻损失等，这些损失极大地提升了实际输入功率。而且，风机所在的管网系统由于设计、安装或者积垢等原因而出现额外阻力，这也会致使风机的工作状况点脱离高效区域，进而加重能耗。对典型能耗形成加以剖析，可以找到节能的方向，这显示削减各类损失和系统阻力是节能的重点所在。

2.2 影响离心风机运行效率的关键因素

离心风机运行效率受诸多因素影响，关键因素包含风机自身的设计水平、制造水准、运行工况与系统的适配情况以及调节方式。气动设计决定了风机内效率的最大值，叶型、

流道几何参数十分关键。在运行过程中，风机实际工作点是否位于高效区间，会直接影响即时效率，其与管网特性曲线联系紧密。以往的风门挡板调节方法较为简单，却会造成严重的节流损耗，这是引发低效运行的主要缘由。而且，传动部件效率、电机效率以及设备因老化而产生的磨损都会给整体运行效率带来不良影响。

2.3 现有系统的主要能耗问题与节能潜力评估

当下系统的能耗存在几个主要问题：风机选型时余量过大造成“大马拉小车”的情况，调节方式较为落后引发节流损失，管网布置不合理产生额外阻力，设备出现老化现象致使性能下降。不少风机长时间处于低负荷、低效区运行状态，电能损耗十分严重。要想评判节能潜力就得依靠现场检测和数据分析来量化各种损失及其源头。评定结果显示，通过更换高效风机、安装变频调速装置、优化管网及运行点等手段之后，系统总体能耗一般会大幅缩减，其节能潜力很大，这属于技术改造的关键方向。

3 节能改造核心技术路径

3.1 高效叶轮与气动优化设计

提升风机自身效率的关键在于采用高效的叶轮并实施先进的气动设计。如今的设计方法包含利用计算流体动力学来执行三维流场的模拟及优化，从而设计出适合实际介质和流量范围的高效叶片形状。运用三元流叶片、非均匀叶片间距以及高效机壳型线等技术，可以有效地减小分离损失、涡流损失和冲击损失。如果对已有的风机执行叶轮更换或者气动方面的改进，就能立刻改善风机在目标工况下的内部效率，这还是其他节能举措的基础，特别适合那些长期处于运行状态、性能大幅下降的老式机器。

3.2 变频调速与先进驱动技术应用

变频调速技术通过调节电机转速来改变风机流量及压力，替代传统节流调节，这样就能去掉阀门节流损失，这是做到运行节能的关键所在。变频器令风机转速能与实际负荷需求相适应，风机功率大致和转速立方成反比，所以节能效果十分明显。而且，永磁调速、双速电机等驱动技术也可以按照具体情况来选择。采用先进的驱动技术既能够达到节能的目的，又可以达成软启动、减轻设备冲击并扩大调节范围，这很适合应对负荷变动状况，特别适合变工况运行的离心风机系统。

3.3 系统匹配与运行工况优化策略

节能改造要以系统的整体为出发点，改善风机和管网之间的适配关系。通过调整或者改造管网，削减多余的弯头、阀门以及管道长度，减小系统阻力，让风机的工作点靠近高效区域。对于多台并联或者串联运行的风机系统，要优化它们的运行组合及负荷分配方案。按照实际工艺需求，准确确定所需的流量和压头，防止出现过大的设计余量。系统适配的优化能够保证高效风机或者调速装置处于理想工况之下

运行，实现整体能效最大化，避免局部改进因系统不匹配而效果打折。

4 改造实施关键环节与技术要求

4.1 前期测试、诊断与基准能耗建立

改造执行之前需展开全面的现场检测及系统判断，其包含对风机实际运行时流量、压力、温度、电流、电压等关键参数加以测量，并计算出当下的运行效率，还要判断系统的阻力分布、阀门开度、设备情况等，从而找出主要的能耗问题。按照检测到的数据创建改造前的基准能耗模型，将其当作后期评定节能效果的参照。精准的检测和判断是方案设计的根基，有益于找到问题的核心，防止改造出现盲目性，确保投资用于解决关键能耗环节。

4.2 改造方案设计与技术选型准则

按照诊断结果来制订针对性的改造方案，这个方案要综合考虑节能目标、现场条件、投资预算以及施工期限等因素。技术选择应当依照安全、可靠、经济、先进这些原则。比如风机选型要重新计算设计点，最好采用高效模型；变频器选型要与电机参数、负载特点以及控制需求相适应。方案设计还要顾及到与原有系统的接口、安装空间、控制逻辑相契合之类的细节。一个出色的改造方案应该技术路线清楚，执行步骤明晰，预期效益可量化，给后续工作提供可靠的参照范例。

4.3 施工、安装与系统集成技术要求

改造施工及安装质量会直接影响最终效果与设备寿命。要严格按照图纸和规范来做设备就位、管道连接、电气接线等工作，保证机械对中的精度、管道的密封性以及电气的安全性。变频器安装时要注意散热、电磁兼容和防护。系统融合属于技术要点，即把新设备或者控制系统接入到原先的DCS或者PLC当中，达成协调控制和数据通讯。施工过程中要开展风险控制，最大程度缩减对主机系统运行的影响。严谨的施工加上高水平的系统融合，才是改造由图纸变成现实，并稳定发挥作用的保证。

5 节能效果评估与运行维护

5.1 改造后性能测试与能效评估方法

改造完毕之后，要在稳定工况之下展开性能评定，其测量方法应同前期评定时的一致，如此才能保证数据具备可比性。通过对比改造前后运行参数的变化情况，来计算节电功率以及节电率，以此考量直接节能的效果。能效评定既重视风机自身效率的加强，又看重系统整体能耗的削减，而且还要剖析新系统在不同负荷状况下的适应能力。科学合理的能效评定是判断改造是否达成目标、计算投资收益的重要依据，也能为后续的改进操作提供必要的支撑，所以务必做到客观、精准、全方位。

5.2 优化运行控制策略与调整

设备改造完毕之后，要配合优化运行控制策略，从而

一直维持高效状态。针对变频调速风机而言,应当探究并确定合适于各类生产工况的转速-压力(或者流量)控制曲线,规避多余的转速以及能耗情况。至于并联风机,则要优化其启停顺序和负荷分配原理。运行人员须要参与新系统操作培训,领会节能控制原理。通过优化控制策略,使得风机总是处于高效区间或者紧挨着高效区的地方运行,把设备潜能转变成持续稳定的实际节能成果,这就离不开自动化和运行管理的协作。

5.3 长期监测、维护与能效保持措施

要想做到持久节能就一定要形成起长期能耗监测体系,从而去追踪关键参数的变化趋向,这样就能尽早察觉到能效是否出现异常情况。定时执行保养十分关键,其涵盖清除叶轮以及流道上的灰尘、查看轴承状况、加固结合部位、校正仪表和传感器等事务。针对变频装置而言,还要定期实施除尘操作,并且考察电容器与风扇的健康水平。创建起预防性保养机制,防止由于保养不力而导致设备性能逐步下降。持续不断地展开监测并维持良好的保养习惯,这是稳固节能改造成果、延长设备使用年限、达成全生命周期效益最大化所必需之举,理应被纳入到日常管理流程。

5.4 智能化管理与自适应优化

工业互联网和大数据技术不断发展,智能化管理渐渐成为离心风机节能运行的关键走向。安装先进的传感器网络和数据采集系统之后,可以随时得到风机振动、温度、压力、流量等诸多方面的运行数据。凭借这些数据,运用机器学习算法创建起风机能效与运行状态的分析模型,达成能效的即时评价并发出异常警报。该系统能够自动调整管理参数,比如动态修正变频器的控制曲线,从而应对外部环境和负荷的微小改变,让风机一直处在高效能区间。这样智能化的自适应优化形式,既稳固了硬件改造所取得的节能效果,又通过软件不断的学习和优化,找出更多的节能潜力,做到了从“改造优化”向“持续自优化”的提升。

6 应用挑战与发展展望

6.1 改造实施中的常见技术与挑战

改造执行往往会碰上很多难点。从技术角度看,现场空间比较小,新旧系统之间的接口很复杂,施工时间安排得紧凑,调试起来也很困难。在系统运行期间做改造的时候,还要保证不影响主机的安全运行。从管理方面来说,涉及到部门之间的协作、资金的审批流程、施工安全的保障等等。而且,改造之后也许会出现一些适应性的问题,比如操作习惯得改变、守护的要求变高之类的情况。找出这些问题并且预先做出判断,事先制订好解决办法,这对于保证改造工程

得以顺利向前推进、平稳地投入运行来说非常关键,这同样要有技术和管理两方面的充分准备。

6.2 经济性分析与投资回报考量

节能改造项目必要经过经济性论证。经济性分析要核算初始投资成本,其中涵盖设备、施工、设计等相关费用,还要估算年节能收益,据此来计算静态投资回收期、内部收益率等指标。在考量时,要将潜在的维护成本变化、设备寿命增长以及可能的政策补贴纳入考虑范围。投资回报是项目决策的关键依据,即便节能改造一般具有较好的回报,但是准确的测算和风险评定仍然必不可少,有益于选出经济性最好的技术方案,保证投资效益。

6.3 技术发展趋势与未来展望

离心风机节能技术日后会朝着更为智能、融合、高效的方向去发展。依靠物联网的在线监测及智能判断技术,可以达成对能效随时加以分析,并发出故障警报。人工智能算法将会被用来改善风机群控以及负荷预测。风机气动设计还会不断深入,复合材料叶轮之类的新型材料也许会被采用,磁悬浮轴承这种无摩擦传动技术大概会在高端市场推行。系统节能将由单个设备朝着全流程能源协同优化转变。随着技术不断发展,节能范围会一直扩大,促使电厂辅助系统逐步接近零能耗的最终目标。

7 结语

发电厂的离心风机节能改造属于牵涉诊断、技术、执行以及运维的系统工程。文章全面整理了从能耗分析、技术选定直至评估维护的整个流程。研究显示,透彻剖析能耗情况、适当选取高效叶轮、变频调速以及系统适配等关键技术。而且重视改造各个环节的质量把控,可以大幅减小风机系统的能耗。应对执行过程中的难题时,要加强技术和管理协同合作。展望未来,智能化和融合化技术会给节能改造带来更多的意义。不断推进离心风机的节能改造,对于改善电厂的经济性以及绿色竞争力有着非常关键而且深远的价值。

参考文献

- [1] 蔡玲,毕克刚,毕永江,等.离心风机系统的节能改造方案和效果研究[J].粘接,2021,48(12):140-145.
- [2] 杨明,赵磊,张勇.高压离心风机变频节能改造技术分析与应用[J].中国机械,2025,(08):79-82.
- [3] 叶亚兰,江文豪,韦红旗.离心风机调节方式改造的节能分析[J].电力与能源,2018,39(02):276-279+291.
- [4] 唐永东.单级高速离心风机在电厂脱硫氧化系统节能改造中的应用[J].通用机械,2019,(07):18-20.
- [5] 邵准远,刘燕潇,李晓明.BT炉风机节能降噪改造及模型机开发[J].风机技术,2020,62(02):79-84.