

# 发电厂高效电机的选型与能效提升路径研究

张鹏

福建大唐国际宁德发电有限责任公司，福建宁德，355000；

**摘要：**在双碳目标的引领下，发电厂作为能源消耗和碳排放的主要领域，提高电机能效成了节能减排的重要抓手。本文主要针对发电厂高效电机的选型及能效提升路径展开研究，根据发电厂辅机设备的运行特性，详细说明选型的核心逻辑和关键维度，从技术、管理、系统三个角度构建起能效提升路径体系，深入探究选型与能效提升的协同优化机制。研究目的在于，为发电厂开展科学选型奠定能效基础、借助多种途径提高能效水平给予理论及实践上的借鉴，助力发电行业达成能源利用效率改善及可持续发展目的。

**关键词：**发电厂；高效电机；选型；能效

**DOI：**10.69979/3060-8767.26.02.006

## 引言

电机是发电厂能量转换和传递的主要设备，它被广泛地应用于给水泵、送风机、引风机、制粉机等各种辅机上，其运行效率直接影响到发电厂的厂用电率和总的能耗水平。随着电力行业对节能降耗的要求越来越高，高效电机由于自身具有低损耗、高转换效率等优点，正逐渐取代传统的低效电机成为行业升级的方向。选型作为高效电机应用的第一步，其科学性决定之后能效发挥的空间，合理的能效提升路径是挖掘电机节能潜力的保证。目前，发电厂在高效电机应用上需要确定适合自己工况的选型标准，创建出全方位的提高能效体系。本文就发电厂高效电机选型的关键要素、能效提升的多种途径展开研究，兼顾理论逻辑和实践指导性，给发电行业能效提高提供参考。

## 1 发电厂高效电机选型的核心逻辑与关键维度

### 1.1 选型的核心适配原则

发电厂高效率电机选型要以工况适配为原则，结合不同的辅机设备运行特性来建立选型逻辑。对给水泵、循环水泵等变负荷运行设备来说，在选型时要重视电机在宽调速范围内效率的稳定性，保证电机在部分负荷下仍然能保持较高的能效；送风机、引风机等恒转矩负载设备要优先考虑电机额定效率和启动性能，防止由于启动损耗大而导致整体能耗。同时在选择时还要考虑电机和设备的匹配情况，即功率、转速、安装尺寸等参数的准确匹配，防止出现大马拉小车或者超载的现象，从源头上减少能耗。另外还要根据发电厂的能源结构以及供电特性，选择适合电压等级和控制方式的高效电机，为之后的能效提升打下设备基础。

### 1.2 选型的关键影响因素

高效电机的选型要考虑技术特性、全生命周期成本、运行可靠性这三个主要因素。技术特性上，要重视电机的能效等级，损耗构成以及调速适配性，优先选用采用非晶合金铁芯，优化绕组设计等先进技术的产品，减小铁损和铜损；全生命周期成本上，选型不能仅看初期采购成本，还要考虑运行能耗成本，维护成本和使用寿命，通过综合测算保证选型方案的经济性；运行可靠性上，要根据发电厂高温，高湿，多粉尘的运行环境，选用散热好，绝缘好，抗干扰能力强的电机，防止设备故障导致机组不稳定运行。另外行业标准、政策要求也要作为选型的考虑因素，保证所选电机符合国家能效强制标准及行业规范。

### 1.3 选型的科学实施流程

发电厂高效电机选型要遵照系统化的执行流程，把工况调研到方案落地的全流程把控住。首先全面开展工况调研，准确采集各辅机设备的负载特性、运行时间、转速需求、电压等级等主要参数，建立工况数据库；根据工况数据进行能效模拟分析，对比不同种类、不同规格高效电机的运行效果，初步确定适配的产品范围；再进行技术经济性评价，以全生命周期成本测算为基础，结合能效潜力分析，确定最优选型方案；最后进行方案验证，采用样机试验或者同类项目案例参考的方式对选型方案的可行性、适配性进行验证，保证所选电机可以充分适应实际运行工况，发挥出最佳的能效水平。同时在选型时要增加技术部门和运维部门的配合，保证选型的技术先进性和运维的便利性。

## 2 发电厂高效电机能效提升的核心技术路径

## 2.1 电机本体优化技术应用

通过电机本体结构和材料优化升级,可在源头上降低能量损耗、提高效率。铁芯设计上用低损耗非晶合金材料代替传统硅钢片,减少磁滞损耗和涡流损耗,尤其适合于变频调速工况下高效率的电机;绕组设计上用高导电率材料和优化绕组结构来降低铜损耗,同时通过精确的绕组分段、布线设计改善磁场分布,减少杂散损耗。转子结构创新也是本体优化的重要途径,采用嵌入式转子或盘式电机设计,可以减小转子惯量,提高动态响应速度,满足发电厂变负荷运行的要求。另外优化电机的散热结构,采用高效的散热系统以及新型的绝缘材料,使电机始终处于最佳温度范围内运行,避免由于过热而造成效率下降,在延长电机使用寿命的同时保证能效的稳定。

## 2.2 变频调速与智能控制技术融合

变频调速技术是提高高效电机运行能效的重要支撑,通过改变电机供电频率来达到精确控制转速的目的,满足不同的工况下负载的需求。发电厂给水泵、风机等变负荷设备使用高压变频调速系统代替传统的液力耦合器调速,可以完全消除传动环节的机械能量损耗,大大提高电机和设备的整体运行效率。智能控制技术和融合应用,能够进一步挖掘能效提升潜力,基于机器学习的负载预测算法,实时捕捉负载变化规律,提前调整电机运行模式,实现按需供能;无传感器矢量控制技术依靠电机参数自检测和自适应补偿,在宽调速范围保持高效运行状态,削减参数漂移造成的能效损耗。另外搭建云端协同控制平台,将多台电机运行数据进行整合,采用全局优化调度来提高整体能效。

## 2.3 系统匹配与传动结构优化

高效率电机要发挥出最佳效能离不开同其它系统的精准匹配,优化电机同负载、传动设备之间的匹配关系可降低系统层面的能量损耗。在传动结构上采用高速电机直驱方式,取代传统的电机、减速器、负载的传动方式,去掉中间传动环节的能量损耗,特别适合大功率的给水泵等设备,电机与负载直接连接,提高整个系统的效率。对已有的设备实施节能改造时,应重点考虑电机与泵、风机等主机设备的参数匹配情况,采用改变叶轮直径、改进流道等手段,促使电机处于高效负荷范围之内。另外,改善供电系统与电机的匹配程度,应用无功补偿手段来提升功率因数,缩减电网损耗对电机能效产生的影响,创建起“电机-传动-负载-供电”全系统高效运作的体系。

## 3 发电厂高效电机能效提升的管理保障路径

### 3.1 全生命周期管理体系构建

创建高效电机全生命周期管理体系,把能效控制渗透到电机选型、采购、安装、运行、维护、报废的全过程。在采购环节上建立严格的供应商准入机制以及产品验收标准,保证所采购的高效电机满足选型要求及能效标准,在安装环节上采用专业的安装工艺及校准技术,保证电机与设备的准确对接,避免因安装不准确造成的能效损失,在运行过程中建立常态化的能效监测机制,实时监控电机运行参数,及时发现并处理能效异常问题,在维护方面制定个性化的维护方案,定期开展清洁、润滑、绝缘检测等维护工作,减少机械损耗和故障停机时间,在报废阶段开展能效评估和回收利用,实现资源的循环利用。经由全生命周期的精细化管理,发挥高效电机最大的能效潜能。

### 3.2 运维精细化与人员能力提升

运维精细化保障高效电机持续高效运转,建立以状态为基础的运维模式,利用在线监测设备获取电机温度、振动、电流、电压等运行数据,通过数据分析技术判断电机运行状态,做到预测性维护,防止过度维护或维护不足造成能效降低。加强运维人员专业能力培养,开展高效电机技术原理、选型标准、操作规范、维护技巧等培训,提升运维人员实操及解决问题的能力;建立技能考核与激励机制,推动运维人员自觉探索能效优化方法与路径。另外加强部门之间的协作,实现技术部门、运维部门、生产部门信息共享、联动配合,形成能效提升合力,保证各项运维措施的有效落实。

### 3.3 能效考核与激励机制完善

完善的能效考核和激励机制是高效电机能效提高的有力保证,以能效指标为考核体系的主要标准,把电机运行效率、能耗下降比例等指标纳入各部门、岗位的绩效考核范围,确定考核标准和奖惩办法。对于在能效提升工作中表现优秀的部门和个人,给予物质奖励和精神激励,调动全体员工参与能效提升的积极性;对没有达到能效考核标准的,分析原因,督促整改。另外设立能效提升专项基金,对高效电机技术改造、设备更新、人员培训等工作提供资金支持,保证能效提升措施的资金投入。依靠考核和激励的双重保障,营造出“人人重能效、人人促节能”的良好氛围,使发电厂高效电机的能效水平不断得到提高。

## 4 选型与能效提升的协同优化机制

#### 4.1 选型阶段的能效预判与路径规划

选型与能效提升的协同优化要从选型阶段开始,把能效提升路径规划融入到选型决策当中。选型调研阶段,除采集工况参数外,还要结合现有能效提升技术的应用条件,预估所选电机的能效提升潜力,优先选择适配性强、能效提升潜力大的电机类型;技术经济性评价时,把能效提升措施的成本和效益算进全生命周期成本测算里,把选型方案和能效提升路径的契合度考虑进去。以适合变频调速的工况为例,在选型时选用变频适配性好的高能效电机,并且提前规划好变频调速系统安装调试方案,实现选型与后续能效提升技术的无缝对接。通过选型阶段的能效预估和路径规划,为之后的能效提高工作打下良好的基础。

#### 4.2 能效提升对选型的反哺与优化

能效提升过程中的实践经验可以反哺选型工作,建立选型方案与能效提升效果的联动评价机制,定期对不同的选型方案下电机的能效进行总结,分析能效提升措施的实施效果以及适配性。对能效提升过程中出现的选型问题,如电机与工况不匹配、调速性能不能满足能效提升需求等,及时优化选型标准和流程;随着新型能效提升技术的使用,更新选型参数体系,把新的技术要求加入到选型参数中。以高速电机直驱技术应用经验为基础,改进大功率电机选型标准,增加转速适配范围、直驱兼容性等选型参数,提高选型方案的科学性、前瞻性。通过能效提升对选型的反哺,形成“选型-能效提升-选型优化”的良性循环。

#### 4.3 协同实施的保障体系构建

建立选型与能效提升协同实施的保障体系,要从组织、技术、制度三个方面提供支持。组织上成立专门的协同管理小组,对选型和能效提升工作进行统筹协调,明确各职能部门的职责分工,防止出现工作断层;技术上创建共享技术数据库,汇集选型参数、工况数据、能效提升技术资料等信息,为协同决策赋予数据支撑,加强同科研机构、设备供应商的协作,引进先进的选型技术和能效提升方案;制度上制订选型和能效提升协同实施的管理办法,规范工作流程和衔接机制,明确协同评估的周期和标准。另外加强全员的协同意识培养,通过

培训宣传使相关人员认识到选型和能效提升协同的重要性,将协同理念融入到日常工作中,保证协同优化机制的正常运转。

### 5 结语

发电厂高能效电机选型及能效提升是降低厂用电率、实现节能降耗的主要途径,两者相互依存、相互促进。科学的选型为能效的提升打下了设备基础,多样的能效提升途径又给选型的价值最大化提供保障,而两者之间的协同优化更是实现整体能效突破的关键。本文从选型核心逻辑、关键维度入手,提出一个包含技术优化、管理保障的能效提升路径体系,探讨选型和能效提升的协同优化机制,形成起全方位多层次的研究架构。在实际运用当中,发电厂要依照自身设备特性以及运行工况,准确执行选型标准,灵活采用能效改善技术与办法,加强选型同能效改善的协作。随着新材料、新技术、新方法的不断出现,发电厂高能效电机的选型标准会越来越精准,能效提高的方法会越来越多样化,两者协同的机制也会更加完善,为发电行业实现绿色低碳发展提供更强大的支撑。

#### 参考文献

- [1]金志刚.发电厂电机过电压的防护措施分析[J].集成电路应用,2023,40(10):204-205.
- [2]曹雅丽.全面提升电机能效助力“双碳”目标实现[N].中国工业报,2022-06-22(001).
- [3]何志瞧.基于高效永磁电机的大型发电厂辅机驱动系统关键技术研究及应用.浙江省,浙江浙能兰溪发电有限责任公司,2022-02-15.
- [4]曹雅丽.推广高效节能装备电机能效提升计划发布[N].中国工业报,2022-01-05(001).
- [5]中科三环:受益电机能效提升计划[J].股市动态分析,2021,(23):20-22.
- [6]刘俊伶.电机能效提升计划发布稀土永磁概念受追捧[N].证券时报,2021-11-24(A07).
- [7]李雁争.两部门发布电机能效提升计划加快淘汰落后电机[N].上海证券报,2021-11-23(002).
- [8]胡哲梯.工业电机能效提升环境影响与经济可行性分析[D].华南理工大学,2020.