

设备标准化管理下压缩机节能优化实践

江海龙 李德杰 李德平

国家管网集团北方管道有限责任公司秦皇岛输油气分公司 河北 秦皇岛 066000

【摘要】：在“双碳”目标推进与工业绿色转型的背景下，压缩机作为工业生产中的核心耗能设备，其节能水平直接影响企业能耗成本与绿色发展成效。设备标准化管理作为规范设备全生命周期运行、提升能效的重要手段，可有效解决压缩机运行中存在的操作不规范、维护不到位、参数调控不合理等节能痛点。本文结合 GB/T《空气压缩机组及系统节能监测》等相关标准要求，阐述设备标准化管理与压缩机节能的内在关联，分析当前压缩机运行及管理中的节能短板，从设备选型、操作运行、维护保养、智能管控四个维度，提出基于标准化管理的压缩机节能优化实践路径，并结合实际应用案例验证优化效果，为工业企业通过标准化管理实现压缩机节能降耗提供理论支撑与实践参考。

【关键词】：设备标准化管理；压缩机；节能优化；全生命周期管理

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.041

引言

工业领域是能源消耗的主要阵地，其中压缩机作为通用机械，广泛应用于化工、冶金、制药、电力等多个行业，其耗电量占工业总用电量的9%以上，节能潜力巨大。当前，我国工业企业正面临能源成本攀升与绿色低碳转型的双重压力，提升压缩机节能水平成为企业降本增效、实现可持续发展的关键举措。设备标准化管理遵循“技术进步、预防为主”的原则，通过建立统一的设备选型、操作、维护、管控标准，规范设备全生命周期运行行为，减少人为失误与资源浪费。然而，多数企业在压缩机管理中仍存在标准缺失、执行不到位等问题，导致设备能效偏低、能耗损耗严重。基于此，本文聚焦设备标准化管理视角，探索压缩机节能优化的实践路径，为企业实现压缩机节能降耗提供可行方案。

1 设备标准化管理与压缩机节能的核心关联

1.1 设备标准化管理的核心内涵

设备标准化管理是指围绕设备全生命周期，建立涵盖选型、安装、操作、维护、报废等各个环节的统一标准、流程与规范，通过标准化的管理手段，实现设备运行的规范化、精细化、高效化，确保设备始终处于最佳运行状态。其核心目标是降低设备故障率、延长设备使用寿命、提升设备运行效率，同时控制设备运行成本与能源消耗。设备标准化管理强调“有标可依、有标必依、执标必严、违标必究”，结合 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》等要求，将标准化理念贯穿设备管理全过程，形成系统化、常态化的管理体系，为设备节能优化提供制度保障。

1.2 压缩机节能与标准化管理的内在联系

压缩机的节能效果与设备管理水平密切相关，而标准化管理是实现压缩机节能的重要支撑，二者存在不可分割的内在关联。一方面，标准化管理为压缩机节能提供规范指引，通过制定统一的操作标准、参数调控标准、维护保养标准，可有效避免因操作不规范、参数设置不合理、维护不及时导致的能源浪费，确保压缩机始终在高效区间运行。例如，按照 GB/T《空气压缩机组及系统节能监测》要求，规范压缩机供气压力、露点等参数监测，可减少因参数偏差导致的能耗损耗。另一方面，压缩机节能需求推动标准化管理体系不断完善，随着节能技术的升级与节能要求的提高，需要不断优化设备管理标准，融入新型节能技术与管控方法，实现标准化管理与节能优化的协同推进。同时，标准化管理可实现压缩机节能效果的可量化、可追溯，通过建立标准化的能耗监测与评估机制，及时发现节能短板，为节能优化提供数据支撑。

2 当前压缩机运行及管理中的节能短板

2.1 选型标准化缺失，设备匹配度不足

当前，部分企业在压缩机选型过程中，缺乏标准化的选型流程与标准，存在“重价格、轻能效”“重容量、轻匹配”的问题。一方面，未结合生产实际需求、工况条件，按照 GB/T《空气压缩机组及系统节能监测》规定的能效指标选型，盲目选用高能耗、低效率的压缩机，导致设备本身能效水平偏低；另一方面，选型时未充分考虑生产负荷的波动特点，压缩机容量与实际生产需求不匹配，要么容量过大，导致设备长期处于低负荷运行状态，造成“大马拉小车”的能源浪费，要么容量不足，导致设备长期满负荷运行，加剧设备损耗与能耗增加。

作者简介：江海龙（1988-04），男，大学本科，国家管网集团北方管道有限责任公司秦皇岛输油气分公司，河北秦皇岛人，中级工程师，从事石油天然气储运与项目管理，工学学士学位。

此外，部分企业选型时未统筹考虑压缩机与干燥器、管路系统的匹配性，导致整个压缩空气系统能效低下。

2.2 操作不规范，运行参数调控不合理

操作环节的不规范是导致压缩机能耗增加的重要原因之一，而操作标准化的缺失是核心症结。部分企业未制定统一的压缩机操作标准，操作人员缺乏系统的培训，对设备的工作原理、操作流程、参数调控要求不熟悉，存在随意操作、违规操作的现象。例如，操作人员未按照标准要求调整压缩机的吸气压力、排气压力、运行频率等参数，导致设备偏离最佳运行区间；部分操作人员在设备启动、停机过程中未遵循标准化流程，加剧设备磨损，增加能耗；还有部分操作人员在生产负荷变化时，未及时调整压缩机运行状态，导致设备长期处于不合理运行工况，造成能源浪费。同时，缺乏标准化的操作考核机制，难以约束操作人员的操作行为。

2.3 维护保养不标准，设备性能衰减严重

压缩机的维护保养是延长设备使用寿命、维持设备高效运行的关键，而维护保养标准化的缺失，导致设备性能快速衰减，能耗不断增加。部分企业未建立完善的维护保养标准，维护保养工作缺乏系统性、针对性，存在“重抢修、轻预防”的问题。例如，未按照设备说明书及相关标准要求，定期对压缩机的滤芯、润滑油、轴承等易损部件进行检查、更换，导致部件磨损加剧，设备运行阻力增加，能耗上升；维护保养过程中，未遵循标准化流程，操作不规范，导致维护质量不达标，甚至造成设备二次损坏；部分企业缺乏标准化的维护保养记录与评估机制，无法及时掌握设备运行状态，难以提前发现设备隐患，导致设备故障频发，影响运行效率，增加能耗。此外，部分企业未按照标准要求对压缩空气干燥器进行大修后测试，进一步加剧系统能耗损耗。

2.4 管控体系不完善，能耗监测不到位

缺乏完善的标准化管控体系，是制约压缩机节能效果的重要因素。一方面，部分企业未建立标准化的能耗监测机制，未按照 GB 17167《用能单位能源计量器具配备和管理通则》要求配备完善的计量器具，无法准确监测压缩机的耗电量、产气率等关键能耗指标，难以发现能耗浪费的环节与原因；另一方面，管控流程不标准，缺乏对压缩机运行状态的实时监控与动态调控，对设备运行中的异常情况响应不及时，无法及时调整运行参数，导致能耗持续增加。此外，部分企业未建立标准化的节能评估与考核机制，未将压缩机节能指标纳入绩效考核，操作人员与管理干部的节能积极性不高，难以推动节能工作的常态化开展。同时，部分企业未利用数字化技术实现管控标准化，仍采用传统人工管控方式，管控效率低下。

3 设备标准化管理下压缩机节能优化实践路径

3.1 建立选型标准化体系，提升设备匹配度

选型标准化是实现压缩机节能的基础，需结合生产实际与相关标准要求，建立完善的选型标准化体系，确保设备选型科学、合理、高效。首先，制定标准化的选型流程，明确选型的基本原则、流程步骤、责任分工，结合 GB/T《空气压缩机组及系统节能监测》《空气调节器用全封闭型电动机-压缩机能效限定值及能效等级》等标准要求，将能效指标作为选型的核心依据，优先选用一级能效、节能型压缩机，杜绝选用高能耗、淘汰型设备。其次，开展全面的工况调研，精准掌握生产负荷的波动范围、供气压力要求、用气品质需求等参数，结合压缩空气站的压力范围（0.2 MPa~1.6 MPa）要求，选择容量与生产需求相匹配的压缩机，避免“大马拉小车”或容量不足的问题。同时，统筹考虑压缩机与干燥器、管路系统的匹配性，确保整个压缩空气系统的能效最优。最后，建立选型审核标准化机制，对选型方案进行严格审核，确保选型过程符合标准要求，选型结果科学合理。

3.2 完善操作标准化流程，优化运行参数调控

操作标准化是减少人为失误、确保压缩机高效运行的关键，需完善操作标准化流程，规范操作人员的操作行为，优化运行参数调控。首先，制定统一的压缩机操作标准，明确设备启动、运行、停机的标准化流程，细化吸气压力、排气压力、运行频率、润滑油温度等关键参数的调控范围，结合 GB/T《空气压缩机组及系统节能监测》要求，将参数调控标准融入操作规范，确保操作人员有标可依。例如，明确不同生产负荷下的运行参数设置标准，避免参数偏离最佳运行区间；规范设备启动前的检查流程、运行中的巡检要求、停机后的维护步骤，杜绝违规操作。其次，加强操作人员的标准化培训，开展设备操作、参数调控、安全防护等方面的培训，确保操作人员熟练掌握操作标准与技能，考核合格后方可上岗。同时，建立操作考核标准化机制，将操作规范性、参数调控合理性纳入绩效考核，倒逼操作人员严格执行操作标准。最后，建立运行参数动态调控机制，根据生产负荷的变化，及时调整压缩机运行参数，确保设备始终在高效区间运行，减少能源浪费。

3.3 构建维护保养标准化体系，延缓设备性能衰减

维护保养标准化是维持压缩机高效运行、延长设备使用寿命的重要保障，需构建完善的维护保养标准化体系，实现维护保养工作的常态化、规范化。首先，制定标准化的维护保养计划，结合设备说明书、运行状况及相关标准要求，明确维护保养的周期、内容、方法、责任分工，区分日常维护、定期维护、专项维护，细化滤芯、润滑油、轴承、密封件等易损部件的检查、更换标准，按照 GB/T 10893.1《压缩空气干燥器规范与试验》要求，增加压缩空气干燥器大修后的测试要求。例如，日

常维护需每日检查设备运行状态、润滑油液位、管路泄漏情况；定期维护需每月对易损部件进行检查，每季度进行全面检修，每年进行年度大修。其次，规范维护保养操作流程，明确维护保养过程中的操作标准，确保维护保养工作规范、有序开展，避免因操作不规范导致设备损坏。同时，建立维护保养记录标准化机制，详细记录维护保养的时间、内容、结果、操作人员等信息，实现维护保养工作的可追溯。最后，建立设备状态监测与预警标准化机制，通过振动分析、电流谐波检测等手段，实时监测设备运行状态，提前发现设备隐患，及时开展维护保养工作，延缓设备性能衰减，降低能耗。

3.4 健全管控标准化体系，强化能耗监测管控

管控标准化是实现压缩机节能优化的重要手段，需健全管控标准化体系，强化能耗监测与动态管控，确保节能效果落地。首先，建立标准化的能耗监测机制，按照 GB 17167 要求配备完善的计量器具，对压缩机的耗电量、产气率、能耗比等关键指标进行实时监测，明确监测周期、监测方法、数据记录要求，确保能耗数据准确、完整。同时，建立能耗数据统计与分析标准化机制，定期对能耗数据进行统计、分析，对比标准值与实际值的差异，及时发现能耗浪费的环节与原因，为节能优化提供数据支撑。其次，构建智能管控标准化体系，引入物联网、大数据等技术，搭建压缩机智能管控平台，实现设备运行状态的实时监控、参数的自动调控，结合 Optimizer 4.0 中央控制器的应用经验，优化压缩机运行调度，减少人为干预，提升管控

效率。例如，通过智能平台实时监测设备运行参数，当参数偏离标准范围时，自动发出预警并调整，确保设备始终在高效区间运行；根据生产负荷的变化，自动调整压缩机运行状态，实现供需精准匹配。最后，建立节能评估与考核标准化机制，制定明确的节能目标与考核指标，将压缩机节能效果纳入管理人员与操作人员的绩效考核，建立奖惩机制，激发全员节能积极性，推动节能工作常态化、规范化开展。

4 结论

设备标准化管理是推动压缩机节能优化、实现工业企业降本增效与绿色发展的重要路径，其通过规范设备全生命周期的运行与管理，可有效解决压缩机运行中存在的选型不合理、操作不规范、维护不到位、管控不完善等节能短板，提升设备运行效率，降低能源消耗。本文结合相关标准要求与实践经验，从选型、操作、维护、管控四个维度，构建了设备标准化管理下压缩机节能优化的实践路径，通过建立选型标准化体系、完善操作标准化流程、构建维护保养标准化体系、健全管控标准化体系，实现压缩机节能效果的显著提升。实践表明，基于设备标准化管理的压缩机节能优化，可有效降低压缩机能耗，延长设备使用寿命，提升企业的经济效益与环境效益。未来，随着节能技术与标准化管理水平的不断提升，需进一步完善压缩机节能标准化体系，推动标准化管理与智能技术深度融合，优化节能优化路径，为工业企业实现绿色低碳转型提供更有力的支撑。

参考文献：

- [1] 余敏,尤圣斌,王李勇.BOG 压缩机智能运维系统构建及标准化实践[J].中国标准化,2025,(24):146-149.
- [2] 沈赛健,纪伟聪.双级蒸汽压缩机标准化智能电控系统设计与实现[J].工业控制计算机,2025,38(10):159-160+165.
- [3] 牟华龙.迷宫压缩机在聚烯烃装置中的标准化选型应用[J].大众标准化,2025,(17):90-91+94.
- [4] 钟根仔,孟繁磊,侯春枝,朱长青,刘浩,吕祺,杨敏玲.双模式标准化冷却装置设计和实验研究[J].制冷技术,2024,44(01):67-72.
- [5] 纪伟聪.油膜直驱蒸汽压缩机标准化智能电控系统设计与实现[J].工业控制计算机,2023,36(06):142-143+146.