

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX—2026

机电设备生产能效优化技术规范

Technical specification for energy efficiency optimization of electromechanical
equipment in production

（征求意见稿）

2026 – XX – XX 发布

2026 – XX – XX 实施

中国机电设备工程协会 发 布

目 次

前言.....	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	1
5 能耗现状评估	2
6 能效优化技术要求	4
7 运行与维护管理	5

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由衢州市绿色产业高质量发展研究院提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：衢州市绿色产业高质量发展研究院、宁波信润石化储运有限公司、浙江夏王纸业有限公司、浙江鑫和工贸有限公司、实耐宝工具仪器(昆山)有限公司。

本文件主要起草人：钟国锋、邹东升、王忽忠、胡海东、李智敏。

机电设备生产能效优化技术规范

1 范围

本文件规定了机电设备生产能效优化的总体要求、能耗现状评估、能效优化技术要求、运行与维护管理。

本文件适用于工业生产过程中各类机电设备的能源效率评估、优化设计、运行控制及技术改造活动。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3484 企业能量平衡通则
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 12668 调速电气传动系统
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机电设备生产能效优化 **electromechanical equipment energy efficiency optimization in production**

在工业生产过程中，通过技术改进、系统调整和管理优化等措施，提高机电设备能源利用效率、降低单位产品能耗或单位运行能耗的系统性活动。

3.2

能源结构 **energy structure**

企业或生产系统中各类能源（如电力、压缩空气、液压能、热能等）的构成比例及其在总能耗中的分布情况。

3.3

能耗基准值 **energy consumption baseline**

在特定统计周期和运行条件下，用于评价和对比能效水平的参考能耗值，可基于历史数据、设计参数或对标分析确定。

3.4

单位产品能耗 **energy consumption per unit product**

在规定统计周期内，生产单位合格产品所消耗的能源总量与产品产量之比，用于评价生产系统能效水平的指标。

4 总体要求

4.1 管理原则

- 4.1.1 机电设备生产能效优化工作应纳入企业能源管理体系和设备管理体系，实行统一规划、分级实施、专业管理与运行管理相结合的管理模式。
- 4.1.2 能效管理应坚持节能优先原则，在设备选型、系统设计、运行控制和技术改造过程中，将能源利用效率作为重要决策依据。
- 4.1.3 能效优化工作应实行技术措施与管理措施相结合的方式，统筹设备性能提升、运行方式优化和管理机制完善。
- 4.1.4 能效管理应覆盖设备规划、采购、安装调试、运行维护、节能改造直至报废处置的全过程，实现全生命周期能效控制。
- 4.1.5 能效决策应以数据分析为基础，依托能耗监测数据、运行参数及历史记录进行综合评估，确保优化措施具有可验证性和可追溯性。
- 4.1.6 能效优化措施应符合国家节能政策、相关技术标准及企业能源管理制度要求。

4.2 组织与职责

- 4.2.1 企业应建立能效管理组织机构，明确能效管理的主管部门和协同部门，形成职责清晰、分工明确的管理体系。
- 4.2.2 能效管理机构应负责能效目标制定、优化方案审定、实施过程监督及效果评价工作。
- 4.2.3 技术部门应负责能效优化技术方案的编制、技术论证及实施指导，并对关键技术参数的准确性负责。
- 4.2.4 生产运行部门应负责设备运行能耗数据的采集与反馈，执行优化运行策略，并配合实施节能技术措施。
- 4.2.5 数据管理部门应负责能耗监测系统运行维护、数据存储、数据分析及报表编制工作，确保数据完整、准确和连续。
- 4.2.6 各部门应按照职责分工建立协同机制，定期开展能效分析会议，形成问题识别、措施制定和效果评估的闭环管理流程。

4.3 能效目标管理

- 4.3.1 企业应根据生产规模、设备类型及能源消耗结构，制定年度和阶段性能效目标。
- 4.3.2 能效指标应包括但不限于单位产品能耗、系统综合效率、设备运行效率及能耗成本指标。能效目标应分解至生产单元或设备类别，并明确责任部门和考核周期。
- 4.3.3 企业应建立分级控制机制，对关键设备和高能耗系统实施重点监测和重点管理。
- 4.3.4 能效目标完成情况应按月统计、按季度分析，并形成书面评估报告。对未达到目标的项目，应组织开展原因分析，制定改进措施并纳入后续优化计划。
- 4.3.5 能效目标及执行结果应纳入企业绩效考核体系，与设备管理和生产管理评价结果相衔接。

5 能耗现状评估

5.1 能源结构

5.1.1 一般要求

- 5.1.1.1 企业应对生产系统中涉及能源消耗的机电设备进行全面识别和分类统计，形成能源使用清单，并明确各能源类型在总能耗中的比例构成。
- 5.1.1.2 能源结构分析应结合生产工艺流程、设备布置及运行模式进行系统梳理，区分主生产设备与辅助系统设备，分别统计其能耗数据。

5.1.1.3 分析内容应包括能源输入端、传输环节及终端使用环节，形成能源流向图，明确主要能耗节点及能量转换关系。

5.1.1.4 能源结构分析结果应形成书面报告，内容包括设备分类统计表、分系统能耗比例图、主要能耗设备清单及能耗集中度分析。

5.1.2 电力

5.1.2.1 应统计所有电驱动设备的额定功率、实际运行电流、电压、功率因数及运行时间。

5.1.2.2 应根据测量数据计算实际输入功率和电能消耗量，并与设计参数进行对比分析。

5.1.2.3 对长期低负载运行或频繁启停的设备，应单独列项分析其负载率及效率水平。对变频驱动系统，应分析频率变化范围、调速区间及运行稳定性。

5.1.2.4 电力分析结果应明确单位产品电耗、单位运行小时电耗及主要设备电耗贡献率。

5.1.3 压缩空气

5.1.3.1 应统计空压机容量、加载运行时间比例及系统供气压力。

5.1.3.2 应测定主管与末端用气点压力差，并分析管网输送效率。

5.1.3.3 应评估压缩空气用于非生产用途的比例，并分类记录。

5.1.3.4 对系统进行分区流量测量，分析用气分布结构。压缩空气系统应形成负荷曲线图、压力波动记录及能耗分布图。

5.1.4 液压系统能耗

5.1.4.1 应统计液压泵电机功率、运行工况及压力设定值、测量系统压力波动范围、溢流运行时间及空载运行时间比例。

5.1.4.2 应分析执行机构工作周期与油泵运行时间的匹配程度，计算单位动作能耗或单位产品液压能耗指标。

5.1.4.3 液压系统能耗评估应形成系统运行状态分析报告。

5.2 能耗数据采集

5.2.1 在线监测

5.2.1.1 对高耗能设备及关键能源节点应设置在线监测装置。在线监测系统应具备实时采集、历史查询、趋势分析和报表生成功能。

5.2.1.2 监测参数包括电压、电流、有功功率、功率因数、流量、压力及运行时间。监测数据应按日自动存储，并定期进行备份。

5.2.2 分项计量

5.2.2.1 应按车间、工序或设备类别设置分项计量点，实现能源分级统计。分项计量应与生产产量数据关联，建立单位产品能耗指标。

5.2.2.2 对无法长期安装计量设备的系统，可采用阶段性测试方式进行数据采集。

5.2.2.3 分项计量数据应纳入企业能源管理系统统一管理。

5.2.3 数据周期

5.2.3.1 连续生产设备宜采用实时采集或小时级记录。间歇运行设备可按班次或日统计。

5.2.3.2 数据应按月汇总分析，形成月度能耗报告。年度应形成综合能耗分析报告，包括同比及环比分析。

5.3 基准值确定

5.3.1 企业应建立能耗基准值体系，明确基准适用范围、统计周期及计算方法，作为能效优化前后对比评价依据。

5.3.2 基准值可采用历史数据法、对标法或设计参数法确定。采用历史数据法时，应选取生产负荷稳定、设备运行状态正常期间不少于连续三个月的数据，采用平均值或加权平均值计算基准；采用对标法时，应选取具有可比性的行业先进值或企业内部最佳运行值，并形成差距分析表；采用设计参数法时，应依据设备额定功率、效率及标准工况参数计算理论能耗值，并结合实际运行负载进行修正。

5.3.3 当基准值与实际运行值存在显著差异时，应组织专项技术分析，明确差异来源及影响因素，并形成书面评估报告。

6 能效优化技术要求

6.1 电机系统优化

6.1.1 电机系统能效优化应以系统效率最大化为原则，综合考虑电机效率、负载率、控制方式及运行时间等因素开展系统级评估，不得仅以单台电机效率作为判断依据。电动机能效等级及技术要求应符合 GB 18613 的规定。

6.1.2 高效电机选型应依据设备负载特性、运行工况及环境条件确定。连续运行负载设备宜选用高效率等级电机，电机额定功率应与长期运行负载匹配。对长期低负载运行的电机，应进行容量复核或替换评估。

6.1.3 电机负载匹配应结合生产节拍及启停频次进行分析，对周期性或波动负载设备应评估采用调速控制方式的可行性。

6.1.4 电机系统应开展功率因数分析，对功率因数偏低的设备配置合理的无功补偿装置，并结合运行负荷特性进行容量计算和运行协调。

6.1.5 应定期检测运行电流、温升及振动状态，对异常设备开展专项诊断，形成分析与优化记录。

6.2 传动系统优化

6.2.1 传动系统能效优化应从传动链整体效率进行评估，识别电机、联轴器、减速机及终端执行机构之间的能量损耗环节。

6.2.2 联轴器选型应满足传递扭矩和安装精度要求，安装时应进行精确找正，减少附加载荷及附加振动损耗。

6.2.3 减速机应根据负载特性合理选择传动形式及传动比，运行中应保持润滑状态良好，定期监测温升及振动水平。

6.2.4 应建立机械阻力定期检查制度，包括轴承润滑、张紧机构调整及摩擦副状态检查，保持传动系统稳定运行。

6.3 变频与调速系统优化

6.3.1 变频调速系统设计与应用应符合 GB/T 12668 的相关规定。实施前应对负载特性进行分析，确认设备具备调速节能条件。

6.3.2 变频器容量选择应匹配电机功率及负载波动范围，并考虑过载能力、散热条件及电磁兼容性。

6.3.3 对频繁启停设备，可采用软启动或调速控制方式，降低启动冲击电流并改善运行稳定性。

6.3.4 运行参数应通过现场调试确定，包括加减速时间、最低运行频率及控制模式，并形成运行参数基准文件。

6.3.5 变频系统运行期间应监测谐波、电压波动及电流平衡状态，确保系统稳定运行。

6.4 液压与气动系统节能

- 6.4.1 液压系统设计与运行应符合 GB/T 3766 的规定。系统压力设定应根据实际负载需求确定，并进行压力曲线分析。
- 6.4.2 应加强密封管理和泄漏检测，对油管接头、阀组及密封件建立定期检查制度。
- 6.4.3 对间歇性运行设备宜采用变量泵或负载敏感控制技术，实现按需供油，减少溢流损耗。
- 6.4.4 气动系统应优化供气压力和分区供气方式，定期检测系统泄漏率并记录数据。
- 6.4.5 压缩空气系统应通过储气容量优化及加载控制策略，平衡负荷波动。

6.5 热能与冷却系统优化

- 6.5.1 工业企业热能利用与节能管理应符合 GB/T 3484 的原则要求，开展热量平衡分析，识别余热资源及损耗环节。
- 6.5.2 应评估高温排气、冷却水回水及工艺废热的回收条件，形成技术可行性分析报告。
- 6.5.3 冷却系统应优化循环流量与温差匹配关系，定期清洗换热器及管路，保持传热效率稳定。
- 6.5.4 循环系统宜采用分区控制或变流量调节方式，实现按需供冷或供热。
- 6.5.5 对大型冷却或制冷系统，应建立单位冷量能耗或单位热量能耗统计机制，并开展趋势分析。

7 运行与维护管理

7.1 能效运行管理

- 7.1.1 企业应建立能效运行管理制度，对关键耗能设备实施运行参数控制和能耗动态分析，明确管理责任和数据统计要求。
- 7.1.2 负载率控制应根据设备额定功率、工艺需求及实际负载情况确定合理运行区间，定期统计平均负载率，并对长期偏离合理区间的设备进行分析。
- 7.1.3 合理启停策略应结合生产节拍、系统联动关系及设备技术特性制定，明确启停顺序和备用设备切换条件，确保运行效率与系统稳定性相匹配。
- 7.1.4 峰谷用电管理应根据电价政策及生产计划制定用电优化方案，合理调整可调负载设备运行时段，形成统计分析记录。
- 7.1.5 能效运行管理应重点包括下列内容：
 - a) 关键设备运行参数实时监测；
 - b) 单位产品能耗统计与分析；
 - c) 多台并联系统负载分配优化；
 - d) 空载与低效运行状态识别；
 - e) 定期形成运行能效分析报告。

7.2 预防性维护

- 7.2.1 企业应制定预防性维护计划，明确维护周期、检测项目和责任分工，并将维护计划纳入年度设备管理计划。
- 7.2.2 定期检测应结合设备运行特性和历史故障数据实施，对关键部位进行状态确认，并形成检测记录。
- 7.2.3 振动监测应建立固定监测点位和趋势分析机制，对异常振动情况进行技术评估。
- 7.2.4 温升监测应对电机绕组、轴承、控制柜及其他关键部位进行记录分析，结合环境温度进行综合判断。
- 7.2.5 预防性维护工作应包括下列项目：

- a) 电气参数检测与功率因数确认;
 - b) 轴承润滑状态与磨损情况检查;
 - c) 紧固件及连接部位复检;
 - d) 冷却系统与散热装置清洁检查;
 - e) 液压与气动系统压力与密封状态确认。
- 7.2.6 维护完成后，应对设备运行状态进行复核，并更新设备履历档案。
- 7.3 异常能耗分析**
- 7.3.1 企业应建立异常能耗识别机制，对单位时间能耗、单位产品能耗及单台设备能耗进行持续跟踪。
- 7.3.2 当能耗指标出现明显波动时，应开展数据对比分析，识别偏差来源。
- 7.3.3 异常能耗分析应包括下列内容：
- a) 与历史同期数据对比;
 - b) 与设计参数或额定效率对比;
 - c) 与同类型设备运行数据对比;
 - d) 与行业或企业内部标杆值对比;
 - e) 分析机械、电气及控制系统因素。
- 7.3.4 分析结果应形成书面报告，并明确改进措施及责任单位。
- 7.3.5 改进措施实施后，应进行效果验证，并将验证结果纳入持续改进管理记录。
-