

ICS 73.020
CCS D 15

团 体 标 准

T/CIECCPA 098—2025

综采工作面用泵站节能技术指南

Guide for Energy-saving Technology of Pump Station Used in Fully
Mechanized Mining Face

2025 - 11 - 10 发布

2025 - 11 - 21 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CFECCPA

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 基本要求	2
5 节能技术的选型与设计	2
5.1 电力驱动系统设计方法	2
5.2 传动系统设计方法	3
5.3 液力系统设计	3
5.4 压力调节系统设计	4
5.5 管路选配节能设计	4
6 运行与维护	4
6.1 一般要求	4
6.2 运行要求	5
6.3 维护要求	5
7 成效评价	5
7.1 泵组节能计算与测量	5
7.2 泵组节能运行评价	6
表 1 泵组系统评价分类表	6

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：北京天玛智控科技股份有限公司、中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司、郑州恒达智控科技股份有限公司、陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司、浙江中煤机械科技有限公司、陕西华电榆横煤电有限责任公司、太原煤炭气化（集团）有限责任公司、河南神火煤电股份有限公司、北京绿碳循环信息技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：周如林、韦文术、王永军、许军、吕善超、王创举、崔诚、路兴军、刘昊、耿翔宇、陈仁建、王博、石建祥、黄伟伟、余从、侯强、王军、邓向辉、宁鹏、李朋峰、王宏飞、高国伟、张建苹、贺晓荣、赵佳佳、张文章、刘子成、冯英博、钱继学、王德记、张文婷、梁晓苏、李成功。

综采工作面用泵站节能技术指南

1 范围

本文件规定了综采工作面用泵站节能技术的基本要求、节能技术的选用和设计、运行与维护、管理与维护、成效评价等内容。

本文件适用于煤矿井下综采工作面集成供液系统用乳化液泵站、喷雾泵站等的设计、选型、运行维护等。

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 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全性“i”保护的设备
- GB/T 7304 石油产品酸值的测定电位滴定法
- GB/T 7785 往复泵分类和名词术语
- GB/T 9234-2018 机动往复泵
- GB 10095-2008 圆柱齿轮 精度制
- GB/T 12458-2017 联轴器 分类
- GB/T 12668.4-2006调速电气传动系统 第4部分：一般要求 交流电压1000V以上但不超过35kV的交流调速电气传动系统额定值的规定
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB/T 29314-2023 电动机系统节能改造规范
- GB 30253 永磁同步电动机能效限定值及能效等级
- GB 30254 高压三相笼型异步电动机能效限定值及能效等级
- GB/T 37771 煤矿综采工作面总体配套导则
- GB 51053-2014煤炭工业矿井节能设计规范
- JB/T 6911 往复泵产品零件 热处理技术条件
- JB/T 13021-2018工业大型铸锻件制造节能技术导则
- JB/T 12628 YBX3系列高效率隔爆型三相异步电动机 技术条件(机座号63~355)
- MT/T 188.1 煤矿用乳化液泵站 第1部分：泵站
- MT/T 188.2 煤矿用乳化液泵站 乳化液泵
- MT/T 188.3 煤矿用乳化液泵站 卸载阀技术条件
- MT/T 188.4 煤矿用乳化液泵站 过滤器技术条件
- MT/T 188.5 煤矿用乳化液泵站 安全阀技术条件
- MT/T 818.11 煤矿用电缆
- NB/T 10163 矿用往复式柱塞泵

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

按需供液 supply liquid as needed

指根据综采工作面液压支架等设备在不同工艺动作下的实际用液需求，供应乳化液等液压介质的技术。

3.2

变频调速装置 variable voltage and variable frequency device

以改变输出频率及相应电压，控制交流电动机转速的电源控制装置。

3.3

运行效率 operating efficiency

若干种负载运行下泵组系统输出功率与运行时间乘积之和与若干种负载运行下电源输出的系统电能之和的比值，是综合考虑泵组负载的评定参数

3.4

效率比 efficiency ratio

泵组运行效率和泵组额定效率的比值。

4 基本要求

4.1 泵组流量、压力参数应按照 GB/T 37771 的要求。

4.2 泵站及泵应符合 MT/T 188.1、MT/T 188.2 的要求。

4.3 泵组的总效率应符合 GB/T 9234-2018 标准中 5.3.1 的规定。

4.4 泵组的额定流量小于 630L/min 时宜采用三柱塞往复柱塞泵，630L/min 小于等于泵组的额定流量小于等于 1250L/min 时，宜采用五柱塞往复柱塞泵，泵组的额定流量大于 1250L/min 时，宜采用七柱塞往复柱塞泵。

4.5 泵组宜采用“按需供液”的供液方式。

4.6 节能技术需满足综采工作面高负荷、连续运行的需求，确保设备在复杂环境（如粉尘、振动、高温）下的稳定性和安全性，避免因节能改造影响生产连续性。

4.7 泵组运行过程中应实时监测关键能耗指标（如电机电流、运行效率），发现异常（如运行效率低于往常同工况）及时排查是否出现泵组部件损坏、工作介质泄漏等情况。

4.8 使用方应提前针对泵组操作人员和泵组节能负责人进行相应的培训，并根据培训结果颁发证书，取得证书方可上岗工作。泵组操作人员应掌握节能设备原理、操作规范及简单故障处理技能，泵组节能负责人应具备能效分析能力。

5 节能技术的选型和设计

5.1 电力驱动系统设计

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 驱动系统设计根据泵组运行负荷，合理确定泵组驱动系统容量及运行方式。

5.1.1.2 电力驱动系统应符合 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.4 的要求。

5.1.1.3 当综采工作面无需液时，驱动系统宜停止供电或通过变频调速装置降低转速至泵组最低转速要求。

5.1.2 电动机的选型

5.1.2.1 电动机宜选用最低能效等级不低于 GB 18613 规定的 2 级能效等级的隔爆型三相异步电动机或能效等级优于 GB 30253 规定的 2 级能效的永磁同步电动机。若年运行时间大于 3000 h、负载率大于 60%、恒速运行的中小型三相异步电动机，应选用能效指标符合 GB 18613 节能评价值的电动机。

5.1.2.2 电动机额定功率选择宜满足 GB/T 29314-2023 标准中 6.2.2 的要求。

5.1.2.3 电动机的额定电压应根据其额定功率和所在系统的配电电压或供电电源的输出电压选定。

5.1.2.4 电动机的冷却方案宜根据电动机的功率选用高效冷却方法。

5.1.2.5 电动机在额定电压、额定频率和额定功率因素运行时，额定效率保证值应满足 GB 30254 一级能耗的规定要求；宜优化电机系统的运行和控制，推广软启动装置，通过过程控制合理配置能量，实现系统经济运行。

5.1.3 调速装置的选型

5.1.3.1 驱动系统宜选择变频调速装置，驱动功率大于 500kW 时，应优先选择同步电动机及变频调速方式，变频调速装置效率应满足 GB 51053-2014 标准中 6.3.3 的要求。

5.1.3.2 负荷变化幅度大、变化频繁、运行时间长的电动机，宜采用变频调速装置。

5.1.3.3 变频调速装置与电机应匹配，应满足 GB/T 29314-2023 标准中 6.4.1.1 的要求。

5.1.3.4 变频调速装置技术要求应满足 GB/T 12668.4-2006 的要求。

5.1.4 电缆的选型

5.1.4.1 电缆宜选用铜芯电缆，应满足 MT/T 818.11 煤矿用电缆要求。

5.1.4.2 电缆敷设应满足 GB 51053-2014 标准中 6.4 的要求。

5.2 传动系统设计

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 应优选无减速传动方案，若选用减速传动方案，则减速传动部分的机械效率应大于 95%。

5.2.1.2 滑块副、柱塞副、连杆副等摩擦副应选择低摩擦材料或表面处理工艺，满载运行，稳定油温不得高于 85 ℃。

5.2.2 关键传动元件

5.2.2.1 满足强度条件情况下，宜优先选择能耗低、污染少的先进铸造成型工艺，应符合 JB/T 13021-2018 标准相关要求。

5.2.2.2 铸造无法满足强度要求的，可选择锻造成型，锻造应符合 JB/T 13021-2018 标准相关要求。

5.2.2.3 宜选用能耗低、污染少的先进热处理工艺与设备，优先选择热处理工艺应符合 JB/T 13021-2018 标准相关要求。

5.2.2.4 渐开线圆柱齿轮的精度等级，应不低于 GB 10095-2008 规定的 7 级精度。

5.2.2.5 联轴器应优先选用 GB/T 12458-2017 规定的 4.2.2.2.3 弹性柱销联轴器、4.2.2.2.1 梅花形弹性联轴器，也可以选择 4.2.2 弹性元件挠性联轴器规定的其他类型联轴器。

5.2.3 润滑及密封

5.2.3.1 应设置独立的润滑系统，润滑系统进出口压力差应低于 0.2MPa。

5.2.3.2 应选择低摩擦系数的往复密封、旋转密封，宜优先选择以聚四氟乙烯、氟橡胶为主要组成原料的密封或其它新型低摩擦系数高效密封。

5.3 液力系统设计

5.3.1 一般要求

液力密封系统的泄漏量应满足 MT/T 188.2 标准中 5.6.4 耐久运转要求的要求。

5.3.2 关键元部件

- 5.3.2.1 阀芯应具备良好的导向，运动过程中不得卡死。
- 5.3.2.2 阀芯和阀座密封端面宜进行研磨，研磨后进行密封试验不得渗漏。
- 5.3.2.3 泵组额定流量小于等于 630 L/min 时，应采用锥面密封阀芯阀座；泵组额定流量大于 630 L/min 时，应采用平面密封阀芯阀座。
- 5.3.2.4 阀芯的复位弹簧刚度宜与阀芯运动启闭特性匹配，以获得良好的容积效率。
- 5.3.2.5 液力端阀的泄漏量应满足 MT/T 188.3 标准中 4.5.2、4.5.3 要求。

5.4 压力调节系统设计

5.4.1 一般要求

- 5.4.1.1 泵组压力调节方案宜采用电机变频调速-泵组用阀调压的联合压力调节方案，乳化液泵站或喷雾泵站宜包括两台及以上配套变频电机的泵组。
- 5.4.1.2 泵组的压力调节装置应符合 MT/T 188.3 的要求，乳化液泵组宜采用电磁先导阀控制的卸载阀，喷雾泵组的压力调节宜采用电磁先导阀控制的溢流阀。
- 5.4.1.3 泵组的压力调节宜采用多级卸荷的方式，以便于能实现“按需供液”的供液方式；
- 5.4.1.4 泵组压力调节系统压力损失应满足 MT/T 188.3 标准中 4.5.4 要求。

5.5 管路选配节能设计

5.5.1 进水管路节能设计

- 5.5.1.1 宜配置离心泵为液力系统供液，进液压力应不低于 1MPa，进液流速应低于 3 m/s。
- 5.5.1.2 泵组进水管路应尽量减少管道长度及其附件，管路布置应平顺、转弯少，减小水力损失。
- 5.5.1.3 进水管路系统的安装、维护要保证质量，防止渗水、漏水和跑水等不良现象。

5.5.2 出水管路节能设计

- 5.5.2.1 泵组出水管路布置应减少管路长度与弯度。
- 5.5.2.2 根据出水压力和速度，合理选择管路通路的大小及材料。
- 5.5.2.3 长距离、多起伏的管路系统设计时，宜进行水力过渡过程分析，并经过经济技术比较，确定最优设计方案。
- 5.5.2.4 出水管路系统的安装、维护要保证质量，防止渗水、漏水和跑水等不良现象。

6 运行与维护

6.1 一般要求

- 6.1.1 泵组管理单位应建立节能管理制度，负责监督、检查、分析泵组节能降耗的执行情况，提出相应节能降耗措施。
- 6.1.2 泵组使用方应熟悉本岗位设备的性能及运行要求、节能要求。
- 6.1.3 选用高效节能设备。

6.2 运行管理要求

- 6.2.1 泵组管理单位应制定节能降耗的运行方案，并根据单位节能需求规定泵组最低运行效率比。
- 6.2.2 有节能需求的泵组使用方，应每半月或每月安排泵组节能负责人计算 7.1.3 效率比，以评估泵组

运行情况，若泵组效率比低于规定要求，需检查泵组是否出现零部件损坏、管路漏液等情况，直至效率比不低于使用方规定要求。

6.2.2 泵组联动控制方案应满足现场生产使用要求。

6.2.3 泵组电机调速范围宜设定为 20 Hz-50 Hz。

6.3 维护要求

6.3.1 泵组润滑油应每月进行抽样检测，按 GB/T 265 标准执行。润滑油的更换周期应按照产品使用说明书执行。

6.3.2 泵组供液系统应无跑冒滴漏。

6.3.3 定期检查和维修纺织设备损耗。

7 成效评价

7.1 泵组节能计算与测量

7.1.1 泵组额定效率

泵组系统额定效率为驱动系统、传动系统、液力系统的额定效率乘积，其中驱动系统包括电动机及调速系统。即

$$\eta_e = \eta_m \eta_c \eta_t \eta_l \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中：

η_e ——泵组系统额定效率，%；

η_m ——电动机额定效率，%；

η_c ——调速系统额定效率，%；

η_t ——传动系统额定效率，%；

η_l ——液力系统额定效率，%；

7.1.2 泵组运行效率

泵组运行效率为若干种负载运行下泵组系统输出功率与运行时间乘积之和与若干种负载运行下电源输出的系统电能之和的比值，是综合考虑泵组负载的参数。即

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n p_{yi} \times t_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad \dots \dots \dots (2)$$

式中：

η ——泵组运行效率，%；

p_{yi} ——在第*i*种负载运行下，泵组的输出功率，kW；

t_i ——在第*i*种负载运行下运行时间，h；

W_i ——在第*i*种负载运行下运行时，电源输出的系统电能，kWh；

n ——负载变化次数，%；

7.1.3 效率比

效率比为泵组运行效率与泵组额定效率的比值。即

$$\delta = \eta / \eta_e \quad \dots \dots \dots (3)$$

式中：

δ ——效率比

7.2 泵组节能运行评价

泵组节能运行评价分为一级节能运行、二级节能运行和不节能运行三类，评价分类见表1。

表 1 泵组系统评价分类表

效率比	节能评价
>0.85	一级节能运行
$0.85\sim 0.7$	二级节能运行
<0.7	不节能运行