

电解铝企业合理用电技术导则

Technical guidelines for rational use of electricity in electrolytic
aluminium enterprises

2023-07-25 发布

2023-08-25 实施

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 企业供电的合理化	2
5 电能转换为化学能的合理化	3
5.1 总则	3
5.2 整流系统	3
5.3 直流母线	3
5.4 电解槽	3
6 通用设备用电合理化	4
6.1 总则	4
6.2 变压器	4
6.3 电动机	4
6.4 水泵	5
6.5 通风机	6
6.6 空压机	6
7 照明用电合理化	7

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。

本文件由内蒙古自治区工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：内蒙古碳环智能科技有限公司、内蒙古节能协会、内蒙古大唐国际呼和浩特铝电有限责任公司、国家电投集团内蒙古白音华煤电有限公司铝电分公司。

本文件主要起草人：张月峰、肖磊、刘婷、高雪梅、达尔汗、孙振斌、朱丽军、张晨东、杨彰根、王树宝、张会、包佳、李佩韦、沈羽、王磊、方书江、李少伟、郭宇。

电解铝企业合理用电技术导则

1 范围

本文件规定了电解铝企业合理用电的基本要求、对企业供电合理化，电能转化化学能合理化、通用设备合理化、企业照明合理化提出建议、评价原则和方法。

本文件适用于各类不同规模的电解铝生产企业。

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 3485 评价企业合理用电技术导则
GB/T 9481 中小型轴流泵
GB/T 12326 电能质量电压波动和闪变
GB/T 12497 三相异步电动机经济运行
GB/T 13007 离心泵 效率
GB/T 13008 混流泵、轴流泵 技术条件
GB/T 13462 电力变压器经济运行
GB/T 13469 离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行
GB/T 13470 通风机系统经济运行
GB/T 14549 电能质量公用电网谐波
GB/T 16665 空气压缩机组及供气系统节能监测
GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
GB 19153 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级
GB/T 21056 风机、泵类负载变频调速节电传动系统及其应用技术条件
GB/T 27883 容积式空气压缩机系统经济运行
GB 50033 建筑采光设计标准
GB 50034 建筑照明设计标准
DL/T 985 配电变压器能效技术经济评价导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电解铝 electrolytic aluminium

用氧化铝——冰晶石熔盐电解法生产出的铝溶液。

3.1

电流效率 current efficiency

电解铝生产过程中铝液的实际产量与铝液理论产量的比值。

3.2

整流效率 rectification efficiency

整流器输出的直流电量与输入的交流电量的比值。

3.3

整流机组效率 efficiency of rectifier unit

电解直流侧耗电量与电解交流侧耗电量的比值。

3.4

平均槽电压 average cell voltage

每个槽日的工作电压及分摊的电压平均值，由工作电压、分摊的效应电压、分摊的电解槽间联结母线组成。

3.5

受电端电压 receiving terminal voltage

负载侧的电压。

3.6

日负荷率 daily load rate

一天的平均负荷与最大负荷之比。

4 企业供电的合理化

4.1 企业应根据用电性质、用电容量，选择合理供电电压和供电方式。电解工艺消耗的交流电量以安装在整流机组输入侧的计量仪表计数为准。

4.2 企业变配电所在的位置应接近负荷中心，减少变压级数，缩短供电半径，按经济电流密度选择导线截面。

4.3 企业根据受电端至用电设备的变压级数，其总线损率分别应不超过以下指标。

一级	3%
二级	4%
三级	5%

4.4 企业受电端电压在额定电压允许偏差范围内，企业用电设备的供电电压偏移值不应超过额定电压 $\pm 5\%$ 。

4.5 调整企业用电设备的工作状态，合理分配与平衡负荷，使企业用电均衡化，提高企业负荷率。根据不同的用电情况，企业日负荷率应不低于 70%。

4.6 企业单相用电设备应均匀地接在三相网络上，降低三相电压不平衡度，供电网络的电压不平衡度应小于 2%。

4.7 企业在提高自然功率因数的基础上，应在负荷侧合理装置集中与就地无功补偿设备，在企业最大负荷时的功率因数应不低于 0.90；低负荷时，应调整无功补偿设备的容量，不应过补偿。

4.8 企业应根据用电负荷的特性和变化规律，正确选择和配置变压器容量和台数，通过运行方式的择优，合理调整负荷，实现变压器经济运行。

4.9 企业变配电所内的变配电设备要配置相应的测两和计量仪表。监测并记录电压、电流、功率、功率因数和有功电量、无功电量。电能计量仪表准确度符合 GB 17167 要求。

4.10 企业用电设备的非线性负荷产生高次谐波，引起电网电压及电流的畸变，应采取抑制高次谐波的措施达到 GB/T 14549 的要求。

4.11 企业用电设备的冲击负荷及波动负荷，引起电网电压波动、闪变，应采取限制冲击负荷及波动负荷的措施达到 GB/T 12326 的要求。

4.12 对企业自备电厂应考核厂用电率指标、供电煤耗。

5 电能转换为化学能的合理化

5.1 总则

5.1.1 凡生产过程中利用电能进行化学分解的过程，在合理电流密度下，应严格控制与电能消耗有关的主要技术经济指标：电流效率、平均槽电压、单位产品电耗。

5.1.2 电解过程的电流效率应达到 92%。

5.1.3 电解过程的平均槽电压值应控制在不大于 4.1V。

5.2 整流系统

5.2.1 整流所的位置应接近直流负荷中心，缩短供电半径，降低接触电阻和电压降，实现电力整流设备系统经济运行。

5.2.2 电力整流设备应配置交直流电流、电压监测仪表和交直流电能计量仪表。

5.2.3 企业应采用高效电力整流设备，并根据负荷变化情况，对电力整流设备运行效率进行测定。电力整流设备在额定负荷状态时的转换效率应不低于以下指标：

- a) 直流额定电压在 500V 以下 90%；
- b) 直流额定电压在 500V-1000V 之间 93%；
- c) 直流额定电压在 1000V 及以上 95%。

5.3 直流母线

5.3.1 直流母线的连接点应接触良好，每个接点的接触电阻应小于相同连接长度导体电阻的 1.5 倍。

5.3.2 电解的直流网络应采取措施，降低电压损失。在额定负荷下电力整流设备至电解槽的母线电压降应小于 1.5V。

5.4 电解槽

5.4.1 电解槽应与生产工艺和生产能力相匹配，选型合理。

5.4.2 相同生产工艺的电解设备应串联使用，保证单系列电解槽投入数量，以提高电力整流设备运行

效率。

5.4.3 电解生产设备应配置必要的监测和计量仪表。电解槽应根据实际情况，单槽或分组装置直流电压表，以便及时监视槽电压。直流电能计量应采用直流电能计量表直接计量。计量仪表应定期校验，确保指示和计量准确。

5.4.4 每天应测算电流效率及平均槽电压，及时分析电解槽运行状况。单槽工作电压每月至少实测一次，分析偏差及时处理或调整不合格的电解槽。

5.4.5 每个电解槽的泄漏电流应小于槽组电流的 0.1%~0.2%，或电解槽系列两端对地电压偏差值小于或等于±10%。

6 通用设备用电合理化

6.1 总则

通用机电设备应建立运行管理、维护和检修等规章制度，建立维护运行日志和技术档案。应加强管理人员和操作人员的培训。

6.2 变压器

6.2.1 变压器合理配置

6.2.1.1 变压器应选择寿命期内经济效益最佳的容量和台数。

6.2.1.2 配电变压器选型的技术经济评价应按照 DL/T 985。电力变压器选型的技术经济评价可按照 DL/T 985。应优先选用节电效果大、经济效益好、投资回收期短的变压器。

6.2.1.3 国家规定淘汰的老旧变压器应直接淘汰，超过寿命期服役的变压器应重新选用，所选用的变压器应符合国家相关能效标准。

6.2.2 变压器经济运行

6.2.2.1 变压器经济运行应符合 GB/T 13462 的要求。

6.2.2.2 对变压器进行经济运行评价，评价为运行不经济，且综合功率损耗大的变压器应更新。

6.2.2.3 变压器的空载损耗和负载损耗达到能效标准所规定的节能评价值，且运行在最佳经济运行区。

6.2.2.4 变压器的空载损耗和负载损耗达到能效标准所规定的能效限定值，且运行在经济运行区。应配置变压器的电能计量仪表，完善测量手段。

6.2.2.5 应记录变压器日常运行数据及典型代表日负荷，为变压器经济运行提供数据。定期进行变压器经济运行分析，在保证变压器安全运行和供电质量的基础上提出改进措施，有关资料应存档。

6.2.2.6 应按月、季、年做好变压器经济运行工作的分析与总结，并编写变压器的节能效果与经济效益的统计与汇总表。

6.3 电动机

6.3.1 电动机合理配置

6.3.1.1 电动机选用前应充分了解被拖动机械的负载特性，该负载对启动、制动、调速无特殊要求时应选用笼型异步电动机。从节能角度考虑应首先选用符合 GB 18613 的电动机，不应选用国家明令淘汰的产品。

6.3.1.2 负载对启动、制动、调速有特殊要求时，所选择的电动机应满足相应的转矩与最大转矩要求，所选电动机应能与调速方式合理匹配。

6.3.1.3 应依据负载要求,选择具有合适的安装尺寸与连接方式。

6.3.1.4 需要调速的负载应根据调速范围、效率、对转矩的影响以及长期经济效益等因素,选择合适的调速方式和电动机。

6.3.1.5 对有频繁启动、冲击负载和高启动转矩等特殊要求的负载应选用相应的专用电动机并进行转矩校验。

6.3.2 电动机经济运行

6.3.2.1 电动机经济运行应符合 GB/T 12497 的要求。

6.3.2.2 应指定运行管理人员负责电动机的运行状况巡回检查,测试与一般维护(冷却、润滑、清扫等)。运行管理人员应定期检查电动机运行温升、振动、噪声以及电动机电气终端的电流和电压,做好完整的运行记录。

6.3.2.3 对于 55 kW 及以上的电动机应监视其电流、电压、有功功率,在供电配电柜还应配备电能表与功率因数表。

6.3.2.4 应根据电动机的容量大小与运行方式合理实施功率因数的就地补偿,补偿后功率因数应不低于 0.9。电动机负载调节设备的选择应以技术经济分析为依据,对大型机组应经行寿命周期成本分析。对有多台电动机的系统,负载的分配应充分发挥调节设备节能效果。

6.3.2.5 应按 GB/T 3485 的规定配置电动机运行监测仪表,随时对供电条件及运行参数进行监测。运行管理人员应定期监视电动机运行电流、电压、电动机输入功率、三项电流与电压的不平衡度。

6.4 水泵

6.4.1 水泵合理配置

6.4.1.1 设备的选型应采用寿命周期成本分析方法,选择经济性高的设备。年运行时间大于 3000 h、负载率大于 60%的电机,能效等级应达到相应强制性能效标准中能效 2 级要求。

6.4.1.2 泵的选择应符合 GB/T 9481、GB/T 13007、GB/T 13008 等相关标准的规定。在多种工况生产工艺条件下,按系统负载特性选择匹配的泵,对多台泵联合运行选型时应满足串并联技术条件的要求。

6.4.1.3 采用多台泵联合运行时,在满足工艺、安全及可靠运行的基础上,应采用高效泵承担基本负荷,使输送单位液体电耗最低。

6.4.1.4 多机组并联运行时,应采用等扬程特性的泵;串联运行时,应采用等流量特性的泵;采用调速装置控制调节时,应满足泵串/并联运行规则,宜采用变频泵高效节能区串并联运行模式。

6.4.1.5 根据生产工艺要求,合理确定管网系统的管材和管径。在优化生产工艺的条件下合理确定管网配置方案和输送距离。

6.4.2 水泵经济运行

6.4.2.1 水泵经济运行应符合 GB/T 13469 的要求。

6.4.2.2 应根据系统负载特性确定泵的调节方式。机组应与系统负载特性相匹配,机组控制设备应能满足运行工况变化的要求。根据用户的流量和扬程需求,采用适用的控制调节系统。

6.4.2.3 对于运行时间长、负荷变化较大及非连续运行工况,宜采用包括变频调速装置在内的调节装置系统,变频调速装置的应用技术条件应符合 GB/T 21056 的规定。对于不同压力区域的供水,宜充分利用一次网压头,采用分级供应,尽量减少使用压力平衡阀。

6.4.2.4 可通过能源计量器具、现场监测仪表、企业能源管控中心及其他自动化信息系统采集系统运行数据。可采用仿真模拟计算分析等技术,分析系统经济运行状况,优化运行方案。可运用可编程控制器、直接数字控制器等智能控制技术,确保系统持续经济运行。

6.5 通风机

6.5.1 通风机合理配置

6.5.1.1 机组应与负载特性相匹配，机组控制设备应能满足运行工况变化的要求。

6.5.1.2 在装配多台机组时，应采用高效通风机承担基本负荷。采用通风机多台联合运行时，在满足工艺、安全及可靠运行的基础上，应使输送单位容积介质电耗最低。

6.5.1.3 当流量变化幅度在 20%以内，对离心风机应采用进口导叶调节方式；对轴流风机应采用改变动、静叶片安装角的调节方式。

6.5.1.4 对于负荷变化较大及非连续运行工况，宜采用变频调速装置。变频调速装置的应用技术条件应符合 GB/T 21056 的规定。

6.5.2 通风机经济运行

6.5.2.1 通风机经济运行应符合 GB/T 13470 的要求。

6.5.2.2 系统中的三相异步电动机的运行状况应符合 GB/T 12497 的规定。应按照 GB 17167 的规定，在有关部位安装电量、压力、流量等仪器仪表。

6.5.2.3 监测与检查可采用巡视、定期仪表检测与集中在线监测的方式。定期检查系统主要部件，维护系统的性能水平与经济运行，主要包括：

- a) 定期检查机组设备的振动情况；
- b) 定期检查过滤网和通风机叶片；
- c) 轴承润滑和更换；
- d) 皮带调紧或更换；
- e) 定期检查管路的泄漏；
- f) 定期检查系统阻力。

6.5.2.4 在技术及经济条件允许的情况下，应在线监测系统进出口压力、温度、流量、电量和调节装置的状态等。

6.6 空压机

6.6.1 空压机合理配置

6.6.1.1 系统中管网应在优化生产工艺的条件下，确定合理配置方案和输送距离。在确保安全的前提下，机组宜靠近负荷中心。

6.6.1.2 满足系统的使用压力、容积流量及品质，机组应与负载特性相匹配，应选用能效指标符合 GB 19153 能效 3 级的机组，宜选用能效 2 级以上的机组，机组控制设备应能满足运行工况变化的要求。

6.6.2 空压机经济运行

6.6.2.1 空压机经济运行应符合 GB/T 27883 的要求

6.6.2.2 应在保证压差的前提下优先选择效率高的干燥器。在干燥器前采取措施除去压缩空气中的部分油及水分。

6.6.2.3 应定期清洗或更换管路中的净化设备，降低阻力，减小压力损失。定期清洗进气管路和空气过滤器，以保持进气通畅，减小吸气阻力。定期对冷却器进行清洗，以提高换热性能。

6.6.2.4 应根据工艺要求合理设置机组的运行参数，避免设备频繁启停、长时间无负载运行和压力过高。

6.6.2.5 应按照 GB/T 16665 和 GB 17167 的规定，在有关部位安装电能、压力、流量和温度等仪表。

7 照明用电合理化

7.1 根据使用场所和周围环境对照明的要求及不同电光源的特点，选择合理的照明方式。在保证照明质量前提下，优先选用光效高、显色性好的光源及配光合理、安全高效的灯具。

7.2 各种工作场所的照度标准值应符合 GB 50034 的规定。

7.3 使用电感镇流器的气体放电灯应在灯具内设置电容补偿，荧光灯功率因数不应低于 0.9，高强气体放电灯功率因数不应低于 0.85。

7.4 企业照明用电应配置相应的测量和计量仪表，并定期测量电压、照度和考核用电量。

7.5 合理选择照明控制方式，加强照明设备的运行管理。

7.6 要充分利用天（自）然光，建筑物的开窗面积及室内表面反射比应符合 GB 50033 的规定。
（使用场所）根据太阳光辐射度和风的功率密度宜采用风光一体的照明方式。
