

云南省推动铝产业加快提升能效水平促进绿色低碳转型发展的实施方案（试行）

（征求意见稿）

为完整、准确、全面贯彻新发展理念，推动铝产业加快提升能效水平促进绿色低碳转型发展，统筹延链补链强链和应对电力供需形势变化，在实施能效管理过程中，坚持优电优用、以发定用、动态优化原则，确保电力供需平稳有序和电网安全稳定运行，稳定企业预期，增强投资信心，强化安全生产，促进铝产业持续延伸产业链、提高附加值，提升装备、能效、环保、安全等水平，鼓励电解铝企业参与电源建设和电煤保供，特制定本实施方案。

一、总体原则

（一）电解铝是铝产业链中承上启下的关键一环，也是耗电量最大的环节，各级各部门应当努力保障电解铝企业合理用电需求，提高产能利用率。电解铝企业应当全力提升装备、能效、环保、安全水平，发挥产业链主导作用积极推动产业链延伸，提高产业链附加值。本实施方案适用于全省电力供应趋紧、确需实行能效管理压减电解铝项目负荷的情况。

（二）每年末省电力运行调度工作专班对次年度电力供需形势进行分析研判，预估次年电解铝行业可用电量，结合电解铝生产用电特性优化用电安排，提高工作的精准性、灵活性，稳定企业生产预期。

（三）确需对电解铝行业实施能效管理时，根据电解铝企业原铝流向、产业链延伸、装备水平、能效水平、排放水平、安全生产等因素确定负荷管理规模，原则上压减产业链条短、装备水平差、能效水平低、**污染物排放**高、安全生产能力弱的电解铝企业用电负荷，引导电解铝企业延链补链强链和引领产业集群化发展。

二、组织实施

（四）电解铝企业能效管理规模确定的计算规则，围绕加快提高铝水直接合金化比例、提高铝精深加工深度、促进铝加工项目落地，顺应电解铝行业装备大型化、绿色低碳转型、提高清洁生产水平的趋势，落实企业安全生产主体责任，设 4 个指标和加分项、扣分项，具体如下：

1.产业链延伸指标。占 60%的权重，含原铝省内转化率、吨铝产业链产值 2 个子指标。

2.能效水平指标。占 15%的权重，以国家发展改革委等部门发布的《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021 年版）》（发

改产业〔2021〕1609号）明确的铝液交流电耗标杆水平和基准水平为指标。

3.装备水平指标。占10%的权重，以电解铝槽型为指标。

4.污染物排放指标。占15%的权重，含颗粒物、二氧化硫、氟化物排放浓度3个子指标。

5.扣分项。电解铝企业发生安全生产事故以及异常甩负荷、违反调度纪律等影响电网安全稳定运行的情况；电解铝企业未执行省电力运行调度工作专班确定的负荷管理规模的情况。

6.加分项。纳统在建铝加工项目等情况。

综合考虑我省电源出力的季节性结构特点、电解槽启停成本、各项数据的可获取性等因素，原则上全省电解铝能效管理以“枯期—汛期”为一个周期，同一周期内一家电解铝企业承担固定的电力负荷管理比例，根据电力供需形势变化调整实际承担的电力负荷管理规模。产业链延伸、能效水平、装备水平、污染物排放4项指标采用上一年度数据，扣分项、加分项采用上一年四季度和当年1—3季度的数据。

（五）鼓励电解铝企业参与电源建设和电煤保供，可根据电解铝企业电源建设出力情况、电煤保供贡献度，由省电力运行调度工作专班研究确定，适度调减负荷管理规模。鼓励电解铝企业与发电企业自主交易

超过年度发电计划的燃煤发电量，交易电价超过燃煤基准价上浮 20% 的电量不作为负荷管理范围。燃煤发电企业完成年度发电计划之外还有发电能力的，鼓励电解铝企业通过自有渠道省外购煤，与发电企业协商进行来煤加工发电。

（六）省电力运行调度工作专班科学研判、明确电解铝行业能效管理总规模并推动严格执行。各电解铝企业的能效管理规模由省发展改革委商省工业和信息化厅、省生态环境厅、省应急厅、省能源局、省统计局、云南电网公司等部门，按照本实施方案附件明确的计算规则确定。相关部门应当按照职能职责加强电解铝企业的日常监管和在线监测，确保企业运行数据的真实性、准确性、完整性。

（七）省电力运行调度工作专班应及时加强研判，根据电力供需形势，统筹好能效管理与生产运行，并适时动态调整。

三、有关要求

（八）本实施方案由省发展改革委同省工业和信息化厅、省能源局负责解释。

（九）本实施方案自 2023 年 10 月 1 日起施行，根据电力供需形势和产业发展情况适时调整优化。

附件

电解铝企业能效管理规模确定的计算规则

在电力供应出现缺口，确需实施能效管理压减电解铝企业用电负荷时，综合考虑电解铝企业原铝流向、产业链延伸、装备水平、能效水平、排放水平、安全生产等因素，按以下规则确定各电解铝企业能效管理规模。

一、能效管理规模的计算

(一) 计算企业得分

$$A_i = 0.6 \times EC_i + 0.15 \times E_i + 0.1 \times T_i + 0.15 \times P_i - S_i + N_i$$

A_i 指电解铝企业*i*得分， EC_i 指电解铝企业*i*的产业链延伸指标得分， E_i 指电解铝企业*i*的能效水平指标得分， T_i 指电解铝企业*i*的装备水平指标得分， P_i 指电解铝企业*i*的污染物排放水平指标得分，扣分项 S_i 指电解铝企业*i*的安全生产水平指标得分，加分项 N_i 指电解铝企业*i*的延链补链强链项目建设指标得分。

(二) 计算各企业可用负荷

1. 计算电力负荷管理情况下，电解铝行业可用负荷：

$$R_{\text{可用}} = R_{\text{运行}} - \Delta R$$

$R_{\text{可用}}$ 指电解铝行业可用负荷， $R_{\text{运行}}$ 指电解铝行业运行负荷规模， ΔR 指电解铝行业需压减的负荷规模。

2. 计算各电解铝企业可用负荷占比，用各企业得分与建

成产能的乘积，占有企业此乘积之和的比重来表示。

$$r_i = \frac{A_i \times C_i}{\sum_{i=1}^I A_i \times C_i}$$

r_i 指电解铝企业 i 的可用负荷占电解铝行业可用负荷的比重， C_i 电解铝企业 i 建成并依法执行完产能置换方案的产能。

3. 计算各电解铝企业可用负荷。

$$R_i = R_{\text{可用}} \alpha r_i$$

R_i 指电解铝企业 i 的可用负荷。

(三) 计算各企业应当承担的压减负荷

企业运行负荷与可用负荷之差，即为应压减负荷：

$$\Delta R_i = R_{\text{运行}} \beta R_i$$

ΔR_i 指电解铝企业 i 需压减的负荷， $R_{\text{运行}i}$ 指电解铝企业 i 的运行负荷。

二、指标的选取和量化

产业链延伸 (EC)、能效水平 (E)、装备水平 (T)、污染物排放 (P) 4 个指标，每个指标总分记 100 分；如有多个子指标的，所有子指标总分之和记 100 分。安全生产指标 (S) 不设上限，延链补链强链项目建设指标 (N) 不超过 10 分。

(一) 产业链延伸指标

重点考虑电解铝企业原铝省内转化率 (AL)、吨铝产业链产值 (VC) 2 个子指标，总分各 50 分，采用年度数据。原铝省内转化率指在本园区或销售至省内其他园区加工的原铝占比。吨铝产业链产值指所在园区相关涉铝制造企业年产值之和除以电解铝年产量。原铝省内转化率子指标由电解

铝生产企业共同委托第三方机构进行认定后提供，产业链产值的基础数据，由省统计局会同省发展改革委、省工业和信息化厅对相关涉铝制造企业名单认定后提供。每年 2 月底前提供上一年度相关数据。

1. 计算各电解铝企业原铝省内转化率指标得分。

$$AL_i = 50 \times al_i$$

al_i 指电解铝企业 i 的年度原铝省内转化率， AL_i 指电解铝企业 i 的原铝省内转化率指标得分。

2. 计算各电解铝企业吨铝产业链产值指标得分。

$$vC_i = \frac{V_i + \sum_{j=1}^{J_i} V_{ji}}{q_i}$$

vC_i 指电解铝企业 i 的吨铝产业链产值， V_i 指电解铝企业 i 的年产值， V_{ji} 指所在园区涉铝制造企业 j 的年产值， q_i 指电解铝企业 i 的年产量。取电解铝企业吨铝产业链产值的最大值 $vC_{max} = \max_i vC_i$ ，记 vC_{max} 对应的吨铝产业链产值指标为满分 50 分，其余各电解铝企业的吨铝产业链产值指标分数，按照其吨铝产业链产值数据等比例确定，即

$$VC_i = 50 \times \frac{vC_i}{vC_{max}}$$

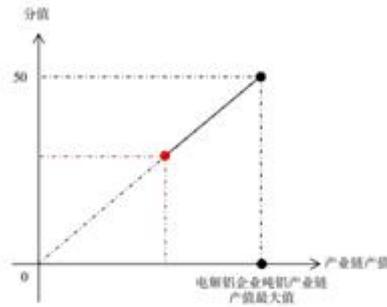


图 1 吨铝产业链产值指标得分计算图示

3. 计算各电解铝企业产业链延伸指标得分。

电解铝企业原铝省内转化率、吨铝产业链产值、2 个子指标求和，即为产业链延伸指标得分：

$$EC_i = AL_i + VC_i$$

(二) 能效水平指标

重点考虑铝液交流电耗，基础数据由省节能监察中心商省发展改革委（资环处）提供。每年 4 月底前提供上一年度电解铝企业节能监察数据。

记电解铝企业 i 的铝液交流电耗监察结果为 e_i ，记《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021 年版）》（发改产业〔2021〕1609 号）明确的铝液交流电耗基准水平 $e_{\text{基准}} = 13350\text{kWh/t}$ ，标杆水平 $e_{\text{标杆}} = 13000\text{kWh/t}$ ，取电解铝企业监察结果的最优值 $e_{\min} = \min_i e_i$ 。节能监察结果处于基准水平及以下的，能效水平指标记 0 分；节能监察结果等于标杆值的，能效水平指标记 80 分；节能监察结果等于 e_{\min} 最优水平且优于标杆水平（即 $e_i < e_{\text{标杆}}$ ）的，

能效水平指标记 100 分；节能监察结果处于其他能效水平的，通过分段线性插值方法确定得分。

$$E_i = \begin{cases} 0 & e_i \geq e_{\text{基准}} \\ 80 + 20 \frac{e_{\text{基准}} - e_i}{e_{\text{基准}} - e_{\text{标杆}}} & e_{\text{标杆}} < e_i < e_{\text{基准}} \\ 80 + 20 \frac{e_{\text{标杆}} - e_i}{e_{\text{标杆}} - e_{\text{min}}} & e_i < e_{\text{标杆}} \end{cases}$$

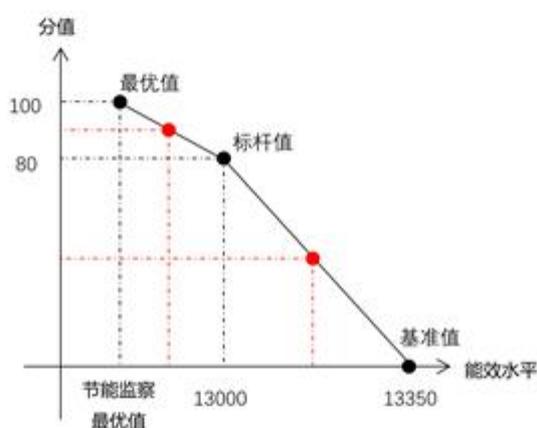


图 2 能效水平指标得分计算图示

(三) 装备水平指标

重点考虑电解槽槽型（电解槽电流强度），基础数据由省发展改革委、省工业和信息化厅提供。每年 2 月底前提供上一年度数据。

目前全省共有 7 种电解槽槽型，电流强度最大为 600kA，最小为 230kA。将电解槽分为 400kA 以下、400kA（含）至 600kA（不含）、600kA 三类，对应的装备水平指标得分分别

为 60、80、100，具体见下表。

表 1 电解槽槽型与装备水平指标得分对应关系表

电解槽电流强度 I_k/kA	$I_k < 400$	$400 \leq I_k < 600$	600
装备水平指标得分 E_{I_k}	60	80	100

对于一家电解铝企业有多种规格电解槽的情况，企业装备水平指标得分为各槽型装备水平指标得分按照产能比例加权平均值。

$$E_i = \sum_k a_{I_k} \times E_{I_k}$$

(四) 污染物排放指标

重点考虑颗粒物、二氧化硫、氟化物排放浓度 3 个子指标，基础数据由省生态环境厅提供。每年 2 月底前提供各电解铝企业以上三种污染物上一年度的平均排放浓度数据，对于未安装在线监测设施的电解铝企业，取其他电解铝企业平均排放浓度的最高值作为其平均排放浓度。颗粒物 (P_{PM})、二氧化硫 (P_{SO})、氟化物 (P_F) 排放浓度 3 个子指标总分分别为 30 分、40 分、30 分。

根据《电解铝行业清洁生产评价指标体系（征求意见稿）》，颗粒物、二氧化硫、氟化物排放浓度 3 个指标，I 级清洁生产水平基准值分别不高于 5、35、0.5 毫克/立方米，II 级清洁生产水平基准值分别不高于 10、100、1 毫克/立方米，III 级清洁生产水平基准值分别不高于 20、200、3 毫克/立方米。分别记 I 级清洁生产水平基准值 $p_{PM I} = 5$ ，

$p_{SOI} = 35$, $p_{FI} = 0.5$, II级清洁生产水平基准值
 $p_{PMII} = 10$, $p_{SOII} = 100$, $p_{FII} = 1$, III级清洁生产水
平基准值 $p_{PMIII} = 20$, $p_{SOIII} = 200$, $p_{FIII} = 3$ 。(《电解
铝行业清洁生产评价指标体系》正式印发后, 指标取值以正
式印发版本为准。)

参照能效水平指标赋分方法, 对颗粒物、二氧化硫、氟
化物排放浓度 3 个子指标进行赋分。记电解铝企业 i 的颗
物、二氧化硫、氟化物平均排放浓度分别为 p_{PMi} 、 p_{SOi} 和 p_{Fi} ,
取各电解铝企业污染物平均排放浓度的最优水平, 记
 $p_{PMmin} = \min_i p_{PMi}$, $p_{SOmin} = \min_i p_{SOi}$, $p_{Fmin} =$
 $\min_i p_{Fi}$ 。

对于每一个子指标, 在线监测结果处于III级清洁生产水
平基准值及以下的, 对应的子指标记 0 分; 在线监测结果等
于II级清洁生产水平基准值的, 对应的子指标记子指标总分
50%的分值; 在线监测等于 I 级清洁生产水平基准值的, 对
应的子指标记子指标总分 80%的分值; 在线监测结果等于最
优水平 (即 p_{PMmin} 或 p_{SOmin} 或 p_{Fmin}) 且优于 I 级清洁生
产水平基准值 (即 $p_{PMi} < p_{PMI}$ 或 $p_{SOi} < p_{SOI}$ 或 $p_{Fi} <$
 p_{FI}) 的, 对应的子指标记子指标满分; 在线监测结果处于
其他水平的, 通过分段线性插值方法确定得分。

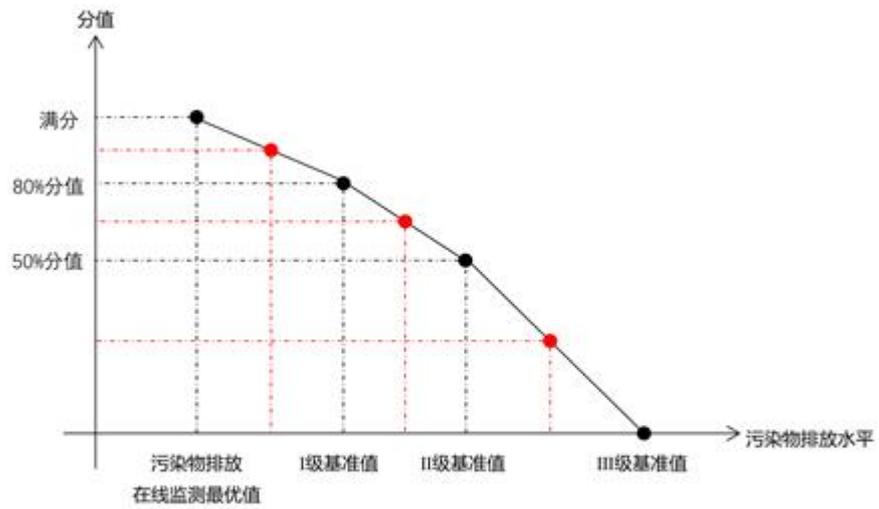


图3 污染物排放指标得分计算图示

颗粒物排放指标得分的计算:

$$P_{PMi} = \begin{cases} 0 & p_{PMi} \geq p_{PMIII} \\ 15 \times \frac{p_{PMIII} \beta p_{PMi}}{p_{PMIII} \beta p_{PMII}} & p_{PMII} \leq p_{PMi} < p_{PMIII} \\ 15 + 9 \times \frac{p_{PMII} \beta p_{PMi}}{p_{PMII} \beta p_{PMI}} & p_{PMI} \leq p_{PMi} < p_{PMII} \\ 24 + 6 \times \frac{p_{PMI} \beta p_{PMi}}{p_{PMI} \beta p_{PMmin}} & p_{PMi} < p_{PMI} \end{cases}$$

二氧化硫排放指标得分的计算:

$$P_{SOi} = \begin{cases} 0 & p_{SOi} \geq p_{SOIII} \\ 20 \times \frac{p_{SOIII} \beta p_{SOi}}{p_{SOIII} \beta p_{SOII}} & p_{SOII} \leq p_{SOi} < p_{SOIII} \\ 20 + 12 \times \frac{p_{SOII} \beta p_{SOi}}{p_{SOII} \beta p_{SOI}} & p_{SOI} \leq p_{SOi} < p_{SOII} \\ 32 + 8 \times \frac{p_{SOI} \beta p_{SOi}}{p_{SOI} \beta p_{SOmin}} & p_{SOi} < p_{SOI} \end{cases}$$

氟化物排放因子指标得分的计算：

$$P_{Fi} = \begin{cases} 0 & p_{Fi} \geq p_{FIII} \\ 15 \times \frac{p_{FIII} \beta p_{Fi}}{p_{FIII} \beta p_{FII}} & p_{FII} \leq p_{Fi} < p_{FIII} \\ 15 + 9 \times \frac{p_{FII} \beta p_{Fi}}{p_{FII} \beta p_{FI}} & p_{FI} \leq p_{Fi} < p_{FII} \\ 24 + 6 \times \frac{p_{FI} \beta p_{Fi}}{p_{FI} \beta p_{Fmin}} & p_{Fi} < p_{FI} \end{cases}$$

3 个子指标分数求和，即为污染物排放指标分值。

$$P_i = P_{PMi} + P_{SOi} + P_{Fi}$$

(五) 扣分项：安全生产指标

重点考虑安全生产事故，异常甩负荷、违反调度纪律等影响电网安全稳定运行的情况，未执行省电力运行调度工作专班确定的负荷管理规模的情况。基础数据由省应急厅、云南电网公司、省能源局商国家能源局云南监管办提供。每年

9月底前提供上一年10月至当年9月的安全生产有关数据。

$$S_i = \sum_{k=1}^6 \tau_{ki} \times S_{0k}$$

S_{ki} 指电解铝企业*i*发生的*k*类安全生产事件的次数, τ_{0k} 指发生1次*k*类安全生产事件对应的扣分值。扣分情形如下:

1. 参照《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令 第493号) 安全生产事故等级分类标准, 发生一起一般安全生产事故, 未造成人员死亡的扣2分, 造成1—2人死亡的扣3分; 发生一起较大安全生产事故的扣5分; 发生一起重大及以上生产安全事故的扣30分。

2. 发生一次异常甩负荷事件扣1分。

3. 违反一次电网调度纪律扣1分。

4. 对于拒不执行省电力运行调度工作专班下达的负荷管理规模的, 延期一天扣1分。

5. 经省电力运行调度工作专班研究通过的其他扣分情形。

(六) 加分项: 延链补链强链项目建设指标

重点考虑电解铝企业所在园区纳入统计库的在建下游铝加工项目, 基础数据由省统计局商省发展改革委、省工业和信息化厅对园区铝加工项目进行明确后提供。每年9月底前提供上一年10月至当年9月的铝加工项目有关数据。延链补链强链项目建设指标最高加10分。

$$N_i = \begin{cases} n_i, & n_i \leq 10 \\ 10, & n_i > 10 \end{cases}$$

n_i 指电解铝企业*i*所在园区纳入统计库的在建下游铝加工项目的数量。