

# HJ

## 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 466-2009

---

### 铝工业发展循环经济环境保护导则 Environmental Protection Guide for Developing Circular Economy in Aluminum Industry

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2009—03—14 发布

2009—07—01 实施

---

环 境 保 护 部 发 布

# 目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语定义.....	1
4 铝工业发展循环经济基本原则.....	2
5 铝工业提高资源、能源效率，降低污染负荷的主要途径.....	2
6 铝工业发展循环经济污染控制要求.....	6
7 铝工业发展循环经济保障措施.....	7
8 标准实施.....	8

# 前 言

为了贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39号）、《国务院关于加快发展循环经济的若干意见》（国发〔2005〕22号）和《国务院关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》（国发〔2005〕21号），促进铝工业发展循环经济，实现资源能源利用效率最大化，预防和控制铝工业发展循环经济过程中的环境污染，制定本标准。

本标准就铝工业发展循环经济的规划、建设及运行的污染防治和环境保护相关事项提出了要求，相关企业和管理部门可参照执行。

本标准首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准起草单位：中国环境科学研究院。

本标准环境保护部2009年3月14日批准。

本标准自2009年7月1日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 铝工业发展循环经济环境保护导则

## 1 范围

本标准适用于各级环境保护主管部门对铝工业发展循环经济的规划、建设和运行中污染的防治和环境管理。本标准也适用于指导铝工业企业在发展循环经济中加强污染控制。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 8978-1996	污水综合排放标准
GB 12348-2008	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 16297-1996	大气污染物综合排放标准
GB 9078-1996	工业炉窑大气污染物排放标准
GB 16487.10-2005	进口可用作原料的固体废物环境保护控制标准—废五金电器
HJ/T 187-2006	清洁生产标准 电解铝业
HJ/T 254-2006	建设项目竣工环境保护验收技术规范 电解铝
HJ/T 273-2006	行业类生态工业园区标准（试行）

## 3 术语定义

### 3.1 循环经济

循环经济，是指在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称，也就是资源节约和循环利用活动的总称。循环经济是推进可持续发展战略的一种优选模式，它强调以循环发展模式替代传统的线性增长模式，表现为以“资源—产品—再生资源”和“生产—消费—再循环”的模式，有效地利用资源和保护环境，最终达到以较小发展成本

获取较大的经济效益、社会效益和环境效益。

### 3.2 铝工业

铝是国民经济发展的重要基础原材料。我国的铝工业主要由氧化铝、电解铝、铝加工三部分组成。

## 4 铝工业发展循环经济基本原则

4.1 以循环经济和工业生态学理论为指导，按照物质、能量、信息流动的生态规律，通过废铝资源综合利用、物质闭合循环、产品与服务的减物质化以及能源效率最大化等措施来构建行业发展循环经济的模式与结构。

4.2 在企业内部实施清洁生产，通过减少资源和能源的消耗、循环利用废物、降低废物排放量、研究开发铝制品品种、提高铝制品适用性，规范再生铝企业发展，实现资源、能源利用效率最大化。

4.3 在不同的生产系统之间通过产品流和废物流链接，对资源、能源加以整合，构建物质和能量循环，实现行业内部资源、能源利用最大化。

4.4 通过铝工业的发展拉动其他产业和周边地区的发展。促进周边的产业结构调整和提升，使区域环境得到持续改善，资源得到充分利用。

## 5 铝工业提高资源、能源效率，降低污染负荷的主要途径

5.1 在企业内部通过促进清洁生产、推进生态设计、建立环境管理体系，改变传统的、单一的末端污染治理，合理利用自然资源、实现工业污染全过程控制。

5.2 坚持科学发展观，继续加强和改善宏观调控，充分、合理利用国内外两种现有铝土矿资源，控制总量，优化结构，合理布局，降耗减污，推动铝工业走新型工业化道路，实现由大到强的转变。通过加强国际合作，积极利用两个市场、两种资源，发挥我国铝工业的规模优势，以尽可能小的资源消耗和环境成本，获得尽可能大的经济和社会效益，提升国际竞争力。

5.3 在铝土矿开采、氧化铝、电解铝的生产中要不断推动技术进步，改进工艺，扩大规模，进行资源综合利用，降低能耗、物耗，提高产品质量，大力开发多品种氧化铝和铝深加工产品，增加产品种类。以市场为导向，大力开发铝深加工产品，延伸产业链，提高产品附加值。

5.4 有效的能源利用是削减费用和环境负担的主要战略。在铝工业产业链内根据不同行业、产品、工艺的用能质量需求，规划和设计能源梯级利用流程，可使能源在产业链中得到充分利用，提高能源利用效率。

5.5 节能是铝工业能源战略的重要组成部分。铝工业主要节能措施如下：

- (1) 氧化铝生产：一是加快氧化铝生产新工艺的开发与应用；二是以节能降耗、提高产出率为重点，对拜耳法工艺进行优化；三是加强烧结法工艺节能降耗的挖潜；四是加强联合法工艺研究及其赤泥干法输送研究；五是提升高附加值化学品氧化铝产品比例，降低单位产值能耗；六是限期淘汰直接加热溶出技术。
- (2) 电解铝生产：一是加快大容量预焙阳极电解槽成套技术与装备的产业化，强制淘汰自焙电解槽，限期淘汰小预焙槽；二是进一步加强电解槽物理场技术研究，优化电解槽，提高电流效率。进一步完善和推广浓相与超浓相输送技术、模糊控制技术、大型直降式可控硅整流技术国产化、干法净化技术等；三是加大电解铝液直接铸坯、合金锭、板材的比例，通过提高产业聚合度，降低熔解铝的再氧化，减少电能消耗；四是完善和推广系列不停电、停开槽大修技术；五是电解槽的焙烧启动应采用新型湿法无效应焙烧启动技术，降低电解槽启动能耗并有效减少温室气体排放量；六是采用新型原材料，如石墨化阴极炭块、新型阳极等。研制新型炼铝工艺和装备，如惰性阳极、润湿性阳极、超大型电解槽等。
- (3) 铝加工生产：加大铝产品结构调整力度，提高铸轧卷、铸造铝合金、变形铝合金等产品品级，降低铝烧损和降低重熔能耗，增加铝制品应用的广泛性。
- (4) 碳素生产：应发展石油焦集中煅烧，提高煅烧余热的利用效率。新建炭素生产厂应尽可能直接采用煅后石油焦，要发展液体沥青原料的供应和使用，有条件的炭素厂应直接采用液体沥青。抓紧实施焙烧炉改造，用先进的新型立装 W 型环式焙烧炉取代 V 型炉，并配备自动化燃料控制系统。采用回转窑煅烧石油焦，控制挥发份在窑内完全燃烧，实现无燃料或低燃料燃烧，并加强煅烧余热的回收利用；二是采用连续混捏，实现沥青配料混捏自动化，提高产品合格率。

5.6 铝工业企业生产用水要贯彻“节约用水、清污分流、循环使用、梯级利用”的原则。要通过抓源头、改善流程和强化管理等手段，有效地降低新水使用量，减少工业废水的产生和排放。杜绝跑、冒、滴、漏是铝工业企业节水和避免水污染的重要内容，对供水设备、用水设备须及时维修，减少管道渗漏。

5.7 铝工业企业水循环利用的核心指导思想是“全过程控制、分散和集中相结合”。通过统筹

安排实现水的循环。采用不用水或少用水的工艺及大型设备，做到源头用水减量化；采用高效、安全可靠的先进水处理技术和工艺，提高水的循环利用率，进一步降低吨铝耗新鲜水量；采用先进工艺对循环水系统的排污水及其他排水进行有效处理，使工业废水资源化，实现工业废水“零排放”。铝工业主要水循环利用措施如下：

- (1) 设立完善的循环水系统，实现原位再生。根据工艺特点及各工段对循环水质的不同要求，在生产车间设立水原位再生系统，使水在车间内或系统内循环。
- (2) 水分质利用，实现企业内水梯级利用。设备间接冷却水水质要求较高，排水水质较清洁，可以用于其他循环水系统的补充水。
- (3) 工业废水利用，实现企业内集中再生回用。设立工业废水处理设施，采用物理法处理各生产系统不能进入循环水系统的废水，使处理后的废水用于对水质要求不高的生产过程。
- (4) 赤泥多级反向洗涤，洗液回收利用。赤泥多级反向洗涤可以提高洗涤效率，降低附液含碱，可以减少新水用量，避免回水过量，增加蒸发工序的负荷。赤泥堆场的澄清液和坝体渗水均设置完善的集水管道和泵房，确保收集的附液全部返回工艺流程予以利用。
- (5) 减少跑、冒、滴、漏，提高生产管理水平和水平。减少生产冲洗水，回收滴、漏冲洗水，返回工艺流程。对含碱车间跑、冒、滴、漏的工艺物料以及地坪、设备冲洗水均要收集回收，返回工艺流程予以利用。
- (6) 反渗透脱盐技术应用。热力锅炉脱盐水处理采用反渗透—离子交换联合脱盐工艺，酸、碱消耗较离子交换减少 95%，是脱盐工艺中酸、碱使用量最少，废水排放量最少的工艺。
- (7) 灰渣水循环利用。当热力生产系统采用水力除灰时，除灰渣水设循环水系统，冲灰水澄清后经泵返回到冲灰系统；同时，冲灰水对水质要求不高，可采用其他生产过程的废水。湿排灰改造成干排灰方式，可减少生产用水量的同时提高灰渣的综合利用率。
- (8) 推广电解铝厂整流机组风冷技术的应用。缺水地区新建电解铝厂整流机组应采用风冷技术，控制新水消耗量。
- (9) 提高全流程生产用水计量、管控水平。

5.8 提高铝工业生产产生尾矿、赤泥、阴极炭块等废物的资源化利用率。主要途径包括：

- (1) 尾矿是选矿后的产物。选矿生产系统可建在铝土矿山附近，也可以建在氧化铝生产

系统内。根据尾矿的成分进行开发利用。另外，石灰石筛选的碎渣也可用于铺路或烧制水泥。“剥离—采矿—复垦”一体化复垦新工艺使矿山开采与土地复垦同步进行，有比较明显的经济效益、社会效益和环境效益。

- (2) 赤泥是氧化铝生产带来的主要废物。联合法赤泥可代替砂岩和粘土，直接生产硅酸盐水泥。烧结法赤泥主要成分是硅酸二钙，适于烧制水泥。赤泥还可用来生产清水砖和透水砖、炼钢脱硫剂、塑料阻燃剂、玻璃钢阻燃剂、PVC 和沥清填料等。赤泥和粉煤灰可烧结成为建筑陶瓷，采用赤泥、粉煤灰、煤矸石配料，还可用于生产新型墙体材料。赤泥中含有多种对农作物生长有用的元素，可生产复合肥料。
- (3) 铝电解生产过程中所产生的废电解质返回电解槽即可使用，残极送碳素生产系统配料生产新阳极。电解槽大修渣应进行分类处理，废阴极炭块可进行安全处置后再利用，也可作氧化铝厂或水泥厂熟料窑燃料进行安全利用，其他部分应进行安全处置或利用。

5.9 铝的可回收性高，使用节约效益显著。通过废铝收集、分拣、熔炼、深加工这样的产业链，可以生产再生铝（重熔用铝锭、重配铝合金等），生产挤压用的圆锭与轧板用的扁锭，还可以用再生铝锭压铸或铸造汽车、摩托车、农业机械的零配件以及五金件等。大力研发和采用清洁生产技术、环境友好技术进行废铝的资源化，努力建设若干具有一定规模的再生铝示范工程。

5.10 铝工业应积极采取新技术、新工艺，减少电解铝生产系统、煅烧生产石灰、发电等环节的二氧化碳产生，开展二氧化碳回收利用的研究及运用。

5.11 铝电联营是我国电解铝工业发展的有效途径，也是我国铝工业产业结构调整的重要内容。在有条件的地区，新建大型电解铝生产企业（大型氧化铝生产企业新建电解铝项目除外）应该鼓励进行铝电联营。铝电联营中的电力生产系统也应满足电力清洁生产的相关要求，不能因为“铝电联营”而降低对“铝电联营”中电力清洁生产的要求。

5.12 我国铝工业已经初步形成了“靠近铝土矿资源建设氧化铝，依托能源基地建设电解铝，在消费集中地发展铝加工”的模式。建立以铝生产为中心，与能源、建材等相关行业以及社会生活共享资源、互为排放物治理、互为二次资源循环利用的生态工业园，实现区域内物质循环，消费后废弃产品的资源化社会大循环。

5.13 铝工业发展循环经济产业链示意图如图 1 所示。

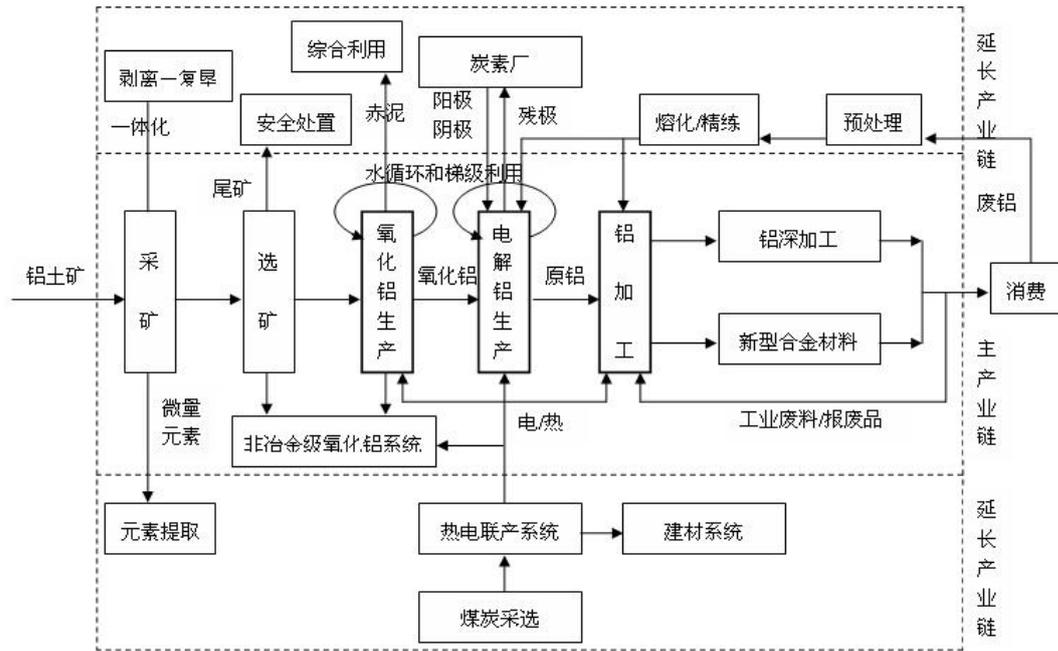


图1 铝工业发展循环经济产业链示意图

## 6 铝工业发展循环经济污染控制要求

6.1 铝工业发展循环经济要满足《行业类生态工业园区标准（试行）》（HJ/T 273-2006）的要求。

6.2 铝工业水污染物排放控制执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）。

6.3 铝工业大气污染物排放控制执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）、《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078-1996）等相关排放标准。国家出台行业型污染物排放标准后，按照新标准规定执行。

6.4 铝工业发展循环经济水、气、固体废物综合利用指标要求如表1所示。

表1 铝工业发展循环经济水、气、固体废物综合利用指标要求

指标	基本要求	先进水平
1. 冷却水复用率，%	100	100
2. 尾矿综合利用率，%	≥20	≥50
3. 赤泥综合利用率，%	≥20	≥30
4. 废电解质回收并加工利用率，%	100	100
5. 废阳极回收并利用率，%	100	100

6.5 噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）。

6.6 在电解铝、铝加工生产系统，进口废铝的使用执行《进口可用作原料的固体废物环境保

护控制标准—废五金电器》(GB 16487.10-2005)。

6.7 提高铝工业环境管理水平。对新、改、扩、建项目严格执行项目环境影响评价制度，依据企业所在区域的区位特点和环境容量，制定建设项目污染物强度准入要求和污染物总量准入要求；建设项目竣工参照《建设项目竣工环境保护验收技术规范 电解铝》(HJ/T 254-2006)。新建项目的能耗、物耗和污染物产生强度控制要求参照《清洁生产标准 电解铝业》(HJ/T 187-2006)。

6.8 对于无法资源化利用的危险废物，应按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，委托具有资质的危险废物处置单位，统一收集处置，危险废物的收集、运输、贮存、处置应遵守《废弃危险化学品污染环境》、《危险废物转移联单管理办法》等相关规定。

## 7 铝工业发展循环经济保障措施

7.1 在贯彻执行现有相关法规、政策的基础上，制订促进发展循环经济的配套政策和措施，形成发展循环经济的政策、法规支撑体系。加强执法力度，通过国家、地方以及部门法律、法规的实施和执行来保障行业循环经济的发展。

7.2 加强宏观调控，提高铝工业工艺装备和技术的升级和进步，提高配置资源能力、技术装备水平、产品竞争力和技术创新等方面。通过联合重组，着力提高产业集中度，实行专业化分工，发挥工艺技术先进的、有实力的大型铝工业企业的骨干作用。在联合重组、技术改造的过程中，坚持淘汰消耗高、效率低、污染严重的落后工艺装备和生产能力。

7.3 铝工业应该按照循环经济模式建立现代铝工业体系，延长产业链，实行上下游产业联产联营，同时要学会利用资本及体制优势，整合现有产业资源，实现产业聚合效应；适度发展原生铝工业，重点发展多品种氧化铝、铝合金、高端铝加工产品和再生铝工业，通过全球铝资源配置、产地配置、市场配置、循环再利用配置和替代配置，既从根本上解决资源和能源约束矛盾和环境压力，又满足对铝的不断增长的消费需求。

7.4 健全相应法规扶植再生铝产业的发展，加强行业规划和宏观调控，促其健康发展。规范再生铝生产园区的法规和政策，引导拆解和加工企业进入园区共用环保设施，以解决“小、多、散”造成的环境污染；增加科技投入，提高金属回收率；逐步提高技术装备水平，推进企业升级，实现规模生产。

7.5 通过引进世界先进铝工业发展技术和人才以及建立“产学研”联盟等方式，建立和健全

适合铝工业循环经济发展，由替代技术、减量技术、再利用技术、资源化技术、系统化技术等构成的铝工业企业生态支撑技术体系。

7.6 提高环境监管能力，建立健全铝工业污染源日常管理、应急响应和事故处理的监测和监控体系。

7.7 建设具有高技术含量的信息基础设施和信息管理体系，充分发挥信息在行业管理、信息交流、技术支持、环境咨询等方面的作用。

7.8 积极宣传循环经济，树立铝工业循环经济示范企业。

7.9 建立公众参与机制和信息公开制度，制定公众参与的鼓励政策，形成公众参与的制度。建立行业的监督体系，强化社会监督机制。

7.10 编写年度环境报告书。环境质量报告书应包括污染物排放达标情况、污染物产生和排放强度变化情况、资源能源减量使用、废物减量排放、污染物监控管理措施及效果评价、废物处理处置等方面内容。

## **8 标准实施**

本标准由各级环境保护主管部门负责组织实施。

# 附录 A

(资料性附录)

## 铝工业发展循环经济延长产业链中的先进生产工艺技术清单

类别	序号	技术名称
资源综合利用类	1	降低铝土矿采矿贫化和损失技术
	2	铝土矿选矿尾矿综合利用技术(生产耐火材料、双快型水泥、复合吸水材料、铝硅合金、人造石材、低温陶瓷木材、墙体材料、保温隔热材料、硫酸铝、聚合氯化铝等铝盐制品、4A沸石)
	3	赤泥干法输送及堆存技术
	4	赤泥综合利用技术(生产水泥、新型建材、高效胶结剂、硅钙肥、新型环保陶瓷滤料)
	5	赤泥多级逆向洗涤,附液回收技术
	6	灰渣综合利用技术
	7	电解槽系列不停电、停开槽大修技术
	8	高品质阴极碳块生产技术
	9	电解槽阴极使用半石墨化或石墨化碳块技术
	10	氧化铝生产系统水资源综合处理及计算机实时监控技术
	11	全厂性污水处理(二次)及回用技术
	12	蒸发二次水回收利用技术
	13	废铝易拉罐的环保型脱漆技术
	14	再生铝熔炼三室反射炉技术
	15	铝灰资源化利用技术
节能和能源综合利用类	16	强化烧结法生产氧化铝技术
	17	袋滤机和板式换热器联合回收种分母液氢氧化铝浮游物和铝酸钠精制溶液热量技术
	18	氧化铝熟料窑低挥发份煤燃烧新技术
	19	重型机械设备齿轮传动自动喷油润滑技术
	20	板式蒸发技术

	21	氢氧化铝悬浮焙烧技术
	22	物理场技术
	23	浓相与超浓相输送技术
	24	模糊控制技术
	25	大型直降式可控硅整流技术
	26	干法净化技术
	27	大型预焙槽加锂盐铝电解生产技术
	28	风机、泵类设备变频改造技术
	29	降低铝烧损技术
	30	降低重熔油耗技术
	31	石油焦和无烟煤煅烧余热利用技术
	32	湿法无效应焙烧启动技术。
生态	33	“剥离—采矿—复垦”一体化技术
恢复类	34	赤泥坝复垦技术