

附件十五：

清洁生产标准 铅电解业

编 制 说 明

（征求意见稿）

《清洁生产标准 铅电解业》编制课题组

二 00 八年十月

目 次

1 概况	3
1.1 铅电解行业现状.....	3
1.2 铅电解生产工艺.....	5
1.3 技术装备及发展方向.....	6
1.4 资源能源消耗情况.....	6
1.5 环境污染情况.....	7
1.6 相关法律法规及产业技术政策.....	7
2 编制过程.....	8
3 适用范围.....	8
4 指导原则.....	9
4.1 制定清洁生产标准的基本原则.....	9
4.2 各项指标等级.....	9
5 制订标准的依据和主要参考资料.....	10
5.1 制订标准的依据.....	10
5.2 主要参考资料.....	10
6 编制标准的基本方法.....	10
6.1 方法概述与技术路线.....	10
6.2 生产工艺与装备要求的确定.....	12
6.3 资源利用指标的确定.....	13
6.4 产品指标.....	14
6.5 污染物产生指标（末端治理前）	14
6.6 环境管理要求指标.....	15
7 标准实施的技术可行性和经济分析.....	15
7.1 标准实施的经济分析.....	15
7.2 标准实施的技术可行性分析.....	15
7.3 标准实施的可操作性分析.....	16
7.4 与同行业排放标准对比分析.....	16
8 标准的实施.....	17

《清洁生产标准 铅电解业》编制说明

1 概况

节约能源、降低能耗，减少污染物排放，是转变发展思路、创新发展模式、提高发展质量、加快经济结构调整、彻底转变经济增长方式的重要途径，为此，“十一五”规划提出到2010年单位GDP能耗降低20%、主要污染物排放总量减少10%。

要实现“十一五”期间的两个约束性指标，根本的途径是改变过去高投入、高排放的经济增长方式和末端治理的环境保护机制，大力发展循环经济。循环经济是对传统经济发展观念、资源利用模式和环境治理方式的重大变革，有利于提高经济增长质量、节约资源能源和改善生态环境，是建设资源节约型、环境友好型社会，落实科学发展观、实现可持续发展的必然要求。循环经济要求在生产、流通和消费过程中遵循减量化、再使用和资源化原则，其直接效应就是节能、降耗、减排。

清洁生产是实现循环经济的主要方法之一，是21世纪工业生产的方向，也是我国工业实现可持续发展的重要保证。企业要实现清洁生产，必须有一个努力目标和判断标准。清洁生产标准就是企业努力的目标，也是企业是否实现清洁生产的判断标准。《清洁生产标准 铅电解业》（以下简称“本标准”）结合铅电解行业的特点，主要是从铅电解生产工艺过程入手，以粗铅—电铅产品生命周期分析的原理，提出五类指标，即生产工艺与设备要求、能源和资源利用指标、污染物产生指标、产品指标和环境管理要求。考虑我国铅电解行业的整体状况及各类不同企业之间的差别，将五类指标分为三个级别，以利于企业通过对比，了解同行业在清洁生产方面的国际先进水平、国内先进水平及国内平均水平，采取有效措施，改善生产管理，力争达到清洁生产的国际先进水平。标准的制订将进一步推动我国铅电解行业清洁生产工作的全面实施和发展，为企业开展清洁生产提供技术支持和导向，也可以为企业清洁生产绩效公告提供依据，使清洁生产工作更加标准化和规范化。

1.1 铅电解行业现状

1.1.1 铅电解行业发展情况

改革开放以来，我国有色金属工业取得了举世瞩目的成就。特别在“十五”期间，我国有色金属工业发展速度最快，经济效益最好，整体实力增长迅速，国际影响力显著提高，产业规模连续跨越，行业实力明显增强。2000～2005 年期间，包括铅在内的十种常用有色金属产量增长了 3.01 倍，年均递增 28.7%；2007 年达到 2360.5 万吨，连续七年位居世界第一。铅冶炼行业产能更是持续扩大，2000 年～2007 年我国铅产量见表 1—1 和图 1—1，从图中可以看出，近年来我国铅金属产量也呈稳步上升趋势。

表 1-1 铅金属近年产量（2000～2007）

年份(年) 项目	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
产量(万 t)	110	119.96	125	168	181.18	238	268	275.7
增幅	/	9.05%	4.2%	34.4%	8.0%	31.3%	12.6%	2.9%

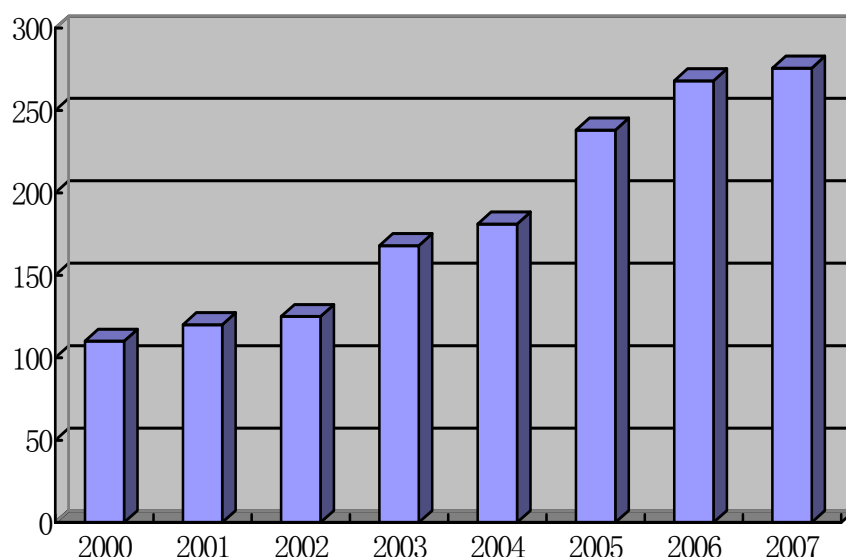


图 1—1 2000 年~2006 年铅金属产量走势图

1.1.2 铅电解行业存在的主要矛盾与问题

(1) 行业结构性矛盾突出

我国铅电解一般与粗铅冶炼相配套，2005 年底国内粗铅产能为 220 万 t，电解铅产能 280 万 t，电铅产能略大于粗铅产能。目前，我国矿产资源已远远不能满足现有冶炼能力需要，2005 年矿山采选的铅锌金属总量仅为铅锌冶炼产品产量的 48%，但利润水平却是冶炼行业的 1.43 倍，2006 年失衡状况更加严重。由于近年来铅锌冶炼行业盲目投资问题突出，在建铅产能达到 190 万 t，如果在建项目全部投产，我国铅冶炼及铅电解行业结构性矛盾将更加突出。

与粗铅冶炼相同，我国铅电解行业集中度不高。2001 年我国前 10 位铅企业产量占全国产量比例为 52%，2005 年降低为 41%。在国家产业政策多年引导下，近年来铅锌生产企业呈现大型化和综合化趋势，行业规模集中度逐步得到提高。2007 年我国精铅产量在 5 万吨及以上的企业 16 家，比 2006 年增加 1 家，合计产量 137 万吨，占全国总产量的 49.8%，比 2006 年提高 3.6 个百分点。

(2) 环保问题难于根治，且重视度不够

目前我国铅电解工业普遍存在的环保问题是精炼锅包括熔铅锅和电铅锅的污染问题，其主要污染物是铅蒸汽（“铅烟”）。由于国内铅电解企业的熔铅锅一般均为粗铅、残极冷态入锅，在铅锅表面形成一层厚厚的铜浮渣，甚至结块，再加上铜浮渣的捞渣设备一直沿用捞

渣盘，没有改进，需打开盖方能进行人工捞渣。锅面操作的一些设备如搅拌机、捞渣盘、铅泵在锅中更迭频繁完成各自不同的作业过程，即使一些大中型企业在锅上设置了密封罩，由于频繁开启，产生的铅烟也大部分逸散车间内。因此，即使在熔铅锅设置了侧吸风罩和收尘装置等通风除尘系统，对于铅烟的控制也基本上起不到大的效果，造成熔铅锅区域空气环境差，极大地影响操作工人的健康。

(3) 清洁生产水平落后于发达国家

与发达国家相比，我国铅电解行业存在能耗高、环境问题难以根治的问题。国外生产 1t 电解铅直流电耗只有 100kwh 左右，而国内电解铅企业则需 120~160kwh；国外粗铅初步火法精炼早已采用先进的液态入锅工艺，国内企业目前仍均为粗铅冷态入锅，既浪费能源，环境问题又得不到解决。

1.2 铅电解生产工艺

粗铅电解前，一般须先采用火法精炼除去铜，有时当粗铅是再生铅或锡火法精炼产出的焊锡电解后的粗铅时，尚需除去锡。我国粗铅在电解前一般只需除铜，除铜通常是采用熔析及硫化除铜法，典型铅电解精炼工艺流程见图 1-2。

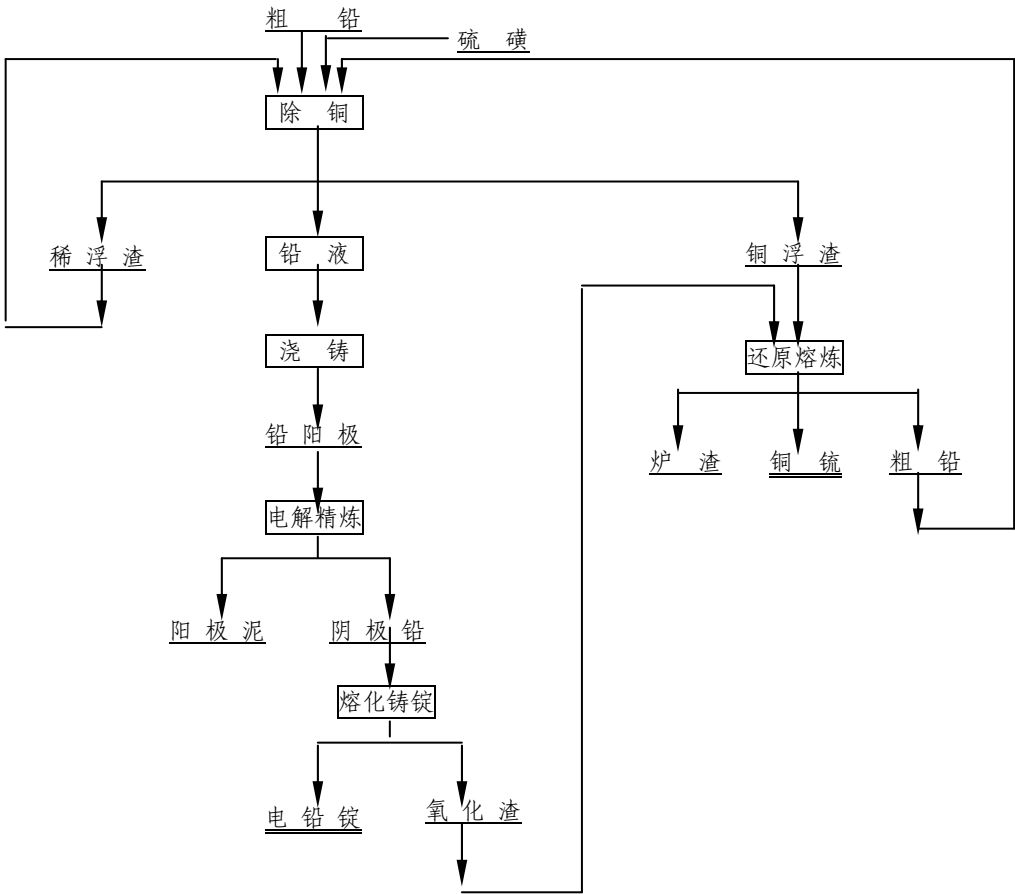


图 1-2 典型铅电解精炼流程图

1.3 技术装备及发展方向

粗铅电解精炼工艺在世界上主要为我国和日本、加拿大等所采用，西方国家普遍采用的是火法精炼。我国的粗铅精炼基本上均采用湿法电解工艺，仅在电解前熔铅锅部分根据粗铅成份有一小段火法除铜过程。

电解精炼的主体设备是电解槽，其槽体结构现在广泛采用单体式，由钢筋混凝土预制而成，内衬沥青胶泥或软聚乙烯塑料。电解前的粗铅预精炼和电解后的阴极铅熔铸及除杂质，均在精炼锅内进行，前为熔铅锅，后为电铅锅。

与近年来工艺、装备上取得长足发展的粗铅冶炼不同的是，一直以来，国内铅电解精炼工艺本身发展变化不大，但在设备的机械化和自动化程度方面发生了显著的变革，提高了劳动生产率，减轻了劳动强度，改善了劳动条件。主要表现在以下几个方面：

(1) 阳极铸型采用液压并采用微机控制，将过去人工控制铅液量、手工起板、平板和排板等工序变为铅液定容量浇铸、链钩起板、液压平整，再按同极距要求均匀旋转在排板机上，用桥式起重机直接吊入电解槽内；

(2) 精铅铸锭由手工作业变为精铅铸锭、打捆、码垛机组机械化作业；

(3) 始极片制造由手工作业变为始极片制造联动线机组机械作业，将始极片按同极等距要求置于排板机上，再用桥式起重机直接吊装入电解槽；

(4) 阳极泥的液固分离和洗涤用压滤代替渗滤和离心过滤；

(5) 电解液冷却成功使用抗腐蚀的空气冷却塔。

今后，铅电解装备将主要向粗铅液态入锅、设备大型化、自动化程度更高、能耗更小、更为环保的方向发展。国内 2005 年建成投产的曲靖铅锌联合冶炼基地，采用大极板电解工艺，第一次从日本引进了国内唯一的立模阳极板铸造机、铅阴极制造机、阴阳极自动排距机组和 DM 铸机组，从而机械化和自动化水平得到了较大提高，在技术装备上比处在国内领先地位的株冶、韶冶、豫光金铅等大大领先。目前国内大型企业使用的熔铅锅和电铅锅为 50~75t，曲靖铅锌基地的熔铅锅和电铅锅为 150t，其采用的铅电解槽和阴、阳极板也是国内同行业最大的。同时，曲靖铅锌基地使用了国际上普遍成功采用而国内尚无生产实际的短窑处理铜浮渣，与反射炉相比具有处理量大、热效率高、作业周期短的优点。

我国铅电解工艺技术与国外相差不大，但在自动化控制与成套装备方面有较大差距。今后主要的技术目标将研究开发电解过程电解液温度、pH 值等工艺参数的在线检测技术；电解过程的电流密度、电流效率优化控制技术；电解自动化生产线成套装备研制，包括始极片机组、阳极和阳极板整形机组、阴极和阴极洗涤剥片机组、残极洗涤打包机组和导电棒机组等自动化装置的研制和开发，以实现电解作业的自动化。

1.4 资源能源消耗情况

铅电解行业能源消耗一般以电解槽的直流电耗为主，其它一些辅助设备的使用会产生少量交流电耗，另外，反射炉或短窑的使用可能会涉及煤或重油等燃料的使用。从目前国内铅电解行业的整体水平来看，每吨电铅的直流电耗在 100~160kwh/t。

铅电解物耗则主要是硅氟酸，国内企业的单耗水平在 3~4kg/t 电铅左右。另外，在电解过程中还会有某些添加剂的使用，如骨胶、木质磺酸钙、木钠、β-苯酚等，不同的企业也可能会采用不同的添加剂。

表 1-2 列出了国内几家大型铅电解企业主要资源能源消耗水平情况。

表 1-2 国内铅电解企业资源能源消耗情况

单耗		企业 1	企业 2	企业 3	企业 4
直流电耗 (kwh/t)		90~108	120~165	120~125	143
硅氟酸 (kg/t)		3	2.2	4	4.5
添加剂	胶 (kg/t)	无数据	0.4~1	0.38~0.46	0.6
	木钠 (kg/t)	无数据	0.4~1	—	—
	β-苯酚 (kg/t)	无数据	—	13	20

1.5 环境污染情况

铅电解过程除阳极泥带走小部分电解液外，电解液基本可实现闭路循环，且一般不需净化，电解过程基本没有废水产生。因此，铅电解行业对环境的污染仍主要是在空气污染方面，主要的污染源即熔铅锅、电铅锅等精炼锅以及处理铜浮渣的反射炉或短窑。目前国内对熔铅锅及电铅锅铅烟的治理措施一般是密封罩及通风除尘系统，产生的废气经湿法收尘或布袋收尘后粉尘浓度一般可以达到 50mg/m³ 以下，再加上气量不大，经排气筒高空排放不会对厂区空气环境造成大的污染。但是，由于精炼锅尤其是熔铅锅的密封罩频繁开启，且锅面较大，产生的铅烟其实只有少部分进入通风除尘器，大部分散失在车间内，对电解车间操作工人的劳动环境造成较大影响。因为目前国内对这种无组织产生的铅蒸气尚无妥善的处理对策，各电解铅厂均存在一定的环境问题。

1.6 相关法律法规及产业政策

《中华人民共和国大气污染防治法》第三十六条规定，“向大气排放粉尘的排污单位，必须采取除尘措施。严格限制向大气排放含有毒物质的废气和粉尘；确需排放的，必须经过净化处理，不超过规定的排放标准”。根据法律规定，铅电解企业熔铅锅、电铅锅等设施及其它生产装置产生的含尘的废气均须进行防治污染处理。

《中华人民共和国水污染防治法》第二十二条规定，“企业应当采用原材料利用率高、污染物排放量少的清洁生产工艺，并加强管理，减少水污染物的产生”。

《中华人民共和国清洁生产促进法》第二十六条规定，“企业应当在经济技术可行的条件下对生产和服务过程中产生的废物、余热等自行回收利用或者转让给有条件的其他企业和个人利用”。第二十八条规定，“企业应当对生产和服务过程中的资源消耗以及废物的产生情况进行监测，并根据需要对生产和服务实施清洁生产审核。污染物排放超过国家和地方规定的排放标准或者超过经有关地方人民政府核定的污染物排放总量控制指标的企业，应当实

施清洁生产审核。使用有毒、有害原料进行生产或者在生产中排放有毒、有害物质的企业，应当定期实施清洁生产审核，并将审核结果报告所在地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门和经济贸易行政主管部门。”

《有色金属工业环境保护设计技术规范》（YS5017—2004）规定：“有色金属工业环境保护设计必须坚持清洁生产、以防为主、防治结合、以新带老、综合治理、达标排放、总量控制的原则。”规范设置了“清洁生产”一章，从原材料、生产工艺、技术和装备、余热利用、废物回收、清洁生产审计等方面作出了规定，指出新建冶炼项目生产用水重复利用率宜在90%以上。另外，该规范还规定：“凡产生铅尘的场所，应设排烟净化装置。”

《铅锌行业准入条件》（2007年第13号公告）中对铅冶炼行业新建和现有项目的规模、工艺与有关技术指标作出了明确规定，具体如下：

（1）“新建铅冶炼项目，单系列铅冶炼能力必须达到5万吨/年（不含5万吨）以上，企业自有矿山原料比例达到30%以上。允许符合有关政策规定企业的现有生产能力通过升级改造淘汰落后工艺改建为单系列铅熔炼能力达到5万吨/年（不含5万吨）以上”；

（2）“新建铅冶炼电铅直流电耗降低到120千瓦时/吨，……现有铅冶炼企业：电铅直流电耗降低到121千瓦时/吨，铅电解电流效率大于95%”；

（3）“新建铅冶炼项目：铅精炼回收率大于99%”；

（4）“企业必须依法实施强制性清洁生产审核”。

2 编制过程

2006年11月，承担标准编制工作；

2006年12~2007年3月，通过大量文献、资料调研，完成前期准备工作，按照国家环保部行业清洁生产标准的编制原则和框架要求，拟定开题报告；

2007年4月~7月，对国内铅电解企业进行现场考察与函件调查，调查对象主要为年产5万吨电铅以上的大中型企业和部分中小型企业（1~5万t/a），被调查企业总产量占全国电铅总产量的40%左右；

2007年7月~8月，根据调查数据统计，结合相关文献数据整理调研工作，通过向行业内专家咨询讨论，确定清洁生产指标限值；

2007年9月，编制完成铅电解行业清洁生产标准与编制说明征求意见稿初稿；

2008年9月，环境保护部标准处在京组织召开开题论证会，与会专家对标准框架与技术内容进行了讨论，会后，按照专家意见对标准与编制说明进行了补充完善，形成征求意见稿。

3 适用范围

本标准适用于铅电解行业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告，也适用于环境影响评价和排污许可证等环境管理工作时参考。

铅电解企业包括现有、新建、扩建、改建的电铅生产企业。

4 指导原则

4.1 制定清洁生产标准的基本原则

“清洁生产标准”要符合国家对铅电解行业现行的各项产业政策、法律、法规，按照产品生命周期分析理论的要求，体现全过程污染预防思想，并覆盖从原材料的选取到生产过程和产品的处理处置等各个环节。

具体原则如下：

- (1) 符合清洁生产思路，体现预防为主的原则；
- (2) 符合铅电解行业的技术标准和规定，在某种程度上严于本行业的技术标准和规定；
- (3) 促进铅电解行业向产能集中化、设备大型化、工艺先进化、生产清洁型、技术先进型方向发展；
- (4) 从工艺、设备、资源与能源消耗、排污、产品、环境管理等几个方面定性或定量地设定清洁生产基准值，企业采取的工艺装备将成为判定其清洁生产水平的重要依据；
- (5) 铅电解过程基本没有废水外排，主要污染是废气污染，其特征污染物是熔铅锅、电铅锅及小铅锅产生的细微金属颗粒物，即通常所称的“铅烟”。因此，本标准污染物产生指标采用颗粒物（铅尘）与铅的吨产品产生量作为考核指标；
- (6) 基准值设定时综合考虑国内外的铅电解工业现有技术水准和管理水平，并要有一定的促进作用；
- (7) 新发布的《铅锌行业准入条件》中的相关指标已基本达到国外发达国家的水平或国内先进水平，因此，将作为本标准中相关定量指标确定的重要参考依据；
- (8) 对难以量化、不宜设定基准值的指标，给出明确的限定或说明；
- (9) 力求实用和可操作，尽量选取铅电解行业 and 环境保护部门常用的指标，以易于企业和审核人员的理解和掌握。

根据前述适用范围的要求，拟将各项指标分为三级，低于三级的为不符合清洁生产要求。

4.2 各项指标等级

(1) 一级指标

基本达到国际上铅电解行业清洁生产先进水平，此级指标可作为清洁生产审核时的参考，以比较发现差距，从而寻找清洁生产机会。国际清洁生产先进水平指标采用公开报道的国际先进水平数据。

(2) 二级指标

达到国内铅电解行业清洁生产先进水平，此级指标可作为国内企业清洁生产绩效公告评定的依据。国内清洁生产先进水平指标采用公开报道的国内先进水平数据，并参考国内部分先进水平企业的统计数据。

(3) 三级指标

达到国内一般清洁生产水平，即清洁生产基本要求。该级指标是根据我国铅冶炼行业实

际情况及有关的统计数据,按清洁生产对生产全过程采取污染预防措施要求应达到水平指标而形成的。

5 制订标准的依据和主要参考资料

5.1 制订标准的依据

- (1) 2005年环境保护标准计划:“清洁生产标准25项”
- (2) 国家环境保护总局,“清洁生产审核暂行办法”(环发[2004]16号)
- (3) 中华人民共和国清洁生产促进法(2003年1月1日实施)
- (4) 发改委、环保总局、科技部等,“关于加快推行清洁生产的意见”(2003年10月20日)
- (5) 《铅锌行业准入条件》等相关产业政策
- (6) 《清洁生产标准 制订技术导则》

5.2 主要参考资料

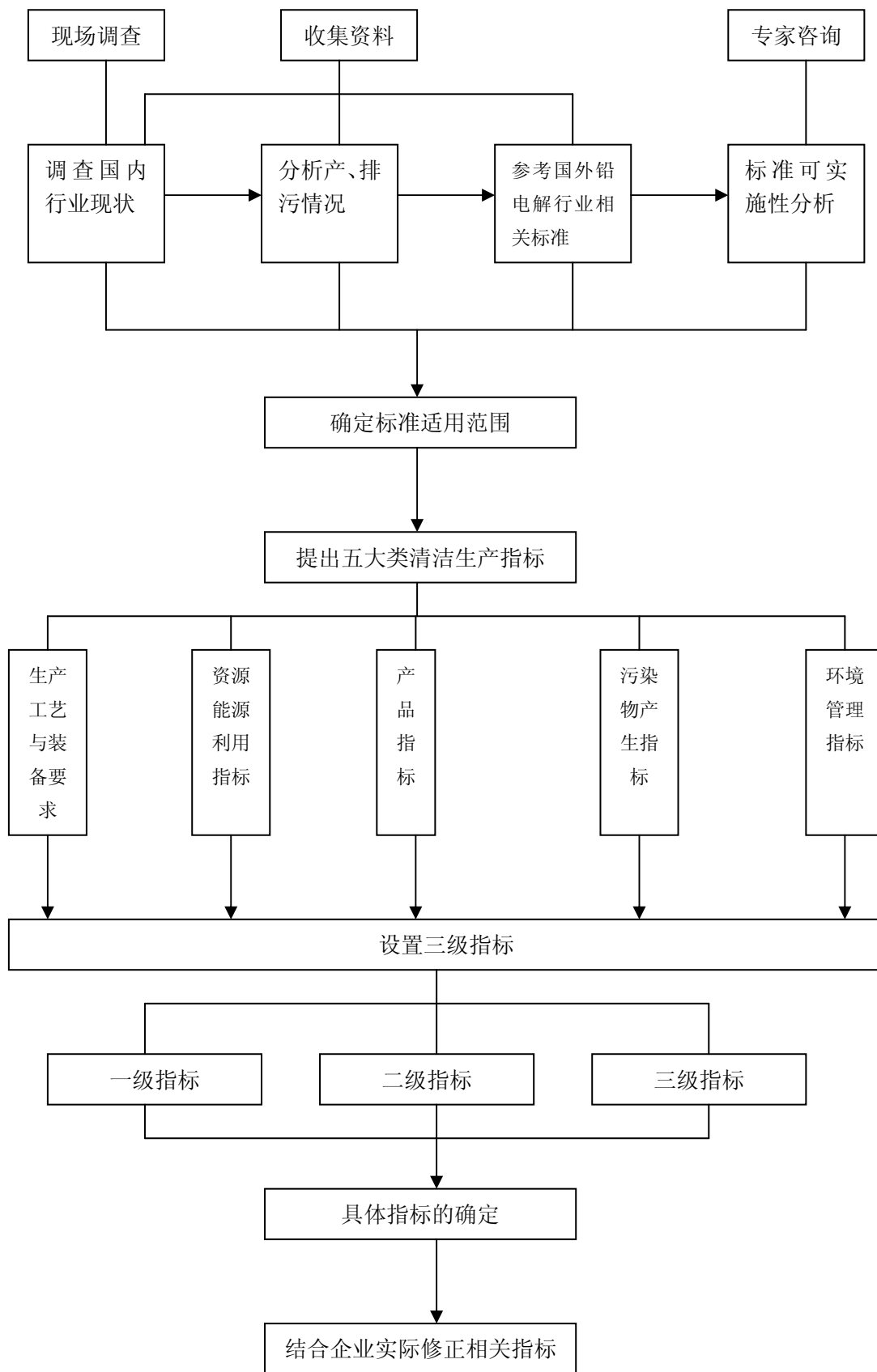
- (1) 《重有色金属冶炼设计手册》编委会,重有色金属冶炼设计手册 铅锌铋卷(铅冶炼篇),北京:冶金工业出版社,1995;
- (2) 《铅锌冶金学》编委会,铅锌冶金学,北京:科学出版社,2003.3;
- (3) Integrated Pollution Prevention and Control(IPPC),Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries,December 2001;
- (4) 《有色金属工程设计项目经理手册》编委会,有色金属工程设计项目经理手册,北京:化学工业出版社,2002.10;
- (5) 中国有色金属学会重冶学术委员会,中国重有色金属工业发展战略研讨会暨重冶学会第四届学术年会论文集,北京,2003。
- (6) 铅电解企业调查表等资料。

6 编制标准的基本方法

6.1 方法概述与技术路线

本标准的制订严格按照清洁生产的定义,遵循生命周期分析的方法确定五个方面的指标,即:生产工艺与装备要求、资源能源利用、产品、污染物产生和环境管理。立足行业特征和企业实际,根据国家颁布的清洁生产促进法,以及一系列有关清洁生产、环境保护方面的法规、标准和规范,参照国内外先进经验,将行业发展和环保法规有机地结合,通过对企业生产环节提出要求,实现环境保护和可持续发展的协调统一。

标准编制技术路线如下。



6.2 生产工艺与装备要求的确定

6.2.1 工艺指标

世界上精铅生产采用电解精炼的国家主要是中国、日本、加拿大等国家，西方国家多为火法精炼工艺。目前粗铅电解精炼工艺已相当成熟，各国铅电解工艺基本流程是一样的，不同企业之间也是大同小异，即粗铅先经过初步的火法精炼除铜（有的时候还需除锡），除铜后的粗铅在熔铅锅内铸阳极板后，与始极片一起放入电解槽进行电解除杂，金属铅在阴极板上析出，而贵金属、铋、碲等杂质进入阳极泥中，另行进行回收精炼；电解后的残阳极返回熔铅锅熔化，阴极板在电铅锅熔化并进一步去除杂质后铸锭，同时生产始极片。

尽管如此，我国与发达国家铅电解行业的工艺水平仍存在一定差距，国外先进铅电解企业采用的大极板电解、阳极立模铸造等工艺，不但大大提高了自动化水平和生产效率，而且降低了能耗、物耗。目前，我国云南新立公司采用了大极板工艺，其相关指标均优于同类企业。

6.2.2 装备指标

铅电解主体装备是熔铅锅、电解槽、电铅锅，以及制板设备、捞渣设备、铸锭设备、残极洗刷设备等附属装备。行业所采用的生产装备的先进程度，直接关系到生产过程自动化水平、资源消耗、能耗和劳动生产率的高低。也就是说，铅电解企业的清洁生产水平，往往反映在设备的大型化、先进程度、机械化与自动化水平等方面。

目前国内设备规模最大的为云南新立公司曲靖冶炼厂，熔铅锅与电铅锅容量均达到了150t。大型化的熔铅锅与电铅锅对提高捞渣效率和机械化水平、降低铅烟污染、污染源集中以利于处理具有一定的意义。国外精炼锅的最大容量已达到350t，年产10万t精铅的工厂，各工序每天仅需操作一锅，有利于提高劳动生产率。株冶、韶冶等大型企业的熔铅锅、电铅锅均为60t~75t左右，仍存在一定的提升空间。

在火法精炼方面。日本契岛冶炼厂与我国熔铅锅与鼓风炉距离较远、粗铅先铸锭再与残极冷态入锅的情况不同，其熔铅锅、阳极铸造设备、铜浮渣处理设备等是与鼓风炉熔炼车间配置在一起的。从鼓风炉或电热前床流出的高温铅液直接通过溜槽流入铅锅，铅锅为三用（1[#]、2[#]、3[#]）一备（4[#]），1[#]、2[#]、3[#]铅锅形成一个铅液循环系统，各铅锅高差约250mm。鼓风炉电热前床的铅液由溜槽直接流入1[#]熔铅锅，1[#]铅锅内吊冷粗铅大锭熔化兼调节铅液温度，1[#]铅锅内铅液靠落差直接流入2[#]中间锅并加残极，残极为逐块机械加入，锅盖上加有硫磺料斗，料斗下接给料螺旋以便必要时加硫除铜等杂质，同时在铅液溜槽中由自动捞渣机完成捞渣工作，而后铅液流入3[#]浇铸锅。由于粗铅热态入锅，可充分利用鼓风炉产出的高温液态铅的热量，达到了节能的目的；而且铅液循环，采取机械连续捞取铜浮渣的方式，铜浮渣不会结块，不需打开锅盖取渣；同时，残极也是机械连续、逐块加入。由于做到了以上几点，其熔铅锅的锅盖便可固定，不需频繁开启，彻底解决了我国现存的熔铅锅面的铅烟污染问题。目前国内企业在铅精炼中尚无一家做到粗铅液态入锅，由于该工艺对各设备及整个系统的机械化与自动化水平要求很高，改造投资也相当大，无论对于现有企业还是新建企业，都具有

较大的实施难度，因此，标准中将其定为一级指标。

从日本契岛冶炼厂生产情况来看，该厂铅电解过程机械化与自动化水平很高。由于粗铅热态入锅，熔铅锅铅液入锅、加药、加残极、捞渣均可实现自动化。熔铅锅采用固定钢制锅面，同时由于铜浮渣不会结块，可机械连续进行捞渣，彻底解决了火法过程中存在的环保问题。另外，该厂还采用了阳极立模铸造机、DM机、阴极制造机组、阴阳极自动排距机、阴阳极吊架、两段残极洗刷机、阴极洗涤及自动抽棒机组、熔铅锅连续扒渣捞渣机、电铅锅自动耙渣机等一系列自动化程度较高的设备，大大提高了企业的生产效率、产品质量、自动化水平和清洁生产水平。该厂电铅锅环保问题也解决得比较好，采用耐500℃帆布皱折可收放环保烟罩，并分设两个单独的通风除尘系统，大大降低了铅蒸汽的影响，而且由于使用了自动耙渣机，避免了我国普遍采用的人工捞渣可能导致的对人体的危害。目前，云南新立公司已对该厂部分设备如阳极竖模铸造机、DM机及阴极制造机组、阴阳极自动排距机等进行了引进。

本指标的确定结合国内企业现状和技术装备发展方向，从火法精炼装置、精炼锅大小、机械化及自动化水平方面规定了一、二、三级清洁生产水平企业应达到的要求。

6.3 资源利用指标的确定

资源利用指标主要包括有价值元素回收率、物耗及能耗等。在铅电解工业中，企业清洁生产水平主要体现在电解过程中铅直收率、直流电耗、硅氟酸耗等指标上。

6.3.1 铅直收率

铅直收率主要依据铅锌行业准入条件与国内企业实际生产情况确定。

《铅锌行业准入条件》中规定，新建铅冶炼企业铅精炼回收率大于99%。而根据2006年全国铅冶炼行业统计数据，铅精炼回收率为98.49%。该回收率既包括电解过程铅的直接回收，也包括综合回收过程中铅的回收。实际生产过程中，铅电解直收率达到99%是很困难的，因此，本标准将一级指标定为99%。根据企业调查情况，目前国内大型铅冶炼企业铅电解直收率一般可达到97%及以上，因此，将二、三级指标分别定为98%、97%。

6.3.2 直流电耗

铅电解直流电能单耗决定于电流效率和槽电压，可按下式计算：

$$\text{直流电单耗 (KW} \cdot \text{h/t)} = \text{槽电压} \times 10^3 / (\text{电流效率} \times \text{铅电化当量})$$

铅的电化当量为3.865g/(A·h)。一般情况下，阴极铅直流电耗为110~150kW·h/t，目前我国几家大型企业的直流电耗为120~145 kW·h/t不等，管理完善的企业，电流效率已达到98.83%，槽电压可达到0.38V，直流电耗可控制在100 kW·h/t，但能够做到这种程度的企业为数极少，比较先进的大型企业直流电耗一般在110~130 kW·h/t之间。2006年国内铅电解直流电耗平均水平为137.75 kW·h/t，象株冶这样的大型企业直流电耗为126kW·h/t。《铅锌行业准入条件》中规定，新建铅冶炼项目电铅直流电耗降低到120 kW·h/t以下，现有铅冶炼企业电铅直流电耗降低到121 kW·h/t以下。

为促进企业改进设备工艺，降低能耗，并结合行业现状及现有产业政策，本标准将电铅

直流电耗一、二、三级清洁生产指标分别定为110 kW·h/t、115 kW·h/t、121 kW·h/t。

6.3.3 硅氟酸耗

在铅电解过程中，由于跑、冒、滴、漏、蒸发以及阳极泥附着等原因，会使硅氟酸损耗，一般为3~4 kg/t电铅。当阳极品位高、阳极泥过滤洗涤措施较完善时，可明显降低硅氟酸的耗量。根据调查，国内企业较好的硅氟酸消耗指标为2.2 kg/t电铅，大型企业相对酸耗较小，约70~80%的大型企业硅氟酸单耗在3~4 kg/t电铅之间，也有个别企业耗量较高，如某企业硅氟酸单耗在5 kg/t电铅以上。

综合考虑，本标准中硅氟酸耗指标一级标准定为2kg/t电铅，二级标准定为3.0 kg/t电铅，三级标准定为4 kg/t电铅。

6.4 产品指标

目前国内铅电解企业生产的产品基本上均是一号电铅（Pb99.994%）。本标准规定，符合清洁生产一、二级要求的企业电铅产品应达到现行标准GB/T469—2005《铅锭》中一号电铅的质量要求，符合清洁生产三级要求的企业电铅产品应达到GB/T469—2005《铅锭》相应牌号电铅的质量要求。

6.5 污染物产生指标（末端治理前）

6.5.1 颗粒物产生量

铅电解行业废气污染源主要是熔铅锅、电铅锅、小铅锅等，主要污染物是含铅颗粒物。根据国内众多冶炼厂电解车间的监测数据，熔铅锅、小铅锅、电铅锅废气中颗粒物产生浓度约357.1~1500mg/m³。表6-1为调查统计的各大中型铅电解企业单位产品废气产生量与污染物产生浓度。

表 6-1 国内铅电解企业资源能源消耗情况

单耗	熔铅锅	电铅锅	小铅锅
单位产品废气产生量 (m ³ /t 电铅)	7360.1~11458.8	7360.1~9582.6	1731~3125
颗粒物产生浓度 (mg/m ³)	614.3~1500	357.1~1000	904~1250

从表中可见，电解铅生产过程的污染物主要产生于熔铅锅与电铅锅。根据计算统计，国内大中型铅电解企业生产1t电铅，颗粒物产生量约为17.1~27.7kg/t电铅，该数据在国内应处于比较低的水平。因此，本标准中将该指标的二级标准定为15kg/t电铅，三级标准定为20kg/t电铅。从国外同行业企业生产的调查情况来看，一些较先进的企业如日本契岛冶炼厂等，已经凭借工艺、设备的改进完全消除了熔铅锅的产污，其吨铅颗粒物产生量预计削减一半以上。因此，该指标一级标准定为10kg/t电铅。

6.5.2 铅产生量

铅电解所用各类铅锅产生的颗粒物成分以铅及氧化铅为主，含铅70~80%。因此，将铅产生量一、二、三级指标值分别定为8 kg/t电铅、12 kg/t电铅、16 kg/t电铅。

6.6 环境管理要求指标

在环境管理要求这个指标中无论是达到一级、二级还是三级水平，首先企业在生产活动中必须遵守国家和地方有关环境法律、法规，设专门环境管理机构和专职管理人员，并且按照铅电解企业清洁生产审核指南的要求进行了审核。同时本项指标对生产管理、废物管理、清洁生产审核3个方面提出了要求。

一级指标：要建立国际标准化环境管理体系ISO24001；

二级指标：要对生产过程中的环境因素进行控制，有严格的操作规程。建立清洁生产审核制度、较完备的生产管理制度和各种环境管理制度，特别是固体废弃物转移制度；

三级指标：要对生产过程中的主要环境因素进行控制，有操作规程，建立清洁生产审核制度、生产管理制度的必要的环境管理制度。

7 标准实施的技术可行性和经济分析

7.1 标准实施的经济分析

本标准指标包括定性和定量要求，定性要求给出明确的限定或说明，对电解铅的生产工艺、装备和生产及环境管理提出操作和管理上的要求，部分需要投入一定量的资金即可达到，从某种意义上说，企业可以在经济上接受这一要求。

另一类指标是定量要求，其指标用数值表示，例如：直流电耗、硅氟酸耗、铅直收率等，这些指标是属于铅电解行业企业内部管理和考核的经济指标，因此，不会给企业增加任何经济负担。颗粒物产生量是末端处理前的污染物产生指标，对污染防治设施并未提出强制性要求，不会增加企业投资，同时该指标也是环保部门最常用的指标，一般企业或地方环保部门都具有测试分析的条件和能力，不需要另行投资。因此，本标准的实施在经济方面是可行的。

7.2 标准实施的技术可行性分析

本标准的提出是以清洁生产的基本要求，考虑了我国铅电解行业的生产特点与现实状况，从当前与未来环境保护形势对行业发展趋势的影响角度出发而制订。标准中各项指标数值的确定主要以国内铅电解行业的实际技术经济指标为依据，并参考了国外先进水平。

生产工艺与装备指标三级指标以国内企业现有水平为主要依据，一般企业只需进行适当技术改造、加强管理即可达到，二级指标则以少数较先进的国内大型企业为标准确定，一级指标则以国外现有的先进企业技术水平为要求，对国内新建企业的设计和施工提出了更严格的标准和更高的要求，现有企业通过逐步的技术改造或整体改造仍可以达到。

资源能源利用指标和产品指标选择了铅电解行业最常用的技术经济指标，参考了国内铅电解行业的实际技术水平，达到清洁生产二级水平在技术上难度不大，个别企业在某些指标上甚至已可以达到一级水平。

污染物产生指标针对铅电解行业的产污特点，选择了行业特征污染物颗粒物作为考核依据，其指标值也以国内企业的实测数据作为确定依据，企业在对工艺、设备进行适当改造并加强生产期管理的前提下，达到标准在技术上的难度不大。

环境管理指标以我国现行的相关法律法规和行业管理制度为依据,对铅电解企业的管理水平按清洁生产一、二、三级水平提出了不同的要求,目前国内管理较完善的大型企业已基本可以达到一级或二级水平。

综上所述,本标准的实施在技术上是可行的。

7.3 标准实施的可操作性分析

为使本标准实施具有较强的操作性,根据对本次调查的16家国内铅电解企业可得到的技术经济指标数据进行指标测定,部分大型铅电解企业或铅锌联合企业达到二级水平的难度不大,但各项指标均达到一级指标的企业国内目前尚不存在,初步测算本标准基本可行。本标准调查企业达标统计情况见表8-1。

表 8-1 被调查企业达标情况统计

清洁生产指标等级	一级	二级	三级
一、生产工艺与装备要求			
1. 工艺 ^①	1	15	
2. 装备			
2.1 火法精炼装置	0	16	
2.1 熔铅锅（t）	2	2	9
2.2 电铅锅（t）	2	2	9
2.3 机械化与自动化水平	0	3	11
二、资源能源利用指标			
1. 铅直收率/（%）	0	2	7
2. 直流电耗/（kWh/t 电铅）	1	2	6
3. 硅氟酸耗/（kWh/t 电铅）	0	4	7
三、产品指标			
1. 电铅质量/（%，质量分数）	16		
四、污染物产生指标（末端治理前）			
1. 颗粒物产生量/（kg/t 电铅）	0	2	10
2. 铅产生量/（kg/t 电铅）	0	2	10
五、环境管理要求			
1. 环境法律法规标准	16		
2. 组织机构	13		3
3. 环境审核	5	9	
4. 废物管理	16		
5. 生产管理与环境管理	5		7

7.4 与同行业排放标准对比分析

《铅、锌工业污染物排放标准》目前尚未正式公布,其报批稿中相关标准值列于表7-2。

表 7-2 本标准与该行业污染物排放标准对比

铅锌工业污染物排放标准			本标准			
指标	现有企业	新建企业	指标	一级	二级	三级
颗粒物 (mg/m ³)	100	80	颗粒物产生量 (kg/t粗铅)	10	15	20
铅及其化合物 (mg/m ³)	10	8	铅产生量 (kg/t粗 铅)	8	12	16

据统计，铅电解企业各类铅锅废气排放量约16000~24000m³/t电铅，如按排放标准中现有企业的颗粒物与铅及其化合物的排放标准计，则每吨电铅颗粒物排放量约为1.6~2.4kg/t粗铅，铅排放量约为0.16~0.24kg/t粗铅；如按排放标准中新建企业颗粒物与铅及其化合物的排放标准计，则每吨粗铅颗粒物排放量约为1.3~2.0kg/t粗铅，铅排放量约为0.13~0.2kg/t粗铅。本标准所定的颗粒物与铅的产生量，如采用布袋除尘器，去除效率达到99%以上，则满足排放标准要求。可见，本标准中所定指标值基本与铅冶炼行业排放标准相符合。

8 标准的实施

本标准由各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。