

附件三：

# 《电池工业污染物排放标准》 编制说明

（二次征求意见稿）

《电池工业污染物排放标准》编制组

二〇一一年一月

项目名称：电池工业污染物排放标准

项目统一编号：198

承担单位：中国轻工业清洁生产中心、中国电池工业协会

编制组主要成员：宋云、孙晓峰、曹国庆、李键、张琳、郭逸飞

标准所技术管理负责人：周羽化、宫玥

标准处项目负责人：胡林林

# 目 录

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	行业概况.....	2
2.1	电池分类.....	2
2.2	经济运行情况.....	3
2.3	电池行业发展趋势.....	5
2.4	行业在其它国家和地区发展概况.....	6
3	标准制订的必要性分析.....	8
3.1	国家及环保主管部门的相关要求.....	8
3.2	国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求.....	8
3.3	行业发展带来的主要环境问题.....	8
3.4	现行环保标准存在的主要问题.....	10
4	行业产排污情况及污染控制技术分析.....	11
4.1	锌锰/锌银电池生产工艺及污染治理分析.....	11
4.2	铅酸蓄电池生产工艺及污染治理分析.....	17
4.3	镉镍、氢镍电池生产工艺及污染治理分析.....	22
4.4	锂离子电池生产工艺及污染治理分析.....	25
4.5	太阳能电池生产工艺及污染治理分析.....	27
5	行业排放有毒有害污染物环境影响分析.....	28
5.1	水污染物环境影响分析.....	28
5.2	大气污染物环境影响分析.....	30
6	标准主要技术内容.....	31
6.1	标准适用范围.....	31
6.2	标准结构框架.....	32
6.3	术语和定义.....	32
6.4	水污染物排放标准制订依据.....	32
6.5	大气污染物排放标准的相关说明.....	45
7	实施本标准的环境效益及经济技术分析.....	51
7.1	实施本标准的环境（减排）效益.....	51
7.2	实施本标准的技术经济分析.....	52
8	标准第一次征求意见情况.....	53
9	主要参考文献.....	53

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

根据《关于公布 2003 年度环境标准编制单位名单的通知》（国家环保总局办公厅环办函[2003]508 号），制订《电池工业污染物排放标准》，项目统一编号：198。

标准制订承担单位：中国轻工业清洁生产中心、中国电池工业协会。

## 1.2 工作过程

### 1.2.1 相关调查、研究工作

#### （1）资料查阅

在标准制定的过程中，主要查阅了以下资料：我国电池工业基本情况：主要生产企业、生产规模、工艺路线、能源消耗、发展趋势等。国外电池工业污染物控制方法及相关污染物排放标准限值。国内外电池工业清洁生产工艺技术以及污染物相关处理技术。

#### （2）对国内主要电池工业企业进行调研

本标准调研工作采用了到生产企业实地调研及函调相结合的方式。

污染源函调范围：电池百强企业。

调研主要内容：

##### ①生产工艺

电池企业生产所采用的工艺路线、生产规模以及原材料、能源消耗情况。

##### ②污染物产生情况

对所有重点调研企业的生产工艺流程进行现场了解，重点了解工艺布局、清洁生产等情况，对电池企业生产全过程的污染物的产生点、产生量及内含主要污染物、污染物排放去向等进行了重点调研。

##### ③污染物处理现状

对调研企业现有污染物处理装置的处理工艺流程、原理、效果、主要设备及投资费用、处理费用、污染物排放去向进行了调查研究。

##### ④水质监测状况

对企业水质监测能力、监测项目、方法、主要仪器、设备及人员配备情况进行了调查研究。

### 1.2.2 标准开题论证会情况

2004 年 6 月 2 日，原国家环境保护总局科技标准司在北京主持召开了《电池工业污染物排放标准及测量方法》开题报告的专家评审会。参加评审会有原国家环保总局科技标准司、原国家环保总局污控司、原国家环境保护总局评估中心、中国环科院、北京市环科院、湖南轻工业研究院、北京理工大学、中国电池工业协会、深圳比亚迪集团、上海白象天鹅电池有限公司、福建南平南孚电池有限公司、广州市虎头电池集团公司、中银（宁波）电池有限公司、重庆力可达电池有限公司、中国环境报以及编写单位中国轻工业清洁生产中心的代表，并组成了专家评审组。专家与代表听取了《电池工业污染物排放标准》编制组对该标准开题报告的介绍，并进行了认真质询和讨论，一致认为，《标准》开题报告是通过大量的调查研究、征求了有关技术及环保专家的意见。

见后编制而成的,《标准》开题报告中主要污染因子设置基本合理、编制组配置和数据采集方式有效,能够科学保证采集数据的真实性。《标准》开题报告的编制为今后《标准》的制定工作打下了良好的基础。

为提高电池工业环境标准制定的科学性、合理性和适用性,专家组提出了具体意见和建议如下:

一、标准制定的实施应有利于电池行业产业、产品结构调整,促进新技术、新工艺、新材料的应用,有利于行业可持续发展,并与国际相关环保标准接轨,与其它行业标准衔接。

二、依据我国电池行业的国情与特点,为使制定的标准利于行业管理和可操作性,建议标准分为电池装配厂和原材料、原器件生产厂两种污染物排放标准限值。新扩改和老企业执行不同时间段一、二类标准;污染因子分一类污染物和二类污染物。

三、污染因子的确定。编制单位通过企业调研,在生产工艺全过程分析的基础上,筛选出污染控制因子,并阐明选择原则以及标准指标确定的原则。

### **1.2.3 完成征求意见稿及编制说明,公开征求意见**

标准编制组考虑生产工艺及污染控制技术,参考国内外相关排放标准确定排放限值,于2008年1月完成了《电池工业污染物排放标准》(征求意见稿)的编制工作。2008年2月2日,环境保护部发布办公厅函,对《电池工业污染物排放标准》(征求意见稿)及其编制说明进行广泛公开征求意见。

### **1.2.4 完成二次征求意见稿及编制说明**

在完成《电池工业污染物排放标准》征求意见工作后,编制组发现行业发展状况发生了重要变化,太阳能电池和锂电池作为新兴产业,在2009年其销售额已经分别跃居电池行业的第一位和第三位;并且铅酸电池等行业因为大气污染导致的铅污染事件时有发生,且部分事件影响重大,社会关注度高,迫切需要改变原有计划对水、气污染物分别进行规定的思路,这也是标准体系设置的最新要求,同一行业的水污染物排放限值和大气污染物排放限值合并在同一标准发布,便于标准的执行。因此,根据行业发展变化情况、污染综合控制思路以及《国家排放标准中水污染物监控方案》等相关新规定,编制组于2010年年底完成了《电池工业污染物排放标准》(二次征求意见稿)的编制工作。

与第一次征求意见稿相比,二次征求意见稿进行了较大调整,主要包括以下几个方面:

(1) 适用范围增加了锂电池、太阳能电池两个行业类别。目前,本标准能够基本涵盖整个电池行业,提高了标准的适用性。编制组针对锂电池和太阳能电池的行业现状开展了相关调研工作,制定了具体的排放限值。

(2) 增加了大气污染物排放限值。编制组对锌锰、镉镍、铅酸、锂、太阳能等电池生产企业进行了实地考察,完善补充了大气污染物排放控制的相关内容。

(3) 进一步完善和规范了编制说明的相关内容。

## **2 行业概况**

### **2.1 电池分类**

电池行业品种繁多,主要电池分类如图2-1所示。

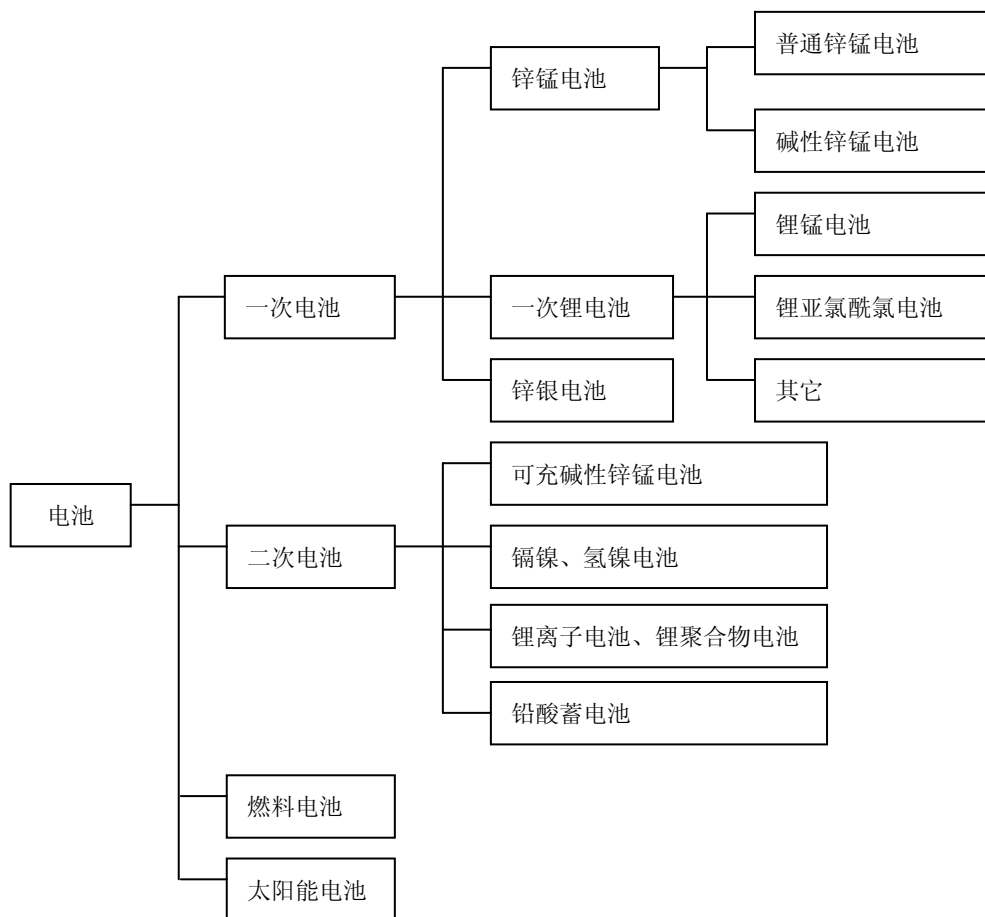


图 2-1 常用电池分类

## 2.2 经济运行情况

近年来，我国电池产量连续增长，2008 年电池产量约为 344.4 亿只，比 2007 年增长 2.11%，2008 年电池销售额达到 2424.59 亿元，电池出口量达到 256 亿只，出口额约 92 亿美元。2008 年我国电池行业运行基本情况如表 2-1 所示。

表 2-1 我国电池行业经济运行基本情况<sup>1</sup>

项 目			2008 年	2007 年	同比增加 (%)
生 产	电池总产量		344.4	337.27	2.11%
	其 中	一次电池 (亿只)	309.7	300.7	2.57%
		小型二次电池 (亿只)	34.65	36.57	-5.26%
		铅酸蓄电池 (万 kVAh)	9077	8882	2.20%
	电池总产值 (亿元)		2424.59	1640	47.84%
出 口	电池出口总量 (亿只)		255.89	251.68	1.67%
	其 中	一次电池 (亿只)	226.60	220.93	2.57%
		小型二次电池 (亿只)	27.73	29.27	-5.26%
		铅酸蓄电池 (亿只)	1.56	1.48	5.41%
	电池出口创汇额 (亿美元)		91.85	80.46	14.16%
进 口	电池进口总量 (亿只)		75.47	75.01	0.61%

<sup>1</sup> 来源于中国电池工业协会统计数据。

项 目			2008 年	2007 年	同比增加 (%)
	其 中	一次电池 (亿只)	47.09	45.85	2.70%
		小型二次电池 (亿只)	28.30	29.05	-2.58%
		铅酸蓄电池 (亿只)	0.08	0.11	-27.27%
	电池进口用汇额 (亿美元)		67.59	57.48	17.59%

在石油危机的警示和环保的要求下,在技术进步和国家支持新能源政策的强力驱动下,光伏产业进入了快速发展时期。我国太阳能电池自 2000 年以来得到了快速发展,产量已占全国半壁江山。近年发展情况如图 2-2 所示。

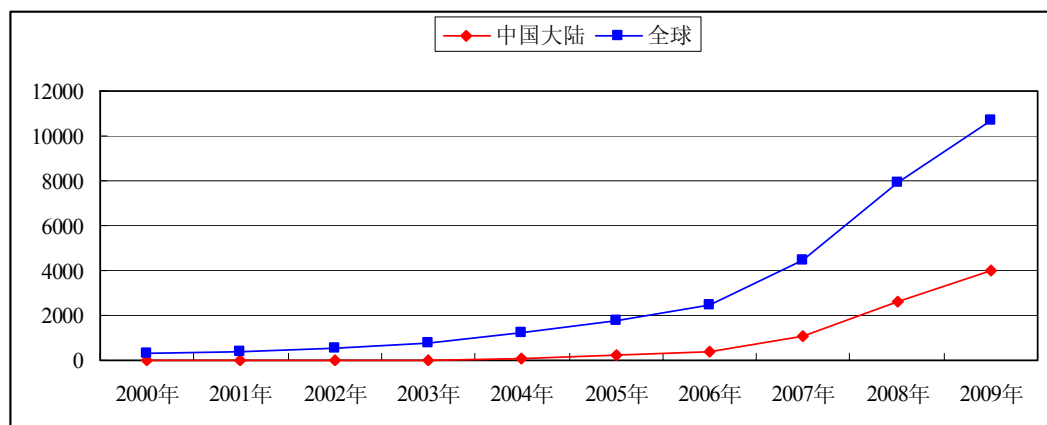


图 2-2 太阳能电池产量 (单位: MW)

2008 年电池行业主要产品产销情况如表 2-2 所示。

表 2-2 2008 年电池行业主要产品产销情况<sup>2</sup>

产品	产量	销售收入 (亿元)	出口量	出口额 (亿美元)
镉镍电池	9.9 亿只	45	5.87 亿只	5.25
氢镍电池	12.9 亿只	65	8.66 亿只	7.42
锂离子电池	14.5 亿只	178	12.5 亿只	39.16
铅酸蓄电池	9700 万 kVAh	650	1.52 亿只	20.15
锌锰电池	190 亿只	98	156.2 亿只	9.44
碱性锌锰电池	80 亿只	78	61.7 亿只	5.07
锂一次电池	10 亿只	9.5	4.42 亿只	0.74
太阳能电池	2000MW	740	1960MW	90.02

中国历年电池产量与出口量增长情况如图 2-3 所示:

<sup>2</sup> 数据来源于中国化学与物理电源行业协会。

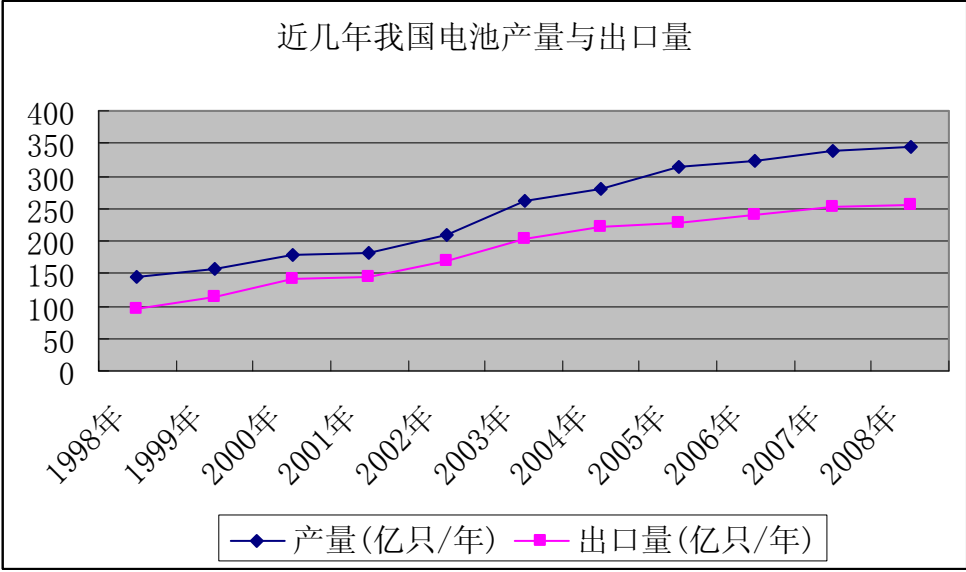


图 2-3 近十年我国电池产量和出口量增长情况

据中国电池工业协会不完全统计，我国各种电池系列产品生产厂家已达 3000 多家，主要分布在广东、上海、浙江、江苏、山东等地区，这几个地区的厂家数占全国厂家总数的 50%以上。

2008 年我国电池行业百强企业总产值 1427.89 亿元<sup>3</sup>，占全行业总产值的 58.9%。百强企业中太阳能电池企业 10 家、铅酸蓄电池企业 41 家、锂电池企业 17 家、锌锰电池企业 22 家、镍氢、镍镉电池 10 家。如图 2-4 所示。

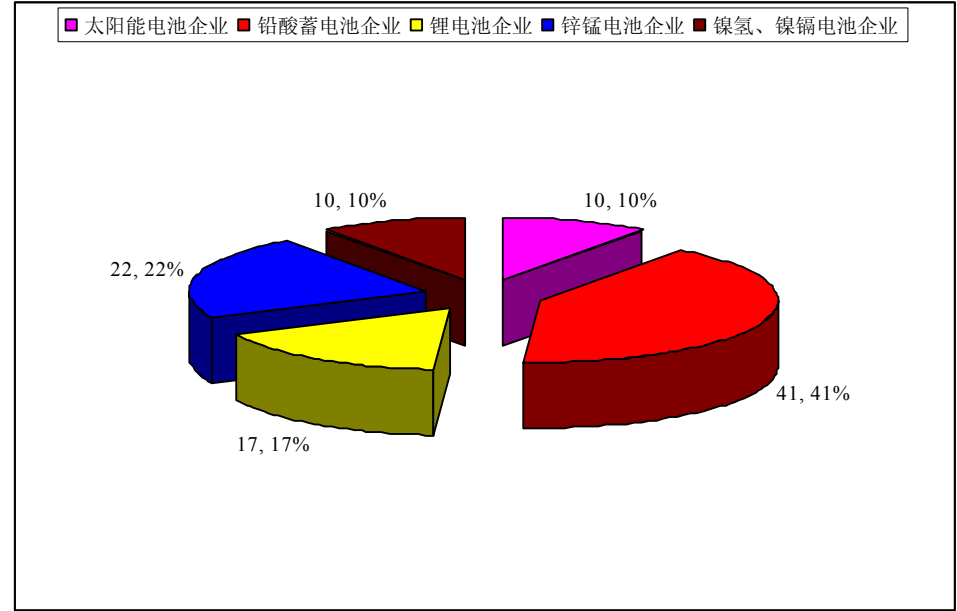


图 2-4 百强企业分布图

### 2.3 电池行业发展趋势

我国电池制造业存在的主要问题在于：电池行业清洁生产水平低，重金属耗用量大；企业结构布局不合理，低水平重复建设严重，“三废”排放量大，循环利用率低。

<sup>3</sup> 数据来源于中国电池在线。

今后主要发展趋势包括以下几个方面：

（一）加快产业结构调整，淘汰落后产能。2013 年前淘汰汞含量大于 0.0005%的扣式碱锰电池，淘汰镉含量大于 0.002%的铅酸蓄电池；2014 年前淘汰 20 万千伏安时/年规模以下铅酸蓄电池生产企业；限制新建 50 万千伏安时/年规模以下铅酸蓄电池生产项目（不含先进新型工艺结构铅酸蓄电池），限制新建、改建企业或引进设备生产镉镍电池和糊式锌锰电池。鼓励发展无汞普通锌锰电池、锂原电池（锂二硫化铁电池和锂亚硫酰氯电池等）、氢镍电池、锂离子电池、免维护密封（含胶体）铅酸蓄电池、铅碳电池。

（二）加强科技创新，全面推进清洁生产。加强产学研合作，支持企业、科研院所加大投入，加快开发废旧铅酸蓄电池湿法回收再生技术、废旧镉镍电池湿法回收再生技术、铅碳电池技术、氧化银电池无汞化技术；促进普通锌锰电池无汞（镉、铅）技术、循环水洗涤电池极板清洁生产工艺技术产业化；积极推广扣式碱性锌锰电池无汞化技术、纸板锌锰电池无汞（镉、铅）化技术、圆柱型卷绕式密封铅酸蓄电池技术、拉网式（冲孔式、连铸连轧式、挤膏管式）铅酸蓄电池极板制造工艺技术、胶体密封铅酸蓄电池技术、铅酸蓄电池无镉化技术、铅酸蓄电池外化成转为内化成工艺技术、废铅酸蓄电池规模化无害化回收再生技术。

## 2.4 行业在其它国家和地区发展概况

### 2.4.1 全球锌锰电池行业现状

国外一次锌锰电池中的碱性锌锰电池主要集中在美国金霸王、永备、悦华，日本的松下、富士、东芝，德国的瓦尔塔（已被悦华收购），韩国的火箭、STC。其中以美国的金霸王规模最大，其世界各地的子公司各种型号的碱性锌锰电池产量超过 100 亿只，即该公司的产量超过我国碱性锌锰电池的总量。国外的普通锌锰电池大多数以氯化锌型铁壳电池为主，其中以日本松下、东芝产量较高，设备也比较先进，其 R6 生产线速度达到 1500 只/分钟，如印度、泰国、印尼、越南、巴基斯坦等均有一定数量的电池生产，但产量不大。

世界主要国家和地区电池市场碱性电池比例如表 2-3 所示。

表 2-3 世界主要国家和地区电池市场碱性电池比例（%）

年度	美国	欧洲	日本	中国
2008	90	70	65	30

国内外主要企业一次锌锰电池产量如表 2-4 所示。

表 2-4 国内外主要企业一次锌锰电池产量

企业名称	产量（亿只）	产地
美国金霸王	100（碱锰）	美国、比利时、中国东莞
美国永备	60（碱性+碳锌）	美国、瑞士、新加坡、中国天津
日本松下	10~15（碱性+碳锌）	日本、比利时、中国上海、无锡、珠海
美国悦华	20（碱性+碳锌）	美国、德国
日本富士	6~8（碱性）	日本
日本东芝	8~10（碱性+碳锌）	日本、中国广东
中国南孚	13	中国福建
中国双鹿	23（碱性+碳锌）	中国浙江

中国虎头	19 (碱性+碳锌)	中国广州
------	------------	------

#### 2.4.2 全球铅酸蓄电池行业概况

美国铅酸蓄电池产量与中国接近，但生产企业只有 33 家（2008 年），位居前列的生产企业有美国瑞奥特集团等。日本作为全球铅酸蓄电池生产大国之一，仅有汤浅公司、西恩迪公司和日本松下公司。由于看好中国蓄电池市场的巨大潜力，以及发达国家对蓄电池行业的限制政策，促使了全球主要蓄电池厂商近年来纷纷在中国投资建厂。

美国在电池行业开展环境保护工作的经验值得我国借鉴。近 20 年来，美国铅酸蓄电池生产量以近 3%/年的速度递增，而铅排放量以 6.5%/年的速度递减。相关环境保护政策标准涉及：《清洁水法》（CWA）、《清洁空气法》（CAA）、《资源保护恢复法》（RCRA）、《劳动安全健康法》（OSHA）、《电池制造厂和二次冶炼厂实施许可证制度》。美国电池生产厂除执行国家法规外，还执行《工业自愿血铅降低协议》，该协议的血铅正常值比国家标准值低 5μg/L。

#### 2.4.3 全球充电电池市场变化

2011 年开始汽车用锂离子电池将快速增长，预计到 2018 年汽车用锂离子电池市场份额将和便携式锂离子电池相当。2013 年前混合电动车用电池以氢镍电池为主，2013 年后，锂离子电池将成为主导，氢镍电池份额将逐步下降。全球主要锂离子电池企业生产量如表 2-5 所示。

表 2-5 全球主要锂离子电池企业生产量（亿只）

公司	2007 年	2008 年	2009 年
三洋	5.99	7.05	5.64
索尼	4.11	4.66	3.83
松下	2.07	1.79	1.4
日立 MAXELL	1.27	1.62	1.12
SGS	0.57	0.45	0.24
NEC	0.47	0.34	0.06
三星 SDI	3.75	4.76	5.26
LG 化学	2.26	2.15	3.63
比亚迪	2.82	2.68	2.18
力神	1.08	1.14	1.5
东莞新能源	0.96	1.24	1.26
比克	1.64	2.18	1.83
E-ONE	0.39	0.51	0.48
A123	0.15	0.33	0.39

#### 2.4.4 世界光伏产业发展速度惊人

表 2-6 为 2000 至 2009 年全球太阳能电池产量的变化状况，可以看出，最近几年世界光伏产业的发展非常惊人。

表 2-6 2000 至 2009 年全球太阳能电池产量的变化状况（单位：MW）

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
美国	74.97	100.3	120	103.2	140	154	202	266.1	432	600

日本	128.6	172.4	251	363.91	602	833	928	920	1300	1800
欧洲	60.66	73.9	135	193.35	314	470	657	1062.8	2000	2800
中国	3	4.6	10	10	50	200	400	1088	2600	4000
台湾	/	/	/	/	/	/	/	450	900	1000
其他	20.02	22.9	45	73.8	89	102	314	663.1	668	500
总计	287.65	374.1	561	744.26	1195	1759	2500	4450	7900	10700

### 3 标准制订的必要性分析

#### 3.1 国家及环保主管部门的相关要求

《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出了“十一五”期间，主要污染物排放总量减少 10%的约束性指标。因此，到 2010 年，电池工业的水污染物排放量也必须在 2005 年的基础上削减 10%以上，而控制水污染物的排放浓度和废水排放量或控制水污染物的排放总量是实现这一目标的重要保证。

《产业结构调整指导目录（2005 年本）》对电池行业发展提出了要求：鼓励类：高技术绿色电池产品制造（无汞碱锰电池、氢镍电池、锂离子电池、高容量密封型免维护铅酸蓄电池、燃料电池、锌空气电池、太阳能电池）；限制类：（1）糊式锌锰电池项目；（2）镉镍电池项目；（3）开口式普通铅酸蓄电池项目；落后产品：汞电池（氧化汞原电池及电池组、锌汞电池）。根据此指导目录，污染较大的电池产品的生产受到限制，电池行业将逐步走向清洁、环保。

#### 3.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求

##### 3.2.1 产品结构、原材料方面要求

《轻工业调整和振兴规划》、《鼓励外商投资产业目录》、《废电池污染防治技术政策》等政策、规划中从产业结构调整出发，淘汰含汞电池、限制糊式电池、镉镍电池的比例，鼓励发展无汞碱锰电池、氢镍电池、锂离子电池、新型全密封免维护铅酸蓄电池等。而《关于限制电池产品汞含量的规定》（轻总行管[1997]4 号）提出了产品中汞含量的要求。通过结构调整促进行业技术进步，实现减排目标。

##### 3.2.2 清洁生产方面要求

《清洁生产标准 铅蓄电池工业》（HJ 447-2008）、《电池行业清洁生产评价指标体系（试行）》从生产工艺、装备、资源能源利用、产品、污染物产生量、环境管理要求等方面提出要求，通过全过程控制，减少铅酸蓄电池污染产生负荷。

#### 3.3 行业发展带来的主要环境问题

电池工业主要污染来源于废旧电池。国家已经从控制有毒有害原料使用、完善回收体系、研发再生利用技术等方面加强对废旧电池的管理。

电池工业主要水污染物包括以下几种：

锌锰电池：汞、锌、锰、COD；

铅酸蓄电池：铅、镉、COD；

镉镍、氢镍电池：镉、镍、COD。

电池工业主要大气污染物包括以下几种：

锌锰电池：汞、沥青烟；  
铅酸蓄电池：铅、硫酸雾；  
镉镍、氢镍电池：镉、镍。

在这些污染物中，铅污染问题最为突出。近年来多数发生铅酸蓄电池污染事故。如湖北吉通蓄电池有限公司导致湖北崇阳县 30 人血铅超标。<sup>4</sup>江苏省新沂市高流镇某蓄电池厂造成多名儿童血铅超标。<sup>5</sup>

从行业划分来看，电池制造业属于电气机械及器材制造业。其重金属排放情况如图 3-1、图 3-2 和图 3-3 所示。<sup>6</sup>

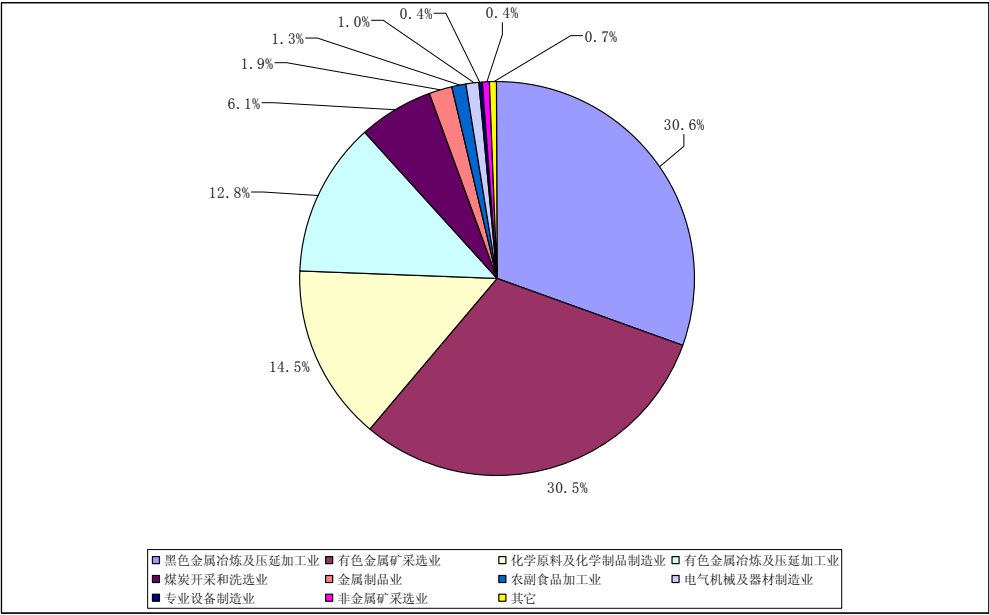


图 3-1 主要行业汞排放量比例图

电气机械及器材制造业占 2008 年所有工业行业废水汞排放量的 1.0%，位于第 8。

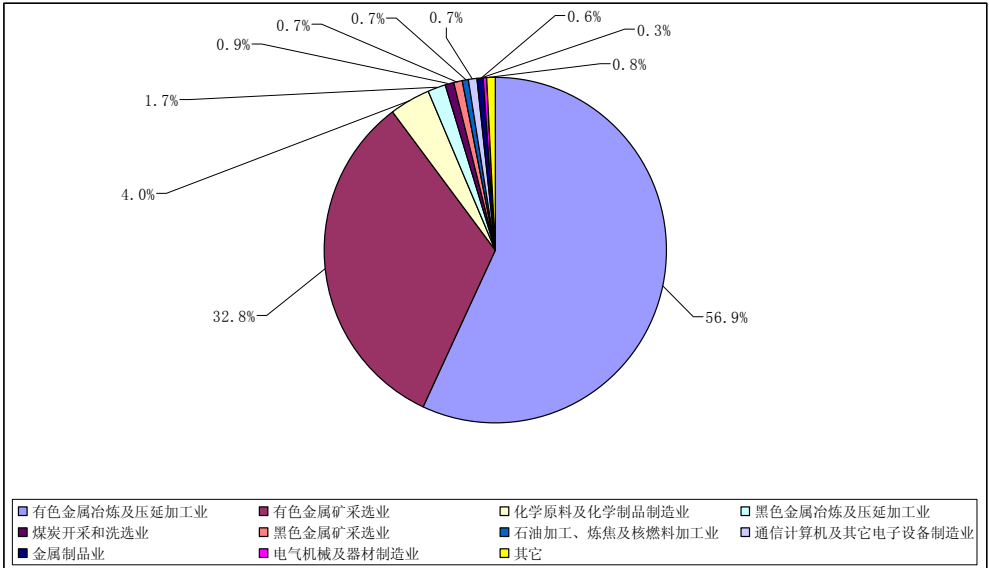


图 3-2 主要行业镉排放量比例图

电气机械及器材制造业占 2008 年所有工业行业废水镉排放量的 0.3%，位于第 10。

<sup>4</sup> 来源于中国徐州网“湖北崇阳县 30 人血铅超标，湖北吉通蓄电池有限公司被问责”。

<sup>5</sup> 来源于中国日报“江苏新沂多名儿童血铅超标 环保部门着手调查”。

<sup>6</sup> 数据来源于 2008 年环境统计年报。

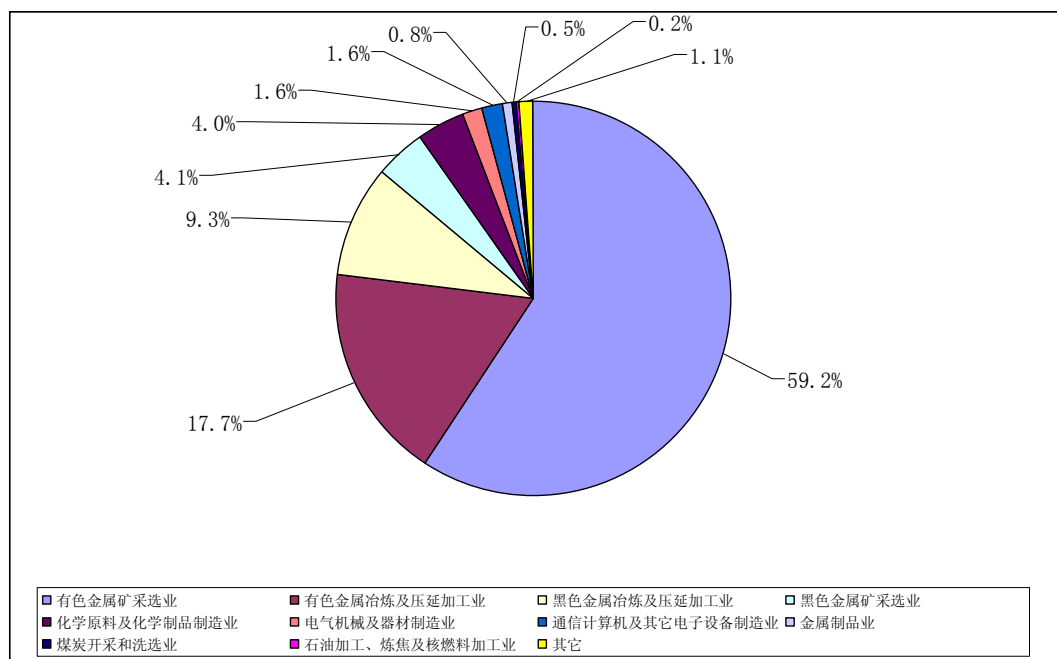


图 3-3 主要行业铅排放量比例图

电气机械及器材制造业占 2008 年所有工业行业废水铅排放量的 1.6%，位于第 6。

上述为规模以上企业统计数据，对电池行业主要污染物排放量进行估算，其排放情况如表 3-1 所示。

表 3-1 电池工业水污染物排放状况<sup>78</sup>

范围	废水排放量 (亿 t/a)	COD 排放量 (万 t/a)	汞排放量 (t/a)	铅排放量 (t/a)	镉排放量 (t/a)
电池工业	0.2667	0.24	0.082	16.49	0.33
全国工业 (2008)	241.7	457.6	1.36	240.9	39.5
占工业比例	0.11% <sup>注 8</sup>	0.052% <sup>注 8</sup>	— <sup>注 8</sup>	— <sup>注 8</sup>	0.84% <sup>注 8</sup>

从表 3-1 可见，电池工业废水中汞、铅等污染物排放量相对较高。近年来，低汞和无汞电池大范围推广使用，含汞电池的污染降低的趋势明显。

### 3.4 现行环保标准存在的主要问题

#### 3.4.1 水污染物排放标准存在的问题

(1) 目前，电池行业水污染物排放执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 标准规定了总汞、总铅、总镉、总镍、总银、总锌、总锰等排放限值，但并没有明确电池行业应该执行哪些排放限值；因此，在环境监测过程中会出现只监测部分指标的情况。

(2) 《污水综合排放标准》中的排放限值未能有效地反映电池行业特点，有些指标过于宽松，不能满足环境管理的需要，也不利于促进电池生产企业的技术进步。

(3) 现行污水综合排放标准没有对电池生产企业污水排放进行总量控制。调研结果表明，按目前污水综合排放标准的规定执行，电池企业的废水均可达标排放。然而，

<sup>7</sup> 根据产品产量、第一次全国污染物普查电池工业排污系数进行估算。

<sup>8</sup> 《2008 年环境统计年报》中电气机械及器材制造业统计企业数为 1515 个，而电池行业实际企业数量便超过 3000 个，因此表 3-1 中主要污染物的排放情况与环境统计年报有一定出入。

从总量排放来看，各企业污染物的排放情况差别较大。

以铅酸蓄电池生产企业污染排放情况来看，所调查企业水污染物总铅的排放浓度均小于 1.0mg/L，达到目前国家和地方水污染物排放标准的规定。然而，从排放总量来看，1kVAh 铅蓄电池的总铅排放量从 20~200mg 不等，相差 10 倍之多。不但污染了环境，而且造成资源的浪费。现有标准没有规定电池单位产品基准排水量，因此很多企业主要监测水污染物排放浓度，可能存在稀释排放的现象。本标准通过浓度和水量的控制，是实现电池行业污染物（特别是重金属）排放总量控制的重要保证。

（4）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）执行“环境水体功能越低，相应的污染源排放越宽；环境水体功能越高，相应的排放标准越严”的定性原则。

### 3.4.2 大气污染物排放标准存在的问题

一般情况下，电池行业大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）。但由于没有统一的要求，一些铅酸蓄电池企业由于部分环节（如熔铅）铅排放浓度高，与当地环保部门沟通执行《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），造成标准执行混乱。此外，《大气污染物综合排放标准》没有考虑电池行业实际情况，一些污染物排放限值过于宽松。

总之，《电池工业污染物排放标准》的制订，将在淘汰高污染及落后的生产工艺、促进采用无污染、低污染的先进生产工艺及促使企业采用先进的污染治理措施方面发挥重要作用。从而使我国电池工业走上高效、低污染的发展轨道，这对于保护生态环境、保障人民的身体健康都具有十分重要的意义。

## 4 行业产排污情况及污染控制技术分析

### 4.1 锌锰/锌银电池生产工艺及污染治理分析

#### 4.1.1 锌锰电池种类

锌锰电池种类繁多，常见的锌锰电池有以下几种：

表 4-1 常用锌锰电池

国际标准型号	中国型号		日常适用范围
	标准	俗称	
R03	R03	7 号锌锰干电池	电子钟、手电筒、遥控器
R6	R6	5 号锌锰干电池	电子钟、手电筒，R6P 也可用于遥控器
R14	R14	2 号锌锰干电池	手电筒、收音机
R20	R20	1 号锌锰干电池	手电筒、收音机
LR03	LR03	7 号碱性锌锰干电池	电动玩具、随身听、录音机、电动剃须刀、遥控器、BP 机、MP3
LR6	LR6	5 号碱性锌锰干电池	电动玩具、随身听、录音机、电动剃须刀、遥控器、BP 机、MP3
LR14	LR14	2 号碱性锌锰干电池	电动玩具、电动剃须刀、燃气热水器
LR20	LR20	1 号碱性锌锰干电池	电动玩具、电动剃须刀、燃气热水器
注：1、R 表示圆柱型电池，L 表示电池中电解质是碱性液体。			
2、R6、R14、R20 三种型号后加上 S、C、P 后均有三种类型。如 R6 有 R6S、R6C、R6P 三种。S 表示为糊式电池、C 表示为高容量纸板电池、P 表示为高功率纸板电池。			

目前,我国市场占有份额最大的仍是普通糊式锌锰电池和低品级的高容量纸板电池。目前,由于环境保护问题以及我国日益增加的市场需求,促使了碱性锌锰电池和高功率纸板电池的快速增长。

锌锰电池主要包括普通锌锰电池和碱性锌锰电池。其主要区别如下:

**表4-2 普通锌锰电池与碱性锌锰电池的主要区别**

	普通锌锰电池	碱性锌锰电池
正负极的结构	插入电芯中的炭棒为正极，锌筒壳体为负极	与锰环接触的钢壳壳体为正极，插入锌膏中的集流体为负极
正极活性物质	天然二氧化锰（NMD），部分添加活性二氧化锰（AMD）或电解二氧化锰（EMD）	完全采用电解二氧化锰（EMD）
正极导电材料	乙炔黑或磷状石墨	胶体石墨
负极活性物质	锌（片状）	锌（粉状）
隔膜	糊层或浆层纸	复合隔膜纸
电解液	$\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{ZnCl}_2$ 溶液	KOH溶液

### 4.1.2 生产工艺

### (1) 普通糊式锌锰电池

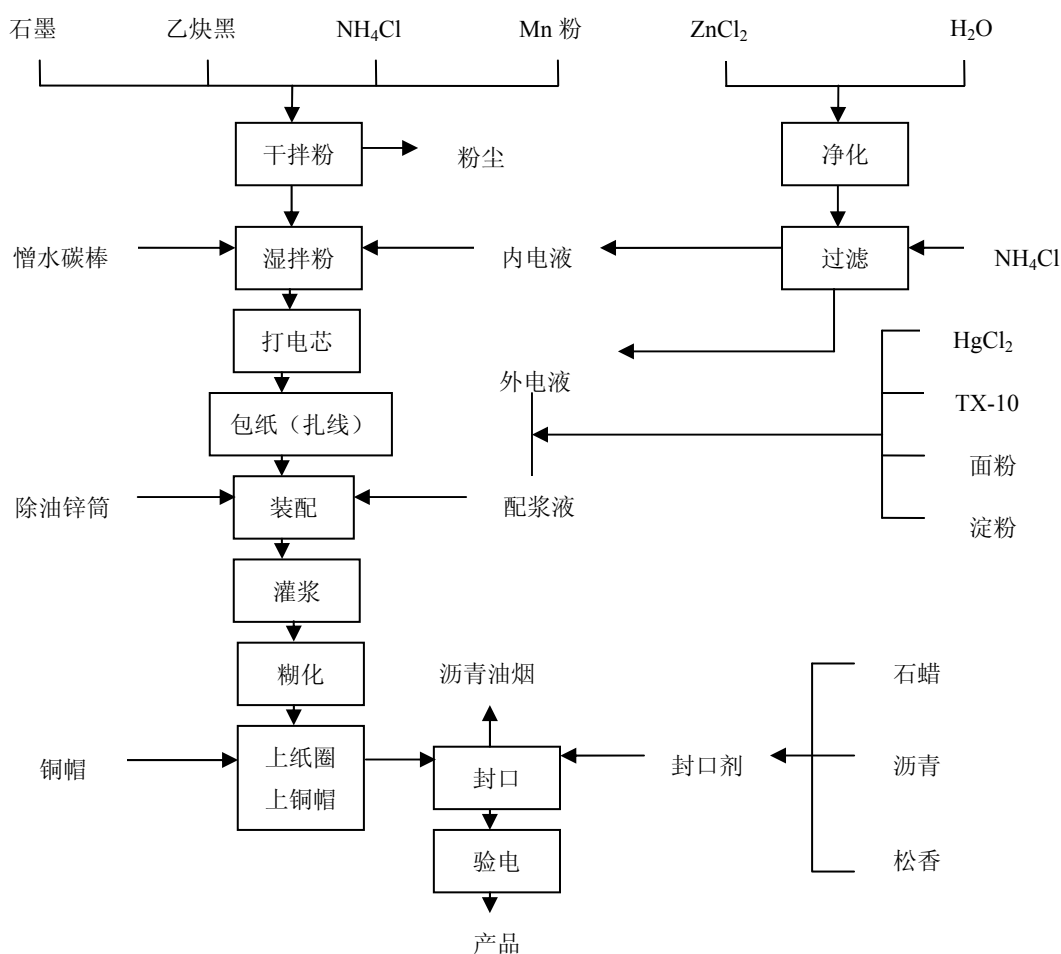


图 4-1 普通糊式锌锰电池生产工艺流程图

## (2) 纸板电池

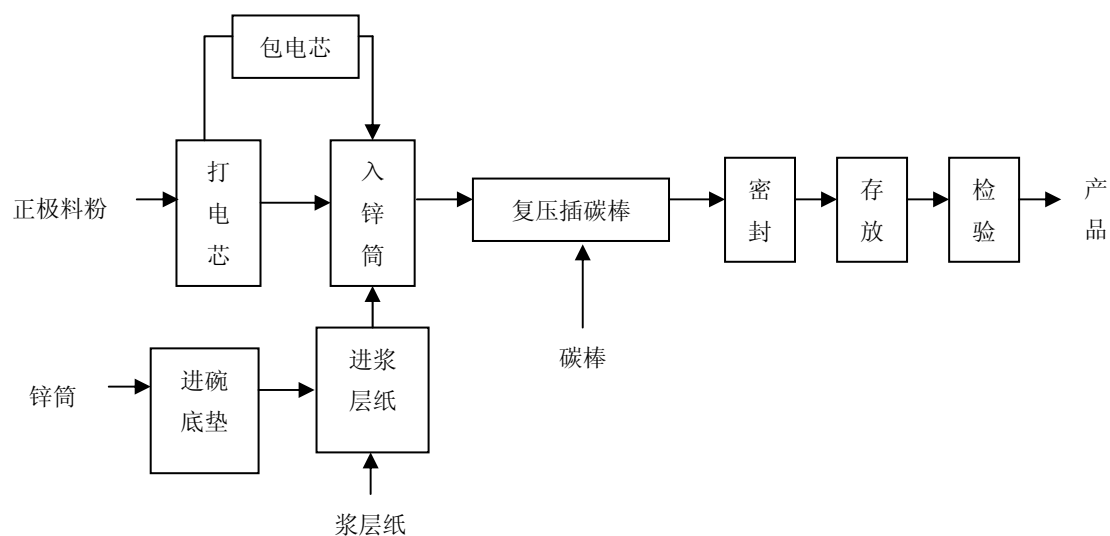


图 4-2 纸板电池生产工艺流程图

## (3) 碱性锌锰电池

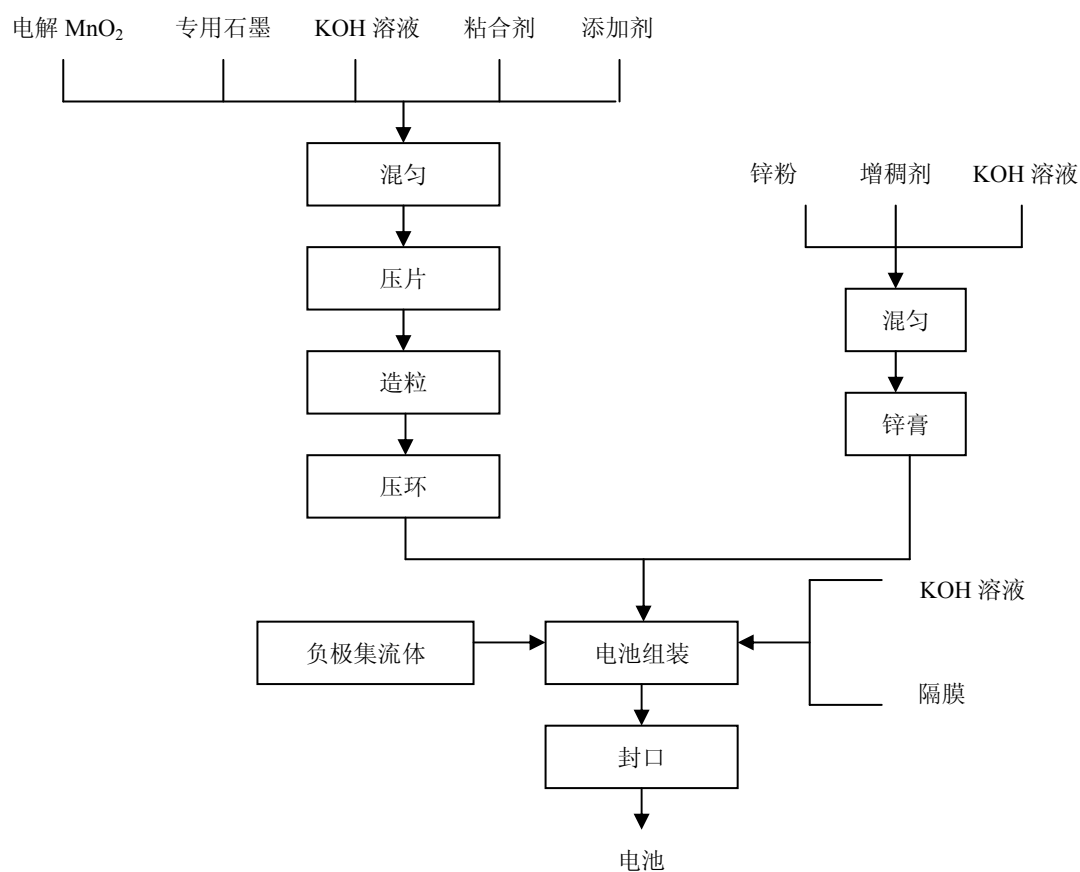


图 4-3 碱性锌锰电池生产工艺流程图

## (4) 锌银电池

扣式银锌电池由正极壳、负极盖、绝缘密封圈、隔离膜、正极活性材料（Ag<sub>2</sub>O 和少量石墨粉）、负极活性材料（含汞量很少的锌、汞合金）、电解质溶液（KOH 或 NaOH）等组装而成。正极壳和负极盖都用不锈钢做成。

银锌蓄电池是一种高能电池，它质量轻、体积小，是人造卫星、宇宙火箭、空间电视转播站等的电源。

负极： $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn(OH)}_2$

正极： $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$

总反应为： $\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{Zn(OH)}_2 + 2\text{Ag}$

4.1.3 产污分析

在四种常见的锌锰电池中，普通糊式锌锰电池生产过程中产生的污染最大。

普通锌锰电池厂主要包括配液制浆间、拌粉楼、制封口剂车间、锌筒车间、纸品车间及电池生产车间。其在生产过程中主要污染物排放情况如图 4-4 所示。

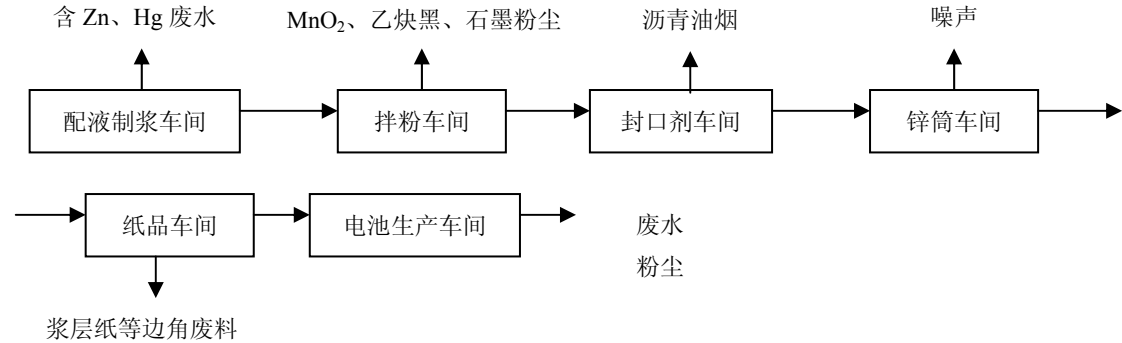


图 4-4 锌锰电池污染物排放示意图

(1) 综合废水主要污染物产生浓度为：Zn 浓度范围在 21~132mg/L 之间，Mn 浓度范围在 25~40mg/L 之间，Hg 浓度范围在 0.15~0.675mg/L 之间。

(2) 电池生产车间的污染物以糊式电池生产线最多。在电芯成型工序，电芯的生产及交叉搬运过程会产生粉尘泄漏；在注浆糊工序，浆糊中的汞可能挥发到空气中，清洗浆糊桶的清洗液若进入下水道，将产生含汞污水；在糊化工序，注入浆糊的锌筒可能发生倒置，使浆糊逸入水中，产生含汞污水；水刷炭棒工序有含尘污水产生。

4.1.4 废水治理工艺

锌锰电池生产的废水中含有大量  $\text{Zn}^{2+}$ ， $\text{Mn}^{2+}$ ， $\text{Hg}^{2+}$  等重金属离子，如果不加治理排放，则将对环境造成污染。目前，国内比较常见的重金属废水治理方法包括：混凝法、微电解法。

4.1.4.1 混凝法

某锌锰电池生产企业，排放的废水中含有汞、锌、锰等重金属。

根据废水中含重金属离子的种类，以  $\text{FeCl}_3$  为混凝剂， $\text{NaOH}$  为离子沉淀剂和 pH 调整剂，采用斜管进行沉降，对废水进行治理。废水处理工艺流程图如图 4-5 所示。

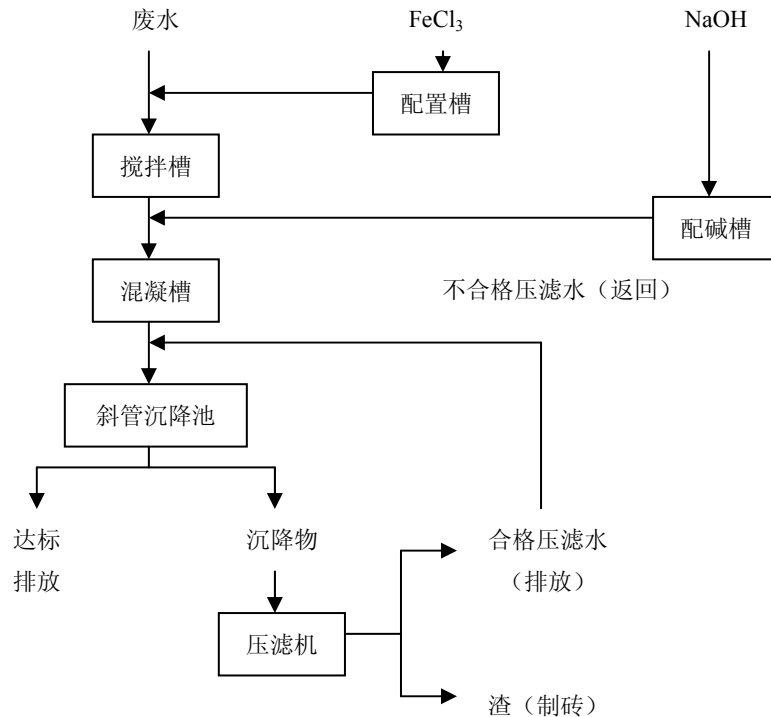


图 4-5 混凝法废水治理工艺流程图

工艺控制条件：

水量为 14~16m<sup>3</sup>/h，FeCl<sub>3</sub> 为 0.3~0.4kg/（m<sup>3</sup> 水），pH 为 8.5~8.7。

主要设备：

搅拌混凝槽，斜管沉淀池，箱式压滤机以及相应的配药和加药系统。

表 4-3 废水治理前后效果比较（mg/L）

项目指标	pH	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>
治理前废水指标	6.5~7.0	20.0~80.0	4.0~8.0	0.050~0.100
治理后排放水指标	8.5~8.7	1.0~1.5	1.2~1.4	0.003~0.010

#### 4.1.4.2 微电解法

某锌锰电池生产企业，采用微电解法处理生产废水。

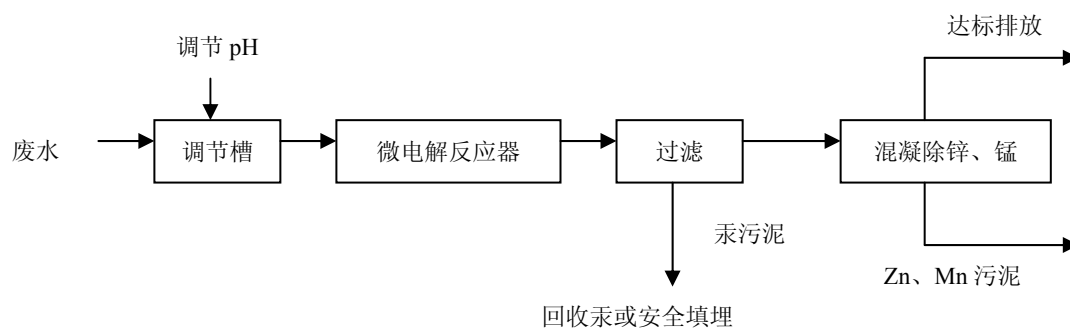


图 4-6 微电解法废水治理工艺流程图

表 4-4 原废水中总汞含量对微电解处理效果的影响

条件			微电解处理后废水水质			
批号	总汞含量 (mg/L)	停留时间 (min)	总汞含量 (mg/L)		汞去除率 (%)	
			过滤前	过滤后	过滤前	过滤后
1	0.765	30	0.145~0.13	0.032~0.028	81~83	96
2	0.538	30	0.084~0.079	0.027~0.019	84~85	95~96

从表 4-4 可知，含汞废水通过微电解处理和过滤后可以稳定达标排放。

表 4-5 经微电解处理后的废水中和沉淀

序号	微电解处理后水质变化 (mg/L)			中和沉淀后水质 (mg/L)	
		Zn	Mn	Zn	Mn
1	处理前	91.3	25.6		
	处理后	90.5	2.47	1.34	0.95
2	处理前	132.3	24.9		
	处理后	130.5	2.35	2.50	1.51

4.1.4.3 高效污水净化器 EWP (Efficient wastewater purifier)

EWP 高效污水净化器是集污水絮凝反应、沉淀、吸附、过滤、污泥浓缩等功能于一体的设备。

某厂采用 EWP 高效污水净化器处理电池废水，废水处理量为 50~60m<sup>3</sup>/d。

处理过程中添加重金属离子吸附剂（如活性炭、腐植酸、海泡石、聚糖树脂等）。

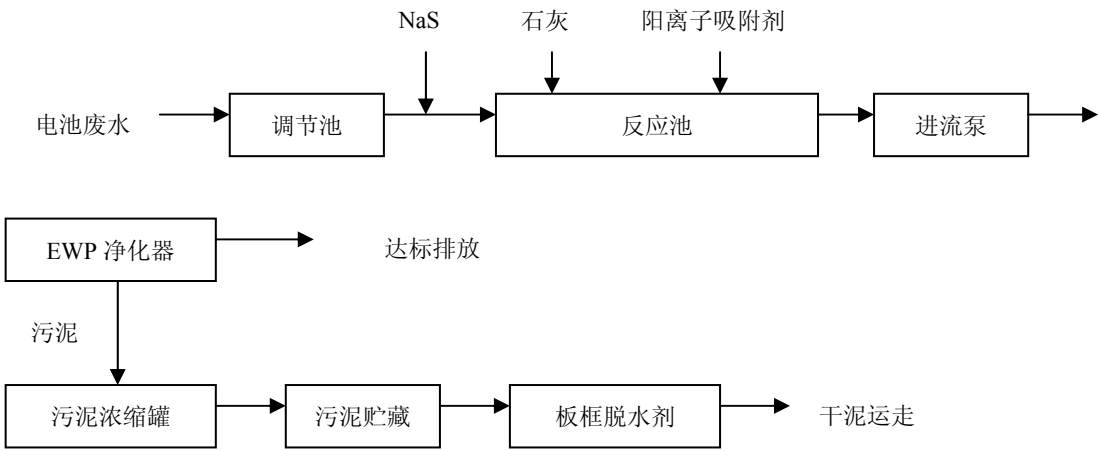


图 4-7 EWP 高效污水净化器处理废水流程图

表 4-6 废水治理前后效果比较 (mg/L)

项目	原水水质			净化器出水水质		
	Hg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
平均值	0.0795	208.50	39.757	0.0047	2.087	0.553
污水综合排放标准 (广东)				0.05	3.0	2.0
去除率				94.09%	99.00%	98.61%

#### 4.1.5 废气治理工艺

##### 4.1.5.1 含汞废气净化工艺

含汞废气对人类的危害很大，如吸入浓度为  $1200\sim 5000\mu\text{g}/\text{m}^3$  含汞蒸气的气体，会发生严重急性中毒，将导致生命危险和长期破坏神经系统。浓度在  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  水平时，一般人呼吸 3~4 年导致慢性中毒；呼吸 4 个月会发生汞吸收。

目前主要净化方法包括：冷凝法、吸收法、吸附法、电子射线法、联合法。如汞浓度较高，先用冷凝法进行预处理。

以吸收法，采取  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 、 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{NaClO}$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{FeCl}_3$  与汞络合，净化效率可达 93%~99%。

##### 4.1.5.2 沥青烟气净化工艺

沥青在加热或燃烧过程中产生的沥青烟气会对人体造成危害。目前，主要净化工艺包括静电捕集法、冷凝法、燃烧法、冷凝—吸附法、吸附法、吸收法以及机械分离法。目前，锌锰电池企业主要采用旋风除尘的方法，其净化效率可达 90% 以上。

##### 4.1.5.3 颗粒物控制工艺

颗粒物主要控制技术为脉冲布袋除尘器，除尘效率不低于 95%。如采用全封闭、负压进料方式，可以降低物料损耗，减少粉尘产生。

#### 4.2 铅酸蓄电池生产工艺及污染治理分析

##### 4.2.1 铅酸蓄电池种类

根据我国有关标准规定主要蓄电池系列产品有：

起动型蓄电池：主要用于汽车、拖拉机、柴油机船舶等起动和照明。

固定型蓄电池：主要用于通讯、发电厂、计算机系统作为保护、自动控制的备用电源。

牵引型蓄电池：主要用于各种蓄电池车、叉车、铲车等动力电源。

铁路用蓄电池：主要用于铁路内燃机车、电力机车、客车起动、照明动力。

摩托车蓄电池：主要用于各种规格摩托车起动和照明。

煤矿用蓄电池：主要用于电力机车牵引动力电源。

储能用蓄电池：主要用于风力、水力发电电能储存。

##### 4.2.2 生产工艺

铅酸蓄电池生产工艺见图 4-8。

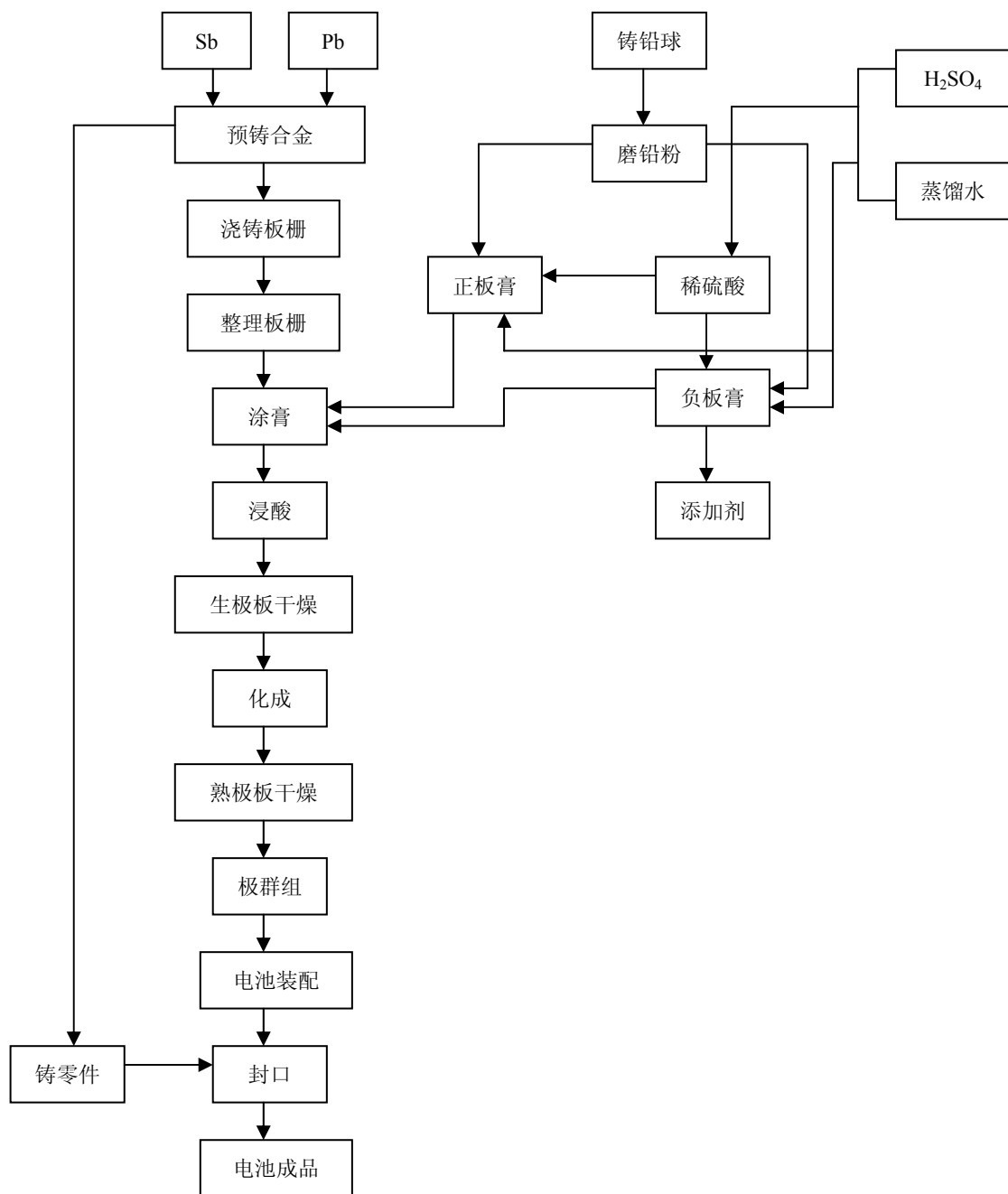


图 4-8 铅酸蓄电池生产工艺流程图

#### 4.2.3 产污分析

传统铅酸蓄电池（包括密封免维护蓄电池）生产使用大量的铅，由于国内生产企业的生产过程大多为半开放式生产，如处理不当，会对生态环境造成一定的危害。

铅酸蓄电池生产过程主要污染包括废水、废气和固废。其中，固废来源于两个环节：一是正负极板栅采用合金铅，这一部分产生的废料可在生产过程中直接利用处理；二是正负极活性物质采用铅粉，这一部分产生的废料需要进行集中收集处理。对于铅酸蓄电池污染物排放的控制主要为废水和废气。

我国电动自行车蓄电池行业几乎 90% 的铅酸蓄电池产品都采用 Pb-Sb-Cd（1.5%~1.7%）作为正极板栅合金。在配制合金过程中，温度太高时镉很容易损耗掉。

镉容易损耗在铅渣中，含镉的铅渣处理不当会给环境造成严重的破坏。此外，也会有少量进入废水。在废水产排污方面，对于铅酸蓄电池行业缺少镉的相关数据。

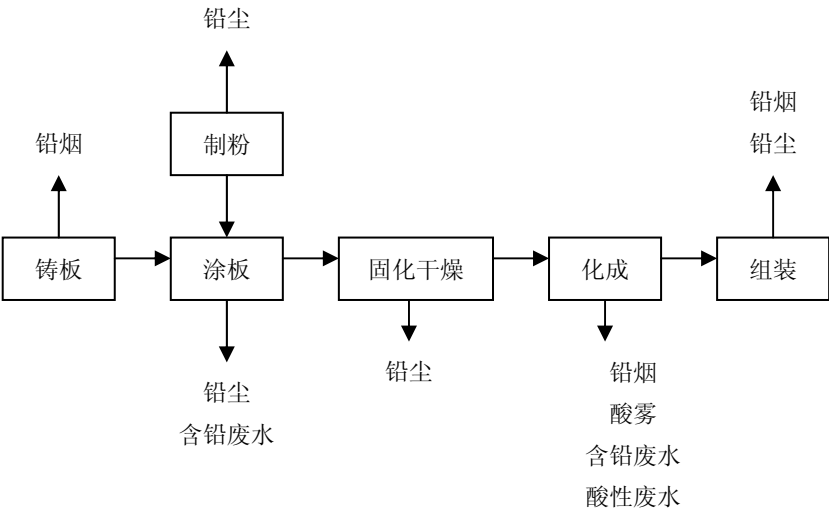


图 4-9 铅酸蓄电池污染物排放示意图

在铅酸蓄电池生产过程中，铅烟、铅尘主要来自板栅铸造、合金配制、铅零件、铅粉制造等工序。某企业废气产生、排放情况如表 4-7 所示。经调研，目前大部分铅酸蓄电池生产企业生产过程中各工序产生的废气为混合后排放。

表 4-7 铅酸蓄电池企业废气产生及治理情况<sup>9</sup>

废气来源		排气口 高度 (m)	废气 产生量 (m <sup>3</sup> /h)	污染物 产生浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	治理措施	除尘 效率 %	排放 浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
				铅			铅
1	制粉	15	4000	3	袋式除尘器	99.5	0.015
2	和膏	15	3000	0.7	冲激式除尘器	98	0.014
3	配合金	15	4000	1.5	HKE 铅烟净化装置	99	0.045
4	板栅压铸	15	6000	1.4	HKE 铅烟净化装置	99	0.042
5	板栅铸造	15	15000	1.4	HKE 铅烟净化装置	99	0.042
6	端子铸造						
7	极耳打磨	15	10000	110	脉冲式布袋除尘器	99.5	0.55
8	分片						
9	半自动极群 焊铸	15	15000	1.5	脉冲式布袋除尘器	99.5	0.0075

4.2.4 废水治理工艺

铅酸蓄电池含铅废水处理工艺在国内外有报道且工程上使用较多的为沉淀法。也有氧化还原法、铁氧化法、电解法等研究。

沉淀法废水处理流程如下所示：

<sup>9</sup> 数据来源于企业现场检测。

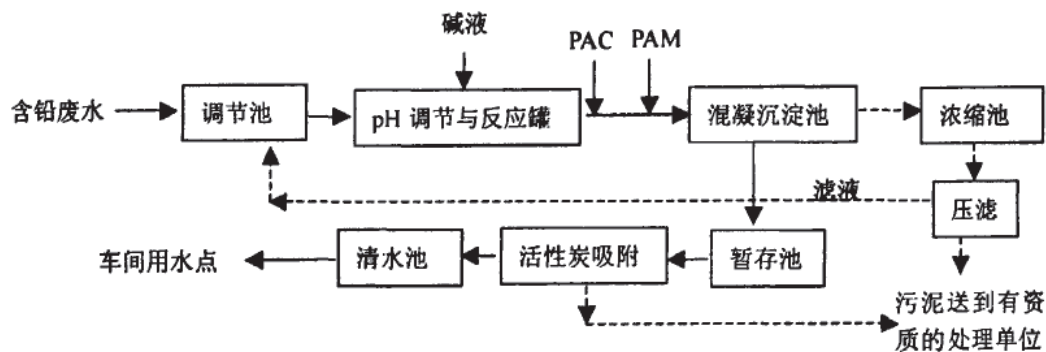


图 4-10 铅酸蓄电池废水处理工艺流程图

废水处理效果如表 4-8 所示。

表 4-8 铅酸蓄电池废水处理效果

序号	工序	废水含铅浓度 (mg/L)	pH	排水强度占总负荷率 (%)
1	和膏涂板	10~32	0.3~2	10
2	化成	20~90	0.5~3	20
3	电池清洗	1~5	3~6	60
4	其他	—	—	10
5	混合浓度	20~60	1~3	—
6	排放浓度	≤1	6~8	—

## 4.2.5 废气治理工艺

### 4.2.5.1 含铅废气净化工艺

减少铅酸蓄电池含铅废气的排放主要有以下几种方法：

#### (1) 工艺技术改造

目前，铅酸蓄电池熔铅炉铸板工艺主要为高温熔化，高温浇铸。在 500~550℃时，铅液具有明显的挥发性。如改用低温熔化（400℃），则铅液较少挥发。

#### (2) 尾气净化工艺

含铅废气主要净化工艺包括：布袋除尘净化、电除尘、湿法洗涤净化。

一般铅粉机的尾部安装为：旋风分离——布袋除尘——水浴除尘器。个别工厂在尾部加有稀醋酸斜孔塔，用吸收法最后除尘，其效果更好。

典型蓄电池有限公司铅尘处理工艺如图 4-11 所示。

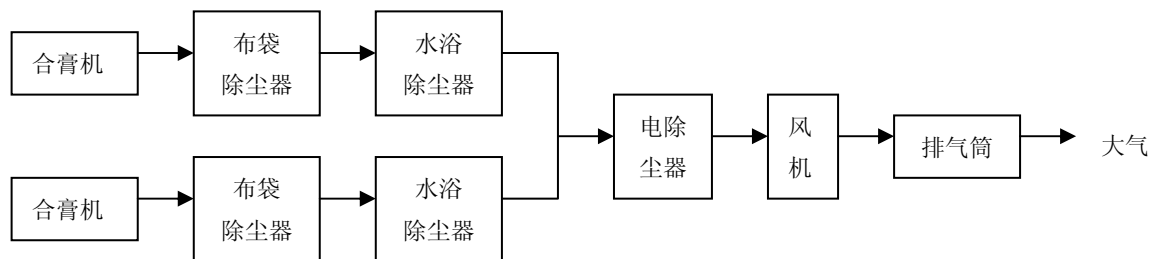
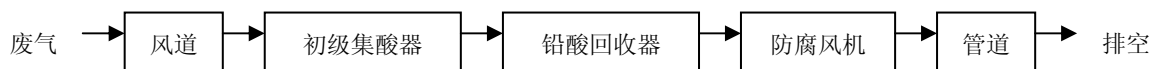


图 4-11 蓄电池铅尘处理工艺流程图

### 4.2.5.2 硫酸雾净化工艺

目前，铅酸蓄电池企业硫酸雾净化方式主要有两种：物理捕集过滤法和化学喷淋吸收法。

物理捕集过滤法工艺流程：



化学喷淋吸收法工艺流程：



4.2.6 清洁生产工艺

(1) 铅粉制造，减少铅烟排放

目前，用于生产铅酸蓄电池活性物质的原料，除少数采用红丹外，基本上都使用铅粉。铅粉的制造方法有两种：一是球磨法，即将铅球或铅块装入滚筒内磨成铅粉；二是气相氧化法，即将铅熔化后用喷雾方法制成。所谓铅粉，实际上是外表层包有氧化铅（PbO）的细铅粉。

①球磨式铅粉机

基本上采用风选式铅粉机（又称岛津式铅粉机）。

②气相氧化法制铅粉

又称巴顿式铅粉机。

我国多用岛津法生产铅粉，而在欧美多用巴顿法生产铅粉。

目前，国内尚不能生产巴顿式铅粉机，从美国引进的 Linklater 型巴顿铅粉机已有数台在运转使用。

表 4-9 两种铅粉机及铅粉的比较

工艺参数	巴顿式	风选式
产量（kg/h）	850	650
耗能（kW）	30	40
操作	随开随停	连续
废气	污染物产生小于风选式	

(2) 极板化成，减少含铅废水、酸雾排放

对于涂膏式或管式极板，是用电化学方法在正极上形成二氧化铅，在负极上还原成海绵状铅；对于形成式极板，是使金属铅的正极形成一定厚度的二氧化铅层。

化成方式主要有两种：一种是槽式化成，即将极板放在专门的化成槽中，多片正、负极相间地连接起来与直流电源相接，灌入电解液通电；另一为电池化成，即不需要专门的化成槽，而是用生极板装配成电池，灌入电解液，通以直流电。

不焊接化成：

在化成槽中化成时，必须把同性极板并联起来焊接在一根铅合金条上，化成之后再拆除这些连接条。为了减少极板化成时的焊接工作，避免焊接时的铅蒸汽、节约能源、提高工效、也可以采用不焊接化成工艺。

不焊接化成方法，是在带有铅母线的流形板或化成架两边各固定一条铅母线，一条和正极板的极耳接触，另一条和负极板的极耳接触，接触可在化成架的下方，也可在化成架的上方。

与外化成相比，内化成工艺酸雾产生量小，含铅废水产生量小。

(3) 水循环利用技术，减少废水排放量

铅蓄电池生产中和膏用水和配酸用水对水质要求及其严格（电阻率>10 兆欧/cm<sup>3</sup>），因此上述两个工段采用纯水。

其他工段用水用于冷却和冲洗，对非铅金属离子要求较高，但对铅离子、COD、pH 等指标要求并不高。因此，含铅废水经过处理后可作为冷却水和冲洗水使用。

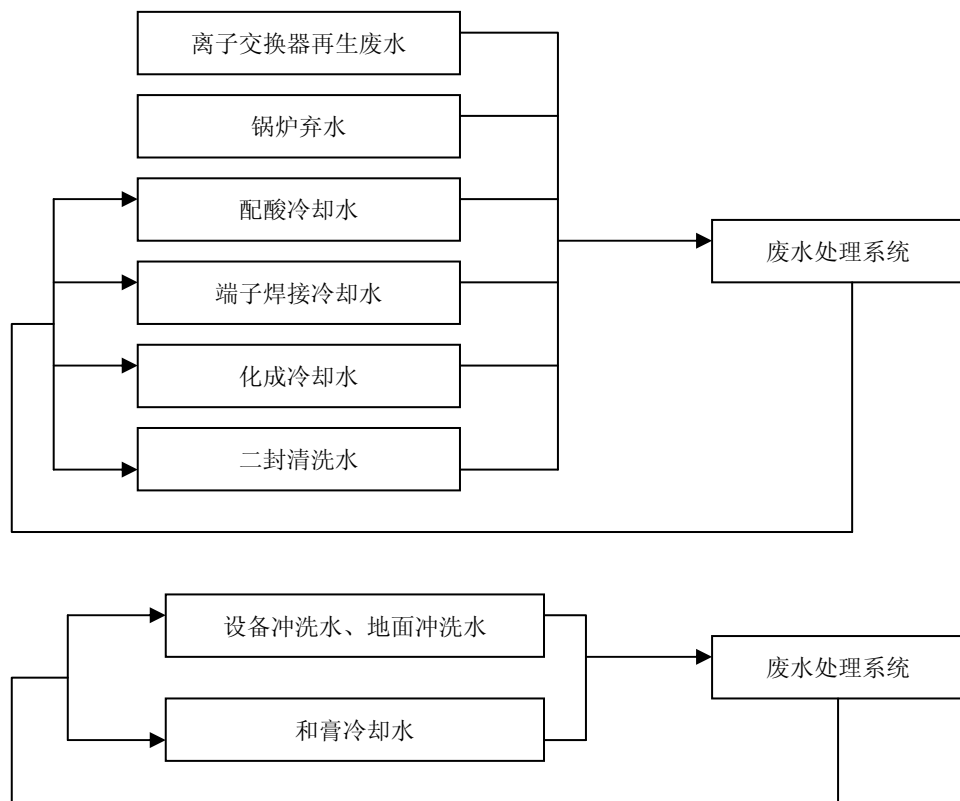


图 4-12 铅酸蓄电池生产废水回用技术

### 4.3 镉镍、氢镍电池生产工艺及污染治理分析

#### 4.3.1 生产工艺

##### (1) 镉镍电池

正极物料组成为： $\text{Ni}(\text{OH})_2$  粉，80%； $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ，2%；石墨，18%。

负极活性物质：氧化镉、四氧化三铁、石墨粉及 25 号变压器油组成。根据对电池的不同要求，负极中镉、铁含量有不同的比例，镉：铁为 1：1，1.5：1，3：1，4.6：1。

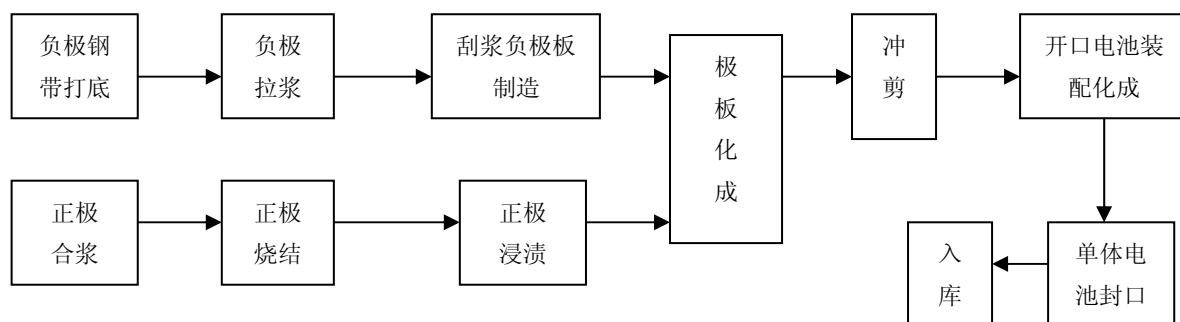


图 4-13 镉镍电池生产工艺流程图

## (2) 氢镍电池

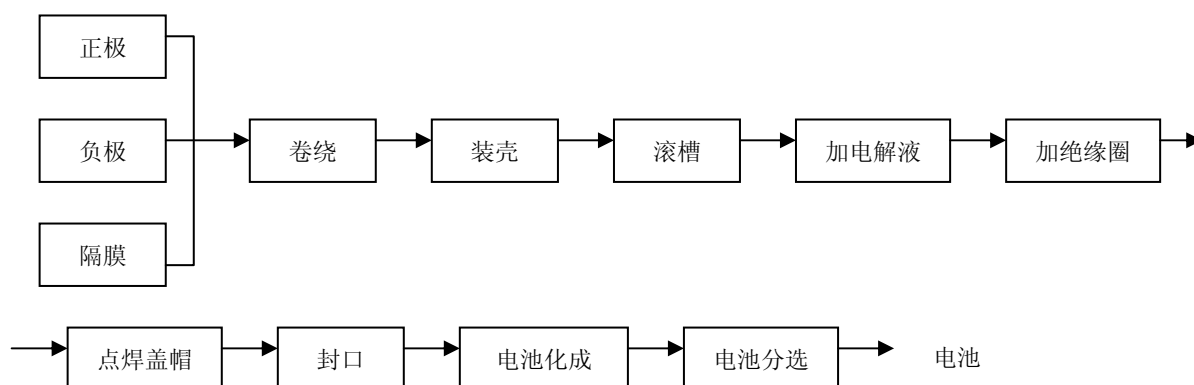


图 4-14 氢镍电池生产工艺流程图

### 4.3.2 产污分析

在镉镍电池中，镉作为负电极活性物质，NiOOH 作为正极活性物质，相对于每个电池中的用量较大，因此对环境的影响也更明显，对其控制也显得更为重要。

在镉镍电池生产过程中，镉电极材料的配制、搅拌，镉电极的拉浆、烘干、剪裁以及卷绕等工序，都会涉及到镉粉的溅落，洒落、掉落，其主要污染物类型可能会包括含镉粉尘、含镉废水、废料等。

正极板浸渍中，消耗硝酸镍生成氢氧化亚镍沉淀后，对其进行回收利用的处理；浸渍后极带表面会产生氢氧化镍浮粉，需经刷片机清洗后才能进入下道工序。清洗水中主要含有氢氧化亚镍的悬浮物，多级沉降后氢氧化亚镍颗粒被沉淀分离出来，分离后水中仅含有微量的氢氧化亚镍，故可进行循环利用，运行实践表明不会影响产品质量，可节约大量用水，减少污水排放量。

镉镍电池产排污情况如表 4-10 所示。

表 4-10 镉镍电池废水产排污情况<sup>10</sup>

原料	工艺	规模	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术	排污系数
氧化镉 氢氧化钾 泡沫镍	泡沫镍式	>1 亿只	废水量	m <sup>3</sup> /万只	0.265	化学沉淀+中和法	0.265
			COD	g/万只	23.076 (87mg/L)		12.32 (46mg/L)
			镉	g/万只	0.248 (0.94mg/L)		0.031 (0.12mg/L)
		≤亿只	废水量	m <sup>3</sup> /万只	0.268	化学沉淀+中和法	0.268
			COD	g/万只	26.338 (98mg/L)		14.138 (53mg/L)
			镉	g/万只	0.268 (1.0mg/L)		0.032 (0.12mg/L)

### 4.3.3 废水治理工艺

某电池厂生产高能量镉镍电池，含镉废水主要来自化成负极车间，污水量 40m<sup>3</sup>/d，

<sup>10</sup> 数据来源于全国第一次污染物普查相关资料。

$\text{Cd}^{2+}$ 浓度 0.5~3mg/L, pH=11~14; 含镍废水主要来自浸渍、化成车间, 污水量 100 m<sup>3</sup>/d,  $\text{Ni}^{2+}$ 浓度 0.5~4mg/L, pH=10~14。此厂采用氢氧化物沉淀法处理镉、镍污水, 工艺流程简单, 占地面积小, 运行稳定, 处理后水中镉、镍去除率 99%以上。

废水处理工艺流程图如下:

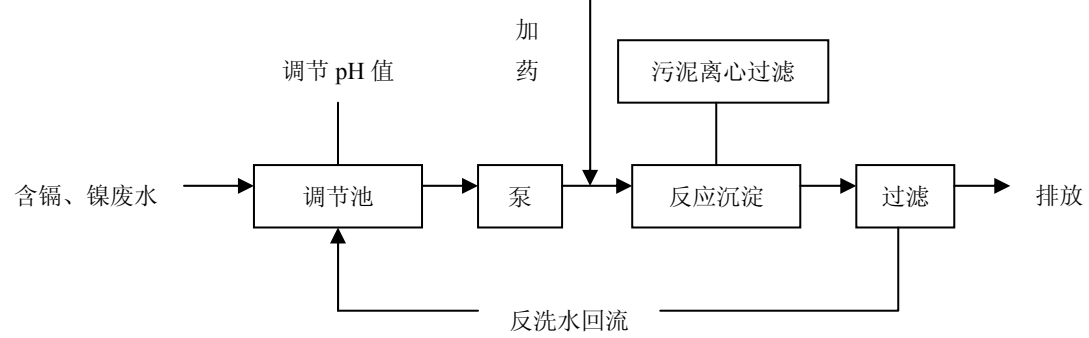


图 4-15 含镉、镍废水处理流程

4.3.4 清洁生产工艺

镉镍电池通过工艺技术改造, 大大降低了污染物的产生量。

(1) 负极改造

①以电沉积工艺取代拉浆工艺

负极拉浆工艺(较传统泡沫镍工艺的污染排放量有所减少), 能耗大、污染重。采用电沉积工艺后不仅成本低于原负极拉浆工艺, 且污染物排放量大大减少。实践证明电沉积工艺比拉浆工艺在高温性能、快充快放、循环寿命等性能上有明显的技术先进性。

表 4-11 两工艺环保情况对比

名称	电沉积工艺	拉浆工艺
镉耗用量/kg	30	31
镉排放量/kg	0.1	1.2
镉粉尘产生量/kg	0.03	0.21
镉粉尘排放量/kg	0.01	0.2
极带化成雾碱/ kg	无	0.2

②冷却设备改造

负极电沉积工艺需使用冷却设备, 电沉积工艺所用的冷却机是以 R22 为制冷剂、采用风冷方式进行热交换的。由于冷却设备安装位置空气温度较高, 而风冷方式散热慢, 加之压缩机本身功率有限, 导致制冷量不足。故将压缩机换成大功率设备, 并用循环水冷方式进行热交换, 制冷效果较好。特别当环境温度下降, 冷却塔提供的冷却水低于生产温度要求时, 可直接引入用于生产。由于整个系统为闭路循环, 无冷却水排放, 每年可节约用水 1 万 t, 节电成本万元以上。

(2) 正极改造

①蒸气结晶工艺

浸渍工段的浸碱工艺包含硝酸镍的结晶过程, 其目的是让硝酸镍由液态转化为固态, 在极带表面形成结晶层, 减少镍的损失, 保证极板质量。原来采用自然结晶的工艺, 浸碱时部分氢氧化亚镍在碱相中沉淀导致镍的损失, 大量沉积物沉积在极带表面也影响极板质量, 硝酸镍的利用率仅有 65%左右(硝酸镍与碱液生成氢氧化镍)。蒸

气结晶生产工艺，属国内独特的先进工艺，工艺改造完全利用原有设备，投资额仅 0.5 万元，硝酸镍利用率则增加 20%，经济价值明显，镍的沉淀物和碱液排出量大大减少，减轻了污染治理压力。

②镍废渣的回收利用

在正极板浸渍中，每 100m 正极板消耗硝酸镍 105kg，生成 10kg 氢氧化亚镍沉淀。回收废渣生产硝酸镍，可降低成本、减轻污染。

③清洗水的循环利用

浸渍后极带表面会产生氢氧化亚镍浮粉，需经刷片机清洗后才能进入下道工序。清洗水中主要含有氢氧化亚镍的悬浮物，多级沉降后氢氧化亚镍颗粒被沉淀分离出来，分离后水中仅含有微量的氢氧化亚镍，故可进行循环利用，运行实践表明不会影响产品质量，可节约大量用水，减少污水排放量。

4.4 锂离子电池生产工艺及污染治理分析

4.4.1 生产工艺

生产工艺流程图如图 4-16 所示。

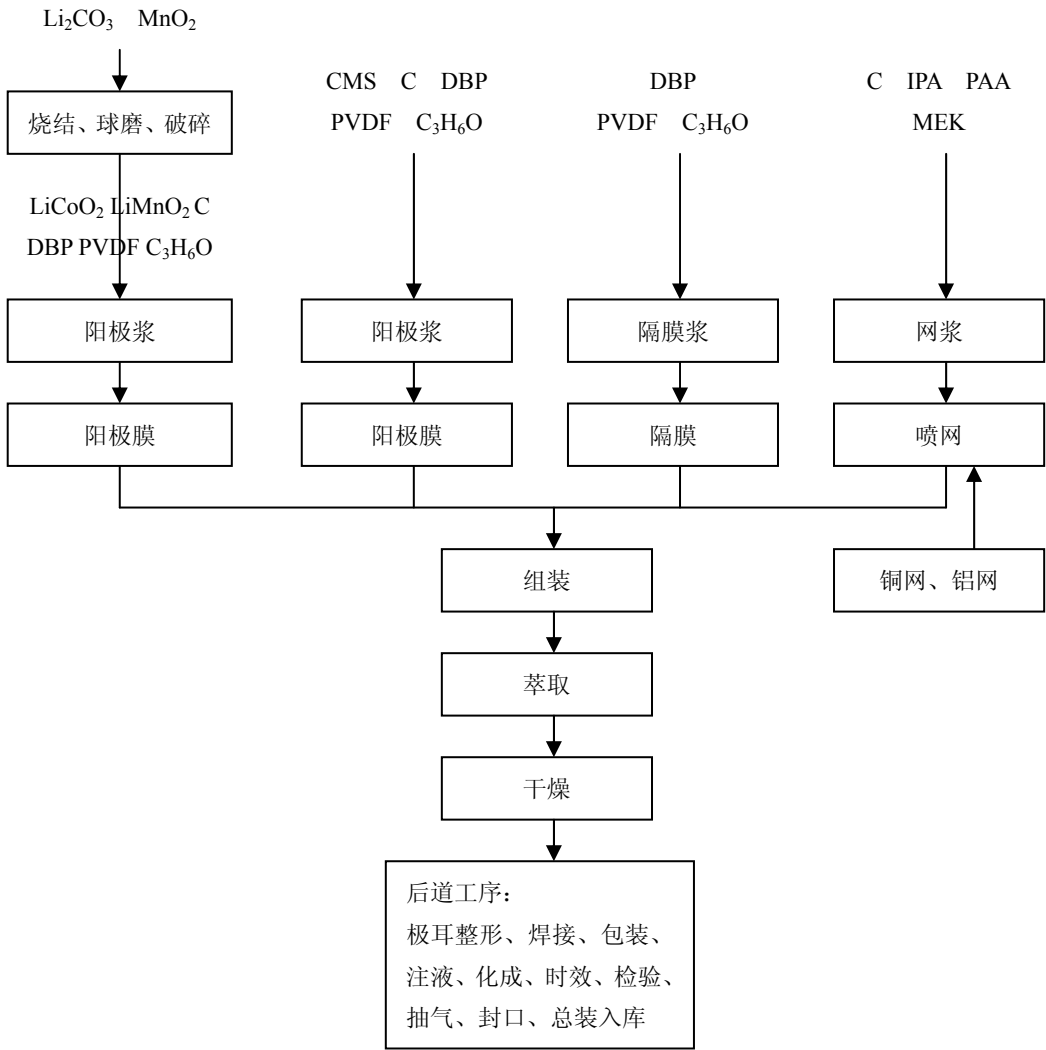


图 4-16 锂离子电池生产工艺流程图

#### 4.4.2 产排污分析

锂电池主要污染物产排污及污染治理技术如表 4-12 所示。

金属网酸碱洗产生少量含铜废水，废气喷淋产生少量有机废水。从生产工艺来看，锂电池正极材料仍以钴酸锂为主，在废水中会产生微量的钴。

表 4-12 主要污染物产排污及污染治理技术

类型	排放源	污染物	产生浓度	治理技术	排放浓度
大气污染物	连续制膜机	丙酮	19.61g/m <sup>3</sup>	冷却机（处理效率 95%）；水喷淋（处理效率 90%）	97.9mg/m <sup>3</sup>
	连续喷网机	异丙酮	16.77g/m <sup>3</sup>		46.9mg/m <sup>3</sup>
		丁酮	430mg/m <sup>3</sup>		1mg/m <sup>3</sup>
	萃取后静置	甲醇	825mg/m <sup>3</sup>	水喷淋（处理效率 95%）	41.7mg/m <sup>3</sup>
	烧结、球磨	粉尘	416.7mg/m <sup>3</sup>	布袋除尘（处理效率 90%）	41.7mg/m <sup>3</sup>
水污染物	金属网酸碱洗废水	铜	450mg/L	中和沉淀	1.0mg/L
	废气喷淋废水	丙酮	50g/L	按废液送专业单位安全处置	
		异丙酮	20.2g/L		
		丁酮	0.47g/L		
		甲醇	17.8g/L		
	生活污水	COD <sub>Cr</sub>	300	生化处理或排入管网	
		SS	160		
		NH <sub>3</sub> -N	40		

锂电池生产过程排水较少，各环节排水量如图 4-17 所示。

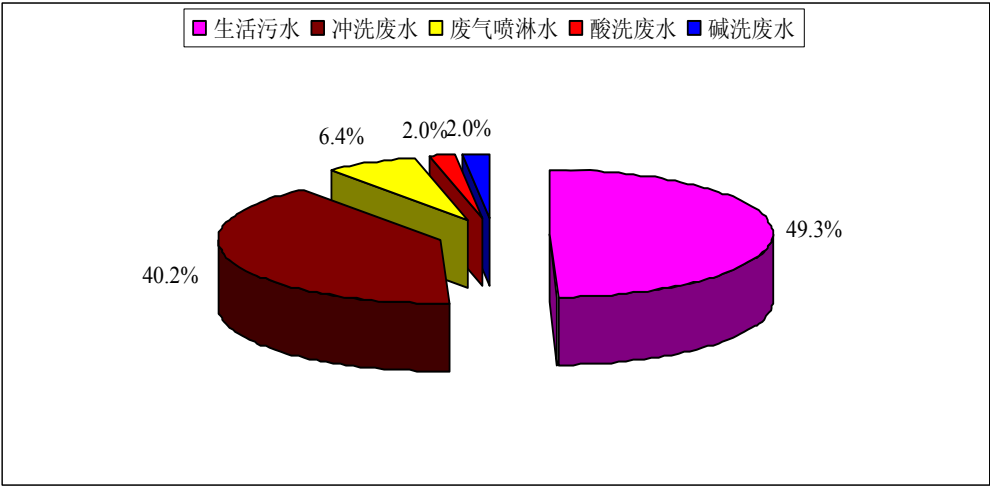


图 4-17 锂电池各环节废水排放情况

#### 4.4.3 清洁生产工艺

NMP（甲基吡咯烷酮），是一种以  $\gamma$ -丁内酯为原料，与甲胺缩合而成液体，挥发性、渗透性强，pH 值为 7~9，易燃易爆，在锂电池生产中应用广。在锂电池电极制造过程中，涂布机会产生高温 NMP 废气。以往的工艺一般为经废气塔吸收后排放，造成了价格高昂的 NMP 的浪费。采用冷却水经水——气换热器将含有 NMP 的高温空气冷却，使废气中的 NMP 以液态的形式从空气中分离后回收，已分离 NMP 的空气经过气——气换热器进行热能交换再循环利用，达到节省能源，零排放。

## 4.5 太阳能电池生产工艺及污染治理分析

### 4.5.1 生产工艺

太阳能电池生产工艺如图 4-18 所示。

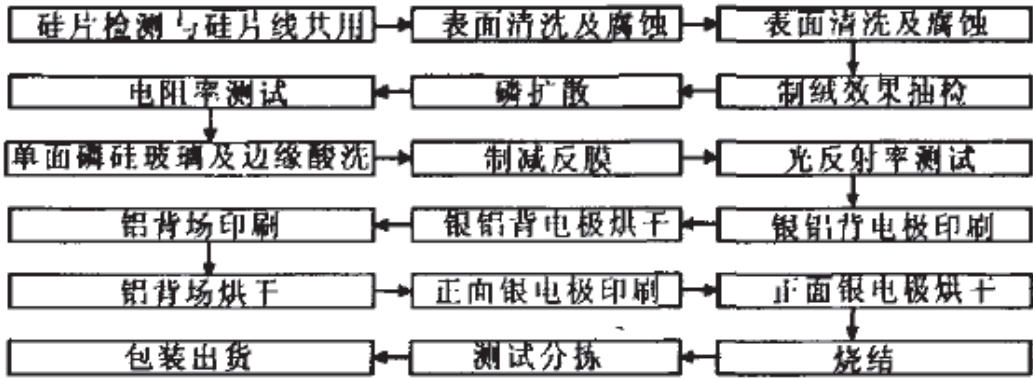


图 4-18 太阳能电池生产工艺流程图

### 4.5.2 产排污分析

#### 4.5.2.1 大气污染物产排污分析

太阳能电池大气污染物产排污情况如表 4-13 所示。

表 4-13 大气污染物产排污情况

来源	污染物	浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	治理措施	去除率 (%)	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
喷涂含尘废气	颗粒物	500~1000	布袋除尘器	99	5~10
腐蚀酸雾	HCl	50	碱喷淋塔	90	5
	氢氟酸	50	碱喷淋塔+吸附剂	85	7.5
氧化层腐蚀酸雾	氢氟酸	30	碱喷淋塔	85	4.5
扩散制结反应废气	Cl <sub>2</sub>	35	碱喷淋塔	85	5.25
烘干及烧结废气	非甲烷总烃	200	活性炭吸附	80	40

#### 4.5.2.2 水污染物产排污分析

太阳能电池主要工序废水水质如表 4-14 所示。

表 4-14 太阳能电池水污染产生浓度（单位：mg/L，pH 值除外）

生产环节	污水名称	水质
单晶切片	HF、HNO <sub>3</sub> 废液混合冲洗污水	F <sup>-</sup> : 200; SS: 150; pH: 2~4
	硅片预清洗高浓度污水	COD: 12000; SS: 600; pH: 7~8
	硅片清洗污水	COD: 800; SS: 200; pH: 7~8
	切、磨冷却水含硅污水	SS: 200
多晶切片	HF、HNO <sub>3</sub> 废液混合冲洗污水	F <sup>-</sup> : 200; SS: 200; pH: 2~4
	硅片预清洗高浓度污水	COD: 10000; SS: 600; pH: 7~8
	硅片清洗污水	COD: 600; SS: 200; pH: 7~8
	切、磨冷却水含硅污水	SS: 200

污水处理工艺如图 4-19 所示。

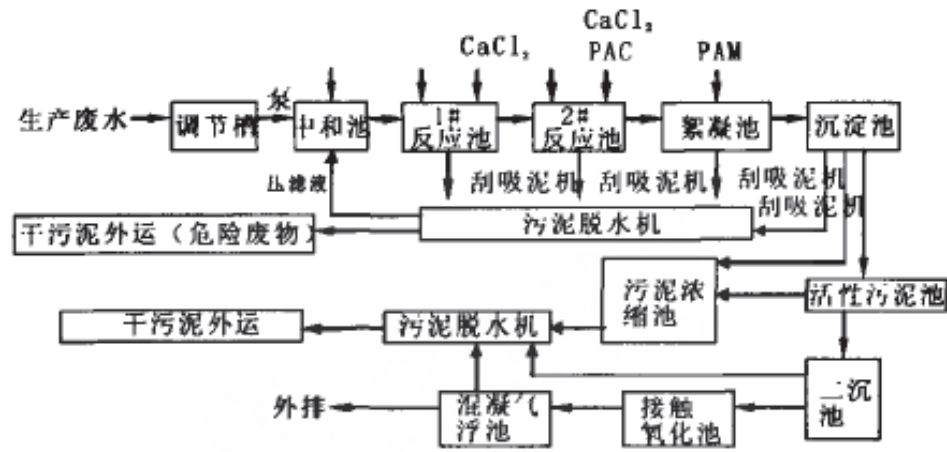


图 4-19 太阳能电池生产废水处理工艺流程图

处理后废水主要污染物排放浓度如下：pH 值 6~9；F<sup>-</sup>8~9mg/L；COD<sub>90</sub>~110mg/L；SS50~70mg/L。

### 4.5.3 清洁生产工艺

- (1) 硝酸替代铬酸制绒工艺，可消除重金属污染。
- (2) 湿法刻蚀可保证硅片正面及四周边缘部分不会受到刻蚀损伤，从而降低碎片率，提高转换率，进而可以降低单位产品的能耗和产污强度。
- (3) 增加中水回用设施，提高中水回用率。对纯水制备弃水用于生活冲洗水以及废气洗涤塔用水。提高冷却水循环利用率。以上措施可以降低单位产品排水量。

## 5 行业排放有毒有害污染物环境影响分析

### 5.1 水污染物环境影响分析

#### 5.1.1 含汞废水的危害

汞是一种毒性很强的金属。汞为积蓄性毒物，并有致癌和致突变作用。汞与各种蛋白质的巯基极易结合，而这种结合又很不容易分离。汞会引起人体消化道、口腔、肾脏、肝等损害。慢性中毒时，会引起神经衰弱症候群，表现为极易兴奋、震颤、口腔汞线及炎症，肾功能损害，眼晶体改变，甲状腺肿大，女性月经失调等。汞对人的致死剂量为 75~100mg/d。汞对水生生物有严重危害：水体中汞浓度达 0.006~0.01mg/L 时，可使鱼类或其他生物死亡；浓度为 0.01mg/L 时，抑制水体的自净作用。此外，汞也可在沉淀物中累积。

#### 5.1.2 含锌废水的危害

锌是人体必需的微量元素之一，正常人每天从食物中摄取锌 10-15mg。肝是锌的储存地，锌与肝内蛋白结合成锌硫蛋白，供给肌体生理反应时所必需的锌。人体缺锌会出现不少不良症状，误食可溶性锌盐对消化道黏膜有腐蚀作用。过量的锌会引起急性肠胃炎症状，如恶心、呕吐、腹痛、腹泻，偶尔腹部绞痛，同时伴有头晕、周身乏力。误食氯化锌会引起腹膜炎，导致休克而死亡。

锌对敏感鱼类的致死浓度约为 0.01mg/L。水中锌浓度为 0.1~1.0mg/L 时，开始对农作物产生危害。此外，锌对水体自净也有影响，对生物法处理设施和城市污水处理厂也有影响。

### 5.1.3 含锰废水的危害

锰含量高时引起神经细胞的退行性变、坏死和胶质细胞增生，脑血管内膜增厚，血管变窄、脑血流量减少。同时锰能抑制多巴胺的形成，使体内多巴胺含量减少，引起血管收缩、血压升高。

### 5.1.4 含银废水的危害

临床上常见银对人体的影响是发生银质沉着病。银质沉着病可在局部皮肤出现，也可能发生于全身皮肤。银在局部皮肤上由于光的作用转变为白蛋白银，在一定组织上遇硫化氢转变为硫化银，而在真皮的弹力纤维中形成蓝灰色斑点所构成的色素沉着，进而形成由细微的银颗粒构成的放射状网，即所谓的“职业性斑点病”。银对眼睛有伤害，对呼吸道的损害主要是呼吸道银质沉着病，并可能伴有支气管炎。

### 5.1.5 含铅废水的危害

铅及其化合物都有毒性。因铅化合物在液体中的溶解度、铅化合物颗粒的大小、化合物的形态不同而毒性不同。铅对人体很多系统都有毒性作用，铅主要经呼吸道侵入人体或污染食物及水之后再经消化系统侵入人体。侵入人体的铅再积蓄于骨髓、肝、脾、大脑及骨骼中，以后慢慢放出，进入血液，积存在软组织中，产生毒性作用。慢性中毒的特点是在齿龈边缘与齿龈中间出现蓝灰色或黑色的连续点（铅线）。

急性铅中毒突出的症状是腹绞痛、肝炎、高血压、周围神经炎、中毒性脑炎及贫血，慢性中毒常见的症状是神经衰弱症。铅中毒引起血液系统的症状，主要是贫血和铅溶。除此之外，铅中毒还可以引起泌尿系统症状，一是铅大量侵入人体后会造成高血压，二是引起肾炎。

铅对鱼类的致死浓度为 0.1~0.3mg/L。浓度为 0.1mg/L 时，可破坏水体自净能力。

### 5.1.6 含镉废水的危害

镉类化合物毒性很大，与其他金属（如铜、锌）的协同作用可增加其毒性，对水生物、微生物、农作物都有毒害作用。镉是很强的积累性毒物，玉米、蔬菜、小麦等对其具有富集性，人体组织也对其具有积聚作用。镉进入人体后，主要累积于肝、肾等器官，引起骨节变形、神经痛、分泌失调等症状。

水体中镉浓度为 0.01~0.02mg/L 时，对鱼类死有毒性影响；浓度为 0.1mg/L 时，可破坏水体自净能力。口服镉盐中毒潜伏期极短，经 10-20min 即发生恶心、呕吐、腹痛、腹泻等症状。严重者伴有眩晕、大汗、虚脱、上肢感觉迟钝、麻木、甚至可能休克。口服硫酸镉的致死剂量仅为约 30mg。

众所周知的“骨痛病”首先发生在日本的富山省通川流域，这是一种典型的镉公害病。原因是镉慢性中毒，导致镉代替了骨骼中的钙而使骨质变软，患者长期卧床，营养不良，最后发生废用性萎缩、并发性肾功能衰竭和感染等并发症而死亡。

### 5.1.7 含镍废水的危害

镍进入人体后主要存在于脊髓、脑、肺和心脏，以肺为主。如误服镍盐量较大时，

则可产生急性胃肠道刺激现象，发生呕吐、腹泻。金属镍粉及镍化合物有可能在动物身上引起肿瘤，肺部可逐渐硬化。镍及其盐类对电镀工人的毒害，主要是镍皮炎。某些皮肤过敏的人长期接触镍盐，先以发痒起病，在接触镍的皮肤部位首先产生皮疹，呈红斑、红斑丘疹或毛囊性皮疹，以后出现散布在浅表皮的溃疡、结痂，或出现湿疹样病损。

### 5.1.8 含钴废水的危害

钴离子是废弃物中常见的有毒物质，其产生毒效应的浓度范围低，生物摄取存在累积性，不能通过降解消除。钴过量对蛋白质、氨基酸、辅酶和脂蛋白合成产生不良影响，可发生红细胞增多症，还可使血糖增高，甚至钴中毒。

### 5.1.9 含氟废水的危害

在氟化物中，氟化氢的水溶物——氢氟酸毒性最大。长期饮用含氟高于 1.5mg/L 的水会引起氟中毒。氟化物对人体的危害，主要是骨骼受损害，临床表现为上、下肢长骨疼痛，严重者发生骨质疏松、骨质增殖或变形，并发生原发性骨折；其次，氟化物能损害皮肤，使皮肤发痒、疼痛、引发湿症及各种皮炎。

## 5.2 大气污染物环境影响分析

### 5.2.1 含汞废气的危害

汞废气大致分为颗粒态汞和气态总汞，前者包括吸附于颗粒物表面的挥发性汞(如  $\text{HgO}$  和  $\text{HgCl}_2$ )和颗粒物结合的  $\text{HgO}$ 、 $\text{HgS}$  等；后者主要由  $\text{Hg}^0$  组成 (>90%)，和少量的其它挥发性汞化合物，如  $\text{HgCl}_2$ 、 $\text{HgBr}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{HgCl}$  或  $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$  等。

大气中的单甲基汞 ( $\text{CH}_3\text{HgCl}$ 、 $\text{CH}_3\text{HgOH}$  等)和二甲基汞 ( $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ ) 称为甲基形态汞。大气中  $\text{HgCl}_2$ 、 $\text{HgBr}_2$  及  $\text{Hg}(\text{OH})_2$  等易溶于水并可被还原为  $\text{Hg}^0$ ，被称为活性气态汞，有 0、+1 和 +2 三种价态，具有不同的传输特性： $\text{Hg}^0$  可进行长距离传输（几万公里），参与全球汞循环，且大气存留时间长； $\text{Hg}^+$  易与颗粒物结合，在源附近沉降； $\text{Hg}^{2+}$  可扩散到几十至几百公里，易溶于水，随降水降至地面。不同形态的汞在大气的三相间进行转化，对大气中气态汞向颗粒态汞转化起重要作用。

当前，全球大气气态汞的本底值为  $0.5\text{--}5\text{ng/m}^3$ 。美国 IRIS 数据库中对汞元素的呼吸参考剂量为  $3\times 10^{-4}\text{mg/m}^3$ 。在生产和使用过程中，主要以蒸气形式经呼吸道进入人体，以精神神经异常、齿龈炎、震颤为主要症状。大剂量汞蒸气吸入或汞化合物摄入即发生急性汞中毒。

### 5.2.2 沥青烟

沥青加热和含沥青物质的燃烧产生的气溶胶和蒸气。沥青烟中的挥发物排放到大气中，便成为大气污染物之一。沥青烟组分为极为复杂，随沥青来源不同而异。沥青烟气中既有沥青挥发组分凝结成的固体和液体微粒，又有蒸气状态的有机物。沥青烟和粉尘可经呼吸道和皮肤而引起中毒，发生皮炎、视力模糊、眼结膜炎、胸闷、腹痛、心悸、头痛等症状。科学证明，沥青和沥青烟中所含的 3,4 苯并芘是引起皮肤癌、肺癌、胃癌和食道癌的主要原因之一。

### 5.2.3 硫酸雾

硫酸烟雾引起的刺激作用和生理反应等危害。它的危害作用比二氧化硫大 10 倍。人体吸入后可引起上呼吸道受刺激症状，重者发生呼吸困难和肺水肿，高浓度时可致喉痉挛或声门水肿而危及生命。

### 5.2.4 含铅废气

通过呼吸道吸入肺部的铅，其吸收沉积率为 30~50%。四乙基铅除经呼吸道和消化道外，还可通过皮肤侵入体内。尤其可以破坏儿童的神经系统，可以导致血液循环系统和脑疾病。长期接触铅和它的盐（尤其是可溶的和强氧化性的 $\text{PbO}_2$ ）可以导致肾病和类似绞痛的腹痛。另外，铅的无机化合物的动物试验表明可能引发癌症，对人来说铅是一种潜在性泌尿系统致癌物质。

### 5.2.5 含镉废气

主要成分为氧化镉，分子式  $\text{CdO}$ ，可经呼吸道吸入。肺内镉的吸收量约占总进入量的 25~40%。吸入镉燃烧形成的氧化镉烟雾，可引起急性肺水肿和化学性肺炎。个别病例可伴有肝、肾损害。对眼有刺激性。用镀镉器调制或贮存酸性食物或饮料，食入后可引起急性中毒症状。有恶心、呕吐、腹痛、腹泻、大汗、虚脱、甚至抽搐、休克。长期吸入较高浓度镉引起职业性慢性镉中毒。临床表现有肺气肿、嗅觉丧失、牙釉黄色环、肾损害、骨软化症等。美国 IRIS 数据库将镉化合物的呼吸致癌斜率因子定在： $1.8 \times 10^{-3}$  per  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

### 5.2.6 含镍废气

美国 IRIS 数据库将精炼过程中镍粉尘的呼吸致癌斜率定在  $2.4 \times 10^{-4}$  per  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；亚硫化镍的呼吸致癌斜率定在  $4.8 \times 10^{-4}$  per  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；中国规定车间空气中羰基镍的最高容许浓度为  $0.001 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。

## 6 标准主要技术内容

### 6.1 标准适用范围

总体而言，电池生产产生的污染物以重金属为主。从重金属污染预防考虑，标准的适用范围应包括：锌锰电池、锌银电池、铅酸蓄电池、镉镍电池、氢镍电池。

锂电池发展速度较快，在某些领域将逐步替代镉镍电池和氢镍电池。虽然其排水量较小（主要以生活污水为主）、废气排放也很少（主要为有机废气），但随着产量逐步增长，其污染也不应忽视。因此本标准适用范围也应包括锂电池。

太阳能电池发展速度更为迅速，我国已经成为世界最大的太阳能电池生产国和出口国。随着对新能源需求量的日益增长，可以预见我国太阳能电池产量仍将快速增长。因此，本标准适用范围还应包括太阳能电池。

燃料电池（Fuel Cell）是一种将存在于燃料与氧化剂中的化学能直接转化为电能的发电装置。燃料电池十分复杂，涉及化学热力学、电化学、电催化、材料科学、电力系统及自动控制等学科的有关理论，具有发电效率高、环境污染少等优点。目前，燃料电池技术瓶颈尚未突破，提高燃料电池的稳定性、耐久性、降低成本是行业面临的突出问题。本标准适用范围不包括燃料电池。

综上所述，本标准适用范围包括：锌锰电池（普通、碱性锌锰电池）、锌银电池、铅酸蓄电池、镉镍电池、氢镍电池、锂电池和太阳能电池。

在标准开题论证会上，专家组建议标准分为电池装配厂和原材料、原器件生产厂两种污染物排放标准限值。考虑到标准的可操作性，不能对所有原器件企业（如生产浆层纸的企业）制订排放标准，其也不属于电池工业的范畴。根据行业的实际特点，并参考第一次全国污染物普查数据，将铅酸蓄电池分为极板化成、组装制订排水量。

## 6.2 标准结构框架

### 6.2.1 标准文本主要内容

本标准主要包括以下几个方面的内容：

- （1）前言；
- （2）适用范围；
- （3）规范性引用文件；
- （4）术语和定义；
- （5）污染物排放控制要求；
- （6）污染物监测要求；
- （7）实施与监督。

### 6.2.2 标准执行时间段划分

新标准划分了2个时段，现有企业自标准实施之日起执行标准文本表1规定的排放限值，并在一定过渡期后，执行标准文本表2规定的排放限值。新建企业自标准实施之日起执行表2规定的排放限值。

另外，执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间，由国务院环境保护行政主管部门或省级人民政府规定。

## 6.3 术语和定义

本标准规定了电池工业、现有企业、新建企业、排水量、单位产品基准排水量、公共污水处理系统、直接排放、间接排放、标准状态、大气污染物排放浓度、无组织排放、无组织排放监控浓度限值、排气筒高度、企业边界等定义。

如电池工业定义：指以正极活性材料、负极活性材料，配合电介质，以密封式结构制成的，并具有一定公称电压和额定容量的化学电源的制造业。<sup>11</sup>

## 6.4 水污染物排放标准制订依据

### 6.4.1 锌锰/锌银电池水污染物排放限值的确定及制订依据

#### 6.4.1.1 指标的选取

两种电池产生的水污染物相似。在其生产过程中，配液制浆车间和电池生产车间产生重金属废水。由于不同类型产品含汞量不同，废水总汞产生浓度差异较大，一般其产生浓度为0.15~0.675mg/L；总锌21~132 mg/L；总锰3.2~25 mg/L。

根据锌锰电池污水的来源和性质，两类锌锰电池废水指标的选取如下：

---

<sup>11</sup> 来源于《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2002）。

第一类污染物：总汞、总银（锌银电池监测项目）；

第二类污染物：总锌、总锰、COD、SS、pH；

同时，为了防治水体富营养化，根据环境保护部有关精神，增加了总磷、总氮和氨氮等三项水污染物控制指标。

#### 6.4.1.2 标准限值的确定

##### （1）总汞

电池企业含汞废水的治理工艺有：①铁屑还原法；②硫化物、氢氧化物沉淀法；③活性炭吸附法；④离子交换树脂法；⑤微电解法等。目前，锌锰电池生产企业普遍采用硫化物、氢氧化物沉淀法处理生产废水。汞去除率可达 95%以上，其排放浓度在 0.005~0.02mg/L。

表 6-1 我国和部分国家（地区）对汞的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
法国（地表水体）	0.1	芬兰（赫尔辛基污水处理厂）	0.01
荷兰	0.05	芬兰（赫尔科马）	0.05
意大利（地表水体）	0.05	西班牙	0.1
日本	0.005	新加坡（河道）	0.05
中国（GB 8978-1996）	0.05	北京（DB11/307-2005）	0.002
上海（DB31/199-2009）	0.02	广东	0.05
山东（DB37/676-2007）	0.005		

考虑到汞对环境产生的危害极大，国家九部委联合发布了《关于限制电池产品汞含量的规定》的通知。其中规定：自 2001 年 1 月 1 日起，禁止在国内生产各类汞含量大于电池重量 0.025% 的电池；自 2005 年 1 月 1 日起，禁止在国内生产汞含量大于电池重量 0.0001% 的碱性锌锰电池。

从污染物产生情况、废水治理技术、国内外法律、法规、标准等因素考虑，本标准作出以下规定：

考虑到锌锰电池无汞化率较低（如扣式碱锰电池、纸板锌锰电池无汞化率为 10% 左右，糊式锌锰电池尚未实现无汞化），根据行业产排污实际情况，本标准规定：现有企业总汞排放限值为 0.02mg/L；对于新、改、扩建企业，根据行业发展趋势，在“十二五”期间，推广扣式碱锰电池、纸板锌锰电池无汞化技术，并开始示范糊式锌锰电池无汞化技术，本标准规定：新建（改、扩建）企业总汞排放限值为 0.005 mg/L。

##### （2）总锌

目前，含锌废水的治理工艺有：①中和沉淀法；②离子交换法；③反渗透法；④微电解法等。我国目前对含锌废水的治理已经十分成熟。采用中和沉淀法，去除率能达到 99%，排放浓度在 1.5~2.5mg/L。

表 6-2 我国和部分国家（地区）对锌的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
比利时	7.0	芬兰（赫尔辛基污水处理厂）	3.0
德国	2.0	芬兰（赫尔科马）	2.0
法国（地表水体）	5.0	西班牙	0.5
意大利（地表水体）	0.5	英国	5.0
荷兰	0.5	日本	5.0
新加坡（河道）	1.0	中国（GB 8978-1996）	2.0/5.0

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
北京 (DB11/307-2005)	2.0	上海 (DB31/199-2009) 一级/二级	2.0/4.0
广东	3.0	山东 (DB37/676-2007)	2.0

本标准规定：现有企业总锌的排放限值为 2.0 mg/L；新建（改、扩建）企业总锌的排放限值为 1.5 mg/L。

### （3）总锰

目前，含锰废水的治理工艺有：①中和沉淀法；②离子交换法；③反渗透法等。我国目前对含锰废水的治理已经十分成熟。采用中和沉淀法，去除率能达到 90%以上，排放浓度在 1.5~2.0mg/L。

表 6-3 我国和部分国家（地区）对锰的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
新加坡（河道）	5.0	中国 (GB 8978-1996)	2.0
北京 (DB11/307-2005)	2.0	上海 (DB31/199-2009)	2.0
广东	2.0	山东 (DB37/676-2007)	2.0

国家和主要省市地方排放标准对锰的排放限值一般为 2mg/L，本标准规定：现有企业总锰的排放限值为 2.0 mg/L。根据先进企业水平，采用化学沉淀法等工艺锰的排放浓度可以达到 1.5mg/L 以下，将新建（改、扩建）企业总锰的排放限值定为 1.5mg/L。

### （4）总银

表 6-4 我国和部分国家（地区）对银的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
比利时	0.1	芬兰（赫尔辛基污水处理厂）	0.2
德国	0.1	芬兰（赫尔科马）	0.2
荷兰	0.1	西班牙	0.5
中国 (GB 8978-1996)	0.5	北京 (DB11/307-2005)	0.5
上海 (DB31/199-2009)	0.5	广东	0.5
山东 (DB37/676-2007)	0.5		

本标准规定：现有企业总银的排放限值为 0.5 mg/L；新建（改、扩建）企业总银的排放限值为 0.2mg/L。

### （5）化学需氧量（COD）

表 6-5 我国和部分国家（地区）对 COD 的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
德国	110	奥地利	75
比利时	120	意大利（地表水体）	160
法国（地表水体）	125	希腊	150
荷兰	300	葡萄牙	150
西班牙	160	波兰	150
泰国	120	台湾	150
日本	120	新加坡（河道）	100
中国 (GB 8978-1996)	100/150	北京 (DB11/307-2005)	100
上海 (DB31/199-2009) 一级/二级	80/100	广东	110

电池废水主要为重金属污染，COD 产生浓度低，一般在 150mg/L 左右，采用絮凝沉淀工艺处理重金属废水时，对 COD 有一定去除作用，排放浓度一般在 100mg/L 左右。本标准规定：现有企业 COD 的标准限值为 100mg/L；新建（改、扩建）企业 COD 的标准限值为 70mg/L。

#### （6）悬浮物（SS）

表 6-6 我国和部分国家（地区）对 SS 的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
比利时	60	希腊	40
法国（地表水体）	35	葡萄牙	60
西班牙	30	波兰	50
印度	100	泰国	30
台湾	50	日本	150
新加坡（河道）	50	中国（GB 8978-1996）	150
北京（DB11/307-2005）	80	上海（DB31/199-2009）一级/二级	60/70
广东	100		

SS 不是电池行业特征污染物，采用沉淀法处理电池废水时，可以在絮凝沉淀工序去除 SS，去除率可以达到 60%以上。根据行业现状，本标准规定：现有企业 SS 的标准限值为 70mg/L；对于新、改、扩企业，通过对絮凝剂添加量、沉淀时间、pH 值等环节的控制，可以进一步提高 SS 去除效率，本标准规定：新建（改、扩建）企业 SS 的排放限值为 50mg/L。

#### （7）氨氮

表 6-7 我国和部分国家（地区）对氨氮的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
奥地利	5	希腊	15
意大利（地表水体）	15	西班牙	15
中国（GB 8978-1996）一级/二级	15/25	北京（DB11/307-2005）	15
上海（DB31/199-2009）一级/二级	10/15	广东	15

本标准规定：现有锌锰电池生产企业氨氮的标准限值为 15mg/L；新建（改、扩建）企业氨氮的排放限值为 10mg/L。

#### （8）总氮、总磷指标的确定

电池生产企业通常情况下总氮、总磷污染物排放浓度很低。只有普通锌锰电池生产过程中直接涉及到总氮的排放。因此，总氮、总磷指标的确定均参考国家和地方标准制定，现有企业和新建（改、扩建）企业的水污染物排放限值均严于现行标准。本标准规定：现有企业总氮标准限值为 25mg/L，新建（改、扩建）企业总氮标准限值为 20mg/L；现有企业总磷标准限值为 1.0mg/L，新建（改、扩建）企业总磷标准限值为 0.5mg/L。

#### （9）基准排水量

本标准将根据不同类型电池生产的实际情况，制定相应的单位产品基准排水量，以防止部分企业的稀释排放。

经调查，美国废水排放标准以每吨锌（原料）为单位制订总量排放标准。

本次标准的制订，对全国部分大中型锌锰电池生产企业进行了调查。根据先进生产工艺、水循环利用率以及污水回用情况制定单位产品锌锰电池基准排水量。

表 6-8 单位产品锌锰电池基准排水量 (m<sup>3</sup>/万只)

类型		现有企业	新建企业
锌锰电池	糊式	1.6	1.3
	纸板	1.0	0.8
	扣式	0.5	0.4

锌银电池基准排水量按扣式碱性锌锰电池计。

圆柱形锌空气电池基准排水量按纸板锌锰电池计。

扣式锌空气电池基准排水量按扣式碱性锌锰电池计。

其它二氧化锰电池（包括碱性锌锰电池和叠层电池等）基准排水量按锌锰纸板电池计。

锌锰电池产量的统计及单位的换算如下：

电池产量按电池行业的常规统计方法统计，折合为 R20 电池计算；扣式碱性锌锰电池产量统计不分型号大小。

#### 6.4.1.3 本标准与相关标准的比较

本标准确定的排放指标和限值与《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 的对比情况见表 6-9。

表 6-9 水污染物排放限值主要指标的对比 (单位: mg/L)

控制项目	本标准限值		污水综合排放标准	
	现源	新源	二级标准	一级标准
总汞	0.02	0.005	0.05	
总银 <sup>1</sup>	0.5	0.2	0.5	
总锌	2.0	1.5	5	2
总锰 <sup>2</sup>	2.0	1.5	2	2
COD <sub>Cr</sub>	100	70	150	100
SS	70	50	150	70
总磷	1.0	0.5	1.0（磷酸盐）	1.0（磷酸盐）
总氮	25	20	——	——
氨氮	15	10	25	15
pH	6~9	6~9	6~9	6~9
基准排水量(m <sup>3</sup> /万只)	糊式：1.6 m <sup>3</sup> /万只	糊式：1.3 m <sup>3</sup> /万只	没有规定	
	纸板：1.0 m <sup>3</sup> /万只	纸板：0.8 m <sup>3</sup> /万只		
	扣式：0.5 m <sup>3</sup> /万只	扣式：0.4 m <sup>3</sup> /万只		
注：1、总银为锌银电池监测项目。				
2、锌银电池不监测总锰。				

#### 6.4.2 铅酸蓄电池水污染物排放标准制订依据

##### 6.4.2.1 指标的选取

在铅酸蓄电池生产过程中，涂板工序、化成工序以及电池清洗工序产生含铅的重金属废水。经调查，水污染物中铅的产生浓度为：2.2~97.7mg/L。在电动自行车蓄电池中，90%的铅酸蓄电池采用Pb-Sb-Cd（1.5%~1.7%）作为正极板栅合金，废水中会含有镉，产生浓度一般为：1~3mg/L。

根据铅酸蓄电池污水的来源和性质，其水污染物控制因子主要包括以下几种：总铅、总镉、COD、SS、pH。

6.4.2.2 标准限值的确定

(1) 总铅

目前，含铅废水的治理工艺可采取以下方法：①混凝沉淀法；②中和还原法；③离子交换法等。铅酸蓄电池企业普遍采用混凝沉淀法，去除率能达到98%以上。规模以上铅酸蓄电池生产企业铅排放浓度可以0.7~1.0mg/L。而大型企业，通过全过程控制，严格环境管理等措施，可以确保含铅废水排放浓度小于0.5mg/L。

表 6-10 我国和部分国家（地区）对铅的现行排放限值（单位：mg/L）

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
比利时	1.0	芬兰（赫尔辛基污水处理厂）	2.0
法国（地表水体）	2.0	芬兰（赫尔科马）	0.5
德国	0.5	西班牙	1.0
意大利（地表水体）	0.2	日本	0.1
新加坡（河道）	0.1	中国（GB 8978-1996）	1.0
北京（DB11/307-2005）	0.1	上海（DB31/199-2009）	1.0
广东	1.0	山东（DB37/676-2007）	0.5

根据行业平均水平，本标准规定：现有企业总铅的排放限值为 0.7 mg/L；对于新建（改、扩建）企业，首先应加快产业结构调整，如淘汰 20 万千伏安时/年规模以下铅酸蓄电池生产企业，限制新建 50 万千伏安时/年规模以下铅酸蓄电池生产项目（不含先进新型工艺结构铅酸蓄电池）；还应推行清洁生产技术，如圆柱型卷绕式密封铅酸蓄电池技术、拉网式(冲孔式、连铸连轧式、挤膏管式)铅酸蓄电池极板制造工艺技术、胶体密封铅酸蓄电池技术、铅酸蓄电池无镉化技术、铅酸蓄电池外化成转为内化成工艺技术、循环水洗涤电池极板清洁生产工艺技术等。本标准规定：新建企业总铅的排放限值为 0.5 mg/L。

(2) 总镉

电动自行车蓄电池行业90%的铅酸蓄电池采用Pb-Sb-Cd（1.5%~1.7%）作为正极板栅合金。对于镉的控制，欧盟新的电池指令已于2006年7月4日正式通过，所有的欧盟成员国将有两年的过渡时间，将其引入本国法规。

根据欧盟该项指令，在正式生效后，凡是含汞量超过0.0005%、含镉量超过0.002%的电池，在欧盟境内都将被禁止销售；此外，从2009年开始，所有在欧盟境内销售的电池都必须标明具体使用寿命。2012年之前，欧盟境内1/4的废旧电池须被回收。到2016年时，这一比例应达到45%。

可以看出，欧盟对电池中镉元素含量提出了比原标准高出12.5倍的要求，从250ppm一下子提高到20ppm，对我国电池出口提出了更高要求。

目前，我国制定了《环境标准产品技术要求 微型计算机、显示器》，其中对电池和铅酸蓄电池中重金属含量进行了规定，镉含量不大于10ppm。新制定的国家标准《电动助力车用密封铅酸蓄电池》要求在电池上进行标识：“含镉产品”或“无镉产品”。可见，禁镉势在必行。

目前，含镉废水的处理方法有：①化学沉淀法；②电解法；③离子交换法等。其中，采用化学沉淀法最为普遍，去除率一般能达到99%以上。

表 6-11 我国和部分国家（地区）对镉的现行排放限值 单位：mg/L

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
比利时	0.6	芬兰（赫尔辛基污水处理厂）	0.01
法国（地表水体）	0.2	芬兰（赫尔科马）	0.2
德国	0.2	意大利（地表水体）	0.02
英国	0.2	荷兰	0.2
西班牙	0.5	日本	0.1
新加坡（河道）	0.1	中国（GB 8978-1996）	0.1
北京（DB11/307-2005）	0.02	上海（DB31/199-2009）	0.1
广东	0.1	山东（DB37/676-2007）	0.05

根据行业污染治理现状，本标准规定：现有企业总镉的标准限值为 0.05mg/L；对于新建企业，必须从源头控制，采用无镉化技术（采用铅钙多元合金或其他无镉板栅合金，替代含镉板栅合金，镉含量低于 0.002%。），本标准规定：新建（改、扩建）企业总镉的标准限值均为 0.02mg/L。

### （3）常规污染物的确定

铅酸蓄电池生产过程中排放的废水属于重金属废水，主要水污染物为铅，COD、SS 不属于主要污染。根据铅酸蓄电池生产和现有处理技术的特点，本标准对 COD、SS、pH、总氮、总磷、氨氮等指标做出了相应的规定。标准限值的制定见锌锰电池部分。

### （4）基准排水量

铅酸蓄电池生产过程排放的废水为重金属废水，需要对其进行总量控制。本标准以 kVAh 为单位制订基准排水量。

目前，《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）没有对铅酸蓄电池重金属排放进行总量控制。本次标准的制订，对全国大中型铅酸蓄电池生产企业进行了调查。目前，已有部分企业通过处理对废水进行循环利用，实现了含铅废水的近零排放，但绝大部分企业仍需排放含铅废水。

目前，铅酸蓄电池企业大致可以分为两类。大型电池企业从铅粉制造等原料开始，最后到电池成品；而另一部分电池企业，主要是外购极板后进行组装，没有铅粉制造、铸板等工序，污染较小。电池生产主要工序排水量比例如表 6-1 所示。

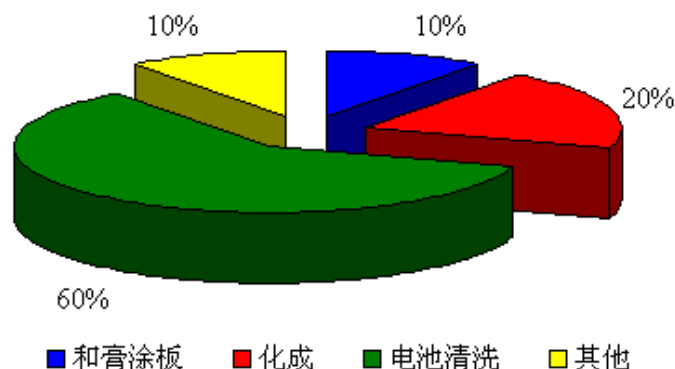


图6-1 各主要用水工序用水量占总用水量负荷图

可以看出，单纯的组装企业排水量仅为综合生产企业的 10%左右。根据行业基本运行情况，制定现有企业基准排水量；对于新、改、扩企业，要求进一步提高水循环利用率，对处理后达标排放的废水针对不同工序的水质要求提高污水回用率，制定新

建企业基准排水量。具体限值如表 6-12 所示。

表 6-12 单位产品铅酸蓄电池基准排水量 (m<sup>3</sup>/kVAh)

类型		现有企业	新建企业
铅酸蓄电池	极板化成+组装	0.15	0.12
	组装	0.02	0.015

#### 6.4.2.3 本标准与相关标准的比较

本标准确定的排放指标和限值与《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 的对比情况见表 6-13。

表 6-13 水污染物排放限值主要指标的对比 (单位: mg/L)

控制项目	本标准限值		污水综合排放标准	
	现源	新源	二级标准	一级标准
总铅	0.7	0.5	1.0	
总镉	0.05	0.02	0.1	
COD <sub>Cr</sub>	100	70	150	100
SS	70	50	150	70
总磷	1.0	0.5	1.0 (磷酸盐)	1.0 (磷酸盐)
总氮	25	20	——	——
氨氮	15	10	25	15
pH	6~9	6~9	6~9	6~9
基准排水量 (m <sup>3</sup> /万只)	极板化成+组装: 0.15 m <sup>3</sup> /kVAh	极板化成+组装: 0.12 m <sup>3</sup> /kVAh	没有规定	
	组装: 0.02 m <sup>3</sup> /kVAh	组装: 0.015 m <sup>3</sup> /kVAh		

### 6.4.3 6.4.3 镉镍、氢镍电池水污染物排放标准制订依据

#### 6.4.3.1 指标的选取

在镉镍、氢镍电池生产过程中, 含镉废水主要来自电池化成负极车间, Cd<sup>2+</sup>浓度为 3~10mg/L; 含镍废水主要来自电池浸渍、化成车间, Ni<sup>2+</sup>浓度为 0.5~40mg/L。

根据镉镍、氢镍电池污水的来源和性质, 其水污染物控制因子主要包括以下几种: 总镉、总镍、COD、SS、pH。

#### 6.4.3.2 标准限值的确定

##### (1) 总镉

目前, 含镉废水的处理方法有: ①化学沉淀法; ②电解法; ③离子交换法等。目前, 镉镍电池生产企业废水处理普遍采用化学沉淀法, 去除率一般能达到 99% 以上。总镉排放浓度可小于 0.1mg/L; 而采用泡沫镍式生产工艺的大型企业, 总镉排放浓度可小于 0.5mg/L。

本标准规定: 现有企业总镉的标准限值为 0.1mg/L; 新建 (改、扩建) 企业总镉的标准限值均为 0.05mg/L。

##### (2) 总镍

目前, 含镍废水的处理方法有: ①化学沉淀法; ②离子交换法; ③反渗透法等。一般采用化学沉淀法或离子交换法, 去除率可达 90% 以上。

表 6-14 我国和部分国家 (地区) 对镍的现行排放限值 (单位: mg/L)

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
比利时	3.0	芬兰（赫尔辛基污水处理厂）	0.5
法国	5.0	芬兰（赫尔科马）	1.0
德国	0.5	意大利	2.0
英国	2.0	荷兰	0.5
西班牙	5.0	新加坡（河道）	1.0
中国（GB 8978-1996）	1.0	北京（DB11/307-2005）	0.5
上海（DB31/199-2009）	1.0	广东	1.0
山东（DB37/676-2007）	0.5		

本标准规定：现有企业总镍的标准限值为 1.0mg/L；新建（改、扩建）企业总镍的标准限值均为 0.5mg/L。

### （3）常规污染物的确定

镉镍、氢镍电池生产过程中排放的废水属于重金属废水，主要水污染物为镉、镍等重金属，COD、SS 不属于主要污染。根据镉镍、氢镍电池生产和现有处理技术的特点，本标准对 COD、SS、pH、总氮、总磷、氨氮等指标做出了相应的规定。标准限值的制定见锌锰电池部分。

### （4）基准排水量

镉镍、氢镍电池生产过程排放的废水为重金属废水，需要对其进行总量控制。本标准以万只为单位制订基准排水量。

目前，镉镍电池生产企业主要采用负极拉浆、正极浸渍工艺，这种工艺水循环利用率较低。如采用电沉积工艺代替负极拉浆工艺，并且采用多级沉降将氢氧化亚镍颗粒沉淀分离，由于分离后水中仅含有微量的氢氧化亚镍，可根据各工序水质需求，进行循环利用，减少单位产品废水排放量。根据行业现状，并考虑清洁生产工艺的推广，制定单位产品基准排水量，如下表所示。

表 6-15 单位产品镉镍/氢镍电池基准排水量（m<sup>3</sup>/万只）

类型	现有企业	新建企业
镉镍/氢镍电池	0.3	0.25

### 6.4.3.3 本标准与相关标准的比较

本标准确定的排放指标和限值与《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）的对比情况见表 6-16。

表 6-16 水污染物排放限值主要指标的对比（单位：mg/L）

控制项目	本标准限值		污水综合排放标准	
	现源	新源	二级标准	一级标准
总镉	0.1	0.05	0.1	
总镍	1.0	0.5	1.0	
COD <sub>Cr</sub>	100	70	150	100
SS	70	50	150	70
总磷	1.0	0.5	1.0（磷酸盐）	1.0（磷酸盐）
总氮	25	20	——	——
氨氮	15	10	25	15
pH	6~9	6~9	6~9	6~9

控制项目	本标准限值		污水综合排放标准	
	现源	新源	二级标准	一级标准
基准排水量 (m <sup>3</sup> /万只)	0.3 m <sup>3</sup> /万只	0.25 m <sup>3</sup> /万只	没有规定	

#### 6.4.4 锂电池水污染物排放标准制订依据

##### 6.4.4.1 指标的选取

锂电池生产过程产生废水较少，主要为生活污水（50%左右），其次为冲洗废水（40%左右）。金属网酸碱洗产生少量含铜废水，废气喷淋产生少量有机废水。从生产工艺来看，锂电池正极材料仍以钴酸锂为主，在废水中会产生微量的钴。根据锂电池污水的来源和性质，其水污染物控制因子主要包括以下几种：总钴、总铜、COD、SS、pH、氨氮、总氮。

##### 6.4.4.2 标准限值的确定

###### （1）总钴

锂电池正极材料以钴酸锂为主。全球钴资源匮乏导致原料成本较高。企业一般积极提高钴资源利用效率，并寻求替代原料。废水中钴含量很少，但考虑钴作为第一类污染物，上海等地制定了排放标准，应严格制定排放限值。

表 6-17 国内外总钴排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《铜、镍、钴工业污染物排放标准》(GB 25467-2010)	1.0
上海	DB31/199-2009	1.0

本标准参考上述标准制定钴排放限值，本标准规定：现有企业和新建企业总钴的标准限值均为1.0mg/L。

###### （2）总铜

总铜主要来源于金属网酸碱洗废水，废水水量较小（约为总排水量的1~2%），经中和处理后可小于1mg/L。

表 6-18 国内外总铜排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	GB 8978 新源, 一级/二级	0.5/1.0
	《铜、镍、钴工业污染物排放标准》(GB 25467-2010)	0.5
北京	DB11/307-2005, 二级/三级	0.5/1.0
上海	DB31/199-2009, 一级/二级	0.5/1.0
比利时	铜工业	溶解态, 3
德国	所有工业	0.5
日本	水质污浊防治法	3
欧盟	欧洲理事会指令 96/61/EC, 最佳可行性技术	0.1

本标准规定: 现有企业总铜的标准限值为1.0mg/L; 新建(改、扩建)企业总铜的标准限值均为0.5mg/L。

### (3) 常规污染物的确定

锂电池主要废水为生活污水、冲洗水以及少量废气喷淋废水(有机废水), 水质与生活污水类似。经生化处理后可确保稳定达标排放。根据太阳能电池生产和现有处理技术的特点, 本标准对 COD、SS、pH、总氮、总磷、氨氮等指标做出了相应的规定。标准限值的制定见锌锰电池部分。

### (4) 基准排水量

锂电池生产过程产生废水主要以生活污水和冲洗水为主, 根据制定现有企业单位产品基准排水量: 1.5m<sup>3</sup>/万Ah; 新建企业单位产品基准排水量为1.2m<sup>3</sup>/万Ah。

## 6.4.5 太阳能电池水污染物排放标准制订依据

### 6.4.5.1 指标的选取

从生产工艺角度考虑, 太阳能电池水污染物控制因子应包括氟化物、COD、SS、pH值、氨氮、总氮。

### 6.4.5.2 标准限值的确定

#### (1) 氟化物

目前, 国内比较常用的含氟废水处理工艺有混凝沉淀法和吸附法。太阳能电池废水主要采取混凝沉淀法, 主要是利用可溶性盐氧化钙和氟离子发生反应, 生成CaF<sub>2</sub>沉淀, 再投入高分子絮凝剂使其迅速沉降。氟化物排放浓度在8~9mg/L左右。

表 6-19 我国和部分国家(地区)对氟化物的现行排放限值(单位: mg/L)

国家或地区	排放限值	国家或地区	排放限值
比利时	10.0	意大利(地表水体)	6.0
法国(地表水体)	15.0	德国	50
西班牙	12.0	中国(GB 8978-1996)表4一级	10.0
北京(DB11/307-2005)二级、三级	5.0	上海(DB31/199-2009)一级、二级	10.0
山东(DB37/676-2007)一级、二级	10.0		

本标准规定: 现有企业氟化物的标准限值为 10.0mg/L; 新建(改、扩建)企业氟化物的标准限值均为 8.0mg/L。

### (2) 常规污染物的确定

太阳能电池部分生产工序 COD、SS 产生浓度较高，可与生活污水混合后进行生化处理，可确保稳定达标排放。根据太阳能电池生产和现有处理技术的特点，本标准对 COD、SS、pH、总氮、总磷、氨氮等指标做出了相应的规定。标准限值的制定见锌锰电池部分。

### （3）基准排水量

根据太阳能电池现有企业实际情况，制定现有企业单位产品基准排水量：1.5m<sup>3</sup>/kW；对于新建、改建、扩建企业，应采取中水回用、纯水制备弃水用于废气洗涤塔用水等措施，提高水循环利用率，新建企业单位产品基准排水量为1.0m<sup>3</sup>/kW。

### 6.4.6 水污染物特别排放限值的确定

太湖蓝藻暴发等多起环境污染事件的发生，使人们认识到工业的发展已经严重影响了人类饮用水资源。为了保护三河、三湖等重点水域的水质，逐步恢复已受污染的水体，根据环境保护部相关要求，在本标准中增加水污染物特别排放限值。

特别排放限值的确定以《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级标准的 A 标准为本标准环境敏感地区水污染物排放限值。A 标准是城镇污水处理厂出水作为回用水的基本要求。

为达到特别排放限值，电池企业必须进行产业结构调整，推行清洁生产。执行特别排放限值区域的电池企业，在生产规模上必须做大做强；在原辅材料和产品结构方面，必须执行最严格的国际公约（如锌锰电池无汞化、铅酸蓄电池无镉化等）；在生产工艺方面必须应用最先进的清洁生产技术，降低水资源消耗，减少污染物产生强度；在末端治理方面，采用先进废水治理技术，严格环境管理，提高污水回用率等措施。

标准限值如表 6-20 所示。

基准排水量根据电池行业最先进的技术、设备水平而定。

本标准特别排放限值与《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）对比情况如表 6-20 所示。

**表 6-20 本标准特别排放限值与 GB 18918-2002 对比情况（单位：mg/L，pH 值除外）**

序号	污染物	排放限值	GB 18918-2002	
			A 标准	B 标准
1	化学需氧量	50	50	60
2	悬浮物	10	10	20
3	总磷	0.5	0.5	1
4	总氮	15	15	20
5	氨氮	8	5（8）	5（8）
6	pH 值	6~9	6~9	
7	氟化物（以 F 计）	2.0	—	
8	总锌	1.0	1.0	
9	总锰	1.0	2.0	
10	总铜	0.5	0.5	
11	总汞	0.001	0.001	
12	总银	0.1	0.1	
13	总铅	0.1	0.1	
14	总镉	0.01	0.01	
15	总镍	0.05	0.05	

序号	污染物	排放限值	GB 18918-2002	
			A 标准	B 标准
16	总钴	1.0	—	

对现有和新建电池企业执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间，由省级人民政府规定。

#### 6.4.7 间接排放限值确定

##### 6.4.7.1 确定原则

(1) 按照《监控方案》的要求，对有毒污染物的间接排放限值，采用与直接排放统一的限值，并在车间或生产设施排放口监控，因此有毒污染物的间接排放控制要求与直接排放控制要求相同。

(2) 为与现行的污水排放管理方式相衔接，间接排放限值不再区分现有企业和新建企业，执行统一的间接排放限值。

《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082-1999) 和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 均未按现有企业和新建企业对来水进行区分。

考虑到间接与直接排放行为的环境影响不同，以及现有企业污水处理的技术经济合理性，本标准规定现有企业和新建企业执行统一的间接排放限值。

(3) 执行特别排放限值的企业间接排放执行新建企业的直接排放限值。主要目的是执行特别排放限值的企业在环境敏感区，应配套二级甚至三级水污染物处理装置，处理后的废水再进入公共污水处理系统，确保对环境敏感区的危害减至最低。

##### 6.4.7.2 确定依据

一般污染物的间接排放限值根据污染源排放污染物的特点和公共污水处理系统的处理能力，并参考《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082-1999)、《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 以及《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 中 1998 年以后建设项目执行的第三级标准确定。

公共污水处理系统对悬浮物、BOD、氨氮、总氮、总磷五种污染物的处理技术相对成熟、有效，原则上，其间接排放限值通常为现有企业直接排放限值的 150~200%；COD 和色度根据其可生化性和行业污水特征，间接排放限值通常为现有企业直接排放限值的 130%~180%。

必须说明的是，由于 CJ 3082-1999 和 GB 8978-1996 是在 10 年前制定的标准，随着清洁生产工艺技术进步，污染物的产生量应比 10 年前有显著的减少，因此，为反映并促进技术进步，上述几种常规污染物浓度的间接排放限值原则上也应比上述标准中的限值低 20%~40% 左右。对于污染物处理达到上述要求确有难度的行业，可适当放宽，但以上污染物排放限值均不得超过 CJ 3082-1999 和《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 中 1998 年以后建设项目执行的第三级标准限值的规定。

企业向设置污水处理厂的城镇排水系统排放废水，应执行间接排放限值。第一类污染物仍执行直接排放限值，在车间或车间处理设施排放口检测。

表 6-21 本标准间接排放限值与现有排放标准对比

序号	污染物项目	本标准间接排放限值			《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)三级标准	《污水排入城市下水道水质标准》(CJ3082-1999)
		现有企业	新建企业	执行特别排放限值企业		
1	COD <sub>Cr</sub>	150	150	70	500	500
2	悬浮物	140	140	70	400	400
3	总磷	2.0	2.0	0.5	——(磷酸盐)	8.0(磷酸盐)
4	总氮	40	40	20	——	——
5	氨氮	30	30	10	——	35
6	pH 值	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
7	氟化物(以 F 计)	10.0	8.0	2.0	20	20
8	总锌	2.0	1.5	1.0	5.0	5.0
9	总锰	2.0	2.0	2.0	5.0	5.0
10	总铜	1.0	0.5	0.5	2.0	2.0

对现有排放标准对比,一方面增加了单位产品基准排水量指标;另一方面,排放限值明显严于现有排放标准。

## 6.5 大气污染物排放标准的相关说明

### 6.5.1 锌锰/锌银电池大气污染物排放限值的确定及制订依据

#### 6.5.1.1 汞及其化合物排放限值的确定

含汞废气主要来源于普通锌锰电池生产工序。

国内外汞排放标准如表 6-22 所示。

表 6-22 国内外汞及其化合物排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	0.012
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	0.010
澳大利亚	全部	10.0
马来西亚	工业	10.0
新加坡	全部	10.0
美国		2300g/24h
德国		0.3

美国对电池生产大气汞排放的规定为总量标准,即 2.3kg(或 5.1 磅)/天(汞电池)。

本标准要求:现有企业和新建企业排放标准均为 0.01mg/Nm<sup>3</sup>。

#### 6.5.1.2 沥青烟气排放限值的确定

沥青烟气主要来源于普通锌锰电池封口剂车间。

国内外沥青烟气排放标准如表 6-23 所示。

表 6-23 国内外沥青烟气排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源/熔炼、浸涂	40
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	20
原苏联		0.6
英国	筑路滑料	231~460
加拿大	铺路用沥青厂	230
原西德	沥青混凝土	100
	碳黑制造冲洗塔	50
	锅炉内燃烧	50
美国	综合标准	90

适用范围为使用沥青作封口剂的电池生产企业。对部分锌锰电池企业进行了调查, 沥青烟原始浓度 30mg/m<sup>3</sup>, 采取旋风除尘处理, 排放浓度能够小于 10mg/m<sup>3</sup>。本标准规定: 现有企业排放标准为 20mg/Nm<sup>3</sup>; 新建企业排放标准为 10mg/Nm<sup>3</sup>。

#### 6.5.1.3 颗粒物排放限值的确定

锌锰电池拌粉车间混粉工序以及锂电池配料工段会产生少量的碳黑尘, 经检测, 碳黑尘产生浓度 200mg/m<sup>3</sup>, 采用脉冲布袋除尘器, 排放浓度 10~15mg/m<sup>3</sup>。

国内外颗粒物排放标准如表 6-24 所示。

表 6-24 国内外颗粒物排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源, 炭黑尘	18
	《大气污染物综合排放标准》新源, 其它	120
北京	DB11/501-2007, II 时段, 炭黑尘	10
	DB11/501-2007, II 时段, 其它颗粒物	30

本标准规定: 现有企业炭黑尘排放标准为 15mg/Nm<sup>3</sup>, 颗粒物为 100mg/m<sup>3</sup>; 新建企业炭黑尘排放标准为 10mg/Nm<sup>3</sup>, 颗粒物为 50mg/m<sup>3</sup>。

### 6.5.2 铅酸蓄电池大气污染物排放标准制订依据

#### 6.5.2.1 铅及其化合物排放限值的确定

含铅废气主要净化工艺包括: 布袋除尘、电除尘、水浴除尘, 或者几种技术混合应用。

对大型企业进行实地考察, 部分企业熔炼工序和总装焊接工序产生的铅烟采用 HKE 高效组合式铅烟净化装置处理后由排气筒高空排放; 球磨制粉、灌粉、刷粉工序产生的铅尘通过设置集气罩, 经引风机收集至旋风除尘器进行一级除尘后再经过回转反吹脉冲布袋除尘器处理, 由 15 米高排气筒排放。铅尘排放浓度可小于 0.5mg/Nm<sup>3</sup>。

表 6-25 国内外铅及其化合物排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	0.7
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	0.5
日本	制造铅酸蓄电池	10.0
澳大利亚	全部	10.0

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
马来西亚	工业	25.0
德国		5.0
韩国		20.0
新西兰	全部	100.0

美国铅酸蓄电池铅排放标准：

- (1) 格栅铸造设备铅排放不超过 0.40mg/m<sup>3</sup> 干标准气体。
- (2) 粘贴混合设备铅排放不超过 1.00mg/ m<sup>3</sup> 干标准气体。
- (3) 氧化铅制造铅排放不超过 5.0mg/kg 铅。
- (4) 铅回收设备铅废气排放不超过 4.50mg/ m<sup>3</sup> 干标准气体。
- (5) 其他铅排放操作铅排放不超过 1.00mg/ m<sup>3</sup> 干标准气体。

根据我国铅酸蓄电池含铅废气的排放现状，以布袋除尘+水浴除尘技术为主，对铅酸蓄电池生产企业，现有企业排放标准为 0.7 mg/Nm<sup>3</sup>；对于新建、改建、扩建企业，主要通过采用清洁生产工艺，如铅粉制造、铸板、和膏等工序，降低废气产生浓度，本标准规定：新建企业排放标准为 0.5mg/Nm<sup>3</sup>。

### 6.5.2.2 硫酸雾排放限值的确定

目前，铅酸蓄电池企业硫酸雾净化方式主要有两种：物理捕集过滤法和化学喷淋吸收法。去除效率可达 95%以上。调研结果显示，大部分企业硫酸雾排放浓度可以达到 20mg/Nm<sup>3</sup> 左右。

国内外硫酸雾排放标准如表 6-26 所示。

表 6-26 国内外硫酸雾排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	45
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	5.0
澳大利亚	任意商业、工业或工业过程	100
原捷克 (以 SO <sub>3</sub> 计)	除燃烧或硫酸制造以外工艺	228.8
新加坡 (SO <sub>3</sub> )	除燃烧或硫酸制造以外工艺	200
美国	密苏里州 旧的燃烧源	70
	新的燃烧源	35
	新泽西州	350
日本东京		1

根据我国铅酸蓄电池硫酸雾的排放现状，以物理捕集过滤法和化学喷淋吸收法为主。本标准规定：现有企业硫酸雾排放标准限值为 20mg/Nm<sup>3</sup>；对于新、改、扩建企业，推广电池内化成工艺，并进一步提高硫酸雾去除效率，新建企业硫酸雾排放标准限值为 10mg/Nm<sup>3</sup>。

## 6.5.3 镉镍、氢镍电池大气污染物排放标准制订依据

### 6.5.3.1 镉及其化合物排放限值的确定

含镉及其化合物废气主要来源于镉镍电池负极生产和装配工序。废气治理技术主要为布袋除尘器，去除效率可大于 90%。

国内外镉排放标准如表 6-27 所示。

表 6-27 国内外镉及其化合物排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	0.85
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	0.50
日本		1
法国		0.3
澳大利亚	全部	3.0
奥地利	排放量: <750kg/h	0.1
	750~15000 kg/h	0.05
马来西亚	工业	15.0
韩国	全部	<1.0
新加坡	全部	10.0

适用范围为镉镍电池生产企业。现有企业和新建企业排放标准均为 0.5mg/Nm<sup>3</sup>。

#### 6.5.3.2 镍及其化合物排放限值的确定

含镍及其化合物废气主要来源于镉镍、氢镍电池正极生产和装配工序。电池生产一般配置集尘罩加布袋除尘器治理,去除效率可达 90%以上。

国内外镍排放标准如表 6-28 所示。

表 6-28 国内外镍及其化合物排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	4.3
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	1.0
法国		5
澳大利亚	全部	20.0
奥地利	排放量: <750kg/h	1
	750~15000kg/h	0.7
	>15000 kg/h	0.5
韩国	全部	<1.0

适用范围为镉镍、氢镍电池生产企业。现有企业排放标准为 3.5mg/Nm<sup>3</sup>; 新建企业排放标准为 2mg/m<sup>3</sup>。

#### 6.5.4 锂电池大气污染物排放标准制订依据

##### 6.5.4.1 非甲烷总烃排放限值的确定

锂电池生产过程中使用部分有机电解液,在密闭条件下注入,溶剂挥发性不强。但经监测仍有少量废气,连续制膜机产生丙酮废气,连续喷网机产生异丙酮、丁酮废气,涂布工序产生 NMP 废气(甲基吡咯烷酮)。太阳能电池在烘干及烧结工序产生 VOCs 等废气。由于大气污染物较多、废气量较小,考虑标准执行的可操作性,执行非甲烷总烃。

国内外非甲烷总烃排放标准如表 6-29 所示。

表 6-29 国内外非甲烷总烃排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	120
北京	DB11/501-2007, II 时段	80

本标准规定：现有企业非甲烷总烃排放标准为 80mg/Nm<sup>3</sup>；对于新建企业，对部分有机废气进行回收利用，并采取活性炭吸附等治理工艺，非甲烷总烃排放标准为 50mg/Nm<sup>3</sup>。

#### 6.5.4.2 颗粒物排放限值的确定

锂电池在烧结、球磨工序产生粉尘，产生浓度 400~500mg/m<sup>3</sup> 左右，采用布袋除尘器，去除效率 90%，排放浓度 40~50mg/m<sup>3</sup>。太阳能电池喷涂工序产生粉尘，产生浓度 500~1000mg/m<sup>3</sup> 左右，采用布袋除尘器，去除效率大于 90%，排放浓度 50~100mg/m<sup>3</sup>。

本标准规定：现有企业炭黑尘排放标准为 15mg/Nm<sup>3</sup>，其它颗粒物为 100mg/m<sup>3</sup>；新建企业炭黑尘排放标准为 10mg/Nm<sup>3</sup>，其它颗粒物为 50mg/m<sup>3</sup>。

### 6.5.5 太阳能电池大气污染物排放标准制订依据

#### 6.5.5.1 氟化物

氟化物主要来源于太阳能电池腐蚀酸雾和氧化层腐蚀酸雾，产生浓度为 30~50mg/m<sup>3</sup>，采用碱喷淋塔和吸附剂进行处理，排放浓度为 5~8mg/m<sup>3</sup>。

国内外氟化物排放标准如表 6-30 所示。

表 6-30 国内外氟化物排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	9.0
	《铜、镍、钴工业污染物排放标准》(GB 25467-2010)	9.0/3.0
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	5.0
日本	生产玻璃用的烧成炉，熔化炉	10
	铝电解槽（排放口）	3
	过磷酸钙制造厂	15
	生产磷肥用烧成炉平炉	20

适用范围为太阳能生产企业。本标准规定：现有企业排放标准为 8.0mg/Nm<sup>3</sup>；新建企业排放标准为 5.0mg/Nm<sup>3</sup>。

#### 6.5.5.2 氯化氢

氯化氢来源于太阳能电池腐蚀酸雾，产生浓度 50mg/m<sup>3</sup> 左右，采用碱喷淋塔进行处理，排放浓度为 5~10mg/m<sup>3</sup> 左右。

国内外氯化氢排放标准如表 6-31 所示。

表 6-31 国内外氯化氢排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源	100
	《铜、镍、钴工业污染物排放标准》(GB 25467-2010)	120/80
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2007) II 时段	30
法国		100
新加坡		200

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
日本		50

从上表可知，太阳能电池氯化氢废气产生浓度、排放浓度较低。均可达到现有排放标准的要求。本标准排放限值的确定主要基于行业产污情况和污染治理技术去除效果。适用范围为太阳能生产企业。本标准规定：现有企业排放标准为 8.0mg/Nm<sup>3</sup>；新建企业排放标准为 5.0mg/Nm<sup>3</sup>。

### 6.5.5.3 氯气

太阳能电池在扩散制结反应工序产生氯气，产生浓度为 30mg/m<sup>3</sup> 左右，通过碱喷淋塔去除效率可达 85%以上，排放浓度小于 5mg/m<sup>3</sup>。

国内外氯气排放标准如表 6-32 所示。

表 6-32 国内外氯气排放标准

国家/地区	排放源	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
中国	《大气污染物综合排放标准》新源，炭黑尘	65
	《铜、镍、钴工业污染物排放标准》(GB 25467-2010)	70/60
北京	DB11/501-2007，II 时段，炭黑尘	5.0
日本	氯化铁氯化乙烯活性炭及其化学药品制造厂	30
新加坡	一切污染源	200

本标准排放限值的确定主要基于行业产污情况和污染治理技术去除效果。本标准规定：现有企业和新建企业氯气排放标准均为 5.0mg/Nm<sup>3</sup>。

## 6.5.6 无组织排放限值

### 6.5.6.1 国内相关标准

表 6-33 无组织排放监控浓度限值 (mg/m<sup>3</sup>)

标准	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) 新污染源	北京，II 时段
硫酸雾	1.2	0.30
铅及其化合物	0.0060	0.0007
汞及其化合物	0.0012	0.0003
镉及其化合物	0.040	0.010
镍及其化合物	0.040	0.030
氟化物	20 μg/m <sup>3</sup> (0.020mg/m <sup>3</sup> )	0.020
氯化氢	0.20	0.050
其它颗粒物	1.0	1.0
氯气	0.40	0.10
非甲烷总烃	4.0	2.0

### 6.5.6.2 限值确定

从人体健康考虑制定大气污染物无组织排放限值。本标准无组织排放限值参照《大气污染物排放标准》(GB 16297-1996) 执行。

## 7 实施本标准的环境效益及经济技术分析

### 7.1 实施本标准的环境（减排）效益

以 2008 年全国电池实际产量为基数，根据行业发展，电池行业产量平均增长速度为 5% 计算（计增长速度时不包含太阳能电池和锂电池，表 7-1 中无此两行业的特征污染物），实施本标准的环境（减排）效益计算结果如下表所示。

表 7-1 实施本标准的环境（减排）效益

类型	项目	废水量 (万吨)	COD 排放量 (吨)	汞排放量 (t/a)	铅排放量 (t/a)	镉排放量 (t/a)
现状	2010 年排放量	2986	2687	0.088	19.4	0.39
2013 年排放情况 (按产量 年均增长 5%)	执行现行标准排放量	3292	2963	0.097	21.39	0.43
	执行本标准后现有企业排放量	2445	1957	0.077	10.19	0.29
	执行本标准后新建企业排放量	296	177	0.0025	0.92	0.037
	执行本标准后排放量总计	2742	2135	0.079	11.1	0.33
	削减量	714	976	0.022	11.36	0.12
	削减率 (%)	20.7	31.4	21.8	50.6	27.3
2015 年排放情况 (按产量 年均增长 5%)	执行现行标准排放量	3811	3430	0.112	24.76	0.50
	执行本标准后现有企业排放量	2445	1957	0.077	10.19	0.29
	执行本标准后新建企业排放量	470	282	0.0039	1.45	0.059
	执行本标准后排放量总计	2916	2239	0.081	11.64	0.35
	削减量	895	1191	0.031	13.12	0.149
	削减率 (%)	23.5	34.7	27.8	53.0	29.7
与 2010 年相比， 2015 年的 削减情况	2010 年排放量	2986	2687	0.088	19.4	0.39
	执行本标准后 2015 年排放量	2916	2239	0.081	11.64	0.35
	削减量	70	448	0.007	7.76	0.04
	削减率 (%)	2.34	16.67	7.95	40.0	10.26

汞、镉、铅等重金属对人体和环境的危害极大，通过本标准实施，可以有效控制电池企业重金属废水的排放，将有利于我国地表水水质的改善。

另一方面，通过本标准实施，对电池企业污染物进行总量控制，企业必须将冷却水进行回用。这一措施将促进电池行业减少污染物排放量，保护环境，节约水资源。

本标准通过对汞、镉等重金属的控制，有利于促进企业减少汞、镉等有毒金属的用量，大力发展对环境、对人类无害的绿色电池。因此，本标准的实施，可以缓解废旧电池对环境的污染。

## 7.2 实施本标准的经济技术分析

电池厂废水主要有两部分。一部分为重金属废水，这部分废水经过处理可以回收重金属；一部分为冷却水，经处理后可以循环利用。

### 7.2.1 铅酸蓄电池废水治理工程经济评估

以蓄电池生产企业为例，某蓄电池厂其极板车间涂板工段年产蓄电池40万kVAh，年用铅量3000吨。在生产过程中，产生大量含铅废水，水量达300~360m<sup>3</sup>/d，废水中铅含量超出国家百倍，对地下水源构成很大威胁。

根据废水性质，采用微孔过滤、中和、沉淀的处理技术处理并回用废水。

该工程（一级处理部分）总投资为120万元。

成本分析：日处理水量227m<sup>3</sup>，年处理水量68000m<sup>3</sup>，处理单位水量投资5286元/m<sup>3</sup>。

运行费用：

（1）电费：废水处理站运行中的耗电环节主要为泵，每吨废水耗电量0.4kWh；运行费用为0.36元/t废水；

（2）药剂费：1.00元/t废水；

（3）人工费：0.33元/t废水。

合计每吨水的处理费用约为1.69元。

效益分析：每年节水47600m<sup>3</sup>，节省用水费用142800元，年回收还原铅6吨，合13200元；扣除年运行费用114920元，年经济效益为41080元。

### 7.2.2 镉镍电池废水治理工程经济评估

某电池厂化成负极车间含镉废水污水量50m<sup>3</sup>/d，Cd<sup>2+</sup>浓度0.5~3mg/L，pH = 11~14；浸渍、化成车间含镍废水污水量120 m<sup>3</sup>/d，Ni<sup>2+</sup>浓度0.5~40mg/L，pH = 10~14。

工艺流程：氢氧化物沉淀法。

工艺设备及主要构筑物：

（1）调节池

调节水量、pH值，两座交替使用。

Ni<sup>2+</sup>污水：有效容积40m<sup>3</sup>/座；

Cd<sup>2+</sup>污水：有效容积21m<sup>3</sup>/座；

（2）加药系统

混凝剂采用强阴离子型聚丙烯酰胺，由玻璃钢溶药搅拌机配制成0.25%的溶液，用计量泵投加。

（3）反应沉淀

混合设备：管式静态混合器，三单元，DN100mm。

反应沉淀器：钢制涡流反应斜管沉淀一体化设备。

（4）过滤

钢制高效快速纤维球精细过滤器，机械搅拌反冲洗。

（5）污泥处理

污泥经WL-200型卧式螺旋卸料过滤机脱水后，滤液回流至调节池，污泥外运回收镉、镍。

污水治理工程总投资：86万元，处理单位水量投资5060元/m<sup>3</sup>。

运行费用：1.10元/t。

### 7.2.3 锌锰电池废水治理工程经济评估

某电池生产企业废水排放量 $1150\text{m}^3/\text{d}$ 。在生产过程中使用含汞、锌、锰和淀粉等原料，在电解配制、糊化、洗碳棒头等生产过程中排出的废水重金属污染物浓度平均为：汞 $0.08\text{mg/L}$ 、锌 $315\text{mg/L}$ 、锰 $73\text{mg/L}$ 。

工艺流程：EWP高效污水净化器（集废水絮凝反应、沉淀、吸附过滤、污泥初步浓缩等功能于一体）

工艺设备及主要构筑物

（1）调节池

调节池有效容积为 $200\text{m}^3$ 。加设一反应池，有效容积为 $13\text{m}^3$ 。

（2）加药系统

$\text{Na}_2\text{S}$ ：用量 $5 \times 10^{-5}$ ，用玻璃钢作溶药搅拌器配制成质量分数为5%的溶液。石灰：由固体加药机投加，用量由pH自动控制器控制。重金属离子吸附剂GPC：用量 $3 \times 10^{-4}$ ，由固体加药机投加。

（3）EWP高效污水净化器

共两套：EWP-10、EWP-20，处理量分别为 $200\text{m}^3/\text{d}$ 和 $500\text{m}^3/\text{d}$ 。

（4）污泥脱水机

选用 $10\text{m}^2$ 的板框压滤机，污泥经脱水后外运至固废中心。

运行效果：Hg为 $0.0012\text{mg/L}$ 、Zn为 $1.13\text{mg/L}$ 、Mn为 $0.64\text{mg/L}$ 。

污水治理工程总投资：750万元，处理单位水量投资 $6520\text{元}/\text{m}^3$ 。

运行费用：1.45元/t。

### 7.2.4 全行业废水处理经济评估

根据实例资料分析，对于电池废水，达到表1限值，污水处理设施投资约为3.81亿元，污水处理年运营成本约为0.29亿元/年；达到表2限值，污水处理设施投资约为4.08亿元，污水处理年运营成本约为0.26亿元/年。

至2011年，污水处理设施投资约为5.14亿元，污水处理年运营成本约为0.34亿元/年。

## 8 标准第一次征求意见情况

2008年2月2日，《电池工业污染物排放标准》向社会公开征求意见，征求意见单位为80个；收到回函和书面意见的单位为13个，占征求意见单位总数的16.25%；回函未提出书面修改意见的单位16家，占征求意见单位总数的20%；征求意见期间未回函单位51家，占征求意见单位总数的63.75%。返回意见经归纳整理后共为54条，其中采纳意见35条，占所提意见总数的64.8%；部分采纳4条，占所提意见总数的7.4%；未采纳意见有14条，占所提意见总数的25.9%。

## 9 主要参考文献

1. 中国轻工业联合会. 中国轻工业年鉴(2003). 北京: 中国轻工业年鉴社, 2003.
2. 国家环境保护总局等. 国家环境保护“十五”计划. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
3. 国家经贸委行业规划司. 轻工业“十五”规划.
4. 中国轻工总会. 轻工业资源综合利用技术政策.
5. 朱松然. 蓄电池手册. 天津大学出版社, 1998.

6. 何瑞华等. 电池厂重金属废水的治理. 电池, 2002, (1): 60~61.
7. 王雅君, 汤清家. 蓄电池厂含铅废水处理与回用. 工业水处理, 1997, (1): 41~42.
8. 朱又春等. 电池厂含汞废水的微电解处理. 环境保护, 1999, (3): 12~14.
9. 余家平. 电池生产废水治理的研究. 广东有色金属学报, 1998, (1): 33~36.
10. 程振华, 王振玉, 黄巍. 镉镍电池废水处理工艺. 工业用水与废水, 1999, 30 (2): 28~29.
11. 王和荣, 王兴权. 利用电除尘器降低蓄电池生产中铅尘排放量研究. 环境保护科学, 28 (112): 8~9.
12. 俞盛, 李松汉. EWP 污水净化器处理电池废水的应用. 电池工业, 2005, 10 (1): 31~32.
13. 曹姝文, 袁启顺, 梅作汉等. 电池生产中重金属废水的治理试验研究. 工业用水与废水, 2001, 32 (1): 26~28.
14. 刘晨光, 董亚玲, 高永等. 化学沉淀—微滤法处理电池生产废水. 中国给水排水, 2004, 20 (4): 44~46.
15. 徐能厦. 蓄电池厂硫酸含铅废水处理中几个问题的讨论. 机械给排水, 1996, (4): 1~4.
16. 管振飞, 潘王, 黄辉. 镉镍密封蓄电池的清洁生产实践. 环境导报, 2000, (3): 31~32.
17. 李越越. 浅析电池厂的清洁生产途径. 贵州环保科技. 2000, 6 (6): 40~43