

国家重点 环境保护

2013

实用技术及示范工程汇编

中国环境保护产业协会 编

GUOJIA ZHONGDIAN
HUANJIANG BAOHU
SHIYONG JISHU JI
SHIFAN GONGCHENG HUIBIAN

中国环境出版社

国家重点 环境保护

2013

实施技术及示范工程汇编

CHINA ENVIRONMENTAL
PROTECTION FOUNDATION

中国环境基金会
CHINA ENVIRONMENTAL PROTECTION FOUNDATION

国家重点环境保护 实用技术及示范工程汇编 (2013)

中国环境保护产业协会 编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

国家重点环境保护实用技术及示范工程汇编. 2013/中国环境保护产业协会编. —北京: 中国环境出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5111-1878-3

I. ①国… II. ①中… III. ①环境保护—技术—汇编—中国—2013 IV. ①X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 109797 号

出 版 人 王新程
责任编辑 张维平
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112738 (管理图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 9 月第 1 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 21.75
字 数 488 千字
定 价 78.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《国家重点环境保护实用技术及示范工程汇编》

编辑委员会

主 编：刘 媛

主 审：燕中凯

副主编：井 鹏 闫 骏 司传海

编 委：尚光旭 彭 溶 张 纯 杨明珍 庄德安

王凯军 杨书铭 宋乾武 郝郑平 栾志强

董保澍 白庆中 王家廉 张 凡 姚 群

贾立敏 方先金 徐海云 杨 凯 邵 斌

前 言

为了促进科技成果推广应用,把环境科技成果迅速转化为污染防治的现实能力,提高环保投资效益,促进环境和经济协调发展,原国家环境保护局(现环境保护部)从1991年开始,在全国范围内开展了国家环境保护最佳实用技术的筛选、评价和推广工作。1999年,国家环境保护最佳实用技术更名为国家重点环境保护实用技术。国家重点环境保护实用技术是指在一定时期内,同国家经济发展水平相适应的、先进适用的污染防治技术、资源综合利用技术、生态保护技术和清洁生产技术。

根据原国家环境保护总局《关于改变国家重点环境保护实用技术和示范工程管理办法的函》(环办函[2003]510号)的精神,中国环境保护产业协会负责国家重点环境保护实用技术及示范工程的征集、评审、推广工作。

1992—2013年,全国各地各部门共推荐3533项环境保护实用技术,通过评审共筛选出1863项国家重点环境保护实用技术。这些技术为我国改善环境质量、促进经济持续健康发展提供了有力支持,取得了良好的环境效益、经济效益和社会效益。

国家重点环境保护实用技术推广计划是一项滚动计划,2013年通过推荐、初审、专家评审、现场考察,共有74项技术经中国环境保护产业协会批准公布,列为2013年国家重点环境保护实用技术。2013年共有78项工程经评审、现场验收,列为2013年国家重点环境保护实用技术示范工程。这些项目技术先进、工艺成熟、运行可靠、经济合理。这些技术的广泛推广应用,将有利于促进我国环境保护产业的发展和环境质量的改善。

为便于国家重点环境保护实用技术直接与用户见面,同时为各级环境保护行政主管部门及用户单位的污染减排工作提供技术支持,我们编辑出版了《国家重点环境保护实用技术及示范工程汇编(2013)》。《汇编》简明地介绍了各项实用技术及示范工程的适用范围、基本原理、工艺流程、技术指标、效益分析及技术服务等内容。《汇编》是在各申报单位报送的技术文件的基础上,经必要的审核、编撰完成的。由于编者业务水平有限,书中难免有谬误之处,请读者及时指正,以便改进我们的工作。

编 者
2014年5月

目 录

2013 年国家重点环境保护实用技术

2013-01	高压脉冲电絮凝废水处理技术及装置	1
2013-02	酸性蚀刻液循环再生系统	3
2013-03	多维电絮凝重金属废水深度处理技术	5
2013-04	电镀废水回用技术及设备	8
2013-05	含汞废水物化法处理技术	10
2013-06	Microwater 高效组合工艺处理发酵类制药废水技术	12
2013-07	强化生物增效污水处理技术	14
2013-08	人工快速渗滤污水处理技术及装置	16
2013-09	复合酶生物促进剂-组合型生物包污水处理技术	18
2013-10	城镇污水厂全过程除臭技术	20
2013-11	兼氧膜生物反应器处理养殖废水技术	23
2013-12	畜禽养殖废弃物资源化综合处理技术	25
2013-13	旋流剪切气泡曝气器	27
2013-14	双级高效滤池	29
2013-15	倒伞型复合叶轮表面曝气机	31
2013-16	浮筒式曝气搅拌机	33
2013-17	城镇污泥无害化处置与资源化利用技术	34
2013-18	新型煤粉工业锅炉污染物多段组合脱除成套技术	36
2013-19	生物纳膜抑尘技术	38
2013-20	烧结烟气复合除尘技术及设备	41
2013-21	3 200 m ³ 以上大型高炉煤气干法袋式除尘技术及设备	43
2013-22	半干法烟气脱硫除尘处理技术	45
2013-23	节能工业锅炉粉体燃料+低氮燃烧+除尘脱硫系统技术	47
2013-24	低能耗回收硫酸铵的氨法脱硫工艺	49
2013-25	水泥窑 SNCR 烟气脱硝技术	51
2013-26	工业锅炉烟气 SCR 脱硝技术及设备	53
2013-27	JYL 型医疗垃圾焚烧烟气处理技术	56
2013-28	活性炭吸附+氮气再生+有机溶剂回收技术	58
2013-29	新型抗结露氟醚复合滤料	60

2013-30	三维梯次型高效低阻针刺水刺复合过滤材料	62
2013-31	建筑垃圾资源化技术	64
2013-32	熔融钢渣热闷处理及金属回收技术	66
2013-33	重金属污染土壤离子矿化稳定化技术	69
2013-34	煤系高岭土快速流体化煅烧新工艺	71
2013-35	XSCT-1 柴油增效剂	72
2013-36	XSQT 汽油品质提升剂	74
2013-37	复合式干法选煤成套设备	76
2013-38	铝带箔轧机轧制油再生装置	78
2013-39	报废汽车自动化拆解技术及装备	81
2013-40	YX-PM _{2.5} 大气颗粒物在线监测仪	84
2013-41	YX-OFM-I 饮食业油烟浓度在线监控系统	86
2013-42	JMS-CLM I 型大肠菌群在线自动监测仪	88
2013-43	激光在线气体分析仪	90
2013-44	QLJK-A 型远程油烟在线监控装置	93
2013-45	多段多级 AO 除磷脱氮工艺	94
2013-46	电解锰生产废水闭路循环利用技术	96
2013-47	BL 水循环处理工艺	99
2013-48	好氧折流-生物附着 MBR 中水回用技术	101
2013-49	放射式水处理生物填料	103
2013-50	JYH/F 型四位一体交变流微纳米气泡一体化技术	106
2013-51	湖泊(缓流型河流)水污染 EPSB 生物生态综合治理技术	108
2013-52	油气田钻井污泥无害化处理技术及装置	110
2013-53	正方(六角)型泥水分离技术及装备	111
2013-54	双膜法处理造纸、印染废水回用技术	114
2013-55	活性炭循环利用深度处理印染废水及再生水生产技术	116
2013-56	MBR 处理化工废水技术	118
2013-57	含硝基苯、苯胺废水处理技术	120
2013-58	高浓度冷饮废水处理技术	123
2013-59	新型干法水泥旋窑 SNCR 脱硝技术	124
2013-60	烟气余热利用低低温电除尘技术	127
2013-61	LOA 湿式氧化吸收联合脱硫脱硝技术	128
2013-62	火电厂烟气脱硝平板式催化剂	131
2013-63	垃圾焚烧尾气干法脱硫除尘技术	132
2013-64	废钼回收再利用技术	134
2013-65	Newpower 清洁燃煤气化技术	135
2013-66	电接触复合材料废料循环利用技术	139

2013-67	煤泥水重介质回收技术	140
2013-68	废旧线路板超高温资源化处置技术	142
2013-69	废电视、电脑显示器、冰箱拆解及资源化技术	144
2013-70	选择性回收废液/废渣中有价金属的密闭式旋流电解技术	146
2013-71	高铁声屏障	148
2013-72	大气、烟气重金属在线监测技术	150
2013-73	在线单颗粒气溶胶质谱检测技术	153
2013-74	环境中苯并[a]芘专用分析检测装置	154

2013 年国家重点环境保护实用技术示范工程

2013-S-01	国电银河水务（滕州）有限公司二期工程	157
2013-S-02	鹿寨县污水处理厂一期工程	159
2013-S-03	永城市第三污水处理厂工程	161
2013-S-04	定襄县污水处理厂一期改造工程	164
2013-S-05	惠州市第六污水处理厂二期工程	167
2013-S-06	遂溪县污水处理厂一期工程	169
2013-S-07	罗定市第二生活污水处理厂工程	171
2013-S-08	阳新污水处理厂工程	173
2013-S-09	开封凯乐实业有限公司电镀废水处理及资源回收工程	175
2013-S-10	汇耕电子工业有限公司印制电路酸性蚀刻液循环再生工程	178
2013-S-11	湖南方正达电子科技有限公司印制电路酸性蚀刻液循环再生工程	181
2013-S-12	遂宁富禹电路板产业制造基地一期污水处理工程	184
2013-S-13	神华宁煤集团金凤煤矿井下水处理站工程	187
2013-S-14	东港市城市生活垃圾处理场渗滤液处理工程	190
2013-S-15	岩东再生水厂电吸附除盐工程	193
2013-S-16	高压脉冲电絮凝处理含砷废水工程	195
2013-S-17	河南洛阳万基发电有限公司 2×330MW 热电联产电袋复合除尘工程	197
2013-S-18	日产 5 000 t 水泥熟料生产线窑尾袋式除尘工程	200
2013-S-19	宣化金隅水泥有限公司 200 万 t/a 电石渣制水泥复合式电袋除尘工程	201
2013-S-20	中粮油脂（钦州）有限公司 65 t/h 循环流化床锅炉、20 t/h 链条炉静电除尘工程	203
2013-S-21	天津市静海县科慧热力有限责任公司 1×116 MW 静电除尘工程	206
2013-S-22	电除尘器节能减排优化改造工程	208
2013-S-23	安徽马鞍山电厂 2×660 MW 超临界机组湿法烟气脱硫工程	210
2013-S-24	大庆市东城热力有限公司 4×100 t 锅炉烟气除尘脱硫工程	213
2013-S-25	抚顺新抚钢有限责任公司 2×90 m ² 烧结机烟气脱硫改造工程	214
2013-S-26	宁波久丰热电有限公司 3×130 t/h 锅炉烟气脱硫工程	216

2013-S-27	顺义城北热源厂 90 t/h 锅炉烟气脱硝工程	219
2013-S-28	广州珠江啤酒股份有限公司 2×75 t/h 锅炉低氮燃烧烟气脱硝工程	221
2013-S-29	成都九江 3×600 t/d 垃圾焚烧发电工程	224
2013-S-30	常州市武进区 1 050 t/d 生活垃圾焚烧发电供热工程	226
2013-S-31	西宁市 200 t/d 餐厨垃圾无害化资源化处理工程	229
2013-S-32	苏州市餐厨垃圾资源循环再生利用工程	231
2013-S-33	铬渣无害化及冶金废料资源综合利用工程	233
2013-S-34	原郑州五里堡化工总厂遗留铬渣无害化处理工程	236
2013-S-35	25 000 辆/a 废旧汽车回收拆解与利用工程	238
2013-S-36	分步式全废铝生产汽车用高端铝合金新材料工程	240
2013-S-37	深圳下坪填埋场 8×1 MW 填埋气体发电工程	243
2013-S-38	广州亚运会空气质量卫星遥感监测和空气质量条件指数预报系统	246
2013-S-39	广东省东莞市骏业纸业有限公司 1×90 t/h 锅炉烟气监测工程	248
2013-S-40	合蚌铁路客运专线 HBZQ-2 标段环保生态防护工程	251
2013-S-41	合肥新桥国际机场高速公路一标段环保生态防护工程	253
2013-S-42	陕西省西宝高速公路 B-M06 标段废弃沥青再生回用工程	254
2013-S-43	江门市江海污水处理厂首期工程	256
2013-S-44	江都真武镇广丰村生活污水处理工程	258
2013-S-45	监利县周老嘴镇污水处理工程	260
2013-S-46	云南省曲靖市污水处理厂二期改造工程	263
2013-S-47	苏州高新区第二污水处理厂二期扩建工程	264
2013-S-48	宜宾市流杯池公园陵湖治理工程	266
2013-S-49	1.1 万 m ³ /d 黑臭河道废水生态修复治理工程	268
2013-S-50	冶炼含锌废水深度净化处理工程	270
2013-S-51	22 000 m ³ /d 生物法除 Cu ²⁺ 工程	273
2013-S-52	长治清华机械厂电镀废水处理及回用工程	275
2013-S-53	700 t/d 电镀废水在线循环处理工程	278
2013-S-54	烟台市生活垃圾处理场渗沥液处理工程	280
2013-S-55	杭州市第二垃圾填埋场污水处理厂 1 500 m ³ /d 改造工程	282
2013-S-56	3 000 m ³ /d 印染废水处理工程	285
2013-S-57	鸡西贝特瑞 300 m ³ /d 石墨工业废水+100 m ³ /d 生活污水处理工程	287
2013-S-58	蒙牛乳业(沈阳)有限责任公司污水生态利用工程	289
2013-S-59	6 000 t/d 疏研水绿色絮凝剂+微米气浮技术处理及回用工程	291
2013-S-60	河北普阳钢铁有限公司二铁厂 265 m ² 烧结机机头烟气脱硫工程	293
2013-S-61	华能白山煤矸石电厂 2×330MW 直接空冷机组 LJD 烟气干法脱硫除尘工程	295
2013-S-62	北京绿都供暖有限责任公司滨河供热厂 2×90 t/h 燃煤锅炉 LOA 湿式脱硫 脱硝一体化工程	297

2013-S-63	福建龙麟集团有限公司二期三线水泥厂 4 500 t/d 生产线炉窑烟气 SNCR 脱硝工程	300
2013-S-64	江山南方水泥有限公司 2 000 t/d 水泥炉窑烟气脱硝工程	302
2013-S-65	新密电厂 2×1 000MW 机组电袋复合除尘工程	304
2013-S-66	宁德电厂 4 [#] 炉 600 MW 机组余热利用高效低低温电除尘提效改造工程	306
2013-S-67	江苏天淮钢管有限公司油井管生产线除尘器改造工程	308
2013-S-68	广州港西基煤码头抑风挡尘墙工程	310
2013-S-69	大风量、低浓度有机废气（VOCs）治理及回收工程	312
2013-S-70	汞污染土壤低温热解修复工程	314
2013-S-71	3 t/h 多氯联苯污染土壤间接热脱附处置工程	316
2013-S-72	43 300 m ² 特大型养鸡场沼气热电气联供工程	319
2013-S-73	污水厂污泥烧制建材资源综合利用工程	322
2013-S-74	晋城市污染源在线监测系统建设及运营工程	324
2013-S-75	黄石站大气重金属自动监测工程	327
2013-S-76	佛山市污染源在线监控系统工程	329
2013-S-77	京沪高铁声屏障工程	333
2013-S-78	淮南市山南新区二中新校区及人行通道生态环保工程	334

2013 年国家重点环境保护实用技术

2013-01

技术名称

高压脉冲电絮凝废水处理技术及装置

申报单位

广东沃杰森环保科技有限公司

推荐部门

中国环境保护产业协会水污染治理委员会

适用范围

电镀废水。

主要技术内容

一、基本原理

在直流电场作用下,电解床的阴极、阳极之间产生电子迁移,引起电化学反应。水在阳极产生 OH^- ,对水中无机物、有机物进行氧化。阴极离子得电子形成氢,具有较强的还原能力,能够有效地去除水中的溶解盐类、胶体、微生物、有机物等。由于铁极板在电解时产生铁离子与水中金属离子混凝沉淀,不需要另外投加药剂,减少了运行费用。

二、技术关键

1. 采用高压电源,在高压电场上有破除化学键的优势。
2. 采用脉冲电源,具有节能的效果。
3. 采用全自动控制,节约了人力资本。

典型规模

香港精美集团电镀废水电絮凝处理及回用工程: $1\ 200\ \text{m}^3/\text{d}$ 。

主要技术指标及条件

一、技术指标

符合《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008)中表 2 中的限值。

二、条件要求

进水 pH 值控制在 2~3,电流控制在 130A,电压控制在 400V 左右。

主要设备及运行管理

一、主要设备

高压脉冲电絮凝设备，单台处理能力 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

二、运行管理

全自动控制，通过在线 pH 仪监控药剂的加停。其极板为消耗品，5~6 个月需更换一次。

投资效益分析

一、投资情况

总投资：300 万元，其中，设备投资：250 万元。

主体设备寿命：10 年。

运行费用：8.5~9.5 元/t。

二、经济效益分析

使用该设备后，1 t 废水处理成本降低了 30%，每月可节省 20 多万元。此外，每天可回用 800 t 废水，减少了企业的排污，节省了自来水的消耗。

三、环境效益分析

废水稳定达标排放，减少了药剂的投加量和污泥产生量，降低了二次污染的风险。

技术成果鉴定与鉴定意见

一、组织鉴定单位

中国环境保护产业协会水污染治理委员会

二、鉴定时间

2013 年 1 月 23 日。

三、鉴定意见

该技术属于自主研发，关键技术具有自主知识产权，已获得了多项专利，形成了相应的企业标准和较为完备的技术体系。与会专家一致认为：该技术总体上达到国内领先水平。

联系方式

联系单位：广东沃杰森环保科技有限公司

联系人：周义文

地址：广东省东莞市南城区白马先锋一路 2 号

邮政编码：523000

电话：13418311750

传真：0769-22659463

E-mail: zyw@wa-station.com.cn

主要用户名录

香港精美集团电镀废水电絮凝处理及回用工程、香港宾士莱五金电镀厂电镀废水电絮凝处理及回用工程、山西海丰铝业金属表面处理废水电絮凝处理工程、万利达集团 PCB 电路板含磷废水电絮凝处理工程、河南开祥化工丁二醇废水电絮凝处理工程。

2013-02

技术名称

酸性蚀刻液循环再生系统

申报单位

深圳市洁驰科技有限公司

推荐部门

中国环保产业协会水污染治理委员会

适用范围

线路板酸性蚀刻液的再生。

主要技术内容

一、基本原理

采用阴、阳离子膜电解-电沉积氧化法对低氧化还原电位（ORP）的酸性蚀铜液进行氧化处理，降低蚀铜液的铜离子含量并回收铜，基本原理如下：

（1）阴离子膜电解法取代氧化剂

低 ORP 的酸性蚀刻液经阴离子膜电解槽的阳极，蚀刻液中一价铜离子在阳极失去电子生成二价铜离子，降低了蚀刻液中一价铜离子的含量，提高蚀刻液的氧化能力，取代蚀刻工序所使用的氧化剂，使氯元素得以回用至蚀刻液中。

（2）阳离子膜电沉积法循环利用蚀刻液

高铜含量的蚀刻液经阳离子膜电沉积槽回收铜后，蚀铜液中铜含量降低，返回蚀刻液循环利用。

二、技术关键

1. 该技术解决了单一离子膜电解过程中膜性能不稳定、循环时间不长的难题，实现酸性蚀刻工序的清洁生产和废水的零排放，产生了高附加值的金属电解铜，从而降低了酸性蚀刻液的生产成本。

2. 采用阴离子膜电解法，一价铜离子在阳极被氧化成二价铜离子，ORP 升高，ORP 高达 900 的酸性蚀刻液可循环利用，无需再使用强氧化剂氯酸钠。

3. 采用阳离子膜电沉积法，蚀刻废液可循环利用。

典型规模

废酸性蚀刻液处理量：100~200 t/月。

主要技术指标

再生蚀刻液技术指标如下：

回用率：100%；蚀刻因子： ≥ 3.0 ；蚀刻速率： $1.5 \sim 2.5 \text{ mil}^{①}/\text{min}$ ；pH：2.0~2.3；ORP：

① 非法定计量单位， $1 \text{ mil} (\text{密耳}) = 2.54 \times 10^{-2} \text{ mm} = 2.54 \times 10^{-5} \text{ m}$ 。以下同。

540~600 mV; 铜含量: 110~160 g/L; 铜纯度: >99.90%。

主要设备及运行管理

一、主要设备

阴离子膜电解系统、阳离子膜电沉积系统、蚀刻液存储及组分调节膜处理系统。

二、运行管理

本设备安装不需要 PCB 厂停厂停机, 设备安装完毕, 公司配技术服务人员 2~3 人, 负责蚀刻液的组分分析、调配及设备的运转与维护, 保证生产线连续、正常生产。

投资效益分析

一、投资情况

总投资: 350 万元, 其中, 设备投资: 320 万元。

主体设备寿命: 8 年。

运行费用: 410 万元/a。

二、经济效益分析

1. 不改变原有的工艺流程、管理程序; 印制线路板厂只需将废液排入酸性蚀刻液处理系统, 再生后的蚀刻液可回用于生产, 降低了企业成本。

2. 废液经处理后可产铜, 具有一定的收益。

三、环境效益分析

该设备实现了蚀刻液的在线处理, 减少了二次污染, 达到清洁生产的要求。

技术成果鉴定与鉴定意见

一、组织鉴定单位

深圳市科技中介同业工会

二、鉴定时间

2011 年 9 月 16 日。

三、鉴定意见

酸性蚀刻液循环再生系统实用性强, 市场前景广阔, 社会、经济和环境效益显著; 系统集成具有创新性, 处于该领域国内领先水平。

推广情况及用户意见

一、推广情况

已在湖南、广东、江苏等 8 家企业应用。

二、用户意见

该系统自应用以来, 设备运转正常, 减少了废蚀刻液的产生, 需进一步提高设备的自动化水平, 优化工艺, 降低运行成本。

技术服务与联系方式

一、技术服务方式

BOO 模式。

二、联系方式

联系单位: 深圳市洁驰科技有限公司

联系人: 罗东军

地址: 深圳市宝安区福永街道大洋田大洋路 11 号华丰物流园 3 栋 3 楼

邮政编码: 518035

电话: 0755-27782068

传真: 0755-29161595

E-mail & URL: Jech@szjech.net & www.szjech.net

主要用户名录

胜宏科技(惠州)有限公司、湖南方正达电子科技有限公司、江苏临安爱华电子有限公司、四川遂宁广天电子有限公司、深圳市腾达丰电子有限公司等。

2013-03

技术名称

多维电絮凝重金属废水深度处理技术

申报单位

中南勘测设计研究院

推荐部门

湖南省环境保护产业协会

适用范围

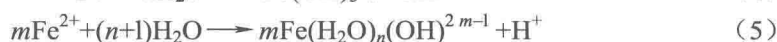
金属采选矿行业、有色冶炼行业、电镀电解行业、金属加工与回收行业、化工行业、铅蓄电池制造业、皮革及其制品以及陶瓷、印染、油墨等行业重金属废水处理。

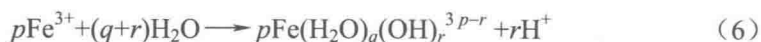
主要技术内容

一、基本原理

利用电化学原理,通过多维电极在电场的作用下对废水中重金属污染物进行氧化、还原、絮凝,以沉淀的形式得到去除。多维电极是在对平板电极、三维电极及微电解技术进行充分研究的基础上,通过材料的混配及选择,并对离子电极的成型及改性等多方面进行创新而开发的新技术,其特点是在特殊修饰的平板电极之间增加多功能带电粒子电极,通过双电场的作用提高处理效果。

电场作用下,多维电极发生的反应为(以铁为例):





经水解反应而形成的多核水解絮凝剂，如： $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ 、 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}$ 、 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2^+$ 、 $\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{O})_8(\text{OH})_2^{4+}$ 以及 $\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{O})_6(\text{OH})_4^{4+}$ 等，对重金属离子进行捕捉、固化、絮凝、沉淀而去除。多维电极在处理过程中兼具多功能，还可去除水中的多种重金属、悬浮固体物、有机物等多种污染物。

二、关键技术

1. 新型多功能带电离子电极的使用，形成双电场，增加电流传质效率；
2. 多维电极的开发，减小极板消耗量，提高处理效果；
3. 改进电源技术，减轻极板钝化，降低能耗及极板消耗量；
4. 模块化设计，自由组合，有效应对不同的处理需求，降低设备成本。

典型规模

1 000 m³/d，单台处理设备 50 m³/h。

主要技术指标及条件

一、技术指标

1. 平均极板消耗

当废水中各项重金属浓度低于 10 mg/L 时，平均极板消耗不高于 0.03 kg/m³；当各重金属浓度低于 20 mg/L 时，平均极板消耗不高于 0.04 kg/m³；当各重金属浓度低于 30 mg/L 时，平均极板消耗不高于 0.05 kg/m³。

2. 平均能耗

当废水中各项重金属浓度低于 10 mg/L 时，平均能耗不高于 0.4 kW·h/m³；当各重金属浓度低于 20 mg/L 时，平均极板消耗不高于 0.5 kW·h/m³；当各重金属浓度低于 30 mg/L 时，平均极板消耗不高于 0.7 kW·h/m³。

3. 对各种重金属的处理效果如下表：

项目	处理前水质	处理后
pH	—	6~9
SS	≤1000 mg/L	≤5 mg/L
总铬	≤30 mg/L	≤0.2 mg/L
总铜	≤30 mg/L	≤0.05 mg/L
总铅	≤30 mg/L	≤0.01 mg/L
总锌	≤30 mg/L	≤0.05 mg/L
总镍	≤30 mg/L	≤0.05 mg/L
六价铬	≤30 mg/L	≤0.01 mg/L
总镉	≤30 mg/L	≤0.002 mg/L
总砷	≤30 mg/L	≤0.01 mg/L

二、条件要求

需确保相关工艺对处理出水进行充分的泥水分离。

设备工作环境温度为 5~40℃，相对湿度为 0%~95%；设备运行环境中应不含腐蚀性气体和蒸汽，设备间内应有主动通风装置（如轴流风机）。