

附件

沈阳市重点节能减排技术目录（第十一批）

二〇二一年十二月

目 录

沈阳市重点节能减排技术目录（第十一批）（节能部分）	5
沈阳市重点节能减排技术目录（第十一批）（减排部分）	9
沈阳市重点节能减排技术目录（第十一批）技术研究报告	15
耐寒型分散式智能一体化污水处理设备的成套化技术研究报告	15
光伏建筑一体化(BIPV)技术研究报告	18
难选铁矿悬浮磁化焙烧技术研究报告	22
轻烧氧化镁悬浮煅烧技术研究报告	24
铝电解过程智能化智慧化控制系统技术研究报告	27
微动力叠流式生态滤床污水处理技术研究报告	29
干法/半干法脱硫灰 pH 调控多相射流氧化技术研究报告	32
HVC 生物强化人工湿地深度处理技术研究报告	35
废乳化液电化学高级氧化处理技术研究报告	38
利用生物触媒的高浓度有机废水生物处理技术研究报告	41
北方寒冷地区厌氧发酵罐内置热能转换技术研究报告	43
GDDSAO--高氨氮废水智能化短程硝化反硝化技术研究报告	46
固体电蓄热储能技术研究报告	48

沈阳市重点节能减排技术目录（第十一批）

节能部分

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目			预计 2022 年				
				技术条件	投资额 (万元)	单位节能 量	项目节能 量	目前推广比 例	推广比 例	总投入 (万元)	节能能力
1	耐寒型分散式智能一体化污水处理设备的成套化技术	适用规模在 10-1000m ³ /d 的分散型生活污水、或与生活污水水质相似的工业污水的处理。适用于寒冷地区使用。在小型客栈学校、高速公路服务站、无市政管网覆盖景区、村镇等广泛应用。	核心处理模块以标准化设计的 A2O 核心模块为载体，选投生化填料、MBR 膜组件，形成复合好氧和 MBR 核心模块，满足不同污水治理需求。应用余热回收理论，保障生化池水温，确保寒冷环境下微生物活性。引入污水源热泵，借助机组内制冷剂的状态循环，将收集的少量电能。选用导热系数低的保温材料，控制热损耗。	水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准要求，COD≤50mg/L、BOD5≤10mg/L、NH3-N≤5mg/L、TN≤15mg/L、TP≤0.5mg/L、SS≤10mg/L、大肠杆菌数小于等于 1.0×10 ³ 个/L。	1043.78	0.3 度/吨水	300 度 /天	30%	50%	2000	预计 2023 年总销售量 100 台，合计处理污水量约 1000 万吨/年，总节能能力达到 300 万度/年。

2	光伏建筑一体化(BIPV)技术	适用于各类新建、改造建筑及城市设施,包括居住建筑、公共建筑、工业建筑和交通设施等。	围绕新型光伏材料的建筑化,通过光伏建筑一体化集成技术,将其转变为装配式一体化的光伏墙体、光伏屋面和其他光伏建筑构件,可以替代传统的建筑围护结构,成为建筑会呼吸、可装配的节能、发电皮肤,使光伏与建筑有机结合,产端与应用能端合二为一,建筑由消耗能源变成生产能源,替代化石能源的使用以降低碳排放。	碧桂园惠州潼湖创新小镇示范项目,总建筑面积5468.52㎡,采用铜铟镓硒(CIGS)薄膜光伏组件作为建筑外装饰幕墙,总计使用CIGS光伏组件2037块,辅装面积1467m ² ,总装机容量为198.61kW,是我国首个全覆盖式铜铟镓硒光伏建筑一体化项目,于2018年11月投入运行,年发电量为6.4万度,满足了建筑5%的用电需求。	团队在光伏建筑一体化领域已累计投入2亿元以上的研发经费,技术应用近千个示范项目,碧桂园惠州潼湖创新小镇示范项目BIPV系统投资328万元。	每平方米光伏墙体的发电量43.6kWh/(m ² .a);节约标煤13.6kg/(m ² .a);减排二氧化碳34.8kg/(m ² .a)。	年发电量为6.4万度,年节约标煤20吨,年减排二氧化碳51吨。	截至2021年6月底,全国可再生能源发电装机达到971GW,其中,光伏占比27.6%,装机容量为268GW。光伏建筑一体化(BIPV)装机约1.1GW,占光伏装机比例0.4%。	预计到2023年末期,光伏建筑一体化(BIPV)技术在辽宁省推广5%,新增BIPV项目装机容量200MW。	330000	年发电2亿kWh,年节约标煤6.18万吨,年减排二氧化碳16万吨。
---	-----------------	---	---	--	---	--	---------------------------------	--	---	--------	-----------------------------------

3	难选铁矿悬浮磁化焙烧技术	难选铁矿、尾矿资源处理	<p>加热铁矿物使相关矿物热解，然后通入还原剂使弱磁性铁矿物转变为强磁性铁矿物是该技术的核心，悬浮磁化焙烧炉技术实现了加热过程与还原过程、原料干燥和焙烧一体化完成，热量实现梯级利用是该技术的特点</p>	<p>年处理粉矿 165 万吨的悬浮磁化焙烧炉。该项目于 2017 年底建成，2018 年 3 月投料试运行，日产量 5000 吨以上，金属回收率 88%以上，精矿品位 55%以上，热耗 1.21GJ/t（湿矿），废气排放（粉尘、硫化物、氮氧化物）浓度达到排放标准。热耗比原有技术大大降低，回收率大大提高。</p>	1.2 亿/台套	0.14GJ/t（湿法） 0.39GJ/t（干法）	6.435x105GJ/年 （以干法计）	0.0825% （中国难选铁矿存量约 100 亿吨，保守估计 20 亿吨采用本技术处理）	0.4125%	7.25 亿/5 套	3.2175x106GJ/年
4	轻烧氧化镁悬浮煅烧技术	菱铁矿资源综合利用	<p>采用干燥、煅烧、冷却一体化的设计思想，工艺流程更合理，减少了建设用度和投资。实现了菱铁矿颗粒在悬浮状态下的干燥预热、加热分解及焙烧余热回收工艺过程，悬浮态具有气、固接触面积</p>	<p>1.单台年产能： 300kt/a 及以上； 2. 热耗：湿矿： 1050-1200kCal/kg- 产品； 干矿：920kCal/kg- 产品； 3.占地：700m2；</p>	5000 万/台	1000 kcal/kg- 产品	2.09x105GJ/年	5% （目前采用反射窑生产氧化镁年产量 1000 万吨，根据规划需全部淘汰，而采用新工艺）	6%	1 亿/2 台套	4.18x105GJ/年

5	铝电解生产过程人工智能系统	电解铝企业	大, 传热、传质和反应速率快等优点	4. 产品: 灼碱 ≤ 2%; 活性时间低于 75s; 5. 粉尘: ≤ 10mg/Nm ³ ; 6. 氮氧化物: ≤ 50mg/Nm ³ ; 7. 装备水平: DCS 控制。	2520 万元	吨铝节约电能 200kwh	8000 万千瓦时	0.01%	0.25%	6000 万	1.6 亿千瓦时
				(1) 铝电解智能控制技术; (2) 铝电解智慧管理系统; (3) 多参数测量装置; (4) 阳极电流分布测量及分析系统;							
				通过人工智能技术优化电解工艺过程, 精确控制参数体系, 提高生产效率, 节能减排。							

沈阳市重点节能减排技术目录（第十一批）

减排部分

序号	技术名称	适用范围	主要技术内容	典型项目				目前推广比例			预计 2022 年	
				技术条件	投资额 (万元)	单位节能量	项目节能量	推广比例	总投入 (万元)	节能能力		
1	微动力叠流式生态滤床污水处理技术	环境保护	季节变化温差较大、人口密度小的地区污水处理。	<p>通过构建微动力叠流式生态滤床污水处理系统，开展系统结构优化、填料筛选优化、植物筛选优化和低温运行试验研究，重点考察生态滤床系统出水 COD、氨氮和总磷等污染物的去除效果以及植物生长状况，并分析生态滤床系统在辽宁省农村推广应用的可行性。</p>	<p>基于北方地区气候寒冷的特点，结合地区本土植物的去污能力，选取具有景观性和经济性作物作为叠流式生态滤床处理单元栽种植物。</p>	600	<p>典型案例污水处理厂处理量 2.5 万 m³/d，工艺进水 CODCr、氨氮分别为 100 mg/L、10mg/L 以内。经处理后，出水水质达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中的表 1 规定限值</p>	10%	30%	4000		

2	干法/半干法脱硫灰pH调控多相射流氧化技术	钢铁、热力生产和供应、石化等	所报减排技术适用于钢铁、热力生产与供应等行业烟气脱硫副产物的资源化利用	由于干法/半干法脱硫灰组分的复杂性和化学性质的不稳定性,其综合利用受到极大限制。本技术基于酸碱中和与氧化还原的化学原理,以“硫酸酸化—强制氧化—分级”为基本路线,开创脱硫灰在硫酸环境下的pH调控多相射流氧化方法,将脱硫灰中的CaSO ₃ 、CaCO ₃ 、Ca(OH) ₂ 、CaO等多种组分全部转化为CaSO ₄ ,生产石膏产品。	脱硫灰处理规模 1吨/小时	125万元	每处理1吨干法/半干法脱硫灰,可回收1.1吨石膏产品。	每年可处理干法/半干法脱硫灰8400吨,回收石膏产品9240吨。	—	在钢铁、热力生产和供应等行业的干法/半干法脱硫工艺中应用比例达到50%。	4500万元
3	HVC生物强化人工湿地深度处理技术	农副产品加工	高浓度、高氨氮有机型废水生化处理后深度处理	针对农副产品加工企业经生化处理后废水,研发HVC生物强化人工湿地深度处理技术,使出水水质可达到《城市污水再生利	设计规模为1000 m ³ /d,承接污水处理设施前端SBR工艺,实现废水深度处理和资源化利用。	768.33	污染负荷削减量为COD 150 t/a,氨氮 10 t/a。	根据第三方监测报告数据计算,项目总体工艺的COD和氨氮的去除了分别达到98.9%和99.3%。	10%	15%	3000

6	北方寒冷地区厌氧发酵罐内置热能转换技术	环境保护	可用于北方寒冷地区畜禽粪便、农村生活垃圾、秸秆、杂草等农村产生废弃物厌氧发酵大型沼气工程。	内置热能转换机采用发酵罐内底部加热方式，确保发酵料液温度场分布最稳定，温度场随时间变化波动最小，同点平均偏差≤0.19℃，整个温度场极差≤1.6℃。	适用于北方高寒地区，由于冬季天气寒冷，室外气温较低，需对沼气和发酵液采取增温和保温措施。解决沼气和发酵周期长，产气率低，原料降解慢，甚至还会出现结冻等问题。	543 万元	削减 COD 0.56t/d、 氨氮 0.057 t/d。	削减 COD 204t/a、 氨氮 21 t/a。	22%	30%	4000
			等。凭借各种天然酵素所拥有的“触媒”实现菌群自然优选，协同酵素酶解，具备耐受高浓度有机物的好氧菌驯化能力，能够实现高效降解有机物。	BOD5 ≤ 60mg/L、氨氮 1.07mg/L、总磷 4.2mg/L、SS ≤ 80mg/L、pH 5.5-8.5，达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2005）							

7	<p>GDDSAO—高氨氮废水智能化短程硝化反硝化技术</p>	<p>生态保护和环境治理业</p>	<p>该技术适用于所有高氨氮易生化有机废水，目前以大量应用于医疗、屠宰等污水处理领域。</p>	<p>利用短程硝化反硝化与多级 A/O 工艺原理，控制条件从缺氧、好氧装置中分离亚硝化功能菌（AOB）、硝化功能菌(NO_B),使一段 A/O 工艺中通过双层曝气及自动化控制，精确控制 DO 值，培养筛选亚硝化功能菌（AOB），实现在低 C/N 环境下，高效处理高氨氮废水，在利用多级 A/O 原理，在二级 O 池辅以专用高效脱氮填料，筛选硝化功能菌（NO_B），真正意义上实现低 C/N 处理污水。</p>	<p>适用于氮源高于生活污水进水指标 2 倍以上项目；精确控制 DO 值，利用短程硝化反硝化与多级 A/O 工艺原理，培养筛选亚硝化功能菌（AOB），实现在低 C/N 环境下，高效处理高氨氮废水，在利用多级 A/O 原理，在二级 O 池辅以专用高效脱氮填料，筛选硝化功能菌（NO_B），真正意义上实现低 C/N 处理污水。</p>	<p>156,984</p>	<p>氨氮 120mg/L; 总氮 135mg/L; COD500mg/L; BOD300mg/L; 总磷 7.5mg/L</p>	<p>氨氮 876t/a; 总氮 992.8t/a; COD3650t/a; BOD2190t/a; 总磷 54.75t/a</p>	<p>5%</p>	<p>15%</p>	<p>1500</p>
---	---------------------------------	-------------------	---	--	---	----------------	---	--	-----------	------------	-------------

8	固体电蓄热 储能技术	电力/能源/ 供热	工商业及居民供热	<p>固体电蓄热储能装置是一种储能密度高、效率高、经济性很好的储能技术。该装置供暖是利用夜间低谷电能转化成热能储存起来，用于白天高峰电时，采暖或供水使用，从而降低了用电费用。固体蓄热装置的体积小，不承压，对其形状没有特殊要求，装置的占地面积和设备投资大大降底。它不仅克服了传统蓄热方式的缺点，而且兼具环保、高效、节能、安全等多项优势。</p>	<p>该项目所用蓄热材料为固态氧化镁，相比于水和熔盐蓄热工质，有耐高温的优点，但导热系数低，传热效果差，其储热体密度可达1500 J/cm³，可达到水蓄热8倍，熔盐蓄热3倍。而且导电率极低，易于实现高压电源直接接入，是比较合适的高密度蓄热材料。功能性热流体和高温离子热体技术。专利结构设计制造的特殊形体。</p>	7290	9万吨	5万吨	95%	100%	8230
---	---------------	--------------	----------	---	---	------	-----	-----	-----	------	------

沈阳市重点节能减排技术目录（第十一批）

技术研究报告

耐寒型分散式智能一体化污水处理设备的成套化技术研究报告

一、所属行业：生态保护和环境治理业

二、技术名称：耐寒型分散式智能一体化污水处理设备的成套化技术

三、拥有技术单位名称：沈阳光大环保科技股份有限公司

四、单位地址：辽宁省沈阳市铁西区北一西路 52 甲号金谷平台大厦 BD 座 9 层

五、联系人及联系电话：张铭源 13998125533

六、适用范围：

所报节能技术适用于规模在 10-1000m³/d 的分散型生活污水、或与生活污水水质相似的工业污水的处理。特适用于寒冷地区使用。在小型客栈学校，高速公路服务站，无市政管网覆盖景区，村镇等广泛应用。

七、技术内容：

1、技术原理（150~300 字）

核心处理模块以标准化设计的 A2O 核心处理模块为载体，选投生化填料、MBR 膜组件，形成复合好氧和 MBR 核心模块，满足不同污水治理需求。

复合好氧工艺：是以 A2O 工艺为载体，投加高脱氮填料，形成以生物膜和活性污泥为一体的复合好氧技术。

A2O+MBR 膜工艺：膜组件取代二沉池，利用膜分离截留活性污泥与大分子有机物，保持高活性污泥浓度，减少剩余污泥。

余热回收理论：保障生化池水温，确保寒冷环境下微生物活性。引入污水源热泵，借助机组内制冷剂的物态循环，将收集的能量在来水中释放，消耗少量电能。换热盘

管的模块化竖式结构设计，解决盘管阻塞及维护难问题，增加换热均匀性。选用导热系数低的保温材料，控制热损耗。

2、关键技术与装备（50~150字）

- （1）耐寒型分散式智能一体化污水处理设备的成套化技术；
- （2）耐寒一体化出水处理设备；
- （3）污水处理设备进出水换热装置；
- （4）一体化设备出水余热回收装置；
- （5）复合型好氧反应器。

八、主要技术指标：

在海城市析木镇污水处理厂项目中，在冬季进水温度低于 15℃条件下，应用耐寒型分散式智能一体化污水处理设备，出水可达标排放：

污染物	COD	BOD5	SS	NH3-N	TN	TP	pH
进水浓度 (mg/L)	≤ 400	≤ 200	≤ 220	≤ 40	≤ 50	≤ 5	6-9
出水浓度 (mg/L)	≤ 50	≤ 10	≤ 10	≤ 5 (8)	≤ 15	≤ 0.5	6-9

九、技术背景或鉴定

（1）该技术包含授权实用新型专利 3 项。

（2）该技术通过了“辽宁省科学技术情报研究所”的科技查新，查新结论为：该委托单位完成的以上述查新点为主要技术特征的“耐寒型分散式智能一体化污水处理设备的成套化技术”，在国内文献检索中，未见相同研究报道。

（3）该技术 2021 年入选辽宁省工业高质量发展推荐产品名录（2021 版）

十、典型用户

该技术在海城市析木镇污水处理厂 1000 吨/天建设项目上得以实施。

项目实施后，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准要求，COD ≤ 50mg/L、BOD5 ≤ 10mg/L、NH3-N ≤ 5mg/L、TN ≤ 15mg/L、TP ≤ 0.5mg/L、

SS ≤ 10mg/L、大肠杆菌数小于等于 1.0×10^3 个/L。

运行情况：连续运行中。

验收情况：2020年6月20日，海城市析木镇人民政府组织召开了该项目竣工环境保护验收现场检查会。会议组成验收工作组并邀请了3名相关专业技术专家参加了现场检查会。

该项目对废气、噪声和固体废物等均采取了较完善的污染控制措施，验收监测结果表明，该项目各项污染物排放浓度均符合国家或地方的相关排放标准要求，各项污染物排放量较小，项目运行期间对周围环境质量影响较小，符合建设项目竣工环境保护验收的要求。按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中的相关规定，项目不存在验收不合格情形，故该项目可通过竣工环境保护验收。

十一、推广前景

该技术结合了北方地区寒冷低温的环境特点，突破了分散式污水处理瓶颈问题，以技术设备化、标准化、产业化为目标，对技术成果进行转化应用，开发成套装备，能够满足产业政策切实可行、关键技术设备标准化程度高、工艺设备满足节能减排宗旨要求。凭借公司现有平台，可在整个东北地区，乃至全国实现技术成果的产业化。

光伏建筑一体化（BIPV）技术研究报告

一、所属行业：建筑建材

二、技术名称：光伏建筑一体化（BIPV）技术

三、拥有技术单位名称：沈阳建筑大学

四、单位地址：辽宁省沈阳市浑南区浑南中路 25 号

五、联系人及联系电话：曹也 15524226993

六、适用范围：

所报节能技术适用于各类新建、改造建筑及城市设施，包括居住建筑、公共建筑、工业建筑和交通设施等。

七、技术内容：

1、技术原理（150~300 字）

围绕新型光伏材料的建材化，通过光伏建筑一体化集成技术，将高效率、高强度、轻荷载、多色彩的光伏材料转变为装配式一体化的光伏墙体、光伏屋面和其他光伏建筑构件，可以替代传统的建筑围护结构，既具有发电功能，还具有保温、隔热、隔声、防水、防潮、耐火、耐久等建筑外围护体系功能。其标准化设计、工厂化生产和装配化施工的特点，实现了光伏建筑产品的光伏组件、电气线路、通风系统和围护体系的集成，装配式特点极大缩短了施工周期、降低了施工和运维难度，广泛适用于新建及改造建筑。

光伏建筑一体化使光伏与建筑有机结合为不可分割的整体，产能端与用能端合二为一，建筑由消耗能源变成生产能源，替代化石能源的使用以降低碳排放。

2、关键技术与装备（50~150 字）

- （1）光伏材料建材化技术；
- （2）光伏建筑一体化系统集成技术；
- （3）快速装配式施工与维护技术；

- (4) 光电光热综合利用技术;
- (5) 数字分析与虚拟仿真技术;
- (6) 能源智慧管理与多能协同技术。

八、主要技术指标:

(1) 光电转化效率: 铜铟镓硒 (CIGS) 光伏建材为 15% 以上, 晶硅光伏建材为 20% 以上。

(2) 发电效率: 80% 以上。

(3) 防火性能: A 级。

(4) 使用寿命: 25 年以上。

(5) 光伏幕墙四性试验测试:

- a. 气密性能: 幕墙按整体属 GB/T 21086-2007 第 3 级;
- b. 水密性能: 采用稳定加压法, 幕墙按固定部分属 GB/T 21086-2007 第 2 级;
- c. 抗风压性能: 幕墙属 GB/T 21086-2007 第 2 级;
- d. 平面内变形性能: 幕墙属 GB/T 21086-2007 第 3 级;

依据标准 GB/T21086-2007 《建筑幕墙》抽样检验, 所有项目符合设计要求。

(6) 光伏幕墙系统抗震测试:

在输入天津波、Taft 波和 El-centro 波的 X 方向、Y 方向情况下, 在加速度峰值达到 0.4g 时, 幕墙试件面板、连接和支承构件未发生破坏或破损。

(7) 节能减排: 光伏建筑一体化 (BIPV) 技术可实现建筑节能和降低碳排放 30% 以上, 通过光伏建筑每发 1 度电, 将节省 309 克供电煤耗, 减排二氧化碳 803 克。

(8) 经济性: 光伏幕墙价格为 2000-2500 元/m², 与普通建筑外墙材料比较, 通常增量成本为 500-1000 元/m², 通过光伏发电收益, 8-10 年可收回成本, 有 15-17 年的净收益。

九、技术背景或鉴定

(1) 该技术被列入住建部科技计划《CIGS 太阳能薄膜发电技术在光伏建筑一体化中的应用研究》, 经崔愷院士、褚君浩院士等专家鉴定, 该项目的研究成果在国际

上是领先的，建议进一步推广，为建筑产能提供新的技术路径。

(2) 该技术被列入国家能源集团科技创新项目《铜铟镓硒建筑集成系统和装配技术研究》，可再生能源学会组织了科技成果鉴定会，褚君浩院士、马国馨院士等专家认为本项目的关键技术解决方案符合国内建筑法规和需求，研究成果产业化示范成功、安全可靠，达到国际领先水平。

(3) 该技术被列入国家自然科学基金面上项目《CIGS 光伏墙体技术在严寒地区近零能耗建筑中的高效协同体系研究》。

十、典型用户

该技术在住建部科技计划项目、国家能源集团科技创新项目和国家自然科学基金面上项目资助下，目前得以在北京市、辽宁省、广东省、海南省、江苏省等各地光伏建筑一体化项目上逐步实施。

已建成代表性项目：

(1) 碧桂园惠州潼湖创新小镇示范项目（广东省惠州市）：光伏墙体装机量 198.61kW，年发电约 6.4 万度，年节约 20 吨标煤，年减排 51 吨二氧化碳。

(2) 碧桂园海南陵水珊瑚宫殿示范项目（海南省陵水市）：光伏墙体装机量 88.761kW，年发电约 4.6 万度，年节约 14 吨标煤，年减排 37 吨二氧化碳。

(3) 国华投资东台海上风电运维综合楼示范项目（江苏省盐城市）：光伏墙体装机量 115.3kW，理论年发电约 7.6 万度，年节约 23.5 吨标煤，年减排 61 吨二氧化碳。

(4) 北京低碳院 44 兆瓦生产线厂房项目（北京市）：光伏墙体装机量 146.7kW，理论年发电量约 14.4 万度，年节约 45 吨标煤，年减排 116 吨二氧化碳。

(5) 北京 BIPV 建筑能源集控与实验平台（北京市）：装机量 112.60kW，理论年发电约 7.5 万度，年节约 23 吨标煤，年减排 60 吨二氧化碳。

预计建成项目：

(1) 沈阳浑南区沈阳万博材料研究中心项目（辽宁省沈阳市）：光伏屋面装机量 760kW，年发电约 90 万度，年节约 278 吨标煤，年减排二氧化碳 723 吨。

(2) 大连凯旋国际大厦火灾后重建项目(辽宁省大连市): 装机量 581 kW, 年发电约 54 万度, 年节约 167 吨标煤, 年减排 434 吨二氧化碳。

(3) 大连华谊工业园区城市更新项目(辽宁省大连市): 立面和屋面装机容量共 2.0968MW, 年发电约 256.88 万度, 年节约 794 吨标煤, 年减排二氧化碳 2063 吨。

十一、推广前景

截至 2021 年 6 月底, 全国可再生能源发电装机达到 971GW, 其中, 光伏占比 27.6%, 装机量为 268GW。光伏建筑一体化(BIPV)装机约 1.1GW, 占光伏装机比例 0.4%。

预计到 2023 年末期, 光伏建筑一体化(BIPV)技术在辽宁省推广 5%, 新增 BIPV 项目装机量 200MW, 年发电 2 亿 kWh, 年节约标煤 6.18 万吨, 年减排二氧化碳 16 万吨。

难选铁矿悬浮磁化焙烧技术研究报告

一、所属行业：冶金

二、技术名称：难选铁矿悬浮磁化焙烧技术

三、拥有技术单位名称：沈阳鑫博工业技术股份有限公司

四、单位地址：沈阳市和平区三好街 136 号新世界丰盛商务大厦 19 层

五、联系人及联系电话：肇巍，13604022502

六、适用范围：

所报节能技术适用于难选铁矿、尾矿资源处理工序中。

七、技术内容：

1、技术原理（150~300 字）

高效回收与利用烧结过程余热资源是降低烧结工序能耗的主要措施之一。通过调节冷却风量和料层厚度、降低烧结和冷却系统漏风率等措施实现余热资源的高效回收，然后将回收得到的余热，或用于动力回收：将一定温度和流量的烧结废气（与热烧结矿进行热量交换后的冷却空气）通入余热锅炉，再将余热锅炉产生的蒸汽通入汽机发电机组发电；或用于直接热回收：将烧结烟气和热空气用于点火助燃、热风烧结和烧结混合料干燥。

采用加热铁矿物的方式使相关矿物热解，然后通入还原剂使弱磁性铁矿物转变为强磁性铁矿物是该技术的核心，悬浮磁化焙烧炉技术将加热过程与还原过程分开实现、原料干燥和焙烧一体化完成、热量实现梯级利用是该技术的特点，该技术是革命性的世界领先的磁化焙烧技术，填补了国内外铁矿石悬浮磁化焙烧领域的技术的空白，形成了复杂难选铁矿石悬浮焙烧高效利用的新技术，该技术的问世，是中国铁矿选矿领域，甚至世界铁矿选矿领域的一次重大技术革命，为我国复杂难选铁矿资源的悬浮焙烧高效利用提供了装备保障。

2、关键技术与装备（50~150 字）

(1) 铁矿物在加热区被加热，然后在磁化还原反应区降温还原，独特的悬浮焙烧炉及悬浮磁化炉结构及功能设置，避免了结圈、结疤、熔块等生产操作工艺问题；

(2) 焙烧温度低，热量梯级利用，利用烟气余热干燥和预热原料，利用固体余热联产蒸汽，达到了热量最大利用；

(3) 利用流态化技术，采用原地直接还原技术，提高了磁化还原效率及效果；

(4) 采用立体空间配置，结构紧凑，节省用地，同样因为悬浮流态化磁化技术的开发，使单台产能更大；

(5) 实现温度、压力、流量等数据的在线监测与控制，自动化程度高，运转率高、劳动强度大大降低、磁化焙烧指标好。

八、主要技术指标：

日处理量 5000 吨（干基）以上，金属回收率 88%以上，精矿品位 55%以上，热耗 1.21GJ/t，废气排放（粉尘、硫化物、氮氧化物）浓度达到排放标准。

九、技术背景或鉴定

① 该技术被国家工业和信息化部《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录》（2017 年版）第 4.1.16 条收录。

② 该技术获得了 2019 年度沈阳市首台（套）重大技术装备认定及补助奖励。

十、典型用户

2016 年 11 月与酒钢选烧厂签署了《宏兴股份公司粉矿悬浮磁化焙烧选矿改造一期工程悬浮焙烧炉分项》EPC 合同，研制一台年处理粉矿 165 万吨的悬浮磁化焙烧炉。该项目于 2017 年底建成，2018 年 3 月投料试运行，经过三次较大的设备改进，解决了干燥器堵料、余热锅炉限制产能的“卡脖子”问题，于 2020 年 11 月达产达标。悬浮磁化焙烧炉连续稳定运行，日产量 5000 吨以上，金属回收率 88%以上，精矿品位 55%以上，热耗 1.21GJ/t，废气排放（粉尘、硫化物、氮氧化物）浓度达到排放标准。

十一、推广前景

预计到 2023 年末期，推广 80%，预估可盘活铁矿资源 200 亿 t 以上。

轻烧氧化镁悬浮煅烧技术研究报告

一、所属行业：冶金

二、技术名称：轻烧氧化镁悬浮煅烧技术

三、拥有技术单位名称：沈阳鑫博工业技术股份有限公司

四、单位地址：沈阳市和平区三好街 136 号新世界丰盛商务大厦 19 层

五、联系人及联系电话：肇巍，13604022502

六、适用范围：

所报节能技术适用于菱镁矿资源综合利用工序中。

七、技术内容：

1、技术原理（150~300 字）

采用流态化矿物处理技术研发的轻烧氧化镁悬浮煅烧技术与装备，采用干燥、煅烧、冷却一体化的设计思想，工艺流程更合理，减少了建设用地和投资。实现了菱镁矿颗粒在悬浮状态下的干燥预热、加热分解及焙砂余热回收工艺过程，悬浮态具有气、固接触面积大，传热、传质和反应速率快等优点，极大的缩短煅烧时间、提高热效率并降低了产品能耗，单台装置产能大，原料适应性强。该技术处于国内轻烧镁煅烧行业装置最高水平，对我国轻烧氧化镁结构调整、产业升级和技术进步具有积极的推动作用。

2、关键技术与装备（50~150 字）

- （1）菱镁矿流态化焙烧技术；
- （2）封闭式低温闪速焙烧技术；
- （3）余能梯级利用技术；
- （4）基于多信息源的集散自动控制技术；

(5) 智能化系统集成技术。

八、主要技术指标:

序号	指标名称	参数
1	规模（单台年产能）	300kt/a 及以上
2	热耗	湿矿：1050-1200kCal/kg _{-产品} ； 干矿：920kCal/kg _{-产品}
3	装置占地	700m ²
4	产品质量	灼减≤2%（可控）； 活性时间低于 75s（可控）；
5	粉尘排放	≤10mg/Nm ³ 的超低排放指标
6	氮氧化物	≤50mg/Nm ³
7	装备水平	DCS 控制，自动化水平大大提高,节省人力资源，减少劳动强度

九、技术背景或鉴定

- (1) 该技术被列入中国菱镁行业三十年技术创新进步奖。
- (2) 该技术被列入菱镁产业鼓励推广应用的技术及产品目录。

十、典型用户

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间
1	辽宁首钢硼铁有限责任公司	流态化矿物处理技术	干燥：2.5 万吨/年轻质碳酸镁；焙烧：1.0 万吨/年轻质氧化镁	2016.6-2017.7
2	海城海鸣矿业有限责任公司	流态化矿物处理技术	2 台年产 10 万吨轻烧镁悬浮焙烧炉	2018.5-至今
3	鞍山万利镁质材料科技有限公司	流态化矿物处理技术	1 台年产 25 万吨轻烧镁悬浮焙烧炉	2019.5-至今

十一、推广前景

现阶段采用反射窑炉进行轻烧氧化镁的生产线共计 1700 套，年产能近 1200 万吨，在两年内，如 60% 的产能实现技术升级，以单条 10 万吨计，将建成近 80 条生产线，年创效 220 亿元以上，年节约菱镁矿资源近 600 万吨，可大幅延长矿山服务年限。

促进镁行业结构调整、产业升级和技术进步。

整合资源，实现大规模生产，提升产业集中度，避免资源浪费。

铝电解过程智能化智慧化控制系统技术研究报告

一、所属行业：电解铝

二、技术名称：铝电解过程智能化智慧化控制系统

三、拥有技术单位名称：沈阳鑫博工业技术股份有限公司

四、单位地址：沈阳市和平区三好街 136 号新世界丰盛商务大厦 19 层

五、联系人及联系电话：肇巍，13604022502

六、适用范围：

所报节能技术适用于铝电解生产。

七、技术内容：

1、技术原理（150~300 字）

为了满足铝电解槽技术发展的需要，沈阳鑫博工业技术有限公司经过多年的现场实践和与电解工艺技术人员深度融合，开发了基于大数据的铝电解智能控制系统，解决了电解槽控制瓶颈，实现了如下技术创新：

成功研发了多参数在线检测装置

可以在线检测铝电解槽电解质温度、铝水高度、电解质高度、电解质比电阻、炉底压降、阳极位移量，随时获取电解槽运行的工艺技术参数。

建立了多参数协同智能解析模型

将在线检测的工艺参数，及自动获取的系列电流、槽电压参数，化验分析数据，工艺约束条件，历史大数据解析结果等引入多参数协同智能解析模型，经过综合分析、智能评判、自动寻优，对工艺多参数——基本加料间隔、基本氟化铝加料量、基本设定电压、出铝计划量等协同自动优化调整。

建立历史大数据智能解析模型

对铝电解槽历史的统计数据自动纳入大数据解析模型进行智能解析，得到电解槽未来的冷热趋势，且自动纳入多参数协同控制模型进行综合控制，使电解槽长期保持最佳状态运行。

构建了实时动态智能化控制体系

多参数协同智能解析模型紧紧围绕物料和能量平衡进行智能解析，输出解析结果并自动设置。实时动态智能化控制体系围绕着多参数协同智能解析模型给出的基本值，进行实时槽况动态识别，冷热趋势预测，对槽电压、氧化铝加料间隔和氟化铝添加量智能调整，完全不需要人工干预。

2、关键技术与装备（50~150字）

- （1）铝电解智能控制技术；
- （2）铝电解智慧管理系统；
- （3）多参数测量装置；
- （4）阳极电流分布测量及分析系统；

八、主要技术指标：

应用于某电解铝企业，

（1）节能

提高电流效率 1%，吨铝电耗下降 200kwh

（2）提高产量

单槽增产 5 吨以上

（3）节约氟化盐

吨铝节约氟化盐 $1\sim 2$ kg

（4）延长槽龄

延长槽龄 1 年以上，进而减少槽大修产生的危险废物排放；并减少大修费用。

（5）减少氟碳气体排放

减少槽效应，相应减少效应中产生的氟碳气体排放。

九、技术背景或鉴定

工业化试验已经完成，效果得到应用企业认可，进入产业化推广阶段。

十、典型用户

目前正在多家电解企业进行产业化应用。

项目实施后，预计：

吨铝节电 200kWh，以年产 40 万吨的典型电解铝企业计算，年节电 8000 万度。

十一、推广前景

预计年推广应用 80 万吨产能，年节电 1.6 亿 kW。

微动力叠流式生态滤床污水处理技术研究报告

一、所属行业：环境保护

二、技术名称：微动力叠流式生态滤床污水处理技术

三、拥有技术单位名称：辽宁省环保集团清源水务有限公司

四、单位地址：沈阳市棋盘山开发区满堂街道马宋路20号

五、联系人及联系电话：王云浩13898113453

六、适用范围：温差较大、人口密度小的农村地区污水处理

七、与行业相关生产环节的排污现状：

根据《辽宁省2018年国民经济和社会发展统计公报》全省农村人口总计1390.6万人，近年来辽宁省采取了一系列农村污水整治有效措施，但由于受东北季节变化、污水量少、管网修建不完善等因素，辽宁省农村污水治理问题依然突出，依据辽宁省地方标准-《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》统计表明辽宁省农村污水治理到2020年底全省10%行政村生活污水实现收集处理，据此推测辽宁省农村生活污水仍有近50万m³/d污水得不到有效治理，COD和氨氮年排放量分别达3.61万t/a和0.64万t/a。到目前为止，辽宁省农村污水处理率整体不高，但各地农村均有不同规模的污水处理站或设施，这些污水处理设施大多为集中式处理的缩小版，不同程度存在经济性差、低温适用性差、极分散环境下设备规模不适用问题。因此开展微动力叠流式生态滤床污水处理技术研究，是解决这一问题的重要途径。

八、技术内容：

1. 技术原理

针对辽宁省内农村污水处理技术存在的问题和应用水平，以提高传统生态滤床复氧能力、低温环境污染物去除效果为出发点，集成优化以叠流式生态滤床处理系统为核心处理单元，包含厌氧生物填料处理单元和水生蔬菜型湿地处理单元的污水处理系统。

采取多级叠水层设计构件叠流式生态滤床，以出水溶解氧浓度确定叠水复氧方式

的可行性和最佳叠水高度。

基于北方地区冬季气候寒冷的特点，结合试验所在区域填料的可获取性，选取石英石、石英石砂和土壤作为叠流式生态滤床处理单元填料。

2. 关键技术及减污技术细节

根据农村污水处理特点，构建“厌氧生物填料处理单元（反应Ⅰ区）-叠流式生态滤床处理单元（反应Ⅱ区）-水生蔬菜型湿地处理单元（反应Ⅲ区）”组合工艺，提高系统生物附着能力及30%生物量，强化技术设备的抗冲击负荷能力，实现低温环境下处理效果稳定，脱氮效率高。微动力叠流式生态滤床污水处理系统突破传统农村污水处理设施复氧能力不足、冬季运行效果差等技术瓶颈。

九、主要技术指标：

1. 污染物去除率可达到90%，出水水质达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中的表1规定限值。

2、节约占地，占地1-1.5 m²/t水；

3、节能20%，平均运行成本0.3-0.5元/t，。

4、运行管理简单、方便，可达到无人值守。

十、技术应用情况：

处理寒冷地区、人口分布不均的农村生活污水。

十一、技术背景或鉴定情况：

该技术依托我司所属水厂黑山县污水处理厂和西丰县生活污水处理厂深度单元均采用生态滤床处理系统，通过多年的运行管理拥有良好的生态滤床运行和管理经验，属于自主研发技术，已取得“可升降微动力村镇污水处理装置”专利。

十二、典型用户：

西丰县生活污水处理厂深度处理单位就是采用的微动力叠流式生态滤床污水处理技术，处理污水量为2.5万m³/d，工艺进水CODCr、氨氮分别为100mg/L、10mg/L以内。经处理后，出水水质达到一级A标准水CODCr、氨氮分别为50mg/L、5mg/L以下，可有效削减COD 1.25 t/d，氨氮 0.125t/d，本技术的成果可应用于低温环境下，系统出水可稳定达到一级A，且运行费用较低，对处理生活污水在技术上和经济上均是

可行的，具有良好的社会和经济效益。

十三、推广前景：

该项技术可在农村污水处理行业进行推广，前景广阔。预计到 2023 年末，2 年内，仅以辽宁省现有农村污水处理率 10%提升至 30%测算，可新增农村生活污水处理量约 3650 万 m³/a，新增 COD 和氨氮年削减量分别达 1825 t/a 和 182.5t/a。新增农村生活污水处理设施运行成本约为 1095 万元，项目实施后可实现降低能耗 20%，总体降低运行费用约 219 万元/年，经济效益显著。

干法/半干法脱硫灰 pH 调控多相射流氧化 技术研究报告

一、所属行业：钢铁、热力生产和供应、石化等

二、技术名称：干法/半干法脱硫灰pH调控多相射流氧化技术

三、拥有技术单位名称：沈阳环境科学研究院

四、单位地址：沈阳市浑南区全运三路98号环保大厦

五、联系人及联系电话：赵岩 13352448076

六、适用范围：钢铁、热力生产与供应、石化等行业烟气脱硫副产物的资源化利用

七、与行业相关生产环节的排污现状：

据统计，辽宁省钢铁、热力生产与供应、石化等行业烟气脱硫环节每年所产生的干法/半干法脱硫灰超过60万吨。这种脱硫灰主要成分为 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCO_3 、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 CaO 和少量未反应的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等，具有成分复杂、高硫、高钙、高碱性的特点，尤其是 CaSO_3 的比例很高，这种化学稳定性较差的组分使脱硫灰表现出不同寻常的物化特性。由于对此类固体废物的性质、反应特点及作用机理的研究还不够系统和深入，目前尚未形成有效的利用途径，导致脱硫灰大量堆积或简单填埋，不仅占用了大量宝贵的土地资源，而且增加了企业负担。此外，由于 CaSO_3 的不稳定性，长期堆放极易引起 SO_2 的释放而对环境造成潜在威胁；同时，由于脱硫灰的粒径较小，质量较轻，堆场极易产生扬尘污染。

八、技术内容：

1. 技术原理

本技术基于酸碱中和与氧化还原的基本化学原理，将干法/半干法脱硫灰在硫酸环境下进行强制氧化改性。在酸碱中和反应的作用下，脱硫灰中的 CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaO 等碱性组分将全部迅速转化为 CaSO_4 ；而在氧化反应作用下，稳定性差的 CaSO_3 也将转化为 CaSO_4 。这样，就使原来组分复杂多样，且多种组分的含量及化学性质均不稳定的干法/半干法脱硫灰，转变为一种以稳定的 CaSO_4 为主要成分，化学性质类似于湿法脱硫石膏的固体废物。由于湿法脱硫石膏的组分和性质相对单一，其综合利用

中各个环节的技术问题均已基本解决,因此改性后的干法/半干法脱硫灰就能够按照湿法脱硫石膏的各种技术路线进行大规模综合利用,从而彻底解决这种大宗固废日益迫切的治理问题。同时,也实现了废硫酸的资源化利用。

然而,由于 SO_3^{2-} 会与过量的 H^+ 结合而生成污染物 SO_2 , 因此反应溶液的 pH 值不能过低;同时由于脱硫灰的强碱性,其溶解过程将使溶液的 pH 值迅速升高,而 CaSO_3 的溶解度很低且随 pH 值的升高而进一步降低,从而使氧化速率大幅下降,因此溶解过程的固液比即溶液的 pH 值也不能过高。因此,以一步法和常规浆液的方式实现干法/半干法脱硫灰的高效氧化,同时做到无 SO_2 释放是十分困难的,而需要开发出适应脱硫灰特性的创新性氧化改性技术。

2.关键技术及减污技术细节

(1) 基于多步氧化的脱硫灰稳定化改性技术。将传统一步氧化过程分解为多步,通过精确控制每一步氧化过程的固液比、浆液 pH 和温度,克服干法/半干法脱硫灰的高碱性所带来的氧化速率缓慢的问题,从而创造性地实现了其高效氧化。

(2) 多相混合浆液 pH 自适应预估控制技术。针对 pH 测量信号与控制量之间强烈的非线性关系,以最佳固液比为依据,采用基于混合型参数估计的多模型自适应控制方案,将过程机理模型转化为近似线性模型,使多相浆液的 pH 值始终控制在预定范围内,不仅能够避免改性过程中 CaSO_3 的大量分解,而且能够保证足量的 CaSO_3 处于均相反应体系中,从而显著提高整个处理过程的反应速率。

(3) 多相射流曝气氧化技术在脱硫灰浆液方面的应用。采用新型射流曝气技术进行脱硫灰中 CaSO_3 的多相强制氧化,射流曝气器混合搅拌作用强,具有较高的充氧能力、氧气利用率和氧动力转移效率,同时还具有构造简单、无运动部件、工作可靠、运转灵活、便于调节、不易堵塞、易维修管理、运行费用低等众多优点,能够显著提高多相氧化过程的反应速率。

九、主要技术指标:

(1)原脱硫灰中 CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaO 转化为 CaSO_4 的比例达到 99%以上;
(2) CaSO_3 转化为 CaSO_4 的比例达到 98%以上; (3)氧气利用率达到 19%以上; (4)除

杂或分级后产物中二水 CaSO_4 的含量达到《烟气脱硫石膏 JC/T 2074-2011》中三级品的技术要求。

十、技术应用情况:

处理钢铁、热力生产与供应、石化等行业烟气脱硫环节所产生的干法/半干法脱硫灰。

十一、技术背景或鉴定情况:

该技术被列入2021年辽宁省民生科技计划项目。

十二、典型用户:

正在与辽宁紫竹集团有限公司洽谈合作。

十三、推广前景:

以辽宁省为核心,该项技术可应用于钢铁烧结、工业锅炉、燃煤电厂、石油石化等行业,如果推广率达到50%,则每年可处理干法/半干法脱硫灰约30万吨,回收石膏产品约33万吨,并为形成若干政策建议稿和产品标准规范奠定基础。同时,该项技术可向河北、江苏、山东、山西、广东、河南等钢铁大省推广应用,并最终覆盖全国,形成长期、稳定的产业,创造巨大的经济、社会及环境效益。

HVC 生物强化人工湿地深度处理技术 研究报告

一、所属行业：农副产品加工

二、技术名称：HVC生物强化人工湿地深度处理技术

三、拥有技术单位名称：沈阳环境科学研究院

四、单位地址：沈阳市浑南新区全运三路98号环保大厦A座

五、联系人及联系电话：陈晓东，024-24520931

六、适用范围：

所报节能技术适用于高浓度、高氨氮有机型废水生化处理后的深度处理。

七、与行业相关生产环节的排污现状：

农副产品加工业是我国现代农业的重要内容和农村经济的重要支柱，是促进农民就业增收的重要渠道。改革开放以来，我国的农副产品加工业一直保持着快速发展的势头，已经成为产业关联度高、行业覆盖面广、带动作用强的基础性、支柱性产业，产业集聚集群发展势头良好。从具体行业来看，农副产品加工的各个子行业均保持了快速的发展，市场规模稳步扩张。最近十年，谷物磨制行业的年均复合增长率高达3.31%；蔬菜、水果和坚果加工行业的年均复合增长率为30.27%；而增长相对缓慢的水产品加工行业的复合增长率也超过了18%。因此，我国农副食品加工业的市场规模正在快速扩张。

然而，产业集聚的同时带来了特征污染物排放的集聚。集聚区域废水的产生与排放会使当地工业废水结构发生较大变化，若未能有效处理更是对受纳水体造成新的污染。农副产品加工企业多为耗水大户，如屠宰及肉类加工、饮料及液体乳食品加工等。由于农副产品加工行业的特殊性，废水中的氨氮、有机物、SS含量高，再加上部分农副产品加工企业利润普遍偏低和关系农民生计的特点，致使大量加工废水未经处理直接排放。例如，一个中等规模的肉类食品加工厂，每生产一吨产品所排放的废水量为20~40吨，其中 COD_{Cr} 达900~6000 mg/L， BOD_5 达500~3000 mg/L。一个以玉米为原料的淀粉厂，每生产1吨淀粉排放10~20吨废水，其中SS为2500~13000 mg/L， BOD_5 为1100~1600 mg/L， NH_4^+-N 为90~250 mg/L。如果这些废水未经有效处理排入江河湖泊，则导致水中溶解氧降低，水质发臭，鱼虾等水生生物死亡。

从国内外现状来看，对于农副产品加工产生的高浓度有机废水，主要处理方法分为物理法、化学法和生物法三类。其中，物理法主要有筛滤、气浮、离心、过滤和微滤。化学法主要有氧化还原、混凝、膜分离和离子交换等，存在的问题主要是水量限制以及能耗物耗较高。生物法主要有普通活性污泥法、A²/O工艺、生物膜法、UASB-好氧工艺一体化、生物塘法等。由于生物法有能耗低、处理水量大、出水稳定等因素，使得其被广泛应用于农副产品加工废水处理当中。但是，采用生化法工艺不能实现同时高效的脱氮除磷，由于硝化菌、反硝化菌以及聚磷菌在有机负荷、碳源需求上存在着矛盾与竞争，很难在同一系统中实现氮磷的同时高效去除。为此，废水经生化法处理后需要增加深度处理工艺，常见的深度处理技术包括过滤、絮凝、混凝沉淀、紫外消毒和人工湿地技术，部分出水要求较高的特殊场景还会使用反渗透工艺。

八、技术内容:

1、技术原理或工艺路线

HVC生物强化人工湿地的填料表面和植物根系中生长了大量的微生物形成生物膜，当废水经过湿地时，悬浮物被填料及根系阻挡截留，有机质通过生物膜的吸附及同化、异化作用而去除。湿地床层中植物根系对氧的传递释放，使得填料和根系周围依次出现好氧、缺氧和厌氧状态，保证氮磷不仅被植物及微生物直接吸收，还可通过硝化反硝化作用和微生物对磷的积累作用而去除。此外，植物光反应和暗反应的交替，以及湿地干湿交替运行方式所形成系统内部不同区域对氧消耗量的差异，导致好氧和厌氧的交替出现，使得磷的过量释放和积累得以完成。高浓度、高氨氮有机型废水经生化处理后，排入集水池，停留时间15分钟。集水池中的废水经提升后进入HVC生物强化人工湿地，水力停留时间30小时，消毒处理后排入回用水池。



图 1 工艺流程图

2. 关键技术

针对农副产品加工产生的高浓度有机废水，HVC生物强化人工湿地通过增设水位调节装置，调整水力流经路径，灵活控制湿地布收水方式，实现同一湿地单元内水平流与上升式垂直流的结合，既保证了人工湿地冬季正常布水与运行，又提高了水力负

荷分配的均匀性。运用干湿交替的运行方式，有利于厌氧-好氧环境的转化，强化湿地脱氮除磷效果；促使脱落的生物膜沉积于导淤层中，便于导泥清淤。另外，布设多级微生物固定化填料，改善湿地菌群的附着条件，提高附着于填料的微生物量，保持湿地高效、稳定的运行。

九、主要技术指标:

HVC 生物强化人工湿地深度处理技术的最佳水力负荷为 $0.33 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。当湿地 COD_{cr} 及氨氮的平均进水浓度分别为 76.30mg/L 和 11.40mg/L 时，夏季 COD_{cr} 及氨氮去除效率分别为 51.63% 和 76.90% ；冬季 COD_{cr} 及氨氮去除效率分别为 44.56% 和 57.50% 。中水回用率提高约 40% ，可节约新鲜水约 400 t/d ，大幅削减生产用水和废水排放量。

十、技术应用情况:

可深度处理农副产品加工企业生化处理后的废水，实现废水的资源化利用。

十一、技术背景或鉴定情况:

该技术获得国家“十二五”科技重大计划水专项（课题编号：2012ZX07202005）的资助，2020年7月13日，通过由中国环境科学学会组织的科技成果鉴定，委员会一致认为该研究成果达到国际领先水平。

十二、典型用户:

沈阳福润肉类加工有限公司于2015年建设了农副产品加工废水深度处理及资源化示范工程，设计规模为 $1000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。该工程示范关键技术为HVC生物强化人工湿地深度处理技术，已于2015年11月竣工验收，处理效果良好，运行稳定，出水水质可达到《城市污水再生利用——景观环境用水标准》（GB/T8921-2002）河道类水体用水要求及满足厂区绿化、冲洗等资源化利用要求。

十三、推广前景:

农副产品加工废水深度生态处理与资源化技术作为一种低投资、低能耗、低处理成本和具有脱氮除磷功能的污水生态处理技术，具有广阔的产业化前景。目前，全省初具规模的农产品加工集聚区达到 23 家，主营业务收入达到 845 亿元，占全省规模以上农产品加工企业主营业务收入的 20% 以上，技术可推广应用于辽宁省上述集聚区行业废水深度处理，同时也可以扩展应用到其他地区的该行业污水治理。

废乳化液电化学高级氧化处理技术研究报告

一、所属行业：危险废物治理

二、技术名称：废乳化液电化学高级氧化处理技术

三、拥有技术单位名称：沈阳环境科学研究院、辽宁道和环境科技有限公司

四、单位地址：沈阳市浑南区全运三路98号环保大厦

五、联系人及联系电话：侯海盟 18602483902

六、适用范围：机械加工行业产生的废乳化液、废切削液等有机废液减量处理

七、与行业相关生产环节的排污现状：

沈阳市废乳化液（HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液）产生量约10000吨/年，辽宁省产生量约40000吨/年，废乳化液平均COD排放量为12kg/t废乳化液。

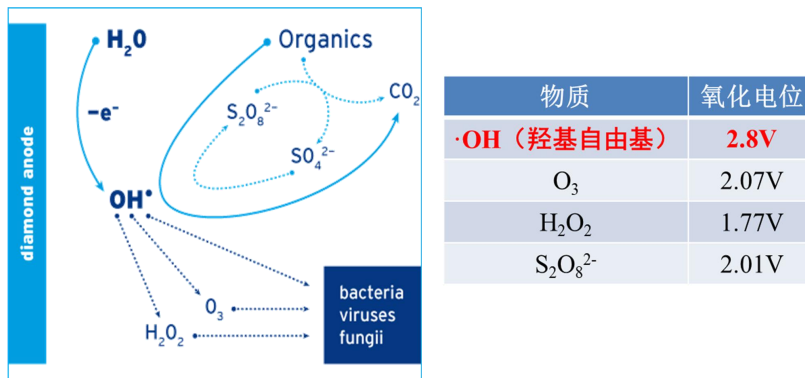
八、技术内容：

1.技术原理

电化学高级氧化技术又称做深度氧化技术，以产生具有强氧化能力的羟基自由基($\cdot\text{OH}$)为特点，在电、催化剂等反应条件下，使大分子难降解有机物氧化成低毒或无毒的小分子物质。该技术具有处理彻底、无浓缩液、适应性广、安全性能高、自动化程度高、出水达标排放等特点，可有效对乳化液废水进行彻底处理。

本技术采用BDD电极（金刚石薄膜电极），其具有较宽的电势窗口和极低的背景电流。BDD电化学氧化去除水中有机物主要包括直接氧化和间接氧化两种机制。直接氧化是在未达到析氧电位前，已经达到有机物的氧化电位，BDD电极所提供能量已经足够使有机物失去电子而被氧化。间接氧化是特制电极与水反应，在电极表面生成并物理吸附具有强氧化性和活性的羟基自由基 $\cdot\text{OH}$ ，通过电化学燃烧将有机物矿化为 CO_2 和 H_2O 。废水经过氧化后，可直接达到排放标准，无浓缩液或二次污染物产生。

■ 掺硼金刚石电极电化学降解有机废水的原理



2. 关键技术及减污技术细节

本技术以BDD电极为核心反应设备，单个电极组由3块阳极板和4块阴极板，极板间距3mm，阳极为覆金刚石薄膜硅基电极，尺寸为290mm×120mm，阴极为钛板，尺寸为320mm×150mm，运行电流密度50~80mA/cm²。反应槽共安装40个电极组，以串并联结合的方式组装，4个电极组串联为1个电极模块，共10个电极模块并联，以控制合适的电流及电压。

配套直流电源1套，最大输出功率为100kW，电压范围为0~50V，电流范围为0~2000A。电压控制20~30V，电流控制在1200~1500A。

废乳化液经过过滤后，进入反应器进行电化学氧化，根据原液浓度调节反应时间和电流密度，COD去除率可达到99%，出水水质达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）的三级排放标准及《辽宁省污水综合排放标准》（DB 21/1627-2008）。

九、主要技术指标:

废乳化液经过滤、电化学氧化、中和处理后，COD降解效率达到99%，残余物量低于2%，出水COD、BOD、悬浮物、总氮、氨氮、石油类等指标达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB 21/1627-2008）要求；。

十、技术应用情况:

废乳化液常用的处理方法有破乳物化法、蒸发法、膜过滤法和高级氧化法等，前三种方法主要是是将污染物浓缩，不能彻底分解和去除。电化学高级氧化法污染物降解彻底、无二次污染、适用范围广、设备简单，正被广泛地研究和应用。BDD电极是一种新型高效电极，具有电势窗口宽、高析氧电位、低背景电流以及良好的化学稳定

性、抗腐蚀性能，工艺过程简单、设备紧凑占地面积小，特别适用于产废单位自行处置乳化液废水，降低企业环保成本。

本技术既可应用于规模较大的危废处置中心，还可以用于产废企业自建处理设施。辽宁省内废乳化液处置能力不足、环境风险大，仅沈阳市能力缺口就大于1万吨/年，全省年产生量大于4万吨，推广应用前景大。目前已在沈阳富准精密工业(沈阳)有限公司成功应用。

十一、技术背景或鉴定情况:

该技术为沈阳环境科学研究院与辽宁道和环境科技有限公司合作开发，并得到了2020年沈阳市科技计划项目支持。

十二、典型用户:

富准精密工业(沈阳)有限公司于2020年8月采用第三方投资运行的方式建设了一套离型剂、乳化液废水处理装置，投资约250万元，每天处理3-6吨。该项目为环保治理项目，实现了危废源头减量，且不会造成二次污染，环境效益显著。

十三、推广前景:

废乳化液电化学高级氧化处理技术处理彻底、经济可靠，将电化学氧化技术应用于废乳化液为代表的有机液体危险废物处置领域，可有效缓解废乳化液处置压力，防范环境风险，降低产废企业处置成本，助力企业健康高效发展。

本技术既可应用于规模较大的危废处置中心，还可以用于产废企业自建处理设施，预计在2023年内可应用于不低4000t/a的处置项目，不仅为产废企业降低成本，防范环境风险，还能推进环保设备的开发应用。该项技术可在机械加工行业石化及化工行业进行推广，前景广阔。如推广比例达到10%，源头减量危险废物4000t/a，COD削减量约4.72万t/a。

利用生物触媒的高浓度有机废水生物处理技术研究报告

一、所属行业：节能环保

二、技术名称：利用生物触媒的高浓度有机废水生物处理技术

三、拥有技术单位名称：辽宁环保产业技术研究院有限公司

四、单位地址：辽宁省沈阳市皇姑区崇山东路34号（辽宁环保服务业集聚区）

五、联系人及联系电话：刘文杰 15840486710

六、适用范围：该技术可用于畜禽养殖、水产养殖、屠宰加工和农产品加工等领域高浓度有机废水的处理。

七、与行业相关生产环节的排污现状

据相关部门测算，截至2019年底，全国畜禽粪便产生量约40亿吨，其中，生猪、奶牛、肉牛、家禽和羊这5类主要畜禽的年粪便产生量达36.44亿吨，约占全部粪便产生量的91.1%。其中，同期辽宁省畜禽粪便排放量约为1.5亿吨左右，其中猪粪约0.4亿吨、牛粪约0.9亿吨、鸡粪约0.2亿吨左右。

八、技术内容

1.技术原理

该技术是利用生物触媒系统浓缩而成的连续酵素复合体，含有数百种以上的酵素连续体，如淀粉酶、过氧化氢酶、酯酶、水解酶、异构酶、连接酶、氧化还原酶、蛋白酶、转移酶等等。凭借各种天然酵素所拥有的“触媒”实现菌群自然优配，协同酵素酶解，具备耐受高浓度有机物的好氧菌驯化能力，能够实现高效降解有机物。

2.关键技术及减污技术细节

利用生物触媒系统浓缩而成的连续酵素复合体在好氧条件下利用过氧化氢酶、水解酶等多种酶的协同作用将高浓度有机废水中有机物进行分解，同时避免臭气的产生，实现处理高浓度有机物和臭气的同步去除。

九、主要技术指标：

出水 $COD_{Cr} \leq 150mg/L$ 、 $BOD_5 \leq 60mg/L$ 、氨氮 $1.07mg/L$ 、总磷 $4.2mg/L$ 、 $SS \leq 80mg/L$ 、

pH5.5-8.5，达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2005）。

十、技术应用情况

该技术在北京久兴奶牛养殖场、禾丰牧业抚顺养猪场等多个规模化畜禽养殖场养殖废水处理项目中进行应用，在辽宁省内畜禽养殖废水处理领域推广比例约占10%左右。

十一、技术背景或鉴定情况

该技术属于引进吸收再创新，技术申报单位依托国家水体污染控制与治理“十二五”辽河流域分散式污水治理技术产业化项目/课题、“十三五”辽河流域水专项技术成果推广与产业化课题进行优化，目前上述课题已经顺利通过国家生态环境部组织的验收，技术申报单位正积极组织相关研究成果的鉴定工作。

十二、典型用户

典型用户为北京市怀柔区北京久兴奶牛养殖场，总投资120万元，建设了以“利用生物触媒的高浓度有机废水生物处理技术”为核心的养殖废水处理装置，处理规模50t/d，该项目处理出水达《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2005），污水回用率达99%以上，环境效益显著。



十三、推广前景

该项技术可在畜禽养殖、水产养殖、屠宰加工和农产品加工等领域高浓度有机废水的处理方面进行推广，前景广阔。根据市场需求，预测到2023年推广比例达到35%-40%，削减COD1250 t/a、氨氮105 t/a。

北方寒冷地区厌氧发酵罐内置热能转换 技术研究报告

一、所属行业：环境保护

二、技术名称：北方寒冷地区厌氧发酵罐内置热能转换技术

三、拥有技术单位名称：辽宁环保产业技术研究院有限公司

四、单位地址：辽宁省沈阳市皇姑区崇山东路34号（辽宁环保服务业集聚区）

五、联系人及联系电话：姜曼 13940571021

六、适用范围：可用于畜禽粪便、农村生活垃圾、秸秆、杂草等农村生产生活废弃物厌氧发酵大型沼气工程。

七、与行业相关生产环节的排污现状

我国农村垃圾主要由农村居民在日常生活和生产过程中产生的垃圾，包含生活垃圾、生产性垃圾（秸秆垃圾和养殖垃圾）。数据显示，2010-2015年我国农村垃圾产生量不断增加，随后在国家加强对农村垃圾治理力度和各省市垃圾处理规范发展的促进下2016年开始我国农村垃圾的产生量下降，2017年垃圾产生量有所回升至50.09亿t。

从农村垃圾的构成看，其主要的为生产性垃圾，2017年我国农村生产性垃圾产生量为47.82亿t，占当年垃圾产生总量的95.47%，其中养殖垃圾的产生量达到38.18亿t，占76.2%，秸秆垃圾的产生量为8.68亿t，占比达17.33%。除生产性垃圾外，2017年农村生活垃圾产生量为2.27亿t，占农村垃圾总量的4.53%。

八、技术内容

1. 技术原理

为确保沼气工程在北方寒冷地区冬季仍能正常运行，需要对反应罐进行加温保温，通过对不同加热方式的发酵料液温度场分布规律及温度场随时间变化的波动情况进行研究发现，发酵罐内加热方式的发酵料液温度场稳定性、加热的热效率优于发酵罐外侧壁加热方式；发酵罐内底部加热是最佳的加热方式，其发酵料液温度场分布最稳定，温度场随时间变化的波动最小。同时考虑制造安装便捷方面因素，将内置热能转换机设置在发酵罐内底部。

2. 关键技术及减污技术细节

内置热能转换机实现反应罐内沼气化学能到热能的转换，具有对罐体的冬季增温

和热量供给作用；采用发酵罐内底部加热方式，优化了内置热能转化路径，确保发酵料液温度场分布最稳定，温度场随时间变化波动最小，同点平均偏差 $\leq 0.19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，整个温度场极差 $\leq 1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

内置热能转换机组件包括安全控制箱、燃烧器、阻火器、供气管、燃烧换热室、排烟管、水箱、循环水泵、盘管等，形成水路与气路的双重循环，保证了对罐体料液的加热。

①水路：水箱是镶嵌于罐体内部的一个密封装置，燃烧换热室位于水箱中间，通过排烟管与大气相通，室壁将换热室气体与水箱液体隔开，水箱、循环水泵与盘管构成封闭系统。循环水泵将循环水泵入盘管中，循环水在盘管中流动时将热量传递给罐体内的物料，实现对物料的增温。

②气路：供气管将气体腔内的沼气引致沼气燃烧器，沼气通过燃烧器在燃烧换热室内完成化学能到热能的转化，并通过排烟管与大气相通，同时将热能通过室壁传递给水箱中的循环水。

③控制装置：安全控制箱与阻火器联合作用保证内置热能转换机组安全运行。

九、主要技术指标

①减少热耗。由于将增温装置及管线都安装在罐体内部，并被料液包围，故其运行产生及散发的热量都传递到了罐体内料液上，很大程度上减少了能量损失。

②缩减建设投资。传统沼气燃烧器或加热系统都设置在距离厌氧发酵罐一定距离的位置，必将需要铺设一定的管线及基础，某种程度上增加了土建及设备安装的工作量，也增加了管线工程的造价。采用此种内置热能转换机减少了管线铺设，一定程度也减轻了建设投资。

③充分利用余热。传统沼气加热器产生的余热一般都散入大气，鲜少有余热利用装置，即使增设余热利用装置，在某种程度上也增加了建设投资。而此种沼气利用装置不仅减继而少余热利用装置，同时也将余热有效利用。

④设备集成化。内置热能转换机嵌置在罐体内部，成为罐体的构造及功能的一部分，一定程度上拓进了设备的集成化进程。

十、技术应用情况

目前该系统已应用于抚顺县某村畜禽养殖大型沼气工程、铁岭大牛养殖场、沈阳

正旺奶牛养殖场、本溪桓仁边哈生态园等畜禽养殖废弃物制沼气工程13项，实现削减COD 5057.44t、氨氮588.11t。

十一、技术背景或鉴定情况

该技术已应用于13项畜禽养殖制沼气工程中，目前运行情况良好。

十二、典型用户

辽宁省抚顺市抚顺县某村畜禽养殖大型沼气工程，建设以500m³厌氧反应器为主体，配套多原料预处理一体机、沼气热能转化机等设备的大型沼气工程，工程总投资543万元，日处理约25t的畜禽粪尿等可发酵物，解决了该村及周边地区畜禽养殖粪便堆积的问题，日产沼气约500 m³用于农户炊事、沼气工程发酵系统保温等，产生的沼液沼渣用于周边地区的生态农业生产，实现了绿色生态循环。

十三、推广前景

随着社会主义新农村建设进程的加快，农村垃圾随意倾倒，秸秆焚烧、养殖粪便露天堆肥等问题亟待解决。辽宁省的“美丽乡村”建设工作，计划到2020年，全省将新增完成环境综合整治建制村1900个以上，探索有机养分资源利用的有效模式，推进畜禽粪便等有机肥资源化利用和秸秆养分还田。到2018年，秸秆综合利用率达到85%以上；2020年，畜禽粪便养分还田率达到60%以上。2021年底前，以规模养殖场为重点，建立畜禽粪污处理和粪肥利用台账，明确粪污去向，规范使用管理。北方寒冷地区厌氧发酵罐内置热能转换技术配套大型沼气工程，可保证大型沼气工程在北方寒冷地区冬季稳定运行，实现沼气的综合利用，具有良好的社会、环境、经济效益及较强的可推广性。

GDDSAO--高氨氮废水智能化短程硝化反硝化技术研究报告

一、所属行业：生态保护和环境治理业

二、技术名称：GDDSAO--高氨氮废水智能化短程硝化反硝化技术

三、拥有技术单位名称：沈阳光大环保科技股份有限公司

四、单位地址：辽宁省沈阳市铁西区北一西路52甲号金谷平台大厦BD座9层

五、联系人及联系电话：张铭源 13998125533

六、适用范围：该技术适用于所有高氨氮易生化有机废水，目前以大量应用于医疗、屠宰等污水处理领域。

七、与行业相关生产环节的排污现状：

目前实现：氨氮876t/a；总氮992.8t/a；COD3650t/a；BOD2190t/a；总磷54.75t/a。

八、技术内容：

1. 技术原理

利用短程硝化反硝化与多级A/O工艺原理，控制条件从缺氧、好氧装置中分离亚硝化功能菌（AOB）、硝化功能菌（NOB），使一段A/O工艺中通过双层曝气及自动化控制，精确控制DO值，培养筛选亚硝化功能菌（AOB），实现在低C/N环境下，高效处理高氨氮废水，在利用多级A/O原理，在二级O池辅以专用高效脱氮填料，筛选硝化功能菌（NOB），真正意义上实现低C/N处理污水。

控制系统采用三级分布集散控制系统，即现场测量控制层、监视管理层、生产管理层。系统结构简洁，设备控制准确，根据实时监测到各种参数实时控制有关工艺设备运行状态，纠正偏差，使工况运行点处于最佳状态。整个系统通过有线/无线数据通信实现各设备间的信息交换以及数据库和系统资源的共享。

2. 关键技术及减污技术细节

关键技术：GDDSAO--高氨氮废水智能化短程硝化反硝化技术

减污技术细节：相比于常规工艺，缩短了反应步骤。硝化阶段只需将氨氮氧化为亚硝氮，可减少需氧量，降低了污水处理的运行能耗；该工艺节省了外加碳源，降低污水处理运行费用的同时，使低碳氮比废水高效率地脱氮成为可能；

亚硝氮反硝化的速率是硝氮反硝化速率的近2倍，缩短了系统的水力停留时间，减小了反应器有效容积和占地面积；该工艺能够减少剩余污泥的排放量，节省了污泥处理费用；该工艺充分利用自动控制手段，达到了对工艺参数指标的精确控制。

九、主要技术指标:

COD 去除率 $\geq 90\%$ 、氨氮去除率 $\geq 95\%$ (最高可处理 300mg/L 氨氮至一级 A 标准 5mg 以下)、SS 去除率 $\geq 95\%$ 。

十、技术应用情况:

处理医疗、屠宰、高氨氮废水等污水。

十一、技术背景或鉴定情况:

(1) 2020年荣获辽宁省工业和信息化厅颁发的2020年度辽宁省中小企业“专精特新”产品(省级)

(2) 该技术包含授权实用新型专利 3 项。

(2) 该技术通过了“辽宁省科学技术情报研究所”的科技查新，查新结论为：关于该委托单位完成的以上述查新点为主要技术特征的“智能化短程硝化反硝化技术”，在国内文献检索中未见相同研究报道。

十二、典型用户:

朝阳市第二医院940m³/d污水处理站改造工程。系统调试后出水指标COD: 30 ~ 50mg/L、BOD₅: 5 ~ 10mg/L、TN: 10 ~ 15mg/L、TP: ≤ 0.5 mg/L、SS: : 5 ~ 10mg/L、NH₃-N: 3 ~ 5mg/L。排水指标满足《辽宁省污水综合排放标准》(DB21-1627-2008)直接排放要求，系统运行稳定，未发生过超标排放事故。

运行情况：连续运行中。

验收情况：2019年10月，朝阳市第二医院污水处理站改造项目已按施工合同要求完成，由朝阳市二院组织竣工验收，并验收合格。

朝阳市双塔区环境保护局为该项目出具了验收意见书，该项目手续完备，档案资料齐全，同意验收并验收合格。

十三、推广前景:

该技术未来可以广泛应用在制革废水、医疗、屠宰、畜牧业废水等高氨氮废水处理领域。

固体电蓄热储能清洁供暖技术研究报告

一、所属行业：电力/新能源（以下全部为仿宋、小四）

二、技术名称：固体电蓄热储能技术

三、拥有技术单位名称：沈阳兰昊新能源科技有限公司

四、单位地址：沈阳市浑南新区天赐街5-2号国贸中心大厦B座1501室

五、联系人及联系电话：李迪 024-88054661

六、适用范围：

固体蓄热与新能源结合的绿色供热设备主要是针对一些小型供热系统，如小型办公楼、别墅、住宅等建筑，将利用低谷电的蓄热设备与太阳能系统联合供热，此系统在夜间利用廉价的低谷电，白天利用太阳能所产生的电能或热能作为补偿，可减少系统配置，降低初投资成本，节能环保。适用于远离电网的偏远地区、绿色小镇、新能源限电严重的区域。

七、与行业相关生产环节的排污现状：

根据国家环境口径核算，2020年某市废气主要污染物二氧化硫排放量为0.97万吨，氮氧化物排放量为1.78万吨(含机动车)，其中工业二氧化硫排放量为0.97万吨，工业氮氧化物排放量为2.37万吨，全市废水主要污染物化学需氧量排放量为6.30万吨，氨氮排放量为0.46万吨，其中工业废水中化学需氧量排放量为0.36万吨，氨氮排放量为0.01万吨；生活污水中化学需氧量排放量为5.95万吨，氨氮排放量为0.45万吨，能源利用率低下，供热效率不达标。

八、技术内容：

1. 技术原理

固体电热蓄能装置是一种高效、经济、节能、安全可靠、减少环境污染的新型电加热设备，根据需求分为高压型和低压型。利用它将夜间低谷电的电能转化成热能储存起来，用于白天高峰电时，采暖或供热水使用，从而降低了用电费用。固体电制热储能供暖技术一方面解决了电网用电时序性问题，助力了削峰填谷，缓解了风电并网消纳问题。另一方面通过用低价电代替煤炭供暖，既节约了供暖成本，保护了环境，同时大大助力了国家的双碳政策！

2. 关键技术及减污技术细节

- (1) 功能性热流体和高温离子热流体技术。
- (2) 专利结构设计制造的特制形体。
- (3) 配比的固体蓄热材料。
- (4) 新型加热丝电制热技术。
- (5) 异形镁砖蓄热技术。

固体蓄热装置具有安装简单、占地规模小的特点，可充分利用现有锅炉房的场地进行安装和运行，是代替燃煤锅炉供暖的首选。能够有效地减少二氧化碳等污染气体的排放。

九、主要技术指标:

1. 省内某高压型固体蓄热供暖装置技术指标

(1) 蓄热装置规格参数

额定电压: 0.4-66KV; 额定频率: 50Hz; 蓄热量: 500kW/h;

(2) 蓄热装置运行参数

供暖出水温度: 95℃; 供暖进水温度: 50℃ (可调)。

(3) 蓄热装置蓄热时间

4.5h 以上 (可调)

2. 热水型-固体电蓄热系统技术指标

(1) 输出热水温度: $\leq 95^{\circ}\text{C}$

(2) 调节方式: 无级调整

(3) 控制方式: 手动、自动

(4) 智慧供热: 选配

(5) 调节精度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$

(6) 加热功率: 50kW-50000kW

(7) 远程监控: 选配

(8) 经济运行: 具备

3. 蒸汽型-固体电蓄热系统技术指标

- (1) 输出蒸汽温度: $\leq 400^{\circ}\text{C}$
- (2) 调节方式: 无级调整
- (3) 控制方式: 手动 自动
- (4) 远程遥控: 选配
- (5) 输出蒸汽压力: $\leq 2.5\text{Mpa}$
- (6) 调节精度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- (7) 远程监测: 选配
- (8) 经济运行: 具备

十、技术应用情况:

项目研制的系列固体电制热储热装置,自 2014 年 7 月开始至今,省内分别应用于沈阳 41 中学、方家栏、六药、兴工里等居民社区的清洁供暖项目,国网辽宁省电力有限公司商业办公大楼电储热清洁供暖项目,辽宁朝阳、盘锦、营口、阜新、锦州、辽阳、鞍山、盘锦等供电所清洁供暖项目,辽宁省高速公路收费站清洁供暖项目,沈阳盾安新城、朗琴产业园等工商业厂区供热项目;省外应用于山西、陕西、吉林、新疆等多个省包括酒店、学校、居民住宅、工业园区等建设项目类型。共 92 台设备,设备总装机容量 96130kW,供暖面积达 113.15 万平方米。整个系统运行安全、稳定、可靠。

十一、技术背景或鉴定情况:

- (1) 该技术被列入“十四五”国家高技术研究发展计划(863计划)
- (2) 该技术被列入国家发改委科技重大专项。

十二、典型用户:

辽宁省国网公司办公大楼(非节能)供暖改造工程(合同能源管理),建筑面积约 8 万平方米,地上 33 层加地下负二层。供暖系统为 65°C 至 40°C 热水,各楼层温度 24 小时保持在 22°C 以上。本项目采用低压型固体电蓄热装置,装机容量为 3.48MW,与电直热锅炉配合使用。项目至今运行时间已经超过 6 年,运行良好,满足供暖需求,移峰填谷,每年节约费用 200 万元左右,节能经济效果显著,并具有很好的示范意义。

赤峰污水厂总供热面积为 4.17 万平方米,包括多个处理车间,不同车间的温度要求和建筑保温情况都不同,车间需求温度 16°C ,办公区域及休息室需求温度 22°C ,

24 小时供暖，建设装机容量 3MW。针对该厂区采用分区供暖管理，根据每个车间用热情况，调节各个区域的循环水流量，达到供热节能，大大降低电能消耗。

吉林梅河口建国酒店供暖改造项目，酒店建筑面积为 4.5 万平方米，酒店温度需求为 22℃ 以上，节能建筑，装机容量为 5MW，节能经济效果显著。

十三、推广前景：

电蓄热设备市场定位于通过智能化分布式能源的电蓄技术来实现为大工业企业、大专院校、科研院所、公寓、饭店、会展中心等多类型建筑和生产过程的既有系统的能源消耗进行节约，实施“电能替代”改造，为他们提供专有的硬件节能产品和成套能效管理技术解决方案。

分布式固体电制热储热装置可以应用于风电场、光伏电站、火电厂等电源侧，固体储热装置在夜间将电能转换为热能进行加热。一方面，它降低加热装置的热负荷，最小发电量随着热负荷的减小而降低，操作灵活性提高。另一方面，它在低负荷期间增加发电厂的电力负荷，并且进一步增加加热单元的发电量。以风电为例，风电采暖方案通过配备固体电蓄热装置后，可在夜间耗电低谷期利用丰富的电能，通过固体蓄热装置向用户供热，储存储热体中的剩余热能，在峰值负荷期间关闭固体储热装置，并且通过储热体中储存的热量供应热量。，可以实现燃煤火电机组在不降低出力的情况下，实现对电网的深度调峰，对于提高电力系统可再生能源消纳能力有十分重要的意义。

在用户侧可以在工厂、居民区、商业区等建设分布式固体电制热储能站，既能消纳多余的新能源发电，又能用新能源发电替代燃煤锅炉直接进行供暖，有效减少温室气体排放，可大大缓解燃煤锅炉造成的环境问题。同时可以参与到电力调峰辅助服务中，在帮助电网进行调峰的同时可以获取更高的经济效益。

本产品应用范围向小型化和规模化的两级扩展，以发挥更大的社会效益。我国正处在工业化和城镇化的发展进程中，有利于同步进行区域总体规划和分布式能源规划，建设更多的区域型或大规模分布式固体电热蓄能供暖系统，发挥分布能源的规模效益，为实现节能减排目标提供了更有利条件，国内市场的前景是非常乐观的。本产品在国外市场主要针对大、中型企业进行供暖改造，在未来，我们可以向东亚，欧洲、美国进行进出口贸易，市场前景非常乐观。

