

项目公示信息表

一、项目基本情况

| | |
|--------|--|
| 奖 种 | 国家科技进步奖 |
| 项目名称 | 盐产品高效制备与资源高值利用关键技术及产业化 |
| 完成单位 | 天津科技大学, 中国盐业集团有限公司, 江苏井神盐化股份有限公司, 天津长芦海晶集团有限公司, 内蒙古兰太实业股份有限公司, 天津长芦汉沽盐场有限责任公司, 大连盐化集团有限公司 |
| 完成人 | 唐娜, 万建军, 张文广, 卜明, 张德强, 胡开宝, 刘立平, 温玉科, 王成军, 蒋海斌 |
| 提名单位 | 中国轻工业联合会 |
| 提名单位意见 | <p>该项目经 10 多年的系统研究与实践, 突破了盐产品生产过程中效率低下、质量可控性差以及传统盐产业产品结构单一且附加值低的瓶颈问题。经过产学研联合攻关, 针对海盐、井矿盐以及湖盐的特点, 分别创建了膜蒸馏浓缩、地下精细化调控和分质分区-阶梯溶采的制卤技术, 解决了盐产品生产效率低的技术难题; 开发了基于可控析盐的高品位精制海盐生产工艺, 建立了石灰-烟道气法真空盐预处理新技术并研制了 MVR 制盐装备系统, 显著提高了盐产品品质并有效实现节能降耗, 同时丰富了食盐品种; 创建了制盐卤水提取溴素和氯化钾的应用技术, 研发了基于高品质盐制备金属钠和核级钠的工艺及装备, 实现制盐产业链的延伸和资源高值利用。</p> <p>项目的实施有力推动了我国盐行业产业升级和科技进步, 并实现了显著的社会效益和环境效益。项目授权中国发明专利 28 件、授权实用新型专利 33 件; 获得省部级科技进步一等奖 5 项、发明专利金奖 1 项; 颁布并实施国家及行业标准 30 项; 发表高水平论文 105 篇; 撰写专著和行业职业技能培训教材 4 部, 该项目成果转化和产品应用至中国盐业集团有限公司等十余家盐产业龙头企业, 近三年实现新增销售收入 118.8 亿元, 新增利润 25.8 亿元, 出口创汇 2.1 亿美元。</p> <p>提名该项目为国家科学技术进步奖<u>二</u>等奖。</p> |

二、项目简介

盐（NaCl）既是日常生活的必需品，也是重要的化工基础原料，在国民经济中占有重要地位，依据原料的不同可将盐分为海盐、井矿盐和湖盐。长期以来受技术和政策的限制，盐产品生产过程效率低下、质量可控性差，同时传统盐产业产品结构单一且附加值低，严重制约了盐产业的可持续发展。项目在国家科技支撑计划等项目的支持下，经过产学研联合攻关，解决了高质高效制卤、高品质与高附加值盐产品的可控制备以及资源高值利用等一系列技术难题，创建盐产品高效制备与资源高值利用关键技术并实现产业化，取得如下创新成果：

1.高效及高质化制卤新技术的实现，解决了盐产品生产效率低的技术难题。创造性的将海盐生产过程与海水淡化产业链相结合，开发了基于膜蒸馏的海水淡化浓海水高效制卤新技术，提高了盐田土地利用效率并在全国形成产业化示范，海盐单产比传统技术提高 160%。针对地下岩盐矿床及盐湖矿床组成多元、溶采条件复杂及卤水可控性差等瓶颈问题，国际首创井矿盐地下卤水精细化调控技术，吨盐节能 41.4%，生产成本降低 20.9%；建立的阶梯溶采-分质分区湖盐制卤核心技术，将湖盐尾矿资源利用率提高至 80%以上。

2.高品质食用盐和高附加值盐制备新工艺的建立，突破了盐产品质量可控性差的瓶颈问题。针对卤水深度净化效率低、蒸发析盐规律不明晰带来的盐产品质量低等关键问题，首创直接以滩晒饱和卤水为原料的精制海盐生产新工艺，节约大量土地及淡水资源，产品纯度高于 99.1%；开发了高品质真空盐预处理新工艺以及稳定运行的 MVR 制备真空盐工艺及装备系统，吨盐蒸发能耗低于 90 公斤标煤，形成引领盐行业绿色发展的共性技术；建立了球形盐、片状盐生产工艺并实现产业化，丰富高端食盐品种并解决了无抗结剂添加食盐防固结难题；自主研创了系列高纯药用盐制备工艺及装备，产品质量高于国家药典标准。

3.卤水与盐产品资源高值利用关键技术的创新，填补了国内外技术空白。针对我国盐产品附加值低，溴素、氯化钾、金属钠和核级钠部分或全部依赖进口的现状，开发了以淡化浓海水、中度卤水和高品质盐为原料生产溴素、金属钠、核级钠和氯化钾的国产化关键技术，突破了国外对技术及市场的垄断。金属钠产量 6.5 万吨，全球市场占有率位居第一，液态钠罐装技术处于世界领先水平；核级钠生产技术填补了国内空白，建立了我国唯一的核级钠生产基地，产品全部取代进口且专供我国第一座快中子实验核反应堆。

项目核心技术获授权发明专利 28 件和实用新型专利 33 件；发表高水平论文 105 篇；颁布并实施国家和行业标准 30 项；撰写专著和行业职业技能培训教材 4 部。项目成果转化和产品应用至中国盐业集团有限公司等十余家盐产业龙头企业，近三年实现新增销售收入 118.6 亿元，新增利润 25.8 亿元，出口创汇 2.1 亿美元。项目经专家鉴定认为技术辐射能力强，整体技术达到国际领先水平。先后获天津市、陕西省及中国轻工业联合会等省部级科技进步一等奖 5 项，有力推动了我国盐行业产业升级和科技进步，并实现了显著的社会效益和环境效益。

三、客观评价

1. 技术获奖情况

2016年，项目“海水淡化浓海水制盐及制溴产业化关键技术”荣获天津市科学技术进步一等奖。

2014年，项目“岩盐井下卤水处理工艺研究与应用”荣获陕西省科学技术进步一等奖。

2018年，项目“海湖盐高效制备工艺及资源高值利用关键技术”荣获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖。

2014年，项目“基于岩盐溶腔地下装置化利用的盐碱钙联合循环生产新技术”荣获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖。

2012年，项目“井矿盐卤水净化技术的研究”荣获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖。

2. 专利获奖情况

2011年，专利“药用氯化钠二效强制循环蒸发工艺”荣获天津市专利金奖。

3. 科技成果鉴定

2017年1月，天津市高新技术成果转化中心主持了“盐产品高效制备与资源高值利用关键技术及产业化”专家论证会，工程院院士孙宝国等专家认为：该项目建立了多级真空膜馏浓缩淡化浓海水，地下精细化调控以及阶梯溶采-分质分区的制卤技术；开发了石灰-烟道气法苛化碳化耦合的高质化液体盐、热力学调控与变温梯次可控析盐的高品位精制海盐生产技术、高纯度药用盐制备技术及装备；攻克了淡化浓海水和中度卤水提溴关键技术、突破了金属钠及核级钠产业化关键技术。项目经济和社会效益显著，技术辐射能力强，推动了盐行业科技进步和产业升级，总体技术达到**国际领先水平**。

2016年4月，天津市高新技术成果转化中心主持了“海水淡化浓海水制盐及制溴产业化关键技术”专家论证会，专家认为：该项目通过开发日晒海盐生产关键设备，完成以饱和卤水为原料进行真空制盐及淡化浓海水膜蒸馏工程应用，实现传统产业升级，大幅提高了生产效率，总体技术达到**国际先进水平**。

2016年4月，天津市高新技术成果转化中心主持了“PP疏水微孔膜及浓海水膜蒸馏技术”专家论证会，专家认为：采用热致相分离方法制备聚丙烯系列共混疏水微孔膜，在膜通量、疏水性、截留率等指标均有明显提升，以此为基础制备工程化膜组件，建成淡化浓海水真空膜蒸馏工程，有较高的推广价值，总体技术达到**国际先进水平**。

2013年7月，中国纯碱工业协会主持了“井下循环盐钙联产制碱工艺”专家论证会。工程院院士周光耀、纯碱协会会长王锡岭等专家认为：该项目通过液体盐制碱、碱渣注井、钙液采卤、盐碱钙联产的循环工艺，解决了氨碱生产中的废液、废渣处理的重大技术难题，实现了工艺零排放。投资省，产品结构合理，生产成本低，经济、环境及社会效益显著，所形成的井下循环盐钙联产制碱工艺为**国际首创**，总体技术达到**国际先进水平**。

2013年7月，中国轻工业联合会组织了“井矿盐碱钙循环生产工艺及工程化应用”项目技术鉴定会，专家认为：该项目通过液体盐制碱、碱渣注井、钙液采卤、盐碱钙联产的循环工艺，解决了氨碱法生产中的废液、废渣处理的重大技术难题，实现了零排放，为国内首创，成为我国井矿盐的盐碱钙循环生产工程化的成功案例；项目节能节水、保护环境、资源综合利用效果明显，具有较高的推广价值，总体技术达到**国际先进水平**。

四、应用情况

自 2010 年以来，项目成果已在包括中国盐业集团有限公司在内的十余家盐产业龙头企业得到推广应用，近三年实现新增销售收入 118.8 亿元，新增利润 25.8 亿元，出口创汇 2.1 亿美元。

主要应用单位情况表

| 应用单位名称 | 应用技术 | 应用的起止时间 | 应用单位联系人/电话 | 应用情况 |
|----------------------|---|----------|--------------------|-------------------|
| 内蒙古兰太实业股份有限公司 | 阶梯溶采-分质分区的湖盐资源化制卤技术、金属钠及核级钠生产关键技术 | 2010 年至今 | 王占和 13948061699 | 近三年利润 133947 万 |
| 江苏井神盐化股份有限公司 | 地下精细化调控的井矿盐高质制卤技术 | 2011 年至今 | 黄军 13770479982 | 近三年利润 15800 万 |
| 天津长芦海晶集团有限公司 | 基于真空膜蒸馏浓缩淡化浓海水的海盐高效制卤技术、高纯药用盐制备工艺及装备、中度卤水提取溴素关键技术 | 2011 年至今 | 祁锦成 15022488996 | 近三年利润 26225 万 |
| 天津长芦汉沽盐场有限责任公司 | 基于可控析盐的高品质精制海盐生产新工艺、淡化浓海水提取溴素关键技术 | 2011 年至今 | 刘立平 13752280008 | 近三年利润 25441 万 |
| 大连盐化集团有限公司 | 基于可控析盐的高品质精制海盐生产新工艺、多品种食用盐高效制备工艺、中度卤水提取溴素关键技术 | 2010 年至今 | 何国华 15698857038 | 近三年利润 4147 万 |
| 中盐金坛盐化有限责任公司 | 地下精细化调控的井矿盐高质制卤技术、多品种食用盐高效制备工艺、高品质真空盐节能降耗新工艺及装备 | 2012 年至今 | 戴秋霞 13813519045 | 近三年利润 14445 万 |
| 中盐东兴盐化股份有限公司 | 地下精细化调控的井矿盐高质制卤技术、高品质真空盐节能降耗新工艺及装备 | 2010 年至今 | 周光文 13855051499 | 近三年利润 8629 万 |
| 中盐榆林盐化有限公司 | 地下精细化调控的井矿盐高质制卤技术、高品质真空盐节能降耗新工艺及装备 | 2010 年至今 | 薛亮亮 13892218391 | 近三年利润 4453 万 |
| 和布克赛尔蒙古自治县宏达盐业有限责任公司 | 阶梯溶采-分质分区的湖盐资源化制卤技术 | 2012 年至今 | 王洪 15809052196 | 近三年利润 16734 万 |
| 精河县精河盐化有限责任公司 | 阶梯溶采-分质分区的湖盐资源化制卤技术 | 2010 年至今 | 吴佳馨 18997763342 | 近三年利润 8253 万 |
| 合计 | 近三年利润 25.8 亿 | | | |

五、主要知识产权和标准规范等目录

| 知识产权（标准）类别 | 知识产权（标准）具体名称 | 国家（地区） | 授权号（标准编号） | 授权（标准实施）日期 | 证书编号（标准批准发布部门） | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 发明专利（标准）有效状态 |
|------------|--------------------------------|--------|------------------|-------------|----------------|--------------------------|--|--------------|
| 发明专利 | 高钠钾盐矿的冷分解结晶及浮选方法制备大颗粒氯化钾的系统及工艺 | 中国 | ZL201310108131.7 | 2014年12月24日 | 1551664 | 天津科技大学, 老挝开元矿业有限公司 | 唐娜, 赵思俭, 何永平, 李成宝, 田震, 韩兴泰, 程鹏高, 张蕾, 李洋, 孙劲松, 弓家谦, 刘建卫 | 有效专利 |
| 发明专利 | 一种卤水井下净化处理工艺及应用该工艺的设备 | 中国 | ZL201210444733.5 | 2014年09月17日 | 1484860 | 卜明, 杨林, 郝振中 | 卜明 | 有效专利 |
| 发明专利 | 利用井矿盐的盐、碱和钙联合循环生产工艺 | 中国 | ZL201110006672.X | 2012年08月08日 | 1020325 | 江苏井神盐业股份有限公司, 江苏省制盐工业研究所 | 刘正友, 蒋海斌, 张文广 | 有效专利 |
| 发明专利 | 药用氯化钠二效强制循环蒸发工艺 | 中国 | ZL200710150647.2 | 2010年09月29日 | 683033 | 天津长芦海晶集团有限公司 | 张德强, 刘文斌, 张贺俊, 宋明峰, 王以富, 李凤兰, 张国辉, 郑井瑞 | 有效专利 |
| 发明专利 | 固态金属钠废渣回收工艺及装置 | 中国 | ZL201310652611.X | 2015年09月09日 | 1780178 | 内蒙古兰太实业股份有限公司 | 任汾, 胡开宝, 王成军, 李海军, 田蕾, 赵传福, 王永忠, 盘江, 刘思伟, 王金涛, 乌英噶, 梁栋 | 有效专利 |
| 发明专利 | 工业溴的精制方法 | 中国 | ZL201110174450.9 | 2014年10月15日 | 1496964 | 天津长芦汉沽盐场有限责任公司 | 刘立平, 马信华, 韩丰 | 有效专利 |
| 发明专利 | 一种利用高温热风生产雪花盐的系统及工艺 | 中国 | ZL201610413609.0 | 2017年06月23日 | 2530963 | 大连盐化集团有限公司 | 厉焕策, 温玉科, 陈福安, 刘洪琪, 宋剑, 王伟 | 有效专利 |
| 发明专利 | 一种石膏晶种法制盐母液处理方法及设备 | 中国 | ZL201310331028.9 | 2015年11月18日 | 1843629 | 中盐榆林盐化有限公司 | 卜明 | 有效专利 |
| 发明专利 | 氨碱废液用于硫酸钠型盐矿注井采卤的资源化利用方法 | 中国 | ZL200910183644.8 | 2012年07月04日 | 988074 | 江苏省制盐工业研究所, 江苏井神盐业股份有限公司 | 蒋海斌, 张文广, 刘正友, 戴克洋, 杨鹏 | 有效专利 |
| 发明专利 | 铸钠成型设备 | 中国 | ZL201510540727.3 | 2017年05月17日 | 2488642 | 内蒙古兰太实业股份有限公司 | 王成军, 杨小军, 王金涛, 李海军, 潘瑞, 刘思伟, 张续杰, 白金香 | 有效专利 |

六、主要完成人情况表

| | | | | | |
|--|--------|-----|---|------|----|
| 姓 名 | 唐娜 | 排 名 | 1 | 技术职称 | 教授 |
| 工作单位 | 天津科技大学 | | | 行政职务 | 院长 |
| 完成单位 | 天津科技大学 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目负责人，负责总体设计、组织实施。其突出贡献包括：完成基于淡化浓海水的海盐高效制卤技术、多品种食用盐制备以及高钠光卤石制备氯化钾技术，参与了基于可控析盐高品质精制海盐生产新工艺，建立了复杂五元水盐体系热力学调控规律及组成多元化的盐湖尾矿生产高品质再生盐技术。</p> <p>2016 天津市科技进步一等奖和 2018 年中国轻工业联合会科技进步一等奖第 1 完成人，2014 年中国轻工业联合会科技进步一等奖第 2 完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|--|------------|-----|---|------|-------|
| 姓 名 | 万建军 | 排 名 | 2 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 中国盐业集团有限公司 | | | 行政职务 | 副总经理 |
| 完成单位 | 中国盐业集团有限公司 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>其突出贡献包括：作为课题总负责人完成国家“十一五”科技支撑计划《赤泥、含氰废水、井矿盐卤水的治理及利用技术》所属课题《井矿盐卤水净化技术的研究》，确立了石灰-芒硝-烟道气法卤水净化工艺及路线，并研发了相应的洗气装置和排泥装置。</p> <p>所开发技术应用于年产 80 万吨井矿盐示范生产线，每年可节约卤水净化成本 1000 万元，节省标煤 1.5 万吨，并可降低 CO₂ 排放 4.252 万吨，减少 SO₂ 排放 7.78 吨。作为此项技术在盐行业的核心推动者，对盐行业整体节能减排起到极大推动作用。2012 年中国轻工业联合会科学技术进步一等奖第 1 完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|---|--------------|-----|---|------|---------|
| 姓 名 | 张文广 | 排 名 | 3 | 技术职称 | 研究员级高工 |
| 工作单位 | 江苏井神盐化股份有限公司 | | | 行政职务 | 技术中心副主任 |
| 完成单位 | 江苏井神盐化股份有限公司 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>其突出贡献包括：主持开发了芒硝型井矿盐的地下精细化调控制卤技术，通过液体制碱、碱渣注井、钙液采卤、盐碱钙联合的循环工艺，解决了传统井矿盐开采过程中废液、废渣难以处理的技术难题，实现了零排放，并将相关产业模式在井矿盐产业进行了推广。</p> <p>2014 年中国轻工业联合会科学技术进步一等奖第 3 完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|--|--------------|-----|---|------|-------|
| 姓 名 | 卜明 | 排 名 | 4 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 河北中盐龙祥盐化有限公司 | | | 行政职务 | 总经理 |
| 完成单位 | 中盐榆林盐化有限公司 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>其突出贡献包括：针对陕西榆林精品矿床杂质极为罕见的硫酸钙-氯化钙型岩盐开发了水溶地下岩盐精细化调控井矿盐制卤技术，并设计核心装备。</p> <p>2014 年陕西省科学技术进步一等奖第 1 完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|---|--------------|-----|---|------|-------|
| 姓 名 | 张德强 | 排 名 | 5 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 天津长芦海晶集团有限公司 | | | 行政职务 | 原总工程师 |
| 完成单位 | 天津长芦海晶集团有限公司 | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献： | | | | | |
| <p>其突出贡献包括：研创高质化药用盐生产的高效资源化利用技术，开发的基于机械压滤与膜过程耦合的饱和卤水深度净化技术，使得药用盐中杂质去除率达99.5%，实现工程化应用并研创相关装备。</p> <p>2016年天津市科学技术进步一等奖第2完成人，2018年中国轻工业联合会科技进步一等奖第2完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|--|---------------|-----|---|------|-------|
| 姓 名 | 胡开宝 | 排 名 | 6 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 内蒙古兰太实业股份有限公司 | | | 行政职务 | 副总经理 |
| 完成单位 | 内蒙古兰太实业股份有限公司 | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献： | | | | | |
| <p>其突出贡献包括：研创了依势阶梯分区溶采盐湖尾矿的高效湖盐制卤技术，开发了高纯钠和核级钠生产关键技术，并指导工业设计和产业化应用；参与基于盐湖尾矿生产液体盐技术和盐湖卤水精制盐技术，构建了由盐湖尾矿出发制备液体盐和精制盐的产品技术开发体系。</p> <p>2018年中国轻工业联合会科技进步一等奖第3完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|---|----------------|-----|---|------|-------|
| 姓 名 | 刘立平 | 排 名 | 7 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 天津长芦汉沽盐场有限责任公司 | | | 行政职务 | 副总工程师 |
| 完成单位 | 天津长芦汉沽盐场有限责任公司 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>其突出贡献包括：开发高品位精制海盐的“滩晒饱和卤水可控析盐”高效制备技术，并推动工程应用；开发以海水淡化浓海水为原料生产高附加值溴素生产工艺，并实现溴素规模化储运；参与完成基于 MVR 热泵蒸发的真空盐制备工艺及装备开发。</p> <p>2016 年天津市科学技术进步一等奖第 6 完成人，2018 年中国轻工业联合会科技进步一等奖第 4 完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|--|------------|-----|---|------|-------|
| 姓 名 | 温玉科 | 排 名 | 8 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 大连盐化集团有限公司 | | | 行政职务 | 副总经理 |
| 完成单位 | 大连盐化集团有限公司 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>其突出贡献包括：参与多品种食用盐生产工艺的研发，并指导工业生产和产业化应用；开发了以中度卤水为原料生产高附加值溴素关键技术，并研发了溴素规模化全自动储运装备系统。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|---|---------------|----|---|------|-------|
| 姓名 | 王成军 | 排名 | 9 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 内蒙古兰太实业股份有限公司 | | | 行政职务 | 总经理助理 |
| 完成单位 | 内蒙古兰太实业股份有限公司 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主要负责主持金属钠及核级钠生产关键技术开发及钠核心设备的研发，研发的丝网型冷阱过滤器以及多重烧结不锈钢-陶瓷过滤系统，实现了高品质钠的可控生产。</p> <p>2018年中国轻工业联合会科技进步一等奖第9完成人。</p> | | | | | |

| | | | | | |
|--|--------------|----|----|------|----------|
| 姓名 | 蒋海斌 | 排名 | 10 | 技术职称 | 研究员级高工 |
| 工作单位 | 江苏井神盐化股份有限公司 | | | 行政职务 | 技术中心总工程师 |
| 完成单位 | 江苏井神盐化股份有限公司 | | | | |
| <p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>其突出贡献包括：参与完成水溶地下岩盐精细化调控井矿盐高质制卤技术，阐明了复杂环境下溶采地下矿床的机理，创建了以制碱母液掺兑淡水注井溶采地下矿床的精细化调控工艺，并实现工程化应用。</p> <p>2014年中国轻工业联合会科学技术进步一等奖第4完成人。</p> | | | | | |

七、主要完成单位及创新推广贡献

主要完成单位情况表

| | |
|---|--------|
| 单位名称 | 天津科技大学 |
| 排 名 | 1 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献 | |
| <p>天津科技大学为主要的项目负责单位，承担大部分理论研究及工艺开发。为本项目的技术创新做出突出贡献，包括：</p> <p>1.制盐原料卤水高质高效制备新技术：研制了系列疏水微孔膜材料并开发了以淡化浓海水为原料的膜蒸馏浓缩制卤工艺；建立了首个日晒蒸发制卤数据库，揭示了日晒蒸发制卤的多因素协同作用机制；阐明了水溶地下岩盐制碱母液-淡水的掺兑比例、流体力学以及注井温度和压力等条件对溶采效率的影响。</p> <p>2.高品质食盐和多品种盐产品制备工艺：建立了滩田饱和卤水复杂五元水盐体系介稳及稳定热力学调控规律与梯度析盐技术；开发了特定流场条件下制备球形盐等多品种盐的结晶工艺及装备；参与完成高质化药用盐生产中膜过程除杂核心技术。</p> <p>3.高钠光卤石制备氯化钾技术：开发了高钠钾盐矿冷分解制备氯化钾工艺及装备，并建立了光卤石甩后液回收新工艺，有效降低了氯化钾生产过程运行成本</p> <p>2016年天津市科技进步一等奖和2018年中国轻工业联合会科技进步一等奖第1完成单位,2014年中国轻工业联合会科技进步一等奖第2完成单位。</p> | |

| | |
|--|------------|
| 单位名称 | 中国盐业集团有限公司 |
| 排 名 | 2 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献 | |
| <p>中国盐业集团有限公司（原中国盐业总公司）为主要的项目技术开发和推广单位，利用其在中国盐行业的影响力，将项目中关键技术成果推广到东兴盐化、精河盐化等分公司，大力推动了我国盐行业的技术升级和节能减排。为本项目的技术创新做出突出贡献，包括：</p> <p>1.地下精细化调控的井矿盐高质制卤技术：完成钙型岩盐地下矿床精细化调控技术，有效提高了井矿盐开采过程资源利用率并降低生产能耗。</p> <p>2.湖盐资源化制卤及利用技术：开发了基于盐湖尾矿生产液体盐技术和盐湖卤水精制盐技术，构建了由盐湖出发制备液体盐和精制盐的产品技术开发体系。</p> <p>3.高品质食盐制备工艺及装备：建立了基于石灰-烟道气法的高品质真空盐预处理新工艺，并开发了稳定运行的MVR制备真空盐工艺及装备系统，显著降低了我国真空盐生产过程能耗水平。</p> <p>4.多品种食用盐制备工艺及装备：开发了系列多品种食用盐，建设了千吨级球形盐中试基地，并获得相关工艺和结晶参数。</p> <p>5.盐产品资源高值利用关键技术：由其控股的内蒙古兰太实业股份有限公司开发了高品质金属钠的可控制备技术，建立了我国首座核级钠生产基地。</p> <p>国家 863 计划，“十一五”和“十二五”国家科技支撑计划第一完成单位；2014 年陕西省科技进步一等奖与 2012 年中国轻工业联合会科技进步一等奖第一完成单位。</p> | |

| | |
|---|--------------|
| 单位名称 | 江苏井神盐化股份有限公司 |
| 排 名 | 3 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献 | |
| <p>江苏井神盐化股份有限公司为井矿盐产区主要的技术开发及推广单位。为本项目的技术创新做出突出贡献，包括：</p> <p>1. 地下精细化调控的井矿盐高效制卤技术：揭示岩盐溶腔内部复杂环境下溶采机理，建立了井矿盐原料卤水地下精细化调控工艺，开发出岩盐伴生钙芒硝资源化开采技术，达到高钙卤和低硝卤水的地下源头精细化控制，实现了制碱母液的循环利用，有效提高了资源利用率。</p> <p>2. 首创盐碱钙联合生产新型产业模式：建立了国内首套盐碱钙联合循环生产工艺，形成了地上地下联动“盐碱钙”联合循环生产模式，节能减排效果及成本均领先于国际先进水平。</p> <p>2014年中国轻工业联合会科技进步一等奖第1完成单位。</p> | |

| | |
|---|--------------|
| 单位名称 | 天津长芦海晶集团有限公司 |
| 排 名 | 4 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献 | |
| <p>天津长芦海晶集团有限公司为海盐产区相关技术的主要开发及推广单位。为本项目的技术创新做出突出贡献，包括：</p> <p>1.制盐原料卤水高质高效制备新技术：开发塑苫展放自动导入和远程遥控等装备，实现了盐田塑苫的大规模自动高效收放，显著提高结晶区降雨抵抗系数及工人的劳动生产率。并配合第一完成单位实施膜蒸馏浓盐水日晒蒸发生产日晒海盐技术的工程化应用。</p> <p>2.药用盐制备关键技术：针对高品位药用氯化钠生产，开发了机械压滤与膜过程耦合技术，研发了干燥流化床-排铁器联用装备、含盐水蒸气离心固液分离系统，建立了淡水溶解精制盐制卤-卤水深度净化-强制循环蒸发结晶药用盐生产及粉盐回收工艺。</p> <p>3.中度卤水提取溴素关键技术：实施中度卤水空气吹出法提溴工程应用，研制了国内领先水平的溴素自动灌装及存储装备系统。</p> <p>2016年天津市科技进步一等奖与2018年中国轻工业联合会科技进步一等奖第2完成单位。</p> | |

| | |
|--|---------------|
| 单位名称 | 内蒙古兰太实业股份有限公司 |
| 排 名 | 5 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献 | |
| <p>内蒙古兰太实业股份有限公司为湖盐产区主要的技术开发和推广单位，为本项目的技术创新做出突出贡献，包括：</p> <p>1. 依势阶梯溶采的盐湖尾矿高效制卤技术：针对氯化钠型湖盐尾矿，建立了“淡水高位补给-阶梯依势溶采”的湖盐尾矿资源化利用技术，针对芒硝-氯化钠型湖盐尾矿，结合不同盐湖区的气候特点，开发出“分质分区”制卤技术。</p> <p>2. 盐产品资源高值利用关键技术：完成高附加值金属钠与核级钠产品生产技术研发，开发了耐高温全密封磁力驱动机械搅拌与防气溶胶凝结技术，研创了具有丝网型冷阱功能的过滤器、带有钠沉积区的多重烧结不锈钢陶瓷过滤装备以及带有冷阱旁路强制循环的多重装备系统，建立了我国首座核级钠生产基地。</p> <p>2018年中国轻工业联合会科技进步一等奖第3完成单位。</p> | |

| | |
|--|----------------|
| 单位名称 | 天津长芦汉沽盐场有限责任公司 |
| 排 名 | 6 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献 | |
| <p>天津长芦汉沽盐场有限责任公司为海盐产区主要技术开发及应用单位之一，为本项目的技术创新做出突出贡献，包括：</p> <p>1. 基于可控析盐的高品质精制海盐生产新工艺：开发了以滩晒饱和卤水为原料的“顺流进料、顺流排料、转效排盐、集中排母液”精制海盐生产新工艺，并建成年产 27 万吨精制海盐示范项目。</p> <p>2. 淡化浓海水提取溴素关键技术：开发了以淡化浓海水为原料，空气吹出法提取溴素的酸化与氧化过程传递强化技术及新型填料塔，建立了“以中度卤水代替淡水、两级混合吸收、两级分离”溴素提取新工艺。</p> <p>2018 年中国轻工业联合会科技进步一等奖第 4 完成单位，2016 年天津市科技进步奖一等奖第 3 完成单位。</p> | |

| | |
|---|------------|
| 单位名称 | 大连盐化集团有限公司 |
| 排 名 | 7 |
| 对本项目科技创新和推广应用情况的贡献 | |
| <p>大连盐化集团有限公司为海盐产区主要技术开发及应用单位之一，对本项目的创造性贡献主要包括：</p> <p>（1）高品质食用盐制备关键技术：开发了盐田全自动扒盐机等装备系统，实现了盐田结晶池的大规模全自动收盐，避免了大型机械收盐对盐池底板的损坏和对结晶池的污染，大幅提高了工人的生产劳动效率。</p> <p>（2）多品种食用盐高效制备工艺：研发了连续进料—控速循环—稳压结晶—间歇排料的球形盐生产工艺，建立了平面蒸发—快速沸腾—控温结晶的片状食用盐生产工艺，创建了利用高温热风生产雪花盐的系统及工艺，并开发了系列多品种盐生产装备。</p> <p>（3）中度卤水提取溴素关键技术：开发了以中度卤水为原料，空气吹出法提取溴素的酸化与氧化过程传递强化技术及新型填料塔，研制了溴素规模化全自动储运装备系统，提高劳动生产率并显著改善劳动环境。</p> | |

八、完成人合作关系说明

项目负责人唐娜与万建军长期开展产学研合作，依托中国盐业集团有限公司，承担了其下属中盐榆林盐化有限公司、中盐皓龙盐化有限责任公司和中盐金坛盐化有限责任公司等企业多项横向科技合作项目，为企业提供技术支撑。同时，与合作者分别担任中国盐业标准委员会主任委员和副主任委员，共同参与制定和修定全国盐业标准。

与张文广长期开展产学研合作研究，依托合作者所在的江苏井神盐化股份有限公司，针对中国井矿盐产业，开展岩盐溶腔地下装置化利用及地下原料卤水精细化控制、井矿盐节能降耗、盐碱钙联合循环生产和产品粒度控制等方面研究，并形成多项科技成果，并经鉴定为国际领先水平，共同获得 2014 年中国轻工业联合会科学技术进步一等奖。

与卜明为长期产学研合作关系，依托中盐榆林盐化有限公司，承担了企业多项横向科技合作项目，在井矿盐地下卤水质量调控、石灰-烟道气法卤水净化、真空盐生产过程节能降耗等领域为企业提供技术支持并形成多项研究成果并经鉴定为国际领先水平。

与张德强长期在海盐生产及海卤水资源综合利用领域开展合作，依托天津长芦海晶集团有限公司，共同承担多项国家及天津市科研课题和企业委托课题，科技成果经鉴定为国际领先水平。与合作者共同立项，开展产业合作并联合获得 2016 年天津市科学技术进步一等奖和 2018 年中国轻工业联合会科技进步一等奖。

与胡开宝为长期产学研合作关系，承担企业多项横向科技合作项目，为企业提供技术支撑。目前依托内蒙古兰太实业股份有限公司的院士（郑绵平院士）工作站建设，已获批盐湖与盐化工产业院士专家工作站，项目负责人为第一骨干人员，并在湖盐生产方面开展产学研合作，科技成果经鉴定为国际领先水平，为企业带来显著经济效益，联合获得 2018 年中国轻工业联合会科技进步一等奖。

与刘立平长期在海盐生产及海卤水资源综合利用领域开展合作，依托天津长芦汉沽盐场有限责任公司，共同承担多项国家及天津市科研课题和企业委托课题，共同形成多项研究成果并经鉴定为国际领先水平。联合获得 2016 年天津市科学技术进步一等奖和 2018 年中国轻工业联合会科技进步一等奖。

与温玉科为长期产学研合作关系，承担企业多项横向科技合作项目，为企业提供技术支撑。针对精制海盐与多品种盐的生产及卤水资源综合利用，联合参与制定中国轻工业联合会牵头的团体标准“生态海盐评价技术规范”；共同开展了海盐生产过程析盐规律、多品种盐产品粒度与晶习控制以及中度卤水提取溴素等方面研究并形成多项研究成果。

与王成军为长期产学研合作关系，共同承担多项横向科技合作项目，为企业提供技术支撑。目前依托兰太实业股份有限公司的院士（郑绵平院士）工作站建设，已获批盐湖与盐化工产业院士专家工作站，项目负责人为第一骨干人员，同时在金属钠和核级产品产业化过程开展产学研合作，科技成果经鉴定为国际领先水平，为企业带来显著经济效益，联合获得 2018 年中国轻工业联合会科技进步一等奖。

与蒋海斌长期开展产学研合作研究，依托江苏井神盐化股份有限公司，针对中国井矿盐产业，开展岩盐溶腔地下装置化利用及地下原料卤水精细化控制、井矿盐节能降耗、盐碱钙联合循环生产和产品粒度控制等，科技成果经鉴定为国际领先水平。共同获得 2014 年中国轻工业联合会科学技术进步一等奖。