

江苏省科学技术奖提名项目公示

项目名称：高性能碟式离心机关键技术研究及产业化

完成人：袁惠新、付双成、牟富君、王斌、吕凤霞、牟宇慧、庞明军、张端涛、张宇恒、李力成

完成单位：常州大学、江苏巨能机械有限公司

二、项目简介

碟式离心机具有分离效率高、处理量大、连续工作等特点，可用于净化、澄清和浓缩等分离过程，被广泛用于石油、化工、医药、食品、环保和船舶等行业。由于碟式离心机结构复杂，内部流场研究、测试困难，对碟片间的高速薄层多相流动研究十分薄弱，远远落后于实践摸索的应用，很多只能靠着经验公式进行设计和制造。我国在碟式离心机制造领域起步较晚，我国的碟式离心机制造行业一直在仿造和追随，没有掌握核心技术无法进行超越。在高精度分离或高要求分离的场所，国外碟式离心机一直占据主导地位。目前我国对于碟式离心机的应用，大多情况下仍凭借经验判断，严重影响了碟式离心机的开发和应用。因此，我国要加强碟式离心机的基础理论研究，掌握核心技术和制造工艺，才能不受制于国外进口设备和进口技术，以发展民族产业。

本课题组在国家自然科学基金、中石化技术开发项目、省市科技项目和横向委托课题的支持下，历时十多年，致力于碟式离心机碟片间薄层多相流动、振动、控制和材料等方面的研究，优化了碟式离心机的结构、提高了离心机的性能、拓展离心机新的应用。相对于国外产品而言，无论在结构功能设计、抗磨耐腐蚀性能，还是在自动检测、控制系统技术（灵敏度、准确性）等方面都取得了突破，在多项技术上填补了国内空白，并赶超世界先进水平。该项目产品具有噪音低、振动小、处理量大、分离效果好、清洗间隔时间特别长、设备久经耐用等优点。

关键技术及创新点有：

(1) 首创碟式离心机多层碟片间的薄层多相流动模型，发现了各层碟片间的处理量和进料浓度的不一致性，以及碟片间隙内颗粒运动的返混等现象，探索了操作参数、结构参数和物性参数对分离性能及操作性能的影响规律，提出了螺旋形定距筋条碟片和碟片组螺旋进料通道结构，改善了碟片间流动的滞后性、各层碟片间处理量和浓度的一致性，显著提升了碟式离心机的分离性能，创新性地实现了淀粉、玉米油和水的三相分离。

(2) 通过振动计算，设计了一种转鼓系统减振装置和转鼓转轴润滑系统，保证了碟式离心机的高速、安全、可靠运行。

(3) 优化了进出料系统。增加了柔性进料系统设计，防止对物料的破坏（如对生物细胞的机械破坏、液液混合物的乳化等）现象发生；优化了重相出口向心泵的自动调节和自思维排渣控制系统。

(4) 研发了等离子体阳极氮化表面强化技术，探索了腐蚀-磨损强耦合作用下的损伤机制及延寿技术，使碟片、喷嘴等具有较高的硬度、耐磨和耐蚀性能，实现了离心机长周期、高效率服役。

项目申请且已经公开的专利 15 件，其中授权发明专利 3 件，授权实用新型专利 10 件；制定企业标准 1 部；通过省部级鉴定 1 项（鉴定结论为国际先进）；培养硕士 15 人；公开发表学术论文 20 余篇；参加国内外学术会议 25 人次。产品已在化工、石油、食品、医药等行业得到广泛应用，运行稳定可靠，用户反映良好。项目年销量碟式离心机 400 台，每台综合售价按 35 万元计算，每年销售总额可达 1.4 亿元，年利润总额可达 1200 万元，为用户创造间接经济效益 2.5 亿元。项目产业化过程中，新增就业岗位 200 多个。项目产品的应用，缩短了传统工艺流程，同时还带动了一大批相关设备制造业、环境工程服务业共同发展，大大缩小了与国际产品的差距。项目产品不但可以替代进口产品，降低国内对进口设备的依赖性，而且可以出口创汇。

三、主要知识产权目录（不超过 10 件）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	螺旋卸料式碟片离心机	中国	ZL200910034264.8	2011.07.27	814583	常州大学	袁惠新
2	发明专利	一种离心机碟片	中国	ZL200810023937.5	2010.12.08	712613	常州大学	袁惠新
3	发明专利	一种改进的差速器润滑装置	中国	ZL201210504575.8	2016.06.15	2113603	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 汤建平; 王应军
4	实用新型专利	碟式分离机轴承冷却结构	中国	ZL201020023032.0	2010.12.01	1618165	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 王斌
5	实用新型专利	碟式分离机	中国	ZL201220354533.6	20130320	2782942	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 汤建平
6	实用新型专利	碟式分离机排渣装置	中国	ZL201020228736.1	2011.02.16	1706244	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 汤建平
7	实用新型专利	喷嘴保护结构	中国	ZL201620747917.2	2016.12.07	5747597	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 汤建平; 王斌
8	实用新型专利	润滑系统保护装置	中国	ZL201620747916.8	20161214	5784841	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 汤建平; 王斌
9	实用新型专利	三相碟式分离机	中国	ZL201420227190.8	20140910	3801841	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 王斌;汤建平
10	实用新型专利	一体式转鼓的碟式离心机	中国	ZL201420164199.7	20140910	3801686	江苏巨能机械有限公司	牟富君; 王斌;汤建平

四、代表性论文论著情况

1、代表性论文论著目录（不超过8篇）

序号	论文论著名称 /刊名/作者	影响 因子	年卷页码（XX 年XX卷XX页）	发表时间 （年月日）	通讯作者	第一作者	SCI他引 次数	他引总 次数	是否国 内完成
1	Study on the hydrocyclonic separation of waste plastics with different density / Waste Management / Yuan, H.1;Fu, S.1;Tan, W.1;He, J.1;Wu, K.1	4.030	2015年第45卷 108-111页	2015-01-03	Yuan, H.1	Yuan, H.1		2	否
2	Effect of the medium's density on the hydrocyclonic separation of waste plastics with different densities / Waste Management / Shuangcheng Fu; Yong Fang; Huixin Yuan; Wanjiang Tan; Yiwen Dong	4.030	2017年第67卷 27-31页	2017-09-15	Shuangcheng Fu	Shuangcheng Fu			是
3	碟式离心机内流场及固液两相分离过程的研究/ 流体机械/ 范凤山、袁惠新、付双成	1.481	2017年第45卷 第3期	2017-03-30	袁惠新	范凤山		1	是
4	DHZ550型自清式碟式分离机的研制/ 中国油脂/ 牟宇慧、牟富君	0.705	2014年第39卷 第7期	2014-07-20	牟富君	牟宇慧		1	是

5	碟片式离心机内流动的数值模拟/ 化工进展/ 袁惠新、侯新瑞、付双成	0.877	2014年第33卷 第6期	2014-06-05	袁惠新	袁惠新		8	是
6	碟式离心机生产能力的计算/ 矿山机械/ 袁惠新、邹鑫、付双成、王飞	0.293	2012年第40卷 第3期	2012-03-10	袁惠新	袁惠新		5	是
7	基于流固耦合的碟式离心机数值模拟研究/ 食品工业/ 范凤山; 袁惠新; 付双成	0.442	2017年第38卷 第10期	2017-10-20	袁惠新	范凤山			是
8	碟式离心机分离性能的研究/ 化工机械/ 袁惠新、王飞、付双成、姚宇婷	0.277	2011年第38卷 第2期	2011-04-15	袁惠新	袁惠新		11	是

2、代表性论文论著被他人引用的情况（不超过8篇）

序号	被引代表性论文论著题目	引文题目/作者	引文刊名/影响因子	引文发表时间（年月日）
1	Study on the hydrocyclonic separation of waste plastics with different density	建筑垃圾轻物质分离风选装置的设计/ 赖雄鸣, 赖琴芳, 张宝裕, 等.	环境工程学报/ 0.800	2017.11.7
2	Study on the hydrocyclonic separation of waste plastics with different density	分流比对脱水型旋流器性能影响的实验研究/ 张西兆, 陈建义, 王峥, 许承炜, 宋占荣	炼油技术与工程/ 0.580	2017.3.1
3	碟式离心机分离性能的研究	胶乳分离机高速转鼓流体动力学特性/ 薛晓宁, 石凯	农业工程学报/ 2.110	2017.9.15

4	碟式离心机分离性能的研究	碟式离心机应用于泥水分离的试验研究/ 周翠红, 杨长顺, 曾萌, 陈鹏	现代隧道技术/ 0.890	2017.4.15
5	碟片式离心机内流动的数值模拟	胶乳分离机高速转鼓内流场的数值分析/ 薛晓宁, 石凯	流体机械/ 1.481	2016.8.30
6	碟片式离心机内流动的数值模拟	胶乳分离机高速转鼓流体动力学特性/ 薛晓宁, 石凯	农业工程学报/ 2.110	2017.9.15
7	碟式离心机内流场及固液两相分离过程的研究	碟式分离机模型转鼓压力场速度场数值模拟/ 牛杰, 薛晓宁	机械研究与应用/ 0.169	2018.2.28
8	碟式分离机的开发和应用	悬吊转子碟式分离机动态性能研究/ 张丽华, 崔建昆	过滤与分离/ 0.193	2014.9.15

五、推广应用情况

本项目产品已经被广泛用于食品、化工、医药、石油、环保等行业。

(1) 乳品、饮料行业

本项目产品 DHN 系列应用于净乳，处理量可达 60 m³/h；DBY 系列用于饮品行业，处理量可达 15 m³/h。本项目产品对向心泵和进出口进行专业独特的设计，确保物料中的活性成份不被破坏，营养价值及新鲜度、原香味完好无损。能够使高度分散在悬浮液中的极微细（<1 μm）的固粒从液相中分离出来。

(2) 油脂工业

本项目产品有 DHZ、DRZ 系列，分离因素达到 11000，转速最高为 6000 rpm，处理量可达 18 m³/h，振动为 2 mm/s，远优于传统离心机。作为油脂精练的专用分离设备，产品具有转速高、运转平稳、进出口系统全部密封、噪音小、分离效果好等优点。四川华宇油脂有限公司（DHZ500 油脂分离机）：单台日产大豆油由 120 提高至 143 吨，全年可增产 7360 吨，全年可增产 4180 万元，可新增利润 155.50 万元。重庆市草原妹食品有限公司（DHZ470 油脂分离机）：单台日产大豆油可增产 15.60 吨，全年可增产 4680 吨，全年可增产 2667 万元，可新增利润 93.35 万元。

(3) 淀粉工业

在提取淀粉的过程中，淀粉分离机的作用尤为关键。随着近几年淀粉工业的大力发展，年产 30~300 kt 的淀粉生产企业越来越多，最大的可达到年产 600 kt，传统的碟式分离机不能满足要求。本项目产品有 DPF 系列等喷嘴碟式分离机，单机生产能力可高达到年产 120 kt，转速大于 3000 rpm、分离因数大于 4000、处理量达到 150~200 m³/h、振动≤1.0 mm/s，设备运行噪音≤90 db。应用于淀粉乳的预浓缩、淀粉与麸质的分离、麸质（蛋白质）的浓缩及后道工艺水的澄清等。内蒙古金河淀粉有限公司（DPF935 碟式离心机）：淀粉处理量较旧型提高了 10%，全年可增产 10000 吨，全年可增产 1800 万元，可新增利润 180 万元；齐齐哈尔市龙江阜丰生物科技有限公司（DPF935 碟式离心机）：淀粉处理量较旧型提高了 8.75%，全年可增产 26250 吨，全年可增产 4593.75 万元，可新增利润 206.72 万元。

(4) 生物、制药行业

在生物制药领域，离心机主要应用于萃取液的分离（如青霉素、维生素、大肠杆菌、抗生素、激素等）、微生物的浓缩、发酵液的浓缩澄清和血液分离等，其分离效率对生物制药质量具有决定性作用。本项目产品 DHC 系列应用于制药类，处理量可达 30~70 L/h；DHF 系列应用于发酵液类，处理量可达 2~6 t/h。同时，也能很好地满足抗生素、生物碱和激素生产中的物质萃取、细胞蛋白质的分离和纯化、血浆的分离等多种分离工艺的需求。博兴县联鼎生物科技中心（DHC620 制药分离机）：单台日产阿胶由 1.82 提高至 1.90 吨，全年可增产 25.60 吨，全年可增产 1280 万元，可新增利润 153.60 万元。

(5) 化工行业

分离机在化工行业里的应用是极具挑战性的，浓酸、浓碱、高温、易燃易爆及强磨损都是对分离机极大的考验。本项目产品 DHNJ 系列处理量在 6~13 m³/h，分离因素可达 11000，转速在 2000~8000 rpm，成功应用于润滑油添加剂、粘胶液、PVC、纤维素及衍生物、油墨

和染料、磷酸、除草剂、乳胶（合成）、锅炉灰渣和催化剂等的分离净化过程。重庆新华化工有限公司（DHNJ360 化工分离机）：单台日产钛白粉由 67 提高至 72 吨，全年可增产 1600 吨，全年可增产 1600 万元，可新增利润 100.32 万元。

（6）生物柴油行业

生物柴油是典型“绿色能源”，大力发展生物柴油对经济可持续发展，推进能源替代。本项目产品 DBSY 系列离心机处理量在 12~40 m³/h，转速最高可达 4500 rpm，震动为 2 mm/s，通知分离因素达 7700。主要应用于生物柴油生产中分离甲酯、甘油、催化剂、皂、甲醇、水洗甲酯，提取脂肪酸，甘油脱盐等。该产品转速高，运转平稳，进出口系统全封闭，噪音小、分离效率高、出油率高，全自动控制，操作简便。