



# 无液氦低温强磁场综合物性测量系统

★ 国家重点研发计划重大科学仪器设备开发重点专项 CPMS 产品手册



中船重工鹏力（南京）超低温技术有限公司  
CSIC PRIDE (NANJING) CRYOGENIC TECHNOLOGY CO.,LTD.



—— 中船鹏力引领低温新科技 ——



公司简介	01
产品概述和特点	04
无液氦低温强磁场综合物性测量系统	05
CPMS-9 无液氦低温强磁场综合物性测量系统	05
CPMS-12 无液氦低温强磁场综合物性测量系统	06
CPMS-14 无液氦低温强磁场综合物性测量系统	07
多物性测量模块	08
电输运测量模块（多通道/单轴旋转）	08
电输运测量模块（双轴旋转）	09
热导&热电势测量模块	10
比热测量模块	11
热膨胀系数测量模块	12
铁磁共振测量模块	13
介电&铁电测量模块	14
交流磁化率测量模块	15
直流磁化率测量模块	16
共聚焦测量模块	17
氦三制冷模块	18
稀释制冷模块	19
感谢客户	20

# 低温装备制造和服务商



## 公司简介

中船重工鹏力（南京）超低温技术有限公司为中国船舶集团第八研究院鹏力科技集团发起成立的高科技企业，是国家级专精特新“小巨人”企业，是国内首家在全球拥有G-M制冷机自主知识产权并实现产业化的企业，是各类高性能、系列化超低温制冷设备制造商和低温应用综合解决方案服务商，打破了国外公司的长期垄断。

公司主要产品包括4~77 K 温区G-M制冷机、稀释制冷机、低温真空泵、低温测量仪器、氦氖氢分离纯化液化设备、LNG再液化装置、低温恒温器等，广泛应用于磁共振成像（MRI）、半导体制造等工业化领域，以及量子信息科学、超导技术、新材料、航空航天、气体分离、能源应用等领域。

公司汇聚了大量海内外低温、物理等相关领域的技术专家和管理、营销人才，具有强大的低温、真空及相关方面的研发和生产能力。公司始终坚持技术创新，拥有气体间隙调相低温制冷技术、纳米过滤通道油分离技术等几十项国内外自主知识产权，这些技术成果大大提高了低温产品及系统的性能、可靠性，提升了产品的品牌知名度，扩大了产品的应用领域。

公司已通过中国质量认证中心（CQC）的ISO9001质量体系认证，秉承“优化管理、追求卓越、持续改进、顾客满意”的质量方针，深入开展质量体系化运行和管理，认真贯彻执行质量体系的各项准则，坚持以提升产品质量为核心的理念，不断提升品牌知名度和客户满意度。多款产品已通过CE、UL认证，符合IEC60601标准，具备压力管道（GC2）设计、安装资质。完善的质量保证体系，使公司在自主研发、核心技术创新、先进制造和检测试验方面更精准、高效。

公司奉行“诚信、勤奋、专注、协作”的企业精神；倡导“自主创新、求真务实、精益求精、客户至上”的企业文化；以“全球一流的低温装备供应商和低温系统综合解决方案服务商”为愿景；将“加速低温及相关领域尖端技术的国产化和产业化进程，为科技强国建设提供自主可控的低温技术和装备”作为企业的责任和使命。

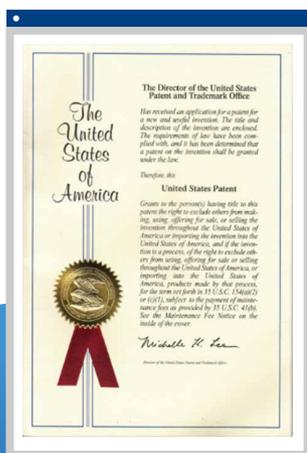
# DEVELOPMENT HISTORY

## 发展历程：



# 自主知识产权和关键技术

- 1 气体间隙调相低温制冷技术
- 2 纳米过滤通道油分离技术
- 3 超低温、超低振动、超高温稳定恒温技术
- 4 稀有气体的分离、提取、纯化液化和回收技术
- 5 冷氦气循环制冷技术
- 6 大型低温冷箱、阀箱集成技术，多通道复合低温管道技术
- 7 大规模集成电路用-环保节能型低温真空泵技术
- 8 无液氦低温强磁场综合物性测量技术
- 9 极低温毫k级稀释制冷机技术



### 产品概述

无液氦低温强磁场综合物性测量仪CPMS (Cryogen-free magnets Property Measurement System) 由低温超导强磁场系统和测量组件两大部分组成。其中，低温超导强磁场系统包括无液氦低温系统、超导强磁场系统及其测量控制单元；测量组件包括测量插杆、测量仪表以及测控软件等，可满足磁学、电学、热学和光学等多物性参数测量需求。

### 产品特点

- 无需液氦，闭循环制冷
- 高样品温度稳定性，优于 $\pm 1\text{mK}$
- 耦合减振设计，满足共聚焦等光学测试要求
- 大冷量预冷制冷机，制冷量大于 $1.75\text{W}@4.2\text{K}$
- 操作方便，换样无需复温
- 功能齐全，多种测量组件可选
- 核心技术国产化，维护方便及时，成本低
- 根据用户需求，可进行深度定制

# 无液氦低温强磁场综合物性测量系统

## CPMS-9 无液氦低温强磁场综合物性测量系统

CPMS-9使用大冷量GM制冷机作为冷源同时为超导磁体和样品测量提供低振动的低温环境，完全不需要液氦等任何制冷剂，可提供变温和变磁场的实验条件，搭载电学、热学、磁学和光学等多种开源测量模块，满足多种基础和前沿研究。

技术指标	最低温度	1.5K
	工作温度范围	1.5~400K
	样品温度稳定性	优于±5mK
	超导磁场强度	9T
	磁场方向	垂直方向
	磁场中心均匀性	0.1% (球心10mm范围或直径10mm, 轴向50mm柱形范围)
	磁场稳定性	$1 \times 10^{-4}/h$
	样品空间	直径30mm

可选指标	耦合减振设计	满足共聚焦等光学测试
	样品空间	50mm

典型配置	
标准配置	可选配置
GM低温制冷机系统 1套	光学平台
氦气循环制冷系统 1套	真空泵组
超导磁体系统 1套	多物性测量模块
低温恒温器系统 1套	冷水机组
测控系统 1套	/



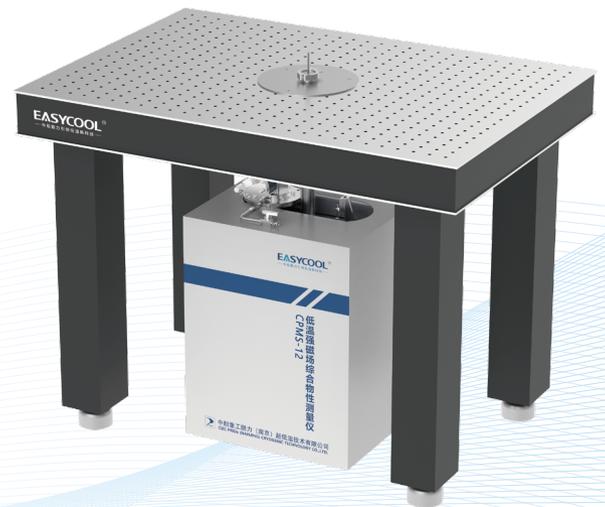
## CPMS-12 无液氦低温强磁场综合物性测量系统

CPMS-12使用大冷量GM制冷机作为冷源同时为超导磁体和样品测量提供低振动的低温环境，完全不需要液氦等任何制冷剂，可提供变温和变磁场的实验条件，搭载电学、热学、磁学和光学等多种开源测量模块，满足多种基础和前沿研究。

技术指标	最低温度	1.5K
	工作温度范围	1.5~400K
	样品温度稳定性	优于±5mK
	超导磁场强度	12T
	磁场方向	垂直方向
	磁场中心均匀性	0.1% (球心10mm范围或直径10mm, 轴向50mm柱形范围)
	磁场稳定性	$1 \times 10^{-4}/h$
	样品空间	直径30mm



可选指标	耦合减振设计	满足共聚焦等光学测试
	样品空间	50mm



典型配置	
标准配置	可选配置
GM低温制冷机系统 1套	光学平台
氦气循环制冷系统 1套	真空泵组
超导磁体系统 1套	多物性测量模块
低温恒温器系统 1套	冷水机组
测控系统 1套	/

# 无液氦低温强磁场综合物性测量系统

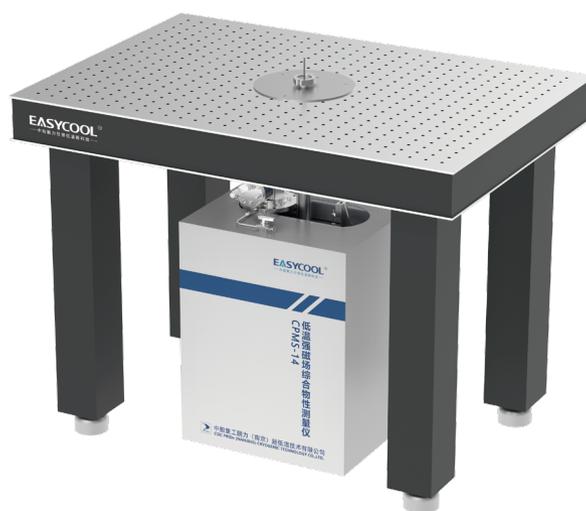
## CPMS-14 无液氦低温强磁场综合物性测量系统

CPMS-14使用大冷量GM制冷机作为冷源同时为超导磁体和样品测量提供低振动的低温环境，完全不需要液氦等任何制冷剂，可提供变温和变磁场的实验条件，搭载电学、热学、磁学和光学等多种开源测量模块，满足多种基础和前沿研究。

技术指标	最低温度	1.5K
	工作温度范围	1.5~400K
	样品温度稳定性	优于±5mK
	超导磁场强度	14T
	磁场方向	垂直方向
	磁场中心均匀性	0.1% (球心10mm范围或直径10mm, 轴向50mm柱形范围)
	磁场稳定性	$1 \times 10^{-4}/h$
	样品空间	直径30mm

可选指标	耦合减振设计	满足共聚焦等光学测试
	样品空间	50mm

典型配置	
标准配置	可选配置
GM低温制冷机系统 1套	光学平台
氦气循环制冷系统 1套	真空泵组
超导磁体系统 1套	多物性测量模块
低温恒温器系统 1套	冷水机组
测控系统 1套	/



## 电输运测量模块（多通道/单轴旋转）

电输运测试是材料表征的基本手段，该测试模块可以完成包括电阻测试、霍尔测试、I-V曲线测试、临界电流测试等电输运性质的测量，并可以实现在磁场中的旋转。该测量模块目前正在使用的客户包括北京大学、清华大学、南京大学等单位。

技术 参 数	温度区间	1.5~400 K
	最大使用磁场	14 Tesla
	软件自动化控制	是
	测量范围	R, $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^9 \Omega$
	测量精度	R, 精度优于0.05%
	磁场中旋转角度	0~360度

典型配置		
测试模块 配置表	样品杆	1套
	电流源	1套
	电压表	1套
	测试线路转接盒	1套
	自动化测试软件	1套



## 电输运测量模块 (双轴旋转)

实现立体空间球面完备覆盖，在一维磁体中实现三维矢量磁体功能。

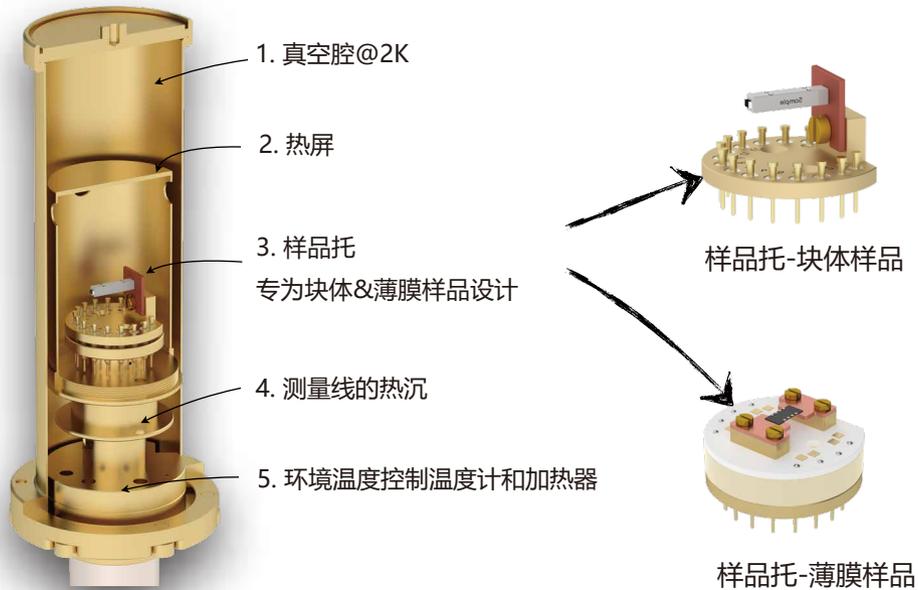


### 主要特点

- 机械旋转轴-phi,  $-10^{\circ} \sim 370^{\circ}$  旋转, 优于  $1^{\circ}$  回程差
- 压电旋转轴-theta, 低温原位 - 角度传感, 传感角度  $0^{\circ} \sim 200^{\circ}$
- 电输运线路 8 pin (适用直径 26 mm 腔体) & 12 ~ 16 pin (适用直径 48 mm 腔体), 线路耐压 400V
- 温度计原位监视, 保证数据可靠

## 热导&热电势测量模块

热导和热电势是材料的两种基本的热学性质，同时也是热电材料重要的性能指标。热导和热电势的测量公用同一个测试模块，内置自动迭代算法，可于不同温度下的最佳DeltaT选择，该方法具有最高的测量精度，支持块体热运输和薄膜热电系数测量。本模块针对测量样品和测试环境的不同可以选用不同的测温模块，最大限度的提高测量精度。该模块目前正在使用的客户包括北京大学、中科院物理所等单位。



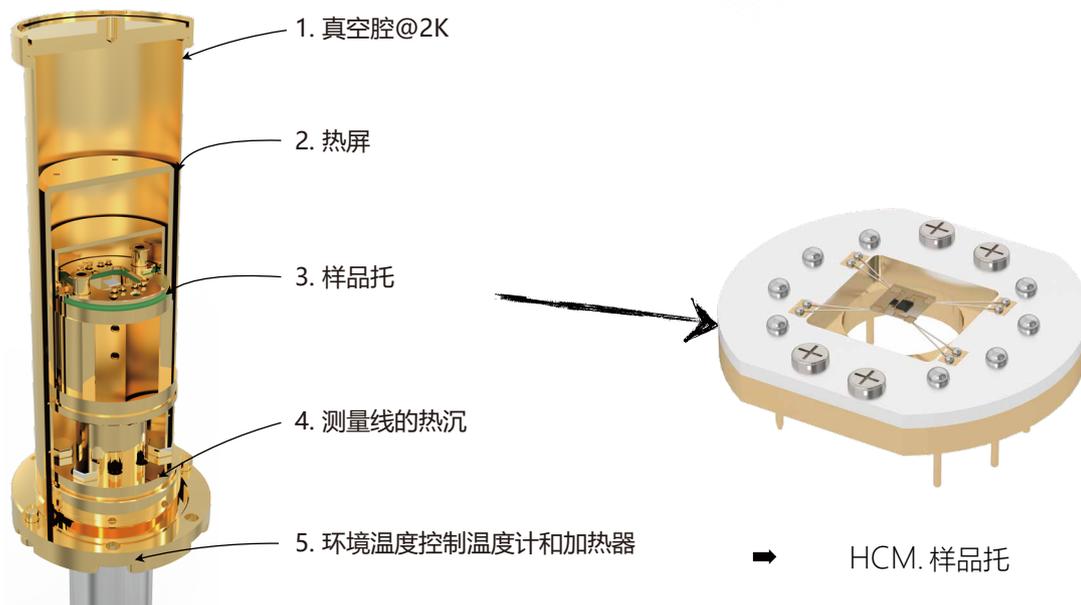
技术 参 数	温度区间	1.5~400 K
	最大使用磁场	14 Tesla
	软件自动化控制	是
	测量范围	k, 0.1到500 W/m·K S, 0.1 μV/K到2 V/K
	测量精度	k & S, 精度优于4%

典型配置		
测试模块 配置表	样品杆	1套
	加热模块	1套
	测温模块	1套
	测试线路转接盒	1套
	自动化测试软件	1套

# 多物性测量模块

## 比热测量模块

比热是材料的基本热学性质之一，是表征材料低温相变的重要手段。比热测试模块设计紧凑，采用热弛豫法实现高精度比热测试，并且可以实现在磁场中的旋转，为材料比热测量提供了更多的维度。该模块目前正在使用的客户包括北京大学、中科院化学所等单位。



技术参数	温度区间	1.5~400 K
	最大使用磁场	14 Tesla
	软件自动化控制	是
	测量范围	$C_p$ , 0.1 $\mu\text{J}/\text{K}$ 到1J/K
	测量精度	$C_p$ , 分辨率优于10nJ/K
	磁场中旋转角度	0-360度

典型配置		
测试模块配置表	样品杆	1套
	加热模块	1套
	测温模块	1套
	自动化测试软件	1套

## 热膨胀系数测量模块

热膨胀系数测试模块是表征材料在温度变化时的外形尺寸变化，当固定温度变化磁场时，也可以表征材料的磁致伸缩效应。本测试模块采用电容法，配合电容桥表可以实现高精度的测量。目前正在使用热膨胀系数测试模块的客户包括哈尔滨工业大学、南方科技大学等。

技术 参 数	温度区间	1.5~400 K
	最大使用磁场	16 Tesla
	软件自动化控制	是
	测量范围	$\Delta L$ , 1 Å到10 $\mu\text{m}$
	测量精度	$\Delta L$ , 优于0.1 Å

典型配置	
测试模块配置表	样品杆
	电容桥表
	自动化测试软件

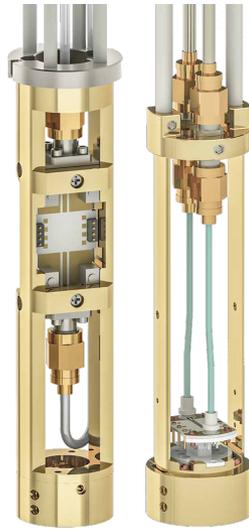


## 铁磁共振测量模块

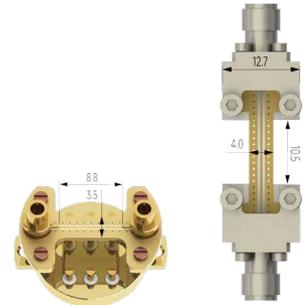
铁磁共振是研究自旋电子学材料的重要表征手段，除直接观测材料的铁磁共振吸收峰外，还可以实现逆自旋霍尔效应的测量，该测试模块可以在全温区内实现极宽微波频率的测试。铁磁共振测试模块正在使用的客户包括清华大学、北京航空航天大学等单位。



FMR 样品杆  
(垂直&平行磁场)



ST-FMR 样品杆  
(垂直&平行磁场)



• 共面波导

技术 参 数	温度区间	1.5~400 K
	最大使用磁场	14 Tesla
	灵敏度	可探测1nm厚CoFeB薄膜
	测量范围	f, 10 MHz到40 GHz
	测量精度	$\Delta S_{21}$ , 优于 $10^{-3}$ dB
	多功能设计	集FMR、ST-FMR、ISHE& Spin pumping于一体

典型配置		
测试模块 配置表	样品杆	1套
	微波源	1套
	锁相放大器	1套
	自动化测试软件	1套

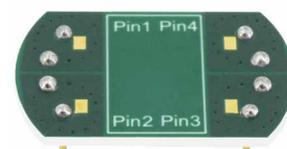
## 介电&amp;铁电测量模块

介电常数和铁电极化强度分别是介电材料和铁电材料重要的物理性质，介电和铁电测试是研究介电材料重要的表征手段。铁电分析仪搭配低温测量样品杆可以实现介电/铁电/多铁一站式测量方案。目前正在使用本模块的客户包括北京大学、清华大学复旦大学等单位。

典型配置

典型配置		
测试模块配置表	样品杆	1套
	铁电分析仪	1套
	自动化测试软件	1套

技术参数	温度区间	1.5~400 K
	最大使用磁场	14 Tesla
	软件自动化控制	是
	测量范围	f, 20 Hz到2 MHz
	测量精度	C, 优于0.1 fF



插拔式样品托

1. 超低寄生电容, < 10 fF
2. 超高耐压, > 5 kV
3. 超低背底电流, ~ 10 fA

## 主要特点

- 铁电分析仪搭配低温测量样品杆可以实现介电/铁电/多铁一站式测量方案
- 可完成薄膜和块体样品的介电、铁电、热释电、磁释电测量
- 支持铁电器件的疲劳和印迹测试
- 可选低温光纤, 实现光电联合测量

# 多物性测试模块

## 交流磁化率测试模块

交流磁化率是材料的基本磁学性质，是表征材料磁性相变的重要手段，也是研究超导材料不可或缺表征方法，精密缠绕的探测线圈保证了测试的精度。该模块目前正在使用的客户包括中科院物理所、重庆大学等单位。

技术 参 数	温度区间	1.5~400 K
	最大使用磁场	14 Tesla
	软件自动化控制	是
	测量范围	f, 10 Hz到10 kHz
	测量精度	$\chi$ , $10^{-8}$ emu(10 kHz)

典型配置		
测试模块 配置表	样品杆	1套
	锁相放大器	1套
	自动化测试软件	1套



## 直流磁化率测试模块

本模块主要利用低温磁体的温度和磁场环境，搭建起低温磁场下直流磁性测量系统。通过室温的长行程磁力马达带动磁性样品进行无机械摩擦振动，引起探测线圈的磁通量变化，通过探测感生电压得到样品的磁矩。运用模块测试软件，将低温磁体、测试仪表、样品杆联动起来，从而实现磁滞回线、磁矩与温度关系等的测量。

典型特征	长行程磁力振动马达减少机械摩擦带来噪音
	软件实时补偿由于温度变化引起的样品偏离中心
	独特的样品杆结构设计减少不必要的振动
	快速读取速度1 point/s

技术参数	温度范围	1.8~400 K
	磁场范围	0 - 14 Tesla
	测量精度	$1 \times 10^{-6}$ emu
	读取速度	1 point/s
	最大测量磁矩	30 emu
	振动频率	40 Hz
	噪音基	$5 \times 10^{-7}$ emu

功能	基本功能	粉末与块材，面内与面外磁矩测试
	可升级功能	电场下的磁矩测量、光场下的磁矩测量

模块构成	
名称	数量
长行程磁力振动马达	1
低温探测线圈	1
电机驱动控制模块	1
测试仪表	1
测量软件	1
平行测试样品杆	2
垂直测试样品杆	1

## 共聚焦测量模块

低温强磁场环境下的共聚焦拉曼、荧光、MOKE、扫描成像测试。



样品杆



低温物镜



压电纳米位移台组

### 主要特点

- 适用温度范围：1.5 K ~ 300 K，适用最大磁场：14 T
- X/Y/Z三维纳米级压电位移台(闭环)
- 行程范围：3 x 3 x 3 mm
- 亚纳米级扫描范围：30 x 30 x 30  $\mu\text{m}$
- 多通道电学测试
- 低温物镜NA ~ 0.85，450 to 1100 nm校正消色差
- 激发波长范围：400 ~ 1000 nm(默认532 nm)
- 共聚焦拉曼、荧光、MOKE测试选件

## 氦三制冷模块

氦三制冷为在极低温条件下的材料物性研究提供支持，可以达到的最低温度 $\leq 0.35\text{K}$ ，并提供配套电输运、热输运和比热等测试功能。

技术 参 数	最低温度	300mK
	最大使用磁场	14 Tesla
	样品空间	$\geq 39\text{mm}$
	稳定在400mK的维持时间	$\geq 40$ 小时（在无负载、零磁场情况下）

典型配置		
测试模块 配置表	氦三制冷模块	1套
	氦三制冷专用电输运测量模块	1套
	氦三制冷专用热输运测量模块	1套
	氦三制冷专用比热测量模块	1套

## 稀释制冷模块

稀释制冷为在极低温条件下的材料物性研究提供支持，可以达到的最低温度 $\leq 50\text{mK}$ ，并提供配套电输运、交流磁化率和比热等测试功能。

技 术 参 数	最低温度	50mK
	最大使用磁场	14 Tesla
	样品空间	$\geq 39\text{mm}$

典型配置		
测试模块 配置表	稀释制冷模块	1套
	稀释制冷专用电输运测量模块	1套
	稀释制冷专用交流磁化率测量模块	1套
	稀释制冷专用比热测量模块	1套

# 感谢客户



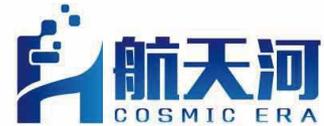
中华人民共和国科学技术部 国家重点研发计划  
Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China



中国航天科技集团有限公司  
China Aerospace Science and Technology Corporation



復旦大學  
FUDAN UNIVERSITY



北京大學  
PEKING UNIVERSITY



重慶大學  
CHONGQING UNIVERSITY



清華大學  
Tsinghua University



南方科技大學  
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



中國科學院物理研究所  
Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences



南京大學



西安交通大學  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



中國科學院化學研究所  
INSTITUTE OF CHEMISTRY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



南昌大學  
NANCHANG UNIVERSITY



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



東江實驗室  
先進能源科學與技術廣東省實驗室  
ADVANCED ENERGY SCIENCE AND TECHNOLOGY GUANGDONG LABORATORY



中山大學  
SUN YAT-SEN UNIVERSITY



安慶大學  
Anhui University

更多客户... ..



鹏力科技集团  
PRIDe TECHNOLOGY GROUP

地址：南京市江宁区长青街32号  
电话：025-87173705  
网址：[www.724pridecryogenics.com](http://www.724pridecryogenics.com)  
邮箱：[cryosales@724pride.com](mailto:cryosales@724pride.com)



企业网站



官方微信



产品手册电子版

更多信息请扫二维码