

**EASYCOOL**<sup>TM</sup>

—中船鹏力引领低温新科技—

**CSSC**

中船八院

# 大科学工程用管路阀箱恒温器

## 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
大科学工程用管路阀箱恒温器	05
多通道低温复合管路	05
低温阀箱	10
大科学用低温恒温器	12



# 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南京鹏力科技集团发起成立的高科技企业，是国内首家在全球拥有GM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服务商。

中船重工鹏力(南京)超低温技术有限公司是专业的低温制冷机、低温装置及恒温器、低温液化及工程应用、低温分离、纯化设备的制造商，同时也是可提供全方位低温应用及解决方案的服务商。公司的产品涵盖4K GM低温制冷机系列、10K GM低温制冷机系列、单级GM低温制冷机系列、低温装置及恒温器系列、低温液化及工程应用、低温分离、纯化装置,可广泛应用于磁共振成像（MRI）、选矿、污水处理、能源（天然气液化和气体的纯化回收等）、电力（超导电缆、超导限流器和超导变电站等）等民用行业，以及大学和研究所的实验装置、航空航天、加速器、量子通信等领域。

公司汇聚了大量海内外低温及相关领域的技术精英、管理和营销人才，具有很强的低温、真空及电子方面的研发和生产能力。公司一直关注技术创新，拥有气体间隙调相低温制冷机技术、纳米过滤通道油分离技术等多项自主知识产权，这些关键技术进一步提高了低温真空产品及系统的性能和可靠性，扩大了低温产品的应用领域。

公司秉承“优化管理、追求卓越、持续改进、顾客满意”的质量方针，坚持加强质量管理和质量体系认证，现已通过中国质量认证中心（CQC）的ISO9001质量管理体系认证和CE产品安全认证，具有核心技术创新、先进制造和检测试验的质量保证体系，有效推进了产品和服务质量的全面提升。

公司奉行“诚信、勤奋、坚持”的企业精神，倡导“自主创新、振兴中华、装备鹏力、服务全球”的企业文化，以“打造国内一流、全球领先的低温制冷企业”为企业目标，将“加速低温领域及相关领域尖端技术的国产化、产业化进程，振兴民族工业、提高综合国力”作为企业的责任和使命。

# DEVELOPMENT HISTORY

## 发展历程：

2020年

牵头承担国家重点研发计划重大仪器专项  
无液氦低温强磁场综合物性测量仪  
成功推出无液氦低温强磁场综合物性测量  
系统、低温真空泵

08

2018年

成功研制1.5K无液氦低温系统  
开始研制稀释制冷机  
国家级博士后工作站申报获批

07

2016年

GM低温制冷机实现MRI市场批量供货  
GM低温制冷机首次完成海外市场批量供货

06

2015年

GM低温制冷机进军海外低温泵市场  
氦回收纯化液化设备实现产业化，应用于各大  
科研院所

05

2014年

获批“高新技术企业”其中部分产品被  
认定为高新技术产品  
系列化低温设备在大科学工程领域得到  
良好应用

04

2013年

加入中船重工，成立中船重工鹏力  
(南京)超低温技术有限公司

03

2011年

首批氦回收纯化液化设备研制成功  
成功研制出4K/10K/77K系列低温设备，打  
破了国外垄断，保障了国内科研与军工领域的  
研究需求

02

2010年

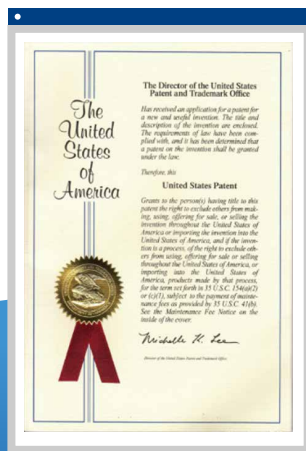
1月，成立，注册资金：3000万  
8月，成功研制出首套4.2K GM低温制冷机

01



# 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

随着中国低温超导技术的发展以及基础科学研究对大型低温制冷技术需求的增加，国内一大批大科学装置都配备了针对自身需要的低温制冷系统。中船重工鹏力（南京）超低温技术有限公司为应对大科学装置的低温需求，研发了一系列应用于大科学工程的低温系统及设备，如多通道低温复合管线、低温阀箱、低温恒温器等。

### 产品特点

#### ● 高真空度

低温复合管线、低温阀箱、低温恒温器等低温设备，为了能在低温下正常工作，需要保证高真空度，低温真空度可达  $< 1 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 。

#### ● 低泄漏率

低温复合管线、低温阀箱、低温恒温器等低温设备，为了输送及使用低温流体，需要保证低温下的泄漏率，漏率可达  $< 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

#### ● 低漏热

低温复合管线、低温阀箱、低温恒温器等低温设备，为了能够在低温下正常工作，需要保证低温下的漏热率，漏热可做到  $\leq 0.5 \text{W/m}$ 。

#### ● 极低温

低温复合管线、低温阀箱、低温恒温器等低温设备，为了满足对不同客户对低温的不同需求，其最低工作温度可  $< 2 \text{K}$ 。

## 多通道低温复合管路

多通道低温复合管路与低温阀箱相配合，具备一定的真空度、抗压能力、漏热指标，主要用来传输液氮、液氦等低温流体，保证低温流体从冷源到终端用户的顺利输送。低温通道数可选单通道、双通道、三通道、四通道、五通道、六通道等，根据用户端的需求不同进行定制。

**主要用途：**传输管线中设置80K冷屏，有效减少辐射漏热，中间采用G10支撑环支撑冷屏，环周围采用钢珠滚轮支撑到真空罩上，允许热胀冷缩产生的冷屏移动。中间的管路采用G10支撑板支撑，板周围采用钢珠滚轮支撑到冷屏上，允许热胀冷缩产生的管路移动。

技术指标	LN2冷却冷屏	
	冷屏冷源	液氮
	液氮漏热	< 0.5w/m
	系统漏率	< 1X10 <sup>-9</sup> pa·m <sup>3</sup> /s
	管路耐压	1.5MPa(可根据客户需求定制)
	材质	316L





## 案例一：四通道传输管线

该四通道管线主要用来输送低温流体，用于用户端的磁体冷却。低温复合管路为内含多个低温流体管路的真空绝热管。内部低温流体管路包含：5K液氮管路，4K氦回气管路，液氮管路，氮气回气管路,并且有氮气回气管路冷却的辐射屏做热屏蔽。

技术指标	5K液氮管路的平均热负载	$\leq 0.1\text{W/m}$
	内管承压	2.5Mpa
	外管承压	0.15 Mpa
	漏率	$< 1 \times 10^{-9}\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$< 1 \times 10^{-3}\text{Pa}$
	液氮管规格 (mm)	$\Phi 17 \times t 1.0$
	氮气管 (mm)	$\Phi 34 \times t 1.0$
	管线长度	34m



## 案例二：五通道传输管线

该五通道传输管线是为了给水平模组、垂测杜瓦、超导磁体测试平台等提供冷却介质。五通道传输线包括真空外壳、氦供传输线、氦回传输线、内部支撑和冷屏等。

该五通道传输管线，主要用于在制冷机冷源端与用户端之间输送液氦，满足不同终端用户对低温的需求。

技术指标	漏率	$< 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$< 1 \times 10^{-3} \text{Pa}$
	真空外管规格	$\text{Ø}377 \times 3$
	液氦传输管A规格	$\text{Ø}48 \times 2$
	冷氦气传输管B规格	$\text{Ø}139.7 \times 2.77$
	液氦传输管D规格	$\text{Ø}31.8 \times 1.65$
	液氦传输管E规格	$\text{Ø}31.8 \times 1.65$
	液氦传输管F规格	$\text{Ø}31.8 \times 3$
	冷屏规格	$\text{Ø}324 \times 3$

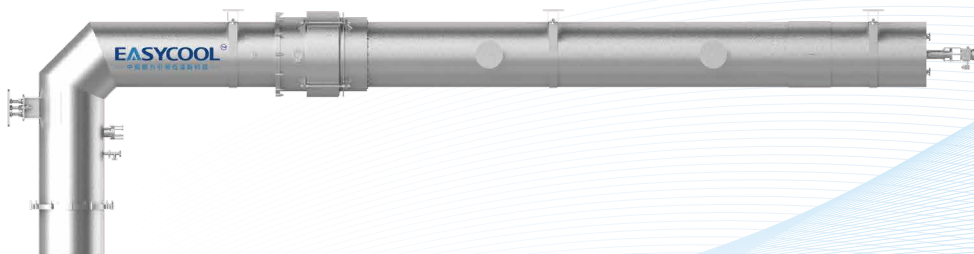


## 案例三：六通道传输管线

该六通道传输管线是为了给水平模组、垂测杜瓦、超导磁体测试平台等提供冷却介质。六通道传输线包括真空外壳、氦供传输线、氦回传输线、液氦抽空传输阀、内部支撑和冷屏等。

该六通道传输管线，主要用于在制冷机冷源端、真空泵组端与用户端之间输送液氦，满足不同终端用户对低温的需求。

技术指标	漏率	$< 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$< 1 \times 10^{-3} \text{Pa}$
	真空外管规格	$\Phi 610 \times 5$
	液氦传输管A规格	$\Phi 60 \times 3$
	冷氦气传输管B规格	$\Phi 273 \times 3.4$
	冷氦气传输管C规格	$\Phi 60 \times 3$
	冷氦气传输管D规格	$\Phi 60 \times 3$
	冷氦气传输管E规格	$\Phi 60 \times 3$
	冷氦气传输管F规格	$\Phi 60 \times 3$





## 案例四：多通道传输管线

该多通道传输管线是为了给超导直线加速器低温恒温器提供液氮，保证25MeV束流引出，管线主要包括主阀箱一个、中端阀箱四个、分配三通一个、真空隔断4个。管道内有液氮管路、氮回气管路、液氮管路、氮回气管路和冷屏。

技术指标	漏率	$< 1 \times 10^{-9} \text{pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$> 1 \times 10^{-3} \text{pa}$
	液氮主输液管规格	$\Phi 17 \times 1$
	液氮分输液管规格	$\Phi 12 \times 1$
	氮气主回气管规格	$\Phi 28 \times 1.5$
	氮气分回气管规格	$\Phi 23 \times 1.5$
	液氮主输液管规格	$\Phi 22 \times 2$
	液氮分输液管规格	$\Phi 17 \times 1$
	管线长度	33m



## 低温阀箱

在终端设备与低温系统之间，设置有低温分配系统，即低温阀箱。其主要作用是将低温制冷机产生的低温液体通过低温传输管线分配给各终端设备，以满足各终端设备对低温液体的流量、压力、温度及液位等不同参数的控制需要。

低温阀箱主要由真空室、液氮冷屏、管道系统、各类调节阀门、换热器及温度、压力、液位等测控装置组成。真空室为内部低温组件提供高真空绝热；液氮冷屏为降低室温对低温组件的热辐射流量，通常采用铜材或铝材表面缠绕铜管或铝管焊接而成；各类调节阀门依据液位、压力等传感器信号，调节阀门的开度，从而达到调节低温液体的相关参数的目的。

性能参数	工作温度	2~80K
	整体漏率	$\leq 1 \times 10^{-9} \text{pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$\leq 1 \times 10^{-3} \text{pa}$

## 案例一：2K低温阀箱

该2K低温阀箱，用于液氮抽空减压式1.5K低温系统中，实现对低温流体的分配，内部可装负压换热器和低温循环机。

技术指标	工作温度	< 2K
	工作介质	液氮、液氦
	工作压力	< 1.5bar
	常温真空度	$< 1 \times 10^{-3} \text{pa}$
	工作真空度	$< 1 \times 10^{-3} \text{pa}$
	整体漏率	$< 1 \times 10^{-10} \text{pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$



## 案例二：液氮、液氦分配阀箱

该分配阀箱，主要用于终端用户与低温传输管线之间，按照终端用户对于低温环境的需求的不同，进行分配低温流体，以满足终端用户的需求。

技术指标	阀箱整体漏率	$< 1 \times 10^{-9} \text{pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$< 1 \times 10^{-3} \text{pa}$
	工作介质	液氮、液氦
	工作压力	$< 1.5 \text{Mpa}$



## 案例三：水平模组阀箱

该水平模组阀箱，主要用于终端用户与低温传输管线之间，用来给终端用户分配不同需求的低温流体。

技术指标	真空度	$< 1 \times 10^{-3} \text{pa}$
	工作介质	液氮、液氦
	整体漏率	$< 1 \times 10^{-9} \text{pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	工作压力	$< 1.5 \text{Mpa}$





## 大科学用低温恒温器

大科学用低温恒温器为超导磁体和加速腔的测试、运行提供低温运行环境。根据使用要求，低温恒温器可以为卧式和立式结构，冷源可以为低温流体或制冷机，高真空多层绝热保证高真空和低漏热，系统长期稳定运行。

性能参数	工作温度	2~80K
	真空漏率	$\leq 1 \times 10^{-9} \text{pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	工作真空度	$\leq 1 \times 10^{-3} \text{pa}$

## 案例一：离线多功能测试平台

离线多功能测试平台，在液氦温区的低温环境下测试调谐器的工作寿命、冷BOM低温下的真空漏率和电性能、超导磁体及电流引线低温下工作稳定性和各温区的热负载、耦合器低温下真空漏率和各温区漏热负载。

技术指标	总体漏率	$< 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$\leq 1 \times 10^{-3} \text{Pa}$
	静态漏热	$< 3 \text{W}@2\text{K}$ 、 $< 5 \text{W}@4.6\text{K}$ 、 $< 20 \text{W}@45\text{K}$ (77K)
	总热负载	$8 \text{W}@2\text{K}$ 、 $10 \text{W}@4.6\text{K}$ 、 $50 \text{W}@45\text{K}$ (77K)
	低温管线工作压力	$31 \text{mbar}@2\text{K}$ 、 $14 \text{bar}@4.5\text{K}$ 、 $14 \text{bar}@45\text{K}$



## 案例二：超导波荡器低温系统

本公司为中科院开发研制的超导波荡器低温系统是国内第一套、世界第三套可以为尖端研发提供高质量光源的低温恒温器，作为大科学工程超导磁体部件的低温冷却及低温维持的核心设备，其样品温区、整体漏率、极限真空度及样品震动等指标均达到世界一流水平。该系统集成了鹏力超低温公司的GM低温制冷机冷却磁体技术、基于GM低温制冷机的氦再液化技术、液氦零蒸发技术、减振技术等多项尖端技术。

技术指标	工作温度	4.2K
	系统漏率	$< 1 \times 10^{-8} \text{pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	真空度	$< 1 \times 10^{-3} \text{pa}$
	制冷机冷量	3.0W@4.2K
	样品振动	$< \pm 1 \mu\text{m}$



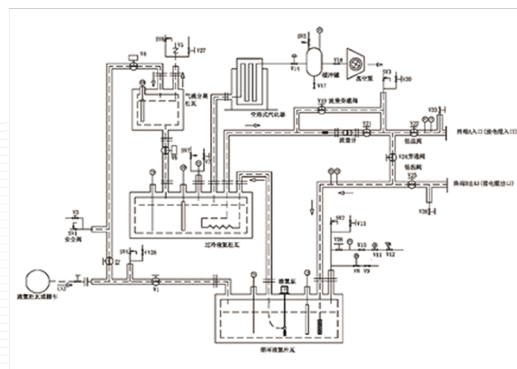
## 案例三：过冷液氮系统

过冷液氮低温系统采用抽空减压的方法降低液氮温度，可为样品提供最低至65K的过冷液氮，系统内加装压力稳定设备，降低过冷液氮杜瓦内的压力波动，提高了样品温度稳定性，适用于要求特大冷量的低温材料研究，如高温超导带材冷却。

技术指标	有效净制冷量	0~1 kW@70K 可任意调节
	循环液氮出口温度	65~77K可任意调节
	液氮温度测量误差	≤0.1 K
	液氮温度稳定度	≤0.1 K
	循环液氮绝对压力	0.2 ~ 1 MPa 该范围内可调
	循环液氮压力测量误差	≤10 kPa
	循环液氮压力稳定度	±10 kPa
	过冷器内液氮压力测量误差	≤1 kPa
	液氮位置测量范围	0 ~ 1.5 m
	液氮流量	0 ~ 12 L/min 该范围内可调
	液氮流量测量误差	≤5 %
	液氮循环管路承压载荷	1 MPa



典型配置	
标准配置	可选配置
气液分离杜瓦、过冷液氮杜瓦、循环液氮杜瓦	低温制冷机
抽空减压系统、液氮泵、控温系统	杜瓦容积
盘管换热器、数据采集控制柜	



系统流程图



## 案例四：低温波荡器过冷器冷箱

低温波荡器利用低温下磁性材料剩磁和矫顽力升高的性质，通过冷却磁性材料至液氮温区，可以在提高峰值磁场强度的同时，增强磁铁的抗辐射退磁能力。低温系统包括：液氮过冷器冷箱、低温波荡器内的冷却通道、低温管线。低温系统运行时，循环液氮在过冷器冷箱中冷却后，经低温管线进入低温波荡器内冷却低温波荡器的内磁结构，最后回到过冷器冷箱中，形成闭循环。

技术指标	有效净制冷量	0 ~ 1 kW@ $\leq 80\text{K}$ 可任意调节
	液氮温度测量误差	$\leq 0.1\text{ K}$
	液氮温度稳定度	$\leq \pm 0.1\text{ K}$
	循环液氮绝对压力	0.4 ~ 0.6 MPa 该范围内可调
	循环液氮压力测量误差	$\leq 10\text{ kPa}$
	循环液氮压力稳定度	$\pm 10\text{ kPa}$
	液氮流量	0 ~ 15 L/min 该范围内可调
	液氮流量测量误差	$\leq 5\%$
	液氮循环管路承压载荷	1 MPa



## 案例五：超流氦负压换热平台

超流氦负压换热器通常被安装在2K超流氦杜瓦和冷压缩机（或常温真空系统）之间。其负压侧入口为31mbar 饱和超流氦蒸汽，出口连接冷压缩机（或复温后连接到真空系统）。为了降低冷压缩机（或真空系统负荷），需要把负压侧压降控制在10mbar以下，目前超流氦温区负压条件下换热器中的流动、传热性能数据很少，本项目将研制一个负压换热器及超流氦测试平台用冷箱，用于对超流氦负压换热器开展测试。

技术指标	工作压力	1.25~3.5bara
	流量可调范围	0~1.5g/s
	工作温度	2~300K





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