

国内外低温技术研究和应用情况

北京制冷学会
中国科学院气体厂

目 录

- 一、引言 ———— 1 ~ 6
- 二、低温技术的应用 ———— 6 ~ 15
- 三、国外低温技术的概况和发展的趋势 ———— 15 ~ 23
- 四、目前国内低温技术概况和需要解决的问题 ———— 23 ~ 26

国内外低温技术研究和应用概况

一、引言

在不久以前“低温”还是一个不为人们熟悉的领域，一些低温工作只是在实验室里进行，特别是液氢温度以下的工作区域更是如此。可是近十几年来低温领域的工作有了巨大的发展，特别是人造卫星、宇宙飞船、导弹工程、红外探测、超导技术、低温电子学等方面发展对低温技术提出了许多新要求，更促进了低温技术的发展，曾有人评论“如果说二十世纪的上半叶是高温工艺发展的半个世纪的稿，那么二十世纪的下半叶则是发展低温工艺的半个世纪。”低温技术目前仍处于大发展时期。

二、低温技术的应用

(一) 获得超高空，作为宇宙空间环境模拟设备

宇宙空间是一个低温、真空的世界，离地面90公里处，温度就降到 -100°C ，再往上温度就更低，可达 -200°C 以下，到外层空间就是既冷又黑的4K黑体辐射，地球大气层以外的空间是处在真空状态，可达 10^{-12} 毫米汞柱，其它星际空间，真空度可达 10^{-15} 毫米汞柱。

随着空间科学技术的发展，为了提高人造卫星，宇宙飞船的可靠性并延长飞行时间，就必须研究空间真空中出现的各种现象。为此，在地面上进行空间低温环境的模拟实验，对了解

宇宙环境对卫星和宇宙飞船的轨道、结构、元件以及材料所发生的影响极为重要，但是一般的真空设备只能达到 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ 毫米汞柱，而“低温泵”是达到宇宙空间的超高真空最有效的方法。

空间模拟的真空室的低温抽气由两部分组成：气致冷回，用液氮来冷却真空室，可使其温度降到 100 K ，在真空泵的配合下，真空度可达 10^{-8} mm Hg 左右，如果使用 4.2 K 的液氦冷却低温面，或把液氮减压可达 2.5 K ，这样的低温面就可得到更低的压强。例如在直径 10 米，高 6 米的模拟舱内中获得 10^{-13} mm Hg 的极限压强，在外扩散系液氮低温系统中，则达到 10^{-15} mm Hg 的极限压强。近年来空间模拟方面又进行了大量的研究工作，目前有的用一整套的低温装置（即不用机械泵、扩散泵）完全能够做到从大气压抽到低于 10^{-12} 托的极限压强，看来低温抽气是七十年代空间环境模拟发展的一个方向。

(二) 低温超导技术的应用

1961 年制成世界第一个超导体以后，十几年来由于超导材料的发展，低温技术的提高和超导理论的进展，推动了超导应用的研究，仅美国就有四百多家公司和机构在研究有关超导方面的问题，目前已从基本理论研究阶段进入应用研究阶段。目前超导技术的应用最大量，最有成效的是超导磁体的应用。超导磁体和普通磁体相比有不少优点：没有焦耳热损失，易于在较大的空间获得很强的磁场。因而其电能消耗也较少。另外体积小重量轻（一个产生 5 万高斯磁场的中等磁体，常规磁体的重量高达 20 吨，而小型超导磁体还不到 1 公斤，即使包括制冷设备也要比前者轻得多）；稳定性好，均匀度高，能满足

各种特殊需要，目前发展很快，已建成了大型超导磁体。

(1) 在磁流体发电机方面的应用。

磁流体发电机是直接把热能转换成电能的机械，其发电原理也是利用导体横割磁场时所产生的感应电动势而发电，不过导体不是金属导线，而是高温等离子体，由于它无需把热能转换成机械能后再转换成电能，因而可把热效率从目前最先进的火力发电机效率 40% 提高到 50 ~ 60%，磁流体发电机还具有容量大、重量轻、启动快等优点。为了产生强磁场，必须采用超导磁体，常规磁体的耗能要比超导磁体大约要高出一百倍到一千倍。

日本已试制成 1000 瓩超导磁流体发电机，其超导磁体总重量为 50 吨，配有容量为 250 升/时液化四供液液氮，一次需填充液氮 3500 升，每小时的补充量为 80 ~ 100 升/时。

(2) 在高能物理方面的应用。

① 在气泡室上的应用。

气泡室是一种主要的粒子探测器，是装有过饱和液态氢（或其它低温液体）的真空绝热室。在绝热室外有磁体产生恒定的磁场。当粒子射入绝热室时，就在磁场的作用下运动，根据运动的轨迹就可探测是什么粒子。为了提高分辨力，希望绝热室的体积大、场强度高，美国阿贡国立实验室在直径为 7.66 米的氦气泡室上已采用了内径为 4.8 米的超导磁体，最高场强为 2 万高斯，磁体总重 50 吨，低温容器其内径为 4.6 米，外径为 5.5 米，高 3.5 米。除磁体线圈外，容纳 6 m³ 液氮，欧洲原子能研究中心在瑞士建成的气泡室磁体，其超导线圈重 100

吨，储能另达 750 兆焦耳，比阿贡国立实验室大十倍，目前国外已有十来个大型气泡室在运转或建设中。

②在加速中的应用

过去，研究基本粒子的直线加速器大多是采用具有相当大表面电阻的水冷射频谐振腔，这样的加速器使用时相当费钱。若采用超导高频谐振腔，则可使加速器的长度减小几倍。并可大大降低功率损耗，由于只有在极低温下才能得到超导谐振腔高的品质因素，因而采用了 1.8 K 的致冷，同时利用约 1.9 K 下超流氦的高传热能力来达到腔的高的湿度稳定性和电的均匀性。例如，西德卡尔斯鲁厄核子研究协会所属实验核物理研究所，其线性加速器的超导高频谐振腔配备有在 1.8 K 操作的 380 瓦制冷机。美国斯坦福大学已试制了内径为 30 厘米，场强为 7 万高斯的大型超导磁体用于直线加速器。

同步加速器（圆形加速器）的磁体，如改用超导磁体，可使轨道直径大大缩短，在加速器上利用高场强磁体可使机器的长度减小 3~4 倍，如日内瓦欧洲核子能研究中心的 360×10^9 电子伏特的同步加速器采用超导技术，将使能量提高到 1000×10^9 电子伏特，它所需之致冷装置将成为世界上最大的低温工厂，预计其低温管道将有 7 公里长，封闭循环致冷机在液氦温度下致冷量为 75 吨，即每小时需 22727 升液氦。

(3) 在受控热核反应上的应用

受控热核反应是重氢（氘）核在高温和有控制的条件下发生自持的聚变反应，目前许多国家都在积极研究，从 1 升海水中可提取 0.03 克重氢，它所释放的能量与 300 升汽油相当。

(即1克重氢的能量 = 34000 升汽油的能量)。按目前的能量消耗估计,海水中的重氢可用儿百亿年,可见如果实现了受控热核反应,就将最终地解决人类的能源问题。

聚变反应在受控下进行,需要满足下列条件: ① 温度 $\geq 10^8$ K; ② 重氢离子的密度要足够地大,一般在 10^{15} 个/厘米³才是可用的; ③ 在一定的时间内把重氢离子体约束住不使扩散,约束时间对于重氢核之间的反应要不小于10秒。

要实现这些条件,必须利用强大的磁场。这样一种高温等离子体不可能放在普通材料做的容器内,而只能由磁场约束,磁场愈强,等离子体的密度愈大,所需要的约束时间也可相对缩短,因而磁场的使用成为受控热核应用的关键。其所需磁体特点是在足够大的空间内能产生场强高、梯度大的磁场,并只允许磁体消耗反应堆发出的小部份电力,这样,如果采用常规磁体就极为笨重,而且需大的电能使其运转,结果就不会有剩余能量输出,甚至常规磁体实现不了受控热核反应,所以它必须是一个工作在液氦温度的超导磁体,其磁场强度为7.5万高斯,所需的最高场强为15万高斯。

美国劳伦斯放射实验室已制成了供受控热核研究的大型“全球”II超导磁体,中心场强为2万高斯,最高场强7.5万高斯,磁井深度为2米,平均直径1.2米,磁体重3吨。

可以预见,随着超导技术的应用以及其它方面的不断改进,实现受控热核反应已为期不远了。

(4) 在超导电机方面的应用。

经济发展导致电机单机功率及发电容量的增加。世界电力每年增加7%,日本为10%,在美国,其发电容量每十年增

加一倍，平均单机容量从 1947 年 3.8 万瓩增加到 1967 年的 28 万瓩，增加了近 7 倍，最大单机功率从 1947 年的 10 万瓩，增加到目前 100 万瓩，这样继续下去，到 1985 年将达 200 万瓩，到 2000 年将为 3000 万瓩。目前常规电机要做 150 万瓩的单机容量就很困难，而采用超导电机到 1990 年，至少可使单机容量提高到 500 万瓩，超导电机不仅具有极限大的优点，还有功率损耗小、重量轻、尺寸小及比较经济等优点。在第四届国际低温会议上，有人认为单机容量在 25 万瓩以上，就可以比常规电机经济，在同样功率下常规电机和超导电机的重量比如下表：

	常 规	超 导
25 兆伏安船舶推进发电机	1	0.12
船舶推进电动机	1	0.15
1000 兆伏安铁屑蔽汽轮发电机	1	0.37
1000 兆伏安涡流屑蔽汽轮发电机	1	0.1

超导电机在中心发电站和船舶推进上的应用是最好的，如作为舰艇电力推进装置可以做到噪声低，不易被敌方发现，机动性好，还能做到功率大、重量尺寸小，为建造高速舰艇创造条件。如作为中心电站，可以使电机的重量和体积减少，效率增加，电网稳定性提高。

目前世界先进国家都在研究。例如，1972 年 9 月，日本东芝公司建成一台额定功率为 3000 瓩，额定电流为 10000 安，电压为 150 伏，转速为 900 转/分的超导

直流电机。日本西屋公司超导电机组搞了几台超导电机的研究，其中一台西屋公司研究的5兆伏安，4160伏、3600转/分，60赫的电机。72年已经作了比较满意的无载试验，此电机稍加修改能扩展到15兆伏安。另一台为美国空军怀特—伯特森空军基地研究的5兆伏安，5600伏，12000转/分，400赫电机第一阶段试验已完成。美国麻省理工学院搞80千伏安容量的旋转磁场电机，在此基础上又开始做20兆伏安容量的电机。美国威斯汀豪斯公司已研制成5000瓩，3000转/分，60赫的超导发电机。英国在1963年到1964年制造了一台50马力，1000转/分的单极电机后，在1969年研制完成了7250马力，200转/分的直流电动机。国际开发公司（JFD）正为英国海军提供一种使用直流电机和马达的小型超导船推进系统。

苏联列宁格勒工学院正在搞1000千伏安超导旋转磁场发电机，预计在1972年完成。

(一) 在船舶电磁推进上的应用。

随着海上运输业的快速增长，大吨位高速船舶的建造愈加需要，提高军舰的速度在军事上具有十分重要的意义，因为高速远洋船舶的激波阻力很大，所以势必向潜水航行发展，这样普通的螺旋桨推进已满足不了这种新形势的要求，而超导电磁推进却有着广阔的实用前途。

在船体内装设超导磁体时，则在船体外部的海水中产生强大的磁场，同时由安装在船体两侧的电极向海水通入电流，则在海水中电流与磁力线相交产生推力，而将海水压向船体后方，从而产生推力。这种电磁推进的船舶有很多优点：如①不产生噪声，可以实现高速、高效率；②没有转动部份，

噪声和振动大；减轻低潜水艇行不易被发现；③由于不用螺旋桨，故不需压水密封装置。

美国海军系统正在研制万吨时速为30哩（55公里）的潜水油船，推进效率为86%，推进动力为5000马，打靶米用7万高斯的超导磁体。

(6) 在超导储能方面的应用

利用超导材料在很高的磁场下能承载很大的电流这一特点，可用超导线圈贮存一个巨大的电磁能。而当线圈充电后形成闭合回路，只要保持线圈为超导状态，理论上电磁能就永远不会消失地贮存下去，充放电效率近于100%。超导储能的储能密度高，法国电力公司已提出了可贮存 10^{13} 焦耳（相当于280万度电力）能量的超导储能装置的设计。超导储能应用于以下几个不同的领域和方面：①在微秒级内向电阻负载放电，如激光和莱兹。②在毫秒级内向电感负载放电，如箱式受控热核反应堆的等离子压缩线圈。③在秒级内从电力系统提取有限的短时能量。④在千秒级内向电网放电，以平衡或调节负载。在核子实验、核聚变实验以及激光技术中可以用来代替电容器或蓄电池做大功率储能。大功率的脉冲电流储能装置在激光技术中占有相当重要的地位，国外正在大力研究所谓“光武器”作为反导弹系统使用。其中关键部分是需要一个几百亿焦耳以上的储能装置，并要在极短时间内把这巨大的能量释放出来，经论证，利用超导储能是有希望实现的。

(7) 超导电缆和超导同轴线的应用

随着电力需用量的逐年增加，输电容量越来越大，对输电的要求也不断提高，所以都在考虑采用低温电缆和超导电缆。

如果采用超导输电电缆，就可无电阻损耗，而输电效率将会大大提高。例如功率为10万千瓦，电压为200千伏，电流为500千安，输电距离在1000公里以上，每500米放一个真空站，每20公里放一个低温站，成本费为7美元/兆瓦公里，这比目前相同容量的架空输电便宜得多。美国联合碳化物公司提出了一个关于研究超导输电的十二年设想，准备在八十年代初，开始用超导地下电缆输电，法国已经制成，并在100米长度内试验各种精巧的超导电缆。

超导同轴线它的优点：①衰减极低②脉冲特性好③使用频率高④抗干扰能力强⑤传输功率大⑥固有噪声电平低，它可用作高质量，小型化的毫微秒或亚毫微秒脉冲延迟线，用在亚毫微秒脉冲示波器中作Y通道延时。制成大延迟、宽频带、低损耗的延迟元件或微波信号存储器。用于电子计算机中作信息存储器高速逻辑元件，也可用于脉冲环形器中，无畸变地长期贮存高速脉冲，可作大功率高压脉冲延迟线或传输线，它可以实现远距离数据传输，例如作地下核试验仪表用的小型超导电缆。

(8) 在高速磁悬浮列车上的应用

对于交通拥挤的日本，特别需要解决高速列车的问题。目前，日本现有世界上速度最快的商用列车，是1964年建成的，铺设在东京到大阪之间，时速为210公里，开始运送6万乘客，现已增至23万（100次），到1978年乘客增至饱和程度，日本国铁铁道技术部，认为最好采用超导磁悬浮及直线马达牵引系统，将车速提高每小时550公里来解决这一问题，计划1980年建成。列车的基本设计想法是：每列车有16节车厢，共有22列车，每一车厢上有8个磁体，有一台致冷机，超导磁体放在车厢底板上，在轨道上镶嵌一些闭合的铝环或铝板，当火车开动时，同

火车一起开动的磁体在铝环(或铝板)上感应出电流。如果火车运动足够快,使磁体在掠过铝环的瞬间,环上的感生电流还没有显著地衰减则感生电流的磁场和火车上的磁体相互作用,产生向上的浮力,使列车腾空而起,在铝环之上飞行。

日本于1972年7月27日第一次用一个超导磁铁和一台线性同步电动机一起来推动车厢模型,它长4米,宽1.5米,高0.8米,重2吨,它在跑了55米路程之后在轨道上悬浮起来,离开轨道10厘米。又于同年9月19日在东京国分寺的铁道技术研究所内,采用超导磁悬浮和线性感应电动机的实物五分之一大小的模型,实验悬浮走行获得成功,实验车长7米,宽2.5米,高2.2米,用3.5吨铝合金制成,并以时速60公里悬浮走行200米。1974年先成长度为7公里的实验线路,并用“同步”和“感应”两种方式制造实物二分之一大小实验车各一辆进行实验。

(9) 低温超导技术在其它方面的应用

① 超导强场磁选:利用超导强磁场有可能有效地选别象红铁矿这类品位低,磁性弱,颗粒细的贫铁矿,为钢铁工业提供大量精矿料。

② 在天文望远镜上应用:在天文望远镜上配上超导磁透镜,可使观察能力大大提高。

③ 超导体除有零电阻特性外,还要有完全抗磁性,即当把一个永久磁铁落向一个超导盘时,在盘上感生出电流,使磁场无法穿到超导盘内,从而盘对永磁铁产生一个向上的浮力,使永磁铁在盘上悬浮起来。利用这个原理可以用几个超导线圈将一个超导体悬浮起来,使之不能上下运动,而只有互不接触的转动,这就是无摩擦轴承。如果用6~8个超导环将一个超导体悬浮起来,球体在空中高速转动,就可以制成精度很高的

的陀螺仪。

用特殊设计的超导线圈把一个中空的超导球悬浮起来，如果重力发生微小的变化，球就偏离原来的平衡位置，因而磁通密度也就发生变化。通过测量磁场的变化可以知道重力的变化，这就是超导重力仪，它和低温辐射热计相结合，就可以更有力地勘探我国地下资源。

(三) 在原子能物理中的应用

在原子能反应堆工程中，使用低温放射线照射实验中，例如西德于里希原子核研究装置中，为冷却原子反应堆所产生的中子和进行由于中子照射造成金属品格缺陷的物性实验时，就使用氦制冷机。

(四) 在低温电子学等方面的应用。

(1) 红外探测器

此仪器主要是把“热导的”元件安装在防空导弹上用敌机的喷气进行制导，歼灭敌机。红外探测器和雷达比较，有简单小型、成本低的特点；没有最小范围的限制，可用于平地、海面；不传输信号，因而不暴露目标，辅助设备少，有较大的角精度等优点。但有受雾及其它天气条件干扰的缺点。如果使用液氦温度，可使红外探测器感知敌人目标的距离增大四倍。国外已经在高空侦察机（如U-2飞机）、导弹、激光雷达等武器系统中广泛应用。

(2) 半导体激光材料构成的激光器和一般气体、固体激光器相比，前者激光源的功率可以大大降低。但是半导体激光材料的连续振荡工作温度较低。如砷化镓为27K；磷化镓为20K，砷化铟为4K。

(3) 低温参量放大器和脉泽

近年来，由于国际卫星通讯、远程雷达、射电天文学、深空间探测和遥测技术的急速发展，在微波范围内，对于高灵敏度接收机的要求异常强烈。从卫星上发射到地面的信号十分微弱，为此，除了设计高增益、低噪声的天线装置外，还必须设计超低噪声放大器作为接收机的前端装置，以提高接收系统的低噪声性能。其它微波系统的运用也提出了类似的要求。在低噪声放大器技术方面，脉泽和低温参量放大器是最优异的。

低温参量放大器工作不受温度的限制，它可在 $300\text{K} \sim 4.2\text{K}$ 之间变化。而脉泽的正常放大一般在 4.2K 以下低温环境中得到的，脉泽（微波受激辐射放大器）是在卫星通讯和射电天文学方面获得广泛运用的固态放大器。它的工作是建立在量子力学受激发射原理上的，是利用射频能量与特殊材料作用，产生一定能级之间的电子跃迁而获得微波频率的振荡和放大装置。它是比低温参量放大器的噪声性能更优异的唯一的放大装置。1958年在美国林肯实验室首次运用它装在接收机上，检测到了从金星反射回来的信号，以后在下列方面得到应用：①射电天文学和雷达天文学，辐射计。②卫星跟踪、卫星通讯。③远程雷达，地面通讯和遥测。④空间通讯和导航。⑤低噪声实验室测量和物理测量。

在美国、英国、日本、法国、意大利、德国的卫星通讯地面站都已采用了上面所述的二种放大器。

(4) 超导体的高频特性，目前可以完成诸如高- Ω 滤波器、振荡回路、振荡器和粒子加速器的谐振器、储能装置，传输线、延迟线、天线、混频器、频率转换器，放大器和检波器等高频超导元件的设计和制造。由于这些元件有低损耗、高能量密度的特点，所以它们的性能就比室温元件好。例如：用超导体提

定的振荡器，其稳定度可达 10^{-15} ，比目前的水平要优两个数量级，将共同在校正频率标准和时钟都是极有前途的。对于通讯、导航、大地测量和科学研究都有其共同价值。用超导的电子调谐达红外检波器和毫米波检波器成功地在 1.2 毫米波长上对太阳、月亮和金星上进行天体观察。

(五) 低温技术在其他方面的应用

(1) 约瑟夫森效应的应用

由相类的电子对确定的超导电流能够穿过很薄的分隔两个超导体的绝缘薄层，这就是约瑟夫森效应（也叫隧道效应），此现象已在技术上开始应用。例如：产生短波电磁辐射，对很小磁场的测量，还可用在探测器和混频器，可达到特别优异的探测性能，如噪声等效功率低到 5×10^{-15} 瓦赫兹 $^{-1/2}$ ，对快脉冲信号的响应速度高于 10 毫微秒，以及频率响应超过了 78 微米。美国国家标准局打算在明年用约瑟夫森结作为法定的美国福特的基值，来代替化学电池。超导量子干扰装置（SQUID）来稳定几毫安的电流量，其稳定度高达 1×10^{-9} 并在直流比较器里达到了更高的精度，利用它的磁强计在北极圈上部 200 哩处来研究北极附近的大气现象。用它和超导屏蔽相结合，制成一个超高灵敏度的仪器，以用来研究材料中的很微弱的磁矩，这种测试系统，在地球物理学方面已被用来研究岩石标本，包括阿波罗飞船带回的一些月球岩石标本。

利用此效应还可测出 10^{-11} 高斯的磁场变化，这样就可以精确地测出地震之前地球的微弱震动。

此效应更重要的可以使物理学家更进一步理解超导电性现象和测量某些以前不够精确的基本物理常数。

(2) 稀释致冷机的应用

超低温研究用稀释制冷机或绝热去磁来实现，它现在已用到火箭加速器、生物研究等方面。

在固体研究中，对非磁性物质（基质）中的稀磁杂质（康多效应）进行研究，就是采用稀释制冷机，康多效应也解开了许多稀合金，甚至纯金属在接近液氮、液氦温度时其电阻率变得极小这个久有之谜。

赫尔辛基技术大学的研究者在很多化学环境中研究了许多穆斯保尔同位素，磁转变，超精细场， β -衰变混合比例。

极低温也用在核物理研究如核衰变性质的实验。证明了弱相互作用宇称不守恒和结构实验：对磁矩， β -衰变的矩阵元，核自旋和核能级的宇称分配以及 γ -衰变中多极小混物进行研究。

极低温还可对氦的两种同位素以及其混合物的性能进行研究。

(3) 在医疗领域的应用

目前已成功地利用液氮保存血液，扁桃腺摘除手术，白内障的治疗等，最近又在研究利用约瑟夫孙效应的心磁图，特别是美国斯坦福低温材料研究组研制了外科手术用小型超导磁体系统用以治疗癌肿瘤已成功，最近的临床实验进行3舌的恶性肿瘤摘除，注入硅铁，利用磁体隔断肿瘤部份的血液供给，三十分钟后肿瘤开始萎缩，其后二、三周内就完全摘除了，同样的手术也曾对前列腺肿瘤及某一类型的脑肿瘤进行尝试，均取得了有希望的结果。

在医学上已利用梯度仪（利用SQUID磁强计制成的）来测量与人体血管如心脏的活动机能有关的磁场及其变化。这些测试能给内科医生提供一种完全崭新的诊断技术。

(4) 用于氦气的长途输送

氮在空气中的含量只有几 PPM，因此氮的主要来源是从天然气中提取，天然气中氮的含量也各不相同，高则达百分之几，低则不到百分之零几。日本所需氮气全靠进口，大型液氮运输设备的研制工作是美国 1958 年开始的，在此以前，氮主要是以气体的形式用高压铁路槽车、高压半拖车进行运输，量少者用高压气体钢瓶进行分配。运输中氮的重量占运输总重量的 1%~2%，因此，实际上是在大量运输钢铁，这是很不经济的，成本很高，例如，专用气氮槽车，运输距离在 1800 哩的时候在美国一公斤运费为 3.35 美元，而改为液氮槽车（包括液化费）只需 1.13 美元，是气氮运输费的三分之一。

国外低温技术概况和发展趋势

过去大型低温装置仅限于空分装置，有关液氮、液氧的技术都未超出实验室范围，近十多年来，低温技术有了相当大的变化，正向大型化和超低温化的方向发展，特别是由于宇宙开发，原子核物理和超导技术等领域对大型研究设备的需要，氮、氧的液化及制冷技术也趋向大型化。

（一）几个科学先进国家的液氮技术情况。

1908 年氮被液化后直到 1946 年才有第一台工业型液氮设备到 1964 年世界上小型氮液化的（2 升到 10 升/时）就有 260 多台。使用液氮的实验室 1946 年只有 15 个，而到 61 年已增至 600 多个，1970 年达到 2000 多个，近十几年来发展更快。

美国在 1946 年前液氮技术还依靠进口，但是到 1952 年美国的柯林斯氮液化器已出口到欧洲特别是空间技术。原子能工业、超导技术和低温电子学等尖端技术的发展，对液氮的需要量日益增长。另外由于液氮运输的经济性，对大多数使用氮气的用