

等离子体及其应用

张云鹏 庞金富

(华北航天工业学院基础部 河北廊坊 065000)

1879年英国的克鲁克斯首次采用了“物质第四态”这一名词对气体放电管中的电离气体进行了描述。1928年美国的朗缪尔正式引入了“等离子体”的概念,于是等离子体物理学开始问世。今天,等离子体的严格定义应该理解为“是由大量自由电子或负离子和正离子,也可能还有一些中性的原子和分子所组成的、在整体上表现为电中性的宏观体系。”

根据物质结构的理论,原子、分子或分子团相互以不同的键力相结合,构成物质不同的形态。固体内粒子间的结合力较强,形成晶格。当粒子的平均动能大于晶格中粒子的结合能时,固体则转变为液体。液体内粒子间结合力较弱。如果外界进一步提供能量,液体就转变为粒子间没有键力作用的气体。如果再提供足够的能量(如加热、光照、高速粒子碰撞等),气体分子和原子就会离解成电子和离子,人们称之为电离。电离后的气体,虽在某些方面仍然与气体相似,

但是它的主要性质却发生了变化,故另称为等离子体。等离子体的性质不同于固体、液体和气体,常称为物质的第四态。气体中只要有0.1%的分子被电离,就已经具有了等离子体的性质。

在自然界里,等离子体普遍存在。夏天的雷电和极光是空气被电离而产生的瞬时等离子体在发光。恒星内部,稀薄的星云和星际气体,太阳风(太阳喷射出的带电粒子流),地球大气圈的电离层,都是等离子体。天然的等离子体在地球上虽不多见,但在宇宙间却是物质存在的主要形式,它占宇宙物质能量的绝大部分。据估计,宇宙中有99.9%以上的物质处于等离子体状态。

日光灯管工作时管内的气体,霓虹灯管中放电的气体,火焰和氢弹爆炸区的大气,高速飞行器的尾迹,火箭发动机中的燃气,等离子体炬中的电弧,气体放电……都属于人工产生的等离子体。

除电离气体外,电解质溶液中自由运动的正、负离子也可称为液态等离子体;金属中固定在晶格中的正离子和自由运动的电子可称为固态等离子体。另外,等离子体的概念还用于某些具有过量电荷(过

过计算机处理后的可见光云图(详见封三精美彩图)中蓝色表示海洋,棕色表示裸露的地表,绿色表示繁茂的植被,白色絮状的是云区。以上直观形象的云图为我们制作天气预报和开展环境监测提供了很大的帮助。

气象卫星的应用

我国幅员辽阔,位于多种的气候带,为全球自然灾害频繁出现区。暴雨、洪涝、热带气旋(台风)、干旱、高温(热浪)、龙卷风、冰雪冻害、大雾、雷电灾害等,对我国以农业为主体的这样的发展中国家影响巨大,对人民生命财产安全构成不同程度的威胁。

气象卫星可带多种仪器,实现多种项目观测、生成多种观测信息产品、提供多种应用服务。其监测和应用现象包括:云、风、雨、雪、冰、雾、湿、旱、涝、温(大气温度和洋面温度)、火(森林草场火灾)、植(植物和长势)、热(城市热岛)、沙(沙尘暴、河口泥沙、沙漠分布)、地震等等。对于天气预报、气候预测、生态监测与研究等都有十分重要的作用。封三的风云一号气象卫星监测大雾图像是2002年4月2日7时42分(北京时)FY-1C极轨气象卫星的雾监测图像,

图中浅绿色区域是位于黄海、山东半岛南部以及辽东半岛等地的雾区。

另外,气象卫星还可用于火情监测和植被监测等等,为国民经济、国防建设、防灾减灾等提供了有力保障。

风云气象卫星的国际地位

中国作为一个发展中国家,在和平利用和发展空间事业上作出了巨大努力,风云气象卫星正是这一不懈努力结出的硕果。前进路上的困难和失败阻挡不了中国航天人和卫星气象人的步伐,中国气象卫星也因此在国际上赢得越来越广泛的关注。风云一号气象卫星目前已被世界气象组织(WMO)正式列为业务气象卫星,成为全球气象卫星观测网的一员,越来越多的国际用户也开始接收利用其观测的资料。风云二号气象卫星的影响和地位也是不容忽视的。可以相信,随着我国经济的快速发展和国力的进一步增强,我国的气象卫星的地位必将在国际上更加重要,中国也必将成为令世人瞩目的气象卫星强国。

(作者简介见第32页)

量电子或过量离子)的宏观体系。因为这类体系也会呈现许多和电中性等离子体相似的行为。

等离子体中单位体积内所含电子数的数目称为电子密度;等离子体中单位体积内所含离子数的数目称为离子密度。它们都和温度有密切关系。温度越高,密度也越大。因而,温度就成为描述等离子体的重要热学特征,称为等离子体温度。在高密度的等离子体内,粒子间碰撞频繁,同时因粒子间平均距离较小,静电相互作用明显,于是,等离子体中电子和离子之间能够建立热平衡。在这种情况下,可以用统一的温度表征系统的热学特征。为方便起见,习惯上把温度高于 10^6K 的等离子体称为高温等离子体,低于 10^6K 的则称为低温等离子体。

实验表明,未电离的普通气体是很好的电介质。在等离子体中,由于含有大量正、负带电粒子,其电磁性质也变得非常复杂。外加稳恒电场时,等离子体表现为优良的导体;而在交变电磁场中,等离子体却能呈现出电介质的性质。由于等离子体的现象和行为复杂多变,对它的性质和状态往往不可能从单项测量直接得出准确的结论,而需要通过对几种参量的并行测量和有关因素的综合分析才能推断出来,所以在对等离子体的研究过程中就逐渐发展出一门“等离子体诊断学”,它通常以实验室中等离子体为主要研究对象。“诊断”的方法和手段有等离子体照相、光谱分析、X射线测量、微波测量、激光诊断、粒子诊断6种。等离子体种类繁多、现象复杂、应用广泛,对这一物质状态的研究正方兴未艾,现在已经成为物理学的一个内容非常丰富的新兴分支;同时,等离子体技术也在许多领域显现出许多重要的应用。

低温等离子体的一个重要应用是磁流体发电。所谓磁流体即是指在磁场中流动的等离子体。火力发电是把燃料的化学能变为热能、再把热能变为机械能,然后带动发电机发电,属于间接发电。这种发

电方式对能源释放热能的利用率较低,最高也只有30%~40%。原子能发电也是间接发电。而磁流体发电则可以使热能直接变为电能,因而热效率大大提高。利用磁流体发电的高温高压废气还可带动普通发电机发电。这些有利条件再加上超导磁体的应用,粗估可使磁流体发电系统的热效率能达到50%~67%。世界上第一座工业用580MW的磁流体发电站已于1989年建成。据分析,若用超导材料制造磁流体发电机的核心部件,磁流体发电的效率可提高到92%以上,可见其发展前景是十分诱人的。

等离子体技术在金属工业的应用也令人鼓舞。由于等离子体的温度高,可以用它切割高温熔点的金属和非金属材料,且切割厚度大、切割速度也快,这种技术称为等离子体切割技术。再如,等离子体能充分熔化难熔的合金,能熔化钢液中难熔的杂质并使之蒸发掉,从而可使金属的冶炼达到“精炼”的目的。微波等离子体的沉淀新工艺也已成功地应用于等离子体的氧化、氮化、碳化和聚合,进而产生了各种高质量的金属膜和合金膜,进一步提高了金属表面的耐磨性和抗腐蚀性。此外,它还用于制备 SiO_2 、 TaO 和类金刚石膜。目前我国已用这种新工艺对各种金属机械、工具、家具、玩具、装饰品等的表面进行高质量的改性加工。

以等离子体发光特性为基础的技术有等离子体光源和等离子体显示。大家知道,常用的光源大致分为3类,即热辐射光源、气体放电光源、固体发光光源。其中气体放电光源是等离子体光源,诸如高、低压水银灯、各种惰性气体放电灯都已普遍使用等离子体光源。等离子体显示技术则是用气体放电发光来进行高精度平面的新型显示技术。它的结构简单,制作成本低,亮度高,寿命长,响应速度快,显示精度也高。电子钟的显示屏和体育竞赛场地计分显示牌都可采用等离子体显示技术。

《我国的气象卫星及其应用》作者简介

张 鉴,男,1977年10月生,浙江慈溪人。合肥工业大学应用物理系硕士,曾作为联合培养研究生在国家卫星气象中心从事大气光学与卫星遥感的研究工作。现已考入东南大学电子工程系攻读博士学位。



刘成岳,男,1975年11月生,安徽淮南人。硕士毕业于合肥工业大学应用物理系,从事物理学原理在工程中的应用,计算机辅助教学研究及大学物理教学工作。现任教于合肥工业大学理学院。

