

金属氢与地球物理场

王光国

(厦门大学)

摘 要

本文根据地球的结构和物理场,以及氢在元素周期表中的位置,和由其电子结构所推断的本身性质,结合近代凝聚态、结构化学和超高压技术的进展,论证氢在地球的下地幔—地核的物理化学环境中,超高压达 10^8 数量级大气压,有足够的热力学位的差值,使氢凝聚成金属氢,它具备自激发电机原理,可阐明地球的磁场、电场和引力场的来源。

导 言

本文在“氢是地球的主要动力源”的基础上,着重于论证在下地幔—地核的物理化学环境中,金属氢的存在及作用的特点,从而解释地球的磁场、电场和引力场的问题。

氢状态的认识

研究地球物理场,应该认识我们处于凝聚物质组成的世界,既是简单的又是复杂的,复杂性是由于基本构成碍块排列的元素的多样性和特殊性。

高压技术进展,使最后的“永恒”气体能够变成液体化。自从物体可以变成一种不能分别液体与气体的状态以后,凝聚状态丧失了它以前的绝对性之最后残余。这样,就不难理解地球内的超高压高温环境中的氢会凝聚进而高度聚集成固态氢和金属氢。有了金属氢(超导体)的存在及作用,地球物理场的问题就迎刃而解。

提出金属氢的依据

已经发现化学元素周期表中的超导元素是相当普遍的。IA族的Cs加压可成为超导体,并可判断同族元素是超导的, H是属IA族的。氢是A₃型的ABABAB……结构,密集六方,配位数12,空间装填74.1%,晶胞特征: $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$,基本的对称元素具有一个6次对称轴。氢是典型的共价键的两个原子之间的结合,共价键的结合力很强。这类晶体具有高力学强度、高熔点、高沸点和低挥发性^[1]。氢气和液氢都没有这些特

性,唯有固态氢(金属氢)才具有这些特性。

美国以鲁奥夫为首的康奈尔小组积极争取达到150万大气压,研制金属氢(89年7月已制成);1973年苏联实验人员报导:在压力达到2.8百万巴时产生金属氢,此时密度转变成 $1.08-1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。金属氢是一种保持室温的超导体。它的意义不仅将使火箭学产生革命性的变化,而且将对解决地球物理的理论和实际的问题,具有现实和深远的意义。

地球内的氢处于超高压的作用下,可以使氢原子建造改变,高度聚集成固态的金属氢。

热力学和动力学的问题

为使气态氢转变成金属氢,要解决热量逸失大于熵(S)值减小而造成的吉布斯函数的增大时,放热并导致更有序状态的反应才会发生。一般的条件是很难实现的,但是, $S = S(T, P)$,即熵是温度和压力的函数,此处参量P是地球系统内的一种物理性质,它能在其中变动(压力随深度增加而增加),从而改变熵。已推导出超导态的熵小于正常态的熵,即超导态比正常态具有更高的有序度〔2〕。这同超导电性的BCS微观描述一致,按照这种描述超导体内的电子凝聚成高度相关的电子对系。

目前对氢气压缩性的测定,是用统计力学法导出的具有第二维里系数的方程式,只有在较低压力时是正确的。实际上,随着氢气的密度接近液体的密度,压力对反应速度常数的影响也越来越大了〔3〕。气相减少液相增加,这是物质在受压时所获得能量将导致气体的电离势能降低〔4〕,说明物质随压力增加熔点升高。液相随着压力的增加到超高压时就会凝聚进而高度聚集成固相,已被实验证明。

目前对超导体的认识,其临界的温度原来只达到 23.3K° 〔5〕,1987年以来,已提高到 130K° 。在地球内的150—360万大气压,2000—3000 $^\circ\text{C}$ 的区域,如何克服氢晶格中每个正离子平均动能(10^{-3}eV 的数量级)?我们从温度实质上是微观粒子平均动能的大小来认识,就知道超高压比常压大于 10^6 数量级,有足够的热力学位的差值克服离子动能。具有两个质子的自旋平行的氢被压缩进行放出310卡/克分子的转变热。热量转移给其它介质向上输送,原子氢与原子氢就能够高度聚集成金属氢。

高压实验证据

1. 碳黑转化成金刚石的温度和压力的关系

1500 $^\circ\text{C}$ 时6万压力;2000 $^\circ\text{C}$ 时8万压力;2500 $^\circ\text{C}$ 时10万压力〔6〕,就发生很大的原子聚集体建造。地壳内部的矿物平衡反应受着高压直接影响的结果,如金刚石是生成于高压高温的超基性岩中。

金刚石合成的实现,解决在高压高温下物质转变过程的热力学和动力学参数,迈开了一步,提供的理论及实际意义是显而易见的。由此可知,在地核中氢的温度是 $-252\text{C} + 3000\text{C} = 3252\text{C}$,在150—360万的超高压作用下,完全能够克服高温的影响,使氢原子聚集体改建成金属氢。

2. 铁在30万大气压下(相当于地球1200—2900公里),从铁结构转变为镍结构的原子建

造(4S的两个电子压缩到3d的轨道上)^[1]。

Fe变成Ni的性质相似,或Ca变成Ti的性质相似,是由于高压使原子核外电子层被压缩,那些比较远离原子核的电子被压入到比较靠近原子核的未被充满的轨道上去。电子排列方式发生了变化,从而引起元素化学性质发生了变化。也就是改变了元素周期律,使原来的七周期缩减为五个周期,称为原子的退化。

在地核的超高压下,元素的物理、化学性质周期性变化完全消失。例如,金刚石在 1.700000kg/cm^2 的强大压力下,竟可以变得象黄油一样流动。实验证明,硫在冲击压力约为230000大气压时,就呈现金属的导电率^[6]。在150万大气压以上的作用下也可以成流体。硫在地球内的含量仅次于氧和硅,比碳大 10^2 数量级,且容易和Fe、Ni等等金属组成化合物,以及地核是还原环境(缺氧)。由此推测,外核流体有硫及化合物组成,它们和金属氢组成自激发电系统。

天体和地球的磁场对比

据估计,氢占宇宙所有原子的90%以上。木星中的 H_2 80%,He18%。在木星内部的巨大压力下,固体分子氢转变为金属氢^[7]。最近天文发现了木星同它的一个卫星有电流通过,电流强度达五百万安培。

水星磁场与地球、木星的磁场属于同一类型—偶极型;太阳的质量 $2.0 \times 10^{33}\text{g}$,中心物质密度 $130\text{—}160\text{g/cm}^3$,极区磁场强度53高斯,总体积的78.4%是氢元素,而地球的质量 $6.0 \times 10^{27}\text{g}$,中心物质密度为 $13\text{—}16\text{g/cm}^3$,极区磁场强度0.61高斯。

上面资料表明,星球的物质组成具有一致和规律性的。和在前面已论证了地球的超高压环境存在一定量的金属氢所产生的磁场类型、强度来对比,是符合实际情况。

金属氢的特性与地球物理场

地球内超高压对氢的相转变影响的特性和结构的基本规律性,这是聚集的一个共同特点在压力增加时大大加速,使体积缩小密度增大(熵减小)。即超高压克服了原子热运动(势能)、原子的范德华半径所圈定的球体重迭部分的变化,并且克服很大的位阻或多数相互作用的原子按严格一定的空间排列的聚集。

金属氢是原子核与原子核彼此靠近甚至重迭,而形成电子云分布(围绕共有核)的运动,电子更强烈地为原子核中的质子所吸引的晶体(目前国际上比较一致认为,密度 10g/cm^3 以上),因此它的核力和引力大,库仑力小。由于金属氢的电子是比原能级较高的靠近核吸收能量,而在高温热运动的影响,能够激发成为自由电子,产生导电性,并且可能被激发形成一系列的激发态放出能量。

由上可知,在超高压作用下,原子和中子“粘”在一起,因此原子核的强核力与引力大,使元素的体系(晶体)趋向稳定。这与地面物体中吸引是电磁性质的完全不同,而是强核力吸引为主。高温有利于电磁力和弱核力,使一些元素变得不稳定,从而形成某些放射现象。可能外核中的硫及化合物,是处于凝聚与反凝聚的不稳定状态的流体,因此地震横波(S)无法通过。

弱电相互作用统一的Glashow—Weinberg—Salam模型^{*},证明了电磁力和弱核力合并成一种力——“弱电”。在地球内的超高压下,物质的引力和强核力表现突出,因为它们是统一和相互转换的,就可用强引相互作用统一,证明引力和强核力合并一种力——“强引”。研究地球超高压高温环境的物质特性,对宇宙间存在四种互不相关的基本自然力(表面看来):电磁力、弱核力、强核力和引力,有了对立统一的认识。反过来,加深了对地球动力和能源的统一性、连续性和相互依赖性的认识。

现在,不仅可以做出许多定性的结论,而且可以在很大程度上定量地预知在地球中心压力范围的物质状态及物理化学过程的主要规律性。

地球内的金属氢是超高压下电子层改建的晶体,所有价电子是属于整个晶格的,而价电子是沿着定向的表面流动的超导体。金属的电子沿表面运动,已被用光电子能谱仪检测的结果,表面研究带给人们前所未有的新知识。

金属氢自由电子运动所生的压力密度很大,使电子的能量增加,运动加快。在地球不断旋转(公转和自转)的带动下,电子运动不息,因此金属氢的自激发电机运转不息。

按照电磁学原理,任何物质的磁性都是带电粒子运动的结果。金属氢的核磁和电子磁矩(电子沿轨道运动和电子自旋运动都会产生磁矩)的本身磁性,并且在电子不停运动下,可以提供初始磁场所需的电流 10^9 安培数量级。外核导体在电场或磁场中运动时,会产生感应电流或感应磁力,增强了电场或磁场,它们经历了几个时期的变动而到现在的电场和磁场。

地磁回反的周期性问题,由于磁性的物质运动到磁场中时,当磁场大到一定程度时,取向不利的次格子中的磁矩会突然翻转,可能是外核导电液体造成。或者外磁场破坏了磁性物质的有序排列的反序作用,还是通过内因作用。

电流、磁场和电场是相关的,符合麦克斯韦方程。可用描述磁场的方程式: $B = \text{Cur}|E$ 及 $\text{Cur}|H = J + D$,说明它们的相互关系,即电生磁,磁生电的相互转换。

关于引力场,地球中心是质量高度聚集的物质会产生引力。例如,金属氢是质量高度聚集晶体,会形成高引力区域。这是地球引力场的根源。

结 论

在目前还得不到地球深部的物质的物理化学参数之前,应用近代相关学科的研究成果数据,结合地学已有的资料,进行类比、印证,论证在下地幔—地核的物理化学环境中存在凝聚态氢和金属氢。超导氢是地球磁场、电场和引力场的基础。并且论证硫及化合物是外核流体的导电物质,和金属氢组成自激发电系统。

由电场、磁场、引力场、热能(氢和放射性元素)和转动能(公转和自转)等共同组成地球的动力和能量的体系。

(本文1989年9月20日收到)

^{*}诺贝尔奖获得者

参 考 文 献

- [1] (英) E. 卡特迈尔等, 原子价与分子结构, 宁世光译, 人民教育出版社, 1981.
[2] A. C. 罗斯—英尼斯等, 超导电性导论, 章立源等译, 人民教育出版社, 1987.
[3] A. B. Чернышев, B. C. Альшулер, ДАН, СССР, 56, 495, 1947.
[4] 米克秒, 超导电性及其应用, 科学出版社, 1980.
[5] M. Г. 郭尼克别尔格, 高压下的化学平衡和反应速度, 章庆昆等译, 科学出版社, 1966.
[6] A. C. Карпенко, A. M. Маревич И Ю. Н. Рябинин, Журн. эксн. теор. Физ. 23, 468, 1952.
[7] 戴文赛, 天体的演化, 科学出版社, 1977.

METAL HYDROGEN AND GEOPHYSICAL FIELD

Wang Guangguo

(Chemistry Department, Xiamen University)

Abstract

In this paper, according to the structure and physical field of the earth, and considering the nature of the hydrogen deduced by its position in periodic table of elements and its electronic distributions and combining the developments of modern condensed states and structural chemistry with ultra-high pressure technique, it is shown that under physical chemistry environments of lower mantle-core, hydrogen encounters about 10^6 atm. ultra-high pressure and possesses sufficient potential difference of thermodynamics. Therefore, the hydrogen may be condensed to be metal hydrogen which can principally be regarded as self-excited generator. It reveals the origins of magnetic, gravitational and electric fields of the earth.