

- [60] Roberts S T, Loparo J J, Tokmakoff A. *Journal of Chemical Physics*, 2006, 125, 8
- [61] Finkelstein I J, Ishikawa H, Kim S *et al.* *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2007, 104, 2637.
- [62] Wang J P, Chen J X, Hochstrasser R M. *Journal of Physical Chemistry B*, 2006, 110, 7545
- [63] Woutersen S, Mu Y, Stock G *et al.* *Chemical Physics*, 2001, 266, 137
- [64] Zanni M T, Hochstrasser R M. *Current Opinion in Structural Biology*, 2001, 11, 516
- [65] Kumar K, Sinks L E, Wang J P *et al.* *Chemical Physics Letters*, 2006, 432, 122
- [66] Beckerle J D, Casassa M P, Cavanagh R R *et al.* *Chemical Physics*, 1992, 160, 487
- [67] Khalil M, Demirdoven N, Tokmakoff A. *J. Chem. Phys.*, 2004, 121, 362
- [68] Bodis P, Timmer R, Yeremenko S *et al.* *Journal of Physical Chemistry C*, 2007, 111, 6798
- [69] Fang C, Bauman J D, Das K *et al.* *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2008, 105, 1472
- [70] Rubtsov I V, Kumar K, Hochstrasser R M. *Chemical Physics Letters*, 2005, 402, 439
- [71] Bian H T, Zhao W, Zheng J R. *J. Chem. Phys.*, 2009, 131, 124501
- [72] Cervetto V, Hamm P, Helbing J. *Journal of Physical Chemistry B*, 2008, 112, 8398
- [73] Chung H S, Ganim Z, Jones K C *et al.* *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2007, 104, 14237
- [74] Chung H S, Khalil M, Smith A W *et al.* *Review of Scientific Instruments*, 2007, 78, 10
- [75] Chung H S, Ganim Z, Smith A W *et al.* *Transient 2D IR spectroscopy of ubiquitin unfolding dynamics*, 2007
- [76] Bredenbeck J, Ghosh A, Smits M *et al.* *Journal of the American Chemical Society*, 2008, 130, 2152
- [77] Ghosh A, Smits M, Bredenbeck J *et al.* *Review of Scientific Instruments*, 2008, 79, 9

· 物理新闻和动态 ·

物理学家们关注疫苗的接种

在全球各种疾病发生传染的时期,如果无限制地使用疫苗,当然可以使一种疾病得到根治.但当疫苗的生产成本昂贵、疫苗不易贮存和保存寿命很短时,就会造成疫苗短缺而使疾病发生传播,有时还可以造成疾病快速地变异.在这种有限疫苗的情况下,人们是不可能全面地处理疾病的,只可能有一小部分人能得到预防保护,而其他人员将会受到伤害.因此美国 Michigan 州立大学的 M. Khasin 和 M. Dykmen 教授以及以色列 Hebrew 大学的 B. Meerson 博士对“在有限疫苗情况下,如何能最大限度地控制疾病传播”这个课题进行了研究.他们的主导思想是如何能加快疾病的自然衰减,即疾病可以自发地消亡.这种想法虽然不太有把握,但并非不可能.这种过程可以发生在特定的环境下,例如在一个学校内,部分患有传染疾病的学生恰好坐在教室的某一角落,而那里的通风条件非常好,这时疾病就不会传染给健康的学生.

在疾病的传染期,通常的情况是得病的人数与康复的人数在进行竞争,这两种人数之比在达到动态平衡之前会发生振荡. M. Dykmen 教授的研究组发现,如果选择合适的时间进行疫苗接种,将会使消灭疾病的概率大大增加,甚至于只要用少量的疫苗即可.这里的关键是要选择得病者人数与康复者人数非常接近的时机进行疫苗接种,这时会使健康人被传染的机率达到最小.当被传染者的人数远大于康复者人数时,没有接种疫苗的健康人被疾病传染的机率最大.这个研究表明,对有限的疫苗进行接种需要进行科学的管理.研究表明,当得病者与康复者这个系统达到动态平衡时,即达到系统的共振区域时加上疫苗接种这个脉冲会达到显著的效果.

这个计算的数学模型是将所有的人都看成是一群处于势阱中的粒子,热涨落是一个很重要的参量,它可以为粒子提供从势阱中逸出的能量.总粒子数中接种疫苗者的数量是很小的,但他们的存在实际上是降低了势阱的高度.从量子力学的角度来看,这个势阱高度的降低虽然很小,但却增加了粒子逃逸的概率,其中很重要的一点是要使势阱高度的升降频率与粒子的振荡频率发生共振.将选定疫苗接种时间应用在实际问题中进行模拟后发现,只要在总人群中少量个体进行疫苗接种就能在 3-5 个月内控制疾病的传染.若对疫苗接种的时机选得不合适,则可能使疾病的治疗带来困难.有些传染疾病是随着季节发生变化的,例如感冒,这时疫苗接种的管理是与疾病发生的频率和相位间有着很大的关系.反之,对于没有季节特性的传染疾病,它的发病相位与疫苗接种时间之间的相关性就很小.

M. Dykmen 教授认为,他们关于疫苗接种时机的研究只是一个初步的工作,还需要在频率共振这个概念上继续进行一系列的统计工作,以便发现在学校和军营这种人群集中的地方传染病的演化和疫苗接种间的相关性和共振特点.

(云中客 摘自 Physicsworld.com, 12 January 2010)

5 结束语

复杂系统研究已经成为物理学发展的一个重要方向。Science 杂志在 1999 年就曾发表专辑阐述了复杂性研究对众多学科的可能影响。2004 年,中国科学院在对基础研究的长期规划中,确定复杂系统研究为 14 个重点领域之一。国务院 2006 年发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要》多次论述了系统科学和交叉学科,明确指出“复杂系统、灾变形成及其预测控制”是面向国家重大战略需求的基础研究,要求“重点研究工程、自然和社会经济复杂系统中微观机理与宏观现象之间的关系,复杂系统中结构形成的机理和演变规律,结构与系统行为的关系,复杂系统运动规律,系统突变及其调控等,研究复杂系统不同尺度行为间的相关性,发展复杂系统的理论与方法等。”可见,复杂性研究以及交叉学科对我国中长期科学发展的重要意义已经逐渐被大家所认识和接受。从物理学发展的角度讲,在我们了解微观世界的物质结构和宏观世界的宇宙演化后,宏观世界中的复杂系统无疑将成为物理学发展的一个重要领域,而物理学在这一领域内的发展,将有助于我们进一步了解生命的奥秘。

参考文献

- [1] [英]P·戴维斯著·徐培译·上帝与新物理学·长沙:湖南科技出版社,2007. 52 [Davies P, Xu P trans. God and the New Physics. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2007. 52 (in Chinese)]
- [2] [美]L·贝塔朗非著·林康义等译·一般系统论:基础、发展和应用·北京:清华大学出版社,1987 [VonBertalanffy L. Lin K Y trans. General system theory: Foundations, Development,

- Applications. Beijing: Tsinghua University Press, 1987 (in Chinese)]
- [3] 北京大学现代科学与哲学研究中心编·复杂性新探·北京:人民出版社,2007 [Research Center of Modern Science and Philosophy, Peking University. New Investigation on Complexity. Beijing: China People's Publication House, 2007 (in Chinese)]
- [4] 钱学森著·创建系统学(新世纪版)·上海:上海交通大学出版社,2007 [Qian X S. Creating Systematology (New century edition). Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 2007 (in Chinese)]
- [5] 戴汝为·自然杂志,1997(4):187 [Dai R W. Nature Magazine, 1997(4): 187(in Chinese)]
- [6] 郭雷,许晓鸣主编·复杂网络·上海:上海科技教育出版社,2006 [Guo L, Xu X M eds. Complex Networks. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2006 (in Chinese)]
- [7] G·尼科利斯,I·普里戈金著·徐锡申等译·非平衡系统的自组织·北京:科学出版社,1986 [Nicolis G, Prigogine I. Xu X S Trans. Self-organization in Non-equilibrium Systems. Beijing: Science Press, 1986 (in Chinese)]
- [8] G·尼科利斯,I·普里戈金著·罗久里等译·探索复杂性·成都:四川教育出版社,1986 [Nicolis G, Prigogine I. Luo J L et al. trans. Exploration of Complexity. Chengdu: Sichuan Education Publishing House, 1986 (in Chinese)]
- [9] H·哈肯著·徐锡申等译·协同学引论·北京:原子能出版社,1984 [Haken H. Xu X S et al. trans. Introduction to Synergetics. Beijing: Atomic Energy Press, 1984 (in Chinese)]
- [10] H·哈肯著·郭治安译·高等协同学·北京:科学出版社,1989 [Haken H. Guo Z A. trans. Advanced Synergetics. Beijing: Science Press, 1989 (in Chinese)]
- [11] 沈小峰,胡岗,姜璐编著·耗散结构论·上海:上海人民出版社,1987 [Shen X F, Hu G, Jiang L. Dissipative Structure Theory. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1987 (in Chinese)]
- [12] J·霍兰著·周晓牧等译·隐秩序:适应性造就复杂性·上海:上海科技教育出版社,2000 [Holland J. Zhou X M et al. trans. Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2000 (in Chinese)]

· 物理新闻和动态 ·

激光聚变

美国研究人员声称他们在激光聚变方面已取得关键性的突破,并预期在 2010 年年底之前创造出发生持续核反应的条件。美国的国家点火装置(NIF)2010 年发表了第一个科学实验结果,其中激光强度创造了新的世界记录。

国家点火装置超过预算 4 倍并且比计划落后了 5 年,该装置自从 2009 年 3 月在 Lawrence Livermore 国家实验室(LLNL)开始运行以来,一直承受着压力。国家点火装置的主要目标是将几束能够产生 180MJ 能量的激光(比现有的激光装置能量高 60 倍)射向一个直径为 2mm 的空心铍球。

将所有的能量沉积到一个很小的体积上,将小球内的氘和氚挤压到一起,发生点火。这是氘和氚发生持续的核聚变并产生多余能量的关键。

国家点火装置的科学家用 192 束激光同步地打那些小靶,在 100 亿分之一秒的时间内在靶中沉积 680kJ 的能量。这比以前实验中的功率大 20 倍以上。

国家点火装置项目是由美国政府、工业和学术界合作进行的,目的在于保护国家和全球的安全。近期内的一种应用是利用该装置验证核武器的计算机模拟,以确保美国的核武库是安全的。长期计划是希望国家点火装置能够导致实际的聚变能。研究论文发表在 Science (2010, 327, 514)上。

(树华 编译自 Physics World News, 29 January 2010)

传授种种实验知识。那时我做的课题是晶体的生长与螺位错光学观测，先在葛老师和祁鸣老师的指导下利用水溶液法生长晶体。我至今清晰地记得当我们把长成的透明晶体放在天蓝色丝绒上拍照的情景，灯光下小小的晶体晶莹剔透，各个小面反射着柔和的光线，真是美极了。接着我们把晶体放在显微镜下观察它的特性，再进行模拟计算，整个过程都非常有意思。从此，我对物理的兴趣更加浓厚了。不仅如此，由于做这个课题时既做实验又涉及计算，我对实验和理论计算都有了一点感觉，不再陌生和惧怕。把理论推导和计算、实验设计和测量两者有机的结合在一起，后来成为我研究的特色。

大学生活也是丰富多彩的，物理系学生在南大校园里是相当活跃的。记得当时，我也几乎每年都参加学校的运动会和纪念“五四”的活动，我们曾获得过校“五四”火炬接力赛的团体冠军。我们物理系也不乏才男俊女，且不说逢年过节的各种庆祝活动，单单是我们年级在物理楼大露台举办的晚会，就让人难以忘怀。那夜皓月当空，半导体班清脆的女生小合唱、激情的自创诗朗诵，核物理班男生拉起悠扬的“小夜曲”，晶体班缠绵的男女声二重唱……久久地回荡在秋天高远的夜空。我也特别怀念我们晶体班的活动，我们班二十人在大一大二时几乎每个周末都有集体活动，春游牛首山，秋赏栖霞红叶，而夜游玄武湖几乎成了我们班会那时的保留节目。明城墙下，紫金山上，秦淮河畔……处处留有我们物理人的青春足迹。

我很庆幸，拥有如此美丽的学物理的开始期。我

以为，如今我还能做一点点物理研究是得益于当年所受的教育；如今我能感受点点滴滴的生活乐趣是得益于当年对人生的感悟……大学时光是我生活中永远的基石。最后，我想特别感谢在物理系辛勤工作的那一批批老师们，有了你们，才使一个个当年的“我”拥有如此美好的学物理的“开始”。今天，我也在尽自己微薄之力，愉快地延续这份光荣的使命。

时值“三八”之际，特别希望越来越多的女生成为快乐的物理人，祝姐妹们节日快乐！

彭茹雯教授简介

彭茹雯，女，现任南京大学物理系和固体微结构物理国家重点实验室教授、博士生导师。在南京大学物理系完成本科、硕士、博士学习，1998年获得博士学位。1993年和2001年曾分别在荷兰Twente大学应用物理系和意大利CNR-IME做合作研究。自1989年起从事金属和介电微结构与光电性质的研究，在国际一流学术刊物和国际核心期刊上发表SCI论文77篇，其中包括在Physical Review Letters、Applied Physics Letters、Physical Review B (A, E)上发表论文35篇。申请国家发明专利3项，其中已获得授权的1项。2002年获得霍英东教育基金会第八届青年教师基金奖励。2005年入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”。2006年获得“国家杰出青年科学基金”资助。2009年获得全国“三八”红旗手荣誉称号。

· 物理新闻和动态 ·

光子感应的近场电子显微镜

我们能否探测到纳米结构附近的光场？这个问题在光学敏感器和信息处理的应用中十分重要。最近，来自美国加州理工大学的Barwick等，在Nature周刊上撰文报道了他们所发明的新颖显微技术。在这项新技术实验中，研究者将光脉冲和电子脉冲同时投射到被研究的纳米样品，通过分析电子的能量损失（或增益），探测到了纳米结构附近的光场。该装置被命名为光子感应的近场电子显微镜（photon-induced near-field electron microscopy，PINEM）。这台显微镜就像是一台幻灯投影仪：从光源发出的光束，通过幻灯片，最终在大屏幕上获得放大的图像。在PINEM中，主光源不是光束而是电子束，幻灯片被代之以捕获于纳米结构附近的光场。

普通的自由传播的散射光，其强度随离开样品的距离而指数衰减。与散射光不同，在PINEM中，捕获于纳米结构附近的光场，是倏逝（evanescent）波光场。倏逝是很快逝去的意思，然而在光脉冲激发后的短暂瞬间，倏逝波可与电子束相互作用，以至于电子通过吸收（或发射）光子，增加（或损失）能量。接下来，采用能量滤波技术，PINEM仅仅选择并收集那些经历了能量增益的电子。结果是，最终由这些电子所形成的图像保留了亚纳米尺寸的空间分辨率（其中的原理类似于传统的高分辨透射电子显微镜）。显然，被收集到的那些经历了能量增益的电子，其数目正比于倏逝波光场的强度。

在这项新颖的显微技术的研究中，研究者使用两个同步飞秒光脉冲：一个直接射向显微镜的电子枪，通过光发射过程产生主光源电子束；另一个强光飞秒脉冲则瞄准被测样品，以产生与纳米结构相应的倏逝波光场。为了能够实现倏逝波与电子束的相互作用，两个飞秒光脉冲各自的持续时间以及相对延时，在实验中被给予了特别关注。最终的成像具有“纳米—飞秒”级的“空间—时间”分辨率。这一分辨率大大超出了先前使用近场光学显微镜所做出的探测。在近场光学显微镜中，由于扫描探针的尺寸限制，它的空间分辨率只能达到数十纳米。

（戴闻 编译自 Nature, 2009, 462, 861 ; 902）

NIST SRM 1976(Al_2O_3)混合,再分别收集样品的 X 射线粉末衍射数据.利用后两次收集的数据以获得衍射峰准确的 2θ 值以及用于定量相分析使用的 RIR 值.

X 射线衍射实验数据的处理:确定试样衍射的 2θ 值时,用混合有高纯 Si 粉作内标物质的合金 X 射线衍射谱来确定.作 $\Delta 2\theta - 2\theta$ 校正曲线,校正函数为 $\Delta 2\theta = a_1 + a_2 \cos \theta + a_3 \sin 2\theta$.对于 $\text{K}\alpha_1$ 、 $\text{K}\alpha_2$ 未分离的低角度线则采用 Jade5.0^[4] 软件中的 $\text{K}\alpha_1$ 、 $\text{K}\alpha_2$ 分离程序进行处理.数据中的 X 射线波长 $\lambda = 0.154178 \text{ nm}$.对 X 射线衍射数据的所有衍射峰进行指标化,将得到的晶胞参数进行最小二乘法修正得到精确的合金的点阵参数.用 LAZY 程序计算出衍射峰位置、强度与实验获得的峰位、强度进行比较,找出没有指标化的峰;根据比较的结果,补上相对强度超过 1% 的衍射峰,再进行指标化;反复比较,指标化.检查每个峰 2θ 的观察值和计算值都在误差范围之内(0.03°),而且指标化的可靠性因子 $F_N > 20$.将指标化得到的衍射峰 2θ 值及其强度等列成表格,即得到合金的 X 射线衍射实验数据.

5 展望

研究和探索价格低廉且性能优良的材料仍然是当前科研工作者的任务.在稀土—过渡族金属基三元系合金中存在丰富的三元化合物,有可能存在其他新型的高性能的功能材料,需要材料科技工作者通过持之以恒的基础研究去发现和挖掘.

参考文献

[1] He W, Zhang J L, Zeng L M. *J. Alloy Comp.*, 2006, 424:105

[2] 梁敬魁. 粉末衍射法测定晶体结构. 北京:科学出版社, 2000 [Liang J K. *Methods of structure determination from powder diffraction data*. Beijing: science press, 2000(in Chinese)]

[3] 梁敬魁, 陈小龙等. *物理*, 1995, 24, 483 [Liang J K, Chen X L *et al.* *Wuli(physics)*, 1995, 24, 483(in Chinese)]

[4] Jade5.0, XRD pattern processing Materials, Data Inc. 1999

[5] Smith G S, Snyder P L. *J. Appl. Cryst.*, 1979, 12, 60

[6] Rietveld H M. *Acta. Crystallogr.*, 1967, 22, 151

[7] Rietveld H M. *J. Appl. Crystallogr.*, 1969, 2, 65

[8] Zeng L M *et al.* *J. Alloy Comp.*, 2003, 353 ;L5

[9] He W, Zeng L M *et al.* *J. Alloy Comp.*, 2008, 458 ; 83

[10] He W, Zeng L M, Zhang J L. *J. Alloy Comp.*, 2008, 455;221

[11] Qin P L, Chen Y Q. *Mat. Chem. Phys.*, 2008, 109, 515—518

[12] Zeng L M *et al.* *J. Alloy Comp.*, 395 ; 104

[13] Zeng L M *et al.* *J. Alloy Comp.*, 421 ; 42

[14] Zeng L M *et al.* *J. Alloy Comp.*, 461;300

[15] He W, Zhong H C *et al.* *J. Alloy Comp.*, Available online 7 Dec. 2007

[16] He W, Zhang J L *et al.* *Rare Metals*, 2008, 27, 623

[17] 何维, 张吉亮, 曾令民. *稀土*, 2006, 27, 33 [He W, Zhang J L, Zeng L M. *Chinese Rare Earths*, 2006, 27, 33(in Chinese)]

[18] He W, Zhang J L, Zeng L M. *J. Rare Earths*, 2006, spec-issue; 56

[19] Chen Y Q, He B *et al.* *Powder Diffraction*, 2008, 23, 26

[20] Wei X Z, Liu H R, He W *et al.* *Mat. Let.*, 2008, 62, 615

[21] Zeng L M, Xu X J *et al.* *J. Alloy Comp.*, 2005, 393, 171

[22] Zeng L M *et al.* *J. Alloy Comp.*, 366; 187

[23] Zeng L M, Qin P L. *Mat. Chem. Phys.*, 2008, 112, 934

[24] Qin P L, Chen Y Q. *Mat. Let.*, 2008, 62, 4393

[25] Qin P L, Chen Y Q. *J. Alloy Comp.*, 2008, 463; 34

[26] Qin P L, Nong L Q *et al.* *Key Engineering Materials*, v 353—358, n PART 4, *Progresses in Fracture and Strength of Materials and Structures— Selected peer reviewed papers from the Asian Pacific Conference Fracture and Strength 2006, (APCF5 06)*, 2007, 3043—3046

[27] Zeng L M, Lin G Q *et al.* *J. Rare Earth*, 2005, 23, 332

· 物理新闻和动态 ·

行星物理启发新的磁约束设计

美国的科学家模拟了行星核心所产生的磁场的结构,他们设计了一种可能利用核聚变产生电能的方法.这项工作也为空间物理学家建立行星磁场的动力学模型和行星磁场与来自空间的带电粒子相互作用的模型提供了机遇.

核聚变是恒星的能源,它能释放出巨大的能量并形成更重的元素.一些物理学家认为,在地球上在高温下使氦与氦发生反应形成氦-4 和一个中子的聚变可以成为一种能源.丰富的原料、不直接释放二氧化碳和非常少的有害物质是聚变的主要优点.

实现适当的温度和压力的最有效途径之一是利用磁场约束等离子体.在大多数实验中,等离子体是被约束在一种叫做 tokamak 的面包圈形的大容器内.但是到目前为止,物理学家从 tokamak 中得到的能量并不多于对等离子体加热和约束等离子体所消耗的能量.

在最近的研究中,哥伦比亚大学的 Michal Mauel 和他的同事们受到对行星磁场观察的启发,探索了另一种设计.在一个漂浮偶极实验(LDX)中,他们使用强大的磁场将一块半吨重的磁铁悬浮起来.用它来操控在钢圈结构中的 10^7 K 的等离子体.实验结果证实了研究者的预言,在磁室内的随机扰动使等离子体的密度增加,这是向着聚变迈进的关键一步.有关论文发表在 *Nature Physics* (24 January 2010)上.

(树华 编译自 *Physics World News*, 28 January 2010)

宇宙加速膨胀与 Ia 型超新星起源研究

关于宇宙加速膨胀,让我们从哈勃定律说起.在爱因斯坦广义相对论发表(1916年)的十多年后,哈勃根据对遥远天体的观测发现,星系离我们而去的退行速度 v ,与其到地球的距离 r 成正比;即 $v = H_0 r$,这里 H_0 是哈勃常数.以 r 为纵坐标, v 为横坐标作图,按照哈勃定律应该得到一条直线,而直线的斜率应为 $1/H_0$. H_0 可以被粗略地理解为宇宙膨胀的相对速率, $H_0 = v/r = (dr/dt)/r = (dr/r)/dt$,它的值约为 $0.07/(10$ 亿年).在 r 和 v 的关系图上,大的 r 或大的 v 代表宇宙的去,而原点附近则代表现在.如果在宇宙的历史上,膨胀的速率发生过变化,则 $r(v)$ 直线会发生弯曲.特别是,如果宇宙加速膨胀(即过去的膨胀速率较小, H_0 较小),则在大 r 附近,斜率 $1/H_0$ 将逐步有所增大,结果 $r(v)$ 表现为下凹曲线.

上述关系,体现在观测上,是要对“星体的表观亮度与红移量 Z 的关系”作双 \lg (对数)图.表观亮度=发光强度/ r^2 ,显然, \lg (星体的表观亮度)正比于 $-\lg(r)$,而 $\lg(Z)$ 正比于 $\lg(v)$.1998年,两个独立的国际合作天文观测组,基于他们对Ia型超新星的观测研究,得出结论:宇宙或许正在加速膨胀.研究者的证据是:离我们越远的Ia型超新星,看上去比它们应有的亮度更暗;或者说,在高红移 Z (即高 v)处,Ia型超新星通过其表观亮度定出的距离 r ,比按照 $r(v)$ 直线所预期的要大,这时 $r(v)$ 表现为下凹曲线.

在有关宇宙膨胀速率的测量中,要求有发光强度固定不变的“标准灯”,这就是Ia型超新星.这类超新星的光变曲线有明显的规律,在爆发后的三星期,其发光强度达到最大.此外,还有一些特征(如光谱)可用于对Ia型超新星的辨认,并且对可能产生的误差做出修正.既然Ia型超新星是我们测量宇宙膨胀速率的标准灯,就有必要对其起源以及爆发过程进行深入的研究.一种有效的研究方法是仿真模拟.比较公认模型认为:Ia型超新星是“碳-氧”白矮星的热爆炸事件;要想点燃碳的热核聚变,白矮星事先必须从附近恒星吞食质量(附近恒星外层的氢),或者通过与另一颗白矮星的融合大大增加质量.最近,来自德国马克斯-普朗克天体物理研究所的Pakmor等,在Nature周刊上撰文,报道了他们所完成的一项模拟研究工作——“等质量白矮星融合引发亚光度Ia型超新星”.

Pakmor等的工作在光变周期和光谱方面与观察到的情况十分接近,不过发光强度比正常Ia型超新星要弱,只能算是亚光度Ia型超新星.有关专家认为,Pakmor等的工作首次从理论的角度证实:通过白矮星融合引爆Ia型超新星的方案,是可行的.然而,也有令人担心的问题:宇宙加速膨胀的测量结果是基于对Ia型超新星表观亮度的观察,现在Ia型超新星的发光强度分布不均,是否会对宇宙加速膨胀的结论产生影响?要回答这个问题,现在为时尚早.为此,对天文界的要求是:通过更全面的物理机制分析,完善对Ia型超新星的分类;并使我们关于宇宙膨胀的研究,用上更为可靠的标准灯.

(戴闻 编译自 Nature, 2009, 463, 35; 61)

混沌磁场

物理教科书中通常把磁力线表示为绕着带电导线的的一个封闭回路.然而在等离子体中,由于其中的电流方向很复杂,所以磁力线也不能形成一个封闭曲线,却常常表现为一个在三维空间中有无穷多次环绕的线团,也就是一般称为的混沌磁场.早在十几年前在核聚变反应和对太阳与大气层的研究中就已涉及到混沌磁场的问题.

传统上总是把磁场的混沌性局限于等离子体范围,但最近日本大阪城市大学的 Makoto Hosoda 教授和他的同事们利用计算机模拟方法证实,在简单的电路中,只要作一定的角度配置后就能产生出混沌磁场.他们的实例都是来自于实际的小型电路,如电视机、计算机和手机中的配置电路.他们计算的第一个电路是由两个相邻并相互间以 90° 夹角相交的环形导线所组成.模拟时,在两个环形导线附近任选一个点作为起点来计算磁场值,然后沿着磁场增加的方向移动并连续地计算各点的磁场数值.利用这个技术,研究组得到了一条磁力线的路径.图像显示,磁力线在两个环形导线中穿出穿进,但没有直接的折回轨迹.为了证明这是一个混沌现象,研究组将起点作一点小小的变动,就发现磁力线的轨迹有很大的改变,这正是经典混沌现象的特征.

在这个基础上,研究组又开展了其他电路的研究,同时将地球磁场叠加上去.首先考虑了一个厘米量级宽度的闭合回路,其中的电流是10A,加上地球磁场后进行计算,这时均匀的地磁场控制了电流引起的磁场,因而不产生混沌,磁力线开始绕着导线旋转,然后以直线形式离开系统.接着他们又从实际的小型设备中挑选出一组典型线路,这时内部的磁场比较强,所以地球磁场的作用就被抵消了,磁力线显示为混沌磁场.他们在研究后认为,这种强混沌是一件好事,因为磁场如果是非混沌的,那么从原则上讲,磁场将足够强,而且会在某一位置干扰电流的流动,相反,磁场如果是混沌的,则可以抹去宏观磁场,并保证现代小型装置中操作的稳定性.

这项研究工作是针对现有许多装置中存在的实际问题进行数值模拟,指出其中磁力线的复杂性.因此, Makoto Hosoda 教授的团队准备建立一个以“米”为量级的实物模型来作进一步的研究,混沌磁场的存在会改变磁传感器,这样就能跟踪单个的磁力线,另外电子束的散射模式也是依赖于具体的磁场特点的.

(云中客 摘自 Physical Review E, December 2009)