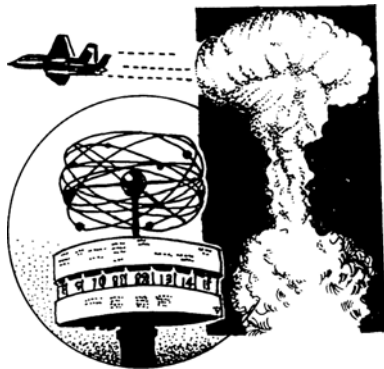




哥本哈根会晤之谜

曾泽钦

在丹麦举行的联合国气候变化大会使哥本哈根再次成为世界关注的焦点。此前，在哥本哈根曾有过一个科学史上的著名“悬案”。

我们知道，20 世纪的物理学是由相对论和量子力学建构起来的。前者打破了牛顿物理学的绝对时空框架，后者则把概率引入自然的内在机制，使决定论在微观世界中被概率论所取代。1927 年德国物理学家沃尔纳·海森堡证明了所有关于粒子运动的描述，都遵循“测不准原理”：你越准确地知道它的位置，你所知道的它的动量就越不准确；反之亦然。1928 年他的老师尼尔斯·玻尔用“互补原理”把海森堡的粒子理论和薛定谔的波动理论联系起来。按照该原理，只有结合粒子形式和波动形式的描述，才能完备地理解电子的诡异行为。测不准原理和互补原理，至此被确立为量子力学的哥本哈根诠释的支柱。但是第二次世界大战时，风声屡作，人心惶惶，祸乱相寻，致使第三帝国人才日趋凋零。海森堡留在了德国并以“铀俱乐部”首席理论物理学家的身份主持原子弹的研究。而玻尔则在德国的占领区丹麦从事科学研究，1944 年才前往美国新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯，参与“曼哈顿计划”，这对同盟国最终研制成功原子弹起到了关键性的作用。

1941 年 9 月海森堡曾与玻尔有过一次短暂的会晤，地点就在哥本哈根。海森堡是去打探玻尔及盟军对原子弹的了解有多少，还是在设法拖延纳粹研究原子弹的同时，劝说玻尔阻止盟军研究这种大规模杀伤性武器？处此非常之时，人心惟危。会晤当然没有留下纪录，而且会晤后两人对内容均讳莫如深。英国剧作家迈克尔·弗雷恩曾依据鲍尔斯的《海森堡的战争》一书中所描绘的两位量子力学巨擘彼时的秘密会晤，创作了一出荡人心肺的科学历史剧——《哥本哈根》，本文所要介绍的书便是他的同名剧本。书中展现了玻尔及其夫人玛格丽特，还有海森堡三人去世多年后在某个时空重聚，不断地回首前尘往事，追忆会晤的前因后果。

从书中首先可以得知原子弹的原理：当一个中子轰击铀 235 原子核时，会使其分裂出钡原子和氪原子，同时放出更多的中子去进一步轰击别的原子核。这样引起的“链式反应”在每次分裂时都会释放巨大能量。然而铀 235 的同位素铀 238 并不容易裂变，并且后者在天然铀中占了 99% 以上，所以必须提高铀 235 的浓度才能引发链式反应，不然中子就会被铀 238 吸收掉。但分离出足够的铀 235 需要大量人力物力，这项工作战争期间是极其困难的。德国科学家也意识到了另一种可能的方法：虽然铀 238 本身不能分裂，但它吸收中子后会变成镎，镎将衰变成另一种新元素——钚。而钚和铀 235 一样，是可以形成链式反应的。前提是要有一个原子反应堆，制造原子的反应堆需要中子减速剂。一种很好的减速剂是重水，但对德国来说，唯一的重水来源是在挪威的一个工厂，这个工厂被盟军的特遣队多次破坏，不堪使用。

海森堡深信德国科学家和同盟国科学家在理论和技术上的优势是相同的。但是由于德国缺乏相应的资源，因此德国人放弃了这一计划。然而他意识到以德国的环境来说分离铀 235 十分困难，并不意味着他确切地知道到底要分离多少铀 235。事实上，许多证据表明，海森堡非常错误地估计了工程量；为了维持链式反应，必须至少要有个最小质量的铀 235 才行，这个质量叫做“临界质量”，海森堡在 1942 年认为至少需要几吨的铀 235 才能造出原子弹。事实上只要几十千克就够了，其差错何啻百倍。

海森堡声称，德国的科学家一开始就意识到了原子弹所引发的道德问题，这样一种杀伤力如此大的武器也使他意识到对人类所负有的责任。但是对国家的义务又使得他不得不投入到工作中去。不过他心怀矛盾，消极怠工，并有意无意地夸大了制造的难度，不仅“消极”地对待原子弹计划，更是“积极”地破坏了这个计划的成功实施。因此在 1942 年使得高层相信原子弹并没有实际意义。海森堡不乏义不容辞的使命感，也有天下千秋的承担情怀。然而此等“爱国主义者”的狂妄，终究令玻尔胆战心惊。如是相晤，难免不欢而散。追忆昨夕，虽有

玻尔兹曼：近现代物理学转型时期的 伟大拓荒者

程民治 朱爱国 刘双兵

玻尔兹曼 (L.E.Boltzmann, 1844~1906) 是奥地利首屈一指的物理学大师, 他作为统计力学的伟大奠基者, 成了当时物理学正处在重大转型历史时期的关键性人物, 是 19 世纪的麦克斯韦 (J.C.Maxwell) 和 20 世纪的爱因斯坦 (A.Einstein) 之间的接棒人。他对物理学的发展所作出的不朽功绩, 诚如劳厄 (M.T.F.V.Laue) 所说: “如果没有玻尔兹曼的贡献, 现代物理学是不可想象的。” 不仅如此, 玻尔兹曼在其他方面所取得的成就, 同样引人注目。现拟就他辉煌而令人痛惜的科学人生, 作一简要的论述。

志趣广泛博彩众长的成才之路

1844 年 2 月 20 日, 玻尔兹曼诞生于闻名遐迩的“音乐之都”维也纳。其父为德裔奥地利的文职官员, 一向关心子女的成长; 母亲是一位很有思想的基督教徒, 从而使玻尔兹曼自幼年就受到了很好的家庭教育。不幸的是, 就在他 15 岁那年, 父亲因病撒手人寰, 次年弟弟又不幸夭折。家庭连续所发生的祸患, 致使母亲在极度悲痛之余, 将全部希望都寄托在玻尔兹曼身上, 表示日后家庭经济再困难, 也要尽可能保证儿子受到最好的教育。

中学时代的玻尔兹曼天资聪颖、兴趣广泛, 不仅酷爱音乐和文学, 而且对神秘莫测的自然界表现出强烈的好奇心和敏锐的洞察力。他学习成绩优异, 在班上一直名列榜首。玻尔兹曼的求学风格是善于独立思考、渴望理解自然; 文 (尤其是文学与哲学) 理兼修、拜师学习钢琴成了他生活的重要组成部分。



1863 年, 玻尔兹曼在林兹 (Linz) 读完大学预科以后, 进入著名的维也纳大学学习物理学和数学专业。由于他聪明伶俐, 才华出众, 入大学后玻尔兹曼很快就得到了老师们的高度赞赏。其中时任物理学院的院长兼教授 J.斯特藩 (J.Stefan) 和物理化学教师 J.洛施密特 (J.Loschmidt) 对他更是赞口不绝和关爱有加。在斯特藩老师的精心指导下, 玻尔兹曼学到了气体和辐射方面的基

础知识, 并掌握了必要的实验技巧。更加难能可贵的是, 1865 年正值他在读大学二年级时, 针对斯特藩教授所提出的电学原理问题而作的论文, 成了玻尔兹曼首次公开发表的处女作, 初步展示了玻尔兹曼潜在的科学天赋。与此同时, 他从斯特藩那里, 还得知了麦克斯韦关于气体动力学方面所做的工作。从洛施密特的教学中, 玻尔兹曼对当时处于科学前沿的物质组成和结构问题有了深刻的认识, 对深受实证主义者孔德 (A.Come) 和斯宾塞 (H.Spencer) 质疑的原子论问题有了进一步的理解, 并且对与原子论相关的气体分子运动论和热力学第二定律的解释产生了极大的兴趣。

大学毕业后, 玻尔兹曼担任了斯特藩的助手, 并继续攻读博士学位。虽然他于 1866 年 2 月宣读的题为“力学在热力学第二定律中的地位和作用”的博士论文, 没有得到同行们的认可。但是, 他并没有为此而灰心和丧志, 反而正是这些研究, 强烈地驱动了他与分子运动论结下了不解之缘, 随即便将探索的目标转向了他昔日所了解的麦克斯韦的工作

途径相异, 见解相左, 然他山之石, 可以攻错, 亦皆师友之沾溉。非业师奖掖劝诱, 海森堡乌得有今日。人生乍变, 诚可嗟叹。言念及此, 怅惘何极。

该剧由皇家国立剧院在伦敦首演, 并连获普利策、托尼两项大奖, 在欧美曾引起广泛轰动。2007

年我国国家话剧院也曾据此话剧在上海演出过一周。余生也晚, 无缘亲炙, 更难逢其胜。虽为憾事, 然捧读此书, 亦可别开生面, 离躯壳游霄壤间, 实为生平一乐事。

(广东肇庆学院 526061)