

查德威克和劳伦斯的通信

侯春风 编译

(哈尔滨工业大学物理系 哈尔滨 150001)

英国物理学家查德威克于1932年发现了中子,中子的发现打开了原子核的大门,使原子核物理学有了划时代的进展,他因此荣获了1935年诺贝尔物理奖.美国物理学家劳伦斯由于发明了回旋加速器,为高能物理的研究提供了有力的实验工具,找到了打开粒子物理世界的一把钥匙,而荣获了1939年的诺贝尔物理奖.这两位不同国度的杰出物理学家在1933年索尔维会议上不期而遇,随后开始了热情的通信,进而成为亲密的朋友.

20世纪20年代,著名的剑桥大学卡文迪许实验室的研究方向发生了一些显而易见的变化.一批具有电力工程基础知识的人,例如科克罗夫特(与瓦尔顿同获1951年诺贝尔物理奖)、艾里本和瓦尔顿,转向圆型粒子加速器的研究.他们的目的是用其他粒子而不是卢瑟福勋爵所偏爱的 α 粒子轰击原子核.

然而,30年代初卡文迪许实验室在很多方面仍然按着传统的模式工作着.1933年夏,当科克罗夫特参观劳伦斯在伯克利的实验室时,被劳伦斯实验室与卡文迪许实验室的差别所震动.在那里他见到了具有工业生产规模的仪器设备,以及组成研究集体的科研人员.而在剑桥,科研人员是各自工作的,最多是两人合作.

在参观伯克利仅几个月之后,科克罗夫特就得以在第七届布鲁塞尔索尔维会议上,把劳伦斯介绍给了卢瑟福和查德威克.查德威克和劳伦斯的这次会面是他们首次相会.劳伦斯是参加本届大会的唯一美国人,他给英国同行留下了良好的印象.卢瑟福向查德威克称赞道:“劳伦斯使我想起了我的青年时代,他正像我在他这个年龄时一样.”两人确实有一些相同之处:两年前,30岁的劳伦斯

成为加利福尼亚大学有史以来最年轻的教授,卢瑟福在蒙特利尔就任麦克吉尔大学教授时只有27岁;两人都在边远的农村长大,劳伦斯在美国南达科他州,卢瑟福在新西兰南岛.

劳伦斯1901年8月8日生于美国南达科他州的坎顿.他1922年获得南达科他大学学士学位,大学毕业后到明尼苏达大学研究生院继续学习,不久获得该大学硕士学位,随后去芝加哥大学和耶鲁大学深造,1925年在宇宙射线方面权威斯旺教授指导下获得耶鲁大学博士学位.从1928年开始在加利福尼亚大学工作,他在那里的工作对于该校后来成为名牌大学起了重要作用.

查德威克1891年10月20日生于英国曼彻斯特.他1908年进入曼彻斯特大学学习,于1911年在该校以优异成绩毕业.1911—1913年他在卢瑟福的指导下从事放射性研究工作,在此期间获得了硕士学位.随后查德威克去柏林和计数管的发明者汉斯·盖革一起工作,他在那里取得了良好的开端,发表了第一篇关于连续 β 能谱的精确的观测记录.

1914年8月第一次世界大战爆发时查德威克仍在柏林,当时他正全身心地投入在科研工作中,迟迟未撤离德国,被关进了柏林附近的一座条件简陋的营地.在德国同行普朗克、能斯特和梅特纳的帮助下,他得以建立了一个临时的实验室,在艰苦的条件下继续进行一些物理学研究.1918年战争结束,年底查德威克拖着病体返回了英国,卢瑟福把他带到了剑桥大学卡文迪许实验室.

在卡文迪许实验室,查德威克作为一名博士研究生开始工作,同时也负责一些镭室的工作.他参加了一系列卢瑟福的 α 粒子散射实验,在实验中他们长时间孤寂地坐在暗室里计数

闪烁脉冲数.正是在这实验期间,他和卢瑟福讨论了有关原子核结构的想法,激起了他寻找假想中的中子的兴趣.

那些年,作为一名实验物理学工作者,查德威克的学识和能力给卢瑟福留下了深刻的印象.卢瑟福发现自己越来越多地依赖于这个年轻人的精明的判断和出色的组织能力.因此,查德威克已不知不觉地成为实验室实际上的领导人.当然,在他的科学生涯中,以1932年2月发现中子最为辉煌,这一成就是利用简陋的仪器和自制的钋源,且是独自取得的.

在很多方面,查德威克是卢瑟福自然的接班人,因而卢瑟福对他倍加青睐.但是,30年代中期,查德威克感觉到“没有一些新的仪器设备,很难继续前进……我和大家都很清楚,我们需要一种加速质子或其他粒子的仪器……但是这意味着需要更大的空间,尤其是更多的资金和技术.这意味着复杂的设备,而卢瑟福讨厌复杂的设备.”因此,为了开辟新的研究方向,查德威克在1935年离开了剑桥,就任利物浦大学物理系教授.利物浦那个港口城市,被世界贸易持续长久的下跌所冲击,正遭受着地方性失业的困扰.利物浦大学物理系正在衰落,仅吸引了为数不多的当地学生.大多数学生满足于普通学位,只有两三个被选拔进入第三年的高级阶段.该系的乔治·霍尔特实验室,自从30年前首次开放以来几乎没发生什么变化,它的电源仍是直流,车间里少得可怜的几台机器靠一根架在空中的轴带动的皮带运转.虽然这里设备陈旧,百业待兴,但是这里有许多未被利用的空间,在查德威克的脑海里已经浮现出一台座落在地下室中的回旋加速器.

1935年秋,几乎就在他刚到利物浦大学就职时,查德威克收到了来自斯德哥尔摩的电报,通知他被授予该年度的诺贝尔物理奖.闻此佳讯,劳伦斯于11月27日给查德威克写了一封贺信:

亲爱的查德威克教授:

我衷心地祝贺您荣获诺贝尔奖,您很早以前就应获此殊荣.尽管您仅在中子方面的工作就足以获此奖,但是它同时也是对您以前其他许多重要贡献的承认.

不久以前,Metropolitan Vickers公司的弗来明博士和他的儿子,在这里讨论了为您建造一台磁共振加速器的可能性.我告诉他我很高兴尽可能参与这项计划,并且毫无疑问,我们可以帮您提供详细的建议、图纸和设计说明.这些天我们现在的设备正在良好地运行,产生大于10mA的5MeV氘核.我们能生产一定数量的放射性钠,它们具有与几百毫克镭相等的 γ 射线放射性;同时,从一个铍靶中产生数量巨大的中子——每秒钟大约 10^{10} 个中子.在我们一直在研究的各种各样的核反应中,最有趣的可能是关于钍的,我们发现能量在3MeV到5MeV之间的氘核可在钍中产生放射现象(大概是中子俘获反应).有迹象表明这是共振贯穿,因为嬗变函数显示了几个尖锐的峰值.

毋庸置疑,卡文迪许实验室的每个人都非常想念您.从这一点上看,您离开那里是很令人遗憾的.但在另一方面,我认为这个遗憾可被您去利物浦意味着在英国将形成另一个重要的原子核物理学中心这一事实所弥补.我推测,您现在正苦于没有装配所需设备方面的管理人员和资金,我在这里祝您好运,早日解决这些困难.

最后,致以诚挚的问候和衷心的祝愿,再一次热烈地祝贺您!

您忠实的恩斯特·劳伦斯

1935年11月27日

弗来明是查德威克所熟知的.从劳伦斯的信中得知此人想帮自己建造加速器,查德威克感到非常高兴.他非常谦逊地给劳伦斯写了回信:

亲爱的劳伦斯教授:

非常感谢您的来信,那是我最为欣赏的一封信.获得诺贝尔奖,我感到非常幸运.我当然很难认为似乎我应受此殊荣,但是我还

是很高兴在一个新的地方取得了如此良好的开端。

获悉 Metropolitan Vickers 公司的弗来明想帮助我建造一台您发明的磁共振加速器,我感到格外高兴。磁共振加速器是可与膨胀云室相提并论的我知道的最精妙的仪器。实际上,我在心中考虑这项计划已经很长时间了,但是我必须在考虑我自己的愿望之前,考虑实验室真正需要什么。其实我正准备写信问您是否在意我从事这项计划。您真是太好了,给我们提供图纸和技术说明等方面的帮助,同时我更希望得到您的建议。虽然这种设备在原理上非常简单,但我知道在我们能使它良好运转之前一定会遇到很多困难。

我对您获得如此巨大的离子流以及您提到的共振效应很感兴趣,一定还能找到很多共振的例子,虽然它们不可能都像铀中的那样引人注目。我用低速中子得到了一些迹象,但是效应微弱。

我想提一下另外一个与加速器有关的问题,金赛年底不得不返回了英国,我认为有可能在这里为他提供一份临时工作,协助我们安装调试加速器。鉴于当前的情况,我不能要求学校出钱设立一个职位,我可用由我支配的一点儿科研经费或奖学金支付他的一部分工资,余下的由我本人来提供。您认为金赛有足够的技术吗?他去您那里的时候还仅是个初学者,但他现在好象进步很快,从我个人角度讲,我很喜欢他。我非常希望听一下您对金赛的看法。

如果我看到任何能得到加速器的希望,我都将全力争取,如果您能把加速器的总造价、运转费用以及安放它的房间的大小给我做一个大致的估计的话,这将给我们带来很大的帮助。询问运转费用似乎相当荒谬,但是如果您知道了我们实验室在最近几年是靠什么运行的,您也会对我们的处境感到震惊——我们实验室最近几年的运转经费实在少得可怜,比某些人用来

买门的钱还少。

顺祝新年快乐!

您忠实的詹姆斯·查德威克

1935年12月29日

查德威克信中提到的金赛毕业于剑桥大学,他在卡文迪许实验室工作学习了一段时间以后,和劳伦斯一起工作了3年,劳伦斯收到查德威克的来信后,立即写了回信,信中写道:

一台回旋加速器(磁共振加速器的俗称)所涉及的费用,可从一台正在普林斯顿实验室安装的回旋加速器的费用中得出比较合理的估计。对于全套装置,包括各种附件、电动发电机等,换句话说,就是包括从事原子核研究过程所需的所有装备,他们预计总共大约需要12000美元。

劳伦斯预言利物浦的回旋加速器可在一年内开工,以防查德威克犹豫,劳伦斯以最近伯克利一台由库克西设计的加速器,打开开关立即产生一束能量为4.5MeV的中子这一事实,反驳某些人认为回旋加速器是一种非常复杂和难操作的仪器这种观点,以使查德威克放心。

查德威克最初的资金积累计划是获得他在利物浦的商人朋友的捐赠。后来他知道了一项由皇家学会管理的并不出名的基金,他在1936年3月申请2000英镑资助金(那时1英镑约合4美元),用以建造回旋加速器。皇家学会委员会通常只提供100英镑或更少的资助金,但是他们被这项计划的优点所折服,查德威克终于赢得了委员会的支持,带着这笔资金返回了利物浦。

不久查德威克收到劳伦斯的另一封热情的来信,信中说他从弗来明那里得到明显印象, Metropolitan Vickers 公司愿意承担一部分费用,并且他们将很高兴立即着手承建。此时劳伦斯正和他的弟弟进行中子辐射在医学中的应用研究,他在信中报告了一些激动人心的科研成果:

我们最近做了一些实验,比较中子和X射

线对一种叫“鼠肉瘤 180”的恶性肿瘤的作用, 获得了非常明显的证据, 表明中子对那些病变细胞比对健康细胞具有更强的杀伤作用. 简言之, 我们测量了杀死试管中的恶性肿瘤细胞和杀死老鼠所需中子的剂量, 发现杀死肿瘤细胞与杀死老鼠的中子剂量之比, 低于相应的 X 射线的剂量之比. 如果恶性肿瘤细胞普遍对中子辐射反应比较敏感, 那么中子将取代 X 射线治疗癌症, 并且有望提高治愈率. 您可以告诉弗来明博士, 鉴于这种重要的可能性, 我们正明确地计划用我们的回旋加速器进行癌症的治疗.

1935 年 10 月卢瑟福与苏联谈判, 将剑桥的实验设备转让给了卡皮查在莫斯科的新研究所, 卡文迪许实验室以此获得 30000 英镑. 在科克罗夫特的建议下, 卢瑟福带着一些犹豫允许了他计划建造一台回旋加速器. 查德威克做事谨慎, 但在 1936 年 5 月 11 日给劳伦斯的信中, 他还是表露出卡文迪许实验室目前在营造加速器方面也取得的一些进展:

听到您关于恶性肿瘤的实验的消息, 我感觉非常有趣, 我认为中子和人造放射元素会有很多可能的生物学上的应用. 我本人尤其对化学应用比对直接效用更感兴趣, 尽管后者或许具有更直接的重要性, 我确实不想忽视它们.

我们在回旋加速器磁体的设计上没有进行太多的工作. 现在, 这里需要考虑三个磁体: 一个为卡文迪许实验室, 一个为弗来明, 另一个为我. 卡文迪许实验室从卖给卡皮查的仪器上得到了很多资金, 他们实际上想要一个非常大的磁体, 他们的磁体将制造成不但适合于回旋加速器, 而且也适合于做磁学研究. 而弗来明却倾向于为 Metropolitan Vickers 公司建造一台小型的回旋加速器.

同月, 汽车大亨奥斯丁同意给卡文迪许实验室留下 25 万英镑的遗赠, 这笔意外的巨额收入使卡文迪许实验室的资金超出了人们的想象. 得知这一喜讯查德威克给卢瑟福写信表示祝贺:

每个人都会对卡文迪许实验室得到如此巨额的厚赠感到高兴, 这远非收集众多的小额捐赠所能比拟的, 当然这一定会减轻您今后的压力, 也会给您带来圆满地办完该事后那种愉快的感觉.

现在卡文迪许实验室经费充足, 卢瑟福无法再反对科克罗夫特建造回旋加速器了. 科克罗夫特正在设计电磁体, 他和查德威克希望相互合作地进行. 查德威克告诉卢瑟福, 他可以一直等到 1936 年 6 月底再向 Metropolitan Vickers 公司订购部件, 但不能再晚了. 卢瑟福讨厌复杂的仪器, 对回旋加速器一直采取否定态度, 他暴躁地告诉查德威克: “我的实验室不需要回旋加速器!”

金赛在 1936 年夏末从伯克利返回利物浦, 监督回旋加速器的建造工作. 他发现与他所习惯的劳伦斯实验室相比, 这里的工作进展速度相当缓慢. 间断一年以后, 查德威克在 1937 年 8 月给劳伦斯写信的时候, 也对这里的工作进展感到很沮丧:

我们在回旋加速器上没有取得多大进展, 用于磁体的钢块制成已经有一段时间了, 但是还没运到这里. 我们期待它们以及来自 Metropolitan Vickers 公司的线圈和冷却套等在九月份就绪, 同时希望整个磁体在那时能够建成. 金赛正在这里制做振荡系统——我们没有能力从 Metropolitan Vickers 公司购得它, 现在它已经接近完工了. 尽管我们自己建造了整个装置的相当大的一部分, 但我还是相信整个装置的费用将超过 5000 英镑. 然而, 无论多少, 我们都将设法解决它. 我希望每件东西都能尽快到位, 我认为我们应该在圣诞节前使回旋加速器工程全面开工. 我对金赛非常满意, 他已经从我手上承担了几乎所有的有关回旋加速器的工作. 虽然我时常想, 他一定已经发现了自己的担子相当重, 但我还是确信这对他有好处.

查德威克打算从劳伦斯那里得到另一名英国科研人员——哈罗德·瓦尔克, 他已在伯克利工作两年了, 劳伦斯热情地推荐过他. 由

于经费短缺,查德威克认为自己能安排他一年的工作和生活,但是一年以后的前景将相当茫然。

此时,利物浦大学取得了一些可察觉的进步,优等学生人数正在增加,最好的学生开始留下来从事研究。查德威克靠好的运气和判断力从曼彻斯特招来了威廉斯,尽管威廉斯仅留下来工作了18个月,但他却在宇宙射线的研究上取得了重大的进展,是最早发现介子存在证据的人之一。正如劳伦斯所预言,在查德威克的领导下,利物浦正在变成英国的第二个原子核物理学研究中心,卢瑟福显然被利物浦的发展所鼓舞,1937年10月在他早逝的前一周,卢瑟福在给查德威克的信中承认回旋加速器是一种完美的仪器,开始支持这项工作:

我对瓦尔克相当感兴趣,科克罗夫特和我们都收到过劳伦斯感情热烈的来信,或多或少地让我们尽我们所能为瓦尔克在卡文迪许实验室安排一个职位,显然同时他也给你和其他人写了信。你能得到瓦尔克的帮助,我很高兴,他在安装调试回旋加速器方面对你们一定有所裨益。我推测,我们和你们在安装调试磁体方面正处于同一阶段,现在所有部件都在实验室中等待装配,我们希望不久就把它安装起来。我很早以前就认识到回旋加速器是我们国家一种费钱的装置,希望你能设法在不耗尽资金的情况下把它建成。

这时,劳伦斯通过派助手帮助设计回旋加速器,正在对几个欧洲实验室产生重大影响。法国艾伏里的约里奥·居里实验室,和丹麦哥本哈根的尼尔斯·玻尔研究所都受到了这种影响。通过由劳伦斯培训的两个英国人的存在,利物浦继续从与加利福尼亚的联系中获益。瓦尔克利用铁路和海运,带回一些由伯克利生产的具有长半衰期的同位素,以便它们的性质可在利物浦进行研究。

劳伦斯研究组中的阿瓦雷兹新近发现了K电子俘获过程,这是一种重要的放射性衰变形式。利物浦大学物理系一位留下来从

研究工作的大学毕业生霍尔特,利用自制的盖革计数器探测同位素钷-47,发现它只放射软X射线,这是第一个无伴随核辐射的K俘获衰变的例子,为K俘获这种新过程提供了真正有力的证据。这件事情被霍尔特用一台具有赛珞玢窗口的计数器所做的一些吸收测量实验证明是正确的,实验显示,这里的X射线是子元素钷的特征。赛珞玢,而不是通常用的云母,对所论述的软X射线是非常透明的。

查德威克继续与劳伦斯定期地通信,1938年4月16日的信写道:

我希望您的新仪器威力真正地大,我觉得我们应该试一试把粒子加速到 $60\sim 70\text{MeV}$ (即 $\approx 137mc^2$, m 为电子质量),也许现在还做不到,但是我们应该做好准备,我确信利用这种能量的粒子,我们可以着手研究原子核的真实结构。当然,自然界在宇宙射线中给我们提供了这样的粒子,可惜是以最吝啬的方式提供的。我认为宇宙射线中的现象给我们指明了方向。

恐怕我们国家将来很少有可能会建造大型回旋加速器了,我们在建造我们的小型回旋加速器上已经遇上了无尽无休的麻烦。甚至到现在我们还没从Metropolitan Vickers公司那里得到那个真空室,虽然自从图纸最后完成并交付他们至今已经一年了,由于种种原因我不能和他们争论,但是我很想这么做。很久以前,金赛的耐心就耗尽了。

劳伦斯的计划正在向前推进,在1938年4月30日给查德威克的信中,他无法抑制对可能的医学突破的兴奋之情:

关于人工放射性物质和中子在医学研究和临床治疗上的重要作用已毫无疑问,因此我认为您在伦敦的生物物理学方面的朋友,应该建造一台回旋加速器进行这方面的探索。作为一个由于实验仍在进展还需大约一年才能明确地公之于众的,现在不应该提及的例子,我想提一下,目前我的弟弟约翰·劳伦斯正利用放射性磷治疗一名骨髓性白血病患者,取得了

显著的效果.最近他一直在研究老鼠的白血病,发现放射性磷不仅被骨骼和淋巴组织有选择性地吸收,而且还被病变的白细胞以不寻常的程度吸收.例如,他发现患病动物每克脾组织所吸收的放射性磷是正常动物每克脾组织所吸收的5倍,这暗示着临床治疗人类疾病的可能性.从一月初开始,在大约两个月的期间内,他给一个白血病患者总共施用了70mCi的放射性磷.起先患者的白细胞数为60万,而红细胞数为250万.放射性磷施用不久,白细胞数量稳定下降,骨髓细胞数量比其他细胞数量下降得更快,而红细胞数量稳定地增加到正常值.几周以前,患者的血象已经接近了正常,白细胞总数大约为0.8万,而红细胞数为500万,只有低于0.5%的白细胞被诊断为病变细胞.现在放射性磷治疗已经结束,患者正在被观察随后会出现什么情况.约翰医生和所有医务人员都觉得这位患者对放射性磷的反应是显著的,但是在另一方面,他们觉得还没有证据表明放射性磷已经治愈了这种疾病.恐怕如果我弟弟知道了我向您叙述这些,他一定会责备我的.

劳伦斯对他弟弟的医学研究领会得多么透彻!不用费多少力就能把这段文字为某个医学杂志改写成一篇报道.劳伦斯兄弟开创了放射性物质和中子辐射在治疗癌症中的应用,为放射医学做出了杰出贡献.

1939年7月,利物浦的回旋加速器终于产生了它的第一束加速粒子.来自Metropolitan Vickers公司的50吨电磁体花费掉3123英镑,工程的总耗费共计5184英镑,超过了从利物浦大学和皇家学会获得的资金,差额部分由查德威克用他的诺贝尔奖金提供.

在瓦尔克的协助下,金赛承担了加速器的日常管理工作.迈克尔·摩尔,一个二十几岁的爱尔兰人,解决了许多工程技术问题,他是在1937年结束在Metropolitan Vickers公司的培训后来到这里.约瑟夫·罗特布莱特,一位天才的物理学家,也被吸引到利物浦来学习使用回旋加速器,他渴望在他的祖国波兰华沙

建造一台回旋加速器.

霍尔特、罗特布莱特和皮卡凡斯正在从事着富有广阔前景的研究工作,利物浦大学物理系开始呈现出蒸蒸日上、欣欣向荣的景象,查德威克应有充分的理由平心静气,心满意足了.他期待着一个原子核物理学、放射生物学和医学全面进步的激动人心的时代,但是两个月后第二次世界大战爆发;英国与德国再次处于战争状态,金赛被指派去进行雷达研究,瓦尔克1939年12月在从事回旋加速器工作时意外地触电身亡,残酷的战争使查德威克的所有幻想都破灭了.

二战初期,查德威克与罗特布莱特独立于弗利士和皮尔斯得出结论:快中子铀弹大概是可行的.1940年,他们利用利物浦的回旋加速器测量了铀的中子截面.

1943年,查德威克率领一批英国科学家来到美国的洛斯阿拉莫斯,参加原子弹的研制工作.查德威克与劳伦斯,通过他们的书信往来成为亲密的朋友,在初次见面十年以后,他们在曼哈顿工程中再次相会,重温旧好.为了科学的发展、世界的和平、人类文明的进步,他们开始并肩工作.

(编译自1996年5月号Physics Today)

日本开发新式电子显微镜

据《科技日报》报道:7月24日,日本东北大学科学仪器研究所和日本电子公司共同开发成功了一种新式电子显微镜.这种新式电子显微镜与已往的电子显微镜相比,其清晰度大大提高,可清楚地观察物质的纳米世界.

电子显微镜是研究物质微观世界不可或缺的工具,过去的电子显微镜可以观测几纳米的物质微观世界,但其图像往往模糊不清.新开发的电子显微镜增加了电磁滤光器,防止了光的散射,使得到的图像可清晰显示出原子位置.

此外,新式电子显微镜还配有计算机图像处理系统,可进行遥控.过去,操作电子显微镜时,有一些工作是不得不在暗室中进行的,新式电子显微镜的遥控功能则省去了暗室工作.