从玻尔研究所到李政道研究所

李　晟

（李政道研究所　200240）

100年前，尼尔斯·玻尔在丹麦建立了哥本哈根大学理论物理研究所，之后的10~20年间，它成为了整个世界物理学研究的中心，围绕着这个研究所，哥本哈根学派逐渐形成，为量子力学的建立做出来卓越的贡献。1965年，玻尔去世3周年时，为纪念这位伟大的物理学家，哥本哈根大学物理研究所被命名为尼尔斯·玻尔研究所。玻尔在研究所中营造了“平等、自由讨论和相互紧密合作的学术气氛”，这种氛围被称为哥本哈根精神。受到玻尔的个人魅力和哥本哈根精神的感召，诸多优秀物理学家从世界各地汇集到哥本哈根，工作、交流、访问，先后有18位诺贝尔奖获得者曾受益于这个中心或在此工作过。

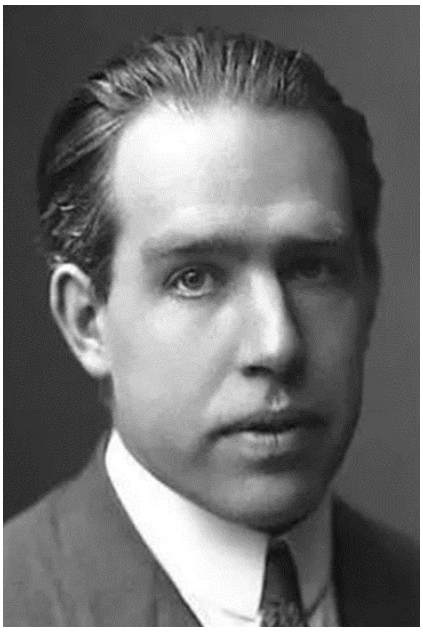

图1　尼尔斯·玻尔

1. 玻尔研究所的建立

2016年，尼尔斯·玻尔从曼彻斯特回到了故乡丹麦，在哥本哈根大学任物理学教授，当时哥本哈根大学的物理学非常薄弱，尤其是理论物理方面。经过了一段时间的教学与科研，玻尔认识到要使得丹麦物理学的科研和教育有所进展，需要对设备进行更新换代，包括理论物理和实验物理。由此玻尔于1917年4月向哥本哈根大学数理学院提交了建立一个理论物理研究所的初步建议。研究所的定位一方面是作为理论物理的教育中心；另一方面是为物理前沿的理论研究和实验研究创造条件。

该建议得到了学院和校方的大力支持，成立了一个十人委员会来推动建议的实施，同时向丹麦教育部递交了申请。在委员会和玻尔的一些朋友，如勃列默（Aage Berléme）等的努力下，他们获得了丹麦教育部的批准，并得到了约20万克朗的资助，此外还得到了来自个人或企业8万克朗的捐助。实际上由于当时的政局和经济影响，研究所的建设预算不断增长，最终的建筑费用高达了38.9万克朗，几乎为初始预算的一倍。而个人和企业捐助的8万克朗则用于研究所土地的购买。

在研究所大楼建成之后，研究所的设备购置又成为了新的问题。计划中的设备除了基本家具、办公设备和书籍期刊之外，还有大量实验室仪器、机械和材料。由于一战刚结束，各国都转向国家建设，造成物资和原材料大量短缺，引起了欧洲大面积的通货膨胀，政府先后拨款17.5万克朗用于设备

购置。在这方面同样也有来自个人和基金会的捐助，总值超过3.8万克朗。在申请基金捐助时，慕尼黑大学的物理学家阿诺德·索末菲给基金会写了一封推荐信，其中写到：

“战争负担……丹麦却能在这里挑起重担。……因为它的后果将使她的一个最杰出的儿子的面子发出光辉。玻尔先生的研究所不仅将为丹麦的一代人带来希望，而且也将为国外有才能的人们提供一个国际性的工作场所，这些人在他们自己国家里已不再享有科学工作的可贵的自由。……各国未来的研究工作者将在哥本哈根为特定的研究而陆续相遇，以在玻尔原子物理研究所里寻求共同的文化理想”。

1921年3月3日，哥本哈根大学理论物理研究所成立，索末菲的推荐信准确地预言了这个研究所的未来发展。

2. 最前沿的科学研究

玻尔研究所建立之初名为“理论物理研究所”，在当时的语境下，“理论物理”一词并不是指与实验物理相对应的物理学理论，而是指基础物理，其中既包括了理论，也包括了实验。在玻尔给哥本哈根大学理学院的建所建议书里就着重强调了理论和实验相结合的重要性。

基础物理所研究的对象随着人们对于物理的认识深入而相应改变，19世纪初的物理学家开始重点关注原子结构。1913年玻尔发表了三篇关于原子结构的论文，论文中提出了定态跃迁原子模型，解释了为19世纪末、20世纪初人们一直迷惑的大量实验现象，例如氢原子光谱问题，进一步还预言了一系列新的结果并为实验所证实。这一理论成为了原子理论和量子力学发展史上的一个重要里程碑。

图2　玻尔研究所

玻尔的工作轰动了物理界，奠定了他在物理学界崇高的地位。因此他也收到了来自多个著名研究机构的长期工作邀请：美国加州大学、英国曼彻斯特大学、他的老师卢瑟福、量子概念的提出者普朗克都向他伸出了橄榄枝，为他提供优越的工作条件和丰厚的薪酬，但都被玻尔拒绝了。他立志尽自己全部的力量帮助他的祖国丹麦发展物理学研究工作，建设国际研究中心。

在20世纪20年代，玻尔研究所快速地成为了国际最著名的物理学研究中心之一，所做出的最大贡献就是建立了量子力学。在量子力学的诸多缔造者中，玻尔、海森堡、泡利、狄拉克等都曾在玻尔研究所工作和学习，同时玻尔也积极邀请爱因斯坦、卢瑟福、薛定谔、波恩等人来所访问、讲学。玻尔与爱因斯坦就量子力学的哥本哈根诠释所开展的长期学术大论战更是被人们津津乐道，也极大地深化了对量子力学的认识。玻尔逝世的前一天还在思考与爱因斯坦论战的问题。

3. 国际交流合作平台

玻尔认为在科学上国际主义具有重要的意义，国际合作能够在物理学的发展中发挥重要的作用，并促进不同国家的物理学家之间的相互了解。在20世纪20年代，先后到玻尔研究所工作一个月以上的学者共63人，来自17个国家，其中10人先后获得诺贝尔奖。而在建所之初，玻尔研究所的全职工作人员也仅有9人，其中包括两位后勤人员。

玻尔推崇以讨论为主的工作方式，为此研究所每周都安排集体讨论会。讨论会上通常会评述一篇最新的文章，或者某位学者介绍其最近的研究工作。在所大多数物理学家和研究生都会参加讨论会，并自由地发表意见，会议没有时间限制，直至大家对讨论的内容有个满意的认识为止。之后玻尔

又设置了研究所的年会制度，在为期一周的年会上往往并不事先设置好日程，而是由参会者对自己感兴趣的领域做一个简短的报告。这种自由的讨论会形式受到了参会者的欢迎，为物理学家们提供了一个更为自由和频繁的机会来评论当代物理学中的问题。在歌德逝世100周年的1932年，玻尔研究所年会上与会者还上演了改编成滑稽戏的《浮士德》，角色不但有人还有“物”，如“中微子”等。

为加强国籍、语言、文化和性格各异的物理学家们的交流，玻尔将来访者的公寓集中安排在研究所附近，使得他们即使在晚上回到公寓后仍能延续白天的讨论。

4. 助力青年科学家

在研究所的成立大会上，玻尔在他的讲话中说道：“极端重要的是，不仅要依靠少数科学家的才能，而且要不断吸收相当数量的年轻人，让他们熟悉科学研究的结果与方法。只有这样，才能在最大程度上不断地提出新的问题；更重要的是，通过青年人自己的贡献，新的血液和新的思想就会不断涌入科研工作。”

对于青年学者的培养，以及重视青年学者思想的精神一直在研究所中贯彻。在20世纪20年代，研究所中约三分之二的物理学家的年龄都小于30岁。玻尔谦虚和不抱偏见的个性在其中起到重要的积极作用。在他的周围总是聚集着许多年轻的科学家。他非常重视他们的想法，积极地和他们开展讨论。

1922年玻尔应邀赴德国格廷根讲学，期间年仅20岁的大学生海森堡在讨论中提出了一些深刻的异议，玻尔在会后就邀请海森堡到附近的海因山上散步，深入讨论这些问题。海森堡后来回忆这次讨论：“这是我所记得的有关近代原子理论的基本物理内容和这些问题的第一次透彻的讨论，这次讨论对我今后的发展显然产生了决定性影响。”

在这次会议上，玻尔除了注意到了海森堡，还注意到另外一位青年人泡利。会后玻尔邀请他们两人来玻尔研究所。泡利六个月后就来到了哥本哈根，而海森堡因为学业的安排直到1924年才接受了玻尔的邀请。泡利除了具备优秀的物理才能之外，还以敢于提出非常尖锐，甚至尖刻的批评而著名。玻尔对于泡利这种个性给予了高度评价，并请他评论研究所的各项工作。最初人们对于泡利的评价大都怀有抗拒性，但逐渐大家都还是重视泡利的批评，以至于在泡利离开玻尔研究所之后，他的每次来信都会在所内广为传阅。

在玻尔的鼓舞和指导之下，周围的年轻科学家们的聪明才智充分地发挥了出来。狄拉克在1933年获得了诺贝尔奖之后给玻尔的信中写道：“我感到我所有的最深刻的思想，都受了我和你谈话的巨大而有益的影响，他超过了与其他任何人的谈话。即使这种影响并不明显地表现在我的著作中，它却支配着我进行研究的一些打算和计划。”

5. 科学与社会

玻尔认识到让社会大众了解科学家的研究工作有助于获取各方面的支持。因此他大力推动科研与应用的结合。在玻尔研究所的赫维赛发现第72号元素之后，他将元素的放射性应用到了生物学中。很快，放射性示踪元素方法成为了现代生物学和医学领域中一种必不可少的研究工具。

20世纪20年代，丹麦的报纸上对于玻尔研究所的研究工作以及1922年玻尔所获得的诺贝尔奖都做了很多令人深刻的报道，广泛地引起了民众对玻尔研究所以及物理学的兴趣。因此玻尔也收到了大量民众来信，询问各类物理学问题或提出一些个人的想法。玻尔总是推荐研究所的克喇末和霍尔斯特编写的《原子及其结构的玻尔理论》一书。这本通俗易懂的著作获得了很大的成功，很快被翻译成多种语言，广为传播。研究所的科学家们通过各种途径广泛科普物理学。克喇末走遍了整个丹麦为学生、教师以及其他感兴趣的人们做科普，当时担任玻尔的研究助手丹麦物理学家维纳（Sven Werner）还曾邀请20位烟厂工人来参观研究所。

6. 李政道研究所

玻尔研究所成为了科学史上的一个传奇。除了研究所自身所做出点科学贡献之外，其培养出的诸多青年科学家也成为了物理学界的中坚力量，同时他们也将哥本哈根精神传播到全世界。

2014年，著名华人物理学家、诺贝尔物理学奖获得者李政道先生在向国家提出的建言中高度称赞了玻尔研究所所做出的成就，并建议仿照玻尔研究所，在上海交通大学建立一个类似的国际化研究所。从事物理和天文方面最前沿的科学研究，打造第一流的国际学术和生活环境，吸引世界上最优秀的科学家，让他们和国内最拔尖的青年学者一起讨论、共同工作。期望经过一段时间历练出更多的中国自己的顶尖学者。

在国家部委和上海市政府联合支持下，2016年李政道研究所在上海交通大学成立。上海市将李政道研究所作为“建设具有全球影响力的科创中心”的重点任务和上海“张江综合性国家科学中心”的重要组成部分。李政道研究所总结玻尔研究所的成功经验，期望以开放性的胸怀汇聚来自全球的学术大师，开展原创性的研究，吸引青年才俊来所历练，建设国际一流的学术交流平台，能够继承哥本哈根精神，培养一批顶尖的青年学者，做出引领性的重大成果，从而推动相关学科的进步与发展。最终将李政道研究所建立成为一个世界知名的重大原始创新策源地，全球向往的顶尖科学精英集聚地以及面向未来的中国青年才俊历练地。

2017年李政道研究所聘请了2004诺贝尔物理学奖获得者Frank Wilczek教授担任首任所长，并在2018年聘请李政道先生担任名誉所长。目前已汇聚来自6大洲、16个国家和地区的科研人员约百人，其中李政道研究所的全职人员中青年学者比例超过了80%。2019年研究所举办了30余次国际学术会议，后因疫情国际学术会议数量减少了一半多。但得益于网络技术的快速发展，学术报告会的规模始终保持在每年200次左右。近年来李政道研究所还吸引了来自24个国家和地区、超过180个科研机构的访问学者约500人次。大量的学术交流有效地推动了科研的发展。

图3　位于上海张江的李政道研究所

遵照李政道先生的建言，李政道研究所在粒子与核物理、天文与天体物理、量子基础科学三个方向开展研究，聚焦于“进行暗物质与暗能量的研究，寻找宇宙中极大和极小间的关联，探索自然界最基本和最深刻的相互作用规律”。已在暗物质与中微子物理、实验室天体物理、量子物质探索、拓扑超导量子物理、暗能量研究、黑洞、系外行星等领域开展了前沿研究。经与国际学术咨询委员会讨论，确定研究所的主要研究方向包括宇宙的起源和演化、时空和基本物理规律起源、暗物质与暗能量、新奇量子态、量子计算和量子信息等，此外还将探索更加有效的办法将计算机运用于物理学前沿科研活动中以及如何利用涌现现象为研究宇宙开辟新的研究窗口。

李政道研究所才刚起步、未来可期。

本文在关于玻尔研究所的大部分内容可视为读书笔记，主要参考了文献[①②]。谨以此文向尼尔斯·玻尔教授致敬，祝贺玻尔研究所建所100周年以及李政道先生95华诞。

参考文献

① 玻尔研究所的早年岁月，P·罗伯森著（杨福家译），1985，科学出版社

② 二十年代的玻尔研究所，杨福家，1981，物理，10(2)，117

作者简介：李晟，李政道研究所科研合作办公室主任，副教授。