

波兰理论物理学家利奥波德·因费尔德 与相对论研究*

张伟伦 朱慧涓[†]

(首都师范大学物理系 北京 100048)

2021-11-19收到

[†] email: jualienn@163.com

DOI: 10.7693/wl20220207

利奥波德·因费尔德是波兰著名理论物理学家，他在相对论理论、场论等领域都作出了突出贡献，提出了玻恩—因费尔德理论、爱因斯坦—因费尔德—霍夫曼理论等重要理论。二战结束后，因费尔德回到波兰，致力于战后波兰理论物理的重建，在短时间内建成了相对论研究中心。文章介绍了因费尔德的生平和早期的研究经历，梳理了他与三位重要合作者的研究工作及重要成果，以及晚年在波兰重建理论物理学及创立相对论研究中心的过程。因费尔德一生致力于相对论研究，取得了重大成就，而且为战后波兰理论物理的重建及相对论研究的兴起作出了重要贡献，是波兰伟大的理论物理学家。

1 引言

利奥波德·因费尔德(Leopold Infeld, 1898—1968, 图1)是波兰著名理论物理学家、数学家和科普作家。他是波兰相对论研究的奠基者，主要从事广义相对论、经典场论、相对论性场论、量子场论等方面的研究。他在相对论研究方面作出了突出贡献：1933年，与范德瓦尔登合作创建了因费尔德—范德瓦尔登波函数，用于描述相对论框架下的粒子自旋；1934年，与马克斯·玻恩(Max Born, 1882—1970)合作，提出玻恩—因费尔德理论，建立了



图1 利奥波德·因费尔德^[1]

一个非线性电动力学模型；1938年，与爱因斯坦(Albert Einstein, 1879—1955)、巴内什·霍夫曼(Banesh Hoffman, 1906—1986)合作提出了爱因斯坦—因费尔德—霍夫曼理论(后称EIH理论)，建立了由场方程推导出物体运动方程的方法。由于因费尔德在相对论研究中作出的突出贡献，1964年，因费尔德被提名为诺贝尔物理学奖候选人。

因费尔德不仅在科学研究领域取得了成功，还撰写了多本科普读物和传记文学。他撰写的著作《物理学的进化》(*The Revolution of Physics*)^[1]到目前为止再版40余次，被译成多种语言，是现代物理科普领域最具有影响力的著作之一。他的纪实自传文学作品《我的自传：探寻》(*Quest: An Autobiography*)获得了1942年的安妮斯菲尔德—沃尔夫图书奖(Anisfield-Wolf Book Awards)。同时因费尔德也是在核背景下呼吁世界和平的倡导者，是罗素—爱因斯坦宣言的11位签署人之一。

国内对于因费尔德及其工作的介绍和研究较少。本文通过对因费

尔德学术生涯和建立波兰相对论研究中心的过程进行梳理，以展示因费尔德在相对论理论研究中的突出贡献，以及他在战后波兰理论物理学的恢复及重建过程中发挥的重要作用。

2 因费尔德的相对论研究

2.1 走上相对论研究之路

1898年8月20日，因费尔德出生在克拉科夫(Kraków)的犹太人居住区卡齐米日(Kazimierz)，他的父亲所罗门·因费尔德(Salomon Infeld)是一名做皮革生意的商人。因费尔德年少时读过一本介绍伽利略的书，伽利略的实验与思想让因费尔德萌发出对物理的兴趣。他曾花了全部零用钱购买了奥古斯特·维特科夫斯基(August Witkowski)教授编写的一套三卷本的物理学手册。书里不少地方把他难倒了，这反而使他萌生了去大学深入学习物理的想法。经过两年时间自学数学、物理和拉丁语等科目，因费尔德最终以第一名的成绩通过了1916年的

* 首都师范大学—德国马普学会合作项目

1) 《物理学的进化》一书是因费尔德为保证自己获得在普林斯顿的研究经费而向爱因斯坦提议撰写的。书中内容是因费尔德和爱因斯坦讨论后，由因费尔德执笔完成。

“Matura”考试²⁾，进入到雅盖隆大学(Jagiellonian University)学习^[2]。

在大学里，因费尔德遇到了他在相对论研究上的第一位启蒙老师——瓦迪斯瓦夫·纳坦森教授(Władysław Natanson, 1864—1937)。纳坦森为大学二年级的学生讲授一个学期的理论力学课程，在最后一堂课上，纳坦森花了几个小时讲授爱因斯坦的狭义相对论，这是因费尔德第一次听到爱因斯坦的名字以及洛伦兹变换理论。可以说，这节课改变了因费尔德的一生，他从这时开始沉迷于物理学的结构之美^[3]。

从大学三年级开始，因费尔德正式开始了理论物理的学习，但是当时波兰的理论物理专业并不强。出于对物理学知识的渴望，同时也受到波兰学校日渐激烈的反犹主义的影响，因费尔德选择去德国留学。在那里，因费尔德遇见了另一位影响他一生的老师——爱因斯坦。

1920年，22岁的因费尔德只身前往柏林，但是最初的过程并不顺利。柏林大学因为因费尔德的犹太人身份而拒绝招收他入学，因费尔德多方求助，偶然的的机会得知了爱因斯坦家中的电话号码，便打电话向爱因斯坦求助。爱因斯坦很乐意帮助这个落难的犹太青年，于是给普朗克(Max Planck)写了一封推荐信，请求普朗克帮助因费尔德进入柏林大学学习。在普朗克的帮助下，因费尔德最终获得了柏林大学的旁听许可。他在这里听了劳厄(Max von Laue)的相对论课程和普朗克有关相对论的讲座。上课之余，因费尔德还经常去爱因斯坦家中向他请教，并与柏林大学的学生约瑟夫·温特尼茨(Josef Winternitz,

1896—1952)、雅各布·格罗默(Jakob Grommer, 1879—1933)以及里奥·齐拉(Leo Szilard, 1898—1964)等组成了一个研究小组，每周开一次研讨会，讨论相对论理论问题^[4]。在此期间，因费尔德撰写了第一篇学术论文《相对论中的光波》(Fale światne w teorii względności)，文章证明了在广义相对论和狭义相对论中几何光学的高频波段是麦克斯韦方程的零级近似^[5]。回国后，他将这篇文章作为博士论文提交给雅盖隆大学，顺利获得博士学位，成为波兰独立后的第一个理论物理学博士。

对因费尔德来说，柏林之行是一次很好的学习和成长的机会。在这短短几个月内，因费尔德结识了爱因斯坦并与之讨论相对论问题，这对因费尔德之后的科学生涯起到了决定性的作用。也是从这一时期开始，因费尔德一直保持着与爱因斯坦的联系，更是在多年后担任了爱因斯坦的助手，成为了爱因斯坦理论坚定的支持者和追随者。

2.2 因费尔德早期的研究工作

尽管因费尔德获得了博士学位，但是由于当时波兰各地的反犹主义盛行，因犹太人身份，他依然没法受雇于波兰的任何一所大学。迫于生计，因费尔德只能选择去犹太学校当一名中学老师，这也直接中断了他的相对论研究工作。他先后在贝津(Bedzin)和科宁(Konin)犹太中学担任物理教师。在中学教书是因费尔德人生中非常痛苦的一段经历，他无法从事任何科研活动。在回忆录里他写道：“当我在那里(指科宁)时，我的世界被割裂成

了两个部分：与世隔绝的科宁和科宁以外的世界，前者可能是我最终老去的地方，而后者是我永远也不可能看到的。当回到家时，我不忍看多年学习收集的科学书籍。我不相信我会再次打开其中一本。”^[3]

在科宁度过两年后，因费尔德设法在华沙的一所女子中学找到一个职位。在那里因费尔德重拾了对物理学的研究，开始探索引力与电磁的统一理论。1928年，因费尔德写了3篇关于统一理论的文章：《引力与电磁的统一场理论》(Zur Feldtheorie von Elektrizität und Gravitation)、《引力与电磁统一场论中的麦克斯韦方程组》(Les équations de Maxwell dans la théorie commune à la gravitation et à l'électricité)、《引力与电磁统一场论的问题》(Zum Problem einer einheitlichen Feldtheorie von Elektrizität und Gravitation)。在第一篇论文中，因费尔德对非黎曼几何下的引力和电磁学理论做了整体的概述；第二篇文章进一步发展了他的研究，导出了电磁张量的波动方程；第三篇文章对前两篇进行总结，得到有关引力与电磁的统一理论^[5]。因费尔德将这些文章寄给爱因斯坦，两人就引力和电磁统一理论的问题做了讨论。爱因斯坦否定了因费尔德理论中的非对称度规张量的假设，认为他的整个理论工作是建立在错误的基础之上的。数次通信交流之后，因费尔德接受了爱因斯坦的观点，意识到自己关于非对称度规张量的假设是错误的。

因费尔德在相对论研究中的初次碰壁并没有使他放弃，相反，他全身心地投入到研究中。实际上爱

2) Matura是欧洲国家的一种预科考试，一般是17—20岁接受过中等教育的年轻人参加，通常必须通过才能申请大学或其他高等教育机构。

因斯坦还是十分肯定因费尔德在理论物理方面的才能的，他在为因费尔德申请洛克菲勒基金³⁾的信中写道：“通过与因费尔德博士的多次科学通信，我了解到他在理论物理方面经历了严格的训练，在这一领域也有独立的想法。”⁴⁾从这以后，因费尔德扎根于相对论研究，并做出了一些代表性工作。

2.2.1 因费尔德—范德瓦尔登理论

1932年，因费尔德在约翰·卡西米尔大学(John Casimir University)的实验物理学教授斯坦尼斯瓦夫·洛里亚(Stanislaw Loria, 1883—1958)的帮助下获得了该校助理研究员的职位。相比于中学教师一职，大学的生活给因费尔德提供了更好的科研环境，使得他有足够的时间和充分的条件从事科研工作。他当时研究的两个主要方向是：量子力学的不确定性原理、广义相对论及其他可能的引力理论⁵⁾。

几个月后，由于学校缺少理论物理老师，因费尔德被要求临时讲授理论物理课程。不久后，他通过了大学讲师的资格考试，成为了约翰·卡西米尔大学的讲师，并且有机会前往莱比锡进行为期两个月的访学。在此期间，他参加了海森伯(Werner Heisenberg)举办的研讨会。

同时，还遇到了自己研究生涯中的第一位合作者——数学家范德瓦尔登(Bartel Leendert van der Waerden, 1903—1996)。两人是在一次会议中结识的，范德瓦尔登对理论物理十分感兴趣，于是决定一起工作。他们从薛定谔的论文出发，讨论广义相对论和电子的量子理论之间的联系，此后两人合作发表论文《广义相对论中电子的波动方程》(Die Wellengleichung des Elektrons in der allgemeinen Relativitätstheorie)。该文章发展了广义相对论中狄拉克理论对电子的应用，是对黎曼空间中旋量的分析，展示了如何扩展自旋微积分以解释引力对粒子自旋的影响，同时还描述了爱因斯坦广义相对论的弯曲时空框架内具有自旋的粒子⁶⁾。

因费尔德再次把文章寄给爱因斯坦，征求他的意见。与上次不同，这次的工作得到了爱因斯坦的支持和认可，爱因斯坦还在之后的一篇题为《半向量和旋量》(Semi-Vektoren und Spinoren)的文章中引用了因费尔德与范德瓦尔登的这一工作。不久后，由于海森伯前往美国开设暑期课程，范德瓦尔登也要去哥廷根访问，因费尔德便决定返回华沙。

表1 因费尔德和玻恩合作的论文

(1)电磁质量 (Electromagnetic mass)
(2)新场论基础 (Foundation of the new field theory)
(3)新场论基础 (Foundation of the new field theory)
(4)关于新的场方程的量子化 I (On the quantization of the new field equations I)
(5)关于新的场方程的量子化 II (On the quantization of the new field theory II)
(6)新的量子电动力学原理 (Principes de la nouvelle électrodynamique quantique)
(7)从量子电动力学推导狄拉克波方程 (Déduction de l'équation d'ondes de Dirac à partir de l'électrodynamique quantique)

3) 因费尔德前后申请了两次洛克菲勒基金。第一次，爱因斯坦作为担保人为因费尔德申请前往德国留学的基金，但是申请失败。第二次，洛里亚教授作为担保人，因费尔德获得了前往英国留学的基金。

2.2.2 玻恩—因费尔德理论

回到华沙后不久，经洛里亚教授作为担保人，因费尔德申请到了洛克菲勒基金，获得了在剑桥大学学习的机会。1933年，因费尔德前往剑桥。在剑桥的一年多时间里，因费尔德又遇到了人生中的第二位合作者——著名理论物理学家玻恩，两人的结识还伴随着一个小插曲。因费尔德参加了玻恩开设的理论物理系列讲座，当时玻恩正在进行统一场论的研究，试图将场和物质两个概念关联起来，而这正好也是因费尔德一直感兴趣的问题。在一场关于统一场论的讲座中，因费尔德听完了玻恩阐述的论文内容，发现其中有关电子质量的理论存在问题，他即刻在演讲厅对该理论提出了质疑。这让身为前辈的玻恩很是生气，他愤怒地打断了因费尔德，离开了演讲厅²⁾。据因费尔德回忆，第二天玻恩认识到了自己的错误，并向因费尔德道歉。这场意外“冲突”反倒让玻恩和因费尔德熟识了起来，两人之后在统一场论方面进行合作。在因费尔德访学剑桥期间，他们陆续发表了7篇论文(表1)。

在这一系列的论文中，玻恩与因费尔德不仅提出了一个特定的模型，还对非线性电动力学理论给出了新的解释，对电动力学做了相对论性非线性推广。玻恩—因费尔德电动力学在波传播方面表现出良好的物理特性，可以看作是对古斯塔夫·米(Gustav Mie)理论的协变推广⁷⁾。这个理论在一开始发表时并没有得到过多的关注，直至20世纪80年代以后，该理论中的行列式结构才在弦理论和膜物理理论中非常频繁地出现，从而彰显出其作用，它对现今相对论的研究和宇宙学的

发展有着极大意义。

1935年,因费尔德从剑桥大学回到波兰,他在波兰的学术地位也有了很大的提升,被邀请参加波兰物理学会,做专门的大会报告,向全体参会者汇报了他与玻恩合作的统一场论的文章^[2]。

2.2.3 运动和辐射问题

1936年5月,因费尔德在爱因斯坦的帮助下申请到了普林斯顿高等研究院的奖学金,可以在普林斯顿高等研究院工作一年。在这里,他终于有机会与爱因斯坦合作。

因费尔德与爱因斯坦在更基本的运动问题上进行了合作,研究了相对论框架下的有重物体的运动问题。1937年,爱因斯坦、因费尔德与巴内什·霍夫曼一起撰写了论文《引力方程和运动问题》(The gravitational equations and the problem of motion)。这篇论文围绕着相对论引力方程在多大程度上决定了有重物体的运动这个问题进行讨论^[8]。同时他们发展了一种新的近似方法,在广义相对论的框架内,这种方法非常适合解决所有与缓慢移动的引力物体运动有关的问题,不需要对物质的一些能量、动量、张量进行假设,而是通过寻找场方程的近似解来推导广义相对论和类似理论的粒子运动方程^[9]。这便是所谓的EIH理论。此后,因费尔德主要基于EIH理论对相对论中的运动和辐射问题进行研究。

1939年,因费尔德被多伦多大学应用数学系聘为教授,便离开普林斯顿去了多伦多,但是他与爱因斯坦仍保持着通信联系,继续合作研究运动物体问题。1940年,他们发表了关于引力方程和运动问题的第二篇文章《引力方程和运动问题II》(The gravitational equations and

the problem of motion II)。这篇文章表明,在没有归一化条件的情况下,引力场方程也可以决定粒子的运动方程^[10]。

1950年,因费尔德从加拿大返回祖国波兰,继续在华沙从事研究,直到去世。他在之前的基础上进一步对相对论的运动和辐射问题进行研究。在1950年至1968年间,因费尔德共发表论文40余篇,并与耶日·普莱巴斯(Jerzy Franciszek Plebański, 1928—2005)在1964年合作出版专著《运动和相对论》(Motion and Relativity)。这本书主要介绍广义相对论理论、引力和近似方法。书中收集了因费尔德、爱因斯坦和霍夫曼关于广义相对论运动问题研究的最终结果,并整理了过去十年里因费尔德和他的学生在华沙对相对论运动问题的系列研究,涉及有重物体的运动问题、二体问题和旋转体的运动问题等。英国理论物理学家菲利克斯·皮拉尼(Felix Pirani)给予这本书很高的评价:“整本书都带有资深作者朝气蓬勃、热情奔放的风格。这本书详细且充分地介绍了广义相对论的这一部分理论内容,它将有永久的价值”^[10]。

3 对波兰相对论研究的贡献

因费尔德还在多伦多大学任教期间就有建立相对论专门研究机构的想法,但是由于当时加拿大政府不给因费尔德提供资金方面的帮助,这一心愿一直无法达成。因费尔德回到波兰后,发现战后波兰的理论物理水平和研究氛围很差,他回忆第一次参加波兰大学的理论物理研讨会时的情景:“这次令人沮丧。它们是由一本过时的场论书中的理论组成的。没有人问任何问

题,讲师自己也没有完全理解他所说的话……每个人都等待着无聊的两个小时过去,结束这次折磨。”^[3]而有关相对论方面的研究更是少之又少。面对这种情况,因费尔德下定决心着手恢复波兰的理论物理研究,并将相对论研究带到波兰。幸而得到波兰政府的高度重视,不仅为因费尔德专门配备了轿车和电话,还给予他直接与国家领导人通电话的特权。在政府的支持下,因费尔德通过建立专门研究机构、组织国际会议以及邀请其他学者访问与讲学等措施,让华沙成为了一个相对论研究中心。

3.1 筹办暑期理论物理讨论会

为了激发波兰物理学家对理论物理研究的热情,培养理论物理人才,因费尔德开始筹办暑期理论物理讨论会。第一次会议于1950年在波兰西南部的度假胜地——扎科帕内(Zakopane)召开。这次会议是“二战”后波兰物理学家首次举行的大规模集会,来自波兰各地的物理学家聚集在一起讨论理论物理基础领域的最新进展。此后,因费尔德又陆续组织了4次暑期讨论会。许多波兰物理学家,例如沃伊切赫·鲁比诺维奇(Wojciech Rubinowicz)、斯特凡·皮恩科夫斯基(Stefan Pieńkowski)等都一致认为因费尔德组织夏季讨论会对波兰理论物理学界意义重大,极大地促进了波兰理论物理的发展,因此夏季讨论会也用因费尔德的名字命名,被称为“因费尔德会议”(Infeldiads)。

在1954年的暑期讨论会结束之后,因费尔德没有再继续举办暑期讨论会。1961年,一所专门为召开暑期讨论会的学校——克拉科夫理论物理学校(Cracow School of

Theoretical Physics)在扎科帕内成立。在教育部和其他高校的支持下,由雅盖隆大学、波兰科学院核物理研究所、克拉科夫矿业冶金学院,以及波兰艺术与科学学院等院校共同负责筹办每年在克拉科夫学校召开的暑期讨论会,该传统一直延续至今^[1]。

3.2 建立理论物理专门研究机构

因费尔德回国前,波兰理论物理学人才短缺,以华沙大学物理学院为例,理论物理学只有切斯瓦夫·比亚沃布热斯基(Czesław Białobrz-

eski)领导的理论物理系和沃伊切赫·鲁比诺维奇领导的理论力学系。这两个系除两位教授外只有6名研究员。因费尔德回到波兰后,波兰教育部在原有的两个理论物理研究方向基础上,增设另一理论物理方向——电动力学和相对论,由因费尔德领导。该系设立初期,研究人员数量极少,整个系除了因费尔德外只有一名秘书和两个助手。此外,他们的工作空间也十分有限,只有一间小办公室,两个助手甚至要坐在走廊里办公^[3]。由此可见,20世纪50年代初期,波兰相对论研究还不成规模,研究工作受到了极大的限制。

为了尽快扩大研究规模,提升科研能力,因费尔德征得波兰大学实验物理学教授斯特凡·皮恩科夫斯基的同意,扩大位于霍萨街(Hoża)69号的实验物理研究所,为理论物理研究提供场所。施工过程几经波折,因费尔德便借助政府部门的关系对施工进行干预,保证了施工进度,新的研究场地得以顺利建成。该办公楼最终于1951年圣诞节前夕竣工,在原有建筑的基础上加盖了侧翼(图2中的D区)。扩建的区域包含14个教室、一个供整个学院使用的图书馆、一个报告厅和一个研讨室^[12],并于1952年春开始投入使

用。此后办公区域又不断扩建,最近的一次扩建是在1993年进行的。

理论物理办公楼落成之后,根据波兰教育部的指令,将理论物理学、理论物理学和新创建的电动力学和相对论等三个系进行合并,组建理论物理研究所,因费尔德担任研究所所长。1952年5月15日,理论物理研究所正式成立。

3.3 人才培养

理论物理研究所成立之后,因费尔德开始着手培养年轻的物理学家,他在很短的时间内召集了一大批年轻的物理学家,鼓励他们进行理论物理的研究。另一方面,因费尔德也十分关注物理系学生的培养,让他们尝试物理学的新领域和新方法。自因费尔德上任之后,波兰大学物理系的学生人数快速增长。有资料显示,1953年、1954年和1955年波兰大学物理系的毕业生人数分别为18人、43人和86人^[12],可见,因费尔德的号召力是很强大的。这些学生毕业后成为了波兰理论物理学界的新兴力量,在因费尔德的影响下,许多成绩优秀的物理系毕业生选择留在研究所从事科研工作。从1950年到1963年,理论物理研究所的规模快速扩大,从最初只有6名研究员发展到50余名研究员。根据资料可整理出因费尔德门下第一代及第二代名单,如表2所示^[13]。

在因费尔德的指导下,表2中多人在相对论研究中作出了重要贡献。例如因费尔德的博士生特劳特曼在因费尔德的指导下进行了关于引力波的开创性工作。这一工作为菲利克斯·皮拉尼、赫尔曼·邦迪(Hermann Bondi)等人提出的引力波理论奠定了基础^[14]。因费尔德的另

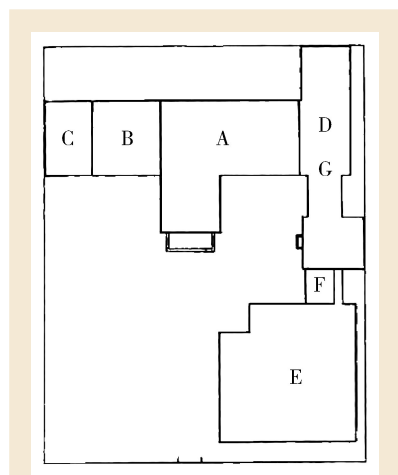


图2 霍萨街69号平面图,其中D区为1951年完成的双层侧翼,理论物理研究所其余的E、F、G区域的扩建,先后于1963年、1975年和1993年进行^[1]

表2 因费尔德的学术代际传承

	第一代	第二代(培养的人才数量)
利奥波德·因费尔德	斯坦尼斯瓦夫·巴赞斯基 (Stanisław Bażański, 1929—2017)	2
	伊沃·比亚维尼茨基-比鲁拉 (Iwo Białynicki-Birula, 1933—)	15
	马切伊·苏夫琴斯基 (Maciej Suffczyński, 1926—2004)	5
	安德烈·特劳特曼 (Andrzej Trautman, 1933—)	10
	约瑟夫·沃尔 (Józef Werle, 1923—1998)	13

一名学生比鲁拉从事相对论研究，之后为现代场论、量子电动力学和重正化理论的发展作出了开创性的贡献。

3.4 国际学术交流

因费尔德不仅专注于波兰本土的人才培养，也深知科学研究需要与国际接轨，他总是鼓励学生前往国外深造。但是20世纪50年代初期，属于东方阵营的波兰与西方国家交流较少，因费尔德与波兰政府据理力争，促使波兰政府认识到有必要将年轻的理论物理学家送往国外进行研究学习，此后大量波兰科学家被允许去国外学习，同时因费尔德利用自己在国外的广泛关系，为学生争取到留学所需的经费^[15]。

从20世纪60年代开始，波兰的外交政策逐渐放宽，与西方科学界的接触变得更加容易。考虑到理论物理研究的主要阵地在西欧和美国，因费尔德开始用英语举办理论物理学研讨会，并邀请国际理论物理专家到华沙进行讲学。第一批来访的广义相对论专家是英国的菲利克斯·皮拉尼和艾弗·罗宾逊(Ivor Robinson)。据特劳特曼回忆，他与皮拉尼的讨论直接影响到了他对引力波的看法，决定了他之后科学工作的方向^[14]。

因费尔德还代表波兰承办了第三届国际相对论引力会议(Conference on General Relativity and Gravitation)。该会议于1962年7月25日召开，持续一周。来自世界各地的200多名物理学家和数学家参加了会议，其中有100多名顶尖理论物理学家，如彼得·伯格曼(Peter Bergmann)、赫尔曼·邦迪、保罗·狄拉克(Paul Dirac)、理查德·费曼(Richard Feynman)、弗拉基米尔·福克

(Vladimir Fock)和约翰·惠勒(John Wheeler)等都来到波兰参加了这次活动，这是第二次世界大战后物理学家在波兰的首次大型聚会(图3)^[16]。

在这次会议中，43名科学家就其研究成果进行汇报演讲，每次演讲后都会对汇报者的演讲内容进行讨论。会议的演讲内容和讨论内容都被详尽地记录下来，并由因费尔德编辑、整理成册，于1964年出版。在这次会议中，学者们的交流和探讨引发了数值相对论、引力波、量子引力和相对论天体物理学等新的研究方向，很多讨论内容直至今日都是热门研究话题。因此，这次会议也被视为相对论领域的一个里程碑^[17]。同时这次会议还打破了东西方理论物理交流的壁垒，让东西方的相对论学者有了一次充分交流的机会。可见，此次会议对波兰相对论物理学的发展乃至世界相对论物理学的发展都有着重要的意义。

在因费尔德的努力下，波兰的理论物理学研究开始逐步复苏，特别是在相对论研究方面涌现了多名相关专家与学者，因费尔德还通过邀请国外专家、举办国际会议的方式加强了国际交流，使得波兰一度成为了相对论研究中心。不仅如此，他还呼吁研究人员紧跟国际理论物理研究热点问题，在理论物理研究所开展了原子核理论、基本粒子理论、固态理论、统计物理学和物理学中的数学方法理论等多个新领域的研究，也做出了重要发现。如玛丽安·丹尼斯(Marian Danysz, 1909—1983)等人发现超核，并对其进行研究。之后，理论物理研究



图3 约翰·莱顿·辛格发表演讲，第一排(左起)因费尔德，福克，詹姆斯·伯恩哈德·安德森，以斯拉·泰德·纽曼，罗杰·彭罗斯和霍夫曼^[16]

所进一步扩展，先后成立粒子与基本相互作用系、凝聚态物理系以及量子光学及原子物理系，并取得了丰硕的研究成果。如耶日·莱万多夫斯基(Jerzy Lewandowski, 1949—)等人提出了引力场标量场的量子模型；斯特凡·波科斯基(Stefan Pokorski, 1942—)等人对超对称粒子物理学问题进行了研究。可以说，在因费尔德执掌理论物理研究所时期，波兰理论物理学走向繁荣，也为后来的发展打下了坚实基础。

4 结语

1968年，因费尔德在波兰逝世。作为一名物理学家，他一生致力于相对论研究，共发表论文100余篇，留下了丰硕的科研成果。正如伯格曼对因费尔德的评价一样：“因费尔德是场论和相对论理论研究的权威专家，他的工作值得人们尊敬。”作为一名教授和学科建设者，他一方面努力重建波兰战后理论物理学的研究，并在波兰建立了理论物理研究所，在他掌管期间，其规模和影响力不断扩大；另一方面，他培养了不少相对论研究人才，使相对论研究在波兰得到传承，同时也通过国际合作让波兰的相对论研究与世界接轨。

为纪念因费尔德在相对论研究中的重要成就和对波兰相对论研究的贡献,1998年6月,人们在华沙为他举办了“纪念因费尔德百年诞辰会议”,许多著名理论物理学家前

来参会。他们高度评价了因费尔德的学术贡献,同时对他的逝世表示惋惜。里斯泽德·加朱厄斯基(Ryszard Gajewski)在会上这样评价:“因费尔德教授向我揭示了相对

论之美,他教我如何教书,教我如何培养年轻人才,帮助我开启了物理学家的职业生涯……他对于我,对于波兰是很重要的人。”^[15]

参考文献

- [1] Kajetan W A. Nauki ścisłe i przyrodnicze na Uniwersytecie Warszawskim. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego,2016
- [2] Infeld L. Quest: An Autobiography. New York:AMS Chelsea Publishing,1980
- [3] Infeld L. Why I Left Canada: Reflections on Science and Politics. Montreal: McGill-Queen's University,1978
- [4] Stachel J. Acta Physica Polonica B,1999,30(10):2879
- [5] Infeld E. General Relativity and Gravitation,1970,1(2):191
- [6] Cardoso J G. Acta Physica Polonica B,2007,38(8):2525
- [7] Bialynicki B. Acta Physica Polonica B,1999,30(10):2875
- [8] Einstein A, Hoffmann B, Infeld L. Annals of Mathematics,1938,41(2):65
- [9] Trautman A, Infeld L. In: Charles. C G. Dictionary of Scientific Biography(Vol.7). New York:Charles Scribner's Sons,1973
- [10] O'Connor J J, Robertson E F, Infeld L. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Infeld/>,2021.8.5
- [11] Cracow School of Theoretical Physics. <http://th-www.if.uj.edu.pl/school/>,2021.8.10
- [12] Wróblewski A K. Postępych Fizyki,1994,45:459
- [13] Genealogical tree of the Institute of Theoretical Physics. <http://ift.fuw.edu.pl/genealogical-tree.html>,2021.8.10
- [14] Trautman A, Salisbury D. The European Physical Journal H,2019,44(4):391
- [15] Gajewski R. Acta Physica Polonica B,1999,30(10):3003
- [16] Demianski M. General Relativity and Gravitation,2014,46(5):1718
- [17] Ashtekar A. General Relativity and Gravitation,2013,46(5):1704



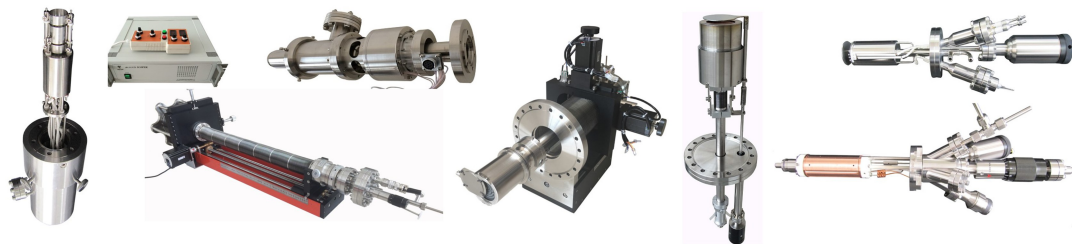
大连齐维科技发展有限公司

地址:大连高新园区龙头工业园龙天路27号

电话:0411-8628-6788 传真:0411-8628-5677

E-mail: info@chi-vac.com HP: <http://www.chi-vac.com>

表面处理和薄膜生长产品:氩离子枪、RHEED、磁控溅射靶、束源炉、电子轰击蒸发源、样品台。



超高真空腔室和薄膜生长设备:PLD系统、磁控溅射系统、分子束外延系统、热蒸发镀膜装置。

