

一位理论物理学大师人生的第二个春天 ——读杨振宁先生 *Selected Papers II With Commentaries* 有感

朱邦芬[†]

(清华大学物理系 清华大学高等研究院 北京 100084)

2014-01-22收到

[†] email: bfz@mail.tsinghua.edu.cn

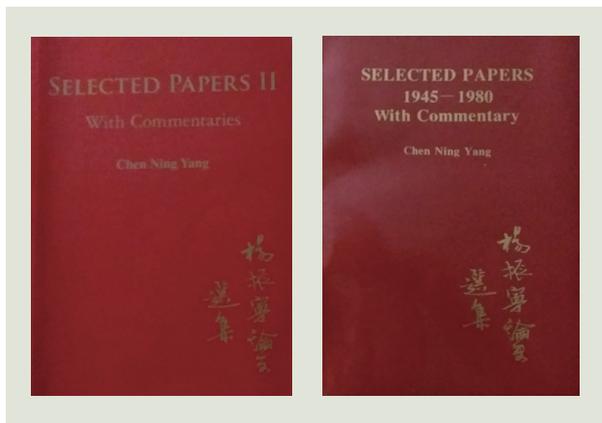
DOI: 10.7693/wl20140408

1982年,杨振宁先生在60寿辰之际,一反庆祝著名科学家寿辰出版纪念文集(Festschrift)的惯例,亲自选编并出版了他的《文选暨评注》(*Selected Papers With Commentary*,以下简称《文选》)^[1],共600页。在这本文选中,杨先生从他撰写的二百余篇论文中选择了75篇论文,并为每篇选文一一撰写了评注。评注共约80页,集中放在75篇选文的前面,中间附有25张照片。除了一些奠基性的经典物理学论文外,他优先选取一些未曾发表过的或发表在不易获取的出版物上的文章。杨先生认为,一位科学家恰如其分地评价自己研究论文的科学价值是不容易的,但“文章千古事,得失寸心知”,一般而言,他必定最了解自己写这篇文章的背景和心态^[1]。围绕自己的研究兴趣、人生哲学以及物理思想发展的沿革,杨先生撰写了多篇评注。尽管杨先生

编注《文选》的初衷之一可能是为了澄清他和李政道先生在建立弱相互作用宇称不守恒理论中所起的作用,但不可否认,《文选》开创了科学著作的一种新的模式。正如戴森(Freeman Dyson)写道,“杨的评注经常偏离所评注文章的主题,但这种偏离构成了他的心路历程和精神自传,表述了他的科学哲学”^[2],对于研究科学史和科学家个人而言,杨振宁开创的这种模式远比通常的Festschrift更有内涵,更清楚地记述了研究背景,更多地揭示了科学家的内心世界,是更可挖掘的“富矿”。依照这种模式,新加坡World Scientific出版公司总裁、理论物理学家潘国驹教授专门出版了一套《20世纪物理世界科学丛书》(*World Scientific Series in 20th Century Physics*),取得了很大成功。2005年,潘教授还把杨振宁的这本《文选》稍加扩充后收为《丛书》的第

36卷。1999年,为庆祝黄昆先生80寿辰,我也编了一本《黄昆文选暨评注》(*Selected Papers of Kun Huang With Commentary*)^[3],收为《丛书》的第23卷。从选择文章到撰写评

注,我从杨先生的《文选》学习和借鉴了许多。2012年是杨振宁先生90大寿,时隔30年之后,杨先生又整理和出版了《文选》的续集——《文选2暨评注》(*Selected Papers II With Commentaries*,以下简称《文选续》),共346页,由新加坡World Scientific于2013年出版^[4]。杨振宁在自己60岁那年,第一次感悟到“生命是有限的”。1999年从石溪正式荣休时,他借用朱自清的“但得夕阳无限好,何须惆怅近黄昏”来描述自己当时的心情。到了2013年2月,杨先生在《文选续》的后记(第343页)中把苏东坡词句改为“谁道人生无再少,天赐耄耋第二春”。三个时间节点,三句不同的话,反映了杨先生的心态越来越年轻,越来越有活力,已然实现了人生第二春。杨振宁的第二春反映在多个方面:在事业上,1997年他在清华园创办清华大学高等研究中心,在他的指引下,有一批青年物理学家已崭露头角;在个人生活上,他收获了“上帝的礼物”并通过“这个婚姻把自己的生命做了延长”;而时隔30年后出版的《文选续》是杨先生的学术人生第二春的一个完整和详尽的记录。我第一时间获得了潘先生的赠书和杨先生赠送的签名本。尽管在《文选续》出版前,我已经拜读过杨先生最近十几年中所写的



许多文章，但拿到赠书，我还是迫不及待地阅读他的选文和为选文所写的评注，细细琢磨杨先生的所选和所评，品味文字之外的匠心和情思。确实，单独读一篇文章和系统地读多篇文章并同时细读评注，感觉和收获是不同的！

作为记录杨振宁学术生涯第二春的《文选续》，一共收录了杨先生47篇英文文章和74张照片。47篇文章中，有18篇的中文版曾收进杨振宁著、翁帆编译的《曙光集》^[5]，但相同文章的英文版评注与中文版的后记却基本不同。如果说《文选》主要精选了杨振宁在60岁以前各个阶段的物理学研究的经典著作，那么《文选续》主要是物理学史研究、物理学研究、人物回忆和个人感言等多种文章的合集——除了研究成果，主要反映了一位引领世界物理60余载的物理学大师对物理学未来的洞察力、治学经验、个人喜憎、人文情怀和更广泛的思考。在观点和研究方面，《文选续》相对于《文选》有很好的延续性和展开性。

(一)

《文选续》所选文章篇篇是瑰宝，我最感兴趣的是杨先生对于物理学史的研究论文。它们大致可分为两类，一类是以某位大师为纲，另一类是以某个概念或某个领域为纲，两类间常有交叠。

本世纪前10年是多位量子力学开创者的百年诞辰，2005年是联合国教科文组织命名的世界物理年，这些物理学的纪念日促使杨振宁开展了很多科学史研究。杨先生不仅对许多物理学大家的学术成就如数家珍，而且还与多人有密切的个人交往或直接接触。杨先生本人又是一位主导20世纪下半叶物理学领域的大师，又有令人惊叹的记忆力和

条理清晰的、详细的个人档案资料，他的回忆和评述不仅十分到位，而且他看大师，不是仰视而是平视，甚至略带一点俯视，有时还就一个主题把几位大师放在一起比较和评论。更有意思的是，杨先生对物理学有本人的品味和爱憎，他对物理学大师的评价也有他个人毫不掩饰的喜恶。亲身经历、大师视角和爱憎分明的结合，使杨振宁的回忆和评论十分独特和珍贵。

杨振宁在西南联大时期形成的物理学品味和风格，导致他最欣赏爱因斯坦、费米和狄拉克3位物理学家。这点在《文选》中已很明显，《文选续》则进一步有所发展。在《文选续》杨先生的评注中，爱因斯坦被提到的次数最多。尽管所有学物理的人都崇拜爱因斯坦，但杨振宁是最知爱因斯坦的。《文选续》选了2篇对爱因斯坦的研究论文[79d, 05b](杨先生用三个字符标记他的文章，前两位数字代表年份，第三位英文字母代表该年顺序)，文章[79d]是1979年4月纪念爱因斯坦百年诞辰的一个panel讨论会的记录，文章[05b]是世界物理年(2005年)中杨振宁的一个报告。在讨论爱因斯坦的眼光和机遇时，杨先生认为，区别于洛仑兹和彭加勒，是爱因斯坦的自由眼光(free perception，即远距离眼光和近距离探视结合)导致了狭义相对论。他又认为，爱因斯坦用广义坐标不变性，加上等价原理，创造出了广义相对论。因而是爱因斯坦首先运用了近代理论物理的基础——对称支配相互作用的原则。他完全赞同爱因斯坦晚年关于“场论是物理学的最基本问题”的论断，并强调这一事实还将伴随我们多年。通常认为，爱因斯坦的后半生致力于统一场论是一场悲

剧，是走火入魔(obsession)。但杨先生却高度评价爱因斯坦晚年的努力，特别欣赏爱因斯坦的孤持(apartness)、追求和深邃的眼光，认为其改变了基础物理的发展进程。杨先生对爱因斯坦在理论物理领域深远影响的这些评价，独具慧眼，十分深刻。

《文选续》关于费米的2篇文章[01f, 12a]都探讨了费米的 β 衰变理论的特殊意义。在纪念费米百年诞辰的文章[01f]中，杨先生所写的第一句就是：“在所有20世纪伟大物理学家之中，费米是最受尊敬和崇拜的一位”。在文章中，杨先生给出他如此尊敬费米的三点原因：一是费米是最后一位在理论和实验领域都做出伟大贡献的物理学家；二是“因为在他领导下的工作为人类发现了强大的新能源”；三是因为费米“是一个标准的儒家君子”，“永远可靠和可信，永远脚踏实地，能力极强而不滥用影响，也不哗众取宠或巧语贬人”。其中人格是杨先生最看重的，为此他在[01f]篇首引用了莎士比亚第94首14行诗中的8句来赞美费米的品格。在《文选续》的另一篇文章[01g]中，杨先生分别用一个英文单词描述4位物理学家：power对应泡利，insight对应海森伯，purity对应狄拉克，而描述费米用的则是solidity。在[01f]附注中，杨先生认为，像费米这种品格的物理学家在欧美凤毛麟角，成功的欧美物理学家绝大多数非常咄咄逼人(aggressive)，行事奉行one-upmanship(渴望取胜，为胜利甚至有时可以不择手段)，如奥本海默、泰勒、费曼、库恩(T. Kuhn)等；而杨先生本人则更喜欢费米、周光召、米尔斯(R. E. Mills)这类具有君子风度的物理学家。杨先生在附注中提

出：欧美科学取得的很大成就是否与大多数欧美科学家这种咄咄逼人的个性有联系？这是一个很有意思的问题，可以称为“杨振宁猜想”。我以为，在一些“冷门”领域或一个领域初始阶段，例如像广义相对论、杨—米尔斯理论的初始阶段，成功似乎与研究者的个性是否 aggressive 并无太大关系；然而，在竞争十分激烈的领域或阶段，如量子力学和粒子物理发展的黄金时期，似乎咄咄逼人的物理学家更容易崭露头角。一方面，咄咄逼人的科学家往往自信心比较强，而高度自信心是富于创造力人才重要的品质。另一方面，这些咄咄逼人的物理学家大多是犹太人，他们的成功是否与犹太文化有关？他们的 aggressive 性格是否与犹太民族长期受歧视的背景有关？物理以外的其他科学领域是否也是如此？这些问题似乎还需要研究。“杨振宁猜想”值得我们进一步探讨¹⁾。

除爱因斯坦和费米外，《文选续》还包括研究和纪念海森伯[01g]、薛定谔[86c]、昂萨格[95d]、施温格[95b]、梅耶(J. Mayer)[82c]、费尔班(W. Fairbank)[82e]、赵忠尧[87b, 06b]、外村彰(Akira Tonomura)[12d]等物理大师的论文。韦尔(H. Weyl)和陈省身2位数学大师的研究与杨振宁的非阿贝尔规范场理论有十分密切的关系，个人关系也十分密切，《文选续》选了研究和纪念韦尔[85j]和陈省身[91e, 11a]的文章。有意思的是，杨先生在文章[91e]的附注中比较了陈省身和华罗庚这两位他都很熟悉的华人数学大师的研究风格。犹太思想家伯林(Isaiah Berlin)把做学问分为刺猬与狐狸两种方式：华罗庚兴趣广泛，

在多个数学分支领域都做出贡献，属于狐狸方式；而陈省身专注于微分几何一个分支领域，属于刺猬方式，但陈从根本上引领了微分几何，其影响遍及主要数学领域。杨先生在研究论文中对一些科学家的成果做了评价。他详尽而有说服力地论证了赵忠尧关于正负电子对产生和湮灭的实验[87b]和费尔班所做的氦4比热实验和磁通量子化实验[82e]都是属于诺贝尔奖级的重大成果。在关于AB效应的文章[83g]附注中，他附上玻姆(D. Bohm)信件的扫描件，澄清 Aharonov—Bohm 文章的研究过程。杨振宁把评价科学成果当作一项研究来做，力求客观、公正和坦诚。《文选续》还在多处对狄拉克、泡利、盖尔曼、克莱因等大师进行了评论和回忆。值得指出，《文选续》收录了杨先生在90寿辰前夕写的一篇总结自己治学经验的文章[11b]^[6]。这些对有志于科学研究的青年学生和研究人员都有重要的指引作用。

(二)

由于杨先生在场论、统计物理、凝聚态物理、粒子物理等多个物理学分支领域做出了多项重大贡献^[7]，由于亲身经历许多历史事件，又由于一流的学识和洞察力，《文选续》中杨先生对若干自己喜爱的物理学重要概念的评述以及对物理学的预言和猜想，引人入胜，且具有广泛兴趣。

杨振宁先生总结的20世纪理论物理的三个主旋律分别为量子化、对称性和相位因子。这三大主旋律是杨先生近些年来经常提及并喜欢的一个话题。杨先生曾围绕这三大主旋律做出了杰出的贡献，特别是对物理学中对称性和相位因子的发

展做出了决定性的贡献。《文选续》对三大主旋律的历史、展开、变调以及主旋律之间的缠绕作了全面而精辟的阐述。杨先生在文章[02i]的附录中预言，“由于人类面临的众多紧迫问题，21世纪物理学的主旋律不会像20世纪那样具有诗意和哲理”，“将很大可能被各种应用主导。可能会产生基础性的革命的大领域是天体物理，暗物质和暗能量之谜，将可能被新的更美的概念取代，类似于20世纪初洛伦兹—菲兹杰拉德收缩被爱因斯坦狭义相对论取代”。

规范和相位是杨先生最喜欢的两个物理学概念，在《文选续》评述文章中得到了深刻的系统的回顾和梳理[85j, 86c]。数学家韦尔对物理学做出了许多深刻的重大贡献，杨先生对韦尔“努力通过数学构造去解开物质和空间结构之谜”，“总是感到震惊”。在文章[85j]中，杨先生总结韦尔研究规范理论的三个时期，提到韦尔“就像坐标不变性保持动量守恒那样，规范不变性保持了电荷守恒”的想法对自己“有极大的吸引力”。作为一个佐证，我们可以看到杨振宁1947年在芝加哥大学当研究生时写下的关于“规范不变与相互作用”的3页手稿[04c]。1954年，他和米尔斯合作，从同位旋守恒最终发展出非阿贝尔规范理论。在文章[86c]中，杨先生考证，薛定谔1922年发表的一篇文章中，在韦尔的规范理论引入一个虚因子，这对于建立波动力学非常重要，并且它比波动力学几篇创立论文发表还早了4年。杨先生给出薛定谔为什么在1926年文章中并没有引证他本人1922年文章的猜想，并画一张与复相位和规范场有关概念发

1) 大多数，而非所有的犹太裔的物理学家都具有此种性格。例如，玻恩(Max Born)并不是一个 aggressive 的人，此外，杨振宁认为朗道 aggressive，但并非 one-upmanship。

展的流程图加以说明。杨先生进一步还作了现代数学纤维丛理论和规范场理论的对照。这些历史沿革,当今也只有杨先生能够如此深入浅出地说明白。其中数学和物理相互启示和促进,推动两个学科发展的历史经验,很值得我们吸取。

《文选续》中涉及统计力学的文章将近10篇。从当年聆听刚回国的王竹溪的统计力学讲座的一位西南联大学生,到2013年和合作者发表3相的可解格子气模型,70多年来,统计物理始终是杨先生一以贯之的最喜爱的一个领域[88d]。之所以如此,似乎是与他数学之美的欣赏和对物理之美的追求相洽的。他特别称赞梅耶1937年的一篇文章是“第一个尝试超越直觉思维,用严谨的数学来研究相变的文章”。他批评长期以来一些物理学家对数学的“实用主义的态度”,不同意他们持有的“有的一类研究数学性太强,未必与实际物理学现象有关”的观点,指出正是“多个美妙实验发现的相变中的比热奇点,才扫光了此类怀疑态度。以后发展出临界指数、标度、普适性(universality)、重正化群等概念,将统计力学研究引入高峰”[82c]。他认为“统计力学的研究对象是无穷多自由度系统”,而“一个强子其实不过是所谓的真空中的一个复杂的激发态,而真空有无限多维自由度”。进而提倡量子场论和量子统计两个领域的进一步交流。

在《文选续》中,杨先生还围绕物理学中的电荷、宇称、时间分立对称性[82g]、规范场[83g]、自旋[85g]等基本概念做了深入的论述。无论是研究人员还是学生,杨先生这些专题评述对于他们加深对这些基本概念的理解,都是极其珍

贵的。

(三)

如果以为《文选续》只是一位老物理学家的回首往事和回忆故友之作,那就未免失之偏颇。《文选续》中有近四分之一的文章属于原创性的科学研究论文,况且还不包括杨先生花甲之后撰写的许多著名论文。除2篇较早发表的场论方面的文章,由于后来丘成桐认为对数学家很有用[77g]或因近年进展而引发新的研究兴趣[78a]外,其他被选进《文选续》的研究论文大多集中在统计物理和凝聚态物理领域。杨振宁在回答应该用什么原则选择研究题目时曾说,“要找与现象有直接简单关系的题目,或与物理基本结构有直接简单关系的题目”^[5]。他还认为“把问题扩大往往会引导出好的新发展方向”^[5]。花甲后的杨先生所选的研究课题,仍然依循这个“直接简单关系”的原则,如他和张首晟合作研究与高温超导关系密切的Hubbard模型的 SO_4 对称性[90b],他和邹祖德研究高度对称的C60分子的振动模[97d],等等。《文选续》中大部分统计物理论文是在2个物理结构直接简单的理想化模型上开展的:稀薄玻色硬球系统[57i, 57h]和1维具有 δ 函数排斥作用的多粒子系统[67e]。1967年,杨先生发现1维 δ 函数排斥作用的费米子系统可以转化为一个矩阵方程,后被称为杨—巴克斯特(Yang—Baxter)方程[67e]。在《文选续》中的论文[88b]中,杨振宁和谷超豪进一步在一个少数费米子的可解模型中具体推导出束缚态和S矩阵的显式,并以此模拟几个粒子的低能核物理系统。1995年以来,在激光冷却技术发展的推动下,玻色—爱因斯坦凝聚(BEC)已在实验中被观测

到,原子光学和冷原子物理成为一个新的学科生长点,深入研究稀薄玻色硬球系统和1维 δ 函数作用的多粒子系统将可能“引导出好的新发展方向”。有鉴于此,2008年以来,杨先生单独或与人合作围绕这两个系统发表了十多篇研究论文,其中7篇发表在《中国物理快报》(CPL)上,作为CPL的主编,我为此感到荣幸和钦佩。论文[08d]中杨先生用赝势方法把他与黄克孙、李政道等合作者在50年前稀薄玻色硬球系统的研究推广到2, 4, 5维,以期他们的理论计算能被实验验证。《文选续》中的3篇发表在CPL上的论文[09f, 10e, 10h]都是关于1维 δ 函数作用的多粒子系统的研究。[09f]给出1维 δ 函数排斥势作用的受限多费米子系统的基态,[10e]是他和马中骥合作对1维 δ 函数排斥作用、不同受限势阱中的多粒子系统的系列研究中的一篇代表作,[10h]是他和一位研究生对于1维 δ 函数作用的多分量玻色子系统的研究论文。这些文章都将推动冷原子物理实验和统计力学理论研究的进展。我经常可以收到杨先生于半夜11—12点发来的邮件,对于一个耄耋之年的科学家,杨先生的干劲和活力实在令人敬佩和惊叹!

文章[09f]起初是投给《物理评论快报》(PRL)。第一位审稿人轻率地认为作者是与诺贝尔奖获得者同名的某位CN Yang,审稿极为马虎,似乎也完全忽视文章所研究系统存在受限势;第二位审稿人的意见是许多人遇到过的、无实质性内容的所谓“缺乏广泛兴趣”和“缺少新的物理”,加上编辑“明显傲慢自大和官僚化”的程式化的答复,使得杨振宁这位PRL的创始人和多篇重要论文的作者,感到整个退稿

过程“funny and troubling”。为此，在[09f]附注中，杨先生原原本本地附上审稿人意见以及他与PRL编辑的两轮通信，力求改变这一错误的趋向。我参加若干种学术期刊的编委会，也对编辑部的难处有所体会。随着计算机和网络的发展，稿件数量飞速增加，寻找合适的审稿人确实相当困难。尽管如此，杨先生投PRL所遇到的问题，是必须改正的。希望杨先生的评注能起正面的作用。

(四)

《文选续》给我印象最深刻的是杨振宁对中国的热爱以及他挥之不去的中美之间的情结。杨先生出生于一个中国传统的“忠厚传家、诗书继世”的知识分子孝悌之家，生长在中华民族生死存亡最危险的历史时期，身体里流淌着中华文化的血液，脑海中充满着百年屈辱带来的浓烈的救亡意识。在建立起基本的知识体系和对物理学“爱憎”的品味后，他23岁在庚款留美基金的资助下出国。美国给他提供了进入物理学最前沿领域的机会，使他成为一位世界级的伟大科学家。杨振宁衷心希望中国强大，也希望中美关系良好。《文选续》所选的前三篇

文章[71d, A71d, 72d]都与他在1971年夏的阔别故国26年后的破冰之旅有关(他是“乒乓外交”后第一位“跻身”入境的科学家)，这次访问被杨先生认为是他人生的转折点。42年后，我读这些文章，字里行间，杨先生当年回到魂牵梦绕的故国、触及其灵魂的感受仍历历在目。如今，年逾90高龄的杨先生重读自己的文章，在评注中对中美关系可能恶化的担心，令人感动。杨振宁渴望中国强盛和人民幸福的衷情，在两种文化冲突中的撕裂和隐痛，父亲对他加入美国国籍的不满，以及内心深处对中华民族回馈恩情的责任感，在《文选续》中的《父亲和我》[97f]和《邓稼先》[93b]这两篇文章中(原文用中文写作，我认为是完全可以传世的范文，《文选续》中的英文译文由杨先生和翁帆亲自翻译)，表达得尤为感性、细腻、微妙和深刻。由此，我们更容易理解杨振宁当年为什么置海外反共人士的谩骂而不顾，大力宣扬新中国的成就，为什么容易轻信一些文革“新生事物”；我们也可以理解为什么在1970—1980年代，前苏联宣传机构在报章上公开称他为中共在美国的“第五纵队”[79d]；我们

更能理解40多年来他为什么为中国科学技术发展和人才培养呕心沥血、竭尽全力，近10多年来不仅自己捐款，还千方百计去募捐，亲自筹建清华大学高等研究中心，指导培养了一批优秀的青年物理学家。杨先生把改革开放后的中国称之为“新新中国”，以区别于解放前的“旧中国”和改革开放前的“新中国”。杨先生回国定居后，我有较多的机会直接接触杨先生。我的观察是，他相当了解“新新中国”的种种问题。正如他在《曙光集》前言中所比喻的，旧中国是“长夜”，现在是“曙光”，而他“看不到天大亮了”^[5]。一方面由于他亲眼目睹了旧中国的贫穷落后，亲身经历过亡国的威胁，而又没有切身体验新中国的极“左”政治；另一方面，作为一位睿智和成熟的物理学家，他看问题所采取的时间和空间尺度远比常人更为宏大²⁾，因此他对中国的未来更为乐观，在某种程度上也更符合执政者的口味一些。但是，不管被多少人诋毁和谩骂，杨振宁热爱中国之心老而弥坚，对中国感情上的依恋始终不变，这是每个《文选续》的认真读者都可以得出的结论。

参考文献

- [1] Yang C N. Selected Papers (1945—1980) With Commentary (San Francisco: Freeman, 1983), 2005 Edition. World Scientific Series in 20th Century Physics. (vol.36). Singapore: World Scientific, 2005
- [2] Freeman J D. Preface in Selected Papers of Freeman J. Dyson with Commentary. American Mathematical Society, and International Press, 1996
- [3] Huang K. Selected Papers of Kun Huang With Commentary. Ed. by Bang-Fen Zhu. World Scientific Series in 20th Century Physics (vol.23). Singapore: World Scientific, 2000
- [4] Yang C N. Selected Papers II With Commentaries. Singapore: World Scientific, 2013
- [5] 杨振宁著, 翁帆编译. 曙光集. 北京: 北京三联书店, 2008. 135
- [6] 杨振宁. 物理, 2012, 41 (1): 1
- [7] 施郁. 物理, 2014, 43(1): 57

2) 《文选续》的第一篇文章可以说是一篇“长城颂”，其中有如下二句“它(长城)象征着中国历史的悠久，它象征着中国文化的坚韧”。长城跨越2000余年之历史和延绵万里之长，在某种意义上，象征了杨振宁思考问题的时间尺度和空间尺度。