

孙昌璞忆杨振宁：顶级理论物理学家的三大贡献，他几乎都做到了

■本报记者 李晨阳

“要理解一位伟大的科学家，你不能只把他当成科学家，你要把他当成一个真真实实的人来看。这样你就会发现，人们对他的评价，过于简单了。”

杨振宁去世后，他与葛墨林院士联合培养的博士研究生、著名理论物理学家、中国科学院院士孙昌璞接受《中国科学报》专访时如是说。

20 世纪 90 年代，孙昌璞来到美国纽约州立大学石溪分校，在杨振宁指导下开展博士后研究。杨振宁一生只收过寥寥几名学生，他作为指导老师署名的博士生论文，大概不会超过 10 篇，其中一篇就是孙昌璞的。

在孙昌璞看来，杨振宁固然是天才，同时又是天才中少有的一种——他善于共情和体谅他人，是不折不扣的理想主义者，却又对不够完美的现实充满理解和同情。

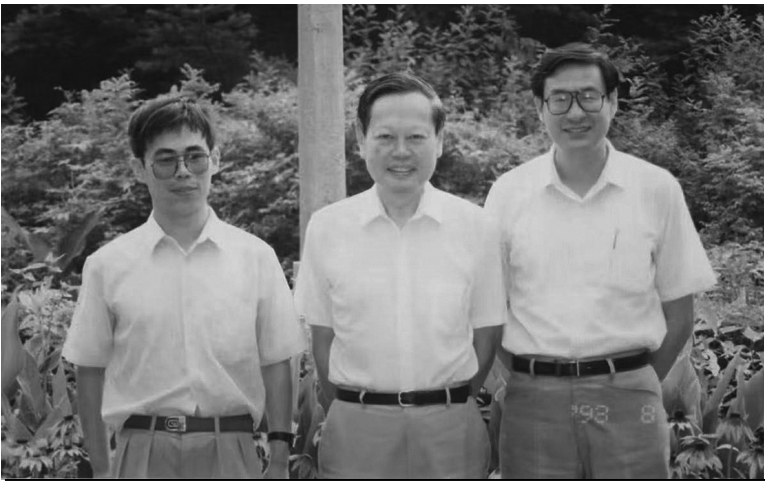
《中国科学报》：2013 年，杨振宁回国定居清华园时，写了一首《归报诗》，其中有一句“学子凌云志，我当指路松”。你也曾说，他是通过指引一个人、一件事、一个一个研究方向，一步一步推动中国物理学进步的。能否详细讲讲，杨振宁是一棵怎样的“指路松”？

孙昌璞：1992 年，我来到纽约州立大学石溪分校。杨先生给我的第一个题目是宏观系统的量子效应如何受量子耗散的影响。今年获得诺贝尔物理学奖的工作就和这个题目直接相关。但在当时，这并不是一个热门领域，甚至都不算一个热点问题，只有极少数科学家在做，所以直到今天，准确理解这个问题和今年诺贝尔物理学奖的工作也需要一些努力。

此外，他还给了我几个研究方向，包括量子纠缠与鬼成像相关问题、量子光学、冷原子及玻色－爱因斯坦凝聚研究和高温超导模型等，如今每个方向都已开花结果。当时杨先生预言玻色－爱因斯坦凝聚和冷原子研究会在未来 20 年有很好的发展，事实上直到今天，这个领域在近 30 年间都是物理学的主流方向。他对科学趋势的深邃洞察，至今看来仍然令人震撼。

在石溪，经常有年轻人来找他学术“问路”。对此，杨先生的思考角度是“如果他是我的孩子，我要告诉他做什么”。

有些人想在美国从事高能物理研究，杨先生往往并不推荐。当时我很不理解，还问他为什么打击人家的积极性。杨先生告诉我，像高能物理这样的领域，在美国很不好就业。这个领域完全依赖高能加速器，但只要加速器的原理没有出现变革，经费支出就会非常之高，是百亿美元级别的。而如果一个基础研究领域高度依赖经费投入，就很难发展。他认为



孙昌璞（左）与杨振宁先生和葛墨林先生（右）的合影。
受访者供图

为，如果想做高能物理，就要去研究加速器原理，从根本上打破这个领域的瓶颈。后来，他有两个杰出的学生（赵武和余理华）去做加速器物理研究，都取得了很好的发展。

杨先生总是根据每个学生的特点和实际需要来指导研究方向。他曾对一名学生说，“未来生物物理学可能会有大的发展，虽然我不做这个，但你可以去做”。后来这名学生确实在生物物理学领域做得很成功。

《中国科学报》：杨振宁如此热心于为年轻人指路，为何在他漫长的学术生涯中，带有的学生却似乎并不多呢？

孙昌璞：的确如此，杨先生亲自带过的学生大概只有七八名，我想博士论文上指导老师那栏写着他名字的，可能不超过 10 篇。

我曾问过他原因，他说，“在理论物理学领域，年轻人的成长需要从一些具体问题着手，而我也是亲自动手做题目，没有那么多好的题目给大家”。

杨先生曾师从美国“氢弹之父”泰勒，这是一位很有个性的大科学家，一天能有 10 个想法，其中有 9 个全都是错的。这无损于他在学术上的成就，但他如果以这样的风格给学生指路的话，大概就会有些问题。而杨先生的风格则体现了东方人的审慎，他会担心，如果给的题目不好，会误导学生。我能感到他指导我的科学问题，自己都已经很深入地思考过了。

《中国科学报》：杨振宁对高能物理的态度一直是学术界的争议话题，作为熟悉他的人，你如何理解他在这个问题上的坚持？

孙昌璞：现在很多人对杨先生有误解，认为他是反对高能物理的。但要知道，杨先生一生中有 2/3 的时间在做高能物理，另外 1/3 的时间在做统计物理。

显然，他并不认为这个领域不重要，但他会很务实地考虑问题。比如，当年中国要造一个很大的加速器，杨先生反对的理由就很简单，也很直率，他认为加速器与国防科技等刚需领域不同，是短时间内无法得到应用的基础科学。而当时中国的经济百废待兴，还处于比较困难的时期，比起花那么多钱建造加速器，先照顾老百姓吃饭的问题更要紧。而且这样一个巨大的科学工程需要很多人的付出，那么，作为某一个具体的人，就很难在这个领域成名，所以他也不太推荐人去去做。

这就是杨先生，他一生都在追求最优美的科学，但同时也在反复掂量实践这种科学要付出的代价。理想主义和现实主义在他身上是共存的，但也时常碰撞出矛盾——自然界最简单、最底层的规律最漂亮，但要捕捉这个规律要花很多很多钱，这时候该怎么办呢？

《中国科学报》：杨振宁的学术洞察力，与他所推崇的学术品味是否有关？

孙昌璞：杨先生能看得这么远，正是因为他学术品味。他称赞狄拉克（量子力学奠基者之一）的文章是“秋水文章不染尘”，干干净净，直指本质。他对自己和学生的文章也是这样要求的。此外，他还很喜欢傅山的一句话“宁拙毋巧”，追求大道至简的朴拙之美，所以他的想法总是很绝妙，但用的方法往往很简单。

其实自然演化的规律也是这样，既高效又经济，至简至美。因此，杨先生用这种品味指导自然科学的研究，也是恰如其分的。

《中国科学报》：在物理学界，像杨振宁这样既有深刻的学术洞察力，又愿意利用这种洞察力提携后学、为年轻人指路的科学家多吗？

杨振宁以壮阔人生，权威回答有关中国人的这两个问题

■刘晓

成长于中华民族风雨飘摇“长夜”时期的杨振宁先生，终于化作璀璨的星辰，迎来新世纪的“曙光”和“晨曦”，这是卓越而壮阔的人生。

2005 年 7 月，在北京召开的第 22 届国际科学史大会上，杨先生提出，爱因斯坦能够抓住重点，是因为他具有更自由的眼光，即必须能够同时近观和远看同一个问题。杨先生对许多物理学家的贡献和物理学的发展皆有精妙的论述，而他对中国现代科技发展的观点更让我们深受启发和勉励。

中国的科学技术史研究有两个核心论题，一是现代科学革命为什么没有在中国发生，二是中国如何发展现代科学。第二个问题不但需要精准把握现代科学的本质，还要深刻认识中国社会的发展进程。作为现代科学在中国体制化发展的见证者，杨先生以自身的经历、成就和感悟，一直对这个问题尝试作出解答。在科技史研究方面，杨先生具备了他所说的“自由的眼光”，无论是方法还是结论，都值得现代科技史研究者重视。

根基

早在 1993 年，杨振宁作过《近代科学进入中国的回顾与前瞻》的报告，提出中国科学发展的 4 个必要条件，其中两个正面解答了两个前提性问题，即中国人是否有可能从事科学，以及是否有意愿从事科学。显然，杨振宁本人正是这两个问题最权威的解答人之一。

“东方人是否天生不适宜于做现代科学工作？”杨振宁指出，19 世纪末，当达尔文的进化论被用来佐证白种人的帝国主义侵略政策时，许多中国知识分子在灵魂深处曾为这样的问题所困扰。抗战以来兴起的中国科技史研究，其重要使命之一就是帮助国人树立从事自然科学研究的信心。恰恰在这一点上，以杨振宁为代表的中国科学家以其现代科学上的成就给出了明确的答案，这也是他最引以为豪的：“我一生最重要的贡献是帮助改变了中国人自己觉得不如人的心理作用。”他从个人经验出发，认为做科学工作其实并不困难，“我在

中国念小学、中学和大学时，都曾有许多十分聪明的同学”。这些聪明的青年，对中国科技发展起到决定性作用。

救亡

在许多人看来，20 世纪上半叶的中国科学初步完成了建制化，但因政局动荡和连年战争而惨淡经营，甚至一度颠沛流离。然而，杨振宁却认为，引进近代科学“在下了决心以后，进度却是惊人的快速”。20 世纪初的留学潮让成千上万人接触到现代科学，他们回来培养的学生，便有能力出国学习前沿的科学，攻读硕士、博士学位。

20 世纪上半叶的物理学日新月异，尤其到了 30 年代末，核裂变的发现引起各国重视，大量物理学家开始参与保密的战时研究，因此此前归国的一批科学家最能代表当时国际科学的前沿水平。

当时主要大国的顶尖科学家，大多转向了战时研究。我国最早获得理论物理学博士的王守觉，筹建并主持中央机器厂，服务抗战建设。然而，在西南联大等少数高校，还保留着纯粹科学的教学和研究。可以说，杨振宁的机遇是举世罕见的，在昆明，他奠定了一生从事学问的诸多基础，包括研究的领域、学术上的品味，以及坚韧不拔的性格。因此，杨振宁后来觉得自己有责任做一点中国现代物理学史研究，特别是中国前辈科学家在艰苦条件下取得的成果更应该珍视。

歧路

1945 年 8 月，当杨振宁告别父亲前往美国学习物理时，投到日本的原子弹的烟尘尚未散尽。那时，世界主要大国都摩拳擦掌，投入巨大的人力物力展开核军备竞赛，核物理学家成为战略人才。

中国和美国在科学上的差距，且不说基础科学领域的天壤之别，仅工程技术方面就至少横亘着一个“曼哈顿计划”。1950 年 2 月，朱光亚获得博士学位，立即登上了回国的邮轮。而与杨振宁自幼交往的挚友邓稼先，也

于 1950 年 8 月拿到博士学位后的第九天乘船回国。这些同辈好义友无反顾的选择，无疑触动着杨振宁。胸怀壮志的科学家对新中国科学的前景充满信心，研制原子弹也是许多人心照不宣的目标。

杨振宁 1948 年获得博士学位时，国民党政权正面临土崩瓦解，根本无心考虑发展原子科学的计划。他虽有回国的打算，却只能等待时机，因此继续留在芝加哥大学担任讲师。大批从“曼哈顿计划”抽身的顶尖科学家，让粒子物理进入快速发展的轨道。作为战后最早投身费米门下的学生，杨振宁已经开始深入课堂，学到了“方法与方向”，具备了“自发地研究东西”的能力。1949 年，费米和特勒又推荐他前往普林斯顿高等学术研究所，跟随奥本海默做博士后。随后杨振宁在普林斯顿的象牙塔中工作了 17 年，在这段学术黄金期，他分别与米尔斯和李政道合作，提出杨－米尔斯规范场理论以及弱相互作用中宇称不守恒的理论。1957 年与李政道共同获得诺贝尔奖。

1964 年，中国的原子弹成功试爆，几个月后杨振宁即同意应邀前往纽约州立大学石溪分校，创办理论物理研究所。1970 年，中国东方红号卫星上天，中国的国际地位大幅提升，中美之间出现了重建桥梁的契机，杨振宁敏锐地抓住了它。

桥梁

上世纪 70 年代，中国的“两弹一星”和日本借助科技走向经济繁荣，极大改变了东方人在国际科学界的形象。但僵化和封闭的体制也让中国经济远远落后于西方和日本。杨振宁所说的第四个条件“经济支援”仍是明显的短板。伴随着我国改革开放和确立以经济建设为中心的指导思想，杨振宁在建言中国科技发展政策时，始终注意结合科学的内在规律和中国经济实力。

为尽快恢复中国与国际的科学合作，大型加速器建设成为热议的话题。高能物理是国际科学合作的重要领域，能够彰显国家的科技和经济实力，核科学家在科技界也享有高度的话语权。然而，洞悉美国战后粒子物理

孙昌璞：我想这的确是他非同寻常的一点。杨先生从年轻时就很乐于分享。他最著名的成果之一——杨－米尔斯理论，是他 32 岁时遇到一个名叫米尔斯的博士后，很热情地把自己的想法与他共享，一起做出来的。

黄昆先生和美国著名物理学家、数学家弗里曼·戴森都曾说杨先生是一个“正常的天才”，这个说法后来流传很广。相比很多特立独行的天才，杨先生是一个乐于并善于共情他人的人，能看到别人的难处。他曾让我去找一位著名数学家讨论我的一篇文章。对方一开始也很看好文中解决的问题，但过了两天又发现这个问题没那么重要了。在这篇文章里，我证明了 9 个引理才得到一个中心定理，但我当时有些丧气，准备放弃发表它，杨先生大概看出了我的情绪，说数科学的视角和物理学家有差异。我模糊地记得是他在法国开会期间专门打电话告诉我，鼓励我把它发表出来。后来这篇文章还是有一点影响的。

我到美国时，杨先生已经 70 岁了，他还在坚持亲自推公式。我经常开玩笑说，我向杨先生学习，要做“手搓”的科研。我相信如果他不是在长期具体的实践中形成对各个学科方向的认知，他的洞察和指引也不会有这样的生命力。

《中国科学报》：在你看来，杨振宁在物理学史乃至科学史上是一个怎样的存在？这个问题会不会比较难回答？

孙昌璞：我倒觉得不难回答。顶级理论物理学家的贡献大概能分成 3 种类型：第一种，发现了非常基本的规律，比如牛顿定律、麦克斯韦方程、量子力学；第二种，预言了一些新的物质或重要物理现象；第三种，影响了物理学以外的其他学科。

我想杨先生至少占了两种：他的杨－米尔斯方程是当代物理学中可以比肩麦克斯韦方程的奠基性工作，继续发展下去，有其他多位科学家据此建立了基本粒子的标准模型，使得诸多理论预言被实验证实；他和李政道先生合作发现了弱相互作用下互为镜像的粒子运动不对称的基本规律，很快被吴健雄等人的实验证实；他在统计物理学精确模型和非阿贝尔规范场中的工作引起了数学新领域的突破，如量子群和四维流形分类，很多菲尔兹奖获得者的工作都与杨先生有关。

顶级理论物理学家的 3 类重大贡献，杨先生几乎都做到了。与爱因斯坦以一己之力开创并完善狭义和广义相对论等划时代工作相比，杨先生应该还有差距，但他毫无疑问可以比肩 20 世纪其他顶级的少数几位理论物理学家。

缩影

杨振宁总结的才干、纪律、决心与经济支援等 4 个条件，实际上对应了支撑科技发展的人才、建制、政策和经济水平等 4 个因素，近几十年的中国现代科技史研究正是围绕这些因素展开的。

当以上因素不再显著制约中国科技发展时，科技史研究的侧重点便会转向杨振宁所强调的科学家的学术贡献和个性风格，乃至对科学之美的欣赏。恰当地评价和宣扬当代中国科学家的贡献，我们需要杨振宁这种洞悉科学全局和方向的“指路松”，也需要科学史家和科学家之间的合作研究。

杨振宁是现代科学跨文化和区域的标志性人物。他有着中国传统文化的深刻涵养，又受过良好的西方科学训练，最终到达世界科学的前沿。他不仅在中美之间架起科技交流的桥梁，还成为全世界华人科学家的纽带。与海外科学家相比，邓稼先、朱光亚和黄昆等好友走上了一条不同的道路，但他们都怀有共同的信念，这大概就是杨振宁最终理解的“千里共同途”，从另一个角度阐释了不同区域、不同文化的科学发展应有的多样性。

（作者系中国科学技术大学科学技术史系教授）

得知杨振宁教授去世的消息，虽是预期但依然难免伤感。回溯 1985 年 6 月 5 日在美国纽约大学石溪分校与他第一次见面，迄今已超过 40 年。我后来同他有多次来往，特别是 1998 年开始写他的传记后，更与他有十分深入的接触。我分享他的许多生命历史，探索他在物理科学上划时代的不朽贡献，在写传记之前与之后，更在诸多日常生活闲谈中，深深领略他出于一种真实诚挚本性的为人处世态度，令我感慨。

上一回见到杨先生，是 2022 年的 7 月 24 日。那年是他的百岁生日，我到北京在他清华大学校园的家中见面，我们谈了 3 个小时，后来我写了一篇短文《百岁杨振宁的小院子》，公开发表。

一九八五年我在纽约大学石溪分校头一次见到杨振宁，三十七年来我们见过无数次面。今年五月，我受邀到南京出席吴健雄一百一十岁诞辰纪念会，东南大学希望我请杨振宁发一个他谈吴健雄的视频，联络后，他送来一篇两百多字的短文，要我替他宣读。近年因为他年事已高，我并不常给他电邮，他的回信也多是简短几字英文，此行我隔离在厦门酒店，曾给他一封电邮，提到我初到了他童年待过的厦门，提到他写的《父亲与我》文章，看到他在文章结尾，说起参加香港回归，有“国耻尽雪欢庆日，家祭勿忘告乃翁”的感慨，说想起当年香港回归种种，感慨深刻，也说会到北京去探望他。令我意外的，这回他特别给我回了较长的一封信，“I wish I could also be in 厦门和南京”（我希望可以到厦门和南京）。

七月初我到了北京，听说他在医院，也不允许探视，想起三年前在北京同他见的情形。那回他精神很好，因为翁帆姊姊和女儿在北京家中，只有我们两人到清华园招待甲所餐厅的小包间里吃饭，他的谈兴甚高，一个多小时吃饭说话，毫无倦容，饭后自己走到柜台付账。在甲所门口，他看到来会我的清华大学刘钝教授，便拉着他的这位老朋友一起照相。之后我和刘钝扶他走上汽车，他居然对我说：“江才健，你不要扶着我的手，要让我扶着你，你看那老佛爷就是如此。”我和刘钝就像扶老佛爷般的把他送上了汽车。

这回说了要来看望他，起初他在医院，知道他回家后同他联络，他立即说了个时间。坦白说，七月二十四日见他以前，我是有点担心的，一百岁的年纪，还在医院住了好一段时间，还真不知道是个什么状况！那天走入杨振宁住家小楼的客厅，他靠墙坐在一张椅子上，露出开心的笑容向我挥手，精神挺好，看着真让人开心。刚坐下来，翁帆问我喝茶吗？我说热水，坐在椅子上的杨先生居然说，要不要可乐，我吓了一跳，问翁帆杨先生喝可乐？翁帆有点腼腆笑着说，偶尔喝半杯。咯，这倒是让人放心。

多年来同杨振宁见面谈话，他常常的说话模式总是“江才健，你知不知道某人某事如何如何”开始，他提的人事虽然有科学学术中事，也有其他文化艺术、社会甚至是政治的事，显现出他兴趣广泛，关照面大，尤其令我印象深刻的，是他的记忆力真好，许多事他都是巨细靡遗，记忆完整清晰。这回也不例外，同样由他牵头提出一些人与事，有些是我也熟悉的，有些我只有耳闻。这回谈话，一下子谈了三小时。后来有朋友问，我是否与他谈学论识，讲一些科学问题，他的物理学学术，我无从置喙，其实是闲话家常，甚有一些小的“八卦”。

这就是杨振宁看似严肃面容下，真实随性的个性，尤其是对于如我这样的熟近的友人，总是性之所至，无话不谈。这回去的他在清华校园中的小楼，是二十年前他决定回去时，清华大学特别在校园中盖的“大师邸”，一共盖了三栋，除了他之外，另外一栋是为世界力学权威林家翘，还有一栋后来由杨振宁请回清华，在国际计算机器领域的翘楚姚期智居住，二〇一三年林家翘过世后，空置了一段时间，最近由哈佛大学回清华的数学家丘成桐居住。

上世纪九十年代末，这三栋上下两层，还有个小院子的小楼初落成，比起当时清华校园的一般教师宿舍，当然算是不错的，但是以目前北京一般的标准，也不算过于特别。杨振宁住家没有大客厅，由车库边门走入，过一个小小走道，右手就是一个长条形的起居室和客厅，也许五米宽，大约有十余米长，客厅沙发与小儿都很普通，像杨振宁一样的不讲究。客厅中段是五扇落地玻璃门，玻璃门外是一个小院子。二十年前一次杨先生曾经带我入内看了一下，那时他还没回来常住，因为太太杜致礼还在生病治疗，当时觉得小院子中花木混杂，墙边的一排竹子也没精打采的样子。

我坐在杨先生的左手边，面对长条客厅尾端的方向，他面对着的，就是玻璃门外的小院子。这回仔细看这个小院子，花木清朗，错落有致，显出一种从容的逸趣。当年杨先生初回清华，面对园中竹子，还要效法王阳明穷格竹子道理之言，也引起过一些议论，现在竹子依然倚墙而生，只不知他的格竹之理，有何新悟。

那天我们谈了许多人与事，人人有文学家、艺术家、老朋友、新朋友，事则涉学术、历史、人生、婚姻，虽是上下五千年，总还是红尘多少事。谈话中杨先生说“人生是很奇妙的”，这句话出自如此一位慧性过人的百岁智者，自是意义不同。我们谈的兴致很高，翁帆来来去去，偶然坐下插上一两句话，看她神清气爽，早不是二十多年前那个稚气未脱的学生，眼神谈话中显出的成熟自在，确实不凡。

这就是那个仲夏午后同杨先生的会面。于我而言，他不只是一个老朋友，更是科学与历史上一个难得的传奇。偶得此缘，实属幸遇。

那天杨先生谈话兴致很高，我们由下午 4 点谈到 7 点，之后他还提到清华甲所吃晚饭，因为太太翁帆提醒他那天是星期天，没有包间，方才作罢，但是他特别在我带去的《杨振宁访谈录 百年科学往事》的扉页上写下：“才健，今天长谈很高兴，请明年再来。”

第二年的 7 月，我确实到了北京，但是没有再跟他联络，因为那一年间，我与杨先生十分亲近的得意门生，也是多年老友赵午有些联络，得知杨先生那时基本上已不与外人接触，因此我在心里已意识到，2022 年的相会上，恐是最后一面。

杨振宁在物理学上的不朽贡献，近年愈来愈得到更广泛的认识，虽然他最重要的科学工作是在 20 世纪完成，但是跨入 21 世纪的 25 年生命历程中，他依然在世界物理学上带来深远的影响，其中特别值得一提的是，是 2015 年在新加坡“杨－米尔斯规范场论六十年”会议发表的《物理学的未来重新思考》，对于过去 50 多年物理科学的进展，坦率提出他的评价与展望。与他惺惺相惜，公认在 20 世纪物理学上有极重要贡献的戴森（Freeman Dyson），评价杨振宁是 20 世纪延续爱因斯坦、狄拉克以降，同样以优美数学风格展现出宇宙认知物理工作的伟大科学家。他的这篇对于物理科学评价与展望的文章，毫无疑问，未来将会是物理学科学中不朽的历史文献。

（下转第 4 版）

追念跨世纪大科学家杨振宁

江才健