

大家

孙昌璞：

“美”是物理“求真”之路的至高标准

□ 韩扬眉



“理论物理学的不同领域有不同的价值观，而‘美’是能够统一这种多元价值观的。”近日，在云南大学举办的第十八届“彭桓武理论物理论坛”上，中国科学院院士、中国工程物理研究院研究生院教授孙昌璞在报告中说。

为什么需要理论物理

物理学不同学科分支有各自的物理理论，为什么还需要有理论物理这样一门独立学科？

孙昌璞引用1977年物理学家王竹溪和郝柏林的一段解释说：“理论物理是把物理学的各个学科对物质运动规律的研究成果作出高度概括，表述为基本的定量关系，建立起统一深刻的理论体系，说明和预见新的物理现象。”

“理论物理是研究共性问题的，而不是只针对一事一时的具体情况。”孙昌璞表示，理论物理在沟通各个分支学科中起桥梁作用。

然而，理论物理是物理分支学科理论高度的综合交叉，判断一个理论好坏的价值观自然就是多元化的，价值观意义上的冲突也随之产生。

虽然物理学是实验科学，实验是检验理论的标准，但物理学不同分支领域的实验标准是有时间尺度差别的，这便是多元价值观导致的主要困境。

孙昌璞以上帝粒子的发现之路为例，1954年杨-米尔斯理论提出，经过对称性破缺、希格斯机制的发展，1967年以标准模型为标志的电弱统一理论建立。最终，2012年欧

洲核子研究组织正式宣布，探测到的新粒子被暂时确认为希格斯玻色子。经过了近60年，理论得到了实验验证。

“一个好的理论需要多长时间得到实验验证，没有一个统一标准。”孙昌璞认为，比如，高能粒子物理需要昂贵的大型科学装置，其实验成功需要更长时间，如证实希格斯机制就用了50多年；凝聚态物理等衍生论领域贴近日常生活，大多采用相对经济、易实现的桌面实验系统，是否能即时证实有时就成为一个可操作的价值判断标准。

在孙昌璞看来，无论何种物理理论，都需要一条唯美的求真之路。他呼吁，科学管理者、顶尖科学家，都应该充分认识到不能简单拿一把尺子、用一个标准对待理论物理上的发现和创造。

当今物理学理论与实验更加密不可分，然而事实却不尽如人意。杨振宁曾指出，一方面，现代物理学实验越来越复杂，费用越来越高，其中每一项实验都需要很多年去准备和执行。高能物理实验的周期更长，不幸的是，以后还会越来越长。另一方面，高能物理理论越来越复杂，理论物理学家之间、理论物理学家和实验物理学家之间隔阂越来越大。

“求真”的标准是什么

理论与实验结合在基本物理上作出重大贡献的“出路”在何方？爱因斯坦的“大一统”梦想还能实现吗？没有即时的实验，理论物理“求真”的标准是什么？

“‘美’是统一理论物理多元价值观的一个标准。”孙昌璞说。爱因斯坦、麦克斯韦、狄拉克和杨振宁的具体科学实践都佐证了“唯美”标准的合理性。

爱因斯坦曾说：“如果一个理论

的基本概念和假设接近于经验，它就具有一种重要的优越性，人们对这样一种理论自然就有更大信心，被引入歧途的危险性就比较小。然而，随着认识的深入，我们要寻求物理理论基础的逻辑简单性和一致性，因而就要放弃上述优越性。”

“以极度浓缩的数学语言写出了物理世界的基本结构，可以说它们是造物者的诗篇。”杨振宁的感受是，这就是理论物理之美。

为什么理论物理学的“唯美”能

统一不同领域存在的多元价值观？孙昌璞总结说，物理理论之美在于自然物质有结构之美，而描述它的理论框架必有数学之美，其逻辑之真是客观存在的。因此，“美”能够统一理论物理多元价值观的基本理由包含在数学的价值观当中。

孙昌璞说，很多伟大的物理学家在追求美的过程中，有“得”也有“失”。

孙昌璞曾问杨振宁：“您在学术上最大的‘失’是什么？”杨振宁回答说：“我不喜欢也没有发明对称性自发破缺机制，这个不够漂亮。虽有所失，但品味使然。”在那个时代，物理学家利用对称性自发破缺机制研究其他理论，获得了许多重大发现，而杨振宁花了大量时间对这类机制作出一个严格的数学描述——非对称程序。

“理论物理学家在求真过程中常常唯美至上，这推动了数学的发展，催生了现代数学的新领域。”孙昌璞说。

好理论与实验必须是“双盲”的

有时，实验物理学家对已知的“理论”盲目地深信不疑，因而主观选择实验数据以“验证”不怎么正确的“理论”，继而声明有重大发

现，致使问题十分严重，如最近“天使粒子”的发现。

孙昌璞表示，一个好的理论与实验相结合，必须是“双盲”“背靠背”的，否则就会出现互相人为拟合趋同的科学诚信问题。一个好的理论物理成果，要独立放在那里，实验物理学家“背靠背”独立验证它的预言。一个好的实验，要开放所有认真测量得到的数据，最好让不同理论组“背靠背”地解释数据，获得新发现。

在孙昌璞看来，对于涉及理论预言的实验验证，我们必须追问：到底实验“验证”了什么？

“基本物理的理论在一段时间内可以与直接的实验验证保持距离。事实上，当代物理学的重大发现几乎没有几个是理论和实验直接合作发表的。”孙昌璞说。

最后，孙昌璞认为理论物理未来的发展趋势可能是“应用理论物理”，倡导理论物理学家走向“美而有用”的科学研究。他强调：“国家需求驱动的科学探索与自由探索一样，会取得基础物理的重要突破。”

(据《中国科学报》)

从化石中窥见青藏高原剧变史

□ 赵汉斌 杨雪

青藏高原是世界屋脊、亚洲水塔，是地球第三极，是我国重要的生态安全屏障、战略资源储备基地，也是中华民族特色文化的重要保护地。

青藏高原缘何成为生物多样性演化中的关键枢纽？在考古与遗传视角下，青藏高原人群有怎样的起源与演化历史？青藏高原隆升与生物多样性演化有怎样的关系……弄清这些问题，犹如攀登珠峰的步履，每一步都充满艰辛。

不久前进行的2023“巅峰使命”珠峰科考中，中国科学院西双版纳热带植物园研究员苏涛以及中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员尚庆华等人，在喜马拉雅极高海拔地区相继有了重大发现。

加布拉化石点重露真容

卓奥友峰海拔8201米，是世界第六高峰，位于喜马拉雅山脉中段，其五条山脊常年积雪，四周雪峰林立，层峦叠嶂，十分壮观。

1973年，第一次青藏科考开始。中国科学院植物研究所的徐仁、孔昭宸等老一辈科学家，在卓奥友峰北坡一个叫加布拉的地方，曾报道西藏云杉的球果化石。当时条件有限，没有详细记录，也没有后续调查研究，这个化石点成为古生物学界的一个谜。

加布拉化石点究竟在哪里？新时代的科学家能否接力前贤，有新的突破？

“第二次青藏科考是第一次科考的延续和深入。生物的分布、形态等都跟周围的环境密切相关，因此古生物化石不但是生物演化的重要证据，也是认识地质时期环境与气

候变化的重要研究材料。”苏涛介绍说，珠峰地区具有海陆不同地质时期的化石，是珠峰地区沧海桑田的关键证据。

5月的卓奥友峰下，寒风凛冽，冰雪茫茫。长期以来，冰川运动形成的冰碛物，改变着地表，增加了寻找化石点的难度。到达珠峰北坳的大冰壁附近时，苏涛团队克服极度高寒和缺氧，采集到30余份极高海拔地区的珍贵样品。在一处海拔5000米的河滩边的陡峭悬崖上，队员们不停地“扫描”着每一寸灰土、每一块岩石。随着搜索面积扩大，柏科、莎草科、水生植物等化石陆续露出。

“这个地层其实是在水下形成的，可能是三叠纪时期的一个湖泊。湖泊里面的泥沙都非常细腻，所以可以把柏树的枝条甚至是一些动物的精细结构都保存下来。”中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员王维分析说。经过两个多小时的搜寻，队员张鹏杰一锤敲下，一对精美的鱼鳍化石出现在科考队员眼前，无疑是发现云杉枝叶之后的又一个重大惊喜——这或就是这个地层里的第一件脊椎动物化石。

“第一次青藏科考的前辈曾发现了不少植物化石，比如云杉的球果，我们在这里虽然没有找到球果，但是找到了云杉的枝叶，还有其他植物化石。”苏涛说，历经50年，卓奥友峰北坡的加布拉化石点重露真容。科考队员希望通过采集的岩石样品中的锆石，并结合化石证据测定加布拉化石点的绝对地质年代，进一步深入研究。

“复原”青藏高原隆升历史

孢粉学是以植物的孢子和花粉为主要研究对象的一门学科。沉积地层中丰富的孢粉，可为古生物学家和考古学家提供气候、植被等方面的最直观、准确的信息。

在2023“巅峰使命”珠峰科考实施之初，苏涛等人经过一周的高原适应性训练后，从海拔5200米的珠峰大本营出发，沿着东绒布冰川徒步向上攀登至海拔6500米。为节省体力，他们先攀爬到位于海拔6500米的最高采样点，在下山过程中，按照每隔100米为一个海拔梯度进行表土及冰雪样品的孢粉采集。

从2011年第一次踏足青藏高原起，12年间，苏涛踏上这里的土地多达30次，在海拔4500米以上的地区野外工作时间累计超过350天。近年来，苏涛团队的系列研究多次入选中国古生物学年度十大进展。

“孢子主要是一些蕨类、苔藓、真菌等结构比较简单的生物的繁殖器官；花粉则来自裸子植物和被子植物，它们都非常小，但可以从中揭秘植被面貌以及古气候与古海拔等信息。”苏涛说，通过孢粉研究，可以揭示普遍的生态规律，从而推测过去的生态特征。

队员们认真采集封存好的样本，带回去后可在光学显微镜、扫描电镜下，显露多姿多彩的形态，为物种鉴定提供依据。研究人员从而确定这些不同海拔的孢粉组合特征。

5月3日至17日，苏涛和科考队员在海拔约4600米的

佩枯措第四纪地层开展系统性考察，采集到孢粉和测年样品共计50余份，并在卓奥友峰海拔5000—5200米的地区发现了保存完好的新近纪沉积地层，采集到植物大化石100余份，孢粉及地化样品200余份。结合此前已经采集到的2700多个点位的青藏高原现代代表土孢粉样品，他们希望建立起青藏高原现代代表土孢粉数据库，通过探讨极高海拔地区孢粉传播与扩散过程等模式，进一步从古生物学角度恢复青藏高原的隆升历史。

鱼龙化石见证沧海剧变

在2023“巅峰使命”科考中，另一大惊喜来自中国科学院古脊椎动物与古人类研究所青藏科考队发现的喜马拉雅鱼龙化石。

鱼龙类有的长达十余米，是地球历史上最早出现的具有超大型体的脊椎动物，目前人们对知之甚少。

“了解这种晚三叠世诺利期的大型鱼龙的形态特征，推测其生活习性，如食性、游泳能力等，可以复原当时海洋生产力水平，了解地质时期大型海洋生物生活与环境的关系及其协同进化。”尚庆华说，喜马拉雅鱼龙还是目前已知最凶猛的超大型海洋生物之一，极具“明星光环”。

20世纪60年代，古生物学家曾在喜马拉雅区域发现了分散保存的鱼龙的局部骨骼，记述比较笼统，没有具体经纬度，地名也有变动，所以科考队员无法确定其具体是产于曲龙共巴组的哪个层位，只能根据资料来推测化石点的大致区域。

“能再次发现喜马拉雅鱼龙，是每个到青藏高原科考的古脊椎动物人的梦想吧！大家交流并汇总各自的发现和经历，直达目标层，在目标层上下分散开，逐层搜索。”尚庆华说，今年初，他们先在聂拉木地区开展工作，后来转到定日地区。在定日南部剖面上的第一块鱼龙骨头，是队员李强发现的，队员吴飞翔在上部层位也有了发现，她自己随后在更上部也发现了鱼龙骨头。

“这次能够发现鱼龙化石，不是我们运气好，而是前期多次野外踏勘工作的积累，以及多个方向的研究力量联合起来才获得了最终突破。”中国科学院古脊椎动物与古人类研究所所长、研究员邓涛说，在第二次青藏科考的支持下，从2019年起，古脊椎科每年都有不同研究方向的分队到这里科考。

这次科考队员至少在曲龙共巴组中、上部的三个层位上发现了骨骼碎片，三个层位代表三个不同的时间段。“它们肯定属于不同的个体。虽然都是碎的骨头，但一些可以识别出的肋骨和椎体的特征表明，它们无疑属于大型的鱼龙。目前我们暂时将其归入喜马拉雅鱼龙属。”尚庆华说。

接下来，科考队员们将确定这些骨骼材料的类型，准备做切片，开展骨组织学等后续研究，解释鱼龙的生长过程、年龄。

“与鱼龙化石相伴生的大量菊石、双壳等化石，也为了解三叠纪古海洋生态系统提供了更多的信息。”尚庆华说。此外，在剖面上系统采集的岩石样品，将用于开展沉积学和地球化学分析，以了解更多的特提斯喜马拉雅古海洋环境信息。

(据《科技日报》，有删节)



每年5月底到6月底，在亚洲大陆北部的苔原地区，温度升到10摄氏度以上，勺嘴鹬迎来了繁育期。等到7月初，雏鸟将纷纷破壳而出，等待它们的，将是一段漫长的旅程。

苔原上的夏季非常短暂。雏鸟破壳后，雌性亲鸟经过短暂逗留就向南飞走了。雄鹬留下来对雏鸟略加照顾两周左右，等小勺嘴鹬能独立在苔原上觅食，也向温暖的南方迁徙。

小勺嘴鹬怎么办？虽然没有父母教，它们却知道要去哪里，还知道怎么去——这可能是渐渐寒冷的环境所迫，可能是对周边其他候鸟的模仿，总之，这是刻在它们基因里的本能。

候鸟为什么要迁徙？有很多假说，温度和食物是两个主要原因。当北方地区温度下降到零摄氏度及以下，水面冰封，就没有了鱼虾昆虫等食物，候鸟会在秋天来临时，一路南飞，寻找食物来源。那为什么候鸟不待在热带，不再北归呢？因为鱼虾昆虫也有自己的物候，候鸟会选择一个区域的食物最丰富的时间集中觅食。更重要的是，热带对于勺嘴鹬这样来自西伯利亚的鸟类来说并不利于繁殖。

不同候鸟有不同的生存策略。勺嘴鹬是一种早成鸟，产卵和孵化对于亲鸟来说消耗巨大。为了保存体力、保障跨越半个地球的远距离飞行和来年的成功繁殖，雌鸟选择先行一步。到了秋天，幼鸟身体里的“迁徙基因”就被唤醒，它们“懂”沿着亚洲大陆东边的海岸线这一显著地标向南飞，每几百公里小憩一到两天，直到在我国江苏盐城东台条子泥湿地换羽、停歇3个月再出发，飞向广东湛江或者继续往南，到东南亚越冬。好在勺嘴鹬比较“好养活”，滩涂上鱼虾管够，也不需要特殊处理。

而作为晚成鸟的丹顶鹤就幸福多了。小鹤在黑龙江扎龙国家级自然保护区出生后，父母会定期投喂，教它们怎么飞行，迁徙的时候还会带着小鹤一起，在哪些点、怎样觅食，“手把手”教。这是因为雌鹤每次产卵一般只有两枚，对种群来说比较珍贵，加上迁徙路线只有2000多公里——先往东沿着陆地飞向海岸线，再一路南下到辽河口、黄河三角洲，再到越冬地盐城国家级珍禽自然保护区、鹤鑫鹤妈有余力带着孩子们一起飞。而且，鹤类的食物主要是植物块茎，要从湿地、滩涂中挖出来，有的能吃，有的不能吃——如果没有迁徙途中父母的“教”和自己的“学”，小鹤就会生存困难。

不论是先天遗传还是要后天学习，不同候鸟都有一套巧妙的“迁徙机制”，以及精准的“导航系统”。值得注意的是，并不是所有候鸟都沿着海岸线飞。老鹰、雕等一些猛禽，就是沿着山脊线迁徙。以凤头蜂鹰为例，它们的食物在陆地上，而且陆地上因太阳辐射带来的上升热气流更充足，让它们可以展开宽阔的翅膀借力，轻松滑翔。它们靠什么定位和辨别方向呢？聪明的凤头蜂鹰会把我国从西向东、从高到低的三级阶梯间的“台阶段”作为地标，再通过太阳位置来分辨南北，实现“导航”飞行。

那么，夜里迁徙的候鸟，靠什么“导航”呢？科学家在雀形目候鸟的身体中发现了一种感应电磁的蛋白，可以根据地球南北极电磁感应的变化来分辨方向，还有的鸟类懂得观测星星的东升西落来定位。候鸟也有迷路。遗憾的是，一旦迷路，大多数将无法存活。所以，如今候鸟的迁徙路线，是经过成千上万年的探路、尝试、优化逐渐发展而来的，蕴含了大自然的无穷奥秘。

(作者为北京林业大学生态与自然保护学院副教授)



候鸟怎样记住迁徙路

□ 贾亦飞

火山爆发时，能成功逃命吗？

□ 顾静怡

火山爆发是一种奇特的地质现象，是地球内部热能在地表的一种最强烈的显示。火山爆发的形式并非千篇一律，有熔岩默默流动的；有碎屑式狂乱发作的；也有腾起几千米蘑菇云让人震撼的。

也许是科幻电影看多了，也许是脑洞突然大开，有人提出了一个问题：火山爆发时，人在肆虐的熔岩追赶下，能否成功逃命？从严格意义上来

说，在熔岩的追赶下逃命是可以的。前提是你得确认对付的只有熔岩，那样或许有可能成功逃生。要知道，在火山爆发时，你遇到的不仅仅是肆虐追赶你的熔岩。

火山爆发有很多种类型。主要有裂隙式喷发和中心式喷发。岩浆沿着地壳中巨大裂缝溢出地表，称为裂隙式喷发。这类喷发没有强烈的爆炸现象，喷出物多为基性

熔浆，冷凝后往往形成覆盖面积广的熔岩台地。地下岩浆经过地壳中一条管道喷出地表，称为中心式喷发，这是现代火山活动的主要形式。

在现代火山活动的形式当中，大多数火山熔岩移动速度都很慢，称为宁静式。也就是说，火山爆发时大量炽热的熔岩只是从火山口宁静地溢出，通常以低于1.5公里/小时的速度移动，顺着山坡缓缓流

动，就好像煮沸的米汤从饭锅里沸泻出来一样。即便是1950年夏威夷莫纳罗亚火山爆发，熔岩的移动速度也只有9公里/小时。单一从熔岩移动的速度上来看，逃命似乎不是什么问题。

可惜，火山爆发除了可以欣赏的宁静式，还有狂乱的爆裂式，即火山在产生猛烈爆炸的同时，喷出大量的气体和火山碎屑物质。说得直白一些就

是，火山碎屑流是气体、灰尘与岩石碎屑的混合物，是一种高温、高速的气流，它会在火山爆发时迅速从地面横扫而过。更让人胆战心惊的，是火山碎屑流的移动速度通常高于96公里/小时，温度能达到200—700摄氏度。据推测，公元79年维苏威火山爆发时，火山碎屑流的移动速度达到了700公里/小时。这个速度即便是博尔特也跑不了这么快。假如火山碎屑流再遇上雪或冰川，还会形成火山泥石流，相当于在泥石流爆发的时候遇上雪崩，根本就没有活路。

看来，想在火山爆发时逃命确实有点不现实，最起码对于现在人类的速度来说不现实。