

爱因斯坦与《物理评论》的一段轶事

黄艳华

1933年，为了逃离已经掌权的纳粹的迫害，爱因斯坦借访问美国的机会，永久地离开了德国，并定居美国新泽西州普林斯顿，开始了在美国的学术生涯。这段轶事就发生在他来到美国3年之后，从中可以看到这位伟大科学家性格中固执和率真的一面。



20世纪30年代中期，新成立的普林斯顿高等研究院为爱因斯坦提供了一项基金，用于资助与他合作研究的年轻助手们。研究主要集中在寻找引力与电磁学的统一场论，对另外的一些课题，他也保持了持续的兴趣，其中之一就是引力波。罗森是爱因斯坦的助手之一，在与爱因斯坦两年的合作即将结束之时，他们对这样的问题满怀兴致：平面引力波应该是什么样子？

1936年，爱因斯坦和罗森一起写了一篇题为《引力波存在吗》的论文，爱因斯坦与《物理评论》的这段轶事，就缘起于这篇论文。当时，爱因斯坦本人对这个问题的回答是否定的，在这个阶段，爱因斯坦准备相信引力波是不存在的，这一点非比寻常。到1936年，对任何物理学家来说，尽管他们都没有看到引力波，甚至大多数人认为它们永远也不会被观测到，但引力波不存在的结论仍然是很难使他们相信的。

英费尔德是爱因斯坦最为著名的助手，他也是罗森的继任者。1936年的秋天，他来到了普林斯顿。刚到普林斯顿时，英费尔德同样很难接受爱因斯坦关于引力波不存在的想法，但虽然有最初的怀疑，英费尔德还是很快就使自己相信，爱因斯坦的证明是正确的。

然而，对于这个新结果，不是每个人都那么容易被说服的。最初，爱因斯坦把论文投到《物理评论》杂志去发表，但论文被退回了，还附上了审稿人的评审报告，主编泰特在1936年7月23日写给爱因斯坦的信中客气地提到：“非常乐于看到您对审稿人的各种意见和批评的反应”。7月27日，爱因斯坦极为愤怒地回了一封信，收回了论文，对审

稿人的意见根本不予考虑。他在信中写道：

尊敬的先生：

我们（罗森先生和我）曾提交给你们一篇手稿用于发表，而没有授权你付印之前交给任何专家过目。我看不到这样做的必要，去征求——总之是错误的——你们的匿

名专家的意见。基于此，我宁愿把论文发表在其他地方。

恭敬地，顺便提一下：罗森先生目前在苏联，在这件事上我已被授权代表他。

当时《物理评论》的主编泰特是这段轶事的另一位主人公。早在1926年，时年37岁的泰特就已经成为《物理评论》的主编。10年来，他一直致力于使《物理评论》成为世界顶级的物理学杂志。对于爱因斯坦的反应，他在7月30日给爱因斯坦的信中回应道，对爱因斯坦收回论文的决定感到很遗憾，但声明不能置杂志的评审过程于不顾。他特别强调，“对于作者不愿意在发表前交给编辑委员会过目的论文，不能接受在《物理评论》上发表”。爱因斯坦非常恼怒，从此，他再也没有在《物理评论》上发表过论文。

说句公道话，爱因斯坦对于采用匿名评审的制度可能并不熟悉。在20世纪早期，相比《物理评论》，德国杂志对所发表的论文的要求要低得多。英费尔德曾提到，与英国和美国的通行做法不同，德国的态度是“一篇错误的论文也比根本没有论文好”。《物理年鉴》在这个世纪的头10年是德国顶尖的物理杂志，研究它出版政策的历史学家指出：“杂志的退稿率相当低，至多不高于10%”，他们还描述了编辑在退回已经成名的物理学家的稿件时的勉强。爱因斯坦早期的，即从1900年到1905年的全部论文都发表在《物理年鉴》上。

究竟是什么使爱因斯坦得到了“引力波不存在”这个令人惊异的结论呢？在求解爱因斯坦方程寻找平面引力波的精确解的过程中，他和罗森发现，如果不在描述波的度规中引入奇点，就没有办法找到

这样的解。这样的结论并不是他们所希望的，但像优秀的物理学家们面对意外情况时一样，他们试着转而寻求它所带来的好处。他们转而试图证明方程根本不存在常规的类波周期解，并给出了一个引力波的解不存在的证明。这是一个更加重要的且激动人心的结果。爱因斯坦和罗森总结到，一直以来他们发现的奇点是不正常的，是整个解中存在某种错误的一种迹象。

今天，广为人知的是，如果不在时空某处遇到奇点，我们就不能构造一个单一坐标系来描述平面引力波，同时也知道，这样的奇点仅仅是形式上的，而非真实的，它就是我们今天所知的坐标奇点。拿通常的纬度和经度坐标系中地球的北极作个例子，北极的经度是几度？每条经度线都通过北极，它的经度可以是 0 到 360 度中的任何值。任何答案都没有区别，因为计数系统在这里失效了，它是奇点，但北极作为一个地方没有任何奇怪。仅仅是坐标系存在不足，而不是我们对地球形状的理解有问题。选择一个不同的坐标系来描述北极是轻而易举的，但会在地球的另外某点遇到同样的问题。这完全依赖于需要的场合。爱因斯坦是最早认识到坐标奇点和物理奇点关键差别的人之一，但在 20 世纪 30 年代，还没有数学工具可以将这二者区分开。直到第二次世界大战后，这个问题才通过法国数学家安德烈·里奇涅罗维兹等人的工作得到了解决。

与罗森合作的这篇论文后来被接收并发表在费城的《富兰克林研究所学报》上，在爱因斯坦以前发表过文章的期刊当中，这一家是相对较小的期刊。论文于 1937 年年初出现在该期刊上，用了不同的题目，并且结论发生了根本性的改变。从爱因斯坦在 1936 年 11 月 13 日给期刊编辑的信中我们可以知道，论文曾以原来的形式被接收，他在信中解释说，论文需要做根本性修改的原因是，在论文中推导的方程的“结果”，之前被错误地臆测了。在文末的注释中，还特别提到：“我要感谢我的同事罗伯逊教授在澄清原先的错误中所给予的帮助。”

这里提到的罗伯逊是指相对论学家霍华德·珀西·罗伯逊，他是那个时期在宇宙学的新领域中最出色的人物之一。当时，大爆炸理论正在奠基的过程中，宇宙学被看作是与广义相对论有关联的物理学的一部分。1936 年 8 月，他结束了在帕萨迪娜的学术休假，回到普林斯顿。生性活泼快乐的罗伯逊，

在 10 月份就与新来的英费尔德建立了友谊，他曾告诉英费尔德，他不相信爱因斯坦的结果，而且他的怀疑比英费尔德当初的更加坚定。那个结果确实是错误的，他们一起检查了英费尔德的论证，发现了其中的一个错误。当把这个结果与爱因斯坦讨论时，他同意了，并修改了论文中的证明，随后就有了爱因斯坦写给《富兰克林研究所学报》的编辑的信。

说来也奇怪，英费尔德表示，当他告知爱因斯坦，他和罗伯逊发现了英费尔德自己版本的证明中的一个错误时，爱因斯坦回答道，他在前一天晚上很巧合地在他自己的证明中也独立地发现了一个更细微的错误！遗憾的是，英费尔德在他的书中并没有给出关于这些错误的任何细节。他明确告诉我们，爱因斯坦只是认识到了他的证明是错误的，但还是没有找到他一直在寻找的引力波的解。但此时他比自己一直认为的更接近答案，也似乎正是这个时候，罗伯逊做出了关键性的贡献。看上去罗伯逊似乎发现了可以通过改变坐标系来处理奇点的问题。有了这个技巧，麻烦的奇点就可以归属为时空的中心轴，人们可以期望在这里找到爱因斯坦广义相对论方程的柱形波解的波源。把奇点与物质源相联系是相对普遍并被广泛接受的，虽然爱因斯坦自己和其他一些人经常对此持严重的保留态度。聊胜于无，爱因斯坦高兴地把他论文题目改为“关于引力波”，并在其中发表了他无意中偶然发现的这些柱形波。有意思的是，只要爱因斯坦看一下他当初草率地不予考虑的审稿人的报告，几个月前就可以发现这个疏漏了，因为“匿名专家”发现，通过在柱坐标系中计算爱因斯坦-罗森度规，就可以克服度规表面上的困难。

爱因斯坦并不是一个在难为情上浪费时间的人。英费尔德记述了一些有趣的情节，爱因斯坦计划在普林斯顿有一个关于他的新“结果”的演讲，时间就在他发现他自己的证明中存在错误的次日。他还没有同罗伯逊谈过他解决困难的办法，所以被迫在演讲中演示他的证明的无效，并以这样一段陈述作结：“如果你们问我引力波是否存在，我只能回答：我不知道。但这是一个极为有趣的问题”。爱因斯坦很少因为个人的自尊心影响到他的工作。英费尔德和爱因斯坦一起写过一本后来很畅销的科普书《物理学的进化》，当他们一起写那本书时，英费尔德告诉爱因斯坦，他万分谨慎，因为他不能“忘记

您的名字将出现在书上”，爱因斯坦大笑过后回答道：“你用不着这样小心，在我的名下同样有一些有错误的论文。”

关于爱因斯坦如何认识到自己在引力波不存在的证明中的错误，最近刚刚发现了一条有趣的证据。彼得·伯格曼差不多和英费尔德同时期成为爱因斯坦的助手，在他后期的文件中，留存下来一篇带有爱因斯坦笔迹的部分论文草稿，题目是“关于旋转对称的静止引力场”，虽然论文没有标明日期，但从开篇部分很容易判断，这篇文章是写于1936年的6月到10月间。留存下来的论文长度共11页。论文在精确爱因斯坦方程的旋转对称静态解不存在的证明的开头处，突然结束了。爱因斯坦一定是发现了他与罗森先前的文章有错误，才停止了论文工作，这应该是一个合理的推断。通过细致的检查，他可能已经觉察到他们的证明并不能令人信服。

虽然柱形引力波的解现在记在了爱因斯坦和罗森的名下，实际上奥地利物理学家圭多·贝克在之前的1925年已经发表了这个结果，但对他的论文，除了他的学生彼得·哈瓦斯之外，相对论学家们无人知晓，而他的这个学生在20世纪50年代后期才进入这个领域。在英国数学家鲍德温和杰弗里1926年发表的文章中，及在爱因斯坦论文的《物理评论》审稿人的报告中，均讨论到这样的事实，当采用无穷大波前描述平面引力波时，度规参量中的奇点是不可避免的。虽然波本身有些失真，但如审稿人所评论的，在无穷远处“场本身是平坦的”。很清楚，审稿人对文献资料的通晓超过了爱因斯坦本人，而爱因斯坦在这一点上的马马虎虎也是出了名的。一贯地，正式发表的爱因斯坦-罗森论文中没有直接引用任何其他论文，而只是提了一下其他几位作者的名字。当与英费尔德一起工作时，后者提出了搜集其他科学家们的工作的文献资料的建议，爱因斯坦大笑着答道：“噢，是的，要通过各种途径搜集。我在这方面曾经常犯错误。”

有关这个故事的一个自然的疑问是：谁是那位审稿人？审稿报告有10页，显示出审稿人对于引力波相关文献资料相当通晓，即使不能说完美，也是非常出色的（审稿人知道鲍德温和杰弗里1926年发表的论文，但不知道贝克1925年的论文）。转发给爱因斯坦的复印件是打印出来的，拼写是美国的习惯。因此，审稿人很可能是美国人，并对广义相对

论有着强烈的兴趣。这个时期只有很少几个美国人符合这个条件，包括罗伯特·奥本海默和理查德·蔡斯·托尔曼，这两个人都在加利福尼亚。而怀疑却落在了罗伯逊自己身上，毕竟，在1936年秋天他与英费尔德交谈时，对爱因斯坦论文中出现的问题，他似乎已经有了解决办法。当罗伯逊还在加州理工学院学术休假时，论文审稿报告本身已经完成了。加州理工学院位于洛杉矶附近的帕萨迪娜，是否可能他并没有在那里写那篇评论，而只是在那年晚些时候返回普林斯顿后，通过私人途径才接近了爱因斯坦？

遗憾的是，《物理评论》没有保存1938年以前的记录。虽然泰特娶了他的秘书，这种情况一般会使老的文件得到完整的保存，但他的私人文件显然没有留存下来。好在罗伯逊自己的文件在加州理工学院得以保存，其中有罗伯逊写给泰特的一封信，写于1937年2月18日，信中写道：

关于你的最著名的投稿人去年夏天递交的那篇论文，你没有让我保持知情。但我将告诉你接下来的事情。论文被投稿到另一家期刊（甚至连你的审稿人指出的一两个数值错误都没有修改），但当校样返回时，证明已经被完全修正了，因为在这期间，我已经使他相信原来的论述证明了同他的想法相反的东西。

如果有兴趣，可以看一下1937年1月的《富兰克林研究学报》上第47页的文章，并对比一下文章的结论和你的审稿人的评审意见。

现在我们可以判断出罗伯逊就是这个审稿人。在发现爱因斯坦对他写的评审意见完全不予理睬后，他利用同在普林斯顿可以接近爱因斯坦的机会，用更易于接受的方式与爱因斯坦交流了他的建议，相比而言，可能比作为论文匿名审稿人少了一些挑衅性。很明显，罗伯逊没有告诉爱因斯坦他评审了论文，甚至连与他交情颇深的英费尔德也没有告诉。一旦我们知道了罗伯逊之前认真读过爱因斯坦的论文，英费尔德对他们之间的一次讨论的描述不禁令人莞尔：

第二天我在普林斯顿大学数学系系馆大厅遇见罗伯逊并告诉他：“我现在坚信引力波不存在。我相信我能用很简洁的方式证明它。”但罗伯逊还是怀疑：“我不相信，”他还建议进行一些更详细的讨论。他拿着写了我的证明（英费尔德自己对爱因斯坦和

罗森的结果的证明)的两页纸,通读了一遍。“想法不错。但在你的演算中一定存在一些错误。”他开始高效地检查我的论证的每一个步骤,即使是最简单的,把写在黑板上的结果与我写在纸上的进行比较。开始部分的检查结果很漂亮。我惊奇于罗伯逊如此迅速准确地完成了全部的运算。在接近完成时,发现了一处小的差异。

罗伯逊 1937 年写给泰特的信曾经是能证明罗伯逊就是审稿人的唯一确凿的证据,直到 2005 年的爱因斯坦年,《物理评论》的现任主编马丁·布鲁姆博士有了一个令人兴奋的发现。记录 20 世纪 30 年代和 40 年代审稿信息的日志被找到了,这个发现证实了罗伯逊确实是那位审稿人。日志显示了论文投稿到《物理评论》后论文发表过程中的每一个步骤的日期,并写有审稿人的名字,这里的名字就是罗伯逊。虽然正常情况下,查证期刊审稿人是高度机密的事情,但由于所有当事人都已经过世,布鲁姆博士愿意公开这些资料。期刊收到文章是 6 月 1 日,拖延了一个多月后,在 7 月 6 日发给了罗伯逊,返回给泰特的时间是 7 月 17 日。7 月 23 日审稿意见发给了爱因斯坦,这个日期可以从上文引用的泰特写给爱因斯坦的信中得到证实。

在加州理工学院保存的罗伯逊的档案中,可以看到他在那个夏天的活动。尽管他们同在普林斯顿工作,有一点似乎是引人关注的,在论文酝酿期(如果假设是在 1936 年的上半年)的那个阶段,他们并没有私人接触。令人意外的是,与给泰特的信放在一起的,大部分是罗伯逊和泰特之间关于这篇论文的真实通信!可以确认,罗伯逊在爱达荷州的莫斯科就收到了论文稿,在他离开加州理工学院返回普林斯顿之前访问了那里。泰特写给罗伯逊的附有论文的原信仍然没有找到,下面是 7 月 14 日罗伯逊写给泰特的回信中的话:

亲爱的泰特:

这的确是一项成果!如果爱因斯坦和罗森能够证实他们的结果,这将构成对广义相对论的最重要的批评。我非常仔细地研究了整件事(我这样做主要是出于自己的良知!),但无论如何也不能认为他们已经证明了它。很长时间以来我们就知道,在广义相对论中,尝试处理无穷远平面引力的扰动时的确遇到了困难——即使在经典理论中,势能在无穷远处也存在同样的状况——而就我所能了解的,并

不存在另外的、更严重的反对爱因斯坦和罗森的理由。我只能建议你把我的评审意见交给他们,供他们考虑,为此,我已经写了完整的“评论”,一式两份,如果你愿意,可以发给他们。另外一个选择是原文发表,只处理一下评论(a)和(b)中指出的排版印刷的错误。这样的一篇文章必将导致在引力波这个领域的大量工作,这可能是件好事——假如在纸张骚动起来时,没有把你挤出房屋和家门!如果你决定参考我的意见,把我的评论发给作者,请发给他们写在白纸上的那份,写在黄纸上的那份供你留存。

在罗伯逊的档案里,与这封信放在一起的,是一张单页的报告封面,它没有发给爱因斯坦,而出示给作者的那份 10 页的原稿,保存在爱因斯坦的档案里。

在日期为 7 月 23 日的回信中,泰特感谢罗伯逊“仔细阅读了论文”,并用通常的方式奖赏了他的勤勉的审稿人——交给他另一篇不易处理的稿件。

在给爱因斯坦的信中,泰特小心地避免这样的声明,期刊接收论文的过程中,编辑委员会或其他人的匿名评审是必须的步骤。爱因斯坦和罗森一起工作的两年中,发表了两篇重要的论文。一篇是著名的爱因斯坦-波多尔斯基-罗森(EPR)论文,文中构想出了一个悖论,挑战了量子力学的哥本哈根解释;另一篇论文引入了爱因斯坦-罗森桥,就是我们现在所称的虫洞,通过基普·索恩的工作和卡尔·萨根的科幻小说《接触未来》与时间旅行联系起来。事实上,日志的记录显示,爱因斯坦和罗森之前的这两篇论文都没有送审。至少这两篇论文的审稿人姓名一栏是空白,而对于其中的 EPR 论文,从作者手里收到稿件的第二天就送到纽约发表了。因此,关于引力波的论文很可能是爱因斯坦第一次真正地遇到匿名的同行评审系统,那时在美国期刊界已开始这样做(不管怎么说,它还只是我们今天所知的评审系统的一个雏形,还没有像现在这样,作为一个普遍的规则)。

值得注意的是泰特选择了将这篇论文送审。毕竟,前两篇论文确实是有争议的。EPR 论文是可商榷的爱因斯坦发表的最有争议的论文。爱因斯坦-罗森桥是当时正在进行的与路德维希·西尔伯斯坦的论战的一部分。爱因斯坦和罗森 1935 年给《物理评论》的信就是同一个辩论的一部分。但泰特之所

物理学史中的七月



爱因斯坦的最大错误

(译自 *APS News*, 2005 年 7 月)

萧如珀 杨信男 译

很久以前，物理学家深信宇宙是静止、不会改变的，是一个可以永远运转的天体钟机制。但当 17 世纪初，牛顿提出他的万有引力定律时，就出现了令人困惑的矛盾。根据牛顿的说法，宇宙中的每颗星体都会互相吸引，因此它们不应该维持不动，彼此保持着固定的距离，而是应该全都掉到某一中心点，相吸在一起。



爱因斯坦和德西特

牛顿在给剑桥当时一位权威的哲学家本特利 (Richard Bentley) 的信中亦承认了相同的困惑。然而，自 17 世纪末至 20 世纪初却从未有任何一位科学家认为宇宙可能会随着时间而改变。

爱因斯坦在提出广义相对论后不久，于 1917 年和荷兰天文学家德西特 (Willem de Sitter) 合作，说明他的方程式可以用来解释高度简化的宇宙。他的模型被其他的科学家改用来描述真实的宇宙，但他们也很快地栽进与本特利相同的矛盾当中，因为

所有的计算都显示出宇宙是随着时间改变的。

当时主要的科学见解都认为宇宙是静止的，因此爱因斯坦就在方程式中加入了一个数学的“人为因子”，即是大家所知道的宇宙常数，或称 Λ 。它意味着宇宙中弥漫着一种相斥的力量，会抵销将万物拉在一起的引力。如此一来“推”与“拉”互相抵销，

因此宇宙实际是静止的。

也许爱因斯坦当初应该要相信他的直觉才对。12 年后，哈勃 (Edwin Hubble) 研究远方的星系，注意到它们所放射出的光线有着有趣的效应：它明显地“偏移”到电磁波谱中红色的那一端。哈勃推论说，这唯有在光线行经正在膨胀的太空中才会发生。爱因斯坦原先的方程式是正确的，并不需要加入宇宙常数，宇宙的确一直在膨胀。爱因斯坦于是公开指称 Λ 是他犯过的“最大错误”。

以愿意发表这两篇论文是源于他自己的意见。不管怎样，一篇论文声称证明了引力波不存在显然给他敲响了警钟。在今天，我们很容易想象，那个时期，大多数物理学家都不太关心广义相对论，对其也知之不多，但是，尽管缺少实验的支持，引力波显然是已经被广泛接受的一个相对论的预言。爱因斯坦和罗森得出这样一个意外的结论，确实需要仔细检查。值得一提的是，在收到论文到转呈给罗伯逊之间有一个多月的空白，这无疑暗示了泰特当时的犹豫，甚至可能是编辑第一轮讨论的证据。

泰特从事编辑工作有时会凭直觉。一般情况下，泰特不愿意放慢重要工作的发表速度。可以很确定，看上去他对爱因斯坦的稿件有很好的直觉。他迅速发表了他的两篇更知名的论文，而选择罗伯逊作为第三篇论文的审稿人，从而避免了一次公众尴尬。不管怎样，泰特还是为此付出了代价，从那以后，他再也没有收到“他的最著名的投稿人”的稿件。

(中国科学院高能物理研究所 100049)

(编译自 Daniel Kennefick 著 *Traveling at the Speed of Thought*)