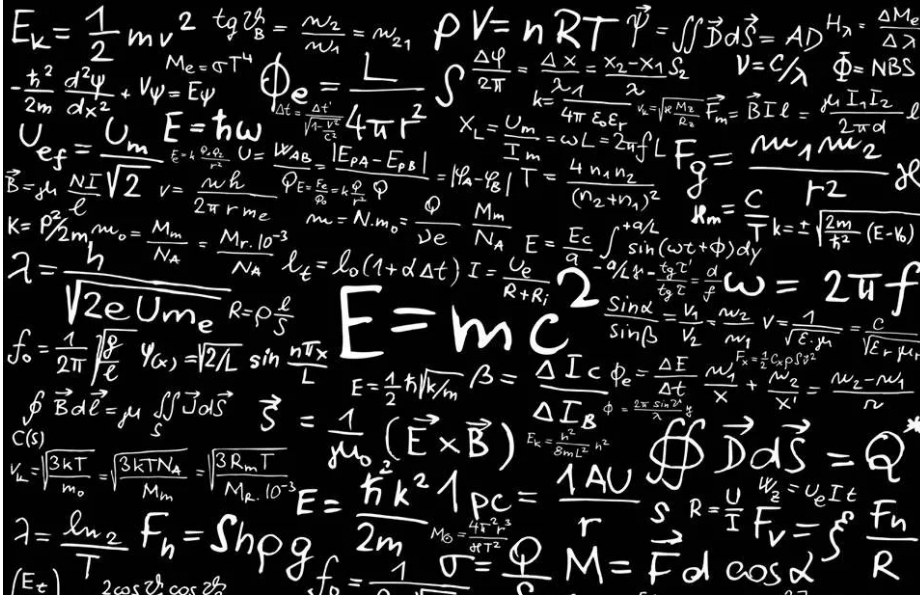


电弱统一50年：谁是真英雄？

原创 | 发布：2018-01-17 20:46:50 更新：2018-01-17 20:46:50

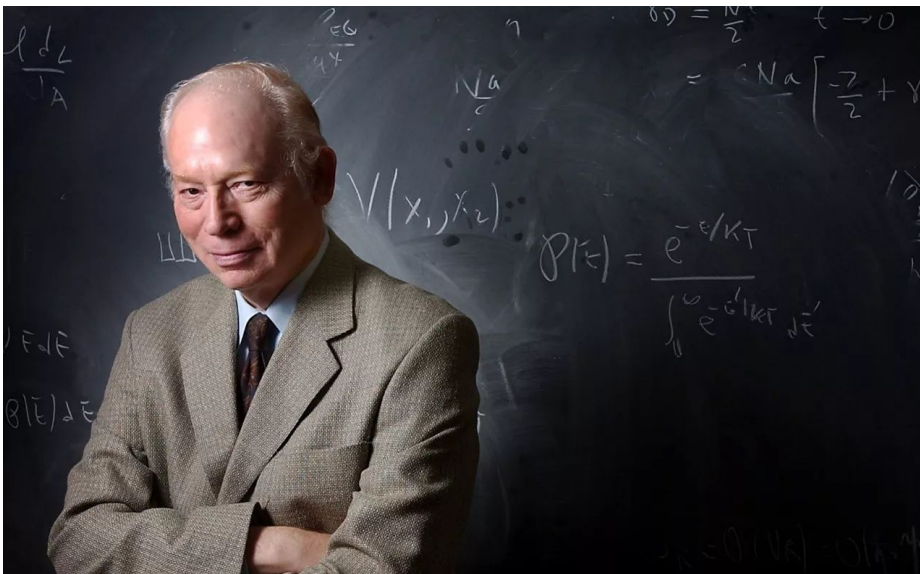
阅读 31315 赞 223

“看似毫不相关的电磁力与弱核力在Weinberg模型中有机地统一起来了，在随后的50年中该模型经受住了无数高能物理学实验的考验，成为继相对论和量子力学之后最成功的物理学理论。”



图片来源：physicist page on facebook

1967年11月20日，美国理论物理学家Steven Weinberg的大作“一个关于轻子的模型”（A Model of Leptons）发表在《物理评论快报》（Physical Review Letters）期刊上，它标志着粒子物理学的标准模型正式诞生。看似毫不相关的电磁力与弱核力在Weinberg模型中有机地统一起来了，在随后的50年中该模型经受住了无数高能物理学实验的考验，成为继相对论和量子力学之后最成功的物理学理论。2017年10月号的《欧洲核子研究中心快报》（CERN Courier）专门发文纪念这一重要的历史事件，并电话采访了如今已是84岁高龄的Weinberg教授。



史蒂文·温伯格，1933年生于纽约，美国物理学家，1979年获诺贝尔物理学奖。



黄宽研究补正

科学春秋



“走向世界”百种终成完璧

科学春秋



从小说《信号员》看维多利亚时代的技...

科学春秋

已赞



1979年的诺贝尔物理学奖颁给了电弱统一模型的三位奠基人：Sheldon Glashow、Abdus Salam和Steven Weinberg。这三人之中，谁是真正的英雄？



1961年，29岁的美国物理学家Sheldon Glashow在哥本哈根大学访问期间，将一篇题为“弱相互作用的部分对称性”（Partial Symmetries of Weak Interactions）的论文发表在了欧洲物理学会主办的《核物理学》（Nuclear Physics）期刊上。在这篇论文中，Sheldon Glashow扩展了自己的博士导师Julian Schwinger教授在1957年提出的电弱统一模型的雏形，写出了正确的群结构，引入了弱相互作用的中性流及其传播子（即Z玻色子）。不过Glashow模型的缺陷是：它基本上还只是一个唯象学模型，并没有以Yang-Mills场论为基础；因此它缺少对称性自发破缺的机制，因为著名的Higgs机制是在三年之后才被提出来的。Glashow博士没有做好的事情，六年之后都被他的高中同班同学Steven Weinberg做好了。

Steven Weinberg的独到之处是，他把电弱统一理论建立在了Yang-Mills场论的基础之上，并引入了Higgs机制，从而得到了一个完美而自治的理论，并预言了弱中性流的传播子Z玻色子与轻子对的耦合强度。与Sheldon Glashow的唯象风格不同，Weinberg教授特别注重电弱统一模型的场论内涵，所以他在1967年那篇论文的结尾处提出了一个关键问题：“这一模型是可重整的吗？”（Is this model renormalizable?）这个他当时还无法回答的问题，四年之后被25岁的荷兰博士研究生Gerardus 't Hooft回答了。令人不可思议的是，从1967年到1971年，Weinberg模型的引用率竟然是零，尽管如今它已经被引用了10000次以上。

在导师Martinus Veltman的指引下，年轻的Gerardus 't Hooft担负起了证明Yang-Mills场论可重整性的重任。1971年2月和7月，他在《核物理学》上接连发表了两篇唯一作者的论文，题目分别是“无质量Yang-Mills场的重整化”（Renormalization of Massless Yang-Mills Fields）和“有质量Yang-Mills场的可重整拉格朗日量”（Renormalizable Lagrangians for Massive Yang-Mills Fields）。据说当时全世界没有几个人能看懂这位从小就立志做个“什么都懂的人”（A person who knows everything）的论文，以至于Sheldon Glashow认为Gerardus 't Hooft要么是天才，要么是疯子。好在他最终被公认是个天才！当Steven Weinberg听说Gerardus 't Hooft证明了自己的理论是可重整的理论时，也非常高兴。于是整个学术界都开始认真对待Weinberg模型了。



师生于1999年分享了诺贝尔奖

值得一提的是，Sheldon Glashow曾经对Weinberg模型中的Higgs机制耿耿于怀，公开称那是Steven Weinberg的“厕所”。假如电弱统一理论是一栋大厦的话，Higgs机制这个“厕所”当然是必要而且重要的。2013年，也被称为“上帝粒子”的Higgs玻色子在欧洲核子研究中心的大型强子对撞机上被发现，从而证实了“厕所”的确是存在的。

还值得一提的是，Steven Weinberg在1967年提出电弱统一理论时，并没有考虑夸克，因为当时他对夸克模型持怀疑的态度。直到1973年，强相互作用的“渐近自由”特性被从理论上证明，Steven Weinberg才彻底接受了夸克模型。

但当时实验上只确认了三种轻夸克的存在。为了在Weinberg模型的框架下解释K介子衰变中的CP不守恒效应，两位年轻的理论物理学家小林诚（Makoto Kobayashi）和益川敏英（Toshihide Maskawa）于1973年



科学春秋

《知识分子》旗下的平台



黄宽研究补正

科学春秋



“走向世界”百种终成完璧

科学春秋



从小说《信号员》看维多利亚时代的技...

科学春秋

已赞



在日本的《物理学进展》（Progress of Theoretical Physics）期刊上发表了一篇题为“弱相互作用可重整理论中的CP破坏”（CP Violation in the Renormalizable Theory of Weak Interaction）的论文，大胆地预测了另外三种重夸克的存在，从而在Weinberg模型中成功地引入了CP破坏机制。花如此大的代价（引入三个新粒子、三个质量参数、三个混合参数和一个CP破坏参数）扩充电弱统一理论，为的只是提出一种CP不守恒的机制，值得吗？这不违背构建理论模型所遵循的“简单性”和“经济性”原则吗？尽管有诸多疑问，小林诚和益川敏英的机制却幸运地被实验证明是正确的，比如说三种新夸克分别于1974年、1977年和1995年在美国被发现。



益川和小林获得2008年的诺贝尔奖

1973年，Sheldon Glashow和Steven Weinberg所预言的弱中性流在欧洲核子研究中心的中微子-核子散射实验中被证实。1979年，他们二人与Abdus Salam一道分享了当年的诺贝尔物理学奖，尽管当时传递弱相互作用的带电和中性玻色子还没有被发现。那么，Abdus Salam对标准模型的贡献何在呢？

1968年5月，Abdus Salam在瑞典哥特堡举办的一场国际会议上报告了自己关于电弱统一理论的工作，其内容并没有超过温伯格论文的深度，而且他的报告内容后来发表在会议文集而不是专业期刊上。虽然当年很多文献将Weinberg模型也称作Weinberg-Salam模型，但不少人对此却不以为然。

据Abdus Salam本人在1979年的诺贝尔奖演讲时指出：1967年秋天他在伦敦帝国学院的博士后讲习班上授课时，就报告了电弱统一理论的有关想法和结果，这一点可由当时在场的意大利物理学家Nino Zichichi和自己的澳大利亚学生Bob Delbourgo口头作证，因为没有任何文字证据。这似乎说明他的想法可能不在Steven Weinberg之后，而后者也不反对“Weinberg-Salam模型”的叫法，因为两个人是好朋友。

据“夸克之父”Murray Gell-Mann在他的自传《奇异之美》（Strange Beauty）一书中回忆，诺贝尔奖委员会最初只打算把创建标准模型的荣誉授予Steven Weinberg和Abdus Salam，但是他觉得这对曾作过自己的博士后的Sheldon Glashow不公平，才做了干预。于是他们三人最终获得了诺贝尔奖。

Steven Weinberg今年在接受《欧洲核子研究中心快报》的电话采访中说，他目前最关心的问题仍旧是基本粒子的质量起源问题。这个问题，正如德国数学家Gottfried Leibniz在几百年前所问的那样，“Why is there something rather than nothing?”，今天依然是人类百思不得其解的问题。

撰文：邢志忠（中国科学院高能物理研究所研究员）

制版编辑：许逸

223

① 本文仅代表作者个人观点，不代表百度百科立场。[举报](#)

① 本文经授权发布，未经许可，请勿转载。如有需要，请联系tashuo@baidu.com。[原文地址](#)



科学春秋

《知识分子》旗下的平台



黄宽研究补正

科学春秋



“走向世界”百种终成
完璧

科学春秋



从小说《信号员》看
维多利亚时代的技...

科学春秋

已赞

[举报不良信息](#) | [投诉侵权信息](#) | [申请删除词条](#) | [意见反馈](#) | [贴吧讨论](#)

©2023 Baidu [使用百度前必读](#) | [百科协议](#) | [隐私政策](#) | [百度百科合作平台](#) | 京ICP证030173号

京公网安备11000002000001号



科学春秋
《知识分子》旗下的平台



黄宽研究补正
科学春秋



"走向世界"百种终成
完璧
科学春秋



从小说《信号员》看
维多利亚时代的技...
科学春秋

已赞

