

目录

鸣谢

第一章 //3

时间旅行的基础：来自量子力学和超弦理论

时间和重力的历史理论 / 现代理论 / 统一场理论 / 量子力学 / 早期发展：普朗克的成果 / 量子力学形式 / 海森堡的不确定原理 / 量子场论 / 重整化 / 量子力学的解释：隐变量理论 / 爱因斯坦-波多尔斯基-罗森悖论和贝尔定理 / 超弦理论和大统一理论 / 物理理论中的对称性 / 内在的对称和时空

第二章 //34

相对论与时空曲率：从熵到时间的反演不变性以及更多

从熵到时间掌控 / 时间之箭 / 时间标度 / 相对论 / 狭义相对论 / 对等原则和时空曲率 / 广义相对论 / 宇宙论和时间 / 时钟佯谬 / 时空连续体 / 世界线 / 时间反转不变性 / 时光旅行和量子斑点

第三章 // 58

来自 19 世纪的时光大盗

时空旅行者们都去了哪儿？ / 18 世纪晚期神秘的飞

船：时空漫游？ / 1895 年的时光机器 / “打扰一下，请问你能告诉我现在几点了吗？” / “嘿，老兄，哪条路可以去 60 年代？” / 时间旅行的祷告

第四章 // 81

费城试验：历史背景

一切从何而起 / 阿连德的信 / 彩虹计划 / 海军官方关于费城实验的新闻稿 / ONR 对费城实验的官方作答 / 退伍军人管理局办事处的版本 / 凶手：着黑衣的人 / 伊凡 T. 桑德森和伊恩·弗莱明 / 艾尔·别里克和费城实验 / 搜寻费城实验的真相 / 我的调查开始了…… / 费城到底发生了什么？ / 时间旅行聚会

第五章 // 113

费城试验：技术要求

艾尔·别里克的零时间基准点发生器和定时锁 / 另一个心灵传输理论 / 基利网上关于零时间基准点发生器和核磁共振 / 费城实验——各种各样的笔记和引用 / 对艾尔·别里克的引用 / 对查尔斯·伯利兹《无影无踪》的引用 / 对查尔斯·伯利兹和威廉·穆尔《费城实验》的引用 / 对约翰·沃克《反引力和统一场》的引用 / 对莫里·B. 金《量子真空零点能》的引用 / 对罗·西格玛的《醚技术》的引用 / 有关费城实验的另一种解释

第六章 // 150

时间 - 空间旅行：根据赛特通过简·罗伯茨的信息传导

第七章 // 162

造翼者们和时间旅行：ACIO 1 时间胶囊

第八章 // 210

实用的时间旅行

布莱恩·X 关于时间旅行和空间航行的观点 / 时间旅行机械服务有限公司 / 多相经谐波场阵列 / 经线驱动连续助推器 / 时间波整流器 / 零时发动机

第九章 // 224

专利和图表

时空之旅专利 / 微波激射器和人造时间波段 / (时间隧道的涡驱动装置 / 特斯拉绘制的电流转换及分配方法图 / 艾德文·V. 格雷的脉冲电容器放电电子引擎专利申请 / 脉冲装置：来自克劳斯·斯哥尔奇 / 史蒂文·吉伯斯建立的时间旅行装置 / 哈奇森效应与津泽装置 / 奥蒂斯·T. 卡尔的反重力飞行器

第十章 // 240

为了乐趣和利益的时间旅行

时间警察 / 负熵（反时间）领域 / 时间旅行和墨丘利的节杖线圈 / 时间旅行研究中心 / 在加州理工学院的瞬间转移实验

参考文献 // 268

鸣 谢

非常感谢给予作者帮助的下列人员，他们都是声誉卓著的研究者与畅销书作家：

莫里斯·K. 吉塞普 (Morris K. Jessup)、卡尔·艾伦 (Carl Allen)、杰克·帕森斯 (Jack Parsons)、伊凡·T. 桑德森 (Ivan T. Sanderson)、威廉·L. 摩尔 (William L. Moore)、查尔斯·伯利兹 (Charles Berlitz)、J. 马森·瓦伦丁 (J. Manson Valentine)、阿尔弗雷德·别里克 (Alfred Bielek)、普勒斯顿·尼克尔斯 (Preston Nichols)、彼得·穆恩 (Peter Moon)、亚瑟·T. 温弗里 (Arthur T. Winfree)、约翰·格里本 (John Gribbon)、艾略特·R. 布朗 (Eliot R. Brown)、保罗·J. 那金 (Paul J. Nahin)、威廉·克里斯 (William Corliss)、杰罗姆·克拉克 (Jerome Clark)、布拉德·斯坦格 (Brad Steiger)、提摩西·贝克利 (Timothy Beckley)、迈克尔·塔尔伯特 (Michael Talbot)，边缘地带科学协会 (Borderland Sciences) 的莱利·克雷布 (Riley Crabb) 以及其他诸位。

你们的辛勤劳动将会流芳百世！

第一章

时间旅行的基础： 来自量子力学和超弦理论

时间旅行是潜在的人在潜在的空间里进行的。
我会告诉你谁能让时间在此刻缓慢前行；
谁能让时间在此刻稍微加速；
谁能让时间在此刻飞速前进；
而谁又能让时间在此刻停止。

——威廉·莎士比亚 (William Shakespeare)

人都会有一种超自然意识，使其超越空间与时间的正常边界——需要说明的是，有一个超越了物质世界的维度存在。

——埃德加·米歇尔 (Edgar Mitchell)，
阿波罗 14 号宇航员

时间和重力的历史理论

欢迎来到 101 时间旅行。数千年来，我们多次尝试去解释或者描述万有引力以及一种“时间”现象。在古代哲学文章里，这种现象有时被称作“时间之箭”。为了获得对时间旅行的充分了解，

我们需要理解时间、地心引力以及“统一场”的历史理论。

我们对于我们周遭的各种物理力量仍然还不能全然理解。但随着时间的推移，我们能更好地理解存在于我们周围的神奇宇宙以及它运作的方式、时空之间的相互影响以及无处不在的所谓的量子场。发现超时空裂缝洞以及其它时空隧道是理解宇宙如何运作及其神奇本质的必然结果。

虽然西方社会经历了许多黑暗时代，但是早在公元前330年，亚里士多德（Aristotle）所谓的四元素——土壤、水、空气和火，自然界中都有其独特的地位。他认为，地球上的物质尽管本质相同，但是重量较大的物质下落的速度较快，能够比其它物质更快落到地上。

伽利略·加利雷（Galileo Galilei, 1564-1642）在1604年推断重力产生了一种明确的加速度，而不是速度，并且这种加速度对于真空中运动的物体的影响是相同的。重力加速度的普遍性正是基于众所周知的弱等效原理。

当艾萨克·牛顿（Isaac Newton, 1643-1727）先生于1606年意识到月球轨道的运行如同苹果掉落到地上一样都依赖于地心引力时，他为地心引力理论做出了重大的贡献。在引力公式中，引力与其到地心距离的平方成反比。牛顿将平方反比定律与他的三大运动定律、物体之间的引力以及它们之间距离的平方的反比结合在一起，形成了重力普遍理论。此理论阐述了在每个物体之间都存在吸引力，其大小与它们之间距离的平方成反比。

勒奈·笛卡尔（Rene Descartes, 1596-1650）在较早的时候根据行星上的内部压力漩涡提出了非定量的引力理论，但是牛顿并没有提供引力产生的原因。实际上，他甚至拒绝将它称为一种引力，而是将它称为“机体相互之间产生的重力吸引”。这一理论足以推出开普勒（Kepler）的行星运动理论、海洋潮汐以及分点岁差规律。在1846年，人们利用这一理论推测并发现了一个新的星球——海王星。因此，牛顿的万有引力定律被认为是人类科

学史上最伟大的突破之一。

如果用数学的方式来表现牛顿的万有引力定律，那么万有引力是 F ，它的公式为 $F=Gm(1)m(2)/r^2$ ，其中两个粒子的质量分别为 $m(1)$ 和 $m(2)$ ，粒子之间的距离为 r 。 G 是万有引力比例常数，它是一个不能够用太阳系观察数据来确定的未知量，它能够提供质量的比例以及 G 和质量之间的乘积。 G 的值最初是由亨利·卡文迪什 (Henry Cavendish) 在 1798 年确定的，他计算出了两个已知重量的球体之间的万有引力的大小。这个实验后来被称为“测量地球的重量”，因为一旦 G 的值确定了，那么地球的重量 $m(e)$ ，就能够根据天文学上的 $Gm(e)$ 价值公式来得到确认。这个实验已经在多次重复的基础上有了很大的提升。目前学术界公认的 G 的值为 $6.67259 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 。

现代理论

1905 年，阿尔伯特·爱因斯坦 (Albert Einstein) 提出了相对论，这个理论很好地修正了牛顿的万有引力定律。爱因斯坦试图以一种与观察者的移动相独立并与所选择的坐标相协调的方式来描述引力。他的工作促使了几何理论的产生，这种理论通过纯粹的时空连续体来描述地心引力。根据这一几何理论，地心引力影响着一切在空间中运动着的所有形式的物质和能量。因此，爱因斯坦的理论服从弱等价原理，所有做自由落体运动的物体的重力加速度相同。

除了描述了地心引力对物体的影响，爱因斯坦还描述了物体对于地心引力的影响。爱因斯坦在 1915 年完成的这个理论被称为广义相对论。尽管爱因斯坦的理论 with 牛顿的理论有着很大的不同，但是它们在系统（这个系统的引力场十分微弱，其速度与光速比较起来也很慢）预测上基本有着相同的效果。行星运动促使了经典牛顿理论的产生。但爱因斯坦的理论解释了一些牛顿从未意识

到的存在于太阳系中的现象。

比如水星近日点进动。19世纪，根据牛顿理论的预测，人们认为它会以每世纪 $43''$ 的速度进动；爱因斯坦理论所预测的结果与其在岁差上有着很大的不同。另一个类似的自然现象是太阳引力场中光线的弯曲度，牛顿的理论根本没有预测到这一现象的出现。爱因斯坦关于日全食的预测在1919年得到了亚瑟·S. 爱丁顿 (Arthur S. Eddington) 的证实，随后由其他人将准确率提高了1%。爱因斯坦也同样预测了引力红移效应，它是强大的引力场所发出的电磁波频率的变化现象，这个预测最终在1960年由罗伯特·庞德 (Robert Pound) 和格伦·雷布卡 (Glen Rebka) 进行了验证。在引力红移效应得到证实之后，1964年，欧文·夏皮罗 (Irving Shapiro) 在这个理论的基础上，利用广义相对论预测了经过太阳附近的信号的延迟。

此外，爱因斯坦的广义相对论同样定性预测了其它几个体系中的新现象，它在研究宇宙学方面显得尤为有用。根据相对论学说，宇宙要么是无限扩张要么就是无限紧缩的。但爱因斯坦还不能够完全确定这种预测，为了顾及到一个静态的宇宙，他修改了他的方程式。然而在1929年，埃德温·哈勃 (Edwin Hubble) 发现宇宙是在无限膨胀的。重力最终是否会导致宇宙体系的崩溃是当前学术界研究和辩论的热门话题。广义相对论还预测了物质质量在非匀速运动中所产生的引力波，但是这种波太过微弱了，以至于科学家们还没能明确地侦测到它。最后，爱因斯坦的相对论还预测了足够大的坍塌引力会导致物质陷入宇宙黑洞之中。现在，越来越多的科学证据表明，一些天文系统中可能有黑洞的存在。

爱因斯坦的广义相对论并不是20世纪产生的唯一引力理论，但是它也许是最简洁最讲究的理论。所有可行的引力理论都必须像爱因斯坦的理论那样完整、自持并且有相对论的特质。它们还必须能解释牛顿理论的局限性，坚持弱等价原则，并能够在同一位置在理想时间内测试出相同的爱因斯坦位移，以上三点被认为

是最基本的要求。实验表明达到以上的条件是最基本的要求，并且 L. I. 席夫 (L. I. Schiff) 推测它们可以通过几何原理、度量和理论来进行验证。

最有资格与之相提并论的应该是布兰斯·迪克 (Brans-Dicke) 理论。就像广义相对论那样，它是一个满足了基本标准的几何理论。它的电磁场方程式不同，然而，该理论认为时空几何不仅受到物质本身的限制，而且受到另外的标量场的影响。与爱因斯坦的计算不同，布兰斯·迪克理论并不能预测水星的近日点位移。

一些近期的理论试图以非几何的方式解释万有引力定律，它们试图用一种被称为引力子的微粒来解释万有引力。这些所谓的超对称理论将引力现象归于量子物理学的领域之中。它们试图证明四种相互作用的基本性质是彼此关联的，它们对于宇宙的诞生来说是一种独立但又统一的力量。

多维分析学说还提出了关于不变的万有引力常量 G 的相关问题。这个问题最早是由英国物理学家保罗·狄拉克 (Paul Dirac) 在他那所谓的“大量”假说中提出的。狄拉克注意到在原子条件下电磁力的放射性和强度以及地心引力 (大约是 10^{40}) 的放射性和强度在大体上跟宇宙的年龄相关。他猜测，在如此相似的情况下是否掩藏着深刻的物理联系，并提出 G 的值是否有可能随着宇宙年龄的不断增加而逐渐减小。如果 G 的值在减小，那么引力时间会随着原子时间的改变而改变。但是到目前为止，还没有任何实验可以证明这一切是真实存在的。

统一场理论

在理论物理学中，统一场论也许最广泛的定义是一种方程式原理，这种原理统一了地心引力、电磁、弱核力和强核力四种相互作用的基本性质。而且，还没有能囊括一切的理论存在。

历史上，阿尔伯特·爱因斯坦是第一个尝试用一系列统一场

论来统一地心引力和电磁学这两种基本因素的。也就是说，他在完成了对自己的地心引力理论（及广义的相对论）的陈述后，开始用詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（James Clerk Maxwell）给出的著名电子方程式来论证他的结果。爱因斯坦的想法是从本质的几何学观点上，把他自己的和麦克斯韦的描述联系起来。但是他最终失败了。然而，这次失败主要原因还是在那个时代强核力和弱核力还没有被发现。

另外的一些尝试是由德国物理学家赫尔曼·威尔（Hermann Weyl）和美国物理学家约翰·惠勒（John Wheeler）提出的，把电磁理论整合到普遍相对的几何形式中。尽管其中一些理论只是看上去很完美，但实际都缺乏跟量子现象的联系，这种现象对于相互作用而非地心引力非常重要。

随后的一些整合尝试是从一个完全不同的角度开始的，整合的量子场理论用来描述，或者说描述了四个基本原理的相互作用。目前为止最成功的就是由谢尔顿·格拉肖（Sheldon Glashow）、史蒂文·温伯格（Steven Weinberg）和阿卜杜勒·萨拉姆（Abdus Salam）共同提出的弱电理论。这个理论结合了电磁场理论和弱相互作用理论。这个理论简化来说就是，力是由四种不同的无质量的玻色子相互作用而传播的。通过一种“破坏的对称性”，这三个玻色子， $W(+)$ 、 $W(-)$ 和 $Z(0)$ 就产生了质量，质量以质子的 50 到 100 倍增加，第四个玻色子，也就是光子，仍然是无质量的。1983 年， W 和 Z 玻色子在欧洲核子研究委员会（CERN）实验室的高能物理实验中被发现。因此，温伯格、萨拉姆和格拉肖获得了 1979 年的诺贝尔物理学奖。

除弱电理论之外，也有一些其他的整合理论被提出来。其中一些涉及强相互作用，而一些“万能理论”也试图包括万有引力。后者也被称为超对称理论。然而，目前为止，这些都还未取得突破性进展。

量子力学

根据爱因斯坦的广义相对论，任何事物，无论在光速或者更快的速度中都不能进行时间旅行。然而，量子力学有一种现象叫隧道现象，在理论上能够提供一种原理让物体在比光速更快的速度中从一个地方移动到另一个地方。威廉·克里斯 1995 年提到，德国研究者声称在 4.7 光速下传送了莫扎特 (Mozart) 的第 40 交响曲第 5 节。

量子力学是一种基础理论，在 20 世纪被物理学家用来描述原子和亚原子现象。它还成功地广泛运用于观察一系列宇宙图片。

虽然量子力学借鉴了牛顿力学的一些观念，即早先的物理现象，然而与牛顿力学本质上是不同的。比如，在牛顿物理学中，数量是被认为持续可变的，在一定范围内可取任何值。另一例子是角动力，即粒子被一中心吸引沿圆形轨道旋转，它与速度乘以中心距粒子的距离值成正比。因为牛顿力学中距离可以取任何值，所以角动力也是如此。另一方面，在量子力学中，角动力常常被规定成某些离散值，这些离散值的比率是简单的有理数。

量子力学和早先的物理理论更本质的区别在于用一种可能性，即用一种基本思维来解释量子力学如何来诠释这个世界。这就很明显是在用量子力学和牛顿力学来预测未来。牛顿力学中描述的一些事物，如太阳系，如果能一次性精确测量出，那么对于太阳系未来动向的精确预测是有可能的。在量子力学的描述中，甚至对一个简单的单电子原子都能精确预测出其诸多行为的可能性。对不稳定的放射性核的描述就能说明这一点。当单个的核子衰变时，量子力学就不能进行预测，尽管如此，如果搜集了许多相同的原子核，那么能指出何时这个核子会衰变。这个量子力学的新现象被一些知名物理学家，如艾伯特·爱因斯坦所抵制。不管怎样，它的出现成为原子与亚原子水平上不可忽视的一个特征。

早期发展：普朗克的成果

历经 30 多年的时间，量子力学蓬勃发展，期间成功地解释了多个物理现象。第一个量子理论用来分析电磁辐射是如何产生的。1900 年，马克思·普朗克 (Max Planck) 做到了。普朗克尝试研究在不同的频率下，热的物体辐射的分布，比如太远的表面。根据观察结果他得出结论，辐射不是持续发出的，就像早先认为的一样。相反，辐射是以一种被他称为量子的离散量发出的。对于这些量子、频率 f 和能量释放量 E 之间往往存在一种关系，即 $E=hf$ 。这里的 h 就是被普朗克引入的普适常数，现在以他的名字命名。普朗克常数以时间乘以能源为单位，其数值接近 6.63×10^{-34} 焦耳秒。普朗克分析结果的独特之处在于，这个公式能够表达出任何频率下的物体的辐射量。这个联系，即黑体分布，和实验结果相一致。

在普朗克的理论中，量子的性质是十分神秘的。这个谜于 1905 年被爱因斯坦解开，他提出光本身就是一个由单个套件组合的能源，后来被称为光子。爱因斯坦还提到光的频率与光子合成的能量有关，这是根据普朗克公式得出的。爱因斯坦的光量子概化理论被许多与他同时代的科学家所排斥，其中包括普朗克。而后，被罗伯特·密立根 (Robert Millikan) 的光电效应实验证实，并且阿瑟·康普顿 (Arthur Compton) 从康普顿现象中发现了这一理论，并且用电来进行光子散热。

另一个具有代表性的早期量子运用的想法是尼尔斯·波尔 (Niels Bohr) 提出来的，1913 年他提出一个假设，氢原子的电子角动力只能有一个值，这个值即普朗克常数的整数倍除以 2π ，那么它可以派生出由原子发出的光的频率。波尔理论暗示了只有特定的能量值，电子才可能存在于原子中，即如果有一个最小值，那么在这种最小值的状态下，电子是无法放射能量的。这个结果帮我们解释了原子如何能够保持稳定，也说明了一个元素的所有

原子如何有一样的化学性质。然后，他证明了波尔理论对于原子的拓展要比氢气复杂得多。而且，牛顿定理和量子理论的奇怪组合让物理学家很难取舍，到底该遵循哪一个物理原理。

量子力学形式

实际的量子力学的发展，即数学的理论，于1924年到1927年才开始。起初，有两种看起来不相同的途径：一是维尔纳·海森堡(Werner Heisenberg)发现的矩阵力学和欧文·薛定谔(Erwin Schrodinger)发现的波动力学。然而，事实表明这是一个单独理论的两个不同方面，后来被称为量子力学。这个没有被定义的现象是被保罗·狄拉克(Paul Dirac)发现的。在矩阵力学中，物理量如粒子的位置，不是用数字表示，而是用数学量来表示，如矩阵。矩阵力学对于处理相应能量水平的小数的情况有用，如在磁场中的定角动力。

波动力学对于能量水平的数目无限大的情况更有用，如原子中的电子。这个是建立在路易斯·德布洛意(Louis deBroglie)的早期理论之上的，即粒子如电子与它们的联系成波状。波的波段(h)、伽玛(γ)与质量(m)和速度(v)有联系，粒子与伽玛的联系是 $\gamma = h/mv$ 。这可以推断出电子以十分之一光速移动，如电视显像管产生的那些，波长大约 10^{-10} 米，或者约为在透明固体中原子之间的距离。德布洛意的预测被克林顿·戴维斯森(Clinton Davisson)和乔治·汤姆斯(George Thomson)证实。他们让电子波穿过了金属球，随即产生了衍射图案，跟X射线产生的一样。

1925年，欧文·薛定谔发展了方程式，现在以他的名字命名。这个方程式描述了电子如何与波动联系起来或者其他亚原子粒子在各种不同作用力的影响在空间和时间中的运动情况。这个方程式有多种解答方式，而且薛定谔强调对于一个粒子系统，其解答

结果必须满足任何位置。当遇到电子在氢原子中的情况时，薛定谔方程式能马上给出准确的能量值，像以前波尔算出的一样，这个方程式能适应更复杂的原子，甚至完全没有被原子束缚的粒子。在很多例子中发现薛定谔方程式能给出粒子行动的准确描述，也证实了粒子没有在接近光的速度下运动。

抛开这些不谈，波动理论并不够完善。尽管这个公式成功了，但是波动的意义还是不清楚。薛定谔认为在空间内波动的强度的一个点上，代表了电子在那个点上的总量。那么，只要释放了电子，就无法集中在一点了。然而，这个理论很快被发现是不成立的，因为，如果一个粒子最开始集中在一点，大多数例子表明粒子会迅速传递到递增的更大区域，这就与观察到的粒子的行为相矛盾。

对波动正确的解释是由马克思·伯恩（Max Born）提出的。当他在研究如何用量子力学来描述粒子间的碰撞时，意识到德布洛意-薛定谔波动有一种测量的可能性，找到空间中粒子两点之间的距离。换句话说，即度量衡常常聚焦的是一整个粒子，而不是其中一部分。但是在一些强度小的区域，粒子不常被发现，然而在强度大的区域，粒子经常被发现。

海森堡的不确定原理

1927年，海森堡对量子力学的进步做出了重要的贡献。他分析了很多“思维实验”，这些实验是为了提供一些关于粒子位置和速率而设计的。这需要显微镜来呈现电子的图像。众所周知，因为光的波动性质，一个精确的电子图像需要波段长而且频率高的光。然而，普朗克-爱因斯坦关系暗示了这样的光需要光子有巨大的能量和动力。在这样的光子和电子间的碰撞，电子动量会从碰撞时开始不受控制地变化。结果是，随着电子理论的普及，精确度的增长是不可避免的，但是在其动量领域则是精确度的损失。在这个理论和相关分析的基础上，海森堡建立了他的不确定

准则，这个准则以它最简单的形式表达了未知 Δx 和未知 Δp 之间的相互关系， Δx 是物体的位置， Δp 是我们所知道的它的能量。根据 $(\Delta x)(\Delta p)$ 给出的不确定关系，其结果小于 $h/4\pi$ 。对于物体每天的大小，相较于普通实验的不确定性来说，同时测量的限制就无足轻重了。因为这个原因，对于那些物体来说，牛顿定理和量子力学之间几乎没有显著的区别。然而，对于一个原子中的电子，它的不确定性限制是十分明显的，以至于他们能基本确定其大小和原子能量的最小值。

根据伯恩的波动强度的可能性描述和海森堡的测不准原则，量子力学的标准元素非决定性阐释早在 1930 以前就已经形成了。通常被人知晓的是哥本哈根阐释，因为尼尔斯·波尔 (Niels Bohr)，这位使现象公式化的伟人，那段时期，在哥本哈根建立了非常有影响力的物理机构。然后，许多科学家对哥本哈根阐释表示不满并加以批判，其中包括爱因斯坦和薛定谔，他们接受的只是量子力学的数学公式。正确阐释数学公式被认为是一个普遍难题。

发现定理以后，接着就开始用量子力学解释了很多原子物理学和化学领域的问题，如许多电子原子的结构和分子的结构。根据以前的观察和预测，这些应用大部分是成功的。后期成功预测的例子是，依靠相对定向的核角动力，氢分子可以以两种形态存在。1928 年，由于这些成功的例子，保罗·狄拉克称量子力学是“涵盖一切化学及大部分物理学”的领域。虽然，陈述的第二半部分还没有得到证实，但是量子力学的延伸成功解释了许多物理现象。比如，19 世纪 30 年代和 40 年代，乔治·伽莫夫 (George Gamow) 运用量子力学解释了放射性原子核的 α 衰变。

为了一些原子核的应用和原子物理学计算的准确性，延伸量子力学的原始公式，使其与爱因斯坦的特殊相对论保持一致，已经变得越来越重要了。1927 年，狄拉克是第一个着手实施的人，并以他的名字作为方程式名。狄拉克方程很快成功证实了其在计



算电子的性质方面的巨大作用，如自旋。自旋是轴通过电子角动力自转的，有点像地球围绕着自己的轴转动。早先我们知道的是，所有电子的自旋都是 $h/4\pi$ ，但是原因并不清楚。狄拉克方程解释了这个原因，并且正确推算出一些自旋电子的磁力，并且做出了一个新的预测，在有相反电荷的情况下，有一种自旋的粒子存在。后来被称为正电子的这些粒子，是 1932 年被卡尔·安德森（Carl Anderson）发现的。它们是第一个反粒子案例，它们的存在被许多理论预测到了，量子力学和特殊相对论都能对其进行解释。

量子场论

对反粒子的研究，了解它们的性质，展示出相对量子理论的新方面，即事物的产生和消亡。狄拉克预测到并且很快观察到，当高能量的光子穿过物体时，电子和正电荷可以成对一起产生。并且，一个正电荷靠近一个电子后，两者会同时迅速消失，随即转化为几个光子。为了阐述粒子变化的数量上的转化，应用量子力学新理论，即场论是非常必要的。

在牛顿物理学中，一个领域代表了一个物理数量，如电场力，根据精确的数学方程式，电场力在时间和空间里从一个点到另一个点变化。这种经典领域可以在不同的点上有不同的数值。普通的量子理论最先被狄拉克运用到电磁领域。这种自动结合暗示了普朗克和爱因斯坦提出的有属性的粒子存在。而且，他能运用量子场论的形式来描述光子如何被带电粒子放射和吸收，如原子中的电子辐射，后来被称为 QED，或者量子电动力学。19 世纪 50 年代后期，QED 一个重要的实际应用是激光。

许多物理学家都认为，早先的未知领域都涉及各种类型的粒子变化的过程。比如，1933 年，恩里科·费米（Enrico Fermi）利用量子场论解释了电子从核子的发射，这个过程后来被称作 β 衰变。从普遍的经验中能得出，量子场论能够适应量子力学的规律，