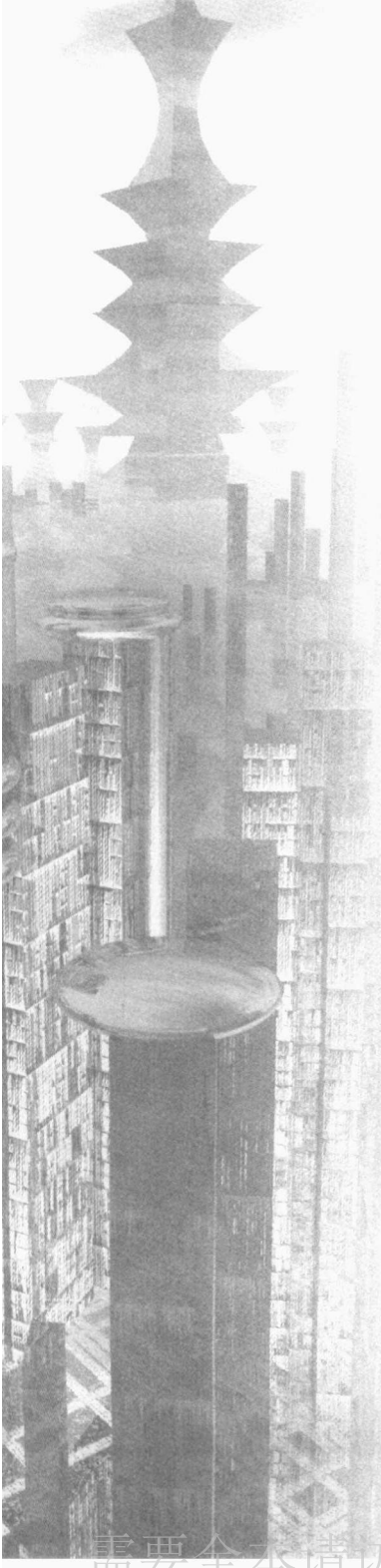

第一篇 未来的理论

需要全本请访问 www.ertongbook.com

L·斯莫林 宇宙的未来

我们被请来预言今后 50 年的科学状况。从过去几百年物理学和宇宙学前进的步伐来看， 50 年够长了；但要做一个到那时不显得那么愚蠢的预言，它似乎又太短了回顾科学的历史，你会发现，人们提出的许多问题常常在后来的 50 年里就有了答案。不过，科学的进步一般总是缓慢的，我们今天大概还用着 50 年前的同行们用过的语言。

现在，让我们回过头来，看过去 50 年有些什么样的大问题。我个人看来，应该包括：

1）把原子核束缚在一起的强力的本质是什么？
2）决定放射性衰变的弱力的本质是什么？
3）宇宙的稳恒态模型对吗？或者，真的可能存在像盖莫夫（Gamow）和其他追随者们猜想的大爆炸吗？
4）质子和中子有内部结构吗？
5）为什么质子与中子存在很小的质量差，而电子比二者轻得多？为什么中微子没有质量？μ 子是什么？谁让它来的？①

① μ子是在宇宙线里发现的，除了质量大 200 倍，其他性质跟电子是样的它不是理论需要和预言的，所以理论家 I. I. Rabi （诺贝尔物理学奖获得者）问“谁让它来的？”——本书所有的注释都是译者添加的，以下不再说明。

6）广义相对论与量子理论有什么联系？

7）理解量子理论的正确路线是什么？

我想我们可以自信地说，我们现在知道前四个问题的答案。我们还在为后面三个问题努力。不过，我们也没忘记已经回答了的问题；实际上，回答那些问题的方法形成了我们今天培养理论物理学家的基础。

然而，如果倒退一百年，我们会发现，人们那时提出的许多问题，今天已经不再有人关心了。我不是一个够格的历史学家，不能列举物理学家们在 20 世纪之交提出的问题，不过他们很可能更关心以太的性质，而不太关心原子的性质。过了几年之后才会出现物理原子存在的证据——实际上，在 1900 年，很多物理学家并不相信原子的存在。另一些人，如马赫（Ernst Mach），认为这不属于物理学问题，因为原子是永远也观测不到的。至于天文学，1900 年还没有证据说明存在远离我们银河系的星系，也没有人想过恒星为什么发光。所以，虽然 20 世纪 50 年代初的物理学家可能理解今天的物理学家的问题，但物理学家在 50 年代相互交流的语言，大概没有哪个 20 世纪初的人能听懂。

有时，科学在 50 年间的变化很小，所以需要我们预测在那以后将知道些什么。但是，也有些时期，科学飞速发展，那样的预测也就不需要了。在未来 50 年和 100 年间的某个地方，似乎存在一条地平线，超过那条线，关于科学进步的任何具体的猜想都将失去意义。

让我们歇息片刻，想想为什么会那样。部分原因可能是，50 年大约等于一个科学家从开始研究到退休的时间，因而也是他们的科学生涯产生保守倾向的时期，这种倾向反过来会拖科学进步的后腿。科学是艰难的，我们科学家喜欢尽可能理解自己所做的事情；于是，除非迫不得已，我们总是愿意用我们已经认识了的

思想和技术。另一个原因是，青年科学家的经历常常受临近退休的前辈的控制，那些老人在许多时候已不再活跃，因而不熟悉新的技术。精明的研究生不论多有想像力，也不敢大胆做本领域的权威老人们所不理解的事情。于是，为了思考我这个学科在 50 年后像什么样子，我想象我那些最聪明的研究生在他们的退休晚会上可能谈些什么。我猜想，假如没有什么解释不了的事实，他们掀不起 20 世纪初那样的革命，他们还会继续运用我们教给他们的语言。如果那样，现在的训练还是有用的——尽管我们中间的浪漫主义者更盼望一场革命，而不仅仅满足于对我们信仰的证明。

我们还可以想想，推动 20 世纪前 50 年科学取得那样巨大进步的社会背景有什么不同的地方。我想到了两个可信的答案：一个是，像爱因斯坦和埃伦菲斯特（Paul Ehrenfest）那样的“门外汉”，尽管没有大学职位，也能发表他们的东西；另一个是，量子理论创立者的前辈们多数被第一次世界大战耽误了，为海森堡、狄拉克和他们的朋友留下了广阔的天地。

那么，未来 50 年里，关于基础物理学和宇宙学我们将知道些什么呢？我不做猜想了，而是提出一种方法，它可能得到在 2050 年看来不那么愚蠢的结果。我先列出今天还没回答的几个最基本的问题，然后谈谈能对这些问题的答案做出检验的实验和观测科学将有哪些可以预料的进步。我不担心理论的发展，因为我所列的所有问题都已经提出了理论的回答，我想在 50 年的时间里，我们理论家能够调整自己的理论，或者创立新的理论来满足实验和观测的数据。

下面就是我列出的 7 个最重要的基础物理学和宇宙学的问题。

1）现在形式的量子理论正确吗？它是否需要修正，要么达到一个合理的物理学解释，要么跟相对论统一起来？

2）引力的量子理论是什么？普朗克尺度下 10^{-33} 厘米，比

需要全本请访问 www.ertongbook.com

原子核还小 20 个数量级）的空间和时间有什么结构？

3）决定基本粒子性质的那些参数的准确数值，包括它们的质量和相互作用的力的强度，由什么来解释？

4）用什么来解释我们看到的巨大数量级的比值？为什么两个质子间的引力比它们之间的电斥力小 10 的 40 次方？为什么宇宙那么大？为什么它至少比基本的普朗克尺度大 60 个数量级？为什么宇宙学常数比物理学中的其他参数几乎小同样多的数量级？

5）大爆炸是什么？从大爆炸中产生的宇宙的性质由什么决定？大爆炸是宇宙的起点吗？如果不是，在它之前发生过什么？

6）占宇宙密度 80% 到 95% 的暗物质和暗能量是由什么组成的？

7）星系是怎么形成的？我们观测的星系分布图像能告诉我们宇宙早期演化的什么情况？

前面 4 个问题从 50 年前就开始不断提出、深化，没有结果。其余 3 个问题是新的。现在我们来看，我们在 2050 年进行的观测和实验是否足以检验理论家们为这些问题提出的答案。当然，在 50 年里什么事情都可能发生。不过，为了使我的方法更可信一些，我们只好在技术进步方面保守一点。所以，我只考虑已经存在和正在发展的技术。在后一种情形，我只考虑绝大多数专家认为可能在近些年产生作用的技术。不过，每一种技术，不论现有的还是在发展中的，我都假定它在未来 50 年里将只受物理学定律和经济条件的限制，而得到尽可能的发展。普通的显微镜存在光线波长的自然极限，而望远镜的自然极限来自有限年龄的宇宙中的有限的光速。其他技术可能更多受财政方面的限制。我们可以放心地假定，没有哪个实验（在那时）的消耗能超过美国的国防预算。不过我得赶紧声明，我不是实验物理学或观测宇宙学的

专家，我没有认真研究过有关的技术极限。所以我的估计必然是夸大的。如果现有技术能发展到它们在自然和财政的极限状态，那么，下面就是我对未来 50 年的希望。

我们可以从量子理论说起。今天正发展着强大的新技术——主要是帮助发展量子计算机的技术，有可能极大地扩张我们过去实验检验量子理论的范围。它们是一些宏观机器，利用量子效应（如叠加和缠绕）来做普通计算机不可能做的计算。① 量子计算机要求那些目前只在原子系统观测过的量子效应为计算机线路那样的宏观系统服务，所以，那些机器能检验量子理论的那些最不同于经典理论的预言。

人们已经看到，量子计算机能破译现在政府、军队和商务使用的所有密码，所以金钱会源源不断地向量子计算机涌来。于是我们可以大胆地猜想，只要量子力学外推到宏观系统也是正确的，未来 50 年里会出现量子计算机，而且很可能出现利用在全世界无限延展的量子态的量子通讯手段。另外，假如今天的量子理论只是某个更深的理论的近似，量子计算机的实验也可能证明这一点。因此，我们有理由相信，从现在开始的 50 年里，我们将知道第一个问题的答案。

我们接着来看宇宙学。到世纪中叶的时候，通过全波段电磁光谱的观测，加上中微子、宇宙线和引力波，我们一定能有一幅详细的宇宙历史的图像。现在的宇宙模型里的参数将在很高的精度上得到测量，我们还将知道宇宙的许多其他事实，如黑洞的数

① 我们知道，每个量子态都是若干（甚至无穷多个）状态的叠加，换句话说，它在同一时刻可以处在不同的状态我们可以想象，假如计算机能同时处理多个状态，进行多个计算，它的威力该比 0－1 态的传统计算机大多少啊！ 2001 年 6 月，一个丹麦科学家小组宣布他们发现了宏观气体的缠绕（entanglement，或译牵连、缠结，似乎还没有习惯说法）（Julsgaard et al. , *Nature*, 27 September 2001），这是量子力学的奇妙现象：测量一个物体可以同时影响另一个与之没有牵连的独立物体

量，恒星、星系、黑洞、中子星、类星体、 γ射线源和其他天体在时间和空间的分布。实际上，我们那时对宇宙的详细历史和性质可能比我们今天对我们行星表面的历史，知道得更多。至少，就全方位熟悉宇宙的现象来说，我们可能真的“认识到家”了。

结果将极大约束今天流行的关于早期宇宙的理论，如暴胀理论。关于星系如何形成，星系团和超星系团的模式如何形成，我们也将有一个具体的图像。即使不能直接观测暗物质，那些观测也将约束我们关于暗物质和暗能量本质的理论。到 21 世纪中叶的时候，我们也许已经直接观测到了暗物质和暗能量，充分认识了它们，能证明或否定为它们提出的形形色色的理论；当然，我们也许什么也做不到。①

有读者会问，是不是所有那些观测都能证明大爆炸理论？为回答这个问题，我们需要区别大爆炸宇宙学的两种意义。我把第一种叫膨胀宇宙的宇宙学：这个理论说，宇宙从一个致密炽热的状态开始，已经膨胀了大约 130 亿年。在这一历史过程中，关键的一个事件是光与物质的分离，发生在宇宙冷却到原子能稳定下来的时候。在那之前大约 100 万年，宇宙像星体内部一样充满了等离子体。经过那个转变，宇宙充满了非常稀薄的气体，光可以通过，天变得透明，我们今天看见的所有结构——恒星、行星、星系和星系团——都形成了。而且，几乎所有的化学元素也都是从这个转变开始在恒星里形成的；只有氦和几种轻元素（如氘和锂）是在它们之前形成的。这样的图景，我想在未来 50 年里不

① 最近有一些关于暗物质的发现，例如，在类星体周围发现了暗物质晕；暗物质可能聚集在我们星系的周围，像普通的恒星、行星和星际尘埃那样运动；凡是物质聚集的地方，暗物质的质量似乎总是物质质量的 7 倍（至少在星系的尺度上是这样的）。关于暗物质，目前还面临的一个挑战是区别不同的类型，如点状的 neutralino（超对称理论预言的中性粒子，比质子重 100～500 倍）和延展的 Q-ball（超夸克或超轻子的集合）。

大可能有什么修正。我们会更多地了解恒星、星系和元素的形成过程，但所有的证据仍然会支持这个膨胀宇宙的理论。

我们还可以满有把握地说，我们的观测将极大影响我们关于极早期宇宙历史的理论。如果让时钟倒转，宇宙的密度和温度会增大。有趣的问题是，回到什么时候我们才能通过观测来决定我们的理论。到 21 世纪中叶，面对检验的那部分理论可能至少要回到普朗克时间，那是一个极小的时间单位，10^{43} 个那样的间隔才等于 1 秒。我们来看一个暴胀假说的例子。在一系列合理的假定下，这个理论的预言可以通过今天宇宙微波背景的涨落的观测来检验。这些观测是现代科学的伟大贡献之一。不过，即使今天的观测能与暴胀理论相容，仍然存在许多没有解决的问题：暴胀的预言很简单，同样可以包含在其他理论中，所以，为了将暴胀跟今天事实的其他可能的有竞争力的解释区别开来，我们还需要更详细的测量。另外，暴胀理论有许多不同的形式，当然也需要更进一步的测量来区别它们。我们希望能在 5 年而不是 50 年里拥有宇宙微波背景的更详细的观测。因此，我们有理由预言（当然也说不定），半个世纪以后，如果谁还想着可以通过回到遥远的普朗克时间的观测来检验膨胀宇宙的理论，那就太落伍了。

但普朗克时间还不是时间的起点。跟膨胀宇宙理论迥然不同的还有另一种说法：大爆炸是宇宙的绝对开端。即使我们知道在某个理论起点过后若干分之一秒的遥远过去，宇宙更热也更密，也并不能证明在那之前不曾发生过推动宇宙膨胀的事情。所以，仍然有那样的可能：在理论的“大爆炸”瞬间之前，宇宙也许以不同的形式存在了很长的时间。为了鉴别这些不同的假说，我把它们称作宇宙起源的理论。

现在研究的宇宙起源理论有几个，都跟膨胀宇宙理论相容，从而也跟目前所有的观测结果相容。其中的一些，如哈特尔（Hartle）和霍金的“宇宙波函数”预言（更恰当说，是假定），

认为大爆炸是时间的真正起点。另外的一些则认为新宇宙是在黑洞的坍缩中创生出来的，它们预言在大爆炸之前还有一个宇宙，而那时发生的事情决定了从大爆炸生出的宇宙的性质。大爆炸之前是否存在过什么，在这一点上我们也许能（但没有一点儿把握）拿出证据来约束那些理论。只有用引力波来探测最初膨胀时的宇宙，我们才可能获得那些证据。别的任何东西都不可能做到，因为初始的宇宙对任何形式的辐射都是不透明的，只有引力波例外。引力波天文学在发展着，但至今还没发现引力波。有许多案头的空间引力波探测器计划，原则上能用引力波为普朗克时间下的宇宙拍摄系列快照，从而区分不同的宇宙起源理论。到 21 世纪中叶时，这些技术也许能实现，但也说不定。

现在我们来谈基本粒子物理学。这里的限制来自经济。如果加速器技术没有突破，我们就不会制造比正在建造中的预算几十亿美圆的加速器更加强大的机器。因为，加速器的能量是以对数方式随经费增加的，为了获得多 10 倍的能量，必须多花 100 倍的钱。因此，我们可以预言，到世纪中叶时，除非有什么新的技术发明，我们能探测的能量最多比今天高两三个数量级（探测的空间尺度相应地小两三个数量级）。不过，即使这样不紧不慢的进步，也能带来很多发现，如希格斯（ Higgs）玻色子——人们相信我们观测到的所有粒子都是通过它来获得质量的。我们还应该能证明或者否定超对称性假说，那是弦理论的基本要素。所有这些都很重要，但距离普朗克尺度还差 15 个数量级呢——为了直接检验引力的量子理论，那是我们必须探测的尺度。那么，这是否意味着像弦理论和圈量子引力那样的候选量子引力理论在未来 50 年仍然不能落实呢？①

①物理学的无穷大有两个来源：点粒子假定和微扰论方法。弦理论将点粒子推广为可以延展的多维物质基元（如一维的弦和二维甚至更高维的膜），而圈量子引力是一个非微扰的理论。

也许不是的！新技术已经有可能探测普朗克尺度了。原来是这样的：有些引力的量子理论预言空间和时间具有离散的原子式的结构。假如真是那样，光子通过空间的路线会发生改变——就像光线通过水时会发生散射和折射。这个效应极微弱，但能累加起来：假如光子经过很长的距离，小效应可以放大。幸运的是，我们很容易观测到那些来自高能事件（如 γ 射线爆发）的旅行了几十亿光年的光子。在这些和其他几种情形，我们完全可能观测某些量子引力理论预言的效应。实际上，已经有人提出，在甚高能宇宙线行为里观测到的某些效应，就可以用普朗克尺度下空间的量子时空结构的效应来解释。

应该强调一点，我这里说的观测，是为其他目标而设计的卫星所做的观测。在未来的 10 年，等我们有了为自己目标而设计的卫星，就可以探测普朗克尺度了。为了推进这些实验，我们需要提高探测器的精度，而据我所知，高能光子探测器的精度没有自然或经济的限制，因而新的方法可以无限地用来探测普朗克尺度的时空结构。就宇宙线而言，还是存在经济约束：随能量增大，宇宙线越来越少。所以，为了探测更高的能量，需要更大的探测器。然而，计划或建设中的探测器的研究范围，已经足以区分不同的量子引力理论；当然，好数据还是要等到 2050 年。

被认为最有可能成为引力的量子理论的候选者的弦理论，因为几乎没有做出可以检验的预言而遭到许多批评。然而它确实做出过几个预言，而且其中一个还跟这样的观测结果有关——那就是，结果必须与具有光滑结构的空间相一致。这是所谓洛伦兹不变性理论的对称性所要求的。其他的量子引力理论预言那种对称性是破缺的，或者被某些小效应改变了。这些不同理论的不同预言完全落在新实验能够检验的范围内。于是，过不了几年，弦理论或它的某个竞争者就可能被观测清除出局。

通过对实验潜力所做的匆匆考察，我们可以得到下面几点结

需要全本请访问 www.ertongbook.com

果。我们可能会有很好的数据来决定前两个和后三个问题的答案，也就是关于量子理论和量子引力的问题，以及关于宇宙学和天体物理的问题。我们可能有、也可能没有检验宇宙起源理论的数据。引力波天文学可能揭示来自大爆炸之前的宇宙纪元（如果真有那样的一个时间）的信息；不过，考虑到今天引力波天文学的摇摆不定，这一点还说不准。

那么，还剩下两个问题，第 3 个和第 4 个。它们问的是粒子物理学的参数，如基本粒子的质量和它们之间的相互作用的强度，为什么会有那样的数值。情况还不清楚。我们已经有了许多相关的数据，但现在还回答不了这些问题。下一代粒子加速器可能检验的那些粒子物理学进展，也许能帮助我们理解为什么基本粒子有那样的质量和相互作用。但是，多探测几个数量级是不是就足以解决那些问题了，还很难说。

也许出现另一种情形：这些问题都能用引力的量子理论来回答。这是弦理论的初衷，不过至今它还没有走上路来。目前的理论证据反倒说明，像弦理论那样的引力的量子理论似乎能与很多可能的基本粒子的性质相容。这是因为，我们寻求的答案所关心的是一个特殊理论的哪个解描绘了宇宙，而不是选择哪个可能的理论是正确的。每个理论似乎都有很多解，而每个解都描写一个可能的宇宙。

这就把有些人引向了存在多个宇宙的理论。或者说，只有一个宇宙，但包括了许多区域，每个区域都跟我们的宇宙相似。每个区域都从大爆炸开始，然后膨胀，生成物理学原理决定的结构。大体上说，有两种类型的多宇宙理论。第一种只假定世界由大量宇宙组成，每一个宇宙里的自然定律（或至少是它们的参数）都是随机产生的。我们一般把这种观点称作人存原理。第二种理论假定了一个过程，在那个过程中，新宇宙是作为黑洞形成的结果而产生的。这个所谓的宇宙自然选择的理论很像进化论的

生物学，因为最普遍的宇宙是那些自我复制最多的宇宙。

在这些理论中，人存原理是完全不可能检验的，而自然选择假说有可能被证伪却不可能被证明——至少，在今天的技术条件下是这样。为了证明而不是否定那个理论，我们需要探测大爆炸之前的时间。引力波也许能为我们做到这一点，但正如我说过的，那可能是 50 年以后的事情了。所以，尽管自然选择的思想也许能经受 2050 年以前的一切考验，但它不会得到证明。

当然，新的思想和技术的出现也许会极大改变这种状况。不过我们已经说过要保守一点，只考虑现有的思想和技术。假如要我在保守分析的基础上大胆猜测，我想在 50 年后我们至少能回答上面提出的 7 个问题里的 5 个。至于我们能否回答问题 3 和问题 4，任何人都可以有自己的猜想。就是说，我们也许能知道引力的量子理论，认识大爆炸的本质，发现并认同量子理论的正确形式，但我们还是不能回答早在 20 世纪 30 年代就提出的那个简单问题：为什么质子和中子具有几乎相同的质量？为什么重一点儿的那个会是中子？

斯莫林（Lee Smolin） 理论物理学家，安大略沃特卢边缘研究所的创立者之一；《宇宙的生命与通向量子引力的三条途径》（*The Life of the Cosmos and Three Roads to Quantum Gravity*）① 一书的作者。

①《通向量子引力的三条途径》，李新洲，翟向华，刘道军译，上海科学技术出版社，2003 年 3 月。

我们孤独吗　我们在哪儿

M·里斯

未来 50 年最大的探索性挑战既不在物理学，也不在（地球的）生物学；它一定在于寻找证明或者否定地外智能存在的确凿证据。我想，假如到 2050 年我们还不明白地球生命是怎么开始的，那就太奇怪了。那时候，即使没有来自地球以外的直接证据，我们也能估量其他行星曾经出现某些基本形式的生命有多大的可能。不过这紧跟着另一个看来更难对付的问题：“假如简单生命出现了，那么是什么东西阻碍它进化成为我们认为有智慧的生命呢？”

在未来的 10 年里，我们要向火星发射一系列太空探测器，研究火星的表面，最后把样本带回地球。我们还有更长远的计划，用机器人探测器来研究太阳系的其他地方——例如土卫六（Titan）的大气和木卫二（Europa）冰下的海洋。假如有哪个仪器发现在我们这个行星系统的另一个地方独立出现过哪怕最简单的生命，也意味着那种简单生命一定更广泛地存在于银河系和更远的星系。

今天没人指望在太阳系的其他地方存在“高等的”生命，但我们的太阳只不过是银河系几十亿颗恒星中孤零零的一颗。在其他恒星周围旋转的行星会不会栖息着比我们可能在火星发现的更有趣、更奇特的生命形式呢？那里是不是还生活着我们所谓的智

慧生命呢？即使宇宙到处都有原始生命，高等生命也未必能出现。在这个问题上，我想不可知论大概是惟一理性的态度。我们对生命起源还知道得不够多——至于自然选择是不是“趋同”，地球重新演化会不会产生全然不同的结果，我们知道的更少——还说不清楚智能的“外人”是可能还是不可能。

寻找来自地外智能生命的信号的努力，曾经很难得到公共的经费——甚至不如一部科幻影片的票房税收——这个话题总是讨厌地跟 UFO 等东西牵扯在一起。不过幸运的是，在一些爱幻想的人物的资助下，加利福尼亚 SETI 研究所还在继续开展着他们的先驱性工作①。

我对这些追寻很感兴趣，而且会一直坚持下去，尽管我相信成功的机会很小，因为其中混杂着显然的人为信号——甚至像一串素数那样单调乏味的东西。我们当然不知道那信号究竟来自“有意识的”生物，还是来自早在信号发出之前就已经灭绝了的什么物种留下的机器。但是这种接触将证明逻辑和物理的概念在人类大脑以外的其他地方也出现过。假如我们知道一颗遥远的恒星也像我们的太阳一样照耀着一群伴随它的行星，其中的一颗有着跟我们地球一样纷纭复杂的生物圈，我们大概会怀着新的情感遥望它吧。

这些追寻当然也许注定会失败。这在某些方面肯定是令人失望的。当然，失败并不意味着不存在其他智能生物——他们可能过着沉思冥想的生活，不愿做任何事情来表现他们的存在。另一方面，假如我们这个小小的地球真是智能生物的惟一居处，我们会大大增强在宇宙的自尊：跟银河系到处是复杂生命的情形相比，我们能坦然地以不那么卑微的宇宙观来看地球了。我们可以

① SETI 就是 Search for Extraterrestrial Intelligence （寻找地外智能）。这个计划从 20 世纪 60 年代就开始了。

把地球看作“种子”，生命从它洒向整个空间。播种的时间是足够的，延伸 10 万光年的银河系，用不了我们从最早的灵长生物走出来的时间，就能洋溢绿色的生机。太阳死的时候，将走过 50 亿年；那是地球从第一个多细胞有机物进化到今天的生物圈（也包括我们）所经历的时间的 5 倍。在那样漫长的世代里，也许还能出现更大的质的飞跃。未来的变化如果在人的指引下实际上会快得多，所以它们将发生在我们的文化和历史的时间尺度。我们不能预言生命最终会为自己塑造一个什么样的角色：它也许灭绝，也许兴旺起来，影响整个宇宙。后一种情形是科幻小说的话题，但是也不能因为荒唐而否定它。

从其他世界到其他宇宙？

假如我们回顾在 20 世纪所取得的成就，就不会觉得在未来 50 年确立上面说的某些猜想是什么可怕的事情。100 年前，星星为什么闪烁都还是一个谜。那时，我们把银河当作一个静态的系统，根本没想到它的外面还会有什么东西。最近 30 年来，空间探测器发回了我们太阳系的所有行星的图片；通过巨大的望远镜，天文学家看到了比过去更加遥远的太空深处。我们的宇宙图景比我们能看见的最远的恒星还远几百万倍——来自最远的星系的光需要经过 100 亿年才能到达我们。宇宙的历史可以回溯到开始的 1 秒钟之前。只有在宇宙膨胀的第一个百万分之一秒以前，只有在黑洞的内部，我们才能遭遇未知的基本物理学。

这些进步引出来另一种可能的迷人图景：我们所谓的宇宙——天文学家能探测的那个从大爆炸中产生出来的区域——不可能是全部的实在。根据确定然而纯思辩性的假设，理论家们已经为多重宇宙描绘了蓝图。林德（Andrei Linde）、韦伦金（Alex Vilenkin）和其他一些人通过计算机模拟描绘了一个“永恒的”

暴胀时期，在那个时期里，许多宇宙从不同的独立的大爆炸产生出来，形成互不相交的时空区域。古斯（Alan Guth）和斯莫林则根据不同的观点，提出新的宇宙可以从黑洞内部产生，扩张成一个新的我们无法接近的空间和时间的区域。① 兰多（Lisa Randall）和桑德鲁（Roman Sundrum）猜想，其他的宇宙可以存在于跟我们分离的多余的空间维度里；那些互不相交的宇宙可能通过引力发生作用，否则它们之间就不会有任何相互的影响。用那个老式的类比说，如果气球的表面代表一个嵌在我们三维空间里的二维宇宙，那么其他的宇宙可以拿其他的气球表面来代表。在这样的一个表面上爬行的小虫，如果没有第三维的概念，不可能知道还有跟它一样的伙伴在别的气球表面爬行。其他的宇宙是跟我们分离的时间和空间的区域。我们甚至不能有任何意义地说它们是与我们同时存在，还是存在于我们之前或者之后；只有当我们能为所有的宇宙赋予同一个时间度量，那样的概念才会有意义。古斯和哈里森（Edward Harrison）甚至猜想，在实验室里让一堆物质坍缩成一个小黑洞，也能生出一个宇宙来。我们的宇宙会不会正是其他宇宙的实验产物呢？斯莫林猜想，主宰儿女宇宙的定律可能烙下了在父母宇宙中流行的定律的印迹。假如真是那样，虚构的神学主题将披着新的外衣而复活，从而进一步抹去自然与“超自然”现象之间的虚假的界线。

在“多世界”的理论中还有平行宇宙，是埃弗雷特（Haugh Everett）和惠勒（John Wheeler）在 20 世纪 50 年代为了解决量子力学的某些疑难而首先提出的。这样的概念，科幻小说先驱斯塔

①古斯说，大爆炸理论并不是真正关于宇宙爆炸的理论，而是关于爆炸以后的宇宙的理论。它不能说明为什么爆炸，爆炸以前发生了什么。暴胀理论有可能回答宇宙膨胀的动力是什么，还可能回答宇宙的物质是从哪里来的。 50 年后，“我们可能知道哈勃常数的大小，知道宇宙的形状是开放的还是封闭的，知道宇宙的膨胀是否发生过变化，但是，我们也许还是不知道宇宙真正的起源”

需要全本请访问 www.ertongbook.com