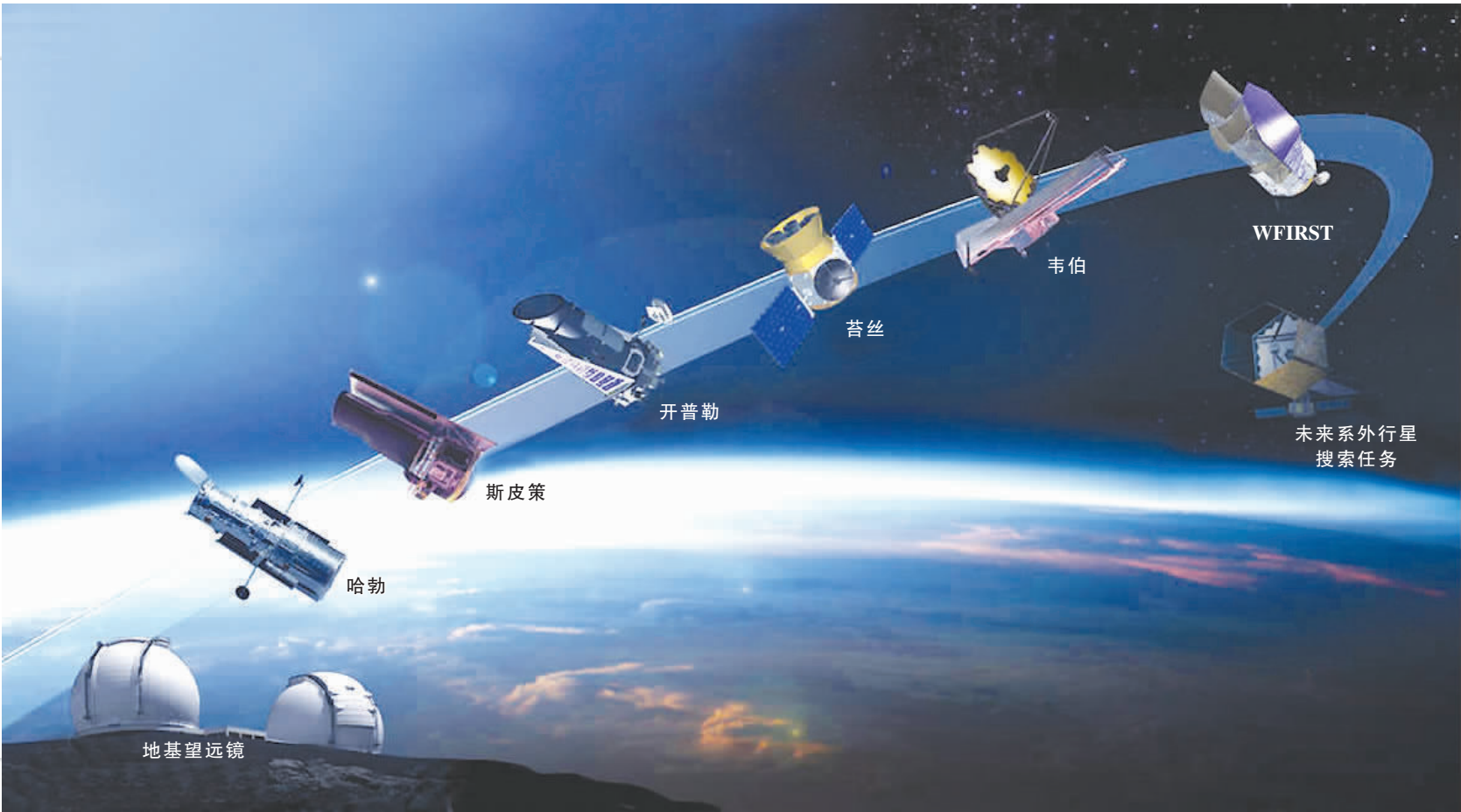


美国航空航天局（NASA）多次延迟发射的系外行星探测卫星苔丝（TESS），上月 18 日终于在佛罗里达州卡纳维拉尔角发射升空，它将经历长达 60 天漫长而复杂的入轨进程，去接替已经在太空工作了九年、有“行星猎手”之称的开普勒望远镜。

从构造到工作模式，苔丝都要比它的前任具备更大的优势。在为期两年的探测任务中，苔丝的观测区域将覆盖 80% 的宇宙空间，超过 20 万颗太阳系外离地球“最近、最亮”的恒星将被其逐一扫描，以确认是否有行星围绕它们公转。

据 NASA 估计，苔丝有可能发现数千个“超级地球”，它将开启太阳系外行星研究令人激动的新时代。



人类对太阳系行星的搜寻，经历了从基于地面的望远镜到太空望远镜的发展历程。

如左图所示，最右是目前世界上口径最大的地基望远镜之一、建在夏威夷莫纳克亚山顶的凯克望远镜，往右依次是已经发射升空的“四大金刚”——哈勃、斯皮策、开普勒、苔丝太空望远镜，以及拟在 2020 年之后发射的韦伯太空望远镜和已公布的 WFIRST 未来探测项目。

新一代“行星猎手”启程巡天

——接棒“开普勒”，“苔丝”将揭开太阳系外行星研究新篇章

■ 苟利军 黄月

美国航天航空局（NASA）新一轮太阳系外行星搜寻计划正式开启：当地时间 2018 年 4 月 18 日 18 时 51 分，多次延迟发射的太空望远镜苔丝（TESS）终于从佛罗里达州卡纳维拉尔角，这个世界上最知名的发射基地升空。

在苔丝卫星之前，另外一颗系外行星探测卫星——以 16 世纪德国天文学家开普勒命名的太空望远镜，已在天上工作了九年。

开普勒运行的这岁年中，寻找系外行星收获颇丰，被冠以“行星猎手”的美称。不过，根据 NASA 科学家此前的最新估计，“开普勒”因燃料用尽，将在几个月后停止运行。这一次，苔丝要去接班了。

凌星找星 从阴影中发现光明

苔丝由美国麻省理工学院教授乔治·雷克领头研发，其英文全称为 Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS)，中文意为“凌星系外行星巡天卫星”。此处有两个词值得我们注意，它们是苔丝的两个重要特征：一是“凌星”，二是“巡天”。

“凌星”指的是苔丝卫星将使用凌星法来发现新的系外行星。其工作原理并不难理解：行星围绕中心恒星转动，当行星转到恒星前方的时候，由于行星本身不发光，因此会遮挡住来自于恒星的一部分光线，从而使得我们观察到的恒星亮度有一个微小的变暗。所谓“凌星法”，指的就是这种通过恒星亮度变暗来推测行星存在的方法。

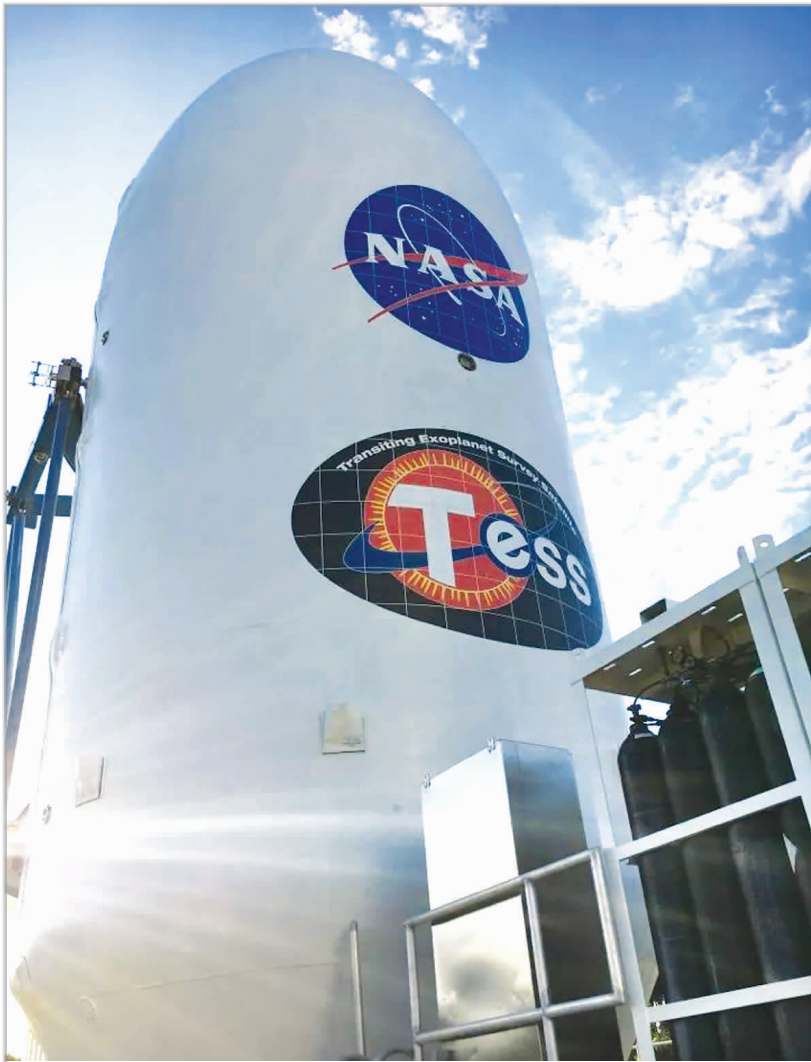
这种“从阴影中发现光明”的探测方法，不仅易于判断行星的存在，而且便于科学家们推断行星存在的个数。每一个行星都在恒星亮度演化图上留下了一个因遮挡导致的小坑，所以只要能够推断出坑的个数，科学家就能够得知恒星周围行星的数目了。

因为和恒星本身相比，行星通常要小得多，而且远在数光年之外，我们能观察到的因行星遮挡产生的亮度变化应该很小。即便是按照目前对行星的估计来看，其遮挡也只会导致中心恒星亮度百分之一的降低。但是，开普勒和苔丝都使用了凌星法来探测系外行星，原因在于太空中望远镜性能通常非常稳定，没有大气干扰，它们能够很容易测量到非常微小的变化。

科学家们还有诸如视向速度法、直接观测法和微引力透镜法等其它一些探测方式，但都相对比较复杂、难以实现和观测。所以，凌星法也是目前使用最为广泛的一种探测方式。

巡视全天 四只小眼睛扫描大世界

除此之外，“巡天”也标志着新卫星苔丝和之前的项目在寻找系外行星工作模式上的差别，这一点也是它与前任开普勒之间最显著的不同。



苔丝作为巡天卫星，将大大拓展它的前任——开普勒太空望远镜的视线，这不仅将为人类更细致地研究系外行星创造条件，还将给 2020 年发射的韦伯太空望远镜备好一席丰盛的行星“大餐”。

苔丝在开普勒之后，开启了行星研究的第三个阶段。据估计，苔丝将发现大约 70 个地球大小的行星和 500 个左右的超级地球。寻找地球在太阳系之外、距离我们更近的地球“表哥”“表姐”，以及可能存在的生命迹象——就交给它了。

自 2009 年 3 月发射，直至 2013 年 5 月，开普勒一直指向天琴座和天鹅座的一块狭小区域，从不指向其它方向。而且自 2013 年 5 月之后，因为反作用轮发生故障，开普勒连精确地指向一个方向也已无法做到。

志在“巡天”的苔丝则完全不同，它并不指向一个特定区域，而是对整个天空进行巡视，希望找到那些距离我们地球很近且很亮的恒星周围的行星。

我们知道，南北半球加起来，我们的肉眼只能看到大约 8000 颗恒星，然而苔丝约 20 万颗恒星，是人类肉眼可见的 25 倍之多！

新任“行星猎手”——太阳系外行星探测卫星苔丝，从发射到进入特殊轨道，将颇费一番周折——

▲苔丝由“猎鹰 9 号”火箭发射升空，大约 2 分半钟后，一级火箭和二级火箭分离，一级火箭被回收。

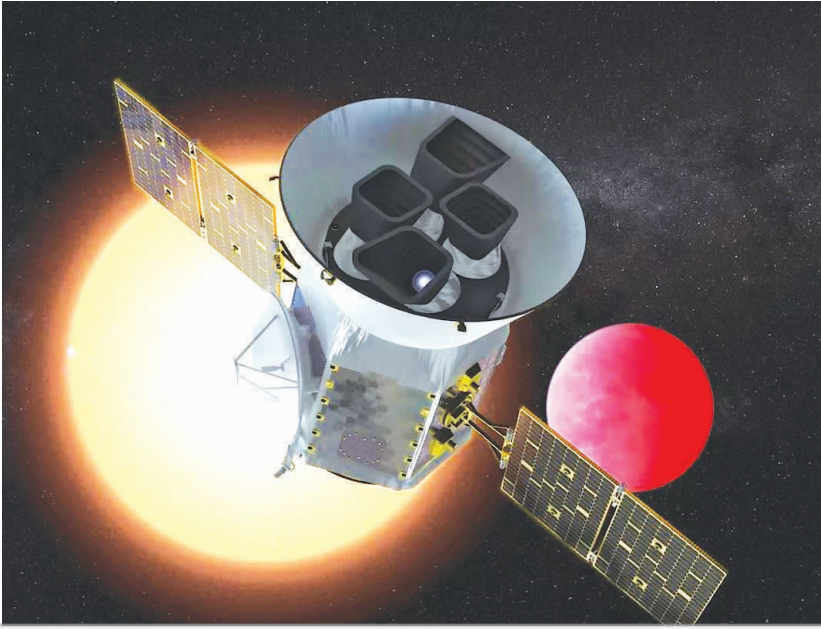
▲二级火箭在分离之时点火，经历滑行和再点火的阶段，在发射约 50 分钟后抵达超级同步转移轨道，此时的高度大约为距离地面 200 公里。

▲火箭和卫星自此告别，火箭进行第三次点火，进入逃离地球的轨道，成了一个游荡在深空中的人造天体。而苔丝本身也在此点火变轨。

▲如果一切顺利的话，苔丝将历时两个月，在经历 11 次自身加速变轨和 1 次月球的弹弓效应之后，最终进入其预定轨道，完美接棒开普勒，继续开展对系外行星的观测。

左图为准备发射的苔丝卫星。下图是苔丝卫星位于一颗熔岩星球前方的创意图。

照片均来自 NASA 网站



苔丝的构造也和开普勒迥异。苔丝由四个完全一样的望远镜构成，相当于四个望远镜同时扫描，可以缩短全天扫描时间——这对于想要用两年时间观测完整个天空的苔丝来说非常必要。

同时，因为苔丝只对地球附近的、或很亮的恒星进行观测，所以不需要很大的口径，它的每一个望远镜口径只有 10 厘米，和大多数业余望远镜的口径差不多，而开普勒仅由一个口径 95 厘米的望远镜构成。

为了实现各自的观测目的，苔丝的轨道和开普勒也完全不同。

对开普勒而言，因为它指向天空的某个特定方向，所以采用了尾随地球、绕太阳转动的方式，周期达 372.57 天。苔丝是对整个天空进行观测，所以最终它是绕地球旋转的，绕转周期为 13.7 天。

为了让苔丝在保持轨道稳定的同

时尽可能远离地球，从而保证卫星在没有遮挡的情况下，有足够多的时间对每个设定的天区进行观测，科学家们为苔丝设计了一个独一无二的轨道——一个近地点为 17 个地球半径、远地点为 59 个地球半径高度的椭圆轨道。

在这个轨道上，每当卫星处于远地点时，月球就会处于卫星之前或之后 90 度的地方，从而最大程度降低月球造成的遮挡和不稳定性。

苔丝接棒 开启行星研究第三阶段

开普勒发射后的第一阶段运行期内，一直运行正常且表现出色，发现了众多系外行星。所以在 2012 年初，项目被延期资助到了 2016 年。然而，延期后不久，2012 年 7 月 14 日，它的四个反作用轮之一出现了问题（反作

用轮可以通过施加一定力矩从而改变望远镜的指向，对空间望远镜来说非常重要）。通常来说，三个正常工作的反作用轮就可以将望远镜指向任何一个方向，所以开普勒的指向控制并没有受到影响。但不幸的是，2013 年 5 月 11 日，它的第二个反作用轮也坏了，要想保持指向精确，就必须对反作用轮进行维修。

参考哈勃望远镜的先例，对类似的指向设备故障进行维修，花费实在不菲。

哈勃的五次维修总共花费了 55 亿美元，平均每次 11 亿美元，而开普勒卫星的总费用只有 5.5 亿美元，苔丝卫星的花费约为 3.4 亿美元。

一番权衡之后，考虑到新的系外行星探测卫星已在研制当中，NASA 最终于 2013 年 8 月对外宣布：不再对开普勒卫星进行维修。

开普勒卫星团队也相应地提出了利用现有设备条件进行扫描观测的方式，虽不及之前那么高效，但依旧可以发现扫描路径上的一些系外行星，这便是目前被称为“K2 计划”的开普勒生命的第二个阶段。

而眼下，苔丝将开启系外行星研究的第三个阶段。

弥补前任不足 数据完全开放

在开普勒卫星发射之前，从 1995 年到 2009 年，人类刚刚开始发现系外行星，还在为了追寻更多的系外行星而努力。2009 年至 2018 年，开普勒卫星发现了数以千计的系外行星，让我们意识到系外行星是非常普遍的。

不过，开普勒卫星所发现的行星都比较远——我们所熟知的地球“大表哥”Kepler452B，距离地球 1400 光年；德克萨斯大学科学家发现的“第二个太阳系”，距离我们 2200 光年——我们很难对它们的性质做出具体的分析和详尽的研究。

苔丝即将发现的行星因为距离地球更近，可以弥补开普勒卫星发现上的不足，从而为科学家进一步深入研究这些行星的大气组成等提供众多的便利条件，它发现的这些行星无疑也会成为 2020 年发射的韦伯望远镜上佳的观测对象。

截至 2018 年 4 月 16 日，3758 颗系外行星已经被确认。在这当中，我们只发现了数目极少的地球大小的行星。可以想见的是，如果苔丝测试成功且工作正常，或许我们将很快发现更多与地球大小相类似的行星，从而揭开寻找地外生命的新篇章。

最后，更加让人兴奋和期待的一点是，苔丝卫星的数据没有数据保护期。这也就意味着，一旦开始观测，不仅仅是团队成员，团队之外的任何人都可以及时地看到卫星发回来的数据。按照苔丝团队的说法，这样做的目的是为了鼓励更多人参与到寻找系外行星的活动中来，“发挥众人的才智，做更好的科学研究”。



搜寻系外行星的 太空望远镜

哈勃

1990 年 4 月 24 日，哈勃太空望远镜搭乘 NASA 的“发现号”航天飞机进入太空轨道，开启了伟大的宇宙探索之旅。

哈勃用大量令人叹为观止的照片，不断改变着人类对宇宙的认识，堪称一台“改变世界的机器”。

在哈勃的帮助下，天文学家观测到宇宙膨胀的精确数据，从而推算出宇宙年龄为 138 亿年。哈勃还发现了迄今最古老的星系和已知最遥远的星系，它帮助科学家对恒星形成、恒星死亡、黑洞、暗物质等有所了解。

斯皮策

2003 年 8 月 25 日发射的斯皮策太空望远镜，是人类送入太空最大的红外望远镜，也是第一台与地球同步运行的太空望远镜，用以捕捉系外行星发出的红外辐射。

斯皮策的红外探测灵敏度极高，波长在 3 微米至 180 微米之间的红外辐射都能尽收“眼”底。而这个波段因其范围内的辐射抵达地面时会被地球大气层阻挡，一向是地面望远镜的“盲区”。

斯皮策的主要成果，是探测到了两颗围绕一颗年轻恒星运行的行星，它们曾在数千年前发生过相撞；发现一颗大小只有地球三分之二的太阳系外行星，它距地球约 33 光年，表面温度非常高，可能是与太阳系距离最近的小于地球的系外行星。此外，斯皮策还首次拍到银河系“郊外”的年轻恒星影像。

开普勒

NASA 的开普勒太空望远镜 2009 年 3 月 6 日发射升空，它是 NASA 首个能够搜寻太阳系外行星的探测项目，其重要里程碑式事件有：发现首颗系外行星；发现质量和直径都最小的系外行星；发现首个六行星系统；发现首个围绕两个太阳运行的行星；发现位于宜居带中、围绕一颗类太阳恒星运行的最小行星等等。

由于开普勒的两个反作用轮相继发生重大故障，NASA 于 2013 年 8 月宣布放弃修复开普勒，其搜寻太阳系外类地行星的主要任务由此结束。

韦伯

韦伯太空望远镜是 NASA 和欧洲航天局、加拿大航天局联合研发的红外太空望远镜，是哈勃太空望远镜的继任者。

按原计划，韦伯望远镜本应在 2014 年升空，但因为预算等问题一再推迟。2018 年 3 月 28 日 NASA 再次宣布：韦伯在 2020 年之前不会发射。

WFIRST（广域红外巡天望远镜）

WFIRST 是国外天文学家和物理学家向 NASA 申请拟建造的一款新型太空望远镜，其观察范围是哈勃可观察范围的 100 倍。但这项计划的预算高达 16 亿美元，很有可能因此“流产”。

（依文）

