

太阳风暴也可用来发电

杨先碧

地球上的大部分能源归根结底来自太阳，我们所利用的能源基本上来自于阳光。然而，美国科学家发现，太阳风暴中也蕴藏着巨大的能源。如果能充分利用太阳风暴中的能源，可以让地球上的人类数百万年都没有能源匮乏之忧。

我们一直所使用的太阳能都来自阳光，植物生长靠阳光进行光合作用，埋在地层中的古老植物再变成石油。现今，我们还用阳光来加热或发电。其实，太阳能不仅蕴藏在阳光中，还蕴藏在太阳风暴中。太阳风暴（图 1）是太阳因能量增加向太空释放出大量高速带电粒子流，它并非像地球上的风暴一样可以让我们感受到，而只有靠仪器才能检测得到。利用这些带电粒子发电，转化效率特别高，比阳光发电要高得多。

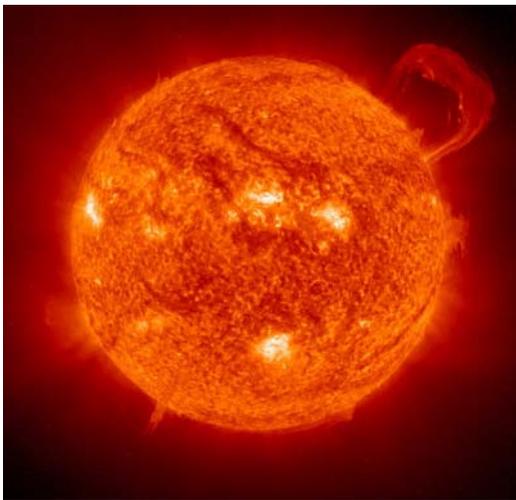


图 1 太阳喷发物质形成的太阳风暴

在太阳风暴不能加以利用之前，它如同洪水、暴风、巨浪一样是一种自然灾害。由于太阳风暴中的成分主要是带电等离子体，并以每小时 150 万~300 万千米的速度冲向地球和其他行星。因此，它会对地球的空间环境产生巨大的冲击。太阳风暴爆发时，将影响地球上通信系统和在轨航天器的正常运行，并会对臭氧层造成破坏。太阳能对地球的影响一般难得见到，不过靠近极地的人们看到的极光就是太阳风暴在地球磁场作用下所形成的（图 2）。科学家形象地把太阳风暴比喻为太阳打“喷嚏”，这

种遥远的“喷嚏”却会导致地球发“高烧”。



图 2 太阳风暴和地球磁场作用形成的极光

由于太阳风暴的能量十分巨大，美国研究人员已经尝试利用它来发电。美国华盛顿州立大学的物理教授哈罗普热衷于这项研究，他带领自己的团队正在开发以自己名字命名的“戴森·哈罗普”卫星。这种卫星运行在离地球和太阳上距离差不多的环日轨道上，可以用来利用太阳风暴发电。这颗卫星有一个长长的金属线圈对着太阳。这个线圈宽 1 厘米，长 300 米。线圈上带有电荷，可以产生圆柱形磁场，当太阳风暴越过金属线圈所在的区域时，风暴中的带电粒子中的电子就被线圈产生的磁场捕获。这些电子被引入一个直径为 2 米的球形金属收集器，电能可以在其中产生。

那么，卫星由太阳风暴获得的电能怎么传输到地球上呢？当然不可能牵一个长长的电线来输送电能。卫星把所获得的电能通过一个激光发生器，转变为红外激光。这种激光的聚集性很好，在太空中传输时不会向普通光线那样发散得太厉害。红外激光射向地球表面的激光接收器，然后再通过光电转换器把激光转换为电能。由于地球大气对于红外线来说是透明的，所以红外光激光束在达到地面前能量损失很小，可以高效地传输到地球。

“戴森·哈罗普”卫星不仅可以吸收太阳风暴来产生电能，而且它有一个直径为 10 米的环状太阳帆，也可以吸收阳光发电（图 3）。这颗卫星的发电功率可达 170 万千瓦，大约可供 1000 户人家的日常用电。在此之前，不少研究人员也提出了从太空

她用物理的情趣，引我们科苑揽胜； 她用知识的力量，助我们奋起攀登！

欢迎投稿，欢迎订阅

《现代物理知识》杂志隶属于中国物理学会，由中国科学院高能物理研究所主办，是我国物理学领域的中、高级科普性期刊。其前身是创刊于1976年的《高能物理》杂志。该刊以生动活泼的语言介绍现代物理知识、传递科技前沿动态，以深入浅出的形式做到科学性和趣味性并重。适合广大的科学工作者、教育工作者、科学管理干部、大学生、中学生以及其他物理学爱好者阅读。

为进一步提高《现代物理知识》刊物的学术水平，欢迎物理学界的各位专家、学者、教授以及研究生为本刊撰写更多优秀的科普文章。投稿时请将稿件的 Word 文档发送至本刊电子信箱 mp@mail.ihep.ac.cn。投稿时请将联系人姓名、详细地址、邮政编码，以及电话、电子信箱等联系方式附于文章末尾。

《现代物理知识》设有物理知识、物理前沿、科技经纬、教学参考、中学园地、科学源流、科学

随笔和科苑快讯等栏目，并于2009年增加了彩色中心插页。2011年《现代物理知识》，每期定价8元，全年6期48元，欢迎新老读者订阅。

邮局订阅 邮发代号：2-824。

汇款到编辑部 地址：北京市玉泉路19号乙高能物理所《现代物理知识》编辑部；邮编：100049。

需要过去杂志的读者，请按下列价格汇款到编辑部。1992年合订本，18元；1993年合订本，18元；1994年合订本，22元；1994年增刊，8元；1994年附加增刊合订本，36元；1995年合订本，22元；1996年合订本，26元；1996年增刊，15元；1997年合订本，30元；2000年附加增刊合订本，38元；2000年增刊，10元；2001年合订本，48元；2002年合订本，48元；2003年合订本，48元；2004年合订本，48元；2006年仅剩4、5、6期，每期7元；2007~2010年单行本每期8元；2007~2009年合订本每本50元。



中利用太阳能的设想，不过基本上还是利用太阳能电池板发电，因为太空太阳能发电的效率要高于地表。哈罗普教授表示，与利用太阳能电池板发电相比，新的卫星发电系统的主要材料是铜制线圈，成本较低。

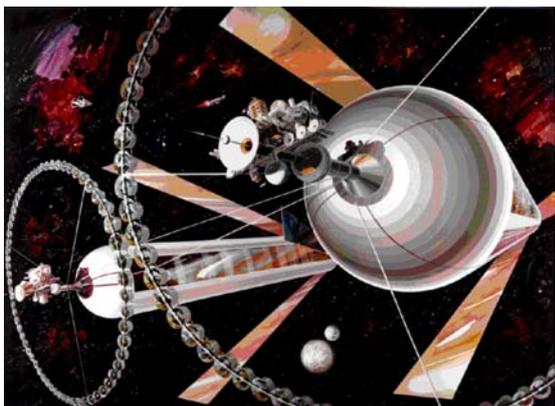


图3 “戴森·哈罗普”卫星用线圈接收太阳风暴发电

如果多发射一些发电卫星到太空，并增加发电

线圈的长度和太阳帆的直径，那么人类所需的能量完全可以靠发电卫星来提供。然而，哈罗普教授也承认自己的研究遭遇一个极大的难题。这个难题不是卫星的制造，也不是太空发电和传输系统的制造，而是激光发散的问题。虽然激光比一般的光线聚集性能要好得多，但是一束红外激光从数百万千米外的环日轨道上发射到地球，将发散到数千平方千米的地表，这导致这种能量很难进行收集。

如何解决这个难题呢？哈罗普教授提出可以利用透镜来聚集光束。在红外激光发射的路线上，按照一定的距离设置多个承载大透镜的航天器，用透镜聚集这些发散的激光，令它们在达到地表时也是一束可以直接接收的激光。哈罗普教授正在攻克这个难题，以便将来人类能大规模利用太阳风暴作为能源。他表示，在这个难题解决之前，太阳风暴能源至少可以为一些航天器所利用。

（上海科学技术出版社《科学画报》杂志社200235）