

探索地外智慧生命(四)

·李良·



地球人自我介绍的“名片”

上一期我们曾提到美国于1972年3月2日和次年4月5日发射了“先驱者”10号和11号宇宙飞船,这是两艘用原子能电池作为动力的小飞船(重259千克),它们是地球人派向银河系的第一批“使者”。它们在完成探测木星和土星的任务之后,驶向太阳系边疆及其以外的星际空间飞去。据有关科学家估计,它们于1988年已飞出太阳系并且一去不复返了。

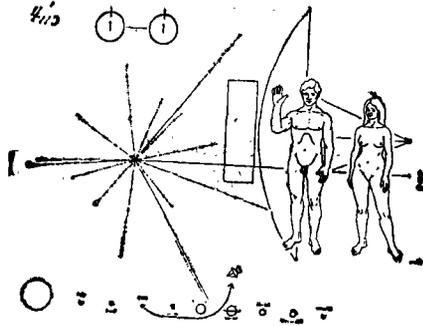


图 1

这两艘飞船上带去地球人自我介绍的“名片”(图1),这块镀金铝质的金属标志牌长13.5厘米,宽7.5厘米,厚度1.27毫米。这是美国康乃尔大学的科学家——行星研究实验室主任卡尔·萨根、美国国家天文学与电离层研究中心主任德雷克和艺术家琳达·萨尔兹曼·萨根设计的。

图1中部靠右画着一对裸体男女,代表生活在地球上的人类,男人举起右手向外星人致意。两个人身后表示先驱者号宇宙飞船的外形图,与人对照可看出彼此之间的比例。设计者考虑到氢是宇宙间最多的元素,它的原子序数为1,在氢原子中只有一个电子绕原子核旋转,故图1左上方的圆周表示电子绕核运行的轨道;圆心和圆周上“1”形状的标记,分别给出电子和核的自旋角动量方向,对于氢原子来说,电子的自旋仅有两种可能的状态:向上(与核的自旋方向相同)或向下(与核的自旋方向相反;电子自旋在与核自旋相同方向朝相反方向转移时,两种状态之间的能量差将作为波长21厘米、周期14.2亿分之一秒的电磁波释放出来,每个氢分子由两个氢原子构成,因此图中画出了两

个圆周,且圆周之间用一根横线联接,其下方的“1”标志着,氢原子释放出电磁波的波长和周期分别代表单位长度和单位时间。

在图1中的放射性图形表示太阳系在银河系所处位置及联通地球的情形。一条向右延伸的直线指出银河系中心的方向;余下其他方向的14根线代表14颗脉冲星。从中心沿直线延伸到一条线都给出太阳到各颗脉冲星之间的方向、其长度正比于太阳和脉冲星之间的距离;最长的一根线表示太阳到银河系中心的距离。由于脉冲星的射电辐射是脉冲式的,14根线后部的“1”、“—”表示脉冲的周期(采用二进制单位,“1”代表“1”,“—”代表“0”);考虑到脉冲星的周期逐渐变长,由此可以反推出该宇宙飞船的出发时间;图中女人左手边具有“1---”形状的标记,这个二进制数字1000就是十进制数字8,把它与前述氢原子释放出电磁波的波长(21厘米)相乘,就可得出女人身高为1.68米。图1下部左边缘的大圆表示太阳,再往右数第三个小圆表示地球,从这出发的曲线表示“先驱者”号飞船出发的路线,其余的圆依次按行星距太阳的远近为水星、金星、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。以太阳到水星的距离(约5800万千米)作为10(相应于二进制数字1010,在水星上以“11”的形式标出并以此作为基准,给出其余行星到太阳的距离。

假如有一天“先驱者”10号和11号飞船果真与外星智慧生命相遇,“外星人”是否能读得懂这“名片”呢?他们能找到我们吗?看来只有“天”知道了,因为这是无法预料的,但愿我们能与友好的“外星人”交上朋友、建立联系。

供“外星人”欣赏的“地球之音”唱片

本刊上期提到过的“旅行者”1号和2号宇宙飞船(1977年发射成功),在完成了对太阳系星际空间的探测任务后也已飞出了太阳系,成为第二批人类“使者”进入茫茫太空寻找人类的“知音”——“外星人”。这对宇宙飞船大小一样,设计相同(重达820千克),飞船侧面都用几枚钛制螺栓固定着一个铝盒,盒子里有一个瓷唱头、一枚钻石唱针和一张镀金铜唱片。铝盒外包装上刻写着用科学语言表达的唱片用法。这个唱片是地球人带给地外智慧生命的珍贵礼物,称之为“地球之音”,其中有当时的美国总统卡特签署的电文:

“这是一个来自遥远的小小星球的礼物,它是我们

的声音、科学、形象、音乐、思想和感情的缩影。我们正在努力使我们的时代幸存下来，使你们能了解我们生活的情况。我们期望有朝一日解决我们面临的问题，以便加入到银河系的文明大家庭。这个“地球之音”是为了在这个辽阔而令人敬畏的宇宙中寄予我们的希望、我们的决心和我们对遥远世界的良好祝愿”。

这张“地球之音”唱片是由一个专家小组录制的，其中包括著名的天文学家卡尔·萨根、天文学家德雷克和乔恩·罗伯格，艺术家琳达·萨尔兹曼·萨根、音乐家兼科普作家蒂莫斯、爱好音乐的作家安·德鲁扬等。由于唱片具有极优的质量，又精心保护在盒内，加之它旅行的星际空间处于高真空环境，故其寿命可长达10亿年。这张照片可以放唱2小时，整个唱片播放的速度为16.66转/分钟。

“地球之音”唱片的信息量非常丰富。其中包括116张图片、35种地球自然界音响、27种世界名曲、近60种语言的问候语、当时的联合国秘书长瓦尔德海姆亲自口述的录音和美国总统卡特的电文。音乐占据了唱片内容的四分之三，大部分录的是世界名曲，其中有中国的京剧和用古筝演奏的古典乐曲《高山流水》。

“地球之音”照片内容 唱片的开头就是116幅图片，用的是图像编码信号形式。天文方面的图表内容有太阳系的方位图、地球照片、太阳系的参数和太阳光谱，以及太阳、水星、火星和木星照片等。太阳系方位图用二进制码绘制，展示了太阳与某些脉冲星的天文“界标”间的相对位置，还表示了“旅行者”号从地球出发时仙女座星系与太阳系之间的相对位置。太阳系参数图由两张照片组成，图中用数字标出了太阳及其九大行星的直径、质量，九大行星到太阳的距离、自转周期等。此外，还有反映其他学科的图表、照片，如数学、物理学、化学、地质学和生物学。其中有最简单的图形标准圆、数学定义、化学定义和物理单位定义等。

另外，描绘人、动物生殖养育与进化的图片有人体解剖图、男、女人轮廓图，男、女两种性别的性器官、精子和卵子的结合过程及受精卵、细胞分裂、胚胎、胎儿的形态和胎位、分娩，以及母亲正在奶怀中的婴儿，还介绍脊椎动物进化过程的图解，其中绘有鱼、蛙、鸟、鹿，直至最高级的动物——人等等。反映体育方面的照片、地球人劳动、生活的照片也很丰富。令人瞩目的世界著名建筑照片选择了中国的万里长城、联合国大厦、印度的泰姬陵、美国旧金山的金门桥、澳大利亚的悉尼歌剧院等。标志着地球人当今科技成就的照片有：宇航员在太空、飞机、火车、大型射电天文望远镜、阿雷西博射电天文台、脱氧核糖核酸的结构及重组、高倍显微镜、人手的X射线图像等。

唱片中还有一幅是牛顿所著《世界体系》一书中的插图，说明怎样把一颗炮弹射入轨道；一幅日落图；一张反映中国人吃午餐（划拳行令）的照片；以及老师教

小学生写字、动物学家在观察黑猩猩活动、科学家用显微镜观察、许多人正参观古代动物骨骼的照片等等。为了让外星人充分了解地球人的形象特点，有的照片特意标出了大人、孩子、老人的一般身高和体重。

“地球之音”声响内容 唱片中35种声响大都是真实的，少数是模拟的（例如行星运行声、脉冲星产生的宇宙噪声）。唱片中录制了巨大的火山爆发时发出的隆隆声、令人生畏的1971年澳大利亚地震声、惊天动地的雷鸣声、风雨大作之声和流水哗哗声等。该唱片中，大自然动物声响中吠犬声颇为引人注目。此外，还有大象的憨叫声、羊的咩咩声、黑猩猩的怒吼声、鸟鸣、蛙叫、公蟋蟀的鸣叫等。

唱片中人类之声有呼吸声、接吻声、脚步声、心跳声以及笑声，还有引人注意的是一位6个月婴儿的啼哭声。除此之外还有火车声、轮船声、卡车声、公共汽车声、拖拉机和轿车声、马车声等。35种自然界声响录音共12分钟，其次序是这样的：起始为一段令人头晕的回旋声音，表示太阳系行星在轨道上运行；然后是顺序排列的年代之声——先是地球混沌初开的巨响，接着是汇成江河湖海的大雨声，然后是生命的发生，从冰川时代的寒风中传来古人的声音，其中有石器时代打击石头的声音，这一段的结尾是婴儿呱呱坠地的啼哭声、人类的呼吸和脉搏的录音等。

“地球之音”唱片录制的27首世界名曲代表着地球上不同时代、不同地区和不同民族的音乐。唱片专家小组当时订下了一个高标准，力求把地球上最美好的乐曲献给人类的“知音”——外星智慧生命。其中有巴赫的布兰登堡协奏曲第二号第1乐章，是由里希特指挥的慕尼黑巴赫交响乐团演奏的，乐曲显得热情洋溢、适于问候；还有著名音乐家贝多芬的降B大调第十三号弦乐四重奏（作品第130号）第五乐章（小歌）；乐曲表达的不只是任何一种孤独的感情，而是人类的痛苦、渴望与理想的静谧、和谐的叙述，这是唱片的最后声响。在此之前的曲目有《新几内亚的住屋》、《秘鲁妇女婚礼歌》、中国的古筝乐曲《高山流水》、美国的一首吉他夜曲《茫茫黑夜》等。

在这张寄托着人类寻找地外知音莫大希望的唱片里，反映了生机勃勃的地球环境与人类的孤寂感，在两个小时旋转的唱片中，欲把地球人类从古至今最有代表性的一切都告诉外星人，真是谈何容易！联合国瓦尔德海姆秘书长的口述录音是这样说的：

“作为联合国的秘书长，一个包括地球上几乎全部人类的147个国家组织的代表，我代表我们星球的人民向您们表示敬意。我们走出我们的太阳系进入宇宙，只是为了寻求和平和友谊。我们知道，我们的星球和它的全体居民，只不过是浩瀚宇宙中的一小部分。正是带着这种善良的愿望，我们采取了这一步骤。”

（下转第22页）

作磁场强度 1.2T,由厚 0.75 辐射长度的超导螺线管提供。由于大部分带电粒子的动量在 1GeV 以下,需利用各种方法把粒子通过的物质质量减到极小。束流管与漂移室内壁合二而一,采用 1mm 的 Be。漂移室的电场成形丝采用 Al 丝,其工作气体以 He 为基本成分。在这些条件下,漂移室的动量分辨率将达到 $\sigma_p/P(\text{GeV}/c) = 0.3\%P \oplus 0.3\%/\beta$,有效测量的粒子最小动量为 $P_{\min}^* = 50\text{MeV}$ 。

2. 粒子识别

采用飞行时间计数器 (TOF),契伦科夫计数器 (Ce) 和漂移室 dE/dX 测量联合进行,在 1GeV 以下区域达到高质量的粒子识别。TOF 设计基于闪烁塑料光纤技术,瞄准时间分辨率 $\sigma_t = 120\text{ps}$ 。C₀ 可采用快环形成像装置 (RICH),固体 NaF 或液体 Freon (C₆F₁₄) 辐射体。中微子的识别通过探测器对所有其它粒子的探测而推知。这种密闭性由径迹探测器、电磁量能器、特别是最外的强子量能器/ μ 探测器完成。有效标记中微子的最小能量为 $E_{\min}^* = 100\text{MeV}$ 。

3. 电磁量能器

采用晶体型,对 τ 具有低有效探测能量和高能量分辨率。它由约 10K 块 CsI(Tl) 或 CsI(Na) 晶体组成,所有晶体的轴都指向对撞点,每块晶体沿纵向分成前段和后段,分别由 Si 二极管读出。纵向分段可以改进假 τ 的排除并提供 π/e 分离的深度信息。电磁量能器的能量分辨率可达到 $\sigma_{E/B}(\text{GeV}) = 2\%/E^{1/2} \oplus 1\%$,对 τ 有效测量的最小能量为 $E_{\min}^* = 10\text{MeV}$ 。

4. 强子量能器/ μ 探测器

采用细颗粒 Fe-漂移室叠层结构,厚约 6 吸收长度,用来标记中性强子 K_L^0/π 的存在,识别 μ 子和提供磁通量回程。它也最后完成探测器的密闭性。总重

达 1500 吨。TOF 配合识别强子量能器最小识别射程 (250MeV/c) 以下的 μ 子。强子量能器和内探测器探测 K_L^0/π 的失效率 < 5%。

5. 小角度探测器

这是由 16 辐射长度的 BGO 电磁量能器及其前面的 Si 径迹探测器组成,位于 micro- β 低温容器的内表面,提供对撞机亮度监测到 0.1%。

6. 数据获取 (DAQ) 系统

τ -C 工厂实验的 1kHz 事例率产生约 20M byte/s 的数据率,每 8 分钟将填满一个 10G byte 的合带。从短的束团间隔 (40ns) 看,要求无死时间的 1/2 级触发,即事例数据在等待判选时必须存贮在输送线上。为避免存贮介质和离线分析工作的饱和,要求很强的在线处理机,在分析、选择和压缩数据后再把感兴趣的事例写入磁带或磁盘。因此, τ -C 工厂实验的触发和 DAQ 系统也将遵照强子对撞机的方法:输送线式的前端电子学,多级触发和事例的在线处理。这将要求几个 10^4 MIPS 的在线处理能力和几个 10^4 byte/年的数据存贮能力,并且大量数据(几十 Tbyte/年)要放在磁盘上以满足随机快进出的需要。此外,中心数据库和合作组计算机之间也需要建立传送速率约 2Mbyte/s 的高速网络连接,以满足远程处理数据的要求。

综上所述,粒子物理实验“高精度前沿”上的重要进展,要求建造特定的加速器及相关实验装置——粒子工厂,它对特定粒子的研究最佳化。 τ -C 粒子工厂是研究 τ 与 ν_τ 轻子和 C 夸克物理的最理想工具。国际实验室独立研究证明,建成 τ -C 工厂在技术上是可行的。

(上接第 16 页)

在唱片中近 60 种语言的问候语包括了世界上几乎所有的语种,如英法、德、俄、中、日,甚至还包括了中国的广东话、厦门话和客家话等。中国的汉语官话(普通话)说的是:“各位都好吧,我们都很想念你们,有空请到这儿来玩!”阿拉伯语说:“向群星上的朋友们致敬,我们希望有朝一日见到你们!”一位儿童用英语说:“地球这颗行星上的儿童们问你们好!”古吉拉特语说:“地球上的人类向你们致敬,请联系。”……

由上述可见,地球人是怎么想与“外星人”联系啊!但愿这不是一种“自作多情”吧!用心良苦的科学家、艺术家们用心血制作的礼物“外星人”何时才能收到呢?他们会找到地球人吗?

据前苏联著名天文学家什克洛夫斯基认为,“当‘先驱者’号飞船(或‘旅行者号’飞船)以 10~20 千米/秒的速度向最近的恒星运动时,须经历几十万年以后才能到达那里。在几百万年和几千万年的时间里,脉冲星的脉冲周期会发生强烈变化,而且在这段时间里它们相对于太阳的位置也是变化的,届时‘外星人’不得不解决一个难题:在银河系什么地方和什么时候出现过如图 1 那种‘人类’以辐射状图所示意的情形的?他们(指外星人)也许是非常聪明的,……”当外星智慧生物研究这块金属板或地球之音唱片时,地球上的文明也许早已不存在了。但是,这也无需悲观,外星人也许像我们那样有一门学科——“太空考古学”。那时的人类或许早已在别的星球上重建家园了。(待续)