

目 录

前言

一、太空中的反射体	(1)
简短的开场白	(1)
“回声 1” 卫星	(7)
二、私人企业进入舞台	(16)
转向主动卫星	(16)
国家航空航天局的建议	(20)
“通信星” 卫星	(23)
“宇宙医学” 中的重大事件	(27)
三、国际通信网	(32)
高悬在天空	(32)
通信卫星公司与国际通信卫星组织	(35)
电话通话更便宜了	(37)
全球通信	(42)
苏联的轨道通信系统	(47)
四、经由卫星的教育事业	(52)
“兄弟” 与其它地区性卫星	(52)
军事部门的兴趣	(57)
令人注目的直接从卫星接收电视	(62)
五、地球：尚未熟知的行星	(67)
地理学家们的世界	(67)
地图册一瞥	(73)
地球的重力场	(76)

“子午仪”导航系统	(80)
对新导航系统的需求	(84)
六、气象研究中的新方向	(89)
关于天气的几句话	(89)
一个成熟了的设想	(92)
意料外的伟大进展	(95)
在通向新发现的道路上	(98)
七、卫星拯救生命	(105)
“卡米尔”飓风	(105)
飓风的一生	(107)
建立一项常规的监测工作	(111)
对大自然的一项大规模进攻	(114)
八、世界天气监视网组织	(121)
图象自动转播	(121)
从气象卫星收回的“红利”	(124)
空中和海洋的安全旅行	(128)
地球热辐射图	(130)
军事气象卫星	(134)
完整的天气观测系统	(137)
九、大范围天气模型	(140)
测量地球的辐射	(140)
全球等高空探测技术	(145)
用作数据收集器的卫星	(149)
对地静止气象卫星	(151)
十、通向未来的道路	(153)
在人类感觉的极限处	(153)
红外底片的秘密	(158)

大自然的“指纹”	(161)
地球资源勘测系统	(166)
十一、地球上的空白点	(174)
人类的现实问题	(174)
全球性地图测绘术	(180)
来自地史学的记录	(184)
现代寻宝	(187)
十二、需要良好的管理	(193)
美好的农业时代	(193)
居民中心	(198)
反空气污染的斗争	(201)
而现在森林	(204)
十三、世界上的全部水域	(209)
谁都不熟知的海洋	(209)
人类最有价值的资源	(214)
危险的冰雪世界	(218)

一、太空中的反射体

简短的开场白

1964年2月16日的夜晚是一个典型的严冬寒夜。云朵藏在天空的几个角落，天气很宜于人们观测。星星很少有这夜那样明亮。但这不是人们涌到街头的原由。不，他们是要观赏罕见的景象，两颗卫星“回声1”与“回声2”的相聚。来自波鸿天文台的传真电报说得很清楚：“清晨将有观测天空奇景的机会。两颗闪亮的卫星将在相距只有几分远的地方相向越过天空，向不同方向飞去。可望同时看到这两颗卫星的时间是中欧时间2月17日晨2点以后。”

这是技术的胜利。人造月亮绕地球转，作为信息的桥梁联系着各个国家和大陆。此时此刻，它们也许正在转播无线电新闻报道，或正在转播电视节目。“回声1”、“回声2”就是它们的代表。当它们横过天空，发出光亮轨迹时，受到了千百万人们的赞赏，成了还不为人们理解的空间探测与街头人们的联系纽带。

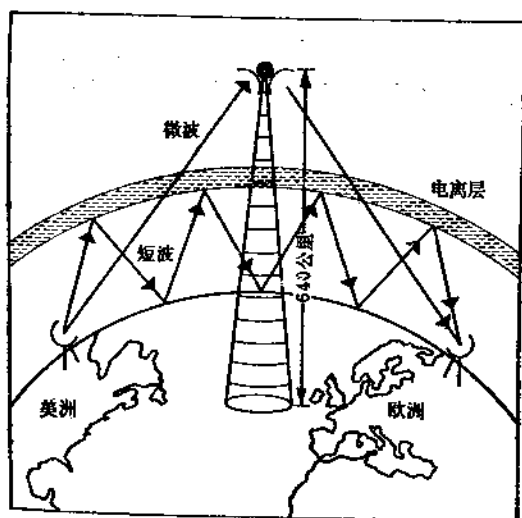
不过，那个晚上的宏伟场面并未见到。几个比较坚决的人穿得厚厚地踟躇街头空等了一夜。因为“回声1”与“回声2”相会的时刻，正好处于地球的阴影之中。没有阳光照在它们上面，它们隐藏在观测者的眼前。

这类“气球”卫星的发展史要追溯到1944年。在战争结

束前一个月，德国人把维尔茨堡型雷达指向月球，向它发射了短波脉冲，几秒钟后，他们在接收机上接收到反射信号，虽很弱，终究能觉察到。这是第一次把地球外物体用于传递无线电信号。谁也不计较传输的质量。尽管如此，他们是站在一场革命的前沿。1901年12月马可尼从英国康沃尔郡的波尔图到北美纽芬兰的无线电传输也只持续了一个微弱的“嘀嘀”。请想想从那时以后的发展吧！整个通信技术进行了一场革命。

由于战后年代的混乱，雷达试验已不可能在德国继续下去。但它们却被美国人和英国人接过去了。特别是美国陆军通信兵，从1946年以来就利用月球作为传输的反射体进行试验，并取得很大成功。虽然月球只能反射回不到7%的发射到它那里的能量，也没有用这种方式建立起正式的无线电通信，但终究传输了无线电传真电报。1958年在美国的蒙茅斯堡与德国波恩之间进行了第一次无线电联系。

现在我们笑话这种打算。好象利用月球进行无线电传输是很不现实的，因为它离地球有400,000公里远，而且它基本上不适宜于作反射体。但在五十年代也是这样看的吗？现在这种想法差不多已被忘记，可在那时情况完全不同。1950年横穿大西洋的通话次数超过一百万次，但那是在什么条件下实现的啊！当时没有直达电缆，所有越洋电话都要经由短波无线电。大家知道，在无线电传输中，用微波传输失真程度要少得多，而电波只能象可见光那样直线传播。发射与接收必须在“视线”之内。远距离微波通信要经过好些个中继站转播才行。但在大西洋上如何建立这种中继站？那里不象陆地，可以每隔30-50公里建一个中继站。如果横越大西洋的通信传输系统只建一个中继站，那么它必须要有640公里高



越大西洋微波通信传输只有利用中继站才有可能。如只用一个站，其塔台高度必须有640公里高。短波无线电就不必要中继站，它可由电离层反射来传输。

才行！

幸好还有别的办法。地球大气层的上层是电离层，它可反射短波和中波。以电离层作天然反射体，越过大洋可以建立短波联系。这种现象是无线电话通信的基础。

乍一看，横贯大洋的电话通信问题好象已经圆满解决了。但太阳把这简单打算搅乱了；所有的问题都出在太阳身上。它不事先发出警报，就把大量的粒子和辐射线喷发到空间去，它们当然也射到了地球大气层，从而扰乱了电离层。这样，就急剧地改变了电离层的反射性能；无线电话中传出的是“天上的音乐”，而不是所需要的通话。就是话务员的友好声

音也不能使受话者得到安慰了。

当太阳表面扰动时，许多奇怪的事都会发生。纽约的许多居民可能还记得前几年的一件最有趣、最使人开心的无线电广播——一对情侣的悄悄话，它是这样地令人信以为真，谁也想不到竟会出自广播。它的确不是电台广播的，当这对情侣发现由于电离层干扰，使自己的电话密谈被广播电台接收去时，谈话的热度就下降了。

由于有这些问题，就想其它办法来改进横越大洋的电话通信。思路又转到敷设横越大西洋电缆上，这种电缆于1858年就已经敷设成功。这种最初的电缆通话当时就失败了，作为一种替代的办法，电报通信在以后的一些年里迅速发展起来了。

主要的困难在于研制合适的水下放大器：缺少它们，话音衰减得太厉害了，以致敷设通话电缆似乎毫无意义。这个问题是五十年代解决的。1950年一条试验电缆从佛罗里达州的基威斯特敷设到哈瓦那，接着于1957年敷设了第一条横越大西洋通话电缆“TAT 1”，耗资25,000,000美元。它能同时通过36对声音清晰的通话线路。

“TAT 1”不过是水桶中的一滴水；电话通信以发狂的速度向前发展。通过这种改进的通信设施，大陆之间距离更近了。商业已扩展到更高的国际水平，相应地，商业界要有更快更可靠的通信联络。到1960年，横越大西洋的通话已上升到差不多400万次；而这是在只有一条通信能力最低的电缆的情况下取得的。人们主要依靠的还是无线电通信，而在这些通话中仍不断受到干扰并不时中断。

这种情况在60年代终于改变了，不仅因为应用了卫星，而且由于敷设了新电缆，虽然后者只占少部分。这时，在

“TAT 1”之后又架起四条横越大西洋电缆，从“TAT 2”到“TAT 5”。“TAT 5”是1970年架设的，可同时通过720对电话。但如果没有通信卫星，这股越洋通信的洪流是无法制服的。横越北大西洋的通话次数每年要递增10—15%，横越太平洋的则递增得更多。

在五十年代末，企业界必须忍受通信经常受到干扰的现象。但这种情况，对军队是不行的。他们需要绝对可靠，也不可能等待架设更多的电缆，如太平洋地区。因此他们利用月球进行远距离通信。但情况也好不了多少，因为每天只能联通几个小时——就是月球对发射站与接收站都处于视线内的那段时间。不过，它至少可在微波段工作，而且电离层骚扰时也不要紧。1960年，在华盛顿美国海军司令部与夏威夷之间，经由月球建立了一套电传打字与目视通信系统。

民用通信对月球的兴趣是很勉强的。因为民用主要是通话，而通过月球传话，就要等五秒钟才能得到回答，那是怎么也不行的。之所以有五秒钟的迟延，是因为所有电磁波，包括无线电波和可见光，其速度是有限的，虽然它们具有每秒300,000公里的高速。以此速度，一个信号从地球到月球再返回地球约需两秒半钟。在电话中，问话与答话都要经由月球传输。加在一起就是五秒钟。因此，利用月球通信，纯粹是军事部门的事。

1959—60年冬，蔗林村的居民获悉军队正在那里干的事。那时蔗林村还是地图上的一个点，有32个居民，位于西弗吉尼亚州阿勒格尼山的遥远角落。很少有外人闯进去的。时间好象早已从美国这一小地方流过去了，可突然间变了。

那个冬天第一批工作人员突然出现在邻近峡谷。宁静消

失了。机器不断地轰鸣，强有力的挖土机在处女地上深深地挖掘。蔗林村的居民只有一个话题：新工地。这意味着什么呢？

谣言很快传开了。海军正在建造强有力的射电望远镜，直径175米：比最近在艾菲尔山艾菲尔斯堡安装的“巨耳”望远镜（它的直径差不多100米，就是在10年之后，还将是同类型中最大的）还大。更奇怪的是离蔗林村不远，已有两台射电望远镜在工作了。那么，海军究竟在干什么呢？

这个难题是决不会得到明确的答案的。不过有许多线索可供解释。细察之下，可以看出美国情报机构，中央情报局（CIA）和国家安全局（NSA）站在这项计划的后面。对射电望远镜的讨论只限于内部，而且只在上层，在美国国家安全委员会中进行。在许多事情中有国家安全局监测东方国家集团的通信。

果然，难题的答案可能就在这里。1960年前后，还没有办法监测苏联的极高频军事无线电通信。由于这种电波是直线传播的，在苏联边界之外不可能截获这类通信。而极高频电波能不受干扰地到达月球，并又被反射回地球。利用巨大的射电望远镜，在月球处于适当位置的时候，从苏联发出的信号就可在美国中部接收到。

不过蔗林村的射电望远镜并未安装。当时的国防部长麦克纳马拉于1962年7月搁置了这项计划。建设工作停止了。世界上最能化钱的场所之一诞生了。前不久，1962年6月18日，第一个美国电子侦察卫星“Ferret（雪貂）”发射了。它可以起到射电望远镜同样的作用，而且更有效。两件事贴得那么紧，难道仅仅是巧合吗？

在蔗林村计划之前，甚至在世界上第一颗人造卫星：苏

联“人造卫星1”发射之前，研制一项“改良的月球”的想法就已产生。这个月球是国际通信系统的基石，它可以满足人们日益增长的信息和交换思想的需求。不错，这时第一条通话电缆已从基威斯特架设到哈瓦那，但可以预见，电缆技术是满足不了今后需要的。

“回声1”卫星

在改进月球的计划后面有两个意思。首先，月球是个蹩脚的反射体。一个人造月球，样子与真球差不多，表面装以金属蒙皮，将可反射差不多100%射在其上的无线电辐射。前已说过，天然月球只能反射7%。当然只有一部分辐射能射中人造月球，从而降低了效能，不过这是各种反射体都存在的问题，包括天然的月球在内。对射线的精确聚焦将能提高其效能，使其达到要求。

第二，把月球向地球移近，使信号往返地月之间所需时间缩短到通话允许范围之内。但是，人造月球也不能太靠近地球，否则将达不到“视线条件”。对于横越大西洋的通讯，它至少得有640公里高。这是大西洋中部中继站的实际需要高度，只有这样的高度才能既从北美又从欧洲直接接收微波信号。

这种人造月球的计划，1955年由加州理工学院的皮尔斯首次提出。1958年他接触了华盛顿的有关当局，强调了通信中的尖锐增长状况。按照他得到的最新数字，洲际通话次数已从1927年的11,000次，增加到1957年的300万次。这个势头只有用卫星来接收来自地球的信号，并象“回声”那样反射到其它通信站才能满足。这样，不仅创造了一个新名字，

而且为必将到来的新发展立下了基石。可是现在，除了极少几个例外情况，气球卫星，特别是“回声1”与“回声2”早已成为博物馆的老古董了。

尽管如此，它们有很圆的外形。由于它们的功能是天空中的反射体，它们必须比以前的卫星大，这样它们在晴朗之夜越过天空时，就会发出明亮的光。每天的报纸都登出通告，预测能观测到它们的时间。这样，它们成了新时代的信使。

我还清楚地记得1965年的一个温暖的夏天的夜晚。我正站在圣萨尔瓦多山脚的卢加诺湖上观赏周围景色——湖，卢加诺的灯光以及湖边其它小镇的景象。出乎意料之外，“回声2”气球卫星出现在夜空，穿过闪烁的星海，发出庄严的亮光。这是不能忘怀的经历。

1960年，适于通信的人造月球的构造显得极其复杂。因为反射信号的强度随反射体表面的面积而增加，所以很清楚，它必需是一个气球。当时火箭还不能运载又重又大的卫星。气球放气后有小而轻的优点，这样它解决了运载问题。当它充气时又满足了通信技术人员提出的条件。

难的是找到制作气囊的材料。它必须经得起撕扯，而且愈坚固愈好。虽然预计气囊的直径要达到30米，但这种材料又不能太重。最根本的是要有与金属一样的反射性能。看来要满足这些条件是不大可能的。不管怎样，他们必须坚持这些条件。例如，如为减轻重量而降低一点抗拉强度，就意味着陨石的撞击会把它砸个大洞，使气球一下瘪气了。

最后，他们决定用很坚固的合成薄膜——聚脂薄膜来制作气囊。听起来似乎不可信，这种薄膜比包香烟的玻璃纸还薄。其厚度不超过0.08毫米！外面再喷镀上0.015毫米厚

的铝膜以获得反射性能。铝可以反射98%的微波信号，就象对可见光一样。整个气囊很薄，在光亮下是透明的，而30米大的气球重量只有60公斤多一点。

气球在轨道上的充气技术是十分巧妙的。他们在瘪球中放进4.5公斤苯酸和9公斤蒽醌。只要气球从它的容器中被发射出去，苯酸在阳光加温下就气化，给气囊充气，卫星就变成圆球形。蒽醌却气化得很慢，这样气囊被小陨尘击穿，气体从小孔中逃逸时，就能不断得到填补。在发射前，气球要先充上气，从头到尾进行检验。因为它太大，没有别的办法可以检验它的全部表面，技术人员就利用系留气球漂浮在这未来通信卫星的四周进行检验。所有地面试验作完后，气球放气，然后被折叠起来。最后，伟大时刻到了。1960年8月12日，“回声1”卫星成功地进入绕地轨道。通信技术史上的新篇章开始了。

这是多么好的开端啊！“回声1”上的实验记录显示了通信技术人员对其事业是何等热情。一个新的工作领域摆在他们面前了。一颗人造月球在绕地球转。现在，他们还得证明卫星对未来是不可少的。

在卫星刚开始绕地球飞行时，加利福尼亚州戈尔斯东的科学家就把他们的大型天线指向这个新反射体。他们用10瓩功率广播了预先录制的艾森豪威尔总统的127个字的祝词。具有讽刺意味的是，就是这位总统，在其任期内曾如此起劲地反对过空间计划。东海岸新泽西州霍姆特尔的贝尔实验室清晰而明白地接收到了这个祝词。这次试验彻底证明了卫星传输在无线电通信中的优越性：正好在接收到艾森豪威尔祝词的同时，其它的无线电通信因为猛烈的太阳爆发而发生了中断。

1960年8月18日，建立了第一次横越大西洋的通信联系。这时，霍姆特是发射站。从此发出的电报实际上就在同一时刻被法国伊西莱穆利诺站所接收。

1960年8月19日，“回声1”卫星不但可转播电报和音响，并可转播图象了。美联社参预这次试验。由美联社准备好传真设备。在西达雷必兹站，图象被一行一行地扫描送到空间，被“回声1”反射回来，又由得克萨斯州理查逊站接收。传输速度与一般传真相同。在五分钟之内，接收站就得到经过整修的图片。

1960年8月22日，经由“回声1”进行了第一次横越大西洋的通话。与前次一样，音讯被欧洲清晰而明白地接收到了。这是一个关于卫星实验的说明。文稿是精心斟酌过的。对方并没遗漏一个字。随后，在同样情况下，儿童歌曲因此闻名于世，如歌曲“玛丽曾有一只小羊”——就是首次录音的曲子。

发射后的头一个月，经由“回声1”作过约四百次试验。以电传打字与电报的形式向美国国内发送信息，也发到英国和法国；电话通话也进行了。即便传真电报也未被忽视。邮政部门也作了一次试验。1960年11月10日，新泽西州纽瓦克城接到一个通告。它要求人们及早邮寄他们的圣诞礼物。这个信息是从马里兰州斯电乃克经由卫星广播的。

就是在西德，与“回声1”联系的实验也在进行。从雷克林豪森观象台发出“回声1试验”的字样。由于缺乏精密跟踪射电望远镜，他们就将无线电天线锁定在光学望远镜上，从而对准了卫星。这是些想象力多么丰富的事啊！试验的字样被南威斯特法利亚收到了。

然而，随着时间的推移，接收能力逐渐差了。“回声1”

过早地“衰老了”。显然是被意外多的陨尘撞击所致。它们每天平均损坏昂贵的气囊6平方厘米，这样里面的气体都散逸了。卫星瘪成一团。此外，还发生了碰撞——也许是史无前例的卫星碰撞。“回声1”与自己的发射容器相撞了，后者是一直跟在后面差不多在同一轨道上运行的。

尽管如此，1962年4月24日，卫星再次成为世界头条新闻，这时第一次通过卫星成功地传输了电视。就在以后数星期，由于发射了“电星1”卫星，就可看清楚，气球卫星虽曾是通信技术的里程碑，但终究敌不过能主动发射信息的它的这种“兄弟”卫星。

电视图象是从加利福尼亚州帕柯营发射的，经“回声1”反射后，由马萨诸塞州米尔斯东山接收。其中最著名的一次也不过只显示了“MIT”三个字，这是麻省理工学院的缩写。由于前述卫星外形的变化使得图形失真，清晰度一般。

七年半以后，就是绕地球四万多转以后，“回声1”终于在1968年5月24日进入稠密大气层，并在夏威夷之南烧毁。这使多愁善感的人悲痛，对于他们，是一颗星星消逝了，而在技术人员中却只留下一点往事的遗踪，因为他们已向前进入新的通信技术领域了。

由于第一颗主动通信卫星的出现，天空反射体的时代虽已基本上过去，“回声”们却没有完全在舞台上绝迹。它们不再演主角了，可有时还会突然出现，并成为新闻。由于它们的特性，它们对测量地球、研究上层大气、测定太阳的辐射力都有很大用处。令人惊奇的是这种极小的辐射力，在卫星轨道上却有使人十分注目的效应——卫星越大越轻，它的效应越大。这种辐射力只能用气球卫星才能精确测定。

自发射“回声2”后，只有军事部门专心研究通信反射体问题了。好象他们没有察觉时间前进的信号。他们于1966年制作了一个人们认为“活化石”的卫星。它当然显示出非常可笑的属性。设计者费了很大劲想创造奇迹。卫星是以金属线作框架，蒙以新品种的气囊。射到空间后，框架展开成球形结构。受太阳紫外辐射短时之后，气囊被瓦解。留下的金属框架，由于它的特殊构造，可以比“回声”卫星更精确更有效地反射信号。而且陨星也不容易损坏它。它对稀薄空气与来自太阳辐射的阻力也小得多，从而它的轨道也比较稳定。虽然如此，它终究迟到了一步，它在已经发射了电子学的奇迹——给西方提供辉煌的国际电视的“晨鸟”卫星一年之后才来到。

美国军队要是在60年代初期作这样一个实验是完全可以理解的；那个时候还没出现主动卫星。再说，这也是个惯例，即便在民主国家，军用总是优先于民用的。对美国，更可确切地说：第一是军用，第二、第三还是军用，然后在一大段之后，才考虑其它方面的用途。因为在美国，陆军、空军、海军不仅严格分开，而且互相对立，所以它们必须分开考虑。

一种想法是通信系统中卫星愈多，其工作效率也愈高。卫星网的作用比单个卫星大，因为后者只能使两地间作短时间联系。为什么不在地球周围设置一圈反射体呢？想象与实行之间并没花很长时间。1961年10月，美国发射了预警卫星“米达斯4”（Midas 4），在它的主要设备之外，又加上一大筐小铜针。一进入轨道，就把这为数达3亿5千万的铜针撒出去。这样，开始了一项空间实验，其影响不是局部的，其后果也是完全无法断定的。

天文学家们首先出来强烈抗议。谁也不知道地球周围设置一圈铜针对天文观测会干扰到什么程度；谁也不知道这实验会发生什么效应，特别是对射电天文学。当然，事先是没有人 与天文学家们商量过的。后来科学家们的抗议逐渐消失听不见了。军队是强者。但他们不能强到凭幻想取得成功。铜针并没有铺散开。天文学家们松了一口气。

这时候，第二个类似的实验已经在准备了。1963年5月准备就绪。一袋铜针再次飞进空间，袋子又被打开，实验成功了。在大约五十天之后，地球周围有了一圈小的人工偶极子，14.4公里宽，30.4公里厚。军事部门已经做到想做的事了。

幸好，不良效应比科学家们预计的少得多。天文学家的工作差不多不受干扰。大概没有一个人会认为这件事是值得重视的。强者往往是称心如意的。

自1958年以来就清楚的事，是这类重大的实验，并不总是有这样不坏的后果的。前不久刚证实地球被辐射带所包围，那是象套圈一样的被捕获的带电粒子群。这些辐射带按其发现者命名为范·艾伦带。这些辐射带为一项实验提供基础，其恶劣后果数年之后才得以消除。

就在一年前，物理学家克里斯托菲拉斯通过理论性试验，确定下列效应：散逸在地球磁场某个地带的低能带电粒子，可被捕获并约束在该地。毫无疑问，他认为不会立即就有办法证实他的想法。他也许没有认识到自己的理论会产生什么样的后果。然而，军事部门却立即明白了一种新的军事手段已在无意中落到他们手上了。为了取得反导弹的最好武器，只要在空中制造人造带电粒子雨就行了。而爆炸原子弹则被认为是这种粒子的最好来源。