

应用研究

激光通讯取得成就

C. D. 拉方德

继在新墨西哥州白沙导弹试验靶场有点狂热而延期很久的飞行试验计划之后，国际商业机械公司已经完成了空对地光频通讯的表演。

作为下年将类似激光系统应用于从沿轨道飞行的双子座舱到地球通信的前奏，这个试验用一架 F-100 型喷气式飞机在 5 个月期间完成。

1963 年 12 月候斯顿国家航空和宇宙航行局载人宇宙飞船中心与国际商业机械公司签订了一个为期 12 月、83,515 美元的合同。经过了 18 个月以及国际商业机械公司自己还添加了 70,000 美元以后，完成了这项表演试验，取得一定的成功。该公司联邦系统部所制造的装置包括三个不同的装置：用作飞机发话员目标的地面激光信标，激光送话机，和地面接收机。为了帮助地面接收机在所有的时间内都指向 F-100 飞机，利用了一个 AN/FPS-16 雷达。

飞行试验轮廓 一般讲，在激光通讯机的飞机试验期间，F-100 飞机绕地面接收站逆时针方向循 1,100 多公里的椭圆轨迹飞行。

飞机在实际试验的发射期间保持在 3,000 至 12,000 米的高度，与地面接收机的倾斜距离从 8 到 24 公里。相对于地面的速度在 300 到 700 节*间(2.35×10^{-2} 弧度/秒)。

在飞行试验期间每天作 2 到 6 次收发，一般正好在黎明之前。

因为来自地面信标的激光可能对眼睛有所损害，在飞行试验期间，限制地面接收机的试验面积，现场的人员需要戴保护眼镜，并将信标限制在 20° 左右的低仰角限度处。

在早期结果失败的试验飞行中，用手拿着发射机。在后来的飞行中，为了帮助稳定发射机，把这个装置安在一个球座盖架上。

计划的目的 为载人宇宙飞船中心发展的激光通讯系统是为了确定这种技术用于轨道上运行的载人宇宙飞船的可能性。

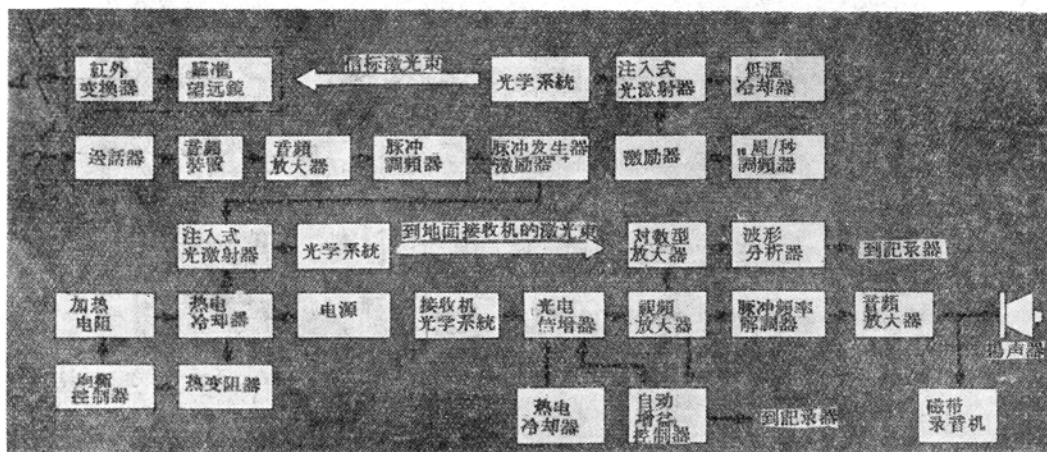
在这一飞行情况下，空军的 F-100 飞机用以从跟踪的角度和速度来模拟近地轨道上的飞船。

设计空对地的试验以便确定宇宙航行者是否能够判明信标的位置，并以足够的精确度和

* 注：节，哩/每小时。

稳定性来瞄准光束，以实现清晰的一路传声。

有关的试验目的包括对不滤波的脉冲群和背景噪声的红外传声信号的估价。国家航空和宇宙航行局的科学家们希望从这些记录下的资料确定地球大气对相干光频发射的一些影响。



为载人宇宙飞船中心发展的空对地激光通讯系统的简化方框图

试验结果 1964年末和1965年初进行了几次试验飞行，结果不太满意。

在地面站的车上记录到的噪声过高，语言不清晰。显然不存在目标探测的问题。

因为这个计划在使用飞机和靶场上不能优先，所以飞行一再延期。

最后，完成了两次部分成功的飞行试验，即是说，一些记录到的通讯已可以理解，但音质还很低。

由于认为空对地的激光通信演示已经证实，至少使国家航空和宇宙航行局满意，这个计划就结束了。

然而，参与这一计划的一些工程师指出，这些试验所得的唯一实际的结果，是相信地面接收装置还算中意，但如要发展到实用装置，还需要更可靠的飞行发射机的瞄准和稳定装置。

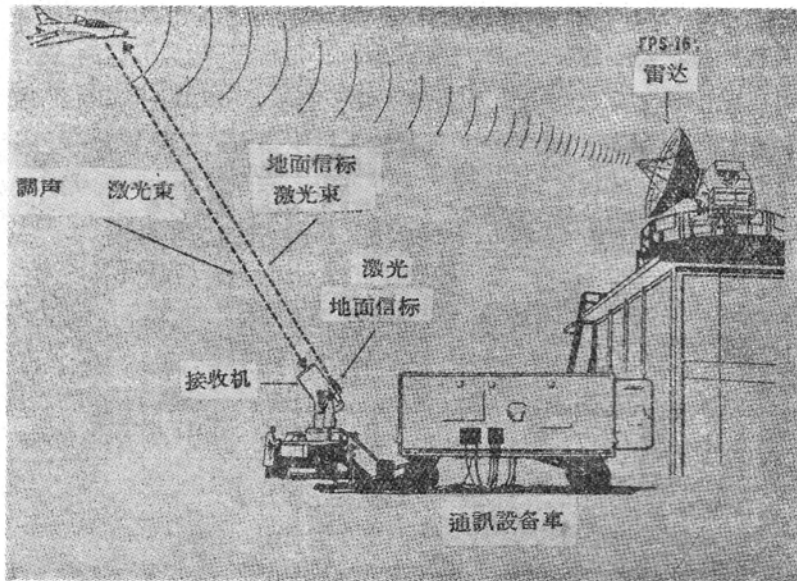
没有参与载人宇宙飞船中心计划的另外一些专家表示依旧怀疑这一试验的应用。他们认为，由于轨道范围的大气对信标激光束的影响，将使精确的瞄准几乎不可能。

只有计划中的双子座7号的试验才可能对这一问题提供回答。

接收机系统 激光接收机和激光信标安装在一台旧奈克I型跟踪仪的底座上，附近的AN/FPS-16跟踪雷达天线配合它工作。接收机的总重量，包括配重在內是45公斤左右。

磷化镓注入式激光信标只用作引导空携光激光器操作人员的闪光目标，由于它的发射光束在接收端只有直径30米的面积（16公里射程），所以在发射期间，它的瞄准必然很严格。信标光束的展览是 10^{-3} 弧度。

来自信标的脉冲相干光（1瓦峰值功率，5微秒脉冲）是在红外波段（8,400埃）。飞行人员用的发射机的瞄准望远镜利用一个只对信标的窄带辐射频率灵敏的光电变换器，以保证识别目标。



在白沙靶場通訊試驗期間，地面接收機和信標安裝在舊式的奈克 I 型跟踪器底座上，以 FPS-16 型跟踪雷達配合工作。

接收機用一個 76 厘米直徑的多耳-克爾漢姆(Dall-Kirkham)變換器。費爾森光學公司為國際商業機械公司製造的折迭光學變換器由一個一級非球面反射器和一個次級球面反射鏡組成。

在空對地發射期間，讓接收到的信號通過一個多層塗膜的，50 埃通帶濾光片，以清除背景輻射。然後通過一個限制視場在 0.001 弧度的光閘饋送過濾後的信號。

然後把已調整的光能聚焦在光電倍增器(S-1 靈敏光陰極)上，以供檢波和放大。為了減小噪聲，把放大的信號熱電冷卻，然後導入低噪聲視頻放大器。

為了保證光電倍增器的噪聲級與接收機的解調部分中閾值檢波選擇脈沖兼容，視頻放大器的噪聲輸出通過一個帶通濾光片饋送、整流，然後用作光電倍增器的增益控制。(在實驗發射期間，記錄了光電倍增器的增益變化，以提供接收到的背景輻射變化的測量。)

隨後利用單周期多諧振蕩器產生重復率基於視頻脈沖輸入的標準面積脈沖輸出序列。一個低通濾光片提供了解調，處理後的信號經過放大，送入揚聲器。

在接收機的聚光器端備有光閘裝置，使之不致偶然受直接太陽輻射的曝光。它由與望遠鏡軸共線的一個太陽電池傳感器機組自動開動，它只在太陽輻射級減小到安全極限時才打開。

發射機系統 量度 25.4×12.7×6.7 厘米、重 4.5 公斤的輕便激光發射機備有瞄準望遠鏡，並包含一台砷化鎵注入式光雷射器，參與調制和控制電子學系統，加上一個鎳-鎘電池組。平均的發射機功率是 1/4 瓦，峰值功率 5 瓦。

操作員在發射期間，通過它的望遠鏡瞄準閃光的地面激光信標，使它的雷射光束對準地面接收機。在以發射激光束瞄準的範圍內，目標光束以一個可見光點出現於度盤上。

发射时，操作员把话送入装在发射机内的送话器里。变换后的音频信号以两级放大，提供 35 分贝的电压增益和 15 分贝的振幅压缩。音频段的频率响应从 0.3 到 3 千周。

然后把放大的信号导向一个脉冲调频器。这是一种四层二极管，用作频率弛豫振荡器。音频输入信号级高至足以使调制器的脉冲重复频率在 4 到 20 千周间的任一静止点从 70 到 130% 摆动。

脉冲调频器的输出是供给注入式光激光器激励器的脉冲群。此种激励器有一个延迟线和一个“雪崩”晶体管开关。后者当由调制器输出触发时，通过一个脉冲变压器使延迟线放电，因而将能量给与光激光器。

用热电冷却器将砷化镓光激光器维持在 16°C 。在此温度下，光激光器的输出波长为 8,900 埃。把这个红外光束导向光学部分，在那里被反射 90 度，然后通过一个 7 厘米焦距的透镜。最后的光束只有 0.002 弧度的展宽。

译自 *Missiles & Rockets*, 1965, 17. No. 2, 18~21 (張云三译 王克武校)

激光在等离子体中引起的微扰

S. F. 派克 O. 本多符

等离子体中的自由电子对激光的汤姆逊散射的观察结果，在最近的文献^[1~4]中有所报导。由于散射辐射的光谱和振幅取决于散射体的数密度，因此得到启示：汤姆逊散射现象可能提供一种有效的等离子体诊断技术。要想使这种技术成为有效的诊断工具，探测信号就必须足够弱，这样才能避免在等离子体中产生过度的微扰。但一般在汤姆逊散射实验中使用的红宝石光激光器的功率输出都有几百瓦或更高的数量级。因此，如果将红宝石光激光器的输出信号作为探测信号时，总能预知等离子体的参量有一相当大的改变。在本文所描述的实验中，用郎缪尔探针观察受到激光照射的等离子体的性质变化。实验结果表明探针电位有显著的变化，这指出激光束对等离子体的微扰很厉害。

实验装置示于图 1。含有压力约为 100 微米汞柱高的氩的直流通电等离子体受到椭圆聚光腔中红宝石激光束的照射。放电电流维持在 50 到 200 微安的范围。没有微扰时，对应的电子密度有 10^{11} 厘米⁻³ 的数量级。光激光器发射的总能量估计有 0.25 焦耳。放电管中有两根相距 2.3 厘米的钨探针，激光束被聚焦到距两根探针的距离分别为 2 厘米和 3 毫米的一个点上。测量探针漂游电位的改变便能观察到入射光束的影响。图 2 (a) 表示在离照射地点 3 毫米远处测得的探针电位的变化，以及由光电倍增管记录的光激光器的输出情况。两条曲线都是由激光脉冲引起的。如图 2 所示，在激光脉冲的持续期，所观察到的探针电位缓慢上

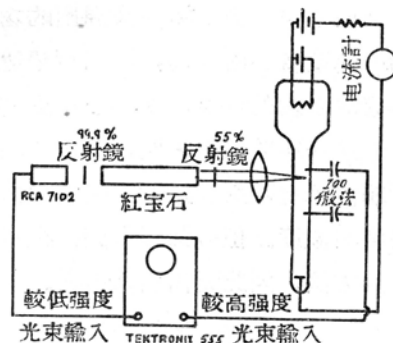


图 1 获得图 2(a) 的实验布局。为了得出图 2(b)，第二枚探针与较低强度光束连接