

【Café 速递】金光：中国首个“学生造”遥感卫星背后的故事

核心提示：“启明星”是如何得名与设计的？“启明星”在研制过程中使用了哪些技术又遇到了哪些问题？“启明星”的测试与实验结果如何？金光老师与我们一同分享“启明星”背后的故事。

主持：赵泉 录屏：张崇阳 文字：毛井锋

>>>人物名片

金光，宇航科学与技术研究院教授、博士生导师，小卫星技术国家地方联合工程中心主任，国家 863-701 领域专家。师从于王家琪院士，长期从事光电工程领域的科研理论和工程项目的研究工作。其带领的团队，先后完成国家级和省部级科研项目 30 余项，以第一作者或通信作者发表文章 50 余篇，获发明专利 40 余项，获得国家科技进步二等奖一项，军队科技进步一等奖二项。

>>>嘉宾小语

- ◇ 同学们就像启明星一样，从东方冉冉升起，把祖国的航天事业进一步发扬光大。
- ◇ 中国有这方面的航天工业的基础，有一批热爱航天的科研人员，也有一批热爱航天的广大师生，所以才能使我们这项工作能得以顺利完成。

>>>报告现场

2022 年 3 月 4 日晚上 7 点，武汉大学宇航科学与技术研究院教授金光做客 GeoScience Café 第 321 期讲座。金光教授结合“启明星一号”研制的全过程，介绍了卫星的基本情况、卫星的相应研制过程与技术状态以及卫星的测试与实验情况，解答了同学们针对“启明星一号”的种种疑问，使得同学们受益匪浅。



图1 金光老师作精彩线上报告

金光老师首先谈到了“启明星”的命名由来：卫星最初被命名为“遥感一号”，在征询龚院士以及其他老师的意见后，最终定名为“启明星一号”，寓意着年轻一代学生如同启明星一样，从东方冉冉升起，把祖国的航天事业进一步发扬光大。

“启明星”概况

金光老师介绍到，“启明星一号”于2022年2月27日随长征8号火箭一箭22颗星发射上天后，引起了全国的关注。而“启明星”在这22颗卫星中，虽然体积小，重量轻，但是它的光芒和它所展示的技术实力丝毫不亚于其他卫星。“启明星一号”全重20.2kg，卫星上搭载了两个有效载荷，一个是可见光相机，另一个是红外相机。可见光相机承担两项功能，第一项功能是白天获取高光谱遥感影像，最多能获取32个谱段的数据，其地面分辨率是21米左右，地面的幅宽达107公里，另一个功能则是在晚上获取夜光遥感数据，其分辨率为21米，有8个谱段。而红外相机则可以获取长波红外图像，可用于探测湖泊、绿藻以及研究叶绿素的分布等。

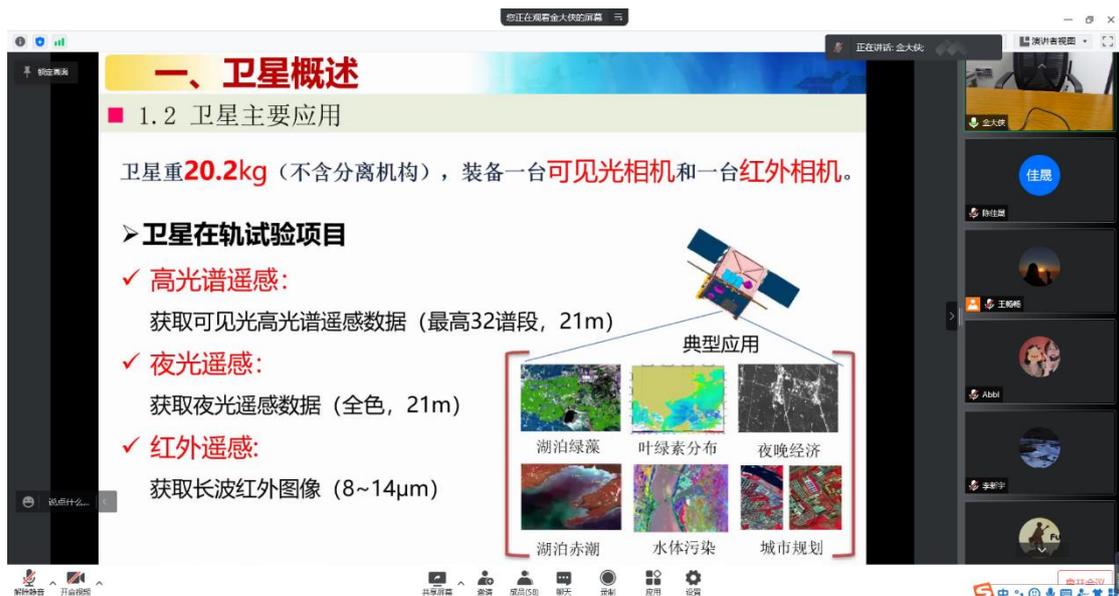


图2 “启明星一号”主要应用

“启明星一号”上配备了多个不同的系统。首先就是卫星的姿态控制系统，用于稳定卫星的姿态；然后是数传系统，用于将卫星拍摄的图像传回地面；而测控系统则用于人为注入指令，实现对卫星的有效控制。这些系统设计主要遵循一体化设计原则，即以两台相机为中心开展卫星设计，主要目的是使得卫星具备更小的体积与重量。此外卫星上还配备了双频率测控系统，这使得卫星的测控可靠性大幅度提高。

“启明星”研制过程与技术状态

金光老师讲到，一般卫星的研制过程主要分为两个阶段，第一个是初样阶段，而另一个则是正样阶段，初样阶段的研制在地面经过测试后完成，而正样阶段的研制则是为卫星发射进入太空前完成。但此次“启明星”的研制有所不同，研制过程只有正样阶段而省略了初样阶段，主要是为了节省经费。卫星全部研制成本不超过 800 万元（含发射费用 300 万）。为了有效节省开支，“启明星”的研制选择直接到正样产品。而为了确保卫星的可靠性，卫星研制全过程严格按照航天的技术流程执行。此外卫星还要进行桌面集成与测试，并在此基础上进行卫星部件的模飞。具体来说，就是在实验室里执行模拟卫星在太空中的飞程序，测试其工作性能及地面注入指令是否及时有效。在这两项试验工作结束后，卫星还需要进行装配、集成测试并进行环境实验。在这些工作都结束后，还需将卫星的通信系统与武汉大学地面站进行天地对接，以及和火箭进行发射对接实验。

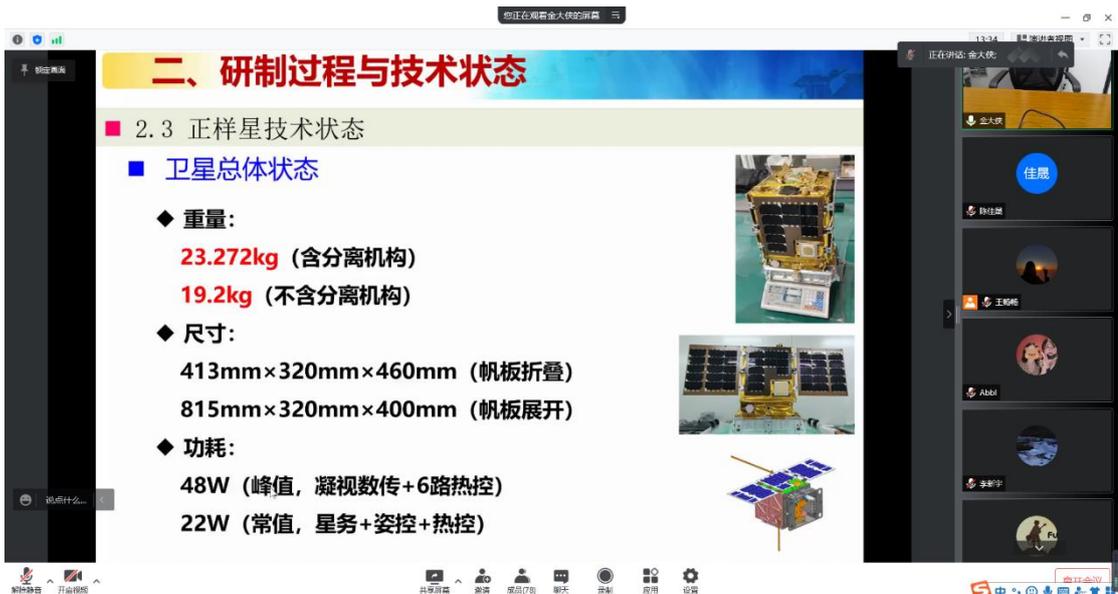


图3 “启明星”总体状态

“启明星”测试与发射

“启明星”的测试实验最先从部件开始，对卫星的测控部件传感器、卫星的太阳敏感器、磁强计等星上部件进行了精密的测试，包括真空环境测试、振动台测试等等。卫星上的主载荷-高光谱相机同样进行了相应的测试实验，包括外场成像实验以及力学和热光学实验等。

从整个测试项目汇总来看，这些实验测试结果都基本符合初始设计要求，包括2021年9月与武汉大学卫星地面站合作进行的测试，都取得了较好的效果。

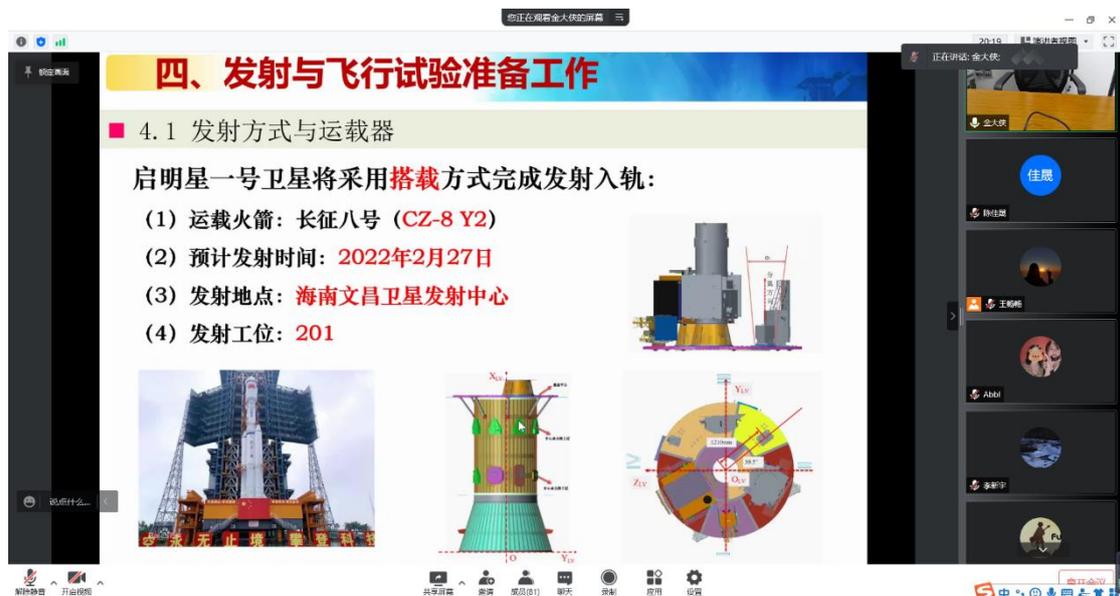


图4 “启明星”发射方式

“启明星一号”是搭载长征8号火箭发射的，具体的搭载位置位于火箭环的顶

部。该火箭上同时搭载有 22 颗卫星，将火箭发射时刻设为零时刻，“启明星一号”在火箭发射 1389 秒(20 分钟)后进行分离，随后其他卫星依次进行分离。这一环节，工作人员在发射场上也进行了大量的工作，按照火箭发射场的要求，编写了相关程序文件，对地面设备进行清理及对相应的故障预案提前准备等。

>>>互动交流

提问者一：金老师您好，请问“启明星一号”的卫星数据在哪里可以下载到？

金光：数据处理完成后会根据要求，由同学们搭建一个关于“启明星一号”的数据共享平台，然后根据各个同学提出的兴趣地区，同时结合整个任务规划的要求，实现平台上的数据共享。因为“启明星”计划是以学生为主体的，所以依然让学生共同建设管理这样的平台，然后通过校内外所有热爱航天的老师与同学们的参与使用来扩大平台的影响力。

提问者二：金老师，这次研制“启明星一号”卫星的同学是怎么选出来的？如果武大其他学生对研制卫星感兴趣，能否以及如何参与到这样的项目中呢？

金光：我们的研究队伍主要由学生组成，同学们都清楚，学生跟科研人员不一样，进入大学以后，还得面对繁重的课程学习以及考试，而研究生也要准备自己的论文，所以我们的队伍始终是动态变化的。我们先后有 50 多名同学参加，前一个同学做了一部分工作，之后另一个同学在他基础上再做一部分。如果今天听讲座的同学对卫星研制感兴趣的话，我们宇航院有很好的平台，下一步我们将筹备新的卫星的研制，感兴趣的同学可以一起加入，在整个卫星研制过程当中，不光书本上的理论知识得到了巩固，同时你的动手能力也会得到进一步的加强。

提问者三：金老师好，想问一下，“启明星一号”的项目在研制和测试等等过程中，有没有遇到过什么困难？

金光：大家都看到表面的光鲜亮丽，似乎卫星很容易就能做出来，实际上不是那样，背后隐藏了很多技术难题，包括卫星的结构、卫星的程序、卫星的姿态控制系统都经过了反反复复的迭代，突然出了问题怎么去解决，这些都是我们参与研制的同学以及老师们共同克服的。虽然在新闻报道中启明星的研制成功获得了很大的轰动，但是背后所隐藏的艰辛，可以说只有我们参与研制的老师同学体会得到，如果整个过程都很轻松的话，世界其他国家可能都会研制卫星，也就是正因为我们有这方面的航天工业的基础，有一批热爱航天的科研人员，也有一批热爱航天的广大师生，所以才能使我们这项工作顺利完成。

提问人四：金老师好，想问一下，卫星在分离入轨和在轨时是依靠不同的姿态传感器吗？请老师讲解一下不同阶段主要是依靠什么样的传感器？

金光：当卫星与火箭分离时，需要考虑分离与在轨运行两个过程。当卫星与火箭分离后，卫星就开始通电。目前都采用弹簧分离的方法，由于每个弹簧的 K 值弹簧参数不一致，因此卫星跟火箭分离之后，卫星会发生细微的转动。我们设置了一个分离的姿态指标，即分离的角速度控制在几度范围之内，代表分离完成。分离完成之后卫星进行打滚再翻转，在翻转过程中，卫星蓄电池开始加电，这时通过陀螺对卫星姿态进行测量，然后通过磁力矩器进行卫星的磁阻尼，使卫星的转动速度逐步降低，同时还依靠卫星的磁力矩器使卫星朝向太阳。

一旦对准太阳以后，卫星的太阳帆板会自动展开，开始对日成像。这个时候卫星的整个的姿态靠飞轮控制，飞轮是带电动机的，所以它的功耗比较大。此外在卫星正常飞行过程当中，除了陀螺之外，星敏感器也参与了姿态测量工作。而跟火箭分离的时候，星敏感器是没有开机的，主要依靠陀螺来进行工作。这就是我们卫星分离过程中主要依靠的一些传感器。

提问人五：金老师好，这一个问题来自国重实验室的老师，请问同学们参与卫星研发有无可能转化为课程学分？

金光：从武大目前的整个教育评定标准来看，还没有这方面的规定，但是随着此次卫星发射成功，通过同学们的呼吁，我们的本科生院包括我们研究生院是不是能在这方面给予足够的重视？我们也会向学校有关部门反映的，这样的话比如说硕博士生参与卫星研制，那么其学位资质论文是不是可以考虑不用写了，这些都可以得到讨论与改善。

参与卫星的研制，实际上涉及到很多的学科，包括机械设计学科、自动控制学科、计算机技术、通信技术、热力学的技术以及无线电通讯、光学知识，还有一些测试的知识等等。所以作为一个学生来讲，你根据你的专业参与卫星的研制，你只能是根据你的专业进行相应的一些实践或者设计工作。当然你在设计的过程中需要了解相邻的学科，所以我个人感觉这些对你的知识面的拓宽会有极大的好处。

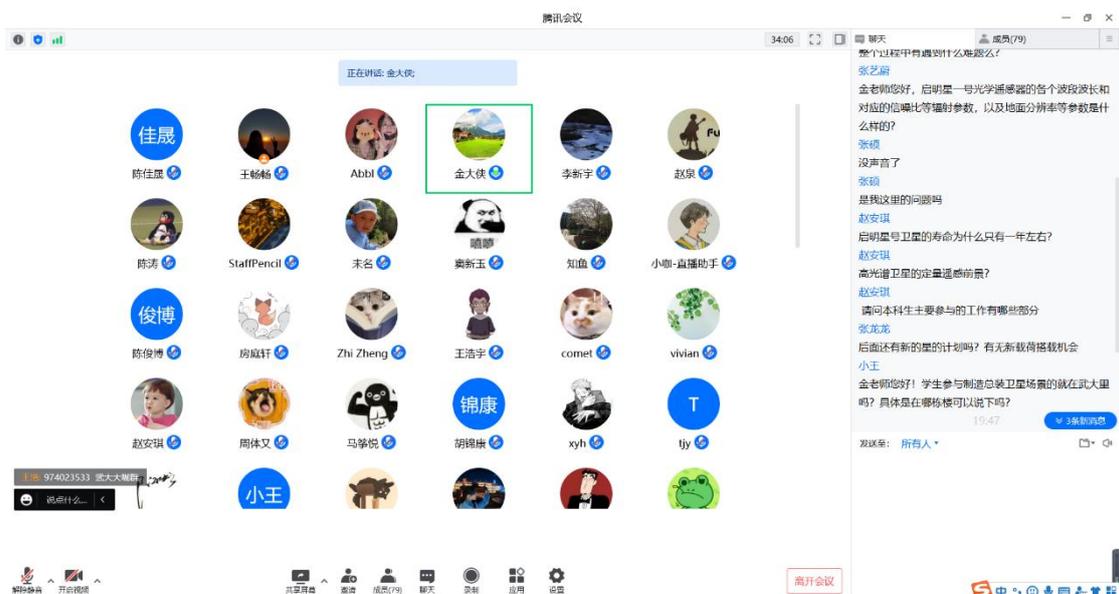


图 5 观众认真听报告并积极提问

GeoScience Café 以“谈笑间成就梦想”为目标，于每周五晚 7:00 在实验室四楼休闲厅，邀请 1-4 位嘉宾，为大家带来学术报告或经验分享。报告内容包括摄影测量与遥感、地理信息系统、导航与定位服务等研究方向，听众可在报告结束后向嘉宾提问、与嘉宾交流探讨，同时每学期还会举办 2 期人文类讲座和 2 场导师信息分享会。每期报告会根据嘉宾意愿在 B 站开设直播，使不能来到现场的听众同步参与。报告 PPT 和视频会在征得嘉宾同意的情况下在 qq 群和 B 站上发布。

更多精彩内容（讲座预告、讲座回顾、报告 PPT、报告视频）敬请通过以下方式获取：



QQ群



微信公众号



B站直播