80后上海科学家用数据“看”黑洞

讲述亲赴美国夏威夷为黑洞拍照之旅

人类首张黑洞照片已于北京时间4月10日21时发布。这张照片是举全球200多位科学家之力合成，上海天文台“80后”青年科学家江悟便是其中之一。照片发布的当时，江悟没有出现在上海发布会现场，而是作为唯一一位中国大陆科学家代表出席了在美国华盛顿同步举行的发布会。

青年报记者 郭颖

江悟（左）与EHT台长Sheperd S. Doeleman合影。

美国华盛顿黑洞照片发布会。

受访者供图

兴奋 从雷达到射电天文用数据“看”宇宙

普通人用肉眼看星空，天文迷用望远镜看银河，科学家用数据“看”宇宙。

江悟便是一位用数据“看”宇宙的科学家。

今年35岁的江悟，本科毕业于北京理工大学，硕士博士均在中科院上海天文台获得，他现在的身份是：上海天文台射电观测基地驻站科学家。

青年报记者昨天联系到身在美国的江悟时，他正要乘飞机去另外一个城市。此番在美国，他不但要参加黑洞发布会，还要参加2019年全球毫米波VLBI观测。江悟在VLBI方向从观测到数据处理和分析都比较精通。

江悟本科学的是信号信息处理，跟雷达有关。“因为我个人爱好和平，感觉雷达偏武器装备，所以读研时，选择射电天文这个既能用到大学知识，又能探索宇宙的基本物理规律的专业进行深造。”江悟笑言，其实两者差别并不是很大，都是分析电磁波信号。

此番黑洞照片由全球多国科研人员合作的“事件视界望远镜”（EHT）拍摄。博士阶段，江悟做了毫米波VLBI相关的工作，跟EHT比较相关，上海天文台又是EHT的合作单位之一，于是便被推荐参加这个项目。

“我在项目组里，前期主要参加台站观测，组织上海65米望远镜参加东亚VLBI网在EHT观测期间的协同观测。现在着手从EHT原始数据入手，处理和分析银心附近磁星的数据。因为磁星比较弱，又有时变，所以对它的处理和分析都比较难。”江悟每天的工作内容包括支撑上海65米望远镜的VLBI观测，处理可能包括65米望远镜在内的VLBI观测数据，评估射电望远镜性能状态，和国内外同行协调观测等，也做一些自己的科研工作，比如低光度活动星系核和磁星的VLBI观测研究。

此番呈现的黑洞照片并没有出乎江悟的意料。“因为在观测过程中，天气条件、设备稳定性等方面都很好，有问题都能及时提前解决好，就感觉到很有希望。后期的数据处理和分析都是经过反复论证，结果很令人信服。”

虽然平时用数据“看”宇宙，但江悟说自己在美国夏威夷看到那么美的星空时，还是被震撼到了。“但处理科学数据不一定那么美，可能有点枯燥，得到最后结果的时候是美的。”

江悟坦言，中国目前在国际天文界还是处于追赶的阶段，“我们缺少顶尖的观测设备，培养这方面的人才需要一个过程。”

“EHT虽然是全球合作的项目，但也可以争取我们自己来主导做一些科学研究。同时多频率、多波段观测能提供更多关于科学目标的信息，希望能综合比较全面的信息，来解决科学上比较重要的一些问题。”江悟表示，EHT这种项目本身就需要通过国际合作来实现，在与国际同行的合作过程中基本都是相互尊重、相互帮助的。但也有一些不同区域之间的竞争，“也许这样才能把工作做好。”

回忆 难忘在美国夏威夷为黑洞拍照之旅

人类首张黑洞照片，由全球8台望远镜联合拍摄而成，数据处理分别在美国和德国做，分析则由全球科学家共同完成。江悟向青年报记者讲述了自己在美国夏威夷为黑洞拍照之旅。

据介绍，JCMT是最早参与EHT测试实验的主要台站，它位于美国夏威夷州大岛上莫纳克亚山顶，海拔4092米处，是世界上少有的理想天文观测台址。

“EHT观测的初步时间安排一般在中国农历年前，会提前3个月左右发布，我们前去参加观测的人员此时就开始和台站机构联系，了解和熟悉台站设备状态、规划行程、准备台站所在国的签证等。”江悟他们和日韩等地的同行接受了一些面对高原环境的培训，“简单来说就是多看少动，多喝水。还有很多需要注意的细节，这里储备了很多保障设施，也积累了很多经验，基本可以放心随行。”

有了基本的准备后，他们就朝山顶驱车前进了。

沿路风景渐渐由茂盛的雨林变成低矮的灌木丛，然后成了黑色火山灰覆盖下的土丘，呼吸也因海拔的上升逐渐变得沉重起来。驱车大概四五十分钟后，他们来到了位于海拔2800米处的半山腰基地（HP）。

按照规定，初次去山顶观测的人员需要在这个基地至少待上一晚以适应高原环境，同时也限制在山顶一天内的停留时间不能超过12小时，所以每次去山顶观测一段时间后都必须返回HP调整。

在HP，EHT同行分成两个小组，分别负责前半夜和后半夜的观测。在这里，大家一方面关注山顶的天气，一方面等待EHT最终观测的通知。由于全球所有参与台站都需要具备很好的设备状态并满足苛刻的天气条件，往往当天晚上的观测在下午3点左右才最终确定。“HP为来访者提供了很好的活动空间和物质保障。对天文学家来说，这也是一次难得的与同行当面交流的机会，所以大家都喜欢围坐在一起交流和讨论。”

在短暂的等待后，终于迎来了EHT的观测，再度驱车30分钟后，他们到达山顶，路边基本没有植被，只看到火山灰堆积成的沙丘和来不及融化的积雪。到达望远镜后，就开始部署观测任务。“我们一般提前检查设备状态，确认各个环节都正常，JCMT旁边还有一个亚毫米波阵列SMA，每次正式观测前都和它做一次测试观测，来确认两者的状态是否都正常。”

在高海拔地区观测，因为空气稀薄、气压低，记录设备都经过了特殊制备，比如充氦来维持磁盘内气压以保证磁头高速运转平稳记录，同时他们也通过监视记录数据是否满足高斯分布来判断数据是否正常。江悟说：“我们还需要保持对望远镜系统噪声温度的连续测量和记录，这将是后面黑洞成像重要的幅度校准输入。”

对这些工作，大家都做得一丝不苟，在相互关心和鼓励下，即使几天坚持下来也毫无倦意，观测就这样紧张而有序地执行着。江悟感叹道，EHT项目集结了国际上毫米波VLBI领域顶尖的科学家和技术人员，这绝对所言非虚。

[对话]

青年报：EHT为何把观测时间定在4月？

江悟：EHT是一个集合了全世界具备（亚）毫米波观测能力的VLBI台站组成的口径如地球直径大小的超大干涉阵。目前已经有覆盖地球南北两极、南北美洲和欧洲等地的望远镜参与进来。2017年开始，EHT决定协调组织整个阵列的联合观测，考虑到对天气条件极其苛刻的要求和南北半球的气候差异，观测时间选定在每年的4月前后，视天气条件遴选出5天实施观测。届时全球各合作单位、望远镜所属机构积极响应，为每年这5天观测提前精心策划，保障观测万无一失。上海天文台作为国内VLBI方向的牵头单位，每年JCMT在EHT观测期间，我们都会前去台站现场和其他国际同行一起执行观测，因此有幸在台站观测这个重要环节参与其中，感受到EHT先进的前沿技术、科学的严谨、工作做到极致的态度和国际分工合作之间的默契。

青年报：观测时如何与其他国家科学家合作？

江悟：在美国夏威夷观测时，通常我们很快就能确认得到表示设备正常的干涉条纹，然后就可以着手准备正式执行观测任务。JCMT以前主要进行单天线观测，并不具备VLBI观测能力，所以JCMT当地有经验的观测同行会帮我们控制天线，比如操作天线对准目标源，每隔一段时间进行指向确认和对焦等。EHT同行则主要关注VLBI信号接收链路的状态，比如监视用来混频的本振信号源，监视用来高速采集和记录原始数据的设备状态。

青年报：这个项目未来将何去何从？

江悟：目前，经过近两年的数据处理和分析，第一次全球合作的EHT观测数据已经得到结果，M87星系中央黑洞的图像也已面世，为验证广义相对论提供了最直接的视觉证据。JCMT将新安装一个345GHz的接收机用来进行下一轮EHT观测，这意味着未来将得到更清晰的VLBI图像，也是对目前结果的多重验证。