



“感谢加州理工学院的Evan Kirby博士，是他带我去帕洛玛天文台的海尔望远镜观测，让我站在儿时幻想的地方，遥望今后的路。”

——节选自作者的硕士毕业论文致谢

# 帕洛玛天文台行记

□ 意大利国际高等研究院 符晓婷

2011年4月，正在加州理工学院访问学习的我随同哈勃学者（Hubble Fellow）Evan Kirby博士一同前往美国帕洛玛天文台的海尔望远镜（Hale Telescope）观测。

帕洛玛天文台位于南加利福尼亚州圣地亚哥附近的帕洛玛山上，1928年设立，现在共有18英寸施密特望远镜、24英寸、48英寸、60英寸和200英寸共五

台望远镜还在使用，其中的200英寸望远镜（P200），也叫海尔望远镜，是一架主口径5.1米的卡塞格林式望远镜，自1948年建成开光，头顶着“世界上最大的光学望远镜”光环长达1/4个世纪之久，直到1976年苏联的6米望远镜落成，它才卸下此桂冠。

对于我来说，它不仅是昔日的望远镜霸主、人类探索宇宙的功臣，更

别有一层儿时幻想的意味。当时我大约八九岁，正是刚开始识字、对一切书籍充满狂热的时候，通过那些书页，仿佛一个个充满无尽幽香的新世界在我面前展开。其中有一本科普小册子给我留下了深刻的印象，书中说到，爱因斯坦一直认为宇宙是静态的，但是埃德温·哈勃的观测工作却证明了宇宙正处在扩张之中，为此爱因斯坦特地跑到哈



勃工作的地方，向他表示感谢，并说：

“认为宇宙是静态的，是我一生中最大的错误”。文章的结尾，便是一张哈勃坐在帕洛玛天文台海尔望远镜的主焦面上观测的照片（图1）。这几乎便是我对天文学最初的认识，觉得在那书籍中的万千世界里，这简直是最神奇最有意思的一个。当时的我，做梦都没敢想，我真的会和照片上的这个望远镜有什么联系。十几年后，当我站在这个哈勃曾经工作的伟大望远镜前，仰望巨大的镜筒，并亲身继续着探索宇宙的事业时，

回想儿时用手摩挲着那本科普小册子的欣喜的我自己，觉得一切就像梦一样。

说到海尔望远镜，自然不能不提到乔治·E·海尔。这位传奇般的人物虽然可能不是最伟大的天文学家，但是没有他，便没有天文学蓬勃发展的今天。帕洛玛天文台的这台200英寸望远镜便是为了纪念他的功勋，以他的名字命名。乔治·海尔出生于美国芝加哥，是个正宗的富二代，但是这名高帅富却并没有继承父辈的生意事业，而是进入了麻省理工学院（MIT）学习天文技术与方法，毕业后年仅24岁的他在芝加哥大学研制出了太阳单色光照相仪，使得人类可以在不发生日全食的情况下拍摄日珥的影像，从而研究其物质组成。世界

上第一张太阳黑子的光谱也出自海尔之手。除了学术上的成就，海尔对于天文学最大的贡献在于他以强大的交际手腕为天文学研究募集了大量的资金，芝加哥大学的1米叶凯士折射望远镜（Yerkes Telescope）便是年仅29岁的他向芝加哥富商叶凯士家族募集资金建成，随后他又与卡内基基金会合作，在洛杉矶市郊建立了威尔逊山天文台，并说服大富翁胡克出资修建了2.5米的胡克望远镜（Hooker Telescope）。哈勃正是使用这台胡克望远镜发现了许多我们认为是“星云”的天体其实是河外星系，并发现了我们的宇宙正处在膨胀之中，本文中所提到的帕洛玛天文台也是海尔向洛克菲勒基金会“化缘”而来。海尔的父

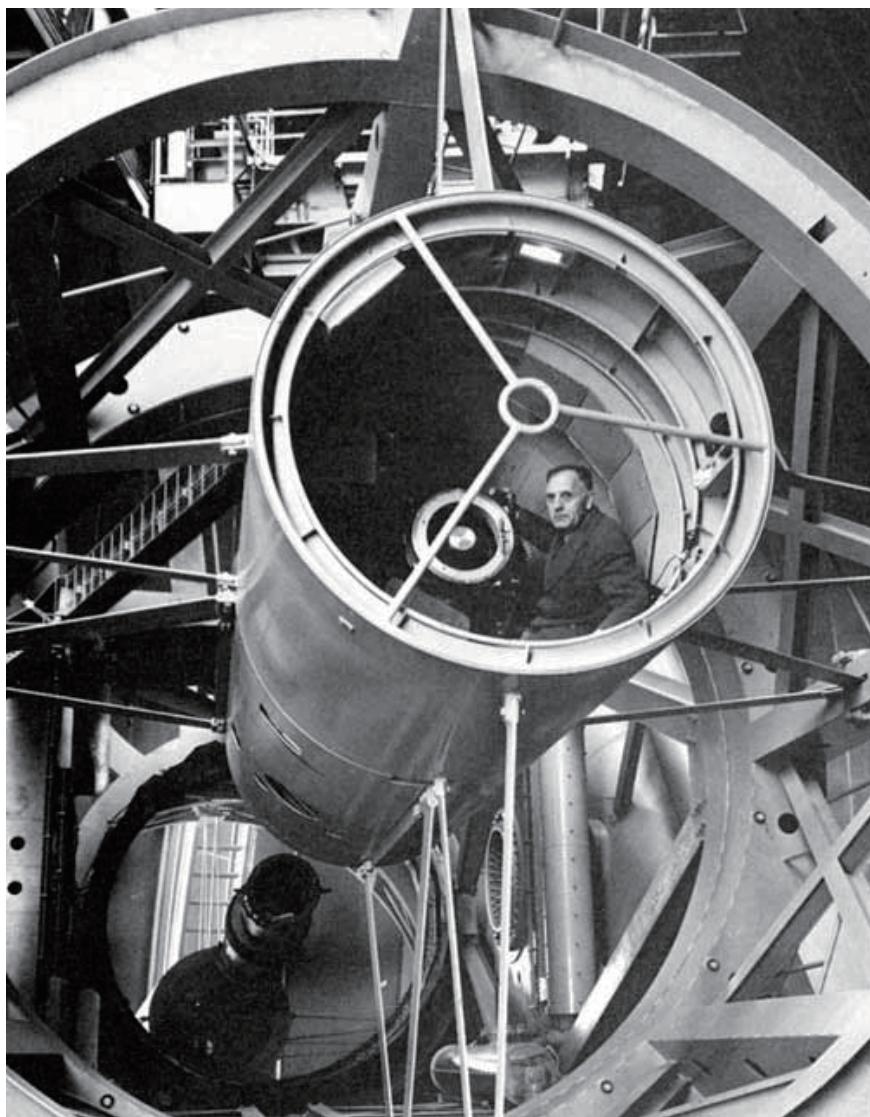


图1



亲老海尔对儿子的事业很支持，在1米口径的望远镜在世界上都属凤毛麟角的当时，他送给了儿子一面1.5米口径的反射镜面作为生日礼物，小海尔于是高高兴兴地拿它当了后来建成的威尔逊山天文台望远镜的主镜，轻轻松松拿下了当时世界第一反射镜的桂冠。海尔坚持认为天文学要想长足发展，必须建设更大更好的望远镜，于是又四处募集资金，主持了帕洛玛天文台200英寸望远镜的修建。不论是叶凯士望远镜、威尔逊天文台1.5米望远镜、胡克望远镜，还是后来名噪一时的望远镜霸主P200，海尔主持的每一个望远镜都不负所望，打开了天文学一个又一个全新的篇章，为人类认识宇宙做出了不可磨灭的贡献。现在，海尔望远镜的正门处建有乔治·海尔的雕像，帕洛玛天文台的图书架上也陈列

了海尔的藏书，每一本上都有乔治·海尔的亲笔签名（图2），让后辈们铭记住这个天文史上耀眼的名字。

从加州理工学院所在的帕萨迪纳出发，驱车两个多小时就到了帕洛玛山。世界各地的天文观测站都有自己独具特色的宿舍，帕洛玛天文台尤甚，因为它干脆就叫做“修道院（Monastery）”（图3）——是因为搞观测的天文学工作者住在这荒郊野外，清苦得就像修道院里的僧侣吗？听起来好惨兮兮啊。好在“修道院”里的条件并不差，床褥柔软，暖气充足，冰箱里放满了食物，除了有专门的厨师准备正式的晚餐之外，还为天文工作者这种“夜行性动物”提供了午夜便当（midnight lunch），每天中午填好表，晚饭之后就能发现便当摆在桌上了。

海尔望远镜的圆顶看起来巨大而宏伟，里边的电梯却是我见过的最小的一个——没有之一。两个人同时站在里边就嫌拥挤，若是三个人，便要贴面了。运行速度和所有圆顶里的电梯一样，要多慢有多慢，这一切都是为了减少震动，尽量降低给敏感的望远镜带来的影响。

我们此次观测是为了获得银河系矮星系中的巨星光谱，通过分析它们的化学组成来探究这些矮星系是否是我们银河系晕的起源，使用的是帕洛玛双色光谱仪（Double spectrograph for the Palomar 200，即DBSP）。通常一个望远镜的光学系统后端会接上不同的终端仪器，来满足不同的科学需要。以海尔望远镜为例，除了帕洛玛双色光谱仪，还有大视场红外照相仪（Wide Field Infrared Camera，WIRC）、卡内基天文台多狭缝光谱及照相仪（Carnegie Observatories Spectroscopic Multislit and Imaging Camera，COSMIC）、大像幅照相仪（Large Format Camera，LFC）和三色光谱仪（TripleSpec）等若干终端设备，有的进行光度测量，有的进行光谱测量，各个侧重的波长范围及响应程度都不同，在提交观测申请的时候，天文工作者需要根据自己的研究目的，来选择不同的终端仪器。这些终端仪器在使用时会像我们使用单反相机换镜头一样被拧到望远镜的焦面上去，所不同的是，单反相机通常是一个仪器配上好多不同的镜头，而望远镜则是一个“镜头”配上了好多不同的仪器——当然，这些仪器和那个巨大的“镜头”，可比单反相机贵多了，什么“单反穷三代”，和望远镜一比都是浮云。图4中便是巨大的DBSP，更换时由藏在地面圆圈标志下的电梯缓缓托起，很难想象这么个家伙和望远镜的连接靠的只是几个大大的铁扳手（图5），就像搭积木一样，被拧上去了。

不仅拧终端设备看起来像搭积木，望远镜的控制也像是操控电子玩具一样。图6是海尔望远镜的控制台，观测助手Cajsa Peffer面前小桌上那块边长约

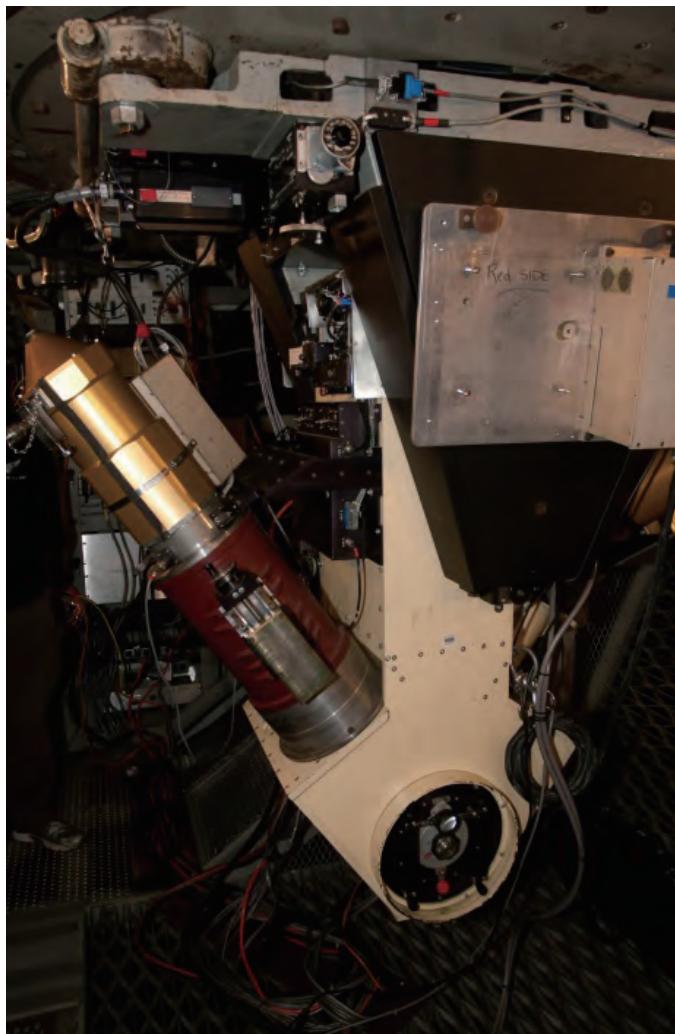
20cm的小方板便是望远镜的机械操控手面板了。上下左右四个按键可以操控巨大的望远镜进行仰角和左右偏角的改变。看起来很像平常小朋友玩的玩具是不是？可是它真的是严肃认真的望远镜机械操控手动面板啊！当然，谁都不会想用这么粗略的操控设备来控制望远镜进行精确的天球坐标指向，它只是提供了一个简单的操控途径来方便查看望远镜状况而已。P200和其它的科研用望远镜一样，有自己的导星软件，我们去观测的第一晚也正好赶上了新版帕洛马导星软件（Palomar star guider）第一次使用，控制室里熙熙攘攘，软件工程师向技术人员们演示新版的导星软件如何使用。这可是控制室里难得的热闹时刻（图7），要知道，平常的观测夜，这里只有一个观测助手和一两个天文人员

而已。

图4中就是本次观测使用的终端仪器DBSP，分红蓝两端分别进行光谱测量，大家在这张图上看到的是红端光谱仪的一侧。波长小于550纳米的光被分配去蓝端光谱仪，使用的是 $4K \times 2K$ 的CCD，波长大于550纳米的光则会进入到红端光谱仪，当时红端使用的还是 $1K \times 1K$ 的CCD，目前已于2011年底由Evan Kirby博士带领，完成了升级改造，换成了新的 $4K \times 2K$ 的CCD。

看到这里可能有人会忍不住吐槽了， $4K \times 2K$ ，那不才800万像素吗？还不如我的小相机呢！可不是这么回事，对于CCD来说，像素的多少并不是首要问题，每个像素所占的尺寸（像素面积，以 $\mu m$ 为单位）和把光子转化成电信号的能力（量子效率，以百分比表

示）才是王道。咱们很多人手机上的摄像头像素比哈勃太空望远镜的宽场照相机（WFC3，800万像素）还要高，可是——大家都知道——没有人会把自己的手机拍照效果去和哈勃太空望远镜相比的。这也涉及到光学系统成像的另一个问题——镜片的通光口径。不论是对于望远镜、单反相机还是手机上的摄像头，镜片口径越大，收集光子的能力就越强，可供保留的光信息也越多。这也是为什么天文学家们总是疯了一样想去不断尝试更大口径的望远镜的原因，它让我们能够看到宇宙中更暗弱的细节。5.1米的海尔望远镜之后，又有了6.5米的MMT（美国霍普金斯山）、两台6.5米的麦哲伦望远镜（智利阿塔卡马沙漠）、4台8.2米的VLT（智利阿塔卡玛沙漠）、8.3米的Subaru望远镜（夏威夷



▲图4



图5

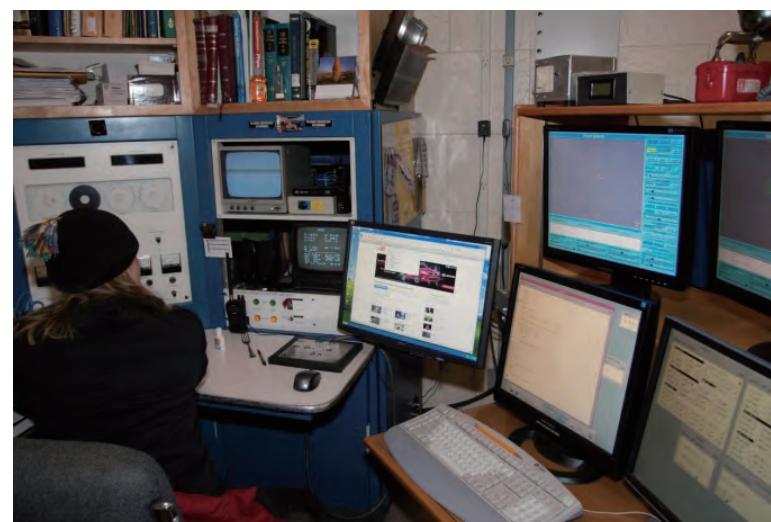


图6▶



图7（左四为本文作者）

莫纳克亚山）、2台10米的Keck望远镜（夏威夷莫纳克亚山），还有正在筹备中的更让人疯狂的24.5米的GMT（阿塔卡玛沙漠）、30米的TMT（莫纳克亚山）和42米的E-ELT（阿塔卡玛沙漠）。随着这些巨型望远镜的建成，天文学将迎来一个崭新的激动人心的时代，我们将翻开认识宇宙的新篇章。不过天文学家们总是被吐槽不会取名字——不怪你们吐槽，真的，我们就是不会取名字呢。比如说VLT，8.2米耶！我们觉得

自己太棒了，就给它起了这个霸气的名字：**Very Large Telescope**（很大望远镜）！但是随着技术水平的进步，我们有了建设更大望远镜的能力，面对42米的新望远镜，豪情万丈的天文学家们再次跌破了众人的眼镜，给它起了个名字叫**E-ELT: European Extremely Large Telescope**（非常大望远镜）！为了避免这样的尴尬再次发生，当准备建设一架口径30米的望远镜时，天文学家们老老实实地给它起了一个朴实无华的名字：

三十米望远镜。

说回到海尔望远镜，它作为一台仍在服役的大龄望远镜，有一些老式范儿还挺让人惊叹的，比如说——对焦基本靠手。图4中大家已经看到了DBSP长成什么样，让我们来看看它的对焦系统（图8）。观测之前观测助手会来到光谱仪前，分别调整红蓝两端的焦距，而天文人员则在控制室中测量每一个焦距上灯谱谱线的半高全宽（FWHM），通过对讲机与光谱仪旁的观测助手联系，找出半高全宽最小即谱线最锐利时的焦距，作为观测时的焦距。现在很多科研用望远镜都已经实现了自动对焦，DBSP的手动环节着实让人印象深刻。我坐在控制室里，和Evan一起记录着各焦距上不同的FWHM值，心中觉得很穿越，又仿佛，从我抚摸着那本科普小册子的从前，到我坐在海尔望远镜控制室里的当时，所有的一切，都不曾改变过。只是这样一个仰望着星空的我，忽然就长大了。

天文是再典型不过的靠天吃饭的行当，天气晴好时就兴高采烈哼哈咧咧搞观测，天气不好时也唯有抚掌喟叹而已。我们在海尔望远镜观测时便遇上了夜半忽然云起，于是观测暂停，大家聊聊天以抗睡意。我给观测助手Cajsa讲了我在本文开头提到的那个童年的故事，Cajsa冲我一笑，说，趁着云层未散，带我去哈勃拍那张照片的地方看看吧。我简直不知道该如

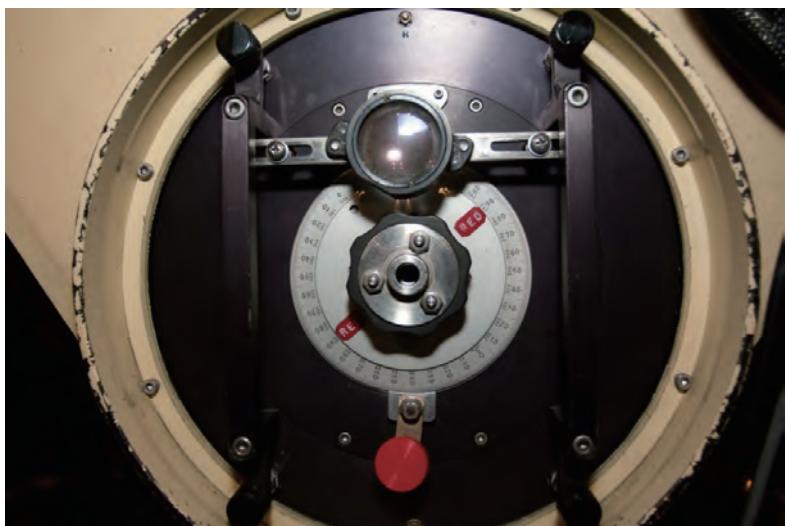


图8



图9

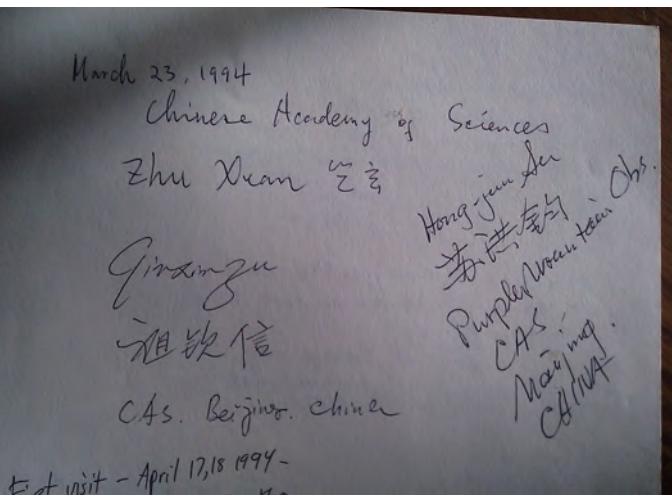


图10

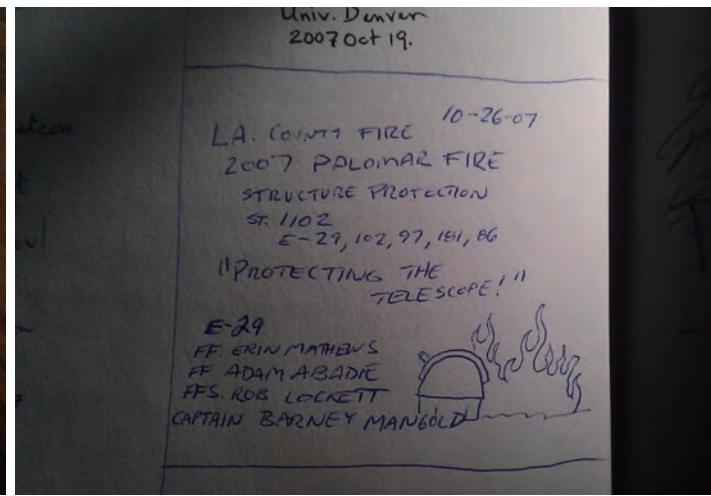


图11

何用语言形容我当时的欣喜，直至两年多以后的现在，当我向你们讲起这个故事时，我仍然能够感觉到当时的自己，就像是被一团叫做幸福的云雾环绕，云雾中的我受宠若惊，不知如何去表达那137亿个感谢。乘着简易的升降机上升到圆顶的顶端，看着5.1米的主镜消失在脚下的黑暗里，海尔望远镜从前的主焦面便陡然出现在眼前（图9）。这个小空间的下方便是望远镜的副镜，以前——在哈勃工作的年代，这儿便是海尔望远镜的主焦面，同时也是望远镜的观测室。当年的哈勃便是用那根铁栏杆把自己固定在了图中的小铁凳子上

（因为观测时望远镜会随着观测源方位的不同而改变倾角，主焦面上的观测者也会随之变成各种奇怪姿势，不把自己捆绑起来就掉出来了……）。小铁凳左边的小木盒是放午夜便当的地方。观测时有东西吃自然是很贴心，但是实在难以想象，在与地面成各种角度的主焦面观测室里，是怎样享受午夜便当的美味的。和哈勃年代的天文学家相比，我们实在是太幸福了——至少不用整晚被绑在铁凳子上，也不用一面大脑充血一面吃半夜的午餐。

这些前辈们留下的印迹，既是一个个鲜活的故事，同时也是天文学一步步发展的历史。在帕洛玛天文台，我不仅“朝拜”了伴随着哈勃工作的主焦面观测室，也在天文台留言簿（Palomar guest book）上看见了中国天文学家自

己的历史。紫金山天文台的苏洪钧老师和祖钦信、竺玄在1994年来到帕洛玛天文台，留下了中国人的笔迹（图10）。苏洪钧老师是国内研究星系间相互作用的专家，不知他当时来到这里，仰望P200这架伟大的望远镜时，是否也和我的心情一样。今天，中国已经通过TAP（Telescope Access Program）获得了每年6个晚上的海尔望远镜观测时间，中国天文人也在一步步走进世界主流的科研圈，不知道若干年后的我再次回望帕洛玛天文台，又会是何感受，那时人类对于宇宙的认识，和今天相比，又会有多少进步。

细翻天文台的留言簿其实是件很有意思的事情，里面经年累月积累的留言记录了帕洛玛天文台的过往——尤其是些特殊事件。2007年秋天一场大火几乎席卷了南加州，火势顺着帕洛玛山一直烧到了天文台脚下，天文学家于是也就变身消防队员展开了保卫望远镜的行动。图11中的留言便记录下了这一历史事件。这场大火烧掉了帕洛玛山的很多树，天文学家长吁一口气后又不禁暗自偷乐——在对待树木的态度上天文学家们总是很遭人讨厌，因为他们总是想砍掉天文台周围的所有树。树叶蒸腾作用产生的水汽不仅混杂在星光的光谱中很难被消除干净，其带来的空气流动也表征观测条件好坏的视宁度（seeing）大受影响。这也是为什么绝佳的天文台址大都在干旱的沙漠中或者高山上

的原因。可是哪个国家的树木都不能随便砍，天文学家也只能看着它们叹气而已。坊间传闻07年的大火之后帕洛玛天文台视宁度较之前好了一个等级——但这只是坊间传闻而已，我找来找去，也没有找到相关的论文资料。

较之那些郁郁葱葱的树木，更让天文学家们忧心忡忡的是日益严重的光污染。帕洛玛天文台靠近圣地亚哥，城市的灯光让天上的繁星变得暗弱，使天文观测有心无力，更加困难重重。前车之鉴的悲伤故事不是没有，芝加哥大学的叶凯士望远镜就是因为芝加哥市内明亮的城市灯光，活脱脱地只能退居二线，以“科普望远镜”自居。离我们更近的例子是中国科学院国家天文台兴隆观测站——四周被城市灯光环绕，北京、天津、唐山、蓟县、承德、兴隆县城，甚至山脚下的小村落，人们总是把自己周围熟悉的景物照得透亮，却不顾这明亮的灯光，已经严重阻碍了人类探索宇宙的脚步。

在帕洛玛天文台观测的最后一晚，我趁着长时间曝光的当儿，跑到海尔望远镜脚下，照下了篇头的那张照片。照片中的我在这个人类探索宇宙的“大眼睛”的身旁，向天顶的银河招手，或者，也在向我眼前未知又充满希望的天文探索之路招手？

感谢头顶的星空，在我可预见的将来，愿一直与你为伴。■

（责任编辑 冯翀）