

让“风云”入眼 将“天下”存心 ——第70届国际气象组织奖获得者许健民

文 / 林禹彤 张艺博



许健民

许健民，男，1944年8月2日出生于上海市，卫星气象专家，中国工程院院士，兰州大学教授。

1965年许健民从南京气象学院毕业后进入中央气象局气象科学研究所所长长期预报研究室工作；1969年进入中央气象局江西五七干校工作；1971年进入中央气象台工作；1980年作为访问学者，前往美国科罗拉多州立大学学习大气科学；1983年担任国家气象中心副主任；1986年担任国家卫星气象中心主任；1987年在东北大兴安岭森林火灾期间主持森林火灾实时监测服务；1996年担任国家卫星气象中心总工程师；1997年当选中国工程院院士；2012年获得第九届光华工程科技奖工程奖。

许健民主要从事气象卫星资料在火灾、水灾等自然灾害监测评估，农作物长势监测评估，以及生态环境监测。

许健民在风云一号气象卫星（极轨）和风云二号气象卫星（静止）应用系统工程建设中，负责组织方案设计、进行技术协调、组织人员攻关，他领导的研究组，解决了风云二号气象卫星云图高精度定位的难题，使风云二号气象卫星图像的定位精度达到了像元级，全面实现了实时、全自动、高精度，为风云二号卫星观测资料的应用做出了贡献。

2025年6月19日，世界气象组织宣布，将第70届国际气象组织奖授予中国科学家许健民。

编者按：从中国气象局了解到，瑞士日内瓦时间6月19日，世界气象组织（WMO）执行理事会第79次届会决定授予中国工程院院士许健民第70届国际气象组织（IMO）奖，成为今年全球唯一一位获奖者，同时也是第四位获得这一国际最高气象荣誉的中国科学家。许健民是中国气象卫星事业的奠基人之一，一直致力于风云气象卫星系统建设，对中国风云气象卫星事业蓬勃发展做出了卓越贡献。工作期间，许健民领导的系统设计和技术协调工作，确保了风云一号极轨气象卫星和风云二号静止气象卫星成功发射，同时为风云三号和风云四号气象卫星的研发以及风云系列卫星未来设计工作做出了重要贡献。许健民提出并推动建立了实时气象数据库和气象程序库，创建热带天气分析业务。

6月19日，瑞士日内瓦传来振奋人心的消息——世界气象组织执行理事会宣布，将第70届国际气象组织奖授予中国工程院院士许健民。这一奖项被誉为“气象诺贝尔奖”。

风云气象卫星的发展是我国改革开放、科技创新发展的一个缩影。如今，无论是天气预报节目中的动态演示，还是手机应用里的实时推送，都让“从太空看天气”变得习以为常。然而，人类真正实现用卫星监测全球风云，不过是近几十年的事。

半个世纪以来，一代代气象工作者接力探索，在一次次技术攻关、系统优化中积累点滴突破，在无数个日夜将目光投向苍穹，用卫星之眼俯瞰地球，推动中国气象卫星跻身世界先进行列。

许健民，正是这群“追星者”中最坚定的身影之一。

“气象科学不是书斋里的学问”

1944年，许健民在上海出生。两岁时，他跟随父母搬到无锡，“风声雨声读书声声入耳，家事国事天下事事事关心”刻在东林书院旁边东林广场上的这副对联，自小就在他心里生根发芽。

1960年，许健民高中毕业。然而，命运似乎跟他开了个玩笑——红绿色弱的诊断，限制了他能报考的理工农医类大部分专业，可供选择的只剩下数学、力学、物理学和气象学等寥寥几个方向。再三思考后，他填报了物理系、气象系。同年秋天，他被南京大学气象学院录取。

读书期间，许健民遇到了一位对自己影响很大的老师——当时的气象系主任朱和周。

“朱老师的课，不仅概念清楚，而且有丰富的实际案例。有一次他要求我们做天气图分析，写下天气系统的特征。”许健民回忆，自己大概只在笔记本上写了几行字就上交了。朱和周告诉许健民，观察资料要仔细，不仅要认识自然现象发生发展的规律，还要思考和理解其存在并遵循规律的原因和机理。

在朱和周实事求是的科学精神和严密的科学思维的熏陶下，许健民从大学起就养成了“向宏阔的自然求索，在纷繁中寻找规律”的习惯。

多年后，许健民仍日复一日地向自己的学生强调：“气象科学不是书斋里的学问，观测的人就是要分辨各种各样的云，365天都要看云图，用数据说话。”

20世纪60年代，我国气象科学领域还处于描述性和半理论半经验阶段，那是一片亟待开垦的荒原。天气只能依靠地面上每两百千米一个气象站，一天两次放探空气球所收集的数据来预测。预报的时效性、准确度可想而知。



1996年1月17日，江泽民总书记视察国家卫星气象中心，许健民院士为他进行汇报讲解。

当时的天气预报就像盲人摸象。然而，重重困难并未让许健民退缩，反而坚定了他气象报国的赤子之心。

但是，准确把握流动的风、翻腾的云、奔涌的水汽动向，又谈何容易？

“云图里藏着气象卫星广阔的应用前景”

难，是许多人望而却步的终点，却是许健民奋勇向前的起点。翻开他泛黄的笔记本，有这样一句他用钢笔一笔一画、方方正正写下的话——“世上无难事，只要下功夫”。

1969年1月29日，周恩来总理高瞻远瞩地提出要搞我们自己的气象卫星。1971年，国家卫星气象中心（以下简称“卫星中心”）成立，负责我国气象卫星的总体规划以及气象卫星数据的地面接收、处理与应用。这条从零开始的摸索之路，每一步都布满荆棘。

20世纪70年代，中国风云气象卫星的研制在艰难探索中不断向前推进。1986年，许健民调任卫星中心主任，全面负责气象卫星研制推进工作。去卫星

中心前，时任中国气象局局长邹竞蒙叮嘱：“要在过去工作的基础上，不辜负组织重托，团结一致，互相帮助，有组织、有计划地把中国的卫星气象事业大大推进一步。”

而当许健民真正踏入卫星中心时，才意识到挑战远比想象中更大——他虽是气象领域的资深专家，但对气象卫星和卫星气象却近乎“门外汉”。大气窗区、吸收带……当同事们讨论技术方案时，他常听得一头雾水。

“许多看起来十分困难的事，只要努力去做，是可以做好的。”从总设计师到一线操作员，他逢人便请教；邀请北京大学尹宏教授来给职工讲卫星气象，他总是提前半小时到场；每天跑到各岗位一线，融入集体共同解决问题……

20世纪80年代初期，当时的卫星中心能够接收到美国和日本过境卫星发来的气象资料。无数次埋首云图的许健民，看到的不仅仅是云，更从辽阔的云图中看见了祖国的山川河流、森林植被。他敏锐地意识到，这些信息里藏着



1988年9月7日，许健民、骆继宾、孙家栋等在国家卫星气象中心观看风云一号A星发射。此次成功，意味着研发团队数千日夜的努力有了回音。

气象卫星广阔的应用前景。

“我初到时，其实包括火灾、水体、植被等在内的许多产品已经开发出来了，但是相关专业人员担心产品还不完善，未经核实不敢用；潜在的用户部门则怀疑气象卫星处理出的图的真实性和可信度。”许健民主张边建设、边应用，边开发、边服务，在实践中检验气象卫星产品的真实性，同时不遗余力地推动卫星数据在火灾、水灾等方面的监测服务。

1987年，大兴安岭特大山火，验证了许健民的前瞻性布局。当时火势凶猛，火区上空烟雾笼罩，飞机和林火瞭望哨无法进行有效地观测。许健民团队却在卫星云图中捕捉到关键信息，他们从云图上清楚地看到三条火带，观察到火势蔓延的趋势。但当时通信条件很差，彩色的卫星云图无法传递到黑龙江防火指挥部。

在征得林业部门同意后，许健民当机立断，建议通过电视媒体传递火情信息。1987年5月8日晚，当全国观众打开电视收看新闻联播时，卫星云图上的

火场态势通过荧屏跃入眼帘，全国人民第一次直观地了解到大兴安岭火灾的范围、程度及发展方向，也为各级扑火指挥部制订扑火计划提供了可靠信息。

20多天后，大兴安岭山火全面扑灭。这次火情卫星遥感服务贯穿始终，在连续一个月时间里，新闻联播专题播报卫星云图，不仅开启气象卫星遥感应用的先河，让更多人看到和理解气象卫星的价值，同时也坚定了许健民及其团队要尽快把风云气象卫星地面系统做好的信念。如今，许健民家中仍保存着当

年大兴安岭火情的云图资料，时刻提醒他坚守初心。

1988年9月7日4时30分19秒，我国第一颗自主研发的极轨气象卫星风云一号A星成功发射。

这条从无到有的路有多艰难，许健民和他的团队都知道。

“这样抖是不能接受的”

随着我国风云一号和风云二号系列卫星发射，我国已经具备自主发射极轨、静止两类气象卫星的能力，但卫星的稳定性并没有达到设计指标。其中，风云二号卫星动图存在明显的抖动问题，特别是一次故障后，云图几乎成了“废图”。

当时，世界上所有的静止卫星都存在动画抖动的情况，但这个问题就可以妥协吗？“这样抖是不能接受的。”许健民很坚决。

他收集起卫星“废图”，按照时间顺序放在一起观察，发现地球圆盘在卫星云图上呈周期式的摆动和旋转，周期恰好等于卫星围绕地球公转一周所需的时间。

“云图的抖动是有规律的！这样的图像表现，一定是受到某种规律支配的结果，就从这里入手！”许健民喊来学



风云气象卫星在轨运行图 供图：国家卫星气象中心

生陆风、张晓虎等人，重新学习高等数学、线性代数等大学课程，验算卫星定位公式。

面对巨大压力，许健民亲自主持分析研究，带领团队推演公式，一千多个日夜，几个人手算了一百多张草稿，最终推算出基础公式错误，在风云二号C星发射前一个月，在世界上率先解决了卫星抖动问题。

“陆风、张晓虎做了大量计算，李希哲、张青山、邱康睦、王大昌等技术负责人对风云二号成图做出了贡献，郭关生同志做了大量的组织工作。”事后，许健民将功劳归功于团队。

2006年10月，时任美国国家航空航天局（NASA）局长米歇尔·格里芬来访，观看了风云二号卫星实时云图。回国后，他在NASA网站的主页上写道，在中国遇到能干的、敬业的、积极的人；也记录了卫星中心通过一个非常精密的算法，矫正了地球视运动，解决了图像抖动问题。

在此基础上，许健民趁热打铁，对地面系统中的软件进行了大检查，把所有曾经发生过的问题像拔钉子一样，一个一个解决。

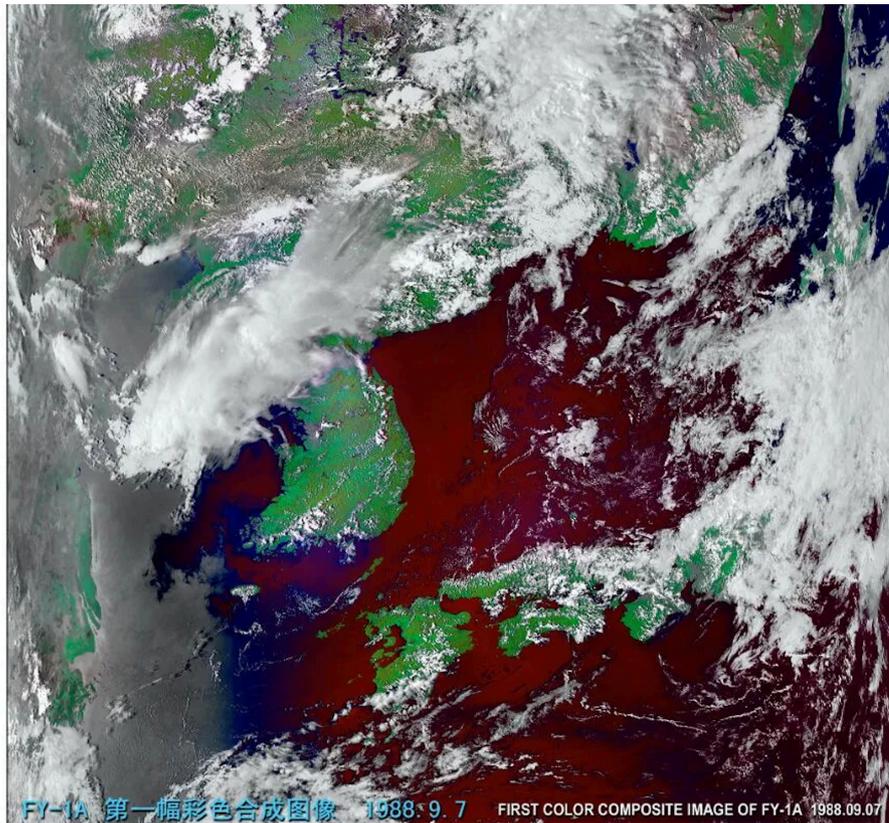
自此，地面系统的稳定性大大提高。

“准就是效益、威信、话语权”

21世纪初，风云气象卫星存在的软硬件问题几乎解决，可以稳定、高质量地完成监测任务。那时，我国数值天气预报正在紧锣密鼓地开展，许健民认为，卫星不能只有云图产品，数据也可以在数值预报中发挥巨大的作用。

“改善天气预报准确率是我们的天职。”他立志要将卫星数据应用于数值预报模式，为中国天气预报的改进做出更大贡献。

提高气象卫星产品的精度是卫星数



风云一号A星第一幅彩色合成图像 供图：国家卫星气象中心

据进入数值天气预报模式的关键。为了验证数据可用性，卫星中心还将风云气象卫星数据送至欧洲中期天气预报中心（ECMWF）进行评估。

“关于‘风’这一个要素，他们就要用260多种图来评价。从上往下看，从南往北看，从东往西看……”许健民回忆，当时要求非常严苛。

第一次的评估结果并不理想，但许健民却认为，这是好事儿，恰好指出了问题所在。

当时，由于建设气象卫星系统工程的需要，卫星中心大部分人员是计算机、通信、无线电专业的，对气象不甚了解。“个人目标和组织目标需一致，我们要继续学习。”许健民说。

云图包罗万象，许健民要求所有业务人员每天都要看云图，从云图中学习天气、了解天气。为提升数据精确度，他与同事反复修改、对比、分析，组织

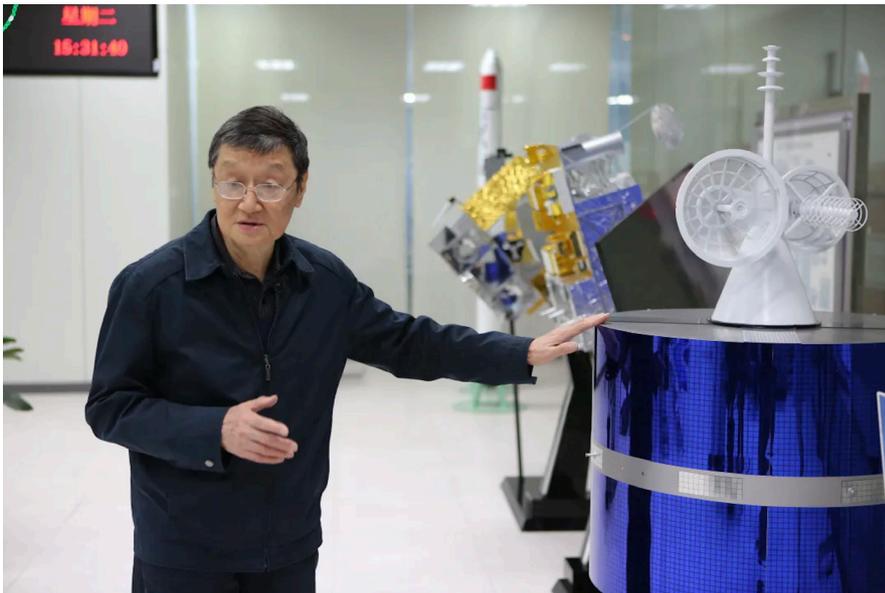
大家翻译大量文献，学习、思考、分析、归纳，总结成教材。

通过观察云图，他们尝试利用云的运动推导了地球上大范围的风场分布，大大提升了风的预报水平，也为国际气象卫星事业提供了新的视角。

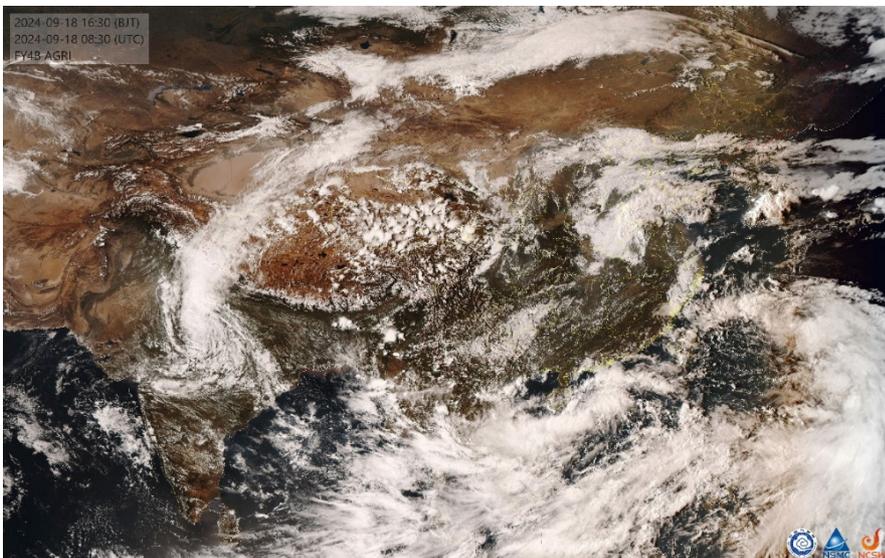
再次修正提高的数据得到ECMWF的高度评价。“根据观察，中国风云气象卫星的资料已经有了极大的改善。它的资料质量和METEOSAT-7卫星（当时世界上最先进的卫星之一）一样好。”

当时气象科研领域主流的数据来源还是欧美国家的气象卫星，许健民主动参与到高校气象科研团队组会，“推销”风云气象卫星数据。

从接收国外云图到发射自己的卫星，从提供卫星抖动解决方案到为全球百余个国家和地区提供卫星数据和产品，风云气象卫星精进之路步履不停。



许健民在介绍气象卫星 供图: 国家卫星气象中心



风云气象卫星每分钟更新一次的云图, 让万千气象尽入我们眼中。

许健民提出, 尽管中国气象卫星国际地位不断提高, 依然要不断精进基础工作, 提升数据准确度, “准”就是效益、威信、话语权。他形容这个过程是“练内功”, 是每个卫星气象工作者必须要做的事儿。

“我做的事只是很小的一部分”

今年, 许健民已经82岁高龄。在中国气象局大院里, 经常能遇见他背着一个驼色帆布袋, 步子很小但迈得

快的身影。

许健民的很多习惯与年轻时无二致——仍旧每天到岗, 看云图、分析天气; 每次坐飞机, 他都会拍摄云, 等飞机落地了, 就拿出来跟云图做对比。

许健民看云看了60个年头, 风云气象卫星从无到有也走过55年。从参与第一代风云气象卫星设计、第二代卫星框架搭建, 到如今指导第三代卫星设计。在每一次规划中, 许健民都会提出很多设想, 要实现主动遥感观测和微波

观测, 要能应用于生态、农业、能源等领域……

如今, 这些设想正加速实现, 风云气象卫星以超乎想象的速度快速成长, 成为中国民用遥感卫星的典范。目前, 我国已发射21颗风云气象卫星, 8颗在轨运行, 为全球133个国家和地区提供卫星数据和产品, 为70多个国家提供应急保障服务。后续即将发射的风云气象卫星将以更先进技术, 精准洞察风云变幻, 深度赋能国计民生。

在空间天气业务方面, 当前, 我国已形成天地一体化的空间天气业务监测格局, 空间天气预报准确率处于国际先进水平; 同时, 形成以定量预报为主的规范化预报预警业务, 并不断开拓新的应用领域, 交出“风云太空”征途上一份份亮眼“成绩单”。

“其实我做的事情只是卫星中心工作中很小的一部分。”每每被问及贡献, 许健民都很谦逊。

许健民到底是个怎样的人? 对很多人来说, 他本身就是一种激励。

卫星中心主任王劲松表示, 许健民院士以近60年如一日的坚守与奋斗, 投身风云系列卫星研发, 为风云气象卫星的成功研制和持续精进做出巨大贡献。站在新起点, 我们要传承院士精神, 直面挑战, 矢志奋斗, 不断创新, 团结协作, 为推动气象高质量发展做出更大贡献。

用毕生心血守望风云, 以开放胸怀培育后学。如今, 在许健民的书房中, 仍挂着他小时候最喜欢的两句话, 而这仿佛也是许健民的写照——耳边总有风声雨声读书声, 心里也装着家事国事天下事。(本文选自中国气象局)

重视组织建设，个人只是浩瀚江河中的一滴水

文 / 许健民

编者按：近日，中国气象局国家卫星气象中心许健民院士团队在《光学学报》“风云卫星”光学技术与应用专题中发表特邀综述《风云静止气象卫星的图像导航和大气运动矢量》，介绍了我国自主研制的风云二号、风云四号气象卫星的图像导航及大气运动矢量算法，展示了大国重器中所凝聚的科技工作者的心血与巧思。文章见刊后，许院士曾在多个场合，多次强调：“我只是做了一点点事情”“现在的事情都需要许许多多的人一起配合才能干好”。的确，风云系列卫星顺利在轨运行，离不开研究团队的不懈努力，以及多个科研部门间的通力合作。

许院士今年已逾八十高龄，但他仍然奋战在科研工作的一线，许多同事表示：“哪怕是周末，都常常能在单位中看到许老的身影；时至今日，许老已在国家气象卫星中心工作近40年，他时时刻刻严格要求自己，也鼓励越来越多的年轻人投身于气象领域的研究中”。许院士对于团队建设与发展过程中个人与集体的关系、如何做好工作与如何用人等备受科研工作者们关注的现实问题，有着自己的独特感悟和经验，我们有幸能够将许院士的观点分享给广大读者，期望他的精彩论述能够为读者朋友们带来洞见与启示。

目标一致，在“大我”中实现“小我”

一个人，身在某个组织之中，是否认同这个组织，并全心全意地为这个组织服务呢？

诺贝尔经济奖获得者西蒙，对组织认同给出这样的定义：“认同，就是一个人在做决定时，对若干种备选方案的评价，如果以这些方案给群体造成的后果为依据，那么我们说，那个人与那个特定的群体认同了。”这里西蒙所说的认同，就是“个人目标和组织目标相一致”。如果一个人所在的组织是国家单位，那么这样的认同，就是这个人响应习主席号召“不忘初心，牢记使命”的表现。



认真查阅资料的许健民 供图：国家卫星气象中心

“个人目标和组织目标相一致”是不容易做到的。组织上要求你完成的工作，可能与你的专业、兴趣不一致。在这样的情况下，你可能要加倍努力，学习与任务相关的知识，只要你有良好的数理基础，通过一段时间的努力，这是可以做到的，兴趣也是可以培养的。

现在的许多工作任务，都是由团队来完成的。个人的劳动，往往体现在团队的集体成果之中。因此，不仅要多读文献、多看资料，还要与团队的成员多讨论，既学习别人的长处，又为团队做出自己的贡献。在团队的内部，成员与成员之间在处理好相互关系的时候，要遵守共同的行为规范，尊重和承认他人和集体的劳动成果。

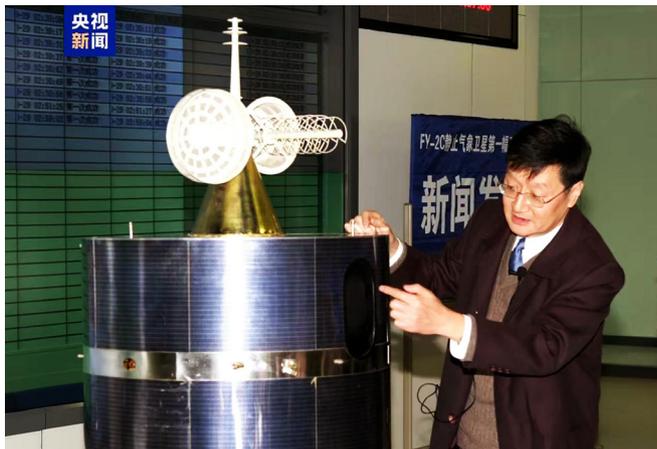
对工作任务要有紧迫感，要做得既快又好。只有最优秀的工作，才会受到重视。如果一个人能为组织解决问题，一定会受到大家的青睐。所以说，组织认同，

是一个事业生涯的重要处事准则。

“见树见林”，抓住问题关键

对气象研究领域来说，天气预报是一个系统工程。不论做数值天气预报模式的开发，还是做卫星观测资料的处理，都需要利用尽可能完整、正确的专业知识，按时高质量完成任务。工程技术与科学研究，它们的工作重心是有很大的不同的：研究工作关注创新，不仅关注别人没有发现过的自然现象，还要指出新发现的自然现象之所以能够存在的机理；工程则更加关注成功，要求把任务做得完整、正确、准确、可靠。因此，工程工作对参与工程的科技人员提出了非常高的要求。

对于工程科技人员而言，他们所面对的专业领域容不得自己选择，需要解决哪方面的问题，就要把这方面的基础知识从头学起来，逐一弄懂弄通，成



许健民在介绍气象卫星



风云一号B星

为内行和专家。此外，对工程人员的要求，侧重于解决问题。解决问题要从对存在问题的精准定义入手。对存在问题的科学、精准定义，是妥善解决问题的基础。如果对存在的问题看不清，没有找到切入点，只进行一般的号召，大概不会有什么效果；切入点找准了，就已站在解决问题的半路上了。切入点来自对情况的深入调查和形势的正确判断。了解情况和认清形势，要做到“见树见林”：“见树”，是指对事情的细节，要有透彻的洞察；“见林”，是指对事情的全貌，要有总体的理解。只有既在宏观上看到事情的全貌，又从微观上理解它的细节，才能科学地提出问题、解决问题。

实际的工程工作，需要经受实践的检验：与实际资料做比较，对不对是硬道理。这就是“实践是检验真理的唯一标准”。气象现代化工程体量大、涉及的专业面广，以做正确为考核标准，对工作精度有极高的要求，且要求系统能适应各种恶劣的环境条件，可靠地工作。其中有许多是工艺性的工作。工作中要认真分析资料，这要耗费大量的时间。看资料与学习基础知识、读论文一样重要，要舍得花时间。此外，看资料要有灵感。灵感就是追根溯源，察觉事情的本

质。要灵敏地察觉，问题可能在哪里。这样的灵感，来自扎实的基础知识、大量资料的阅历和对问题的反复思考。

不幸的是，在问题没有解决以前，人们对存在问题的理解，往往是不全面、不深刻的。因此，在解决问题的过程中，还要不断地去观察、体验、感知、认识和分析，领悟其中的脉络、调整思路，找到解决的办法。另外，还要简明扼要地把事情表达清楚，这样才能获得领导的支持、公众的共鸣和团队的响应。

明确目标、团结协作，变“不可能”为“可能”

在学习和观察之后，要明确工作目标：做任何工作，都是“先有目标，后有行动”。选择工作目标，比完成工作目标的过程更加重要。选择的原则，是这个目标完成以后，可以对形势和局面的改观发生什么影响。影响大的工作优先做。目标必须具体——“可度量、可考核、可检查”。如果当前的目标存在偏差，可以在实践中改正。只要坚持实践，不断总结经验教训，一定可以找到正确的道路。只怕没有“可度量、可考核、可检查”的工作目标。

有了目标，还要做好工作，以达

到目标。该过程中遇到困难是必然的。那些困扰着我们的热点问题和不理想的状态，之所以存在，其中一定有错综复杂的因素和矛盾，它们相互之间盘根错节，交织在一起，形成了“看似无法解开的疙瘩”。对于决定要解决的问题，需要努力去克服困难，把它解决掉。在解决问题的过程中，有时甚至会陷入困境。此时要一步一个脚印，确认每一步都对；还需要有坚持不懈、锲而不舍的精神，不要轻易放弃目标。克服困难的体会，只有在走出困境后才能领悟。置身于困难之中，犹如置身热带雨林，荆棘丛生，找不到出路；问题解决以后，回顾过去的经历，就好似登高远望，一览无余。

除了建立明确的目标，在团队建设工作中，还需要有团结合作的工作精神、相互认同的行为规范、敬业的参事人员、扎实的基础知识、互补的专业技能、详细的档案记录和互相体谅的工作环境。其中：项目负责人特别重要，他需要带领队伍克服困难；团队成员则要发挥自己的专长和优势，为组织目标做出贡献。形势的改观和局面的突破，是通过一系列优秀工作的实现达到的，绝非来自空洞的一般号召。要用高质量的工作推动事业进步。因此，专业门类比

较齐全的科技人员和他们的有效组织是成功之本。

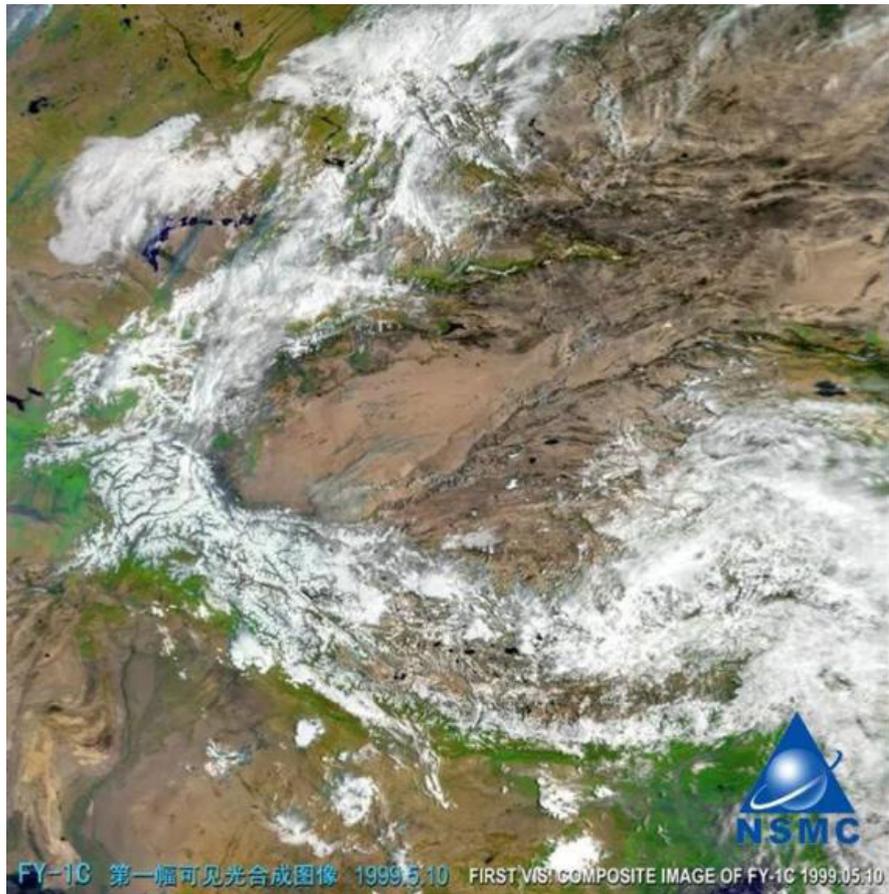
关注以上几个方面，对于高质量完成工程工作是非常重要的。我们要不畏惧失败，不断地去实践，成功的经验和挫折的教训都会帮助我们锻炼队伍、增长才干。

各精其业、各司其职，铸造高水平团队

事情都是人做出来的。在组织机构中，工作职责的划分和参事人员的素质是密不可分的。组织机构中大致有3种人——研发人员、业务人员和管理人员：研发人员要做细致的探索、观察、分析工作，在貌似杂乱无章的世界中发现客观存在的事实，并指出它的机理；业务人员有广博的知识，善于察觉问题，提出解决方案；管理人员要知事、知人，爱护、珍惜、关怀、团结、带领自己的队伍，从一个目标引向下一个更高的目标。在团队内部，任何人要与其他成员相互尊重和补充，协作共事。

在组织机构中，对带头人和从业人员的要求是不一样的。其中学科带头人非常难得，大概需要有以下几方面的条件：（1）具备所从事工作领域的基础理论知识和经验积累；（2）有感知洞察能力，能从貌似杂乱的表象中，定义存在问题的本质；（3）有强烈的工作意愿和动手能力，能坚忍不拔地做工作，克服困难；（4）能出于公心办事，对组织忠诚、对下属体恤、对自己严格，有号召力；（5）了解可以为自己的目标发挥作用的内、外部力量，知道谁行、谁不行，善于调动可以利用的力量去解决问题；（6）有表达能力，三句话把事情讲清楚。

这样的人很少，但是一定有。他们的品德和才干，可以在实践中获得升



风云一号C星首幅可见光合成云图 风云一号C星是我国第一代业务极轨气象卫星的首发星，突破了长寿命稳定运行的技术，被国人誉为“争气星”。它被世界气象组织正式列入世界业务极轨气象卫星序列，被列为20世纪末中国三大事件之一铭刻在中华世纪坛上。

华。通过业绩，他们获得和自己的能力相匹配的学术地位、经济地位和社会地位，这才合理。我相信，在任何年龄段的人群中，都有优秀人才，要及时提拔重用。让他们在三四岁时，就可以担负重任，五十岁便显得有些晚了。

除了领军人才以外，还要有一大批兢兢业业、爱岗敬业、安心和热爱本职工作的科技人员，苦活、累活、没有利的活都愿意干，他们对待本职工作的质量，就像对待自己的孩子一样，力求完美。这不仅是一种工作态度，更是一种文化境界。我们科技人员要珍惜自己为国家做贡献的机遇，以强烈的工作意愿和工作责任心，去做好自己的本职工作。人生非常短暂，一定要抓紧。从学校毕业到退休，也就三十多年，一晃而

过。如果每五年做一件像样的事，一个人一辈子也就做五、六件事，没有做好工作的强烈意愿，很可能虚度一生。

无论做什么工作，都需要把着力点放在与自己的职务和职责相应的杠杆支撑点上，在自己职务所在的层面上发挥作用。对于做出了显著成绩的人员和团队，要及时恰当地给予肯定；即使科技人员在短时期内遇到了困难，只要他在踏实努力地工作，也不求全责备。一个人在一生中能够做出少数真正创新的科研或成果，或真正起作用的工程成果，实属不易。（本文选自中国激光杂志社，有删改）

中国工程院许健民院士漫谈气象卫星（实录）



2009年2月6日，中国工程院许健民院士做客腾讯网，漫谈了气象卫星及其应用。

以下为此次访谈实录：

郭桐兴：各位观众大家上午好！欢迎大家来到院士访谈！今天我们非常荣幸地请到了中国工程院院士，国家卫星气象中心前主任、总工程师，国家卫星气象中心风云二号气象卫星地面系统总师，我国著名的卫星气象专家许健民先生，许老师您好！

许健民：大家好。

郭桐兴：欢迎您！今天我们想请许老师谈谈关于气象卫星的话题，首先请您介绍一下气象卫星的发展历史和现状。

许健民：好，我是从1986年开始进入气象卫星这个领域。在这个领域里工作了20几年的时间。气象卫星这个领域

是一个发展非常快的领域，大概回顾一下历史情况：在1954年的时候，当时美国从德国俘获了VF-2火箭，有人主张用这个火箭带一个照相机升到上面去，从高空向下面拍照片，看一下云是什么样的。当时得到了从高空拍摄的云图，这些云图就拿去给当时非常著名的气象学家，挪威人J.Bjekness看。Bjekness是天气预报的奠基人。锋面理论就是Bjekness提出来的。这些照片给他看了以后，问他这样的照片是否有用。Bjekness说非常有用。于是美国开始发展空间对地观测技术。当时美国比苏联稍微落后一点。苏联第一个发射了人造卫星。但是美国发射的第一颗人造卫星是实用的气象卫星。1960年美国第一颗气象卫星发射以后，它得到了许多非常有用的天气系统的照片。在气象卫星上所看到的天气系统，它们的结构、轮

廓、形状，和用天气资料分析出来的概念模型是如此之相似，这样就使得气象工作者受到非常大的鼓舞。从前气象工作者怎么认识天气呢，就是依靠各个地方放气球，然后分析气球所携带的仪器观测到的气象要素，如等压面高度、温度等。分析这些要素资料以后，归纳出天气系统的概念模型。认为气旋是什么样的结构、台风是什么样的结构。当时已经有一些根据常规气象观测发展出来的理论。这些理论中的天气系统图像，与从空间拍摄到的云图照片居然非常相似，说明以前的理论是非常符合实际的。这样就使得当时的气象工作者受到非常大的鼓舞。所以，许多人投身于卫星气象工作，使近半个世纪以来，气象卫星和卫星气象得到了长足的发展。

国际上第一颗气象卫星出现于1960年。中国提出做气象卫星是比较早的，当时是得益于周恩来总理的敏感性。1969年的11月份，我国南方遇到非常严重的冰凌。当时的通讯手段十分有限。没有手机，没有卫星，没有光缆，靠什么呢？靠电线，挂在电杆上的通信电缆。由于有很强的冻雨，冻雨就是在电线上结冰了。把北京到广州的通讯电缆弄断了，使得通信瘫痪。当时周恩来总理召集了中央气象局、四机部等单位的同志一块儿商量这件事情，有没有可能做出预报。周总理当时说了四个“落后”，就是讲中国当时落后。他提出来要发展中国自己的气象卫星，在中国的气象卫星还没有上去以前，要接收

和利用外国气象卫星的资料。周总理提了这件事以后，当时的中央气象局成立了一了机构落实总理指示，研究怎么样发展气象卫星的事情。这个机构取名叫701办公室。701指1970年1月成立的。后来，这个机构发展成现在的国家卫星气象中心。

郭桐兴：这就是国家卫星气象中心的前身？

许健民：是的。当时遇到了很多困难，当时是“文化大革命”，我们跟外面的联系不是很广泛，当时的技术、知识条件都是比较差的，但是起步了。这个起步比较早，1960年美国第一颗气象卫星上去，我们1969年开始提出做气象卫星。

郭桐兴：只差了9年，可见当时还是非常有远见的。

许健民：是的，如果当时周总理没有提出来，估计现在没有这么好的发展。国际上还有几件事情是比较重要的，要说一下。1960年的卫星拍摄的是可见光云图，什么意思呢？就是利用太阳的反射光来拍照片。与以前我们在阳光下拍黑白照片有些类似。

郭桐兴：对，很直观的。

许健民：那时候的卫星只有一个可见光通道。晚上是没有云图的。

郭桐兴：对。只有在有阳光的情况下才可以看到云图？

许健民：对，后来到了1970年，美国发展了红外云图技术，用红外线拍云图，同时还做了另一件非常重要的事情，在卫星飞行的过程中，直接把卫星云图数据广播下来，任何地面站只要有一个接收机，就可以收到云图。叫作数据直接广播。

郭桐兴：等于是同步的？

许健民：对，这两件事情太重要了！第一件事情是有了红外云图，有红



风云一号D星青藏高原可见光云图 风云一号D星在风云一号C星基础上进一步提高稳定性，为更精确地中长期天气预报和气候预测提供必要的基本资料。

外云图意味着白天、黑夜都有云图。

郭桐兴：晚上没有阳光的情况下，照样可以工作？

许健民：这样，白天、黑夜都有云图了。

郭桐兴：24小时不间断。

许健民：还有，数据直接广播是非常有意义的事情。卫星观测到的数据不需要回到气象卫星中心站，然后再广播出来。如果那样做，等使用云图的人接收到，已经迟了。数据直接广播使得许多气象台都可以直接接收到云图。

郭桐兴：同时可以分享气象的信息？

许健民：对，这个技术发挥了非常重要的作用。你想如果云图只有少数几个人在看，那么对云图分析的技术，会发展得很有限。如果云图被广大气象台都看到，许多人来看云图，那么云图使用的经验和水平就提高得非常快。所以

数据直接广播是非常重要的事情。

郭桐兴：是的。

许健民：还有一件非常重要的事情，就是发展了静止气象卫星。

郭桐兴：静止气象卫星？

许健民：我所负责的风云二号气象卫星就是静止气象卫星。以前的气象卫星是极轨气象卫星。极轨气象卫星可以获取全球资料，但是对一个地方，不是连续不断地在看。极轨轨道卫星通过一个特定的地方，一天只有两次，一次白天、一次黑夜，因此发射一颗卫星，一天对一个地方只看两次。

郭桐兴：极地轨道卫星是围绕着地球转。

许健民：对，它通过地球上某一个地方时的地方时间是相同的，得到同样的太阳光照度，但是这个卫星不利于连续不断地对同一个地方进行观测。



1997年6月，风云二号A星发射场扣罩

郭桐兴：对，要固定地观测一个地区，效果就不是那么好？

许健民：如果把气象卫星的轨道摆在36000千米那么高，那么气象卫星围绕地球旋转的角速度就和地球自转的角速度一样，这个卫星就好像是静止在空中一样。

郭桐兴：锁定、固定在一个区域范围？

许健民：对，这样有了静止气象卫星。静止气象卫星对天气预报有非常大的作用，因为它可以连续不断地在一个地方进行观测。

郭桐兴：固定在一个地区？

许健民：所固定地区非常大，比如说风云二号气象卫星，它观测的东西南北范围非常广，北到西伯利亚，南到南大洋，西到非洲东部，东到太平洋西部。大概涵盖地球面积的三分之一，可以对这些地区进行连续的观察，这是非常有用的。

还有一件事情是出现了垂直探测仪，最早的卫星只能看云、地表的图像。出现了垂直探测仪以后，可以看大气的温度、湿度的垂直分布情况。这就起到了类似探空气球的作用。这个作用

就大了。因为如果要放气球，必须有人，在没有人的地方就没有探空资料，有了卫星垂直探测以后全世界所有地方都有资料了。

郭桐兴：对任何地区都可以进行观测和监控？

许健民：但是这件事情也不是一帆风顺。美国有个非常著名的卫星气象专家Smith。他曾经对我讲，卫星垂直探测仪刚刚出来的时候，他们觉得非常兴奋，他们觉得观测大气的问题，通过卫星就解决了，全球都有资料了，许多地方的温度、湿度等气象要素可以从卫星得到了。气象要素非常重要，我们依靠气象要素做预报嘛。他们当时认为这个问题解决了，但是数据下来以后，发现还不行。

郭桐兴：为什么？

许健民：精度不够。所以得不到好的效果。这件事情曾经困扰过气象学家很长时间。到后来，有一个英国人Eyre，他提出一个新的思路，来利用卫星垂直探测仪的资料。卫星观测的是辐射，在气象卫星应用的早期，人们自然地认为，应当把卫星观测到的辐射量转变为大气的温度和湿度等大气状态物

理量，然后拿温度、湿度状态来计算大气运动的状况。理所当然，大家就这么想。但是这么做引入了不必要的反复转换的计算误差。Eyre提出一个新的思路，直接让数值天气预报模式接受辐射要素。这就避开了从卫星观测辐射量转变为温度和湿度，再进入数值天气预报的弯路。直接进行计算，直接得到结果。这样就使得卫星资料对数值天气预报的作用，从负效果变成了正效果。

郭桐兴：过去少走了不少弯路？

许健民：有了数据直接同化，卫星资料在数值天气预报中可以使用了。过去虽然有资料，但是用不好，有了这个技术，卫星资料就用好了。现在天气预报的发展，在很大程度上就是由于卫星资料和数值天气预报的结合。卫星上观测的数据覆盖全球，使得全球都有资料，卫星资料在天气预报中的使用，使得天气预报的面貌发生了很大变化。

从卫星资料用不好到用好过程，我们应当领悟到什么呢？我觉得非常重要的，就是每件事情，都要做好，做得不好不管用。比如说，如果当时有了卫星垂直探测资料，但是你觉得它不好用，有误差，不去琢磨如何用好它，那么卫星资料可能会被认为是不管用的。气象卫星的应用不会发展到现在的水平。所以每件事情都要力图做得非常好才行。以上是过去气象卫星和卫星气象发展过程中非常重要的几件事情。

国际上气象卫星向什么方向发展呢？有两个方向非常重要。一个是微波观测，一个是主动遥观测。我们现在用气象卫星观测云和大气主要用光学遥感的办法。光学遥感指感应太阳的反射光、地球的红外辐射。如果用微波波段，这个波段的辐射波长比红外辐射还要长。用微波可以穿透云顶看到云系内部的性质，这个技术目前正在发展当

中。

郭桐兴：崭新的技术。

许健民：新技术，如果不仅看到云顶，还可以看到云系内部的结构，那么天气预报还能发展。这是第一件事情。第二件事情，现在地面上已经有了雷达，有人想把雷达摆到卫星上去。

郭桐兴：放到空中来观测？

许健民：把雷达摆到气象卫星上面去，从上而下地看云系的内部结构。所以气象卫星还在发展，发展得非常快，还有很多工作要做。

郭桐兴：是的。许老师您能给我们介绍一下目前我国气象卫星跟世界发达国家相比较，我们大概处在什么位置？

许健民：从两方面来说，第一个方面，从1969年以后中国做了大量的工作。中国的气象卫星系统从仪器、卫星到数据处理、应用这一套东西都依靠自己的力量建立起来。应该说做了许多工作。在有些方面是做得挺有特色的，受到国际同行的认可。在极地轨道、静止

轨道两个系列，我们都形成了业务化观测。极地轨道我们有风云一号和三号卫星，静止轨道我们有风云二号卫星。这些卫星都进行了连续不断地观测。达到的水平，目前的风云二号大概相当于国际上90年代初期的水平，风云三号有一些方面与现在美国的卫星差不多了。取得了许多成绩，这是一个方面。

但是应该看到咱们跟国际上比，技术方面还有很大差距。差距在哪呢？比较一下，美国第一颗卫星是1960年发射的，我们第一颗卫星是1988年发射的。差了二十多年。美国的静止气象卫星是1974年发射的，我们到1994年才有静止气象卫星。也差了20年的时间。我们静止卫星投入业务化也是差了二十多年。纵观下来，从美国人办成一件事情到我们办成同样这件事情，基本上有二十多年的时间差。另外还有一些事情，人家已经做了，我们还没有去做。所以应该说我们跟国际先进水平有一定差距。但是我们也要看到，我们现在气象卫星系

统，整个都自己做出来的，并且达到了比较先进的水平，这是不容易的。

郭桐兴：完全是自力更生的，独立自主？

许健民：完全是自己做，而且在某些方面我们受到国际同行的称赞。

郭桐兴：这也是值得我们自豪的。

许健民：我们某些方面做得跟他们一样好，甚至更好。

郭桐兴：虽然我们跟美国有二十多年的差距，但是在某些领域我们做的非常优秀。您讲的非常客观，非常实事求是。另外许老师能不能给我们介绍一下我们国家气象卫星发展的情况？

许健民：发展气象卫星这个技术，是一个国家综合国力的体现。为什么呢？因为要有许多的行业一块干才能干得成，并不是做气象人想做就做成的。

郭桐兴：不是某一部分人可以独立做成的？

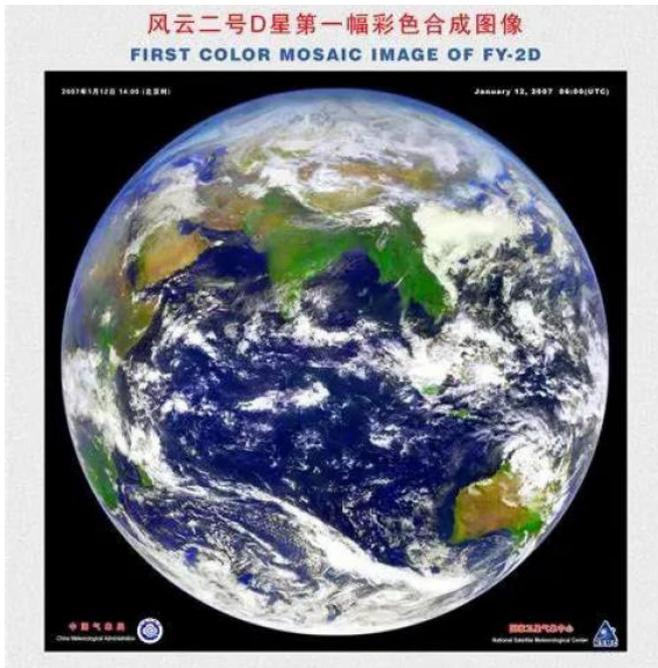
许健民：对，气象卫星是由国家总抓的，由工业和信息化部牵头来做。有

风云二号C星第一幅可见光图像 FIRST VIS. IMAGE OF FY-2C

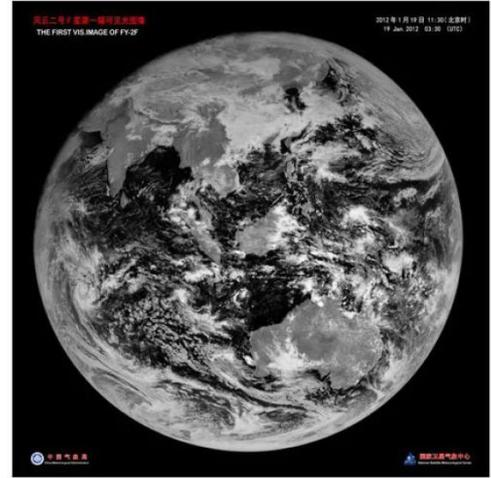
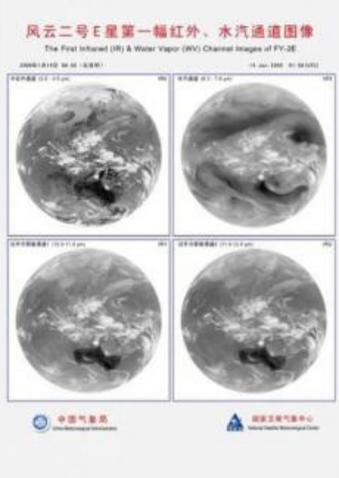
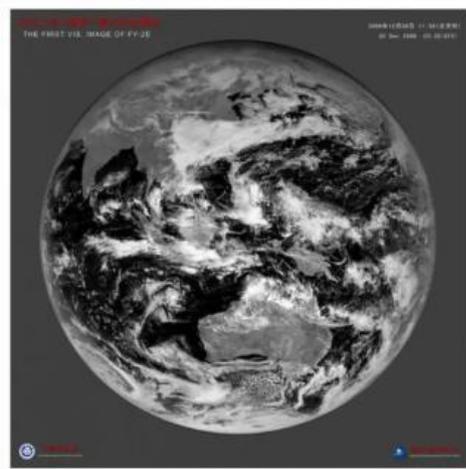


风云二号C星首幅可见光图像 风云二号C星(2004年10月19日)它是我国第一代静止气象卫星的第一颗业务卫星，被世界气象组织纳入全球地球观测业务卫星序列，成为全球地球综合观测系统的重要成员。

风云二号D星第一幅彩色合成图像 FIRST COLOR MOSAIC IMAGE OF FY-2D

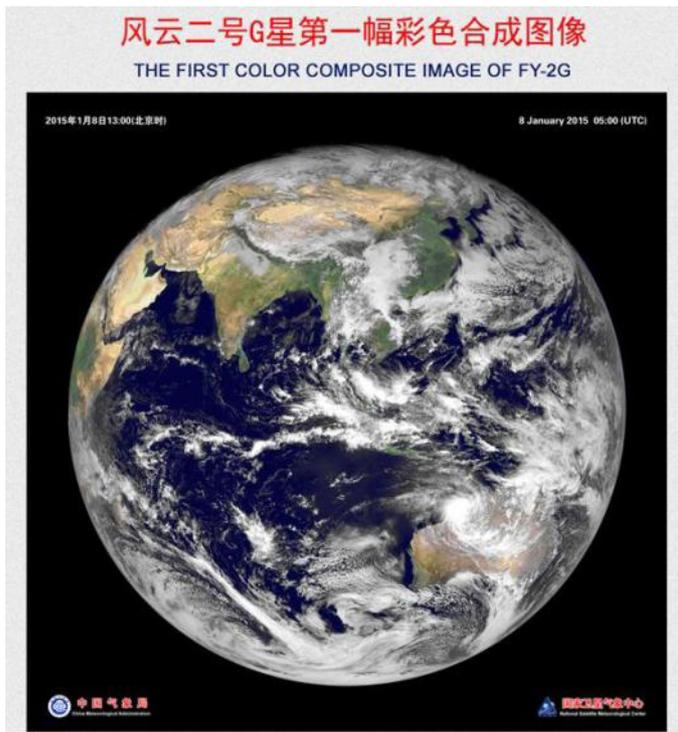


风云二号D星(2006年12月8日)首幅彩色合成图像 风云二号D星与风云二号C星形成双星组网观测，实现了我国静止业务气象卫星的“在轨备份”。



风云二号E星首幅可见光、红外、水汽图像

风云二号F星可见光云图。风云二号F星是风云二号03批卫星的首发星，进一步提高了定量应用水平，具备更加灵活的、高时间分辨率的特定区域扫描能力。



风云二号G星首幅彩色合成图 风云二号G星保障了我国静止轨道气象卫星观测业务的连续稳定，形成“多星在轨、统筹运行、互为备份、适时加密”的格局。

可不是一件容易的事情。比如说对于静止气象卫星而言，静止气象卫星离地面的距离是36000千米，这是什么概念呢？就是地球半径的6倍。对不对？

郭桐兴：对。

许健民：就那么远，来看地球。这么远看地球，你怎么得到一张清晰的图像呢，你不可能像我们拿数码相机在天上给地上拍张照片，那样不可能获得高质量的图像。

郭桐兴：不是那么简单的？

许健民：不是那么简单的。怎么办呢？其实卫星对气球的观测是一个点、一个点地观测。卫星上那么大的镜头，聚焦在地球上一个点上。

郭桐兴：锁定在某一个点，某一个位置？

许健民：这个点的大小多少呢？一公里见方。这么个大小。卫星镜头聚焦到一个点，每一个瞬间就观测一个点，然后一个点一个点，一条线一条线地扫，把地球整个扫下来。对于静止气象卫星而言，为了把地球图像扫下来，需要扫25分钟。所以现在我们看到一张云图，地球的身影，其实是一个点一个点

五大系统。

郭桐兴：哪五大系统？

许健民：卫星，包括卫星上的观测仪器；火箭，要打上去嘛。

郭桐兴：要发射。

许健民：发射；测控。

郭桐兴：地面？

许健民：还有地面系统。气象局

做的是地面系统，卫星和仪器统称卫星系统，火箭是一个系统，发射场是一个系统，测控是一个系统，地面应用是一个系统。我们就属于地面系统。五个系统一块儿做，才做成现在这样。做卫星是不容易的。卫星在太空做观测，卫星这个平台要确保精确地在预定轨道上运行，并且保持精确的对地观测姿态，这

地扫下来的。卫星的每一个动作都由地面系统控制。

郭桐兴：遥控的？

许健民：扫描后把数据送回地面，由地面系统把卫星上观测的一个一个点的资料拼接成一幅云图，好像是卫星在天上静止不动地看地球一样。这个拼接工作不仅是要做到非常完美，而且要知道卫星上所观测的每一个点是什么时间观测的，位于什么地方。

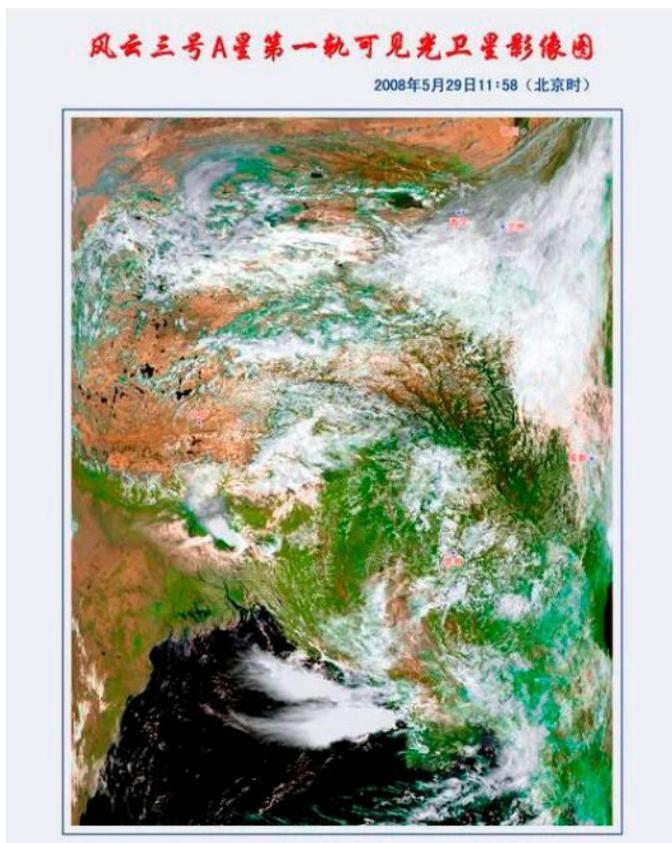
郭桐兴：都要做具体的记录？

许健民：那当然了。卫星观测一张云图，北边观测得比较早，南边观测得比较晚，从北到南要经历25分钟。每一个观测像元是什么时间获取的，你所观测的目标物在哪里。卫星所看的地方是北京这个地方吗？对每一个观测点都要知道精确的获取时间、纬度、经度，都要知道。这个技术是卫星从空间对地观测的核心技术。就是说卫星在那么远的地方看地球，25分钟取一张图，在取一幅图像的过程里，地球在转，卫星在动，卫星靠太阳对准地球，太阳也在动。在卫星动、地球动、太阳动的条件下，一个点一个点地顺序观测，取下资料拼接成一张图。

郭桐兴：在你们卫星气象中心的控制中心看云图，就好像我们人在卫星上观察地球，效果真好？

许健民：是的。这个数据处理工作，是由我们国家卫星气象中心承担的。卫星发射以后，国家卫星气象中心地面系统负责对卫星的管理和使用，做两件事情。第一件事是，卫星上去以后对卫星进行业务运行的管理，卫星什么时候开始观测，什么时候关机，什么时候卫星上的仪器要避开太阳光直射等。跟数码相机一样，如果太阳直接照射镜头会弄坏的，对卫星的管理都是由我们做。

郭桐兴：由地面指挥遥控的？



风云三号A星第一幅可见光图像 风云三号A星是我国第二代极轨气象卫星的首发试验试用卫星，标志着我国极轨气象卫星成功地实现了技术升级换代。

许健民：对，这方面要求软件非常可靠。第二件事，卫星下传的数据由地面系统处理。刚才说了卫星如何获取云图。获取云图以后，还要对数据进行处理。卫星所观测的是辐射。辐射在离开地球到达卫星的过程中，和大气介质发生相互作用，在相互作用的过程中，辐射中包含了大气的性质。地面系统利用卫星观测到的辐射，反过来可以推出来地球表面和大气的状态，大气中云的物理状态，这个工作也是由地面系统做，就是要将气象参数推导出来，供气象部门使用。我们主要做这两件事情。除此以外，还要把数据和产品分给大家。

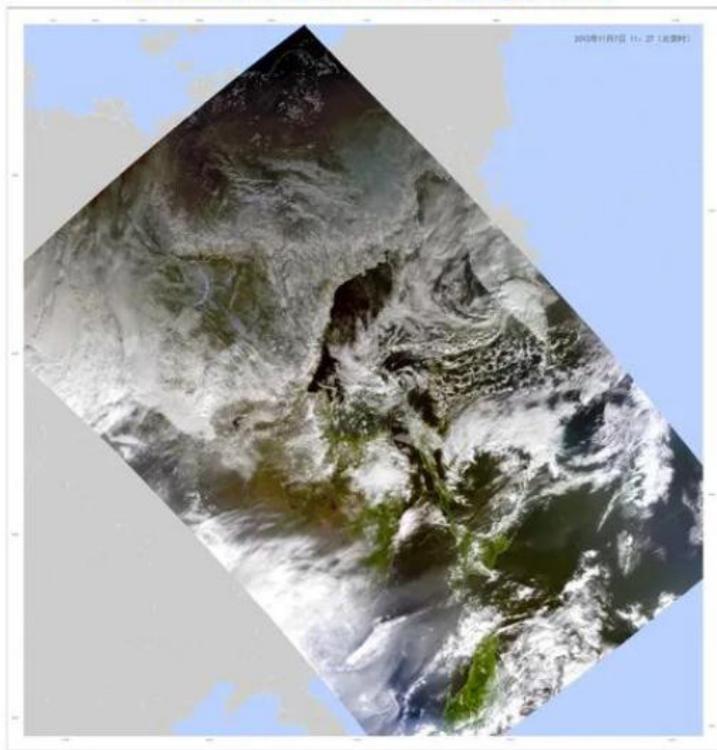
所有这一切都要做到极其可靠。现在我国的气象卫星已经可以做到非常可靠。但是在气象卫星发展的初期，我们遇到许许多多的困难，一个是卫星不可

靠，经常出点问题，有的时候数据传的时候有问题，有的是扫描辐射仪器有问题，使得有的时候数据会中断，有的数据质量不够好。地面系统也有问题。数据拿下来以后，不知道怎么去处理它。有一段时间我们做出来的云图总是不对。卫星从36000千米外看地球，怎么看的，每一细节都要搞得非常非常清楚才能设计算法。算法不对，做出来的图就不对。就是这样子。

郭桐兴：怎么处理呢？

许健民：一个一个问题解决。我们对于遇到的每一个问题，都不放过，都找到它的根源。就是说，找到根源以后，再找到解决的办法，彻底地解决它。我们叫拔钉子。比如说今天的图不好，为什么不好，一定要找到原因，把问题彻底解决了，一个问题一个问题地

风云三号B星第一幅可见光影像图



风云三号B星首幅可见光云图(2010年11月5日) 风云三号B星与风云三号A星组网,全球资料的观测时效从12小时提高到4.5小时。

解决,非常艰苦。卫星方面一个问题一个问题地解决,地面系统也是一个一个问题地解决。经过十几年,磨出来了。以前我们非常羡慕日本气象卫星的可靠性,到时间就有图,而我们当时老是担心自己的卫星会不会出问题。现在我们的气象卫星已经是非常可靠。

郭桐兴:没问题,很放心的?

许健民:很放心的,我们在外面出差两个星期,回来发现图都是好的。因为现在已经把问题解决了。一切都自动地做,全都做好。所以把工作做细致是多么重要。

郭桐兴:那次我到您那里看到的图,就是你们工作的实况,很精彩的,让人看了以后,作为一个国民也是很引以自豪的。许老师您能不能给我们介绍一下有关风云卫星的应用情况?

许健民:行。气象卫星有许多应用领域。

郭桐兴:它都有什么用途?

许健民:首先就是天气预报。可以说,现在的天气预报员在做天气预报的时候,离不开卫星云图。

郭桐兴:对。

许健民:为什么呢?因为大气是全球联系的。做一个地方的预报,必须关注周围的大气状况。比如说今年我国许多地方发生了干旱。

郭桐兴:对。

许健民:今年非常干旱,但去年冬天是雨雪冰冻灾害。

郭桐兴:是的。

许健民:今年和去年有什么差别呢?从云图上来看,今年跟去年差别就大了。

郭桐兴:对。

许健民:热带地区的对流差别非常大。2008年初的时候,从菲律宾以东一直到印度洋西部,热带对流非常旺盛,

像蒸笼一样蒸出大量的水汽。这些水汽从赤道向北输送,指向我国华南地区,同时,北方的冷空气也非常强,2008年一月到二月初的时候,冷空气和暖空气交汇在我国南岭,形成长时间的雨雪冰冻天气。

郭桐兴:当时我们国家的南岭地区,正好是南方和北方气流的交汇处?

许健民:2008年一月到二月初的时候,南岭正好是南北两支交汇的地方。2009年初,形势就不一样了。从菲律宾从东的太平洋到印度洋西部,热带对流比去年弱很多很多。整个热带对流区往东边移了,移到了澳大利亚和太平洋中部的地方。因此,在我国这个地方,不仅仅在中国,亚洲许多国家今年都发生了干旱。

郭桐兴:我看报道,河南、安徽这两个省可能旱情比较严重。

许健民:干旱。干旱就是一个大尺度现象。

郭桐兴:不是我们国家局部的吗?

许健民:不是一个局部的。气象卫星就观测到了。气象卫星对于天气预报的作用非常大。不同的天气系统有不同的云型,云的表现不一样。地球是一个自转中的星球,在旋转地球上,云系在中高纬度、在低纬度的表现不一样。从云图上的云型,可以判断天气系统的情况。天气系统的实际发展情况,对预报员预报未来天气来讲,非常重要。举个例子,过去我们是用无线电探空观测来追踪天气系统。无线电探空观测是每12个小时做一次。我大学毕业的时候,当时的预报员总是期待着下一次探空资料快点来,对每个纪录都要仔细考察。现在我们的风云二号卫星,有两颗卫星在同时工作。每个卫星每半个小时可以获取一幅云图。我们把两颗卫星的观测开始时间错开:位于东经105度的风云二

号C星从每个小时的整点、半点开始观测，位于东经86.5度的风云二号D星从每个小时的15分、45分时间点观测，这样在每年的汛期，每15分钟就可以有一幅云图，每过15分钟，云图就来了。预报人员可以不断地监视影响本地的天气系统。不仅知道自己所在的地方，而且在周围三分之一地球范围里发生的情况全都知道。这就好多啦。

郭桐兴：与12小时一次相比，等于是革命性的变化？

许健民：对，如此频繁的资料对于预报员预报天气的作用非常大。还有一个方面我们现在试图把卫星资料用到数值预报里去，数值天气预报用了卫星资料，可以更加准确。

还有一个作用，过去卫星只用于气象，其实卫星上从上往下的看，不仅仅是气象，而且看到地球表面环境的许许多多事情，比如说农作物长势。

郭桐兴：农作物长势情况也看清了？

许健民：看清啦。我可以用气象卫星做农作物的长势的监视，可以知道你这个地方现在农作物长势情况，这样就可以对年成情况做出估计。这是非常有用的。

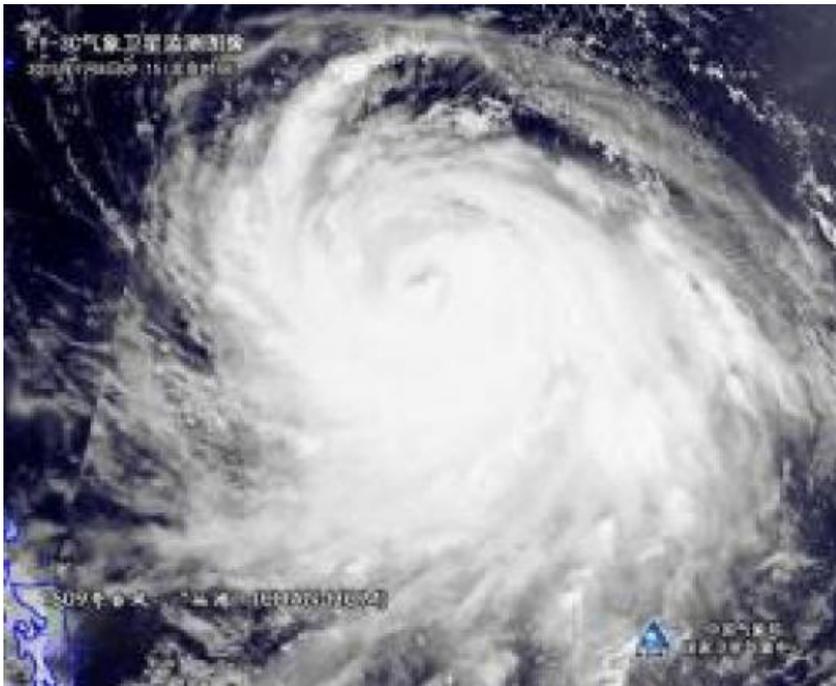
郭桐兴：是的。

许健民：还有，可以看到许多灾害，沙尘、火灾、水灾。

郭桐兴：对，我看森林地区发生火灾是通过气象卫星得到的信息。

许健民：过去林业部门需要在林区架瞭望塔，人从瞭望塔上向四周看，看的范围非常有限。有了气象卫星以后，情况就不同了。前几年东北森林大火，回良玉副总理到东北去视察情况，我们国家卫星气象中心每两个小时给他送一幅云图。

郭桐兴：给国家决策层提供一个可靠的数据。



风云三号C星台风“灿鸿”云图 风云三号C星是我国第二代业务极轨气象卫星的首发星，被《空间与重大灾害国际宪章》纳入值班卫星。



风云三号D星首幅全球影像 风云三号D星与风云三号C星共同组网，形成我国新一代极轨气象卫星上、下午星组网观测的业务布局。

许健民：这样对他们做扑火指挥起了非常重要的作用。有水灾以后也是这样的，气象卫星上，特别是静止气象卫星，云在动嘛，也是可以估计地面上水体的情况。因此，气象卫星在环境、农业、干旱的监测方面非常有用。在干旱的地区，土壤湿度低，土壤热容量小，白天地表温度很高，晚上地表温度很低，在这些地方，干旱严重。我们可以用气象卫星资料做干旱的面积指数。所以卫星遥感和常规气象资料相结合，除了对于气象以外，对环境、灾害、农业

都起了非常重要的作用。

郭桐兴：嗯，另外对国防、军事呢？

许健民：当然军队打仗也需要用到，这肯定也是。

郭桐兴：看起来气象卫星的作用真的是应用非常广泛。

许健民：还有一个要说到，现在网络非常发达对不对？

郭桐兴：对。

许健民：气象卫星中心的资料可以从网上调到。我们卫星气象中心有一个数据库，一年的资料是在线的；一年

以前的资料是离线的，但是也可以调出来。所以如果你需要气象卫星资料的话，你可以到国家卫星气象中心的网站上去调。先在卫星气象中心注册，然后告诉卫星气象中心你需要什么样的云图，什么时间、范围、种类。你告诉我们，我们的人就会给你做一个文卷，摆在我们计算机里的某一个地方，摆一定的时间。同时给你发一个邮件，告诉你，需要的文件在哪里，你在规定的时间内，可以下载你所需要的资料。你把资料拿走后，这个地方再清空，给别人使用。所以我们国家卫星气象中心的气象卫星数据是公开的，为全民所用。

郭桐兴：全民共享，任何一个网民感兴趣，都可以到国家卫星气象中心把需要相关的资料下载下来？

许健民：是的。

郭桐兴：真的很精彩！您能不能给我们介绍一下我们国家气象卫星在工作的经验和需要解决的难题？

许健民：好的。我们气象卫星能够到今天我觉得非常重要的有这么几点。

郭桐兴：哪几点？

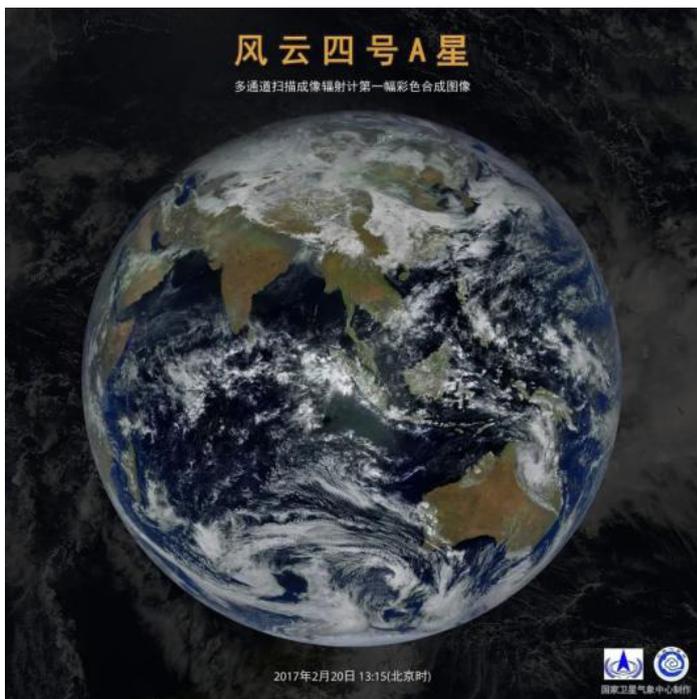
许健民：第一，我们国家的气象卫星工作受到党和国家领导人非常大的关注。1969年周总理提出要搞气象卫星。那个时候是“四人帮”未被打倒的时候，国家非常困难，那时候领导人就提出来要搞气象卫星。后来邓小平同志关心过气象卫星的发展状况。当时“四人帮”还在，气象卫星的发展比较慢，有一些困难。邓小平同志曾经过问过这件事情怎么样。后来，李鹏、江泽民、朱镕基、温家宝都亲自关心过气象卫星，并且批示过，要加快气象卫星工作的开展。所以我国国家领导人对气象卫星的关心是非常非常多的。

第二个，我觉得非常重要的就是自力更生。我觉得这个太重要太重要！用市场换技术，这个技术是换不来的，这个要明白。

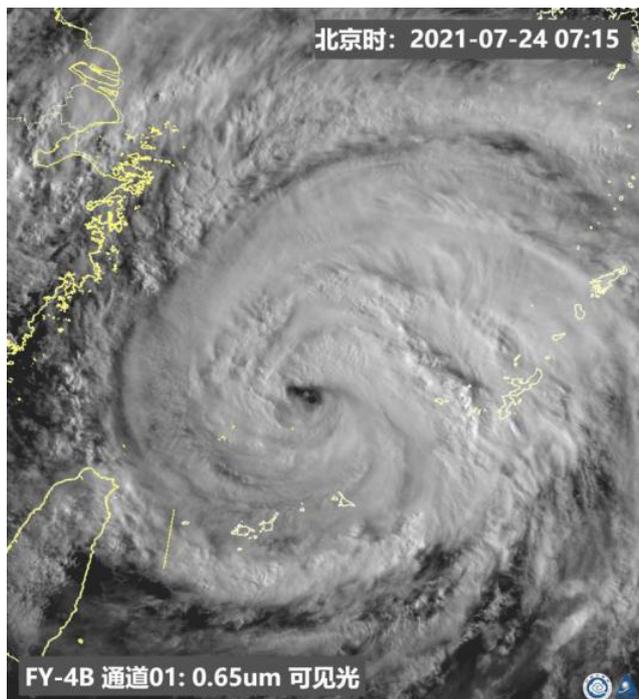
郭桐兴：核心技术，人家对我们是封锁的。

许健民：我的气象卫星从天上到地下的技术，都是依靠自己发展的。我们气象部门的人学习了航天人的经验，一切都自己做。开始的时候虽然我们做得不够好，或者虽然开始的时候，我们还有许多问题，但是由于我们的工作都是自己做的，对系统内部的情况了如指掌，哪里有问题，可以随时解决。如果买人家的，问题就大了。人家可能卡你。

还有一个是人才。人才非常非常重要。可以说要把一件事情办成，要有各方面的人才。我们国家卫星气象中心搞地面系统，在计算机方面，在无线电方面，硬件、软件、卫星遥感、气象应用各方面的人都要。这个人才队伍太重要了，有了人才队伍，才能把事情办成。另外，人才是在克服困难当中成长起来的。不是某某人看你这个人，重点培养培养吧，出来就是人才，不是这样



风云四号A星第一幅云图 风云四号A星是我国新一代静止气象卫星的首发星，实现全球首次静止轨道干涉式高光谱大气探测，全球首次辐射计、探测仪、闪电仪共平台装载、全天时工作，对地综合观测能力全球领先。



风云四号B星监测台风“烟花”可见光云图 风云四号B星实现了国际首次静止轨道250m空间分辨率全天时观测，大幅提高对短临天气现象的观测能力。



图为许健民 供图: 国家卫星气象中心



许健民院士与主持人郭桐兴

的。人才是在工作实践中克服困难涌现和成长起来的。

郭桐兴：在实践当中。

许健民：是在克服困难当中涌现出来的。各方面的人才非常非常重要！

郭桐兴：现在我们国家气象卫星需要解决的难题有哪些？

许健民：还有。我刚才说了，现在我们云图已经做出来了，但是在定量数据的精细化上还有差距。

郭桐兴：怎么理解？

许健民：比如说卫星从上面往下看，大气和地球表面的温度、湿度、风是多少，精度我们比不上人家。

郭桐兴：精度不够？

许健民：精度不够，精度是整体水平问题。是气象卫星、地面观测、数据处理、数值天气预报综合在一起才可能提高。不是单个一项就搞得上去的。

郭桐兴：是综合的结果？

许健民：必须大家都搞上去才行。如果能把精度搞好了，咱们就跟发达国家一样了，就是这样子，最主要就是这方面。把卫星资料搞好以后，放到数值预报模式里，把数值预报水平提高了，反过来再把卫星资料的水平提高，要这样形成正的反馈，这样我们才可以达到现在美国的水平。

郭桐兴：进入一个良性循环的状态。最后想请您谈一谈您对气象卫星未来的发展前景有什么看法？

许健民：我们现在坚持在极轨气象卫星和静止气象卫星两方面都要做好。从我内心来讲，不是国家支持不够，而是我们自身的工作搞不上去，就是这么一个状况。要是把这些工作搞上去，你需要练内功。基础工作达不到标准，就是上不去啊。因此，这方面我们要努力来做。对于气象卫星来讲，现在有非常好的规划，风云三号之后还要搞风云四号卫星，这些工作我们都要去做，把精细的工作搞好，有大量的工作要做。除了我们这些人，还需要动员院校、研究机构的人一起来做。

风云二号后面还有好几颗星。2008年底刚发射了风云二号E星。风云二号系列卫星中，后面还有三颗星准备着呢，要延续到2015到2018年。风云四号要和风云二号衔接，2014年上第一颗。前两颗风云四号卫星可能会出现一些问题，用它们研究数据处理的办法。做好以后，与风云二号衔接，接替风云二号。气象卫星的规划是好的，要是搞上去也是非常难的，所以我们压力非常大。

郭桐兴：现在我们在工作的气象卫星大概有多少个？

许健民：现在在轨的风云二号有C、D、E三颗卫星。三颗卫星都在，都好用。现在C、D两颗星在工作，E星在轨备份。还有风云三号的一颗卫星、风云一号一颗卫星在工作。我国现在一共有5颗气象卫星在工作。

郭桐兴：很不错！那我们国家气象卫星的发展前景应该是非常好，前景非常光明。

许健民：我们还是压力。

郭桐兴：还是有一定困难。我们也祝福我们国家的气象卫星的科学家能够顺利地、更好地为国家建设服务。

许健民：我们努力去做！

郭桐兴：同时也感谢许老师就气象卫星这个话题做了这么精彩的介绍！

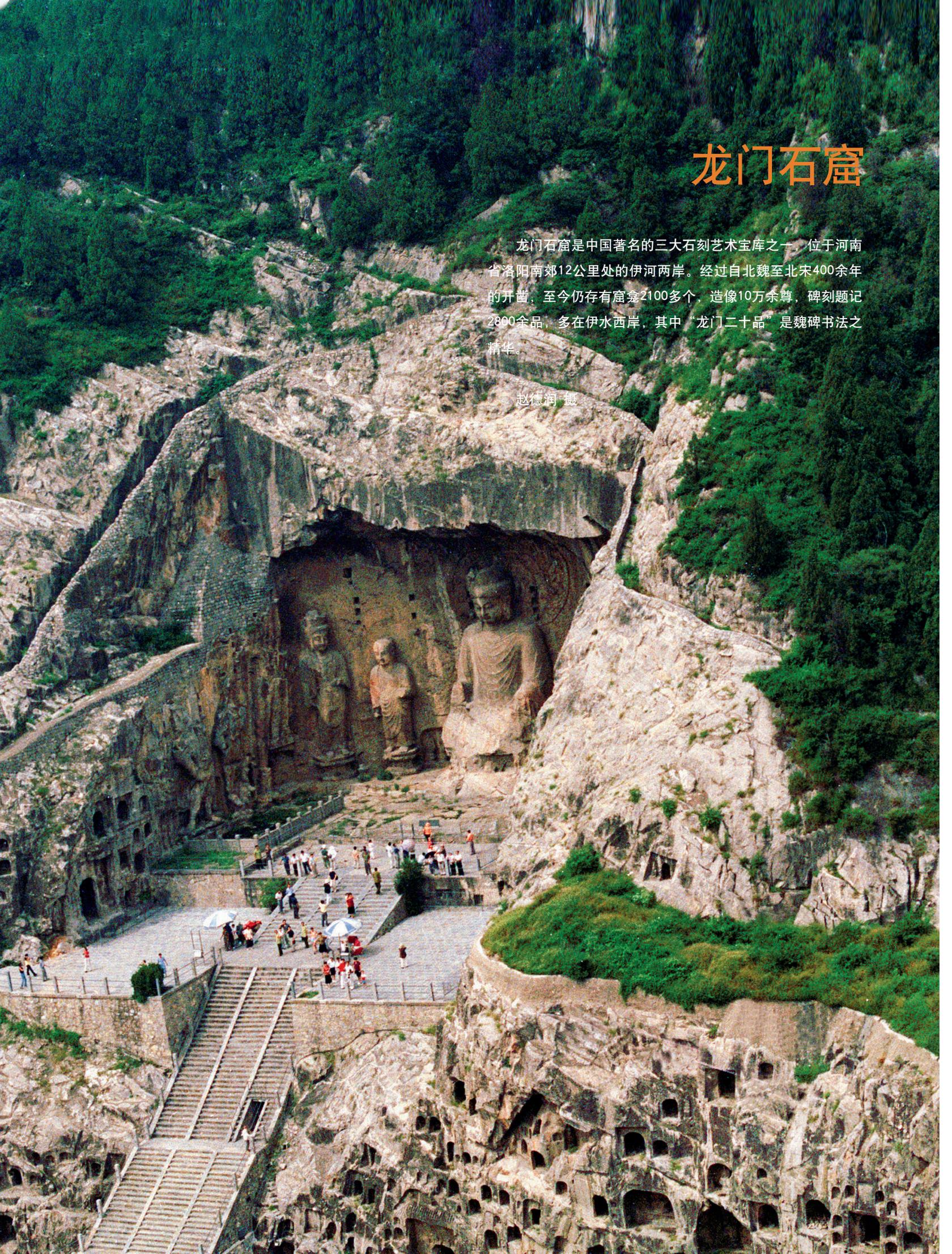
许健民：应该的。

郭桐兴：我们也感谢大家收看院士访谈，我们下一期院士访谈再见！谢谢！（来源：腾讯科技，有删改）

龙门石窟

龙门石窟是中国著名的三大石刻艺术宝库之一，位于河南省洛阳南郊12公里处的伊河两岸。经过自北魏至北宋400余年的开凿，至今仍存有窟龛2100多个，造像10万余尊，碑刻题记2800余品，多在伊水西岸，其中“龙门二十品”是魏碑书法之精华。

赵德润 摄



捭阖大千二十品

文 / 宫大中



龙门奉先寺大卢舍那像龕

龙门石窟地处洛阳市南郊的龙门口，毗邻洛阳新区。香山、龙门山东西对峙，伊水历其间北流，恰似天然门阙，故古称伊阙，这里山奇林郁，涌泉恒温。龙门石窟群像蜂窝一样，千龕饰壁，万佛生辉。唐人韦应物诗云：“凿山导伊流，中断若天辟。都门遥相望，佳气生朝夕。……精舍绕层阿，千龕邻峭壁。”（《龙门游眺》）唐人香山居士白居易云：“洛都四郊山水之胜，龙门首焉；龙门十寺观游之胜，香山首焉。”（《修香山寺记》）其万千气象，圣境景观，被誉为“龙门山色”。

自北魏孝文帝太和十八年（494）从代京平城（今山西大同）迁都洛阳始，继云冈石窟之后，龙门石窟历经北魏至隋唐约150年的大规模营造，至五代、北宋乃至明清，还有零星开凿修缮。现存窟龕约2100多个，佛像10万余尊，碑刻题记2800余种，是一座摩崖石刻艺术宝库，与敦煌莫高窟，大同云冈石窟并称我国三大石窟。1961年国务院公布龙门石窟为全国第一批重点文物保护单位，2000年被联合国列入《世界文化遗产名录》。笔者在《龙门石窟艺术》（增订本）的篇首辞中，曾以“中

国皇家艺术，世界文化遗产；卢舍那光照世界，二十品捭阖大千”4句话对其进行艺术概括。

龙门石窟是北魏、唐代（含武周）皇室贵族发愿造像最集中的地方，换言之，主要是皇家经营的皇窟。其兴废变迁受当时的政治和宗教信仰左右，这是龙门石窟的一大特色。诸如古阳洞是北魏王室贵族扎堆造像的孝文窟，宾阳中洞、南洞是宣武帝为孝文帝、文昭皇太后“追福”的功德窟，宾阳北洞则为宣武帝“做功德”；初唐奉先寺大卢舍那像龕，



古阳洞南壁列龕

武则天皇后“助脂粉钱二万贯”，大卢舍那佛实乃武则天的形象化身，人称“东方的维纳斯”。惠简洞为自诩“弥勒下生”的武则天称帝制造神学预言，摩崖三佛龕则是西周政权的象征。

纪年碑刻题记多是龙门石窟的又一大特色，在遍布全国20个省市自治区的大小数百个石窟寺中是独领风骚的。造像题记是发愿人窟龕造像的文字注释，或者说文字说明。二者图文并茂，珠联璧合。清武亿《伊阙诸造像记》云：“龙门不仅为石镌佛场，亦古碑林

也。”中华民国四年（1915）曾炳章《石言》记载碑刻题记和刊经多达3680种，堪称伊阙摩崖碑林。其书体基本上是魏碑“龙门体”和唐楷，也是研究我国古代书体演变、汉字简化和书法艺术的文字档案库。

古人借用《汉书·人表》的“九品官人法”，用来品评艺术作品。曾出现南齐谢赫的《画品》、南梁钟嵘的《诗品》与庾肩吾的《书品》。自有清以来，人们效仿“书品”称谓，对龙门造像题记皆冠以“品”的雅号，相继有“龙门四品”“龙门十品”“龙门二十品”“龙门三十品”“龙门五十品”“龙门百品”乃至“三百品”“五百品”“千五百品”“三千六百品”等名目。诸品中四品、十品、二十品、三十品、曾炳章五十品、关百益百品，基本上都是北魏造像题记。其中龙门四品、龙门二十品久负盛名，是魏碑“龙门体”之翘楚。二十品是在四品加十品的基础上再增添六品而成的。

从龙门北魏纪年造像题记看，孝文

帝太和十九年（495）至宣武帝景明四年（503），书体以方笔凝重的艺术风格占主导。大件名作以清乾隆时黄易首拓比丘慧成为亡父始平公造像记，新城县功曹孙秋生、刘起祖二百人等造像记，辅国将军杨大眼为孝文帝造像记，陆浑县功曹魏灵藏、河东薛法绍造像记等龙门四品为代表。黄易，字小松，仁和人，官济宁同知。工诗文书画，且穷搜古碑，精于金石考据。仰赖黄易慧眼，龙门四品才得以率先传世。

慧成（旧称始平公）造像题记与造像龕东西并列，位于古阳洞北壁距地面6米以上洞口处。造像题记高（含碑额，下三品同），89厘米、宽39厘米，碑额为“始平公/像一区”。碑文10行、满行20字。斯碑称“父使持节、光禄大夫、洛州刺史始平公奄焉薨……遂为亡父造石像一区，愿亡父神飞三会……太和廿二年（498）九月十四日讫，朱义章书、孟达文”。据洛阳邙山出土太和二十二年元偃墓志“使持节……始平公元偃”的记载，可知始平公即元偃。按辈分，元偃是孝文帝的堂叔，慧成系孝



慧成(局部)



孙秋生(局部)



魏灵藏(局部)



杨大眼(局部)



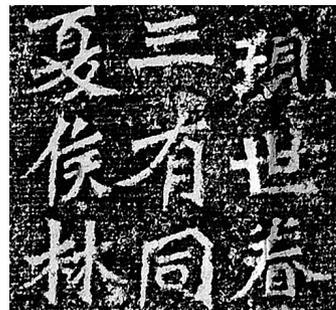
元详(局部)



郑长猷(局部)



侯太妃(贺兰汗 局部)



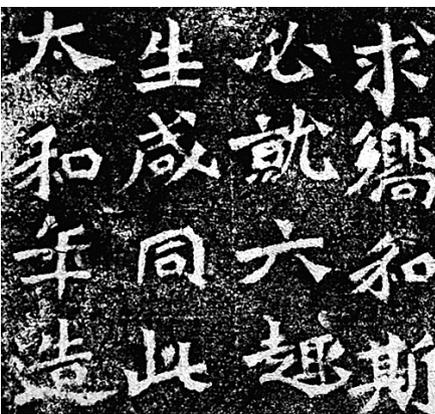
高树(局部)



慈香(局部)



一弗(局部)



解伯达(局部)



马振拜(局部)

石记功，示之云尔。”无纪年，相当于太和二十二年前后。斯碑书法气势磅礴，峭拔劲迈，像杨大眼一样有大将风度。能方笔峻峭，追求跌宕；笔锋刀痕，融为一体。康有为《广艺舟双楫》称之“骨力峻拔”。惜此处石质欠佳，下方字迹，多漫漶剥蚀。

魏灵藏造像题记与造像龕，位于古阳洞北壁慧成与杨大眼之间，似为有规划的一层列龕。高88厘米，宽39厘米，碑额为“释迦像”。碑文10行、满行23字。斯碑称“巨鹿魏灵藏、河东薛法绍二人……辄警家财造石像一区……五道群生，咸同斯庆。陆浑县功曹魏灵藏”。无纪年。斯碑书法气象浑穆，痛快沉雄。《广艺舟双楫》称它“笔画气势舒长”，“严整之中，无不纵笔势之宕”。康氏评价北魏张猛龙、贾使君二

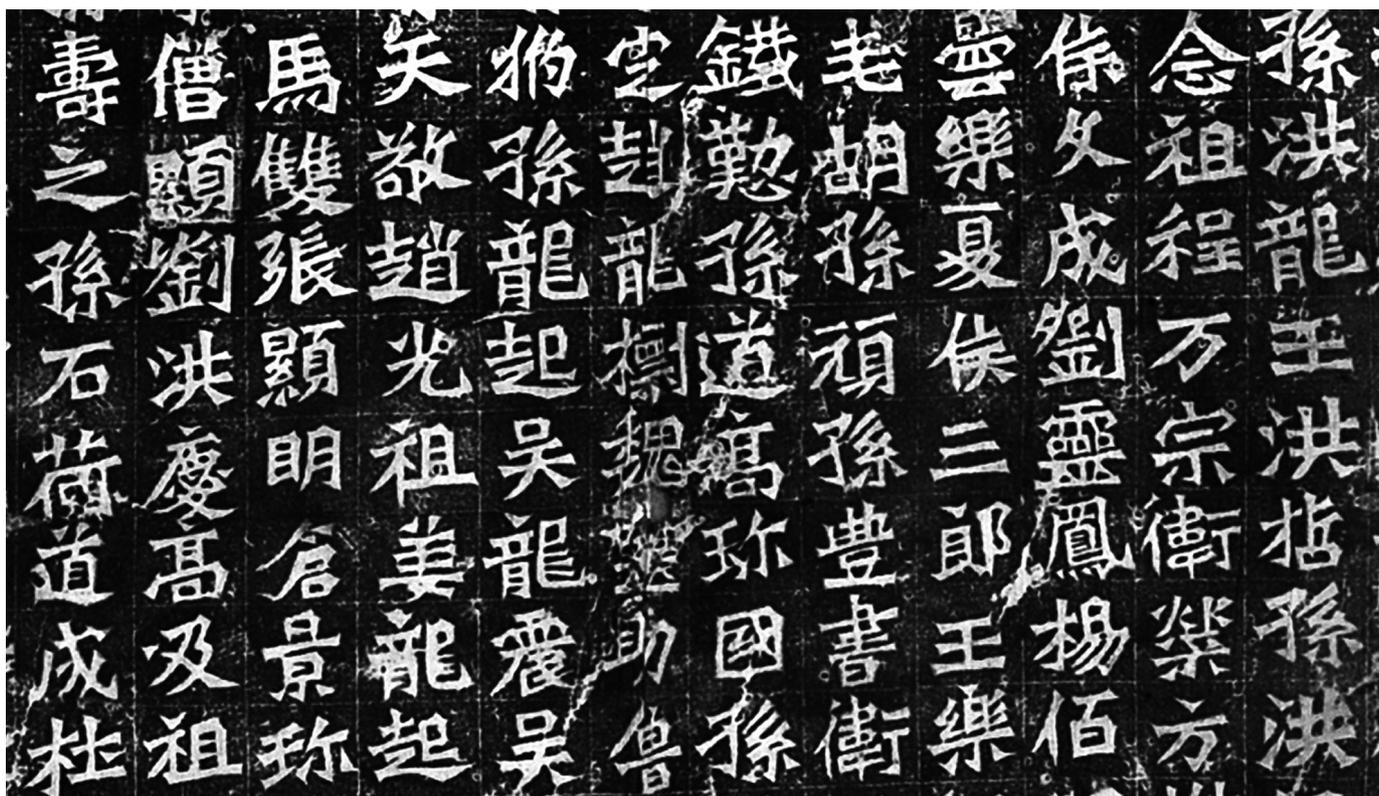
碑，“其笔气浑厚，意态跳宕；长短大小，藏奇崛于方平之内”。借以评价魏灵藏也很恰当。惜碑面遭破坏，仅残留中间三分之一。

古阳洞南壁中部，有一则拓碑题记：“大清同治九年（1870）二月，燕山德林，祭告山川洞佛，立大木，起云架，拓老君洞（即古阳洞）魏造像，选最上乘者，标名曰龙门十品。同事人释了亮、拓手释海南、布衣于凤鸣。孙保、侯太妃、贺兰汗、慈香、元燮、牛概、高树、元详、云阳伯。”“德砚香集拓”龙门十品，由此产生。但名称混乱，且将慈香一品位置弄错。德林字砚香，满洲人，为名重京师的收藏家，工篆隶，曾任河南太守，《清史稿》有传。

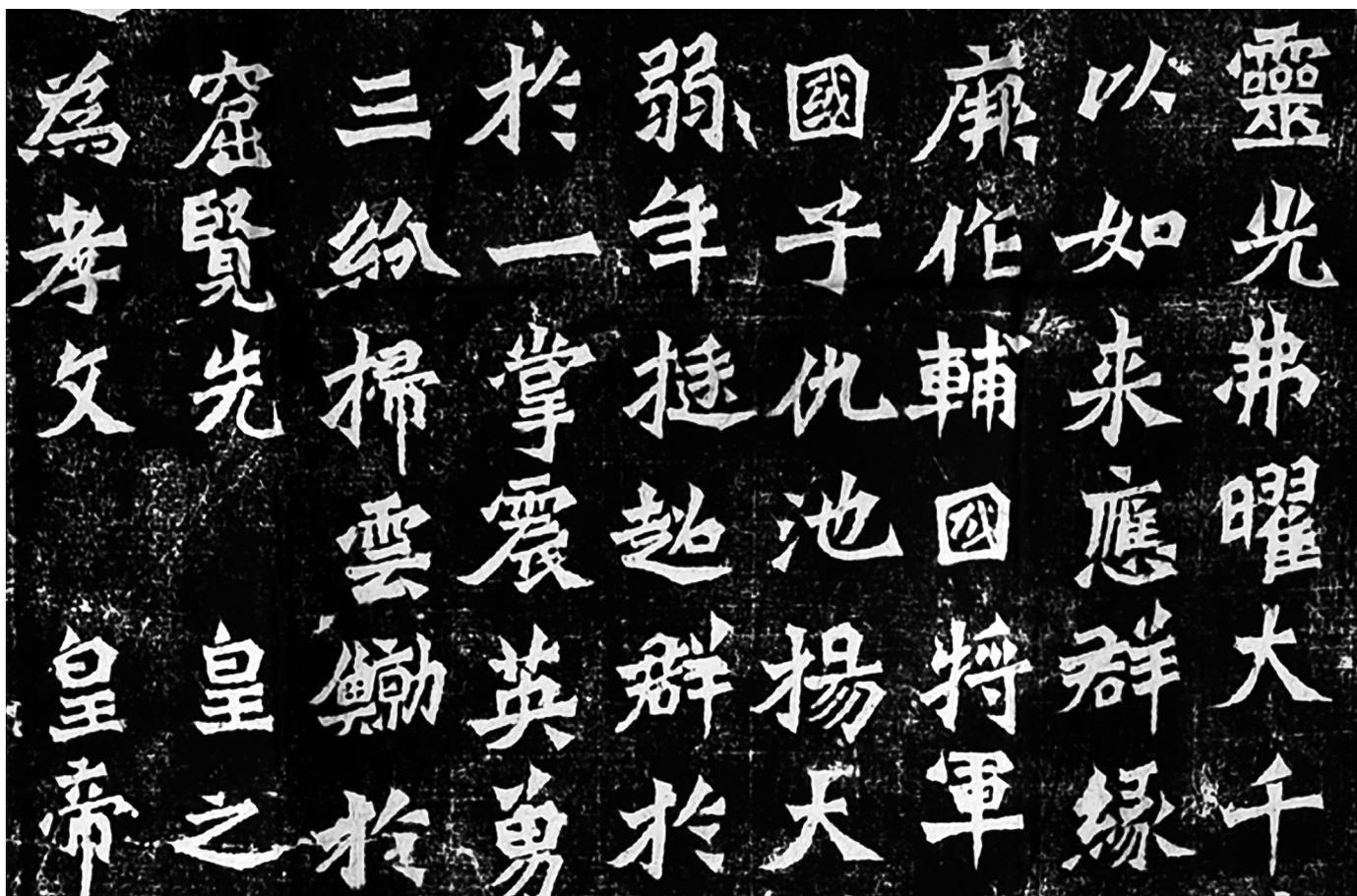
十品中大件名作有长乐王丘穆陵亮（即穆亮）夫人尉迟为亡息牛概造像记

（旧称牛概），高65厘米、宽33厘米，点画规整，起收转折，笔迹清晰，平易近人；北海王元详愿母子平安造弥勒像记，高75厘米、宽40厘米，结体紧凑，布白疏朗；小件名品有郑长猷为亡父造弥勒像记（旧称云阳伯），高50厘米、宽34厘米，朴实大方，不加修饰，似未经书丹；广川王祖母太妃侯为亡夫广川王贺兰汗造弥勒像记（旧称贺兰汗），大刀阔斧，古拙有趣；郡主高树、唯那解伯都三十二人造像记，高38厘米、宽27厘米，布白缜密，方正严谨；广川王祖母太妃侯造弥勒像记，高25厘米、宽79厘米，运笔自然，方折合度；比丘道匠为皇道更隆造像记（旧称大觉），高20厘米、宽45厘米，布白舒朗，方笔凝重；北海王国太妃高为孙保造像记（旧称孙保），高38厘米、宽25厘米，瘦劲洒脱，意态跳宕；安定王元燮为亡祖亲太妃，亡考太傅静王、亡妣蒋妃造像记（旧称安定王），高24厘米、宽38厘米，方正舒展，峻峭挺劲；比丘尼慈香、慧政造像记，高宽皆38厘米，奔放恣意，圆笔爽利，呈现行书笔意。

其他六品是：一弗为亡夫步辇郎张元祖造像记，高11厘米、宽31厘米，结体端庄，意态洒脱；比丘惠感为亡父造弥勒像记，高17厘米，宽39厘米，用笔方折，浑厚拙朴；比丘法生为孝文皇帝并北海王母子造像记，高33厘米、宽34厘米，分行布白工整，转角圆浑，呈楷书笔意；齐郡王元祐造像记，高36厘米、宽37厘米，字迹较小，布白工整，结体，用笔近乎婉约俊俏之楷书；司马解伯达愿皇道赫宁造弥勒像记，高12厘米、宽34厘米，大小、书风似一弗，结体精绝多变，用笔刚劲险峻；优填王像北龕韩曳云造像记，高64厘米、宽40厘米，《校碑随笔》云：“若尝细审敢断优填王一种是唐刻，拟易以马振拜造像



孫秋生(局部)



楊大眼(局部)



字形大小如星散天體勢顧盼如魚戲水

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

此碑門石高之注在當世者也。初刻中王陽文在易無也。其後流傳風月。在法蘭西。始於一八零一年七月廿五日。好畫記。

咸豐歲次辛酉春三月下。王管小鐵觀行將山拉時。晚雨地露潤生。其序道觀。時福在當心之一樂也。

是刻至冷六肖長卷。處見之與此六相較。較更。見完華可寶六朝佳品。無除於此矣。鐵觀記。

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年九月廿三日觀於吳門秀水周開記

龍門石月千。特持此石。于一。二十年十月。見。其。三。洋。道。觀。記。

己未四月新。俞其炳。觀。

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

咸豐元年己未二月望後三日胡鼻山人題於上海之吳淞

慧成 拓本

左頁 慧成(局部)

记”。马振拜一品，高(含碑额)54.5厘米、宽32厘米，高古拙朴，别有一番随意、自然的天趣。

龙门二十品有十九品分布在古阳洞窟顶与南北二壁，慈香一品在老龙洞北侧慈香窑西壁。唐刻优填王，在老龙洞上方崖壁。

康有为《广艺舟双楫》称道龙门四品“雄俊伟茂，极意发宕，方笔之极轨”。又按艺术风格，将龙门二十品分为四体：“杨大眼、魏灵藏、一弗、惠感、道匠、孙秋生、郑长猷，沉着劲重为一体；长乐王(尉迟)、广川王(侯太妃)、高树，端方峻正为一体；解伯达、齐郡王(元祐)，峻骨妙气为一体；慈香、安定王元燮，峻岩奇伟为一体。”他主张：学习之次序，当从“体方笔厚，画平竖直”的长乐王……开始；次之杨大眼，骨力峻拔。遍临诸品，终之始平公，极意峻宕。骨格成，形体定，得其势雄力厚，一生无靡弱之弊。因此，龙门二十品拓本早已遐迩闻名，临摹收藏二十品，甚至成为书法家档次、品位的标志。于右任诗云：“朝临石门铭，暮写二十品；辛苦集为联，夜夜泪湿枕。”

魏碑是从隶向楷过渡的一种中间书体，因在“过渡”，故形无常态，面貌多样。然魏碑笔意，仍可从中学会。在继承借鉴古朴的隶书过程中，孝文帝曾求书于南齐，可见魏碑体融合了南北书体的优点，经书家和刻工不断探索、实践，使之达到了相当成熟的具有独特风韵的书法艺术美的境界，具有高度的审美价值。它为日趋完美的隋唐楷书奠定了坚实的基础。初唐欧阳询、褚遂良等大家都曾受益于魏碑。魏碑书体中有些字(甚至整篇)不重字形点画的匀称，在结字重心聚中的原则下，任意伸缩，其运笔的轻重、疾涩、转折、节奏，宛



比丘慧成为亡夫始平公造像题记(原石)

如音乐旋律一般，于险峻放纵之中求均衡和谐。简言之，它“似欹实正”，表现了书法艺术美的真谛，因而别有一番古朴自然的意趣。这也正是它既直接影响而又有别于隋唐楷书的又一标志。

龙门二十品拓本，大体上可分三种版本：一曰优填王古本，时在清末二十品初步形成，尚未调整前。此种还可再分为麻点本和无麻点本。此种重在收藏价值，以麻点本尤佳；二曰马振拜全本，此为二十品的完好标准本，最具代表性；三曰魏灵藏残本，大约中华民国十年（1921年）稍后，魏灵藏被盗凿破坏，损210字，仅剩中间73字；解伯达共64字，当时也被损伤，残失29字。残本又可分1950年前后两种，前者优于后者，因风化程度随岁月沧桑而愈甚，杨大眼一品尤为明显。

原拓本的稀缺，使得古字画商贾乘机制作赝品。早年有木刻版、石版，前者显现木纹，后者字形笔画失真。近年又出现硅胶版，字形比较准，容易让人走眼上当。但认真审视，尤其是与原拓对照，可以看出，一是缺乏碑版原拓的金石味，二是字形笔画略有收缩变异。这也是笔者多年从事龙门石窟艺术和魏碑书体研究的切身感受，愿与读者切磋、交流。

（作者为河南省文史研究馆馆员，
图片由郭继明提供）

我学书画的感悟

孙天玥

【文章编号】1007—4198 (2025) 11—033—02

我就读于北京市房山区北师大良乡附属中学初中部，3岁开始接触画画，先后接触了简笔画、铅笔画、书法、国画，现在尤其是喜欢国画。国画的独特韵味和深厚的文化底蕴深深吸引了我，让我在笔墨纸砚的世界里找到了属于自己的乐趣。

起初不过是遵从父母的意见开始接触国画，他们口中的传统文化传承开始我并不理解。初学国画时，我总以为那不过是墨与水的游戏，就像换了一根画笔一样简单。老师示范，我照猫画虎，横涂竖抹，自以为颇得其中三昧。宣纸上洒开的墨迹，在我看来，不过是些无意识的偶然。记得初执毛笔时，手抖得厉害，“画画，先要静心。”栗老师常说，“心不静，手就不稳。”我渐渐学会了握笔，学会了调墨，知道了什么是“墨分五色”。原来那黑漆漆的墨汁，竟能在水的调和下显出浓淡干湿的变化来。浓墨如夜，淡墨似烟，干笔显出筋骨，湿笔见得血肉。一支毛笔，一碗清水，一块墨，竟能变幻出万千气象。

在学习国画的过程中，我特别喜欢山水画和花鸟画。山水画让我感受到大自然的壮丽与宁静，而花鸟画则让我体会到生命的灵动与美好。每当我拿起毛笔，蘸上墨汁，在宣纸上挥洒时，仿佛进入了一个宁静而充满想象的世界。学画愈久，愈觉笔底乾坤深不可测。幼时涂抹，只道墨是墨，纸是纸；如今方知，一笔落下，便是半部山河。

国画最妙处，在于“留白”。西画

总要填满整个画面，而国画却讲究“计白当黑”。那空出来的地方，不是无物，而是云气，是水流，是远山，是观者自己的想象。我常盯着那些空白处发呆，想着那里该有什么。有时觉得空白比画出的部分更有意思。

学画多载，废纸三千，得画不过十余幅可看。但我渐渐明白，国画之道，不在快，而在慢；不在多，而在精；不在形似，而在神传。一笔下去，不可更改，国画教会我的不仅仅是如何作画，更有“看山是山，看山不是山，看山还是山”体悟。

多次在大型的绘画比赛中获得奖项的经历让我更加坚定了对国画的热爱，也让我明白，只有不断努力，才能在艺术的道路上走得更远。未来我要用父亲赠的那方朱文小印，完成最后的盖章题名，让自己的作品继续传承中国传统文化。



孙天玥 女 12岁
北京市房山区良乡三中



