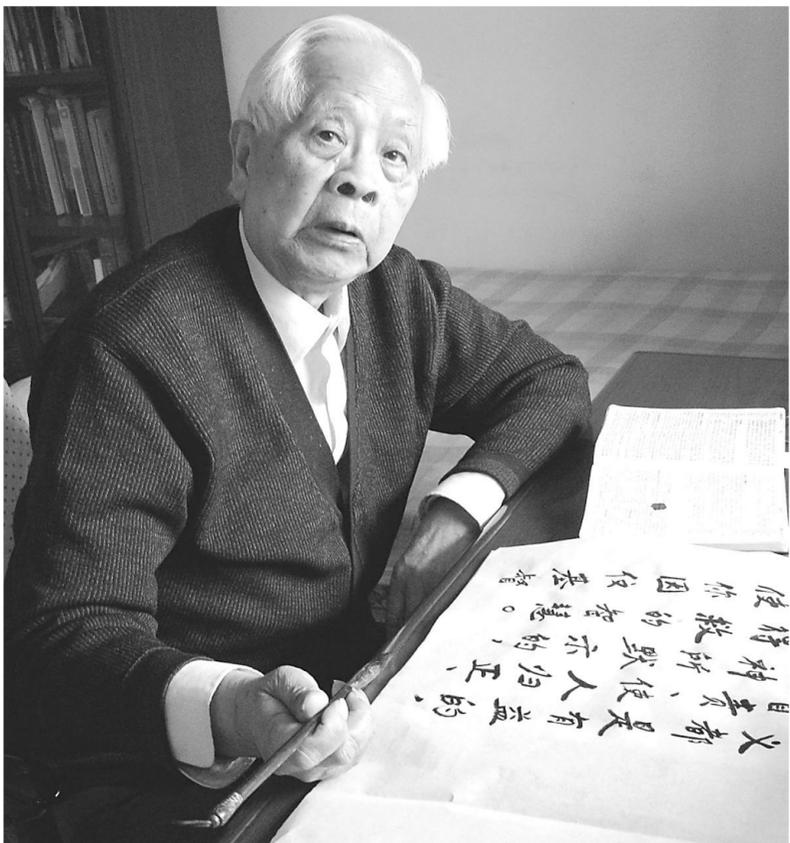


“老科学家学术成长资料采集工程”系列报道 ⑦

作为我国固体地球物理学的开拓者，曾融生始终站在学科前沿，为攀登科学高峰一步一个脚印地辛勤耕耘。他在地球深部结构探测与研究方面取得了许多重要突破，并为固体地球物理的学科建设和人才培养作出了巨大贡献。

曾融生：深耕地球拓前沿

■姚志祥 沈萍



曾融生

1924年出生，福建平潭人，著名固体地球物理学家，杰出的地球物理教育家，中科院院士。1946年毕业于厦门大学数理系，先后工作于中国科学院地球物理研究所、中国地震局地球物理研究所。从1958年开始利用地震波方法研究地壳结构，开创了我国地球深部构造探测的研究工作，对震源构造以及大陆动力学研究作出了奠基性贡献，同时为我国地球物理教育事业做出了杰出贡献。著有《固体地球物理学导论》一书，并发表了40多篇有影响的学术论文，多次获得国家级科技成果奖励。

初入勘探显身手

曾融生1924年出生于福建省福清县，父亲为基督教美以美会牧师。自幼在牧师家庭成长，多了一些接受中、西方文化教育的机会。他8岁时随父母回到祖籍平潭县，在这美丽但闭塞的县城完成了小学和初中部分学业。1937年，他进入前身是培元书院的福清私立融美初级中学学习，1938年考入福州英华中学读高中。那时日寇大举侵犯我国，战火已燃烧到福建沿海，学校经历了动荡、转移。艰苦的学习环境对他了解社会、了解人生、增长独立生活能力，不无裨益。

1942年，曾融生被保送到厦门大学数理系学习。厦大严谨而豁达的治学精神以及良好的学习环境，使他在逻辑思维、独立思考、研究能力上均有了很大的提高。由于学习成绩突出，他拿了两年陈嘉庚奖学金。1946年大学毕业后，留校任助教。

受好友、同学的影响，曾融生决定去北平寻求更好的发展机会。1947年，他带着几件换洗的衣服和一些常用的字典和书，经过长途跋涉来到了北平，进入北平研究院物理研究所担任地球物理勘探专家顾功叙先生的助手。顾功叙是因抗日战争爆发而中断在美国研究工作返回祖国的国际著名地球物理勘探专家。曾融生在顾先生的指导下，完成了中国境内208个重力加速度测点的数据计算和分析。由于扎实的数理基础以及对地球科学事业的兴趣，他很快进入角色。

1949年，按照北京市的规划，顾功叙承担了在北京附近建造一个大型水库——官厅水库的选址任务。野外的电阻率的勘探等工作落到了曾融生和其他几个青年人身上。勘探工作主要是使用顾先生从美国带回的一台笨重而娇贵的电阻测量仪，在野外获得一批可靠的电阻率数据，数据分析的结果为水库坝址的确定打下了基础。几个月的艰苦野外勘探使曾融生对地球物理勘探工作的特点有了更深刻的认识，体会到作为一个地球物理工作者的价值和意义。

1950年，中国科学院地球物理研究所在南京成立。1954年底，地球物理研究所迁至北京，顾功叙先生任副所长，兼任地质部地球物理勘探

总工程师。地球物理研究所分为四个组，其中物探组是为配合国家开发矿产资源的需要而成立的，由傅承义先生负责。最初的物探组只有4人，曾融生是其中一员，从事与磁法勘探有关的研究。在顾功叙和傅承义先生的领导下，曾融生先后在鞍山铁矿、包头铁矿、大冶铁矿等地进行磁法勘探。

在湖北大冶铁矿野外勘探时，曾融生认为山顶可能有铁矿。为了证明这个判断，他建议在尖林山的下面几十米的地方打一口验证井。这一建议得到当时的总工程师谢家荣和苏联专家的赞同。尖林山顶的井打到二三十米深的时候果然发现了富铁矿层，年轻的曾融生为大冶铁矿的开发立了一功。

在勘探工作中，他感到顾先生从美国带回的那台电阻测量仪器太笨重，用起来不方便，这促使他萌生仿制一台性能更好、更轻便的电阻测量仪的想法。经过多次试验反复调试，电子式电阻探测仪终于研制成功，比顾先生从美国带来的那台，精巧了许多，便于野外携带。这是我国第一台自己研制的真空管电阻测量仪。1954年他在《地球物理学报》杂志上发表了《真空管电阻探测仪》的论文，阐述了电阻探测仪的技术改进，这也是他在独立从事科学研究以后，以第一作者发表的第一篇论文。

建国初期的10年里，曾融生与顾功叙、傅承义和秦馨菱等诸位老科学家一道，培养地球物理勘探人才，开展探矿方法试验和理论研究，为发展新中国的地球物理勘探事业作出了巨大的贡献。

苦战野外填空白

20世纪50年代，我国在地球物理勘探方面与西方国家之间很少学术交流。虽然与前苏联的交流相对较多，但主要还是依靠我国科技人员自己的能力开展科学技术研究。

1957年，曾融生在几年的地球物理勘探实践基础上，开创性地提出利用地震勘探研究地球深部构造的新思路。他带领顾荣举、滕吉文、何传大等人在松辽地区完成吉林省公主岭到科尔沁左翼中旗的地震勘探。这是大庆油田地区的第一

一条石油地震勘探剖面。

1958年，地球物理研究所通过了由曾融生主持的柴达木盆地地壳构造研究的计划。在石油工业部的支持下，柴达木盆地的低频地震观测试验拉开了序幕。

勘探队在柴达木盆地的生活环境十分艰苦，尤其刮起大风，一片黄沙，连眼睛都没法睁开。冬季野外温度降至零下二三十摄氏度，为了抵御寒冷，每人发了一个皮夹克，白天穿在身上，晚上脱下来就被子盖，经常冻得人难以入睡。除了艰苦的环境，饮食供给也很困难。有一次，整整喝了一个星期的棒子面粥，最后还是断粮了。曾融生和同事们度过了一段真正风餐露宿的野外生活。

为获取柴达木盆地的地球深部构造的数据，曾融生几赴柴达木，得到了一系列具有开创性的研究成果：在柴达木盆地西部鱼卡—甘森和东部的大柴旦—格尔木两条长度各120公里的剖面上，分别获得了清晰的莫霍界面广角反射波，同时也探测到地壳内其他界面的反射波。另外，在柴达木盐湖还获得清晰的回折波，以及相当完整的多次波。这些地壳内部震相的发现在国际上首次得到报道。对探测数据的处理和解释获得了该地区详细的速度分层结构，这是中国大陆最早提出的区域地壳分层速度结构模型。当时获得柴达木盆地的地壳厚度为52公里，这一结果至今仍被广泛引用。

在地壳结构研究中，曾融生根据从回折波的走时曲线，总结出建立地壳结构模型的规律，提出地壳分层的重要概念。研究工作不断取得新进展，用曾融生自己的话说，就是“捅穿了”。这些看起来枯燥乏味的基础研究，不但填补我国深部构造研究的空白，而且具有探求地球深部奥秘的重要科学意义。

1960年，中国科学院地球物理研究所各研究室作调整。曾融生在柴达木盆地深部研究的基础上，又开创性地提出了采用工业爆破进行低频地震探测的新思路，并在甘肃景泰地区试验，利用矿山爆破得到地壳内部的速度分布。对地震深部剖面记录图的连续震相做系统的分析研究，发现西北地区地壳中20~30公里深处存在一个含有速度梯度的高速夹层，夹层的速度可高达8.0

公里/秒，厚度为3~6公里。这一研究成果在国内属于首创，在国际上也处于领先地位。在后来的地壳结构模型研究中，这一壳内速度逆转的现象被国际同行普遍承认和应用。

1978年，国家根据地震事业发展的需要，将原中国科学院地球物理研究所分成两部分，与地震有关的研究室划归国家地震局。曾融生担任国家地震局地球物理研究所深部构造研究室主任，从事深部构造和地球动力学领域的科学研究。

1982年，在曾融生倡导下，国家地震局将下属十几个单位的流动地震观测技术队伍组织起来，成立了曾融生任组长的“深地震测深技术协调小组”。在随后的十几年时间里，协调小组转战南北，在华北、西北、西南、东南等地完成了近4万公里深地震测深剖面的探测。这一大批新获得的地震剖面，以及有关的数据和研究成果，受到国际同行的一致赞扬。

20世纪80年代后期，曾融生把主要精力集中到探索青藏高原深部构造与地球动力学研究上。1991~1992年，他与美国纽约州立大学宾汉顿分校吴大铭教授合作应用宽频带流动地震观测技术，在青藏高原内部沿青藏公路布设了11个临时地震台站。这是国际地学界首次在青藏高原布设的、由先进的宽频带数字地震仪组成的地震观测台网，因而是青藏高原深部构造研究的一个新的里程碑。

在野外极端困难的高原条件下，近古稀之年的曾融生还亲赴青海格尔木昆仑山口指导野外台站的维护工作。这次流动地震观测取得了大量宽频带数字地震记录。他利用这些宝贵的地震观测资料对青藏高原的深部构造进行研究，取得了许多新的重要成果，例如他提出的印度次大陆与欧亚大陆碰撞的新模式。

1982~1984年，曾融生和同事们于1976年唐山7.8级地震的震中区进行了国内具有开创意义的深地震反射试验，获得了唐山地区震源区深部结构图像。为此，他发表多篇探讨唐山地震的震源背景和地震成因的论文，并提出了强震震源由中地壳塑性变形和上地壳脆性断层所组成的两层破裂的震源模型。这些对唐山地震成因的探讨在以后的其他地震震源区探测试验中进一步得到证实。

甘做春蚕吐丝尽

曾融生为我国的地球物理教育事业的发展作出了突出的贡献。

他在培养人才方面的工作可以追溯到20世纪50年代初。当时新中国迫切需要矿产资源，开展地球物理勘探工作迫在眉睫，而地球物理研究领域人才奇缺，当时的高等院校也没有开设这一专业。为此，顾功叙先生倡导并开办了多期地球物理勘探培训班。由于曾融生数理基础好，熟悉地球物理勘探的专业知识，他担任培训班的辅导老师，负责解答学生们提出的各种问题，还带领学生去东北鞍山等地进行野外实习。这些培训班学员后来都成为了中国的能源勘探领域的骨干力量。

1954年和1956年，曾融生随傅承义先生先后在北京地质学院创建地球物理勘探教研室和在北京大学组建固体地球物理教研室。后来，北京大学物理系与中国科学院地球物理研究所签订协议，决定联合举办地球物理培训班，这就是北京大学地球物理系的前身。培训班开课的时候，没有成型的专业讲义，曾融生在顾功叙先生从美国带回的教科书的基础上编写了“地壳物理学”讲义。

1965年，他还随傅承义先生到中国科技大学讲授地壳物理课程。曾融生和同事们一面认识研究地球物理这个新的学科领域，一面在大学的讲台上，向年轻一代学子讲授地球物理勘探知识。

1962年，曾融生开始招收研究生。到1974年，他培养指导了30多位硕士和博士研究生。对于每个学生的学术论文，从选题、文献阅读、计算方法、数据处理，直至论文形成，他都要认真检查，并提出修改意见。他时刻告诫学生们：科研工作要有严谨的科学态度，切忌浮躁。只有静下心来，耐得住寂寞，坐得住冷板凳，全身心投入科研工作中去才能有所收获。

几十年来，他为祖国培养了大批地球物理和地震学人才，许多学生已成为地质矿产、地球物理和地震研究部门的栋梁和骨干。在直接受到曾融生先生指导和教诲的科技人员中，如滕吉文和他指导的第一位研究生陈运泰已当选中国科学院院士。

1984年，科学出版社出版了他的66万字的巨著《固体地球物理学导论》，这是我国第一部完整地、系统地论述固体地球物理理论和应用的重要论著，对地球物理科学研究和教学起了重要的作用。

坎坷岁月坚守心

1965年，为支援大西南的“三线”建设，曾融生随同所在的研究室迁往昆明，进行地震台网建设、强震宏观考察和地震地质调查。次年6月，“文革”开始，曾融生被扣上“走白专道路”“反动学术权威”的帽子，被关进“牛棚”接受“劳动改造”，遭到批斗，人格尊严和心灵被粗暴践踏。但他内心仍然放不下那些在计划和进行中的科研工作，一有机会就去偷偷地翻阅专业文献。尽管前景不明，但他仍然不断思索如何继续他的科研计划，还和他周围的同事私下讨论一些学术问题，包括他计划要撰写的固体地球物理学论著的构思。

在经过十年动荡之后，“科学的春天”终于到来。曾融生对中国深部构造的研究厚积薄发，研究论文一篇接一篇在专业刊物上发表。1978年，他的“柴达木盆地的地震波传播”项目研究成果获得了全国科学大会奖。1980年，他当选为中国科学院学部委员。

改革开放后，曾融生先后担任过国务院学位委员会第二、三届学科评议组成员，第二、三届全国自然科学奖励委员会委员，中国地球物理学会副理事长，以及“国际岩石圈计划”“岩石圈构造和组成委员会”委员、“可控源地震学国际委员会”委员、“国际地幔软流圈研究组”成员、荷兰《地球动力学》杂志编委等。曾融生还多次获得国家级科技成果奖励。

从“牛棚”挨整，到硕果累累，以及接踵而来的荣誉，曾融生经历了人生的起起伏伏，而他对外身的这些热闹并不在意，处之淡然，甚至还原谅了那些在“文革”中曾经对他实施过激行为的人。作为我国固体地球物理学的开拓者，曾融生始终站在学科前沿，为攀登科学高峰一步一个脚印地辛勤耕耘。他在地球深部结构探测与研究方面取得了许多重要突破，并为固体地球物理的学科建设和人才培养作出了巨大贡献。

曾融生从事研究工作正如他教导自己的子女所言：“做事要像‘one thing at a time’在一个时间里只专心做好一件事，肯定能做得比较出色，同时去想干几件事，反而哪件事也干不好。”

(作者单位系中国地震局地球物理研究所)

延伸阅读

温馨的回忆：曾融生先生二三事

■陈运泰

初见曾融生先生已是半个世纪前的往事，但迄今犹历历在目。

1962年五一假期前一天，北京大学地球物理系临时紧急召集应届毕业生开会，传达上级文件，恢复招收研究生……时间紧迫，容不得犹豫，我和老同学林纪曾商议之后遂报考了曾融生先生的研究生。

有幸得知曾融生先生，源自王子昌先生在讲授“地磁学”课程时，给同学们发了曾融生先生撰写的“岩石的磁性”讲义作为参考。用今日看来质量极为粗劣的油光纸油印的“岩石的磁性”讲义成了如饥似渴追求知识的同学们学习地磁学，特别是古地磁学的重要参考。从20世纪50年代末开始，国际上利用面波研究地壳结构的工作方兴未艾。曾融生先生高瞻远瞩，站在学科的最前沿，正在运用“三台法”研究我国境内瑞利面波的频散与地壳结构，令人瞩目。

考试过后的一天，系办公室通知我到中关村中科院地球物理研究所去一趟，见面曾先生，犹如现在的“面试”。这是我初识先生。其时先生已银丝满头，的确是“老先生”——当时对老一辈科学家的尊称。过了若干年，我才知道，其时先生年方38岁。当时，除了询问毕业论文在做什么工作、有何想法、有何业余爱好等等以外，先生无半点虚词，令人如沐春风，临别前他还郑重嘱咐“今日面试，不可外传。录取与否，尚待决定”。

1962年入中国科学院的研究生，也属于那个时期“重新恢复”研究生招考的研究生，与往后的几届研究生不同，不必集中到研究生院学习再回所，一入研究所便直接在导师的指导下学习专业知识与开展研究。曾先生，还有顾

功叙、傅承义两位先生，对研究生们都十分友善，关爱倍至，但在学习上毫不含糊，犹如体育教练训练运动员，特别加大训练的力度。如考地球内部物理学，需要读刚出版的古登堡(B. Gutenberg)的《地球内部物理学》(Physics of the Earth's Interior)。考地震学，指定读里克特(C. F. Richter)的《基础地震学》(Elementary Seismology)等大头的书。其时，上述参考书大多未译成中文，有的迄今也无中译本；考试既不划定范围，也不指定什么重点，亦无“商量”的余地。曾先生，还有顾先生、傅先生，要求学生之严格，可见一斑。

曾先生指导学生研究时要求严格，但在日常生活中则是一位和蔼可亲的朋友。我进地球物理研究所之后，曾经短时间与“大师兄”顾荣举同一办公室，不久后因办公室紧张，搬进曾先生办公室，与曾先生的助手张玉良以及滕吉文共4人，以后又加进了姚振兴同学，5人同挤用地球物理研究所主楼北面“小红楼”的一间狭小的办公室。这是我最早有幸的几年，能够与曾先生在同一办公室，朝夕相处，耳提面命；又能与其他同事、同学随时讨论问题，切磋琢磨。

“小红楼”其实是一栋极为简陋的砖楼，夏热冬凉，冬室内外温度几无区别，得穿上厚重的棉袄看书写字。当时我较瘦，穿多少厚衣服也不显。一天，曾先生看我衣着单薄，突然关切地问我“经济是否有困难？”顿时一股暖流驱散了身上的寒气，全身充满了温暖！至今每思至此仍感念不尽。

1965年春，为了三线建设的需要，中国科学院决定在昆明组建昆明地球物理研究所。地

球物理研究所九室作为新建立的昆明地球物理研究所的一个重要组成部分，在曾先生的带领下，建制制地迁至昆明。曾先生不但继续从事地壳与地球内部结构的研究，还急国家之所急，着手开展地震与地震预测研究。1965年五一劳动节刚过，九室几乎全班人马便迁到了昆明，我也随同到了昆明。在曾先生的指导下，到了1966年初便顺利完成了毕业论文《非均匀介质中的地震波》，经曾先生悉心阅改后，万事俱备，只待送审答辩了。

正当曾先生为国家地震、地球物理事业踌躇满志作出贡献之际，文化大革命开始了，曾先生被打成“反动学术权威”。在一次“批斗大会”上，造反派用他粗大的绳索捆绑“走资派”，他冷言以“不会”两字抗命，坚决予以抵制，大义凛然，大刹造反派的威风。结果，造反派恼羞成怒，当场用粗大的绳索将居然敢于抗命的他捆绑起来，藉以泄愤。此情此景，使所有在场群众无不动容，赢得了广大群众的同情与敬重。

即使身陷“牛棚”，曾先生也不忘地壳与地球内部结构的研究工作，更不忘研究不断给人民带来严重生命与财产损失的地震及地震预测，并以惊人的毅力与超强的记忆力打下了专著《固体地球物理学导论》一书的腹稿。“文革”甫一结束，凝聚了曾先生一生研究心得的洋洋数十万字的巨著随即问世，令人钦佩不已。

(摘自《温馨的回忆 衷心的祝愿》，该文写于2013年，作者系中科院院士、北京大学地球与空间科学学院名誉院长、地球物理学家，曾融生先生的第一位研究生。)



①20世纪80年代在北京陪同外宾参观地磁组仪器



②20世纪70年代在办公室阅读专业文献

③1949年在北京官厅水库选址，左二为曾融生