

徐文耀屏住呼吸,轻轻转动刚悬好的石英丝上端,借助扭力,石英丝下端坐的小磁针微微转动。徐文耀静静等待着小磁针静止下来,记录下这次测量出的磁偏角。

“扭的力太小,石英丝不足以带动磁针扭转,扭的力稍大些,那比头发丝还细很多的石英丝又会断掉。”对于60多年前参与野外地磁测量的经历,中国科学院地球物理研究所(以下简称地球物理所,中国科学院地质与地球物理研究所前身之一)原所长徐文耀至今仍然历历在目。

高分辨率、高精度的地磁图编绘,对于探矿、防震减灾、导航等具有多方面的重要意义。

自20世纪50年代首张全国地磁图编绘出版以来,中国地磁学在实验观测技术、理论和应用研究等方面均取得重要进展,包括开展了青藏高原、南极地磁考察,完成了20世纪70年代首次全国地磁普测任务,不仅开辟了震磁效应、生物地磁学等新的研究领域,更为国民经济发展和国防建设作出了重要贡献。



▲首套全国地磁图归档材料。

1 “堕指裂肤”仍不弃

我国第一张全国地磁图的完成,离不开我国地磁事业的开创者、1950年被任命为地球物理所副所长的陈宗器等诸多科研人员的早年积累。

20世纪二三十年代,陈宗器带领并参与了我国西北荒原的科学考察,负责天文、地形的测量,并兼管磁偏角测量工作,逐渐形成了发展、建设中国地磁学的初步构想。

新中国成立后,由于石油矿藏区的磁异常信号在指示隐藏油田和矿产方面具有独特应用价值,陈宗器的这一构想有机会变成规划,并得以逐步实现。

可以说,新中国成立初期,开展全国地磁观测及绘制地磁图的根本目的,就是为了服务国民经济和国家安全。当年,飞机、舰艇的导航都要依靠地磁。

在百废待举、百业待兴之际,这一践行过程被认为是“地磁红军”的“长征”壮举。他们首先面临的是地磁台站稀缺的问题。地磁场无处不在,并且时刻变化,因此,地磁观测需要在尽可能多的地点进行长期的数据记录。

我国地磁工作的建制化研究能够开展,很大程度上依赖于当时中国科学院的建制化组织体系。在上级组织的领导下,地球物理所地磁组由陈宗器领导,研究员陈志强主持,收集整理出大量华东、华中和华南等地区的磁测资料,并派出科研人员到其他地区的补测。

在西北科考时,陈宗器曾给妻子写信道:“二三步外的人物也不能见,躲在帐内也顷刻积沙二三寸厚,当面吹来如刀割一般。在这样严寒的天气,只有‘堕指裂肤’四个字形容得。”野外测量条件之恶劣可见一斑。

然而,他同时又写道:“我不能叫苦偷懒,因为这是我的责任。”在这样的精神激励和传承下,1950年至1953年9月,地球物理所刘庆龄、胡岳仁、周炜、章公亮等人,分别组队完成了对西北、华北和东北地区的野外地磁测量。

结合300余个新老测点包括磁偏角(D)、地磁水平强度(H)和磁倾角(I)等在内的测量信息,他们于1953年手绘完成首幅全国地磁图,并配合石油工业部在柴达木盆地找油,同时将地磁观测运用于地震预测、军用导航,为国民经济和国防建设及科学研究服务。

这套精度为1:800万的地磁图于1955年正式出版并通过审查评审。时任中国科学院副院长竺可桢指出:“(1950.0年代中国地磁图)代表了中国科学水平。”



▲57型地磁记录仪。



▲在陈宗器领导下建成的地磁绝对观测室。中国科学院地质与地球物理研究所供图

「地磁红军」——跨越半个世纪的长征

■本报记者张楠

3 从转行组队到独当一面

1956年,我国制定《1956—1967年科学技术发展远景规划》,地磁学研究被列入规划。这给“缺兵少将”的地磁研究队伍带来了新机遇。

同年,地球物理所成立“中国科学院地磁测量队”,并向中国科学院申请调来一批学习物理和测量的大学毕业生,让他们一边学习,一边工作,还派人出国进修。

刘长发正是在这样的情形下加入地球物理所的。“和我同期加入地磁组的薛小楨、任国泰、徐元芳,基本都是学测绘的,一开始因为担心要改行,以前学的技术用不上,还有点不情愿。”如今已90多岁的刘长发,对70年前的这些事仍然记忆犹新,“可是第一次见到陈宗器副所长时,这样的大先生一直微笑着跟我们说话,让我们的心立即安定了下来。”

几个小伙子决心像陈宗器所期待的那样,努力成长为测量队骨干,努力发展中国地磁测量事业。由于几个人学的是工科,陈宗器提出,

要具备地磁研究的能力,他们还需要补习外语,以及数学、物理的基础知识。

当年,地球物理所与北京大学联合设置地球物理专业,刘长发等人接受委派参加旁听。他至今还保存着当年在北京大学的听课证。

通过听课学习、参加地磁业务知识培训,以及野外测量实践,地磁科技人才队伍迅速成长起来。他们对地磁工作从开始的陌生到认识,再到熟悉直至热爱。不久后,这批年轻人投入到地磁测量的任务中。

1957年6月至1958年5月,地球物理所与石油部合作,派出3个地磁测量组共10人,开展西北地磁测量。刘长发负责建立敦煌等3个临时地磁台站,他用特制的公文皮包,装了少量野外补助现金和联系介绍信,以及便于临时开证明的“中国科学院地磁测量队”印章。为避免发生意外,他又将公文包放在高中时用的旧书包里,一直背在身上,“谁也不知道里面装有重要的钱物,很安全。”

这一期野外测量工作,他们共获得41个地磁测点以及3个临时地磁台站的记录资料,并将这些资料及时提供给青海省和新疆维吾尔自治区的石油管理部门。这是地磁测量资料应用于中国石油勘探的一次成功尝试。

当时,青年地磁人才逐渐可以独当一面。1957年至1962年,包括这些人在内的地球物理所20余人,先后在西北、西南和福建沿海等地区,完成445个地磁测点的地磁测量,于1964年编印出版了1:800万精度的《1960.0年代中国地磁图》。



1936年,陈宗器在东南沿海地区开展地磁测量。

4 承担全国地磁普测任务

1964年至1966年,地球物理所先后派出40余人次,完成了青藏高原的93个地磁测点测量,其中安振昌、王世元在珠穆朗玛峰6565米处,完成了当时世界地磁测量史上海拔最高的地磁三要素D、H、I绝对值测量。在这些工作的基础上,1:300万精度的《1965.0年代青藏高原地磁图》于1968年编印出版。

1969年1月,地球物理所承担了全国地磁普测任务,任务代号“3912”。此时,第五研究室已有67人。但棘手的是,测量组人手有所减少,只剩下8人。

没有测量,何谈数据和绘图?已经成长为组织管理人员的刘长发有点着急,找到中国科学院办公厅商讨选调人员问题。令他意外的是,接待同志早有准备,拿出了一份30多人的花名册。经过协商,最后选定24人参加培训,学习如何掌握仪器、如何观测。当年5月,“3912”队正式组建。

1969年6月15日,第一期“3912”队在北京天安门宣誓后出发。此后,6个野外组,每期6个

月,分期分批共100余人次奔波在祖国大地上,开展第一次全国地磁普测。

地球物理所研究员夏国辉参与了野外测量,也参与了回京后的地磁图编绘。他还记得,当时的测量组构成与以往基本一致:每组一辆车,配备至少1位地球物理所的专业人员,加上司机不超过4人,各分担地磁三要素D、H、I的测量。

“当时的地磁测量,还需要白天借助太阳、晚上借助北极星,所以为了保证测量准确,很多人得连轴转,或者在重庆这样的地方‘抢’晴天。”夏国辉回忆。

野外测量面临种种困难。夏国辉认为其中最难的是给车加油。“在上海、成都这样的大城市还好一些,到了物资匮乏的偏远县城,更是难上加难。”

首次全国地磁普测于1972年8月完成,整支队伍耗时3年多,行程36万多公里,测量了遍布全国陆地与海疆的1882个测点的地磁三要素。

2 借力建成全国地磁基本台网

为了研究地球磁场长期变化规律,永久性及时临时性地磁台站必不可少。在新中国成立之前,老一辈科学家和外国学者合作建过3个地磁台站,做过短期、区域性观测。而新建一个永久性台站,在当时需要耗费几十万元。

其他的问题更是多如牛毛。例如,科研器材缺乏,地磁测量仪器装备落后,只能依靠昂贵的进口仪器,甚至连最起码的具有无磁干扰的铜螺丝都很难找到。

1950年地球物理所刚成立,就开始规划中国地磁台站的建设。但地磁台站的选址、建设等方面方面的细致考量,往往要耗费数年时间。在地球物理所地磁研究室即第五研究室担任过副主任的刘长发,在20世纪80年代负责中国科学院地磁台站的台站建设与观测研究。

他参加过的选址工作都是纯人工考量的,既要远离交通线、电力线等产生磁干扰的人工环境,又要与海岸保持距离,以免受到潮汐冲击的震动影响,还得避开矿藏等磁性物体,占地面积小至22.5亩、大至数十亩。尤其备选台站的地磁场分布及变化水平需要在空间、时间

上保持平稳。诸多条件差一个,就要重新选址、重新测量。而在地磁观测室、记录室等开展工作,直到现在都要摘去手表、项链、戒指等会产生磁干扰的物品,如果鞋子、皮带上带有金属制品,也都得脱下。

1955年,中国科学院决定参加首次国际大规模科技合作活动——首届国际地球物理年(IGY)的同步观测,并成立IGY中国委员会。在此推动下,我国建成了长春、北京、拉萨、广州、兰州、武汉6个地磁台站,它们与后来补建的乌鲁木齐台站以及新中国成立后接收的隶属上海佘山台站一起,被业内称为“老八台”。

“老八台”为中国地磁台网的建设和发展奠定了初步基础,为中国地磁学后续发展提供了保障。为参加IGY观测,地球物理所研究员刘庆龄主持并仿制了拉荷型三分量地磁记录仪,成功研制出57型地磁记录仪,能够记录D、H、I三要素,并旋即生产了14套。

此后,中国地磁台站第一次用上了国产地磁仪器,并在IGY期间获得一批珍贵的地磁观测资料。

测点数量增长数倍,因之所获得的地磁数据几乎是海量增长,相应的数据处理和计算问题随之而来。

徐文耀表示,地磁图编绘是一项综合研究工作,不仅涉及浩繁的数据整理、通化和组织工作,而且与数学模型的选择、数值方法的比较、误差分析和边界问题的处理有密切关系,又与主磁场、长期变化、局部异常特征及其成因等物理问题的深入研究有相辅相成的关系。

“一方面要消除观测数据中太空磁场的干扰;另一方面,所有观测数据要通过计算,归算到1970年1月1日0时的相应值,以往只能用手算、珠算或手摇计算机,太慢了,错误率也高。”夏国辉说。

所幸,地球物理所在1970年购买了电子计算机,夏国辉率先学习使用。当时的计算机依靠打孔输入数据,只要孔打对了,就基本不出错。他很快掌握了用法,又开始建立地磁场的

5 地磁事业的新征途

的数学模型。这是我国首次采用计算机进行地磁数据处理。

有了准确的科学数据,1:300万精度的手绘《1970.0年代中国地磁图》于1973年12月编印出版,首次采用大比例尺的等值线和等年变线图。1978年,“1970.0年代中国地磁图和地磁场模式”获全国科学大会奖。

首次全国地磁普测任务迄今仍是我国“四最”纪录保持者:地磁测点最多、地磁图质量最高、地磁场模型精度最高、相关地磁资料使用率最高。

其后以10年为一个周期,夏国辉、安振昌等完成了1980.0年代、1990.0年代的地磁测量及相应年代地磁图的编绘,徐文耀带着博士研究生魏自刚等接手了2000.0年代的工作。

2005年,这项工作交接给中国地震局来承担,并按国际惯例将编绘周期缩短为5年。几十年来,随着地磁事业的开展,我国测

量技术由单纯的地磁经纬仪的磁法和天文经纬仪的天文方法测量,逐渐发展到电法数字显示,包括数字化核磁磁仪与GPS卫星定位的空间技术相结合的综合测量。同时,包括海岛、海洋在内的地磁图编绘逐步完善,为维护国家海洋主权和权益提供了重要科学支持。

如今的中国地磁研究队伍的技术与规模已能与世界发达国家平起平坐,“地磁红军”早已不复当年“堕指裂肤”之苦。

秉承老一辈地磁学家的“长征”精神,在新时代的行星磁场“长征”中,中国科学院地质与地球物理研究所的青年科研骨干们也硕果累累——建立我国首个火星全球磁场模型,自主研发高性能磁测仪搭载祝融号火星车获得火星表面磁场数据,论证天问四号木星磁层探测任务……

这场跨越半个多世纪的“长征”,早已踏上了全新征途。