

## 深切悼念磁学前辈潘孝硕老师<sup>1)</sup>

李国栋 张寿恭 章 综

(中国科学院物理研究所)



潘孝硕教授 (1910—1988)

我们祖国是最早发现 and 最早利用物质磁性、历史上记载太阳磁现象(黑子)和地球磁现象(极光)资料最丰富的国家,也是最早发明指南器(司南)和指南针,并最早把指南针应用于航海的国家。我国的古代磁学是对世界文明有过重大贡献的。在近代,由于封建制度长期统治和帝国主义侵略等多种原因,我国科学技术(包括磁学)却落后了。但是,我们的前辈科学家在人数很少、条件艰难的情况下仍然能积极工作,艰苦创业,使得在新中国建立后能够在优越的社会制度下,适应社会主义建设的需要,迅速开展科学研究工作,培养科学研究和教学人材,为经济建设和国防建设作出了重要的贡献。潘孝硕教授是我国近代磁学研究的先驱者和开拓者之一。他的一生是为发展我国磁学研究、培养磁学研究和教学人材、积极使磁学研究为生产建设和新技术革命服务的勤奋工作的一生。他严谨治学,辛勤育人,热爱祖国、品德高尚,他为磁学界树立了一个榜样。他在磁学研究工作和培养人材上的业绩,他的勤恳工作和诲人不倦的精神,将受到永远的怀念。

潘孝硕 1910 年 11 月出生于浙江湖州, 1988 年 12 月 28 日病逝于北京,终年 78 岁。

潘教授在 10 岁(1920)时进入湖州的终止小学读书, 14 岁(1924)进湖州的东吴大学第三中学,这是一所私立的教会学校,学校教学接受西方教育影响较深,注重自然科学(理科)的教学。1928 年夏他考入南京国立中央大学物理系,我国著名物理学家胡刚复、吴有训、叶企孙、严济慈、赵忠尧、施汝为、陆学善及美籍华裔物理学家吴健雄等都曾先后在该校学习或任教。1933 年夏他在中央大学物理系毕业后,秋天即进入国立中央研究院物理研究所任助理员,最初在丁西林教授领导下参加南京紫金山地磁台的建台和地磁观测工作。1934 年,我国近代磁学研究的先驱和开拓者之一的施汝为教授从美国结业回国,受聘到国立中央研究院物理研究所开展物质磁性研究工作,潘孝硕便被调到施教授组里从事磁学研究工作。此后半个多世纪,他除曾短期在大学教“电磁学”外,一直未脱离磁学的研究工作。

1938 年初,他到美国留学。在美国著名磁学家 F.Bitter 教授指导下先后获得美国麻省理工学院(MIT)的物理学硕士(1939)和博士(1943)学位。在攻读学位期间(1938—1943),他兼任过实验室的研究助理。取得博士学位后,他还在美国哈佛大学水声实验所和美国海军新伦敦水声实验所担任研究员,从事与探测

<sup>1)</sup> 由李国栋执笔。

潜艇用的声呐装置的磁致伸缩超声器件有关的研究。

1946年夏,他从美国回国,受聘到天津南开大学任物理系教授。1949年到南京大学任物理系教授。第二年又调到中国科学院应用物理研究所的南京部分任研究员,与施汝为教授一起从事磁学研究工作。1952年随南京部分研究人员迁到北京。在此后的30多年里一直从事磁学研究,并在大部分时间里担任磁学研究室的领导工作,对我国磁学研究的发展和磁学研究及教学人材的培养作出了重要的贡献。

## 二、

潘孝硕教授从三十年代中期开始磁学研究工作。二十年代中期,叶企孙教授在美国留学期间,以《Fe, Ni 和 Co 等铁磁金属在高压下的磁性变化》作为博士学位论文(1925),回国后曾指导他在清华大学的助教施汝为开展物质磁性的研究,在国内发表了第一篇在国内进行的磁学研究论文《氯化铬及其六水合物的顺磁磁化率》(1931)。施汝为教授于三十年代初期到美国留学,先后进行过 Fe-Co 和 Ni-Co 铁磁单晶体的磁晶各向异性的系统研究。1934年施汝为回国后在国立中央研究院物理研究所建立了中国近代的第一个磁学研究组,年轻的潘孝硕便是这个研究组的早期成员之一。他们合作研究,共同发表了《各向同性铁磁体的磁性》研究论文(1937)。从1950年起,施汝为和潘孝硕教授又共同建立了新中国的第一个磁学研究组(室),他们亲密合作,和衷共济,为我国磁学研究事业的发展 and 磁学人材的培养作了大量的工作,起了关键性的作用。

新中国建立初期,施汝为和潘孝硕二位教授认识到培养人材和科学研究为国家建设服务的重要性。他们一方面招考和争取分配年轻的科研人员,积极聘请从国外回来的磁学专家,另一方面又亲自带队到太原钢铁厂和哈尔滨阿城电表厂了解生产中对磁学研究的要求,开展了

吕泉古永磁合金和硅钢片改善磁性的研究工作。五十年代中期,施汝为教授担任物理研究所所长后,所务工作繁重,磁学研究室的领导工作便逐渐由潘孝硕教授担任了。

潘孝硕教授治学严谨,工作勤恳,对年轻科研人员的指导热情。他对科研工作是十分严肃认真的,他既亲自参加一定的研究课题,又高瞻远瞩,随时注意磁学研究的新动向。他自己虽然始终从事金属磁性材料和基本磁性的研究,但是他在五十年代初期便同施汝为教授提出需要开展非金属磁性材料、尤其是铁氧体磁性材料及高频磁性和铁磁共振的研究。在1956年全国制定科学技术十二年远景规划期间,他参加了关于全国磁学规划(包括在微波、电子计算机等新技术应用的磁性材料规划)的讨论;又作为主要执笔者起草了物理研究所的磁学发展的十二年远景规划,此规划对磁学研究内容、磁学在国民经济上与学术上的意义和作用作了说明,介绍了在苏、美、英、德、法、日等国磁学研究的大致发展状况,同时对磁学研究在国内发展状况、已具备的条件、研究方向、中心问题、发展规模、发展的措施、图书资料、设备、经费等都作了详细的说明。此规划对我国磁学的迅速发展起了重要的作用。

在1958—1959年间(图1),他带领年轻科研人员到科学院内计算技术研究所、电子学研究所和院外北京大学、清华大学等单位了解这些单位对磁学研究的要求,从而在磁学研究室内陆续开始了电子计算机需要的金属磁膜和矩磁铁氧体、雷达技术等需要的微波铁氧体及其物理基础铁磁共振等的研究,并亲自领导和参加了磁膜方面的研究课题。这些研究工作后来都对我国的计算技术和微波技术的发展起过重要的作用。

在六十年代的困难时期,为了贯彻“调整巩固、充实、提高”方针,他又亲自带人到四川成都为中国科学院成都分院西南物理研究所讲学和商定该所以应用磁学为重点的规划。后来又参加了在四川绵阳建立磁学研究所(即现在的中国科学院西南应用磁学研究所)的计划和筹



备工作。



图1 磁学前辈施汝为(左2)、潘孝硕(左3)、孟宪振(左1)和作者之一(李国栋)(左4)在北京合影(1958)

在文化大革命期间,进行科研工作虽很困难,但是他仍大量阅读文献资料,他自己订阅了美国《应用物理杂志(*J. Applied Physics*)》和《电气和电子工程师学会会志磁学卷(*IEEE Transactions on Magnetics*)》,密切关注世界磁学发展的动向。后来磁学研究室在他倡议下开展了非晶磁性材料的研究,他也在这方面亲自指导研究工作,培养了多名研究生。他一直关心新技术在磁学研究上的应用,在“文革”中及以后,他都积极支持如穆斯堡尔效应、中子技术和核磁共振等新技术应用于磁学研究。在全国性的磁学讨论会中,他特别选定这些新技术列入专题报告,他提出在非晶磁性材料研究中要重视应用铁磁共振和穆斯堡尔效应等方法。

### 三、

潘孝硕教授不但长期亲自参加和指导磁学研究工作,而且极为重视年轻科研人员的培养,关心磁学的学术活动,为我国培养了几代磁学科研和教学人才,推动了国内磁学学术活动以及同国外磁学界的学术交流。他为人正直,平易近人,对自己要求严格,这些业绩和优点,使他在磁学界享有很高的声誉,深受到磁学界同仁的敬重和爱戴。

在新中国建国初期,施汝为教授和他便富有远见地招考和争取分配到一批年轻的大学生。当时一般人对磁学是很生疏的,在国内从

事磁学研究的还不到十个人。那时大学里既没有磁学专业,也没有专门的磁学课程。他同磁学组里的高级研究员共同开了“现代磁学”课,让组里年轻人初次看到了磁学的广阔天地。课程结束后,每周开一次的磁学讨论会,让全组人员轮流在会上作报告,内容即可以是自己科研工作的报告,也可以是某一磁学专题的介绍。这些专题可以由报告者自己选定,也可以由高级研究员介绍文献后的读书报告。这些讲课和报告的部分内容便是取自于后来出版的《现代磁学》(1960,译自俄文)和构成《铁氧体物理学》(1962初版,1978修订版)的素材。大家都感到这种讨论会是培养科学研究人才的一种好方法。

1952年高等院校调整后,全国学习苏联各系设置专业和专门化。当时在物理系设置磁学专业的有北京大学、南京大学、山东大学和东北人民大学(现吉林大学),这些大学都派了年轻教师到当时国内唯一从事磁学研究的中国科学院应用物理研究所磁学研究组来进修。他们当然也参加了《现代磁学》的听课和磁学讨论会。这些教师学成回校后成为创办磁学专业的骨干。

1959年前后,许多省建立了本省的科学院,由于磁学在电子计算机、无线电电子学、自动化和微波等新技术中都有较重要的应用,故一些省科学院派了年轻科研人员前来中国科学院物理研究所磁学研究室(1958年应用物理所改名物理研究所,磁学研究组改为磁学研究室)进修,潘孝硕室主任热情地为他们制定了进修计划,分配到各研究组进修,还派人专为他们和部分新到磁学室的非磁学专业毕业的科技人员开设《磁学》课。他们经过两年或更长时期进修后回到各自单位,成为开展各种磁学科研工作的骨干。

五十年代中期,北京大学初办磁学专业,潘孝硕教授同磁学组几位高级研究员应邀去北大为高年级学生讲授“铁磁学”课,接受几个办有磁学专业的高校学生到磁学室(组)作毕业论文。1958年中国科学院创办中国科学技术大

学,在物理系设置磁学专业,他为该校磁学专业的课程设置,教师培养,讲授专业课和指导毕业论文(由物理研究所的研究人员兼职)等工作的安排操心费力。可以说,中国科学技术大学磁学专业的开办和发展,是同潘孝硕教授等前辈磁学家的帮助分不开的。

六十年代初,潘孝硕教授开始招收和培养研究生。他不但在招考时对应试的研究生仔细考察和认真挑选,而且在入所后培养期间既热情关怀他们的学习和工作,又时时启发他们独立思考和不漏过实验中的细节。受过他指导的几代科研人员和研究生都有这种很深的体会:他循循善诱地引导人进入一个个磁学课题,他周到细致地告诉人作实验时容易被忽略的细节,他经常注意有关的数据,他在审阅学生的论文初稿时,不但注意论文内容的安排、数据和曲线的处理,而且连文辞的表达、写字的规范和标点的使用都极认真修改。这些都曾给跟随他工作过的几代科研人员留下极为深刻而难忘的印象。

潘孝硕教授也很重视国内外有关磁学的学术活动。他主持过约30年的中国应用磁学学会及其前身学组的工作和学术活动,积极倡导召开全国性有关磁学的会议和派人到国外参加各种有关磁学的学术会议。从五十年代起,他和施汝为教授等都积极争取选派留学生到国外留学,尽力支持和推荐磁学工作者到国外访问和工作。

潘孝硕教授曾多次参加过有关磁学的编写工作,极为认真负责。甚至在他70高龄时期,在参加《中国大百科全书》物理学卷和《当代中国》中国科学院卷有关磁学的编写时,他也很细致周密地考虑了磁学部分的框架,亲自撰写了“磁学”长条,对合作者写的初稿也提出了许多宝贵而中肯的意见。

在潘孝硕教授培养的几代科研人员和学生中,有许多已成了磁学众多领域的学术带头人和国内外知名学者,有的已成为一些研究所和研究室的学术领导。

#### 四、

潘孝硕教授从事磁学研究半个世纪,内容涉及铁族-贵金属磁性、永磁和软磁金属磁性材料的脱溶、超结构和磁化机制,金属磁性薄膜的磁性和磁化机制,非晶磁性合金和自旋玻璃的晶化、结构弛豫和磁相变等对磁性的影响等。他在国内外学术刊物上发表了数十篇磁学论文(见附录),这些论文中有的具有创新的结果和独到的见解,在国内外产生深远的影响,曾被磁学界在专著和论文中多次引用。他的学术成就和代表性论文已编入将出版的《近代中国物理学家文选》中。

在三十和四十年代,他的早期磁学研究主要是关于铁-贵金属、铁-稀土金属合金磁性和磁性金属的磁化机制。例如,他曾用磁性分析方法研究76Ni-24Fe和50Ni-50Fe在450℃下经长时间(2—3天)退火热处理并缓慢冷却(约40℃/h)后,其饱和磁化强度比从900℃淬火的合金分别增加3.9%和1.3%,指出这是由于退火合金的部分有序产生的。大量的实验表明,这两种磁性合金的成序过程的温度范围分别为640—400℃和800—400℃。前一种合金的有序已由其他作者用X射线衍射加以证实。他曾研究含Fe量低于3wt%的Cu-Fe磁稀释合金和含Fe量达37at%的Au-Fe合金的磁性与温度、磁场和成分的关系,实验结果表明:Cu-Fe合金在14—1300K和0—1.5T范围内测得的磁化率和磁化强度与磁场有关等反常特点,因而指出:Fe原子在合金中并非无规则均匀分布,而可能有局域成团甚至有自发磁化微区存在;淬火的过饱和Au-Fe合金为铁磁性,在退火热处理时,在约450℃发生脱溶,最后生成的富Au和富Fe相在室温均为铁磁相,磁分析和X射线衍射谱都证实这种合金的脱溶机制主要为非均匀型。曾研究含1.07—37.8at% Fe的Ce-Fe合金在77—1200K温区和高达3.5T磁场中的磁性,在77,145和300K的X射线衍射谱,发现在100—150K温区有磁性上的

突然变化,以及含 1.07at%Fe 的 Ce-Fe 合金相结构上的变化。在较为系统地研究 Au-Fe 和 Au-Ni 合金的磁性与温度和成分的关系时,他发现 Fe 原子在稀释合金中具有较高的磁矩,磁化率随温度变化快,而 Ni 原子却似乎失去磁矩,磁化率较低并呈复杂的温度关系,合金变为铁磁性的临界浓度分别为 8at%(Fe) 和 40at%(Ni),也显示很大的差别。铁磁性多晶体的旋转磁化是他博士论文的主要内容,曾系统地研究了纯 Fe 和 Fe-Co 合金在不同温度的正常磁化曲线,实验表明这些多晶体采用折合单位后的正常磁化曲线都互相重合,因而指出:由晶粒间界等引起的内磁场的影响是很小的。他还从单晶体的磁畴、畴壁和磁化理论解释了他的实验结果和物理设想。此外,他还研究了纯 Fe 和 Fe-Co 合金在各种温度下接近饱和时的磁化过程。

在五十年代,在他指导下的研究工作主要集中在吕泉古(Alnico)系永磁合金。对一种吕泉古永磁合金的不同热处理研究,获得了可改善永磁性能的最佳热处理条件。他们曾利用热磁分析方法研究了成分近于 Fe<sub>2</sub>NiAl 的 Fe-Ni-Al 三元合金的饱和磁化强度、矫顽力和居里点随成分和热处理的变化。实验结果与“继续脱溶”假说符合,一种相( $\beta'$ 相)的继续脱溶是可逆的。这些结果可定性地有助于解释吕泉古型永磁合金的脱溶动力学过程和产生高矫顽力的主要原因。此外,他们还研究了面心立方钴在室温和高温的转矩和磁各向异性随温度的改变,指出:根据在 335—375°C 间转矩曲线随温度的剧烈变化可推知样品发生了相变。

从六十年代到七十年代初期,他主要指导关于与电子计算机有关的磁性金属薄膜的研究及相关磁化机制的研究。在我国第一届(1963)和第二届(1964)全国磁学和磁性材料会议上,他和合作者提出了多篇有关 Fe-Ni 合金和巨姆合金薄膜的磁性、热处理和磁化机制等方面的报告,并在 1964 年的磁学讨论会(山东济南)上作了《铁磁性薄膜研究的国内外进展》的评述报告。他指导他的研究生分别研究了金属磁膜

的畴壁蠕变机制和六角晶系铁氧体的磁性。在这一时期中,他还撰写了《十年(1949—1959)来的中国磁学》、《磁学和磁性材料的进展》(1960)和科学技术发展规划中的磁学部分(1962)。

七十至八十年代,他主要指导非晶磁性合金和自旋玻璃的磁性及相关物理问题的研究。分别研究了 Fe-B 系和 Fe-Co-B-Si 系非晶合金的热处理效应和晶化动力学,观测到这些合金的较窄的激活能谱和磁场热处理中的磁各向异性重取向,并在结构弛豫基础上进行了讨论;研究了这些合金的低温电阻反常现象,发现类 Kondo(近藤)型的电阻最小,指出电阻率中的温度  $T^2$  项来源于电子-声子散射;用比较的方法研究了这些合金的磁性和 Mössbauer 效应,得到磁化强度与带面夹角随 Co 含量的增加而减小,表明应力-磁致伸缩各向异性随 Co 含量增加而减小的变化规律;研究了含 Co 合金的 X 射线光电子能谱,发现了内层电子能级的结合能和费米面态密度随 Co 含量的变化关系。在研究 Fe-B 系和 Fe-Cr-B 系非晶合金在 25T 脉冲强磁场和 7T 恒定强磁场中的磁化强度和磁电阻时,发现一些性质反常与晶态 Fe-Ni Invar 合金非常相似,指出 Fe-Cr-B 合金的低温电阻反常可以用磁的影响来解释。他们曾较为系统地研究了在 Fe-B 非晶合金用不同含量的 Ti, V, Cr, Mn, Nb, Mo, Ta 或 W 等过渡金属部分代换 Fe 时,对磁性和晶化行为的影响,大量的实验结果表明:TM-M(过渡金属-类金属)之间较 TM-TM 或 M-M 之间具有更强的相互作用,异原子半径差越大,键合作用也越强,因而使非晶态更稳定;合金的平均外层电子浓度减少能导致非晶合金的稳定性增加。

从以上的介绍可以看出,潘孝硕教授在长达半个世纪的磁学研究工作中,培养几代磁学研究和教学人材,领导和推动磁学学术活动等方面都作出了很大的贡献,是我国近代磁学的一位深有影响的前驱者和开拓者。

作者对中国科学院物理研究所领导、潘孝硕教授家属以及吴乾章教授、郑步远、郭慧群、宁太山和沈保

根等同志提供有关资料,表示深切的感谢。

### 附录: 潘孝硕教授的主要论著

- [ 1 ] J.W. Shih and S.T. Pan *Chinese J. Phys.*, **3**(1937), 27. 《各向同异铁磁体的磁性》。
- [ 2 ] S.T. Pan, *Phys. Rev.*; **56**(1939), 933. 《巨姆合金超结构的磁检证》。
- [ 3 ] F. Bitter, S. T. Pan et al., *Phys. Rev.*, **60**(1941), 134. 《固溶体的磁性研究 II. 淬火的 Cu-Fe 合金》。
- [ 4 ] S. T. Pan et al., *J. Chem. Phys.*, **10**(1942), 318. 《铁磁性 Au-Fe 合金》。
- [ 5 ] J.R. Clark, S.T. Pan et al., *Phys. Rev.*, **63**(1943), 134. 《Ce-Fe 合金的磁性》
- [ 6 ] A.R. Kaufmann, S. T. Pan et al., *Rev. Mod. Phys.*, **17** (1945), 87. 《顺磁性 Au-Fe 和 Au-Ni 合金》。
- [ 7 ] S. T. Pan, *Chinese J. Phys.*, **8**(1951), 322. 《多晶性铁磁体的旋转磁化》。
- [ 8 ] 施汝为、潘孝硕, 科学通报, **2** (1951), 750. 《永磁铁合金热处理的初步报告》。
- [ 9 ] 潘孝硕、陈慧男, 物理学报, **11**(1955), 499. 《一个钴晶体的各向异性磁性》。
- [ 10 ] 王焕元、潘孝硕等, 物理学报, **16**(1960), 214. 《用磁分析法观察某些 Fe-Ni-Al 合金的脱溶过程》。
- [ 11 ] 潘孝硕, 见《十年来的中国科学、物理学, 1949—1959》, 科学出版社, (1962), 50. “磁学”。
- [ 12 ] 陈一平(潘孝硕、李国栋的笔名), 科学通报, (1960), 530. 《磁学和磁性材料的发展近况》。
- [ 13 ] 潘孝硕等, 见《第一次全国磁学及磁性材料专业学术会议论文集》, 国防工业出版社(1964), 27. 《坡莫(巨姆)合金薄膜的各向异性》。
- [ 14 ] 潘孝硕, 见《1964年磁学讨论会文集》, 中国物理学会编, 科学出版社, (1966), 176. 《坡莫(巨姆)合金薄膜》; 226, 《交换各向异性》。
- [ 15 ] H. Q. Guo, S. T. Pan et al., *J. Magn. Magn. Materials*, **23**(1981), 156. 《Fe<sub>5</sub>Co<sub>70</sub>Si<sub>15</sub>B<sub>25</sub> 金属玻璃的磁退火和晶化动力学》。
- [ 16 ] 郭慧群、潘孝硕等, 金属学报, **19**(1983), A53, 《非晶态 (Fe<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>)<sub>78</sub>Si<sub>9.5</sub>B<sub>12.5</sub> 合金的低温电阻率反常》。
- [ 17 ] F.M. Yang, S.T. Pan et al., *High Field Magnetism*, ed. M. Date, North Holland, (1983), 121. 《Fe-B 和 Fe-Cr-B 非晶合金在强磁场中的磁化强度和磁电阻测量》。
- [ 18 ] 郭慧群、潘孝硕等, 金属学报, **20**(1984), B205. 《非晶态 (Fe<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>)<sub>78</sub>Si<sub>9.5</sub>B<sub>12.5</sub> 合金的磁性和 Mössbauer 谱研究》。
- [ 19 ] 詹文山、潘孝硕等, 金属学报, **21**(1985), B199. 《Cr, Mo, W 对非晶态 (Fe, B) 基合金磁性的影响》。
- [ 20 ] 郭慧群、潘孝硕等, 物理学报, **35**(1986), 1077 《非晶态 (Fe<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>)<sub>78</sub>Si<sub>9.5</sub>B<sub>12.5</sub> 合金的 X 射线光电子能谱研究》。
- [ 21 ] 沈保根、潘孝硕等, 金属学报, **23**(1987), B220. 《成分和过渡金属对铁基非晶态合金晶化行为的影响》。
- [ 22 ] 李国栋, 潘孝硕, 见《当代中国·中国科学院》卷, 中国社会科学出版社(将出版)。“磁学”。

### 启 事

由紫金山天文台和北京天文馆合编的系列科普图书《天文普及年历》(1989), 已由科学出版社出版, 北京天文馆组织发行。目前该馆尚有部分存书, 如有需要者可直接与该馆张京丽同志联系购买, 书价2.85元(含邮资)。