

内部参考资料
注意保存

中国的地震研究

(美国地震考察组访华报告)

5.25

WDZ

1976年4月

说 明

一九七四年，由普雷斯率领的美国地震考察组访华回国后，写了一组题为《中国的地震研究》(Earthquake Research in China)的访华观感文章，刊登在《美国地球物理联合会汇刊》(E⊕S) 1975年第56卷11期(838—881页)上。全文分十一部分，由该考察组成员分别执笔撰写，内容是他们对我国地震工作各方面的介绍、反映和评论。美合众国际社华盛顿1976年1月23日电曾以《中国地震导致预报努力》的“新闻特稿”，对此作了报道介绍(参见新华社《参考消息》2月3日第四版)。现以国家地震局情报资料室的名义通过本刊通讯联络网组织有关单位将全文译成中文，除各承译单位校核外，经本刊编辑部又进行了复校，作为内部参考资料刊印，供领导同志和有关方面批判性地参阅。

《国外地震》编辑部

1976年4月

中国的地震研究

〔原注〕 本报告由美国地震代表团的下列成员分别编写：

第一部分：普雷斯 (Frank Press)，麻省理工学院；布洛克 (Mary Bull-ock)，与中华人民共和国学术交流委员会。

第二部分：汉密尔顿 (Robert Hamilton)，美国地质调查所。

第三部分：布雷斯 (William F. Brace)，麻省理工学院；基斯林格 (Carl Kisslinger)，科罗拉多大学。

第四部分：基斯林格，科罗拉多大学。

第五部分：博尼拉 (Manuel G. Bonilla)，美国地质调查所；艾伦 (Clarence R. Allen)，加州理工学院。

第六部分：艾伦，加州理工学院。

第七部分：赛克斯 (Lynn R. Sykes)，哥伦比亚大学；雷利 (C. Barry Raleigh)，美国地质调查所。

第八部分：诺波夫 (Leon Knopoff)，加利福尼亚大学。

第九部分：布雷斯，麻省理工学院。

第十部分：克拉夫 (Ray W. Clough)，加利福尼亚大学。

第十一部分：霍夫海因茨 (Roy Hofheinz)，哈佛大学。

目 录

第一部分	引言和总的评价.....	(1)
第二部分	国家计划.....	(5)
第三部分	中国的大学和研究所以.....	(8)
第四部分	地球物理仪器设备和观测台.....	(13)
第五部分	中国的地震构造.....	(19)
第六部分	中国地震的历史记载.....	(22)
第七部分	地震的前兆效应.....	(25)
第八部分	统计、模型和理论研究.....	(32)
第九部分	岩石力学.....	(36)
第十部分	中国的地震工程.....	(38)
第十一部分	中国地震研究的历史和政治.....	(43)

1. 引言和总的评价

本报告包括美国地震代表团于1974年10月5日至11月5日期间对中国进行的一次访问。美国方面是由与中华人民共和国学术交流委员会发起，中国的东道主是中国科学技术协会和国家地震局。与中华人民共和国学术交流委员会是由国家科学院，社会科学研究委员会和美国学术团体委员会联合发起的。

这次访问的起因，是作为美国地震学会主席的基斯林格于1973年1月向中国科学院发出邀请中国派代表出席地震预报研究科学讨论会。虽然中国方面谢绝参加，但这次邀请朝着美国和中华人民共和国双方互换地震学家迈进了一步。基斯林格的邀请信发出后数月，与中华人民共和国学术交流委员会访问了北京。他们的目的是和中国科学技术协会安排一个交换计划。由于基斯林格的促进作用，该委员会申请的访华美国代表团中也包括地震考察团。除这一具体交换被接受外，中方也建议了派一中国地震组访问美国。

中国地震代表团于1974年春访美，我们组于同年10月到中国旅行。这一交换的相互性使保持个人之间的联系成为可能。中国人访美时，美国代表团的成员们曾是主人，而当我们访华时，见到了中国组的大部分成员。顾功叙团长参加了我们在北京期间的大部分活动。在中国停留期间，副团长丁国瑜一直陪同我们。

在中国旅行的交通工具包括飞机、火车和汽车，总共访问了九个城市。我们在北京停留的时间最长（12天），几个主要

研究所——地球物理研究所和地质研究所——位于北京。参观的其它地方是天津、哈尔滨、邢台、西安、昆明、桂林、广东和河源（新丰江水坝所在地）。我们是与中华人民共和国学术交流委员会主办的第一个访问昆明、桂林和哈尔滨的代表团。

我们听了像北京的地球物理研究所和邢台附近的红山地震台这样极其不同的研究机构的中国同行为我们作的40余次学术报告。我们每人也为由教授和大学生组成的听众作了一次正式的演讲。晚上有时还举行一些非正式小组学术会议。我们的旅行路线包括参观基准地震台和进行一些野外旅行。所参观的每一研究中心的细节和我们见到的科学家名单可从与中华人民共和国学术交流委员会得到。

我们代表团抵达中国时没有抱多大期望。当中国人访美时，他们没作学术报告，也谢绝讨论他们的地震研究工作。他们的态度是到美国来学习的；而当我们回访时，才能得到他们的方法和技术方面的情报。加之，中国的地震资料出版得很少。仅在大约1年前，文化革命期间所定的限制才被消除，中国科学家才重新开始出版他们的论文；自那时起，只有少量关于地震预报的文章问世。

研究所在中国科学事业中起着巨大的作用。例如，位于北京的地球物理研究所成立于1949年，最初包括气象学、地震学和物探等，但在其后的年代中，由于科学院规模缩小，上述许多领域的工作已转移到政府各部，该所的任务现在主要是集中

在地震预报上。地球物理研究所拥有采用固体电路的现代化电子实验室，一个和我们大约10年前IBM7094相似的计算机，以及一个有600多种期刊、馆藏书刊达3万余册的极好的图书馆。

像地球物理所这样的中心负责今天中国进行的所有重大研究和大学毕业生教育。文化革命后，大学重又开学时，被改变为设有三年半训练课程的学校。研究所雇用那些追求高深科学发展的大学生，他们在和一个研究人员的一对一关系中接受在职科学教育。除研究生教育之外，还有对中学毕业生适用的在职技术训练。典型地讲，这些研究所雇用大约300—400人。

研究所进行高级研究的基础资料是由被称为省地震大队的机构在现场收集的。一个典型的地震大队有他自己的中心观测台（现有17个从事地震预报），也作为一个大省或几个省累积资料的区域中心。在许多情况下，也有一些外围台站。图书馆条件相对地差，工作人员大部分是年轻和受过专门训练的。

在中国似乎有一种科学研究趋于分散的倾向：北京为科研计划提供资金，大城市的一些研究所形成了主要的知识分子中心，而大部分数据却在各省收集。有迹象表明科学院的独一无二作用正在减小，各省队都是自己制定研究计划并直接提交给北京的中央权力部门批准和拨给资金。这种双重领导有优点也有缺点；由于缺乏批评性评价，会导致质量监督不足，中央权力部门经常在没有检查的情况下接受各省大队的主张。此外，在各研究单位之间的联系需要改进；工作是十分参差不齐。

一个省队的典型简介说明中国今日科学的某些特点。简介以往往往是非专业人员的革命委员会主任（研究单位行政负责人）

介绍文化革命以来取得的进展开始，在这之后由地方科学工作者们介绍他们所从事的实验。以这样的方式讨论他们的工作，对其中许多青年科学工作者显然是一种不平常的经历，而当我们提出一些问题，或表示不同意他们的见解时，他们似乎很不习惯于这种平等交换意见的科学评论，而这在美国科学制度中却是鲜明的特色。

在这些讨论过程中使我们相当惊讶地发现中国当前正在进行着一个大规模且又获得充分支持的地震预报计划。直到大约在十年前，地球物理学在中国是高度理论性的，但那时在这一领域里人员很少。也曾发表过一些很专门化的论文，但实验工作很少。然而，近十年中却发生了巨大变化，目前中国正从事于一个规模巨大的地震研究计划。这个计划包括数百名科学家，数以千计的技术人员和熟练工人，大约250个地震台和约计5000个观测点（观测点可能是一个观测台或只是一眼监视水氡含量的井）。目前这是中国正在进行的可能除政府各部门大力支持的石油和矿物探外的地球物理研究的主攻方向。

图1. 根据时等人的中国地震活动性图（1974b，图1）（图略）

中国的地震预报计划包括世界上任何地方提出过的每一种预报方法。中国科学家们跟得上新技术的当代文献，并且在用他们自己制造的仪器发展着自己的实验和观测。他们的地震仪是现代化的，并有大量的氡探测器（美国还有待筹建一个系统地野外监测水氡含量的计划）。能在20公里距离测到百万分之一距离的激光测距仪。核子旋进磁力仪也正在中国运用（中国人告诉我们，他们首先试图在美国购买核子旋进磁力仪，当遭到失败后，便在自力更生原则下，自己制造了这种仪器）。与此同

时，中国地震预报计划深受着缺少现代化计算机之苦；在我们整个访问期间，只看到一台计算机用于地球物理学，一台用于工程地震学，实际上，每一个研究单位应该有一台以便处理积累的大量资料。此外，中国人目前还没有处理遥测大台阵数据的经验，也缺少目前在美国采用的一些新近发展的传感器。然而，中国人最近的进步是令人惊讶的，并预示着更好的未来。

中国强调地震研究主要是由于早年地震造成大量死亡(图1)。1556华县地震死亡近一百万人，近代1920年甘肃地震死亡18万人，而去年当中国地震考察团访美时，仅一次云南地震可能就造成数千人伤亡。这么高的伤亡率的部分原因是和农村房屋的性质有关，它们今天和16世纪时一样易受地震破坏。重建结构坚实的房屋从经济角度来说是不能实行的；较好的政策可能是任房屋在地震时被破坏，然后再重建。因此，对中国来说，最有利的策略是发展精确的地震预报方法，使人民有可能在地震前从家中疏散出去。

1966年河北省地震可能有许多伤亡(中国人不惯于公布这类统计数字)，它对这一加强的地震预报计划是一个直接的动力。周恩来访问了地震区，并立即指示应把地震研究工作放在最优先的地位。对中国政府来说，地震预报表明科学为人民服务的概念；就像消除饥荒和控制疾病一样，使人民免受千百年的地震天灾的折磨，被看作是国家的适当的关怀。

中国人说，到目前为止，一共预报了11次地震。中国的地震预报不同于美国。在美国采取的方式仅是一个科学家对另一科学家暗示在某一具体时间和地点可能发生一次地震。中国的一次地震预报是导致人

民从家里疏散出来的通告。因此，中国人已经有了一些地震预报的社会反应方面的经验；如何把预报传达给公众的问题，警报的后果和错报的反应。因为他们相信，预报本身和发现预报的技术根据同等重要，所以即便处于预报技术的初步阶段，他们就发出预报，并图谋疏散人民。如果并未真正发生地震，认为人民将能理解国家的行动是为了他们的利益，因而接受正常生活中一次短暂的扰乱。当然，地震预报曾有过许多失败，看来将会作出较大努力以避免发生错报。

毋庸置疑，中国的地震预报是有意义的，并且值得引起国际上的注意。中国人实质上已把关于实际前兆变化的地学资料基础增加了一倍；他们汇编的泉和井水水位测量资料比其他人的总和都多。然而，他们的方法和我们的一样有几个严重的缺点。如前所述，采用了大量的以经验为根据的方法；中国人正在不加区别地尝试提出来的每一种方法，并相信通过试验每种可能的技术将会找出预报地震的方案。就像一个参与癌症研究计划的人试验每一种化学药剂以确定它是否可依据化学疗法来突破癌症，而在头脑中却没有一种概念性的模式，并且也没有采用分子生物学的新发现。至今还没有致力于建立实验计划或证实统计有效性。也许当这个计划成熟时，能够对科学家所作实验的统计有效性提出挑战(就是：他怎样知道信号比干扰大一定数量的标准偏差？以及在这个异常信号出现之前他的记录的前期时间历程)并会得到一个适当的回答。

值得注意的是：文化革命后教育界随之出现的变化是否将有助于调整还是增加中国当前的理论统计分析和实验设计与大量实验之间的不平衡状态。在一个高中与

大学之间有长达三年间隔，无论如何大学只提供3¹/₂年教程，以后学生在职学习研究的制度下，是否有可能提供一个着重高等数学和理论的自然科学的健全的教育？科学界将热切地注视着中国在培养科学家方面的独特试验。如果弄清楚地震预报是比较简单的话，中国人发现成功的技术将比任何人都快，因为他们用现代仪器正在采集如此之多的数据；然而，如果自然界不轻易地揭示出自己的秘密，那么中国人可能不得不重新制定他们的计划。

我们在中国科学界所看到的另一迷惑不解的因素是无批判地接受同事们的论点。譬如：一个研究所的同事们可能在同一时间内提出两篇学术论文；其一可能是内容精彩的分析，而另一篇则是绝对没有什么科学价值的文件，显然指出一个同事工作的不当之处不是通常的程序。这种缺乏批评性评价的原因不明：可能在中国由于批评者置身于被批评者之上，而认为评论是杰出人物统治论。也许是由于下列事实：文化革命期间缺少给科学工作者提供这类经验的科学讨论会、同事的评论及出版物。另一方面，却时常征求我们的意见和评论。

数万业余人员正从事于地震预报工作，他们或监护专业仪器，或参加向公社报告最新成果和有关发生地震时的适当处置的知识的群众教育运动。这是一种高度独创性的发展，是我们可能希望仿效的。但是这一程序具有一种潜在的缺点：重要的是科学家要考虑到群众的智慧，一些奇异的论点是不可以反驳的；如果一位动物园的看守人报告一只老虎病了，而三天后发生了一次地震，这一报告可能被列入有关资料，尽管这不是根据一个被控制的实验得出的。

我们毕竟不能用美国的经验来评价中国的地震预报计划。从地球物理科学基础水平基本等于零的水平上，中国人作了包括用可靠仪器和熟练技术人员采集的大量数据的大量努力。依承担义务和工艺学来看，他们的计划列为最好的。我们的地震研究是在采用了提供运用台阵和大型计算机并导致现代化传感器的发展和在遥远地区运用等经验的侦察核爆炸的技术的高级地球物理科学基础上发展起来的。我们认为中国人的计划正处在既有长处又有弱点的过渡阶段。如果存在缺点，中国人可能会很好地认识它们，并采取矫正措施。无论如何，我们认为这次对中国的访问对我们和中国人都具有一种深远的影响。在我们面前展示了中国科学的巨大潜力。我们进行了调查、提问和评论，相互间坦率地对待我们的赞扬和批评。看来我们的中国主人对待这种意见交换是很严肃的。

如果中国人和美国人着手进行一项合作的地震研究努力，可能将会得到相当大的益处。中国人目前正在预报地震。根据新闻报道，他们的最新成就是预报了1975年2月4日辽宁省7.3级的破坏性地震。有关他们的程序和结果的知识将对我们非常宝贵。我们也能帮助中国科学家制定岩石力学研究计划，向他们提供目前在他们的设备武器库中还没有的传感器，并为使用我们的前兆数据和计算机打开通路。我们能够进行实验设计，并提供他们进行的研究的物理基础方面的见识。他们能供给我们比在我们自己计划指导下更充分的资料根据以促进地震预报较迅速地发展，同样也能提供我们有关公众对地震预报的反应情况。回溯达2500年的中国地震目录，对于致力于地震统计学、地震重复率、地震活动性“流动”等研究的人说来，

这是一个资料的金矿。中国地震活动性和大地构造情况有待从板块构造角度来解释。大陆小板块学说可能将在中国得到验证。这只是合作和共同研究的可能领域的几个例子。不幸的是台湾问题可能从政治上使两国科学团体在最近的将来不能实现

协力。但是,出于我们对这一协力的可能性的热情,我们代表团向中国人提出了详述一个合作计划的利益的建议。如能实现国际间各科学团体专门知识和经验的协作,毫无疑问,精确的地震预报将会在不远的将来成为现实。

2. 国 家 计 划

1966年3月8日、22日河北省先后发生的6·8级和7·2级两次地震,为悠久的历史地震灾害史增添了新的记载:1556年在陕西省发生了世界上死亡最多的一次地震,那时至少死了八十二万人,而1920年甘肃的一次地震死亡了十八万人。1966年地震的浩劫引起了政府对地震威胁的注意,从而制定了现行的全国地震研究计划。同其它科学计划相比,中国的地震研究处于极其优先的地位,这种情况足以使我国从事地震研究的科学家们羡慕。

现在中国对地震的重视同过去的态度形成尖锐的对照。我们代表团多次被告知,以前的政府未能有效地减轻地震所造成的巨大灾难。确实,直至六十年代中期地震研究还不是一项高度优先的学科。1966年周恩来总理访问地震灾区表明了共产党政府对人民的关怀,其后的研究计划充分证明了政府对减轻未来地震灾害所作的努力。

对地震计划的强调在某种程度上是由于1966年的地震正发生在无产阶级文化大革命开始的这个偶然的条件下。文化大革命期间把批判对准科学不为人民服务和科学家生活在象牙之塔里,不问国家大事。预报地震的计划可以力图表明,科学家怎

样才能同工、农、兵结合以解决举国关心的问题。

计 划 的 目 标

中国的地震计划在地球物理研究和地质研究方面的主攻方向是预报未来地震的地点、震级和时间。整个地学的能力都集中在这个目标上,由于目的明确,这一努力给人以深刻的印象。不以预报为目标的最大的地震研究活动是地震工程,它的目标是估计建筑物的地震性能。可是从人力上来看,地震工程目标的优先要低于地震预报目标。

中国的国家地震计划和美国的大不相同。1974年财政年度美国地震工程的经费(八百万美元)占整个地震经费的三分之一强,是地震预报经费的二倍多。除预报和工程外,美国的地震计划以编地震危险图为目标,它的经费与地震预报、地震危险率估计和地震控制具有大致同一水平。实际上,地震危险率估计是作为一个长期预报方法或鉴别应加强研究的地区的方法列入中国计划的。在美国,地震控制的经费是如此之低使它只列为次要的目标。

可以对中国的计划强调地震预报,而美国的计划则同等对待服务于土地使用

规划的编地震危险率区划和预报，提出一个合乎逻辑的解释。在中国，重瓦顶或泥顶的土石房屋很普遍，地震时容易倒塌。在美国则广泛使用轻屋顶木构架房屋，地震时屹立无恙。因此，由于地震预报而能够撤离房屋，对中国来说远为重要。土地使用方面的人文上的差别，在形成中、美两国的地震目标中是另外的因素。中国约有80%的人口从事粮食生产，主要散住在可耕地上的小村庄里。中国的可耕地面积同美国大致相等，可是人口是美国的四倍，所以，实际上所有可供使用的土地都耕种了。许多传统和信念都与土地有关。这几个因素使得象把容易发生地震的土地留作高尔夫球场或公墓，或以地震危险为基础按人口密度区划土地等美国的想法不适用于解决中国的地震危险问题。

计 划 的 管 理

1966年中国的地震预报计划问世时，并没有作出集中领导的部署。每个有能力进行地震研究的单位都制定并实施自己的计划。后来认识到，由此得来的计划太分散，需要作更多的协调，因而随着1971年国家地震局的成立，使局面大为改观。国家地震局设在中国科学院内。科学院是国务院之下的部一级的机构，负责全国的科学研究工作。

国家地震局全面负责地震计划。其任务包括：①编制提交科学院的综合预算，②分配经费，③分配仪器（国家地震局为北京地震仪器厂提供资金），④确定人员标准（个别人员的任命由地震局和省党委及省革命委员会商讨），⑤组织会议（例如，协调基准台网的工作），⑥用电报传送数据（这方面现在作的不多），⑦汇编省地震大队做的地震预报。

国家地震局不培养地震工作人员。培养工作由各研究单位、大学、省大队、省队和组等采用短训班的方式来搞。

国家地震局负责领导北京的地球物理研究所和地质研究所，哈尔滨的工程力学研究所和天津的地震测量大队。它管理这些单位的人事，可是，在计划方面只负责与地震有关的研究。在科学院内与国家地震局相应的单位制定除地质领域外的研究计划。因为科学院里没有别的单位做这项工作，所以国家地震局也管地质。地质图、勘探地质和许多其它地质方面的研究由另一个部，地质局来搞。

国家地震局也负责省地震大队、队或组的研究工作，可是不直接领导。这些单位由地方机构领导。每个省级单位向国家地震局提交年度计划，由局按国家目标进行审查并拨给经费。向国家地震局提交的经费年度计划包括如何向人民传播地震情报和如何组织人民同地震作斗争的设想，以及关于新仪器的建议和成果的研究情况。省级单位负责指导他们研究的所有方面。这些研究工作在省、地和县级组织，并由党委和革命委员会监督。

省级单位的作用是进行本省的地震研究，组织人民参加，并向人民传播地震情报。其职责包括：①管理基准台（并非各省都有），②管理区域台网，③管理各种其它类型的地球物理仪器设备，④确定省内的地震活动性，⑤制造和分配土仪器，如探测大地电流的电流计和倾斜仪，⑥发布地震预报。

由于省队和省组比大队小，它们的工作可能不包括上述所有方面。

大学同国家地震局没有直接关系，在地震计划中仅起次要作用。

虽然国家地震局的主要工作是计划管

理，可是也搞研究。正在建立一个联系全国地震计划、汇集主要台站的成果并鉴定提出的大震预报的组。

目前国家地震局约有七十人，包括二十名科学研究人员。大部分人员是从科学院的地球物理研究所和地质研究所以及天津地震测量大队抽上来的。国家地震局的工作人员打算三至五年轮换一次。

国家地震局的作用正在迅速发展。不久前它的职责还只是象博尔特所简单提到的一个新“地震局”。预期着它进一步的变化。

计划的范围和策略

有一万工作人员参加中国的地震计划。他们包括各类人员：科研人员，技术人员，办事人员和工人等。起先，我们代表团对这么大的数字有所怀疑，可是当我们了解到各个中心的活动时，终于核实了（见前章）。除专业人员外，还有成千上万的业余人员协助这项计划。这是中国计划的一个真正的特色，并且在指导群众对地震预报的反应方面似乎是颇有用的；因为人民是计划的积极参与者，他们对于预报地震的征兆有所了解，而当报错时也不予谴责。

美国研究地震的专业人员约一千人，只有中国的十分之一（这个差距由于美国广泛使用遥测技术而有所弥补）。

中国计划的总策略是探测预示逼近的地震的长、短期的地球物理和其它异常。观测的现象包括：①地震活动性模式——活动性的迁移和随时间的变化；②地震波速度——P波和S波的变化；③井水中的气；④大地电流；⑤地磁场；⑥地倾斜；⑦地应变；⑧地面垂直形变——水准测量；⑨地面水平形变——三角测量和三边

测量；⑩地温；⑪井中水位；⑫水冒泡、混浊和打旋；⑬动物反应。因而中国的计划实际上包括别处搞地震预报的每一种观测研究。

这个观测计划在地震仪配置上是最先进的。有十七个基准台的台网是高质量的，可与世界标准地震台网相比美。虽然二百五十个区域台不使用遥测以便利记录和分析，但有出色的照相和墨水记录。其它仪器尚未如此广泛部署，但倾斜仪、各种测量应变的装置和磁强计较普遍。水准测量、三角测量和三边测量组织得很好，并且显然经常进行。所取得的1966年地震的出色的形变数据表明了测量活动是高质量的。

中国地震计划的手段主要是经验的，其活动以配置和使用仪器及测量占主导地位。虽然进行着理论和实验室研究，可是与别国地震计划相比，明显地倾向于仪器的以及别的野外观测。例如，美国远为重视震源机制的理论研究和岩石破裂条件的实验室研究。也许一旦中国培养出更多的人员后，将会更多地强调理论和实验室研究。

地震研究工作在地理上是分散的，以北京、天津、邢台、哈尔滨、西安、昆明、河源、兰州、可能还有许多其它城市及其附近为重要的研究中心。甚至到访问后期，我们代表团还继续了解到一些另外的地方。今将我们参观过的地方列于下，有关各地的详细情况见本报告以后各章节。

北京：国家地震局，地球物理研究所，地质研究所，北京大学，清华大学，白家疃地震和地磁台（北京台），地震仪器厂，大灰厂地壳形变观测台。

哈尔滨：工程力学研究所。

天津：地震大地测量大队。

邢台：红山观测台。

西安：子午镇地震观测台(西安台)。

昆明：昆明台。

广州：新丰江大坝台。

3. 中国的大学和研究所以

我们访问了那些实际上进行着所有地震研究工作的大学和研究所以(科技大学除外)。我们参观了实验室和车间,会见了大多数主要研究人员和教师,并且还听了目前正在进行的一些研究工作的报告。下面我们概括地介绍一下有关研究计划的实际情报,以及我们对中国现在的高等教育和科学研究的概括印象。专门计划的细节将在下面各节中分别叙述。

虽然研究所也实行广泛的在职教育,而大学里也进行一些大学生的研究项目,但科学研究和正规教育还是几乎由研究所和大学分别担负的。

大 学

在北京有两个主要大学。北京大学历史比较悠久,拥有许多学科的系。清华大学是工科大学。

北京大学

北京大学成立于1898年,位于北京市西北郊一个风景优美的校园里。它设有文科、外语科和理科三个学科,共75个专业。正如我们在访问各个地震大队时所看到的那样,北京大学地球物理系是这个国家经过大学培养的地震工作者的主要来源。这个大学受到文化大革命的影响非常深刻,并且在1970年才开始重新招生。

目前在校学生 7,000人,计划最多可

达8,000人,因为在文化大革命中决定要加大学教育,所以现在没有提出研究生计划。就中国正进行的教育革命来说,北京大学发生的变化是很典型的。它体现履行毛泽东的“教育必须为无产阶级政治服务,教育必须与生产劳动相结合”政策的结果。

由于强调课程要精简,大多数专业的学制缩短到三年半。个别专业,如外语,学制是四年。学校对现在大学毕业生的质量高表示满意。在毕业前学生要参加六个月的科研训练。他们和教员组成小组,紧密配合地工作。他们根据对现实问题的实际运用性来选择课题。学校目前拥有七个工厂,作为教学、科研、生产相结合的一个组成部分。

目前学校不培养研究生或授高等学位,教师都是在职培养。今年有 300个大学毕业生留校作为教师培养,他们将在“战争中学习战争”。这 300个毕业生是根据无产阶级的背景,政治可靠性,学习成绩优良和身体健康这几个方面选拔的。其中地球物理专业有三名。

有关招生制度将在“清华大学”那一部分中叙述。现在地球物理专业有70名学员,天体物理专业有80名学员,气象专业有 100名学员。教学计划重新安排,大大地减少了基础课的教学。例如理科各系分别有自己的大学一年级物理课,因而每班大约只有20个学员。学数学的大学生学

习包括某些特殊函数在内的简明数学物理学课程（应是：地球物理专业学员学习包括某些特殊函数在内的简明数学物理方程课程——译注）。

在短暂的访问过程中，只能看到很少一部分设备。供学员和教师使用的电子计算机是由北大自己设计和制造的。130,000个二十四位字的电子计算机每秒能完成150,000次运算。要在校内设置的远控端路设备正在调试中。

地球物理系有教学上使用的优良地震仪器装备。岩石力学实验室有一个100吨的压机。这压机目前用来研究岩石的电学性质，如第九章中所述。我们会见了地球物理系的五名成员。

清华大学

清华大学是1911年在美国归还的庚子赔款资助下建立的。它有以下十一个系（我们见到了一些代表）：建筑工程（陈聃）、水利（刘光廷）、电子、无线电、自动化、电力、力学（刘信声）、精密仪器、工程化学、工程（核）物理和工程力学（杜庆华）。大多数系都有附属实验室或车间。许多车间是有固定工人（全校1,500人）的大型工厂，这些工人在生产的基础上制造不同的品目。例如，在机械制造车间，约75名机工与学生和教师一起劳动，生产数控立式铣床。

1974年3月有近2,000名学生从总学生数7,000人（三分之一是女学生）中毕业，并有一个2,000人的教学队伍。所有学生用三年半来完成他们的学习，每年只有5周假期。典型地，一个学生的时间分配如下：80%专业（三分之一在工厂或实验室），15%政治理论，5%体力劳动。最后6个月致力于“毕业实践”，它是一些

学生、教师和车间或实验室技术人员的合作努力。主要目的是解决某些急需的实际问题。有些任务可由国家计委推荐给学校。

清华的研究工作似乎限于毕业实践。没有研究生。出版物限于《清华学报》上的短篇报告。图书馆藏书一百三十万册，三分之一是外文的，还有2,000种期刊。我们注意到现在流通的书比1966年以前少。

教师们受教育的经历不同。少数老的，常常称作“教授”，曾在中国或国外获有高级学位。其他许多受过文化革命前存在于中国的六年制大学教育。此外还包括120名来自今年毕业班的新教师，只受过现在的三年半训练。

清华大学的招生既基于国家在某些领域中的需要，又基于个人的能力和政治觉悟。一个有志的学生，在中学以后必须花二至三年时间在军事训练或农场或工厂的劳动上。他的申请必须得到公社、工厂或部队领导和学校二者的同意。这样，他实际上是从工农兵队伍中选拔出来的。清华大学毕业生进入工业企业，各种工程事业单位，或研究所，或留校任教。

文化革命对清华大学的总的领导、招生制度和课程有深刻的影响。学校的管理以前是在教授会手里，现在掌握在一个由工人、教师和政治干部或顾问组成的委员会手里。招生过去基于考试，现在遵循前面讲过的那种步骤。理想的学生必须既是一个政治积极分子，又是一个能掌握和解决实际急需问题的人。学制过去长过六年，学习通过接触教师和书本来实现。现在所需的是三年半时间，并且一个学生的训练多达一半是在实验室、车间或系属工厂中实现的。他与技术人员和工人有广泛

的接触。

研究所

1971年国家地震局的成立使地震研究的组织有了很大变化。在此以前,有关地震的研究分散在许多单位中。文化革命前的地质部及石油部都有从事地震工作的人员。地质部现在是国家计委的一个局。在我们访问后,自文化革命以来首次宣布石油部的存在,但这些单位究竟作多少地震研究工作不清楚。

我们没有得到一份完整的中国的研究所清单,所以有些相关的研究,如破裂机制方面的,可能被忽视了。我们在哈尔滨时意外地听说在武汉有一个岩土力学研究所,由于知道得太晚了,参观那里没有能列入我们的日程,我们听说那里的一位高级研究员是陈宗基。岩石开挖、边坡稳定、隧洞开挖以及岩土流变学是在武汉研究的一些课题。

地质研究所

地质研究所原来的任务是研究构造地质学及矿产勘探。自1958年大跃进以来,研究所的范围迅速扩大,规划发展到岩浆岩石学,沉积岩石学、同位素地质、工程地质和矿物资源方面。文化革命以后进行了进一步调整,某些研究活动转到地质局(以前的地质部),同时成立了下述的研究室:一、构造地质,二、新构造和第四纪地质,三、深部地质,四、数学地质,五、工程地质,六、矿物及岩浆岩石学,七、沉积学及地层学,八、同位素地质,九、化学分析。此外,还有一个装备良好的工厂。目前重点放在地震地质问题。这个研究所没有计算机设备,大概可利用地球物理所的。

放射性碳实验室是1972年成立的,它用的是气体方法(转变成 C_2H_2),可以测定到50,000年的年龄。声称对中间年龄它的典型精确度是 $\pm 4\%$ 。该实验室的一些工作是用于测定全新世断层年代的。

更老的年代是在同位素实验室用 Rb/Sr 及 K/Ar 方法测定的,用苏联1959年制造的设备每年大约做30—40个 Rb/Sr 分析。最有意义的地区是中国东北前寒武纪地层占优势的地带,迄今最古老的岩层(27亿年)是在吉林省发现的。在1970年开始应用的 K/Ar 方法,主要是用于测定中生代火山岩的全岩年龄。

所用的质谱仪是1964年中国制造的,可测定质量数1—80的同位素,声称精确度达到 10^{-9} 。真空系统可达 10^{-8} 托。

高温高压实验室专用于岩石力学方面,关于该实验室的设备及研究计划的详细情况在以后的该专题的章节中介绍。

地热实验室目前进行热传导率测定,以解释某一大区域测得的温度梯度。利用标准分压法测定样品的传导率,样品主要来源于中国北方平原的油井。在北京大学有一个小组(我们没有会见过)测量中国西部的热流。有一个小的地热实验工厂也在工作,但没有给我们作详细介绍。

大地电磁测深计划是在1970年开始的,旨在研究地壳和上地幔的构造,并解释全国观测到的地震前兆。在这项工作中做了五道记录器,包括磁场的三分量及两道电场。记录用手工数值化,并用标准的卡格尼亚德理论进行解释,所用的放大器及滤波器看来是设计和制造得特别好的。

一个过去为工程使用的光弹实验室现在对构造问题作二维分析。我们看到一个光弹材料图,在这个图中弹性应力是围绕着类似断层的破裂系统及其他不连续面分

布的。

现在地质研究所所有大约300个科学工作者。许多新的人员是大学地学和工程方面的毕业生。自文化革命以来，特别对中学生广泛地进行在职培养。现在有近100人在该所工作，他们在实验室和工厂培养。

在地质研究所我们没有参观图书馆。大部分文章刊登在地质学报或地球物理学报上。

地球物理研究所

中国科学院所属地球物理研究所对完成国家地震局所发展的地震研究计划负主要责任。革委会负责人张进出面欢迎我们考察小组，顾功叙副所长提供了计划的一般情况。我们小组共听了两个整天有关地球物理所近年来研究情况的介绍。这些研究结果被编入本报告的其它篇章。

1949年建立地球物理所时有四个部分：气象、地磁、地震和地球物理勘探。后来，气象和物探被转移了。文化大革命后，研究计划作了强调更好地服务于社会需要的重大调整。确定了地震预报是最高优先目标。

1949年之前，全中国只有两个地震台，两个地磁台，这两个专业的工作人员总共不到十人。目前，地球物理研究所所有400人，如前所述全国分布有17个基准台，250个区域和地方台以及八个地磁台。

全所分为五个研究室，其中四个分别从事地震学和普通地球物理学，另一个作地磁方面的研究。一个室研究区域地震活动性特征，任务是寻找地震活动规律。第二室从事全中国地震危险的分析，他们的任务之一是为进行短期地震预报选择地点。这一工作主要是根据历史地震资料进

行统计分析，以期确立与地震发生有关的时间地点和震级模式。

第三研究室研究地壳和地球内部的构造。这还是个新的活动，目前还未完成很多工作。第四研究室的任务是研究地震仪器和观测技术。当前研究的方向是遥测系统的改进和数据处理自动化。

地磁研究室当前正在全国进行地面地磁测量。正研究用地磁方法预报地震。这部分也负责用电导率观测结果来研究地壳及上地幔的构造。

我们参观了包括磁力仪实验室在内的几个测试设备实验室。在磁力仪实验室中，正在进行一种碱金属蒸气磁力仪和磁饱和磁力仪的研究。遥测实验室正在为用电话线传输长周期信号而改进实线系统。本报告的仪器部分描述了一个正处于试验阶段的井下地震仪。电子实验室主要致力于发展地震台站观测系统的新放大器。

由十七个台组成的基准台网的数据送到地球物理研究所，在该所测定震源，并编制中国地震年报。1972年中国地震年报刚刚出版。在中国的震源测定工作中也使用国际地震中心和美国全国地震资料服务中心的资料。

地球物理所经营一个由北京附近的8个区域台组成的台网，并负责快速测定附近的地震。这一遥测台网的记录室有人24小时值班。最近发展了磁带记录能力，且已编好了自动处理这台网的数据的计算机程序。

地球物理所的计算机设备是围绕1917年安装的DJS—6固态计算机。磁心记忆32,000个50位的字，包括符号位和奇偶检验位。浮点全字长每秒运算50,000次，定点半字长可增至每秒70,000次。四个磁鼓提供60,000字的附加记忆。附件设备

包括一个X—Y轴描绘器，一个每秒15行160字的行式印刷装置，一台5道纸带读数和一台电传打字机。还有一个处理由8个台站组成的台网资料的模数转换器能处理30条通道。

地球所拥有一个极好的图书馆。收藏有适用于研究人员的英文、日文和俄文的重要著作。藏有许多重要科学杂志，包括很新的期号。研究所工作人员的研究成果在地球物理学报上发表。

该研究所具有一个训练科学家的积极的计划。年长而有经验的人员有计划地培养青年人，接受这训练的人通常不是大学毕业生，而是那些从中学来到研究所的人。除这一基础科学教育计划外，还有提高在职科学工作者专业水平的计划。在注重科学培养的同时，也强调学习外国语，特别是英语和日语。

培训的主要方法是通过实践。实验完成之后，受训者总结他们的经验并仔细想为要改进他们的技术水平都学到了些什么，以后还有什么失败之处。全中国都采用这种培训办法。现在没有考试或学位制度。正如顾功叙所说：“工作就是考试”。

工程力学研究所

在第十章中比较完全地叙述它。我们在这里简单地说明一下当前的工作是在刘恢先和胡聿贤的指导下进行的，这些工作包括有破坏性地震的考察；强震观测和强震仪的研究；地基问题和场地烈度影响因素的研究；桥梁、水坝、工业和民用建筑抗震设计以及制订地震区结构设计规范。哈尔滨的工作和中国其它地方与地震有关的研究工作不同。还早在文化大革命之前从1954年起就在积极进行了。

研究成果的传播

地球物理学报和地质学报是发表地震学研究成果的最重要手段。在论文提交这两个刊物发表前，先提交作者所在机关进行内部复审和评论，然后再交由高级科学家组成的编辑部进一步复审。两学报最近一期头篇登载的都是有关地学研究与当前轰轰烈烈的批林批孔运动关系的文章。这个运动是将文化大革命进行到底的主要部分，意在进一步改造中国社会。虽然在科学杂志里有这样的内容使得一个美国观察者吃惊，但是在当代中国的生活范围内是可以理解的。

国家地震局组织地震，特别是地震预报会议。会议的目的是研究成果的通常传播，研究经验的共享，以及讨论研究方法和采用仪器操作及数据处理的统一标准。没有告知这些会议的次数或它们的出版物的详细情况。

以顾功叙为理事长的中国地球物理学会拥有包括地球物理勘探和大气科学等许多地球物理学领域。它现在不出版刊物，但是在中国各地举行会议。科学家们作为个人参加协会，不付会费。中国地球物理学会还对它的会员们参加国际会议负责。

除正规的定期刊物外，我们还看到以单行本形式发表的研究报告。这些都是地方主办的，并由主办研究所发给国内有关研究工作者。

科学和学术一般状况

在象我们这么短的访问的基础上，要对中国科学和学术状况作出评价是困难的。有一、两个方面是相当清楚的；而我们的其它结论应当看作个人印象。有希望的是，对于比我们聪明的学生来说，这些

结论或印象抓到了中国不久将来所要采取的方向的一些线索。

第一, 1966年的两件事对地质研究和大学生活具有深远的影响。邢台地震和它的对中国领导产生的反响引起强调地学的突然变化。这种变化在地质研究所感受得最强烈, 地震预报突然成为它的主要任务。地球物理研究所也受到强烈的影响, 它翻了一倍, 并加倍增强了地震学的研究。

第二个事件是文化大革命的开始使中

国的大学起了深刻变化。一些详细的影响已在前面叙述了。一般说来, 大学的训练变得更为实用, 更密切结合实际生产和解决直接的问题, 并且只有身体强健、智力和政治上都积极的学生才能进去。课程已全部修订, 而且教员和学生之间的关系完全改变了。现在, 图书馆、讲课和书籍与日常实验或工厂生产工作分配一个大学生的绝大部分时间。希望大学的产品成为“又红又专”。

4. 地球物理仪器设备和观测台

通过对研究所、大学、观测台和主要的中国地震仪器工厂的访问, 考察了现在应用的各种地球物理仪器, 并对新仪器的发展方面得到了一些了解。我们只对专用的地球物理仪器进行报道, 而对一般用途的实验室设备, 如信号发生器、示波器等就从略了。地质所用于测定年龄的质谱仪和那两台计算机设备已在第三章中简单地介绍过了。

“自力更生”是现代中国解决问题的基本原则。这一哲理在研制和生产科学仪器方面的影响是显而易见的。不论是苏联造的, 还是苏联设计、中国制造的一些较老的观测台地震仪, 都被中国自己设计制造的仪器所代替。现在使用中的重要的外国造的仪器设备, 我们只在哈尔滨看到一台日本造的读数机, 用以处理强震震波图。

由于给予有关地震的研究以高度优先权, 为发展和试验新仪器或改进仪器的实验室, 以及一个进行大量生产的工厂, 现在都非常有生气。尽管在仪器设计中未见

到什么实质性的革新或新的原理, 很清楚, 中国人正在生产性能良好并达到很高的专业化标准的第一流仪器设备。

除描述所看到的仪器外, 也将简要地叙述几个参观过的观测台。没有看到用于地球物理勘探的设备。

地震仪器

强震仪 60个常设的强震台设置在中国地震最活动的地区, 还有一些流动仪器用以观测大地震后的余震。这仪器是由哈尔滨工程力学所设计的, 且大多数强震观测台站也是由该所建立的。然而, 大部分台站的操作和维护则是由各省的地震队或地区组织担任。哈尔滨工程力学所只负责在北京周围的16个台站的台网。虽然地方组织保存他们的记录, 但强震记录的复制本都送到哈尔滨来进行分析。已经得到200—300张清楚的记录。每1—2个月对仪器进行一次定期检查。

这里只详细介绍R D Z-1-12-66这一种强震加速度仪, 它是目前强震课题的标