图书在版编目(CIP)数据

陈国达全集/陈国达著. —长沙:中南大学出版社,2008.4
ISBN 978-7-81105-645-7

Ⅰ.陈… Ⅱ.陈… Ⅲ.①陈国达-文集②大地构造学-文集 Ⅳ.P54-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 027502 号

陈国达全集

第九卷 科学思想与方法·科普作品与诗词

(1933~2005)

□**责任编辑** 梅敦诗
□**责任印制** 汤庶平
□**出版发行** 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482
□**印 装** 湖南省地质测绘印刷厂

□**开 本** 787×1092 1/16 □**印张** 44 □**字数** 1090 千字
□**版 次** 2008 年 4 月第 1 版 □2008 年 4 月第 1 次印刷
□**书 号** **ISBN 978-7-81105-645-7**
□**全套定价** **2280.00 元**

图书出现印装问题,请与经销商调换

·“十一五”国家重点图书出版规划项目·
·“十一五”湖南省重点图书出版规划项目·
·湖南省科学技术学术著作出版基金资助出版项目·

陈国达全集

The Complete Works of Chen Guoda

第九卷　科学思想与方法·科普作品与诗词

（1933—2005）

中南大学出版社

《陈国达全集》编辑出版委员会

顾　问　王淀佐　叶连俊　叶大年　郭令智　黄培云　翟裕生

主　任　孙　枢

副主任　黄伯云　何继善　王柯敏　尹飞舟　邹志强

委　员　（以下姓名按姓氏笔画排列）

王京彬　王海东　文援朝　左铁镛　古德生　邓吉牛

龙淑贞　刘业翔　刘宝琛　刘代志　刘国瑛　刘继顺

杨心宜　邱冠周　吴延之　李昌佳　陈广浩　陈松林

金展鹏　范蔚茗　周裕藩　钟　掘　荣　诚　姜育文

黄　耀　彭省临　赖健清　戴塔根

常务编辑　刘石年　梅敦诗

资　助　者

《陈国达全集》之得以付梓，实赖下列单位和个人对编辑和出版工作的慷慨资助，陈国达亲属以及《陈国达全集》编辑出版委员会，谨对他们表示衷心感谢。

资助机构

中南大学

湖南省新闻出版局

湖南省科学技术厅

湖南省科学技术协会

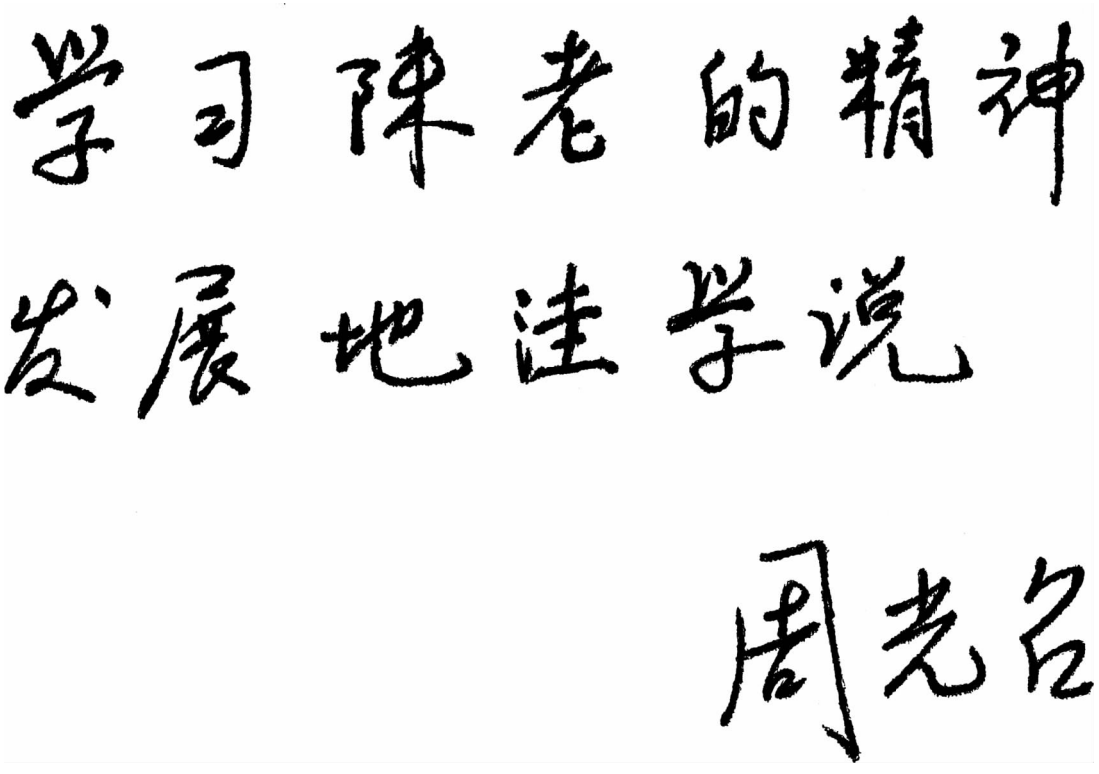
中国科学院长沙大地构造研究所

中南大学地学与环境工程学院

个人资助

邓吉牛　彭省临　戴塔根　刘代志

刘继顺　吴堑虹　赖健清　木士春



（中国科学技术协会名誉主席，
曾任全国人大常委会副委员长、中国科学院院长、中国科学技术协会主席）

真知灼見杨海外

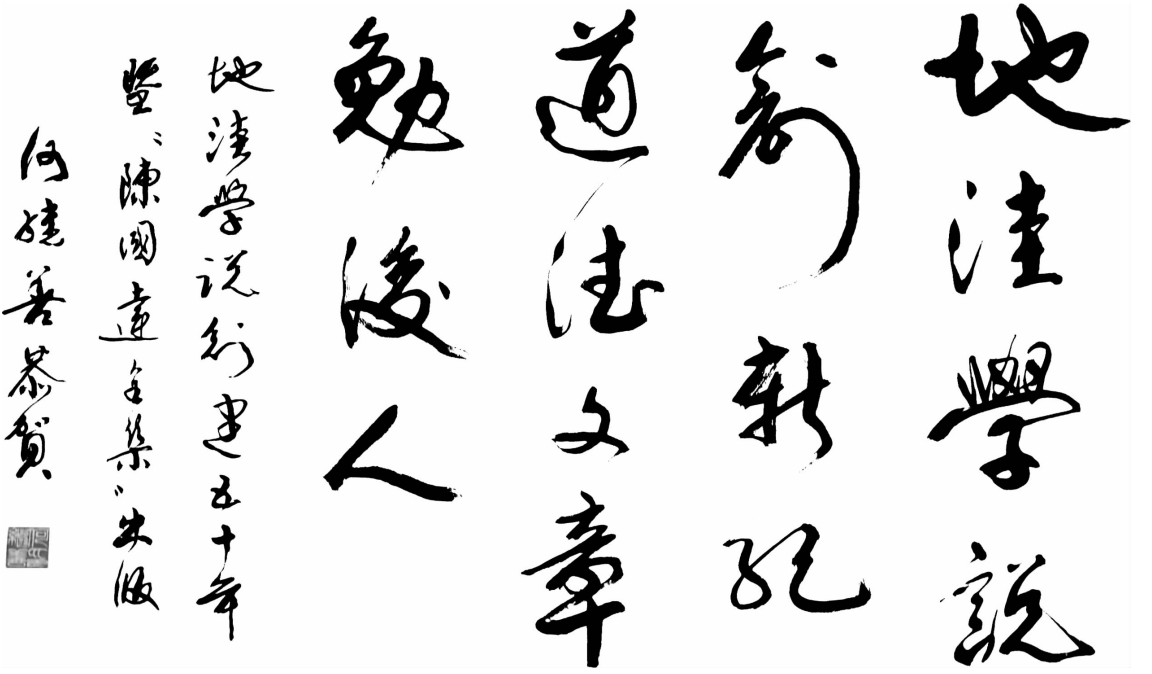
毕生心血献中华

贺地注学说创建50

周年暨"陈国达全集"出版

黄伯云

（中国科学技术协会副主席、中南大学校长、中国工程院院士）



（中国工程院矿产与能源学部主任，湖南省科学技术协会主席，中国工程院院士）

为 21 世纪活化构造与成矿学发展创新国际学术研讨会题词

继承不泥古
发展不离新

对于任何一个前人的科学理论，都要一分为二，通过扬弃，发扬其精华，弃去其糟粕。并根据实践检验结果，修正其不符合客观实际之处，从事“创新”并发展它。

对于地洼学说（活化构造理论）也应如此，继承它时，不要受前人的看法所束缚，要根据实践检验结果和创新来实现，这样才能加以修正和发展。

陈国达

2001 年 10 月 29 日

独立思考　自主创新*

(代自序)

清代学者叶燮曾说:“唯有识,才能是非明;是非明,才能取舍定。既不跟古人脚印,亦不跟今人脚印。”这句箴言如果用在今天来指导科学研究,依我个人的理解,就是对于前人的理论,要准确地了解清楚,分清其精华和糟粕,在批判地继承的基础上加以扬弃,并根据自己观察和实验的结果,独立思考,自主创新。它对我一生的科学事业都起了很大的作用。

我从青年时期开始,就有喜欢思考、验证的习惯。对一些认为值得怀疑的学术理论或观点,往往想到先去设法检验,或至少了解其有无充分事实依据,才愿意相信和接受。后来从事大地构造研究,正是由于这一习惯使我得到不少益处。

自19世纪后期以来,在地质学中,世界上最流行的有关地壳演化的理论为美国学者赫尔(J. Hall,1859)、德那(J. D. Dana,1873)以及奥地利学者徐士(E. Suess,1885)相继提出并确定的“地槽-地台学说”。百余年来,这种学说一直流行于整个地球科学,被视为不需怀疑的真理。根据这个学说,中国东部大部分地区,向来被划为地台区,“中国地台”之名久被采用,并被人所深信不疑。我根据自己的长期观察与反复研究,结合对前人留下的大量资料的分析发现,这一地区在中生代中期(两亿年前)之前,虽然经历过“地槽区-地台区”阶段,与槽-台学说的论点无异,但自中生代中期开始,这个著名的“中国地台”上却先后不一地出现了新的情况:地壳运动转为强烈,尤以水平运动十分显著为特色,出现了陆内造山作用,断裂、褶皱、逆掩、推覆等构造众多,形成了反差很大的构造-地貌,高峻山脉与深浚盆地相间,出现盆-岭格局。同时有大量岩浆活动和变质作用,带来了以富于有色金属为特色的矿产。以“有色金属之家”著称于世的南岭,其矿产即主要在这一时期形成,其中不乏大至超大型矿床。这一地区目前新构造运动强烈,地震多见。有些地方,如黑龙江省五大莲池,200年前还有火山喷发。所有这些,都不是地台区作为稳定区(克拉通)应有的特征,而显然是活动区(造山带)的典型标志。这就使得槽-台学说难以解释,阻碍了人们对这一地区大地构造性质的正确认识,也就无法合理利用、改造自然,有效地寻找地下资源和消减自然灾害。

科学研究的目的,是准确地了解自然、掌握自然规律、服务生产、发展国民经济、为人类谋幸福。如果能解决中国东部现阶段大地构造性质问题,更全面地认识这一地区的地壳发展史,从而有助于了解其蕴藏的矿产特点和时空分布规律,更有成效地指导找矿,将会对我国社会主义建设和世界地质学的发展作出较大贡献。为此,我在中国各省有关地区进行野外考察及专题研究,收集第一手材料,并在参考前人资料的基础上,于1954年确定了这一研究题目,结合教学工作开展科学研究。经过两年时间的进一步补充观察、搜集材料和整理、归纳、对比、分析、推理,第一篇论文于1956年发表。这就是后来被人们称为地洼学说诞生标志的

---

* 载《科学的道路》,中国科学院院士工作局编,上海:上海教育出版社,2005

《中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题》。这篇文章提出用“活化区”(1959年又称为“地洼区”)这个概念描述中国东南地区自中生代中期以来的现阶段的大地构造性质。以后，我又继续增加论证，充实修改，逐步深入提高，终于形成比较完整的理论体系。经过几十年的求索，从孕育到诞生，逐步形成和不断发展。今天，地洼学说已从最初用以刻画中国东南地区为代表的大陆地壳现阶段构造特征，限于专门研究大陆地壳构造，特别是陆内造山带为对象的一个相对单纯的地洼构造(包括地穹山脉和地洼盆地)概念，演变成为把全球岩石圈构造演化－运动结合起来，统一研究，具有五个组成部分和多个衍生学科，兼顾大陆与海洋的理论体系。

上述研究成果，经过30多年的时间考验和国内外地质工作者的实践检验，已经证明具有如下几方面的意义和作用。

1．它阐明了中国东部自中生代中期以来，其大地构造体制实际上属于活动区(造山带)。它的性质与地台区相反，但其各方面的特征表明与地槽区也不同，而系另一种新发现的活动区型的大地构造单元。最早命名为“(地台)活化区”(1956年)。目前在国内外“活化区”与“地洼区”两名并用，作为同义词。

2．在理论上冲破了近百年来一直视为真理的“非槽即台”的传统思想的束缚，在大陆壳区发现了后地台区阶段的一种新型活动区，即槽台以外的大陆地壳第三基本构造单元。

3．地洼区(活化区)概念发源于中国，但已被实践证明具有世界意义。

4．反映出大陆地壳的演化－运动过程，是通过活动区同“稳定区”之间的互相转化、交替更迭，由简单结构到复杂结构，螺旋式上升，波浪式前进的。

5．地洼区具有重要的成矿作用。由于它的发现，促使成矿学的发展进入新的阶段，增添了新内容。

由于第三基本构造单元或地洼区理论具有上述几方面的科学意义和社会效益，已被国际上评为“决定当代地质学发展”的“新学说”之一，是找矿工作中“具体预测研究的基础”(苏联Tomson，1977)。美国《经济地质》杂志1976年评价活化区成矿的重要性时指出：功劳归于中国。地洼学说已逐渐形成了一个起源于我国，称中国学者为“第一代引路人”的国际性学派体系。1988年第一届国际地洼构造与成矿学讨论会上，各国代表通过在中国设立国际地洼构造与成矿研究中心的议案。1991年及1992年，该中心俄罗斯及蒙古分中心也相继成立。1990年国际矿床成因协会理事会在加拿大召开时，决定在矿床大地构造委员会中成立构造－岩浆活化(地洼)研究组。1993年，国际地质协调计划执委会批准设立《东亚中生代活化带(地洼)成矿》研究项目，列为IGCP361，使地洼构造成矿的研究进一步纳入国际协作计划。

这一成果之所以能够取得，主要由于我在科学研究的过程中注意了下列几点：

正确对待前人理论，学百家之长，自主创新　对任何与自己研究领域有关的科学理论，都应虚心学习，以求全面深入了解，但不作无原则的全盘接受，要一分为二，只取其精华。就是说，要根据实际材料，检验原有理论，肯定和继承其符合事实的部分，而对其未经验证或经不起检验的部分，加以探索，作为选题对象，以求创新。我主张尊重前人劳动成果，从中获得知识，但不受其束缚，而根据自己的材料和思路去寻求真理。对前人未解决的问题，树立信心，矢志不渝，务求达到水落石出。

面向国民经济，密切联系生产　我在选题时，在把了解客观世界、掌握客观规律作为主

要科研任务的同时，特别注意国民经济建设的需要。我认识到，实际意义较大的课题，所取得的成果其社会效益和经济效益也较大，因而也就较容易得到社会的重视和推广，早日获得实践检验，同时也早日使成果得到充实和提高。

注意研究方法，演绎与归纳并重　演绎法可使人想象丰富，思想开敞，作出无数假说。但在未得到证明之前，纵使动听诱人，仍然只是假说，不一定真正反映客观实际。如果是华而不实，即使可以推行一时，也终难逃过实践的检验。只有演绎法与归纳法并重，交替使用，随时验证自己假说的正确性，才能易于获得接近客观实际的结论。

重视野外观察，宏观与微观结合　地洼构造理论之所以具有一定的实用性，被认为“以十分让人信服的论据，论证了这种地区是与地槽区和地台区并列的一级构造单元”(苏联 Sheglov，1968)，即得益于此。如果轻视任何一方都会影响科研的质量。近年有些国家轻视野外工作之风吹到我国，不宜模仿。

讲究思想方法，重视辩证思维　基础理论问题常常涉及科学中的带根本性的问题。在整个科学研究活动中，运用自然辩证法将会获得有益的指导作用。就大地构造来说，过去强调地壳演化研究，采用历史－分析法，重视垂直运动，近年则强调研究岩石圈块体的运动；采用动力分析法，重视水平运动。各有优点，也各有不足之处，主要在于两者都有偏颇。如能运用辩证思维，把两者结合起来建立历史－动力大地构造学及壳体概念，将岩石圈块体的演化与运动融为一体，采用历史动力综合分析法，统一研究，既强调它们在时间上的动态，又强调它们在空间上的动态，即发展观点与联系观点结合，时间空间兼顾，水平运动垂直运动并重，将能更全面认识地球，建立的理论将会更有成效地指导生产。我之所以能够发现地洼区这个新型活动区，成为地洼学说基础的最原始部分，即是受益于这样的思维方式；该学说的其他组成部分以及其整体的指导思想和思维方式有别于槽－台学说和板块理论，也主要在此。

陈国达

1998 年

前　言

陈国达(1912—2004)是中国科学院资深院士，国家一级教授，教育家和社会活动家；国际著名地质学家、大地构造学家、成矿学家、国际活化构造与成矿理论体系——地洼学说原创者及其国际性学派创始人、国际地科联(IUGS)矿床成因协会(IAGOD)矿床大地构造委员会(CTOD)副主席兼构造－岩浆活化(地洼)学组主席。

曾任中南矿冶学院(现中南大学)地质系首任系主任，中南矿冶学院副院长，湖南省地质学会首任理事长，中国科学院长沙大地构造研究所首任所长，中华人民共和国成立后中国地质工作计划指导委员会委员，中国地质学会副理事长，全国人大第四、五、六、七、八届代表，全国先进工作者，全国高等学校科技先进工作者，湖南省特等劳动模范，湖南省首届科技之星。

他一生以大地为伍，从事区域地质、构造地质、成矿学、地貌学、地震、古植物学等多个领域的研究与教学工作70余年，硕果累累，桃李满天下。据不完全统计，他在国内外公开发表论著420多篇(本)，还有未发表论著及学术报告50余篇(本)，内容广泛，形式多样，既有对理论大地构造学和成矿学的重大建树，也有对地质基础和新兴学科的出色贡献。他的最大建树在于创立了大地构造新理论——地洼学说(活化构造及成矿理论)，为推动地球科学的发展和矿产资源开发做出了卓越贡献，产生了深远的国际影响。地洼学说的创立突破了近百年来统治地球科学的槽－台学说的束缚，被列为20世纪世界科学史上的大事之一。经过半个多世纪的不断发展、完善和实践的检验，地洼学说已得到国内外地质学界的承认与高度评价，从而成为源于中国、称陈国达为“第一代引路人”的国际性学派体系。

他为中华民族赢得了荣誉，更是中国科技精英中的杰出代表。

一

陈国达，原名陈祖达。1912年1月22日生于广东省新会县五福里一个贫苦的店员家庭。他年幼时就聪颖好学、爱动脑筋。他经常随父亲翻山越岭，渐渐地对山和海产生了兴趣。大自然的熏陶，使他自小养成了探究山川奥秘和好奇求索的个性，以及求真务实、细心观察、勤于思考、刻苦钻研的习惯。

1925年，陈国达考入新会一中。1928年，他以优异的成绩越级考取中山大学理学院预科。两年后直升本科，并且选择了地质学。大学期间，陈国达师从我国著名地质学家张席禔、古生物学家乐森琿、大地构造学家李承三等教授，还有瑞士构造学家A.哈安姆，奥地利著名古生物学家K.古力齐等外籍学者。他学习十分刻苦，坚持理论与实践并重，不满足于学校安排的课外实习，经常利用节假日到广州郊外考察……

年轻的陈国达才华横溢。大学四年，他先后发表三篇颇有见地的论文。第一篇论文《广

东新会地质试勘》，这是他利用暑假回乡考察后写下的，后来获国立北平研究院地质矿产研究奖金。另一篇《广州三角洲问题》，他以实际资料为依据，大胆提出它并非真正的三角洲，而是由基岩准平原被珠江泛滥平原冲积物覆盖及基岩残丘共同组成的地貌景观。这篇论文被刊登在中国科学社主编的《科学》(1934)刊物上，并获中国科学社颁发的奖金和一枚刻有“格物致知，利用厚生”的金质奖章。第三篇论文(毕业论文)《广东之红色岩系》，是他前往广东省仁化丹霞山等地考察后写下的，首次阐明了关于中新生代红层的沉积环境，并提出了“丹霞山地形”。该文与1938年题为《中国东南部红色岩系之时代划分》的英文论文，是他后来创立地洼学说，命名“地洼区”、“地洼沉积层”的最原始的依据。因其论文见解新颖、富有独创性，再次获得国立北平研究院地质矿产研究奖金。

1934年，陈国达大学毕业后，获美国洛克菲勒文化基金资助被直接选送到北平研究院地质研究所当研究生，师从著名地质学家、中国中生代造山运动——燕山运动的发现者与创名者翁文灏教授，兼在北京大学随著名植物学家斯行健教授和美国大地构造学家葛利普教授学习。在这期间，他先后考察了河北、山东、山西、内蒙古等地，收集到大量的第一手实际资料，发表了《山西太谷沉积中之水成变形》《山东荣城县马鞍山碱性正长岩之探讨》等四篇论文。通过潜心研究，他发现当时按传统的地槽－地台理论所划定的“华北地台”，与他在华北地区观察到的中生代造山运动地质构造现象不相符合。这一怀疑，标志着一种新的大地构造思想在他脑海里孕育。1935年，陈国达结束了研究生学习，回到广州，在两广地质调查所任技士，兼任中山大学地质系的教学工作。

1936年4月1日，广东灵山地区发生了强烈地震。陈国达冒着余震的危险，赶赴灾区现场考察，写出了具有深远影响的《广东灵山地震志》专著，对传统理论认为中国缺少地壳活动性和系少震国家的论断提出了质疑。该著作被载入了新中国成立前我国具有开创意义的震例研究之中。

1937年，日本侵华，广州沦陷。陈国达到江西地质调查所任技正。八年抗战期间，他辗转迁徙，踏遍华南诸省考察地质，进入虎狼出没之地，住破庙，吃干粮，过着风餐露宿的野外生活，使他患上了风湿病，后来又得了肺结核，但他不仅以顽强的意志战胜了病魔，而且还对江西以至中国东南部的燕山运动以及地质与矿产进行了广泛的调查研究。在江西工作期间，陈国达的研究内容更为广泛，发表论文数十篇。他在《江西贡水流域地质》和《崇仁宜黄间地质矿产》两项研究中，正式提出的“丹霞地貌”术语。现已被广泛引用于描述以奇峰著称的丹霞式红层地貌，被誉为红层地貌学研究的奠基人之一。在江西贡水，他还发现了大羽羊齿(*Neuropteris gigantea*)植物化石，突破了前人关于江西省只有二叠纪煤系的看法，确证了江西境内有石炭纪煤层的存在，从而扩大了该省的找煤方向。

1945年8月，陈国达重返中山大学，任地质系教授、系主任。1947年，他去广东沿海考察，研究中国海岸地貌，在其后的《广州附近上升浪蚀阶地及粤省复式岸线之成因》及《中国岸线问题》等文章中，以令人信服的依据纠正了长期流行的德国地质学家李希霍芬(Riehthofen)关于中国岸线是南升北降的简单结论，提出了由块断差异升降复合成因的新论断；更具深远意义的是，获得了中国大陆东部近代地壳运动(新构造运动)活跃的事实依据。陈国达这一时期的科学实践，及持续近20年的科学积累，证实了从中生代“燕山运动”到新生代，直到现代新构造运动，都大范围地表现出地壳的活动性特征。学术思想上的解放，为他开启

理论大地构造学“继承与创新”的探索与研究，清除了主要障碍，成为其后创立“地台活化说”的基础。因此，这一时期成为其后创立地洼学说的孕育时期。

1948 年，他去广东茂名等地调查油页岩，发表《广东油页岩简报》和《中国油页岩概论》等论著，为新中国成立后开发油页岩矿产提供了最早的、可靠的地质依据。1949 年，陈国达在广州十二科学团体联合会共同举办的学术讨论会上宣读了《粤南油页岩的开发问题》一文，不仅引起众多地学工作者的兴趣，而且得到政府官员对矿产开发的高度重视。

1951 年，他被中央人民政府政务院任命为中国地质工作计划指导委员会委员。

1952 年，全国院校调整，随着中山大学地质系并入中南矿冶学院，陈国达调入中南矿冶学院工作，先后任系主任、科研部主任、副院长、学术顾问。1954 年确定了研究题目，他把主要精力集中向地球科学的“上层建筑”——大地构造学中关于地壳演化与运动问题进军。他系统整理历年来野外考察积累的实际资料和成果，于 1956 年在《地质学报》上发表了《中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题》，对美、奥学者提出的一百多年来在世界流行的地槽－地台说提出了挑战，通过批判性的继承和扬弃创新，提出了地台活化说，这是地洼学说的初创，被国际上认为是地洼学说在中国诞生的标志。这年，他加入了中国共产党，并被当选为湖南省地质学会第一任理事长和省科协副主席。1956 年 1 月，他赴北京列席第一届全国政协第二次会议，在中南海受到当时的中共中央主席毛泽东和国务院总理周恩来的亲切接见。

1957—1960 年是陈国达创新理论发展中的重要时期。期间，他与苏联科学家西尼村一道，考察湘、赣、粤、闽、浙等省的“活化地台”地质构造。随后相继发表了《关于怎样辨识活化地台》《中国地台活化区矿产的分析》《地壳的第三基本构造单元——地洼区》《地洼区的第三构造层——地洼沉积层》《划分基本构造单元的一项新标准——结构》以及《地壳动“定”转化递进说——论地壳发展的一般规律》等二十多篇有关地洼学说的论文，还出版了《地台活化说及其找矿意义》专著。至此，形成了地洼学说最初的理论结构雏形。1965 年，作为中国大地构造主要学派之一的代表，陈国达用多元论的观点，在《中国大地构造问题》论著中发表了《地洼区——后地台阶段的一种新型活动区》。第一次对他所创立的地洼学说的立论基础——地洼区作出了全面系统的论述。该成果获中国科学院自然科学二等奖。

1961 年，国务院批准在长沙设立了专门研究机构——中国科学院中南大地构造与地球化学研究室，陈国达担任主任。

1966 年，河北邢台发生大地震。根据国务院的安排，陈国达率主要骨干赶赴灾区进行考察。后来又承担了安阳地区地震烈度区划及地震烈度鉴定的任务，受到好评。

“文化大革命”期间，中南大地构造与地球化学研究室被撤销。虽然受到各种阻力，他仍然忘我笔耕，完成了《成矿构造研究法》专著初稿。1975 年，该专门研究机构恢复为湖南省大地构造研究所，陈国达任所长。并于 1977 年创办《大地构造与成矿学》，亲自任主编。

随着“文化大革命”的结束和 1978 年全国科学大会的召开，陈国达也迎来了他的科学生涯的春天，他所创立的地洼学说进入了全面充实发展和拓展的阶段。1978 年，他的专著《成矿构造研究法》出版，其后他主编了《中国大地构造图》（1∶400 万）。该图和《中国大地构造概要》1978 年获得两项全国科学大会奖励。是年，湖南省大地构造研究所重归中国科学院，易名为中国科学院长沙大地构造研究所，陈国达先后任所长、名誉所长。

1979 年，陈国达当选为中国地质学会副理事长。1980 年，他当选为中国科学院学部委员(1993 年改称院士)。同年，他应邀到德国法兰克福大学讲学，这是他出国传授地洼学说的开端。接着代表我国出席在巴黎召开的第 26 届国际地质大会，宣读《地洼学说及其实践意义》论文，《成矿构造研究法》专著和《中国大地构造图》(1∶400 万)被选送巴黎第 26 届国际地质大会展览。会上他当选为国际地科联矿床成因协会(IAGOD)矿床大地构造委员会(CTOD)副主席，受聘为《全球构造与成矿学》顾问编委。会后，考察了波罗的海活化(地洼)区构造及瑞典基鲁纳大铁矿和芬兰乌罗士铜锌硫化物矿床。以此为开端，在 1981—1989 年，他先后应邀前往纽约大学、哥伦比亚大学、科罗拉多大学、美洲大学、李海大学、莱哈大学、德克萨斯大学等美国九所大学和四个研究所讲授地洼学说，受到赞誉。期间他还对美国西部活化(地洼)区、大河谷、科罗拉多高原、Tularasa 地洼盆地等进行实地考察。

1982 年，他的《地壳的第三基本构造单元——地洼区》和《地洼区——后地台阶段的一种新型活动区》获国家自然科学二等奖；其后，有关地洼学说的论著分别获得省、部级成果奖励。

1982 年，他作为中苏科学交往中断 20 多年后第一个受到邀请的中国科学家到苏联莫斯科大学、全苏地质研究所和列宁格勒矿业学院、苏联科学院前寒武纪地质与地球年代学研究所讲学访问，并被特邀出席在第比利斯举行的第六届国际矿床成因协会会议，担任大会执行主席，并在会上作特邀报告《多因复成矿床并从地壳演化规律看其形成机理》。他所提出的多因复成矿床新概念，其后发展成为地洼学说中递进成矿理论的重要组成部分。会后他还考察了中亚与西亚地质，受到隆重接待。陈国达此行被认为是中苏“科学外交”的里程碑。这一年他还被国务院批准为首批博士生导师；以后又被批准为首批博士后研究人员及访问学者导师。

1983 年，陈国达主持了首届全国构造地球化学讨论会(长沙)，作了《关于构造地球化学几个问题》的学术报告。这门交叉学科自陈国达 1961 年提出设想，经长期实践和积累后，成为地洼学说理论结构中的新增部分。1983 年 6 月，他去张家界考察武陵山脉石英砂岩峰林地貌，并受聘为武陵源国家风景区科学顾问；9 月，他应日本学术振兴会邀请前往日本新潟大学、京都大学、山口大学、广岛大学、岛根大学、松山爱媛大学、名古屋大学、信卅大学、大阪大学、东北大学及日本地质调查所、构造地质研究会、温泉研究所等十余所大学及研究所讲学访问；并考察了中央构造线、陷没构造、阿苏火山和九重山地质构造等。

1984 年 7 月，应南斯拉夫科学艺术院邀请前往讲学，并访问塞尔维亚、波黑及马其顿，实地考察这些地区的活化(地洼)构造。同年 9 月，他应国际地质大会组委会特邀，出席第 27 届国际地质大会，在会上作了《论汾渭地堑的大地构造性质——一个裂谷型地洼系》的特邀报告。在开、闭幕式上，他被安排在大会主席台前排就座。这是自有国际地质大会以来享受这种礼遇的第一位中国科学家。

1986 年，他应邀赴香港地区讲学，受到隆重接待；同年 11 月，他主持召开第一届全国地洼构造与成矿学学术会议。中共中央书记处书记邓力群等领导到会祝贺。会上成立了中国地洼学说研究会(筹)，陈国达被推选为理事长。1987 年他还分别出席了“国际岩石圈北京会议”和“中苏海洋地质讨论会”。由于他的一系列的学术交流与讲学，地洼学说(活化构造与成矿理论)被进一步推向世界。

1988 年，他主持召开首届国际地洼构造与成矿学学术讨论会。会上，由各国代表倡议成立了国际地洼构造与成矿学研究总中心，总中心设在中国长沙，陈国达任主席。1989 年他率中国科学家代表团访问蒙古，进行学术交流并实地考察了蒙古活化(地洼)构造和著名的额尔德尼泰因鄂情铜钼矿山。随后，俄罗斯、蒙古两个分中心相继于 1991 年及 1992 年成立。

20 世纪 90 年代，活化(地洼)构造及成矿理论的研究，成为国际地科联(IUGS)有组织、有计划地进行国际合作的一部分。1990 年 8 月 14 日，国际地科联矿床成因协会理事会决定，在矿床大地构造委员会中设立“构造－岩浆活化(地洼)”学组，陈国达任主席。这是第一个以中国学者创立的学说命名的国际性学术组织。同年，他在国际第十五届地质科学史会议上发表了《“燕山运动”的历史意义》一文，从国际领域发展的角度，强调了中生代造山运动的客观地质记录，对大陆构造与成矿研究具有重大作用和深远意义。1989 年起他将《大地构造与成矿学》创办成由 IAGOD/CTOD WORKING GROUP4 和 TECTONO-MAGMATIC ACTIVIZATION(DIWA)共办的国际性中、英文期刊。

1991 年，陈国达与苏联科学院院长 A. Л. 杨申院士共同主持，在苏联召开了第二届国际地洼构造与成矿学学术讨论会。1992 年他还与苏联、日本等国的地质学家一道，承担完成 1∶300万《东亚火山构造图》。1993 年经国际地质对比计划执委会批准设立《东亚中生代活化带成矿》(IGCP)361 国际协作研究项目，他担任该项目第一副组长。地洼学说被进一步纳入国际协作计划。

陈国达倡导并注重大地构造与矿床学研究相结合发展成矿学理论，把大地构造理论与找矿实践并重作为地洼学说的基本学术路线。从 20 世纪 80 年代起，他从成矿学的角度，提出了多因复成矿床理论，进一步充实了地洼学说与成矿学的内容，并用上述理论指导中国科学院长沙大地构造研究所和中南工业大学地质系承担完成了数十项国家和省、部级科研课题，取得了一批科研成果，相继获得国家和部、省级奖励。

1990 年起直到 2004 年 4 月逝世前，陈国达对其所创立的地洼学说，进行了涉及理论学科范畴、研究范围与方向，研究目的与方法等方面的系统性的总结以及全面性的拓展、增新。他分别于 1996 年和 2000 年出版了中、英文版的《地洼学说——活化构造与成矿理论体系概论》，该书是向国内、国际地球科学界系统阐明活化(地洼)构造及成矿理论体系的较全面的最新专著。1991 年，他又倡导建立历史－因果论综合大地构造学，将其创立的大地构造及成矿学理论体系推进到全球构造的更高层次。1992 年他发表了中、英文版《历史－因果论大地构造学刍议》，倡议将全球陆、洋岩石圈块体(壳体)的演化－运动相结合统一研究，采用“历史－动力综合分析法”，并据此创建“壳体大地构造学”新学科，这是他所创立的地洼学说的持续创新。随后于 1994 年主持编制出版了《亚洲陆海壳体大地构造图》(1∶800 万)，获中国科学院自然科学二等奖。在 1996 年他又向第 30 届国际地质大会提交了《壳体构造——一种综合大地构造学新概念》的论文；1998 年他所主笔的《亚洲陆海壳体大地构造》专著出版，书中提出的亚洲壳体演化－运动历程中的三个重大事件的创见，被学术界誉为国际地学前沿研究的三大课题。该专著获国家图书奖提名奖暨科技进步奖(科技图书)二等奖。2003 年，陈国达从理论基础与基本研究两个方面，对递进成矿演化论的核心内容，以及中国主要非金属、金属和能源矿产的成矿演变特征及其时、空规律性和典型成矿类型实例，进行系统性论述的《活化构造成矿学》专著出版。此专著获 2004 年第十四届中国图书奖。在地洼学说拓展

和再创新的阶段，他共发表了近40篇(本)论著。直到2004年逝世前，他还完成了《自主创新研究亚洲陆海大地构造与成矿学之必要》及《亚洲大陆中部壳体东－西部历史－动力学的构造分异及其意义》两文。

自1956年始，半个世纪以来，陈国达创立的地洼学说(活化构造及成矿理论)经历了初创、充实发展、拓展再创新几个阶段；经历了国际与其接轨到其与国际接轨、相辅相成的发展历程。陈国达将他生命最后20多年的大部分精力，都用在把中国学者原始自主创新的理论推向世界并促进国际合作研究，为地球科学的发展，为振兴中华科学技术，扩大在国际上的影响，做到了“鞠躬尽瘁，死而后已”。

二

地洼学说提出后，首先得到国外地质学家的赞同。许多地质学家先后撰文著书，系统地引用和详细地介绍这一理论。1959年，苏联科学院A.Л.杨申院士首先把“地洼”(diwa)直译为“дива”介绍给该国地质界。随后，谢格洛夫和卡赞斯基以及巴西学者阿尔梅达、日本学者滕田至则等，此外还有朝鲜、蒙古、越南、印度、美国、澳大利亚、西欧等许多国家和地区的学者，都相继撰文或引用。“地洼区”或“活化区”已被收入苏联《地质辞典》(1978)、日本《地学事典》(1971)、中国的《辞海》及《地学辞典》等。事实上，“地洼区”并非中国独有，而是在世界大陆普遍存在。如《朝鲜地质》(1968)一书记述了朝鲜地质发展从三叠纪进入地洼区阶段，中生代成矿期对该国矿产形成的重要作用；1977年苏联地质学家汤姆逊在评价《活化区成矿分析》一书中指出：“现阶段地质学的发展，决定于两个新学说，一是板块构造，二是构造－岩浆活化(地洼)过程所决定的第三构造发展类型，这两个科学方向都成为重新审查成矿理论的基础。”1976年，美国《经济地质》杂志刊登介绍《活化区成矿》一书的署名文章指出：“功劳归于中国的陈国达……”苏联科学院通讯院士A.Д.谢格洛夫，在1983年访问长沙大地构造研究所和南京大学的学术报告中，高度评价中国在大地构造与成矿学方面取得的成就，指出“苏联构造－岩浆活化学说，是建立在地洼学说上的”；称“陈国达教授是我们学说的第一代引路人”；“陈国达教授是构造－岩浆活化论在国际上的支柱力量”；他还一再强调“地洼学说发源于中国，陈国达教授创立，但不仅仅适用于中国，它有着世界意义”。

不仅如此，地洼学说在指导找矿上也卓有成效。在国外，苏联首先运用地台“活化区”(地洼区)新观念，开展找矿实践，在长期以来被认为是无找矿远景的外贝加尔地区，运用地洼学说理论找到了丰富的钨、锡矿床；还有巴西北部的锡矿，澳大利亚的萤石、汞、锑矿，捷克、法国、加拿大等国的许多金属矿，都是运用地洼学说理论找到的。2000年俄罗斯在彼得堡举行的《矿物资源和地质调查科学大会》上重点讨论了活化(地洼)构造的成矿问题。彼得洛维奇院士指出：“中生代构造活化是个全球性现象，许多重要矿床与之有关；以铀矿为例，世界意义的超大型铀矿床……均产于地洼构造中，因此地洼构造成矿研究，具有普遍意义。”

在中国运用地洼学说指导找矿成功更是不乏其例。如石油工作者根据地洼区的构造特点，在新疆、华北找到了大型油田；新疆阿尔泰山原生金矿的首次发现，使该地区找矿工作获得新的进展；海南在原认为无成矿远景的抱板地区也发现了金矿带；广西首次发现大型三水铝土矿；在云南老厂铅银铜矿、个旧锡矿、湘西金矿、湘东钨矿、湖南花垣铅锌矿、广东凡

口铅锌矿、湖北大冶铁矿、安徽铜陵铜矿、甘肃金川镍矿等大批金属矿深、边部及外围，运用地洼学说成矿学理论，找到了新的隐状矿产资源等。此外，地洼学说在地震预报、五强溪水电站和柘溪水电站工程选址方面，都发挥了重要作用。充分地反映了该学说理论与实践并重、创新与拓展并行的特色。

由于地洼学说在大地构造学领域中所起的开拓性作用，这个地壳演化新理论已在日本弘文堂出版、伊东俊太郎主编的《科学史技术史大事典：简明世界科学技术史年表》中，把“1956 年陈国达(中国)发表地洼理论”列为大事之一①。20 世纪 80 年代末至 21 世纪初陈国达在国际地学界的学术交流与合作，受邀讲学访问，不但向世界各国地学界宣讲了地洼学说(活化构造及成矿学理论)，扩大了这一创新理论在国际上的影响；而且向全世界显示了中国人民及其科技人员的勤奋努力和聪明才智，为中华民族赢得了荣誉。正如著名地质学家叶连俊资深院士在《怀念大地构造学家陈国达院士》文中②的赞誉评价：“陈国达院士是受国际地球科学界尊重的地球科学家”；“陈国达院士为我国地质事业的前进与发展奋斗了一生，务实求真，为祖国地质事业的不断前进与发展，孜孜不倦地奋起重挥远征帆”；“他提出的第三大地构造单元理论——地洼学说，被国际大地构造学界公认为是一项最新的大地构造学说，在国际上为中国地质科学界获得了荣誉”；“晚年，他仍然不顾年老体弱，始终惜时若金，不停步地向前迈进。他于 1991 年提出了《壳体构造》这一论说，即把岩石圈的演化与运动统一起来，加以研究的新的学术思想，代表着当今地球科学界的一项新的探索目标”。

陈国达在学术上的突出贡献，使他获得了崇高的声望。除了在科学技术界担任过 20 多个职务外，还被选为湖南省第一、二、三届人大代表；第四、五、六、七、八届全国人大代表。1989 年被评为湖南省特等劳动模范和全国先进工作者；1988 年至 1989 年间，他曾入选美国《国际杰出领先者名人录》和《国际名人辞典》、英国《世界五千名人》；1990 年被国家教委、国家科委授予全国高等院校先进科技工作者；1996 年又被评为湖南省首届科技之星；2000 年，湖南省科协主持组织为他雕塑两座铜像，分别矗立在中南大学校园和中国科学院长沙大地构造研究所内，以此表达对这位科学大师的敬仰。

三

陈国达是个土生土长的中国科学家。他在科学事业的长河中之所以能激起令人奋进的浪花，与他敢于坚持真理、勇于求真务实以及他的治学思想和科学方法密不可分。“坚恒、勇慎、严实、德勤”，既是他为中国科学院长沙大地构造研究所制定的“八字”所训，也是他半个多世纪以来在科学探索中的治学格言和经验总结。正如他在 1939 年处于创新理论的萌芽孕育阶段时所写下的《携锤颂·七律》：“十载携锤欲尽山，兴来哪识路艰难？晨风飒飒驰荒漠，暮霭苍苍度苇关；衡岳云端笑断壁，蓬莱海角战狂澜。前尘回首休惆怅，奋起重挥远征帆！”

陈国达认为，一个科学工作者首先必须有攀登科学高峰的坚定志向，任何处境下保持坚

① 伊东俊太郎等. 科学史技术史大事典：简明世界科学技术史年表. 日本弘文堂出版. 译本：哈尔滨工业大学出版社，1983. 第 145 页

② 叶连俊. 怀念大地构造学家陈国达院士. 大地构造与成矿学，2005，29(1)：131～132

定不移的恒心。正是这种志向使他在“十年动乱”期间顶住了来自多方面的压力，没有中断过工作。无论是处于逆境或受到推崇，他始终平静坦然面对。正如在1996年纪念地洼学说(活化构造及成矿理论)创立40周年时，他作了如下诗句自我概括：“踏破万水与千山，人为险阻攻更难；半纪求真坎坷路，雪山过后终开颜。”

他经常告诫他的学生，要敢于创新，要有超越前人的精神；工作中要勇字当头，但在观察、实验的时候，必须谨慎细致，一丝不苟；公布发现和发明要适时，成功面前要谦虚。

他认为，严肃、严格、严密的工作作风和实践、踏实、求实、诚实的品德是一个科学工作者取得成功的关键。他特别重视科学研究的哲学思想与方法。在他发表的论著中，有相当数量的论文，贯穿和体现了这种唯物辩证法的思想与方法。他不但年轻的时候勤于实际观察，就是年逾古稀时也仍然坚持工作在科研第一线，足迹遍及祖国各地和亚欧、美洲等著名矿山。

他认为，科学道德和职业道德是一个科学工作者最基本的、不可缺少的素质之一。一个合格的科学家，要有高尚的道德和良好的品质以及勤劳不息、勤俭节约的精神。凭着这种精神，他在长达70余年的地质科研与教学生涯中，勤奋笔耕，发表论著420余篇(本)。他还被评为中国20世纪100名论著最具国际影响的科学家之一。

他博学多才，具有深厚的文学功底。他在探索大自然奥秘之余，还写下了近百首风格上朴素自然、寓意辽阔深远的科学诗。1995年出版了《陈国达诗选》，1998年再版。

陈国达虚怀若谷，热心育人，桃李满天下。除了教育成千上万的大学本科生外，从20世纪60年代起，他为国家培养了百余名硕士，50多名博士和数十名博士后高级人才。其中许多人已成为教学、地质科研和生产战线的科技精英。

他严于律己、宽以待人，痛恨那些慷国家之慨、损公肥私的恶习，他的生活十分简朴，家里除了琳琅满目的书籍杂志之外，几乎没有一件像样的家具。讲课时，舍不得扔掉所剩的粉笔头；写作时甚至连旧信封也要翻过来用……然而，为了推动地洼学说的发展，激励后辈，他慷慨地把自己所获的国家自然科学奖奖金和部、省级奖金以及个人所得的稿费和其他收入捐出来设立“地洼学说奖励基金”，奖励那些在研究该学说理论上有较大发展或生产实践中做出较大贡献的地学工作者。自1983年设立该基金以来，共颁发了12次奖金，80余人获此殊荣。此外，他还为青年学者的论著题词作序，鼓励年轻一代奋发成才。

陈国达惜时如金。即使步入耄耋之年，患有高血压、冠心病等多种疾病，但仍和年轻时一样，从来没有节假日和星期天。尽管行动不便，但仍坚持忘我笔耕。

1996年以后，他相继出版了《地洼学说——活化构造及成矿理论体系概论》(中、英两种版本)《亚洲陆海壳体大地构造》《活化构造成矿学》《云南铜－多金属壳体大地构造成矿学》等专著和数十篇学术论文。直到逝世前的几小时，他还在为“教育天地”刊物题词；还在与他的助手和学生在电话中探讨学术问题。真可谓“春蚕到死丝方尽”。

2004年4月8日凌晨4时23分，陈国达因心肌梗塞在长沙逝世，享年93岁。

四

按陈国达健在时的意愿和嘱托以及逝世后其亲属的委托，由陈国达生前所在的两个工作单位——中南大学和中国科学院长沙大地构造研究所牵头，组成了包括有部分两院院士和专

家、学者的编辑出版委员会，负责主持编辑出版《陈国达全集》；中南大学出版社受陈国达亲属委托负责出版有关的具体事宜。陈国达的论著及作品十分丰富，为了将他在这些论著中所反映的创造性发现，他所创立的地洼学说（活化构造及成矿理论）的体系内容、创新发展阶段及奋斗历程等汇集出版，供国内外同仁参考，经《陈国达全集》编辑出版委员会历时3年多的收集整理，共收集有陈国达独著或为第一作者的论著450多篇（本）（包括部分未发表的以及虽发表过但以前未列入陈国达著作总目录的）。按照内容和时间结合分卷的原则，经编辑出版委员会部分在长专家座谈会讨论确定，共分九卷，每卷100万字左右。

第一卷　地洼学说的孕育——中国区域地质矿产调查（1932—1955年中英文论著）

第二卷　地洼学说（活化构造及成矿理论）的初创（1956—1960）

第三卷　地洼学说（活化构造及成矿理论）的充实（1960—1977）

第四卷　地洼学说（活化构造及成矿理论）的拓展（1977—1992）

第五卷　地洼学说的再创新——历史－因果论壳体大地构造学（1992—2005）

第六卷　地洼学说——活化构造及成矿理论体系概论（中、英文版合卷）

Diwa Theory—Outline on Activated Tectonics and Metallogenic Theoretic System

第七卷　活化构造成矿学

第八卷　Works on Activated (Diwa) Tectonics and Metallogeny Written in Foreign Language［活化（地洼）构造及成矿理论的外文论著（1956—2005）］

第九卷　科学思想与方法·科普作品与诗词（1933—2005）

上述九卷中的第六、七两卷为活化（地洼）构造及成矿理论体系的系统论述专著，是作者经长期理论研究及科学实践所提出并闻名于世的“地洼学说”理论体系的系统总结，分别于1996年和2003年出版。

《陈国达全集》的收录范围自作者从20世纪30年代至21世纪初他逝世前所发表的论文、著作以及反映其学术思想和奋斗精神的文字作品，这些作品均具有原创性。对于作者编著的教材（6部）、文选（3部）、译著以及主要属于与陈国达合作的作者所写的合著作品，除个别重要内容收入正文外，一般均放在附录中进行了简要介绍；除此之外，附录还包括了陈国达年谱；陈国达应邀赴国内、外所作学术报告或访问讲学的简况；培养的研究生（硕士、博士及博士后）名单及其论文题目；主持有代表性的科研项目、获奖情况等；“地洼学说”奖励基金奖励人员及论著名称；“地洼学说”陈列馆与国际期刊《大地构造与成矿学》创办历史及简况；活化（地洼）构造及成矿学国际学术会议的主办及活动情况等。其中，作者应邀在一些单位所作的学术报告，有部分内容较重要而又在以后未正式发表的，也选入了全集正文。但有些学术报告其部分内容与已发表的论文有所重复的，则采用节略及节要的方式收录。

由于作者论著写作时限较长，格式编排不一，此次《陈国达全集》的编辑采用了国际标准编排法，对论著中的章、节、小节等一律用1，1.1，1.1.1……表示，其下再按1）、（1）、①、A、（a）等编排。图表在论文中用单数列编号，如图1，表1；在著作中用章号加图号的复数列编号，如图2－2，表2－2等；图版如为照相制版，找不到原底版的，只能扫描复制；大图（如1∶400万中国大地构造图及1∶800万亚洲陆海壳体大地构造图）则只能缩制，以便能收入书内。注释分两类，作者的原注用①、②、③等排于页下，编者所加的注释则一般用带＊号的脚注形式表示（如作品发表的书刊名、卷、期、页、时间）。参考文献仍置于每篇论文或著作

之后，但按先中文后外文进行了调整；因作者论著中的参考文献大部分采用哈佛体系著录法，因此全集的中文卷(第一至七卷及第九卷)按此进行了统一；中文论文后的外文摘要仍随文放在各卷中，独立篇(本)的外文论著则汇编成外文卷(第八卷)，外文卷的参考文献仍采用顺序编码体系。

根据陈国达生前的嘱托，为了使读者对其创新理论发展进程中涉及新概念、新观点的一些重要论著的历史背景、要点及意义有所了解，特由有关编委撰写了每卷的编者说明，以说明该卷的论著数目和特点，以及一些重要论著的历史背景、要点及其意义。此外，还根据陈国达生前嘱托代为修正了相关文章中的印刷错漏、专门用语的欠妥和规范不统一等问题。

在《陈国达全集》资料收集中得到了中国科学院长沙大地构造研究所、中南大学地学与环境工程学院及陈国达院士的亲属的支持和大力协助。此外，还获得了北京国家图书馆、中国地质图书馆、全国地质资料馆、中国地质学会、湖南省地质学会、湖南省图书馆、广州中山图书馆、中山大学图书馆、中南大学档案馆和图书馆、中南大学地学与环境工程学院资料室等众多单位的鼎力帮助，在此一并致谢！

在《陈国达全集》的编辑和出版过程中，始终得到中国科学院叶连俊、孙枢、翟裕生等院士和中国工程院黄培云、黄伯云、何继善等院士的热情鼓励和支持；以及一些单位和个人在出版经费上的大力资助(见资助者题名页)，原全国人大常委会副委员长、中国科学院院长、中国科学技术协会主席，现任名誉主席周光召院士以及中国科学技术协会副主席、中南大学校长黄伯云院士欣然为本书题词，中国工程院矿产与能源学部主任、湖南省科协主席何继善院士专门为本书题词并题写了书名。在此，我们深表谢意！

《陈国达全集》的“前言”，是由中国科学院长沙大地构造研究所和中南大学两单位陈国达生前的行政秘书和学术助手等，参照包括陈国达院士本人的历年相关的档案、资料撰稿，后经征求编辑出版委员会全体成员的意见，经反复修改，并经院士、专家学者最后审定。《陈国达全集》的总序，经编辑出版委员会在长专家座谈会商定，采用陈国达亲自撰写的《独立思考　自主创新》一文[①]，作为代自序，放在全集各卷前。

我们怀着崇敬的心情搜集整理编辑陈国达的论著，看到凝结着编委会心血的《陈国达全集》的面世，内心感到无比欣慰。因为这不仅是陈国达毕生从事地质事业，创立和发展地洼学说(活化构造及成矿理论)的历史记录和科学总结，而且也是留给中华民族乃至国际地学界的一份宝贵的科学文化遗产。但因陈国达从事地质科研和教书育人工作的时间跨度很长，中间又经历了八年抗战、解放战争的伟大历史时期和新中国成立后的“文化大革命”等几个较动荡的阶段，以致收集整理工作艰巨繁难，错漏之处在所难免，敬请有关专家和读者批评指正。对于被遗漏的未能编入《陈国达全集》的著作，我们将在机会成熟之时再编辑出版续集。

《陈国达全集》编辑出版委员会

2007 年 8 月 25 日

① 科学的道路. 中国科学院院士工作局编. 上海教育出版社出版, 2005

编者说明

陈国达院士毕生笔耕勤奋，著作等身，卷帙浩繁。本卷仅收入他 1933 年至 2005 年间[①]的“科学思想与方法·科普作品与诗词”各类作品约 150 篇（首），并按其内容的大致相近度集结为五大板块，分别为：一、地质科普及科研简报；二、大地构造研究的哲学问题；三、教学工作与科学研究；四、地质旅游资源研究；五、诗词及其他。各板块内的文章基本上按其发表年代先后排序。

著者博学宏才，以上作品内容极为丰富，涉及到区域地质、构造地质、成矿学、地貌学、地震学、古生物学、考古学、情报学及哲学、自然辩证法等多个学科领域；又由于著者文学功底深厚，以上作品的形式多姿多彩，有论文、专著、科研报导、评论、科普小品、杂文、散文、诗词等等。如果把著者在创立地洼学说方面的鸿篇巨制比喻为根深、枝繁、叶茂的大树，那么，以上作品就好似这棵树上的百卉千葩。它们同样也可以折射出著者从事科学探索的勇气与艰辛；作为一个科学家的品格的伟大与崇高；其思想的睿智与深邃以及科学表述的隽永与精辟。它们的确值得后人们去永恒地研读。

但是，编者在此要说明的是：一方面，由于本卷所收作品之写作时间跨度太大，且中间又经历了我国历史上几个较为动荡巨变的阶段；另一方面，这些作品又发表于数量繁多、出版地相当分散的报刊杂志及图书上，因而，收集这些作品的工作便十分艰辛繁难。除著者家属提供部分资料外，编者的搜集整理资料工作历时三年，足迹遍及北京图书馆、中国地质图书馆、全国地质资料馆、广州市中山图书馆、中山大学图书馆、湖南省图书馆、中国科学院长沙大地构造研究所、中南大学地学与环境工程学院、中南大学图书馆、中南大学档案馆等处。但遗憾的是，仍难免有所缺漏。这个遗憾的弥补也只能寄希望于本《全集》“前言”中所说的《续集》了。

此外，凡编者以上提及的所到之处，有关工作人员无一不出于对陈国达这位伟大科学家的由衷敬意而对我们的资料收集工作热忱满腔、倾力相助。值此《全集》出版之时，一并向他们表示诚挚的谢意。

① 《自主创新研究亚洲陆海大地构造与成矿学之必要》一文，著者写作于 2004 年，但于 2005 年才正式发表。

目　录

地质科普及科研简报

灵山地震调查记 …… (3)
本刊的使命 …… (12)
世界上哪几次地震死人最多? …… (14)
动物和地震 …… (15)
高山探险的地质工作 …… (17)
地震怎样把房屋破坏? …… (23)
地震时波状运动的有趣描写 …… (25)
房屋怎样才耐震? …… (26)
广东省近来采矿事业大盛 …… (31)
广东灵山地震至今未息 …… (32)
“地质学” …… (33)
两年来广西的地震 …… (34)
地震烈度表 …… (37)
编后：过去检讨与未来希望 …… (38)
广州铜锣潭瀑布
——国内名胜导游广东之一 …… (39)
香港天文台去年所记录之地震 …… (41)
山东金岭镇铁矿沿革及概况 …… (42)
地形对地震烈度发生的影响 …… (43)
地质时代 …… (45)
化石 …… (46)
济南豹突泉和珍珠泉
——国内名胜导游山东之一 …… (47)
岩石的风化 …… (49)
地质对地震烈度发生的影响 …… (51)
江西泰和县地质简述 …… (53)
粤北坪石风景的地质因素 …… (55)
地质学和地质学研究法 …… (59)
广州市的鸟瞰 …… (64)
香港果将陆沉乎? …… (67)

岩石变形的方式
——岩石的变形续篇(节选) …… (73)
粤南油页岩的开发问题(节要) …… (77)
陆沉中的方舟
——中国海岸的最近动向问题 …… (78)
中国古代的地质学思想与观察 …… (83)
龙谜解语 …… (85)
中国岸线类型及其成因 …… (88)
华南石油的自给 …… (91)
中国石油探寻的新径 …… (93)
地球演变和生物进化 …… (95)
油页岩——可供炼油的石头 …… (97)
中国海岸线的变迁 …… (101)
中国的珊瑚礁 …… (104)
关于地震
——在1972年湖南地震工作会议上的发言 …… (110)
地洼成矿理论 …… (132)
地壳演化的新阶段
——关于地洼学说 …… (136)
地质学发展史 …… (138)
新中国成立以来我省地质事业的成就与现状
——在湖南省地质学会庆祝中国地质学会成立六十周年及学术年会上的讲话 …… (141)
一种地壳演化的新理论
——地洼学说 …… (146)
科技综述百科全书(节录) …… (151)
壳体大地构造学 …… (164)
跨世纪中国地质学发展的途径 …… (169)
农学与地质交叉对学科发展的意义初步看法 …… (173)

大地构造研究的哲学问题

关于划分构造区的一些观点和思想方法问题 …… (179)
地壳发展规律问题研究的新发展 …… (184)
大地的构造 …… (189)
大地构造学的哲学问题 …… (197)
运用毛泽东同志的哲学思想指导构造地质研究的一点体会 …… (215)
大地构造研究与自然辩证法 …… (220)
地壳演化的辩证法 …… (225)

运用自然辩证法指导自然科学研究的一点体会 ……（236）
创新的哲学 ……（240）
取长补短　充实提高 ……（247）
大地构造研究中的辩证思维 ……（249）
扬弃以创新
——学习毛泽东科学观的一些体会 ……（255）

教学工作与科学研究

百家争鸣，真理始明……（259）
结合教学进行政治思想教育的一例 ……（261）
和西尼村同志一起考察地质的杂感 ……（263）
怎样找油页岩 ……（266）
怎样记忆化石 ……（306）
关于科学研究中文献资料收集工作的几点体会 ……（336）
找矿和开发矿业，也要因地制宜，发挥优势……（345）
在“化石藻类与沉积环境、成矿作用讲习班”开学典礼上的讲话 ……（347）
大自然是广阔的求知天地 ……（348）
扬起理想的风帆 ……（349）
与青年们谈地质科学与找矿勘探 ……（350）
依靠集体智慧　发展地洼学说 ……（352）
中国科学院长沙大地构造研究所所风 ……（355）
谈科技档案 ……（360）

怎样进行科学研究 ……（364）
序　言 ……（364）
1　概　论 ……（366）
1.1　什么是科学研究 ……（366）
1.2　怎样认识科学研究 ……（379）
2　科研准备阶段 ……（386）
2.1　基础知识和技能的准备……（386）
2.2　基本训练和修养 ……（390）
2.3　科技情报工作总述 ……（402）
2.4　选　题……（424）
2.5　定方案……（434）
2.6　计划和准备 ……（435）
3　科研主要阶段 ……（437）
3.1　观察和实验 ……（437）

3.2 材料的积集和整理 …… (443)
3.3 理论分析 …… (446)
3.4 科研著作 …… (461)
4 科研结束阶段 …… (490)
4.1 科研成果的处理 …… (490)
4.2 科研著作的印刷出版 …… (495)
4.3 科研成果发表和推广后的工作 …… (499)
5 怎样做好科学研究 …… (505)
5.1 发挥非智力因素的重要性 …… (505)
5.2 要具有优势素质 …… (505)
5.3 要具有开创精神 …… (510)
5.4 要具有良好品德 …… (512)
5.5 有关从事科研工作的几个问题 …… (515)
附录 本书提及的一些学者简介 …… (524)

科学家的修养 …… (541)
以《纲要》为指针立足国内努力发展研究生教育 …… (546)
频迎雪雨砺骨坚
——回忆地洼学说的诞生和成长过程 …… (550)
我的科研心得点滴
——大陆地壳第三构造单元的发现经过和体会 …… (558)
对"地学优先发展学科领域(讨论稿)的意见 …… (562)
学百家长自主创新
——我与中国科学院 …… (564)
学派在建立和发展学科中的作用 …… (566)
发扬学科特色 促进发展创新 …… (574)
自主创新研究亚洲陆海大地构造与成矿学之必要 …… (575)

地质旅游资源研究

武陵源峰林地貌的成因及其开发与保护 …… (579)

诗词及其他

陈国达诗选 …… (587)
携锤颂 七律 …… (587)
欧陆萍踪留痕 …… (587)
吐鲁番纪行(七古四首) …… (589)

天山地貌侧影(七古四首) …… (590)
北疆探宝散记(七古五首) …… (592)
重登蓬莱阁 …… (593)
新陆记行 …… (594)
努力争三好，立志做大事 …… (597)
访苏杂感 …… (597)
扶桑览胜点滴 …… (599)
再访苏联 …… (600)
南斯拉夫一瞥(七古三首) …… (601)
香港纪行 …… (602)
为《临武县志》题句 …… (603)
为《临武县教育志》题句 …… (603)
忆客居临武有感 …… (603)
武陵源峰林览胜(七律二首) …… (604)
济南《中国地学大事典》审定会　奉和李鄂荣先生诗原韵 …… (604)
祝贺中南工业大学出版社成立六周年 …… (605)
贺中南工业大学出版社成立七周年 …… (605)
颂中南工业大学四十年校庆 …… (605)
祝贺新会撤县设市　暨十三项工程庆典 …… (606)
庆祝《湖南地质》创刊十周年 …… (606)
崀山览胜(七古六首) …… (606)
为《科海钩沉录》题词 …… (607)
丹霞地貌成因并贺研究开发文集出版 …… (608)
瞻仰葛利普教授墓(新体词) …… (608)
光照科苑(新词体)——忆毛泽东同志重视科学的小事例 …… (609)
忆往事赠张大年学长 …… (609)
八三初度并赠大年兄 …… (610)
赠刘代志学弟 …… (610)
祝贺中南工业大学出版社建社十年大庆 …… (611)
《当代中国的地质事业》一书读后有感 …… (611)
洗雪国耻迎香港回归 …… (611)
1998 年元旦诗五首 …… (612)
劝惜时勤学篇(诗) …… (613)
童年夏趣(五言诗) …… (614)
九岭深山险中行　记念研友钟泳汉逝世 60 周年 …… (614)
丹霞地貌 …… (615)
梦境翠丹园诗联 …… (617)
人生勤学三颂 …… (618)
怀念挚友 Z. H. Q …… (619)

箴言与赠句 …… (621)
题词及其他 …… (628)
一个有趣的小故事 …… (632)
从一首纠正写白字的诗说起 …… (633)
新爱莲说 …… (634)
写春联的故事 …… (635)

附录一 陈国达院士年谱 …… (637)
附录二 陈国达院士主持的主要科研项目 …… (652)
附录三 地洼学说奖励基金的设立情况、奖励人员、论著名称、奖励等级等 …… (654)
附录四 地洼学说陈列馆及青少年科普教育基地的设立情况 …… (659)
附录五 国际地洼构造与成矿学研究中心设立情况 …… (660)
附录六 陈国达主持国际学术会议情况 …… (661)
附录七 国际期刊《大地构造与成矿学》设立情况 …… (663)
附录八 陈国达应邀赴国外访问讲学情况 …… (664)
附录九 陈国达在国内讲学的主要概况 …… (666)
附录十 陈国达为他人作序的情况 …… (668)
附录十一 陈国达院士培养的博士人员名单及论文题目 …… (669)
附录十二 陈国达院士在中科院培养的硕士研究生名单及论文题目 …… (671)

地质科普作品及科研简报

灵山地震调查记*

那是一个春天的早上，在广东灵山县城东北 15～20 km 的地方，有许多人忽然觉着地面震动得很厉害，活像坐船时给波浪冲激的样子，同时又听到地下发出隆隆的响声，很似春雷的爆发，也像火车在进行中的声浪。房屋都跟着动摇了，并且有许多倒塌下来了，于是，人们都慌恐得很，争着奔逃到外面去。可是跑到什么地方去好呢？周围数百平方里内都有同样的灾祸！胆小的人便只有啼泣或呼号，不晓得干什么才好，只有担忧着无名天灾的来临。可幸震动的时间很短便已过去。然而，在这顷刻之间，却已造成很大的损失：将近六千处的房屋倒毁了！三百多人死伤了！在那罗阳山脉的西面，昔日无数繁密的村庄，都已变成瓦砾之场了！

这是怎么一回事？怎么会有这样的灾凶？原来这就是一回很剧烈的地震，是一种对人类文化摧残最甚的地质现象。在世界上有许多国家如日本、意大利、葡萄牙、智利等，都已很常见到。我国向来也发生过不少，远的如明朝嘉靖三十四年陕西、山西、河南等省的地震，死人 83 万；近的如民国九年的甘肃地震，民国十七年的福建广西间沿海地震，死人也以万计等，都是很好的例子。在灵山县附近，过去地震之有历史记载的，虽多数没有上述的这么剧烈，可是次数也不少，而尤以雷州半岛到海南岛一带，最为显著。

这回地震，发生于 1936 年 4 月 1 日上午 9 时半，所影响的区域颇大，包有广东、广西两省的大部，贵州和法属安南的一小部。我当时住在广州，虽然有些静坐着的人，尤其是在楼上的，也会觉到他们的身体在不由自主地轻微地摇动过几下，可是大多数人都和我一样，完全没有感觉到。原来广州已是在可以感到震动的区域的边缘部分了，所以震动得很细微。

地震过后不久，为了探究原因起见，经由两广地质调查所的派遣，我便和蒋溶先生一起到灾区那里去实地调查，好得机会知道这回地震的原因和结果究竟是怎样。当我头一步踏进那里，乡人们就这样问我：这里会沉下去吗？真的，这是他们目前最关心的问题，也是最担忧的地方。4 月 1 日那天的大震所赐给他们的“恩惠”已够受了，而几星期来可怕的沉重响声和震动仍不分日夜地继续着，怎能不令他们恐慌呢？他们以为这样不停地震动着和响着，也许是大地一天一天地沉下去的表征，假如真的继续沉下去，将来不是人人都会给海水淹死了么？其实他们不晓得那里一带地方，完全是用花岗岩来做基础的；花岗岩就是建筑房屋最常用的麻石，为一种极坚硬致密的深成火成岩，很不容易风化或溶解，如果害怕那地方陷落下去，这和杞人忧天有什么分别呢？退一步说，大地上升下降的现象，从地质学的眼光看来，确是很常见的，但和这次地震可说完全没有直接的因果关系。并且多属进行极缓，非经千万年的长时间不觉显著的，我们现在的灵山，高出海面 200 m 以上，即使地面真的一天一天向下沉降，也许要经若干千万年后始降到海面。那时候，已不是现在的世界了，倘若有人为这事

---

* 本文原载《大地月刊》创刊号，1937 年，广州

而忧愁，不是和那些害怕数万年后地球和别的星球相撞的人一样的傻么？况且南中国海岸现在的动向，经最近许多学者的研究，不是向下而是向上的，然则陆沉之忧，更不应有了。

话虽这么说，可是陷地成潭的事实，不是到处可见的么？当我们实地调查的时候，也见过二十多处的地陷，这还不是乡人们恐怕陆沉的很大理由么？还不是陆沉的证据么？不，决不是的，这不过是局部的特殊情形罢了。上面说过，灾区一带，地下全是花岗岩做基础的，但有些地方除了花岗岩外，上面还铺上一些薄薄的石灰岩层；石灰岩的成分是碳酸钙($CaCO_3$)，很容易被含有二氧化碳(CO_2)的水溶成孔穴。在没有事变的时候，这孔穴或尚可支持，但一遇震动，就会崩塌，地面的泥土也跟着陷下。分明地，这是地震一方面的结果，是石灰岩地带常见的现象；可是灾区一带石灰岩层并非主要的地层，不过零星地，在花岗岩上面覆上些少罢了。所以不论在牛杞塘村外和平山圩附近或其他地点所见到的地陷，表现出来的都属很小，直径没有超过二三丈以上的。

我们在调查期内，所住的地方，有许多天是在平山圩的一所小学校里。这小学的校舍是一间很旧的古庙，听说有三数百年的历史了。经过这回地震之后，已倒塌了一部分，其余的也破裂得很厉害。当我每天晚上要睡觉的时候，心里就有些害怕，仰起头来，望望那快要倒下的栋梁，望望那已倾斜了的墙壁，怎敢睡到床上去！假如今晚再来一次地震的话，很轻微的就够了，我的性命恐怕就会完了！可是扪心想想，这里自经地震之后，房屋倒了的人固然无家可归，但房屋破裂不堪或仅稍受损的人，也不敢回到家里睡觉了，只好露宿山上，或在村边盖搭草棚，作为临时的住所。记得有一家人，草屋没有盖搭，便索性把大床搬到外面空地去，聊蔽风雨。直至我们到来的时候，告诉他们目前也许不会再有很大的地震发生了，有屋的人才有一部分安心地回去居住。假如我们为了这古庙的危险而睡到外面去，乡人们不是更恐慌了么？而且目前也许不会再有很大的地震发生了，也有几分像一句很可以自信的话，我们用它安慰了乡人，也安慰了自己，在那破瓦裂墙底下，一夜一夜地安全度过。

一天晚上，我第一次感觉到地震了。起先听到很沉重的响声，好像火车在进行中的样子，也像很远的雷鸣。我很清楚地辨别出它是从地下来的，自远而近。响声继续了十分之一秒的时间，地开始动了，我睡在床上的身体也感觉到轻轻地摇动了几下。我分明是在醒着，我打算假如听到屋瓦的响声，就立刻起来逃跑到外面去。我侧耳在听着，但许久还没有觉到什么声息，一场惊恐便算过去了。以后一切也寂静了，直到天明。

在白天，也常会听到地下发出的声响，不过有时只听得到发声，不觉地动。这大概是因为白天里人们多在动作中，对这极微的震动，很难感觉的原故。

几星期来地下的响声不时地发生着，有时极像巨人(giant)的叫声。人们听得怕了，一首歌谣便产生出来。它说：

男女老幼众心惊，不是为贼与为兵。哑佬打破橡皮鼓，得其无声就娉婷(作安宁解)！

(见《灵山壁报》第一二七期，1936 年 5 月 1 日)

这歌谣，充分地表露着乡人的恐慌和祈望，因此神棍们就有活动的机会了。他们利用乡人知识低下的弱点，便造出了许多可怕的神话，提出了许多迷信的说法。于是无数的善男信女的金钱，给他们拿去祭神拜鬼了，许多学校的课堂，被他们做了观音菩萨的大殿了，人们整天都在迷信和恐慌的氛围里去祈求地震的停息，学校教育因此也完全停顿。其实地震是一种极普通的自然现象，有什么神鬼可言呢？这回地震乃起因于地壳构造上的变化，由于原因

上的特性，大震之后，余震继续时间甚长，这是一件很难避免的事。记得甘肃大地震的时候，从民国九年(1920 年)十二月十六日起，直至民国十二年(1923 年)，余震仍在继续。如 1897 年 6 月 12 日印度北部亚桑(Assam)的地震，1923 年 9 月 1 日日本东京的地震，余震也继续很长年月；如远雷的鸣声，更不绝于耳。这样的事实，实在多见得很，毫不足怪，并且，依照正当的规律来说，今后余震的次数会逐渐减少，其烈度也逐渐减轻，而渐入于休止时期了。迷信地向天祈祷有什么用呢？难道花了许多有用的金钱，做了拜神求鬼的工作，地震就会立刻停止了么！在现世纪的地震学发达程度，人类尚未能事前预告地震之到来，或临时阻止其发生，事后也未能制止余震的继续，实在是地震学家应自引为羞愧的地方；可是科学的进步是没有止境的，科学家们不断地努力研究，将来能战胜自然给人类的灾祸，实在是一件很有可能性的事。

许多天打算要登罗阳山去了，因为听说那里地震后发生无数的裂缝，是很值得注意的。但为着连天的阴雨，那高出海面二千余尺的高峰，没有一时不笼罩在朦胧的烟雾里，要爬上去观察，实在难得。头一天已经冒雨试登过了，可是还没有爬到一小半，就给一场很猛烈的雷雨赶返回头。直到 5 月 13 日那天早上，太阳才从云幕里走出来，我便欢喜得要跳起来了。登山去！一群乡人也很热烈地陪伴着；他们为了切身的关系，对地震所发生的一切现象是分外地关心的。穿过了几个满堆着破瓦断墙的村庄，我们就在罗阳山西坡的斜路上走着。一切见到的都是花岗岩。有些砾石明显地因为受不起地震的动力而滚落山脚下，它们原来的位置还留下白黄色的一块泥土，显出新近崩落的遗痕。三羊顶上有巨砾三块，名叫棋盘石，长二丈余，高五六尺，因地震的动力，它们也离开了原来的位置，移动的距离，达一尺五寸以上，更属奇景。在罗阳山西部的一个山脊上，头一条裂缝见到了，那是沿山脊展延很远的罅隙，看去就像有许多条排在一起，互相平行，或近于平行，但上前走了不远，便见它们中常有两条或许多条合做一起的，再远些又复分开。这样地时开时合，很没有一定的规则，并且裂缝的本身，也不是几何式的直线形，而是一条富于屈曲的折线，它的全体也是跟着山脊的弯曲而转向的。这种裂缝，是地震中心区域最常见的现象，它们的成因，乃由于山面泥土因震动而向两面山坡滑落，遂致山脊部分破裂，造成罅隙。

上面所说的裂缝，跟着罗阳山延长；罗阳山是一条狭长形的山岭，大致向北偏东和南偏西伸展，故裂缝所走的方向，也大体相同。我们爬过最高峰的大羊顶，落到山的西北坡，在山鸡头的山坡上，又见到这种裂缝出露于青草底下了。在那里，山石崩落的现象也到处可见。

山鸡头下山鸡麓的谷里，一块山脚的禾田，地震后被人发现裂开了。裂缝是平行着山坡走的，接连山坡的一边，看去没有什么变动，但另一边却低陷了尺余。从那峭立的小壁看来，活像人工做成的阶级，但壁上的擦痕，细心观察尚可辨别出来。这也是裂缝的一种，叫做山麓裂缝，成因大抵和山上所见的一样，不过泥土滑落的距离大一些罢了。

在这回地震当中，山崩现象也和地裂一样的发达，并且分布的区域，也和裂缝相同，在罗阳山、泗洲山一带都可见到。在罗阳山的西面，有一座小山叫做亚山岭，高五百余尺，全是砂岩和页岩相间而成。岩层的走向是北偏东至南偏西，影响及于山的形状，也是作同一方向的延长，和罗阳山相平行着。在这山的上面，山崩的现象更加显著，并且好看得很。山崩进行的秩序，起先是一条裂缝，随着山脊或山坡的倾斜较急部分开展。第二步便是裂缝两边

或下边的泥土向下滑落，直到山脚，有几处山谷便因这样下来的泥土填塞了。我国从前有两句话，“高山为谷，深谷为陵”，也许就是这种现象的描写。

乡人告诉我，山鸡麓一带，从前本有无数水源，泉水终年不竭，所以那里依山坡而筑的梯田，从来没有灌溉的困难。但是自经这回地震之后，一切的水源都涸绝了，消失了，梯田因此也变成没用了。真的，在我眼前展开的，已经不是禾田，不过是一块有着美丽图案的龟裂干地罢了。在高塘村里，也有着同样的现象，一个经年不涸的水井，地震之后，就变成了没用的小潭。这些事实，无疑在暗示着罗阳山西北坡上有着断层的存在；换句话说，断层的存在，就是水源涸灭的解释。我们知道，一座山就表面看来，常会误认全是泥土做成的，其实里面十有八九都全是岩石，我们所见的泥土，不过是岩石最外部分，是受空气雨水等的风化作用而变成的外衣，薄薄地覆盖着山面上罢了。我们又知道，从天空下来的雨水，三分之一是蒸发回到空中去的，三分之一是沿地面流到河流湖泊或洋海中去的，还有三分之一则被泥土所吸收，慢慢地在泥土的空隙里流动着，地质学上叫它做地下水，或名潜水。如果泥土底下的岩石是好像花岗岩一样地很致密的，透水性很小的，则潜水在地下的深度，就不能超过岩石和泥土相接的地带。上面所说的水源就是罗阳山上的潜水，沿着花岗岩和泥土的接触面流下而成的，假如山半发出了一条或几条断层，从山上流下来的潜水，遇着断层的时候，就会给断层面的裂缝带引到别的地方去，不再流至山麓，结果，不就是山麓水源的涸竭么。

什么叫做断层，也许读者中有些是要这样发问的。在这里很简单地说，就是岩层的一部分起了裂缝，裂缝两壁向上下或左右或倾斜移动的现象。断层造成的主要原因，大都是岩层抵抗不起压力的作用，遂在较弱部分发生破裂；压力继续进行，裂缝两壁便依着它的作用方向移动。至于造成断层的压力，大概可分为两种，一种是重压力，一种是横压力；前者发生于地心吸力的作用，后者则源于地球本身冷缩时，已结的地壳不能随同里面部分作齐一步骤的收缩而起的褶皱。两者常相伴着动作的，而以后者为最主要。前面不是说过这回地震是起因于地壳构造上的变化么？岩层就是构造现象的一种，它的生成，许多学者都认为不是骤然的变动，而是很缓地进行的结果。断层中压力逐渐增加，直至不能抵抗时，然后开始略作移动。一旦压力已经抵消，便即行停止，以待第二次压力积聚超过应有限度时的活动。这样时动时息，一分一分地移着，虽移动一极短的距离，也非经千万年长时间不可。移动时因裂缝两壁摩擦的阻力，生出震动，震动的波浪向四周传播，便是地震。所以每遇地震一次，即表示该断层活动一次。同时，因为断层的生成，正如上面说过，不是一次移动就能完成的。故由断层的活动而致的地震，也不是一回两回就停止的。灵山这回地震，不就是经过许多日月，还有余震继续发生的么？并且从检阅灵山县志的结果，该县过去的地震，未有历史以前者不论，单就已有记载的来说，自明弘治十四年(1501 年)以来就已不少。极盛时期，几乎每年或每隔一年即有一次，更有一年两次以上的。而平均起来，每隔十二三年，亦必遇一次，倘有详细的记载，其次数当不止此。这事实，无疑地表明这里的地震，并非一回骤然发生的现象，而是已有很长久的历史，亦即表明这回地震与世界一般构造地震的特性是具有相同的地方。说它是起源于地壳构造现象的变化，或者更确切点说，起源于断层的活动，诚有绝大的理由。况且断层的存在，虽然外表没有见到直接的证据，但我们已可用上面所说水源涸灭的现象来做很好的间接证明。然则地震的原因，当更易明白了。

前面已经说过罗阳山是一个向北偏东和南偏西两方伸展的狭长形山岭。这山本是灵山和合浦

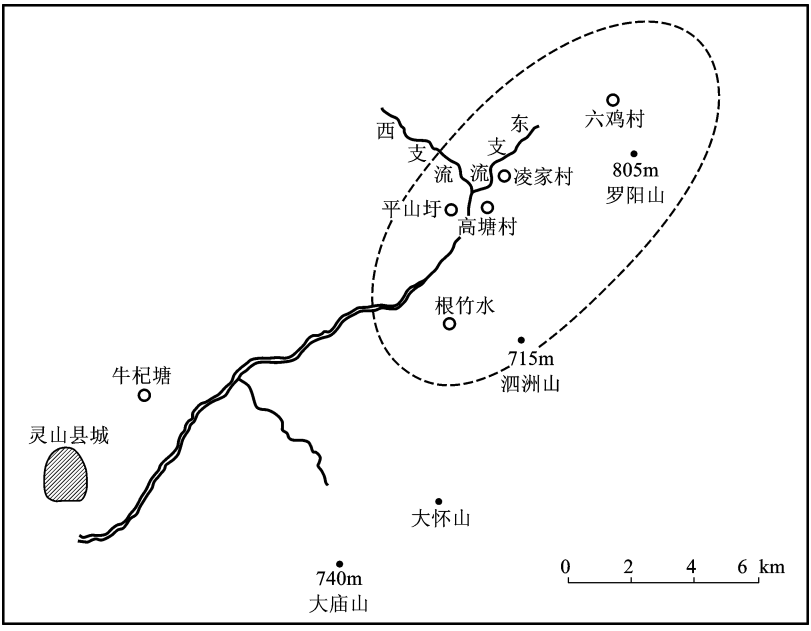


图 1　广东灵山县地震灾区略图

两县间一条很长山脉即所谓罗阳山脉的一部分(见灾区图),在地形上是一个分水岭,在政治区域上成一天然的分界线。从镇安附近起,南偏西行便是罗阳山,再行便是泗洲山。泗洲山以南,接着的还有大怀、大庙等山,都有着相差不多的高度,都位于这山脉的延长线上。泗洲山的西部,正和罗阳山一样,地震后裂缝满布山脊的山坡上面,山麓的禾田也崩裂了不少。裂缝的成因,当然也是地震的动力所致。这样看来,这回地震最烈的区域,很似一条长带,和这山脉的延展方向具有密切的关系。也许前面所说的断层,也走同样的方向,从罗阳山延长到这里。再从倒屋死人的灾区观察一下,则地震中心之成狭长形,更属显明。试观下面的灾区各图,灾区北起自镇安之蕉金屏、夏塘、六鹅诸村,向南偏西经凌家村、高塘村、平山圩等,以到那灵、根竹水村等,长凡 20 km 以上,阔仅半之。这事实,即暗示着震源并不是简单的一点,而是一条长线。比起世界各地的例子,这回地震是起源于断层活动的作用,更属可信。

地面流水的变化,有时也可做地下断层存在的表征。灾区里有一小河,沿罗阳山西麓的广谷向南流。有支流二,一自东来,一自西来(见灾区略图)。听说地震之后,东面的支流水量顿减,但西面的反而增加。这现象自然一方面表明罗阳山麓水源的涸灭,遂至东支流的水量减缩,另方面更可指示着地面的变动,才有西支流水量的增加。假如断层的活动方向,是上下的多于水平的,并且下落的部分是在西壁的话,则断层以西的地层当会大体向东下挠,而地面亦即作同一方向的倾斜了。倾斜虽或极缓,但西面的支流,即已有水量增加的可能。这样看来,河水的增减,对这回地震的原因,也许富有相当的意义。

地震的原因,当然不止一个,除了断层作用以外,火山活动和地面下陷也是常可见到的。我们可说这回地震是属于这二类的么?不,两者都不是,因为有下面的两个理由:第一,即如

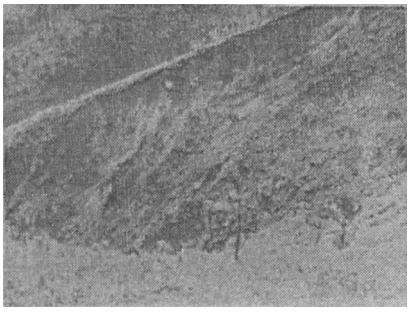


图2 亚山岭上之山崩现象

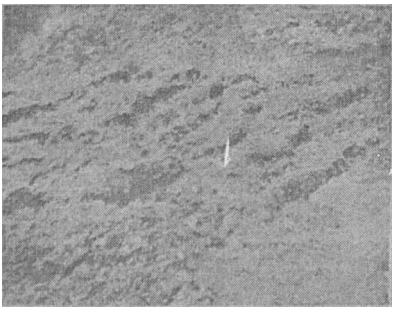


图3 地裂状如鳞片

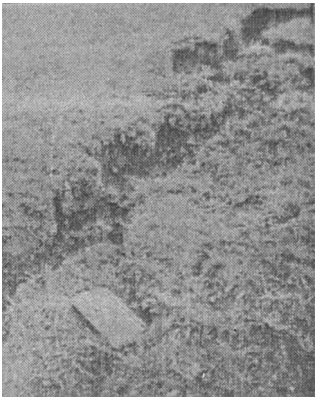


图4 亚山岭山脊上之地裂

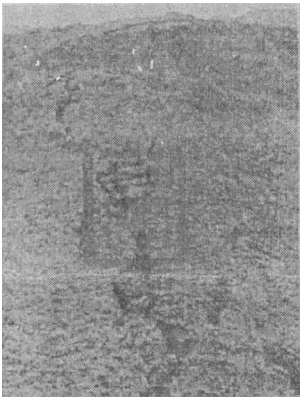


图5 亚山岭上地裂又一影

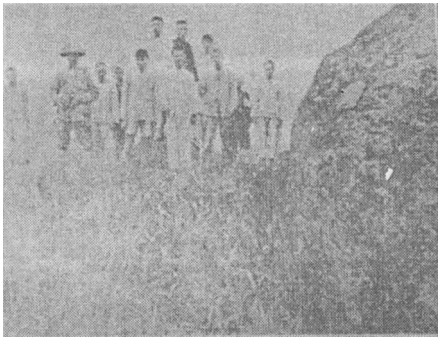


图6 罗阳山上之巨砾,因地震移动尺余



图7 平山圩下田中之地陷,于地震时造成;震后数天,曾喷出多量泉水及砂泥小砾

上面所说的一样,这里一带的主要岩石是花岗岩,石灰岩仅散布在零星的小区域里,其分布的地点也和地震中心区域的位置不符,故下陷的小潭,并非地震的原因,而是地震的结果。并且有一部分的小潭,据说是大地震之后才造成的,其非地震的原因,更属显然。第二,在灾区里面和附近各地,全没有见到半点火山活动的踪迹,即使地质时代的已死火山的遗痕也

全没有存在。此外，这里的地震，过去已有数百年以上活动的历史，事后余震也经过这么长的时间，还在继续着，和那些多属骤然发生的及余震次数与延长时间都属有限的火山地震或下陷地震，更有明显的分别。

报纸上不是说过这里地震时，因地陷而成的小潭中，有喷出黄水者，有喷出黑水者，亦有喷出似煤非煤之物么？乡人们便有些害怕这便是火山的征象。其实，这种现象和火山有什么关系呢？无非是地下水因地震而急速流动的结果罢了。当我到灾区里考察的时候，尚有几处的遗痕，可做这样解释的很好证据。在平山圩下的玉蜀黍田中，有一潭是喷出沙泥和小砾的。在潭的周围，堆着许多黄色的沙泥，里面还有些很圆滑的小砾石在混着。这种砂砾的来源，无疑地是从前河流所成的堆积物，因地震时受地下水冲击的动力而涌出，所谓喷出黄水者，当即指此。又距凌家村东北一里许，在河边的田上，便是似煤非煤之物的所在了。那里本来是禾田的一角里的水源，地震之后，泉水已改在别的地方流出。水源的旁边，有一块很大的石灰岩出露着，上面堆着一些黑色的东西，细心看去，分明是含有不少碳质的黑色页岩的碎片。我再前走几步，跨过那堆东西，到河边去，便见还有很多的石灰岩，一层一层地排列着，直到河的对岸。算来这岩层的厚度，总有二三百尺。在这石灰岩的层理中间，更夹着几层碳质页岩，看来性质就和那石上所见的碎片一样。这样一来，我们就很容易明白那似煤非煤之物的来源了。碳质页岩的外表，确是常会给人误认作煤的，并且它的层理很薄，容易破碎，它和石灰岩相间而生，石灰岩溶成孔穴，它的碎片便堆积在孔穴里，一遇地震，便跟着地下水的活动从水源喷出来。同时，因为页岩碎片堆塞的结果，水源的出口也变成干地了；这一点便可做原有泉水改从别处流出的原因的解释。当 1897 年印度亚桑地震的时候，泥水沙石涌出的现象，到处可见，其剧烈程度远甚于这里的，而地质学家从没有认为是火山的结果。然则这回地震非起因于火山，其理更明了。

这回地震的原因既已明白了，我们且来讨论震源的位置罢。震源就是地震发源的地点，我们已认为这回地震是起源于断层的活动，那么这断层在地面下多深才可见到呢？这问题本来是很容易答复的，因为有许多方法可以把它计算出来。可是计算的材料是靠许多地方的地震台帮忙才可得到的。在这里，因为材料还没有收集齐全，所以数字也未能精确地算出，读者们，也许你们对这问题很想知道吧？倘若我们单从受震面积和灾区面积上推想，也不难获得一个大概的结论。法国地质学家拉苏尔斯氏曾发现过一条估计震源深度的简单规律，说地震的烈度甚大而范围小的，则其震源浅，反过来说，烈度小而范围很大的，则其震源深。据我们现在所知，这回地震的感觉范围，虽然两广的大部分都包括在里面，可是实际面积也不过 50 万 km^2，受灾的区域更小，不过数百平方公里，而最高的烈度竟达至第十一级。按诸规律，其震源当属很浅的了，也许上面所说的断层，就是被罗阳山上面的泥土遮蔽着吧。

在那狭长的灾区里，最严重的损失要算毁塌房屋和伤毙人命两方面了，也许比上述的山崩地裂地陷等现象还值得注意一点。据灵山县政府的统计，崩塌房屋共五千一百八十一间，破损至不堪再住者一千零八十二间；死五十八人，伤者一百八十七人。合浦县方面，则毁屋七百余，死人三十四，伤者百余。合计起来，毁屋共五千八百间，死人九十二，伤者二百余。其中单就毁屋一项来说，以广阔不过数百平方里的灾区，且大部分是田场和山岭，民居并非极密，毁屋之数，竟将达六千，实足惊人。这里面的原因，实和房屋的材料和构造等方面都有很大的关系。据调查所见，灾区内房屋建造的材料可分四种，最多的是泥砖，约占全数百

分之六十。其余就是圆砾石和火砖，用灰沙的最少。这几种材料中，以单用一种的为最常见，有时也用两种以上来混合建筑。地震的结果，为了抵抗力强弱的关系，当然以泥砖做成的房屋倒塌为最多，但用圆砾石来建筑的也到处皆是。圆砾石的来源，是罗阳山麓一个古河床的堆积物，在高塘、凌家、夏塘等村一带河边，随地可拾。为了采取便利和省费两原因，附近居民便多喜采用，并且他们以为石头是最硬的东西，用来造屋，可算再坚固没有了。岂知此等砾石，皆曾久经流水托运摩擦，已完全变做光滑的圆球，用它来造墙，和垒卵有什么分别呢？虽平时因泥浆的胶结暂可支持，但一遇震动，虽然是很轻微的震动，要想它不致损坏，就实在没有法子了。至于泥砖，平时本已抵受不起风雨的袭击，有些更已年代甚远，既遇地震，亦当倒塌甚易。有些房屋分明是一所筑在泥砖或圆砾石的旧墙基上的高楼，其抵抗震动的能力，更属薄弱了。

从这回地震的教训，我们知道抵抗震动能力之最强者，当推沙灰所做的墙壁，次为火砖墙。沙灰的坚固程度本来就和现代的三合土相差不多，不过里面没有筋骨，故震动过烈时，仍会崩裂，倘将旧法加以改良，自当损失较少。灾区一带石灰岩的零星露头，颇为不少，开采烧造石灰，成本极廉，故旧法所做的石灰，实仍可采用，而且易得。石灰和沙砾混在一起，便是灰沙，里面加以筋骨，则砌成墙壁即甚坚固。石灰、沙粒和砾石三者的成分应有一定的比率。砾石不要过大，以直径二寸以下的为最宜，其形状则以棱角尖锐的为最佳。至于做筋骨所用的材料，钢铁固然最好，可是当地居民的经济能力，恐怕大多数不能办到，幸邻近各地木材尚非难得，故可用价廉的松木或杉木作架代替钢铁，外砌灰沙。墙基更要注意，最好先用木桩插入地中，然后筑墙。这不过我个人对房屋改良的一点意见，当否还要大家来讨论。

房屋倒塌多少，与地形和地质两方面都有密切的关系。就拿全村倒塌的根竹水村来说吧，该村建筑在一个两坡极急的小山上，因为地震时，山泥沿两坡滑下，遂致房屋所受震动较他村为大，山脊上现在还有许多裂缝，可做证明。又如牛杞塘村，还离震动中心二十余里，本应已出灾区范围，但震动的烈度，却意外地比离震中较近的村庄大许多，房屋倒塌占总数百分之四十以上。原来该村所在的地点，全属石灰岩层，这种岩石本已比不上花岗岩致密，更多裂隙和孔穴，故地震时地面的震动，较同距离的花岗岩区域为大，这便是地质的影响。

墙壁破裂的方式和倾侧的方向，都是值得注意的现象，从前日本大森房吉博士研究法隆寺震害时，曾建立一个理论，大意说震动方向和壁面平行时，发生对角的裂缝，若和壁面交成直角，则裂缝当属水平或垂直。在这里，我们试应用这原则来研究高塘村、平山圩一带墙壁破裂的方式，即可得一结论：这回震动的主要方向，大致为东北至西南或西南至东北。再从墙壁倾侧的方向来说，斜向东北和斜向西南的，两者都很多，也许当时地面依东北西南之方向前后波荡。换句话说，水平震动的主要方向，是属于东北—西南。

在高塘村里，有两座房屋破裂的形状，可算最有趣味和最有意义的现象。这两座房屋，一是火砖造的碉堡，一是灰沙做的民居；碉堡的顶部已塌，所余部分，则横裂为上下二截；上截很似有移转的样子，并且有一角向外凸出。这一截，很可以暗示着当时的动力，不独为水平方向的波动，并且有旋转力的存在。因为下截当地面旋转时，上截由于惰性的关系，不能跟着一同转动，遂有这样的现象。至于地面旋转的方向，亦可从观察的事实推出，查上截凸出的方向，乃自东而南；即是说，上截向右旋动，从而推知下截向左。同时亦即推知地面的

旋转，亦为自右而左了。甘肃地震后，翁文灏先生曾发现过同一的现象，其下截转动方向，也和这里的相同。灰沙做的民房，情形亦属相仿，不过上下两截间的裂痕，没有这么明显，同时凸出的部分，也没有这么好看。

房屋倒塌的数目这么多，而泥屋又占一半以上，照理伤毙人命当在不少。但前面已说过，统计所得，不过死者九十二人，伤者二百余，和那些大地震如死人二十余万的甘肃地震比起来，固然相差天壤，而单就倒屋数目和建筑材料两方面来说，亦属侥幸的一回事。这里面的原因，实和地震发生的时候有密切的关系，假使这回地震发生于半夜，人多熟睡屋里，则死人数目，当必数倍于现在。可幸时在上午，人多外出，留在室内的也多在工作中，倒屋时较易奔避，故得免更大的灾祸。

这篇通俗的、游记式的临时简报，原名《灵山县地震调查经过》，曾发表于香港《华字日报》，现在略加修改，转登于此。

——作者附志

本刊的使命*

地质科学之在中国，虽然已有二十几年的历史，并且经无数专家们的努力，已经发达到相当的程度了。可是什么是地质学呢？在一般人中恐怕还有很多不知道。比方从前把石燕当作奇异的药材，把哺乳类、爬虫类等脊椎动物的骨头看做神秘的龙骨，到现在，这样的情形，仍旧没有多大的减少。记得有一次，我跟随斯行健先生到山西太原附近采集植物化石，在一个山边掘了不到一天，便惊动了许多乡人来观看，以为我们是在挖着什么宝贝了，那山的主人也对自己说："我的山出了宝贝来了！"他于是想到发财了，但究竟那是什么宝贝呢？掘出来，又有什么用处呢？又送到什么地方去卖呢？关于这，他一切不明白，便只好阻止我们再掘下去，或者要我们给他一些钱才得挖掘。这一来，对于学术工作的进行，固然有着很大的阻碍，可是另一方面，他或甚至一般人，对于科学尤其是地质学是这样地毫无认识，却实在不能不令我们叹息！

又记得今年5月，我到广东灵山县调查地震的时候，见到当地的居民，有许多因为见到地震时从地裂或泉孔中喷出多量泉水和砂泥，便恐慌着以为是火山快要爆发的征兆。岂知这不过是地下水因地震动力的冲击而引起的结果，是地震剧烈时常见的现象。可是他们都因为没有了解这普通地质现象的原因，这样的猜度和恐慌，诚然是不能免除、不能怪异的一件事。

一般没有受过相当教育或者完全没有受过教育的人，固然对于地质学全不了解，一如上面所举的例子一样。就是一般中学生，甚至一般没有修习过地质学的大学生或大学毕业生，对于普通的地质现象，也许还有少数人完全没有清楚的认识。在我很明显的印象里，在没有多久的时候以前，还有时遇到一些同学会拿"石头是不是真的会长大"的问题去问人，或者听到人家说"山头是会一天天地低下去的"的话而惊异。

我国地质学这样不能给大众普遍地认识的原因，固然一方面由于整个的教育的不普及，一切知识都没有普遍地灌输到每一个人的脑海里，但另一方面实不能不有几分归咎于教育当局的不提倡。比方现在一般小学所教授的功课中，虽然有自然一科包括着一些地质、矿物等方面的知识，可是在初级中学和高级中学里面，动物、植物等学科都齐全了，却大多数没有地质学或矿物学科目的设备。投考高中或大学的考试科目中，这项目就更加没有了。这样下去的结果，遂致一般人对于地质学这名词一看就觉得无关重要，更没有引起他们研究兴趣的机会。我常听到许多朋友说："学地质学大概是枯燥无味的吧？"于是地质学就愈加远离了他们，愈加比不上社会科学甚至其他自然科学的为一般人所知道。

要想一种科学能够普遍的发达，除了学校里的科目之外，课外的读物实在不能缺少。地质学在中级学校科目里既不完备，则课外读物尤其是一个通俗的定期刊物，更觉需要。可是环顾国内关于这一科学的期刊，虽然已有好几个，但大都不适合于一般没有学过地质学的人

---

* 本文原载《大地月刊》创刊号，1937年，广州

去读阅；勉强读下去，就会由不懂、乏味而至头痛。譬如历史最长、价值最高的《中国地质学会志》和侧重采矿冶金方面的《矿冶会刊》里面的文章，固然多是专门的著作（前者几乎全用外国文字写的，更不是一般人所能读）；就是主要宗旨是刊载通俗论文与介绍最新学说的“地质论评”，也是最低限度要稍入地质学门径的人，才能读得顺利，才能领会的。为此，我们这《大地》当然是很需要地产生出来。我们的目的是要利用通俗的、最好是科学小品式的，会使人看去不但不觉枯涩，而且很有趣味的文字，把地质学的知识灌输到每一个人的头脑里去，使人人都能了解宇宙间、大地上一般地质的或与地质有关的现象，都能知道地质学对我们日常生活的关系和重要，更使人人能有地质学研究的兴趣和清楚的认识，即如对于哲学、社会科学或至低限度即如对于其他自然科学如物理、化学、生物学等一样。

当然，通俗和专门只是相对的名词，完全没有清楚的界限，这要看一国的知识水准线高下而转移。比方在外国可视为通俗而本国目前则颇欠专门而致甚少书店愿意代卖的《地质论评》，也许将来会变作通俗，即如杨钟健先生所说的一样。我们很希望《大地》在目前虽是供给一般中学生与及没有学过地质学的一般人读的刊物，在不久的将来，便会使小学生也能看得懂。那时候，我国的地质学便确已达到普遍化的程度了，也许不会再有人拿脊椎动物的骨头当做神秘的龙骨了，更不会再有人拿地震时的喷砂现象看做火山爆发而恐慌了，同时我们这《大地》所负使命的第一阶段也就很满意地完成了。

最后我还要说，而且必要说的，就是发起举办这刊物的我们，不是学生，就是仅仅粗识地质学皮毛的青年，学问和能力都很属有限。虽然我们的目的是这么定的，并且依这目的努力干去，可是眼高手低，恐不能免；就是做出的文字，也自知是很肤浅、幼稚，而且更会出错误。所以我们很希望一切先生们，不时加以赐正，并多惠鸿文，使这刊物得以日渐发扬光大。抑且更有要说的，据我们所知，在外国有许多很有价值的通俗科学文章，都是出自专家的手笔，并且我们更知道，愈加通俗的科学文章，要想写得好，要写得引人入胜，是愈加需要专家们才能做得到的。因此我们更希望我国的地质学专家们，不要吝惜他们的精神和时间，大家都来指导我们，扶助我们干这艰巨的工作；大家利用很通俗的方法，把他们很专门的研究心得介绍给大众！

1936 年 12 月 24 日夜于广州石牌

世界上哪几次地震死人最多?*

1923 年日本大地震的时候，东京、横滨和邻近各地死人合计不下三十万，单就东京一市来说，已达十万人，这可算近年来地震中死人最多的一次。此外如 1908 年意大利梅西拿(Messina)地震，死人八万；1755 年葡萄牙京城立斯本(Lisbon)地震，死人四万等，也可算是死人较多的地震。但这不过以外国的例子而论，若根据我国已有的记载来说，明嘉靖三十四年(1555 年)12 月，山西、陕西、河南几省的地震，死人十三万有余；宋仁宗景佑四年(1037 年)山西忻州、代州、井州(太原)等处地震，死人二万余；元世祖至元二十六年(1289 年)河北保定附近地震，地裂泉涌，死人数万；清康熙七年(1668 年)莒县诸城之地震，死五万余人等，也可算是惊人的数目。虽其中或因调查不详，不免稍为夸大，但若就较为可靠的民国九年甘肃地震死人二十余万的数字来说，也可见我国地震死人之多，颇不减于外国了。

* 本文原载《大地月刊》创刊号，1937 年，广州

动物和地震*

你也许会觉得很奇怪吧，为什么一只狗有时会没有对象地向天狂吠？其实这表示着它因为感受某种刺激而起的心理上的反应。倘若事情来得凑巧的话，在犬吠的声音过后不久，或者和它同时，你有时更会遇到地震的光临。这，你将不仅觉得惊异，而且会感到很大的兴趣，因为狗的狂吠，似乎有几分可作为地震的预兆了。

真的，有许多动物的惊恐，确能做地震发生的先兆，并且不仅家犬如此，就是其他感觉敏锐的动物也有同样的反应。试举个例吧，日本现代最著名的地震学家大森教授，曾在他的花园里养着许多雉鸡，很精密地观察了三年，发现雉鸡一共惊扰狂鸣过二十二次，其中除了一次以外，事后每次都有地震。有四次的地震是很轻微的，人们全不觉得，只有地震仪上有着记录。有七次是纷扰发生于人类觉震以前，有五次是与觉震同时，又有五次则在感震之后。根据这些有趣的数字，我们可知道雉鸡的突然纷扰，可作为地震的征兆的，至少有半数以上。

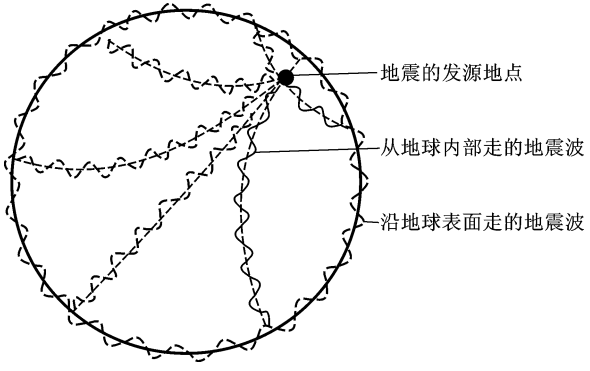


图 1

为什么动物会做地震的先兆呢？难道真的是神仙吗？对抗着这种迷信的想法，根据科学的研究，自然有着很大的原理在。原来地震波浪所走的道路是有两条的，一条从发源点起行，经过地球内部，直接达到我们所在的地方；另一条则从发源点走到地球的地表面，然后跟着地面走过来的，即如图中所表示的一样。这些波浪当中，由于速率上的关系，从地球内部走来的，常常是比跟着地面走来的先到，但同时因为前者的震动很微小，我们人类所能感觉的震动，仅是后者沿地面走来的波浪。假若我们有了地震记录仪器的设置，靠着灵敏的机械，我们对于前一种波浪，当然可以在未有感觉震动即后一种波到达以前，预先知道。可是感觉较我们人类敏捷的动物，却也好像仪器一样，在地面来的波浪到达以前，已先感觉着前一种波浪的震动了。上面所说家犬和雉鸡，能做地震的预兆，完全就是由于这样的原因。

前面所说的两种不同速率的地震波浪，它们从发源地到达一处先后相差时间的长短，全看那处对地震发源的地方距离的远近转移。大概来说，距离愈远，则两种波浪到达时间相差愈大；反过来说，距离愈近，则时间相差愈小。在同一地震中震动最烈的地方，因为距地震

---

* 本文原载《大地月刊》，1(2)，1937 年，广州

发源地点最近，两种波浪便几乎同时走到，所以运动和人类感觉震动，也近于同时。

有时从地面而来的波浪，震动很微，人类完全不能感觉的时候，上面所说的动物是仍然会有感觉震动的可能的。倘若没有仪器记录做证明，我们对于它们的惊扰狂鸣所给的报告，将会全不知道了。从这一点，我们不独明白了上面所述大森教授所观察的结果里面，有四次人不能觉察的地震发生，而雉鸡却纷扰的原因，并且对于动物之所以能做地震发生的预告者，无非是因为它们的感觉较为敏锐，对于轻微而先至的震波也能发生反应这一点罢了。

1937 年 1 月 4 日，广州

高山探险的地质工作*①

地质学家工作的中心，完全在于野外的考察。他们必须收集到他们的结果、他们的观察和材料；这些，虽然要以后在实验室中才能研究出来，有时也许还要靠着试验和理论的帮助，可是假如没有和野外工作经验打成一片的话，是仍然一点用处都没有的。野外的观察，无疑地是最重要的一件事，因为地质学家们，直接而且很密切地接触着大自然，很可以观察到现在地质现象的进行，同时更可以借此而说明过去地质事实的遗迹。在这里，他们面对着那运动于庞大的空间、能量和时间里面，永远不能用实验来产出的、不可想象的力量的伟大的效能。所以大自然确实是地质学者的实验室，在那里，他们认识到他们的对象，构成他们的思想，接受到他们的足以令那在科学上同时也在实用上如此重要的地质学知识进步的概念。

在那地质野外考察的领域里面，有一些特别的地方，位于地球上没有人知道，或者极少人知道，并且很难到的部分，也是一个研究的对象。在这样地区里面的科学工作，是出乎平常地需要的，并且当回归的时候，又更会得到出乎平常的结果的。这种考察，和人类为着要征服不知而且难到的地方而做的奋斗有着极密切的关联。在没有多久时候以前，那些广大的沙漠，和那冰天雪地的两极，便代表着探险家们的主要的对象。可是经过许多次的牺牲之后，沙漠已经横过了，两极也已经达到了。地球上那些阻碍着人类的进程已经有很长年月的部分，便只有那横截地面的大山脉上的最高地带。这些山脉当中，最伟大的要算喜马拉雅，这是最高峰至今还没有被我们征服的唯一山脉了。它的十三个主要峰顶是有着超过八千米以上的高度的——要算地球上最高的地方了——可是虽然屡经英国和德国爬山探险队的巨大努力，还没有一个是曾经给人类的足迹踏过的——这许多次探险的主要用意，都是想达到一个超过八千米以上的峰顶，可是那些爬山家们的目的，仍然和科学的工作有着密切的关系。因为

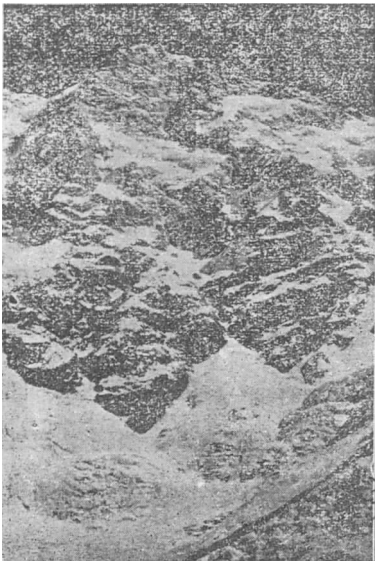


图 1　喃加峰之南壁

表示片麻岩及其他岩层之露头，山顶为落希峰。下为冰川，二者相差高度达数千公尺

---

* 本文原载《大地月刊》，1(3)，1937 年，广州

① 本文原著者为德国人米士，陈国达译，译者注为：米士(Peter Misch)博士是一位德国人，毕业于哥廷根(Göttingen)大学，专攻岩石学和构造地质学，曾在西班牙和法国之间的庇里尼斯(Pyrenees)山脉做过地质研究工作，于 1934 年参加德国喜马拉雅山探险团，前往喃加峰考察，为该团地质组主任。1937 年 8 月，应国立中山大学之聘来华，在该校任构造地质学教授。这篇东西，是米士博士特别为本刊而写的，原稿现存国立中山大学地质学会。　　——译者附志

爬山家本身，同时即是一个探险者，他们和那在高山区域里显露着的自然界相对着；所以这是很确实的，当爬山家们向那完全不知或者少人知道的高山进发的时候。并且，到喜马拉雅山或其他欧洲以外的高山去的爬山队伍，大都同时抱着爬山和科学的目标的，有时还有科学家的队伍参加在里头哩。代表这种探险队工作的主要题目的，便是高山地带的地理学，特别是地球形态学、地质学、冰川学、地形学、大地测量学、气候学和生理学。这是很明显的，地质考察在这些题目中自然占有很重要的位置，并且在这种高山探险当中有着超常的结果。

头一步得要就普通的来说，地球上高耸着的山带，可以算做地质研究的最有魅力而同时又最高贵的对象。地质学的大部分结果便是在那里得出来的。因为山脉所在的地方，代表着从前很长的地质年代当中，长形的下降地槽给海水覆盖着，沉积起很厚的成层岩，同时又代表着以后当着巨大力量向那本来是在水平状态的成层岩压过来，使它们造成许多褶曲、破裂和逆掩。当一个岩块压在另一岩块之上的时候，当高热的火成岩浆侵入到这巨大山体内部而冷结成坚硬岩石的时候，以及当在那山体下面炽热的深处，同时有固体的岩石在那庞大压力底下变做“结晶片岩”，因巨大压力而造成薄层状或“片状”构造，与及在热和压力影响之下产生出许多新的矿物结晶的时候，有大革命似的地壳运动跟着而来，致使高大的山岭便从这过去的海中升起来。我们对这些伟大的地质事实，便可从山脉里面得到，并且我们还可以观察出来，这里山脉的上升，在目前仍然是在继续进行中的。

其次要说的，就是我们没有法子找到一个地方，从那种可以把地球的壳看进去，即如在高山之上所得的结果一样。在别的地方，岩石的地盘仅是很稀疏地露出在我们的眼前，和出现于我们的铁锤底下，其余如在南中国一带的副热带和热带地方，都是风化很深的，都是给泥土、表面堆积物以及植物所掩蔽的。可是在高山的区域里，情形可就相反了，岩石的地盘是没有风化的，是暴露在我们的眼前的。虽然有些地方是例外地给冰川覆盖着，可是从那里我们却又可以因此而观察那极有兴趣的地质的和地理的现象。我们在高山之上，除了这岩层出露的很好情形之外，还有一件是更加重要的，就是因着山脊和两旁山谷高度相差的巨大而造成的露头的深度。因这，我们便可以看进地壳里面去，并且在一个时间内便可以把常常包含着不同的“地质宝库”的它的大部分观察遍了；这样的机会，只有在高山之上才能得到。当然，高度相差愈大，我们所能看进地球里面去的愈深。我们在那已经详细探险过的山脉如阿尔卑斯等的上面，曾经遇过很大的高度了，可是它们实在不能和那地球上最高的山脉的最大高度一相比较；这些山脉，位于欧洲以外的地方，并且有多少完全没有人探险过，这即是说，它们是那些爬山家和科学家的探险的对象。在这些山脉当中，最高的要算那矗立于北印度平原上面，冠以地球上十三个超过八千米以上的高峰的喜马拉雅山的“不能争夺的城墙”了。在这高山的峰顶和那已很深地侵蚀了的峡谷之间，包含有很大差异的高度。所以山脉西北方的支柱的喃加峰(Nanga Parbat)，高于那相邻的印度河(R. Indus)谷底达七千米，并且这高顶的南面，有着高度达五千公尺的悬崖；也许地球上再没有一个地方能把地壳揭露得这么深的了。这样深深地洞悉地壳内部的情形，对于地质学上某些重要问题的解决，诚然具有不可估量的价值。一个问题，虽已很长年月给地质学家们留意，并且已证实在那些很清楚知道和很详细地研究过的地方是很难确实地解决的了，可是当一个地质学家走到那些没有人考察过并且很难到的高山区域的时候，他遇着的地壳的暴露是这样的深，这问题便立刻会明白地给他答复了。除了喜马拉雅山之外，别的少人探险过或全无考察过的高山脉，也很能献给我们以

很深地看进地壳里面去和吸引我们去做地质探险研究工作的机会。这些山脉中最显著的，就是位于中国境内的了，如昆仑、天山和云南、四川之间，面向着西藏的高山(一部分有着七千米以上的高度)都是；后者对于我们更是有着特别的趣味，因为它们在我们可及的范围里面的。

我们可以说，在这高山爬山和科学的探险工作中，德国已经做过了不少。我们单拿大战以后德国的探险事业来说罢，就有南美安第斯探险、阿赖帕米尔(Alai-Pamir)探险，和几次的喜马拉雅山探险了；这几次喜马拉雅山探险是和英国的几次世界最高峰的埃佛勒斯探险一样的，在他们本国里引起了很大的兴趣和协助。“爬山大众化”，这是特别地真确的。在德国、奥国和瑞士都已有着伟大的爬山大众了，爬山运动已经十分普遍了。在德奥两国爬山大众的产生，是始创于“德奥阿尔卑斯俱乐部”这古老的传说。这组织对于德国后来向外国去做高山爬山和科学的探险的事业，诚然负有很大部分的责任。同时，德国的政府也供给了很大的费用，特别是自 1933 年国民革命(National Revolution)之后，德国科学的和体育的当局曾经给了喜马拉雅山探险的工作以极大的协助，并且德国体育会长本人也亲自料理这事，因此对于探险家给了不可估量的帮忙。这一切的协助，都是因为人们已认识到：①这工作是爬山者为着实现他们的至高目的而奋斗，征服这地球上最后的没有给人类足迹踏过的部分；②同时机会会许可我们干那不平常的科学工作，而得到不平常而极重要的科学收获；③为这两种目的而工作，同时也有着为国家名誉而工作的机会。



图 2　喃加峰之西脊

从图中可见山脊北坡之冰川，那已是六月的时候了，还有着很厚的冬天之雪呢

因此，1934 年的德国喜马拉雅山喃加峰探险，能博得德国当局很大的协助(在这次探险中，作者也有份参加，担任地质方面的工作，其经过情形，在这里将会简单地报告一些)。在英领印度境内，也曾得到当地政府和喜马拉雅俱乐部的很好意的帮忙。这探险队的领袖，就是那很有名望的德国爬山家维理·麦克尔(Willy Merkl)，他曾经带领过一次喃加峰的探险了。我们这次的探险，包含着两个大队，一队是爬山组，一队是科学组；爬山的主要目的，就是要达到那喜马拉雅山西北部最高的喃加峰(8125 m)；科学组的工作，则在于和爬山组切实合作，用科学的研究把喃加峰全部的群山征服。科学组是要应用到那些最近才在欧洲中部发展的，多年以来曾经在德奥两国阿尔卑斯俱乐部采用过的现代方法，这些现代的方法，现在要在喜马拉雅山的高处应用和试验了，要用它们来对喃加峰群山进行很严格的、很小心的研究。科学组的队员，有李察·芬士德维尔特(Richard Finsterwalder)，维尔德·赖希尔(Walter Raechl)和作者。我们的工作包括：①大地测量绘图，和冰川学；②地理以及尤其是地球形态学；③地质及岩石学诸方面。我们以前都曾在阿尔卑斯及阿尔卑斯以外的高山上工作过了。在探险队的本部里，还有维理·巴纳(Willy Bernard)医生做着生理学上的研究，又有乌利·韦兰(Uli wieland)先生做着气象的观测。探险队的本部，仅是要向喃加峰的最高顶爬上去，

但科学组却要把喃加的全部考察一遍，所以有大部分的时候是要离开本队而工作的。我们偕同爬山本队由哈什米尔(Kashmir)的首邑斯立那加(Srinagar)城一起动程，旅行至喃加峰北面山脚的根据地的营幕后，便单独进发了。在那国境的边界上，我们得横穿过喜马拉雅山主脉上的高隘，在那里，那时虽然已是五月的时候，仍旧很厚地盖着冬天的雪；因为喃加峰是位于那主脉的北方，它的冰天雪地的岩石之墙和山脊便很高地矗立于那印度河边酷热的沙漠之上。当我们到达了根据地的营幕而离开大队的时候，我们便决定了假若那已定计划的达到绝顶的进攻是要急切地实现的时候，我们便将要回头去和那大队一起工作了。同时，我们的工作更可以令我们得到穿过喃加山群的其他各处的机会。我们在那炎热如焚的印度河边的沙的和石的沙漠的深处，在那挺起于这河谷上面的太阳炙烘着的不毛的峭壁似的石山之上工作着。较高一些，我们便走进那美丽的青绿可爱的流着从冰川溶解下来的水的山谷里了。我们沿着很长的冰川走着，我们爬过那些陡急的石的山坡和山脊，爬过冰和雪，攀到高处的绝顶去。然后我们再下来，走向印度河支流的幽暗，狭窄而峭峻的石的峡谷的深处，此后我决定再次爬到那光明的高处。我们看见了出现于这些巨岭之上的宏大规模的自然界的力量和它们一切的比较的关系——在那伟大的高的岩墙上面的冰的力量，在那狭窄的峡谷里面的深割数千米的印度河的沙漠的河谷，在那些大的冰川里，那些大的冰裂里，我们从高山的壁看下去，在那由于雪和冰溶解而来的印度河底洪水的巨大水流里，在那由细微的、几乎完全干涸的小溪忽然变成难以渡过的激流里，在那从高处崩下来的巨大体积的雪里，在那用着超常的速度搬运着庞大的冰块的冰川的极强烈的劈裂和破碎里，在那巨大无比的冰川裂缝里，在那印度河沙漠的燃烧似的酷热和那高处的冰冷与及雪飓(snowstorm)的可怕的力量的显著差别里，以及最后在那造成了这些山岭的不可想象的力量的遗迹的宏大的地质的规模里。在很久的地质时代以前躺在水底下的水成岩，已经被很强烈地褶曲和压缩了，在喜马拉雅山本部的地热深处，它们已变成了结晶的片岩(见上)。同时，沸热的火成岩浆，在那强大压力底下便进到它们里面去，并且和它们熔合在一起，造成了一片很大的片麻岩块。此外尚有别的火成岩浆，或侵入于较早的时期，或在更迟的期间侵入的。因此，许多不同结晶岩石的褶曲层系便产生了出来；它们都有着很大的岩石学上的和地质学上的趣味，并且倘若它们很小心地研究，将来必会获得极宝贵的、大部分关于重要问题的结果。这种超凡的良好的地质研究的机会，大部分是由于那露头的深大，即如上面所曾说过的一样。深大的露头，对于研究那些地壳深处地质作用的产物，全基于压力和温度下由变质作用而生成的结晶化岩石的时候，是尤其觉得重要的。所以地质学家们，便在山谷和山岭都同样地工作着。在一切重要的地方，都曾做过很长的剖面图，从山谷直至高处；为了露头的完全，这些剖面图是经 1 千米以上的高度差而不间断的。沿着这些剖面的各种岩石的特性、关系和构造的位置，都曾经很详细地观察过，此外还从各种岩石里面采集到大宗的标本。采集所得的岩石，共有十箱，后来都曾在实验室中磨制薄片并在显微镜下研究过；这种显微镜的研究，是研究区域结晶岩石时对于野外工作的一个很重要的补助，尤其是当应用现代的岩石学方法的时候。

科学组的其他队员，同时也做着他们的研究工作。有一种特别重要的工作，是对那区域里的地形做准确而详细的测量，是由芬士德维尔特先生担任的，赖希尔先生也同时助理这事。这次测量，是采用曾在阿尔卑斯山发展过来的现代的立体摄影法(stereophotogrammetical method)。这才是它头一次用于喜马拉雅大群山脉中的测量。因此后来在实验室中把这立体

摄影相片洗出后，我们便得到一张很好的地图，即如在阿尔卑斯山上所测的最现代而且最佳的地图一样的准确。它是代表着怎样的成功，实在不言而喻了。

关于冰川学和地球形态学方面，芬士德维尔特和赖希尔两氏的研究，也得到同样良好的结果。这些研究的重要收获，作者打算将来在别的题目里才叙述一些，把喃加峰区内的地质情形来说说。

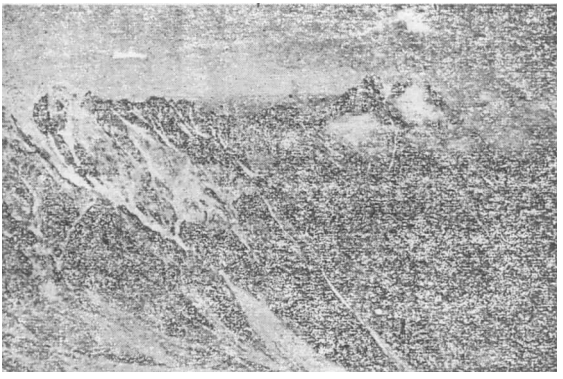


图 3　喃加峰群山北部之山壁

图中黑色者为片麻岩，白色者为侵入其中之巨大花岗岩床，露头高度达数千公尺，山壁之下为一山谷冰川

在指定的时间内，我们和爬山队的本部会合了。关于那些爬山家们怎样去为着要征服这庞大的山岭而奋斗的描写，因已出本题的范围以外，故不具述。但在这次探险的最后，领队比察都尔特所著的《德国之在喃加峰》一书里面，则有详细的报告，这书且已有英文的译本了。他们在那冰雪和岩石上面打出了路径，把营幕搬高了又搬高。在没有达到第四个营幕以前，我们的探险队不幸地遇到很悲惨的损失，我们的伴侣德莱尔(Alfred Drel)氏忽然死于肺炎了！他的葬礼完毕后，第二个进攻便又开始，他们很成功地进展到第八个营幕，那里已离山顶很近了。当那绝顶的征服已经快要实现的当儿，一场极端猛烈的雪飓忽然到来，活像飓风一样，不独要做更远的爬山全不可能，并且还把前进中的爬山组的先锋，置于极危险的境地里。他们攀登着，在那雪飓的袭击底下走过那高巍的喃加峰的山脊，经受着厉害的凄冷，并且最艰苦的，是在这样高处的稀薄空气里穿过那庞大的松软的新堆积的雪花。真是生和死的挣扎啊！在这样可怕的挣扎当中，能获成功达到最高顶的营幕的队员，仅有其中的一部分罢了。其余的就不能攀登到那里去了。别的爬山队员向这些同伴的尽力救援，是一次又一次地演出着。正在那时候，我们科学组的队员，已和别的爬山队员会合了，我们也尽力地设法援救这些同伴们，可是绝望地没有得到成功。虽然我们队里每一个人都为了这绝望的企图尽了他自己最大的努力，可是在没有达到那些在危难中的同伴那里以前，那恶劣的天气，特别地那覆盖在陡峭的山坡上面的无底的松浮的雪花，加以八千米以上高度的稀薄空气，终于把每个人的慢慢的进程阻止着。因这，我们的领队维理·麦克尔、维理·卫尔秦巴哈(Willy Welzenbach)、乌利·韦兰诸氏，与几个勇敢的队员，虽已达极快要把这山征服的时候，便于喃加峰顶上的剧烈雪飓当中死去了！我们这些同伴为了高尚的理想而牺牲，他们的姓名将永久不会被人忘记的，更会鼓舞起更多的未来的征服喜马拉雅山的战士！

经过这场征服山顶之战的悲惨的结局之后，我们科学家得要继续努力并且完成我们的工作了，因为这是我们的责任，大家也不能顾及这些惨痛的事情了。可幸一切必须的工作都获完成，这次探险的科学部分因而得以保持着相当的功绩。我们工作的大概，已在菲乌斯德维尔特(R. Fiusterwalder)、赖希尔、米士及比次陶尔特(F. Bechtold)诸氏所著的《喃加峰考察记》一书里发表出来了。至于详细的结果，则待将来在较广范围的有关探险工作的书中再

叙述。

从上面说来，我们可知道高山探险会赐给我们以科学的特别是地质学的研究工作的机会。同时我们又知道，在中国境内，我们也有着可做同样工作的最大机缘。我们真是幸运，在我们中国境内，在比较不远的地方，也有着许多同样少人探险过的高山。这些山岭，就位于云南、四川的西部，在不久以前，国立中山大学已经开始了这样的工作了，例如克纳脱那教授便和几个中国地理学者旅行过云南。哈安姆、古力齐教授便和几个中国地质学者到过四川的西部。我们可以说，一个绝佳的机会给了我们去在上述的最便利的情形之下进行地质研究的工作，收获重要的结果，使我们地质学的知识增进，同时还替中国及其科学的名誉和进步而工作。

此外，尚有可说的，是从这样的地质研究工作当中，我们还可以得到一个极大的收益：那些有志于地质工作的助教和高才生们对这样工作的参加，便是为训练青年地质学家的无上的机会。因为一个地质学家能对他自己造成一个关于地质情形的真确而有生气的观念，是一件最重要的事情。可是这观念除了在一个如在高山上一样地具有很良好的露头的区域里实地工作而可以从自然界里获得之外，实在没有其他的法子了，尤其是在南中国一带，低的地区全部都已风化得很深，我们已没有机会去把地层看得清楚和透彻，因之青年的地质学家若要从它那里得到地质情形的观念，实在是很不容易的事呢！在别的国度里，若有这样的到高山学习和收集经验的机会时，也同样地会让青年地质学家接受的，会使他们能很成功地进行科学的竞赛。这样下去，他们将来要在我们这风化很深露头甚少的小山上做艰难工作的时候便可以得到很大的便利了——那是谁都知道的，当我们到过了那些一切都可直接而清楚地见到、没有一件东西需要猜测的地方，而得到造成我们的见解和获得正确观念的机会之后，一经遇到露头不良的情况，将会见到怎样完全不同的景物啊！所以，最后我得要加重声明的，从各方面来说，为了科学同时为了中国，我们都要进行上面所说的那种地质研究的工作。山是在西面的，地质学家们，准备着吧——我们单要向那里去就是了！

地震怎样把房屋破坏？*

在前一期大地的地震讲座里，我曾说到地震波浪所走的路径是有两条的。人类所能感觉的震波仅是沿地球表面走到的一种。这种震波，在强烈的时候，不独我们可觉察到，而且破坏的现象也就发生出来了；其实地震之所以能对人类发生灾祸，便即由于这种波浪的震动。不过，这种震波究竟怎样会把房屋倒毁呢？和怎样地去把房屋破坏呢？这也是值得谈谈的一个问题。

地震时动力的形式，最显著的当然要算波状运动。比方当 1936 年 4 月 1 日广东灵山地震的时候，就有许多地方（尤其是距灵山县较近的一带）的居民有着这样的感觉，“震动有如置身舟中”，“如在渡船为波浪冲击之状”等，便都是各地通讯报告中所常见的语句。由于这波状运动的结果，水平方向震动的强烈，撞击运动便跟着而出现。放在平地上的一块硕大的石头被它抛移到很远的地方去了，站着的人要倒下地来了，河水飞溅到岸上了……一切一切，都是撞击运动的效应现象。

石头的抛移，人们的倾跌，河水的飞溅……从物理学上来说，惯性便是它们原因的所在。因为当地震的时候，地面前后震动，放在地面的石头，因为本身本来是静止着的，不能随同地面一起震动，便不得不离开原有的位置，移向别处去。说到本题，房屋的倒塌，当然也是一样的原理。地震时房屋下部虽或因地基坚固而跟着地面一齐震动，可是上部由于惯性的关系，不能随同一起动作，便不能不发生破毁的现象。至于墙基不固的房屋，自然不仅倒塌，而且好像放在地面的石头一样，会给撞击运动的力量抛移到屋基以外的地方去了。

撞击动力的大小，在同一建筑物中，每因位置的高低而不同的。从前日本大森教授也曾在东京帝国大学工学院用仪器做过许多次关于这问题的试验，并曾得到很明显的结果，证明在较高之处，其震动恒比低处者为烈。是以在地震当中，不独砾石移动的事实，多见于较高的地方，即高大房屋的倒毁，也有时仅塌上部，而下部保全如故。

地震动力的形式，除了前后荡摇的撞击运动之外，有时还可以见到回转运动的存在。比方 1897 年印度亚桑（Assam）地震的时候，在拆哈达克（Chhatak）地方，就有一座盎格尔斯（Inglis）纪念碑，就是被这种运动破坏的。此碑建于 1850 年，它的形状，好像一座埃及的方尖石塔，高六十余尺。自经地震之后，最上的一截，长约十五尺，已经倒下，其余的部分，也在二十三尺的高处，分为两段，上段很显明地旋转到左面去，旋转的角达 30°左右（图 1）。

民国九年（1920 年）我国甘肃地震之后，翁文灏和谢家荣两先生在固原城外的董福祥神道碑上，也见到同样的现象。我于 1936 年 4 月 1 日的广东灵山地震当中，对这有趣的事实，亦曾发现过一二个明显的例子。不过这几处所见的旋转方向，都和印度地震时所见的相反。

建筑物上截回转现象的发生，当然和房屋倒塌一样，也是基于物体惯性的作用，因为地

---

* 本文原载《大地月刊》，1(4)，1937 年，广州

震时地面有着旋转运动发生，建筑物的下部虽然可以跟着地面一起运动，可是上部则较难随同一起动作，结果，因抵受不起这种扭力，便不能不在中部破裂而现转移之迹。

从房屋倒塌方向和墙壁破裂的形式，我们不仅可以推知地震时撞击力和回转力的存在，有如上面所述的一样，并且还可以推论到这些动力作用的方向。比方房屋倒向西面或东面的时候，则这种动力主要的方向必定也是东西向。又比方向东南或西北的墙壁，发生了水平或垂直的裂缝，则这种动力的主要方向，必定是东北或西南向，但倘若发生了对角裂缝的时候，那么动力的主要方向，就是取东南或西北一方的了。至于回转力的方向，则可从建筑物上截移转的方向推知，例如上面所说印度地震时所见的纪念碑，上截转向左方去，则地面和下截一样，都是转向右边去的了。其余甘肃地震和灵山地震时所见的，则显示着地面的旋转方向，乃是自右而左的。

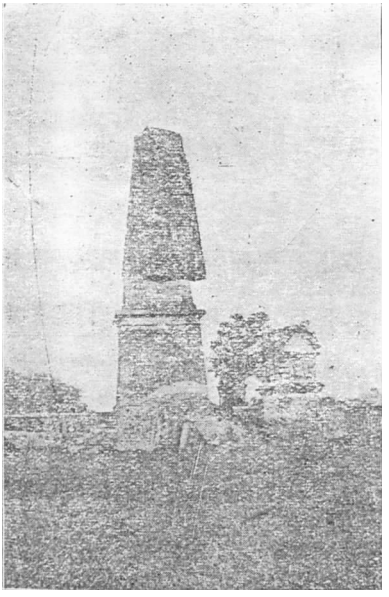


图 1　拆哈达克之盘格尔斯纪念碑

上面说来一大堆，地震怎样地把房屋或别种建筑物破坏，和地震时动力的形式都已说过了。至于怎样的房屋才容易给地震破坏呢？以及与什么地点较为安全呢？这些问题，自然也有和读者们讨论的必要，但因离题过远了，且待下期再谈罢。

1937 年 3 月 29 日，广州

地震时波状运动的有趣描写*

1886 年英国查理斯敦地震的时候，有两位先生曾经亲眼见过波状运动的发生，并且把所观察的结果报告出来。他们一位是派克博士，一位是布拉克曼先生。他们的叙述，虽然多半不是无中生有，便是言过其实，可是很有趣，并且最低限度也可以表示着地震时这种运动的确实存在。

派克博士说："震动很急速地增大着，地面也开始起伏着好像海一般了。街道是很明亮的……我可能见到那些'地波'在经过着，很清楚地，即如我所曾经千次万次见过的沿着苏利维岛海岸上卷着的波浪一样。……我可能完全地见得到，并且很小心地观察着；我计算出来，这些浪的高度，至少都有二尺……我见过一处砖墙……由西至东摇动着，并且我很确信它对铅直线倾斜的角度，间有超过 45°以上者。"

布拉克曼先生曾很周密地研究过这现象，他说："自经那最初的垂直震动之后，以及当我给那些连续不断的水平运动前后摇荡的时候，我曾清楚地见到四五个单独的波浪自东北而西南地从特拉街横过。这几个波浪的宽度，据我尽可能地接近的计算，约等于那介于两行人路之间的路面一样。至于它们的高度，则未敢妄计了，但似乎至少总有一尺。"

---

* 本文原载《大地月刊》，1(3)，1937 年，广州

房屋怎样才耐震?*

关于地震怎样把房屋破坏的原理和方式，在前一期的地震讲座里已经大概说过了。因为房屋破坏是一种对我们人类最切身最危险而最悲惨的损失，我们对于房屋怎样才容易给地震破坏，又怎样才能耐震等问题，就很有研究的必要。所以，在这里，我将要把建筑房屋应注意的地方向读者们提出讨论讨论。

一座房屋对于地震抵抗能力的强弱，不用说是完全靠着它本身的坚固程度如何而定的。所谓坚固的条件是怎样呢？第一便是要有适宜的材料，第二就是要有结实的构造；其余所在地点的地质和地形两方面的环境如何，也是不能忽略的要点。假若有了耐震的建筑材料，更有了良好的结构，同时又在安全的地点，则地震时的损失，就不难减至最低限度的了。

至于哪些材料才是适宜于耐震建筑的呢？试从过去地震所得的经验来说罢，当 1936 年 4 月 1 日广东灵山县地震的时候，倒塌的房屋，将达六千，其余半毁或破裂至不堪居住的，为数更属不少。据我调查所知，在这些房屋中，以用泥砖建筑的为最多，也有相当部分是用圆砾石做成的；用火砖和灰砂的则比较少数。这样看来，上述的四种材料当中，泥砖最不坚固，乃为显然的事实，其故当为本身松疏，尤其是在潮湿的地区如广东的空气里，砖身饱含水分，其抵抗力更属微小，平时本就几乎没有力量支撑起上面压下来的重担了，倘若一旦遇着地震的动摇，哪有不倾倒的道理呢？至于圆砾石，单就性质方面来说，它们本来并非松浮的东西，但是因为外形的关系，也实在不能做耐震建筑的材料。考这些圆砾石的来源，是由于河流从上流搬运下来的石块，经了长距离的磨擦，遂致棱角完全消失，而且变成光滑圆球卵石了。因为它们表面既已圆滑，倘若拿来造墙，实在很难稳固，平时虽靠着灰或泥的黏结而暂可支持，可是一遇地震，也很容易倒塌的了。

比较起来，上面所说的四种材料当中，火砖和灰砂要算耐震一些的了，可是当地震比较剧烈的时候，仍是不能免于崩塌的，所以在灵山地震的时候，用这些材料所做的房屋，倒毁的也有相当的数目。不过，就中灰砂比火砖优良一点，因为它是用旧法把石灰和砂相混而成，在性质上可以说和现在的三合土有多少相像，所缺少的，就是里面的骨架罢了，所以倘若加以改良，也还可以适用的。现代耐震建筑的最进步的，恐怕那些用钢筋三合土所造成的，要算是其中的一种了，这样的建筑，当 1923 年 9 月 1 日日本大地震的时候，在东京所见，全座倒塌的是比较少见，大都仅是破裂而已。这一来，很可以算做一个明显的试验，无疑地这是目前一种很坚固的建筑物了。因此改良灰砂墙壁的方法，也很可以仿效一下，把木柱放进去，造成骨架，便可把抵抗的力量增强了。当然，用灰砂替代三合土，用木架来替代钢架，事实上是远不如钢筋三合土的坚固，可是钢筋三合土建筑的价值，是比较大得多了，只有少数有钱的人才能有的，对于一般人，尤其是乡村里大多数的居民，就很难适合的了。惟有灰砂和木架，两样都是很便宜的东西，

---

* 本文原载《大地月刊》，1(4)，1937 年，广州

尤其是在那些多森林和有着石灰岩出露的地区，人们都很容易得到的。所以这样的耐震建筑材料，确是一种无上的适合我国大多数人的经济情形的了。

至于在日本所常用的木材，也是一种很好的耐震建筑材料，从抵抗能力和价值两方面来说，并且还要比上面所述的灰砂木架的优良许多，因为最常用的木材，便是杉木和松木，这两种木材的弹性系数和挫折率都是很大（以每方寸加力一磅计，普通松木之弹性系数约为1 290 000，挫折率为116 000；普通杉木弹性系数为9 000 000，挫折率为7 900），很不容易屈曲裂断的；同时价格又很低，一般人的能力都可以得到。可是木材既易腐烂，尤其是松木用于插入地中或在屋之下部时，易致火灾，有了这样重大的缺点，实在也不能切于实用了。所以只好做临时建造的材料，或于不得已时才用它。

有了适宜的材料了，又怎样把它结构起来，才能做成一座坚固的建筑物呢？考普通房屋在构造上的最大缺点，便是形式过于复杂。就拿前面所说灵山地震时所倒塌的房屋来说罢，其中就有大部分是由无数小部分连合组成的，更有些是有着高楼凸起于屋身的一角的。这一来，形式既这么繁复，一旦遇着地震的时候，就会各部分分别单独动摇，不能全体和地面的震动相一致，结果便致房屋因自身各部互相碰击离合而致破坏了。所以要使房屋构造坚固，第一步便要顾及形式简单的原则，力求避免相连部分太多，更要避免从中耸立的危楼（过高的烟囱也是一样）使全座房屋能团结成为整个的，跟着地面一起震动，才能不会因各部分分别动摇而致毁坏哩。

又有许多房屋是因为墙基不固或上重下轻而致破坏的。例如在灵山地震所毁坏的房屋中，就有许多很高的楼房或碉堡，都是用圆砾石来做墙基，或建筑在古墙壁之上的。这一来，墙的上部虽然十分稳固，也是很难免于倒毁的。此外屋瓦重叠，致使房屋上部重量过大，地震时自身惰力增高，遂致不能和地面的震动一致，也就容易倾倒了。所以想使房屋稳固，一方面就要把墙壁的下部加强，用坚固的材料砌好，同时另一方面又要顾及材料的轻重，把重的材料放在下部，轻的放在上部。例如要造木屋的时候，松木就要用在下部，上部则用杉木，因为前者的相对密度＝0.56，后者为0.40，两者轻重不同。至若采用灰砂造建筑的时候，上部的瓦板要铺得很薄，一层就够了，更要避免那些非必要的装饰物（尤其是石制的），以使它不要徒增上部的重量。

假若依照我所提议用灰砂木架来造房屋的时候，则木架的结构方法，也得要考究考究，因为木架最要紧的条件，就是要使房屋各部分不致发生不一致的动摇，旧法所成的木架，柱和柱间常作正方形或矩形，就最容易发生这样的毛病了。倘若依照图1所示，用斜木把这些方形或矩形的对角连接起来，使它们变成多数的三角形，则因三角形是不能变形的，变动的机会就少了许多（柱和柱相接的地方，当然要用铁钉钉固）。倘若一座屋宇全体的骨架都是由坚固的三角形所组成，它的震动就会成为整个的，不会因互相离合、冲击而致破坏了。这样的结架法，在建筑木屋的时候，也很可以用得着的。

依照日本历来震灾所得的经验，一座房屋里面，倘若有多数墙壁或板壁把它分成许多小间的时候，则对于水平震动的抵抗，极有效力；不论什么材料的房屋，它里面的墙壁愈多则愈坚固。不过这些墙壁的效用，只限于那些壁面和震动方向平行的才有的。大凡一地地震时的震动，在震源位置相同的时候，每次都是依一定的主要方向的，所以最好先把当地地震时震动的主要方向观察好，然后把房屋造成狭长形，外形依和震动方向相垂直的方向延长，里

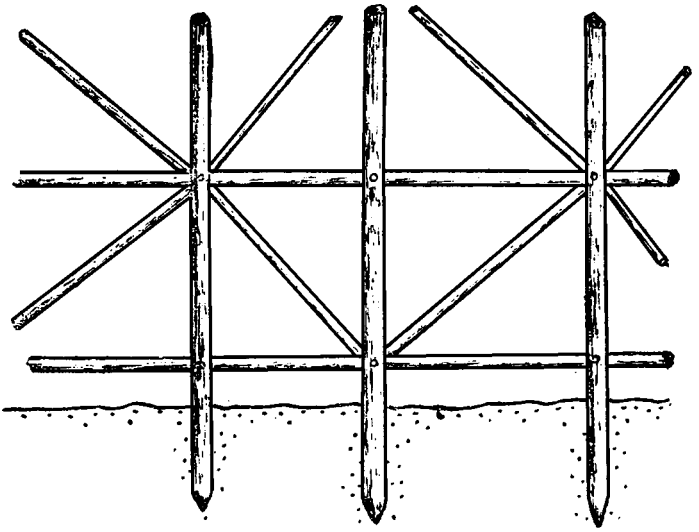


图 1　木架结构法

面用墙壁分成若干小间，愈密愈好，如图 2 所表示的一样，则这些间壁既和震动的主要方向相平行，自然就会很稳固的了。

有了坚固的屋身，倘若屋基不牢，也是全无用处的，因为前一期的地震讲座里曾说过，地震时是有撞击力发生的，很大的石头也会被抛移到很远的地方去，假若屋基没有做得稳固，屋身不能和地面连接一起，则地震时，也常会有给撞击力抛出原有地盘以外的危险了。补救的方法，惟有在房屋未建筑以前，先把打桩的工作做得稳固，然后筑墙；用灰砂木架或单用木材造屋时，也得要先用木桩的一段插入地内，其余留在地上的一段，即可用做直柱，把横柱及斜柱接上去，照前法把骨架造成，便可以很安稳的了(图 1)。

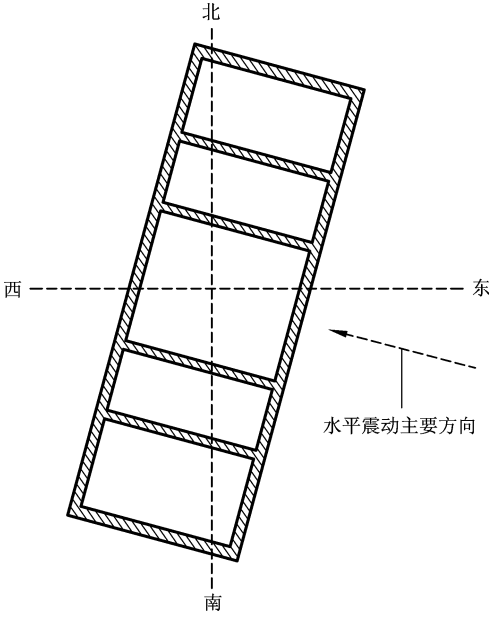


图 2　房屋内部间壁法

图中假定水平震动之主要方向为东东南—西西北，故房屋外形须向北东北—南西南延长，然后内部间壁的壁面方向始能与震动方向平行

矮墙短柱和桥脚等等东西，因为它们自身震动周期是比地面震动的周期为小，(后者大震的时候，为一至二秒)，破裂的地方，常常在于脚部，故这些建筑物的构造，应该下大上小，才能使下部的抵抗力加强。若是短墙，更加要注意它的壁面方向，要和震动的主要方向相平行，以提高其稳固度。此外孤立的高楼高墙和长柱等东西，因上部和下

部的震动方向是相反的，破裂点常常在距底部三分之二的地方，故建筑时应该注意这地方，使它特别加强才行。

至于房屋所在地点的问题，也是和上面所说的材料和构造两方面一样地重要，虽然有了很适当的材料和结构，屋身和屋基都很坚固，但倘若位于危险的地点，也是不安全的。关于地点的安危，可分做地质的和地形的两方面来说。先说地质方面罢，部分的大都市都是为了交通的关系，位于河口的三角洲或河滨的冲积平原上面的。可是在这样的地方，地层都很松浮，地盘便因之很不稳固，一遇地震，便常有震动加剧，致使烈度增高的可能，更常有地裂、陷落、凹凸和屈曲，致使屋宇各部互相分离挤合的危险。所以城市或单独的房屋，都不宜在这些地方建筑。若在不得已而要用田场或其他冲积层地方做房屋的地基时，则必要先把表面的松软的泥土挖除，使屋基能直接和下面坚固的地层连接着，或用很长的三合土桩或钢桩打下，才能使地盘稳固。

有一种岩石，名叫石灰岩，它的化学成分是碳酸钙，很容易被含有二氧化碳的地下水所溶解，形成无数裂隙、空穴和暗沟。倘若在这种岩层做成的地盘上建造房屋的时候，则一遇地震，不独因它本身多孔隙，松疏而致震动增烈，并且发生地陷致使房屋全部陷落或破碎倾侧的危险，比上面所说的冲积层上的，更要常见得多。当 1936 年 4 月 1 日灵山地震的时候，地陷例子的繁多(不下二十余处)，便是一个很好的证明。据说在广西横县百合圩，当大震后数天发生地陷的时候，建在其上的一座房屋，也跟着倒塌下去，一个妇人便因此而压死！而且更有要告诉你的，就是这样的岩层地区里，不独常会因别处地震的影响而发生地陷，并且更会因空穴的本身支持不起上面的重力而致自动陷落下去的。所以无论如何，这样的地带是万万不能做避免震灾的安全地点的。

倘若地点是在山脚的地方，我们也得先要顾虑到那山上岩层的构造是怎样。假如那山是由薄层多的水成岩所形成，岩层的倾斜方向是朝向这地点的，同时倾斜的角度是在 30°以上，而又小于山坡的倾角的，一如图 3 所示，那么地震时，或甚至平时，山崩的危险就会比较别的地方多了许多，因为大凡岩层的倾角大于 30°时，上层就容易顺着层面自动地滑下来，现在山坡与岩层倾斜同向，其倾角又比岩层的倾角大些，便有更多滑落的机会了。

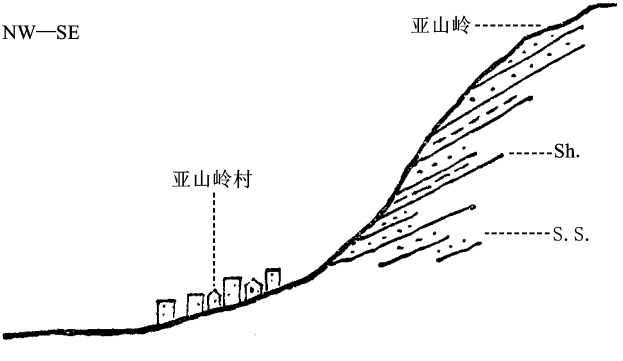


图 3　不安全的山侧

易生山崩危险。此图为灵山地震时该县亚山岭西北坡此种地质情形之实例

山坡倾角的大小，在地形上也是一种安危所寄。因为各种岩石，在斜坡上出露的时候，斜坡的倾角，是有一定的，假如超过这一定的倾角，岩石自体的凝结力，就抵抗不起地心的吸力而下坠。这一定的倾角，我们叫它做自安角。各种岩石是有各种的自安角的，假若山坡的斜度超过这自安角的范围，或和它同一大小，则平时已有崩落的危险，若在地震的时候，山崩就必会更加剧烈了。所以我们凡要在山脚建筑房屋的时候，除将所有山坡上的砾石铲除外，必先同时把那山的岩石种类看清楚，然后量度过山坡倾斜的急缓，有没有超过那种岩石自安角的范围，如已超过或两者角度相等，就要先把山坡削缓，才得安全。至于各种岩石的自安角，我且在下面把几种普通的列举出来，以供读者参考，但对于前面所说的地质情形，当然也要同时顾及的。

坚硬厚层的岩石(石英岩、石灰岩、砂岩等)	90°
砾石	30°~40°
泥沙	30°~45°
粘土	25°~45°
微湿沙	30°~45°
干沙	25°~35°
湿沙	15°~30°

峭急的山坡上和其上的山脊，最是危险的地方，因为山脊易发生地裂，把房屋破裂分离，山坡更容易发生山崩，土石泻落的时候，房屋也得跟着倒塌或甚至坠落下来了。假若山坡的斜向是和地震波所走的方向一样，那就更加危险，因为当地震波走到那山坡时，给它折反回去，就会发生特别强烈的震动，山坡和房屋都会破坏不堪了。

总结上面所说，避免地震灾害的安全地点，最好是由坚硬的不会发生地陷的岩层所组成的倾斜平缓的地面上，例如由花岗岩所成的低丘区域，便不论山坡或山脚，都没有山崩、地裂或地陷的危险。此外其他的较坚实的岩石所建的地盘，也都是比较安全的地方。若在不得已情形之下，要在冲积层上或不安全的山坡下建屋时，就要注意到那里危险的原因，依照上面所说的方法把它改到安全。

1937 年 4 月 17 日，广州

广东省近来采矿事业大盛*

广东省的采矿事业，本来很衰落，统计二十几年来，已成立的矿区，仅二百余个，并且其中有不小部分是属于石矿、蠓壳矿的。可是近几个月来，情形就大不相同了。据广东建设厅的统计，自 1936 年 9 月至今，八个月内，已新增矿区二百余个了。这事实的原因，固然一方面由于近来新发现的矿产较多，可是另一方面，政府对于以往呈请探采时烦琐而无谓的手续而取消，也是一个重要原因的所在。所谓“行县挂查”停止了，所谓“官地偿金”豁免了，测量矿区也由人民办了，手续既简便，大家就乐得投资了。至于新开矿区的矿产种类，则以锡、金、铅、锑、铋几种为最多，其余如煤、磁土、石膏、玻璃砂、铜等，也为数不少。关于这等矿产的所在地，在这里也很值得把它表列出来：

煤	梅县，曲江，乐昌，花县，兴宁等
锡	儋县，云浮，揭阳，潮安，普宁，紫金，阳江，中山等县
金	恩平，增城，罗定等县
铅	阳山，鹤山
钨，锑，铜	从化，翁源，乳源，防城，惠来诸县
磁土，石膏	潮安，大埔，钦县
玻璃砂	惠阳，潮阳，惠来等县

* 本文原载《大地月刊》，1(4)，1937 年，广州

广东灵山地震至今未息*

说来恰恰又是一年前的事了，当1936年4月1日的时候，广东灵山县发生过一次很强烈的地震，毁屋将达六千，死九十余人，并且造成山崩、地裂、地陷、喷砂等现象。在纵横数十里的灾区里，到处都是颓垣断瓦，看去真的满目凄凉。当时蒋溶先生和我曾亲到那里调查，其大概情形，已在本刊的创刊号里发表过了，详细的报告，也已由两广地质调查所付印，出版在即了。但该处自经4月1日大震之后，余震仍不时地发生着，并且起初那几个星期，尤其是4月1日之后的几天内，它们来得极端频密，虽然后来逐渐稀疏了，隔天或隔许多天才发生一次了，可是直到现在，仍然没有完全停息，并且除了轻微的震动和仅闻响声而不觉震动的所谓“震声”之外，有时还有比较强烈的震动。最近于本月10日上午3时15分，又曾发生过一次颇为剧烈的余震。据本月22日广州《中山日报》记载，谓当时轰然一声，地面震动，簸荡几秒至十秒，墙瓦淅沥作响，桌上灯罩坠地，虽然没有去年4月1日那次那么剧烈，然比较平时的震动，已是很会惊人的了。并且当时适值夜深，人们都已入梦，忽然觉着震动，便都怕得不知所措，有逃跑到门外去的，也有爬到床下去躲避的，一时人声嘈杂，到处都是一样。所幸不久即停，不致倒塌房屋，可是当地的居民，却已吃惊不少了。

1937年4月24日，广州

* 本文原载《大地月刊》，1(4)，1937年，广州

“地质学”*

你到郊外去游玩的时候，偶然会在溪边拾得一块好玩的石头。当你把这石头的美丽形状鉴赏完后，一定会对自己发问：“这石子是什么东西呢？从什么地方来的呢？”假使有人在旁告诉你：“这大概是从山上掉下来的石头罢。”那么你跟着就会再问下去：“这样说来，它是什么石头？有着很大的用处吧？会不会含有值钱的矿质呢？它怎样会生在山上？既然生在山上，又怎样会脱了出来？脱出了又怎样会跑下来这里呢？呵，你看，它的形状多雅致，可是怎样会有着圆圆滑滑的形状？和那山上所见的尖角的石子，形状可有几分不同了，难道真是从那里来的吗？……”

亲爱的读者，你一定奇怪我在这里说些什么了。上面的题目不是要解释“地质学”是什么东西么？真的，地质学是怎样的一个名词，也许你还没有知道。可是刚才当你要考究那石子是什么东西和它的来源和经历的时候，无形中就已应用起地质学来了。原来地质学就是研究地球的科学，所有关于地球的构成物质，地面上各种动力的作用，桑田沧海的变迁，地球过去的历史，以至于各种生物的进化，宇宙的成因等问题，都属于这门科学研究的范围。上面所说那块石子的物质和经历，正是地质学里各种分科所考究的对象。

因为地质学是一种包含范围很广的科学，它里面的分科，就有许多类门。比方你问那块石子是什么东西，那就属于“岩石学”的范围；你问它里面有没有值钱的矿质，就要归到“矿物学”里面去；“动力地质学”就可以答复你关于这石头怎么会从高山上整块岩石里破碎的，脱落了出来，怎样地被流水搬运下来，又怎样会把棱角磨失，变成圆滑的卵石睡在溪边了，将来的旅程和归宿又是怎样等问题。假如这石头真有矿质含着的话，那么，要知道这矿怎样生成，形状怎样，储量多少，怎样才可以把它开采出来，又怎样把它提炼这些问题，就得要依次学习“经济地质学”、“矿床学”、“采矿学”和“冶金学”了。此外还有“构造地质学”，是考究这石头原来存在的一块地方，曾经受过怎样的变动。倘若在这石头里面，凑巧含着一两片或许多从前动物或植物的遗骸，那还可以用“古生物学”来研究出这些动植物是什么东西，属于哪一种，用“地层学”或“地史学”来推究它们和它们所在的岩石是属于什么时代，用“古地理学”来知道当时的环境是怎样的。这一来，几乎整个“地质学”的各部门，都已完全用得着了；它们所研究的范围，也已告诉过你了。不过，当地质学和别的科学一样一天天地急速进步的现在，时时刻刻都有更细的门类发展成为独立的专门科学。例如“古生物学”里面，不用说已分做“古动物学”和“古植物学”，而且“古脊椎动物学”和“古无脊椎动物学”，也会把“古动物学”分做两类专门的研究了。若更专门一些，便是专长某一时代的或某一门或某一纲的动物或植物，但这里不再细说了。

---

* 本文原载《大地月刊》，1(5)，1937 年，广州

两年来广西的地震*

假如你住在广西，当你看到我在上面所写的题目，你一定会怀疑，会很不相信广西这两年来曾发生过什么地震。真的，在这地方，在这时期，的确没有发生过一次两次怎样了不得的地震。可是，如果你有兴趣把这问题时时记在心里，随时把报章上所载的地震消息记录下来，此外还可以去信到各县查询，那么你所得的材料，就足够令你注意，而且会把你的研究兴味引起来了。

因为地震是一种和我们人类最有密切关系的地质现象。研究的兴趣把我带引着，两年前就开始留意这样的事实，开始收藏这种新闻材料了。等到1936年4月1日广东灵山县地震的时候，更给我一个从事实地调查地震的良好机会。我一方面亲到灾区查勘，另方面复信给中国南部各省的县市和安南各地查询当时地震的情形，和过去地震的状况。从这三百多封复信中，我得获了关于各地过去地震的材料不少；尤其是近几年来的，更可以和从报纸上记录下来的相参证。这些材料中，其关于广西境内的，也有相当的数目。因为这一期的《大地月刊》是决定了编做广西特辑，所以在这里我打算把该省两年来的地震清算一下，好使大家知道。不过在这里所述的，仅就我个人所收集的材料来做根据，而广州完全没有地震仪器的记录来做参考，不仅遗漏在所不免，而且恐怕还会有错误。但我并不愿意照老例地向读者们求原谅，我只希望读者们能把遗漏的告诉我，使我得多些有价值的材料，更望把错误改正。

说起广西两年来所产生的地震，以民国廿四年(1935年)下半年以后计算，头一个要算当年8月11日的柳州地震了。这次地震发生于这一天的上午11时，当时柳州、中渡、百寿、忻城这几县都受到它的影响。感觉震动的地方，面积一共有八千多平方公里；这感觉震动的地方，地震学上叫它做“感震区域”。它为一个狭长形，依东北西南伸展着。在这区域里面，各处的地震剧烈程度都差不多，都有房屋动摇的现象。拿通常所用的“地震烈度表”所规定的条件来做比较，似乎可归入第四级至第五级。惟在柳州土博乡一带，则震动较为厉害，屋瓦坠落的事，也有不少的例子见到，约等于上面所说的烈度表中的第五级至第六级左右。并且一连两天，那里都有震动。这样看来，从“烈度”高低的比较，我们推知这回地震的发源地点，即地震学上叫做“震中”的位置，大概总是在这一块地方的。因为在“感震区域”里面，“烈度”最高的地方，无疑地就是“震中”位置的所在了。据说百寿县的安和乡，当时也有“山上石头稍有震落”的现象，但大抵因为那里的山上有不稳的石块，虽遇很轻微的震动，也会跌落所致，而不能算做真正“烈度”较高的表现。此外忻城县的黄泥、龙光两乡，有“地震发生前后，发生大风雨，酿成水灾，损失农产品百余斤”的事实，虽然这和地震也许会有相当的关系，可是这损失并不能作为地震的直接结果，所以“烈度”也没有上面所说柳州土博乡的这么高。

柳州地震之后，在9月5日那天，迁江县又发生地震了。但这次地震很轻微，仅地面稍

---

* 本文原载《大地月刊》，1(5)，1937年，广州

稍动摇罢了。它影响的区也很细小，只有迁江县境内的居民感觉得到。听说这个县份从前本来已有很多的地震，较近的如 1930 年的一次，就是一个人们记得很清楚的例子。

9 月初间在百寿县安和乡屯浪弄地方，也有地震发生。据 1935 年 9 月 9 日广州《民国日报》载，那里当时发生地面陷落，崩陷的面积有五六十亩，占全弄地面三分之一，造成一个很深的潭。当崩陷的时候，声闻几十里，附近的房屋摇动得很剧烈，瓦沥沥作响，二三十里的居民，没有不感到惊骇万状的。比较起来，这回地震的“烈度”，似乎可归入第一级至第六级之间，但“感震区域”很小，仅上面所说的周围二三十里的地方罢了。

在 9 月里，尚有一次明江县的地震，它的“震中”似位于震动最剧烈的永平镇。震动时，悬物动摇，屋瓦发响，“烈度”在第四级左右。这回地震发生的日期，还没有查悉，可是发生于一天的晚上，那是人们记得很清楚的。至于它和上面所说同月发生的迁江和百寿的地震有什么关系，是否同属一次，则无从知道了。

到了 10 月，又有荔浦县的地震了。但感觉震动的地方，只在栗木乡一带。发生时间为 19 日正午 12 时。震动得很微，仅器物稍为动摇，“烈度”为第四级左右。

12 月 20 日晚上 10 时，荔浦又再次地震了。其发生地点是在马岭乡。当时烈度也不高，仅器物微动，比较前次栗木乡的要显著一些。

进入民国廿五年(1936 年)，起初还是没有什么震动，但在 2 月里，又发生思乐县的地震。在海渊、北江等乡，感觉得最显著，可是震动很轻微。发生时日没有知道。

在 4 月 1 日那天，广西几乎全省各地都有震动了，可是这回却非该省境内所发生的，“震中”是在广东的灵山县(可参看我在本刊创刊号里的《灵山地震调查记》一文)。在广西境内各县所受到的震动程度，并不是完全相同的，有些地方很剧烈，有些地方很轻微，有些地方更全不觉到。大概来说，在省境南部的县份，尤其是和灵山县相连接的一带地方如横县等，比较最烈，由房屋动摇，砂落檐倾，地动雷鸣，树木摆动，人皆惊惶万状，争先奔避屋外，以至墙壁破裂，屋瓦下坠，间更有泥屋倒塌的事实。在这一带地方，“烈度”可归入第六级以至第七级。从这里往北及东北和西北走，烈度都逐渐减低了，由瓦响鸟飞，少数人惊逃，壁钟自停，逐渐至于大多数人不觉，仅少数室内的人知道，悬物稍摇，器物稍动，再渐减轻，以至于全不感觉。这种由高而低的烈度变化，倘若把烈度相等的地方，在地图上用线连接起来，对于各地的地震情形怎样，就可一目了然了。这样的线，我们叫它做等震线。我在《灵山地震志》一书里，就有这样的地图，对广西各地当时的地震情形，也表现得很清楚，假如你有兴趣要看看的话，可找此书一读(由广州两广地质调查所出版)。

4 月 1 日的下午，又有阳朔县的地震了。那是 3 点钟左右，碧莲乡木山村一带的人都感觉到房屋动摇，屋瓦震响，并且大家都惊异起来了。烈度约在第六级，但感震的区域很小。

4 月 4 日上午 9 时 10 分，左县的居民感觉到地面有些震动，“人靠书台，似有动摇”，但因动力很微，仅少数静坐的人觉着。

自这时以后，广西境内的地震就很稀疏了，报纸上很少有广西地震的消息见到了。不过上面所说的地震，多半还是靠各地通讯得来的，轻小的地震，通常报纸都没有登载，故在民国二十五年(1936 年)4 月以来，究竟有没有地震发生，实难确定。也许有很多是我们所不及知道的，也未可知。

上面说来，广西的地震，自 1935 年 8 月到现在，至少就已有十次了。这些地震的原因究

竟是怎样的呢？你一定会这样向我发问吧。因为我们不考究它们发生的原因，和作其他系统的研究，这篇东西就会等于开列清单，毫无科学的意义。可是，为了本刊性质的关系，我在这里仅能把它简略地说说，以适合于读者的需求；详细的讨论，就要另为专篇了。

我们试检查一下上面所说各次地震的地点，大半都是位于石灰岩发达的区域。石灰岩就是普通拿来烧石灰的石灰石，相信大家都已认识得很清楚了。它的外表常是灰黑色的岩石，里面也多是灰色，但有时也有白色或其他杂色。它常造成峭立的山峰，著名风景地方所谓“山水甲天下”的桂林，那里的山峰就大多由它造成的。在广西境内，它的存在特别发达，拿我国各省来比较，恐怕这里要占第一。这种岩石的成分，从化学上来说，是由碳酸钙这种化合物所造成；这化合物遇着含有二氧化碳气的水的时候，就很容易发生化学作用，被这种水溶解，造成可溶于水的酸性碳酸钙，并且给水流带走。这一来，石灰岩层里面，便逐渐地产生出无数空穴、裂缝和暗沟。一旦空穴和裂缝支持不起上部的重力而向下移动或坠落的时候，那里地盘也就发生震动，地震就因这而发生。上面说过，前面所举出的十次地震中，大部分的位置都是位于石灰岩发达的地点，所以，很明显地，虽然这些地震未必都是起因于石灰岩洞穴和裂缝的崩陷和移动，但和这些现象的关系，也足够密切了。

别的不说，1935 年 9 月初间石寿县安和乡的地震，就分明是地陷的结果，从报纸上得到的消息已叙述得很详明。此外 1935 年 8 月 21 日的柳州地震，9 月 5 日的迁江地震，10 月及 12 月 20 日的荔浦地震，1935 年 2 月的思乐地震，和 4 月 1 日的阳朔地震，都是发生于石灰岩的区域，也许多半由于石灰岩发育的结果。云南省也常有这样的小地震，也是由同样的原因所致，都可做这解释的证明。至于间或有其他原因如断层的活动(1936 年 4 月 1 日的灵山地震就是一例)等，也许也有相当的例子，不过因为没有亲到上述发生地震的各地去实地调查，我不敢随便说话了。

地震烈度表*

我们要形容某一地方某一时间的地震剧烈程度怎样，就得有个一定的标准来做比较，才可以明白。标准的规定，最显而易见的，就是拿当地的地震情形来做指示。比方你说："在某一次地震时，甲地全数房屋都倒了，死人无数；但在乙地呢，却很轻微，不独没有倒屋死人的事情发生，并且有许多人还不觉着。"这样两地烈度的不同，哪一地高，哪一地低，就很容易比较出来了，你无形中也已创造出一个"地震烈度表"了。不过，在倒屋死人和仅一部分人感觉这两种极大差别当中，还有许多轻重不同的较小差别存在，例如有些地方是屋房倒了些少，没有死人，仅伤了一些；又如某地连伤人的事实也没有发生，但有多数的房屋破裂了，并且全数人都感觉着……这由极烈至于极轻的过程里面，虽然没有清楚的界限，而是逐渐的，过渡的。可是把这过程细分起来，变做较为详细的等级，那么对于研究某一地震在各地所生影响的剧烈程度时，却未尝不是很有用而且很必要的。所以有几个地震学者曾经各自根据各级的地震情形，定出几个标准来。其中最常用的一个，就是由意大利人罗西(Di Rossi)和福来(Forel)二人所定立的，名曰"罗西福来氏地震表"。其次就是意人梅卡里(Merealli)氏所定的。这两表比较，后一个较为分配均匀，故这里仅把后者的各级标准介绍出来：

(1)微震：人不觉。

(2)甚轻震：甚少数静坐者觉之，楼上较易。

(3)轻震：少数人觉之，不恐慌，经他处报告，始确信地震。

(4)中震：屋内觉者多数，屋外少数，器物微动，地板或响，悬物稍摇。

(5)重震：屋内人皆觉之，屋外多觉之，睡者惊醒，少数人惊逃，悬铃鸣，时钟停，悬物摇。

(6)甚重震：人人皆觉，恐慌争出，器物坠落，不坚固的房屋稍有损伤。

(7)极重震：钟鸣，烟囱倒，屋瓦落，多数房屋稍有损伤。

(8)破坏震：少数房屋毁坏，多数重损，少数人受伤，无死者。

(9)灾震：少数房屋全毁，多数重损，不能复居，人烟稠密之处，死人颇多。

(10)大灾震：多数房屋毁坏，人口多数死亡，地裂山崩。

---

* 本文原载《大地月刊》，1(5)，1937 年，广州

编后：过去检讨与未来希望*

我们全不能否认，本刊过去的内容，除了少数文字勉强可以算作“通俗”之外，多半尚离原有的希望很远。在本刊创刊号的“本刊的使命”里面，我们不曾说过这样的话么？“我们目的是要刊用通俗的，最好是科学小品式的，会使人看去不仅不觉枯涩，而且很有兴味的文字，把地质学的知识灌输到每一个人的脑里去……”可是，本刊已出过四期了，这几期的成绩究竟怎样？有没有贯彻这个宗旨？我们不要等人家来批评，自己就已觉到不能满意了。

本刊过去最大的缺点，就是文章的形式太过隆重了，发表出来，活像一篇专门研究的论文；看去满纸都是庄严的气息。内容方面，也常有过于高深的材料，尤其是读者最觉头痛的专门名词，很少用浅明的语句来代替，或者跟着把它的意义做过于简单的解释。至于书报介绍一栏，所述评的著作，更多半是不适合本刊主要对象读者需求的读物。

这原因，无疑地是我们自己的过失，我们没有做到完全通俗化的地步，没有时时刻刻记着本刊完全是为一般没有学习过地质学的人而产生的。不过，写通俗的科学文章，并不是一件容易的事，这也许是大家所承认的。尤其是写通俗的地质学文章，为了一般人士对于地质学上显浅的原理和极普通的术语，比对于别种科学的，还要生疏的缘故，更觉困难。我们并非要拿这些话来减轻我们的过失，不过事实是这样；我们更不会到此就算了事，今后只有仍本初衷，下最大的努力，务把本刊的文字改良，以达到内容常变化，形式小品化的地步。

在本期里，我们显有长足的进步了，区君的文字，便正是适合于本刊所希求的标准作品。这作品，也许有人以为它的文艺成分太高了，不是一篇学术性质的文章。不知一篇通俗的科学文字，要写得引人入胜，不致令读者觉得枯涩，除了这样的作品之外，实在没有其他的法子。

书报介绍方面，在本期里也已大加改革了。所有像从前一样的高深书籍，今后都不再述评了，只替代以显浅的适合本刊读者需求的中文读物。其余新闻的“名词浅释”和“地质新闻”两栏，取材也和本刊的主旨很相调合。

我们并非以此来夸耀，更不会因此而满足。我们大家都抱着无限的快乐看这蒸蒸日上的《大地》前进，大家都不停地想法把它更加改善。所以我们很相信今后的《大地》，必能逐步革新，日渐充实。不过，虽然我们自信的力量足够鼓励我们继续努力向前，可是我们几个青年的能力终属有限，我们很希望国内的地质专家们，大家不要袖手旁观，大家都来指导我们，协助我们，好使这负有普及地质学智识，以促我国地质学进步的责任，而现在仍在襁褓时期的《大地》，得以早日完成它重大的使命！

1937 年 5 月 14 日，广州

---

* 本文原载《大地月刊》，1(5)，1937 年，广州

广州铜锣潭瀑布*

——国内名胜导游广东之一

如果你将来要到广州旅行，或者在广州这都市住得久了，厌倦了，你一定想找些郊外的地方游玩。在这里，我特来告诉你一个好玩的地方，和这地方怎样的去法。此外，“三句不离本行”，我还要向你卖些零碎的“地质学之药”；抑且这才是我写这些文字的本意哩。

在广州这地方，虽然没有和西子那么美丽的湖泊，也找不着和烟霞洞相像的山岩。但细说起来，名胜的地方也不算少，特别是因为天然环境的关系，玩水的机会特别多。泛舟珠江于月明之夜，或者在那清凉的泳池里面度过快乐的一昼，这都暂且不说，单介绍那铜锣潭的瀑布，就已足够令你寻着一个消暑的胜地了。

“铜锣潭”这名字，也许住在广州的人没有听惯，因为它最近几个月来才为人们认识，才吸引得一般士女去游玩。并且在报纸上所见的名字，也不是“铜锣潭”，而是“田螺凼”。其实这地方，我在七年前因地质实习的机会就已到过了，以后还常常再到那里过着凿石头的所谓地质学者的生活。如果你有兴趣找着广州市的地图来看，在市的东北角，大约离市二十几里的地方，将会先找到“龙眼洞”这名字。再东北一些，便找着“联和市”。在这两地中间，我应该顺便告诉你，胡汉民的陵墓就在那里。从广州市坐汽车出沙河，再向东北走，不出三十分钟，便到联和市，胡陵也可在路上望见了。到了联和市后，再没有汽车路，从市的后面有小路沿小溪上行，穿过几个乌榄的密林，跨过一两次伴着修竹的小桥，小溪尽处，在丛草间，将会听到远远传来的水声。再前行，那就是瀑布的所在了。

这瀑布究竟是怎样的？这期本刊封面的照片，正是这清幽地方风景的一斑。瀑布下面有小潭，据说就是所谓“铜锣潭”或“田螺凼”的“潭”或“凼”，我们且不管它。不过有了这个潭，这瀑布确能生色不少了；其实这瀑布所以有着吸人的魅力，也全靠着这个小潭哩。

要到瀑布那边去，得先把鞋袜脱了，从小潭边缘的乱石那里涉过。但你要当心，因为潭的中部，尤其是瀑布的脚下，是很深的。最好你会游泳，在潭里玩水，简直是走进了一个清凉的世界。

沿瀑布的石面爬上去，要算是一件最危险而最有趣味的事情。但老实告诉你，不要轻于尝试。我曾经和几个友人吃惊过不少，最近且曾有一个大学生在那里跌死了。原因就是石面倾斜太急而且太滑，一不小心，就会滚下去，给下面石头撞得粉碎。可是当你竭力挣扎着攀登的时候，有时会有从石罅中长出来的小树给你做一次救命的菩萨；或者当你已爬到顶上了，坐在那淙淙的流水旁边，坐在那瀑布的源头，俯望下面的雪般的白练，你将会带着无限快慰的胜利的微笑，对自己说：“我毕竟已把自然克服了！”

---

* 本文原载《大地月刊》，1(6)，1937 年，广州

没有热闹的街市，也没有明媚的江山，这里有的只是奔流着的水，它从草丛中流出来，沿瀑布滚下，落到潭里，再跟着溪涧走去。在潭边，你可以坐着，躺着，在那乱石丛里，树阴下。要是大雨过后，水量更多了，你可以躺在瀑布的石上，水在流着，给你一个天然的沐浴。如果闭上眼睛，只是听那淙淙有韵的声响，就足够令你走进另一世界：一切大都市的烦忧都已消散了，夏天的酷热也全忘丢了！

在你游玩之余，如果也有兴趣得些地质学知识的话，我还很愿意告诉你一些事实，也许你在欣赏风景当中从没有想到的，听来总是觉得乏味的事实。

面对着这么值得留恋的瀑布，和瀑布下面的小潭，难道你不愿意知道它们生成的原因和经历么？亲爱的读者，我就把这事告诉你罢。你可曾知道那从草丛中流出来长年不尽的水底来历吗？这就是瀑布的生命之源了。我们晓得，从天空下来的雨水，落到地面的时候，有一小部分随即沿山坡、溪涧流去，流到大河里，流到湖泊或海洋里；另有一小部分也跟着蒸发回到空气里面去。其余的大部分，就渗进泥土和岩石里面，给土壤的粒间和岩石中裂缝或矿物间的空隙所吸收、保藏，然后慢慢地再从低的地方流出来，汇集到溪涧里。这样的水，在地的下面保藏着、流动着，在地质学上我们就叫它做“地下水”，或者叫做“潜水”，因为它慢慢地流出来，水量的供给就能永久不断，溪涧的水便也会长流了。

你当然已经认识着在山谷里的溪涧是怎样的急缓变化，乱石纵横的了。在那峭急的地方，溪水流到这里，便很急速地狂奔下来，瀑布就由这而造成；水和石相撞，发出雪白的水花，银白色的带也就出现了。这峭急的崖壁愈高，瀑布也就愈长，景致也愈美丽。同时，水量愈多，瀑布也就变成雄壮了；闻名世界的美国尼亚加拉瀑布，便是由于巨大水量从悬崖顶端滚下来的。

因为水流时刻不停地从高处跑下来，时时刻刻把下面的崖脚冲击着，日子久了，便造成了深潭。不过事实上这潭的造成，并非由于流水本身的力量，而是它所挟带着的沙泥和砾石的作用，这是不能不要向你特别说明的。山涧的水在流着，那从山坡给雨水冲下，汇集到山涧里面的沙砾，便给水流带走了，当它们走动的时候，和山涧的底和两壁相摩擦，涧底和涧壁便给它们一天天地磨削，并且要同时把已磨脱的细屑挟带而去。这就是我们在地质学上所叫的“侵蚀作用”。因这种作用的进行，当流水从瀑布滚下的时候，冲击的力量大了，“侵蚀作用”也特别显著起来。首当其冲的，不用说就是瀑布的崖脚。于是崖脚一天天地低下去了，一个浅浅的潭便因此而造成。跟着，潭里的水因为瀑布下来的水势便起了旋涡；因旋涡的动力，水中所含的沙砾和从附近滚落潭中的小石也跟着转动，而把潭壁和潭底摩擦剥削。结果，小潭愈加扩大了，而且加深了，不再是小潭而是所谓“无底的深潭”了。世界上各处所见的瀑布底下，大都具有深潭，多数也就是这个缘故。

最后，我是决不会忘记向你提及的，就是请你不要误会，以为这样地造成一个深潭，是在一个短时间内就可以做到的。你今天在一个瀑布底下，没有见到潭的造成，明天再去看，以为就可以把深潭找着了。这是全不可能的事。因为这种自然现象的进行，并非一朝一夕就可以完工，而是非有极悠久的时间不能有显著的表现。一个人，就算你活到一百岁，你天天去观察，也不会看到怎样的变化，结果惟有感到自己的生命太短罢了。可是，在另一方面，这现象却又实实在在地在进行中，永久的、继续地在进行中，没有半秒钟是停息的、间断的。这样，速率虽慢，而能长期继续进行的变化，在一个悠久的年月之后，就能造成伟大的结果了。这就是我国古话“水滴石穿”的原理，也就是要考究地球上一切地质变化所不能不具有的所谓“地质学的时间概念”。

香港天文台去年所记录之地震*

香港皇家天文台在去年一年中所记录之地震，统计共有三百七十五次，平均几乎每日一次，其中剧烈者及轻微者均有，而以轻微者占多数，人类全不能感觉焉。

* 本文原载《大地月刊》，1(6)，1937 年，广州

山东金岭镇铁矿沿革及概况*

最近日本图采之金岭镇铁矿，位于山东淄川县金岭镇车站与张店车站之间，矿区面积约283 km^2（合中国八百五十三方里弱）。清宣统二年(1910)，中德协约，该矿与淄川坊子炭矿，同时为德人获得采掘权，特设山东矿山公司，以资经营。后合并于铁道公司，资金七千万马克。其后德人更拟于沧口设立制铁所，地基已选定，熔铁炉及工厂之设置，亦已就绪。后欧战起，日人攻取青岛，德人计划，始告中止。日人获得该矿后，延至民国七年(1918)，决定开采，民国八年(1919)四月动工。但因未设置熔铁炉，采得之铁，悉运回日本，供该国八幡制铁所之用，预定每年可采二十万吨。矿区包有铁山、团山、玉皇山、皇山、四宝山、青龙山一带。埋藏量约一亿吨，最少亦约八千万吨。露于地面上者约四千万吨。开采甚易，矿质优良。含铁成分丰富，约百分之五十五至百分之七十，确驾满铁鞍山站铁矿之上。至欧战后，停止采掘，现日人拟重新进行，其计划拟就地设立熔铁炉，利用当地煤炭，从事制铁事业，可供三百年之用，在日方意相，以为将来有助于日本军需甚大云。

* 本文原载《大地月刊》，1(6)，1937 年，广州

地形对地震烈度发生的影响*

在前一次的地震讲座里，我曾说到房屋所在地点的地形，和这座房屋的安危，有着很密切的关系。比方在峭急的山坡和山脊上，容易发生山崩，泥石下坠，房屋也跟着要倒下来，便是一个最显著的例子。可是这不过是地形对于地震损失大小影响的一方面，仅是增加烈度的一方面；在别的情形之下，地形却又可以把地震烈度减小，或且至于消灭哩。

“烈度”是什么？它的意义就是地震的剧烈程度。在本刊第二、三期的“地震讲座”里，我们曾先后指出过，地震时地震波浪所走的路径有两条：一条从发源地点即地震学上叫做“震源”那里起行，经过地球内部，直接达到我们所在的地方；另一条则从“震源”走到地球的表面，即所谓“震中”的地方，然后沿着地面走过来的。我们所能感觉的，和能把房屋破坏的震动，就是沿地面走来的一种。这种波浪从“震中”向四面传播，从理论上说，周围的地方，如果都和“震中”的距离相等的时候，所受波浪的震动程度，应该也相等；把这些烈度等级相同的地方用线连接起来，则这些线（即地震学上的叫做“等震线”）都应该造成同心圆或近于同心圆的样子。可是，就实际情形而论，“等震线”的形状，大都不很规则，而是弯曲变化无穷的。就拿去年 4 月 1 日广东灵山县地震时邻近各地所受的烈度情形来说，就是一个很好的例子。在广东的西北部，广西的北部，云桂边境一带，湖南贵州的南部，以及海南岛南部这几处地方，都有烈度减低或全不觉震动的现象，遂致“等震线”形状变化很多，或甚至断绝。（这些情形，我在《灵山地震志》一书里会有论述，并有地图表示，读者如有兴趣，可找来看。）这原因，无疑地就是地震波受地形的影响。因为据我们所知，在上面所说烈度减低或消灭的地方，正是给大山脉（南岭山脉、五指山等）把它们和“震中”分隔的所在。当地震波从“震中”传播出来时，经过这些山脉，便被阻止而不能前进了。结果山脉以外的地方，因此得避免较大的震动。

在 1920 年甘肃地震的时候，也见到许多相同的现象。陇山的东西两方相差不过数十里，而西方房塌人毙，东方则损失甚轻；秦岭山脉的南北两方，烈度的差异更大。这固然一方面由于黄土有无存在的地质原因，由于黄土疏浮，造成的山易于崩塌，有黄土的存在，地震时便较危险。可是山脉对于震波的阻障，实仍不能不认其为主要原因之一。

山岳怎么会把地震的波浪阻止前进呢？这完全是由于震波的反射作用。因为我们知道，地震乃是一种弹性波，同时又是一种刚性波，已为现世学者所公认了。比方你把岩石加以适当的压力，它将不致破碎，而可以稍为压缩，一旦压力除去，便复原形，故为一种弹性体；倘若把岩石的薄片屈曲，在没有超过一定限度时，手一放松，它也会回复原来的状态，所以同时又是一种刚性体。地壳是由岩石所组成的；地震又是在地壳中发生，由岩石传递播送的。故地震的波浪，无非就是岩石的弹性和刚性的波动。既是波动，它的本身，自应具有和一般

---

* 本文原载《大地月刊》，1(6)，1937 年，广州

波动如光波、音波等一样的物理性质；经过两种不同物质的接触面而产生的屈折、反射等现象，当亦不能不在同样规律限制之下而存在。由于这缘故，当震波由岩石传至空气时，因两者密度、弹性等相差的显著，遂大部变成反射波，折回岩石里面，其能经屈折作用以入于空气中的，为量甚少。根据这原理，凡地壳上之天然的或人工的大沟或凹地，便都可以防止地震波的进行。盖因当震波传至大沟的一壁时，因遇壁面(即岩石和空气间的接触面)而产生反射作用，即不能继续传至对面的一壁了。不过地震波的波长很大，常达几公里以上(普通由3.5~4.2 km)，非有极大的深沟，实不能收阻止其继续传播之效。人工所成的沟道固然难得这么大，就是天然的也并非易得，可是大山脉里面的深谷，却恰能负起这重大的责任。其故即在于山谷本身的广大和深浚，两壁的距离较大，同时又因嶂峦丛密的缘故，山谷排列重重，即很大的震波，也可以部分阻挡成隔绝无余了。

据许多处地震所得的经验，凡在凹地或沟道中所感觉的震动，烈度常会比邻近地面上所感觉的低些。例如当1891年日本浓尾地震时，震动最烈的地区里面，所有铁路，都给震动弯曲、乱置和损坏了，独在开山而过的沟道中的部分，却能幸免，完好如故。又如1905年印度北部Kangra地震的时候，在Dharmsula城附近有一房屋，位于四面均有山岭包围的地点，全无损失，而建在高地的其他建筑物，却已倒塌无余了。这些现象，也就是地形对地震烈度影响的明显表征。其理由虽不必全为震波反射的作用，但至少也有相当的成分了。

上面所说把地震波反射折回岩石内面的山壁，为了震波给它反射回去，震动便会特别加剧，那所谓“边缘震动”的破坏力量，就是由于这种作用所产生。所以建筑在峭急山坡上的房屋，除了直接受到易于山崩的危险之外，有时还要因这作用而致所受的地震烈度更加增高哩。

1937年6月10日，广州

地质时代*

我们知道，地质学是根据岩石里面的记录以研究地球及其生物的历史的科学，是研究未有人类文明历史以前的过去事实，从地球的诞生即所谓开天辟地时期，一直说到人类出现以后的近代的科学。我们又知道，研究历史的时候，遇着文化上有着大变革的地方，我们必给它一个新的时代，例如石器时代、铜器时代、铁器时代等，或其他的分期。同样，在研究地球历史的时候，遇着重要的划时代的大变革，特别是生物的进化、海陆的变迁等方面的变革，我们也把它列入另一个时代里面。所差异的，只是历史的时代较短，地史的时代较长。因为有历史以来，不过几千年，就是把史前文化史包括在历史的时代里面，也属有限的年月。但地史上则不然了，从地球的成立，直到人类的出现，你想想，是多么悠久的年月啊！据许多学者的估计，至少就已有五十亿年以上了！其实，地质学上的时代，实在不能和历史学上的一样，以若干年来计算的，因为它太过悠久了。地质学家们，一开口便要说若干万年，这，也许你以为他胡说，但其实这正和天文学家所说的星球间的距离一样，一开口便是若干“光年”；“光年”既是天文学上所用的距离单位，“万年”也该是地质学上所用的时间单位了。只因为这“万年”未免空泛一点，而在目前地质学的发达程度，对于年数又未能有精确的计算，所以要表示时代新旧的时候，倒不如直截了当，不用年数，而只用“什么时代”“什么时代”来做古近的比较。在目前我们所用的时代表，里面一共有六个时代，它们的名称是：

(1)太古代；
(2)元古代；
(3)古生代；
(4)中生代；
(5)新生代；
(6)灵生代。

但这六个“代”只是大概的分法，我们在每个“代”里面还要再分为许多“纪”，每个“纪”里面更还细分做许多“期”。当你读地质学的文字时，常常会见到什么“寒武纪”啊、“奥陶纪”啊……这些你一定会感到头痛的名词，便都是这个“纪”了。这里因为篇幅关系，对于它们各个“纪”和“期”的名称，和这些名称的意义和来历，与及各个时代里面的各种情况，均不能详述，只好将来有机会再说。

---

* 本文原载《大地月刊》，1(7)，1937 年，广州

化 石*

要研究一处地层的年代是怎样，即是说，它是属于哪一个地质时代的，“化石”就是唯一的最有力证据。这“化石”就是古代生物的遗迹，是古代动物或植物给我们的一本巨大的史籍。关于它的成因，许多人都因这名词表面上的意义而误会，以为它就是由动物或植物直接变做石头。但其实不然，这名词只是从英文的“fossi”译音过来的，不过在字义的上面说，也多少有些意思罢了。简单说一句，所谓“化石”，不一定是一块石头，就是琥珀里的昆虫原体，冰雪中保藏着几千年，直到现在就连肚子也没有化烂的迹象，古代生物遗下的骨骼，或者甚至古代昆虫或其他动物在地上所行过的路径或足迹，我们也都算它是“化石”。至于那些由泥土好像做石膏模似的做成的古代生物模型，或者由矿物溶液逐渐替代其位置而保存其形状及内部组织的“木化石”，就更是化石最普通的种类了。所以，“化石”的保存方式很多，我们要得一个明确的概念，只要下这样的一个定义：“化石就是古代生物的遗骸或印象。”至于它在大自然里怎样能够保存至今这一问题，本刊创刊号里黄泽机君会有详细的答复，读者可请一看。

* 本文原载《大地月刊》，1(7)，1937 年，广州

济南豹突泉和珍珠泉*

——国内名胜导游山东之一

在山东这地方，有名的风景着实多了，莫说五岳最高的泰山，也不用说避暑胜地的青岛，就单拿济南城内的泉水来讲，也很有一看的价值。

据传说，从前济南泉水之多，共达七十二处，都在城的里面。不过房屋跟着人口一天天的扩展，这些泉水已逐渐消失了它们的所在；现在所有的，还能吸引游人赏玩的，只有这里要说的豹突泉和另外一个叫做珍珠泉的罢了。

豹突泉这有名的地方，住在济南的人，没有一个不知道。要是你想到那里游玩，实在容易极了，比方你住在旅店里，只要花一两角钱，便可叫一个洋车把你送到那里去。

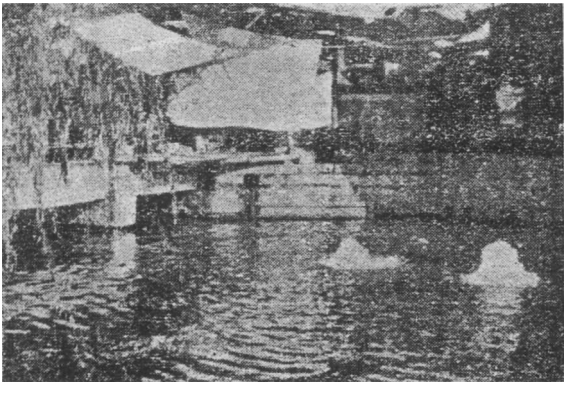


图 1　豹突泉

那是一个不很大的水池，周围有着什货摊、小食馆，还有唱大鼓书的品茗地方，各色各样，热闹异常。从那人工砌成的石洞穿过去，池子便见着了，并且其中还有两三处高出水面的白球，松松的一缕棉花似的，也好像一团圆圆的雪花，在那水面浮着。那就是你所要看赏的泉水，就是所谓“突豹泉”的所在了(图 1)。

“豹突泉”这名字的来历，听说是因为它的形状好像豹身的突起；这突起的原因，无疑地就是泉水从池底喷射的结果。泉水不停地喷着，高出水面，那浮在水上的几个圆球，也就永久的不致沉下去；一个圆球便代表着一处泉水的喷射。

珍珠泉位于山东省，也是一个小池，其中有水从池底喷出；不过喷出的水量没有豹突泉的那么多，至水面时仅表现出无数小泡，美丽得好像珍珠一样，故名叫珍珠泉。池旁有栏，四面更有古树小亭，风景很清幽，加以平静如镜的池水，轻步而来的珍珠泉，比起那不停地汹涌着、沸腾着，雄壮有如千军万马，池边还伴上热闹的市场的豹突泉，真是完全换上另一风味。要是你有着一种悠闲的心情，就是在那里流连一整天，相信也不会觉得厌倦。

上面说过，豹突泉之所以能在水面突起的原因，完全是由于泉水从池底猛力喷射的结果；珍珠泉也是同样的道理，只是所喷的水量少些。可是这些泉水究竟从什么地方来的呢?

---

* 本文原载《大地月刊》，1(7)，1937 年，广州

怎能长年长月喷着而不尽呢？这又不能不谈到地质学上的事实去了。这就是“地下水”生活史中的一个最有趣味的阶段。什么叫做地下水？它就是从天空下来的雨水，除了一小部分沿地面流去，或蒸发回到空气里面之外，大部分渗进泥土里去，由泥土及岩石里面的空隙或裂缝吸收着、保持着，并且慢慢地流着的水。普通愈松疏的，多空隙的岩石，愈是适宜于地下水的储藏。如果这松疏的岩层下面更有一不透水的致密的岩层，则地下水便会给它保存着，不致流落很深的地方去，只是在它上面流着，从高走到低。倘若这些岩层的低处，给一条裂缝所截断，地下水便会沿裂隙流出，造成泉水。如果这泉水所在的地方，比较地下水来源的地方低些，则因压力的关系，高喷出来，便成喷泉。我国四川的自流井，大多数就是由于这样原因造成的。

这里所说的泉水，便是和自流井同样的，由于地下水从高处流下来，从孔隙中喷出之所致。从地质调查的结果，我们知道在济南的一带，石灰岩很发达；石灰岩就是很普通的石灰石，它由于化学成分的关系，很容易被水溶成孔穴，故特别富存孔隙和暗沟，是储藏地下水无上的岩石，对于济南各处泉水的生成，当然负有无限的责任，这是德国著名地质学家李希霍芬氏在六十几年前到中国调查地质时，所曾见到的。不过这石灰岩虽然可以储水，倘若它的下面没有一层坚致而不透水的岩石，来把地下水保藏着，则上述泉水的产生，恐怕还是不可能的。可幸在济南附近，我们更发现着有火成岩的存在。这些火成岩都是很致密的，透水性很小的，它们谅必伸展到济南城的地下，一直把其上的地下水保藏着，才得适于前述的条件，造成了这些著名的水泉。

1937 年 7 月 6 日，广东英德县

岩石的风化*

你一定已经观察到，如果你家里放着一座银制的花樽或别种美术品，日子久了，它将会逐渐变做黄色，从前的银色的光泽便完全消失了。这事实，无疑地就是银与空气里面的氧气、二氧化碳气和水蒸气等起了化学变化的结果。在大自然里，岩石露出地面，也有着同样的变化，比方一块花岗岩，即我们通常用来做建筑材料的“麻石”，是多么坚硬，我们大家都知道了，可是当它在地上放得日子久的时候，因为感受空气中诸种气体的化学作用，也会逐渐由坚实变成松散的；并且由外部逐渐演进到内部，直至全部崩坏为止。讲出来也许你不相信，地面上的泥土就是完全由于各种岩石经过这样的变化而产出的。这种空气对于岩石所起的变化，我们便叫它做“风化”。

天气的冷热，风雨的袭击，以及冰雪的作用等，也同样的可以令岩石崩坏。例如一冷一热的转变，便会令岩石因体积的胀缩而松散；水在岩石的裂缝里结成冰，就会因水本身体积的增加而致把裂缝扩大；风力挟着沙石向岩石的上面吹刮摩擦，就会把岩石表面磨削；雨水的冲洗，便更会把岩石表面的松散部分挟带而去。这种种事实，也都是对于岩石的“风化”。不过这样的风化，和上面所说的诸种气体的化学作用不同，而是利用物理的、机械的作用的。因这，我们便可把岩石的“风化”大致分做两种：由于上面所说气体的化学作用而致的，便是化学风化；由于这里所说冷热和风雨冰雪的作用，便是机械风化。

当然，化学风化和机械风化，不一定分别地单独进行的，就是在这两类风化里面的各种作用，也常是合力工作的。不过因为气候的关系，在多雨的地方和在干燥的地方，在热带和寒带，与及在高山和低地等，都有着不同的主要风化方式。例如在南中国一带酷热而多雨的地方，风化就几乎完全靠着氧气、水蒸气和二氧化碳气等化学的作用，但在蒙古一带，雨少风烈，昼夜温度相差甚巨，夏冬寒暑更属悬殊，则风化的进行，又不能不由于岩石的收缩和膨胀、岩石缝里结冰的张力和风沙刮削的作用。大概来说，在热带多雨的地方，风化是以化学的为主；在寒带和少雨的地方，尤其是在沙漠地带，则以机械的为主。

关于岩石风化的速率，固然因各种岩石的化学性质和物理性质的不同而相异，就是同一种岩石，也因环境关系而到处不同，就普通来说，在热带地方是比较寒带地方的快些。但无论如何，这种作用是极慢的，非有很长的时间不觉显著的。正因为它进行的速率太慢，便常常不会引起我们的注意。不过，在别方面，它却又确确实实地在进行着，永久地、持续地在进行着，没有半秒钟是停息的。所以，一块石头，在短的时间内，我们不觉它有什么变动，但到了一个极悠久的年月之后，显著的变化就会见到了。这，上面所说过的银制器物的变化，也可以拿来做做比较，因为如果你天天观察这器物，你也决不会觉出它是正在变化的进行中，而是要隔一个相当年月之后再看，才有明显的表现的。

---

* 本文原载《大地月刊》，1(7)，1937 年，广州

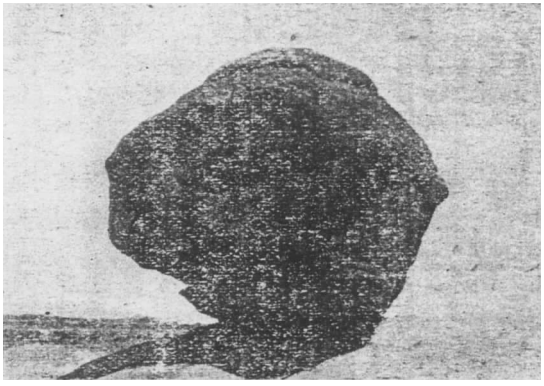


图 1 河北省房山县周口店附近之花岗岩巨砾

岩石受了风化而崩解之后，所遗留下来的东西，当然是土壤，这是风化的另一种工作，和上面所说的完全相反的工作。如果我们把上面所说的叫做破坏作用，则这工作便可以说是建设性的作用了。土壤的种类，当然有很多，跟着来源的岩石种类而不同。砂岩会变成松疏的散砂，页岩会变做幼细的粘土；花岗岩则会变做粘土和砂都有的“墟坶”；如果土壤中含有多量的有机质，则成黑色的泥灰土。其中墟坶是最好的土壤，世界上有大部分的可耕地便是由它所成；我国北方的黄土大部分也是属于墟坶的一种。

除了造成土壤之外，常常还有较大的石子混在土壤里，大的巨砾更常会矗立在山脊或山坡上面，造成世界上许多有名的风景。这些东西，就是岩石风化后的残留部分。它们在地上躺着有时还要给流水推动着，搬运到别的地方去。但不论它是怎样巨大，风化的作用仍旧地向它袭击，一天天地变化下去，剥削下去，由大变小，也终归有一天是会完全消灭的。这就是岩石最后历程的结束，同时也就是在大自然的正反合循环过程里面新的岩石产生的开端。

1937 年 7 月 29 日，广州