

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2008年5月15日 第10期（总第40期）

地球科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院规划战略局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆
邮编：730000 电话：0931-8271552

甘肃省兰州市天水中路8号
电子邮件：anpj@llas.ac.cn

目 录

汶川地震

- 国内外专家对汶川地震的成因分析.....1
美国地质调查局：汶川地震灾害程度不能只看震级.....7

地震预测

- 地震预测的现状与未来..... 8
研究人员利用可公度方法对川滇地震进行了初步预测..... 12
Geology: 新方法有望大幅提前地震预测时间.....13
日本地震速报系统工作原理与运行情况.....14
欧洲地球科学联盟地震预警研究项目 SAFER 介绍.....15

汶川地震

编者按：2008年5月12日14时28分，在四川汶川县（北纬31度，东经103.4度）发生震级为8.0级的大地震，全国除了吉林、黑龙江和新疆维吾尔自治区没有震感报道以外，其他的省、区、市都有不同的震感。这次地震是继1976年四川松潘、平武两县发生7.6级地震以来，近32年发生的四川省内首次7级以上地震，国家减灾委紧急启动国家一级救灾应急响应。这次重大地震灾害也引起国内外广泛的关注，各中外科学家、研究机构和媒体头版头条纷纷报道地震消息，并积极分析评价地震成因、震害、未来趋势，及其与三峡大坝有无关系等，我们将相关观点整理归纳如下，供有关研究人员和决策者参考。

国内外专家对汶川地震的成因分析

地震是我国最大的自然灾害威胁。2007年10月我国就曾发布《国家防震减灾规划（2006—2020年）》，规划中指出，我国50%的国土面积位于Ⅶ度以上的地震高烈度区域，包括23个省会城市和2/3的百万人以上的大城市。我国占全球陆地面积的7%，但20世纪全球大陆35%的7.0级以上地震却发生在中国；20世纪全球因地震死亡120万人，我国占59万人，居各国之首。另据统计，20世纪以来，我国因地震造成死亡的人数，占国内所有自然灾害包括洪水、山火、泥石流、滑坡等总人数的54%，超过1/2，因此可以说地震是群害之首。

我国位于世界两大地震带——环太平洋地震带与欧亚地震带之间，受太平洋板块、印度板块和菲律宾海板块的挤压，地震断裂带十分发育。我国的地震活动主要分布在五个地区的23条地震带上^[1]，20世纪以来，全国共发生6级以上地震近800次，遍布除贵州、浙江两省和香港特别行政区以外所有的省、自治区、直辖市。5月12日在四川省汶川县发生的8.0级地震，是中国继唐山大地震以来又一次比较大的地震灾难，引起全世界的广泛关注。中外科学家都在积极分析成因，现把他们的主要观点整理，以供参考。

1 汶川地震成因的各家观点

（1）法国巴黎地球物理研究所的专家认为，四川省12日发生的7.8级（现已修正为8.0级）强烈地震，与青藏高原往北和往东移动有关。还有地震学者担心造成“连动”，引发连锁强烈地震。

青藏高原外围经常发生严重地震，这个高原在印度板块于5000万年前开始推挤欧亚大陆时隆起。巴黎地球物理研究所地震带结构专家塔波尼耶指出，西藏在被往东推挤，跨在中国南部和四川盆地之上。该研究所的构造室主任拉卡桑表示，青藏高原边陲的龙门山地带所发生的地震，在地质上非常复杂，有许多重大的断层线，有些从古时候就存在，可能造成这次地震。

根据各国 12 日透过网络公布的观测数据分析，四川强震震源区应位于从四川绵延到云南，再延伸到中南半岛的南北向地震构造带上。这条地震构造带在中国早已“恶名昭彰”，自 1989 年至今，多次发生六级以上强震。此次地震震中应位于该构造带北端，呈东北—西南走向，属于破坏力最大的逆断层，为该构造带 20 年来最大规模强震。有学者表示，这条构造带除了 12 日发生强震的逆断层以外，沿线密布大大小小的断层线，并且，12 日发生错动的逆断层超过 100 km。这么长的断层发生如此大的地震，未来是否会引发“连动”效应，在构造带沿线诱发连锁强震呢？这已经引起了广泛的关注^[2]。

(2) 日本东京大学地震研究所表示，这次地震位于龙门山断裂带，过去几百年里这一断裂带附近多次发生里氏 7 级以上大地震，但是龙门山主体并没有强烈的活动，直到这次地震的发生。龙门山断裂带自东北向西南沿着四川盆地的边缘分布，长 300 km 至 400 km，宽约 60 km，青藏高原沿断裂带推覆在四川盆地之上，由于蓄积的应力超过了岩石强度的临界点，龙门山断裂带就发生了里氏 7.8 级大地震^[3]。

(3) 美国南加州地震研究中心的郦永刚教授表示，龙门山断裂带属地震多发区内的活动断层，来自青藏高原深部的物质向东流动到四川盆地受阻，向上运动，两者边界即为断层面。如果断裂每年运动数厘米，每隔 50 m 至 70 m，积聚的应力和能量就能产生一次里氏 7 级以上的大地震。由于震源较浅，而且震源机制为向东的逆冲运动，加上震区土质松软，地震波向东能传播很长距离，使得远至上海和北京等城市的人都普遍有震感^[3]。

(4) 美国地质调查局发布消息称，这次地震的震中和震源机制与龙门山断裂带或者某个相关构造断层的运动相吻合，地震是一个逆冲断层向东北方向运动的结果。从大陆尺度上来看，中亚和东亚的地震活动是由于印度洋板块冲撞欧亚板块造成的。

(5) 英国地质调查局地震监测和信息服务中心主任布赖恩·巴普蒂在接受新华社记者电话采访时表示，从地质构造上看，这次地震与喜马拉雅碰撞带有关，显然是东北—西南向的龙门山断裂带发生挤压作用的结果^[3]。

(6) 英国《每日电讯报》5 月 12 日报道，汶川发生的地震的起因与喜马拉雅山隆起的造山运动有关。

地震是由建立在液体状地幔之上的陆地之间的运动引起的，喜马拉雅山就是这一过程的证明。4 000 多万年前，携带印度的大陆板块与携带亚洲的大陆板块发生碰撞，形成了如今的喜马拉雅山。此后，印度板块一直在以每年约两英寸的速度向北推进。英国朴茨茅斯大学构造地质学家约翰·惠利博士指出，除了造成大范围的高原地区外，印度板块的推进还促使青藏高原的物质向东扩张。在四川地区，青藏高原的边缘正被推进到较为脆弱的沉积岩底下，512 地震正好发生在标志着这些沉积物边缘的一个断裂带上^[4]。

(7) 中国科学院地壳应力所副所长徐锡伟称，虽然四川本来就是地震频发的地

区，但近几年云南、四川等地先后发生地震，可能与印度洋板块进入活跃期有关。

汶川大地震发生在地处青藏高原和四川盆地边缘的龙门山地震带，是比较活跃的一个地震带。地壳运动本身，具有一定的周期性，对于大地震的发生来说，其活跃与平静交替轮回。印度洋板块的上一个地震活跃期，是 1988—1996 年期间。1996 年发生在中国云南丽江的地震，就是上一个活跃期的产物。经过不到十年的平静后，积蓄的能量有再次开始释放的迹象。实际上，进入 21 世纪以来，印度洋板块再度活跃的迹象已经越来越明显：2004 年 12 月，印尼苏门答腊发生大地震并引发海啸；2005 年 10 月，南亚大陆发生 7.6 级地震，波及巴基斯坦、印度和阿富汗。这两次地震分别处在印度洋板块和欧亚板块相抵的东南部和西侧，而印度洋板块的东支角处，则是云南、西藏和缅甸交界的地区。

对于地处欧亚板块与印度板块正中央的四川来说，其正处于中国南北地震带的中间，地震频率与能量本来就很高。随着印度洋板块重新进入活跃期，四川发生地震乃至大震的风险也随之提高。至于印度洋板块缘何进入活跃期，常规的看法是板块运动具有周期性，但也有科学家认为，这一轮的活跃期，可能与全球变暖所导致的地质变化有关。

2006 年，加拿大阿尔伯塔大学地质学家就指出，全球气候变暖引起的冰河融化会释放地壳里被压抑的能量，从而引发剧烈的地质变化，导致地震、海啸和火山爆发等地质灾害发生。而且，全球变暖将在大气和海洋积聚更多的能量，进而引发地壳的变化^[5]。

(8) 中科院地质与地球物理研究所研究员王二七分析表示，全国许多地方震感强烈的一个重要原因就是地震发生地汶川——茂汶大断裂带以东的四川地块相对坚硬，地震波传播的能力比较强。

汶川地震发生在青藏高原的东南边缘、川西龙门山的中心，位于汶川——茂汶大断裂带上。印度洋板块向北运动，挤压欧亚板块、造成青藏高原的隆升。青藏高原在隆升的同时，也同时向东运动，挤压四川盆地。四川盆地是一个相对稳定的地块。从历史记录来看，尽管龙门山主体没有发生过大地震，但它北边的松潘在上个世纪初曾经发生过强震。因此，虽然龙门山地区看上去构造活动性不强，但是可能是处在应力的蓄积过程中，蓄积到了一定程度，地壳就会破裂，从而发生地震。王二七表示，目前我们对这一地震发生的机制还不清楚，不知道是由地壳的挤压、伸展还是水平走滑造成的^[6]。

(9) 台湾地震专家、中央大学地球科学系教授王干盈发表文章指出，这次的川震是地质“薄皮逆冲”的惨痛演出，大陆地壳较为完整，震波传递衰减较慢，因此，影响的范围较大。

王干盈在台湾《联合报》发表文章指出，5 月 12 日中国大陆四川成都西方 90 km 的汶川山区发生 7.8 级的大地震，比起台湾 1999 年发生的 921 地震的 7.6 级还来得

大。921 地震是“薄皮逆冲”一次惨痛的演出，这次四川地震也是。“薄皮逆冲”是造山运动理论基础之一，在地底下约 10 km 有一基底滑脱面，此面很滑，由脆弱岩层组成，当板块作用力来临时，上方的地层最先被剥离而挤成一团，使得地层沿着一系列断层错动，一层盖着一层，成为覆瓦状构造。最简单的形容，当我们捏着皮肤时，皮肤会与骨头分离而起皱，这是薄皮（肤）名称的由来，薄皮是比较容易受到作用而变形的。

由于喜马拉雅造山运动的推挤，使得青藏高原东北角的松潘—甘孜地块，以南东方向逆冲到扬子地块（四川盆地位于其中）之上，基底滑脱面为一花岗质熔融层，在此两地块交界的龙门山引发一系列断层。921 地震是南投丘陵沿着车笼埔断层逆冲到台中盆地之上，四川地震之机制与 921 地震相似，因此，引发的灾情也可能可以类比。大陆地区的地震以东经 105 度为界，以西地震很多，以东地震很少，这次四川地震在东经 103 度，属于甘川滇地震带，此一南北狭长地震带夹于东经 98 度到 105 度之间，包括三江流域（金沙江、澜沧江、怒江）之横断山脉，为造山主体，大地震频仍。四川地震与 921 地震的相关性，值得比较^[7]。

（10）中国地质调查局初步监测和评价认定，汶川地震是印度板块向亚洲板块俯冲，造成青藏高原快速隆升导致的，震源深度为 10~20 km，持续时间较长，因此破坏性巨大。专家对灾情进行“会诊”初步形成三个结论。①印度板块向亚洲板块俯冲，造成青藏高原快速隆升。高原物质向东缓慢流动，在高原东缘沿龙门山构造带向东挤压，遇到四川盆地之下刚性地块的顽强阻挡，造成构造应力能量的长期积累，最终在龙门山北川—映秀地区突然释放。②逆冲、右旋、挤压型断层地震。发震构造是龙门山构造带中央断裂带，在挤压应力作用下，由南西向北东逆冲运动；今次地震属单向破裂地震，由南西向北东迁移，致使余震向北东方向扩张；挤压型逆冲断层地震在主震后，应力传播和释放过程比较缓慢，可能导致余震强度较大，持续时间较长。③浅源地震。汶川地震不属于深板块边界的效应，发生在地壳脆—韧性转换带，因此破坏性巨大。

2 震害：汶川地震发生属浅源地震、破坏力度较大

地震可按照震源深度分为浅源地震、中源地震和深源地震。浅源地震大多发生在地表以下 30 公里深度以上的范围内，而深源地震最深的可以达到 650 km 左右。其中，浅源地震的发震频率高，占地震总数的 70% 以上，所释放的地震能占总释放能量的 85%，是地震灾害的主要制造者，对人类影响最大。

另据台湾媒体报道，台湾中正大学地震研究所教授陈朝辉表示，此次四川地震的能量约是台湾 921 地震的 20 倍以上，约是二战结束前美国投掷在日本长崎、广岛的那种原子弹 252 颗爆炸的总和，威力相当惊人。

专家表示，全球 7 级以上地震每年 18 次，8 级以上 1~2 次。我国受印度板块和

太平洋板块推挤，地震活动比较频繁。中国地震局地震预测研究所研究员张国民指出，从大的方面来说，这次汶川地震处于我国一个大地震带——南北地震带上，中部地区的中轴地震带位于经度 100~105 度之间，涉及地区包括从宁夏经甘肃东部、四川西部、直至云南，属于我国的地震密集带。从小的方面说，汶川又在四川的龙门山地震带上。因此，这里发生地震的几率较高。

在地震学中，一般发生的震级越高，其破坏力度越大。这次汶川地震 8.0 级，其震中地区的破坏力度在 11 度，会造成房倒屋塌、地质滑坡和地面裂缝等灾害。由于一般地震不可能一次释放所有能量，因此四川周边地区有可能发生余震。一般情况下，余震要比主震低 1 级以上，一般不会超过主震，但有可能在附近地区，也可能造成新的灾害，要防备余震造成的灾害影响。因此，目前需要提防山区发生滚石、滑坡、交通堵塞、地面破坏等次生灾害，避免引发更大的灾害^[8]。

汶川地震的强度、烈度都超过了唐山大地震。中国地震研究及地质灾害研究专家分析了汶川地震破坏性强于唐山地震的主要原因。①从震级上可以看出，汶川地震稍强。唐山地震国际上公认的是 7.6 级，汶川地震是 8.0 级。②从地缘机制断层错动上看，唐山地震是拉张性的，是上盘往下掉。汶川地震是上盘往上升，要比唐山地震影响大。③唐山地震的断层错动时间是 12.9 秒，汶川地震是 22.2 秒，错动时间越长，也就是说汶川地震建筑物的摆幅持续时间比唐山地震要强。④从地震张量的指数上看，唐山地震是 2.7 级，汶川地震是 9.4 级，差别很大。⑤汶川地震波及的面积、造成的受灾面积比唐山地震大。冯梅说，这主要是由于断层错动的原因，汶川地震是挤压断裂，错动方向是北东方向，也就是说汶川的北东方向受影响比较大，但是它的西部情况就会好一些。⑥汶川地震诱发的地质灾害、次生灾害比唐山地震大得多。国土资源部高级咨询研究中心教授岑嘉法分析说，因为唐山地震主要发生在平原地区，汶川地震主要发生在山区，次生灾害、地质灾害的种类都不太一样，汶川地震引发的破坏性比较大的崩塌、滚石加上滑坡等，比唐山地震的次生地质灾害要严重得多^[9]。

3 三峡大坝与汶川地震无关

汶川地震发生以来，网上到处流传“是在岷江上游建设水库放炮、建设水库，严重破坏了地质结构，诱发这次强烈地震”，这个观点受到科学家的反驳。加拿大蒙特利尔大学工学院地球物理学家嵇少丞教授的解释是：青藏高原周边及其高原内部数条大断裂历来是地震的频发区。印度大陆板块向北漂移并和欧亚大陆板块碰撞挤压，形成了世界屋脊喜马拉雅山和巨大的青藏高原。青藏高原平均海拔高度达 5 000 m，在重力作用下，巨大的青藏高原就像一个大胖子突然躺到一个水床上。青藏高原深部地壳的岩石在高温高压下发生部分熔融，就像水床垫中的水在那个胖子重

重身体的挤压下向四边周界涌动一样，向高原的周缘挤流。古老的四川盆地下面是强硬的岩石圈，深深地扎根于其下的上地幔之中，强烈地阻挡着青藏高原向东扩张。在青藏高原扩张和四川盆地反扩张的前沿阵地，于是就挤压形成了高耸的龙门山，这次四川汶川大地震正是人类遭遇龙门山造山运动的悲惨一幕。

青藏高原的东界共分南北两支，北支为龙门山断裂(泸定—天全—宝兴—汶川—茂县—北川—清川一线)，走向北东—南西，平行于龙门山。南支是小江断裂，呈近南北方向，即康定—石棉—冕宁—西昌—东川—宜昌—建水一线，附近有昆明、攀枝花等重要城市。这两支大断裂的活动是中国西南地区强震的主因，上述两条断裂的地质性质不同，小江断裂是左行平移为主的剪切带，断裂的水平错移量是垂直错移量的近 10 倍。近 1 500 万年以来，该断裂东西两侧地块已相互错动了近 100 km，平均每年错移约 6~7 mm。龙门山断裂以推覆逆冲为主，右行走滑为辅，所以这次汶川大地震的烈度呈椭圆状分布，其长轴呈北东向，在该方向上人员伤亡和财产损失明显更大。例如，四川的北川、甘肃省的陇南以及陕西的南部虽离震中较远，但由于房屋倒塌造成的人员伤亡依然不少。

1 500 年以来，仅在小江断裂的云南段上就发生四次近 8 级大地震：1 500 年的宜良大地震、1733 年的东川大地震、1833 年的嵩明大地震、1970 年的通海大地震，平均每 150 年就发生一次 8 级大地震。近四百年来，龙门山断裂带上至少发生过九次 6.5 级以上地震。例如：1657 年的 6.5 级汶川地震，1933 年 7.5 级茂县叠溪大地震，1976 年 8 月 16 日、22 日和 23 日三天仅在松潘一地就连续发生三次大地震，分别为 7.2、6.7 和 7.2 级。

地震是一种不以人的意志为转移的自然现象，它既是对人类生存现状的一种破坏，同时也是造就我们赖以生存的地球的存在和发育的巨大能量。如果地球上从来就没有地震，根本就不会有我们今天这样色彩斑斓的世界。在严重的地震面前，人类目前能做到的除了及时的救助，还包括要求在地震带的建筑设计能达到较高的抗震设防标准。例如，美国加州是世界著名的地震频发地带，近年来几次发生大地震，有的发生在洛杉矶、旧金山这样的大城市，但是死亡人数很少（每次最多几十人），靠的是当地房屋有非常优越的抗震性能。很显然，减少地震灾害的出路，只能依靠人类文明的不断发展和科学技术的不断进步，而不是迷信地说“地震是大自然对人类破坏环境的一种惩罚”。因为道理很简单，即使没有人类，也一样会有地震^[10]。

另外，中国三峡总公司总经理李永安 5 月 14 日下午向新华社记者表示，相关监测数据显示，汶川地震后，三峡大坝坝体变形变化很小，各建筑物基础渗流量变化规律正常，枢纽工程运行没有任何异常，剩余项目建设在按计划进行。

4 结语

我国现在已经建立起来了世界最为庞大的地震监测、防御系统，设立中国地震局及 21 个直属事业单位；我国也是世界上第一个建立防震减灾国家法律的国家，现已大量运用科学技术防御地震，并且也已开始利用全国综合实力的发展加强抗御地震灾害。但是，我们也应该注意到：① 目前我国防震减灾能力仍与经济社会发展不相适应，全国地震监测预报基础依然薄弱，科技实力有待提升，地震观测所获得的信息量远未满足需求，绝大多数破坏性地震尚不能做出准确的预报；② 全社会防御地震灾害能力明显不足，农村基本不设防，多数城市和重大工程地震灾害潜在风险很高，防震减灾教育滞后，公众防震减灾素质不高，6.0 级及以上级地震往往造成较大人员伤亡和财产损失；③ 各级政府应对突发地震事件的灾害预警、指挥部署、社会动员和资讯收集发布等工作机制需进一步完善；④ 防震减灾投入总体不足，缺乏对企业及个人等社会资金的引导，尚未从根本上解决投入管道单一问题^[1]。

参考文献：

- [1]<http://cn.chinareviewnews.com/doc/1006/4/3/1/100643175.html?coluid=7&kindid=0&docid=100643175&mdate=0513001747>
- [2]http://www.singtaonet.com/society_focus/200805/t20080513_777795.html
- [3]http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-05/14/content_8167645.htm
- [4]http://www.china.com.cn/international/txt/2008-05/14/content_15220496.htm
- [5]<http://www.caijing.com.cn/20080513/60600.shtml>
- [6]http://tech.china.com/zh_cn/science/nature/11023062/20080514/14839909.html
- [7]<http://cn.chinareviewnews.com/doc/1006/4/3/6/100643633.html?coluid=5&kindid=23&docid=100643633&mdate=0513122909>
- [8]http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-05/12/content_8154710.htm
- [9] <http://bbs.voc.com.cn/topic-1506681-1-1.html>
- [10]<http://scitech.people.com.cn/GB/7238313.html>

（安培浚 整理）

美国地质调查局：汶川地震灾害程度不能只看震级

地震预测的地震地质学研究中有一项重要内容即震害研究，这对灾害后的救灾工作意义重大。2008 年 05 月 13 日，负责对周一（5 月 12 日）我国西南地区的地震震级进行估测的美国地质调查局（USGS）国家地震信息中心的地震学家 David Wald 接受了媒体的采访，并表示，震级数字并不如震区的人口数字重要。就我国周一的地震而言，它发生在人口稠密的四川省，震中距省会成都不远，这一因素有可能对地震死亡人数产生重大影响。与震中靠近人口稠密区这一点相比，震级究竟是 7.5、7.6 还是 7.7 级实际并不那么重要。地震学家往往并不特别在意震级的细微差别，他们更在意的是受地震影响最大的地区是否有大量人口居住。

不过，震级确实是攸关地震破坏程度的重要信息。震级能够显示出断层的大小，或者说地震发生地的地壳断裂程度，它还可显示出地震发生时的地壳滑移程度。Wald 表示，造成 7.8 级地震的断层可能有 150~200 km 长，并导致地壳产生几米的滑移，这是一个很大范围的岩层移动（用这些指标估测出的震级更确切地说应被称做瞬间震级或能量震级，人们以往估测地震规模时用的都是里氏震级，地震学家们现在已不愿使用这种地震分级法）。

USGS 依靠其地震观测站及参与全球测震网（Global Seismographic Network）的其他国家地震站收集的数据来估测震级。USGS 的地震观测站分布在全球各地，在我国周一地震的震中附近也有几个。但是，Wald 表示，对强烈地震而言，由于震中地区的地壳震动最为强烈，震波强度往往会超出附近地震台站测量仪器的记录能力，反而形成“灯下黑”的局面。随着地震波在数小时内由近及远向四方传播，距震中较远的观测站往往能提供更准确的地震数据。（USGS 在加州等美国地震多发地附近设置了监测设备，以便它们能提供附近地震的可靠数据）

随着地震数据从观测站传来，美国地质调查局便能对震级作出估测，并随着新数据的陆续抵达而修正原来的数据。Wald 称，震级估测可不是到一台机器前记录下振幅那么简单。美国东部时间周一早间，USGS 将其估测的四川地震震级修正为 7.8 级，与中国国家地震局的估测数据一致。随后，Wald 和同事们再一次评估了相关数据，并表示地震可能是 7.9 级。而在此后不久，USGS 的官方网站便将四川地震的震级修正为 7.9 级。

震级数字的小幅调整意义重大，因为震级与断层大小呈对数关系，震级每提高一级断层的规模便会增加 10 倍。因此将震级从 7.5 级（先前估测）修正为 7.8 级意味着四川地震的断层是最初预计的两倍大，而将震级提升至 7.9 级则意味着断层又增加了 26%。Wald 表示，震区的地理和人口情况更加重要，因为震中在人口聚集区的一场 6.8 级地震所造成的破坏堪与 7.9 级地震相比。也就是说，随着震级的加大，地壳的滑动程度也增大；但其增大程度与断层断裂大小相比，未必会具有相同的速率。Wald 认为，震级每增加一级，地壳的滑移程度便会增加三级。这意味着 7.8 级地震的地壳滑移程度比 7.5 级地震要高 39% 左右，而震中附近地面的晃动程度大体会与地壳的滑动程度相关。

最后，Wald 还表示，人口稠密区一场 6.8 级地震所造成的破坏和伤亡同样会非常严重，而震级越高，造成重大破坏的几率也越高。

参考文献：

- [1] Measuring the China Earthquake's Magnitude
<http://chinese.wsj.com/gb/20080513/bch130659.asp>
- [2] 估测四川震灾程度不能只看震级
<http://chinese.wsj.com/gb/20080513/bch130659.asp>

（赵纪东 供稿）

地震预测

地震预测的现状与未来

中国地震局地球物理研究所研究员、中科院院士陈运泰长期从事地震学和地球物理学研究，在地震波理论、地震震源理论和数字地震学研究中做出了突出贡献。他用地震波、大地测量、形变和重力等资料反演与综合研究邢台、昭通、海城、唐山等大地震震源过程的工作，成为我国震源研究领域的先驱者，并因此获 1978 年全国科学大会奖。其在中国科学院《2007 科学发展报告》中撰写了题为“地震预测现状与前景”的文章，介绍了地震预测研究的进展和水平，分析了地震预测的困难与地震的可预测性，并阐述了实现地震预测的科学途径。现对其主要内容摘述如下。

在众多的自然灾害中，特别是在造成人员伤亡方面，地震造成的死亡人数占各类自然灾害造成的死亡人数总和的一半以上，地震灾害堪称群灾之首。地震预测是公认的世界性的科学难题，是地球科学的一个宏伟的科学研究目标。如果能同时准确地预测出未来大地震的地点、时间和强度，无疑可以拯救数以万计生活在地震危险区人民的生命；并且，如果能预先采取恰当的防范措施，就有可能最大限度地减轻地震对建筑物等设施的破坏、减少地震造成的经济损失，保障社会的稳定和促进社会的和谐发展。

通过世界各国地震学家长期不懈的努力，地震预测、特别是中长期地震预测取得了一些有意义的进展。但是地震预测是极具挑战性尚待解决的世界性的科学难题，目前尚处于初期的科学探索阶段，总体水平仍然不高，特别是短期与临震预测的水平与社会需求仍相距甚远。

1 长期、中期、短期地震预测的研究进展

地震学家把地震预测定义为“同时给出未来地震的位置、大小、时间和概率四种参数”的研究，并且每种参数的误差（不确定的范围）应小于、等于下列数值：

① 位置： $\pm 1/2$ 破裂长度；② 大小： $\pm 1/2$ 破裂长度或 ± 0.5 级；③ 时间： $\pm 20\%$ 复发时间；④ 概率：预测正确次数 / （预测正确次数 + 预测失误次数）。

1.1 长期预测

在长期预测方面，最突出的进展是板块边界大地震空区的确认。在环太平洋地震带，几乎所有的大地震都发生在运用“地震空区”方法预先确定的空区内。“地震空区”指的是在时间上已超过了平均复发时间、但仍未以特征地震的方式破裂过的一段断层。全球范围内已经有使用地震空区方法进行地震预测的成功案例：日本地震学家 Imamura A 预测出 1923 年 $M_s 8.2$ 关东（Kanto）大地震（亦称东京大地震）和 1944—1946 年日本南海道（Nankaido）大地震，前苏联地震学家费道托夫预测出

1968年5月16日日本十胜—隐歧 (Tokachi—Oki) M_w 8.3 地震、1969年8月11日南千岛群岛 M_w 8.2 地震、1971年12月15日堪察加中部 M_w 7.8 地震。

20世纪60年代板块大地构造学说的确立为根据板块边界的地形变和历史地震活动性“收支”平衡情况估算在地质年代里板块边界的地形变速率提供了精确的运动学参考框架。作为地震长期预测的一种方法，特征地震方法取得了一定程度的成功。用这个方法预测大地震原理很直观，看上去很简单，做起来似乎也很容易。但是要把它推广应用仍有一定的困难，因为不易确定特征地震的震级并且缺少估计复发时间所需的完整的地震记录资料。

历史上多次地震的预报实践表明，即使对于像这样一种发生于板块边界的、看上去很有规律的历史地震序列，准确的预报也是很困难的。

1.2 中期预测

在中期预测方面，① 运用“应力影区”方法对许多地震序列做的回溯性研究取得了很有意义的结果；② 日本地震学家运用关于地震活动性图像的“茂木模式”成功地预报了1978年墨西哥南部瓦哈卡 (Oaxaca) 7.7 级地震；③ 俄罗斯克依利斯—博罗克及其同事提出了一种称作强震发生“增加概率的时间”的中期预测方法对2003年9月25日日本北海道 8.1 级大地震以及2003年12月22日美国加州中部圣西蒙 (San Simeon) 6.5 级地震做了预报，并取得了成功。但是，这些方法的准确性及真实性仍存在问题。

1.3 短、临预测

与中、长期地震预测的进展形成对照，短期与临震预测进展不大。1980年代以后，国际上对地震前兆的研究重点转移到探索大地震前的暂态滑移前兆，但至今进展不大。

2 地震预测的三个困难

2.1 地球内部的“不可入性”

震学家只能在地球表面(在许多情况下是在占地球表面面积仅约30%的陆地上)和距离地球表面很浅的地球内部(最多是几千米深的井下)，用相当稀疏、很不均匀的观测台网进行观测，利用由此获取的、很不完整、很不充足、有时甚至还是很不精确的资料来反推(“反演”)地球内部的情况。

2.2 大地震的“小概率”性

大地震是一种稀少的“非频发”事件，大地震的复发时间比人的寿命、比有现代仪器观测以来的时间长得多，限制了作为一门观测科学的地震学在对现象的观测和对经验规律的认知上的进展。迄今对大地震之前的前兆现象的研究仍然处于对各个震例进行总结研究阶段，缺乏建立地震发生的理论所必需的切实可靠的经验规律，而经验规律的总结概括以及理论的建立验证都由于大地震是一种稀少的“非频发”事件而受到限制。

2.3 地震物理过程的复杂性

地震是发生于极为复杂的地质环境中的一种自然现象，地震过程是高度非线性的极为复杂的物理过程。地震前兆出现的复杂性和多变性可能与地震震源区地质环境的复杂性以及地震过程的高度非线性、复杂性密切相关。从专业技术的层面具体地说，地震物理过程的复杂性指的是地震物理过程在从宏观至微观的所有层次上都是很复杂的。

3 地震的可预测性

对地震的可预测性这一与地震预测实践以及自然界的普适性定律密切相关的理论性问题的探讨或论争一直在进行。既然地震的可预测性的困难是源于人们不可能以高精度测量断层及其邻区的状态以及对于其中的物理定律仍然几乎一无所知。那么如果这两方面的情况能有所改善，将来做到提前几年的地震预测还是有可能的。提前几年的地震预测的难度与气象学家目前做提前几小时的天气预报的难度是差不多的，只不过做地震预测所需要的地球内部的信息远比做天气预报所需要的大气方面的信息复杂得多，而且也不易获取，因为这些信息都源自地下（地球内部的“不可入性”）。这样一来，对地震的可预测性的限制可能与确定性的混沌理论没有什么关系，而是因为得不到极其大量的信息。

4 实现地震预测的科学途径

4.1 依靠科技进步、依靠科学家群体

一个多世纪以来，对地震预测从十分乐观到极度悲观什么观点都有，不同的观点一直在辩论，从未有过止息。地震预测、特别是短临预测面临时间上的“紧迫性”和决策的“高风险性”。为了解决这一问题，一方面，科学家应当倾其所能把代表当前科技最高水平的知识用于地震预测；另一方面，科学家（作为一个群体，而不仅是某个人）还应勇负责任，把代表当前科技界认识水平的有关地震的信息（包括正、反两方面的信息）如实地传递给公众，应当说实话，永远说实话。

4.2 强化对地震及其前兆的观测

地震学家应努力变“被动观测”为“主动观测”，在规则地加密现有固定式台网的基础上，在重点监测与研究地区布设流动地震台网（台阵），进一步加密观测，改善由于台距过大、不利于分析解释地震记录的状况；并且，应不但利用天然地震震源，而且也运用包括爆破在内的人工震源对地球内部进行探测以获得有关震源特征和地震波传播路径效应的更多的、更精细的信息。

20世纪90年代以来，空间对地观测技术和数字地震观测技术的进步，使得观测（现代地壳运动、地球内部结构、地震震源过程以及地震前兆的）技术，在分辨率、覆盖面、动态性等方面都有了飞跃式的发展。当前，高新技术在地球科学中的应用为地震预测研究带来了新的机遇，多学科协同配合和相互渗透将成为寻找发现与可靠地确定地震前兆的有力手段。

4.3 坚持地震预测科学试验——地震预测试验场

地震既发生在板块边界、也发生在板块内部，地震前兆出现的复杂性和多变性可能与地震发生场所的地质环境的复杂性密切相关。应该因地制宜、即在不同地震危险区采取不同的“战略”，各有侧重地检验与发展不同的预测方法，不但在科学上是合理的、而且在财政上也是经济的。

未来，应在总结国内外经验教训的基础上，通过地震预测试验场，开展在严格的、可控制的条件下进行的、可用事先明确的可接受的准则予以检验的地震预测科学试验研究；选准地区，多学科互相配合，加强监测、研究、预测三者密切结合。

4.4 系统地实施基础性、综合性的对地球内部及地震的观测、探测与研究计划

除了已经提及的强化对地震及其前兆的观测外，还应考虑：① 在地震活动地区进行以探测震源区为目的的科学钻探，钻探到发震层所在深度对震源区作直接观测；② 在断层带开挖探槽研究古地震；③ 在实验室中进行岩石样品在高温高压下的破裂实验，模拟单个地震的孕育、发生、扩展、停止，地震序列的形成与发生以及地震的轮回过程等；④ 利用计算机对地震做数值模拟研究地震。

为此，应当实施旨在对地球内部及对地震系统地进行基础性的、综合性的观测、探测与研究的大型科学计划。目前美国正在实施的“地球透镜计划（EarthScope）”就是一个很有创新意义的例子。该计划由4个部分组成：美国台阵（USArray）计划、圣安德列斯断层深部观测计划（SAFOD）、板块边界观测计划（PBO）、合成孔径雷达干涉测量计划（InSAR）。

4.5 加强国内合作与国际合作

正视并改变地震预测研究的实际上的封闭状况，广泛深入地开展国内、国际学术交流与合作；加强地震信息基础设施的建设，促成资料共享；充分利用信息时代的便利条件，建立没有围墙的、虚拟的、分布式的联合研究中心，使得从事地震预测的研究人员，地不分南北东西，人不分专业机构内外，都能使用仪器设备、获取观测资料、使用计算设施和资源、方便地与同行交流切磋等。

参考文献：

- [1] 陈运泰. 地震预测的现状与未来. 见: 中国科学院“科学发展报告”课题组. 2007 科学发展报告. 北京: 科学出版社, 2007. 173-182

(赵纪东 摘编)

研究人员利用可公度方法对川滇地震进行了初步预测

2006年9月在《灾害学》杂志第21卷第3期上刊登了陕西师范大学旅游与环境学院龙小霞、延军平、孙虎和王祖正撰写的文章“基于可公度方法的川滇地区地震趋势研究”。文中通过用可公度方法研究预测出2008年在川滇地区有较强的地震灾害信号,可能发生 ≥ 6.7 级地震。

川滇地区位于青藏高原东南缘,区内主要发育有北西向的鲜水河-安宁河-小江断裂、金沙江-红河断裂、怒江-澜沧江断裂和北东向的龙门山-锦屏山-玉龙雪山断裂等大型断裂带。该区新构造活动剧烈,地震活动与活动断裂密切相关,绝大多数属构造地震,地震活动频度高、强度大,是中国大陆最显著的强震活动区域。川滇地区地震活动地域广、烈度高、破坏性大,地震灾害的频频发生严重威胁了该地区人民的财产和人身安全,也给该地区带来严重的生态、经济损失。2006年9月在《灾害学》杂志第21卷第3期上刊登了陕西师范大学旅游与环境学院龙小霞、延军平、孙虎和王祖正撰写的文章“基于可公度方法的川滇地区地震趋势研究”,采用“可公度法”对川滇地区的强烈地震的发生趋势进行推算与预测,希望该地区今后在防御重大地震灾害时,处于积极主动的状态,尽可能的减少生态、经济等诸方面的损失。

可公度性源于天文学,表示自然界事物之间的一种秩序,是自然现象周期性的一种客观外在反映,所以是一种信息系。这种信息系不仅在天文学研究领域中有明显的表现,而且在其他领域中也广泛的存在,因此可以以它作为对自然现象进行预测研究的依据和方法。翁文波院士首先将可公度性预测方法应用到了预测科学中来,并曾利用可公度信息系对1976年唐山地震、1982年华北干旱、1991年长江流域洪水、1992年美国加州地震等自然灾害现象作过成功的预测。该文章根据20世纪以来川滇地区 ≥ 6.7 级地震的25个发生年份,依据可公度法的原理和方法,对未来川滇地区 ≥ 6.7 级地震的发生年份进行预测。

作者通过三元、四元和五元推算与预测结果,分析出2007年和2008年的灾害信号比较强,尤其是2008年更符合已有地震资料的统计规律,因此川滇地区下(几)次可能发生 ≥ 6.7 级地震的年份为2008年。为了更好地配合防震减灾活动,作者建议实行“预防为主、防御与救助相结合”的方针,加强对重大建设工程和一般民用建设工程的抗震设防监督管理工作,坚决做好抗震设防和地震安全性评价管理工作,提高城市和农村的防震抗震能力;健全紧急救援系统建设,以提高地震应急反应能力;健全紧急救援系统建设,以提高地震应急反应能力;广泛宣传动员,普及防震抗震知识;加强川滇地区地震监测网络建设。

参考文献:

- [1] 龙小霞,延军平,孙虎和王祖正. 基于可公度方法的川滇地区地震趋势研究. 灾害学, 2006, 21(3):81-84

(安培浚 供稿)

Geology: 新方法有望大幅提前地震预测时间

近日，英国和中国科学家表示，他们发现了一种新的地震监测方法，能够预测地震发生的时间、量级甚至地点。有证据表明，应用这种新方法可能能够在小地震发生前一小时、大地震发生前数月预测到它们的存在。相关论文发表在 5 月份的《地质学》(Geology) 上。

地震预测方法目前总体来说有两种：调查震源和分析地震的统计学模式。在经历 120 年的尝试后，这两种努力都显得非常不成功。新的地震预测方法名为“压力预测”(stress-forecasting，以示与传统方法相区别)，它利用了一种称作横波分裂(shear-wave splitting)的现象，即横波在穿越岩层时分裂成两部分，它们平行振动，并与微观裂缝相垂直。这两部分以不同的速度穿越岩层，所以到达侦测器的时间也不同。研究人员表示，微观裂缝的排列反映了地壳内的压力量，压力越大，排列的裂缝越多，两种波到达侦测器的时间差也就越大。

过去，研究人员曾利用卫星照片间接地测量过地震带的压力，但这只能对地壳内部压力变化给出一个粗略的概念。另外，研究人员也曾在断层线直接监测过压力，但是这些局部化的数据无法显示滑动发生的时间和地点。局部效应是混乱的，无法预知。应用新方法后，通过监测更大范围内的压力变化，应该可以排除这种不可预知性。

不过，这种新方法也有实践上的困难。比如它需要更多的来自地震带的频繁而一致的数据，获取代价昂贵。研究领导者、英国爱丁堡大学(The University of Edinburgh)的 Stuart Crampin 表示，在单个三井(three-borehole)压力监测站点 400 公里内建立这样一个监测所有破坏性地震的系统，造价大约为 400~1 000 万美元。Crampin 及其同事已经建议建立全球监测网，包括 1 500 个这样的站点。

(赵纪东 摘编)

原文题目: Stress-forecasting (not predicting) earthquakes: A paradigm shift?
摘自: <http://www.sciencetimes.com.cn/htmlpaper/2008513938103752150.html>

日本地震速报系统工作原理与运行情况

日本气象厅(Japan Meteorological Agency, JMA)所建构的地震速报系统 EEW (Earthquake Early Warning) 在 2007 年 10 月上线，推广到全日本境内。藉由 EEW 的预警，可以让高速行驶的火车提前减速，避免出轨意外的发生；或是让运转中的电梯及早停在接近的楼层，然后把门打开，避免人员受困。虽然只是短短几秒钟的时间，却显得异常珍贵。目前日本的民众已经可以利用简单的电子设备或手机，接收到实时的地震预警。

EEW 之所以能够发出预警，主要必须归功于日本境内密集分布的地震测站(大约每二十公里一座)，以及计算机能够迅速计算出地震发生地点与震波传播方向的成就。地震发生时，最早自震源所传出的 P 波，会以每秒大约 7 km 的速度前进；同时传出的 S 波，则是以每秒大约四公里的速度前进。S 波前进的速度虽慢，但其震

幅却往往是 P 波的三至十倍，危害甚巨。因此 EEW 便是根据较早到达的 P 波计算地震参数，然后针对 S 波的到达提出预警，以避免较大的灾祸发生。

当地震发生，邻近震源的地震测站会根据所收到的 P 波讯号，首先判断地震强度。一旦地震强度在四级以上（根据日本气象厅地震震度分级），相当于麦加利地震强度（Mercalli intensity scale）的六到七级时，EEW 便会发出预警。JMA 收集了超过一千个地震测站的地震波形纪录，系统会在最短的时间比对测站所收到的 P 波波形，推测地震发生的位置，进而计算震幅较大的 S 波会在何时抵达各处，以达到预警效果。

若是后续其它测站的计算结果异于最初的估计，达到水平方向的误差在 0.2 度，垂直方向的误差在二十公里，地震强度比原先估计的大 0.5 级或小一级时，EEW 会更新先前所发出的预警。甚至有可能当第一个测站收到震波讯号，让 EEW 发出预警之后，却没有后续其它测站收到震波讯号，表示数据可能有误，此时 EEW 也会取消预警。

JMA 自 2004 年 2 月起，持续测试这套系统长达 29 个月。到 2006 年 6 月为止的测试期间，EEW 共发布了 855 次预警，其中只有 26 次假警报。这些假警报多是因为机件故障或闪电所造成，而且都是来自单一测站数据就发出预警时所造成的。

当然 EEW 也不是万能的，如果地震震源是发生在陆地接近地面的地方，由于 S 波很快就会抵达邻近区域，造成预警系统也来不及发布。此外若是大型的地震（七级以上），因为断层破裂的时间较长，EEW 则无法完整推估地震强度。又或者当两个地震连续发生在同一地点时，EEW 亦无法精确地区隔出两个先后发生的地震。但是不论如何，EEW 已经成为日本民众伸手可得的重要预警系统，就是相当重要的进步了。

参考文献：

[1] M. Hoshiba et al., (2008), Earthquake Early Warning Starts Nationwide in Japan, EOS, 89, 8, 74-75.

[2] <http://www.istis.sh.cn/zt/list/pub/kz/index2.htm>

（安培浚 摘编）

欧洲地球科学联盟地震预警研究项目 SAFER 介绍

欧洲地球科学联盟（EGU）于 2007 年 4 月 15-20 日在奥地利的维也纳召集，提出了一个关于地震预警和反应的研究项目 SAFER（Seismic early warning For Europe）。

SAFER 的目标是，开发出在地震发生后的几秒到几分钟的时间内，来自地震网络的实时信号分析工具。以便采取适当的行动，包括关闭关键系统，开启重要设施的保护控制装置，为紧急管理服务机构提供信号等。项目将在地中海沿岸的 5 个城市进行试验，涉及约 400 万人口。另外，也将在冰岛、瑞士、科林斯湾等地设置测试场地。

1 进行试验的 5 个城市

（1）雅典：该地具有中等级别的地震风险，在 1981~1999 年间发生过多起破坏性地震。国家地震网络由 30 个永久性监测站组成，其中在雅典设置有 5 个监测站。

（2）那不勒斯：位于意大利西南部的那不勒斯具有高级别的地震风险，1980

年的 Irpina 地震曾造成 3000 人伤亡。其地震预警系统基于一个遍布亚平宁地区的密集的地震网络，目前该系统正处于开发和测试状态。

(3) 布加勒斯特：受到 1977 年的大地震的强烈袭击后，罗马尼亚开发了地震预警系统，已处于实际运行当中，此系统依赖的是罗马尼亚地区相对稳定的潜在震源和辐射。

(4) 开罗：埃及的很多地震震级都低于 5 级，但是由于人口稠密，建筑物质量差，使得地震灾害的潜在风险非常大。

(5) 伊斯坦布尔：该城的潜在地震风险非常高，在过去的 70 年里，土耳其的北安那托利亚断层带从东到西发生了多次地震。预计在未来数十年内，将再次发生非常大规模的地震。

2 项目的期望成果

(1) 开发出新的算法以实时估算出震源的参数，如震级、时间等。

(2) 推出新的概念，包括虚拟的地震学家，可在几秒到几分钟的时间内描绘出实时的警报地图和预测的振动地图，并在几分钟的时间内测量出振动地图。

(3) 开发出地震灾害模拟的快速算法；对现有的实时模拟方法进行改进；预测出由地震引发的次级毁坏性事件，如岩石崩塌等；估算出相关人员和基础设施的损失。

(4) 部署面临危险的基础设施的实时保护控制装置。

(5) 对余震灾害的实时预测进行改进。

(6) 开发出供公众和个人团体使用的低成本的地震仪器，与监测网络融合。

(7) 开发出在目前几个测试城市适用的动态决策支持系统模型。

3 工作组

SAFER 共设有 6 个工作组 (work packages)，其主要的任务如下：

WP1：负责组织和管理工作；

WP2：震源参数的实时估算。该工作组将负责实时的地震定位和震级估算的开发、测试和优化工作；

WP3：实时灾害评估和减灾策略。该工作组的目标是从事实时的灾害评估，以及半自动和自动的控制系统的研究方法的研究工作；

WP4：实时的振动地图。该工作组将利用观测到的地面震动情况来制成实时的振动地图，同时，还将开发出一套低成本的自组织传感系统原型；

WP5：实时余震和灾害评估。该工作组将利用余震的物理和统计行为开发出一套可以预测震后余震的空间和时间分布的系统；

WP6：结果的发布和端用户界面。该工作组将为测试成为开发一个动态决策支持模型。

(安培浚 摘编)

原文题目：SAFER - Seismic Early warning For EuRope
——An earthquake early warning and response research program
摘自：<http://www.istis.sh.cn/list/list.asp?id=5137>

版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》(简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中国科学院规划战略局、基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术局研究与发展局等中科院职能局、专业局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动。每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现有13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《交叉与重大前沿专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100080)

联系人:冷伏海 朱相丽

电话:(010)62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; zhuxl@mail.las.ac.cn:

地球科学专辑

联系人:安培浚 侯春梅

电话:(0931)8271552

电子邮件:anpj@llas.ac.cn; lm@lzb.ac.cn