

科技译文资料

(五)

地震预报

中国科学院图书馆

一九七三年七月

56.257
205-2
5

联合国教科文组织关于 巴尔干地震研究的计划	(1)
关于太阳活动性对地球 地震活动性的影响	(7)
日本的地震预报研究	(13)
关于地震预报	(43)
“倾听”地震	(46)
地震前的异常雷暴	(47)
太阳和地震	(49)

联合国教科文组织关于巴尔干地震研究的计划

地震是很可怕的，其最可怕的因素之一是它的突然性。地震比其它的自然灾害来得更为突然，其危害面积也更大。1943年10月6日夜5时，阿什哈巴德（Ашхабад）发生了地震，几分钟内就破坏了该市。1920年12月16日夜，中国西北部的甘肃省海原城附近发生了一次灾难性地震，伤亡也很惨重。

地震的突然性对从事研究地震时间预报问题的科学家来讲，目前还是一个难题。无疑，此项工作的成就，甚至是精确测定震前半小时的时间，也将造福于人类。目前，世界各国都在从事这方面的研究，苏联、美国和日本也在从不同的角度研究这一问题。

巴尔干半岛是欧洲地震活动性最强的地区。在土耳其和希腊经常发生强震，有时还发生破坏性地震。这是欧洲两个地震活动性最强的国家。南斯拉夫的地震也很频繁。1963年7月26日马其顿共和国首都斯科普列市（Скопје）发生了一次破坏性地震，1000多人死亡，2000多人受伤。保加利亚境内地震活动比较小，但地震仍经常发生。许多地震学家认为，1904年4月4日欧洲的最强地震之一就发生在保加利亚西南部的斯特鲁马河（Струма）流域。罗马尼亚境内的地震活动虽比较平静，但特兰其（Транс）地区则经常有地震发生，它位于南喀尔巴阡山和东喀尔巴阡山的接合处，这恰好是在喀尔巴阡山弧形带急剧弯曲地区。特兰其地区的地震，其震源位于地壳下100和150公里间的深处，地震波及面很大，在相当大地区内是破坏性的。1940年11月10日发生了一次最强地震，使布加勒斯特遭受了巨大的破坏，这次地震几乎苏联整个欧洲部份都

能感觉到。

上述所提到的这些国家——土耳其、希腊、南斯拉夫、保加利亚和罗马尼亚——组成了国家小组，在联合国教科文组织的领导下制订了巴尔干地震研究计划，该计划于1年多前组织完毕，现已开始进行研究，但其规模比计划所设想的要小，预定于1974或1975年完成。

根据联合国教科文组织的方针所进行的地震活动性研究史中，有几个“使团”是大家熟知的。这些“使团”是这一国际性组织所组成的，目的是为了研究某些国家的地震活动性。然而它们工作的时间都不长（几个月），而且在实际工作上几乎完全与被研究国家的政府和科学家脱节。

巴尔干地震研究计划原则上是在另一基础上制订的。按照联合国教科文组织的章程，计划的专家只是由未参加计划的那些国家的科学家中聘请，但这些专家的作用不是主要的，他们总共只有5、6人。他们以本身的学科知识（即地震活动性的目录学、地震构造、工程地震学等）帮助总结现有的或专门收集的资料，和参加收集材料并以参谋—顾问的身份提出自己的意见和其它等。而收集原始资料和对它们进行解释的此项主要工作由参加国的科学家们承担，工作的重担还是落在他们的肩上；在这方面，巴尔干地震研究计划与上面所提到的“使团”是有很大差别的。

巴尔干地震研究计划参谋部设置在马其顿共和国斯哥普列（Скопје）市的马其顿工程地震学和抗震建筑研究所。联合国教科文组织任命著名的捷克斯洛伐克地震学家Вит Наврншк为该计划的领导。

巴尔干地震研究计划工作参加者的任务是广泛和繁重的。他们

要收集和系统整理现有的一切地震统计资料和编制详细的地震目录，改进地震台的工作和建立新的地震台，以便更全面和完善地查清这一地区地震活动性的总的情况。

测定本世纪初一些强震震中位置是这项工作中的一个特殊任务。当时由于地震台很少，仪器也不完善，以致使震中的仪器测定极不准确（误差为 ± 50 公里）。地震的破坏后果通常也不是直接就地研究（称为《大地震的研究》）。因此，不同科学家对同一地震震中位置的测定差异很大，自然，这对地震区划的精确性有一定影响。

譬如，1904年4月4日欧洲发生的一次最强震，保加利亚科学家指出其震中位于斯特鲁玛（Струма）河流域上的Бресна和Крупнио地区的附近，而称此次地震为克列斯涅（Кресненско-ниа）地震。而南斯拉夫的一些地球物理学家和地质学家则认为，其震中位于别罗沃（Белово）村西部30—40公里处，称此次地震为别罗斯（Белосио）地震。

这个问题就这样悬而未决，而本文作者认为，近来所发表的一些资料有利于南斯拉夫科学的看法。Петрушевскиа В.А曾先后在上述两个震中区作过短期逗留，按照他的意见，克列斯涅克鲁普尼克（Бресна-Крупнио）地区的工程—地质资料没有提供论据表明不久前在这里曾发生过强震。同时，地震目睹者的回忆也证明了这一情况。因此，目前倾向于1904年地震震中区在很大程度上位于现在的南斯拉夫境内，而位于保加利亚境内的可能性不大。

地震地质研究在巴尔干地震研究计划的工作中佔有很大的地位。必需了解半岛各地震区地震地质状况差异的原因。此项任务涉及研究地震活动性问题中的最为复杂的部份。众所周知，地震的一般成因到

处都是一样，即通常在地壳下不同深度内所形成的构造运动。地震的直接成因到处也都相同，即深部（断层）岩层的连续断裂。这种断裂是由于构造运动时所形成的应力瞬时释放的结果。然而，这些因素只是地震现象的一般和部份成因。而产生地震的具体地质状况在各个地区是极为不同的，换句话说，也就是地震活动性的地质标志在各个地区是有差别的。而这些，对于地震成因是很重要的。

以上所述，完全符合于巴尔干半岛的情况。大家都知道，强震经常发生于相互垂直走向的地质构造交叉点地区，这是地震活动性可靠的地质标准之一，虽然我们对此种情况下所产生的运动机制和地震活动性程度提高的直接原因了解得还不清楚。在土耳其也有这种类似的条件，土耳其境内发展有东西向的地质构造，这些地质构造在许多地区与大的延伸几百公里的近南北向断层相交叉。土耳其的许多强震震中区就位于这些交叉点上。

希腊境内总的地震活动性比土耳其强，然而，其地质构造的这种交叉现象似乎未观察到，或该地区就没有这种特有的现象。那为什么这里的地震活动性比土耳其强？这是否由于从南部的非洲延伸到希腊境内几千公里长的极深的近南北向深部断层的原因。大家都知道，在这样大的深部断层地区，其重复震动通常多于其它类型的断层区，因此，这完全可以成为地震活动性提高的原因。爱琴海地区（部份毗连陆地）的一些地震，其震源位于地壳下，100和150公里间的深度，这也有可能与此种深部断层的运动有关。

于是这又产生一个新的难题。南斯拉夫位于直接延伸至希腊地质构造的西北部。在南斯拉夫境内其地质构造保持有同样的北西北走向，而这里的地震活动性整个说来确是比较小，根据没有深震发生这一情况来判断，其断层是比较浅的。然而，又没有可靠的资料，表明这一

状况是南斯拉夫境内地震活动性程度减少的原因。

上述这些问题极为复杂也难以解决。目前，地震地质学家正从事这方面的研究。如果问题能成功解决，这将对整个巴尔干地震研究计划都有很重要的意义。这些研究对理解地质和地震过程的一般规律性也将是个很大的贡献。否则就不可能改进地震区划的方法和实践。

符兰其深震引起了特别的兴趣。文献中关于它们性质成因方面的推谈论论很多，但是其中没有一篇是令人满意的。近来已查清，关于保加利亚和罗马尼亚境内深部构造的资料是能够说明问题的。保加利亚境内的地壳和上地幔的大的水平非均质性标志得十分准确。各构造区间的界面大部份与极深地层的裂缝相符，这一界面是从罗多比地区 (Родопски масив) 中部向东北方向延伸，而恰好是向符兰其地区和喀尔巴阡山弧形带急剧弯曲地延伸。有趣的是，保加利亚的两组强烈表面地震——普罗夫迪夫和戈尔诺-奥梁霍维茨 (Пловдивски и Горно-Оряховицката)——就发生于上述这一界面区。关于这些地震位置的应有的地质说明材料现在还没有。

这些推测，是本文作者于1971年春，在索非亚召开的巴尔干地震研究计划地震构造研究问题会议期间所提出来的。如果这些推测在经过全面考查后得到了证实，那我们就将获得有关符兰其深震性质的第一批说明材料，尽管这是最一般的说明材料。假设符兰其深震与大的深部横向地质构造区的活动有关，这就在一定程度上和阿富汗北部，兴都库什山深震地区的情况相似。

以上我们只是谈到在实现巴尔干地震研究计划时属于研究性质方面的少许问题。此外，我们还要提到一些问题，这就是基于地球物理资料总结深部地质构造的资料，分析最新地质构造运动和查清它们与地震活动性的关系，编制不同地区的工程-地质和工程-地震评定表

五国的材料应该统一和编制统一的地震区划图。

巴尔干地震研究计划是世界性实践中运用各国科学家力量的第一次尝试，其目的是为了预先准备防治地震可能的破坏后果。显然，在完成这些工作的道路上将会产生很多严重困难。但是，这些研究当其成功解决时将具有极其重大的科学和实践意义。预视巴尔干地震研究计划工作成功。

(苏)《地球和宇宙》

摘译自：1972年第5期第32 -

39页

作者：Б.А. Перушековский

关于太阳活动性对地球地震活动性的影响

地震预报问题远还没有解决。为此，必需对各种地球物理现象，其中包括与太阳活动性有关的大气现象进行综合性的研究。

本文所列资料证明了地球的地震活动性与太阳活动性的关系。

目前所集累的大量仪器资料可以说明下列两个问题：(1)总的地震活性与11年太阳周期的关系，(2)个别强震发生的时间与太阳活动（或时间）的关系，并以此证明地球的地震活动性取决于太阳的活动性。

1. 为了证明上述第一个论点，我们研究了地球的总的地震活性（用具有一定物理意义的所有地震能量的全年值 E 来表示）和灾难性地震发生次数 N 与11年太阳周期相位的关系。1904—1952年期间的 E 和 N 值是B. Intenberg和C. E. Richter根据仪器资料所确定的。而以后至1969年期间的 E 和 N 值是本文作者根据各种地震通报的资料所确定的。为了延长时间和保持序列的均值性， E 值按下列公式计算：

$$\text{Log } E = 1.2 + 1.8 M$$

我们利用Bолбов W数作为太阳活动性的指数。然而这些级数——太阳的和地震的——并不是纯周期函数，因为11年的太阳周期是平均周期。实际上所观测到的周期，其时间是7，8，9，10和14年。一般地讲，地球的地震活动性并不存在某种周期性。因此，为了寻找地球的地震活动性与11年太阳周期的关系，则需计算在周期中的平均 $\bar{E}$ 和 $\bar{N}$ 的分布。在这种情况下，既然平均间隔界线尚不能严格确定，则就可通过按Bолбов数（1905，1917，1928，1937，1947，1968年是这种零点年）测定的太阳活动性

最大的各年叠加对这些间隔进行叠加 (见图 1)。亦即在平均时运用太阳-地球物理学中广泛推行的年代重加法。因此, 所得分布除所探求的论据外, 还可能具有预报的意义。

用上述方法所得 11 年太阳周期中的 (周期曲线) 平均年值 $\bar{m}$ 和 $\bar{n}$ 如图 1 所示, 曲线 $\bar{m}$ 表示均方误差值。

运用一致标准 χ^2 将所得分布与平均分布, 地球的地震活动性与 11 年的太阳周期关系 (有时可以等待后者) 进行比较时, 在 11 个自由级情况下求得: $\chi_1^2 = 23.4$ ($P_1 \leq 0.02$); $\chi_3^2 = 25.0$ ($P \geq 0.01$); $\chi_3^2 = 19.9$ ($P \geq 0.05$)。因此, 以大于 0.995 的作用水平断定, 所得分布 M 与 11 年太阳周期的关系不是偶然的。

因此, 这些结果可以表明地球的总的地震活动性与 11 年太阳周期的关系。此时最高的地震活动性发生在上述周期最大和最小的时期。高度的地震活动性发生于 11 年太阳周期 (+ 第 6 年) 的最小的时期也不是突然的, 因为对其它一些与太阳活动有关的现象, 周期曲线的类似变程也经常发生。譬如, 11 年周期中的这种变程具有慧星的辉反。正如近来所指出的那样, 这与太阳微粒辐射的强度有关, 同时, 在这些年内, 逐步开始的磁暴次数和极光的强度和次数都增加了。

2. 由于所得结果证明了地球的地震活动性与 11 年太阳周期间的关系, 因而研究个别强震与太阳活动过程的关系问题是很有意义的。显然, 这个问题不仅对理解上述这种关系的物理学内容, 而且对解决地震预报的某些问题也是很有作用的。

大家都知道, 太阳活动区通过中部太阳子午线是太阳活动性对各种地球物理现象影响最有效的指数之一, 因为微粒辐射在太阳朝向地球的方向, 其强度变化与通过的时间有关。为了揭示个别强震发生的时间与太阳表面活动区的关系, 我们研究了 $M \geq 6.5$ 的强震发生的

时间与活动区通过中部太阳子午线的时间的关系；研究了发生在最近 11 年太阳周期不同相位时期中的 (1953, 1957-1967 年) 594 个地震；计算了地震的分布和发生的时间，以及活动区通过中部太阳子午线机会的次数等。对于太阳活动性最大的时期 (1957-1961, 1967 年)，我们计算了半球百万分之几中面积为 $S \geq 100$ 的活动区。对于太阳活动性最小时期，则计算了全部的活动区，而不考虑 S 的情况。对于过渡的几年 (1961, 1962, 1966 年)，我们将位于中部太阳子午线区的所有黑子群的面积进行了平均 (关于地震的日期)。所有这些重要的太阳资料已按太阳活动目录着手整理。

用上述方法所得曲线图如图 2 所示。运用统一的标准 χ^2 ，将所得分布 N_1 与 13 个自由级时的平均分布进行比较，得出 $\chi^2 = 20.2$ ($P \leq 0.05$)；因此，以约 0.995 的作用水平断定， $M \geq 6.5$ 的地震的时间与太阳活动区通过中部太阳子午线的时间的关系不是偶然的。

根据图 2 得出，在太阳活动性最大和最小的时期内，地震平均在太阳活动区通过中部太阳子午线后的 2-3 天内发生。对于中间几年 (1962, 1966 年)，太阳活动区通过中部太阳子午线的时间与地震间的 Δt 时间间隔有所减少，但它们的关系仍然存在。图 2 所列数据基本上可以证明强震发生的时间与太阳活动区的关系。同时也说明太阳的微粒辐射可以成为太阳活动性对地震现象影响的物理因素。关于这种影响的可能物理模型，在本文参考文献 (8) 中已研究过。

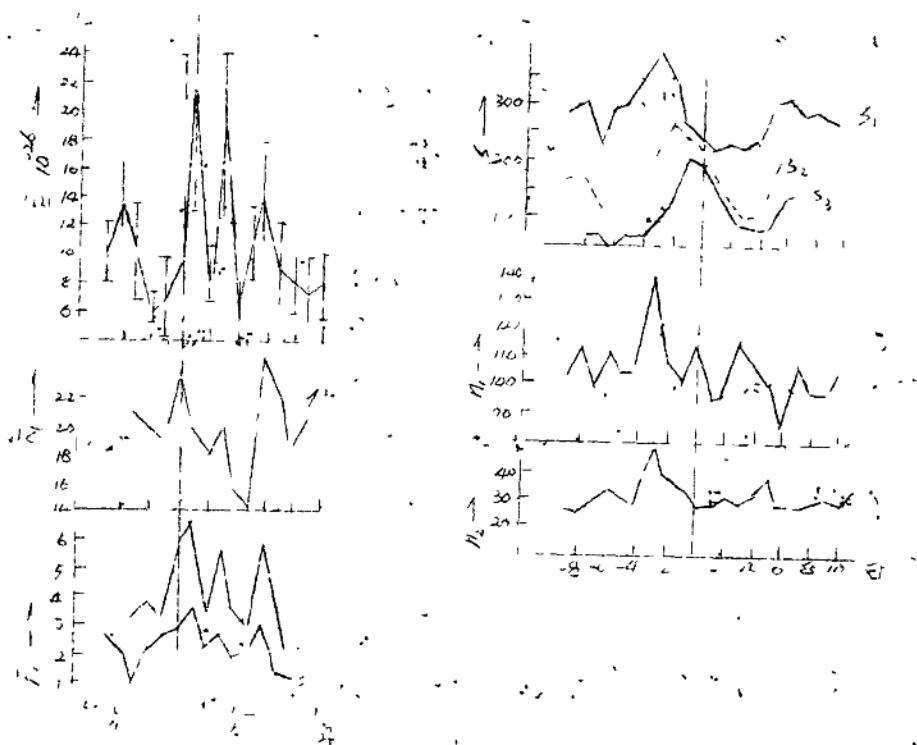


图1: 地震能量E全年值和地震全年次数N的平均周期曲线。

$N_1 - M \geq 7.0$ $N_2 - M \geq 7.5$; $N_3 - M \geq 7.75$ 。

图2: 活动区通过中部太阳子午区机会的次数N和对于 $M \geq 6.5$ 的地震发生时间内中部太阳子午区中黑子群平均面积S的分布。 N_1 —太阳活动性最大的时期 ($N = 289$,

1957—1961, 1967年)。 N_2 —太阳活动性最小的时期 ($N = 143$, 1953, 1963—1965年)。 $S - N = 46$ 1961年。

$S_2 - N = 35$ 1962年。

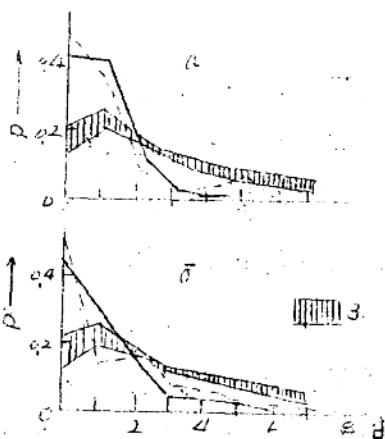


图3：实际预报和偶然预报误差分布，a - 1963年，
b - 1965 - 1966年，1 - 正估计（从预报到最近一次地震）；2 - 反估计（从每次地震到最近一次预报）；
3 - 偶然地震预报误差分布界线。

很明显，上述这些图解是有预报意义的。基于这些图解可以在很大程度上判断地球最高地震活动性发生的年代，譬如，11年太阳周期的最后一次最大活动是在1968年，那么，在1972 - 1976年期间所发生的进程B和N将与图1中(+4) - (+8)年内的这些量的值相符。因此，误差为±1年（取决于太阳周期的持续时间）的当前最高地震活动性应该是在1974年。

从另方面讲，地震发生的时间与太阳活动区通过中部太阳子午线时间的关系将有助于今后研究整个地球强震时间的预报方法。正如ОПТИНСКИЙ А.Д.（本文作者）利用所得规律性对个别强震发生的时间进行了预报。这些预报都预先通知了普尔科夫（Пулково）地震台。1963 - 1966年期间， $M \geq 6.0$ 地震预报，按照ТРИПОЛЬНИКОВЫЙ В.П.在普尔科夫地震台所作的估计，其误差分布如图3所示，基于 $M \geq 6.0$ 的地震重复性平均频度所作的偶然预报分布也见图3。

分布的比较表明 它们的差异是很大的, ($\chi^2 = 31.2$, $p \leq 0.0001$), 即以约 0.999 的可靠概率而断定, 预报与 $M \geq 6.0$ 的地震的关系不是偶然的。Писаренко В. Ф. 在苏联科学院地球物理研究所数学统计实验室对 1965—1966 年期间的预报作了估计, 而以约 0.995 的作用水平表明, 这段时间的预报与 $M \geq 6.0$ 的地震的关系不是偶然的。

所有上述数据可以证明, (1) 地球的地震活动性与 11 年太阳周期相位的关系; (2) 个别强震发生的时间与太阳活动区位置 (活动时间) 的关系。而所有这些都可以表明地球的地震活动性与太阳活动性的关系。

最后还想指出, 虽然在原则上我们已经说明了可以解释地震现象和大气过程与太阳活动性关系机制的物理学模型, 许多地质构造和地球物理方面的问题还需进一步作专门的研究。无疑, 这些研究必将获得一定成果。借助这些成果, 除能解决太阳—地球物理学和大气与地球相互作用的某些问题外, 还可以顺利地解决地震预报问题。应考虑到, 这种预报的某些成功经验已经具备。因此, 在解决地震预报问题时, 不应预先局限于事前所提出的一些设想研究方面, 其中包括传统的设想研究, 而应从某种机制的可能性的明确的物理学概念出发, 这是完全可以肯定的。

译自《苏联科学院报告》

1973 年第 208 卷第 5 期

第 1078—1081 页

作者: А. Д. ОНТИНОВИЙ

日本的地震预报研究

1. 引言

2. 日本地震预报研究计划

(1)、大地测量工作

(2)、潮标观测

(3)、倾斜仪和应变仪

(4)、微震观测

(5)、活断层和褶皱作用

(6)、地震波速度的变化

(7)、震磁效应

(8)、实验及其对野外工作的作用

(9)、根据地震统计预报地震

3. 地震预报的组织 and 策略

(1)、地震预报工作的组织

(2)、地震预报的策略

(3)、地震警报的定量研究

4. 南关东的活动

5. 总 结

日本的地震预报研究

1. 引言

日本在整个历史上一直遭受地震灾害的痛苦，最严重的是1923年9月1日发生的关东（关东指东京周围的地区）地震，有十万多人死亡，多数死于地震后立即引起的火灾。从那时以来，东京的人口不断增加，近年来超过一千万。虽然现在抗震建筑物更普遍了，但令人担心的是，如果有一个类似震级的地震重现的话，这个世界最大城市的活动将要完全停止。

如果能够预报大地震发生的话，至少能挽救居民的生命，虽然挽救财产是困难的。因此在日本对于地震预报的社会要求是很强烈的。然而在地震预报方面没有系统的努力，这种情况一直持续到大约十年前一些地震学家提出一项地震预报计划为止。坪井（Tsuboi）等人（1962）发表了题为《地震预报——直到现在的进展和将来的发展计划》的报告。这是全国地震预报研究计划的开始。这份现在闻名的报告总结了日本地震学家的认识，极有助于实现地震预报。这个报告被称为地震预报计划的“兰皮书”，其后若干年的发展受到“兰皮书”的极大影响。

1965年开始了一项政府支持的地震预报的长期研究计划，以后由日本学术会议、大地测量局和其它政府机构进行了讨论。此计划受到了适时的地震的检验。如1965-1967年日本中部松代周围的地震群这个地震活动性很高，以至于在1966年4月的一天之内就有600多次有感地震。用“兰皮书”的方法观测得到了突出的成

功，因此中等破坏性地震可能发生的预报（或长期预报），正式公布了地震发生的地点。

1968年5月16日十胜冲地震猛烈震动了日本北部。因此，地震预报的必要性在内阁级的会议上进行了讨论，并提出要大大加强地震预报的研究。尽管地震预报的方法学迄今还没有牢固确定下来，现在是一有可能就要着手进行实际预报，而不是预报研究。

日本许多地震预报研究的进展不断由力武常次（1966, 1968a），获原和力武常次（1967）及金森（1970）加以评论。本文的目的是涉及到某些最近的发展，以及日本地震预报研究的一些结果。

2. 日本地震预报研究计划

地震现象方面的研究主要是由在大约一百年前日本维新初期从西方国家邀请到日本的一些科学家引进来的。这些科学家对日本频繁的地震感到吃惊，他们与日本科学家一起组织了地震协会。此后，许多有关地震现象的资料积累下来。

由于长时间进行观测的结果，日本地震学家们开始认识到（虽然还不大明确）他们将实现地震预报。地震预报研究讨论以后，正如兰皮书中所指出的好多要点都清楚了。

因为对地震产生的机制不太了解，所以地震预报的方法学很大程度上与多年地球物理观测的经验有关，而不依赖于地震成因的物理理论。然而，近年来广泛认为大多数地震是由于地下岩石突然破裂而引起的。假定这种理论是正确的，有时可能猜测岩石破裂是在地震前发生。下述的地球物理因素是现在地震学家们考虑对预报地震有用的那些。它们差不多是在“兰皮书”中所指出的那些的延伸，被近年来的发展所补充。