



苏联大百科全书选译

地震

地质出版社

PDG

032/4414

苏联大百科全书选译

地 震

出版者 地 质 出 版 社

北京宣武门外永光寺西街3号

北京市书刊出版业营业许可出字第050号

发 行 者 新 华 书 店

印刷者 地 质 印 刷 厂

北京广安门内教子胡同甲32号

印数1—6300册

1956年10月北京第1版

开本31"×43¹¹/₃₂"

1956年10月第1次印刷

字数14,000字

印张 1¹⁸/₃₂ 插页 2

统一书号:13038·103

定 价: 0,18 元

地 震

地震是由天然原因所引起的地下震动或地面震动。在微弱地震时会觉察到：房屋的牆壁輕微地咯吱作响，器皿發出叮噐声，室内植物的叶子顫顫抖动，器皿中的水搖晃不定，懸挂着的物体發生擺动，等等。比較強烈的地面振动会引起壁上泥灰的剝落，室内陈設的某些物体倒下。还会發現更为厉害的地震效应所造成的若干災难，一直到居民点的破坏，地表面貌的改变，山坡上形成巨型的崩塌，地面的断裂等等。象这样的地震在人們聚居的地方往往会帶來大量人口的伤亡。1556 年，在中國發生地震时，毀滅了几十万人的生命；1755 年的里斯本地震，1906 年的旧金山地震和 1908 年的麥西拿地震使这些城市遭受了非常慘重的破坏。1923 年，在日本發生地震时，在东京市造成了重大的破坏，死亡人数达十四万人以上。为了从地震的烈度上來比較地震，我們利用一种特別的等級，按这个等級，把最微弱的震动評定为 1 度，最強烈的为 12 度。

在苏联对地震烈度的确定，采用 12 度的等級(苏联标准制定委员会全苏标准 4537 烈度表)，下面是这个等級的簡略形式。

度	地震烈度	簡 明 的 評 述
1	无感的地面震动	只有地震仪器才能测出。
2	很弱的震动	地震仪器能觉察到。只有某些完全静止着的人感觉到。
3	弱的震动	只有少部分居民感觉到。
4	中度的震动	从物体、器皿、窗玻璃的轻微的叮噐声和振动，以及門和牆壁的軋軋声來加以辨别。
5	相当强的震动	很多戶外的人和所有室內的人都会感觉到。房屋普遍震动，家具擺动。鐘擺停止运动。窗玻璃和牆壁泥灰破裂。睡着的人被驚醒。
6	强的震动	人人会感觉到。許多人驚慌地逃到屋外。画从牆上落下，有些地方，泥灰塊也从牆上落下。
7	很强的震动	磚石房屋的牆壁遭受损伤（發生裂隙）。抗震建筑以及木料建筑物和籬笆仍然不受损伤。
8	破坏的震动	在陡坡和潮湿地面出現裂縫。紀念碑从基座上扭轉或倒下，房屋遭受到嚴重的破坏。
9	毁灭的震动	磚石房屋嚴重损伤和破坏。年久的木造房屋稍有歪斜。
10	毁灭的震动	在地面發生裂隙，有时寬度达到1公尺。在山坡上出現地滑和崩塌。磚石建筑物被破坏。火車軌道弯曲。
11	災 難	地球表層上出現大裂隙。大量的地滑和山崩。磚石房屋几乎徹底遭到破坏。火車軌道强烈弯曲和拱起。
12	最重災難	地面的改变遍及范围很广。發生无数裂縫、地滑和山崩。造成瀑布、湖水上涌、河流改道。任何一个建筑物沒有留存下来。

人們直接感觉出的地震，其总数一年达到数千次。設有專門仪器——地震仪（見“地震仪”）的地震台（見“地震台”）所記錄的地震次数更要多得多。每年發生在地球上的地震的平均数列入表 1。

表 1

灾难地震	不超过 1 次
破坏大的地震	10 次左右
破坏性震动	100 次左右
導致个别损伤的震动	1,000 次左右
沒有破坏性的震动	10,000 次左右
現代仪器所記錄的地震	100,000 次左右

地下震动的烈度在地面上达到最大值的那一地段叫做震中（見“震中”），震动烈度从震中而向外慢慢地减小，一直到几乎剛能觉察到地面振动的程度。如果把震动烈度相同的那些点用綫联接起来，那末就得到所謂的等震綫（見“等震綫”）。地震震动最为強烈的等震綫包圍震中。最外圍的等震綫（一般是 3 度或 4 度）圈出在該次地震中微弱振动的傳播区域。振动傳播的面積，按其規模來看是極不一致的。比如說，在 1911 年的大型地震（北天山），其振动的面積广达 3—4 百万平方公里；在 1930 年的法依查巴德地震（塔吉克斯坦），其傳播区域僅僅达到一万平方公里。然而也有些振动由震中向外傳播的距离只达几公里。

在許多情况下，震中却不是直接的震源，而只不过是震源（見“震源”）在地球表面的投影，也就是發生地震的地球深处的那个地段在地球表面的投影。震源的深度可能各有不同——在地表下面达到 600—700 公里。只有在最近

二三十年來建造了大量的地震台并确定了所得記錄的整理方法以后，才獲得关于震源深度的可靠数据。已經闡明，大半的震源都是位于地壳的範圍內，也就是說不深于 100 公里。总的來說，所有災難性的地震都是在这样的深度發生的。然而更深的震源也是有的。例如，在帕米尔和北阿富汗就有許多各种深度的地震震源，一直到地表以下 300 公里的地方。在太平洋沿岸，到处可以發現其震源深度达 600 公里的地震。就是在地壳本身的地層中，其震源的分布也是不均衡的——愈接近地面，其地震也愈強；比如說，在克里米亞的地震，其深度从 10 到 40 公里；在中亞細亞的北部震源很少深于 60 公里。

在震中的震动烈度和振動傳播的面積之間沒有直接的关系。在这一方面，起决定性作用的却是震源的深度。在深度相当大（和在震源內發出相当大的能量）时，振動可能在大片面積內傳播，可是在任何地方，甚至在震中区也不能达到很大的烈度。相反地，在深度不大时，特別是当震源臨近地表时，在震中区則可能發現破坏性的效应，可是在离开震中数公里的地方，震动烈度可減弱 3—4 度，并且其傳播区域也是很小的。

在強烈地震时会發出地下轟隆声，有时很強。在某些地震中曾經出現过地磁場和地電場要素的瞬时变化，同时發生閃光。發生这种現象的原因还不够清楚。人們曾作过多次的嘗試想搞清为期为几年、一年和几晝夜等發生地震的周期性，然而還沒能夠闡明存在周期性的真正标志；而且也沒有發現地震与天文現象或气象現象之間有何关系。就在那个遭受強烈地震后的地区，在几年之內照例会觉察到所謂的重復震动，即余震，这种余震慢慢地变少和

变弱。例如，在1911年的克平地震（天山）之后，就發現在一年內具有如下次数的余震（見“表2”）。

表2

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
余震次数	179	53	23	16	18	10	—	1	1	6	3	6

地震在地表的分布并不均衡。在平原地帶，或者更正确些說，在地台区（見“地台区”），就沒有震源；就連以微弱形式出現的、來自远处震源的振動也很少会达到这里。在海洋盆地的中心部分，震源也很少見。在破坏性地震震源中，大部分主要的震源是处在所謂的現代褶皺帶（見“岩石的褶皺作用”）的範圍之內，也就是目前在地壳上伴随地壳变形發生強烈运动的那些部分。列于这种地段的有

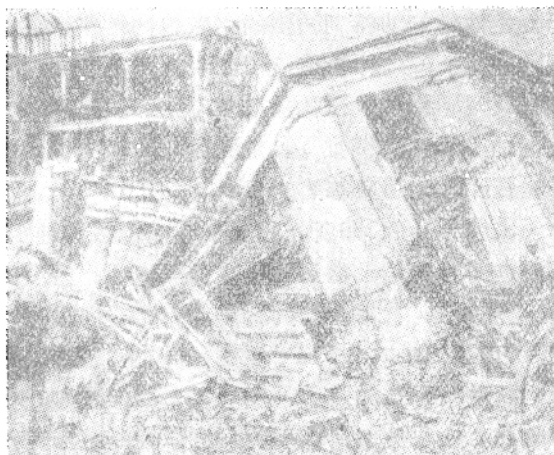


圖 1. 康賽普新市（智利）地震的破坏情形

多山地区以及其他某些区域。

在各民族的自然歷史观念發展史上，对地震的解釋相傳着許多神話和迷信，或者是什么别的解釋地震的見解。地震这一門科学——地震学（見“地震学”）——大約是在100年前形成的。米·瓦·罗蒙諾索夫創立了發生地震的正確假說。他指出了，地震与在地壳中观测到的破坏之間的关系：地壳中所經受的运动會導致各种裂隙和断層的形成，并且往往随之而產生地震（“論地震生成金屬”，1757）。進一步研究关于地震原因問題的許多著名的俄國学者有：А.П.奥尔洛夫（1840—1889）、Б.Б.加利清（1862—1916）、М. Б.穆什凱托夫（1850—1902）、П. М.尼基佛罗夫（1884—1945）等人，以及許多外國学者，特別是阿·集別尔格、格·莱德、弗·蒙太許德巴洛、澤·米衡、布·戈登別尔格等人。

發生在地球上各地層中的構造运动就是地震的原因。地震同發生構造运动特別強烈的褶皺帶的伴生性，首先証實了上面的見解。这种構造运动表现为多不勝数的、常常是复雜而巨型的錯动（也就是在地壳中形成褶皺、断裂和地壳个别地段的垂直移位）、地壳各層的深变質作用（变化）、強烈的火山噴發等等。

为大家所熟知的，即所謂的太平洋構造帶和地中海—橫断亞洲構造帶範圍內，常常發生強烈的地震：第一帶包括堪察加、千島群島、日本、琉球、台灣、菲律賓、印度尼西亞、新西蘭、伊里安（新几內亞）、安第斯、墨西哥、科迪勒拉、阿拉斯加、阿留申群島的震中；第二帶包括伊比利亞半島和亞平宁半島、阿尔卑斯山脉、喀尔巴阡山脉、巴尔干山脉、小亞細亞、高加索、帕米尔、奥都庫什山脉、喜馬拉雅山

脉的震中（見插图）。往往在地震时会突然發生一些地壳某地段的相对变位。关于这种变位的某些資料列入表3。

在强烈地震时構造断裂的断距（取整数） 表3

震 中	年	断裂長度 (公里)	最大变位 (公尺)	
			水平的	垂直的
亞 西 蘭	1855	150	—	3
貝 加 尔	1862	—	—	2.5
墨 西 哥	1887	60	—	9
日本, 美濃尾	1891	100	4	6
印度, 阿薩姆	1897	20	—	12
阿拉斯加	1899	—	—	14
蒙 古	1905	300左右	20	—
台 灣	1906	40	3	2
加里福尼亞	1906	450	7	—
內 華 达	1915	35	—	5
加里福尼亞	1940	65	5	—

往往会發現構造（一般指的是断裂）的分布和等震綫之間有着密切的一致性。等震綫沿着構造断裂伸展，它們圈出了狹窄的、在構造断裂附近遭受嚴重破坏的延伸帶。例如，在1930年發生的法依查巴德地震（Файзабадское землетрясение），1941年的加尔姆地震等。这些在淺震源地震时，表現得特別明顯。

根据地震台記錄的材料研究震中或震源的分布，可以看出其中有很多直接位于活动構造帶中；例如，在1946年的恰特卡尔（天山）地震时，数百个余震震中沿着巨大的、所謂费尔干納-塔拉斯構造断裂分布，这指明了这个断裂在激起地震震动时所起的作用。

除了構造地震以外，还有与火山噴發有关的火山地

震，以及与地下喀斯特空洞的塌陷有关的陷落地震；在發生这种地震时，其震动烈度并不大，并且傳播也不远。还有一种叫海底地震（見“海底地震”），实际上也就是上面說到的那些地震，所不同的只是它們的震源位于海洋底下。

从苏联学者們所進行的研究，能夠正确地讓人們明白，在構造地震时会發生地下撞击作用。这个作用可看作緩慢的、連續的、恒定的積聚構造應力的結果；当組成地壳該地段的岩石強度达到極限时，这种構造应力就導致岩石的破碎，地壳構造的破坏及地塊沿着弱化帶的突然位移。在若干情況下，可以相当确切地指出，震源处地球的某部分在哪一个方向發生变位。例如，在1927年克里米亞地震时，大型構造断裂（即所謂的逆掩断層）系的北翼，突然遭受到变位；这个断層把克里米亞半島的上升地段同下降的南翼分开來；下降的南翼与黑海底相符合。在1948年的阿什哈巴德地震时，其活动区乃是大型断裂的南翼，这一断裂把伏于科彼特达格山脉以下的褶皺区域和卡拉庫姆構造窪地区分开來。在1946年的恰特卡尔地震时，费尔干納—塔拉斯断裂的南翼發生了变位，这个南翼以北西的水平方向沿着破裂面移动。

構造應力的積聚、以地震形式出現的这种應力的解放作用、以及在震源所發生的地震波向地球各部的傳播，都与岩石的彈性及整个地球固体物質的彈性有关。彈性理論是在地震物理学这一領域內的現代概念基礎上建立起來的。在地震时，由震源所分出的能量是可以計算出來的。所作的計算表明，在強烈地震时，所分出的能量达到 $1 \cdot 10^{24}$ — $1 \cdot 10^{25}$ 尔格。这些能量相当于德聶伯水电站在300—350

年內不間斷的工作条件下所供应的能量。

在地震時，在震源發生一系列複雜的振動運動，愈來愈遠離震源的質點依次地被引入這個振動運動的系統內。在這種複雜的綜合振動中，某些振動表現得特別明晰，並且在頗大程度內它們確定着地震紀錄的形狀（所謂地震紀錄就是在地震台上對地面振動的記錄）。這首先是沿着地殼的地層傳播的縱波，其速度為 V_p ，每分鐘達到7—14公里。我們可以把它這種波理解成介質對體積突然變化的反應。我們可以空氣對振動的反應而產生的聲波作為傳播於氣體介質中的縱波的一個例子，例如弦子那樣的振動，使它周圍的空氣發生收縮和膨脹的迅速交替。其次是橫波，可以將它看作介質對形狀變化的反應。橫波在地球地層中以速度 V_s 傳播，這個速度每分鐘為4—10公里。對縱波來說，質點按波傳播的方向振動，也就是說由震源向四外、沿着所謂的地震射線的方向振動。對橫波來說，質點在垂直於地震射線方向的平面內振動。因此，縱波是介質反抗體積變化的結果；這種反抗性可以作為所有物質結合狀態的特徵。縱波既可能在固体中，也可能在液体和气体中傳播。與此相反，由於介質反抗形狀變化而發生的橫波只能在固体中傳播；液体和气体並不反抗形狀的變化。縱波和橫波的速度由下列公式來確定：

$$V_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \quad \text{和} \quad V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}},$$

式中 K 是全壓縮係數， μ 是剪變係數， ρ 是介質密度。

除了縱波和橫波以外，還分出一種發生在固体彈性空間的自由表面（地球和空氣的分界面）上的所謂瑞雷波，好象因受到風的影響在液体表面出現的波一樣。但在固体物

質中，瑞雷波是由彈性力所引起，而不是如在液体中的由重力所引起。最后还分出一种所謂的橫表面長周期波，它們發生在当彈性層位于彈性半空間的表面上的那种情況下。

彈性地震波物理学在应用地震学的問題中研究得相当詳細。進行主要研究的要算 Б. Б. 加利清、В. И. 斯米尔諾夫、С. П. 索博列夫。以从震源向各方向傳播的地震波的分析，來判斷不能直接去研究的地壳深处的構造及地球中心層圈和核心的構造和性質，也可幫助尋找礦床。現在地震学已为極其精确的仪器和数学解析方法所武裝，它已成为地球物理学（見“物理学”）中最为重要的学科之一。

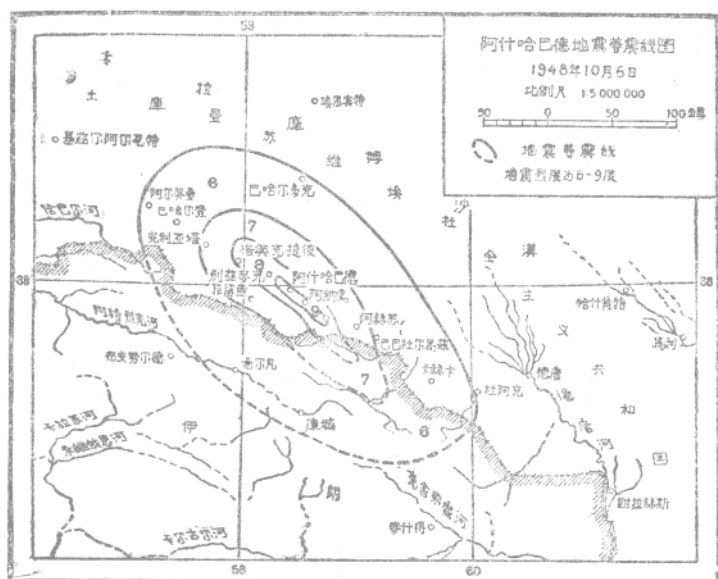
苏联境内地震的概况（見插圖）。苏联境内的地震，沿着國境綫——从喀尔巴阡山脈到堪察加半島——是誰都知道的。在摩尔达維亞苏維埃社会主义共和國境内和在烏克蘭苏維埃社会主义共和國西部，从喀尔巴阡山脈傳來的地震，其烈度有时为 7—8 度。这种地震的震源通常位于深达 100 公里的地方。在克里米亞，为大家所知道的相当大的地震就有 100 次以上。其中最強烈的是：1927 年 6 月 26 日和 9 月 12 日的地震（7—8 度）。地震台每年記錄有数十和数百次非常微弱的地震。所有这些地震都与克里米亞半島南部的上升作用和向着已下降的黑海海底的沿岸部分發生的逆掩作用有关。在高加索，大多数震源位于南高加索的中部和阿哈尔卡拉基—阿哈尔齐赫—哥里—列宁納坎之間的地區。在 20 世紀上半世紀的地震中間，在这里为大家所知道的：如 1900 年的阿哈尔卡拉基地震，1902 年的舍馬哈地震，1920 年的哥里地震，1926 年的列宁納坎地震，1931 年的贊格祖尔地震及 1937 年的埃里溫地震。高加索地震的特点是：震源不深和振动的傳播区域

不大。在黑海和里海的中央部分沒有震源。沿外圍地區，在大陸坡地帶有大量震源。



圖 2. 1948年阿什哈巴德地震時，在大地上發生的裂縫

在土庫曼，震源位於共和國境內的南部，也就是說在科彼特達格山脈、大巴尔漢和小巴尔漢、卡拉比尔和巴德希茲地區。某些地震的烈度很大，例如：1895年的克拉斯諾沃德斯克地震，1946年的卡贊吉克地震和1929及1948年的阿什哈巴德地震。1948年10月6日破壞性的阿什哈巴德地震（見圖2和“等震綫圖”）是由於約15—20公里深的很多山脈向北方向移動所引起的。阿什哈巴德地震使土庫曼首都遭受很大的破壞，並引起人類的犧牲。在蘇聯政府和兄弟共和國各民族的支持下，阿什哈巴德迅速地又重建起來，並考慮到蘇聯學者們所擬定的保證房屋和建築物得以防震的建築原則。在塔吉克蘇維埃社會主義共和國、烏茲別克蘇維埃社會主義共和國、吉爾吉斯蘇維埃社會主義共和國境內，和哈薩克蘇維埃社會主義共和國的部分地區，其最強烈的地震有：1716年的阿克蘇地震，1885年



1948年10月6日阿什哈巴德地震的等震线图

的别洛沃茨克地震，1887年的维尔涅地震，1889年的奇利克地震，1902年的安集延地震和喀什噶尔地震，1907年的卡拉达格地震，1911年的萨列兹地震和克平地震(图3)，1927年的纳曼干地震，1941年的加尔姆地震，1946年的恰特卡尔地震，等等。中亚细亚地震的重要特点是在帕米尔境内有深震源存在。在此，帕米尔和天山地震状况的一个不同之点是取决于它们的地质构造和发育的不同，因为帕米尔是年轻褶皱地带，而天山却是比较古老的褶皱地带。大家都知道在西南部的天山与东部萨彦岭之间的山区到处都可看到地震，可是这些地震比起中亚细亚要少和弱。其中最强烈的是1898年和1903年在斯大林斯克地区

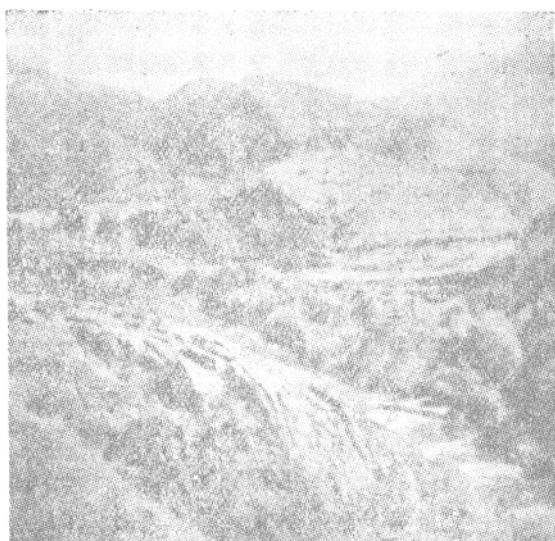


圖 3. 在 1911 年克平地震時發生的山崩

(庫茲涅茨克附近)的地震。

貝加爾湖沿岸地區乃是地震活動區域之一，尤其在南部。震中在這裡沿着構造窪地伸展成帶狀，這種構造窪地從呼布蘇古爾湖（оз. Хубсугул）西南凹地開始，並繼續沿着伊爾庫特和通卡窪地、貝加爾湖和巴尔古津河成綫狀伸展。地方性地震有時達很大的烈度（1903 年庫達林地震，1949 年的莫英齊地震）。在遠東很少發現地震，並且出現的也是烈度微弱的地震。顯著的振動只是在沿海地區能覺察到，特別是在薩哈連（庫頁島），這裡可能有 7 度地震。

西伯利亞東北地區在地震方面研究得較差。在馬加丹區域和維霍揚斯克山脈有烈度達 7 度的地震。在堪察加和

在千島群島一帶，其構造地震很是頻繁和強烈；在這里同時發現火山地震（這種地震在蘇聯其他區域是沒有的），以及海嘯，也就是海洋水面上的巨浪。這種巨浪在海底地震時以很大的速度衝擊大陸低岸，能造成巨大的災難（如，在1923年烏斯特堪察加斯克附近）。地震震中帶由維霍揚斯克山脈向北西方向伸展，經過兩極海的許多群島而達到了斯匹次卑爾根和冰島。

在西伯利亞平原地區和蘇聯歐洲部分，實際上沒有地震。只是有時在這里由於南部地區的強烈地震的結果以微弱形式發生振動，或者只覺察到喀斯特生成的微弱的地下震動（在蘇聯歐洲部分的北部，在烏拉爾和頓巴斯）。

地震在蘇聯境內分布的概況就是這樣。借一切現有資料的精確分析，能夠預測（目前還是大略近似）將來在什麼樣的地區和以怎樣的烈度可能出現地震。在這方面就牽涉到蘇聯地震區域劃分問題的本質了。地震區域劃分這個問題還是在第一個斯大林五年計劃時期在蘇聯科學面前提出來的，並且已在1937年得出第一個決議，去作出地震區域劃分圖、專門的規範和規程，以控制防震建築。在地下震動時，保障建築物免受破壞的措施是在於保證建築質量優良，在於每層樓用鋼筋水泥加固牆壁；限制樓房層數和簡化建築計劃的措施（使之接近等積形狀）在於消除任何沉重的凸出部分、大樑、欄干等等。在蘇聯防震建築的經驗表明，在建築中被認為符合要求的房屋，即使在強烈地震時，所經受的也只是不大的損傷。在1950年，蘇聯科學院地球物理研究所編制的地震區域劃分圖由蘇聯科學院主席團地震學委員會贊同，並由蘇聯部長會議批准為正式文件，根據這個文件對所有蘇聯地震區域的居民點

确定了地震度（也就是地震的大致烈度）的原始数字。按照这个圖，各种地震帶占有如下的面積（千平方公里）（見表4）。

表4

区 域	度			
	9	8	7	6
地震帶的面積（千平方公里）				
喀尔巴阡山区	—	3	50	63
克里米亞	—	1	2	6
高 加 索	1	47	130	165
土 庫 曼	57	27	37	60
中亞細亞	145	304	163	213
西西伯利亞	—	23	246	411
东西伯利亞	—	46	122	355
沿海地区	—	12	108	270
堪 察 加	18	77	47	61
共 計	221	540	905	1604

今后的研究方向是确定現有的地震区域划分圖、拟訂地震区域划分的方法、研究地方性地質条件对地震效应的影响、精細地 and 深入地研究發生地震的地質条件。所有这些都要求着大大的發展地震机构和進一步研究地震观测的解釋方法。这种研究的最終任务是解决地震預报的問題（也就是及时地預言地震）。这是一个極其艰巨的任务；苏联地球物理学家的努力方向是，要勝利地解决它。

参 考 文 献

Е. Ф. 薩瓦連斯基：“深震源地震”，1940（地震研究所著作集，1996）。