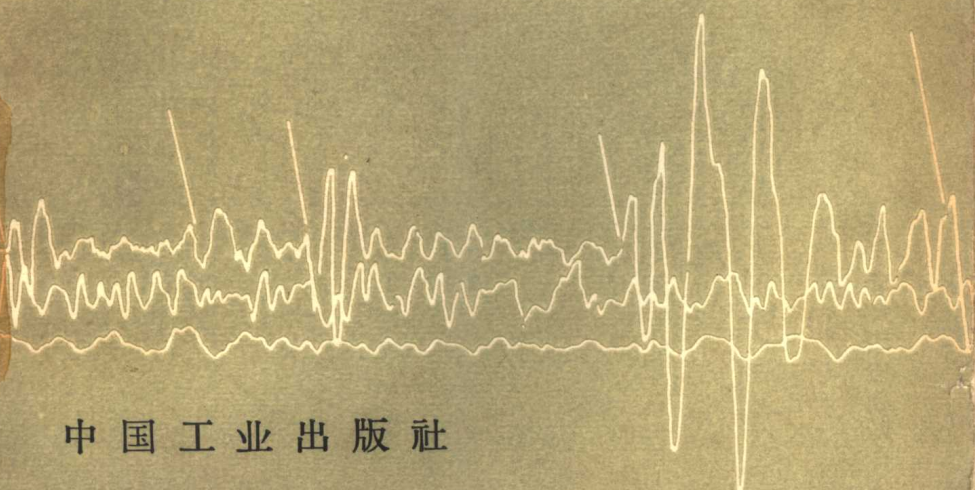


漫谈地震

〔加拿大〕J·H·霍奇森 著

中国科学技术情报研究所 译



中国工业出版社

漫 談 地 震

〔加拿大〕J·H·霍奇森 著

中国科学技术情报研究所 译

中 国 工 业 出 版 社

John H. Hodgson
**EARTHQUAKES AND EARTH
STRUCTURE**
PRENTICE-HALL, INC. 1964

* * *

漫 談 地 震

中国科学技术情报研究所 譯

*

中国工业出版社編輯室編輯
中国工业出版社出版 (北京修鵬閣路丙10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $4\frac{1}{2}$ ·字数114,000
1966年4月北京第一版·1966年4月北京第一次印刷
印数0001—5,100·定价(科二)**0.46元**

*

統一书号: 15165·4764(綜合-54)

出 版 說 明

本书原名《地震与地球结构》(Earthquakes and Earth Structure), 根据所述内容, 改为《漫谈地震》; 书中章题及章内插题, 也作了一些修改。

本书通俗易懂, 并附有插图, 可供具有中等文化程度的读者阅读, 亦可供地球物理、地质、建筑工程技术人员及其他有关人员参考。

译 者 的 話

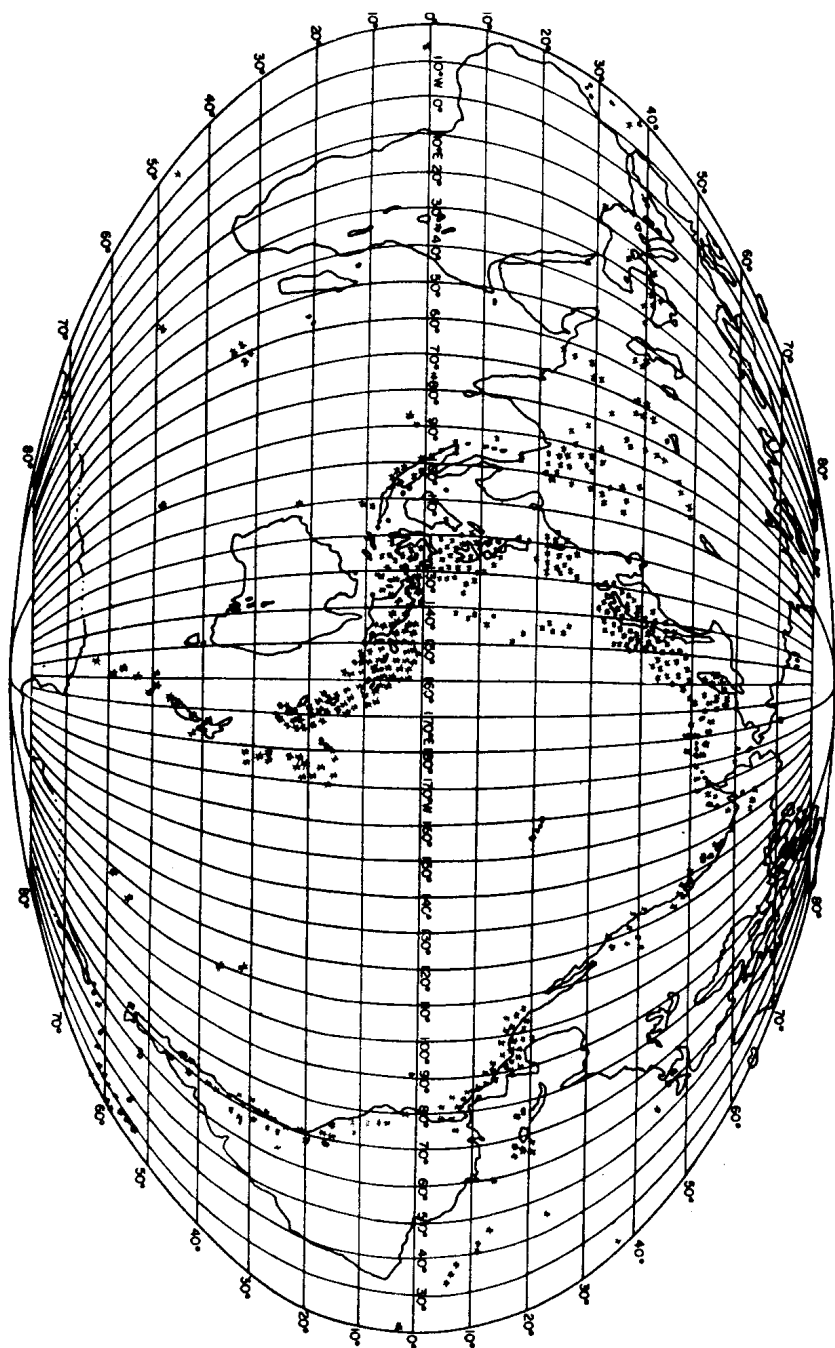
地震是一种自然现象。有人估计,全世界每年发生地震约500万次,其中绝大部分是人们不易觉察的小地震。很多地震发生在海洋深处,或者人烟稀少的地方,因而不受注意。但是,有些地震发生在人口稠密的地方,如果戒备不严就会造成不同程度的损失。为了向读者介绍地震科学基本知识,我们翻译了这本小册子。

这本书主要介绍了地震成因、地震与地球构造的关系、地震预测、地震研究方法和设备,以及预防措施等。书中插图较多,文字比较通俗。可作为了解地震科学的一本入门参考书。

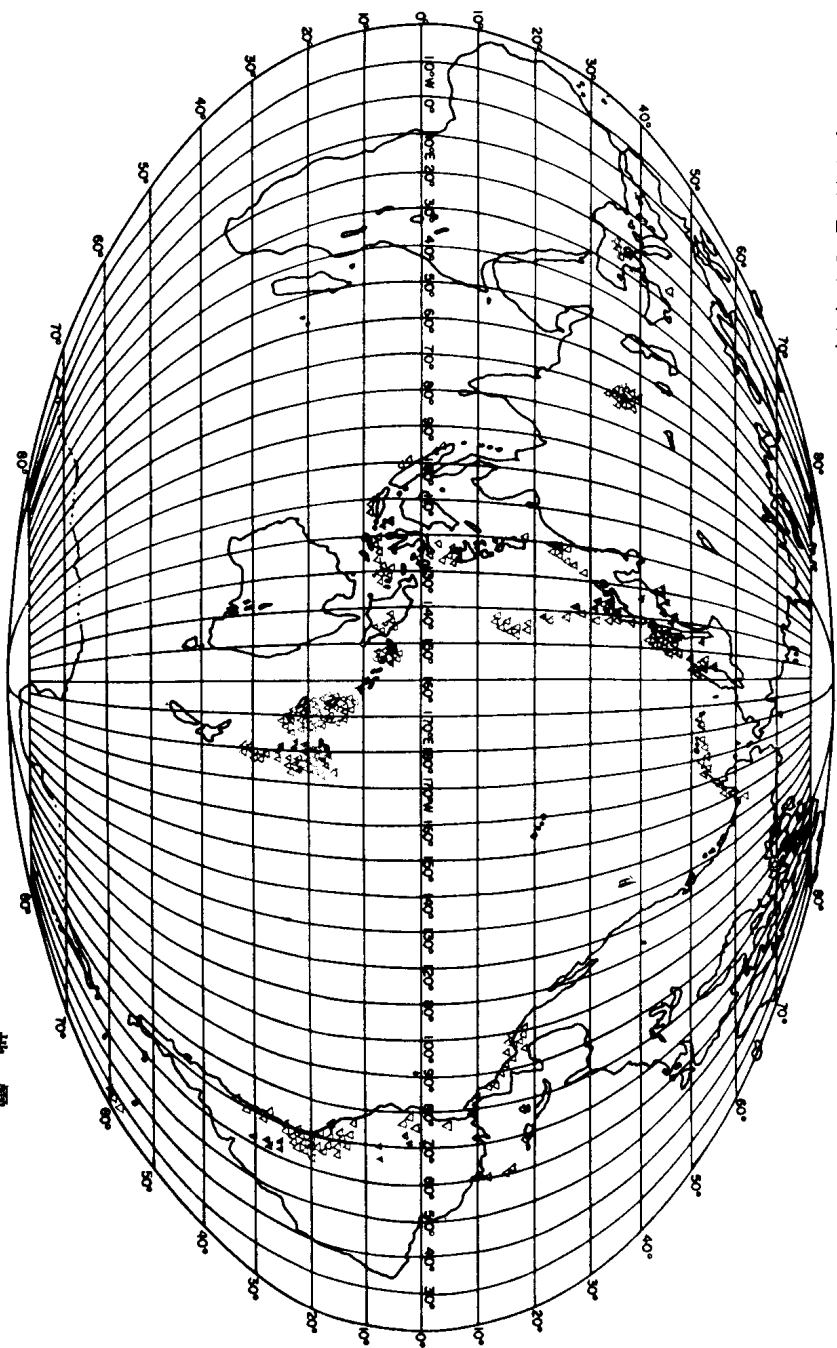
本书作者是西方资产阶级学者,书中有不少地方反映了资产阶级的立场、观点和方法,在技术上的探讨也欠严密。因此,我们在翻译中作了必要的删节,但不免仍有问题,请读者阅读时批判对待。

在本书翻译过程中,曾得到吴佳翼同志的协助,谨表谢意。

1966年4月



世界中深源与深源地震分布图



地震

▽ 中深源地震 (深度: 70~300公里);
 ▼ 深源地震 (深度: 300公里以上)。

目 录

出版說明	
译者的話	
引 言	1
第一章 地震是怎么一回事?	4
典型事例	4
現象和影响	36
第二章 地震学家是怎样研究地震的?	49
地震的观测	49
震中的測定	58
距离-時間曲线	62
地 壳	66
地球的深部	72
面 波	79
震 級	86
地震的机制	90
第三章 地震在哪里发生? 怎么会发生?	95
世界地震带的分布	95
地震的成因	105
第四章 怎样預防地震?	114
地震的区划	116
工程地震	126
地震观测网	132

引 言

1960年5月21日清晨六点钟左右，智利中南部广大地区发生了一次大地震，损失比较严重。随后在这一天又连续发生了一連串小地震，一直延续到第二天下午。之后，在下午三点前几分钟又发生了第二次大地震，同样，在广大地区内感觉到地震，但受到的损失不大。大约半小时之后，第三次大地震发生了，这次比前两次的强度大得多。停在街上的汽车前后移动，树木摇撼，有些摇得很厉害，以至折断倒伏，甚至連根拔起，大片土地向下陷落一、二米，有些地方則向上隆起一、二米。許多建筑物在头两次地震中已經受到损坏，这次就几乎全部倒塌了。幸亏头两次地震把人們赶到街上，沒有造成伤亡。

在地震发生的几分钟之后，海水开始沿着很长的海岸线退落。經過短時間之后，有的地方隔10分钟，有的地方隔20分钟，海水又卷着滾滾巨浪回头，冲向海岸，浪过之处，扫蕩一空。而海浪之猛势不减，冲过太平洋，在夏威夷和日本又造成很大破坏。

地震是个大灾害，任何人都不会否认这一点，然而地震学家却从中了解到很多关于地震的知识，也从中学得了很多知识。在主震发生前几分钟，夏威夷的地震学家就开始收集这次地震的资料。他們测定了可能的震中区，料到也許会引起一次海啸，于是对太平洋沿岸的国家发出了警报。随后，另一些地震学家把从世界各处地震观测站收到的情报綜合起来，不仅指出了主震的震中区，还指出了許多小地震的震中区。他們根据这些中心点的分析，推論造成地震的地壳破裂性质，通过地震发出的、穿过地球和分布于地表的震波的研究，直接証实了这种推論。对震波的进一步研究，揭露了地壳破裂蔓延的方向和速度。这次地震很有研究价值。在理論上曾經預言过，一次大的地震会使整个世界发生震动，就象搖动一个巨大球体一样。但是，直到智利地震发生，才明确地

观察到这种现象。这次地震引起了这种摇动，摇动持续了将近两个星期；从研究这次震动的周期和消失的速度，获得了大量有关地球内部结构的宝贵资料。

地震学家对地震的关心，既是为了科学，也是为了要消除灾害。来自世界各地的地震工程师都赶到受震地区。智利是地震历史很长的国家，智利的工程师在抗震结构的设计方面有很大进展。这次地震是对各种设计方法的一次实地检验。到智利访问的工程师们仔细地考察了那些抗震的或仅遭到中度损坏的建筑物，他们与智利工程师讨论了建筑物的设计，将精确的测数带回国去，以便制成比例模型到震动台上去作试验。这些研究不仅对智利有益，也对世界上所有地震国家有益。

这就是地震学的发展过程，它是一个循环的过程：灾难性的地震，为我们提供了了解地球构造和形成地球的力所必要的知识，而对这些力的了解，又使我们可以设计出抗震的建筑物。从地震中找出减轻危害的根源。本书所要谈的，就是这方面的地震知识：地震是怎么回事？地震学家是怎样研究地震的？地震在哪里发生？怎么会发生？怎样预防地震？

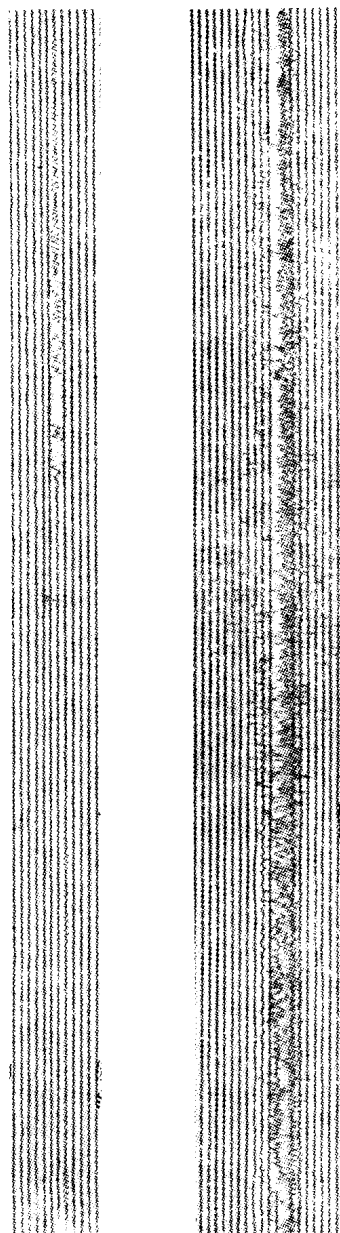


图 1 渥太华长周期垂直仪的典型地震仪记录（按原图缩小为 $1/6$ ）。上图是1930年2月29日艾加迪尔地震的记录，在这次地震中伤亡较重。下图是1960年11月13日阿留申群岛地震的记录，在这次地震中没有伤亡。这两次地震的地点到渥太华的距离几乎相等

第一章 地震是怎么一回事？

加拿大观测台在全国設有18个地震观测站。1962年一共記錄了3,470次地震。其中有些是小地震，发生在个别观测站的附近，因而也只被这几个观测站記錄下来。有些地震比較大，就为較多的观测站甚至为整个观测网所記錄。偶尔記錄到很大的地震，象报纸上的头条新聞一样，以惊人的姿态在記錄上出現。然而，并非所有的“头条新聞”都具有新聞价值，因为其中有些是在海底或荒无人烟的地方发生的，所以对人也就不有什么影响了。有时候，恰恰相反，在記錄上看来并不显眼的小地震却造成了巨大的破坏，因为它袭击了一个毫无戒备的城市。

地震是怎样的呢？地震发生时，地球完全不再是人們平时所习惯的那样坚固的地面了。人們簡直不能相信自己的感觉。可見，对每一个經历过地震的人來說，这不是一个学术問題，所以我們最好还是先介紹一些地震的情况吧。

我們打算叙述一些不同的地震，这些地震中有大的、有小的、有造成重大伤亡的、也有損失不大的，不过，所选的例子都能說明地震的一些特殊影响及其起因。下面按年代順序来叙述，最后再归納一下，看看我們对地震是否有了較清楚的概念。

典 型 事 例

新馬德里地震——1811~12年

这次地震发生在美国中部，那时，这个地区建筑物还很少，所以沒有造成什么破坏。但是，地形却发生了巨大的变化，因此被认为是美国历史上最严重的一次地震。正是因为它对地形影响很大，所以才把它作为說明地震能使地球表面发生什么样变化的一个典型的例子。

1811年，新馬德里人口只有800人，“有十条与河流平行的街

道和十八条横街”。它位于一个逐渐发展起来但还是人烟稀少的农垦区的中心。这一地区的房屋全是木屋。

1811年12月16日凌晨2点左右，当地居民被木材断裂声、傢具摔倒声、烟囱倒塌声所惊醒。他们在严寒的冬夜，跑到屋外，持续不断的震动使他们不能回到破坏了的家园。黎明时，又发生了与第一次地震同样强烈的地震。以后，每天都发生几次余震，一直持续了一年多。其中有两次（1812年1月23日和2月7日）和第一次主震一样剧烈。主震波及面积达二、三百万平方公里（百万平方哩）以上，从美国新奥尔良市直至加拿大以及整个大西洋沿岸。

这一系列地震结束后，大约8,000~12,000平方公里（3,000~5,000平方哩）的范围内都留下了地震破坏的痕迹。河堤坍塌，河水冲走了新马德里的公共场地和几条街道，许多农田毁坏，不宜耕作。地震过后，人们才又逐渐回来，重整家园。

大部分显著的震害限于密西西比河及其支流和沿岸的洼地，这片洼地是一层薄的冲积层，下面是浸水的沙层。这一带未固结的土地被地震显著地改变了地形，许多在以前是树林丛生的地方沉陷下去形成了沼泽或变成了湖泊而永远处于水下。那些湖泊可能不完全是因冲积土下陷而形成的。有些迹象表明，其它大片土地却升高了，这就说明深处基岩的形状发生了变化。

随着地基的下沉和地表裂缝的张合，下伏砂层的压力增加了，水猛烈地喷出，猛喷到3米~4.5米（10呎~15呎）高，并伴随着空气激烈逸散而发出轰鸣和呼啸的声响。水和空气夹带着大量泥砂，使震中区的地面完全被泥砂所覆盖，再加上震裂的土块填充了沟壑，就使土地在多年之内无法耕种。虽然有时水和泥砂流较为缓慢，但其危害也十分之大，它使几公里和更大面积的肥沃土地变成荒野和沼泽。

河流也被地震狂暴地扰动了。断崖形成了堤岸，山崩改变了河道。密西西比河上的某些岛屿消失得无影无踪；据说有一个岛上的一伙海盗也与岛同归于尽。顷刻之间，密西西比河水倒流了。



图 2 田納西州里尔佛特湖下游。这是在新馬德里地震中形成的最大的湖。远处是淹没在水中而枯死的树干

这可能是由于震源附近地壳的隆起或山崩而引起的河道阻塞所致。水面翻滚着巨浪，涌向陆地，淹没了大片林木。在另一些地区，树木突然死去，原因还不清楚。据推测可能是它们的根系由于地震波的震动受到剧烈的干扰之故。总共有60,750公顷（150,000亩）的森林遭到了破坏。

在新馬德里地区，近150年来发生过无数次小地震，但在这次地震之前，从未有过大地震。这是一个很有意义的事实，如果从新馬德里沿大湖区和圣·劳伦斯河划一条直线，那么这条直线就标志着美国和加拿大之间多次地震的部位。在加拿大，有些地震是十分严重的。如在魁北克三河附近的一次地震与新馬德里地震有些相似，但是它发生在1663年，人们还不大相信下面有关当时地震的记载：

“在沒有湖的地方，出現了新的湖；山巒沉陷下去；瀑布和河流消失得无影无踪。很多地方发生了地裂，裂隙深不可测。倒伏的树木凌乱成一堆堆，看去就象一片森林刚被犁过一样。”

旧金山大地震——1906年

任何一张世界地震一覽表里都一定会包括1906年4月18日美国旧金山遭受的惨重的地震袭击。这不仅是因为它是一次著名的地震，而主要是因为它最好地表现了許多典型的地震特征。它是現代可見断层形成的最好例証。它所引起的火灾也是最标准的地震火灾。把这次地震称为旧金山地震，其实是一次誤称，因为它实际上是由于沿着长约400公里（250哩）的圣安德烈斯断层重新滑动的結果。在这范围之内，旧金山附近的許多城鎮都遭受了很大的破坏。自从这次大地震后，对安德烈斯断层作了极为詳細的研究。现在对于观测結果仍有着很大爭論，很多地质学家认为，这个断层的总长度超过965公里（600哩），是一亿五千万年以前，在侏罗紀形成的，并认为，在初期断层的兩側有相对的移动，移动的总距离約为480公里（300哩）。1906年大地震时产生了3～6米（10～20呎）的位移。

这次地震发生在清晨5点20分；大多数人还在睡梦中。他們被剧烈的震动和房屋倒塌的轰响惊醒。教堂的鐘楼受到巨大的震动，鐘声狂乱地响个不停。也有人沒有听到鐘声。由于房屋的倒塌或烟囱的坍塌而造成伤亡。震动到处都很强烈，在一些地基不牢固的街道上就象波浪一样起伏不平，人行道破裂了，电車軌道弯曲了。屋簷、烟囱以及当代建筑家們心爱的一切都受震破碎和倒落下来。

地震开始时震动較輕，約40秒鐘之后就达到了最高峰，又突然停止了10秒鐘，而后又是更强烈的震动，持续了約25秒鐘。这是主震的尾声，虽然随之而来的是許多小地震（地震学术語称为余震），但都不太严重。这60多秒鐘的地震的結果如何呢？山坡上的房子是建筑在坚硬岩石上的，損失很小，烟囱倒了，窗戶碎了，傢俱、盘碟和其它設備等都毀坏了，但是建筑物沒有遭到很大破坏。



图 3 旧金山工会街毁坏了的人行道和弯曲了的电车轨道一瞥

在另一些地方，房子是建在山間不太坚固的地基上的，破坏十分严重，特别是砖瓦建筑，很多砖墙倒塌在街上。这类建筑物破坏的最典型例子是价值 600 万美元的市政府大厦的全部毁坏。靠近海边的广大地区全是由垃圾堆起来的，这样的地基不象天然岩石那样致密，因此损失很大。这儿，许多房子完全倒塌了。有些房子因地基下沉而形成奇形怪状，损失是惨重的。例如在沿海填土地区的四家小旅馆的木造房屋完全倒塌。

由于烟囱倒塌和堵塞以及火炉翻倒，全市有五十多处起火。地震使大部分消防站遭到破坏，警报系统失灵。尽管如此，灭火工作开始时进行得还是比较顺利的，但是不久，水龙头的水逐渐减少，以至最后停止供水，主要是由于自来水管道坏了。他们不



图 4 从諾布山南坡看旧金山市政大厦破坏情况

得不从沟渠、水塘和井里抽水。但是，火势越来越猛，迅速蔓延，烧毁了大量建筑。由于火势过旺，温度不断升高，本来能耐火的建筑，因内部温度达到燃点而自燃起火。消防人员曾企图在市內用炸药爆炸一条防火带，但未能成功。

大火在三个地区持续了三天三夜以上。最后在靠近大火的边缘地段，用炸药炸开了一条防火带，才控制了火势。

火是可以预防的，但是地震目前还不能预防。一般估计地震损失约占10~15%。这次灾害向人们提出：在地震区域，任何一个城市都可能发生地震，必须采取防火措施。旧金山地震时，大部分水源地的蓄水库未受破坏，而自来水管道的几乎完全损坏。凡是在坚固地基上面的自来水干线，破坏都很轻微，但是松软地基或沼泽地上的管道，多半破裂或扭曲。事后他们接受了1906年地震的教训，精心设计了供水系统，并在普通供水系统之外，建立了单独的辅助高压消防系统。希望地震活动区的城市都要有这样的防火准备。