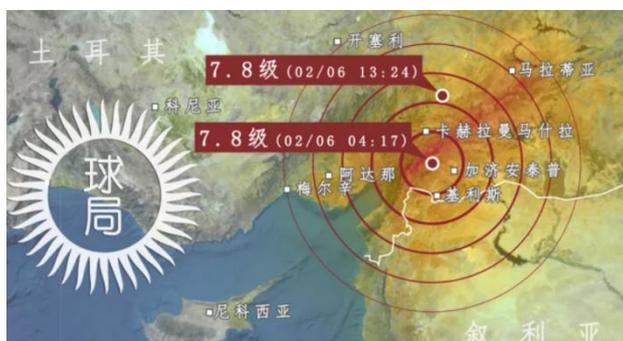




土耳其地震——损失为何如此巨大？

北京时间2023年2月6日9时17分（当地时间2月6日4时17分）在土耳其发生7.8级地震，震源深度20千米，震中300公里范围内有33座大中城市。

2月6日18时24分在土耳其（北纬38.00度，东经37.15度）再次发生7.8级地震，震源深度20千米。从凌晨到中午，12小时内，土耳其已经发生了两次7.8级强震，另外还有数十次余震，伤亡惨重。土耳其地震专家评价：“这次地震的威力，相当于130颗原子弹爆炸。”



地震(英语: Earthquake), 又称地动、地振动, 为地球表面或内部的振动造成的地面振动, 可由自然现象如地壳突然运动、火山活动及陨石撞击引起, 亦可由人为活动如地下核试验造成。国际上通用的里氏分级表, 共分9个等级。

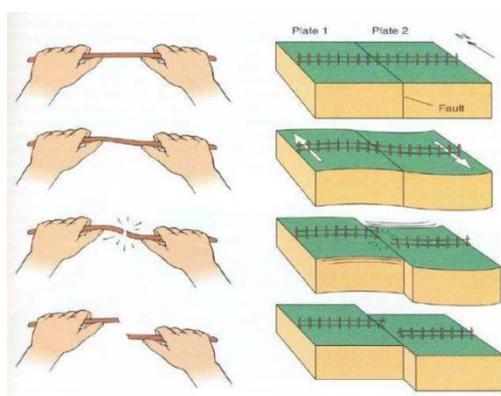
截止2023年2月19日, 据土耳其灾害和应急管理局证实, 地震已致土耳其40689人遇难、105505人受伤, 强震后已发生3107次余震, 并称这是土耳其共和国100年历史中死亡人数最多的地震。

什么是地震？

我们通常遇到的地震大多都是构造地震, 是由地下断层错动引起的, 世界上90%以上的地震、几乎所有的破坏性地震都属于构造地震。

关于构造地震的形成, 可以理解为一个人在掰一根木棒, 刚开始用力时, 木棒会发生弯曲, 弯曲幅度小处在弯而不断的状态; 但力气逐渐加大时, 木棒会突然被掰断, 那一瞬间便是“地震”, 想想看, 木棒掰断那下是不是有声音? 声音就是震动, 它会在空气中产生震动波, 传到耳朵里。地震发生时, 断层“掰断”那个瞬间也会产生震动波, 在地下岩石中传播, 叫做地震波, 它从震源(也就是掰断的位置)传播到远处的地面上, 被人所感知。

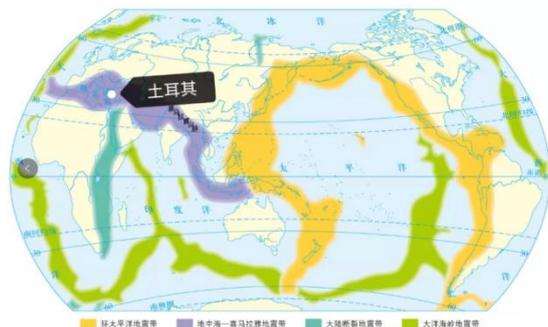
如果地震震级太小, 地震波就特别弱, 人们会感觉不到地震。如果断裂时产生的地震波太强烈, 就会造成破坏性地震, 对建筑物造成损坏。当震级特别大时, 就会产生毁灭性地震, 威胁着人们的生命安全。



为何土耳其地震多发？

根据板块构造学说, 板块边界是地球上最主要的地震分布带, 板块内部大大小小的断层活动带也是地震的主要发生地带。世界地震主要集中分布于三个地带: 环太平洋地震带, 位于太平洋板块与周边板块的交接地带; 地中海-喜马拉雅地震带, 位于欧亚板块与非洲板块、印度洋板块的碰撞地带; 大洋中脊地震带, 位于板块的拉张边界上。

土耳其位于全球三大地震带之一的欧亚地震带(喜马拉雅-地中海地震带)上、非洲板块和欧亚板块的交汇处(这两个板块已经碰撞了数百万年, 形成了一个高地震区), 受到板块挤压和碰撞的影响, 因此地震频繁。这使得土耳其成为世界上地震最活跃的国家之一, 有着悠久的毁灭性地震史, 因此土耳其也被地震学家称作“坐在火药桶上的国家”。



本次土耳其地震破坏性巨大的原因

震级大、震源浅 本次的土耳其地震，短短 12 小时内，共发生了两次震源深度为 20 千米的 7.8 级大地震，两次强震的震中相距约 96 公里，是属于震群型地震（一组地震）中的“双震型地震”，不是孤立型或主余震型。

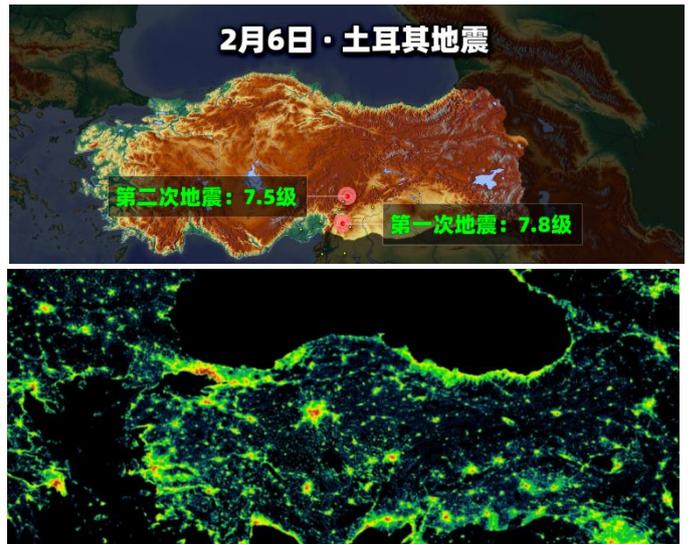
人口密集 本次地震靠近人口密集区，加济安泰普市有 210 万人口，距震中仅 30 公里。而距震中 50 公里的叙利亚西北部边境，有超过 170 万战争难民，因此带来极为严重的人员伤亡。

地震发生时间 第一次地震出现在当地凌晨四点左右，大多数人正在熟睡，难以逃生。

恶劣天气 这次地震发生在严寒的冬季，恰逢地中海低涡气旋掠过小亚细亚半岛，带来了狂风大雪、冻雨和低温。如此恶劣天气，被埋住的人很容易失温死亡，救援的黄金时间极短。

次生灾害加重灾情 这次地震引发了多起火灾、爆炸，多地发生的火灾、水灾及地质灾害导致这次灾情的进一步扩大、加重。

建筑质量低 除了天灾，还有人祸，震区内的建筑质量大多达不到抗强震的要求。



地震灾害可以预警吗？

地震预警案例

2022 年 9 月 5 日 12 时 52 分，四川甘孜州泸定县发生 6.8 级地震。中国地震预警网在本次 6.8 级地震后 6.2 秒产出了预警信息，并通过预警终端、手机 APP、村村响应急广播以及第三方平台等发布渠道，向震中周边的社会公众、中小学校、重大工程、其他行业以及防震减灾管理部门等所在目标区域提前发出预警信息，其中康定市地震预警信息提前量 9 秒，雅安市地震预警信息提前量 12 秒，成都市地震预警信息提前量 56 秒。



预警终端接收及响应界面（康定）



预警终端接收及响应界面（雅安）

然地震波的传播速度要慢得多。当强震发生后，在震中附近的地震监测台首先收到了地震波，这时立刻用电子信号向远处地区发出报警，于是在地震波还没有到达，远处地区就知道发生了地震，可立即拉响警笛或采取切断电源、关闭气阀等措施，减轻人员伤亡和财产损失。

▲横波造成的地震灾害要比纵波大得多，而传播速度又比纵波慢，从而可以利用它们之间的时间差发出警报信息。但是，纵波与横波传播速度的差异较小，纵波约每秒 6 公里，横波约每秒 3.3 公里，而且距离震中越近，时间差就越小，发出预警信息就更难。

▲如何利用致灾地震动强度阈值来实现预警呢？核电站通常采用这种方法，通过建立地震动监测系统，当地震动幅度超过给定的阈值时，监控器报警并采取紧急措施，安全停堆，从而防止核泄漏。墨西哥、日本、罗马尼亚等国家的一些重大工程，如水坝、核电站等都已建立了地震预警及处置系统。

预警原理

目前，实现地震预警有以下三种基本技术途经：一是利用地震波和电磁波传播的速度差异；二是利用地震波本身在近处传播时纵波（P 波）与横波（S 波）传播速度的差异；三是利用致灾地震动强度阈值。

▲电磁波的传播速度是每秒 30 万公里，而地震波最快的传播速度约是每秒 6000 多米，显然



地震预警系统工作示意图

新能源规模化发展困境的新出路——储能电站

去年夏天，席卷全球的罕见高温击穿了以水电为主的电力供应，导致南方地区出现了大范围的限电，特别是四川、上海、浙江等地区，对于一些制造业企业造成了不小的冲击。限电的直接原因就是，电不够用了，罕见的高温，让所有人打开空调用电屡创新高，而干旱又让水力发电大幅下降。

但是与此同时，我国每年弃电却高达 500 亿度，所谓弃电就是把发出来的电白白丢掉而不并入电网。2020 年，全国主要流域弃水电量约 301 亿千瓦时，全国弃风电量约 166 亿千瓦时，全国弃光电量 52.6 亿千瓦时。为什么大价钱建设的水力风力和光伏发电站，发出的电能会白白丢掉不要呢？

最大的原因就是，可再生能源发的电稳定性差，这些电能如果直接并网，会造成电网的失稳。另外，电能存在高峰期和低谷期，高峰期的电不够用，低谷期的电用不完，也是目前国内国内电网存在的一个矛盾现象。“风力和光伏发出的每 10 度电中，就有 1.1 度被浪费。”

如何将这些浪费的电能重新利用，储能电站是一个好办法。目前主要的储能方式是抽水

储能电站抽水储能电站：它安装有抽水—发电两用机组，又能抽水，又能发电。在白天和前半夜，水库放水，高水位的水通过两用机组，此时两用机组作为发电机，将高水位的水的机械能转化为电能，向电网输送。解决用电高峰时电力不足；到后半夜，将两用机组作为抽水机，利用电网中多余的电能，将低水位的水抽向高水位，并注入高水位的水库中。高水位水库储存了大量低水位的水，相当于储存电网中多余的电能，解决了电能不能储存的问题。

当然，各种储能方式也有各自的局限性，如抽水储能电站在西北干旱地区以及平原地区难以实现建设；超大型电池组电站还不能普及，因为一般储能电池是锂电池，电池技术尚未实现关键性突破，成本较高。

案例：常州金坛盐穴压缩空气储能电站

2023 年 2 月 6 日，《人民日报》“经济聚焦·一线看储能”刊发《藏电于气，绿色低碳，江苏常州金坛盐穴压缩空气储能电站——赋能地下盐穴 助力高效用能》，聚焦盐穴储能效果、创新点及未来发展空间。

什么是空气储能电站？用电池蓄能，用水库发电，似乎并不稀奇，但你是否知道，我们身边看不见也摸不着的空气，也有同样的功能？在江苏省常州市金坛区的茅山脚下，就有一个由盐穴改造的大型“充电宝”——金坛盐穴压缩空气储能电站。作为空气储能领域的国家试验示范项目，2022 年 5 月 26 日，这个“非补燃”压缩空气储能电站正式投产。

那么这个空气储能电站的原理是什么呢？当电网有富余的电量时，就开始给“充电宝”充电，这个过程好比给气球打气——地下 900 多米深处的巨大盐穴是“气球”，用电带动的空气压缩机就是“打气筒”，将 1 个标准大气压的空气压缩为 140 个标准大气压的高压空气。压缩空气的过程中，空气温度会增加到 300 多摄氏度。为了保证系统运行的安全，需要将高温高压空气冷却到 40 摄氏度左右的常温高压空气。这些热量并没有被浪费掉，而是被换热器“取”出来储存在导热油之中，存放在地面上的大型高温导热油罐里。就这样，经过夜间

“充电”，电能被转化为空气势能和热能。当需要发电时，工人们先给换热器预热，然后打开盐穴井口控制阀。瞬间，近 140 个标准大气压的高压气体从地底深处的盐穴奔涌而出，在换热器内由导热油加热到 300 多摄氏度，成为高温高压空气，驱动发电机转动——电，又从空气中“重生”了。

