

森林如何减少建筑在地震中的损坏

(北京大学 岳汉 编译自 Edwin Cartlidge. *Physics World*, 2018, (2):5)

几排树林就可以将地震与建筑隔离开来——这一成果来自于法国物理学家的研究。该研究显示，当地表存在一定高度的森林时，地震波中的勒夫波传播便可以偏离地表。在这项研究中，森林的作用相当于材料学中的“超颖物质”——一种通常用于偏折物体附近的电磁波的人造介质。

这些“超颖物质”的最著名应用在于“隐形斗篷”的制造——可以让光波和其他电磁波产生非自然的偏折。而“超颖物质”中用到的数学原理也可以在其他波动形式中应用，包括地震波。这一原理是将合适大小的物体的阵列放置于地表

或者地下，从而让地震波绕开建筑。

2012 年来自位于马赛的 Fresnel 研究所的 Sébastien Guenneau 以及其合作者展示了森林可以反射瑞利波在特定频谱宽度的绝大部分能量，而这一效果对于勒夫波同样适用。瑞利波同时具有垂向和水平向的分量，而勒夫波具有纯水平方向的震动，对于建筑可造成显著的破坏。

Guenneau 以及其合作者发现，勒夫波跟瑞利波一样可以导致森林体的震动。他们发现了一种称为“伪勒夫波”的新型波形。地震波通过森林覆盖的地表时，由于表层波速低于基岩波速而产生该波形。该波动形式在数学上与可以在规则

柱状阵列的金属表面传播的电磁波（伪等离子激元）相一致。该研究发现，当勒夫波传播至高度随距离递减的森林时，产生的伪勒夫波可以穿过树林至合适的树木高度，而导致这些树木震动，而将震动能量向下发散至地球内部。如果树林高度递增，地震波能量会被沿入射方向反射。

该方法有“森林盾牌”的应用前景：Guenneau 表示，5—10 层的建筑的特征频率不高于 10 Hz，在这些频率下，10—15 m 高的树木就可以与勒夫波产生共振。因此他预期这一方法可以保护建筑承受水平震动，而传统方法可以保护建筑承受垂直震动。