

马来西亚的建筑需要抗震设计来抵抗地震？

作者：赖玟璇博士 | 2022年3月5日

地震是人类历史上最具破坏性的自然灾害之一，影响着相关人员的经济和基本生计。由此产生的地面震动可能会对建筑物、桥梁和基础设施造成不同程度的损坏，在最坏的情况下，可能会发生结构坍塌并导致大规模死亡^[1]。现代最好的例子之一是2008年四川大地震，导致了7000多间教室倒塌，即近5000名学生死亡。这些倒塌的基本原因是由于建筑的设计不恰当，以致于无法抵抗预期的地震荷载^[2]。虽然马来西亚不位于地震和其他灾难性事件最有可能发生的环太平洋火山带内，但其周围的地震活跃地区仍对马来西亚构成自然灾害的风险。

近年来，马来西亚发生了不同程度的地震案件。最近的一宗发生在2022年2月25日，源于印尼西苏门答腊省布基廷吉发生的6.2级地震，在雪兰莪州、霹雳州、森美兰州、马六甲州和柔佛州都可感到微震感。根据目击者所述，能看到门、椅子和墙上的物体都在摇晃。媒体报道称，为了用户的安全，几栋办公楼采取了紧急疏散。值得庆幸的是，这次的地震没有对马来西亚造成任何海啸威胁，也无任何伤亡报告^[3]。然而，几年前发生于沙巴拉璠的2015年沙巴地震却在马来西亚造成了悲剧事件。京那巴鲁山共报告了18起人员伤亡^[4]。由于震中离京那巴鲁山很近，巨大的震动导致了山崩。地震期间，一些基础设施建设遭到破坏，约23所学校受到影响，拉璠清真寺也因地震而受到损坏^{[5][6]}。位于京那巴鲁山顶附近的旅社馆和餐厅也遭到严重破坏^[7]。

2004年12月26日发生在苏门答腊北部班达亚齐的印度洋海底地震是另一个值得注意的地震事件，它给马来西亚带来了重大损失。那次的地震在马六甲海峡的北半部引发了海啸，导致全国68人死亡^[8]。大部分损坏的是渔村房屋、小桥、渔船和家用设备。位于瓜拉姆达 (Kuala Muda) 海岸线的破坏尤为严重，可见旧木屋或部分砖房无法抵御海啸的冲击。这种悲剧的发生使马来西亚政府彻底意识到地震不再与国家无关，应对此灾害采取一些缓解/预防措施。悲剧发生后一个月内，政府正式成立了两个机构工作队，即由马来西亚科学、工艺及革新部的领导、与马来西亚气象局协调的全国委员会来设立海啸预警系统，此外，由马来西亚自然资源与环境部部长的领导、和马来西亚森林研究所协调的国家特别工作队，以恢复沿海地区森林的状态。作为海岸工程技术中心的马来西亚灌溉与排水处 (Department of Irrigation and Drainage Malaysia) 也表示，马六甲海峡的海岸线已不再处于安全区，需要加强海岸线管理^[9]。

2004年印度洋9.1-9.3级地震和2005年尼亚斯8.6级地震在2005年造成了半岛西海岸的震动，成功引起了马来西亚工程师学会 (Institution of Engineers Malaysia, IEM) 土木和结构工程技术部的关注，且表达了对马来西亚工程行业对抗震设计方面缺乏准备的担忧。在2008年，马来西亚标准部任命IEM负责制定符合《欧洲规范8 - Eurocode 8》的马来西亚国家附件 (National Annex, NA)。标准起草的完整路线图如图1所示。在起草标准的同时，还定期举办研讨会，向执业工程师传播地震相关知识。2017年末，马来西亚终于完成了第一部《建筑抗震设计国家实施规范》的颁布，发布了《欧洲规范8马来西亚国家附录》 (Eurocode 8 Malaysian National Annex NA)，正式命名为MS EN1998-1。即便在标准发布后，知识传播活动也从未停止过。除了这些研讨会之外，还创建了带有免费线上简短演讲和软件的公共访问网站，以方便执业工程师在难以出行地区使用新发布的标准。这些专业人员的持续奉献精神表明了新建筑抗震设计的重要性，以确保在地震期间不会发生建筑倒塌等灾难性事件。

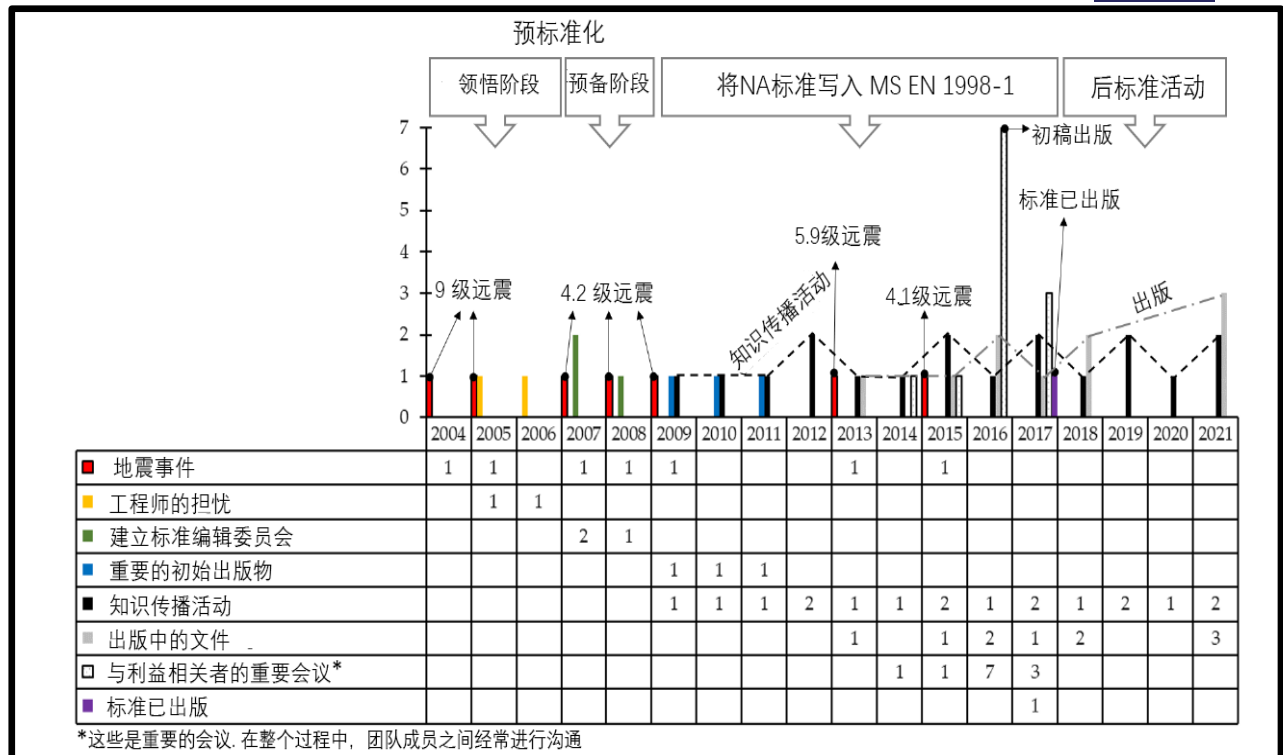
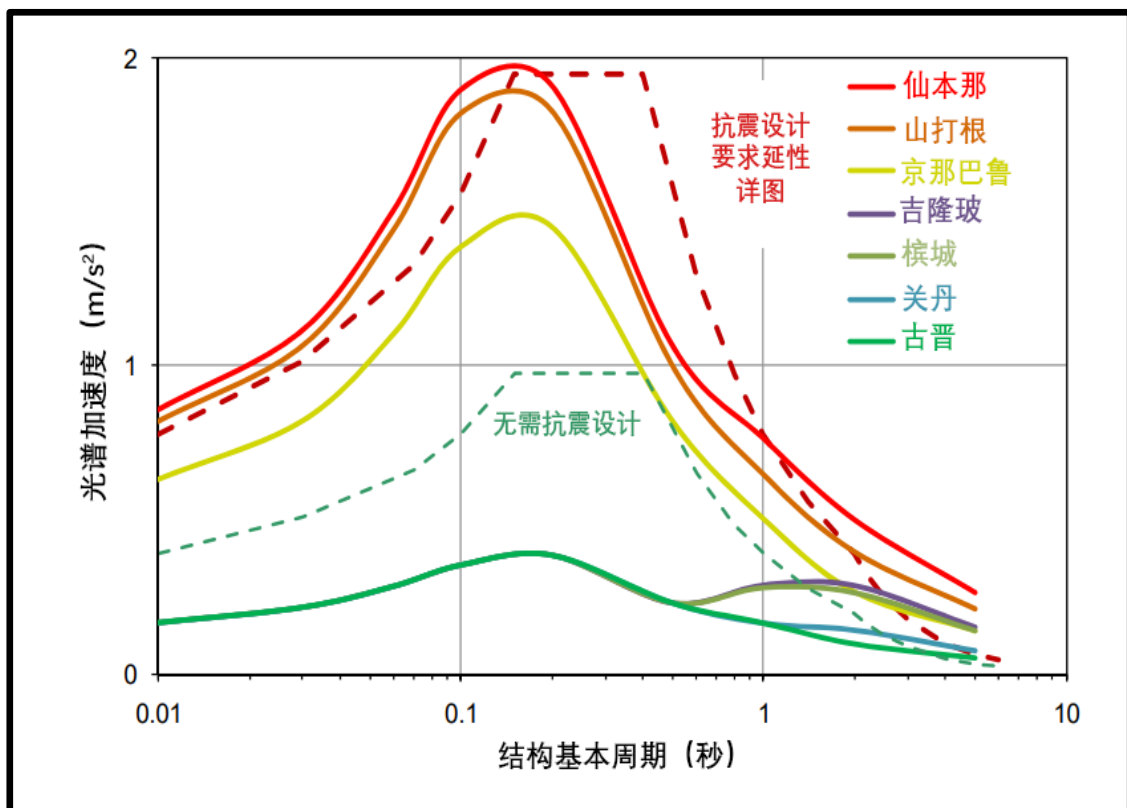
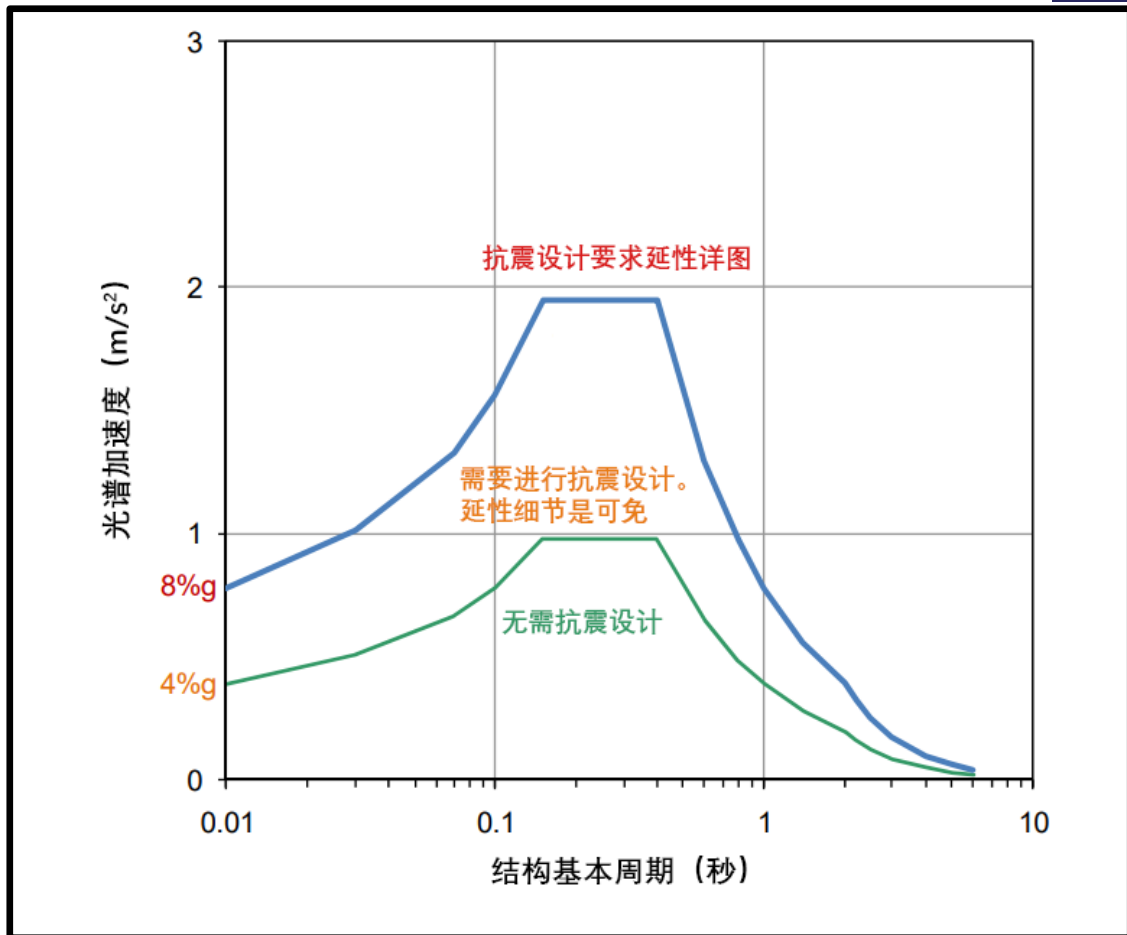


图1: 把马来西亚国家附件 (NA) 指定成《欧洲规范8》草路线图^[9]

欧洲规范8包括标准抗震设计反应谱，可与临界峰值地面加速度一起使用，以根据基岩反应谱定义临界抗震设计标准。图2显示了需要考虑抗震设计时的一些标准。同时，已经对马来西亚包括半岛、砂拉越和沙巴进行了初步的概率地震危险性评估。该评估利用美国地质调查局 (United States Geological Survey, USGS) 里包含过去40年的地震数据，并结合南洋理工大学 (Nanyang Technological University, NTU) 新建立的衰减关系。马来西亚多个地区 (包括仙本那、山打根、京那巴鲁、吉隆坡、檳城、关丹和古晋) 已绘制了水平基岩运动所造成的设计反应谱。如图3所示，这些设计反应谱在震级和谱形状上都有很大差异。然后，这些光谱将与设计阈值进行比较，如图2所显示。

从图3清楚可见，沙巴州的所有研究地点都高于欧洲所规范抗震设计阈值，所以在设计新建筑时应考虑地震荷载。至于马来半岛西部地区，例如吉隆坡和檳城的基本周期皆高于1.5秒，代表已超过了欧洲规范抗震设计的阈值。这意味着所有10层以上的高层建筑在设计过程中都应将地震荷载作为重要考虑因素，即使它们位于在地震荷载影响较小的区域^[10]。根据马来西亚理工大学 (Universiti Teknologi Malaysia, UTM) 工程地震学与研究小组组长 Prof Dr. Azlan Adnan 表示，他的研究团队预测，未来马来西亚半岛将发生5.0级地震，因为巴生谷、布吉廷吉 (彭亨)、瓜拉庇劳 (森美兰) 和曼戎 (霹靂) 附近地区存在活跃的断层。因此，建筑物的设计应能承受地震，以确保建筑物倒塌等灾难性事件不会发生^[11]。



总而言之，我们应该开始意识到地震对我们的国家带来的潜在危险，尤其是能造成大规模伤亡的建筑倒塌。随着马来西亚国家附录（NA）的颁布，我们可以在建筑设计中采用马来西亚国家指定的规范来做抗震设计，以帮助抵抗地震。为了防止2015年沙巴地震所造成的破坏再度发生，未来所有10层楼以上的新建筑都必须强制考虑抗震设计。

赖玟璇博士

首席执行官/ 创始人

IPM 环球集团

参考文献：

- [1] Adnan A, Ramli MZ, A, Razak SM. 2015. *Disaster management and mitigation for earthquakes: Are we ready?* In: 9th Asia Pacific Structural Engineering and Construction Conference (APSEC2015), Kuala Lumpur; p. 34–44.
- [2] The Globe and Mail. 2008. "Beijing can't muzzle outrage over deadly collapsed schools". Retrieved on 4th March 2022 from <https://www.theglobeandmail.com/news/world/beijing-cant-muzzle-outrage-over-deadly-collapsed-schools/article674653/>
- [3] Malay Mail. 2022. "Malaysians report feeling tremors after 6.2 magnitude quake in Sumatera". Retrieved on 4th March 2022 from <https://www.malaymail.com/news/malaysia/2022/02/25/malaysians-report-feeling-tremors-after-6.2-magnitude-quake-in-sumatera/2043876>
- [4] The Straits Times. 2015. "Sabah quake: Death toll rises to 18; Malaysia to end search and rescue ops". Retrieved on 4th March 2022 from <https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/sabah-quake-death-toll-rises-to-18-malaysia-to-end-search-and-rescue-ops>
- [5] The Star. 2015. "Sabah quake: Muhyiddin visits damaged school and mosque". Retrieved on 4th March 2022 from <https://www.thestar.com.my/News/Nation/2015/06/07/Sabah-quake-Muhyiddin/>
- [6] The Star. 2015. "Sabah quake: 23 schools in six districts affected, says Muhyiddin". Retrieved on 4th March 2022 from <https://www.thestar.com.my/News/Nation/2015/06/06/Sabah-quake-23-schools-six-districts-Muhyiddin/>
- [7] The Malay Mail. 2015. "Hostels, buildings in 11 Sabah districts damaged in 6.0-magnitude quake". Retrieved on 4th March 2022 from <https://www.malaymail.com/news/malaysia/2015/06/05/hostels-buildings-in-11-sabah-districts-damaged-in-6.0-magnitude-quake/910163>
- [8] Abdullah K., Tan K. S. and Ghazali N. H. M. "No more in the comfort zone – Malaysia's response to the December 2004 Tsunami". Proceedings of the International Hydrography and Oceanography Conference, Kuala Lumpur, 3–7 July 2005.
- [9] Looi, D.T.W.; Lam, N.; Tsang, H.-H. 2021. "Developing Earthquake-Resistant Structural Design Standard for Malaysia Based on Eurocode 8: Challenges and Recommendations". Standards 2021, 1(2), p. 134-153.
- [10] Pappin, J.W.; Yim, P.H.I.; Koo, C.H.R. 2011. "An approach for seismic design in Malaysia following the principles of Eurocode 8. In Jurutera the Monthly Bulletin of the IEM". The Institution of Engineers Malaysia (IEM): Selangor, p. 22–28.
- [11] The Star. 2022. "M'sian buildings designed after 2017 ready to withstand earthquakes, says don". Retrieved on 4th March 2022 from <https://www.thestar.com.my/news/nation/2022/03/03/m039sian-buildings-designed-after-2017-ready-to-withstand-earthquakes-says-don>

**本中文译本仅供参考之用。如中文译本之文义与英文原文有歧义，概以英文原文为准。