

# 医院建筑结构的抗震设计及实际工程浅析

曾庆璋

深圳市建筑设计研究总院有限公司

**摘要：**医院建筑作为社会医疗服务的核心载体，其结构安全性在自然灾害尤其是地震灾害面前至关重要。本文聚焦医院建筑的抗震设计，分析其在地震作用下的受力特点、分析方法以及分析设计时应注意的几点问题。首先，分析医院建筑在地震动作用下的受力特点及水平地震作用下可能导致的结构变形，其次，阐述了医院建筑抗震分析的方法，然后，针对医院建筑提出抗震设计应注意的几点问题，最后，通过对实际工程中抗震分析设计思路做了简要说明，论证了这些策略的有效性与可行性。为同类医院建筑的抗震设计提供了宝贵的实践经验与参考范例，并建议在未来对于重点设防类建筑在抗震分析设计时，可通过采用减隔震技术或者高抗震性能目标的措施来实现满足抗震设计要求。

**关键词：**医院建筑；抗震分析；案例分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.095

## 引言

随着我国城市化进程的加速推进，城市基础设施建设规模日益扩大，医院作为城市公共服务体系的关键节点，其建设和运营的安全性、稳定性至关重要。在遭遇重大自然灾害尤其是地震时，医院高效提供紧急救援与医疗服务，对于降低伤亡、稳定社会秩序、助力灾后重建起着决定性作用<sup>[1]</sup>。因此，深入分析医院建筑在地震作用下的受力特点，合理进行结构设计<sup>[2-6]</sup>，确保其在极端条件下的安全可靠，既是学术研究的重要课题，也是我国城市建设与防灾减灾工作迫切需要解决的现实问题。

一些学者在医院建筑抗震分析研究领域已取得了一系列成果，这些成果既丰富了我国地震工程学的理论内涵，也为提升我国医院建筑抗震设计水平、保障其在地震中的安全稳定运行提供了坚实的科学依据与技术支持<sup>[7-9]</sup>。鉴于地震灾害的严峻性与不确定性，持续深化医院建筑抗震分析研究，探索更加科学、经济、适用的抗震设计策略，对于提升我国城市防灾减灾能力、保障人民生命财产安全、促进社会和谐稳定具有重要的理论意义和实用价值。

## 一、医院建筑在地震作用下的受力特点与分析方法

### （一）受力特点

医院建筑由于其特殊的职能需求，往往具有楼层多、功能复杂、人员密集等特点，一般采用的结构体系多为框架结构或者框架-剪力墙结构，在地震作用下，医院建筑主要受到水平地震作用，结构产生水平位移和变形，个别项目需计算竖向地震作用。同时，由于医院内部存在大量的医疗设备和精密仪器，对结构的水平变形较高，水平变形大可能会造成室内设备仪器的破坏或不能正常运作。因此，医院建筑在抗震设计中需要特别关注结构的整体稳定性及水平位移控制。

在水平荷载作用下，由于框架的侧向变形属剪切型，层间侧移自上而下逐层增大；剪力墙的侧向变形一般是弯曲线型，其层间侧移自上而下逐层减小。当医院建筑采用框架-剪力墙结构时，各层楼盖因其巨大的水平刚度使框架与剪力墙的变形协调一致，其侧向变形介于剪切型与弯曲线型之间，一般属于弯剪型。结构构件的破坏主要发生在梁柱节点、墙体等关键部位，这些部位的破坏会严重影响结构安全性以及变形幅值。巨大的结构变形会使非结构构件的破坏，这些非结构构件主要是装饰吊顶、隔断以及设备管道等，虽然非结构构件的破坏不会直接威胁结构安全，但会对医院的正常运营造成严重影响。因此应该对这些结构部位进行加强设计。

### （二）抗震计算分析方法

抗震计算分析通常包括底部剪力法、振型分解反应谱分析法和时程分析法，具体使用条件可参考《建筑抗震设计规范》第5.1.2条。底部剪力法虽然简单，但忽略了地震作用的动态特性；振型分解反应谱分析法考虑了地震作用的频率特性，但仍有局限性，一般建筑宜采用振型分解反应谱法，对质量和刚度不对称、不均匀的结构以及高度超过100m的高层建筑结构应采用考虑扭转耦联振动影响的振型分解反应谱法，适用于计算弹性问题；时程分析法能够模拟地震波的实际作用过程，得到更为准确的抗震评估结果，一般作为补充计算，对特别不规则、特别重要和较高的高层建筑才要求采用。

## 二、医院建筑结构抗震设计应注意的几点问题

### （1）是否需要考虑地震作用放大

建筑场地尽量避开不利地段，应尽量选择地质条件稳定、无活动断层的场地进行建设，若建筑物无法避开不利地段时，应该估计不利地段对设计地震动参数可能产生的放大作用。

### （2）建筑结构荷载合理取值

在设计过程中，医院建筑功能多，布局复杂，严格按照国家荷载规范合理取值，避免出现设计荷载不满足要求或者荷载富余过大的情况，保证在抗震计算中地震作用的合理性和安全性。

### （3）结构体系的选取及构件设计

根据工程的实际情况，选取合理的结构体系，合理的结构体系是提高医院建筑抗震性能的关键。在确定结构体系的基础上，结合医院建筑的功能布置，合理布置结构竖向构件及水平构件，对于梁柱节点，注重概念设计，节点按强柱弱梁设计，避免在地震灾害发生时出现非合理的破坏，做到经济合理及安全可靠。

### （4）引入新型抗震技术

随着科技的不断进步，新型抗震技术和材料不断涌现。医院建筑设计中可以引入这些新技术，如采用减、隔震技术设计等，减弱结构体系的地震作用，提高结构

的抗震能力。由于《建设工程抗震管理条例》的实施，对于新设计的医院建筑应进行减、隔震设计，而广东省项目也可以进行抗震性能化设计。

### 三、案例分析

以深圳市2018年新建的某一所综合医院为例，分析医院的抗震能力。在地震作用下，该医院结构保持安全可靠，未出现明显的破坏现象，满足抗震设计要求。

该项目场地位于非不利地段区域，因此在抗震设计时不需考虑地震作用放大。该项目地上19层，地下3层，高度为79.35m，采用框架—剪力墙结构体系，无转换构件，抗震设防烈度为7度，因医院建筑为重点设防类，按设防烈度8度进行加强其抗震措施，框架及剪力墙的抗震等级均为一级，建筑主体平面为L型，属于A级高度非超限结构，采用振型分解反应谱分析法进行抗震计算分析。

荷载取值按国家荷载规范并参考了《全国民用建筑工程设计技术措施》，个别功能房间荷载取值如下表：

表1 面荷载标准值

序号	房间名称	荷载标准值 kN/ m <sup>2</sup>
1	CT室	3.0
2	X光室	4.0
3	MRI	5.0
4	DSA	5.0
5	消毒室	6.0
6	血库	5.0
7	手术室	3.0
8	产房	2.5

在计算水平地震作用时，结构应满足剪重比要求，同时结构各层框架总剪力应满足高规8.1.4条规定，先满足减重比要求再满足8.1.4条规定，确保主体结构满足抗震的二道防线要求。水平地震作用下各楼层剪力如图1所示，另水平地震作用下的剪重比数据如图2所示，剪重比调整系数为1.0，经核实，该结构满足结构规范要求。

初步设计时，楼梯间和电梯间布置于最边跨，楼梯间与电梯间布置剪力墙，但是墙体刚度和稳定性不足，抗震设计指标不太合理，后与建筑专业协同，把医院大部分电梯集中在结构中部，楼梯间的位置也调整到第二跨，调整后的结构抗震性能明显更加合理。

框架-剪力墙结构中，在墙转角处或墙端部作为梁支座时，应按规定设置框架柱。建模时有两种方法：一是直接按普通框架柱输入并确定其抗震等级，但此方法可能导致计算结果异常，柱配筋偏大，剪力墙计算结果偏小，计算结果不太合理；二是按一般剪力墙输入，计算程序可考虑墙柱共同作用，结果更符合实际受力情况，钢筋排布也更容易。比较而言，第二种方法更加经济合理，优势显著，可确保结构安全合理。

在进行其他结构构件抗震设计时，框架柱的轴压比均大于0.15，因此，除顶层框架柱节点外，框架的梁柱节点须满足强柱弱梁的设计要求，框架梁端部截面组合的剪力设计值按高规6.2.5条规定，满足框架梁的强剪弱弯设计。

本项目在设计初期，也采用减、隔震技术进行抗震试算。采用增加黏滞型阻尼器、隔震支座等先进技术产品，它们能够有效地吸附地震波能量并将其消解，进而

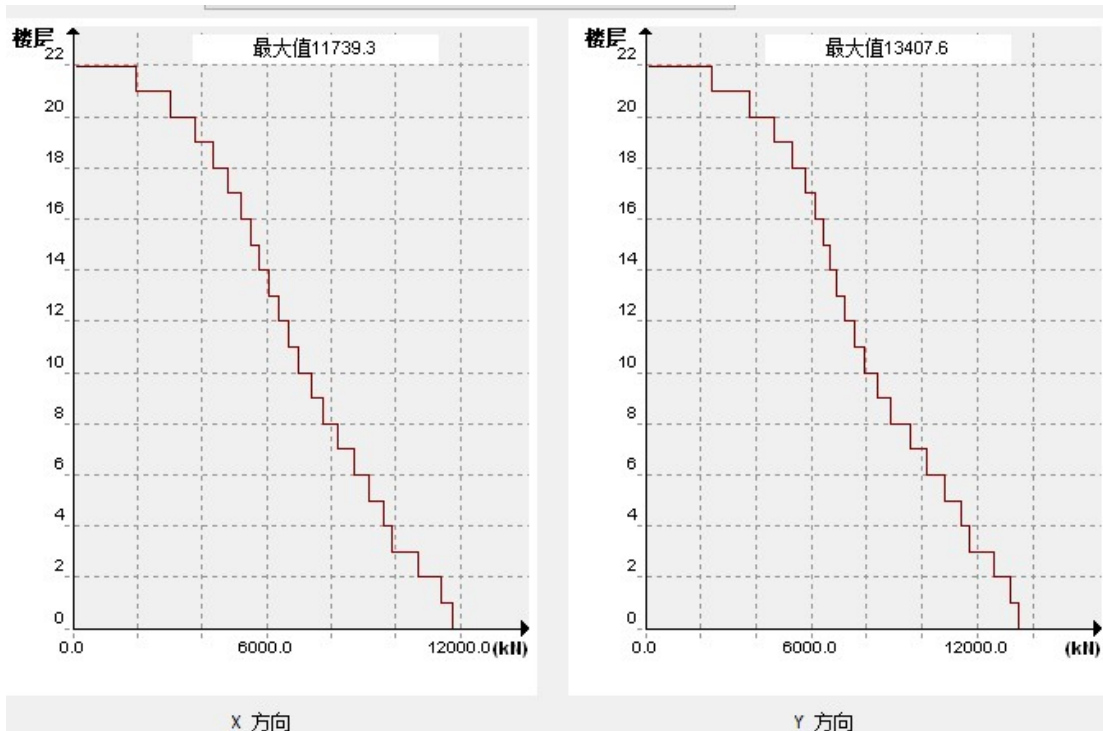


图1 水平地震作用下楼层剪力图（包含地下三层）

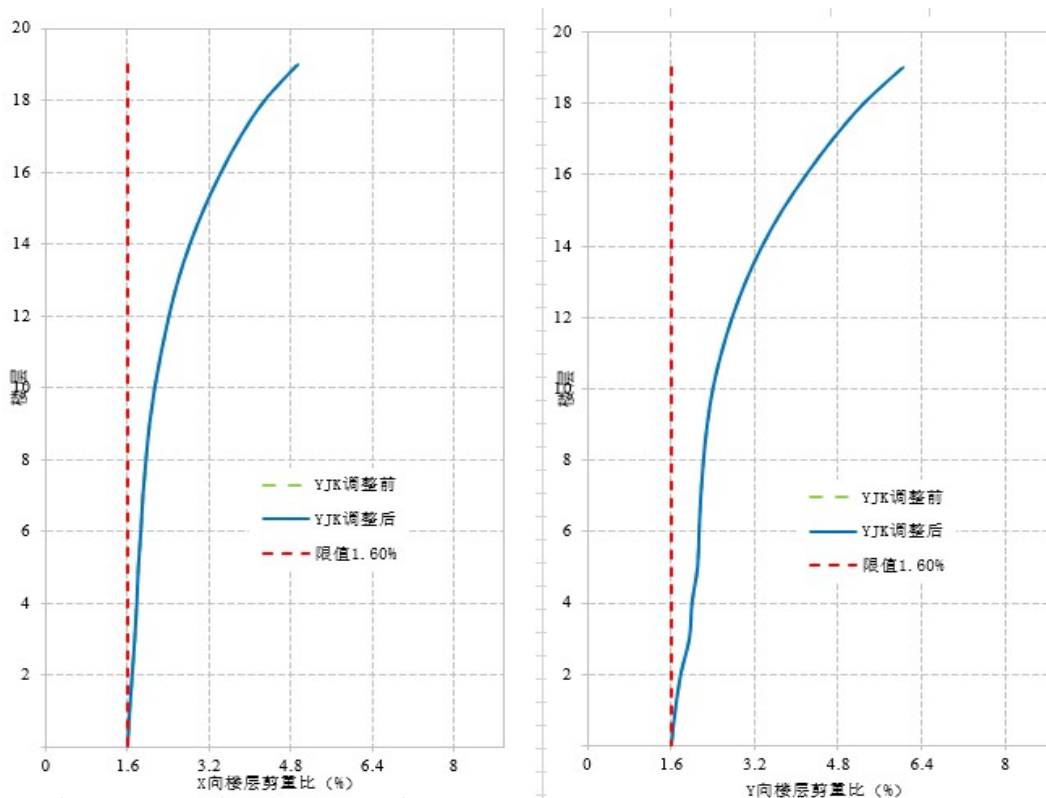


图2 水平地震作用下剪重比图

减轻地震对建筑主体及其内部空间的冲击程度，但因上部结构位移较大，虽满足《抗规》规定的支座位移限制，但橡胶支座直径和支墩截面偏大，且隔震层或阻尼器的设置会影响建筑功能布置及外立面美观，在后续的初步设计及施工图设计中，鉴于院方意见最终没有使用减、隔震技术。但通过此次抗震试算，可见减、隔震技术也是一个很好的选择，在未来的行业发展中应该值得推广使用。

#### 四、结论

医院建筑作为城市公共服务体系的核心组成部分，其抗震性能至关重要。通过对医院建筑在地震作用下的受力特点、抗震分析方法的研究，提出抗震分析设计时应注意的一些问题。同时，通过实际工程的抗震分析设计，我们验证了这些策略的有效性和可行性，为同类医院建筑的抗震设计提供了宝贵的参考经验。随着减、隔震科技技术的不断进步，建议未来在重点设防类建筑的抗震分析设计中可多采用该技术。同时，目前针对广东省的重点设防类，在不采用减、隔震抗震分析设计时，根据广东省住房和城乡建设厅关于贯彻落实《建设工程抗震管理条例》加强房屋建筑和市政基础设施工程抗震管理的通知，可按提高抗震性能目标的措施进行抗震设计，笔者认为，竖向构件性能目标可按C+级，耗能构件

的性能目标按C级的要求进行性能化设计，这样可满足重点设防类建筑的抗震设计要求。

#### 参考文献

- [1] 张博闻, 沈晓宇, 张伟郁. 探讨医院建筑抗震救灾有效性设计[J]. 江苏建筑, 2017, 187(06): 7-9+34.
- [2] 邓晓春. 浅析医院建筑的结构设计[J]. 中外建筑, 2020, 231(07): 165-167.
- [3] 方志成. 现代医院建筑的结构设计[J]. 陶瓷, 2020, 421(11): 105-106.
- [4] 李宁. 医院建筑结构设计要点及探讨[J]. 低碳世界, 2019, 9(08): 187-188.
- [5] 牛喜山. 浅谈医院建筑的结构设计[J]. 建设科技, 2016, 317(14): 71-72.
- [6] 巩文君. 谈医院建筑结构设计的特点[J]. 山西建筑, 2017, 43(04): 56-57.
- [7] 郭瑞峰. 某医院门诊住院综合楼结构抗震性能化设计[J]. 安徽建筑, 2021, 28(06): 60-62.
- [8] 吴筑海. 医院建筑抗震特性分析及结构设计[J]. 建筑结构, 2011, 41(04): 52-56+6.
- [9] 鲁松. 既有医疗建筑抗震性能提升技术及经济分析研究[D]. 东南大学, 2018.