

抗震设计在房屋建筑结构设计中的运用分析

王钧陶

河北拓朴建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

摘要 : 我国属于地震多发国家, 很多地区对房屋建筑结构设计中的抗震标准有着严格的要求。为了提高房屋建筑结构抗震设计水平, 文章在明确抗震设计重要作用的基础上, 从前期调查、选址、基础和主体结构选型等多方面入手, 提出优化房屋建筑结构抗震设计的措施, 以期为设计人员提供参考和借鉴。

关键词 : 房屋建筑; 结构设计; 抗震设计; 优化措施

Analysis of the Application of Seismic Design in the Structural Design of Building Structures

Wang Juntao

Hebei Tuopu Architectural Design Co, LTD, Shijiazhuang, Hebei 050000

Abstract : China is a country prone to earthquakes, and many regions have strict requirements for seismic standards in the structural design of building structures. In order to improve the seismic design level of building structures, on the basis of clarifying the important role of seismic design, this article starts from multiple aspects such as the preliminary investigation, site selection, selection of foundations and main structures, and proposes measures to optimize the seismic design of building structures, with the expectation of providing references for designers.

Keywords : house construction; structural design; seismic design; optimization measures

引言

随着城市化进程加快, 建筑物数量越来越多, 高度越来越高, 地震及其他自然灾害给人民生命财产安全带来了越来越明显的威胁。抗震设计是房屋建筑结构设计重点, 既关系着建筑物本身的安全, 也影响着全社会的安定和发展。抗震设计对于确保人民生命财产安全至关重要, 需要设计师不断地进行创新与改进, 迎接今后可能出现的各种新的挑战, 把抗震理念深刻地融入到每个建筑项目之中, 从而建设更加安全的人居环境。

一、抗震设计在房屋建筑结构设计中的重要作用分析

地震这一自然灾害具有突发性强、破坏性大等特点, 会给建筑物及使用者带来巨大威胁。从历史数据来看, 很多国家地震之后都曾遭受过惨重的人员伤亡以及财产损失, 所以, 进行有效地抗震设计可以显著减少地震给建筑物造成的损失, 进而保障人民群众的生命与财产安全。抗震设计不只是建筑物的物理防护, 还是城市发展与社会稳定的保证。随着城市化的进程, 城市集聚了更多的人, 建筑密度不断提高。当地震发生时, 如果建筑物不能有效地抵抗震害的影响, 其后果是不堪设想的。实施抗震设计能够从一定程度上降低地震带来的社会动荡与经济损失, 推动城市可持续发展。此外, 合理地运用抗震设计可以促进建筑物整体性能及使用寿命的提高。通过科学的设计方案, 建筑物不仅能够抵御地震, 还能在其他自然灾害(如风灾、洪水等)中表现出更强

的韧性, 这一综合性安全保障可以提升建筑物投资价值和市场竞争力^[1]。

二、抗震设计在房屋建筑结构中的具体应用

(一) 设计前期的震害调查

震害调查主要包括历史地震事件回顾和分析。设计师可通过检索有关文献、数据库和地方政府公布的地震记录等途径进行分析, 弄清该区以往地震的强度、频度及产生的效果, 可对今后可能出现的震害预测提供宝贵的依据。在调查时, 还要仔细地调查建筑场地地质条件。地质条件主要有土壤类型、地下水位和地层分布, 这些因素对建筑物基础设计和整体稳定性有直接的影响。例如软土地区建筑物常因土壤液化受地震作用较大, 需采用专门的基础处理措施。修建于坚硬岩石层之上的建筑抗震性能比较强。另外, 地貌特征在震害调查中占有重要地位。地形坡度、山

体结构以及周围环境等因素均会对地震波传播方式和建筑物抗震能力产生影响^[2-5]。比如处于山坡的建筑物发生地震时可能会有较大的滑坡危险，深谷地带由于地震诱发的共振效应会增强震感，所以，设计团队要将这些地貌因素考虑在内，从而制定适应性更强的抗震设计方案。

（二）建设选址

场地选择中，设计师要把地质条件和地震风险放在首位，通过考察和分析历史上的地震活动，能够确定高风险地带并避免设计这些地区的建筑。如在靠近断层带或地震活动较频繁区域，要最大限度地减少建筑物密集度或采用专门设计措施来减少可能发生震害风险。在软土或者液化风险较大地区，为了加强建筑物抗震能力，可能会对基础进行专门设计。选址还要考虑地形地貌等因素。地形特征如山坡、谷地和水体对地震波传播和建筑物抗震性能有影响，山坡上所建建筑物可能会有较大滑坡的危险，深谷或者凹地中由于共振效应会使震感增强，所以在场地选择上，设计师要充分评估地形对于建筑抗震性能所产生的作用，并尽可能地选择地形平缓、比较安全的场地来施工。

（三）建筑基础选型

不同地质环境下的土壤其特性和承载能力有明显区别，在软土地区由于土壤液化风险较大，因此建筑物基础设计中需采取一些特别措施，比如使用桩基或者深基础来加强建筑物稳定性以及抗震能力。在坚固的岩石层上，可以选择更为简洁的基础设计方法，如单独的基础或条状基础。基础选择时还要考虑建筑物高度、重量和使用功能。对高层建筑而言，因自重较重，对基础设计要求较严格，一般采用复合基础或者筏板基础来分散建筑物荷载和加强抗震性能。对低层建筑而言，可采用单纯独立基础或者条形基础等，既经济又满足抗震设计需要。设计师在这一过程中要结合建筑物具体情况合理地选择基础形式，保证建筑物安全性和经济性兼顾^[6]。

（四）结构体系

我国现行抗震设计规范在建筑结构体系选型方面有明确的要求。建筑结构的确定需考虑抗震设防烈度、抗震设防类别、场地条件、建筑高度、结构材料及施工技术等诸多因素，并进行技术经济比较进行决策。构筑多条抗震防线是保证结构刚度和承载力得到合理配置，避免过大应力集中或者塑性变形的理想选择。另外，建筑设计中规则性是极其重要的，其直接影响着地震作用在建筑中的分布和传递。对称而简洁的建筑形状更能有效地抵抗地震灾害，由于这种形状可以达到力量变化连续而均匀的效果，而且易于处理抗震细节问题。所以在建筑结构设计中，要尽可能保持平面与竖向的规则性。

（五）建立多道防震结构

设置多道防震结构需要先清楚建筑物需要经受地震作用的等级。高风险地带建筑抗震设计要采用更严格的规范来保证强震作用下建筑的安全。与此同时，设计师还需要对建筑可能遇到的最大地震影响做出评价，并结合有关规范和标准来制定相应的抗震设计目标。在进行设计时，要对建筑物进行计算与仿真，以预测建筑物对不同程度地震的反应状况。其中包括地震激励作用下建筑物位移、加速度和内力的分析，比如可通过动态分析方法用有限元软件模拟建筑物来评价地震作用下的性能。

除地震作用水平外，地震烈度是多道防震结构设置中必须要

考虑的一个因素。地震烈度是地震对建筑物及周围环境影响大小的体现，各地地震烈度的标准不一，故设计时需参照当地抗震设计规范进行。实际设计时，对于不同地震烈度的地震，设计者可选用不同结构形式与材质。比如，在地震烈度不高的情况下，单纯的框架结构也许已经足以达到抗震要求；在地震烈度较大区域，可能需采用刚度较大、韧性较好的结构，例如剪力墙结构、筏板基础。设计师通过对结构形式及材料的合理选择，可以有效地改善建筑物抗震性能，保证建筑物在各种地震烈度作用下均保持较好的安全^[7]。

（六）建筑平面设计

地震过程中建筑物形状将对地震力传递路径以及变形模式产生直接影响。对称平面形状可有效地分散地震力和减小结构扭转效应以增强整体稳定性，比如正方形或者矩形建筑一般在地震作用下都会展现出较好的抗震能力，不规则的外形会造成结构震动响应不均，加大了结构受损风险。

合理地进行功能分区和流线设计，不但有利于提高建筑物使用效率，而且还会对建筑物抗震性能产生一定影响。在进行抗震设计时，设计师需充分考虑建筑物的使用性质与功能需求，确保关键区域（例如疏散通道，紧急避难所）能够在地震发生时得到有效保障。比如学校、医院等公共建筑，在平面设计上应该优先考虑宽敞疏散通道、避难空间等，以在震后能够快速地组织群众疏散。

三、房屋建筑抗震设计措施分析

（一）工程概况

某高层住宅项目总共有12层，建筑的总体尺寸是39.8米（高度）×15.2米（宽度）×53.2米（长度）。该楼采用框架-剪力墙结构体系，类别II，抗震设防烈度7级。在设计阶段，基础地震加速度被设定为0.1g，框架-剪力墙结构将框架抗震等级评为3级，剪力墙抗震等级评为2级。框架-剪力墙结构所采用的混凝土的强度等级为C35和C30。该结构在水平荷载下框架结构将发生剪切变形，且其侧移量随楼层的增加逐渐增加，但剪力墙结构呈现出弯曲变形的特征，且其侧移量也随着建筑高度的增大而增大。通过两种结构的有效组合，框架部分既可以承受竖向荷载又可以抵抗部分水平荷载的作用，剪力墙部分则以承受水平荷载为主，这样可以加强原框架结构对水平荷载的抵抗能力，进而促进整体建筑承受水平荷载时刚度与稳定性的提高^[8]。根据剪力墙的布置要求和工程实际，该项目初步设计方案剪力墙的分布见图1。

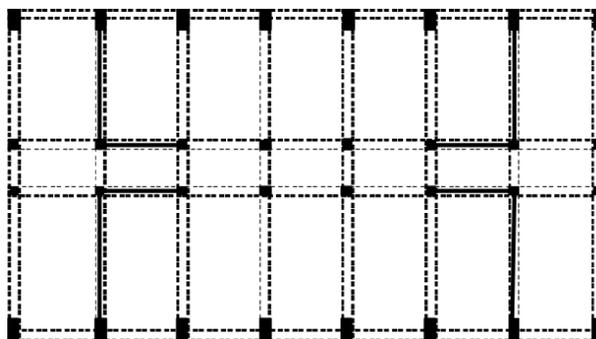


图1 初始方案剪力墙布置

(二) 方案优化分析

为进一步检验剪力墙抗震效果,本文选取最合理的剪力墙部位。确定该项目4片剪力墙为最优数量之后,根据剪力墙布置原则分别对方案2与方案3进行剪力墙构型罗列,如图2。该研究通过计算方案1(原方案),方案2及方案3剪力墙抗震性能参数,以达到优化对比不同设计方案以达到最佳抗震效果。

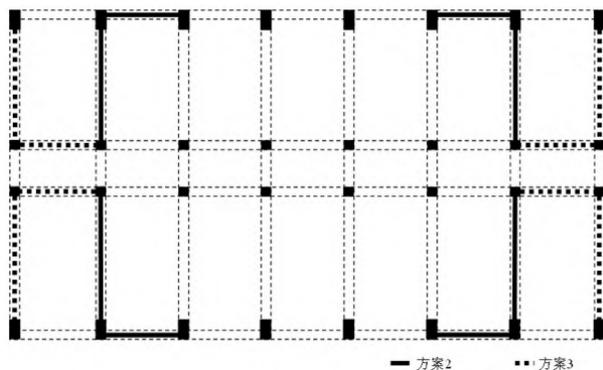


图2 优化方案剪力墙布置

经过计算,设计师得到了三个方案的自振周期和有效质量系数,具体数据如表1所示。对于自振周期而言,当剪力墙截面尺寸,结构布局及剪力墙个数合理时,结构自振周期一般为结构层数的0.06~0.08倍。在这个工程项目里,合适的剪力墙布局应确保其自振周期维持在0.72至0.96秒的范围内,而表3所示的自振周期都是符合这一准则的,这三种方案在剪力墙的截面尺寸、结构布局以及数量配置方面都表现出合理性。此外,有效系数均超过97%,这表明我们选用的12个振型数量是充分的。对于这三种方案而言,方案3的平动振型周期显著高于另外两个方案,这意味着方案3在受到振动荷载时,其周期较长,因此具备更强的抗震能力^[9]。

表1 振动周期及有效质量系数计算表

序号	平动振型周期(s)		有效系数(%)		第一扭转振动周期(s)	周期比
	X方向	Y方向	X方向	Y方向		
方案1	0.831 6	0.812 4	97.46	97.68	0.716 4	0.86
方案2	0.831 6	0.797 5	97.45	97.67	0.513 5	0.63
方案3	0.853 5	0.824 5	97.59	97.69	0.581 4	0.66

在该工程中,设计人员对三种方案进行了地震倾覆弯矩的计算。结果显示,这三种方案的地震倾覆弯矩均符合规范要求,同时查得楼层最小地震剪力系数为3.2%,满足了规范标准^[10]。由此可见,这三种方案中的剪力墙抗侧力结构布置是合理

有效的。

图3为三种方案在X方向上的最大水平位移变化曲线。从图中可以看出,三种方案的最大水平位移均为24.35毫米,出现在方案1中;在方案3中,最小的水平位移达到了19.03毫米。从最大水平位移定义中可推测出更大的最大水平位移是指结构经受水平地震作用后具有更大的变形。通过对比这三种方案的结果,发现相较于方案1,方案3在相同的水平地震荷载下,其最大水平位移仅为前者的78.15%,方案3展现出了最小的变形量和最高的结构稳定性。

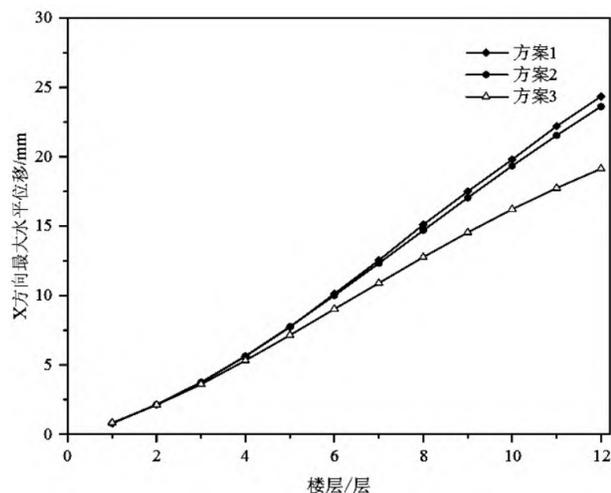


图3 X方向最大位移变化曲线

设计师计算出柱子与剪力墙在3种不同方案中最大轴压比,结果表明,三种方案的轴压比均符合规范规定的限制值0.6和0.85,这意味着在地震荷载作用下,结构刚度满足设计要求。此外,设计师还分别计算了这三种方案下的刚重比:方案1为19.30、方案2为25.69、方案3为18.36,由计算结果可知,方案3刚重比最小。综合考虑上述因素,最终选用方案3。

四、结语

总之,抗震设计对于房屋建筑结构设计有着必不可少的作用,提高抗震设计水平有助于保障生命财产安全,促进社会稳定,推进技术进步。未来,技术人员要进一步的探索和实践,以期对创造更加安全优美的生活环境有所帮助。

参考文献

- [1] 高正贤. 抗震设计在房屋建筑结构设计中的运用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (06):74-76.
- [2] 叶博文. 高层建筑结构设计中的不规则问题与抗震方法[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (08):187-189.
- [3] 李一民. 建筑设计中抗震设计手段及方法探析[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(01):167-169.
- [4] 彭勇. 结构抗震概念设计在房屋建筑中的应用分析[J]. 居业, 2024, (04):126-128.
- [5] 张文涛. 多层框架房屋建筑结构设计方法[J]. 房地产世界, 2024, (05):35-37.
- [6] 彭琴. 关于高层建筑抗震设计及周边民房的保护对策[J]. 居业, 2024, (02):141-143.
- [7] 林王成, 朱威. 抗震设计在房屋建筑结构设计中的应用[J]. 石河子科技, 2024, (01):61-63.
- [8] 曲晓东. 某超限高层建筑结构抗震设计[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(10):117-119.
- [9] 张文海. 房屋建筑结构设计中的抗震设计理念的具体实践[J]. 散装水泥, 2023, (05):169-171.
- [10] 曹梦娇. 基于性能的工业建筑抗震设计[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(09):126-128.