建筑工程钢筋混凝土结构抗震设计研究

李增奇
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]本文对于建筑工程钢筋混凝土结构抗震设计展开相关研究，主要目的在于剖析钢筋混凝土结构在地震作用时的受力特性、破坏原理、设计控制要点，进而探寻提高结构抗震性能的优化途径。文章运用文献归纳、结构设计分析、工程质量控制研究相互结合的方式，从抗震设计的基本认知、现存问题、设计原则、关键技术、保障机制等多个方面予以论述。研究表明，钢筋混凝土结构抗震设计需要秉持概念设计、延性设计、整体协同的原则，着重关注结构规则性、构件承载力、节点连接、构造措施。结论提出，应当借助优化结构模式、强化构造设计、完善计算分析、加强施工质量控制、推进性能化设计，来提高建筑结构抗震的安全性与耐久性。

[关键词]建筑工程；钢筋混凝土结构；抗震设计；延性设计；构造措施
DOI：10.33142/ec.v9i11.20742 中图分类号：TU352.1 文献标识码：A

Research on Seismic Design of Reinforced Concrete Structures in Construction Engineering

LI Zengqi
Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: This article conducts relevant research on seismic design of reinforced concrete structures in construction engineering, with the main purpose of analyzing the stress characteristics, failure principles, and design control points of reinforced concrete structures under earthquake action, and exploring optimization ways to improve the seismic performance of structures. The article combines literature review, structural design analysis, and engineering quality control research to discuss the basic understanding, existing problems, design principles, key technologies, and guarantee mechanisms of seismic design from multiple aspects. Research has shown that seismic design of reinforced concrete structures requires adherence to the principles of conceptual design, ductility design, and overall coordination, with a focus on structural regularity, component bearing capacity, node connections, and structural measures. The conclusion suggests that optimizing structural patterns, strengthening structural design, improving computational analysis, enhancing construction quality control, and promoting performance-based design should be utilized to improve the seismic safety and durability of building structures.

Keywords: construction engineering; reinforced concrete structure; seismic design; ductility design; structural measures

引言

钢筋混凝土结构具备整体性良好、承载能力比较强、适用范围比较广泛的特点，所以在建筑工程当中有着广泛的应用。地震作用存在突发性、随机性、破坏性，要是结构抗震设计不足，就有可能引发构件出现开裂情况、节点遭到破坏、层间变形过大，甚至导致整体失稳。随着建筑功能变得越发复杂、安全要求不断提高，钢筋混凝土结构抗震设计需要从单纯地控制承载力转变为兼顾安全、延性、整体协同、性能提高这几个方面。

1 钢筋混凝土结构抗震设计的基本认识

1.1 钢筋混凝土结构抗震设计的内涵

钢筋混凝土结构抗震设计，即在建筑结构设计进程里，依据设防烈度、场地状况、建筑高度、结构模式、使用功能要求，对结构在地震作用时的承载能力、变形能力、耗能能力、整体稳定性予以综合把控的设计活动。其目的并非确保建筑在地震中绝对不受损，而是在不同地震水准下达成合理性能目标，让结构拥有充足安全储备、修复可能性。钢筋混凝土结构由混凝土和钢筋共同承受力，混凝土抗压性能良好但抗拉能力欠佳，钢筋主要承担拉力、延性贡献。所以，抗震设计必须充分发挥二者协同作用，借助合理构件布置、截面设计、配筋构造、节点连接，使结构在强震作用下形成可控破坏机制。

1.2 地震作用下结构受力特点

地震作用和一般竖向荷载不一样，它主要呈现为水平

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

方向的往复作用，同时还伴随着动力放大、周期变化、多方向影响。钢筋混凝土结构在地震当中会产生剪力、弯矩、轴力、扭转效应，结构的刚度分布、质量分布还有构件连接状况都会对地震反应造成影响。要是建筑平面或者竖向布置得不规则，那么在地震作用下就容易产生扭转变形、薄弱层、应力集中。梁柱节点、剪力墙边缘构件、楼梯间、转换层、结构突变部位常常是抗震设计的关键之处。地震作用具有反复性，构件不但要满足强度方面的要求，而且还要拥有足够的延性、耗能能力，防止出现脆性破坏。所以可以看出，抗震设计一定要重视整体分析、关键部位控制。

1.3 抗震设计的现实价值

建筑工程钢筋混凝土结构的抗震设计，与生命安全、财产保护、城市运行稳定有着直接关联。科学的抗震设计能够减少地震灾害所带来的损失，提高建筑物在灾后继续使用或者快速修复的能力。就工程建设来讲，抗震设计还能够推动结构方案朝着合理方向发展，让建筑平面、竖向模式、构件布置、施工质量达成统一。抗震设计并非只是简单地增加钢筋或者提高混凝土强度，而是借助系统设计来提高结构整体的可靠性。

2 钢筋混凝土结构抗震设计中存在的主要问题

2.1 结构布置规则性不足

在部分建筑工程的方案设计阶段，过度注重建筑造型、使用功能，却对结构抗震规则性欠缺考量。当平面布置复杂，凹凸不规则，刚度中心与质量中心偏离较大时，结构在地震作用下很容易产生扭转效应。竖向布置要是存在刚度突变、承载力突变、楼层开洞过大或者转换层设置不合理的情况，就容易形成薄弱层。部分建筑为了追求大空间、灵活使用，减少竖向抗侧力构件或者改变墙柱连续性，致使地震力传递路径不够清晰。结构布置不规则会增加计算分析的难度，还会放大局部构件的受力。抗震设计要是在前期没有解决结构模式问题，后期依靠局部加固通常很难取得理想效果。

2.2 延性设计与构造措施落实不足

钢筋混凝土结构的抗震性能并非仅由承载力决定，延性、耗能能力同样对其有着重要影响。部分设计在梁柱箍筋加密、节点核心区配筋、剪力墙边缘构件、构造柱设置、锚固长度等细节方面不够重视，致使构件在地震作用下有可能出现脆性剪切破坏、节点破坏或者钢筋锚固失效的情况。延性设计规定结构在强震时能够借助塑性变形来耗散能量，而非突然失效。要是构造措施设置得不恰当，构件虽然在小震或者常规荷载作用下表现正常，也可能在强震反复作用下快速退化。抗震构造措施看似属于细部内容，实际上是保障结构安全的关键防线，需要在设计、施工阶段严格予以落实。

2.3 设计计算与施工质量衔接不够

抗震设计所取得的成果最终要借助施工来达成。部分工程出现了设计计算和施工实施衔接欠佳的情况，像是钢筋密集的部位施工存在困难，节点区域的混凝土浇筑不够密实，钢筋位置有偏差，保护层厚度不够、箍筋弯钩不符合规范等。要是在设计阶段没有充分考量施工的可行性，那么现场有可能难以依照图纸来实施，在施工阶段要是质量控制不够严格，就会使结构的抗震能力有所削弱。特别是在梁柱节点、剪力墙边缘区、后浇带、连接部位，施工质量对抗震性能的影响比较明显。抗震设计不能仅仅停留在图纸和计算书上，还应当和材料质量、施工工艺、隐蔽验收、检测管理形成一个完整的闭环。

3 建筑工程钢筋混凝土结构抗震设计原则

3.1 坚持概念设计优先原则

概念设计乃是抗震设计得以进行的根基所在，对于建筑结构而言应当优先挑选那种受力清晰明确、刚度保持均匀、传力具备连续性、变形实现协调的结构模式。平面布置适宜做到简洁且规则，要防止出现过度的凹凸不平、偏心的情况，竖向布置宜连续且均匀，需避免刚度、承载力出现突变。抗侧力构件应当进行合理的布置，从而让结构拥有充足的抗扭刚度、整体的稳定性。楼盖应当具备良好的整体性，能够把地震作用传递到竖向抗侧力构件上。概念设计着重于从整体方面减少结构的薄弱环节，而非仅仅依靠复杂的计算去弥补方案存在的缺陷。合理的结构概念能够降低地震反应，提高设计的可靠性，这是钢筋混凝土结构抗震安全的重要前提条件。

3.2 坚持延性与耗能设计原则

钢筋混凝土结构进行抗震设计时，需要着重关注延性、耗能能力这两个方面。在设计过程当中，应当依照“强柱弱梁、强剪弱弯、强节点弱构件”这样的理念，从而让结构在地震发生作用时能够形成有利的破坏机制。梁端的塑性铰要优先于柱端形成，弯曲破坏应当优先于剪切破坏，构件破坏应当优先于节点破坏。借助合理把控截面尺寸、纵筋配筋率、箍筋加密区、轴压比、节点核心区构造，能够提高构件的延性。剪力墙结构需要重视边缘构件、墙肢的延性，框架结构要强化节点区的约束，框架-剪力墙结构要确保二者协同发挥作用。延性设计能够让结构在强震作用下拥有变形、耗能的空间，防止出现突然倒塌的情况。

3.3 坚持整体协同与多道防线原则

抗震设计需着重突出结构整体协同、多道防线。建筑

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

结构不能仅依靠单一构件或者单一模式来抵御地震作用，而是要借助框架、剪力墙、楼盖、节点、基础之间的协同来建立整体抗震能力。多道防线指的是当某一部分进入塑性阶段或者出现局部损伤后，其他构件依旧能够继续发挥其作用，以此防止结构快速失稳。对于复杂建筑而言，要留意主次抗侧力模式之间的刚度、承载力关系，防止某一模式过早失效。结构设计也要考虑非结构构件对安全、使用功能产生的影响，避免填充墙、幕墙、设备管线等在地震中造成次生损害。整体协同设计能够提高结构抗震韧性。

4 钢筋混凝土结构抗震设计关键技术措施

4.1 优化结构体系与构件布置

钢筋混凝土结构抗震设计时要依据建筑高度、功能需求、设防烈度、场地条件来挑选适宜的结构模式。常见的模式有框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒体结构等。不同的模式有着不一样的受力特点，框架结构在空间方面比较灵活，不过侧向刚度较小，剪力墙结构抗侧刚度较强，然而空间灵活性相对有限，框架-剪力墙结构兼具了一定刚度和灵活性。设计里要合理布置抗侧力构件，以此保证竖向连续、受力明确。构件截面尺寸、墙肢长度、梁柱连接还有楼盖整体性应该和抗震目标相匹配。对于不规则结构，要加强分析和构造控制，必要的时候通过调整平面布局、增加抗侧构件或者优化质量分布来降低不利影响。

4.2 加强梁柱节点与关键部位设计

梁柱节点在钢筋混凝土框架结构抗震设计里占据着关键位置。节点核心区需要拥有充足的抗剪能力、约束能力，箍筋配置要能够满足延性方面的要求，纵向钢筋锚固、搭接应当可靠。梁端、柱端、剪力墙边缘构件、连梁等部位在地震当中容易产生比较大的内力、塑性变形，应当依据抗震等级要求强化配筋、构造措施。楼梯间、转换构件、洞口周边、结构突变部位同样需要进行重点设计，以此防止形成局部薄弱环节。关键部位设计不但要满足计算承载力，还要确保构件在反复荷载作用下维持稳定性能。细部设计越是可靠，整体抗震能力便越有保障。

4.3 合理应用隔震减震与性能化设计

随着抗震技术不断发展，隔震减震、性能化设计在建筑工程里有着越来越重要的应用价值。隔震技术是于结构基础或者特定部位设置隔震装置，以此来延长结构周期并且减少地震能量输入，消能减震技术是借助阻尼器等装置耗散地震能量，进而降低结构响应。对于功能重要、人员密集或者震后需要快速恢复使用的建筑，能够结合经济性、技术条件合理采用相关技术。性能化设计注重依据建筑重要性和使用需求设定不同地震水准下的性能目标，像正常使用、可修复、防倒塌等。经过性能化分析，设计人员能够更评估结构地震反应，提高抗震设计的针对性与科学性。

5 钢筋混凝土结构抗震设计质量保障机制

5.1 强化设计审查与多专业协同

抗震设计质量保障首要之事乃是严格进行设计审查。结构专业需与建筑、给排水、电气、暖通、施工管理等专业相互协作，防止建筑功能调整给结构抗震模式带来不利影响。设计审查要着重留意结构规则性、抗震等级、计算模型、构件配筋、节点构造、基础设计等方面内容。针对复杂结构，要强化专项论证、计算复核，保证结构方案契合抗震目标。多专业协同能够减少设备管线穿越结构关键部位、预留洞口影响构件受力等状况。设计阶段协同越充足，后期施工和使用风险就越低。

5.2 加强施工过程质量控制

施工质量对于抗震性能的实现而言是至关重要的保障。施工单位需要严格依照设计图纸、规范要求来进行钢筋加工、绑扎、模板安装、混凝土浇筑、养护等工作。梁柱节点、剪力墙边缘构件、箍筋加密区、钢筋锚固区、后浇带等部位应当作为重点检查对象。隐蔽工程验收时要认真核对钢筋的规格、数量、间距、位置、保护层厚度、连接质量。混凝土施工时要控制配合比、坍落度、振捣密实度、养护条件，避免蜂窝、孔洞、裂缝对结构性能产生削弱。施工过程中的质量控制要形成完整记录，以此让抗震关键部位具有可追溯性。

5.3 推进检测评估与后期维护管理

钢筋混凝土结构的抗震安全，并非仅由设计与施工决定，后期使用维护同样与之相关。建筑投入使用后，要防止随意拆改承重构件、开洞、增载或者改变结构用途。对于那些使用年限较长、遭受过地震影响或者有明显裂缝变形的建筑，需要进行结构检测、抗震性能评估。检测内容涵盖混凝土强度、钢筋保护层、裂缝状况、构件变形、连接部位质量等。依据评估结果，可采取加固、修补或者使用限制等举措。后期维护管理能够延长建筑使用寿命，降低结构风险，是抗震设计理念在全生命周期里的延伸。

6 结论

建筑工程钢筋混凝土结构的抗震设计，对于保障建筑安全、提高结构韧性而言，是一项非常关键的内容。有研究显示，钢筋混凝土结构在地震作用下，受力状况比较复杂，容易受到结构布置、构件延性、节点连接、施工质量、后期维护等多种因素的影响。目前部分工程当中，依旧存在结构规则性欠缺、构造措施落实不够精细、设计计算与

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

施工衔接不够紧密等问题，这些问题有可能会削弱结构的抗震能力。为提高抗震设计水平，需要坚持概念设计优先，延性与耗能设计同样重要，整体协同、多道防线原则。在技术方面，要对结构模式与构件布置进行优化，强化梁柱节点、剪力墙边缘构件、关键部位的设计，合理运用隔震减震和性能化设计方法。在保障方面，要强化设计审查、多专业协同、施工质量控制、后期检测维护。未来，钢筋混凝土结构抗震设计应该进一步融合性能化分析、数字化建模、健康监测、韧性城市理念，达成从满足规范要求朝着提高全生命周期抗震安全和恢复能力的转变。

[参考文献]

[1]住房和城乡建设部.建筑抗震设计规范:GB50011—2010（2016 年版）[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.

[2]住房和城乡建设部.混凝土结构设计规范：GB50010—2010（2015 年版）[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.

[3]吕西林.建筑结构抗震设计理论与实例[M].上海:同济大学出版社,2018.

[4]李明,张海峰.钢筋混凝土结构抗震设计要点及构造措施研究[J].建筑技术开发,2021,48(18):64-66.

[5]陈晓峰,赵立新.建筑工程钢筋混凝土结构抗震性能优化设计探析[J].工程技术研究,2023,8(12):101-103.

作者简介：李增奇（1995—），男，汉族，河北沧州人，工程师，河北工业大学毕业，现就职于河北建筑设计研究院有限责任公司，从事结构设计工作。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.