

建筑结构设计中的安全隐患及解决措施

庞博 杨鹏

基准方中建筑设计股份有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]建筑结构设计是保证工程安全的重要组成部分, 在设计中出现的问题会带来巨大的安全隐患。本文分析目前在建筑结构设计方面存在的主要问题及其原因, 主要有基础设计不合理、上部结构设计不合理及抗震能力不足三个方面的问题, 并提出相应的对策建议: 加强砌体填充墙结构设计、改善抗震设计、优化设计方案、合理选择结构形式及提升设计人员素质等五个方面的建议。结论为从设计源头预防事故的发生必须依靠技术和管理两者相结合的方法才能实现对整个建筑物的安全防护。

[关键词]建筑结构设计; 安全隐患; 基础设计; 抗震设计; 解决措施

DOI: 10.64635/ja.2026.1190

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Safety Hazards and Solutions in Building Structural Design

Pang Bo, Yang Peng

Jizhun Fangzhong Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi 530000, China

Abstract: Building structural design is an important component in ensuring engineering safety, and problems arising during the design process may lead to serious safety hazards. This paper analyzes the main problems and causes currently existing in building structural design, including unreasonable foundation design, improper superstructure design, and insufficient seismic performance. Corresponding countermeasures are then proposed from five aspects: strengthening the structural design of masonry infill walls, improving seismic design, optimizing design schemes, reasonably selecting structural forms, and enhancing the professional competence of designers. The conclusion indicates that preventing accidents from the design source requires the integration of both technical and management measures in order to achieve comprehensive safety protection for the entire building.

Keywords: building structural design; safety hazards; foundation design; seismic design; solutions

引言

建筑结构设计是整个建筑工程最为重要的一个阶段, 它的好坏直接关系到建筑物的安全性、适用性和耐久性, 在这一过程中如果出现任何纰漏或者失误都会给以后的施工以及使用带来不可逆转的安全风险。近年来由于建筑功能越来越复杂化, 抗震设防的要求也越来越高, 而且一些极端天气的发生, 使得结构设计方面出现的问题也越来越多, 比如基础勘察数据少、上部结构选择不合理、缺少抗震构造措施、设计人员对规范的理解有误等等。有的项目甚至连施工图审查的时候都还存在着图纸跟审查结论不符合、规定引用过时的现象, 这会导致的结果就是结构开裂或者是不均匀沉降, 严重的会造成建筑物倒塌这样的重大安全事故。所以在设计源头上去发现隐患并排除掉也是保证整个建筑物全生命周期内安全的一个重要课题。

本文对建筑结构设计中的常见安全隐患进行总结归纳, 并着重剖析其中基础设计、上部结构设计、抗震性能等方面的一些典型案例的原因, 同时从砌体填充墙的设计、抗震性能加强、结构选型、人员培训这几个方面给出对策建议, 希望能够为从事设计工作的人员、审图单位以及工程项目管理人员提供一定的借鉴意义, 促进建筑设计质量的整体提升。

1 提高建筑结构设计安全性的重要性

建筑结构设计的安全性直接影响建筑物寿命、抗震性能以及在各种不利环境下整体稳定性。首先, 结构安全属于社会公共安全重要组成内容。建筑结构安全级别有一级、二级、三级之分, 主要依据结构破坏后果严重程度划分, 如住宅、学校、医院等人流较多区域建筑物如果出现问题将会造成重大损失。其次, 提升结构设计安全性可大

幅节约整个寿命期内维修加固费用。一个设计时就充分考虑到安全裕度结构,在使用期间不容易有开裂、下沉等问题产生,也就不需要花太多钱进行维修。其次,在建筑抗震设防标准日益提高以及极端天气频发情况下,结构设计的安全性也受到巨大挑战,需要在思想意识和手段上进行革新。所以把安全性作为结构设计的基础是工程师必须遵循的原则。

2 建筑结构设计中的安全性问题

2.1 基础设计不科学

基础是建筑物的基础,基础设计出现差错会造成严重的后果,在临河区包银高铁巴彦淖尔站综合客运枢纽地下车库 3 号通道施工过程中由于违法分包、作业现场无防护设施、施工单位未履行自身职责等原因造成一起高处坠落事故,这说明基础工程施工管理和设计之间存在疏漏造成的隐患。而最大的问题是基础设计不合理。通过对各地质量抽查情况分析表明,基础设计不合理问题主要有以下几点:勘探孔最大钻孔深度大于 30m,土工试验的有效数量少于 6 个,勘察报告中的试验次数与试验成果不符,未进行土体天然含水量、液塑限、固结快剪试验等工作;在抗震设防上,在某次检查中发现图纸审查意见书中显示厂房采用浇筑桩基础,而施工现场施工图却标示为柱下独立基础,基础设计内容与审查结论不符,须由原审图单位会同设计单位对基础抗震性能以及合法性进行专门复查^[1]。另外,如果拟建主楼有裙房,则需进行差异沉降分析,在基底下有较厚填土并且采用桩基础的情况下,应考虑除了桩之外的填土自重沉降对建筑物的影响,而在设计中这些内容容易被忽略而成为日后产生不均匀沉降以及建筑物裂缝的原因。

2.2 上部结构设计不合理

上部结构设计不合理也是造成建筑结构安全隐患的重要原因,在对辖区内 12 个在建项目进行检查时,发现勘察存在问题 75 项,设计存在问题 73 项,其中上部结构设计问题占较大比重。设计图纸所引用的标准、图集未及时更新,登高场地距离建筑物小于 5m,疏散通道门只能向外开启等问题看似微不足道但实际上反映出了设计人员对于相关规定的认识不够深刻以及落实不到位情况。更令人担忧的是,有的工程连设计都出现了结构选型不当的情况。目前,装配式钢结构的设计中存在着建模软件各自为战、工作内容分割严重、信息孤岛现象明显、各个专业之间沟通不畅等问题,在传统的依靠经验及人工建模方式下工作效率低,无法应对复杂的工程项目要求。而在施工

图审查过程中,对于抽查出的问题,各建设单位需及时督促勘察、设计单位以及施工图审查单位进行整改并采取相应手段解决存在的质量问题,然而仍有一部分工程设计时就埋下了安全隐患,在施工期间才发现已经无法补救。

2.3 建筑结构抗震性能较差

抗震能力不足是建筑结构设计中致命的安全隐患。虽然各种消能减震结构体系能够较好地抑制损伤发生而改善建筑结构的抗震性能,但依然受到地震作用以及结构不确定性的影响。目前抗震设计中存在以下一些问题:一部分工程勘察报告详勘资料不符合规定,场地抗震地段划分不符合审查要点要求,拟建建筑物靠近边坡坡顶处,场地岩土地震稳定性较差等。在抗震设防管理上,由于现有建筑物用途变化引起其受力条件发生变化,或者是一些地区抗震设防烈度提升而使原有建筑物抗震能力下降的情况越来越多见。填充墙与主体结构之间的相互作用也是影响抗震性能的一个方面,在施工过程中由于施工原因导致隔震装置四周砌筑填充墙,使上部结构不能自由活动从而降低整个结构实际隔震能力。抗震性能化设计的一个重要特点是将传统的基于经验的设计方法中对抗震设防的要求用可量化的低、中、高三个不同水平的性能目标来代替并通过合理有效的数值模拟等手段对结构在遭受地震时所体现的能力进行评估与分析但是这种方法目前应用还不广泛。

3 建筑结构设计中的安全性问题的解决策略

3.1 加强砌体填充墙结构设计

砌体填充墙是非承重围护构件,其质量影响整个建筑物的安全性以及正常使用功能。由于蒸压加气混凝土砌块具有优良的物理力学性能,所以在框架结构中大量应用作为填充墙,但是砌块墙体施工工艺需要符合混凝土块材的要求,否则会出现裂缝问题,在填充墙设计上,当填充墙在钢筋混凝土墙或柱之间高度小于等于 600mm 时应设置 2φ6 拉结筋这是为了使填充墙能够与主体结构共同工作而采取的基本措施。蒸压加气混凝土砌块填充墙裂缝有两方面:一方面是经常出现在梁下的门窗边等位置出现裂缝造成外墙漏水等质量问题;另一种是砌体粉刷层施工质量强度下降,粉刷层受到自身收缩力以及粉刷层与结构之间粘结力作用而出现裂缝。针对这些问题,在设计时应明确填充墙与主体结构之间柔性连接构造形式,合理布置构造柱及水平系梁等,同时兼顾各构件之间差异性变形要求^[2]。由中国工程建设标准化协会发布实施的《消能减震填充墙应用技术规程》(T/CECS 1679—2024),

于 2025 年 1 月 1 日起施行,适用于抗震设防烈度为 6 度~9 度地区使用消能减震填充墙建筑工程项目设计、施工、验收、使用及检查等工作,对填充墙抗震设计起到一定指导作用。

3.2 优化建筑结构的抗震设计

改善抗震设计是消除结构安全隐患的重要手段。抗震性能化设计改进方法将传统的“小震不坏、中震可修、大震不倒”的三水准设防标准细化成可量化的多个层次的要求,并利用先进的计算机模拟等手段对建筑物在遭受地震时的表现进行精确评估。而在实际操作上,对于现有建筑提高其抗震韧性方面,则提出要以保障结构安全、符合预期用途以及可以迅速恢复正常工作为目的,在综合考虑该建筑的功能要求及其剩余使用寿命的基础上确定现有建筑提高抗震韧性的目标并提出一种“五个步骤”的现有建筑加强抗震韧性的方案。对于已有砌体结构,在抗震鉴定中的一、二级鉴定不能达到相应的规定时,则需要进行抗震加固,对墙体采用双面钢筋混凝土板墙及双面钢筋网水泥砂浆面层加固,加固后墙体构件的抗力与荷载效应之比大于 1.0,楼层综合抗震能力指数大于 1.0,加固效果满足相应的要求;另外,针对高层钢筋混凝土建筑结构的设计方案改进可优化剪力墙的位置及形状来增强其抗扭刚度以及整个建筑物的整体性从而节约成本,降低投资,但是又不影响其安全性和耐久性。以上各种措施结合起来,有效补齐不同结构类型建筑的抗震短板,有利于提高建筑物的抗震能力。

3.3 提高建筑结构设计方案的合理性

提高设计方案合理是对付隐患最有效措施。合理选型结构形式以及采用先进抗震设计理念可以大大提高建筑物整体抗震能力,在一定程度上保证建筑物安全性和耐久性要求。而在设计当中,高层建筑安全性并不是仅仅依靠 RC 或者 SRC 或者 SC 来决定,无论何种结构,“建造质量精准程度”才是影响建筑物是否安全主要因素。在设计阶段出现问题由建设单位组织,设计方、施工图审查单位共同参与,针对存在问题提出专门解决方案并落实到具体负责人身上,明确整改工作完成时间。设计单位必须根据相关规定对存在问题进行改正和完善设计图纸,经过修改的设计图纸应重新报送至原施工图审查机构进行再次审核。同时,要求各县区针对发现的问题进一步举一反三,提出加强本单位内部质量管理的措施以及处理意见,各有

关单位要以此为戒,认真进行内部质量自查整改工作,尤其是图纸与审查结论的一致性、设计标准的时效性、数字化平台备案的合法性等方面要严格把关^[3]。各勘察设计单位要经常组织技术人员进行标准规范的学习,特别是最新的抗震设计的要求以及数字化审图的规定,提高自身管理水平,加大考核力度,从根本上杜绝设计失误和变更的发生。

3.4 合理选择建筑结构体系

结构形式的选择对整个建筑物的安全性和经济性起到至关重要的作用。框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、筒体结构等不同类型的结构形式各有优缺点,在不同程度上满足不同的要求,由设计人员根据建筑物的高度、用途、地质情况以及抗震设防烈度等进行对比后选择最优的一种形式。对于高层建筑而言,科学合理地确定抗侧力体系的形式及其分布对于建筑物的安全至关重要。剪力墙位置的不同也会影响结构的效果,居中的剪力墙有利于提高舒适度,但角部设置的剪力墙更能有效抵抗内力的作用。而在结构形式的选择时还需考虑到将来可能的变化,留有一定的余量。另外,在一些特殊场地条件或者复杂的建筑形式下,需要进行多种方案比较以及详细的数值计算来选取最合理结构形式,所有结构选型工作均需契合现行抗震规范,以免因为结构形式选择不合理带来问题。

3.5 加强对设计人员的培训

设计人员的专业能力直接影响到结构的安全性。各勘察设计单位应定期组织标准规范的学习,重点学习抗震设计最新的要求以及数字化审图的相关规定,提高自身管理水平,实行奖惩制度,从根本上避免因设计不当导致的问题和变更的风险。各施工图审查机构要认真负责地做好施工图审查工作,切实承担起自己的职责,配备足够的专业审查人员。严格按照国家、地方相关法律法规、现行工程建设强制性标准、技术规范、深度规定以及住建厅发布的施工图设计文件技术审查要点进行技术性的审查。从培训内容来看,应该包括最新的抗震设计规范、地基基础设计标准、高性能材料应用技术和计算机辅助设计软件使用等方法^[4];还要有对设计人员进行定期培训并考核,把他们是否理解这些规范、制图质量和是否具有预防工程事故发生能力作为考核的内容,使设计人员认识到“做出图纸”到“保证安全”。

表 1 常见安全隐患与解决策略对照

安全隐患类型	具体表现	主要解决策略
基础设计不科学	勘察数据不足、桩基与独立基础混用、差异沉降未评价	加强勘察质量控制、严格执行审查制度、完善沉降计算
上部结构设计不合理	规范引用滞后、填充墙构造不当、疏散设计不合规	加强砌体填充墙设计、优化结构布置、完善节点构造
抗震性能较差	场地地段划分错误、隔震装置受填充墙约束、抗震鉴定不满足	采用性能化抗震设计方法、应用消能减震技术、抗震加固改造
设计人员能力不足	规范理解偏差、新旧标准混淆、审查反馈处理不到位	常态化开展标准培训、建立内部质量考核、强化审查责任

4 结语

建筑结构设计中的安全隐患是全方位的问题，它不仅包括基础设计、上部结构设计及抗震设计等方面的技术问题，还有设计人员自身素质和技术管理水平的问题。只有做好砌体填充墙的设计工作，应用基于性能的抗震设计理念，优化设计方案并进行严格把关，选择合适的结构形式并且不断加强对设计人员的技术培训，才能从根本上解决设计过程中出现的安全隐患问题，保障建筑物的安全性。各勘察设计单位以及施工图审查机构都应当抓住这个机遇，在内部进行自查自纠的基础上，完善自身的质量管理措施，持续完善结构设计管控系统，共同为建筑工程的发展筑牢根基，努力促进我国建筑结构设计的质量不断提高。

【参考文献】

[1]毕正超,王淼.建筑结构设计中的安全隐患及解决措施[J].城市建设理论研究(电子版),2025(02):205-207.

[2]张凤.建筑结构设计中的安全隐患及解决措施研究[J].建材与饰,2020(18):96-98.

[3]李刚.建筑结构设计中的安全性问题及解决策略[J].房地产世界,2023(10):59-61.

[4]冉凯龙.建筑结构设计中的安全隐患及解决措施研究[J].河南建材,2019(03):6-7.

作者简介：庞博（1987.11—），毕业院校：广西科技大学鹿山学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：基准方中建筑设计股份有限公司，职务：结构工程师，职称级别：中级。