

# 提高建筑结构设计安全度的策略探讨

覃如意

成都华丰工程勘察设计有限公司南宁分公司, 广西 南宁 530000

**[摘要]**建筑结构设计安全度是评价建筑是否安全的重要标准,也关乎人们的生产和生活安全以及社会的进步和发展。首先介绍了建筑结构设计安全度的概念,然后论述提升设计安全度的重要性,即为了保证人们的生命和财产的安全、预防各种自然灾害及超载作用对建筑物的影响,最后结合目前建筑设计中存在的一些问题,给出增强概念设计、细致进行计算、重视构造处理等提高设计安全度的建议。研究发现,在多个方面同时进行改进可以达到在经济上可行的同时提高建筑物安全性目的。

**[关键词]**建筑结构;设计安全度;构造措施

DOI: 10.64635/ja.2026.1091

中图分类号: TU311.2

文献标识码: A

## Discussion on Strategies for Improving the Safety Level of Building Structural Design

Qin Ruyi

Nanning Branch, Chengdu Huafeng Engineering Investigation and Design Co., Ltd., Nanning 530000, Guangxi, China

**Abstract:** The safety level of building structural design is an important criterion for evaluating whether a building is safe, and it is also closely related to people's production and daily life, as well as social progress and development. This paper first introduces the concept of the safety level of building structural design, and then discusses the importance of improving design safety in order to safeguard life and property and to prevent the effects of various natural disasters and overload actions on buildings. Finally, in light of some existing problems in current building design, the paper proposes measures to improve design safety, including strengthening conceptual design, carrying out detailed calculations, and attaching greater importance to structural detailing. The study shows that simultaneous improvements in multiple aspects can enhance building safety while remaining economically feasible.

**Keywords:** building structure; design safety level; structural measures

### 引言

建筑结构是建筑物的骨骼,它的安全关系到整个建筑物的安全性和耐久性。从事建筑结构设计的根本目的就是在一定经济基础上给结构提供足够的安全性,在规定的使用年限内能完成人们期望的功能。而随着我国的城市化进程加快以及建筑功能日益多样化给建筑结构的设计提出了严峻的考验,在保证经济效益的同时提升建筑结构设计的安全水平已成为建筑行业必须面对的问题。因此,本文就提高建筑结构设计安全性这一问题进行研究探讨,从概念出发很好的阐述了提高建筑结构设计安全性的必要性,然后分析目前存在的主要问题,最后提出相应的建议和应对措施。

### 1 建筑结构设计安全度概述

建筑结构设计的安全度是一个综合性概念,一般而

言,对建筑结构所提出的基本功能要求为:能够抵御在正常施工及使用过程中出现的各种荷载,而且在偶然事件发生时,仍应当具有必要的整体稳定性,即建筑结构需要具备的安全性;能够良好地进行工作,即建筑结构需要具备的适用性;能够在正常的保养条件下拥有较长的使用寿命。这三者都是衡量一个建筑结构是否可靠的标准,在一起被称为结构的可靠性。而结构设计的安全度是由一个国家的经济发展水平和资源条件、社会财富的积累程度以及设计、施工的技术水平和建筑材料的质量等因素决定的。制定一个工程的安全性,在某种程度上需要基于概率与统计来进行分析,但是更多的还是需要凭借经验、工程判断以及全面来考虑。从定量的角度来看,结构设计的安全性一般用可靠度来表示,即结构在给定的时间内,在一定的条件下能够实现预定的功能的概率。

## 2 提高建筑结构设计安全度的必要性

### 2.1 保障人民生命财产安全的根本要求

建筑结构安全关系到一座建筑是否安全,结构不安全会导致墙体开裂、构件损坏、建筑变形,严重的还会造成建筑物倒塌。从以往的经验来看,很多工程事故发生都是多种原因造成,施工质量差、设计有问题再加上结构安全储备低,综合作用下才导致悲剧发生。而这种现象的根本原因是由于设计安全度不够造成的。保障人民的生命财产安全是建筑设计的第一要务,适当提高设计安全度可以减少结构破坏的可能性,给人们一个安全舒适的生活与工作环境。

### 2.2 应对自然灾害和极端荷载的迫切需要

自然灾害给建筑物造成很大威胁,在墨西哥城一九八五年九月地震中就有大量三角形建筑物受到严重损坏。从结构来看,三角形建筑物迎风面积较大,在水平风力作用下所受力,也就是抵抗挠曲、抵抗侧向位移能力远不及圆形或椭圆形或矩形建筑物,因而建筑物安全性较差。这说明自然灾害破坏力巨大,必须提高结构安全性以增强其抵抗自然灾害能力。而在全世界范围内,自然灾害也是对建筑设计提出重大考验,需要建筑物能够经受住它们的影响。在全世界各种灾难中,建筑损坏是司空见惯的现象,而且因为有气旋、洪水、野火等灾难发生越来越频繁并且强度也越来越大而被认为是由气候变化引起的,所以这个问题就变得更加突出。随着气候变暖导致极端天气事件增多,在地震、台风等地质灾害频发地区,建筑物要有足够冗余的安全余量才能保证安全。特别是在地震多发区,设计能够承受地震影响的建筑非常重要。这就需要采用一些先进技术手段,比如基础隔震,就是用一个垫层或者隔震层把建筑物和大地隔离,让建筑物可以自由摇摆从而避免倒塌;在建筑物内部某些地方加强,使它能够在轻微晃动而不至于倒塌,称为“延性”。

## 3 当前建筑结构设计中存在的主要安全问题

### 3.1 结构方案与体系选择层面的问题

结构方案及体系确定是建筑结构设计的第一步,但在实际工作中往往会出现一些问题:首先,建筑设计与结构设计相脱离。有的设计师把结构设计看作是从属地位,而且还认为结构要服务于建筑,应当以建筑为主。很多建筑师注重作品的美观、新奇、独特性,重视自己的创作空间,在某种程度上忽视了建筑物本身的功能要求及技术可行性的问题,导致一些有创意的设计方案在结构上却是不合

理甚至是不能实施的,这对建筑安全造成一定影响。其次,结构体系的选择不合理。按国家标准规定,钢结构布置应满足以下几点要求:应有良好的传力途径;应有足够的刚度、强度以及整体稳定性和局部稳定性;应有足够的冗余度,以防一部分结构或构件破坏而使整个结构失去承载力,在实际工程中,某些设计对结构体系传力明确性以及冗余约束不够重视,忽视结构整体安全性;第三,结构体系的选择并非仅仅是一个单纯的结构合理问题,还要满足建筑、工艺的要求,经济上的可行性,所用材料以及施工等条件,是技术与经济相结合的问题,需要通盘考虑后作出决定。有些设计过分强调经济效益,过量减小结构构件截面尺寸,造成安全储备不足。

### 3.2 计算分析与构造措施层面的问题

计算分析以及采取相应措施是保证结构安全重要方面,在实际工作中存在问题主要有两个方面:一是计算模型不符合实际情况。计算模型建立及必要简化计算、处理都必须根据结构实际工作情况来进行。比如对框架结构房屋要考虑到填充墙、围护墙、楼梯等作用,不能因为忽略其影响而造成主体结构破坏。但是有些设计人员在整个计算过程中就忽略了楼梯作用,在这种情况下如果不采取相应措施就会使这些构件过于危险。另外一些设计人员对于转换层、大跨度楼盖等重要位置也没有使用两个以上模型进行相互比较检查,很难发现其中问题所在。二是结构计算参数选择不合理。在结构设计中一般使用计算机进行计算,但因目前市面上软件种类繁多,各种软件之间存在差异,所以设计师需对所使用的程序的功能、限制条件等十分熟悉,在使用计算机进行计算时由于结构实际状况与程序不符合或者人为操作失误或者软件自身存在问题都会造成错误的结果。比如周期折减系数、梁跨中正弯矩放大系数等取值不合理会严重影响计算结果;周期折减系数未按填充墙位置考虑、高层分析未计入二阶效应等情况较为常见导致计算结果可靠度降低;第三构造措施未有效执行。结构设计应以强柱弱梁、强剪弱弯、强压弱拉为指导思想,重视构件延性要求;加强薄弱环节,关注钢筋锚固长度特别是钢筋伸入支座锚固长度;考虑温差应力影响等,在梁柱节点处箍筋加密不够以及钢筋锚固长度未根据抗震等级进行相应处理等现象较为普遍,说明对构造措施的作用认识不够。为了更加清晰地了解目前结构设计中存在问题,表1列出了某地区勘察设计质量检查过程中各类型问题所占比例。

表1 勘察设计质量问题专业分布统计

专业类别	发现问题数量(条)	占比(百分比)	违反强制性条文数量(条)
结构专业	152	21.7	2
建筑专业	142	20.2	4
电气专业	150	21.4	0
给排水专业	112	15.9	0
暖通专业	94	13.4	3
人防专业	48	6.8	0
勘察专业	4	0.6	0
合计	702	100	9

由表1可以看出,结构类问题占比为21.7%,位居第二位,而且有涉及强制性条文的问题。说明在结构设计上质量把控不足,尤其是对于一些规范以及细节部分还需要提高。

#### 4 提高建筑结构设计安全度的策略

##### 4.1 强化概念设计,优化结构方案与体系

概念设计是保障结构安全性第一步工作,有良好对称性和规则外形建筑物更具有韧性,在地震时也比细长或者形状不规则建筑物表现更好,不规则及线性建筑物需设伸缩缝将其划分为规则 and 对称部分。所以在初步设计时尽量使用规则、对称形式以减少由于形状不对称导致受力混乱问题。把握好建筑设计与它所承受各种外力之间关系是进行强度计算基础<sup>[1]</sup>。作为结构设计师必须清楚结构受不同荷载时如何受力,并使结构具有明确层次和合理屈服方式。对复杂结构,应进行多种方案的技术经济比较,选择受力合理、传力简捷的结构形式。另外,成熟的结构形式是经过长期工程实践总结出来的,有利于保证设计质量。钢材优越的力学性能为结构设计提供了更大的发挥空间,应提倡采用新结构形式,但是由于新的结构形式未经实际使用,所以要对其进一步研究,在必要的情况下还应通过试验来加以证明。

##### 4.2 深化计算分析,提高设计精细化水平

计算分析精细化是保障结构安全的前提条件,在此基础上才能进行更进一步的工作。首先,要保证所用计算模型正确合理。结构刚度是在施工过程中逐渐形成的,而荷载也是分批施加在逐渐具有一定刚度的结构上,所以它们之间的内力相比一次性将所有荷载施加到最终成型结构中所得结论有一定区别,特别是对于超高层钢结构来说这个差别更为明显,所以应该使用可以真实反应结构内部力情况的方法进行分析<sup>[2]</sup>。其次,要注意一些特殊情况下的计算分析。比如对于偏心受拉托墙转换梁而言,它的腰筋端部锚固长度需要考虑抗震锚固的要求等。依据《混凝土

结构设计规范》相关要求,偏心受拉的转换梁沿梁腹板的高度方向设置间距不大于200mm、直径不小于16mm的腰筋。这些重要的构件对于整个建筑的安全有着至关重要的作用,在设计中必须要按规范的要求进行计算以及配筋。其次,要正确选取计算参数,在不考虑扭转耦联的情况下,一般取3;如果振型个数大于3,则建议采用3的倍数,但是不超过建筑物的高度;对于不规则的建筑,在需要考虑扭转耦联的情况下,振型个数应大于等于9,如果建筑物较高或者结构刚度有较大的变化,那么振型个数可以适当增加,但是又不能超过建筑物高度的三倍。对于砌体填充墙,周期折减一般在0.6~0.7;砌体填充墙较少或采用轻质砌块时,可取0.7~0.8;完全采用轻质墙体板材时,可取0.9。

##### 4.3 加强构造措施,确保结构整体性与延性

构造措施是为了使设计意图得以实现,保证结构安全的重要手段。抗震加固就是为建筑物穿上一件防震铠甲,在提高结构延性基础上,加强其整体性以及分散地震作用,就像防震铠甲一样防止地震对建筑物造成破坏,降低构件损坏甚至建筑物倒塌可能性,从而保障人们生命财产安全<sup>[3]</sup>。而提高结构延性方法主要有以下几点:使构件(梁、柱、节点)具有一定变形能力,即像铠甲一样具有一定的韧性,在地震来临时通过小幅度变形消耗一部分能量以防止脆性破坏;使建筑物各部分构件(梁、柱、板、基础)相互联系在一起,防止某一部分松动,就如同铠甲一样是一个整体,不存在弱点。通过加强改变结构传力途径,使集中地震荷载均匀分配到各部分,防止某一部分承受过大而破坏。针对不同类型建筑物,要分别进行加固处理。砌体结构(旧式砖房、生土房)最需要加固,这类建筑整体性较差,铠甲核心在于加强连接以及提高其抗剪能力,在墙面上绑扎直径为6mm间距200mm钢筋网,抹20~30mm厚水泥砂浆,如给墙面穿上一件钢筋外衣,增加其抗剪能力和整体性;增加构造柱及圈梁在墙角、交接

位置植筋制作构造柱,屋面设置圈梁,形成框支,使房屋不易倒塌。框架结构(多层办公楼、厂房)铠甲主要是针对节点进行加固以及约束柱体加补强梁端:梁柱节点加固区域用碳纤维布(双向交叉布置)或者外包钢板以防止节点比构件早失效(节点是框架主要受力部位);柱身上粘

贴2~3层碳纤维布或者外包角钢加缀板限制柱体侧向移动从而减少地震中柱体被压坏的可能性;梁端受拉部分粘贴碳纤维布并增加附加箍筋提高梁端抗剪性能以防梁端发生剪切破坏。为便于比较不同隔震方案的效果,表2给出了一个隔震方案实施前后结构响应变化情况。

表2 隔震技术应用效果对比

评价指标	无隔震结构(理论值)	隔震结构(实测值)	规范限值	效果评价
层间位移角(X向)	-	1/1195	1/250(小震不坏)	远优于规范
层间位移角(Y向)	-	1/1336	1/250(小震不坏)	远优于规范
隔震层位移(X向)	-	5.8mm	-	有效耗能
隔震层位移(Y向)	-	4.7mm	-	有效耗能

从表2可以看出,在隔震基础上,建筑物顶部最大层间位移角为1/1195、1/1336,远远小于规范规定的最大值1/250,说明合理的隔震设计能够有效提高建筑的安全性。加固后建筑物地震破坏级别减少1~2级;抗震加固的同时修复建筑物老化带来的问题,使建筑物更耐用,使得建筑物更加安全服役15~30年。

## 5 结语

提高建筑结构设计安全性是复杂的过程,需要从概念设计、计算分析、构造措施等各个方面共同努力才能实现。建筑设计应与结构设计相统一,在整个建筑设计过程中最重要的两点,对整个建筑外观及结构安全具有重大影响。而作为结构工程师应该有全局观念,在保证经济合理的基础上,通过对结构设计方案进行优化、加强计算分析、增强构造措施来提升结构设计的安全性。而要确定一个工程的安全性,但更多的是需要经验、工程判断以及各种因素

来共同决定。未来,随着性能化设计理念的发展、智能技术和结构健康监测的应用,以及绿色低碳理念与结构安全性相结合,建筑结构的的安全性会得到更好的保证,给人民创造一个更安全、更耐用、更舒适的居住环境。

## [参考文献]

- [1]李龙.提高建筑结构设计安全度的策略探讨[J].居舍,2022(17):81-83.
  - [2]李洋.探究建筑结构设计提高建筑安全性的有效措施[J].全面腐蚀控制,2024,38(05):31-33.
  - [3]高敏轩.建筑结构设计结构安全的要点探究[J].中国住宅设施,2025(06):34-36.
- 作者简介:覃如意(1986.08—),毕业院校:东莞理工学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:成都华丰工程勘察设计院有限公司南宁分公司,职务:结构工程师,职称级别:工程师。