

建筑结构设计提高建筑安全性的对策

尚理杰¹ 王文芳²

(1.山东志合建筑设计院有限公司, 山东 济南 250000;

2.山东省交通规划设计院集团有限公司, 山东 济南 250101)

摘要:随着社会不断发展, 建筑市场迎来发展机遇, 无论是建筑数量还是规模都在持续扩张, 以满足人们的生活生产需求。但随之而来的是引起人们对建筑质量的关注, 特别是其结构设计的合理性、科学性以及安全性等方面, 更是人们在进行房产交易时首要考虑的问题。因此对建筑企业来说, 需要重点关注工程项目的前期设计环节, 最大限度地体现房屋建筑的经济效益与社会效益。为此, 本文基于建筑结构设计的安全性评估方法, 提出建筑设计过程中需要重点关注的环节。以此为基础, 对建筑结构的设计方案进行思考, 希望以此提高建筑的安全性。

关键词: 建筑工程; 结构设计; 安全性; 评估方法; 解决对策
中图分类号: TU318 文献标志码: A



建筑物的安全性受其结构影响较大, 合理的建筑结构设计可以在减小建筑自身承重的同时, 提高建筑整体的支撑能力, 延长建筑的使用寿命。反之, 不但无法保证建筑的正常使用功能, 还会对人们的生命财产安全产生较大影响。由此可见, 在工程项目开展期间, 其建筑结构设计的合理性与科学性是保障建筑安全的核心因素, 因此应针对建筑结构设计方法进行深入思考, 并通过合理的评估手段检测其设计的可行性, 针对设计不足之处进行调整, 有效提高建筑物的安全性与耐久性。

1 建筑结构设计安全性的评估方法

1.1 建筑结构设计安全性的评估体系

通常建筑结构设计的安全性用“安全等级”进行评估, 目前建筑法规将建筑的安全等级划分为三类, 分别是: “I级标准”——主要指重要的地标类建筑物, 包括医院、商场、银行等公共区域; “II级标准”——大量的一般建筑物; “III级标准”——次要建筑物^[1]。其评价标准主要根据建筑的使用条件以及持久状况进行决定, 因此在此标准上可以延伸有关建筑结构的两类评估对象:

(1) 可靠度。根据建筑的安全等级与使用年限, 对建筑结构的可靠性进行概率评估。主要方法是根据建筑结构设计特征计算其承载能力极限值, 推算其在正常状态下达到结构变形且不适于承载的期限是否符合

合建筑的使用要求。

(2) 设计基准期。设计基准期是为检测设计选用的施工材料, 在当前结构设计情况下, 以及正常施工、使用、养护状态下应达到的使用年限。主要作为评估材料性能的时间参数。

1.2 建筑结构设计安全性的评估方法与应用案例

(1) 评估方法。建筑结构可靠度的评估主要是针对建筑当前设计方案的安全性合理性进行评价。其研究对象是建筑构件的组合形式、截面尺寸等, 计算当前构件组合方案的力学性能, 判断其是否符合建筑的承载力特征值。同时在此基础上, 还需要对该建筑结构在波浪力、风荷载、温度、雪荷载、湿度等自然因素下产生的各种效应进行模拟试验, 以此获得建筑结构最终承载能力的极限值^[2]。

建筑结构的“承载能力极限值”可以理解为建筑在承受以上自然因素的基础上, 进一步在“构件自重”与“人群质量”的作用下产生的内力变形特征, 如梁、柱、墙等构件在轴力、剪力、弯矩的影响下, 产生的位移与裂缝, 其能抵抗的最大应力数值, 便是建筑的承载能力极限值, 通常与其结构截面尺寸与组合方式有关。因此在评估过程中, 需要在当前建筑结构的具体参数上, 施加不同的外力因素, 同时可以准确对当前建筑结构设计的安全性做出判断。

如图1所示, 某建筑结构的截面面积为 A , 其在承载状态下受到轴向的外力荷载为 S , 在该结构状态

下材料的抗拉强度为 F_1 ，此时其抵抗破坏的能力为 $R=A \times F_1$ ，此时一旦 $S>R$ ，构件将发生损坏。



图1 建筑构件受力示意图

由此可知，建筑结构设计的安全性评估方法，便是在充分考虑其使用条件与荷载因素的情况下，检测当前建筑结构的力学性能是否符合标准。传统评估模式中，由于需要人工采集现场各项数据，进行大量复杂的计算，因此评估过程中的不确定性因素较多。在施工智能软件高度发达的背景下，工作人员只需要将建筑结构设计参数输入检测软件中，同时设置风压、雪压、温度、湿度等相关数值，便能准确地得到有关结构承载力极限值的信息^[3]。

(2) 应用案例。某建筑工程为独立基础设计，周围无相邻建筑。空间布局为地上8层与地下1层结构，总建筑面积为10342 m²，建筑平面结构接近矩形。建筑外层为钢筋混凝土楼板，内部承重为混凝土板柱剪力墙结构。现采用PKPM建筑结构计算软件对设计方案进行评估，初始设置参数为抗震强度7级、安全等级II级；考虑其扭转耦联作用结构的外力荷载，取周期折减系数值为0.75；材料参数按照墙、柱结构C30强度标准进行计算。其余荷载参数如表1所示。

表1 建筑结构荷载参数设置

荷载类型	荷载参数 (kN/m ²)
基本风压	0.55
上人屋面活载	2.0
不上人屋面活载	0.5
屋面自重	3.5
楼面自重	1.5
楼梯间活载	3.5
其余活载	2.0

将其完整信息输入软件后，经力学模拟计算，发现当前设计结构存在严重安全问题，无法满足相关规定以及建筑使用需求，需要对其设计进行重新调整。

2 提高建筑结构安全性的设计方案

该建筑结构设计存在的主要问题在于设置构建参数的过程中材料的自重出现错误估算，导致建筑自身荷载过重，降低对外界荷载的抵抗。因此经过重新调整后，现决定对其建筑结构进行一下调整：

2.1 整体架构设计

为提高建筑承载力的极限值，现决定在原有设计基础上进行框架梁水平加力，以此提高建筑结构的安

全性。具体措施为：首先调整构件的挠曲厚度，使其与梁截面高度保持一致。然后增加框架梁、柱等重要节点处的配筋数量，进一步提高建筑结构的承载力。最后为有效减小建筑自重，将其原有设计中的砌体墙结构全部剔除，换成单一的框架承重结构，以此提高建筑的承载力。同时考虑到混凝土凝固后会产生的收缩影响，需要在建筑结构中设置后浇带，同时扩大原有的伸缩缝间距，在局部位置加设预应力加固状，确保有效提高建筑结构的稳固性，减小施工过程中产生的影响^[4]。

2.2 建筑剪力墙设计

该建筑结构的剪力墙设计同样存在问题，设计人员为保证建筑拥有足够的承载能力，没有在设计过程中把握好剪力墙间距，出现部分墙体相邻较近的问题，影响剪力墙的抗侧力度，同时增加材料支出。因此在设计过程中，工作人员可以使用BIM技术软件对建筑结构进行建模检测。根据剪力墙的侧向刚度变化规律，可以得到其余剪力墙的数量关系为

$$T = (0.05 \sim 0.06) n$$

式中， n 为楼层总层数； T 为侧向刚度与剪力墙储量之间的周期值。

在完成设计后，工作人员可以借助BIM技术平台对建筑结构进行建模，并对其进行计算。若结果出现 $T_1 > T_2$ 的情况，说明当前剪力墙数量过多时，需要沿建筑主轴方向至剪力墙的定位并调整^[5]。具体而言，可以参照以下方法：

(1) 对建筑空间特征进行观察，如果其平面结构为矩形或T形，在设计过程中可以借助两条轴线下方，沿轴线的发展方向设置剪力墙结构。

(2) 若建筑平面为异形结构，如Y形或J形，那么在对其剪力墙结构进行定位的过程中，首先可以确定建筑空间三条轴线的分布，以此为基础推算剪力墙的设置方位。

(3) 在对圆形或弧形建筑布局设置剪力墙时，设计人员首先需要保证剪力墙设置的对称性，如此才能保证建筑结构的整体稳定。因此，可以沿建筑径向或环向进行布置，便于对剪力墙结构进行更加准确的设置。

同时，在对剪力墙进行设计的过程中，还需要同步考虑其墙肢的规格参数。一般高宽比超过2 cm的剪力墙结构，在设计过程中需要考虑顺着其延展方向进行开洞分割处理，将连续墙体转变为规格相等的独立剪力墙。同时若其高宽比超过8 cm，那么便需要对其设置墙肢，确保对剪力墙的承载压力起到分担作用^[6]。

2.3 建筑转换层设计

建筑转换层对建筑整体结构产生的安全性影响较大,主要原因是建筑高度超过3层后,因外力因素的影响导致建筑各层的位移角出现变化,同时改变其原有的传力方式与剪力分布,容易在建筑结构中形成受力薄弱环节,易在外力作用下出现损坏。该建筑结构在设计过程中便忽略转换层设计,导致建筑结构的承载力极限值较不稳定。

在整改过程中,由于该建筑采用框架梁支撑剪力墙的结构设计,因此在设计过程中,需要保证3层以下区域的转换层位置不得大于8度,5层以下区域的转换层不得超过7度,5层以上需要保证每一转换层的高度不超过6度。

同时还需要注意对转换楼板进行加固设计,根据房屋安全等级标准,I级、II级、III级建筑的转换楼板加固梁上下纵向配筋的最小配筋率应分别大于0.6%、0.5%、0.4%,同时受拉框架梁的支座下部纵向筋需要与柱进行连接,上部纵向筋应少于5%,沿梁的长度方向连接。各梁高间距最大误差不能超过200 mm,设置的腰筋需控制其直径在16 mm以下。

3 其他提高建筑结构设计安全性的对策

3.1 提高材料配比的合理性

除了构件的组合形式以及规格参数以外,构件施工材料配比的合理性决定建筑结构能否完整发挥自身作用。混凝土是建筑施工过程中的主要材料,甚至建筑主体中超过60%的部分都是由混凝土材料构成的。为此设计人员应控制混凝土的配比,确保将建筑结构设计的优势完整发挥出来。为此,工作人员可以从以下三个方面着手:

首先,根据建筑结构特征,以及设计标准中要求的建筑承载力极限值,对混凝土材料进行科学配比,确保水灰比与砂石等粗细骨料的规格参数符合强度要求。其次,对砂石骨料的材料性能进行检测,主要包括其含水率、含泥量以及砂石粒径等,避免材料参数不符合使用标准,避免在施工过程中出现混凝土开裂等病害现象。最后,在混凝土配比过程中,需要适当掺入一定的外加剂,确保提高材料的使用性能,进一步保证建筑结构的承载力极限值。

例如可以适当掺入粉煤灰,减少混凝土材料中水泥的用量,避免混凝土凝固期间产生过多水化热,防止墙体结构出现裂缝现象。可以在混凝土拌和过程中加入一定的钢化纤维,确保对混凝土的毛细通路起到堵塞作用,减少结构内部的金属预埋件受空气侵蚀而发生锈蚀损坏的现象。除此之外,钢筋等技术预埋杆件需要经过除锈处理后才可以进行安装施工^[7]。

3.2 建筑抗震设计

建筑抗震设计是设计人员除了建筑结构本身以外需要重点关注的内容,就是强调设计人员不仅要保证建筑结构的合理性,确保有效承载各项荷载应力,同时还需要通过一定手段对其整体结构进行加固,确保其能在地震等强烈外力因素的干扰下保持稳定。具体而言,设计人员可以分别从“结构”与“非结构性”角度入手,为建筑提供可靠的防御措施。如结构性手段可以考虑加设框架填墙、超静定结构,加消能构件、人工塑性铰等加固构件,使整体结构的稳定性得到增强。非结构手段中,主要以预应力锚固构件为主,采用在建筑薄弱环节额外施加拉应力的方式,使建筑拥有更强的防御能力。为此,设计人员在进行抗震设计的过程中,可以从经济性、效率性、持久性等多个层面入手进行考虑,将不同的抗震手段进行搭配使用,在确保提高建筑结构安全性的同时,有效控制材料成本^[8]。

4 结束语

综上所述,本文首先叙述评估建筑结构设计安全性的方法以及原理,结合工程实例,针对其在结构设计中出现的问题,给出提高建筑安全性的具体方案,同时对建筑结构设计中的需要注意的材料与抗震设计进行说明。希望起到足够的参考作用,助力建筑工程质量不断提升。

参考文献

- [1] 王国强. 建筑结构设计提高建筑安全性探讨[J]. 建材发展导向(下), 2021, 19(2): 60-61.
- [2] 阳佳林. 建筑工程结构优化设计中的安全性与经济性分析[J]. 建材发展导向(上), 2021, 19(12): 130-131.
- [3] 张俊荣. 建筑结构设计安全性问题及改善措施[J]. 建材与装饰, 2021, 17(31): 64-65.
- [4] 陈有武. 探究工业建筑结构设计的复杂性和安全性问题[J]. 低碳世界, 2020, 10(2): 121-122.
- [5] 赵宏伟. 试析建筑结构设计如何提高建筑的安全性[J]. 建材发展导向(下), 2020, 18(9): 26-27.
- [6] 秦海燕. 浅析工业与民用建筑设计中的安全性[J]. 智能建筑与工程机械, 2020, 2(2): 27-29.
- [7] 付志远. 建筑结构设计如何提高建筑的安全性[J]. 建材发展导向(上), 2020, 18(12): 36-37.
- [8] 郑宝成, 张磊, 刘玉, 等. 震后重灾区建筑结构安全性鉴定系统设计[J]. 灾害学, 2020, 35(3): 20-23, 33.