

关于高层建筑的梁式转换层结构设计

魏浩

(湖南省建筑设计院集团股份有限公司, 湖南 长沙 410000)

【摘要】本文以某高层建筑的梁式转换层结构设计工作为主要研究目标进行分析, 梁式转换层结构设计是建筑工程项目中的重要组成部分, 具有一定的复杂性, 在对梁式转换层结构进行设计时, 需要充分考虑其结构设计特点, 并结合具体的实际情况, 采用科学合理的方法来进行处理。基于此, 本文首先对高层建筑的梁式转换层结构设计的作用和设计原则进行介绍, 结合工案例对梁式转换层结构设计工作要点进行探索, 希望可以为相关设计人员提供参考和借鉴。

【关键词】高层建筑; 梁式转换层; 结构设计

高层建筑由于功能要求需要设置转换层, 而转换层的结构形式主要有梁式转换和桁架式转换。梁式转换是利用框支梁、托墙板或斜撑等结构构件作为上部结构与下部结构的联系构件, 而桁架式转换则是利用下部剪力墙或柱轴作为上部结构的受力构件, 因此, 两者在实现上、下结构传递内力的方式上是不同的。因此, 在设计时应根据具体情况选择合适的结构形式。根据使用要求, 同一建筑中既有带上部框架结构的住宅, 也有带大开间剪力墙结构的酒店或写字楼, 为满足两种不同使用功能的要求, 高层建筑通常要在底部设置转换层, 这种转换层可称为梁式转换层。

一、高层建筑的梁式转换层结构设计的作用

(一) 提高建筑物安全性

建筑工程项目的安全性是非常重要的, 对人们的生命财产安全造成了一定的影响, 而梁式转换层结构设计具有较强的结构安全性, 其可以通过增加抗剪强度来提高建筑物的抗剪承载力, 从而提高建筑物的安全性。在对建筑进行设计时, 需要重点考虑各个楼层上剪力墙结构与剪力墙之间的相互作用, 从而使各楼层上的剪力墙结构可以共同抵抗外部荷载压力, 从而提高建筑物的安全性。

(二) 增强建筑物功能性

由于建筑物功能的不同, 其建筑结构设计也存在差异, 例如, 在实际的建筑工程项目中, 其建筑结构设计呈现出一种较为复杂的状态, 在这种情况下, 需要对建筑物进行全面的分析, 并充分考虑其功能需求, 以此来对建筑物结构进行合理设计。为了使建筑物结构设计更加科学合理, 需要结合具体的实际情况来对建筑结构进行全面分析, 并结合建筑物功能需

求, 选择更加科学合理的设计方案。例如, 在对建筑物功能进行分析时, 需要从建筑结构功能需求出发, 在保证其功能性的基础上选择科学合理的设计方案, 以此来增强建筑物功能性^[1]。

(三) 保障建筑物舒适性

建筑物的舒适性与转换层结构设计有着紧密的联系, 在对建筑物进行设计时, 要充分考虑建筑物的使用功能和美观程度, 以此才能满足人们的生活需求, 才能达到设计的目的。梁式转换层结构设计可以有效地满足人们生活需要, 保障建筑物的舒适性。在进行高层建筑转换层结构设计时, 要充分考虑到建筑物的功能和美观程度, 尽可能地减少建筑面积, 同时要充分考虑到建筑结构和建筑材料。在进行梁式转换层结构设计时, 要保证转换层中不存在梁等构件, 也不能出现梁等构件, 这样才能保证建筑物的整体性和美观性, 同时要注意的是转换层中不能出现过多的梁体, 这样才能实现建筑物内部结构功能与外部环境相统一。

二、工程概况

本工程由1栋25层酒店公寓、1栋29层住宅、1栋31层住宅及4层商业组成。因地下一层一侧为开敞式广场, 结构高度从-5.400m标高开始计算, 公寓及住宅的高度为104.10m, 商业高度为29.0m。本工程基本风压 $0.3\text{KN}/\text{m}^2$, 基本雪压 $0.30\text{KN}/\text{m}^2$, 抗震设防烈度为6度, 设计基本地震加速度值 $0.05g$, 设计地震分组为第一组, 建筑场地类别为II类场地。地震影响系数 $\alpha_{\max}=0.04$, 场地反应谱特征周期 $T_g=0.35s$ 商业裙房——框架结构。酒店公寓为框架核心筒结构, 住宅部分框支剪力墙结构(四层转换)。抗震设防类别: 商业裙房为乙类、酒店公寓为乙类、

住宅裙房为乙类、住宅上部为丙类。抗震等级：商业裙房——框架二级；酒店公寓——框架二级、核心筒二级；住宅——底部四层框支柱、剪力墙一级；上部剪力墙三级。

三、高层建筑梁式转换层结构设计原则

（一）传力明确性原则

传力明确性原则就是要求结构传力应明确、直接，使上下结构的内力能顺利的相互转换，在转换梁的设计中，应根据各构件受力特点和传力途径，对构件进行合理的分析和处理，使上下部结构在转换梁处能顺利地完内力传递，不产生错动和裂缝。在实际工程中因高层建筑上下层结构形式不同，有时会出现上部剪力墙受力较大而下部框架柱受力较小的情况。此时需要转换梁来承担上部剪力墙与框架柱之间的应力传递，而下部框架柱则仅承担转换梁上部的剪力。

（二）可靠性原则

转换层结构设计的可靠性，要求满足下列条件：

1. 转换梁、柱、墙及支承其上的框架等主要受力构件具有足够的强度和延性；
2. 转换梁和柱中的钢筋能够可靠地工作，以确保转换层及其上部结构能够处于正常使用状态；
3. 转换层及其上部结构能承受由其产生的各种可能发生的作用；
4. 转换层及其上部结构应具有足够的抗倾覆能力，不会在地震力作用下出现严重破坏；
5. 转换梁、柱、墙、支承其上的框架等主要受力构件能够满足承载力极限状态和正常使用极限状态的要求，不会出现严重的塑性变形；
6. 转换层上下部结构间竖向刚度比应满足规范要求，并能保证转换层及其上部结构在正常使用状态下不发生破坏。

（三）经济适用性原则

第一，由于梁式转换层结构受力复杂，为满足承载力要求，转换层上、下两个结构竖向构件截面尺寸相差较大，故在满足承载力要求的前提下，应尽量减少转换层上件截面尺寸的差别。采用大截面、大尺寸梁式转换梁时，计算长度应适当加大。此外，还应在满足承载力要求的前提下，尽量采用简单可靠的转换梁形式^[2]。第二，梁式转换层结构受力复杂、截面尺寸较大，施工难度也较大。因此在满足承载力要求的前提下，应尽量减少转换梁的高度和厚度，并尽可能使其具有较好的延性，以保证在地震作用下，转换层上、下两个结构竖向构件刚度比符合要求。另外，为满足设计要求而提高转换梁高度和厚度也是不经济的，因此，应根据具体情况选择适当的转换梁形式。

四、高层建筑的梁式转换层结构设计工作要点分析

（一）梁式转换层结构平面设计

在高层建筑中，转换层结构平面设计应满足建筑平面使用功能的要求，同时也要满足竖向布置的要求。转换层结构平面布置的关键是：合理安排剪力墙、框支柱等竖向构件在楼层的布置，使各竖向构件在不同楼层的位置与楼层的总高度相匹配。根据调查研究表明，当建筑物转换层设置在顶层时，转换层楼板上、下最大位移差为8~10m，因此在转换层位置上要设置足够数量的剪力墙和框支柱，并考虑其自身抗侧刚度。一般情况下，框支剪力墙结构转换层的位置可设置在建筑上部楼层到下层的转换层上、下两个楼层之间，当转换层位于中间某一楼层时，可以将其设置在较低楼层，对于开间大于10m且每隔6m有一根框支剪力墙时，可将转换层设置在中间某一楼层上，如果上、下两个楼层面积相差不大，则可以将其设置在较高楼层上，这样在上部两个楼层有较大位移差的情况下，可以将上部结构转换成底部大空间结构，同时又能满足下部建筑的使用要求。对于框支剪力墙结构，由于框支梁与转换梁是一种组合梁，当转换层位于顶层时，转换梁与框支柱之间的截面高度不应小于500mm，且转换梁两端的墙体厚度不应小于200mm。在实际工程中出现建筑物底部与上部空间比较大，但下部墙体厚度与上部墙体厚度相差较大；或者下部空间较大，但上部空间较小；或者下部空间较小，但上部空间较大；又或者下部空间很大，但上部空间很小，这种情况下就需要进行转换层的设计。

（二）梁式转换层结构结构竖向设计

梁式转换层的结构设计应考虑转换梁刚度的突变和内力重分布等因素，因此，转换梁刚度突变时，对其计算模型的选择、转换梁的内力重分布方式、转换梁计算长度的确定等方面都是一个非常重要的问题。第一，当上部框架与下部剪力墙刚度相差较大时，转换梁两侧出现很大的竖向地震作用时，转换梁两端的剪力将会突变，引起结构中上部剪力墙内力重分布。因此，在梁式转换层结构设计中应适当减小上部剪力墙的厚度，并将转换梁与下部剪力墙之间的刚度连接起来，这样在考虑上部剪力墙刚度突变时，转换梁上、下两个方向的内力分布就比较均匀了。第二，当上部剪力墙刚度较小，而下部框架刚度较大时，应采用托墙梁或斜撑梁等构造措施来调整转换梁上、下两个方向的内力分布^[3]。当框支层底部加强部位墙肢高度小于框支楼层高度时，可将框支层

下部墙肢底部加强部位向下延伸两倍层高（即加大底层墙厚）。对于框支层上部的剪力墙刚度较大而下部框支层的刚度较小时，应考虑转换梁在上部结构竖向地震作用下产生的弯矩和剪力突变，使转换梁上、下两个方向的内力分布比较均匀。由于转换梁是承受竖向和水平荷载的主要构件，因此，对梁式转换层结构设计时，应尽可能采用较高的计算模型。在高层建筑梁式转换层结构设计中，应考虑上部框架与下部剪力墙刚度变化引起的内力重分布对转换梁的影响，在设计时应采用较高的计算模型进行计算。在梁式转换层结构设计中，转换梁的计算长度应按上部剪力墙刚度突变引起的内力重分布计算确定。

（三）转换构件设计

转换梁的截面尺寸是转换层结构设计中的重要内容，梁的截面尺寸在转换层结构中起着十分重要的作用，它不仅是承受上部竖向荷载的主要构件，而且也是控制结构竖向变形、提高结构抗震能力的主要构件。为保证转换梁在转换层结构中能满足剪压比限值，并且具有足够的强度和刚度，通过优化设计，使其具有较小的截面尺寸。根据转换梁受力特点，可将其分为竖向荷载通过梁端传递到下部墙或柱上的梁式转换和上下共同工作的桁架式转换两类。竖向荷载通过梁端传递到下部墙或柱上的梁式转换，其特点是框支梁较重、刚度较大；而通过上下共同工作的桁架式转换，其特点是框支梁较轻、刚度较小。目前，工程中常用的梁式转换有钢管混凝土和钢筋混凝土两种形式^[4]。钢管混凝土作为一种新型的结构体系，已在我国许多高层建筑中得到了广泛应用。其主要优点是：1. 具有足够的承载力，可以满足高层建筑结构中受力较大部位转换层上、下柱和梁截面尺寸要求；2. 由于框架梁与剪力墙之间留有足够高度的空隙，使框架梁得以自由伸入剪力墙内，框支梁刚度很大，因此框支柱与楼板之间没有明显应力集中；3. 框支梁可以按需要设置为斜撑或斜杆。斜撑或斜杆在抗剪方面有一定作用。同时也可以用来约束下部剪力墙，从而改善上部墙体抗剪性能。为满足竖向荷载通过梁端传递到下部墙或柱上的要求，同时确保框支梁具有足够强度和刚度，还应尽量减轻框支梁的重量。

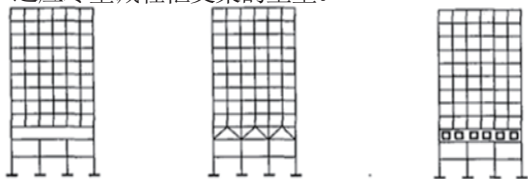


图1 转换构件的设计形式

（四）核定抗震等级

当转换层的上下结构刚度比不满足要求时，应在底部加强部位的下部适当位置布置转换层结构，对转换层上下层结构刚度比进行调整，以保证转换层的正常使用。调整方法可以根据《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3-2010）中第7.2.14条规定，对抗震等级为一级和二级的转换结构，可在转换层上、下部布置与转换层上部结构相同的框架或剪力墙。对抗震等级为三级的转换层，可在转换层下部布置与上部结构相同的框支剪力墙或筒体，按上述方法调整后仍不能满足要求时，应对转换层上部结构进行抗震鉴定，并根据抗震鉴定结果对转换层上部结构进行抗震设计^[5]。当不满足要求时，可在转换层上、下部增设适当数量的抗侧力构件之间采用型钢或钢筋混凝土等其他有效措施。

结语

综上所述，本文对梁式转换层结构设计的相关内容进行了分析，针对其中的梁式转换层结构设计要点进行了探讨，希望能够在高层建筑的梁式转换层结构设计中起到一定的参考作用，提高其设计质量，推动建筑行业的健康发展。

参考文献：

- [1] 钱兴伟. 高层建筑转换层结构设计与施工研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7 (12): 264-266.
- [2] 高家军. 带型钢混凝土梁式转换层的高层建筑结构抗震性能研究[D]. 山东建筑大学, 2023.
- [3] 王利欣, 赵芝云. 有梁式转换层的高层建筑结构设计研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7 (09): 182-184.
- [4] 梅素娟. 高层建筑梁式转换层结构设计出现裂缝的原因及对策研究[J]. 中国住宅设施, 2021 (05): 48-49.
- [5] 师立德, 侯建帅, 张斌等. 带梁式转换层框支剪力墙结构抗连续倒塌分析[J]. 科学技术与工程, 2021, 21 (14): 5898-5906.

作者简介：

姚浩（1985-），男，汉族，湖南长沙人，本科，高级工程师，主要从事：结构设计。