

# 抗震转换层在建筑设计中的应用与研究

任子健

中国城市建设研究院有限公司山西分院 山西 太原 030000

**摘要:** 抗震转换层作为一种重要的抗震措施,广泛应用于建筑结构设计。本文通过对抗震转换层的应用与研究进行综述,旨在总结和分析抗震转换层在提高建筑结构抗震性能方面的作用和效果。通过不同形式和参数的抗震转换层的设计与优化,还可以进一步提升结构的抗震性能和耗能能力。因此,未来的研究需要从理论与实践相结合的角度,深入探讨抗震转换层的设计与优化策略,进一步完善抗震转换层在建筑结构设计中的应用与研究。

**关键词:** 抗震转换层; 建筑结构设计; 应用与研究

## 1 抗震转换层的概念

抗震转换层,顾名思义,是一种在建筑结构设计起到抗震作用的重要结构。在地震发生时,它可以有效降低建筑物水平方向的地震作用,从而保证建筑物的稳定性。抗震转换层主要应用在高层和超高层建筑中,因为这些建筑在地震时可能会因为高度和重量的原因,导致地震力对建筑的影响更加严重。为了减轻这种影响,设计者会在建筑物的中部或底部设置一个抗震转换层。这个转换层主要由钢筋混凝土组成,通过优化结构设计,使其能够承受地震带来的水平力,并将这些力传递到建筑物的其他部分。根据结构形式和功能的不同,抗震转换层也有多种不同的类型。其中最常见的是包括钢支撑框架抗震转换层和钢筋混凝土空腹桁架抗震转换层。钢支撑框架抗震转换层主要由钢支撑和钢筋混凝土组成,具有重量轻、施工方便等优点。而钢筋混凝土空腹桁架抗震转换层则是利用空腹桁架的结构形式,通过优化桁架的形状和尺寸来提高其抗震性能。在设计抗震转换层时,需要考虑多种因素。其中包括建筑物的类型、高度、用途、地质条件、地震烈度等<sup>[1]</sup>。同时还需要进行详细的结构分析和计算,确保转换层能够满足建筑物的抗震要求。

## 2 抗震转换层建筑结构设计分类和常见形式

抗震转换层建筑结构设计是建筑物结构设计中的重要组成部分,其分类和常见形式根据不同的标准可以有多种划分方式。根据转换层结构形式分类,常见的抗震转换层建筑结构设计包括梁式转换层、空腹桁架式转换层、箱形转换层和斜柱转换层等。其中,梁式转换层是最为常见的形式之一,其结构简单、受力明确,具有良好的抗震性能。空腹桁架式转换层和箱形转换层则适用于较大的跨度,能够提供较大的空间,但其结构较为复杂,设计和施工难度较大。斜柱转换层则能够利用斜向

支撑承受水平力,具有较好的抗震性能,但需要注意支撑的角度和位置。

根据功能分类,抗震转换层建筑结构设计可以分为以下三种类型:(1)实现上下层结构类型转换:这种类型的转换层主要用于高层建筑中,由于建筑使用功能的要求,下部为大空间,上部为小空间,需要将建筑物的上部结构转换为不同的形式。(2)实现上下层柱网、轴线的改变:这种类型的转换层主要通过增加外挑构件或利用加强构件来达到改变上下层轴线和柱网的目的,从而满足建筑物的使用功能<sup>[2]</sup>。(3)同时实现上下层结构形式和柱网、轴线的改变:这种类型的转换层主要应用于上下层功能差异较大的建筑物中,通过改变上下层的结构形式和柱网、轴线,实现建筑物的使用功能。

## 3 抗震转换层在地震中的作用

在地震作用下,建筑物的结构会受到不同程度的破坏和影响。为了减轻地震对建筑物的破坏,设计者会采取一系列的措施来提高建筑物的抗震性能。其中,抗震转换层是其中一种重要的措施。

抗震转换层在地震中的作用主要体现在以下几个方面:(1)提高建筑物的整体性和稳定性:通过设置抗震转换层,可以将建筑物上下两层或更多层的结构连接成一个整体,从而提高建筑物的整体性和稳定性。在地震发生时,建筑物不会因为上下两层结构之间的相对运动而出现严重的破坏和损伤。(2)减轻地震对上部结构的破坏:在地震作用下,建筑物的上部结构会受到较大的水平地震力作用。通过设置抗震转换层,可以将建筑物上部结构所受到的水平地震力传递到下部结构,从而减轻上部结构受到的破坏<sup>[3]</sup>。(3)调整地震力的传递路径:地震力的传递路径对于建筑物的抗震性能具有重要影响。通过设置抗震转换层,可以调整地震力的传递路径,使地震力能够更加有效地被吸收和分散,从而降低

建筑物受到的震害程度。

抗震转换层在不同地震烈度下的设计要求如表所示

地震烈度(度)	设计要求
6-7	转换层应设置在建筑物的中部或底部,并采用钢筋混凝土或钢结构材料。
8-9	转换层应设置在建筑物的中部或底部,并采用钢筋混凝土或钢结构材料。同时,应增加转换层的厚度和配筋数量,以提高其抗震性能。
10-11	转换层应设置在建筑物的中部或底部,并采用钢筋混凝土或钢结构材料。同时,应增加转换层的厚度和配筋数量,并采用多重抗震措施,以提高其抗震性能。

#### 4 抗震转换层在建筑结构设计中的应用

##### 4.1 高层建筑中抗震转换层的应用

高层建筑抗震转换层的应用主要通过以下方式实现:(1)根据高层建筑的结构形式和功能需求,选择合适的抗震转换层类型。常见的转换层类型包括梁式、空腹桁架式、箱形和斜柱式等,每种类型都有其特定的适用范围和优缺点。(2)在进行抗震转换层的设计时,需要充分考虑建筑物的使用功能、结构形式、荷载分布等因素,对转换层进行合理的结构设计。包括确定转换层的支撑体系、传力路径、连接节点等。(3)在施工过程中,需要采取有效的施工工艺和质量控制措施,确保抗震转换层的施工质量和安全性。特别是在高层建筑中,高空作业较多,更需要加强施工安全措施。(4)针对高层建筑的特点,需要对抗震转换层进行详细的地震模拟分析,以评估其在地震作用下的性能和安全性。通过模拟分析,可以优化转换层的结构和设计参数。

##### 4.2 多层建筑中抗震转换层的应用

在多层建筑的结构设计中,抗震转换层的应用同样具有重要意义。由于多层建筑往往需要满足不同楼层的使用功能和结构形式,因此需要在适当的位置设置抗震转换层来协调不同结构形式之间的受力传递和地震作用下的稳定性能。

多层建筑抗震转换层的应用主要通过以下方式实现:(1)确定转换层位置:根据建筑物的功能需求和结构形式,选择合适的转换层位置。通常,抗震转换层应设置在受力较小且地震作用相对薄弱的位置,如建筑物的中部或底部。这样可以最大限度地发挥转换层的作用,同时保证建筑物的整体稳定性。(2)选择适当的结构形式:针对多层建筑的特点,选择适当的结构形式作为抗震转换层。常用的结构形式包括梁式、拱式、箱形和空腹桁架式等。这些结构形式具有较好的抗震性能和

适应性,能够满足不同楼层之间的受力传递和变形协调要求。(3)强化传力路径:在抗震转换层的设计中,需要明确传力路径,确保地震作用能够有效地传递到建筑物的其他部分。可以通过增加转换层的刚度和强度、优化支撑体系的设计等方式来强化传力路径,提高转换层的整体性能<sup>[1]</sup>。(4)考虑地震作用下的安全性:在多层建筑中应用抗震转换层时,需要充分考虑地震作用下的安全性。除了选择合适的结构形式和强化传力路径外,还需要对转换层进行详细的地震作用分析,评估其在地震作用下的响应和安全性。根据分析结果,可以优化转换层的设计参数和构造措施,确保其在地震作用下的安全性能。

##### 4.3 新型材料和结构体系在抗震转换层中的应用

新型材料在抗震转换层中的应用主要表现在以下几个方面:(1)高强度钢和合金钢的应用:高强度钢和合金钢具有较高的强度和韧性,能够提高转换层的承载能力和抗变形能力。在地震作用下,这些材料能够更好地吸收地震能量,减轻地震对建筑物的破坏。(2)纤维增强复合材料的应用:纤维增强复合材料具有轻质、高强度和耐腐蚀等优点,被广泛应用于结构加固和补强。将其应用于抗震转换层的设计中,可以有效地提高转换层的刚度和强度,改善其抗震性能<sup>[2]</sup>。(3)新型结构体系在抗震转换层中的应用也具有重要价值。例如,预应力混凝土结构体系能够通过施加预应力来提高转换层的承载能力和抗变形能力。同时,新型的支撑和框架结构体系也被广泛应用于抗震转换层的设计中,以提供更好的抗侧力和刚度。

#### 5 抗震转换层设计方法及优化措施

##### 5.1 计算分析方法

在抗震转换层的设计中,计算分析方法扮演着重要的角色。通过精确的计算分析,可以评估转换层的性能和安全性,并对其进行优化。(1)有限元分析是一种常用的结构分析方法,通过将结构离散化为有限个单元,并对每个单元进行受力分析,进而得到整体结构的响应。在抗震转换层的设计中,有限元分析方法可以用于分析转换层的应力分布、变形情况以及地震作用下的动态响应等。(2)有限差分分析是一种数值分析方法,通过将连续的物理域离散化为差分方程,并求解该方程得出结构的响应。在抗震转换层的设计中,有限差分分析方法可用于模拟地震波的动力学过程,并计算转换层的动力响应和稳定性。(3)能量法是一种基于能量平衡原理的结构分析方法。在抗震转换层的设计中,能量法可用于评估转换层的能量吸收能力和传递路径的合理

性。通过对不同材料和结构体系的能量平衡进行计算和分析,可以优化转换层的结构和设计参数<sup>[1]</sup>。(4)性能评估方法是一种结构安全性评估方法,通过对结构在不同地震作用下的性能进行评估,判断其是否满足设计要求。在抗震转换层的设计中,性能评估方法可用于评估转换层的抗震性能和稳定性,并对其进行优化。计算分析方法是抗震转换层设计的重要工具。可以精确评估转换层的性能和安全性,并采取相应的优化措施提高其整体性能和安全性。

### 5.2 构造措施

在抗震转换层的设计中,构造措施是至关重要的一环。通过采取合理的构造措施,可以提高转换层的整体性能和安全性,降低地震对建筑物的破坏风险。在抗震转换层中,增加支撑和固定可以显著提高其整体刚度和稳定性。可以采用斜支撑、钢支撑、预应力支撑等固定方式,根据建筑物的具体情况进行选择。这些支撑和固定方式能够有效地将地震作用分散到建筑物的其他部分,提高整体抗震性能。连接节点是抗震转换层的关键部位,必须进行加强处理。可以采用刚性连接或柔性连接方式,根据实际情况选择合适的连接方式。刚性连接能够提供较强的承载能力和变形能力,而柔性连接则能够更好地吸收地震能量。无论采用何种连接方式,都应确保连接节点的牢固性和稳定性。同时,防震缝的宽度应满足规范要求,以确保其在地震作用下的有效性。在抗震转换层中,优化配筋和箍筋可以提高其抗剪、抗弯和抗拉能力。可以通过增加钢筋直径、加密箍筋间距等方式来优化配筋和箍筋。同时,还应确保钢筋的锚固长度和搭接方式符合规范要求,以提高转换层的整体性能和安全性。

### 5.3 施工工艺

合理的施工工艺可以提高转换层的整体性能和安全性,确保建筑物在地震作用下的稳定性。(1)模板支撑体系:在施工前,应设计合理的模板支撑体系,以确保

转换层的稳定性和承载能力。可以采用钢模板、木模板或组合模板等材料,根据建筑物的具体情况进行选择。同时,应确保模板支撑体系的牢固性和稳定性,防止地震作用下出现位移和变形。(2)钢筋加工和绑扎:钢筋加工和绑扎是抗震转换层施工的关键环节之一。应根据设计要求对钢筋进行加工和布置,确保其形状和尺寸符合规范要求。同时应采用可靠的绑扎方式,确保钢筋之间的连接牢固,以提高转换层的整体性能和承载能力。

(3)混凝土浇筑与养护:混凝土浇筑和养护是转换层施工的核心环节之一。应采用高强度混凝土,并确保其配合比和强度符合设计要求。在浇筑过程中,应采取措施防止混凝土出现离析、收缩和裂缝等现象。浇筑完成后,应进行适当的养护,确保混凝土的质量和强度达到设计要求。(4)特殊处理措施:在转换层施工中,可能遇到一些特殊情况,如预应力筋的布置、大体积混凝土的施工等。应采取特殊的处理措施,以确保转换层的整体性能和安全性。

### 结束语

抗震转换层能够有效减小地震作用对结构的影响,提高结构的稳定性和抗震能力。未来的研究可以从材料选择、配置位置与尺寸、设计与施工优化等方面入手,深入研究抗震转换层的设计与优化策略,为建筑工程的抗震性能提供更好的保障。相信通过持续的研究和实践,抗震转换层将发挥更重要的作用,为建筑结构的安全与可靠提供更加有效的解决方案。

### 参考文献

- [1]张恒波.建筑结构设计转换层设计的应用研究[J].散装水泥,2022(02): 176-178.
- [2]李飞.高层建筑梁式转换层结构设计原理及其应用[J].智能城市, 2021, 7(07): 53-54.
- [3]邹全.浅谈高层建筑梁式转换结构设计原理及应用[J].城市建设理论研究(电子版),2020(11):41.