

超限框支高层抗震墙建筑结构抗震设计

钟艳琴

河北生特瑞工程设计有限公司 河北 石家庄 050000

[摘要] 本文研究超限框支高层抗震墙建筑结构抗震设计。分析框支抗震墙结构的具体定义；分析超限框支高层抗震墙建筑结构设置，列举相应的技术要点，如对底层大空间抗震结构的处理、转换层刚度与承载力控制等等；列举抗震墙建筑结构计算要点，结合技术规程的要求，从整体计算、有限元法、剪力计算等方面提出建议；列举几种特殊的超限框支高层抗震墙建筑结构抗震措施。期望本文能够为相关工作者带来一定的参考作用。

[关键词] 超限框支高层抗震墙；抗震设计；建筑结构

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.687

一、框支抗震墙结构的定义

框支抗震墙结构，是高层建筑常会用到的一种抗震结构体系，由落地抗震墙、抗震墙筒体、框支抗震墙三部分组成，具有协同工作的特点。该结构中，框支抗震墙上部皆为抗震墙，下部为框支柱，框支梁、框支柱与框架梁三部分共同构成了一个框支框架^[1]。近年来，建筑行业高速发展，同时大众的物质水平也日益提升，对建筑工程的质量安全提出了更高的要求。为提升高层建筑物的抗震性能，相关工作者应仔细研究超限框支高层抗震墙建筑结构设计要点，合理应用这一建筑结构，将其作用最大化发挥，为大众呈现优质的建筑工程，促进行业的进一步发展。

二、框支抗震墙结构抗震设计要求

目前看来，高层建筑抗震设计有着明确的要求，即小震不坏、中震可修、大震不倒，在抗震墙结构设计阶段，相关工作者应从这三角度出发，层层递进地完成对抗震墙的结构设计，把控好各类参数，确保工程质量合格。一般来讲可针对框支抗震墙结构做出如下细化的设计要求：首先，经过整体的结构构件计算，认为该抗震墙在经历小型地震时，有着良好的弹性承载力，不易损坏；其次，在承受中级地震冲击时，该抗震墙的落地墙体、框支柱的偏压承载力能够满足一定标准，建筑物经地震破坏后依然可修；最后，大震状态下，转换构件的承载力足够，不会使建筑物出现剪切破坏。

其中，目标一主要指的是抗震墙结构设计参数低于设防烈度，针对超限框支剪力墙，在具体的抗震设计阶段中，工作人员应使用时程分析方法，或CQC方法，分析抗震墙设计是否满足该标准。小震状态下，抗震墙的结构构件尚处于弹性阶段，工作人员应使用弹性理论完成计算，记录下相应的参数，若结构底层，采用CQC法得到的结果较大，则可判定抗震墙起到了良好的结构控制作用。对于剪力需要加大的层，可放大地震作用到1.15倍左右，将该层视作薄弱层来定义，若加大剪力后，最大剪力值并未出现明显的变化，且不超过地震反应最大层，可判断超筋较多，为起到保险作用，工作人员可使用连续梁、框支柱加固抗震墙，使其满足“小震不坏”要求；目标二主要指的是，在承受基本烈度地震作用时，抗震墙的结构构件达到屈服界限，或部分构件超过了屈

服界限，抗震墙出现了一定程度的开裂，但结构可通过塑性耗能能力，消耗一部分的能量。一般来讲抗震墙的如下构件有着一定的耗能能力：连梁、次要小墙支，此类构件在遭受破坏的情况下，仍不会影响主结构的承载力，计算环节内，工作人员可使用“静力弹塑性计算”与“虚拟静力分析”两种方法，判断抗震墙结构设计是否合格，若不合格，可采用技术手段来加强；目标三在结构墙设计中主要指的是大震状态下，结构墙剪力增大的比例，符合大震作用的增大倍数，此种情况下，部分构件会进入塑性状态，这有利于降低一定的地震反应。这一环节中，工作人员应针对框支构件进行重点验算，因为这是抗震墙结构的一个关键部位，若抗剪不足，可加大框支梁截面，或为其根部实施加腋，完成节点区域重点配置。为起到保险作用，工作人员应确保关键部位的实配值，高于一般计算结果一倍以上，结合理论分析过程，与数据探求过程，分析抗震墙结构设计是否符合建筑物的抗震要求，力求提升建筑物结构安全性。

三、超限框支高层抗震墙建筑结构布置

在建筑抗震设计中，结构布置作为一道关键性工序，有着较高的难度。若建筑工程的结构较为复杂，工程师应仔细分析与建筑工程有关的各项参数，调动知识、技能储备，进行科学合理的结构布置。一般来讲，若前期结构布置存在问题，到了后期绘图阶段，设计人员很难再采用补救措施，解决建筑设计问题。因此布置超限框支高层抗震墙建筑结构，必须做到一次到位。一般来讲工程师应重点关注如下几点：

(1) 抗震墙结构平面布置应尽可能做到简单且一次到位，把控好平面布置的规则性与均衡性，尽可能确保建筑结构的质心，与结构刚度是较为接近的，确保完成设计后，平面布置能够满足建筑物的抗震要求；(2) 针对角部抗震墙，设计人员不宜在其底部开设大洞，以这种方式完成框支转换，同理，也不宜通过抽去底部角柱，完成托柱转换；(3) 若建筑结构在底部带有大空间，在平面设计环节中，应确保落地抗震墙设计是上下贯通的；(4) 应确保底层大空间中，抗震墙结构的刚度是合格的，避免上下部分结构刚度存在较大差异，影响建筑物的抗震性能；(5) 控制好转换层的刚度与承载力，确保转换层能够顺利地将荷载传递到抗震墙支柱之

上；（6）应控制好转换层楼板的厚度，确保参数合格，同时还应控制好钢筋装设的位置。在楼板的边缘部位宜设置一定量的边梁，控制好宽度与配筋率，确保其合格。对于钢筋接头，采用焊接方式进行连接是较为适宜的。

四、超限框支高层抗震墙建筑结构计算

在超限框支高层抗震墙设计过程中，结构计算属于一项关键工序。目前看来，工作人员应避免在这一环节中，过度依赖计算机软件，因为此类软件是无法替代设计人员的设计概念的^[2]。开始正式的结构计算前，工作人员应仔细分析超限框支高层抗震墙结构的计算原理与适用范围，选择最为合适的分析软件，优选合适的计算模型，调整好相应的参数，确保计算结果合理、可靠。

在这一环节中，使用电算技术进行计算的目的如下：首先，制定合理的抗震墙结构设计方案，在对多个方案展开试算的过程中，明确抗震墙结构的实际受力状态，进而优选出最为安全合理，且经济适用的方案；其次，电算软件具有较高的精密性，其生成的各种数据信息，也能够为施工图的设计提供充足的依据，工作人员可使用电算软件，精准地计算出抗震墙的内力及配筋。

在结构计算环节中，工作人员应关注如下几点：（1）进行整体计算时，有必要做好弹性时程分析工作，做好静力、动力分析，此外还应做好施工模拟计算工作；（2）在完成整体计算的基础上，可使用有限元法，转换相应的构件，完成局部补充计算，同时还应计算各转换层及所有楼层楼盖平面内的刚度，明确抗震墙构件的应力分布情况，为配筋校核提供依据；（3）转换层有着一定的薄弱性特点，通常情况下，使用计算机软件进行判断，往往会存在一定程度的漏洞，因此工作人员应通过人工指定的方式来判断；（4）有必要将转换层以及上下的楼板设置为“弹性板”，避免忽略框支梁产生的轴力；（5）为保证抗震墙设计质量，转换层上下结构的侧向刚度应符合如下要求：若底部大空间为1层，可使用剪切刚度来计算，转换层上层的侧向刚度，不宜大于转换层侧向刚度2倍。若底部大空间多于1层，应使用剪弯刚度来计算。若底部大空间有3层，应把控好转换层的侧向刚度，不小于相邻上部楼层刚度的60%；（6）技术规程中，对剪力计算做出了如下的规定：完成框支柱剪力调整后，应调整框支柱、柱端框架梁的弯矩，但不宜调整框支梁的弯矩。一般来讲，在这一环节中，工作人员应进行二次剪力计算，首先计算一次转换梁的配筋，其次计算一次一般框架梁、柱的配筋，确保抗震墙设计符合安全、经济适用性要求。

五、超限框支高层抗震墙建筑结构构造措施

高层建筑抗震设计有着“中震可修”的要求，这一要求多需借助抗震墙构造措施来实现，足以证明做好超限框支高层抗震墙建筑结构构造的重要性与必要性。目前看来，这一环节中，可采用的较为特殊的构造措施有如下几种：

（1）高位转换常会对建筑结构抗震造成不利影响，尤其会影响转换层结构的抗震性能^[3]。因此技术规程中有如下规定：高层建筑采用的框支抗震墙结构，若转换层位置设置位于3层或3层以上，施工人员必须依照技术规程要求，把控框支柱、剪力墙抗震等级，若已为特一级，则不宜提高。对底部带有转换层的框架核心筒结构，以及外围为密柱框架的筒结构，不宜再提升其抗震等级，因为这两种结构的受力状态，对于保障建筑物的抗震性能而言是十分有利的。

（2）若结构中含有框支转换结构较少，其占楼层面积范围并不很广，可不将整体结构，视作框支转换结构，但工作人员在计算、设置框支框架的抗震等级时，仍应关注技术规程要求，确保其符合要求。一般来讲，框支框架指的是位于转换构件下方的框架柱、框架梁，若考虑结构变形连续性这一因素，有必要加强水平方向上，与非框支框架抗震构造连接在一起的构件的抗震设计。

（3）在加强落地抗震墙底部时，工作人员应把控好水平、竖向分布钢筋的最小配筋率，一般来讲小于0.30%是较为合适的。

（4）应为框支梁上、下纵向钢筋与腰筋设置可靠锚固，在梁上部，还应调整钢筋向柱内进行弯折锚固，且确保延伸过梁底的钢筋长度是合格的。若梁上部配有多排纵向钢筋，可适当减小钢筋插入柱内的长度。

（5）装设在框支梁上部抗震墙上的竖向钢筋，应是锚入框支梁内部的，工作人员应做好这方面的设计，同时还应控制好其锚入框支梁的具体深度。同时，位于上部抗震墙范围内的框支柱，也是延伸至上层楼板的顶部的，这一点也需要工作人员重点关注。

结语

本文经研究，发现在高层建筑中装设超限框支抗震墙建筑结构，具有如下规律：（1）带转换构件的结构，传播应力较不直接，在不规则结构的影响下，一旦发生地震，软弱层与薄弱层会严重威胁建筑物的稳定性与安全性。因此，若高层建筑物的空间较大，在满足相关要求的前提下，可尽量减少对转换构件的设置。若必须设置转换构件，应控制好构件形式，使其尽可能简单；（2）不宜在位于框支梁上部的抗震墙结构上开洞，若必须开洞，应控制好开洞的面积，并为抗震墙结构施加一定的加强措施。

参考文献

[1] 李昕, 刘向锋. 某临近地铁高层住宅框支剪力墙结构抗震分析[J]. 建筑结构, 2019, 51(S2): 484-486.
 [2] 阎波, 李智明, 曹源, 胡慧莹. 某大底盘双塔全框支剪力墙结构抗震分析设计[J]. 建筑结构, 2018, 52(S1): 762-768.
 [3] 苏锦. 带有跃层的超高层部分框支剪力墙结构抗震分析[D]. 湖北工业大学, 2018.