

# 既有建筑改变使用功能的加固技术探讨

韦彬

华蓝设计（集团）有限公司

**摘要：**近20年以来我国经历了大规模的城镇化过程，目前城镇化率已接近60%，既有建筑面积超过500亿m<sup>2</sup>，大中城市主城区的土地供应已基本结束，新建民用建筑项目逐年减少。而随着现在信息技术的不断发展和市场竞争程度的不断加剧，行业变更速度加快，既有建筑改变使用功能并重新利用的情况将会越来越多，而在新使用功能对结构抗震有更高的要求时，传统的结构改造方法已无法可行或无法达到经济性的要求，对既有建筑加固改造的总结和探索，寻求解决既有建筑加固改造的新思路越发重要。

**关键词：**既有建筑；使用功能；加固

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.24.043

## 一、引言

随着市场环境的快速变化，企业转变发展方向的情况时有发生，对既有建筑的功能提出不同的使用要求。而在使用功能改变的同时，常遇到新使用功能引起既有建筑抗震设防类别提高，既有建筑的抗震能力远达不到新使用功能的抗震要求，按传统的加固方法无法可行或者代价非常巨大，需要寻求新的加固设计思路。本文结合工程案例，提出基于性能的减震加固设计方法及传统加固方法相结合的加固思路，为提高抗震设防类别的既有建筑的加固改造提供借鉴作用。

## 二、工程概况

项目所在地抗震设防烈度为8度，地震峰值加速度为0.2g，地上21层，地下一层，建筑高度84米，结构形式为钢筋混凝土框架-核心筒结构，结构抗震等级为一级，原使用功能为办公，建筑抗震设防类别为标准设防类，已竣工3年，现功能改为康复医疗中心。

## 三、技术分析及难点

本案例建筑使用功能改变，带来以下几个问题：

1. 使用功能的改变，造成抗震设防类别的提高。

原建筑使用功能为办公，建筑抗震设防类别为标准设防类，抗震等级为一级，而使用功能改为康复医疗中心后，建筑抗震设防类别提高至重点设防类，地震峰值加速度由0.2g提高至0.3g，原有结构各抗震构件的地震内力将大幅提高，原有建筑已无法满足功能改变后的抗震要求，但加固涉及的结构构件加固难度大且构件数量大，应转变传统的直接对结构构件加固的方法，寻求更加经济合理的加固方式。

2. 由于使用功能的改变，原有部分区域的荷载已不足，原部分镂空区域需要封结构板，需要对原有结构进行复核和加固。

## 四、可靠性鉴定

原有建筑的质量和安全性也是建筑加固改造的基础和前提，根据《民用建筑可靠性鉴定标准》，建筑物

改造前，应进行建筑可靠性鉴定，对原有建筑是否存在损伤或隐患进行有效鉴定。

## 五、加固方法

由于抗震设防类别的提高，造成结构抗震构件的地震内力的大幅提高，单纯采用传统的加固结构构件的方式代价巨大，本项目采用基于性能的减震加固设计法，减少结构抗震构件内力，大幅减少需要加固的抗震构件数量，对于减震设计后剩余的少量需要进行加固的结构构件，可采用常规的加固方法。

### （一）基于性能的减震加固设计法

1. 基于性能的减震加固设计的设计思路。一般减震加固的设计思路及步骤为：根据项目重要性及需求确定性能目标→对既有建筑做性能评估并预估既有建筑的最高性能目标→确定消能减震方案→多遇地震、设防地震、罕遇地震下的性能评估及验算→连接节点设计→对减震加固设计方案合理性及经济效益进行评估，当性能评估和验算不能满足要求时，应重新调整性能目标及减震方案，直到减震加固设计满足性能要求。

2. 性能目标的确定。根据既有建筑的重要性、业主要求及既有建筑的结构条件，确定一个适当的且高于现有规范要求的性能目标，运用弹塑性分析方法确定结构的性能水准，进而采取合理有效的加固措施，达到既有建筑的抗震加固目的，《抗震规范》对各性能等级在不同地震情况下结构抗震构件的要求如下表1所示。

表1 结构构件实现抗震性能要求的承载力指标<sup>[1]</sup>

性能要求	多遇地震	设防地震	罕遇地震
性能1	完好，按常规设计	完好，承载力按抗震等级调整地震效应的设计值复核	基本完好，承载力按不计抗震等级调整地震效应的设计值复核
性能2	完好，按常规设计	基本完好，承载力按不计抗震等级调整地震效应的设计值复核	轻~中等破坏，承载力按极限值复核
性能3	完好，按常规设计	轻微损坏，承载力按标准值复核	中等破坏，承载力达到极限值后能维持稳定，降低少于5%
性能4	完好，按常规设计	轻~中等破坏，承载力按极限值复核	不严重破坏，承载力达到极限值后基本维持稳定，降低少于10%

### 3. 消能器设计

消能减震方案一般采用在主体结构上增加消能器的方式实现，通过消能器吸收地震力起到耗能作用，减小大部分结构抗震构件地震内力。

消能器主要有以下几种：

金属消能器。金属消能器通过利用金属材料屈服达到耗能的作用，同时在地震下给结构提供刚度，较适用于结构水平侧向刚度较小的情况，能够弥补原有结构刚度较小的缺点。

摩擦消能器。摩擦消能器通过消能器内的受力元件间的摩擦，吸收和消耗地震力，起到耗能的作用，摩擦消能器中的受力元件应具有足够的刚度，不能产生翘曲和侧向失稳，同时能够在多遇地震下给结构提供刚度，跟金属消能器一样较适用于结构水平侧向刚度较小的情况。

黏滞消能器。黏滞消能器是一种利用黏滞材料运动时产生黏滞阻尼耗散能量的减震装置，能够把地震引起的结构的动能转化为热能消耗掉，以此降低建筑物由于地震引起的振动响应及地震力，黏滞消能器能够更有效的提高结构阻尼，能够起到较好的减震效果。

黏弹性消能器。黏弹性消能器是一种速度相关型消能器，当消能器受轴向或水平作用时，黏弹性材料会发生剪切变形，从而耗散能量，保护主体结构，黏弹性阻尼器具有较小的振动下就能发挥减振的特点，且构造简单，造价低廉，即能减少结构的风振响应，也能用于地震响应的减少。

本建筑为钢筋混凝土-核心筒结构，刚度较大，同时设防类别的提高对地震响应的提高明显，所以本项目拟采用减震效果较好的黏滞消能器进行减震设计。

消能器的布置。在满足建筑使用功能的前提下，消能部件应尽量布置在相对变形或速度较大的位置，对于本案例，结构形式为钢筋混凝土-核心筒结构，变形以弯曲变形为主，顶部变形较大，消能器应优先布置于顶部，提高消能器的减震效率，同时考虑本案例对地震力的减震作用要求较高，除了顶部外，以下各层逐层递减设置消能器。

抗震等级的确定。在既有建筑减震加固设计的性能评估和验算中，抗震等级如何确定对抗震设计有重要影响，抗震设防类别提高引起的抗震构件加固难度大，涉及范围广，应采取措施尽量保持改造后的结构抗震等级与改造前一致，避免地震力的进一步放大。按照《建筑消能减震加固技术规程》规定，根据后续使用年限对既有建筑分为三类，后续使用年限为30年的为A类建筑，40年时为B类建筑，50年时为C类建筑<sup>[2]</sup>。对于C类建筑，其抗震等级应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》的有关规定确定，对于A类和B类建筑，其抗震等级应按照《建筑消能减震加固技术规程》确定，这相对于《建筑抗震设计规范》有所放宽，有可能保持改造前后抗震等级不变的情况。另外，对于C类建筑，根据《建筑抗震设计规范》，当进行消能减震设计时，消能减震的地震影响系数不到非消能减震的50%时，主体结构抗震构造要求可降低一度。以上规定，有利于控制既有建筑由于抗震要求提高造成的抗震内力的进一步放大。本案例从实际使用需求出发，后续使用年限定为40年，按《建筑消能减震加固技术规程》对相应建筑高度的抗震等级要求，在抗震设防类别提高后，抗震等级仍能保持跟原建

筑一样的抗震等级，即均为一级，有效控制了地震力的放大。

### (二) 对结构构件的加固

在进行消能减震设计后，仍存在小部分构件无法达到抗震要求，或者由于功能改变引起局部位置荷载超过原设计允许荷载，需要对这些部位构件进行加固。对建筑物结构构件的加固，常见的加固方法主要有以下几种：

加大截面法。加大截面法为利用钢筋混凝土材料增大原钢筋混凝土结构构件截面，提高构件的承载能力，梁柱等主构件常采用此方式加固，设计中，应尽量利用原有配筋的作用，控制截面和配筋的加大幅度，减少对原有结构的破坏。此方式一般材料造价低，但对施工环境影响较大，截面增大尺寸常常较大，在建筑使用功能紧张时会产生一定的影响。

外包钢板法。外包钢板法常用于提高梁柱等主构件的抗压能力、抗弯能力，能够提高构件延性，具有施工简单、施工对环境的影响小、不明显增加原构件截面尺寸和重量等优点，但造价相对较高，且钢构件需要后期定期养护。从经济角度及材料特性考虑，外包钢板法在提高受压构件的抗压能力的作用更为明显。

粘贴碳纤维法。粘贴碳纤维法是用胶结材料把碳纤维贴于被加固构件的受拉区域表面，增强原结构构件受拉区域的抗拉能力，从而提高构件抗弯承载能力。但此法对提高构件抗弯承载力的幅度有限，适用于楼板等构件在需要小幅提高承载力时采用。

增设结构支点改变传力路径法。此法通过增设支点，改变原结构传力路径，把荷载传至结构承载力较足或者加固处理较为简单的位置上。此法对原结构的传力路径有所调整，需要对传力路径上的相关结构构件做复核和加固，对原结构的影响范围较大，但往往能实现更好的加固改造效果。

增加预应力法。是采用钢拉杆或型钢撑杆设置在需要加固的结构构件上，并施加预应力，改变原结构内力分布，从而降低原结构应力水平，使得原结构在更高的荷载作用下仍能满足受力要求。此法更适用于大跨结构加固，在采用一般方法较难进行加固或加固效果不理想时，通过改变原结构的受力方式，减少原结构的应力，从而达到加固的目的。

## 六、结语

在目前既有建筑规模巨大的环境下，对既有建筑的改造利用将越来越普遍，而因为使用功能原因，在一些情况下既有建筑的抗震设防类别需要提高，需要进行结构加固，而按常规的加固方法，加固难度、加固量巨大，加固改造代价过大，本文所提的基于性能的减震加固设计方法，在解决这类抗震问题时，从减小地震力角度着手，大量减少了对结构构件的直接加固，能够产生非常明显的经济效果，大大降低加固改造的难度。

### 参考文献

[1] 建筑抗震设计规范(GB5011-2010)。

[2] 建筑消能减震加固技术规程(T/CECS547-2018)