

历史建筑结构加固方法综述

陈福俊

安徽省天长市住房和城乡建设局

摘要: 历史建筑代表着丰富多彩的文化和建筑艺术的历史发展。然而,由于历史建筑的年代久远,建筑结构已经出现了老化和破损,导致安全隐患增加,甚至有些面临倒塌的危险,需要进行加固维修以保护历史文化遗产。因此,历史建筑结构加固和保护已成为人们关注的重要问题。

关键词: 历史建筑; 结构加固; 方法

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.029

建筑结构的稳定是建筑工程稳定的基础,建筑工程施工只有做好了建筑结构的质量施工,才可以确保建筑工程总体施工的质量,通常建筑工程的施工成本都是比较高的,一旦施工阶段无办法满足要求,设计上出现缺陷,那么就on须重新施工,这就极大地提高了施工成本,当前建筑行业有不少的公司在激烈的竞赛中取得了不错的成绩,这就要求施工公司树立一种良好的信誉,加强对建筑工程质量和安全的控制力度,建筑结构的安全性,能够使我们在使用的过程中具有极大的安全感。如果建筑结构的稳定性出现问题,这对使用者的生命财产和生命安全都会造成威胁,因此在建筑工程施工过程中有合理的运用结构加固技术,进而避免出现各种安全问题。为建筑行业的发展奠定良好的基础。

历史建筑结构加固是通过改善和强化建筑的结构性能来增强其抗震、抗风等能力,保证其安全使用和长期保存。在加固的过程中,不仅需要考虑加固的效果和可行性,还要注重保持历史建筑的原有风貌和文化特色,避免对其造成不可逆的损坏。随着现代科技的发展,新型的历史建筑结构加固方法不断涌现,在强化历史建筑结构性能的同时,更好地保留了历史建筑的文化艺术价值。

一、历史建筑传统加固方法

历史建筑传统加固方法主要依赖于多年来传承下的建筑技艺和使用材料,目的是修复和保护受损的历史建筑,维持建筑物的稳定性、安全性和完整性,并保持建筑风貌的一致性。传统的历史建筑加固方法主要包括:增加负荷法、替换加固法、封闭加固法、包裹加固法等。这些方法多数来源于民间传统建筑工艺,经过多年实践验证,具有一定的科学性和可行性。

(一) 增加负荷法

增加负荷法又称增重法,是一种简单有效的加固方法,通过在结构上增加负荷来提高其承载力的方法。通过在历史建筑的上部或墙体等部位增加砖石或水泥板等材料,增加建筑的自重,提高建筑的稳定性和抗震能

力。

在实际操作中,增荷法可以通过以下技术方法实现:第1,加厚墙体:通过在原有墙体的外部或内部加盖砖石墙,以增加墙体的厚度和重量。第2,加固梁柱:在梁柱结构内部添加钢筋或钢板等材料。第3,添加负重:在屋顶、墙体或地面上添加重物,如水箱、沙袋或砖块等。

增加负荷法的优点主要有以下几个方面:第1,技术相对简单,易于施工,不需要特别高的技术要求。第2,材料易得,成本相对较低。缺点主要有以下几个方面:第1,加荷量不易控制,过量加荷可能会导致建筑结构的破坏。第2,加荷部位的局限性较大,只能在少数部位使用。

(二) 替换加固法

替换加固法是一种常见的历史建筑结构加固方法,通过更换建筑部分构件或整体构件进行加固,提高建筑的强度和刚度。此方法是一种较为复杂的加固方法,需要对建筑的结构和力学特性进行详细分析和计算,同时还需考虑更换的材料和施工工艺等问题。根据历史建筑结构采用的材料不同,主要分为两种类型:第1,在木结构、砖木结构中,由于时间久远或虫害等原因,木材会出现腐烂或断裂,将损坏的部分割除后选择合适的木材进行替换,用钉子、木栓等连接件进行连接。第2,在砌体结构建筑物中,砖墙出现了龟裂、断裂或脱落等问题,选择合适的新砖后,用砖钉、钢筋等将新砖与旧砖进行连接。

替换加固法的优点主要有以下几个方面:第1,通过更换原有构件,有效增强历史建筑的结构稳定性。第2,更换损坏严重或不符合要求的构件,确保加固后的结构质量和安全性。缺点主要有以下几个方面:第1,风险较大,拆除原有构件和更换新构件的过程,如果操作不当可能会对历史建筑造成不可逆的损伤。第2,影响历史价值,因为更换的构件可能是历史建筑的重要组成部分,会影响历史建筑的文化意义。

(三) 封闭加固法

封闭加固法是指在历史建筑结构上封闭并加固一些开口或空洞。首先需要对建筑进行彻底的检测和评估,确定损伤程度和加固方案,然后对原有结构进行清理及拆除,并通过在墙体上设置加固墙或在洞口处设置钢筋混凝土框架等,将其与原有结构紧密连接,形成一个整体,同时封闭内部的空洞或开口,减少结构的变形和破坏。

封闭加固法的优点主要有:第1,不会改变建筑原有的外观和形态,对于历史建筑的文化价值有很大的保

护作用。第2, 施工简单, 不会对原有结构造成过多的影响。缺点主要有: 第1, 仅对历史建筑进行了一层外部保护, 没有真正解决结构内部的问题, 加固效果相对较弱。第2, 可能对历史建筑的通风和采光造成一定影响。

(四) 包裹加固法

包裹加固法是指在历史建筑结构上将受损部位用特定材料进行包裹, 以提高其抗震和承载能力的一种加固方法。在加固前需要对建筑结构进行全面的评估和分析, 确定加固部位和方式, 并根据实际情况设计加固方案, 加固材料可以是钢筋混凝土、玻璃钢等, 其加固的部位可以是柱子、梁、墙体等。

包裹加固法的优点主要如下: 第1, 包裹材料具有较高的黏附性, 能够很好地与受损部位结合, 形成一种稳定的整体结构。第2, 包裹材料具有较好的耐久性和耐腐蚀性能, 能够保护受损部位, 减缓进一步受损。缺点主要有: 第1, 加固后的结构会变得更加厚重, 影响建筑美观度和原有的建筑风格。第2, 在进行包裹加固时, 需要考虑新旧材料的匹配性和膨胀系数等问题, 否则容易产生新旧材料之间的剥离和裂缝。

(五) 石灰粉加固法

石灰粉加固法原理基于石灰的特性, 当石灰粉混合水后制成石灰糊或石灰浆时, 会与水中的二氧化碳发生化学反应, 从而形成石灰石, 并与骨料一起形成一种坚硬、耐久的材料, 填充到破损或损坏的构件表面, 通过硬化形成与原材料具有相同力学性能的新材料, 从而实现了建筑结构的加固和修复。

石灰粉加固法的优点主要有: 第1, 在使用石灰粉进行加固时, 能够较好地与原有材料相容, 使加固后的整体性更好。第2, 具有较好的耐久性能, 长期使用过程中保持较好的性能。缺点主要有: 第1, 在进行石灰粉加固法加固时, 需要注意石灰粉与水的比例, 如果施工不当, 加固效果可能会受到影响。第2, 石灰粉的质量直接影响到加固效果的好坏, 应把控好材料质量。

二、历史建筑新型加固方法

随着建筑工程技术的不断发展和创新, 出现了许多新型的加固方法。新型加固方法结合了现代科学技术和材料, 在很大程度上弥补了传统方法的局限性, 例如提高了结构的抗震性能、减轻了建筑自重以及提升了施工效率。此外, 新型加固方法强调多学科交叉合作, 将建筑学、结构工程、材料科学等领域进行汇总。这些方法与传统的加固方法相比, 具有更好的效果或经济性, 能够更好地满足历史建筑加固的需求。

(一) 碳纤维加固法

碳纤维加固法是指在历史建筑结构上使用碳纤维材料进行加固, 碳纤维增强材料是一种由碳纤维和聚合物基质组成的复合材料, 可以通过在墙体或梁柱表面粘贴碳纤维布或板材等方式进行加固。碳纤维增强材料通常

被固定在原有结构的表面上, 形成一种新的加固层, 通过这种新的加固层, 可以与原有结构形成一种强有力的复合体系, 从而提高其强度和稳定性。

碳纤维加固法的优点主要有: 第1, 碳纤维增强材料具有高强度和高刚度的特性, 能够有效地抵抗外部载荷和震动, 提高结构的抗震性能和承载能力。第2, 碳纤维加固法操作过程中无须大量拆除原有结构, 对原有结构不存在侵入, 可以最大程度地保留历史建筑的原始风貌和文化价值。缺点主要有: 第1, 相对于传统加固方法, 碳纤维材料的价格较高。第2, 碳纤维材料在高温环境下的性能较差, 不适用于火灾等特殊情况。

(二) 粘贴钢板加固法

粘贴钢板加固法是将钢板用高强度的黏合剂黏贴在原有结构表面, 使其成为原有结构的一部分, 共同承担荷载, 形成一个整体稳定的结构体系。

粘贴钢板加固法的优点主要有: 第1, 利用新材料与旧材料的结合, 加强原有结构的承载能力, 同时避免破坏原有结构的美观和历史价值。第2, 适用范围广, 可以应用于各种结构部位, 如梁、柱、墙等。第3, 施工简单, 不需要太多的专业设备和技术, 也具有较高的经济性和实用性。缺点主要有: 第1, 在进行粘贴钢板加固时, 要选择合适的钢板厚度和胶合剂性能, 并对结构和力学特性进行详细分析和计算, 避免出现过度加固或不足加固等问题。第2, 加固时需要在原有结构表面进行加工, 会对结构造成一定的破坏。

(三) 聚合物加固法

聚合物加固法是在历史建筑结构上使用聚合物复合材料进行加固, 聚合物复合材料通常由聚合物基质和纤维增强材料组成。在使用聚合物加固法进行历史建筑结构加固时, 需要进行以下步骤: 首先, 对建筑结构表面进行清洁、处理, 以确保表面光滑、无油污, 有利于聚合物材料的附着和固化。其次, 选择合适的聚合物材料, 如环氧树脂、聚酰胺纤维等, 并将其均匀涂覆在建筑结构表面上, 以确保每个部位都能够覆盖到。最后, 等待聚合物材料干燥固化, 将其与原有结构融合在一起, 形成一个整体, 以提高其抗震、抗风等性能。

聚合物加固法的优点主要有: 第1, 施工便利, 不需要拆除或改变建筑结构, 直接在原有结构上进行加固。第2, 对原有历史建筑结构影响小, 更大限度保持了其原有的建筑风貌和历史价值。缺点主要有: 第1, 聚合物加固材料具有一定的收缩性, 需注意控制其收缩量, 避免对建筑结构产生负面影响。第2, 聚合物材料在长期使用过程中有可能会老化、降解等现象, 影响其加固效果和耐久性, 要定期进行维护和更换。

(四) 纳米材料加固法

纳米材料加固法是一种新兴的技术, 是利用纳米材料的高强度、高韧性和其他优点来提高建筑结构的承载能力和稳定性。纳米材料是一种具有特殊结构和性质的

材料,其尺寸通常在1~100nm之间,具有比表面积大、热力学稳定性高、光学性能好、电学性能优异等特点。在历史建筑结构加固中,纳米材料通常被涂覆在原有结构的表面上,形成一种均匀的涂层,填充微小缺陷和裂缝,通过其自身的高强度和高韧性,进一步增强建筑结构的整体性能。

纳米材料加固法的优点主要有以下几个方面:第1,纳米材料加固法在使用过程中相对简单、加固效果好、不改变原有结构。第2,此种加固方式不会对环境造成污染和危害。缺点主要有以下几个方面:第1,纳米材料生产成本相对较高,这可能导致加固工程的整体费用增加,对于有限预算的历史建筑修复项目可能不太适用。第2,纳米材料与传统建筑材料之间的相容性可能不尽如人意,需要在实际应用中充分的测试和验证,确保加固效果。

(五) 三维打印加固法

三维打印加固法是利用3D打印技术制造出具有特定形状和结构的加固构件,然后将其粘接或固定到需要加固的部位的一种新兴技术。目前,逐渐成为一种热门的加固方法。首先,在操作过程中使用3D扫描仪进行扫描,获取精准的结构数据。其次,根据扫描数据,设计合适的结构加固方案,并利用3D建模软件进行模拟和优化。然后,按照设计好的加固结构方案,利用3D打印机将材料直接打印在需要加固的结构上。最后,待打印的材料固化后,进行表面涂层处理,使其与周围结构表面完全贴合。三维打印加固法需通过3D打印机进行加工制造,打印时先将所需的加固材料加热至适当温度,并通过打印喷头进行喷射,一层一层地堆积形成构件,最终得到所需的加固构件。

三维打印加固法的优点主要有:第1,可以制造出复杂的几何形状构件,可根据实际需要进行定制和设计,具有较高的精度和一致性。第2,可自动化地生产构件,减少人工操作环节,提高施工效率,缩短工程周期。缺点主要有:第1,加工速度相对较慢,制造大型构件时可能需要较长时间。第2,制造加固构件的材料种类和质量受限,并不适用于所有历史建筑结构加固。

(六) 加大截面加固法

在具体使用加大截面增强工艺的项目中,可采用预应力砼甚至是钢网砂浆层进行增强。进而增加了原来混凝土构件的断面体积,从而显著增加了建筑构件的承载力,加大截面加固技术具有适应性强、工作简单、施工方法成熟等优点,通常在梁柱以及构造物混凝土结构当中,应用加大截面加固技术,但是加大截面加固技术在实际的应用过程中也有一定的缺陷,实际应用过程中,工期比较长,会对后续的工作造成一定的影响,并且建筑物经过加固之后,会降低建筑物的使用空间,并且加大截面加固技术会受到建筑材料性能、施工工艺的影响。在建筑结构开始进行加固之前,因此必须要全面的

考虑工程的具体要求,并依据施工现场的实际状况和施工现场的工艺要求,选择适应性最强的加固技术,进而确保加固的效果。

(七) 砌体结构直接加固方法

1.砌体外加固法是截面加固技术的一种具体措施,通过对顽强的钢筋混凝土进行加固的方式,可以很大程度上提高墙体的受力和承压能力。并且砌体结构加固法具有操作简单,应用范围广泛等特点。但是,砌体结构加固法在潮湿的环境工作需要较长的时间,并且对章程使用会造成影响,在硬化之后还会减少建筑的使用空间。2.贴墙壁的柱体加固方法也是截面加固法的一种具体措施。贴墙壁柱体加固法的特点与砌体外加固法的类似,但由于贴墙柱体加固方法的原材料承压的高度水平限制,无法充分达到加固的高度需要。所以实际使用的规模也相对小。在强度条件合适,且地震很少发生的地方可以采用贴墙柱体加固方法。

三、结语

传统的加固方法在实践中取得了一定的成果,但也存在一些不足之处,新型的加固方法虽然具有一定的优势,但也需要进一步的研究和实践验证。

未来研究应关注历史建筑结构加固技术的发掘,特别是新型材料和技术的应用。与工程实践紧密结合,优化加固设计和施工技术。通过对历史建筑结构的监测和评估,及时发现并解决问题,确保建筑安全稳定。

在加固方法选择上,需充分考虑与原建筑材料、结构的兼容性,防止破坏原有风貌。还需加强对历史建筑修复领域的研究与实践,提升加固技术水平,满足社会需求。此外,重视对相关人员的培训和教育,提高其历史建筑保护意识,提升技术水平。加强与相关政府部门、专业机构的合作,共同推动历史建筑结构加固技术的研究与应用。通过各种途径宣传历史建筑保护的重要性,引导社会各界共同关注和参与到历史建筑的保护工作中。

参考文献

- [1]梁星海.结构加固技术在保护性历史建筑中的运用[J].建筑施工,2010,32(7):700-701.
- [2]于虹,刘思奇.历史建筑结构加固方法探究与工程实践[J].工程抗震与加固改造,2022,44(1):170-174,169.
- [3]鲁艳蕊,马凤华,别治明.碳纤维复合材料加固古建筑木结构技术应用研究[J].塑料科技,2020,48(4):129-134.
- [4]王祥.碳纤维布加固技术在保护性历史建筑中的应用[J].建筑施工,2008, No.204(8):694-695.
- [5]林驹,朱开宇,郭强等.上海优秀历史建筑保护综合研究[J].住宅科技,2008, No.335(6):32-36.
- [6]潘杰.历史建筑的结构加固与改造施工技术[J].建筑施工,2013,35(7):619-620.