

浅谈加固施工过程中的施工控制与管理

王成理

(郴州市建设工程质量安全监督站 湖南 郴州 423000)

摘要：本文通过郴州某啤酒生产厂间的加固工程项目，介绍了对于钢筋混凝土结构所采用的加固措施和施工特点以及如何通过对加固工程中的施工过程进行控制与安全管理，从而提高加固施工质量和加固效果，以此达到有效降低施工风险、缩短工期、提高效率、节约成本的生产目的。

关键词：加固技术；施工管理；安全管理；优化设计

0 引言

近年来随着现代化的生产的脚步不断加快，对既有的旧工业厂房上进行改造、升级的工程不断增多，使得从事建筑加固的企业如雨后春笋般越来越多。但由于总体技术水平较低，市场秩序比较乱，造成了很多如2019年5月16日在上海长宁区发生的由于加固施工不当，建筑坍塌导致10人死亡、15人受伤的事故。所以，研究探讨加固工程中的措施和施工特点以及在其过程中的施工控制与安全管理具有重要的意义。

1 常用的加固方法介绍

1.1 增大截面加固法

增大截面加固法，也称为外包混凝土加固法。其最明显的特征就是增加了既有结构构件的尺寸，往往需要配合植筋一起进行。这种加固法由于施工方便，所以适用范围较广，可分为单侧，双侧或四面加固。单侧或双侧主要针对同时又承受较大弯矩的柱结构，在主要受力面进行增大^[1]；四周包裹是在柱四周浇筑混凝土，在主要承受轴向力的结构应用较多。当补浇的混凝土处在受拉区时，对补加的钢筋起到粘结和保护的作用；当补浇层混凝土处在受压区时，增加了构件的有效高度，从而提高了构件的抗弯、抗剪承载力，并增加了构件的刚度。因此，这种加固方法广泛应用于加固混凝土结构中的梁、板、柱和钢结构中的柱、屋架以及砖墙、砖柱等。

虽然通过增加截面尺寸能提高构件的承载能力、刚度与结构的稳定性，但也具有以下几个缺点：

1、改变了其原有的自振频率。虽然对原结构的柱使用该方法能在某种程度上使得原本的建筑结构由“弱柱强梁”变为有利于抗震的“强柱弱梁”结构，但还是会使得结构薄弱层的转移。

2、由于现场湿作业多，周期长，对生活和环境有影响。并且施工工艺较为复杂，需要支模、振捣、浇筑、养护等一系列混凝土施工相关程序，增加了施工的可变性。

3、增大截面加固方法会增大结构的自重，对整个结构产生一定的重力效应。并且施工时原构件表面处理须满足相关规定，采用界面剂等剂料处理，这是为加强新、旧混凝土的粘结。施工过程中尽量减少原构件的负荷，或采用临时预应力支撑卸载，但即便进行了卸载，新加部分在加固后也不能立即分摊被加固构件上原有的荷载，而只能是在新增荷载作用下才开始与被加固构件共同工作，承担荷载。这种应力滞后的存在导致新加部分的承载力折减，降低结构耐久性^[2]。增大截面加固法加固后的建筑物会减少净空的和实

际使用面积，为适用性带来很大影响。

1.2 外包钢加固法

外包钢是一种广泛采用的混凝土构件加固方法，通常采用型钢或钢板外包在原构件表面、四角或两侧，并在混凝土构件表面与外包钢缝隙间灌注高强水泥砂浆或环氧树脂浆料，同时利用横向缀板或套箍作为连接件，以提高加固后构件的整体受力性能。对于矩形构件，大多在采用四周包角钢；对于圆形构件，常采用扁平钢加套箍的加固方法。外包加固法优点是：原构件截面尺寸增加小，但可以显著提高其承载能力和延展性；施工简单、工期短。主要的施工工艺只有钻孔、焊接、灌胶和粘钢，湿作业较少，所用的胶黏剂固化快，施工工期短，适用于应急工程；抗震能力好。整体的钢骨架对核心混凝土的变形有较强的约束作用，可以较好承受冲击荷载和振动荷载，且目前对节点区域的加固手段已经成熟，可以使得原来的“弱节点”加固成“强节点”，与抗震设计原则相一致^[3]。

外包钢法的缺点是用钢量大，成本高，耐腐蚀性差。

1.3 外粘碳纤维材料加固法

将碳纤维材料水平包裹或缠绕于混凝土构件的外围，当构件承受竖向荷载时而发生横向变形时，碳纤维材料可为混凝土被动提供约束力，从而提高核心混凝土的极限抗压强度和极限应变，从而改善混凝土柱的受力性能。碳纤维材料加固能有效改变混凝土柱的破坏模式，避免发生延性较差的剪切破坏，显著改善混凝土变形能力，同时这与其他传统加固方法相比，外粘纤维增强塑料加固法虽然具有耐腐蚀、量轻（几乎不增加结构自重）、强度高、维护费用较低等优点，适用于各种受力性质的混凝土结构构件和一般构筑物，但其加固后结构延性较差，变形能力不足；另外，由于粘贴纤维材料底部树脂为环氧类结构胶，对温度要求较高，易老化，需要专门的防火处理等问题存在。同时，随着对加固方法的深入研究普通的加固方法存在一些不足，即对混凝土梁开裂荷载和屈服荷载提高均不大，且在加固构件正常使用阶段，碳纤维布的应力远远滞后于钢筋的应力，不能有效发挥碳纤维材料的高强性能^[4]。所以现在多采用预应力碳纤维布加固技术——在碳纤维布粘贴于混凝土结构表面前，先通过某种设备施加一定的预应力，在碳纤维布保持稳定预应力的状态下，在碳纤维布表面涂刷纤维浸渍胶将纤维布黏贴于混凝土结构表面，使碳纤维布能够和混凝土结构共同承受荷载。这样大幅度提高了结构构件的抗弯刚度，减小了结构变形，并且抑制了裂缝的开展。预应力碳纤维布加固技术既克服了预应力加固法中应力滞后的弱点，又利用了碳纤维材料的优点^[5]。

1.4 置换混凝土加固法

置换混凝土加固法是一种是剔除原构件低强度或有缺陷区段的混凝土至一定深度,重新浇筑同品种但强度等级较高的混凝土进行局部增强,以使原构件的承载力得到恢复的一种直接加固法。采取这种方法加固梁式构件时,应对原构件加以有效的支撑。当采用本方法加固柱、墙等构件时,应对原结构、构件在施工全过程中的承载力状态进行验算、观测和控制,置换界面处的混凝土不应出现拉应力,若控制有困难,应采取支撑等措施进行卸荷载。虽然该方法较增大截面加固法而言不会减少净空和影响实际使用面积,但同样存在现场湿作业多,周期长,对生活和环境有影响等缺点。

1.5 高性能复合砂浆钢筋网加固法

高性能复合砂浆加钢筋网绑扎加固法是在混凝土构件表面绑扎钢筋网,复合砂浆起到保护和锚固作用,使钢筋网与原构件共同工作整体受力,以达到提高结构承载力的一种加固方法。它的实质是通过体外配筋,提高原构件的配筋量,从而使原结构构件的刚度、抗拉、抗压、抗弯和抗剪等性能得到加强。此法类似于增大截面加固法,但与增大截面加固法相比其增加的截面很小,对结构外观及房屋净空影响不大,并且方法工艺很简单,适用面广,可广泛用于梁、板、墙等混凝土结构的加固,根据构件的受力特点和加固要求不同,可选用单侧加厚、双侧加厚、三面和四面外包加固。

2 加固工程中的施工过程管理与安全控制

由于加固的技术选择较多,各工序过程控制的好坏直接影响加固工程质量的优劣,所以在加固施工过程中,怎样通过过程管理与安全控制有效提高加固工程施工质量,降低成本显得尤为重要^[6]。

2.1 安全控制因在施工前

由于结构加固工程所面临的种种不确定因素远比新建工程多而复杂,所以对于所承担的结构加固施工项目,施工单位应根据加固设计图纸和施工现场条件,作好施工组织设计,提出确保加固质量和安全的施工技术方案,并做到以下8个方面。

- 1.建立施工安全生产责任制,安全管理规章制度、安全生产操作规程。
- 2.建立健全安全生产管理组织机构和安全技术保证体系。专职安全生产管理人员、特种作业人员持证上岗。
- 3.在编制加固施工组织设计方案时,应根据工程特点编制能有效指导施工的安全技术措施。
- 4.制定手提式电动工具维修、保养、验收、领用制度。
- 5.制定加固材料的保管、配制使用安全规定。
- 6.制定脚手架工程搭设安装管理规定。
- 7.坚持安全技术交底制度。安全技术交底必须与下达施工任务同时进行。安全技术交底必须以书面形式进行,双方履行签字手续。
- 8.施工现场安全生产应急预案。

2.2 优化加固工程准备阶段质量管理

在工程设计阶段,施工单位应全面掌握工程施工技术与施工工艺,切实规避由于工程设计不合理所造成的施工作业困难。对每一个阶段做好质量评估与审查工作,对可能出现的工程质量问题进行及时讨论并予以解决,保证后续工作的顺利进行。施工单位还应做

好施工现场各部门与相关人员的协调工作,从加固设计伊始就做好材料及设施采购的准备工作,为后续施工作业做好准备。在材料与设备采购环节,施工单位也应当做好质量管理与控制工作。要求保证设备性能,保证施工材料质量。材料与设备进场时,也应当做好质量验收,一旦发现材料质量不合格,则不予进场资格行实时记录,形成书面资料,加以收录并存档。

2.3 加强加固工程施工过程质量控制

加固工程项目施工建设之前,施工单位需要组织全体人员对项目施工作业与质量管理过程所面临的困难进行研究讨论,特别对加固设计中的技术难点,需要制定科学合理的施工计划,紧跟施工进度对施工计划进行审查与分析,结合施工作业与质量管理工作要求,对施工计划进行优化与改进。正式施工作业之前,应组织施工人员与技术人员开展前期培训工作,做好技术交底,确保施工人员、管理人员与技术人员对整个施工过程有所明确,切实掌握工程施工的整体进度。工程项目施工的具体阶段,也应当同步开展质量审核与检验工作,明确部门职责。以加固工程的检验批作为施工自检、检验与验收的最小单元进行详尽的验收。对各分部、各分项工程的每一个检验批,均按程序进行验收,严格进行质量预控,质量员、施工员,严把质量关,发现问题及时纠正。施工每一道工序的衔接,应做好验收记录,上一道工序不合格,不得进入下道工序[7]。

3 加固工程案例

3.1 工程概况

本工程位于湖南省郴州市资兴市 S322(郴州大道),为郴州市青岛啤酒的包装生产厂,其结构形式为二层框架结构,钢架屋盖。因生产要求,现需要局部改造成设备车间。对项目进行检测并复核运算后决定采用局部二层梁底采用碳纤维(300g)、增大截面及新增梁加固,梁、板面粘贴钢板加固的方式对其进行加固施工。具体如下表1:

表1 改造加固分部(分项)

	分部工程	分项工程
建筑结 构加固	梁、板面粘 贴钢板	原地面饰面凿除、基层打磨、钢板加工、安装锚固
	碳纤维加固	原抹灰面凿除、基层打磨、碳纤维粘贴
	增大截面及 新增梁	原抹灰面凿除、基层凿毛、植筋、钢筋加工安装、支模、浇筑

3.2 施工流程

具体的施工流程如下图

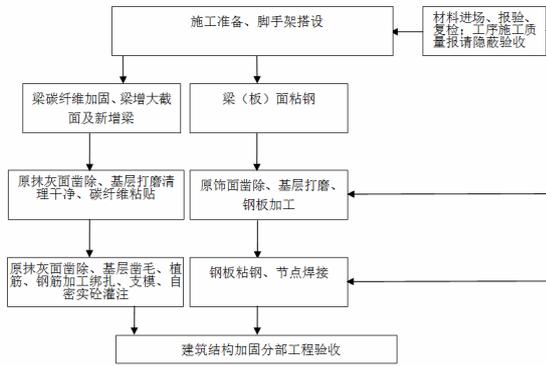


图1 施工流程

3.3 加固施工

本工程加固方法有增大截面法、外包钢、粘贴碳纤维三种。施工过程中运用过程控制与管理进行管理,对各材料、施工工序及工艺进行有效的管理与控制,使优化的施工方案和设计意图得到实施,质量、安全、进度、成本计划也得到落实。本工程钢筋隐蔽前增大截面加固做法如图 1a~b 所示、外包钢加固法如图 2c~d 所示、外粘碳纤维材料加固法如图 3e~f 所示。



图1 增大截面加固法



图2 外包钢加固法



图3 外粘碳纤维材料加固法

4 总结

(1) 随着加固技术的发展,应用范围日趋广泛,从业人员数量快速增加,加固队伍如雨后春笋茁壮成长。相对传统的建筑业,结构补强已独立成为一门综合多个工种、多种技能和多门学科知识伴随人们生活水平快速发展的新兴行业,是处理解决因种种原因导致结构安全问题的首选方法之一。

(2) 结构补强看似修修补补,零敲碎打,小打小闹,实则是一项风险较大,对质量要求严,操作水平要求高,非常精细的工作。“细节决定一切”是对结构补强施工恰如其分的描述。这是因为

需要加固的工程大致可分为三类:一是构件出了质量事故。二是使用功能发生了变化。三是危房改造,抗震加固。不论哪种类型,提高受损构件强度,增强结构刚度和承载力是基本要求。与新建工程相比,工序增加了、工艺复杂了、基本条件发生了改变。难度加大了,要求自然提高了。加固工程一般工程量较小,工期不长,其重要性往往被忽略。要保证加固质量,达到加固效果就要在细部上做好文章。工程实践证明在实际施工中总是会对既有结构造成一定的损伤或破坏。而加固作业就是在已有问题的构件上,或需要提高承载力的结构上进行作业。操作中稍有不慎将会导致结构不安全因素得到叠加和放大,使其形成破坏性合力。所以在编制补强施工方案时要尽可能地细化工作程序,分解工作步骤。作业时每道工序都要一丝不苟,认真对待。尤其是一些看似不起眼的要求,不但不能省略、遗漏,反而要格外小心,高度重视。在进行混凝土凿毛剔出作业时,要轻敲细打,“点到为止”,“见好就收”。在进行施工分段时,一个细微而鲜明的特点是根据建筑物受损情况按量小的原则进行划分。在进行钻孔植筋时要做好清孔、封孔灌胶等工作,并注意对原构件钢筋的保护,避免造成新的伤害。同时要做好自检、互检,保证工序之间的有效连接,使完成的加固补强作业链条形成连续、光滑、完美的闭合。

(3) 加固过程中结构施工完成前,结构或构件的安全可靠性会大为降低,如果不采取可靠的措施,施工过程中往往会出现结构安全问题。不引起足够的重视,盲目作业,加固行业有可能成为安全事故新的高发区。所以在进行加固作业时,对加固部位增设临时支撑,施工过程中注意观察构件及结构体系的变化是安全生产防护工作的要点。

(4) 结构补强技术已进入较为成熟的阶段,但也存在提高改进的地方。现阶段加固范围一般是局部或少量构件。大多采用头痛医头,脚痛医脚的方式。加固后个别构件、局部强度得到加强,对相邻构件,整体结构是否有利?另外加固工程通常在旧的建筑中进行,这类建筑大多通风条件差,在进行混凝土打磨时粉尘高,不易及时排除,对作业人员会造成一定伤害。再有加固施工的主要依据是加固设计施工图,加固设计的依据是鉴定报告,鉴定报告则依赖于实际调查结果。但受到检测条件及场地限制,任何抽样检测都有一定的局限性,都很难十分准确地反映所有结构构件的现状。因此,在加固作业时,都会或多或少遇到一些实际情况与检测结果不符,或一些质量缺陷在检测报告中未充分反映的问题。这些都需要设计、检测、施工及有关方面在工作中不断总结逐步完善和持续改进的。

参考文献

- [1]徐铨彪,干钢,陈刚.外包钢加固钢筋混凝土框架梁受力性能分析[J].建筑结构学报,2016,37(12):136-143.
- [2]田士彬.钢筋混凝土方柱碳纤维布加固方法研究[D].哈尔滨工程大学,2013.
- [3]段建华.混凝土结构加固方法综述[J].建筑结构,2010,40(S1):387-389.
- [4]赵明.增大截面法加固钢筋混凝土柱的受力性能研究[D].西安科技大学,2009.
- [5]黄春华,胡新丽.结构加固的现状与探讨[J].广东建材,2008(02):13-16.
- [6]徐镇凯,袁志军,胡济群.建筑结构检测与加固方法[J].工程力学,2006(S2):117-130.
- [7]赵良龙.碳纤维加固钢筋混凝土结构可靠性分析[D].吉林建筑大学,2017.