

火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工技术研究

赖新峰

中国电建集团江西省水电工程局有限公司

摘要：火力发电厂厂房建筑施工对于抗震要求高，因此必须使用综合形同的钢筋混凝土框架架构加工施工技术。但当前复在相关领域的研究方面，一定程度上存在着定量分析不够、满足个性化需求能力不强等问题，迫切需要对其施工技术进行不失一般性的研究。本文以火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工技术作为主题，从简要论述研究方法意义及基本要求入手，针对施工技术应用原则、施工技术应用方法、施工关键环节流程等方面进行了详细分析。

关键词：火力发电厂；钢筋混凝土；抗震加固施工；框架结构

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.068

一、前言

（一）研究意义及目的

在地震发生时，有的建筑物依然完好无损，而有的建筑物却发生了严重的损害。原因很简单，由于在建筑施工加固上房屋的抗震性不足，无法满足地震抗震的作用，从而导致较严重的人身财产损失。当前对于不同的火力发电厂内部的该类型该领域不同构造的抗震加固施工技术研究较多，但对于其施工技术的一般性研究与流程工艺规范等问题还有较大提升空间。因此，开展不同的火力发电厂内部的该类型该领域不同构造的抗震加固施工技术研究，具有重要的理论和实际意义。

这篇文章是通过研究技术应用原则、技术应用方法、关键环节流程等问题，建立抗震加固施工技术应用的具体标准，从而为在实践中做好抗震加固施工、提升火力发电厂内抗震水平，奠定坚实的基础。

（二）基本要求

研究要严格按照理论结合实际的原则，按照“是什么”“为什么”“怎么办”的工作思路，层层递进，思路清晰。要结合当前火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工工作实际，切忌脱离具体的工作环境泛泛而谈，切忌落入“大而空”的研究范式。具体来说，研究的基本要求可概括为“准确、实用、新颖、客观”。

二、火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工技术应用原则

在建筑需要做加固的时候，需要注意的原则是有很多的，因为不同类型的加固，原则是不一样的。建筑加固主要是对结构和构件进行加固的，而钢筋混凝土抗震加固原则是从原材料上进行加固的，建筑加固补强的目的最终是为了提高结构和构件的承载能力，让建筑使用更加安全。

（一）总体效应原则

总体效应原则，即在开展抗震加固施工设计过程

中，不能仅从某一个或者某几个方面进行考虑，而应该作为一个整体进行考虑，不能仅仅考虑到经济效益，同时要考虑政治消息、社会效益等，做到经济效果和社会效果的同意^[1]。要坚持马克思主义哲学万事万物相互联系的观点，考虑到抗震加固施工可能会造成的方方面面影响，尽量做到万无一失。

（二）最佳适应性加固的原则

这个原则设立的初衷是既能满足施工后建筑物安全的需要，又避免造成浪费的情况，因此务必在设计过程中把握好整体性与局部性的关系^[2]。当只进行局部的加固就可以满足抗震要求时，就精准的进行局部加固施工；当只进行局部的加固施工无法满足抗震要求，或者难以确定时，就会要进行整体的加固施工。当然，整体性和全局性不是完全相对立的，而是在一定时间一定条件下可以相互转化。

（三）重点性加固与体系性加固相结合的原则

重点性加固是指对于抗震加固施工过程中，对于建筑物的一些重要构件，在严格按照加固条件进行施工作业的基础上，就可以达到对全局加固的效果，达到整体抗震要求，就只对该重点构件进行加固即可，无须进行全部加固^[3]。而体系性加固是当重点性加固无法满足和要求，或者产生不确定的情况时，就要对全部构件进行加固。

（四）短时性加固和长时性加固相结合的原则

对于一些临时性损害的构件或者建筑物整体，严重影响抗震功能的发挥时，可以使用短时性加固方法，进行快速作业，快速恢复成之前的抗震水平^[4]。对于非临时性损害的，或者在长期规划范围内的非紧迫性的加固施工，则适宜采取长时性的加固方法。

三、火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工技术应用方法

火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工技术有许多不同的应用方法，下面以碳纤维加固法、植筋加固法及粘钢法三种为例进行详细介绍。

（一）碳纤维加固法

碳纤维作为加固方法比较常见，对于房屋加固上也是较为广泛，材料上有两种类型：碳纤维布、碳纤维板。

在碳纤维加固方法上的优势特点有：第一是材料本身对比强度高、重量轻；第二是施工所用的经济成本和人力成本不是很高，有利于提升经济效益；第三是对于钢结构等可进行加固且提高承载力、抗震性和耐久性等；第四是在恶劣环境上可以正常使用。植筋加固法施工现场举例图如图1所示。



图1 碳纤维加固法施工现场举例图

在实际使用过程中，应首先保证待粘贴的钢筋混凝土结构表面干燥，不能有明显的书记分出现。温度也有明确的要求，一般不能太高，要在零下10摄氏度以下，如果不能达到要进行一定的预处理，相对湿度一般要在85个百分点以上。要坚持磨刀不误砍柴工的原则，宁肯在这些先决条件到达之前停工，也绝对不仓促开工造成事后反复返工^[5]。

(二) 植筋加固法

植筋加固法是一种广泛使用于建筑加固领域的方法，随着该技术的不断发展，目前在钢筋混凝土抗震加固技术中也不断投入使用。在施工上提升房屋的承载力和抗震性时，也采用了增大截面加固，使用植筋胶要把把握植筋胶质量、钢筋、施工质量，只有这样才能确保黏结和固化效果。与此同时与上面方法对比，植筋胶操作较为复杂，需严格按照施工方案和流程进行操作。植筋加固法施工现场举例图如图2所示。



图2 植筋加固法施工现场举例图

在实践中，植筋加固法使用方式主要有以下两种：

第一种属于建筑类型的植筋加固方法，而且采用的也是常见的环氧型建筑植筋胶，这种植筋胶适用于各类建筑结构中的钢筋埋植与锚栓加固，常见的施工地方包括：水利设施、家庭装修、道路施工、桥梁加固、石材加固，改性环氧型建筑植筋胶粘接黏度大，耐介质腐蚀性强，施工简单，无毒环保，固化后不会膨胀。

第二种是在特殊情况下使用植筋胶进行建筑加固，这种特殊的情况就是水下施工，很多桥墩或者房屋石墩都是建造在水下或者潮湿的地段，一般的植筋胶遇到水就会无法起到加固作用，这里要用到的就是巧力环氧型

水下植筋胶，可在水下环境以及潮湿基材中正常使用，无论是各类钢筋还是螺旋杆均可有效的加固，同样耐介质腐蚀性强，施工简单，无毒环保，固化后不会膨胀。

应该看到的是，这两种方式并不是相互矛盾的，而是在满足一定的外部和内部条件时能够做到相互转化，从而起到取长补短，相得益彰的作用。

(三) 粘钢法

粘钢法，顾名思义，就是使用强力粘胶将需要加固的构件粘贴上抗震装置。由于粘钢法操作等级较高，当建筑物的抗震能力不过关时，有很多人会使用传统的粘钢法进行抗震加固；对粘钢法材料成本较少，在人工成本上也不会太多。当前国际上通用的强力粘胶种类角度，一种最为常用的施工类粘胶外表如图3所示。



图3 一种国际上最为常用的施工类粘胶外表图

如图3所示的粘胶，主要成分市甲基丙烯酸甲酯为主剂配制的甲基丙烯酸酯类，具有粘力强大、味道刺激性不强、出胶口匀称等优点，目前被广泛应用于各钢筋混凝土框架结构抗震加固施工使用粘钢法的场合。

使用粘钢法加固混凝土梁相对于其他加固方法来说，具有以下优点：第一是相对于增大截面加固法来说，粘钢法基本不会增加构件及结构的荷载，且不会改变原结构设计结构体系和受力形式；第二是粘钢加固不仅补充了原构件钢筋的不足，有效提高原构件承载力，而且还通过大面积的钢板粘贴，有效的保护了原混凝土构件，限制了裂缝的开展，提高了原构件的刚度和抗裂能力；第三是采用结构胶粘剂将钢板与混凝土构件黏结成一个整体，并通过结构胶将上部荷载传递给钢板，是钢板与原构件共同承担荷载，减少了施工工期，基本不会影响正常的生活与生产；第四市粘钢技术还有良好的经济效益，与传统的钢筋混凝土加固方法相比一般可节约10%—20%的造价^[6]。

但是除了这些优点之外，粘钢加固在钢板端部会有较大的应力集中现象，故此需要在钢板的端部采用锚栓加固，锚栓可以部分抵消钢板与梁底的滑移，从而提高梁的延性及整体工作性能。

四、火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工关键环节流程

虽然在抗震加固施工过程中有许多关键环节，但其基本的流程及考虑要素都是相似的，因此下面仅以增设抗震墙施工为例进行介绍，对于其他类型的施工环节，可以参照增设施工墙的技术特点、构造要求、抗震验算

要点和施工要点等进行开展。

(一) 技术特点

增设抗震墙是钢筋混凝土结构最常用的抗震加固技术之一。增设抗震墙主要用于结构抗侧刚度不足的情况,通过增设抗震墙可以有效地提高结构的抗侧刚度,减小地震作用下结构的层间侧移变形。

当原结构为框架结构时,新增加的抗震墙的抗侧刚度将显著高于框架柱的抗侧刚度,新增墙体将承受更大的地震剪力,原框架柱所承担的地震剪力将显著减小,从而改善了原有结构的受力。抗震墙的结构特点如图4所示。

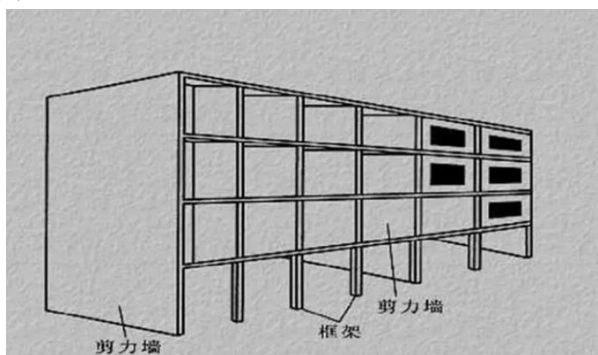


图4 增设的抗震墙结构特点示意图

如图4所示,增设的抗震墙主要由剪力墙和框架组成,剪力墙的主要作用是承受来自各个方面的剪力,类似于普通建筑物中的承重墙,框架的作用主要是支撑其他构建,使得建筑物构成一个统一的整体。

(二) 构造要求

增设抗震墙的施工过程主要有以下几个方面:

第一个是抗震墙宜设置在框架的轴线位置;翼墙宜在柱两侧对称布置。第二个是混凝土强度等级不应低于C 20,且不应低于原框架柱的实际混凝土强度等级。第三个是墙厚不应小于140毫米,竖向和横向分布钢筋的最小配筋率,均不应小于0.20%,墙厚和配筋尚应符合其抗震等级的相应要求。第四个是抗震墙或翼墙的墙体构造应符合下列规定:墙体的竖向和横向分布钢筋宜双排布置,且两排钢筋之间的拉结筋间距不应大于600mm;墙体周边宜设置边缘构件。

(三) 抗震验算要点

增设抗震墙后应按框架-抗震墙结构进行抗震分析,增设的混凝土和钢筋的强度均应乘以规定的折减系数。加固后抗震墙之间楼、屋盖长宽比的局部影响系数应作相应改变。抗震墙的抗震验算要点计算示意图如图5所示。

增设翼墙后,翼墙与柱形成的构件可按整体偏心受压构件计算。新增钢筋、混凝土的强度折减系数不宜大于0.85;当新增的混凝土强度等级比原框架柱高一个等级时,可直接按原强度等级计算而不再计入混凝土强度的折减系数。

增设抗震墙的施工要点主要有以下几个方面:第一个是原有的梁柱表面应凿毛,浇筑混凝土前应清洗并保持湿润,浇筑后应加强养护,避免出现长期使用后不管

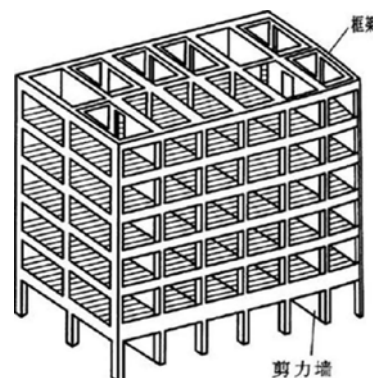


图5 增设的抗震墙抗震验算要点计算示意图

理的现象。第二个是锚筋应除锈,锚孔应采用钻孔成型,不得用手凿,孔内应采用压缩空气吹净并用水冲洗,注胶应饱满并使锚筋固定牢靠。第三个是为确保抗震墙顶部与梁板可靠连接,至少在梁板以下500毫米高度范围内的抗震墙采用微膨胀混凝土浇筑。

总结

本文从技术应用原则、应用方法、关键施工流程等几个方面对火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工技术进行了深入研究,对相关方法和工艺进行了讨论。应该看到,各种方法和工艺随着技术的进步也在不断提升,因此在实践中应该做到与时俱进,更多融入当前最新的科技工艺元素。在下步的研究工作中,要着重从提升施工效率等方面进行深入研究,不断提高火力发电厂钢筋混凝土框架结构抗震加固施工的质量效益。

参考文献

- [1] 范婷婷,洪燕,刘卫东.历史建筑抗震加固的案例分折——以钢筋混凝土框架结构为主[C]//huiyi123平台(上海来溪会务服务有限公司).2017第二届建筑与城市规划国际会议论文集.[出版者不详],2017:9.
 - [2] 许淑芳,姜维山.钢筋混凝土框架结构抗震加固基本原则及设计建议[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),1997(04):58-61.
 - [3] 袁国强,袁孝平.抗震加固钢筋混凝土框架结构节点设计探讨[C]//《建筑科技与管理》组委会.2017年10月建筑科技与管理学术交流会议论文集.[出版者不详],2017:2.
 - [4] 田飞,李慧民,万婷婷等.钢筋混凝土框架结构抗震加固方法应用研究[J].工程抗震与加固改造,2015,37(02):126-130+125.
 - [5] 郑士举,郑乔文.砌体与钢筋混凝土框架混合结构抗震加固试验研究[J].四川建筑科学研究,2020,46(04):25-33.
 - [6] 刘军.钢筋混凝土框架结构加固、改造及抗震加固[C]//《建筑结构》杂志,《施工技术》杂志,中国建筑建筑设计研究院.首届全国既有结构加固改造设计与施工技术交流会议论文集.《建筑结构》编辑部,2007:6.
- 作者简介:赖新峰(1968-),男,汉族,江西宁都,本科,高级工程师,研究方向:火力发电厂施工技术研究。