

黏滞阻尼器在某新建医院建筑结构中的应用分析

Discussion on Seismic Resistance of Viscous Dampers in New Hospital Building

张建国

Jianguo Zhang

云南建投第四建设有限公司 中国·云南昆明 650224

Yunnan Construction Investment Fourth Construction Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650224, China

摘要: 医院是老百姓看病的重要场所,人流量通常较大。来自外界的震动往往能够对建筑结构造成破坏,影响其建筑工程结构安全。基于此,作者以自己施工管理过的某县第二人民医院建设项目为背景案例,写下此文。作者是第一次从事阻尼器施工,所以专门到中国江苏省南通市进行实地考察学习,并且从阻尼器设计、选型、施工全程参与。根据医院性质完成抗震设防等级的施工,防患于未然。论文采用黏滞阻尼器减震技术,来确保在设定抗震设防条件下产生的X和Y向角度位移,满足该工程当地所要求的建筑抗震消能等级。通过研究分析得出最优黏滞阻尼器型号,并采用正确的施工工艺以及施工管理方式完成阻尼器的安装。

Abstract: Hospital is an important place for people to see a doctor, the flow of people is usually large. The vibration from the outside can often cause damage to the building structure and affect the structural safety of the building engineering. Based on this, the author wrote this article according to the background case of the construction project of the Second People's Hospital of a county. The author is the first time to engage in the construction of dampers, so special to Nantong City, Jiangsu province, China, on-the-spot study, and from the damper design, selection, construction of the whole participation. According to the nature of the hospital to complete the construction of seismic fortification grade, preventive measures. In this paper, viscous dampers are used to ensure that the angular displacement in x and y directions under the condition of seismic fortification can meet the local requirements of the project. The optimum type of viscous damper is obtained through research and analysis, and the damper is installed by correct construction technology and construction management.

关键词: 建筑工程;黏滞阻尼器;抗震

Keywords: construction project; viscous damper; seismic resistance

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7723

1 引言

建筑工程结构是人类聚居和活动的场所,来自外界的震动往往能够对建筑结构造成破坏,影响建筑工程结构安全。医院这种特殊用途的建筑结构尤为重要,看病人员和医护工作者人流量较大,必须将抗震设防作为建筑结构的重要安全研究内容。较多振动主要来源于地震活动,本项目位于云南省丽江市某县,属于地震多发区,曾经发生过约8级大地震。近年来云南地震活动逐步呈现转移的情况,所以结合论文研究的特定工程项目,必须考虑建筑的抗震设防。论文所研究的医用建筑工程特点

为:新建房屋建筑工程主体为六层的框架结构,长76.65m、宽40.4m、高22.4m,一层层高4.5m,二层至五层层高3.6m,六层层高3.5m,场地土类别为IV类,场地的特征周期0.65s。根据医院用途以及云南丽江的地理环境,抗震设防烈度^[1]为8度,设计基本地震加速度为0.3g,使用年限为50年,地基承载力200kPa。为考虑地震安全因素的新建建筑工程结构,全部是刚性连接,抗压强度极高,抗拉强度差。为此需要增加纵向和横向的位移为了达到抗震要求,阻尼器是一种有效的抗震消能装置,用于减震消能离不开它。

【作者简介】张建国,从事建筑工程施工与技术管理研究。

使自由振动衰减的各种摩擦和其他阻碍作用，称之为阻尼。而安置在结构系统上的“特殊”构件可以提供运动的阻力，耗减运动能量的装置，我们称为阻尼器，阻尼器又称阻尼装置。为了当受到冲击而产生的振动很快衰减所制成的增加阻尼的装置。使用在不同地方或不同工作环境就有不同的阻尼作用，主要用于减振和用于防震，低速时允许移动，在速度或加速度超过相应的值时闭锁，形成刚性支撑。根据使用环境以及介质不同分为弹簧阻尼器，液压阻尼器，脉冲阻尼器，旋转阻尼器，风阻尼器，粘滞阻尼器，阻尼铰链，阻尼滑轨等。

论文所研究分析使用阻尼器是黏滞阻尼器。既然是用于减震就需要先研究震动的特性，然后结合震动特性研究黏滞阻尼器，包括黏滞阻尼器在震动条件下最合适的阻尼比本项目采用以及布置情况，通过分析研究黏滞阻尼器的最佳参数型号，为本工程项目提供抗震安全可靠。

2 建筑框架结构抗震性

2.1 地震的特点

地震又称地动、地振动，是地壳快速释放能量过程中造成的振动，其间会产生地震波的一种自然现象。地震开始发生的地点称为震源，震源正上方的地面称为震中。破坏性地震的地面振动最烈处称为极震区，极震区往往也就是震中所在的地区。衡量地震的指标峰值、反应谱和持续时间三要素。地震动幅值是地震振动强度的表示，通常以峰值表示得最多，峰值是指地震动的最大值。反应谱是地振动频谱特性，就是强震地面运动对具有不同自振周期的结构的响应。

2.2 建筑框架结构受力分析

地震的破坏程度通常用烈度来表示，地震烈度是指地震对地表地貌和建筑物的破坏程度。当发生地震时，是地壳释放能量的一个过程，这些能量释放到建筑工程框架结构上，就会产生力学破坏。根据建筑结构所受力学性能建立力平衡方程公式^[1]，在8度0.3加速度条件下的参数见表1。

$$M\ddot{U} + C\dot{U} + KU = -M\ddot{U}_g \quad \text{式(1)}$$

其中，M为结构质量矩阵；C为结构阻尼矩阵；K为结构刚度矩阵； \ddot{U} ， \dot{U} ，U为结构节点相对加速度向量、相对速度向量、相对位移向量； \ddot{U}_g 为地面运动加速度向量。

表1 在8度0.3加速度条件下的参数

地震影响	时程曲线地震加速度最大值 (cm/s ²)	水平地震影响系数
多遇地震	110	0.24
设防地震	300	0.68
罕遇地震	510	1.2

3 黏滞阻尼器减震消能

针对本工程项目选择的减震阻尼器为黏滞阻尼器简称

VFD，是一种速度相关型阻尼器。一般由关节轴承、缸筒、活塞杆、导向结构、端板及填充液体组成。当两个关节轴承发生相对运动时，强迫填充液在阻尼器内部剧烈的摩擦和碰撞产生阻尼力。建筑结构与黏滞阻尼器牢固连接后，由地震或风荷载导致的结构相对位移会引起上述的相对变形，从而使阻尼器产生阻尼力。进入到结构中的部分振动能量通过该阻尼力的作用转移到阻尼器中并最终耗散掉。

黏滞阻尼器具备这几个优势：①减小结构应力。通过增加结构阻尼比，可同时降低结构应力和位移，保证结构在地震作用下的安全。②安装方便、经济实用。阻尼器结构紧凑、尺寸灵活多样，可根据结构实际情况选择合适的尺寸和安装型式，节省安装时间和材料，降低安装成本。③应用简单、方便设计。黏滞阻尼器为速度相关型，其阻尼力与结构应力反相，安装后不会增加结构负担，便于结构设计。④减震效果好。黏滞阻尼器能够将被控结构的阻尼比增加20%~50%，从而大幅度降低结构的位移响应和应力水平。⑤可广泛用于建筑结构、桥梁结构及精密设备的减振控制。

3.1 黏滞阻尼器力学性能

为了能够清楚地分析黏滞阻尼器力学性能，得到黏滞阻尼器的力学计算公式^[2]为：

$$F = CV^\alpha \quad \text{式(2)}$$

其中，F为黏滞阻尼器阻尼力；C为阻尼系数；V为阻尼器的运动速度； α 为阻尼的速度指数， α 越小，耗能能力越强。

论文采用时程分析方法^[4,5]，理论计算了原有结构相位角和采用黏滞阻尼器不同条件下阻尼器的相位角变化（见表2），在阻尼比15%位移角无限变小（见表3）时，黏滞阻尼器参数最符合。

表2 阻尼器方案

位移角	8度(0.3g)	加阻尼比		
		5%	10%	15%
X向	1/454	1/518	1/559	1/598
Y向	1/424	1/510	1/550	1/590

表3 黏滞阻尼器参数

阻尼器规格型号	阻尼系数C kN (mm/s) ^{0.3}	设计阻尼力 kN	设计速度 mm/s	容许位移 mm
VFD-1	180	535	180	40

通过时程分析法计算附加15%阻尼比结构消耗的能量，确定黏滞阻尼器参数及数量，共布置36套黏滞阻尼器，分布在二层至五层，每层布置如图1~图3所示。

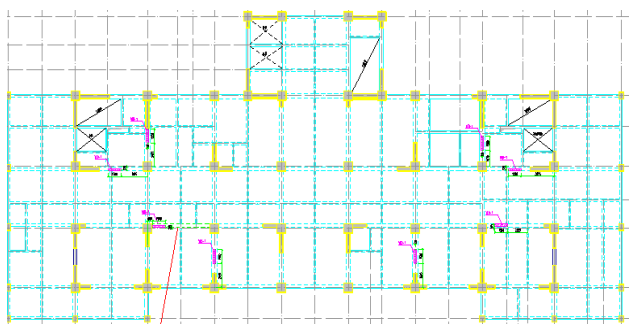


图1 二层 (表示黏性滞阻尼器 7套)

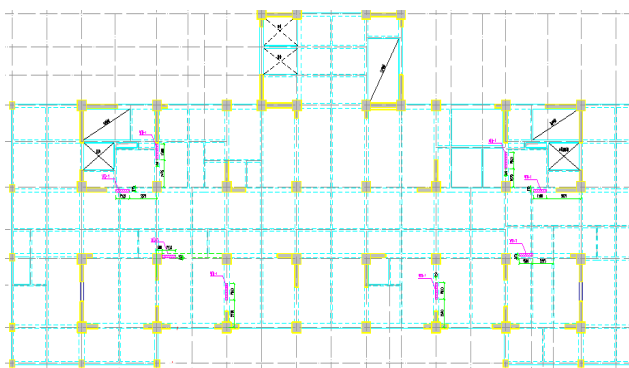


图2 三、四层 (表示黏性滞阻尼器 8套)

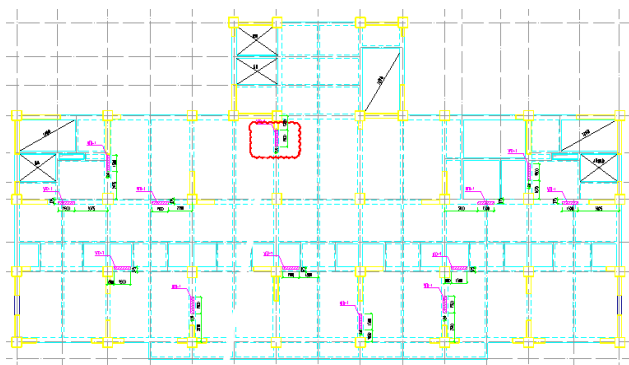


图3 五层 (表示黏性滞阻尼器 13套)

3.2 黏滞阻尼器施工工艺

黏滞阻尼器安装极为重要,安装是否正确,施工工艺是否严格要求都会影响工程质量。为此,必须严格按照图4进行施工安装。图5为阻尼器下悬臂墙钢筋绑扎。

①安装前准备工作:黏滞阻尼器安装前将上下预埋件表面的砂浆、垃圾清理干净。并打磨预埋件表面的锈蚀。预埋件表面将节点板的轴线标注清楚,将上节点板就位,采用顶托将节点板临时固定,校正节点板的平面位置和垂直度,符合要求后将上节点板与预埋件点焊固定。

②阻尼器及下节点板安装:阻尼器与下节点板采用销轴连接后,采用葫芦或者其余吊装设备将阻尼器吊装就位,且

采用销轴将阻尼器与上节点板连接固定。阻尼器就位时左右端位置可以不用区分,但应统一。调整下节点板的位置符合设计图纸,且采用水平尺检查阻尼器的水平度,符合要求后将下节点板点焊固定。全面检查节点板和阻尼器的规格、型号、位置、水平度、垂直度等内容,符合要求后正式焊接。节点板焊接采用全熔透对接焊缝,焊缝质量等级为现场三级,焊缝要求平整均匀,纹理一致,不得出现咬边、夹渣、漏焊。

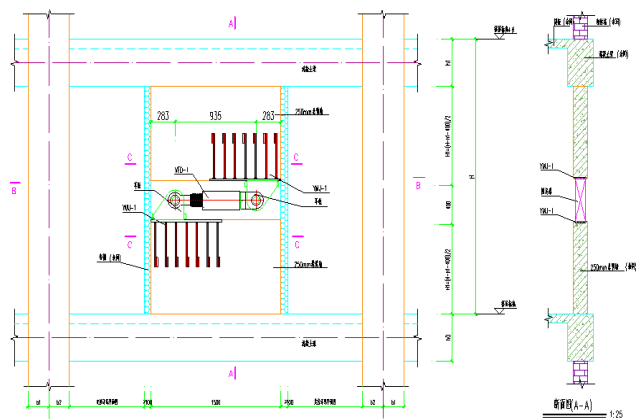


图4 施工安装图纸



图5 阻尼器下悬臂墙钢筋绑扎

③安装完成工作:阻尼器焊接完成后,应立即对黏滞阻尼器表面的砂浆等污染物进行清理,保证黏滞阻尼器表面干净。清理焊缝表面的焊渣等杂物,保证焊缝表面清洁。检查焊缝表面的清洁情况,合格后方能对焊缝进行防锈处理,防锈漆不少于2道,面漆不少于1道的要求。刷漆之前焊缝表面应干燥,后一次刷漆时前一道漆应干燥后再刷,不能一次完成。

通过严格执行施工工艺安装后如图6所示,可以看到黏滞阻尼器安装已经完成。



图 6 黏滞阻尼器安装完成

4 结语

黏滞阻尼器的运用，是建筑结构抗震的一大进步，实现建筑结构抗震的多元化，论文从工程实际出发，根据医院用途和工程所在地的要求达到抗震烈度 8 度加速度 0.3g 定条

件下，对该工程进行研究分析做到减震消能。分析了地震的特点，对地震产生的破坏力进行认识，根据地震所产生的力学性能。提出了黏滞阻尼器对该工程进行消能减震，达到特定条件下所要求的力学参数，研究分析后采用符合要求的黏滞阻尼器参数，并进行合理布置和正确的施工，满足了所有的安全指标，完成了黏滞阻尼器在本工程项目中的抗震分析研究。

参考文献

- [1] GB 50223-2008 建筑工程抗震设防分类标准[S].
- [2] GB 50011-2010 建筑抗震设计规范(2016版)[S].
- [3] 尚庆学,张锡朋,陈曦,等.基于位移型阻尼器力学模型的消能减震设计方法[J].建筑结构学报,2022,43(7):62-71.
- [4] 李娜,井彦青,冯健,等.临沂华润中心消能减震结构设计[J].建筑结构,2019,49(12):32-36.
- [5] 周云.粘滞阻尼减震结构设计理论及应用[M].武汉:武汉理工大学出版社,2013.