

## 地震设防区网架支座构造初探

李景云

**摘要:**阐述了结构隔震的原理,总结了空间网架结构中常用的各种支座的隔震性能,并对网架工程中采用“隔震支座”进行了分析、探讨。

**关键词:**网架支座,隔震技术

**中图分类号:**TU352.13

**文献标识码:**A

### 引言

隔震技术的基本思想是在建筑物(或设备)底部与基础(或支承)间设置隔震装置,来延长建筑物的自振周期,吸收地震能量,从而降低上部结构的地震反应,使其免遭破坏。结构隔震的概念提出已久,但只是近二十年来才作为一门技术加以系统研究并得以应用的。试验研究结果及隔震结构的实际地震反应资料表明,利用隔震技术可显著减小上部结构的地震反应,具有很好的技术和经济效益。国内在工业与民用建筑中,该技术已进入实际应用。在网架及网壳等工程中所使用的各种形式的支座,大都已基本具备了隔震装置的功能,但在目前,人们设计这些支座时,往往更多的是从适应温度变化或荷载变化的需要考

虑,而很少考虑它们的隔震功能。网架结构的自振特性经研究表明,网架的边界条件及约束强弱对网架结构的动力反应有较大的影响,水平约束越强,结构的基本周期越长,地震反应就越弱。因此,在选用和设计支座时,如果考虑其隔震要求,使支座兼作隔震装置。鉴于此,本文简明阐述了结构隔震的原理,介绍了常用的隔震装置,总结了空间网架结构中常用支座的隔震性能。

### 1 结构隔震的原理

在地震发生时,强烈的地面运动迫使结构产生很大的内力和位移,从而有可能导致结构的破坏或倒塌。以往人们着眼于增强结构强度来提高抗震能力,由此而付出的代价相当昂贵且有时效果并不令人满意。隔震技术则是通过设在结构物底部与基础面或支承之间的隔震装置,来增加结构的变形能力和滞变阻尼。变形能力的增加,可以使得结构在地震作用下保持不垮;而阻尼的增大可以吸收更多的地震能量,从而大大减小基底位移、地震作用和结构变形。

一个有效的隔震装置必须具有如下功能:

(1)在满足必要的竖向承载力的同时,应尽量给结构提供较大的侧移能力。隔震装置应使结构物能在基础表面上作柔性滑动,以延长结构的自振周期,使之远离场地的卓越周期,从而把地面震动隔开,有效地降低结构的加速度反应。

(2)应尽可能增大结构的阻尼,以消耗地震能量,并抑制长周期地震的影响,从而降低结构的位移反应。阻尼越大,结构的位移反应越小。

隔震装置具备上述功能,就能起到隔震作用。为了使结构能满足正常使用的要求以及在地震后能恢复原位,隔震装置还

必须具有足够的初始刚度及弹性恢复力。

### 2 常用的隔震装置

目前常用的结构物基础隔震装置有如下几类:

#### 2.1 橡胶隔震垫

橡胶隔震现在常用的有两种:一种是在橡胶块中水平分层夹进钢板经硫化而成的多层橡胶垫,夹进钢板后竖向刚度大为增强,可有效地限制结构的竖向变形,而侧向变形能力仍可象单

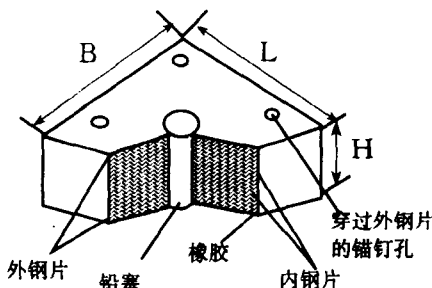


图1 铅芯橡胶垫

体橡胶垫一样得到充分发挥;另一种是在上述多层橡胶垫的中间注入铅而成的铅芯橡胶垫,铅芯在地震时可吸收地震能量,并有使建筑物返回原位的作用。图1是铅芯橡胶垫的构造示意图。

#### 2.2 摩擦滑板

利用经防锈处理的高强合金钢板做成摩擦滑板,将它垫在上部结构和基础面(或支承)间,在轻微地震及风载作用下,结构在静摩擦作用下仍能固结在基础(或支承)上,而当强震发生时,静摩擦力被克服,结构作水平滑动,从而消耗地震能量。

#### 2.3 滚珠及滚轴隔震器

用高强合金制成滚珠或滚轴,涂上防锈或润滑涂层后置于上部结构与基础(或支承)之间。滚珠可以做成圆形置于平板或凹板上,也可做成椭圆形以形成恢复力;滚轴则通常做成双层,以保证能在两个方向上滑动。图2是滚珠及滚轴隔震器的示意图。

前面介绍的几类隔震装置,有的本身具有很高的阻尼,足以抵抗风载和消耗地震能量,可以单独使用;而有的(如滚珠隔震

收稿日期:2000-08-16

作者简介:李景云(1959-),男,1991年毕业于山西省广播电视大学工民建专业,工程师,山西省建筑设计研究院,山西太原 030013

器)本身阻尼很小,必须与阻尼器一起使用,才能取得预期的效果。目前常用的阻尼器有铅挤压阻尼器、钢屈服阻尼器、粘性阻尼器及摩擦阻尼器等。

铅挤压阻尼器是利用铅在外力作用下的塑性变形而形成高阻尼。它由外筒、铅和活塞等组成,常将外筒做成局部颈缩或将活塞做成梭形。图3是其中一种。当活塞受外力作用后推动筒内铅体运动,铅体受挤压发生错位,然后会很快再结晶并恢复受力前的状态,在这个过程中要吸收大量的地震能量。



图2 滚珠及双层滚轴

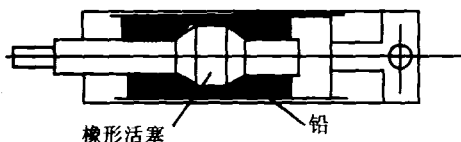


图3 铅挤压阻尼器

### 3 隔震技术在空间网架结构中的应用探讨

网架结构的自震特性经研究表明,网架的边界条件及约束强弱对网架结构的动力反应有较大影响。当水平约束很强时,激发竖向振型,反之,则激发水平振型。水平约束越弱,结构的

基本周期越长,地震反应就越小。而当沿某方向的约束加强后,该方向的水平地震作用也将增加。这就是说,可以通过改变支座的水平约束强弱来控制结构所受的地震作用,从而控制网架结构的动力反应。尤其是对于坚硬场地上的网架结构,利用水平约束较弱的“隔震支座”就有可能大大减低结构的地震反应。

目前在网架及网壳等空间网格结构中所普遍采用的各种支座,大多数已具备了前文所说的隔震装置的基本功能,具有一定的隔震效果。例如,在单面及双面弧形压力支座中,常将支承垫板的锚栓孔做成椭圆形,其用意也就是使支座在满足必要的竖向承载力的同时,在水平方向能做微量移动;平板橡胶支座则完全可以看成是橡胶隔震垫在网架支座上的具体形式。

然而,直到目前为止,人们在研制和选用上述支座时,更多的是考虑适应温度变化或荷载变化的要求,而很少考虑它们的隔震功能,在进行网架结构动力分析时也未考虑支座的隔震效果。如果将隔震技术应用于网架等网格结构,从结构隔震的角度来研究、设计支座,并寻求一套考虑支座隔震作用的结构分析方法,从而有可能把空间网格结构设计成隔震结构,将是较有意义的工作。

### 4 结语

本文就隔震技术在空间网架结构中的应用方面作了初步的探讨。通过本文的分析,可以初步得出以下两点:

- (1)隔震技术可以应用于空间网架结构,并具有良好的效果和前景。
- (2)有隔震功能的支座并不仅仅局限于平板橡胶支座。

## Simple discussion on the structure of the network supporting base in the earthquake preventing area

LI Jing-yun

(Shanxi Architecture Design and Research Institute, Taiyuan 030013, China)

**Abstract:** This paper gives a brief explanation of the principle of the structural earthquake siloation, makes a summary of the properties of the different kinds of quakeproof supporting bases in the space network structure, and analyses and discusses the “quake siloation supporting base” in the network construction.

**Key words:** network supporting base, quake siloation technique

(上接第27页)

## Design improvement of test pushing device of housing of quake isolation and large room

JI Zhi-hui

(Jiexiu City Building Design Institute, Jiexiu 031200, China)

**Abstract:** The paper introduces role and design method of improved test pushing device, and discusses its technical and economic benefits.

**Key words:** quake isolation, test pushing device, slip piece