

文章编号:1009-6825(2007)27-0073-02

## 某中学教学实验楼连廊结构设计

郭娟娟

**摘要:**通过对某中学教学实验楼连廊结构的介绍,重点讨论了连廊屋盖结构选型和优化分析以及特殊的支座处理方式,为同类建筑结构设计提供参考借鉴。

**关键词:**结构设计,方案比较,滑动支座,连廊结构

**中图分类号:** TU318

**文献标识码:** A

## 1 工程概况

厦门市某中学高中部扩建工程教学实验楼,总建筑面积为29 000 m<sup>2</sup>,由3栋教学楼,4栋实验楼及2道连廊组成。教学楼,实验楼分别为5层,6层,连廊中部为4层,两端部入口处为5层,2道连廊在标高28.700 m处通过一屋盖连成一体,其平面图具体见图1,由于该连廊结构具有一定特殊性,文中将主要介绍连廊部分的结构设计。

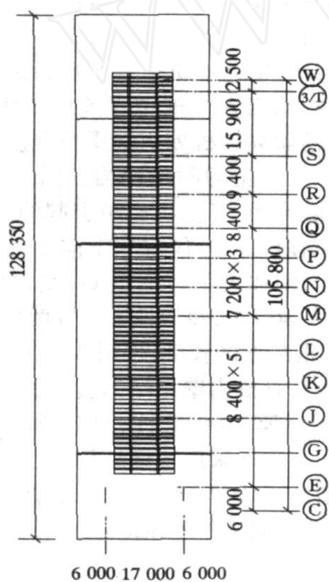


图1 钢结构顶架平面图

## 2 结构布置

连廊贯穿南北,总长为122 m,平面形状不规则,竖向布置也

不规则,根据《混凝土结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》,必须设置伸缩缝兼作抗震缝,本着对结构有利及对立面造型影响最小的原则,采用了设双柱及两侧悬挑两种设缝方法,把连廊分成A、B、C三部分,其中A和C两段,B1、B2、B3、B4四段结构布置类似,因此分别提取A段和B段来分析。

## 2.1 B区段(含B1、B2、B3、B4四段)

在1层~4层以下,两道连廊各自分开,到了4层后,两侧连廊各升上一根框架柱,撑起一个大屋盖,跨度为17 m,两侧悬挑长度达到6 m,为塑造轻盈、漂浮的空中效果,此屋盖构件尺度受到一定限制,为实现该造型,初步考虑以下3种方案。

方案1采用预应力钢筋混凝土结构,梁柱节点上下均为刚接,屋面采用钢筋混凝土板。方案2采用钢结构门式刚架,柱脚处为铰接,屋面采用双层金属板加保温棉。方案3采用钢筋混凝土柱,屋面梁采用钢梁,屋面采用双层金属板加保温棉。

经过分析,方案1:由于悬挑长度大,混凝土自重大,梁柱交接点处将产生很大的弯矩,且本层柱高12.5 m,柱子计算长度大,柱端和柱底弯矩又大,柱的设计将有很大的困难,且如果要浇筑这根梁,须平地而起搭设将近30 m高度的脚手架,施工难度大且费用不菲。另外由于这两根柱分别落在两个不同的刚体上(即左边连廊和右边连廊),当两个刚体在温度、地震、风载作用下振动方向不一致时,将产生相对位移,梁内将承受很大的拉压剪力,且对底下两个刚体的受力也将产生影响,且很难精确定量计算。

方案2:钢结构门式刚架,构件尺寸较小,为解决两个连廊振动不一致问题,拟采用一端固定支座,一端可滑动支座,但现行抗震规范不包括下部为钢筋混凝土结构,上部为钢结构的有关规定,而且两种结构的阻尼比不同,上下两部分刚度存在突变,对抗震不利。若5层连廊全部采用钢结构,则除梁、柱需用钢且楼板也需要用钢筋混凝土组合楼板,即压型钢板上铺混凝土用钢量大且

## 参考文献:

- [1]林同炎,S.D.斯多台斯伯利.结构概念和体系(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.  
[2]郁彦.高层建筑结构概念设计[M].北京:中国铁道出版社,1999.  
[3]杨熙坤,王景文,杨冰.混合结构的概念设计[J].哈尔滨建筑大学学报,2000,33(1):67-68.

## On the application of conception design in structural design

ZHOU Zhen-xing

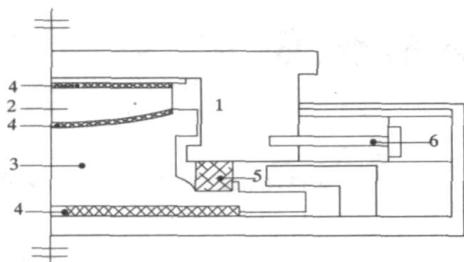
**Abstract:** It discusses the application of conception design in structural design, introduces the meaning of conception design, represents the cooperated work of structure conception design, structural earthquake resistant conception design and the structure whole function control, and points out that it is the key of advanced design thought of structure conception design and the correct structure conception design can make the structure more safe, effective, economical and reasonable.

**Key words:** conception design, cooperated work, structural design, rigidity

收稿日期:2007-04-24

作者简介:郭娟娟(1971-),女,工程师,一级注册结构师,厦门大学建筑设计研究院,福建 厦门 361009

钢结构所需防火涂料价格较贵,将大大影响造价。



注:1—上盖;2—球芯;3—底座;4—聚四氟乙烯;  
5—橡胶密封圈;6—弹簧片

图2 抗震球形铰支座

方案3:采用钢筋混凝土柱,屋面梁采用钢梁,一端固定支座,一端可滑动支座。屋面采用双层金属板加保温棉。整个结构仍然按钢筋混凝土结构计算,结构传力直接,受力明确,计算简单且采用钢梁节省了模板、脚手架,施工费用大大降低,施工周期大为缩短。但经过进一步分析,采用一端固定支座,一端可滑动支座后,屋盖由于支座落在两个不同刚体上刚体在温度、地震、风载作用可能出现不同方向的水平位移对屋盖的不利影响可以消除,但屋盖由于自身重量引起的水平地震作用,均由有固定铰支座一侧的柱承担,这样结构失去了对称性,会造成一侧柱受力很大,而且由于连廊柱高度达12m,很小的水平力都将导致柱底弯矩很大,而竖向荷载又较小,柱将处于大偏心,受力不合理。因此考虑柱顶两侧均设置限位双向滑动铰支座,以释放水平推力对柱子的不利影响。另外由于屋盖悬挑长度较大达6m,挑檐处风压很大,查荷载规范,局部风压体型系数达2.2,屋面板风压体型系数为-1.3,在这种情况下,风载对结构产生的吸力将是很大的。为了减小对结构的上拔力,结合建筑采光和装饰需要,在屋盖中间做成透空的构架,这样有效地降低了风吸力,改善了屋面钢梁的受力情况,减小了钢梁的挠度,但在有风载参与组合的工况下支座还必须能抵抗上拔力,因此采用了抗震球形铰支座(见图2),由上下两部分组成。上半部分同牛腿铰支座,下半部分由可自由转动、自由水平滑动的上盖板,聚四氟乙烯板,不锈钢圆板,橡胶密封圈与固定底座等部分组成。固定底座在支座底托沿开坡口,与下部预埋钢板焊接,支座板件间均采用坡口等强焊缝,支座上下两部分通过高强螺栓连接在一起。这种支座既可以双向滑动同时还可以承受竖向的拉力或压力。确定支座的大小首先要满足节点在各种工况组合下的水平位移要求,为减小该位移,对支座下的两刚体(即左连廊和右连廊)在满足建筑美观尺度的要求下尽量加强其刚度,调整梁柱断面使其在各种工况组合下的顶点水平位移尽量小,同时加大屋盖结构平面内的整体刚度,在每榀钢梁之间布满上下弦水平支撑,使屋盖只能整体平移或扭转,减小因屋盖自身变形而产生的附加位移。本工程顶点位移控制在15mm以内,然后考虑最不利情况,即相反方向的叠加,先乘以2倍,再予以适当放大选定支座。对支座下方的柱子,则按在位移最大时计算出偏心的弯矩( $M = N \times e$ ,  $N$ 为柱子受荷面积内的重

量)和  $N$  进行设计。经计算,柱采用直径800圆柱即可满足要求。通过采取这一系列措施,较好地解决了连廊支座落在不同刚体上的结构设计问题。

### 2.2 A区段

A区段位于教学楼南面入口处,为了突出宽敞、恢宏的气势,建筑在这里设了4根形似鸡腿上大下小直通屋顶的柱子,柱子总高近30m,中间没有任何拉结且在顶层屋盖处柱子两侧悬挑长度为6m。根据建筑造型需要,柱子的尺度不能太大,采用钢筋混凝土柱不可能满足要求,因为假设采用直径800圆柱,长细比  $L_0/d = 37.5$ ,稳定系数取0.26,柱子在很小的竖向力作用下就可能失稳,从而丧失竖向承载力,因此考虑使用钢管柱,并在内部加设纵向加劲肋及横向加劲肋,但经过初步计算,直径800圆柱仍无法满足要求,而建筑造型不允许再加大柱截面,为此,在柱子平面内增设两道系杆,系杆间设置竖向柱间支撑。在柱子平面外方向,设两道刚性系杆与混凝土楼面梁相连系,因为钢筋混凝土楼盖整体刚度大,受力性能好,故这两道系杆可当作柱子的侧向不动铰支座,这样一来柱子的计算长度大为减小,对柱子的工作更为有利。另外,为避免柱脚处产生过大的弯矩,导致基础设计困难,因为过大的弯矩将使柱两侧的桩一边受拉,一边受压,由于工期紧,工程采用预应力管桩,根据地质报告基础持力层埋深约为20m,因此存在接桩问题,预应力管桩作为抗拔桩使用时,除了验算桩身抗拉强度外,还需验算接桩处焊缝受拉强度,为避免受拉破坏,应尽量减少过大弯矩产生的附加拉力。因此采用了柱脚铰接的计算模型,这样柱底弯矩为零,由弯矩引起的附加拉力也为零,作用在柱子底部、基础顶部的力仅有一个向上的拔力  $N$  和剪力  $V$ ,通过加大承台尺寸,即加大承台重量  $G$ ,使得作用在桩顶的上拔力( $N_2 = N_1 - G$ )大为减小,每根柱下布置两桩即可满足要求。同时加大管桩内填芯混凝土的长度,采用3m,以确保桩所受的上拔力能通过填芯混凝土与管桩内壁粘结力传递给桩。经过这样处理,柱子采用直径800,壁厚10钢管柱,上部断面加大处采用建筑装饰处理,系杆、柱间支撑均采用轻钢结构,尺寸纤细,外观轻巧,对建筑物的立面造型几乎没有影响,建筑专业欣然接受,现在工程已经完工,从现场看效果还是不错的。

### 3 结语

随着社会经济的飞速发展,对建筑要求也越来越高,建筑造型呈现多样化的趋势,结构也面临着越来越多的挑战,结构工程师必须应用所学知识建立合理的力学计算模型,结合现行规范采取必要的构造措施,在尽量满足建筑方案要求的同时实现结构的合理化。

#### 参考文献:

- [1] GB 50009-2001, 建筑结构荷载规范[S].
- [2] GB 50011-2001, 建筑抗震设计规范[S].
- [3] GB 50017-2003, 钢结构设计规范[S].
- [4] GB 50010-2002, 钢筋混凝土结构设计规范[S].

## Gallery structure design of one instructional laboratory building in one high school

GUO Juan-juan

**Abstract:** According to the introduction of gallery structure design of one instructional laboratory building in one high school, it discusses the roof structure selection, optimum analysis and the special support fashion mainly, which will supply reference to the similar architectural structure design.

**Key words:** structural design, scheme compare, sliding support, gallery structure