

# 高大空间重荷载井字梁楼盖模板支撑体系设计与施工技术

夏正红, 冯禄海, 王颖群, 张立新, 陈虹

(北京建工集团有限责任公司总承包二部, 100045 北京)

**关键词:** 井字梁; 模板; 支撑体系; 大空间; 重荷载

**中图分类号:** TU 755.2

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1000-4726(2008)01-0031-04

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF CAISSON BEAM FLOORS FORMWORK SUPPORT SYSTEM WITH LARGE-SPACE UNDER HEAVY LOAD

XIA Zhenghong, FENG Luhai, WANG Yingqun, ZHANG Lixin, CHEN Hong

(The Second General Contract Department of Beijing Construction Engineering Group Co., Ltd., 100045, Beijing, China)

**Key words:** caisson beam; formwork; support system; large-space; heavy load

远洋山水西区学校工程位于北京市石景山区鲁谷东街, 为教学楼工程, 分小学部、中学部、科技楼、体育馆(篮球馆)4部分。总建筑面积为23 800 m<sup>2</sup>, 地上分别为2、3、5层, 局部地下1层, 层高3.6 m, 建筑外形高低错落有致, 结构类型为框架剪力墙结构。

其中体育馆部分屋面为井字梁楼盖, 层高9.91 m, 净高8.11 m, 东西跨度28.8 m, 南北跨度39.6 m, 梁截面尺寸600 mm×1 800 mm, 梁自重线荷载27 kN/m, 肋梁间距2.4 m, 板厚120 mm。

体育馆北半部有地下室, 基础为筏板基础, 层高为4.8 m, 顶板厚度为180 mm。南半部无地下室, 基础为独立基础与条形基础; 首层层高4.5 m, 板厚180 mm。二层篮球馆靠北的部分有夹层, 为休息与更衣室, 层高3.6 m, 板厚180 mm; 东北角从地下室至篮球馆为封闭式楼梯间(图1, 图2)。

在选择施工方案时, 方案一为梁与板的支撑体系互相分开, 荷载通过各自支撑体系独立传递; 方案二为板支撑在井字梁底主龙骨搭建的平台上搭设而成。

方案一井字形梁板结构模板支撑体系采用的是常规搭设方式, 即梁与板的支撑体系互相分开, 荷载通过各自支撑体系独立传递, 互不影响。而本工程井字梁楼盖, 由于肋梁间距净尺寸仅有1.8 m, 梁板各自搭设独立支撑体系施工复杂, 难度较大, 故选择方案二, 在井字梁底主龙骨搭建的平台进行二次搭设的方法, 便于施工, 施工速度快。

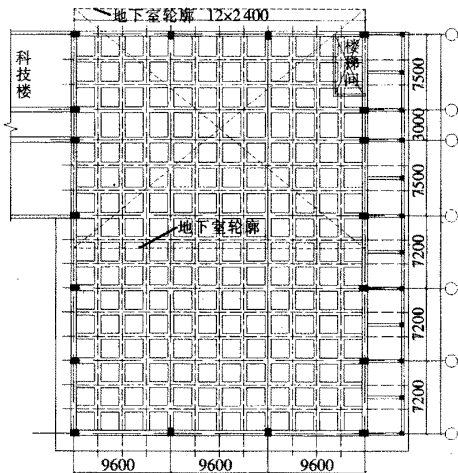


图1 井字梁楼盖结构平面布置图

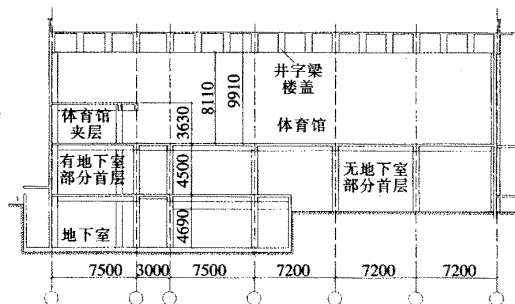


图2 体育馆剖面图

### 1 施工难点及技术创新点

#### 1.1 层高、跨度、截面、荷载大, 对支撑体系稳定性要求高

体育馆结构层高9.91 m, 梁截面尺寸达600 mm×

收稿日期: 2007-12-26

作者简介: 夏正红(1966-), 男, 浙江新昌人, 北京建工集团有限责任公司总承包二部, 副经理, 高级工程师。

1 800 mm,跨度达39.6 m,梁自重线荷载达27 kN/m,其模板支撑比一般梁支撑立杆多且间距小,才能提供足够的承载力和稳定性;施工荷载不均匀,梁、板模板荷载差距大,支撑体系受力不均。对支撑体系稳定性要求高。

## 1.2 模板支设难度大

体育馆井字梁网格尺寸最小为2 400 mm×2 400 mm,梁与梁之间的净距只有1.8 m,给梁侧模的支设带来很大的难度;可与支撑体系拉接的结构部位较少。需加强支撑体系自身的刚度。

## 1.3 对已有连续支撑加密困难

地下室、首层、夹层顶板及楼梯为节约成本按照一般楼板的模板支撑配置,由于井字梁楼盖施工时产生的荷载较大,将无法承担井字梁楼盖施工时所产生的荷载,需对已有支撑进行加密,各层支撑体系须连续设置,且保证上下层对准,以逐层将井字梁楼盖的荷载传递至基础底板。

## 1.4 技术创新点

板悬空支模,即在井字梁底主龙骨搭建的平台上二次搭设碗扣式钢管架,用于支撑顶板模板及架设梁侧模支撑,便于施工且施工速度快。

# 2 模板支撑节点设计研究

## 2.1 井字梁梁底模板支撑设计

(1) 底模采用15 mm厚多层板,次龙骨沿梁跨方向布置5根,中间3根采用80 mm×80 mm木方,两边2根采用35 mm×80 mm木方,间距均为125 mm,垂直于次龙骨方向设置主龙骨,采用100 mm×100 mm标准木方,间距600 mm,与梁底支撑一致,U托支撑。梁底模起拱高度为50 mm。在井字梁交叉部位,梁底增加纵向100 mm×100 mm标准木方(图3)。

(2) 梁底支撑采用两排碗扣式钢管支撑,排距

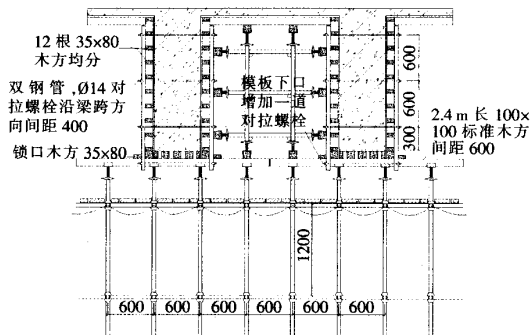


图3 梁板模板支撑剖面图

600 mm,纵距600 mm,步距1200 mm,以梁中为对称轴对称布置,在立杆底部垂直于梁方向铺设50 mm×200 mm脚手板,脚手板垫竹胶板,支撑最上面一道横杆距梁底模支撑点不大于500 mm,最下面一道横杆距通铺脚手板不大于500 mm,U托在立杆端部以外部分不大于200 mm。梁底支撑与楼板支撑整体构成满堂红碗扣钢管支架,间距600 mm×600 mm,横杆连续设置,不得遗漏。

## 2.2 井字梁梁侧模板支撑设计

(1) 梁侧模采用12 mm厚多层板,次龙骨为35 mm×80 mm木方,间距为150 mm,沿梁跨方向布置12根,垂直于次龙骨方向设置主龙骨,采用Ø48 mm×3.2 mm双钢管,间距400 mm,对拉螺栓采用Ø14 mm,沿梁跨方向间距400 mm,与主龙骨一致,竖向设置三道,间距自梁底算起分别为300 mm、600 mm、600 mm,在梁底另加一道Ø14 mm对拉螺栓,沿梁跨方向间距400 mm,以防漏浆。

(2) 梁侧模支撑采用梁间横杆对顶的方式,横杆端头设置U托,通过80 mm×80 mm木方顶住梁侧模,对顶横杆沿竖向设置三道,从梁底算起200 mm、600 mm、600 mm各设置一道(图4)。

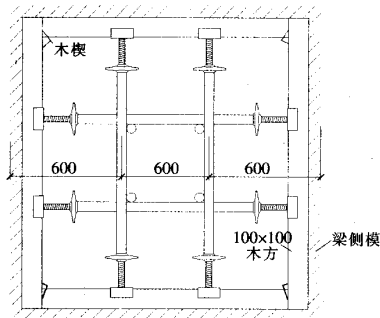


图4 梁侧模支撑平面图

## 2.3 楼梯间临时钢平台设计

楼梯间搭设井字梁模板支撑体系用临时钢平台。钢平台采用11根3.5 m长118工字钢,腹板正立,在两侧剪力墙上留置150 mm×250 mm方洞,洞底标高为+10.300 m,在翼缘上焊接Φ32 mm短钢筋,将支架钢管套在其上,避免侧移。拆模后拆除该钢平台。

# 3 构造措施

## 3.1 竖向八字撑

四角设抱角斜撑,四边与中间纵横向每隔8排立杆设置一道竖向八字撑,沿长度、高度方向连续设置,剪刀撑与地面夹角呈50°~60°,下端部与结构顶紧(图5)。

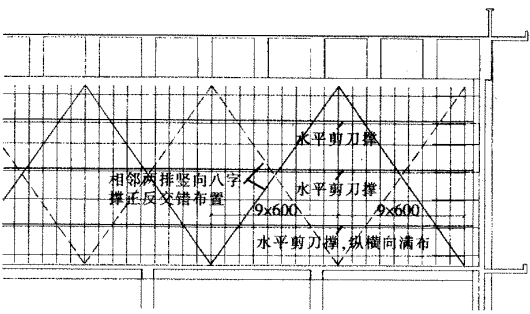


图5 竖向八字撑立面图

至少与满堂红支架三根立杆十字扣件连接,高度方向每步均设置(图7)。

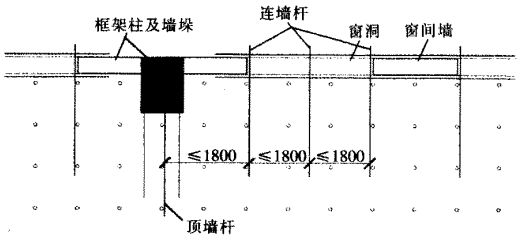


图7 连墙杆、顶墙杆、抱框设置示意

4 支撑加密措施

4.1 首层无地下室部分顶板支撑加密

首层顶板已浇筑完毕,其模板支撑间距为600 mm×1200 mm,地基为回填土,经过验算其承载力不能达到要求,需对回填土进行处理。处理方法为:将此部位原模板支撑体系全部拆除,对填得不实、有淤泥等部位用2:8灰土换填。在整个回填土基面上浇筑厚为150 mm、强度为C25的素混凝土土层(混凝土需留置试块),其强度达到7.5MPa后,再搭设回顶支撑。支撑间距为600 mm×600 mm,底部垫长度不小于400 mm、厚度不小于50 mm的木方。首层顶板回顶支撑在靠近框架柱处须与框架柱抱柱连接,采用扣件钢管,至少与3根立杆扣件连接。框架梁底回顶支撑(图8)。

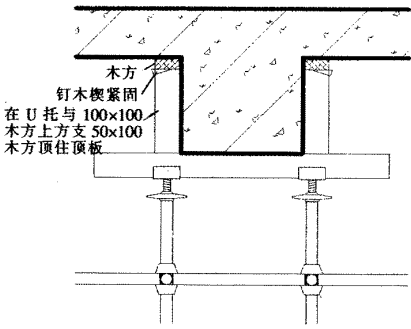


图8 首层无地下室部分框架梁回顶作法示意

4.2 夹层顶板支撑加密

夹层顶板已浇筑完毕,其模板支撑间距为600 mm×600 mm,底部垫脚手板,可以满足承载要求。

4.3 首层有地下室部分顶板支撑加密

首层顶板混凝土龄期已有一个多月,其模板支撑

3.2 水平剪刀撑

沿纵横向满设水平剪刀撑,与纵横向呈45°,形成的网格间距为9个挡距,即9×600=5 400 (mm),从下数第二步水平杆开始向上每隔两步设置一道,共设三道,须与立杆牢固连接(图6)。

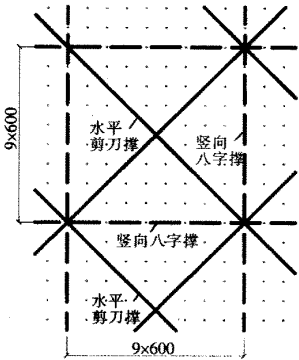


图6 水平剪刀撑大样图

3.3 剪刀撑、八字撑的搭接与固定

剪刀撑、八字撑的搭接长度不应小于1 m,应采用不少于3个旋转扣件固定,端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于100 mm。剪刀撑、八字撑用旋转扣件固定在立杆上,旋转扣件中心线至主节点的距离不宜大于150 mm。

3.4 脚手板

在满堂红支架梁底最上一步横杆上满铺脚手板,作为操作层,板下满挂大眼安全网。在操作层上堆放材料荷载控制在2 kN/m²以内。

3.5 连墙杆、顶墙杆、抱框

沿满堂红支架四周或相临墙体、框架柱设置顶墙杆,遇到窗洞的设置连墙杆、窗间墙或柱处均设抱柱,每个窗洞口、窗间墙或柱处均设置连墙杆、抱柱与支架刚性连接,连墙杆、顶墙杆间距不得大于1 800 mm,且

间距分别为900 mm×900 mm,在井字梁支架搭设之前加密为450 mm×900 mm,设置横杆间距1200 mm,底部垫脚手板。

#### 4.4 地下室顶板支撑加密

地下室顶板混凝土龄期已有两个多月,其模板支撑间距分别为900 mm×1 200 mm,在井字梁支架搭设之前加密为900 mm×600 mm,设置横杆间距1 200 mm,底部垫脚手板。

### 5 施工工艺

#### 5.1 模板工程施工工艺流程

首层、夹层、地下室顶板支撑加密及楼梯间搭设承重平台→搭设满堂红支架→主龙骨→梁底模、起拱→梁侧模、顶板模→模板预检。

#### 5.2 施工工艺

##### 5.2.1 模板安装

(1) 模板在配置时应注意节约,考虑周转使用及以后在其他部位的改制使用,板边要找平、刨直,接缝严密不漏浆。多层板下料尺寸准确,下料后应及时刷封边漆。

(2) 放线人员应在钢筋及墙体上放出标高控制线及定位轴线。

##### 5.2.2 模板安装施工要点

(1) 主次龙骨顺直且调整在同一个水平面内,以保证模板接触面平实。顶板模板拼缝若有小缝隙时用海绵条封堵。支顶板模板时,应用水平靠尺,以确保两相连板缝高低差不大于1 mm。

(2) 由于楼板跨度较大,应按照2‰的跨度起拱,起拱高度按最大跨度(39600)统一为50 mm。

(3) 安装支撑时应使立杆垂直,上下层支撑立杆应在同一中心线上。支撑底部铺100 mm×100 mm通长木方。

(4) 多层板的接头必须在次龙骨中部,次龙骨的接头必须搭在主龙骨上,主龙骨的接头处必须加支撑,次龙骨宜垂直于板长布置。

##### 5.2.3 顶板模板的拆除要求

(1) 拆模强度要求:根据井字梁楼盖跨度,需待预应力筋张拉完毕,混凝土强度应达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的100%,方可拆除底模及支撑。

(2) 顶板模板拆除时需由工长提前填写拆除模板申请,注明混凝土浇筑时间、浇筑部位、同条件试块强度,由技术负责人签署意见,同意后方可拆除模板。

(3) 拆除顶板模时要搭设高凳,拆下的模板由拆

模人员传递至楼板面堆放,严禁野蛮拆模,以免损坏顶板模板。

### 6 质量标准及要求

(1) 模板安装,应保证规格尺寸准确,楞角平直光滑,面层平整,拼缝严密,不漏浆,无错台,不跑模,不变形。

(2) 模板支架的立柱底部应铺通长脚手板,垫100 mm×100 mm的木方,垫板应平整。钢管底部加U托,支在木方上。拉杆、支撑应牢固稳定。

(3) 控制拆模时间,留同条件养护试块。混凝土强度必须达到100%后方可进行预应力筋的张拉作业,张拉完成并对张拉端封堵好后才能拆除井字梁底模及支撑。

(4) 模板安装允许偏差按表1执行。

表1 模板安装允许偏差表

项目		允许偏差/mm	检查方法
轴线位移	柱、梁、墙	3	尺量
底模上表面标高		±3	水准仪或拉线尺量
相邻两板表面高差		1	2 m靠尺、楔形塞尺
表面平整度		2	2 m靠尺、楔形塞尺
阴阳角	方正	2	方尺、塞尺
	顺直	2	线尺
预留孔洞	中心线位移	5	拉线、尺量

(5) 混凝土浇筑前,设变形监测点,浇筑过程中测量人员专职观测。浇筑时,派安全员、木工专职观察模板及其支模系统的变形情况,发现下沉、松动和变形情况时应立即暂停施工,迅速疏散人员,待排除险情并经施工现场安全负责人检查同意后方可复工。

### 7 实施效果

井字梁楼盖混凝土浇筑时,梁底支撑体系未发生任何问题。板底二次搭设的支撑架对梁侧模及顶板的支撑牢靠,未发生异常情况。

对地下室及首层、夹层顶板进行检查,未发现任何裂缝及渗水现象,该工程封顶后再次检查,无任何异常现象。

#### 参考文献

- [1] 杜荣军.建筑施工脚手架使用手册(第一版).北京:中国建筑工业出版社出版,1997.
- [2] 建筑施工手册(第三版).北京:中国建筑工业出版社出版,1999.
- [3] JGJ130-2001 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范.
- [4] DJ101-62-2002 北京市建筑工程施工安全操作规程.