

# 高效钢筋和预应力砼技术 在成都王府井商城工程中的应用

吴德荣

**摘要** 介绍高效钢筋和预应力砼技术在成都王府井商城工程中的应用情况,提出一些预应力砼施工应注意的问题。

**关键词** 高效钢筋 预应力砼技术 成都王府井商城 应用

建设部提出在建筑业中重点推广应用十项新技术,成都市王府井商城工程列入建设部第二批“全国建筑业新技术应用示范工程”名单中。该工程自1996年开工,1998年投入使用。现将十项新技术之一的——高效钢筋和预应力砼技术在成都王府井商城工程中的应用作一论述。

## 一、工程概况

成都王府井商城是由北京王府井百货大楼(集团)股份有限公司等几家公司合资组建的大型智能化的综合性商贸大厦。该工程位于四川成都商业区繁华地段,南沿蜀都大道,与春熙路相对,西与商业场毗邻。

王府井商城占地 $15331.80\text{m}^2$ ,总建筑面积 $210000\text{m}^2$ 。根据建筑物的位置分为东、西两区。东区由A、B、C三座塔楼、裙楼及地下室组成。东区地下室为3层,建筑面积 $22000\text{m}^2$ ,地下室底板埋深 $-16.90\text{m}$ ,厚度为 $2.10\text{m}$ ,砼抗渗等级 $S_{12}$ 。A座塔楼地面以上46层,总高度 $164.80\text{m}$ ,是目前西南地区最高的建筑。该楼面积 $47000\text{m}^2$ ,平面成矩形( $40.13 \times 32.30\text{m}$ ),系筒中筒结构。屋顶为直升机停机坪。B座塔楼为智能化写字楼,高 $100\text{m}$ ,27层,面积 $18000\text{m}^2$ ,结构类型为框筒结构。C座塔楼24层,高 $93.00\text{m}$ ,面积为 $24000\text{m}^2$ ,框剪结构。西区有西楼8层(局部12层),

该工程由中国建筑西南设计研究院设计,四

川省第十二建筑工程公司施工总承包。

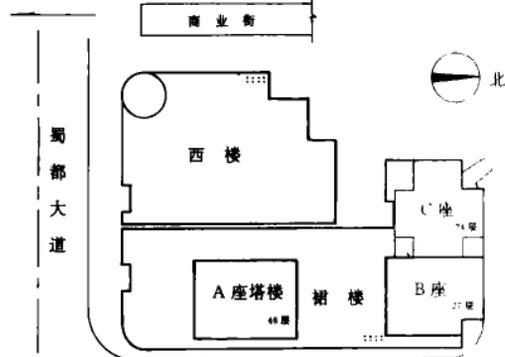


图1 总平面示意图

## 二、高效钢筋和预应力砼技术在工程中的应用部位

该商城由于使用功能的需要,在东区裙楼⑩—⑫轴的第5、6层设有宴会厅和多功能会议厅。该厅层高较高,跨度大,故在上述轴线处的6根大梁(PCKL—10、11、12)设计成部分预应力梁,采用有粘结预应力工艺。相应的6根柱为预应力柱,采用有粘结预应力工艺进行竖向施加预应力。

A座塔楼是该商城的核心,为满足功能需要,方便灵活分隔,增加净空,减低层高。标准层9—40层取消了梁结构,设计成预应力平板,采用高强度低松弛钢绞线作为平板的预应力筋,预应力工艺采用后张无粘结预应力工艺。

### 三、多功能厅框架梁、柱有粘结预应力砼施工

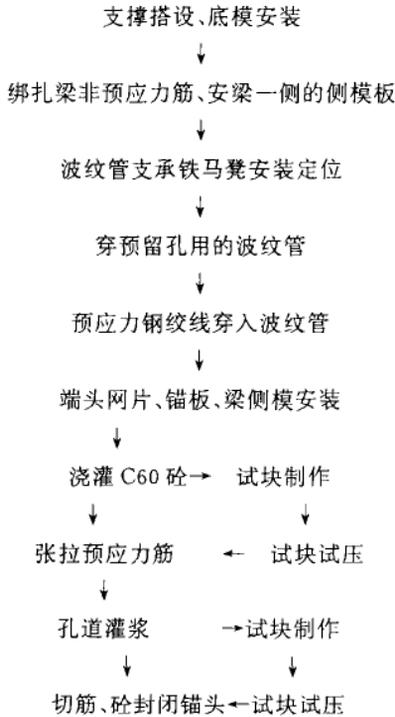
#### (一) 预应力框架梁施工

##### 1. 梁的模板及支撑

梁的底模板和侧模均采用组合钢模板,现场拼装。支撑采用Φ48钢管加扣件搭设的满堂脚手架。该梁截面尺寸为500×1700mm,跨度24m。钢管立柱设在梁两侧,其间距为800mm,其余纵横间距为1000mm。为增加立柱的稳定性,在水平方向用横钢管相连,间距为1410mm。沿梁的纵向每6000mm设剪刀撑。因梁截面高度大,达1700mm,为保证梁侧模板的刚度,沿梁高度方向增设两组对拉片,纵向间距为1000mm。

由于预应力工艺的需要,该梁的支撑、底模板在预应力筋张拉、灌浆(孔道灌浆试块强度达到M20)后方可拆除。

##### 2. 有粘结预应力框架梁施工工艺流程



##### 3. 预应力钢筋、锚具及梁端部构造处理

该梁根据设计要求,选用高强度低松弛钢绞线(1×7标准型),公称直径15.20mm,钢绞线公称截面积为139mm<sup>2</sup>,强度级别为1860Mpa。锚具采用QM型,由锚板与夹片组成。

为解决梁端局部承压问题,在框架梁的两端部配置了6—8片Φ14@50的钢筋网片及垫板。

##### 4. 留孔波纹管的选用和安装

由于金属波纹管具有重量轻、刚度好、弯曲方便、连接简单并与砼粘结良好的优点,是后张法有粘结预应力筋,特别是曲线配筋孔道成型的理想材料。故本工程选用金属波纹管留孔。

为保证预应力钢绞线铺设位置符合设计要求,就必须保证波纹管的弯曲的标高(矢高)正确,故采用Φ12钢筋制成开口型井字架,并与梁的箍筋焊牢,该支架间距为1000mm。波纹管规格大小的选择由钢绞线决定:8Φj15.20钢绞线采用Φ75的波纹管,6Φj15.20钢绞线采用Φ65的波纹管。因受运输限制,波纹管的长度一般为4—6m。本工程梁长24m(曲线长度超过此数),故波纹管必须接长,其连接方式:采用大一号的同型波纹管作接头,接头长度为300mm。两端连接处用密封胶带封裹严密,以防止浇筑之水泥浆渗入管内。

##### 5. 钢绞线的下料、编束与穿束方式的选择

进入现场的钢绞线必须进行抽验。经检验合格后方可按图中给定曲率、锚具尺寸、张拉千斤顶需要的工作长度(该梁施加预应力采用两端张拉)计算后,进行下料、编束,然后进行穿束。

根据穿束工序与砼浇灌时间的先后,穿束可分为先穿束和后穿束。本工程采用先穿束工序,即将波纹管安装就位后,在浇灌砼前将预应力钢绞线穿入管中。为防止锈蚀和污染,伸出构件的钢绞线用编织袋或塑料布包裹好。

##### 6. 张拉设备的选用和校验

该梁的张拉设备选择,是考虑钢绞线的规格、锚具的类型及张拉力的大小等因素,选用YCQ—230型千斤顶,电动油泵型号为ZB4—500型,压力表(油表)的精度不低于1.5级。以上张拉设备,在使用前,应根据张拉力的大小,送专业部门进行配套校验,使千斤顶、油表及油泵的工作状态与现场张拉时一致。

##### 7. 预应力钢绞线的张拉

根据设计要求,该梁的砼强度等级达到C60后方准张拉。

###### (1) 张拉控制应力的确定

根据规范和设计要求,张拉控制应力取:

$$\sigma_{con} = 0.70f_{pk}$$

###### (2) 每束张拉力(F<sub>p</sub>)的确定

a) 当钢绞线为6Φj15.20时:

$$F_p = \sigma_{con} \times A_p \times 6 = 0.70 \times 1860 \times 139 \times 6 =$$

1086(kN)

B)当钢绞线为  $8\Phi_j15.20$  时:

$$F_p = \sigma_{con} \times A_p \times 8 = 0.70 \times 1860 \times 139 \times 8 =$$

1448(kN)

(3)张拉方式和顺序

本框架梁跨度 24m, 跨度大, 配筋系曲线配筋, 故采用两端张拉方式。为保证在张拉过程中构件(结构)不产生扭转或侧向弯曲; 以及尽量减少张拉设备的搬动次数, 张拉顺序应对称进行。

张拉程序:  $0 \rightarrow 100\% \sigma_{con} \rightarrow$  锚固

### 8. 孔道灌浆

因张拉后的预应力筋(钢绞线)处在高应力状态下, 如不及时灌浆, 极易产生锈蚀, 也会造成预应力损失。故张拉后应立即组织孔道灌浆。本工程采用 UB3 型电动灌浆泵。525 号普通硅酸盐水泥加 10%UBA(为水泥重量)人工拌制的水泥浆, 从梁一端锚固板的灌浆孔注入; 待梁的另一端排气孔冒出浓浆后, 封闭排气孔, 在继续加压  $0.5N/mm^2$  约 2 秒钟, 立即封闭灌浆孔。灌浆时在现场同时制作砂浆试块, 经标养, 28 天做抗压试验, 其强度应不小于 M20。

### 9. 切筋、封头

当试块强度不小于 M20 时, 用砂轮锯将梁两端锚具夹片 30mm 外的钢绞线切割掉, 并用 C40 细石砼封闭锚头, 防止锚具、钢绞线锈蚀。

### (二)框架柱有粘结预应力施工

该柱的预应力筋, 仍采用高强度低松弛钢绞线( $\Phi_j15.20$ ), 张拉控制应力较框架梁略低。 $\sigma_{con} = 0.65f_{pk}$ , 张拉力( $8\Phi_j15.20$ )是  $F_p = 1350kN$ 。锚具: 锚固端为单根挤压锚具置于柱子底部; 张拉端用 QM15-8 型锚具, 设在柱子上部。预应力钢绞线呈折线形布置, 预留孔道采用壁厚 0.4mm 的  $\Phi75$  金属波纹管。(见图 2)

该柱的预应力施工工艺除张拉为竖向张拉、灌浆由下(柱底部)往上压浆外, 其余均与框架梁相同, 这里不再赘述。

### 四、A 座塔楼无粘结预应力楼板的施工

无粘结预应力砼工艺是后张法的另一种方式。它采用高强低松弛无粘结的钢绞线, 钢绞线表面涂有专用油脂, 外面用高密度聚乙烯护套包裹。当钢绞线施加力后, 在沿砼的全长范围内不与砼

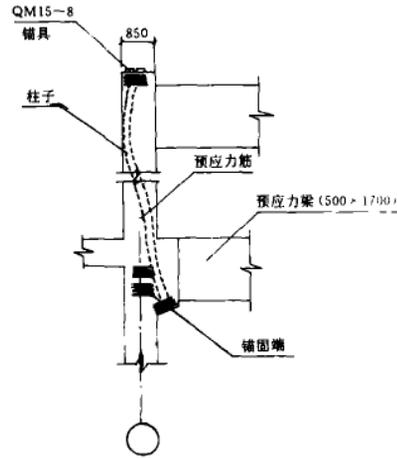
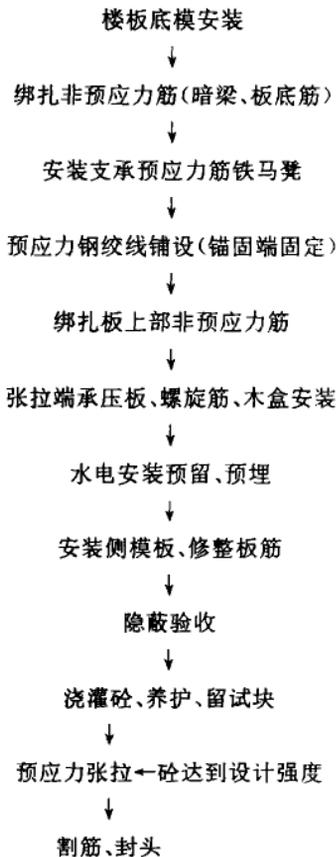


图 2 柱子预应力筋布置示意图

粘结, 预应力只能永久靠锚具传给构件或结构, 因而锚具的性能好坏十分重要。近年来引进国外生产线, 生产高强度低松弛无粘结预应力钢绞线, 促进了无粘结预应力砼工艺的发展, 广泛应用在大开间、大柱网的多层及高层建筑中。逐步形成了无粘结预应力砼现浇楼板结构体系。

### (一)无粘结预应力砼施工工艺流程



(二)锚具、张拉控制应力、张拉力的确定。

锚固端(板跨为9.4m)采用钢绞线挤压锚具,分别锚固在芯筒砼中。张拉端(板长为40.1m)采用单根QM型锚具,两端张拉,锚固于板端凹槽(穴模)内(见图3)。张拉千斤顶用YCQ150,油泵为ZB4—500型。

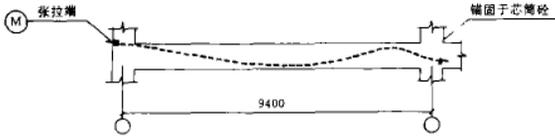
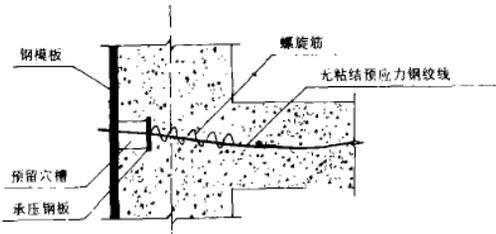


图3 楼板(短跨)预应力筋布置示意图



(M) 节点大样

张拉控制应力:  $\sigma_{con} = 0.70f_{pk}$

每根钢绞线张拉力:

$$F_p = \sigma_{con} \times A_p = 0.70 \times 1860 \times 139 = 181 \text{ (kN)}$$

按设计要求超张拉3%,则每根拉力

$$F_p = 182 \text{ kN}$$

张拉程序为:  $0 \rightarrow 103\% \sigma_{con} \rightarrow$  锚固

由于无粘结预应力砼楼板的施工工艺,除减少了预留孔道(波纹管)和灌浆两道工序外,其余皆与有粘结预应力工艺相同。但由于是高层建筑无粘结楼板,在整体考虑张拉顺序时应结合工程特点和工期要求,采用“逐层浇灌、逐层张拉”,或者是“数层浇灌、顺向张拉”。本工程选用后者顺序张拉,然后割筋、封头即完成无粘结预应力楼板的

施工。

五、预应力砼施工中应注意的问题。

预应力砼的施工,除按常规的钢筋砼施工方法外,还有它突出的特点——保证在砼构件或结构中建立有效的预应力。故在施工中应注意几点:

1. 选择有预应力施工经验和资质的专业化施工队伍。本工程预应力张拉,由四川省预应力特种技术工程公司完成。

2. 加强对预应力筋、锚(夹)具的选用和试验。无粘结预应力砼的锚具必须是经过静载锚固性能试验合格的I类锚具。

3. 预应力筋的铺放,必须满足设计图形的要求,特别是曲线配筋,必须保证各束预应力筋的标高,并采取措施,以控制和防止在浇筑砼时预应力筋发生位移。

4. 张拉后,预应力筋的锚头封头防腐非常重要,特别是无粘结工艺,土建单位必须组织专人负责,认真用细石砼封头。

5. 预应力施工中要加强土建、安装、专业张拉队之间的配合,保证在水电预留(埋)的过程中不移动预应力筋位置。安装使用电焊时,采取措施防止火星飞溅,防止烧坏无粘结预应力筋聚乙烯护套。砼浇灌前,以上各方联合参加隐蔽检查,防止事后在板上打洞,损伤预应力筋。

结束语

在成都王府井商城工程中,推广使用预应力砼技术约39482m<sup>2</sup>,使用高强钢绞线219吨。由于使用预应力技术,增强了结构的刚度,提高了抗裂度和耐久性。特别是使用无粘结预应力砼技术,改梁板结构为预应力平板,降低了层高,增加了净空,使大开间、平面灵活布置的设计思想得以实现。由于高效钢绞线具有强度高、松弛小、伸直性好、延伸率高等优点,是现代预应力砼的首选钢材。它促进了预应力砼技术的不断发展。