

## 大跨度预应力混凝土梁板施工实例

朱永明 张昌云 华锦耀 (宁波华丰建设集团股份有限公司 宁波 315040)

## 1 工程概况

雅戈尔集团国际服装城商务行销设计中心大楼, 位于浙江省宁波市鄞县大道和雅源路交叉口。大楼地下 1 层, 地上 11 层, 总高度 74.6m, 总建筑面积 35000m<sup>2</sup>, 采用全现浇框架-剪力墙结构体系, 钻孔灌注桩筏板式基础。框架大梁采用后张法有粘结预应力混凝土体系, 预应力框架主梁有单跨、多跨形式, 跨度分别为 20m 和 30m, 断面分别为 600mm × 1200mm 和 800mm × 1700mm。楼面多为连续式单向板, 部分为连续双向板, 板中采用单向或双向无粘结预应力混凝土平板体系, 板跨度分别 6m 和 9m, 板厚分别为 150mm 和 200mm。每根框架主梁中分别布置 2~6 个预应力孔道, 孔道内分别配置 5 $\phi$ 15.24、7 $\phi$ 15.24 钢绞线, 预应力筋有直线束和曲线束, 楼板中沿跨度方向配置无粘结预应力筋 (2 $\phi$ 15.24 钢绞线,  $f_{pk} = 1860\text{MPa}$ , 间距为 @500), 均采用曲线形布置方式, 梁板混凝土强度等级为 C40。

## 2 预应力梁板混凝土结构的施工工艺流程

支撑排架搭设；钢绞线无粘接外包层加工、断料、编号→梁、板底模铺设；支架马镫钢筋加工制作、P型锚制作→普通钢筋绑扎；孔道材料送至现场、分类→大梁波纹管铺设、板内马镫钢筋安装→穿预应力钢筋→安装锚垫板、螺旋筋，设置泌水管，安装锚具保护套→预应力孔道绑扎固定、矢高、数量检查→绑扎板面上排钢筋、大梁其它普通钢筋→模板封闭、隐蔽工程验收→浇捣混凝土→混凝土养护，张拉端部拆模、清理→混凝土试块试压；安装预应力锚具→大梁预应力筋张拉→板内无粘结预应力筋张拉；有粘结预应力大梁灌浆→无粘结预应力筋安装锚具保护套；有粘接多余预应力筋切割→张拉端部混凝土封闭→拆除底模。

### 3 本工程预应力梁板混凝土结构的特点

(1) 梁、板的跨度大且多为连续式梁板：预应力

框架大梁跨度分别为 20m 和 30m, 有单跨外伸悬臂式、双跨梁及三跨梁。预应力楼板的跨度有 6m 和 9m, 均为多跨连续板。由于梁、板的直线长度大, 给预应力固定端、张拉端的布置及预应力筋张拉带来困难, 于是采取了下述相应的技术措施。

(2) 固定端、张拉端均为内锚式: 根据建筑设计的要求, 预应力的固定端和张拉端均不能突出梁、柱侧面, 按梁、柱实际配筋, 采用铁板型锚垫板, 将固定端和张拉端布置在梁、柱内, 同时在绑扎时适当调整梁、柱钢筋, 张拉端节点如图 1 所示。

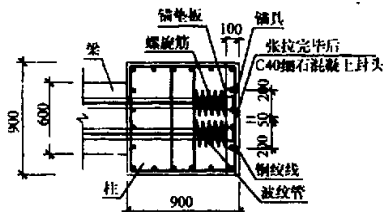


图1 张拉端节点平面

(3) 板中双向预应力筋的布置及张拉：部分大跨度双向板中的预应力筋按双向布置，在板的底层非预应力筋绑扎后，即应配置无粘接预应力筋。首先按保证短向预应力筋  $h_0$  的原则铺设短向预应力筋，特别是支座处的矢高要准确，然后铺设长向预应力筋，均用马镫筋固定其位置。当楼板混凝土达到张拉预应力筋所需的强度时，先张拉双向板短向预应力筋，再张拉双向板长向预应力筋。

#### 4 施工技术措施

(1) 框架梁预应力筋埋管: 根据设计要求, 每根大梁的底模搭设后, 先绑扎非预应力钢筋, 然后铺设金属波纹管 ( $\phi 55$  用于 5 $\phi 15.24$  钢绞线, 而  $\phi 70$  用于 7 $\phi 15.24$  钢绞线), 并用  $\phi 14$  的支架筋固定, 以 @700 焊于箍筋上。接头套管采用  $\phi 75$ 、 $\phi 60$  两种。波纹管的高度位置根据设计的曲线竖向坐标按水平间距 @500 控制, 首先控制跨中和反弯点的高度。

(2) 框架梁预应力筋穿束：预应力筋采用成束穿入法。对跨度在 20m 以内者，采用单端张拉，钢绞线（已附有挤压头）只能从固定端铁板穿至张拉端。对跨度在 20m 以上者，采用双端张拉，钢绞线可由任一端穿入。固定端采用 P 型挤压式锚具，张拉端采用 STM 夹片式锚具。固定端铁板和螺旋筋在穿束前可以先固定，挤压锚具必须紧贴铁板。固定端波纹管口用钢丝球和水泥砂浆封闭。在混凝土浇筑前穿束，并在混凝土初凝后抽动预应力筋，有利于防治波纹管变形或漏进水泥浆而影响预应力筋状态。穿束完成后即安装张拉端的锚垫板和螺旋筋。

(3) 楼板预应力筋穿束：楼板无粘结预应力混凝土结构，在绑扎完楼板底层普通钢筋网之后立即按设计的间距和曲线坐标安放预应力筋，并用  $\phi 14@1000$  马镫筋支撑。穿束完成后绑扎楼板上层钢筋网，同时固定好张拉端、固定端的锚具及附加筋。对张拉端外露的钢绞线应予封闭包裹。

(4) 浇筑梁板混凝土：C40 混凝土在搅拌站搅拌后泵送至各作业点，先浇筑梁，再浇筑板。浇筑混凝土时应绝对避免振动棒撞击金属波纹管和 无粘结钢绞线，切实防止凿破波纹管及无粘结预应力筋包皮而造成漏浆。在固定端、张拉端钢筋密集处，必须注意精心振捣密实。

(5) 预应力筋张拉：在梁板混凝土强度达到 80% 时即可用 ZB500 油泵和 YC-25、YC-150 千斤顶张拉预应力筋，先张拉有粘结预应力梁，后张拉无粘结预应力板。预应力梁采用成束张拉，预应力板采用单根张拉，张拉时做到孔道、锚环、千斤顶三对中。张拉预应力筋分三级加荷并超张拉，即  $0 \rightarrow 0.1\sigma_{con} \rightarrow 0.2\sigma_{con} \rightarrow \sigma_{con} \rightarrow 1.03\sigma_{con}$ （持荷 2min）。张拉控制应力  $\sigma_{con} = 0.75f_{pk} = 0.7 \times 1860 = 1302\text{MPa}$ 。张拉力  $N_p = \sigma_{con}A_p$ ，（ $A_p$  为钢绞线截面积），梁、板中预应力筋张拉力按表 1 控制。

表 1 梁板张拉力控制表

配筋形式	配筋量	钢绞线截面积 $A_p$ (mm <sup>2</sup> )	张拉力 $N_p$ (kN)		备 注
			100% 张拉力	103%超 张拉时	
有粘结梁	7 $\phi$ 15.24	980	1276	1314	整束张拉
	5 $\phi$ 15.24	700	912	940	
无粘结板	1 $\phi$ 15.24	140	182	188	单根张拉

(6) 张拉预应力的控制：张拉预应力筋采用“控制张拉力为主、控制伸长值作校验”的方法。预应力筋中建立初应力（ $0.1\sigma_{con}$ ）时千斤顶活塞伸长量  $L_1$ ，张拉至  $\sigma_{con}$  时千斤顶活塞伸长量为  $L_2$ ，则实际伸长量  $L_0 = L_2 - L_1$ 。实际张拉伸长量与理论伸长量比较的误差不超过 +10%、-5%，否则应停机检查原因，调整处理后方可继续张拉。

(7) 板底变角张拉：对于带外伸段的单跨框架梁，多跨连续梁变预应力束处和多跨连续板预应力筋长度超过 20m 处，均采用在楼板底进行预应力筋外露变角张拉。如图 2 所示，楼板底局部混凝土加厚，使张拉端混凝土面和预应力筋垂直，张拉并锚固后再支模浇筑混凝土封闭保护。

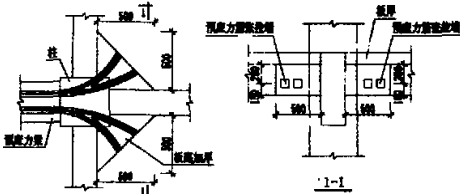


图 2 板底张拉示意图

(8) 孔道灌浆和无粘结预应力筋防腐处理：预应力筋张拉完成 1 天后、7 天内应进行灌浆，灌浆前应对张拉端锚具间隙进行封锚处理。水泥浆采用 #425 普通硅酸盐水泥，水灰比 0.4~0.45，稠度控制在 14~18s 之间。压浆采用 UB<sub>3</sub> 型压浆泵自锚垫板灌浆孔灌入，由泌水孔排气及泌水，且应缓慢、均匀连续地进行。灌浆完成后 2~24h 内应对所有泌水孔进行重力补浆。

无粘结预应力筋在张拉锚固后切去多余的钢绞线，并在锚具保护套杯塞内注入专用防腐油脂，套入锚具，最后用细石混凝土封闭。

## 5 结束语

本工程梁板预应力混凝土工程量大，由于施工技术措施到位，操作人员精心施工，故在主体结构结顶后结构验收时评为优良。实际施工时，应使预应力筋曲线张拉端的切线夹角大于 160°，夹角过小，张拉力的合力容易压碎板底夹角处的混凝土。当框架梁外伸段截面变小时，宜尽量将预应力筋的张拉端布置于柱侧面，以减小预应力筋曲线末端的曲率。此外有粘结预应力在埋设波纹管的同时进行穿束，有利于防止浇筑混凝土后波纹管位移而影响穿束。