

# 有粘结预应力混凝土施工技术的应用\*

严 熙, 林伟明

(中山大学基建处, 广东 广州 510275)

**摘 要:** 通过中山大学珠海校区教学楼工程实例, 具体说明有粘结预应力技术的工艺流程、操作要点、注意事项和质量标准。

**关键词:** 有粘结; 预应力; 操作; 质量

**中图分类号:** TU74 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) S1-0277-04

预应力混凝土技术是建设部推广的十项新技术之一, 它分为先张预应力技术和后张预应力技术。后张预应力技术又分有粘结和无粘结两类。这里介绍有粘结预应力技术在中山大学珠海校区教学楼工程中的应用情况。

中山大学珠海校区教学楼, 总建筑面积为76814 m<sup>2</sup>, 工程于1999年12月2日开工, 2000年7月15日竣工。大楼为5层现浇钢筋混凝土框架结构, 楼层砼强度等级为C<sub>40</sub>。纵向柱距7.2 m, 横向柱距有6, 7.2, 9.6, 10.2, 11.4, 12.6, 13.8, 14.4和16.8 m等。为提高有效使用空间, 横向大跨度梁应用了有粘结预应力技术, 使梁高度一般控制在750 mm范围以内。

## 1 预应力工程所用材料和机具

该工程预应力工程所用材料为: Φ50、Φ55、Φ60、Φ70、Φ75 mm 波纹管, 秦皇岛预应力钢绞线联营公司生产的直径15.24 mm、强度1860 MPa 低松弛钢绞线, 广西柳州欧维姆建筑机械有限公司生产的P型固定端锚具及OVM15型张拉端锚具。使用的机具有: 柳州欧维姆厂生产的YCW150A-200型千斤顶2台, ZB4-500型油泵2台、北京巧力预压件厂生产的YCN-23千斤顶1台、山东产UB4灌浆泵1台、日立牌高速切割机1台、手拉葫芦2只及抛光机、电钻、电焊机等。

## 2 工艺原理与施工工艺流程

后张法预应力技术的工艺原理是: 用张拉机具对置于钢筋混凝土构件孔道中的预应力筋进行张拉, 通过锚固体系, 将预应力传递给钢筋混凝土构件, 在混凝土中建立预应力, 从而提高钢筋混凝土

构件的承载力和抗变形能力。

有粘结预应力施工工艺流程为: 切割下料→编号制束→挤压→起吊运输→布管→穿钢绞线→留设灌浆管→锚垫板定位→安装穴模→隐蔽验收→浇捣砼→拆除穴模→安装工作锚板和夹片→张拉→灌浆→钢绞线切除→张拉端封堵。

## 3 施工方法和操作要点

### 3.1 切割下料

(1) 计算每根钢绞线的下料长度 $L$ , 本工程为一端张拉, 其下料长度为:

$L = \text{梁中钢绞线的设计长度} + \text{固定端挤压锚的厚度} + \text{张拉端锚具厚度} + \text{千斤顶夹具所需长度}$  (本工程为900 mm)。

(2) 按计算出的下料长度用砂轮切割机进行切割, 不得加热、焊接和电弧切割。钢绞线是成盘包装的, 应采用搭架保护以防钢绞线弹出伤人 (见图1)。

### 3.2 编号制束

按设计将钢绞线捆绑成束, 可用22#铁线绑扎, 间距1~2 m, 注意钢绞线不得相互缠绕, 在每束中断面位置固定, 长向顺直, 制束后即按设计梁号进行编号。

### 3.3 挤压成型

为施工简便, 在挤压之前将约束圈、螺旋筋和固定端锚板先穿入钢绞线束, 然后在钢绞线端套上挤压簧, 穿过挤压机的挤压孔, 套上挤压套, 开动高压油泵进行挤压成型 (如图2)。油泵的压力在30~45 MPa之间最为合适。注意挤压套应包住挤压簧, 以挤压后钢绞线头露出挤压套5 mm为合适。

\* 收稿日期: 2003-05-04

作者简介: 严 熙 (1965年生), 女, 工程师; E-mail: zadgad05@zsu.edu.cn



图1 成盘钢绞线下料时的安全保护

Fig.1 The safeguards baiting the coiling steel stranded wire



图2 固定端挤压成型

Fig.2 The fixed end's extrusion forming

### 3.4 起吊运输与布管

将制束挤压成型好的钢绞线起吊运至其设计位置。

4根一束钢绞线用 $\Phi 50$ 管、5根一束钢绞线用 $\Phi 55$ 管、6根或7根一束钢绞线用 $\Phi 70$ 管,接头管用大一号的管,长度为0.3~0.4m,接驳处用密封胶带包裹,如图3所示。注意波纹管的位置应符合设计要求,曲线顺畅,波纹管不得破损,应仔细检查,如有破损应用密封胶带及时修补。在张拉端锚垫板前至少要有0.35m的平直段。波纹管用自制的定位托架焊于梁的箍筋上,托架间距2m左右,做法如图4。

### 3.5 穿钢绞线(穿束)

本工程根据工期紧的特点,我们采用先布管后

穿束的办法。穿束前,应将束的前端扎紧并用胶带包裹好,以便顺利穿过管道,穿束时应注意不要扭束推进,以防钢绞线的相互缠绕,影响张拉效果。

### 3.6 灌浆孔的设置

本工程根据钢绞线的长短每束布设2~3个灌浆孔,位置在靠近支座的反弯点处(尽量最高)。在波纹管上部钻约 $\Phi 20$ 的孔,上覆带孔的海绵垫片和弧型盖板,用铁线扎牢,再用塑料管插在板嘴上扎紧,塑料管应出梁面0.5m左右。为防止在砼浇筑过程中移位、进浆,在管中插一条 $\Phi 8$ 的钢筋以便定位。

### 3.7 锚垫板定位

在灌浆孔完成之后,即可把钢筋骨架入模,进行固定端和张拉端的安装。

(1) 固定端锚板。按设计高度用铁丝吊起,锚板要垂直方正,挤压套与锚板之间不得留有空隙,钢绞线出波纹管处必须用海绵塞满管口,以防漏浆入管。

(2) 张拉端锚垫块,穿好螺旋筋之后按设计高度将张拉端锚垫块就位。用 $\Phi 6$ 钢筋勾住锚垫块四个角上的安装孔,用电焊机将其焊在附近的梁钢筋上,再用海绵将洞口塞满,应特别注意不得有电焊火花碰到钢绞线上。

### 3.8 安装穴模

穴模的大小、形状由锚板、张拉千斤顶端部的大小决定,事前制作。安装时要保证其与锚垫板之间接缝严实,防止漏浆。

### 3.9 隐蔽验收、浇筑砼与拆除穴模

在浇筑砼之前必须对钢绞线的规格、数量、波纹管的定位矢高,锚垫板、螺旋筋等进行全面的检查,发现问题及时处理;砼浇筑时,不得踏压,碰撞波纹管,砼必须振捣密实,尤其是锚垫板的内侧附近不允许出现蜂窝、狗洞等。

在砼终凝后立即拆除穴模,对张拉端进行清理,以保证张拉空间。

### 3.10 安装工作锚板和夹片

经同步试块的试压结果和砼的回弹结果证实,砼强度达到张拉时的强度要求时(本工程为设计强度85%)即可安装工作锚板和夹片,准备张拉。安装锚具时,锚板应与垫板企口对正,夹片安装后端部应平齐,必要时采用专用工具套入钢绞线内轻轻敲实,应注意夹片与锚板锥孔内不应附有泥浆、砂子等杂物;并应在夹片外表面和锚板锥孔内涂抹一层润滑油。

### 3.11 预应力张拉

预应力张拉是预应力砼施工技术的关键工序。

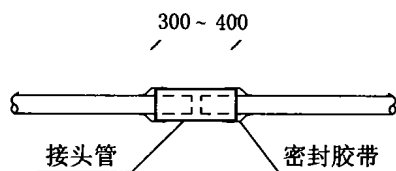


图3 波纹管的接驳

Fig.3 Bellows joint

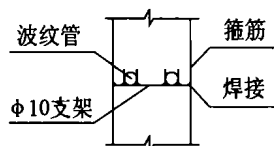


图4 波纹管的固定

Fig.4 Bellows fix

在正常情况下,尽量采用 YCW-150 型千斤顶进行集束整体张拉,以提高工作效率,只有在张拉端锚具埋得太深或穴模内净空不足等情况下无法实施集束整体张拉时,才采用 YCW-2 型千斤顶进行单根张拉;在有并列群锚的情况下,为保证梁不出现平面外变形,采用(左)上集束 50%→右(下)集束 100%→左(上)集束 100%的对称张拉法,采用单根张拉时,必须按上述对称张拉法对集束进行 2 次循环张拉。

(1) 依次安装好限位板、垫环、过渡套、千斤顶垫环、工具锚板、工具夹片。

(2) 预应力张拉,按现行施工规范给定的初始张拉应力计算出张拉吨位进行张拉,并记录伸长值初读数。

(3) 继续向张拉油缸加油至张拉控制应力值。

(4) 测量伸长值并做好张拉记录。

(5) 锚固,打开高压油泵截止阀,张拉缸油压力缓慢降至零,活塞回程,夹片即自动跟进锚固,实现自锚。

(6) 卸下工具夹片和锚具,开始下一束钢绞线的张拉。

在进行张拉时应特别注意以下几点:

(1) 工作锚、夹片与工具锚、夹片不能混用,工作锚具不能重复使用。

(2) 工具锚夹片外表面和锥孔内表面使用前最好涂上退锚灵,以便退锚灵活。

(3) 限位板上有不同规格钢绞线的识别标志,安装时应注意,以免用错造成内缩量增大或锚口摩擦系数增加。

(4) 张拉前应检查张拉系统是否安全可靠,张

拉时应有安全措施,张拉千斤顶后不能站人,以防万一。

(5) 对于少数放不下千斤顶的穴模,可采用过渡套或两块限位板,将千斤顶垫高以方便张拉。

### 3.12 灌浆

预应力施工完毕后,为防止预应力束锈蚀,必须对管道进行灌浆,灌浆的另一目的,则是使预应力钢绞线,管道和砼三者有效地粘结起来。灌浆一般应在张拉锚固后 48 h 内完成。

(1) 孔道灌浆应采用标号不低于 425 # 的普通硅酸盐水泥配制的水泥浆,水泥浆水灰比为: 0.4 ~ 0.45 左右,强度不小于  $20 \text{ N/mm}^2$  搅拌后 3 h 的泌水率宜控制在 2%,最大不得超过 3%。水泥浆中可掺入 8% ~ 12% 的膨胀剂。

(2) 灌浆前应先向孔内注入一定量清水进行润滑,然后再注浆,并随时检查放气情况,当确认管内已排出空气后,再进行二次灌浆(将压力加至 0.5 ~ 0.6 MPa)。

(3) 灌浆之前还应将锚垫板上的排气孔预先填充密封,第一次灌浆时使空气从另一条灌浆管排出,2 min 后再第二次加压泵浆,当水泥浆从另一条灌浆管排出,或从张拉端夹片缝隙中射出时表明管内已充满了水泥浆,即可停机让泵管内水泥浆在惯性作用下,再缓缓压入管内进行补浆。

(4) 为方便工人操作,提高工效,使水泥搅拌更均匀,我们特制了一种搅拌叶片,连接在手提式电钻上,接通电源后可直接放进灰桶进行搅拌,如图 5。

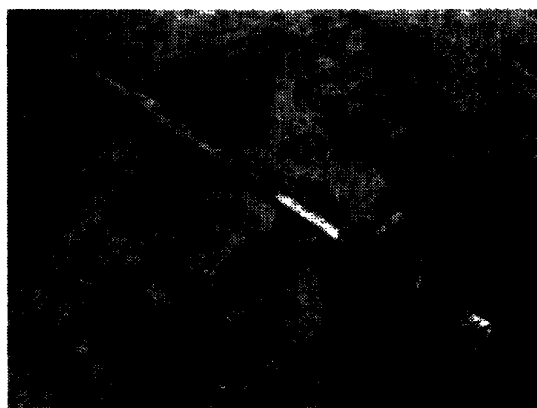


图5 搅拌叶片

Fig.5 Mixing blade

### 3.13 钢绞线的切除及张拉端洞口的封堵

灌浆工作结束后,用砂轮切割机将外露的钢绞线切除,切除后的外露长度一般为 25 ~ 30 mm。切除钢绞线后的张拉端洞口应及时用细石砼封堵,以

防生锈, 封堵前先在洞口内扫一遍素水泥浆。

#### 4 质量标准

(1) 所有原材料要按《混凝土结构工程施工及验收规范》GB 50204-92 的规定的数量送检, 钢绞线应做力学性能实验, 锚具应做硬度和静载锚固实验, 其质量必须符合 GB/T14370-93 标准的要求。

(2) 预应力张拉前必须按规定对千斤机及油压表进行校验标定, 压力表的精度等级不得低于 1.5 级。

(3) 张拉时构件的混凝土强度等级必须符合设计要求。

(4) 在张拉过程中钢绞线断裂或滑脱的数量不得超过构件同一截面中钢绞线总数的 3%, 且一束钢绞线只允许断一根。

(5) 水泥浆的强度等级  $\geq$  M20。

本预应力工程历时 92 天, 共张拉了 748 条梁共 185 吨钢绞线, 无一根预应力筋拉断或滑脱, 预应力技术应用是成功的。

#### 参考文献:

- [1] OVM 锚固体系工程应用工艺要点, 柳州欧维姆建筑机械有限公司, 1997.
- [2] 混凝土结构工程施工及验收规范[S]. GB 50204-92

## Application of Cementing Prestressed Concrete Technique in Construction

YAN Xi, LING Wei-ming

(Department of Capital Construction, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** According to the example of teaching building project on Zhuhai campus of Sun Yat-sen university, specifically explain the cementing prestressing force technique, including technical process, operation points, preventing measures and quality criterion.

**Key words:** cementing; prestressing force; operation; quality