

# 无粘结预应力混凝土 在江西亚东水泥厂筒仓结构中的应用

⑥  
23-76

周先才 张逸青

Tu757  
Tu249.4

【摘要】随着现代预应力混凝土结构理论的逐步完善,预应力技术的不断发展和工艺技术水平提高,特别是无粘结预应力成套技术日趋成熟越来越多的特种结构运用了无粘结预应力混凝土。本文仅对江西亚东水泥瑞昌制造厂筒仓工程中滑模施工的无粘结预应力施工技术做一个阐述和总结。

【关键词】筒仓 无粘结 预应力 滑模 张拉

## 1、工程概况

江西亚东水泥瑞昌制造厂生料库、熟料库及两个水泥库四个筒仓均采用后张无粘结预应力混凝土结构,滑模施工。其尺寸分别为 $\Phi 24 \times 42\text{m}$ 、 $\Phi 30 \times 31\text{m}$ 、 $\Phi 20 \times 50\text{m}$ (内径 $\times$ 高度),每个筒仓设三个扶壁柱,库壁厚400mm,混凝土强度等级C40。

## 2、预应力方案的确定

现代后张预应力混凝土主要分有粘结和无粘结两种体系。有粘结与混凝土连结较好,极限强度相对较高,在筒仓滑模工艺中应用缺点是摩阻损失较大,施工亦较困难(套管的埋设、钢绞线穿束);无粘结筋是通过预应力筋的润滑油等涂层与混凝土无粘结,并与混凝土之间存在永久性滑动,使结构性能不能象有粘结预应力混凝土那样直接满足工程要求,但无粘结具有施工简便,摩擦系数小的优点。加上配置相当数量有粘结的非预应力筋,无粘结体系具有一定的优势。

该工程原设计采用有粘结方案,为了减小施工难度,保证施工质量改用了无粘结方案。

## 3、预应力设计特点

筒仓预应力筋采用 $\Phi 15-1860$ 级无粘结预应

力钢绞线,每个筒仓沿库壁纵向根据环向力的变化而变距布置预应力束,间距450-1200mm,每圈分三段(束),即三束近240°包角的无粘结预应力束相对错位120°为一圈。沿库壁水平布置的预应力束张拉后锚固在三个扶壁柱上,以确保预应力相对均匀(图1,图2)。预应力筋采用5-7根钢绞线集束配置,逐根两端张拉的方式,张拉端为凹入式。锚固系统采用“OVM”系列二夹片锚具,控制应力 $\sigma_{con}=0.7f_{ptk}=0.7 \times 1860=1302\text{Mpa}$ ,施工时超张5%,待混凝土强度达到设计强度的95%后张拉。

## 4、预应力施工

4.1在滑模施工的条件下,无粘结筋的下料

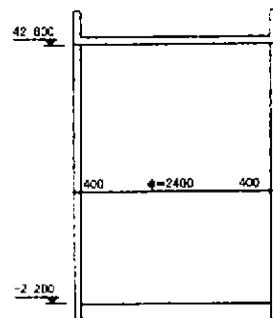


图1 生料库立面示意图

周先才、张逸青：南京三建预应力工程公司

特殊结构

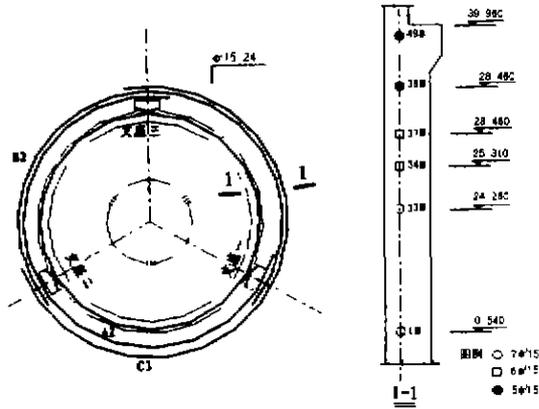


图2 库壁预应力钢绞线布置示意图

长度控制要准确, 以免影响滑模提升架的提升或预应力张拉, 该工程生料库施工时在提升平台上直接下料将整盘无粘结筋吊到提升平台上的专用脚手上 (每两个扶壁柱之间搭设一个), 穿束时, 穿好一根切割一根。故该筒仓无粘结筋的下料长度准确, 无需二次切割。不足之处是高空作业存在安全隐患。熟料库和水泥库则采用预先在地面下料、成捆、分类、堆放, 施工时直接吊至提升平台逐根穿入, 各种尺寸的无粘结筋应贴上标签和挂牌以便识别。通过以上对比两种方法各有优缺点, 建议在现场条件允许并能保证无粘结筋清洁时优先采用预先下料的方法。

4.2 无粘结筋铺设位置应事先标在筒壁竖向非预应力筋上, 平台每滑移一段高度校核无粘结束的间距及标高, 以免出现漏穿或错位。

4.3 该工程滑升系统的提升平台至“开”型提升架下横梁高度净高为460mm (水泥库为

720mm), 此高度限制了无粘结筋的铺设空间, 根据无粘结筋的间距, 每个提升循环可穿入1~2束。模板滑升时, 每次提升10个行程 (300mm), 提升间隔约1.5h, 此时的预应力施工速度 (特别是在无粘结筋布置相对较密的筒仓下部区段) 是影响滑模速度的关键。在生料库滑模时, 预应力穿束的速度跟不上, 从一定程度上影响了滑模的速度。后来我们总结了经验, 从以下几方面着手使得熟料库和水泥库的施工顺利进行。

4.3.1 施工人员应充分认识滑模施工的特点, 估计铺束施工时可能出现的问题, 预先想好解决方案。

4.3.2 做好充分的施工准备工作, 提前画线, 焊水平定位支架, 及时把张拉端的埋件固定, 无粘结筋吊运到位等。

4.3.3 熟料库直径较大, 每束的长度约为65m, 施工前考虑到穿束的难度, 滑模前在每个提升架下横梁统一高度处装上一个定滑轮, 无粘结筋沿定滑轮穿行, 穿下一根前把上一根往下放在水平定位支架上, 这样大大提高了穿束的效率。但由此也产生了不利的一面: 因定滑轮紧贴提升架下横梁, 穿下面一束时无法施工其上面水平定位支架、埋件等, 使各工序不能搭接施工。

建议: 若提升架下横梁至平台面净高较大时, 定滑轮上应加焊一根吊杆与提升架相连, 即定滑轮位于净高的中间偏下的位置 (要根据无粘

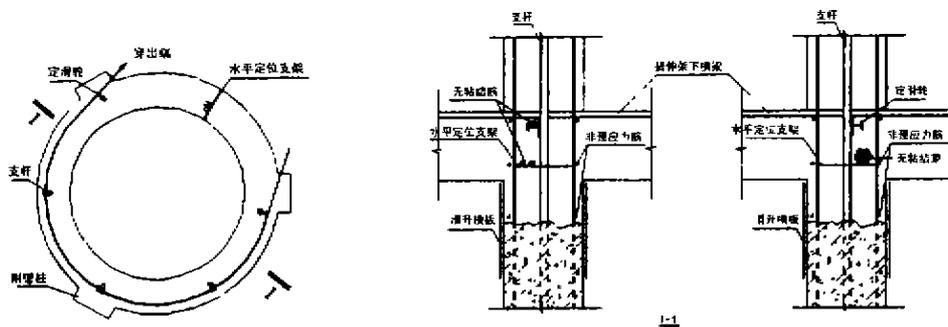


图3 定滑轮安装位置示意图

结束间距和提升高度决定具体尺寸)。如图3

4.3.4滑模阶段时间较紧,各工种交叉施工势必相互影响,滑模前预应力施工员应与滑模单位加强联系,搞好施工技术协调。滑模是出现问题及时解决,必要时要求滑模单位暂停滑升。

4.4洞口处无粘结筋的处理

方案A(原设计):无粘结筋绕过洞口。当洞口高度较低时,洞口处的无粘结筋按设计标高依次提高或降低,洞口处及受影响范围需空滑一段以便穿入无粘结筋。此方案无需截断无粘结筋、增设张拉端。当洞口高度大于600mm时其缺点是显而易见的:因滑模施工时施工空间较小使穿束与滑模不能同步、难以施工,绕过洞口的无粘结束曲率太大也会影响将建立的有效预应力值,不能保证施工质量和速度。

方案B(变更设计):截断无粘结筋、通过截断、延长洞口处的无粘结筋,使预应力施工简便,而且不影响滑模,保证了预应力施工质量。按此方案必须对洞口张拉端处进行混凝土截面局部承压验算。

因该工程中洞口高度相对较高(最高为1110mm),经施工单位建议,设计院、甲方一致核定,采用了方案B。通过实践证明,效果显著,保证了质量,提高了施工速度。

4.5无粘结筋的张拉

4.5.1该工程无粘结筋采用了集束配置逐根张拉的方式,根据技术规程及该工程特点,张拉时采用一端张拉另一端补张拉的方式。张拉时,无粘结束自下而上按钢束编号逐束张拉,同时考虑设备移动量大,施工困难,张拉时每次在同一位置向上张拉5束圈后到扶壁柱另一侧补张拉5束圈。如(图4)

1、2、3支座各设1台张拉设备同时张拉

4.5.2为避免因局部应力集中而使筒壁产生裂缝,减少混凝土因弹性压缩引起的预应力损失,该工程采用分级张拉的方式,即:全部预应力筋张拉至 $0.5\delta_{con}$ 后,变为 $120^\circ$ 张拉至 $1.05\delta_{con}$ ,张拉时测量并记录每级的伸长值。张拉程序:

- 第一次  $0.2\delta_{con} \rightarrow 0.5\delta_{con} \rightarrow$  锚固  $\rightarrow$
- 第二次  $0.5\delta_{con} \rightarrow 1.05\delta_{con} \rightarrow$  锚固

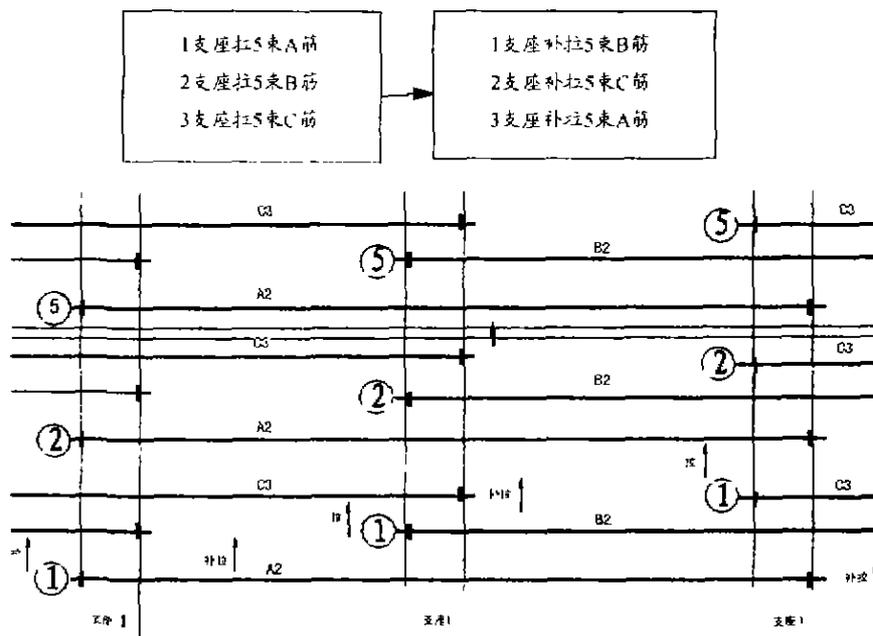


图4 预应力筋张拉顺序示意图

## 特殊结构

因内外筒连接处的弹性嵌固作用, 生料库局部范围内还采用分三级张拉的方式, 即 $0.2 \sigma_{con}$  →  $0.5 \sigma_{con}$  →  $0.75 \sigma_{con}$  →  $1.05 \sigma_{con}$  → 锚固

4.5.3经该工程实测, 无粘结筋的实际伸长与理论伸长相比均在-5%~10%范围内, 工作锚夹片回缩均为4~5mm, 未发生钢绞线滑移, 断丝现象, 符合设计及规范要求。

### 4.6锚固区的保护

在无粘结预应力施工中保证预应力筋及锚具不被锈蚀是至关重要的, 关键是锚固区最易受腐蚀, 因此要认真加以对待, 使用环氧树脂涂于锚固端的整个部分, 包括承压板、锚具、钢绞线末

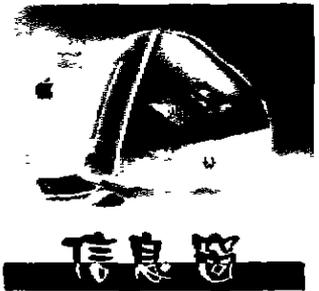
端, 然后用C40细石混凝土封堵洞口。

### 5、结束语

无粘结预应力混凝土在筒仓中的应用减少甚至消除贮物在筒壁引起的拉应力, 使混凝土不开裂, 克服了普通钢筋混凝土在使用阶段出现裂缝以至引起钢筋锈蚀的缺点, 从而使整个结构的安全度和可靠性得到保证, 同时可减小构件截面尺寸, 降低用钢量, 取得良好的经济效益。

注: 本文原载于2000年5月《第六届后张预应力学术交流论文集》

## 新的《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》修订会顺利召开



2000年9月20~21日, 来自中国建筑科学研究院、铁科院铁建所、东南大学、同济大学、铁道部科学研究院、冶金部建研院以及有关工程设计院、路桥公司、预应力锚夹具生产厂家、钢绞线厂家的43名专家会聚桂林市龙胜县, 参加了新的《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》修订讨论会。

新规程的起草单位有: 中国建筑科学研究院、中国路桥(集团)公司、铁道部科学研究院、东南大学、柳州市建筑机械总厂、开封中原预应力工艺设备厂, 新的规程是对JGJ85-92《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》进行修订的。编制过程中与国家标准GB/T14370的修订工作协同进行, 并参考了国际预应力混凝土协会(FIP)1993年6月提出的《后张预应力体系验收建议》。本次讨论的修订版与旧规

程的主要技术差异体现在: 新增了第七章“耐久性要求”; 预应力筋用锚具不再分为I类和II类; 预应力筋—锚具(或连接器、夹具)组装件的静载试验时, 计算锚具效率系数的公式中, 直接给出了预应力筋的效率系数 $\eta_p$ , 因而取消了原规程中的附录二; 补充了四幅试验装置示意图,

“试验方法”不再作为正文而列为附录A; 术语单独成章列出, 取消了原规程中的附录一; 锚具的选用不再介绍热轧冷拉钢筋所用的锚具; 进场验收规定更为详细。与会专家对新规程中的术语与符号、性能要求、锚夹具和连接器的选用、进场验收、使用要求、耐久性要求及附录中的内容各抒己见, 求同存异, 提出了许多有利于目前国内预应力技术与产品应用发展的意见与建议。

(临风)