

# 建筑预应力混凝土结构设计探究

赵志伟

吉林油田勘察设计院, 吉林 松原 138000

**[摘要]**随着现代科学技术的发展, 建筑结构越来越倾向于细节和功能设计。预应力结构广泛应用于建筑工程中, 具有优异的抗裂性、承载力和较大的刚度特性。目前, 预应力混凝土结构不仅可以提高施工效率, 扩大空间利用率, 还可以增强结构稳定性, 促进行业整体健康发展。然而, 由于过程的复杂性和设计师能力的限制, 它们在设计中的具体应用仍然存在许多问题, 无法充分实现它们的积极效果, 甚至适得其反。因此, 文中对预应力混凝土结构的设计和应用进行了研究, 为今后的应用提供了有益的参考。

**[关键词]**预应力; 混凝土; 设计

DOI: 10.33142/aem.v4i11.7376

中图分类号: TU378

文献标识码: A

## Research on the Design of Prestressed Concrete Structure

ZHAO Zhiwei

Jilin Oilfield Survey and Design Institute, Songyuan, Jilin, 138000, China

**Abstract:** With the development of modern science and technology, architectural structures are more and more inclined to detail and functional design. Prestressed structures are widely used in construction projects, with excellent crack resistance, bearing capacity and greater stiffness characteristics. At present, the prestressed concrete structure can not only improve the construction efficiency, expand the space utilization, but also enhance the structural stability and promote the overall healthy development of the industry. However, due to the complexity of the process and the limitation of the designer's ability, there are still many problems in their specific application in the design, which can not fully realize their positive effects, even counterproductive. Therefore, the design and application of prestressed concrete structures are studied in this paper, which provides a useful reference for future applications.

**Keywords:** prestress; concrete; design

### 引言

现代预应力结构技术是提高结构利用率的重要技术。建筑业的发展促进了建筑结构设计技术的创新。新的施工技术已广泛应用于建筑项目, 尤其是预应力混凝土结构的使用。这使得许多不切实际的建筑项目得以实现, 并为建筑项目的发展开辟了更多空间。预应力结构的出现促进了建筑技术的快速发展, 以及建筑的经济和美学结构, 并促进了工程科学的蓬勃发展。

### 1 预应力混凝土结构概述

与传统建筑相比, 预应力结构具有设计经济、实用、美观, 适合大跨度、重载施工等优点。预应力结构通过拉伸或施加应力, 预应力钢筋拉伸产生的应力和运行期间荷载产生的反作用力形成一种结构形式, 以补偿部分或全部应力。混凝土结构在拉伸过程中早期开裂, 以克服抗拉强度低的缺点。在使用结构之前, 预先向混凝土区域施加拉力, 通过拉伸钢筋和铺设混凝土, 在钢筋和混凝土之间有足够的粘附力后浇筑混凝土。钢筋的弹力用于预压混凝土。对于未施加压力的构件, 其内部储备具有预应力。当构件在工作过程中由于外部荷载而变形时, 当部分张力应抵消混凝土中的预应力时, 预应力构件的压缩力应随着荷载和变形的增加而增加, 逐渐从压缩变为无力, 然后变为拉伸, 大大减缓甚至防止混凝土

裂缝。通过浇筑高强度钢筋和高强度混凝土混合物, 混凝土的应力特性将发生很大变化, 混凝土结构的荷载和变形抗力也将大大提高。这种形式的混凝土称为预应力混凝土混合物。在建筑工程中, 预应力结构的应用取得了良好的效果。

### 2 预应力结构形式

预应力是指对结构施加内部压力(张力), 以降低外部荷载压力的压力(张力)。该原理用于提高建筑物整体结构的稳定性, 减少由振动引起的工程结构变形, 从而降低弹性。预应力技术的使用可以提高混凝土抵抗外部压力的能力。

#### 2.1 预应力网格结构

预应力网络结构通常是在高压下铺设的, 利用网格的下平面或周边, 并反复施加预应力和荷载, 交替施加荷载和张力, 以充分实现预应力, 提高整体结构刚度, 达到最佳状态。

#### 2.2 斜拉网格结构

斜拉网格结构是一种线性和非线性的结构形式, 通过控制预应力和结构变形, 并根据力学性能和实际结构条件进行调整, 将拉线和网格相结合。

#### 2.3 索穹顶结构

索穹顶结构结合了杆结构和柔性结构, 具有美学和应力特征, 在施工过程中处于连续应力状态。拱顶本身的设计形式决定了拱顶的工作原理, 因为在施工过程中, 节点

可能会引起移动、结构刚度变化、杆旋转变化等，从而限制了拱顶施工。

#### 2.4 张弦梁结构

张弦梁结构是一种新型的混合钢结构，它可以通过结构固有的力学特性独立地保持平衡。张力梁的结构力特性是它通过预先引入应力为上弦提供弹性支撑。

### 3 预应力混凝土结构的设计的问题分析

#### 3.1 配筋面积的问题

现有的计算理论和设计方法，包括预应力损失的计算、预应力钢筋和非生产性钢筋的选择，都是被动的形式。应用这些方法的主要步骤是预先预测受力钢筋的面积和非生产性钢筋的面积，并进行复杂的阶段性分析，特别是在计算量很大的情况下，需要反复计算，防止出现配筋浪费或者受力不安全的现场<sup>[1]</sup>。

#### 3.2 预应力损失的问题

施工阶段到结构的使用阶段，预应力损失是不可避免的。预应力损失，都是由技术和材料引起的，目前的计算方法得到了适当考虑。如果不考虑这些损失，它们可能导致预应力元件设计中缺乏安全性。目前，一些研究已经确定了预应力框架结构、平面柱结构和高层结构，它们在柱、剪力墙和其他构件的横向剪切中具有一定的刚度<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 缺乏完善的设计方法体系

在当前的建设项目中，混凝土结构的设计没有实现混凝土结构的耐久性。这就是为什么在建筑设计实践中，大多数设计师都试图根据自己的经验进行设计，缺乏完善的设计体系，导致设计效率低下。尽管在结构设计和材料性能方面有一些关于结构耐久性的标准，但这些标准在许多方面都不够完善和充分，侧重于一般的施工后质量控制。

#### 3.4 缺乏国家行业细化标准

中国建筑业发展迅速，但与西方发达国家相比，建筑业的一些标准没有提高，尤其是在建筑工程的各个方面。虽然国家制定了一些标准，但一些标准尚未制定。总之，现有的国家行业标准是通用的，没有具体规定。耐用性设计也是如此。标准、规范、机构等，没有随着建筑业的发展而得到密切改进，这对我们建筑项目中混凝土结构的耐久性产生了重大影响。

### 4 预应力混凝土结构设计探讨

#### 4.1 抗震设计要点

为了优化混凝土结构的抗震性能，有必要充分了解混凝土结构的具体抗震性能指标，并在综合测量的基础上采取有效措施控制预应力的合理性。在预应力混凝土结构无粘结抗震设计实践中，应根据规定的刚性控制标准采取有针对性的措施，解决塑性铰区外预应力的减小问题，以确保结构构件在地震中起到保护作用。为了确保混凝土结构的预应力混合物作为一个整体起到抗震作用，还需要发展有效的结构变形，以扩大整个结构的长度。此外，应尽量消除结构损坏。对于后张拉框架和门框等构件，粘预应力筋应有效地补充预应力

钢筋。但如有必要，应进行细化。不允许在受拉承载结构杆以及一级抗震框架使用无粘结预应力筋<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 预应力加固设计要点

当应用于预应力混凝土结构的加固时，必须满足设计要求。一是确保加固措施的独立性，即其存在不会影响整体结构。另一种是确保加固后整体结构的强度得到增强。换句话说，预应力紧固件必须独立设计，不得对其他部件产生不利影响。具体加固工艺应先在施工平台上进行，钻完后再进行钢筋绑扎焊接。然后安装预应力钢筋，并进行混凝土、振动、压实等相关操作。干燥后，将拆除建筑平台。

#### 4.3 预应力施工工艺

由于预应力混凝土结构具有不同的优点，因此在现代建筑中得到了广泛的应用。随着预应力混凝土技术的进步，施工技术也得到了显著的改进，例如用于张拉的锚固系统。对于倾斜预应力混凝土，更重要的步骤是铺设混凝土孔壁。在预应力施工过程中，采用多通道渗浆技术，不仅可以降低成本，还可以提高结构的粘结强度。对于目前的施工技术，不仅要考虑施工成本，还要考虑结构稳定性。因此，在提高整体施工技术的基础上，尽量降低成本，提高施工成本效益，结合施工现场情况制定施工目标方案。通过展示预应力混凝土结构的优点，可以最大限度地降低成本和节约资源，提高结构的弹性和稳定性。

#### 4.4 耐久性设计

耐久性主要是指建筑物在荷载作用下的耐久性。由于施工周期长，要求高耐久性，以确保施工期内的施工安全。为了确保整个结构的安全和稳定，必须增加耐久性研究。首先，注意水泥的质量。近年来，我国自主研发的冲击回声测深仪对预应力后孔固结质量控制具有重要的现实意义。钢筋应根据楼板的收缩温度进行施工。由于泵送混凝土的广泛应用，混凝土保护不当会导致温度裂缝和收缩，从而导致钢筋严重腐蚀。应规定钢筋收缩与温度之间的间隔。实际设计表明，在楼板上放置适量的负筋以减少平面裂缝非常重要。

#### 4.5 合理选择预应力钢筋布筋方案

预应力钢筋的合理布置是预应力混凝土结构的重要组成部分，其尺寸主要与张拉控制张力有关。通过冷拔，加入碳、锰等合金元素，调整热处理工艺，提高了预应力钢筋的强度。预应力钢筋的布置应符合荷载特性和荷载要求，既能满足施工过程中的应力需求，又能满足未来施工中的受力需求，以及运营阶段不同应力产生的弹性需求。以及老化失效后的结构荷载需求。当我们选择组织的形状时，我们应该尝试将其预应力弯曲到靠近柱区域的负弯矩的一小部分，并在不改变其形状的情况下将其控制在更大的跨度中心区域。在选择加固方案时，我们必须根据不同的设计需要选择最合适的结构安装方案。例如，在设计常规钢筋时，我们可以使用钢筋来确保其结构强度的合理性。钢筋占支撑板的三分之二，以及板间带的三分之一。对于板间距较大的多级平板，三分之二的板必须安装在短柱上。对

于中间板可设计占三分之一,以节省和加固板条。预应力张拉是预应力施工中的关键技术之一。智能张拉装置通过计算机和网络技术,可以精确控制预应力过程,提高施工精度,实现施工进度动态控制。并获取关键施工参数,下载保存到远程服务器进行复核。在数字化智能拉伸系统的开发过程中,由于第四代机器的多次改进,其功能部件完善稳定<sup>[4]</sup>。

#### 4.6 连续构件设计

通过大量的施工实例可以了解到,在预应力混凝土结构设计中,通过延长预应力梁段可以有效地实现连续结构。这种设计方法有很多优点,尤其是在多维设计中,当载荷过大且承载力较大时,内力分布可以有效提高载荷的抗弯承载力。此外,许多预应力筋可用于负力矩和正力矩。这种形状相应地减少了立柱支撑点处附加弯矩的不利影响,并且变得更加合理。当梁施加预应力时,梁更容易受到额外的弯曲。同时,梁可以使用多个连续配置跨度,与多个柱一起工作可以相应地减轻预应力。

### 5 预应力混凝土技术在建筑工程中的应用

#### 5.1 做好工程施工前的准备

施工前应做好施工监理,检查施工单位的实际资质,施工前应检查其技能、设备条件和人员资质。相关专业人士应仔细阅读规划图,以了解开发商规划的目的。我们还应该仔细阅读张拉设备说明书,以充分掌握实际技能和值得注意的问题。

#### 5.2 结构超长时对梁楼板内施加预应力的分析

如果结构过长,应按要求安装伸缩线,但伸缩线往往会对施工产生不利影响,导致实际施工通常少设或者不加伸缩缝,而采取其他措施控制结构裂缝。通过拉伸建筑物屋顶上的预应力钢筋并补偿混凝土收缩引起的应力张力来产生预应力是一种广泛使用的裂缝控制设计方法。在楼板上放置预应力钢筋有助于抵抗外部弯矩。此处主要考虑楼板平面中的轴向应力。预加载下的制动速度取决于垂直结构的横向刚度。侧向刚度阻力(如剪力墙)越大,压缩应力下降得越快,垂直构件的水平剪切阻力也越高。对于建筑表面混凝土的结构压缩,当在不同位置施加预应力时,很难刚好抵消收缩应力。实际设计的目的可能是减少中心固定点的最大应力,但在其他地方,尤其是在设计结束时,可能会留下多余的预应力。

#### 5.3 后张法预应力施工

后张法预应力施工是浇筑预应力混凝土直到达到规定强度,然后在应力后拉伸预应力钢筋,通常用于T梁。预应力混凝土后张拉施工工艺:首先浇筑混凝土结构,注意混凝土压实,充分搅拌直至混凝土到达。铺设过程中,注意孔,然后将预应力钢筋插入孔中,使用锚固工具固定预应力钢筋,拉伸时注意锚固位置,并始终将预应力钢筋固定在支架上。中间张拉完成后,预应力钢筋与混凝土框架连接,预应力通过离合器传递。施工注意事项:预应力钢

筋的拉伸顺序应与施工设计一致。如果没有具体要求,应优先考虑分阶段拉伸。当没有单个厚预应力钢筋时,应在刚性拉伸过程中缓慢施力。首先,应稍微增加应力,并根据设计要求确定铺设位置。在浇筑至通道的过程中,必须清理通道,以防止孔壁的摩擦损失,从而导致预应力损失。最后,注意混凝土的养护,使湿度保持在给定温度28天<sup>[5]</sup>。

#### 5.4 浇筑与养护

混凝土浇筑前,检查预应力核心等管道的位置和数量。在浇筑过程中,最好不要将振动器与波纹管直接接触。拉伸端、连接柱等重要部位应采用小直径振动器压实。只有在混凝土强度达到标准后,才能对预应力钢筋进行冲击或挤压。为了达到混凝土强度要求,必须进行养护,水泥在混凝土中反应良好,充分发挥混凝土强度,有效避免混凝土裂缝。高温、风和寒冷导致的裂缝异常缩短会影响其耐久性,因此混凝土应在施工后12小时内浇筑和覆盖。为了长期保持混凝土中的水分,新建混凝土的维护必须大于7D。

#### 5.5 灌浆及端部处理

首先,张拉后用手持式抛光锯清理多余预应力钢筋的外表面,并清理外露的30~50mm长钢丝,以去除杂质。其次,锚和承台表面应涂环氧树脂以防腐蚀。最后,在水泥溶液中张拉预应力钢筋后,应及时对预应力连接所在的通道进行胶结。灌浆前,应清洁并保湿8%的外加剂。灌浆应缓慢均匀,并进行排气通风。灌浆水泥浆并关闭排气口后,继续加压至0.5~0.6 MPa,然后关闭灌浆孔。

### 6 结束语

随着科学技术的发展,预应力混凝土结构设计的应用,特别是在桥梁和高层建筑领域得到了极大的改善。预应力混凝土结构的使用可以使混凝土和钢筋的高强度特性处于良好状态。一般情况下,其截面较小,自重和弯矩会减小,因此其应力能力较大。随着科学技术的发展,建筑混凝土预应力结构技术正在迅速发展,并越来越多地用于建筑行业,提高了企业的经济效益和社会效益。

#### [参考文献]

- [1]冷谦. 预应力混凝土结构设计若干问题的探讨[J]. 广东土木与建筑, 2018(1): 28-31.
  - [2]张玉林,董知恩,龚文姣,等. 预应力混凝土结构设计中应注意的若干问题分析[J]. 建材与装饰, 2019(34): 87-88.
  - [3]段阳萍. 大跨度预应力混凝土框架结构设计与分析[J]. 建材发展导向, 2019, 17(16): 49-51.
  - [4]郑伟光,贺成刚,王志华. 预应力技术在建筑结构中的应用实例[J]. 建筑技术开发, 2019, 46(13): 13-14.
  - [5]高文怡,陈波华. 预应力混凝土大板结构设计分析与展望[J]. 中国住宅设施, 2019(5): 12-13.
- 作者简介: 赵志伟(1966.9-),男,吉林松原人,汉族,本科学历,工程师,从事结构设计工作。