

预应力技术在建筑框架结构设计中的应用

徐维敏

南京金宸建筑设计有限公司

[摘要]城市化建设进程的不断推进促进建筑行业的快速发展, 建筑结构呈现了功能更加丰富结构类型, 更加复杂的发展趋势, 这种情况下如何在保证建筑结构稳定性的同时进行创新优化设计是重点内容, 而预应力技术可以减缓建筑结构变形和裂缝等不良问题的出现。所以无论是框架结构设计还是实际施工当中应用, 技术应用均受到高度重视, 本篇文章以预应力技术在建筑框架结构设计中的应用为题进行分析, 首先, 简单阐述预应力技术概念; 其次, 明确建筑结构框架设计要点; 然后, 探讨预应力混凝土结构方案选择; 另外, 重点探讨框架结构设计中预应力技术的运用; 最后, 提出总结供后续发展参考。

[关键词] 预应力技术; 建筑结构框架; 结构设计; 运用

【DOI】 10. 12252/j. issn. 2096-6261. 2021. 12. 2751

引言

预应力技术自上世纪九十年代初被住建部列为十大重点推广的新技术以来, 为我国经济建设和节能减排作出了重大贡献。为了改善结构服役表现, 在施工期间给结构预先施加压应力, 结构服役期间预加压应力可全部或部分抵消荷载导致的拉应力, 避免结构破坏, 常用于混凝土结构, 也可用于钢结构。所以在建筑结构框架设计过程中合理应用预应力可以有效减缓结构裂缝或者不良变形的出现, 对提升建筑结构稳定性有很大帮助, 因此本篇文章重点探讨了预应力技术在建筑框架结构设计中的应用, 分析结构设计要点供后期发展参考。

一、预应力概述

预应力技术在建筑框架结构设计工作的高效应用是以技术原理和技术概念为基础的, 工作人员深入了解并掌握预应力的相关概念有利于大面积预应力技术的实际应用。预应力结构是指在外界荷载没有对建筑主体施加载荷的情况下, 工作人员计算结构各部位的负荷能力, 然后人工施加压力的一种技术手段。近些年随着科学技术的不断进步, 预应力结构技术也在朝着更加科学化, 智能化的方向发展, 目前各建筑设计当中, 预应力技术应用非常广泛, 调查研究发现在建筑结构框架设计当中, 应用预应力技术可以有效提升材料的稳定性, 减缓各种不良现象的发生, 节约建筑材料和能源, 所以受到各个建筑单位的青睐。需注意的是, 目前各框架结构设计预应力实施方法包括后张法和先张法两种。先张法是在混凝土浇筑强度达到一定标准的情况下, 进行预应力的施加; 后张法是指预应力施加后, 再次进行混凝土浇筑工作, 常用于现浇大跨度重荷载框架结构。

二、预应力框架结构设计要点

预应力框架结构设计是结构设计中的重要工作, 与最终施工质量以及结构稳定性均有直接关联, 结合过往施工设计经验来看, 结构设计过程中要注意以下方面的内容:

第一方面是抗震性检验工作。抗震性是建筑框架结构稳定性的重要检测指标之一, 具体实验检测需要通过刚性, 刚柔性、柔性理论确定框架设计当中的各种情况, 计算假定与模拟要与实际情况相对应, 综合考虑预应力相关节点的影响, 明确设计方案是否达到建筑结构抗震性设计标准。

第二方面是成本造价方面。结合近几年建筑行业的发展形势来看, 结构造价在整体造价中的占比正在逐渐下降, 且预应力技术能最有效的减小建筑实体构件的尺寸, 通过增加了预应力部分造价, 有效的减少混凝土及钢筋用量, 减少模板和钢筋用量。

第三方面是可靠度的设计。近年来随着我国网购行业的飞速发展, 为了缩短网购商品的配送时间, 提高各自企业的送货效率, 各大物流企业纷纷在各地建造大型物流仓储库房。此种情况, 普通混凝土结构难以实现方案要求或者结构构件尺寸过大影响建筑使用, 型钢结构则节点比较复杂, 混凝土难以浇筑密实, 此时采取预应力技术则能在达成高承载力要求的前提下, 保证梁柱节点施工质量。

三、预应力混凝土结构方案选择

预应力结构在混凝土结构中的应用可以有效降低混凝土出现裂缝、变形等问题的概率, 实际建设过程中要做好预应力混凝土结构方案选择, 具体可参考选择合适的结构方案。预应力钢筋线型的布置要符合结构受力特点, 既要满足施工阶段以及建筑使用阶段的受力需要, 也不能使预应力度过高, 出现较大反拱, 影响使用。需要注意的是, 部分跨梁结构在地震裂度较高的区域内, 这种情况还需要做好抗震设计, 满足节点核心区抗震验算要求, 尤其是梁宽过大的扁梁结构, 相对抗弯刚度的提升也非常重要。根据实际建设情况来看, 多跨框架结构使用的预应力钢筋长度是比较长的, 这种情况下存在较大的摩擦损失, 所以尽量将跨数控制在3~5跨之间, 且可以采用两端张拉。如果梁的跨度在18m以上, 那么大梁承担的压力相对是比较高的, 在这种情况下要保证支座的抗剪、抗扭以及局压需求, 必要时可以在支座位置加腋, 减少对支座的不利影响。柱距方面同样要考虑到不同跨度所适用的体系, 如果跨度在8m以内, 可以使用单向平板或者无粘结的预应力平板, 跨度在8~12m区间使用无粘结次梁, 后张有粘结次梁等等。如果跨度不大的情况下, 也可采用预应力空心平板。

四、框架结构设计中预应力技术的运用

(一) 预应力混凝土梁设计流程要点

预应力混凝土结构设计不同于普通钢筋混凝土结构设计, 不能直接从内力得出配筋计算结果, 预应力设计更多的

是试算以及回代验算的过程，设计人员选用不同的预应力以及普通钢筋组合会得出不同的验算结果。目前仍没有完善的全过程商业软件直接应用于工程设计。因此，根据这些年的工程经验，总结常规设计流程如下：

大跨重载预应力梁设计流程

根据结构跨度、荷载选择合适的结构类型

根据经验估截面尺寸和预应力筋数量

计算各项预应力损失，计算预应力等效荷载

利用商业软件进行各项荷载内力计算

利用电算表格，工具箱或其它程序，反复调整截面和预应力配筋及普通钢筋配筋，完成承载力极限状态设计和正常使用极限状态设计及梁挠度验算，同时满足规范各构造措施要求。

(二) 预应力度与抗裂控制

目前我国结构设计规范对预应力混凝土结构的抗裂要求比较严格，经常出现正常使用极限状态下算出的钢筋数量远大于承载力极限状态下数量，因此实际设计过程中设计人员必须重视预应力度与抗裂控制工作，以工程实践和理论结合进行分析，确定预应力度，计算采取如下公式： $PPR=M_0/MSK$ ， M_0 是指在合作用下受拉边缘的退压弯矩， MSK 则表示的是竖向荷载标准值下的弯矩短期组合值。按照理论数值来看，预应力度的选择范围在 $0.55\sim 0.75$ 之间，不同建筑的建设需求可能会有小规模波动，根据设计规范合理选用预应力钢筋及普通钢筋根数，满足承载、构造、裂缝挠度的前提下，使梁的预压应力不宜超过 6.0Mpa ，然后还需满足施工阶段验算。以全周期来看，预应力混凝土整个应力变化过程是比较复杂的，且过程中尚有混凝土与普通钢筋影响，尤其是部分复杂结构的应力条件计算难度非常高，导致结构不同阶段应力分析工作难以进行，所以设计人员应该基于结构稳定与承载能力，确保普通钢筋的使用量，确保整个建筑使用的可靠度。

(三) 相关设计的细部问题

混凝土框架结构通常都属于超静定结构，因此施加预应力后，受到支座约束的影响，会产生一定的次弯矩，常规情况下，会对跨中截面产生不利的作用，因此结构设计时千万不能忽视次内力的不利影响；另外后张预应力筋的锚具、连接器不宜设置在梁柱节点核心区内，因此分段过长时，可根据计算损失等情况增加分段，并采用梁端加腋的形式，变角到加腋端部进行张拉；最后柱纵筋配筋时，需结合锚具尺寸等因素，纵筋间预留出足够的净间距以便后续张拉施工，必要时可采用柱纵筋并筋或者梁端宽度方向加腋绕出核心区张拉的方法来保障后续施工的顺利。

(四) 伸缩缝的设置问题

伸缩缝的设置工作是预应力结构在框架结构设计当中的重点问题之一，尤其是大规模的预应力结构应用需要重视伸

缩缝的问题，例如，住宅楼栋之间大地库和平面尺寸较大的厂房建设当中，通过预应力技术扩大伸缩缝间距，可以起到较好的防裂抗渗效果。结合过往温度应力计算模拟结果以及相关工程经验，进行无粘结筋连续设置抵抗温度应力时，设缝长度最长可达到 400m 左右，甚至可以不设置伸缩缝。但是由于时间建设工作要考虑到整体施工、运营、后浇带以及预应力布筋方式，所以如何选择伸缩缝形式还需要具体讨论，常见的设缝形式包括双柱紧靠式，双柱分离式和悬挑式。

(五) 预应力施工工艺流程及要求

随着现阶段工程运转周期的加快，预应力梁施工的难度也在逐步加大，为保证此类关键构件的施工质量，施工前应根据设计图纸要求进行深化设计，采用以张拉控制应力为主，伸长值为辅的双控方法，并专门编制预应力张拉次序方案，施工过程中各专业应相互配合，穿插施工。由于预应力施工工序较多，且上道工序质量的好坏直接影响后续施工，因此必须把控好每道工序的施工质量，结合这些年的工程经验，总结常规施工工艺流程如下：



结束语

综上所述，现代社会的快速发展为建筑行业进步打下了坚实基础，各种建筑工程类型越发复杂，结构形式越发多样化，对结构设计人员提出了更高要求，我们设计人员要充分了解其优缺点，扬长避短。并且预应力技术在现代化建筑工程中广泛应用，体现出了重要的综合效果，大幅度提升建筑工程的整体稳定性与安全性，因此受到建筑单位的高度重视。本篇文章主要粗浅的探讨了预应力结构的概念和主要特点，明确框架结构设计要点，提出预应力在框架结构设计中的实际应用与笔者的一些心得总结，为结构设计人员后续设计提供参考。

参考文献：

[1] 叶俊桅. 预应力技术在建筑框架结构设计中的应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(4): 140-140.
 [2] 王晓刚. 大面积预应力技术在建筑框架结构设计中的应用[J]. 科学与财富, 2014(5): 316-316.
 [3] 侯少璞. 大面积预应力技术在建筑框架结构设计中的应用探讨[J]. 中国房地产业, 2016(10): 151, 153.
 [4] 刘欣. 大面积预应力技术在建筑框架结构设计中的应用[J]. 低碳世界, 2017(26): 187-188.