

医院大厅大跨度预应力混凝土梁结构设计与施工关键技术研究

甘志军

江苏凯翔建设集团有限公司

摘要: 本文首先介绍预应力的混凝土梁的设计基础知识,包括预应力混凝土的基本原理和分类、大跨结构设计要求和设计标准及荷载分析计算。对医院大厅的结构特点及设计要求进行探讨,包括大厅的结构特点及其功能、设计要求和难点,以及针对大厅的使用需求所设计的特殊性、安全性、舒适性及美观性的设计标准。对于大跨度预应力混凝土梁设计的关键技术和难点,包括预应力的使用、结构设计分析、混凝土截面设计和优化设计。施工技术和质量控制,包括施工前准备工作及施工过程的质量控制及问题处理和解决的方法和措施及预应力的张拉。医院大厅的大跨梁结构设计和施工技术,包括施工方案的设计和优化及施工技术的创新和效果分析。

关键词: 医院大厅; 预应力混凝土梁; 结构设计; 施工关键技术

一、预应力混凝土梁结构设计基础

1.1 预应力混凝土的原理与分类

预应力混凝土是在混凝土受拉部位施加预压力,用预压力抵消或削弱外部预压力造成的预拉应力的部件,提高砼的刚度,增强砼的抗拉压性能。预应力混凝土可分为预应力型先张法砼和预应力型后张法砼:预应力型先张法砼是指在砼浇筑前将预应力钢筋张拉好并固定在台座或钢模上,待砼达到一定强度之后将预应力钢筋卸去,对其施予预压应力;预应力型后张法砼是指砼浇筑后预留出孔道处,待砼达到指定强度后,预应力钢筋穿入孔道内并加以张拉,使用锚具对预应力钢筋约束在砼中的结构上。

1.2 大跨度结构设计要求与标准

在大跨度结构设计中也要遵循规范、标准,以此来确保结构的安全性、适用性以及耐久性。首先,大跨度结构设计需要满足承载能力极限状态要求,即在承受各种荷载作用下,结构要有足够的强度和稳定性,不得发生破坏或者失稳。其次需要满足结构正常使用极限状态要求,即要求限制结构的变形、裂缝宽度等在正常使用过程中的一些可靠性要求。同时,考虑到大跨度结构的特殊性,需要注意关于风振和地震等动力作用的影响,进行抗震、抗风设计。最后结构设计需要符合相应的规范和标准的要求,比如说建筑结构设计规范、预应力混凝土结构设计规范等。

1.3 荷载分析与计算方法

荷载分析和计算,这也是其中最为主要的构成部分,在大跨径预应力混凝土梁结构设计过程中,首先要对结构荷载的认定进行完善,包括结构自重、装修荷载等等一些永久荷载和人的设备等方面的活荷载和风荷载、地震作用等等其它可能存在的一些荷载,而对于荷载的计算也要根据荷载作用

的方式,采用相应的理论及方法计算,例如对于计算永久荷载通常采用重力荷载代表值进行计算,但对于活荷载而言则要根据活荷载的统计规律确定活荷载的标准值和组合值,而如果是对于风荷载或地震作用就要根据相应的规定、要求来进行计算,并要考虑其动力影响,如此也就实现了对荷载的分析和计算,为结构设计提供了科学依据,保证了其合理性、安全性。

二、医院大厅结构特点与设计要求

2.1 医院大厅的功能与结构特点

医院大厅作为医院最重要的公共活动空间,除了人流汇合、导行、休憩、交谈的流动空间,还包含特殊的应急疏散、医疗器械和设备运输等使用需求。大厅结构一般有跨度大、空间高、综合荷载重等特点,即大跨径预应力混凝土梁,形成无柱大跨,空间更加开放和灵活。此外,大厅应满足就医使用的流线要求,结构安排应满足建筑功能排布的需求,要求人(患者、医护人员和家属)流线的简洁流畅。此外,对大厅结构提出了声、光、温、湿度等方面的要求,为人群提供一个舒适、安全的就医环境。

2.2 设计中的特殊要求与挑战

设计医院大厅大跨预应力混凝土梁结构,需要面临一些特殊的需求和挑战。首先医院的建筑大厅是人流比较密集的地方,设计需要结构能够抵抗较大的动乱和风扰,使结构能够保证极端情况下的安全。其次由于医院的医疗性质导致了需要在结构的设计上对设备的运送、紧急疏散能够考虑得更方便,在避免结构对医院的影响。再次由于是大跨的结构,结构会带来变形较大,在设计需要考虑设计的预应力进行应变和制约,使得结构荷载作用下的挠度和裂缝尽可能减小,让结构更加舒适。再次由于医院建筑空间特殊,对结构设计

耐久性要求较高,需要使用耐久性良好的混凝土材料和防腐预应力筋让结构可以更好的长期使用。结构设计需要考虑到美观,需要考虑梁和节点设计是否优美,建筑需要整体美,让设计结构能够适应使用。

2.3 安全性、舒适性与美观性的综合考量

在安全性上,除了保证高标准的抗震性能和抗风性能外,还要对结构的承载能力进行计算和分析,并做好相应的把控,通过精确的有限元分析等方法,确保结构在各种荷载组合下都能保持稳定不破坏。在舒适性上,不仅要注意控制大跨结构上的变形,减少结构上的挠度和裂缝,同时还要注意室内的声学效果,避免结构形式上的缺陷导致声音反射等不良现象,给病人、医护人员带来宁静舒适的居住环境。在美观性上,根据医院的整体建筑风格,对预应力混凝土梁的结构进行美观性设计,可以采用不同的表面处理方式,如清水混凝土工艺,表现混凝土的自然质感,或是通过装饰线条等元素增加艺术效果,让结构既实用又美观。

三、大跨度预应力混凝土梁设计关键技术

3.1 预应力技术在大跨度梁中的应用

预应力技术通过预加应力来抵消梁工作时的拉应力,从而有效增强梁的承载能力,提升其抗裂性。采用预应力技术能减小大跨度梁的截面尺寸,降低其自重,减小地震作用力及风荷载力的影响,对梁的受力性能也有优化作用,增加体系的刚度和稳定性,使得大跨度梁在各种荷载的作用下都能保持稳定的工作状态。

具体的应用中要按照大跨梁的跨度、受力大小和受力情况,正确计算出实际所需要的预应力筋根数、配筋方式以及张拉控制力的数值。“合理使用预应力筋能够对梁体内力进行合理分配,避免应力过于集中。如在连续梁上可以采取变截面、变配筋的方式,针对跨中和支座处不同的跨度和不同受力情况,合理分配预应力筋。张拉顺序的不同也会影响梁体的受力,采取对称张拉,梁体在张拉时始终保持对称,张拉不对称对梁体的变形和受力的影响也会有所降低。

3.2 结构设计中的力学性能分析

在进行结构设计中的力学性能分析时,要充分考虑大跨预应力混凝土梁在各种荷载下的受力状况,首先分析梁的静力性能,在各个荷载组合作用下梁的内力、应力、变形等,使其足以满足梁在正常使用状态下的要求。再对梁的动力性能进行分析,如分析梁在地震、风振等动力作用下的动力反应,对结构的抗震和抗风性能加以分析,为结构的安全性提供设计依据;对大跨预应力混凝土梁的力学性能要考虑预应

力损失的影响,对预应力损失值进行合理确定,减小或降低预应力损失的影响,确保预先设计出的梁的力学性能达到要求。

在进行力学性能分析时可以进行有限元分析,通过有限元分析建立大跨径预应力混凝土梁的精确模型,对不同的荷载作用情况进行模拟分析,经过有限元分析得出更加精确的梁内力、应力、变形等,从而为结构的设计分析提供便利,同时可以对有限元分析的结构进行工程经验的校验和修正,从而保证有限元分析结果的准确性。另外,针对一些较为复杂的大跨径预应力混凝土梁,还可以进行模型试验研究,对实际的模型进行检测研究,得出更多有关结构力学性能的信息,从而为理论分析进行佐证。

3.3 预应力混凝土梁的截面设计与优化

预应力混凝土梁的截面形式选择要根据梁的受力特征、施工条件、使用要求等综合因素,合理选择截面形式,如矩形、T形、I形等,确保截面能够满足结构受力需求。截面尺寸的选择要在保证梁具有足够的承载能力和刚度的基础上,尽量减小截面尺寸,降低结构自重,节省材料。另外,还需要对预应力筋的布置方案进行优化设计,对预应力筋的数量、位置、锚固等进行合理的设计,确保预应力的有效传递,提升梁的抗裂性能和承载能力。同时,还要考虑截面的耐久性设计,采取合适的构造方式防止混凝土开裂和钢筋锈蚀,延长梁的使用寿命。

截面设计时还要关注梁的剪跨比对截面性能的影响。对于大跨径预应力混凝土梁截面还需要进行剪跨比合理设计,通过合理设计梁高,对斜截面受剪破坏进行避免。除此之外,还需考虑预应力筋的排列,在梁端部设置箍筋加密区,提升梁端抗剪能力。最后对于医院大厅可能存在的特殊要求,如对医疗设备振动、医疗管道布置等问题的考虑,在截面设计时,也要预留相应的空间及构造措施,确保结构的功能性需求。

四、施工技术与质量控制

4.1 施工准备与预应力张拉技术

施工准备工作就是对场地进行清理,并对施工工具进行调试,对所需材料进行检验与堆放等,为预应力混凝土梁施工提供基础性的保障。在具体的预应力的张拉技术中,要结合施工设计标准合理计算张拉力的大小,配置正确的张拉设备,并准确采用张拉方式。对于张拉顺序以及张拉的速度也要进行合理设置,保证预应力筋均匀受张,防止出现应力集中。此外,在张拉过程中也要做好监控,随时进行张拉调整,

保证张拉质量。

在施工准备阶段,除了上述工作外,还需对施工人员进行技术交底,使其熟悉施工流程、质量标准和安全注意事项。对于预应力张拉设备,要定期进行校准和维护,保证其性能稳定可靠。在材料检验环节,要严格按照相关标准对预应力筋、锚具等材料进行检测,确保材料质量合格。在预应力张拉时,要根据梁的结构特点和设计要求,确定合理的张拉顺序,一般采用对称张拉的方式,以减少结构的不均匀变形。张拉速度应控制在适宜范围内,不宜过快或过慢,防止对梁体造成损伤。实时监测可采用传感器等设备,对张拉力、伸长量等参数进行准确测量,为张拉参数的调整提供依据。

4.2 施工过程中的质量监控与管理

在施工过程中,质量监控与管理是确保预应力混凝土梁施工质量的关键环节。首先,应建立完善的质量监控体系,明确各级质量责任,确保每个施工环节都有专人负责质量监控。其次,加强对原材料的质量检验,确保所有材料均符合设计要求和相关标准。在混凝土浇筑方面,施工人员需要在浇筑的顺序、振捣等方面进行混凝土浇筑的控制,保证混凝土的密实程度,防止出现空洞。对预应力筋的整体张拉过程进行监督,让预应力筋的张拉力以及张拉顺序、张拉速度等都和设计需要相适应。对施工质量进行阶段性的检查和评定,将存在的质量问题及时解决,控制施工质量。

4.3 施工中可能出现的问题及解决方案

施工中可能会出现预应力筋的滑丝、断丝,混凝土浇筑不密实、张拉时出现异常响声等现象。预应力筋出现滑丝、断丝现象,停止张拉,查找滑丝、断丝原因,如为锚具质量原因,更换合格锚具后重新张拉,如为预应力筋质量原因,更换预应力筋。混凝土浇筑不密实,将不密实位置钻孔压浆直至压浆密实,达到设计密实度为止。张拉时出现异常响声,停止张拉,检查张拉设备及预应力筋情况,排除问题后继续张拉,加强张拉时的观察、记录,发现问题及时处理。

五、医院大厅大跨度梁的施工方案与技术创新

5.1 施工方案的制定与优化

施工方案的设计需要将医院大厅大跨度梁的结构特征、施工条件、工期及施工成本等因素纳入考虑范围。首先,根据详尽的结构图纸,精细规划每个施工阶段的具体步骤和顺序,包括预应力筋的布置、张拉次序和混凝土浇筑的分层分段步骤。优化设计和决策过程包括:采用高效的施工模拟技术,对不同设计方案进行模拟演练,比较其在结构受力特性、

施工周期、资源消耗等方面的优劣,选择最优的设计方案。根据实际情况,对施工方案进行动态调整和优化设计,如根据天气预报,选择最佳的时间浇筑混凝土,确保质量。同时,还需设计完善的应急预案,应对可能出现的意外情况,如设备故障、恶劣天气等,确保施工进度不受影响。

5.2 创新技术在施工中的应用与效果评估

施工中,采用实施各项新技术,如:运用智能张拉技术,智能张拉预应力筋,保证张拉的有效性、正确性,避免人为失误;BIM 技术应用,施工的模拟可视化预想施工问题、碰撞冲突,优化施工方案,节约时间;高性能混凝土的应用,其性能优良,保证了耐性好和较好的工作效果。经过评价实施效果,施工工作效率提升,工程质量得到保证,工程造价得到了制约和预期效果。

结语

本研究通过深入研究预应力混凝土梁结构设计的基础理论,根据医院大厅的特殊功能结构要求,克服各种设计难点,将安全、舒适、美观有机的融合到一起。另一方面,在施工过程中制定了完善的施工方案并且积极应用新工艺、新技术,例如智能张拉技术、BIM 技术、高性能混凝土技术等,不仅提高了施工效率和质量,同时也在成本控制上取得了良好的成效。相信,随着科技的日新月异和建筑工业的蓬勃发展,医院大厅大跨度预应力混凝土梁结构设计施工的道路必将越来越宽广,也会随之遇到更多的挑战,还需要我们不断研究开拓,为推动建筑行业的发展不懈努力。

参考文献

- [1] 温舒骏. 大跨度预应力混凝土梁施工技术[J]. 广东建材. 2023, 39(06):96-98.
- [2] 梁书亭;王文康;朱筱俊;徐义威;韩天成;董俊. 预应力在我国大跨度结构中的应用研究综述[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2024(03):559-566.
- [3] 孙旋;李栋;王秋杰. 大跨度预应力混凝土梁的设计探讨[J]. 建筑技术开发. 2023, 50(04):26-28.
- [4] 吴国保. 大跨度预应力混凝土结构设计要点[J]. 江西建材. 2023(03):136-138.
- [5] 张勇;吕兵;邵应自;徐新;蔡迪. 大跨度预应力混凝土梁施工技术与质量控制[J]. 中国住宅设施. 2022(12):93-95.