

单层索网幕墙结构在高层建筑中的设计与施工

彭 燎 张开华

弗思特建筑科技有限公司 江苏 南京 210000

【摘要】：国民经济的发展促进了建筑业的技术进步，柔性钢索单层悬挂涂层技术在我国高层建筑中得到了广泛的应用。与传统立面相关技术相比，单层索网幕墙设计技术具有结构复杂、实施过程繁琐等特点。与现有单层索网幕墙设计相比，施工过程复杂，设计难度大，因此保证施工质量十分重要。本文分析单层索网幕墙的不同设计，详细分析了单层索网幕墙的设计和施工。在未来高层建筑施工中，需要合理采用单层索网幕墙的具体形式，准确确定单层索网幕墙的结构要素。

【关键词】：高层建筑；单层索网幕墙；施工方案；结构设计

Design and Construction of Single Layer Cable Net Curtain Wall Structure in High-rise Buildings

Liao Peng, Kaihua Zhang

FORCITIS Construction Technology Co., Ltd. Jiangsu Nanjing 210000

Abstract: The development of national economy has promoted the technical progress of the construction industry. Flexible cable single-layer suspension coating technology has been widely used in high-rise buildings in China. Compared with the traditional facade related technology, the design technology of single-layer cable curtain wall has the characteristics of complex structure and cumbersome implementation process. Compared with the existing single-layer cable curtain wall design, the construction process is complicated and the design is difficult, so it is very important to ensure the construction quality. This paper analyzes the different designs of single layer cable net curtain wall, and analyzes the design and construction of single layer cable net curtain wall in detail. In the construction of high-rise buildings in the future, it is necessary to adopt the concrete form of single-layer cable net curtain wall reasonably and determine the structural elements of single-layer cable net curtain wall accurately.

Keywords: High-rise building; Single layer cable net curtain wall; Construction plan; Structural design

单层索网幕墙在建筑施工中具有明显的优势，尤其是在高层建筑中。它可以突出其结构简单、外观透明、空间成分小的特点。单层索网幕墙采用柔性钢索整体制作而成。钢丝结构采用特殊程序，以产生整体刚度。钢丝之间的力相互作用实现了整体机械平衡和稳定性，因此它具有独特的承载和刚度特性。

单层索网幕墙设计复杂，非常需要边界。基于高层建筑的原则，并结合高层建筑的实际情况，我们正在制定可行的方案和架构，以实现高层建筑的安全设计。

1 单层索网幕墙结构概述

对于高层建筑，根据网络设计，单层索网幕墙可分为两层索网幕墙结构、单层索网幕墙结构。单层索网幕墙结构是固定在玻璃上获得稳定的支撑，因此玻璃电索网相互帮助形成稳定的形状，而双相（三相）多为一片组成。

此外，根据一些配套的外索布，索网幕墙的整个造型可分为扁平索网和非扁平索网两种。净线幕墙可以根据周围情况与净线幕墙的支撑形式相连接。整体式网墙系统采用金属线直接连接到主体，每个组件都能够支撑连接的金属线。连接独立的网状幕墙，将网状网与其设计分开。悬空墙的网状墙根据其主要构件的功能进行适当的布置。

1.1 索网幕墙结构特征

单层索网幕墙应用于高层建筑时，会与建筑内其他既有结构产生相互作用和影响。除了单层索网幕墙的复杂设计外，还表明钢索之间的索的强度变化很大，钢丝之间的变形受到显著影响。

一般来说，在高层建筑的设计中，单层索网幕墙结构顶端与建筑采光顶连接同一桁架结构，拉伸荷载导致桁架变形，从而导致索力的重新定义。同时，钢索下端在建筑雨篷梁及门厅作用产生形变，使钢丝绳对内力更加敏感。不同荷载引起的内力重分布，使张力调整和单层索网幕墙的设计成为一次重大的试验。另一方面，由于高层建筑单层索网幕墙的纵向和横向钢丝距离较长，电压扩展较大，常规夹紧装置的设置范围无法满足必须通过专业专用电压技术解决的要求。

1.2 索网幕墙结构分类

根据钢索布置的不同，单层索网幕墙可分为单向结构和多向结构。单向结构是由纵向单钢索和建筑玻璃之间的相互支撑组成的稳定结构。多向结构通过多方向的钢缆在多个方向上相互连接，并使用连接点安装支架，以创建稳定的结构。根据单层索网幕墙外结构差异，单层索网幕墙可分为平面结构和非平面结构。

根据单层索网幕墙的边界形状,可分为整体结构和连接分离结构。整体结构的实施原则是建筑主体直接与单层索网幕墙连接,建筑主体结构直接承受钢拉索的荷载。而建筑主体结构并不直接承受钢拉索的荷载,而是通过索网幕墙本身的施工来安装平衡支撑,与主体结构形成“连接”关系。

2 分析单层的索网幕墙结构具体设计情况

从目前的多层建筑工程中可以看出,很多高层建筑都采用单层索网墙体。因此,在未来的高层建筑建设中,有必要将电缆网络系统与待开发的分区系统相结合。例如,结合以下具体条件分析应力加筋效应和几何非线性。

2.1 边界条件

从目前高层建筑的设计可以看出,一般采用单层索网隔墙结构,但在设计位置,需要将两个不同的主体结构或单个主体连接成“凹”形,这有助于更好地提高高层建筑的质量。由于索网结构在施工过程中必须采用水平和垂直的电缆,这样才能有效地承受其预压,持续承受隔墙结构的外部荷载,同时也使边界结构不受大电缆电压的影响,使主体结构在施工过程中达到良好的平衡。如果这种设计方法不能有效地为了创建一个独立的系统来承受电缆产生的电压,制造商必须通过边界结构不断增加系统的刚度。例如,中石油大厦中庭使用电缆分离器。它的设计宽约40.5米,长约53米,长约53米,设计为有线网络连接。修复结果。因此,在计算过程中,需要考虑钢截面的不足之处,即难以传播索网结构的不稳定性。这时,应在钢柱两侧加下部桁架,索锚顶可完全固定在金属桁架上,而下固定绳锚、钢架闸门等值较低。

2.2 荷载作用

在单层索网隔墙中,最重要的部分是其荷载作用,即风荷载。在精确的风荷载下,可以得到类似的计算。同时,除了良好的设计外,风力涡轮机方法可以非常有效,可以减少整个电缆系统(即柔性结构)必须承受的应力。因此,使用刚性建模模型很难量化模拟的可变性。在风洞试验中,通过集成气动弹性模型,也可以有效地监测载荷作用。此外,在温度的作用下,钢丝的影响会逐渐增大,也是一个关键荷载,在设计过程中必须充分考虑。

2.3 索网布置

在建造高层建筑时,必须充分确保任何幕墙玻璃的有效安全。在控制方面,采用单层电缆的网状结构,电缆之间的距离必须控制在2M以内。牵引锁之间的距离一般为左右1.2~1.5m。在双向电缆布置的情况下,网格网络适合使用正方形。然而,在单向索网幕墙的建设中,竖向索既要承受一定的水平荷载,又要面临垂直荷载的能力。因此,对于单向索网幕墙,其长度也需要控制,即不能过大。在双向垂直索网幕墙上,水平索、垂直索可以相互补充,共同产生一定的作用。水平索和垂直索

能很好地承受相应水平荷载的力。其中,竖向索既能承受整体隔墙的自重,又能充分保证其稳定的交叉索所具有的力。如果横向电缆在使用过程中损坏,还可以确保整个隔墙不会掉落。在屋面双向索网隔墙结构中,还应控制长度的宽比,即两者之间的间距不宜过大。水平电缆和垂直电缆必须同时承受垂直荷载,不得出现问题,当长宽比大于1.5时,短电缆可以有效地支撑垂直荷载,而在长电缆中,只需要稳定的电缆。

2.4 索内力以及初始预应力

高层建筑高度的索网结构是一种柔性结构。施加初始预拉力后,可以很好地提高建筑结构对正常荷载的整体抵抗力。在施工过程中,如果只施加一个推力,将无法很好地承受水平力。此外,当外荷载逐渐增大时,也会对边界结构产生较大的荷载。此外,这种情况与规划过程中的经济原则和合理性原则相冲突。在良好的突出力作用下,常用的控制方法是钢索的断裂力,约为15%~30%。此外,在检查电缆内部强度的过程中,关系的直接方向是在生产过程中根据电缆结构技术的相关要求选择钢丝直径,整个钢丝的安全系数不得高于2.5。

2.5 变形

在单层索网结构中,主要受空气荷载的影响。在边缘位置,出现一些变形曲线,切向斜率逐渐增大。此外,变形区域的切向斜率稍微靠近中心区域。

因此,如果边框附近的玻璃板四点畸变较大,建议在幕墙的设计过程中,应采取系统配合,以减少面板的不良变化。此外,为了充分保证幕墙的安全,还需要通过对单层网线的结构分析来确定面板的变形顺序。如果变形过大,如果严格控制变形,钢丝的应力也会增加。因此,必须不断提高单层索网的极限刚度。根据以上分析,在单层索网结构的设计中主要控制以下两个核心点:第一,电缆的最大强度不应超过最低温度下电缆电压的值。第二,电缆压力在较高温度下无法释放。

在主要受空气荷载影响的单层索网结构中,边界处出现一定的变形曲线,切向斜率逐渐增大。此外,变形面的斜率与接触变形区之间的切线较近且较小。

因此,靠近边缘的玻璃板的四个变形较大,在幕墙设计中应多加关注,并在连接结构中采取各种方法,以尽量减少不利损坏。此外,为了保证幕墙的安全,通过单层索网结构分析了解的曲率是很重要的。明显的曲线会影响玻璃墙的安全性。如果曲线操作紧密,丝网的强度也会增加。因此,单层索网的极限刚度必须不断进行修复。从以上分析可以看出,电缆的设计主要针对以下几点:电缆网络的最大强度不应超过电缆在极低温度下的强度。在高温下没有办法放松。

3 单层索网结构幕墙结构在高层建筑的施工要点

3.1 单层索网幕墙结构的施工工艺

根据单层索网幕墙的设计,将按照以下程序进行施工:通过提升主梁来识别纵向钢结构柱,通过从上到下提升机柜横梁来识别纵向钢结构柱。焊接连接电缆纵向电缆组件拉伸和铺设纵向电缆,用于安装连接电缆,横向电缆的电压和布置,固定玻璃压杆安装的电缆夹,锁紧玻璃胶,注胶和清洁。

3.2 放线勘测

虽然使用常规钢尺和经纬仪的测量方法直观方便,但由于单层索网幕墙悬挂结构要求更高的调整精度,且涉及更复杂的调整程序细节,很难满足实际调整要求。对于高层建筑幕墙的施工,将使用由全站创建的全站控制和测绘系统,配合控制钢和计算机设备,完成当前精确测量和定点的研究和实施。根据钢丝幕墙单层索网结构平面设计及工程实际情况,采用独立设计坐标系测量各控制点坐标数据,完成平差。

3.3 吊装幕墙钢结构

钢结构柱主要用于实现主体结构运行处横向应力的优化,与机柜横梁和上部桁架结构没有连接,因此各部分的起吊功能可以单独完成。提升采用反向技术。先吊装主梁上部横梁,然后以主梁为基础吊装下部水平钢箱梁,最后吊装纵向钢柱。主梁上梁的吊装是安装过程的主要组成部分。由于空中交通的限制,很难搭建施工操作平台,为了实现高空吊装的安全性和准确性,主梁的组装应借助于综合准备和综合吊装技术完成。

在高层建筑施工中,由于钢结构吊装质量高,作业高度高,有必要使用多轴起重机械。多轴起重机械质量较高,基于施工现场的地下室顶板,很难实现有效的平衡紧固,在道路上称重时往往很难到达主梁所需的安装位置。因此,应使用多轴起重机,通过专业夹具提升桁架梁。桁架梁吊装时,配合鹰梁完成吊装。为了达到准确起吊的目的,必须在起吊梁之前进行预起吊试验,只有在试验适当后才能进行正式起吊操作。

主梁吊装梁施工完成后,采用反向技术将水平箱梁从上到下进行吊装。以桁架梁为支撑,自动升降机固定在桁架梁两侧,完成下部水平箱梁结构的吊装。利用鹰嘴吊进行挂篮安装,为操作员搭建操作平台。随后,以相同的方式完成额外箱梁的后续吊装。

参考文献:

- [1] 杨立军,吴晓,孙晋.考虑温度变化的单层索网幕墙结构非线性振动[J].土木建筑与环境工程,2009.
- [2] 李霆,王小南,范华冰,等.武汉保利广场混合减震连体高层结构设计[C]//东南大学,中日建筑结构技术交流会,2013.
- [3] 季俊杰,陈红宇,苏骏,等.预应力单层索网幕墙结构的风致响应计算[J].建筑钢结构进展,2011,13(3):6.
- [4] 冯若强,武岳,沈世钊.考虑玻璃参与工作的单层平面索网幕墙结构静力性能研究[J].建筑结构学报,2005,26(4):8.
- [5] 刘枫,马宏睿,赵鹏飞,等.重庆江北国际机场超长单层索网幕墙结构设计[C]//第十三届空间结构学术会议论文集,2010.

4 索网幕墙结构施工关键技术

在高层建筑的建造过程中,索网幕墙的建造与以往的形式并存,相互影响。特别是在高层建筑中,索网幕墙的清洁施工存在困难,且存在技术难点,需要主机集中处理。

4.1 索张拉伸较大

在施工过程中,高层建筑结构的索网幕墙结构在垂直和水平方向拉伸,其延伸率随强度的增加而增加。因此,在正常情况下,很难对电缆网络进行必要的调整以满足其配置要求,一些特殊的电压技术可以很好地解决这一问题。

4.2 变形影响

由于高层建筑使用单层索网状幕墙结构,白天的屋顶通常由顶部的桁架分隔。此时,桁架在受力过程中缓慢变形,桁架逐渐扭转导致绳索强度分布发生变化,下部缆索受到洞穴和穹顶的影响。例如,在变形的情况下,内力变得更加复杂,某些性质会导致内力的分布。因此,应特别注意施工过程。

从以上分析可以看出,单层索网幕墙的结构是结合索的布置和各种几何形状条件的差异进行具体分类的。单层索网幕墙的内外弯曲刚度主要由突出和变形组成,而纯索结构的几何非线性特征是电压刚度、大位移和低电压,单层索网幕墙的布置和预输入压力与以往结构完全不同。以柔性钢丝为主体结构的单层索网幕墙在高层建筑中的应用,具有结构简单、外观透明、构件空间小的技术优势。同时,也表现出复合机械荷载、单层索网幕墙结构设计繁琐、边界条件严格、单层索网幕墙结构对高层建筑主体结构安全质量影响较大的特点。因此,施工人员必须根据这种情况制定合理的施工方案,以不断提高高层建筑施工的综合质量。

(1) 单层索网隔墙结构可根据不同的索面布置、隔墙几何形状和边界条件分为不同的类型。

(2) 索网的平面和离面弯曲刚度必须通过预压和变形形成。金属丝网结构几何非线性的最重要特征是应力刚化、大位移和小变形。

(3) 单层索网隔墙结构在荷载选择、索网布置、预压应用和变形控制等方面与普通结构有很大的不同。

(4) 高层建筑中单层索网隔墙结构常与其他结构形式交叉。在缆索的施工和张拉过程中,必须仔细考虑结构的相互关系、缆索力影响的高灵敏度和缆索的大伸长等问题。