高层建筑中单层索网幕墙结构设计与施工研究

哈成康[1] 张 讯[2]

1. 3201051990****0218 江苏 南京 210000
2. 3411241991****2051 安徽 滁州 239500

【摘 要】：随着我国高层建筑水平的不断提高，单层索网幕墙技术被广泛应用，主要结构体为低碳索网。为确保高层建筑的施工质量，通过给施工结构预先施加的压应力，测量出索网的刚度。在与现有的普通施工方式相比较，这一施工过程设计复杂且施工困难。本文通过对各种单层索网幕墙结构进行阐述和分析，合理规划出未来高层建筑中需要哪种具体形态和设计理念的单层索网幕墙结构。

【关键词】：高层建筑；单层索网幕墙；施工方案；结构设计

日常中高层建筑的施工较喜欢采用单层索网幕墙结构，因其结构带来视觉渗透性的优良传递，使组件薄而精简。所以，高层建筑用此项技术效果明显。由于单层索网幕墙结构的网状体是由柔韧性较强的索网组成的，索网在结构服役过程中可以防止变形消除拉应力，承载了机械平衡和提升了刚性。由此看出，对于高层施工建筑操起单层索网幕结构是必不可少的，单层索网幕墙结构可以满足高层建筑中所需要的整体质量。

1 索网幕墙结构形式

在目前的高层建筑工程中，单层索网幕墙按索网布置方式可分为双向索网幕墙结构和单向索网幕墙结构。单向索网幕墙在施工中主要依靠玻璃提供稳固的支撑，因此玻璃与索网间的相互支撑形成非常稳定的结构。而双向（三向）索网幕墙结构会形成一个整体。另外，根据其他相应的外墙面料，索网的整个幕墙结构可分为扁平索网和非扁平索网两种。综合索网幕墙结构和辅助索网幕墙结构可根据周围情况进行连接。整体化索网幕墙结构通过钢索与支撑钢缆直接相连，各构件可直接支撑相应的索网。相连的独立索网幕墙结构将索网与主体结构分开。主要构件的作用在索网幕墙结构中形成一个平衡系统。

2 高层中单层索网幕墙结构设计情况

为了使高层建筑的两个主要结构之间建立良好的连接关系，大多数高层施工建设过程在采用单层索网幕墙结构，给整体建筑五带来良好效果。因此，在未来高层建筑的设计施工中，建筑力硬化和几何非线性的存在会普遍增多。

2.1 边界条件

单层索网幕墙结构常用于高层建筑设计，其设计数据显示在重要位置需将两个不同的结构或是单个主体以凹形的方式将其链接，起到加固稳定的作用，大大提高整体建筑质量。由于整个幕墙结构体系由两根大直径钢索、小直径不锈钢面索索网、摇臂铸钢件、主次钢索之间连接拉杆组成。小索的预应力通过施工时对不锈钢索张拉产生，而大拉索的预应力则由吊起的一栋办公楼的自重、大钢索端头张拉、对小索张拉而使大索索力增加的三部预拉力组成。单索幕墙的索内有较大的拉力，因此需要周边主体结构提供一定的刚度和承载力。

2.2 荷载作用

建筑物中单层索网幕墙结构主体凹陷，但是建筑物的两个主要架构之间产生了良好的连接关系。但是，单层索网幕墙结构是不承担主体结构荷载，建筑物本身应有独立承受自身受荷的外围护墙。这里有两层意思，一是无法完全承受主体的荷载，也就是说主体构件的荷载不能传到幕墙上。所以幕墙系统一般是吊挂式，同时要能适应主体结构的变形。二是幕墙系统是外围护结构要承担自身的自重和风荷载及地震作用和温度作用。

2.3 索网布置

在高层建筑的建设过程中，必须充分保证整个幕墙玻璃的安全。单层索网结构被使用其中，索网间距控制在 2m 以内。拉链之间的距离通常在 1.2-1.5m 左右。对于索网的双向设计，方形索网格更适合。但在施工时，单向网幕墙结构的竖向索网不仅要承受一定的荷载，还需要承受竖向荷载的作用力。因此，在单向索网幕墙中，需要对高度进行把控，换个意思说就是它不能太高。在双向垂直索网幕墙结构中，水平索网和垂直索网可以互相作用，发挥特定的作用，水平索网和垂直索网可以承受水平荷载。

2.4 内力及初始应力

由于力是改变物体运动方式或者发生形变的原因。垂直索网对幕墙整体重量可以起到整体支撑的作用，还可以保障侧面索网的强度。在外力平衡状态下，物体保持匀速直线运动状态（静止也是一种匀速）。但是，在这种状态下，物体几乎不能让刚体不发生形变，完全传递所有力，自然界没有理想状态，也就没有完全刚体。因此，才会有材料学，才会有应力。垂直索网在使用过程中交叉索网出现损坏，这种结构也可以防止整个幕墙掉落。在建筑双向索网幕墙的结构中，也必须适当控制纵横比。也就是说，两者之间的差距应该不会太大。水平索网和垂直索网必须同时承受垂直载荷。如果纵横比大于 1.5，短索网可以承受垂直载荷，而长索网只能稳定承受。对于高层建筑的索网结构是相对灵活的，施加最初预应力后，整个结构可以承受正常载荷。在施工过程中只施加一个压力使其无法承受水平力。当外荷载逐渐增大时，边界结构就会产生负担，违反了设计过程中的经济合理性原则。在良好的预应力下，常用的控制方法是索网断裂张力的 15~30 左右。同样，在控制索网内部功率的过程中，直接的方向是选择索网的直径。按索网结构技术相关要求，施工过程中索网整体安全率不应超过 2.5。

2.5 变形

单索结构的受力就像琴弦，使一点力就会变形，初始刚度接近于零；但是变形后，其刚度迅速非线性增加。而双向索网的原理类似网球拍，施加张拉力的网线能够抵抗巨大的冲击力。一般情况下，单索幕墙的重力荷载由竖向索承担，水平风荷载由竖索或水平索的非线性效应承担。这种结构体系，最大限度地利用了材料的强度优势。并且，它原有的中间位置附近变形表面的切线的斜率较小，会严重影响幕墙玻璃的安全性。如果只是一方面严格控制索网变形，同时索网的张力也会增加。因此，需要施工人员必须不断提高单层索网的边界刚度。从以上条件分析不难看出，索网的结构设计需要本着以下原则：热胀冷缩原则，最大单层索网力边界刚度不应超过最低温度下的索网力值。

3 索网幕墙结构施工关键技术

施工设计人员在设计与建筑高层建筑时，索网幕墙结构与以前传统建筑形式相辅相成、共建共存。但高层建筑对索网幕墙结构建造上要求极高，建造困难存在较多，尤其针对技术上的困难，需技术人员和建筑人员相配合，集中心力，精细化处理。

3.1 索张拉伸较大

索网的拉伸是随着张力的增加而增加的。因此，在建筑施工时，使用索网幕墙结构的高层建筑的竖向方向和水平方向都有一定的拉伸。在普通情况中，只是对索网进行简单的调整很难满足相应的施工理念与施工需求，但是通过技术人员运用现代化的处理技术，可以很好地解决其问题。

3.2 变形影响

由于高层建筑对建筑架构要求较高，使用单层索网状幕墙结构应受到垂直表面载荷，在此类建筑中通常在顶部使用共享桁架的日光屋顶。桁架的缺陷是在拉力过强的施工程中逐渐变形，桁架的变形逐渐导致缆索力分布不均匀。底部缆索受到张力，致使门厅和遮篷梁产生变形受到影响。如果在变形的基础上继续施工，内部张力的影响变得敏感脆弱，会使得其它缆索载荷不均导致内力的重新分布，因此在施工时施工人员在建造过程中必须格外注意。

4 结论

通过以上分析，可以得出单层索网幕墙结构是由缆索布置、边界条件的设计和几何形状的分布进行差异布控有效施工。索网的表面由预先施加压应力决定，它是由索网的特有结构和几何非线性特征的两种特性组成。这些施工方式都是用在高层建筑中的，索网的布局调整，改变了以往的建筑结构和建筑规格，对设计人员、施工人员和质量监督人员都有严格的要求，需合理规划部署，不断提高建筑质量。

参考文献：

[1] 张百振.单层索网幕墙结构在高层建筑中的设计与施工研究[J].建筑技术开发,2019,46(02):12-13.

[2] 朱向前,龚静华,李信桥,刘铁燕,房明,李利华.单层索网幕墙结构在高层建筑中的设计与施工[J].建筑结构,2016,46(19):57-61.

[3] 冯若强,武岳,沈世钊.单层平面索网幕墙结构的非线性反应谱[J].土木工程学报,2012,45(01):30-41.

[4] 冯若强,叶继红,武岳,沈世钊.单层平面索网玻璃幕墙结构地震反应分析[J].土木工程学报,2010,43(S1):66-71.