

“9月16日7时30分前后,今年第13号台风“贝碧嘉”以强台风级登陆上海浦东临港新城沿海,成为1949年以来登陆上海的最强台风。

在上海浦东陆家嘴,矗立着中国第一高楼上海中心大厦。“树大”容易“招风”,别说比树还高很多的摩天大楼了。那么,高楼是如何抵御强台风的呢?

在台风吹来时,上海中心大厦内部一个重达1000吨的“眼睛”会动,它就是这栋大厦的“镇楼神器”阻尼器。



这是位于上海中心大厦126层的“电涡流摆设式调谐质量阻尼器”上方的“上海慧眼”艺术雕塑。
新华社发

1 在上海中心大厦125层和126层间,一个高达7米多的“慧眼”雕塑特别引人注目。这个庞然大物重达1000吨,由12根长达25米的钢索悬挂着。这不只是装饰用的雕塑,它有一个专业的名字:阻尼器。

千吨阻尼器「镇住」摩天大楼

阻尼是物理学名词,指的是力的衰减和能量的耗散,有缓冲的意思。阻尼器的质量块和吊索构成了巨大的复摆,通过摆动,产生与建筑物振动方向相反的力量,从而吸收和消耗风力产生的能量,有效抵御大楼的晃动。这就像我们走在吊桥上,当桥向左摆动时,为了保持平衡,我们会向右移动重心。

上海中心大厦阻尼器设定的极限摆动值是单边两米。此次台风“贝碧嘉”来袭,这个阻尼器开始缓慢摆动,摆动幅度最大时大约达到了1米。2019年,台风“利奇马”过境上海期间,它的摆幅在70厘米左右。虽然阻尼器摆动起来了,但在大厦中,最多只有10%的人能够感受到轻微的晃动。

不过,阻尼器自身运动的能量也需要尽快释放。怎么释放呢?

和以往阻尼器利用机械原理不同,上海中心大厦首创了世界上第一个引入电磁原理的阻尼器——摩擦阻力,它来自电流而非空气。

这其实就是电磁感应定律的应用,在永磁体形成的磁场与“慧眼”雕塑一起摆动时,与下方固定的导体产生相对运动,从而在导体中产生电涡流。电涡流切割磁力线时,会产生与导体或磁场运动方向相反的阻力,从而实现减振耗能的作用。这样的方式,灵敏度更高、耐久性更强。

2 大家都知道“高处不胜寒”,其实,高处也“不经风”。越往高处走,风越大。中国第一高楼上海中心大厦高632米,这种高度的摩天大楼,遭遇的台风风速会比地面的风速还要再增加两到三级。对此,工程师们选择了“以柔克刚”来应对风速。

中国第一高楼其实是「软」的

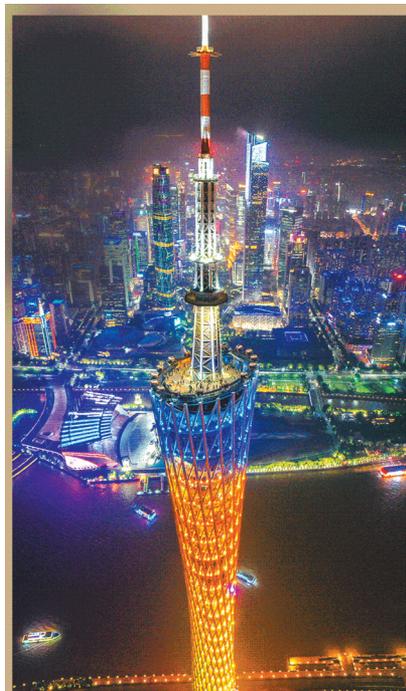
上海中心大厦的“柔”,来自它的玻璃外衣。

玻璃外衣由背后复杂的钢结构支撑,大楼的晃动会让这个结构发生一定变形,为了让它“软”起来,工程师们在钢结构中增加了滑移支座。如果把支撑起幕墙的钢结构比作我们人体的骨骼,那么滑移支座就像是连接骨骼的关节,它们被安装在结构最容易发生变形的地方,成为“柔性幕墙”。

大楼遇到台风时,幕墙支撑结构会出现“张开闭合”的变形,此时安装在分区底部的竖向滑移支座就开始工作了——它们进行上下滑动,用来回摩擦的方式消耗掉台风带来的压力。

此外,整个上海中心大厦外幕墙呈螺旋上升扭转120度。这不是简单地追求造型,而是建筑美学与风工程找形双考量下的结果,可为大厦降低24%的风载荷。

3 这些超高楼各有防风绝招



广州塔。图据广州日报

中国第一高塔广州塔,总高度为600米。如此“苗条纤细”的它,经受住多次强台风的考验,秘密来自塔顶的两个巨型水箱。这是两个形状像太极鱼的消防水箱,用钢筋混凝土制作,内部装满灭火用的消防水,两台水箱总重量1500吨。太极鱼是“活”的,下面有轨道和滑轮,当塔身摆向一侧时,太极鱼就滑向另一侧,这极大地缓冲了摆动,与阻尼器是一样的原理。

在全国各地,超高层建筑有不少,它们都是如何抗风抗震的呢?

上海“陆家嘴三件套”中,除了上海中心大厦,环球金融中心也安装了阻尼器,但金茂大厦却没有。金茂大厦是“三件套”里最矮的,基座条件也好一些,主要依靠外形等其他方式抗风。

杭州第一高楼杭州之门,也是以结构取胜。从上空俯瞰,你会发现杭州之门双塔建筑的平面是两个橄榄状。正是利用这种流线型结构设计,当风吹过建筑时,会实现自然导流,建筑面受到的直接作用力很小。

知道多一点

强台风最常在我国哪些地方登陆?

纵览过往的数据,强台风及以上强度的台风仅在我国广东、台湾、福建、海南、浙江、广西六地登陆过。其中,台湾省曾受到过26个强台风和6个超强台风的袭击。上海以往从未经历过强台风,本次“贝碧嘉”的登陆,是上海首次与强台风“交手”。

华西都市报-封面新闻记者 吴冰清
综合新华网、人民网、上观新闻、广州日报、澎湃新闻