

门式刚架厂房设计中抗风柱计算

吴海楠

中国建筑科学研究院有限公司 北京构力科技有限公司 北京 100013

[摘要] 抗风柱是门式刚架中必要的抵抗山墙方向风荷载的抗侧构件，在门式刚架厂房设计中要对其进行设计，计算时按照是否承担竖向荷载将抗风柱分为两类，只承担山墙风荷载的抗风柱和既承担山墙风荷载、又承担竖向荷载的抗风柱，两种抗风柱在计算时有所区别，本文针对两类抗风柱计算的区别以及采用二维设计和工具箱中计算要点以及工程师在计算抗风柱时遇到的常见问题进行剖析。

[关键词] 抗风柱；摇摆柱；计算长度系数；

1 抗风柱的作用

抗风柱是单层工业厂房山墙处的结构组成构件，抗风柱的作用主要是传递山墙侧的风纵向荷载，通过上端节点与钢梁的连接传递给屋盖系统进而直接传递给柱间支撑系统，柱下端直接通过与基础的连接传递给基础。

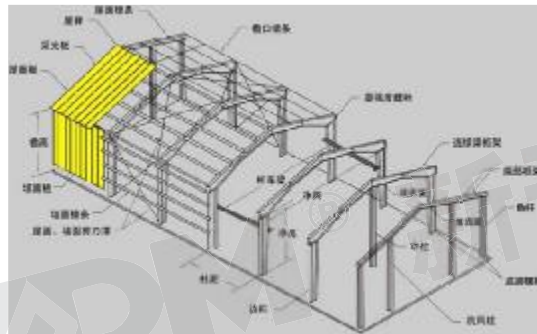
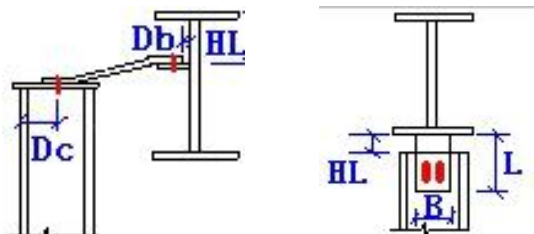


图1 门式刚架厂房结构示意

2 抗风柱的两种主要形式及计算要点

2.1 一类抗风柱

只承担山墙风荷载，不承担上部刚架传递的竖向荷载的抗风柱（一类抗风柱）这类抗风柱对主刚架计算没有根本影响，可以建到主刚架榀中进行计算。也可以在工具箱中进行计算。当抗风柱与主刚架榀在同一平面布置时，通过长圆孔连接板与屋架梁相连；当抗风柱与主刚架榀偏心布置时，柱顶与屋架梁依靠弹簧片板连接。



a:长圆孔节点

b: 弹簧板节点

图2 长圆孔节点和弹簧板连接节点示意

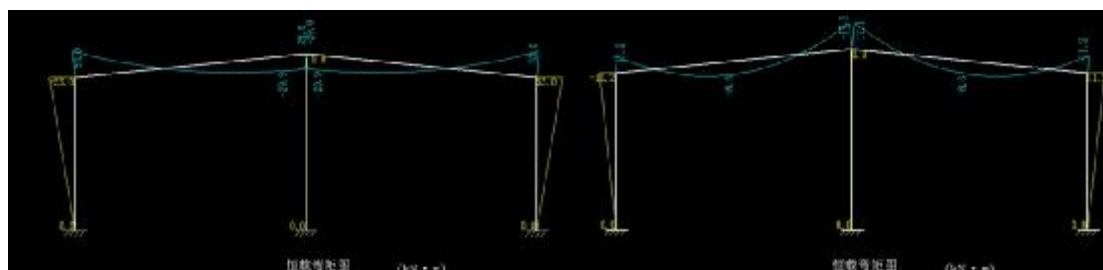
2.2 二类抗风柱

既承担山墙风荷载，又承担上部刚架传递的竖向荷载的抗风柱（二类抗风柱），由于这类抗风柱相当于兼做摇摆柱，所以这类抗风柱对主刚架计算会产生根本影响，应建到主刚架榀中进行计算，考虑对主刚架的影响。抗风柱本身的计算可以使用工具箱复核。

一类抗风柱和二类抗风柱主要对主刚架的影响的主要区别体现在以下几个方面 1) 对刚架梁柱受力的影响；2) 对钢梁挠度的影响；3) 对刚架柱计算长度系数的影响。

1) 对刚架柱受力的影响

兼做摇摆柱的抗风柱对钢梁有竖向支撑作用，因而会改变梁的受力状态，在抗风柱支撑部位形成支座，这个位置会出现负弯矩，同时刚架柱柱顶弯矩减小；而只承受风荷载的抗风柱则不会改变梁的受力状态，梁跨中仍然是正弯矩。



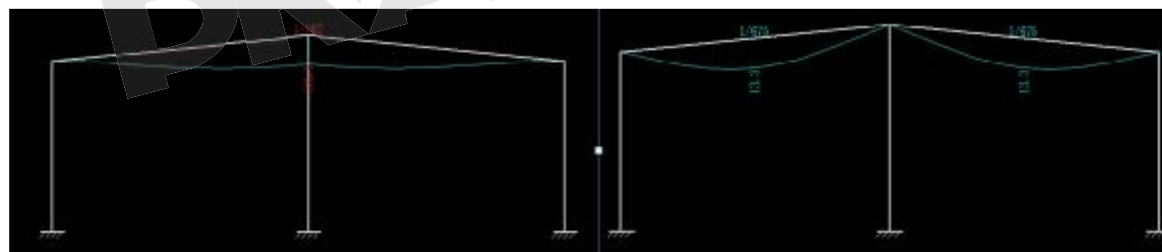
只承担风荷载

既承担风荷载，又承担竖向荷载

图 3 两种抗风柱对刚架梁柱受力区别

2) 对钢梁挠度的影响

承受竖向荷载的抗风柱对钢梁有竖向支撑作用，钢梁在跨中形成支座，变形形态也会发生变化，因此在计算挠度时，需要建入这类抗风柱。



只承担风荷载

既承担风荷载，又承担竖向荷载

图 4 两种抗风柱对刚架梁挠度区别

3) 对刚架柱计算长度系数的影响

如下表所示：其他条件完全相同，只是中间的抗风柱是否承担竖向荷载的条件不同，两侧刚架柱的计算长度系数相差很大。

抗风柱种类	设置只承担风荷载的抗风柱	设置承担风荷载的抗风柱，又承担竖向荷载的抗风柱
计算长度系数	3.99	5.21

当中间的抗风柱承担竖向荷载时，它既是抗风柱又是摇摆柱，摇摆柱本身按照无侧移计算，

要保证它的无侧移条件，其他门式刚架柱就需要留出一部分稳定承载余量对它进行“支援”，此时要执行门式刚架规范 A.0.6 要求：当有摇摆柱时，确定梁对刚架柱的转动约束时应假设梁远端铰支在摇摆柱的柱顶，且确定的框架柱的计算长度系数应乘以放大系数 η ，放大系数 η 按照下式进行计算。

$$\eta = \sqrt{1 + \frac{\sum N_j / h_j}{1.1 \sum P_i / H_i}} \quad (\text{A.0.6-1})$$

$$N_j = \frac{1}{h_j} \sum_k N_{jk} h_{jk} \quad (\text{A.0.6-2})$$

$$P_i = \frac{1}{H_i} \sum_k P_{ik} H_{ik} \quad (\text{A.0.6-3})$$

当带有摇摆柱的模型中门式刚架柱的计算长度系数乘以该放大系数后，计算长度系数有所增大，所以中间的抗风柱承担竖向荷载时要比只承受山墙风荷载的抗风柱模型的刚架柱计算长度系数大。

3 门式钢架设计中的抗风柱计算的常见问题

3.1 二维设计中抗风柱平面内和平面外方向是如何定义

首先钢结构二维设计中平面内、外方向是相对当前刚架平面而言的，平行于刚架平面的方向是平面内方向，垂直于刚架平面的方向是平面外方向，二维中平面内和平面外方向与构件是否转角无关。

二维设计结果中的长细比 λ_x ， λ_y 分别指的是钢柱平面内长细比和平面外长细比并不是指的绕截面 x ， y 轴的长细比。对于抗风柱来说，一般其截面会相对刚架平面旋转 90 度，此时绕其截面 y 轴方向变成了平面内，绕其截面 x 方向就变成了平面外，此时计算平面内长细比就应该用平面内的计算长度 L_x 除以绕截面 y 轴方向的回转半径 i_y ，即 $\lambda_x = L_x / i_y$ ， $\lambda_y = L_y / i_x$ 。

3.2 抗风柱在二维计算和工具箱计算的差异

1. 当在二维模型中采用承担山墙风荷载，又承担竖向荷载的抗风柱时，抗风柱计算所用轴力是整体计算得到的抗风柱柱顶轴力，考虑不了墙板自重，此时如果工具箱中需要输入的墙板不是自承重的，二者的荷载在不一致时，其计算结果自然会有区别。

2. 二维设计程序对于计算长度系数和长细比的平面内是根据刚架平面内定义，因此对于抗风柱其平面内计算长度系数一般是绕其弱轴的计算长度系数，平面外是其强轴方向。而工具箱中平面内外的计算长度系数是按照截面强弱轴相关的，二者正好相反，需要统一。

3. 二维设计中只输出梁的挠度，不会计算柱，包括抗风柱的挠度。工具箱则会计算抗风柱的挠度。

3.3 门式刚架节点设计时生成弹簧板连接的条件

首先设置弹簧板节点的抗风柱必须是只承担山墙风荷载，不承担竖向荷载的一类抗风柱，由于弹簧板节点自身在构造上的特点，要保证弹簧板能够释放梁传给抗风柱的竖向荷载，生成时要具备以下条件：抗风柱与主刚架的中存在偏心，且设置的偏心要大于梁翼缘宽度+半个抗风柱截面高，只有满足以上的条件，抗风柱的弹簧板节点才能正常生成，如果不满足以上条件，程序则对只承担风荷载按照长圆孔节点进行生成，抗风柱中心相对于刚架平面的偏心定义如下图所示：

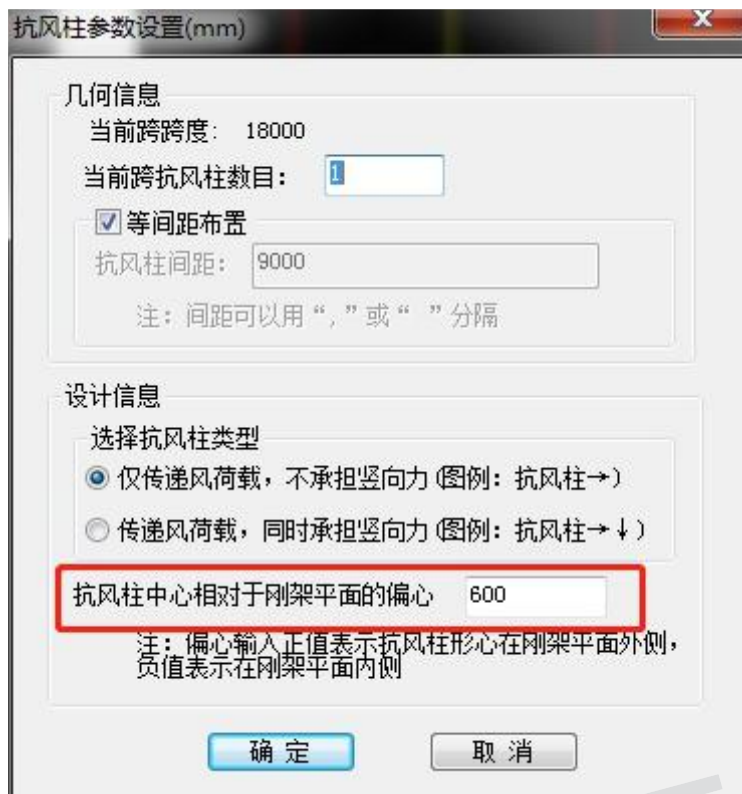


图 5 抗风柱相对于刚架的偏心设置

4 总结

上面针对两类抗风柱计算上的特点进行了详细的梳理,并对采用二维设计和工具箱中抗风柱时工程师经常遇到的问题进行剖析和讲解,希望对我们的设计人员有所帮助。

参考文献

- [1] 陈绍蕃.钢结构——钢结构基础(第二版)[M].北京,中国建筑工业出版社,2007
- [2] 陈友泉.门式刚架轻型房屋钢结构设计与施工疑难问题释[M].北京,中国建筑工业出版社,2009
- [3] GB51022-2015 门式刚架轻型房屋钢结构技术规范[S].北京,中国建筑工业出版社,2016