

## 门式刚架高低跨雪荷载计算过程详解

# 门式刚架高低跨雪荷载计算过程详解

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]** 在门式刚架屋面雪荷载的荷载分布形式分为均匀分布形式，不均匀分布形式，对于高低跨屋面中的低跨部位还要考虑雪堆积，当高跨屋面坡度 $\theta$ 大于10度时，还要考虑雪漂移对于低跨屋面雪荷载的作用。尤其是不均匀分布和雪堆积的荷载确定，计算过程相对复杂，下面通过一高低跨厂房模型说明雪荷载不同分布形式的确定过程，在验证程序确定的正确性的同时，展示计算过程，让我们设计人员对雪荷载的确定有一个全面的认识。

**[关键词]** 门式刚架；高低跨；雪荷载；雪堆积；雪漂移；

## 0 前言

带有高低屋面的门式刚架屋面雪荷载不均匀分布形式复杂，尤其是高低跨屋面中的低跨部位还要考虑雪堆积，一些情况下需要考虑雪漂移对于低跨屋面雪荷载，这些雪荷载的计算是一个复杂的过程，程序提供了“一键雪荷”的功能实现了高低屋面雪荷载值的自动生成，但一些设计人员在不了解规范实现过程时，也不敢贸然使用，接下来介绍的内容，我们通过工程实例将带有高低跨屋面的雪荷载计算过程呈现给大家，一方面验证程序确定雪荷载的正确性，更重要的是能够让大家掌握高低屋面雪荷载计算过程，让我们的设计师能够清清楚楚用软件，明明白白做设计。

## 1 程序对于屋面雪荷载计算的功能

目前的门式刚架二维设计程序可以方便快速的进行活荷载的生成和布置，设计人员可以使用荷载布置中的“一键功能”，只需要定义相关参数，包括基本雪压、受荷宽度、积雪分布系数、积雪平均密度以及是否考虑高屋面的雪漂移等参数，如下图所示



图1 一键雪荷功能

通过“一键雪荷”功能生成的雪荷载可以通过结构计算下的荷载简图查看各个分布情况生成的雪荷载值

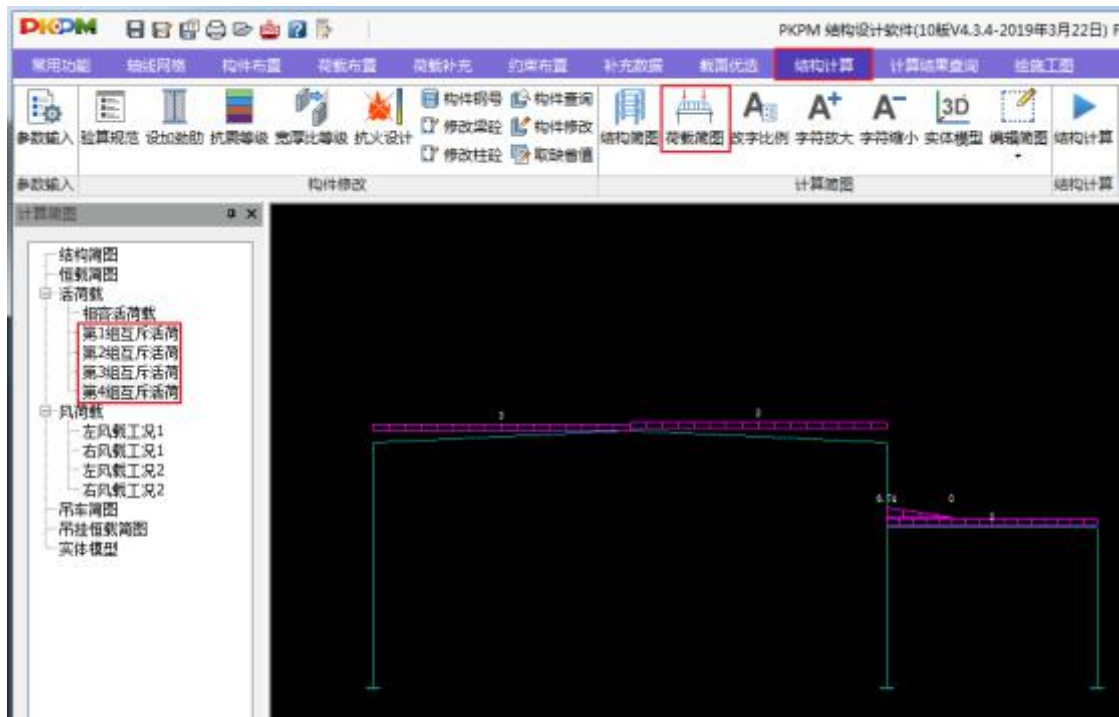


图2 荷载简图的查看

## 2 高低跨屋面雪荷载的计算过程

我们通过下面的工程实例，将高低跨屋面中根据荷载规范计算的雪荷载不均匀分布、根据门式刚架规范计算的低跨部位雪堆积荷载和雪漂移荷载计算过程详细的展示出来。

### 2.1 工程实例概况

如下图所示的高低跨门式刚架，高跨部分高度为11米，檐口高度10.45米，跨度22米，低跨高度6.85米，跨度9米，受荷宽度为8米，基本雪压为 $0.5\text{kN/m}^2$

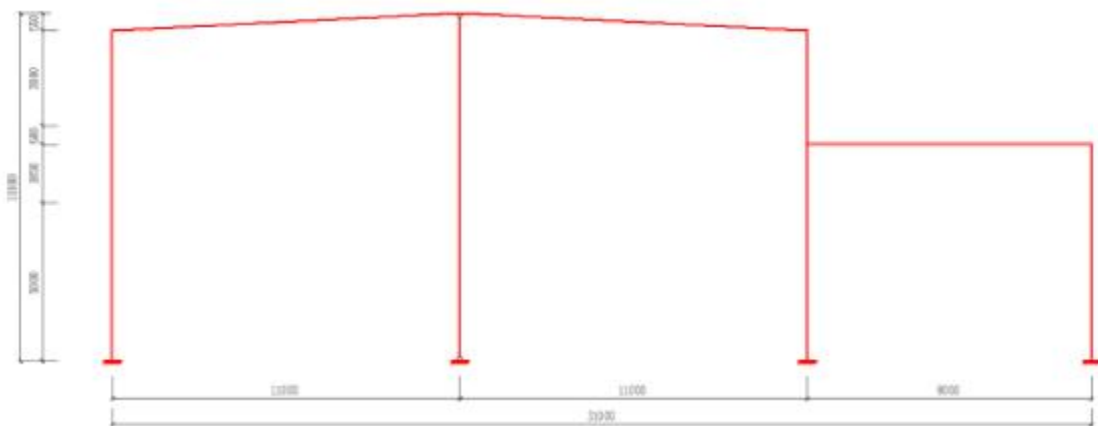


图3 门式刚架立面简图

根据《荷载规范》表7.2.1高低屋面要求确定高低跨位置的不均匀分布情况1和不均匀分布情况2，根据门式刚架规范确定低跨部位雪堆积的情况。

不均匀分布情况1、不均匀分布情况2雪荷载确定过程：

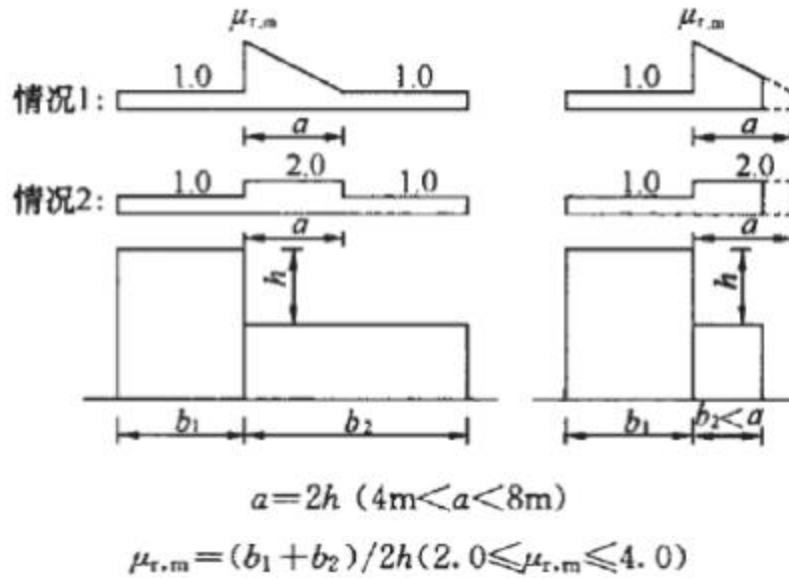


图4 荷载规范中高低屋面雪荷载分布系数规定

$$a = 2h = 2(10.45 - 6.85) = 7.2\text{m} \quad (1.1.1-1)$$

$$\mu_{r,m} = \frac{b_1 + b_2}{2h} = \frac{22 + 9}{2 \times 3.6} = 4.305 \quad (1.1.1-2)$$

$$\therefore \mu_{r,m} > 4$$

$\therefore$  雪荷载分布系数  $\mu_{r,m}$  取 4

$$\text{所以低跨部位高点雪荷载: } S_k = \mu_{r,m} S_0 = 4 \times 0.5 = 2 \text{ kN/m}^2 \quad (1.1.1-3)$$

刚架上低跨部位线荷载高点值为  $S_k L = 2 \times 8 = 16 \text{ kN/m}$ ，低点值为  $S_0 L = 0.5 \times 8 = 4 \text{ kN/m}$

不均匀分布情况2 高点雪荷载值为  $2 \times 0.5 \times 8 = 8 \text{ kN/m}$

不均匀分布情况的作用范围  $a$  值为 7.2 米。

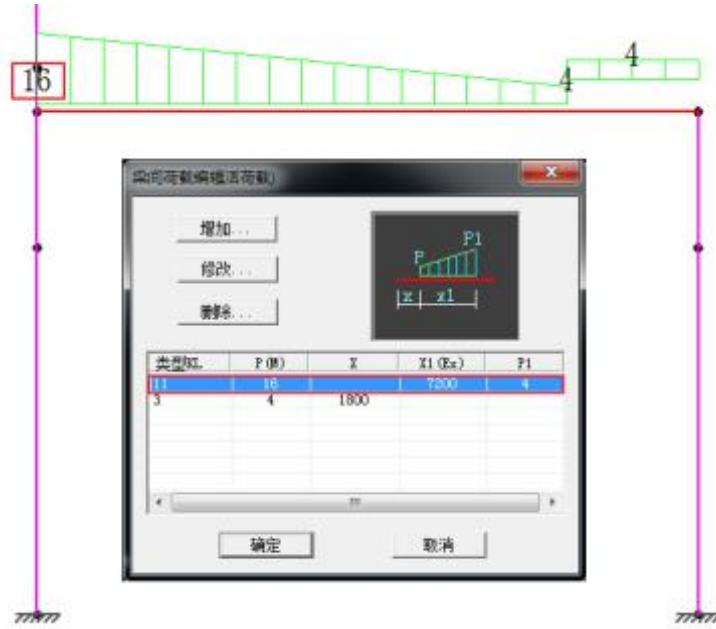


图5 不均匀分布1下程序确定的低跨部位雪荷载

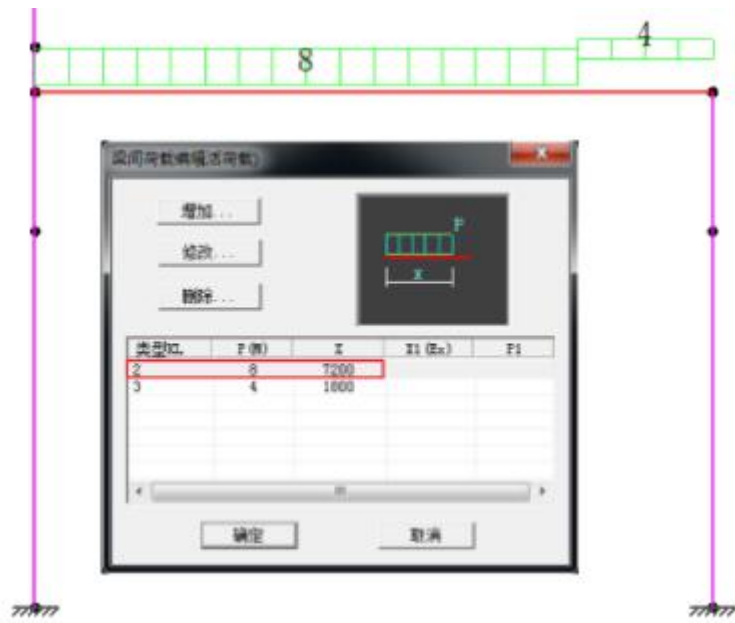


图6 不均匀分布2下程序确定的低跨部位雪荷载

上图是程序确定的雪荷载，与核算结果是一致的。

根据门式刚架规范确定雪堆积情况下雪荷载分布

1) 根据公式4.3.3-1和4.3.3-2确定积雪堆积高度

积雪平均密度 $\rho$ 取  $160\text{kg/m}^3$

$$h_b = \frac{100S_0}{\rho} = \frac{100 \times 0.5}{160} = 0.3125\text{m} \quad (2-1)$$

$$h_r - h_b = 3.6 - 0.3125 = 3.2875\text{m} \quad (2-2)$$

$$h_{d1} = 0.413\sqrt[3]{w_{b1}^4 \sqrt{S_0 + 0.479}} - 0.457 \quad (2-3)$$

$$= 0.413\sqrt[3]{22^4 \sqrt{0.5 + 0.479}} - 0.457 = 0.702\text{m}$$

$$h_{d2} = 0.208\sqrt[3]{w_{b2}^4 \sqrt{S_0 + 0.479}} - 0.457 \quad (2-4)$$

$$= 0.208\sqrt[3]{9^4 \sqrt{0.5 + 0.479}} - 0.457 = -0.0267\text{m}$$

积雪堆积高度:  $h_d = \max(h_{d1}, h_{d2}) = 0.702\text{m} \quad (2-5)$

$$S_{max} = h_d \times \rho = 0.702 \times 1.6 = 1.1232\text{kN/m}^2 \quad (2-6)$$

刚架上低跨部位线荷载高点值为

$$S_{max} \times L = 1.1232 \times 8 = 8.99\text{kN/m}$$

根据门式刚架规范4.3.4-6条要求:

当 $h_d \leq h_r - h_b$ 时,  $w_d = 4h_d$ , 当 $h_d > h_r - h_b$ 时,  $w_d = 4h_d^2 / (h_r - h_b) \leq 8(h_r - h_b)$ 。  
 根据以上规定:  
 $h_d < h_r - h_b$ , 其积雪堆积长度:  $w_d = 4h_d = 4 \times 0.702 = 2.808\text{m}$   
 低跨处屋面均布雪荷载为:  $h_b \rho L = 0.3125 \times 1.6 \times 8 = 4\text{kN/m}^2$

以下是程序确定的雪荷载, 与上面核算结果是一致的。

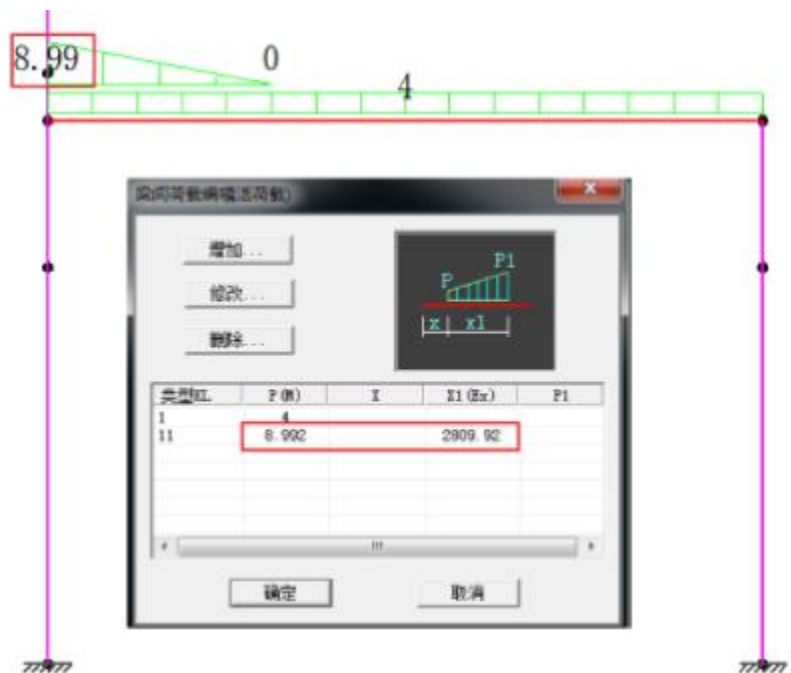


图7 雪堆积情况下程序确定的低跨部位雪荷载

## 高屋面坡度大于10度时确定低跨屋面雪漂移荷载

根据门式刚架规范要求“当高屋面坡度大于 $10^\circ$ 且未采取防止雪下滑的措施时，应考虑高屋面的雪漂移，积雪高度应增加40%，但最大值取 $h_r - h_b$ ”

将上面门式刚架

实例模型高屋面部分高度改为12.65米，檐口高度不变，此时高屋面坡度超过 $10^\circ$ ，模型简图如下：

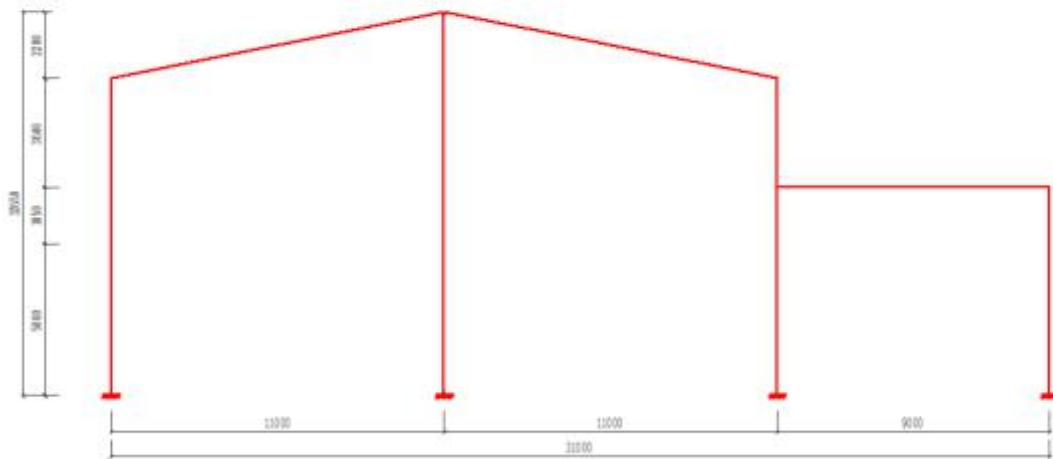


图8 考虑屋面雪漂移的模型

根据规范要求：考虑雪漂移时，积雪高度取为积雪堆积高度的1.4倍，即

$$1.4h_d = 1.4 \times 0.702 = 0.9828m$$

$$\because 1.4h_d < h_r - h_b = 3.2875m$$

$\therefore$  考虑雪漂移的积雪高度为  $1.4h_d = 0.9828m$

$$S_{max,drift} = 1.4h_d \times \rho = 0.9828 \times 1.6 = 1.5725kN/m^2$$

$$\text{刚架上低跨部位面荷载高点值为: } S_{max,drift} \times L = 1.5725 \times 8 = 12.58kN/m$$

刚架上低跨部位面荷载高点值为：

积雪堆积长度与单独考虑雪堆积一致。

下图是程序确定的雪荷载，与核算结果是一致的。

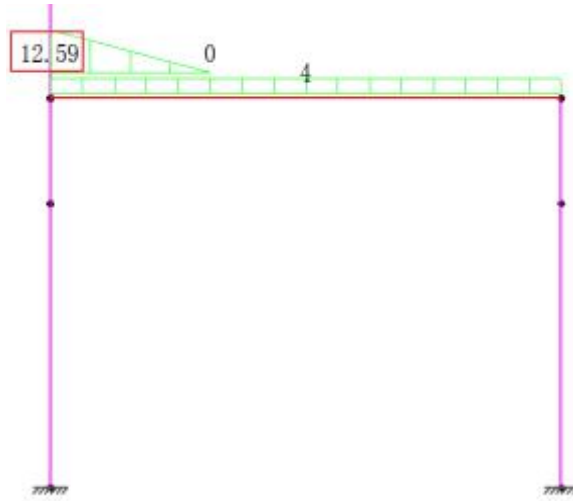


图9 考虑雪漂移情况下程序确定的低跨部位雪荷载

### 3 总结

以上通过工程实例详细展示了高低跨门式刚架的不均匀分布情况下的雪荷载，低跨部位雪堆积、雪漂移的计算过程，在验证了程序确定的准确性的同时，为设计人员理解掌握雪荷载的计算过程提供了可靠依据，在实际工程设计做到雪荷载确定有理有据。

#### 参考文献

- [1] GB51022-2015, 门式刚架轻型房屋钢结构设计规范[S].北京: 中国建筑工业出版社, 2016
- [2] CECS102:2002, 门式刚架轻型房屋钢结构设计规程[S].北京: 中国计划出版社, 2012
- [3] GB5009-2012, 建筑结构荷载规范[S].北京: 中国建筑工业出版社, 2012
- [4] 陈友泉. 魏潮文. 门式刚架轻型房屋钢结构设计与施工疑难问题释义[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009