

# 门式刚架结构设计浅析

张奥列

中交武汉港湾工程设计研究院有限公司 湖北 武汉 430000

**摘要:** 轻型门式刚架结构具有造价便宜、自重轻、安装便捷、施工快速、柱网调整方便的优点<sup>[1]</sup>。随着国家的经济快速发展,越来越多的建筑采用这种结构形式。本文重点介绍了门式刚架结构的结构形式及布置方案,并对设计的规定及计算进行了阐述。

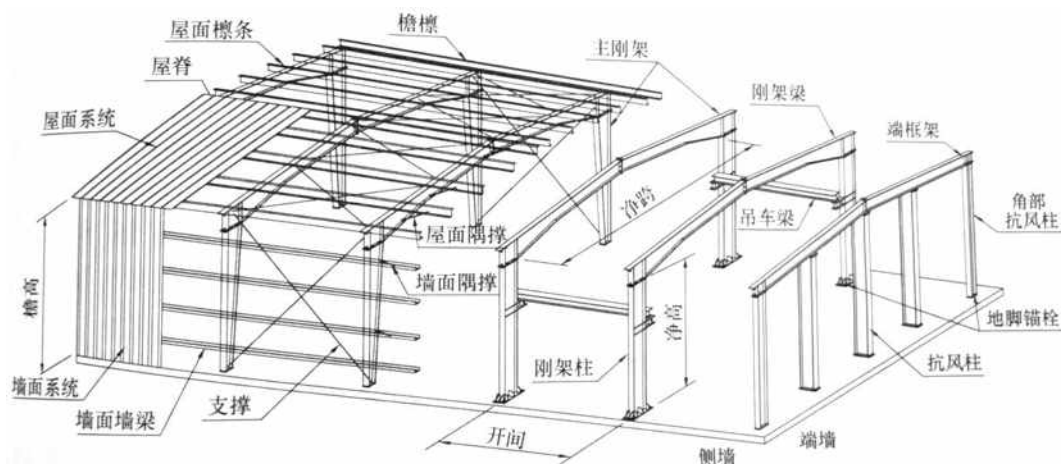
**关键词:** 门式刚架结构与布置,设计规定,荷载和作用

## 1 门式刚架的结构形式

门式刚架是一种平面受力体系结构,仅承受刚架平面内的各种荷载,平面外方向的荷载靠各种支撑承担,门式刚架适用于较大跨度的单层房屋建筑,也可推广用于有局部夹层的情况<sup>[2]</sup>。

门式刚架结构由柱子和屋面构件组成,由边柱与斜梁采用刚接方式组成,一般情况下,柱底宜为铰接,尤其是在软土地基上建造厂房时。当有较大吊车或有局部夹层或檐口

高度较高时,则宜为刚接;中柱与斜梁可以刚接也可铰接,承载有吊车的中柱与屋面梁应采用刚接。垂直于门式刚架的方向应布置屋面的横向水平支撑和柱间支撑构成桁架式结构体系,与平面门式刚架共同组成空间稳定结构体系。支撑体系宜采用轿车支撑较为经济,当柱间支撑不能采用交叉支撑时,可采用梁-柱组成门式支撑。在门式刚架主体结构上布置图屋面檩条和墙梁用来承受维护体系上的各种荷载,其结构组成间下图:



1.1 主体结构柱和屋面梁可设计为实腹式H形构件或格构式构件,为节用钢量,构件可根据弯矩图分布设计成变截面形式,柱底根据建筑物刚度的需要可设计成刚接或铰接,实腹式构件虽然用钢量稍多一点,但其制作简单方便,应用广泛。

1.2 次结构屋面檩条、墙梁可采用冷弯薄壁型钢构件为宜,当柱距大于12m时,采用桁架式檩条较为经济,作为受弯构件组成的次结构,通过螺栓连接与主体刚架,用来承受围护板传来的各种荷载,并将其传给主体结构;主体结构支承次结构,但次结构对主体结构有侧向支撑作用,可提高主体结构的整体稳定性。

1.3 围护体系围护板由辊压成型的金属薄板或其他轻型材料复合构成,通过一定的方式连接于次结构,用来承受风、雪、施工等荷载;次结构支承围护板,但围护板对次结构有侧向支撑作用,在一定程度上可提高次结构的整体稳定性。

1.4 围护板与次结构连接在一起,故而在围护板平面内具有较强的抗剪刚度,或称作蒙皮效应,此蒙皮效应使得平面受力体系的门式刚架具有一定的空间结构性能。

1.5 屋面支撑和柱间支撑宜按拉杆考虑,宜采用张紧的交叉圆钢;当结构含有5t以上吊车时,柱间支撑应采用角钢或其他型钢支撑;夹层结构部分的柱间支撑应采用角钢支撑或其他型钢支撑。

## 2 门式刚架的结构布置

2.1 柱网布置与建筑的生产工艺或使用需要密切相关,

**通讯作者:** 张奥列, 1984.06.21, 汉族, 男, 湖北武汉, 中交武汉港湾工程设计研究院有限公司, 职员, 工程师, 本科, 土木工程, 278571949@qq.com。

对建筑物的造价有直接的影响,一般情况下:柱网尺寸较小时用钢量小,但总的基础造价会增加;柱网尺寸大,使用较方便,但用钢量较大,故需要综合考虑<sup>[3]</sup>,从结构方面考虑由以下原则:

2.1.1 跨度以21~27m较为经济

2.1.2 柱距以6~10m为宜,以适合选用冷弯薄壁型钢檩条

2.1.3 屋面坡度常取3%~12%,在雨水较多的地区宜取较大值。

2.2 满足以下条件,可不设结构的温度伸缩缝且面与计算结构的温度应力;

2.2.1 横向温度区间不大于150m

2.2.2 当纵向构件采用螺栓连接,纵向温度区间不大于300m

2.2.3 当纵向构件采用焊缝连接,纵向温度区间不大于120m

2.2.4 带有吊车的结构,纵向温度区间不大于120m

2.2.5 对于钢筋混凝土夹层结构,纵向温度区间不大于60m

2.3 支撑布置应符合以下要求:

2.3.1 在温度区段或分期建设的区段中,应设立能独立构成空间稳定结构的支撑体系。

2.3.2 夹层结构部分应按地震力作用点,尽量对称布置柱间支撑,避免结构发生扭转。

2.3.3 柱间支撑不必每个柱列都布置,但带柱间支撑的柱列间距不宜超过60m;同一柱列的柱间支撑间距不宜超过45m,同一柱列宜布置刚度基本相同的柱间支撑。

2.3.4 一般情况下,无需设置纵向水平支撑,但当遇到以下情况时应设置屋盖纵向水平支撑:

2.3.4.1 当有空中驾驶室的桥式吊车时;

2.3.4.2 当有抽柱时,在抽柱区段及两端向外延伸一个柱间设置屋面纵向水平支撑;

2.3.4.3 有高低跨相连时。

2.4 当以下情况中有两种同时出现时,宜在边柱位置设置通长的屋盖纵向水平支撑与横向水平支撑共同形成封闭式支撑体系<sup>[4]</sup>:

2.4.1 檐口高度超过15m

2.4.2 在海边或陆地大风地区

2.4.3 建筑平面为非矩形,单独结构体系没有按矩形划分,是连为一个整体受力的结构体系;

2.4.4 刚架柱距大于10m

2.5. 墙架结构

2.5.1 山墙可设置由斜梁、抗风柱和墙面檩条组成的山墙墙架,抗风柱可直接铰接支承斜梁,利用墙面蒙皮效应可将山墙架按无侧移刚架计算,如墙面有通长开洞,不变利用蒙皮效应,应设置柱间交叉拉杆支撑,仍按无侧移刚架计算,或将边柱与屋盖梁刚接形成门式刚架,按门式刚架设计

### 3 设计的一般规定

#### 3.1 设计依据

门式刚架结构的荷载取值主要按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》,但风荷载体系系数的取值尚应参考现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》,结构设计主要按照国家现行标准《钢结构设计标准》、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》及《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》。

#### 3.2 门式刚架变形计算

门式刚架柱顶位移限制和受弯构件的挠度限制宜满足规范相关规定。

#### 3.3 节点连接

为方便施工,门式刚架构件的连接,宜设计成端板式连接,边柱与屋面梁应设计成刚接,中柱与屋盖梁可以刚接也可铰接,均采用释迦预拉力的高强度螺栓;柱底宜采用普通锚栓连接,可以设计为刚接或铰接。

#### 3.4 计算截面

结构构件的受拉强度计算应采用净截面,受压强度计算应按有效净截面计算,稳定性验算应按有效截面,变形验算和各种稳定系数取值均可按毛截面。

### 4 荷载与作用

门式刚架轻钢结构采用的设计荷载包括永久荷载、吊挂荷载、风荷载、雪荷载、屋面活荷载、吊车荷载、积灰荷载、地震作用和温度作用<sup>[5]</sup>。

#### 4.1 恒荷载

恒荷载由建筑结构的自重(但可包括永久吊挂荷载)组成,因门式刚架钢结构自重轻,一般约0.3KN/m<sup>2</sup>,故需要考虑风吸力作用下的荷载组合工况,此时恒荷载的分项系数应取1.0或0.9。

#### 4.2 吊挂荷载

吊挂荷载是除永久荷载意外的其他任何材料的自重,包括机械通道、管道、喷淋设施、电气设施、顶棚等。一般可取0.1~0.5KN/m<sup>2</sup>。此类荷载应按实际作用可一并计入恒载考虑,但当风吸力为主导作用效应时,对作用位置和作用时间具有不确定性的吊挂荷载不应考虑其参与组合。

#### 4.3 活荷载

4.3.1 不上人的屋面荷载取值为0.5KN/m<sup>2</sup>,当计算单位的刚架负荷面积超过60m<sup>2</sup>时,活荷载可按0.3KN/m<sup>2</sup>取值。

4.3.2 对于刚架的计算,活荷载分布宜按屋面满布和半边屋面满足两种状况分别计算。

4.3.3 屋面檩条活荷载应按0.5KN/m<sup>2</sup>计算,对于嵌套搭接组成的连续檩条,活荷载分布应考虑不利分布情况,可取一跨作用有活荷载计算器跨中最大弯矩。

#### 4.4 风荷载

门式刚架轻钢结构风荷载取值按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》相关规定取值,如果没有相同体型刚架时,可参照《建筑结构荷载规范》。与原有轻钢规范相比,计算

主钢架时增大系数为1.1; 计算檩条, 墙梁、屋面板荷墙面板及其连接时为1.5。

#### 4.5 雪荷载

雪荷载除按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》相关规定取值外, 应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》的规定采用。

#### 4.6 温度作用

温度应力按规范符合其设置条件者, 可不计算温度应力, 否则, 应计算温度应力; 当工程实际施工时, 用焊接替代了原设计的螺栓连接, 应按照焊接结构的规定条件计算温度应力。

### 5 总结

轻型门式刚架结构具有造价便宜、自重轻、安装便捷、施工周期快速等优点, 在工业建筑及大空间仓库中得到广泛的应用。设计人员应在结构布置、结构计算及结构构造方面

引起重视, 要严格执行现行规范, 从概念设计上保证厂房的整体稳定性, 在保证安全性的同时能兼顾最经济的用钢量。

#### 参考文献:

[1]书籍数据 合肥工业大学出版社 2006-4-1, 作者: 肖亚明, 篇名: 《建筑钢结构设计》

[2]学术期刊《有色金属设计》2013年3期, 作者: 田洪斌, 篇名: 《单层工业厂房带吊车门式刚架的结构设计》

[3]学术期刊《建筑结构》2018年4期, 作者: 张雷, 篇名: 《轻钢结构设计中常见问题分析》

[4]书籍数据 郑州大学出版社 2010-03-01, 作者: 李天, 篇名: 《建筑钢结构设计》

[5]会议论文 2007-07-01, 作者: 范小平, 篇名: 《门式刚架轻钢建筑结构设计探讨》

[6]书籍数据 郑州大学出版社 2006-8-1, 作者: 王新武, 篇名: 《钢结构》

