

# 钢结构厂房排架结构设计探析

贾云霞

旭阳工程有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 工作空间大的厂房大多是大跨、单层建筑,而常用的建筑则是预应力砼、钢混等。由于现浇排架柱具有牛腿部分钢筋密集、排架柱截面小、总体柱身高等特征,因此,混凝土柱现浇施工不可避免地会受到阻碍。但是,与其它结构形式相比,钢结构厂房具有显著的优越性,而且在各个方面都更加优秀,所以,钢结构厂房在目前的阶段,已经成为了主要的建筑结构。文章从建筑排架的概况出发,以钢质建筑排架为研究对象,简要地阐述了排架的构造和地震作用,并结合工程实例进行了分析和说明。随着对钢结构建筑的进一步研究,这种建筑将会以其优越的性能,被越来越多的城市所采用。

**关键词:** 钢结构; 厂房; 排架; 结构设计

## 引言

厂房建筑是企业生产经营中的一个关键环节,它既是企业生产经营的基础,又是企业员工生存和休息的基础。目前,对工业厂房的设计与建造提出了一项重要的要求,那就是要保证工业厂房的安全性与科学性,而钢结构是目前最为经济、也最为实用的厂房建筑材料,在生产车间、员工生活场所等方面得到了广泛的使用。

## 1 钢结构厂房设计

### 1.1 防火设计方面

与水泥建筑相比,钢材建筑的耐火性能更强,抗火性能更差。为此,必须加强对钢质建筑的保温、消防等方面的研究,以保障其在工业建筑中的安全、可靠、平稳运行。有关部门要清楚地划分和界定工业厂房的危险等级,并制定相应的消防安全等级。在设计过程中,应根据有关规定及消防规定,选用具有较高耐火性能的钢材,尽量减少对钢结构的破坏作用。目前,为了提高钢质建筑的抗火能力,一般采用在钢质建筑外涂防火涂层的方法。另外,设计人员还需要从多个角度,全方位地进行分析,并做好防范措施,例如,对逃生楼梯和安全出口进行合理的设计,这样在发生火灾的时候,就可以实现对人员的应急撤离,将火灾事故的损失降低到最小程度。

### 1.2 防腐设计方面

由于钢结构本身的特点,在空气中极易被氧化而产生腐蚀,尤其是在湿润的气候条件下,更是会加剧这种腐蚀现象。钢质材料的锈蚀造成了构件断面变窄,表面出现了锈斑,在荷载作用下发生了应力集中,大大降低了钢结构的使用寿命。在此基础上,针对不同的工作条件,提出了不同的处理方法,以达到最大程度的减少钢

结构锈蚀的目的。目前,在国内,钢结构的防腐蚀是在钢结构材料外包一层防锈防腐涂料来完成的,它将氧气、水蒸气、氯离子等腐蚀因子与钢结构隔离开来,以达到对钢结构的有效保护。在涂布防锈层时,应根据各部分的防锈层和防锈层的需要而变化涂层的厚度。

### 1.3 抗震设计方面

在工业厂房中,抗震设计是一个非常重要的组成部分,特别是在多震区,更应重视其抗震设计,以有效提升其抗震性能,确保其在更高的抗震性能及更高的安全性。在进行抗震设计时,要注意钢结构的合理布局和合理的传递能力,以减小地震对建筑物的损害。在施工过程中,要选用科学、合理的联结形式,保证框架与屋面、框架与立柱的联结牢固,防止节点失效。同时,要注意增强墙体和柱子的连接,并采取合适的高宽比和阻尼措施,使建筑结构的抗震性能最大化。

## 2 工业厂房排架结构设计要点

### 2.1 构件设计要点

在钢质厂房排架的设计过程中,对其进行了极限强度、稳定性和承载能力的验算。首先,通过校核构件的组合系数、地震作用效应和自重特征值效应,得到构件的设计内力;然后,依据《建筑抗震设计规范》,针对钢质厂房的排架式框架,对其进行校核,并进行节点和构件的地震承载力试验。同时,在进行结构的抗震设计时,也要注意到结构的翼缘、腹板等在地震下有可能发生局部失稳的地方,或者是有可能发生的刚度和强度下降的地方,以免在地震的影响下发生破坏。因此,对于梁柱板件,在进行节点和构件的设计时,应根据规范的极限来进行宽厚比的设计<sup>[1]</sup>。

### 2.2 屋面设计要点

有挑檐和无挑檐两种类型的屋面框架结构。前者具有构件材料省,重量轻,安装和运输方便的优势,但是其结构复杂度高,屋盖构件数目多,并且屋盖在横向上没有很好的整体刚性。在进行屋面构型的设计时,应充分考虑屋面坡度,经济指标,天窗构型的构造,立柱的联接形式等因素。当檩条间距和跨径较大时,则宜采用网状或空腹结构。在屋面结构的设计中,一般采用单跨筒支梁,而空腹梁所对应的构件则多采用连续型式。

### 2.3 节点设计要点

采取增加螺栓或焊缝的方式,能为构造连接强度提供可靠保障。加厚梁柱节点与腹板厚度,或进行斜向、水平加劲肋的增设。节点处采取节点板结合双角钢截面杆件的方式连接,于节点中心汇聚各杆轴线。角钢需保持垂直于其轴线的切断面<sup>[2]</sup>。

### 2.4 柱脚设计要点

根据柱脚的受力情况,将其分为两种类型,即钢质连接柱脚和关节连接柱脚。钢制支柱有三种类型,即:包裹式,暴露式和埋置式。在单层厂房,低层框架结构和高层建筑中,通常采用外包结构,外包结构形式。单层柱子底部是钢柱的重要应用部位,其抗震性能对其设计和施工有很高的要求,12层以上的高层钢结构大多采用埋置柱子。对于轻质的工字型柱子,在埋置钢柱脚时,需要将其断面高度的计算值控制在两倍以上;对于较大截面的箱形截面或H形钢管,其高度应维持在3倍以上。外包的柱脚,可以将钢柱直接放置在地基梁的顶部或地下室的墙壁中<sup>[3]</sup>。

### 2.5 柱与吊车梁连接

通常采用普通螺栓紧固于梁下翼缘,而采用板铰接法将柱子与上翼缘连在一起,而板铰接法对柱子与上翼缘连在一起,由于板铰接法具有较小的纵向约束作用,因此,板铰接法对重载作业型吊车梁具有较强的适应性,能够为梁端处的最大水平反力传递提供了可靠的保证。铰板孔径与栓径有+1 mm之差异,根据精制螺栓要求,严格进行加工作业,铰板栓孔受力方向端距应维持1.5 d以上。在本论文所设计的钢结构厂房中,因为工程吊车具有较大的起重量,所以将与框架柱相连的垂直隔板,置于吊车梁的高度中间,引入构造加强的隔板,在计算中可以忽略<sup>[4]</sup>。

## 3 钢结构厂房排架结构抗震性能设计要点

### 3.1 总体布置

钢结构建筑中钢筋混凝土构件破坏的起因往往是钢筋混凝土构件的失稳,而非钢筋混凝土构件的强度不够,因此,如何对钢筋混凝土构件进行合理的支护体系

设计,以提高钢筋混凝土构件的稳定性是亟待解决的问题。在实际工程中,由于地震的发生不可避免地会产生低循环疲劳效应,因此,在进行结构抗震设计时,必须充分考虑到这些效应对结构抗震性能的影响。在构件联接点的设计中,应尽可能延缓联接点的损伤,并保证联接点在整个截面上的屈曲,保证联接点的承载能力。

### 3.2 厂房结构抗震变形控制

在强震下,钢质厂房的排架结构不可避免地会发生破坏,而破坏原因往往不是强度问题,而是抗侧刚度不够。因此,在进行地震作用下,在进行地震作用下,需要采取合理的措施来进行层间变形的扩展控制。比如,在钢质建筑的排架结构中,要对主楼的高宽比例进行有效的控制,以提高主楼的抗侧刚度。并通过增设支撑点、增大支撑面截面等措施来提高支撑面的横向刚度。尽可能增厚使用的重载柱腹,或对节点进行局部加强,以避免节点处发生变形。通过提高梁的刚性,可以有效地控制梁体的变形,并避免了塑性铰向柱子的传递<sup>[5]</sup>。

### 3.3 抗震构造措施

一是厂房主梁和柱板件的宽度和厚度。在工厂的结构设计上,对于单层建筑,应参照工厂的规范;如果多层框架的建筑,超过了一定的标准,则需要参考高层建筑的规范,比如“高钢规”,将24米作为高层建筑和多层建筑的界限。在进行多层建筑的设计时,应参照多层建筑的钢架规范。二是构架中的梁柱翼缘问题。不允许对主梁、柱受力最大的部位进行任意改变,适当地布置横向支撑,并参考《钢结构设计规范》,对每个支撑点的间距进行合理的控制。三是连接构架的梁式连接。当采用高强螺栓摩擦式连接时,为了区别最大应力,一般将连接点设在连接点处,将连接点设在连接点处。为了便于施工和安装,通常将连接点设在距梁端1m的地方,并且避免连接到主、副梁和连接点。梁翼缘连接时,按与其内力相平行的方向,用高强螺栓至少应至少3列。四是柱与柱之间的承载力。在支承多层钢结构的厂房中,应选择具有明显地震作用的型式或具有十字形相交的柱间型式。在支护结构中,应根据《建筑抗震设计规范》的规定,对支护结构的宽度和厚度进行合理的选择。五是主机台的立柱。在钢质主体厂房中,为确保柱脚能够实现柱内力的高效转移,采用了外包式、嵌入式、外嵌式等方式,结合我国《建筑抗震设计规范》,对钢质主体厂房进行了抗震分析。

## 4 工程实例

### 4.1 工程概况

本项目是在上海市青浦区进行的一项两层建筑设

计。底层层高15米,采用15 t的起重机,在11米的高度。楼面荷载为5.0 kN/m<sup>2</sup>,二层高8.1米,5 t单梁式起重机位于离地面6.0米的位置。该屋顶为轻型钢屋盖,跨为21米,双跨,7米宽,共计17个空间。工厂的长度和宽度分别为42米和119米。另外,在第二个开口到第十六个开口的屋顶上,还设有天窗架照明。按《抗震规范》8.1.3条的规定,建筑物的抗震设防级别应在50米以内,建筑物的抗震设防级别应在4级以上。

#### 4.2 结构选型

由于二层楼面受力较大,所以使用了复合楼板。由于地面为框架,屋顶为轻型钢顶,所以第二层不需要使用框架,只需使用排架。因此,本公司在厂房设计中,采取了下框、上排架的方式。由于在两个方向上的跨距差异很大,因此其刚度差异也很大。在这种情况下,本项目拟采取“框—支承”的设计方法。根据《建筑抗震设计规范》8.1.6条,在50m以下,四级地震作用下,应设置中央支承。中带芯支护的框架应选用十字支护,支护的轴向应与梁、柱的轴向相交。建筑物的总长度为119米,长度超过60米而不超过120米,底部的构架设有两个支柱。在5号、13号隔板上,支承位置均为H型钢。对于二楼排架式建筑,《抗震规范》H.2.3条规定,多楼排架式建筑的支护布局,必须满足同一根柱子之间上下穿墙的要求。因此,在二层的排架中,在第五开间和第十三开间也都设有支撑,支撑是沿底层的位置而设。支承使用L型角钢支承,并且因为有了天窗架,所以在第一个开口和第17个开口中,也分别设置了屋顶的水平支承和垂直支承,以传递天窗架的载荷<sup>[6]</sup>。

#### 4.3 柱截面选型

该工程跨越21米,跨度很大,宽度7米,底部15米,加载很大,如果使用“工”字形钢板,难以达到长细比的要求。现在使用的是“十”字形的钢管。二层高8.1米,屋顶为轻型钢质结构。由于载荷相对较轻,且各构件的受力面在同一方向上,因此,应选用“工”字形钢板的焊缝。

#### 4.4 模型计算

在此基础上,本文提出了一种新的框排架设计方法。所以,这种建筑的结构模型应该先在PKPM钢结构模块的框架空间模型和荷载输入中构建,而屋面板应该根据其实际的刚度被折减为对应的屋顶厚度,并将其输入到模型中,再通过结构模块中的STANE进行整体计算。

在SATWE预处理中,将两个楼层作为一种弹性薄膜,这种模式的设定更符合实际情况。确定了所有的参数,然后进行了计算。结构的总体设计应符合《抗震规范》和《钢结构设计规范》中多高层建筑的设计要求,并对其进行了详细的分析。二层楼高的钢架,不仅要保证整个钢架的位移角度,而且还要保证钢架的长细比和应力比。因此,要另外选择不同的每一品排架,使用钢结构模块中的框排架 PK交互输入与优化计算,以便于进行排架计算。在平面框架的计算模式中,底层梁柱使用的是《钢结构设计规程》,二层梁柱使用的是《钢结构设计规程》。其中,基础部分的构架柱子、构架梁均按《钢结构设计规范》中的规定进行;二楼的排架柱及刚架梁用《门板钢结构设计规程》。各梁和柱子的平面内和平面外的长度系数都是根据实际情况来确定的。由于PK相互作用法是对二楼结构进行分析和计算,因此二楼结构应符合《门式钢架设计规范》的有关规定<sup>[7]</sup>。

#### 结束语

对钢结构建筑中的排架结构的设计及地震作用进行了简要的阐述。以结构整体为出发点,依次明确构件、屋面、节点、柱脚及支撑的设计要点,并对厂房纵向刚度进行计算,明确柱与吊车梁的连接,使设计出的结构与标准相一致。同时,从整体布局出发,阐述了该框架的抗震性能设计要点,并对其地震变形的控制和抗震的构造细节进行了详细的阐述,并将其引入到案例中进行了设计分析。

#### 参考文献

- [1]卜娜蕊,刘睿.钢结构厂房排架结构设计研究[J].中国建筑金属结构,2022(12):160-162.
- [2]邢磊,李书星,张涛.钢结构厂房框排架结构设计[J].城市建设理论研究(电子版),2013(14).
- [3]于孔瑜.钢结构工业厂房排架结构设计研究[J].建筑工程技术与设计,2016(18):701.
- [4]景伟.丹东某钢结构框排架厂房用钢量优化[J].山西建筑,2015(1):50-51.
- [5]杨明文,李欣.工业厂房排架钢-混凝土混合结构设计[J].工业建筑,2006,36(z1):515-517.
- [6]梁炯丰.大型火电厂钢结构主厂房框排架结构抗震性能及设计方法研究[D].陕西:西安建筑科技大学,2013.
- [7]夏伟.火电厂钢结构厂房框排架结构抗震性能浅析[J].城市建筑,2014(36):48-48.