

建筑力学在钢结构工程中的应用

杨向华

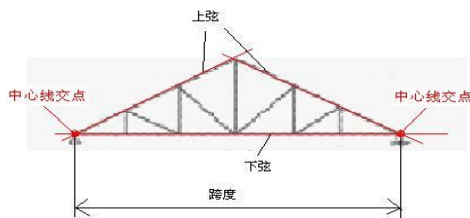
(武汉城市职业学院 430064)

摘要：随着科学技术的不断进步与发展，人们从建筑结构和实际工程中总结建筑经验，并将这些研究成果广泛地应用到生活的各项领域中，促进各个行业的发展。建筑行业的发展和建筑力学具有重要关系。建筑力学是由理论力学、材料力学、结构力学三大力学组成的。任何一座建筑在建筑初期，都必须经过力学相关试验和评估，否则将会对建筑造成严重损失。

关键词：建筑力学；钢结构；轴心受力

随着科学技术的不断进步与发展，人们从建筑结构和实际工程中总结建筑经验，并将这些研究成果广泛地应用到生活的各项领域中，促进各个行业的发展。建筑行业的发展和建筑力学具有重要关系。建筑力学是由理论力学、材料力学、结构力学三大力学组成的。任何一座建筑在建筑初期，都必须经过力学相关计算和评估，否则将会对建筑造成严重损失。由于经济的发展，钢结构在建筑工程中广泛的应用，使用功能及结构组成方式的不同，钢结构种类繁多，形式各异，如何实现经济型建筑已经成为工程建立的核心，工程中的安全因素和外部因素等，都是我们要关注的焦点。

钢结构构件一般按受力特征分为轴心受力构件、受弯构件、压弯（拉弯）构件等不同类型。轴心受力构件是钢结构的一种基本构件形式，在桁架、网架、支撑等结构中都有广泛的应用。在轴心受力构件的力学计算，如下图所示的三角桁架结构中，假设它的节点均为铰接点，杆件的轴线均在同一平面内，荷载作用在节点上，这种桁架结构中的各杆件只受轴向拉力和压力的作用，在建筑力学中针对这种轴心受力构件进行相关计算。



在进行轴心受力构件的设计时，应同时满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求。对于承载能力极限状态，受力构件一般以强度控制，而受压构件需同时满足强度和稳定的要求。对于正常使用的极限状态，是通过保证构件的刚度——限制其长细比来达到的。因此，按其受力性质的不同，轴心受拉构件的设计需分别进行强度和刚度的验算，轴心受压构件的设计需分别进行强度、刚度和稳定性的验算。

1 轴心受力构件的强度计算

轴心受力构件的强度承载力是以截面的平均应力达到钢材的屈服应力为极限。但当构件的截面有局部削弱时，截面上的应力分布不再是均匀的，在孔洞附近有应力集中现象，在弹性阶段，孔壁边缘的最大应力 σ_{max} 可能达到构件毛截面平均应力 σ_a 的 3 倍。若拉力继续增加，当孔壁边缘的最大应力达到材料的屈服强度后，应力不再继续增加而只发展塑性变形，截面上的应力产生塑性重分布，最好达到均匀分布。因此，对于有孔洞削弱的轴心受力构件，仍以其净截面的平均应力达到其强度限制作为设计时的控制值。这就要求在设计时应选用具有良好塑性性能的材料。轴心受力构件的强度计算式：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f_y$$

式中 N ——构件的轴心拉力或压力设计值；

f_y ——钢材的抗拉强度设计值；

A_n ——构件的净截面面积。

2 轴心受力构件的刚度计算

轴心受力构件应具有一定的刚度，以保证构件不会产生过大的变形，从而满足结构的正常使用要求。构件过于柔细，会产生下列不利影响：

- ①使用期间，容易在自重作用下产生较大的挠度。
- ②在运输和安装过程中易发生过大的弯扭变形。
- ③在动力荷载作用下易发生较大的振动。
- ④压杆的长细比过大时，除具有前述各种不利因素外，还使构件的极限承载力显著降低，同时，初弯曲和自重产生的挠度也将对构件的整体稳定带来不利影响。

轴心受拉和受压构件的刚度以其长细比的容许值来控制，即：

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \leq [\lambda]$$

式中 λ ——构件的最大长细比；

l_0 ——构件的计算长度；

i ——截面的回转半径；

$[\lambda]$ ——构件的容许长细比。

3. 轴心受压构件的稳定

细长的轴心受压构件，当长细比较大而截面又没有孔洞削弱时，往往不会因截面的平均应力达到抗压强度设计值而发生破坏，而是应力还低于屈服点时，就会发生屈服破坏丧失承载能力，这就是轴心受压构件“失稳”破坏，因而不必进行强度计算。对轴心受压构件来说，整体稳定是确定构件截面的重要因素。

轴心受压构件失稳后的屈曲形式包括弯曲屈曲、扭转屈曲和弯扭屈曲等不同类型。对于一般的双轴对称截面的轴心受压细长构件，失稳后的主要屈曲形式是弯曲屈曲。

1) 理想弹性、弹塑性压杆弯曲失稳的临界应力

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}, \lambda = \frac{l_0}{i}$$

式中 E ——压杆材料的弹性模量

λ ——压杆的长细比；

l_0 ——失稳屈曲方向的计算长度；

i ——相应方向的截面回转半径；

计算长度 l_0 的取值与屈服弯曲平面内构件的杆端约束条件有关。 $l_0 = \mu l$ ， μ 称为计算长度系数。

2) 实际影响轴心受压构件整体稳定性能的其他因素

(下转第 34 页)

(上接第 11 页)

实际钢结构中的轴心受压构件的稳定性还受到多种其他因素的影响,包括构件的初始缺陷、加工制作过程中产生的残余应力、杆件轴线的初始弯曲以及轴向力的初始偏心等因素。这些因素的存在都是轴心受压构件的承重能力降低。

3) 实际轴心受压构件整体稳定要求的实际计算方法

真正的轴心受压构件并不存在,实际构件都具有一些初始缺陷和残余应力,它们对构件的稳定承载力有一定的影响。因此,在研究钢结构轴心受压构件的整体稳定时,以具有初始缺陷和残余应力的偏心压杆作为研究的力学模型,即以稳定极限承载力作为依据。

轴心受压构件的整体稳定性计算式:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \varphi \cdot f$$

式中 N ——轴心压力设计值

A ——构件截面的毛面积

f ——钢材的抗压强度设计值

φ ——轴心受压构件的整体稳定系数。

整体稳定系数 φ 表示构件整体稳定性能对承载力的影响。 φ 是

小于 1 的数。整体构件的长细比 λ 是影响 φ 值的主要因素,对不同的钢材、不同截面类型的构件还考虑了其他因素的影响,给出了 λ — φ 值的对应关系。

4) 轴心受压构件的局部稳定

轴心受压构件都是由一些板件组成的,一般板件的厚度与板的宽度相比较小,设计时应考虑局部稳定问题。对组合式轴心受压构件,当构件的截面形式、组合件的截面几何形状和构件的总体组合形式不合理时,在承受荷载作用时,有可能产生局部失稳现象,从而构件的承载能力极限降低。

钢结构工程中任何一个构件都要经过相关力学的计算和评估,才能保证在实际使用过程中构件的安全性。加强对力学的研究,可以使其在钢结构工程中得到更好地应用,也使钢结构的质量得到更好的保障,是非常具有现实意义的研究。

参考文献:

[1]唐丽萍 杨晓敏主编 《钢结构制作与安装》机械工业出版社 2013 年 1 月第 2 版

[2]李连清 浅析力学在建筑工程中的有效应用 工程技术 2015 年 4 月: 280