

结构体系稳定分析

本章内容

2.1 结构稳定的概念；

2.2 结构稳定的分析理论与方法（难点）；

2.3 结构稳定的应用（重点）。



基本要求

1. 了解结构稳定分析的目的与概念；

2. 熟悉结构稳定分析理论与方法；

3. 掌握结构稳定分析方法在钢结构设计中的应用。



参考资料

1. 郑廷银. 钢结构高等分析理论与实用计算. 北京：科学出版社，2019

2. 郑廷银. 高层钢结构设计. 北京：中国机械工业出版社，2006

3. 陈骥. 钢结构稳定-理论与设计（第二版）. 北京：科学出版社，2019

2.1 结构稳定分析的目的与概念

- 结构稳定分析意义：

由于钢材强度高，所设计的结构构件壁薄、面积小，因此结构相对较柔，结构的二阶效应比较明显，在压力作用下，构件甚至结构易于失稳。

结构失稳是突然发生的，属于脆性破坏范畴。会导至严重的工程事故，因此结构分析设计时，应予以足够的重视。

- 结构稳定分析目的：

避免因结构失稳而导至严重的工程事故。

•结构稳定分析概念：

结构的整体稳定分析主要是计及二阶效应的结构分析，即按二阶理论进行的结构分析。

$$M_A^{\mathrm{I}} = V_0(h-y)$$

$$M_A^{\mathrm{II}} = V_0(h-y)+P[(h-y)\psi+u]$$

即

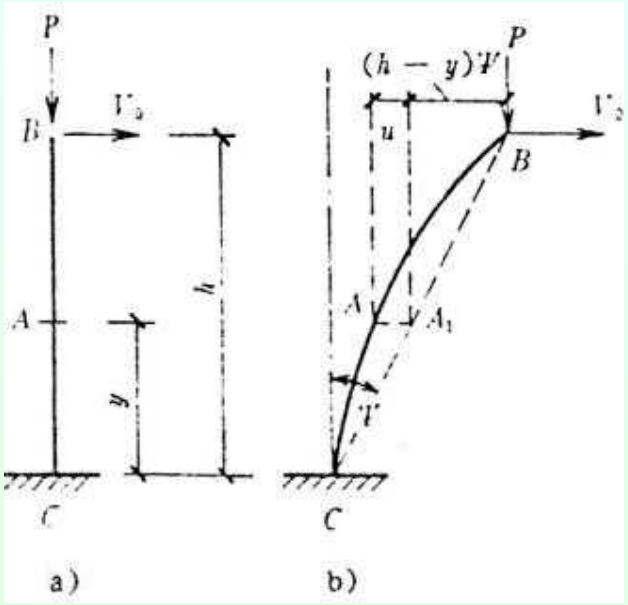
$$M_A^{\mathrm{II}} = V_o(h-y) + P(h-y)\psi + Pu$$

P-Δ效应　　梁-柱效应

一阶理论

二阶效应

二阶理论



悬臂杆受力与变形

按二阶理论计算截面A的弯矩近似值为

$$M_A^{\mathrm{II}} \approx (V_0 + P\psi)(h-y)$$

如果把$P\psi$想象为附加的假想剪力,而把 $V=V_0+P\psi$ 想象为竖向悬臂杆的水平总剪力,则上式所表示的就相当于由水平总剪力V按一阶理论分析计算所得到的弯矩,即

$$M_A^{II} \approx (V_0 + P\psi)(h-y) = V(h-y)$$

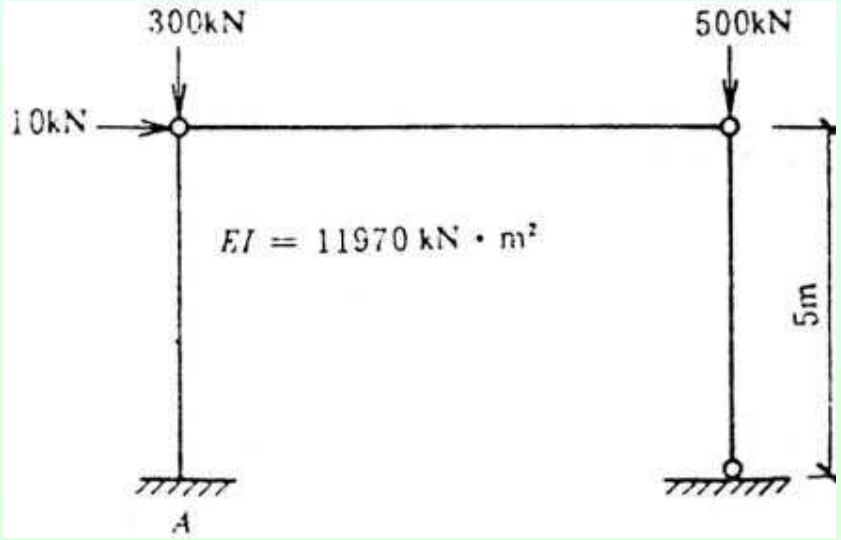
结论：要近似考虑柱的二阶效应，可以把柱的轴力P和弦转角ψ的乘积$P\psi$作为附加的水平剪力，然后按一阶理论计算。

例：如图所示的框架，截面A的一阶弯矩仅为

$$M^{I}_{A}=10\times5=50kN\cdot m$$

而按二阶理论分析，弯矩竟达

$$M^{II}_{A}=125kN\cdot m$$



框架简图

通常由于柱轴力和结构侧移均较大，原则上应按二阶理论进行分析，或者用简化方法来考虑二阶效应，以保证结构变形的稳定性。

当满足下式要求时，可不进行二阶分析

$$\frac{\sum N_i \cdot \Delta u_i}{\sum H_i \cdot h_i} \leq 0.1$$

2 .2 结构稳定分析理论与方法

2.2.1 近似方法

包括有效长度法、假想水平荷载法、放大系数法、Merchant-Rankine-Wood简化方法等。

（1）有效长度法

（一阶内力弹性分析与构件验算相结合的方法）

1）适用条件

要求任一楼层的层间侧移角满足下式要求，即

$$\frac{\Delta u}{h} \leq \frac{1}{1000}$$

2）计算思路

首先按一阶弹性理论计算框架内力，并确定柱的计算长度，然后把柱当作偏心受压构件，按现行的钢结构设计规范（GB 50017-2019）中简化了的相关公式验算。

在相关方程式中近似地考虑了柱的连续性、非弹性和初始缺陷。这样把框架分析转换成为杆件分析，它的实质是把二阶效应分散包含在柱的计算长度系数和相关方程之中。这种作法缺乏严密和充分的论据，整体结构的弹性分析与单个构件的非弹性设计的方法不协调，计算长度的概念并不能真实有效地反应结构和构件之间的相互关系，仅是概念转换借用下的一种近似方法。

（2）假想水平荷载法

包括直接计算法、P－Δ分析的半迭代法、P－Δ分析迭代法

方法一：直接计算法

条件



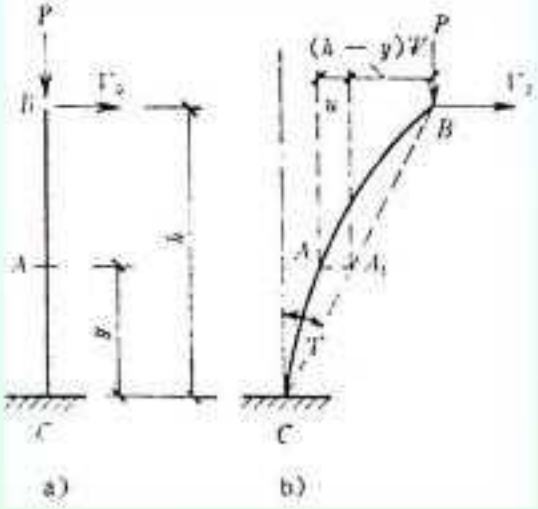
施加的假想水平力

$$H_{ni}=\frac{\alpha_y Q_i}{250}\sqrt{0.2+\frac{1}{n_s}}$$

在确定了每层柱顶的附加假想水平力后，将其与其他的实际荷载作用在结构上，按一阶弹性理论计算框架内力，并应用现行钢结构设计规范（GB 50017-2019）中简化了的相关公式验算各构件。此时，受压构件的计算长度可取其几何长度。

方法二： P－△分析的半迭代法

对于双重抗侧力体系，如果抗剪结构是支撑桁架，且结构体系满足 [redacted]



则**设计框架柱**时，可以忽略柱上、下端的相对水平位移，**仅按承受一阶弯矩和轴力计算**。

但在设计支撑杆件时，必须考虑二阶效应。可以用简化方法去考虑P-△效应。即支撑系统除承受由水平外荷载所产生的楼层剪力V_0外，还要加上一个假想楼层剪力$\psi \Sigma P$，于是楼层的水平总剪力为 [redacted]

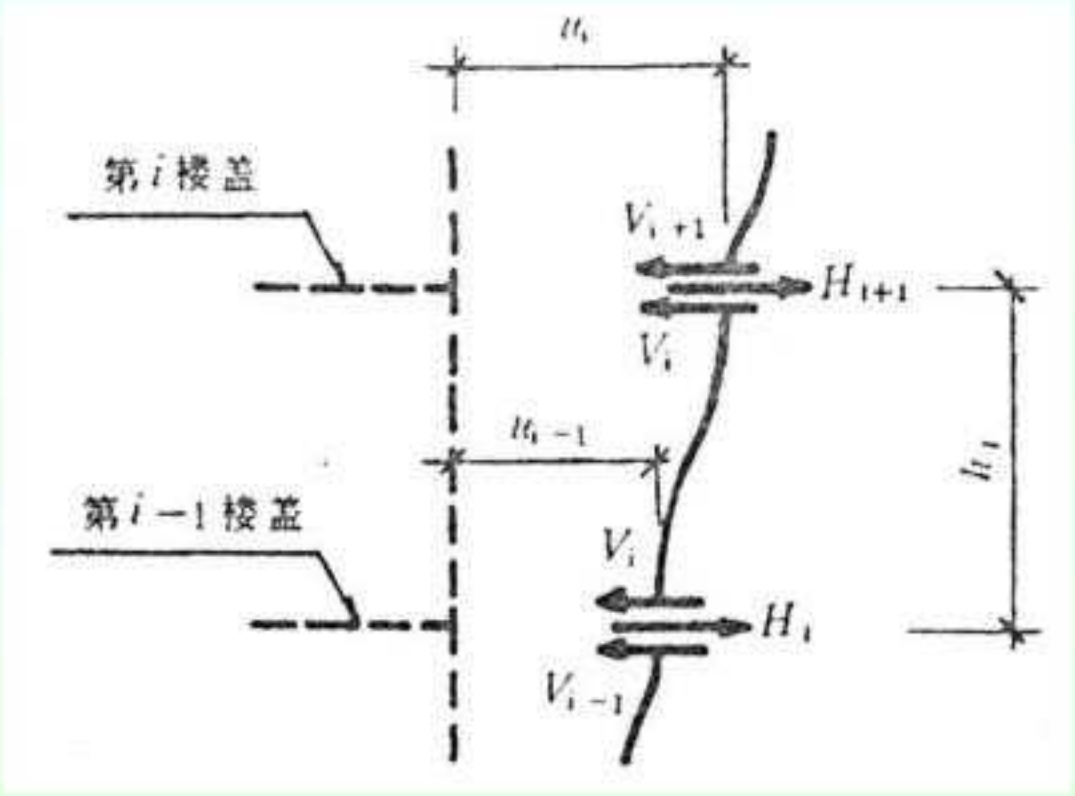
总剪力V与弦转角ψ有关，不能直接解出，需逐步迭代逼近

方法三：P－Δ分析迭代法

主要分析思路是：反复迭代计算附加侧向力和按一阶弹性分析得出各节点的位移值，并验算各层楼盖水平位移的精度，如果精度不够，则需重复运算，直至计算精度符合要求。

[redacted]

$$H_i = V_i - V_{i-1}$$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/948023044050006024