## 装配式支吊架荷载计算书

# 设计依据

1、GB50235-2010——《工业金属管道工程施工规范》

2、GB50184-2011——《工业金属管道工程施工质量验收规范》

3、GB50242-2002——《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》

4、GB50243-2016——《通风与空调工程施工质量验收规范》

5、GB50981-2014——《建筑机电工程抗震设计规范》

6、GB50011-2010（2016年版）——《建筑抗震设计规范》

7、GB50017-2017——《钢结构设计标准》

8、GB50018-2002——《冷弯薄壁型钢结构技术规范》

9、GB50068-2018——《建筑结构可靠性设计统一标准》

10、GB/T 38053-2019——《装配式支吊架通用技术要求》

11、T/CECS 731-2020——《装配式支吊架系统应用技术规程》

12、GB/T 17116.1-2018——《管道支吊架 第一部分：技术规范》

13、JGJ 145-2013——《混凝土结构后锚固技术规程》

14、25S402——《室内管道支架及吊架》

15、18R417-2——《装配式管道支吊架（含抗震支吊架）》

16、19K112——《金属、非金属风管支吊架（含抗震支吊架）》

# 二、设计资料

**2.1 C型槽钢及配件材料（Q235B）力学性能参数**

弹性模量E = 206000 N/mm2，屈服强度 fy = 235 N/mm2，抗拉、抗压和抗弯强度设计值 f = 205 N/mm2，抗剪强度设计值 fv = 120 N/mm2。

**2.2设计荷载**

竖向荷载：桥架、风管与水管的自重，以及绝热层和管道内输送介质的重量。

水平荷载：水管的水平荷载按竖向荷载的0.1倍计算，桥架与风管不考虑水平荷载。

**2.3横担抗弯强度计算**

抗弯强度按下式计算:



（2. 3. 1）

式中： 、 ——对主轴x、y的截面塑性发展系数

、——同一截面处绕x轴和绕y轴的弯矩设计值（*N.mm*）

、 ——对x轴和y轴的净截面模量（*mm3*）

 ——钢材的抗弯强度设计值

**2.4横担抗剪强度计算**

抗剪强度按下式计算:

****

（2. 4. 1）

式中： ——抗剪强度（N/mm2）

 ——最大剪力（N）

 ——计算剪应力点以上毛截面对中和轴的面积矩（mm3）

 ——毛截面惯性矩（mm4）

 ——腹板厚度（mm）

 ——钢材的抗剪强度设计值

**2.5横担整体稳定性计算**

整体稳定性按下式计算:



（2. 5. 1）

式中：  ——绕强轴作用的最大弯矩设计值（*N.mm*）

——按受压最大纤维确定的毛截面模量（*mm3*）

 ——横担整体稳定性系数

 ——钢材的抗拉/抗压/抗弯强度设计值

**2.6立柱抗拉、拉弯强度计算**

按拉弯构件计算时，强度按下式计算:



（2. 6. 1）

式中： *Nt*——立柱所受拉力设计值

*An* ——立柱净截面面积

、 ——对主轴x、y的截面塑性发展系数

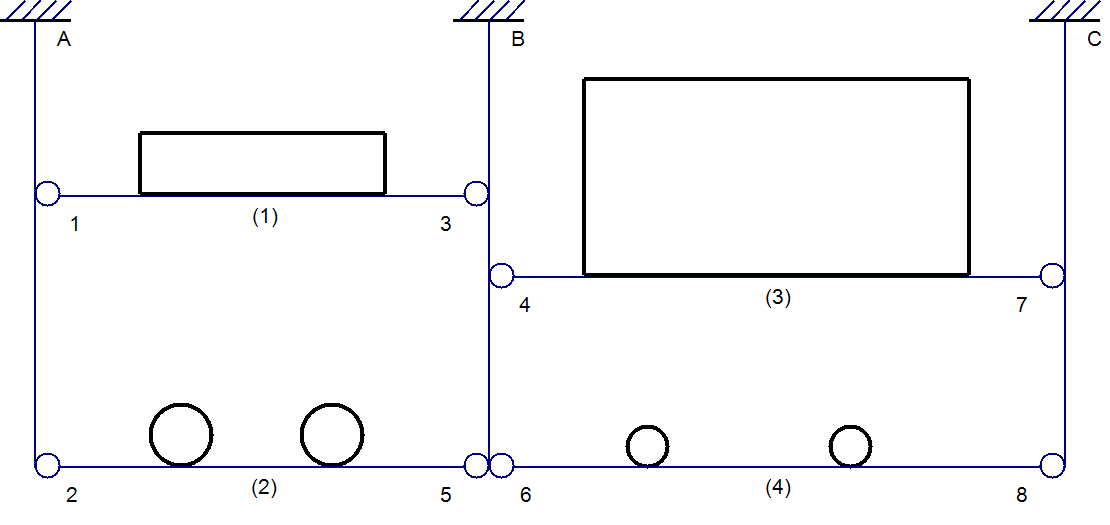
、——同一截面处绕x轴和绕y轴的弯矩设计值（*N.mm*）

、 ——对x轴和y轴的净截面模量（*mm3*）

 ——钢材的抗拉/抗压/抗弯强度设计值

# 三、强度验算

**3.1支架计算模型：**



**3.2荷载：**

支架间距为3米。

400x100强电桥架重量为80kg/m；桥架荷重 = 1.35\*80\*3 = 324kg = 3.24kN；横担承受的均布荷载 = 桥架荷重/桥架宽度 = 3.24/(400/1000) = 8.1kN/m。

630x320风管重量为35kg/m；风管荷重 = 1.35\*35\*3 = 141.8kg = 1.42kN；横担承受的均布荷载 = 风管荷重/风管宽度 = 1.42/(630/1000) = 2.25kN/m。

DN100普通钢管自重重量11.79kg/m，恒载D1 = 11.79\*3 = 35.37kg，进位化整后D = 40kg；

DN100水管管内水重量9.03kg/m，活荷载L1 = 9.03\*3 = 27.09kg，进位化整后L = 30kg。

恒荷载控制的荷载组合值：P1 = 1.35D+1.5\*0.7L = 1.35\*40+1.05\*30 = 85.5kg；

活荷载控制的荷载组合值：P2 = 1.3D+1.5L = 1.3\*40+1.5\*30 = 97kg；

取最不利荷载组合值：P = max(P1，P2) = max(85.5，97) = 97kg；

因此竖向力设计值 = 97kg = 0.97kN。

DN65普通钢管自重加保温重量10.63kg/m，恒载D1 = 10.63\*3 = 31.89kg，进位化整后D = 40kg；

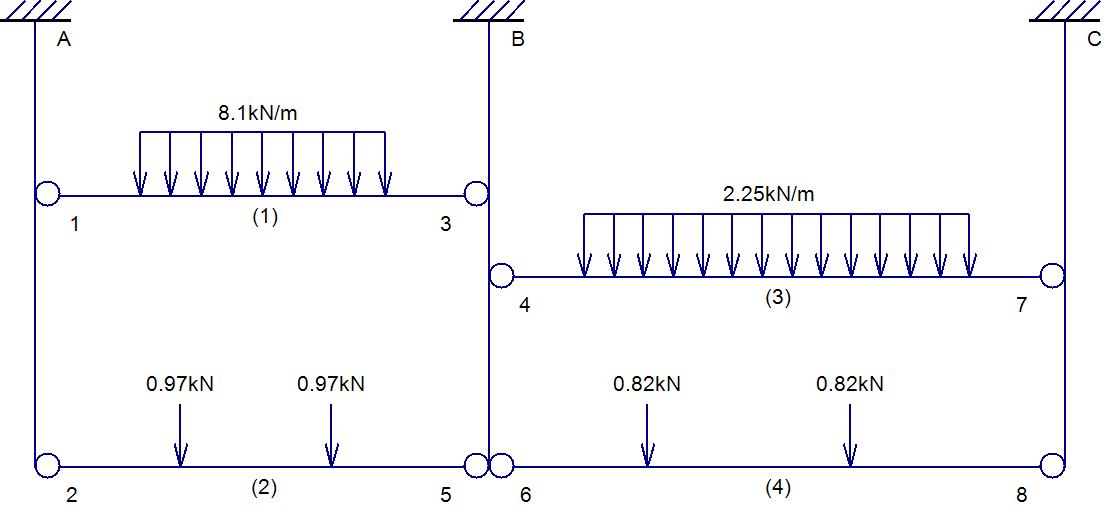
DN65水管管内水重量4.24kg/m，活荷载L1 = 4.24\*3 = 12.72kg，进位化整后L = 20kg。

恒荷载控制的荷载组合值：P1 = 1.35D+1.5\*0.7L = 1.35\*40+1.05\*20 = 75kg；

活荷载控制的荷载组合值：P2 = 1.3D+1.5L = 1.3\*40+1.5\*20 = 82kg；

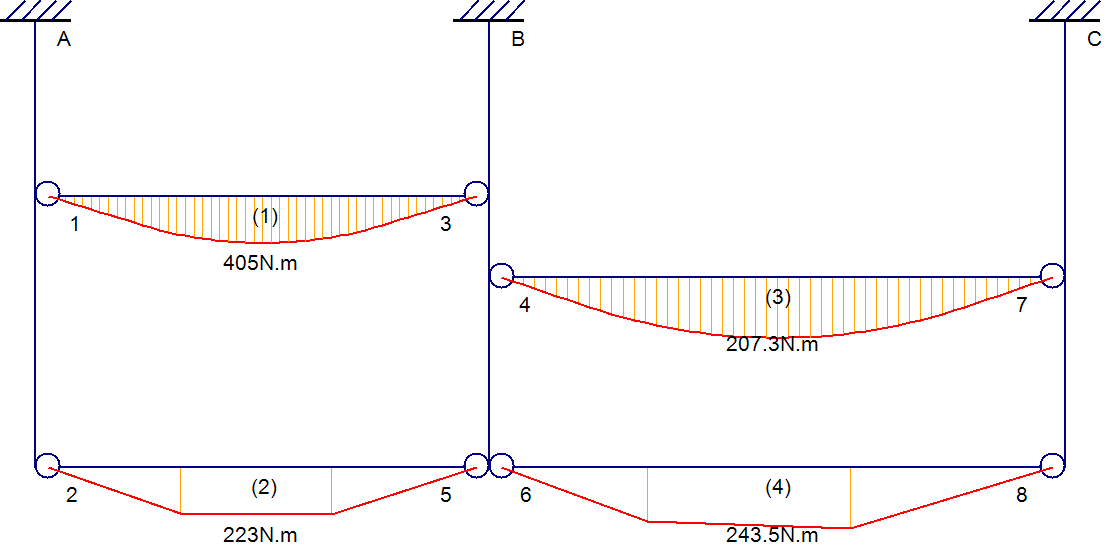
取最不利荷载组合值：P = max(P1，P2) = max(75，82) = 82kg；

因此竖向力设计值 = 82kg = 0.82kN。

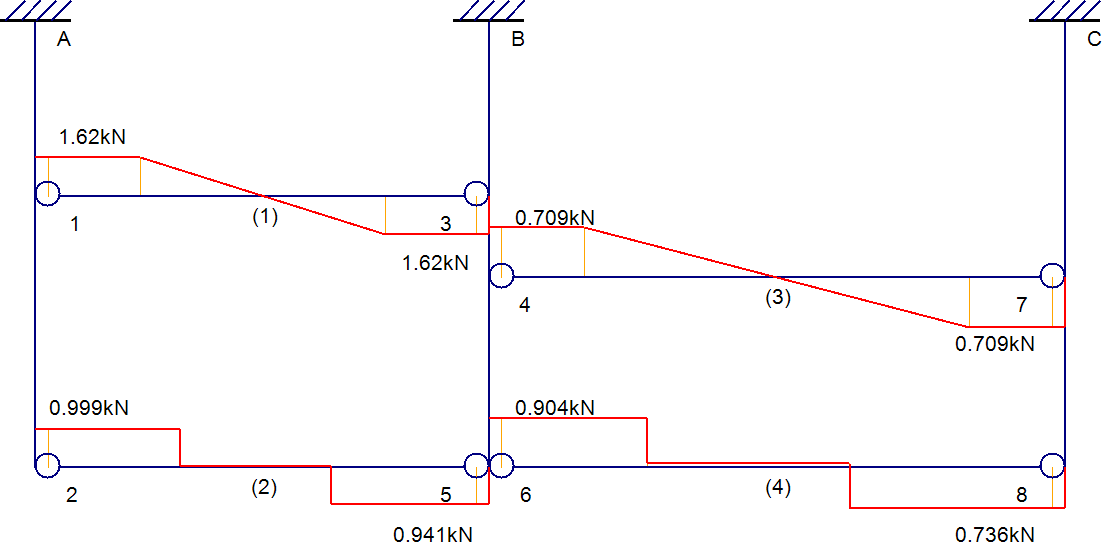


**3.3计算结果：**

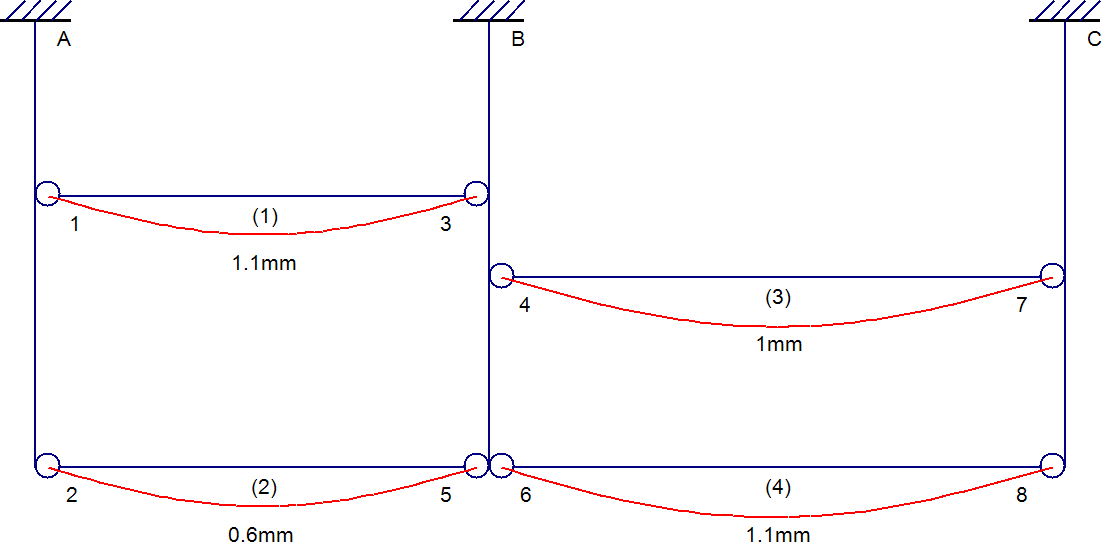
* **弯矩图**



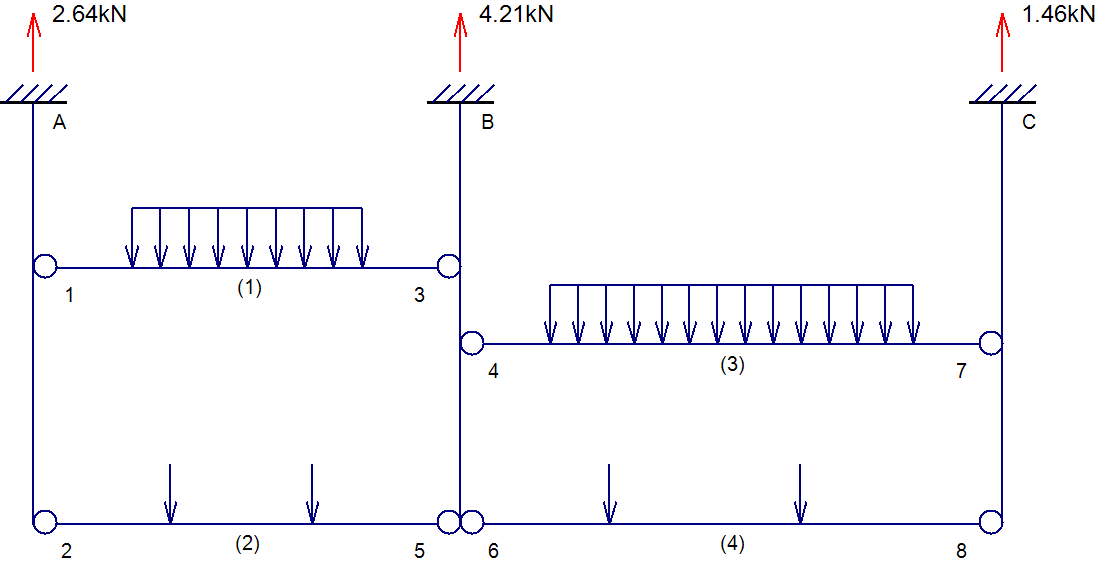
* **剪力图**



* **挠度曲线图**



* **支座反力**



支座A，垂直承载为2.64kN

支座B，垂直承载为4.21kN

支座C，垂直承载为1.46kN

**3.4受力分析：**

**横担验算：**

横担 (1)： C41\*2.0

槽钢参数：截面积A=298.4mm2，惯性矩Ix=6.41cm4，截面模量Wx=2.96cm3，截面模量Wy=3.98cm3，面积矩S=2148mm3

横担承受的最大弯矩为405N.m，最大弯曲正应力σ= 405\*1000/(2.96\*1000) + 0 = 136.8MPa < 抗弯强度设计值205MPa。

抗弯强度满足要求!

横担承受的最大剪力为1.62kN，最大剪应力τ= 1.62\*1000\*2148/(6.41\*10000\*2) = 27.1Mpa < 抗剪强度设计值120Mpa。

抗剪强度满足要求!

最大位移量为1.1mm，容许值 = 横担长度/200 = 3.5mm，最大位移量小于容许值。

满足1/200的挠度要求!

横担整体稳定性系数φb = 0.9，整体稳定应力 = 405\*1000/(0.9\*2.96\*1000) = 152MPa < 抗拉/压/弯强度设计值205MPa。

横担整体稳定性满足要求!

横担 (2)： C41\*2.0

槽钢参数：截面积A=298.4mm2，惯性矩Ix=6.41cm4，截面模量Wx=2.96cm3，截面模量Wy=3.98cm3，面积矩S=2148mm3

横担承受的最大弯矩为223N.m，最大弯曲正应力σ= 223\*1000/(2.96\*1000) + 22.3\*1000/(3.98\*1000) = 80.9MPa < 抗弯强度设计值205MPa。

抗弯强度满足要求!

横担承受的最大剪力为0.999kN，最大剪应力τ= 0.999\*1000\*2148/(6.41\*10000\*2) = 16.7Mpa < 抗剪强度设计值120Mpa。

抗剪强度满足要求!

最大位移量为0.6mm，容许值 = 横担长度/200 = 3.5mm，最大位移量小于容许值。

满足1/200的挠度要求!

横担整体稳定性系数φb = 0.9，整体稳定应力 = 223\*1000/(0.9\*2.96\*1000) = 83.7MPa < 抗拉/压/弯强度设计值205MPa。

横担整体稳定性满足要求!

横担 (3)： C41\*2.0

槽钢参数：截面积A=298.4mm2，惯性矩Ix=6.41cm4，截面模量Wx=2.96cm3，截面模量Wy=3.98cm3，面积矩S=2148mm3

横担承受的最大弯矩为207.3N.m，最大弯曲正应力σ= 207.3\*1000/(2.96\*1000) + 0 = 70MPa < 抗弯强度设计值205MPa。

抗弯强度满足要求!

横担承受的最大剪力为0.709kN，最大剪应力τ= 0.709\*1000\*2148/(6.41\*10000\*2) = 11.9Mpa < 抗剪强度设计值120Mpa。

抗剪强度满足要求!

最大位移量为1mm，容许值 = 横担长度/200 = 4.5mm，最大位移量小于容许值。

满足1/200的挠度要求!

横担整体稳定性系数φb = 0.85，整体稳定应力 = 207.3\*1000/(0.85\*2.96\*1000) = 82.4MPa < 抗拉/压/弯强度设计值205MPa。

横担整体稳定性满足要求!

横担 (4)： C41\*2.0

槽钢参数：截面积A=298.4mm2，惯性矩Ix=6.41cm4，截面模量Wx=2.96cm3，截面模量Wy=3.98cm3，面积矩S=2148mm3

横担承受的最大弯矩为243.5N.m，最大弯曲正应力σ= 243.5\*1000/(2.96\*1000) + 24.3\*1000/(3.98\*1000) = 88.4MPa < 抗弯强度设计值205MPa。

抗弯强度满足要求!

横担承受的最大剪力为0.904kN，最大剪应力τ= 0.904\*1000\*2148/(6.41\*10000\*2) = 15.1Mpa < 抗剪强度设计值120Mpa。

抗剪强度满足要求!

最大位移量为1.1mm，容许值 = 横担长度/200 = 4.5mm，最大位移量小于容许值。

满足1/200的挠度要求!

横担整体稳定性系数φb = 0.85，整体稳定应力 = 243.5\*1000/(0.85\*2.96\*1000) = 96.8MPa < 抗拉/压/弯强度设计值205MPa。

横担整体稳定性满足要求!

**立柱验算**

抗拉抗弯强度验算:

立柱A承受的拉力荷载为2.64kN;

立柱B承受的拉力荷载为4.21kN;

立柱C承受的拉力荷载为1.46kN;

故：立柱承受的最大拉力为4.21kN

按照本计算书2.6.1式，立柱的最大应力 = 4.21 \* 1000 / 298.4 + 0 = 14.1Mpa < 抗拉抗弯强度设计值205MPa

立柱满足抗拉弯要求!

长细比验算:

立柱槽钢回转半径iy = 17.0mm，允许长细比不超过350

实际长细比 = 立柱长度 / 回转半径 = 820 / 17.0 = 48.2 < 350

立柱长细比满足要求!

**立柱底座验算**

底座承受的最大荷载为4.21kN < 承载力设计值12kN

满足强度要求!

**锚栓验算**

单根锚栓的最大受力 = 4.21kN / 2 = 2.105kN < 承载力设计值17kN

满足强度要求!

**角连接件验算**

角连接件承受的最大荷载为1.62kN < 承载力设计值7kN

满足强度要求!

**综上所述：支吊架满足受力要求!**