

直接焊接钢管结构 X 形节点支管轴心承载力分析

本文运用参数分析方法，通过改变直接焊接钢管结构 X 形节点钢管的壁厚与管径，研究支管轴心承载力的变化趋势。其中，主管与支管选取同样规格钢管进行分析。节点分析模型见下图所示：

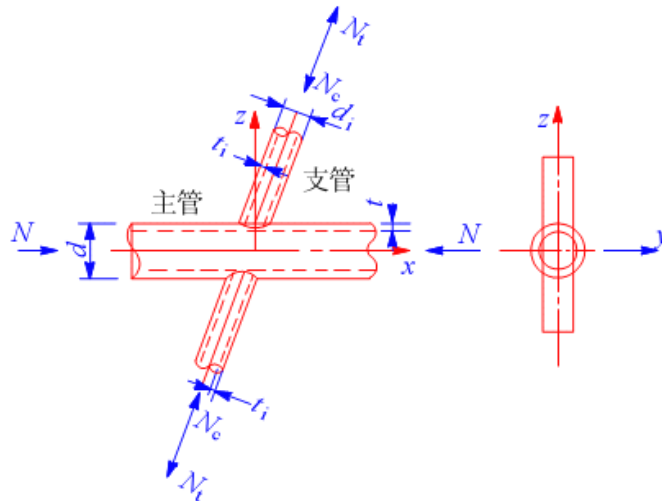


图 1 X 形节点

上图中主管和支管均为圆管的直接焊接节点承载力应按下列规定计算，其适用范围为： $0.2 \leq \beta \leq 1.0$ ； $d_i/t_i \leq 60$ ； $d/t \leq 100$ ， $\theta \geq 30^\circ$ (β 为支管外径与主管外径之比； d_i 、 t_i 为支管的外径和壁厚； d 、 t 为主管的外径和壁厚； θ 为支管轴线与主管轴线之夹角)。

X形节点受压支管承载力设计值 N_{cx}^{pj} 应按公式计算：

$$N_{cx}^{pj} = \frac{5.45}{(1 - 0.81\beta)\sin\theta} \psi_n t^2 f$$

式中： θ ——受压支管轴线与主管轴线之夹角

ψ_n ——参数， $\psi_n = 1 - 0.3 \frac{\sigma}{f_y} - 0.3 \left(\frac{\sigma}{f_y}\right)^2$ ，当节点两侧或一侧主管受拉时，取 $\psi_n = 1$

σ ——节点两侧主管轴心压应力的较小绝对值；

f ——主管钢材的抗拉，抗压和抗弯强度设计值；

f_y ——主管钢材的屈服强度。

受拉支管在管节点处的承载力设计值 N_{tx}^{pj} 应按公式计算： $N_{tx}^{pj} = 0.78 \left(\frac{d}{t}\right)^{0.2} N_{cx}^{pj}$ 。

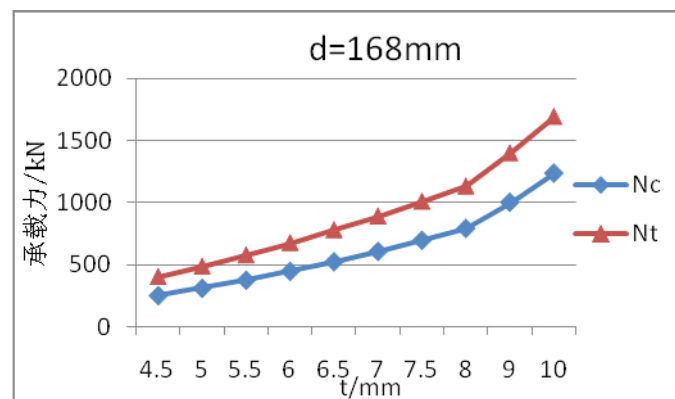
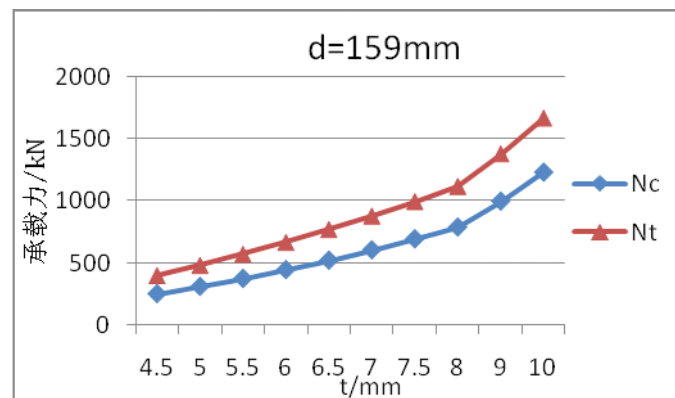
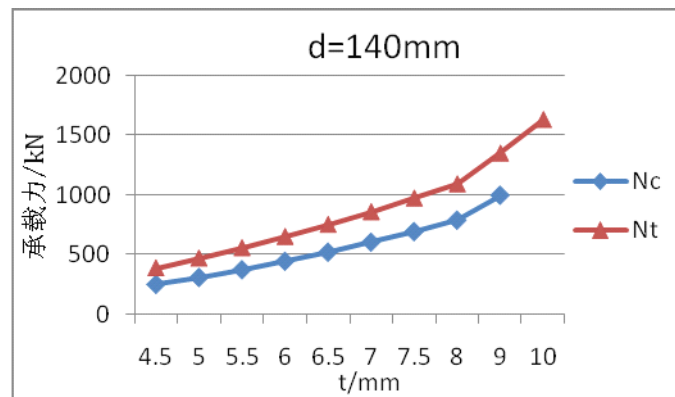
本文取支管与主管间的夹角 $\theta = 30^\circ$ ， $\psi_n = 1.0$ ， $\beta = 1.0$ ，钢材强度等级为 Q235， $f = 215 \text{ N/mm}^2$ ，无缝钢管的选取规格见下表所示：

表 1 无缝钢管规格

$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$
194	5.00	180	5.00	168	4.50	159	4.50	140	4.50
	5.50		5.50		5.00		5.00		5.00
	6.00		6.00		5.50		5.50		5.50
	6.50		6.50		6.00		6.00		6.00

$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$t(\text{mm})$
	7.00		7.00		6.50		6.50		6.50
	7.50		7.50		7.00		7.00		7.00
	8.00		8.00		7.50		7.50		7.50
	9.00		9.00		8.00		8.00		8.00
	10.00		10.00		9.00		9.00		9.00
	12.00		12.00		10.00		10.00		10.00

首先，固定主管与支管的外径，计算不同主管壁厚情况下节点处支管轴心承载力的变化趋势，其结果见下图所示：



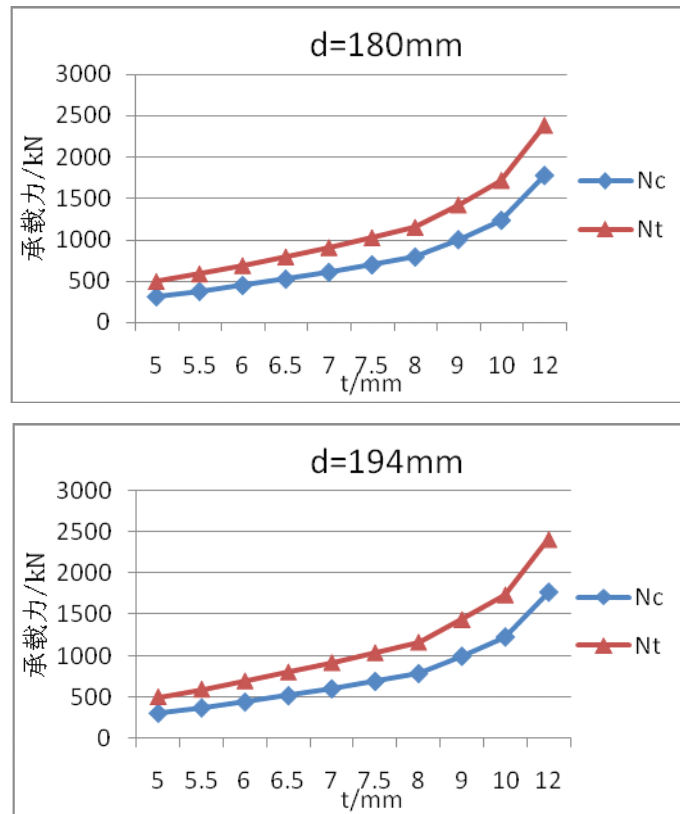
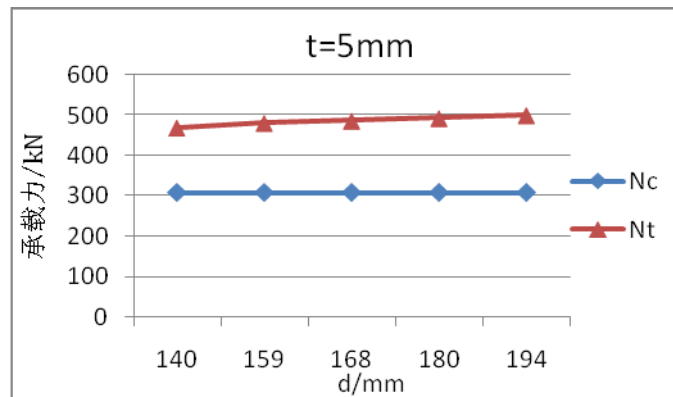


图 2 固定管径时承载力变化趋势图

由上图可以看出，在相同管径条件下，随着主管壁厚的增加，节点处支管轴心承载力加大。

同时固定主管与支管的壁厚，计算在不同管径情况下节点处支管轴心承载力的变化趋势，其结果见下图所示：



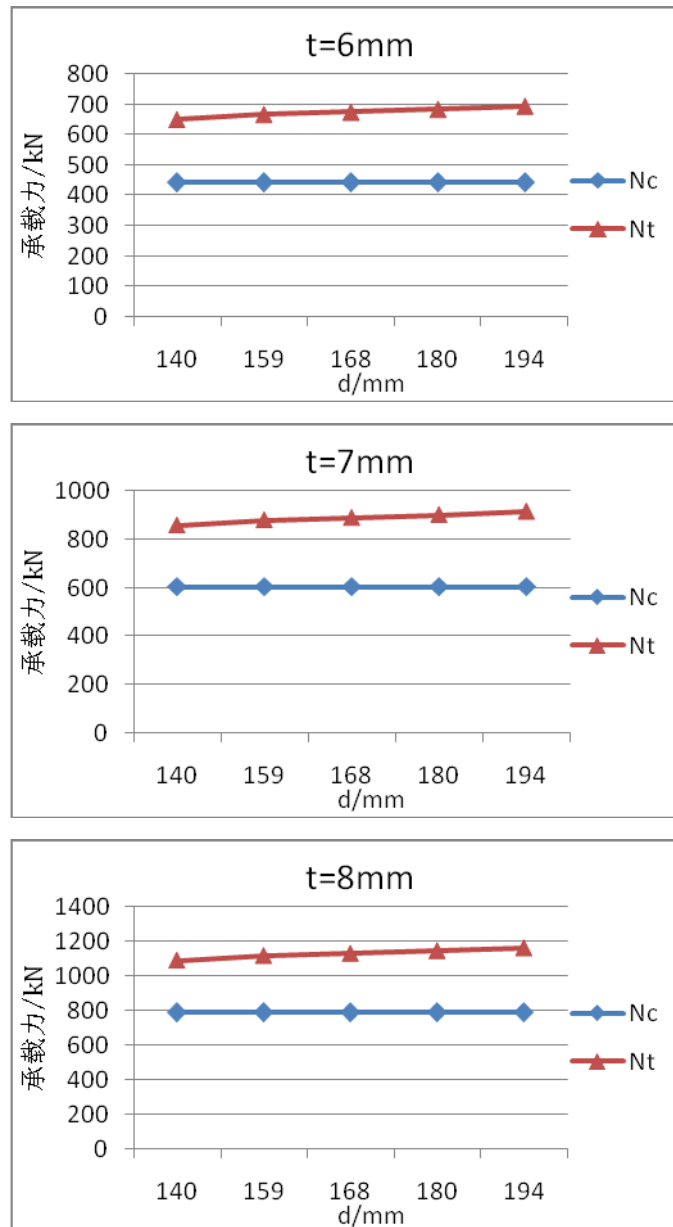


图3 固定壁厚时承载力变化趋势图

由上图可以看出，在相同主管壁厚情况下，随着管径的增加，节点处受压支杆的承载力没有变化；受拉支杆的承载力略有增加，但不明显，可以忽略不计。

通过上述分析可知，对于x形节点而言，主管与支管首先应根据结构受力情况，满足其自身的承载力要求；同时在节点处，支管的承载力需要满足与节点等强的要求。因此，在节点处，轴心受力支管的承载力主要受主管壁厚的影响，主管管径的影响可以忽略不计。