

网架及网壳结构的特点分析

产品名称	网架及网壳结构的特点分析
公司名称	徐州先禾钢结构网架工程有限公司
价格	3000.00/吨
规格参数	品牌:先禾 型号:Q235
公司地址	江苏徐州
联系电话	0516-85887982 18652208298

产品详情

网架及网壳结构的特点分析，首先要了解各自的含义，徐州是网架加工的集散地，也是网架技术不断延伸的发源地，综合多年的经验来讲，正缺人认识网架和网壳的区别是更好做好网架结构的前提。

摘要：空间结构以前轻巧的外形及合理的受力受到了广泛运用，本文对两种主要的空间结构——网架结构与网壳结构作了一些简单的比较，通过对组成、内力、动力下的特点等方面的比较，加深对网架与网壳结构的认识，希望对网架与网壳的研究、分析与设计有所帮助。

目前，大跨空间结构发展迅速，空间结构以其优美的建筑外形和良好的受力性能被广泛运用于工程实践中。网架与网壳是空间结构的主要形式，他们有许多类似的地方，同时又有各自的特点。(前言)

1.网架与网壳的定义

网格结构是由很多杆件通过节点，按照规律的几何图形组成的空间结构。网格结构中，双层或多层平板形网格结构称为网架结构，而曲面形网格称为网壳结构。网架与网壳结构都属于空间网格结构范畴，结构形式较为新颖，杆件的布置形式都具有很强的规律性。

2.网架与网壳结构的组成与连接

网架结构形似一块大板，一般分为平行桁架系网架、四角锥体系网架、三角锥体系网架、混合型三层网架等；网壳结构为空间曲面形式，分为单层和双层网壳两种，单层网壳结构依靠单层杆件找形，双层网壳依靠上弦杆件找形，腹杆和下弦杆可按相应的平面桁架体系、四角锥体系或三角锥体系。

根据其组成可以判断，网架结构及双层网壳结构的节点允许采用铰接或刚接形式，而单层网壳结构中，

杆件之间的节点只允许采用刚接，否则将使单层网壳形成机构。

空间铰接杆系的一个节点有三个自由度，在网架为几何不变的前提下，可用下式判断整个结构的超静定次数。

$$W=3J-B-S$$

(1)

J——网架的节点数

B——网架的杆件数

S——支座约束数

假设某双层正交正放网架上弦的网格数为 $N \times N$ ，下弦网格数为 $(N-1) \times (N-1)$ ，则节点数为 $2N^2+2N+1$ ，网架杆件数为 $8N^2$ ， $W=-2N^2+6N+3-S$ 。对于大跨结构，一般情况下 N 较大，设 $N=10$ ，且上弦点支承，约束数为 $S=4N$ ，则 $W=-177$ 。超静定次数为177。可见，网架和双层铰节点网壳结构的冗余度较大，具有较高的安全储备。

3.网架与网壳的内力

网架结构与网壳结构均为一种空间杆系结构，具有三维受力特点，能承受各方向的作用，空间整体性比较好。网架结构杆件及铰接二层网壳的杆件均为二力杆；单层网壳结构的杆件需做成刚接，能够传递弯矩。平板网架对支座无水平推力或是拉力，而网壳一般不同，网壳需要较大的边缘构件来约束它。网架与网壳结构受温度作用产生的应力对支座约束类型比较敏感，约束数越多、越强，温度应力就越大。在竖向荷载作用下，网架的上下弦杆在跨中内力较大，支座处的弦杆内力相对小些，支座处的腹杆内力较大，跨中腹杆内力较小，网架结构可以采用简化计算公式估算内力，而网壳结构由于曲面形式多样，内力分布与曲面形状相关，没有统一的近似计算公式。

4.网架与网壳的内力分析方法

网架结构和双层铰接网壳计算一般采用空间桁架位移法，假定节点为铰接、杆件只承受轴力，服从小变形及线弹性理论，且网架只承受节点荷载；而对于刚接的网壳结构，宜采用空间刚架位移法，假定梁单元为等截面双轴对称直杆、变形后梁截面仍为平面，同时服从小变形及线弹性理论。

在空间桁架位移法计算过程中，网架结构与网壳结构的单刚矩阵的建立有所区别。网架结构中，单刚矩阵没有考虑杆件伸的影响，杆长取为原长，局部坐标系下直接建立单刚矩阵：

(2)

再转换到整体坐标系下的单刚矩阵。网壳结构一般考虑网壳变形对网壳内力的影响，网壳的平衡方程建立在变形后的位置上。所以，网壳结构的单元切线刚度矩阵建立在整体坐标系下：

(3)

——单元切线刚度矩阵

——单元线弹性刚度矩阵

——单元几何刚度矩阵

——单元的初位移矩阵

然后，建立整体坐标下的总刚矩阵，根据外荷载、边界条件求解方程组，得到位移，再计算杆件内力。

5.网架与网壳的地震动特性

网架结构和网壳结构的频谱非常密集。网架与网壳结构的第一周期随短向跨度的增大而增大。网架结构的刚度受网架高度影响较大，相应地，网壳结构的刚度受网壳的厚度影响较大。网架结构在进行抗震计算时，若不带入下部结构，得到的对应较长周期的振型一般都是竖向振型。带入下部结构计算后，若柱子抗侧刚度较小，一般首先出现水平振型。而网壳结构的振型与矢跨比有关，矢跨比越小，第一振型越容易出现竖向振型，在工程运用中，矢跨比一般都较大，以水平振型为主。对于一般网架结构，第一振型对应的圆频率近似公式采用瑞雷法：

(4)

——网架基频，Hz

——重力加速度

——第一振型*i*节点对应重力荷载代表值，KN

——第一振型*i*节点对应位移,m

对于常用的双层圆柱面网壳，基频可按下式估算：

(5)

——圆柱面网壳基频，Hz

——圆柱面网壳矢高，m

——圆柱面网壳波宽，m

——圆柱面网壳厚度，m

——圆柱面网壳长度，m

从公式反映出，网架结构的基频直接受自重、荷载，间接受网架刚度的影响；而双层柱面壳基频计算公式只与网壳的几何参数相关。

6.网架与网壳的稳定性比较

网架结构的稳定问题不是特别明显，有相当一部分网架的破坏由支座的破坏导致，而网壳结构的稳定需要特别关注，工程中的网壳破坏，特别是单层网壳，主要是由壳体的局部失稳开始。对于单层网壳结构

在荷载作用下容易出现局部稳定问题，而且其稳定受到初始缺陷、非线性、曲面形状、网壳密度与厚度、结构与节点刚度、荷载分布边界条件等因素的影响，较为复杂。

7.网架与网壳的构造

网架与网壳结构的构造设计主要对杆件截面、长细比，一般节点的形式和支座节点的设计提出了要求。节点应该形式简单，传力可靠。在网架与网壳的计算中，引入了许多假定，构造设计中应该尽量满足这些假定。例如对于铰接节点，网架与网壳的杆件不能太短，杆件越短，对假定的偏离就越大；也不能太长，长细比过大，杆件就容易失稳。对于刚接节点，

8.总结

网架结构与网壳结构都属于空间网格结构，其理论水平已近成熟，近年来发展迅速。它们有很多相似的地方，但又由于形态与组成上的差别，使得其在受力特性、内力分析方法、地震动特性等方面出现了一些差异。在进行分析时，应根据具体情况进行分析，考虑主要因素的影响，忽略次要因素，在满足精度的要求下使分析尽量简化。