

网架结构施工工艺的相关研究

蔡新平

新疆兵团城建集团有限公司

[摘要]本文在分析网架结构对工业厂房适应性的基础上,概述了网架结构在工业建筑中的应用和发展情况,对网架结构设计中的若干问题进行了分析和讨论;同时,对进一步提高网架结构设计和施工质量进行了分析,并提出了相应建议。

[关键词]网架结构;工业建筑设计;施工

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2021.11.569

引言

网架结构具有重量轻、刚度大、工期短、造价低、抗震性能好等优点,是当前空间结构中应用范围广、覆盖面积大、发展速度快的一种结构形式。随着理论研究工作的深入及工程实际应用的增多,网架结构在设计、制作和安装等方面都已比较成熟。现在,网架结构不仅普遍应用于各类跨度的体育馆、展览馆、剧院、食堂、餐厅等公共建筑,而且在机械、汽车、航空、化工、冶金、煤炭、电力、轻工、纺织、建材等许多行业的厂房建筑中得到了较多的应用。厂房建筑一般都有明确的功能要求。网架结构具有较强的跨越能力,可以适应厂房对结构跨度和柱网布置的不同要求;结构形式的多样化可以适应工艺对空间体量的不同要求;较小的网格尺寸和有规则布置的节点,可为灵活地设置悬挂吊车提供方便;网架上、下弦间还可为各种管道穿行提供空间。随着设计技术的提高和新型防腐、防火涂料的出现,更为网架结构在一些高温、高湿车间的使用创造了条件。这些充分表明网架结构对于各类工业厂房都具有较强的适应能力。同时,网架结构的节点和杆件可在专业工厂加工,制作质量可得到保证,建设工期可以加快。另外,GRC预应力复合板、隔热夹芯板等新型屋面板材的出现,为减轻屋面荷载提供了可能。对网架形体、优化、极限承载力及其破坏机理等一批具有理论意义和实际应用价值课题研究工作的深入,为网架结构的合理设计提供了理论依据。加之计算技术的提高,大量质量较高的电算程序的出现,为网架结构分析、设计和制作提供了方便。这些都为网架结构的广泛使用创造了条件。这些年来,网架结构已从应用于几百、几千平方米的单跨、多跨工业厂房发展到覆盖数万平方米的大柱网、大面积工业厂房;从应用于屋盖系统发展到应用于墙架、楼层及栈桥、塔架等构筑物。

一、网架结构的选型

在工业厂房中,网架结构的选型常与厂房的荷载、支承条件、平面形状及功能要求密切相关;同时,也应考虑到各种网架的构成和受力特点。如两间正放类网架的节间具有较大的规则空间,便于管道穿行;正放四角锥网架具有较大的空间刚度,有利于悬挂吊车的设置。对于轻型屋面,可在正放四角锥网架的基础上适当抽去一些杆件,而采用正放抽空四角锥网架;对于狭长平面,还可进一步将一些长向弦杆抽去,而采用折板型网架。一般对周边支承平面接近于正方形的网架,以斜放四角锥、棋盘形四角锥用钢量最省;对长宽比为2:1的矩形平面,以采用正放四角锥网架为宜。对于点支网架则以采用正放类网架为宜。对于大面积工业厂房,一般都采用正放四角锥网架。主要由于它的刚度较大,用钢量较少根据资料分析,对于12mX12m、15mX15m、18mX18m、21mX21m和24mX24m等i种常用柱网,正放四角锥网架的最优高度分别为1.6m、1.8m、2.0m、2.2m和2.4m。当厂房跨度较大时,采用由双层网架有机组合而成的三层网架或局部三层网架可以取得较好的技术经济效果。主要因为它比双层网架受力均匀,杆长较短,内力峰值明显下降。如某石化总厂干煤库(网架覆盖面积为76mX72m),采用正放四角锥、螺栓球节点三层网架,与双层网架相比,杆件最大内力下降27%,用钢量降低16%。三层网架一般以支承于中弦层为宜。网架形式以斜放类网架组成的三层网架为佳。

二、网架结构施工工艺的基本应用要点

(一)降低网架杆件内力峰值的措施

在螺栓球节点网架中,高强螺栓是节点传力的关键部件。由于材质和加工工艺的限制,高强螺栓材料硬度的不均匀性常随螺栓直径的增大而增加。因此,目前以选用M56以下的高强螺栓为宜。在有些工程设计过程中,常遇到由于荷载、跨度较大,使跨中部位的部分杆件内力超过M56高强螺栓的最大设计承载力,此时不宜一味增大高强螺栓直径,而应设法采取措施降低这些杆件内力。对其处理的途径主要有:(1)增加网架高度,但可能现场对建筑物高度有所限制而不允许。(2)增添适当杆件,如在内力较大的网格内增设一些辅助杆件,但有时可能还不能使杆件内力降至要求的范围。(3)将螺栓节点与焊接空心球节点混合使用,即将内力较大的杆端改用焊接空心球节点,使它们由螺栓传力改为焊缝传力两种节点刚度虽有差异,但其变形仍是相近的。一些工程使用的实践表明,这种方法也(4)采用三层网架或局部三层网架是降低杆件内力峰值的一项有效措施。国内已有不少工程设计原考虑采用双层网架方案,后因杆件内力太大而改用局部三层网架或三层网架,取得了较好的效果。(5)采用预应力网架,即在双层网架的基础上设置适当的钢索,通过对钢索的张拉而使原结构建立预应力。这种方案可使网架内力峰值明显下降,杆件内力分布均匀,刚度增大。

(二)重视网架结构设计、施工的技术质量

网架结构的应用范围正在逐步扩大,网架结构的设计、施工技术也已比较成熟。但是,对每一项网架工程的设计和施工质量仍应给以充分重视。(1)在螺栓球节点网架的设计中宜尽量避免采用大直径高强螺栓。主要由于目前高强螺栓所采用的40Cr或40B钢,在大直径时的淬透性差,芯部硬度较低,一般都达不到10.9S强度等级。同时,生产高强螺栓的工厂往往不具备进行大吨位实物试验的条件,而目前还没有适用于大直径高强螺栓试样的标准检验方法。因此,首先宜从设计上采取有效措施降低网架杆件的内力峰值。(2)重要工程的设计选型应做多方案分析比较。特别是对于新的网架形式要防止出现结构的局部几何可变。具体设计时也应有适当的安全储备。(3)推行CO₂气体保护焊。在各类网架的生产过程中均具有焊接工艺,目前一般采用的普通手工电弧焊,很难避免焊接质量的不稳定问题。CO₂气体保护焊的焊缝成型好,焊接质量高,焊缝变形小。它的焊接用时仅为手工焊的16%,耗电量仅为手工焊的1/3左右。是一种工效高,成本低,值得推广应用的方法。国内在网架工程中使用效果良好。

(三)整体顶升技术

施工人员进行网架结构施工时,可以使用整体顶升技术进行网架安装,整体顶升技术主要应用在支撑点较少的网架结构当中,因为在顶升的过程中需要一定的起重能力,所以为了减少建筑企业垂直运输工作量,施工人员会在地面上先将网架结构搭建完成,然后把屋面结构安装在网架结构上面,随后使用千斤顶进行安装,施工人员应当将网架结构的各个柱块进行连接,建立网架支撑柱。使用这种施工工艺的方法需要的设备较少且容易获得,但是因其支撑节点较少,所以施工人员要使用截面较大的支撑柱才能符合工程的需求,因此,施工人员在使用整体顶升技术进行施工时,要使用永久性的支撑柱进行顶升,或者使用原支

点在附近设立临时的顶升装置。顶升过程中各个设备的速度、进度以及效率要保持一致，避免安装过程中出现差错。

(四) 温度缝和防腐处理

网架结构为高次超静定结构，对温度变化的敏感性强。因此，对覆盖面积较大、延伸较长或在高温车间中使用的网架，首先应从构造上采取有效措施，以释放温度应力。构造措施之一是根据有关规范要求设置相应的温度变形缝。变形缝的设置可采用双柱插入距法或网架悬挑法。构造措施之二是选择合适的约束刚度，改善支座约束条件。板式橡胶支座是一种可使实际构造与计算假定比较相符的节点形式。它是在支座底板与支座顶板间加设一块由橡胶片与薄钢板组合成的橡胶垫板，这种橡胶垫板可使支座节点在不产生过大竖向压缩变形的情况下获得足够的承载力。同时，它具有良好的弹性，既能适应支座节点转动要求，又能适应支座节点由于温度变化、地震作用所产生的水平变位。因此，可以在尽量减少温度应力影响的橡胶支座是释放温度应力的一项有效措施。目前在网架工程中应用较多。对于高温车间不均匀温度场的处理以及网架结构在高温车间的应用，在广东石岐玻璃厂主车间(33mX 133m)的设计中进行了大量工作，也积累了许多经验。防腐处理是涉及到网架结构在有侵蚀介质的厂房中能否应用的一个主要问题。

结束语：综上所述，网架结构施工工艺在现代工程建设中发挥着重要作用，优化网架结构施工工艺，必须重视参照《钢结构设计规范》和《建筑抗震设计规范》做好网架结构保护配置；全面控制网架结构的应力，发挥焊接球网架在强度、硬度与结

构方面的优势，用高强度螺栓连接网架之间的节点，优化螺栓球网架的提升点及其杆件；提升网架结构的悬吊拼装质量，细化提升网架结构的每一部过程，分析不同网架结构的具体状况，测算网架结构的提升设备，做好地面网架拼装，避免出现网架下滑现象，保持网架与支座的安装固定，控制网架的提升过程，适当进行微调。

参考文献：

- [1]郭建营, 完海鹰. 网架结构新型空心螺栓球节点的构造研究及施工工艺分析[J]. 合肥工业大学学报, 2013 (05)
- [2]王宏宇. 基于工程实例浅谈高层建筑短肢剪力墙结构施工工艺[J]. 江西建材, 2016 (11)
- [3]王伯成. 大跨度网架结构分段吊装技术的研究与应用[D]. 重庆大学, 2014 (18)
- [4]冯友强. 建筑工程混凝土结构施工中的模板工艺分析[J]. 江西建材, 2016 (09)
- [5]郭汝刚. 建筑工程中网架结构施工工艺探讨[J/OL]. 河南建材, 2018, (06): 55 - 56.
- [6]吴松. 建筑工程中网架结构施工工艺分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017, (21): 156 - 157.

作者简介：蔡新平, 出生于1978年1月6日, 男, 汉族, 江苏泰兴, 新疆兵团城建集团有限公司, 副高, 本科, 研究方向: 关于钢结构制作安装方面、网架吊装方面。

(上接第1129页)

高供水系统设计人员的思想意识，针对供水系统评级标准的加快制定，那么废水与净水混用的现状将不会出现质的改变以及量的飞跃。

三、建筑给排水系统的节能减排设计的有效措施

(一) 应用节能技术及节能材料

给排水系统功能的完好是建筑实现建筑功能的最低需求，也是保障群众生产生活的最低的保障，节能技术的利用将会实现节能减排目标的实现。例如在超压出流问题解决时，由于居民用水具有明显的高峰低谷情况，但是给排水系统中的水源供应是以供给为主，时刻保持一定压力，以保证高楼层随时取用水源，由于用水存在高低峰，所以在上午和下午可利用给排水系统中的控压阀进行对压力的管控，改变压强以及单位时间的流速，减少单位时间内水的流量，在用水高峰期可进行压力放大，满足整栋楼用水需求。而建筑的给排水系统一定需要各种管道作为水源流动的重要媒介，在管道选取时应完全避免钢管和铁管，与新型PVC管道相比，钢管和铁管的抗腐蚀性能较差，同时重量较重，给连接处增加很多负担，同时通过水流动的侵袭，管道内壁也会出现很多杂质，对水的纯洁程度造成影响，PVC作为一款节能材料如今已经走进了千家万户，中国也已完全实现了钢管改PVC管的伟大工程，这再一次证明PVC管道的耐用性和轻便性，不但节约了必要的能源消耗，同时也节约了成本，由于城市给排水系统数量多，材料方面的小的进步是整个行业的大进步，在选材时也要充分考虑地区的水源供给温度和湿度，选用耐受气候条件的高新技术材料往往会达到事半功半的效果。

(二) 科学利用雨水

雨水是大自然对人类的馈赠，在对建筑给排水系统设计时，应注重对雨水的有效利用，设计出高效的集水系统，埋设雨水蓄水池，雨水蓄水池可根据客户的需求量身定制是否带有净化系统，雨水经过化学净化和物理吸附的净化过程可达到洗菜标准，而未经净化的雨水则可直接进行冲刷处理，实现雨水的多元化利用。在一些经常发生洪涝灾害的地区，雨水管道也可通过柔

性连接机构与城市排水管道连接，引导城市管道不能自我消化、自我排放的多余雨水进行储存，减少城市发生洪灾的概率，保证水的循环利用。

(三) 注重污染排水管道的埋设

在建筑给排水系统设计中也需注重污染治理，保证水的正常流通。由于建筑中的给排水系统管道错综复杂而又彼此相连，生活中的残余废水和生活用水会混合排放，不同废水中的酸碱值不同，混合排放会加大形成沉积岩，造成管道的堵塞和腐蚀，降低居民用水的便捷性。在给排水系统时，选用分管道处理的方式对污水进行处理往往是最佳方法，避免不同种污水混合排放，提高了污水流动速率，减少污水对管道的伤害。一些设计人员也会在管道连接处进行可活动开关的设计，为居民对管道清洗提供方法借鉴，居民可选择性用透明管道进行管道替换，便于观测污染物的流通情况。

四、总结

综上所述，给排水系统的节能减排设计是促进建筑达成社会友好型，资源利用行型功能居住场所的有效方案，与国家的可持续发展及节能减排的任务密切相关，我国对给排水系统的节能减排设计起步较晚，还有很多需要改进和完善的地方，给排水系统设计人员要提高节能减排意识，在设计时，应注重对节能材料的选用，合理布局污水排水管道，重视对雨水的收集和综合利用，为建筑功能的多元化发展提供更加高效的水资源利用方案，为推动社会发展和城市进步贡献力量。

参考文献：

- [1]杨顺鹏. 建筑给排水设计中节能节水措施的应用分析[J]. 砖瓦, 2021(08): 113-114.
- [2]高翠英. 探讨节能减排下的建筑给排水设计节水策略[J]. 四川水泥, 2021(08): 89-90.
- [3]许立江. 城市建筑给排水中节能环保理念及设计思路构建[J]. 中国住宅设施, 2020(12): 38-39.