

# 工业建筑结构设计需注意的问题分析

刘 祥\*

哈尔滨天源石化工程设计有限责任公司武汉分公司, 湖北 430000

**摘要:** 工业建筑设计的合理性对工程的总造价, 施工周期等有重要影响, 而结构设计是工业建筑设计中的重要组成部分, 结构设计需要充分满足建筑功能, 安全可靠, 经济实用, 绿色环保的要求, 这些要求中, 建筑功能和安全可靠是最重要的。本文主要分析和探讨工业建筑结构中需要特别注意的问题, 旨在能够为设计人员提供参考意见和建议。

**关键词:** 工业建筑结构设计; 需注意的问题; 分析

## Analysis of the Problems in the Structural Design of Industrial Buildings

Xiang Liu\*

Wuhan Branch of Harbin Tianyuan Petrochemical Engineering Design Co., Ltd., Hubei 430000

**Abstract:** The rationality of industrial building design has an important influence on the total cost and construction period of the project, and the structural design is an important part of the industrial architectural design. Structural design needs to fully meet the requirements of building function, safety, reliability, economy, practicality and environmental protection. Among these requirements, building function and safety and reliability are the most important. This paper mainly analyzes and discusses the problems that need special attention in the structural design of industrial buildings, in order to provide reference and design ideas for designers.

**Keywords:** Structural design of industrial buildings; Problems needing attention; Analysis

### 一、前言

随着我国工业化水平的提高, 工业建筑的跨度和高度都实现了较大的发展, 在承载能力极限状态下计算、验算的问题逐渐凸显, 工业建筑结构设计工作, 应保证结构设计的合理性, 满足结构的抗震性能, 使构件的承载能力能够符合设计标准<sup>[1]</sup>。下面笔者依据自己的设计经验从工业建筑结构中较重要的两个方面: 地基基础和结构体系, 对设计中需注意的问题进行阐述。

### 二、地基基础

基础的造价要占整个建筑物造价的15%~30%。基础的深度、地质情况的好坏往往决定基础的类型, 同时影响基础的造价<sup>[2]</sup>。在设计地基的过程中需要根据地质情况和不同地域的实际情况, 选择合适、经济的基础形式。基础形式首选天然地基, 比如独立基础、柱下条基、筏板基础等。当地基承载力较好时优先选择独立基础, 若承载力不足时则可采用柱下条基或筏板基础, 以减小基底反力, 其中需要注意的是柱下条基基础梁的高度一般取柱距的1/4~1/8, 条形基础的端部外伸长度宜为第一跨距的0.25倍<sup>[3]</sup>。

人工填土的处理, 人工填土的自身固结沉降时间约为10年, 因此未经压实的人工填土不能作为建筑物持力层。当利用压实填土作为基础持力层时, 在平整场地前设计单位应根据结构类型、填料性能和现场条件等对准备压实的填土提出质量要求, 如分层夯实、压实系数、设计要求达到的承载力特征值等等。压实填土的地基承载力应通过原位的静载试验来确定, 同时可辅助以其他原位测试方法, 如动力触探、静力触探等<sup>[4]</sup>。

\*通讯作者: 刘祥, 1985年3月, 男, 汉族, 湖北鄂州人, 就职于哈尔滨天源石化工程设计有限责任公司武汉分公司, 中级工程师, 硕士研究生。研究方向: 结构工程。

天然地基的地质情况不能满足设计要求时,则需采取地基处理措施,比如换填法、强夯置换法、深层搅拌法、高压喷射注浆法、强夯法、水泥粉煤灰碎石桩等等。采用换填法时,一般来说换填厚度超过3米就不太经济了,因此,换填厚度宜控制在3米以内;深层搅拌法中的水泥土搅拌桩是很常用的一种地基处理方式,多用于对承载力要求不太高的建构筑物,搅拌桩复合地基承载力特征值不宜大于180 KPa,桩径500 mm的搅拌桩单桩承载力特征值不宜大于120 KN,这是因为搅拌桩单桩承载力一般是由其桩身自身强度控制,搅拌桩桩身试块的立方体抗压强度平均值无法达到较高,因此限值了单桩承载力,进而限值了复合地基承载力。另外,需要注意的是:不同的地基处理方法,基础下要求处理的范围是不同的,有的只需在基础范围内处理,有的则需要往四周扩出一定范围,具体要根据不同处理方法严格执行地基处理规范的规定。

而当地基处理仍然不能满足设计要求或是处理费用过大时则可选用桩基础,针对不同的土质和桩端持力层,选择合适的桩及施工工艺。桩基施工完毕后的桩基检测要求应在设计图纸中详细明确。

基础的计算包括承载力计算和变形计算,规范要求的需要做变形验算的基础则需要计算沉降,使沉降值不能超过规范限值。有软弱下卧层时也要进行软弱下卧层的验算,不可忽略。

工业建筑中的工艺要求比较复杂繁多,所以会涉及比较多的设备基础,一般情况下,常见的设备基础有泵基础,罐基础,塔型设备基础等等,每一种设备基础都有相应的规范标准,在设计时应严格遵循规范。比如泵基础因为需承受动力荷载,基础重量通常是设备自重的三到五倍,并且要根据要求进行基础内构造配筋。罐基础要结合罐的大小和受力情况,合理选择环墙基础或整板基础。塔型设备基础要充分考虑设备荷载、地震作用以及风荷载来进行计算,依据计算结果设计基础大小及配筋。另外,图纸上说明应强调:所有设备基础需要等到设备到货,对设备尺寸和安装位置与基础图纸核对无误才能正式投入施工。

### 三、结构体系

工业建筑的结构体系选型受多种因素影响,比如结构跨度,建筑高度,建筑功能以及预算资金、施工周期等等,所以,在进行结构体系选择时,要根据建筑方案,结合以上所有因素合理选择结构的受力体系。工业建筑常用的结构体系有混凝土框架结构,钢框架结构,排架结构以及门式刚架结构等,还包含一些特种结构,如水池、烟囱、水塔、栈桥等等。

混凝土结构在工业建筑中最常用的是框架结构,首先结合建筑条件及上游设备专业条件大致确定结构柱、梁的位置,建筑图会表示出柱的准确位置,如果结构专业对柱的布置有调整和优化,需要和建筑专业沟通协调,然后达成一致。柱和梁的位置确定后,严格执行荷载规范对结构布置荷载,并且在特定位置输入设备荷载及上游专业提出的荷载,最后对整体结构和构件进行计算,确定梁、板、柱的截面大小及配筋。

多层钢结构一般常用的结构体系有钢框架结构、钢框架—中心支撑结构、钢框架—偏心支撑结构。钢框架结构由于属于有侧移体系,框架柱的计算长度系数都大于1,计算出来的柱截面很大,不经济也不安全;而钢框架—中心支撑结构则属于无侧移体系,框架柱的计算长度系数都小于1,柱的弯矩通过打柱间支撑转化为轴力,计算出的钢柱截面较为经济。因此,稍具规模或需承担一定设备荷载的多层钢结构建议均打上柱间支撑,使钢柱成为无侧移柱。而钢框架—偏心支撑结构则是有一段消能梁段,用以减小和消耗地震力,在地震力较大的时候可以采用。

单层工业厂房一般采用排架结构,主要包括单层钢筋混凝土柱厂房和单层钢结构厂房,单层砖柱厂房现在使用较少。最常见的是单层钢筋混凝土柱厂房,设计时应注意:厂房的同一结构单元内,不应采用不同的结构形式,厂房端部应设置屋架,不应采用山墙承重。厂房的屋架一般采用钢结构桁架,梯形屋架是最常采用的类型,屋架的上、下弦杆可采用双角钢T型拼接截面,腹杆可采用双角钢T型拼接和十字形拼接;同一结构单元内梯形屋架应在第一开间和最后开间布置上、下弦横向水平支撑,在下弦则布置纵向水平支撑;厂房端部的屋架和山墙柱应有可靠连接传递水平荷载;屋架两端的斜腹杆受力较大,焊缝长度应严格核算。

多层工业厂房中最常见的是钢筋混凝土框架排架结构厂房,即由钢筋混凝土框架与排架侧向连接组成的侧向框架排架结构厂房。其中框架部分应根据烈度、结构类型和高度采用不同的抗震等级,并符合相应的计算和构造措施要求。而框架排架的抗震等级则分为设置贮仓和不设置贮仓两种情况取自不同的规范来查询。

门式刚架轻型房屋钢结构由于其受力简单、传力路径明确、构件制作快捷、便于工厂化加工、施工周期短,即轻型、快速、高效等特点,在工业建筑中得到广泛应用。门式刚架设计时需要注意在每个结构单元应按照规范要求设计

柱间支撑和屋面横向、纵向支撑系统,柱间支撑和屋盖横向支撑应设置在同一开间;由于门式刚架轻型房屋钢结构自重小,当抗震设防烈度为7度(0.1g)及以下时,无需做抗震验算,当地震烈度为7度(0.15g)及以上时,才应进行地震作用组合的效应验算;构件中受压板件的宽厚比限值比抗震规范里各抗震等级的宽厚比限值要大,具体详见门式刚架规范的相关构造要求。

工业建筑中还有一种常见的特种结构——池类结构。池类结构的混凝土强度、抗渗等级、抗冻等级等都要根据条件正确选取。水池承受的荷载主要有水压力、土压力、地面堆积荷载、汽车荷载等。水池侧壁进行内力计算时针对不同的壁板条件来选择计算模型,主要分为平长壁板、深长壁板及介于平长、深长之间的壁板三种情况。水池底板内力计算分为底板长条水池和一般矩形水池两种情况,然后再分别细分为池壁顶以上有荷载或无荷载两种,各自采取相应的计算模型。池壁的配筋率最好在0.4%~0.6%之间,若计算出的配筋率小于0.3%,则应减小池壁厚度,若配筋率大于0.8%,则应加大壁厚。池壁水平筋一般置于竖向筋的内侧,水池长度超过伸缩缝间距时水平筋置于竖向筋外侧。控制壁板裂缝宽度最好用提高配筋率的方法,而不用加大板厚的方法。池底板厚度一般为池壁厚度的1.2~1.5倍,以1.2倍起算,与壁板类似,以配筋率来控制。侧壁和底板的保护层厚度应符合规范要求,当与污水接触时保护层厚度应加大。最后,也是很重要的一点,水池的抗浮计算,应按最高地下水位计算底板底面的浮托力,不计池内水重,以池壁、底板自重等永久荷载抵抗浮力,抗浮系数 $\geq 1.05$ ,不满足时则需要把底板外挑。

#### 四、结束语

工业建筑中每种结构体系都有相应的规范和标准图集做法,设计人员应依据、遵守各类结构设计规范、图集等合理地进行结构设计。另外,由于工业建筑设计专业繁多,结构设计人员要积极地和上游各专业人员沟通交流,以充分满足上游专业的需求,同时避免设备管线和结构之间的冲突和碰撞,为整个项目铺平道路。相信通过每个结构设计人员不断积累经验和学习,我国的工业建筑行业能够更快更好地发展。

#### 参考文献:

- [1]张栋英.工业建筑中的单跨框架结构设计实践探讨[J].砖瓦世界,2021(3):75-76.
- [2]辛艳蓉.工业建筑结构设计中需注意的问题分析[J].建筑工程技术与设计,2021(6):623.
- [3]蒋军.工业与民用建筑结构设计安全性存在的问题与优化措施[J].城镇建设,2021(8):299.
- [4]于海超.研究BIM技术在工业钢结构建筑改造设计中的应用[J].中国房地产业,2021(10):64.