

Exploration on Common Issues in Structural Design of Single and Multi-story Steel Structure Industrial Composite Buildings

Bin Weng

Shanghai Baosha Architectural Design Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

Abstract

In the 21st century, enterprises in the construction project, considering the construction cost, construction cycle and environmental protection factors, mostly steel structure building, it as the main stress structure, improve the overall stability of the building at the same time, accelerate the construction time, and save a lot of capital investment. With the increasing degree of production automation, the combination of the two functional areas of production and storage is closer, and the floor bearing and deformation requirements of the production plant and warehouse are also getting higher and higher. If in the steel structure industry combination building structure design link, did not pay attention to these requirements, take corresponding measures, easy to cause the floor deformation and other problems, aggravate the regional ground subsidence risk, light will affect the normal operation of the equipment, heavy will lead to the foundation settlement of the building, affect the structure of the building. Therefore, in order to answer this problem, this paper combined with the practical thinking, first briefly analyzes the project situation, then elaborated the structural structure characteristics, and put forward the common problems of the steel structure industry combination building structure design, and finally describes the steel structure industry combination building structure design problems.

Keywords

single and multi-storey steel structure; industrial combination building; structural design; common problems

探讨单、多层钢结构工业组合建筑结构设计常见问题

翁斌

上海宝厦建筑设计有限公司, 中国·上海 200000

摘要

进入21世纪后,企业在建设项目时,考虑建设成本、施工周期及环保等因素,多以钢结构建筑为主,将它作为主要的受力结构,在提高建筑的整体稳定性的同时,加快了建设施工的时间,并节省了资金投入。随着自动化程度越来越高,要求生产和仓储两大功能区的结合更密切,对于厂房和仓库的楼地面承载和变形要求也越来越高。如果在钢结构工业组合建筑结构设计环节没有注意到这些要求,采取相应的措施,容易引发地坪变形等问题,加剧区域性地面沉降风险,轻则影响设备的正常运行,重则导致建筑物的基础沉降,影响结构。为应对此问题,论文首先简要分析了工程概况,其次阐述了钢结构工业组合建筑结构特点,同时提出了钢结构工业组合建筑结构设计常见问题,最后叙述了钢结构工业组合建筑结构设计问题的应对方案。

关键词

单、多层钢结构;工业组合建筑;结构设计;常见问题

1 引言

钢结构在建筑领域内应用,可展现出其稳定性、承重性、可靠性、安全性及经济性较强的优势,广受工业建筑设计工作者的青睐,为更好地建设工业项目,需增加对单、多层钢结构工业组合建筑的了解,将钢结构体系更好应用在建筑项目当中,以减少建筑施工环节的劣势,充分发挥钢结构体系的结构特点,结合单、多层钢结构工业组合建筑结构设计环

节的常见问题,提出应对方案,从而提高工程的总体质量。

2 工程概况

项目为“包装基地及配套设施迁建技改项目”,立项2021年10月,验收2023年5月,位于四川省泸州市龙马潭区,由郎酒浓香包装有限公司投资,用于成品仓储,总面积33895.6m²,无地下,容积率1.25,由成品仓库A~C和连廊A组合成无人操作自动化仓储区,每栋仓库由前端二层30m×70m的分拣输送区和后端80m×70m的立体高架库区组成,分拣输送区楼地面承重3t/m²,地面不均匀变形1/500;立体高架库区地面承重6t/m²,地面不均匀变形1/1000。

【作者简介】翁斌(1976-),男,中国上海人,本科,工程师,从事多高层结构研究。

3 单、多层钢结构工业组合建筑结构特点

3.1 节约土地和建筑面积

单、多层钢结构工业组合建筑结构在应用过程中,仅需较少的土地资源,具有节约用地的特点。

例如,本项目的建筑面积 33895.6m^2 ,占地面积 24704.8m^2 ,单层库房高 23.8m ,货架高 22m (货架10层),存储量62640托盘,规划限高为 24m 。如采用三层托盘(堆放高度 4m)散堆,需要建筑面积约 84000m^2 ,根据规划限高,按3层建设,需占地 28000m^2 ;采用4层(货架高 8.8m)高架仓库,需建筑面积约 60000m^2 ,根据规划限高,按2层建设,需要占地 30000m^2 。采用现有方案,节约了土地和建筑面积。

3.2 缩短管网

由于采用单、多层钢结构工业组合建筑所占的面积相对较小,缩短厂房周围的公路输运线路、输电线长度,节约了建设成本^[1]。

3.3 减少投资

单、多层钢结构工业组合建筑在设计中,利用了钢结构强度高、截面小特点,使得建筑物层高加高,提高了空间使用率,节省了建筑面积,节约了建设资金。而且钢结构在设计过程中,由于内部面积较少,屋面的雨水管、天沟、室外排水工程费的花费也较少,所以,建设单位通过较少的投资完成项目建设^[2]。

3.4 满足生产和仓储需求

单、多层钢结构工业组合建筑完美解决生产、材料和成品堆放的需求。多层部分可以满足生产要求,利用钢材强度高特性减小梁高跨比,合理利用空间高度,承载能力可控制在 $2.5\sim 30\text{kN/m}^2$ 之间,与其他结构相比,承载能力较高^[3]。而单层部分可满足仓储要求,通过加强基础和地坪设计,使其地面堆载达到 $20\sim 150\text{kN/m}^2$,同时也满足自动化仓储设备运行要求。

3.5 荷载稳定

由于钢结构有悬挂荷载、集中荷载使用要求,不会出现过多的振动荷载,而悬挂荷载以室内的运输设备、风、电、工艺管线以及水为主,稳定性也相对较强^[4]。

4 单、多层钢结构工业组合建筑结构设计常见问题

4.1 抗震性能

在设计结构时,需增加对安全性问题的思考,特别是不同结构方案在地震作用的状态,在保证整体安全性的前提下,才能进行设计。地震等不确定因素容易影响建设,造成其发生损坏、塌陷等问题。若不多加思考,会降低厂房的整体安全系数,无法保证人员的安全^[5]。

4.2 结构计算

在设计结构时,需采用针对性及合理性结构计算的方

式,了解厂房在建设期间的相关数据,在保证参建数据内容真实、准确的前提下,增加对厂房的施工依据。由于单、多层钢结构组合工业组合建筑在建设期间,所涉及的内容较多,若工作人员未充分考虑,则会造成各区域荷载计算、幅度计算等结果不准确,增加施工环节的误差,影响项目的开展。

4.3 地基处理问题

对于单、多层钢结构工业组合建筑项目而言,若未了解建筑物后期的使用要求,特别是设备对于变形和承重的要求,提前勘查现场情况,缺少在地基处理工作方面的思考,则会无法了解该区域地基的承载能力,随着项目的开展,地基的不均匀沉降问题出现,影响建筑结构的整体质量,严重还会引发一系列的建设问题。

4.4 操纵空间设计

在设计结构时,需增加对钢结构纵、横向设计方面的思考,特别是钢结构安装顺序。同时,还需考虑设备的维修、安装以及更换问题。若在施工过程中出现通道设计不畅、操作空间不足的问题,都会对厂房结构造成影响,还会影响工期,阻碍项目开展。

4.5 环保

在设计结构时,环保问题也会对项目造成影响。所以,设计者需考虑钢结构建筑在建设时的噪音污染、固体废物污染等内容,尽量增加工厂预制量,减少现场焊接等工作。

5 单、多层钢结构组合工业组合建筑结构设计问题的应对方案

5.1 强化厂房结构的抗震性能

在设计单、多层钢结构组合工业组合建筑结构时,需保证建筑结构的抗震性能,提高对自然因素方面的考虑,降低后续外界干扰因素对工业厂房结构所带来的影响。

首先,钢结构的强度和延性是相对较强的,在相同强度地震作用下,钢结构的完整性更佳,但变形也非常大。需增加在结构抗震性能方面的考虑,充分研究地勘单位提供的地质报告,确定合理的地震参数,选用合理的结构体系。一般多层钢结构采用框架体系、框架+支撑体系为主,柱采用方管柱或工字型柱,梁采用工字型为主;单层一般采用门式钢架体系。利用“强柱弱梁”的方式,提高厂房结构的稳定程度,发挥出钢结构的抗震效能,避免其在地震下发生损坏、崩塌的问题。由于钢结构体系对于风和雪荷载比较敏感,设计前一定对当地的气候条件作充分调查,确定合理的风压和雪压,保证建筑物在使用阶段的安全性。

其次,在设计时需了解不同钢结构体系在纵、横向变化情况,根据《建筑抗震设计规范》中的内容,根据建筑物的抗震等级,合理选用截面尺寸,使结构材料能充分发挥作用。在柱设计中,需考虑柱的受力状况是竖向力还是弯矩为主,如竖向力为主时可在钢管内填充混凝土,可以减小钢板

厚度；在梁截面选择时，可以充分利用梁的翼缘宽厚比，在保证翼缘宽厚比情况下调整梁的截面高度。在设计时，可以适当增加梁高度，预留设备管线洞口，这样可以有效增加建筑内部使用空间。同时，也应增加对结构跨度等诸多方面的考虑，设置合理的梁、柱布置，既能满足生产使用的需要，同时保证梁与柱能够在施工现场内合理衔接。并且，可加强梁柱连接节点的合理设置和方式，方便施工人员施工时严格按照相关规定实施操作。

最后，需结合厂房构造方式，了解钢结构长度并增加结构缝的应用，以满足现场的抗震需要。若项目建设区域为地震高发地带，则工作人员可以规划防震缝，适当地增加防震缝的宽度，以保证防震操作能够顺利实施。同时，在设计时，也应利用钢混凝土组合结构技术，把控好每段防震缝之间的间隔距离；利用垫圈、螺栓、螺母，取代部分焊接、铆接的方式，使结构体系在地震作用时可以充分变形，吸收地震力，从而减小地震作用对建筑物的破坏。

5.2 做好结构计算工作

为满足结构的设计要求，需结合图纸内容，精准计算各个区块的钢材使用量。同时，可采用区域荷载计算、幅度计算的方式，避免计算时存在误差。为保证结构计算工作的准确性，可以从经济且安全的角度出发，使其采用科学分析的方式，将初始荷载数据保留，使后续结构计算环节有所保障；在实行结构计算工作前期，利用加大截面的方式，控制抗弯程度，加大翼缘厚度，避免腹板变形或是超限，及时与业主方进行交流，保证双方可以达成共识，减少设计冲突并防止各方对设计结果有异议，这样可保证结构设计工作的质量。并且，工作人员可采用相对先进的结构计算方法，依靠软件设备完成对计算结构的复核，以保证所得到的设计内容是精准无误的。

5.3 加强厂房地基处理

为保证单、多层钢结构工业组合建筑结构在建设和使用阶段时不发生地基沉降不均匀、承载力不足的问题，需在施工前期，勘查现场情况，了解所建设区域的地质情况、地理条件等因素，采用合理的地基加固方式，通过地基板桩、架构地基等操作方式，实现对基础和地坪的加固，防止建筑物在后续应用时发生变形等情况。

在上述项目中，由于多层和单层区域的柱底荷载相差很大，但是由于自动化输送线的使用要求，需要两者之间不能有较大的沉降差，故在设计中不设置沉降缝，采用 $\varnothing 800$ 桩或墩基础，将其持力层设置在风化泥岩层（3）2层，有效解决了沉降不均匀的问题。如果是软土地基，建议采用桩基础，选择合适桩基持力层，合理控制沉降量，达到使用要求。

在地坪设计中，多层部分采用了架空地坪的设计方案，按楼板进行设计，这样使得地坪和结构形成一个整体，协调变形；在库区的地坪设计中，考虑立库地坪的变形要求及实

际载重，根据现场内的地质条件，将地坪加厚至400，内部配置双层双向钢筋网，地坪下采用 $\varnothing 800\text{mm}$ 桩（墩），将风化泥岩层（3）2层作为桩（墩）基持力层，实现对施工区域地坪的加固，控制地坪自身的沉降变形和强度，也同时协调了和建筑主体之间的不均匀沉降。运用旋挖钻孔灌注桩技术，方便施工人员完成作业，从而保证后续结构在使用期间满足要求。

5.4 制定操作空间设计方案

在结构设计环节，需合理地安排设备并加强对现场的布局，预留出充足的空间，以保证设备能够正常安装。同时，需加强对走廊、通道等区域的设计，有利于设备的维护，通过操作空间设计方案的制定，增加在建设和使用环节的支持。

例如，在对钢梁、钢柱、支撑、楼板等组件进行设计时，特别是多层部分结构设计时，需要和建设单位充分讨论后期设备使用阶段可能产生的各种情况，预留设备进出通道，合理布置结构构件等，保证后期设备的安装和维修。

5.5 满足厂房设计时的环保要求

工作人员在厂房结构设计时，需创建环保管理体系，让施工人员了解环保目标及责任，制定有效的环保管理方案，使其在施工时不会产生较大震动及过大的噪音，降低项目对周边环境以及当地居民所带来的影响。在特定条件下，企业可运用减震措施、降噪设备，降低振动及噪音水平。同时，工作人员在厂房设计时，也可运用覆盖、水雾喷淋等方式，及时与专业人士沟通，选择合适的环保施工手段，控制施工过程中粉尘的排放量，防止其过度扩散，影响工程质量，从而满足厂房设计时的环保要求。

6 结论

综上所述，对于单、多层钢结构工业组合建筑而言，其自身具有很多优点，使参建各方乐于将其应用到工业项目的建设当中。所以，为满足项目质量要求，工作人员需了解其结构设计时的防震性能问题、结构计算问题、地基处理问题、操纵空间设计问题及环保问题，采用强化厂房结构的抗震性能、做好结构计算工作、加强厂房地基处理、制定操纵空间设计方案、满足项目设计时的环保要求的方式，使工程如期竣工完毕并满足项目的建设需要，获得甲方的认同。

参考文献

- [1] 田轩.多层钢结构工业厂房的设计与施工要点分析[J].四川水泥,2022(9):169-171.
- [2] 许紫芳.深圳市既有多层住宅建筑加装电梯设计策略研究[D].南宁:广西大学,2022.
- [3] 解鹏.新型钢结构模块单元柱节点抗震性能研究[D].苏州:苏州科技大学,2022.
- [4] 邹昱焱.多层框支冷弯薄壁型钢结构抗震性能研究[D].西安:长安大学,2022.
- [5] 何子奇.建筑结构概念及体系[M].重庆:重庆大学出版社,2021.