

适应产业变化的柔性标准厂房设计策略研究

涂芸

江西省商业建筑设计院有限公司, 江西 南昌 330000

[摘要]随着产业结构不断升级以及生产模式变得日益多样起来,传统标准厂房在与企业发展的适配性以及对技术变化的应对方面,出现了诸多问题,比如空间不够灵活、结构受到限制、设备布局起来比较麻烦,而且能耗也相对较高。就当下情况来看,国内外针对柔性厂房展开的研究,大多聚焦于结构优化、模块化或者节能设计等方面,然而对于怎样全方位地去应对产业方面的种种变化,进而达成整体柔性设计的系统性研究,还是相对匮乏的。在实际的建设进程当中,厂房往往很难同时契合生产多样化的需求、工艺升级的要求以及智能化设备使用的需要,而且改造时成本颇高,效率也会受到一定限制。

[关键词]适应产业变化; 柔性标准厂房; 厂房设计; 策略

DOI: 10.33142/ec.v8i10.18249

中图分类号: TU347

文献标识码: A

Research on Design Strategies for Flexible Standard Factory Buildings to Adapt to Industrial Changes

TU Yun

Jiangxi Commercial Building Design Institute Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: With the continuous upgrading of industrial structure and the increasing diversity of production modes, traditional standard factories have encountered many problems in terms of adaptability to enterprise development and response to technological changes, such as insufficient flexibility in space, limited structure, complicated equipment layout, and relatively high energy consumption. From the current situation, research on flexible factories both domestically and internationally mostly focuses on structural optimization, modularization, or energy-saving design. However, there is still a relative lack of systematic research on how to comprehensively respond to various changes in the industry and achieve overall flexible design. In the actual construction process, it is often difficult for factories to meet the diverse production needs, process upgrade requirements, and intelligent equipment usage needs at the same time. Moreover, the cost of renovation is quite high, and efficiency is also limited to some extent.

Keywords: adapt to industrial changes; flexible standard factory building; factory design; strategy

引言

随着现代产业结构持续升级以及生产模式快速转变,传统标准厂房在功能适应性、空间灵活性以及技术承载能力方面所存在的局限性愈发明显地显现出来。现代企业一方面面临着生产多样化、工艺复杂化以及智能化装备不断被引入的诸多挑战,另一方面还需在节能环保、资源利用效率以及可持续发展等诸多方面去满足更高的标准要求。在此这样的大背景之下,柔性标准厂房的概念便顺势产生了。它着重于厂房在结构、空间、设备配置以及环境控制等各个层面都具备较高的适应性和可调节性,以此来契合企业在产业升级、工艺改造以及规模扩展进程当中所产生的多样化需求。

柔性设计应把目光聚焦于建筑自身在功能布局以及结构体系方面的考量,同时还涉及模块化建设、可扩展空

间、设备与管线的灵活布置以及绿色可持续设计策略等内容,从而使得厂房能够在生产工艺做出调整、自动化智能化设备得以引入以及环境政策发生变动的情形下依旧能够维持高效运转并保持长久的使用价值。

不过就目前而言,国内外针对柔性标准厂房展开的系统研究其实在数量上仍旧是比较有限的,更是缺少成体系的理论指导以及相关的实践案例。鉴于此,本研究主要目的在于全面且细致地剖析产业变化给标准厂房设计所带来的影响,深入探究柔性设计的原则以及相关策略,进而给出契合现代生产模式以及可持续发展要求的柔性标准厂房设计方法,为企业在厂房建设以及改造工作当中给予科学的参考依据以及决策方面的有力支撑。

1 柔性标准厂房设计原则与特点

柔性标准厂房设计的原则与特点主要体现在适应性、

灵活性、模块化、可持续性以及安全经济性等方面，以满足生产工艺变化、资源高效利用及未来技术升级的需求。在适应性和灵活性方面，厂房布局应以生产工艺为核心，优化物料搬运和操作流程，同时通过可移动隔断、模块化组件或智能系统实现空间功能的快速调整和重组。在模块化与标准化设计上，采用统一标准的组件和干式装配技术，便于后期维护、扩建或拆卸再利用，并结合轻质材料和参数化设计实现结构轻盈与功能高效。可持续性方面，厂房应提高能源效率，充分利用自然光、智能温控系统及可再生能源，同时支持材料回收与再利用，减少全生命周期的资源消耗。在安全与经济性方面，结构设计需满足荷载要求，预留消防通道及防灾措施，同时通过优化施工流程和材料选择降低建设成本，实现高效、可靠且经济的厂房建设。

2 产业变化对标准厂房设计的影响分析

2.1 产业结构变化趋势分析

产业结构持续调整并不断升级，这给标准厂房的设计赋予了全新的要求。现代制造业朝着高端化、智能化以及多元化的方向发展，在此情形下，传统那种单一功能的厂房已经很难契合企业日益多样化的生产方面的需求了。产业结构发生变化，其表现一是产业类型出现变化，比如从劳动密集型转变为技术密集型；其二是产业规模有所扩大，生产节奏变得更快，产业链分工也趋向于更为精细的状态^[1]。这些变化促使厂房在空间布局、承重能力、功能分区等众多方面的需求呈现出更高的灵活性以及更强的适应性。另外不同行业对于厂房的高度、层数、跨度还有环境控制等各项参数的要求各不相同，这就给标准化设计带来了不小的挑战，所以设计得既要充分考虑当前的使用需求，又要兼顾未来产业发展趋势的可能性，以此来确保厂房在长时间的使用过程里可以适应产业结构的接连不断的演变情况。

2.2 生产模式与工艺流程的多样化

生产模式以及工艺流程在持续不断地变得多样化起来，标准厂房设计所面临的空间以及功能方面的要求也随之变得更加复杂了。现代企业的生产情况已经不再仅仅被局限在单一的流水线作业这一种形式上了，反而是呈现出一种小批量生产、多种类生产且具备柔性化生产特点的状态。不同的工艺环节对于空间布局、设备布置还有物流通道等方面的要求存在着十分明显的差异。与此在生产进程当中，对于温湿度、洁净度、噪声以及振动等一系列环境条件的需求也逐渐朝着个性化的方向发展，不同工艺单元

相互之间所存在的耦合与分离关系是比较复杂的，这就促使厂房内部的功能分区以及流线设计必须要具备更高的灵活性。

2.3 自动化与智能化对厂房设计的要求

随着工业自动化以及智能化程度持续提升，标准厂房在设计方面面临着全新的技术与功能方面的需求。自动化生产设备往往体型较大且自身重量不轻，这就对厂房的结构所能承受的能力、地面的平整程度还有层高等方面都提出了更高的要求，并且还需要留出足够的空间用于设备的安装以及后续的维护工作。而像自动搬运机器人、智能仓储、物联网监控以及生产数据采集这类智能化系统的运用，则对厂房的空间该如何布局、管线怎样布置、电力以及信息网络系统等方面都提出了更为细致的要求。除此之外，智能化生产对于厂房环境条件的稳定性的要求同样也更高了，具体涉及到温湿度的控制情况、照明的条件以及通风系统的状况，从而确保设备能够可靠地运行并且提高生产效率。

2.4 环境与节能指标对厂房设计的影响

随着绿色发展理念持续向前推进，节能减排的要求也在不断增强，在这样的形势之下，环境保护以及能效指标给标准厂房的设计提出了更高的要求。厂房在建设以及运行的整个过程当中，得同时顾及能源消耗、碳排放、水资源利用以及废弃物处理等诸多方面的情况，如此一来，对于建筑材料的选择、结构形式的确定、屋面以及墙体保温性能的考量还有采光与通风设计等方面，都提出了相当严格約束条件^[2]。另外厂区污水排放标准也越来越规范，根据相关规定在厂区合理设置污水处理系统。

3 柔性标准厂房设计策略

3.1 空间布局策略

在柔性标准厂房设计环节里，空间布局策略充当着决定厂房是否能够高效地去适应产业方面的变化以及多样化生产需求的重要角色。

空间布局一方面得满足当下生产、仓储、办公还有辅助功能区的合理划分，另一方面还得为未来可能出现的工艺调整、生产拓展以及设备升级预留出足够且具备灵活性的空间。布局设计应当依照开放性以及模块化的原则来开展，借助可变动的功能区划分以及灵活的动线安排，让生产流程在不用对建筑结构做出大幅度改动的情形下便能够实现重新组合，以此来保障物流、人员流动以及设备流线能够高效且顺畅地运行。

在生产区的布局安排当中，关键设备和工艺单元彼此

之间应当留出足够的缓冲区域,从而能够快速地去适应设备更新或者生产线调整的情况,并且要充分考虑安全通道以及应急疏散通路的相关事宜。仓储区需要依据不同物料的属性以及搬运方式来进行分区处理,与此同时还要预留出可扩展的存储空间,以便能够应对生产规模出现的波动情况。办公区与生产区的布局安排要兼顾管理操作的便捷性以及环境给人带来的舒适性,进而确保信息传递能够及时并且有效地达成。对于垂直空间的利用同样有着不容忽视的重要性,通过合理地去设计厂房的层高、跨距以及净空高度,不但能够满足大型自动化设备安装的需求,而且还能为未来的智能化物流系统以及自动化生产线创造相应的条件。

3.2 结构体系柔性化设计

在柔性标准厂房的设计过程当中,结构体系的柔性化设计无疑构成了实现建筑长期具备适应性以及能够开展多功能利用的关键保障所在。这一结构体系一方面要承担起建筑自身的重量,另一方面还要承受生产设备所产生的荷载,而且它还会对厂房的空间利用效率起到直接的影响作用,同时也关系到厂房在未来进行改造时所具有的可能性。

就柔性化结构设计而言,应当着重突出其模块化的特点,注重标准化的要求,并且具备可调节的特性。通过恰当地去选取框架、梁柱、屋盖以及基础的具体形式,从而使得厂房在能够满足当下生产相关要求的情况下,还能够去应对未来可能出现的工艺方面发生变化、设备需要更新以及空间要进行扩展等种种需求。比如说,采用那种跨距比较大的结构形式,或者是少柱化的结构形式,那么就可以为大型设备的布局安排、自动化运输系统的设置以及生产线的调整等工作给予更为广阔的灵活操作空间。墙体可以设计成能够进行拆卸或者能够做出调整的那种形式,如此一来便能够在厂房的功能需要做出调整或者要进行扩展的时候,不需要对原有的结构展开大规模的破坏操作^[3]。在材料的选择上同样也要综合考虑其强度方面的因素、耐久性的要求以及施工时的灵活性状况,以此来保证结构能够在长时间的使用过程当中始终维持着可靠性以及安全性这两个方面的良好状态。

3.3 模块化与可扩展设计

在柔性标准厂房的设计环节当中,模块化以及可扩展设计无疑属于极为关键的手段,其对于厂房达成较高的适应性以及实现对产业变化的快速响应而言,有着不容小觑的作用。

模块化设计具体是把厂房的建筑部分、结构方面以及设备系统都划分成具备标准化特点且能够反复运用的单元,如此一来,各个功能模块便能够独立地完成构建操作,或者进行组合搭配,又或者实施拆分处理,进而使得施工效率得以大幅度提升,同时空间的灵活性也获得了增强。每一个模块自身不但要承担起特定的功能,而且还特意留出了接口以及连接节点,当生产工艺需要做出调整或者设备有待更新的时候,就能够迅速地开展扩展操作或是进行重组工作,而且不必针对整体结构去进行规模较大的改动。

这样的设计理念同样能够在厂房的水平扩展以及垂直扩展方面得到适用,凭借着标准化模块的组合方式,可以轻而易举地实现生产线的延伸拓展、仓储容量的扩充增加,亦或是新增设办公区域以及辅助功能区域。与此模块化设计还有助于压低施工方面的成本以及维护方面的费用,让工期的可控性得以提高,还能为未来智能化生产系统的集成、自动化物流的集成以及新型工艺设备的集成给予较为便捷的条件。

3.4 设备与管线布置灵活性

在柔性标准厂房开展设计工作之时,设备以及管线布置所呈现出的灵活性,这可是关乎厂房能否在长跨度的时间内持续契合生产方面的种种变化、工艺不断升级以及自动化智能化发展进程的核心要素所在。

厂房内部一般会承载着各式各样的生产设备、自动化搬运相关系统、各类辅助设施,另外还有电气、给排水、压缩空气、气体管道以及信息网络管线等颇为复杂的系统,而这些不同系统彼此之间存在着极为紧密的高度耦合关联,这就对空间的布局情况、结构的承载能力以及后续的操作维护事宜都提出了颇为严格的各项要求。

在设计工作的初始阶段就需要充分地去预留出设备安装以及维护的通道,以此来保障生产线在需要做出调整或者要进行扩展的时候,能够较为迅速地完成重新布置的工作,不用大动干戈地去搞大规模的拆改操作,进而减少因生产中断而带来的损失以及施工环节的成本耗费。

随着社会的发展,考虑到未来有可能会引入的自动化生产线、智能化物流系统亦或是大型且新型的工艺设备,务必要确保厂房的空间具备足够的承载能力,能够容纳多种不同的工艺模式,并且还能为设备的更换或者升级事宜给予便捷的操作条件。

3.5 环境与可持续设计策略

在柔性标准厂房开展设计工作时,环境与可持续设计策略对于达成厂房高效运转、达成节能减排目标以及长期

契合产业发展所需而言，称得上是极为重要的保障要素。

在设计环节当中，要全面兼顾能源利用的效率情况、环境保护事宜、室内生产环境状况以及资源循环利用等多个不同层面，从而去打造出一个绿色的、健康的并且具备可持续性的生产空间。建筑本身需要对采光、通风以及保温性能加以优化，借助合理的屋面、墙体还有窗体方面的设计来促使能耗得以降低，充分借助自然光照以及自然通风所具备的条件，尽力削减对人工照明以及空调系统所产生的依赖，与此同时还要确保生产区域的温湿度以及空气质量能够保持稳定的状态，进而能够满足不同工艺针对环境条件所提出的要求。厂房内部的设备以及管线布局应当能够对节能管理与可持续运行给予有力的支持。

在材料的选择方面，应当把环保性、耐久性以及可回收性作为优先考量的因素，以此来减少在施工以及运营整个过程当中对环境所形成的负荷，同时也给厂房日后的功能调整以及扩展事宜带来便捷。

可持续设计还涵盖了雨水收集、废水处理、废弃物回收以及绿色景观设计等诸多内容，使得厂房既能够在生产运行期间实现资源的节约以及环境的保护，又可以促使企

业形象得以提升，并且增强企业的社会责任感。

4 结语

本文针对适应产业变化的柔性标准厂房设计展开了相关研究，仔细分析了产业变化给厂房设计所带来的影响，还给出了诸如空间布局、结构体系、模块化设计、设备管线布置以及环境可持续等方面的设计策略。研究说明，柔性设计可提高厂房的适应性与灵活性，让其在生产调整以及技术升级进程当中维持高效的运转状态，与此同时还能降低改造的成本，延长厂房的使用寿命，进而为企业营造出更为稳定、灵活且可持续的生产空间。

【参考文献】

- [1]毛建斌.工业园区柔性负荷调控策略研究[D].北京:北京交通大学,2024.
- [2]李俊,田赟,袁赟,等.柔性防护网在阴坪水电站厂房后边坡防护中的应用[J].四川水力发电,2018,37(5):49-51.
- [3]罗贤奎.柔性支护在柳洪水电站地下厂房的应用及效果[J].珠江水运,2017(10):59-61.

作者简介：涂芸（1985.9—），女，汉，籍贯：江西奉新，职称：高级工程师，研究方向：多功能标准厂房设计。