

食品加工厂建筑空间布局与功能分区设计研究

王俊杰

华商国际工程有限公司, 北京 100069

[摘要]食品加工厂建筑空间布局及功能分区是保证食品安全、提高生产效率的重要设计内容。文中首先对食品加工厂建筑在卫生洁净、工艺流程、物流组织等方面的功能特点进行了分析, 然后从生产工艺流程、食品卫生与安全要求、人员和物流交通组织、设备布置与生产效率、建筑环境与消防安全五个方面梳理出影响建筑空间布局的因素, 在此基础上提出加强生产工艺与空间布局协同、改善洁污分区和交通流线、提高建筑空间利用效率、完善卫生与安全保障空间、推动空间布局向灵活化方向发展的五个设计优化建议, 为食品加工厂建筑空间设计提供系统的参考。

[关键词]食品加工厂; 建筑空间布局; 功能分区; 洁污分区; 交通流线

DOI: 10.33142/aem.v8i8.20506

中图分类号: TU277

文献标识码: A

Research on the Spatial Layout and Functional Zoning Design of Food Processing Plant Buildings

WANG Junjie

Huashang International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100069, China

Abstract: The spatial layout and functional zoning of food processing plant buildings are important design contents to ensure food safety and improve production efficiency. The article first analyzes the functional characteristics of food processing plant buildings in terms of hygiene and cleanliness, process flow, logistics organization, etc. Then, factors affecting the spatial layout of buildings are sorted out from five aspects: production process flow, food hygiene and safety requirements, personnel and logistics traffic organization, equipment layout and production efficiency, and building environment and fire safety. Based on this, five design optimization suggestions are proposed to strengthen the coordination between production process and spatial layout, improve clean and dirty zoning and traffic flow lines, enhance the utilization efficiency of building space, improve hygiene and safety guarantee space, and promote the development of spatial layout towards flexibility, providing a systematic reference for the spatial design of food processing plant buildings.

Keywords: food processing plant; architectural spatial layout; functional zoning; clean and dirty partition; traffic flow line

引言

食品加工厂的建筑空间布局、功能分区设计, 是把食品安全要求同生产运营效率联系起来的重要纽带。合理的空间组织可以有效地防止交叉污染, 保证食品卫生, 还可以改善物流路径、提高设备利用率、提高人员工作效率。车间布局的总体原则是以物流为主线, 结合水、电、气、冷的供应方便来规划整体结构。但是食品加工厂在实际的设计过程中会遇到诸多限制, 生产工艺的多样性需要空间具有适应性, 卫生标准的分级要求分区有严格的物理隔离, 物流和人流的复杂性要求动线组织清晰高效。食品加工车间布局设计属于食品安全管理的第一道防线。本文从建筑设计角度出发, 对食品加工厂空间布局和功能分区的影

响因素以及优化策略进行系统的分析, 为食品加工厂的设计提供一定的理论依据。

1 食品加工厂建筑的功能特点

食品加工厂建筑不同于一般的工业建筑, 它的功能特点主要表现在卫生洁净的严格分级、工艺流程的线性组织、环境参数的精确控制、物流交通的复杂交织这四个方面。食品加工厂根据产品的性质及工艺要求将清洁作业区、准清洁作业区和一般作业区进行划分, 各区域之间要采取有效的物理隔离措施。食品加工过程一般是从原料、半成品到成品的过程, 即由非清洁到清洁的过程, 建筑空间要按此单向递进的逻辑来组织。车间布局要顺畅、紧凑、合理, 不能出现往返交叉、长距离运输或者多次运输的情况。对

于不同的洁净等级区域,其温度、湿度、换气次数、压差等参数都有一定的要求。物流交通上食品工厂的原料、包材、半成品、成品、废弃物、人员等动线相互交错,人流、物流、污流要完全分开,这些功能特点一起形成食品加工厂建筑空间设计的主要限制和设计依据。

2 食品加工厂建筑空间布局的影响因素

2.1 生产工艺流程

生产工艺流程是决定食品加工厂建筑空间布局的第一要素。不同的食品种类对加工工序、温控要求、洁净等级有着较大的差别,从而决定了各个功能区空间位置及相互间的关系。按照产品生产流程,将原料预处理、加工、灭菌、包装、仓储等环节划分为独立的产品生产区,按照原料、验收、预处理、加工、熟制/杀菌、冷却、内包装、外包装、成品的顺序进行布局。顺向布局的逻辑就是建筑空间按“由非清洁到清洁”递进地组织各个功能模块。车间布局常见问题就是功能分区面积大小不合适,要么不够用,要么有闲置空间,在设置功能分区时要充分考虑区域内设备、工作台摆放、工位、物料堆码、物料流转传递的需求。另外新建厂房还要考虑后期扩建的可能,留出一定的发展余地。生产工艺的不同决定建筑形态的选择,为了使生产车间的流程更加顺畅,又不会产生一条直线所造成的弊端,一般把建筑物设计成T形、L形或者U形。

2.2 食品卫生与安全要求

食品卫生与安全属于食品加工厂建筑空间布局最主要的限制因素。按照GB 14881等标准的要求,厂房、车间内部的设计和布局要符合食品卫生操作的要求,防止食品生产过程中出现交叉污染。新版标准对清洁作业区、准清洁作业区、一般作业区进行三级划分,并且必须用物理分隔(隔墙、独立门窗、缓冲间)来实现隔离,不能直接相连。三区隔墙、门和缓冲间完全隔离,不能直接相通,设压差梯度(清洁区>准清洁区>一般)。洁净度相同、生产的产品无相互影响的区域应集中布置。在空气流向控制上,气流方向要符合从清洁区到准清洁区,再到一般作业区的顺序,形成正压梯度。生产区内有互相联系的不同等级洁净用房之间应按品种、工艺的要求设置缓冲室、空气吹淋室等防止交叉污染的措施^[1]。空间设计还要符合建筑材料和构造的卫生要求,墙角、地角、顶角做圆弧过渡,无积污死角。

2.3 人员与物流交通组织

人员及物流交通组织是否合理,会直接对食品加工厂的卫生安全状况以及运行速度产生影响。食品加工厂的空间布局要满足人流、物流、气流的单向流动要求,不能有

交叉污染。人流按更衣、洗手、消毒、风淋、缓冲进入生产区;物流设置原料、包材、半成品、成品专用通道,不交叉。不同清洁区之间需要设置不同的隔离区,形成不同的功能区,从而控制各个功能区之间的人员、物流、空气流,避免交叉污染。原料入口、成品出口、废弃物出口三个出入口独立分开。四流(人流、气流、水流、物流)动线设计不能有交叉路线,应该单向通行。人流应从清洁度高的地方向清洁度低的地方移动。下角料、废弃物用密闭包装从专用出口运出或者按物流逆向运出,注意防止交叉污染。仓库属于车间的配套建筑,位置应该尽可能靠近相关的生产车间和辅助车间。交通组织的复杂性需要建筑平面设计留出足够大的通道宽度,主通道不得少于1.2m。

2.4 设备布置与生产效率

设备布置属于建筑空间和生产工艺的衔接部分,对生产效率及空间利用率产生影响。食品加工设备的尺寸、重量、安装方式、操作空间、维护通道等属于建筑空间设计的重要输入参数。设备间距不小于0.8m,设备离墙不小于0.8m。设备底部抬高不应小于15cm或者密封落地,便于清洁。不同的工序所采用的设备布置方式决定着空间组织的形式,连续流水线的空间是线性的延展,间歇式生产的空间是模块化的布局。设备布置还要考虑物料搬运的便利性,物流的传递通过传递窗或者加工设备自带功能传输。生产区一般占车间面积的50%~60%,仓储占20%~30%,辅助用房占15%~20%。设备管线竖向布置会影响建筑层高设计,车间净高不应小于3.0m。设备布置同建筑空间相适应的程度,直接影响到单位面积产能、人均产出等效率指标。

2.5 建筑环境与消防安全

建筑环境和消防安全属于食品加工厂空间布局不能忽略的约束因素。建筑环境上,根据厂区内外的日照、自然通风等条件来确定建筑朝向和开窗方式。有窗户的厂房中,洁净级别较高的地方应设于内侧或者中心位置。食品加工厂的消防安全要符合《建筑设计防火规范》的规定。生产区、仓储区、办公生活区分开设置,各区域之间有足够安全距离。厂区内主干道宽度应大于7m,消防车道宽度不应小于4m^[2]。车间是产品实现的场所,既要保证食品的质量和安全,又要保证工艺流程的顺畅、功能分区的有效利用,还要保证安全生产,留出必要的安全通道和消防设施的空间。建筑环境的舒适性(采光、通风、温湿度)、消防安全的可靠程度,一起组成食品加工厂空间布局的基本保证条件。

3 食品加工厂建筑空间布局与功能分区设计优化建议

3.1 强化生产工艺与空间布局协同

生产工艺同空间布局的深度协同,是改善食品加工厂建筑设计的基本途径。设计应从生产工艺流程入手,按照原料、验收、预处理、加工、熟制/杀菌、冷却、内包装、外包装、成品的顺向逻辑来组织各个功能模块。食品工业生产厂房内总平面布置时,要根据食品生产工艺特点及具体工程项目中洁净厂房内各个功能区(洁净生产区、辅助生产区、非洁净生产区、共用动力系统和办公等)的合理布置。建筑形态选择上 T 形、L 形或者 U 形布局,在保证流程顺畅的同时可以避免直线式布局空间利用率低的缺点。各功能区面积比例应根据工艺设备要求准确计算,在设置功能分区时要充分考虑区域内设备、工作台摆放、工位、物料堆码、物料流转传递的需求。新建厂房还要考虑后期扩建的可能,留有一定的发展余地。空间设计要为设备安装、维护和以后的产线升级留出弹性,防止由于工艺调整而频繁改建造成资源浪费。

3.2 优化洁污分区与交通流线

洁污分区和交通流线的优化,是保证食品卫生安全的主要设计方法。应严格区分清洁作业区、准清洁作业区、一般作业区,用物理分隔(隔墙、独立门窗、缓冲间)来实现不同等级区域的完全隔离。三区隔墙、门及缓冲间完全隔离,不得直接相通,设压差梯度(清洁区>准清洁>一般)。人流、物流、污流全部分开,各自设专用通道。原料入口、成品出口、废弃物出口三个出口分别独立。不同的清洁区之间应该有不同的隔离措施,形成不同的功能区,来控制彼此之间的人员、物料和空气流动。物流的传递是通过传递窗或者加工设备自带的功能来传输。在空气流向控制上,气流方向要按照从清洁区到准清洁区,再到一般作业区的顺序来安排。不同洁净区的环境控制参数如下表所示。

表 1 食品加工车间不同洁净区域控制参数对比

控制参数	清洁作业区	准清洁作业区	原料精加工、半成品处理
空气洁净度级别	1000~10000 级	100000 级	300000 级
沉降菌数	≤30CFU/皿	≤50CFU/皿	≤100CFU/皿
压差梯度	正压最高	相对正压	常压
适用工段	熟制后段、内包装、 无菌灌装	原料精加工、半 成品处理	原料验收、外包 装、仓储

3.3 提升建筑空间利用效率

提高建筑空间利用率,是减少建筑建设、运营成本

的一种方式。设计应以满足生产工艺、卫生要求为前提,实现空间的集约化利用。车间布局要顺畅、紧凑、合理,减少不必要的交通面积和辅助面积所占比例。在面积分配上,生产区一般占 50%~60%,仓储占 20%~30%,辅助用房占 15%~20%。为了使生产车间的流程更加顺畅,并且避免了一条直线所带来的弊端,一般会把建筑物设计成 T 形、L 形或者 U 形,这样可以有效地缩短物料运输的距离,减少通道面积的浪费。多层厂房可以利用专用垂直运输通道来达到空间的充分利用,但是需要考虑不同清洁度区域之间的垂直运输要设置独立的物料提升系统,防止交叉污染。车间净高不小于 3.0m,主通道不小于 1.2m,设备间距不小于 0.8m,这些基本尺寸的合理确定是保证操作空间和通行效率的前提。空间设计还要留出设备维修通道,设备底部抬高不宜小于 15cm 或者密封落地,方便清洁^[3]。洁净度相同、生产的产品之间没有相互影响的区域可以集中布置,减少重复设置缓冲间隔和辅助空间,提高单位面积的产能贡献。紧凑的空间组织、合理的层高控制、高效的垂直交通设计,在保证生产功能的基础上可以最大限度地利用建筑空间。

3.4 完善卫生与安全保障空间

卫生、安全空间属于食品加工厂建筑的基本条件,加工区及更衣室、淋浴间、卫生间等卫生设施均应设在建筑上为联体结构。清洁作业区应设单独的更衣室,更衣室应与生产车间相通,按由低洁净区向高洁净区单向流动的原则布置更衣、洗手、消毒、风淋的连续流程。不同的清洁区要分别设置工器具清洗、消毒间,防止交叉使用造成污染。不同清洁程度的作业区要分别设置工器具清洁消毒区域。建筑构造上地面用无毒、防滑、耐磨、耐腐蚀的材料,常冲洗区设 1%~2%坡度,最低处设带水封地漏。墙壁材质光滑易清洁,高度不小于 2.5m,墙角、地角、顶角做圆弧过渡(半径不小于 3cm),杜绝积污死角。为了防止冷凝水污染,可以采用通风、除湿、减小温差等方法,顶棚材料无毒、无味、不掉灰,表面平整防潮,防止冷凝水滴落在食品上。消防安全上生产区、仓储区和办公生活区分开布置,保证各个区域之间有足够大的安全距离。食品工程项目的安全设施要和主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用,留出必要的安全通道和消防设施空间,保证紧急情况下人员疏散和消防救援的顺利进行。

3.5 推动空间布局向灵活化方向发展

促使空间布局朝着灵活化方向前进,这是应对市场变化以及产品更新的一种前瞻性手段。食品加工行业产品更新换代快,品类变化大,建筑空间要具有一定的适应性来

应对未来的发展变化。设计上用模块化的空间组织形式来实现各个功能单元的重组,根据工艺需要可以任意组合。结构体系选择时应采用大跨度柱网,减少内部承重墙,给以后的空间重新划分留出最大的自由度。设备管线的布置应留有扩容接口,给排水、供电、供气等配套系统应具有可扩展性^[4]。联合厂房设计可以实现生产、检测、包装一体化,从而在提高用地集约度的基础上也提高了空间组织的灵活性。卫生分区中,不同作业区不能有效分离或者分隔的,按清洁程度高的作业区对该生产场所进行管理。弹性化空间设计可以延长建筑的使用寿命,减少由于产品结构调整而造成的建筑拆除和重建,从全生命周期的角度来达到资源节约的目的。

4 结语

食品加工厂的建筑空间布局和功能分区设计,是对食品安全、生产效率、建筑经济、环境品质等各方面目标进行平衡的一项系统工程。本文从生产工艺、卫生要求、交

通组织、设备布置、建筑环境这五个方面对影响空间布局的因素进行分析,并提出相应的优化措施。未来食品工业不断升级,建筑技术持续进步,食品加工厂建筑空间的设计会越来越细密、系统、灵活,以保证食品的安全为前提来实现空间资源的最优化配置和长久利用。

[参考文献]

- [1]劳碧莹.食品厂房工艺空调施工深化设计分析与优化[J].广州建筑,2015,43(4):9-12.
- [2]吴珺蕙.石河子粮油加工厂平房仓保护与再利用设计研究[D].大连:大连理工大学,2023.
- [3]朱庆龙.某现代预制菜食品加工厂的建筑电气设计探讨[J].江西建材,2023(8):177-178.
- [4]郭佳祺.未来的食品加工厂[J].农村青少年科学探究,2023(1):37.

作者简介:王俊杰(1994—),男,汉族,山西大同人,中级工程师,本科,研究方向为工业建筑设计。