

工业厂房建筑设计思路及要点的思考

文 / 陈俊杰 中冶南方工程技术有限公司

摘要：工业厂房建筑设计是一项高度专业化且综合性的工作，其核心目标是在满足特定生产工艺流程要求的前提下，创造安全、高效、经济、环保且具有可持续性的工作空间。文章重点围绕着工业厂房建筑设计，首先明确了基本设计思路，即安全为先、工艺主导、注重效率、全生命周期成本控制等，然后又具体探讨了工业厂房建筑设计要点，如总体规划、单体建筑设计、建筑结构设计，以供参考。

关键词：工业厂房；建筑；设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.104

引言

工业厂房建筑设计较为特殊，与民用建筑有显著差异，其核心特点是功能优先、高效实用，需满足生产工艺、设备运行、物流运输等工业需求，力求在合法合规的基础上，提升未来工业厂房的功能价值。此外，工业厂房建筑设计还需在效率、成本、安全之间平衡，尽可能避免在任何方面出现缺漏。基于此，工业厂房建筑设计时，设计师应该首先明确基本设计思路，把握好各个设计原则和要求，进而着重围绕着各个设计要点，不断优化设计方案。

一、工业厂房建筑设计思路

（一）安全为先

工业厂房建筑设计应该把安全性放在首位，严格遵循相关规定，结合项目所处区域的实际状况，避免在后续工业厂房长期应用中出现任何安全隐患。首先，设计师应该首先注重建筑结构安全，满足设备荷载、吊车荷载、风雪荷载、地震作用等要求，确保工业厂房可靠应用。其次，工业厂房建筑设计还应该关注生产安全，满足防火、防爆、防毒、防腐蚀、防机械伤害等要求，合理设置疏散通道、安全出口、泄爆面、防护设施。另外，工业厂房建筑设计还应该注重环境安全，可以有效处理废气、废水、废渣、噪音等污染，符合环保法规。

（二）工艺主导

工业厂房为工业生产服务，建筑设计时应该遵循“工艺主导、建筑服从”的基本原则，避免脱离工业生产工艺，确保建筑形式是工艺逻辑的空间表达。在设计前，建筑设计师应该深入理解并详细分析生产工艺流程，这是设计的基石，主要包括物流路线（原材料进厂、半成品流转、成品出厂等）、设备布局、操作空间、洁净度要求、特殊环境（温湿度、防尘、防爆等）、管线需求等。在此基础上，建筑设计师应该紧密围绕工艺需求进行规划和优化，确保建筑空间布局、柱网尺寸、层高、出入口位置、设备吊装口等核心内容得到准确控制，保障工艺流程顺畅高效，避免瓶颈。

（三）注重效率

工业厂房建筑设计在满足生产工艺运行要求的同时，

还应该注重提高生产效率，规避工业厂房方面的效率限制因素。具体从工业生产过程入手分析，建筑设计应该注重从以下几个方面入手来提升生产效率：首先，提高物流效率，优化内部水平与垂直物流路径，减少搬运距离和时间。合理设置装卸区、仓储区与生产区的衔接；其次，提高空间利用效率，在满足工艺、安全、规范的前提下，追求单位面积的最大产出效益，合理利用空间，如夹层、高架库，避免空间浪费；再次，提高能源效率，通过建筑保温隔热围护结构、自然采光通风设计、节能设备选型、能源管理系统等，降低运营能耗成本；另外，提高人员效率，创造符合人机工程学的工作环境，减少工人疲劳，提高操作便捷性。

（四）全生命周期成本控制

工业厂房建筑设计还应该兼顾项目成本，既要考虑工业厂房构建所需要的成本，比如土建成本以及设备采购安装成本，也要考虑未来工业厂房长期运用消耗的成本，比如能源、维护、清洁、可能的改造升级费用等，同时还要兼顾最终的拆除或再利用成本，由此更好提高工业厂房建筑设计方案的经济效益。基于此，在工业厂房建筑设计时应该优先选择耐久性强、维护成本低的材料和系统，并且确保设计方案具备一定的灵活性和可扩展性，以适应未来工艺变更、产能提升或产品转型的需求，降低未来改造成本。

二、工业厂房建筑设计要点

（一）总体规划

工业厂房建筑设计需要首先从总体规划入手，保障所有工业厂房的布置合理，总平面设计满足上述各方面要求。在工业厂房建筑设计前，设计师应该注重确定产能目标、仓储物流需求、人员规模、管理模式，明确产品类型、生产规模、工艺流程、设备清单及参数，以便确保工业厂房可以和生产工艺相协调。全面调查了解和分析工业厂房所处场地的既有条件，比如地质、地形、气候、水文、交通、市政配套等，促使工业厂房可以充分利用这些条件，避免增加后续工业生产负担。

具体到工业厂房建筑总体规划以及总平面设计中,设计师应该着重进行功能分区,清晰划分生产区(核心)、仓储区(原材料、成品)、动力区(变配电、锅炉房、空压站、制冷站等)、辅助区(办公、研发、质检、更衣、餐厅、卫生间)、废弃物处理区等,在此过程中,应该充分考虑物流和人流分离。各个功能区的布置还应该考虑风向,减少污染区对清洁区的影响。针对整个工业厂房建筑所处区域进行流线组织,优化厂区道路系统(宽度、转弯半径、荷载)、出入口设置(主入口、物流入口、人流出入口)、装卸货场地布局,确保物流(尤其是大型货车)顺畅高效安全。做好总体竖向设计,合理确定场地标高,处理好场地排水(坡度、雨水口)、土方平衡。

此外,设计师还应该兼顾工业厂房外部环境以及绿化,合理布置绿化隔离带,以便降噪、美化。绿化与景观设计绝非简单的“点缀”,而是提升环境质量、保障生产安全、塑造企业形象、履行社会责任的关键环节,设计需紧密结合工业特性、工艺流程、安全规范及员工需求。功能分区绿化就是重要举措,比如厂前区(行政办公区)作为重点形象展示区,可以设计入口广场、礼仪性绿地、标志性水景或雕塑、规整的树阵、花坛、草坪,选用观赏性高的乔木(如银杏、香樟、广玉兰)、花灌木(如海棠、紫薇、桂花)和地被花卉;厂房周边以防护隔离功能为主,可以沿厂房外墙设置防火隔离带,在满足安全距离的前提下,可种植减噪防尘林带,选用枝叶茂密、隔音效果好的常绿乔木如女贞、夹竹桃、珊瑚树,搭配灌木形成复层结构;道路两侧设置行道树和分隔绿带,选择抗污染、耐瘠薄、树冠整齐、分枝点高的树种,如悬铃木、栾树、国槐,引导交通、遮荫降尘。

(二) 单体建筑设计

工业厂房建筑设计中,单体建筑设计难度较大,也是设计师工作的重点和要点,应该确保各个单体建筑在未来长期工业生产中得到安全可靠应用,其中比较关键的设计任务如下:

平面布局。工业厂房建筑的平面布局应该注重恰当选择柱网,根据工艺设备布置、物流通道、结构经济性确定。结合工业厂房的发展趋势来看,往往均为大跨度和大柱距,由此更好满足工业生产需求(如下图1所示)。针对工业厂房建筑空间合理划分,利用防火墙、防火卷帘、轻质隔断等,按防火分区和工艺需求划分空间,同时还需要考虑洁净区与非洁净区的分隔。合理确定工业厂房建筑层高,以便满足最高设备安装、管线布置、通风空间、吊车运行(如有)及最小净高要求。如果工业厂房为多层,则需考虑垂直运输。



图1 工业厂房内部布局

立面设计。工业厂房建筑立面设计同样至关重要,不仅和工业生产密切相关,还决定着建筑的视觉效果,设计师应该从多个角度综合考虑。在满足功能(采光、通风、维护)和经济性的前提下,可适当考虑企业形象和地域特色,通常简洁、大气、工业化特征明显。外墙材料选择需考虑耐久性、维护性、保温隔热性能、防火等级,如金属板、砌块、预制混凝土板等较为常用。此外,设计师还应该注重解决采光通风,侧窗、天窗、通风器等合理布置,解决屋面排水问题。

屋面系统设计。工业厂房建筑中屋面系统同样也是重要构成部分,设计师应该重点围绕着结构(钢梁、桁架)、檩条、屋面底板、保温层、防水层、屋面板(金属板、PVC/TPO卷材)等进行综合分析,确保整体屋面系统适宜合理,相互协调有序,满足后续长期应用要求。具体到屋面系统设计中,设计师还应该重点考虑排水坡度、天沟落水系统、防渗漏、保温隔热、通风排烟、承受荷载等因素,同时兼顾未来安装光伏的可能性。在屋面设置必要的屋面设备基础(风机、空调机组)和检修通道,必要时还应该设置通风采光天窗(如下图2所示)。



图2 屋面通风采光天窗

流线设计。在工业厂房单体建筑设计中，流线设计是保障生产高效、安全、有序的核心环节，需系统规划物流、人流、管线流三者的空间关系，通过空间分层、物理隔离和智能规划实现协同，最终达成“零交叉、短路径、易维护”的工业建筑空间逻辑。物流设计应该满足最短路径、无交叉、少迂回、高效率目标，可以采取直线化或者环形化方案，设计为原材料入口→加工区→组装区→成品仓库→出货口形成单向流线（如U型或L型），避免回流，重点关注装卸区以及仓储衔接等关键节点。垂直物流同样也是重要关注点，重型设备层间运输设货运电梯（载重 ≥ 3 吨）或坡道，轻型物料可用提升机、滑道或输送带。人流设计需做到安全与效率的平衡，力求快速通达、避险疏散、减少穿越生产区。人员动线设计可以按照入口→更衣室→办公/休息区→生产工位，形成独立路径，人流与物流通道完全分离，交叉点设警示标识或信号灯。每70米内设疏散出口，宽度 ≥ 1.2 米，疏散路径避开高风险区，通道保持直线，减少弯折，同时合理布置应急照明+荧光地标引导。管线流设计应该满足集中敷设、检修便利、避免冲突的目标。采取分层布置方案，顶部为风管、桥架（强电/弱电）、消防喷淋管，中层为工艺管道，地面为排水沟、重型电缆槽。大型厂房设综合管廊，集中敷设水、电、气管道，减少空中交叉。穿墙/穿楼板的管线需要预留套管，缝隙防火封堵。

（三）建筑结构设计

结构设计是工业厂房建筑设计的难点，设计师既要严格遵循相关设计规范和标准，也要考虑工业厂房建筑应用的实际需求，避免在结构选型以及具体参数设定上出现偏差问题。在工业厂房建筑结构设计中，设计师应该着重关注以下几点：

结构选型。当前工业厂房中钢结构应用最广泛，比如门式刚架、网架、桁架等，因为钢结构施工快、跨度大、自重轻，优势明显。钢筋混凝土框架结构用于多层、有特殊荷载或防腐要求的情况。结合工业厂房建筑后续应用实际需求，还可以采取混合结构。在结构选型设计中，基础结构作为重要构成部分，同样也应该注重合理设计，根据地质条件和上部荷载选择合适基础形式，当前比较常用的有独立基础、条形基础、筏板基础、桩基础。设计师还应该考虑设备基础的特殊要求，比如隔振要求兼顾地坑、地沟的影响。

围护结构设计。工业厂房的围护结构（外墙、屋面、门窗）是保障生产环境、影响运营成本的核心要素，其设计需在安全性、功能性、经济性、耐久性之间取得平衡。外墙设计时，一般采用金属夹芯板，根据气候区计算传热系数（K值），严寒地区 $K \leq 0.35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，采用断桥构造避免冷桥，如岩棉条连续铺设；防火墙两

侧6m内用A级材料（如岩棉夹芯板），避免保温材料拼接缝位于防火分区交界处；计算风荷载（尤其台风区），通过板型、连接件（隐藏式扣件+螺钉）增强抗风揭能力，边角部位加密锚固；沿海/化工区选用镀铝锌钢板（耐蚀性为镀锌板3-6倍），板缝采用耐候密封胶。屋面设计时，坡度 $\geq 5\%$ （金属屋面），天沟坡度 $\geq 0.5\%$ ，按50年一遇暴雨强度计算落水管数量；直立锁边屋面360°咬合锁缝，无穿孔，防水最优（推荐用于大跨度厂房），螺钉固定板螺钉处加EPDM防水垫圈，适用于坡屋面；屋面保温层厚度 $>$ 墙面（热空气上升导致热量损失更大），保温层下设置隔汽层（如PE膜），防止冷凝水侵蚀；FRP采光带占比5%-15%，均匀布置避免局部过热，防冷凝采用中空型采光板或内侧加保温棉。门窗设计时，主要有节能窗和防爆窗两种，节能窗选用断桥铝合金 $>$ 普通铝合金，双层中空玻璃（严寒区用Low-E），危化品区域采用夹胶玻璃+钢框；物流通道应用滑升门，门板内填充聚氨酯保温（ $K \leq 1.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ），轨道贴密封条防尘；高频出入通道采用快速卷帘门，启闭速度 $\geq 1.5 \text{ m/s}$ ，门帘加PVC透明视窗，减少内外温差交换；大型洞口采用抗风卷帘门，门板加横向抗风筋，导轨深埋混凝土。

结语

综上所述，工业厂房设计是一项系统工程，必须以生产工艺流程为核心驱动，贯彻效率优先、安全可靠、经济适用、绿色环保的理念。设计师需要深刻理解生产需求，精通相关规范标准，并具备强大的跨专业协调能力（尤其是工艺、建筑、结构、机电）。通过科学规划、精心设计和先进技术应用，才能打造出满足现代工业生产要求的高品质厂房，为企业创造长期价值，并实现可持续发展的目标。

参考文献

- [1] 李亚平. 现代工业厂房钢结构设计要点与成本控制探讨[J]. 居舍, 2025, (06): 93-96.
- [2] 石玮嵩. 工业厂房钢结构改造与加固技术分析及应用[J]. 科技资讯, 2025, (04): 140-142.
- [3] 王新见. BIM技术在智慧工业厂房中的应用、挑战及未来发展[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (S1): 24-27.
- [4] 萧园, 马良夫. 工业厂房机电综合布线方案设计及施工[J]. 安装, 2024, (12): 30-32.
- [5] 陈华旭. 工业厂房旧改及加固设计实践[J]. 居舍, 2024, (34): 89-91+115.
- [6] 满延磊, 张其林, 蔡鹰, 等. 轻钢厂房全过程设计系统研发[J]. 土木工程信息科技, 2024, 16(05): 15-19.
- [7] 李攀剑, 吴海燕. 工业厂房钢结构设计现状与优化措施[J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (09): 126-128.