



图3.2 “工业上楼”五要素模型操作示意图

4、“工业上楼”案例项目概况

本文以深圳市龙岗区某项目为例，产业属于智能终端产业，“可上楼”。项目总建筑面积64092.5m²，容积率4.18，其中1#生产厂房建筑面积31899.63m²，结构形式为框架-剪力墙结构，结构高度58m，局部地下4层，地上11层。项目地位于阿波罗未来产业城和宝龙高新园区周边，并紧靠龙岗区“一心、双轴”，具备发展契机。



图4.1 “工业上楼”案例项目鸟瞰图

5、“工业上楼”生产用房结构设计关键要素

目前，“工业上楼”产业类型多样，根据相近行业高通用性和高集约性的特点，“上楼通则”将工业生产用房划分为五类：I类~V类，见表5.1生产用房分类表。下面对这几类中结构专业设计要点结合实际项目经验进行一些论述分析和经验总结。

表5.1 生产用房分类表

生产用房类别	特点描述
I类	生产设备轻、能耗低、污染低、要求不高
II类	生物医药与生命健康类，对洁净空间和三废处理等有特殊要求
III类	原材料易燃易爆易腐蚀，对消防和易燃易爆处要求高
IV类	生产工艺精度高，对防微振、柱距、层高有要求，部分涉及洁净
V类	对承重要求高，产线长、设备重，且对仓储空间有要求

5.1、层数

生产用房层数不宜低于4层，建筑高度不宜低于24m；层数不宜高于12层，建筑高度不宜高于70m。

15层以上或建筑高度大于100m，目前较难为市场接受，经济性较低。

5.2、层高

各类生产用房屋层高应结合管综及净高需求综合确定，其中I类、II类、III类生产用房首层层高宜为6m~8m，二至六层层高宜为5.4m~6m，七层及以上层高宜为4.5m~5.4m；II类生产用房标准层层高不宜低于5m。IV类生产用房中半导体与集成电路的晶圆前道工艺层高不宜低于8m，晶圆封测层高不宜低于6.5m，后端不宜低于5.4m，其他可按I类生产用房标准执行。V类生产用房中超高清视频显示生产用房首层至三层层高不宜小于12m，四层及以上生产用房屋高不宜小于6.5m，其他可按I类生产用房标准执行。

5.3、楼面荷载

“工业上楼”楼地面荷载取值大小，将直接影响该项目初次建设土建成本的高低；同时考虑同一产业类别的兼容性，为尽量减小后期因产业升级或更新换代等造成主体结构大范围加固，降低改造成本，做到绿色经济、可持续设计，各层楼面荷载建议值见表4.3。

表5.3 生产用房楼面活荷载标准值 (kN/m²)

	I类、II类	III类	IV类	V类
首层	12	20	25	30
二、三层	8	12	15	15
四层及以上	6.5	8	10	10

注：1. 首层货物堆放区域荷载不宜低于25kN/m²；

2. 半导体与集成电路的晶圆前道生产环节不宜小于15kN/m²；

3. 智能机器人的冲压工艺环节荷载设计不宜小于50kN/m²。

5.4、外围梁高

生产用房结构外围梁高应结合建筑节点、幕墙资料和结构参数指标等综合确定，且不宜不低于800mm。

5.5、柱距

柱距应按照工艺生产需求合理选取，宜采用大跨度，其中I类、III类生产用房主要柱距不宜小于8.4m；II类生产用房主要柱距宜为8m~10m；IV类生产用房主要柱距宜为9m~12m，半导体芯片制造、封测环节的主要柱距宜为9.6m；V类生产用房主要柱距不宜小于9m。

5.6、楼盖梁系

当楼面荷载小于等于8kN/m²时，宜采用单向双梁；当楼面荷载大于等于12kN/m²时，宜采用井字梁；其他荷载条件下梁系布置可由结构计算确定。

5.7、基础形式

生产用房主体结构基础形式应结合建筑层数、柱距、楼面荷载、产业特征、地基承载力等因素综合确定，建议采用桩基础，也可采用筏板基础。

5.8、案例工程上部结构技术经济指标

笔者将上述案例项目中 1# 生产厂房的上部结构主要技术经济指标梳理汇总如下，见表 5.8，以期为其他同类工业上楼项目的建设提供有益参考。

6、工业上楼经验总结及建议

“工业上楼”模式结合了研发、设计、办公等功能，是一种基于高层建筑的新型工业载体发展模式，实现了“产业上下游”、“工业上下楼”，将传统的单层扁平式厂房汇聚到高层垂直空间中，大幅提升了产业园区土地资源利用效率。

首先应结合“五要素模型”评判各生产工艺是否适宜上楼生产；再依据“上楼分类表”确定适宜楼层位置，低楼层或高楼层生产；一般地，生产制造放于低楼层，研发办公放于高楼层。

工业上楼生产用房结构设计关键要素包括建筑层数、层高、楼面荷载、柱跨、楼盖梁系、外围梁高，及基础选型等；实践过程中可结合具体生产工艺和前述经验总结取值。

工业上楼规划设计是系统性、前瞻性工程，除结构设计外，园区总体布局、交通流线、垂直运输、供水供电等系统、排水排气等系统，及智慧园区、数字能源、低空飞行等专项可根据实际需求参考“上楼通则”设计。

表5.8案例项目1#生产用房上部结构技术经济指标

楼层	层 高 (m)	荷载 (kN/ m ²)	墙、柱砼 强度	楼盖 方案	柱距	构件截面 (mm)		经济指标	
						框柱	框梁	砼 (m ³ /m ²)	钢筋 (kg/m ²)
RF	4.5	3	C30	井字梁	8.7mx 10.5m	800 ²	450x900	0.35	55
11F	4.5	6.5	C35	单向 双次梁			450x900		
10F									
9F									
8F									
7F									
6F	5.4	8.5	C50	井字梁		900 ²			
5F									
4F									
3F									
2F	8.0	C55	井字梁	1000 ²					
1F						7.9	12		

参考文献

[1] 工业上楼建筑设计通则: SJG 163—2024[S]. 深圳, 深圳市住房和建设局, 2024.

[2] 广东省人民政府. 广东省人民政府关于培育发展战略性新兴产业集群和战略性新兴产业集群的意见: 粤府函(2020)82号 [EB/OL]. (2020-05-20). https://www.gd.gov.cn/zzzq/zxzc/content/post_3549920.html.

[3] 深圳市工业和信息化局. 深圳市规划和自然资源局关于发布《深圳市 20 大先进制造业园区空间布局规划》的通知 [EB/OL]. (2022-06-06). https://www.sz.gov.cn/szzt2010/wgkz1/jcgk/jcygk/zdzcjc/content/mpost_9862782.html.

[4] 深圳市人民政府. 深圳市人民政府关于发展壮大战略性新兴产业集群和培育发展未来产

业的意见: 深府(2022)1号 [A/OL]. (2022-06-28). https://www.sz.gov.cn/zfgb/2022/gb1248/content/post_9918806.html.

[5] 深圳市工业和信息化局. 关于加快发展新质生产力进一步推进战略性新兴产业集群和未来产业高质量发展的实施方案 [EB/OL]. (2020-05-20). https://www.sz.gov.cn/szzt2010/zdlyz1/jjshzc/content/post_11191032.html.