

现代工业厂房建筑设计思路及细节研究

文 / 余珍芳 福建西海岸建筑设计院有限公司

摘要：随着产业从传统制造向创新智造升级，现代工业厂房已从单一生产空间转向“生产、生活、生态”融合的产业社区。本文以福州新区生物医药产业园一期项目为研究对象，设计以“三生融合”为核心，构建生活主轴、生产模块与生态基底协同的规划体系，适配生物医药产业的GMP/GLP标准，融入智慧化与安全管控系统，并在建筑、环保运营以及合规管理方面形成精细化设计方案，为同类生物医药及现代工业厂房设计提供参考，推动工业建筑向高效、绿色、智慧方向发展。

关键词：现代工业厂房；生物医药产业园；智慧园区；精细化设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.102

引言

在产业升级与城市更新的双重驱动下，现代工业厂房设计已突破“生产优先”的传统模式，逐步向功能复合、生态友好、智慧高效的“产业社区”转型。生物医药产业作为高技术、高要求的战略性新兴产业，对厂房的生产标准、环境控制、安全防护等均有严苛要求，其厂房设计更需兼顾产业特性与城市协同发展需求。福州新区生物医药产业园一期项目作为福州滨海新城生物医药产业的核心载体，严格遵循《医药工业洁净厂房设计标准》《建筑设计防火规范》等规范，融合“三生主义”理念与智慧化技术，形成系统的设计方案。本文以该项目为案例，深入剖析现代工业厂房的设计思路与细节，旨在为同类项目提供可借鉴的设计框架与技术路径，助力现代工业建筑设计水平的提升。

一、项目概述

（一）项目背景与定位

福州滨海新城以“开放门户、宜业家园、生态绿城”为发展定位，致力于打造福州城市副中心，承担新区人口居住与产业发展核心功能。福州新区生物医药产业园一期项目作为滨海新城生物医药产业的核心布局，依托区域交通优势与生态资源，定位为国际一流的生物医药诊断、研发和生产平台。项目突破传统封闭园区模式，瞄准第四代产业园区发展方向，摒弃“工厂—食堂—宿舍”三点一线的单调布局，构建“产业社区”形态。项目内设GMP生产基地、GLP实验基地及实验动物中心，既满

足生物医药产业的高精度生产研发需求，又通过开放空间、生活配套的植入，实现“生产、生活、生态”的深度融合，为企业提供创新协作平台，向城市释放产业活力，推动区域产业链的可持续发展。

（二）场地与规划条件

项目场地位于福州滨海新城屿南路北侧、董奉大道南侧、屿中路东侧，用地面积68286 m²，用地性质为一类工业用地（M1）。场地现状以农田、水塘为主，整体地势平坦，交通可达性强；西侧存在连续高压走廊，东侧为盈和产业园，北侧紧邻董奉大道快速路，南侧及西侧为400亩医药产业园区，周边产业氛围浓厚。根据福州市长乐区自然资源和规划局《福州滨海新城2024年第4号地块土地出让规划条件》（长自然地（2024）12号），项目核心规划指标如下：容积率2.0-2.5，建筑密度35%-50%，绿地率15%-20%，建筑高度不超过60m。

（三）项目规模与功能组成

项目总建筑面积146571.89 m²，其中计容建筑面积144916.87 m²，地下非计容建筑面积7348.42 m²（含一层地下室、污水池、事故池、初期雨水池）；建筑占地面积25735.01 m²，机动车停车位608辆（地面510辆、地下98辆，含社会停车位80辆），非机动车停车位1442辆。项目共布局9栋单体建筑，功能分区明确，适配生物医药产业的生产、研发、仓储及生活配套需求。各单体核心参数如下表所示：

表1：各单体核心参数总结表

单体编号	建筑功能	层数	建筑高度	核心参数
1#、2#	中试厂房（高层丙类）	10	55.7m	首层层高6.0m，2-10层层高5.5m
3#	联合厂房（高层丙类）	4	31.4m	1-4层层高7.8m，北侧设仓库，南侧为综合制剂厂房
5#	综合服务大楼	10	39.9	1层层高6.0m，2层层高4.8m，3-10层3.6m
6#	甲类危化品库	1	5.2	防火分区≤500 m ² ，设防爆地漏与通风系统
7#、9#	多层丙类厂房	4	24.0	1层层高7.0m，2-3层6.0m，4层4.5m
8#、10#	高层丙类厂房	5	32.0	首层层高7.8m，2-4层6.0m，5层5.7m

二、现代工业厂房核心设计思路

(一) “三生融合”的整体规划思路

项目以“生活主轴+生产模块+生态基底”为规划框架，打破传统工业厂房封闭性，实现“生产高效、生活便捷、生态友好”的协同发展。生活主轴作为“三生融合”中“生活维度”的核心载体，以5#综合服务大楼为枢纽，通过串联宿舍、餐厅、活动室、健身房构建“15分钟生活圈”。本质是践行“以人为本”的规划理念，通过缩短生活服务半径，直接落地“生活便捷”的核心诉求，让园区生活与生产场景形成高效衔接，避免因生活配套分散导致的效率损耗，为“生产高效”提供间接保障。生产模块采用“鱼骨状”布局，以中央景观轴串联各模块，呈“外高内低”形态^[1]。生态基底融合透水地坪等海绵城市技术（年径流控制率75%、面源污染控制率45%），屋面设种植屋面与光伏玻璃（荷载2.5kN/m²），引入蒸发降温与升降机能量回收技术，园区10250m²绿地配观赏性植物，营造宜人环境。

(二) 适配产业需求的功能设计思路

针对生物医药产业“高精度、高洁净、高安全”的特性，项目功能设计突出专业性与弹性，满足产业生产研发需求及未来拓展可能^[2]。专业功能上，严格遵循《医药工业洁净厂房设计标准》（GB50457-2019）与《生物安全实验室建筑技术规范》（GB50346-2011），3#综合制剂厂房设洁净生产区（正负压车间控温湿度与洁净度），实验室与生产废水单独收集后经埋地式污水处理站处理，6#甲类危化品库独立防火分区并设防爆地漏与通风，实

验动物中心预留独立空间。弹性设计上，以“预留空间≠闲置浪费，而是动态适配产业生命周期”为核心逻辑，针对生物医药企业从研发中试到量产扩能的全阶段需求，构建“模块化可调、资源可复用”的功能体系。生产模块为“可复制单元式”，普通车间活荷载8.0kN/m²、实验室5.0kN/m²，2#、5#变电所设2×1250kVA变压器，厂房预留通风空调接口。

(三) 智慧化与安全协同设计思路

项目以“信息化、工业化、城市化深度融合”为目标，构建智慧管理体系并强化消防安全、人防安全，实现“智慧高效、安全可靠”运营^[3]。智慧园区整合智能化楼宇管理、实验室/生产系统、GIS、大数据分析平台，还引入“机器换人”“黑灯工厂”技术，采用自动化流水线与可视监控减少人工干预、提升产品质量（如图1所示）。智慧园区层面，除整合智能化楼宇管理、GIS、大数据分析平台及“机器换人”“黑灯工厂”技术外，重点构建“全场景智能化安全监测体系”。生产区部署AI行为识别摄像头，实时监测人员违规操作，并与实验室/生产系统联动，一旦发现异常立即触发设备停机与声光报警。6#甲类危化品库加装智能温湿度传感器与气体泄漏检测仪，数据实时上传大数据平台，当浓度超标或温度异常时，系统自动开启通风系统与水喷雾预启动模式，同步推送预警信息至管理人员移动端，实现“从被动灭火到主动防控”的升级。公共区域配置智能消防巡检机器人，替代人工完成消防设施的日常巡检，数据自动录入系统形成台账，避免人工巡检遗漏或误差。

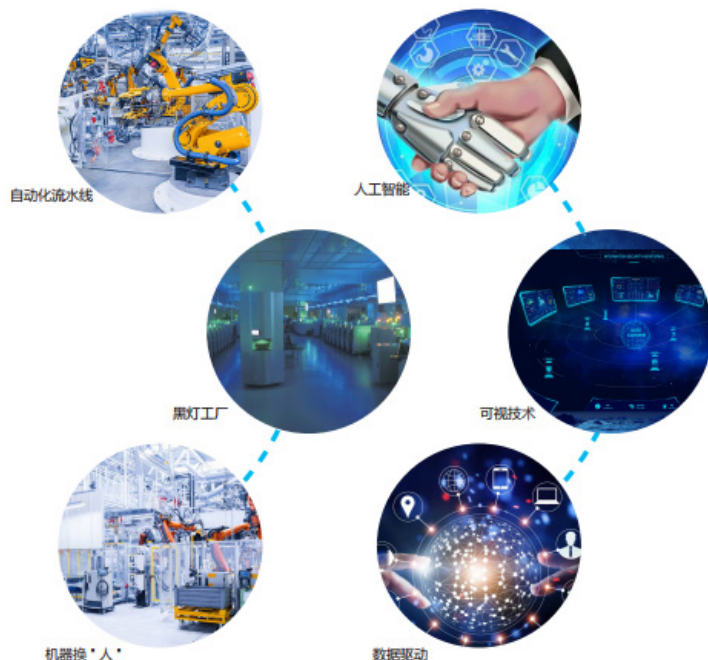


图1：智能园区工作流程图

三、现代工业厂房关键细节研究

(一) 建筑设计细节

建筑设计细节围绕生物医药产业“洁净生产、灵活适配、绿色低碳”核心需求，从空间功能、空间尺度、

立面及色彩三方面精准落地，同时强化厂房类型化设计，兼顾产业实用性与人文关怀^[4]。其中1#、2#中试厂房以“满足设备操作与工艺迭代”为核心功能，首层层高预留6.0m空间满足吊装与安装需求，2-10层5.5m层高

则为洁净通风、工艺管线排布预留冗余，车间内还预留设备检修通道以匹配中试阶段“频繁调试、小批量生产”特性；3#联合厂房遵循“生产-存储”一体化设计逻辑；7#、8#、9#、10#通用厂房采用“标准化模块单元”设计，1层层高7.0m满足货物装卸与重型设备安装，2-3层6.0m适配研发办公或中试生产，4层4.5m可作辅助仓储或质检用房，既能实现“多单元组合适配规模化企业”，又能缩短企业入驻装修周期、降低园区后期改造成本。

从立面及色彩设计来看，整体采用现代公建化风格，以三段式逻辑统一各建筑立面，既保证园区风貌协调，又通过材料与色彩实现功能表达。底部采用石材幕墙，利用石材耐磨、抗污特性适应人员与货物频繁进出场景，同时通过材质厚重感强化建筑入口视觉识别性，提升入口庄重感；中部主要功能层采用绿色真石漆与节能玻璃（传热系数 $\leq 2.8W/(m^2 \cdot K)$ ）组合，形成“实墙+玻璃”虚实对比，实墙减少太阳辐射热传入以降低空调能耗；顶部设置女儿墙与光伏板组合系统，女儿墙隐藏屋顶设备管线，光伏板铺设于屋顶闲置区域，既利用太阳能发电补充园区能源，又可作为屋顶隔热层降低顶层室内温度，顶部选用浅灰色光伏板边框确保竖向视觉完整性。园区道路设盲道连接建筑入口，休息广场配座椅与遮阳棚，体现人性化理念^[5]。

（二）结构与机电设计细节

结构设计紧扣生物医药设备荷载需求，普通车间活荷载按 $8.0kN/m^2$ 、实验室按 $5.0kN/m^2$ 设定，预留设备安装与检修的荷载冗余；3#等超长厂房设30m间距施工后浇带，解决混凝土收缩与温度应力问题。机电设计适配产业工艺要求，洁净区空调精准控制 $22-26^{\circ}C$ 温度、 $45-65\%$ 湿度（Class8标准），生产污水单独收集处理；电气引三路 $10kV$ 电源，配3台30s内启动的柴油发电机，保障生产工艺等一级负荷供电，满足产业高精度运行需求。

（三）环保与运营成本细节

环保与运营成本细节围绕“绿色低碳、经济高效”展开，兼顾环境影响控制与长期运营经济性^[6]。环保技术应用上，生产污水处理采用“调节池+厌氧池+好氧池+MBR膜+消毒池”工艺，处理规模 $500m^3/d$ ，出水达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准；生产车间排气经高效空气过滤器（HEPA）过滤，去除粉尘与有害气体；洁净水采用反渗透+EDI技术处理，水质满足《医药工艺用水质量标准》（GMP）要求。

运营成本控制从多系统优化，电气选用高导电率铜芯电缆，变电所设负荷中心（如2#变电所服务1#、2#、5#建筑）缩短线路损耗，变压器按70%-80%最佳负荷率选型，公共区域照明设光控+时控智能系统。给排水选用效率 $\geq 85\%$ 的高效水泵，5#楼1-3层利用市政压力直供，生活水池采用不锈钢成品并设超高水位报警。人工成本通过消控中心集中管控消防与安防系统、变电所智能管理，及1个物业管理中心统筹清洁绿化维护降低。

（四）合规性细节

合规性细节从外部环境适配、安全防护管控及通用规范执行多维度落实，确保项目设计合法合规。机场净空与城市风貌方面，项目严格遵循《福州长乐国际机场净空保护区域范围和控制要求的通告》（榕政规〔2023〕5号），2#楼建筑最高点高度59.9m，低于机场净空保护60m上限，且建筑布局避开机场航线核心区域，不影响航班起降。建筑风貌契合福州滨海新城“现代、简约、生态”要求，立面以绿色、灰色、白色为主色调，协调周边自然环境，避免大面积高反射材料减少光污染，建筑体量高低错落形成丰富天际线，沿董奉大道一侧设30m宽城市绿化带，提升城市界面品质。

消防与人防合规上，消防合规围绕“控火势、保疏散、便救援”核心目标，从场地布局到细节参数全面落地规范要求。园区设置环形消防车道，确保消防车全域通行；1#、2#等高层及重点建筑配套消防操作场地，为灭火救援提供作业空间。厂房每层外墙设消防救援窗，便于救援人员快速进入室内。消防严格控制防火分区面积，高层丙类厂房（1#、2#） $\leq 4000m^2$ ，多层丙类厂房（7#、9#） $\leq 8000m^2$ ，有效阻隔火势蔓延。甲类危化品库（6#） $\leq 500m^2$ ，每个防火分区设2个安全出口（间距 $\geq 5m$ ），高层厂房内任一点至最近安全出口直线距离 $\leq 40m$ 、多层 $\leq 60m$ ，满足疏散需求。人防掩蔽部为独立防护单元，设2个出入口，防护密闭门与密闭门符合《人民防空工程防护设备选用图集》，通风系统过滤吸收器、密闭阀门抗力 $\geq 0.05MPa$ ，电气管线穿人防围护结构采用壁厚 $\geq 3.0mm$ 热镀锌钢管并设防护密闭套管。

结语

福州新区生物医药产业园一期项目作为现代工业厂房的典型范例，以“三生融合”为核心设计理念，通过精准的产业适配、智慧化的系统集成、精细化的细节设计及严格的合规控制，构建了“高效、绿色、安全、智慧”的产业社区。未来，随着产业技术的不断升级与城市需求的持续变化，现代工业厂房设计还需进一步探索“数字孪生”“零碳园区”等前沿技术，推动工业建筑向高质量、更可持续发展的方向发展，为产业升级与城市更新提供更有力的空间支撑。

参考文献

- [1] 徐汝德. 绿色建筑材料在现代工业厂房节能设计中的应用[J]. 江苏建材, 2025, (02): 91-92.
- [2] 林晖. 现代工业厂房建筑设计的优化方案[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(04): 117-119.
- [3] 武宗亮. 现代工业厂房建筑施工管理分析[J]. 工程建设与设计, 2023, (06): 246-248.
- [4] 呼延宇. 现代工业厂房建筑设计思路及细节问题分析[J]. 居舍, 2022, (10): 94-96.
- [5] 廖武斌. 现代工业厂房建筑施工管理研究[J]. 中国建筑金属结构, 2021, (05): 18-19.
- [6] 闻丽媛, 王雪斐. 浅析现代工业建筑设计方法[J]. 江西建材, 2020, (09): 76-77.