

既有工业建筑改造利用设计论述

李银兰

中国电子系统工程第二建设有限公司 上海 201100

【摘要】既有工业建筑改造需守好政策性红线，满足规范性要求，熟悉原有建筑文件资料，在既有建筑框架内进行设计施工，需合理组织各工艺性流线，做好各使用空间的分区排布，使改造建筑流线顺畅，功能合理，空间适宜，结构安全可靠，应用BIM进行一体化设计，指导建筑管控，综合管线布置，做好空间管理大师，显著提升工程实施运营质量。以苏州惟清半导体厂房改造为例，介绍既有工业厂房建筑改造流程，提供改造策略，推动城市建设的可持续发展。

【关键词】既有工业建筑；更新改造；可持续发展

引言

为了贯彻落实联合国2030年可持续发展议程的伟大目标，共同增进全人类福祉，中国“十三五”提出了：“四个全面”、“五位一体”的新发展格局，为我国可持续发展理念提供了前沿方针。建筑行业是能源消耗的主要来源之一，建筑业的可持续发展直接关系到社会的福祉。在建设增量逐渐放缓，进入存量发展时代后，以高质量发展为目标，对既有建筑进行改造和性能提升成为当前建筑领域的重要工作。因而做好既有工业建筑资源的重复利用，引入新工艺和新技术设备，唤醒既有工业建筑的活力，延续其生命周期，实现可持续发展成为当下建筑设计的重要内容。

1 建筑特点

既有工业建筑是已建成可以验收的和已投入使用的为生产和储存类活动提供场所的建筑，主要包括厂房，仓库，设备用房和构筑物等。工业厂房是工业建筑的核心，具有大规模，大尺度，大空间的特点，建筑结构、构造复杂，技术要求高，需要满足特定的生产工艺流程，满足设备的配置要求。随着社会发展速度加快，产品的更新换代程度提高，为了提高劳动生产率，获得最佳经济效益，企业需要不断进行生产设备更新和技术改造升级。新型的生产设备促生了与之相适应的工艺流程，不同的工艺流程需要与之相适应的空间形式。

2 设计要求

既有工业建筑改造是在现状建筑内进行设计施工，受既有建筑框架的制约。设计需要在满足政府部门相关政策、规范要求下，遵循原有设计轮廓，保留原有建筑风

貌，注重改造设计与周边环境、相邻房屋的整体协调；满足生产工艺需求，结构安全性要求，以及给排水、暖通、电气、气化、自动化等各机电专业的安装需求；满足环保要求，出具《环境影响报告书》，全面贯彻清洁生产原则和循环经济理念，提出相应的防治污染和生态保护措施，确保工业三废：“固废”、“废气”、“废水”达到相应排放标准。

3 设计原则

既有工业建筑改造需守好政策性红线，满足规范性要求，熟悉原有建筑文件资料，合理组织各工艺流程，做好各使用空间的分区排布，使改造建筑流线顺畅，功能合理，空间适宜，结构安全可靠，应用BIM进行一体化设计，指导建筑空间管控，综合管线布置，做好空间管理大师，显著提升工程实施运营质量。

4 改造策略

4.1 甄选合适工艺

企业为了提高劳动生产效率，获得最佳经济效益而进行生产设备更新和技术改造升级。需要深入市场研究，通过详实的产品调研，工艺考察和经济分析，确定合适的产能，进行生产设备选型和UM表的确定。企业的投资额和市场销售额是影响产能的重要因素，结合企业的实际运营情况 and 经济状况，确定合适的产能，实现利润最大化，确保工业改造项目顺利进行，企业稳健发展。

4.2 有效利用建筑空间

结合既有建筑的特点，根据生产工艺流程和设备UM表情况，确定合适的工艺流程，以生产区为核心进行建筑功能布局，合理配置设备站房，使生产区、动力区、仓储

区和生产配套区，分区功能明确、互不干扰。结合原有建筑平面形式，轴网，层高和站房、货梯的位置，确定合理的供应流线，有效组织原料、成品物流流线，设备搬运流线，生产人员流线和访客流线等。根据水、电、气等动力需求，核算各设备站房的面积，净高需求，确定废水、废液、废固等的房间大小。结合建筑周边场地情况，布置室外设备机组，实现建筑空间有效利用。

4.3 结构的安全性评估

根据建筑使用年限、设防类别、抗震单元内结构刚度变化情况、重力荷载代表值增量等确定加固改造方案，对改造区进行构件现状检测，确定既有建筑是否需进行抗震鉴定，核算既有建筑原有荷载情况。改造设计尽量在原有荷载限值内进行，改造加固后建筑需延续原有设计使用年限。

4.4 做好空间管理大师

工业建筑专业面广，管线纵横交错，路由庞杂。为了解决管道交叉，避免管道定位互相挤占空间等现象，需引入BIM软件进行综合管线深化设计，依照“小让大，有压让无压，无坡度要求（消防、给水管、电气桥架）让有坡度要求（采暖、空调水管及冷凝水管）”原则，各种管线优先水平紧凑布置：“风管为主，桥架次之，水管为辅”，对于需要上下排布的空间，遵循“风上电中水下”的布置原则。管线贴梁底敷设，桥架遇梁贴梁底，过梁后上返贴板底敷设。各种管线有序排布，综合协调，做好空间管理，确保工程安全有序进行。

5 设计案例

——苏州惟清第三代半导体高端光电器件晶圆生产及功率器件晶圆研发项目

5.1 项目现状

该项目位于苏州高新区苏州科技城工业坊A区内，原建成于2007年，为3层丙类电子厂房建筑，耐火等级二级。矩形平面，南北长107.3m，东西宽80m，采用钢筋混凝土框架结构，轴网为9.0m×9.0m，总高为16.8m，一层层高6.0m，二、三层层高均为5.4m。现状建筑维护较好，目前为空置状态，急需引入新的生产项目，有效利用厂区资源，为园区发展注入新鲜活力。

5.2 改造要求

拟在2#电子厂房内进行6吋SiC电子芯片生产研发，产能5000片/月。改造范围为一层整层和二层东侧部分。总建筑

面积11426m²，需要配备3300m²洁净室，1100m²测试间，适量的仓储空间，完善的设备站房和100人后勤办公用房。

5.3 改造策略

结合现状建筑特点，依据芯片电子厂房生产工艺流程，本着经济适用、功能合理的原则，提出以下五项改造策略：

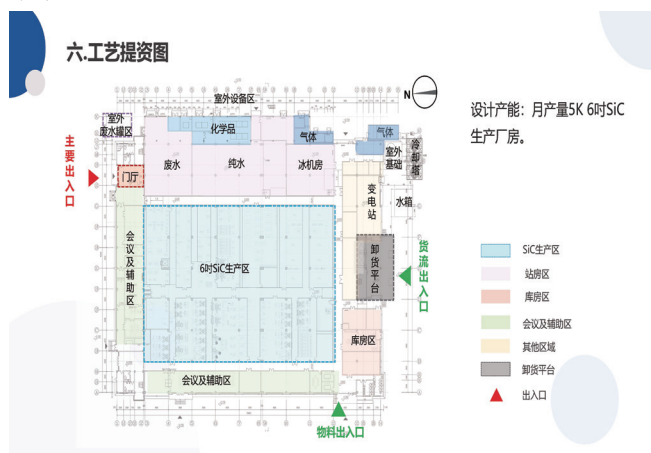


图1 一层建筑平面布局图

5.3.1利旧型改造逻辑——充分利用现状建筑基本格局：改造建筑一层中部区域设计洁净生产区，东侧在原有站房基础上向内拓展一跨设计废水站、纯水站、工艺冷却水间和冰机房。东北角有效利用原有室外废水罐区空间。冰机房顶部二层设计空调机房，二层屋面设计室外设备区，管道从楼板开洞垂直接入，路径短捷。变电站在原有基础上向内扩展，满足负荷要求。南侧西区结合货流入口设计库房区，有效利用现状卸货平台和货梯，西侧保留带状办公区。利用原有室外水箱，设备基础等，保留二层测试间，有效利用原有隔墙，隔间，保证改造量最少。

5.3.2港湾式工艺布局——根据芯片制程设备动力需求，确定各设备的空间需求，用电、用水、排风和用气需求，本项目除了LPCVD、高温退火炉、高温氧化炉和离子注入机外，其他设备高度集中在2.2m左右，洁净区洁净度要求有十级/百级/千级，温度 $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $45\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。现状建筑层高6.0m，梁下净高5.1m，为了有效利用现状空间，将洁净生产区和设备维护区按灰白区分隔设计，形成港湾式布局型式。灰区（设备维护区）洁净度要求较低，做高架地板，无吊顶；白区（洁净区）洁净度要求严格，采用0.6m高架地板和金属岩棉夹芯板（盲板）/FFU吊顶，净高3.0m，满足生产要求。洁净生产区中间设计一条南北贯通的洁净走道，原料从南侧货淋口进入，经收发-检测-刻蚀-清洗-光刻-离子注入等生产工序后，经洁净电梯到达

二层测试区完成测试后封装入库。工艺流程顺畅,次序井然,联系方便。

5.3.3精益型建筑设计——在有限的建筑空间内合理配置洁净生产区和设备站房,在二者之间取得最优的组合,从整体上把控,通过较小的投入,即:较少的人力,较少的设备,较短的时间和较小的场地创造出尽可能多的价值。通过生产区精益化设计和设备站房紧凑化来实现最佳经济效益。

生产区精益化——SiC生产区占据中央区域,采用72mX45m矩形平面,9.0mX9.0m轴网,建筑面积3300m²,南北向设计一条3.0m宽洁净通道,联通各个生产线,东西向设置若干2.4m宽子洁净通道,通道端头设计2.4m宽观察窗,通道两侧设置生产工位。检查、发料、刻蚀、清洗、减薄、划片、光刻等设备区房间,金属岩棉夹芯板隔墙和FFU吊顶均采用1.2m模数,局部通过0.6m模数协调,统一的模数设计实现了墙、顶、地对缝,减少了材料浪费,节省了成本。

站房布置紧凑化——在产能一定的前提下,优化各设备站房设计,适当压缩站房面积,设备紧凑型布置。废水站房在满足废水处理工艺要求的基础上,将废水池部分转移到室外,结合原有废水罐区做地下水池,减小了废水机房的建筑面积。纯水站房设计有限利用空间,将部分设备叠放,有效减小了站房面积。各站房建筑空间基本按照低限标准配置,常用设备与备用设备间设计转换接口,有效控制了备用设备的数量,最大化生产价值。

5.3.4有限的结构承载力限值

项目房龄<20年,无需提供结构鉴定报告。一层地面垫层为150厚钢筋混凝土,内配 $\Phi 6@150$ 钢筋网,可承受较大的压力,布置重型设备,二层楼面承载力为1T/m²,布置办公用房、空调机房和轻型设备,部分设备吊装区域进行加固处理。二层拆除原有石材地面,改造为3厚耐磨性环氧地面,减轻了楼面荷载,楼面和地坪的结构承载力均在原有设计限值内,避免了结构加固。

5.3.5智能化综合管控设计

机电安装空间设计——洁净室吊顶上部空间高度2.4m,

结构梁高0.8m,吊顶内梁下净高1.6m,用于各机电专业管线布置,废水废液经过高架地板下部设置管道接入废水处理区。采用BIM建立信息模型,综合管控各专业管线排布,通过整合各专业管线提前发现可能在施工过程中出现的专业间碰撞点,并在施工图中预先调整,避免可能出现的施工问题。

5.4 改造意义

本项目是苏州市2023年8个电子芯片厂房项目之一,是以半导体产业为核心的高新技术产业,是在瞄准国家重大战略需求,融入国家创新体系的基础上发展的新型产业。在既有工业厂房建筑内,引入新型产业,进行改造再利用,实现了产业升级,从研发、生产到销售服务等多个环节,为社会创造了大量的就业机会,为经济增长提供人力资源保障。避免了新建建筑的人力、物力和资源消耗。不仅是对社会物质资源的充分利用,同时也是对社会历史及文化资源的延续和传承。本项目的改造完成将为高新区产业创新集群赋能增效,带动园区新一轮的产业发展。

6 结语

通过改造利用既有工业建筑,实现了现状建筑资源的循环再利用。适应了当下产业发展需求和快速城市化所形成的复杂多样的中国建成环境,在一定程度上延长了建筑生命周期,减少了资源和能源浪费,促进了生态环境平衡,顺应了节能减排的时代主题,推动了我国城市建设的可持续发展。

参考文献:

- [1] 王聪.既有工业建筑室内环境绿色化改造关键技术探讨.重庆建筑.2022年21期(S1)
- [2] 邓元媛.基于BIM的既有工业遗存改造研究.建筑经济.2023年.44期(S1)
- [3] 孙淼.西方“城中厂”更新理论与实践综述研究.建筑师.2019年.01期
- [4] 住房和城乡建设部.GB 55022-2021.既有建筑维护与改造通用规范.2021年9月8日
- [5] 晁阳.工艺、技术与建筑设计的融合.建筑与文化.2015年.08期