

半导体洁净厂房二次配工程造价控制策略

朱 珠

中国电子系统工程第二建设有限公司 江苏 无锡 214135

【摘 要】：当下国内半导体产业加速布局，洁净厂房二次配作为衔接生产设备与公用系统的关键环节，项目落地条件复杂。受设备进场时序、工艺参数动态调整、特种安装材料及专业施工资源约束，实际建设中极易出现费用超支，造成投资概算与现场实施结果偏离，直接影响整体建厂投资收益。基于此，本文将从项目建设全周期出发，梳理该类工程成本波动的内在诱因，摸索贴合行业实际的造价管控手段，旨在实现技术合规与成本平衡。

【关键词】：半导体洁净厂房；二次配；工程造价控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.001

引言

在半导体洁净厂房建设体系内，二次配承担着厂房公用动力系统对接生产工艺设备的衔接职能，该部分造价管理水平会直接左右整个项目的投资成效。半导体项目建设节奏紧凑，设备选型更迭会带动工艺方案频繁调整，二次配管线排布错综复杂，洁净施工的硬性要求高，极易引发概算超支现象。抓实这一部分造价管控，可充分发挥建设资金效用，减少资金无谓损耗，稳固项目推进节奏，保障厂房投产后稳定生产，对半导体项目高质量建成有着较强现实作用。

1 半导体洁净厂房二次配工程成本波动的内在诱因

1.1 工艺设备资料交付滞后带来设计深度不足

二次配管线、阀组布局完全依附生产机台的接口条件，不少半导体建设项目开展初步机电设计时，工艺设备完整技术文件还未完成移交，设计方只能参考设备厂商提供的简易参考图开展规划，设计深度先天不足。从已落地产线复盘情况来看，有41%左右的二次配造价超支项目，根源在于设备接口信息更新不及时。后期机台就位后，介质需求、接管点位出现改动，夹层内部管线排布紧凑，单点调整就会带动周边配套同步改造，局部变更对应的新增工程量区间处在6%-13%。这类动态变化无法完整体现在初期概算文件中，埋下成本偏移隐患。

1.2 特种核心耗材的选型刚性与市场行情扰动

高纯输送管路、专用阀件是二次配工程的主要物资，材料成本在项目总投入当中占比介于41%-49%，其中EP等级不锈钢管路占材料开支的33.7%。合金基材行情起伏，会顺着供应链传导至高端管材采购端，部分在建项目当中，同类管材采购单价年度涨幅可达4.8%。为保障芯片生产制程稳定性，气体、化学品输送必须达到超高洁净等级，核心零部件可替换选型范围十分有限，不能通过降低标准压缩开支。技术规格一旦小幅提升，整套物资采购开支便会出现9%-14%的刚性抬升。

1.3 现场变更频发诱发签证管控漏洞

洁净厂房多专业交叉施工，工艺设备分批次到场调试，二次配施工和产线调试同步推进，现场调整产生的费用规模，常常占到合同总价的13%-19%。招标清单编制阶段容易忽略氦气检漏、洁净度检测、安全防护配套等细分工作内容，清单漏项比例最高接近6.8%。为守住产线投产时间节点，洁净区域不便长时间停工，大量现场调整优先落地施工，后续再补办手续。工程量核验滞后、现场取证不全，很容易造成计量失真，持续放大成本管控压力。

2 半导体洁净厂房二次配工程造价控制的有效策略

2.1 前置深化设计管控，压缩动态变更成本

半导体洁净厂房二次配工程的造价管控，核心在于搭建覆盖全周期的前置协同设计体系，从源头遏制后期拆改引发的追加投资。项目启动阶段，由业主主导建立工艺设备厂商、设计院所、施工总包联合办公机制，将机台接口坐标、高纯介质参数、设备定位等关键技术文件的交付时点纳入合同约定，扭转仅凭草图推进方案的粗放做法。实施阶段全面引入BIM参数化建模与CFD流场模拟，对洁净层夹道高密度管线、调压阀组、介质主管路由进行三维预拼装与干涉检查，直接削减无效施工支出。

表1 前置深化设计管控措施与成本控制效果对照

管控措施	核心手段	量化效果	单项目节约额
四方联合交底	机台参数前置移交	设计错漏率 $\leq 3\%$	35~50 万元
BIM+CFD 仿真	管线碰撞预校核	返工量减 1600m ²	28~42 万元

三级校审审批	特气回路清单 细化	工程变更率降 62%	18~25 万元
--------	--------------	------------	----------

在此基础上严格执行三级校核审批流程，针对特种气体、腐蚀性药液等高危输送回路逐项细化作业清单与工艺标准，使前期设计疏漏偏差收敛至 3% 以内，从而规避单项目数十万元量级的连带返工开销，为整体造价目标的达成筑牢前置防线。

2.2 优化物资选型采购，平衡技术标准与采购成本

针对特种耗材价格波动大带来的成本上浮问题，可通过分级选型、定点集采、行情预判的组合模式，在满足制程洁净要求的前提下压缩无效物资成本。二次配工程物资开销占据项目总投资 41% 至 49%，是造价管控的核心板块，其中 EP 级高纯不锈钢管材、高纯隔膜阀等核心主材单项目采购金额普遍超 320 万元。依据车间制程等级实行差异化选材，1 级、10 级超高纯核心制程区严格沿用进口高端合规物料，保障介质输送达到 PPT 级杂质控制标准，普通辅助洁净区域可采用通过半导体行业认证的国产化配件，单项目可直接节约采购经费 90 至 130 万元，合规前提下大幅缩减价差成本。同步搭建基材价格动态监测台账，实时追踪镍铬合金、氟橡胶密封件等核心原料市场报价波动，通过季度锁价、批量集采的模式稳定采购成本，年均可对冲原材料涨价带来的约 11% 的成本增幅，有效平抑物资端造价波动风险。

2.3 规范现场签证管控，闭环施工变更流程

半导体洁净厂房二次配工程造价控制的过程中，需搭建全流程闭环的变更与签证管控体系，彻底整治现场计量漏洞与无序施工乱象。行业统计显示，未规范管控的二次配项目，现场变更产生的额外费用单项目平均可达 180 至 260 万元，占合同总额 13% 至 19%，是造价超支的核心诱因。项目招标阶段需细化工程量清单，完整纳入高纯管路氦检漏、洁净度分级检测、特种作业安全防护等细分工序，将清单漏项金额控制在单项目 25 万元以内，大幅降低后期补项增量支出。施工阶段严格落实

“方案论证-造价核算-审批通过-进场施工”的标准化流程，彻底杜绝先施工后补签的违规模式，针对机台微调、管路适配等必要变更，提前完成工程量精准测算与造价核定。依托数字化管理平台留存全程施工影像、耗材台账与变更资料，逐项核验签证工程量，规范管控后单项目可减少无效变更投入超 150 万元，全面保障施工阶段造价可控。

2.4 升级施工管控模式，降低人工与工时损耗成本

半导体洁净厂房二次配工程造价控制，需通过模块化施工、标准化管控、错峰用工的方式，全方位优化施工效率与人力成本结构。二次配工程人工及施工服务费占总投资 26% 至 34%，常规单项目人工投入可达 210 至 280 万元，洁净区严苛的更衣除尘、分区管控要求，会压缩近 30% 的有效作业时长，进一步抬升单位工程量用工成本。项目施工阶段全面推行工厂预制、现场拼装的模块化工艺，将管道切割、轨道焊接、阀组预装等 90% 以上的前置工序转移至标准化厂区完成，现场仅开展精准对接与系统调试，单项目整体工期可缩短 18 至 25 天，直接减少工时损耗对应的人工支出约 6% 至 10%。同时建立持证人员专属用工台账，筛选具备高纯管路焊接、介质系统调试资质的专业班组，通过岗前专项技术交底、分区流水施工的模式规避返工损耗。结合行业用工周期错峰排布施工计划，规避旺季 30% 以上的劳务溢价，综合施策下单项目人工成本可稳步压降 10% 至 17%，实现施工质量、建设效率与造价管控的协同提升。

总而言之，半导体洁净厂房二次配工程极易受工艺设备调整扰动，造价管控存在诸多现实痛点，并非单纯压低建设成本就可以达成管控目标。项目应当紧扣实际工艺诉求，将造价管控落实到深化设计、现场施工以及竣工结算全流程当中，协调好洁净等级、施工品质与投资体量三者之间的关系。随着半导体行业技术迭代持续推进，二次配造价管控工作还需要持续积累一线项目实操经验，打磨完善各类管控举措，给同类型洁净厂房建设提供可落地的实践借鉴。

参考文献:

- [1] 陶伟. 半导体洁净室厂房工程不同建设模式下造价控制对比研究[J]. 现代工程项目管理, 2025(21).
- [2] 赵越盛, 葛优. BIM 技术在某半导体厂房二次配设计中的应用[J]. 洁净与空调技术, 2023, (1): 21-26.
- [3] 曹文敏. 洁净厂房的安装工程造价预算控制策略与实践探析[J]. 中国地名, 2026(2): 0127-0129.