

大型工业厂房地下室造价优化技术与成本控制实践

吴淑蓉

上海江海数字产业发展有限公司, 上海 201499

DOI:10.61369/ETQM.2026060008

摘 要 : 本文主要研究大型工业厂房地下室造价控制的关键问题, 以上海项目为依托, 从造价构成入手, 对方案设计阶段和施工实施阶段的造价控制方法进行系统的分析。地下室层高、土方外运量、桩基选型和围护体系等都会影响到总造价的非线性效应, 在保证功能与安全的同时做精细化的比选。文章对材料全过程控制、BIM协同应用等内容进行总结提炼, 对材料损耗、变更返工等各方面节约效果做量化分析。依靠技术与管理双轮驱动, 项目获得明显的经济效益, 给同类工程提供可以复制的造价控制范式。

关 键 词 : 造价优化; 成本控制; 大型工业厂房

Cost Optimization Techniques and Cost Control Practices for Basements of Large-Scale Industrial Plants

Wu Shurong

Shanghai Jianghai Digital Industry Development Co., Ltd., Shanghai 201499

Abstract : This paper primarily focuses on the key issues of cost control for basements in large-scale industrial plants. Based on a project in Shanghai, it systematically analyzes cost control methods during the design and construction implementation phases, starting from the cost composition. Factors such as basement floor height, earthwork transportation volume, pile foundation selection, and enclosure systems all have nonlinear effects on the total cost, necessitating detailed comparisons and selections while ensuring functionality and safety. The paper summarizes and refines aspects such as full-process material control and BIM collaborative applications, providing quantitative analysis of cost savings in areas such as material waste and change rework. By relying on both technological and managerial drivers, the project achieved significant economic benefits, offering a replicable cost control paradigm for similar projects.

Keywords : cost optimization; cost control; large-scale industrial plants

大型工业厂房地下室是项目的重要功能空间, 造价高、施工难, 也是造成项目总体经济效益受影的因素之一。目前, 在保证工程安全、质量的基础上, 怎样才能使造价得到有效的控制, 已经成为行业所面对的普遍问题。文章选取具体的工程实例, 从方案设计到施工实施的全过程, 对造价优化与控制的技术进行详细的阐述, 以期能够给类似项目提供有实践指导意义的管理思路和技术路线。

一、大型工业厂房地下室项目概况及造价构成分析

大型工业厂房地下室是项目主要的功能性空间, 是设备机房、停车库、人防设施等功能性空间的集中体现, 造价在总造价中所占的比例较大。以上海数字江海一期01B-05地块新建厂房项目为例, 地下建筑面积为17804.94 m², 地下车库、设备用房等, 总造价和项目总投资有固定的比率关系。

造价构成是以工程实体费用为主, 土建工程、安装工程、其他费用等都属于造价构成的范围。土建工程中基坑围护费用大, 本项目用双轴水泥土搅拌桩、拉森钢板桩、立柱桩等组合支护形式, 33套轻型井点降水系统和其它加固措施为围护工程主要成本。底板、墙板、柱梁等主体结构费用包含C35P6防水混凝土、钢筋等主材消耗, 底板混凝土浇筑需要分区域投入多台汽车泵连

续作业, 材料和施工机械费用叠加造成大额支出。安装工程包含给排水、电气、消防、暖通等系统的安装, 地下室生活泵房、消防泵房、变电所等设备基础及管线铺设费用所占比例较大。

二、方案阶段造价优化技术

(一) 地下室层高对造价的非线性影响

地下室层高对造价的影响十分敏感, 层高直接影响竖向构件、顶板跨度与配筋, 会影响结构形式, 但是会对整个建造成本产生影响。层高每增加0.1米, 钢筋含量约上升3.33kg/m², 混凝土用量增加0.0047m³/m², 直接材料成本增量达26.8元/m²。该数值没有考虑由于层高变大所引起的连锁效应, 竖向构件截面或配筋的增减、底板及承台因水浮力增大而增厚、桩基抗拔能力增

强而增长等。更重要的是，由于层高增大，开挖深度也会随之增大，基坑支护等级从放坡或者简易支护变为排桩或者地下连续墙体系，结构变化会引起非线性成本迅速升高。因此，在方案阶段对不同的层高方案进行仔细比较，根据设备安装、管线敷设、规范净高等要求，适当减小层高，减少材料投入、支护结构及土方开挖成本，采用成本分析法，预测每个方案的成本，为确定最佳造价提供参考。

地下室层高变化对直接建造成本的影响：				
地下室层高（m）	单方钢筋含量（kg/m ² ）	单方混凝土含量（m ³ /m ² ）	土方增量（m ³ /m ² ）	对应平米单价（元/m ² ）
3.9	115.04	0.851	—	3800
4.2	123.02	0.853	0.3	3873
4.5	135.01	0.879	0.6	3961

（二）土方内平衡降低外运成本

土方工程在地下室造价中所占的比例较大，在目前渣土外运单价不断上涨的情况下，外弃成本往往比开挖本身还要高。整体抬高地下室底板标高或者优化场地竖向设计，可达到土方内平衡的目的，大幅度降低外运量。将部分区域的回填需求同开挖土方相结合，利用景观堆坡消纳多余土体形成内部消纳闭环。此种方式虽会略微增加基础埋深或者改变建筑±0.000的位置，不过综合效果较好，可以避免出现高额外运费的情况，并且可以缩减政府审批流程以及运输过程中的碳排放。土方平衡要提前到方案初期，依靠准确的地形建模和动态算量，不能后期补救。只顾结构本身而忽略土方逻辑，就陷入了“省了钢筋却赔了运费”的成本

数字江海一期项目典型区域桩型比选经济性对比					
区域 / 功能	原方案	优化后方案	桩长（m）	布桩数量（每柱）	主要经济性依据
地库（抗拔控制）	PHC500-100AB，一柱三桩	KFZ400-220B，一柱两桩	25	2	减少桩数、缩短桩长、降低承台尺寸
多层厂房（4F）	PHC500，一柱四桩	KFZ400-220A，一柱三桩	29	3	承台面积减小，综合成本更优
高层 T1（13F）	PHC600-110AB，一柱8~18桩	PHC600-130AB（试桩）	31~33	8~18	桩身强度控制，兼顾沉桩可行性与承载力

三、施工阶段造价控制技术

（一）材料与设备采购及使用全过程管控技术

材料和设备费用占地下室造价比重大，全过程控制要贯穿于采购、运输、使用、回收等全过程。数字江海一期01B、05地块地下室施工时，钢筋等主要材料同优质供应商签订长期供货合同，固定优惠，混凝土由各区泵站询价比价确定实时价格，降低价格波动影响，主材采购成本降低5%。防水材料根据项目的地质条件、防水要求，结合实际使用经验、性价比等来确定4mm厚SBS改性沥青防水卷材和2mm厚非固化橡胶沥青防水涂料的标准化组合方案，防止由于渗漏返工造成经济损失。设备采购前做多品牌比价计算，生活水泵、消防水泵选高效节能型，后期运维成本每年可节约12万元。材料运输采取专用防护措施，施工现场分区堆放、限额领用，钢筋、混凝土等主材损耗率控制在2%以内。全过程控制使地下室材料及设备相关成本减少390万元，很好地控制了造价超支的风险。

（二）基于BIM的施工过程协同管控与变更控制技术

BIM技术的应用给施工阶段造价控制提供技术支持，协同控

困境。因此在方案阶段通过对场地高程、土方量的分析来确定开挖土方与回填需求之间的匹配关系，使内部消纳，然后根据景观堆坡或者场地抬高等设计形成闭环土方平衡。提前做好土方内平衡工作可以减少渣土外运的数量及运输费用，降低由于外运审批、协调、运输延误造成的隐形成本。

（三）桩基选型对地下结构初始投入影响

桩基类型决定地下结构初期投资多少，不同桩型的承载力、施工速度、综合单价相差较大。以临港南桥项目为例，原定方案为PHC500管桩一柱三桩方案，经过比选后改为空心方桩一柱两桩方案，在保证抗拔、抗压的前提下大大减少桩材和承台混凝土用量。尽管PHC管桩单价低、沉桩控制性强，但是空心方桩由于截面特点可以减少布桩数量，减小承台尺寸，在桩基和承台整体成本上达到持平甚至优势的效果。对高层塔楼而言，荷载过大时灌注桩虽然单桩承载力高，但是施工周期长、泥浆处理成本高、后注浆可靠性存疑，综合经济性不一定比大直径PHC管桩好。桩型的选择要结合地质条件、试桩结果以及当地供应体系，不能为了追求低价桩材而忽视承台、工期及风险成本，从而达到全链条造价控制的目的。根据经济性比较不同桩型、布桩数量、承台尺寸等，选择满足承载和抗拔要求的、材料消耗最少、造价最低的方案。将多根管桩方案优化为空心方桩方案，减少布桩数量，降低承台混凝土用量，从源头上减少桩基成本，避免施工阶段因为桩型不合理造成的额外变更或者加固费用。

制可以减少由于变更、返工造成的成本。数字江海一期01B-05地块地下室施工前，用BIM建立土建、机电一体化模型，对管线进行碰撞检测，提前优化冲突点32处，减少施工中凿改结构费用。施工期间用模型对进度和造价数据进行实时更新，达到进度与造价联动控制的目的，发出超支风险的预警。对劲性钢柱预埋、机电管线预埋等关键工序进行施工流程的模拟，改善作业顺序，提高效率。实行严格的变更控制程序，设计变更必须经过BIM核算造价的影响，四方同意后才能执行。突发情况用模型迅速产生各种应对方案并加以比较，选出最佳方案。施工阶段总变更是同类工程中30%之内，返工费用降低85%，直接缩减成本520万，工期提前完成。

四、项目难点及对策

（一）深基坑围护与土方开挖的造价控制难题

大型工业厂房地下室深基坑施工存在围护结构成本高、土方开挖费用可控性差的两个问题，本项目基坑开挖面积为18990

m²，一般开挖深度为4.60m，周边紧靠用地红线，靠近规划道路和河道，可利用场地非常有限，造成传统的重力坝式围护形式占用大量红线内的空间，增大了水泥的使用量，压缩了后续施工的操作面，从而间接增加了整个工程的成本。土方外运受市政交通管制、弃土点距离的影响，单价变化较大，如果没有在方案阶段做好土方平衡工作，很容易造成高额外运支出。

对策在围护选型阶段先比较单位延米造价和空间占用效率，根据地质条件选择重力坝等经济性较好的形式，防止盲目使用高成本支护体系。抬高地下室底板标高或者结合景观堆坡，使开挖土方内部消纳，大幅度减少外运量。在未被使用过的规划道路上设置临时环道，降低场内二次倒运的次数；出土以夜间为主，提高运输速度，控制日均出土量为3000m³左右，保证运输成本稳定，防止工期延误造成的运价上涨或协调费增加。

（二）防水标准化设计与合同风险包干下的平衡难点

地下室底板、承台等处的防水等级要求高，如果防水构造设计过多或节点处理不妥当，会造成材料成本过高，后期渗漏维修费用增加。传统施工中因为过度依赖昂贵的防水材料、忽略标准化节点的应用，造成“大材小用”的现象；地下障碍物、不良地质条件如果在合同前期没有对风险分担做出明确规定，很容易导致施工过程中出现大量的签证变更，从而对目标成本造成极大的冲击。

对策为实行地下室防水标准化设计，选择性价比最好“涂料+卷材”复合防水体系，侧墙采用2层厚高粘抗滑水性橡胶沥青防水涂料和1.5mm厚自粘聚合物改性沥青防水卷材，顶板种植区增设耐根穿刺层，用标准节点减少无效支出。优化车位比和柱网布置，使用中柱网（8m~8.4m×5~6m）来改善地库的轮廓状况，缩减凹凸无用区域以及外墙周长，从根基上削减防水面积和混凝土消耗。加强合同风险控制，把淤泥、暗浜等不良地质处理费和500立方米以下的不可预见地下障碍物清除费纳入措施费包干范畴之中，超出部分才进行签证。可以防止施工阶段因为地质不清楚而频繁变更、索赔，从而达到防裂防渗质量与造价控制的动态平衡。

（三）装配式与钢结构施工协同的造价控制挑战

地下室使用装配整体式框架结构、钢框架结构施工，预制构件与钢结构构件接口复杂，若设计阶段无充分的深化，易造成变更频繁、材料规格调整等，加大造价风险。为了控制业主成本，在方案及施工图阶段进行构件深化设计、空间协调，保证预制构件与钢结构节点合理、标准化，减少后期设计变更、签证带来的额外费用。招标文件对构件的尺寸、质量标准、供应周期有明确的规定，在合同条款里将供货节奏写入其中，保证材料供应与施工进度衔接，从根本上减少造价风险。

对策为项目实施中，为有效地控制项目造价，甲方用前置设

计优化、合同管理双管齐下方式进行装配式、钢结构施工的严格控制。项目组在方案设计和施工图阶段对预制构件、钢结构构件进行了详细的深化设计和接口优化，根据数字江海一期01B-05地块实际构件尺寸和节点要求，对各类构件规格进行了统一、标准化处理，降低了由于尺寸不同或者节点不一致造成的变更风险。其次，甲方在招标、合同管理中对构件质量标准、供应期、重大交付节点进行规定，要求供应商提供稳定供货计划，把重要的责任和风险写入合同条款中，避免由于材料延误或者定制化构件变更引起的造价增加。根据以上项目分析结果可以得出，利用这种方法将设计前置并配合合同控制，使施工阶段由于设计变更、构件签证所增加的费用大大降低，预制构件与钢结构的接口冲突减少70%左右，相应变更费用比同类项目低120万元左右，施工进度和节点都得到了保证。

五、实施效果及经验总结

本项目大型工业厂房地地下室施工全过程，以方案阶段、施工阶段为两大部分，取得较好的经济效果。方案阶段对关键技术方案进行多方案比较，根据功能需求、造价测算做综合分析，在满足规范和使用要求的前提下，使结构体系、基础形式的经济性最好，从源头上减少不必要的成本支出。在施工阶段依靠创建材料采购比价制度、供应链协调治理、限额领料办法等方法，控制好主材采购成本和现场损耗，消除机电同结构之间的矛盾，减少施工过程中出现的返工和签证变更情况。就总体而言，使地下室工程的质量、安全、功能得到保证，造价水平得到有效控制，施工阶段的成本偏差和非计划支出明显下降，说明全过程造价控制体系有较好的应用价值。本项目实践证明，大型工业厂房地地下室造价控制应该把方案阶段作为主导、施工阶段作为重心、合同管理作为支撑，依靠多专业协同和全过程控制来实现工程造价的合理优化和经济效益的最大化。

六、结束语

文章用工程实例的形式证明，大型工业厂房地地下室造价控制贯穿设计和施工的一条主线。方案阶段的科学优化同施工阶段的精细管控相结合，就可以达到成本降低、效率提高的目的。随着技术手段和管理模式的不断发展，工程造价控制越来越重视前瞻性、协同性、可持续性，地下室成本控制更多地依靠多专业融合和全生命周期视角，使工业建筑向着高质量、高效率、低成本方向不断前进，为工业建筑领域精益建造和效益提升注入持久动力。

[1]朱小慎.工业厂房与民用建房项目造价管理与成本控制策略研究[C]//广西网络安全和信息化联合会.2025年第七届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流会议论文集.台州市振腾建设有限公司,2025:226-228.

[2]苗关丰.基于BIM技术的土建工程造价全过程控制策略与实践[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会,西南大学,重庆工商大学,重庆建筑编辑部.人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集.上海临港德服企业发展有限公司,2025:531-538.

[3]高政重.工业厂房设计阶段的造价控制探讨——以某造纸厂为例[J].造纸装备及材料,2022,51(05):219-221.

[4]陈国海.浅谈工业厂房在设计阶段的成本控制[J].四川建材,2021,47(10):198-200.

[5]王鹏,边小涵.浅析厂房类工程造价控制的对策——以正林全屋定制产业园9#厂房为例[J].福建建材,2021,(02):111-113.