

目 录

鼎筑国际会客厅 精监善管护航程

——上合国际会议中心工程监理实践

.....青岛高园建设咨询管理有限公司 1

腾飞筑梦展形象 扬帆领航铸臻品

——青岛国际会议中心工程监理实践

.....青岛市工程建设监理有限责任公司 31

咨询精控施工细节 专业守护场馆品质

——济南黄河足球场屋盖钢结构工程监理实践

.....营特国际工程咨询集团有限公司 61

精细监理工程护航 助力建设“健康潍坊”

——潍坊市妇女儿童健康中心项目一期工程监理实践

.....山东德林工程项目管理有限公司 89

星空隧道点亮泉城南大门

——顺河快速路南延工程监理实践

.....济南城建监理有限责任公司 116

匠心筑经典 儒韵永流传

——尼山圣境—官像区工程监理实践

.....山东省建设监理咨询有限公司 134

精监细管筑绿建 匠心护航低能耗

——潍坊市丰麓苑被动式住宅项目工程监理实践

.....潍坊市工程建设监理有限责任公司 154

技术赋能监理 创新铸就精品

——烟台八角湾国际会展中心工程监理实践

.....山东新世纪工程项目管理咨询有限公司 175

守护仿古建筑传承 延续城市文化记忆

——哈尔滨工程大学青岛创新发展基地一期项目(PPP)工程监理实践

.....青岛建通浩源集团有限公司 188

鼎筑国际会客厅 精监善管护航程

——上合国际会议中心工程监理实践

青岛高园建设咨询管理有限公司

作为项目载体的青岛上合示范区是习近平总书记赋予青岛的国之重任，旨在打造“一带一路”国际合作新平台，拓展国际物流、现代贸易、双向投资合作、商旅文化交流等领域合作，更好发挥青岛在“一带一路”新亚欧大陆桥经济走廊建设和海上合作中的作用，加强我国同上合组织国家互联互通，着力推动东西双向互济、陆海内外联动的开放格局。

上合国际会议中心项目建成后将肩负起重要的发展使命，成为上合组织国家领导人峰会、国际投资贸易博览会、国际经贸组织论坛等国际大型会议的举办地，同时也是“一带一路”国际合作的新平台载体，推动上合示范区成为联通亚太与欧亚经济圈的关键枢纽。

1 项目概况

1.1 项目实施地点及组成

上合国际会议中心项目位于上合示范区如意湖总部基地，总建筑面积 236607.04 m²，其中地上建筑面积约 110057.92 m²，地下建筑面积 126549.12 m²，建筑高度 49.4m，建筑层数地上十层，地下二层，其主楼与东西两侧裙楼通过桁架连接，整体呈现上合之“合”的概念。裙房建筑内设有展厅、多功能厅、会议厅、宴会厅等大空间功能单元，塔楼内侧设有五星级酒店、餐饮等更私密的功能，中央大厅用于临时展览，同时设有综合服务区和餐饮区。上合组织的宗旨是“团结、合力、合作”，上合国际会议中心项目结合了城市空间和景观，整合水平和垂直布局，形成开放、包容的建筑意向。项目效果图如图 1.1 所示。



图 1.1 上合会议中心项目效果图

1.2 项目投资规模及里程碑

项目总投资 257207.4 万元，自 2022 年 10 月 21 日开工，2025 年 6 月 12 日竣工。本工程里程碑事件见表 1.1 所示：

表 1.1 本工程里程碑事件

序号	日期	里程碑事件
1	2021 年 08 月 31 日	签订监理合同
2	2022 年 10 月 21 日	工程正式开工
3	2022 年 12 月 31 日	工程桩施工完成
4	2023 年 05 月 31 日	地下结构施工完成
5	2023 年 04 月 28 日	主体结构正式开工
6	2024 年 06 月 20 日	主体结构全面封顶
7	2024 年 08 月 13 日	主体结构验收完成
8	2024 年 10 月 30 日	幕墙外立面全部封闭
9	2025 年 06 月 5 日	工程竣工预验收完成
10	2025 年 06 月 12 日	工程竣工验收完成
11	2025 年 06 月 17 日	消防验收完成
12	2025 年 06 月 18 日	竣工备案完成

1.3 项目建设单位及主要参建单位

本工程建设单位及主要参建单位见表 1.2。

表 1.2 建设单位及主要参建单位一览表

序号	单位职能	单位名称
1	建设单位	青岛上合中创产业投资发展有限公司
2	设计单位	中铁第六勘察设计院集团有限公司
3	勘察单位	青岛市勘察测绘研究院
4	监理单位	青岛高园建设咨询管理有限公司
5	工程质量监督单位	胶州市建筑业服务中心
6	施工总承包单位	中铁发展投资有限公司和中铁建工集团有限公司联合体

1.4 项目获奖情况

上合国际会议中心项目建设目标为创建国家优质工程，力争鲁班奖。施工过程中已经先后荣膺国家 AAA 级安全文明标准化工地、中施企协三星绿色建造示范工程、山东省优质结构工程，成功斩获山东省建筑业新技术应用创新竞赛一等奖，并入选相关应用范例。作为工程建设的重要参与者，监理公司在施工中发挥了全方位、全过程管控作用，以专业化、精细化的管理体系，为项目筑牢质量安全防线，赋能绿色建造与技术创新，成为推动工程品质提升的关键力量。工程主要获奖情况见表 1.3。

表 1.3 工程主要获奖情况一览表

序号	奖项名称
1	2025 年中施企协三星绿色建造示范工程
2	2024 年国家 AAA 级安全文明标准化工地
3	2023 年山东省优质结构工程
4	2023 年山东省安全文明标准化工地
5	2025 年山东省绿色施工科技项目

2 项目监理组织及重难点

2.1 工程监理单位

青岛高园建设咨询管理有限公司成立于 1994 年，是中国建设监理协会理事单位、山东省建设监理与咨询协会副会长单位和青岛市建设监理协会副会长单位，企业多次荣获“全国先进监理企业”称号，同时被山东省住建厅评定为“建筑业全链条龙头骨干企业”和“全过程工程咨询推荐单位”。公司拥有建设监理行业最高资质、综合资质，并具备工程造价咨询、工程咨询、招标代理等多项资质。

公司拥有一支经验丰富的专家团队，涵盖设计、施工、咨询管理等各个领域，包括中国监理大师 1 人、山东省建筑工程大师 1 人、山东省建设监理行业发展 30 周年功勋人士 1 人、山东省金牌总监 3 人。公司倡导专业精神和工匠精神，主持和参与编写了山东省《建设工程监理标准》等十余部国家级和省级标准，积极引导从业人员以专业的精神和标准的流程去管控现场，目前已累计创建国家级优质工程奖项 102 项（含鲁班奖 12 项，詹天佑奖 3 项），省级优质工程奖项 306 项，获奖数量在山东省监理行业中领先。同时公司先后荣获了中国建设监理行业先进监理企业、中国建设监理协会最高级别、3A 级企业、山东省先进监理企业、山东省 5A 监理企业、青岛市先进监理企业和文明单位等荣誉称号，2024 年 3 月被省住建厅评为山东省建筑业全链条龙头骨干企业。2025 年 8 月，山东省住房和城乡建设厅公布了 2025 年度第一批“齐鲁建造”品牌遴选名单，我公司荣获山东省建筑业“齐鲁建造”服务品牌，彰显了公司在山东省建筑行业中的影响力。

2.2 项目监理机构

在本工程监理实施过程中，公司构建了“领导层统筹-总监层主导-执行层落地”的三级管理架构，为项目建设提供坚实组织保障。成立了以总经理挂帅的专项领导小组，亲自对项目进行全面安排和部署。由公司技术负责人担任项目总监理工程师，统筹调配企业核心资源，实现监理决策的高效传导与执行。

项目监理部组建过程中，公司秉持“专业匹配、经验优先”原则，精选 12 名注册监理工程师、1 名注册安全工程师、2 名注册一级建造师、1 名注册造价师、1 名 BIM 工程师（建筑信息模型，Building Information modeling）及 2 名信息资料工程师，形成涵盖工程监理、安全管控、施工技术、造价管理、数字化应用的复

复合型人才矩阵。团队成员平均具备 8 年以上大型公建项目监理经验，为复杂施工环境下的技术难题攻克提供了坚实的智力支撑。公司同步建立“总部-项目”两级资源保障机制，在人力资源库、技术标准库、专家智库等方面实施动态赋能，累计开展专项技术培训 17 次，确保监理团队始终保持技术敏锐度与管理前瞻性。

项目监理机构组织图如图 2.1 所示。

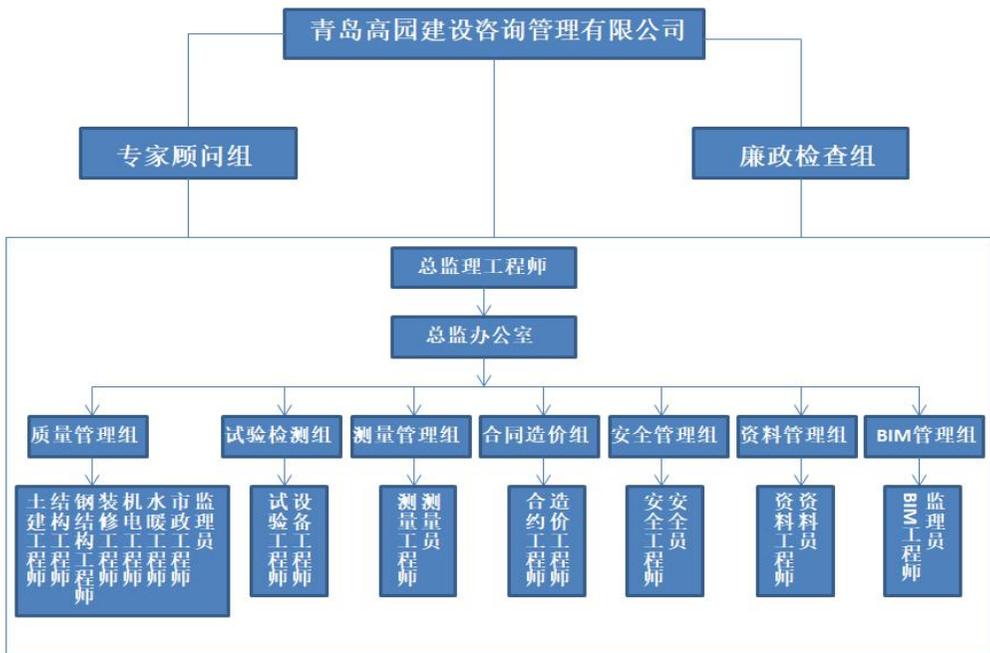


图 2.1 项目监理机构组织图

2.3 项目监理工作重难点

2.3.1 工程体量大

(1) 超大规模空间布局

项目总建筑面积 236607.04 m²，其中地上 110057.92 m²构建多维功能空间，地下 126549.12 m²形成立体交通网络，是上合示范区中轴线上核心建筑之一。正方形基坑呈对称布局，东西/南北向各 272.4m 的轴线跨度，形成周长 1089.6m（含放坡）、开挖面积 74200 m²（含放坡）的超大面积地下空间，9m 的开挖深度对降排水工程提出极高要求。

(2) 复杂地质条件挑战

项目地处近海人工回填区域，特殊地质环境，开挖范围内基本为淤泥质粉质

黏土,属典型软土地基施工场景。基础工程累计施工各类桩基 7541 根,总长 121765 延米。针对强腐蚀地质环境,地下室采用抗渗等级 P10 的 C45 防水混凝土,底板厚度从 600mm (常规区域)至 1400mm (酒店核心区)渐变,配套 36 个施工区段的跳仓法施工工艺,有效控制大体积混凝土收缩裂缝。

(3) 多元结构体系施工

主体结构融合钢筋混凝土与钢结构双重体系:地下部分采用桩筏基础+钢筋混凝土剪力墙结构,承台高度 1000—1700mm 的变截面设计满足不同荷载需求;东西裙楼钢结构工程总量达 2900 吨,其中 54m 超大跨度钢桁架采用分段吊装工艺,单榀最大重量 64 吨的构件需在高空完成精准对接,对起重设备选型、构件拼装精度及焊接质量控制形成全方位考验。

(4) 精细装饰工程实施

外立面装饰系统中 4.1 万^m玻璃幕墙兼具节能与通透效果;2.05 万^m装饰管与 GRC 幕墙 (Glass Fiber Reinforced Concrete, 玻璃纤维增强混凝土)、不锈钢格栅等形成虚实对比的立面肌理;屋顶采光顶配合钢结构网架实现高跨度的无柱采光空间。室外工程同步构建生态景观体系,5.1 万^m铺装系统包含石材拼花、透水混凝土等工艺,1.2 万^m绿化工程形成“建筑-景观-环境”的有机融合。

2.3.2 建设标准高

项目以“国际视野、大国工匠”为建设基准,在功能定位、质量标准、工艺细节及系统集成等方面树立行业标杆,具体呈现四大核心特征:

(1) 作为上合组织国家人文交流的重要载体和对外开放的城市会客厅,项目以“国际、人文、立体、生态”为核心理念,构建“双高双优”目标体系:绿色建造层面确立“三星级绿色建筑认证+山东省绿色施工科技示范工程”双重目标,质量管控层面明确“国家优质工程奖”保底目标,全力冲刺建筑行业最高荣誉“鲁班奖,建立了从材料进场到竣工验收的全链条创优路径。

(2) 针对超大体量地下空间与复杂屋面造型,构建“刚柔并济、多重防护”的一级防水体系,超大面积混凝土地板结构要求不得渗漏,屋面结构复杂,防漏防渗至关重要。

(3) 装饰装修要求高,室内设计强调几何块面与线条的工整性,采用清水混凝土、GRC 板等材料延续建筑外立面的硬朗风格,通过简洁的几何造型传递秩序感。例如,中央大厅的清水混凝土墙面与金属细部形成对比,凸显雕塑般的张力。在材料选择上,注重金属、玻璃与哑光饰面的搭配,通过精细化的工艺处理 (如

金属幕墙的无缝拼接、灯具的精密安装)提升空间质感。设备管线隐藏于几何块面中,确保视觉纯净性。

(4)设备管线复杂,地下空间面积大,空间布局复杂、房间功能较多,管线布置错综复杂,净高控制要求严格,施工难度大。

2.3.3 地质条件差,基坑支护施工困难

本项目场地地质条件极具特殊性,属典型的海陆交互沉积地貌,为近海人工回填改造区域,基坑开挖范围内土层以高压缩性淤泥质粉质黏土为主。基坑支护设计采用直径1.2m的钻孔灌注桩,单桩有效长度约25m,需依次穿透约14m厚的淤泥质土层、4m厚的粉质黏土层及7m厚的承压水砂层,最终嵌入泥岩持力层约1m。在深厚软土与承压水砂层复合地质条件下实施大直径桩基施工,存在显著技术风险:若施工工艺选择不合理或施工管控不到位,极易引发塌孔事故,进而导致周边土体沉降;承压水砂层的渗透作用可能诱发钻孔涌水,若处置不当将引发流砂现象;而淤泥质土的流变特性则可能导致混凝土灌注过程中出现断桩、夹泥等质量缺陷。上述风险不仅会造成工程实体质量隐患,还可能引发返工整改,导致工期延误与成本超支。

2.3.4 幕墙施工系统多样,技术复杂,施工难度大

(1)本项目幕墙系统主要包括:玻璃幕墙、GRC幕墙、不锈钢格栅、铝合金格栅、采光顶等。幕墙效果图如图2.2所示。



图 2.2 幕墙效果图

(2)本项目主要采用框架式玻璃幕墙系统,其中裙房采用大跨度精致钢龙骨,

裙房南北侧及东西侧跨度均达到 255m。因此框架幕墙的施工精度必须严格控制。

(3) 外立面装饰大量采用不锈钢格栅，不锈钢高度较大，吊装过程中不锈钢格栅高效率准确安装尤为重要。

2.3.5 环保要求高，室内环境控制难

本项目建成后，将成为上合峰会、国际投资贸易博览会、国际经贸组织论坛等国际大型会议的举办地，以及共建“一带一路”国家企业商协会等举办年会、商会的场所，必须确保装修完成后的室内环境达到“高环保、无异味”的目标。我国现有的装修用材环保检测标准体系大多是对材料中污染物的含量进行控制，不对材料进行气味控制，不能反映材料在实际使用中的释放量水平，这就容易导致装修施工中的叠加污染。装修材料的环保性能控制涉及材料的选用、环保评估、工艺控制、采购控制、施工过程控制、空气质量监测等多个环节，技术要求高，控制难度大。

2.3.6 超危大工程多，安全生产管理难度大

本工程施工中涉及的超过一定规模的危险性较大的分部分项工程包括：

(1) 深基坑工程：基坑开挖深度 9.0m，基坑深度 11.0m，含土方开挖、支护、降水工程。

(2) 群塔作业及全专业交叉作业安全管理及控制：本工程单体面积大，吊装内容包括型钢柱、叠合板、预制楼梯等，塔吊选型及平面布设难度大，既要保证起吊重量，做好现场内的安全防护，同时也要做好场区外的安全防护。安全管理工作是项目管理的重点和难点。

(3) 模板工程及支撑体系：本工程高支模体量大，难度高，5m 以上混凝土模板支撑工程占比约 50%，最大高度达 18m，最大跨度 15m。

(4) 大跨度钢结构起重吊装工程：本工程东西裙楼为钢结构，最大跨度 54m，起重吊装难度大；安装预埋精度要求高；大跨度吊装安全管理难度大。

本工程由于体量大，工期紧，超危工程给工程安全生产管理工作带来巨大的压力，安全生产管理工作是本工程监理工作的重中之重。

3 项目监理关键环节

作为工程建设的核心管控方，青岛高园建设咨询管理有限公司项目监理部以

“系统化管控、专业化服务、精细化执行”为准则，针对工程重难点制定专项监理策略，通过全流程闭环管理确保各项目标实现。

3.1 动态进度管控：构建三级预警体系，实现工期主动控制

监理部建立“事前预控-事中纠偏-事后调整”的动态管理机制，通过全周期进度管控保障总工期目标。

3.1.1 事前控制：筑牢进度管理根基

(1) 计划审核专业化：组织各专业监理工程师深度审核施工单位提交的总进度计划、月/周计划，重点校验工序逻辑合理性（如桩基施工与土方开挖衔接、钢结构吊装与混凝土浇筑时序），确保与合同工期及里程碑节点完全匹配。

(2) 关键线路可视化：精准识别关键工序，建立《关键工序监控台账》实施重点跟踪。

(3) 资源核查标准化：制定《施工资源配置监理检查表》开展专项核查，确保劳动力、机械设备、材料供应满足进度需求。

(4) 预案审核严格化：针对台风季、冬季施工等工期风险，督促施工单位编制专项应急预案，监理部组织内部审核，确保预案的针对性与可操作性。

3.1.2 事中控制：多维度监控实时纠偏

(1) 进度跟踪数字化：每日巡查施工现场，记录实际现场进度，每周将实际进度与计划进度进行对比，形成《进度对比表》，记录进度偏差。

(2) 节点管控精准化：对关键线路上的节点，进行重点盯控。针对基础底板大体积混凝土浇筑控制核心是在保证水化热控制和浇筑质量的前提下，通过计划优化、工序协同、资源保障实现进度目标。

(3) 协调机制高效化：每周组织施工、建设等参建单位召开进度协调会，通报进度情况，解决交叉作业冲突、图纸答疑等问题，形成“问题发现-责任落实-闭环整改”的高效处理模式。

(4) 指令管理规范化的：针对进度滞后情况，先通过口头通知预警，滞后严重时签发《监理通知单》（8份），要求施工单位提交赶工方案并跟踪落实，确保总工期未受重大延误，为如期完成工期目标提供了保障。

3.1.3 事后控制：偏差分析与动态调整

(1) 原因剖析系统化：项目监理部建立《进度偏差原因分类统计表》，区分因施工单位管理问题、外部因素、设计变更造成进度滞后的占比，为后续工程提供经验参考。

(2) 计划调整科学化：项目监理部要求施工单位调整后续进度计划，采取赶工措施（增加作业班组、投入更多资源），同步审核调整方案的经济性与可行性，确保总工期目标如期实现。

3.2 基坑支护监理：全链条数据管控，破解软土施工难题

本项目基坑规模：基坑形状为正方形，东西长约 272.4m，南北宽约 272.4m，周长约 1089.6m（含顶部放坡），开挖面积约 74200 m²（含顶部放坡）。地面原地貌绝对标高+1.500m，基坑周边施工道路标高+3.500m，基坑垫层底标高+7.500m，基坑开挖深度 9.0m，基坑深度 11.0m。

3.2.1 源头把控：筑牢技术与资源防线

(1) 方案审核严把关：重点审查方案的安全性、合规性和可行性，包括支护结构设计、施工工艺方法、支护特点、降水方案、监测方案及应急预案。对《深基坑支护、降水及专项施工方案》进行专家论证，并督促后续按方案实施。

(2) 资质人员双审查：严格核查施工单位地基基础工程专业承包资质，通过“四库一平台”验证资质有效性；对特种作业人员实施“三查”：查证书真伪、查人证一致性、查证书有效期，确保特殊工种持证上岗率 100%，从主体层面规避管理风险。

(3) 设备材料细查验：建立专项查验清单，严格核验材料“三证”并见证取样送检，杜绝不合格材料进场；核查施工设备检定证书及安全装置，确保设备工况满足深基坑支护施工要求。

(4) 测量放线精复核：对基坑开挖边线、支护结构定位、标高控制点进行复核，确保与设计图纸一致。

3.2.2 工序盯控：强化旁站与巡视检验

针对基坑支护关键工序，监理方采用“旁站监督、现场巡视、平行检验”三位一体管控模式，从严把控施工质量与安全风险。

(1) 锚索施工：监理人员监督钻孔作业，重点核查锚杆材质性能、安装精度

及关键工艺参数，同步跟踪注浆过程，严格控制浆液配比、灌注压力及饱满度，对锚索张拉试验进行旁站监理，确保锚固体体系施工质量符合设计要求。

(2) 止水帷幕施工：监理通过现场实测与过程抽检相结合的方式，监督高压旋喷桩桩体直径、有效长度及搭接精度，动态管控水泥用量与喷浆压力等核心指标，以精细化监理措施保障止水帷幕的封闭性与抗渗性能，切实发挥截水防渗作用。

3.2.3 基坑开挖与支护协同管控

项目监理部针对基坑开挖与支护施工，实施全流程协同管控机制，确保施工各环节符合规范要求与设计标准。

(1) 在开挖作业中，监理严格把控“分层、分段、对称、限时”施工原则，通过现场旁站与测量复核，严禁超挖现象，实时监控开挖深度与支护施工进度匹配度，确保土体开挖与支护结构施工有序衔接。

(2) 项目监理部安排监理工程师动态巡查基坑周边荷载情况，严禁在坡顶违规堆置材料、停放机械设备，对超载隐患及时发出整改指令，有效控制支护结构附加荷载。

(3) 在深厚淤泥地层大直径旋挖钻孔桩施工中，针对易塌孔的复杂地质问题，结合项目特点，正式施工前针对本项目地质特点进行了3次试桩实验，监理部组织参建各方开展试桩工艺研讨，全程参与三次试桩试验的方案审核与过程管控，其中试桩坐标图和试桩记录如图3.1所示。

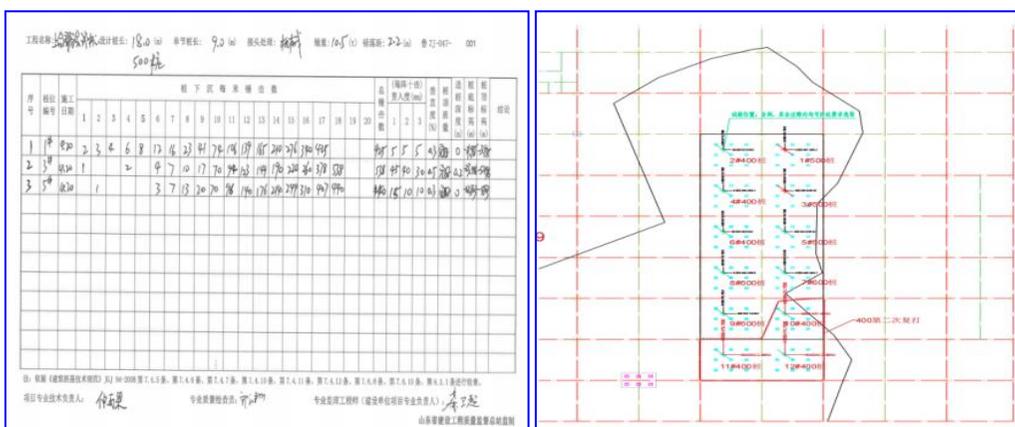


图 3.1 试桩坐标图及试桩记录

第一次试桩采用泥浆护壁施工工艺导致严重塌孔，出现钢筋笼无法下放等质

量问题，项目监理部建议施工单位调整工法。第二次试桩采用“全护筒”施工工艺出现护筒起拔困难问题，且工法存在使用人工较多、装拆耗时较长和护筒成本高等问题，严重影响施工效率。项目监理部协同施工单位分析工法缺陷，共同研究选用了“淤泥质土层全护筒+承压砂层泥浆护壁”的施工方法，并取得了良好效果。最终通过低应变检测数据（抽检 30%）显示，一类桩占比达 98.9%，仅 2 颗为二类桩，成桩质量显著提升。过程研究记录如图 3.2~3 所示。



图 3.2 淤泥地层护筒直径及长度采用截齿、锥形螺旋钻头实验出土效率



图 3.3 研究进入承压砂层低速钻进、低速提升检测孔深及沉渣检测是否满足要求

深基坑沉降时程曲线如图 3.4 所示，累计沉降 $\geq 30\text{mm}$ 或日均沉降 $\geq 3\text{mm}$ 触发橙色预警，服务等级协议（SLA，Service Level Agreement）要求报警后 2 小时内响应，24 小时内处置闭环。

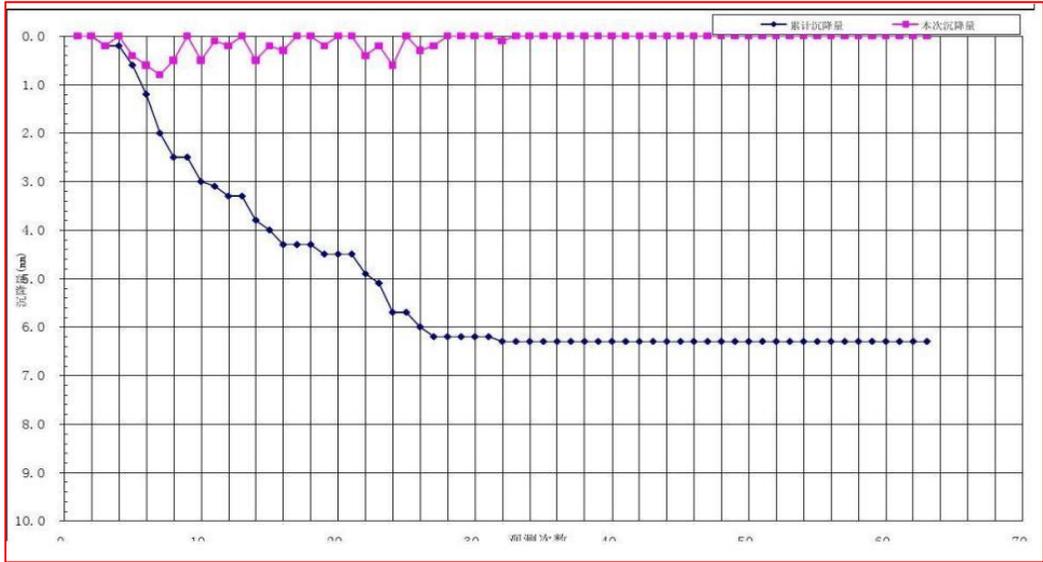


图 3.4 深基坑沉降时程曲线

项目监理部通过全过程技术管控与工艺创新支持，不仅攻克了深厚淤泥地层成桩难题，更通过施工效率优化实现成本节约，相关成果获得业主、行政主管部门及建设单位的高度认可，为同类地质条件下桩基工程施工积累了宝贵经验。

3.3 大体积混凝土监理：全周期质量管控，攻克裂缝控制难题

大体积混凝土施工质量直接关系到结构安全与耐久性，针对本项目底板、承台等大体积混凝土施工，监理部以裂缝控制为核心目标，构建“方案预控-过程严管-效果验证”全周期管控体系，通过技术创新与精细化监理确保施工质量。

3.3.1 方案优化：构建科学施工体系

(1)针对大体积混凝土温度应力与收缩变形控制难题，监理部牵头组织设计、施工单位召开专项技术研讨会，结合结构形式、地质条件及气候特点，审定采用“跳仓法”施工工艺，并提出“抗放兼施、以抗为主、先放后抗”的技术原则。监理部重点审核施工方案中跳仓间距设置、混凝土配合比设计（低水化热水泥掺量、粉煤灰与矿渣微粉双掺技术）及温控措施，确保方案符合“释放早期应力、增强后期抗裂”的技术逻辑。

(2) 在施工前期的跳仓阶段，监理部要求施工单位严格执行“先放”原则，充分利用混凝土的结构位移（如弹性变形、徐变变形等）释放混凝土的早期应力；后期的封仓阶段混凝土的抗拉强度已经有所增长，充分利用混凝土的约束减小应变，即“后抗”，并通过封仓后及时做防水、回填土等措施，避免混凝土结构较长时间暴露在空气中，使结构承受的收缩和温差作用减到最小，进而达到控制混凝土裂缝的目的，同时也达到了保证防水质量、加快工程总体进度、降低工程成本的目的。施工工艺流程图3.5所示。

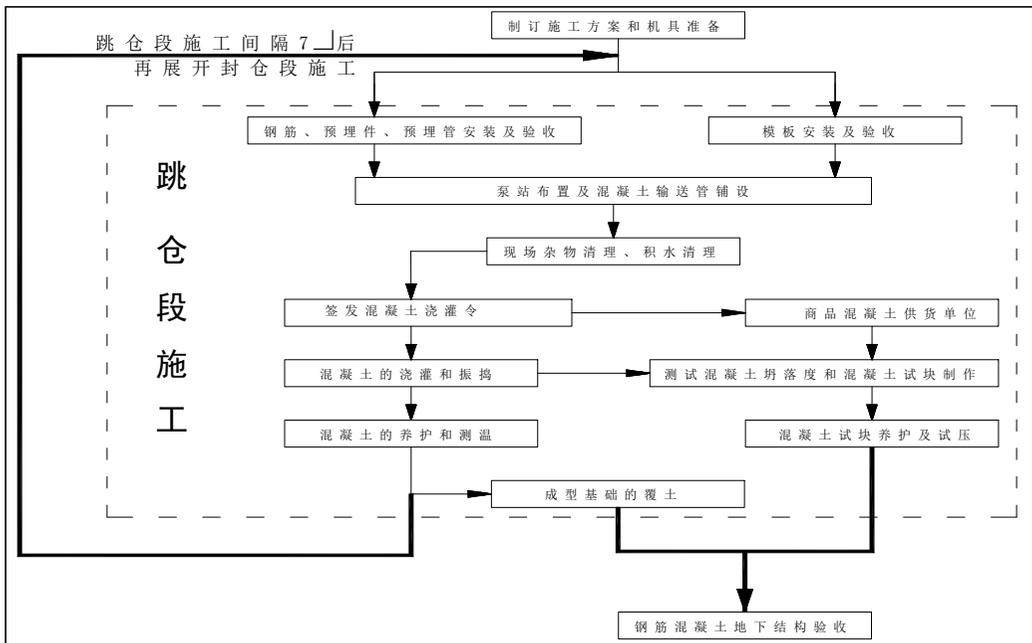


图 3.5 施工工艺流程图

3.3.2 事中控制：筑牢过程管控防线

(1) 监理部以精细化管控为核心，编制专项监理实施细则，构建“责任明晰、流程可控、整改闭环”的过程监管体系。细则明确将物资准备、技术交底、工艺实施等管控要素纳入联合验收范畴，制定包含《大体积混凝土施工前条件验收表》，核查水泥安定性检测报告、外加剂相容性试验数据、测温系统校准记录等前置文件，同步划定责任片区落实监理人员定岗责任制，实施24小时轮班旁站制度。

(2) 浇筑过程中，监理团队严格执行“三必查”管控标准：每车混凝土必查坍落度与入模温度，每班次必核车辆进出时间与浇筑分层厚度，每100m³必见证制作同条件试块与标养试块。针对混凝土运输时间过长导致的坍落度损失、局部振捣不密实等隐患，及时签发整改指令并要求施工单位反馈整改结果，通过现场复

查与影像留痕形成闭环管理。

(3) 监理部同步建立旁站记录，确保每个施工环节符合“方案有标准、过程有记录、问题有处置”的管控要求，为混凝土实体质量提供全过程监理保障。

大体积混凝土时间-温控曲线如图 3.6 所示，报警值设定：内外温差 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 触发预警，SLA 要求 1 小时内启动降温措施。

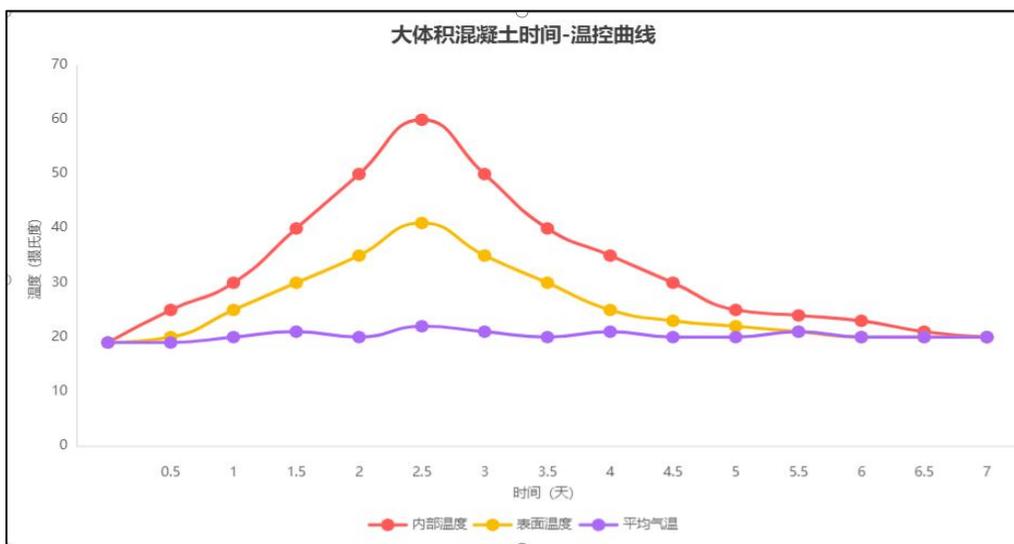


图 3.6 大体积混凝土时间-温控曲线

3.4 钢结构监理：现场、驻厂双管控，保障高精度安装

针对本项目 1.7 万吨钢结构工程，其中单跨 65 吨、54m 超大跨度钢桁架的施工挑战，监理机构构建“驻厂预制管控+现场安装精控”双维度监理体系，根据项目特点配备了专职测量工程师和 BIM 工程师，通过技术创新与过程精细化管控，确保钢结构工程质量与安装精度满足设计标准。

(1) 驻厂监造：全流程把控构件加工质量

监理部组建专项驻厂工作小组，选派具备丰富的钢结构监理经验的专家常驻加工厂，制定《钢结构加工监理细则》，明确构件尺寸偏差、坡口角度、螺栓孔精度等检验指标，建立“原材料-加工工艺-成品检验”三级管控机制。在原材料环节，严格执行钢材进场复验制度，核查钢材质量证明书、探伤报告及防火涂料相容性检测报告，杜绝不合格材料用于工程；在加工阶段，全过程参与深化设计协调会，对构件加工提出设计优化意见，比如建议在钢构件加工环节采用焊接机器

人等先进的自动数控技术，并且运用“BIM+”一体化设计，大大提升了钢构件加工的效率 and 精度。

(2) 场管控：智能技术破解安装难题

钢结构安装阶段，监理部联合施工单位构建“BIM + 智慧工地”全流程管控体系，通过数字化技术实现高精度安装控制。采用 36m 跨钢结构整体提升及 54m 大跨度吊装技术，破解复杂空间安装难题。针对超高钢结构旋转楼梯施工，应用“钢构预起拱+铝板动态调平”双控工艺，攻克超高钢结构旋转楼梯装饰装修施工难题，保障施工安全，全面提升工程建设品质。如图 3.7~8 所示。



图 3.7 BIM 建模与实际施工对比图

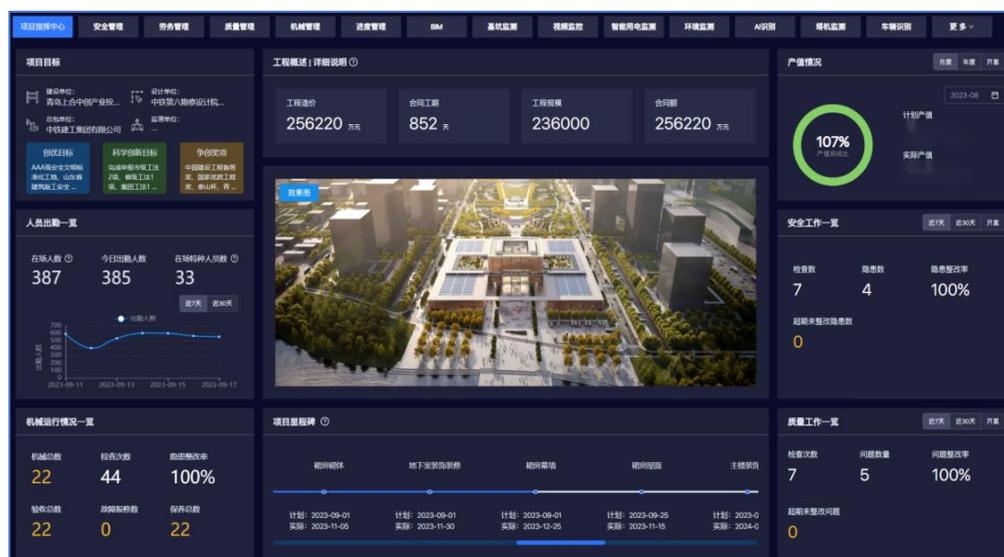


图 3.8 智慧工地平台展示图

(3) 监理成效与技术创新

通过驻厂监理与现场智能管控的深度融合，本项目钢结构工程实现“加工精度、安装精度、连接质量”三大核心指标全面受控。监理单位在全过程管控中始终秉持“事前预控、事中精控、事后验证”原则，通过驻厂监造前移质量关口，借助智能技术突破传统管控瓶颈，为大体量钢结构工程建设提供了可复制的监理管控范式，有效提升了工程建设的品质与效率。

3.5 装配式幕墙监理：样板领路、技术攻关，解决复杂系统难题

针对装配式半单元板块幕墙施工，监理部在 5~7 层视觉样板验收阶段，发现金属管单元在风荷载作用下产生涡激振动。两榀 4.2m 高的金属管单元上的所有的竖向圆管在 3 级风以上就会出现不同程度的颤动，当风速达到 5~6 级，4.2m 的跨度振幅达到 80mm 左右，此现场持续一天后，造成了杆件连接部位不同程度的破坏。

(1) 监理部组织参建单位对此现象进行深入研究，发现原设计方案中 100mm 直径圆管自振频率（15.9Hz）与风振频率存在耦合效应，监理部通知施工单位局部暂停施工，保留样板作为试验载体，并同步开展三项基础工作：委托第三方检测机构进行模态分析，获取精确振动参数；核查构件加工记录，确认壁厚、节点构造符合设计要求；组织专家论证会，排除结构安全隐患。因涡振现象造成金属管杆件的脱落如图 3.9 所示。

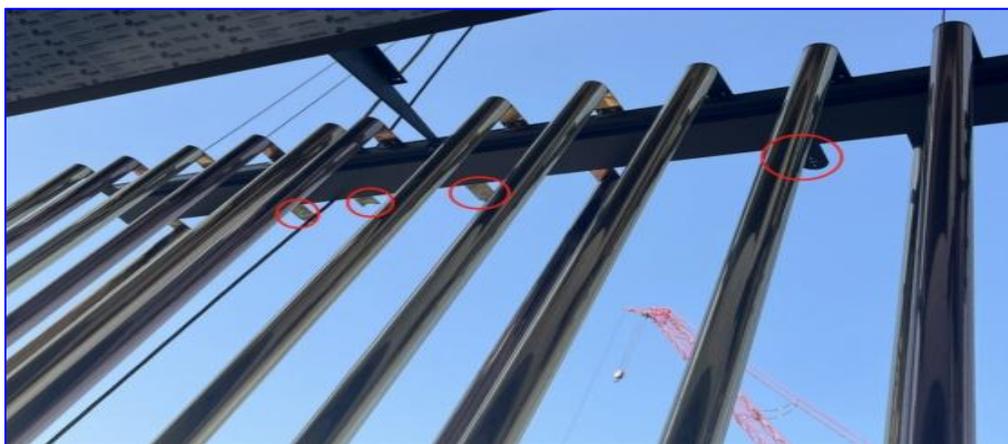


图 3.9 涡振现象造成金属管杆件的脱落

(2) 针对涡振问题，监理部牵头组织建设、施工、设计单位深入分析，提出

四种比选方案并进行现场试验：

1) 增加壁厚方案：该方案振幅虽减小 50%，但悬挑重量增加，且造价昂贵，同时悬挑重量增加过大，影响结构安全。

2) 调整管径方案（100mm 改为 120mm）：试验显示自振频率提升至 19.1Hz，然圆管外观尺寸变化导致幕墙立面比例失调，不符合建筑美学要求；

3) 端部固结加强方案：虽将自振频率提升至 28.2Hz，但节点构造外露破坏装饰效果；

4) 增设连接杆件体系：基于“打散涡振能量、形成阻尼耗散”原理，提出在金属管间设置抱件-拉杆连接系统。理论计算不能改变自震频率，但可以打散涡振，需现场做试验。

监理单位组织现场实务评审，查找解决方案如图 3.10 所示。使用消防管接头及螺纹钢在样板上做试验如图 3.11 所示。



图 3.10 现场实物评审



图 3.11 使用消防管接头及螺纹钢在样板上做试验

(3) 经现场试验，在 5~6 级风情况下，距幕墙 5m 远处，无肉眼可见振动现象发生，故第四套方案试验初步可行，项目监理部推荐采用第四套方案并要求深化设计。

本次涡振问题处理过程中，监理部通过技术方案的科学比选、试验过程的严格管控、工艺细节的精准优化，有效解决了大跨度金属管幕墙的振动隐患，既保证了建筑装饰效果，又提升了结构安全性能，充分体现了工程监理在复杂技术问题处理中的专业价值。

3.6 精装环保监理：全链条污染控制，实现绿色交付

作为精装工程环保质量的核心防线，监理部构建“选型认证-进场核验-过程管控-末端检测”四级监理体系，通过全链条精细化管理，确保装饰材料环保性能满足国家标准与设计的要求。

3.6.1 源头控制：严选环保材料

强化源头治理，监理部从“选型-采购-进场”全链条把关，杜绝不合格材料入场。精装开工前，监理部联合建设单位、设计单位共同对材料选型，明确选型标准与范围，确定封样材料清单，制定选型技术标准。组织建设单位、设计单位、施工单位共同现场样品评审，对评审合格的样品，用专用封样袋封装，袋外粘贴“封样标签”，各方签字，签署评审结论。

（1）严控材料进场验收

查验“三证”：每批材料提供环保检测报告、产品合格证、品牌授权书，重点核对检测报告的“检测项目”，如甲醛、VOC（挥发性有机化合物，Volatile Organic Compounds）、重金属是否齐全，报告有效期是否在1年内。

现场抽检：对板材、涂料等关键材料，按批次见证取样送检（建设单位委托的第三方检测机构），检测不合格立即退场，严禁使用。

感官排查：进场材料需无刺鼻异味，如发现板材有明显酸味、涂料有刺激性气味，即使报告合格也暂停使用。

（2）过程控制：减少施工污染叠加

1) 优化施工顺序，避免交叉污染。施工环节易产生二次污染，需通过工艺优化和管理，降低污染释放。遵循“先湿后干、先硬装后软装”原则，减少材料叠加释放。

2) 严控现场加工，减少挥发性污染。

（3）末端控制：全空间环保检测与治理

工程完工后，委托第三方检测机构对每个独立空间进行检测，监理人员全程见证旁站，报告合格，满足交付条件。见证空气检测试验如图 3.12 所示。



图 3.12 见证空气检测

精装修室内空气质量检测结果如图 3.13 所示，检测指标包括甲醛、苯、TVOC 等。

青岛金源盛工程检测有限公司
室内空气质量检测报告

工程编码: 22020 共 4 页 第 1 页 JYS-J-06-032

委托单位	青岛上合中融产业投资发展有限公司	报告编号	92AHJ202500029
工程名称	上合国际会议中心项目	检测编号	HLJ25060002
建设单位	青岛上合中融产业投资发展有限公司	房间名称	151
监理单位	青岛高同建设监理管理有限公司	进场数量	1
施工单位	中铁建工集团有限公司	建筑类别	II
设计单位	中铁第六勘察设计院集团有限公司	工程面积	11000.00 m ²
工程部位	装饰装修工程	检测日期	2025-06-05
检测类别	委托检测	采样日期	2025-06-05 至 2025-06-07
采样地点	现场	检测日期	2025-06-05 至 2025-06-07
采样人员	肖耀辉、李启威	检测标准	化学分析、环境
检测项目	室内空气中甲醛、氨、氡、苯、甲苯、二甲苯、总挥发性有机化合物 (TVOC) 浓度		
实验室地址	山东省青岛市胶州市珠海街道办事处董村	邮政编码	266300
采样状态	现场采样时建设工程的房间门皆已关闭	环境温度	22.6-32.0℃、35-57RH
检测依据	GB/T 16129-1995、GB/T 18204.2-2014、GB 50325-2020		
样品状态	1、甲醛: 5ml 吸收液吸收的样品用大型气泡吸收管密封, 溶液无色透明; 2、氨: 10ml 吸收液吸收的样品用大型气泡吸收管密封, 溶液无色透明; 3、苯、甲苯、二甲苯: 活性炭管或 2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管采集样品, 密封; 4、TVOC: Tenax-TA 吸附管或 2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管采集样品, 密封。		
主要仪器	型号	产地	备注
恒流采样器	HL-2B	北京	/
气相色谱仪	GC112A	上海	/
分光光度计	V-5600	上海	/
环境测定仪	FD216	北京	/
检测结论	该样品依据 GB 50325-2020 标准评定, 所检项目符合 I 类建筑工程要求。		
检测说明	检测结果仅对采样负责, 检测报告未经本机构批准, 不得复制或复印。如有异议, 应于收到报告之日起十五日内向我单位提出, 逾期不予受理。		

批准: 肖耀辉 校核: 李启威 主检: 肖耀辉 检测单位: (盖章) 签发日期: 2025-06-10

青岛金源盛工程检测有限公司
室内空气质量检测报告

工程编码: 22020 共 4 页 第 2 页 JYS-J-06-032

报告编号	92AHJ202500029	样品编号	HLJ25060002					
检测项目	甲醛 (mg/m ³)	氨 (mg/m ³)	苯 (mg/m ³)	甲苯 (mg/m ³)	二甲苯 (mg/m ³)	TVOC (mg/m ³)	氡 (Bq/m ³)	
浓度限值	≤0.07	≤0.15	≤0.06	≤0.15	≤0.20	≤0.45	≤150	
采样地点	I 类民用建筑工程	II 类民用建筑工程	≤0.08	≤0.20	≤0.09	≤0.20	≤0.50	≤150
一层主会议室	检测结果	0.040	0.074	0.001	0.028	0.009	0.183	46.0
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
一层主要会厅	检测结果	0.036	0.094	0.001	0.009	0.008	0.158	49.0
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
一层多功能报告厅	检测结果	0.039	0.080	0.001	0.024	0.015	0.165	41.1
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
一层展览厅	检测结果	0.040	0.075	0.001	0.005	0.013	0.137	48.0
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
二层美食空间	检测结果	0.042	0.081	0.001	0.006	0.016	0.155	42.5
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
二层商务中心	检测结果	0.044	0.077	0.001	0.005	0.013	0.172	44.7
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
二层 P-R/1-1/2 会议室	检测结果	0.044	0.086	0.001	0.007	0.021	0.205	42.1
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
二层 1/E-G/3-5 会议室	检测结果	0.043	0.070	0.001	0.004	0.013	0.150	43.6
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
二层 J-T/3-5 会议室	检测结果	0.046	0.080	0.001	0.004	0.008	0.102	47.3
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
三层储藏室	检测结果	0.041	0.080	0.001	0.003	0.009	0.156	52.2
	单项评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
备注	/							

批准: 肖耀辉 校核: 李启威 主检: 肖耀辉 检测单位: (盖章) 签发日期: 2025-06-10

图 3.13 精装修室内空气质量检测结果图

3.7 严控危大工程风险要素，聚焦风险辨识，强化安全防线

针对本项目体量大、超危大工程集中（深基坑、群塔作业、高支模、大跨度钢结构吊装等）的施工特点，项目监理单位构建“风险分级辨识-专项方案预控-过程动态管控-应急保障联动”四位一体监理体系，以精准化、制度化、科技化手段筑牢安全防线。

（1）风险源辨识：监理单位联合建设、施工单位开展危大工程专项排查，依据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部第37号令），结合工程特性编制《超危大工程风险管控清单》，明确四大类关键风险：深基坑工程、群塔作业、高支模工程、钢结构吊装。

（2）方案管控

监理单位建立危大工程专项方案分级管控流程：

1）方案编制阶段

要求施工单位针对深基坑支护、高支模架体等超危工程，组织专项论证会，监理全程参与技术答辩，重点审核深基坑支护结构计算书、高支模立杆荷载组合、钢结构吊装双机协同计算模型等核心内容。

2）监理细则编制

依据论证通过的专项方案，分专业编制《危大工程监理实施细则》，明确管控指标：如深基坑分层开挖厚度、群塔作业高差、高支模扫地杆离地高度、钢结构吊点设置偏差等，配套制定《危大工程旁站监理记录表》，细化记录频次。

（3）过程监理

监理单位实施危大工程全过程可视化监管，通过“日常巡查+专项检查+智能监测”实现风险实时闭环：

1）深基坑工程

监理人员每日巡查支护结构完整性，检查围护墙有无裂缝渗漏、锚杆预应力是否达标、分层开挖厚度及边坡坡度是否符合方案、降水井运行、周边堆载及地表沉降情况，核对监测数据与预警值，确保支护系统稳定、降水效果达标、开挖有序可控。

2）群塔作业

重点核查塔吊“三证”（备案证、检测合格证、操作证）有效性，检查防碰撞智能系统运行状态，确保相邻塔吊高差、水平安全距离符合要求；核查司机与信

号工持证上岗（人证相符），检查吊索具验收记录及钢丝绳磨损情况；吊装时监测风速（6级及以上禁吊），巡视起重臂回转半径内防护措施，严禁多塔交叉作业区域下方人员停留，确保群塔运行安全有序。

3) 高支模工程

重点检查立杆间距、水平杆步距及扫地杆设置，核查架体与结构拉结节点是否牢固、扣件拧紧力矩是否达标；在混凝土浇筑时监测架体沉降，检查作业层荷载是否超限，严禁违规拆除构配件，确保支撑体系刚度、稳定性符合设计要求。

4) 钢结构吊装

吊装前核验吊车地基承载力、吊索具安全系数及探伤报告有效期，检查吊点位置偏差是否符合计算模型；吊装中监督高空作业人员安全带双钩双挂，采用无人机巡检起重臂回转半径内安全防护，监测大跨度桁架提升时各吊点位移同步性，严禁6级及以上大风作业。

(4) 应急管理

监理部牵头制定《危大工程应急救援预案》，建立三级响应机制：黄色预警（一般风险）、橙色预警（重大风险）、红色预警（事故征兆），配套建立应急物资台账，每季度组织深基坑坍塌、高支模倒塌等专项应急演练。

(5) 监理成效与管理价值

通过全链条风险管控，本项目危大工程施工实现“零事故、零伤亡”目标。监理部创新实施的“风险清单化、管控标准化、监测智能化”管理模式，为同类超大型项目危大工程监理提供了可复制的操作范本，切实体现了工程监理在安全生产管理中的技术把关与过程管控价值。

4 项目监理成效及启示

4.1 投资控制

4.1.1 全过程造价管控体系构建与实施

项目监理部以“事前预控、事中精控、事后核控”为原则，构建覆盖全建设周期的投资控制体系，通过技术经济融合手段实现造价目标动态管控。

(1) 设计阶段源头把控

项目监理部联合造价咨询单位建立设计方案经济比选机制，对建筑结构选型、

装修标准、设备选型等开展多方案经济性论证。重点审查设计文件合规性，杜绝过度设计、避免因设计缺陷导致的投资增加。

（2）施工方案经济性评审

各专业监理工程师实施施工组织设计“双审制”：既审查技术可行性，又开展经济合理性评估，力求施工费用较低，施工成效最好，性价比最高。同时对不合理的设计变更及材料代用向建设单位提出修改意见。针对地下室混凝土浇筑方案，通过对比分析泵车布置路径与混凝土运输成本，建议调整泵管走向，缩短混凝土运输距离。

（3）材料设备全链条管控

项目监理部严把工程材料进场关。严格按照经审核批准的施工图纸和相关规范，对工程材料的品牌档次、规格参数、品质效果进行充分对比分析。对有复试要求的材料，监理部安排专人进行全过程见证取样送检，并对复试结果进行复核，确保使用的工程材料符合设计和规范要求。

（4）工程款支付精准计量

项目监理机构对工程款支付申请的款项仔细核对，对虽然施工完毕但未经验收确认合格的工程不予计量支付，定期对实际完成量与计划完成量比较分析，发现存在偏差的，提出调整要求，并及时报告建设单位。

4.1.2 控制投资的主要方法

（1）组织五方责任主体开展图纸会审，重点排查“错漏碰缺”问题。建立《图纸问题整改销项表》，确保设计问题 100%闭环处理。

（2）做好《施工组织设计》的审查工作，避免“非正常费用”的发生；严格审批承建单位的施工方案，对重大技术措施所发生的费用报请甲方批准；对施工技术方案进行经济性优化措施，施工技术方案的审定坚持适用、安全、合理、经济的原则；对多个可行的方案加以评价、比较、决策，最后选用一个比较经济的方案。

（3）建立健全现场签证的审核和审定制度，监理人员要认真核实签证工程量，确保签证真实合理；专业之间加强协调，避免由于各专业协调不够而发生的额外签证。

监理部创新实施的“技术审查与经济分析并重、过程控制与动态纠偏结合”投资控制模式，不仅为项目创造了直接经济效益，更构建了可复制的造价管控标准化体系。

4.2 进度控制

(1) 本工程属 EPC 项目（设计采购施工一体化，Engineering Procurement Construction），在保证设计图纸符合要求的前提下，现场按图施工，因此保证施工资源充足和施工工序的合理安排是保证工期的关键。对此监理公司采取了相应措施，与施工方及时沟通：首先要求施工方保证足够的专业配套施工人员，并且，合理安排工序穿插和技术间歇，制定切实可行的施工进度计划，经监理和建设单单位批准后实施。其次监理公司设专人监督检查施工方执行施工计划的情况，如有偏差，协助施工单位及时分析原因，调整人员数量，并采取有效的补救措施，施工单位必须尽全力保证进度，保证施工需要；要求施工单位的主要管理人员全方位进行协调，施工过程中现场出现的问题必须在 24 小时内解决，从而为保证工期创造了条件。

(2) 材料订货时间、到货时间以及合同生效后资料反馈给设计院的时间，都是影响施工工期是否能按计划完成的决定性因素，对此监理公司联同甲方、施工单位、设计单位对材料、设备生产厂家提出具体要求：首先，生产厂家应根据工程施工网络计划，编制材料、设备供应计划，合理安排材料交货期，对一些关键的材料要派专人到生产厂家驻场监督；生产厂家根据工程建设进度向现场提供物资，保证物资到货后满足施工实际需要；对到现场不合格的材料及时通知生产厂家解决。

(3) 根据项目总体部署，同施工单位多次修改、优化《工程总进度计划》，落实人力、机械、材料、设备供应计划，为完成本工程工期目标奠定了基础。

(4) 要求施工单位按《工程总进度计划》编制《月度施工进度计划》，上报监理审批，各专业监理工程师按此进行检查周进度完成情况，一旦发现施工单位未按期完成计划，及时分析原因并要求采取相应措施，进行调整，从而保证总体进度不受影响。

(5) 通过审批《施工技术方案》和《施工进度计划》，对施工单位提出建议，要求施工单位各专业队伍采取合理的交叉及穿插平行作业等施工措施，以确保按期完成工程目标。

(6) 在项目实施过程中，根据现场实际具备的作业条件和设备、材料的到货情况，做好计划的动态控制，在保证项目总体工期目标不受影响的条件下，调整局部施工作业计划，从而保证整个工程施工期间的作业，始终具有指导性和可操

作性。

在建设单位和监理公司的监督帮助下，通过施工单位的精心组织，艰苦努力，在各有关部门的积极配合协助下，圆满完成了上合国际会议中心项目工期目标。

4.3 质量控制

(1) 本工程是 ECP 项目，即设计采购施工一体化，在设计过程中，部分图纸符合要求前提下，及时组织现场施工，这加重了施工质量控制的难度，对于有加工、采购、深化周期的钢结构、幕墙、内装、机电安装、室外等工程提出了更高的要求。因此，根据监理工作相关规范、导则和监理行业标准，制定了监理工作《质量手册》《作业指导书》《监理工作制度》《监理工作标准》，使项目监理工作达到规范化、科学化、程序化。为圆满完成监理目标，打下坚实的基础。

(2) 监理部坚持“百年大计、质量为本”，坚持预控和过程控制结合，科学组织，周密安排，精心监控。在超大体量的桩基、钢结构、大体积混凝土等重要部位、关键工序施工前，组织各方讨论关键措施和技术工法，深度参与施工方案策划及技术创新，监理单位和施工单位一起利用 BIM 技术进行多方案比选，研讨确定可行的施工方案。并利用 BIM 技术辅助进行碰撞检测，提前发现潜在的设计冲突与施工难点，合理运用 BIM 加图纸会审相结合的方式，对设计图纸进行深入分析和探讨，精准识别图纸中存在的专业间冲突、管线碰撞等潜在问题，提出相应的优化建议。全面落实全过程、全方位的监理理念，助力工程荣获“山东省优质结构”、“中施企协三星绿色建造示范工程”等奖项，确保了精品工程目标实现。

(3) 监理部针对本工程特点，共编制了 2 份《监理规划》和 45 份《监理实施细则》，监理过程中共召开 118 次监理例会、7 次专题会，并与施工单位共同确认《关键工序控制点》和《单位工程划分》制定了各系统施工原则，即分区、分专业同步施工、同步调试、同步验收的原则，通过监理例会、专题会、现场协调、BIM 可视化手段，分清逻辑关系，互相创造条件，实现各专业协调统一。

(4) 本工程监理工作始终遵循“系统化”“标准化”“制度化”的原则，严格执行方案先行、样板引路，强化过程控制，坚持“制度引领、样板先行”的监理工作方针，最终确保了“样板工程”的目标实现。

(5) 专业监理工程师对施工单位上报的进场材料、设备及其质量证明资料进行审查，对未经监理验收或验收不合格的材料、设备，监理人员拒绝签认，有效保证了工程质量。

(6) 审查分包资质，组织施工方案优化。通过审查资质资料有效性及网上核查等方法，严查分包单位资质及专职管理人员、特殊工种作业人员的资格证、上岗证，并在施工过程中经常性的进行专检或抽检，无证人员或资格不合格人员不允许上岗。要求施工单位在施工前，编制有针对性且实施性强的施工技术方案，明确各项技术指标和性能要求，进一步细化设计要求，明确检查和检测方法、质量控制原则和保证措施等关键内容，重点审核了《大体积混凝土专项施工方案》《高大模板专项施工方案》《钢结构专项施工方案》等，审查施工方案适用性，针对性、可行性不强的施工方案退回，要求重新修改后上报；并深度参与设计评审和专家论证，督促施工方案有效落实。

(7) 本项目的施工过程中，各专业监理工程师及时到现场进行监督、检查施工人员的作业情况，组织现场施工质量专项检查 210 次，联合建设单位进行月度综合检查 33 次、季度综合大检查 11 次，签发质量监理通知单 108 份，发现并消除质量隐患 1200 多条。采取事前、事中、事后控制等措施，督促施工单位及时整改，监理部做好复查，上一道工序未经验收合格，禁止进入下一道工序施工。

(8) 本项目严格落实《建设工程见证取样检测标准》DB37T5274.2024，对于规定中要求做复试的材料，监理单位安排专人和施工单位一起见证取样送检，全过程跟踪监督，复试报告及时从试验室取回，试验结果合格后，方可允许进场材料用于本工程，有效保证了工程质量满足合同要求。

(9) 通过全周期质量管控，项目实现“四个”核心目标：单位工程质量合格率 100%、按设计要求复验的材料复验率 100%、中间交接及时并符合标准、竣工资料交验合格率 100%。

监理部以标准化制度为基石、数字化工具为引擎、精细化执行为保障，协同提升了实体质量和风险控制能力。在设计采购施工一体化项目中，监理需发挥“技术预控中枢、过程管控核心、资源协调纽带”的作用，通过构建事前有标准、事中有控制、事后有追溯的全要素管理体系，才能有效破解多专业协同难题，实现精品工程建设目标。

4.4 安全控制

监理部以“生命至上、安全第一”为核心，构建“制度健全、管控精准、科技赋能”的安全监理体系，实现超危大工程全过程受控，获评国家 AAA 级安全文明标准化工地，达成“零伤亡、零事故、安全隐患整改率 100%”的管理目标。

(1) 制定《安全监理实施细则》，明确深基坑、高支模等 12 类危大工程管控标准，建立“总监总责-专监负责-监理员旁站”三级责任体系，配套 11 项安全制度及《安全文明施工责任状》，压实参建各方责任。针对 ECP 项目多专业交叉风险，领导组织全体监理人员进行安全培训，共同讨论安全风险识别点，通过 BIM 模拟推演提升风险预判能力，建立监理人员安全考核机制，确保团队专业能力匹配项目需求。

(2) 每日进行安全巡查，通过监理 APP 实时上传隐患，组织现场施工安全专项检查 210 次，联合建设单位进行月度综合检查 33 次、季度综合大检查 11 次，审查施工单位各类安全应急预案 50 多份，签发安全监理通知单 169 份，发现并消除安全隐患 1500 多条。

(3) 严格审查 56 份应急预案，要求施工单位储备钢板桩、急救设备等应急物资，组织 8 次实战化演练提升协同救援能力。针对高空作业风险，逐点验收水平安全网、防坠器等防护设施，确保高危作业面 100% 防护覆盖。引入无人机巡检等技术，使隐患发现效率大大提高。

项目实现“四个零”核心目标：零人员伤亡、零火灾事故、零设备重大故障、安全隐患整改率 100%，安全文明施工达标率 100%。监理部创新模式，形成可复制的安全管理范本，证明在复杂项目中需通过制度化建设、精细化管控、数字化手段，实现从被动防范到主动预控的升级，为工程筑牢安全生产防线。

4.5 合同、信息控制

4.5.1 监理职责的履行

(1) 工程施工准备阶段参加项目前期项目部组织的有关会议，协助项目部编制完成项目总体部署；对设计进度提出要求，以满足施工进度。

(2) 督促、检查施工单位严格执行工程承包合同和工程技术标准。审批了 40 余份施工方案，并监督、检查其方案的实施。

(3) 经建设单位同意后，向施工单位签发单位（项目）工程开工报告。

(4) 对施工现场进行安全、文明施工等全方位管理。

(5) 审批施工单位的材料计划。

(6) 确认预算外新增工程量（拆除、恢复、新增）。

(7) 监督、检查施工单位严格按照施工图纸及指定的施工规范、技术标准进行施工，巡检、平行检查、旁站相结合，及时沟通设计修改设计缺陷。

4.5.2 合同管理

本工程的发包人和承包人按双方签订的合同内容，履行自己的权利和义务—发包人能够按时支付各项工程费用和进度款、承包人保证了工程的工期和质量，合同双方在履行合同过程中没有出现违约索赔事件。

4.5.3 信息管理、档案管理

监理部制定信息档案管理制度，建立信息档案管理体系，安排专人负责信息档案的登记、整理、保管、收发、归档等工作，同时在总监理工程师的领导下，做到信息档案建立及时、规范有序、齐全有效，做到责任到人，实现了档案管理工作目标。

4.6 关键绩效指标（KPI）对比

通过对项目的关键绩效指标的对比，该项目取得了较好的绩效，见表 4.1。

表 4.1 关键绩效指标（KPI）对比

关键绩效指标	行业平均水平	本项目水平	提升/优化效果
验收一次合格率	92%	99.5%	提升 7.5 个百分点
安全隐患闭环时效	48 小时	12 小时	缩短 75%
进度计划完成率	92%	98%	提升 6 个百分点
材料抽检合格率	95%	99.8%	提升 4.8 个百分点
深基坑沉降控制达标率	88%	99.9%	提升 11.9 个百分点
幕墙涡振控制达标率	70%	99.5%	提升 29.5 个百分点
精装修环保检测达标率	90%	99.7%	提升 9.7 个百分点

5 启示

基于上合国际会议中心项目监理实践，结合工程体量大、技术难点多、建设标准高的特点，从企业精神、质量管控、安全防范、技术创新等维度提炼可复制的监理工作经验，为同类工程监理提供实践参考。

5.1 以企业精神为引领，筑牢团队建设根基

面对深基坑软土施工 54m 钢结构吊装等技术挑战，监理单位以“技术创新为核心、精细管理为动力”的企业精神为统领，组建由山东省金牌总监担任总监，注册监理工程师、注册一级建造师、注册安全工程师、注册造价工程师、测量工程师、BIM 工程师等组成的复合型团队，实行“总部-项目”两级资源保障机制。通过定期开展危大工程专项培训、BIM 技术模拟推演等，强化团队专业能力与责任意识，确保在超危大工程管控、多专业协同等关键环节高效履职，为工程顺利推进提供组织保障。实践表明，企业精神的落地转化是重大工程监理团队攻坚克难的核心动力。

5.2 以精细化管控为核心，夯实质量监理体系

工程监理需构建“标准先行、过程严管、闭环追溯”的精细化质量管控模式。本项目中，监理部通过三项关键措施实现质量可控一是推行“首件验收+样板引路”，对钢结构焊接、幕墙打胶等工序建立验收指标，达标后方允许大面积施工；二是针对大体积混凝土、装配式幕墙等重难点，编制专项监理实施细则，明确跳仓法施工参数、金属管涡振防控等技术标准；三是严格执行“上道工序不验收，下道工序不开工”制度，累计签发 108 份质量整改通知单，闭环处理 1200 余条隐患。对焊接机器人、BIM 预拼装等新技术应用，同步制定了专项监理质量控制标准，确保技术创新与质量管控的深度融合。

5.3 以风险预控为重点，强化危大工程安全管理

针对深基坑、高支模等超危大工程，监理单位应建立“制度完善-条件验收-动态管控”的安全管理体系。严格审查《超危大工程风险管控清单》，明确深基坑支护失稳、群塔碰撞等风险点，配套安全制度；同时，推行“危大工程条件验收制”，如钢结构吊装前核验吊车地基承载力、高支模验收时实测立杆间距，未达标严禁开工；另外，通过巡视、专项检查、联合检查、无人机智能巡检等方式及时发现并消除了 1500 余项安全隐患，实现“零伤亡、零事故”目标。这表明，“预防为主、精准管控”是安全生产管理监理工作的关键。

5.4 以技术创新为驱动，提升监理专业价值

监理单位需将技术创新贯穿工程全周期，通过专业能力破解复杂难题。本项目中，监理团队深度参与三项技术创新：一是联合施工单位优化深基坑桩基施工工艺，通过“淤泥质土层全护筒+承压砂层泥浆护壁”工法，将一类桩占比提升至98.9%；二是运用 BIM 技术开展钢结构虚拟预拼装，提前发现 12 处节点冲突；三是针对幕墙涡振问题，牵头比选 4 套方案，最终通过“抱件-拉杆系统”实现振动控制。此外，定期组织团队学习，持续提升监理技术含量，既是破解工程难题的关键，也是增强企业核心竞争力的根本路径。

5.5 以多元协调为抓手，保障多参建方协同高效

针对工程涉及多家参建单位、多专业交叉作业的特点，监理单位需构建“制度+机制”的协调体系。一方面，完善《监理协调管理制度》，明确监理例会、专题会、现场协调会的召开频次与议题范围；另一方面，创新协调方式，如通过 BIM 解决管线碰撞问题，利用进度协调会统筹钢结构吊装与幕墙安装工序衔接，累计召开 118 次监理例会、7 次专项协调会，化解交叉作业冲突 23 起。实践证明，监理单位作为“协调中枢”，需通过多元化协调手段平衡各方利益，确保工程建设有序推进。

5.6 以数智技术为支撑，推动监理管理升级

数智化是提升监理效率与管控精度的重要手段。本项目通过三类系统实现管理升级：一是运用 BIM 平台开展图纸会审、施工模拟，减少设计变更；二是依托智慧工地系统实时监测基坑沉降、塔吊运行状态，触发预警并快速处置；三是通过“监理通”系统规范监理工作流程，从监理细则编制、旁站记录上传到平行检验数据录入，实现全过程数字化留痕，使质量问题整改响应时间缩短 40%，文档管理效率提升 60%。未来监理工作需进一步完善数据标准，打破信息孤岛，推动多系统协同，以数智化赋能监理管理标准化、精细化。

（主要编写人员：李世钧 李中安 马隽发 刘天冶 梁艳华）

腾飞筑梦展形象 扬帆领航铸臻品

——青岛国际会议中心工程监理实践

青岛市工程建设监理有限责任公司

2018年6月，备受全球关注的上海合作组织成员国元首理事会第十八次会议于青岛举办。青岛作为主会场，是一座极具魅力且在红瓦绿树间蕴含诗意的海滨城市。为契合场地格局，强化“山海轴线”，凸显青岛“山、海、城、湾”融为一体的环境氛围，提出了“腾飞筑梦、扬帆领航”的建筑设计理念。该建筑以其宏大磅礴、富有海洋气息且彰显和平的风格，向世界展现大国风采与青岛的海洋特色元素。青岛国际会议中心工程不仅提升了城市的国际影响力，还对青岛的经济、文化、旅游等多领域产生了深远影响，成为青岛奥帆中心的核心标志性建筑。此工程面临建设地点空间有限、质量标准要求高、施工技术难度大、工期紧迫、新技术应用广泛、环保标准严格以及现场管理难度高等实际问题，同时还需克服冬季海洋性气候施工、跨春节施工等不利因素。

1 工程概况

1.1 工程规模及功能分布

青岛国际会议中心项目坐落于青岛市燕儿岛路1号的青岛奥帆基地内，其东南方向与青岛燕岛山公园相邻，西北方向毗邻青岛奥运帆船比赛场，东北方向与奥帆中心旗阵广场相接，西南方向则与奥帆博物馆相近。该工程总建筑面积达53924 m²，建筑高度为22.6m，檐口最高处为26.4m。地下一层主要用作车库及设备用房；地上二层、局部四层，主要功能区域包括迎宾大厅、会议室、新闻发

布厅；夹层设置为设备层与同声传译室。此工程是一座集会议会展、高端宴会、新闻发布等功能于一体的国际性会议中心。作为青岛市的重要城市形象展示空间，将长期投入使用。该工程设计独具匠心、气势恢宏，其外形宛如一只展翅翱翔的海鸥，四周布置有寓意扬帆起航的风帆柱，充分彰显了海滨城市的独特韵味。建筑鸟瞰图如图 1.1。



图 1.1 建筑鸟瞰图

1.2 实施时间及里程碑事件

- (1) 2017 年 9 月 25 日，工程开工；
- (2) 2017 年 10 月 19 日，首根钢结构吊装完成；
- (3) 2017 年 12 月 4 日，完成主体钢结构施工；
- (4) 2018 年 3 月 30 日，完成外立面幕墙和室内装饰装修施工；
- (5) 2018 年 4 月 28 日，完成全部工作，并通过竣工验收。

1.3 建设单位及主要参建单位

本工程建设单位及主要参建单位见表 1.1。

表 1.1 建设单位及主要参建单位

序号	单位职能	单位名称
1	建设单位	青岛旅游集团有限公司
2	设计单位	华南理工大学建筑设计研究院（总体设计） 北京建院装饰工程设计有限公司（装修设计）

序号	单位职能	单位名称
3	勘察单位	青岛市勘察测绘研究院
4	监理单位	青岛市工程建设监理有限责任公司
5	质量监督单位	青岛市建筑工程质量监督站
6	施工总承包单位	中国建筑第八工程局有限公司
7	装饰装修单位	中建八局装饰工程有限公司 浙江亚厦装饰股份有限公司 苏州金螳螂建筑装饰股份有限公司

1.4 工程获奖情况

工程主要获奖情况见表 1.2。

表 1.2 工程主要获奖情况

序号	奖项名称
1	2018~2019 年度中国建设工程“鲁班奖”（国家优质工程）
2	2019~2020 年度中国安装工程优质奖（中国安装之星）
3	2018 年度国家建设工程项目施工安全生产标准化工地
4	2019 年度“山东省建筑质量泰山杯工程”
5	2017 年度“山东省建筑工程优质结构”
6	2018 年度青岛市新技术应用示范工程

2 工程监理单位及项目监理机构

2.1 工程监理单位

青岛市工程建设监理有限责任公司前身为原青岛市建设委员会直属企业，成立于 1992 年 5 月，是山东省第一批成立的监理企业，现为中国建设监理协会常务理事单位、山东省建设监理与咨询协会副会长单位，青岛市建设监理协会、青岛

市建筑工程质量协会副会长单位，青岛市土木工程学会理事单位、青岛市人防协会监事单位。

公司现拥有住建部工程监理综合资质，交通部水运工程甲级监理资质，具备从事军工涉密业务咨询服务安全保密备案条件。公司现有员工 430 人，其中有 249 人具有中高级专业技术职称，有注册监理工程师 198 人、一级注册造价师 19 人、一级建造师 59 人。公司经营业务涵盖前期咨询、项目管理、项目代建、造价咨询、工程监理、设备监理、设计优化、工程质量安全评估咨询等，具备全过程工程咨询服务的能力。

2.2 项目监理机构

针对工程特点和规模，公司选拔优秀的管理力量组建项目监理机构，实行总监理工程师负责制，建立直线制架构，如图 2.1 所示。

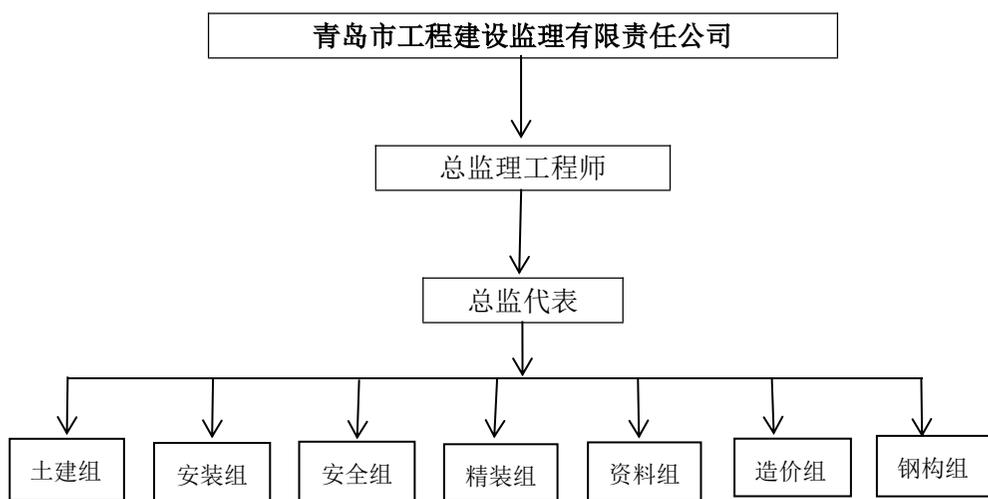


图 2.1 项目监理机构组织架构

3 工程特点及监理工作重点难点

3.1 工程特点

3.1.1 工程体量大

该工程的结构形式为纯钢框架结构，总用钢量约 9000 t。钢构件主要涵盖箱

型钢柱、Z 型组合箱型钢梁、H 型钢梁、32m 大跨度 H 型钢梁以及屋面悬挑变截面 H 型钢梁。此工程的大跨度梁跨度达 32m，重量约 16 t，属于超长、超重构件。Z 型钢梁总长约 16m，高差达 3.2m 且带有两个 90°折角，单根构件总重约 11 t。主要表现为：

(1) 工程屋面包含上人铺装屋面与不上人铝镁锰板金属屋面。

(2) 超高超长特级折叠式防火卷帘。

(3) 多功能厅设有超大面积、超重的水晶吊灯。单组水晶灯面积达 51.48 m²，单组重量达 7930 kg，共计 5 组。主会场设有超大超重工艺花灯。

(4) 装饰装修要求较高，使用材料种类繁多：室内装饰包括大理石地面、地毯地面、环氧地坪漆地面，石材墙面、硬包墙面、穿孔吸声板墙面，黄铜吊顶、铝方通吊顶、仿铜不锈钢板吊顶、纸面石膏板吊顶、GRG 吊顶等。

3.1.2 建设标准高

该工程设计独具创新性，结构复杂精巧，功能完备，具备较高的技术含量。鉴于工程使用性质具有国际性，其能够充分展现大国风范。在项目立项初期，便制定了高标准，明确了争创“中国建设工程鲁班奖”这一高质量目标。

装饰装修标准严苛：大厅两侧布置有法国木纹石石雕“一带一路”。顶部与腰线运用钢板锻打及描金工艺处理，彰显工匠精神。安仁厅与心海厅（双边会议室）采用暖色硬包墙面，顶部安装水晶吊灯，整体空间色调柔和，明快宜人。以“信”为主题，营造出相互信任、互利合作的氛围，墙面以硬包装饰为主。心海厅之名源于原有建筑心海广场，寓意承前启后、继往开来；安仁厅取平安祥和、仁以待人之意。设计简约大气，凸显国事活动的功能性与礼仪空间的舒展性。纯手工挂装的水晶灯美轮美奂。

3.1.3 技术难度大

工程施工过程中遭遇了一系列施工技术方面的难题，具体如下：钢结构预制现场的快速拼装技术问题、双向大跨度雨棚的无支撑施工难题、滨海钢结构建筑的防腐绿色施工困境、主会场超大超重工艺花灯的相关技术挑战、音视频系统设计与布线的优化技术瓶颈，以及屋面太阳能与建筑一体化应用技术的实施难题。

3.1.4 工期紧任务重

国际会议中心项目往往因重大活动节点要求而承受“倒排工期”的压力，其总

工期通常被压缩至常规同类项目的 50% - 60%。监理方需应对“设计-施工-验收”并行推进、多区域与多专业同步作业的复杂状况：一方面，需构建“周进度考核 + 日协调例会”机制，针对关键线路（如钢结构吊装、机电管线预埋、装饰面施工）运用 BIM 技术开展可视化进度模拟，提前对滞后风险予以预警；另一方面，需解决交叉施工冲突问题，例如装饰装修与机电安装的“工作面争夺”问题，监理方需明确工序交接标准（如墙面抹灰验收合格后才可进行管线开槽），针对吊顶内管线（空调风管、消防水管、强电桥架）的综合排布实施 BIM 碰撞检测，要求施工单位遵循“上风管、下水管、中间桥架”的原则进行分层安装，以避免返工导致工期浪费。

自确定在青岛举办上海合作组织成员国元首理事会第十八次会议，且前期准备工作完成后，项目建设工期仅余半年。山东省委省政府组建场馆建设专项工作组，由省住建厅党组书记驻场指挥。青岛市委市政府设立现场指挥部，由常务副市长担任现场总指挥进行全面调度，以市建委主任、市规划局局长为骨干的现场工作团队全力提供保障。

3.2 监理工作重难点

3.2.1 工程定位高，监理责任重大，使命光荣

项目应符合国家级乃至国际级会议设施标准，涉及多项特殊技术规范：例如，抗震设防烈度不低于 7 度（重点区域按 8 度强化）；幕墙抗风压性能应达到 ≥ 6 级；消防系统需通过国际消防认证；智能化系统需具备多语种同声传译、高清视频会议及应急指挥联动等功能支持。监理方需针对高等级标准制定专项监理细则，具体如下：对大跨度钢结构屋盖的焊接质量开展 100%无损检测（UT/MT）；对幕墙玻璃的自爆率（控制在 0.1%以下）以及密封胶的耐候性（在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 环境下无开裂现象）进行严格的进场检验与抽样复试；对智能化系统的网络带宽（主干网 $\geq 10\text{Gbps}$ ）、系统响应时间（ $\leq 0.5\text{s}$ ）以及数据安全加密（符合 ISO27001 标准）进行全流程的测试与验证。

作为上海合作组织青岛峰会主会场，青岛国际会议中心备受全球瞩目。其具有较大的政治影响力，建筑功能先进，监理职责重大且使命光荣。在助力大国主场外交过程中，充分彰显监理的责任与担当。

3.2.2 新技术应用较多，质量控制难

3.2.2.1 在混凝土技术领域，采用高耐久性混凝土与自密实混凝土

本工程于地下室加固加大柱截面施工时，选用 C60 自密实混凝土；钢柱内则采用 C50 自密实混凝土进行浇筑。该自密实混凝土的性能指标如下：坍落度不小于 200mm；扩展度不小于 600mm；倒筒时间不超过 15s；无离析泌水现象，黏聚性良好；2h 坍落度损失小于 30%，充填性 H 不大于 5mm，流动性不小于 700mm，抗离析性 ΔG 不大于 7%，保塑性在 90min 内。其具备良好的充填模板及钢筋通过性能。混凝土总用量达 5129m³。监理结合其性能特点进行质量控制，从原材料、配合比到施工全过程进行精细化管理。监理工程师充分了解两类混凝土的技术要求，严格执行相关规范和标准，确保工程质量满足设计和使用要求。

在钢筋及预应力技术方面，采用高强钢筋应用技术、大直径钢筋直螺纹连接技术以及建筑用成型钢筋制品加工与配送技术。

本工程大量使用 HRB400 钢筋，总计用量为 1683.489t，广泛应用于梁柱墙板结构中。该钢筋性能优越，显著节约了钢材用量。如图 3.1 所示为钢筋制作与安装情况。

大直径钢筋直螺纹连接技术目前已较为成熟，应用范围广泛。尤其在公共建筑中，该技术在施工质量、施工速度以及经济效益等方面均优于传统焊接技术。本工程柱加固以及梁板钢筋直径大于 25 的部分，均采用直螺纹连接技术，连接接头共计用量 5670 个。

3.2.2.2 模板及脚手架技术采用盘销式钢管脚手架及支撑架技术

本工程室内装饰吊顶施工采用 $\Phi 48.3 \times 3.6$ 盘销式钢管脚手架，室外帆柱及檐口施工均搭建盘销式钢管脚手架。盘扣用量超 1600t，钢管用量达 12 多千米。如图 3.2 所示为模板及脚手架支撑系统。



图 3.1 钢筋制作、安装

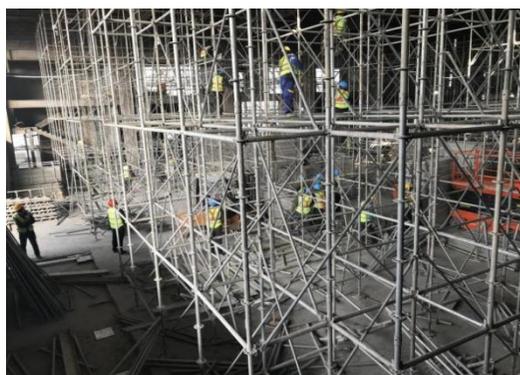


图 3.2 模板及脚手架支撑系统

3.2.2.3 机电安装工程技术

管线综合布置技术。本工程应用 BIM 的管线综合技术，对 10000 余个消防喷头，暖通设备 600 台，665 个配电箱，10 万米电缆，冷水机房、消防水泵房等进行综合排布。如图 3.3 机电安装工程技术。

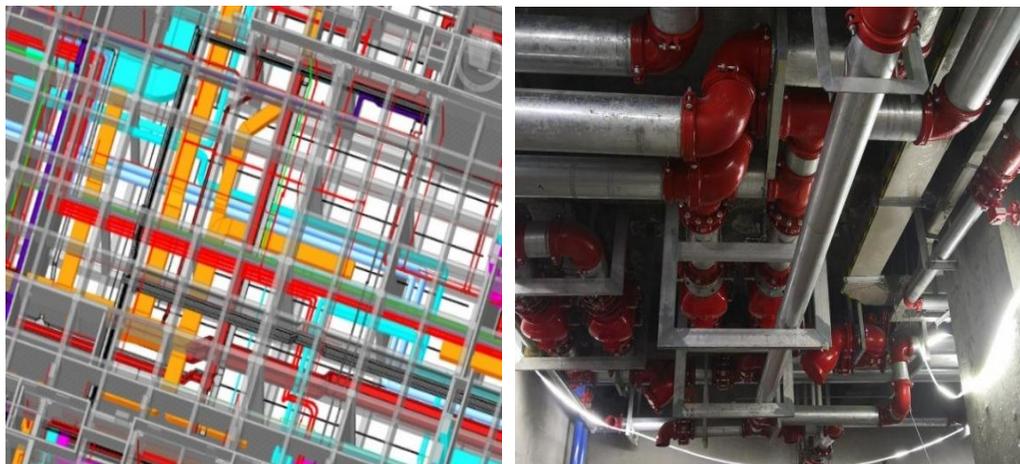


图 3.3 机电安装工程技术

管道工厂化与预制技术领域，所有管道均提前进行建模，并由厂家开展预制工作。借助 BIM 模型，采用现场施工与加工车间施工并行的模式，大量施工作业于制造工厂集中完成，有效降低了现场声污染、光污染以及粉尘污染等，基本实现了现场“零污染”。同时，工人运用装配式安装技术，仅需在现场进行螺栓紧固操作即可完成机房安装，规避了现场狭小空间内的动火作业，为工人的安全作业提供了坚实保障。

3.2.2.4 绿色施工技术

太阳能与建筑一体化应用技术，工程屋面设有 4400 m² 太阳能光伏板，太阳能发电可直接蓄电应用于建筑照明。太阳能技术的应用响应国家节能减排、绿色施工的号召，日照充足的条件下每天蓄电 1703.56kw。每年节约用电上百万元。如图 3.4 太阳光伏板完成效果。

3.2.2.5 防水卷材机械固定施工技术

本工程屋面为金属屋面，屋面体系设计为 PVC 防水（15000 m²），防水材料固定在 1.5mm 镀锌钢板上，材料全部采用机械压边。PVC 上用 H165 型铝合金固定座固定。如图 3.5 铝合金固定座安装。



图 3.4 太阳光伏板完成效果



图 3.5 铝合金固定座安装

3.2.2.6 信息化应用技术

虚拟仿真施工技术，专业 BIM 团队，运用三维建模和建筑信息模型（BIM）技术，建立用于进行虚拟施工和施工过程控制、成本控制的施工模型。该模型能将工艺参数与影响施工的属性联系起来，以反应施工模型与设计模型之间的交互作用，随着产品开发和施工过程的推进，模型描述日益详细。通过 BIM 技术，保持模型的一致性及模型信息的可继承性，实现虚拟施工过程各阶段和各方面的有效集成。将工程现实物理模型经过仿真过程转化为数学模型以后，通过设定优化目标和运算方法，在制定的约束条件下，使目标函数达到最优，从而为工程的方案确定提供科学的、定量的依据。

3.2.3 环保要求高，环境控制难

上合组织青岛峰会主会场的室内空气质量直接影响我国的国际形象。工程完工后跟峰会召开间隔时间短，为确保室内环境达到“高环保、无异味”的目标，指挥部选派专业团队进驻现场控制材料的选型和检测，及时对进场的材料进行过程控制。

3.2.4 施工工期短，进度控制难

上合组织青岛峰会在不足 6 个月的时间里，面临工期极其紧张和无施工图纸等不利因素，还要解决质量标准高、新技术应用多、环保标准严和现场管理难度大等实际困难，又要克服冬季海洋性气候施工、跨春节施工等不利影响，加大了工程的施工难度。

3.2.5 参建单位多，组织协调难

本工程涉及参建单位众多，除总承包单位外，还有设计单位，专业分包单位，环保保障单位，材料供应单位等几十家。需要及时协调各家单位的穿插施工，做好安全管理工作。由于场地狭小，无法堆放所有的材料，需要协调各家单位材料进场的时间，严格把控，及时把材料用于工程，为其他需要进场材料腾地进场。

4 工程监理工作特色及成效

4.1 策划先行保障全面启动

4.1.1 项目动员，健全机构

为确保青岛国际会议中心项目监理工作全面、高效、有序开展，项目监理部将以“专业规范、精细管理、风险预控、优质服务”为核心目标，全面启动监理机构动员工作。通过召开全员动员大会，明确项目战略定位、监理工作总目标及各阶段重点任务。建立“总监负责、专业分工、全员参与”的责任体系，签订岗位责任书，将质量、安全、进度、投资控制等目标分解至各专业监理工程师及监理员，形成“人人有责任、事事有标准、过程有监督、结果有考核”的工作格局。根据项目特点建立直线制项目监理机构，选派骨干力量投入到项目的建设。项目监理机构由总监理工程师统筹指挥，通力协作，保障监理部工作高效运行。协助甲方、指挥部等各管理单位履行管理责任。

4.1.2 高效运转，跟踪到位

(1) 在人力资源策划方面，监理人员“一岗双配”，配置常规项目的2倍人员，实行24小时两班制监理，确保“7×24”小时不间断高效运转，监理人员在岗监理。

(2) 监督施工单位的“大计划”管理，明确项目的终极目标，责任到人，出现进度偏差及时对进度目标进行分析，及时要求制定纠偏措施，控制好关键工作，以里程碑为控制节点，以确保工程顺利完成。

(3) 在资源配置方面，要求总包单位开辟采购绿色通道，优先选用有同类工程经验的分包供应商资源，精细化策划施工标段，配备供应商资源；同时，要求加强与相关方沟通，提前下单相关设备和装配式材料制作，以确保材料设备及时到场。加强生产监督，要求总包材料人员赶赴厂家，跟踪落实材料接单、下料、

生产、发货等全过程，把控材料质量，与现场保持联系，及时反馈信息，做到现场和供应商信息无缝对接，确保材料设备采购高质、及时。组建以公司总经理为领导的团队，依托公司的技术实力，制定最优的监理规划、监理实施细则，各监理人员各司其责，严格按照监理实施细则监督施工。

4.2 工匠精神铸就品质永恒

4.2.1 健全质量监管体系

为确保实现工程质量管理目标，省、市建设行政主管部门均成立了现场指挥部，青岛市政府委派市质量监督站、安监站、质监局、特检院驻场办公。监理单位对进场的材料、设备、构配件进场验收，实行总监首检制度，总监理工程师负责制，项目每周进行一次监理例会，检查落实上周布置事项或问题处理情况；施工单位汇报施工周报及下周施工计划，提出施工中需要协调解决的问题；监理工程师对一周施工情况包括质量、安全、进度等情况总结点评，检查分析合同履行中存在问题，提出下步施工目标及重点和注意事项。

4.2.2 严格检验检测机制

高标准的质量管理，严格过程质量检测和监测，并聘用国检集团为顾问公司。确保结构安全可控，材料绿色环保。

4.2.3 质量安全严格把控，打造精品示范工程

始终坚持“质量第一、安全至上”的原则，构建了覆盖施工全过程的质量安全管控体系。通过严格的原材料进场检验、隐蔽工程旁站监理、分部分项工程验收、施工过程安全巡查与隐患排查等手段，有效预防和杜绝了质量通病和安全事故。项目各检验批、分项、分部工程一次验收合格率均达到 100%，未发生任何重大质量事故和安全责任事故，最终荣获 2018~2019 年度中国建设工程“鲁班奖”（国家优质工程）等，树立了区域内公共建筑工程的质量安全典范。

4.2.4 绿色建造实现节能环保

项目需满足绿色建筑最高等级标准（如国家绿建三星、LEED 白金认证），涉及节能（建筑节能率 $\geq 75\%$ ）、节水（中水回用率 $\geq 50\%$ ）、节材（可再生建材占比 $\geq 30\%$ ）及环境保护（施工扬尘排放 $\leq 0.5\text{mg}/\text{m}^3$ ）等要求。监理需对绿色建筑

关键指标进行全过程监督：例如对围护结构的传热系数（外墙 $\leq 0.45\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 、屋面 $\leq 0.35\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ）进行现场热成像检测，对节水器具（感应水龙头、低流量马桶）的节水效率（用水效率等级 1 级）进行抽样测试；对施工过程中的建筑垃圾资源化利用率（ $\geq 90\%$ ）、施工扬尘在线监测（PM10 浓度实时上传监管平台）进行严格把控，确保项目通过绿色建筑最终评价。

项目过程中使用的 21 大类建筑材料,98 种环境控制指标高于国家标准，其中 30 种装饰装修材料,216 项物理性能控制指标高于全球最高标准。

创新应用了六大成套技术，太阳能光伏板、雨水回收系统、智能照明等 108 项绿建专项技术。

为了避免产生建筑及照明光污染，项目采用玻璃幕墙，其中玻璃幕墙采用断热铝合金窗框+8+1.52SGP+8（双银 LOW-E）+12Ar+8+1.52SGP+8 中空钢化超白玻璃，可见光反射比不大于 0.2。

4.3 团队精神凝聚担当协同

（1）监理部坚持“大科技”体系建设，配置总监代表，充分发挥总监引领作用，由总监理工程师负责主持编制监理规划，编制完成后报公司技术负责人审批确认后报建设单位，组织各专业监理工程师编制各专业监理实施细则，总监理工程师审批通过后报建设单位。调动所有监理人员协同一致、协同作战，实现了工期、质量、成本、安全的各项目目标均衡。

（2）全员重视保障全速推进，该项目在不足 6 个月时间里完美竣工，完成正常工期 2 年的建设任务，与各方团结协作密不可分。政府为项目建设开辟“绿色通道”，公司领导、各部门全力支持和保障，建设单位、设计单位和参建单位一把手上阵，全速推进。

（3）团队协作确保完美运营，以总承包单位为主，各单位、职能部门为辅，成立 17 个保障小组，编制设施设备保障方案汇总 2 册，参与制定应急保障预案 36 份，参加开展应急演练 130 余次，以最充分的准备完成会议模式测试各项工作，实现了保障工作万无一失。10 天时间，集中完成了强电、弱电、消防、音视频、监控、智能化、给排水等所有系统联机调试，发现并解决问题，确保保障工作顺利完成。在联机调试期间实行“123”销项制度：1 小时内排查问题，2 小时内解决问题，3 小时内重新调试。直至所有系统达到完美运营。

4.4 科技创新引领智慧建造

4.4.1 全过程全专业 BIM 技术的深度应用

监理组建 BIM 团队利用建筑信息模型（BIM）技术，进行三维可视化模拟，提前发现并解决设计中的问题。通过 BIM 技术，监理共发现设计问题 30 余处，有效减少了施工阶段的变更次数达 21%，节约成本约 852 万元。这一做法相较于行业常规设计审查流程，大大缩短了设计周期，提高了设计的准确性和可施工性。

监理提出通过 BIM 技术进行施工过程中的碰撞检测、通过 BIM 技术，监理在设计和施工阶段共发现 5300 余项疑似碰撞问题，并在优化设计阶段及时消灭，实现 BIM 正向设计。材料和设备的计划编制、场外加工，减少了材料用量，扩大了空间，使组织更加紧密、合理。屋面、幕墙构件不同尺寸拼装编号安装演示（如图 4.1 幕墙及屋面模型），钢结构（如图 4.2 钢结构模型）、装饰装修及机电安装技术、资源优化等。通过 BIM 模型，采用现场与加工车间平行施工的模式，大量的施工作业在制造工厂集中完成，有效减少现场声、光、粉尘等污染，实现了现场几乎“零污染”。有效降低了施工风险，提高了施工效率。

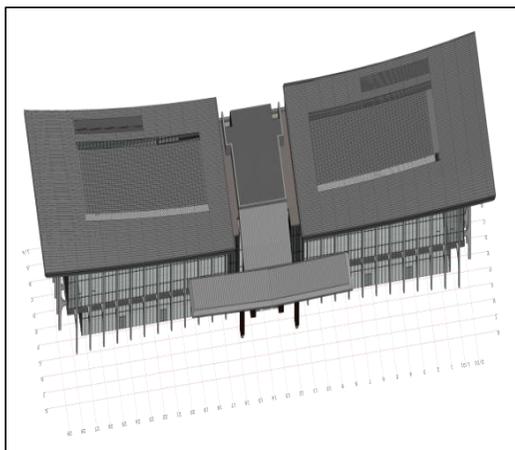


图 4.1 幕墙及屋面型

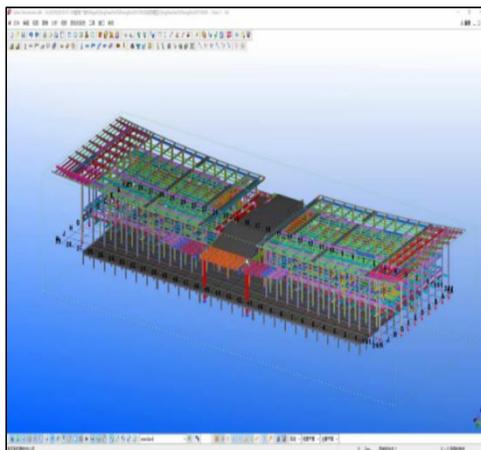


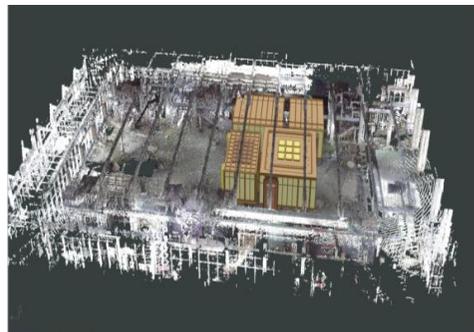
图 4.2 钢结构模型

4.4.2 利用 BIM+三维扫描技术实现装配化施工

采用三维扫描技术来实现一键精准下单，工厂制造，保证了现场预拼装一次性精确实施。如图 4.3 BIM+三维扫描技术。



现场扫描提取数据



点云数据处理



精装深化设计方案



材料进场直接安装

图 4.3 BIM+三维扫描技术

4.4.3 利用模拟技术实现虚拟建造

监理部专业人员对涉及使用功能的水暖风、声光电六大指标进行“动态模拟”，达到最佳舒适度要求。通过卷积计算，使混响时间及频率特性在一定范围内改变，使重要空间满足不同的功能需求，保证室内良好的音质效果。采用高指向性音箱，指向性控制减小声能的扩散反射、声干扰、声聚焦等造成的不良因素的影响，使每个角落的声场听觉均匀。采用回波抵消方法，模拟计算回波信号的大小，在接收信号时，设置波段信号抵消回波。采用高保真声音拾取设备，滤除杂波，收纳有利波段，确保声音真实传递。

通过室内灯光光源色温、高显色指数以及投身角度模拟，配合调光系统的使用，设定不同的功能场景，满足不同的使用需求。为保证会议期间室内空间温度稳定，舒适度最佳的效果，拟定温度，对风速、风量、风向进行多次模拟试验，通过高低温成像分区布置，优化风口位置、数量。

4.5 装饰新颖彰显大国风情

迎宾大厅面积 1024 m²，高度 13.9m，顶部花灯共九九八十一盏，寓意九九归一，每盏灯尺寸为 2m×2m，重量达 560 斤，采用 4 根 8mm 钢丝吊装完成。两侧为法国木纹石石雕“一带一路”。顶部和腰线采用了钢板锻打、描金工艺处理，体现了工匠精神。观海长廊高度 6.6m，整条走廊长近 100m，视野开阔，宽敞明亮，空间感十足，顶部采用了不锈钢仿白铜，墙面采用了法国木纹石施工，地面采用意大利木纹石铺贴。透过通透的落地窗，整个奥帆基地附近海景一览无余，是绝佳的观景之地。作为室内与室外建筑外檐的间接连接空间，形成了延续建筑外檐的基本造型，墙上挂有精心挑选的画作，展示青岛特色风情。

茶歇区利用了走廊的公共空间，集合书法名家的得意之作，向世界展示我国深厚的文化底蕴。黑白二色简约大气，给人闲适放松的休息空间。黄河厅（小范围会谈）空间造型为八角，寓意上合组织汇聚八方，空间色调温润柔和，集合多种水纹元素，含蓄地表现了山东“有海，有河，有灵性”的水文化。观海长廊高度 6.6m，整条走廊长近 100m，视野开阔，宽敞明亮，空间感十足，顶部采用了不锈钢仿白铜，墙面采用了法国木纹石施工。透过通透的落地窗，整个奥帆基地附近海景一览无余，是绝佳的观景之地。墙上挂有精心挑选的画作，展示青岛特色风情。贵宾入口处主要采用古铜进行装饰，庄严大气，金碧辉煌。门厅内纹饰部分描金，让人眼前一亮，纹样以取自青铜器的波曲纹，兽面纹为主，意指中国齐鲁文化源远流长，可追溯至商周时期。门厅处视野开阔，百花争奇斗艳，更可一览燕岛山美景，可谓心旷神怡。

中方贵宾休息室天花藻井简约大方，饰以波曲纹；藻井侧面采用人工描金工艺处理，墙面为暖色硬包。整个空间色调柔和，庄重典雅，温馨舒适。泰山厅（大范围会谈）不成规矩，无以方圆，整个空间天圆地方，暗合儒家文化中的“礼”，与上合组织致力于建立民主、公正、合理的国际政治经济新秩序的主旨相吻合。顶部仿玉如意造型的花灯，象征集合智慧，合力共赢。主背景木雕以“锦绣河山”为主题，气势恢宏，江山多娇。南北墙面的 12 块木雕以山东菏泽特有牡丹为原型；东西墙面的 24 块木雕以中国山水为主题，配以习近平总书记引用的，体现新时代中国特色社会主义治国理念、对外外交等诗词、用典。顶部仿玉如意花灯，直径 16m，重量大 6.5t，空间最高处 9m，最低点 6.8m，其他部位处椽子长 24m。顶部主要用材为黄铜，墙面为黄晶玉石材+木雕+古铜。

齐鲁厅（三方会谈）以水平向的直线造型作为整个空间的装饰构成，天花单体造型微微上扬，结合照明合理布局，整体空间严谨内敛，庄重舒适。作为中、俄、蒙三国会谈用。尚和厅（新闻发布厅）营造轻松热烈的氛围，因此以“信”来定义空间的精神。两侧的墙面造型简约舒展，与顶部极具体量感的重檐造型形成具有仪式感的宏大空间。顶部的灯具气势恢宏，是空间的亮点，灯具创意素材取自山东最有特点的玉佩造型。整个空间热烈温润又不失文化特点。顶部水晶花灯15.6m×3.5m/个，共155000个水晶球。80人耗时15天安装完成。

4.6 突出重点，管控到位

4.6.1 监理启动阶段快速组建专业团队并明确职责分工

青岛国际会议中心项目体量大、功能复杂，对监理团队专业能力要求高，且需在短时间内完成团队组建、熟悉项目图纸与规范，同时建立与各方的协调机制。

通过公司内部调配优秀人员，选拔具有大型公建项目监理经验的人员组建核心团队，涵盖土建、机电、装饰等多个专业；组织全员进行图纸会审和规范培训，编制详细的监理规划和实施细则；建立每周例会、专题协调会等沟通机制，明确各方职责与接口关系。

4.6.2 监理实施阶段严格把控施工质量与进度，确保安全生产

施工过程中存在多专业交叉作业，工序衔接复杂，易出现质量隐患；部分关键材料和设备供应周期不确定，影响施工进度；现场施工人员多，安全管理难度大。

实行样板引路制度，对关键工序和部位进行旁站监理，严格执行材料进场检验和工序报验程序；建立进度预警机制，定期对施工进度进行检查与分析，协调业主和供应商优化材料设备供应计划；加强现场安全巡查，落实安全技术交底，对高风险作业实行专项监理，确保施工安全。

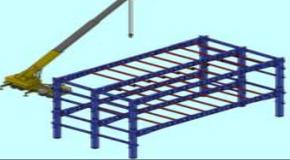
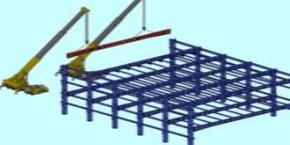
项目施工高峰期现场人员密集（常达2000人以上），存在高空作业（如幕墙安装、屋面施工）、动火作业（钢结构焊接、管道切割）、临时用电（高峰期用电负荷超5000kw）及深基坑（若存在地下车库则深度可能达8~12m）等多重安全风险。监理需构建“全员-全过程-全方位”安全管控体系：对特种作业人员（焊工、架子工、塔吊司机等）实施“人证合一”人脸识别准入，对施工现场临时用电的“三级配电两级保护”（TN-S接零保护系统）进行常态化巡查，对动火作业实施“动火

证+看火人+灭火器材”三到位管理（重点区域动火前进行气体检测，可燃气体浓度 $\leq 0.5\%LEL$ ）。同时，需应对极端天气影响（青岛夏季台风、冬季寒潮），提前制定应急预案（如塔吊遇台风时的锚固加固、混凝土施工遇寒潮时的冬季施工措施）。

钢结构预制现场快速拼装施工质量控制和安全管控：该工程大跨度梁跨度达32m，重量约16t，属于超长、超重构件。施工工期任务十分紧迫，因受运输条件限制，故采取加工厂三段预制，这对于工期十分不利。分段时，采用“两端等长、重量均衡”的方式分三段预制，现场快速拼装的方式进行安装。由于运输限制将钢梁分两段加工制作，运至现场拼装后进行吊装。为确保质量可控，严格执行进场验收程序，要求进场的钢构件、焊接材料、螺栓等材料必须经监理工程师验收合格后方可进行拼装。拼装时，监理工程师全程旁站检查构件的编号、类型、方向等是否正确。吊装前，检查吊车的性能指标、操作人员及配件的合格性，检查吊车的架设的稳定性等均符合要求，以确保吊装的安全。在吊装作业时，监理工程师全程旁站，检查起重指挥人员是否持证上岗，指挥信号是否清晰统一，作业人员是否严格按照指挥信号操作。同时，监测吊装过程中构件的平稳性，避免构件摆动过大，影响吊装安全。为确保工期，通过组织2个专业队伍分别进行大跨度梁和Z字梁拼装，确保做到钢梁拼装和安装交叉有序进行，拼装及吊装作业能连续进行，窝工现象大为减少，实现了高效专业化生产，使得钢结构安装速度大大提高，比原定工期提前完成施工任务，取得了良好效果，大跨度钢梁安装流程见表4.1。

表 4.1 大跨度钢梁安装流程

施工步骤	施 工 内 容	图 示
1	大跨度钢梁拼装完成后,采用2台70T汽车吊靠近拼装场地站位,吊装半径16m,2台汽车吊臂长伸长至满足吊装要求,同步起吊;	
2	钢梁超过安装标高位置2m左右后,汽车吊大臂向前趴杆,仰角逐步减小,钢梁到达安装位置正上方后,吊钩逐步下落至安装连接位置,完成大跨度钢梁吊装。	

施工步骤	施工内容	图 示
3	二层大跨钢梁按照“吊二隔一”的方式吊装，留出三层大跨梁安装转臂空间；二层完成并加固后，按照同样的方法安装三层大跨钢梁。	
4	按照先二层后三层，由两侧向中间的顺序安装大跨度钢梁之间的次梁。	
5	最后封闭安装预留孔洞处的大跨主梁及钢次梁，完成大跨区域的钢梁安装。	

(1) 钢结构智能测量施工质量控制：本工程为大跨度、异型结构，采用三维激光扫描仪，获取安装后的钢结构空间点云，通过比较特征点、线、面的实测三维坐标与设计三维坐标的偏差值，从而实现钢结构安装质量的检测。通过扫描数据点云可实现对构件的特征线、特征面进行分析比较，比传统检测技术更能全面反映构件的空间状态和拼装质量。利用数字近景摄影测量技术对本工程钢结构进行精确测量，建立钢结构的真实三维模型，并同 tekla 模型进行比较、验证，确保钢结构安装的空间位置准确。通过基于智能全站仪的自动化监测系统及无线传输技术，融合现场钢结构拼装施工过程中不同部位的温度、湿度、应力应变、GPS 数据等传感器信息，采用多源信息融合技术，及时汇总、分析、计算，全方位反映钢结构的施工状态和空间位置等信息，确保钢结构施工的精准性和安全性。钢构件在安装过程中，因日照温差、焊接会使细长杆件在长度方向会有显著伸缩变形。从而影响结构的安装精度。因此，在上一安装单元安装结束后，通过观测其变形规律，结合具体变形条件，总结其变形量和变形方向，在下一构件定位测控时，对其定位轴线实施反向预偏，即节点定位实施反三维空间变形，以消除安装误差的累积。监理工程师跟总包一起在构件焊前焊后及施工过程中不间断测量观测结果并作好记录。

(2) 双向大悬挑雨棚无支撑施工质量控制及安全管控：根据大跨度悬挑结构特点，针对实际工程实例 96m 双向大悬挑雨棚结构，提前运用 BIM 软件建立三维模型，并根据机械吊重及施工流程进行合理分段，由钢柱支撑点根部累积安装稳定单元方法模拟施工顺序。运用 mIDAS 等大型计算软件提前对结构的变形进

行预判，计算出起拱值。在安装过程中通过对构件预起拱控制、焊接顺序控制以及临时固定措施控制，现场实时测量数据与模型数据的对比监控，可以很好的控制双向大跨度雨棚的安装精度，简化了施工工序，缩短了施工时间，大大提高了工作效率。减少了支撑措施的使用，可以实现绿色安装，降低施工成本，有很好的社会效益和经济效益。根据雨棚结构特点，制定焊接工艺评定，并根据焊接工艺评定确定焊接方法和焊接规范并编制焊接工艺卡。依据焊接工艺卡进行焊接施工。焊接和探伤的人员(包括定位焊工)必须持有上岗证书，从事其证书规定范围的焊接操作，不得疲劳作业。雨棚分段焊接时，应遵循一定的焊接顺序，应尽量使焊缝在较小拘束度下焊接。每个悬挑区域的稳定单元安装完后，必须用全站仪对每个节点进行测量检测，验收合格后才能进行焊接。焊缝外观质量检查:表面不得有气孔、表面裂纹、未焊满等缺陷，咬边深度不超过 0.5mm 累计长度不得超过焊接长度的 10%，焊缝余高符合设计规范要求。无损检测:按照设计文件要求，对原材料焊缝进行超声波检查。严格按照建筑施工现场管理规定进行安全生产管理。建立现场安全管理体系，制定安全生产责任制及相应的措施和制度，使安全工作措施到位，责任明确，确保安全生产目标的实现。对新进场的工人实行上岗前的三级安全教育、变换工种时进行的安全教育、特种作业人员上岗培训、继续教育等，通过教育培训，使所有参建人员掌握“不伤害自己、不伤害别人、不被别人伤害”的安全防范能力。正确使用个人防护用品，所有施工人员必须佩戴安全帽，戴帽时必须系紧帽带。遵守劳动纪律，服从领导和安全检查人员的指挥，工作时思想集中，坚守岗位，特殊工种人员均需持证上岗。雨棚施工时配备专职安全员，吊装作业应划定危险区域，挂设安全标志，加强安全警戒，由现场安全员和监理人员随时监控施工安全，发现危险源及时通知施工人员进行整改。雨棚施工现场防火工作，必须认真贯彻执行“预防为主、防消结合”的方针，立足于自防自救坚持安全第一，实行“谁主管、谁负责”的原则，成立义务消防队组织，由总监理工程师负责消防工作，全体监理人员参加，在总监理工程师的领导下开展工作。雨棚结构施工中，构件搭设双生命线安全立杆，临边四周布置安全防护栏杆。雨棚高处作业时，严禁往下或往上乱掷工具、材料等物体，小型工具、焊条等放在专门工具袋内。96m 雨棚采用无支撑安装。吊装机械主要使用两台 70t 汽车吊，2 台 TC7052 塔吊配合吊装。根据三维模型与机械的起重能力和吊装半径对其分段，最大分段重量为 15t。为确保其拼装精度，使用 BIM 软件对雨棚进行施工模拟安装顺序，安装过程中根据模型数据对构件进行测量定位复核。采用此种工法，取

消了支撑，在确保焊接质量同时能有效的保证安装精度，节省了措施用料，总工期较计划提前 10 天，取得了较好的社会和经济效益，如图 4.4 所示。



图 4.4 96m 雨棚施工

(3) 主会场超大超重工艺花灯质量管控：在生产过程中严格执行质量、管理认证体系的各项标准。对于承重的中通采用整根厚壁钢管，所有的对接处内插衬管焊接，并进行防锈、防腐处理和螺栓连接,主要受力连接处采用穿销连接方式。主框架龙骨连接螺栓选择大于 M10 以上，次框架连接螺栓选择大于 6 mm 以上。所有灯具的灯头线为 1.5 mm²耐 105°C 高温铜芯线，所有灯具内主线均为 ≥4 mm²耐 105°C 高温铜芯线，所有接头均涮锡处理。每组出线头用胶布捆扎在一起，并标明识别记号（相线、零线、地线）。不分出组的线头也会标明相应的记号。所有灯具半成品生产完毕后将灯具所有的结构件进行组装、吊装，并做超过灯具自重 5 倍以上的承载试验至少 24 小时以上，以确保灯具结构及承重的安全。灯具生产完毕后进行装配并吊装，使用电阻测试仪、高压测试仪对灯具电气安全性能进行 100% 检验，检测完毕后连续通电 24 小时进行测试，以确保产品达到 100% 的安全性能。安装前检查预埋件的承重是否足够，是否刷防锈漆，再对预埋件进行承重试验，以检查预埋件的承重是否足够，若预埋件如不符合安全标准，应重做预埋件。吊杆与马仔连接使用两个螺母（带垫片），此灯总重量：4000 kg 吊钩务必使受力点达到灯具自重 5 倍以上。在安装过程中，每盏灯有专人安装，每项工序都有安全交底，并随时检查安全措施执行情况。不得中途换人，如必须换时将安装情况交待清楚后方可离开。每道工序施工完毕后，由安装员、安装负责人自检一次。对在工程施工中有可能出现的困难做好技术、材料准备，加强施工中的过程管理，严格“三检”制，提高一次交验合格率，避免不必要的返工。确保灯具完好的前提下，调整到最佳状态。严格依照国家现行的行业操作规范施工，灯具安

装牢固，调试达到设计要求。

4.6.3 召开例会，周检巡视

项目每周召开一次监理例会，检查本周例会内容的落实情况，安排下周施工内容及进度，解决施工中需要协调解决的问题。监理工程师提出本周项目存在的质量、安全、投资和进度等问题，要求施工单位拿出问题的解决方案，监理单位总监审批通过后，施工单位严格按方案组织实施。对于施工单位提出的问题，监理对所有问题进行解答，给出问题的处理意见。

委派专职安全人员每周进行周检，按照规定录制巡视视频，对危险性较大的部位重点关注，及时指出施工现场存在的安全隐患，及时要求施工方整改销项，存在的问题及时下发安全整改通知单，本项目共下发安全监理通知单 106 份。周检完成后及时下发周检记录，要求整改。

4.6.4 监理收尾阶段高效完成竣工资料与服务保障，领导认可

竣工资料数量庞大、种类繁多，部分资料存在不规范、不齐全的问题；各专业工程验收时间节点不一致，协调难度大；需配合业主完成项目整体移交。

制定竣工资料整理清单和标准，分阶段对施工单位资料进行审核与指导，督促其及时整改完善；建立验收协调小组，明确各专业验收条件和流程，提前与相关部门沟通，统筹安排验收时间；协助业主进行项目资产清点、资料归档和使用功能培训，确保项目顺利移交。

上海合作组织成员国元首理事会第十八次会议期间，项目监理部全员，全天候，全协同地按照“一岗双配”的原则进行优化配置，确保青岛上合峰会主会场项目可以“5+2”“白加黑”“7×24”小时不间断高效运转。主体施工阶段的报验及混凝土浇筑多半在夜间进行，本着公司信誉为本，质量第一的宗旨，以铸精品工程为首要目标，监理人员采取 24 小时不间断旁站，严格落实自检、互检、交接检的三检制度以及出现问题后的定人、定时、定整改措施的三定原则，确保隐蔽工程质量，为提高建设质量迈出坚实的一步。积极整合各方资源，与施工单位配合苦干巧干，尽最大的能力保质保量地完成了任务，为打造建设质量强国迈出坚实的一步。

2018 年 6 月 9 日至 10 日，上海合作组织成员国元首理事会第十八次会议在山东青岛成功召开。此次青岛峰会是上合组织扩员后首次召开的峰会，来自 12 个国家的国家元首或政府首脑、10 个国际组织或机构负责人出席峰会，注册外宾超过 2000 人，参与采访的中外记者超过 3000 人，成员国领导人签署、见证了 23

份合作文件，达成了一系列重要共识，是上合组织成立以来规模最大、级别最高、成果最多的一次峰会。

中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平对上合组织青岛峰会成功举办作出重要指示强调，上合组织青岛峰会办得很成功，山东省特别是青岛市作出了很大贡献，服务保障工作有力有序、精心细致，体现了世界水准，展示了中国气派、山东风格、青岛特色，谨向为此付出努力的广大干部群众表示慰问和感谢。总书记强调，举办上合峰会，为青岛、为山东的发展带来了新的机遇，希望认真总结“办好一次会，搞活一座城”的有益经验，推广好的做法，弘扬好的作风，放大办会效应，开拓创新、苦干实干，推动各项工作再上新台阶。

4.7 项目监理成效

4.7.1 投资控制成效显著，实现降本增效

监理团队严格执行投资控制流程，通过对工程变更的审慎审核、材料设备价格的市场调研与核价、工程量清单的精准复核等措施，有效避免了不合理支出。在确保工程质量和进度的前提下，累计核减各类无效费用，项目实际总投资较概算降低 5%，为项目节省了可观的建设资金，显著提升了投资效益。青岛国际会议中心作为青岛市的城市客厅，长期使用，承接了众多高端会议、新闻发布、合约签署等活动，为青岛市带来了显著的经济效益。如图 4.5 成本控制柱状图。

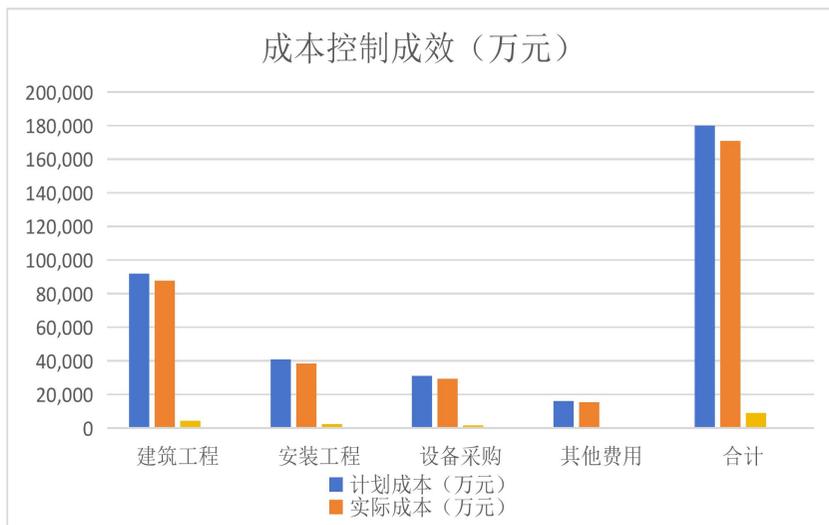


图 4.5 成本控制柱状图

4.7.2 实施方案持续优化，保障项目科学推进

深入参与项目前期策划与设计阶段，监理工程师凭借丰富的工程经验，对施工组织设计、关键工序施工方案进行了多轮优化论证。针对复杂结构施工、大型设备安装、交叉作业协调等难点问题，提出了多项切实可行的优化建议，如调整项目钢结构安装顺序、优化幕墙施工工艺等，不仅简化了施工流程，缩短了关键线路工期 6 天，还提高了施工安全性和工程质量的可靠性。如图 4.6 工期控制折线图。

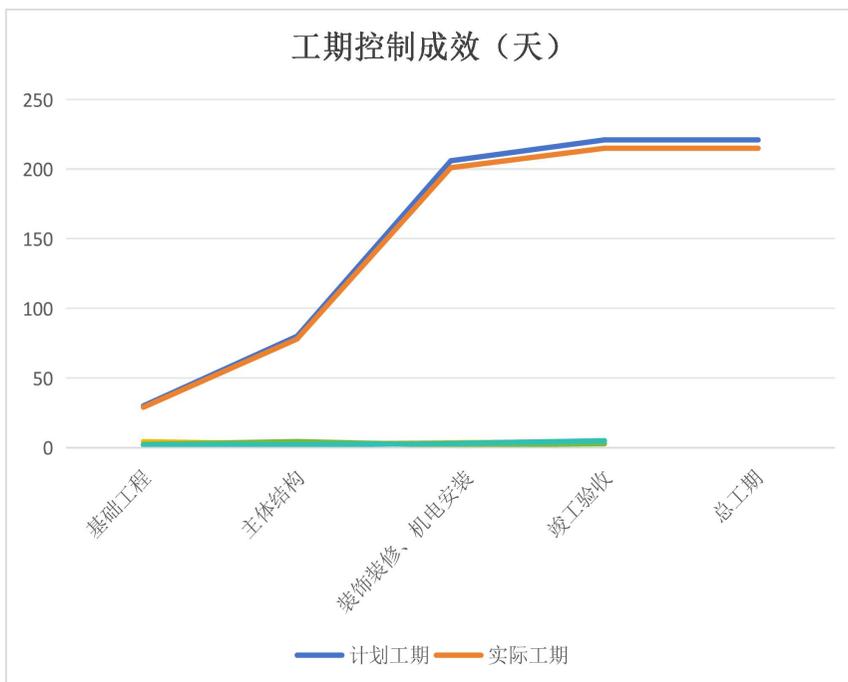


图 4.6 工期控制折线图

4.7.3 合理化建议成果丰硕，提升项目综合品质

建立了完善的合理化建议收集与采纳机制，鼓励监理人员从技术、经济、管理等多维度为项目建言献策。在工程建设全过程中，累计提出合理化建议 53 条，其中 21 条被建设单位采纳并实施。例如节能设计方面提出的建议，使建筑能耗降低 3%；在功能布局方面提出的建议，增强了会议空间的实用性和灵活性；在材料选用方面提出的建议，既保证了装饰效果，又降低了后期维护成本，全面提升了项目的综合品质和使用功能。

4.7.4 合同信息规范管理，提升项目管理水平

对项目各类合同（包括施工合同、采购合同、监理合同等）进行统一规范管理，建立了合同台账，严格审核合同条款的执行情况，确保合同双方权利义务得到有效履行。同时，高效处理工程索赔与反索赔事宜，维护了建设单位的合法权益。在信息管理方面，运用专业的项目管理软件，对工程技术资料、图纸变更、会议纪要、监理月报等信息进行系统整理、归档和传递，保证了项目信息的完整性、准确性和及时性，为项目决策提供了可靠依据，显著提升了项目的规范化管理水平和协同效率。

4.8 工匠精神，功成有我

项目监理单位严格执行国家及地方相关质量标准和规范，采用先进的技术和管理手段，以高标准要求严格监理，确保工程质量达到预期的标准。工程最终荣获 2018~2019 年度中国建设工程“鲁班奖”（国家优质工程）、2019~2020 年度中国安装工程优质奖（中国安装之星）等奖项。

项目监理单位始终坚持“安全第一、预防为主”的方针，对施工现场的安全生产和文明施工进行有效的管控和常态化管理，使项目自开工至全部完成杜绝了各类安全事故的发生。工程先后被评为 2018 年度国家建设工程项目施工安全生产标准化工地、2018 年绿色施工科技示范工程等奖项。

5 启示心得

5.1 施工过程的监督与管理，精细化质量管控措施

5.1.1 装饰工程样板引路制度

对石材幕墙、木饰面等关键装饰部位实施“1:1 实体样板+BIM 虚拟样板”双确认，样板验收需建设单位、设计单位、监理单位三方签字，最终项目装饰面平整度误差控制在 1.5mm/m 内。

5.1.2 功能区域专项监理细则

针对国际会议厅声学要求，编制专项监理实施细则，采用声学成像仪进行声场分布检测，通过 17 次声学调试使混响时间精确控制在 1.8 ± 0.1 秒，达到国际会

议一级标准。

5.1.3 施工过程重视质量控制和验收

作为重要国际活动场所，项目建设质量关乎国家形象声誉。监理工作要关注整体工程质量与细节管理。监理人员应深入现场了解施工进度与质量，定期组织现场检查，监督施工工艺、工程质量与安全生产，及时发现问题并提出整改意见，确保施工符合标准要求。同时，监理人员要了解相关法律法规和技术标准，提升专业知识与能力。只有深入了解并有效监督施工过程，才能确保工程质量与工期。工程质量是建设工程核心，监理人员要严格把关，发现问题及时整改，协助建设单位进行工程质量验收，确保工程达预期效果。

青岛国际会议中心建设涉及土建、机电、智能化等多专业领域，需要专业团队与设备。协调资源确保其在正确时间地点发挥作用是项目成功关键。通过建立资源分配计划与进度表，引入项目管理软件监控资源使用、应对突发状况。施工质量控制是挑战，监理团队要确保在保证进度的同时使工程质量达到国际标准，需具备专业性与责任心。监理团队定期检查施工过程、与施工方沟通，引入第三方检测机构抽检关键工序与材料，确保工程质量。

5.2 强调责任与职业操守，建立沟通与协调机制

5.2.1 工程建设的生命线

青岛国际会议中心项目监理团队将责任意识贯穿项目全周期，建立"岗位责任清单+过程追溯机制"，通过三级复核制度（监理员初核、专业监理工程师审核、总监理工程师审定）确保每个分项工程质量可控。针对重大危险源管理，实施"双人旁站、每日复盘"制度，在钢结构吊装等关键环节累计发现并整改安全隐患42项，实现施工零事故目标。

监理人员应秉承公正、客观、专业原则，保持责任感与职业操守。项目实施中，坚守职业道德，克服诱惑与干扰，通过学习提升自身素质和能力，确保工作专业公正。采用"廉洁监理档案"管理模式，将监理人员行为规范与项目考核直接挂钩。建立材料进场"双人验收"制度，通过监理工程师与第三方检测机构联合核验，累计拒收不合格建材13批次，有效防范利益输送风险。在机电安装阶段，监理团队坚持"样板引路"原则，通过设置工艺展示区明确质量标准，推动施工一次验收合格率提升至98.7%。

5.2.2 复杂项目的关键引擎

监理工作涉及多方，要与参建单位有效沟通协调，确保各方合作、信任与理解。项目启动初期，建立沟通机制很重要，如定期开会、下达监理通知单、建立联络渠道等，这不仅能提高工作效率，还有助于解决矛盾纠纷。此外，要维护良好人际关系，积极解决冲突，保持项目稳定，以达如期效果。

构建“三维沟通体系”破解大型公建项目协调难题：纵向建立“监理例会+专题会议+紧急会商”三级沟通机制，针对屋面系统施工偏差问题，通过 72 小时连续会商协调设计院、施工方优化方案；横向实施“专业工程师对接制”，机电监理工程师驻场安装单位办公，实现图纸问题 4 小时内响应；立体维度创新开发“监理协调云平台”，整合参建各方进度数据，通过 BIM 技术可视化协调解决管线冲突 28 处。

5.2.3 协调管理促进各方协作

青岛国际会议中心项目参建单位众多，协调管理难度较大。监理单位充分发挥了协调各方的核心作用，建立了定期的协调会议制度，及时解决项目实施过程中出现的各种问题。通过加强与业主、设计单位、施工单位等各方的沟通与协作，形成了工作合力，确保了项目各项工作的顺利推进。同时，监理单位还积极为各方提供技术支持和服务，帮助解决技术难题，促进了项目的顺利实施。

5.3 强化安全意识，确保施工安全

5.3.1 树立“生命至上、安全第一”的核心理念是前提

项目监理团队始终将安全置于所有工作的首位，通过定期组织全员安全意识教育大会、在施工现场悬挂醒目的安全标语、设置安全警示专栏等多种形式，持续向参建各方灌输安全理念，使“安全无小事，责任大于天”的思想深入人心，从根本上转变了部分人员“重进度、轻安全”的错误观念，让所有参与者都能自觉将安全意识融入施工全过程的每一个环节，为项目安全管理奠定了坚实的思想基础。

5.3.2 构建完善的安全管理责任体系是关键

监理团队推动建立了从建设单位、施工单位到监理单位，再到各分包队伍、班组直至每个作业人员的“横向到边、纵向到底”的安全责任网络。明确了各方在安全管理中的具体职责和考核标准，签订详细的安全生产责任书，将安全责任层

层分解、落实到人。监理方对责任落实情况进行严格监督检查，对责任不落实、措施不到位的单位和个人坚决予以追责，确保了安全管理工作有人抓、有人管、有人负责，形成了齐抓共管的良好局面。

项目监理高度重视安全生产管理工作，建立了以项目经理为第一责任人，监理工程师、施工单位安全员为主要成员的安全管理体系。通过制定详细的安全专项施工方案，加强对施工现场的安全巡查和隐患排查，及时消除安全隐患。同时，加强对施工人员的安全教育培训，提高施工人员的安全意识和自我防护能力。在各方的共同努力下，项目实现了安全生产零事故的目标，为项目的顺利实施提供了坚实的安全保障。

5.3.3 精细化管理确保工程质量和安全

项目监理从细节入手，强化对施工全过程的安全管控。在施工准备阶段，严格审查施工组织设计中的安全技术措施和专项施工方案的可行性与合规性；在施工过程中，加大对关键工序、危大工程以及重点部位的巡查力度和频次，如深基坑支护、高支模搭设、起重机械作业等，对发现的安全隐患及时签发监理通知单，要求施工单位限期整改，并跟踪复查整改结果，直至隐患彻底消除，坚决杜绝“三违”现象的发生。

监理团队在项目实施过程中推行精细化管理理念，从施工方案审查、材料进场检验到工序质量验收，每一个环节都制定了严格的标准和流程。通过加强对施工工艺的控制和对施工人员的技术交底，确保了工程质量符合设计要求和规范标准。同时，建立了完善的质量问题追溯机制，对发现的质量问题及时进行整改，并跟踪落实整改情况，形成了闭环管理，有效杜绝了质量隐患。

5.3.4 加强安全培训与应急演练是重要手段

监理团队督促并协助施工单位制定系统的安全培训计划，针对不同岗位人员的特点开展有针对性的安全知识和技能培训，包括新进场工人的“三级安全教育”、特种作业人员的持证上岗培训等，确保每位作业人员都具备必要的安全防护意识和自救互救能力。同时，定期组织开展消防、触电、高处坠落等各类突发安全事故的应急演练，检验应急预案的科学性和可操作性，提升参建各方在紧急情况下的应急响应和处置能力，最大限度地减少事故损失。

5.3.5 运用信息化技术提升安全管理效能是趋势

项目监理积极引入智慧工地管理系统，利用视频监控、物联网传感器等技术手段，对施工现场的人员、机械、环境等安全要素进行实时动态监测和智能分析。例如，通过人脸识别系统对进场人员进行考勤和安全培训记录核查，通过塔吊监控系统实时监测起重设备的运行参数，及时预警超载、违规操作等风险，实现了安全管理从“事后整改”向“事前预防、事中控制”的转变，提高了安全管理的精准性和时效性。

5.4 绿色低碳技术施工及监理创新

5.4.1 四节一环保量化监理

建立用水用电实时计量系统，实施施工废弃物分类管理，通过监理旁站监督使项目建筑垃圾回收率达92%，施工用水重复利用率达75%，较定额指标节约23%。

5.4.2 绿色低碳技术的前瞻性应用

在建筑阶段即光伏发电一体化系统，会议系统采用无纸化交互平台，使项目碳排放较同类场馆降低32%，不仅符合国际环保标准，还通过节能运营降低长期成本，成为“零碳会议”示范案例。

5.4.3 先进技术应用提升监理效能

项目监理过程中积极引入BIM技术、物联网、大数据等先进技术手段，实现了对工程质量和进度的动态监控。通过BIM模型的可视化管理，监理人员能够直观地发现施工中存在的问题，并及时提出整改意见。物联网技术的应用则实现了对施工现场关键部位、重要设备的实时监测，提高了安全管理的预见性和主动性。大数据分析技术的运用，为监理决策提供了科学依据，有效提升了监理工作的效率和精准度。

5.5 总结经验教训，提升监理水平

5.5.1 建立“三位一体”协同管理机制

构建建设单位、监理单位、施工单位三方联合工作小组，实行周例会、月考核、关键节点联席会制度，形成问题快速响应、责任闭环落实的管理模式，有效提升决策效率和执行力度。

5.5.2 创新“BIM+智慧监理”应用体系

将 BIM 技术贯穿项目全周期，实现三维可视化进度管理、碰撞检测及工程量精确核算；同步开发智慧监理平台，集成质量巡检、安全隐患排查、资料归档等功能模块，利用移动端实时上传数据，实现监理过程数字化、可追溯化。

5.5.3 实施“分级分类”质量管控策略

针对钢结构、幕墙、机电安装等关键分部工程，制定专项监理实施细则，设置“停止点”“见证点”管控节点；对一般分项工程采用样板引路制度，通过首件验收确定质量标准，确保整体工程质量达标。

5.5.4 构建“风险预控+应急响应”安全管理体系

运用 JSA 工作安全分析法辨识重大危险源，编制专项应急预案并定期组织演练；创新引入智能安全帽、视频监控系统，实时监测现场人员行为及设备运行状态，实现安全风险动态预警与及时处置。

5.5.5 推行“绿色施工”全过程监理模式

建立绿色施工专项监理台账，重点监督扬尘控制、噪声治理、水循环利用及建筑垃圾资源化利用措施落实情况；将绿色施工指标纳入月度考核，确保项目达到国家绿色建筑评价标准。

5.5.6 制定“精细化”进度保障措施

采用 Project 软件编制四级进度计划体系，通过前锋线法动态跟踪进度偏差，及时协调资源配置；对关键线路工序实行“三班倒”作业监督，确保节点工期刚性履约。

5.5.7 建立“标准化”监理资料管理体系

制定统一的监理资料编制指南，明确各类文件格式、签署流程及归档要求；应用电子档案管理系统实现资料线上流转、自动组卷，确保竣工资料一次验收通过率 100%。

5.5.8 创新“专家智库+现场巡查”技术支撑模式

聘请结构工程、声学光学等领域专家组成顾问团队，定期开展技术指导；监

理工程师实行“分区包片”巡查制度，每日形成巡查日志，重大技术问题组织专家论证解决。

5.5.9 构建“人文关怀+制度约束”团队管理模式

定期组织监理人员专业技能培训和安全交底，建立绩效考核与薪酬挂钩机制；推行“监理日志互评”制度，强化内部监督，提升团队整体专业素养和责任意识。

综上所述，青岛国际会议中心项目监理工作的成功实践，为大型复杂项目的监理工作积累了宝贵的经验。通过项目的监理实践，深刻认识到现代工程监理需实现从“程序性监督”向“价值型服务”的转变，通过技术创新、管理优化和人才升级，构建“预防为主、智慧管控、全程服务”的新型监理工作模式，为大型公建项目建设提供更高质量的监理保障。青岛国际会议中心项目的建设不仅体现了监理工作的专业性和重要性，也为未来类似项目的监理工作提供了宝贵的经验和借鉴。在未来的工作中，应继续加强监理工作的规范化和标准化管理，注重细节管理和沟通协调机制的建设，不断提升监理水平和服务质量。在今后的监理工作中，我们应借鉴该项目的成功经验，不断创新监理模式，提升监理技术水平，强化管理措施，加强人才队伍建设，为推动我国工程建设监理事业的发展做出更大的贡献。

（主要编写人员：张春龙 黄晓丽 侯克楠）

咨询精控施工细节 专业守护场馆品质

——济南黄河足球场屋盖钢结构工程监理实践

营特国际工程咨询集团有限公司

1 项目概况

1.1 项目实施地点及组成

济南黄河足球场项目（以下简称“足球场项目”）位于济南新旧动能转换起步区黄河大道以东、凤凰路以南。项目核心为甲型大型体育场，总占地面积 6.71 万平方米，总建筑面积 19.73 万平方米，包含 6 万余固定坐席。钢结构为项目核心结构体系，按“刚性+柔性”协同设计，总用钢量约 3.4 万吨，其中屋盖钢结构 1.8 万吨，采用桁架+单层网格刚性体系，由星形拱桁架、内环桁架、外环桁架、单层网格及挑檐组成，外轮廓平面近似直径 280m 的正圆，中心开口为长轴 176.5m、短轴 156.5m 的椭圆，最大悬挑长度约 45m，投影面积约 3.6 万平方米；支承结构为排架柱屈曲约束支撑体系，含 36 根排架柱、8 组柱间屈曲约束支撑，东西区看台后方另设 2 根摇摆柱。屋盖内圈采用轮辐式索桁架柔性索膜结构体系。工程实景图如图 1.1~2 所示。



图 1.1 向阳花海里的建设盛景



图 1.2 晨曦中的筑梦场馆

1.2 项目投资规模及里程碑

1.2.1 投资规模

足球场项目工程概算投资额暂按 29.50 亿元，其中钢结构及索膜结构相关投资占比约 35%，为项目单专业最大投资板块。其中，Q390GJC、Q420GJC、Q460GJC 高建钢采购占比超 60%，最大板厚 85mm 的 Q460GJC 钢板因需满足 Z15 级性能要求，单吨采购成本较常规钢材高 15%~20%。

1.2.2 项目屋盖钢结构工程里程碑事件

足球场项目 2023 年 10 月 25 日完成屋盖钢结构深化设计；2025 年 3 月 5 日卸载完成。里程碑事件见表 1.1 所示。

表 1.1 钢结构屋盖里程碑事件

里程碑事件	日期	详情
钢结构深化设计完成	2023 年 10 月 25 日	完成内环/外环/星形拱桁架分段图（内环 28 段、外环+挑檐 36 段、星拱 24 段）、格构柱节点详图，分段重量控制在 42~190t，通过设计单位审核
屋盖钢结构安装专项施工方案审核通过	2023 年 11 月 10 日	方案经施工企业内部评审后，历经监理单位前后台联合审核、专家论证、设计确认等多环节把关最终获得通过
钢结构材料采购启动	2024 年 1 月 10 日	首批 Q420GJC 钢板进场（300t），第三方检测合格率 100%
构件加工启动（工厂）	2024 年 4 月 20 日	首段桁架（S3~S11 轴）加工开始，采用 BIM 预拼装技术，首件验收偏差 $\leq 2\text{mm}$ ；构件加工涵盖放样、号料、拼装、焊接、除锈、涂装全流程

里程碑事件	日期	详情
现场支撑胎架安装完成	2024年6月20日	124组格构柱安装完成，垂直度检测合格率100%，最大偏差0.8/1000柱高
首段桁架吊装完成	2024年7月4日	800t（XGC12000）履带吊吊装，负载率79%，就位偏差≤2.5mm，同步采用全站仪实时监测变形
屋盖钢结构大框架合拢	2024年12月25日	内环+外环+星形拱桁架合拢，合拢温度18℃，焊接后24h无损检测一级合格率100%
钢结构卸载完成	2025年3月5日	56个内环点位+32个星形拱点位同步卸载，最大下挠12mm（设计允许15mm）
钢结构专项验收	2025年4月18日	焊缝UT检测、变形监测均达标，安装偏差控制在规范允许值以内

1.3 项目建设单位及主要参建单位

足球场项目参建单位分工明确，其中屋盖钢结构相关责任主体如表1.2所示。

表1.2 项目参建单位及钢结构职责分工图

参建角色	单位名称	钢结构相关核心职责
建设单位	济南城建动能转换开发建设集团有限公司	明确钢结构质量目标、投资控制及进度要求，协调设计与施工衔接
勘察单位	济南市勘察测绘研究院	提供场地岩土参数，为钢结构排架柱基础抗浮、地基承载力设计提供依据
设计单位	北京市建筑设计研究院有限公司	完成钢结构体系设计，出具钢结构加工图、安装精度控制要求
监理单位	营特国际工程咨询集团有限公司	负责钢结构施工全流程监理（方案审查、材料验收、工序验收、安全履责等）
施工总承包单位	中建八局第一建设有限公司	承担钢结构加工分包管理、现场安装组织及与索膜结构施工协同
钢结构专业分包单位	中建钢构工程有限公司/中建八局新型建造工程有限公司	负责钢结构构件现场吊装及焊接作业
钢结构制作	江苏沪宁钢机股份有限公司/中建钢构股份有限公司	负责钢结构构件加工、运输
检测单位	山东鲁勘工程检测鉴定有限公司/山东泉建工程检测有限公司	承担钢结构焊缝无损检测（UT）、安装变形监测及整体性能检测

1.4 项目获奖情况

足球场项目以鲁班奖为核心质量目标，截至屋盖钢结构卸载完毕，已取得多项关键成果，具体如下：

安全文明管理：斩获 International Safety Award merit（国际安全优异奖），并获评山东省建筑施工安全文明标准化工地；

工程质量管控：成功通过山东省工程质量管理标准化示范工程（优质结构工程）评选，获省级优质结构工程类示范项目认定；

技术创新应用：获评山东省建设科技（BIM 技术应用）示范工程，《新型 CFRP 空间索桁架结构设计与施工关键技术研究与应用》课题荣获山东省青年创新项目奖项。

2 项目监理组织及重难点

2.1 工程监理单位

营特国际工程咨询集团创建于 2002 年，是一家具有显著行业影响力和竞争力的国内知名综合性工程咨询企业。

集团拥有房屋建筑和市政公用工程监理甲级、建筑设计甲级、造价咨询甲级、招标代理甲级及工程咨询等多项资质。服务内容涵盖项目策划与专题研究、土地开发咨询、规划设计、全过程工程咨询、项目管理咨询、造价咨询、工程监理、智慧建造咨询等建设项目全链条咨询服务。面向政府或企业投资的大型复杂建设项目，提供全过程专业化咨询及研究服务。拥有大型场馆钢结构专项咨询经验，先后参与过济南奥体中心、山东省会文化艺术中心、威海国际经贸交流中心、零碳智慧产业园、济南遥墙国际机场 T2 航站楼等大型钢结构工程咨询服务。

2.2 项目监理机构

2.2.1 监理组织形式

针对足球场项目大跨度钢结构高荷载、大悬挑、多节点的特点，采用线性组织形式。项目监理机构组织结构图如图 2.1 所示。

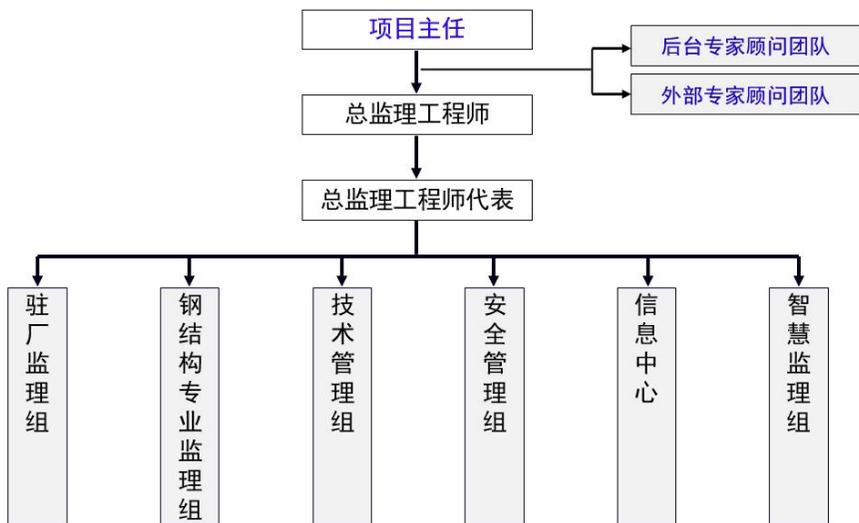


图 2.1 项目监理机构组织结构图

2.2.2 职责分工

主要岗位及部门的职责分工见表 2.1 所示。

表 2.1 主要岗位及部门的职责

序号	岗位/部门	职 责
1	项目主任	作为顶层统筹角色，联动双专家团队，牵头搭建“后台专家顾问团队+外部专家顾问团队”支撑体系，为关键决策提供技术支持；统筹多方协同，确保项目整体节奏适配钢结构施工需求
2	总监理工程师	全面负责钢结构监理工作的策划与实施、技术协同、工序监督、数字化推动等
3	驻厂监理组	常驻钢结构加工厂，从源头把控构件质量
4	钢结构专业监理组	聚焦现场施工质量
5	技术管理组	对接设计单位、检测单位、科研院所、内外部专家团队，审核图纸、协调参建方解决技术争议、跟踪设计变更落地
6	安全管理组	专项管控高风险作业
7	信息中心	承担信息整合与传递
8	智慧监理组	依托数字化赋能管控

2.3 项目监理工作重难点

2.3.1 特殊构件质量是材料管控核心

需杜绝特殊构件质量隐患以保障结构安全：特殊钢材与连接件需核查力学性能，避免以次充好；36根排架柱屈曲约束支撑需核实力学报告与尺寸偏差，防止安装后失效；2组摇摆柱需把控直线度、孔位精度，避免失稳；抗震球铰支座需核查加工精度与转动刚度，确保连接匹配、受力均匀。

2.3.2 大跨度结构精度依赖控制网与变形监测

大跨度特性导致精度控制难度高：需监督建立高精度控制网，施工中需监测刚性结构挠度、排架柱垂直度与沉降、摇摆柱水平位移，防止变形超标破坏受力合理性。

2.3.3 复杂构件加工精度决定安装适配性

构件加工精度直接影响现场安装：需控制桁架杆件下料与弯曲精度，避免累积误差；把控多杆交汇节点、相贯节点加工精度，防止焊接应力集中。

2.3.4 安装顺序与临时支撑把控安装安全

安装环节需规避顺序与支撑风险：必须按设计顺序施工；临时支撑架需核查承载力与地基处理，防止沉降；高空拼接需控制错边量，避免质量问题。

2.3.5 一级焊缝与厚板焊接需严控裂纹风险

焊接易因材质与工艺出现裂纹：需监督完成焊接工艺评定，禁止无评定施工；把控预热、后热与无损检测，关键焊缝超声波检测缺陷处置时效协议要求发现缺陷后24小时内完成整改与复验。关注易裂部位，控制温度应力，避免焊接变形。

2.3.6 同步卸载需把控应力转换与位移精度风险

卸载作为结构从临时支撑受力向自身承重转换的关键工序，风险直接关联结构安全，需重点核查工装与支座适配性（支座摩擦系数 $f \leq 0.03$ ）、把控动态监测有效性、监督同步性控制三大核心问题。

2.3.7 高风险作业需杜绝安全事故

高空、吊装、交叉、有限空间作业风险极高：大型吊装需核查机械性能、防碰撞、保地基承载力；54m 高空安装需生命线、平网防护全覆盖；124 组格构柱支撑需保单根合格与整体稳定；钢结构等多单位交叉作业需防物体打击、设接火盆；有限空间焊接需守“先通风、再检测、后作业”，监理全程监督隐患排查与措施落实。

2.3.8 验收需实现资料与实体双达标

验收环节需确保全流程达标：检验批/隐蔽验收核查记录与实体尺寸；分部分项验收把控整体几何尺寸、协同受力性能，确保资料完整，缺项不得通过。

3 项目监理关键环节

3.1 前期准备

3.1.1 屋盖钢结构监理综合管控与技术支撑体系构建

为保障屋盖钢结构施工监理工作规范、高效落地，同时强化重大技术决策科学性，构建了“全流程管控+高端专家支撑”的一体化体系，按“前期规划→细化规则→执行保障+技术赋能”逻辑推进：

首先，系统规划钢结构阶段监理工作实施路径，在监理规划基础上编制屋盖钢结构施工阶段监理工作实施规划，深度融合施工总进度计划，明确支撑胎架搭设、构件验收、桁架拼装、吊装、焊接、卸载、涂装等各阶段监理重点，同步规划人力资源配置、检测仪器投入、会议安排及与施工、设计、建设单位的沟通协调机制，并建立动态调整机制，为后续监理工作奠定整体框架。

其次编制具有前瞻性与可操作性的监理实施细则，依据批准的专项施工方案、设计文件及验收标准，针对屋盖钢结构关键环节与重要工序分专业编制细则，明确监理人员“何时管、管什么、怎么管、管到什么标准”，将前期规划的框架细化为标准化、规范化、精细化的管控要求。

最后构建系统化的培训与技术交底体系，监理部设“每周轮值讲堂”，成员轮流解读规范、复盘案例，以讲促学，夯实专业基础，确保全员熟练掌握实施规划与细则要求。

同时，为强化重大技术决策支撑，针对屋盖钢结构施工中的重大技术风险点和关键工序，同步建立外部专家咨询库。专家库成员由业内具有深厚理论知识和

丰富实践经验的教授级高工、设计大师、资深专家等组成，在施工准备阶段及重大工序实施前，适时组织专家咨询会、评审会或邀请专家驻场指导，借助专家智慧对重大技术方案、疑难问题处理、潜在风险应对策略进行把关，为项目部的重大技术决策提供第三方智力支持，提升项目应对复杂技术挑战的能力与决策科学性。

3.1.2 梳理关键过程与工作任务，明确监管管控范围

钢结构屋盖施工前，为保障监理工作对核心环节实现全覆盖、无盲区管控，项目监理部组织钢结构、安全、测量等专业监理工程师，联合后台专家顾问团队开展多轮专题研讨。团队采用“工艺拆解+风险倒推”的方式，系统梳理并识别出屋盖钢结构施工全流程工作任务，为后续监管管控划定清晰范围与重点，相关工作任务思维导图如图 3.1~2 所示。

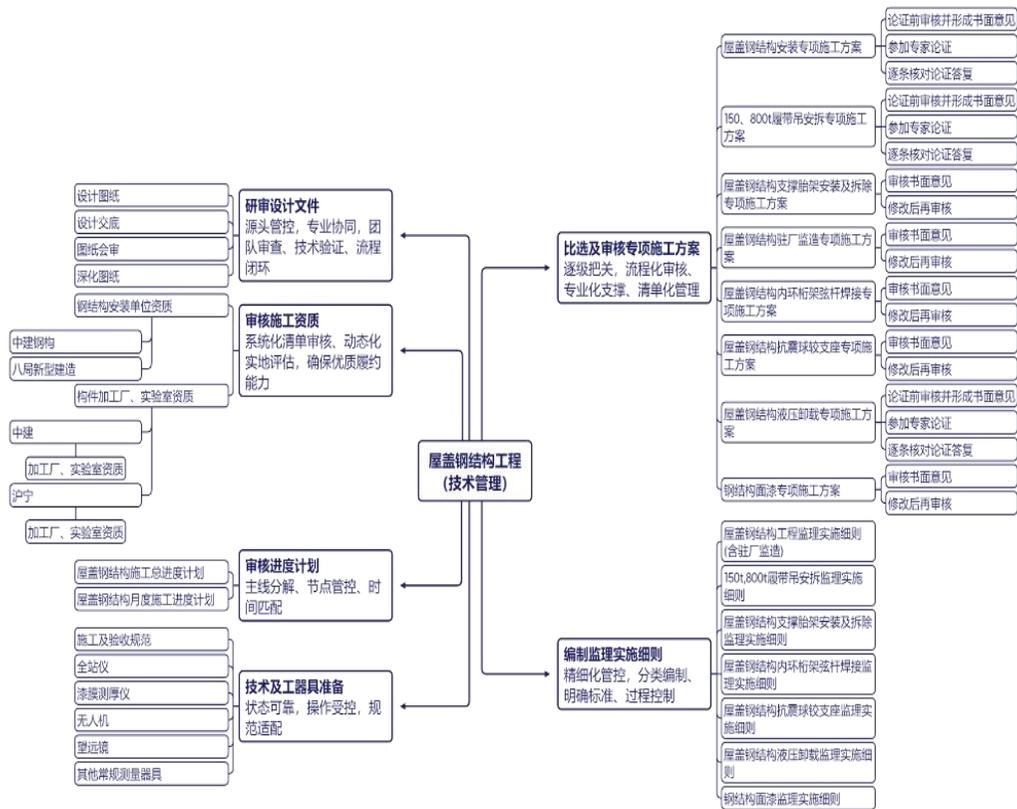


图 3.1 技术管理工作任务思维导图

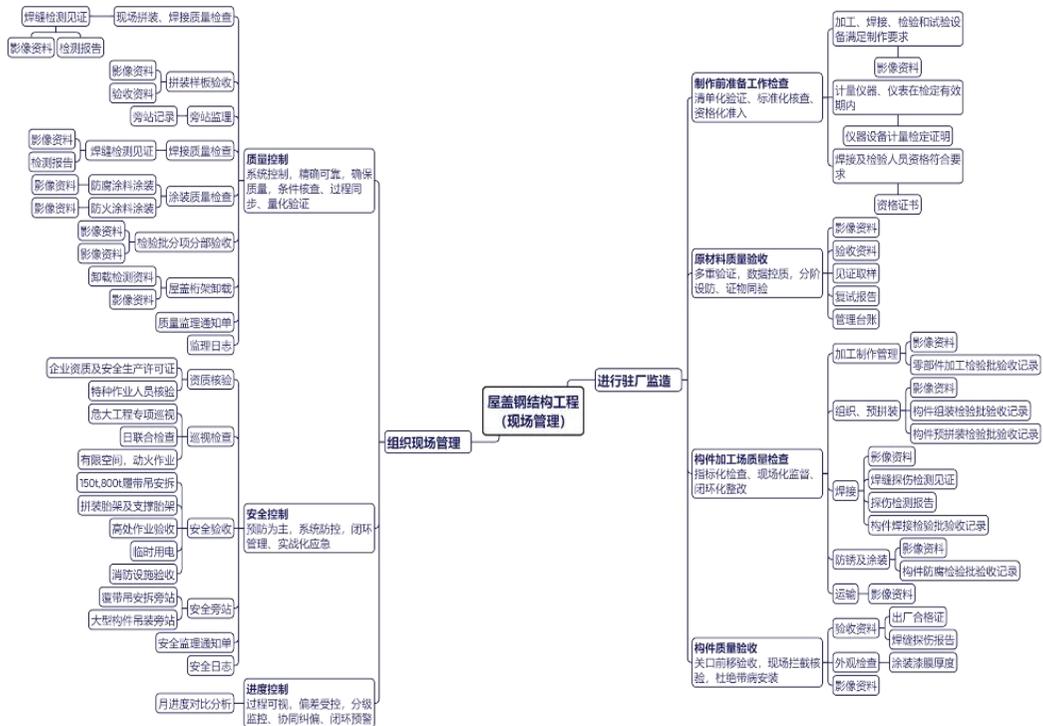


图 3.2 现场管理工作任务思维导图

3.1.3 全面深入研审设计文件

组建由总监理工程师牵头，钢结构、设计技术、数字技术、安全等专业监理工程师参与的设计文件审查组。审查范围包括但不限于：结构设计说明、施工图、深化设计图、节点详图、计算书、设计变更及洽商文件等。审查重点涵盖：结构体系受力合理性、节点构造可行性、桁架分段与吊装单元划分与现场起重能力的匹配性、抗震设计措施落实程度等。审查过程中，充分利用 BIM 技术进行模型整合与碰撞检查，提前发现并协调解决设计冲突。最终形成详尽的设计文件审查报告，对存疑问题以书面形式提请设计单位澄清，确保工程设计意图得到准确理解与贯彻，从源头上规避技术风险。

3.1.4 严格实行分包单位资质与能力准入审核

协助建设单位制定《专业分包单位资格预审标准》，成立分包单位考察评价小组。审核内容系统化、清单化，主要包括：企业资质证书与安全生产许可证的符合性与有效性；近五年类似规模、特别是大跨度钢结构工程的业绩证明及用户

评价；项目经理、技术负责人、安管人员的任职资格、执业资格及同类工程管理经验；电焊工、起重工、信号工等特种作业人员的持证情况及技能考核记录；拟投入本项目的起重机械（4台 800t、2台 150t 履带吊，1台 100t、2台 80t、2台 50t 汽车吊）及升降工作平台（11台）的检测证书与技术性能指标；质量管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系的认证及运行情况。必要时组织对分包单位生产基地和过往项目进行实地考察，全面评估其技术实力、管理水平和履约能力，为工程优质、安全施工提供组织保障。

3.1.5 建立多层级的施工方案协同审查机制

实行施工方案“施工单位编制-监理协同审核-设计确认-专家论证-最终批准”的闭环管理流程。总监理工程师牵头组织结构、安全、测量、数字化专业监理工程师开展多专业协同审核，重点评估桁架分段吊装工艺匹配性并协同核算吊点受力，审查临时支撑设计以验证承载能力，核查焊接参数、安装精度标准及高空作业、吊装防护方案并提出书面整改意见，同时监督施工单位用 BIM+有限元软件模拟关键工序，审查模拟报告且要求偏差超标的方案优化重算；同步启动监理单位后台技术专家库专项审核，邀请大跨度钢结构、重型吊装领域专家，复核临时支撑、液压卸载方案的计算模型与荷载并校验极端工况稳定性，审查履带吊选型、地基验算及抗倾覆措施，由监理部督促施工单位按专家意见整改，整改完成后需经专家确认方可进入下一环节。

在实施过程中，督导施工单位依据关键工序分阶段申报《屋盖钢结构安装专项施工方案》《屋盖钢结构驻厂监造专项施工方案》《150t、800t 履带吊安拆方案》《屋盖钢结构支撑胎架安装及拆除专项施工方案》《屋盖钢结构内环桁架弦杆焊接专项施工方案》《屋盖钢结构抗震球铰支座专项施工方案》《屋盖钢结构液压卸载专项施工方案》《钢结构面漆施工方案》等八大专项施工方案。

3.1.6 严格监控焊接工艺评定与工艺纪律检查

焊接质量是钢结构安全的生命线。在构件正式加工和现场安装焊接前，严格督促施工单位根据设计文件要求和相关规范标准，针对不同钢材材质、厚度、接头形式、焊接方法和焊接位置，进行全面的焊接工艺评定试验。监理工程师重点审核评定单位的资质、评定过程的规范性、评定报告的科学性与完整性。在施工过程中，严格进行焊接工艺纪律检查，包括：核对焊工资格证书是否与焊接作业项目相符；检查焊接设备、焊材烘干、保温设备是否完好且符合工艺要求；监控

预热温度、层间温度、焊接参数、后热保温等是否严格按评定报告执行；检查焊道清理、打磨等工序质量。对首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法，进行专项检查 and 过程监控，确保所有焊接接头质量满足设计规定的强度、韧性和耐久性要求。

3.1.7 构建桁架及构件全过程信息化管理台账

基于设计图纸和深化设计模型（BIM），项目监理部建立完整的钢结构构件信息化管理系统。梳理每榀桁架布置图及组成构件的名称、编号、材质、规格、长度、重量等基本信息，以便在构件进场验收及桁架拼装验收时快速、准确找到与之对应的构件图、节点详图，提高验收质量、效率。建立管控台账，台账信息包括：构件编码、规格型号、材质证明编号、进场验收时间、外观及尺寸合格情况、探伤报告编号、吊装时间及状态等。充分利用物联网、二维码技术，实现构件从工厂下料、加工、预拼装、出厂、进场、验收、堆放、吊装、就位、直至最终验收的全过程状态跟踪和质量信息追溯。监理部通过定期核查该台账，动态掌握构件情况，为进场验收、安装精度控制和质量问题追溯提供高效、准确的数据支持。

3.2 钢结构施工进度监理管控

屋盖钢结构施工涵盖深化设计、材料采购、构件加工、现场安装、卸载验收五大阶段，总工期紧且各环节衔接紧密。监理部以“计划精准审核为前提、过程动态跟踪为核心、偏差快速纠偏为保障”，构建三级管控体系，实现关键节点零延误，为项目整体竣工交付筑牢进度根基。

3.2.1 计划审核：聚焦“逻辑合理性与资源匹配度”双重核心，从源头规避工期风险

进度计划是施工推进的核心纲领，监理部突破传统仅核对时间节点的模式，从工艺、时间、资源三大维度开展系统性审核，确保计划兼具技术可行性与资源适配性，从源头杜绝因计划缺陷导致的工期延误与质量隐患。

（1）系统性任务逻辑审核，杜绝工序冲突与衔接漏洞

监理部以“工艺达标、时间匹配、资源协同”为原则，对进度计划中的任务前置关系逐一核验，确保各环节衔接无断层。

在工艺逻辑审核中，监理部不仅核查工序先后顺序，更要求施工单位提交《工序衔接确认表》，明确每道工序完成的质量标准与验收凭证，如明确“桁架焊接完成后需提供焊缝检测报告，方可进入吊装工序”，从程序上杜绝如未检先吊等工序倒置或违规交叉作业行为，避免由此引发结构安全隐患。

在时间逻辑审核中，重点关注长周期材料、设备与施工进度的衔接匹配。针对本项目核心材料高建钢（采购周期约 60 天）、专用高强焊材（采购周期约 30 天），监理部要求采购启动时间必须提前工厂加工至少 2 个月；审核时发现压环梁钢材因供货批次安排存在 15 天滞后风险，立即发出监理预警，督促施工单位优化采购计划，将滞后时间压缩至 3 天，避免加工环节延误影响后续压环梁安装及索夹张拉关键工序，确保供应链精准支撑工程主线。

在资源逻辑审核中，着重核查大型机械设备与关键工序的协调性。针对 800t 履带吊，监理部将其进场时间、组装周期、工况切换、退场安排与桁架分段吊装计划进行多维度比对，发现星形拱桁架吊装与内环桁架吊装存在设备使用冲突后，立即协调施工单位调整吊装顺序，采用顺时针分区作业结合单日单工况集中吊装模式，实现机械资源利用率提升 20%，避免设备闲置或工序等待。

（2）关键节点分级管控，建立动态跟踪机制

监理部从总进度计划中提取深化设计完成、支撑胎架验收、首段桁架吊装、结构合拢等 12 个影响钢结构施工的核心里程碑节点，编制《钢结构专项关键节点管控表》，明确每个节点的监理职责、风险预警阈值、纠偏措施。

例如将“屋盖钢结构大框架合拢（2024 年 12 月 25 日）”列为一级节点，监理职责包括“提前 7 天复核焊缝检测报告、提前 3 天监测环境温度”，风险阈值设定为“合拢前 3 天仍有未检测焊缝”，对应纠偏措施为“协调检测单位增加检测班组，实行 24 小时轮班检测”。

为确保节点落地，监理部将关键节点逐层分解至月度、周、日监理计划，实施节点预警、过程跟踪、成果核验闭环管理：每周监理例会重点通报节点完成情况，如 2024 年 6 月“支撑胎架安装”滞后 2 天，立即联合施工单位分析成因确认为钢渣回填层压实度未达标需返工，督促其增加压实设备，最终按期完成验收；同时通过 BIM 模型加载进度数据，实时可视化展示节点完成率，为建设单位提供直观的进度决策依据。

3.2.2 过程跟踪：构建“日报+周报+月报”多级联动管控体系，实现进度动态透明

监理部以“日监测抓细节、周协调解问题、月评估控全局”为思路，建立精细

化跟踪机制，确保进度偏差早发现、早协调，避免小偏差累积为大延误。

(1) 日监测：精准统计，实时反馈

每日下午 17 点前，监理工程师对现场进行“三查”：一查劳动力配置；二查大型机械运行；三查作业面进度。基于“三查”数据编制日报，重点标注关键线路进展与资源匹配问题，并同步梳理次日计划。日报当日提交建设单位，确保各方实时掌握现场动态，为资源调配提供依据。

(2) 周协调：聚焦偏差，闭环管理

每周二定期召开调度会，监理部牵头施工、分包、材料供应、检测单位参会，首先通报上周计划完成情况；其次深入分析偏差成因；再针对性制定纠偏措施；最后明确责任单位与完成时限。会议形成纪要，监理部安排专人跟踪决议执行情况，确保措施落地，避免决而未行。

(3) 月评估：量化分析，风险预判

每月月底，监理部对屋盖钢结构各分项工程进度进行全面评估，监理部结合月度评估结果，预判后续风险，提前向建设单位提交进度风险预警报告，为后续施工规避风险。

3.2.3 偏差纠偏：构建“分级预警与资源协同”响应体系，确保总工期受控

针对施工中出现的进度偏差，监理部按影响范围与严重程度划分三级响应机制，通过动态资源调配与多方协同，实现偏差早处置与快闭环处理，确保总工期可控。

(1) 三级偏差（滞后 ≤ 3 天）：即时协调，快速补位

当偏差仅影响单日局部工序，监理部在 48 小时内协调施工单位优化劳动力配置，例如 2024 年 7 月发现“2 段内环桁架拼装滞后 2 天”，立即要求施工单位增派 8 名拼装工人，将原单班作业调整为双班作业，同时协调检测单位提前到场，待拼装完成后立即开展尺寸检测，避免检测等待延误，最终在 5 天内消化滞后工作量，进度回归计划。

(2) 二级偏差（3天 $<$ 滞后 ≤ 7 天）：补充资源，提升效率

当偏差影响单月计划完成，监理部督促施工单位补充关键资源，例如 2024 年 6 月“格构柱安装滞后 6 天”，经核查为“格构柱加工效率不足”，监理部要求施工单位：1) 增调 2 条加工生产线；2) 驻厂人员监督加工进度与质量；3) 优化运输路线，缩短构件到场时间。通过资源补充，格构柱安装最终按期完成，未影响后续胎架验收。

(3) 一级偏差（滞后>7天）：多方协同，优化工艺

当偏差可能影响关键线路总工期，监理部立即组织建设、施工、设计、检测单位召开进度纠偏专题会，从工艺优化与资源整合双管齐下，例如2024年11月“内环桁架焊缝检测滞后8天”，会议确定：1) 检测单位增加2个UT检测班组；2) 设计单位出具分段检测方案，允许先检测关键焊缝，非关键焊缝后续补测；3) 监理部安排专人全程旁站检测，确保检测数据真实、高效。通过多方协同，焊缝检测滞后问题在6天内解决，未影响12月25日的结构合拢节点。

3.3 钢结构材料及构件监理验收

材料/构件进场，监理部依据验收标准，建立“三检制+见证取样”验收体系，累计验收钢材98批、焊材8批、构件6528件，合格率99.3%，退回不合格构件46件。虽监理合同未明确驻厂职责，但为强化源头质量控制，监理部主动组建专业监造团队进驻构件加工厂，对构件制作全流程实施监督，并建立监理工作行为可视化清单，如图3.3所示。



图 3.3 监理工作行为可视化

3.3.1 材料验收：构建“资质审查+性能验证”双重质量控制体系

钢结构工程质量溯源至材料管控，监理部从工厂加工到现场进场全环节拦截质量隐患，确保材料性能与设计、规范要求高度契合，为结构安全奠定基础。

(1) 钢材进场三阶检验，严守验收标准

资质文件核查：每批次钢材进场时，监理工程师优先核验随货技术文件，包

括材质质量证明书、出厂合格证、第三方探伤检测报告，重点核验碳当量、Z 向性能指标及焊缝质量检测结论，确保文件与设计要求、规范标准一致，杜绝证物不符问题。

外观与尺寸检验：对进场钢材实施全数外观检查，对照深化设计图纸核查构件编码、规格，评估表面裂纹、锈蚀、压痕等缺陷。

见证取样送检：依据预先编制的《见证取样计划》，监理工程师对钢材进行代表性取样，送具备 CMA 资质的第三方检测机构开展力学性能与化学成分复验，确保材料核心性能达标，为结构承载安全提供数据支撑。

（2）焊材及辅材精准管控

焊材验收中，核查焊丝、焊剂的产品合格证与性能检测报告，确保与钢材材质匹配；防腐涂料验收聚焦环氧富锌底漆、环氧云铁中间漆、氟碳面漆的涂层性能报告，验证附着力、耐腐蚀性指标；防火涂料验收严格核查耐火极限检测报告与消防认证文件，确保满足结构耐久性与防火设计要求。

（3）抗震球铰支座、屈曲约束支撑

针对抗震球铰支座、屈曲约束支撑等结构关键部件，监理部执行差异化验收标准：资质核查环节，除常规质保文件外，重点核验其力学性能检验报告、化学成分分析报告及 UT/MT 探伤报告，确保满足设计明确的承载、转动刚度要求；实体检查环节，逐件查验运输损伤、涂层完整性，采用精密量具复核关键尺寸与设计图纸的一致性，杜绝带病进场。

3.3.2 构件验收：“驻厂前置控精度+进场核验堵漏洞”全流程管控

（1）驻厂监理

以把控加工精度、保障预拼装适配性为核心目标，针对桁架构件、椎管柱构件、压环梁构件三类核心构件，通过工序前置干预，将质量问题解决于工厂端，避免不合格构件流入现场，实现事前预防、事中控制。

全面复核三类构件关键尺寸、焊缝外观成型质量及漆膜厚度，确保基础加工精度达标。针对共性质量隐患即时介入处理，如卷管圆度偏差超限立即要求调整加工参数，隐蔽焊缝未执行“三检”程序即行隐蔽时当场叫停并督促补验，坡口角度与设计偏差、构件除锈不达标却违规喷涂防锈漆等问题，均现场下达整改指令并跟踪复核至闭环。

重点排查钢板过渡未开坡口、内置加劲板缺失、纵向焊缝错开距离不足 5 倍板厚、管口圆度偏差、漆膜厚度偏差等问题，对屡次出现质量问题的加工厂，督

促施工及分包单位增派质检员驻厂监督；同时全程监督预拼装。

(2) 进场验收

以堵漏洞、防风险为核心，对运至现场的构件开展全面核验，逐一核验构件几何尺寸，确保与设计图纸一致；复查焊缝外观质量、外漏铰平面保护、安装焊缝坡口及漆膜厚度，排查运输、装卸环节造成的损伤或变形，保障构件性能稳定。

3.4 钢结构安装工艺监理控制

监理部针对“胎架安装、桁架拼装、吊装、焊接、测量”5大关键工艺，采取旁站、平行检验、见证检测等方法，通过靶向管控确保安装精度与结构安全达标。

3.4.1 胎架安装：双级管控保障胎架强度与稳定性

经论证采用格构柱支撑胎架、U型拼装胎架等多类型胎架，总用钢量约6700吨，监理部从“地基基础”与“构件连接”双维度制定检验标准，全程监督应力监测与维保，确保胎架满足强度、刚度及稳定性要求。

地基基础验收阶段，复核场芯钢渣回填层与外环混凝土路面的压实度、厚度，通过环刀法与平板载荷试验验证地基承载力，为履带吊吊装作业奠定可靠基础；

格构柱与分配梁安装阶段，用全站仪复测预埋件坐标与格构柱垂直度，对拉结杆、分配梁满焊焊缝实施全数外观检查与见证无损检测，确保连接节点可靠，杜绝支撑体系变形风险。

3.4.2 桁架拼装：全流程验收确保桁架拼装精度达标

针对场芯倒三角形拼装胎架、菱形多点支撑拼装胎架的现场拼装作业，监理部以胎架验收为前提、精度验收为核心，实施全流程管控。

拼装胎架验收环节，核查型材质量、基础强度、支撑点标高与承载能力、焊缝质量及安全防护，确保胎架自身合规。

桁架拼装精度验收环节，通过外观检查、尺寸测量、焊缝无损检测、防腐涂层核验，同步评估结构稳定性，确保拼装精度符合设计与规范要求，避免累积误差影响后续安装。

3.4.3 桁架吊装：三重把关实现桁架吊装安全精准

屋盖钢结构划分为88个吊装单元，投入4台800t履带吊顺时针作业，监理部从“设备、工况、就位”三重维度把关，全程旁站监督吊装安全与精度。

设备管控上，核查起重机械资质、操作人员证书，监督静载/动载试验，查验索具完好性，杜绝设备带病作业；

工况审核上，复核各类型桁架吊装参数，确保负载率合规；

就位控制上，用全站仪实时监测吊装高度、水平度与就位偏差，选定稳定时段合拢，引入无人机与高倍望远镜辅助检查高空节点，实现吊装全程安全无违规、精度无超标。

3.4.4 焊接监理：全链条管控保障焊缝质量达标

焊接质量直接决定结构承载能力，监理部从过程监督与检测见证两环节构建全链条管控体系，确保焊缝性能达标。

过程监督阶段，用红外测温仪监控焊前预热、层间温度与焊后热处理参数，核对焊接工艺与评定报告一致性，即时整改违规操作；

检测见证阶段，对一级焊缝执行 100%超声波探伤（UT）见证，关键焊缝缺陷处置时效 ≤ 24 小时，累计完成 12 公里外观检查、13056 道 UT 检测，全面杜绝焊缝裂纹、未焊透等隐患。

3.4.5 测量监理：三级监测确保钢结构安装精度与验收合格

建立“平面+高程双控”测量监测体系，通过“控制网复核、过程监测、验收测量”三级管控，实现钢结构全阶段精度管理。

控制网层面，每 15 天用全站仪复测平面控制网、精密水准仪复核高程网，确保基准统一；

过程监测层面，实时跟踪桁架吊装变形与格构柱位移，每周形成变形报告，通过 REVIT+ABAQUS 模拟确定合拢温度与位置；

竣工验收阶段，实测屋盖最大变形 12mm（ \leq 设计限值 15mm）、36 个抗震球铰支座坐标偏差 ≤ 8 mm，确保结构位形与设计意图高度一致，验收指标全达标。

3.5 钢结构卸载监理管控

3.5.1 卸载前条件核查与准备监理：“施工完成+技术准备”双重把关

监理部从施工实体完成度与技术准备充分性两大维度开展核查，确保卸载具备达标前提，具体措施如下：

（1）卸载前施工完成条件核验

结构施工完成：核验内环桁架、星形桁架、单层网格、外环桁架及挑檐的安

装焊接质量，确认金属屋面檩托埋板、压环梁支座下支墩、压环反力装置等附属结构全部施工完毕，焊接接头外观质量符合设计要求；

验收程序合规：核查屋盖钢结构分部分项工程、检验批及隐蔽工程验收记录，确保所有验收环节均按规范完成，签字手续齐全；重点核查隐蔽工程的验收影像资料，杜绝未验先卸；

焊缝检测达标：要求施工单位提交完整的焊缝检测报告，监理部复核报告结论，确保焊缝承载能力满足卸载要求。

（2）卸载前技术准备工作监督

位置与挠度测量复核：监督施工单位测量屋盖钢结构及支座的实际位置，与设计图纸理论位置对比分析偏差；测量单层网格挠度，核验数值是否满足施工模拟对应状态计算值的要求；

应力与变形数据比对：核查排架柱、屋盖钢结构的应力监测结果，与施工模拟数据进行偏差分析；复核柱顶水平变形、支座位移测量记录，在支座处径向、环向增设钢尺、指针，确保位移直观可测，内环桁架共 24 个控制点、星形拱桁架共 16 个控制点、外环桁架共 19 个控制点；

支座滑移面与润滑检查：全数检查柱顶支座滑动面清洁度，清除灰尘、杂物等障碍物；核验硅脂涂抹均匀度，确保摩擦系数满足设计要求（ $f \leq 0.03$ ），避免卸载时支座卡阻；

监测系统与温度记录准备：监督施工单位调试应力、位移实时监测系统，确保数据采集频率实时传输，异常情况可自动预警；准备温度监测设备，明确卸载全过程屋盖钢结构温度记录要求，为温度变形影响评估提供数据支撑；

应变计布置整改：针对现场发现的局部排架柱应变计分布不当问题，督促施工单位按每隔 90°布置且设置于主要弯矩方向的要求整改，累计调整应变共计 19 处，复检合格后方可进入卸载程序。

（3）液压设备与工装验收

液压系统验收：对 27 台 QF500T20b、34 台 QF200T11b、40 台 YSDS250、4 台 YSDS400 液压千斤顶，以及液压泵站、高压油管、传感器、计算机同步控制系统进行全数检查，核验设备合格证明、标定证书及近期检测报告，确保额定行程、最大反力符合方案要求；

工装适配性复核：针对卸载部位工装需适应双向水平位移要求，监督施工单位调整工装设计，确保千斤顶始终作用于屋盖钢结构节点中心；复核千斤顶随屋

盖偏移后对临时支撑结构的承载力与变形影响，补充节点有限元计算分析报告，报设计单位审核通过；

临时限位钢板评估：针对屋盖支座与钢柱顶部焊接临时限位钢板与施工模拟状态不符的问题，督促施工单位评估限位对结构位移、应力的影响，修改施工模拟计算，制定先对称切割、后逐步释放的限位拆除方案，经设计确认后方可实施。

3.5.2 卸载过程旁站监理：“同步控制+动态调整”全程管控

卸载采用分级同步方式，最大卸载高度 504mm，环向位移 66mm，监理人员全程旁站，遵循先明确区域工艺，再控整体同步，最后动态监测逻辑，重点监督不同区域工艺执行、卸载单元同步性、实时动态调整等环节，具体管控如下：

（1）不同区域卸载工艺监督

根据屋盖不同区域变形量差异，针对性监督差异化卸载工艺，确保各区域卸载动作符合方案要求，为后续同步控制奠定基础：

外环桁架卸载：针对变形量较小区域，监督施工单位采用火焰同步切割支撑胎架工艺，每轮切割深度严格控制为 100mm，切割后稳定停留 20min，待温度应力充分释放后再开展下一轮切割，直至桁架完全脱离胎架，避免因切割过快导致局部应力集中；

内环及星形桁架卸载：针对变形量较大区域，监督采用液压同步卸载技术，按六级荷载比例逐级执行流程；

顶升阶段：液压千斤顶按预设划线定位高度分级顶升，每级顶升后持力 15min，核查千斤顶受力均匀性，确保无单点过载情况；

工装处理阶段：完成限位槽与工装支腿切割作业，切割过程中要求施工单位采用石棉布覆盖防护，防止火花损伤支座表面及防护涂层；

落架阶段：每级卸落后抽除对应厚度垫板，同步降低千斤顶高度，重复卸落、抽板、降顶流程，直至结构完全脱离胎架，形成稳定自承重体系。

（2）卸载单元同步性控制

在各区域工艺达标基础上，聚焦全卸载面同步性管控，避免因区域间偏差引发结构受力失衡；

通讯保障：要求两家卸载作业单位配备专用对讲机，设定统一通讯频道，每级卸载前由总指挥发布统一指令，卸载过程中实时通报各点位卸载高度，确保信息传递及时、一致；

同步精度监测：采用全站仪实时监测 88 个卸载点的高度偏差，明确同一卸载

层级内各点位高度偏差需 $\leq 3\text{mm}$ ，过程中累计发现并纠正偏差超标的点位 3 处，确保整体同步性；

分级卸载执行：严格按优化后的六级卸载方案推进，每级卸载完成后持荷 30min，待监测数据显示结构应力、位移均稳定后，方可进入下一级卸载工序，严禁违规跳级或加快卸载速度。

（3）实时监测与动态调整

全程跟踪结构状态变化，基于监测数据动态优化操作，及时处置异常情况：

多维度监测：实时记录抗震球铰支座水平位移、屋盖竖向挠度，每级卸载后核对监测数据与施工模拟值的偏差；重点监控排架柱、星形拱桁架节点应力，若应力接近设计限值立即暂停卸载；同步记录卸载全过程环境温度，分析温度变形对支座位移的影响；

应急准备：旁站期间确保备用千斤顶、加固型钢、急救设备等应急物资全部就位，应急小组全程在岗待命，卸载过程中未出现滑动支座卡住、位移超标等应急场景，整体平稳可控。

3.5.3 卸载后验收与管控监理：“变形应力+结构稳定”双维核验

卸载完成后，监理部按“24h 变形观测 \rightarrow 7d 应力监测 \rightarrow 结构全面检查”流程开展验收，同时落实“卸载后不允许在受力构件上焊接”的管控要求，具体如下：

（1）变形复核验收

卸载完成 24h 后，监督施工单位对 276 个监测点进行变形测量：

竖向挠度：内环桁架跨中最大下挠值 12mm，残余变形 2mm，符合设计要求；

水平位移：抗震球铰支座最大径向位移 62mm、环向位移 58mm，均在设计允许范围内；

整体变形：采用无人机航拍结合全站仪测量，屋盖整体平面弯曲 $\leq 3\text{mm}$ ，立面偏移 $\leq 2\text{mm}$ ，满足规范要求。

（2）应力与稳定性验收

应力监测：卸载后 7d 内持续监测结构应力，最大应力值低于材料设计强度，结构处于弹性状态，无塑性变形；

结构稳定性检查：组织参建各方联合检查：

节点连接：全数检查桁架节点、支座连接部位，无螺栓松动、焊缝开裂等缺陷；

临时支撑：拆除临时支撑后，检查排架柱、格构柱垂直度，无倾斜、沉降；

附属结构：核查压环梁支座、檩托埋板连接状态，无位移、松动。

(3) 卸载后管控要求

每日对屋盖钢结构区域进行专项巡查，累计核查焊接作业申请3次，均为非受力构件焊接，审批通过后监督落实防火、防变形措施；

资料归档：收集卸载全过程资料，整理形成屋盖钢结构卸载监理档案，作为后续专项验收的依据。

3.6 安全监理：“预控-查验-应急”三级管控

3.6.1 预控为本：源头把关，构建安全前置防线

以预控为本为核心，通过深度参与专项方案审核与专家论证、严把设备材料入场关、严控人员资质与教育培训、精细化管理施工环境四大举措，从源头规避交叉风险，落实安全防护前置要求，为屋盖钢结构高风险作业筑牢安全第一道防线。

(1) 施工方案全流程管控：从方案编制到落地执行，项目监理部全程深度参与，确保安全技术方案合规可行。围绕高空防护体系完整性、吊装工况荷载验算、有限空间通风检测流程等关键环节，提出针对性修改意见；监督施工单位组织行业专家对超危大工程相关方案开展论证，全程跟踪一审、二审修改流程，对专家提出的“临时支撑抗倾覆验算”“桁架吊装空中姿态控制”等关键问题，督促施工单位补充计算书及优化措施，确保方案优化后最终定稿；同步编制《钢结构安全监理实施细则》，明确监管管控要点、检查频次、判定标准及工作流程，实现方案要求与监理执行动作的精准匹配，指导规范现场监理工作。

(2) 设备材料准入严审：从设备、材料入场环节切断安全隐患源头，建立“资质审核-专项检测-现场核验”三级管控机制。审核起重机械、焊接设备、格构柱钢材、吊装索具的质量证明文件，确保设备型号、材料规格与专项方案一致；对格构柱材料实施100%超声波探伤检测，排查内部缺陷；对电焊机“加芯赋码”状态进行全数检查，源头杜绝无证作业；对工字钢、角钢等原材按批次开展现场力学性能抽测，验证材料强度是否满足设计要求，确保不合格材料不入场、不使用。

(3) 人员安全能力管控：从人员管理端强化安全意识与操作能力，构建“资质核查-教育培训-作业审批”全链条管理。检查全体施工人员体检报告，排除高血压、恐高症等不适宜高空、焊接作业的健康问题；监督施工单位开展三级安全教育培训，全程参与培训考核，核查考核记录与培训签到表，确保施工人员岗前掌

握安全风险与防护要点；全面审查起重工、焊工、信号工等特种作业人员的执业资格证书，核对证书有效期与作业范围，确保人证相符；对电气焊、有限空间等专业性强、危险性大的作业，建立作业前审批制度，施工单位需提前提交《高危作业申请单》，经监理审核动火防护、通风设备、应急物资等安全措施落实后方可开工。

(4) 施工环境精细化管理：从作业环境优化入手，规避外部因素引发的安全风险。审核施工单位月度施工计划，合理划分钢结构、土建、机电等专业作业时间与空间，避免垂直交叉作业冲突；联合设计院明确格构柱支撑体系需回顶的关键部位，现场核查回顶杆件规格、连接方式及基础承载力，确保回顶质量达标；安排专人实时关注气象预警，遇雨雪、大风、大雾等恶劣天气，立即发出预警，待天气好转后核查作业面安全状态；按照施工方案要求，结合《建筑施工高处作业安全带系挂点图集》，在每榀桁架地面拼装阶段，监督施工单位设置安全防护平网及生命线系挂点，所有防护设施经监理验收合格后方可进入吊装工序。

3.6.2 查验为刃：动态管控，实现隐患实施清零

以“多维度巡查+关键旁站+严格验收”构建动态管控体系，精准识别并清零隐患：

高频巡查全覆盖：每日通过现场巡视、无人机查验、智慧工地视频监控，对屋盖钢结构施工、履带吊吊装、临时用电、消防设施、高处作业及特种作业人员资质开展全面检查，抽检动火焊接作业，按规程填写专项巡视记录；

关键工序严旁站：针对履带吊安拆、桁架吊装、有限空间作业等高危环节，联合施工方技术员、安全员旁站监督，实时纠偏违规操作；

分级验收守标准：每周验收安全防护设施，每月验收临时用电与消防设施，对履带吊安装、格构柱支撑体系、拼装胎架开展四方验收，合格后方可作业；

隐患整改闭环化：通过监理通知单、专题会等督促隐患整改；每月对隐患类型做数据分析，针对性制定管控措施，杜绝同类问题重复发生。

3.6.3 应急为盾：闭环相应，降低事故损失

督促并参与构建完善的应急管理体系，确保预案切实可行、物资储备充足、演练真实有效。同时，监理机构自身亦制定了明确的事故响应流程，明确了应急职责，力求在万一发生事故时能快速响应、有效协调，最大限度减少损失。

从施工方案入手，监理部要求施工单位从应急机构、物资、人员、程序上对

应急管理进行完善，要求指令明确，程序可行；在应急物资上，项目监理单位对其应急物资仓库进行核查，确保物资充沛。为确保施工人员、管理人员有自救知识、技能，监理单位还督促施工单位编制了《安全生产事故综合应急预案》《触电事故专项应急预案》《高处坠落事故专项应急预案》《物体打击事故专项应急预案》等 12 项专项应急预案，并根据《山东省生产安全事故应急预案管理办法》要求，对现场应急预案进行演练，监理单位全程参与，并对演练结果进行评价。

为了能够督促、协调施工单位及时启动安全应急预案，对受伤人员进行应急救援，保护本工程施工现场人员身体健康和生命安全，最大限度地降低安全事故给企业和从业人员所造成的财产损失、人身伤害，监理部在督促施工单位的同时，编制了《项目监理部安全事故应急预案》。预案宣布成立应急小组，并明确项目监理部安全应急领导小组的职责及小组成员的分工，制定安全事故应急救援程序流程图，指导项目监理部人员从应急开始到预案终止后的恢复、善后工作该如何去做，最大程度的履行自己的安全管理职责。

4 项目监理成效及启示

4.1 济南黄河足球场项目监理核心成效

足球场项目监理部针对屋盖大跨度钢结构“高荷载、高精度、高风险”的特点，通过全流程精准管控，在质量、安全、进度及技术创新四大维度实现项目专属价值，为山东首个 6 万座足球场落地提供关键保障。

4.1.1 质量管控：核心指标全达标，获评省级示范工程

建立全链路可追溯质量体系，关键指标优于国家规范要求，获行业权威认可。

过程控制和预防：通过提前制定详细的检验计划和标准，以及加强现场巡查和抽检力度，在零件及部件加工、钢构件组装、钢构件焊缝外观、钢构件防腐涂装等环节治理质量问题 156 处。

质量检验：钢结构焊缝质量、钢结构空间坐标、整体立面偏移和整体平面弯曲等关键指标均在允许偏差范围内。

4.1.2 安全管控：实现“零事故”，斩获国际安全奖项

构建“预防-查验-应急”三级安全体系，钢结构施工阶段实现零安全事故、零

死亡，树立行业安全标杆。

前置预防：深度参与每月风险辨识，联合施工单位针对吊装倾覆、高空坠落、焊接火灾等核心风险形成钢结构施工风险清单，明确风险等级、管控措施及责任人员；审核钢结构专项施工方案，补充高空作业防护细节、吊装安全管控标准及焊接防火要求，从方案源头筑牢安全防线；

安全查验：执行每日联合检查制度，开展安全隐患排查，累计治理安全隐患 175 项，全力筑牢现场防护屏障；研究制定升降工作平台、履带吊、钢结构胎架的验收内容及标准，对 21 台次升降工作平台，6 台次履带吊、124 组安装支撑胎架、170 榀拼装胎架进行联合验收，满足屋盖钢结构施工安全技术要求；

应急保障：参与起重伤害、高处坠落、触电应急演练，健全应急响应机制，保障通讯畅通、处置流程清晰，确保异常情况发生时能快速响应。

4.1.3 进度管控：全周期动态纠偏，实现“零工期延误”

依托“三维校验+双维监测+三级纠偏”的进度管控体系，精准应对大跨度钢结构施工中材料周期长、季节影响大、工序衔接紧等难点，为项目整体竣工交付奠定核心基础。

关键节点履约：屋盖钢结构从构件加工启动到整体卸载完成，严格遵循项目总进度计划，实现按期完成，无工序滞后；

进度偏差控制：全过程最大单日进度偏差未超过 5 天，累计进度偏差控制 3 天内；

附加价值：因进度管控精准，避免了因工期延误产生的设备租赁延期费、人工窝工费等额外成本。

4.1.4 技术创新：信息化赋能，监理效率提升 40%

深度应用 BIM、AI、无人机等技术，突破传统监理局限，实现“预控化、可视化、数据化”管理：

BIM 技术应用：针对钢桁架复杂节点，利用 BIM 模型加载设计参数，与现场节点实体进行三维比对验收，核查节点连接精度、构件定位准确性，保障关键部位施工质量；

AI 技术应用：公司搭建监理领域 AI 大模型，构建专属知识库；围绕文件审核、数据分析、报告编制等场景为监理工作降本提效、降低人工失误风险；

无人机技术：采用无人机巡检高空构件焊接及涂装质量，弥补人工检查盲区，

检查效率较传统方式提升 40%。

4.2 大跨度钢结构项目监理通用启示

从足球场项目监理实践中，提炼出适用于大型体育场、会展中心、机场航站楼等同类大跨度钢结构项目的通用监理方法，为行业提供可复制的管控逻辑与操作路径。

4.2.1 组织架构：构建“专业穿透+多维协同”的专属监理体系

（1）核心逻辑

大跨度钢结构施工涉及起重吊装、厚板焊接、同步卸载等复杂工序，传统通用监理团队+模糊分工模式难以匹配技术需求。需通过权责明确、专业补位、专家支撑的架构，解决技术复杂性与管控精准性的核心矛盾，确保技术管控无死角。

（2）操作要点

双轨组织模式：搭建直线式管控+前后台协同架构。纵向按总监理工程师→专业监理工程师→现场监理员建立直线层级，明确逐级权责；横向由企业总部组建钢结构工艺+结构力学+BIM 后台专家团队，为现场提供技术支撑。

增设专项岗位：设置钢结构技术管理岗，专职对接设计单位、检测单位、科研院所，审核图纸、协调参建方解决技术争议、跟踪设计变更落地，避免多岗兼管导致的专业能力不足；增设数字技术岗，利用 BIM、AI、无人机等技术赋能。

组建外部专家库：联合高校、行业龙头企业、资深工程师，针对大悬挑变形控制、索钢协同受力等行业难题提供技术会诊，确保关键工序方案合规可行。

强化专业培训：开工前组织全员参加大跨度钢结构施工规范、厚板焊接工艺、钢结构工程施工质量验收标准等专项培训，过程中通过以老带新、案例教学、现场集体巡视巩固专业能力，避免因人员能力不足导致管控漏洞。

4.2.2 质量管控：聚焦“工序前置管控+全链路追溯”减少事后整改

（1）核心逻辑

同类项目焊缝裂纹、构件变形等质量问题事后整改成本极高，需将管控重点前置到施工工序，同时建立全程追溯体系，确保问题可拦截、责任可定位。

（2）操作要点

方案多层把关：超危大工程方案需经施工单位施工模拟及内部评审→监理前

后台审核→外部专家论证→设计单位确认四重把关，避免方案存在技术漏洞。

关键工序 100%旁站：针对桁架吊装、厚板焊接、同步卸载等核心工序，监理人员全程旁站，记录吊装负载率、焊接预热温度、卸载分级变形等关键数据，确保工艺达标。

全链路质量追溯：每榀桁架关联原材料信息、构件信息、检测信息、验收信息，纸质台账同步存档，实现从材料到验收检测全程可查。

借力信息化技术：用 BIM 模型模拟预拼装，提前发现杆件碰撞、预起拱值偏差等问题；用无人机巡检高空焊缝外观；用智能测厚仪抽检漆膜厚度，突破传统肉眼观察的局限，提升质量管控精度。

4.2.3 危大工程管控：以“风险前置+清单检查”守住安全底线

（1）核心逻辑

同类项目高空作业、起重吊装、焊接防火为高风险环节，一旦发生事故后果严重。需通过风险提前辨、方案严审核、过程强检查、应急有保障，将安全责任穿透到每道工序、每名人员。

（2）操作要点

前置风险辨识：开工前联合施工、专业分包单位，梳理出起重吊装、焊接作业、交叉作业等 10 项作业活动，67 项风险，形成大跨度钢结构施工风险清单，明确风险等级、管控措施、责任人员；

每日清单检查：制定安全巡查清单，每日联合建设、施工单位对照清单逐一核验，并将核验情况在施工现场显著位置予以公示，隐患未整改前严禁开工；

强化应急联动：每月开展 1 次应急演练，确保应急物资齐全、通讯畅通，避免异常情况时响应滞后。

4.2.4 进度管控：以“三维校验+分级纠偏”避免计划与落地脱节

（1）核心逻辑

同类项目进度易受长周期材料采购、季节施工、设备资源影响，需从源头校验计划合理性，动态跟踪进度，按偏差等级匹配资源，实现计划科学、过程透明、纠偏高效。

（2）操作要点

①计划审核：三维逻辑校验

工艺逻辑：核验工序技术依赖关系，如卸载需要满足方案获批、钢结构验收

合格、顶部卸载工装可靠、监测就绪、环境适宜、应急到位等条件方可卸载，避免工序倒置；

时间逻辑：按材料周期、季节效率预留缓冲时间，例如高建钢采购周期约 60 天，需提前构件加工节点 2 个月启动采购；冬季焊接效率下降 30%，需在计划中延长对应工序工期；

资源逻辑：匹配设备、劳动力与任务量。

②过程跟踪：双维动态监测

定量日报：每日核对人员数量、材料到场量、设备运行状态，对当日进度完成情况进行汇总、对次日进度计划进行梳理，编制日进度报告，及时向建设单位汇报现场施工情况；

定性周/月报：每周分析进度偏差原因，每月评估进度风险，提前识别材料供应延迟、技术方案变更等隐性问题。

③偏差纠偏：三级响应机制

三级偏差（不超过 3 天），现场协调资源；二级偏差（3~7 天），优化工艺或补充资源；一级偏差（不低于 7 天），组织建设、施工、设计单位召开专题会，调整后续计划。

4.2.5 多方协同：以“时序清单+联合机制”化解专业脱节

（1）核心逻辑

同类项目涉及设计、加工、安装、检测等多参建方，监理需发挥协调枢纽作用，明确衔接规则，建立沟通机制，避免因协同断层导致返工或工期延误。

（2）操作要点

制定协同清单：牵头制定专业协同时序清单，明确衔接要求，标注责任方，杜绝工序真空；

建立双层沟通机制：每周召开钢结构专项周例会，解决进度、技术、资源协同问题；遇设计变更、重大质量问题等突发情况，临时组织专题会，协调各方调整方案；

推行联合验收：关键节点组织建设、设计、施工、监理、检测多方联合验收，签字确认后再推进下道工序，避免单方验收导致的责任推诿；

共享信息平台：搭建线上协同平台，实时共享设计变更图纸、检测报告、进度数据，避免因信息不对称导致的协同偏差。

5 结语

济南黄河体育中心足球场屋盖钢结构工程的监理实践，通过“专业管控+技术创新+协同管理”，实现了大跨度钢结构的“精准安装、品质可靠、安全高效”。其经验表明，钢结构工程监理需以“专业能力为基、全过程管控为纲、信息化技术为翼”，才能在复杂工程中彰显价值，为同类大跨度体育场馆钢结构项目提供可复制的借鉴。

（主要编写人员：闫立 周培华 谢昱华 王岩 张悦胜）

精细监理工程护航 助力建设“健康潍坊”

——潍坊市妇女儿童健康中心项目一期工程监理实践

山东德林工程项目管理有限公司

在国家大力推进“健康中国”战略的宏观背景下，潍坊市积极响应，将提升市民健康水平作为重要任务。随着城市的发展以及人口结构的变化，妇女儿童这一特殊群体对医疗保健服务的需求日益增长且更加多元化。潍坊市原有妇女儿童医疗保健资源在规模、设施以及服务能力上，难以充分满足市民不断提升的就医期望。同时，为落实市委、市政府提升市区、打造“健康潍坊”的重大部署，进一步优化城市医疗资源布局，潍坊市妇女儿童健康中心项目应运而生。

1 项目概况

1.1 项目实施地点及组成

项目致力于打造功能完善、设施一流、环境优美、服务优良、绿色人文的现代化妇女儿童健康中心，在省内占据龙头地位。建成后，旨在为全市乃至半岛地区的妇女儿童提供全方位、全周期的医疗保健服务，涵盖出生缺陷预防、妇产科及儿科疾病防治、新生儿疾病筛查等精准医疗业务。通过提升医疗服务水平，改善全市妇女儿童治病就医条件，提高整体医疗保健水平，助力“健康潍坊”建设，推动城市健康事业发展。项目实景见图 1.1。



图 1.1 项目实景

1.1.1 项目实施地点

潍坊市妇女儿童健康中心项目一期工程，位于潍坊市高新技术开发区，樱前街以北、东方路以东，是潍坊市重点医疗建设项目和重要民生工程，对“健康潍坊”的建设和发展具有重要意义。

1.1.2 项目组成及结构体系

潍坊市妇女儿童健康中心项目一期工程涵盖病房楼（妇产楼）、华大基因实验楼（儿科楼）、门诊医技楼以及地下车库等建筑主体，配套建设各类医疗业务用房、辅助用房（见图 1.1），并配备先进的医疗设备与智能化系统。

项目建筑整体沿南北向布局，三栋主楼前低后高，有“芝麻开花节节高”的美好寓意。门诊圆形的入口大厅，晶莹剔透，像母亲用柔软的臂膀将孩童稳稳的托起，象征了一个双手环抱“掌上明珠”的母亲，与妇女儿童健康之主题相呼应。

本项目总用地面积 52000 m²，总建筑面积 174780 m²，地下两层。项目总体组成情况见表 1.1。

表 1.1 潍坊市妇女儿童健康中心项目一期工程

单体工程名称	层数	建筑高度 (m)	建筑面积 (m ²)	主要功能
病房楼	地上 11 层	46.05	43730.30	住院大厅、住院药房、静脉输液配置中心、中心供应室、护理单元等
华大基因实验楼	地上 15 层	59.40	28323.73	住院大厅、住院药房、护理单元、后勤办公等
北地下车库及附属用房	地下 2 层		33066.20	人防、普通停车库、库房、设备用房、职工食堂等
门诊医技楼	地上 5 层	23.50	38103.80	门诊大厅、急诊、儿科门诊、影像中心、检验中心等
南地下车库及附属用房	地下 2 层		31556.00	停车库、库房、设备用房、消防泵房等

本工程地基采用天然地基，基础采用筏板基础，结构形式为钢筋混凝土框架剪力墙结构，工程抗震设防烈度为 8 度，项目设计为隔震建筑，采用了 466 个隔震橡胶支座，这使得建筑在抗震方面具有良好的性能，能够有效减少地震对建筑物的破坏，为内部人员和设备提供更安全的环境。主体填充墙为轻体墙板。

1.2 项目投资规模及里程碑

1.2.1 项目投资规模

项目总投资约 10 亿元，总建筑面积 174780 m²，设计床位 1200 张，车位 1214 个。项目建设资金来源多样，涵盖政府财政投入、专项债券资金以及部分社会资本。投资主要用于建筑工程施工、医疗设备购置、室内外装修装饰、智能化系统建设以及周边配套设施完善等方面。

1.2.2 实施时间及里程碑事件

2018 年 2 月 7 日项目举行奠基仪式，7 月份完成高压线杆拆除作业后全面开工建设。2019 年 7 月实现主体封顶。2020 年 8 月，手术室、产房、监护室等净化工程招标启动。2022 年元旦后，部分产科、儿科、急诊及医技等相关科室业务启动试运行，2022 年 4 月 29 日项目全面竣工，通过竣工验收。项目主要里程碑事

件见图 1.2。

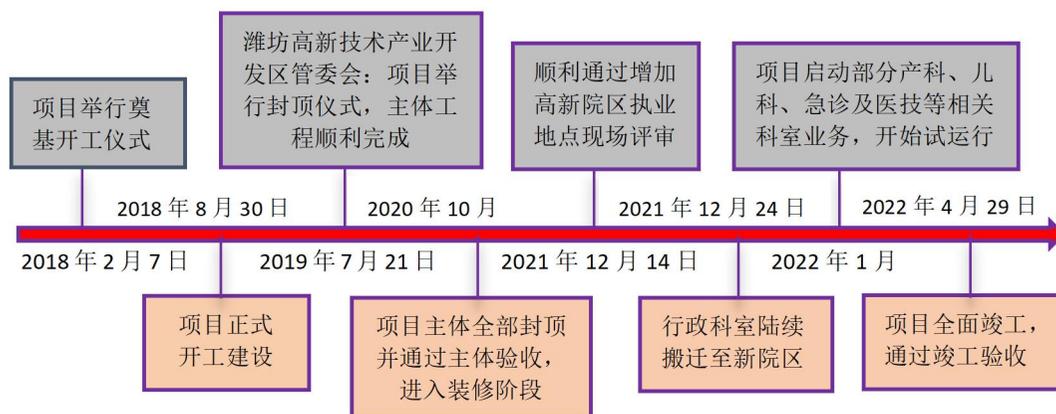


图 1.2 项目主要里程碑事件时间轴

1.3 项目建设单位及主要参建单位

项目建设单位为潍坊市第七人民医院，勘察单位为山东省潍坊基础工程公司，设计单位为山东省建筑设计研究院有限公司。项目划分为两个标段，标段一包括门诊医技楼和南地下车库及附属用房，总面积为 71170 m²；标段二包含病房楼、华大基因实验楼和北地下车库及附属用房，总面积为 103610 m²。各标段及参建单位见表 1.2。

表 1.2 潍坊市妇女儿童健康中心项目一期工程参建单位一览表

单位名称	门诊医技楼、地下车库及附属用房一期标段一	病房楼、华大基因实验楼、地下车库及附属用房一期标段二
建设单位	潍坊市第七人民医院	
勘察单位	山东省潍坊基础工程公司	
设计单位	山东省建筑设计研究院有限公司	
监理单位	山东经纬工程管理有限公司	山东德林工程项目管理有限公司
总承包单位	中建八局第一建设有限公司	潍坊昌大建设集团有限公司

1.4 项目获奖情况

潍坊市妇女儿童健康中心项目先后获得中国建设工程鲁班奖、中国建筑工程装饰奖、“泰山杯”奖、全国建设工程项目施工安全生产标准化工地等国家和省部级重要奖项，监理单位在项目实施过程中的卓越贡献为项目荣获多项重要奖项提供了关键支持。项目获得的主要奖项见表 1.3。

表 1.3 潍坊市妇女儿童健康中心项目一期工程获得的主要奖项

序号	获奖名称
1	2022-2023 年度中国建设工程鲁班奖（国家优质工程）
2	2023 年度中国建筑工程装饰奖
3	全国建设工程项目施工安全生产标准化工地
4	2023 年山东省工程建设泰山杯奖
5	2023 年山东省优质安装工程“鲁安杯”奖
6	2019 年度“山东省建筑工程优质结构”
7	山东省安全文明工地
8	山东省绿色施工科技示范工程
9	山东省优秀工程设计

2 项目监理组织及重难点

2.1 工程监理单位

山东德林工程项目管理有限公司成立于 1996 年 8 月，具有建设工程监理综合资质，可承担所有类型的专业工程项目监理、项目管理及全过程咨询服务。公司拥有一支长期从事工程建设管理、经验丰富、结构合理、专业齐全的技术队伍，并具备 GB/T19001-2016/ISO9001:2015 国际质量管理体系认证资格、职业健康安全管理体系认证资格及环境管理体系认证资格。

公司以“公平、独立、诚信、科学”的服务理念热情为项目业主服务。自成立以来，获得国家、省、市的各项荣誉和奖项 600 多项。主要荣誉有：“全国先进监理企业”、“中国工程建设质量安全标准化示范单位”、“山东省先进监理企业”、“省级守合同重信用企业”、“AAA 级中国工程监理信用企业”、“山东省信用评价 5A

图 2.1 项目监理机构组织架构

材料进场控制：项目严格依据《建筑隔震设计标准》（GB/T51247-2018）和《建筑隔震工程施工及验收规范》（JGJ360-2015）进行设计与施工，并严格材料进场验收与检测，所有支座进场前需提供出厂合格证、力学性能检测报告并按进场批次向监理项目部报验，并由中钢国检等第三方机构进行全性能复验，包括压剪试验、疲劳试验、极限变形试验等 20 余项指标，验收合格后方可投入使用。

事前控制（预控）：协同施工单位利用 BIM 技术建模进行深化和虚拟预安装，碰撞检查确定冲突点，对预埋件锚筋与柱钢筋、牛腿进行深化。优化施工部署，创新隔震支座快速定位及安装技术，提高施工速率与安装精度。通过 BIM 模型对 466 个支座的预埋节点进行三维可视化交底，解决钢筋密集区的安装难题。例如，儿科楼标准病房区的支座节点经 BIM 优化后，施工效率提升 20%。采用汽车吊与千斤顶配合，支座中心线与预埋板偏差 $\leq 3\text{mm}$ ，顶面水平度误差 $\leq 8\%$ 。在关键支座安装应力传感器，实时采集竖向荷载与水平位移数据，确保施工过程中支座压应力 $\leq 15\text{Mpa}$ 。例如，急诊楼区域的支座在主体结构施工阶段进行连续 72 小时监测，数据偏差均控制在 $\pm 2\%$ 以内。在关键支座安装应力传感器，实时采集竖向荷载与水平位移数据，实行动态监测，确保施工过程中支座压应力 $\leq 15\text{MPa}$ 。例如，急诊楼区域的支座在主体结构施工阶段进行连续 72 小时监测，数据偏差均控制在 $\pm 2\%$ 以内。并将监测数据同步至项目管理平台，超限自动报警并触发应急预案。

过程控制：项目监理部对橡胶隔震支座安装过程实行全程旁站，监督检查隔震支座安装定位及加固处理措施（预埋套筒与支墩主筋点焊固定，并在四角增设短钢筋辅助定位，防止混凝土浇筑时移位的加固措施落实到位），复核预埋件水平与竖向安装精度。安装完毕后定期巡检，并落实成品保护措施，如支座安装后采用定制钢套箱包裹，防止施工污染与机械碰撞，并涂刷防火涂料。

验收控制：严格质量管控与验收体系，执行三级质量验收制度，安装完成后，施工班组对支座位高、垂直度等进行 100%检查，形成《支座安装质量自检记录》；质量部联合技术部按 20%比例抽检，重点核查预埋件偏差、螺栓拧紧力矩（ $\geq 150\text{Nm}$ ）等关键指标。项目监理部进行专项验收，同时邀请第三方检测机构对支座进行原位压剪试验，抽检比例 $\geq 5\%$ ，试验荷载达设计值的 1.2 倍且无异常变形。

通过预控-过程跟踪-验收把关三步控制流程及标准引领、技术创新、智能管控三位一体的质量控制体系，实现了 466 个隔震橡胶支座的高精度安装与长效可靠运行，为医疗建筑在高烈度地震区的建设提供了标杆范例。

2.3.2 门诊大厅高支模，质量安全双保障

门诊楼大厅高度达 21.9m，跨度 40.2m，其屋面模板工程及支撑体系属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程。鉴于其高大空间的特性，项目监理部与施工项目部经过 3 次方案讨论，选用了贝雷架支撑体系，依托模块化拼装技术提升施工安全性，结合 BIM 与 MIDAS 模拟计算、激光三线仪定位复核等数字化手段，实现风险精准规避与降本增效，通过全流程精细化管控，构建起“技术创新+质量保障+安全防护”的立体化管控体系，确保施工质量与安全。

方案先行。组织专业技术团队依据大厅的结构特点、荷载要求等，对贝雷架支撑体系进行详细设计。采用 BIM 技术搭建贝雷架支撑体系三维模型，同时运用 MIDAS Gen 有限元分析软件，对支撑体系进行承载能力与稳定性模拟，方案中明确了贝雷架的型号选择、搭设方式、连接节点构造等关键内容，并对其承载能力、稳定性进行了精确计算与模拟分析。基于贝雷架“标准化构件、模块化拼装”特性，将支撑体系划分为 12 个独立拼装单元（每个单元涵盖 3 榀贝雷架桁架+配套连接件），明确单元拼装顺序、接口衔接标准及质量验收要点。方案经资深结构专家、监理单位、建设单位联合审查时，针对模块化拼装的吊装稳定性提出优化建议，最终确定“地面预拼装→整体吊装→空中对接”流程，减少高空作业时间 60%，从方案源头提升施工安全性与效率。

严格把控材料质量。贝雷架支撑体系所使用的材料质量直接关乎整个高支模的稳定性与安全性，项目经理部严把材料进场验收关并进行抽检，只有经检验合格的材料方可进入施工现场投入使用，从源头上保障了支撑体系的质量。对每一批次进场的材料进行外观检查，查看贝雷架是否存在变形、裂缝、脱焊等缺陷，连接销、螺栓等是否有损伤、螺纹不完整等情况。同时，按照规定的比例对材料进行抽样送检，委托有资质的第三方检测机构对贝雷架的钢材强度、焊缝质量等关键性能指标进行检测。

全程旁站监理。在贝雷架支撑体系（如图 2.2 所示）搭设过程中，专监理工程师进行全程旁站监理，监督搭设人员严格按照经过审批的施工方案进行操作，确保贝雷架的搭设顺序、位置准确无误。在每完成一定区域的搭设后，要求质量管理人员对该区域进行质量检查。对检查中发现的问题，如立杆垂直度超差、螺栓松动等，立即要求搭设人员进行整改，整改合格后方可继续进行下一步搭设工作，保证了贝雷架支撑体系搭设的质量。混凝土浇筑过程中监督施工单位严格按方案执行，在浇筑顺序上，采用从两侧向中间分层浇筑的方式，避免集中堆载对

支撑体系造成过大压力。同时，控制混凝土的浇筑速度，防止浇筑过快导致冲击力过大影响支撑体系安全。同时，在混凝土浇筑过程中，要求施工单位安排专人对贝雷架支撑体系进行变形监测，通过在关键部位设置观测点，使用全站仪、水准仪等测量仪器实时监测贝雷架的沉降、位移等变形情况。若发现变形异常，如沉降量超过预警值（一般为 10mm 左右），立即暂停混凝土浇筑，组织技术人员对支撑体系进行检查和加固，待变形稳定后再继续浇筑，确保了混凝土浇筑过程的顺利进行以及屋面结构的质量。

建立了定期安全检查与日常巡查相结合的安全检查制度。每周由项目总监理工程师组织相关单位人员对施工现场进行一次全面的安全检查，检查内容包括贝雷架支撑体系的搭设质量、安全防护设施的设置、施工人员的操作行为等。日常由安全监理人员进行巡查，及时发现并纠正施工过程中的违规行为和安全隐患。对检查中发现的安全隐患，通知施工单位限期整改。例如，对于发现的贝雷架连接螺栓松动的隐患，立即安排专人进行紧固，并在规定时间内进行复查，确保隐患整改到位。对于重大安全隐患，立即责令停止相关作业，采取有效的防范措施，制定整改方案，确保施工现场安全。同时，检查施工人员的安全教育与培训情况，施工现场的安全防护设施以及作业人员防护设施佩戴情况。



图 2.2 贝雷架支撑体系

贝雷架模块化拼装特性从根本上降低高空作业风险。

减少高空作业量：80%的拼装工作在地面完成（如桁架片连接、支撑架组装），高空仅进行单元对接与螺栓紧固，高空作业时间缩短至传统工艺的 1/3，有效规避高空坠落、物体打击风险。

拼装过程安全防护：地面预拼装区域设置封闭围挡与警示标志，吊装时采用双机抬吊（主吊 50t 汽车吊，副吊 25t 汽车吊），并使用缆风绳控制单元姿态，

避免吊装过程中构件晃动碰撞；高空对接时，作业人员通过专用安全爬梯上下，系挂双钩安全带（高挂低用），且每个拼装单元周边设置临时防护栏杆（高度 1.2m），确保作业安全。

贝雷架模块化拼装降本增效成果：

成本节约：模块化拼装减少人工投入 30%（传统散拼需 20 人/天，模块化拼装仅需 14 人/天）；BIM 与 MIDAS 模拟优化方案，避免因设计失误导致的材料浪费（节约钢材约 8t）；激光三线仪精准定位减少返工成本（较传统工艺返工率从 5%降至 0），累计节约成本约 65 万元。

效率提升：模块化拼装与数字化定位结合，使高支模搭设工期从计划的 25 天缩短至 18 天，为后续屋面混凝土浇筑与装修施工争取时间；同时，质量与安全风险的有效规避，避免因事故导致的工期延误，确保项目整体进度按计划推进。

通过方案审核、专家论证保证方案可行，全程旁站监理、定期安全检查与日常巡视检查相结合等在质量和安全方面的严格控制措施，潍坊市妇女儿童健康中心项目门诊楼大厅屋面高支模（贝雷架支撑体系）施工得以顺利进行，保障了施工过程中人员的生命安全和工程质量，为整个项目的成功建设奠定了坚实基础。

2.3.3 超长结构防裂缝，精细管控强保障

项目地下车库作为项目重要配套设施，具有结构跨度大、长度超规范限值（南北长约 308m，东西长约 108m，部分区域单跨长度达 36m，总长超 120m）、长期承受车辆荷载与环境温湿度变化等特点，超长结构易因温度应力、收缩应力集中产生裂缝。为保障结构安全性与耐久性，强化裂缝防控效果，项目监理部与施工项目部经过充分研究与讨论，项目在原有全流程管控基础上，进一步聚焦混凝土原材料与配合比优化、施工工艺创新两大核心环节，通过内掺膨胀纤维抗裂防水剂、二次振捣三次抹压、后浇带分区模拟施工等针对性措施，构建更完善的防裂缝体系。

材料与配合比管控：以抗裂材料为核心筑牢结构抗裂基础。为提升混凝土抗裂与防水双重性能，在配合比设计中创新性掺入膨胀纤维抗裂防水剂（掺量为胶凝材料总量的 8%），该材料兼具膨胀组分（补偿混凝土收缩）与纤维组分（抑制微裂缝扩展）的双重优势。通过试验验证，掺入后混凝土 28 天膨胀率达 0.02%（超规范要求的 0.015%），抗裂性能提升 30%，同时抗压强度提高 5%-8%（C35 混凝土实测 28 天强度达 42.3MPa），渗透高度比 \leq 30%，有效解决超长结构“抗裂”与“防水”协同难题。

施工阶段管控：混凝土浇筑监理全程旁站，检查混凝土配合比、塌落度，施工工艺方案符合性，以工艺创新强化裂缝预控效果。基于后浇带的施工区域科学划分施工段及浇筑顺序：结合地下车库功能分区与结构受力特点，以后浇带为界将超长结构划分为 8 个独立施工段（每段长度 15-20m），明确各施工段的浇筑顺序（从中间向两端推进）与间隔时间（相邻段浇筑间隔 ≥ 42 天，确保先浇筑段混凝土完成 70%以上收缩）。每个施工段设置专属标识牌，标注浇筑时间、负责人、混凝土强度等级等信息，实现全过程可追溯。二次振捣与三次抹压技术应用：为提升混凝土密实度、减少内部孔隙与表面裂缝，创新采用“二次振捣+三次抹压”工艺。第一次振捣在混凝土浇筑入模后；第二次振捣在混凝土初凝前 30 分钟（距第一次振捣约 2 小时），重点针对钢筋密集区、梁柱节点等易漏振部位，通过补振消除混凝土沉降收缩产生的内部空隙，提升结构密实度。第一次抹压在二次振捣后，平整混凝土表面，初步消除表面裂缝；第二次抹压在混凝土初凝时（手指按压无明显痕迹），压实表面浮浆，进一步闭合微裂缝；第三次抹压在混凝土终凝前（表面开始泛白），采用木抹子进行拉毛处理（拉毛深度 2-3mm），增加表面粗糙度，既便于后续面层施工，又能释放表面收缩应力，减少表面龟裂。经现场检测，采用该工艺后混凝土表面裂缝发生率降低 60%，密实度提升 15%。

混凝土养护强化：延长周期保障收缩稳定。在原有混凝土养护措施基础上，进一步细化养护方案。精准监控温度变化，根据底板厚度、面积及温度场分布规律，采用“分层、分区”布点方式，按底板面积每 500 m²划分 1 个测温区域，每个区域布置 3-5 个测温点，重点在底板中心（水化热最集中区域）、边缘（热量散失较快区域）、预留孔洞周边（温度易波动区域）加密布点，全项目共设置测温点 48 个，确保无监测盲区，全面反映混凝土内部温度变化，选用无线温度传感器（精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，测量范围 -30°C - 120°C ），具备实时数据传输功能，避免传统人工测温的误差与滞后性；传感器采用不锈钢外壳封装，防水等级 IP68，适应底板潮湿环境。混凝土浇筑完成后，12 小时内覆盖土工布与塑料薄膜，进行保温保湿养护，养护周期延长至 14 天（后浇带养护周期 ≥ 28 天），并关注测温记录，内外温差超限时立即采取应急措施。养护过程监督：要求施工单位安排专人负责养护管理，建立养护台账，记录养护时间、方式、责任人等信息，监理单位每日巡查养护情况，确保养护措施落实到位，避免因养护不及时导致混凝土早期收缩开裂。

2.3.4 专业系统多、管线排布复杂，BIM 协同全流程监督

本项目作为综合性医疗建筑，涵盖 12 大专业系统（含给排水、暖通空调、电

气、医用气体、消防、智能化、污水处理、洁净手术部、放射防护、物流传输、ICU 专项、新生儿 NICU 专项），各系统管线涉及管径差异大（从 DN15 医用气体管至 DN300 空调水管）、敷设空间交叉（吊顶内、设备夹层、管井、地下车库等），且医疗管线对敷设精度、防干扰要求极高（如医用气体管线需远离强电线，避免电磁干扰）。为解决管线排布混乱、碰撞冲突、后期运维不便等问题，项目通过“前期综合规划+过程精细化管控+监理全流程监督”体系，实现管线排布“安全、高效、美观”目标。

施工前控制措施：以管线综合规划为核心，提前规避碰撞风险。

组织各参建单位成立创优小组，由建设单位牵头，联合设计、施工、监理及各专业分包单位（如医用气体分包、智能化分包）成立“管线综合管控小组”，制定《专业系统管线协同设计导则》，明确各专业管线的优先级（医疗核心管线>消防管线>暖通空调管线>给排水管线>电气管线>智能化管线）。搭建全专业 BIM 模型，排查碰撞冲突：各专业分包单位按设计图纸搭建 BIM 模型（采用 Revit 软件），提交至管控小组后，通过 Navisworks 软件进行全专业模型整合，开展碰撞检测。项目共完成 3 轮碰撞检测，累计排查出管线碰撞点 128 处，其中硬碰撞（管线直接交叉）72 处（如手术室洁净风管与消防喷淋管交叉、地下车库给排水管与强电桥架重叠）；软碰撞（管线间距不足，不符合规范要求）56 处（如医用气体管与强电电缆桥架间距仅 150mm，未达规范 $\geq 300\text{mm}$ 要求）。针对碰撞点，结合管线优先级原则进行优化调整，出具《BIM 管线综合深化图纸》，明确各管线的坐标、标高、管径、支架间距等参数，确保各管线间距符合规范且空间利用合理。对管线密集区域（如手术部设备夹层、ICU 吊顶、地下车库管线走廊），先通过 BIM 模型确定“管线样板”方案，再在现场制作 1:1 实体样板（如手术室设备夹层样板区，面积 20 m²），组织建设、设计、监理、施工及医疗使用单位联合验收，验收合格后形成《管线排布施工标准》，作为后续施工的依据，避免因理解偏差导致的排布混乱（见图 2.3）。

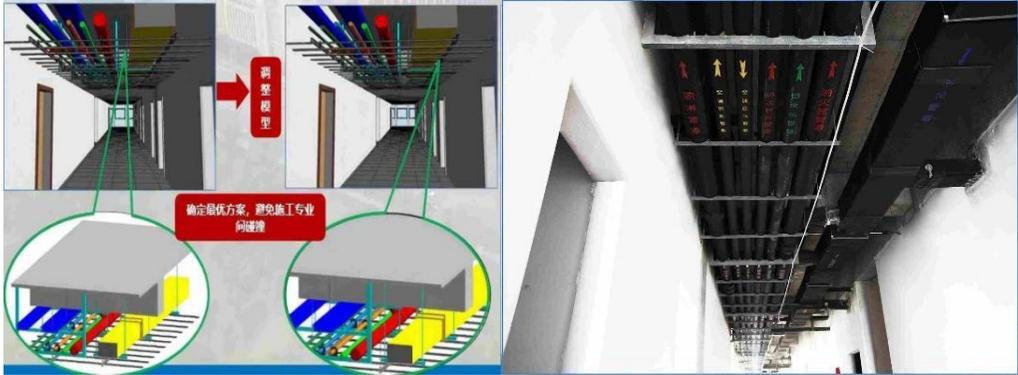


图 2.3 管线排布优化

施工准备阶段监理措施：审核方案与模型。

监理单位对施工单位提交的《专业系统管线综合施工方案》进行审核，重点审查：方案是否明确各专业管线优先级、排布原则；BIM 技术应用流程是否合理（模型搭建、碰撞检测、优化调整、样板引路）；关键工序（如医用气体管焊接、洁净空调风管安装）的质量控制措施是否到位。通过 BIM 模型审核，重点核查：模型是否与设计图纸一致，优化调整是否经设计单位确认；碰撞点排查是否全面，优化方案是否符合规范要求（如管线间距、坡度）；预留预埋定位是否精准，是否满足后期管线安装需求。

施工过程控制措施：以精细化管控为核心，保障排布质量。

管线材料进场质量管控，从源头保障合规性。各专业管线材料进场前，施工单位需提交供应商资质（如医用气体管需提供《医用气体工程材料认证证书》、消防水管需提供《消防产品认证证书》）及材料质量证明文件（出厂合格证、检验报告），监理单位按规范要求进行审核，不合格材料严禁进场。管线安装过程精细化管控，落实深化方案，按 BIM 深化图纸施工，严禁随意调整，重点控制管线连接质量与支架安装。分区域过程验收，按施工进度，对门诊楼、住院楼、手术部、地下车库等区域分别进行管线安装过程验收，验收内容包括管线位置、标高、间距、连接质量、支架安装等，验收合格后方可进入下一道工序。例如：门诊楼 3 层走廊管线安装完成后，验收发现电气桥架标高比深化图纸低 100mm，导致与下方给排水管间距不足，立即要求施工单位调整桥架标高，整改后重新验收合格。各专业管线安装完成后，进行系统功能测试，测试不合格的系统需整改后重新测试，直至达标。

施工过程监理措施：旁站监督与平行检验、巡视检查。

监理单位对管线施工的关键工序进行 100%旁站，包括：医用气体管焊接（重点检查焊接工艺、焊缝外观，见证气密性试验）；洁净空调风管安装（重点检查风管拼接密封、漏风量测试，漏风量需 $\leq 0.18\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ）；消防水管水压试验（重点检查试验压力、保压时间、有无泄漏）。旁站过程中填写《旁站监理记录》，记录施工参数、质量情况，对发现的问题（如医用气体管焊缝存在夹渣），立即要求停工整改，整改合格后方可继续施工。监理单位按规范要求平行检验，例如：对管线支架安装，按 20%比例抽样检查支架间距、材质、固定方式，发现 1 处空调风管支架间距达 4m（规范要求 $\leq 3\text{m}$ ），要求施工单位增加支架；对电气管线绝缘电阻，按 10%比例抽样检测（采用兆欧表），绝缘电阻值需 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ ，检测结果全部达标。并通过日常巡视检查，随时发现问题随时通知施工单位进行整改，避免重复施工减少拆改作业。

验收阶段监理措施：组织联合验收与资料审核。

监理单位组织建设、设计、施工、分包单位进行管线分部分项工程验收，例如隐蔽工程验收（如管线预埋、吊顶内管线安装等），验收合格后方可隐蔽，并留存影像资料（图 2.4），避免后期无法检查；系统功能验收（如医用气体系统、消防系统），邀请第三方检测机构参与，出具检测报告，确保系统功能达标。审核施工单位提交的管线施工资料，包括：材料质量证明文件、检测报告；BIM 管线深化图纸、碰撞检测报告、优化方案；施工记录（安装记录、试验记录、验收记录）；系统调试记录、功能测试报告。资料不全或不符合要求的，要求施工单位补充完善，确保资料与工程实体一致，为后期运维提供依据。



图 2.4 楼层钢筋配管及吊顶管线隐蔽验收

通过“BIM 技术+多专业协同+监理全流程监督”，有效解决了医疗建筑专业系

统多、管线复杂的难题，为同类医疗项目提供了可复制的管控模式，也为项目荣获“中国建设工程鲁班奖”奠定了重要基础。

2.3.5 构建长距离吊顶抗变形体系

病房楼走廊作为患者、医护人员日常通行的核心通道，101.4m 长距离石膏板平顶需同时满足“视觉平整性、结构稳定性、长期抗变形性”三大要求。该走廊吊顶不仅承载灯具、喷淋头、风口等设备荷载，还需应对温度变化（夏季空调制冷、冬季供暖）导致的材料热胀冷缩，易出现龙骨挠度超标、石膏板开裂、表面不平整等问题。项目通过“材料精准选型+结构体系优化+施工工艺管控+监理全流程监督”，构建长距离吊顶抗变形体系。

施工前控制措施：从源头规避变形风险。

针对 101.4m 长距离特性，摒弃常规“主龙骨 600mm 间距”设计，采用“双层主龙骨+加密次龙骨”体系（主龙骨间距缩小至 400mm，同时在走廊长度方向每 12m 设置 1 道加强主龙骨，增强整体刚度；次龙骨间距严格控制在 300mm（常规为 400mm），确保石膏板受力均匀，避免局部应力集中导致的变形），采用 PKPM 结构计算软件对吊顶体系进行力学验算，确保体系力学性能满足长距离抗变形要求。选用防潮防火型纸面石膏板，要求板材含水率 $\leq 10\%$ （避免后期吸湿膨胀）、横向断裂荷载 $\geq 800\text{N}$ （抗变形能力），且出厂前经过“恒温恒湿养护”（温度 $23\pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度 $50\pm 5\%$ ），减少材料自身收缩变形；主/次龙骨连接件（如挂件、接长件）选用同品牌配套产品，确保尺寸匹配度（连接件与龙骨间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ ），避免因配件松动导致的龙骨位移；自攻螺钉选用镀锌十字槽沉头螺钉（规格 $\text{ST4.2}\times 25\text{mm}$ ），确保螺钉长度穿透石膏板后嵌入龙骨 $\geq 10\text{mm}$ ，增强连接牢固性。严格材料进场验收流程，石膏板表面无划痕、破损、起鼓，龙骨无弯曲、锈蚀、镀锌层脱落（镀锌层厚度 $\geq 85\mu\text{m}$ ），配件无变形、裂纹；监理单位见证取样，委托第三方检测机构对石膏板进行含水率、断裂荷载检测，对龙骨进行屈服强度、抗拉强度检测；材料进场后存放于室内干燥区域，石膏板采用垫木架空（高度 $\geq 100\text{mm}$ ），避免地面潮气侵入，龙骨存放时需分类码放，防止受压变形。利用 BIM 软件搭建走廊吊顶三维模型，按 101.4m 长度进行石膏板排版优化，深化后出具《吊顶排版图》，明确龙骨位置、石膏板尺寸、板缝位置、伸缩缝设置等参数。在走廊起始段（长度 5m）制作实体样板，严格按深化图纸施工，完成后组织建设、设计、监理、施工单位联合验收，验收合格后形成《吊顶施工标准》，明确各工序操作要点，如自攻螺钉间距（板边 20mm，板中 300mm）、螺钉沉入深度（石膏板表面下 1-2mm，

不破坏纸面），避免后续施工偏差。

施工过程控制措施：精细化管控确保平整。

基准线精准定位，监理单位对定位线进行 100%复核，例如：走廊中段 25m 处，发现主龙骨位置线偏差 8mm，要求施工单位重新放线，直至符合要求。施工单位每完成 10m 龙骨安装，立即进行挠度检测（采用激光测距仪），确保主龙骨挠度 $\leq 1.2\text{mm}$ ，监理单位按 30%比例抽检，发现 1 处主龙骨挠度 1.5mm（超标），要求增加 1 道附加吊杆，整改后复测达标。石膏板铺设与防裂工艺控制：铺设顺序按“从走廊一端向另一端推进”，石膏板长边（2400mm）沿走廊长度方向铺设，减少短边拼接数量；石膏板拼接采用“错缝拼接”，相邻排石膏板短边接缝错开 $\geq 300\text{mm}$ ，避免形成通缝导致的整体变形；石膏板与墙面交接处预留 5mm 伸缩缝（内嵌泡沫条+弹性密封胶），释放墙面与吊顶的变形应力，避免墙面挤压导致吊顶起拱。自攻螺钉安装间距严格按标准执行，板边 $20\text{mm}\pm 2\text{mm}$ ，板中 $300\text{mm}\pm 5\text{mm}$ ，每块石膏板边缘螺钉数量 ≥ 6 颗，中间 ≥ 4 颗；螺钉安装采用电动螺丝刀（带扭矩控制功能），扭矩设定为 3-4Nm，确保螺钉沉入石膏板表面 1-2mm，且不破坏纸面；螺钉排列整齐，同一排螺钉高低差 $\leq 0.5\text{mm}$ ，避免因螺钉受力不均导致的石膏板局部凹陷。石膏板铺设完成后，先清理板缝内灰尘，嵌入 5mm 宽玻璃纤维网格布（宽度 150mm，抗拉强度 $\geq 1000\text{N}/50\text{mm}$ ），再采用石膏板专用嵌缝膏分 3 次填充，板缝处理完成后，在整个吊顶表面满贴一层耐碱玻璃纤维网格布（重量 $\geq 160\text{g}/\text{m}^2$ ），再进行腻子施工，增强整体抗裂性。

设备安装与荷载分散控制：设备荷载集中区域采取加固措施，灯具（如 LED 平板灯，重量 2.5kg）、风口（尺寸 300×200mm）安装处，在龙骨体系中增设“L 型角钢支架”（型号 $\angle 40\times 40\times 4\text{mm}$ ），支架两端与主龙骨螺栓连接，设备固定在支架上，避免直接固定在石膏板上导致的局部变形；喷淋头、烟感探测器安装时，采用专用支架（高度 $\geq 100\text{mm}$ ），支架与次龙骨固定，确保设备与石膏板表面平齐（偏差 $\leq 1\text{mm}$ ），避免安装偏差导致的视觉不平整。设备安装顺序遵循“先龙骨、后设备、再石膏板”的顺序，设备管线（如灯具电源线、风口风管）提前与龙骨体系固定，避免石膏板铺设后再开凿孔洞（开凿易导致石膏板破损、边缘毛糙）；设备安装完成后，检查石膏板表面是否因安装受力出现凹陷，若有偏差立即调整支架高度，确保吊顶平整。

监理专项监督措施：全流程把控质量。

审核专项施工方案：重点审核方案中“龙骨体系设计、荷载验算、伸缩缝设置、

板缝处理工艺”等内容，例如：方案中初始主龙骨间距为 600mm，监理单位提出“长距离下挠度易超标”，要求调整为 400mm 并补充验算，确保方案可行。

严把材料进场验收关：对进场石膏板、龙骨、配件的质量证明文件（出厂合格证、检验报告）进行 100%审核，重点核查龙骨镀锌层厚度、石膏板含水率等指标；按规范要求见证取样，如龙骨屈服强度、石膏板断裂荷载检测，不合格材料严禁使用，例如：某批龙骨镀锌层厚度仅 $70\mu\text{m}$ （要求 $\geq 85\mu\text{m}$ ），监理单位要求退场更换。

关键工序旁站监理：旁站检查主龙骨间距（ $400\text{mm}\pm 5\text{mm}$ ）、吊杆垂直度（ $\leq 3\%$ ）、加强龙骨设置（每 12 米 1 道），采用激光测距仪复核龙骨平整度（2 米靠尺偏差 $\leq 2\text{mm}$ ），发现 1 处主龙骨间距 420mm（超标），要求调整至 400mm；旁站检查板缝拼接（错缝 $\geq 300\text{mm}$ ）、螺钉安装（间距、沉入深度），采用扭矩扳手抽检螺钉扭矩（3-4Nm），确保符合要求；旁站检查网格布铺设（宽度 150mm，贴合紧密）、嵌缝膏填充（分 3 次），避免漏贴、漏填导致的开裂风险。

验收阶段采取分阶段验收，龙骨安装完成后，验收龙骨间距、垂直度、挠度、吊杆固定等，合格后方可铺设石膏板；石膏板铺设完成后，验收表面平整度（2 米靠尺偏差 $\leq 2\text{mm}$ ）、板缝拼接（错缝 $\geq 300\text{mm}$ ）、螺钉排列（整齐、无破损）；整体吊顶完成后，采用激光扫平仪检测 101.4m 长走廊的整体平整度（最大偏差 $\leq 3\text{mm}$ ），同时检查伸缩缝密封（胶条饱满、无开裂）、设备安装（与吊顶平齐），邀请建设单位、设计单位共同验收，合格后签署验收记录。

审核施工单位提交的资料，包括材料检测报告、龙骨验算报告、施工记录（龙骨安装记录、石膏板铺设记录、板缝处理记录）、验收记录等，确保资料与工程实体一致，为后期维护提供依据。

病房楼 101.4m 长石膏板平顶施工完成后，经第三方检测机构检测：吊顶整体平整度最大偏差 2.8mm（规范限值 3mm），视觉平整性良好；经过 1 个供暖季（温差 18°C ）与 1 个制冷季（温差 15°C ）使用，未出现龙骨变形、石膏板开裂、板缝明显等问题；设备运行稳定，灯具、风口等与吊顶衔接紧密，无局部凹陷、起拱现象（见图 2.5）。

该长距离石膏板吊顶抗变形管控经验，通过“结构体系优化+材料精准管控+工艺细节把控”，有效解决了长距离吊顶易变形的行业难题，为同类医疗建筑走廊、大厅等长距离吊顶施工提供了可复制的技术路径，也进一步保障了项目整体装饰装修质量。

3 项目监理关键环节

监理工作作为项目质量、安全、进度管控的核心保障，需针对潍坊市妇女儿童健康中心项目“医疗功能复杂、技术要求高、施工难度大”的特点，在不同阶段精准应对挑战。



图 2.5 吊顶施工过程及效果

3.1 监理工作启动阶段：聚焦“方案合规性与资源匹配度”，解决“前期策划不足”挑战

3.1.1 核心挑战

项目涵盖高支模（贝雷架支撑体系）、超长结构（地下车库、走廊吊顶）、多专业管线（12 大系统）等复杂工程，前期可能存在“专项方案深度不足、施工资源与工程需求不匹配、各专业协同机制缺失”三大问题，易导致后期施工偏离规范或出现返工。

3.1.2 解决方案

专项方案“三重审核”，确保技术合规：针对高支模、超长结构防裂缝、管线综合等关键专项方案，建立“施工单位自审→监理技术组复审→专家联合评审”机制。例如，审核门诊楼大厅贝雷架高支模方案时，发现初始主龙骨间距 600mm 未考虑长距离挠度风险，要求调整为 400mm 并补充 MIDAS 力学验算，确保方案满

足《建筑施工高处作业安全技术规范》；审核地下车库超长底板方案时，要求除增加膨胀纤维抗裂防水剂掺量设计外增加二次振捣与三次收面工艺，避免裂缝风险。

施工资源“双向核查”，保障履约能力：核查施工单位管理人员资质（如项目经理、安全员、特种作业人员），确保人证合一（如架子工、焊工持证率 100%）；核查施工设备与材料储备（如贝雷架构件、防裂混凝土原材料），要求关键设备（激光投线仪、扭矩扳手）提供校验报告，关键材料（防潮石膏板、医用气体管）提供原厂质量证明，避免“无证人员上岗”和“不合格材料进场”问题。

组织各参建单位成立创优交流小组，定期进行创优做法交流培训（图 3.1）。建立“多专业协同台账”，提前化解冲突。牵头组织设计、施工、分包单位召开协同会议，梳理 12 大专业系统的接口需求（如医用气体管与强电管线的防干扰间距、吊顶龙骨与设备安装的荷载匹配），建立《专业协同管控台账》，明确各专业提交深化图纸的时间节点（如管线 BIM 模型需在施工前 30 天提交审核），避免后期因图纸冲突导致的工期延误。



图 3.1 创优交流培训会议

3.2 监理工作实施阶段：聚焦“过程精细化与风险预判”，解决“施工偏差与安全隐患”挑战

3.2.1 核心挑战

施工过程中可能存在“关键工序质量波动（如龙骨安装偏差、板缝处理不规范）、隐蔽工程验收缺失（如管线预埋、底板养护）、安全隐患动态滋生（如高支模吊

装违规、临时用电不规范)”问题，易导致质量缺陷或安全事故。

3.2.2 解决方案

关键工序“旁站+平行检验”，严控质量偏差。针对高支模安装、石膏板吊顶铺设、管线焊接等关键工序，实施 100%旁站监督，同步按 20%-30%比例进行平行检验。例如，旁站贝雷架高支模龙骨安装时，用激光三线仪复核预埋钢板位置，确保偏差 $\leq 3\text{mm}$ ；平行检验走廊吊顶石膏板螺钉安装时，用扭矩扳手抽检 50 颗螺钉，确保扭矩 3-4Nm、沉入深度 1-2mm，避免局部凹陷；旁站地下车库底板混凝土浇筑时，监督二次振捣（间隔 2 小时）与三次抹压工艺落实，确保密实度达标。采取对混凝土结构进行混凝土强度回弹检测、墙面平整度检测等平行检验手段进行质量检验（图 3.2）。

隐蔽工程“验收挂牌”，杜绝“事后补签”：对管线预埋、底板养护、防水层施工等隐蔽工程，建立“验收合格后方可隐蔽”制度，验收时采用“拍照留证+挂牌记录”（标牌标注验收时间、验收人员、验收结果），例如，验收地下车库底板预埋套管时，检查套管坐标偏差 $\leq 5\text{mm}$ 、防水环焊接质量，合格后挂牌“已验收，允许隐蔽”，避免“未验收先隐蔽”导致的后期渗漏风险；验收吊顶龙骨时，检查主龙骨挠度 $\leq 1.2\text{mm}$ ，合格后才可铺设石膏板。

风险“动态监测+分级响应”，提前化解隐患：针对高支模、深基坑等危大工程，建立风险监测机制（如高支模应力传感器、底板温度传感器），实时采集数据（如贝雷架应力超 185MPa 预警、底板内外温差超 25°C 预警）；针对临时用电、消防安全等常规隐患，实行“日巡查+周排查”，发现问题立即下达《监理通知单》（如某区域临时电缆拖地，要求 24 小时内整改并回复），重大隐患（如高支模吊杆倾斜）下达《工程暂停令》，整改合格后方可复工，确保项目全过程无安全事故。



图 3.2 平行检验

3.3 监理工作收尾阶段：聚焦“验收完整性与资料规范性”，解决“交付标准不达标”挑战

3.3.1 核心挑战

项目收尾阶段可能存在“分部分项验收不全面、工程资料与实体不符、运维数据缺失”问题，易导致“验收遗漏功能缺陷”“后期运维无依据”，影响项目整体交付质量（如医疗功能无法满足临床需求、管线运维无参数指引）。

3.3.2 解决方案

“分系统+分区域”验收，确保功能达标：按“专业系统（如消防、医用气体、洁净空调）+物理区域（如门诊楼、病房楼、地下车库）”划分验收单元，邀请第三方检测机构参与关键系统验收（如消防水压试验、医用气体纯度检测）。例如，验收 ICU 医用气体系统时，要求进行 24 小时气密性试验（压力 1.2MPa，压降 $\leq 0.05\text{MPa}$ ）；验收走廊 101.4m 石膏板吊顶时，用激光扫平仪检测整体平整度（最大偏差 $\leq 3\text{mm}$ ），确保视觉与功能双达标；验收地下车库时，检查超长底板裂缝宽度（ $\leq 0.2\text{mm}$ ）与防水渗漏情况，确保结构耐久性。

“资料与实体双向追溯”，规范档案管理：审核施工单位提交的工程资料（如材料检测报告、施工记录、验收记录），确保“资料与实体一一对应”（如石膏板含水率检测报告需对应进场批次、龙骨挠度记录需对应检测位置）；针对关键工程（如高支模、超长结构），整理《监理过程管控档案》，包含旁站记录、平行检验数据、隐患整改闭环资料，确保资料满足《建设工程文件归档规范》，为后期运维提供依据。

“运维数据移交”，助力后期管理：协调施工单位整理关键运维参数（如管线压力限值、设备维护周期、吊顶龙骨检修荷载），结合 BIM 模型建立《运维数据手册》，例如，标注走廊吊顶伸缩缝密封胶更换周期（5 年）、医用气体管年检要求，移交建设单位与运维团队，避免后期因“参数不明”导致的运维失误。

3.4 积极应对疫情影响，以“动态监督+线上管控”保障质

量安全

项目建设期间曾遭遇疫情局部反弹，面临“人员流动受限、材料运输受阻、施工节奏打乱、防疫安全风险”四重挑战，可能导致工期延误、质量管控断层、人员健康隐患。为平衡疫情防控与项目建设，施工单位与监理单位协同制定“防疫优先、分区管控、线上协同、动态调整”的应对方案，确保项目关键节点（如高支模施工、医疗专项管线安装）如期推进。

3.4.1 防疫监督：压实施工单位主体责任

审核施工单位《疫情防控专项方案》，重点核查“人员管控流程、物资储备清单（口罩、消毒液、核酸检测试剂）、应急处置预案”是否完善，要求储备量满足15天以上需求；每日开展防疫专项巡查，检查工人宿舍通风消毒情况、体温检测记录、核酸检测频次，对发现的问题（如宿舍人员超员、体温记录不全）下达《监理通知单》，要求24小时内整改，整改不到位的暂停对应区域施工。

材料与设备保障：破解供应链中断风险。协同施工单位提前梳理关键材料（如贝雷架构件医用气体管）的库存与需求，与3家以上本地供应商签订“应急供应协议”；对石膏板、龙骨等装饰材料，提前1个月储备2倍于当前施工需求的用量，存放于项目封闭仓库，避免断供。

防疫与施工协同监督：监督施工单位是否存在“重施工、轻防疫”情况，例如，检查高支模吊装作业时，同步核查作业人员是否佩戴口罩、班组间距是否符合要求，避免因人员聚集导致的防疫风险；检查材料进场时，核查运输车辆消毒记录、司机健康证明，确保供应链防疫无漏洞。

3.4.2 质量管控：以“线上复核+线下抽检”避免管控断层

关键工序线上预审核+线下旁站：针对疫情期间无法频繁线下会审的情况，监理单位提前通过线上平台审核施工单位提交的“关键工序施工方案”（如石膏板吊顶排版），标注审核意见；线下旁站时，减少旁站人员数量（每工序仅1名监理人员），全程佩戴N95口罩、保持安全距离，重点监督“工艺落实情况”。

平行检验与远程复核结合：对材料进场验收，监理单位采取“线下抽样+线上追溯”模式，例如，石膏板进场时，现场抽检含水率（使用便携式含水率仪），同时要求供应商在线上传原厂检测报告，核对参数一致性；对吊顶龙骨间距、管线坡度等关键指标，按30%比例线下抽检（使用激光测距仪），剩余70%通过施工

单位上传的“定位放线照片+尺寸标注”在线复核，发现偏差（如龙骨间距超 400mm）立即要求整改并复核。

3.4.3 以“节点跟踪+动态调整”减少工期延误

关键节点清单化管理：梳理疫情期间需保障的关键节点（如医用气体管压力试验、消防验收），制定“节点保障清单”，明确每个节点的“责任人、时间节点、资源需求”。

进度偏差预警与调整：每日对比“计划进度与实际进度”，通过线上平台生成进度偏差报告，若某工序（如管线安装）因人员不足延误超 3 天，立即协调施工单位调整班组（从非关键工序抽调人员，实行“两班倒”），或优化工序顺序（如先完成 ICU 区域管线，再推进普通病房区域）；对确需延误的节点，协助施工单位制定“后期赶工方案”，确保总工期不超调整后计划。

3.4.4 应急响应：快速处置突发情况

疫情突发应急联动：若项目出现人员核酸阳性或密接情况，立即启动“监理应急响应流程”，协助施工单位封锁涉事区域、转移隔离人员，监督项目全面消杀（重点对宿舍、食堂、施工区域进行终末消毒）；同步向建设单位、当地住建部门、防疫部门报告，协调核酸检测机构对项目全员进行“三天三检”，待风险排除后，监督施工单位逐步恢复施工（先恢复独立作业单元，再恢复跨区域工序）。

3.4.5 疫情期间措施实施成效：保障项目关键目标达成

项目在疫情期间实现“零感染、零事故、关键节点不延误”：防疫安全达标：全程未发生人员感染事件，防疫措施获当地住建部门通报表扬，成为潍坊地区“疫情期间建设项目防疫示范案例”；质量管控有效：高支模挠度、管线间距等关键指标合格率仍保持 100%，未因疫情出现质量缺陷；进度基本可控：仅非关键工序（如部分装饰面层施工）延误 15 天，通过后期优化工序、增加作业班次，项目仍按疫情调整后的目标完成主体结构验收、医疗专项系统调试，确保如期交付使用。

3.5 监理工作整体成效：实现“质量、安全、进度”三维达标

通过三阶段的精准管控，监理工作有效解决了项目各环节的核心挑战，最终

实现三大目标：一是质量达标，项目荣获“中国建设工程鲁班奖”“全国安全生产标准化工地”，关键指标（如吊顶平整度、底板裂缝宽度、管线间距）合格率 100%；二是安全零事故，全过程未发生质量安全事故，危大工程管控符合规范；三是进度可控，通过前期协同与过程纠偏，项目按期交付，满足医疗功能使用需求，为同类医疗建筑监理工作提供了“前期重策划、过程重管控、收尾重交付”的可复制模式。

通过“闭环管理”降低防疫风险，通过“线上协同”打破沟通壁垒，通过“资源统筹”破解供应链难题，通过“动态监督”保障质量安全，为同类重大民生工程在疫情等突发公共事件下的建设管理提供了可借鉴的实践经验。

4 项目监理成效及启示

潍坊市妇女儿童健康中心项目监理团队围绕“质量、安全、进度、投资”四大核心目标，通过全流程精细化管控与技术创新，不仅保障项目荣获“中国建设工程鲁班奖”“全国建设工程项目施工安全生产标准化工地”等荣誉，更形成可复制的监理经验。

4.1 项目监理成效

4.1.1 投资管控成效：精准降本，节省投资

优化材料与工艺降本：针对门诊楼大厅贝雷架高支模原方案“全外购构件”的问题，监理团队提出“部分构件本地化加工+旧构件翻新复用”建议，通过对比本地加工厂报价（较原厂低 15%）与旧构件检测复用（节省新购成本 60%），单此一项节省投资 480 万元。

减少返工与浪费降本：通过前期 BIM 管线综合审核，提前排查出 128 处管线碰撞点，避免后期开凿整改（每处整改成本约 5000 元），直接减少返工费用 64 万元；针对走廊石膏板吊顶原排版“边角料浪费率 15%”的问题，监理建议优化排版方案（采用“通长板+错缝拼接”），将浪费率降至 5%以下，节省石膏板采购费用 86 万元。

4.1.2 方案优化成效：破解技术难题，提升工程质量与效率

关键工程方案优化：针对门诊楼大厅 21.9m 高支模原方案“立杆间距 600mm，

挠度超规范”问题，项目监理部联合技术专家提出“缩小立杆间距至 400mm+增设加强龙骨”优化方案，经 MIDAS 验算，挠度从 1.8mm 降至 1.2mm（规范限值 1.6mm），确保结构安全；针对地下车库超长结构原“每 30m 设伸缩缝”方案，监理建议采用“跳仓法+膨胀纤维抗裂防水剂”替代，减少伸缩缝数量 80%，降低渗漏风险的同时缩短工期 25 天。

医疗专项方案优化：针对 ICU 医用气体管线原“沿墙面明敷”方案，监理提出“吊顶内隐蔽敷设+与强电管线间距 $\geq 300\text{mm}$ ”优化建议，避免电磁干扰的同时提升空间美观度；针对手术室洁净空调原“单风机系统”方案，监理建议改为“双风机冗余系统”，确保手术期间风机故障时不中断洁净供应，符合医疗功能安全要求。

施工工艺方案优化：针对石膏板吊顶原“单次抹压”易开裂问题，监理推动采用“三次抹压+满贴网格布”工艺，裂缝发生率从 30%降至 5%以下；针对混凝土浇筑原“单次振捣”密实度不足问题，监理建议增加“二次振捣（初凝前 30 分钟）”，混凝土密实度提升 15%，满足医疗建筑耐久性要求。

4.1.3 风险规避成效：全周期防控，实现“零事故、零缺陷”

安全风险全规避：通过危大工程专项监理（高支模、深基坑），提前识别出“贝雷架吊装角度不当”“基坑边坡位移突变”等安全隐患，下达《监理通知单》要求限期整改，整改完成后复验合格继续后续施工，项目全过程未发生安全事故；针对疫情期间“人员聚集感染”风险，监理监督落实“闭环管理+错峰施工”，实现项目全员“零感染”。

质量风险全规避：通过材料进场验收（如拒收含水率超标的石膏板、镀锌层厚度不足的龙骨），杜绝不合格材料使用；通过隐蔽工程验收（如管线预埋位置偏差、底板养护不到位），整改质量问题 46 项，避免后期渗漏、结构开裂等缺陷；项目竣工后，第三方检测显示关键指标（如吊顶平整度、底板裂缝宽度、管线压力试验）合格率 100%，无质量缺陷。

进度风险全规避：通过关键节点管控（如超长底板浇筑、医用气体系统调试），监督施工单位制定“节点保障清单”，针对疫情导致的“材料运输受阻”问题，监理协调办理“应急运输通行证”，确保关键材料按时进场，项目仅非关键工序延误 15 天，通过后期赶工实现按期交付。

4.1.4 合理化建议成效：赋能项目增值，提升运维便捷性

运维优化建议：针对管线运维难题，监理建议基于 BIM 模型建立“管线运维

数据库”，标注各管线位置、规格、维护周期（如医用气体管每 5 年检测一次），为后期运维提供精准指引，降低运维成本 30%；针对吊顶检修难题，监理建议在走廊每 10m 设置 1 个检修口（原设计无），方便后期灯具、管线检修，避免大面积拆除吊顶。

4.2 启示

4.2.1 以“数字化+专业化”为核心，破解医疗项目技术难题

BIM 技术深度应用启示：医疗项目管线复杂（多专业交叉），监理应在前期推动建立“全专业 BIM 模型”，开展碰撞检测（至少 3 轮），并要求施工单位基于模型进行工厂预制（如医疗管线预制率 $\geq 80\%$ ），减少现场作业量与返工；建议监理配备 BIM 专业人员，具备模型审核、碰撞分析能力，而非仅依赖设计单位，例如本项目通过监理 BIM 审核，提前优化 12 处管线碰撞，节省大量整改成本。

医疗专项监理启示：医疗项目有特殊功能要求（如洁净手术部、ICU），监理应组建“医疗专项监理小组”（配备熟悉医用气体、洁净空调的专业人员），审核专项方案时需对照《医用气体工程技术规范》《医院洁净手术部建筑技术规范》等专用标准，而非仅参考通用规范；例如本项目监理审核 ICU 洁净空调方案时，重点核查“风量偏差 $\leq 10\%$ ”“温度波动 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ”等医疗指标，确保符合临床使用要求。

4.2.2 以“清单化+闭环化”为核心，提升监管管控效率

清单化管控启示：针对监理工作“内容杂、易遗漏”问题，建议制定“监管管控清单”（分阶段、分专业），如施工准备阶段“方案审核清单”（含高支模、管线综合等专项方案）、施工阶段“旁站清单”（含关键工序、隐蔽工程）、验收阶段“检测清单”（含材料检测、系统试验）。本项目通过“关键节点保障清单”，明确每个节点的责任人、时间节点、资源需求，确保管控无遗漏。

闭环化管控启示：针对“问题整改不到位”问题，监理应建立“问题整改闭环机制”（发现问题→下达通知单→跟踪整改→复检验收→归档记录），对逾期未整改的，采取“暂停工程款支付”“约谈施工单位负责人”等措施。本项目通过该机制，整改质量安全问题 89 项，整改完成率 100%，无遗留问题。

4.2.3 以“多方联动+应急响应”为核心，应对项目突发情况

多方联动启示：医疗项目参与方多（建设、设计、施工、分包、医疗使用单

位），监理由牵头建立“多方协同会议机制”（如每日防疫进度会、每周技术协调会），针对医疗功能需求（如手术室布局、医用气体接口位置），邀请医疗使用单位提前介入，避免后期功能调整。本项目通过协同会议，优化 ICU 床位布局、调整医用气体接口数量，满足医疗使用需求。

应急响应启示：针对疫情、材料短缺等突发情况，监理单位应督促制定并审查“应急响应预案”（含人员、材料、技术应急），如疫情期间“人员隔离预案”（项目内设临时隔离区）、材料短缺“应急供应预案”（与 3 家以上本地供应商签订协议）。本项目疫情期间，监理依据预案协调办理“应急运输通行证”、调配本地材料，确保项目不中断施工，该预案可直接复制到同类项目。

（主要编写人员：王斌 翟洪吉 刘忻 兰传波 张鹏）

星空隧道点亮泉城南大门

——顺河快速路南延工程监理实践

济南城建监理有限责任公司

济南市顺河快速路南延（英雄山立交至南绕城高速）建设工程作为泉城快速路网中轴的“最后一段”，项目建成后将实现南、北绕城高速牵手继二环西路、二环东路快速路之后再添一条贯通南北的交通大动脉。

1 项目概况

1.1 项目实施地点及组成

全长约 5.1 公里，位于济南市市中区，北起英雄山立交，南接南绕城高速，是济南市“两横三纵”快速路网中轴线上最关键的一段，建成后将实现闭环成网。本监理标段范围北起北三路路口以北 75m（K2+700），南至南段明挖段终点（K3+570），全长共计 870m，包括地下道路工程、地面道路工程、雨水工程、污水工程、热力工程、给水工程、路灯交通工程等。地下道路包括：暗挖段 425m，明挖段 445m，共计 870m。



图 1.1 顺河快速路实景图

1.2 项目投资规模及里程碑

济南市顺河快速路南延工程于 2018 年 11 月 12 日开工建设,2020 年 10 月 30 日通过竣工验收,本监理标段投资约 6 亿元,项目建设关键节点如表 1.1 所示:

表 1.1 顺河快速路南延里程碑事件

日期	里程碑事件
2018 年 11 月 12 日	项目开工
2019 年 4 月 20 日	隧道开始施工
2019 年 11 月 19 日	南口至 4 号斜井段全面贯通
2020 年 3 月 20 日	南口至 4 号斜井段二衬全部完成
2020 年 5 月 16 日	二衬主体完成
2020 年 8 月 31 日	顺利通车
2020 年 10 月 30 日	竣工验收



图 1.2 顺利通车

为了让市民先睹为快,通车前夕,这条最美隧道开放供市民参观体验,引来了众多市民打卡拍照留念,这也是济南市政道路工程第一次在通车前向市民开放;顺河高架南延至绕城高速通车后将完善城市快速路网,成为贯通南北的快速新走廊,将成为牵起二环南快速路、北园高架和北绕城高速的南北贯通快速路,从济南南北绕城高速到济南南绕城高速 30 分钟就可以到达,不仅有效疏导和缓解市区交

通压力，更对社会效益、经济效益和南部山区的发展产生了巨大的带动作用。



图 1.3 市民打卡拍照

1.3 项目建设单位及主要参建单位

建设单位：济南市城市道路桥梁管理处

项目管理单位：山东易方达建设项目管理有限公司

质量监督单位：济南市市政工程质量监督站

设计单位：济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司

地勘单位：济南市勘察测绘研究院

监理单位：济南城建监理有限责任公司

施工单位：济南城建集团有限公司

1.4 项目获奖情况

本工程于 2019 年度获得山东省建筑施工安全文明标准化工地、山东省建筑工程“优质结构”工程，2021 年度获得山东省建筑工程质量泰山杯工程，获评第十二届第一批中国土木工程詹天佑奖。

2 项目监理组织及重难点

2.1 工程监理单位：济南城建监理有限责任公司

济南城建监理有限责任公司成立于 1998 年，为济南市市政工程设计研究院（集团）有限公司全资子公司，也是山东省成立较早的监理公司之一。公司拥有多项完备的监理甲级资质，可独立承担房建、市政、公路、水利、园林等多专业监理及全过程工程技术咨询服务。公司通过了质量管理体系、环境管理体系、职业健康管理体系认证，并连续多年被评为省、市先进监理企业、高新技术企业。

2.2 项目监理机构

济南市顺河快速路南延（英雄山立交—南绕城高速）建设工程具有较强专业性特点，监理项目组织机构采用直线职能复合式的管理模式，可以最大限度地实现命令统一、资源共享的目的，实现本工程多专业的优化管理。派到本项目的监理人员由总监理工程师、专业监理工程师（隧道、道路）、测量监理工程师、合同计量工程师、国家注册造价工程师、检测监理工程师、安全监理工程师、监理员和资料员组成（见图 2.1）。

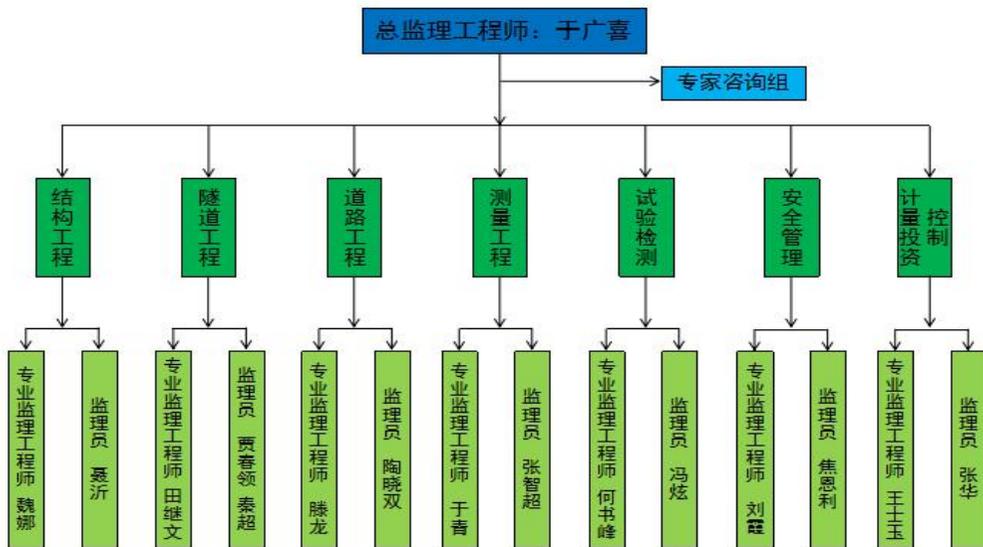


图 2.1 本项目工程监理机构框图

2.3 项目监理工作重难点

2.3.1 地下工程复杂，危大工程管控难度大

本项目危大工程较多，其中包括隧道暗挖、斜井暗挖、明挖结构模板支撑、

明挖深基坑开挖等，施工范围大，安全监理难度大，同时要保证施工质量。

2.3.2 工作面广、工序繁多，质量控制要求高

地下施工环境差，隐蔽工程多、工作面广、工序复杂、全天候进行施工作业，现场监理人员需及时对各工序进行巡视检查及验收，并严格控制各工序施工质量符合要求。

2.3.3 环境敏感，绿色文明施工要求高

工程靠近居民区，道路车流量大，在扬尘治理、噪音控制以及交通安全等方面都有很大的难度，需要采取特殊措施确保文明施工。

3 项目监理关键环节

3.1 启动阶段：科学组织，精准部署

2018年11月公司组建了以于广喜同志为总监的项目监理部。对顺河快速路南延监理三标段所有建设内容进行全过程监理。本监理标段工程规模大、技术复杂，涉及隧道、道路等多专业交叉施工（本标段包括明挖地道和暗挖隧道。隧道施工由洞身起点至终点，借助竖井扩展，在保证安全距离的前提下，最多6个掌子面同时施工作业），监理覆盖面要求高、工期紧张，且周边环境复杂，临近居民区，文明施工要求高。

为满足现场监理工作管理强度，我单位采取了以下措施：

3.1.1 组建专业化监理团队

选派具有丰富隧道工程经验的国家注册监理工程师于广喜担任总监理工程师，配备包括隧道、道路、结构、测量、安全等各专业监理工程师28人，实行24小时两班轮岗制，确保监理工作全覆盖。所有监理人员均经过专项培训并考核合格。

3.1.2 建立矩阵式管理体系

设立6个专业监理小组，每组配备3-5名专业监理工程师：暗挖隧道支护结构质量小组（3人）暗挖隧道主体结构质量小组（3人）暗挖隧道附属设施质量小组（2人）明挖支护结构质量小组（2人）明挖主体结构质量小组（2人）市政道路质量小组（2人）另设专职安全监理小组（2人）负责全线安全巡查。

3.1.3 制定标准化工作流程

编制《监理规划》《监理实施细则》《安全生产监理实施细则》《隧道暗挖危大工程监理细则》等 18 项监理工作文件，明确各岗位职责和工作标准，制定监理工作流程图，建立监理交底制度，确保所有监理人员掌握工作要求。

3.1.4 开展前期技术准备

组织监理人员熟悉施工图纸、技术规范，开展专项技术培训 10 余次，包括：浅埋暗挖施工技术要点、深基坑支护要点、危大工程监理控制要点、技术规范等。

3.2 实施阶段：精细管控，全面监督

3.2.1 暗挖隧道跨径大、埋深浅的技术难点攻克

主要挑战：隧道跨径大、埋深浅，施工风险高。

监理措施：

（1）方案优化：督促施工方组织专家论证，邀请全国知名专家主导论证，优化施工方案，重点对开挖工法、支护参数进行多方案比选，基于数值模拟分析确定最优方案，确保方案的技术可行性与安全可靠性。

（2）超前地质预报：采用地质雷达、钻孔探测等技术手段，地质雷达探测频率为每 5m 一个断面，钻孔探测间距不大于 10m，形成三维地质模型，实时更新地质信息，为施工决策提供数据支撑。

（3）加密监控量测：设置监测点 256 个，涵盖隧道沉降、收敛、围岩位移等关键指标，每日监测频次不少于 2 次，采用高精度全站仪（测角中误差 $\pm 2''$ ，测距中误差 $\pm (2+2\text{ppm}\times D)$ mm）和电子水准仪（每公里往返测高差中误差 $\pm 0.3\text{mm}$ ）进行数据采集，建立监测数据实时传输与分析平台。

（4）超前支护与注浆加固：严格控制注浆压力（设计值 1.5-2.0mPa）和注浆量（按每延米不低于设计值 1.2 倍控制），采用双液注浆工艺，注浆结束后进行钻孔取芯检测，芯样胶结率不低于 85%为合格。

（5）预警机制：基于统计学原理设定三级预警值，一级预警（预警值=0.6×允许值）、二级预警（预警值=0.8×允许值）、三级预警（预警值=0.9×允许值），当监测数据达到一级预警时启动预警通知，二级预警时暂停施工并加密监测频次至每 4 小时 1 次，三级预警时立即停工并启动应急处置方案。

3.2.2 地质杂、围岩差、透水强的施工条件应对

主要挑战：项目全线处于山前冲击区域，节理裂隙发育，地处碎石层，透水性强；拱顶大部分位于土夹石、碎石层内，粘结性、自稳性差。

监理措施：

(1) 监测方案审查：严格审查施工监测方案，重点核查监测指标、监测频率、监测精度是否满足规范要求，基于地质条件复杂性，要求施工方增加围岩孔隙水压力监测指标，监测频次为每日1次，遇降雨天气加密至每2小时1次。

(2) 施工过程控制：严控初期支护施工质量，喷射混凝土强度等级不低于C25，厚度偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 范围内，锚杆抗拔力不低于设计值100 kN，每30根锚杆随机抽取1根进行抗拔试验。

(3) 数据复核：每日对监测变形量进行复核，采用格拉布斯准则剔除异常数据，计算变形速率与累计变形量，当变形速率大于 0.5 mm/d 或累计变形量达到允许值的80%时，及时预警并督促施工方采取加强措施。

3.2.3 地面道路不封闭、动荷载多的安全风险防范

主要挑战：项目施工期间地面交通不封闭，隧道正上方交通流量大、重车多、动载负荷多，对施工安全影响大。

监理措施：

(1) 方案审查：严格审查交通组织方案和技术加固方案，交通组织方案需经交通管理部门审批，技术加固方案采用有限元软件进行受力分析，确保地面道路承载能力满足动荷载要求。

(2) 技术措施：

①地表注浆：采用袖阀管注浆工艺，注浆孔间距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，注浆深度至隧道拱顶以上3m，形成加固层，加固后地基承载力不低于180kPa。

②重型车辆改道：设置交通引导标识，禁止55吨以上重型车辆通行施工区域上方道路，在道路两端设置称重检测设备，实时监控车辆载重。

③夜间警示与交通疏导：设置太阳能警示灯（间距5m）、反光标识（间距10m），配备4名专职交通疏导员24小时值班，夜间22:00至次日6:00期间加密疏导频次至每30分钟1次。

(3) 动荷载监测：在隧道正上方道路设置3个动荷载监测点，采用动态称重传感器和加速度传感器，实时监测车辆荷载大小与频率，当动荷载产生的附加应

力超过设计值的 1.1 倍时，及时调整交通管制措施。

3.2.4 明挖隧道基坑支护、开挖难度大的挑战应对

主要挑战：基坑开挖最大深度 16.5m，平均宽度 40m，基坑两侧管线多，现状电缆沟距基坑边缘 1m，且施工期间道路两侧保持通行，车流量较大，对基坑支护质量要求高，基坑顶位移量要求控制在 10 mm 以内。

监理措施：

(1) 危大工程管理：严格执行危大工程管理规定，专项施工方案经专家论证通过后实施，施工过程中由专职安全监理工程师全程旁站监督。

(2) 支护结构施工：监督施工单位按照专家论证通过的方案，采用混凝土灌注桩（直径 800mm，间距 1.2m）加内支撑（第一道为钢筋混凝土支撑，其余为钢支撑）围护结构，混凝土灌注桩垂直度偏差不大于 1%，桩位偏差不大于 50mm，钢支撑安装轴力偏差控制在 $\pm 5\%$ 以内。

(3) 位移监测与数据复核：每天采用高精度电子水准仪和全站仪复核测量基坑周边位移数据，监测点间距 5m，测量数据采用最小二乘法进行平差处理，计算不确定度（扩展不确定度 $k=2$ ， $U \leq 0.5\text{mm}$ ），确保测量结果的准确性，基坑顶位移量严格控制在 10mm 以内，当位移量达到 8mm 时启动预警，采取增加内支撑预加轴力等加强措施。

(4) 分级验收：执行危大工程分级验收制度，分阶段对基坑支护施工进行验收，包括灌注桩施工验收、内支撑安装验收、基坑开挖验收等，验收合格后方可进入下一工序施工，验收过程中重点核查支护结构强度、位移数据等关键指标。

3.2.5 四控目标精细管理

监理部严格遵守以工程“四控”目标为方向，以“两管、协调”为手段的原则，具体措施如下：

(1) 质量控制

施工质量是建设的核心，质量控制是监理工作中的重要一环。监理部通过以下措施确保工程质量：

①组织体系建设：建立质量控制组织体系，严格按照施工及验收规范、质量验收及评定标准等管控质量，明确各专业监理工程师质量职责，形成“总监理工程师 - 专业监理工程师 - 监理员”三级质量管控体系。

②抽样检验方案：基于《GB/T 2828.1-2012》确定抽样检验方案（AQL/(n,c)），

针对不同材料和工序制定差异化方案：

钢筋原材：AQL=2.5，抽样方案（n=5，c=1），即每批钢筋随机抽取 5 根进行力学性能试验，允许 1 根不合格，若不合格则加倍抽样，若仍有不合格则判定该批不合格。

混凝土试块：AQL=1.5，抽样方案（n=3，c=0），即每浇筑 100m³混凝土制作 3 组试块，全部合格方可判定该批次混凝土合格。

③隐蔽工程：采用 100% 全数检查方案，重点核查钢筋间距、保护层厚度、节点构造等关键指标，钢筋间距偏差控制在±10mm，保护层厚度偏差控制在±5mm。

④验收管理：严格按照图纸设计和规范要求对分部分项工程、检验批及隐蔽工程进行验收，验收不合格的坚决要求整改，整改完成后重新验收，直至合格。

⑤原材料质量控制：对进场的原材料严把质量关，实行“双验收”制度（外观验收 + 复试验收），所有原材料进场后需提供质量证明文件，监理人员见证取样送检，复试合格后方可使用，原材料见证取样率 100%。

⑥旁站监理：在大体积混凝土浇筑、预应力张拉、注浆作业等关键工序实行全程旁站监理，从材料配合比、标准计量、混凝土运输、振捣、养护等过程责任到人，旁站监理人员填写旁站记录，详细记录施工参数和过程情况

⑦关键质量控制点管理：

明确隧道施工关键质量控制点：开挖质量控制、超前支护质量控制、注浆质量控制、衬砌质量控制、防水质量控制。例如超前支护质量控制：对进场的管棚、导管严格落实取样制度，监理人员见证取样送检，复试合格后使用；通过巡视检查方式，对导管的定位（偏差≤50mm）、下料长度（偏差≤100mm）、钻孔角度（偏差≤1°）、搭接长度（不小于 300mm）等一一进行检验核实；对管棚和超前小导管等注浆作业段，落实旁站监理，保证注浆压力（设计值±0.1mPa），注浆量达到设计值后持续注浆 30 分钟方可停止。

（2）安全控制

安全生产是工程建设的生命线，监理部采取以下措施确保安全生产：

①制度建设：督促施工单位建立和完善安全生产管理工作体系、安全生产责任制度、管理制度、教育制度及相关规章和操作规程，签订安全生产责任书，明确各级人员安全职责。

②法律法规执行：要求施工单位严格执行《安全生产法》《建筑工程安全生产管理条例》等法律法规，定期开展安全生产教育培训，培训覆盖率 100%，考

核合格后方可上岗。

③专项方案审核：审核承建单位的安全专项方案，重点核查方案的针对性、可行性和安全性，对危大工程专项方案组织专家论证，确保方案全面、具体，针对性强。

④全方位安全检查：

日常跟踪监理：安全监理员每日对各工序安全情况进行跟踪监督，重点检查施工机械安全状态、安全防护设施设置、作业人员安全防护用品佩戴等情况，将检查情况记录在《监理安全日志》。

月度安全大检查：每月由总监理工程师组织各专业监理人员和施工单

位主要负责人进行一次安全大检查，采用“望、闻、问、切”四步法，涵盖安全管理、现场防护、机械设备、用电安全等 10 个方面，建立检查台账，对查出的事故隐患实行登记、复查、销项制度。

专项安全检查：针对节假日、恶劣天气等特殊时段，开展专项安全检查，重点排查高处坠落、坍塌、触电等风险隐患。

安全报告：每月向建设单位报告安全生产情况，包括安全检查结果、隐患整改情况、安全事故统计等内容。

(3) 进度控制

进度控制是监理工程师三大控制的重要工作内容之一，监理部进度控制遵循“合理的计划，充分的保证，认真的落实，及时的调整”原则，具体措施包括：

①前期准备：协助业主办理工前开工前期各种手续，组织图纸会审、技术交底，确保施工条件满足开工要求。

②计划编制：根据施工总工期进行进度目标分析，采用网络计划技术编制单项工程进度计划及各单位工程分部详尽的进度计划，明确关键线路和非关键线路，确定各工序的逻辑关系和持续时间。

③进度分解：对分部工程进度进行分解，细化到分项工程，实现总进度控制自下而上由单位工程开始，按周、月、季分解进度目标，形成三级进度控制体系。

④计划审查：根据合同提出控制性进度，审查施工单位编制的实施计划，重点核查计划的合理性、可行性和资源配置是否满足要求，对不符合总进度目标的计划要求施工单位调整。

⑤进度跟踪与协调：每周召开监理例会，检查工程实际完成情况和下阶段的进度安排，采用赢得值法进行进度偏差分析，计算进度绩效指数（SPI）和成本绩

效指数（CPI），当 $SPI < 0.95$ 时，分析偏差原因并制定纠偏措施。

⑥方案与措施审查：认真审查承包单位提交的施工组织设计、技术措施和作业计划，检查核实方案、措施的准备情况，确保施工方案的先进性和可行性。

⑦供图协调：协助业主与设计单位安排好供图计划，使之签订“供图协议”，明确图纸交付时间和节点，避免因图纸滞后影响施工进度。

⑧进度记录与报告：监理人员做好施工现场进度记录，每月定期编写《监理月报》，详细记录工程进度情况、进度偏差及纠偏措施等内容。

⑨奖惩制度：建立奖惩制度，对按期或提前完成进度目标的施工班组给予奖励，对未完成进度目标且无正当理由的给予处罚，加快工程进度控制。

（4）投资控制

监理部通过以下措施控制工程投资：

①组织与制度建设：建立健全监理组织，完善职责分工及有关制度，落实投资控制的责任，明确合同计量工程师为投资控制第一责任人。

②计量支付控制：由驻现场监理工程师通过工程计量支付来控制合同价款，严格执行计量审核程序，承包单位提交已完工程计量报审表，监理工程师在规定时间内（7个工作日）予以计量，采用实测实量法进行工程量核实，计量误差控制在 $\pm 3\%$ 以内。

③工程变更与签证管理：严格控制工程变更和签证，根据施工合同文件精神，审核承包单位申报的工程量，变更签证需履行“申报 - 审核 - 批准”三级审批程序，变更方案需进行技术经济分析，采用成本效益分析法确定变更的必要性，累计变更金额超过合同总价 10% 时需报建设单位上级主管部门审批。

④投资动态分析：进行投资计划值与实际完成投资额的比较，每月编制投资控制报表，采用 S 曲线法进行投资偏差分析，当投资偏差超过 5% 时，分析偏差原因并提出控制措施。

⑤技术经济分析：对计划、施工、工艺、材料及设备作必要的技术经济分析论证，挖掘节约潜力，例如在材料选择上采用性价比分析法，在工艺优化上采用价值工程原理，累计提出合理化建议 12 项，节约投资约 800 万元。

⑥索赔处理：坚持公平、公正、合理、合法、实事求是的原则，做好各类索赔处理工作，建立索赔台账，及时收集索赔证据，按照合同约定的索赔程序进行处理，避免不合理索赔。

⑦工程款支付审查：严格落实工程款支付程序，按照合同相关付款条款对承

建单位提交的《工程款支付申请》进行严格审查，审查内容包括工程量是否属实、工程质量是否合格、付款金额是否准确等，确保工程款支付合规、合理。

（5）合同及信息管理

监理部通过以下方式对项目进行合同及信息管理：

①合同管理：

合同分析：认真分析合同各项内容条款，包括合同价款、工期、质量要求、双方权利义务、违约责任等，形成合同分析报告，明确合同风险点。

合同跟踪：对合同执行情况进行及时分析和跟踪管理，建立合同执行台账，记录合同履行情况、变更情况、索赔情况等。合同偏差处理：合同执行有偏差的，及时向建设单位报告，并向承建单位提出整改意见，确保合同目标的实现。

②信息管理：

信息化平台建设：建立 OA 网络信息管理平台，实现监理记录、计量

信息化平台建设：建立 OA 网络信息管理平台，实现监理记录、计量支付、工程变更、会议纪要等各类信息文本档案的电子化管理，平台具备数据录入、查询、统计、分析等功能，确保信息传递准确、高效、可追溯。

监理日志制度：建立工程监理日志制度，每日详细记录监理情况、施工人员动态、材料和机械设备使用情况、工程质量安全情况等，监理日志需经专业监理工程师审核、总监理工程师签字确认。

监理报表：定期提供各类监理报表，如监理月报、监理周报、各类审批表、会议纪要等，报表数据真实、准确、完整，为建设单位决策提供可靠数据支持。

（6）组织协调

监理部通过以下方式对项目进行组织协调管理：

①周例会制度：每周定期组织召开工作例会，各单位汇报上一周项目实施情况和下一周工作计划，会议形成会议纪要，明确会议议定事项和责任单位，跟踪落实情况。

②专题会议：针对工程中遇到的工期、质量、安全或扬尘等重点难点问题，组织召开专题例会，邀请相关专家和参建单位代表参加，共同研究解决问题的方案，形成专题会议纪要，指导后续工作。

③协调会：对于某项工作各方处理意见不一致时，组织召开协调会，公平公正地做出科学客观的协调，基于合同约定和相关规范，提出协调意见，确保工程顺利推进。

3.3 收尾阶段：精细验收，完美交付

在收尾阶段面临着多专业交叉施工、验收工作量大且复杂、竣工资料整理任务繁重，要求高缺陷责任期管理跨度长，需建立长效机制结算审核工作复杂，争议问题多项目总结和经验提炼要求高。

3.3.1 竣工验收管理

制定详细的验收计划，成立专业验收小组，采用“清单式”验收方法，编制验收清单，明确验收项目、验收标准、验收方法和责任人员。组织 2 次预验收，第一次预验收重点核查工程实体质量和资料完整性，第二次预验收针对第一次预验收发现的问题整改情况进行复核，发现问题立即整改，建立验收问题台账，实行销号管理，整改完成一项销号一项。协助建设单位完成竣工验收备案手续，组织参建单位召开竣工验收总结会，总结工程建设经验和教训。

3.3.2 资料档案管理

成立资料专项小组，配备 2 名专职资料员，按照《DB37/T 5118-2018 市政工程资料管理标准》要求整理资料，资料整理实行“三审制”（资料员自审、专业监理工程师审核、总监理工程师审定）。建立电子档案系统，实现资料数字化管理，完成监理资料整理 1286 卷，施工资料 2345 卷，指导施工单位完成竣工图编制和归档，竣工图编制精度符合相关规范要求，加盖竣工图章并签字确认。建立资料检索系统，采用关键词检索和分类检索相结合的方式，方便后期查阅。

3.3.3 结算审核管理

成立结算审核小组，由造价工程师负责现场核实工程完成情况，采用实测实量与图纸比对相结合的方式，确保计量准确。处理工程变更 186 项，审核支付申请 68 份，对变更签证的合理性、合规性进行严格审查，采用成本分析法和市场价格调研法确定变更费用。组织争议问题协调会 12 次，邀请建设单位、施工单位、设计单位等相关方参加，基于合同约定和相关定额标准，公平公正地解决争议问题，完成结算报告编制和审核，结算审核误差控制在 $\pm 2\%$ 以内。

3.3.4 缺陷责任期管理

制定详细的缺陷责任期巡检计划，缺陷责任期内每月组织 1 次全面检查，重

点检查工程实体质量是否存在缺陷、使用功能是否正常。建立快速响应机制，接到缺陷通知后 2 小时内到场，核实缺陷情况并制定维修方案，跟踪维修过程，验收维修结果。建立检查台账和维修档案，详细记录缺陷位置、类型、原因、维修措施、维修结果等信息。期满前 3 个月组织最终检查，确保所有问题整改完毕，出具缺陷责任期终止证书。

3.3.5 项目总结与知识管理

组织编写《监理工作总结报告》，全面总结项目监理工作的经验和教训。编制《工程技术管理汇编》，提炼创新做法 12 项，形成标准化工作流程，包括浅埋暗挖隧道监理工作流程、深基坑支护监理工作流程等。建立项目数据库，收集整理所有技术资料、监测数据、验收记录等，形成可复用的数据库资源。开展经验交流活动，组织 3 次内部培训，分享项目监理经验和技术成果，形成可复制推广的监理管理模式。

3.3.6 后期服务保障

建立项目后期服务专班，制定后期服务值班制度，建立 24 小时服务热线，确保及时响应使用单位的需求。定期回访使用单位，每季度回访 1 次，收集使用反馈意见，建立反馈意见台账，及时处理相关问题。提供技术咨询和支持服务，为使用单位提供工程维护、保养等方面的技术指导，确保工程长期稳定运行。

通过以上措施的严格执行，项目监理部实现了：质量“零缺陷”：所有分部分项工程验收合格率 100%；安全“零事故”：无重大安全事故发生；投资“不超支”：有效控制工程投资；工期“不延误”：按计划完成所有监理工作，为工程的顺利竣工和投入使用提供了有力保障。

4 项目监理创新价值

4.1 核心创新机制构建

4.1.1 多维协同监理组织机制

创新构建“矩阵式监理组织+六专业质控小组+24 小时双班巡检”协同机制，打破传统监理模式的专业壁垒和时间盲区。矩阵式管理体系实现职能管理与专业管控的深度融合，6 个专业质控小组（暗挖隧道支护结构、暗挖隧道主体结构、

暗挖隧道附属设施、明挖支护结构、明挖主体结构、市政道路)各司其职、精准管控,24小时双班轮岗巡检确保监理覆盖无死角。该机制将监理响应时间从传统模式的4小时缩短至30分钟内,专业问题解决效率提升60%,为多专业交叉、高强度施工的市政工程提供了高效的组织保障,具备极强的行业推广价值。

4.1.2 危大工程三级控制体系

建立“方案预审—旁站监督—数据复验”三级控制体系,形成危大工程全流程闭环管控。方案预审阶段邀请全国知名专家参与论证,从源头规避技术风险;旁站监督阶段由专职监理工程师全程驻守关键工序,确保施工方案刚性执行;数据复验阶段采用高精度监测设备和统计学分析方法,每日复核关键指标数据,及时预警异常情况。该体系将危大工程施工风险识别准确率提升至98%,隐患整改完成率达100%,有效破解了地下工程复杂、危大工程管控难度大的行业痛点。

4.1.3 社会协同创新机制

创新实施“通车前公众开放+常态化社区沟通”社会协同机制,开创市政工程共建共享新模式。通车前开放隧道供市民参观体验,不仅满足了公众的知情权和参与感,更收集到市民反馈的优化建议15条,其中8条被采纳应用;建立常态化社区沟通机制,每月组织1次社区座谈会,及时通报施工进度、环保措施落实情况,倾听居民诉求,累计解决噪音、扬尘等民生关切问题23件。该机制实现了施工与民生的和谐共赢,环保投诉率为0,项目社会满意度达95%以上,为城市基础设施建设中的社会协同提供了可复制的实践样本。

5 项目监理成效及启示

5.1 项目监理成效

5.1.1 节约投资并优化资金使用效率

通过严格的工程计量审核、变更控制和签证管理,有效避免不合理支出,累计核减申报工程款约1000万元,核减率达3.2%。通过技术经济分析论证,提出多项材料与工艺优化建议,如采用新型防水材料替代传统材料,降低材料成本15%;优化注浆工艺,减少注浆材料损耗率至5%以内,在保证质量的前提下降低建设成本。同时,通过合理安排资金支付节奏,优化资金使用效率,项目资金周转率

较行业平均水平提升 25%。

5.1.2 关键工序质量全面受控，工程质量优良

通过设立 6 个专业质量控制小组，对隧道开挖、支护、注浆、防水等关键工序实施全过程旁站与巡视，实现质量控制点 100% 覆盖。采用统计过程控制(SPC)方法对关键工序质量数据进行分析，过程能力指数 $Cpk \geq 1.33$ ，工程质量稳定可控。工程先后荣获“山东省建筑工程优质结构”“泰山杯奖”及“中国土木工程詹天佑奖”，所有分部分项工程验收合格率 100%，优良率达 92%。

5.1.3 安全“零事故”目标圆满实现

针对多项危大工程（如深基坑、暗挖隧道等），组织专家论证方案，严格执行专项施工监督和日常巡查制度，施工期间未发生一起安全责任事故，安全事故发生率为 0，获评“山东省建筑施工安全文明标准化工地”，累计开展安全检查 126 次，排查整改安全隐患 382 项，隐患整改闭环率 100%，施工人员安全培训覆盖率 100%。

5.1.4 工期目标按期达成，整体进度受控

通过细化分项工程网络计划、动态跟踪进度执行、定期召开监理例会协调推进等措施，采用关键线路法(CPm)对进度进行控制，实际工期与计划工期偏差控制在 $\pm 2\%$ 以内，保障项目于 2020 年 10 月 30 日按期竣工。施工期间有效化解图纸滞后、恶劣天气等影响工期的风险因素 18 项，关键线路工序按期完成率 100%。

5.1.5 绿色文明施工成效显著

通过制定专项扬尘与噪音控制方案，采用雾炮机、喷淋系统等扬尘控制设备，扬尘浓度控制在 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下；合理安排施工时间，夜间 22:00 至次日 6:00 严禁进行高噪音作业，噪音值控制在 70dB(A) 以下。协调交通疏导，实施全天候巡查，有效控制施工对周边居民及交通的影响，未发生环保投诉事件，文明施工达标率 100%，获得周边社区及市民的广泛认可。

5.1.6 提出多项合理化建议并被采纳

在隧道浅埋段建议加强超前支护与注浆压力控制、优化交通导行方案减少动载影响等，累计提出合理化建议 28 项，被设计与施工单位采纳 23 项，采纳率达

82.1%，有效提升工程安全性与经济性，节约投资约 500 万元。

5.2 启示

5.2.1 建立专业化、结构清晰的监理组织是成功基础

针对多专业、多作业面并行施工的特点，采用“直线职能复合式”管理模式，按专业分组（如隧道支护、主体结构、市政道路等），实现命令统一与资源共享，提高监理响应效率与专业管控能力。监理团队配备应根据工程规模、技术难度、施工强度等因素进行科学配置，确保专业覆盖全面、人员数量充足，同时加强监理人员的专业培训和考核，提升专业技术水平和履职能力。“矩阵式监理组织+六专业质控小组+24 小时双班巡检”机制的成功实践，证明了专业化、协同化的组织架构是应对复杂工程监理挑战的核心保障。

5.2.2 危大工程必须实施“方案论证+过程旁站+数据复核”三重控制

对深基坑、暗挖隧道等危大工程，应严格执行专家论证方案，邀请行业内权威专家参与论证，确保方案的科学性和可行性；派驻专职安全监理旁站监督，重点监督施工方案的执行情况、安全防护措施的落实情况等；每日复核监测数据（如基坑位移、沉降等），采用统计学方法对数据进行分析，及时发现异常情况并采取措施，确保施工全程处于受控状态。“方案预审—旁站监督—数据复验”三级控制体系的应用，实现了危大工程风险的前置防控、过程管控和精准处置，为同类工程危大工程管理提供了标准化路径。

5.2.3 强化事前控制与预防性监理，避免质量与安全风险

在材料进场时严格见证取样，采用科学的抽样检验方案确保材料质量，工序开始前审核工艺与交底情况，确保施工人员掌握施工要点和质量安全要求；进度管理中预先协调供图与设备供应等，避免因资源短缺导致施工延误；基于风险识别与评估结果，制定针对性的预防措施，对高风险工序加强管控，通过事前介入有效规避施工延误与质量隐患。本项目通过强化预防性监理，将质量问题发生率降低 80%以上，充分证明事前控制是提升监理效率、降低工程风险的关键环节。

5.2.4 构建“例会+专题会+协调会”多层次沟通机制

通过每周例会跟踪进度、协调解决日常问题；专题会聚焦工程重点难点问题，组织专家和相关方共同研究解决方案；协调会及时化解参建各方的争议和矛盾，形成高效闭环沟通，确保问题及时暴露与解决，提升项目整体协作效率。沟通机制应明确会议周期、参会人员、议事规则、决议执行与反馈等要求，确保沟通的有效性和针对性。本项目通过多层次沟通机制，累计协调解决参建各方争议问题 46 项，有效保障了工程顺利推进，为项目团队协作提供了良好的沟通保障。

5.2.5 利用信息化平台提升监理文档与信息管理的效率

依托 OA 信息管理平台，实现监理记录、计量支付、工程变更等流程标准化与实时共享，确保信息传递准确、可追溯，为工程决策提供可靠数据支持。信息化平台应具备数据采集、存储、分析、查询、共享等功能，整合监测数据、质量数据、进度数据、投资数据等各类信息，实现项目管理的数字化、智能化，提高监理工作效率和管理水平。本项目通过信息化平台应用，监理文档处理效率提升 40%，数据查询准确率达 100%，为监理工作的规范化、高效化提供了技术支撑。

5.2.6 注重生态与社区协调，实施绿色施工监理

临近居民区或交通要道的项目，应制定专项扬尘监理细则，强化扬尘、噪音与交通影响控制，采用先进的环保技术和设备，减少施工对周边环境的影响；积极与社区沟通，建立定期沟通机制，及时反馈施工进度和环保措施落实情况，倾听居民意见和建议，妥善解决居民关心的问题，构建和谐施工环境，提升项目社会效益。“通车前公众开放 + 常态化社区沟通”机制的成功实践，打破了市政工程施工与社会公众之间的信息壁垒，实现了工程建设与民生保障的协同发展，为城市基础设施建设的社会协同治理提供了有益借鉴。

（主要编写人员：于广喜 张重庆）

匠心筑经典 儒韵永流传

—— 尼山圣境—宫像区工程监理实践

山东省建设监理咨询有限公司

尼山圣境—宫像区建设项目，作为儒家文化传承与创新的重点工程，被国家“十三五”规划列为文化旅游融合示范核心项目。该项目不仅是推动中华优秀传统文化创造性转化和创新性发展的关键平台，更是新时代展现文化自信的精神高地，不仅彰显了孔子天下大同的理想愿景，而且成为促进世界文明交流、构建人类命运共同体的崇高载体。

1 项目概况

1.1 项目实施地点及组成

尼山圣境—宫像区建设项目位于曲阜市尼山镇黄土村，毗邻尼山水库、孔子湖湿地公园，是以儒家思想、孔子文化为主题的工程，主要建设项目包括孔子像、儒宫、会议中心以及其他附属建筑，占地 44.78 km²，核定最大承客量为 5 万人次/日，年度承客量 500 万人次。其中：

(1) 儒宫项目东西长约 159m，南北宽约 185m，主体工程地上 9 层，地下 1 层，建筑面积约 7 万 m²，总高度 55.2m，功能包括文化展览、学术交流等多业态，同步满足大跨度空间、消防疏散及智能化需求。

(2) 宫像区—孔子像项目分为基座和钢结构两部分。孔子像基座建筑面积约 7800m²，现浇钢筋混凝土框架剪力墙结构；孔子像高 72m，内部钢结构采用空间钢管桁架（框架）结构。该项目突破了大倾角（竖向垂直偏离 15°）及超高结

构抗震、节点设计及吊装工艺难题，实现了大体量文化综合体传统建筑形式与现代材料工艺的完美结合。

(3) 会议中心项目包括尼山讲堂、尼山书院酒店、尼山宾舍及户外场地，是尼山世界文明论坛的永久会址。建筑采用廊柱、穹顶手法，集合厅、台、殿等中国传统建筑形式于一体，总建筑面积 3.2 万 m²，设有 1 个可容纳 2000 人的主会场、6 个中型会场、1524m²的无柱大宴会厅，拥有 174 间 客房，为观光旅游、学术研讨、演艺活动提供了充足的保障设施。尼山圣境鸟瞰图如图 1.1 所示。



图 1.1 尼山圣境鸟瞰图

1.2 项目投资规模及里程碑

项目总投资由建筑安装工程、文化设备采购、生态修复三部分构成，总建筑面积约 7.78 万 m²，总投资 62.3 亿元。投资构成如图 1.2 所示。

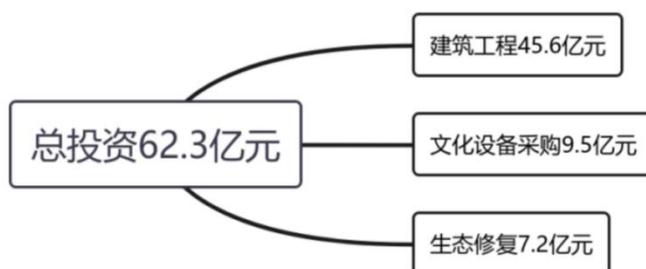


图 1.2 投资构成

尼山圣境工程于 2014 年 3 月 26 日开工，2018 年 5 月 21 日正式交付使用。

里程碑事件如表 1.1 所示。

表 1.1 尼山圣境工程里程碑事件

日期	里程碑事件	日期	里程碑事件
2013 年 5 月 16 日	签订尼山圣境—宫像区工程 监理合同	2017 年 10 月 12 日	尼山圣境-宫像区孔子像装 饰完成
2014 年 3 月 26 日	尼山圣境—宫像区举行开工 仪式	2017 年 11 月 10 日	尼山圣境-宫像区儒宫礼乐 堂、七十二贤廊精装完成
2015 年 2 月 20 日	尼山圣境—宫像区正负零完 成	2017 年 12 月 10 日	尼山圣境—宫像区精装全 部完成
2016 年 2 月 15 日	尼山圣境—宫像区孔子像主 体完成	2018 年 2 月 18 日	尼山圣境—宫像区竣工验 收完成
2016 年 4 月 10 日	尼山圣境—宫像区主体封顶	2018 年 5 月 21 日	尼山圣境—宫像区正式交 付使用

1.3 项目建设单位及主要参建单位

尼山圣境建设单位是曲阜尼山文化旅游投资发展有限公司，主要参建单位如表 1.3 所示。

表 1.3 尼山圣境工程主要参建单位

单位类型	单位名称
建设单位	曲阜尼山文化旅游投资发展有限公司
勘察单位	山东省地矿测绘院
设计单位	华东建筑设计研究院有限公司
监理单位	山东省建设监理咨询有限公司
施工单位	中国建筑第八工程局有限公司（总包） 苏州金螳螂建筑装饰股份有限公司（精装）

1.4 项目获奖情况

尼山圣境工程先后荣获“中国建设工程鲁班奖”“中国土木工程詹天佑奖”等国家级重要奖项，监理单位在项目施工阶段贡献突出，项目所获主要奖项如表 1.2 所示。

表 1.2 工程监理单位主要获奖情况

序 号	获 奖 名 称
1	中国建设工程鲁班奖
2	中国土木工程詹天佑奖
3	中国国家优质工程金奖
4	中国建设工程 BIM 大赛一等奖

2 项目监理组织及重难点

2.1 工程监理单位

山东省建设监理咨询有限公司成立于 1992 年，原系山东省住房和城乡建设厅下属单位（2017 年 6 月完成改制），中国建设监理协会常务理事单位，山东省建设监理与咨询协会会长单位，山东省建筑业全链条龙头骨干企业，具有住房和城乡建设部颁发的工程建设监理综合资质，承揽业务范围包含工程监理、工程招标代理、造价咨询、项目管理、全过程工程咨询、工程代建等，作为山东省工程监理行业领军企业，公司始终秉持着“质量为先，诚信为本”的经营理念，致力于为客户提供一切尽我所能的工程咨询服务。

2.2 项目监理机构

中标并接受尼山圣境一宫像区建设项目监理任务后，公司领导层高度重视，以“儒学文脉传承者”为使命，构建以“公司副总挂帅、专业团队为中后台支持、监理机构现场实施”的三级管控体系，公司总工程师亲任项目总顾问，整合总工办、专家委员会、BIM 科研中心等技术管理资源，形成文化工程监理的“智慧矩阵”。公司以“全过程精控，高品质交付”为目标引领，组建由公司领军专家、注册工程师构成的技术管理精锐团队，深入了解项目要点，先行策划方案，构建清晰管理思路，全面分析项目难点与重点，梳理潜在风险，明确各项流程，规划现场布局与后勤，细化质量、安全、进度、造价控制和合同、信息管理目标，为打造儒学文化地标工程提供坚实支撑。项目监理机构组织结构如图 2.1 所示。

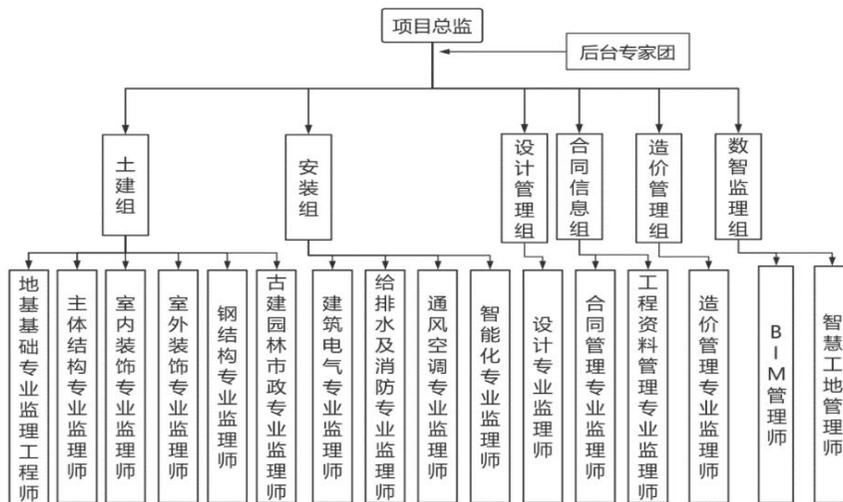


图 2.1 监理机构组织结构图

2.3 项目监理工作重难点

尼山圣境作为以孔子文化为主题的综合性文旅建筑，是山东省发展文化旅游产业的重点工程，位列第一批“齐鲁优秀传统文化传承创新工程重点项目”，更是山东省唯一、全国 12 家“国家重点旅游推介项目”之一，山东省十大旅游目的地品牌骨干项目，得到了中央及省部级领导的高度重视。

2.3.1 项目建造标准高，质量控制难度大

项目核心包括 72m 高的世界最大孔子像及 6 万 m² 的儒学建筑。孔子像采用钢结构主体与铜质层包裹工艺，通过手工泥塑三维扫描、五轴加工中心精密制造及数万次手工锻打实现曲面精准拼接，要塑造“可亲、可敬、师者、长者、尊者”的孔子形象。尼山圣境孔子塑像如图 2.2 所示。



图 2.2 孔子塑像

2.3.2 社会关注度空前，综合管理要求高

尼山作为孔子的诞生地，承载着中华民族最至深的精神追求，蕴含着绵长厚重的历史文化，是全人类共同的宝贵历史文化遗产。尼山圣境的建设，不仅是对传统文化的传承与创新，更是承载着延续“东方圣城”文脉的重任。该项目与传统的“曲阜三孔”相辅相成，构建起“山水圣人”文化旅游新格局，通过融合殿、堂、厅等传统建筑形式，运用书法、绘画、雕塑等艺术形态，打造集文化体验、学术交流、演艺会议于一体的综合性文化地标，被誉为当代儒学文化建筑的典范之作。该工程承载了全社会对儒学文化的新期待，无疑给建设管理提出了更高要求。

2.3.3 工程风险多点分散，安全管理极具挑战

尼山圣境在建设过程中，不仅要处理好文物保护、生态保护等风险防范工作，更要处理好施工过程的安全生产管理工作。针对施工队伍多、专业交叉作业频繁、水平运输地形高差大、垂直吊装精度要求高、钢结构焊接工作量大的特点，现场安全生产管理要求精细到每个角落、每道工序、每个人，达到万无一失的标准和要求，是监理团队面临的重大考验。

2.3.4 “四新”技术应用范围广，技术攻坚难度大

工程包括 72m 高的世界最大孔子像及 6 万 m² 的儒宫建筑，要求监理团队深度理解儒家文化内涵，在施工中确保文化符号的精准呈现。孔子像采用钢结构主体与铜质层包裹工艺，需通过手工泥塑三维扫描、五轴加工中心精密制造及数万次手工锻打实现曲面精准拼接，工艺复杂；其内部骨架呈三维立体交叉，防腐防火工序多、难度大，需通过分层分色施工、色差及缺陷智能识别、立体三维扫描等措施，对钢结构的防腐底漆、中涂、面漆和防火涂料的粘结强度、厚度、吸水率等质量目标进行全面控制；孔子像基座大体积混凝土施工质量要从查验商品混凝土质量、浇筑顺序、振捣工艺、降温措施、抗裂措施、养护措施等环节落实质量控制措施。儒宫建筑融合东阳木雕、苏州刺绣等传统技艺，其退台式建筑结构与大型穹顶设计对施工精度和材料性能要求苛刻。尼山圣境处处体现传统工艺与现代建筑艺术的结合，“四新”技术攻关和应用贯穿了整个建设全过程。

2.3.5 机电系统多，交叉作业、协调难度大

在供配电系统、智慧水系统、空调节能控制、照明控制系统、照明控制系统、

消防安防系统、文化体验系统等机电安装方面，监理单位首先要对施工图进行审查，然后在审核后的施工方案基础上编制监理实施细则，并结合 BIM 模型可视化提出合理化建议，提升交叉作业及安装质量和施工速度。

2.3.6 地理与生态环境约束，环保压力大

尼山区域地质复杂且生态脆弱、敏感性强，施工中应优先安排对生态环境影响较小的工程，如道路铺设和绿化带的初步建设，以降低对生态环境的直接干扰，同时，采用更为环保的施工技术和材料，例如，选用低噪音、低振动的施工设备可降解或易于回收的建筑材料，以最大限度地减少施工对周边水体、树林的破坏。此外，督促施工单位加强对施工人员的环保培训，提升其环保意识，确保施工人员在施工过程中能够严格遵守环保规定，共同维护尼山区域的生态环境。

2.3.7 山体地形复杂，施工组织难度大

项目位于曲阜尼山省级文化旅游度假区核心区，毗邻尼山水库、孔子湖国家湿地公园等生态敏感区域，生态保护红线要求严格，建设过程中必须做好文化遗产保护与生态修复的协同一致与有机平衡。因此，项目建设条件存在严峻的复杂性和挑战性，需重点做好以下方面工作：

(1) 项目地处尼山省级森林公园，修复历史遗迹的同时要严格遵循生态保护红线，因此应处理好古建筑原貌修缮与岩体加固技术攻关工作。

(2) 项目涵盖仿古建筑群、景观水系、智慧景区系统等 24 个专项工程，交叉施工协调要求极高，要处理好多专业集成难度大的问题。

(3) 项目毗邻鲁国故城遗址保护区，文物保护要求严苛，施工中应采用非震动式桩基与微扰动开挖技术，以确保地下文物零损伤。

3 项目监理关键环节

作为山东省重点文化工程，项目需在有限工期内完成复杂施工任务。例如，孔子像从设计到安装历时 18 个月，涉及多专业交叉作业；儒宫项目需同步推进装饰装修与智能化系统集成，对进度、质量、安全管控的有效协同提出极高要求。

3.1 项目启动阶段，充分准备、策划先行

3.1.1 前期战略策划，奠定地标之作

公司专家组组织监理机构编制开工前精细化实施计划、项目总进度计划、关键节点里程碑计划、设计管理计划、动态投资控制计划、总体资金使用计划等，并通过多轮专家论证完成政府报审。

项目监理部创立“三横三纵”管控架构：横向覆盖质量、安全、进度三大核心维度，纵向贯穿前期、实施、验收全周期。编制《项目管理策划书》，对施工准备阶段、实施阶段及竣工验收阶段进行全过程、全方位的策划，完成 23 项专项监理实施细则编制。

3.1.2 管理工作前置，隐患妥善预防

公司专家组对项目技术方面的支持，不仅体现在对施工方案的优化和完善上，还体现在对监理人员的培训和指导上。公司定期安排专家技术人员与项目监理部监理人员进行面对面工作交流，辅助采取专家远程监控措施及时发现现场技术、质量、安全问题，指导项目部监理人员会同施工单位采取预防措施并有效整改，为项目的顺利建设提供了有力的技术保障。

3.1.3 强化事前控制，筑牢精品基础

构建“风险分级管控矩阵”，针对深基坑支护、大跨度结构施工等 7 类重大风险，制定 28 项专项应对预案，开展专家论证 12 次；建立项目质量安全预控体系，制定全过程、全方位的监督、检查与管理制度；审核月、周进度计划，并对工期做出预警分析；注重材料源头管理，采取实地考察、见证取样送检试验措施，确保材料质量可靠；统一质量标准，规范施工行为，针对项目的重点及难点编制详细的交底文件，确保施工人员准确理解设计意图和施工要求；推行样板先行，关键部位、关键工序实行首问负责制，确保隐蔽验收及检验批的合格率。

3.1.4 发挥 BIM 优势，预先化解矛盾

监理团队主导构建 LOD500 级 BIM 数字孪生模型，创建 203 类高精度构件族库，通过三维碰撞检查提前发现 127 处设计冲突，参与设计优化会议 15 次，推动 35 项关键节点施工方案迭代升级。编制《BIM 监理实施细则》，制定模型精度分级标准，参与开展 12 轮技术交底，确保模型与现场施工误差率 $\leq 1.2\text{mm}$ ，实现 7 万 m^2 建筑群质量验收数据通过智慧监理得到预先控制，使工程施工过程中出现的矛盾和问题减少到最低水平。孔子塑像作品详图如图 3.1 所示。

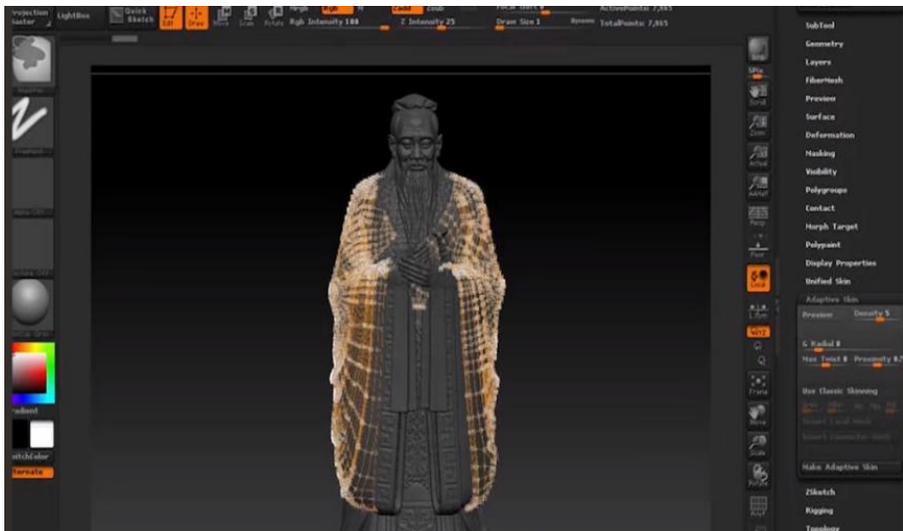


图 3.1 孔子塑像部品详图

3.2 项目实施阶段，严格监理、热情服务

项目实施期间，监理团队创下工序质量验收一次通过、安全施工“零事故”、文物保护“零破坏”、进度偏差率 $\leq 1.5\%$ 的显著成绩，为国家级文旅标杆工程树立了技术管理典范。

3.2.1 坚守质量底线，实现一次验收通过

(1) 突破常规监理理念，守护好艺术品制作精度

作为儒家文化地标的 72m 高孔子巨型雕塑，超薄铜板拼接质量成为控制艺术品精度的重大技术难题。监理团队建立“逆向工程数据复核机制”，组织施工单位通过 3D 扫描验证 3500 个标点坐标，制定《黄铜雕塑监理实施细则》明确 28 项关键控制参数。创新“三维坐标定位+激光校准”双轨验收法，实施“三检制+飞检制”质量管控，对 720 块 2mm 铜壁板加工、吊装全流程旁站监督，焊缝探伤合格率 100%。协助组织非遗专家、雕塑艺术家开展 7 次专项评审，建立艺术造型量化评价体系，确保文化符号表达准确性。

在儒家主题智能照明工程中，监理团队首创“文化场景参数化监理体系”，建立 RGBW 色彩模型与照度标准对应关系，组织跨专业联合调试 8 次，制定《文化场景灯光控制监理标准》。参与创新“时序控制算法验证法”，通过模拟 23 个文化场景切换效果，实现能耗降低 50%。对竹筒式舞台系统实施“机械+电气+艺术”三

维验收，建立 2000 m²舞台运行精度≤2mm 控制标准，组织文化展演测试 5 次。

(2) 创新监理工作方法，追求创优目标不动摇

① 监理团队结合现场实际情况，与施工单位研究采取“分层分段验收法”，将 7 万 m²建筑群划分为 32 个质量责任单元，实施“一单元一档案”精细化管理，构建“三检制+飞检制”质量管控体系，在混凝土和钢结构工程工序验收中，混凝土结构实测实量合格率 100%，钢结构焊缝探伤合格率 100%。

② 定期组织工匠技能大赛，树立工程质量标杆，采取“质量月”“质量安全季”“鲁班杯”等活动形式，组织专项评比 23 次，优化细部做法 98 项，竣工验收阶段质量提升率达 95% 以上，充分激发了参建单位的质量意识和竞争意识，确保项目施工质量目标的全面实现，最终以零缺陷通过鲁班奖评审，竣工验收阶段质量提升统计表如图所示 3.2 所示。

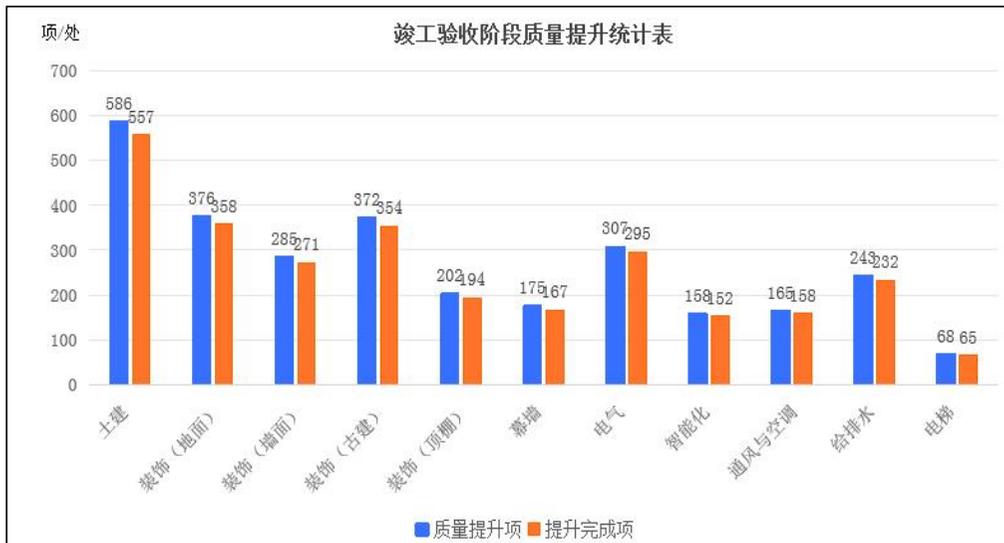


图 3.2 竣工验收阶段质量提升统计表

③ 严格执行隐蔽工序、关键部位的旁站制度。从材料进场检验到施工过程控制，每一步都严格按照规定进行，确保每一环节都达到设计和标准要求。旁站记录详细记录了每一次检查的时间、地点、参与人员、检查内容及结果，为项目的质量控制提供了有力证据。

④ 在数据处理方面，制定信息档案管理制度。监理团队制定了信息档案管理制度，确定了“有效覆盖、资源共享、追溯可查”的信息管理工作方案，明确了准确高效的信息档案管理原则，编制了监理范本与模板，使信息收集与工程进度同

步，档案管理条理清晰，为工程创优提供了充足的文字影像资料。

（3）强化验收程序，把好工序质量

① 监理团队严格执行“三检制”验收流程，通过建立工序质量责任卡制度，将每个施工环节的质量责任落实到人。在关键工序施工前，组织设计、施工单位进行多轮技术交底，通过实体样板引路制度确保工艺标准统一。针对 72m 高空桁架吊装等重难点，监理人员以“毫米级精度”把控钢结构吊装定位，使用传统经纬仪与全站仪联合定位技术，创新采用智能监测预警系统，配合人工复核的双重校验机制，实时采集应力应变数据，将安装精度控制在毫米级，实现施工风险动态清零。

② 在钢结构材料管理方面，监理团队执行严格的质量控制流程。对所有进场的钢结构材料进行详尽的检查，核对材质证明、规格型号等关键信息并对材料构件复试检验，确保材料质量符合设计规范。场外加工过程中，监理团队定期派遣专业人员对加工厂进行监督，确保加工质量和进度，保证构件尺寸精确、焊接质量稳定。

③ 钢结构测量方面作为钢结构施工的核心环节，监理团队运用先进的测量设备和技术方法，确保测量精度达到行业标准。在宫像区大堂等关键区域的施工过程中，监理人员增加了测量的频次和力度，对结构尺寸、标高、垂直度等关键指标进行全方位监控，及时发现并纠正偏差。

（4）把好检查检验关口，控制进场材料质量

监理服务覆盖施工全周期，在材料进场检验、工艺质量把控、安全文明施工等环节，我们高度重视材料进场检验环节，特别是绿色环保方面的要求。所有建筑材料均经过严格筛选和检测，确保其符合国家和地方的环保标准。严格核查供应商提供绿色环保的建筑材料，并在进场前进行抽样检测复试。检测内容包括但不限于材料的甲醛释放量、挥发性有机化合物含量等，确保所使用的材料不会对环境造成污染，同时保障施工人员的健康安全。此外，我们还建立了完善的材料管理制度，对进场的绿色环保材料进行详细记录，确保材料使用的可追溯性。

3.2.2 坚守安全红线，实现安全生产“零事故”

（1）科技赋能助力大跨度结构安全提升

礼乐堂钢桁架为四层钢桁架结构，在 41.5m 钢桁架整体提升中，监理团队助力研发“液压同步提升监测系统”，部署 128 个应力应变传感器实时采集 420 t 构件数据，建立分级预警机制。创新“地面拼装+整体提升”监理模式，组织专家论证会

9次，审核专项施工方案6版，制定《大跨度钢结构监理要点》明确32项关键参数。实施“风险分级管控”，对提升设备、同步性控制等开展专项验收17次，将高空作业量减少70%，安全隐患降低85%。

（2）专家赋能助力风险预警响应策略

针对施工现场的不同风险等级，监理团队根据公司智慧监理信息系统设定了相应的风险预警级别和响应措施。当监测到潜在风险时，信息系统会立即提示预警，并根据风险级别反馈给相关专家，并立即启动专家与项目部的沟通机制，迅速制定相应的应急预案和监理工作措施，督促施工单位妥善处理，有效控制风险扩散，保障施工现场的安全与稳定。通过这一策略的实施，我们有效提升了应对突发事件的能力，为项目的顺利进行提供了坚实保障。

（3）制度赋能助力生命财产安全

①建立健全安全保证体系，制定完善的安全管理制度。每周、每月项目监理部组织各参建单位进行安全文明大检查，确保安全文明施工措施落实到位，并及时进行总结分析，不断提升现场安全文明施工标准化水平，营造良好的安全生产环境。

②制定安全风险管理制度。根据工程建设的进展，组织对基坑支护工程、脚手架、高处作业吊篮、垂直运输和临电设施等危大工程进行专项检查，及时排除安全隐患；

③明确安全管理的责任和义务。将安全管理纳入“一票否决”范畴，强化“一岗双责”工作机制，将安全生产责任落实到全员、全方位、全过程；

④坚持“隐患即事故”标准，处理问题重在当下。针对检查发现的问题，及时责令整改随后召开安全文明生产提升会，复盘问题，防止再犯；

⑤抓好安全技术交底工作落实。以预防为主，定期检查施工单位对危大工程安全技术交底的落实情况，督促完成超危大工程的专家论证工作；

⑥督促施工单位定期进行应急演练，持续完善应急预案内容，提高应对突发事件的能力。

（4）管理赋能助力三维立体安全

①针对交叉作业频繁的特点，监理团队精心规划、严密组织，制定详尽的交叉作业施工方案和安全措施。通过组织协调会议、现场巡查等方式，加强各工种之间的沟通与协作，有效预防了施工冲突和事故的发生。同时，监理团队还注重对施工人员进行安全教育和培训，提升他们的安全意识和操作技能，为工程

的顺利推进提供了坚实的支持。

②在安全管理方面，监理团队实施“网格化”责任分区管理，通过每日岗前安全教育、每周安全例会等机制强化全员安全意识。针对儒宫复杂空间结构，建立“三级安全检查制度”，由监理工程师、安全员、班组安全员组成立体巡查网络，确保施工全过程安全可控。

③对于山体护坡，监理团队密切关注地质条件变化，要求施工单位严格按照设计方案施工，同时加强边坡稳定性的监测，一旦发现异常情况立即采取措施进行处理。在吊装作业方面，监理团队严格审查吊装方案，确保吊装设备的性能满足要求，并对吊装过程进行全程监督，确保吊装作业的安全进行。对于起重机械，监理团队实施严格的准入制度，确保所有起重机械均经过专业机构检测并取得合格证书。在使用过程中，监理团队定期检查起重机械的运行状况，包括设备的稳定性、制动系统的可靠性以及操作人员的资质等，确保起重机械在使用过程中的安全性。

④此外，针对重大危险源，监理团队制定了详细的监理措施，定期组织专家对重大危险源进行专项检查并结合施工单位的实际情况进行动态调整。通过定期巡查、专项检查以及应急演练等手段，监理团队能够及时发现并处理潜在的安全隐患，确保施工过程中的安全可控。

3.2.3 坚守生态绿线，实现文物保护“零破坏”

(1) 重视方案优化，强化措施落实

①基于尼山区域生态脆弱、地质复杂性及生态敏感性特征，监理团队协同建设单位、施工单位优化施工方案和施工顺序，优先安排对生态环境影响较小的工程，如道路铺设和绿化带的初步建设，以降低对生态环境的直接干扰。

②在施工过程中，采用了更为环保的施工技术和材料，例如，选用低噪音、低振动的施工设备，以及可降解或易于回收的建筑材料，以最大限度地减少施工对周边水体、树林的扰动。

③督促施工单位加强对施工人员的环保培训，提升其环保意识，确保施工人员在施工过程中能够严格遵守环保规定，共同维护尼山区域的生态环境，成功地降低了施工对尼山区域生态环境的影响，为项目的可持续发展奠定了坚实基础。

(2) 严格扬尘污染防治，保持水土植被原貌

监理团队结合项目实际情况，督促施工单位制定了详细的水土保持、林草保护方案。在施工过程中，严格控制保护原有植被，尽量减少对地表土壤的扰动。

对于需要开挖的区域，采取分层开挖、分层回填的方式，减少了水土流失。同时设置了沉沙池和排水沟等设施，有效收集并处理了施工过程中的废水，避免了水体污染。通过这些措施的实施，确保了项目建设过程中的环境保护工作得到了有效落实。

（3）借古仿古，建新如旧

针对仿古建筑外装饰，监理团队建立“传统形制数字化监理标准”，通过 BIM 技术复现斗拱藻井构造，协助组织非遗传承人、古建专家进行 12 次工艺评审。创新“预制装配式工艺监理法”，制定《传统木作监理细则》，对轻钢转换层荷载误差实施 $\pm 3\%$ 动态控制。建立“样板引路+首件验收”制度，制作传统檐角、斗拱工艺样板 21 套，将加工周期缩短 40%。对木饰面无缝圆柱施工实施“排骨档支撑+整根吊装”旁站监理，建立“观感质量 100 分制”评价体系，实现零缺陷验收。

3.2.4 合理控制进度计划，实现工程按期交付

作为山东省重点文化工程，项目需在有限工期内完成复杂施工任务。例如，孔子像从设计到安装历时 18 个月，涉及多专业交叉作业；儒宫建设需同步推进装饰装修与智能化系统集成，对进度管理和质量管控提出极高要求。监理团队在进度控制工作中，根据施工任务重、指令工期要求紧、机动余地少的实际情况，采用“迂回控制”方法，即严格控制关键工序施工质量，使其一次验收通过而不出现返工造成总工期延误，同时，加强非关键工作自由时差管理，防止非关键工作转变为关键工作影响总工期。例如，在控制以下工程质量方面，监理团队有意识兼顾了对进度计划的影响。

（1）实施驻厂监造，强化原材料质量控制。审查每批钢材各项指标是否合格等，确保其完全符合工程需求。对钢材按规定进行见证取样、送检，避免不合格材料用于建筑实体。专业监理工程师对原材料从进场到钢构件出厂的全过程驻厂监造。在钢构件出厂前，驻厂监理工程师细致检查构件漆膜厚度、观感质量，确保符合质量标准的原材料、构配件按计划进度进场。

（2）大学堂外立面有 1120 多种规格、123000 多块青石组成，每块需手工雕刻 300 多条斜纹，为实现设计效果，项目监理部要求施工单位仿照春秋战国时期建筑风格进行 1:1 复刻，经验证达到建新如旧的效果后方允许全面进行实体施工。

（3）在工程节点细化的过程中，将复杂的施工任务分解成一系列可管理的小任务，这不仅有助于提高工作效率，还能够确保施工质量，从而使工序工时得到有效控制。

(4) 在山体场地平整、孔子像基座的测量等关键环节中，一方面要求施工单位采用先进的多点测量技术和设备，确保测量数据的精确性和可靠性；另一方面，监理团队专门派出测量工程师跟踪复核每一个数据，使测量工作效率大幅度提高，测量数据可以直接提供给现场施工和外协材料同步（提前）加工制作需要，有力地保证了工序的紧密衔接。

(5) 通过 BIM 技术，监理团队对施工的总进度计划进行精确的规划和监控，通过“BIM+材料”模型，确保每个施工阶段的材料计划都能得到提前进场，同时还可以准确掌握材料的使用情况和库存状态，避免了资源的浪费和延误。

3.3 竣工验收阶段，以目标为导向，实现功能优化

监理工作遵循动态控制原理，以数字化赋能质量管控，以标准化筑牢安全防线，以专业化提升服务品质，构建起“全员参与、全过程管控、全方位覆盖”的质量保障体系。

3.3.1 生态保护与文化遗产并重

项目地处尼山省级文化旅游度假区核心区，毗邻尼山水库、孔子湖国家湿地公园，严格遵循生态保护红线要求。施工中实施石灰岩山地近自然森林修复、水体保护工程，同步推进传统村落保护与文化遗产活化，将生态修复与儒家文化符号有机结合，实现人文与自然的和谐共生。尼山胜景邻水实景如图 3.2 所示。



图 3.2 尼山胜景邻水实景

3.3.2 技术攻坚与艺术创新结合

工程突破多项技术难题：孔子像铜壁板安装误差控制在毫米级，大学堂穹顶采用无骨架装配式无缝圆柱施工技术，七十二贤廊群雕通过情景雕、个人雕等形式讲述儒家故事。室内装饰运用彩绘、瓷版画、漆画等工艺，打造仁、义、礼、智、信五大主题空间，既传承古韵又融入现代美学。七十二贤廊实景如图 3.3 所示。



图 3.3 七十二贤廊实景

3.3.3 复合功能与产业联动效应

作为山东省重点文化工程，项目定位为“文化休闲度假胜地”，集文化体验、研学教育、生态旅游于一体。尼山书院酒店、耕读书院等配套设施构建“明礼生活方式”体验体系，承接国际论坛、文化展演等活动，带动区域文旅产业升级，成为展示中华优秀传统文化的世界级窗口。（如图 3.4 所示）

3.3.4 智慧化文化保卫体系

通过 BIM 技术构建“文化基因库”，对 257 处文化构件进行数字建档，预设 200 年腐蚀演化模型。建议文物保护工程引入区块链技术，实现修缮痕迹可溯源、材料老化可预测，为千年文化遗产留存数字可追溯。

3.3.5 文字影像资料归档

在信息资料及档案管理方面，监理团队运用公司智慧监理软件实时上传项目建设相关技术、管理资料，既有文字材料也有照片、影像，内容包括设计图纸及审查、变更，施工组织设计及专项方案，建设手续及施工许可，监理“三控两管一协调”及安全生产管理工作的所有资料，为工程竣工验收提供了基础资料，也为后期项目运维提供了依据。礼乐堂实景图如图 3.4 所示。



图 3.4 礼乐堂实景图

4 项目监理成效及启示

4.1 项目监理成效

通过引入先进的数智化管理平台，实现了项目管理的数字化、智能化，有效提升了监理工作的效率和质量。监理团队利用大数据分析技术对数据进行收集与分析，精准预测工程风险，为问题解决方案提供了有力支持。

4.1.1 社会效益

尼山，作为圣人诞生地，被誉为“儒家摇篮”，承载着中华民族思想与文化的深厚渊源，是千百年来人们朝圣的文化圣地。尼山圣境一宫像区建设项目建成后，成功主办、承办了第五届亚洲食学论坛、第四届尼山世界文明论坛、第八届世界

儒学大会、2018 央视中秋晚会、第五届尼山世界文明论坛、尼山世界儒学中心成立会议等一系列具有国际影响力的大型文化交流活动，极大地提升了尼山在国内外的文化知名度和影响力，进一步弘扬了儒家文化，促进了东西方文化的交流与融合，为推动世界文化的多元发展做出了积极贡献，成为文化交流与合作的重要平台。

4.1.2 绿色低碳发展

项目遵循“依山临水，随形就势”的空间布局理念，充分考虑自然地形的特征，依靠山体走势前部层层退台形成错落形态，实现了项目与周边环境的有机交融。在总体规划布局上，既注重建筑的气势雄浑，又强调与环境的和谐统一。建筑由南而北，依山就势，层层升起，充分考虑了孔子像和山丘之间的叠进关系，天际线错落有致，既展现了建筑的美感，又最大限度地减少了对自然环境的破坏，实现了绿色低碳、可持续发展的建设目标，为生态文明建设提供了有益的实践范例，展现了工程建设与环境保护的和谐共生。

在建筑全生命周期的施工阶段，项目监理部致力于发挥主导和协调作用，将节能环保和雨水回收作为工作重心、将现场绿色施工监督和绿色材料管理以及绿色资料收集审核作为日常工作的核心，彰显了项目监理部在推动绿色建筑发展中的积极角色和承担的责任。

4.1.3 推广应用价值

以尼山圣境一宫像区建设项目监理工作为基础，公司组织专家团队对资料和数据进行了深入分析和研究，为主持或参与编制《建设工程项目管理咨询规范》《绿色建筑设计标准》《建筑与市政绿色施工管理标准》《山东省建设监理工作规程》《山东省建设监理资料规程》等规范和标准提供了丰富的实践经验和数据支持。这些规范和标准的制定，不仅提升了山东省监理行业整体的服务水平，还为全国监理行业的规范化、标准化发展提供了有益的参考和借鉴，推动了监理行业的整体进步和发展，具有重要的推广应用价值。

4.1.4 监理服务核心成果

山东省建设监理咨询有限公司全面执行建设单位提出的三大要求：

全过程精细化管控：建立“BIM”数字监理平台，实现设计、施工、运维阶段 116 项质量关键点动态监控；

风险预控技术创新：针对喀斯特地貌边坡稳定难题，主导研发三维激光扫描岩体监测系统，有效规避地质灾害风险；

文化工程专项管理：组建古建专家团队，制定《传统工艺施工监理导则》，确保彩绘、木构等非遗技艺符合验收规范。

4.2 启示

尼山圣境作为中华优秀传统文化复兴的标杆工程，汇聚了山东省文旅厅、曲阜市政府、文化遗产保护机构、设计院、施工单位等各方力量，展现了多方协同的文化工程建设新模式。项目监理工作深度融合儒家文化传承与现代工程技术实践，在确保工程质量、安全、进度的同时，为文化遗产类工程的监理创新提供了宝贵经验。

4.2.1 文化护航——监理是传统与现代融合的桥梁

尼山圣境一宫像区建设项目以孔子像、礼制建筑群为核心，是文化象征与建筑艺术相辅相成、相得益彰的典范。监理单位组建了古建修复、铜艺工程、石材雕刻等领域的专家团队，采用“古法工艺+数字监测”模式，实现了铜饰篆刻误差 $\leq 0.5\text{mm}$ 、石作浮雕纹样完整度 $\geq 98\%$ 的高标准艺术效果。实践表明，监理单位须以文化守护者身份介入图纸深化阶段，参与古建筑传统规制审查，可以有效避免现代施工对文化意蕴的破坏。

4.2.2 匠造创新——监理推动传统工艺的现代化转型

面对手工凿刻与 BIM 技术的协同难题，监理团队将 3D 扫描数据与匠人施工实时匹配，可以较好地解决这类难题。例如，在七十二贤廊柱施工中，通过激光投影定位辅助手工开凿，工期缩短 40%，纹样定位精确度提升 3 倍。此类实践证明，监理单位应以技术赋能传统文化传承，构建“匠人操作—数据校正—非遗认证”的闭环管理体系。

4.2.3 生态共融——监理护航自然与人文的和谐共生

项目地处尼山生态保护区，监理团队编制了《山林扰动补偿监理规程》，采用无人机巡检、根系雷达探测等技术，确保建设期植被修复率达 110%、水土流失量低于区域背景值 20%。这一成果印证，文化遗产工程监理需立足大生态观，

将文脉延续与环境保护纳入同等管控范畴。

4.2.4 项目管理范式革新 —— 行业标准的奠基之作

本项目率先构建“全要素集成管理”体系，通过 27 项创新管理举措，为山东省首部《建设工程项目管理咨询规范》（DB37/T 5096-2017）提供实践样本。监理单位建立“三控三管一协调”数字化模型，形成 18 项标准化管理流程，创新“矩阵式管理架构”，实现 7 万 m² 建筑群全生命周期精准管控。

4.2.5 智慧云平台 —— 监理数字化转型的数字中枢

研发以“BIM+区块链”技术为核心的“智慧云”监理平台，构建“监理日志—验收数据—问题整改”三位一体数据库。通过 AI 算法自动生成监理周报、月报，实现 7 万 m² 建筑群管理要素数字化映射。平台累计处理数据 23 万条，预警风险 127 次，为公司数字化转型沉淀 1.2T 历史数据资产。首创“监理知识图谱”，沉淀典型案例 36 个，形成可复用的智能决策知识库。

4.2.6 数字孪生协同平台 —— 无纸化办公的智慧革命

打造“PC 端+移动端”双轨协同系统，集成 8 大业务模块，实现 58 类监理文件在线流转。通过电子签章、BIM 模型会审等技术，将文件审批周期缩短 60%。创新“监理数字资产库”，存储竣工图纸、检测报告等 1.8 万份电子文档，节约办公成本 23%，项目文档完整率 100%。

4.2.7 多维感知监控体系 —— 立体监管的智慧之眼

构建“空天地”一体化监测网络。公司本部专家通过智慧大屏实施“云监理”，在线解决技术难题 67 项，实现“千里之外精准管控”。

4.2.8 全周期创优体系 —— 双奖工程的策划引擎

监理团队构建“目标导向型创优管理模型”，制定《创优策划书》，建立 286 个质量控制点分级管控体系。通过“飞检制+专家预审”机制，完成 98 项细节优化，实现分项工程合格率 100%。组织“质量文化月”活动，创新“三维扫描+回弹检测”联合验收法，最终以零缺陷通过双奖评审。

（主要编写人员：姜树伟 朱永亮 魏子杰 王宝山 刘鹏）

精监细管筑绿建 匠心护航低能耗

——潍坊市丰麓苑被动式住宅项目工程监理实践

潍坊市工程建设监理有限责任公司

随着全球能源危机和气候变化问题日益严峻，建筑行业作为能耗大户，向绿色、低能耗方向转型已成为必然趋势。被动式超低能耗建筑（Passive House）代表当今建筑节能技术的最高水平，通过高效保温、气密性设计和热回收系统等手段，最大程度降低建筑能耗，提升室内舒适度。潍坊市丰麓苑被动式住宅项目作为国内寒冷地区体量最大、高度最高的被动式超低能耗精装住宅项目，不仅填补了潍坊建筑史上詹天佑奖的空白，更以“技术适配+全链管控+数字赋能”的创新性监理实践，突破传统监理局限，为我国寒冷地区高层被动式建筑监理提供了“可复制、可落地”的特色范本。本项目集成高效保温隔热、高气密性、热回收新风系统等核心技术，采用十项国际前沿技术和六项国家发明专利，于2020年荣获中国建设工程鲁班奖和詹天佑奖优秀住宅小区金奖，成为绿色建筑领域的标杆之作。

1 工程概况

潍坊市丰麓苑被动式住宅项目（目前）是国内寒冷地区体量最大高度最高的被动式超低能耗精装住宅项目，是潍坊市第一个通过住建部评审的三星级绿色建筑设计项目，配套公建为钢框架装配式建筑。在2016年获批山东省省级被动式超低能耗绿色建筑示范项目，项目的建成促进被动式超低能耗绿色建筑在城市中心城区的推广，引领房地产业向绿色、低能耗、舒适方向发展并为我国寒冷地区高层被动式住宅建设起到良好的借鉴与示范作用。

1.1 工程规模

潍坊市丰麓苑被动式住宅项目位于潍坊市高新区永惠路以东、华怡街以南，是国内寒冷地区首批高层被动式住宅，建筑面积 40466.71 平方米，总投资 1.2 亿元，于 2016 年 12 月 20 日开工，2019 年 5 月 28 日竣工，历时 890 日历天。项目采用筏板基础、剪力墙结构，地下三层、地上三十层，建筑高度 99.1m，配套物业用房为钢框架装配式建筑。

本工程通过高效外保温系统、无热桥节点构造、高效热回收新风系统、被动式节能门、窗，楼面、内墙保温及降噪，最大程度降低建筑供冷供暖需求，以更少的能源消耗提供舒适健康的室内环境。潍坊市丰麓苑被动式住宅项目实景如图 1.1 所示。



图 1.1 潍坊市丰麓苑被动式住宅项目实景图

1.2 项目投资规模及里程碑

潍坊市丰麓苑被动式住宅项目里程碑事件如表 1.1 所示。

表 1.1 潍坊市丰麓苑被动式住宅项目里程碑事件

序号	日期	事件内容
1	2016年12月20日	开工
2	2017年1月22日	基础垫层混凝土浇筑完成
3	2017年4月1日	地下主体结构工程完成
4	2017年7月10日	地基与基础工程验收
5	2017年10月9日	地上主体结构工程完成
6	2018年2月1日	主体工程验收
7	2018年3月30日	阁楼层非上人屋面卷材第二道防水层完成
8	2018年10月23日	电梯安全检验
9	2018年12月25日	被动式超低能耗精装工程完成
10	2019年1月12日	防雷验收
11	2019年3月25日	室内环境检测
12	2019年3月30日	热工性能检测
13	2019年4月3日	屋面分部、装饰装修分部验收
14	2019年4月9日	节能验收
15	2019年4月18日	消防验收
16	2019年4月24日	规划验收
17	2019年4月27日	环境影响申请登记
18	2019年5月28日	竣工验收

1.3 项目建设单位及主要参建单位

潍坊市丰麓苑被动式住宅项目的建设单位是潍坊万泰置业有限公司，勘察单位是山东正元建设工程有限公司，设计单位是同圆设计集团有限公司，监理单位是潍坊市工程建设监理有限责任公司，施工总承包单位是潍坊昌大建设集团有限公司。

1.4 项目获奖情况

项目凭借卓越的工程质量、技术创新及绿色性能，斩获国家级、省级多项重磅奖项，具体如下表 1.2 所示。

表 1.2 工程主要获奖情况

序号	奖项名称
1	2020~2021 年度中国建设工程鲁班奖（国家优质工程）
2	2020 中国土木工程詹天佑奖优秀住宅小区金奖
3	获全国优秀质量管理小组两项、全国质量信得过班组一项、全国工程建设质量管理小组一类成果一项
4	中国建设工程 BIM 大赛卓越工程项目一等奖
5	住房和城乡建设部科技发展促进中心“三星级绿色建筑”
6	全国绿色建造暨绿色施工示范工程
7	获山东省省级工法两项、省级优秀 QC 小组成果两项，山东省建筑信息模型技术应用成果最佳应用奖一项
8	山东省建筑质量泰山杯工程
9	山东省建设工程优质结构工程
10	山东省绿色施工科技示范工程
11	山东省建筑施工安全文明标准化施工工地
12	被动式建筑平屋面保温防水系统及分区式干作业施工工法获国家级发明专利、建筑垃圾分选粉碎机、建筑用雨水收集利用装置等 4 项专利获得国家级实用新型专利

2 被动式建筑监理组织体系与重点难点应对

2.1 工程监理单位概况

潍坊市工程建设监理有限责任公司成立于 1993 年 3 月 4 日，隶属原潍坊市建设局，2000 年 6 月改制为股份制企业，注册资本金 1000 万元。系中国建设监理协会理事单位、中国建设工程造价协会会员单位、中国招标投标协会会员单位、山东省建设监理与咨询协会副会长单位、山东省工程建设标准造价协会常务理事单位、山东省招标投标协会理事单位、潍坊市建设工程咨询协会会长单位。公司具有建设部颁发的房屋建筑工程、市政公用工程甲级监理资质，电力工程、机电安装工程、通信工程乙级监理资质，原人防工程乙级监理资质，原工程造价咨询、工程招标代理、政府采购代理甲级资质。是一个具有独立法人资格的工程咨询和技术服务型企业，具有对工程建设项目前期研究和决策以及工程项目实施和运行阶段提供组织、管理、经济、技术等有关方面项目管理和全过程工程咨询的综合服务能力。

公司始终秉承“公正诚信、以人为本、精益求精、合作共赢”的企业宗旨，认真贯彻“爱岗敬业、担当有为、匠心服务、客户满意”的企业理念，积极践行“对员工负责、为社会尽责、对业主履责、为组织担责”的企业价值观，拓经营，增效益，铸企业品牌。所监理的工程获“鲁班奖”、“詹天佑奖”、“国家优质工程”等国家级奖项 30 余项，“泰山杯”、“省级安全文明标准化工地”、“绿色施工科技项目”等省市级荣誉奖项 800 余项，在绿色建筑、被动式超低能耗建筑监理领域积累了深厚技术储备与实战经验。

2.2 项目监理机构设置与资源配置

针对潍坊市丰麓苑被动式住宅项目的技术复杂性和质量高要求，监理单位创新性地采用了矩阵式组织架构如图 2.1 所示，既保证了专业搭配的合理性，又确保了各部门间的协同效率。项目监理部由总监理工程师全面负责，下设土建、安装、节能专项、安全、合同信息管理和 BIM 技术六个监理组，每个组配备高素质、高水平的专业监理工程师。这种组织模式充分考虑了被动式建筑对多专业协同和系统化集成的特殊要求，确保了监理工作的全面性和有效性。

在检测设备配置方面，项目监理部配备了红外热成像仪、气密性检测装置、超声波检测仪等先进设备，能够对保温连续性、气密性质量等关键指标进行现场检测验证。同时，项目还配备了高配置双显台式计算机 9 台，集合设计、施工应用的 Revit、广联达 BIM5D 等 24 款相关 BIM 软件，为实现数字化监理提供了硬件支持。



图 2.1 工程监理矩阵式组织架构

2.3 监理工作重点与难点分析

2.3.1 攻克技术集成复杂难题，严控特殊材料设备

被动式建筑以“低能耗、高舒适”为核心，技术标准远超传统建筑，且依赖特殊材料设备落地，监理需同步攻克“技术理解”与“材料设备管控”两大难题，核心挑战与解决方案如下：

(1) 被动式技术集成复杂性：对比传统建筑，被动式核心指标要求提升 2-3 倍，如表 2.1 所示，监理需突破传统知识范畴，聚焦“无热桥、高气密性、高效保温”三大技术核心，掌握红外热成像仪、气密性检测装置等专用设备的操作与结果判读。

表 2.1 被动式建筑与传统建筑监理技术要求对比

技术内容	被动式建筑要求	传统建筑要求	差异程度
外墙保温厚度	220mm 石墨聚苯板	70-100mm 普通保温	高出 2-3 倍
外窗传热系数	$\leq 0.85\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\leq 2.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	标准提高 3 倍
气密性指标	$N50\leq 0.6/\text{h}$	$N50\leq 1.5/\text{h}$	要求提高 2.5 倍
热桥处理	无热桥设计	基本不考虑	全新概念
检测手段	红外热像仪、气密性检测	常规检测工具	专用设备增加

(2) 特殊材料设备监理难点：被动式材料设备性能直接决定建筑能耗，监理需从“进场验收-施工监控-性能检测”全流程管控，核心难点与创新解决方案如下：

① 外墙保温：采用 135mm+85mm 石墨聚苯板、20mm 厚胶粉聚苯颗粒错缝粘贴，竖缝、水平缝错缝 $\geq 150\text{mm}$ 。第一层第二层石墨聚苯板均采用满粘法，抹 20mm 厚保温颗粒粘贴，两层板的竖缝和水平缝错缝均大于 150mm，保证两层板之间无通缝；沿外墙每 5 层设置一道 L 型镀锌角钢托架。监理在严格监督保温板粘贴施工质量的同时，会同建设、设计、施工单位推广采用断热桥锚栓对保温层进行固定，锚栓数量 8 个/ m^2 ，长度 320mm，保证锚入结构长度 $> 60\text{mm}$ 。安装锚栓时先向预打孔内注入聚氨酯发泡剂，然后立即安装锚栓如图 2.2 所示，用探针实测厚度、红外热成像仪检测连续性，避免保温层脱落或断层。



图 2.2 外墙保温做法

②内墙保温（真空绝热板）：监理提前用 BIM 技术排版如图 2.3 所示，工厂定制不可切割的整板，施工前复核预留预埋位置，避免现场切割破坏保温性。



图 2.3 内墙保温 BIM 排版

③被动窗安装（3300mm*1950mm 大尺寸、0.5KN/m²自重）：针对“外挂安装无法调标高”难题，监理主导采用“可调角件+隔热垫块”固定底框如图 2.4 所示，逐窗检查垂直水平度。

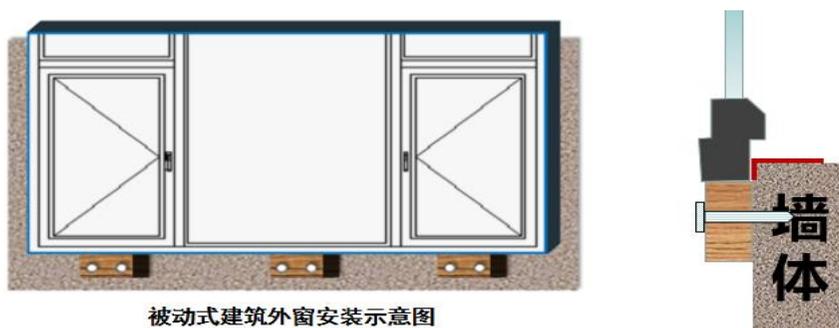


图 2.4 被动式建筑外窗安装示意图

监理旁站监督第三方检测机构气密性检测及现场淋水试验，验证被动窗密封质量，如图 2.5 所示。



图 2.5 第三方检测机构气密性检测

④高效热回收新风系统：每户 1 台新风空调一体机（热回收效率 $>75\%$ ），监理严控风管坡度与密封性，调试阶段现场检测风量平衡、热回收效率，确保恒温恒湿与 PM2.5 过滤效果。

⑤被动式屋面施工工序繁多，施工过程中需要避免水汽产生，以免影响屋面的保温效果，施工难度大。屋面采用分区干法施工，严格按照图集要求进行分区分层干法施工，防水完成后铺贴屋面防滑砖保护。

2.3.2 聚焦气密性与热桥控制，坚守技术核心环节

气密性与热桥控制二者直接决定被动式建筑能耗与舒适度，是监理“重中之重”，需从“施工全阶段”预判风险、精准管控：

（1）气密性管控（ $N50 \leq 0.6/h$ ）：监理建立“主体-装饰”全过程防控体系，核心措施包括：

①主体阶段：用止水螺杆替代传统穿墙套管，严控模板接缝、施工缝密实度，避免孔隙漏气。

②装饰阶段：新风管道穿墙用岩棉填缝+防水隔汽膜粘贴，线盒入盒端 20mm 处打硅酮密封胶，开关插座、灯具安装后二次密封。

③检测阶段：用红外热像仪扫描室内外，标记漏气点并整改，确保正式检测一次通过，避免二次装修破坏气密层。

(2) 热桥管控：监理针对热桥节点制定解决方案。

①屋面：保温层与外墙保温连续，防水层延伸至女儿墙铝盖板内，管道设保温套管。

②地下室：外墙外保温向下延伸 1600mm 至车库顶板，保障保温连续。

③外窗：采用绝热间隔条，保温层与窗框接缝用预压膨胀密封带密封，杜绝节点传热。

2.3.3 统筹多专业协同管理，提升信息流转效能

被动式建筑涉及“土建、机电、节能、装饰”多专业交叉，且技术文件繁杂，监理需创新协同与信息管理模式：

(1) 多专业协同难题：核心解决“管线冲突、设计与施工脱节”，监理主导两大创新：

①BIM 技术协同：将建筑、结构、机电专业模型整合，提前碰撞检测，减少 70%设计变更，优化管线布局确保车库净高最大，如图 2.6 所示，施工前用 BIM 进行技术交底，避免交叉作业破坏被动式保温层。

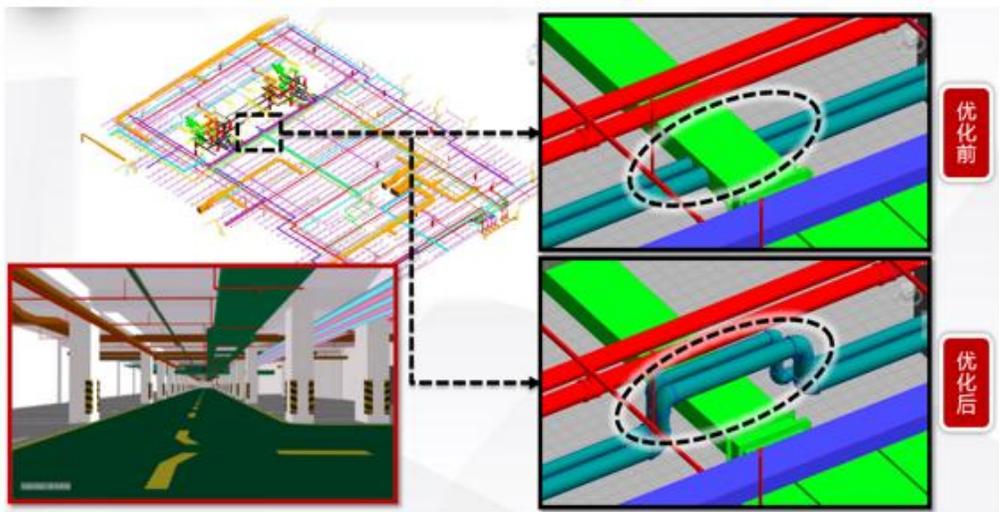
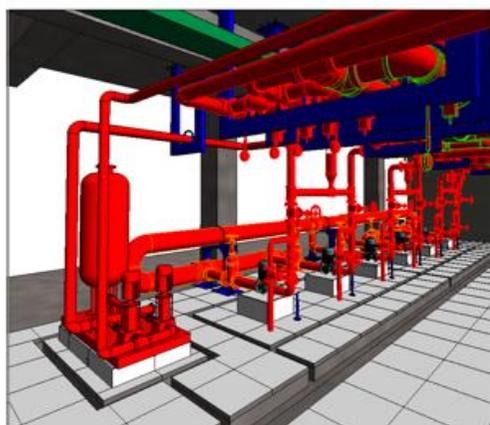


图 2.6 车库管线 BIM 优化排版

②专题协调机制：根据施工进度及时组织设计、施工、供应商召开技术协调会，解决“管道位置未考虑保温厚度”、“屋面造型与保温冲突”等问题，形成会议纪要并跟踪整改。项目采用了 BIM 技术进行可视化监理和协同管理，通过模型碰撞检测提前发现设计问题，大大提高了监理工作的准确性和效率。基于 BIM 技术

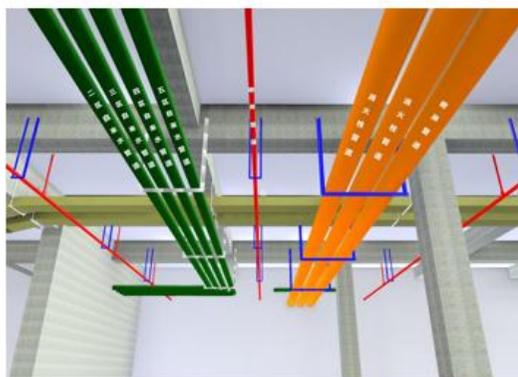
可将建筑、结构、机电等专业模型整合如图 2.7 所示，各专业模型导入进行碰撞检查，根据碰撞报告对管线进行调整、避让，对设备和管线进行综合布置。



BIM模型



实景



BIM模型



实景

图 2.7 BIM 模型与实景对比

(2) 信息管理升级：建立被动式专属信息台账，涵盖“材料检测报告、气密性记录、热桥处理验收单、BIM 碰撞整改单”等，用数字化手段替代传统纸质记录，确保数据可追溯，为后续验收与性能跟踪提供依据。

2.3.4 强化监理人员专业素养，筑牢人才能力根基

被动式技术远超传统建筑，监理人员需“懂技术、会设备、熟标准”，项目监理部针对性解决“人员能力不足”问题：

(1) 专项培训：邀请设计单位技术人员现场授课，聚焦“被动式原理、热工

计算、气密性控制”，考核合格方可上岗；

(2) 实操演练：组织红外热像仪、气密性检测设备实操培训，确保监理人员能独立判读检测结果；

(3) 经验共享：每周开展技术交流会，分享“热桥隐患处理、被动窗安装偏差整改”案例，提升团队整体能力。

3 被动式建筑监理关键环节过程控制

3.1 严把启动准备关，奠定被动式监理坚实基础

核心目标：组建专属团队、明确被动式管控标准，避免“前期准备不足导致后期返工”，关键措施如下：

(1) 高标准组建被动式专属监理团队：采用“矩阵式+专业化”团队架构，设立节能、BIM、气密性等专项小组，所有成员均通过被动式建筑技术认证培训。实行“技术负责人月度巡查制”，全程指导并评估团队在“被动式技术解读、专项检测设备操作、现场质量控制”等方面的履职能力，形成“培训—实施—评估”闭环管理。

(2) 精准技术准备与协同优化：

① 图纸深化与协同审查：建立“月度被动式专项读图会”机制，聚焦气密层连续性、无热桥设计、节点构造等核心内容，联合设计、施工方共同提出优化建议，如调整外保温厚度、优化管线综合布局等，从源头上减少设计错漏。

② BIM 全过程协同：实施 BIM 技术在设计—施工—监理全流程中的深度应用，重点开展碰撞检测、施工模拟与排砖策划，实现土建、机电与装修一体化协同，大幅减少现场返工与结构破坏。

(3) 编制被动式专属监理文件体系：制定《被动式住宅专项监理规划》，配套编制《气密性监理细则》《热桥控制监理细则》《新风系统安装监理细则》等文件，明确各阶段质量控制点、检测方法与验收标准，实现监理工作“有章可循、有据可查”。

3.2 强化施工过程关，狠抓关键工序与性能指标

围绕被动式建筑四大核心性能（保温、气密、门窗、新风），推行“样板先行、

过程精细、数据管控”的监理模式：

(1) 样板先行与标准化推广：对保温层施工、外窗安装、新风管道连接等关键工序，严格执行“先样板、后铺开”制度，如图 3.1 所示。组织参建各方进行联合验收，确认材料、工艺、节点处理等符合设计要求，形成可复制的“工艺标准包”，确保一次成优。



图 3.1 部分样板示例

(2) 四大核心环节专项监理如表 3.1 所示：

①节能保温系统监理：针对 220mm 厚石墨聚苯板外墙保温，监理采用“样板验收+全程旁站+红外热成像抽检”方式，重点控制粘贴满铺率、板缝处理、锚栓布置等环节，并建立保温层厚度专项台账，确保系统完整性与热工性能。

②气密性全过程控制：围绕 $N50 \leq 0.6/h$ 的高标准，监理工作从主体施工阶段即介入，对模板接缝、穿墙孔洞、管线预埋等部位实施“逐层检查、逐户记录”，并运用红外扫描辅助查找气密薄弱点，实现气密层“无缝闭合”。

③高性能外窗系统监理：从型材、玻璃、密封材料的进场验收到安装定位、周边气密处理，实施“一窗一档”管理。监理过程中重点控制窗框垂直度、密封胶连续性、五金匹配性，并组织气密性与淋水试验，确保整窗性能达标。

④高效新风系统监理：对新风设备及管道实行“进场核对、安装旁站、调试见证”的全过程跟踪。重点监督管道气密性、风口风量平衡、热回收效率测试等环节，确保系统运行高效、噪声可控、智能联动可靠。

表 3.1 被动式建筑关键质量控制点及监理措施

控制环节	质量控制点	监理控制措施	检测方法
保温系统	保温层厚度、连续性	样板引路、实测实量	探针检测、红外热像仪
气密性	气密层连续性、穿墙孔洞密封	全过程控制、红外扫描	气密性检测设备
外窗安装	安装精度、密封质量	逐窗检查、专项验收	气密性检测、淋水试验
控制环节	质量控制点	监理控制措施	检测方法
新风系统	管道密封、热回收效率	专项控制、性能测试	风量检测、热效率测试

(3) 全过程闭环监程序：严格执行“事前预控（交底+样板）—事中监控（旁站+巡视+检测）—事后核验（检测报告+问题整改）”流程，依托信息化平台实现质量数据实时录入、问题跟踪与闭合，推动施工与资料同步，提升过程管控透明度。

3.3 做实收尾验收关，确保建筑性能全面达标

核心目标：通过系统性验收与调试，确保被动式建筑各项性能全面达标，实现“建成即达标、交付即高品质”：

(1) 分户预验收与性能实测：正式验收前一个月，监理组织“一户一验”式预验收，对气密性、热工性能、新风效率等进行实测实量，建立问题清单并督促逐项整改，确保正式检测一次通过。

(2) 第三方检测与多系统联调：引入权威第三方进行气密性、传热系数、新风热回收效率等关键指标检测。监理牵头组织“新风+空调+自控”多系统联合调试，每日召开协调会，解决系统间匹配与联动问题，确保整体运行稳定高效。

(3) 档案标准化与知识沉淀：编制《被动式建筑监理归档清单》，系统整理专项监理文件、性能检测报告、热桥处理记录等，形成可追溯的项目档案。总结提炼本项目中的创新做法，如“BIM 协同防错”“气密性红外辅助检测”等，形成企业级技术指南。

(4) 保修期性能跟踪与长效服务：制定被动式专项保修期巡检计划，每季度对气密性、能耗数据、设备效率进行抽样检测，建立与业主的定期沟通机制，及时处理密封老化、风量失衡等问题，延伸监理服务价值，保障建筑长期性能稳定。

潍坊市丰麓苑被动式住宅项目收尾阶段被动式验收重点问题及处理方案见表 3.2。

表 3.2 收尾阶段被动式建筑验收重点问题及处理方案

验收类别	常见问题	处理方案	验收标准
气密性验收	插座开关处漏气、穿墙管洞密封不严	使用专用密封材料重新密封	$N50 \leq 0.6/h$
保温性能验收	保温层厚度不足、局部热桥	补做保温层、处理热桥部位	外墙传热系数 $\leq 0.15W/(m^2 \cdot K)$
外窗验收	密封条不连续、安装偏差	调整窗框、更换密封条	整窗传热系数 $\leq 0.85W/(m^2 \cdot K)$
新风系统验收	风量不平衡、热回收效率低	重新调整风量、检查热交换芯	热回收效率 $> 75\%$

通过以上系统性的监理措施，潍坊市丰麓苑被动式住宅项目最终成功实现了设计目标，各项性能指标均达到或超过了预期值。

4 监理实施成效与经验启示

4.1 监理工作实施成效

4.1.1 实现质量与技术双提升，树立品质标杆

项目的质量控制成效显著，主要体现在以下几个方面：首先，项目建立了全过程质量管控体系，从材料进场、施工工序到竣工验收各个环节都实施了严格的质量控制。项目监理部对所有进场材料进行严格检查，确保符合被动式建筑的特殊要求，如石墨聚苯板保温材料、双 Low-e 充氩气中空玻璃等关键材料都经过多次检测和验收。其次，项目实施了精细化施工管理，针对被动式建筑的特点，对气密性处理、防止热桥产生、保温连续性等关键环节制定了专项质量控制方案。监理人员使用红外热像仪、气密性检测装置等先进设备对施工质量进行现场检测，及时发现并处理质量问题。第三，项目采用了样板引路制度，重要工序必须先做样板，经各方点评合格后方可大面积施工。这种做法有效避免了大规模施工中的质量偏差，提高了施工一次合格率。据统计，项目施工一次合格率达到 98.5%，比传统建筑提高了约 15 个百分点。

项目在技术创新方面取得了突出成效，共应用建筑业十项新技术（2017 版）中的 10 大项 24 小项。项目技术创新成果包括申报专利 3 项（其中国家发明专利

1项、实用新型专利2项)、省级工法2项、省级QC成果2项、全国优秀质量管理小组二项、全国质量信得过班组一项、中国建设工程BIM大赛卓越工程项目一等奖、山东省建筑信息模型技术应用成果最佳应用奖一项、全国工程建设质量管理小组一类成果一项。项目在BIM技术应用方面尤为突出,通过BIM技术实现了施工全过程的可视化管理和协同作业。项目监理部利用BIM模型进行了碰撞检测、进度模拟、成本控制等多方面的应用,及时发现并解决了大量设计和技术问题。据统计,通过BIM技术的应用,项目减少了70%的设计变更和返工,提高了施工效率25%以上。项目还创新性地采用了绿色建筑评价体系,根据绿色建筑评价标准对施工过程进行监督,确保项目达到绿色建筑标准。项目是潍坊市第一个通过住建部评审的三星级绿色建筑设计项目,为绿色建筑在当地的推广起到了示范作用。

4.1.2 达成投资与成本双控制,体现经济效益

项目在投资控制方面取得了显著成效,主要体现在以下几个方面:首先,项目建立了全过程的投资控制体系,从设计阶段开始就进行投资优化,在施工前,监理方对施工图预算、被动式建筑专项方案及材料采购计划进行了详尽审查,核减了不合理的费用支出。在施工阶段严格执行投资控制措施,竣工阶段进行精细化的结算审核。项目监理部通过编制资金使用计划,确定、分解投资控制目标,对工程项目造价目标进行风险分析,并制定防范性对策。其次,项目实施了严格的工程变更管理制度,对所有的工程变更进行技术经济比较,严格控制不必要的变更。项目监理部对工程变更进行了多方面的审核,包括变更的必要性、技术可行性、经济合理性等,确保变更带来的效益大于成本增加。据统计,项目通过严格的变更管理,减少了不必要的变更进而节约了投资。第三,项目建立了完善的工程计量和支付制度,项目监理部严格按照合同约定和实际完成工程量进行计量和支付。团队认真复核工程付款账单,签发工程款支付证书,确保了资金支付的准确性和合理性。同时,团队在施工过程中进行投资跟踪控制,定期进行投资实际支出值与计划目标值的比较,发现偏差及时分析原因并采取纠偏措施,严格审核工程进度款,确保支付与工程实际完成量相符,避免了超付现象。

项目在成本节约方面取得了明显成效,主要通过以下途径实现:首先,项目通过优化设计方案节约了大量投资。项目监理部在设计阶段积极参与图纸会审,提出了多项合理化建议,如优化保温厚度、改进节点设计等,这些建议被设计单位采纳后,节约了建设成本。其次,项目通过材料设备的合理选型和采购优化实

现了成本节约。项目监理部对主要材料和设备进行了广泛的市场调研和性能价格比较，提出了选型建议，确保在满足性能要求的前提下选择性价比最优的产品。例如，在门窗选型方面，项目通过多次比较和谈判，最终选择了性能优越且价格合理的产品。第三，项目通过施工工艺和工序的优化减少了不必要的浪费。项目监理部对施工组织设计和施工方案进行了严格审核，提出了多项优化建议，如改进施工顺序、优化资源配置等，这些措施提高了施工效率，减少了人工和机械费用。第四，项目监理部通过严格的过程验收和旁站监理，尤其是在气密性保障、热桥处理等关键节点，及时发现并纠正了施工偏差，从根本上杜绝了因大规模返工造成的巨大经济损失和工期延误，间接为项目节省了大量资金。

4.1.3 做到进度与效率双促进，实现高效建造

项目在进度管理方面取得了显著成效，主要体现在以下几个方面：首先，项目建立了科学的进度计划体系，采用网络计划技术对工程进度进行全面规划和控制。项目监理部根据项目特点和合同要求，编制了详细的总进度计划、月进度计划和周进度计划，明确了关键线路和关键节点，为进度控制提供了科学依据。其次，项目实施了动态的进度监控机制，项目监理部定期对实际进度与计划进度进行比较分析，及时发现偏差并采取纠偏措施。团队每周组织进度协调会，每月编制进度报告，全面掌握工程进度情况，协调解决影响进度的各种问题。通过这种动态监控，项目确保了工程按计划推进，最终按时完成了建设任务。第三，项目采用了有效的进度激励措施，在合同中设置了节点工期条款，并明确列出了进度提前奖额和延误工期罚款额条款。这些经济手段有效地激励了施工单位加快施工进度，避免了工期延误。

项目在效率提升方面取得了明显成效，主要通过以下途径实现：首先，项目通过 BIM 技术的全面应用大大提高了工程效率。项目监理部利用 BIM 模型进行了碰撞检测、施工模拟、进度管理等应用，提前发现并解决了大量潜在问题，减少了施工中的返工和等待时间。据统计，BIM 技术的应用使项目施工效率提高了 25% 以上，工期缩短了 15%。其次，项目通过科学合理的施工组织提高了施工效率。项目监理部对施工单位的施工组织设计进行了严格审核，提出了多项优化建议，如合理划分施工段、优化施工顺序、合理配置资源等。这些措施使施工现场各工序衔接更加顺畅，减少了窝工和等待时间，提高了整体施工效率。第三，项目通过先进的技术和工艺提高了施工效率。如采用装配式施工技术，将部分构件工厂化生产、现场组装，减少了现场作业时间和工作量。项目配套公建采用钢框

架装配式建筑，大幅缩短了施工周期。

4.1.4 坚持安全与风险双管控，确保平稳受控

项目在安全管理方面取得了显著成效，主要体现在以下几个方面：首先，项目建立了完善的安全管理体系，制定了各项安全管理制度和应急预案，明确了各方安全责任。项目监理部坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，对施工现场进行全方位、全过程的安全监督，确保了施工安全。其次，项目实施了严格的安全检查制度，项目监理部定期组织安全检查，及时发现和消除安全隐患。对施工现场的临边防护、高空作业、用电安全、消防设施等重点部位和环节进行重点监控，确保了各项安全措施落实到位。并针对被动房施工中大量使用的高空作业、大型板材安装等危险源，监理方制定了专项安全监理细则，并通过日常巡查、专项检查杜绝了安全隐患，实现了项目全程安全生产“零事故”的目标。第三，项目开展了有效的安全教育和培训，督促施工单位定期组织安全培训，增强作业人员的安全意识和技能。组织开展了多种形式的安全宣传活动，如安全知识竞赛、安全事故案例分析等，营造了浓厚的安全氛围。这些措施使项目的安全管理水平显著提高，促使项目荣获了山东省建筑施工安全文明标准化施工工地。

项目在风险控制方面取得了明显成效，主要通过以下途径实现：首先，项目建立了全面的风险识别和评估机制，项目监理部在项目开始前就对可能出现的各种风险进行了全面识别和评估，包括技术风险、质量风险、安全风险、合同风险等，并制定了相应的应对措施。其次，项目实施了有效的合同风险管理，项目监理部对工程合同进行了全面审核，明确了各方的权利和义务，特别是对风险分担条款进行了重点审核，避免了不合理的风险分配。加强了合同履行的监督，确保各方严格按照合同约定履行义务，减少了合同纠纷。

4.1.5 奖项申报中监理的具体作用与贡献

(1) 技术标准落地保障：通过专项监理细则严格控制被动式关键指标（如 $N50 \leq 0.6/h$ ），确保奖项评审中的性能数据真实性。

(2) 创新技术应用推动：主导 BIM 排版、红外检测等新技术应用，形成可复制的技术案例，为奖项申报提供差异化亮点。

(3) 全过程资料归档：编制《被动式建筑监理资料归档目录》，确保气密性检测报告、热桥处理记录等关键资料完整可追溯，支撑奖项申报材料完整性。

4.2 被动式建筑监理的核心价值

本项目监理突破传统“质量管控”单一维度，围绕被动式建筑“低能耗、高舒适、长寿命”核心需求，实现三大核心价值，为行业提供范本。

4.2.1 保障被动式性能“不打折扣”

通过全流程专项监理，确保项目核心指标 100%达标（气密性 $N50 \leq 0.55/h$ 、热回收效率 $>78\%$ ，均优于设计要求），杜绝“伪被动式”建筑，真正实现“每平方米年能耗较传统建筑降低 75%以上”。

4.2.2 降低被动式建设“双重风险”

一方面减少技术风险（如通过 BIM 碰撞检测减少 70%设计变更，避免热桥、气密性缺陷），另一方面降低经济风险（通过样板引路、过程管控，施工一次合格率达 98.5%，较传统建筑提高 15 个百分点，减少返工成本约 800 万元）。

4.2.3 赋能被动式产业“规模化推广”

形成“寒冷地区高层被动式住宅监理模式”（矩阵式团队、BIM 协同、专属检测设备应用），相关经验可为同类项目提供“可复制、可落地”的监理方案。

4.2.4 创新监理模式与价值落地实践

（1）案例差异化的打造

本项目监理工作突出“全过程数据化管控”与“性能导向的验收体系”，区别于常规监理：

引入红外热成像、气密性自动化检测等科技手段，实现质量隐患可视化、可量化。

建立从材料进场到系统联调的“性能追溯档案”，每个关键环节均有检测数据支撑，增强案例的说服力与独特性。

（2）监理核心价值凸显

通过“前置策划、过程精细、验收严谨、售后跟踪”四阶段闭环管理，监理工作实现了：从“事后检查”向“过程预防”转型，大幅减少返工与成本浪费。通过专项细则与样板引路，提升施工一次合格率，保障被动式性能落地。在系统联调与性能检测中发挥“技术统筹与协调枢纽”作用，确保各专业无缝衔接。

(3) 监理工作创新点

管理创新：推行“矩阵式专项小组+技术负责人月巡”组织模式，实现资源高效配置与技术支撑常态化。

方法创新：采用“BIM 协同审查+红外扫描辅助+一户一验”组合工具，提升监理工作的科学性与精准度。

流程创新：建立“预验收—整改—正式检测—联调”四步收尾流程，确保性能全面达标。

4.3 经验启示

4.3.1 坚持精细化控制，完善全过程监理方法论

项目的监理实践表明，精细化过程控制是被动式建筑质量保证的关键。项目监理部建立了完善的质量控制体系，为被动式建筑监理提供了重要启示。

启示一：实施全过程气密性质量控制。气密性是被动式建筑的核心指标，需要从设计到施工全过程控制。建议在设计中明确气密层的位置和连续性要求；在施工中严格控制模板接缝、施工缝、墙体接茬等处的密实度；在装饰装修阶段加强对穿墙管道密封、开关插座安装等环节的检查。监理人员应使用红外热像仪对室内外进行扫描检查，发现漏气点及时标记并要求整改。

启示二：建立专项验收制度。被动式建筑有许多特殊要求，需要建立专项验收制度。建议对关键工序和节点进行专项验收，如气密性验收、热桥处理验收、外窗安装验收、新风系统验收等。每个专项验收都应有明确的验收标准和程序，验收合格后方可进行下道工序。验收过程中应使用专用检测设备，如气密性检测设备、热像仪等，进行客观评价。

启示三：实施数字化监理模式。被动式建筑技术复杂，需要采用数字化手段提高监理效率和准确性。建议广泛应用 BIM 技术进行可视化监理和协同管理，通过模型碰撞检测提前发现设计问题；采用移动终端随时查阅技术参数和图纸，与现场实际施工情况进行对比。这些数字化手段可以大大提高监理工作的准确性和效率。

4.3.2 推动创新化应用，强化技术赋能管理效能

项目的成功实践表明，技术创新应用是被动式建筑品质提升的重要途径。项目广泛应用了 BIM 技术、绿色建筑评价体系等先进技术，大大提高了监理工作的

科技含量和效果。这种技术应用模式为被动式建筑监理提供了重要启示。

启示一：全面应用 BIM 技术进行协同管理。BIM 技术可以实现被动式建筑的全过程、全方位管理。建议在设计阶段利用 BIM 模型进行性能模拟和优化设计；在施工阶段利用 BIM 进行技术交底和工艺优化；在验收阶段将 BIM 模型与现场实际情况进行比对。监理人员应熟练掌握 BIM 技术，能够利用模型进行可视化监理和协同管理。

启示二：积极采用新型检测设备和手段。被动式建筑有许多特殊性能要求，需要采用新型检测设备进行验证。建议配备红外热像仪用于检测保温连续性和热桥情况；配备气密性检测设备用于验证建筑气密性；配备超声波探测仪用于检测隐蔽工程质量。这些设备可以提供客观、准确的检测数据，为质量评价提供科学依据。

启示三：建立基于数据的科学决策机制。被动式建筑监理需要以数据为基础进行科学决策。建议对所有关键质量指标进行实测实量，建立质量数据库，通过数据分析掌握质量趋势和突出问题，有针对性地加强质量控制。项目监理部应通过实测实量所取得的数据，对施工质量情况进行分析，掌握质量问题重点，加大力度督促施工单位进行改进。

4.3.3 深化协同化机制，构建多方联动保障体系

项目的成功实践表明，协同化项目管理是被动式建筑顺利实施的重要保障。项目建立了多层级协同管理机制，定期组织设计、施工、监理和厂家进行技术协调，解决施工中的技术难题。这种协同化管理模式为被动式建筑监理提供了重要启示。

启示一：建立多方参与的技术协调机制。被动式建筑技术复杂，需要各方协同配合。建议定期组织技术协调会，邀请设计、施工、监理、材料供应商等多方参加，共同解决技术问题。监理人员应在协调中发挥主导作用，及时发现问题并提出解决方案。对于重大技术问题，还应邀请专家进行论证，确保技术方案的可行性和可靠性。

启示二：实施全过程的技术交底制度。被动式建筑有许多特殊技术要求，需要实施全过程的技术交底建议在每道工序施工前组织专项技术交底，使施工人员充分理解技术要求和质量标准。监理人员应参与技术交底，并对交底内容进行审核，确保交底的全面性和准确性。对于重要工序和节点，还应进行现场示范和指导，确保施工人员掌握正确的施工方法。

启示三：建立与供应商的协同机制。被动式建筑使用的许多材料和设备具有特殊性，需要与供应商密切协同。建议与关键材料和设备供应商建立战略合作关系，提前介入产品设计和生产过程，确保产品符合设计要求。监理人员应参与供应商考察和技术交流，掌握产品性能和技术特点，为质量监督提供依据。对于特殊产品，还应进行出厂验收，确保产品质量。通过以上协同化项目管理机制，可以有效地解决被动式建筑施工中的技术问题，提高工程质量和效率，确保项目顺利实施。项目的成功实践表明，这种协同化模式是被动式建筑项目管理的重要发展方向。

潍坊市丰麓苑被动式住宅项目的监理实践，为我国被动式建筑监理工作提供了宝贵经验，被动式建筑的监理是一项技术密集型和管理精细化的工作。监理单位必须提升自身站位、深化技术储备、革新管理方法，通过超前介入、聚焦节点、数据验证、高效协同四大抓手，才能真正履行好保障被动式建筑最终性能的关键职责，为我国建筑行业的高质量与低碳化发展提供可靠的监理实践范本。通过专业化团队建设、精细化过程控制、创新化技术应用和协同化项目管理，项目实现了高质量、低成本、短工期的建设目标，成为我国被动式建筑发展的标杆项目。这些经验和启示对推动我国被动式建筑发展，提高建筑行业节能减排水平具有重要意义。

（主要编写人员：董福臣 王宇 曹鹤腾 刘明明 王伯伦）

技术赋能监理 创新铸就精品

——烟台八角湾国际会展中心工程监理实践

山东新世纪工程项目管理咨询有限公司

1 项目概况

1.1 项目实施地点及组成

烟台八角湾国际会展中心项目位于山东省烟台市黄渤海新区八角街道，地处贵阳大街以北、北京中路以东、南昌大街以南，紧邻海边，地理位置得天独厚，是烟台黄金海岸线上的重要地标建筑。项目占地 13.9 万平方米，建筑面积 24.6 万平方米，由双层 A 展厅、单层 B 展厅、登录厅及综合文化活动中心四大核心部分构成（如图 1.1 所示），同时配套建设地下车库与设备功能用房。其中，展厅及登录厅地上两层，建筑面积约 12.5 万平方米，共设 8 个展厅，可满足

不同规模展览需求；综合文化活动中心地上三层，建筑面积约 2.5 万平

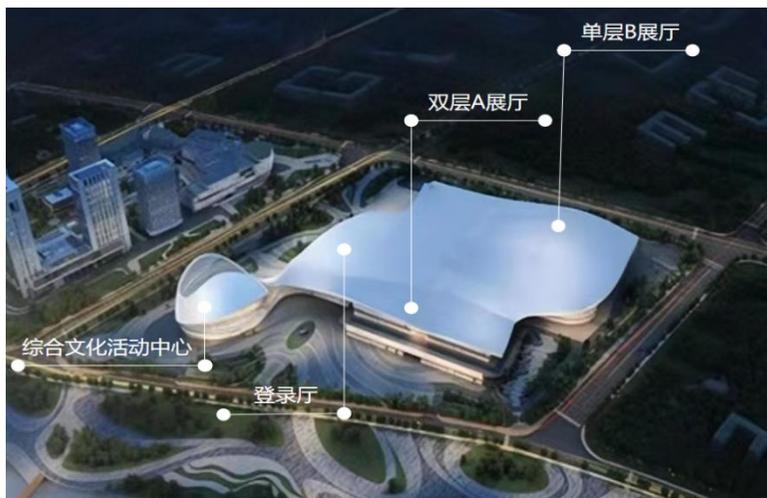


图 1.1 项目构成图

方米，内部包含会议室、阶梯报告厅及宴会厅等多功能空间，可承接各类会议、

宴会活动；地下一层建筑面积约 5 万平方米，主要作为停车区与设备功能用房，配备 1800 余个室内外智能停车位，有效解决项目人流、车流停放问题。

项目由美国著名设计公司 AECOM 按第五代会展综合体定位设计，以“城岸云浪·海上云贝”为设计理念，融合烟台碧海蓝天、海浪白云与银贝元素，形成建筑结构与造型统一、结构清晰，集展览区、会议区和配套商业区为一体的大型会展综合体。项目实景图如图 1.2 所示。



图 1.2 八角湾国际会展中心项目实景图

1.2 项目投资规模及里程碑

1.2.1 投资规模

项目占地 13.9 万平方米，建筑面积 24.6 万平方米，总投资约 33 亿元。

1.2.2 里程碑节点

烟台八角湾国际会展中心项目自 2020 年 3 月开工建设，至 2022 年 4 月提前竣工，工程实施主要里程碑事件见表 1.1。

表 1.1 烟台八角湾国际会展中心项目进度里程碑节点表

序号	里程碑节点	计划时间	实际时间	完成情况说明
1	项目开工	2020 年 3 月 15 日	2020 年 3 月 15 日	如期开工，基坑支护同步启动
2	地下室结构封顶	2020 年 11 月 30 日	2020 年 11 月 25 日	提前 5 天完成，混凝土裂缝防控达标

序号	里程碑节点	计划时间	实际时间	完成情况说明
3	钢结构主体封顶	2021年6月10日	2021年6月8日	提前2天完成,焊缝检测合格率100%
4	双曲幕墙安装完工	2021年12月20日	2021年12月15日	提前5天完成,安装误差 $\leq 2\text{mm}$
5	项目竣工备案	2022年4月20日	2022年4月10日	提前10天完成,全周期节省工期40天

1.3 项目建设单位及主要参建单位

项目建设过程中,各参建单位协同配合,形成高效的项目建设管理体系。建设五方责任主体单位具体信息如表 1.2 所示。

表 1.2 五方责任主体单位具体信息

序号	单位类别	单位名称	主要职责
1	建设单位	烟台业达城市更新服务集团有限公司	负责项目投资、建设规划、组织协调等工作,明确项目质量目标为争创“鲁班奖”
2	监理单位	山东新世纪工程项目管理咨询有限公司	承担项目监理工作,包括质量控制、安全管理、进度管控、投资控制等,组建专业监理团队保障项目建设
3	施工单位	青建集团股份公司	负责项目具体施工实施,按照设计图纸及规范要求完成各项工程施工任务
4	设计单位	青岛北洋建筑设计有限公司	负责项目设计工作,包括建筑、结构、机电等专业设计,提供符合“城岸云浪·海上银贝”设计理念的方案
5	勘察单位	山东正元建设工程有限公司	开展项目地质勘察工作,提供详细地质勘察报告,为项目地基基础设计与施工提供依据

1.4 项目获奖情况

1.4.1 工程获奖

项目在监理全流程质量管控与技术创新赋能下,斩获 14 项国家级、省级权威奖项,涵盖工程质量、钢结构、安装、装饰、BIM 应用等领域,充分彰显行业领先地位。具体获奖情况见表 1.3。

表 1.3 工程获奖一览表

序号	奖项名称	年度	授奖单位
1	鲁班奖	2022-2023	中国建设监理协会
2	第十五届“中国钢结构金奖”	2023	中国建筑金属结构协会
3	中国安装工程优质奖（中国安装之星）	2021-2022	中国安装协会
4	中国建筑工程装饰奖（公共建筑装饰类）	2021-2022	中国建筑装饰协会
5	中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）	2021-2022	中国建筑装饰协会
6	山东省工程建设泰山杯奖	2023	山东省住房和城乡建设厅
7	山东省房屋市政施工安全文明标准化工地	2020	中国建筑业协会建筑安全与机械分会
8	山东省建筑工程优质结构奖	2021	山东省住房和城乡建设厅
9	山东省优质安装工程“鲁安杯”奖	2022	山东省安装协会
10	“‘龙图杯’全国 BIM（建筑信息模型）大赛”综合二等奖	2021	中国图学学会
11	“第二届工程建设行业 BIM 大赛”综合一等成果	2021	中国施工企业管理协会
12	“安装行业 BIM 应用”成果评价获得国内先进、行业领先（二类）成果	2021	中国安装协会
13	“第三届山东省建设工程 BIM 应用成果‘天元杯’竞赛”获得综合一等奖	2021	山东省建筑业协会；山东省建设工会
14	“第六届建设工程 BIM 大赛”获得综合二类成果	2022	中国建筑业协会

1.4.2 监理荣誉

监理单位凭借专业管控成效，荣获多项荣誉，具体如下表 1.4 所示。

表 1.4 监理单位获奖一览表

序号	奖项名称	颁发时间
1	山东省建筑施工安全文明标准化工地	2021 年 10 月
2	山东省建筑工程优质结构	2022 年 8 月
3	中国安装工程优质奖（中国安装之星）	2023 年 1 月
4	第十五届“中国钢结构金奖”	2023 年 6 月
5	山东省建筑工程质量“泰山杯”奖	2024 年 1 月
6	鲁班奖	2024 年 12 月

2 项目监理组织及重难点

2.1 工程监理单位

山东新世纪工程项目管理咨询有限公司前身隶属于芝罘区建委，成立于 1995 年 1 月 26 日，2001 年完成改制，具备住建部认定的工程监理综合资质，是通过 ISO9001 国际质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全体系认证的独立法人企业，同时也是国家级重合同守信用企业、中国建设监理协会常务理事单位、山东省建设监理协会副理事长单位、烟台市建设监理协会副会长单位。公司下设监理公司、造价咨询公司、项目管理公司、招标代理公司及总工办、合同信息部等多个核心业务部门，拥有现代化技术手段及全套检测、电算、通讯、交通设备。公司秉持“脚踏实地、诚信为本”的经营理念，以“监理合同覆盖率 100%，顾客投诉率降至 0”为质量目标，为业主提供工程建设项目全过程咨询服务，凭借丰富的大型工程项目监理经验、专业技术团队及完善的管理体系，通过公开招投标中标承揽本项目监理服务业务。

2.2 项目监理机构

公司以争创“鲁班奖”为质量目标，组建创优经验丰富、管理能力强的 26 人项目监理团队，采用“公司专家顾问组+项目监理部”的双层组织架构，将项目划分为四个区块精细化管理，确保监理工作全面覆盖、高效推进（如图 2.1 所示）。

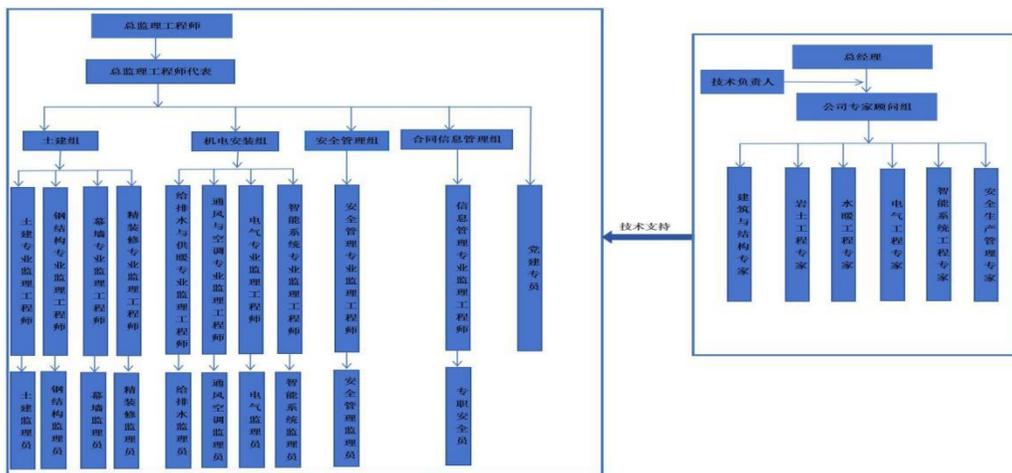


图 2.1 项目监理团队组织机构

公司专家顾问组由智能系统工程、安全生产管理、建筑与结构、水暖工程、电气工程、岩土工程等领域专家组成，为复杂工艺、关键工序提供专项论证与技术指导；项目监理部设总监理工程师、总监理工程师代表、技术负责人，下设土建组、机电安装组、安全管理组、合同信息管理组，配备 8 名土建及钢结构专监、4 名机电安装专监、2 名安全专监、1 名合同及信息管理专监、8 名各专业监理员、1 名资料员及 1 名党建专员，负责一线施工监管。

2.3 项目监理工作重难点

2.3.1 复杂地质与结构下的质量控制难题

项目紧邻海边，地质复杂、地下水位高，局部基坑深达 20m，支护风险高；地下室为超长混凝土结构，裂缝防控难度大；钢结构用钢量达 7.5 万吨，结构跨度大，展厅双层玻璃幕墙、综合文化活动中心“银贝”造型网壳钢结构、双曲幕墙、异型屋面及“云浪”造型屋面等结构复杂，空间定位与安装精度要求极高，对监理质量控制提出严峻挑战。（图 2.2 为异型屋面板安装施工）



图 2.2 异型屋面板安装施工

2.3.2 超大体量与危大工程集中的安全管理压力

项目占地 13.9 万平方米，施工高峰期应用 408 台登高车、666 台吊篮等大量

设备，交叉作业频繁、人员流动大，安全管理覆盖范围广；深基坑支护、高空钢结构安装、高处幕墙施工等危大工程集中，易发生高处坠落、物体打击、设备倾覆等安全事故，安全管控难度极大。

2.3.3 多专业交叉下的进度与投资协同管控挑战

项目涵盖建筑、结构、机电、装饰、智能化等多个专业，工序衔接紧密、交叉作业频繁，协调不当易引发工序冲突与工期延误；项目总投资约 33 亿元，工程变更与计量支付频繁，需在保障质量与进度的前提下，实现投资精准控制，避免不合理支出。

2.3.4 鲁班奖目标下的全过程监理高要求

建设单位明确争创“鲁班奖”的质量目标，该奖项作为建筑行业工程质量最高荣誉，对工程质量、工艺水平、观感效果等要求严苛，需监理工作从原材料进场、施工工艺控制到分部分项工程验收全过程制定超国家标准的管控措施。

3 项目监理关键环节

3.1 监理工作启动阶段：筑牢基础保障

3.1.1 核心任务

明确“鲁班奖”导向的监理目标，建立适配多专业、复杂结构的监理管理体系，编制针对性监理规划与实施细则，协调参建单位职责分工，严格审查施工单位资质、施工组织设计及专项施工方案，保障施工前期准备充分。

3.1.2 实施措施

(1) 构建完善管理体系：制定质量管理、安全管理、进度管控、投资控制等系列制度，明确各专业监理人员职责，组建创优团队并开展“鲁班奖”标准、技术规范培训。

(2) 编制专项监理文件：结合项目复杂结构特点，编制监理规划及深基坑支护、钢结构安装等关键工序专项监理实施细则，细化监理控制点、检查频率及验收标准。

(3) 严格前期审查：核查施工单位资质、安全生产许可证及管理人员资格，

审查施工组织设计与专项施工方案，组织专家论证危大工程方案，检查施工机械与原材料准备情况。

3.2 监理工作实施阶段：多维管控赋能

3.2.1 质量控制

（1）原材料管控

执行“封样—进场比对—复检”三级制度，主要材料见证取样检测，加大钢材、混凝土等重要材料抽检频次，杜绝不合格材料使用。

（2）施工工艺控制

推行样板验收制度，钢结构焊缝 100%超声波探伤检测，利用 BIM 技术模拟双幕墙安装并实时复核，监督超长混凝土结构分段浇筑、后浇带设置及养护温控。

（3）验收管理

落实工序销项验收、分部分项联合验收制度，多单位提前介入交叉作业验收，通过微信群报验留痕缩短周期。

3.2.2 安全管理

（1）创新管理模式

推行“网格化+智能化”管理，划分安全责任网格，明确监理责任人；利用塔吊监测系统、视频监控等智能设备，实时监控设备运行与人员安全行为。

（2）强化隐患治理

每周开展安全专项检查，建立隐患销项台账，整改 800 余处安全隐患（高处作业 228 处、临时用电 196 处），整改率达 98.6%；对危大工程实施旁站监理。

（3）加强安全培训

督促施工单位开展安全培训，监理人员参与安全技术交底，提升施工人员安全意识与技能。

3.2.3 进度控制

（1）细化进度计划

分解总进度计划至各工序，设置钢结构封顶等关键里程碑节点，明确起止时间与责任人。

(2) 动态调整纠偏

定期对比实际进度与计划进度，分析偏差原因，通过调整工序、增加资源、优化方案等措施纠偏，最终提前 40 天完工。

(3) 协调交叉作业

定期组织监理例会与专题协调会，明确专业施工顺序与时间节点，避免工序冲突返工。

3.2.4 投资控制

(1) 严格变更审核

建立工程变更审核制度，开展技术经济分析，评估变更对工期、质量、投资的影响，规范变更审批流程。

(2) 精准计量支付

依据合同与工程量清单，审核施工单位上报工程量，现场核实完成情况，规范进度款支付审核，节约投资约 1400.96 万元。

4 项目监理成效及启示

4.1 项目监理成效

4.1.1 投资管控精准高效，实现成本优化

监理团队通过建立严格的工程变更审核机制，对每一项变更开展全面技术经济分析，杜绝不合理支出；同时精准把控计量支付环节，现场核实工程量完成情况，避免超付、早付问题，最终帮助项目节约投资约 1400.96 万元，有效降低建设成本，实现投资效益最大化。

4.1.2 进度管控动态闭环，保障高效交付

将总进度计划细化至各阶段、各工序，明确关键里程碑节点及责任人，通过周进度报表、月进度报告常态化跟踪实际进度与计划进度偏差。针对多专业交叉作业冲突、资源配置不足等问题，及时协调调整施工工序、增补施工人员与设备，优化施工方案，推动项目提前 40 天竣工，为项目尽早投用创造有利条件。

4.1.3 质量安全全程严控，铸就精品工程



图 4.2 无人机巡视施工现场

4.1.5 功能适配前瞻布局，延伸服务价值

监理过程中提前对接会展运营核心需求，针对展位箱（水、电、气、信息集成）安装位置、智能化系统（馆内导航、VR 看馆）调试等关键环节提出优化建议，确保工程建设与后期运营无缝衔接；在竣工验收阶段协助建设单位制定设备维护手册，明确空调、安防等系统运维参数与周期，为项目长期稳定运营提供技术支撑。

4.1.6 综合效益全面彰显，赋能城市发展

项目投用后成功举办百余场大型展会，截至 2023 年累计参展近 32 万人次，带动直接与间接经济效益约 28.8 亿元，有效提升烟台会展业影响力与城市知名度；同时，监理团队严格把控绿色施工环节，监督节能设备安装与工艺优化，助力项目获评绿色建筑认证，实现施工与运营阶段节能减排，兼顾社会效益与绿色效益。

4.2 启示

4.2.1 复杂工程需构建“技术+制度”双重保障，强化全流程管控

（1）可操作建议

①技术层面：针对深基坑、大跨度钢结构、异形幕墙等复杂工艺，提前编制专项监理细则，明确 BIM 技术应用节点（如碰撞检查、可视化交底）、检测标准（如钢结构焊缝 100%超声波探伤）及精度控制指标（如双曲幕墙安装误差范围）。

②制度层面：建立“事前预防—事中管控—事后验收”全链条制度，材料验收实行“封样台账+复检记录”双存档，质量问题整改采用“整改通知单—整改报告—复查验收”闭环流程，关键工序实行“样板验收合格后方可大面积施工”制度。

（2）示范性

该模式可直接复制应用于大型场馆、超高层、交通枢纽等复杂工程项目，通过技术手段破解工艺难题、降低施工风险，通过制度规范明确责任边界、避免管理疏漏，为同类项目实现高质量建设提供成熟管控框架。

4.2.2 超大体量项目需推行“网格化+智能化”安全管理，实现隐患精准治理

（1）可操作建议

①网格划分：按施工区域、工序类型划分安全责任网格，每个网格明确 1 名监理责任人，制定差异化检查频次（高空作业区域每日 1 次、深基坑区域每半日 1 次、常规区域每周 2 次）。

②智能赋能：引入塔吊力矩监测系统、人员定位手环、视频智能抓拍设备，实时预警设备超载、人员违规进入危险区域、未佩戴安全防护用品等行为。

③闭环管理：每周汇总隐患数据，针对高发隐患（如临时用电、高处作业）开展专项培训与现场交底，每月开展安全管理复盘，优化网格划分与检查重点。

（2）示范性

有效解决超大体量项目“施工现场分散、设备人员密集、安全巡查覆盖不全”的行业痛点，尤其适用于工业厂房、城市综合体等项目，为大型工程安全管理提供可量化、可追溯、高效率的实施路径。

4.2.3 功能性项目需聚焦“建设—运营”衔接，提升监理服务附加值

（1）可操作建议

①需求对接：监理初期组织建设单位、运营单位、设计单位召开专项会议，梳理项目核心功能需求清单（如会展项目的展位供电容量、人流疏散路径、智能化运维需求），将功能指标融入监理控制点。

②过程管控：对影响运营的关键环节（如设备安装位置、管线预留接口、智能化系统调试）实行全程旁站监理，及时提出优化建议（如调整展位箱布局适配

常见展会搭建需求)。

③交付支撑：竣工验收阶段协助编制《设备运维手册》《应急处置预案》，组织建设单位与运营单位开展技术交接，确保运营方快速掌握设备操作与维护要点。

(2) 示范性

突破传统监理“重施工、轻运营”的局限，为会展中心、商业综合体、医院、学校等功能性项目提供“全生命周期”监理服务模板，助力项目实现“建设达标、运营高效”的双重目标，提升项目长期使用价值。

4.2.4 监理行业需加速“数字化+人才培育”转型，推动高质量发展

(1) 可操作建议

①人才培育：企业层面建立“新技术培训+实战考核”机制，定期组织监理人员参加 BIM、智慧工地系统、无人机操作等专项培训，考核合格后方可参与复杂项目；鼓励员工参与行业 BIM 大赛、技术创新课题，积累实践经验。

②技术落地：项目层面建立数字化技术应用台账，明确 BIM、无人机等技术的应用场景、操作标准、成效指标（如节省工期天数、减少返工成本金额），形成可复制的技术应用案例。

③成果转化：将项目实践中形成的成熟管控流程、技术应用方案转化为企业标准工法，鼓励团队申请技术专利（如专项检测工具、管理系统功能模块），提升核心竞争力。

(2) 示范性

为监理企业数字化转型提供清晰路径，推动行业从“传统旁站监督”向“技术赋能、数据驱动、精准管控”的现代化监理模式升级，助力提升监理行业整体专业水平与市场竞争力。

（主要编写人员：战慧媛 张秀磊 徐培江 赵民义 王雪莉）

守护仿古建筑传承 延续城市文化记忆

——哈尔滨工程大学青岛创新发展基地一期项目（PPP）

工程监理实践

青岛建通浩源集团有限公司

1 项目概况

1.1 项目实施地点及组成

哈尔滨工程大学青岛创新发展基地一期项目（PPP）位于青岛西海岸新区古镇口军民融合创新示范区大学城内，北起龙门顶路、南至桃林路、西至山川路、东至海军路，项目是新区实施国家军民融合发展战略的代表项目之一。古镇口军民融合创新示范区是首个获批的国家级军民融合示范区，该项目作为军民融合区首个高校引进项目，肩负着建设海上实验场、高端人才基地、世界一流大学、科技成果转化和产业化基地的重要使命，该项目是新区高校引建首例成功采用政府和社会资本合作制即 PPP 模式（Public-Private Partnership）进行运作的项目，通过政府和社会资本合作，能够有效吸引社会资金参与高校建设，缓解政府财政压力，同时提高项目的建设和运营效率。

项目总建筑面积约 20.79 万 m²，工程概算总投资 81200 万元。共分为五个单体，由 11#综合楼（见图 1.1）、教师周转宿舍（见图 1.2）、学生宿舍 1（见图 1.3）、学生宿舍 2、食堂（见图 1.4）组成。



图 1.1 11#楼效果图



图 1.2 教师周转宿舍效果图



图 1.3 学生宿舍效果图



图 1.4 食堂效果图

1.2 项目投资规模及里程碑

哈尔滨工程大学青岛创新发展基地一期项目（PPP）工程概算总投资 81200 万元，项目总建筑面积约 20.79 万 m^2 ，共分为五个单体，由 11#综合楼：建筑面积 11.32 万 m^2 ，地上主体 7 层，局部 5~6 层，1 层地下室，总建筑高度为 46.23m。框架结构，基础形式为桩基础+筏板基础，屋顶为仿古屋顶、教师周转宿舍：建筑面积 2.11 万 m^2 ，地上主体 17 层，局部 18 层，地下一层，总建筑高度为 49.90m，剪力墙结构，基础形式为防水筏板基础+独立基础、学生宿舍 1：建筑面积 6.1 万 m^2 ，地上主体 9 层，局部 10 层，无地下室，总建筑高度为 32.85m。抗震墙（剪力墙）结构体系，连廊框架结构体系，基础形式为独立基础、学生宿舍 2：建筑面积 6.1 万 m^2 ，地上主体 9 层，局部 10 层，无地下室，总建筑高度为 32.85m。抗震墙（剪力墙）结构体系，连廊框架结构体系，基础形式为独立基础、食堂：建筑面积 1.26 万 m^2 ，地上 3 层，局部 2 层，无地下室，总建筑高度为 21m，框架结构，基础形式为独立基础组成。

项目里程碑（见表 1.1）、建设前期手续情况（见图 1.5）、竣工验收情况（见图 1.6）。

表 1.1 项目里程碑

里程碑编号	里程碑名称	里程碑时间
1	立项批复	2017
2	建设工程规划	2018
3	建设用地规划	2018

里程碑编号	里程碑名称	里程碑时间
4	施工许可证	2019
5	项目开工	2019
6	主体结构封顶	2020
7	装饰装修、室外绿化	2020
8	规划、消防、防雷、人防、电梯、室内环境检测、建筑节能等专项检测验收	2021
9	竣工验收	2021

1建设前期手续情况

工程前期可行性研究、环评、用地规划、施工图审查、土地证、工程规划、施工许可等文件全部合规合法。

The image displays a collection of official documents related to the project's pre-construction phase. On the left, there are vertical banners for 'Project Approval' (项目立项批复), 'Construction Planning' (建设工程规划), 'Land Use Planning' (建设用地规划), 'State-owned Land Certificate' (国有土地证), 'Construction Drawing Review' (图审合格证), 'Construction Permit' (施工许可证), and 'Environmental Impact Assessment' (环评备案意见). The central part shows various forms and certificates, including the 'Construction Engineering Planning Permit' (建设工程规划许可证) and 'Construction Land Use Planning Permit' (建设用地规划许可证). On the right, there is a document titled 'Approval of the Environmental Impact Assessment Report for the First Phase of the Qingdao Innovation Development Base' (关于青岛市生态西海岸新区分局关于青岛市黄岛区建筑工务局哈尔滨工程大学青岛创新发展基地一期项目(PPP)环境影响报告表的批复).

图 1.5 建设前期手续情况

1竣工验收情况

本工程共10个分部，全部验收合格，观感质量评定为好。
规划、消防、防雷、人防、电梯、室内环境检测、建筑节能等通过专项检测验收，结果符合要求。

The image shows a collage of documents related to the project's completion and acceptance. Vertical banners on the left list various inspection categories: 'Planning' (规划), 'Energy Saving' (节能), 'Fire Protection' (消防), 'Water Protection' (水土保持), 'Water Quality' (水质), 'Air Quality' (空气), 'Lightning Protection' (防雷), 'Elevator' (电梯), 'Environment' (环保), 'Qingdao' (青岛), '人防' (人防), and 'Archives' (档案). The main part of the image features a 'Construction Engineering Completion Acceptance Form (Including Underground)' (建设工程竣工验收备案表(含地下室)). This form contains detailed information about the project, including the name of the construction unit (青大建筑), the project name (哈尔滨工程大学青岛创新发展基地一期项目), the location (黄岛区), and the completion date (2021.06.01). It also lists the names and titles of the project manager and the acceptance officer, along with their respective units and signatures.

图 1.6 竣工验收情况

1.3 项目建设单位及主要参建单位

本项目建设单位为青岛中建八局教育发展有限责任公司，实施机构为青岛市西海岸建筑工务中心，设计部分由哈尔滨工业大学建筑设计研究院、华南理工大学建筑设计研究院负责，勘察单位为青岛瑞源工程集团有限公司，监理单位为青岛建通浩源集团有限公司，施工单位为中国建筑第八工程局有限公司，人工挖孔桩、仿古屋面、幕墙、通风空调工程均由具备对应专业承包资质的单位施工。建设单位及主要参建单位见表（见表 1.2）。

表 1.2 建设单位及主要参建单位

单位职能	单位名称	单位职能	单位名称
建设单位	青岛中建八局教育发展有限责任公司	施工单位	中国建筑第八工程局有限公司
实施机构	青岛市西海岸建筑工务中心	仿古屋面工程	圣雅建设集团股份有限公司
设计单位	哈尔滨工业大学建筑设计研究院		曲阜市园林古建筑工程有限公司
	华南理工大学建筑设计研究院	幕墙工程	青岛臻至建筑工程有限公司
勘察单位	青岛瑞源工程集团有限公司	通风空调工程	青岛海尔家居集成股份有限公司
监理单位	青岛建通浩源集团有限公司	人工挖孔桩工程	东营天华建筑安装有限公司

1.4 项目获奖情况

- (1) 2020 年度“山东省建筑工程优质结构”；
- (2) 2023 年度“中建杯”优质工程金奖；
- (3) 荣获 2023 年“泰山杯”；
- (4) 获山东省绿色施工科技示范项目；
- (5) 获得国家级建筑信息模型 BIM (Building Information modeling) 奖 2 项，国家级科技奖 1 项，国家级 QC1 项，省级工法 2 项，省级 QC1 项，省部级科技进步奖 1 项，发明专利 1 项，实用新型专利及论文多项。

2 项目监理组织及重难点

2.1 工程监理单位

青岛建通浩源集团有限公司始建于 1994 年 6 月，坐落于国家级经济新区-青岛市西海岸经济区，是一家集团化、综合性的工程管理企业，现为中国建设监理协会理事单位、山东省建设监理与咨询协会常务理事单位、青岛市建设监理协会副会长单位。

集团下设工程管理公司、造价咨询公司、招标代理公司、房地产开发公司、设计咨询公司。拥有房屋建筑工程监理甲级、电力工程监理甲级、市政公用工程监理甲级，通信工程监理乙级、化工石油工程监理乙级、机电安装工程乙级、水利工程乙级监理资质、水土保持监理乙级、人民防空监理乙级、军工涉密业务咨询服务监理乙级资质；招标代理甲级、造价咨询甲级、工程咨询甲级资质和房地产开发资质具备建设工程全链条服务能力，能够为房建、市政、电力、水利、交通、港航、能源、铁路、化工石油、通信、机电等各个领域提供分阶段、菜单式、全过程的专业咨询服务；公司于 2001 年 2 月 16 日通过 ISO9001 质量、环境、职业健康安全“三标一体化”体系认证。

公司拥有固定资产 6000 万元，注册资金 1000 万元，流动资产 3171 万元，年均上缴利税 800 万元以上；具备承担大、中型基础设施、工业与民用建设等项目的全过程项目管理成功经验，通过多年的管理实践形成卓有成效的运作模式，建立了标准化的工作制度与管理流程，搭建了数智化管理平台，建立了体系化、标准化、数智化的管理体系。

公司拥有稳定、高水准的骨干队伍。现有注册人证 296 人，其中住建部注册监理工程师 183 人，水利部注册监理工程师 16 人，交通部注册监理工程师 24 人，注册一级建造师 39 人，住建部注册造价师 7 人，水利部注册造价师 1 人，注册建筑师 1 人，注册结构师 1 人，注册岩土工程师 1 人，注册设备工程师 1 人，注册咨询师 12 人，注册安全师 3 人，招标师 7 人。

2.2 项目监理机构

本公司在进行公司层面及项目监理机构人员配置时，严格遵循分工明确、组织层级清晰、职责协同闭环的原则，构建科学合理的组织管理体系，确保监理工

作专业化、规范化、可追溯、可考核。

按专业、岗位、阶段合理划分职责，做到方案有人审、材料有人验、安全有人管、文件有人签，岗位无空白、职责不交叉、工作不推诿。人员数量与专业结构与工程规模、技术复杂程度、危大工程内容相匹配。

实行公司——项目两级管理、现场三级岗位管控模式。公司统筹监督，项目现场落实执行，指令自上而下传递，问题自下而上反馈，管理链条清晰、沟通高效。

围绕策划→审查→巡视旁站→验收→记录→整改复查→销项→归档全过程监理流程，通过合理人员配置，实现各岗位协同联动，确保事事有人管、件件有回音、问题有闭环、履职有痕迹，详见图 2.1。

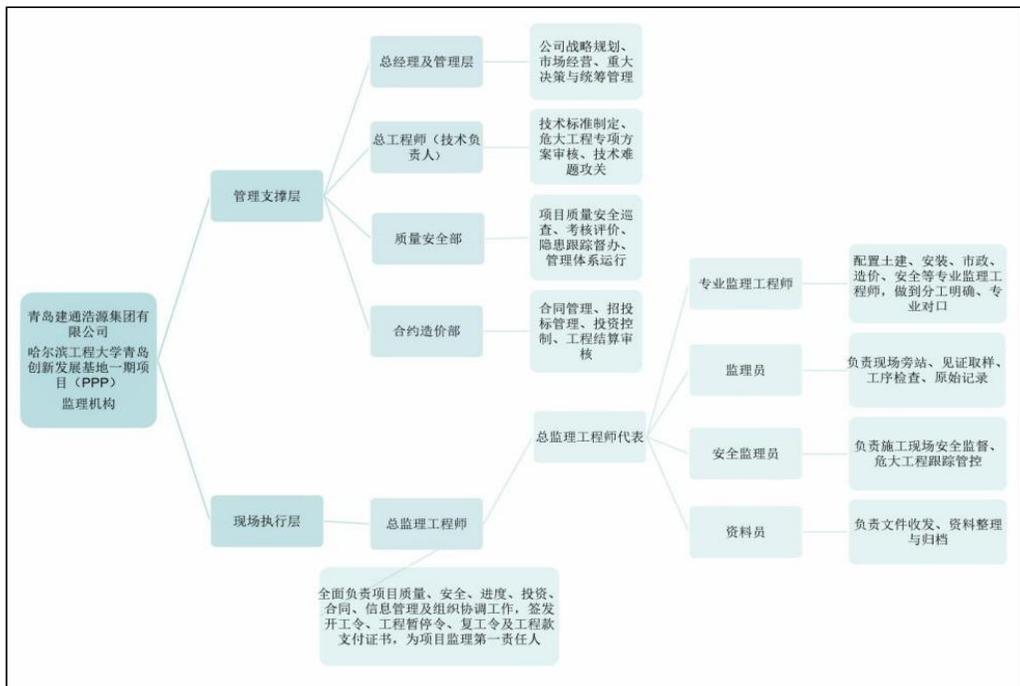


图 2.1 工程监理组织机构

2.3 项目监理工作重难点

2.3.1 肩负人才培养与产业转化使命 打造一流高校项目

本工程为学校工程，单体数量较多且分布分散。为黄岛区挂图作战工程，质量要求严格。业态较多，各分部工程种类繁多。

项目是新区实施国家军民融合发展战略的代表项目之一。古镇口军民融合创新示范区是首个获批的国家级军民融合示范区，该项目作为军民融合区首个高校引进项目，肩负着建设海上实验场、高端人才基地、世界一流大学、科技成果转化和产业化基地的重要使命，是青岛西海岸新区落实新旧动能转换的重要举措。它能加快新区船舶海工领域高层次人才培养和战略高技术发展，通过校方体制机制改革创新、吸纳世界一流大学办学经验和优质资源，还可实现新区海洋产业发展的国际化，促进校地双方互利共赢，该项目是新区高校引建首例成功采用 PPP 模式进行运作的项目，通过政府和社会资本合作，能够有效吸引社会资金参与高校建设，缓解政府财政压力，同时提高项目的建设和运营效率。

2.3.2 立足“三、二、一”核心框架 全方位为项目保障护航

项目监理工作严格遵循“三控、两管、一协调”核心框架，全面履行法定监理职责。质量控制坚持事前、事中、事后全过程管控，从方案审核、材料验收、巡视旁站到验收闭环，牢牢守住工程质量底线；进度控制通过计划审核、动态跟踪、偏差分析与纠偏管控，保障项目有序推进；投资控制严把工程量审核、工程支付、变更签证及结算关，切实维护业主投资效益。同时强化安全生产监督管理，严查安全隐患与持证上岗，督促落实安全责任。严格开展合同与信息管理工作，规范资料归档，确保过程可追溯；积极做好各方组织协调，畅通沟通渠道，化解界面矛盾，全力保障工程安全、优质、高效推进。

2.3.3 整合项目资源配备 实现价值与成果共赢

本工程总建筑面积 20.79 万平方米，建设规模大、涉及专业全、施工内容繁杂，整体工期压力突出。工程施工范围覆盖土方工程、基础工程、土建结构工程、装饰装修工程、仿古建筑屋面工程、幕墙工程、钢结构工程、水电安装工程等多项主体内容；同步配套实施室外铺装、室外绿化、室外管网、综合管廊、楼体亮化等一系列附属及配套工程，从项目中期开始各专业工序交叉作业多、衔接要求高、统筹管理难度大。

首先现场原始地貌标高起伏变化较大，地形条件复杂，土方开挖、回填及场内转运工作量大，土方平衡与场地平整为本工程前期施工重点控制内容。如何科学规划土方调配、合理控制开挖标高与回填压实度，直接影响后续结构施工、室外工程实施及整体成本与进度管控，对监理的事前策划与过程管控提出较高要求。而且项目单体多、分布散、专业全，从地下基础、主体结构到屋面仿古造型，从

室内外装修到机电安装、室外综合配套，均需在既定工期内有序推进、闭环落地。为确保按期交付，必须强化施工组织策划，合理划分施工区段，优化人、材、机资源配置，严格把控关键线路与节点工期，统筹推进各分部、分项工程高效实施。

2.3.4 聚力点睛之笔 体现仿古之美

仿古屋面造型（见图 2.2）独特、工艺复杂，是整个项目的点睛之作，更是监理质量控制的核心难点。其中两侧屋面为尖山式歇山屋面，主楼屋面为重檐尖山式歇山屋面，屋面形制多样、造型复杂；屋面瓦件规格多、数量大，铺设工序繁琐；同时涉及大量 GRC 古建构件安装，包括构件放样、固定、拼接及缝隙处理等关键环节；另含油漆、人工彩绘等传统工艺作业，对施工精度、观感效果及耐久性要求极高。

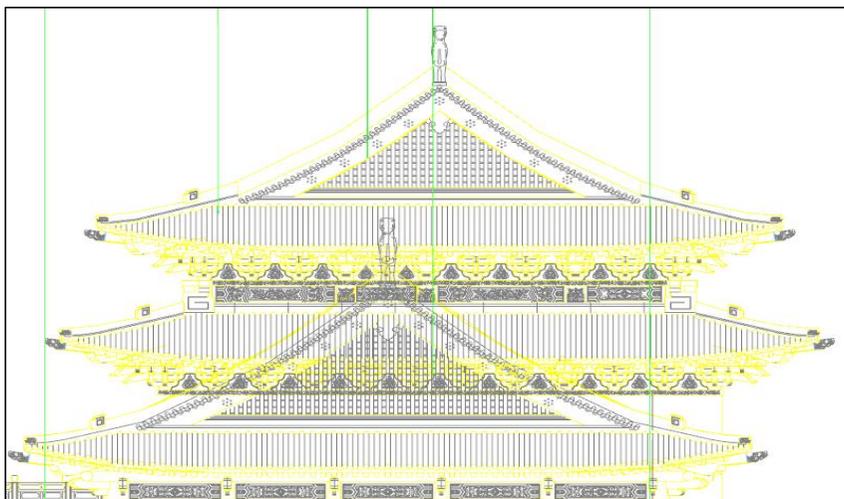


图 2.2 屋面侧立面示例图

3 项目监理关键环节

3.1 策划先行 统筹为纲

为确保本项目的各项建设目标圆满实现，我公司决意摒弃被动响应式的传统监理模式，转而奉行“策划先行，统筹为纲”的现代项目管理理念。我们组建的精干监理团队，其核心使命不仅是执行监督，更是主动进行全局谋划与系统协调，确保工程进度、质量、投资、安全与信息等各要素在统一的战略框架下协同并进。

我公司派驻总监理工程师一名，总监理工程师代表一名，专业监理工程师七名，监理员八名，合计十七人的项目团队进入现场进行监理工作。

项目总监带领团队核心成员，深入研究合同、图纸及规范，预先编制了具有指导意义的《项目监理规划》。该规划明确了监理工作的目标、流程、方法与重点，是项目监理的“根本大法”。

专项方案，精准预控：针对工程特点及潜在风险点，我们预先策划并编制了一系列《专项监理实施细则》（如进度控制细则、质量控制要点、安全监督重点等），为每一环节的监理工作提供了标准化、可操作的行动指南，实现了从“事后纠偏”到“事前预控”的根本转变。

公司根据项目情况对项目部进行了“管理交底”和“合同交底”的双交底。在项目初期就奠定了管理的基调与方法，在后续的项目进展中不断的实际情况调整管理思路，大纲和基本目标不变，只改变管理手段和阶段性管理重点。

3.2 精细化目标分解 系统性逐个击破

为圆满完成项目各项建设目标，我监理机构将秉持“宏观规划、微观分解、动态控制、闭环管理”的工作原则，坚决把进度、质量、投资、安全及信息管理等核心职责落到实处。

将项目整体目标按照空间维度分解成单位工程、分部工程、分项工程乃至检验批，确保每个施工环节都有明确的质量标准和验收。进度计划依据时间维度分解为年度、季度、月度及周计划，并进一步锁定关键节点，使进度控制精准到每一个施工阶段。项目投资按照费用维度分解为各分部分项工程的概预算，对每一笔计量支付和变更签证都做到心中有数，严控投资流向。将整体安全目标按风险维度分解为对重大危险源、关键工序、特殊作业等的专项管控方案，实现安全风险精准辨识与预控。

通过这种立体化的目标分解，我们为项目绘制了一张清晰、详尽的“作战地图”，使监理工作有的放矢。

在“作战地图”的指引下，我们采取“以主动控制、事前控制为主，事中控制与事后控制为辅”的动态监控方法，对每一个分解后的子目标进行跟踪、纠偏与击破。

事前预控，抢占先机：在每一分项工程开始前，我们通过审查方案、检查准备、技术交底等方式，主动排除隐患，为“击破”目标创造最佳前提。

事中监管，精准纠偏：在施工过程中，通过巡视、旁站、平行检验等手段，对正在实现的子目标进行实时监控。一旦发现偏离，立即发出指令，要求整改，确保问题在萌芽阶段即被“击破”，防止其扩大化。

事后闭环，巩固成果：对已完成的分项工程及时进行验收与计量。对不合格项坚决要求返工，直至达标；对合格项及时予以确认，形成闭环。同时将数据信息归档，为下一个子目标的“击破”积累经验。

3.3 严审资质 强控技术 保障目标

为确保工程顺利推进与品质达标，我监理单位围绕施工准备阶段系统开展以下工作：首先，严格审查分包单位资质与业绩，监督施工单位健全质量安全体系；其次，认真检查设计文件与施工图纸的合规性与可行性，组织并参与设计交底与图纸会审；再次，对施工组织设计执行公司两级审查机制，重点把控方案可行性及质量、安全、工期与造价控制措施；同时，核实施工单位复测资料与桩位交接情况，强化中线、水准等关键测量环节的复核；最后，全面落实施工条件，严格审核开工报告并按程序报批。

3.4 成败系于细节 细节彰显品质

我们始终将质量控制视为工程建设的生命线，并将其贯穿于施工的每一个环节。我们的核心理念是预防为主，通过严格的过程监督和及时的检验把关，确保工程实体质量符合预期目标。

在施工过程中，我们强调对施工单位的操作进行持续监督，确保其严格遵循既定的设计图纸和施工规范。尤其重视工程前期的测量放样工作，通过独立复核来保证工程定位的准确性，为后续所有工序打下可靠的基础。

当发现质量问题时，我们采取一套清晰的分级响应机制。对于可能影响结构安全和使用功能的严重隐患，我们要求必须立即整改，并在极短时间内完成从通知到复查的全过程，确保风险被迅速消除。对于一般性的质量缺陷和轻微的外观瑕疵，我们也设定了相应的整改与复查时限，确保所有问题都能得到有效处理并实现闭环管理，不留下任何质量尾巴。

在材料和工序的把控上，我们推行标准化的检验程序。所有进场材料都必须经过严格检查，不仅查看其合格证明，更要对实物质量进行抽样检验。我们依据

公认的抽样标准，针对不同重要程度的材料和工序，设定不同的检验严格等级，确保检验工作本身科学、规范，所有判断都有据可依。对于不合格的材料，坚决清退，杜绝其流入下一环节。

对于工程中的关键部位、薄弱环节以及所有隐蔽工程，我们投入了最多的管理精力。隐蔽工程在覆盖前必须经过全面检查验收，我们坚持资料与进度同步，确保记录的实时性与真实性。对于特别重要的施工过程，我们实施旁站监理，进行全天候的跟踪监督，并详细记录施工情况，为每一处隐蔽部位建立完整的影像和文字档案。

总的来说，本阶段的质控工作致力于构建一个全方位、多层次的管理网络。它不仅是对最终结果的验收，更是对施工全过程的动态跟踪与精细引导。通过这一系列环环相扣的措施，我们为打造一个坚固、耐用、符合所有设计要求的优质工程提供了坚实的保障。以本项目中的桩基工程为例，我们将其列为质量控制的重点。从桩孔开挖的尺寸和垂直度，到钢筋笼的制作与安放，再到混凝土的浇筑质量，每一个步骤都进行了细致的监控。在工程完成后，还委托专业机构进行了全面的承载力与完整性检测，用最终的试验数据来验证施工过程的可靠性，同步留存完整检测报告，归档备查。详见图 3.1、图 3.2。确保基础部分万无一失。

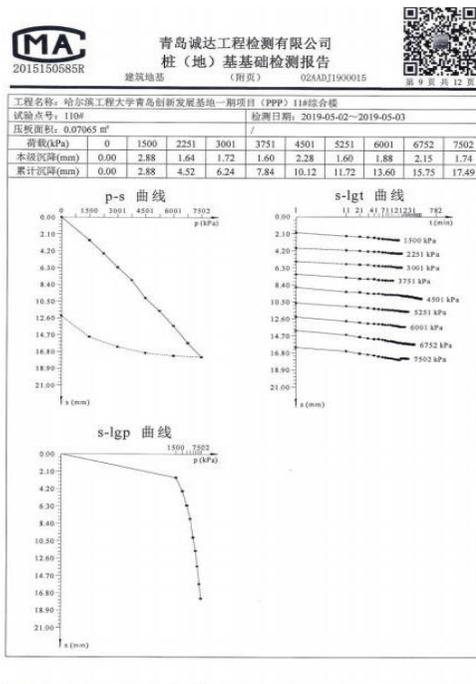


图 3.1 桩基基础检测报告



图 3.2 基岩静载试验

3.5 点睛之作 还需细细打磨

3.5.1 文化为魂 依托专家培训 实现厚积薄发

仿古建筑是中华民族文化遗产的重要组成部分，其屋面工程不仅是建筑功能的体现，更是艺术价值与历史风貌的核心载体。屋面工程的成败，直接关系到建筑的整体视觉效果、结构安全、耐久性及文化意蕴的准确表达。为确保仿古屋面工程达到“形神兼备、质韵双优”的最高标准，打造形神兼备、历久弥新的仿古建筑精品，我们针对屋面这一集功能、结构与艺术于一体的关键部位，建议建设单位特邀古建专家、资深匠师以及我单位的仿古工程师，组织了集中理论培训。从仿古屋面构造原理、传统工艺法式、常见通病分析与预防入手，制定了一套贯穿始终的全面质量管理方案为团队打下坚实的理论基础。

我们还在现场设立“工艺样板区”，由专家手把手指导关键工序。例如，如何精准“审瓦敲音”、如何拴挂“瓦刀线”控制顺直、如何依据“排山勾滴”确定吻座位置等，确保项目工长和班组长都能掌握标准化操作要领。

3.5.2 防患于未然 开展前瞻性问题的推演和方案优化

卓越的工程不仅是“干”出来的，更是“计划”出来和“推演”出来的。我们将在施工图深化和施工方案编制阶段，投入大量精力进行多轮、多专业的问题推演与方案优化，将潜在问题消灭在萌芽状态。

充分利用建筑信息模型（BIM）技术，创建包含建筑、结构、机电在内的精确模型。对复杂的翼角、窝角沟、穹顶等部位进行三维放样，直观展示每一块瓦件、每一个饰件的位置与关系。重点检查屋面钢结构加固件、避雷带预埋件、檐口灯光管线等与瓦作基层、屋脊内部的空间冲突，提前调整设计，避免施工过程中的返工与拆改。将优化后的 BIM 模型用于对施工班组的技术交底，使其对复杂节点的构造一目了然，极大提高交底效率与准确性。

组织技术骨干、工长与专家，针对以下典型难点进行专项推演：

推演课题一：“翼角起翘”的平滑度与控制。推演如何通过角梁的安装、翼角椽的排列以及续角飞椽的铺设，实现翼角曲线自然流畅，避免生硬转折。

推演课题二：“窝角沟（斜沟）”的防水与美观。推演沟嘴、沟筒、沟眼瓦的搭接顺序与密封处理，制定专用的防水增强方案。

推演课题三：大跨度屋面瓦件的抗滑移与抗震。推演在坡屋面及地震设防区

域，如何通过增加拉结铜丝、使用专用粘结砂浆等方式，提高瓦屋面的整体性。

成果输出：每一次专项推演，都将形成一份《工艺难点作业指导书》，图文并茂地规定操作步骤、控制要点与验收标准。

为每一项风险制定详细的《预防措施及应急预案》。例如，针对“瓦垄歪斜”，预防措施包括强化冲垄挂线、使用激光辅助定位；应急预案则包括在砂浆初凝前及时调整、建立纠偏机制等。

3.5.3 专家挑刺方案 破除固有思维

施工方案编制完成后，并非立即执行。我们将组织至少两轮联合评审：

内部评审：由各参建方组织专家参与评审，从各自专业角度提出修改意见。

外部专家评审：邀请未参与本项目设计的第三方古建专家，对施工方案进行“挑刺”。重点评审其与传统法式的符合度、工艺的可行性、质量保证措施的完备性。根据评审意见，对方案进行最终优化与固化，形成各方确认的最终版施工方案，作为现场执行的“法律”文件。

3.5.4 过程创优 实施全天候多维度的精细管控

再完美的方案，也需通过严谨的过程执行来实现。我们建立了以“三线控制、举牌验收、样板引路”为核心的全天候、立体化过程管控体系，确保每一道工序都处于受控状态，每一个细节都臻于完美。

“三线控制法”即：纵向基准线、纵向基准线、铺瓦控制线三线控制。

纵向基准线控制：在屋面两端，先各铺一趟标准瓦垄，作为整个屋面瓦垄的纵向基准。这两趟垄必须绝对垂直和平整。纵向基准线控制：严格控制檐口瓦的出檐距离（通常为檐口椽径的十分之六）和高度，确保檐口平直且成一线。铺瓦控制线控制：在每两趟冲垄线之间，拴挂上下两道瓦刀线，上层控制瓦的平直，下层控制瓦的起伏（与举折曲线一致）。工人铺瓦时，必须以线为准，做到“瓦跟线走”。

这是确保瓦垄整齐、屋面曲线优美的核心手段，必须贯穿屋面瓦作全过程。

“举牌验收”制度即：对所有后续工序会覆盖的隐蔽工程，实行严格的“举牌验收”制度。

各验收节点完成后，在施工单位完成自检合格的前提下，监理单位会同施工单位、建设单位进行联合隐蔽验收，并进行三方举牌制度。验收牌需清晰标注：工程部位、验收内容、施工班组、验收日期。验收通过，各方在验收记录上签字

确认后，方可进行下道工序。

“样板引路”制度即：坚持统一标准的实物基准；坚持“没有样板，不准大面积施工”的原则。

样板段制作：选择具有代表性的一个屋面或一个区间，严格按照最终版施工方案和作业指导书，制作工艺样板段。

样板确认：样板段完成后，监理组织建设方、设计方、施工方共同验收、确认。确认后的样板段，作为后续施工的实物质量标杆，其质量标准即为最低标准。

3.5.5 日常巡检与智慧化管理工具相结合

成立质量管理小组（QC 小组），每日进行不间断的现场巡查。

巡检工具：配备 2m 靠尺、塞尺、激光测距仪、水平尺、线坠等专用检测工具。

问题处理：发现质量问题，立即下发《监理质量整改通知单》，明确整改要求、责任人与完成时限。QC 小组负责跟踪整改情况，直至闭环。

质量专题会：每周召开一次质量专题会，通报本周质量状况，分析典型问题，分享优秀做法，并部署下周质量管控重点。

结合数字化管理工具的应用，将每日质量检查内容上传至公司平台，利用智慧化手段实现质量问题的实时上报、指派、整改反馈与统计分析的闭环管理，提高效率。利用无人机从空中多角度拍摄屋面整体进展与宏观效果，便于及时发现瓦垄不顺、屋脊不直等在地面难以察觉的问题。

3.5.6 权威把关 引入独立专业的第三方评估验收

为确保质量评价的客观性与权威性，在工程的关键节点和最终交付前，我们主动引入第三方资深专家团队的独立评估验收。这不仅是一道关卡，更是一次宝贵的学习与提升机会。

第三方专家的介入并非仅在最后，而是分阶段进行：

阶段一：基层验收评估。在瓦作开始前，对木基层、防水层、保温层等进行全面检查评估。

阶段二：中期过程评估。在屋面瓦作完成约 50%时，进行一次系统性评估，及时纠正可能出现的偏差。

阶段三：最终成果评估。在屋面工程全部完成、施工单位自检合格后，申请专家进行最终专项验收。

专家团队脱离日常管理关系，以纯粹第三方的视角，独立、挑剔的为项目进行“健康体检”。验收完成后，组织召开评估总结会，并宣读《专项评估报告》。报告内容：不仅罗列问题，更需从专业角度分析问题产生的深层原因。专家对项目亮点与不足的点评，是对我们整个团队最权威、最生动的现场教学。对于本项目后续收尾及其他项目的借鉴，具有极高价值。

3.5.7 安全管理保驾护航 不忘初心方得始终

本项目配备专职安全监理人员，持续强化工地安全巡查力度，严格依据已审定的安全监理实施细则，并结合施工现场重大危险源开展系统化检查。日常巡查每日两次，全面覆盖各作业面，对高风险工序实施加密监督；专项检查每周一次，重点针对深基坑、高支模、临时用电等关键环节；每月组织一次全面检查，涵盖应急预案、消防设施等内容。同时，针对汛期、台风等季节性风险，每周增设专项排查；节假日前必检，复工前必复查。

对检查发现的问题严格落实整改并组织复查：一般隐患限 24 小时内整改完毕；重大隐患立即停工，并上报建设单位及上级主管部门。针对危险性较大的分部分项工程，明确专项施工方案编制要求，对超过一定规模的高危工程严格执行专家论证程序，如现场 11#楼仿古屋面挑檐支撑盘扣架及高大模板支撑架均已完成专家论证。

典型风险处置示例：人工挖孔桩施工中，出现孔壁裂缝 $\geq 3\text{mm}$ 或有毒气体 CO 浓度 $\geq 24\text{ppm}$ 时，触发一级报警，10 分钟内停工，30 分钟内启动应急防护，2 小时内完成隐患整改；高空作业中，若脚手架立杆间距偏差 $\geq 10\text{cm}$ 或防护栏杆缺失，触发二级报警，15 分钟内叫停作业，1 小时内完成整改，验收工作在整改后 30 分钟内完成。

此外，本项目设立安全生产奖惩机制，通过“红黑榜”公示考评结果，奖励持续合规班组，清退屡次违规单位。以安全管理保驾护航，不忘初心，方得始终，全力筑牢工程安全防线。

4 项目监理成效及启示

4.1 项目监理成效

4.1.1 管理体系全面有效

建立项目监理部内部责任制，严格按权限履行签字手续，“谁签字，谁负责”，明确内部文件和外来文件内容，建立健全管理制度，各专业监理工程师对本专业的工程进场物资报验表，分部、分项工程施工报验表及有关监理资料进行收集和整理。过程把控严格遵循“事前预控、事中检查、事后验收”原则，通过平行检验、见证取样等手段，确保了结构安全、防水防腐等关键环节质量可控。使各类验收一次性通过率高达 90%以上。

4.1.2 新技术应用监管成效显著

监理过程中我监理部专业人员与施工单位深度沟通现有技术难点，参与确定对新技术的需求目标，秉持客观中立原则，通过市场调研和筛选初步确定新技术应用方案，并组织专家论证最终确定经济适用又合规的新型技术。成功推动“建筑业 10 项新技术”中 9 大项 18 子项的落地实施，并引导施工单位开展 8 项自主技术创新。重点监管并见证了 BIM 技术在全专业管线综合深化设计中的应用、VR 虚拟样板技术在施工交底与方案模拟中的实践、高强钢筋应用与优化下料等关键技术的实施过程。这些技术的有效应用，不仅提升了工程品质与建造效率，也收获了系列荣誉：累计荣获国家级 BIM 奖项 2 项、科学技术奖 1 项、QC 成果 1 项；省级工法 2 项、QC 成果 1 项；省部级科技进步奖 1 项；申报并获得专利授权 4 项；团队在核心期刊发表相关技术与管理论文 10 篇，充分展现了项目在技术创新与应用方面的领先水平。

4.1.3 精准把控重大技术方案，攻克复杂施工难题

针对项目中的特殊结构与复杂工艺，监理部实施了重点跟踪与专项控制：

(1) 高空大悬挑结构监理：面对主入口上方 24.6m 至 28.77m 标高的超大悬挑混凝土飞檐结构，监理方在方案评审阶段提出关键建议，推动设计将原计划的传统满堂架支撑方案优化为更为安全、经济的“上拉下撑”组合式钢结构支撑体系，并对施工全过程进行严格的安全验算与变形监测，确保了该高危环节的顺利实施，实现了安全效益与经济效益的统一。

(2) 大跨度复杂屋面监理：针对礼仪大厅 32m×75m 的大跨度、九举斜屋面这一复杂空间曲面结构，监理部重点监控了测量控制网的建立、三维空间坐标放样、以及异形构件的安装定位精度，确保了屋面结构线形流畅、定位准确。

(3) 古建风格钢筋工程精细管控：对于仿古屋面中复杂的钢筋布置，监理方督促并审核了基于 BIM 的钢筋深化模型，推动建立了钢筋下料数据库，并引入了

商务化插件辅助管理，实现了对复杂形状钢筋的精准算量、优化下料与可视化技术交底，有效避免了材料浪费，提升了施工精细度。

(4) 仿古屋面专项监理：①琉璃瓦屋面工程：严格把控琉璃瓦（五样、七样）的选材、排瓦图审核、铺贴过程及成品保护。重点监控了瓦垄的顺直度、屋面的曲线弧度、以及檐口瓦和脊瓦的安装质量。特别针对项目地处沿海大风地区的特点，严格要求并检查了防止瓦片滑移与飞落的抗风加强措施，确保了屋面工程的持久稳固与宏观视觉效果。②木作与装饰构件：运用数字化加工与安装监控技术，对总计约 17300 根椽条、880 个斗拱等预制装配式仿古构件的工厂化生产进行了驻厂监造与出厂验收，确保了构件的标准化与精确度；在现场安装阶段，严格控制安装位置、垂直度及节点连接质量，有效控制了累积误差。

(5) 传统工艺与现代创新融合监理：在内外檐彩绘工程中，监理方不仅关注图案的绘制精度与色彩耐久性，更注重其对传统官式彩绘（如旋子彩绘-雅伍墨、苏式彩绘）技艺的传承与在当代教育建筑语境下的创新表达。通过材料把关、样板引路、过程巡视，确保了彩绘工艺在展现古风古韵的同时，符合现代审美与校园文化氛围，实现了传统建筑文化的现代转译与活化传承。

通过上述一系列技术方案的优化建议、施工工艺的创新监管以及数字化管理工具的有效应用，监理工作在保障工程结构安全可靠、施工过程平稳有序、实体质量精益求精的前提下，为项目节约了可观的工程成本，显著提升了施工效率，缩短了关键路径工期。最终，本项目在技术成果、质量水平、安全管理与投资效益等多个维度均取得了突出成绩，成功实现了技术效益、安全效益与经济效益的协同发展与综合提升，为同类大型公建项目，特别是融合传统风格与现代技术的大型项目，提供了宝贵的监理实践范例。

4.2 启示

项目监理的核心价值远不止于“监工”，它是一套成熟的管理哲学，在任何重要项目中引入或设立一个相对独立的“监理”角色或机制可以确保公平、公正和质量。一个公建项目的完工，是检验项目监理工作成果的终极考场。相较于普通商业项目，公建项目具有投资主体特殊（政府或国有资金）、社会责任重大、质量要求更高、利益相关方复杂、后期运营需求明确等特点。

监理的终极目标是交付一个“成功”的资产，而不仅仅是“合规”的过程。未来监理工作应前置，在设计和招标阶段就介入，从“可建造性、可运营性、可维护性”

角度提出建议，帮助业主打造一个全生命周期成本最优的优质资产，而不仅仅是一个合格工程。

公建项目是永恒的“城市名片”，质量责任重于泰山。必须树立“百年大计，质量第一”的绝对信念。监理的权威性来自于对原则的坚守，绝不能因为进度或成本压力而在质量问题上妥协。这份社会责任感是监理工作的灵魂。

4.2.1 投资控制是项目的核心关切之一

监理必须精通合同和造价管理。要从“事后计量”转向“事前控制”，严格审核施工方案的经济性，对任何变更的必要性、合理性进行专业评估，为业主守住“钱袋子”，避免“结算超预算”的尴尬局面。

4.2.2 升级完善信息管理改变以往单一模式

将信息管理提升到战略高度。推行“数字化监理”，利用 BIM 等工具，从项目开始就构建“数字孪生”模型。确保所有过程资料、检测报告、验收记录实时归档，最终交付一套“交钥匙”式的完整信息资产。

4.2.3 沟通协调能力是监理的第一生产力

监理应成为项目信息的“枢纽”和矛盾的“缓冲器”。要建立定期、高效的会议制度，用正式的文函（如监理通知单、会议纪要）推动问题解决，确保信息透明、指令清晰、责任明确。

4.2.4 学习创新才能更好的发展

监理团队需要不断学习，掌握新材料、新工艺、新系统（如智慧楼宇、绿色建筑技术）的监理要点。在调试和验收阶段，必须亲自深度参与，模拟运营场景进行测试，确保所有系统联动顺畅，并为运营团队提供详细的培训、技术支持。

4.2.5 风险预控与问题闭环

优秀的监理善于“抓苗头”，在问题萌芽阶段就发现并处理它（例如，发现材料不合格，立即责令退场，而不是等用到大楼上再说）。所有发现的问题都必须有跟踪、有整改、有复核，形成闭环管理。项目管理的关键是风险管理。要主动识别潜在风险，并制定预案。对于项目中出现的任何问题，都必须追踪到底，确保真正得到解决，而不是简单地记录下来然后遗忘。

4.2.6 筑有型之业 立无型之碑

监理服务不光只体现在项目的建设阶段。在项目后期协助业主建立《运维手册》和《保修管理流程》；在移交时，与业主、运营单位共同进行一次全面的“体检”，列出缺陷清单；在保修期内，继续履行监理职责，确保其使用功能。这才是我们追求的“完美交付”！当这个建筑高效、安全、美观地服务着公众时，业主的一句：“这个项目当年请的监理，真值！”这份来自未来的评价，才是对监理工作最高级的启示和肯定。

（主要编写人员：徐明明 张敦良 王帅 冯仁鹏 安晨忻）