

DOI: 10.7672/sgjs2025080127

海外工程深化设计重难点及两阶段深化设计方法*

田伟,刘小虎,王晨伟

(上海中建海外发展有限公司,上海 200125)

[摘要] 海外工程与国内工程存在诸多不同点,深化设计是其中的重要差异之一,海外工程的承包商需要负责深化设计。然而,深化设计也是我国承包商的短板,因深化设计问题导致的工期延误和成本增加屡见不鲜。首先阐述深化设计概念,总结深化设计作用,分析深化设计实施过程中的难点。针对深化设计实施过程中存在的问题,提出两阶段深化设计方法和管理流程,明确每个阶段深化设计的重点工作,推动我国承包商开展海外工程的深化设计。

[关键词] 海外工程;深化设计;施工图纸;综合协调;管理

[中图分类号] TU201

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2025)08-0127-04

Key and Difficult Points for Detailed Design of Overseas Projects and Two-stage Detailed Design Method

TIAN Wei, LIU Xiaohu, WANG Chenwei

(China State Construction Overseas Development Co., Ltd., Shanghai 200125, China)

Abstract: There are many differences between overseas projects and domestic projects. Detailed design is one of the important differences. Contractors of overseas projects need to be responsible for detailed design. However, detailed design is also a shortcoming of Chinese contractors, and the delay of construction period and the increase of cost caused by detailed design are common. Firstly, the concept of detailed design is expounded, the function of detailed design is summarized, and the difficulties in the implementation of detailed design are analyzed. In view of the problems existing in the implementation process of detailed design, a two-stage detailed design method and management process are proposed, and the key work of detailed design in each stage is clarified, which promotes for Chinese contractors to carry out the detailed design of overseas projects.

Keywords: overseas projects; detailed design; construction drawings; comprehensive coordination; management

0 引言

EPC 建设工程项目总承包模式起源于欧洲,旨在解决设计与施工脱节带来的弊端,是一种通过借鉴工业生产组织经验、实现建设生产过程组织集成化的工程项目承包管理模式^[1]。EPC 合同模式的最大特点是设计—采购—施工一体化,能够充分利用承包商的专业知识和行业资源储备,实现资源的最佳配置,减少工程链环节。海外 EPC 工程与国内工程存在诸多不同点,其中重要的一点是设计顾问提供的施工图设计深度不足,无法直接用于施工,

需要承包商负责深化设计^[2]。随着“一带一路”倡议的推进,我国越来越多的承包商尝试“走出去”,承接的海外 EPC 项目也日益增多。然而,由于我国总承包商长期受设计、施工相分离的管理模式影响,相较于国际承包商,普遍缺乏设计及设计管理能力。同时,我国承包商对深化设计的认识不足,普遍存在深化设计工作推进不力的情况,导致工程进度和材料采购等环节受制于深化设计,进而引发工期延误和成本增加等问题^[3],给项目履约带来风险。下面对深化设计的重难点进行分析,并提出两阶段深化设计方法及各阶段的重点工作。

1 深化设计概念

深化设计根本意义在于能直接用于指导生产^[4]。海外设计顾问通常由单专业的设计事务所

* 中建八局 2023 年度科技研发项目(2023-2-15)

[作者简介] 田伟,博士,正高级工程师,咨询工程师(投资),国家一级注册结构工程师,国家一级注册造价工程师,国家一级注册建造师, E-mail: vannytian@163.com

[收稿日期] 2024-04-12

组成,以建筑设计事务所牵头,联合结构、机电、幕墙、装饰等设计事务所形成设计联合体。他们提供的图纸以指导性为主,施工图仅从大的原则框架下对采购和施工活动提出要求,对各专业间的综合协调普遍不足,仅对重点部位、关键构造、主要节点等有详细的设计和说明,无法直接用于现场施工。因此,深化设计的作用为填补施工图与现场施工所需图纸间的间隙。

深化设计是合同图纸在现场的延续,是指在施工图的基础上,通过综合协调,结合各专业图纸要求、技术规范(SPEC)、材料设备要求以及施工现场实际情况,将工程实际应用的材料、设备、施工工艺等信息融入施工图纸,完成从设计信息向工程信息的转变,形成与加工、生产、安装相对应的图纸,直接用于加工与现场施工。经过深化设计的图纸应满足业主需求,符合设计意图及相关设计技术要求,同时满足材料设备和现场施工工艺要求,并可直接用于现场施工。

2 深化设计作用

1) 深化设计是对设计顾问提供的施工图进行全面复核的过程。海外项目设计顾问提供的设计图纸往往缺乏综合协调,尤其是机电专业间的管线综合,以及土建、机电、幕墙和装修等各专业间的协调。此外,在深化设计推进过程中,还可能发现原设计中的错误和不合理之处,这些问题均需在深化设计过程中进行复核和处理。

2) 深化设计是对施工图设计的补充和完善。在深化设计过程中,承包商需进行大量补充计算。例如,在完成管线综合后,需对设备的性能参数进行复核计算,并以此为基础进行设备选型及报审工作。复核计算主要包括设备静压计算、设备负荷计算、降噪计算、设备基础的减隔震设计和计算及声学计算等。

3) 深化设计实现了设计与施工的融合。在深化设计实施过程中,能够提前发现后续施工中可能出现的问题,并在图纸阶段予以解决。例如,深化设计能够发现钢结构埋件与钢筋的冲突,提前考虑解决方案并在深化设计图纸中进行处理。

4) 深化设计是开展价值工程的过程。对于承包商来说,深化设计的过程也是对设计进行优化的过程^[5]。例如,通过材料的选用、设备的选型和布置、管线排布的优化、装修节点的优化等,承包商能够借助精细化的深化设计最大限度地降低材料损耗,控制项目成本。

5) 深化设计是精细化项目管理的基础。深化

设计图纸能够准确反映现场实施的工程量,对现场的精细化管理和分包工程量的核对具有重要作用。

3 深化设计难点

深化设计存在诸多难点,主要难点如下。

1) 与采购和施工的同步协调难度大。深化设计需要以审批通过的材料设备及施工工艺方案作为输入条件,其报审和审批进度直接制约着深化设计的进展。在项目实施过程中,由于工期压力,往往采用边设计边施工的模式。同时,由于各专业设计深度不均衡,按照标准化的流程和设计进度计划推进深化设计的难度较大。这就要求项目设计管理团队从项目整体利益出发,平衡各方直接成本与时间成本的关系,协调各方进度和需求,大胆假设,小心求证,做出有利于项目整体利益的最优决策。

2) 与施工技术和工艺的融合要求高。优质的深化设计成果可以大幅度降低因设计不交圈导致的现场二次返工,提高施工一次成优率。同时,深化设计需要与施工技术和工艺高度协同配合,施工措施和工艺均应在深化设计中得到体现。特别是在涉及新材料、新技术、新施工工艺的应用时,需提前做好准备工作,避免深化设计完成后反复调整和修改。

3) 深化设计与施工图设计的工作界面难以准确划分。设计顾问在施工图阶段往往倾向于减少自身工作量,将一些复核工作转移到深化设计阶段,导致许多本应在施工图设计阶段完成的设计任务转移给承包商,延后至深化设计阶段。施工图设计深度不足,从而增加了深化设计的工作量,却未相应增加工作时间和费用。

4) 深化设计图纸表达深度难统一。深化设计由监理工程师进行审批,但不同地区、不同监理单位对深化设计图纸的表达深度要求不一致,且具有明显的个人倾向,导致深化设计图纸反复修改和工作量增加,易影响正常的图纸报审节奏和审批进度。例如,某海外项目的暖通深化设计监理工程师要求风管路由深化设计中必须表达支吊架的所有信息,包括埋件信息、螺栓连接信息等,这大大增加了深化设计的工作量。协商无果后,项目深化设计人员为保证深化设计进度,按监理工程师要求在深化设计图纸中提供了支吊架信息并提交报审,但收到的审图意见却要求支吊架计算首先应获得结构监理工程师的审批,这进一步延长了报审时间。

5) 深化设计人员的综合能力要求高。①深化设计师需具备良好的设计基础,能准确理解设计师

的设计意图,并理解造价、设计、施工、管理间的关系;②深化设计师需对建筑材料、设备和施工有丰富的知识储备和经验,能够结合施工现场实际情况,对图纸进行综合协调、细化、补充和完善,优化具体的构造方式、工艺做法和工序安排,确保深化设计图纸具备可实施性,可直接用于现场施工;③深化设计师应具备良好的成本意识,在深化设计过程中善于利用设计和技术为项目提供最优解,降低项目成本;④深化设计师应具备出色的沟通能力,能高效应对来自审批监理、现场验收监理、分包分供等各方的质疑,有效化解疑虑。

4 两阶段深化设计方法

材料设备审批、施工工艺和施工方案等作为深化设计的输入条件,制约着深化设计的开展和审批进度,同时材料设备的报审也需要一定时间。在这种情况下,为尽快开展现场工作,按照“结构先行,机电装饰紧跟”的原则,提出了两阶段深化设计的工作流程。两阶段深化设计以施工方案和材料设备的审批确认为界限,将深化设计工作划分为2个阶段。两阶段深化设计流程如图1所示。

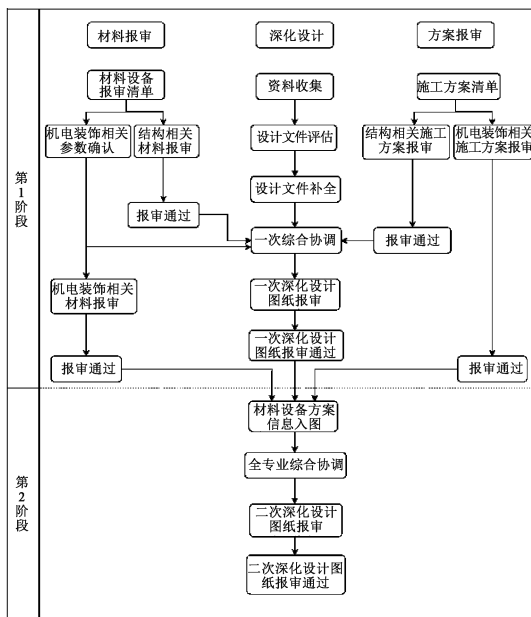


图1 两阶段深化设计流程

Fig. 1 Process flow of two-stage detailed design

1)第1阶段深化设计的主要目的是确保结构主体先行施工。通过一次综合协调,得到建筑开洞图(builder work),并绘制结构模板图和配筋图。待结构相关深化设计图纸审批通过后,即可开始现场结构施工。同时,在第1阶段深化设计工作进行期间,需同步开展材料、设备和施工方案的报审,并尽快推动审批工作。

2)第2阶段深化设计的主要目的是确保机电和装饰施工顺利实施。在审批通过的材料设备信息和施工方案基础上,结合第1阶段的预留条件,通过二次综合协调,进一步细化深化设计图纸,使其能够直接指导现场机电和装饰施工。

两阶段深化设计的本质是预判型设计,旨在适应国际工程实施过程中机电设备、装饰材料报审进度无法匹配现场结构施工需求的实际情况。基于这一原则,两阶段深化设计的开展必须做好2件事。

1)需要与监理工程师充分沟通,在机电设备或装饰材料报审未通过的情况下,基于现有设计信息和设计师的经验直接进行综合协调。后续以此为基础形成的结构模板图、配筋图需获得现场监理工程师的审批,承包商需承担因机电设备及装饰材料不确定性带来的风险。

2)在第1次综合协调中,对于不确定的机电设备或装饰材料,应考虑采用包络设计,涵盖多种设备或材料的可能性。报审和最终使用的设备或材料必须是其中的一种,以达到控制风险并与监理工程师建立专业互信的目的。

4.1 第1阶段深化设计重点工作

第1阶段深化设计主要基于施工图纸进行综合协调。由于国际工程中设计分包工作模式多以专业事务所或单一专业的合伙制公司为主,专业间的设计沟通协调往往难以保证及时有效。同时,海外不同国家的施工图设计深度参差不齐,尤其是机电、幕墙、装饰等专业,施工图通常需要通过接力设计进行补充。在接力设计的基础上进行完整的施工图综合协调,此阶段成果将为后续深化设计提供坚实基础。此阶段主要包括以下重点工作。

1)收集前期资料及各方需求。设计团队应积极参与项目合同交底,充分了解项目合同原则和投标报价策略。在此基础上,设计团队负责制定深化设计策略和方案,深入挖掘可能存在设计优化空间的环节,并规划履约中潜在风险的应对措施。

2)施工图核查。由项目总工程师或设计经理牵头,组织项目商务、采购、工程等相关部共同核查施工图设计文件(包括技术规格书(SPEC))。设计团队主要负责对设计深度、设计质量和设计文件完整性进行全面核查;商务和采购部门主要从采购成本、采购标准、采购周期等角度进行核查,对主要大宗材料、长采购周期材料、特殊要求材料的采购便利性 & 采购参数的完整性进行分析确认,并形成材料设备的采购计划清单;工程部门主要

从设计图纸的可实施性角度对施工文件进行核查,并形成施工技术方案编制清单。以上核查结果及应对方案由设计部门汇总,并统一反馈至问题清单中。

3) 施工设计文件补全与综合协调。施工设计文件(包括施工图和技术规格书)补全和设计综合协调是2条交互进行的关键线路。根据合同工作界面划分及深化设计策划,组织相关部门对单专业施工设计文件进行补全。设计团队负责牵头组织各专业间的设计综合协调,重点关注易错漏碰缺的设计矛盾点和风险点。在此阶段,BIM模型应完成施工图基准图的综合。施工设计文件的补全是对原合同图纸的变更,所有设计变更均应以会议纪要或问询单(SCR)的形式作为依据。综合协调中对原合同图纸的修改,除非合同中约定了调整限度,否则也应形成相关依据。如果合同文件许可,承包商可要求原设计咨询公司补全施工设计文件,并要求重新下发设计文件作为承包方下一步工作的依据。

4) 材料、设备参数的报审及确认。承包商需要梳理在第1阶段必须报审且能够通过审批的材料和设备。项目商务和采购部门负责制定材料报审计划,确定材料设备供应商,并准备技术资料 and 报审文件。设备报审需在综合协调前进行,并在第1阶段结束时完成审批。需特别强调的是,材料、设备报审需经过项目商务、设计、工程等部门内部会签后方可提交。审批通过的材料设备信息应第一时间发送给设计部门。对于在第1阶段无法报审但对综合协调成果有影响的设备或材料,需与商务和采购团队充分沟通,获取设备参数确认表单。若商务和采购部门无法明确具体产品品牌及型号,需提供潜在报审品牌名单,并获取这些品牌的设备参数确认表单。设计部门需进行包络设计,同时对可能出现的补救措施提出预案,并告知工程及技术部门。

5) 技术方案报审同步跟进。技术方案的主责部门一般为项目技术质量部门,负责编制施工技术方案、工艺做法等技术资料。在此过程中,需与设计 and 生产部门保持高效沟通。技术资料经项目内部会签后提交业主、监理工程师审批,审批通过的施工技术方案需第一时间提交给深化设计团队,并由深化设计团队体现在深化图纸中。以施工缝设置为例,根据欧洲标准,施工缝应设置在应力较小区域,且留缝处需增设补强钢筋。项目深化设计团队根据技术部提供的施工缝留置方案进行楼板深化设计并完成图纸报审。然而,监理工程师审

图时直接拒绝审批该图纸,原因是报审图纸的施工缝留置与早期审批通过的施工方案不一致。承包商组织专题会议,经过多次讨论和沟通解释,最终说服监理工程师同意优化施工缝的留置位置,但要求书面上报更新的施工方案并审批确认后方可审批相关楼板深化设计图纸。

4.2 第2阶段深化设计重点工作

1) 材料和设备报审确认。根据深化设计的总体进程,这一阶段需按照材料设备清单逐项推进材料、设备的审批。对于在第1阶段预判的设计条件,应在此阶段仔细核查,避免因材料、设备参数调整导致已施工结构的返工。

2) 审批通过的材料和设备入图。各专业深化设计团队需根据材料、设备报审文件和技术资料进行图纸深化,将实际选用的材料、设备和产品信息融入深化设计图中。

3) 全专业、全过程综合协调。在第1阶段综合协调的基础上,针对新增深化设计信息进行二次综合协调,重点核对因报审通过的材料、设备产品型号及参数变化引起的问题,并再次核查因设计细化或调整导致的错漏碰缺等问题。

4) 明确深化设计图纸的表达深度。承包商需根据工程标准和特性,明确深化设计图纸的表达方式和深度要求,并确定审批流程。同时,需提前与审批监理工程师就深化设计图纸的表达和深度达成一致,以避免因图纸表达问题引起的反复修改,以及因图纸内容繁杂导致的审批时间过长。

5) 深化设计图纸报审。基于第2阶段的综合协调成果,完成各专业、各系统的深化设计图纸,包括平面定位图、节点详图和安装详图等。

5 结语

针对我国承包商在海外项目实施过程中存在的深化设计短板,本文阐述了深化设计概念,总结了深化设计作用,并分析了深化设计实施过程中的难点。针对深化设计推进过程中存在的问题,提出了两阶段深化设计方法和管理流程。两阶段深化设计是基于国际项目实施特点提出的解决方案。第1阶段深化设计依托设计人员的预判能力、采购团队的设备资源整合能力以及技术团队的方案落地能力,通过包络设计等手段推动监理工程师完成结构图纸审批,为结构先行施工创造条件。第2阶段深化设计基于各专业材料和设备报审的同步推进,按照深化设计流程完成相关专业的深化设计,并在工作过程中强化监理工程师对设计团队的信

(下转第137页)

- [9] 王雄锋,陈波,宁逢伟,等. 超高性能混凝土黏结力学性能研究进展[J]. 施工技术(中英文), 2023, 52(3):101-107.
WANG X F, CHEN B, NING F W, et al. Research progress on bond mechanical properties of ultra-high performance concrete[J]. Construction technology, 2023, 52(3):101-107.
- [10] 王强,过震文. UHPC 钢纤维定向排列布料机在钢桥面铺装中的应用研究 [J]. 施工技术, 2021, 50(5): 81-84.
WANG Q, GUO Z W. Application of UHPC steel fiber oriented arrangement spreader in steel deck pavement [J]. Construction technology, 2021, 50(5): 81-84.
- [11] GRAYBEAL B, HABER Z, MUNOZ J F. Ultra-high performance concrete for bridge deck overlays, FHWA-HRT-17-097 [R]. Washington, D. C.: Federal Highway Administration, 2018.
- [12] WASSMANN K, BRÜHWILER E. Strengthening of RC slabs using UHPFRC-concepts and applications[C]//4th International Symposium on Ultra-high Performance Concrete and High Performance Materials, 2016.
- [13] BRÜHWILER E, DENARIÉ E. Rehabilitation of concrete structures using ultra-high performance fibre reinforced concrete[J]. Structural engineering international, 2013 (4): 450-457.
- [14] XUE J, BRISEGHHELLA B, HUANG F, et al. Review of ultra-high performance concrete and its application in bridge engineering[J]. Construction and building materials, 2020, 260: 119844.
- [15] ZHOU M, LU W, SONG J W, et al. Application of ultra-high performance concrete in bridge engineering[J]. Construction and building materials, 2018, 186(20):1256-1267.
- [16] 李嘉,王懿,李洪,等. 超高性能轻型组合桥面铺装体系基本力学性能研究[J]. 公路交通科技, 2015(7):59-65.
LI J, WANG Y, LI H, et al. Research on basic mechanical property of super high-performance lightweight composite deck pavement system [J]. Journal of highway and transportation research and development, 2015(7):59-65.
- [17] 张士红,邵旭东,黄细军,等. 轻型组合桥面板中小栓钉连接件的静力及疲劳性能 [J]. 公路交通科技, 2016, 33(11): 111-119.
ZHANG S H, SHAO X D, HUANG X J, et al. Static and fatigue behaviors of small stud shear connector for lightweight composite bridge deck [J]. Journal of highway and transportation research and development, 2016, 33(11): 111-119.
- [18] 陈李峰,李款,潘友强,等. 免蒸养 UHPC 在正交异性钢桥面铺装中的应用[J]. 公路, 2020, 65(3):154-159.
CHEN L F, LI K, PAN Y Q, et al. Application of UHPC in the pavement of orthotropic steel bridge deck [J]. Highway, 2020, 65(3):154-159.
- [19] 李嘉,陈卫,王万鹏,等. TPO-薄层 UHPC 轻型组合桥面层间温度应力研究 [J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2018, 45(11):86-93.
LI J, CHEN W, WANG W P, et al. Research on interface temperature stress of TPO-UHPC lightweight composite bridge decks[J]. Journal of Hunan University(natural sciences), 2018, 45(11):86-93.
- [20] 陈波,郑瑾,王建平. 桥梁结构温度效应研究进展 [J]. 武汉理工大学学报, 2010, 32(24): 79-83.
CHEN B, ZHENG J, WANG J P. State-of-the-art of the temperature effects of bridges[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2010, 32(24): 79-83.
- [21] 方星,王兴昌,磨炼同,等. 薄层环氧抗滑铺装材料加速加载试验研究 [J]. 公路, 2010(10): 214-219.
FANG X, WANG X C, MO L T, et al. A study on accelerated load testing of thin epoxy anti-skid overlay [J]. Highway, 2010(10):214-219.
- [22] 夏杨嘉玲. 超高性能轻型组合桥面 UHPC-SMA 层间粘结性能研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2019.
XIA Y J L. Research on bond performances between UHPC and SMA of ultra-high performance lightweight composite deck [D]. Changsha: Hunan University, 2019.

(上接第 130 页)

任,确保深化设计工作顺利推进。两阶段深化设计方法为我国承包商开展海外工程的深化设计工作提供了参考。

参考文献:

- [1] 王伍仁. “准 EPC” 下的深化设计 [J]. 施工企业管理, 2010(9): 35-37.
WANG W R. Shopdrawing under Quasi EPC [J]. Construction enterprise management, 2010(9): 35-37.
- [2] 田伟. 北非地区 EPC 项目设计管理 [J]. 施工技术(中英文), 2023, 52(6): 121-125, 141.
TIAN W. Design management of EPC projects in North Africa [J]. Construction technology, 2023, 52(6): 121-125, 141.
- [3] 曹向明. 海外 EPC 项目深化设计流程管理研究与改进 [D]. 北京:清华大学, 2016.
CAO X M. Research and improvement of international EPC project shopdrawing process management [D]. Beijing: Tsinghua University, 2016.
- [4] 陈思,陈秀彬,赵琛,等. 中东地区机电工程深化设计管控探析[J]. 安装, 2019(8): 46-49.
CHEN S, CHEN X B, ZHAO C, et al. Analysis on management of shopdrawing of MEP engineering in Middle East [J]. Installation, 2019(8): 46-49.
- [5] 田伟. 海外超高层建筑结构价值工程实施策略 [J]. 施工技术, 2021, 50(17): 148-153.
TIAN W. Implementation strategy of structure value engineering of super high-rise buildings overseas [J]. Construction technology, 2021, 50(17): 148-153.