

基于 QFD 的建设工程项目施工过程中质量管控研究

丘康尧^{1,2}

(1. 广州美术学院后勤管理处, 广州 510006; 2. 重庆交通大学 MBA/MEM 教育中心, 重庆 400074)

摘要: 建设工程项目施工过程中质量管控是全过程项目管理的最核心工作。采用质量功能展开(QFD)法进行施工质量管控,有利于系统深入分析管控过程中各环节要素,为工程管理提供一种可借鉴的科学分析和管控思路。通过基于 QFD 的质量管理模型构建,将抽象的管理问题具体化、模块化,以识别各类质量管控风险,针对性做好质量管理。通过具体案例总结了 4 点经验并提出 1 个问题。最后提出相关对策建议。

关键词: 质量功能展开(QFD); 质量管理; 质量控制

中图分类号: F284 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)11-0211-07

工程质量管控是建筑行业发展的主题^[1],是项目成败的关键^[2],对项目的建成和运营产生极大的影响。虽然建筑业技术、管理等不断发展,但行业高速发展造成人才、技术等难以匹配,导致在工程实施中质量问题频现,且部分问题被遮盖而造成被动“带问题交付”^[3]。因此,研究建设工程施工过程中质量管控具有重要的现实意义。

建设工程质量管控是一个抽象的、复杂的系统工程,如何进行具体化管理是建设管理各方必须考虑的问题。在工程质量目标研究方面,马群和马欢^[4]提出质量目标和进度、成本目标是对立统一的关系;张小强和丁玉乔^[5]提出实现质量目标可能需要增加费用或延迟工期,三者难以达到最优状态。在工程质量管控的方法和技术选用管控方面,杨亮^[3]引入全面质量管理(total quality management, TQM)模式构建施工过程精细质量管理;晋艳^[6]则进一步结合 ISO10006 标准提出施工项目事前、事中和事后质量控制方案;黄发林等^[7]采用以顶层设计框架、实施动态监管的大数据智能化模式进行工程质量管理;华开成等^[8]采用无人机低空摄影技术进行高边坡开挖施工质量管理,用于提高质量管理效率;陈唯冰等^[9]提出数字化模式下工程项目全生命周期质量监管;袁哲等^[10]采用加速 PDCA(计划-执行-检查-处理)模式对混凝土质量进行管理;陈朋朋等^[11]则提出混凝土施工质量控制不但要考量全过程各环节质量要求,落实三级质量检测等,还要考量特殊环境对质量与效率的影响;杨道欣等^[12]采

用 SAD(系统调整与发展分析方法)+AHP(层次分析法)+PDCA 方法对施工过程中管桩质量进行影响分析;张林艳等^[13]从人机、组织、工艺控制等角度分析环氧沥青混合料施工质量控制;蒋青和苏义坤^[14]利用决策试验和评价试验法(decision-making trial and evaluation laboratory, DEMATEL)和网络分析法(analytic network process, ANP)方法评价住宅工程质量。相关学者在工程质量管理目标方法的选取和新技术运用管控方面有相关研究,杜阳^[2]提出建设方是质量的需求方,鉴于质量管理的抽象性,在以需求为导向的精细质量管理研究偏少。

综上,以建设工程项目施工过程中质量管控为研究对象,进行质量管控研究方法选择,根据选取的方法进行模型构建,结合案例提出实用经验和问题反思,最后提出相关对策建议。

1 建设工程项目施工质量管理研究方法选择

建设工程项目施工质量管理是全过程项目管理最核心的工作,但不是独立的管理体系,根据项目管理专业人员认证(project management professional, PMP)知识体系,除需考虑成本、进度的关系外,尚需考虑范围的影响,四者相互联系、相互影响(图 1)。参考蒋青和苏义坤^[14]的研究,考量质量、成本、进度、范围等因素,采用以质量功能展开(quality function deployment, QFD)法为主,结合因果图、控制图、PDCA 方法等,以建设方的需求为导向,识别出各阶段、关键施工节点满足质量需求的关键因素

收稿日期: 2024-01-17

作者简介: 丘康尧(1985—),男,广东梅州人,硕士研究生,高级工程师,研究方向为工程管理、低碳建设。

预控各个环节,构建建设施工过程质量管理模型,提出过程管理的方向及思路,促进过程管理科学化、精细化和模块化。QFD为质量管控中的系统化管理方法,通过梯级式层层递推分解建设方需求,再把这些需求分解到工程项目的各个流程。建设方的需求直接决定并转化成项目的质量特性,通过对这些可量化的、可行的建设管理过程中的特性满足建设方的需求。作为一种过程管理方法,在需求分解过程中,核心是建立“质量屋(图2)”来实现每一层级的要素转化。

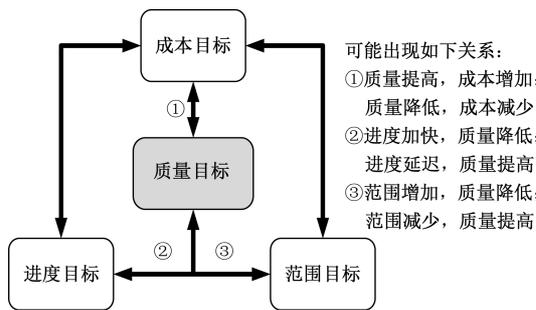


图 1 质量与成本、进度、范围关系示意图

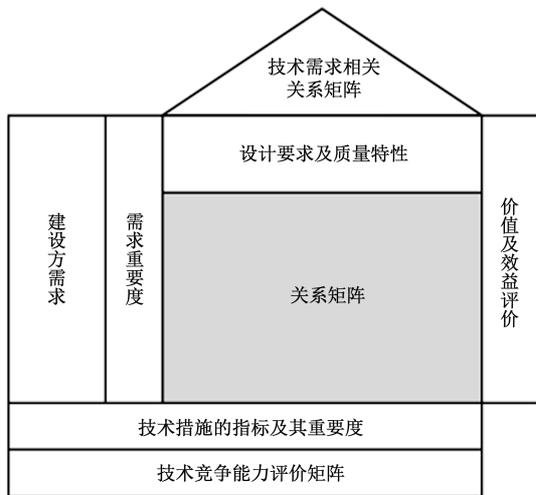


图 2 质量屋示意图

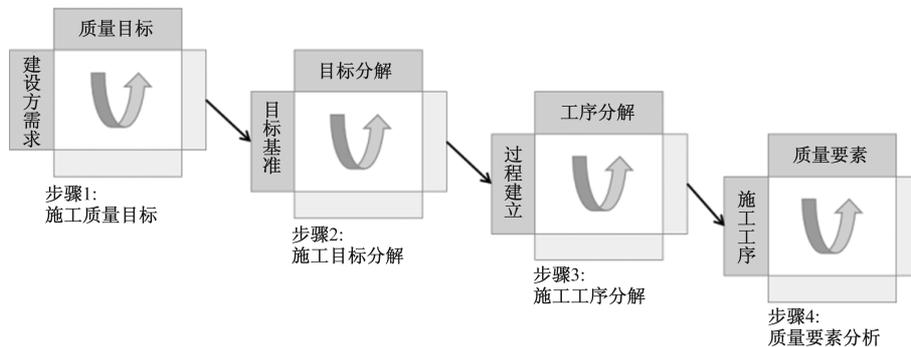


图 3 基于 QFD 工程施工质量管控模型构建示意图

结合建设工程的特点,图2中:①左墙为建设方的需求及重要度,明确建设方“要建什么项目”“具有什么功能”等,常用的方法包括市场调研、意见收集、专题论证等,进而判断各类需求的重要程度;②天花板为设计要求及质量特性,通过技术语言去满足建设方需求,由此建设方的需求被转化成具体的设计要求;③房间为关系矩阵(质量屋核心),阐述建设方需求和设计语言的关系;④地板为输出部分,代表技术措施指标及重要度,按建设方需求确定设计要求目标值;⑤屋顶为建设方需求关系矩阵,表示设计要求间相互关系和相关程度;⑥右墙为建成后的价值分析及效益效果评价;⑦地下室为技术需求重要度及目标值的确定等,用于明确建设流程。

综上,选取 QFD 方法做好工程项目的施工质量管理,有利于系统深入分析质量管控过程中各环节的影响因素,弱化管理者经验的影响,可为建设工程管理提供一种可借鉴的科学分析和管控的路径参考,并有针对性地制定相关预防措施防止各类质量风险。

2 基于 QFD 的建设工程项目施工质量管理模型构建

基于 QFD 的方法思路和基本工具,通过质量需求目标共识、过程分解等,充分考虑质量、成本等相互关系,构建施工质量管理模型(图3)。

模型构建共分为以下 4 个步骤。

步骤 1: 明确需求,达成共识。首先通过对招投标资料、图纸清单等技术文件和建设方规则流程、当地建设环境及法律法规等分析研究,梳理识别建设方需求,并对各类需求进行可“量化”指标描述,如达到合格质量标准、获得市级质量奖、360 d 完工、结算总价不超合同价 110% 等,并归类为约束和期望指标;继而通过图审会、专题会,将相关指标转换为经各方形成共识的工程质量细化目标。

步骤 2:目标评审,分解目标。为保证形成共识的质量目标具有可实施性,可组织相关专业及相关领域的专家、代表等进行评审确认,评审后并经各方确认的质量目标制定为项目质量监控基准。根据基准质量目标,施工方进而分解细化各子项目目标,分解为各施工节点目标,并对接或至少满足建设方节点的最低期望需求,常用倒推法按已知的流程倒推各节点最晚完成时间,由此作为编制施工总进度计划的依据。

步骤 3:建立流程,分解工序。根据分解的目标,建立项目科学的、经各方确认的、可实现各分解目标的施工流程,对分解的流程科学搭接,进而进行工序分解。工序分解不但要考量工序间的关系,还要考量成本、进度等影响。

步骤 4:分解要素,科学解析。根据确定的工序,进一步对涉及的“人机料法环”进行分解,并对各要素进行科学全面的解析。其中“人”包括数量、技能,需保证在工程实施中动态变化的人员组织有序,保证质量生产;“机”需安排好机械选择及台班,考虑好成本,如施工方租赁的机械无论使用与否都要支付相应的费用;“料”要考量主材辅材等种类、数量、周期,其选择不但要保证质量,还要考虑工期,如装修材料需建设各方先确定样板后才进行订货等;“法”要考虑工艺方案、技术保障措施等,保证工艺流程不影响工序质量;“环”要考虑项目环境,如气候、政府要求等,如在某禁止施工时段强行施工可能会面临城管、派出所、质监站等政府部门的执法。

综上,通过基于 QFD 工程施工质量管理构建,建设方的需求经层层分解转化为可实施管控的质量要素(可理解为“工作包”),将抽象的问题具体化、模块化,从而通过科学的方法较精细地识别各类质量管控风险,在施工过程中有针对性地做好质量管理。

3 案例分析

某省属高校新建宿舍项目的建设内容包括:①新建建筑 1 栋,占地约 2 000 m²,建筑面积约 1.2 万 m²(地下室约 350 m²),6 层,框剪结构;②移除小山包,土方量约 5 万 m³;③修建前门景观广场,面积约 8 000 m² 等。项目工期 335 d,必须按期交付,确保新生如期入住。

3.1 事前控制

事前控制体现的是质量管理预控思想,从而在施工前期提出预防性措施,减少质量风险,主要内容如下。

3.1.1 事前研判

该项目为高校基建项目,鉴于其事业单位特性,事前提出质量管理风险包括:①人员变动。从建设方角度,职能领导或管理人员更换,可能导致对工程质量需求变化,及一些非流程性约定及承诺的失效;从设计方的角度,设计人员变换,接手的设计师可能无法对工程做到全面了解及认真负责;从施工方角度,频繁的管理或施工人员更替可能导致已落实、正落实或将落实的事项的时效性、合理性等受影响。②工程变更。因项目工期明确,不可延迟,但项目部分装修、园林需深化设计,部分设计缺陷需随项目推进才能发现,建设方可能因需求变化导致方案确认延迟或变更较多、施工方缺乏主动意识和专业能力等导致工程变更,造成与预期质量存在偏差。③质量通病。从“人材机管环”5 个方面,采用鱼骨图绘制质量通病因果图(图 4)。事前预判因素加入质量风险管控检查,同时加强与干系人(利益相关方)沟通等管理。

3.1.2 目标解读,形成共识

该高校为省属高校,学校的签报流程、变更流程、成本控制等有严格的要求,必须在此基础上综

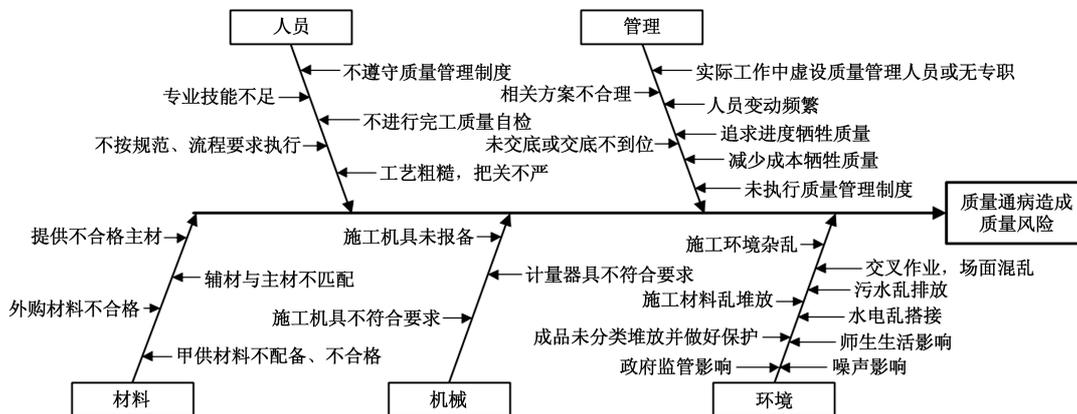


图 4 质量通病因果图

合考量质量、成本、进度等关系,结合合同、图纸清单等分析研究,通过多轮沟通并经专家组(由学校职能部门、建设方项目部、监理方、设计方、施工方等组成)评审,建设与施工方在工程目标上达成一致,其中建设方总目标为“安全零事故,质量合格,按时交付,安全文明施工、结算价符合学校要求”,施工方在此基础上提出“获得市样板工地”的优化目标,由此形成经各方达成共识的总目标作为质量监控基准。

3.2 事中、事后控制

3.2.1 主要施工过程分解

首先根据经评审确认的总目标,分解成各阶段目标,得到各阶段施工节点;继而建设各方达成各主要节点最晚完成时间共识,对接好建设方的总体需求;进而使用倒推法编制各主要施工过程分解表(图5),作为建设各方整体管控的参考。

3.2.2 确定关键工序

根据施工过程的分解,进而对各施工阶段工序进行分解,同时尚需考虑好各工序间的相关性。以屋面工程为例,以左侧子项列为主,寻找与之相关

工序,见表1,其中,“强相关”时序严格,前后分明;“相关”为工序有搭接,可同时进行;“弱相关”时序不重要,需注意细节。

3.2.3 确定影响关键工序的质量要素

对各工序中涉及的“人机法料环”质量要素进行详细分析。以屋面工程为例,施工顺序为:水泥砂浆找平层-防水卷材-挤塑聚苯板保温-屋面铺贴瓷砖,期间穿插给排水管道、通风管道、避雷装置、电梯机房设备等安装,由此提取影响关键工序的质量要素(表2)。由表2结合实际分析:一是人员交叉施工,需做好协调;二是塔吊使用多,需做好安排;三是保温板、防水卷材等需要试验时间,管道订货需深化设计和进场时间等,还存在图纸研究不透彻、与实际不一致、错漏等问题;四是工法隐藏问题较多,如管道设计未考虑高差,而结构已完成,未做预埋件,该关键点未能提前识别;五是环境方面遇上雨季和台风天气,为楼板浇筑等增加难度,特别是后续花架铺贴赶上雨季,导致未能如期完工造成无法如期拆排架,对施工进度影响较大。

序号	任务名称	开始时间	完成时间	持续时间	2021年				2022年											
					9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	土方工程	2021-09-15	2021-11-30	77 d	■■■■■															
2	桩基工程	2021-11-01	2021-12-10	40 d	■■■▶															
3	地下室	2021-12-01	2022-02-28	90 d	■■■■■															
4	主体结构	2021-12-11	2022-04-30	141 d	■■■■■▶															
5	装修工程	2022-05-01	2022-08-31	123 d					■■■■■▶											
6	建筑子项工程验收	2022-03-01	2022-09-10	194 d					■■■■■▶											
7	园林绿化	2022-08-20	2022-09-13	25 d					■■■											
8	联合验收	2022-09-15	2022-12-31	108 d					■■■■■											

图5 主要施工过程分解

表1 屋面工序相互过程分析

类别	屋面找平层	防水卷材层	防水保护层	保温层	屋面瓷砖	给排水、通风等管道	屋面造型花架	外墙砖	屋面涂料	防雷装置
屋面找平层		强相关					弱相关			
防水卷材层	强相关		强相关							
防水保护层		强相关		强相关						
保温层			强相关		强相关					
屋面瓷砖				强相关		相关		弱相关		强相关
给排水、通风等管道					相关		弱相关			
屋面造型花架	弱相关					弱相关		相关	相关	
外墙砖					弱相关					
屋面涂料							相关	相关		
防雷装置					强相关					

表 2 屋面各工序质量要素

类别	人	机	法	料	环
屋面找平层	放线混凝土工、振捣工、抹灰工	塔吊、平板振捣机	振捣收面养护	砂浆、塑料膜	温度湿度
防水卷材层	特种作业	喷灯压棍	满粘法	防水卷材、冷底子油	湿度风力
防水保护层	抹灰工	塔吊刮杠	收面养护	砂浆、塑料膜	温度湿度
保温层及其保护层	放线混凝土工、振捣工、抹灰工	手持搅拌机	弹线收面养护	网格布、保温板	晴雨
屋面瓷砖	瓷砖工	手持砂浆搅拌机、切割机	放线弹线	砂浆、瓷砖	晴雨
机电(给排水、通风管道及配件,电梯及配件)安装	安装工(部分为厂家安装工)	吊车	需加固	相关设备及构件	晴雨
屋面造型花架	放线混凝土工、振捣工、抹灰工	塔吊、振捣机	需深化设计	砂浆、瓷砖、五金	温度湿度

3.2.4 质量控制(控制图法)

控制图法通过数据分析预防和控制质量问题,最大限度降低不合格率,保证质量稳定。项目采用 X-R(平均值-极差)法对首层地梁、承台、梁板、墙柱的混凝土试块强度进行监测,8 组数据 A~H 来自校方委托第三方检测数据,得到平均值控制图(图 6)、极差控制图(图 7)。由图 6、图 7 可知,强度值均符合要求,但有数据超出上下限,结合实际管理得出其原因为商品混凝土车程较远,上下班高峰期堵车导致时间过长,个别司机私自给混凝土加水;另外还存在天气过热,未及时养护等因素,从整体来看处于质量稳定状态,未超出上下限极差。由此判定,混凝土浇筑工程质量符合项目要求,质量合格且稳定,但在后续工程质量管理中,需由监理工程师严格控制司机私自加水行为,同时督促施工单位及时养护。

3.2.5 工程实施 PDCA 改进(图 8)

计划(P)是初始阶段,采用合理的方法来达到特定的目标;执行(D)是围绕目标开展各项质量管理工作;检查(C)是通过分析收集数据找出问题数据;处理(A)是改进查找出的问题,并在此基础上部署新管理计划。结合项目,从工艺方案制定到最后完工,通过检查实施情况,将结果与计划确定的质量目标进行对比,分析相应的问题原因,然后进行改进并制定新的质量管理计划。以项目安全文明施工检查为例,根据相关规范标准严格评价,通过评分判定是否需二次复查,项目专家三次现场(地下室、主体、装修阶段)评分为 85、86、85 分(>80 分),不需二次复查,但存在临时用电管理混乱、消防灭火器配备不足、垃圾未及时清理等问题,要求限期整改,由监理工程师监督落实,在整改后对整改结果再次查验,进而根据质量管控经验制定改进质量管理计划,保证质量。

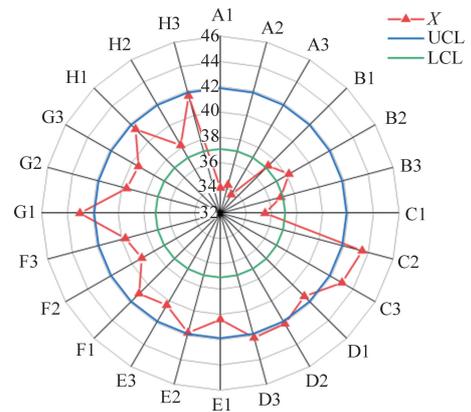


图 6 平均值控制图

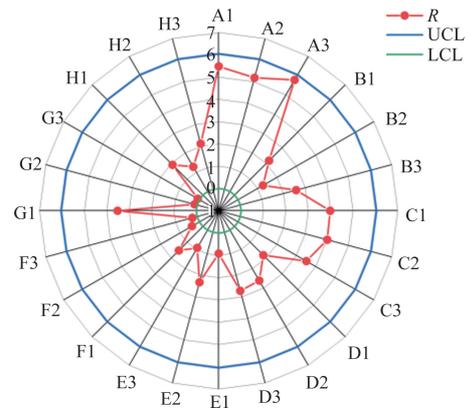


图 7 极差控制图

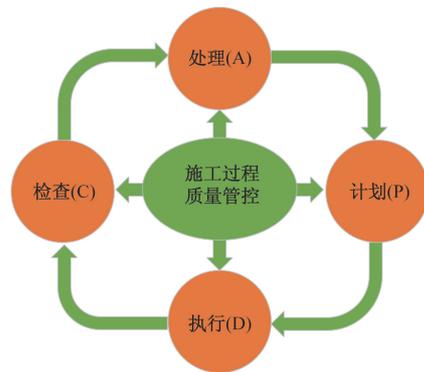


图 8 PDCA 示意图

3.3 实施效果

通过采用 QFD 法为主进行质量管控,项目获得“市级样板工程”称号,比合同提前 26 d 完工,保证新生如期入住,解决了学校事业发展的难题,实现了预期效益。由此提出质量管控的经验与反思。

经验 1:全过程质量管控,保证质量。利用鱼骨图法等进行事前质量风险识别,利用 QFD 法、控制图法、PDCA 法等进行事中动态化工序检查、评估、验收、改进,保证整体质量管控有序、有效率。

经验 2:预防因设计管理问题造成的质量风险。利用 QFD 法,建设各方对合同、图纸、技术资料等深入解读,明确方法、范围、标准等,对设计存在的问题及时发现,进行完善设计和变更控制,最大限度预防减少设计问题造成的质量风险。该方法使得在屋面、外装修等关键环节节省较多工期和成本。

经验 3:预防因人员问题造成的质量风险。项目建筑规模相对较小,施工方重视程度不高,将较多年轻人陆续安排到该项目,并定期抽调走部分老员工,交接时间较短。在利用 QFD 的标准化管理模式后,在不利的条件下,对新入和经验少的员工可在短时间内适应新工作环境。

经验 4:以保证质量为前提节约成本。利用 QFD 法,对施工过程中的可能质量问题进行提前识别,减少返工,减少工序时间空间交叉的资源浪费、有效节省人材机等方面的成本。

问题:热水管原设计为铜管,出现在供热期热胀冷缩造成小范围铜管爆裂漏水的质量问题。问题反思:利用 QFD 法时应考虑设计施工的实际运营情况,特别需征求运营服务单位、维修维保单位的意见。

4 对策建议

(1)明确建设方需求,减少需求变更带来的质量风险。在建设工程项目中,建设方需求不完善往往导致后续的需求变更,相关变更会对工程整体质量带来风险,因此,建设方不但要明确需求,同时也要对接好需求,把需求通过直接或间接的方式完全传达给相关利益主体,然后在各利益相关主体之间形成相同的目标,才有助于实施好建设方需求,减少因需求管理不善导致工程质量风险。

(2)做好图纸质量管理。图纸质量关乎到建设单位需求的转换程度,提高设计质量意识和设计图纸质量管理,从实施的依据进行把控,明确各建设设计主体(包括建设方和设计方)职责内的质量责任和安全责任,可大大降低工程项目实施阶段的工

程变更,有效降低项目的成本风险和 Related 质量风险。

(3)做好实施阶段整体变更控制,控制质量。工程项目越到后期,变更对项目的影 响就越大,而团队对变更的控制力不断降低,质量风险也随之加大。变更质量、成本、进度、范围间相互作用、相互影响,其中,变更为提高质量,则可能增加成本、或延迟进度、或增减范围;变更为加快进度,则可能增加成本、或减少范围、或降低质量;变更为降低成本,则可能降低质量、或延迟进度、或减少范围;变更需增加范围,则可能延迟进度、或增加成本、或影响质量等。因此,在制定变更方案时,需平衡成本、质量、进度、范围之间的关系,必要时通过专家论证来确定最佳方案。

(4)建立多方参与的质量管理体系,做好全过程管理。质量管理是建设方、设计方、总包方、分包方、监理方和质检站等多方参与的管理活动,各主体间需相互协作,提升质量管理意识,落实“三全”质量管理观,做好全过程管理,确保质量。

5 结论

建设工程施工质量管控是全过程项目管理的最核心的工作,对其进行研究具有重要的现实意义。首先通过选取 QFD 方法进行质量管控,得出有利于系统深入分析施工质量管控过程中各环节的影响因素,可为建设工程管理提供一种可借鉴的科学分析和管控的路径参考;其次通过基于 QFD 工程施工质量管理构建,将抽象的质量管理问题具体化、模块化,有利于识别出各类质量管控风险,在施工过程中有针对性地做好质量管理;继而通过具体案例,总结出利用 QFD 法预防因设计不完善等造成的质量风险等 4 个经验和提出一个由铜管造成的实际运营质量问题;最后提出明确建设方需求、减少需求变更带来的质量风险等对策建议。综上,通过基于 QFD 的建设工程施工质量管控研究,有利于弱化施工管理中管理者经验的影响,为同行提供一种可借鉴的质量管控方法。

参考文献

- [1] 郭汉丁,张印贤,窦媛,等.建筑节能工程质量治理与监管研究概况[J].科技和产业,2021,21(2):19-27.
- [2] 杜阳.工程建设单位的质量行为选择及其规范对策研究[J].科技和产业,2011,11(8):71-73.
- [3] 杨亮.基于TQM的建筑工程施工质量管理体系建设研究[J].建筑经济,2022,43(S2):173-177.
- [4] 马群,马欢.价值工程在建设工程项目管理中的应用分析[J].科技和产业,2014,14(11):90-94.

- [5] 张小强, 丁玉乔. 基于项目管理成熟度模型的创新工程质量目标控制研究[J]. 科技和产业, 2021, 21(5): 140-145.
- [6] 晋艳. 基于 ISO9000 族标准的建设项目施工过程质量控制模型研究[J]. 科技管理研究, 2014, 34(10): 202-205.
- [7] 黄发林, 银乐利, 肖鑫. 工程建设质量管理智能化框架及实现路径研究[J]. 铁道标准设计, 2019, 63(9): 39-45.
- [8] 华开成, 翟万超, 苏义坤. 高边坡开挖施工质量的智能化管理[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(29): 52-59.
- [9] 陈唯冰, 董鹏, 芦苇. 基于数字化的工程项目质量管理方法探析[J]. 项目管理技术, 2022, 20(7): 112-115.
- [10] 袁哲, 王雷, 陈彦先, 等. 改进的混凝土质量管理戴明循环体系研究[J]. 科技和产业, 2013, 13(10): 161-165.
- [11] 陈朋朋, 梅华, 李志华, 等. 沥青混凝土心墙连续多层碾压施工与质量控制[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(33): 14342-14348.
- [12] 杨道欣, 杨大田, 范良宜. 基于 SAD 模型的预应力混凝土管桩施工质量控制研究: 以天隆·三千海桃花岛一期项目为例[J]. 项目管理技术, 2023, 21(1): 15-20.
- [13] 张林艳, 赵映琴, 封基良, 等. 环氧沥青混合料施工质量控制研究进展[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(20): 8577-8587.
- [14] 蒋青, 苏义坤. 基于 DEMATEL-ANP 与质量屋模型的住宅工程质量综合评估[J]. 建筑经济, 2022, 43(S1): 888-892.

Research on Quality Control of Construction Process Based on QFD in Construction Projects

QIU Kangyao^{1,2}

(1. Guangzhou Academy of Fine Arts, Guangzhou 510006, China;

2. MBA/MEM Education Center, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Construction quality control is the core of the entire process project management in construction projects. The quality function deployment (QFD) method for construction quality control is adopted to systematically analyze the elements of each sector in the control process, providing a scientific analysis and control approach that could be used for reference in construction management. The abstract management problems are specified and modularized by building a quality management model based on QFD, in order to identifying various quality control risks and carrying out quality management with focus. It summed up experience from specific cases, and brought up one question. Relevant countermeasures and suggestions are proposed.

Keywords: quality function deployment(QFD); quality management; quality control