

风险驱动下的工程决策机制探析 ——以高风险隧道沉管浮运安装施工为例

王孟钧, 廖娜, 唐晓莹

(中南大学 土木工程学院, 长沙 410075)

摘要: 工程决策关乎整个工程项目的成败。以沉管浮运安装这一沉管隧道建设中最关键且风险最高的施工环节为例, 提出风险驱动下的工程决策机制, 从决策主体、决策组织、决策信息和决策程序四方面分析其要素构成, 从工程准备、工程实施和工程总结三阶段阐述其运行过程, 并对港珠澳大桥岛隧工程沉管浮运工程进行重点分析, 旨在丰富现有的工程决策理论, 为类似的高风险工程的决策和管控提供借鉴。

关键词: 沉管浮运安装; 风险驱动; 工程决策; 风险信息库

中图分类号: F294

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2020)02-0164-10

引言

工程的实施决策一旦有偏差, 不仅对工程本身, 而且对工程建设辐射到的相关社会、经济、环境等都将造成巨大的损害^[1], 其中客观风险水平的大小认知对决策人的最终选择起着关键作用^[2]。以沉管隧道建设中的核心工序——沉管浮运安装为例, 其管节体量巨大, 施工难度大, 水下作业不可预见因素多, 工程施工具有高风险性, 极易发生风险事故^[3], 如厄勒海峡沉管隧道在安装施工过程中发生端封门破裂灌水事故、釜山巨济沉管隧道在安装施工过程中发生止水带侧翻事故等^[4], 因此工程决策本身也是工程建设最具风险性的工作^[5]。在确保客观风险的完全暴露下, 关键在于形成从风险到决策的触发机制, 以减少主观风险感知的偏差^[6]。本文以高风险的岛隧工程沉管浮运施工为例, 聚焦于工程周期的关键环节——

“决策”, 从风险管理的角度深入挖掘工程决策的内涵, 重点把控影响目标实现的所有风险状态, 探析风险驱动下的工程决策机制(文中亦简称为风险决策机制)及其要素构成和运行, 以提升工程中关键高风险环节的决策和管控水平。

1 风险驱动下的工程决策

1.1 工程决策的内涵

工程决策关乎施工的进展和成败^[7], 是决策主体按照对客观规律的认识以及工程实际需求, 采用科学理论、方法与手段, 确定问题、制定可供选择的方案, 并按照一定的评价标准, 最终确定满意方案并加以实施的过程^[8], 侧重于在面临多种可行性方案的情况下分析得出符合条件的最优解, 决策内容为方案的多重选择和方案选择的不确定性。

收稿日期: 2019-08-31; 修回日期: 2020-01-13

基金项目: 国家自然科学基金应急管理项目 (71841028)

作者简介: 王孟钧 (1960-), 女, 教授, 研究方向为工程管理。E-mail: wmjcs@163.com

廖娜 (1994-), 女, 硕士研究生, 研究方向为工程管理。E-mail: 1092330470@qq.com

唐晓莹 (1993-), 女, 博士研究生, 研究方向为工程管理。

工程决策主要有以下特点:其一是风险性,科学合理的工程决策能够有效控制尚未发生的损失,但是由于其决策环境的不确定性^[9],决策具有较大的风险,因此结果具有一定的未知性和风险^[10];其二是技术性,工程决策中的技术方案是重点关注环节,除了前期论证和规划阶段需要进行决策,在技术方案实施的过程中依然有持续的决策问题需要解决,比如各项施工技术方案的拍板和敲定等;其三是决策贯穿工程周期全过程^[11],工程决策包括了决策方案的论证和实施^[12],形成了从问题确定到目标实现的完整决策链,而不仅仅是前期决策或其中某一环节,本文主要研究的是工程实施过程中涉及的决策环节。

1.2 风险决策机制的内涵

在沉管浮运安装施工中,各工序间具有一定的连锁反应,且易形成风险累积效应,风险关系复杂;另外,施工中风险的不确定性和变动性尤为突出,其中决策正是引导工程实施的关键环节,若未形成良好的决策机制,风险一旦发生,后果严重。上海外环隧道2001年在进行E2管节沉放操作中,发现基槽有浅点,管节无法沉放,连夜拉起。当再次沉放时,又发现一台液压绞车故障,由于设备来自境外,联系相关维修人员需一定时间,导致错过适合沉放条件的窗口。此次沉放中,没有实现关键风险环节的多次决策,进而形成连锁反应,综合诱发了事件的发生。基于工程实践认知及对于岛隧工程沉管浮运决策过程的分析和总结,为把控工程建设中的风险属性,本文提出风险驱动下的工程决策机制,将工程的风险状态和决策紧密挂钩,强调风险管理和决策两者间的互动和促进关系。从而减小施工中决策失误的可能性,确保工程的根本性要求——安全。

常规风险决策是指面对两个以上不确定的决策结果,做出最优选择,其描述的是在不确定环境下如何进行选择的问题,属于决策问题的一类,

指风险损失发生之前或之后,综合考虑风险变化、预期收益及相应的成本代价和其他各种因素权衡后做出的最优对应行为的决策。风险驱动下的工程决策机制是“风险管理”+“工程决策”的一种决策机制(文中亦简称为风险决策),是工程目标导向的新型决策机制,它将风险管理原则、组织架构、流程与工程决策准则、组织机构和程序融合,重塑、整合,是机制内各要素结构关系和运行的总和,具体指在工程施工中的每个关键节点,预判和评审当前的风险状态,对当前的风险处置情况进行确认,以风险确认结果作为判断能否推动工程施工进展依据,其强调以风险驱动管理与决策,集中在风险决策影响因素、决策者态度^[13,14]和风险决策方法等方面。

该决策机制运行的主要思路包括以下内容。一是依托风险管理流程。风险识别分析发现决策所需关注的问题,风险评价分析根据风险优先顺序进行决策。通过风险管理流程认识决策当前发生的风险情境以提供充足的决策信息和依据^[15]。二是以风险为导向。常规意义下的风险型决策以技术可行、经济合理作为依据,本文将风险驱动作为决策思想,形成风险驱动下的决策机制,风险排查结果是决策指向标。三是全程实时动态决策。决策者对工程涉及的风险问题需组织大量的试验和攻关,但问题不是一次能解决的,需在尽可能大范围内的资源环境中搜集风险信息,形成可行的方案,在施工过程中不断深入和完善,由决策主体进行多次调整,不断趋近最为合理可行的状态。这是一个动态循环、不断更新获取决策信息的过程。

2 风险驱动下的工程决策机制要素构成

风险驱动下的工程决策机制以决策组织为支撑,决策信息为依据,决策程序为保障,决策主体统筹推动施工进展,由此共同构成决策机制,以达成风险控制在合理范围内、确保工程顺利实施的决策目标。

2.1 决策主体—多方联合

风险决策的实施需要决策主体具有敏锐的洞察力、判断力和胆识。通过多方联合协同决策,能够全面认知决策环境,有效完善决策主体对风险的认知能力。

(1) 以最高决策者为核心

项目最高决策者在工程决策中具有很强的主导作用,是第一决策主体^[16],在不同的决策阶段发挥着不同的作用,且只对重大关键问题进行决策^[17]。项目层面,项目总经理为最高指挥,起到统筹领导的作用,全过程参与并主导重大决策事项,协调参与工程各方。在风险决策过程中,由最高决策者进行综合风险判断,促成各方协同决策,由此最终判定施工方案执行与否、施工启动与否,其自身经验和对于风险信息的获取等都引导着风险决策的方向。

(2) 专业技术层面辅助

大多数工程涉及多学科交叉,以岛隧工程沉管浮运为例,所涉学科包括隧道工程、材料科学、海洋工程、船舶运输和水利学等,专业范围广,施工中涉及的风险问题大多都需要技术层面的解决,因此需划分专业技术类别,尽可能扩大风险应对的资源范围,形成各专项技术小组作为有益补充。在技术层面进行风险问题的挖掘也促成了相应的技术创新,通过对风险的研究促成专项技

术的突破,同时在施工现场进行技术指导也能提前从源头上控制风险,以增强决策时对于风险的认知^[18]。专业技术的理论指导和现场调动,不仅仅是技术保障体系中的后盾,也是风险决策的强大支撑。

(3) 外来专家论证咨询

当风险难题内部无法进行破解时,需要充分吸取专家的智慧和建议,可聘请国内外知名专家、联合国内科研机构进行专题咨询等,为决策提供独立咨询意见,通过在相关重大风险决策活动时全程专家咨询,以促成决策的科学性。专家论证丰富了决策主体的多样性,增加了风险决策中方案选择上更多的可能性。

2.2 决策组织——扁平化架构

决策组织为风险决策提供了一个互动平台,通过该平台不断进行业务流程的优化,不断实现风险信息的无阻传输。

(1) 扁平化架构搭建

在设置决策组织时,首先应让决策者尽可能全面地了解施工现场的风险信息。其次决策的核心是决策效率问题,当施工链条十分紧凑时,若决策链长,则无法及时反应和应对。为使决策者更直接地了解现场风险情况,提高决策效率,将传统金字塔架构“压缩”成扁平状架构,如图1所示。

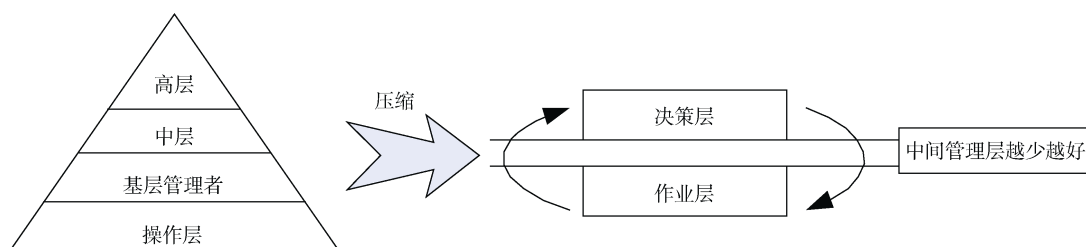


图1 组织架构扁平化示意图

“决策层+作业层”的风险决策组织缩减决策的中间管理层,由决策层直接和作业层对接。

1) 决策层。为决策者所处的管理层,一般以项目总经理为最高指挥者。决策层统筹风险管理

工作,监测风险管理工作流程和方法,确保风险管理处于行之有效且持续改进的状态。同时,决策层需对每道关键工序实时动态决策确认,对重大风险把关决策,对处于高风险区的风险因素重

点把关, 专项应对。

2) 作业层。由施工作业人员形成的班组, 负责详细的施工作业, 是风险管控的落实者, 将风险排查、风险应急保障措施落到实处, 及时更新现场风险情况、形成风险管理报告, 及时汇报突发重大风险, 动态反馈风险处置结果。

(2) 扁平化架构要点

1) 将风险集中的专业环节加入组织架构中。决策层面临重大风险的科学决策, 将较复杂的相关技术难点、现场风险管控关键环节成立单独的小组有利于决策的科学性, 譬如可将通航协调管理、作业窗口管理分别成立单独的专业小组, 由此将全部风险点纳入决策组织中。

2) 将各个职能部门纳入风险管理的组织架构中。风险管控涉及到各个部门, 纵向上的扁平化管理需要横向的沟通才能实现风险信息的准确传递, 以扁平化组织架构打破部门边界, 达到快速应对风险的效果。

3) 决策层和作业层的互动顺畅度是风险决策实施的关键。作业层现场实时风险排查, 提升对现场施工的风险敏感度, 及时反馈; 决策层对信息准确分析判断, 深入现场, 并下发指令。层级间良好的沟通机制和执行机制促成有效互动。

扁平化的决策组织减少层级的同时扩大了管理幅度, 加快了信息的流转速度, 其聚焦于施工任务、使管理层与生产一线直接对接, 将风险点辐射到各部门的管理诉求。

2.3 决策信息——风险信息库

决策是有风险的, 其风险主要来源于信息的不充分获取。风险因素的种类、风险等级以及风险应对措施在不同环节都会随时发生变化, 动态变化的决策信息是风险决策的一大难点。为落实决策的集中, 降低信息传递的时滞性和风险信息的损失, 需扩大风险信息来源, 提高风险管理的敏锐性, 因此在决策信息的获取上, 构建风险信息库。

(1) 风险信息库的构建

将工程施工中可能出现的风险事故、风险源种类、风险源危害状态及相应的风险规避措施等风险信息共同存储形成风险信息库^[19], 如图2所示。风险信息库中新的风险被不断录入, 当部分风险不再适用、风险性质发生变化或风险被消除时, 则对风险信息库进行修改和删减。在进行风险信息库构建时, 可进行分类针对性管理, 分别形成集合, 进行编码建库, 同时以风险源为核心, 各个集合之间可形成一对多或者多对一的关系, 其次对于重大风险, 形成专项风险信息库, 由专业小组专项管理分析。

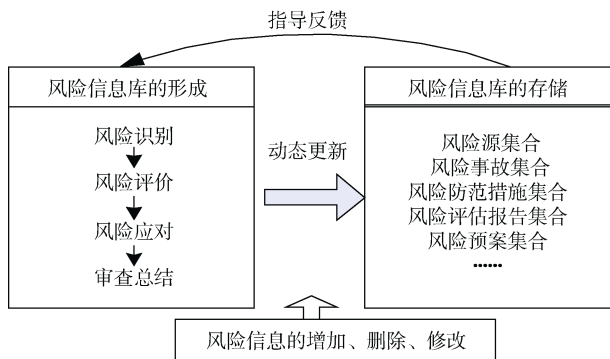


图2 风险信息库的形成存储图

风险信息库主要具备以下功能: 其一是集成共享风险信息, 信息库能够将零散的风险经验等隐性信息显性化、系统化, 成果共享, 增强风险管理的可操作性; 其二是动态认知风险, 全员反复渐进式地进行风险分析, 以“动”的思想应对风险的繁杂变化, 风险信息库逐步丰富。其三是引导风险决策, 风险决策是以风险为导向进行判断, 风险信息库内信息量和信息内容的综合能够为决策者提供决策方向。

随着信息技术的发展, 可基于风险信息库的理念进行风险信息处理系统的开发, 设定相应权限, 形成以计算机为主导的风险信息存储, 既有利于决策者对于信息的直观了解, 同时使作业层施工作业更加简便。

(2) 风险信息库的应用

构建风险信息库后, 现场进行风险排查, 指导现场施工作业风险排查, 形成反馈, 再进一步指导风险决策。每一次风险决策前以风险信息库为基础, 进行排查分析, 监测风险管控措施是否落实到位, 对于风险信息库中的重要风险集中研讨分析, 更新风险信息库的同时对后续关键施工

工序进行风险预判排查。

风险信息库的动态运作遵循 PDCA 循环, 指导全过程施工, 如图 3 所示, 通过循环管理不断深化风险认知。同时施工过程中遵循 PDCA 大循环, 即时发现风险, 即时处置, 即时更新风险信息库中的信息。通过多个周期的大循环内嵌小循环, 将风险降低在可控范围内。

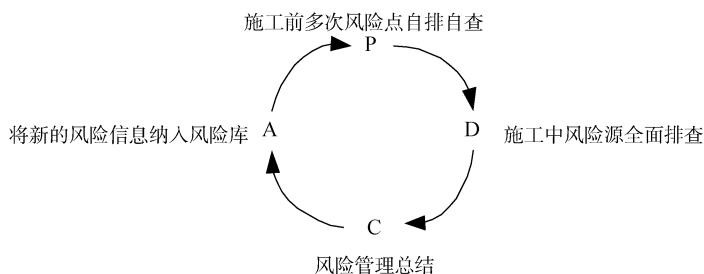


图3 风险信息库 PDCA 循环图

2.4 决策程序——GO/NO GO 准则

风险驱动下的工程决策程序以重大关键施工节点为重要决策节点, 以施工决策活动为决策表现形式, 以风险信息库所囊括风险都处于可控状态为启动判定标准, 通过多个连贯的决策节点持续关注风险状态, 在每一个决策节点都需执行 GO/NO GO 的准则。GO/NO GO 准则是施工进展的“开关”, 当前施工节点的风险状态决定“开关”是否启动的评价标准, 当风险在合理范围内, 在关键节点决策时执行“GO”的口令, 当风险状态不允许, 则执行“NO GO”的口令, 且需要采取强制措施消除当前风险隐患, 再次评估是否重新启动。

在风险决策程序中, 工程实施前期进行风险排查, 确保各项施工作业机械状态、人员状态都符合基本施工条件, 确定作业窗口, 决策层初次执行 GO/NO GO 命令。随后, 作业层进行准备工作, 待作业窗口临近, 再次进行初始决策, 其后在每一个关键的施工节点都需进行风险决策 (本文所述工程案例中关键施工节点包括出坞、沉放、对接精调和回填锁定等)。若未达到风险信息库中

所确认的风险等级, 则必须解决问题, 重新确认。最后形成风险管控总结, 以发挥风险决策的持续改进作用。

3 风险驱动下的工程决策机制运行过程

由多方联合的决策主体实时决策, 辅以扁平化的决策组织、信息集成的风险信息库, 遵循 GO/NO GO 准则下的风险决策程序, 促成风险驱动下的工程决策机制的运行。由于每一阶段风险决策的性质和内容不同, 全过程划分为准备阶段、实施阶段和总结阶段三个阶段进行分析。

3.1 工程准备阶段决策预判

准备阶段是风险决策中最为核心的环节, 包括工程实施启动前的相关施工活动。该阶段风险决策的准确性和科学性直接影响全过程的风险管控难易程度, 在这一阶段需要预判工程中的风险状态, 将可能发生的风险杜绝于源头, 以多次风险专家咨询和头脑风暴的形式进行分析判断。

作业层根据风险信息库进行风险排查工作的全面推进, 决策层根据作业层的风险排查反馈进行决策判断, 对重大风险结合专家咨询进行施工

方案和施工组织的进一步确定, 对现场进行管理和协调, 形成相应的风险预案, 重点把控重要节点的风险决策。此阶段共有三大重要节点的风险决策, 一是关于作业窗口的确定, 二是启动作业的初次决策, 三是作业窗口来临前的决策。每一次关键风险决策都基于对风险信息的判断, 采取相应的风险决策活动, 以决策会的形式集中探讨重大风险状态。

3.2 工程实施阶段实时决策

工程实施阶段是风险决策中最为紧迫的环节。由于施工过程较为连续紧凑, 实施阶段的风险决策须即时根据当前状态进行反应, 在每一个关键节点实时决策, 决策过程尤为紧迫, 该阶段以关键工序划分节点决策。在隧道沉管浮运工程案例中, 施工工艺风险性、管节抗浮防水变化和相关水下作业等风险都是决策者关注的重大风险。

施工过程中, 决策层深入施工现场一线进行现场决策, 根据现场反馈的相关数据和风险状态进行指挥, 一旦发生相关安全事故, 需及时调整作出决策, 作业层进行实时现场风险点排查, 核对风险信息库中风险源的状态, 并将临时突发情况及时反馈。持续关注重大风险, 若风险情况达到预警状态, 决策者可下发“NO GO”的决策命令。由此, 施工过程中决策者进行风险决策的科学性很大程度上基于前期对可能发生安全风险的熟悉度, 前期消除认知盲区且掌握所有安全风险, 施工中才能及时采取相关应急措施预案。

3.3 工程总结阶段决策水平提升

风险总结期是风险决策水平提升的环节, 在工程建设过程中, 决策层联合作业层阶段性地对施工任务完成情况进行回顾, 以总结会的形式对新出现问题进行追溯, 及时反馈总结, 形成相应风险应对措施和风险总结报告。风险信息库在此过程中得到更新和纠偏, 有利于后续工程的施工风险管控。由此在总结时形成相关施工程序标准

化; 风险信息库内风险源专项分类划分精细化; 风险决策事前预判确认、事中控制、事后及时总结程序化; 各项风险排查常态化, 为后续施工决策奠定了更坚实的基础, 达到持续改进的效果, 推进了风险决策的科学性和准确性。

因此可将施工过程视为一个完整的风险决策序列, 可行域在决策序列中随着风险决策成果的积累和风险信息的完备而在不断收敛, 促成决策的科学性, 由此准备阶段、实施阶段到总结阶段形成一个完整的决策闭环, 通过不断反复论证, 每次决策形成的开放决策环, 以螺旋形式推动下一节管节向着优化方向不断逼近收敛^[20]。因此, 风险决策机制的运行是一个由风险驱动全过程决策的过程, 是一个动态提升的过程。

4 案例分析

港珠澳大桥工程是粤港澳三地首次合作建设的超大型跨海工程, 具有世界级规模和技术难度, 社会影响深远。港珠澳大桥岛隧工程(下文简称为“岛隧工程”)是关键控制性工程, 其中的沉管隧道是目前世界上规模最大、综合技术难度最高的外海沉管隧道, 也是世界上首个深埋大回淤节段式沉管隧道工程, 工程设计寿命为 120 年, 全长 7440.55m, 海中沉管隧道长 5664m^[21]。

在岛隧工程实施过程中全程贯彻风险决策的思想, 沉管浮运安装是其中难度最大、风险最高的关键施工部分, 也是决策者最关注的施工环节, 直接关乎岛隧工程施工的成败, 这一工程主要包括管节出坞、浮运系泊、沉放对接和锁定回填四大部分^[22]。通过落实风险决策下的风险把关, 对施工中的风险状态进行实时监控和确认, 以促成施工和管理人员对风险的灵敏度和快速反应。

(1) 岛隧工程沉管浮运安装风险决策机制要素构成

①决策主体

岛隧工程决策主体以项目总经理为最高领导指挥, 由项目总经理统筹召开多次风险难题攻关

会，在现场和作业人员共同关注施工现场情况，实时决策，统筹下发所有启动工序命令。其二是专业技术层面辅助，针对风险源集中的专业技术方面成立单独的技术小组攻关分析，成立总体技术组作为科研工作领导小组的咨询部门，面对特别重大施工技术难题，构建有效的技术团队。其三是专家论证咨询，联合中国科学院南海海洋研究所、上海振华重工（集团）股份有限公司、及日本三清公司等相关单位展开一系列研究，例，项目总经理部与国内知名泥沙专家组建“隧道基槽泥沙回淤专题攻关组”，为决策提供了泥沙回淤的准确信息。通过专家咨询，带来了丰富现场经验和前沿技术，推动了风险决策的顺利进行。

②决策组织

岛隧工程沉管浮运安装施工采用决策层和作业层两级管理。以项目总经理为最高领导指挥决策，作业层主要为第五工区施工作业班组。其决策组织架构如图 4 所示。

决策层结合专家咨询进行风险排查统筹，作

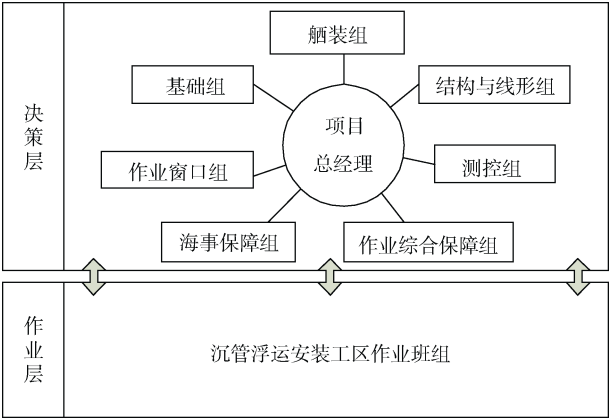


图 4 岛隧工程沉管浮运安装风险决策组织架构图

业层由工区的各个作业队伍组成，以工序进行划分施工任务。通过扁平化的决策组织，总部工区纵向管理决策一体化，风险决策效率高，反馈沟通顺畅。

③决策信息

将沉管浮运安装施工中的风险形成 5 类通用风险库、7 类专项风险库和 5 类特属风险库，共辨识出风险 400 余项^[23]，风险库类别见表 1。

表 1 岛隧工程沉管浮运安装风险库类别表

通用风险库			
序号	风险类别	序号	风险类别
1	施工作业条件	4	作业人员
2	通航安全	5	施工装备
3	环境保护		
专项风险库			
序号	风险类别	序号	风险类别
1	碎石基床整平作业	5	管节回填作业
2	管节出坞作业	6	测量与控制作业
3	管节浮运、系泊作业	7	作业窗口
4	管节沉放、对接作业		
特属风险库			
序号	风险类别	序号	风险类别
1	岛头区	4	强回淤
2	最终接头	5	曲线段
3	深水深槽		

岛隧工程沉管浮运安装风险数据库以文件体系为依托, 形成计划、指南、手册和评估报告四级文件, 文件中较为核心的是风险登记表, 记录风险因素的具体风险描述、最初风险等级评定、处理后风险评定、主要后果、处置措施、责任班组/部门、完成日期和闭合状态。风险库应用以 E16 管节为例, 由于已施工完成的 E15 管节附近基槽淤积十分严重, 基础组进行详细分析处置, 对即将施工的 E16 管节新增 3 项内容: 强回淤、清淤质量控制、碎石基床顶部清

淤风险, 全部记录入风险登记表并纳入 E16 管节风险关注范围内。同时, 制定对策措施并落实到作业班组。

④决策程序

沉管浮运安装过程中严格遵循 GO/NO GO 准则, 在风险决策流程中, 如图 5 所示, 必须确保风险状态才能进入下一步, 如若不合格, 则需相应调整, 如 E15 管节沉管基床遭遇了异常回淤, 决策层紧急召开风险讨论会, 最终果断决定正在进行的 E16 管节施工中止沉放、返航回坞。

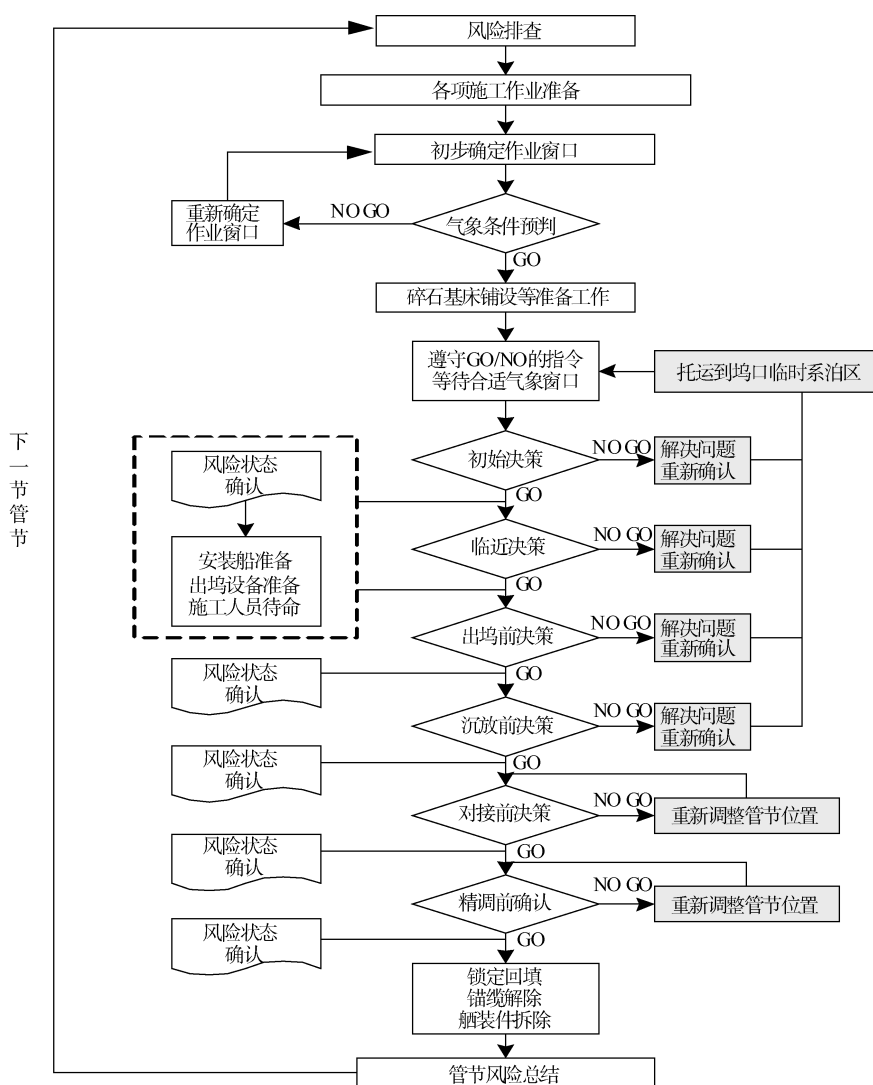


图 5 岛隧工程沉管浮运安装风险决策程序图

风险决策程序中的活动形式包括各类专家咨询会、风险预判会、决策确认会和风险总结会等,

每个专业组就负责的风险源向项目总经理逐一汇报, 在进行决策判断时必须检查如下内容: 施工

作业是否准备就绪, 作业气象窗口是否满足条件, 前道工序是否符合风险管控要求。对于重大难题, 项目总经理综合专家咨询意见, 组织多次论证和确认会, 寻求跨界协作, 以确保风险均排查到位, 项目总经理才会下发当前决策点“GO”的命令。

(2) 岛隧工程沉管浮运安装风险决策机制运行过程

通过决策层和作业层的互动明确决策发生情境, 风险信息库对不确定风险因素清晰辨别和评价, 以此作为决策起点。全过程以持续的风险决策活动会推动决策的进行, 由项目总经理和七个专业小组形成的决策层进行总体把控。

以 E18 管节浮运安装为例, 在准备阶段共有三大重要节点的风险决策, 一是关于作业窗口的确定, 二是启动出坞作业的初次决策, 三是作业窗口来临前的决策。首先对 E17 管节的风险情况综合分析, 对于 E18 管节面临更严重的槽底淤积问题, 联合专家进行减淤措施分析。其次是预判气象条件, 进行初始决策。然后是临近决策, 联合海事部门确保通航安全, 工区作业班组确保各项作业准备情况, 以初步确定窗口。最后是联合气象单位进行窗口来临前最佳窗口确认, 由项目总经理下达 E18 管节出坞的决策^[24]。

施工阶段以关键工序划分节点决策。E18 管节施工过程中决策层实时监测, 遇到意外风险及时下发指令至作业层以调整施工中的思路和方案, 作业队伍现场及时反应。在过程中一共进行了 6 次风险决策确认会。出坞前确认会、起拖前确认会、转向前确认会、沉放前确认会、水力压接确认会和沉放后工作安排会。过程中风险决策紧迫, 决策层在施工现场作业船上进行指挥决策。

沉管顺利对接完成后进行相应的过程总结为风险总结阶段, E18 管节顺利安装结束后召开风险总结会, 对遇到的强回淤和深水深槽等风险进行回顾和总结, 并对下一管节安装可能出现的问题进行讨论。

在 33 节沉管浮运安装过程中, 由风险驱动决策, 时刻更新风险的最新状态, 以 ALARP 准则为衡量标准, 实现了决策水平的持续螺旋式提升。这样一种风险驱动下的决策机制对岛隧工程的风险把控起到了关键性作用, 促成了工程的成功建设。

5 结语

风险驱动下的工程决策机制由决策主体、决策组织、决策信息和决策程序等四个要素构成。从风险的角度出发认识决策当前发生的风险情境, 以风险为决策指向标, 通过完整的信息决策链条, 以 GO/NO GO 准则的形式触发决策, 不断优化收敛, 以提升风险决策的科学性, 是对现有工程决策理论的丰富、创新和提升, 也体现了风险驱动的思想。

风险所体现的核心关键作用正在逐步发挥效应, 这样一种以风险支撑决策, 引导工程方向的形式对高风险的重大基础设施工程项目进行风险决策和管控有一定的普适性意义, 后续研究将深入风险驱动决策过程中工程管理主体间的互动和资源配置, 以最大程度地实现风险决策机制内部联动顺畅性。

参考文献

- [1] 姜波. 铁路工程项目决策机制研究[D]. 长沙: 中南大学, 2013.
- [2] 王家远, 李鹏鹏, 袁红平. 风险决策及其影响因素研究综述[J]. 工程管理学报, 2014, 28(2): 27-31.
- [3] 钟辉虹, 李树光, 刘学山, 等. 沉管隧道研究综述[J]. 市政技术, 2007, 25(6): 490-494.
- [4] 张青海. 外海沉管隧道浮运安装施工的风险管理研究[J]. 隧道建设, 2015, 35(11): 1150-1156.
- [5] 程书萍, 盛昭瀚, 王茜. 大型复杂工程的决策审计研究[J]. 运筹与管理, 2009, (1): 1-6.
- [6] 陈丹涌, 刘明明. 基于情景的水上交通突发事件应急响应风险决策研究[J]. 广州航海学院学报, 2019, 27(1): 29-33.
- [7] 雷丽彩, 周晶, 何洁. 大型工程项目决策复杂性分析与决策过程研究[J]. 项目管理技术, 2011, (1): 18-22.
- [8] 刘宁. 工程目标决策研究[M]. 北京: 中国水利水电

- 出版社, 2006.
- [9] 杨建科, 王宏波, 屈 旻. 从工程社会学的视角看工程决策的双重逻辑[J]. 自然辩证法研究, 2009, (1): 76-80.
- [10] 卢广彦, 付 超, 季 星. 国家重大工程决策机制的构建[J]. 科技进步与对策, 2010, (6): 81-85.
- [11] 丁 翔, 盛昭瀚, 李 真. 基于计算实验的重大工程决策分析[J]. 系统管理学报, 2015, (4): 545-551.
- [12] 李 迁, 朱永灵, 刘慧敏, 程书萍. 港珠澳大桥决策治理体系: 原理与实务[J]. 管理世界, 2019, (4): 52-60.
- [13] 袁竞峰, 陈振东, 张 磊, 等. 基于效用最大化的 PPP 项目社会资本社会风险决策行为研究[J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(1): 100-110.
- [14] 孙庆洲, 邬青渊, 张 静, 等. 风险决策的概率权重偏差: 心理机制与优化策略[J]. 心理科学进展, 2019, 27(5): 905-913.
- [15] 尹 航. 交通项目 PPP 模式全寿命周期关键风险决策研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2017.
- [16] 雷丽彩. 有限理性假设下的大型工程群体决策问题研究[D]. 南京: 南京大学, 2012.
- [17] 邓 俊. 政府决策机制的改革与完善[J]. 商品与质量, 2010, (S5): 19.
- [18] 王子明. 润扬长江公路大桥工程项目决策机制及决策特点[J]. 现代管理科学, 2006, (9): 72-73.
- [19] 林 鸣, 王孟钧, 罗 冬, 等. 港珠澳大桥岛隧工程项目管理探索与实践[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [20] 卢广彦, 付 超, 吴金园, 刘 源. 重大工程决策过程与决策特征研究——以三峡工程为例[J]. 中国科技论坛, 2008, (8): 20-24.
- [21] 李 英, 陈 越. 港珠澳大桥岛隧工程的意义及技术难点[J]. 工程力学, 2011, (S2): 67-77.
- [22] 陈韶章, 陈 越. 沉管隧道施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [23] 林 鸣. 超级工程的风险思维与方法——有感于港珠澳大桥岛隧工程[N]. 同济大学城市风险管理研究院, 2017-03-22.
- [24] 尚乾坤, 傅秀萍, 朱 岭, 侯亚飞. 港珠澳大桥沉管隧道施工风险管理体系研究[J]. 公路, 2018, (8): 31-36.

Mechanism of Engineering Decision-making Driven by Risk: Taking the Immersed Tube Floating Installation in Tunnel with High Risk as an Example

Wang Mengjun, Liao Na, Tang Xiaoying

(School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: The immersed tube floating installation is the most critical and risky process in the construction of the immersed tube, and the decision in the construction are related to the success or failure of the project. In this study, a risk-oriented decision mechanism is proposed, and the components of the mechanism are analyzed on the basis of the four following aspects: decision-making subject, decision-making body, decision-making information, and decision-making procedures. The operation of the risky decision mechanism is explained for three stages: project preparation, project implementation, and project summary. The immersed tube floating installation of the Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge Island Tunnel Project is considered as an example to enrich the engineering decision-making theory of China and provide a reference for similar engineering projects.

Key Words: immersed tube floating installation; risk driving; engineering decision-making; risk information base