

跨海桥梁工程施工成本风险控制分析

陈涛 张浩

浙江交工集团股份有限公司

摘要: 随着社会的高速发展,人类探索的步伐从陆地走向海洋,与此同时桥梁建设的发展也从跨越江河湖泊到跨越海湾、海峡。跨海桥梁能更好的帮助两岸居民沟通交流,为两岸经济腾飞注入动力,也成为我国乃至世界桥梁建设者研究的新方向。跨海大型桥梁工程的建设过程中存在投资量大、施工建设周期长、施工环境恶劣与施工的技术难度高等特点,使得跨海大型桥梁工程的建设施工中容易出现施工成本超支的问题。因此,项目管理人员必须运用先进的管理理念和管理方法,实施有效的成本风险控制措施以确保项目成本目标的实现。

关键词: 桥梁工程; 施工成本风险; 风险管理

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.03.065

一、引言

桥梁是连接公路运输和铁路运输的重要建筑工程,有助于跨越江河湖海、峡谷等自然环境从而完成交通项目施工。通过交通运输的发展历程来看,桥梁工程的诞生使得山不再难水不再深,增加了因海河或山谷相隔的城市或村庄间的政治经济文化的交流,于经济的增长和文化的传播大有裨益。

桥梁建设所需技术复杂,难度较高,是交通运输体系建立的重中之重,近年来,我国的桥梁工程建设技术逐步成熟,在交通运输的建设的运用上也越来越多。从一五规划到十三五计划完成期间,新架起桥梁越50余万座,体现了我国桥梁工程发展逐渐走向成熟。

随着21世纪的到来,人类开始向海洋探索,桥梁建设也从跨越江河湖泊扩展到跨越海湾、海峡等大型工程。随着一批高新技术的跨海大型桥梁工程的顺利完工,为国民经济的发展与腾飞夯实了基础。从1990年代开始建设跨海大桥到2020年,我国共建成83座跨海大桥,其数量增长速度呈快速上升趋势。

二、施工成本风险管理相关理论

(一) 风险管理理论

1. 风险的定义

“风险(Risk)”的概念是在19世纪由经济学家提出的,一般分为狭义的风险和广义的风险。

在狭义风险的定义中,风险可定义为公式 $R=P \times C$,其中P代表事故发生概率而C则表示相应风险事故带来的损失,一般而言,风险会伴随一定的后果。当这些后果带来的损失具有不确定性时,可建风险定义为狭义的风险。而广义的风险可能即带来损失又可能带来收益,但损失和收益都具有不确定性。广义风险的后果包括其损失的多少、损失的不确定性和损失的随机性。在本文所涉及的施工项目的风险为狭义的风险,即风险是由损失不确定性和风险概率随机性来确定的。

2. 风险管理的流程

风险管理具有多个环节,可细分为可以分为五个方

面: 风险识别、风险评价、风险对策规划、风险控制和风险监控。在项目管理的过程中,风险可能随环境的变化而变化,要不断进行新的风险管理过程,不断确定新的风险,以实现有效的控制。

(1) 风险识别

风险识别就是对各种风险因素进行分析和识别,按照其发生概率和可能导致的损失程度进行排列。在项目过程中,需要对可能潜藏风险的各个方面进行识别,以便更完整地识别项目的风险。

(2) 风险评价

风险评价主要是评价风险引起的潜在损失以及损失可能带来的潜在后果,并按其严重程度进行排序,以指引管理者确定工作重点管控方向和应对风险的决策。

(3) 风险对策规划

风险对策规划可以是确定回避策略和设立风险管控措施。管理者既可以根据工程的情况确定风险控制方向和风险回避策略来应对风险,也可以依据风险回避策略来设立风险控制策略。

(4) 风险控制

风险控制就是如若风险发生,需要管理者根据风险对策规划,利用现有资源因地制宜,从而有效的控制并将风险可能带来的损失降至最低,在这一过程中,需要根据实际情况对风险的控制措施进行调整从而实现对风险的有效控制。

(5) 风险监控

风险监控是指在对风险进行管控之后,不断对管控措施的效果进行监控,以实时了解风险情况并及时向管理者报告,方便管理者识别新风险。风险监控需要持续进行,以保证风险管理的有效性。

(二) 施工成本风险管理

1. 施工成本风险管理的概念

(1) 施工成本管理

工程项目费用管理是施工过程中的一项成本管理活动,在初期核准费用预算,以确保完成整个项目所需的

每一个建筑费用并保证项目高质量和其安全性。

工程项目施工费用的目的是在确保项目进展和质量以及尽可能减少超支的前提下，在合同费用预算范围内完成项目建设。与此同时，工程项目建设环境时时变化，因此项目的成本费用管理也需要历经不断调整。

(2) 施工成本风险管理

项目风险管理主要是在建筑项目的某些风险情况下控制施工费用，从而超出了预算的实际费用支出。成本风险管理是指确定和评估事故引起的损失，从而确定风险预防和控制措施，确保实际费用尽可能不超过预算费用，并通过相应风险管理最大限度地增加项目利润。

2. 施工成本风险管理的特征

施工成本风险管理的特征主要包括：

(1) 全程性

在工程项目管理过程中，所有施工都与建筑成本管理相关，因此成本风险因素可能隐藏于施工时的各个阶段，因此，整个项目施工过程中都需要管理施工成本风险。

(2) 动态性

工程项目成本风险管理不是固定的。随着施工环境的不断改变，成本风险因素将可能随着施工阶段与预期不同和施工条件与预期不同而发生改变。管理人员必须在某种程度上根据不同情况实时调整风险控制策略，以应对不同的成本风险。

(3) 客观性

风险具有客观性和普遍性。在项目建设过程中，工程建设内部和外部环境可能发生变化，而风险因素也往往不是一成不变的，因此风险是动态的，我们应该正确认识到工程项目成本风险的客观存在，正确理解工程风险成本的存在性，才可以更好地控制风险。

三、跨海大型桥梁工程施工成本风险特征

(一) 跨海大型桥梁工程施工特征

(1) 海洋施工环境恶劣

大型海上桥梁项目需要在海洋环境中进行施工，比河流、湖泊以及陆地的施工环境更糟糕。海洋环境所在的地方很长一段时间内受到洋流的侵蚀，地质的环境非常差，因较差的地质环境往往使得在建造海上桥梁的过程中事故频发，这对桥梁设计和建造的要求也比其他环境的施工要求更高。与此同时，海流和海浪的影响很容易损害桩基基础、桥台和其他海底桥梁结构。最重要的影响是强风天气对海洋环境下的工程施工的影响。当热带气旋季节到来时，在正在建造桥梁的附近大陆架的风力最强，飓风着陆时破坏力最大。桥梁工程的大部分施工环境位于这种海区，飓风对施工结构的破坏比较大。此外，即使在非热带气旋季节，在正在建造横渡海洋的桥梁的近大陆架地区也将拥有6级或6级以上的风暴，而在长期的风暴影响情况下桥梁施工的建设面临重重困

难。在海上建造大型桥梁的工作面临强风、高浪、水深等严峻的施工环境从而使得海洋桥梁工程极具困难。

(2) 施工技术难度大，成本高

跟河流、湖泊和陆桥的桥梁工程相比，在海上建造大桥需要更高的技术要求。由于洋流环境的影响，水文地质受到侵蚀，表层如淤泥和碎裂岩石变得越来越薄。与此同时，风和波浪造成的稳定问题也值得关注。桥桩基需要的建筑技术更高，所需费用也比其他环境下的桥梁工程更高。为了更好地将桥梁基础设施纳入沿海大陆架的硬岩结构，在深水下建造桩基的技术复杂对工程师的专业技术要求更高，而且与洋流直接接触的工程基础设施也需要拥有较高的技术的工程师，在复杂的水下环境的影响下，建造桥梁的费用也很容易超支。

另一方面，为了确保船只在水道上的一般航行需要，主要桥梁的长度需要比一般桥长，这需要新的技术和施工工艺。与此同时，强风和巨浪对桥梁的建造会产生重大影响。例如，如围堰的吊装与下放难度大，塔柱锚固区作业、斜拉索施工工艺控制和其他现场建筑技术更为复杂和所面临的建筑成本也更高。

(3) 施工管理与组织难度大

建造海上桥梁的地点大多位于沿海大陆架上，建筑材料和机械需要从陆运到建筑工地。所有建筑材料都需要依靠航运的辅助。运输线路受到海洋环境的严重影响，容易受到热带气旋和潮汐等自然环境的影响，这使得桥梁工程的管理和管理更加困难，成本也更高。

此外，海洋桥梁工程建设的管理比在正常环境中建造桥梁更为复杂。由于环境恶劣，施工人员更难操作，工地的机械施工要求更高，需要采取更多有效的措施，以确保施工的正常进行，而且建设所需费用很容易超支。与此同时，由于沿海或岛屿地区没有空地，材料储存和临时钢铁和混凝土加工也变得十分困难，从而增加了管理费用。

(二) 跨海大型桥梁工程施工成本风险特征

(1) 风险对成本影响性高

大型海上大桥项目的总费用很高，在施工的每个阶段超过各风险点的费用也会增加相应的费用比率。与此同时，多重风险临界点同时产生的影响将使得预算严重超过总成本，大大增加国家、地方政府和投资机构的负担。

(2) 风险之间的密切关联

施工连接和施工阶段本身受到多重风险的影响，风险间也会相互影响而造成费用超支。然而，建筑的各个阶段都受到不同风险的影响，且建筑阶段和风险之间有着牢固的关系。

(3) 高度不确定性

与建造河流、湖泊和陆地的桥梁工程的大量实际案例相比，在海上建造大型桥梁的案例寥寥无几，因此很

难对某些与费用风险和可能损失程度有关的事件的可能性进行良好的分析和统计。此外，在海上建造大型桥梁项目的海洋环境恶劣且不确定性高，故而很难量化风险和损失。

四、跨海大型桥梁工程施工成本构成分析

跨海大型桥梁工程的施工成本由人工费、材料费、施工机械使用费和措施费所组成。

(1) 人工费是指直接参与建筑过程的生产工人所需要的成本，其波动受劳动报酬单位价格和工作日消耗的影响。由于不利的环境、高度的技术困难以及管理和行政方面的困难，一个跨海桥梁的工作成本高于一般桥梁，因此需要更多的工作人员。与此同时，由于飓风，建筑施工的时间大大增加。

(2) 材料费指建筑过程中使用的各种原材料和辅助材料的成本。受海洋环境的严峻和技术上的困难影响的大型跨洋桥梁项目材料，需要的材料比一般桥梁工程的抗腐蚀要求更高，从而大幅度提高单件材料的价格。

(3) 施工机械使用费是指正常运行期间的机械使用费，包括安装和拆卸费、场外运费、保险费和租赁费。在横渡海洋的大规模桥工程过程中，通常需要大型的船机械运输，而且还需要一些新的机器。这些机器的成本非常高。与此同时，受热带气旋和其他天气影响的机械窝工也高于建造正常桥梁。

(4) 措施费指为确保施工而在实际建造技术、安全、生命、环境保护和不直接属于项目实体的其他方面的费用。跨海桥梁工程的措施费与普通桥梁的措施费之间差异巨大。它被限制在特别海洋建筑区，需要采取大量措施确保正常建设工作，故跨海桥梁工程措施费也更高。

同时，跨海大型桥梁工程施工成本还受其他因素的影响，如设计难度、施工期限、管理水平等。因此，为有效控制跨海大型桥梁工程施工成本，需要全面了解以上因素，制定合理的施工管理计划并加强施工管理，降低管理成本，提高工作效率，同时科学利用现有资源，降低建设成本。

此外，也需要加强与供应商、承包商的沟通合作，优化供应链，降低采购成本，同时采用新技术、新材料等，提高施工效率，降低成本，实现跨海大型桥梁的可持续发展。同时，建立科学的成本核算体系，定期进行成本分析和评估，及时调整施工计划，以确保施工成本的控制在此合理范围内。最终，全面提升施工质量和效率，并且合理控制成本，实现跨海大型桥梁工程的安全、高效、可靠建设。

五、跨海大型桥梁工程施工成本风险TRME评价原则

海上建造大型桥梁工程的成本风险TRME评价指标系统是一项复杂的工作，为了确保指标系统在科学和方法

论上的完整性，确定和审查风险因素必须以相应的原则为基础，以确保指标系统的全面发展。需遵循的原则包括全面系统性原则、科学合理性原则、一致性原则、精简性原则以及可比性原则。

以上原则是在建立跨海大型桥梁施工成本风险TRME评价指标体系时需要遵循的。只有当这些原则得到仔细考虑并被合理应用时，才能确保该指标体系具有高质量、科学性和实用性。因此，在实际建立指标体系的过程中，需要充分考虑这些原则并加以应用和整合。

对于跨海大型桥梁工程这类大规模的复杂项目，施工成本风险因素的识别与分析是十分重要的，也是建立可靠的风险评价指标体系的基础。在识别与筛选风险因素时，应该充分考虑施工整个周期内可能出现的各种风险因素，并尽量将其量化为可衡量的指标，以便于风险评估与管理。此外，评价指标与目标的一致性原则、指标体系的一致性原则以及精准简练性原则等原则的应用也非常重要，可以确保评价指标体系的科学性、可操作性和有用性。最后，采用相对评价指标的方法，能够方便不同准则层指标之间的相对重要性比较，也是评价指标体系中十分重要的一条原则。

六、结束语

通过研究跨海大型桥梁工程施工成本风险并提出TRME评价模型，有助于有效控制跨海大型桥梁工程的施工成本，解决目前超支严重的问题。同时，提出的管理措施也有针对性，为工程管理人员提供了有益的建议和方法来进行施工成本风险管理。这对于保证工程的质量和进度，降低投资风险，具有积极的意义。值得一提的是，提高跨海大型桥梁工程的施工成本管理控制能力需要全员参与，包括设计人员、施工人员、管理人员以及所有相关方，共同努力，才能达到成本风险的有效管理与控制的目的。

参考文献

- [1] 胡晓娟. 大型土建工程管理中成本控制增益均衡模型[J]. 科技通报, 2015, 31(12): 94-95+98.
- [2] 司洪伟. 政府投资项目全过程造价管理的问题与对策研究[J]. 建筑经济, 2018, 39(06): 61-63.
- [3] 焦红清. 项目决策和工程设计阶段的造价管理探讨[J]. 煤炭工程, 2019, 51(06): 173-175.
- [4] 陈超. 基于合同管理的工程成本控制研究[J]. 建筑经济, 2020, 41(11): 63-65.
- [5] 黄良辉, 王淑革, 刘月宾. 基于微粒群算法的建筑工程成本优化技术研究[J]. 建筑经济, 2019, 40(07): 90-94.
- [6] 王乐思. BIM技术在电子信息化控制工程成本管理中的应用建模[J]. 现代电子技术, 2020, 43(12): 138-141.