

戈壁区长距离输水渠道工程造价关键因素分析

伏莹莹

新疆塔里木河水利勘测设计院, 新疆 喀什 844700

[摘要] 戈壁区长距离输水渠道工程在解决该地区水资源短缺问题中起着重要作用。然而, 由于戈壁区干旱气候、复杂地质条件和稀缺的水资源, 这些工程的建设面临较高的造价。降水量极少, 蒸发量大, 地下水水质差, 地表水资源稀缺, 这些因素使得长距离输水渠道的设计与施工难度加大, 进而导致材料运输、施工技术和机械设备等成本的显著增加。尽管这些工程有效地改善了水资源分配, 但由于高造价和资源消耗, 工程的经济性和可持续性仍然是亟待解决的问题。当前的现状表明, 如何有效控制和优化造价, 仍然是戈壁区输水渠道工程建设中的关键挑战。

[关键词] 戈壁区; 长距离输水渠道; 工程造价; 关键因素

DOI: 10.33142/hst.v8i4.16074

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Analysis of Key Factors for Long Distance Water Transfer Channel Projects Cost in Gobi Desert Region

FU Yingying

Xinjiang Tarim River Water Resources Survey and Design Institute, Kashgar, Xinjiang, 844700, China

Abstract: The long-distance water supply channel project in the Gobi region plays an important role in solving the problem of water shortage in the area. However, due to the arid climate, complex geological conditions, and scarce water resources in the Gobi region, the construction of these projects faces high costs. The extremely low precipitation, high evaporation, poor groundwater quality, and scarce surface water resources make the design and construction of long-distance water transmission channels more difficult, leading to significant increases in material transportation, construction technology, and mechanical equipment costs. Although these projects have effectively improved water resource allocation, the economic and sustainable aspects of the projects still need to be addressed due to their high cost and resource consumption. The current situation indicates that how to effectively control and optimize costs remains a key challenge in the construction of water supply channel projects in the Gobi region.

Keywords: Gobi region; long distance water conveyance channels; engineering cost; key factors

引言

戈壁区, 位于中国西北部, 是典型的干旱半干旱地区, 面临水资源短缺的问题。该地区降水量低, 蒸发量极大, 地表水资源稀缺, 而地下水虽存在, 但大多含盐, 无法直接利用。因此, 长距离输水渠道工程成为缓解戈壁区水资源不足的关键方案。然而, 长距离输水渠道建设面临复杂的地质条件和施工环境, 项目造价较高, 且受到多个因素的影响。这些因素包括地质与水文条件、施工技术、材料运输、机械设备以及施工组织方式等, 它们都对工程造价产生重要影响。特别是戈壁区独特的气候环境与交通不便, 进一步增加了施工难度与成本。因此, 如何在保障工程质量与效果的同时, 科学合理地控制造价, 已成为该类工程建设中的核心问题。本研究将深入分析戈壁区长距离输水渠道工程造价的主要影响因素, 探讨有效的造价控制措施, 通过优化资源配置, 实现经济性、可持续性与社会效益的有机平衡, 为类似工程的建设提供理论依据与实践指导。

1 戈壁区水资源特征

戈壁区的水资源状况十分严峻, 年降水量通常低于 200mm, 某些区域甚至不足 10mm, 降水主要以阵雨形式出

现, 并且从戈壁边缘到中心, 降水量逐渐减少。与此同时, 戈壁地区的蒸发量远远超过降水量, 年蒸发量可达 2000mm 以上, 某些区域甚至超过 4000mm, 这样巨大的蒸发量使得水资源更加稀缺。虽然地下水资源在该地区相对丰富, 但由于水质通常呈咸涩状态, 含盐量较高, 直接利用存在很大困难, 只有少部分地区的地下水水质能够满足畜牧业的用水需求。此外, 戈壁地区几乎没有积水或流动的河流, 地表水资源极为稀缺, 尽管戈壁边缘地区存在部分山地水源, 但这些水源在流入松散土壤或封闭低洼地后, 往往很快干涸。

2 新疆地区长距离输水工程现状

新疆地区的长距离输水工程主要用于缓解区域水资源匮乏问题, 特别是在戈壁、沙漠等干旱地带, 水源的获取与输送成为工程建设中的重要任务。目前, 新疆的长距离输水项目多以水利枢纽、大型输水管道及渠道为主, 工程规模庞大, 常涉及跨越山地、戈壁、沙漠等多种地质条件。输送的水源主要来源于河流、地下水及水库, 尤其是满足大规模农业灌溉与城市用水的需求。在实际建设中, 长距离输水工程需要克服复杂地形、极端气候、土地不平

整等多重挑战,部分地区还面临水源不稳定的情况,且输水线路需要跨越大距离^[1]。此外,现有的输水工程还存在水质污染、渗漏等问题,这些问题影响了工程的长期可持续性。虽然新疆的长距离输水工程已取得一定成效,但由于水资源分布极不均匀,且大多数项目依赖集中水源,仍面临着保障水源供应及输水工程稳定运营的巨大压力。

3 影响戈壁区输水渠道工程造价的关键因素

3.1 地质与水文条件的影响

戈壁区输水渠道工程的造价受到地质与水文条件的显著影响。戈壁地区的地质条件复杂,地表大多为砾石、沙漠或盐碱地,导致地基承载力较低,容易出现沉降或塌陷现象,这需要采取额外的地基加固措施,从而推高了施工成本。此外,部分区域可能存在岩溶、断层及冻土等特殊地质情况,进一步增加了工程的建设难度及费用。水文条件方面,戈壁地区降水量极为稀少,地下水埋藏较深且水质较差,这使得在施工期间确保水源供应应成为一项挑战。特别是在开挖、混凝土浇筑及渠道防渗处理等环节,对水资源的需求较高。同时,某些区域地下水盐分较高,可能对渠道结构材料造成腐蚀,影响工程的使用寿命,从而增加了后期运维的成本。

3.2 工程规模与设计标准对造价的影响

戈壁区输水渠道工程的造价在很大程度上受到工程规模及设计标准的影响。随着输水渠道长度的延伸,所需的土方开挖、衬砌、防渗处理以及支护结构等工程量显著增加,从而导致材料、设备和人工成本的大幅攀升。此外,输水规模的不同决定了渠道的断面尺寸、输水能力及沿线配套设施的复杂性。大规模的输水工程通常需要采用更高等级的建筑材料、更加严格的施工工艺以及更为先进的施工设备,从而使整体造价有所提高。在设计标准方面,不同地区对渠道的防渗、抗冲刷能力及结构安全性的要求存在差异。若工程需满足抗震、防冻胀或防风沙侵蚀等特殊性能,则通常需要采用更高强度的结构设计及特殊材料,这无疑增加了建设成本。

3.3 材料选择与运输成本分析

戈壁区输水渠道工程的造价在很大程度上受到材料选择及运输成本的影响。戈壁地区恶劣的自然环境,尤其是较大的温差及强烈的风沙,要求输水渠道具备较强的耐久性和抗侵蚀性能。为满足这些要求,需要选择具有优异抗风化、抗腐蚀及抗渗透性能的建筑材料,如高强度混凝土、防渗膜、钢筋混凝土预制件或特殊防腐涂层等,而这些材料通常价格较高。此外,戈壁地区广袤且人口稀少,交通不便,许多施工区域远离城镇及主要交通干道,导致建筑材料的运输成为重要的成本因素。大宗建筑材料,如砂石、水泥和钢材等,需经过长距离运输,而戈壁地区的路况较差,运输过程中可能涉及额外的道路建设、设备损耗及燃油消耗等费用,这些都进一步增加了工程造价^[2]。尤其在某些特殊区域,若需使用特种材料或预制构件,则

可能需要跨区域采购并进行长途运输,这不仅提升了运输成本,还可能对施工进度产生影响。

3.4 施工工艺与技术对造价的影响

戈壁区输水渠道工程的造价受到施工工艺与技术的显著影响。戈壁地区复杂的地质条件,松散的土质及强烈的风沙,使得传统的开挖与衬砌施工容易出现塌方或渗漏等问题,这迫使工程必须采用更为先进的施工工艺。例如,机械化开挖、喷浆防渗、预制装配式渠道等技术,虽然能够提升施工质量及渠道的耐久性,却也带来了设备采购、技术研发及人员培训等方面的额外开支。此外,戈壁地区昼夜温差较大,冬季寒冷,部分区域还存在冻土层,这使得施工过程中需要采用特殊的温控措施与防冻处理,以确保混凝土的强度及施工质量,这无疑会增加工程的整体造价。同时,在长距离输水工程中,为了提高输水效率与减少水损失,往往需要引入高精度测量与智能化监控技术,例如激光找平、无人机测绘及自动化控制系统等,尽管这些技术能够优化施工进度及后期运维,然而它们在前期的投入成本较为昂贵。

3.5 机械设备与施工组织方式的影响

戈壁区输水渠道工程的造价受机械设备选择与施工组织方式的显著影响。由于戈壁地区地形复杂、土质多样,施工过程中需要使用大型机械设备,如挖掘机、推土机、压路机、混凝土喷浆设备及防渗铺设机械等,这些设备能够提高施工效率并减少人工成本。然而,这些大型机械的购置、租赁及维护费用较为昂贵,同时,戈壁地区的高温与风沙环境加剧了设备的损耗,导致维修保养费用的增加。加之戈壁地区交通不便,燃油、润滑油等物资的运输成本较高,这进一步提高了机械设备的使用费用。在施工组织方面,长距离输水工程涉及多个分散的施工点,需要合理安排施工流程,并优化人员与设备的调配,才能有效减少资源浪费和避免不必要的等待时间。然而,戈壁地区的极端气候条件对施工进度有较大影响,高温可能导致设备过热或停工,冬季的低温又可能影响混凝土的浇筑质量,因此,施工组织的合理性直接关系到工程进度及成本控制。

4 造价控制与优化策略

4.1 设计阶段的造价控制措施

在戈壁区长距离输水渠道工程中,设计阶段的造价控制至关重要,它直接影响整体建设成本及工程的经济效益。为了确保设计方案与实际情况相符,项目初期应进行详尽的地质勘察与水文调查,充分了解区域内的地质条件、地下水位以及气候特点,从而避免因地质变化或环境因素引起的设计变更,减少不必要的额外成本。在设计过程中,需要根据实际输水需求合理确定渠道规模、断面形式及衬砌材料,避免过度设计造成资源浪费,同时采用合适的防渗措施,以减少水流损失并提高输水效率。为降低材料成本与施工难度,应优先选择经济、耐用且适应戈壁环境的建筑材料,如新型复合防渗材料或装配式预制构件。在施工方案优化方面,设计阶段应考虑施工组织的合理性,以

减少施工难度、缩短工期，提升施工机械化水平，从而降低人工及设备成本。同时，应用BIM（建筑信息模型）技术进行三维可视化设计，有助于优化结构布局、减少设计误差并进行施工模拟分析，提升施工方案的可行性及经济性。

4.2 施工阶段的造价优化策略

在戈壁区长距离输水渠道工程的施工阶段，合理的造价优化策略对于降低建设成本、提高施工效率至关重要。针对施工区域的复杂地质条件和工程特点，选择合适的施工工艺是关键。优先采用机械化、智能化技术，如大型挖掘机、自动化混凝土摊铺机及无人机测绘等，不仅能减少人工投入，还能提高施工精度、缩短工期，从而降低综合成本。在材料管理方面，优化供应链管理显得尤为重要，应优先选择就近采购，以减少长距离运输带来的额外成本。同时，加强材料的储存与管理，防止因不当存放导致的浪费。施工组织的合理安排也至关重要，应科学规划施工计划，避免因气候变化、设备故障或物资短缺引起的工期延误，采取分段施工、流水作业等方式，以提高施工效率，最大限度减少设备与人员的闲置时间。此外，确保施工质量的管理同样不可忽视。通过严格执行施工标准，减少因返工带来的额外成本，同时优化机械设备的调度与人力资源配置，从而降低不必要的支出。现代信息技术，如BIM（建筑信息模型）、GIS（地理信息系统）等，可助力施工监控、进度管理及成本控制，通过数据分析实现精细化管理，减少资源浪费。

4.3 现代信息技术在造价管理中的应用（如BIM、AI）

在戈壁区长距离输水渠道工程的造价管理中，现代信息技术的应用显著提升了成本控制的精准性和管理效率。BIM（建筑信息模型）技术通过建立三维数字化模型，支持工程全生命周期的可视化管理，优化设计、施工及运营各阶段的资源配置，从而有效降低设计变更带来的额外成本。在设计阶段，BIM能够进行水流动力学分析、优化渠道结构设计，并精确计算所需材料的数量，减少浪费，进一步降低造价。进入施工阶段后，结合GIS（地理信息系统）与无人机测绘技术，BIM可对戈壁地区复杂地形进行精确测量，确保施工精度，降低因测量误差而造成的返工及其相应的成本^[3]。与此同时，AI（人工智能）技术在造价管理中的应用，主要体现在成本预测、智能调度与风险预警等方面。借助大数据分析，AI能够根据历史工程数据与市场行情，预测材料价格的波动，并提供科学的采购计划，从而实现采购成本的有效控制。通过结合物联网（IoT）技术，AI还可以实时监测施工现场的设备使用情况、人工成本及施工进度，自动分析各项资源的投入产出比，进一步优化施工组织，提升施工效率并减少资源浪费。

4.4 资金筹措与投资回报分析

在戈壁区长距离输水渠道工程的造价控制与优化过

程中，资金筹措与投资回报分析是保障工程顺利实施及长期经济可行性的核心因素。资金筹措方面，应结合多元化融资途径，如政府投资、银行贷款、引入社会资本（如PPP模式）及专项水利基金等，以确保项目建设资金的稳定性和持续性。政府投资作为水利基础设施建设的重要资金来源，可通过财政拨款或政策性资金支持，降低融资成本。同时，银行贷款及专项基金提供长期低息融资，缓解短期资金压力。而引入社会资本不仅能提高资金使用效率，还能优化项目管理模式。通过特许经营权、供水收费等方式吸引市场主体参与，进一步推动可持续的投融资机制。投资回报分析方面，应综合考虑工程的直接经济收益及其间接社会效益。直接经济收益包括供水收费、农业灌溉用水收入、工业用水供应等；而间接效益则体现在生态环境改善、农业增产、居民生活质量提升及区域经济发展等方面。为全面评估项目的长期经济效益，应采用全生命周期成本（LCC）分析法，同时结合净现值（NPV）、内部收益率（IRR）及投资回收期等财务指标，评估项目的盈利能力及风险水平。此外，还应考虑戈壁区特殊环境对运营成本的影响，如高蒸发量造成的输水损耗及设备维护成本的增加，以制定合理的水价机制与补贴政策，确保工程的长期可持续性。

5 结语

戈壁区长距离输水渠道工程的造价受多方面因素影响，包括地质与水文条件、工程规模与设计要求、材料选择及运输、施工技术工艺、机械设备配置等。在该地区复杂的自然环境与施工条件下，如何有效控制造价并优化资源配置，成为保证项目顺利实施与可持续发展的关键。通过引入现代信息技术，如BIM与AI，可实现设计与施工阶段的精细化管理，从而提升造价控制的精准度。在资金筹措方面，采用多元化融资模式及科学的投资回报分析，有助于满足项目资金需求，并确保经济效益的最大化。展望未来，随着技术的进步与管理手段的优化，戈壁区长距离输水渠道工程的造价控制将不断完善，从而推动水资源的合理利用与区域经济的可持续发展。

【参考文献】

- [1] 走马承受. 戈壁沙滩水龙王[J]. 检察风云, 2020(4): 62-64.
 - [2] 于涛, 周晔. 中水进大漠戈壁变绿洲[J]. 中亚信息, 2019(4): 30-31.
 - [3] 范雯婷. 乌鲁木齐市供水工程概预算及造价控制措施分析[J]. 内蒙古水利, 2016(8): 63-64.
- 作者简介：伏莹莹（1992.3—），毕业院校：新疆农业大学，所学专业：水利水电工程，当前就职单位：新疆塔里木河水利勘测设计院，职称级别：工程师。