

# 海外公路工程自然环境对施工进度影响研究：以玻利维亚项目为例

曹雁鹏 秦颖

北京建筑大学, 中国·北京 100144

**摘要:** 有效的环境管控措施对施工进度与成本的影响非常重要, 本文以玻利维亚公路工程项目为背景, 通过分析具体的环境减轻措施和施工调整举措, 包括地形、气候、取土、植被修复, 提炼出海外公路工程项目应对由自然环境引起的进度变化和成本增加的解决措施, 为其他海外工程项目提供经验研究借鉴。

**关键词:** 海外工程; 公路; 工期; 自然环境影响

## Research on the Influence of the Natural Environment on the Construction Progress of International Highway Projects Based on Analytic Hierarchy Process

Yanpeng Cao Ying Qin

Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, 100144, China

**Abstract:** Based on the background of Bolivian highway engineering projects, this paper analyzes specific environmental mitigation measures and construction adjustment measures, including topography, climate, soil extraction, vegetation restoration, to extract the solutions of international highway engineering projects to cope with progress changes and cost increases caused by the natural environment, and provides empirical research for other international projects.

**Keywords:** international engineering; highway; duration; natural environmental impact

### 1 引言

推进共建“一带一路”绿色发展, 是践行绿色发展理念、推进生态文明建设的内在要求, 是积极应对气候变化、维护全球生态安全的重大举措, 是推进共建“一带一路”高质量发展、构建人与自然生命共同体重要载体<sup>[1]</sup>。“一带一路”海外工程建设中, 承包商应该以国家形象为重, 本着全球生态建设的贡献者身份, 重视施工过程的环境保护, 积极响应项目所在地的环境保护条例, 严格执行绿色施工、绿色建设。环境的不确定性可能会给工期和成本带来影响, 工程要以环境保护为主, 严格把控施工全过程, 达到绿色建设和自身收益的“双赢”。

本文以玻利维亚尤库莫公路项目为依托, 结合项目实际情况与具体实操, 对环境给施工带来的影响进行分析改进, 所得经验对一带一路海外公路工程项目施工具有参考价值。

### 2 自然环境对公路工程的影响机理

公路工程项目施工现场大都处于露天环境, 除了预制件需要再工厂内完成, 因而自然环境对公路工程施工有很大的影响。由于自然环境与施工现场的密不可分性, 许多专家学者针对自然环境对工程施工的影响作了研究。如叶小君<sup>[2]</sup>认为工程地质与水文会影响公路的基础形式, 进而影响基坑的施工进度; 郑朝凤<sup>[3]</sup>认为土质状况会影响施工工期, 如果公路工程现场土质较软, 会使得路基沉降或者发生差异沉降超限, 需要进行软基处理, 投入更多的工时与财力; 李静

雅<sup>[4]</sup>指出天气对工程施工的影响很多, 如果气温过低, 混凝土和砂浆硬化时间延长, 达到设计强度需要很长的时间, 自然会导致工期延后, 增加成本。

自然环境包括气象、水文、地质、动植物等方面, 由于国内外环境的差异性, 这些因素十分复杂且多变, 使得国际公路工程的施工难以正常进行。

### 3 玻利维亚公路工程案例分析

#### 3.1 工程背景

玻利维亚尤库莫至圣博尔哈道路建设项目位于贝尼省, 分为两个路段: 尤库莫-圣博尔哈路段 53 公里, 尤库莫北环线 2.57 公里, 全长 55.57km。起点位于尤库莫, 终点位于圣博尔哈。项目包括 3 个城区, 为人口最多的三个城镇, 道路总体呈西-东走向, 途径贝尼平原。道路为双向双车道路面全宽 10.3m, 机动车道宽度 7.3m, 车行道宽度 3.65m, 两侧非机动车道宽度 1.5m, 农村路段设计速度 80km/h, 城市路段设计速度 50km/h。尤圣项目为中国建筑股份有限公司在玻利维亚承建的两个公路项目之一, 业主为玻利维亚公路管理局, 合同额 6361.09 万美元, 建设工期为 46 个月, 业主合同在玻利维亚公路项目特有合同范本上修改而成。

尤库莫项目位于玻利维亚中北部平原地区, 西起安第斯山脉边界尤库莫市, 属于 3 号基本路线, 连接了拉巴斯和特立尼达城市, 呈西东走。附近有一条 maniqui 河与道路纵向齐驱, 是周边雨水汇聚主要河道。项目起点标高 244.6m, 终点标高 194.7m, 高差约 50m, 西高东低, 中间地势起伏不大。

在雨季期间,易受洪水影响,形成临时水域的小泻湖。

尤库莫项目区气候特征为热带气候,年平均温度 $26^{\circ}\text{C}\sim 27^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水量 $2000\text{mm}$ 以上,12月至次年5月为雨季,贝尼河、马莫雷河及其支流洪水泛滥。森林占全省面积38%,其余为热带草原。因地处亚马逊热带雨林地区,雨水充沛,非雨季期一年只有六个月左右。

在项目施工过程中,由于自然环境因素和突发的气候变化等情况给工程工期造成了很大的影响,进而影响工程成本。

### 3.2 地形影响

受地形影响,雨季期间道路两侧积水严重,边坡沟壑冲刷很大,对路基浸泡时间长,危害性大,通过优化设计规划,抬高路堤高度,降低水位线对道路的影响,特殊路段做好排水设施(如排水盲沟和排水边沟)。项目部对原地面软基地段采取了换填片石和土方换填措施,来保障基底稳定性;同时在易出现沉降和老路拓宽地段申请加设了土工格栅的技术措施。当地河道基本为雨水冲刷自然形成,河道容易受雨量大小而随时有冲击边坡的危险发生。当地设计喜欢采用墩柱式桥台,给道路通车后带来了许多隐患。对此采取的解决措施是再申请采用U型钢筋砼桥台的结构,这可以有效防止突发大水的冲刷。然而在进行技术变更和申请的过程非常耽误施工进度,导致项目交付难以按时完成,同时会增加额外的费用支出。

因为地形差异,又要符合当地要求和技术规范,项目在施工过程不仅要临时改变施工方式,进行适宜的技术革新,还要及时向业主交涉申请,耗时耗力。因而对于海外公路工程的新项目需要提前考察,做好设计规划和技术改变的交涉申请准备工作,保障项目顺利完工,节省不必要的成本花费。

### 3.3 气候影响

因地处亚马逊热带雨林地区,雨水充沛,道路涵洞设计数量多,施工工期长,本项目有100道箱涵。项目要做好现浇和预制双结合的施工技术准备,在雨季期就做好施工方案、预制场地建设、材料设备采购和施工队伍组织工作,争取在雨季刚好结束后马上开始施工作业,为路基施工打好坚实基础。需要注意的是由于非雨季期一年只有六个月左右,现场要分段全线启动,加入加队伍争抢工期,尽量不要把计划排到第二年,中间可能因雨季时间过长而拖延工期。雨季期间因为时间长,对路基边坡冲刷的影响也是重点关注之一,本项目和周边中资企业项目都有不同程度损害,轻则冲出较深沟槽。因线路较长,当地设计一般不采用较好的边坡防护设计,而是等草皮自然生长形成保护。本项目采取了挖机在边线取土进行覆盖的措施,有效保护路基填筑成品段。

降水对公路工程施工的影响非常大,一是需要调整施工进度,在非雨季期调整施工规模赶进度,二是由于降水对已完成工段的损害,需要进行危害防范和维护修复,三是需要进行技术变更,如果现掌握的技术不足以解决当前问题,还需要进行技术创新,这些都会严重影响工期,增加额外的项目支出。

### 3.4 取土

因当地地形平坦,道路路基本为填方路基,所需填土材料均以借方为主,需要到道路两侧寻找合适土源取土,而玻利维亚为民主国家,与国内不同的是,当地土地私有化,路权开放需与地主协调,因此路权开放困难,需提前准备,与周边地主协商取土事宜,当地没有农耕,主要是畜牧业,地主需要挖坑,积水蓄水给牲畜使用,因此通常是以帮助其修理堤坝和水塘换取土壤的征用,但对于修理堤坝和水塘的费用,监理和业主通常不会给予额外补偿。土场的启用工作有寻找合适土源地、考察有无考古遗迹、与农场主签定协议合同与上报监理环境评估报告,时间周期长,不定因素多。项目部措施是分段落计算好需求量,安排了专人负责,从项目开工开始不间断从事土场的寻找工作,同时加大社会宣传力度,做好周边农场主与周边属地居民工作,保障填方材料储备。项目部施工所需要的土方、料场在使用之前必须由安全部主导进行考古发掘并形成考古报告,后续使用开挖前需要编制环境管理计划和方案,监理需要验收。比如项目进入后期阶段项目部需要将之前所有开挖的部位进行整平并签订土场关闭协议。施工过程中,因路权开放比较少,工期相应会延长。由于环境造成的施工影响非常严重,一定要做好前期的雨季旱季、土源土质的调查。

在玻利维亚尤库莫项目中,取土困难主要涉及一下几个方面:其一是取土受到路权范围影响;其二是尤库莫项目沿线地形没有山体,全是平地,土方施工非常困难,只能先取土坑再填地,当地雨季长,导致取土坑不能挖太深,土壤含水量非常大,就算是干地开挖,挖完地下水也会上涌,变成湿地,湿的泥土不能直接填,需要晾晒2~3天,天气不好的时候甚至4天,这对于工期和费用的影响非常大,土方差价很大,价格从7人民币到40美金浮动;其三是当地对取土场的边坡要求很高,要缓于1:3。此外,雨水对边坡沟壑冲刷很大,由于没设置急流槽,很容易冲坏,需要进行重新修复。监理验收时雨前雨后要进行两次,雨季工程需要多耗费很多,因此雨季能不施工尽量不施工。

### 3.5 植被修复

在尤库莫地区植被自我修复能力很强。清表后需要尽快施工,不然很快又要长草,重新清理。如果一个土场关闭后三个月,裸露的地表很快开始生长草皮和植被;路基边坡也差不多。土场有撒草籽的要求,但一般等到关闭的时候草皮基本都长起来了。取土场关闭的时候才进行绿化修复,针对取土场留下的坑洼地,极少数是挖鱼塘,道路两边基本是牛羊养殖农场,砂土地段,不是雨季不易积水,挖个蓄水池,凭借帮助原住民形成的天然水塘可以覆盖住,供牛羊喝水,不用进行植被恢复。

为了响应绿色建筑、绿色经济的号召,植被修复在公路工程施工的过程中变得尤为重要。国内外的差异导致承包商在施工的过程中要及时调整,符合规范规定,满足业主和

项目相关原住民的要求。植被的自我修复能力强,虽然对于施工后期的修复工作有一定的便宜之处,但是对于施工过程中,要在清表后尽快施工,一旦时间过久就会需要进行二次甚至三次清表,影响正常的施工进行;此外,由于国内外对于占地修复的要求不同,需要提前做好调研,以满足需要为前提,缩短工期,减少支出。

## 4 应对措施

### 4.1 事前控制

#### 4.1.1 做好充分的前期调研

项目开始前的准备工作中,调研是重中之重。由于海外工程的特殊性,国内外环境的差异对于一带一路工程的影响非常大。因而在项目开始前,我们要进行尽可能全面完善的调研工作,充分了解项目所在地的地形地貌、水源、土源土质、气温、降水、动植物情况,综合考虑施工时可能发生的因环境变化的紧急情况,出具施工方案和应急预案,规避非预期的自然环境因素对施工的影响,保证施工正常进行。此外,根据项目现场的环境条件及实际的情况,改善施工方案,包括组织方案和设计方案,避免因方案的规划问题导致项目施工出现制约或阻碍,使得实际的施工成本损耗增加<sup>[5]</sup>。

#### 4.1.2 建立完善的管理机制

在公路工程施工的任意一个环节中都会有可能发生影响施工和成本的情况,在应急和管理中一定要注重动态化管理和过程控制,在掌握工程建设成本投入相关数据的同时也能更好地把控公路建设的进度,有利于确保施工的正常进行和资金的平衡分配。环境是动态变化的,给施工带来的影响不是一成不变的,为了更好地保证施工的开展,要完善的施工管理体系,提高全体参与人员的管理意识,对施工全过程进行动态管控,树立全局战略意识,将责任分配到个人,所有部门协同管理,做好记录,积累经验<sup>[6]</sup>。

### 4.2 事中控制

#### 4.2.1 健全环境管理规章制度

由于国家之间生态环境的差异性以及环境保护的重视有所不同,相应的环境保护法、环境管理法规也有所不同。在进行国际工程施工时,需要了解当地有关环境保护的法律法规,建立健全完善的环境管理措施体系,根据当地的监理要求,成立环境监理小组,与当地监理协同合作,对施工涉及的环境问题进行监督管理,确保施工的顺利进行,减小因环境导致的施工成本损失。

#### 4.2.2 成立专项小组,做好应急储备

在公路工程施工的过程中,不可避免会遇到一些引起施工变化的因素,成立专项小组的意义在于专事专办,针对性地保质保速解决问题,节约成本的同时尽快恢复正常施工<sup>[7]</sup>。比如,当设计或技术需要根据现场实际做出变更,技术小组的专业人才才能发挥自己的长处,尽快攻坚克难,保证施工的正常进行;当需要沟通业主或者递交申请,专项小组能尽快给出书面申请,进行有效沟通。做好专项小组的准备工作,能使项目进行过程中节省不必要的金钱成本和时间成

本,避免浪费,更好地获得预期收益。

#### 4.2.3 提前做好气候预测

在项目进行过程中,要时刻关注气候变化,实时更新记录。气候因素的变化人力很难控制,为了降低工程建设中气候变化对工期和成本产生的不利影响,避免极端天气条件对在在建工程的损害,在施工期间要做好气候预测,记录施工现场气候变化的情况,及时根据预测结果调整施工安排,保证施工进度正常推进。

### 4.3 事后控制

由于国外环境的不确定性,项目进行过程中难免出现非预期因素干扰工程施工的正常进行,因而必要的工期索赔非常关键。

首先,要充分了解合同内容,由于国际工程中国内承包商多处于劣势地位,因而承包商一定要充分熟悉掌握合同条款,尽量在索赔谈判中占据主动;其次,要重视项目进行相关资料的保存,充分保留证据,在与监理的沟通交涉中据理力争,完备的索赔资料是成功进行工期索赔的保证;最后,要维系与业主和监理之间良好的关系,在索赔谈判的过程中,着重谈判技巧,保证有效沟通<sup>[8]</sup>。

## 5 结语

检验项目经营成败的首要标准就是看能否达到既定的收益目标,自然环境对于施工的影响非常大,而施工过程又与工期和施工成本息息相关。对海外公路工程项目来说,由于国内外的环境差异,在响应国家绿色发展的号召下,如何有效控制施工环境对施工过程的影响是控制项目成本的重中之重。本文通过梳理玻利维亚项目的环境减轻措施,改善自然环境对施工影响的案例分析,提炼出应对海外工程自然环境变化的应对措施,能够帮助承包商做好预防工作,改善施工过程的管理和提高成本的管控,在保证绿色发展的前提下达到项目盈利的目标,对其他海外公路工程的建设项目有着启发和预警作用。

### 参考文献:

- [1] 国家发展改革委等部门关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见[J].财会学习,2022,(14):3-4.
- [2] 叶小君.环境因素对建筑工程施工质量的影响[J].企业导报,2011(5):100.
- [3] 郑朝凤.公路工程施工成本的影响因素及控制对策探析[J].江西建材,2017(7):144+147.
- [4] 李静雅.建设工程项目进度管理影响因素及控制方法探究[J].现代营销(下旬刊),2022(12):127-129.
- [5] 周正.公路工程施工成本控制风险决策及方法创新研究[B].砖瓦,1001-6945(2021)03-141-02.
- [6] 杨思洲.加强公路工程施工管理的措施[J].现代企业文化,2022(8):40-42.
- [7] 杨成林.公路工程项目管理及成本管控体系构建[J].广东交通职业技术学院学报,2022,21(4):5-8.
- [8] 白杨曦,秦颖,李小利等.国际工程工期索赔管理:以玻利维亚项目为例[J].工程管理学报,2022,36(2):46-50.