

软土地基条件下大跨径连续梁桥顶推施工关键技术研究

文 / 沈 军 安徽川仁建设工程有限公司

摘要：随着桥梁工程的不断发展，现阶段桥梁施工中顶推施工方法广泛应用，但在部分软土地质的施工场地中，和跨径较大的连续梁结构桥梁中，顶推施工难度较大，需要采取合理措施应用系列的顶推施工技术，并加强技术的应用管理。因此软土地基条件下大跨径连续梁桥顶推施工关键技术研究受到广泛关注。基于此，简单分析软土地基与大跨径连续梁桥顶推施工的概念，深入探讨相关的施工要点与施工管理策略，以供参考。

关键词：软土地基；大跨径连续梁桥；顶推施工

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.057

引言

近年来为充分满足交通出行需求，大跨径连续梁桥在我国各地大量修建，工程相关的施工技术手段也在随之升级。其中利用不同装置对预制梁进行顶推的施工方法广泛应用，能够有效提高施工效率、节约施工成本。但结合实际调研可以发现，顶推施工技术仍在一定程度上受软土地基等不良施工场地环境的影响，施工质量与施工效果无法获得保障。为改变这一现状，本文围绕软土地基条件下大跨径连续梁桥顶推施工技术的应用开展具体研究。

一、软土地基与大跨径连续梁桥顶推施工概述

（一）软土地基

软土地基主要指压缩量较高、强度较低的软弱土层地基，主要由淤泥质土、高压缩性土、淤泥等类型的土壤构成，整体的承载能力较低，并包含一定的有机物质。如果未能妥善处理，提高软土地基的强度、承载力，保障内部结构的稳定性，会影响道路工程的建设质量与道路的使用安全性。

（二）大跨径连续梁桥顶推施工

大跨径连续梁桥顶推施工技术主要应用于跨径较大的、连续梁结构的桥梁中，包括具有悬臂的大跨径连续钢构与连续梁、多座既有连续梁等^[1]。施工过程中，首先需要在桥梁的桥墩上或岸边，将整体的桥梁结构预先组装，之后选取合适规格的临时支撑装置、滑动装置，将组装的桥梁结构向指定位置逐步推进。

二、软土地基条件下大跨径连续梁桥顶推施工技术应用优化策略

（一）加强施工安全管理

在软土地基条件下与大跨径的条件下，连续梁桥顶推施工中，桥梁结构的稳定性容易无法得到保障，需要加强顶推施工的安全管理，防止桥梁出现失稳等不良的安全问题，影响整体的顶推施工质量。施工人员可首先采用合适的结构稳定性分析与控制方法，避免桥梁出现变形或倾斜问题，保障将桥梁安全推送到目标位置，使用多种不同类型的结构分析软件，模拟分析桥梁的情况，之后根据模拟分析结果，针对性选择桥梁推送过程中的

结构参数与结构形式，使桥梁获得可靠稳定的结构性能。

同时顶推施工安全管理中，应保障不同顶推装置的使用安全性，可采用三维模拟的形式，分析装置的结构受力特点，与装置推力传递机构、液压系统等关键的组成部分，保障装置使用时的耐久性与安全稳定性。

（二）合理选择滑移装置与顶推设备

预制梁就位后需要使用滑移装置与顶推设备，将其顺利推向指定位置，为保障此过程中的施工质量、优化施工效果，与提高桥梁整体的顶推施工质量，施工人员需要注意结合实际，选择合适的滑移装置与顶推设备^[2]。例如，我国南方某地的桥梁工程中，目标施工桥梁是下承式钢桁架结构，桥梁整体的设计长度为138.5m、宽度为44m，桥梁的主桁部分是变截面华伦式的桁架结构，高度为17.8m（跨中部位），中心距18m。钢桁架顶推施工前，施工团队选择河滩南岸组装了82m的地面顶推支架，之后选择河流的南北两岸，分别安装了51m与26m规格的顶推滑移支架，作为滑移装置与顶推设备投入顶推施工中使用。同时施工人员还选择了两台ZLD200型连续千斤顶，作为顶推装置使用，在桥梁上选择7#墩上方的纵横向滑道梁交叉部位安装，并使用反力撑杆等装置将千斤顶牢固固定处理。

（三）采用多元化顶推方法

软土地基条件下，大跨径连续梁桥顶推施工中，需要充分考虑地基的实际性能特点，采用合适的顶推方法，保障顶推施工质量。施工人员可首先采用单点与多点顶推施工方法，单点顶推施工中，施工人员可使用单点单向顶推、单点双向顶推等方法，在桥梁上选择桥台后方的部位或桥梁的两侧区域，将预先组装好的桥梁向预定的目标位置逐渐顶推处理，能够有效满足预制桥梁稳定就位的施工设计需求。多点顶推中可采用多点逐步顶推的方法，同时利用多台千斤顶等顶推装置开展施工作业，与单点顶推的一次性就位施工存在差异，需要每次逐渐顶推一段距离，将梁体逐渐顶推至指定的安装跨^[3]。此外，施工过程中还可以使用铸锻顶推施工方法，所需安装的梁体需要被切割成不同的部位，之后每部位需要分别进行混凝土浇筑处理，最后使用顶推装置，将浇筑后的每

段梁体以逐步、分批次的形式，顶推到大跨径连续梁桥上的合适位置。

三、软土地基条件下大跨径连续梁桥顶推施工技术应用要点

(一) 滑动与导向装置施工

大跨径连续梁桥顶推施工中，可根据软土地基的情况，合理安装与施工必要的滑动装置与导向装置等施工设备，滑动装置施工时，可加强上滑道与下滑道等组成部分的管理，上滑道使用时，可将其作为辅助 CRM 履带式重物搬运坦克的滑移块工具，如某桥梁工程项目使用了 4 组搬运坦克，整体的承重能力达到了 380t。在安装上滑道时，使用了不锈钢四氟乙烯板等强度较高的施工材料，确保将上滑道的滑动摩擦系数合理控制在 0.08 范围之内，搬运坦克能够顺利向所需的位置滑动。同时在上滑道使用过程中，对滑动情况实时监测，全面把控滑动运行状况，确保滑动状态符合相关的标准规范。

下滑道施工安装中，可使用 45# 规格的工字钢材料，尺寸为 60cm×500cm，设置成 1：8 坡度长、上部厚度为 5mm 的钢板。同时为保障大跨径连续梁桥在不良的软土地基场地条件下，顺利完成顶推作业，相应的施工性能标准符合要求，还可以在每个顶推支架上安装两组下滑道，进一步提高滑动作业的精度。此外，滑动装置施工时，还需要充分考虑滑动位置的设置，在腹板的下方位置可有效设置顶推滑道，并且在腹板的底面或顶推滑道上，也可以选择合适的位置增设三角形形状的加劲肋，提高整体结构的安全稳定性，如在顶推滑道的中心位置，可加设较高的 18cm 长度肋板材料。

导向装置施工中，施工人员可充分考虑桥梁的具体类型与桥梁的顶推施工方向等情况，选择合适的导向装置安装施工方法。例如，在大跨径钢箱梁连续梁桥顶推施工中，可根据钢箱梁节点施工时顶推方向与钢箱梁侧向定位的施工难度，选择下滑道的外侧安装设置导向装置，主要由螺栓、垫片、导向轮、钢轴等构件组成，在各类构件的辅助下，导向装置能够与钢板有效、紧密连接。

(二) 临时墩支架施工

大跨径连续梁桥的顶推施工会涉及桥墩部位，为提高软土地基条件下的施工强度，可增设多种不同类型的临时墩支架设施。施工时可使用普通的钢桁支架，在安装施工过程中，使用厚度为 10mm、直径为 400mm 的钢管材料作为立柱支撑，之后将全部的钢管立柱，按照横向每间隔 2m 设置 4 根等方法，构建 10m×4m 的作业平台。最后为进一步保障该支撑结构的稳固性，在施工过程中，还可以顺沿横、纵方向焊接工字钢与槽钢，并且工字钢与槽钢也可以作为整个支撑结构系统的滑道使用。同时普通钢桁支架形式的临时墩支架在施工时，还需要注意选择合适的焊接施工方法，严格按照具体的焊接施工要求，构建合适的焊接施工作业平台，进一步保障该支撑体系与其他相关滑道支撑体系的安全稳固性^[4]。

其次，施工人员在软土地基施工条件下的桥梁顶推作业中，可以使用落梁钢桁支架类型的临时墩支架，在该支架的搭接设计阶段，可使用厚度为 10mm、直径为 400mm 规格的钢管，作为整体支撑结构的立柱部分，按照纵向间隔 3m、横向间隔 4.4m 的方法布置。对于该支架的下部，可安装合适的滑道支架，保障后续顶推施工作业中落梁工序顺利实施。最后施工人员需要根据相关的标准规范，将两侧部位的槽钢相互连接，牢固焊接成完整的框架结构。

此外，临时墩支架施工中还可以投入使用临时墩混凝土扩大基础施工技术与相关的混凝土施工技术，进一步保障临时墩支架结构的各项支撑性能指标达标。例如，在钢桁林博士基础的施工环节中，使用临时墩混凝土扩大基础技术时，需要充分考虑桥梁的跨度与桥梁承台部位之间的距离情况，保障该临时基础结构的各部位安装精度符合工程项目的顶推施工设计要求，也可以合理使用混凝土浇筑施工技术，构建强度更高的施工作业平台搭接钢桁支架。

(三) 顶推支架与导梁施工

软土地基条件下，为进一步保障大跨径连续梁桥顶推施工的稳固性，通常需要合理安装顶推支架，起到良好的支撑作用。在施工过程中，需要根据顶推支架的具体类型，选择合适的安装与焊接方法处理支架。例如，某大跨径连续梁桥工程项目中，施工人员在顶推施工之前，根据项目的实际情况，将钢管桩结构作为主要的顶推支架结构，之后在钢管桩的上方增设了工字钢承重横梁，并敷设 159m 长度的纵向横道梁，在横道梁的左右两侧也安装了限位钢板。最后通过焊接的形式将钢板固定，与横梁良好衔接，最终形成完整与稳固的顶推支架结构体系。

顶推施工中还需要使用导梁，在导梁施工中，首先需要注意保障整体导梁结构的稳定性，可使用有限元模型分析方法，将 10m 与 20m 不同长度的导梁作为对照组，对底板、顶板、横板等不同部位导梁结构的顶推反力、挠度、支反力等作用力与参数仔细分析，判断顶推施工中导梁是否会出现结构变形状况，如表 1 所示。其次，施工人员还需要注意选择合适的施工方法加工与安装导梁，例如，在重庆市新九中路主线桥项目工程中，施工团队根据桥梁第 5 联需要整体经过轨道交通 2 号线、桥梁为典型的大跨度钢桁梁跨既有线桥梁、整体的桥梁跨径为 129 m 等实际情况，规划设计导梁。为充分保障箱梁顶推施工中，导梁能够有效承受剪切力与弯矩力，严格按照最大顶推跨度的 0.6～0.8 倍，规划设计了导梁长度，之后在导梁中，将主梁刚度的 1/15 作为主要的导梁刚度。并将导梁的断面加工成高度工字形，优化导梁底板与顶板的厚度，提高至 36 mm 与 34mm。在安装导梁时，案例项目在纵向上连接 6 根加工材料构成单根主梁，并将壁厚度为 5mm 与 8mm、长度为 114mm 与 219mm 的无缝钢管，在不同的钢导梁之间有效衔接，落实导梁的横连安装施工。

表 1 不同部位导梁结构受力情况分析

工况	各构件应力值 /MPa				最大挠度 /mm	6# 顶推反力比值	最大支反力 /kN
	底板	顶板	腹板	横隔板			
10m 长导梁	147.00	36.57	236.90	69.70	31.33	1.09	2925.90
20m 长导梁	169.80	35.99	241.60	114.60	43.73	1.67	2927.70

(四) 落梁施工与顶推纠偏施工

在桥梁顶推施工后期，应注意确保顺利落梁，在梁体下落时，应密切关注具体的下落状态，并分别使用两种落架方法，将梁体在指定的连续桥部位落下与牢固安装。第一次落架施工中，应首先将梁体在滚动装置的滚轴上安装，第二次落架施工过程中，需要将梁体在大跨径连续梁桥的桥墩顶部支座上落地安装。其次，为确保顺利落梁，需要合理使用千斤顶设备，根据施工顺序的不同，可主要划分成钢箱梁梁体的落架施工环节、现场安装施工环节、现场顶升施工环节。在钢箱梁落架施工环节中，施工人员可使用 50 台 100t 规格的千斤顶设备，同步完成钢箱梁的落架作业，在现场安装环节中，可选用液压千斤顶设备，辅助完成钢箱梁整体式安装作业，在梁体移动至指定的安装部位后，需要首先将梁体上部的辅助导梁拆除处理，之后再使用类型、数量、规格合

适的千斤顶，将箱梁移动到规定的桥梁部位，最后将连接梁体的滚动滑移装置等辅助设施全部拆除，合理安装与调整钢箱梁的支座，将各结构加以紧固处理。在现场顶升作业环节中，施工人员需要遵循从中间至两侧的顺序，逐步有序完成不同结构部分的顶进作业。

在后期的大跨径连续梁桥顶推施工中，除了落梁，还需要注意仔细分析整体的顶推作业是否存在偏差，及时纠正调整，保障获得理想的施工效果，如可以将各钢箱梁节段编号，之后分析判断各节段是否存在中线偏差，如图 1 所示。同时施工人员可使用先进的信息化技术与设备，进行顶推纠偏，如可使用全站仪设备。在桥梁顶推作业过程中，每向前顶推 1m，可实时监测顶推的横切面情况，通常应确保横切面向的偏离幅度不超出 1cm。如果超出该幅度，应及时分析与检查顶推作业是否存在偏离的倾向、及时纠正，使顶推作业沿着规定的轨道行进。

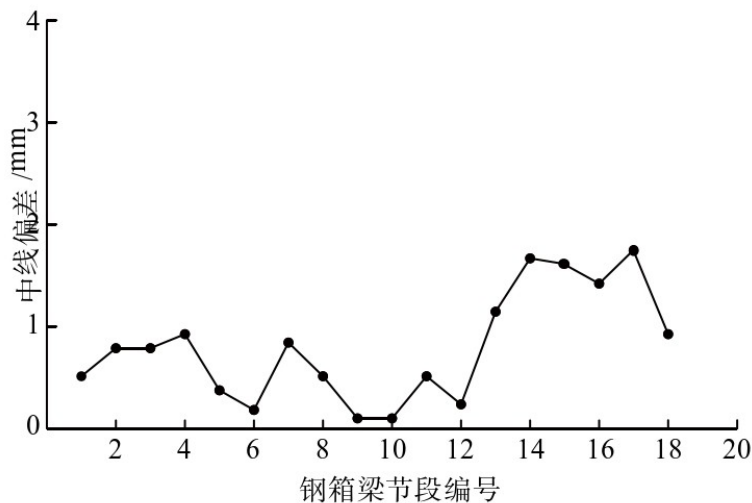


图 1 大跨径钢箱梁连续梁桥顶推纠偏处理示意图

结语

综上所述，能否在软土地基条件下合理、有效应用顶推施工技术，会直接影响大跨径连续梁桥的整体施工建设质量。必须聚焦软土地基与大跨径连续梁桥顶推施工的概述，从滑动装置、临时墩支架、导梁、落梁就位等方面，探寻软土地基条件下大跨径连续梁桥顶推施工技术的高效应用路径，并采取必要的顶推施工技术应用质量的保障策略，推动大跨径连续梁桥的系列施工作业顺利开展。

参考文献

[1] 柴广. 钢桁架桥梁工程顶推架设施工技术探析 [J]. 交通世界, 2023, (28): 160-162.
 [2] 刘文硕. 大跨度钢桁梁跨既有有线桥梁工程箱梁顶推施工技术研究 [J]. 建筑技术, 2024, 55 (05): 561-564.
 [3] 王桥. 桥梁工程中钢箱梁顶推施工技术研究与实践 [J]. 大众标准化, 2024, (18): 89-91.
 [4] 何利彬, 王卿, 孙福林. 市政桥梁工程中的大型钢箱梁顶推施工技术 [J]. 四川建材, 2023, 49 (02): 139-141.