

钢板组合梁斜拉桥施工工艺与中跨合龙控制技术分析

袁晓静

武汉天创建设集团有限公司，湖北武汉，430050；

摘要：桥梁建设事关我国交通网规划与社会经济发展，钢板组合梁斜拉桥具有一定的跨越优势，其结构性能特殊，能有效满足日益增长的交通需要。本文将重点围绕钢板组合梁斜拉桥施工工艺与中跨合龙控制技术展开研究。先了解具体钢板组合梁斜拉桥施工工艺，包括钢主梁施工技术、桥面板施工技术以及技术难点和应对措施；然后探究中跨合龙控制技术，分析其工作流程、明确技术要点，以此为有关人士提供借鉴。

关键词：钢板组合梁；斜拉桥施工；中跨合龙控制技术

DOI：10.69979/3029-2727.26.05.074

引言

钢板组合梁斜拉桥技术工艺与中跨合龙控制技术对施工细节的要求较高，比如在施工工艺维度要确保科学性与合理性，具体要求，桥梁施工期间要加大对吊装、拼接、混凝土浇筑等各个环节的关注，减少施工工艺不当所引发的结构变形问题。中跨合龙作为斜拉桥的重要环节，其直接影响桥梁线形和内力分布是否均匀。在中跨合龙控制时，需综合考虑温度、结构变形、施工误差等因素，保障桥梁应用寿命和行车安全。由此可见，围绕钢板组合梁斜拉桥施工工艺与中跨合龙控制技术展开研究具有重要意义。

1 钢板组合梁斜拉桥施工工艺研究

1.1 钢主梁施工工艺

顶推法是指运用水平千斤顶施加外力，借助滑块、滑道等系统将梁逐段的向前顶推。在施工中，工作人员需充分分析桥梁规模、重量以及周围环境因素，选择与实际施工相契合的水平千斤顶，以确保其顶推力可满足顶推期间的阻力需要。与此同时，在技术应用期间要同步配置油压控制系统，科学调整顶推力。滑道以不锈钢板配合聚四氟乙烯板为主，此类滑道摩擦系数更小，可确保材料顶推期间顺利移动。顶推时要关注以下部分，一是桥梁梁体的预制精度，一旦尺寸产生严重偏差，便会影响顶推的顺利推进。预制时要使用高精度模板和测量仪器对尺寸严加控制，确保其几何尺寸能符合条件，二是顶推期间要做好同步性控制。多个千斤顶应共同运行，从而使梁体在顶推期间不会出现偏斜。此方面可引入同步控制系统，对千斤顶顶推期间的顶推力开展动态监测与调整，确保其同步性。施工时，工作人员首先要使梁体通过桥墩，然后在滑道上设置临时支撑装置并安装好水平千斤顶与拉毛器之后启动千斤顶，施加顶推力，

使钢梁节段能在滑道上顺利移动，并在其达到预定位置之后拆除前端导梁展开下一步顶推，直至所有钢梁就位，然后再展开落梁和更换正式支座的工作^[1]。

吊装法一般被运用在施工现场需要运用大型起重设备的环境中。吊装设备的选用一般会结合钢梁节段、重量尺寸进行综合分析。对于大型工程而言，通常会使用大型履带式起重机（如图1），此类设备无论是起重量还是起升高度均可满足吊装需要。与此同时还要同步设置吊索具，比如吊钩、钢丝绳，按照标准完成设备选型，确保其结构安全。吊装顺序的选择尤为关键。在施工期间，通常要从桥的其中一端开始，向另一端逐步吊装。先吊装与桥墩相邻的钢梁节段，然后做好临时固定，并依次吊装其他钢梁节段。吊装期间要对钢梁节段的位置展开动态监测，保障安装精准度。在相邻材料吊装结束后，便要展开现场拼接，此方面运用高强度螺栓或焊接的形式，使所有钢梁节段成为整体就位调整，作为吊装的关键环节，在吊装结束后需针对位置偏差进行细节优化。此方面可使用手拉葫芦、千斤顶展开结构微调，确保其满足设计需要。调整时要控制幅度，以免对结构产生破坏，且调整之后要再一次测量钢梁截断的位置，确保其满足精度需要。表1为两种施工工艺的参数内容：



图1 大型履带式起重机示意图

表 1 两种施工工艺分析

| 施工方法 | 适用条件 | 核心设备 | 关键控制要点 | 优缺点 |
|------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 顶推法 | 长距离、施工场地狭窄，无大型起重设备作业空间 | 水平千斤顶、油压控制系统、滑道、滑块、导梁 | 梁体预制精度、顶推同步性、滑道摩擦系数控制 | 优点：对场地要求低；缺点：同步控制难度高 |
| 吊装法 | 施工现场具备大型起重设备作业空间 | 大型履带式起重机、吊索具、测量仪器 | 吊装顺序、节段就位精度、拼接质量 | 优点：灵活性强、周期短；缺点：对场地要求高 |

1.2 桥面板施工工艺

预制桥面板施工期间要做好场地布置与材料检验。比如场地方面要设置专门的排水设施，减少场地沉降等问题的产生，材料方面则要对水泥、砂石、钢筋做好性能检验，直至合格后方可使用。然后便进入预制台座施工阶段。此方面主要由混凝土浇筑而成，其尺度、强度要达到结构，需要先在台座上涂抹脱模剂，然后再进行结构施工，确保面板能有效脱模。之后便进入钢筋安装环节，此方面需要将钢筋绑扎在一起，以焊接构建钢筋骨架，其中必不可少的是要组装钢侧模。此结构要具有强度和刚度，以确保混凝土浇筑时不会出现结构变形。浇筑期间以分层浇筑为主，每一层厚度都要严加控制，并确保材料振捣密实。浇筑时可使用表面振捣器与插入式振捣器，借助混合振捣提高材料质量。浇筑结束后，要进行7天以上的结构养护，并在其达到一定强度后起吊，将其输送到存放场地。运输架设期间要选择具有承载能力的车辆，防止材料晃动或移位。架设期间先使用起重机将其吊装至钢梁上，然后在就位后及时定位和固定，并以焊接、螺栓连接等手段将其与钢梁组合在一起。连接期间要确保结构牢固性，并检查墙面板之间的缝隙是否达到要求，此环节可作细节调整^[2]。

现浇桥面板施工的重点在于模板规划与安装。模板规划要满足强度、刚度以及稳定性需要，能有效承载混凝土浇筑期间的重量与侧压力，具体可使用钢或木模板，安装时要确保拼接的密实性，从根本上减少漏浆等问题的产生。浇筑方面要做好材料配合比设计，结合区域条件以及墙面板设计要求，挑选合适的水泥、砂石以及外加剂，确保材料强度耐久性达到标准。浇筑时要从一端浇筑到另一端，具体以分层浇筑为主要技术。浇筑结束后，要通过抹面拉毛等手段强化表面的粗糙度，以提高结构之间的粘结力。

1.3 施工技术难点与应对措施

施工操作中，钢梁拼接精准度的管控难度较大，由于钢梁截断制作、运输期间会受外在因素影响产生变形，因此拼接时极易出现结构误差，一旦控制不当，便会导

致整个钢梁结构出现受力不均的问题，引发结构变形。除此之外，还要加大对桥面板与钢梁结合质量的关注，二者在连接时主要以剪力钉为形式，具体剪力钉的焊接情况直接影响结构的结合效果，比如一旦焊接不牢固或者数量不足，则后续投运期间会产生结构位移，影响结构安全。基于此，要求配置高精度测量仪器，比如水准仪、全站仪，对钢梁节段的参数进行动态测量与分析。在前期钢梁节段制作期间，要加大质量控制，尤其是要关注其几何尺寸的合理性。拼接时要先展开节段预拼装，检查其尺寸、形状，若有不合理则要立即调整。拼接过程中可融入定位、工装等工具，以提高拼接精准度为确保桥面板与钢梁之间的联合效果，在剪力钉焊接过程中要加大对电流、电压、焊接时间的管控，焊接前要先去除钢梁表面的污渍，然后再通过增加剪力钉数量的方式提高结构连接强度。

2 中跨合龙控制技术

2.1 中跨合龙控制技术流程

中跨合龙施工涉及环节较多，在前期工作人员要制定专项施工方案，明确具体施工方法、流程以及质控标准，并做好技术交底工作，使所有工作人员都能明确自身的职责以及技术要点。材料准备方面要加大对混凝土配合比试验的关注，尽量挑选微膨胀混凝土，以确保不会出现后期收缩问题。钢板、模板等材料要做好性能检验，尤其是临时锁定材料要提高其刚度。设备准备方面，要配置高精度的温度监测设备，此方面可使用自动温度记录仪动态监测温度变化，具体特点可设置在合龙段两侧，从而对大气温度、混凝土温度以及结构内部温度开展动态分析。合龙段安装时要先安装吊架，吊架一般以施工挂篮的底栏和模板系统改装的方式安装，安装期间会先将挂篮底篮前移至合龙段的悬臂端，然后在悬臂端穿入钢丝绳，并通过滑车吊起底栏前横梁，通过卷扬机控制钢丝绳，使其能滑移到相对应的位置。最后使用锚杆等结构锚固，并拆除主控系统。需注意在合龙段钢筋绑扎时要严格按照前期设计要求推进，确保钢筋布置定位精准，体系转换作为施工的关键环节，在混凝土达

到设计强度后,便要先展开预应力张拉,以确保合龙段受力达到要求。张拉结束后,便可拆除锁定装置和临时支撑,实现体系转换。体系转换时要动态分析桥梁结构的内力和变形变化,一旦发现问题要立即调整,以确保体系转换的有序推进^[3]。

2.2 技术要点

2.2.1 合龙口误差调整

之所以产生合龙口误差,所涉及的因素较多,施工时钢梁制作安装误差是核心原因。在钢梁前期预制时,受加工精度限制以及运输碰撞等因素的影响,钢梁截断尺寸、形状可能会出现精度不足的问题,从而在合龙时出现合龙口误差。除此之外,钢材会受热胀冷缩的影响,出现膨胀或收缩,此方面也会导致合龙口的宽度高度出现细节变化。比如对于昼夜温差较大的区域,白天温度较高则材料膨胀,此时合龙口宽度变小,夜间则反之,合龙口宽度增加。比如某工程在展开中跨合龙处理前,发现合龙口出现高差和错变量不合理问题,经过系统研究发现,是因为前期钢梁预制时出现尺寸偏差,加上昼夜温差较大,导致悬臂梁变形。为此,工作人员运用了压重调整和顶推调整的方法,有效控制合龙口误差。其中,前者是在悬臂梁的一端提前增加临时配重,以优化结构受力状态,使其反向变形,缩减高差,后者则是运用千斤顶施加水平推力,使悬臂梁能在水平维度不断移动,控制合龙口错变量。

2.2.2 索力调整与控制

所力调整的目的是控制桥梁的受力情况,保持安全稳定的线形。在中跨合拢前期,受施工因素影响,比如梁段安装误差等因素的作用,斜拉索实际索力与设计之间可能存在明显偏差。一旦合拢时不展开索力优化,则此类偏差便会致使桥梁结构受力不均,影响线形和结构的安全性。在索力调整下,便可使斜拉索索力恢复到预定值,使其受力情况能达到预期设计要求,保障桥梁性能。具体调整期间会展开结构力学研究和有限元分析,先根据桥梁设计要求以及实际测量数据构建有限元模型。模型中会充分分析桥梁的结构材料特性、边界条件,然后基于模型计算了解斜拉索索力达到设计值所需的张拉力或放松量。调整期间要确保索力测量的精准度,此方面可使用索力测量仪器,比如频率法索力仪对斜拉索索力展开系统分析,确保数据的精准度。索力调整时先要调整与合龙段相邻的斜拉索,然后再逐步调整远处的斜拉索,以免调整期间对结构产生严重影响。所列调

整过程中要时刻分析桥梁变形情况,比如塔顶的位移、梁体应力等。若发现异常则应立即停止调整,防止出现安全风险。

2.2.3 温度控制

温度变化会对合龙段控制带来严重影响。由于钢材、混凝土等材料均会受热胀冷缩的作用,出现尺寸变化,因此在合龙施工时应加大对温度控制的重视。比如做好温度预测,在发现后续温度持续上升时,可缩短合龙段长度,而在预测温度持续走低时,则可增加长度,以确保合龙段能有序安装,不会受温度作用产生严重问题。施工时间方面,也要挑选一天中温度最为稳定的时段完成材料浇筑和合龙段锁定,比如凌晨便是施工的最佳时期,此阶段梁体温度较低,而且不会产生明显变化,可有效强化合龙施工精准度。在材料浇筑之前也要提前做好准备,并实时展开温度监测。一旦发现温度变化异常,超出合理范围,便要采取措施,比如暂停或加快浇筑速度,以确保合龙段质量^[4]。

3 结论

在对钢板组合梁斜拉桥施工工艺与中跨合龙控制技术展开深入分析的过程中,围绕钢主梁施工的一种方式开展系统分析,明确其应用原理以及选型要点和相关控制理念。如顶推法施工时要保障梁体预制精准度,科学选用顶推设备,以确保其能顶推就位。中跨合龙控制方面则针对合龙口误差调整、索力调整与控制、温度控制三个方面加以探究。工作人员需加大对控制细节的关注,比如动态监测温度变化规律,以减少外在因素对合龙施工的不利作用。后续工作人员应继续加大对此项工作的重视与关注,创新技术形式,如打造合龙控制模型,借助数字化提高合龙精度,为桥梁工程的顺利推进奠定基础。

参考文献

- [1]周国海. 钢板组合梁斜拉桥施工工艺优化与中跨合龙控制技术研究[J]. 交通世界, 2025, (16): 143-145.
- [2]李校峰. 斜拉桥钢桁加劲组合梁PBL节点拉拔性能研究[J]. 铁道建筑技术, 2025, (05): 47-50.
- [3]白光耀,管如意,丰鲁阳. 大挑臂钢板组合箱梁矮塔斜拉桥主梁有限元分析[J]. 城市道桥与防洪, 2025, (04): 79-82+107.
- [4]刘滨锐,任海盼,翟奥博. 双主梁钢板组合梁斜拉桥涡振的数值模拟[J]. 工程与建设, 2024, 38(04): 943-947.