

高墩桥箱梁先简支后连续施工技术研究

薛华锋 袁 强 高华健 赵 志

中电建路桥集团有限公司 北京 100160

【摘要】现如今桥梁主梁结构形式愈发复杂,对于施工质量和效率要求不断提高,我国也在桥梁施工技术方面不断探索。随着桥梁建设技术的发展,施工技术已经有了巨大的创新,那就是桥梁箱梁先简支后连续的技术方法。这种箱梁先简支后连续的施工技术一方面能够降低施工的难度,另一方面还可以方便桥梁的设计,极大降低桥梁施工的成本,很适合用于高墩桥梁的建设。本文将从高墩桥箱梁先简支后连续技术的意义、设计以及施工方法等方面分析该技术。

【关键词】先简支后连续桥梁;高墩桥;施工技术

在桥梁工程建设中,常使用先简支后连续桥梁的施工技术。这种技术一定程度上避免了它们的缺点,融合了简支梁桥和连续梁桥的优点,在桥梁领域得到广泛应用。

简支梁桥结构较为简单且施工便利。它可以在工厂内采用机械进行大规模生产预制成型,后利用现代化起重设备进行安装。这种施工方法能够缩短工期、节约模板并减轻劳动强度,极大优化建桥速度。然而,这种方法也存在一些缺点:简支梁桥的伸缩缝造价相对较高且易受损,同时其衔接处容易导致行车不够舒适,这也限制了其应用范围。然而,连续梁桥的结构复杂,需要在支架上进行现浇施工,工艺复杂且工期较长,还需要大量的支架。

先简支后连续梁桥则结合了这两种桥的优点,不仅具备结构轻盈、维护成本低和车辆行驶舒畅等优点,而且避免了它们的缺点。再结合箱梁刚度、施工方便、维护成本低等优势,由此形成的箱梁先简支后连续的施工技术,得到了广泛普及。

1 高墩桥箱梁先简支后连续设计的意义

在公路桥梁建设中,高墩是墩身高度超出 15 m 的桥墩,墩身形式为薄壁矩形空心刚构墩或矩形实心墩。通过技术人员在公路桥梁施工中应用高墩施工技术,可以突破施工环境约束,节约公路桥梁施工成本^[1]。但高墩施工同时具有质量安全风险高、技术难度大、施工组织复杂等特点。通过借助箱梁先简支后连续施工技术的结构轻盈、施工方便、维护成本低等优势,可以降低施工的难度,优化桥梁设计方案。因此,对于高墩桥箱梁先简支后连续技术的分析研究具有较强的实际意义。

2 高墩桥箱梁先简支后连续施工方法

先简支后连续梁桥是指首先采用简支方式进行搭建,然后将各梁在墩顶处实施结构连续的桥梁。该结构在体系转换之前处于简支状态,是一种静定结构。而在体系转换后,它变为了连续体系,成为一种超静定结构。先简支后连续结构的转变,可以采用以下几种成形:①主梁在墩顶处采用普通钢筋进行连续。②主梁纵向采用预应力钢束在墩顶处进行连续。③在墩顶的两侧主梁内布设一定范围的预应力短束,以实现连续效果。其中,第一种方法常会在墩顶负弯矩区产生横向裂缝,从而影响桥梁的正常使用。第二种方法虽施工十分困难,虽然效果较好,但也一定程度上限制了其使用率。而布设一定范围的预应力短束的方法不仅施工中不会造成较大质量问题,施工难度也相对较低,并且能够克服采用普通钢筋连续时可能出现的开裂问题。因此在大多数情况下,先简支后连续梁桥的构造通常采用了墩顶短束与普通钢筋连续的处理方式。^[2]

3 高墩桥箱梁先简支后连续施工中的问题分析

3.1 针对湿接缝部位新老混凝土问题分析

先简支后连续施工的工序是进行简支梁的施工,然后利用湿接缝将相邻跨的梁块连接成连续梁,这种施工方法能够融合简支梁和连续梁的优点^[3]。湿接缝混凝土是桥面系的主要结构部分,在日常交通中经受着巨大的荷载,其使用情况对桥梁的正常运营具有重要影响。^[4]湿接缝混凝土在养护期内,特别是雨后,会出现较为严重的渗水问题。湿接缝开裂后,会有雨水或路面积水通过裂缝进入内部腐蚀钢筋,从而使包裹钢筋的混凝土内部产生拉应力,并导

致更大范围的混凝土开裂。

在桥梁实际工程中，湿接缝处混凝土开裂主要有三个原因：首先，为了增加粘结面的粗糙度，提高新旧混凝土之间的粘结力，实际操作中常常对粘结面进行人工凿毛。然而，这种操作不可避免地会对旧混凝土面造成破坏，甚至导致松动的问题。这时候，在浇筑新混凝土后，这些内部缺陷就会成为桥梁的薄弱部位，最终导致开裂的出现；其次，在湿接缝处，当浇筑湿接缝混凝土后，先前浇筑的预制梁的混凝土已经实现了一定程度的收缩变形，而新浇筑的混凝土则刚刚开始收缩。在附加应力的影响下，界面处的混凝土抗拉强度大约只相当于其抗压强度的1/10，因此，在界面处新混凝土很有可能会产生裂缝现象。^[5]

3.2 曲线箱梁中桥墩梁固结的问题分析

曲线梁桥因其能够很好适应地形结构、实现各向交通互通互达的优点，在城市立体交通和高等级公路中得到了广泛的应用，主要采用箱梁桥结构。然而，由于曲线梁桥的受力和变形特点与直线梁桥存在较大差异，这一认识在设计施工中并未得到充分重视，导致全国范围内出现了一些与曲线梁桥相关的病害，包括梁体外侧翻转倾覆、下部墩柱失稳引起的上部梁体坍塌以及梁体整体的平面位移。因此，在桥梁设计中需要重点分析如何提高曲线梁桥的整体稳定性。

造成曲线箱梁桥出现问题的主要成因之一在于墩柱开裂。墩柱开裂多发生在墩梁固结的情况。墩梁固结可增强曲线梁桥结构的整体抗推刚度，可以传递扭矩，调节梁体扭矩分布，也是防梁体侧向滑移的有效措施，但由于墩梁固结协调变形，梁体的平面位移变形将使墩柱承受弯矩，特别是当墩高较矮，抗推刚度较大时，墩柱承担的弯矩很大，可能导致墩柱抗弯承载能力不足，混凝土受拉，一般墩顶附近容易开裂。^[6]

3.3 墩顶浇筑和负弯矩预应力张拉的分析

负弯矩预应力筋张拉是简支变连续梁桥施工的关键工序。先简支变后连续梁桥的建设可以分为2个阶段：预制简支梁阶段和形成连续梁阶段。在预制简支梁施工阶段，我们首先将预制好的简支梁安装在临时支座上，主要承受其自身重量和预应力荷载。随后，完成现浇梁端间混凝土施工后，张拉墩顶负弯矩预应力即形成连续梁结构。不同的

步骤会导致不同的内力状态，从而对桥梁后期的受力性能产生各不相同的影响，这一问题应该引起足够的重视。因此，在进行负弯矩预应力的浇筑和张拉时，合理的顺序分析显得至关重要。^[2]

3.4 先简支后连续梁钢板定位问题分析

桥梁结构件所使用的钢板是专门用于制造桥梁的厚钢板。在桥梁建筑领域，我们常使用碳素钢和低合金钢这两种专用钢材来制造桥梁钢板，具有非常高的强度、韧性以及抗冲击性，而现有的桥梁钢板在使用前需要根据实际的情况进行准确的定位焊接，焊接完成后再运输到桥梁处进行安装，现有对于桥梁钢板的焊接使用的设备还存在一些问题，具体如下：

现有的钢板焊接装置在使用时对需要以一定角度进行焊接的时候，通常是以人为的方式测量好焊接角度，利用装置对钢板进行角度的定位并且支撑后，使得两块钢板的边缘对接进行焊接，而焊接的过程是伴随着高温的存在，高温会在焊接的过程中使得焊接件整体受热不均，进而焊接件产生热膨胀，使得其整体发生形变，这样焊接件在完成焊接后内部还存在拉应力，这种拉应力会进一步加剧焊接件的形变程度，进而导致焊接发生焊接处的裂开以及焊接件自身的形变使得安装构件发生崩坏，而现有的焊接装置不仅无法对其进行很好的定位固定，同时无法对焊接件在焊接过程中产生的拉应力进行缓解释放，导致拉应力在焊接件内部始终存在，无法保证焊接件的使用寿命。

4 高墩桥箱梁先简支后连续施工中的问题处理

4.1 湿接缝部位新老混凝土的问题处理

针对人工凿毛对旧混凝土面的破坏，人工凿毛引起的骨料扰动是一个重要的问题，可以采取一些措施避免这些问题：在进行人工凿毛后，使用钢刷刷洗处理粘结面。刷洗时，除了能清除混凝土面上的浮灰和碎混凝土块，还能彻底清除已经松动的骨料。在实际工程中，可以根据具体情况采取不同的措施，如合理选择刷具、刷洗力度和刷洗方法等，以确保对粘结面进行有效的清洁处理。这样的处理方式不仅有效减少了骨料扰动带来的影响，同时也有助于提高混凝土的质量。

针对混凝土凝固时间差和水泥使用的问题，需要加强管理，以确保施工单位不能因为追求工期缩短，而忽略了对

质量的控制。在确定配合比时，必须严格控制水泥的用量和品种，并可通过加入掺合料来延长凝固时间，以避免温度裂缝的出现。

进行混凝土浇筑后，必须进行养护工作以确保质量。首先，需要合理规划桥面养护系统的管网布局，可以选择定点水箱或供水管道进行供水。其次，可使用水泵和加压泵等设备，以维持适当的水压，以满足所需用水量。最后，养护过程还需要细致监测和合理调整，以确保养护效果的可靠性和稳定性。养护期间，应有专人定期检查养护质量，及时补充水分，以确保混凝土表面水分充足。^[5]

4.2 曲线变化情况下墩梁固结施工质量控制关键技术

曲线桥梁的墩梁固结过程中，为了满足不同荷载组合条件下的要求，可以采用不同直径的墩柱。这样的设计方案导致主梁在支承反力和纵向扭矩的数值上会有一些的变化规律。

通过研究支反力和扭矩，我们可以发现规律。随着墩梁的直径逐渐增加，墩梁竖向反力也会相应增加。不过，墩梁直径对边支座内外侧反力的分布仅有轻微影响。在墩柱直径增大的情况下，边支座内外侧反力的差值会减小。综上所述，当墩柱达到一定高度时，墩梁固结是较为理想的支承体系。此外，墩柱直径的增大会导致扭矩值的减小。在墩梁断面上，扭矩值较小，墩柱直径对其影响较小。

针对桥梁设计中墩梁的固结问题，墩柱本身的受力是首要考虑的因素。只要墩柱本身能够承受力的要求，我们可以尽量选用较小直径的墩梁。^[7]

4.3 墩顶浇筑顺序和负弯矩预应力张拉顺序研究

在墩顶浇筑和负弯矩预应力张拉过程中，顺序的选择对整体效果产生一定影响。其中，最佳施工工序为“隔端浇筑、隔端张拉”。

在先简支后连续的施工中，为了避免对结构受力产生不利影响，建议优先进行结构性现浇层的浇筑，然后再进行湿接头的浇筑。此外，梁端湿接头的浇筑顺序以及墩顶二次预应力筋的张拉顺序，对支点应力、跨中应力、支点负弯矩和跨中正弯矩都会产生一定影响。在某些范围内，可以忽略这种影响，但一旦超过一定值，就需要引起重视。^[2]

4.4 桥梁钢板焊接定位方法

为了保证钢板定位的准确性，我们考虑使用一种桥梁钢板焊接定位装置。该装置由U形凹槽状底座、透气栅格、刻度盘、预热箱、推送结构、驱动结构、定位夹持结构以及进料槽口组成。

通过这种装置，可以使得钢板在焊接前整体都进行一定程度的加热，保证在焊接的过程中焊接处产生的热量能够更加快速地在钢板内部传导，结合用于夹持钢板的定位夹持结构，以保证钢板在焊接完成后不会存在拉应力或产生形变，同时通过底座上设置的刻度盘，可以直观地观察和确定转动的角度，保证焊接的准确性。

5 总结

综上所述，文章从四个角度分析高墩桥先简支后连续施工技术中常遇到的问题，并据此提出相应处理办法，希望本文能有积极的参考意义，同时也为相关施工做参考借鉴。

参考文献：

- [1]高俊伟.山区高速公路高墩施工安全防护现状及管控策略[J].交通世界,2022(17):59-61.
- [2]麻文燕.简支变结构连续梁桥施工工序分析[J].交通科技与经济,2010,12(02):89-91+94.
- [3]黄永.先简支后连续桥梁湿接缝的施工技术研究[J].商品储运与养护,2008,7(30):117-118.
- [4]沈志刚.浅谈公路桥梁湿接缝混凝土渗水产生的原因及预防对策[J].黑龙江交通科技,2014(11):109-111.
- [5]柳尚斌.桥梁湿接缝中的新旧混凝土问题研究[J].山西建筑,2017,43(07):148-149.
- [6]陆斯.曲线上先简支后连续桥梁的设计处理方法分析[J].工程技术研究,2019,4(01):179-180.
- [7]邓志刚.曲线桥梁中墩梁固结的若干问题探讨[J].山西建筑,2014,40(31):188-190.

作者简介：

薛华锋(1981.1.26—);男;高级工程师;毕业时间2009.07;毕业院校,西北农林科技大学;土木工程。