

公路桥梁加宽设计方法研究

张全洋

中国公路工程咨询集团有限公司（中咨华科交通建设技术有限公司），北京 100089

[摘要] 此次研究针对公路桥梁加宽拼接的设计方法进行了深入研究，并通过对比分析不同拼接方式的优劣，提出了合理的加宽设计建议。首先详细介绍了上、下部均不连接、上、下部均连接以及上部连接、下部不连接等三种拼接方式。然后，重点分析了公路桥梁加宽拼接中上部结构的连接方式，包括湿接缝连接、铰缝连接、横隔板连接以及混凝土铰连接等。同时，对下部结构改扩建方法进行了探讨，包括采用桩基础并适当加长新桥灌注桩长度、严格控制沉渣层厚度以减少钻孔灌注桩的沉降、使用补偿收缩钢纤维混凝土以减少混凝土收缩影响等。

[关键词] 公路桥梁；加宽设计；设计方案

DOI: 10.33142/ec.v7i1.10882

中图分类号: U44

文献标识码: A

Research on Design Methods for Widening of Highway Bridges

ZHANG Quanyang

China Highway Engineering Consulting Corporation (Zhongzi Huake Transportation Construction Technology Co., Ltd.), Beijing, 100089, China

Abstract: This study conducted in-depth research on the design methods for widening and splicing of highway bridges, and proposed reasonable widening design suggestions by comparing and analyzing the advantages and disadvantages of different splicing methods. Firstly, three splicing methods were introduced in detail: no connection at the top and bottom, no connection at the top and bottom, and no connection at the top and bottom. Then, the focus was on analyzing the connection methods of the upper structure in the widening and splicing of highway bridges, including wet joint connection, hinge joint connection, diaphragm connection, and concrete hinge connection. At the same time, discussions were conducted on the methods of substructure renovation and expansion, including using pile foundations and appropriately extending the length of new bridge cast-in-place piles, strictly controlling the thickness of the sediment layer to reduce the settlement of drilled cast-in-place piles, and using compensating shrinkage steel fiber concrete to reduce the impact of concrete shrinkage.

Keywords: highway bridges; widening design; design scheme

引言

随着我国经济的快速发展和交通需求的不断增长，公路桥梁的建设任务日益繁重。许多现有的公路桥梁已无法满足日益增长的交通需求，因此对其进行加宽改造成为迫切需要解决的问题。桥梁加宽设计不仅涉及到桥梁结构的稳定性、安全性，还涉及到施工技术、经济性等多方面因素。为了确保加宽后的桥梁能够安全、稳定地运行，有必要对公路桥梁加宽设计方法进行深入研究。此次研究以公路桥梁加宽设计为研究对象，通过理论分析、案例研究和对比试验等方法，对不同公路桥梁加宽拼接的优劣进行了详细分析，并对上部结构连接和下部结构改扩建方法进行了深入探讨。文章旨在为我国公路桥梁加宽设计提供科学、合理的方法和措施，以指导实际工程，提高桥梁加宽设计的质量和效益。

1 不同公路桥梁加宽拼接的优劣对比分析

1.1 上、下部均不连接

优势方面，这种方法使得新旧桥梁完全独立，各自受力，简化了施工程序，消除了连接的技术问题。这种方式可以避免由于新旧桥梁混凝土收缩、徐变和沉降差产生的

影响，这在一定程度上降低了桥梁加宽改造的难度和风险。然而，这种方式也存在一些劣势。新旧桥梁的不均衡挠度及沉降差会造成连接部位沥青铺装层破坏，形成纵向裂缝和横桥向错台，这会影响行车舒适性和桥面外观。同时，这种情况还会增加后期的养护维修费用，对桥梁的长期运行造成一定的影响。因此，对于上、下部均不连接的方式，需要在设计和施工过程中充分考虑这些因素，通过合理的工程措施来降低其劣势的影响，确保桥梁的安全和稳定运行^[1]。

1.2 上、下部均连接

优势方面，新旧桥梁构成整体，能够较好地共同受力，提高了桥梁的整体稳定性和安全性。同时，这种方式也有利于新旧桥梁之间的力的传递和分布，提高了桥梁的使用效率。然而，这种方式也存在一些劣势。由于新旧桥梁的沉降差及材料的差异会产生较大的附加内力，这可能会导致下部结构（如盖梁、系梁、桥台连接处）产生裂缝，甚至可能导致上部结构产生裂缝，给桥梁的安全带来隐患。同时，这种裂缝的产生会给桥梁的维修带来困难，增加了后期的养护维修费用^[2]。

1.3 上部连接、下部不连接

优势方面，新旧桥梁间下部受力互不影响，这意味着下部结构的稳定性得到了保障。同时，上部结构整体性较好，且上部连接对下部结构内力产生的影响很小，这有利于保持桥梁的力学性能和安全性。然而，这种方式也存在一些劣势。由于新旧桥梁的沉降差及材料的差异会使上部连接部位产生一定的附加内力，这可能会使上部结构产生裂缝，对桥梁的安全造成影响。此外，上部结构的裂缝会对桥梁的使用寿命和维修带来挑战。

2 公路桥梁加宽拼接中上部结构连接分析

2.1 湿接缝连接

湿接缝连接的主要优点是施工简单，连接强度高。通过现浇混凝土湿接缝将老桥与新桥连接形成整体，能够有效地将新旧桥梁的力量进行传递和分布，提高了桥梁的整体稳定性和安全性。同时，湿接缝连接的方式也避免了由于新旧桥梁沉降差和材料差异产生的附加内力，降低了上部结构产生裂缝的可能性。在施工过程中，首先需要凿除老桥路侧护栏、桥面铺装、边梁悬臂，保留边梁悬臂横向钢筋。新桥靠近老桥侧的边梁顶面横向钢筋伸出梁体38cm，架梁后新桥预留横向钢筋与老桥悬臂横向钢筋及箍筋绑扎到一起，布置纵向分布钢筋，浇筑补偿收缩混凝土连接为一体。这种方式能够确保新旧桥梁的连接强度，同时减少收缩徐变及基础沉降的影响。在拼宽桥梁板架设完成后，需放置3个月，待恒载早期沉降完成后，再进行新老桥湿接缝施工，这样可以有效地减少由于新旧桥梁沉降差产生的影响，提高湿接缝连接的质量和稳定性。在新老桥湿接缝混凝土浇筑前，采用I22的工字钢夹具横跨新老梁板，通过螺栓夹紧工字钢，使新老梁板的拼接位置形成体外刚性连接，以实现湿接缝混凝土在浇筑过程中变形连续，确保混凝土施工质量。这种方式能够有效地控制混凝土的浇筑质量和施工过程中的变形，提高湿接缝连接的质量和稳定性^[3]。其构造详见下图：

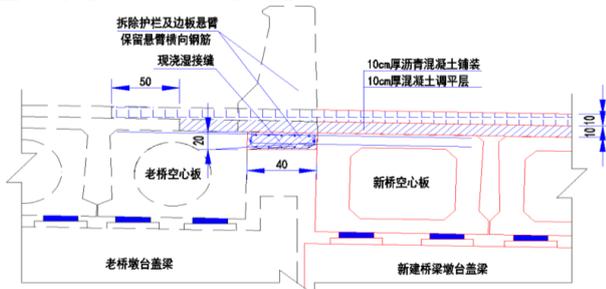


图1 湿接缝连接构造图

2.2 铰缝连接

铰缝连接的主要优点是连接方式简单，施工方便，同时能够适应新旧桥梁的沉降和变形。在原桥外侧边板有悬臂时，需切除悬臂，凿除原桥边板外侧腹板部分厚度混凝土，这样可以为新旧桥梁之间的连接预留出足够的空间。架设加宽桥空心板时，与原桥间预留5cm缝，与加宽桥中

板形成铰缝，由现浇混凝土铰缝将原桥与加宽桥连接形成整体。这种方式能够确保新旧桥梁的连接强度，同时减少收缩徐变及基础沉降的影响。在加宽桥架设3个月，再进行铰缝连接，这样可以有效地减少由于新旧桥梁沉降差产生的影响，提高铰缝连接的质量和稳定性。同时，通过预留一定的缝隙，使得新旧桥梁在沉降和变形过程中有足够的空间来调整，从而避免了由于沉降和变形产生的附加内力，降低了上部结构产生裂缝的可能性。总的来说，铰缝连接是一种在公路桥梁加宽拼接中常用的连接方式，其优点是连接方式简单，施工方便，能够适应新旧桥梁的沉降和变形^[4]。但在施工过程中需要注意控制新旧桥梁的沉降差和变形，以及保证铰缝连接的质量和稳定性。其构造详见下图：

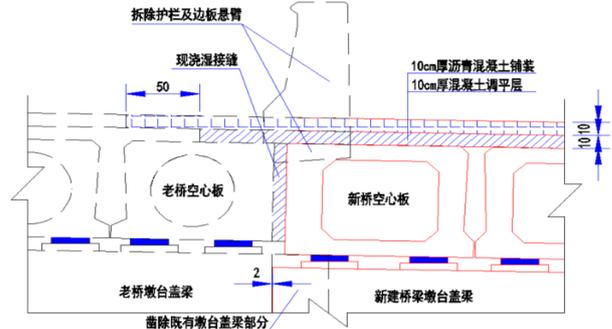


图2 铰缝连接构造图

2.3 横隔板连接

在原桥与加宽桥间现浇混凝土横隔板，这种连接方式使得新旧桥梁之间的结构连续性得到保障，同时横隔板的设置位置（空心板端部及距端部2米处，其余部分按4m间距设置）能够有效地将新旧桥梁的力量进行传递和分布，提高了桥梁的整体稳定性和安全性。在加宽桥架设3个月，再进行横隔板连接，这样可以有效地减少由于新旧桥梁沉降差产生的影响，提高横隔板连接的质量和稳定性。同时，通过预留一定的缝隙，使得新旧桥梁在沉降和变形过程中有足够的空间来调整，从而避免了由于沉降和变形产生的附加内力，降低了上部结构产生裂缝的可能性。横隔板连接是一种在公路桥梁加宽拼接中常用的连接方式，其优点是连接方式简单，施工方便，能够适应新旧桥梁的沉降和变形。但在施工过程中需要注意控制新旧桥梁的沉降差和变形，以及保证横隔板连接的质量和稳定性^[5]。其构造详见下图：

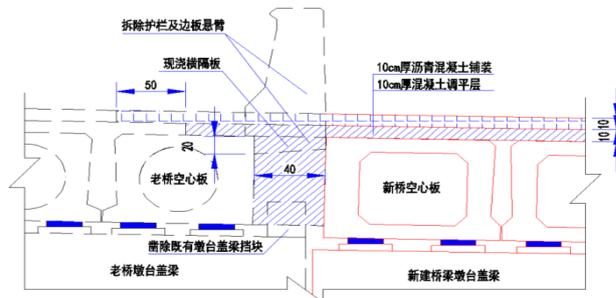


图3 横隔板连接构造图

2.4 混凝土铰连接

混凝土铰连接方式在公路桥梁加宽拼接中是一种常见的做法，主要优点是连接方式简单，施工方便，同时能够适应新旧桥梁的沉降和变形。在原桥与加宽桥间设置25cm宽的混凝土铰连接，这种连接方式使得新旧桥梁之间的结构连续性得到保障，同时混凝土铰连接的设置能够有效地将新旧桥梁的力量进行传递和分布，提高了桥梁的整体稳定性和安全性。在加宽桥架设3个月后，再进行混凝土铰连接，这样可以有效地减少由于新旧桥梁沉降差产生的影响，提高混凝土铰连接的质量和稳定性。同时，通过预留一定的缝隙，使得新旧桥梁在沉降和变形过程中有足够的空间来调整，从而避免了由于沉降和变形产生的附加内力，降低了上部结构产生裂缝的可能性。混凝土铰连接是一种在公路桥梁加宽拼接中常用的连接方式，其优点是连接方式简单，施工方便，能够适应新旧桥梁的沉降和变形。但在施工过程中需要注意控制新旧桥梁的沉降差和变形，以及保证混凝土铰连接的质量和稳定性。其构造详见下图：

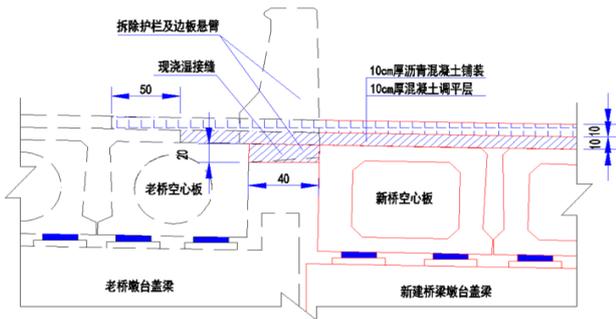


图4 混凝土铰连接构造图

3 公路桥梁加宽拼接中下部结构改扩建方法分析

3.1 一般情况下采用桩基础，并适当加长新桥灌注桩长度

在公路桥梁加宽拼接中，下部结构改扩建方法的分析是十分重要的。一般来说，桩基础是被广泛采用的方法，并适当加长新桥灌注桩长度。桩基础作为桥梁下部结构的重要组成部分，其主要功能是将桥梁荷载有效地传递到地基深处，保证桥梁的稳定性和安全性。在桥梁加宽拼接过程中，采用桩基础可以有效减少对周边环境的影响，降低施工难度，提高工程效率。同时，在加宽桥梁时，适当加长新桥灌注桩长度是非常必要的。一方面，加长灌注桩长度可以提高桩基的承载力，保证在新旧桥梁连接处荷载的有效传递，减少不均匀沉降和差异沉降的可能性；另一方面，加长灌注桩长度有助于提高桩基的抗弯、抗扭和抗剪强度，增强桥梁的整体稳定性和安全性。此外，在实际施工过程中，还需要根据地质条件和施工环境，选择合适的桩基类型和施工方法，确保桩基础的质量和稳定性。例如，对于软土地基，可以采用打入式桩基；对于硬土地基，可

以采用钻孔灌注桩基。同时，在施工过程中要注意控制桩基的垂直度和水平度，保证桩基的承载力和稳定性^[6]。

3.2 桩基础施工时严控沉渣层厚度，减少钻孔灌注桩的沉降

一桩基础施工过程中，沉渣层的厚度对于钻孔灌注桩的承载力和稳定性具有重要影响。过厚的沉渣层会导致钻孔灌注桩的有效直径减小，从而降低其承载力和稳定性；过薄的沉渣层则可能使钻孔灌注桩在施工过程中发生塌孔现象，影响施工质量和安全。因此，在施工过程中，应严格控制沉渣层的厚度，保证钻孔灌注桩的质量和稳定性。为了减少钻孔灌注桩的沉降，需要在施工过程中采取相应的措施。首先，要选择合适的钻孔方法，根据地质条件和钻孔深度选择冲击钻、旋挖钻等适当的钻机类型。其次，要合理选择钻孔参数，如钻头直径、钻孔深度、钻孔间距等，以保证钻孔灌注桩的质量和稳定性。最后，要加强对钻孔过程的监控，及时发现和处理可能出现的沉降问题，确保钻孔灌注桩的施工质量和安全。

3.3 湿接缝混凝土采用补偿收缩钢纤维混凝土，减少混凝土收缩影响

传统的混凝土由于收缩特性，容易在接缝处产生裂缝，影响桥梁的使用寿命和安全性。而补偿收缩钢纤维混凝土，由于钢纤维的加入，可以有效提高混凝土的抗裂性能。钢纤维在混凝土中起到类似于钢筋的作用，能够有效抵抗混凝土的收缩应力，减少裂缝的产生。同时，钢纤维混凝土的抗渗性能和耐久性能也得到显著提高，有利于桥梁的长期安全使用。采用补偿收缩钢纤维混凝土的湿接缝混凝土，在施工过程中需要注意以下几点：首先，要选择合适的钢纤维类型和掺量，以达到最佳的抗裂效果。其次，要采用合理的搅拌工艺，确保钢纤维在混凝土中的均匀分布。最后，要严格控制浇筑温度和养护条件，以保证混凝土的质量和性能。

3.4 上部新旧结构连接处施工，需待加宽桥梁3个月后进行

在公路桥梁加宽拼接中，下部结构改扩建方法的分析是十分重要的。对于上部新旧结构连接处的施工，一般需要等待加宽桥梁3个月后进行。这是因为新桥架梁在施工过程中，需要经过混凝土的强度发展、钢筋的锚固等一系列过程，这些都需要一定的时间。在加宽桥梁架梁施工完成后，需要等待混凝土达到设计强度。一般来说，混凝土在浇筑后的一段时间内，其强度会逐渐提高。在混凝土强度未达到设计强度之前，过早地进行新旧结构连接处的施工，可能会因为新旧结构之间的沉降差异，导致连接处出现裂缝，影响桥梁的安全性。其次，在新桥架梁混凝土达到设计强度后，还需要等待钢筋锚固。钢筋锚固是保证新旧结构连接处安全的重要因素，其过程需要一定的时间。如果过早地进行连接处施工，可能会因为钢筋锚固未完成，

导致连接处出现安全隐患。因此,一般来说,在公路桥梁加宽拼接中,上部新旧结构连接处的施工,需待加宽桥梁架梁3个月后进行。在实际工程中,需要结合具体情况进行设计,并采取相应的施工措施,确保桥梁工程的顺利进行。

4 公路桥梁加宽拼接案例分析

以 G98 环岛高速公路大三亚段扩容工程冲坡枢纽互通为例,该工程于 2023 年 5 月完成施工图设计。本互通匝道共八条,C、D、E、F 匝道本期实施,匝道总长 4214m; A、B、G、H 匝道为预留匝道,匝道总长 2499m。北交 G9811 海三高速互通区主线,加宽设计范围 NK242+760~NK245+600,长 2.84km。既有 G9811 海三高速拼宽主线桥 3 座,分别为①NK243+474.700 茅坡中桥(拼宽),N 线 G9811 海三高速主线桥,桥梁孔径 3×16,预应力砼空心板;②NK244+739.200 茅坡大桥(拼宽),N 线 G9811 海三高速主线桥,桥梁孔径 5×20,预应力砼先简支后连续小箱梁;③NK245+484 长茅水库西渠 1 号中桥(拼宽),N 线 G9811 海三高速主线桥,桥梁孔径 2×30,预应力砼先简支后连续小箱梁。

在该桥梁的加宽拼接中,首先需要进行现有桥梁结构的评估和强度分析,确定了桥梁能够承受的最大荷载。然后,设计师使用计算机辅助设计软件进行模拟和优化,确定了新的桥墩布置和梁板尺寸,以满足加宽后的桥梁要求。最后,根据实际情况,选择了合适的施工方法和材料,确保工程的可行性和安全性。在施工之前,需要进行详细的准备工作,包括桥梁现场勘察、旧桥拆除、临时交通组织等。随后,施工队伍按照设计方案进行基础加固、新墩建设、梁板架设等工序。在对桥梁加宽的过程中,为了减少对交通的影响,建议施工队采取夜间施工、分段施工等措施,确保施工安全和交通通畅。经过横向加宽改造后,该公路桥梁的通行能力显著提升。加宽后 G9811 海三高速可以容纳更多车辆同时通行,提高了道路的通行效率,以适应冲坡枢纽互通交通转换的需求;同时,由于桥梁结构的

合理优化设计,既有 G9811 海三高速拼宽主线桥的安全性和承载能力得到了增强,确保了通行车辆和行人的安全。

5 结语

在研究中,全面深入地探讨了公路桥梁加宽设计方法,通过理论分析、案例研究和对比试验等方法,对不同公路桥梁加宽拼接的优劣进行了详细分析,并对上部结构连接和下部结构改扩建方法进行了深入探讨。提出了一系列科学、合理的设计方法和措施,以期为我国公路桥梁加宽设计提供有益的参考。通过研究认识到公路桥梁加宽设计不仅需要考虑桥梁结构的稳定性、安全性,还要充分考虑施工技术、经济性等多方面因素。在实际工程中,桥梁加宽设计应根据具体情况选择合适的拼接方式,同时采用合理的结构连接和改扩建措施,以确保加宽后的桥梁能够安全、稳定地运行。希望此次的研究成果能为桥梁工程界和相关领域的专家学者提供有益的启示,推动我国公路桥梁建设的持续发展。

[参考文献]

- [1]魏永忠.公路桥梁加宽设计方法研究[J].交通科技与管理,2023,4(18):105-107.
 - [2]姜洋.公路桥梁加宽加固设计及施工工艺分析[J].运输经理世界,2022(30):83-85.
 - [3]吴燕莉.高速公路改扩建工程桥梁加宽方案设计与比选[J].交通世界,2021(35):115-116.
 - [4]郭华红.公路桥梁加宽加固设计及施工分析[J].中华建设,2021(6):108-109.
 - [5]蒋超.高速公路中小跨径桥梁的加宽设计核心探究[J].工程技术研究,2019,4(15):175-176.
 - [6]温泉,郭凯斌.高速公路桥梁拼接加宽设计及施工要点分析[J].交通世界,2018(29):120-121.
- 作者简介:张全洋(1991.8—),男,石家庄铁道大学,桥梁与隧道工程,中咨华科交通建设技术有限公司,桥梁工程师,中级工程师。