

文章编号: 0451-0712(2006)03-0182-02

中图分类号: U448.25

文献标识码: B

悬索桥桁架梁加载方式的比较

王宗仁, 吴建英

(路桥华南工程有限公司 中山市 528403)

摘 要: 目前, 国内修建悬索桥的加劲梁形式大多数为钢箱梁, 桁架式加劲梁的悬索桥不多, 不同的加劲梁加载方式对施工进度影响很大, 本文将两种桁架式加劲梁加载方式进行了比较。

关键词: 悬索桥; 桁架梁; 加载方式

1 悬索桥加劲梁概况

1.1 悬索桥的加劲梁型式

悬索桥近年来在国内大跨径桥梁中应用比较广

泛, 其加劲梁的结构型式目前大致分为两种: 一种是扁平式钢箱加劲梁; 另一种是桁架式加劲梁。两种结构形式各有优缺点, 具体情况见表 1。

表 1 桁架式和箱梁式加劲梁对比

| 比较项目 | | 桁架式加劲梁 | 箱梁式加劲梁 |
|----------|-----------|-----------------------------|----------------------|
| 抗风性能 | 涡流振动 | 不易发生 | 容易发生 |
| | 静态阻力系数 | $C_p=2\sim3$ | 扁平钢箱 $C_p=2\sim3$ |
| | 风力产生的变形 | 大 | 小 |
| 结构 | 梁高 | 高 | 低 |
| | 重量 | 稍轻 | 较重 |
| | 双层桥面结构适应性 | 适应(对多车道或公铁用桥有利) | 不适应 |
| | 桥面板 | 一般与主梁分离(非结合型) | 一般与主梁结合成整体 |
| 制造、施工、养护 | 制造 | 杆件较多, 节点构造复杂, 标准化大量生产较困难 | 箱梁由板构件构成, 标准化大量生产较容易 |
| | 架设 | 架设方法有单根杆件, 平面构件、立体节段等多样化可选择 | 只能采用节段法架设, 无选择余地 |
| | 养护维修 | 构件太多, 油漆和养护较困难 | 平板构件, 易于油漆养护 |
| | 桥面 | 与主梁非结合, 损伤时容易维修 | 与主梁结合, 损伤时不易维修 |

1.2 两种加劲梁对施工的影响

钢箱梁在吊装结束后, 整个桥梁的绝大部分恒载(90%以上)均已加载结束, 线型已确定, 相对来说施工进度比较快, 调整工作量很小。

钢桁架梁加劲梁因其自重较轻, 通常只占全桥恒载的 1/3 左右, 剩下的恒载加载还需要靠大量的预制桥道板和桥面混凝土来完成, 因此对于加劲梁钢桁架梁吊装结束后, 在加劲梁上进行加载时, 所采取的方式对结构施工进度就有了很直接的影响。

2 桁架式加劲梁的加载方式

国内桁架式悬索桥修建的不多, 具有代表性的有万州长江二桥、忠县长江大桥。万州长江二桥采用的加载方式为: “边临连、边焊接、边涂装、边铺板”; 忠县长江大桥采用的加载方式为: “全连接、全铺板”。现对这两座桥梁的加劲梁加载程序进行简述。

2.1 “全连接、全铺板”施工方法

忠县长江公路大桥主桥为 560 m 单跨悬索桥, 主梁为钢管桁架加劲梁; 加劲梁为空间钢管桁架加劲梁, 加劲梁标准节段结构形式如图 1 所示。全桥共

35个加劲梁节段,跨中梁段重40 t,一般梁段重42 t,端梁段重62 t。加劲梁连接采用摩擦型10.9级扭剪型高强螺栓连接。

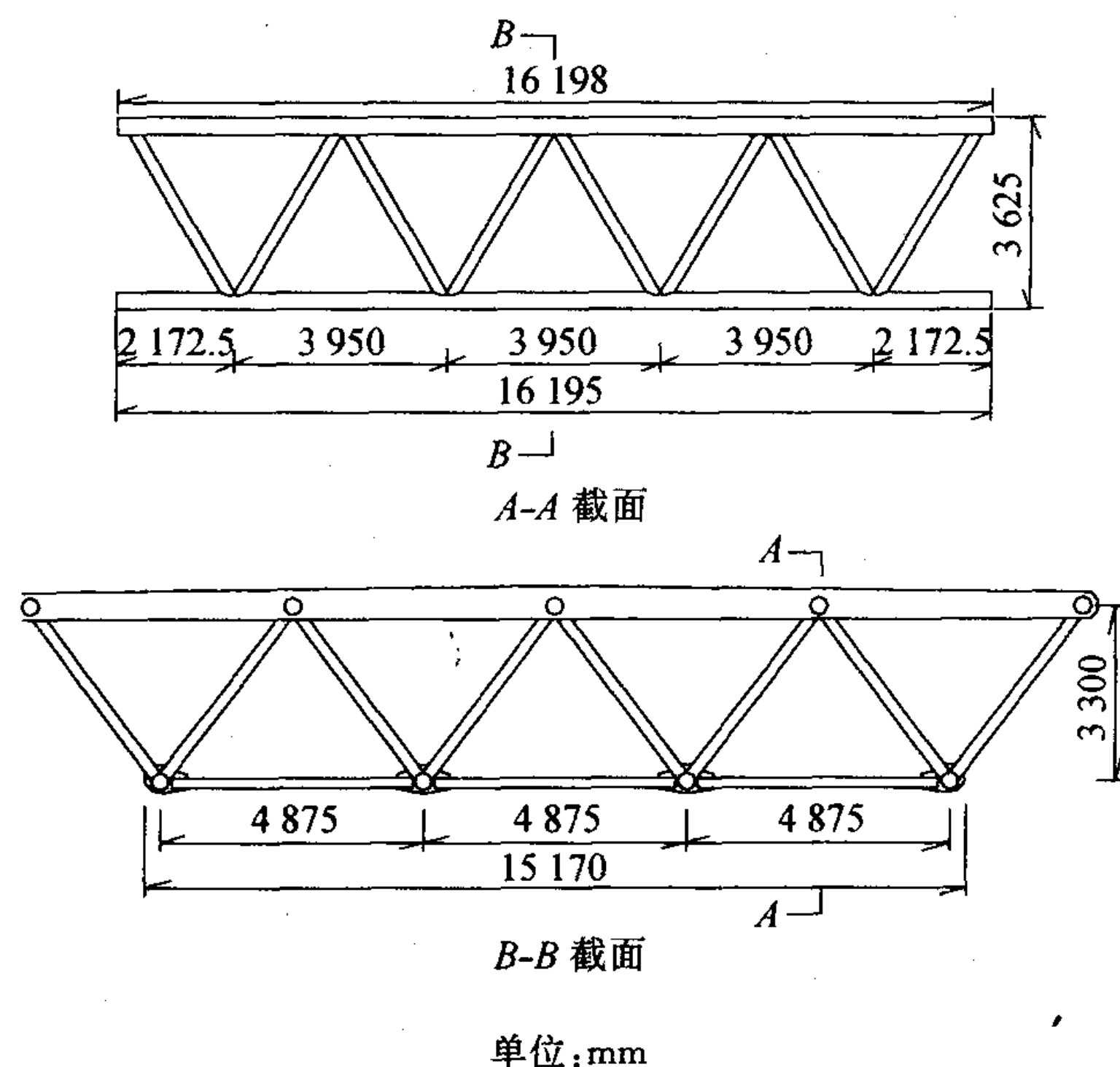


图1 忠县长江大桥加劲梁标准吊装节段示意

在加劲梁上加载时,起初为了考虑施工方便,拟从两塔处向跨中对称先铺两块板做一通道,贯通后再从跨中向两塔对称加载。实际施工中两塔处沿桥跨方向加载仅5块板长的(一个梁段铺设4块)通道重约40 t,监测发现跨中段出现上拱,下弦抵死,应力加大。如继续由两塔向跨中加载,势必造成上下弦杆的结构变形,于是立即停止加载,改变方案从跨中向两塔对称加载,采用缆索吊吊装。高空作业危险性大,安装速度慢,人员窝工严重。待缆索吊吊装桥面板贯通形成运输通道后,再用汽车吊从中跨向两边对称铺设。“全连接、全铺板”施工方法的具体操作过程如下:

(1)将全部吊装节段接头的上弦杆接头进行连接,用5颗摩擦型10.9级扭剪型高强螺栓连接(设计每个上弦杆接头用48颗螺栓);

(2)由跨中向两个塔方向对称铺设通道,通道由2块板组成(加劲梁横断面由8块板组成);

(3)通道形成后,2台吊车开到悬索桥的跨中;

(4)运输车将桥面板运输到跨中,吊车向塔方向满跨铺设。

2.2 “边临连、边焊接、边涂装、边铺板”施工方法

重庆市万州长江二桥是一座跨径为580 m的单跨悬索桥,其加劲梁为钢板焊接H形断面作为主桁上、下弦杆的桁架梁。加劲梁吊装节段标准结构形式

如图2所示。全桥加劲梁共33个梁段。跨中梁段重62 t,一般梁段重68 t,端梁段重80 t。

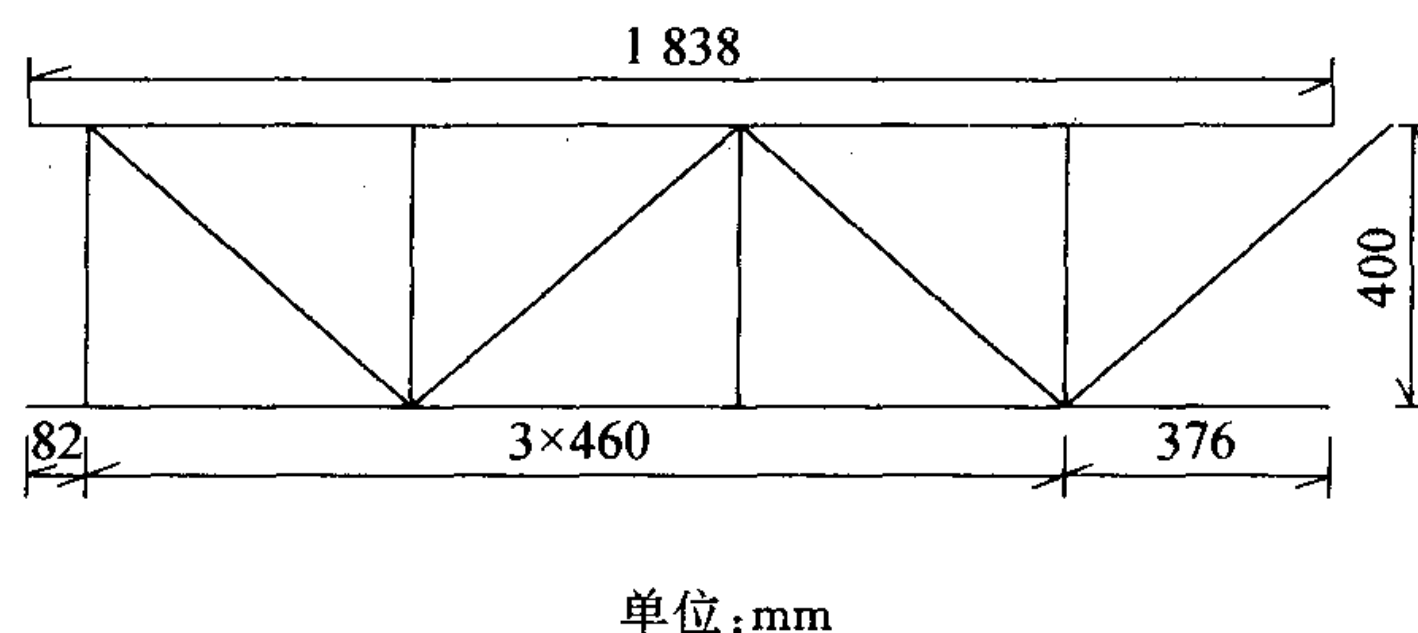


图2 万州长江二桥加劲梁标准吊装节段示意

加劲梁吊装完成后,采用上弦临时铰结,下弦呈自由状态,安装方案采用两塔向跨中对称铺设,沿纵桥向在加劲梁中线上仅铺两块桥道板做运输通道,纵桥向每隔3块板铺设4块桥道板作为吊车吊装作业平台。“边临连、边焊接、边涂装、边铺板”施工方法的操作步骤为:

(1)每个加劲梁吊装节段就位后为自由悬挂,加劲梁接头之间没有进行临时连接;

(2)在每节加劲梁安装桥面板之前,提前将前方加劲梁接头用4颗普通螺栓进行临时连接(设计每个上弦杆接头用128颗螺栓);

(3)对焊接完成的加劲梁上平联进行涂装;

(4)用25 t吊车由塔向跨中铺设通道,通道由2块板组成,加劲梁接头处铺设4块板,便于吊车(加劲梁横断面由6块板组成);

(5)重复(2)~(3)的步骤,将通道铺设至跨中;

(6)运输车将桥面板运输到跨中,吊车向塔方向满跨铺设。

2.3 两种加载方式产生的效益

采用“全连接、全铺板”施工方法由塔向跨中铺设时,出现加劲梁相抵和应力增大的原因是:

(1)加劲梁占整个恒载的比重过小,不足以主导和控制整个主缆线型;

(2)悬索为可改变几何形状,引起桥跨结构产生较大地挠曲变形;

(3)加劲梁在吊装后上弦采用永久性连接将其固结,较大地限制了加劲梁的位移。

采用“边临连、边焊接、边涂装、边铺板”施工方法由塔向跨中铺设时,没有出现加劲梁相抵和应力增大现象是因为:

(1)加劲梁吊装节段就位后为自由悬挂;

(2)临时连接的4颗螺栓,不做紧固,只用来传递剪力;

文章编号: 0451-0712(2006)03-0184-04

中图分类号: U445.469

文献标识码: B

四渡河特大桥先导索施工方案选定

王宗仁¹, 王崇旭¹, 彭立志¹, 顾文彬²

(1. 路桥华南工程有限公司 中山市 528403; 2. 解放军理工大学 南京市)

摘 要: 四渡河特大桥是一座跨径达 900 m 的山区悬索桥, 横跨一个深达 500 多 m 的深切峡谷, 谷底宽为 20~30 m, 并且两岸植被茂密, 地形陡峻, 悬崖矗立。以往大跨径悬索桥都修建在大江大河上, 主要采用船只、飞机等进行先导索的施工, 因此, 需要探索一种新型的山区大跨径悬索桥的施工方法。

关键词: 四渡河特大桥; 先导索; 施工方案; 探索

1 工程概况

1.1 工程简介

四渡河特大桥, 其跨径布置为: 900 m + 5 × 40 m, 主跨为 900 m 的钢桁架悬索桥。其中主桥宜昌岸为隧道式锚碇, 恩施岸为重力式锚碇, 两岸索塔为门架式。引桥采用 5 孔跨径为 40 m 的 T 梁, 先简支后连续。0 号台与 1 号主塔直接连接, 根据宜昌岸地形条件, 0 号台设台前钢筋混凝土肋板式挡土墙, 直接支撑在主塔承台系梁之上。7 号台与恩施岸锚碇合并设计, 台帽设于锚碇之上。本桥总体布置见图 1

所示。

1.2 气象情况

桥址处气候属亚热带大陆性夏热潮湿气候区, 光照充足, 降水充沛, 严寒期短, 雾多湿重, 最大相对湿度超过 85%, 多年平均降水 1 084.1 mm, 多集中于 4 月至 8 月份。年平均气温 17.4℃, 极端最高气温 41.6℃, 极端最低气温 -15.2℃。海拔超过 1 000 m 地段, 冬季有积水冰冻。主要灾害气候有冰冻、大暴雨、连阴雨、冰雹及大风等。与桥梁抗风设计相关的典型山地小气候特征有:

收稿日期: 2006-01-12

(3) 跨中方向加劲梁不受主缆线型的影响。

两种施工方法比较见表 2。

表 2 桁架式悬索桥加劲梁加载程序对比

| 比较项目 | 加劲梁形式 | 梁重占恒载的比例 | 桥道板重占恒载的比例 | 加载前梁的状态 | 加载方式 | 对工期影响 | 设备投入 | 安全程度 | 成本 |
|--------|------------|----------|------------|-------------------|-----------------------------|-------|-------------------------|----------------|----|
| 忠县长江大桥 | 钢管桁架加劲梁 | 约 1/5 | 约 1/2 | 上弦固结(永久性连接), 下弦自由 | 由跨中对称向两塔方向加载 | 较大 | 缆索吊, 汽车吊 4 部, 平板运输车 4 台 | 高空作业危险 | 较高 |
| 万州长江二桥 | H 形钢板桁架加劲梁 | 约 1/3 | 约 1/3 | 上弦临时铰结, 下弦自由 | 由两塔向跨中对称先铺一通道, 然后由跨中向两塔对称架设 | 较小 | 汽车 4 台, 平板运输车 4 台 | 利用已铺板为平台, 作业安全 | 较低 |

忠县长江二桥在加劲梁上进行桥面板加载所用的时间大约为 120 d, 万州长江二桥在加劲梁上进行桥面板加载所用的时间大约为 50 d。从施工进度和质量方面, 万州长江二桥采用“边临连、边焊接、边涂装、边铺板”施工方法是具有较大的优势的, 相对于忠县长江大桥而言: 按每天所用的人工机械施工费用按: 4.5 万/d 计, 万州长江二桥相对忠县长江大桥

共节约: $4.5 \times (120 - 50) = 315$ 万元。

3 结语

针对不同结构形式的钢桁架梁, 在桁架梁吊装完成后所选择的下一步桥道板的加载方式, 应与监测单位认真分析, 选择最有利、最合理的加载方式, 既节约工期, 又可产生良好的经济效益。