

# 钢桁架在桥梁提载加固设计中的应用

文 / 苏伟 温州市交通规划设计研究院有限公司

巫殷富 桂林建筑规划设计集团有限公司

**摘要:** 本文以广西博白生鸡窑大桥钢桁架提载为例论证钢桁架提载效果,通过计算分析,桥梁两侧加了钢桁架后,桥梁整体承载能力提高了 13.4%~33%,刚度增加了 13%~30%。

**关键词:** 桥梁工程; 钢桁架; 桥梁提载

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.075

## 引言

中国早期建设的桥梁,因设计标准低、使用年限长、材料老化等原因,出现各种病害,需要进行提载及加固改造以满足当前交通荷载的要求。钢桁架加固方法作为旧桥的荷载提升方案,工艺简单,施工快捷,在旧桥加固提载中应用前景广泛。

### 一、钢桁架提载具体应用

#### (一) 桥梁概况

生鸡窑大桥桥梁全长 181.2 米,桥面宽度 7 米,位于广西博白至双凤公路线 555 米处,该桥于 1984 年建设,于 1986 年完工收。设计荷载为汽车 -15 级、挂车 -80,按双车道设计。全桥 17 孔,第 1 至第 2 个孔,每孔跨径为 15.75 米,为钢筋砼 T 型梁;第 3 至第 17 个孔,每孔跨径为 8.22 米,为钢筋砼现浇板梁。

根据检测报告,该桥上部承重构件评定为 4 类,总体技术状况评定等级为 4 类,主要构件存在较大缺损,严重影响桥梁使用功能,不能保证正常使用。

受业主委托,对该桥进行加固提载改造设计,要求改造后,使桥梁设计荷载标准提升至公路 -I 级,同时具备通行总重 170 吨特种车辆的承载能力。

#### (二) 具体的加固方法

查阅原桥梁竣工图后,发现原来梁体较薄,配筋少,按常规的增大截面法及黏贴碳纤维布法均难以达到预期提载效果。经过论证后决定采用在桥梁两侧分别设置钢桁架的方案,以提高整个桥梁的承载能力。具体步骤如下:

1. 对原有梁体病害进行修补,对梁体开裂与砼剥落及漏筋部分采用环氧砂浆注浆封闭裂缝。

2. 对梁体剥落、露筋部分,采用凿除病害部分砼,并对钢筋锈蚀区域采用渗透性强的阻锈剂(表面涂刷型)处理后用环氧砂浆及环氧砼对破损混凝土进行修补。

在桥面两侧增加桥梁桁架。凿除原有桥面铺装表面层,露出原有铺装层钢筋,与新铺设铺装层钢筋用钢筋焊接,铺设新的钢筋砼铺装层。通过重新铺设桥面铺装及通过原 T 梁横梁隔梁将桁架与既有 T 梁连成一体,以提高整个桥梁的承载能力。

桥梁加固执行 JTG/T J22-2008《公路桥梁加固设计规范》和 JTG 3421-2021《公路桥梁荷载试验规程》,

竣工验收包含静载试验(效率系数 $\geq 0.85$ )、动载试验(冲击系数 $\leq 1.2$ )及无损检测(混凝土强度推定值 $\geq$ 设计值 95%)三大质量管控环节<sup>[1]</sup>。

## 二、钢桁架提载应用效果分析

### (一) 加固后设计荷载

设计荷载为公路 -I 级。特殊车辆荷载(运输风能设备车辆 170T)如图 1。

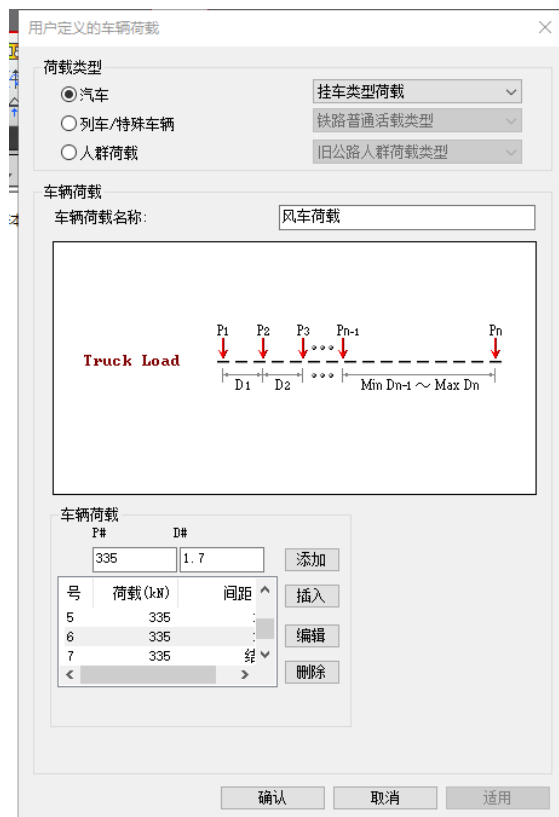


图 1 运输风能设备车辆

计算中考虑整体升温 20.0℃、整体降温 -20.0℃;荷载基本组合为  $1.2 \times$  自重 +  $1.8 \times$  车辆荷载 +  $0.75 \times 1.4 \times$  温度,荷载频遇组合为  $1.0 \times$  自重 +  $1.0 \times$  温度 +  $0.70 \times$  车辆荷载。

### (二) 钢桁架提载模型

桥梁结构采用 Midas civil 2020 软件建立梁格法模型,对其中  $2 \times 15.7$  跨 T 梁加装钢桁架前后进行结构计算分析,以分析钢桁架在该桥提载中的作用效果。

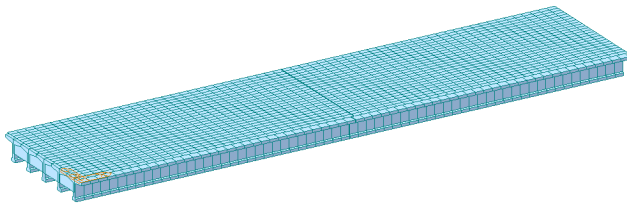


图 2 2 × 15.75mT 梁未加装钢桁架有限元模型

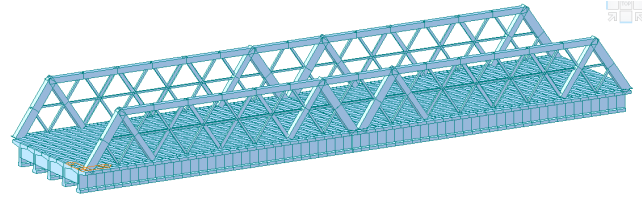


图 3 2 × 15.75mT 梁加装钢桁架后有限元模型

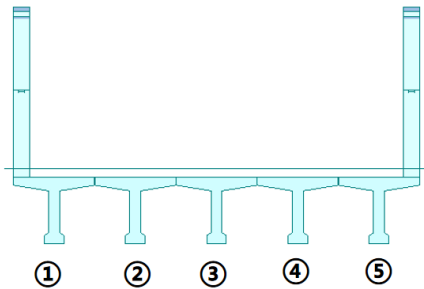


图 4 2 × 15.75mT 梁断面及编号

(三) 桥梁加装钢桁架前后内力及变形对比分析

表 1 T 梁加装桁架前后基本组合下跨中弯矩对比表

项目	跨中弯矩 (KN.M)			
T 梁编号	未加桁架	加桁架后	减少量	减少 %
第 1 片	1713.5	1148.4	565.1	33.0%
第 2 片	2147.0	1832.4	314.6	14.7%
第 3 片	2351.6	2037.5	314.1	13.4%
第 4 片	2147.0	1832.4	314.6	14.7%
第 5 片	1713.5	1148.4	565.1	33.0%

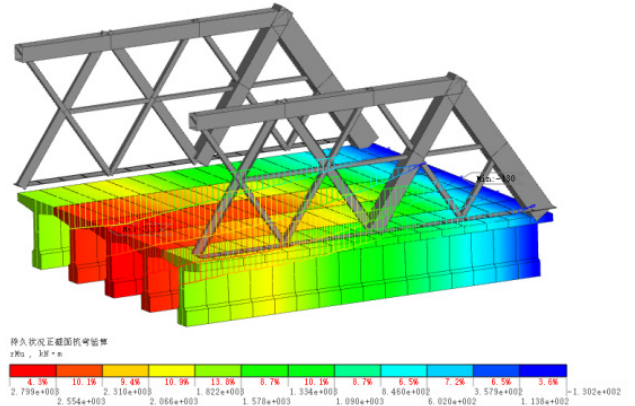
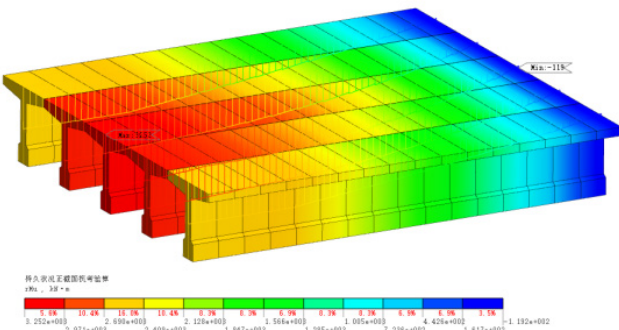


图 5 1/2 跨 T 梁加装钢桁架前后弯矩图

表 2 T 梁加装钢桁架前后基本组合下端部剪力对比表

项目	端部剪力 (KN)			
T 梁编号	未加桁架	加桁架后	减少量	减少 %
第 1 片	441.4	454.5	-13.1	-3.0%
第 2 片	780.9	680.1	100.8	12.9%
第 3 片	960.2	936.7	23.5	2.4%
第 4 片	780.9	680.1	100.8	12.9%
第 5 片	441.4	454.5	-13.1	-3.0%

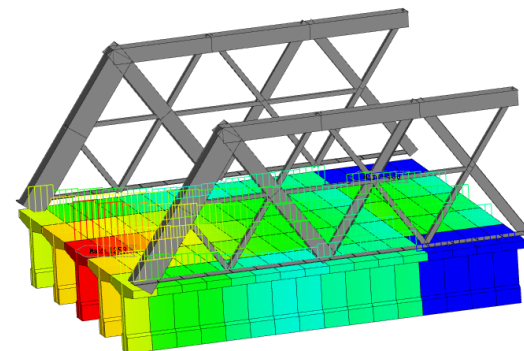
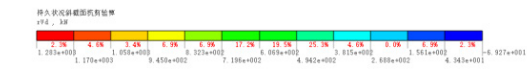
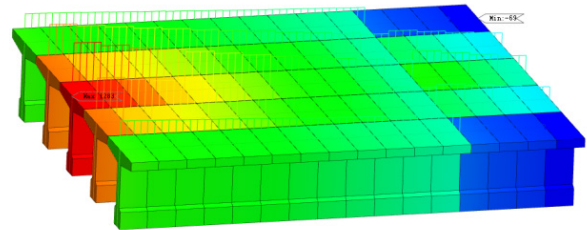


图 6 1/2 跨 T 梁加钢桁架前后端部剪力图

表 3 T 梁加钢桁架前后频遇组合下跨中裂缝对比表

项目	跨中裂缝 (mm)			
	未加桁架	加桁架后	减少量	减少 %
T 梁编号				
第 1 片	0.216	0.150	0.066	30.6%
第 2 片	0.238	0.185	0.053	22.3%
第 3 片	0.249	0.198	0.051	20.5%
第 4 片	0.238	0.185	0.053	22.3%
第 5 片	0.216	0.150	0.066	30.6%

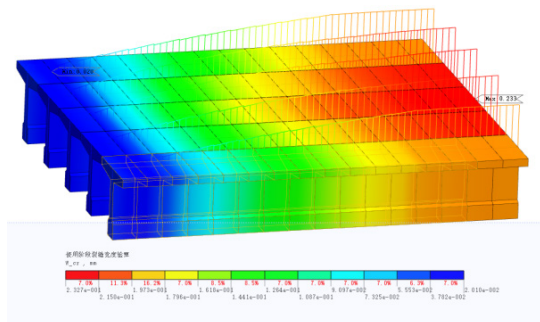


图 7 1/2 跨 T 梁加钢桁架前后跨中裂缝图

表 4 T 梁加钢桁架前后风车活载作用下跨中变形对比表

项目	跨中竖向位移 (mm)			
	未加桁架	加桁架后	减少量	减少 %
T 梁编号				
第 1 片	5.0	3.5	1.5	30.0%
第 2 片	6.3	5.2	1.1	17.5%
第 3 片	6.9	6.0	0.9	13.0%
第 4 片	6.3	5.2	1.1	17.5%
第 5 片	5.0	3.5	1.5	30.0%

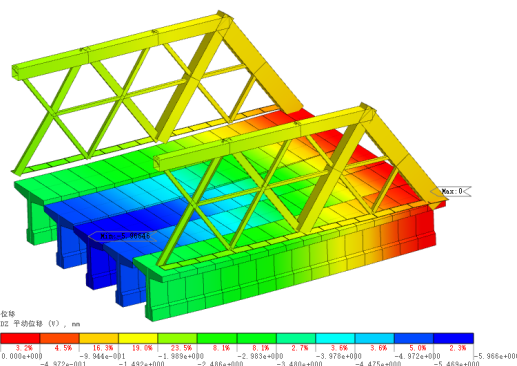
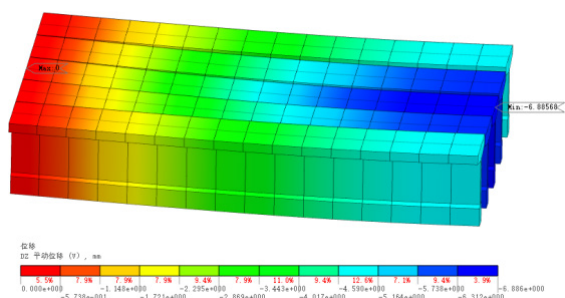


图 8 1/2 跨 T 梁加钢桁架前后跨中位移图

2、T 梁端部剪力未见明显减少，甚至由于桁架加的位置在边梁上，边梁端部剪力有所增加，增加量较小，仅增加 3%，对结构影响不大。但是中间部分 T 梁剪力由于部分重力通过原来 T 梁横向连接，部分传到桁架上，端部剪力减少 2.4% 到 12.9%。

3、T 梁在加了桁架后，桥梁刚度有所提高，T 梁跨中在活载作用下，边梁竖向位移由 5.0mm 减小到 3.5mm。中梁竖向位移由 6.9mm 减小到 6.0mm。挠度下降 13% ~ 30%，也就是刚度相应提高 13% ~ 30%。

### 三、结论

通过上述计算，宽 7m，横向布置 5 片 T 梁，跨径 15.7m 的梁桥，在两侧增加钢桁架后，桥梁抗弯承载能力提高了 13.4% ~ 33%，桥梁抗剪承载能力提高了 2.4% 到 12.9%，刚度提高 13% ~ 30%。桥梁整体承载能力及刚度提升效果明显。目前该桥已经加固完成，也通行总重 170 吨特种车辆荷载。说明了钢桁架在旧桥提载中应用的可行性。

### 四、应用前景

中国早期建设了大量桥梁，至今大部分仍在服役。这些桥梁因设计标准低、使用年限长、材料老化等原因，出现各种病害，需要进行加固改造以满足当前交通荷载的要求。

相较于新建桥梁，旧桥加固改造可以节省大量的建设资金，同时缩短工程周期，降低工程风险。一般情况下，桥梁的加固费用约为新建桥梁费用的 10%-20%，具有较高的经济效益和社会效益。

钢桁架加固方法作为旧桥的荷载提升方案，在公路桥梁改造应用上前景广泛。

### 参考文献

[1] 黄文鹏. 某框架结构外挂大型钢桁架加固设计分析 [J]. 福建建筑, 2025, (04): 35-39.  
 [2] 张庆亮, 邹剑强, 贾洁. 某钢桁架负载加固设计及施工模拟分析 [J]. 建筑结构, 2023, 53 (S1): 2024-2034.  
 [3] 谷拴成, 姚博语, 任翔, 等. 煤矿输煤栈桥抗振性能及动力响应 [J]. 西安科技大学学报, 2022, 42 (01): 8-15.  
 [4] 尹贻新. 上跨铁路站场钢桁架输煤栈桥加固设计 [J]. 山东交通学院学报, 2021, 29 (03): 64-70+78.

由以上结果比较可知，T 梁桥面增加了钢桁架后，在同样的活载作用下：

1、T 梁跨中弯矩减少了 13.4% ~ 33%，相当于桥梁的抗弯承载能力提高了 13.4% ~ 33%。由于桁架加在边 T 梁上，边 T 梁弯矩降低最多，依次往中间 T 梁递减。