

## 车载作用下大跨径缆索支承桥桥型 对铺装层受力的影响研究

钱振东, 黄卫, 杜昕, 刘云

(东南大学智能运输系统研究中心, 南京 210096)

**[摘要]** 以润扬长江公路大桥为工程背景, 通过有限元数值模拟技术, 分析建立其北汊斜拉桥和南汊悬索桥的三维整桥模型, 进行整桥力学分析, 提出整体—局部分析方法, 进而分析铺装层的受力特点; 悬索桥的桥型对铺装层的受力影响较大, 作者计算的铺装层拉应力明显大于以往模型; 对于斜拉桥跨中位置, 考虑整桥后铺装层的受力略大于局部模型, 对于承受斜拉索水平分力挤压的主梁部分, 其铺装的受力略小于局部模型。

**[关键词]** 大跨径缆索桥; 桥面铺装; 有限元方法; 车辆荷载; 拉应力

**[中图分类号]** U448.25/.27 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)09-0035-07

目前我国已建成并投入使用的缆索结构大跨径正交异性钢箱梁桥有十多座, 大部分桥梁桥面铺装在建通车后不久即出现高温车辙、横向推挤、开裂等病害<sup>[1-3]</sup>。分析这些钢桥面铺装的破坏原因, 除了施工、材料方面的原因外, 还存在结构受力方面的原因。

大跨径斜拉桥和悬索桥是我国大跨径桥梁建设的主要构造形式, 通过对实桥病害观测与调查可以发现: 对于相近跨径的悬索桥和斜拉桥, 前者桥面铺装的早期病害普遍较后者要严重些, 一定程度上说明不同桥型结构对铺装层破坏有影响。从结构上看, 对于大跨径斜拉桥来说, 除了利用本身加劲梁提高整体刚度以外, 还利用桥塔引出的预拉斜缆索作为梁跨的弹性中间支撑, 借以降低梁跨的截面弯矩, 减轻梁重、提高跨越能力<sup>[4]</sup>。而相同跨径的悬索桥从构造来讲, 悬索桥的悬索是柔性结构, 当荷载作用时, 悬索会改变几何形状, 引起桥跨结构产生较大的挠曲变形, 因此其上的铺装的力学特性和斜拉桥相比会有很大的区别。

国外学者针对桥面铺装的力学特性在理论研究上也取得了一定的成果, 例如, Charles Seim 和 Tim

Ingham 通过有限元分析正交异性板模型, 得出正交异性板模型上铺装层的厚度和模量变化时铺装层和正交异性板的力学特性的变化规律<sup>[5]</sup>。G. H. Gunther 和 S. Bild 分析了带加劲肋的桥面顶板, 得出了车辆荷载作用下桥面铺装表面出现最大横向拉应力位置, 并且从控制铺装层破坏的角度提出了加劲肋间距、横梁间距、钢板厚度等参数的推荐值。并从钢桥面板厚度、主梁附近补强加劲肋、沥青铺装层的材料特性及铺装层强度等方面探讨了影响铺装层耐久性的因素<sup>[6]</sup>。

我国学者在桥面铺装的力学分析上也取得了很多成果。文献 [7~12] 将正交异性钢桥面板和铺装层作为整体, 研究得出在车载作用下铺装层受力具有局部效应, 建立了局部正交异性板铺装体系模型, 分析钢桥面铺装层的受力, 研究了钢桥面铺装的各项力学性能, 得出铺装层开裂破坏的力学控制指标, 并分析了各项力学指标的变化规律。

纵观国内外研究成果, 不难发现人们往往注重桥面铺装局部破坏的研究, 一般采用正交异性板局部模型分析其力学特性, 而通过正交异性板模拟出的铺装层破坏规律, 无法反应出大跨径缆索支承桥

[收稿日期] 2005-10-16; 修回日期 2006-06-16

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目 (50578038)

[作者简介] 钱振东 (1969-), 女, 江苏通州市人, 博士, 东南大学教授, 主要研究方向大跨径钢桥面铺装技术

桥型对铺装层的受力影响。大跨径钢桥桥面铺装病害不仅直接受桥面系结构的影响,而且与桥梁结构紧密相关。目前国内外尚无相关文献能很好的说明这个问题。

润扬长江公路大桥南汊桥为主跨 1 490 m 的单孔双铰钢箱梁悬索桥,北汊桥为 176 m + 406 m + 176 m 的三跨双塔双索面钢箱梁斜拉桥。钢桥面铺装采用双层环氧沥青混凝土,铺装上层厚度为 3.0 cm,下层厚 2.5 cm,铺装下层与钢桥面板之间的防水粘结层及双层环氧沥青混凝土之间的粘结层均采用环氧沥青作为粘结材料。全线采用双向 6 车道高速公路标准设计,车速 100 km/h。荷载等级为汽车 - 超 20,挂车 - 120。笔者研究的两种桥型在同一个工程上得到体现,交通量、气候条件等外部环境条件相似,故以润扬长江公路大桥工程为背景,从力学分析的角度对两种桥型铺装层的受力特性分别进行深入研究,以期找出两种桥型桥面铺装破坏的不同规律。

笔者采用整体到局部的层次分析法<sup>[9]</sup>,首先建立北汊斜拉桥和南汊悬索桥的 3 维整桥模型,进行

静力分析,截取最不利局部箱梁段,将整桥的静力分析结果作为边界条件布置到局部梁段模型中,按整桥模型中荷载的布置情况,在局部梁段模型中准确布载,通过静力计算找出应力挠度值较大区域,建立正交异性板铺装模型,最后得出两种桥型的桥面铺装内部的详细应力分布情况,找出规律,比较异同。

## 1 整桥静力分析

使用通用有限元分析软件 ADINA,选择合适的单元和单主梁的桥面系模型<sup>[13,14]</sup>分别建立两种桥型的整桥模型,模型如图 1、图 2 所示。在整桥模型中,竖向荷载包括结构自重、二期恒载、汽车荷载。二期恒载包括桥面铺装及附属构造,其重量折算成整桥范围内的均布荷载进行加载,其中边跨压重折算成部分范围内均布荷载进行加载。汽车荷载采用《公路工程技术标准》(JTJ 001 - 97)中的汽车 - 超 20 级车队,按一列车队布载。在斜拉桥模型中竖向荷载还包括拉索初拉力。润扬大桥桥梁各主要构件几何参数如表 1、表 2 所示。

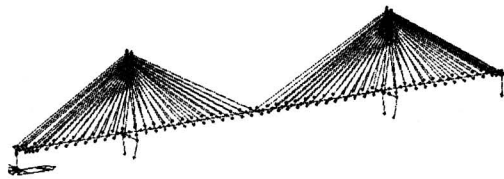


图 1 润扬大桥北汊斜拉桥的 3 维整桥模型  
Fig.1 3-D global model of cable-stayed bridge, the North Branch of Runyang Bridge

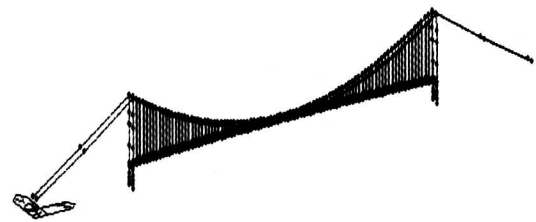


图 2 润扬大桥南汊悬索桥的 3 维整桥模型  
Fig.2 3-D global model of suspension bridge, the South Branch of Runyang Bridge

表 1 润扬大桥南汊悬索桥构件材料及截面特征值

Table 1 Material properties and cross-section characteristic parameters of suspension bridge, the South Branch of Runyang Bridge

项目	弹性模量/MPa	泊松比	密度/kg·m <sup>-3</sup>	I <sub>xx</sub> /m <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> /m <sup>4</sup>	I <sub>zz</sub> /m <sup>4</sup>
主缆	210 000	0.3	6 154	0.066 1	0.033 1	0.033 1
吊索	210 000	0.3	6 693	0.000 0	0.000 0	0.000 0
主梁	210 000	0.3	11 515	5.979 2	2.025 5	125.762 0
上横梁	350 000	0.2	2 450	6.838 2	210.646 0	194.583 0
中横梁	350 000	0.2	2 450	7.103 9	228.659 0	254.417 0
下横梁	350 000	0.2	2 450	11.080 0	498.965 0	620.622 0
塔柱 H - H	350 000	0.2	2 450	61.562 4	159.484 0	400.386 0
塔柱 I - I	350 000	0.2	2 450	9.109 4	126.873 0	265.333 0
塔柱 J - J	350 000	0.2	2 450	15.211 0	134.900 0	297.580 0
塔柱 K - K	350 000	0.2	2 450	24.768 1	148.635 0	372.318 0
塔柱 K - L	350 000	0.2	2 450	78.089 0	179.325 0	638.135 0
塔柱 M - M	350 000	0.2	2 450	615.074 0	220.953 0	940.346 0

表 2 润扬大桥北汊斜拉桥构件材料及截面特征值

Table 2 Material properties and cross-section characteristic parameters of cable-stayed bridge, the North Branch of Runyang Bridge

项目	弹性模量/MPa	泊松比	密度/kg·m <sup>-3</sup>	I <sub>xx</sub> /m <sup>4</sup>	I <sub>yy</sub> /m <sup>4</sup>	I <sub>zz</sub> /m <sup>4</sup>
拉索	210 000	0.3	8 428	0.000 0	0.000 0	0.000 0
主梁	210 000	0.3	8 555	0.000 1	2.614 9	195.690 0
上横梁	350 000	0.2	2 450	120.285 5	98.187 7	74.985 4
中横梁	350 000	0.2	2 450	110.114 3	90.314 5	63.264 7
下横梁	350 000	0.2	2 450	187.293 2	117.826 6	140.745 9
塔柱 H-H	350 000	0.2	2 450	69.546 8	93.338 1	35.490 1
塔柱 I-I	350 000	0.2	2 450	69.539 7	88.089 3	33.733 3
塔柱 J-J	350 000	0.2	2 450	72.000 0	93.500 0	34.000 0
过渡墩 1	350 000	0.2	2 450	121.087 4	48.035 5	136.553 0
过渡墩 2	350 000	0.2	2 450	70.192 0	33.015 9	79.346 3

斜拉桥由于受到斜拉索水平分力的作用，主梁所受轴力对桥面铺装的影响要远大于主梁弯矩对桥面铺装的影响，故在进行斜拉桥整桥力学分析时，以主梁轴力为控制指标<sup>[15]</sup>。本文选取了典型位置的截面作为控制截面，计算结果如表 3 所示。由表 3 可以看出整桥跨中部分出现最大轴向拉力，这对整桥桥面铺装而言，是不利截面。

表 3 斜拉桥各控制截面轴力变化范围

Table 3 Axial load change ranges of critical cross-sections on the cable-stayed bridge

控制截面	边跨跨中	索塔支座处	主跨 1/4 处	整桥跨中
轴力变化范围/kN	-6.86 ~ 1.05	-9.51 ~ 0.66	-8.04 ~ 0.72	-0.98 ~ 1.37

悬索桥主梁以受弯为主，受力分析时它可以等效为拉弯杆件<sup>[16]</sup>，本文以主梁弯矩作为控制指标。悬索桥模型同样选取几个典型位置的截面作为控制

截面，计算结果如表 4 所示。南汊悬索桥主梁弯矩最大处也就是本文要研究的典型截面。

表 4 悬索桥各控制截面弯矩变化范围

Table 4 Moment change ranges of critical cross-sections on the suspension bridge

控制截面	主跨跨中	主跨 1/4 处	主跨 1/8 处	主跨 1/16 处
弯矩变化范围/kN·m	-6.85 ~ 128.03	-10.71 ~ 134.88	-10.44 ~ 142.84	-9.61 ~ 148.41

## 2 局部梁段有限元分析

根据斜拉桥整桥分析结果，跨中梁段轴力分布情况如图 3 所示。根据圣维南原理，截取跨中主梁长约 101 m 建立局部梁段模型（图 3 中节点 80 ~ 102），大约是桥面宽度的 3 倍左右，提取在整桥模型中局部梁段模型两端对应的节点位移，作为局部箱梁段模型的边界条件。

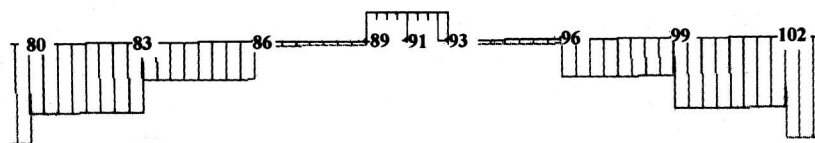


图 3 斜拉桥整桥模型跨中梁段轴力图

Fig.3 Axial load of central span on the global model of the cable-stayed bridge

计算得出悬索桥主梁最大弯矩处在两侧主塔附近第二、第三根吊杆之间。北塔附近主梁弯矩分布情况和局部梁段在整桥模型中的位置如图 4 和图 5

所示。由于桥型完全对称，计算取北塔附近的主梁建立局部梁段模型，根据圣维南原理，取梁段模型长约 117 m（图 4 中节点 209 ~ 216），大约是桥面宽

度的 3 倍左右，提取在整桥模型中局部模型两端对应的节点位移，作为局部箱梁段模型的边界条件。

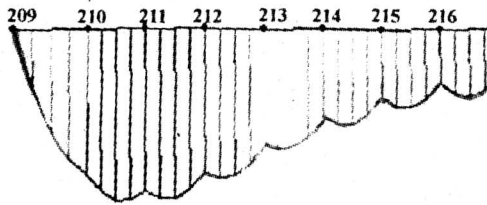


图 4 悬索桥北塔附近主梁弯矩图

Fig.4 Moment of main girder near the North Tower of the suspension bridge

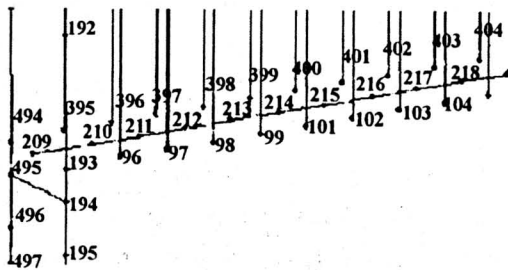


图 5 局部梁段在悬索桥整桥模型中的位置

Fig.5 The placement of local girder on the global modal of the suspension bridge

局部梁段模型中钢桥面板、横隔板、纵隔板和梯形加劲肋均采用 Q345 - D 钢，弹性模量如表 1、表 2 所示。局部梁段几何参数与材料参数见表 5 所示。

在进行局部梁段模型建模时，因为该局部模型是从整桥模型中截取的一段，为了能充分反映出局部模型在整桥环境中的受力特点，除了边界条件从整桥中提取以外，其外力状态也要与整桥模型中相应梁段一致。故局部模型中，仍将桥面铺装折算成均布荷载加在顶板上。

局部梁段中的荷载条件为：二期恒载包括桥面铺装及附属构造，其重量折算成局部梁段模型范围内的均布荷载进行加载；整桥模型中作为集中荷载加载的车辆轴重，就需模拟成轮胎接地面积上的均布荷载，并根据规范中各级汽车的平面尺寸和整桥模型中车队车辆的纵向分布在局部箱梁模型中准确布设。在悬索桥局部梁段模型中还应注意吊索力需提取整桥模型中相应吊索内力，作为外力加载在局部梁段模型相应节点处；在局部梁段模型左侧截面形心处还应加上与整桥模型对应的支座反力。在斜拉桥局部模型中应注意拉索力需提取整桥模型中相

应拉索内力，作为外力加载在局部梁段模型相应节点处。

表 5 局部梁段计算几何尺寸与材料参数

Table 5 Geometric parameters and material properties of local girder

项目	计算参数	
	南汉悬线索桥	北汉斜拉桥
钢箱梁顶板厚度/mm	4	14
横隔板间距/mm	3 220	3 750
横隔板厚度/mm	10、8	10、12
顶板梯形加劲肋厚/mm	6	8
顶板加劲肋上口宽/mm	300	300
顶板加劲肋下口宽/mm	169.3	170
顶板加劲肋间距/mm	600	600
顶板加劲肋高度/mm	280	280
钢箱梁底板厚度/mm	10	12
底板梯形加劲肋厚/mm	6	6
底板加劲肋上口宽/mm	180	250
底板加劲肋下口宽/mm	400	400
底板加劲肋间距/mm	900	800
底板加劲肋高度/mm	250	260
腹板厚/mm	10	30
钢板密度/kg·m <sup>-3</sup>	85.55	85.55
钢板泊松比	0.3	0.3

局部箱梁段模型以及汽车荷载的布置情况如图 6 和图 7 所示。

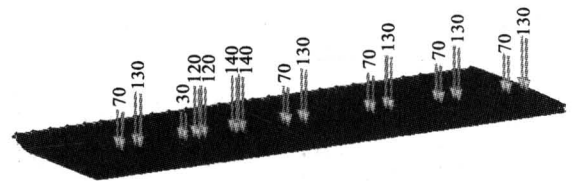


图 6 北汉斜拉桥局部箱梁段模型

(轴重力单位: kN)

Fig.6 Local girder model of the North Branch cable-stayed bridge (the unit of axial load: kN)

### 3 正交异性板钢桥面铺装受力分析比较

参照以往经验和本工程实际情况，本文中局部正交异性桥面板铺装模型沿横桥向取 7 个梯形加劲肋，悬索桥沿纵桥向取 10 跨，包括 11 块横隔板，

斜拉桥沿纵桥向取 3 跨，包括 4 块横隔板<sup>[8, 10~12]</sup>。正交异性桥面板模型的计算几何尺寸和材料参数同局部梁段模型中对应，截取局部梁段中的相应区域节点位移，作为正交异性板模型的边界条件。

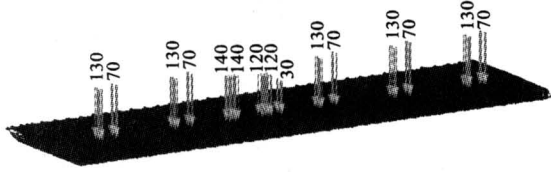


图 7 南汉悬索桥局部箱梁段模型  
(轴重力单位: kN)

Fig.7 Local girder model of the South Branch suspension bridge (the unit of axial load: kN)

为充分反映桥型特点对桥面铺装的力学行为影响，从局部箱梁段模型中截取的局部正交异性板模型，应该包含局部箱梁段模型中轮载作用部分和顶板纵向拉应力、挠度值较大部分。对于斜拉桥，由于主梁受到轴向力，故要反映整桥力学状态对桥面

铺装的影响，就必须分别研究主梁轴向受拉和主梁轴向受压状态下桥面铺装的力学性能特点。

为了便于和以往的简化约束正交异性钢桥面板铺装模型的分析结果作比较，本文在局部正交异性板模型中截取的局部顶板区域，包含了顶板局部纵向拉应力较大部分，也就是轮载作用处<sup>[17]</sup>。由计算结果可以找出悬索桥局部正交异性板模型顶板纵向拉应力最大处为汽车-超 20 车队中重车后轮处。北汉斜拉桥局部正交异性板模型中顶板局部纵向最大拉应力为汽车-超 20 车队中重车中轮处，可以找出此处主梁处于轴向压力区；主梁轴向受拉区顶板局部纵向拉应力最大处在汽车-超 20 车队中主车后轮处。施加到铺装模型上的压力分别为 0.57 MPa, 0.49 MPa 和 0.70 MPa，如图 8 所示。

润扬长江公路大桥桥面铺装采用 55 mm 双层环氧沥青混凝土，上层厚度为 30 mm，下层厚度为 25 mm，环氧沥青混凝土弹性模量取为 680 MPa，泊松比为 0.3，密度 2 568 kg/m<sup>3</sup>。钢桥面铺装模型及汽车荷载的布置情况如图 8 所示。

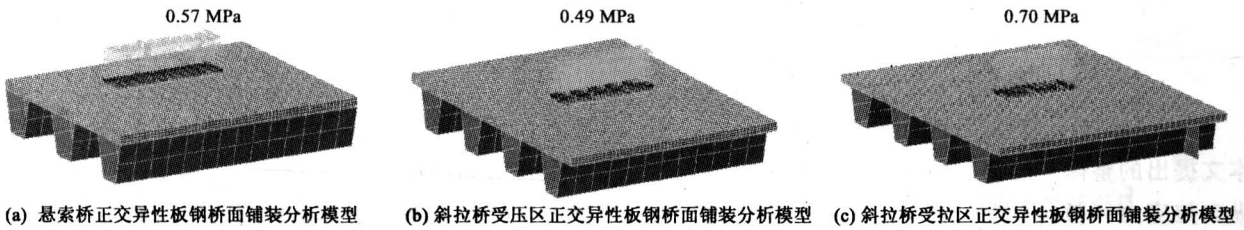


图 8 正交异性板钢桥面铺装分析模型

Fig.8 Analysis model of orthotropic steel deck surfacing

在前面的局部梁段模型分析中，已经得到了正交异性板钢桥面铺装模型所需要的边界各个节点位移情况，将这些节点位移作为强制位移加在正交异性板桥面铺装模型的相应节点上，通过这种方式，可以较准确地建立在整桥力学环境下正交异性板桥

面铺装模型。若将相应的边界条件改为节点固结约束，则为以往研究桥面铺装力学特性的简化约束模型。表 6 至表 8 列出了图 8 中轮载作用范围内典型单元在边界强制位移(本文方法)和边界简化约束(以往方法)两种情况下的纵向拉应力和横向拉应力。

表 6 悬索桥铺装层受力分析结果比较

Table 6 Comparisons of simulation results for the mechanical analysis of the surfacing on the suspension bridge

单元号	纵向拉应力/MPa			横向拉应力/MPa		
	本文方法	以往方法	相差/%	本文方法	以往方法	相差/%
41161	0.68	0.61	11.4	0.72	0.71	1.4
41159	0.72	0.62	16.1	0.85	0.74	14.8
41169	0.67	0.61	9.8	0.81	0.78	3.8
41175	0.65	0.59	10.2	0.91	0.89	2.2
41307	0.66	0.57	16.2	0.92	0.81	13.5

表7 斜拉桥主梁轴向受压区铺装层受力分析结果比较

Table 7 Comparisons of simulation results for the mechanical analysis of the surfacing on the special area under axial compression on the main girder of the cable-stayed bridge

单元号	纵向拉应力/MPa			横向拉应力/MPa		
	本文方法	以往方法	相差/%	本文方法	以往方法	相差/%
30038	0.43	0.46	-6.5	0.62	0.61	1.6
30112	0.45	0.47	-4.2	0.61	0.60	1.7
30193	0.44	0.47	-6.4	0.64	0.67	4.5
30121	0.40	0.42	-4.8	0.66	0.64	3.1
30331	0.43	0.44	-2.2	0.65	0.69	-5.8

表8 斜拉桥主梁轴向受拉区铺装层受力分析结果比较

Table 8 Comparisons of simulation results for the mechanical analysis of the surfacing on the special area under axle tension on the main girder of the cable-stayed bridge

单元号	纵向拉应力/MPa			横向拉应力/MPa		
	本文方法	以往方法	相差/%	本文方法	以往方法	相差/%
29281	0.74	0.72	2.8	0.99	0.97	2.1
29354	0.79	0.74	6.8	0.88	0.91	-3.3
29345	0.80	0.78	2.6	0.94	1.01	-6.9
29207	0.70	0.68	2.9	0.99	0.97	2.1
29430	0.87	0.83	4.8	0.92	0.90	2.2

表6~表8计算结果表明：**a.** 对于悬索桥，用本文提出的整体-局部的分析方法计算的铺装表面纵向拉应力和横向拉应力均明显大于边界简化约束模型的计算结果。**b.** 对于斜拉桥，在主梁轴向受压区，由有强制位移的正交异性板桥面铺装模型计算出的铺装层纵向拉应力略小于简化约束模型中相应应力；而在主梁轴向受拉区，由有强制位移的正交异性板桥面铺装模型计算出的铺装层纵向拉应力略大于简化约束模型的计算结果。**c.** 对于悬索桥和斜拉桥，有一个共同点，就是在竖向静力荷载作用下，桥面铺装横向拉应力明显大于纵向拉应力。有别于以往的局部正交异性板模型计算结果无法区别悬索桥和斜拉桥的不同性能的情况，在不考虑本文中两种桥型的梁的主跨和长度等几何参数不同的情况下，本文方法得出悬索桥桥面铺装最大横向拉应力、最大纵向拉应力与斜拉桥桥面铺装的不同力学性能。

#### 4 结论

1) 通过悬索桥与斜拉桥整桥的静力分析研究铺装层的受力状况，研究表明车载作用下大跨径缆

索桥桥型对桥面铺装拉应力有着一定影响。悬索桥主梁在竖向荷载作用下，以受弯为主，由于其特殊的缆索支撑体系，使得桥面铺装层的纵向拉应力和横向拉应力比以往局部正交异性铺装模型研究的结果有明显增大；而在斜拉桥跨中位置，由于斜拉索的水平分力，该处主梁处于轴向受拉状态，这种轴向拉力对桥面铺装的纵向拉应力起到了增加作用，对于此处的桥面铺装而言，其铺装层拉应力计算值比以往局部正交异性铺装模型的计算值略大；对于承受斜拉索水平分力挤压的主梁部分，这种轴向压力，削减了该处桥面铺装的轴向拉应力，桥面铺装拉应力计算值比以往局部正交异性铺装模型的计算值略小。

2) 悬索桥和斜拉桥的桥面铺装层的横向拉应力仍明显大于纵向拉应力，故破坏现象仍是以纵向开裂为主，这点与以往局部模型的结论一致。

3) 在铺装层的力学分析时，运用本文方法可以考虑大跨径缆索桥桥型对于铺装层的影响，但在本文中尚未考虑行车荷载、路面不平整、风载等的动力作用影响，这将是以后进一步研究的目标。

## 参考文献

- [1] 吕伟民. 钢桥桥面沥青铺装现状与发展[J]. 中外公路, 2002, 22(1): 7~9
- [2] 王钧利. 桥面铺装疲劳性能参数及可靠性[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2004, 24(3): 39~42
- [3] 杨若冲, 程刚. 钢桥面铺装车辙破坏机理及成因分析[J]. 公路, 2004, (3): 52~55
- [4] 刘士林, 梁智淘, 侯金龙, 等. 斜拉桥[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002
- [5] Charles Seim, Tim Ingham. Influence of wearing surfacing on performance of orthotropic steel plate decks [A]. Transportation Research Board Annual Meeting[C], 2004
- [6] Gunther G H, Bild S, Sedlacek G. Durability of asphaltic pavements on orthotropic decks of steel bridges [J]. Construct Steel Research, 1987, (7): 5~106
- [7] 茅荃. 大跨径钢桥桥面铺装力学特性研究[D], 东南大学硕士学位论文, 2000
- [8] 钱振东, 黄卫, 骆俊伟, 等. 正交异性钢桥面铺装层的力学特性分析[J]. 交通运输工程学报, 2002, 2(3): 47~51
- [9] 顾兴宇. 悬索桥桥面沥青铺装层力学分析及结构设计研究[D], 东南大学博士学位论文, 2002
- [10] Qian Zhendong, Huang Wei. Effects of parameter of asphalt concrete surfacing on mechanical property of paving layer[J]. Journal of Southeast University, 2003, (1): 78~82
- [11] 钱振东, 罗剑. 正交异性钢桥面板铺装层受力分析[J]. 交通运输工程学报, 2004, (2): 10~18
- [12] 钱振东, 罗剑. 沥青混凝土钢桥面铺装方案受力分析研究[J]. 中国公路学报, 2005, (2): 61~54
- [13] 杜昕. 大跨径悬索桥与斜拉桥钢桥面铺装层在竖向荷载静力作用下力学特性研究[D], 东南大学硕士学位论文, 2005
- [14] 苏成, 韩大建, 王乐文. 大跨度斜拉桥三维有限元动力模型的建立[J]. 华南理工大学学报, 1999, 27(11): 51~56
- [15] 徐伟, 白海陶, 张肖宁. 大跨径混凝土斜拉桥桥面铺装力学数值模拟分析[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2003, 35(6): 751~754
- [16] 方明山, 项海帆, 肖汝诚. 超大跨径桥梁结构中的特殊力学问题[J]. 重庆交通学院院报, 1998, (12): 5~9
- [17] 季节, 龙佩恒, 王毅娟, 徐世法. 用有效活载挠度确定钢筋混凝土桥面铺装层的厚度[J]. 北京建筑工程学院报, 2000, 16(4): 61~64

## Research on Effects of Shape of Long-span Cable-supported Bridge on Mechanical Analysis of Surfacing under Vehicular Load

Qian Zhendong, Huang Wei, Du Xin, Liu Yun

(Intelligent Transportation System Research Center, Southeast University, Nanjing 210096, China)

[Abstract] Based on the Runyang Yangtze River Highway Bridge, which consists of one cable-stayed bridge of South Branch and one suspension bridge of North Branch, the three-dimensional overall bridge model was established using the FEM numerical simulation to analyze the bridge deformation and mechanical performance. And a global-local analysis method was proposed to study the mechanical properties of surfacing. The shape of suspension bridge has large effects on the mechanical performances of the surfacing. The tensile stress obtained in this paper is significantly bigger than those by the traditional model. For the central section of the cable-stayed bridge, the mechanical indexes values of the surfacing obtained by this method are little bigger than those by the traditional model; otherwise, for the other sections of the main girder that undertake the horizontal component compression of the cable, the tensile stress values of the surfacing are little smaller than those by the traditional model.

[Key words] long-span cable-supported bridge; surfacing; FEM; vehicular load; tension stress