

# 简支变连续小箱梁活载横向分布系数研究

马晓刚

上海浦东建筑设计研究院有限公司

**摘要：**通过对简支变连续小箱梁桥横向分布系数的实用计算方法和建模研究方法的比较分析，对工程应用中的实用计算方法进行了验证和修正，相关结论可供类似工程参考使用。

**关键词：**简支变连续小箱梁；横向分布系数

## 一、概况

某工程经多方案比选，上部结构采用简支变连续小箱梁结构，对应总体设计的六车道断面，标准桥宽25.5m，标准跨径组合为3×30m，断面见图1。

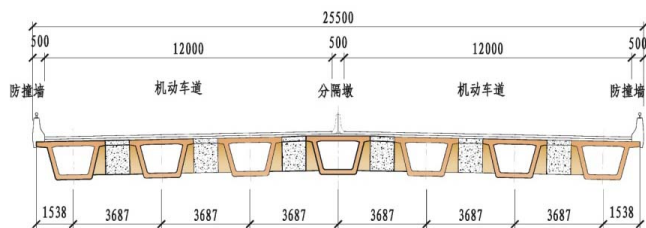


图1 高架桥六车道断面图

小箱梁结构由多片梁通过桥面板和横隔梁连接成整体，其在活载作用下各片梁受力属空间计算问题，较为复杂，目前一般是通过计算各片梁的活载横向分布系数，将空间多梁问题转化为平面单梁问题，对于简支小箱梁，其横向分布系数计算方法研究较多，一般跨中弯矩计算时采用刚接梁法，支点剪力计算时采用杠杆法。而对于本工程先简支后连续连续小箱梁结构，以上计算方法是否适用并且安全，有必要进行针对性的研究。

## 二、活载横向分布系数的实用计算方法

### (一) 刚接梁法

根据《公路桥梁荷载横向分布计算》<sup>[1]</sup>，连续梁某一跨可按等刚度条件变换为等跨度的常截面简支梁，从而将简支梁的荷载横向分布方法近似地用于连续梁桥，对于三等跨常截面连续梁，换算为简支梁时边跨抗弯惯矩应考虑1.429的换算系数，中跨抗弯惯矩应考虑1.818的换算系数。

将连续梁等刚度变换为简支梁后，按照刚接梁法计算本工程桥梁简支变连续小箱梁的活载横向分布系数，计算结果见表1。

表1 刚接梁法计算活载横向分布系数结果表

		两车道	三车道	最大值
25.5m桥宽	边梁	0.731	0.700	0.731
	中梁	0.603	0.662	0.662

从表1中可以看出，边梁是由两车道横向分布系数控制设计，中梁是由三车道横向分布系数控制设计。

### (二) 杠杆法

该方法一般用来计算荷载位于靠近主梁支点时的横向分布系数。用杠杆法计算出的活载横向分布系数结果见表2。

表2 杠杆法计算活载横向分布系数结果表

		两车道	三车道	最大值
25.5m桥宽	边梁	1.11	1.11	1.11
	中梁	1.16	0.966	1.16

杠杆法中对于边梁，当三车道布置荷载时，远离边梁的第三条车道未起作用，因此表2中边梁的两车道与三车道计算结果相同。中梁则是由两车道的横向分布系数控制设计。

上述方法简便实用，但无法计算连续梁桥支点的活载横向分布系数。因此对本工程简支变连续小箱梁结构只能通过建立合适的结构模型，来分析其相应的荷载分配规律，以指导工程设计。

## 三、简支变连续小箱梁活载横向分布系数的建模研究方法

为避免模型建立时结构离散造成的误差，按设计情况对25.5m桥宽的3×30m一联简支变连续小箱梁建立了实体模型。

### (一) 活载挠度影响线法

在实体模型的跨中沿横桥向的各梁位中心线节点及桥面板中点加载单位力P=100kN，读取某片梁在横桥向不同位置处集中力P作用下的梁底中心处竖向挠度值 $\eta_i$ ，根据竖向挠度值即可画出某片梁的挠度横向分布影响线，然后在挠度影响线上按车道位置布置车辆荷载便可以求出该片梁的活载横向分布系数。

根据中梁、边梁的挠度横向分布影响线，布置两车道、三车道后计算出的活载横向分布系数结果见表3。

表3 挠度影响线法计算活载横向分布系数结果表

		两车道	三车道	最大值
25.5m桥宽	边梁	0.667	0.639	0.667
	中梁	0.544	0.600	0.600

### (二) 活载挠度比值法

该方法除了建立整桥实体模型外，还需建立单梁实体模型，然后在整桥模型上按车道加载一定的荷载值，在单梁模型上对应于整桥模型的顺桥向位置加载一车道的荷载值，读取整桥模型某片梁的梁底中心处竖向挠度值 $\eta_{wi,n}$ ，以及单梁的相应梁底中心处竖向挠度值 $\eta_s$ ，则横向分布系数计算公式为：

$$m_i = \frac{\eta_s}{\eta_{wi,n}}$$

式中： $m_i$ —第*i*号梁的活载横向分布系数

$\eta_{wi,n}$ —整桥模型中第*i*号梁在*n*车道荷载作用下的竖向挠度

$\eta_s$ —单梁模型中一车道荷载作用下的竖向挠度

具体在模型中加载时，为查看活载顺桥向布置位置对横向分布系数的影响，按照《公路桥涵设计通用规范》中的公路-I级车辆荷载布载模式，横桥向按车道位置加载到相应的实体模型上，顺桥向根据连续梁的挠度影响线加载在能计算出最大跨中竖向位移的位置，如图2所示。

根据该方法计算出的中、边梁活载横向分布系数结果见表4。

表4 活载挠度比值法计算活载横向分布系数结果表

		两车道	三车道	最大值
25.5m桥宽	边梁	0.658	0.644	0.658
	中梁	0.542	0.612	0.612

从表3与表4的结果比较看，两种方法计算横向分布系数结果相近，用活载挠度比值法建模计算时布置了顺桥向的车辆荷载，与仅布置跨中节点荷载的挠度影响线法计算结果几乎相

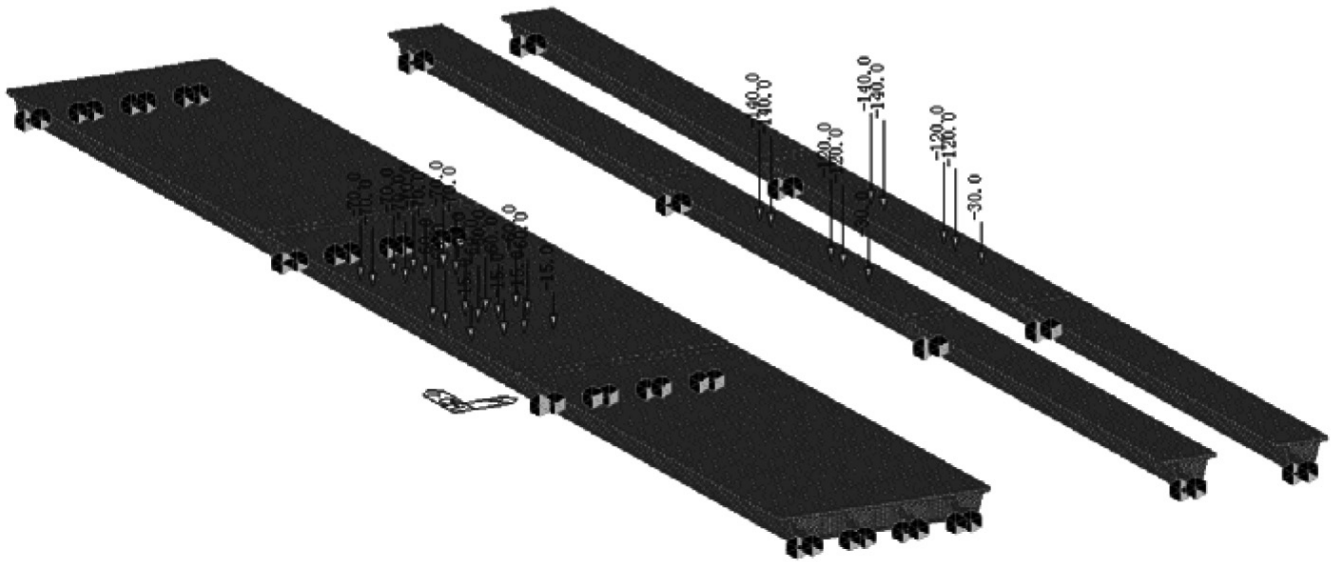


图2 实体模型及其荷载布置示意图

同，说明顺桥向车辆荷载的参与程度对跨中活载横向分布系数的影响极小。

经与表1比较，表3、表4的结果中横向分布系数相差达10%左右，表明采用连续梁等效为简支梁的刚接梁法计算简支变连续小箱梁的跨中横向分布系数时偏于安全。

**(三) 活载弯矩比值法**

在计算支点负弯矩的横向分布系数时，通过在整桥模型和单梁模型中，在能求解出支点截面最大负弯矩的位置，加载车辆荷载，读取整桥模型某片梁的支点弯矩值 $M_{wi-n}$ ，以及单梁的相应支点弯矩值 $M_s$ ，两者的比值即为某片梁支点负弯矩的活载横向分布系数。

根据连续梁影响线，支点负弯矩最大的布载位置在跨中附近，此时中、边梁支点弯矩活载横向分布系数结果见表5。

表5 支点活载横向分布系数结果表（跨中加载）

		两车道	三车道	最大值
25.5m桥宽	边梁	0.784	0.730	0.784
	中梁	0.571	0.646	0.646

为考察纵桥向布载对支点负弯矩横向分布系数的影响，在靠近支点附近布置了车辆荷载，计算结果见表6。

表6 支点活载横向分布系数结果表（支点加载）

		两车道	三车道	最大值
25.5m桥宽	边梁	0.875	0.774	0.875
	中梁	0.660	0.738	0.738

从表5、6中可以看出，支点加载的计算结果偏安全。

**(四) 活载反力比值法**

按照同样的方法，通过计算整桥模型和单梁模型的反力，即可求出支点反力的活载横向分布系数，结果见表7。

表7 支点活载横向分布系数结果表

		两车道	三车道	最大值
25.5m桥宽	边梁	1.046	0.802	1.046
	中梁	0.869	1.024	1.024

表7与表2的最大值相比较可以看出，杠杆法计算的活载横向分布系数较模型计算出的大15%，用于验算简支变连续小箱梁的支点剪力仍是偏于安全的。

**四、结论**

通过以上横向分布系数的比较分析，可以得出以下结论：

- 1) 从各种计算方法来看，中梁均是由三车道的横向分布系数控制设计，边梁均是由两车道的横向分布系数控制设计。
- 2) 采用连续梁等效为简支梁的刚接梁法计算简支变连续小箱梁的跨中荷载横向分布系数时，计算宽桥时结果要偏大10%，偏于安全。
- 3) 顺桥向车辆荷载的布载位置、参与程度对跨中活载横向分布系数的影响很小。
- 4) 根据模型数据分析，荷载在靠近中支点时其横向分布系数是变大的，实际工程中，根据连续梁影响线理论，支点附近的布载对支点负弯矩的荷载效应贡献很小，因此可不考虑在支点附近布置荷载时其横向分布系数增大的影响。
- 5) 模型计算数据中，在连续梁的跨中附近布置荷载时，计算出的跨中与支点的横向分布系数有一定差别，边梁支点横向分布系数均大于跨中，最大不超过20%；而对于中梁，其支点横向分布系数与跨中差值在5%以内，方便起见可统一采用支点的横向分布系数进行全桥设计。
- 6) 对于中梁，刚接梁法计算出的跨中横向分布系数均要较模型计算出的支点横向分布系数大5%左右；而对于边梁，刚接梁法计算出的跨中横向分布系数较模型计算出的支点横向分布系数小8%左右，因此在工程实际中，若采用刚接梁法，对于边梁应在计算结果上考虑8~10%的增大系数。
- 7) 对于支点剪力的横向分布系数，采用实用计算方法中的杠杆法是偏于安全的。

**参考文献**

[1] 李国豪, 石洞. 公路桥梁荷载横向分布计算[M]. 北京: 人民交通出版社, 1987.