

S 形曲线超高过渡段超高值计算模型

张 驰 潘兵宏 杨少伟

(长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室 西安 710064)

摘 要 根据 S 形曲线超高过渡的特点、类型确定超高过渡段中的特征断面, 提出 S 形曲线超高过渡分段处理的思路, 并给出 S 型曲线超高过渡段上任意桩号处、横断面上任意点超高值的简单计算公式。

关键词 S 型曲线 特征断面 超高过渡段 计算模型

S 形曲线是公路设计中常遇到的曲线类型, S 形曲线间的超高过渡与单曲线的超高过渡是有很大的区别的。但在《公路路线设计规范》(JTJ001-94)^[1]中并没有明确提出 S 形曲线间的超高过渡方式, 有关参考书和论文中也给出了 S 形曲线的计算公式, 但公式复杂, 难以理解和操作。

通过对 S 形曲线超高过渡的分析, 并考虑 S 形曲线超高过渡的特点和类型, 结合计算机编程的要求, 本文提出了 S 形曲线超高过渡段上任意桩号处、横断面上任意点的超高值计算方法。

1 S 型曲线超高过渡方式及其特征横断面

如图 1, S 形曲线超高特征断面划分为 3 段: 第 1 段为曲线 1 上的全超高路段(I-I 断面前的路段); 第 2 段从曲线 1 的全超高断面过渡到曲线 2 的全超高断面(I-I 断面至 II-II 断面之间的路段); 第 3 段为曲线 2 的全超高路段(II-II 断面后的路段)。

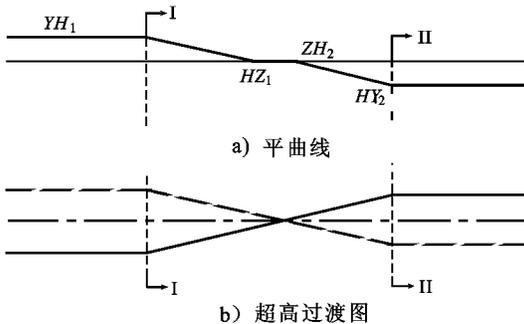


图 1 S 形曲线超高特征断面

为了计算和理解的方便, 在计算超高值时, 将道路分为左右两幅来分别考虑, 并以路中线(或中央分隔带两侧)为超高值计算基准线, 即横断面上任意点的超高值, 均为相对于路中线(或中央分隔带边缘)的抬高值或降低值。

2 S 形曲线任意断面路面横坡值及超高值计算

对于两个反向的曲线, 其曲线间的直线距离很小或为零时的超高过渡与单曲线的超高不同。由一个曲线的全超高过渡到另一个曲线方向的全超高, 中间的过渡应是面到面的过渡, 即过渡段上任意横断面均为单向横坡, 且在过渡中只出现一次零坡断面。而且超高过渡过程中没有固定旋转轴。S 形曲线超高过渡见图 2 所示。

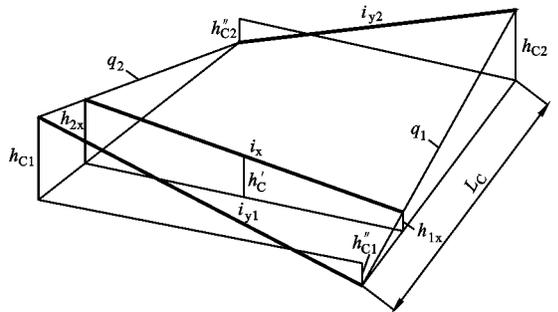


图 2 S 形曲线超高过渡

2.1 S 形曲线内外侧超高渐变率计算

S 形曲线超高渐变率^[2]为

$$\begin{cases} q_1 = \frac{|h''_{c1}| + h_{c2}}{L_c} \\ q_2 = \frac{|h''_{c2}| + h_{c1}}{L_c} \end{cases} \quad (1)$$

式中: h_{c1} —— 曲线 1 路面外缘最大抬高值, m;

- h''_{c1} —— 曲线 1 路面内缘最大降低值, m;
 h_{c2} —— 曲线 2 路面外缘最大抬高值, m;
 h''_{c2} —— 曲线 2 路面外缘最大降低值, m;
 q_1 —— 曲线 1 内侧(曲线 2 外侧)的超高渐变率;
 q_2 —— 曲线 2 内侧(曲线 1 外侧)的超高渐变率;
 L_c —— 超高过渡段长度, $L_c = L_{S1} + L_{S2} + L_L$ 。

其中: L_L 为反向曲线间的直线长度。

2.2 S 形曲线任意两特征断面间横坡值计算

由于超高过渡采用的是线性变化过渡, 所以对于左、右两幅中的每一幅而言, 其任意两个特征横断面之间的任意断面的横坡也是线性变化的, 因此, 每一幅的任意两个特征横断面之间的任意断面的路面横坡用式(2)计算:

$$i_x = \frac{i_{y2} - i_{y1}}{L_c} x + i_{y1} \quad (2)$$

式中: i_x —— 左(右)幅距特征横断面 y_1 距离为 x 的横断面横坡值;

i_{y1} —— 特征横断面 y_1 的横坡;

i_{y2} —— 特征横断面 y_2 的横坡;

x —— 任意断面至特征横断面 y_1 的距离, m;

L_c —— 特征横断面 y_1 与特征横断面 y_2 之间的距离, m。

2.3 S 形曲线行车道上任意点超高值计算

由前面的规定可知, 横断面左右两侧行车道上的各点超高值均是相对于路中线(或中央分隔带边缘)的超高值, 对于不同的超高方式和设计高程的位置, 路中线本身相对于设计高的超高值会不同, 因此首先需要确定路中线相对于设计高的超高值, 然后再计算每一幅横断面上各点相对于路中线的超高值。

2.3.1 绕内边轴旋转

绕内边轴旋转时, 根据图 3 所示路面内缘与设计高的关系得出路中线的超高值 h_c , 设计高的位置在路基边缘时用式(3)计算。

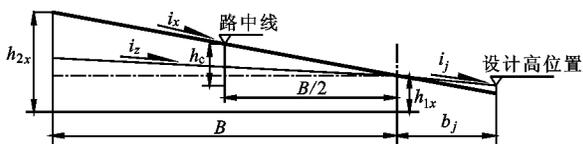


图 3 绕内边轴旋转路中线超高值(设计高在路基边缘)

根据图 4 所示路面内缘与设计高的关系得出路中线的超高值 h_c , 图中 h_{1x} 为任意断面内侧降低值; h_{2x} 为任意断面外侧抬高值。设计高的位置在路中线时用式(4)计算。

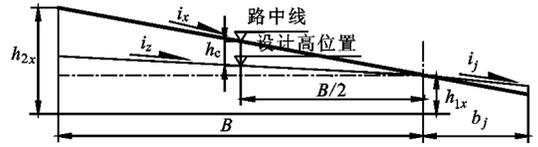


图 4 绕内边轴旋转路中线超高值(设计高在路中线)

$$h_c = \frac{B}{2} |i_{y1}| + b_j |i_j| + \frac{Bx}{2L_c} (|i_{y2}| - |i_{y1}|) \quad (3)$$

$$h_c = \frac{B}{2} (|i_{y1}| - |i_x|) + \frac{Bx}{2L_c} (|i_{y2}| - |i_{y1}|) \quad (4)$$

式中: i_j —— 土路肩横坡度;

b_j —— 土路肩宽度, m。

2.3.2 绕中轴旋转

绕中轴旋转时, 路中线在整个超高过程中保持不动。当设计高的位置在路中线时, 路中线的超高值 h_c 为零; 当设计高的位置在路基边缘时, 路中线的超高值 h_c 为一定值(见图 5)。

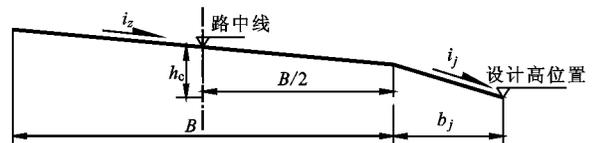


图 5 绕中轴旋转路中线超高值(设计高在路基边缘)

$$h_c = \frac{B}{2} |i_x| + b_j |i_j| \quad (5)$$

2.3.3 绕中央分隔带边缘旋转

绕中央分隔带边缘旋转时, 中央分隔带边缘保持不动。设计高的位置在中央分隔带边缘, 所以中央分隔带边缘的超高值 h_c 为零。

2.3.4 绕各自行车道中心旋转

绕各自行车道中心旋转时, 平曲线内侧, 中央分隔带边缘升高, 外侧则降低。内侧的升高值与外侧的降低值均可以采用式(6)计算。

$$h_c = \left(\frac{i_{y2} - i_{y1}}{L_c} x + i_{y1} - i_x \right) (b_1 + \frac{b}{2}) \quad (6)$$

计算出任意横断面路中线(或中央分隔带边缘)处的超高值后, 以路中线(或中央分隔带边缘)为基准, 就可以根据该断面处左右侧的横坡与宽

度来计算任意点的超高值。横断面上任意点的超高值可以采用下式计算:

$$h_x = w i_x + h_c \quad (7)$$

式中: h_x —— 为横断面上任意点的超高值(相对于设计高的高差), m;

w —— 计算点到路中线(或中央分隔带边缘)的横向宽度, m。

2.4 S形曲线路肩上任意点超高值计算

用式(2)和式(7)可以计算出路面上任意点超高值。计算路肩上任意点的超高值时,先计算出路肩与行车道相连点A的超高值,然后根据路肩的横坡计算出其超高值(见图6)。路肩上任意点的超高值采用式(8)计算。路肩横坡的计算方法^[3,4]与路面的横坡计算方法一样,这里不再赘述。

$$h_{jx} = h_A + w_j i_{jx} \quad (8)$$

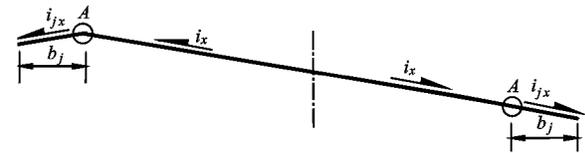


图6 路肩上超高值计算

3 计算模型的建立

计算超高值的步骤如下。

开始 输入各种参数 计算S型曲线超高临界断面桩号 确定超高特征断面位置 划分超高

段落 确定左右两幅每一超高段落的起终点桩号和横坡 判断要计算的断面位于哪一超高段落 计算该断面左右幅的横坡 计算该断面路中线的超高值 计算该断面上各点的超高值 结束。

4 结语

根据S形曲线超高过渡的特点、类型和超高过渡的实质来确定S形曲线超高过程中的特征断面,并根据超高特征断面对超高过程进行分幅和分段处理,提出了S形曲线任意超高过渡段内任意断面的超高横坡计算公式和路中线超高值方法。并给出了S形曲线超高过渡段上任意桩号处,横断面上任意点的超高值计算方法。这种方法计算过程简单,原理清楚,易于理解和计算,特别适合于计算编程,能够灵活处理各种超高方式下S形曲线的超高值计算问题。

参考文献

- 1 中华人民共和国行业标准. JT J001-94 公路路线设计规范. 北京:人民交通出版社, 1994
- 2 许金良. 道路勘测设计(毕业设计指导). 北京:人民交通出版社, 2004 107~108
- 3 杨少伟. 道路勘测设计. 第2版. 北京:人民交通出版社, 2004 114~117
- 4 赵 军, 唐英旺. 高速公路上超高设置方法. 中南公路工程, 1999, 24(3): 12~13

Calculating Model of Superelevation of Highway Superelevation Transition Segment of S-type Curve

Zhang Chi, Pan Binghong, Yang Shaowei

(Key Laboratory of Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: The thought of defining characteristic section and dividing superelevation transition segment into several smaller segments according to the characteristics and types of S-type curve's superelevation transition segment is put forward. On this basis, a simple method calculating cross section gradient and S-type curve's superelevation value of any cross section within any S-type curve's superelevation transition segment is presented.

Key words: S-type curve; characteristic section; superelevation transition segment; calculating model