

箱梁横隔梁计算方法的探讨

杨红录

(上海现代建筑设计(集团)有限公司, 上海 200041)

摘 要: 该文介绍了箱梁墩台截面处横隔梁计算的简化方法, 并与较精确的梁格法计算结果进行比较。使用这种计算方法可以简化计算过程, 同时能满足工程设计的精度要求。

关键词: 箱梁; 横隔梁; 刚性横梁法; 杠杆法

中图分类号: U448.213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2005)02-0058-03

1 问题的提出

梁式桥中, 箱形截面为常见的一种, 为了保证箱梁的横向刚度, 箱梁的腹板之间要设横向连接, 横向连接通常在梁端或连续梁中支点截面处, 当在墩台截面时称为横隔梁, 在墩台截面以外其它截面时称为横隔板。横隔梁的厚度一般为 1.0~2.5 m, 横隔板的厚度一般为 0.3~0.6 m。横隔梁按其下部墩台有无盖梁分为两种, 一种为墩台有盖梁, 横隔梁受力通过支座先传给墩台盖梁, 再由盖梁传给立柱基础; 一种为墩台无盖梁, 立柱通过支座直接支撑在横隔梁上, 横隔梁既是箱梁的横梁, 又是墩台的盖梁。前者, 主要应用于桥下空间不受限制的地区, 桥墩立柱可以设置为多柱, 横隔梁内力计算的理论和方法比较成熟, 本文不做讨论。后一种为无盖梁横隔梁, 主要应用于城市道路高架桥, 桥墩立柱设置必须考虑桥下车道, 不能设置太多, 一般 2~4 柱, 高架桥下要通行车辆, 不设盖梁可以降低桥高, 使结构物轻

巧, 既增加桥下有效空间, 又改善车道的通视性。本文主要讨论无盖梁横梁内力分析的简化方法, 并给出算例。

2 计算原理

2.1 计算模式

(1) 把横隔梁截出来作为脱离体, 横向宽度按经验取横隔梁厚度以外向两侧各 6 倍箱梁顶板厚度, 作为受力分析的对象。

(2) 将横隔梁看作支承在立柱支座上的简支梁(两柱)或连续梁(多柱)(图 1)。

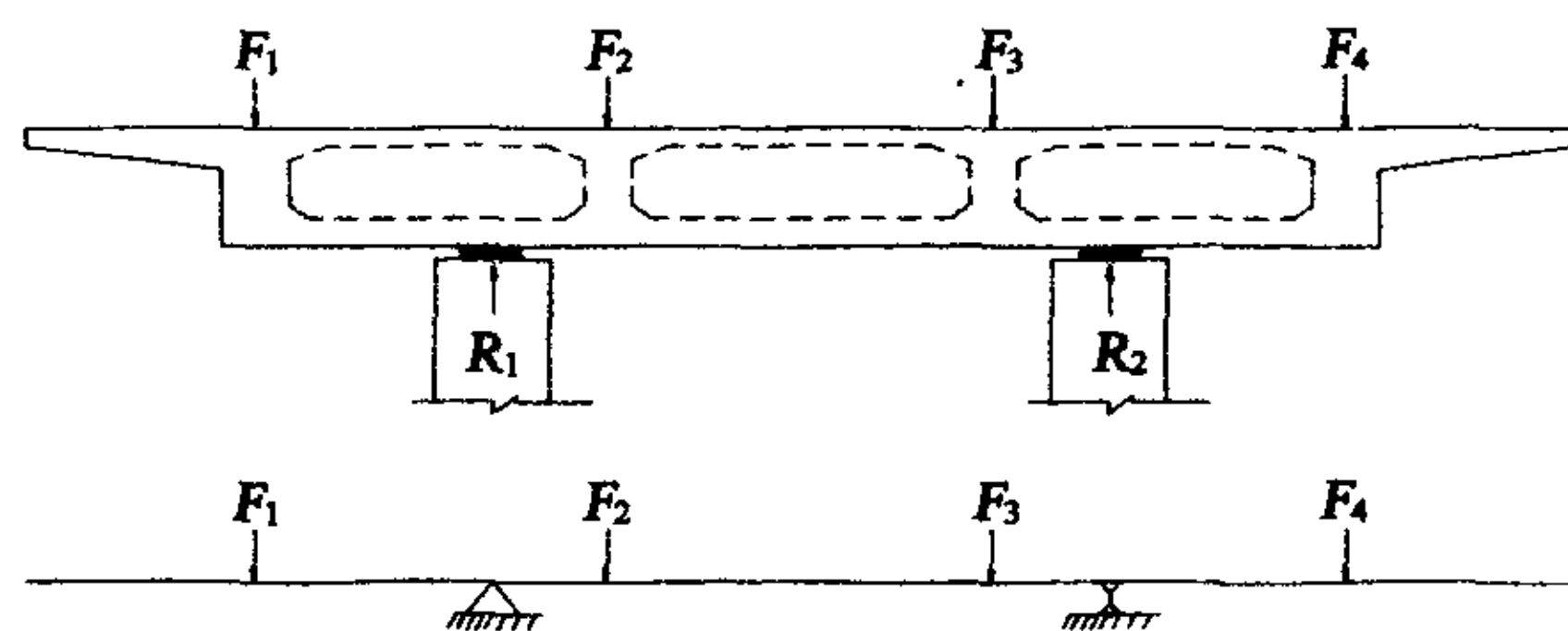


图 1 横隔梁计算模式图

2.2 受力分析

墩台受到的竖向力, 是通过箱梁的腹板传来的, 如果把横隔梁(连同前后各一部分上下底板)截取出

因此, 建议在结构设计时, 可以通过对按平面杆系计算出的应力结果乘以一定的安全系数从而使其接近或者达到偏载时的应力结果等措施来解决。本桥结构在活载偏载作用下的偏载系数建议取 1.3。

(3) 当结构在横向上布置任意排数支座时, 每一排支座反力的叠加值满足杠杆原理。

(4) 通过分析得到, 挑臂横向挠度较大。边跨跨中端部在重力及活载作用下产生向下挠度达 27.9 mm。故桥面板需设横向预应力筋, 并且需要适当提高横梁预应力筋以减小边跨跨中端部处的竖向位移。

(5) 结构不宜增设跨中横隔板。

收稿日期: 2004-09-01

作者简介: 杨红录(1967-), 男, 上海人, 工程师, 从事市政、公路桥梁设计工作。

常在采用平面杆系进行结构设计时, 应赋予横梁支点截面一定的安全系数。

安全系数的具体取值在缺乏经验的情况下, 应该通过空间分析得到, 等积累了一定的经验后就可以凭已有的资料设计。在本桥中取支点截面安全系数为 1.4。

(2) 自重下实际中性轴与平截面假定的中性轴基本吻合; 日照温差作用下, 实际中性轴将发生偏移, 这使顶板剪力滞现象减弱并使底板应力分布更趋均匀, 对结构有利。偏载作用下, 实际中性轴也发生偏移, 这使结构局部应力峰值突增, 对结构不利。

来作为脱离体,作用在脱离体的每个腹板上的竖向力(它来自每个腹板前后截面上的剪力)之和应与墩台对它的竖向反力相平衡,如图 1,即:

$$\sum F_i = \sum R_i \quad (1)$$

无论恒载、活载都应该满足这个平衡条件。

2.2.1 由腹板传到横梁的恒载分配

对于恒载来说,整个桥的分布是均匀的,如果箱梁的各腹板间距相等,各个腹板承受的竖向力虽然可能不完全相等,但其分布一定是均匀的,因此,可以考虑把横隔梁所受的恒载竖向力均分于各个腹板,这样假定虽然有一些误差,但是对于设计计算来说是在允许范围之内。

2.2.2 由腹板传到横梁的活载分配

桥上作用汽车荷载时,汽车荷载通过桥面板传到腹板,再通过腹板传到横隔梁。当横隔梁处支座的活载反力最大时,汽车活载一定在所计算横隔梁的附近,且汽车活载此时在桥梁的纵向布置一定是使横隔梁受到竖向力最大时的汽车活载最不利位置,因此活载反力最大值等于作用在横隔梁上的车列活载竖向力之和。汽车荷载传到横隔梁腹板位置处的竖向力同样满足式(1),但是汽车荷载传到各个腹板上的竖向力怎样分配比较复杂。

为了计算活载竖向力的分配,从传力过程来模拟受力过程,采用如下假定:将桥梁的横隔梁近似地视作支承在弹性腹板上的多跨连续梁(图 2),汽车荷载通过桥面板传递到腹板,每个腹板都有一个对应的竖向力,绘出每个腹板横向分配的竖向内力影响线,即反力影响线,在反力影响线上加载,即可求出在不同的横向布载情况下各个腹板对应的反力值 V_i ,此值即为汽车荷载分配到横隔梁腹板处的力 F_i 。

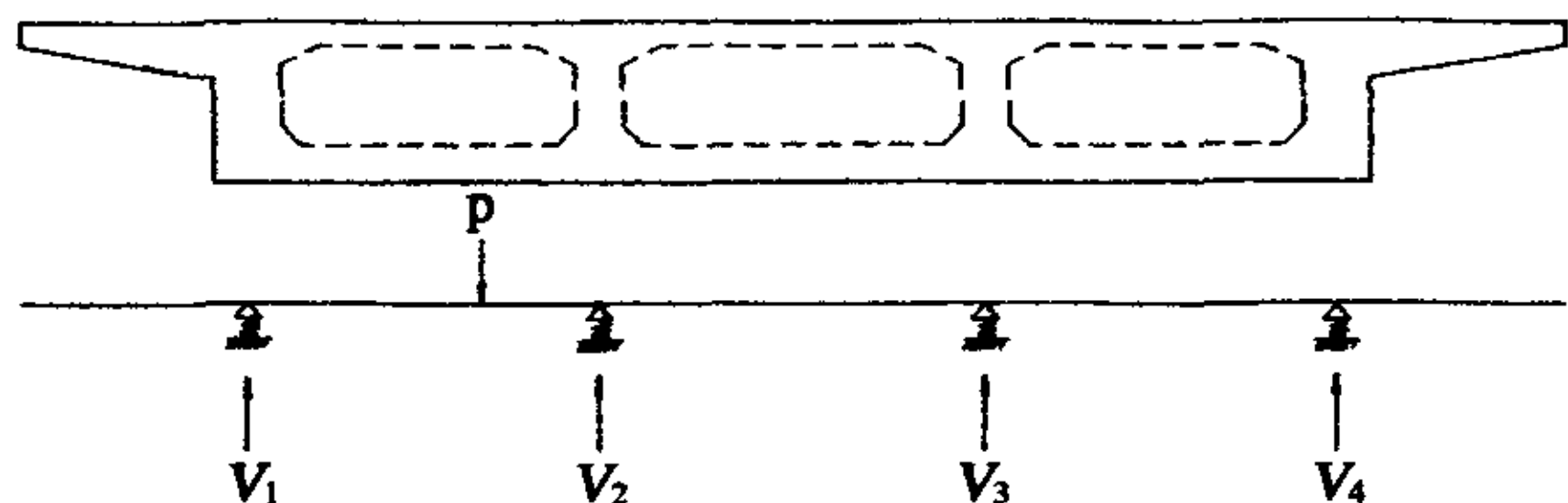


图 2 横隔梁活载分配计算模式图

横向分配的竖向内力影响线的确定:车列在桥上横向布载时有两种可能,即非对称布载、对称布载。非对称布载时,考虑桥梁的抗扭作用,横隔梁必定发生转动变形,竖向力传到每个腹板,故计算横隔梁竖向内力影响线时宜采用有修正系数的刚性横梁法;对称布载时横隔梁均匀受力,无转动变形,根据

力就近传递原理,桥面传来的竖向力传到车列附近的腹板,故计算横隔梁横向分布系数时宜采用杠杆法。

通过以上方法,计算出作用在横隔梁上的力(恒载、活载),采用图 1 的计算模式,即可对横隔梁进行内力计算,并进行结构配筋及各项检算。

3 算例

已知:4×30 m 直线连续箱梁,桥面宽度 19 m,横截面为一箱三室,腹板间距 4.0 m,翼缘悬臂长度 3.5 m,中横隔梁厚度 2.0 m,下部结构为双柱,无盖梁及系梁,双柱间距 7.7 m,设计荷载:城-A。(图 3)

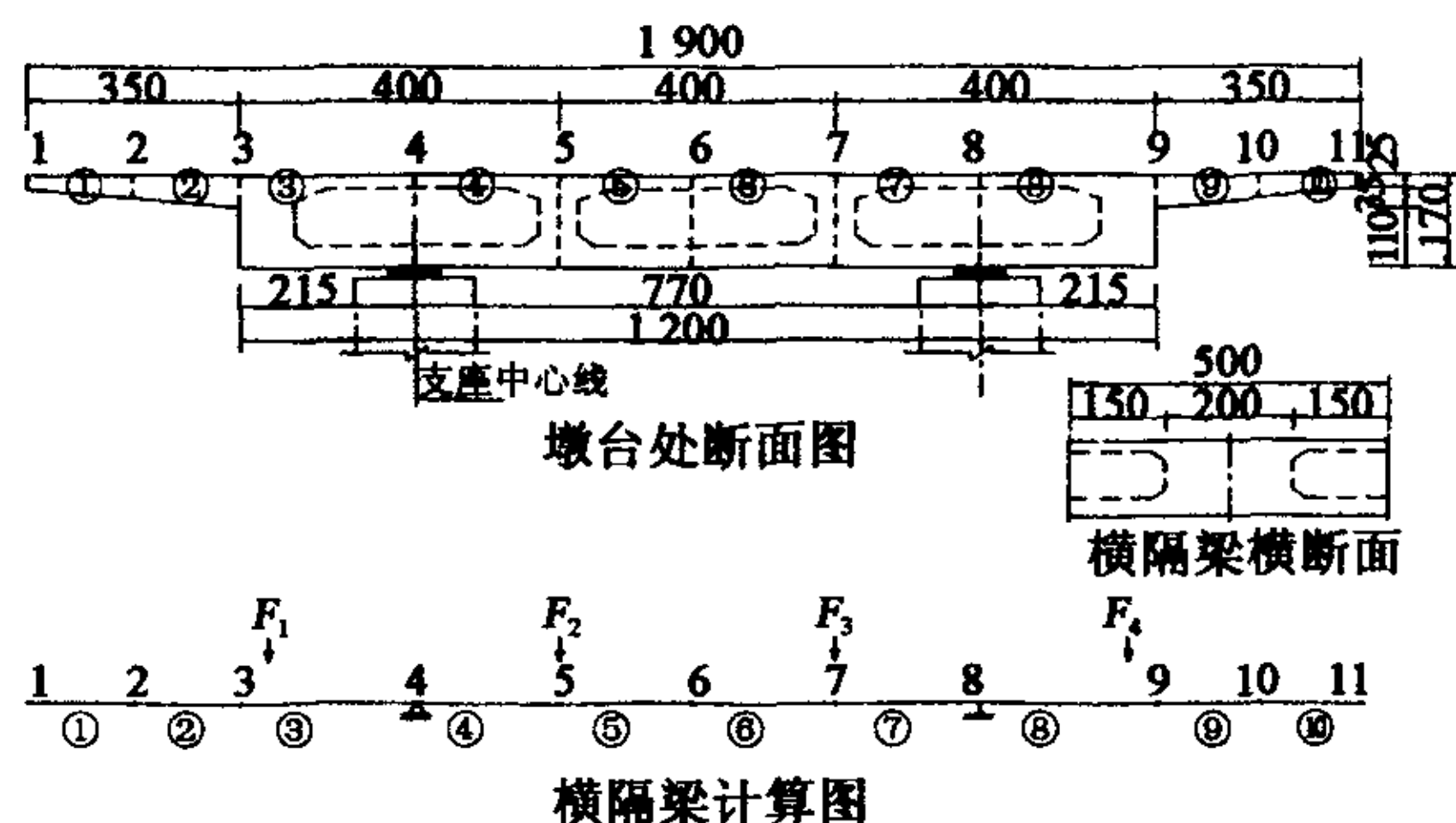


图 3 横隔梁恒载计算简图 单位:cm

通过箱梁纵向分析计算已经求得中横隔梁的竖向恒载支座反力 $F=13870$ kN,竖向活载支座反力 $F=1328$ kN(单列车),要求对横隔梁进行结构内力计算(本例仅计算弯矩)。

(1)计算模式及单元划分:

把横隔梁看作支承在墩柱上的简支梁,并对其划分单元如图 3 所示。

(2)作用在横隔梁每一个腹板位置处的竖向恒载:

由桥面板传到腹板上的恒载:边腹板小,中腹板大。现假定中腹板是边腹板的 1.2 倍。

$$F_1 = F_4 = 13870 / 4.4 = 3152 \text{ kN}$$

$$F_2 = F_3 = 3152 \times 1.2 = 3782 \text{ kN}$$

(3)作用在横隔梁上的汽车荷载:

桥面横向最多可布四列车,对横隔梁产生最不利荷载效应的横向布载方式有二种可能,即:两列车居中、两列车靠边,如图 4 所示。

两列车布载时,每列车单轴重 $P=1328/2=664$ kN。

两列车偏载时,采用修正刚性横梁法计算出 V_i 的影响线,并在影响线上加载,计算出反力 F_i (计算过程略):

系杆拱桥吊杆更换设计

冯敏祎, 杨 兵, 赵林强

(杭州市城建设计研究院有限公司, 浙江杭州 310001)

摘 要: 该文以杭州市叶青兜桥的吊杆更换工程为背景, 简要介绍了该桥吊杆更换的设计和施工。

关键词: 系杆拱桥; 吊杆; 更换; 施工; 杭州市

中图分类号: U448.225 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2005)02-0060-03

0 引言

系杆拱桥因其造型优美、形式多变, 而被大量运用于现代桥梁中。早期建造的系杆拱桥由于受当时技术条件的限制, 在吊杆防腐设计方面考虑不够, 造成杆身锈蚀、钢丝束松弛等病害, 严重危及到桥梁的运营安全, 需要进行吊杆更换。而设计时往往都未考虑吊杆的可更换性, 给吊杆更换带来了诸多不便。

本文以杭州市叶青兜桥为背景, 简要介绍了该桥吊杆更换的设计与施工步骤, 希望能为类似桥梁的吊杆更换设计提供一些参考。

收稿日期: 2005-02-05

作者简介: 冯敏祎(1979-), 男, 上海人, 硕士, 助理工程师, 从事桥梁工程设计工作。

1 工程概况

叶青兜桥位于杭州市文晖路跨京杭大运河处, 于 1993 年建成通车, 是一座刚拱刚梁的混凝土系杆拱桥(见图 1)。主桥计算跨径 71.6 m, 矢高 14.32 m; 横断面布置为 3.25 m(人)+1.6 m(系梁)+18 m(车)+1.6 m(系梁)+3.25 m(人), 总宽 27.7 m; 设计荷载汽车-20 级, 挂车-100, 人群荷载 4 kN/m²。全桥共有吊杆 34 根, 吊杆间距 4 m, 吊杆规格为 120φ5 高强钢丝, 锚头为冷铸墩头锚, 两者均由施工单位现场制作。吊杆的防护采用 φ203×8 mm 无缝钢管, 内灌水泥砂浆; 导管与锚杯之间灌入环氧砂浆进行封闭, 锚头则分别埋入拱肋和系梁内。受当时施工技术条件的限制, 未采取真空压浆工艺, 因此吊

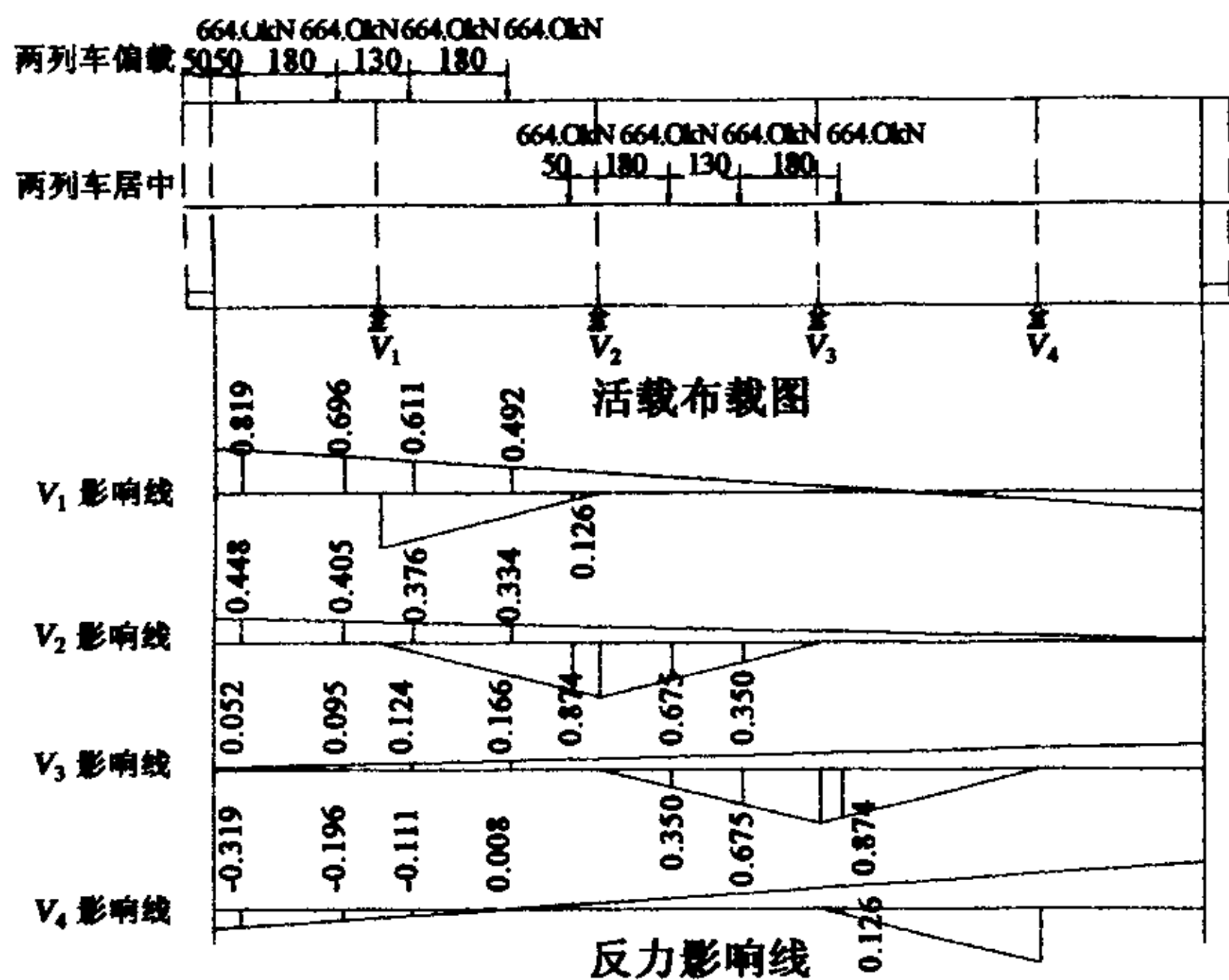


图 4 横防梁活载计算简图

$$F_1 = 1166.1 \text{ kN} \quad F_2 = 695.9 \text{ kN}$$

$$F_3 = 193.9 \text{ kN} \quad F_4 = -276.1 \text{ kN}$$

两列车居中时, 采用杠杆法计算出 R_i 的影响线, 并在影响线上加载, 计算出反力 F_i (计算过程略):

$$F_1 = 74.7 \text{ kN} \quad F_2 = 1253.3 \text{ kN}$$

$$F_3 = 1253.1 \text{ kN} \quad F_4 = 74.7 \text{ kN}$$

(4) 横隔梁内力计算:

按图 3 的计算模式, 把 F_i 代入即可计算出横隔梁内力, 弯矩包络图见图 5 a。为了验证本文介绍计算方法的准确性, 同时采用较精确的梁格法对本桥梁结构进行计算分析, 以便与简化法的计算结果比较, 弯矩包络图见图 5 b。

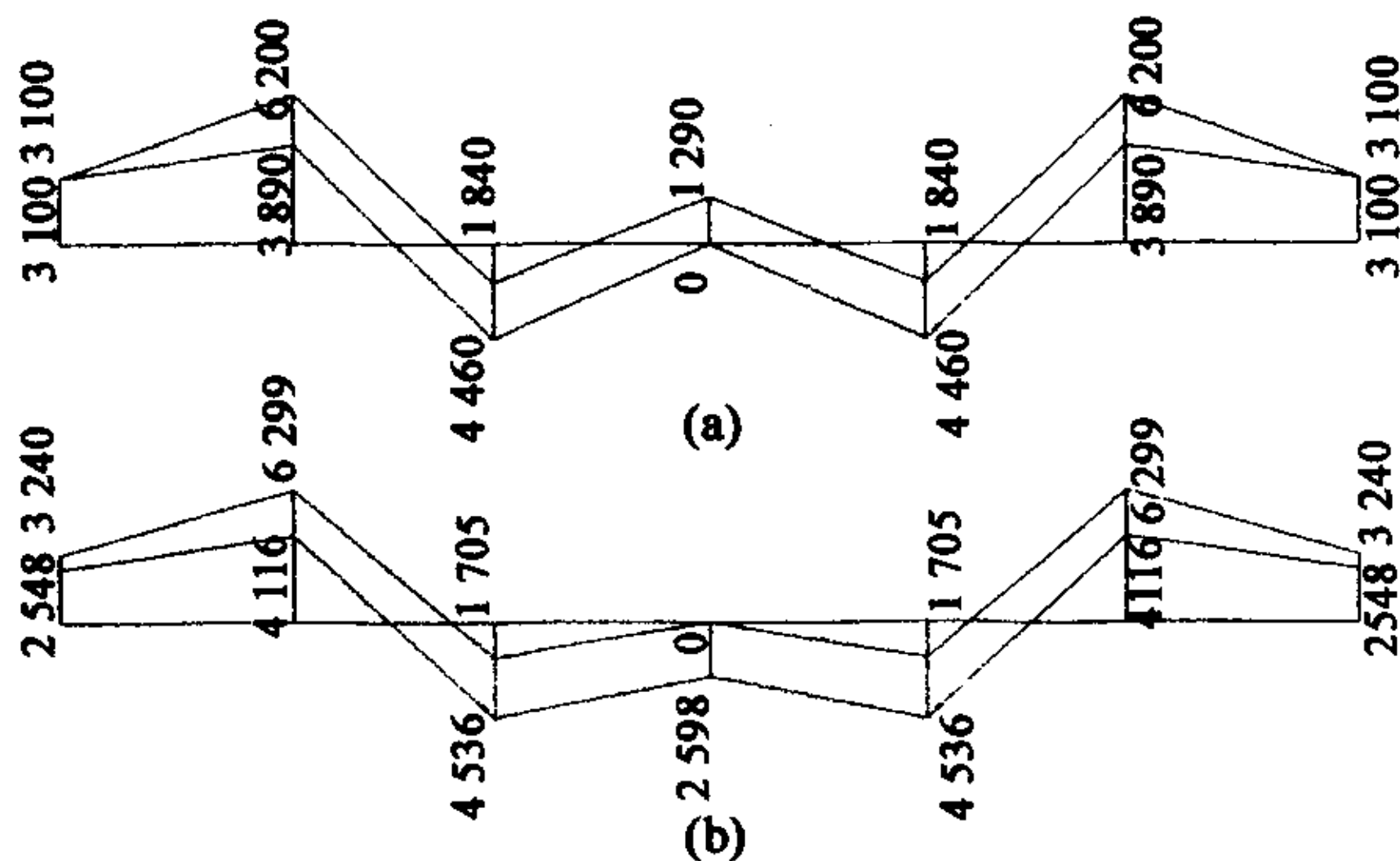


图 5 弯矩包络图(kN·m)

两种方法比较: 最大负弯矩误差 -2%, 最大正弯矩误差 -2%, 跨中弯矩相差较大, 检算时可用其附近腹板处截面代替。由此可见, 采用此简化方法, 是可以满足工程设计所需的精度要求。