

文章编号: 0451-0712(2005)09-0060-06

中图分类号: U442.5

文献标识码: B

特重荷载的 T 梁设计

梅耀星

(茂名市交通设计院 茂名市 325000)

摘要: 介绍了走特重车的圣冲河运矿公路桥的 T 梁设计, 以及该桥建成后的使用情况。

关键词: 运矿公路桥; T 梁设计

圣冲河桥是走俄罗斯产贝拉斯7522-32 t 载重车和上海产 6135 型交通车拖挂车(以下简称贝拉斯车和 6135 拖挂车)的运矿公路桥。桥全长 32.00 m, 双车道, 桥面净宽 12.40 m, 附 2×1.00 m 人行道。上部结构是预应力混凝土简支 T 梁, 梁长 25 m, 高 1.70 m。贝拉斯车满载时重 51 t, 6135 拖挂车满载时重 89 t。这两种车型荷载国内没有设计施工标准图可以直接套用。该桥 T 梁梁肋是套用标准图中设计荷载为汽车—超 20 级和挂车—120 的 25 m 跨径简支 T 梁标准图, T 梁翼

板是通过计算完成设计。该桥于 1999 年 9 月竣工并通车使用。目前, 经过近 6 年的运营, 桥梁状况良好。本文简要介绍这座桥的 T 梁设计及使用情况。

1 贝拉斯和 6135 拖挂车荷载主要技术指标

这两种车型荷载的轴重、轴距、轮距和满载时双后轮的着地长度、宽度及贝拉斯车横向排列见图 1 所示。贝拉斯车队纵向排列间距为 10 m, 6135 拖挂车全桥行驶 1 辆计算。

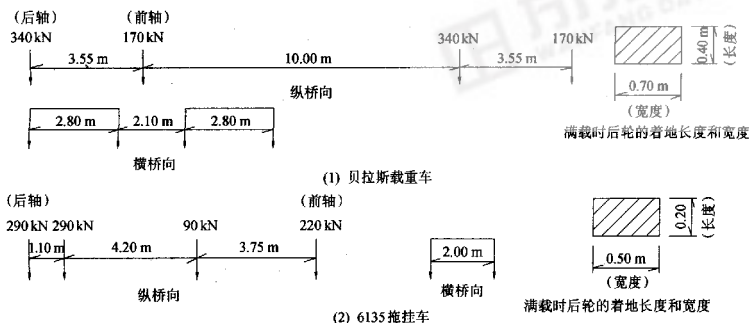


图 1 贝拉斯载重车和 6135 拖挂车荷载主要技术指标

将这两种车型荷载与汽车—超 20 级和挂车—120 做同类比较, 贝拉斯车队中的每一辆车都相当于汽车—超 20 级车队中唯一的重车, 且后轴是重车后轴; 拖挂车身窄, 在横桥向只有 2 个车轮, 其双后轮重是挂车—120 的近 2 倍。因此, 这一组车型荷载大于汽车—超 20 级和挂车—120 的荷载。

2 桥型布置

桥型布置有以下 3 个设计要点。

(1) 为不压缩河床, 桥跨定为 25 m 单跨。桥型立面布置如图 2 所示。

(2) 在 T 梁的横向布置中, 减小 T 梁的间距, 以增加 T 梁片数和减小行车道板的跨度。

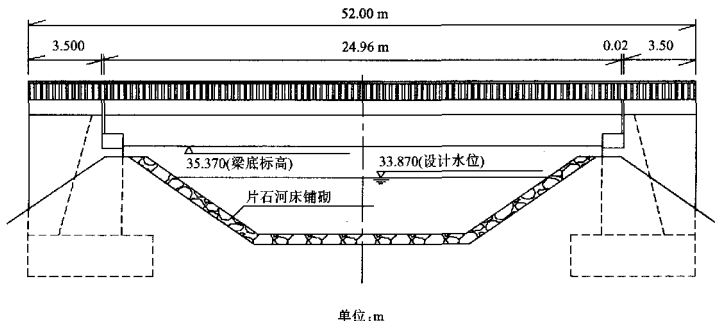


图 2 圣冲河运矿公路桥立面布置

标准图中汽车—超 20 级、挂车—120 的 25 m 跨径 T 梁的间距是 2.45 m。按照这个间距,在横桥向只能布置 6 片主梁。在确定 T 梁截面尺寸时,为了使桥梁的承载力高于汽车—超 20 级和挂车—120,满足行车要求,同时又使每片梁承担的荷载低于或等于这个荷载级别单片 T 梁的承载力,将 T 梁的间距减小为 1.80 m,在横桥向布置了 8 片主梁,见图 3 所示。结构计算表明,只有这样,桥梁承载力才能达到要求, T 梁也能套用标准图;另外,贝拉斯车单后轮重为 17 t,重于汽车—超 20 级重车的后双轮,因此,在不改变翼板厚度和配筋的情况下, T 梁翼板跨度必须减小,因为翼板的跨中弯矩与跨径成正比。通过对 T 梁翼板的计算,表明 T 梁间距改为 1.80 m 可满足行车要求。

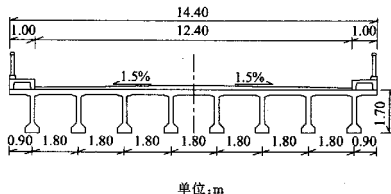


图 3 T 梁横桥向布置

(3)在 T 梁跨中增设一道横隔梁,将标准图中 T 梁的横隔梁由偶数设置变为奇数设置。

标准图中跨径 25 m T 梁设 6 道横隔梁,跨中不设横隔梁。但是跨中横隔梁对各主梁的荷载分配起主要作用,因此在 T 梁的跨中增设了横隔梁, T 梁横隔梁设置见图 4 所示。这样做并没有改变行车道板的结构体系,行车道板仍然是单向板。这是一个需要

注意的问题,如果横隔梁太密,行车道板就有可能变成双向板,这时,计算行车道板,就不能按单向板计算了。

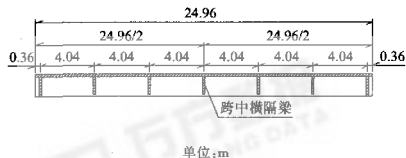


图 4 横隔梁的设置

3 T 梁结构设计

3.1 T 梁梁肋结构设计

圣冲河运矿公路桥的 T 梁梁肋能否套用标准图中汽车—超 20 级、挂车—120 的 25 m 跨径简支 T 梁的 T 梁梁肋标准图,要将这两种型式 T 梁的跨中设计弯矩 M_d (即设计承载能力) 进行比较。如果圣冲河桥的 T 梁跨中设计弯矩大于标准图的 T 梁跨中设计弯矩,就不能套用;反之就能套用。因为 T 梁的配筋是依据跨中设计弯矩而配置的,所以,跨中设计弯矩是衡量的指标。两座桥的 T 梁活载跨中最大弯矩计算图式见图 5、图 6 所示。人群荷载按 3.5 kN/m^2 计算, T 梁的活载横向分布系数按刚接梁法计算。T 梁的跨中设计弯矩 M_d 按规范进行荷载组合计算,计算结果见表 1。从计算结果可看出,两座桥的 T 梁都是边梁控制设计,圣冲河桥的 T 梁是 6135 拖挂车控制设计;标准图的 T 梁是汽车—超 20 级控制设计,而前者的 T 梁跨中设计弯矩小于后者的 T 梁跨中设计弯矩值,因此,梁肋部分可以套用标准图。

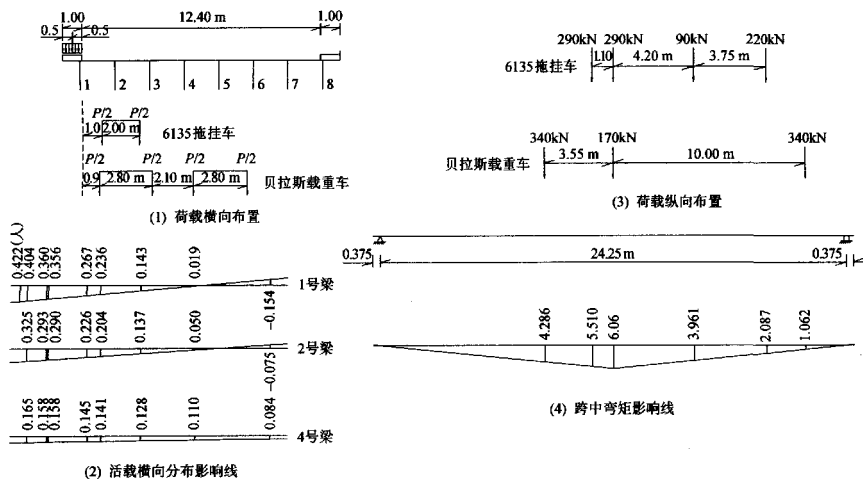


图 5 圣冲河桥 T 梁活载跨中最大弯矩计算图式

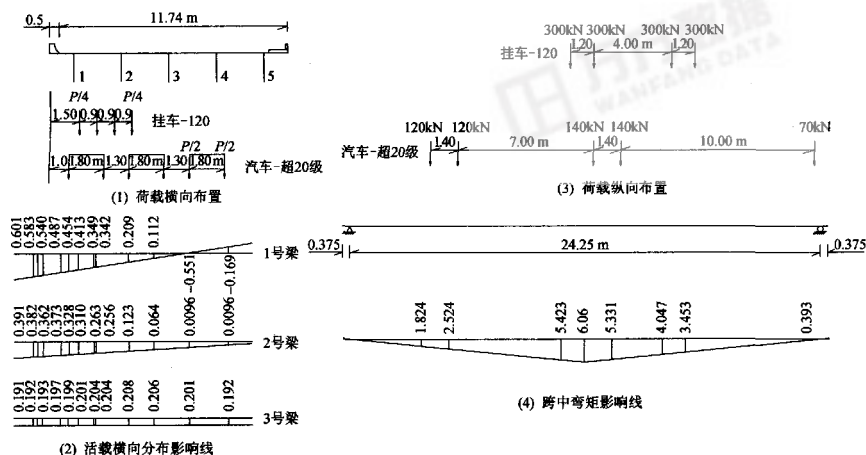


图 6 标准图 T 梁活载跨中最大弯矩计算图式

圣冲河桥的 T 梁片数多,则单片 T 梁的承载能力就小,而标准图中的 T 梁片数少,则单片 T 梁的承载能力就大。表 2 中两座桥 T 梁荷载横向分布系数计算结果能说明这一点。这就是圣冲河桥 T 梁跨中

设计弯矩小于标准图的主要原因。由此得出一个结论,虽然圣冲河桥的荷载大于汽车—超 20 级和挂车—120,但是,在增加 T 梁片数的情况下,就能套用该标准图。

表 1 圣冲河桥 T 梁与标准图 T 梁跨中设计弯矩

圣冲河桥 T 梁/(kN·m)		标准图 T 梁/(kN·m)	
梁号	贝拉斯载重车	6135 拖挂车	汽车—超 20 级
边梁	4 813.851	5 178.506	5 948.288
中梁	4 594.211	4 433.217	5 051.033
			5 137.455

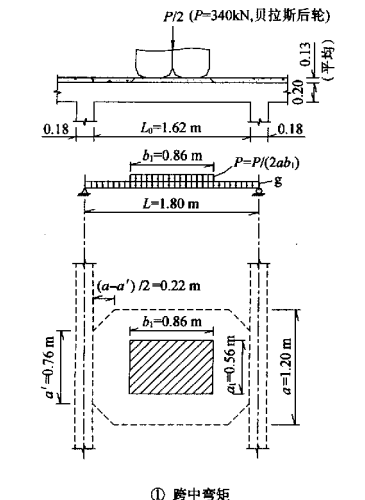
表 2 圣冲河桥 T 梁与标准图 T 梁荷载横向分布系数

圣冲河桥 T 梁		标准图 T 梁	
梁号	贝拉斯载重车	6135 拖挂车	汽车—超 20 级
边梁	0.379	0.312	0.807
中梁	0.342	0.258	0.553
			0.325

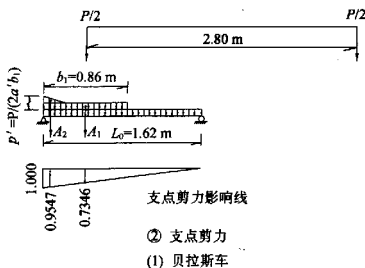
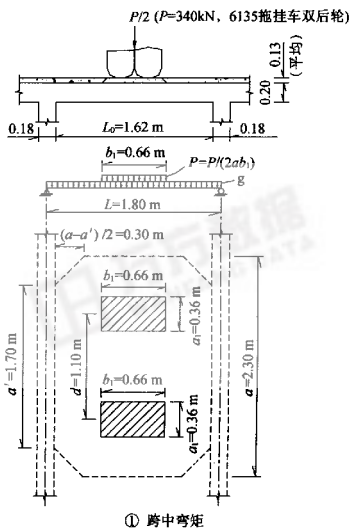
3.2 行车道板结构设计

因为 T 梁的横隔梁间距 $L_a=4.04$ m, 行车道板的跨径 $L_b=1.80$ m, $L_a/L_b>2$, 所以, 行车道板按单向板设计。按规范计算得板的计算跨径 $L=1.80$ m; 贝拉斯车后轮的荷载分布宽度与前轮的荷载分布宽度无重叠, 为 1.20 m, 6135 拖挂车双后轮的荷载分布宽度相互有重叠, 为 2.30 m。行车道板内力计算图式见图 7 所示。

以纵向 1 m 宽的板条进行计算。按规范进行荷载组合计算的设计内力计算结果见表 3。从计算结果可看出, 行车道板是由贝拉斯车后轮控制设计。由此可看出, 行车道板的荷载大小与车轮荷载的分布



① 跨中弯矩

② 支点剪力
(1) 贝拉斯车

① 跨中弯矩

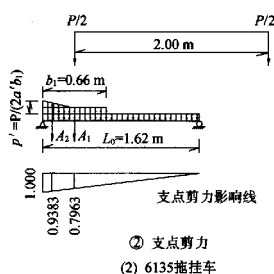
② 支点剪力
(2) 6135 拖挂车

图 7 行车道板(单向板)内力计算图式

表 3 行车道板每 m 板条设计内力计算结果

荷载组合	恒+汽(贝拉斯车)	恒+挂(拖挂车)
弯矩/(kN·m)	95.429	54.938
剪力/kN	197.568	128.817

宽度成正比,并且受分布宽度影响较大。贝拉斯车是单后轮,荷载分布宽度无重叠,则荷载分布宽度就小,每延 m 板荷载就大;而 6135 拖挂车是双后轮,虽然总轮重超过贝拉斯车,但因其荷载分布宽度有重叠,荷载分布宽度就大,每延 m 板荷载就相对小,这也是贝拉斯车与汽车一超 20 级重车的不同之处。汽车一超 20 级重车也是双后轮,故荷载分布宽度会有重叠,荷载分布宽度就大,每延 m 板荷载就相对小些,况且总轮重比贝拉斯车小,故 T 梁翼板跨度就可大些,所以,标准图 T 梁的翼板跨度是 2.45 m,而贝拉斯车通过设计计算,采用 1.80 m 的翼板跨度才符合要求。

T 梁采用 C50 混凝土及 I 级钢筋。按规范计算得 $A_s = 22.63 \text{ cm}^2$, 选 11 $\phi 16$, $A_s = 22.12 \text{ cm}^2$, 即每延 m 板配置 11 根 $\phi 16$ 钢筋, 间距为 10 cm。配筋与标准图中 T 梁翼板相同。最后按规范做剪力强度判断计算, 计算结果是 $Q_s = 197.568 \text{ kN} \leq 1.25 \times 0.038 R_{f,bh_0} = 1.25 \times 0.038 \times 2.45 \times 100 \times 17 = 197.840 \text{ kN}$, 故截面不须进行斜截面抗剪强度计算。

3.3 T 梁板式橡胶支座设计

设计板式橡胶支座, 首先要确定荷载引起的支座反力 N_{cj} 。要确定支座反力, 就要求出桥梁的最大支承反力。

支座恒载反力 452.37 kN。

支座活载反力, 先按杠杆法计算跨端荷载横向分布系数 m'_{ec} 。从计算图中可看出, 2 号梁跨端荷载横向分布系数最大, 为 $m'_{ec} = m'_{eh} = 0.5$, 故以该值控制设计。人群荷载跨端横向分布系数 $m'_{eA} = 1.22$ 。活载最大支承反力计算图式见图 8 所示。

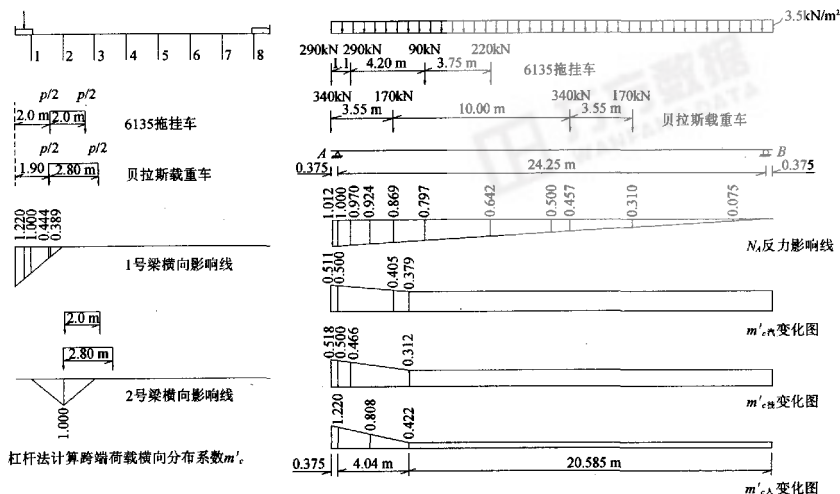


图 8 活载最大支承反力计算图式

按规范组合 I (恒+汽+人) 和组合 II (恒+挂), 计算最大支承反力, 计算结果见表 4。

按《桥梁工程》, 计算得荷载引起的支座反力:

$$N_{cj}(\text{组合 I}) = \gamma_m \Psi \sum \gamma_k N_i = 1099 \text{ kN};$$

$$N_{cj}(\text{组合 II}) = \gamma_m \Psi \sum \gamma_k N_i = 826 \text{ kN}.$$

万方数据

表 4 最大支承反力计算结果

荷载组合	组合 I (恒+汽+人)	组合 II (恒+挂)
支承反力/kN	849.078	801.925

经比较, 取支座反力 $N_{cj} = 1099 \text{ kN}$ 。

为了验算支座的抗滑稳定性, 要确定与计算制

2006 年度《公路》月刊广告征订

《公路》月刊于1956年9月创刊。是我国公路行业出版最早的综合技术类科学技术期刊;全国中文核心期刊。《公路》杂志由交通部主管,由中交公路规划设计院主办,由《公路》杂志社出版。《公路》杂志1996年获第二届全国优秀科技期刊三等奖;双效期刊;2005年荣获第三届国家期刊奖百种重点期刊。

经过为读者服务的近50年,《公路》月刊形成了自己鲜明的特点,“坚持科技第一”、“热忱为读者服务”是我们的一贯方针。《公路》月刊目前月发行量为2万份,拥有稳定的读者群,并深得读者们的信任与厚爱。

为做好2006年度《公路》杂志的广告计划,并及早着手设计和制作,《公路》月刊已经开始征订2006年度广告。请有意通过《公路》月刊向大众宣传自己产品的商家及在市场经济大潮中树立企业形象的设计、科研、施工、管理等单位,尽快与本刊联系,索要“广告刊登须知”及“价目表”。

为加强广告安排的计划性,本刊将按照收到征订合约的先后次序,安排广告刊出位置与时间的优先权,请及时与我们联系。

广告是市场营销活动的重要环节,本刊作为广告媒体,将竭诚为您服务。愿我们携手合作,共创美好未来。

广告联系人:王 喆 010-65259164,65279988 转1801

谭昌富 010-65259168,65279988 转1802

谢跃庆 010-65125565,65279988 转1816

地址:北京东四前炒面胡同33号(100010)

E-mail:advnt@chn-highway.com

《公路》杂志社

动力(满载)相对应的汽车活载最小支座反力,贝拉斯车的最小支座反力 N_A 按图9所示荷载计算(已知 $1+\mu=1.15$, $m_0=0.379$)。

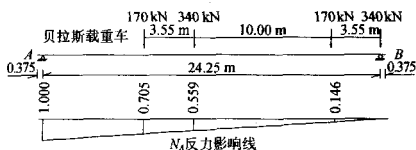


图9 支座反力计算图式

通过验算,混凝土的局部承压强度、支座偏转及抗滑稳定性等各项计算,确定板式橡胶支座的尺寸为:长20cm,宽45cm,厚4.2cm,由6层钢板和7层橡胶片组成。

在支座的抗滑稳定性验算中,橡胶与钢板之间的摩擦系数取0.15,而不取0.30,这是为了减小支座的摩擦阻力,利于桥台结构受力。故在T梁底面及台帽顶

面的支座位置均埋置了钢板。这样也能提高混凝土的局部承压强度并延长支座的使用寿命。

4 圣冲河桥建成后的使用情况

圣冲河运矿公路桥于1999年9月竣工并通车使用。2000年,新桥疏铁矿二期工程建成投产,采矿量因此大大增加,矿石产量从原来的日产300 000 t增加到日产900 000 t。仅用贝拉斯车已不能满足运矿的需要,于是矿上又进口了满载69 t的美国产卡特大型载重车。现在,桥梁主要走卡特车,也走贝拉斯车。经过近6年的运营,桥梁未出现任何问题。新桥疏铁矿对这座桥的设计、施工和使用都很满意。

5 结语

在T梁设计方面,值得一提的是,在T梁跨中增设横隔板,使桥梁的结构构造更趋合理。并且,得出一条经验:通行特重车的桥梁可以通过变更设计,套用标准图。