

ICS 93.040;03.220.01

R 28

备案号:



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1246—2019

公路与铁路两用桥梁通用技术要求

General technical requirements for rail-cum-road bridges

2019-03-15 发布

2019-07-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体设计要求 3

5 作用 5

6 刚度要求..... 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国综合交通运输标准化技术委员会(SAC/TC 571)提出并归口。

本标准起草单位:中交公路规划设计院有限公司、中铁大桥勘测设计院集团有限公司、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、中交公路长大桥梁建设国家工程研究中心有限公司。

本标准主要起草人:林道锦、王昆鹏、王仁贵、高宗余、肖海珠、徐伟、徐升桥、耿波、李军、任为东、陈上有、刘晓娣、冯崑、刘高、刘汉顺、李明华、张燕飞、郑清刚、梅大鹏、黄小军。

公路与铁路两用桥梁通用技术要求

1 范围

本标准规定了公路与铁路两用桥梁的总体设计要求、作用和刚度要求。
本标准适用于新建和改建公路与铁路两用桥梁的设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 50111	铁路工程抗震设计规范
GB 50139	内河通航标准
JT/T 1116	公路铁路并行路段设计技术规范
JTG B02	公路工程抗震规范
JTG D60	公路桥涵设计通用规范
JTG/T D60-01	公路桥梁抗风设计规范
JTS 180-3	海轮航道通航标准
TB 10002—2017	铁路桥涵设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路与铁路两用桥梁 rail-cum-road bridges
同时具备公路和铁路功能,共同受力的桥梁。

3.2

设计基准期 design reference period
为确定可变作用等的取值而选用的时间参数。
[JTG D60—2015,定义 2.1.1]

3.3

设计使用年限 design working/service life
在正常设计、正常施工、正常使用和正常养护条件下,桥涵结构或结构构件不需要进行大修或更换,即可按其预定目的使用的年限。
[JTG D60—2015,定义 2.1.2]

3.4

承载能力极限状态 ultimate limit states
对应于结构或结构构件达到最大承载力或不适于继续承载的变形的状态。
[JTG D60—2015,定义 2.1.4]

3.5

正常使用极限状态 serviceability limit states

对应于结构或结构构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值的状态。

[JTG D60—2015, 定义 2.1.5]

3.6

设计状况 design situations

代表一定时段内实际情况的一组设计条件,设计时应做到在该组条件下结构不超越有关的极限状态。

[JTG D60—2015, 定义 2.1.6]

3.7

作用 action

施加在结构上的集中力或分布力(直接作用,也称为荷载)和引起结构外加变形或约束变形的原因(间接作用)。

[JTG D60—2015, 定义 2.1.8]

3.8

永久作用 permanent action

在设计基准期内始终存在且其量值变化与平均值相比可忽略不计的作用,或其变化是单调的并趋于某个限值的作用。

[JTG D60—2015, 定义 2.1.9]

3.9

可变作用 variable action

在设计基准期内其量值随时间而变化,且变化值与平均值相比不可忽略不计的作用。

[JTG D60—2015, 定义 2.1.10]

3.10

偶然作用 accidental action

在设计基准期内不一定出现,而一旦出现其量值很大,且持续时间很短的作用。

[JTG D60—2015, 定义 2.1.11]

3.11

分项系数 partial safety factor

用概率极限状态设计法设计时,为保证所设计的结构具有规定的可靠度,在设计表达式中采用的系数。分为作用分项系数和抗力分项系数两类。

[JTG D60—2015, 定义 2.1.25]

3.12

列车摇摆力 lateral sway force of train

列车运行时对钢轨顶面产生的左右摇摆力。

[TB 10002—2017, 定义 2.1.19]

3.13

伸缩力 force due to the thermal expansion of the deck

因温度变化,引起桥梁与长钢轨纵向相对位移而产生的纵向力。

[TB 10002—2017, 定义 2.1.20]

3.14

挠曲力 force due to the deck bending under vertical traffic loads

在列车荷载作用下,桥梁挠曲引起梁轨纵向相对位移而产生的纵向力。

[TB 10002—2017, 定义 2.1.21]

3.15

断轨力 **force acting on the bridge due to breaking of the CWR**

因长钢轨折断,引起桥梁与长钢轨纵向相对位移而产生的纵向力。

[TB 10002—2017, 定义 2.1.22]

3.16

长钢轨纵向力 **longitudinal force of long rail**

伸缩力、挠曲力、断轨力的总称。

[TB 10002—2017, 定义 2.1.23]

3.17

车桥耦合振动分析 **vehicle-bridge coupling dynamic analysis**

汽车、列车过桥时,车辆和桥梁动力作用的相关影响分析。

4 总体设计要求

4.1 总则

4.1.1 公路与铁路两用桥梁(以下简称“公铁两用桥梁”)设计基准期应为 100 年。

4.1.2 公铁两用桥梁主体结构的设计使用年限应不低于 100 年;斜拉索、吊索、系杆等设计使用年限应不低于 20 年;栏杆、伸缩装置、支座等使用年限应不低于 15 年。

4.1.3 公铁两用桥梁应进行风险评估及环境影响评估,并做相应的设计。

4.1.4 公铁两用桥梁可按桥长或单孔跨径分类,详见表 1。

表 1 公铁两用桥梁分类

单位为米

类 别	桥 长 L	单孔跨径(铁路无,暂取公路) L_k
特大桥	$L > 500$	$L_k > 150$
大桥	$100 < L \leq 500$	$40 \leq L_k \leq 150$
中桥	$20 < L \leq 100$	$5 \leq L_k < 40$
小桥	$L \leq 20$	$L_k < 5$
注 1:单孔跨径系指标准跨径。 注 2:梁式桥的桥长为多孔标准跨径的总长;拱式桥为两端桥台内起拱线间的距离;其他形式桥梁为公路桥面系行车道长度。 注 3:标准跨径:梁式桥以两桥墩中线间距离或桥墩中线与台背前缘间距为准;拱式桥以净跨径为准。		

4.1.5 公铁两用桥梁设计应符合国家及工程区域综合交通网络总体规划的要求;应跟据公路和铁路交通功能、技术等级、通行能力、多种交通方式的关系等,结合水文、地质、通航、环境等条件进行综合设计。

4.1.6 公铁两用桥梁设计洪水频率和检算洪水频率应符合表 2 的规定。

表 2 公铁两用桥梁洪水频率标准

设计洪水频率	检算洪水频率
1/100	1/300

4.1.7 公铁两用桥梁结构在制造、运输、安装和运营过程中应具有规定的强度、刚度、稳定性、耐久性,并应满足轨道平顺性、列车运行安全性和旅客乘坐舒适性的要求。

4.1.8 公铁两用桥梁中公路桥面和铁路桥面的纵坡设计应分别符合 JTG D60 和 TB 10002 的相关规定。对于共主梁区段,公路桥面纵坡宜与铁路桥面纵坡保持一致。

4.2 一般规定

4.2.1 公铁两用桥梁常用结构布置方式分为平层和上下层两类。

4.2.2 公铁两用桥梁结构中同时承受公路和铁路荷载的构件应同时满足容许应力法和极限状态法设计要求,对仅承受公路荷载的构件可仅满足极限状态法设计要求。

4.2.3 公铁两用桥梁应进行抗风、抗震、防撞等防灾减灾设计。

4.2.4 公铁两用桥梁设计应考虑公路和铁路交通运营及养护期间的相互影响,进行隔离防护设计。

4.2.5 公铁两用桥梁应根据养护需要,按照可达、可检查、可维修和可更换的要求进行设计。

4.2.6 公铁两用桥梁结构应简洁美观,力求标准化,便于制造和机械化施工。

4.3 公铁两用桥梁布置及净空

4.3.1 公铁两用桥梁桥位宜选择河道顺直稳定、河床地质良好、河槽能通过大部分设计流量的河段;应避免断层、岩溶、滑坡、泥石流等不良地质的河段,不宜选择在河汊、沙洲、古河道、急弯、汇合口、港口作用区及易形成流冰、流木阻塞的河段。

4.3.2 公铁两用桥梁纵轴线宜与洪水主流流向正交。对通航河流上的公铁两用桥梁,墩台沿水流方向的轴线应与最高通航水位时的主流方向一致。当斜交不能避免时,交角不宜大于 5° ,当交角大于 5° 时,宜增加通航孔净宽。

4.3.3 通航海轮的公铁两用桥梁布置和净空应满足 JTS 180-3 的规定。通航内河公铁两用桥梁的布置应满足 GB 50139 的规定,并应充分考虑河床演变和不同通航水位航迹线的变化。不通航河流桥下净空应根据设计洪水位、壅水和浪高或最高流冰面确定。当在河流中有形成流冰阻塞的危险或有流放木筏、漂流物通行时,应根据具体情况确定。

4.3.4 位于通航水域中的公铁两用桥梁宜减少在通航水域中设置桥墩,并宜设置于浅水区。可能遭受船舶或漂流物撞击的桥墩,应考虑船舶或漂流物的撞击作用,并应设置警示标志和必要的防撞设施。

4.3.5 公铁两用桥梁中的人行(自行车)道、公路和铁路功能区域的建筑限界应符合 JTG D60 和 TB 10002 的相关规定,并预留足够的隔离设施建设空间。

4.3.6 当公铁两用桥梁跨越铁路或道路时,桥梁孔径及桥下净宽应满足国家现行规范要求,同时应预留施工误差值、结构变形值、沉降值和铁路抬道量或道路路面翻修高度。

4.4 公铁两用桥梁孔径

4.4.1 公铁两用桥梁孔径的设计应保证设计频率洪水及流冰、泥石流、漂流物等安全通过,并应考虑壅水、冲刷对上下游的影响,确保桥梁附近路堤的稳定;应考虑桥位上下游已建或拟建桥梁和水工建筑物的状况及其对河床演变的影响,并应注意河床地形,不宜过分压缩河道,改变水流的天然状态。

4.4.2 计算桥下冲刷时,应考虑桥孔压缩后设计洪水过水断面所产生的桥下一般冲刷、墩台阻水引起的局部冲刷、河床自然演变冲刷,以及调治结构物和桥位其他冲刷因素的影响。

4.5 公铁两用桥梁构造

4.5.1 公铁两用桥梁从分建到合建过渡段应满足 JT/T 1116 的相关规定。

4.5.2 合建公铁两用桥梁的公路和铁路交通桥面宜采用上下层设置的形式。当采用平层布置时,铁

路交通宜布置在横断面的中间,同时公路和铁路交通间应采取隔离措施。

4.5.3 公铁两用桥梁墩台应具有足够的刚度和稳定性,并满足 6.3 的要求。

4.5.4 曲线桥梁主梁的结构支承体系和抗扭刚度应满足曲线桥梁上部结构的受力和变形要求,并应采取可靠的抗倾覆措施。

4.5.5 公铁两用桥梁的上、下部构造应视需要设置变形缝或伸缩缝,并配置适用的伸缩装置。桥面伸缩装置应保证能自由伸缩,并应满足承载和变形要求。伸缩装置应具有良好的密水性和排水性,并易于检查和养护。

4.6 维修养护设施

4.6.1 公铁两用桥梁应设置维修养护通道,并根据需要设置必要的检查平台、扶梯、内照明、人口井盖和专用检修车等设施。需借助墩顶作为检修平台时,桥墩应根据需要设置安全设施。

4.6.2 公铁两用桥梁可根据需要设置救援疏散通道,救援疏散通道设计要求如下:

- a) 桥长超过 3km 时,应结合地面道路条件,每隔 3km(单侧 6km)左右,在线路两侧交错设置一处可上下桥的救援疏散通道;
- b) 桥上应设置疏散导向标志,救援疏散通道侧对应的桥上栏杆、声屏障、公路和铁路交通隔离位置应预留出口,其中隔离位置预留出口应保证平时的隔离功能。

4.6.3 全长大于 500m 的钢梁桥和多线并行总长大于 500m 的钢梁桥,应在桥上安装风管、水管、电力动力线以及相应的设备,必要时配备船只。

4.7 附属设施和系统接口设计

4.7.1 公铁两用桥梁布置应根据运营、养护和维修作业条件设置照明、环保、消防、交通标志、航道信号标志、航空障碍标志、防雷接地装置,以及桥面防水、排水、检修、安全等附属设施。

4.7.2 公铁两用桥梁结构应满足铁路交通供电、通信、信号、轨道、给排水、防杂散电流和声屏障等有关工种工艺设计预埋件设置的要求。

4.7.3 公铁两用桥梁结构设计时应考虑轨道的要求和梁轨相互作用。

4.7.4 公铁两用桥梁的大桥及特大桥宜根据需要设置必要的长期健康监测设施。

5 作用

5.1 作用分类、代表值及作用效应组合

5.1.1 公铁两用桥梁上的作用可分为永久作用、可变作用、偶然作用和地震作用四类,详见表 3。

表 3 公铁两用桥梁作用分类

序号	作用分类	荷载名称
1	永久作用	结构自重
2		结构附加重力(线路设备及人行道等)
3		预加力
4		混凝土收缩、徐变作用
5		土的重力及土侧压力
6		静水压力及浮力
7		基础变位作用

表 3(续)

序号	作用 分类		荷 载 名 称
8	可变作用	基本可变作用	列车荷载
9			列车竖向动力作用
10			列车离心力
11			列车横向摇摆力
12			汽车荷载
13			汽车竖向动力作用
14			汽车离心力
15			列车荷载产生的土压力
16			汽车荷载产生的土压力
17			人群荷载(人行道荷载)
18			列车气动力
19		其他可变作用	列车制动力或牵引力
20			汽车制动力
21			风荷载
22			支座摩阻力
23			流水压力
24			波浪力
25			冰压力
26	温度作用		
27	冻胀力		
28	施工荷载		
29	偶然作用		列车脱轨荷载
30			船舶或漂流物撞击作用
31			汽车撞击作用
32			长钢轨纵向作用力(伸缩力、挠曲力和断轨力)
33	地震作用		地震作用
如杆件的主要用途为承受某种其他可变荷载,则在计算此杆件时,该其他可变荷载按其基本可变荷载考虑。			

5.1.2 公铁两用桥梁设计应考虑结构上可能同时出现的作用,当按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行作用效应组合时,均应按下列原则取其最不利组合效应进行设计:

- 只有在结构上可能同时出现的作用,才进行组合。只考虑永久作用、基本可变作用与一个方向(顺桥或横桥方向)的其他可变作用的效应组合。当设计曲线桥梁时,制动力或牵引力与离心力、横向摇摆力同时参与组合,其荷载组合按 5.3.9 的规定取用。
- 当可变作用的出现对结构或结构构件产生有利影响时,该作用不应参与组合。实际不可能同时出现的作用或同时参与组合概率很小的作用,按表 4 规定不考虑其参与组合。

表4 作用不同时组合表

作用名称	不与该作用同时参与组合的作用
汽车制动力	流水压力、冰压力、波浪力、支座摩阻力
列车制动力或牵引力	流水压力、冰压力、波浪力、支座摩阻力
流水压力	汽车制动力、列车制动力或牵引力、冰压力、波浪力
冰压力	汽车制动力、列车制动力或牵引力、流水压力、波浪力
波浪力	汽车制动力、列车制动力或牵引力、流水压力、冰压力
支座摩阻力	汽车制动力、列车制动力或牵引力
船舶或漂流物撞击作用	列车脱轨荷载、汽车撞击作用、长钢轨纵向作用力、其他可变作用
汽车撞击作用	列车脱轨荷载、船舶或漂流物撞击作用、长钢轨纵向作用力、其他可变作用
长钢轨纵向作用力	列车脱轨荷载、船舶或漂流物撞击作用、汽车撞击作用、其他可变作用
列车脱轨荷载	船舶或漂流物撞击作用、汽车撞击作用、长钢轨纵向作用力、可变作用

5.1.3 当同时承担公路及铁路荷载的桥梁结构按承载能力极限状态设计时,对持久设计状况和短暂设计状况应采用作用的基本组合,对偶然设计状况应采用作用的偶然组合,对地震设计状况应采用作用的地震组合。具体为:

a) 基本组合,永久作用设计值与可变作用设计值相组合:

1) 作用效应基本组合的效应设计值可按式(1)或式(2)计算:

$$S_{ud} = \gamma_0 S \left(\sum_{i=1}^m \gamma_{Gi} G_{ki}, \gamma_{Q1} Q_{Hk1}, \gamma_{Q1} Q_{Rk1}, \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{Qj} Q_{kj} \right) \quad (1)$$

或

$$S_{ud} = \gamma_0 S \left(\sum_{i=1}^m G_{di}, Q_{Hd1}, Q_{Rd1}, \sum_{j=2}^n Q_{dj} \right) \quad (2)$$

式中: S_{ud} ——承载能力极限状态下作用基本组合的效应设计值;

$S(*)$ ——作用组合的效应函数;

γ_0 ——结构重要性系数,对于公铁两用桥梁应取 1.1,对于公铁两用桥梁中的现浇结构应取 1.21;

γ_{Gi} ——第 i 个永久作用(含预应力)的分项系数,按表 5 规定取值;

G_{ki} 、 G_{di} ——第 i 个永久作用(含预应力)的标准值和设计值;

γ_{Q1} ——活载效应(汽车荷载效应与列车荷载效应,均含冲击力、离心力,列车荷载还包含横向摇摆力)的分项系数取 $\gamma_{Q1} = 1.4$,对于汽车车辆荷载及列车特种荷载取 $\gamma_{Q1} = 1.8$,对于钢桥的列车竖向动力作用取 $\gamma_{Q1} = 1.5$;当某个可变作用在效应组合中其值超过活载效应时,则该作用取代活载,其分项系数取 $\gamma_{Q1} = 1.4$;对专为承受某作用而设置的结构或装置,设计时该作用的分项系数取 $\gamma_{Q1} = 1.4$;计算人行道板和人行道栏杆的局部荷载,其分项系数也取 $\gamma_{Q1} = 1.4$;

Q_{Hk1} 、 Q_{Hd1} ——汽车荷载(含汽车冲击力、离心力)的标准值和设计值;

Q_{Rk1} 、 Q_{Rd1} ——列车荷载(含列车冲击力、离心力、横向摇摆力)的标准值和设计值;

γ_{Qj} ——在作用效应组合中除活载效应、风荷载外的其他第 j 个可变作用效应的分项系数,取 $\gamma_{Qj} = 1.4$,但风荷载的分项系数取 $\gamma_{Qj} = 1.1$;

Q_{kj} 、 Q_{dj} ——在作用效应组合中除活载效应外的其他第 j 个可变作用效应的标准值和设计值;

ψ_0 ——在作用效应组合中除活载效应外的其他可变作用效应的组合系数,取 $\psi_0 = 0.75$ 。

- 2) 当作用与作用效应可按线性关系考虑时,作用基本组合的效应设计值 S_{ad} 可通过作用效应代数相加计算。
- 3) 设计弯桥时,当制动力(或牵引力)与离心力同时参与组合时,制动力(或牵引力)的标准值或设计值按70%取用。

表5 公铁两用桥梁作用效应的分项系数

序号	作用名称		永久作用分项系数	
			对结构的承载能力不利时	对结构的承载能力有利时
1	结构自重	混凝土和圬工结构	1.2	1.0
		钢结构	1.1 或 1.2	
2	结构附加重力	铁路有砟轨道	1.4	
		铁路无砟轨道	1.2	
3	预加力		1.2	1.0
4	土的重力		1.2	1.0
5	混凝土的收缩及徐变作用		1.0	1.0
6	土侧压力		1.4	1.0
7	静水压力及浮力		1.0	1.0
8	基础变位作用	混凝土和圬工结构	0.5	0.5
		钢结构	1.0	1.0

- b) 偶然组合,永久作用标准值与可变作用某种代表值、一种偶然作用设计值相组合。偶然作用效应的分项系数应取1.0。与偶然作用同时出现的可变作用,可根据观测资料和工程经验取用适当的代表值:

- 1) 作用效应偶然组合的效应设计值可按式(3)计算:

$$S_{ad} = S \left[\sum_{i=1}^m G_{ki} A_d, (\psi_n \text{ 或 } \psi_{q1}) Q_{Hk1}, (\psi_n \text{ 或 } \psi_{q1}) Q_{Rk1}, \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{kj} \right] \quad (3)$$

式中: S_{ad} ——承载能力极限状态下作用偶然组合的效应设计值;

A_d ——偶然作用的设计值;

ψ_n ——活载的频遇值系数,对汽车荷载(含汽车冲击力、离心力)取 $\psi_n = 0.7$,对列车荷载(含列车冲击力、离心力、横向摇摆力)取 $\psi_n = 1.0$;当某个可变作用在组合中其效应超过活载效应时,则该作用取代汽车和列车荷载,人群荷载 $\psi_n = 1.0$,风荷载 $\psi_n = 0.75$,温度梯度作用 $\psi_n = 0.8$,其他作用 $\psi_n = 1.0$;

$\psi_n Q_{Hk1}$ ——汽车荷载的频遇值;

$\psi_n Q_{Rk1}$ ——列车荷载的频遇值;

ψ_{q1} 、 ψ_{qj} ——第1个和第j个可变作用的准永久值系数,对汽车荷载(含汽车冲击力、离心力)取 $\psi_q = 0.4$,对列车荷载(含列车冲击力、离心力、横向摇摆力)取 $\psi_q = 1.0$,人群荷载 $\psi_q = 0.4$,风荷载 $\psi_q = 0.75$,温度梯度作用 $\psi_q = 0.8$,其他作用 $\psi_q = 1.0$;

$\psi_{q1} Q_{k1}$ 、 $\psi_{qj} Q_{kj}$ ——第1个和第j个可变作用的准永久值。

- 2) 当作用与作用效应可按线性关系考虑时,作用偶然组合的效应设计值 S_{ad} 可通过作用效应代数相加计算。

c) 作用地震组合的效应设计值可按 JTG B02 的有关规定计算。

5.1.4 当同时承担公路及铁路荷载的桥梁结构按正常使用极限状态设计时,应根据不同的设计要求,采用作用的频遇组合或准永久组合,并应符合下列规定:

a) 频遇组合,永久作用标准值与主导可变作用频遇值、其他可变作用准永久值相组合:

1) 作用效应频遇组合的效应设计值可按式(4)计算:

$$S_{fd} = S \left(\sum_{i=1}^m G_{ki}, \psi_{fi} Q_{Hki}, \psi_{fi} Q_{Rki}, \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{kj} \right) \quad (4)$$

式中: S_{fd} ——作用效应频遇组合设计值;

ψ_{fi} ——活载(不计汽车和列车冲击力)频遇值系数,对汽车荷载取 0.7,对列车荷载取 1.0。

2) 当作用与作用效应可按线性关系考虑时,作用频遇组合的效应设计值 S_{fd} 可通过作用效应代数相加计算。

b) 准永久组合,永久作用标准值与可变作用准永久值相组合:

1) 作用效应准永久组合的效应设计值可按式(5)计算:

$$S_{qd} = S \left(\sum_{i=1}^m G_{ki}, \sum_{j=1}^n \psi_{qj} Q_{kj} \right) \quad (5)$$

式中: S_{qd} ——作用准永久组合的效应设计值;

ψ_{qj} ——活载(不计汽车和列车冲击力)准永久值系数,对汽车荷载取 0.4,对列车荷载取 1.0。

2) 当作用与作用效应可按线性关系考虑时,作用准永久组合的效应设计值 S_{qd} 可通过作用效应代数相加计算。

5.1.5 公铁两用桥梁的公路、铁路活载的组合多线折减系数宜进行专题研究,当缺少统计资料时可按下列方法组合折减:

- 对于同时承受公路、铁路活载的构件,公路活载按 JTG D60 中规定的全部活载的 75% 计算,铁路活载按 TB 10002 折减;
- 对仅承受公路活载的构件,公路活载按 JTG D60 中的规定执行;
- 对仅承受铁路活载的构件,铁路活载按 TB 10002 中的规定执行。

5.2 永久作用

5.2.1 公铁两用桥梁结构自重、预加力、混凝土收缩及徐变作用、土压力、静水压力及浮力、基础变位作用可按 JTG D60 的规定计算。

5.2.2 公铁两用桥梁结构附属设备和附属建筑恒载包括轨道结构、栏板、电缆支架、附加管道、声屏障、接触网及立柱、检查维护设备等,应根据实际情况确定。

5.3 可变作用

5.3.1 桥梁的可变作用,除 5.3 规定的汽车、列车及轨道线路相关作用外均应按 JTG D60 及 TB 10002 确定,并取两者最不利情况。

5.3.2 设计加载时,汽车荷载和列车荷载图式可以任意截取。其中,列车荷载图示加载的结构(影响线)长度应符合下列规定:

- 当需要加载的结构(影响线)长度超过该桥所在线路可能运行的列车长度时,活载总长度取可能运行的最长列车长度。
- 对于多符号影响线,在同符号影响线各区段进行加载。

c) 对于多符号影响线,在异符号影响线区段按以下两种情况考虑:

- 1) 变形、强度验算时,异符号影响线区段长度不大于 15m 时可不加活载,异符号影响线区段长度大于 15m 时按空车静活载 10kN/m 加载;
- 2) 疲劳验算时,异符号影响线区段长度内均按活载图式中的均布荷载分别进行加载。

5.3.3 公铁两用桥梁铁路、公路活载最长加载长度可按表 6 选取。

表 6 公铁两用桥活载加载长度建议值

活 载 类 型	每线加载列车数(列)	客运专线(m)	普通线路(m)	
			客运线	客货共线
铁路	1	450	550	1 050
公路	桥梁长度			

5.3.4 汽车、列车标准活载在桥台后破坏棱体上引起的侧向土压力,可换算为当量均布土层厚度计算,并可按以下规定计算:

- a) 汽车荷载的等效土层厚度按 JTG D60 计算;
- b) 列车荷载的等效土层厚度按 TB 10002 计算。

5.3.5 桥梁结构设计应计算汽车和列车荷载的竖向冲击作用。

汽车和列车荷载共同作用时,宜采用同一冲击系数 $(1+\mu)$ 。冲击系数应按汽车和列车荷载分别计算并取较大值。各类荷载冲击系数的计算规定如下:

- a) 汽车荷载竖向冲击系数应按 JTG D60 计算;
- b) 列车荷载竖向冲击系数应按 TB 10002 计算。

5.3.6 对同时承受公路荷载和铁路荷载的结构宜开展专题研究确定疲劳荷载。

5.3.7 桥梁在曲线上时,应考虑汽车、列车竖向静活载产生的离心力。离心力的计算如下:

- a) 离心力标准值应按式(6)计算:

$$F = f \cdot C \cdot W = f \cdot \frac{v^2}{127R} \cdot W \quad (6)$$

式中: C ——离心力率,不大于 0.15;

v ——设计速度,单位为千米每小时(km/h),当列车速度大于 250km/h 时,取 $v = 250$ km/h 计算;

W ——汽车荷载、列车荷载图式中的集中荷载或分布荷载,单位为千牛每米(kN/m);

R ——曲线半径,单位为米(m);

f ——竖向活载折减系数,按表 7 相关规定取值。

表 7 竖向活载折减系数计算

类 型		f 值
汽车荷载		1.0
列车荷载	$L_f \leq 2.88\text{m}$ 或 $v \leq 120\text{km/h}$	1.0
	城际铁路、重载铁路	1.0
	其他	$f = 1.00 - \frac{v - 120}{1000} \left(\frac{814}{v} + 1.75 \right) \left(1 - \sqrt{\frac{2.88}{L_f}} \right)$
注 1: 当计算 f 值大于 1.0 时,取 1.0。		
注 2: L_f 为桥上曲线部分荷载长度,单位为米(m);当大于 150m 时,取 $L_f = 150\text{m}$ 。		

- b) 离心力方向水平向外,离心力作用高度按表 8 选取。

表 8 离心力作用高度

单位为米

交通类型		高度起算点	高 度
公路		桥面	1.2
铁路	客货共线铁路	轨面	2.0
	高速铁路、城际铁路		1.8
	重载铁路		2.4
注:为计算方便,公路车道荷载可移至桥面上,不计由此引起的作用效应。			

5.3.8 汽车制动力、列车制动力或牵引力按同向行驶车道(线路)计算,计算规定如下:

- 汽车制动力应按 JTG D60 计算。
- 列车制动力或牵引力应按 TB 10002 计算。
- 汽车制动力作用在桥面以上 1.2m 处;重载铁路制动力或牵引力作用在轨顶以上 2.4m 处;其他标准铁路的制动力或牵引力均作用在轨顶以上 2.0m 处。当计算桥墩台时移至支座中心处,计算台顶以及刚构桥、拱桥时汽车制动力可移至桥面,列车制动力或牵引力移至轨底,均不计移动作用点所产生的竖向力或力矩。
- 车站内的桥梁应根据其结构形式考虑汽车荷载制动、列车制动和起动同时发生的可能进行设计。
- 桥头填方破坏棱体范围内的列车荷载所产生的制动力或牵引力可不计算。
- 采用铁路列车荷载图示中的特种活载时,应不计制动力或牵引力。
- 大跨度公铁两用桥汽车、列车纵向制动力的组合系数宜进行专题研究。

5.3.9 汽车制动力、列车制动力或牵引力与离心力、列车横向摇摆力组合时,组合系数可按表 9 规定选取,并取四种工况的最不利情况。

表 9 组合系数建议值

组合工况	汽车制动力	列车制动力或牵引力	离心力	列车横向摇摆力
I	0.75	1.0	0.5	0.5
II	0.75	0.5	1.0	1.0
III	0.75	0.7	1.0	0.0
IV	0.75	0.0	1.0	1.0
注:组合工况 IV 对应列车空车荷载作用。				

5.3.10 风荷载计算规定如下:

- 作用于桥梁上的风荷载应按 JTG/T D60-01 相关规定计算;
- 应根据桥梁车道及线路处风屏障的设置情况,考虑列车和汽车引起的横风荷载作用,其中列车的横向受风面积可按轨道以上 3.7m 高的长方带计算,作用点在其 1/2 高度处;
- 桥上有车时,应采用可行车风速计算风荷载。

5.3.11 公铁两用桥梁人群荷载(人行道荷载)标准值应按下列规定选用:

- 公路桥面人行道设计时,人群荷载标准值根据表 10 采用,对跨径不等的连续结构,以最大计算跨径为准。

表 10 人群荷载标准值

计算跨径 L_0 (m)	≤ 50	$50 < L_0 < 150$	≥ 150
人群荷载 (kN/m^2)	3.0	$3.25 - 0.005L_0$	2.5
注:非机动车、行人密集的桥梁,人群荷载标准值取上述标准值的 1.15 倍。			

- b) 铁路桥面上布置作业通道时,人行道荷载标准值采用 4.0kN/m^2 ,主梁设计时可不与列车荷载同时计算。
- c) 铁路桥面作业通道走行检查或维修小车时,应考虑检查或维修小车竖向荷载,主梁设计时应与列车荷载同时计算。
- d) 人群荷载(人行道荷载)在横向布置在人行道的净宽度内;在纵向施加于使结构产生最不利荷载效应的区段内。
- e) 计算人行道栏杆时,作用在栏杆立柱顶面上的水平推力标准值取 0.75kN/m ,作用在栏杆扶手上的竖向力标准值取 1.0kN/m ,立柱和扶手还应按 1.0kN 的集中荷载检算。

5.4 偶然作用

- 5.4.1 列车脱轨荷载和长钢轨纵向作用力应按 TB 10002 相关规定计算。
- 5.4.2 船舶或漂流物撞击力和汽车撞击力宜按 JTG D60 相关规定计算。

5.5 地震作用

- 5.5.1 公铁两用桥梁的抗震设防等级应为 A 类,并进行抗震专题研究。
- 5.5.2 公铁两用桥梁地震作用应按 GB 50111 和 JTG B02 的相关规定进行抗震计算,并取公路、铁路桥梁设计规范中的最不利结果。

6 刚度要求

6.1 一般规定

车桥耦合振动响应指标规定如下:

- a) 列车运行安全性指标应符合表 11 的规定;

表 11 列车运行安全性指标

指 标	高速、城际铁路	客货共线铁路	重载铁路	
			机车	货车
脱轨系数 Q/P	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 1.8
轮重减载率 $\Delta P/P$	≤ 0.6			
轮对横向力 $Q(\text{kN})$	$\leq 10 + P_0/3$	≤ 80	$\leq 0.90[15 + (P_{s1} + P_{s2})/2]$	$\leq 0.85[15 + (P_{s1} + P_{s2})/2]$
注: Q 为车轮作用于钢轨上的横向力,单位为千牛(kN); ΔP 为轮重减载量,单位为千牛(kN); P 为车轮作用于钢轨上的垂直力,单位为千牛(kN); P_0 、 P_{s1} 、 P_{s2} 为车轮静轴重,单位为千牛(kN)。				

- b) 高速铁路、城际铁路、客货共线铁路车体竖向振动加速度(a_z)应不大于 1.3m/s^2 (半峰值),横向振动加速度(a_y)应不大于 1.0m/s^2 (半峰值);

c) 高速铁路、城际铁路行车舒适度指标可按表 12 选用；

表 12 行车舒适度指标

序 号	行车舒适度指标 W_s	评 价 等 级
1	$W_s \leq 2.50$	优
2	$2.50 < W_s \leq 2.75$	良
3	$2.75 < W_s \leq 3.00$	合格
注：行车舒适度指标采用 Sperling 舒适度指标。		

- d) 在桥梁设计行车风速条件下,汽车驾乘人员位置处车辆振动竖向加速度峰值不宜大于 3.6m/s^2 , 水平加速度峰值不宜大于 2.4m/s^2 ;
- e) 设计速度 200km/h 客货共线铁路、高速铁路、重载铁路桥面板在 20Hz 及以下的竖向振动加速度限值,有砟桥面不应大于 3.5 m/s^2 (半峰值),无砟桥面不应大于 5.0 m/s^2 (半峰值)。

6.2 桥跨结构的刚度要求

6.2.1 汽车和列车静活载作用下,梁体的竖向变形应满足 TB 10002 的相关规定。

6.2.2 在汽车和列车静活载作用下,梁端转角要求如下：

- a) 汽车和列车静活载作用下,梁端转角应满足 TB 10002 的相关规定；
- b) 当梁端转角不满足 TB 10002 的相关限值要求时,应对梁端轨道结构和扣件系统受力进行检算。

6.2.3 公铁两用桥梁的梁体横向变形限值规定如下：

- a) 在列车横向摇摆力、列车及汽车离心力、风力和温度的作用下,梁体的水平挠度应不大于梁体计算跨度的 $1/4\ 000$ ；
- b) 在列车横向摇摆力、列车及汽车离心力和温度的作用下,高速铁路、城际铁路无砟轨道桥梁相邻梁端两侧的钢轨支点处横向相对位移应不大于 1mm 。

6.2.4 公铁两用桥梁中的铁路线路如果为高速铁路、城际铁路,铁路桥面在公路及列车竖向静活载作用下由梁体扭转引起的轨面不平顺限值,在 3m 长的线路范围内两根钢轨的竖向相对变形量 t (见图 1) 的限值应符合表 13 的规定。

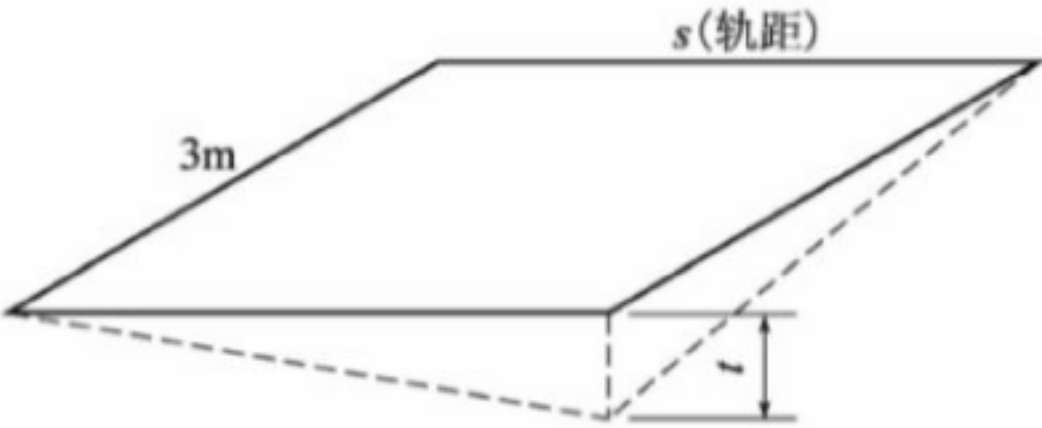


图 1 钢轨扭曲变形示意图

表 13 竖向相对变形量限值

铁 路 类 型		竖向相对变形量 $t(\text{mm})$
高速铁路		1.5
城际铁路	设计速度 200km/h	3.0
	设计速度 160km/h	3.7
	设计速度 120 km/h	4.5

6.2.5 对于不满足 6.2.1、6.2.3 要求的大跨度公铁两用桥梁,其竖向、横向变形合理限值应根据车 - 桥耦合振动分析专题确定。车辆过桥运行的平稳性及安全性指标应满足 6.1 的规定。

6.3 墩台结构的刚度要求

6.3.1 位于无缝线路固定区的混凝土公铁两用简支梁桥,墩台顶纵向水平线刚度应由梁 - 轨共同作用分析确定。当不做梁 - 轨共同作用分析时,墩台顶纵向水平线刚度应满足 TB 10002 的相关规定。

6.3.2 简支梁桥墩台顶面顺桥方向的弹性水平位移应满足式(7)的要求。

$$\Delta \leq 5\sqrt{L} \tag{7}$$

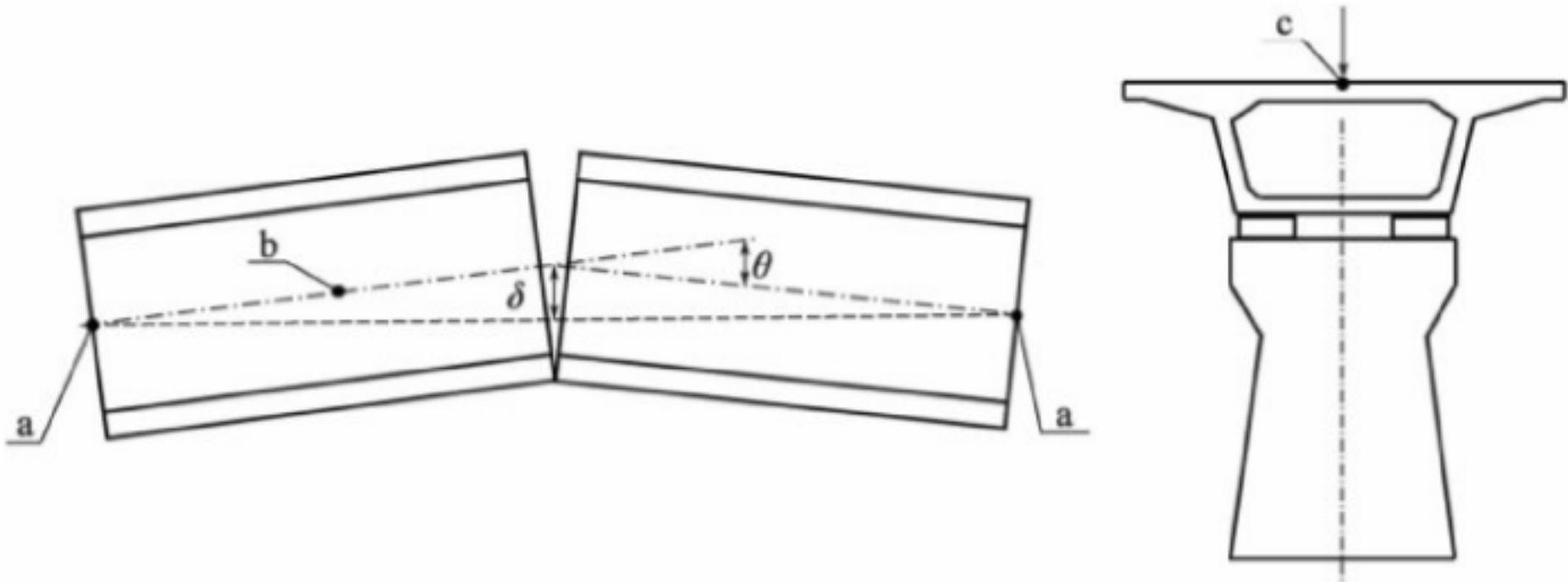
式中: L ——桥梁跨径,即顺桥方向两支承中心之间的距离,单位为米(m);当 $L < 24\text{m}$ 时, L 按 24m 计算;当为不等跨时, L 采用相邻中较小跨的跨径;

Δ ——墩台顶面处的水平位移,包括由于墩台身和基础的弹性变形,以及基底土弹性变形的影响,单位为毫米(mm)。

计算混凝土、石砌及钢筋混凝土墩台水平位移时,截面惯性矩 I 按全截面考虑,混凝土和石砌墩台的抗弯刚度取 E_0I ,钢筋混凝土墩台的抗弯刚度取 $0.8E_0I$, E_0 为墩台身的受压弹性模量。

6.3.3 墩台横向水平刚度应满足行车条件下列车安全性和旅客乘车舒适度要求,并应对最不利荷载作用下墩台顶横向弹性水平位移进行计算。在汽车及列车竖向静活载、横向摇摆力、汽车及列车离心力、风力和温度的作用下,墩顶横向水平位移引起的桥面处梁端水平折角如图 2 所示,并符合下列规定:

- a) 设计速度 200km/h 及以上铁路,梁端水平折角应不大于 0.001rad;
- b) 设计速度 160km/h 及以下铁路,跨径小于 40m 的梁端水平折角应不大于 0.001 5rad,跨径大于或等于 40m 的梁端水平折角应不大于 0.001rad。



说明: δ ——桥墩计算位移;
 θ ——水平折角;
 a ——桥墩零位移点;
 b ——桥面中心线;
 c ——水平折角计算点。

对最不利荷载作用下墩台顶横向弹性水平位移进行计算。

图 2 墩台横向水平位移差引起的相邻结构物轴线间的水平折角