

公路桥梁抗震设计细则

Guidelines for Seismic Design of Highway Bridges

2008-08-29 发布

2008-10-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业推荐性标准

公路桥梁抗震设计细则

Guidelines for Seismic Design of Highway Bridges

JTG/T B02-01—2008

主编单位:重庆交通科研设计院

批准部门:中华人民共和国交通运输部

实施日期:2008 年 10 月 01 日

人民交通出版社股份有限公司

图书在版编目(CIP)数据

公路桥梁抗震设计细则: JTG/T B02-01—2008 / 重庆交通科研设计院主编. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016.9

ISBN 978-7-114-13318-3

I. ①公… II. ①重… III. ①公路桥—防震设计—设计标准—中国 IV. ①U448.142.5-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 218173 号

标准类型: 中华人民共和国行业推荐性标准

标准名称: 公路桥梁抗震设计细则

标准编号: JTG/T B02-01—2008

主编单位: 重庆交通科研设计院

责任编辑: 李 农

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 880 × 1230 1/16

印 张: 7.25

字 数: 145 千

版 次: 2016 年 9 月 第 1 版

印 次: 2016 年 9 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13318-3

定 价: 45.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

中华人民共和国交通运输部

公 告

2008 年第 27 号

关于公布公路桥梁抗震设计细则 (JTG/T B02-01—2008) 的公告

现公布《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01—2008), 作为公路工程行业推荐性标准, 自 2008 年 10 月 1 日起施行, 原《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89) 中相应部分同时废止。

该细则的管理权和解释权归交通运输部, 日常解释及管理工作由主编单位重庆交通科研设计院负责。请各有关单位在实践中注意总结经验, 若有修改意见请函告重庆交通科研设计院, 以便修订时研用。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
二〇〇八年八月二十九日

主题词: 公路 行业 规范 公告

交通运输部办公厅

2008 年 9 月 2 日印发

前 言

根据交通部《关于下达 1999 年度建设标准、规范、定额等编制、修订工作计划的通知》(交通部公路发[1999]82 号),由重庆交通科研设计院组织对《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89)桥梁抗震设计部分进行修订,编写《公路桥梁抗震设计细则》。

在编写过程中,编写组开展了相关的专题研究工作,吸取了国内有关科研、院校、设计等单位的研究成果和实际工程经验;参考、借鉴了国内外先进的抗震类标准规范。2005 年 10 月完成征求意见稿后,对全国交通、铁路、建设和地震部门的有关单位和个人广泛地征求了意见。根据反馈意见和建议,经反复讨论、修改,于 2008 年 7 月完成编写任务。

修订后的《公路桥梁抗震设计细则》共有 11 章、4 个附录。修订的主要内容包括:

(1)扩大了适用范围,增加了非规则桥梁的抗震设计内容;对斜拉桥、悬索桥、单跨跨径超过 150m 的特大跨径梁桥和拱桥,给出了抗震设计原则和有关规定;增加了减隔震桥梁的设计原则和有关规定。

(2)修订了相应的设防标准和设防目标,采用了两水平设防、两阶段设计的抗震设计思想,由单一的强度抗震设计修改为强度和变形双重指标控制的抗震设计。

(3)补充、细化了场地和地基部分的有关规定。

(4)修订了地震作用部分,修订了水平设计加速度反应谱,反应谱周期由 5s 增加到 10s,增加了场地系数、阻尼调整系数、竖向设计加速度反应谱等内容,增加了地震作用分量组合、设计地震动时程等有关规定,取消了综合影响系数。补充修订了地震土压力计算公式。

(5)增加了桥梁延性抗震设计和能力保护原则的有关规定,增加了延性构造细节设计的有关规定。

(6)增加了抗震分析建模原则和抗震分析方法等有关规定。

(7)修订了抗震措施的有关规定。

各单位在使用过程中,若发现问题或提出意见和建议,请及时与主编单位联系(地址:重庆市南岸区学府大道 33 号,邮编:400067,电话:023-62653430),以便修订时研用。

主 编 单 位:重庆交通科研设计院

参 编 单 位:同济大学

中国地震局工程力学研究所

清华大学
长安大学
大连理工大学
云南省公路科学研究所
交通部公路科学研究院

主要起草人:唐光武 李建中 陶夏新 秦 权 刘健新 林家浩
张 力 许晓锋 李桓兴 王克海 郑 罡 黄福伟

目次

1 总则 1

2 术语和符号 2

2.1 术语 2

2.2 符号 4

3 基本要求 7

3.1 桥梁抗震设防目标及设防分类和设防标准 7

3.2 确定地震作用的基本要求 8

3.3 抗震设计流程图 8

3.4 作用效应组合 9

4 场地和地基 10

4.1 场地 10

4.2 地基的承载力 12

4.3 地基的液化和软土地基 12

5 地震作用 16

5.1 一般规定 16

5.2 设计加速度反应谱 17

5.3 设计地震动时程 18

5.4 设计地震动功率谱 18

5.5 地震主动土压力和动水压力 19

6 抗震分析 21

6.1 一般规定 21

6.2 梁桥延性抗震设计 24

6.3 建模原则 25

6.4 反应谱法 26

6.5 时程分析方法 27

6.6 功率谱法 27

6.7 规则桥梁计算 28

6.8 能力保护构件计算 31

6.9	桥台	32
7	强度与变形验算	33
7.1	一般规定	33
7.2	D类桥梁、圬工拱桥、重力式桥墩和桥台强度验算	33
7.3	B类、C类桥梁抗震强度验算	34
7.4	B类、C类桥梁墩柱的变形验算	35
7.5	B类、C类桥梁的支座验算	37
8	延性构造细节设计	39
8.1	墩柱结构构造措施	39
8.2	结点构造措施	40
9	特殊桥梁抗震设计	43
9.1	一般规定	43
9.2	抗震概念设计	43
9.3	建模与分析原则	43
9.4	性能要求与抗震验算	44
9.5	抗震措施	45
10	桥梁减隔震设计	46
10.1	一般规定	46
10.2	减隔震装置	47
10.3	减隔震桥梁建模原则与分析方法	47
10.4	性能要求与抗震验算	47
11	抗震措施	48
11.1	一般规定	48
11.2	6度区	48
11.3	7度区	49
11.4	8度区	50
11.5	9度区	51
附录 A	梁桥结构基本周期的近似公式	52
A.1	梁桥桥墩基本周期的近似公式	52
A.2	采用板式橡胶支座的梁桥基本周期近似计算公式	53
附录 B	圆形和矩形截面屈服曲率和极限曲率计算	54
附录 C	功率谱法的实施原则	56
C.1	地面均匀运动时结构响应自功率谱的计算	56
C.2	考虑行波效应时结构响应自功率谱的计算	56
C.3	结构响应需求的计算	56

附录 D 黏性填土的地震土压力计算公式	58
本细则用词说明	60
附件 《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01—2008) 条文说明	61
1 总则	63
2 术语和符号	65
3 基本要求	66
4 场地和地基	69
5 地震作用	72
6 抗震分析	77
7 强度与变形验算	87
8 延性构造细节设计	91
9 特殊桥梁抗震设计	94
10 桥梁减隔震设计	99
11 抗震措施	102

1 总则

1.0.1 为贯彻执行《中华人民共和国防震减灾法》，实行预防为主方针，减轻公路桥梁的地震破坏，保障人民生命财产安全，减少经济损失，更好地发挥公路交通网的功能及其在抗震救灾中的作用，制定本细则。

1.0.2 本细则主要适用于单跨跨径不超过 150m 的混凝土梁桥、圬工或混凝土拱桥。斜拉桥、悬索桥、单跨跨径超过 150m 的特大跨径梁桥和拱桥，可参照本细则给出的抗震设计原则进行设计。

1.0.3 本细则根据公路桥梁的重要性和修复（抢修）的难易程度，将桥梁抗震设防分为 A 类、B 类、C 类和 D 类四个抗震设防类别，分别对应不同的抗震设防标准和设防目标。

1.0.4 抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上地区的公路桥梁，必须进行抗震设计。

1.0.5 本细则适用于抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度和 9 度地区的公路桥梁抗震设计。抗震设防烈度大于 9 度地区的桥梁和有特殊要求的大跨径或特殊桥梁，其抗震设计应作专门研究，按有关专门规定执行。

1.0.6 抗震设防烈度必须按国家规定权限审批、颁发的文件（图件）确定。一般情况下，抗震设防烈度可采用现行《中国地震动参数区划图》规定的地震基本烈度。对桥址已作过专门地震安全性评价的桥梁，应按批准的抗震设防烈度或设计地震动参数进行抗震设防。

1.0.7 公路桥梁的抗震设计，除应符合本细则的要求外，尚应符合国家、行业其他有关标准规范的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 抗震设防烈度 seismic fortification intensity

按国家规定权限批准的作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。

2.1.2 抗震设防标准 seismic fortification criterion

衡量抗震设防要求的尺度,由抗震设防烈度和公路桥梁使用功能的重要性确定。

2.1.3 地震作用 earthquake action

作用在结构上的地震动,包括水平地震作用和竖向地震作用。

2.1.4 E1 地震作用 earthquake action E1

工程场地重现期较短的地震作用,对应于第一级设防水准。

2.1.5 E2 地震作用 earthquake action E2

工程场地重现期较长的地震作用,对应于第二级设防水准。

2.1.6 地震效应 seismic effect

由地震作用引起的桥梁结构内力与变形等效应的总称。

2.1.7 设计基本地震动加速度 design basic acceleration of ground motion

重现期为 475 年的地震动加速度的设计取值。

2.1.8 特征周期 characteristic period

抗震设计用的加速度反应谱曲线下降段起始点对应的周期值,取决于地震环境和场地类别。

2.1.9 设定地震 scenario earthquake

根据场址地震危险性概率估计、区域地震动衰减关系确定的与设防地震动协调一致的地震,用震级和距离对表达。

2.1.10 非一致地震动输入 multi-support-excitation

特大跨径桥梁抗震分析,尤其是时程分析中各个桥墩的地震动输入有所不同,反映了地震动场的空间变异性和空间相关性。

2.1.11 液化 liquefaction

地震中覆盖土层内孔隙水压急剧上升,一时难以消散,导致土体抗剪强度大大降低的现象。多发生在饱和粉细砂中,常伴生喷水、冒砂以及构筑物沉陷、倾倒等现象。

2.1.12 侧向滑移 lateral spreading

伴随液化发生的较大范围地基土水平方向移动的现象。

2.1.13 抗震概念设计 seismic concept design

根据地震灾害和工程经验等归纳的基本设计原则和设计思想,进行桥梁结构总体布置、确定细部构造的过程。

2.1.14 弹性抗震设计 elastic seismic design

不允许桥梁结构发生塑性变形,用构件的强度作为衡量结构性能的指标,只需校核构件的强度是否满足要求。

2.1.15 延性抗震设计 ductility seismic design

允许桥梁结构发生塑性变形,不仅用构件的强度作为衡量结构性能的指标,同时要校核构件的延性能力是否满足要求。

2.1.16 延性构件 ductile member

延性抗震设计时,允许发生塑性变形的构件。

2.1.17 能力设计 capacity design

为确保延性抗震设计桥梁可能出现塑性铰的桥墩的非塑性铰区、基础和上部结构构件不发生塑性变形和剪切破坏,必须对上述部位、构件进行加强设计,以保证非塑性铰区的弹性能力高于塑性铰区。

2.1.18 能力保护构件 capacity protected member

采用能力保护设计原则设计的构件。

2.1.19 减隔震设计 seismic isolation design

在桥梁上部结构和下部结构或基础之间设置减隔震系统,以增大原结构体系阻尼和(或)周期,降低结构的地震反应和(或)减小输入到上部结构的能量,达到预期的防震

要求。

2.1.20 抗震措施 seismic measure

地震作用计算和抗力计算以外的抗震设计内容,包括抗震构造措施。

2.1.21 抗震构造措施 details of seismic measures

根据抗震概念设计原则,一般不需计算,对结构和非结构各部分必须采取的各种细部要求。

2.1.22 常规桥梁 ordinary bridge

包括单跨跨径不超过 150m 的混凝土梁桥、圬工或混凝土拱桥。

2.1.23 特殊桥梁 special bridge

包括斜拉桥、悬索桥、单跨跨径 150m 以上的梁桥和拱桥。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

A ——水平向设计基本地震动加速度峰值;

E_{ihp} ——作用于梁桥桥墩质点 i 的水平地震力;

E_{htp} ——作用于支座顶面处的水平地震力;

E_{ihb} ——上部结构对第 i 号墩板式橡胶支座顶面处产生的水平地震力;

E_{hp} ——墩身所产生的水平地震力;

E_{hau} ——作用于台身重心处的水平地震力;

E_{ea} ——地震主动土压力;

E_w ——地震时在水深 $1/2$ 高度处,作用于桥墩的总动水压力;

E_{max} ——固定盆式支座容许承受的最大水平力;

E_{hzb} ——E2 地震作用效应和永久作用效应组合后板式橡胶支座或固定盆式支座的水平力设计值;

G_{sp} ——上部结构的重力或一联上部结构的总重力;

G_{cp} ——盖梁重力;

G_p ——墩身重力;

G_{tp} ——桥墩对板式橡胶支座顶面处的换算质点重力;

G_{au} ——基础顶面以上台身重力;

k_{itp} ——第 i 号墩组合抗推刚度;

k_{is} ——第 i 号墩板式橡胶支座抗推刚度;

k_{ip} ——第 i 号墩墩顶抗推刚度;

$S_{\max}$ ——设计加速度反应谱最大值；

δ ——E2 地震作用下,采用截面有效刚度计算的墩顶水平位移。

2.2.2 计算系数

C_i ——抗震重要性系数；

C_s ——场地系数；

C_d ——阻尼调整系数；

C_e ——液化抵抗系数；

α ——土层液化影响折减系数；

K ——地基抗震容许承载力调整系数；

K_A ——非地震条件下作用于台背的主动土压力系数；

K_a ——地震主动土压力系数；

K_{psp} ——地震被动土压力系数；

η ——墩身重力换算系数；

γ_1 ——桥墩基本振型参与系数。

2.2.3 几何特征

d_0 ——液化土特征深度；

d_b ——基础埋置深度；

d_s ——纵向钢筋的直径；

d_u ——上覆非液化土层厚度；

d_w ——地下水位深度；

H_i ——一般冲刷线或基础顶面至墩身各段重心处的垂直距离；

I_{eff} ——有效截面抗弯惯性矩；

L ——梁的计算跨径；

S_k ——箍筋的间距；

$\sum t$ ——板式橡胶支座橡胶层总厚度；

θ ——斜交角；

φ ——曲线梁的中心角。

2.2.4 材料指标

E_c ——桥墩的弹性模量；

G_d ——板式橡胶支座动剪切模量；

f_{a0} ——地基承载力基本容许值；

$[f_{aE}]$ ——调整后的地基抗震承载力容许值；

$[f_a]$ ——深宽修正后的地基承载力容许值；

γ ——土的重度；

γ_w ——水的重度；
 μ_d ——支座动摩阻系数。

2.2.5 延性设计参数

f_{yh} ——箍筋抗拉强度设计值；
 f_{kh} ——箍筋抗拉强度标准值；
 f'_{cc} ——约束混凝土的峰值应力；
 K ——延性安全系数；
 L_p ——等效塑性铰长度；
 M_y ——屈服弯矩；
 Δ_u ——桥墩容许位移；
 θ_u ——塑性铰区域的最大容许转角；
 ϕ^0 ——桥墩正截面抗弯承载力超强系数；
 ϕ_y ——截面的等效屈服曲率；
 ϕ_u ——极限破坏状态的曲率；
 ρ_t ——纵向配筋率；
 ε_{su}^R ——约束钢筋的折减极限应变；
 ε_{lu} ——纵筋的折减极限应变；
 η_k ——轴压比。

2.2.6 其他参数

g ——重力加速度；
 N_1 ——土层实际标准贯入锤击数；
 N_{cr} ——土层液化判别标准贯入锤击数临界值；
 T ——结构自振周期；
 T_g ——特征周期；
 T_1 ——梁桥桥墩基本周期；
 ω_1 ——基本圆频率；
 ξ ——结构阻尼比。

3 基本要求

3.1 桥梁抗震设防目标及设防分类和设防标准

3.1.1 各抗震设防类别桥梁的抗震设防目标应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 各设防类别桥梁的抗震设防目标

桥梁抗震设防类别	设 防 目 标	
	E1 地震作用	E2 地震作用
A 类	一般不受损坏或不需修复可继续使用	可发生局部轻微损伤,不需修复或经简单修复可继续使用
B 类	一般不受损坏或不需修复可继续使用	应保证不致倒塌或产生严重结构损伤,经临时加固后可供维持应急交通使用
C 类	一般不受损坏或不需修复可继续使用	应保证不致倒塌或产生严重结构损伤,经临时加固后可供维持应急交通使用
D 类	一般不受损坏或不需修复可继续使用	

3.1.2 一般情况下,桥梁抗震设防分类应根据各桥梁抗震设防类别的适用范围按表 3.1.2 的规定确定。但对抗震救灾以及在经济、国防上具有重要意义的桥梁或破坏后修复(抢修)困难的桥梁,可按国家批准权限,报请批准后,提高设防类别。

表 3.1.2 各桥梁抗震设防类别适用范围

桥梁抗震设防类别	适 用 范 围
A 类	单跨跨径超过 150m 的特大桥
B 类	单跨跨径不超过 150m 的高速公路、一级公路上的桥梁,单跨跨径不超过 150m 的二级公路上的特大桥、大桥
C 类	二级公路上的中桥、小桥,单跨跨径不超过 150m 的三、四级公路上的特大桥、大桥
D 类	三、四级公路上的中桥、小桥

3.1.3 A 类、B 类和 C 类桥梁必须进行 E1 地震作用和 E2 地震作用下的抗震设计。D 类桥梁只须进行 E1 地震作用下的抗震设计。抗震设防烈度为 6 度地区的 B 类、C 类、D 类桥梁,可只进行抗震措施设计。

3.1.4 各类桥梁的抗震设防标准,应符合下列规定:

1 各类桥梁在不同抗震设防烈度下的抗震设防措施等级按表 3.1.4-1 确定。

表 3.1.4-1 各类公路桥梁抗震设防措施等级

桥梁分类 \ 抗震设防烈度	6	7		8		9
	0.05g	0.1g	0.15g	0.2g	0.3g	0.4g
A 类	7	8	9	9	更高,专门研究	
B 类	7	8	8	9	9	≥9
C 类	6	7	7	8	8	9
D 类	6	7	7	8	8	9

注:g-重力加速度。

2 各类桥梁的抗震重要性系数 C_i ,按表 3.1.4-2 确定。

表 3.1.4-2 各类桥梁的抗震重要性系数 C_i

桥梁分类	E1 地震作用	E2 地震作用
A 类	1.0	1.7
B 类	0.43(0.5)	1.3(1.7)
C 类	0.34	1.0
D 类	0.23	—

注:高速公路和一级公路上的大桥、特大桥,其抗震重要性系数取 B 类括号内的值。

3.1.5 立体交叉的跨线桥梁,抗震设计不应低于下线桥梁的要求。

3.2 确定地震作用的基本要求

3.2.1 各类公路桥梁抗震设计要考虑的地震作用,应采用所在地区抗震设防烈度相应的设计基本地震动加速度和反应谱特征周期以及本细则第 3.1.4 条第 2 款规定的抗震重要性系数来表征。

3.2.2 公路桥梁抗震设防烈度和设计基本地震动加速度取值的对应关系,应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 抗震设防烈度和水平向设计基本地震动加速度峰值 A

抗震设防烈度	6	7	8	9
A	0.05g	0.10(0.15)g	0.20(0.30)g	0.40g

3.2.3 对场址进行专门的地震安全性评价时,除符合现行《工程场地地震安全性评价》(GB 17741)的规定外,确定抗震设防标准及地震作用时还应满足本细则的相关规定。

3.3 抗震设计流程图

3.3.1 桥梁抗震设计应采用图 3.3.1 的抗震设计流程进行。