

JTG

中华人民共和国行业标准

JTG B02—2013

公路工程抗震规范

Specification of Seismic Design for Highway Engineering

2013-12-10 发布

2014-02-01 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标准

公路工程抗震规范

Specification of Seismic Design for Highway Engineering

JTG B02—2013

主编单位：中交路桥技术有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

实施日期：2014 年 02 月 01 日

人民交通出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程抗震规范: JTG B02—2013 / 中交路桥技术有限公司主编. — 北京: 人民交通出版社, 2014. 1
ISBN 978-7-114-11120-4

I. ①公… II. ①中… III. ①道路工程—抗震规范
IV. ①U41-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 002386 号

标准类型: 中华人民共和国行业标准

标准名称: 公路工程抗震规范

标准编号: JTG B02—2013

主编单位: 中交路桥技术有限公司

责任编辑: 李 农

出版发行: 人民交通出版社

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: 5

字 数: 106 千

版 次: 2014 年 1 月 第 1 版

印 次: 2014 年 3 月 第 2 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11120-4

定 价: 45.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书, 由本社负责调换)

中华人民共和国交通运输部

公 告

2013 年第 76 号

交通运输部关于发布 《公路工程抗震规范》的公告

现发布《公路工程抗震规范》(JTG B02—2013), 作为公路工程行业标准, 自 2014 年 2 月 1 日起施行, 原《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89) 同时废止。

《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01—2008) 与本规范规定有矛盾的内容, 以本规范为准。

本规范的管理权和解释权归交通运输部, 日常解释和管理工作由主编单位中交路桥技术有限公司负责。

请各有关单位在实践中注意总结经验, 及时将发现的问题和修改意见函告中交路桥技术有限公司 (地址: 北京市安定门外大街丁 88 号江苏大厦 B 座, 邮政编码: 100011), 以便修订时参考。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2013 年 12 月 10 日

前 言

根据原交通部交公路发〔2006〕190号文《关于下达2006年度公路工程标准制修订项目计划的通知》的要求,由中交路桥技术有限公司承担《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89)(以下简称“原规范”)的修订工作。

本次规范修订在总结近年来工程实践经验和科研成果的基础上,依据《中华人民共和国防震减灾法》的要求和《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2001)的规定,对原规范进行了系统的修订,期间广泛征求了业内外有关单位和专家的意见,同时适当吸取了2008年汶川大地震中的抗震经验。

修订后,本规范由九章、一个附录构成,主要内容包括基本规定、地基和基础、桥梁、隧道、挡土墙、路基、涵洞等的抗震要求。较原规范变化主要有:

1. 根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2001)的有关规定,修改了地震作用的表述方法,用地震动参数代替地震基本烈度作为表征地震作用的主要形式。
2. 增加了“基本规定”章,对公路工程抗震设防目标、设防标准、地震作用、抗震设计的要求及基本的抗震措施做出了系统的要求,突出了“概念设计”的理念。
3. 调整了公路工程构筑物的抗震重要性分类和设防标准的规定,提出了对于生命线工程和有特殊要求的工程,可以结合具体情况适当提高抗震设防等级的要求。
4. 增加了液化土的判别及处治措施的内容。
5. 提出了桥梁两水平设防的设计要求和办法,增加了桥梁延性设计和减隔震设计的基本要求。
6. 增加了一些成功的抗震设防措施,并尽量使其与地震作用相对应,提高规范的可操作性。

请各有关单位在执行过程中,将发现的问题与意见,函告本规范日常管理组,联系人:鲍卫刚(地址:北京市安定门外大街丁88号江苏大厦B座6层,邮编:100011;电话:010-64789466,传真:010-64789499;邮箱:baowg@263.net),以便下次修订时研用。

主 编 单 位: 中交路桥技术有限公司

参 编 单 位: 同济大学

中国地震局工程力学研究所

交通运输部公路科学研究院

长安大学

中交公路规划设计院有限公司

哈尔滨工业大学
云南省交通规划设计研究院

主 编：鲍卫刚

主要参编人员：李建中 陶夏新 刘延芳 刘健新
赵茂才 关海燕 苗家武 康仕彬
杨富成 王克海 王承格

目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	6
3.1	桥梁工程抗震设防标准	6
3.2	其他公路工程构筑物抗震设防标准	7
3.3	地震作用	8
3.4	作用效应组合	8
3.5	抗震设计	8
3.6	抗震措施	9
4	地基和基础	11
4.1	一般规定	11
4.2	天然地基抗震承载力	11
4.3	液化地基	12
4.4	桩基础	15
5	桥梁	17
5.1	一般规定	17
5.2	设计加速度反应谱	17
5.3	设计地震动时程	19
5.4	抗震设计	19
5.5	强度和变形验算	20
5.6	抗震措施	20
6	隧道	23
6.1	一般规定	23
6.2	强度和稳定性验算	23
6.3	抗震措施	24
7	挡土墙	26
7.1	一般规定	26
7.2	强度和稳定性验算	26
7.3	抗震措施	28

8	路基	29
8.1	一般规定	29
8.2	抗震稳定性验算	29
8.3	抗震措施	31
9	涵洞	34
附录 A	地震土压力计算	35
本规范用词用语说明		37
附件 《公路工程抗震规范》(JTG B02—2013) 条文说明		39
1	总则	41
3	基本规定	43
4	地基和基础	50
5	桥梁	52
6	隧道	56
7	挡土墙	60
8	路基	68

1 总则

1.0.1 为落实预防为主防震减灾工作方针，减轻公路工程构筑物的地震破坏，保障人民生命财产的安全和减少经济损失，依据《中华人民共和国防震减灾法》，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于各等级公路的工程构筑物抗震设计。

1.0.3 公路工程构筑物应进行抗震设计。不需要进行专门工程场地地震安全性评价的公路工程构筑物，应根据现行《中国地震动参数区划图》（GB 18306）规定的地震动参数进行抗震设防。地震动峰值加速度大于或等于 $0.40g$ 地区的公路工程构筑物的抗震设计应专门研究。

1.0.4 独立特大型桥梁工程及独立特长隧道工程、地震动峰值加速度大于或等于 $0.40g$ 地区的高速公路和一级公路的抗震危险地段，应按照有关规定，进行工程场地地震安全性评价。

1.0.5 地震动峰值加速度大于或等于 $0.20g$ 的地区，可将对抗震救灾以及在经济、国防上具有重要意义的公路工程构筑物，或破坏后修复（抢修）困难的公路工程构筑物确定为生命线工程。生命线工程，可按国家批准权限，报请批准后，适当提高抗震设防标准。

1.0.6 公路工程构筑物的抗震设计应积极采用成熟可靠的新技术、新材料、新设备、新工艺。

1.0.7 公路工程构筑物的抗震设计除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 抗震设防标准 seismic fortification criterion

衡量抗震设防要求的尺度,根据地震动参数和公路工程构筑物使用功能的重要性确定。

2.1.2 设计基本地震动峰值加速度 design basic acceleration of ground motion

50年超越概率10%的地震动峰值加速度,也即重现期为475年的地震动峰值加速度。

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等。

2.1.4 E1 地震作用 E1 earthquake action

重现期为475年的地震作用。

2.1.5 E2 地震作用 E2 earthquake action

重现期为2000年的地震作用。

2.1.6 地震效应 seismic effect

由地震作用引起的结构内力与变形等效应的总称。

2.1.7 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。

2.1.8 抗震有利地段 seismic favorable site

建设场地及其邻近无晚近期活动性断裂,地质构造相对稳定,同时地基为比较完整的岩体、坚硬土或开阔平坦密实的中硬土等地段。

2.1.9 抗震不利地段 seismic unfavorable site

软弱黏性土层、液化土层和地层严重不均匀的地段，地形陡峭、孤突、岩石松散、破碎的地段，以及地下水位埋藏较浅、地表排水条件不良的地段。

2.1.10 抗震危险地段 seismic risk site

河滩和边滩内基岩具有倾向河槽的构造软弱面且其被水流所切割、独立于岩盘的地段，通过发震断裂的地段，地震时可能发生大规模滑坡、崩塌等而严重阻断交通的各种地段。

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幅度降低的现象。多发生在饱和粉细砂中，常伴生喷水、冒沙以及构筑物沉陷、倾倒等现象。

2.1.12 弹性抗震设计 elastic seismic design

不允许结构在地震中发生塑性变形，用构件的强度控制结构设计的抗震设计方法。设计中只需校核构件的强度是否满足要求。

2.1.13 延性抗震设计 ductility seismic design

受到 E2 地震作用时，允许桥梁结构在地震中发生可控塑性变形，但不发生严重损伤的设计方法。设计时不仅采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。

2.1.14 延性构件 ductile member

延性抗震设计时，允许发生塑性变形的构件。

2.1.15 能力保护设计 capacity design

对延性抗震设计桥梁的基础、上部结构构件，以及可能出现塑性铰的桥墩的非塑性铰区进行的加强设计。目的是保证非塑性铰区的弹性能力高于塑性铰区，避免非塑性铰区发生塑性变形和剪切破坏。

2.1.16 能力保护构件 capacity protected member

采用能力保护设计原则设计的构件。

2.1.17 减隔震设计 seismic isolation design

降低结构的地震反应和（或）减小输入到上部结构的能量的设计。一般采用在桥梁上部结构和下部结构或下部结构和基础之间设置减隔震系统，以增大原结构体系阻尼

和(或)周期等措施。

2.1.18 抗震措施 seismic measures

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。

2.1.19 基本周期 fundamental period

结构按基本振型完成一次自由振动所需的时间。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

E_h ——作用于挡土墙重心处的水平向总地震作用标准值;

E_{hsi} ——作用于路基计算土体重心处的水平地震作用;

E_{ih} ——第 i 截面以上墙身重心处的水平地震作用标准值;

E_{vsi} ——作用于路基计算土体重心处的竖向地震作用;

G_i ——第 i 截面以上墙身圬工的重力;

G_s ——路基计算土体的重力;

S_{max} ——水平设计加速度反应谱最大值。

2.2.2 计算系数

A_h ——水平向设计基本地震动峰值加速度;

A_v ——竖向设计基本地震动峰值加速度;

K ——地基抗震容许承载力调整系数;

K_a ——非地震作用下作用于挡土墙背的主动土压力系数;

K_c ——抗滑动稳定系数;

K_o ——抗倾覆稳定系数;

C_d ——阻尼调整系数;

C_e ——液化抵抗系数;

C_i ——抗震重要性修正系数;

C_s ——场地系数;

C_z ——综合影响系数;

γ_e ——地震作用分项系数;

γ_g ——永久作用分项系数;

γ_s ——预应力钢筋或非预应力钢筋分项系数;

ρ_e ——黏粒含量百分率;

ψ ——作用组合系数;

ψ_i ——水平地震作用沿墙高的分布系数。

2.2.3 材料性能和几何参数

d_b ——基础埋置深度；

d_s ——饱和土标准贯入点深度；

d_u ——上覆非液化土层厚度；

d_w ——地下水位深度；

d_0 ——液化土特征深度；

E ——材料弹性模量；

f_a ——深宽修正后的地基承载力容许值；

f_{aE} ——调整后的地基抗震承载力容许值；

H ——路基边坡或挡土墙高度；

H_w ——路堤浸水常水位的深度；

γ ——土的重度。

2.2.4 其他符号

g ——重力加速度；

I_{LE} ——液化指数；

N_{cr} ——修正的液化判别标准贯入锤击数临界值；

N_i —— i 点处标准贯入锤击数的实测值，当实测值大于临界值时应取临界值的数值。

3 基本规定

3.1 桥梁工程抗震设防标准

3.1.1 桥梁抗震设防类别应按表 3.1.1 确定。

表 3.1.1 桥梁抗震设防类别

桥梁抗震设防类别	桥 梁 特 征
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

3.1.2 桥梁抗震设防目标应按表 3.1.2 确定。

表 3.1.2 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	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、C 类	不受损坏或不需修复可继续使用	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	不受损坏或不需修复可继续使用	—

3.1.3 桥梁抗震重要性修正系数 C_i 应按表 3.1.3 确定。

表 3.1.3 桥梁抗震重要性修正系数 C_i

桥梁抗震设防类别	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单跨跨径不超过 150m 的大桥、特大桥，其抗震重要性修正系数取 B 类括号内的值。

3.1.4 桥梁抗震措施设防烈度应按表 3.1.4 确定。

表 3.1.4 桥梁抗震措施设防烈度

地震基本烈度		6	7		8		9
对应设计基本地震动峰值加速度		$\geq 0.05g$	$0.10g$	$0.15g$	$0.20g$	$0.30g$	$\geq 0.40g$
桥梁类别	A 类	7	8	8	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

3.1.5 立体交叉的跨线桥梁的抗震设防标准应不低于下线工程对桥梁结构的抗震设防标准。

3.2 其他公路工程构筑物抗震设防标准

3.2.1 其他公路工程构筑物抗震设防目标应为：

- 1 高速公路、一级公路及二级公路的工程构筑物，在 E1 地震作用时，位于抗震有利地段的，经一般整修即可正常使用；位于抗震不利地段的，经短期抢修即可恢复使用；位于抗震危险地段的挡土墙、隧道等重要构筑物不发生严重破坏。
- 2 三级公路、四级公路工程构筑物，在 E1 地震作用时，位于抗震有利地段的，经短期抢修即可恢复使用；位于抗震不利地段的挡土墙、隧道等重要构筑物不发生严重破坏。

3.2.2 其他公路工程构筑物的抗震重要性修正系数应按表 3.2.2 确定。

表 3.2.2 其他公路工程构筑物抗震重要性修正系数 C_i

公路等级	构筑物重要程度	抗震重要性修正系数 C_i
高速公路、一级公路	抗震重点工程	1.7
	一般工程	1.3
二级公路	抗震重点工程	1.3
	一般工程	1.0
三级公路	抗震重点工程	1.0
	一般工程	0.8
四级公路	抗震重点工程	0.8

注：抗震重点工程指隧道和破坏后抢修困难的路基、挡土墙工程。

3.2.3 其他公路工程构筑物的抗震措施，应根据现行《中国地震动参数区划图》（GB 18306）规定的所在地区地震动峰值加速度确定。

3.2.4 高速公路和一级公路上的台阶式路基和阶梯式挡土墙，其下部构筑物的抗震措施可较其对应的地震基本烈度提高一档采用，但对于地震基本烈度为9度的地区，抗震措施应通过专门研究确定。

3.2.5 四级公路上的工程，可仅采用简易的抗震措施。

3.3 地震作用

3.3.1 公路工程构筑物的地震作用包括水平向地震作用和竖向地震作用，应根据场地设计地震动峰值加速度和地震动反应谱特征周期确定。

3.3.2 公路工程构筑物的地震基本烈度和水平向、竖向设计基本地震动峰值加速度 A_h 、 A_v 的对应关系，应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 地震基本烈度和设计基本地震动峰值加速度对应表

地震基本烈度	6	7		8		9
水平向 A_h	$\geq 0.05g$	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g	$\geq 0.40g$
竖向 A_v	0	0		0.10g	0.17g	0.25g

3.4 作用效应组合

3.4.1 公路工程构筑物抗震设计时应考虑下列作用：

- 1 永久作用，包括结构重力（恒载）、预应力、土压力、水压力。
- 2 地震作用，包括地震动的作用和地震土压力、水压力等。
- 3 可变作用，桥梁结构需考虑可能同期作用的一定量的可变作用。

3.4.2 季节性河流上的公路工程构筑物，可不考虑水流影响；常年有水的河流或水库区的公路工程构筑物，可按常水位计算水的压力。

3.4.3 作用效应组合应包括永久作用效应与地震作用效应的组合，组合方式应包括各种效应的最不利组合。

3.5 抗震设计

3.5.1 设计基本地震动峰值加速度大于或等于 0.10g 地区的 B 类和 C 类桥梁，应按 E1 地震作用进行弹性抗震设计计算，按 E2 地震作用进行延性抗震设计计算，并应采取相关抗震措施。

3.5.2 设计基本地震动峰值加速度大于或等于 $0.10g$ 地区的 D 类桥梁, 应按 E1 地震作用进行弹性抗震设计计算, 并宜采取相关抗震措施。

3.5.3 A 类桥梁应在专门研究的基础上, 按照本规范的抗震设防规定进行抗震设计。

3.5.4 设计基本地震动峰值加速度大于或等于 $0.10g$ 地区的其他公路工程构筑物, 宜按地震基本动峰值加速度进行弹性抗震设计计算, 并宜采取相关抗震措施。

3.5.5 设计基本地震动峰值加速度小于 $0.10g$ 地区的 B 类、C 类、D 类桥梁和其他公路工程构筑物, 可仅根据抗震措施要求进行抗震设计, 不进行抗震设计计算。

3.6 抗震措施

3.6.1 应在工程地质勘察的基础上, 对断裂构造的活动性、边坡稳定性和场地的地质条件等进行综合评价, 确定抗震有利、不利和危险地段, 合理采用相应的综合抗震措施。路线、桥位和隧址的选择, 应充分利用抗震有利地段, 宜绕避抗震危险与不利地段。

3.6.2 路线布设应远离发震断裂带。必须穿过时, 宜布设在破碎带较窄的部位; 必须平行于发震断裂布设时, 宜布设在断裂带的下盘, 并宜有对应的修复预案和保通预案。

3.6.3 高速公路和一级公路宜避开地震动峰值加速度大于或等于 $0.20g$ 地区的发震断裂带。当难以避开时, 抗震设计应包括震后保通预案和修复预案。

3.6.4 路线设计应避免造成较多的高陡临空面; 不宜采用高挡土墙、深长路堑以及在同一山坡上连续回头弯道等对抗震不利的方案。

3.6.5 在软弱黏性土层、液化土层和严重不均匀地层上, 不宜修建大跨径超静定桥梁。

3.6.6 隧址宜避开活动断裂和浅薄山嘴。不宜在地形陡峭、岩体风化、裂缝发育的山体中修建大跨度傍山隧道。

3.6.7 存在岩堆、围岩落石、泥石流等不良地质条件的峡谷地段, 宜利用谷底阶地和河滩修建路堤或顺河桥通过, 并应加强防护措施, 尽量减少对天然山体的开挖。路线难以避开不稳定的悬崖峭壁地段时, 宜采用隧道方案。