

(修订缩印本)

注册岩土工程师 必备规范汇编

(下册)

本社 编

中国建筑工业出版社

注册岩土工程师必备规范汇编

(修订缩印本)

(下 册)

本社 编

中国建筑工业出版社

总 目 录

(附条文说明)

上 册

1.《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)	1—1
2.《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87—2012)	2—1
3.《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB 50307—2012)	3—1
4.《工程岩体分级标准》(GB 50218—94)	4—1
5.《工程岩体试验方法标准》(GB/T 50266—2013)	5—1
6.《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999)	6—1
7.《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)	7—1
8.《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)	8—1
9.《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)	9—1

下 册

10.《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)	10—1
11.《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)	11—1
12.《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025—2004)	12—1
13.《膨胀土地区建筑技术规范》(GB 50112—2013)	13—1
14.《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)	14—1
15.《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009)	15—1
16.《建筑变形测量规范》(JGJ 8—2007)	16—1
17.《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487—2008)	17—1
18.《水工建筑物抗震设计规范》(DL 5073—2000)	18—1
19.《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330—2002)	19—1
20.《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)	20—1
21.《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106—2003)	21—1
22.《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ 17—2004)	22—1
23.《土工合成材料应用技术规范》(GB 50290—98)	23—1
附录一 2014 年度全国注册土木工程师(岩土)专业考试所使用 的规范、规程及法律法规	

中华人民共和国国家标准

建筑抗震设计规范

Code for seismic design of buildings

GB 50011—2010

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 0 年 1 2 月 1 日

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 609 号

关于发布国家标准 《建筑抗震设计规范》的公告

现批准《建筑抗震设计规范》为国家标准,编号为GB 50011-2010,自2010年12月1日起实施。其中,第1.0.2、1.0.4、3.1.1、3.3.1、3.3.2、3.4.1、3.5.2、3.7.1、3.7.4、3.9.1、3.9.2、3.9.4、3.9.6、4.1.6、4.1.8、4.1.9、4.2.2、4.3.2、4.4.5、5.1.1、5.1.3、5.1.4、5.1.6、5.2.5、5.4.1、5.4.2、5.4.3、6.1.2、6.3.3、6.3.7、6.4.3、7.1.2、7.1.5、7.1.8、7.2.4、7.2.6、7.3.1、7.3.3、7.3.5、7.3.6、7.3.8、7.4.1、7.4.4、7.5.7、7.5.8、8.1.3、8.3.1、

8.3.6、8.4.1、8.5.1、10.1.3、10.1.12、10.1.15、12.1.5、12.2.1、12.2.9条为强制性条文,必须严格执行。原《建筑抗震设计规范》GB 50011-2001同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2010年5月31日

前 言

本规范系根据原建设部《关于印发〈2006年工程建设标准规范制订、修订计划(第一批)〉的通知》(建标[2006]77号)的要求,由中国建筑科学研究院会同有关的设计、勘察、研究和教学单位对《建筑抗震设计规范》GB 50011-2001进行修订而成。

修订过程中,编制组总结了2008年汶川地震震害经验,对灾区设防烈度进行了调整,增加了有关山区场地、框架结构填充墙设置、砌体结构楼梯间、抗震结构施工要求的强制性条文,提高了装配式楼板构造和钢筋伸长率的要求。此后,继续开展了专题研究和部分试验研究,调查总结了近年来国内外大地震(包括汶川地震)的经验教训,采纳了地震工程的新科研成果,考虑了我国的经济条件和工程实践,并在全国范围内广泛征求了有关设计、勘察、科研、教学单位及抗震管理部门的意见,经反复讨论、修改、充实和试设计,最后经审查定稿。

本次修订后共有14章12个附录。除了保持2008年局部修订的规定外,主要修订内容是:补充了关于7度(0.15g)和8度(0.30g)设防的抗震措施规定,按《中国地震动参数区划图》调整了设计地震分组;改进了土壤液化判别公式;调整了地震影响系数

曲线的阻尼调整参数、钢结构的阻尼比和承载力抗震调整系数、隔震结构的水平向减震系数的计算,并补充了大跨屋盖建筑水平和竖向地震作用的计算方法;提高了对混凝土框架结构房屋、底部框架砌体房屋的抗震设计要求;提出了钢结构房屋抗震等级并相应调整了抗震措施的规定;改进了多层砌体房屋、混凝土抗震墙房屋、配筋砌体房屋的抗震措施;扩大了隔震和消能减震房屋的适用范围;新增建筑抗震性能化设计原则以及有关大跨屋盖建筑、地下建筑、框排架厂房、钢支撑-混凝土框架和钢框架-钢筋混凝土核心筒结构的抗震设计规定。取消了内框架砖房的内容。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,并将意见和建议寄交北京市北三环东路30号中国建筑科学研究院国家标准《建筑抗震设计规范》管理组(邮编:100013, E-mail: GB50011-ca-br@163.com)。

主 编 单 位: 中国建筑科学研究院

参编单位：中国地震局工程力学研究所、中国建筑设计研究院、中国建筑标准设计研究院、北京市建筑设计研究院、中国电子工程设计院、中国建筑西南设计研究院、中国建筑西北设计研究院、中国建筑东北设计研究院、华东建筑设计研究院、中南建筑设计院、广东省建筑设计研究院、上海建筑设计研究院、新疆维吾尔自治区建筑设计研究院、云南省设计院、四川省建筑设计院、深圳市建筑设计研究总院、北京市勘察设计院、上海市隧道工程轨道交通设计研究院、中建国际（深圳）设计顾问有限公司、中冶集团建筑研究总院、中国机械工业集团公司、中国中元国际工程公司、清华大学、同济大学、哈尔滨工业大学、浙江大学、重庆大学、云南大学、广州大学、大连理工大学、北京工业大学

主要起草人：黄世敏 王亚勇（以下按姓氏笔画排列）

丁洁民 方泰生 邓 华 叶燎原
冯 远 吕西林 刘琼祥 李 亮

李 惠	李 霆	李小军	李亚明
李英民	李国强	杨林德	苏经宇
肖 伟	吴明舜	辛鸿博	张瑞龙
陈 炯	陈富生	欧进萍	郁银泉
易方民	罗开海	周正华	周炳章
周福霖	周锡元	柯长华	娄 宇
姜文伟	袁金西	钱基宏	钱稼茹
徐 建	徐永基	唐曹明	容柏生
曹文宏	符圣聪	章一萍	葛学礼
董津城	程才渊	傅学怡	曾德民
窦南华	蔡益燕	薛彦涛	薛慧立
戴国莹			

主要审查人：徐培福 吴学敏 刘志刚（以下按姓氏笔画排列）

刘树屯	李 黎	李学兰	陈国义
侯忠良	莫 庸	顾宝和	高孟谭
黄小坤	程懋堃		

目次

1 总则	10—8	7.2 计算要点	10—36
2 术语和符号	10—8	7.3 多层砖砌体房屋抗震构造措施	10—37
2.1 术语	10—8	7.4 多层砌块房屋抗震构造措施	10—39
2.2 主要符号	10—8	7.5 底部框架-抗震墙砌体房屋抗震构造措施	10—40
3 基本规定	10—9	8 多层和高层钢结构房屋	10—42
3.1 建筑抗震设防分类和设防标准	10—9	8.1 一般规定	10—42
3.2 地震影响	10—9	8.2 计算要点	10—43
3.3 场地和地基	10—9	8.3 钢框架结构的抗震构造措施	10—45
3.4 建筑形体及其构件布置的规则性	10—10	8.4 钢框架-中心支撑结构的抗震构造措施	10—46
3.5 结构体系	10—11	8.5 钢框架-偏心支撑结构的抗震构造措施	10—46
3.6 结构分析	10—11	9 单层工业厂房	10—47
3.7 非结构构件	10—12	9.1 单层钢筋混凝土柱厂房	10—47
3.8 隔震与消能减震设计	10—12	9.2 单层钢结构厂房	10—52
3.9 结构材料与施工	10—12	9.3 单层砖柱厂房	10—54
3.10 建筑抗震性能化设计	10—13	10 空旷房屋和大跨屋盖建筑	10—55
3.11 建筑物地震反应观测系统	10—13	10.1 单层空旷房屋	10—55
4 场地、地基和基础	10—13	10.2 大跨屋盖建筑	10—56
4.1 场地	10—13	11 土、木、石结构房屋	10—58
4.2 天然地基和基础	10—15	11.1 一般规定	10—58
4.3 液化土和软土地基	10—15	11.2 生土房屋	10—59
4.4 桩基	10—17	11.3 木结构房屋	10—59
5 地震作用和结构抗震验算	10—18	11.4 石结构房屋	10—60
5.1 一般规定	10—18	12 隔震和消能减震设计	10—60
5.2 水平地震作用计算	10—20	12.1 一般规定	10—60
5.3 竖向地震作用计算	10—22	12.2 房屋隔震设计要点	10—61
5.4 截面抗震验算	10—22	12.3 房屋消能减震设计要点	10—63
5.5 抗震变形验算	10—23	13 非结构构件	10—64
6 多层和高层钢筋混凝土房屋	10—24	13.1 一般规定	10—64
6.1 一般规定	10—24	13.2 基本计算要求	10—65
6.2 计算要点	10—27	13.3 建筑非结构构件的基本抗震措施	10—65
6.3 框架的基本抗震构造措施	10—29	13.4 建筑附属机电设备支架的基本抗震措施	10—66
6.4 抗震墙结构的基本抗震构造措施	10—31	14 地下建筑	10—67
6.5 框架-抗震墙结构的基本抗震构造措施	10—32	14.1 一般规定	10—67
6.6 板柱-抗震墙结构抗震设计要求	10—33	14.2 计算要点	10—67
6.7 筒体结构抗震设计要求	10—33		
7 多层砌体房屋和底部框架砌体房屋	10—34		
7.1 一般规定	10—34		

14.3 抗震构造措施和抗液化措施	10—68	钢筋混凝土核心筒结构房屋	
附录 A 我国主要城镇抗震设防烈度、 设计基本地震加速度和设计 地震分组	10—68	抗震设计要求	10—82
附录 B 高强混凝土结构抗震设计 要求	10—77	附录 H 多层工业厂房抗震设计 要求	10—84
附录 C 预应力混凝土结构抗 震设计要求	10—77	附录 J 单层厂房横向平面排架地震 作用效应调整	10—86
附录 D 框架梁柱节点核芯区截面抗 震验算	10—78	附录 K 单层厂房纵向抗震验算	10—87
附录 E 转换层结构的抗震设计 要求	10—79	附录 L 隔震设计简化计算和砌体结构 隔震措施	10—90
附录 F 配筋混凝土小型空心砌块抗震 墙房屋抗震设计要求	10—79	附录 M 实现抗震性能设计目标的 参考方法	10—91
附录 G 钢支撑-混凝土框架和钢框架- 钢筋混凝土核心筒结构房屋		本规范用词说明	10—94
		引用标准名录	10—94
		附：条文说明	10—95

CONTENTS

Chapter 1 General 10—8 Chapter 2 Terms and Symbols 10—8 2.1 Terms 10—8 2.2 Symbols 10—8 Chapter 3 Basic Requirements of Seismic Design 10—9 3.1 Category and Criterion for Seismic Precaution of Buildings 10—9 3.2 Earthquake Strong Motion 10—9 3.3 Site and Base 10—9 3.4 Regularity of Building Configuration and Structural Assembly 10—10 3.5 Structural System 10—11 3.6 Structural Analysis 10—11 3.7 Nonstructural Components 10—12 3.8 Isolation and Energy-Dissipation 10—12 3.9 Materials and Construction 10—12 3.10 Performance-Based Design of Buildings 10—13 3.11 Strong Motion Observation System of Buildings 10—13 Chapter 4 Site, Soils and Founda- tion 10—13 4.1 Site 10—13 4.2 Foundations on Soil 10—15 4.3 Liquefaction and Soft Soils 10—15 4.4 Pile Foundations 10—17 Chapter 5 Earthquake Action and Seismic Checking for Structures 10—18 5.1 General 10—18 5.2 Horizontal Earthquake Action 10—20 5.3 Vertical Earthquake Action 10—22 5.4 Checking for Strength 10—22 5.5 Checking for Deformation 10—23 Chapter 6 Multi-story and Tall Reinforcement Concrete Buildings 10—24 6.1 General 10—24 6.2 Essentials in Calculation 10—27 6.3 Details for Frame Structures 10—29 6.4 Details for Wall Structures 10—31	6.5 Details for Frame-Wall Structures ... 10—32 6.6 Requirements for Slab-Column-Wall Structures 10—33 6.7 Requirements for Tube Structures 10—33 Chapter 7 Multi-story Masonry Buildings and Multi-story Masonry Buildings with R. C. Frames on Ground floors 10—34 7.1 General 10—34 7.2 Essentials in Calculation 10—36 7.3 Details for Multi-story Brick Buildings 10—37 7.4 Details for Multi-story Concrete Block Buildings 10—39 7.5 Details for Multi-story Masonry Buildings with R. C. Frames on Ground Floors 10—40 Chapter 8 Multi-Story and Tall Steel Buildings 10—42 8.1 General 10—42 8.2 Essentials in Calculation 10—43 8.3 Details for Steel Frame Structures 10—45 8.4 Details for Steel Frame-conce- ntrically-braced Structures 10—46 8.5 Details for Steel Frame-eccentrically braced Structures 10—46 Chapter 9 Single-story Factory Buildings 10—47 9.1 Single-story Factory Buildings with R. C. Columns 10—47 9.2 Single-story Steel Factory Buildings 10—52 9.3 Single-story Factory Buildings with Brick Columns 10—54 Chapter 10 Large-span Buildings 10—55 10.1 Single-story Spacious Buildings 10—55 10.2 Large-span Roof Buildings 10—56 Chapter 11 Earth, Wood and Stone Houses 10—58 11.1 General 10—58
---	--

11.2	Unfired Earth Houses	10—59	Appendix D	Seismic Design for the Core Zone of Column-beam Joint of Frame Structures	10—78
11.3	Wood Houses	10—59	Appendix E	Seismic Design for the Transition-stories	10—79
11.4	Stone Houses	10—60	Appendix F	Seismic Design for R. C. Block Buildings	10—79
Chapter 12	Seismically Isolated and Energy-Dissipated Buildings	10—60	Appendix G	Seismic Design for Composite Steel Brace and Concrete Frame Structures and Composite Steel Frame and Concrete Core Tube Structures	10—82
12.1	General	10—60	Appendix H	Seismic Design for Multi- story Factory Buildings	10—84
12.2	Essentials in Design of Seismically Isolated Buildings	10—61	Appendix J	Adjustment on Seismic Effects for the Transversal Bent of Single-story Factory	10—86
12.3	Essentials in Design of Energy dissipated Buildings	10—63	Appendix K	Seismic Check for Single- story Factory in Longitudinal Direction	10—87
Chapter 13	Nonstructural Components	10—64	Appendix L	Simplified Calculation, General and Details for Seismically Isolated Masonry Structures	10—90
13.1	General	10—64	Appendix M	Objectives and Procedures of Performance-Based Seismic Design	10—91
13.2	Essentials in Calculation	10—65	Explanation of Wording in This Code	10—94	
13.3	Essential Measures for Architectural Members	10—65	List of Quoted Standards	10—94	
13.4	Essential Measures for Supports of Mechanical and Electrical Components	10—66	Addition: Explanation of Provisions	10—95	
Chapter 14	Subterranean Buildings	10—67			
14.1	General	10—67			
14.2	Essentials in Calculation	10—67			
14.3	Details and Anti-liquefaction Measures	10—68			
Appendix A	The Earthquake Intensity, Basic Accelerations of Ground Motion and Design Earthquake Groups of Main Cities in China	10—68			
Appendix B	Requirements for Seismic Design of High Strength Concrete Structures	10—77			
Appendix C	Seismic Design Requirements for Prestressed Concrete Struc- tures	10—77			

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家有关建筑工程、防震减灾的法律法规并实行以预防为主方针,使建筑经抗震设防后,减轻建筑的地震破坏,避免人员伤亡,减少经济损失,制定本规范。

按本规范进行抗震设计的建筑,其基本的抗震设防目标是:当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时,主体结构不受损坏或不需修理可继续使用;当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时,可能发生损坏,但经一般性修理仍可继续使用;当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时,不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。使用功能或其他方面有专门要求的建筑,当采用抗震性能化设计时,具有更具体或更高的抗震设防目标。

1.0.2 抗震设防烈度为6度及以上地区的建筑,必须进行抗震设计。

1.0.3 本规范适用于抗震设防烈度为6、7、8和9度地区建筑工程的抗震设计以及隔震、消能减震设计。建筑的抗震性能化设计,可采用本规范规定的基本方法。

抗震设防烈度大于9度地区的建筑及行业有特殊要求的工业建筑,其抗震设计应按有关专门规定执行。

注:本规范“6度、7度、8度、9度”即“抗震设防烈度为6度、7度、8度、9度”的简称。

1.0.4 抗震设防烈度必须按国家规定的权限审批、颁发的文件(图件)确定。

1.0.5 一般情况下,建筑的抗震设防烈度应采用根据中国地震动参数区划图确定的地震基本烈度(本规范设计基本地震加速度值所对应的烈度值)。

1.0.6 建筑的抗震设计,除应符合本规范要求外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 抗震设防烈度 seismic precautionary intensity

按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。一般情况,取50年内超越概率10%的地震烈度。

2.1.2 抗震设防标准 seismic precautionary criterion

衡量抗震设防要求高低的尺度,由抗震设防烈度或设计地震动参数及建筑抗震设防类别确定。

2.1.3 地震动参数区划图 seismic ground motion parameter zonation map

以地震动参数(以加速度表示地震作用强弱程度)为指标,将全国划分为不同抗震设防要求区域的图件。

2.1.4 地震作用 earthquake action

由地震动引起的结构动态作用,包括水平地震作用和竖向地震作用。

2.1.5 设计地震动参数 design parameters of ground motion

抗震设计用的地震加速度(速度、位移)时程曲线、加速度反应谱和峰值加速度。

2.1.6 设计基本地震加速度 design basic acceleration of ground motion

50年设计基准期超越概率10%的地震加速度的设计取值。

2.1.7 设计特征周期 design characteristic period of ground motion

抗震设计用的地震影响系数曲线中,反映地震震级、震中距和场地类别等因素的下降段起始点对应的周期值,简称特征周期。

2.1.8 场地 site

工程群体所在地,具有相似的反应谱特征。其范围相当于厂区、居民小区和自然村或不小于1.0km²的平面面积。

2.1.9 建筑抗震概念设计 seismic concept design of buildings

根据地震灾害和工程经验等所形成的基本设计原则和设计思想,进行建筑和结构总体布置并确定细部构造的过程。

2.1.10 抗震措施 seismic measures

除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。

2.1.11 抗震构造措施 details of seismic design

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

2.2 主要符号

2.2.1 作用和作用效应

F_{Ek} 、 F_{Evk} ——结构总水平、竖向地震作用标准值;

G_E 、 G_{eq} ——地震时结构(构件)的重力荷载代表值、等效总重力荷载代表值;

w_k ——风荷载标准值;

S_E ——地震作用效应(弯矩、轴向力、剪力、应力和变形);

S ——地震作用效应与其他荷载效应的基本组合;

S_k ——作用、荷载标准值的效应;

M ——弯矩;

N ——轴向压力;

V ——剪力;
 p ——基础底面压力;
 u ——侧移;
 θ ——楼层位移角。

2.2.2 材料性能和抗力

K ——结构(构件)的刚度;
 R ——结构构件承载力;
 f 、 f_k 、 f_E ——各种材料强度(含地基承载力)设计值、标准值和抗震设计值;
 $[\theta]$ ——楼层位移角限值。

2.2.3 几何参数

A ——构件截面面积;
 A_s ——钢筋截面面积;
 B ——结构总宽度;
 H ——结构总高度、柱高度;
 L ——结构(单元)总长度;
 a ——距离;
 a_s 、 a'_s ——纵向受拉、受压钢筋合力点至截面边缘的最小距离;
 b ——构件截面宽度;
 d ——土层深度或厚度,钢筋直径;
 h ——构件截面高度;
 l ——构件长度或跨度;
 t ——抗震墙厚度、楼板厚度。

2.2.4 计算系数

α ——水平地震影响系数;
 $\alpha_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值;
 α_{vmax} ——竖向地震影响系数最大值;
 γ_G 、 γ_E 、 γ_w ——作用分项系数;
 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数;
 ξ ——计算系数;
 η ——地震作用效应(内力和变形)的增大或调整系数;
 λ ——构件长细比,比例系数;
 ξ_y ——结构(构件)屈服强度系数;
 ρ ——配筋率,比率;
 ϕ ——构件受压稳定系数;
 ψ ——组合值系数,影响系数。

2.2.5 其他

T ——结构自振周期;
 N ——贯入锤击数;
 I_{LE} ——地震时地基的液化指数;
 X_{ji} ——位移振型坐标(j 振型 i 质点的 x 方向相对位移);
 Y_{ji} ——位移振型坐标(j 振型 i 质点的 y 方向相对位移);
 n ——总数,如楼层数、质点数、钢筋根数、跨数等;
 v_{sc} ——土层等效剪切波速;

Φ_{ji} ——转角振型坐标(j 振型 i 质点的转角方向相对位移)。

3 基本规定

3.1 建筑抗震设防分类和设防标准

3.1.1 抗震设防的所有建筑应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 确定其抗震设防类别及其抗震设防标准。

3.1.2 抗震设防烈度为 6 度时,除本规范有具体规定外,对乙、丙、丁类的建筑可不进行地震作用计算。

3.2 地震影响

3.2.1 建筑所在地区遭受的地震影响,应采用相应于抗震设防烈度的设计基本地震加速度和特征周期表征。

3.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度取值的对应关系,应符合表 3.2.2 的规定。设计基本地震加速度为 $0.15g$ 和 $0.30g$ 地区内的建筑,除本规范另有规定外,应分别按抗震设防烈度 7 度和 8 度的要求进行抗震设计。

表 3.2.2 抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系

抗震设防烈度	6	7	8	9
设计基本地震加速度值	$0.05g$	$0.10(0.15)g$	$0.20(0.30)g$	$0.40g$

注: g 为重力加速度。

3.2.3 地震影响的特征周期应根据建筑所在地的设计地震分组和场地类别确定。本规范的设计地震共分为三组,其特征周期应按本规范第 5 章的有关规定采用。

3.2.4 我国主要城镇(县级及县级以上城镇)中心地区的抗震设防烈度、设计基本地震加速度值和所属的设计地震分组,可按本规范附录 A 采用。

3.3 场地和地基

3.3.1 选择建筑场地时,应根据工程需要和地震活动情况、工程地质和地震地质的有关资料,对抗震有利、一般、不利和危险地段做出综合评价。对不利地段,应提出避开要求;当无法避开时应采取有效的措施。对危险地段,严禁建造甲、乙类的建筑,不应建造丙类的建筑。

3.3.2 建筑场地为 I 类时,对甲、乙类的建筑应允许仍按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施;对丙类的建筑应允许按本地区抗震设防烈度降低一度的要求采取抗震构造措施,但抗震设防烈度为 6

度时仍应按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

3.3.3 建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为0.15g和0.30g的地区，除本规范另有规定外，宜分别按抗震设防烈度8度（0.20g）和9度（0.40g）时各抗震设防类别建筑的要求采取抗震构造措施。

3.3.4 地基和基础设计应符合下列要求：

1 同一结构单元的基础不宜设置在性质截然不同的地基上。

2 同一结构单元不宜部分采用天然地基部分采用桩基；当采用不同基础类型或基础埋深显著不同时，应根据地震时两部分地基基础的沉降差异，在基础、上部结构的相关部位采取相应措施。

3 地基为软弱黏性土、液化土、新近填土或严重不均匀土时，应根据地震时地基不均匀沉降和其他不利影响，采取相应的措施。

3.3.5 山区建筑的场地和地基基础应符合下列要求：

1 山区建筑场地勘察应有边坡稳定性评价和防治方案建议；应根据地质、地形条件和使用要求，因地制宜设置符合抗震设防要求的边坡工程。

2 边坡设计应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的要求；其稳定性验算时，有关的摩擦角应按设防烈度的高低相应修正。

3 边坡附近的建筑基础应进行抗震稳定性设计。建筑基础与土质、强风化岩质边坡的边缘应留有足够的距离，其值应根据设防烈度的高低确定，并采取措施避免地震时地基基础破坏。

3.4 建筑形体及其构件布置的规则性

3.4.1 建筑设计应根据抗震概念设计的要求明确建筑形体的规则性。不规则的建筑应按规定采取加强措施；特别不规则的建筑应进行专门研究和论证，采取特别的加强措施；严重不规则的建筑不应采用。

注：形体指建筑平面形状和立面、竖向剖面的变化。

3.4.2 建筑设计应重视其平面、立面和竖向剖面的规则性对抗震性能及经济合理性的影响，宜择优选用规则的形体，其抗侧力构件的平面布置宜规则对称、侧向刚度沿竖向宜均匀变化、竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小、避免侧向刚度和承载力突变。

不规则建筑的抗震设计应符合本规范第3.4.4条的有关规定。

3.4.3 建筑形体及其构件布置的平面、竖向不规则性，应按下列要求划分：

1 混凝土房屋、钢结构房屋和钢-混凝土混合结构房屋存在表3.4.3-1所列举的某项平面不规则类型或表3.4.3-2所列举的某项竖向不规则类型以及类似的不规则类型，应属于不规则的建筑。

表 3.4.3-1 平面不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标
扭转不规则	在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移（或层间位移），大于该楼层两端弹性水平位移（或层间位移）平均值的1.2倍
凹凸不规则	平面凹进的尺寸，大于相应投影方向总尺寸的30%
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化，例如，有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的50%，或开洞面积大于该层楼面面积的30%，或较大的楼层错层

表 3.4.3-2 竖向不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标
侧向刚度不规则	该层的侧向刚度小于相邻上一层的70%，或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的80%；除顶层或出屋面小建筑外，局部收进的水平向尺寸大于相邻下一层的25%
竖向抗侧力构件不连续	竖向抗侧力构件（柱、抗震墙、抗震支撑）的内力由水平转换构件（梁、桁架等）向下传递
楼层承载力突变	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的80%

2 砌体房屋、单层工业厂房、单层空旷房屋、大跨屋盖建筑和地下建筑的平面和竖向不规则性的划分，应符合本规范有关章节的规定。

3 当存在多项不规则或某项不规则超过规定的参考指标较多时，应属于特别不规则的建筑。

3.4.4 建筑形体及其构件布置不规则时，应按下列要求进行地震作用计算和内力调整，并应对薄弱部位采取有效的抗震构造措施：

1 平面不规则而竖向规则的建筑，应采用空间结构计算模型，并应符合下列要求：

1) 扭转不规则时，应计入扭转影响，且楼层竖向构件最大的弹性水平位移和层间位移分别不宜大于楼层两端弹性水平位移和层间位移平均值的1.5倍，当最大层间位移远小于规范限值时，可适当放宽；

2) 凹凸不规则或楼板局部不连续时，应采用符合楼板平面内实际刚度变化的计算模型；高烈度或不规则程度较大时，宜计入楼板局部变形的影响；

- 3) 平面不对称且凹凸不规则或局部不连续,可根据实际情况分块计算扭转位移比,对扭转较大的部位应采用局部的内力增大系数。

2 平面规则而竖向不规则的建筑,应采用空间结构计算模型,刚度小的楼层的地震剪力应乘以不小于1.15的增大系数,其薄弱层应按本规范有关规定进行弹塑性变形分析,并应符合下列要求:

- 1) 竖向抗侧力构件不连续时,该构件传递给水平转换构件的地震内力应根据烈度高低和水平转换构件的类型、受力情况、几何尺寸等,乘以1.25~2.0的增大系数;
- 2) 侧向刚度不规则时,相邻层的侧向刚度比应依据其结构类型符合本规范相关章节的规定;
- 3) 楼层承载力突变时,薄弱层抗侧力结构的受剪承载力不应小于相邻上一楼层的65%。

3 平面不规则且竖向不规则的建筑,应根据不规则类型的数量和程度,有针对性地采取不低于本条1、2款要求的各项抗震措施。特别不规则的建筑,应经专门研究,采取更有效的加强措施或对薄弱部位采用相应的抗震性能化设计方法。

3.4.5 体型复杂、平立面不规则的建筑,应根据不规则程度、地基基础条件和技术经济等因素的比较分析,确定是否设置防震缝,并分别符合下列要求:

1 当不设置防震缝时,应采用符合实际的计算模型,分析判明其应力集中、变形集中或地震扭转效应等导致的易损部位,采取相应的加强措施。

2 当在适当部位设置防震缝时,宜形成多个较规则的抗侧力结构单元。防震缝应根据抗震设防烈度、结构材料种类、结构类型、结构单元的高度和高差以及可能的地震扭转效应的情况,留有足够的宽度,其两侧的上部结构应完全分开。

3 当设置伸缩缝和沉降缝时,其宽度应符合防震缝的要求。

3.5 结构体系

3.5.1 结构体系应根据建筑的抗震设防类别、抗震设防烈度、建筑高度、场地条件、地基、结构材料和施工等因素,经技术、经济和使用条件综合比较确定。

3.5.2 结构体系应符合下列各项要求:

- 1 应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径。
- 2 应避免因部分结构或构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力或对重力荷载的承载能力。
- 3 应具备必要的抗震承载力,良好的变形能力和消耗地震能量的能力。

4 对可能出现的薄弱部位,应采取措施提高其抗震能力。

3.5.3 结构体系尚宜符合下列各项要求:

- 1 宜有多道抗震防线。
- 2 宜具有合理的刚度和承载力分布,避免因局部削弱或突变形成薄弱部位,产生过大的应力集中或塑性变形集中。
- 3 结构在两个主轴方向的动力特性宜相近。

3.5.4 结构构件应符合下列要求:

- 1 砌体结构应按规定设置钢筋混凝土圈梁和构造柱、芯柱,或采用约束砌体、配筋砌体等。
- 2 混凝土结构构件应控制截面尺寸和受力钢筋、箍筋的设置,防止剪切破坏先于弯曲破坏、混凝土的压溃先于钢筋的屈服、钢筋的锚固粘结破坏先于钢筋破坏。
- 3 预应力混凝土的构件,应配有足够的非预应力钢筋。
- 4 钢结构构件的尺寸应合理控制,避免局部失稳或整个构件失稳。

5 多、高层的混凝土楼、屋盖宜优先采用现浇混凝土板。当采用预制装配式混凝土楼、屋盖时,应从楼盖体系和构造上采取措施确保各预制板之间连接的整体性。

3.5.5 结构各构件之间的连接,应符合下列要求:

- 1 构件节点的破坏,不应先于其连接的构件。
- 2 预埋件的锚固破坏,不应先于连接件。
- 3 装配式结构构件的连接,应能保证结构的整体性。
- 4 预应力混凝土构件的预应力钢筋,宜在节点核心区以外锚固。

3.5.6 装配式单层厂房的各种抗震支撑系统,应保证地震时厂房的整体性和稳定性。

3.6 结构分析

3.6.1 除本规范特别规定者外,建筑结构应进行多遇地震作用下的内力和变形分析,此时,可假定结构与构件处于弹性工作状态,内力和变形分析可采用线性静力方法或线性动力方法。

3.6.2 不规则且具有明显薄弱部位可能导致重大地震破坏的建筑结构,应按本规范有关规定进行罕遇地震作用下的弹塑性变形分析。此时,可根据结构特点采用静力弹塑性分析或弹塑性时程分析方法。

当本规范有具体规定时,尚可采用简化方法计算结构的弹塑性变形。

3.6.3 当结构在地震作用下的重力附加弯矩大于初始弯矩的10%时,应计入重力二阶效应的影响。

注:重力附加弯矩指任一楼层以上全部重力荷载与该楼层地震平均层间位移的乘积;初始弯矩指该楼层地震剪力与楼层层高的乘积。

3.6.4 结构抗震分析时,应按照楼、屋盖的平面形状和平面内变形情况确定为刚性、分块刚性、半刚性、局部弹性和柔性等的横隔板,再按抗侧力系统的布置确定抗侧力构件间的共同工作并进行各构件间的地震内力分析。

3.6.5 质量和侧向刚度分布接近对称且楼、屋盖可视为刚性横隔板的结构,以及本规范有关章节有具体规定的结构,可采用平面结构模型进行抗震分析。其他情况,应采用空间结构模型进行抗震分析。

3.6.6 利用计算机进行结构抗震分析,应符合下列要求:

1 计算模型的建立、必要的简化计算与处理,应符合结构的实际工作状况,计算中应考虑楼梯构件的影响。

2 计算机软件的技术条件应符合本规范及有关标准的规定,并应阐明其特殊处理的内容和依据。

3 复杂结构在多遇地震作用下的内力和变形分析时,应采用不少于两个合适的不同力学模型,并对其计算结果进行分析比较。

4 所有计算机计算结果,应经分析判断确认其合理、有效后方可用于工程设计。

3.7 非结构构件

3.7.1 非结构构件,包括建筑非结构构件和建筑附属机电设备,自身及其与结构主体的连接,应进行抗震设计。

3.7.2 非结构构件的抗震设计,应由相关专业人员分别负责进行。

3.7.3 附着于楼、屋面结构上的非结构构件,以及楼梯间的非承重墙体,应与主体结构有可靠的连接或锚固,避免地震时倒塌伤人或砸坏重要设备。

3.7.4 框架结构的围护墙和隔墙,应估计其设置对结构抗震的不利影响,避免不合理设置而导致主体结构的破坏。

3.7.5 幕墙、装饰贴面与主体结构应有可靠连接,避免地震时脱落伤人。

3.7.6 安装在建筑上的附属机械、电气设备系统的支座和连接,应符合地震时使用功能的要求,且不应导致相关部件的损坏。

3.8 隔震与消能减震设计

3.8.1 隔震与消能减震设计,可用于对抗震安全性和使用功能有较高要求或专门要求的建筑。

3.8.2 采用隔震或消能减震设计的建筑,当遭遇到本地区的多遇地震影响、设防地震影响和罕遇地震影响时,可按高于本规范第1.0.1条的基本设防目标进行设计。

3.9 结构材料与施工

3.9.1 抗震结构对材料和施工质量的特别要求,应

在设计文件上注明。

3.9.2 结构材料性能指标,应符合下列最低要求:

1 砌体结构材料应符合下列规定:

- 1) 普通砖和多孔砖的强度等级不应低于 MU10,其砌筑砂浆强度等级不应低于 M5;
- 2) 混凝土小型空心砌块的强度等级不应低于 MU7.5,其砌筑砂浆强度等级不应低于 Mb7.5。

2 混凝土结构材料应符合下列规定:

- 1) 混凝土的强度等级,框支梁、框支柱及抗震等级为一级的框架梁、柱、节点核心区,不应低于 C30;构造柱、芯柱、圈梁及其他各类构件不应低于 C20;
- 2) 抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件(含梯段),其纵向受力钢筋采用普通钢筋时,钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25;钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3,且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

3 钢结构的钢材应符合下列规定:

- 1) 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85;
- 2) 钢材应有明显的屈服台阶,且伸长率不应小于 20%;
- 3) 钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

3.9.3 结构材料性能指标,尚宜符合下列要求:

1 普通钢筋宜优先采用延性、韧性和焊接性较好的钢筋;普通钢筋的强度等级,纵向受力钢筋宜选用符合抗震性能指标的不低于 HRB400 级的热轧钢筋,也可采用符合抗震性能指标的 HRB335 级热轧钢筋;箍筋宜选用符合抗震性能指标的不低于 HRB335 级的热轧钢筋,也可选用 HPB300 级热轧钢筋。

注:钢筋的检验方法应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

2 混凝土结构的混凝土强度等级,抗震墙不宜超过 C60,其他构件,9 度时不宜超过 C60,8 度时不宜超过 C70。

3 钢结构的钢材宜采用 Q235 等级 B、C、D 的碳素结构钢及 Q345 等级 B、C、D、E 的低合金高强度结构钢;当有可靠依据时,尚可采用其他钢种和钢号。

3.9.4 在施工中,当需要以强度等级较高的钢筋替代原设计中的纵向受力钢筋时,应按照钢筋受拉承载力设计值相等的原则换算,并应满足最小配筋率要求。

3.9.5 采用焊接连接的钢结构,当接头的焊接拘束度较大、钢板厚度不小于 40mm 且承受沿板厚方向的

拉力时, 钢板厚度方向截面收缩率不应小于国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313关于 Z15 级规定的容许值。

3.9.6 钢筋混凝土构造柱和底部框架-抗震墙房屋中的砌体抗震墙, 其施工应先砌墙后浇构造柱和框架梁柱。

3.9.7 混凝土墙体、框架柱的水平施工缝, 应采取措施加强混凝土的结合性能。对于抗震等级一级的墙体和转换层楼板与落地混凝土墙体的交接处, 宜验算水平施工缝截面的受剪承载力。

3.10 建筑抗震性能化设计

3.10.1 当建筑结构采用抗震性能化设计时, 应根据其抗震设防类别、设防烈度、场地条件、结构类型和不规则性, 建筑使用功能和附属设施功能的要求、投资大小、震后损失和修复难易程度等, 对选定的抗震性能目标提出技术和经济可行性综合分析和论证。

3.10.2 建筑结构的抗震性能化设计, 应根据实际需要和可能, 具有针对性; 可分别选定针对整个结构、结构的局部部位或关键部位、结构的关键部件、重要构件、次要构件以及建筑构件和机电设备支座的性能目标。

3.10.3 建筑结构的抗震性能化设计应符合下列要求:

1 选定地震动水准。对设计使用年限 50 年的结构, 可选用本规范的多遇地震、设防地震和罕遇地震的地震作用, 其中, 设防地震的加速度应按本规范表 3.2.2 的设计基本地震加速度采用, 设防地震的地震影响系数最大值, 6 度、7 度 (0.10g)、7 度 (0.15g)、8 度 (0.20g)、8 度 (0.30g)、9 度可分别采用 0.12、0.23、0.34、0.45、0.68 和 0.90。对设计使用年限超过 50 年的结构, 宜考虑实际需要和可能, 经专门研究后对地震作用作适当调整。对处于发震断裂两侧 10km 以内的结构, 地震动参数应计入近场影响, 5km 以内宜乘以增大系数 1.5, 5km 以外宜乘以不小于 1.25 的增大系数。

2 选定性能目标, 即对应于不同地震动水准的预期损坏状态或使用功能, 应不低于本规范第 1.0.1 条对基本设防目标的规定。

3 选定性能设计指标。设计应选定分别提高结构或其关键部位的抗震承载力、变形能力或同时提高抗震承载力和变形能力的具体指标, 尚应计及不同水准地震作用取值的不确定性而留有余地。设计宜确定在不同地震动水准下结构不同部位的水平和竖向构件承载力的要求 (含不发生脆性剪切破坏、形成塑性铰、达到屈服值或保持弹性等); 宜选择在不同地震动水准下结构不同部位的预期弹性或弹塑性变形状态, 以及相应的构件延性构造的高、中或低要求。当构件的承载力明显提高时, 相应的延性构造可适当

降低。

3.10.4 建筑结构的抗震性能化设计的计算应符合下列要求:

1 分析模型应正确、合理地反映地震作用的传递途径和楼盖在不同地震动水准下是否整体或分块处于弹性工作状态。

2 弹性分析可采用线性方法, 弹塑性分析可根据性能目标所预期的结构弹塑性状态, 分别采用增加阻尼的等效线性化方法以及静力或动力非线性分析方法。

3 结构非线性分析模型相对于弹性分析模型可有所简化, 但二者在多遇地震下的线性分析结果应基本一致; 应计入重力二阶效应、合理确定弹塑性参数, 应依据构件的实际截面、配筋等计算承载力, 可通过与理想弹性假定计算结果的对比分析, 着重发现构件可能破坏的部位及其弹塑性变形程度。

3.10.5 结构及其构件抗震性能化设计的参考目标和计算方法, 可按本规范附录 M 第 M.1 节的规定采用。

3.11 建筑物地震反应观测系统

3.11.1 抗震设防烈度为 7、8、9 度时, 高度分别超过 160m、120m、80m 的大型公共建筑, 应按规定设置建筑结构的反应观测系统, 建筑设计应留有观测仪器和线路的位置。

4 场地、地基和基础

4.1 场 地

4.1.1 选择建筑场地时, 应按表 4.1.1 划分对建筑抗震有利、一般、不利和危险的地段。

表 4.1.1 有利、一般、不利和危险地段的划分

地段类别	地质、地形、地貌
有利地段	稳定基岩, 坚硬土, 开阔、平坦、密实、均匀的中硬土等
一般地段	不属于有利、不利和危险的地段
不利地段	软弱土, 液化土, 条状突出的山嘴, 高耸孤立的丘, 陡坡, 陡坎, 河岸和边坡的边缘, 平面分布上成因、岩性、状态明显不均匀的土层 (含故河道、疏松的断层破碎带、暗埋的塘浜沟谷和半填半挖地基), 高含水量的可塑黄土, 地表存在结构性裂缝等
危险地段	地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流等及发震断裂带上可能发生地表位错的位置

4.1.2 建筑场地的类别划分, 应以土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度为准。

4.1.3 土层剪切波速的测量，应符合下列要求：

1 在场地初步勘察阶段，对大面积的同一地质单元，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于3个。

2 在场地详细勘察阶段，对单幢建筑，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于2个，测试数据变化较大时，可适量增加；对小区中处于同一地质单元内的密集建筑群，测试土层剪切波速的钻孔数量可适量减少，但每幢高层建筑和大跨空间结构的钻孔数量均不得少于1个。

3 对丁类建筑及丙类建筑中层数不超过10层、高度不超过24m的多层建筑，当无实测剪切波速时，可根据岩土名称和性状，按表4.1.3划分土的类型，再利用当地经验在表4.1.3的剪切波速范围内估算各土层的剪切波速。

表 4.1.3 土的类型划分和剪切波速范围

土的类型	岩土名称和性状	土层剪切波速范围 (m/s)
岩石	坚硬、较硬且完整的岩石	$v_s > 800$
坚硬土或软质岩石	破碎和较破碎的岩石或软和较软的岩石，密实的碎石土	$800 \geq v_s > 500$
中硬土	中密、稍密的碎石土，密实、中密的砾、粗、中砂， $f_{ak} > 150$ 的黏性土和粉土，坚硬黄土	$500 \geq v_s > 250$
中软土	稍密的砾、粗、中砂，除松散外的细、粉砂， $f_{ak} \leq 150$ 的黏性土和粉土， $f_{ak} > 130$ 的填土，可塑新黄土	$250 \geq v_s > 150$
软弱土	淤泥和淤泥质土，松散的砂，新近沉积的黏性土和粉土， $f_{ak} \leq 130$ 的填土，流塑黄土	$v_s \leq 150$

注： f_{ak} 为由载荷试验等方法得到的地基承载力特征值(kPa)； v_s 为岩土剪切波速。

4.1.4 建筑场地覆盖层厚度的确定，应符合下列要求：

1 一般情况下，应按地面至剪切波速大于500m/s且其下卧各层岩土的剪切波速均不小于500m/s的土层顶面的距离确定。

2 当地面5m以下存在剪切波速大于其上部各土层剪切波速2.5倍的土层，且该层及其下卧各层岩土的剪切波速均不小于400m/s时，可按地面至该土层顶面的距离确定。

3 剪切波速大于500m/s的孤石、透镜体，应视10—14

同周围土层。

4 土层中的火山岩硬夹层，应视为刚体，其厚度应从覆盖土层中扣除。

4.1.5 土层的等效剪切波速，应按下列公式计算：

$$v_{se} = d_0 / t \quad (4.1.5-1)$$

$$t = \sum_{i=1}^n (d_i / v_{si}) \quad (4.1.5-2)$$

式中： v_{se} ——土层等效剪切波速 (m/s)；

d_0 ——计算深度 (m)，取覆盖层厚度和20m两者的较小值；

t ——剪切波在地面至计算深度之间的传播时间；

d_i ——计算深度范围内第*i*土层的厚度 (m)；

v_{si} ——计算深度范围内第*i*土层的剪切波速 (m/s)；

n ——计算深度范围内土层的分层数。

4.1.6 建筑的场地类别，应根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度按表4.1.6划分为四类，其中Ⅰ类分为Ⅰ₀、Ⅰ₁两个亚类。当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度且其值处于表4.1.6所列场地类别的分界线附近时，应允许按插值方法确定地震作用计算所用的特征周期。

表 4.1.6 各类建筑场地的覆盖层厚度 (m)

岩石的剪切波速或土的等效剪切波速 (m/s)	场 地 类 别				
	Ⅰ ₀	Ⅰ ₁	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
$v_s > 800$	0				
$800 \geq v_s > 500$		0			
$500 \geq v_s > 250$		<5	≥5		
$250 \geq v_s > 150$		<3	3~50	>50	
$v_s \leq 150$		<3	3~15	15~80	>80

注：表中 v_s 系岩石的剪切波速。

4.1.7 场地内存在发震断裂时，应对断裂的工程影响进行评价，并应符合下列要求：

1 对符合下列规定之一的情况，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响：

- 1) 抗震设防烈度小于8度；
- 2) 非全新世活动断裂；
- 3) 抗震设防烈度为8度和9度时，隐伏断裂的土层覆盖厚度分别大于60m和90m。

2 对不符合本条1款规定的情况，应避开主断裂带。其避让距离不宜小于表4.1.7对发震断裂最小避让距离的规定。在避让距离的范围内确有需要建造分散的、低于三层的丙、丁类建筑时，应按提高一度采取抗震措施，并提高基础和上部结构的整体性，且