**山西省工程建设地方标准**

**地质发震断裂带区域建筑抗震设计标准**

**Standard for seismic design of buildings in**

**seismogenic fault zones**

**（征求意见稿）**

**前 言**

根据山西省住房和城乡建设厅关于印发《2023年工程建设地方标准制（修）订计划的通知》（晋建科字[2023]87号）要求，太原市建筑设计研究院、山西省地震局会同有关单位经广泛调查研究认真总结实践经验，参考国家相关规范和标准，并结合山西省地质情况和设计现状，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为7章和1个附录，主要技术内容包括：1.总则、2.术语符号、3.基本规定、4.断裂探测、5.建设工程场地勘探、6.建筑抗震设计、7.建筑地震反应观测、附录A 山西省地质断裂带分布图。

本标准由山西省住房和城乡建设厅管理，由太原市建筑设计研究院负责具体技术内容的解释，执行本标准过程中如有意见或建议，请寄送太原市建筑设计研究院（地址：山西省太原市新建路80号，邮政编码：030002，电话：0351-4224793，邮箱：zbq9402@163.com），以供今后修订时参考。

主编单位：太原市建筑设计研究院

山西省地震局

参编单位：太原理工大学建筑设计研究院有限公司

 太原理工大学

 北京盈建科软件股份有限公司

主要起草人：

审查人员：

目 次

**[1](#_Toc12637)** [总 则 1](#_Toc12637)

**[2](#_Toc5683)** [术语和符号 2](#_Toc5683)

**[2.1](#_Toc29435)** [术语 2](#_Toc29435)

[2.2 主要符号 4](#_Toc3893)

**[3](#_Toc25989)** [基 本 规 定 6](#_Toc25989)

**[3.1](#_Toc22925)** [建筑抗震设防分类和设防标准 6](#_Toc22925)

**[3.2](#_Toc28859)** [地震影响 6](#_Toc28859)

**[3.3](#_Toc16758)** [场地和地基 8](#_Toc16758)

**[3.4](#_Toc1996)** [建筑规则性 10](#_Toc1996)

**[3.5](#_Toc19211)** [结构体系与结构构件 11](#_Toc19211)

**[3.6](#_Toc18685)** [结构分析 13](#_Toc18685)

**[3.7](#_Toc6342)** [隔震与消能减震设计 14](#_Toc6342)

**[3.8](#_Toc10879)** [建筑非结构构件 15](#_Toc10879)

**[3.9](#_Toc6215)** [结构材料要求 15](#_Toc6215)

**[4](#_Toc13186)** [断层探测 19](#_Toc13186)

**[4.1](#_Toc3019)** [场地活动断层勘探 19](#_Toc3019)

**[4.2](#_Toc15860)** [发震断层评价 19](#_Toc15860)

**[4.3](#_Toc2975)** [断层探察成果 20](#_Toc2975)

**[5](#_Toc30365)** [建设工程场地勘察 22](#_Toc30365)

**[5.1](#_Toc30803)** [一般规定 22](#_Toc30803)

**[5.2](#_Toc12048)** [可行性研究阶段勘察 23](#_Toc12048)

**[5.3](#_Toc2922)** [初步设计阶段勘察 25](#_Toc2922)

**[5.4](#_Toc6166)** [详细勘察 26](#_Toc6166)

**[6](#_Toc25237)**  [建筑抗震设计 29](#_Toc25237)

**[6.1](#_Toc28799)** [一般规定 29](#_Toc28799)

**[6.2](#_Toc445)** [建筑场地选址与避让 29](#_Toc445)

**[6.3](#_Toc21377)** [地基和基础 31](#_Toc21377)

**[6.4](#_Toc27240)** [结构抗震分析与构造要求 32](#_Toc27240)

**[6.5](#_Toc27406)** [隔减震设计 34](#_Toc27406)

**[6.6](#_Toc6973)** [既有建筑加固设计 35](#_Toc6973)

**[6.7](#_Toc6973)** [非结构构件 35](#_Toc6973)

**[7](#_Toc8371)** [建筑物地震反应观测 38](#_Toc8371)

**Contents**

**1** General Provisins………………………………………………………...…1

**2** Terms and Symbols…………………………………………………………2

**2.1** Terms ………………………………………………………….…….2

**2.2** symbols …………………………………………………………..… 4

**3** Basic Requirements of Seismic Design…………………………………..... 6

**3. 1** Category and Criterion for Seismic Precaution of Buildings …....…6

**3. 2** Earthquake Strong Motion ………………………………….........…6

**3. 3** Site and Base……………………………………………………….. 8

**3. 4** Regularity of Building Configuration and Structural Assembly … 10

**3. 5** Structural System and Structural elements……………………...... 11

**3. 6** Structural Analysis ………………………………………….…… 13

**3. 7** Isolation and Energy-Dissipation …………………………...…… 14

**3. 8** No structural Components …………………………………..….…15

**3. 9** Materials and Construction ………………………………....……. 15

**4** Fault detection……………………………………………………………. 19

**4.1** Site Active Fault Exploration……………………………………... 19

**4.2** Evaluation of Active Fault…………………………………....…… 19

**4.3** Fault Exploration Results………………………………….……… 20

5 Construction Engineering Site Survey……………………………....…… 22

**5.1** General……………………………………………………...…….. 22

**5.2** Survey at the Feasibility Study Stage………………………...….... 23

**5.3** Survey at the Preliminary Design Stage…………………..………. 25

**5.4** Detailed Survey……………………………………….................. 26

**6** Earthquake Action and Seismic Checking for Structu………………..….29

**6.1** General………………………………………………………...… 29

**6.2** Building Site Location and Avoidance………………………….. 29

**6.3** Foundations on Soil……………………………………………... 31

**6.4** Structural Seismic Analysis and Structural Requirements…….... 32

**6.5** Essentials in Design of Seismically Isolated Buildings and Energy-dissipated Buildings…………………………………………….…..….…… 34

**6.6** Reinforcement Design of the Existing Buildings…………….…. 35

**6.7** Nonstructural Components …………………………...………… 35

**7** Building Seismic Response Observation…………………………….…. 38

**1** 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家和山西省有关建筑工程、防震减灾的法律法规并实行以预防为主的方针，提升山西省地质发震断裂带区域建筑的防震减灾水平，减轻建筑的地震破坏，避免人员伤亡，减少经济损失，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于受地质发震断裂带影响的山西省区域内新建、改建、扩建和既有建筑的抗震设计。

**1.0.3** 地质发震断裂带区域的建筑抗震设计，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及山西省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。

**2.1.3** 地震作用 earthquake action

由地震动引起的在结构及其地基上的动态作用，包括水平地震作用和竖向地震作用。

**2.1.4** 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。

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

50年设计基准期内超越概率为10%的地震加速度设计取值。

**2.1.6** 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。

**2.1.7** 场地设计谱 site dependent design spectrum

抗震设计中采用的设计地震动参数之一，根据不同场地类别的大量自由地表地震加速度记录的5%阻尼比绝对加速度反应谱，经统计、平滑化和规一化后形成的谱。

**2.1.8** 地质断裂带区域 strong influencing zone of active fault

活动断层两侧受到断层活动影响强烈的区域范围。一般情况下，可将活动断层两侧10km范围作为地质断裂带区域。

**2.1.9** 活动断层 active fault

距今12万年以来有过活动的断层，包括晚更新世断层和全新世断层。

**2.1.10** 隐伏活动断层 buried active fault

被第四纪松散沉积物覆盖的，地表没有明显迹线的活动断层。

**2.1.11** 断层面 fault plane

岩块或岩层断开成两部分并存在滑动的破裂面。

**2.1.12** 断层面产状 attitude of fault plane

由断层面的走向、倾向与倾角组成。

**2.1.13** 断层迹线 fault trace

断层面与地面的交线，即断层在地面的出露线。

**2.1.14** 地震地表破裂带 earthquake surface rupture zone

震源断层错动在地表产生的破裂和变形的总称。由地震断层、地震陡坎、地震鼓包、地震裂缝、地震凹陷、地震沟槽等组成。

**2.1.15** 活动断层变形带宽度 deformation width of active fault

活动断层错动形成的地表破裂和变形范围。

注：由多条平行或近平行的分支断层组成的活动断层带，其变形带包含所 有分支断层的变形范围。

**2.1.16**  避让距离 setback distance

建筑物与活动断层变形带边界应分隔开的最小安全间隔。

**2.1.17** 发震断裂 seismogenic fault

全新世活动断裂中，近500年来发生过M≥5级地震的断裂或今后100年内可能发生M≥5级地震的断裂。

**2.2 符 号**

**2.2.1** 作用和作用效应

*G*——结构重力荷载；

*S*E——地震作用效应；

*M*——弯矩；

*V*——剪力；

*N*——轴向力；

*S*——地震作用效应与其他荷载效应的基本组合；

*u*——侧移；

*θ*——层间位移角。

**2.2.2** 材料性能和结构抗力

*K*——结构（构件）的刚度；

*R*——结构构件承载力；

[*θ*]——层间位移角限值。

注：对作用和材料强度的标准值，尚应加下标k。

**2.2.3** 几何参数

*h*——计算楼层层高，构件截面高度。

**2.2.4** 计算系数

*α*——水平地震影响系数；

*α*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*0——结构重要性系数。

**2.2.5** 其他

*I*, *j*, *m*——序数；

*T*——结构自振周期；

*ω*——结构自振圆频率。

**3 基 本 规 定**

**3.1 建筑抗震设防分类和设防标准**

**3.1.1** 地质发震断裂带区域的建筑工程的抗震设防类别,按照现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》划分为特殊设防类（甲类）、重点设防类（乙类）、标准设防类（丙类）、适度设防类（丁类）。

**3.1.2** 地质发震断裂带区域的建筑工程的抗震设防标准，应符合下列规定：

**1** 标准设防类，应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用；

**2** 重点设防类，应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；按本地区抗震设防烈度确定其地震作用；

**3** 特殊设防类，应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；按批准的地震安全性评价的结果且高于本地区抗震设防烈度的要求确定其地震作用；

**4** 适度设防类，允许比本地区抗震设防烈度的要求适当降低其抗震措施；一般情况下，仍按本地区抗震设防烈度确定其地震作用；

**5** 当工程场地为Ⅰ类时，对特殊设防类和重点设防类工程，允许按本地区设防烈度的要求采取抗震构造措施；对标准设防类工程，抗震构造措施允许按本地区设防烈度降低一度、但不得低于6度的要求采用。

**3.2 地震影响**

**3.2.1**  地质发震断裂带区域各类建筑的抗震设防烈度不应低于本地区的抗震设防烈度。

**3.2.2** 地质发震断裂带区建筑所遭受的地震影响，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。

**3.2.3** 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3.2.3的规定。除本标准另有规定外，设计基本地震加速度为0.15g和0.30g地区内建筑，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**3.2.3** 抗震设防烈度和设计基本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 | 0.2(0.3)g | 0.4g |

**3.2.4** 地震影响的反应谱特征周期应根据建筑所在地的设计地震分组和场地类别按表3.2.4确定，当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度且其值处于《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021中表3.1.3所列场地类别的分界线±15%范围内时，应按插值方法确定特征周期。

表3.2.4 特征周期值（s）

|  |  |
| --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 场地类别 |
| I0 | I1 | II | III | IV |
| 第一组 | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 0.45 | 0.65 |
| 第二组 | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.55 | 0.75 |
| 第三组 | 0.30 | 0.35 | 0.45 | 0.65 | 0.90 |

注：计算罕遇地震作用时，特征周期应在本条规定的基础上增加0.05s。

**3.2.5** 我省主要城镇（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《建筑抗震设计规范》GB50011附录A采用。

建设工程场址在《中国地震动参数区划图》行政区划分区（含街道、乡镇分区）界线附近且跨越分界线的单体建筑设计基本地震动峰值加速度和所属设计地震分组，应按就高原则确定；在分区界线附近、但不跨越分界线的单体建筑，按所在分区取值。分界线附近，如遇抗震不利地段或地质条件复杂的场地，应进行专门研究确定。

**3.2.6** 地震影响系数

**1** 水平地震影响系数应根据烈度、场地类别、设计地震分组和结构自振周期以及阻尼比确定。

**2** 水平地震影响系数最大值不应小于表3.2.6的规定。

表**3.2.6** 水平地震影响系数最大值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地震影响 | 6度 | 7度 | 8度 | 9度 |
| 0.05g | 0.10g | 0.15g | 0.20g | 0.30g | 0.40g |
| 多遇地震 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.24 | 0.32 |
| 设防地震 | 0.12 | 0.23 | 0.34 | 0.45 | 0.68 | 0.90 |
| 罕遇地震 | 0.28 | 0.50 | 0.72 | 0.90 | 1.20 | 1.40 |

**3.2.7**  工程结构处于发震断裂两侧10km以内时，应计入近场效应对设计地震动参数的影响。

**3.3 场地和地基**

**3.3.1** 建设场地应根据地震活动、地震地质、工程地质、水文地质、岩土性质及地形地貌等地震灾害影响因素，划分为抗震有利地段、一般地段、不利地段和危险地段。选择建设场地时，应根据工程的需要，优先选择有利地段，其次选择一般地段，避开危险地段；当场地位于不利地段时，应根据场地可能对建筑物造成的地震效应采取相应的抗震加强措施。

**3.3.2** 建筑工程在建设前，应向国家权威数据中心、所属主管部门查询场地的地质发震断裂资料（山西省地质发震断裂分布详见附录A）。依据有关部门提供的地质发震断裂带资料进行规划选址，建筑场址应远离发震断层。

**3.3.3** 场地附近有地质发震断裂通过时，应开展断层探测，并根据探测结果采取必要的措施，满足《建筑抗震设计标准》GB 50011的要求，确保建设工程质量。

**3.3.4** 当建筑场地内存在条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘、非岩石和强风化岩石的陡坡、河岸和边坡等可能发生滑坡的地段时，应符合下列要求：

**1** 应考虑活动断层近场地震作用的不确定性和放大效应，进行边坡稳定性评价和防治方案设计；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** 结构设计应估计不利地段对设计地震动参数可能产生的放大作用，其水平地震影响系数最大值应乘以增大系数。相应的水平地震影响系数的增大系数应按照《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002第4.1.1 条的规定取值。

**3.3.5** 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。

**4** 建筑基础与土质边坡、软质岩石边坡及强风化岩石边坡的边缘应留有足够距离，其值应根据考虑地震作用时稳定性计算结果确定。

**3.4 建筑规则性**

**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；不应采用严重不规则的建筑方案。

**3.4.2** 建筑规则性划分标准

**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3.4.2-1所列举的某项平面不规则类型或表3.4.2-2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. 2-1** 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 | 在具有偶然偏心的规定水平力作用下，楼层两端抗侧力构件弹性水平位移（或层间位移）的最大值与平均值的比值大于1.2 |
| 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% ，或开洞面积大于该楼面面积的30% ，或较大的楼层错层 |

**表3. 4. 2-2** 竖向不规则的主要类型

|  |  |
| --- | --- |
| 不规则类型 | 定义和参考指标 |
| 竖向刚度不规则 | 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、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** 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。

**3.4.3** 建筑形体及其构件布置不规则时，应按《建筑抗震设计规范》GB50011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。

**3.5 结构体系与结构构件**

**3.5.1** 结构体系基本要求

结构抗震体系选型应依据抗震设防类别、设计地震动参数、建筑功能、建筑平面布置和高度、场地情况、地基基础条件、结构材料和施工工艺等因素，经技术经济综合比较后，选用安全可靠、经济合理的结构体系。

**1** 结构体系应符合下列要求：

应具有明确的计算简图，合理简捷的荷载及地震作用传递路线；应满足承载力、刚度和稳定性要求，并具有良好的变形能力和耗能能力；应满足防连续倒塌要求，避免部分结构构件的破坏导致整个结构失效；对结构体系中的薄弱、关键部位节点和构件应采取加强措施，提高抗震性能，避免发生脆性破坏。

**2** 结构体系宜符合下列要求：

建筑平面、立面结构布置宜规则、均匀、对称；平面和立面质量、刚度变化宜均匀，不宜突变，避免应力和塑性变形集中；平面质量中心与刚度中心宜重合或接近，以减小扭转效应；宜设有多道抗震防线。

结构体系在两个主轴方向的动力特性宜接近；结构长宽比、高宽比宜满足相应规范、标准的要求。

**3.5.2** 结构构件要求

**1** 抗震结构构件应符合下列规定：

**（1）**砌体结构构件应按相应规范要求设置钢筋混凝土圈梁、构造柱和芯柱，或采用配筋砖砌体和组合砖砌体等抗震性能较好的构件。

**（2）**混凝土结构构件应合理选择截面尺寸和配置钢筋，满足抗震措施要求，保证构件具有适宜延性，避免构件发生剪切、压馈等脆性破坏。

**（3）**钢结构构件截面选取应综合考虑承载力、整体稳定性、局部稳定性等要求，保证所选结构构件满足强度应力比、稳定应力比、板件宽厚比，构件长细比等要求。柱与梁两方向均刚接时，柱宜采用箱形截面。

**（4）**结构构件设计应对重要部位构件提出针对性要求和相应加强措施，如强柱弱梁、强剪弱弯，对大跨度构件、长悬挑构件、转换构件等特殊构件通过提高抗震等级、安全等级、考虑竖向地震作用、加强构造、抗震性能化设计等措施，以提高构件安全性、延性性能。

**（5）**预应力混凝土结构构件，一般情况下应采用有粘结预应力筋，并应有足够的非预应力筋，以保证结构有必要的耗能能力；对采用预应力桁架下弦和悬臂大梁，还应考虑竖向地震对预应力构件的不利影响。

**（6）**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保证各预制构件连接的整体性。

**（7）**其它未明确构件应满足相应规范及标准要求。

**2** 结构构件的连接应符合下列规定：

**（1）**构件间连接节点区为关键传力部位，应满足强节点弱构件要求，节点承载力应高于构件承载力，避免节点先于构件破坏，并满足延性要求。

**（2）**预埋件部位承载力不应低于所连构件承载力。

**（3）**装配式结构的抗震构件节点应能满足结构整体性要求。

**（4）**预应力混凝土的预应力筋应在节点核心区外锚固。

**（5）**钢构件连接节点区域，连接承力设计值不得小于构件承载力设计值。梁柱构件出现塑性铰截面时，上下翼缘处应设置侧向支撑，该支撑应满足长细比要求。梁柱连接宜采用柱贯通型。框架梁可通过梁端扩大型连接、骨形连接、盖板形连接、加宽翼缘、加腋等方式，加强梁端，使梁柱节点区塑性铰外移。

**（6）**其它未明确构件间的连接应满足相应规范及标准要求。

**3.6 结构分析**

**3.6.1** 建筑结构多遇地震作用下应进行结构的内力和变形分析。罕遇地震作用下应进行结构弹塑性验算，地震动参数应考虑近场效应影响的修正系数。

**3.6.2** 多遇地震作用下的分析，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。

**3.6.3** 罕遇地震作用下的分析，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。

**3.6.4** 结构抗震分析时，计算模型应能较准确地反映结构中各构件的实际受力状况。所有计算结果，应经分析判断确认其合理、有效后方可用于工程设计。

**3.6.5** 对需要进行竖向地震计算的建筑结构，竖向地震动参数应考虑近场效应影响。

**3.6.6** 超限高层、特别不规则的建筑结构应采用抗震性能化设计，宜适当提高抗震性能目标。

**3.7 隔震与消能减震设计**

**3.7.1** 隔震和消能减震设计应合理选择和布置隔减震装置，分别选定针对整体结构、结构构件和隔减震装置的性能目标。

**3.7.2** 隔震结构设计应符合下列规定：

**1** 隔震建筑除应满足承载力和变形要求外，尚应具有足够的抗倾覆能力；

**2** 隔震层应提供必要的竖向承载力、侧向刚度、水平恢复力和阻尼，保证隔震层在罕遇地震作用下的弹性复位能力；

**3** 隔震装置的性能参数应经试验确定；

**4** 隔震装置的设置，应便于检查、维护和替换，设计文件中应注明装置使用的环境；

**5** 设计文件上应注明对隔震装置和消能器的性能要求，安装前应按规定进行抽样检测，确保性能满足要求；

**3.7.4** 消能减震结构设计应符合下列规定：

**1** 消能器的性能参数应经试验确定；

**2** 消能部件的设置，应便于检查、维护和替换，设计文件中应注明装置使用的环境；

**3** 设计文件上应注明对消能器的性能要求，安装前应按规定进行抽样检测，确保性能满足要求；

**3.8 建筑非结构构件**

**3.8.1** 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。

**3.8.2** 非结构构件的抗震设计 ，应由相关专业人员分别负责进行。

**3.8.3** 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。

**3.8.4** 建筑结构的围护墙和隔墙，应考虑其对主体结构抗震的不利影响。

**3.8.5** 幕墙及装饰贴面等外装饰与主体结构应有可靠连接。

**3.8.6** 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。

**3.9 结构材料要求**

**3.9.1** 抗震结构对材料的特别要求，应在设计文件上注明。

**3.9.2** 在选择结构材料种类、材料规格进行结构设计时，应考虑各种可能影响耐久性的环境因素。

**3.9.2** 结构材料性能指标应符合相关规范规定，且应符合下列要求：

**1** 混凝土结构房屋以及钢-混凝土组合结构房屋中，框支梁、框支柱及抗震等级不低于二级的框架梁、柱、节点核芯区的混凝土强度等级不应低于C30；错层结构错层处框架柱、平面外受力的剪力墙的混凝土强度等级不应低于C30；抗震墙不宜超过C60，8度时其他构件不宜超过C70；

**2** 钢结构房屋中，框架-偏心支撑结构的消能梁段的钢材屈服强度不应大于355MPa；

**3** 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；

**4** 砌体结构房屋中的构造柱、芯柱、圈梁及其他各类构件不应低于C25；

**5** 生土房屋的屋盖应采用轻质材料，生土墙体土料应选用杂质少的黏性土；

**6** 石结构房屋的石材应质地坚实，无风化、剥落和裂纹，不应采用石梁、石板作为承重构件；

**3.9.3** 对钢筋混凝土结构，当施工中需要以不同规格或型号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，并应符合本《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55022-2021规定的抗震构造要求。

**3.9 结构材料要求**

**3.9.1** 抗震结构对材料的特别要求，应在设计文件上注明。

**3.9.2** 结构材料性能指标应符合相关规范要求，且应符合下列要求：

**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。

**（3）**砌体结构房屋中的构造柱、芯柱、圈梁及其他各类构件不应低于C25；

**2** 混凝土结构房屋以及钢——混凝土组合结构房屋中的混凝土结构材料应符合下列规定：

**（1）**框支梁、框支柱及抗震等级不低于二级的框架梁、柱、节点核芯区的混凝土的强度等级不应低于C30；

**（2）**抗震墙不宜超过C60，8度时其他构件不宜超过C70。

**3** 钢结构的钢材应符合下列规定：

**（1）**设计中应正确选用钢材质量等级，主要受力构件宜采用Q235B 及以上等级的碳素钢或 Q355B 及以上等级的低合金钢；当有可靠依据时，尚可采用其他钢种和钢号。

**（2）**框架偏心支撑结构的消能梁段的钢材屈服强度不应大于355MPa；

**（3）**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。

**4** 填充墙应符合下列规定：

**（1）**砌体的砂浆强度等级不应低于M5; 实心块体的强度等级不宜低于MU2.5，空心块体的强度等级不宜低于MU3.5；

**（2）**钢结构厂房的围护墙，应优先采用轻型板材。

**3.9.3** 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。

**4 断层探测**

**4.1 场地活动断层勘探**

**4.1.1** 场地周围1～2 km范围存在活动断裂带时，应开展场地断层勘探工作，确定断层的空间位置和活动性参数。勘探工作满足《活动断层探测》（GB/T 36072）要求，

**4.1.2** 活动断层勘探范围应不小于场地及其外延500m。

**4.1.3**  选择合适的方法对断层位置进行勘探。在基岩区或浅覆盖层区可采用高分辨率遥感解译、地质地貌调查等方法；在厚覆盖层区采用地球物理勘探方法，优先以浅层地震勘探方法为主。

**4.1.4** 经勘探后，当场地及周围200m范围内存在晚更新世活动断层时，在覆盖层区采用钻孔联合地质剖面勘探，基岩区或浅覆盖层区采用槽探的方法，并配合地层年代测定对断层进行精确定位和活动性鉴定。

**4.1.5**  应查明活动断层（包括主断层与次级断层）的空间位置与展布、活动时代、性质、产状、活动位移与活动速率，以及隐伏断层的覆盖层厚度。

**4.2 发震断层评价**

**4.2.1** 地质断裂带区域内有发震断层通过时，可开展发震断层的地震危险性和危害性评价，确定断层的最大潜在地震震级、地震地表破裂带和变形带、强地震动分布。

**4.2.2** 结合断层的几何结构、活动时代等因素确定发震断层的地震危险性，综合评估发震断层最大潜在地震的震级。

**4.2.3** 采用跨断层地质剖面或跨断层探槽地质剖面或浅层地震勘探剖面等方法，确定发震断层地震变形带宽度和地震地表破裂带宽度。场地位于地震地表破裂影响带内时，确定断层的断错位移。

**4.2.4** 场地内存在发震断层时，应结合发震断层地震地表破裂带和变形带评估结果，给出活动断层避让范围和避让建议。

**4.2.5** 宜采用数值模拟等方法评价近断层强地震动影响，确定发震断层发生最大潜在地震时场地位置处的地震动。

**4.3断层探察成果**

**4.3.1** 编制探测范围内活动断层分布图，活动断层探测实际材料图，比例尺不小于1:1000，图中宜标示以下内容：

**1**全新世断层、晚更新世断层、早中更新世断层和前第四纪断层位置，表示为地表迹线或隐伏断层上断点地表垂直投影线；

**2**断层性质、断层产状；

**3** 观测点、地质剖面、探槽、地球物理勘探测线、钻孔联合地质剖面、年代测定样品等实际材料的平面位置，并明确区分实际调查的资料与收集资料；

**4**全新统、上更新统、中更新统、下更新统地层、第四纪岩浆岩、归并表示的第四纪地层和岩浆岩资料；

**5**相关的地理要素；

**6**场地范围。

**4.3.2** 编制活动断层探测成果报告，报告应包括以下内容：

**1**活动断层分布图和活动断层探测实际材料图；

**2**断层产状、断层活动性参数、隐伏活动断层的土层覆盖厚度等工程勘察设计参数和避让建议；

**3** 除以上内容外，还应包含：

**a）** 区域地震活动、地震构造环境分析

**b)** 场地5km范围内第四纪地层与地貌分析

**c)** 活动断层定位与活动性鉴定

**d)** 活动断层地震危险性评价

**e)** 活动断层地表破裂带和变形带宽度评价

**f)** 活动断层强地震动影响评价

**5** 建设工程场地勘察

**5.1** 一般规定

**5.1.1** 发震断裂带区域建筑工程在设计和施工前，必须按照基本建设程序进行勘察。勘察要求除应满足《岩土工程勘察规范》GB50021和《高层建筑岩土工程勘察标准》JGJ/T72外，尚应包括以下内容：

**1** 查明断裂带的位置和类型；

**2** 调查其活动性和地震效应；

**3** 评价发震断裂带对工程建设可能产生的影响，并提出处理建议。

**5.1.2** 地质断裂带区域建筑场地勘察前，应搜集下列资料：

**1** 根据场地定位，初步量测与发震断裂带的最短距离，初判影响程度；

**2** 向国家权威数据中心、场地受影响区域所属主管部门征询、了解、搜集活动断层探测或地震安全性评价等相关资料；

**3** 查阅有关文献档案资料，包括卫星航空相片、区域地质构造、强震震中分布、地应力和地形变、历史和近期地震等；

**4** 参考建设场地附近既有工程勘察和评价文件中关于发震断裂带部分的内容。

**5.1.3** 地质断裂带区域场地勘察根据项目规模、场地复杂程度可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察，对于场地条件复杂或有特殊要求的工程尚应进行施工勘察。

勘察要求应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003、《建筑抗震设计规范》GB50011和《岩土工程勘察规范》GB50021的有关规定。

对于场地较小且无特殊要求的建设工程可合并至详细勘察阶段。

**5.2** 可行性研究阶段勘察

**5.2.1** 可行性研究勘察，应对拟建场地的稳定性和适宜性做出评价，提出避让建议。同时应进行以下工作：

**1** 通过搜集资料、踏勘现场，进行适当的工程地质测绘和调查，查明地震地表破裂带的位置、规模和性质，了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件；

**2** 当拟建场地工程地质条件复杂，已有资料不能满足要求时，应根据具体情况进行必要的勘探工作，查明隐伏断层的位置、类型和活动性；

**3** 当有两个或两个以上拟选场地时，应进行比选分析；

**4** 对于明显处于地质断裂带，且场地地层、地下水变化复杂的拟建场地，应根据建设需求，提出另行选址建议。

**5.2.2** 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，按表5.2.2划分为建筑抗震有利、一般、不利和危险地段。

表**5.2.2** 建筑抗震地段的划分

|  |  |
| --- | --- |
| 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，高耸孤立的山丘，陡坡，陡坎，河岸或边坡的边缘，平面上成因、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挖半填的地基等),高含水量的可塑黄土，地表存在结构性裂缝，地下水位埋藏较浅且地表排水条件不良的地段等。 |
| 危险地段 | 地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流、严重液化及地震地表破裂带、溶洞等岩溶地段和已采空的矿穴地段，河床内基岩具有倾向河槽的构造软弱面被深切河槽所切割的地段。地震时可能坍塌而波及建筑物的地段，蓄(滞)洪区及有内涝威胁的地段。 |

**5.2.3** 场地勘察应对建筑场地稳定性进行分析评价，场地稳定性分级应符合表5.2.3的规定。

表**5.2.3** 场地稳定性分级

|  |  |
| --- | --- |
| 级 别 | 分级要素 |
| 不稳定 | 1） 建筑抗震危险地段2） 不良地质作用和地质灾害发育强烈3） 工程建设遭受地质灾害的可能性大，引发、加剧地质灾害的可能性大，危险性大，防治难度大4） 地形和地貌类型复杂 |
| 稳定性差 | 1） 建筑抗震不利地段2） 不良地质作用和地质灾害发育中等3） 工程建设遭受地质灾害的可能性中等，引发、加剧地质灾害的可能性中等，危险性中等，但可采取措施予以处理4） 地形和地貌类型较复杂 |
| 基本稳定 | 1）建筑抗震一般地段2）不良地质作用和地质灾害发育小3）工程建设遭受地质灾害的可能性小，引发、加剧地质灾害的可能性小，危险性小，易于处理4）地形和地貌类型较简单 |
| 稳 定 | 1）建筑抗震有利地段2）不良地质作用和地质灾害不发育3）地形和地貌类型简单平缓 |

**5.2.4** 场地勘察应对工程建设适宜性进行分析评价，场地适宜性性分级应符合现行行业标准《城乡规划工程地质勘察规范》CJ57的有关规定。

**5.3** 初步设计阶段勘察

**5.3.1** 初步设计阶段勘察应对场地内拟建建筑地段的稳定性做出评价，提出避让建议，并进行下列主要工作：

**1** 搜集拟建工程的有关文件、工程地质和水文地质资料以及工程场地范围的地形图；

**2** 初步探明地质构造、地层结构、岩土工程特性、地下水埋藏条件；

**3** 查明场地不良地质作用的成因、分布、规模、发展趋势，并对场地的稳定性做出评价；

**4** 应对场地和地基的地震效应做出初步评价；

**5** 季节性冻土地区，应调查场地土的标准冻结深度；

**6** 初步判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

**7** 对于高层建筑，应对可能采取的地基基础类型、地基处理方式、临近场地边坡、基坑开挖与支护、工程降水方案进行初步分析评价。

**5.3.2** 初步设计阶段勘察勘探点间距和深度应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定。

**5.4** 详细勘察

**5.4.1** 详细勘察应按单体建筑物或建筑群提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数；对建筑地基作出岩土工程评价，并对地基类型、基础形式、地基处理、边坡防护、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议。主要应进行下列工作：

**1** 搜集附有坐标和地形的建筑总平面图，场区的地面整平标高，建筑物的性质、规模、荷载、结构特点，基础形式、埋置深度，地基允许变形等资料；

**2** 查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提出整治方案的建议；

**3** 查明建筑范围内岩土层的类型、深度、分布、工程特性，分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力；

**4** 饱和软土、含水量在25%以上的黄土或黄土状土，应进行原位测试确定承载力特征值；

**5** 对需进行沉降计算的建筑物，提供地基变形计算参数，预测建筑物的变形特征；

**6** 查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

**7** 查明地下水的埋藏条件，提供地下水位及其变化幅度；

**8** 在季节性冻土地区，提供场地土的标准冻结深度；

**9** 判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

**10** 明确断层的位置、隐伏活动断层的土层覆盖厚度，分析断层的活动性和地震效应，评价断层对工程建设可能产生的影响，并提出处理方案；

**11** 对潜在的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，应查明其形成条件，分析其可能的发展及影响，提出防治要求和方案建议。

**12** 对于区域性岩土环境，尚应进行如下工作：

对饱和粉土和饱和砂土应进行液化评价；对软塑、流塑状态的黏性土应进行灵敏度评价；

对湿陷性黄土应按《湿陷性黄土地区建筑标准》GB50025评价湿陷类型和湿陷等级；

对膨胀土应测定膨胀力，计算膨胀变形量、收缩变形量和胀缩变形量，确定胀缩等级；

对盐渍土应测定其易溶盐含量，确定含盐类型，评价溶陷性、盐胀性和腐蚀性；

对填土应查明堆填或填筑的方式和形成时间，分析填料性质、分布范围，评价填土地基的稳定性和均匀性**。**

**5.4.2** 详细勘察工作除应符合国家及山西省现行标准的规定外，尚应符合下列规定：

**1** 勘探点间距应为12m~24m；

**2** 对于建筑群，液化判别孔的数量不应少于6个；对于单体建筑，液化判别孔的数量不应少于3个；且每层土的标准贯入实测数量不应少于6个；测试点间距应为1.0m~1.5m；

**3** 甲类建筑或行业有特殊要求的建筑物应进行现场地基动力特性测试，测试要求应符合现行国家标准《地基动力特性测试规范》GB/T 50269的规定。

**5.4.3** 既有建筑加固改造时，勘察应符合下列规定：

**1** 搜集必要的资料和踏勘现场，查明地震地表破裂带的位置、规模和性质，了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件，确定既有建筑是否满足避让距离的要求；

**2** 勘察资料缺乏时，应按上述详细勘察阶段的要求补充勘察工作，为加固设计提供必要的依据；

**3** 存在可能由地震引发的地质灾害，且无相关评估资料时，应由具有相应资质的单位进行评估和勘察工作。

**6**  建筑抗震设计

**6.1** 一般规定

**6.1.1** 抗震设计应根据建筑重要性、活动断层探测和场地工程勘察成果综合确定，除满足本标准的要求外，尚应符合现行国家标准关规定。

**6.1.2** 对重要建筑物和防灾减灾建筑宜采用抗震性能化设计，结合场地内活动断层的探测成果，适当提高抗震设防目标。

**6.2 建筑场地选址与避让**

**6.2.1** 建筑场地选址要求：

**1** 地质断裂带区域的建筑场地选择按照本标准3.3.1条执行。

**2** 地质断裂带区域的建筑应根据地震区划图、设计地震分组科学、合理地进行建筑抗震防灾规划选址。建筑用地应优先选择场地地质构造相对稳定，地形环境安全或基本安全，地形平坦开阔、地层岩土坚硬密实，不易发生地质灾害或地震次生灾害，无或仅有轻微地震破坏效应，无或仅有轻微不利地形影响的地段。

**6.2.2** 建筑场地避让要求

**1**  应避让危险地段；应避免选择山高坡陡、场地条件复杂、 岩土松软不均的地段；应尽量远离因地震可能诱发地质灾害的波及区，避免地震次生灾害的威胁。

**2**  应避免选择对建设项目可能产生抗震不利利害冲突或相互不利影响的已建设施的邻近地段，应避免选择易发洪水泥石流的谷口地段、河洪道 冲刷地段及河洪道急流弯道处地段。

**3**  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；

A 抗震设防烈度小于8度；

B 非全新世活动断裂；

C 抗震设防烈度为8度时，隐伏断裂的土层覆盖厚度大于60m。

**2）** 对不符合1）款规定的情况，应避开主断裂带。其避让距离不宜小于表6.2.2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，且不得跨越断层线。

表**6.2.2** 发震断裂的最小避让距离（m）

|  |  |
| --- | --- |
| 烈度 | 建筑抗震设防类别 |
| 甲 | 乙 | 丙 | 丁 |
| 8 | 专门研究 | 200m | 100m |  |

**3）**对于不符合1）款中B、C情况，当时行活动断层探测并具有活动断层准确资料时，建筑避让距离应满足国有现行标准的要求，并符合以下规定：

建筑应保证地基受力层位于活动断层变形带避让距离以外；全新世活动断层变形带两侧15m范围的禁建区内严禁工程建设。

**6.3 地基和基础**

**6.3.1** 地面下存在液化土层的地基，应根据建筑的抗震设防类别、地基的液化等级，结合具体情况采取相应的措施。不宜将建筑物基础（含复合桩基承台）直接设置在未经处理的液化土层上。

**6.3.2** 饱和砂土或粉土（不含黄土）的液化判别方法、液化指数和等级的确定等应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB 50011的规定。

**6.3.3** 当液化砂土层、粉土层较平坦且均匀，宜按表 6.3.3 选用地基抗液化措施；尚可计入上部结构重力荷载对液化危害的影响，根据液化震陷量的估计适当调整抗液化措施。

表**6.3.3** 抗液化措施

|  |  |
| --- | --- |
| 建筑抗震 | 地基的液化等级 |
| 设防类别 | 轻微 | 中等 | 严重 |
| 甲类 | 应专门研究，但不应低于乙类的相应要求 |
| 乙类 | 全部消除液化沉陷，或部分消除液化沉陷且对基础和上部结构处理 | 全部消除液化沉陷，或部分消除液化沉陷且对基础和上部结构处理 | 全部消除液化沉陷 |
| 丙类 | 基础和上部结构处理，亦可不采取措施 | 基础和上部结构处理，或更高要求的措施 | 全部消除液化沉陷，或部分消除液化沉陷且对基础和上部结构处理 |
| 丁类 | 可不采取措施 | 可不采取措施 | 基础和上部结构处理，或其他经济的措施 |

**6.3.4** 场地全部消除地基液化沉陷、部分消除地基液化沉陷的措施均按照《建筑抗震设计标准》GB 50011第4.3.7、4.3.6条的规定执行。

**6.3.5**  减轻液化影响的基础和上部结构处理，可综合采用下列各项措施：

**1** 选择合适的基础埋置深度；

**2** 减少基底压力，调整基础底面积，减少基础偏心；

**3** 减轻荷载，增强上部结构的整体刚度和均匀对称性，合理设置沉降缝，避免采用对不均匀沉降敏感的结构形式，设置闭合的现浇楼层圈梁等；

**4** 管道穿过建筑处应预留足够尺寸或采用柔性接头等。

**6.3.6** 土岩组合地基时，应加强地基持力层范围内土岩结合部位的构造处理，并加强基础及上部结构的刚度。

**6.3.7** 地基主要受力层范围内存在软弱黏性土层、高含水量的可塑性黄土、新近填土时，应采用桩基或地基加固处理，并采取本标准第6.3.4条的各项措施；也可根据软土震陷量的估计，采取相应措施。

**6.3.8** 建筑物基础应加强整体性和抗转动能力，避免地震时基础转动加重建筑震害。基础宜采用钢筋混凝土筏板基础或条形基础，当采用独立基础时，应设置基础拉梁。

**6.4 结构抗震分析与构造要求**

**6.4.1** 多遇地震作用下，结构抗震验算应满足《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021的相关规定，地震动参考虑近场效应影响的修正系数取1.0。

**6.4.2** 罕遇地震作用下，结构抗震验算采用的地震动参数应考虑近场效应的影响，取值方法如下：

**1** 采用规范反应谱地震动参数时，应考虑近场效应影响的修正系数：

**1）**对第一周期T1≤0.6s的建筑结构，修正系数可取1.0；

 **2）**对第一周期T1＞0.6s的建筑结构，修正系数与发震断裂的距离相关：5km以内的取1.5，5km以外10km以内的取1.25。

**2 场地完成发震断裂影响评价时，地震动参数可直接采用评价结果。**

**6.4.3** 建筑结构在罕遇地震作用下的抗震验算可采用静力弹塑性分析方法或弹塑性时程分析法。计算模型应能准确反映结构中各构件的实际受力状况和非线性性能。

**6.4.4** 建筑结构应进行罕遇地震作用下的弹塑性变形验算，其楼层内最大的弹塑性层间位移应符合下式要求：

 （6.4.4）

式中：△*u*p——罕遇地震作用下最大的弹塑性层间位移；

[*θ*p] ——弹塑性层间位移角限值，宜按表6.4.8采用；

*h* ——计算楼层层高。

表**6.4.4** 弹塑性层间位移角限值

|  |  |
| --- | --- |
| 结 构 类 型 | [*θ*p] |
| 单层钢筋混凝土柱排架 | 1/30 |
| 钢筋混凝土框架 | 1/50 |
| 底部框架砌体房屋中的框架-抗震墙 | 1/100 |
| 钢筋混凝土框架-抗震墙、板柱-抗震墙、框架-核心筒 | 1/100 |
| 钢筋混凝土抗震墙、筒中筒 | 1/120 |
| 多、高层钢结构 | 1/50 |

**6.4.5** 在罕遇地震作用下，关键构件仅允许个别构件进入屈服阶段，普通竖向构件允许少量进入屈服阶段。

**6.4.6** 对特别不规则的建筑结构，抗震性能化设计应符合以下要求：

**1** 建筑结构应结合建筑实际需求选择合适的性能水准和性能目标。

**2** 多遇地震作用下的整体分析应采用不少于两个不同力学模型的结构分析软件，并对其计算结果进行分析比较。

**3** 结构进行设防地震、罕遇地震作用验算时，应根据结构构件进入弹塑性阶段的程度不同，采用不同的计算方法。构件总体上处于开裂阶段或刚刚进入屈服阶段，可取等效刚度和等效阻尼，按等效弹性方法估算；若构件总体上已有部分进入屈服状态，宜采用静力或动力弹塑性分析方法估算。

**6.4.7** 罕遇地震作用下进入屈服阶段的关键构件，抗震构造措施应按抗震等级提高一级后采用，已为特一级的可不再提高。

**6.5 隔减震设计**

**6.5.1**  设防地震作用下需要保持正常使用功能的隔震建筑，按照《建筑隔震设计标准》GB/T 51408-2021执行，其中近场效应放大系数在设防地震和罕遇地震下均须考虑。

**6.5.2** 设防地震作用下需要保持正常使用功能的减震建筑，近场效应放大系数和构件性能化设计按照《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》RISN-TG046-2023 执行；罕遇地震作用下的结构抗震设计按本标准6.4节相关规定执行。

**6.5.3** 本节前述两条以外的隔减震建筑，按照本标准第6.4节的要求执行。

**6.6** 既有建筑加固设计

**6.6.1** 既有建筑结构修缮、改造和加固，应遵循先检测、鉴定，后设计、施工与验收的原则。

**6.6.2** 既有建筑抗震加固前，应依据活动断层探测成果、设防烈度、抗震设防类别、后续工作年限和结构类型等进行检测、鉴定。

**6.6.3** 既有建筑应根据实际需要和可能，合理确定选择其后续工作

年限。在后续使用过程中，未经技术鉴定或设计许可，不得改变加

固改造后结构的用途和使用环境。

**6.6.4**  既有建筑加固方案应进行优化比选，减少对原结构或构件的

破坏、有效提高结构整体性和变形能力。优先采用隔震、减震等技

术。

**6.6.5** 不符合抗震鉴定要求的既有建筑，应依据鉴定结论和意见进行处理，避免地震发生时倒塌破坏或造成重大经济损失；符合抗震鉴定要求的既有建筑，应按下列标准进行抗震设计：

**1** 规则的丙类建筑，在多遇地震下的加固设计，应执行《建筑工程抗震设防分类标准》 GB 50223 、《建筑抗震设计规范》GB50011、《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB55021等现行规范、标准；多遇地震作用计算可不考虑发震断裂近场效应影响，罕遇地震作用下应按照本标准第6.4、6.5节的相关要求执行。

**2** 一般不规则的丙类建筑，应按上述第1款规定进行地震作用计算，并针对不规则情况采取针对性的计算分析和构造加强措施；

**3** 乙类建筑、特别不规则的丙类建筑，应按上述第1款规定进行地震作用计算，并补充设防地震和罕遇地震作用下的性能化设计。

**6.6.6**  在设防地震作用下需要保持正常使用功能的隔减震建筑按照本标准第6.5.1、6.5.2条执行。

**6.6.7** 对竖向地震敏感的结构，竖向地震分量也应进行调整，并进行竖向地震作用计算。

**6.6.8** 既有建筑罕遇地震下的抗震设计按照本标准第6.4节相关规定执行。

**6.6.9** 既有建筑的非结构构件设计应符合新建建筑的规定。

**6.7 非结构构件**

**6.7.1** 非结构构件根据所属建筑的抗震设防类别和非结构地震破坏的后果及其对整个建筑结构影响的范围，按《建筑抗震设计规范》GB50011的相关规定采取不同的抗震措施，达到相应的性能化设计目标。地震作用效应按《建筑抗震设计规范》GB50011的相关规定进行计算。

**6.7.2** 非结构构件与主体结构的连接部位，应根据受力情况采取加强措施，以承受由非结构构件传递的地震作用。

**6.7.3** 围护墙、隔墙、女儿墙等非承重墙体的设计与构造应符合下列规定：

**1** 采用砌体墙时，应设置拉结筋、水平系梁、圈梁、构造柱等与主体结构可靠拉结；采用非砌筑墙板时，两端与主体结构简支连接参与工作，设计时应保证墙板满足各种荷载作用下的承载力和变形要求，以及安装节点的承载力要求。

**2** 砌体墙体及其与主体结构的连接应具有足够变形能力，以适应主体结构不同方向的层间变形需求；非砌筑墙板与主体结构之间采用柔性连接构造，利于适应主体结构在地震或风荷载作用下的层间变形，缓解地震破坏。

**3** 女儿墙宜采用现浇钢筋混凝土构件。

**7** 建筑物地震反应观测

**7.1** 抗震设防烈度为 7、8度时，高度分别超过 160m、120m的公共建筑以及高度超过80m或高宽比大于4的隔震建筑，应按规定设置建筑结构的地震反应观测系统，建筑设计应留有观测仪器和线路的位置。

**7.2** 应急指挥中心、大型医院主要建筑、应急避难场所和广播电视建筑宜按规定设置建筑结构的地震反应观测系统，建筑设计宜留有观测仪器和线路的位置。

附录A 山西省主要断裂分布图



# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1)**表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2)**表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3)**表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4)**表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《工程结构通用规范》（GB 55001-2021）

《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002-2021）

《建筑与市政地基基础通用规范》（GB 55003-2021）

《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）

《砌体结构通用规范》（GB 55007-2021）

《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）

《既有建筑鉴定与加固通用规范》（GB 55021-2021）

《组合结构通用规范》（GB 55004-2021）

《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)

《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016 年版）

《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）（2015 年版）

《钢结构设计标准》(GB 50017-2017)

《砌体结构设计规范》(GB50003-2011)

《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2010）

《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)

《建筑隔震设计标准GBT》 51408-2021

《建筑消能减震技术规程》JGJ 297-2013

《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012

《建设工程抗震管理条例》-中华人民共和国国务院令第744号

《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》RISN-TG046-2023

山西省工程建设地方标准

 地质发震断裂带区域建筑抗震设计标准

  **xxx-xxxxx**

条文说明

**3.3 场地和地基**

**3.3.1** 地震造成建筑的破坏，除地震动直接引起结构破坏外，还有场地条件的原因，诸如：地震引起的地表错动与地裂，地基土的不均匀沉陷、滑坡和粉、黄土或砂土液化、场地湿陷、崩塌、滑坡等。因此，选择有利于抗震的建筑场地，是减轻场地引起的地震灾害的第一道工序，抗震设防区的建筑工程宜选择有利的地段，应避开不利的地段并不在危险的地段建设。针对汶川地震的教训，2008年局部修订强调：严禁在危险地段建造甲、乙类建筑。还需要注意，按全文强制的《住宅设计规范》GB 50096，严禁在危险地段建造住宅，必须严格执行。当场地位于不利地段时，应根据场地可能对建筑物造成的地震效应采取相应的抗震加强措施。

场地地段的划分，是在选择建筑场地的勘察阶段进行的，要根据地震活动情况和工程地质资料进行综合评价。《建筑设计抗震规范》GB 50011-2010（2016版）第4.1.1条给出划分建筑场地有利、一般、不利和危险地段的依据。

**3.3.2** 山西省境内地震活动和地震构造环境复杂，活动构造发育，地震频发，未来地震引发的地震地质灾害风险较高。对于断裂带区域内的建筑存在严重的地震地质灾害隐患。山西省所处的地震构造环境及主要断裂如下：

（1）大地构造背景

山西省位于华北地区的西部，黄河的中游，黄土高原的东缘。在大地构造上位于华北地台的中部。按区域经历的构造运动时代和性质、构造变形特点、盖层发育时代和特征及岩浆岩活动等差异，山西省境内的大地构造单元涉及为鄂尔多斯台坳、山西台背斜、内蒙地轴少部分以及豫西台褶带。见图1。



图1 山西省位于大地构造单元位置示意图

（2）新构造分区及特征

山西省大部分范围位于华地台内的山西台背斜内。山西台背斜是华北地台内一相对稳定的次级构造单元。燕山运动发育了一系列北北东向的断褶带。上新世以来，在其中部的燕山期北北东向断褶带的基础上发育了由一系列断陷盆地及其间的横向隆起组成的断陷盆地带。根据新构造运动特征，山西省境内的新构造单元主要划分为鄂尔多斯断块隆起区、汾渭断陷带以及太行山断块隆起区。汾渭断陷带北起北京市的延庆县，南低陕西省的关中地区，全长约1200km，宽约30～60km。由一系列新生代断陷盆地和盆地间的断隆组成，山西省境内自北东至南西依次为大同盆地、六棱山断块隆起、蔚广断陷盆地、恒山断块隆起、灵丘断陷盆地、忻定断陷盆地、石岭关横向隆起、太原断陷盆地、灵石横向隆起、临汾断陷盆地、峨嵋台地横向断隆、运城断陷盆地、中条山断块隆起、灵宝断陷盆地。详见图2和表1。

汾渭断陷带主要形成于上新世初，主要发展期为上新世中、后期，上新世末奠定现今构造格局。第四纪时期的汾渭断陷带基本上继承了上新世奠定的构造格局，并持续断陷。晚更新世以来，盆地及其边缘普遍接受风成黄土堆积。到了全新世，汾渭断陷带内各盆地发生持续断陷，盆地与边缘山地地形对照差异性继续发展，山前广泛发育洪积扇，盆地中基本以河流相堆积为主，且断裂带内构造运动十分强烈，地震活动频繁，隆起区新构造、地震活动弱。

表1 山西省新构造分区表

|  |  |
| --- | --- |
| 一级构造单元 | 二级构造单元名称 |
| 鄂尔多斯断块隆起区 |  |
| 汾渭断陷带 | 大同断陷盆地 |
| 六棱山断块隆起区 |
| 蔚广断陷盆地 |
| 恒山断块隆起区 |
| 灵丘断陷盆地 |
| 忻定断陷盆地 |
| 石岭关横向隆起区 |
| 太原断陷盆地 |
| 灵石横向隆起区 |
| 临汾断陷盆地 |
| 峨嵋台地横向隆起区 |
| 运城断陷盆地 |
| 中条山断块隆起区 |
| 灵宝断陷盆地 |
| 太行山断块隆起区 |  |



图2山西省新构造单元划分图

（3）山西省内主要断层分布

截止于2023年，综合山西省境内完成的石油物探、水文地质、工程地质、活动断层探测等成果，区内已发现的主要断裂有62条，见附录。其中全新世活动断层27条，晚更新活动断层17条，早中更新断层18条，这些断层主要集中在汾渭断陷带内。断裂走向主要为NNE或NE向，NNE向断裂以正倾滑运动为主兼右旋走滑特征，NE断裂主要表现为正倾滑运动。

现有附录图中的断层工作精细程度不一，比如控盆边界断裂部分完成了1：5万地质地貌填图，太原市、临汾市、晋中市分别完了城市活动断层探测，断层的位置相对较准确。但大部分断层来源于石油物探等资料，工作程度较粗，断层的位置误差较大，因此该图只作为前期工作的参考。断层与场址的相对关系和发震危险性，均通过精细探测才能确定。

山西省境内主要断层探测情况论述如下：

①城市活动断层探测与地震危险性评价工作

自“十一五”以来在山西省在地方政府和中国地震局的支持下，完成了大量的活动断层探测及其相关工作。五大盆地的地级市中，太原市、临汾市分别于2007年、2014年完成了城市活动断层探测与地震危险险性评价工作，忻州市于2019年完成了《忻州市活断层探测与地震危险性评价》一期，大同市于2019年完成了《大同市御东新区活动断层探测与地震危险性评价》一期，2020年正在开展二期探测工作。晋中市于2023年完成《晋中市活动断层探测与地震危险评价》。运城市的《运城市活动断层探测与地震危险评价》正在进行，未完成总验收。

②单条断裂活动断层填图与探测工作

山西省盆地边界分布有大型的全新世活动断层，“十一五”以来中国地震局在《地震重点监视防御区活动断层地震危险性评价》、《中国地震活动探察-华北构造区》项目中完成了韩城断裂等12条断裂的填图工作（1：5万）；晋城市、长治市政府于2007年、2011年、2012年分批投入资金对晋获断裂晋城城区段、泽州-高平段、长治段进行过详细勘察；2013年交城县政府对交城断裂交城县段进行过详细探察；2018年太原市政府完成太原盆地田庄断裂的空间位置和活动性进行了详细鉴定。

表2 山西省境内现发现全新世活动断层其完成的工作一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 断裂名称 | 工作程度 |
| 1 | 阳高-天镇断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 2 | 口泉断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 3 | 大王断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 4 | 团堡断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 5 | 六棱山北麓断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 6 | 恒山北麓断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 7 | 蔚广盆地南缘断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 8 | 恒山南麓断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 9 | 云中山山前断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 10 | 五台山北麓断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 11 | 五台山西麓断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 12 | 华山河断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 13 | 下南地断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 14 | 系舟山北麓断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 15 | 系舟山西麓断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 16 | 交城断裂 | 太原市柴村-晋祠段完成1：10000万地质地貌填图，其余段完成1：50000地质地貌填图 |
| 17 | 太谷断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 18 | 罗云山山前断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 19 | 霍山山前断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 20 | 郭家庄断裂 | 1：10000活动断裂探测 |
| 21 | 古城断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 22 | 峨嵋台地北缘断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 23 | 浮山断裂 | 部分区段完成调查工作 |
| 24 | 韩城断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 25 | 中条山北缘断裂 | 1：50000地质地貌填图 |
| 26 | 鸣条岗南缘断裂 | 未完成详细勘探工作 |
| 27 | 鸣条岗北缘断裂 | 未完成详细勘探工作 |

注：表中断裂并非断裂所有段落均为全新世，部分断裂只有部分区段为全新世。

（4）山西省强震与构造环境关系

①地震活动水平与新构造运动强度和分区有着密切关系，强震活动主要集中发生在差异运动较强的汾渭断陷带内，而鄂尔多斯断隆带、太行山断隆带相对稳定，除太行山隆起区涉县个别断陷盆地发生过6级地震外，其他地区无M≥6级地震发生。

②走向NNE向的断陷盆地是历史强震发生的主要地带，而盆地间的断隆区无强震发生。由于断陷盆地内新构造差异运动显著，强震主要发生在盆地内次级新构造单元凹陷区。如512年代县-原平间7½级地震、1038年定襄7¼级地震、1683年原平7级地震分别发生在忻定盆地的代县凹陷区、定襄凹陷区和原平凹陷区。1303年洪洞8级地震、1695年临汾7¾级地震分别发生在临汾盆地的洪洞凹陷区和临汾凹陷区。

③强震的发生主要与控制盆地边界主断裂有关，尤其受晚更新世晚期–全新世活动的正倾滑为主的北北东和北东向断裂控制，北东向断裂以正倾滑为主，北北东向断裂走滑分量较大，其地震强度也大。如1038年定襄7¼级地震的发震断裂为系舟山北麓断裂，1303年洪洞8级地震的发震断裂为霍山山前断裂。

④强震发生在活动断裂几何结构复杂部位和与其它方向断裂交汇复合区，它们是断裂运动的闭锁区，易于应力集中而发生地震。如1695年临汾7¾级地震发生在北北东向汾东断裂与北西西向郭家庄断裂交汇部位，1303年洪洞8级地震发生在北北东向霍山断裂与北西西向苏堡断裂交汇部位。上述北北东向断裂具有右旋走滑运动特征，北西西向断裂具有左旋走滑运动特征，两者为共扼活动断裂。1626年灵丘的7级地震发生在下南地断裂与华山河断裂的交汇处，两者为共扼活动断裂。

地质断裂带区域的活动断层对地震灾害具有明显的控制作用。从历史破坏性地震可以看出，活动断层迹线决定了严重地震灾害的空间分布特征。地震时沿断层线的破坏最为严重，人员伤亡也明显大于远离发震活动断层的其它区域。因此，提升活动断层附近区域各类建筑，尤其是重要公共建筑、居民住宅区和易产生次生灾害的建筑设施的抗震设防要求，进而减轻建筑物的地震损坏，是减轻地震灾害的重要途径。

**3.3.3** 地质发震断层产生的瞬时间竖向错位对建筑的影响，目前尚无有效的工程抗震措施，主要靠避让来减轻危险性。避让的距离大小与活动断层性质、覆盖土层的工程性质和厚度、建筑抗震设防分类、地基基础、上部结构都有关系。

根据汶川地震相关资料（中国建筑西南设计研究院有限公司编写的《来自汶川大地震亲历者的第一手资料》）结论建议，竖向地震分量在大震时应充分考虑，在中小震计算中适当考虑。在近场时，竖向地震分量破坏更加明显。

**3.3.4** 本条依据《建筑抗震设计规范》GB50011及《建筑与市政工程抗震通用规范》的要求编写本条，考虑到发震断裂两侧10Km范围内，地震作用对建筑抗震及边坡损害的影响更加严重，而《中国地震动参数区划图》GB18306 给出的地震动参数仅为一般场地条件下的参数，对由于近场效应、局部突出地形、实际的场地条件的影响并无规定，为确保工程安全，尚应考虑上述影响对区划图的参数进行调整，方可用于结构设计。

**3.6 结构分析**

**3.6.1** 本条明确了断裂带区域建筑结构需在多遇地震验算的基础上增加罕遇地震的变形验算。多遇地震计算时可不考虑近场效应的修正系数，罕遇地震验算时应考虑该修正系数。

**3.6.2~3.6.3** 明确了断裂带区域建筑结构在不同地震力作用下的计算分析方法。当建筑结构进行多遇地震作用下的内力和变形分析时，可假定结构与构件处于弹性工作状态，一般采用线性的分析方法；而在罕遇地震下结构出现塑性铰，呈现较为明显的非线性特征，需采用弹塑性（非线性）分析方法。

静力的非线性分析是：沿结构高度施加按一定形式分布的模拟地震作用的等效侧力，并从小到大逐步增加侧力的强度，使结构由弹性工作状态逐步进入弹塑性工作状态，最终达到性能点。这是目前较为实用的简化的弹塑性分析技术，比动力非线性分析节省计算工作量，但需要注意，静力非线性分析有一定的局限性和适用性，其计算结果需要工程经验判断。

动力非线性分析，即弹塑性时程分析，是较为严格的分析方法，需要较好的计算机软件和很好的工程经验判断才能得到有用的结果，是难度较大的一种方法。

**3.6.4** 明确了断裂带区域建筑结构抗震分析的计算模型必须符合结构的实际工作情况，计算软件的技术条件应符合本规范及有关标准的规定，设计时对所有计算结果应进行判别，确认其合理有效后方可在设计中应用。

**3.6.6** 明确了发震断裂带区域的超限高层、特别不规则的建筑结构，采用抗震性能化设计时宜适当提高性能目标，特别是关键构件、抗震薄弱部位等。

**4 断层探测**

**4.1 场地活动断层勘探**

**4.1.1** 现有山西省地质断裂带的资料来源于不同的资料，且开展的工作程度存在较大差异，断裂带位置的精准度存在差别。如完成活动断层填图工作的，断层位置的精度能达到1：5万，完成城市活动断层探测单条断裂填图工作的，断层位置的精度能达到1：1万，但部分断裂来源于石油物探、水文地质以及其他早期研究成果，所以断裂的位置存在不确定性，位置误差可能达到2.0km。

根据“山西省地震局关于印发《需开展地震安全性评价的建设工程目录（暂行）》的通知（晋震发防[2017]54号），”相关规定，位于活动断裂附近（1km范围）且可能在较强地震中造成人员伤亡或造成一定社会影响的一般工程，应进行活动断裂评价工作。参考山西省地震局于2023年印发的《山西省地震局重大工程抗震设防要求审定行政许可实施细则》（晋震发[2023]66号）附件1第六条，需对断裂附近1km范围的工程场地进行地震安全性评价工程，查明断裂与场地的相对位置关系。

考虑到断层的工作程度粗浅不同，断层位置的准确性存在差异，为了确保工程抗震安全，对于未开展过详细工作的，将拟建场地周围2.0km范围存在的活动断层进行勘探。对完成了1：5万活动断层填图、单条断裂活动性鉴定工作的可放宽到断裂距场地1.0km范围。

**4.1.2** 当采用地球物理勘探方法勘探断层的位置时，由于勘探测线在测线两端有效信息不可靠的情况，有效剖面应剔除测线两端的范围。勘探结果中有效剖面应跨越场地两侧200m，才能确定当存在全新世活动断层情况时，断层是否位于在200m的避让范围外。

**4.1.3** 一般情况下，将覆盖层厚度小于10.0m情况视为浅覆盖层区，覆盖层厚度小于大于或等于10.0m以上视为厚覆盖层区。在厚覆盖层区域，现有的活动断层勘探方法，浅层地震纵波勘探方法仍是最有效的地球物理方法，对于在风积松散黄土沉积厚的地层，浅层地震勘探方法不一定能取得最佳效果，可采用其他地球物理方法进行勘探。

**4.1.4** 地球物理勘探和地质地貌调查只能对断层的初步位置进行确定，活动时代也只能根据物探剖面、地质剖面错断的地层初步确定，对于地层时代大多是根据工程师的经验确定，并且物探方法的多解性和勘探精度的原因，断层错断的准确地层时代以及上断点的准确埋深还须采用钻孔联合地质剖面和地层年代样品进行精确确定。例如，物探勘探成果为晚更新世地层的断层，经钻孔联合地质剖面勘探后，上断点往往会上延，断层的活动时代有可能会由原来的晚更新世变为全新世。

**4.2 发震断层评价**

**4.2.3** 地质断裂带区域内存在发震断层时，地震引发的地表破裂和强变形对区内建筑产生重要的影响，引发地震地表破裂以及与地表变形、强地震动与引发的地震震级有直接关系，而地震震级的大小与断层的性质、活动参数有关。一般情况下，隐伏断裂在发生6级及以下地震震级情况发生地表破裂的情况很少，但会引起沿断裂带分布的强变形带，且断层上、下盘的变形带宽度存在差别。因此发震断层的最大潜在震级在发生6级及以下地震时一般不需评价地表破裂带，可利用浅层地震勘探剖面、经验公式或数值模拟给出变形带范围。

**4.2.5** 近断层强地震动是根据数值模拟的方法确定垂直断裂带一定宽度范围内的地震动场，包括地震动峰值、加速度反应谱以及地震加速度时程，一般情况下提供峰值加速度的大小。利用数值模拟方法得到的近断层地震动考虑局部场地条件的影响，反映断层活动引发地震时的近场效应特征，由此获得的地震动沿垂直断裂走向的方向上，随着距离的增大而减小，减小的幅度与断裂周边的地质情况有关，也与断裂引发地地震震级大小有关。

**4.3断层探察成果**

**4.3.2** 通过断层探测，不存在发震断裂时，应提供第1条、第2条以及第3条中的a)b) c)内容；当存在发震断层并开展断层危险性和危险害性评价时，须提供全部内容。

**5 建设工程场地勘察**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 发震断裂带拟建场地的勘察应满足主体建筑工程勘察要求，同时应针对拟建建筑特点，重视地区经验，广泛搜集资料，明确勘察任务要求，采用有针对性的勘察和调查手段。提出的岩土工程勘察报告（或工程咨询报告）应资料真实准确、评价合理、建议可行。

对于受发震断裂带影响的建设场地，应结合主体工程与地下（基坑）工程特点和区域岩土特征，重视勘察对工程抗震设计与施工指导。

应查明相关岩土分布特征、地层结构、工程特性及不良地质作用等，提供满足工程设计、施工所需的参数。

应查明地下水埋条件，包括地下水类型、补给来源、水位标高及水位季节性变化幅度和土层的渗透性等，评价断层对地下水环境的影响、地下水对工程的不良影响。

应查明勘察深度内的岩体的岩性、产状、风化程度，结构面的类型（尤其是软弱面）、力学性质、发育程度、闭合状态、充填与充水情况、各结构面组合关系以及软质岩石开挖暴露后工程性能恶化对场地稳定性的影响。

应对影响场地稳定性的不良地质作用，提出防治方案建议；根据岩土条件对边坡支护、地下水控制和基坑开挖提出建议。

对饱和粉土和饱和砂土应进行液化评价；对软塑、流塑状态的黏性土应进行灵敏度评价。

对湿陷性黄土应按《湿陷性黄土地区建筑标准》GB50025评价湿陷类型和湿陷等级。

对膨胀土应测定膨胀力，计算膨胀变形量、收缩变形量和胀缩变形量，确定胀缩等级。

对盐渍土应测定其易溶盐含量，确定含盐类型，评价溶陷性、盐胀性和腐蚀性。

对填土应查明堆填或填筑的方式和形成时间，分析填料性质、分布范围，评价填土地基的稳定性和均匀性。

**6 建筑抗震设计**

**6.2 建筑场地选址与避让**

**6.2.2** 关于全新世活动断层变形带两侧的严禁工程建设的范围，本标准参照甘肃省地方标准《建筑抗震设计规程》第4.1.6条和河北省地方标准《地质断裂带区域城乡建筑标准》第5.2.4条第二款均认为断裂带两侧15m范围内严禁工程建设。

**6.4 结构抗震分析与构造要求**

**6.4.1、6.4.2** 明确了发震断裂带区域建筑结构在多遇地震验算基础上应补充罕遇地震验算。多遇地震计算时，地震动参数考虑近场效应影响的修正系数取1.0；而罕遇地震计算时地震动参数取值可按6.4.2条执行。

《建筑工程抗震性态设计通则》（CECE 160:2004），通过对150条近断层脉冲型地震动和150条远场地震动的反应谱特征的对比分析，提出了考虑近断层效应的设计谱修正系数。

参考《通则》4.2.7条第5款：对处于发震断裂两侧 20km以内的结构，应考虑近断层效应的影响。对水平地震的场地设计谱进行修正，修正系数宜按下式计算：



式中： γNF ——设计谱考虑近断层效应的修正系数；

T ——结构周期；

T1、T2 ——修正曲线的拐点周期，其取值分别为 0.6s 和 2.2s；

ANF ——修正系数的最大值，取值 1.3。

通过对不同周期结构在罕遇地震作用下考虑近场效应的响应分析，可得到以下结论：在考虑近场效应的放大系数后，短周期结构的刚度和承载力未出现明显下降，能够保持良好的抗震性能；而长周期结构响应较为敏感，结构弹塑性位移角有明显增大，结构承载力也有明显降低。故本条规定，对基本周期T1≤0.6s的建筑结构可不考虑修正系数；而对T1＞0.6s的结构，需考虑近场效应的修正系数。为了保证结构安全，该修正系数采用了《抗规》第3.10.3条规定，比《通则》的取值大些。

**6.4.3** 本条明确了建筑结构在罕遇地震下进行弹塑性（非线性）分析，并在该阶段考虑近场效应的修正系数。

**6.5 隔减震设计**

**6.5.1** 保持与《建筑隔震设计标准》GB/T 51408-2021，4.1.4一致。

**6.5.2** 保持与《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》RISN-TG046-2023一致。

**6.6 既有建筑加固设计**

**6.6.2**

# 1 按现行国家标准 《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021-2021、

《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 等标准进行可靠性鉴定；

**2** 按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023等标准进行抗震鉴定；

**3** 甲类建筑、地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的乙类建筑，应按现行国家标准《建筑抗震韧性评价标准》GB/T 38591 进行韧性评价。

**7** 建筑物地震反应观测

**7.2** 抗震设防烈度为 7、8度时，高度分别超过 160m、120m的公共建筑，《抗规》明确有要求设置地震反应观测系统。高度超过80m或高宽比大于4的隔震建筑，北京地标《建筑工程减隔震技术规程》有要求。《基于保持建筑正常使用功能Ⅰ的抗震技术导则》是建筑设计时宜留有监测系统的监测仪器和线路的位置。考虑到断裂带区域地震效应大，应尽量考虑设置。