

■ 建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书

# 建筑抗震常用公式与 数据速查手册

JIANZHU KANGZHEN CHANGYONG GONGSHI YU  
SHUJU SUCHA SHOUCHE

张立国 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

■ 建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书

# 建筑抗震常用公式与 数据速查手册

JIANZHU KANGZHEN CHANGYONG GONGSHI YU  
SHUJU SUCHA SHOUCE

张立国 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑抗震常用公式与数据速查手册 / 张立国主编. —北京: 知识产权出版社, 2015. 1  
(建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书)

ISBN 978-7-5130-3012-0

I. ①建… II. ①张… III. ①建筑结构—防震设计—技术手册 IV. ①TU352.104-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 218940 号

责任编辑: 刘 爽 段红梅

执行编辑: 祝元志

封面设计: 杨晓霞

责任校对: 谷 洋

责任出版: 刘译文

## 建筑抗震常用公式与数据速查手册

张立国 主 编

出版发行: 知识产权出版社 有限责任公司

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

责编电话: 010-82000860 转 8125

发行电话: 010-82000860 转 8101/8102

印 刷: 三河市国英印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

字 数: 240 千字

网 址: <http://www.ipph.cn>

邮 编: 100088

责编邮箱: [liushuang@cnipr.com](mailto:liushuang@cnipr.com)

发行传真: 010-82005070/82000893

经 销: 各大网上书店、新华书店及相关销售网点

印 张: 12

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

ISBN 978-7-5130-3012-0

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

# 前 言

地震灾害及地震次生灾害会给人类带来巨大的经济损失和人员伤亡。目前的科学技术还不能准确地预测并控制地震的发生，但人们可以运用现代科学技术手段来减轻和防止地震灾害，对建筑结构进行抗震设计就是一种积极有效的方法。抗震设计的基本目标就是防止建筑倒塌，并在一定的经济条件下最大限度地限制和减小地震过程中的经济损失和人员伤亡。

作为建筑抗震设计人员，除了要有先进的设计理念之外，还应拥有丰富的设计、技术、安全等工作经验，掌握大量建筑抗震常用的计算公式及数据。但由于资料来源庞杂繁复，设计人员经常难以寻找到所需要的资料。在这种情况下，广大从事建筑抗震设计的人员迫切需要一本系统、全面、有效、囊括建筑抗震常用计算公式与数据的参考书作为参考和指导。鉴于此，我们组织相关技术人员，依据国家最新颁布的《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）等标准规范，组织编写了本书。

本书共分为七章，包括场地、地基和基础，地震作用和结构抗震验算，多层和高层钢筋混凝土房屋，多层砌体房屋和底部框架砌体房屋，多层和高层钢结构房屋，单层工业厂房抗震设计，以及隔震、消能减震设计和非结构构件。本书对规范涉及公式的重新编排，主要包括参数的含义、上下限标识、公式相关性等。重新编排后计算公式的相关内容一目了然，既方便设计人员查阅，亦可用于相关专业考生平时练习之用。本书是以最新的建筑抗震方面的主要规程、规范、标准及常用设计数据资料为依据，保证数据的准确性及权威性，读者可放心使用。本书可供建筑抗震设计人员、施工人员及相关专业大中专院校的师生查阅、参考。

由于编写时间仓促，编者经验、理论水平有限，书中难免有疏漏、不足之处，欢迎广大读者批评、指正。

编 者  
2014.04

# 目 录

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>1 场地、地基和基础</b>                       | <b>1</b>  |
| 1.1 公式速查                                | 2         |
| 1.1.1 土层的等效剪切波速                         | 2         |
| 1.1.2 地基抗震承载力计算                         | 2         |
| 1.1.3 天然地基抗震承载力验算                       | 2         |
| 1.1.4 不考虑液化影响的判别                        | 2         |
| 1.1.5 液化判别标准贯入锤击数临界值                    | 3         |
| 1.1.6 液化指数的计算                           | 3         |
| 1.1.7 震陷性软土的判别                          | 4         |
| 1.1.8 打桩后的标准贯入锤击数的计算                    | 4         |
| 1.2 数据速查                                | 4         |
| 1.2.1 我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计<br>地震分组 | 4         |
| 1.2.2 有利、一般、不利和危险地段的划分                  | 16        |
| 1.2.3 土的类别划分和剪切波速范围                     | 17        |
| 1.2.4 各类建筑场地的覆盖层厚度                      | 17        |
| 1.2.5 发震断裂的最小避让距离                       | 17        |
| 1.2.6 局部突出地形地震影响系数的增大幅度                 | 18        |
| 1.2.7 地基抗震承载力调整系数 $\xi_a$               | 18        |
| 1.2.8 液化土特征深度                           | 18        |
| 1.2.9 液化判别标准贯入锤击数基准值 $N_0$              | 18        |
| 1.2.10 液化等级与液化指数 $I_{LE}$ 的对应关系         | 18        |
| 1.2.11 液化等级和对建筑物的相应危害程度                 | 19        |
| 1.2.12 地基抗液化措施                          | 19        |
| 1.2.13 基础底面以下非软土层厚度                     | 19        |
| 1.2.14 建筑桩基设计等级                         | 20        |
| 1.2.15 土层液化影响折减系数                       | 20        |
| <b>2 地震作用和结构抗震验算</b>                    | <b>21</b> |
| 2.1 公式速查                                | 22        |
| 2.1.1 地震影响系数曲线的阻尼调整系数和形状参数              | 22        |

|        |                                    |    |
|--------|------------------------------------|----|
| 2.1.2  | 底部剪力法计算水平地震作用标准值 .....             | 22 |
| 2.1.3  | 振型分解反应谱法计算水平地震作用 .....             | 23 |
| 2.1.4  | 扭转耦联振型分解法计算水平地震作用 .....            | 23 |
| 2.1.5  | 水平地震剪力的计算 .....                    | 25 |
| 2.1.6  | 水平地震剪力的折减系数 .....                  | 25 |
| 2.1.7  | 竖向地震作用标准值的计算 .....                 | 26 |
| 2.1.8  | 结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合 .....      | 26 |
| 2.1.9  | 结构构件的截面抗震验算 .....                  | 27 |
| 2.1.10 | 楼层内最大的弹性层间位移 .....                 | 27 |
| 2.1.11 | 弹塑性层间位移的计算 .....                   | 27 |
| 2.2    | 数据速查 .....                         | 28 |
| 2.2.1  | 采用时程分析的房屋高度范围 .....                | 28 |
| 2.2.2  | 时程分析所用地震加速度时程的最大值 .....            | 28 |
| 2.2.3  | 各可变荷载的组合值系数 .....                  | 28 |
| 2.2.4  | 水平地震影响系数最大值 .....                  | 29 |
| 2.2.5  | 建筑结构地震特征周期值 .....                  | 29 |
| 2.2.6  | 顶部附加地震作用系数 .....                   | 29 |
| 2.2.7  | 突出屋面房屋地震作用增大系数 .....               | 29 |
| 2.2.8  | 楼层最小地震剪力系数值 .....                  | 30 |
| 2.2.9  | 地基与结构动力相互作用的附加周期 .....             | 30 |
| 2.2.10 | 竖向地震作用系数 .....                     | 31 |
| 2.2.11 | 地震作用分项系数 .....                     | 31 |
| 2.2.12 | 承载力抗震调整系数 .....                    | 31 |
| 2.2.13 | 弹性层间位移角限值 .....                    | 32 |
| 2.2.14 | 弹塑性层间位移增大系数 .....                  | 32 |
| 2.2.15 | 弹塑性层间位移角限值 .....                   | 32 |
| 3      | 多层和高层钢筋混凝土房屋 .....                 | 33 |
| 3.1    | 公式速查 .....                         | 34 |
| 3.1.1  | 柱端组合的弯矩设计值 .....                   | 34 |
| 3.1.2  | 梁端截面组合的剪力设计值 .....                 | 34 |
| 3.1.3  | 柱组合的剪力设计值 .....                    | 35 |
| 3.1.4  | 抗震墙底部加强部位截面组合的剪力设计值 .....          | 35 |
| 3.1.5  | 钢筋混凝土结构的梁、柱、抗震墙和连梁截面组合的剪力设计值 ..... | 36 |
| 3.1.6  | 框架梁柱节点核心区组合的剪力设计值 .....            | 36 |
| 3.1.7  | 核心区截面有效验算宽度 .....                  | 37 |

|        |                                             |    |
|--------|---------------------------------------------|----|
| 3.1.8  | 节点核芯区组合的剪力设计值 .....                         | 38 |
| 3.1.9  | 节点核芯区截面抗震受剪承载力计算 .....                      | 38 |
| 3.1.10 | 圆柱框架梁柱节点核芯区组合的剪力设计值 .....                   | 39 |
| 3.1.11 | 圆柱框架梁柱节点核芯区截面抗震受剪承载力计算 .....                | 40 |
| 3.1.12 | 扁梁的截面尺寸 .....                               | 41 |
| 3.1.13 | 柱箍筋加密区的体积配箍率 .....                          | 41 |
| 3.1.14 | 板底连续钢筋总截面面积的计算 .....                        | 41 |
| 3.1.15 | 部分框支抗震墙结构的框支层楼板剪力设计值 .....                  | 41 |
| 3.1.16 | 部分框支抗震墙结构的框支层楼板与落地抗震墙交接截面的<br>受剪承载力计算 ..... | 42 |
| 3.2    | 数据速查 .....                                  | 42 |
| 3.2.1  | 现浇钢筋混凝土房屋适用的最大高度 .....                      | 42 |
| 3.2.2  | 现浇钢筋混凝土房屋的抗震等级 .....                        | 43 |
| 3.2.3  | 钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比 .....                       | 44 |
| 3.2.4  | 抗震墙之间楼屋盖的长宽比 .....                          | 44 |
| 3.2.5  | 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值 .....                      | 44 |
| 3.2.6  | 楼层层间最大位移与层高之比的限值 .....                      | 44 |
| 3.2.7  | 伸缩缝的最大间距 .....                              | 45 |
| 3.2.8  | 梁纵向受拉钢筋最小配筋百分率 $\rho_{\min}$ .....          | 45 |
| 3.2.9  | 框架梁箍筋构造做法 .....                             | 46 |
| 3.2.10 | 框架梁端部箍筋加密区的构造要求 .....                       | 46 |
| 3.2.11 | 框架梁端部箍筋加密区箍筋肢距的要求 .....                     | 46 |
| 3.2.12 | 梁端箍筋加密区的长度、箍筋的最大间距和最小直径 .....               | 47 |
| 3.2.13 | 框架柱截面尺寸要求 .....                             | 47 |
| 3.2.14 | 粗估框架柱截面面积 $A_c$ 的计算式 .....                  | 47 |
| 3.2.15 | 框架结构柱轴压比限值 .....                            | 47 |
| 3.2.16 | 剪力墙墙肢压轴比限值 .....                            | 48 |
| 3.2.17 | 框架柱端部(含节点核心区)箍筋加密区的构造 .....                 | 48 |
| 3.2.18 | 框架柱端部箍筋加密区箍筋肢距 .....                        | 49 |
| 3.2.19 | 柱截面纵向钢筋的最小总配筋率 .....                        | 49 |
| 3.2.20 | 柱端的箍筋加密区段内的箍筋构造要求 .....                     | 49 |
| 3.2.21 | 柱箍筋加密区的箍筋最大间距和最小直径 .....                    | 49 |
| 3.2.22 | 铰接排架柱箍筋加密区的箍筋最小直径 .....                     | 50 |
| 3.2.23 | 柱箍筋加密区的箍筋最小配箍特征值 .....                      | 50 |
| 3.2.24 | 柱箍筋加密区的体积配筋率 .....                          | 51 |

|        |                                                |    |
|--------|------------------------------------------------|----|
| 3.2.25 | 框架柱箍筋构造                                        | 53 |
| 3.2.26 | 受拉钢筋的抗震锚固长度修正系数                                | 53 |
| 3.2.27 | 纵向受拉普通钢筋的抗震基本锚固长度 $l_{aE}$                     | 54 |
| 3.2.28 | 梁、柱纵向钢筋的连接使用部位表                                | 54 |
| 3.2.29 | 剪力墙底部加强部位的范围                                   | 54 |
| 3.2.30 | 剪力墙截面最小厚度                                      | 55 |
| 3.2.31 | 剪力墙竖向、横向分布钢筋配置构造                               | 55 |
| 3.2.32 | 抗震墙设置构造边缘构件的最大轴压比                              | 56 |
| 3.2.33 | 抗震墙构造边缘构件的配筋要求                                 | 56 |
| 3.2.34 | 抗震墙约束边缘构件的范围及配筋要求                              | 56 |
| 3.2.35 | 约束边缘构件体积配筋率 $\rho_{vmin}$ ( $\lambda_v=0.12$ ) | 57 |
| 3.2.36 | 约束边缘构件体积配筋率 $\rho_{vmin}$ ( $\lambda_v=0.2$ )  | 57 |
| 3.2.37 | 具有较多短肢墙的剪力墙结构的最大适用高度                           | 58 |
| 3.2.38 | 短肢剪力墙全部竖向钢筋的配筋率及轴压比限值                          | 58 |
| 3.2.39 | 剪力墙连梁箍筋构造                                      | 58 |
| 3.2.40 | 跨高比 $l/h_b \leq 1.5$ 的连梁纵向钢筋单侧最小配筋率            | 59 |
| 3.2.41 | 跨高比 $l/h_b > 1.5$ 的连梁纵向钢筋单侧最小配筋率               | 59 |
| 3.2.42 | 剪力墙连梁顶面及底面单侧纵向钢筋的最大配筋率限值                       | 59 |
| 3.2.43 | 横向剪力墙沿长方向的间距                                   | 59 |
| 3.2.44 | 剪力墙竖向及横向分布钢筋的最小配筋率                             | 60 |
| 3.2.45 | 暗柱或扶壁柱箍筋要求                                     | 60 |
| 3.2.46 | 暗柱或扶壁柱纵向钢筋最小配筋率                                | 60 |
| 3.2.47 | 双向无梁板厚度与长跨的最小比值                                | 60 |
| 3.2.48 | 落地剪力墙的间距要求                                     | 60 |
| 3.2.49 | 框支梁构造要求                                        | 61 |
| 3.2.50 | 框支柱构造要求                                        | 61 |
| 3.2.51 | 梁、柱截面形状对框筒空间受力特性的影响                            | 62 |
| 3.2.52 | 柱上下端节点转动影响系数                                   | 62 |
| 3.2.53 | 框架梁截面折算惯性矩 $I_b$                               | 63 |
| 3.2.54 | 规则框架承受均布水平荷载时标准反弯点高度比 $y_0$ 值                  | 63 |
| 3.2.55 | 规则框架承受倒三角形分布水平荷载作用时标准反弯点的<br>高度比 $y_0$ 值       | 65 |
| 3.2.56 | 上下层横梁线刚度比对 $y_0$ 的修正值 $y_1$                    | 68 |
| 3.2.57 | 上下层高变化对 $y_0$ 的修正值 $y_2$ 和 $y_3$               | 68 |
| 3.2.58 | 抗震墙整体系数 $\zeta$ 的取值                            | 69 |

|          |                                                   |            |
|----------|---------------------------------------------------|------------|
| 3.2.59   | 墙肢轴力倒三角形荷载 $(N/\epsilon_1) \times 10^{-2}$ 值表     | 69         |
| 3.2.60   | 墙肢轴力连续均布水平荷载 $(N/\epsilon_2) \times 10^{-2}$ 值表   | 75         |
| 3.2.61   | 墙肢轴力顶部集中水平荷载 $(N/\epsilon_3) \times 10^{-2}$ 值表   | 81         |
| 3.2.62   | 连梁剪力倒三角形荷载 $(V_b/\epsilon_4) \times 10^{-2}$ 值表   | 87         |
| 3.2.63   | 连梁剪力连续均布水平荷载 $(V_b/\epsilon_5) \times 10^{-2}$ 值表 | 94         |
| 3.2.64   | 连梁剪力顶部集中水平荷载 $(V_b/\epsilon_6) \times 10^{-2}$ 值表 | 101        |
| 3.2.65   | 双肢墙的等效刚度倒三角形荷载 $A_0(\times 1/10)$ 值表              | 107        |
| 3.2.66   | 双肢墙的等效刚度水平均布荷载 $A_0(\times 1/10)$ 值表              | 109        |
| 3.2.67   | 双肢墙的等效刚度顶部集中荷载 $A_0(\times 1/10)$ 值表              | 111        |
| 3.2.68   | 连续分布倒三角形荷载 $(\varphi/\epsilon)$ 值表                | 112        |
| 3.2.69   | 连续分布倒三角形荷载 $(V_f/F_{Ek})$ 值表                      | 117        |
| <b>4</b> | <b>多层砌体房屋和底部框架砌体房屋</b>                            | <b>123</b> |
| 4.1      | 公式速查                                              | 124        |
| 4.1.1    | 底部加强部位截面的组合剪力设计值                                  | 124        |
| 4.1.2    | 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙截面组合的剪力设计值                          | 124        |
| 4.1.3    | 偏心受压配筋混凝土小型空心砌块抗震墙截面受剪承载力计算                       | 124        |
| 4.1.4    | 大偏心受拉配筋混凝土小型空心砌块抗震墙斜截面受剪承载力<br>计算                 | 125        |
| 4.1.5    | 配筋混凝土小型空心砌块砌体连梁斜截面受剪承载力计算                         | 125        |
| 4.1.6    | 砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值                              | 126        |
| 4.1.7    | 普通砖、多孔砖墙体的截面抗震受剪承载力计算                             | 126        |
| 4.1.8    | 小砌块墙体的截面抗震受剪承载力计算                                 | 127        |
| 4.1.9    | 底层框架—抗震墙砌体房屋中嵌砌于框架之间的普通砖或小砌块<br>砌体墙的抗震验算          | 127        |
| 4.2      | 数据速查                                              | 128        |
| 4.2.1    | 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙房屋适用的最大高度                           | 128        |
| 4.2.2    | 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙房屋的最大高宽比                            | 129        |
| 4.2.3    | 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙房屋的抗震等级                             | 129        |
| 4.2.4    | 配筋混凝土小型空心砌块抗震横墙的最大间距                              | 129        |
| 4.2.5    | 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙横向分布钢筋构造要求                          | 129        |
| 4.2.6    | 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙竖向分布钢筋构造要求                          | 129        |
| 4.2.7    | 抗震墙边缘构件的配筋要求                                      | 130        |
| 4.2.8    | 房屋的层数和总高度限值                                       | 130        |
| 4.2.9    | 房屋最大高宽比                                           | 131        |
| 4.2.10   | 房屋抗震横墙的间距                                         | 131        |

|          |                            |            |
|----------|----------------------------|------------|
| 4.2.11   | 房屋的局部尺寸限值 .....            | 131        |
| 4.2.12   | 墙段洞口影响系数 .....             | 131        |
| 4.2.13   | 砌体强度的正应力影响系数 .....         | 132        |
| 4.2.14   | 钢筋参与工作系数 $\zeta_s$ .....   | 132        |
| 4.2.15   | 芯柱参与工作系数 $\zeta_c$ .....   | 132        |
| 4.2.16   | 多层砖砌体房屋构造柱设置要求 .....       | 132        |
| 4.2.17   | 多层砖砌体房屋现梁钢筋混凝土圈梁设置要求 ..... | 133        |
| 4.2.18   | 多层砖砌体房屋圈梁配筋要求 .....        | 133        |
| 4.2.19   | 增设构造柱的纵筋和箍筋设置要求 .....      | 133        |
| 4.2.20   | 多层小砌块房屋芯柱设置要求 .....        | 133        |
| 4.2.21   | 钢筋混凝土构造柱设置要求 .....         | 134        |
| 4.2.22   | 钢筋混凝土构造柱类别、较小截面和配筋 .....   | 135        |
| 4.2.23   | 砌块的最小壁（肋）厚 .....           | 135        |
| 4.2.24   | 连梁箍筋的构造要求 .....            | 136        |
| 4.2.25   | 配筋砌块承重墙的砌体材料强度等级 .....     | 136        |
| 4.2.26   | 砌块墙体的钢筋设置 .....            | 136        |
| 4.2.27   | 底部混凝土框架的抗震等级 .....         | 136        |
| 4.2.28   | 底部框架柱纵筋的最小总配筋率 .....       | 137        |
| <b>5</b> | <b>多层和高层钢结构房屋 .....</b>    | <b>139</b> |
| 5.1      | 公式速查 .....                 | 140        |
| 5.1.1    | 竖向框排架厂房的地震作用计算 .....       | 140        |
| 5.1.2    | 框排架厂房的抗震验算 .....           | 140        |
| 5.1.3    | 钢框架节点处的抗震承载力验算 .....       | 141        |
| 5.1.4    | 支撑斜杆的受压承载力计算 .....         | 142        |
| 5.1.5    | 消能梁段的受剪承载力计算 .....         | 143        |
| 5.1.6    | 梁与柱刚性连接的极限承载力计算 .....      | 143        |
| 5.1.7    | 支撑连接和拼接极限受压承载力计算 .....     | 144        |
| 5.1.8    | 梁拼接极限受弯承载力计算 .....         | 144        |
| 5.1.9    | 柱拼接极限受弯承载力计算 .....         | 144        |
| 5.1.10   | 柱脚与基础的连接极限受弯承载力计算 .....    | 144        |
| 5.1.11   | 消能梁段的长度计算 .....            | 144        |
| 5.2      | 数据速查 .....                 | 145        |
| 5.2.1    | 钢结构房屋适用的最大高度 .....         | 145        |
| 5.2.2    | 钢结构民用房屋适用的最大高宽比 .....      | 146        |
| 5.2.3    | 钢结构房屋的抗震等级 .....           | 146        |

|          |                                      |            |
|----------|--------------------------------------|------------|
| 5.2.4    | 钢结构抗震设计的连接系数                         | 146        |
| 5.2.5    | 框架梁、柱板件宽厚比限值                         | 146        |
| 5.2.6    | 钢结构中心支撑板件宽厚比限值                       | 147        |
| 5.2.7    | 偏心支撑框架梁的板件宽厚比限值                      | 147        |
| <b>6</b> | <b>单层工业厂房抗震设计</b>                    | <b>149</b> |
| 6.1      | 公式速查                                 | 150        |
| 6.1.1    | 效应增大系数的计算                            | 150        |
| 6.1.2    | 支承低跨屋盖的柱牛腿(柱肩)的纵向受拉钢筋截面面积计算          | 150        |
| 6.1.3    | 地震剪力和弯矩增大系数的计算                       | 150        |
| 6.1.4    | 纵向基本自振周期的计算                          | 151        |
| 6.1.5    | 柱列地震作用的计算                            | 151        |
| 6.1.6    | 单位侧力作用点位移的计算                         | 152        |
| 6.1.7    | 斜杆抗拉验算时轴向拉力设计值的计算                    | 152        |
| 6.1.8    | 柱间支撑与柱连接节点预埋件的锚件采用锚筋时的截面抗震承载力计算      | 153        |
| 6.1.9    | 柱间支撑与柱连接节点预埋件的锚件采用角钢加端板时的截面抗震承载力计算   | 153        |
| 6.1.10   | 单层砖柱厂房的纵向基本自振周期计算                    | 154        |
| 6.1.11   | 单层砖柱厂房纵向总水平地震作用标准值的计算                | 154        |
| 6.1.12   | 沿厂房纵向第 $s$ 柱列上端的水平地震作用的计算            | 154        |
| 6.2      | 数据速查                                 | 155        |
| 6.2.1    | 钢筋混凝土单层厂房结构抗震等级                      | 155        |
| 6.2.2    | 有檩屋盖的支撑布置                            | 155        |
| 6.2.3    | 无檩屋盖的支撑布置                            | 155        |
| 6.2.4    | 中间井式天窗无檩屋盖支撑布置                       | 156        |
| 6.2.5    | 柱加密区箍筋最大肢距和最小箍筋直径                    | 157        |
| 6.2.6    | 交叉支撑斜杆的最大长细比                         | 157        |
| 6.2.7    | 无檩屋盖的支撑系统布置                          | 157        |
| 6.2.8    | 有檩屋盖的支撑系统布置                          | 158        |
| 6.2.9    | 木屋盖的支撑布置                             | 158        |
| 6.2.10   | 钢筋混凝土柱(除高低跨交接处上柱外)考虑空间工作和扭转影响的效应调整系数 | 159        |
| 6.2.11   | 砖柱考虑空间作用的效应调整系数                      | 159        |
| 6.2.12   | 高低跨交接处钢筋混凝土上柱空间工作影响系数                | 159        |
| 6.2.13   | 桥架引起的地震剪力和弯矩增大系数                     | 160        |

|          |                                          |            |
|----------|------------------------------------------|------------|
| 6.2.14   | 围护墙影响系数 .....                            | 160        |
| 6.2.15   | 纵向采用砖围护墙的中柱列柱间支撑影响系数 .....               | 160        |
| 6.2.16   | 厂房纵向基本自振周期修正系数 .....                     | 161        |
| 6.2.17   | 柱列刚度调整系数 .....                           | 161        |
| <b>7</b> | <b>隔震、消能减震设计和非结构构件 .....</b>             | <b>163</b> |
| 7.1      | 公式速查 .....                               | 164        |
| 7.1.1    | 水平向减震系数的计算 .....                         | 164        |
| 7.1.2    | 隔震后体系的基本周期计算 .....                       | 164        |
| 7.1.3    | 隔震层在罕遇地震下的水平剪力的计算 .....                  | 165        |
| 7.1.4    | 隔震层质心处在罕遇地震下的水平位移的计算 .....               | 165        |
| 7.1.5    | 隔震支座扭转影响系数的计算 .....                      | 165        |
| 7.1.6    | 隔震层水平等效刚度和等效黏滞阻尼比的计算 .....               | 166        |
| 7.1.7    | 隔震后水平地震影响系数最大值的计算 .....                  | 166        |
| 7.1.8    | 隔震支座对应于罕遇地震水平剪力水平位移的计算 .....             | 166        |
| 7.1.9    | 消能部件附加给结构的有效阻尼比的计算 .....                 | 167        |
| 7.1.10   | 支承构件沿消能器消能方向刚度的计算 .....                  | 167        |
| 7.1.11   | 黏弹性消能器黏弹性材料总厚度的计算 .....                  | 168        |
| 7.1.12   | 消能部件恢复力模型参数的计算 .....                     | 168        |
| 7.1.13   | 地震内力计算和调整、地震作用效应组合、材料强度取值和<br>验算方法 ..... | 168        |
| 7.1.14   | 构件层间弹塑性变形的验算 .....                       | 170        |
| 7.1.15   | 非结构构件水平地震作用标准值的计算 .....                  | 170        |
| 7.1.16   | 水平地震作用标准值的计算 .....                       | 170        |
| 7.2      | 数据速查 .....                               | 171        |
| 7.2.1    | 隔震后砖房构造柱设置要求 .....                       | 171        |
| 7.2.2    | 隔震后混凝土小砌块房屋构造柱设置要求 .....                 | 172        |
| 7.2.3    | 橡胶隔震支座压应力限值 .....                        | 172        |
| 7.2.4    | 隔震层以下地面以上结构罕遇地震作用下层间弹塑性位移角限值 .....       | 172        |
| 7.2.5    | 结构构件实现抗震性能要求的承载力参考指标示例 .....             | 173        |
| 7.2.6    | 结构构件实现抗震性能要求的层间位移参考指标示例 .....            | 173        |
| 7.2.7    | 结构构件对应于不同性能要求的构造抗震等级示例 .....             | 173        |
| 7.2.8    | 建筑构件和附属机电设备的参考性能水准 .....                 | 174        |
| 7.2.9    | 建筑非结构构件的类别系数和功能系数 .....                  | 174        |
| 7.2.10   | 建筑附属设备构件的类别系数和功能系数 .....                 | 174        |
|          | 主要参考文献 .....                             | 176        |

***1***

**场地、地基和基础**

## 1.1 公式速查

### 1.1.1 土层的等效剪切波速

土层的等效剪切波速，应按下列公式计算：

$$v_{\text{se}} = d_0 / t$$
$$t = \sum_{i=1}^n (d_i / v_{\text{si}})$$

式中  $v_{\text{se}}$ ——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 (s)；

$d_i$ ——计算深度范围内第  $i$  土层的厚度 (m)；

$v_{\text{si}}$ ——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。

### 1.1.2 地基抗震承载力计算

地基抗震承载力应按下列公式计算：

$$f_{\text{aE}} = \xi_{\text{a}} f_{\text{a}}$$

式中  $f_{\text{aE}}$ ——调整后的地基抗震承载力；

$\xi_{\text{a}}$ ——地基抗震承载力调整系数，应按表 1-7 采用；

$f_{\text{a}}$ ——深宽修正后的地基承载力特征值，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011) 采用。

### 1.1.3 天然地基抗震承载力验算

验算天然地基地震作用下的竖向承载力时，按地震作用效应标准组合的基础底面平均压力和边缘最大压力应符合下列各式要求：

$$p \leq f_{\text{aE}}$$
$$p_{\text{max}} \leq 1.2 f_{\text{aE}}$$
$$f_{\text{aE}} = \xi_{\text{a}} f_{\text{a}}$$

式中  $p$ ——地震作用效应标准组合的基础底面平均压力；

$p_{\text{max}}$ ——地震作用效应标准组合的基础边缘的最大压力；

$f_{\text{aE}}$ ——调整后的地基抗震承载力；

$\xi_{\text{a}}$ ——地基抗震承载力调整系数，应按表 1-7 采用；

$f_{\text{a}}$ ——深宽修正后的地基承载力特征值，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011) 采用。

### 1.1.4 不考虑液化影响的判别

浅埋天然地基的建筑，当上覆非液化土层厚度和地下水位深度符合下列条件之

一时,可不考虑液化影响:

$$\begin{aligned}d_u &> d_0 + d_b - 2 \\d_w &> d_0 + d_b - 3 \\d_u + d_w &> 1.5d_0 + 2d_b - 4.5\end{aligned}$$

式中  $d_w$ ——地下水位深度 (m), 宜按设计基准期内年平均最高水位采用, 也可按近期内年最高水位采用;

$d_u$ ——上覆盖非液化土层厚度 (m), 计算时宜将淤泥和淤泥质土层扣除;

$d_b$ ——基础埋置深度 (m), 不超过 2m 时应采用 2m;

$d_0$ ——液化土特征深度 (m), 可按表 1-8 采用。

### 1.1.5 液化判别标准贯入锤击数临界值

在地面下 20m 深度范围内, 液化判别标准贯入锤击数临界值可按下列式计算:

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{3/\rho_c}$$

式中  $N_{cr}$ ——液化判别标准贯入锤击数临界值;

$N_0$ ——液化判别标准贯入锤击数基准值, 可按表 1-9 采用;

$d_s$ ——饱和土标准贯入点深度 (m);

$d_w$ ——地下水位 (m);

$\rho_c$ ——黏粒含量百分率, 小于 3 或为砂土时, 应采用 3;

$\beta$ ——调整系数, 设计地震第一组取 0.80, 第二组取 0.95, 第三组取 1.05。

### 1.1.6 液化指数的计算

对存在液化砂土层、粉土层的地基, 应探明各液化土层的深度和厚度, 按下式计算每个钻孔的液化指数, 并按表 1-10 综合划分地基的液化等级:

$$I_{LE} = \sum_{i=1}^n \left[ 1 - \frac{N_i}{N_{cri}} \right] d_i W_i$$

式中  $I_{LE}$ ——液化指数;

$n$ ——在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数;

$N_i$ 、 $N_{c,r,i}$ —— $i$  点标准贯入锤击数的实测值和临界值, 实测值大于临界值时应取临界值; 只需要判别 15m 范围以内的液化时, 15m 以下的实测值可按临界值采用;

$d_i$ —— $i$  点所代表的土层厚度 (m), 可采用与该标准贯入试验点相邻的上、下两标准贯入试验点深度差的一半, 但上界不高于地下水位深度, 下界不深于液化深度;

$W_i$ —— $i$  土层单位土层厚度的层位影响权函数值 (单位为  $m^{-1}$ )。该层中点深度不大于 5m 时应采用 10, 等于 20m 时应采用零值, 5~20m 时应按线性内插法取值。

1.1.7 震陷性软土的判别

判别地基中软弱黏性土层的震陷，可采用下列方法。饱和粉质黏土震陷的危害性和抗震陷措施应根据沉降和横向变形大小等因素综合研究确定，8度（0.30g）和9度时，当塑性指数小于15且符合下式规定的饱和粉质黏土可判为震陷性软土。

$$W_s \geq 0.9W_L$$
$$I_L \geq 0.75$$

式中  $W_s$ ——天然含水量；  
 $W_L$ ——液限含水量，采用液、塑限联合测定法测定；  
 $I_L$ ——液性指数。

1.1.8 打桩后的标准贯入锤击数的计算

打桩后桩间土的标准贯入锤击数宜由试验确定，也可按下式计算：

$$N_1 = N_p + 100\rho(1 - e^{-0.3N_p})$$

式中  $N_1$ ——打桩后的标准贯入锤击数；  
 $\rho$ ——打入式预制桩的面积置换率；  
 $N_p$ ——打桩前的标准贯入锤击数。

1.2 数据速查

1.2.1 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

表 1-1 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

| 序号 | 省、市    | 内 容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 首都和直辖市 | <p>1) 抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g；<br/>第一组：北京（东城、西城、崇文、宣武、朝阳、丰台、石景山、海淀、房山、通州、顺义、大兴、平谷），延庆，天津（汉沽），宁河</p> <p>2) 抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g；<br/>第二组：北京（昌平、门头沟、怀柔），密云；天津（和平、河东、河西、南开、河北、红桥、塘沽、东丽、西青、津南、北辰、武清、宝坻），蓟县，静海</p> <p>3) 抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g；<br/>第一组：上海（黄浦、卢湾、徐汇、长宁、静安、普陀、闸北、虹口、杨浦、闵行、宝山、嘉定、浦东、松江、青浦、南汇、奉贤）<br/>第二组：天津（大港）</p> <p>4) 抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g；<br/>第一组：上海（金山），崇明；重庆（渝中、大渡口、江北、沙坪坝、九龙坡、南岸、北碚、万盛、双桥、渝北、巴南、万州、涪陵、黔江、长寿、江津、合川、永川、南川），巫山，奉节，云阳，忠县，丰都，璧山，铜梁，大足，荣昌，綦江，石柱，巫溪*</p> <p>注：按地理区划分组；上标 * 指该城镇的中心位于本设防区和较低设防区的分界线，下同</p> |

| 序号 | 省、市 | 内 容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | 河北省 | <p>1) 抗震设防烈度为 8 度, 设计基本地震加速度值为 0.20g:</p> <p>第一组: 唐山 (路北、路南、古冶、开平、丰润、丰南), 三河, 大厂, 香河, 怀来, 涿鹿</p> <p>第二组: 廊坊 (广阳、安次)</p> <p>2) 抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度值为 0.15g:</p> <p>第一组: 邯郸 (丛台、邯山、复兴、峰峰矿区), 任丘, 河间, 大城, 滦县, 蔚县, 磁县, 宣化县, 张家口 (下花园、宣化区), 宁晋</p> <p>第二组: 涿州, 高碑店, 涿水, 固安, 永清, 文安, 玉田, 迁安, 卢龙, 滦南, 唐海, 乐亭, 阳原, 邯郸县, 大名, 临漳, 成安</p> <p>3) 抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度值为 0.10g:</p> <p>第一组: 张家口 (桥西、桥东), 万全, 怀安, 安平, 饶阳, 晋州, 深州, 辛集, 赵县, 隆尧, 任县, 南和, 新河, 肃宁, 柏乡</p> <p>第二组: 石家庄 (长安、桥东、桥西、新华、裕华、井陉矿区), 保定 (新市、北市、南市), 沧州 (运河、新华), 邢台 (桥东、桥西), 衡水, 霸州, 雄县, 易县, 沧县, 张北, 兴隆, 迁西, 抚宁, 昌黎, 青县, 献县, 广宗, 平乡, 鸡泽, 曲周, 肥乡, 馆陶, 广平, 高邑, 内丘, 邢台县, 武安, 涉县, 赤城, 走兴, 容城, 徐水, 安新, 高阳, 博野, 蠡县, 深泽, 魏县, 藁城, 栾城, 武强, 冀州, 巨鹿, 沙河, 临城, 泊头, 永年, 崇礼, 南宫*</p> <p>第三组: 秦皇岛 (海港、北戴河), 清苑, 遵化, 安国, 涞源, 承德 (鹰手营子*)</p> <p>4) 抗震设防烈度为 6 度, 设计基本地震加速度值为 0.05g:</p> <p>第一组: 围场, 沽源</p> <p>第二组: 正定, 尚义, 无极, 平山, 鹿泉, 井陉县, 元氏, 南皮, 吴桥, 景县, 东光</p> <p>第三组: 承德 (双桥、双滦), 秦皇岛 (山海关), 承德县, 隆化, 宽城, 青龙, 阜平, 满城, 顺平, 唐县, 望都, 曲阳, 定州, 行唐, 赞皇, 黄骅, 海兴, 孟村, 盐山, 阜城, 故城, 清河, 新乐, 武邑, 枣强, 威县, 丰宁, 滦平, 平泉, 临西, 灵寿, 邱县</p> |
| 3  | 山西省 | <p>1) 抗震设防烈度为 8 度, 设计基本地震加速度值为 0.20g:</p> <p>第一组: 太原 (杏花岭、小店、迎泽、尖草坪、万柏林、晋源), 晋中, 清徐, 阳曲, 忻州, 定襄, 原平, 介休, 灵石, 汾西, 代县, 霍州, 古县, 洪洞, 临汾, 襄汾, 浮山, 永济</p> <p>第二组: 祁县, 平遥, 太谷</p> <p>2) 抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度值为 0.15g:</p> <p>第一组: 大同 (城区、矿区、南郊), 大同县, 怀仁, 应县, 繁峙, 五台, 广灵, 灵丘, 芮城, 翼城</p> <p>第二组: 朔州 (朔城区), 浑源, 山阴, 古交, 交城, 文水, 汾阳, 孝义, 曲沃, 侯马, 新绛, 稷山, 绛县, 河津, 万荣, 闻喜, 临猗, 夏县, 运城, 平陆, 沁源*, 宁武*</p> <p>3) 抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度值为 0.10g:</p> <p>第一组: 阳高, 天镇</p> <p>第二组: 大同 (新荣), 长治 (城区、郊区), 阳泉 (城区、矿区、郊区), 长治县, 左云, 右玉, 神池, 寿阳, 昔阳, 安泽, 平定, 和顺, 乡宁, 垣曲, 黎城, 潞城, 壶关</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |