

阻尼比设计取值规范要求

徐珂/沉默的大多数

20180126

阻尼比是结构抗震设计时必须使用的结构特性指标，关于阻尼比的定义在主要规范中并未说明，从这一点上来说，阻尼比应该是结构设计人员掌握的基础概念，现在学校教学都有抗震课程，具体解释可以学习抗震工程学或地震工程学教科书，为了便于不想翻书本的同学，这里引用小规范《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ140-2004 第 2.1.1 条定义：**阻尼比是阻尼振动的实际阻力与产生临界阻尼所需阻力的比值。**

那阻尼是什么？阻尼是指振动能量随时间或距离逐步耗损（衰减）的因素，即自由振动在能量耗损（衰减）过程中受到的各种摩擦和其他阻碍作用。弹簧门是日常生活中经常体验到的阻尼案例，将门推开后，在阻尼作用下，门会回到平衡位置，无需人对门进行关门动作。

那么世界上有很多弹簧门，我们会发现类似的弹簧门推开后，其回到平衡位置的表现不一样，如果以推力去体验，力的大小差别很大，这就是阻尼比的现实表现。结构常见的阻尼比都在 0~1 之间，如果是 0 的情况就是没有阻尼效果，类似没有弹簧的门，推开门后门静止不会回到原来平衡位置；如果是 1 的情况就是临界阻尼状态，门被推开后门在阻尼作用下回到平衡位置不会继续运动，也就是说不会做周期性来回运动（振动）；如果是 0~1 的情况，门会在平衡位置两侧进行周期性来回运动（振动），直至能量耗损（衰减）至零停止在平衡位置上。阻尼比还存在大于 0 的情况，也就是说弹簧门被推开后回不到平衡位置门就静止，不过这对于常规结构设计基本不会涉及到这种情况。从弹簧门的生活经验，我们或许有以下的感受，阻尼比越大，需要更大的推力才能把门推到需要的位置上。

上述情况单自由度振动系统方程为：

$$mv'' + cv' + kv = p$$

c 为阻尼系数

cv' 表示结构的阻尼力与其速度成正比，也称粘滞阻尼。

如果结构无阻尼自由振动时，结构以周期 $T=2\pi/\omega$ 做简谐周期振动。有阻尼情况下，结构将做最大位移递减的简谐振动直至停止。结构阻尼达到临界状态时，结构将不出现简谐振荡，由最大位移直接回到零点，此的阻尼就是临界阻尼 $C_c=2m\omega$ ，结构的阻尼比 $\zeta=c/2m\omega$ 。

规范规定在不同设计状态时，阻尼比取值有差异。

1、 抗震分析多遇地震计算

1.1 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 第 5.1.5 条规定了阻尼比等于 0.05 和 不等于 0.05 时，地震影响系数曲线应分别采用不同的阻尼调整系数及形状参数，该规范原文“除有专门规定外，建筑结构的阻尼比应取 0.05。”一般理解为钢筋混凝土结构和砌体结构在地震作用计算的阻尼比。

1.2 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 第 8.2.2 条规定钢结构为“多遇地震下的计算，高度不大于 50m 时可取 0.04；高度大于 50m 且小于 200m 时，可取 0.03；高度不小于 200m 时，宜取 0.02。”另有偏心支撑框架取值要求“当偏心支撑框架部分承担的地震倾覆力矩大于结构总地震倾覆力矩的 50% 时，其阻尼比可比本条 1 款相应增加 0.005。”单层钢结构厂房要求见第 9.2.5 条，可取 0.045~0.05。

1.3 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 第 10.2.8 “屋盖钢结构和

下部支承结构协同分析时，阻尼比应符合下列规定：1 当下部支承结构为钢结构或屋盖直接支承在地面时，阻尼比可取 0.02。2 当下部支承结构为混凝土结构时，阻尼比可取 0.025 ~ 0.035。”

1.3 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 附录 G (钢支撑-混凝土框架结构) “结构的阻尼比不应大于 0.045，也可以按混凝土框架部分和钢支撑部分在结构总变形能所占的比例折算为等效阻尼比。”

1.4 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 11.3.5 规定 “混合结构在多遇地震作用下的阻尼比可取为 0.04。” 原因是认为组合结构主要抗侧力结构为混凝土核心筒，组合结构偏向于混凝土结构。

1.5 《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ140-2004 第 3.1.2 条：“以预应力框架结构、板柱-框架结构作为主要抗侧力体系的建筑结构，其阻尼比应取 0.03”，注 2 中明确：“当在框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构及板柱-剪力墙结构中，采用预应力混凝土梁或板时，仍应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 取阻尼比为 0.05 的地震影响系数曲线，确定水平地震力。” 此条要求与《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 第 11.8.3 条要求一致。

2、 抗震分析弹塑性计算

2.1 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 条文说明 3.11.3 条 “整体结构进入弹塑性状态..... 计算中可适当考虑结构阻尼比的增加(增加值一般不大于 0.02)。” 也就是说钢筋混凝土结构阻尼比最大可取 0.07。

2.2 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 第 8.22 条规定钢结构为 “在罕遇地震下的弹塑性分析，阻尼比可取 0.05。”

2.3 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 条文说明第 11.8.3 条 “预应力混凝土框架结构在弹性阶段阻尼比为 0.03，当出现裂缝后，在弹塑性阶段可取与钢筋混凝土相同的阻尼比 0.05。”

3、风荷载计算

3.1 《建筑结构荷载规范》GB5009-2012 第 8.4.4 条 “对钢结构可取 0.01，对有填充墙的钢结构房屋可取 0.02，对钢筋混凝土及砌体结构可取 0.05。”

3.2 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 “风荷载作用时结构楼层位移和承载力验算时的阻尼比可取为 0.02~0.04。”

4、人行振动计算

4.1 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 附录 A 中楼盖阻尼比要求：

表 A.0.2 人行走作用力及楼盖结构阻尼比

人员活动环境	人员行走作用力 p_0 (kN)	结构阻尼比 β
住宅，办公，教堂	0.3	0.02~0.05
商场	0.3	0.02
室内人行天桥	0.42	0.01~0.02
室外人行天桥	0.42	0.01

- 注：1 表中阻尼比用于钢筋混凝土楼盖结构和钢-混凝土组合楼盖结构；
2 对住宅、办公、教堂建筑，阻尼比 0.02 可用于无家具和非结构构件情况，如无纸化电子办公区、开敞办公区和教堂；阻尼比 0.03 可用于有家具、非结构构件，带少量可拆卸隔断的情况；阻尼比 0.05 可用于含全高填充墙的情况；
3 对室内人行天桥，阻尼比 0.02 可用于天桥带干挂吊顶的情况。

5、舒适度计算

5.1 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 条文说明第 3.7.6 条 “一般情况，对混凝土结构取 0.02，对混合结构可根据房屋高度和结构类型取

0.01~0.02。”

5.2 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 条文说明第 11.3.5 条(混合结构)“结构顶部加速度验算时的阻尼比可取为 0.01~0.015。”

6、构筑物计算

《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 规定

6.1 规范第 5.1.9 条“构筑物的阻尼比除本规范另有规定外，其余均可按 0.05 采用。”

6.2 规范第 7.2.1 条“钢框排架结构的阻尼比可取 0.03。”

6.3 规范第 8.2.2 条“锅炉钢结构在多遇地震下的阻尼比，对于单机容量小于 25MW 的轻型或重型炉墙锅炉可采用 0.05。”

6.4 规范第 9.2.4 条“钢筒仓在多遇地震下的阻尼比可取 0.03，在罕遇地震下的阻尼比可取 0.04。”

6.5 规范第 10.2.3 条“钢筋混凝土井架的阻尼比可取 0.05。钢井架在多遇地震下的阻尼比可取 0.03，在罕遇地震下的阻尼比可取 0.04。”

6.6 规范第 11.2.3 条“钢筋混凝土井塔的阻尼比可取 0.05。钢井塔在多遇地震下的阻尼比可取 0.03，在罕遇地震下的阻尼比可取 0.04。”

6.7 规范第 13.2.7 条“电视塔阻尼比可按表 13.2.7 选取。”

人是理性的，正因无论作什么事情，他
总能找到理由。-----巴菲特