



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102787676 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201110131954. 2

(22) 申请日 2011. 05. 20

(71) 申请人 青岛理工大学

地址 266000 山东省青岛市四方区抚顺路
11 号

(72) 发明人 刘文峰

(74) 专利代理机构 青岛发思特专利商标代理有
限公司 37212

代理人 巩同海

(51) Int. Cl.

E04B 1/98 (2006. 01)

E04H 9/02 (2006. 01)

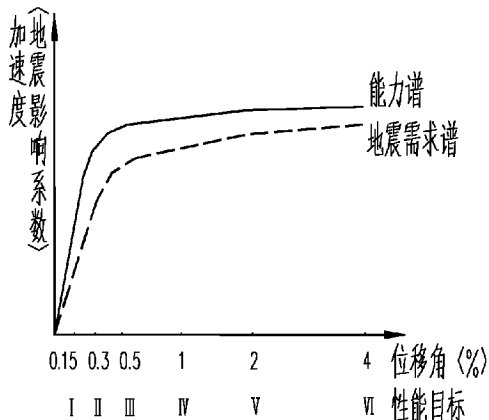
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

工程结构多目标性能化抗震设计方法

(57) 摘要

本发明涉及一种性能化的抗震设计方法。本发明的工程结构多目标性能化抗震设计方法,包括如下步骤:(1) 规定工程结构达到的性能目标;(2) 将不同的性能目标输入到单自由度弹塑性结构体系进行模拟试验;(3) 不断调整地震波的大小,确定达到不同性能目标下地震影响系数和结构周期的函数关系,获得地震需求谱曲线;(4) 运用分析方法获得工程结构的剪力与位移的关系;(5) 将结构的剪力与位移的关系转化成单自由度体系下能力与位移的函数关系,获得结构能力谱曲线;(6) 根据结构周期,比较能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系,评估不同性能目标下的结构抗震能力。本发明评估工程结构的抗震性能,根据工程结构的评估结果设计抗震措施。



1. 一种工程结构多目标性能化抗震设计方法,其特征在于,包括如下步骤:
 - (1) 规定工程结构达到的性能目标;
 - (2) 将不同的性能目标输入到单自由度弹塑性结构体系进行模拟试验;
 - (3) 不断调整地震波的大小,确定达到不同性能目标下地震影响系数和结构周期的函数关系,获得地震需求谱曲线;
 - (4) 运用分析方法获得工程结构的剪力与位移的关系;
 - (5) 将结构的剪力与位移的关系转化成单自由度体系下能力与位移的函数关系,获得结构能力谱曲线;
 - (6) 根据结构周期,比较能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系,评估不同性能目标下的结构抗震能力。
2. 根据权利要求1所述的工程结构多目标性能化抗震设计方法,其特征在于,分析方法采用静力推覆分析法。
3. 根据权利要求1所述的工程结构多目标性能化抗震设计方法,其特征在于,分析方法采用增量动力分析法。
4. 根据权利要求2或3所述的工程结构多目标性能化抗震设计方法,其特征在于,工程结构包括框架结构、或剪力墙结构、或框架-剪力墙结构、或框支剪力墙结构、或筒中筒结构、或框架-核心筒结构。
5. 根据权利要求2或3所述的工程结构多目标性能化抗震设计方法,其特征在于,工程结构包括简支板梁桥、或悬臂梁桥、或连续梁桥、或T形刚架桥、或吊桥、或斜拉桥、或悬索桥、或组合体系桥。
6. 根据权利要求2或3所述的工程结构多目标性能化抗震设计方法,其特征在于,工程结构包括电视塔、或储油罐、或塔架、或仓库、或水塔、或水池、或烟囱、或隧道、或水坝。

工程结构多目标性能化抗震设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种土木工程领域中的工程结构抗震设计方法,尤其涉及一种性能化的抗震设计方法。

背景技术

[0002] 抗震设计是确保在地震发生时结构安全的主要手段,各国工程抗震设计都是基于各国的抗震设计规范。

[0003] 我国《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)5.2.1和5.2.2条规定在多遇地震作用下的地震作用计算,5.5.2条和5.5.3条分别规定在罕遇地震作用下弹塑性变形验算的范围和方法,但是这些方法都是基于设定地震烈度进行地震作用和变形验算的。

[0004] 美国 FEMA273 采用多系数法估算结构位移,但其基础是在设定地震动参数的情况下完成的。美国 ATC40 和日本抗震规范都采用了能力谱法,能力谱也是基于设定地震动参数,才能得到性能点。

[0005] 中国的抗震评估技术,如2010年11月10日公开的中国专利,公开号为CN101881089A,公开了一种钢管混凝土建筑物抗震性能评估方法及应用,其提供一种钢管混凝土建筑物的空间纤维梁的有限元模型,然后采用软件对所述有限元模型进行计算,通过获得的建筑物最大层间位移角,对钢管混凝土结构要求的最大层间位移角限值要求评估建筑物的抗震性能,根据建筑物抗震性能的评估结果设计建筑物的抗震措施。但工程结构抗震设计方法是基于设定烈度或地震动参数的条件下进行的,尚缺乏基于性能目标的抗震设计方法。

发明内容

[0006] 本发明的技术效果能够克服上述缺陷,提供一种工程结构多目标性能化抗震设计方法,其能够评估不同性能目标下的结构抗震能力。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:其包括如下步骤:

[0008] (1) 规定工程结构达到的性能目标;

[0009] (2) 将不同的性能目标输入到单自由度弹塑性结构体系进行模拟试验;

[0010] (3) 不断调整地震波的大小,确定达到不同性能目标下地震影响系数和结构周期的函数关系,获得地震需求谱曲线;

[0011] (4) 运用分析方法获得工程结构的剪力与位移的关系;

[0012] (5) 将结构的剪力与位移的关系转化成单自由度体系下能力与位移的函数关系,获得结构能力谱曲线;

[0013] (6) 根据结构周期,比较能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系,评估不同性能目标下的结构抗震能力。

[0014] 首先规定结构达到的性能目标,可采用位移角表达。将不同的性能目标输入到单自由度弹塑性结构体系进行模拟试验,不断调整地震波的大小,确定达到不同性能目标下

地震影响系数和结构周期的函数关系。确定地震影响系数和位移角的函数关系,获得地震需求谱曲线绘制在加速度与性能目标为坐标轴;运用分析方法获得工程结构的剪力与位移的关系,将结构的剪力与位移的关系转化成单自由度体系下能力与位移的函数关系,获得结构能力谱曲线,根据结构周期,比较能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系,评估不同性能目标下的结构抗震能力。

[0015] 分析方法采用静力推覆分析法或增量动力分析法。工程结构包括框架结构、或剪力墙结构、或框架-剪力墙结构、或框支剪力墙结构、或筒中筒结构、或框架-核心筒结构。工程结构包括简支板梁桥、或悬臂梁桥、或连续梁桥、或 T 形刚架桥、或吊桥、或斜拉桥、或悬索桥、或组合体系桥。工程结构包括电视塔、或储油罐、或塔架、或仓库、或水塔、或水池、或烟囱、或隧道、或水坝。

[0016] 本发明基于一种性能目标,结构抗震设计方法,评估工程结构的抗震性能,根据工程结构的评估结果设计抗震措施。

附图说明

[0017] 图 1 为本发明的性能目标下能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系比较示意图。

具体实施方式

[0018] 本发明的设计方法包括如下步骤:

[0019] (1) 规定工程结构达到的性能目标;

[0020] (2) 将不同的性能目标输入到单自由度弹塑性结构体系进行模拟实验;

[0021] (3) 不断调整地震波的大小,确定达到不同性能目标下地震影响系数和结构周期的函数关系,获得地震需求谱曲线;

[0022] (4) 运用分析方法获得工程结构的剪力与位移的关系;

[0023] (5) 将结构的剪力与位移的关系转化成单自由度体系下能力与位移的函数关系,获得结构能力谱曲线;

[0024] (6) 根据结构周期,比较能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系,评估不同性能目标下的结构抗震能力。

[0025] 1. 确定结构达到的性能目标

[0026] 从控制结构破坏考虑,参考中国、美国、欧洲和日本等规范确定性能目标的关键参数,以及中外实验数据,根据不同结构确定量化的位移参数。钢筋框架结构可按表 1 设置。

[0027] 表 1. 位移性能目标

性态水准	I	II	III	IV	V	VI
顶点位移角 (%)	0.15	0.3	0.5	1	2	4

[0029] 2. 不同性能目标下地震影响系数和结构周期的函数关系:

[0030] 将不同的性能目标输入到单自由度弹塑性结构体系,不断调整地震波的大小,确定达到不同性能目标下地震影响系数和结构周期的函数关系。

[0031] 3. 确定单自由度体系下能力与位移的函数关系

[0032] (1) 采用静力推覆分析 (PUSHOVER),对结构施加某种分布的水平荷载,水平荷载

单调增加；或采用增量动力分析（IDA），逐级提高地震动输入水平，构件逐步屈服，得到结构在逐级加载下的弹塑性反应，获得工程结构的能力谱曲线。

[0033] (2) 计算等效模态参与系数和等效模态质量

[0034]

$$\gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_{i,j} G_i}{\sum_{i=1}^N \phi_{i,j}^2 G_i} \quad (1)$$

[0035] 其中， γ_j -第 j 阶振型参与系数； $\phi_{i,j}$ -第 i 质点第 j 阶振型， G_i -第 i 质点重力荷载代表值。

[0036] 计算等效振型

[0037]

$$\phi_{i,eq} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (\phi_{i,j} \gamma_j)^2} \quad (2)$$

[0038] 其中， $\phi_{i,eq}$ -多自由度第 i 质点等效振型。

[0039] 计算等效模态参与系数和等效模态质量

[0040]

$$\Gamma_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i,eq}}{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i,eq}^2} \quad (3)$$

[0041]

$$M_{eq} = \frac{(\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i,eq})^2}{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i,eq}^2} \quad (4)$$

[0042] (3) 确定单自由度体系下能力与位移的函数关系

[0043]

$$S_d = u_{eq} = \frac{1}{\Gamma_{eq}} u \quad (5)$$

[0044]

$$V_{eq} = \frac{1}{\Gamma_{eq}^2} V \quad (6)$$

[0045]

$$S_a = \frac{V_{eq}}{M_{eq}} \quad (7)$$

[0046]

$$\alpha = \frac{S_a}{g} \quad (8)$$

[0047] 其中, S_d, u_{eq} - 单自由度体系下的位移; S_a, α - 单自由度体系下的等效能力, 将结构的剪力与位移的关系转化成单自由度体系下能力与位移的函数关系。

[0048] 4. 性能目标下能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系比较

[0049] (1) 确定地震需求谱

[0050] 根据结构周期, 由不同性能目标下地震影响系数和结构周期的函数关系, 确定地震影响系数和位移角的函数关系, 获得地震需求谱曲线绘制在加速度与性能目标为坐标轴的附图 1。

[0051] (2) 确定能力谱

[0052] 据单自由度体系下能力与位移的函数关系, 获得能力谱曲线绘制在加速度与性能目标为坐标轴的附图 1。

[0053] (3) 性能目标下能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系比较

[0054] 比较能力谱曲线与地震需求谱曲线的关系, 评估不同性能目标下的结构抗震能力, 见附图 1。

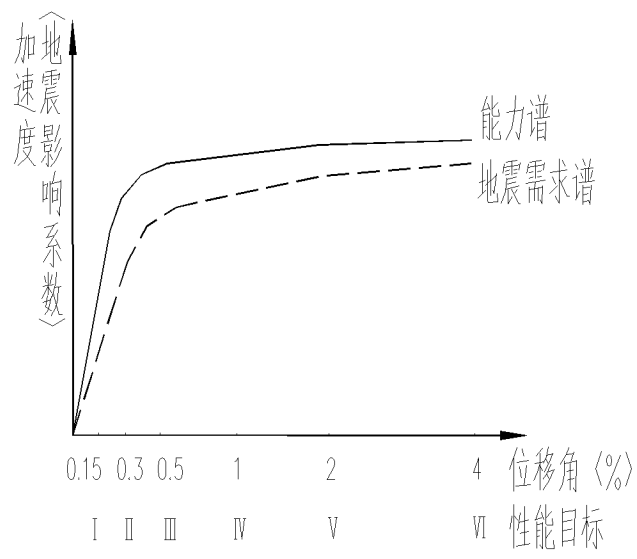


图 1