

砌体结构辅助设计软件 (QITI) 介绍

中国建筑科学研究院 PKPMCAD 工程部

砌体结构是我国应用最广的一类结构,主要包括多层砌体结构、底框-抗震墙结构和小高层配筋砌块砌体结构等,砌块的材料包括烧结砖、蒸压砖和混凝土小型空心砌块等。

砌体结构辅助设计功能也是 PKPM 系列结构设计软件中应用最广泛的功能模块之一,在 2008 版结构软件中,将砌体结构的设计、计算及绘图软件模块进行了整合和重组,对主要的几项功能进行了重大改进和专业化处理,形成一个新的软件——砌体结构辅助设计软件 (QITI)。

1 软件总体架构及功能

QITI 包括五大软件模块:砌体结构辅助设计、底框-抗震墙结构三维分析、底框及连梁结构二维分析、配筋砌块砌体结构三维分析和砌体结构混凝土构件设计。

下面分别介绍 QITI 各个模块的菜单设置和主要功能。

1.1 砌体结构辅助设计

砌体结构建模与荷载输入,完成多层砌体结构、底框-抗震墙结构和小高层配筋砌块砌体结构等所有砌体结构的结构模型和荷载输入。

砌体结构信息及计算,完成砌体材料的补充输入与修改,圈梁、构造柱、芯柱输入与修改,多层砌体结构抗震验算、墙体受压计算、墙体局部承压计算,底框-抗震墙结构地震作用计算、风荷载计算、上部竖向荷载导算,生成小高层配筋砌块砌体结构三维分析数据等功能。

结构平面图,绘制结构平面施工图,楼板配筋计算等。

详图设计,完成砌体结构圈梁、构造柱、芯柱编辑与修改,空心砌块砌体结构排块设计与检查,圈梁、构造柱、芯柱大样图,空心砌块排块大样图,小高层配筋砌块砌体结构三维分析结果后处理,配筋砌块砌体结构边缘构件设计,配筋砌块芯柱大样图等。

1.2 底框-抗震墙结构三维分析

底框-抗震墙结构三维分析模块用来接力菜单“砌体结构信息及计算”,对有底层框架砌体结构的底层框架部分分离出来,除读取底层框架本身的荷载外,还读取上层砌体结构传来的恒、活、地震作用、风荷载,用 SATWE 进行三维计算分析,得到底层框架部分结构梁、柱、剪力墙的内力和配筋。还可对底层框架各层的梁、柱作施工图设计。

1.3 底框及连梁结构二维分析

底框及连梁结构二维分析模块用来接力菜单“砌体结构信息及计算”,对有底层框架砌体结构的底层框架部分按照二维平面框架、连续梁的计算方法计算。由用户逐个选取各层纵向、横向的底层框架,形成二维平面框架计算的数据文件,再调用 PK 模块的相关计算程序计算出内力和配筋。对于承托上部砌体的连续梁,需由用户逐个选取连续梁形成 PK 的连续梁数据文件,调用 PK 计算出连续梁的内力和配筋。接力 PK 计算结果,可以进一步完成底框或连续梁结构的施工图设计。

1.4 配筋砌块砌体结构三维分析

配筋砌块砌体结构三维分析模块读取首页[砌体结构辅助设计]的“砌体结构信息及计算”菜单生成的配筋砌块墙体的设计计算信息,调用高层建筑结构分析软件 SATWE,完成小高层配筋砌体结构的内力和配筋计算。

1.5 砌体结构混凝土构件设计

砌体结构混凝土构件设计模块继承了 05 版 GJ 软件中“砌体结构混凝土构件辅助设计”菜单的功能,模块的主要设计内容包括阳台、挑沿、雨篷、悬挑梁、墙梁、圆弧梁等经常出现在砌体结构中的混凝土构件,软件可完成它们的内力计算、配筋计算以及施工图绘制。

2 软件特点及主要功能改进

2.1 集中统一的功能设置

QITI 通过单一软件完成多层砌体结构、底框-抗震墙结构和小高层配筋砌块砌体结构辅助设计的全部工作,包括结构模型及荷载输入、结构分析计算以及施工图设计等。

2.2 新增底框-抗震墙结构风荷载分析计算

在底框-抗震墙结构三维分析模块中增加了风荷载分析计算功能,可通过“砌体信息及计算”及“生成 SATWE 数据”菜单,将底框-抗震墙结构上部砌体房屋所承受的风荷载(水平力及倾覆力矩)自动导算到底框结构上,并完成内力分析及效应组合。

2.3 新增小高层配筋砌块砌体结构设计计算

小高层配筋砌块砌体结构是当前发展很快的一类新型结构。通过这个软件,可以完成芯柱布置、排块设计以及墙体计算信息生成,完成整体结构分析计算以及配筋砌块剪力

墙配筋计算, 衔接结构分析计算结果还可以完成芯柱边缘构件详图设计。

2.4 完善了空心砌块芯柱和排块设计功能

芯柱和排块设计是多层混凝土空心砌块房屋结构和小高层配筋砌块砌体结构设计的重要内容。改进后的软件操作更加直观、简便, 信息的保存和传递更加可靠。

2.5 完善了圈梁、构造柱、芯柱以及排块详图设计功能

根据国家设计规范和标准图集, 自动完成各类详图的设计。在配筋砌块砌体芯柱边缘构件详图设计中, 还引入了上海市地方标准《配筋混凝土小型空心砌块砌体建筑技术规程》DG/TJ08-2006 中的有关规定。

可对 12 层以下任意平面布置的砌体房屋和底部框架-抗震墙房屋进行设计计算, 对 20 层以下任意平面布置的配筋砌块砌体结构房屋进行墙体芯柱、构造柱布置, 并生成 SATWE 计算数据进行空间整体分析。

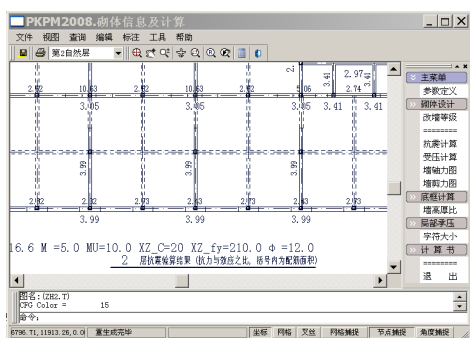


图1 砌体信息及计算界面

3 新的底框-抗震墙侧移刚度计算

底部框架-抗震墙结构房屋一般来说底部空间大、侧向刚度小, 上部砌体房屋的墙体多、侧向刚度大。对这类房屋的抗震性能研究表明, 底框-抗震墙结构底部与上部的层间侧向刚度比对此种结构抗震性能有重要影响。为保证底部框架-抗震墙结构抗震性能, 规范以强制性条文对层间侧向刚度比作了规定。

每片墙侧向刚度的准确计算又是层间侧向刚度比计算的基础, 我们对此作了专门的研究, 总结并分析了现有计算侧向刚度的方法, 在串并联方法的基础上, 提出了一个带洞墙体侧向刚度的简化计算方法。通过大量算例的检验, 证明了其准确性。具体算法如下。

串并联方法在一定程度上反映了洞口的大小和位置的变化, 它与有限元方法之间的误差与墙体高宽比以及洞口大小有直接联系。利用墙体高宽比、洞口相对宽度、相对高度三个影响因素, 建立一个串并联法修正公式作为侧向刚度的简化算法。修正公式:

$$\eta = \left(-\sum \frac{0.9b_i}{l} + \frac{0.4h}{H} \ln\left(\frac{h}{H}\right) + 1.33 \right) e^{-\frac{0.45H}{l}}$$

式中 l , h 分别为墙体的总长度和总高度; b_i , h 分别为墙中某个洞口的宽度和所有洞口的平均高度。

08 版软件采用侧向刚度简化算法。该方法可以简便而准确地考虑洞口大小、位置的影响, 计算精度高, 适用于底框-抗震墙结构墙体层间刚度比的计算。

4 砌体结构详图设计主要功能

砌体结构详图设计的主要功能有:

圈梁详图: 圈梁截面可为矩形、L 形、倒 L 形、T 形、Z 形等类型; 圈梁两侧的楼板类型既可以是现浇楼板, 也可以是预制楼板。提供圈梁平面布置图。

构造柱详图: 可绘制单墙肢构造柱、双墙肢正交构造柱 (L 形)、三墙肢正交构造柱 (T 形)、四墙肢正交构造柱 (+ 字形) 及墙肢间非正交的构造柱。

芯柱详图: 可绘制单墙肢端部详图 (一字形)、双墙肢正交详图 (L 形)、三墙肢正交详图 (T 形)、四墙肢正交详图 (+ 字形) 及墙肢间非正交的详图。

排块设计及详图: 墙体的排块详图的类型数与墙段的划分有关, 对于排块详图的最小单元可为各开间的墙段, 最大单元可为沿轴线各开间墙段连接而成的连续墙段。还可由用户自行设定排块墙段的单元。

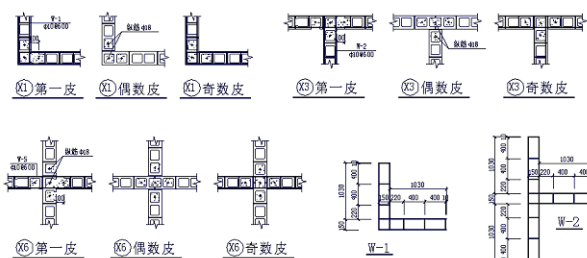


图2 某些节点芯柱详图

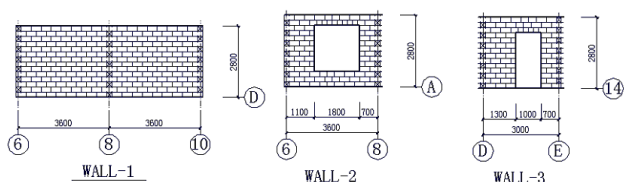


图3 某些排块详图

配筋砌块砌体剪力墙边缘构件设计及详图: 根据 SATWE 计算结果和构造要求, 自动生成配筋砌块砌体剪力墙边缘构件芯柱的配筋, 可对配筋结果进行修改和编辑, 可与计算结果比较。在此基础上绘制节点和墙体的芯柱详图。