

# 了解非线性模型生成器（Non-linear Model Creator）

## 1、非线性模型生成器（NLMC）的功能是什么？

NLMC 是一款可根据 YJK/PKPM 模型及配筋结果来创建 ETABS/SAP2000 弹性/弹塑性模型的在线工具，所创建的模型可用于 ETABS/SAP2000 的各类弹性/弹塑性分析。

此外，NLMC 的构件承载力计算工具，可计算 YJK/PKPM 模型中的单个、多个、单层、多层乃至全楼的各类构件（柱、梁、支撑、剪力墙）承载力。

## 2、YJK/PKPM 自带的模型转换接口能将 YJK 模型转换为 ETABS/SAP2000 模型，为什么还需要使用 NLMC？

YJK/PKPM 的模型转换接口仅能将 YJK/PKPM 模型转换为 ETABS/SAP2000 弹性模型，该弹性模型是无法用于 ETABS/SAP2000 弹塑性分析的，需要人为输入钢筋并设置塑性铰；此外，YJK/PKPM 接口所转换出的模型在材料定义、截面定义等方面还无法与 YJK/PKPM 模型完全一致，也需要人为完善。而 NLMC 不但可创建出更接近 YJK/PKPM 模型的 ETABS/SAP2000 弹性模型，还可准确读取 YJK/PKPM 模型每一构件的配筋结果，根据规范计算塑性铰属性并将塑性铰布置到相应的构件及位置上，创建出 ETABS/SAP2000 弹塑性模型，从而大大减轻了用户的工作量。

## 3、NLMC 的主要优势有哪些？

一、准确度高：基于 YJK/PKPM 配筋结果，准确计算并生成相应的塑性铰属性；也可按用户要求先进行配筋归并，再计算并生成对应的塑性铰属性。

二、智能度高：基于 YJK/PKPM 模型构件的连接关系，识别需要设置塑性铰的构件及位置，并自动布置塑性铰。

三、兼容性强：兼容了 YJK/PKPM 截面库中的绝大部分截面类型与所有连接单元（消能器、隔震支座）类型，可为绝大多数 YJK/PKPM 模型创建 ETABS/SAP2000 弹性/弹塑性模型。

四、不占资源：ETABS/SAP2000 弹性/弹塑性模型由服务器来创建，无需占用用户计算机资源。

五、使用便捷：用户所上传、下载的文件均为文本文件，传输时间短，占用存储空间小。

## 4、NLMC 是如何收费的？

弹性模型：NLMC 是免费使用的，建议用户先免费获得 ETABS/SAP2000 弹性模型并运行分析，将分析结果（质量、周期、楼层剪力等）与 YJK/PKPM 结果对比，当对比结果符合用户要求时，用户可再考虑付费获得弹塑性模型。

弹塑性模型：NLMC 根据所生成塑性铰的数量来计算费用，塑性铰的单价在 0.05~0.20 元之间，具体单价取决于塑性铰的类型。一般来说，YJK/PKPM 模型越大、楼层越多，则塑性铰越多。

NLMC 无法保证为用户的每一个 YJK/PKPM 模型成功创建出 ETABS/SAP2000 模型，一旦 NLMC 创建模型失败，用户可在“项目列表”中自行退款。

## 5、NLMC 对 YJK、PKPM、ETABS、SAP2000 软件的版本要求是什么？

YJK 版本应为 V1.8 及以上，PKPM 版本应为 V4.0 及以上，才能确保 NLMC 正常工作。而由 NLMC 所创建的模型，需要由 ETABS V16 及以上的版本，SAP2000 V19 及以上的版本才能顺利导入。

## 6、需要先上传什么文件后，才能开始使用 NLMC 创建弹性/弹塑性模型？

YJK/PKPM 运行分析后，其模型文件夹下都会产生模型文件和配筋结果文件，两类文件均为文本文件格式。模型文件记录了模型的几何、刚度、荷载、单元、以及边界条件等信息；配筋结果文件是 YJK/PKPM 的设计结果文件，按各楼层分别给出，记录了各楼层所有构件的截面信息及其配筋结果。这两种类型的文件是 NLMC 创建弹性/弹塑性模型的要素。

如果使用 NLMC 的 YJK→ETABS/SAP2000 的模块，需要先上传 fea.dat 文件与 wpj\*.out 文件，其中，wpj\*.out 文件的数量与模型楼层数量一致，文件名中的“\*”代表楼层号，所有的 wpj\*.out 文件应全部上传。

如果使用 NLMC 的 PKPM→ETABS/SAP2000 的模块，除了运行 PKPM 的 SATWE 模块外，还需要再运行 PMSAP 模块，之后先上传 PMSAP 模块生成的\*TB 文件与 PMSAP\_PJ.\*文件，以及 SATWE 模块生成的 WPJ\*.OUT 文件，

其中，PMSAP\_PJ.\*文件、WPJ\*.OUT 文件的数量与模型楼层数量一致，文件名中的“\*”代表楼层号，所有的PMSAP\_PJ.\*文件、WPJ\*.OUT 文件应全部上传。

7、由 NLMC 所创建的弹性/弹塑性模型是否已经定义了工况？

NLMC 所创建出 ETABS/SAP2000 弹性/弹塑性模型仅定义了恒载、活载、模态工况，其余工况均未定义，需由用户自行定义。

8、NLMC 如何考虑各类构件的塑性铰？

梁、剪力墙连梁：采用 M3 铰（弯矩铰）；

柱：采用 P-M2-M3 铰（轴力-双向弯矩铰）；

支撑：采用 P 铰（轴力铰）；

剪力墙墙肢：由于 ETABS 可为壳单元指定 P-M3 铰，因此 ETABS 模型中的剪力墙墙肢采用 P-M3 铰；而 SAP2000 无法为壳单元指定 P-M3 铰，因此 SAP2000 模型中的剪力墙墙肢采用分层壳。

9、NLMC 如何确定塑性铰属性？

塑性铰属性包括 2 个方面：承载力与荷载—变形关系。塑性铰的屈服承载力（屈服面）是依据《GB50010-2010：混凝土结构设计规范》附录 E 的有关规定来确定，塑性铰的荷载—变形关系与性能水平是依据《ASCE/SEI 41-13: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings》的有关规定来确定。随着规范的更新，NLMC 也会及时更新。

10、NLMC 可为哪些类型的 YJK/PKPM 模型创建弹塑性模型？

从结构材料方面，NLMC 可为：钢筋混凝土结构、钢结构、钢与混凝土混合结构的 YJK/PKPM 模型创建弹性/弹塑性模型；从构件类型方面，NLMC 可为含：钢筋混凝土构件、钢构件、劲性混凝土构件、钢管混凝土构件的 YJK/PKPM 模型创建弹性/弹塑性模型。

11、NLMC 可为 YJK/PKPM 框架截面中的哪些截面类型生成塑性铰属性？

NLMC 可为 YJK/PKPM 框架截面中的以下截面类型生成塑性铰属性：1-矩形、2-工字型、3-圆形、4-正多边形、5-槽型、6-十字形、7-箱形、8-圆管、9-双槽型、10-十字工、11-梯形、12-钢管混凝土、13-工形劲、14-箱形劲、—14-方钢管、15-十字劲、21-矩形变截面、22-H 形变截面、23-箱形变截面、24-组合截面 1、25-组合截面 2、26-型钢（部分子类）、28-L 形、29-T 形、50-十字工变截面、51-T 形工变截面、101-不对称十字劲、102-圆形劲、103-外圆内工形劲、104-外圆内圆形劲、105-外圆内十字劲。以上截面除劲性混凝土与钢管混凝土截面外，在 YJK 自身支持的前提下，材料类别可为：5-钢、6-混凝土。

以上截面中的“26-型钢”包括一系列子类，所有子类可由 NLMC 生成塑性铰属性。

使用前应对照表 1、表 2 来检查 YJK/PKPM 模型中的截面类型是否都能由 NLMC 生成塑性铰属性。

表 1 YJK/PKPM 框架截面与 NLMC 兼容性

| 截面<br>代号 | 截面名称 | 材料类别   |      | 截面<br>代号 | 截面名称    | 材料类别   |      |
|----------|------|--------|------|----------|---------|--------|------|
|          |      | 5: 混凝土 | 6: 钢 |          |         | 5: 混凝土 | 6: 钢 |
| 1        | 矩形   | ✓      | ✓    | 23       | 箱形变截面   | ✓      | ✓    |
| 2        | 工字型  | ✓      | ✓    | 24       | 组合截面 1  | ✓      | ✓    |
| 3        | 圆形   | ✓      | ✓    | 25       | 组合截面 2  | ✓      | ✓    |
| 4        | 正多边形 | ✓      | ✓    | 26       | 型钢      | N/A    | 见表 2 |
| 5        | 槽型   | ✓      | ✓    | 28       | L 形     | ✓      | ✓    |
| 6        | 十字形  | ✓      | ✓    | 29       | T 形     | ✓      | ✓    |
| 7        | 箱形   | ✓      | ✓    | 50       | 十字工变截面  | ✓      | ✓    |
| 8        | 圆管   | ✓      | ✓    | 51       | T 形工变截面 | ✓      | ✓    |
| 9        | 双槽型  | ✓      | ✓    | 101      | 不对称十字劲  | ✓      |      |
| 10       | 十字工  | ✓      | ✓    | 102      | 圆形劲     | ✓      |      |
| 11       | 梯形   | ✓      | ✓    | 103      | 外圆内工形劲  | ✓      |      |

|     |        |   |   |     |         |     |   |
|-----|--------|---|---|-----|---------|-----|---|
| 12  | 钢管混凝土  |   | ✓ | 104 | 外圆内圆形劲  |     | ✓ |
| 13  | 工形劲    | ✓ | ✓ | 105 | 外圆内十字劲  |     | ✓ |
| 14  | 箱形劲    | ✓ | ✓ | 301 | 实腹式组合截面 | N/A | ✗ |
| —14 | 方钢管    |   | ✓ | 302 | 格构式组合截面 | N/A | ✗ |
| 15  | 十字劲    | ✓ | ✓ | 303 | 薄壁型钢    | N/A | ✗ |
| 21  | 矩形变截面  | ✓ | ✓ | 304 | 薄壁型钢组合  | N/A | ✗ |
| 22  | H 形变截面 | ✓ | ✓ | 305 | 自定义截面   | ✗   | ✗ |

注：“✓”表示 NLMC 可生成塑性铰属性；“✗”表示 NLMC 无法生成塑性铰属性；“N/A”表示 YJK 自身不支持的材料类别。

表 2 “26-型钢”子类与 NLMC 兼容性

| 型钢形式                    |   | 型钢形式                    |   |
|-------------------------|---|-------------------------|---|
| 热轧等边角钢 GBT706-2016      | ✓ | 不等边角钢长边 [组合             | ✓ |
| 热轧不等边角钢 GBT706-2016     | ✓ | 不等边角钢短边 [组合             | ✓ |
| 热轧普通工字钢 GBT706-2016     | ✓ | 等边角钢十字组合                | ✓ |
| 热轧轻型工字钢 YB163-1963      | ✓ | 普通槽钢 [组合                | ✓ |
| 热轧普通槽钢 GBT706-2016      | ✓ | 普通槽钢 [ ]组合              | ✓ |
| 热轧轻型槽钢 YB164-1963       | ✓ | 轻型槽钢 [组合                | ✓ |
| 欧洲标准宽翼缘型钢               | ✓ | 轻型槽钢 [ ]组合              | ✓ |
| 日本标准宽翼缘型钢               | ✓ | 高频焊接轻型 H 型钢 JGT137-2007 | ✓ |
| 美国标准宽翼缘型钢               | ✓ | 国标部分 T 型钢 GBT11263-2017 | ✓ |
| 国标热轧 H 型钢 GBT11263-2017 | ✓ | 不等边角钢长边 [ ]组合           | ✓ |
| 等边角钢组合                  | ✓ | 不等边角钢短边 [ ]组合           | ✓ |

注：“✓”表示 NLMC 可生成塑性铰属性；“✗”表示 NLMC 无法生成塑性铰属性

## 12、NLMC 可为 YJK 中的哪些连接属性生成 ETABS/SAP2000 对应的连接属性？

NLMC 可为 YJK 的所有连接属性生成 ETABS/SAP2000 对应的连接属性，包括：线性、屈曲约束支撑、阻尼器、塑性单元（Wen）、隔震支座、间隙。如表 3 所示：

表 3 YJK 连接属性与 NLMC 兼容性

| YJK 连接属性  | ETABS/SAP2000 连接属性 |
|-----------|--------------------|
| 线性        | Linear             |
| 屈曲约束支撑    | Plastic (Wen)      |
| 阻尼器       | Damper-Exponential |
| 塑性单元（Wen） | Plastic (Wen)      |
| 隔震支座      | Rubber Isolator    |
| 间隙        | Gap                |

应注意：在 ETABS/SAP2000 的连接属性定义中，还需要用户输入“与 J 端的距离”（“Distance from End-J”），而 YJK 的连接属性并无此参数，因此，NLMC 将该参数自动赋值为“0”，用户应根据实际情况对该参数进行修改。

## 13、若 YJK/PKPM 模型的剪力墙连梁是壳单元（即墙体开洞的方式建模），NLMC 是如何考虑其塑性铰的？

NLMC 会自动将连梁壳改为等效框架梁，并保留其刚度折减系数，而后为该框架梁生成 M3 铰。

## 14、NLMC 是如何考虑剪力墙墙肢的弹塑性属性？

目前，主要有三种方式来考虑剪力墙墙肢的弹塑性属性：1、分层壳，2、纤维单元，3、塑性铰（P-M3 铰）。由于分层壳各材料层沿着墙肢长度方向是均匀的，无法考虑剪力墙墙肢的边缘构件，而且在 ETABS 后处理阶段只能显示各材料层（如：混凝土层、钢筋层）的应力云图，无法直观展现剪力墙墙肢的性能水平，使用不方便；纤维单元虽然能通过不同的纤维面积与纤维分布位置来考虑剪力墙墙肢的边缘构件，但在宏观上，剪力墙墙肢的性能水平却是由纤维材料应变来体现，而 ASCE/SEI 41-13 是由剪力墙墙肢转角来体现，两者无法衔接；塑性铰（P-M3 铰）

则事先由钢筋的面积与位置来计算 P-M3 曲线，该曲线已经包含了边缘构件的影响，P-M3 铰的转角直接采用 ASCE/SEI 41-13 给出的转角来体现剪力墙墙肢的性能水平。综合看来，剪力墙墙肢采用 P-M3 铰是比较合理的。

尽管剪力墙墙肢采用 P-M3 铰是比较合理的，但由于软件的局限性，仅有 ETABS 模型中的剪力墙墙肢采用 P-M3 铰，而 SAP2000 模型中的剪力墙墙肢仍采用分层壳。

15、在开始进行费用报价之前，为什么要输入“不需要设置塑性铰的楼层号”？

在进行结构弹塑性分析时，某些楼层（如地下室等）的构件变形很小，仅处于弹性状态，并未屈服，这些楼层的构件则不必设置塑性铰。因此，NLMC 提供的这一选项既可以节省弹塑性模型创建时间，又可以为用户节省费用和后续的弹塑性分析时间。

16、NLMC 是如何考虑构件配筋归并的？

对于含钢筋的构件（钢筋混凝土或劲性混凝土），NLMC 提供了构件配筋归并选项，若用户选择“归并”选项并指定“配筋截面最大数量”后，NLMC 则将模型中所有具有相同形状（矩形、工字形、圆形等）、尺寸（高度、宽度、翼缘厚度、腹板厚度等）、材料（混凝土强度、钢筋强度、钢材强度）的构件截面进行统计，得出这些截面配筋的最大值，并按用户指定的“配筋截面最大数量”划分配筋区间，然后将这些构件分配至相应的配筋区间，每个构件的截面配筋均调高至所属的配筋区间的配筋上限值，经归并后，每个配筋区间内所有构件的截面配筋均采用同一配筋量（即配筋区间的配筋上限值），每一截面（具有相同形状、尺寸、材料的截面）的配筋截面数量与所需要定义的塑性铰属性数量均不超过“配筋截面最大数量”，从而缩短弹塑性模型创建时间。此外，若用户选择“不归并”选项，NLMC 则直接采用 YJK/PKPM 的计算配筋量来计算每一构件的塑性铰属性，从而所需要定义的塑性铰属性数量较多，弹塑性模型创建时间较长。