

## 第一章：一个简单的框架结构

在此章回，您将实现：

- 全参数化建一个有四个标准层的框架结构（X 向 8.5 \* 6；Y 向 8.5 \* 3；功能办公；上海）。

标准层	层高 (m)	层数
1	5.6	1
2	4.5	3
3	4.5	3
4 (屋面层)	4.5	1

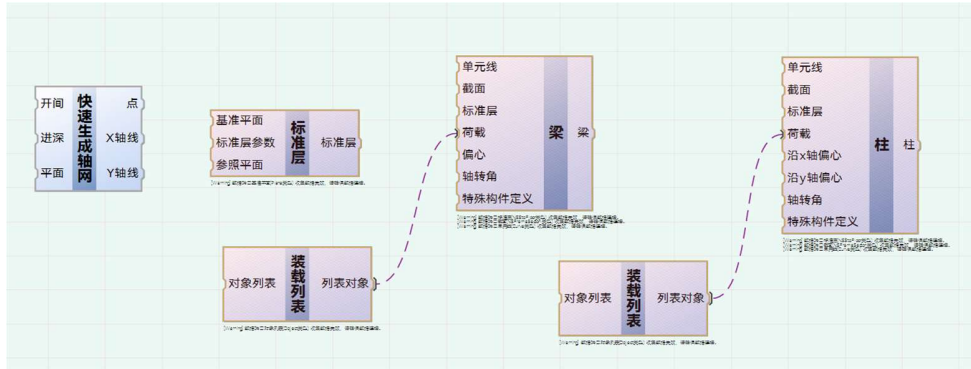
楼面次梁是十字交叉；一般层楼板厚度 120，屋面层楼板厚度 150。

- 并使用优化器卡片对模型进行优化：
  - 优化的参数边界条件为：  
框架梁高度不大于 800，框架柱截面不大于 1200。
  - 优化的约束为：  
位移比<1.4，周期比<0.85，满足层间位移角 1/550。
  - 优化目标为：  
结构质量最轻。

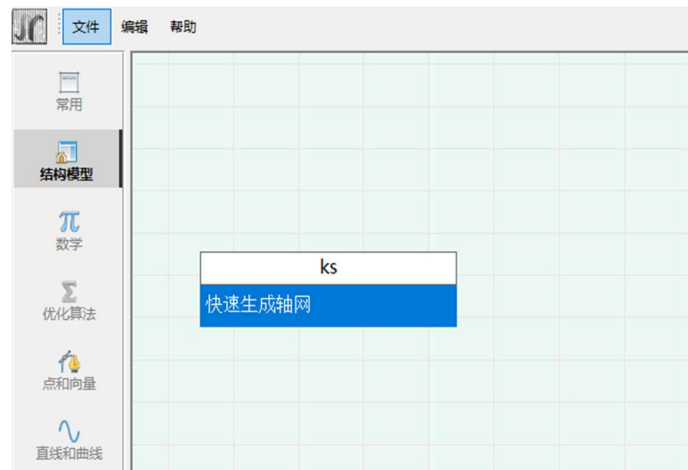
### 01-全参数化建模型----建框架

在这一部分，您只需要事先熟悉三个卡片，就能实现全参数化建模型的框架部分。

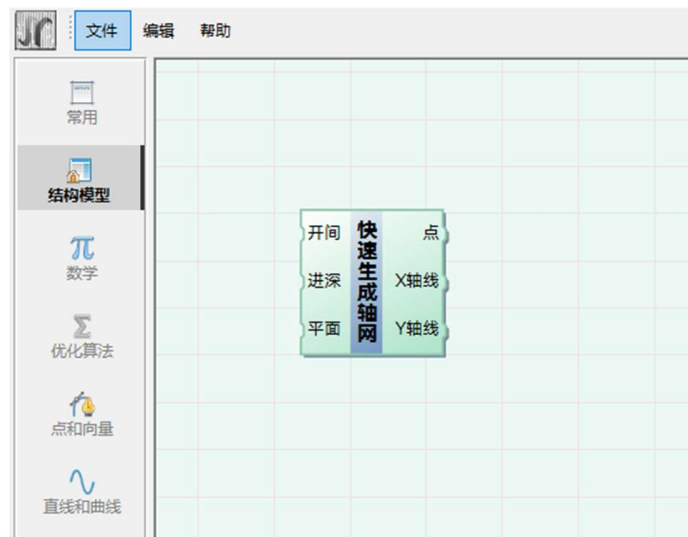
这三个卡片分别是快速生成轴网、标准层、梁或柱。



要在 GAMA 中找到这三张卡片，只要双击画布，输入卡片的名字或者拼音首字母即可，以快速生成轴网为例：



点击"快速生成轴网"即可获得卡片：

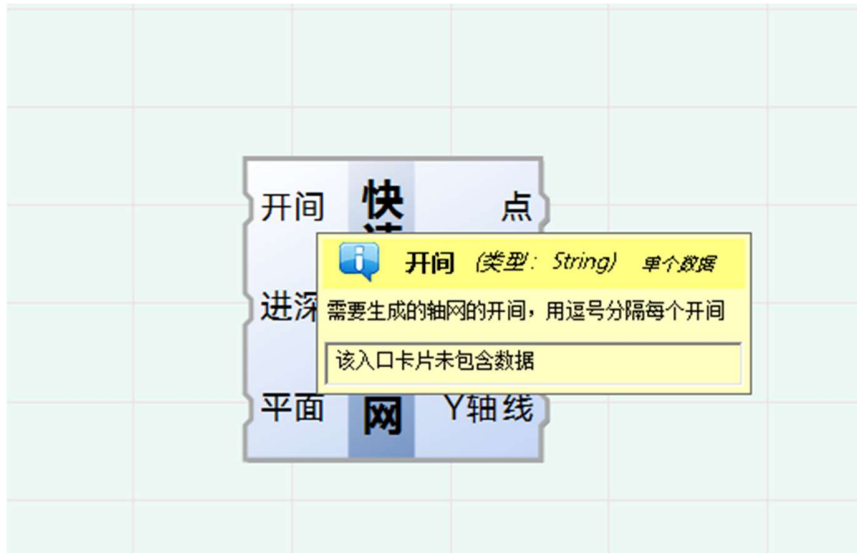


下面分别介绍这三个卡片。

## 01-1 快速生成轴网

### 01-1-1 生成一个X向8.5\*6; Y向8.5\*3的轴网

卡片左边是输入数据的入口，右边是输出数据的出口。



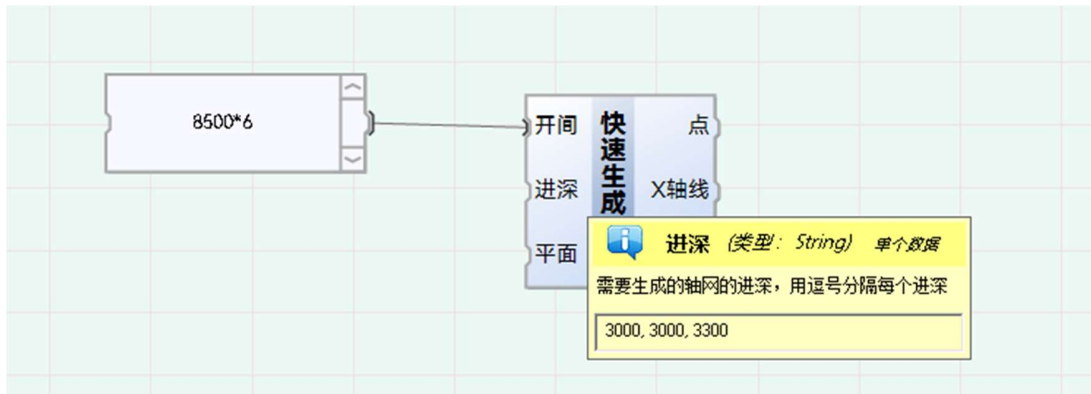
快速生成轴网左边包括三个输入：开间、进深、平面。将鼠标移动到相应的输入位置，会弹出对该输入的说明，包括数据类型和含义。

如图开间的输入类型为 String，则在此处用文字白板卡片输入数据即可。

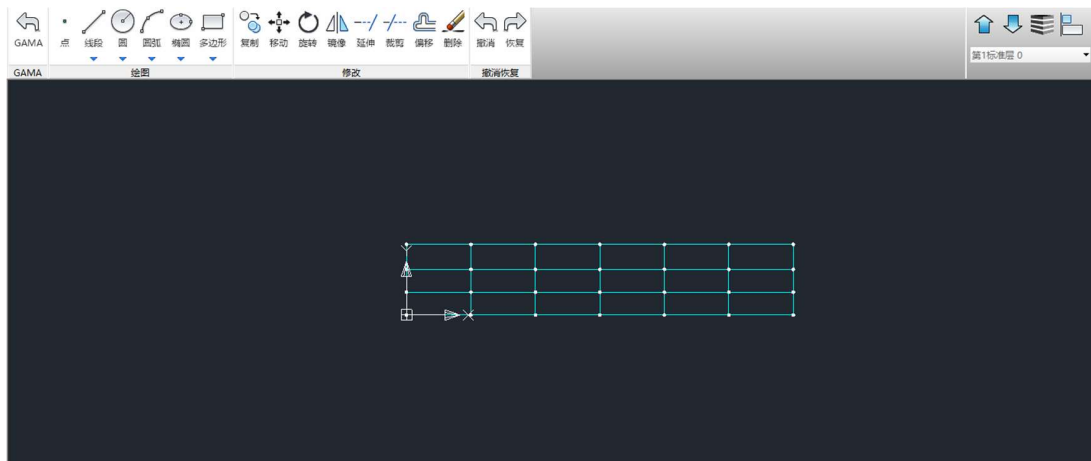
双击画布，输入 **bb**，点击文字白板：



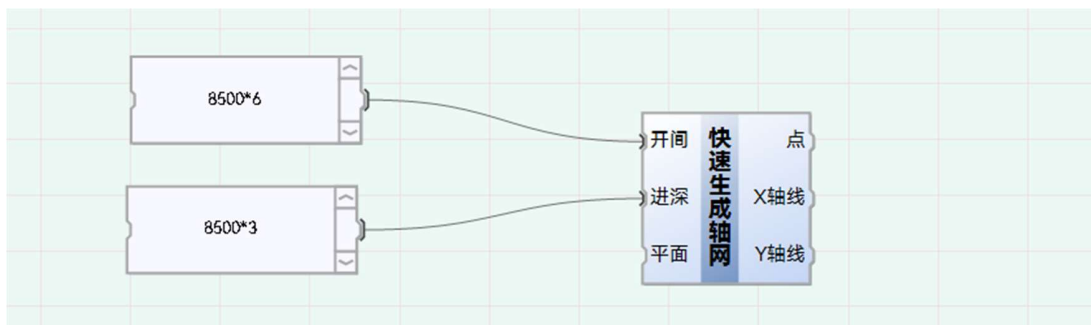
在其中输入 **8500\*6**，并连接到快速生成轴网的开间出：



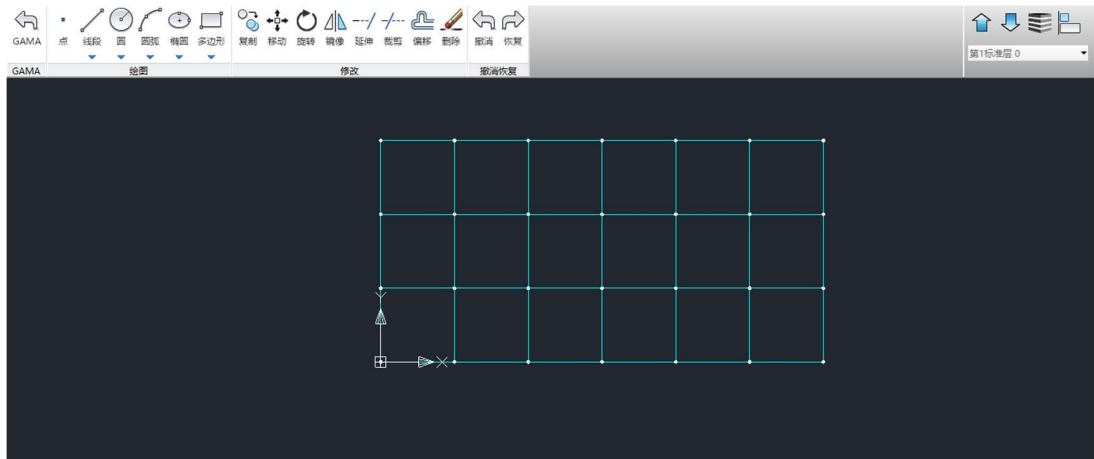
由于进深默认是 3000， 3000， 3000， 在 yjk 界面会显示如下：



此时， 在进深输入我们想要的的数据：



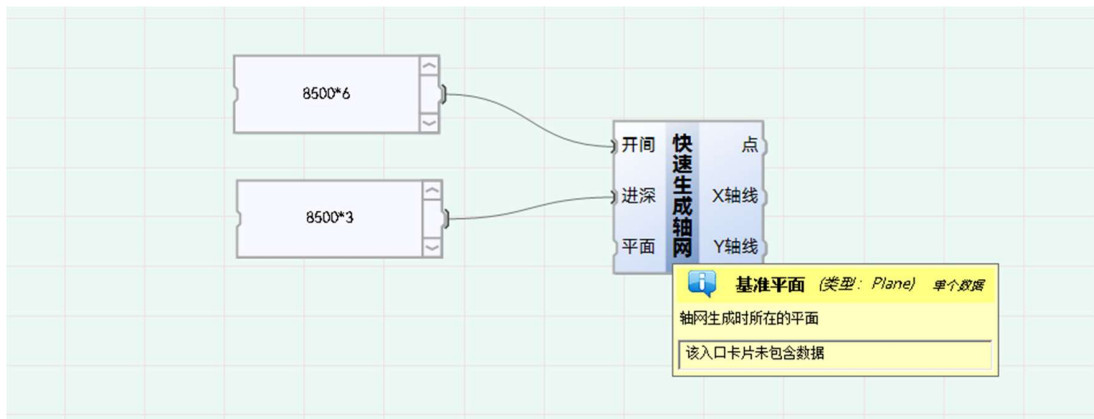
便得到我们想要的 X 向 8.5 \* 6； Y 向 8.5 \* 3 的轴网：



组成轴网的这些线即可作为构件的轴线。与传统盈建科建模方式不同的是，盈建科中的轴线均布置在每个标准层的底部，GAMA 提供的建模方式中，构件的轴线是与构件处在相同的标高之上。比如梁标高为 3m，需要把梁线绘制在 3m 标高处。

### 01-1-2 改变轴网所在平面

快速生成轴网还有一个名字为平面的数据入口：

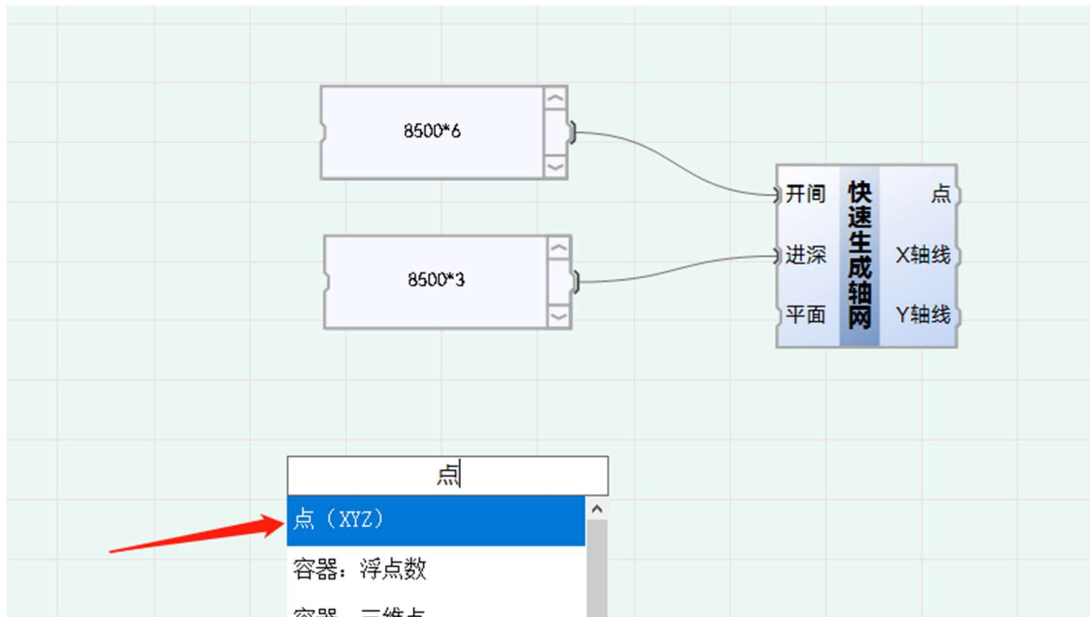


如它的说明所说，这个入口会确定所生成轴网所在的平面。此处平面可理解为一个局部坐标系的 XY 平面。我们可以通过以下这些卡片构造和编辑平面：

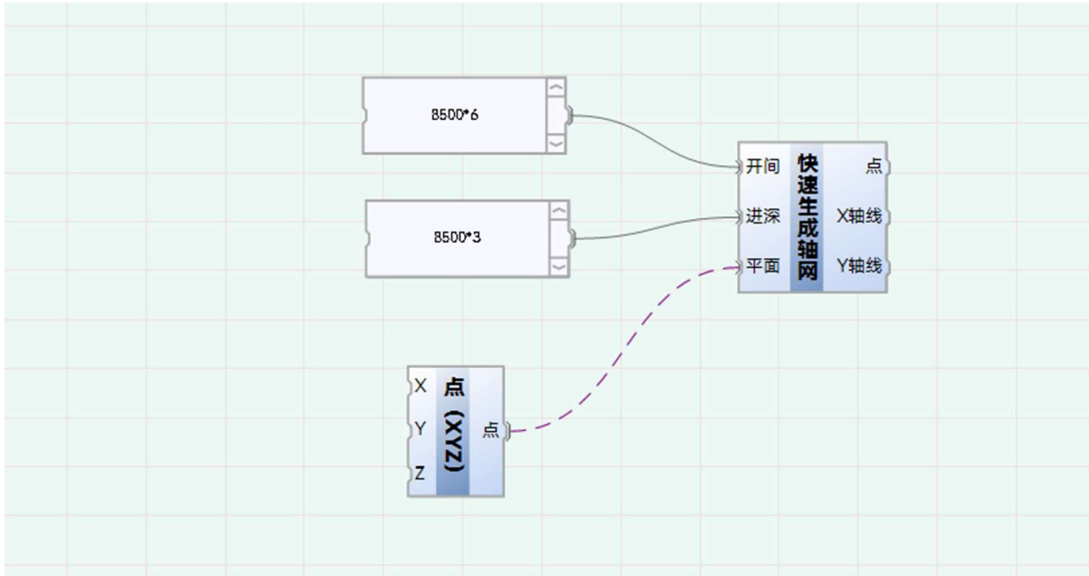


如全局平面 XY 为世界坐标系下的 XY 平面。平面（点线）为通过平面原点和平面的法向构造的平面。

当然我们也可以直接通过输入点来确定一个平面：

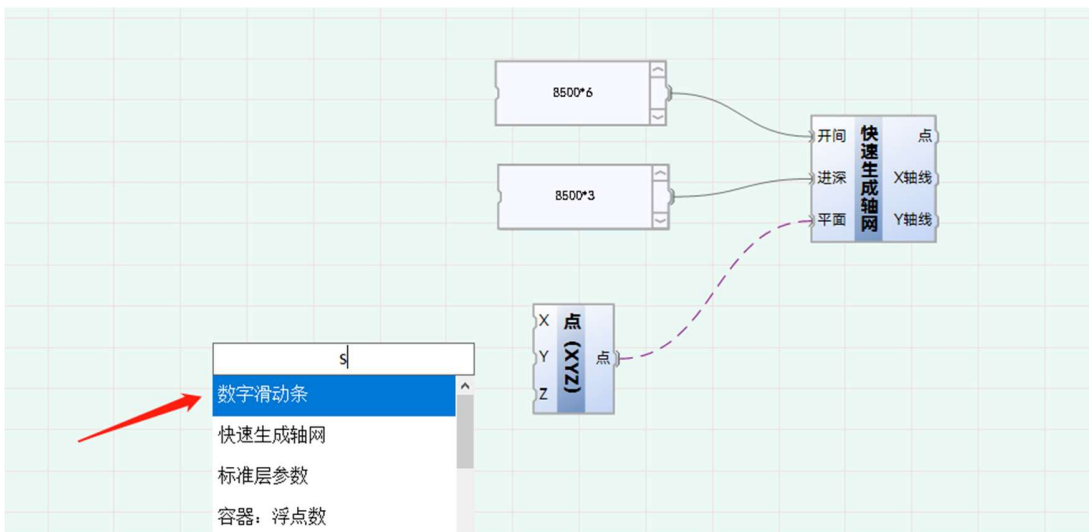


双击白板，输入"点"，得到点卡片：

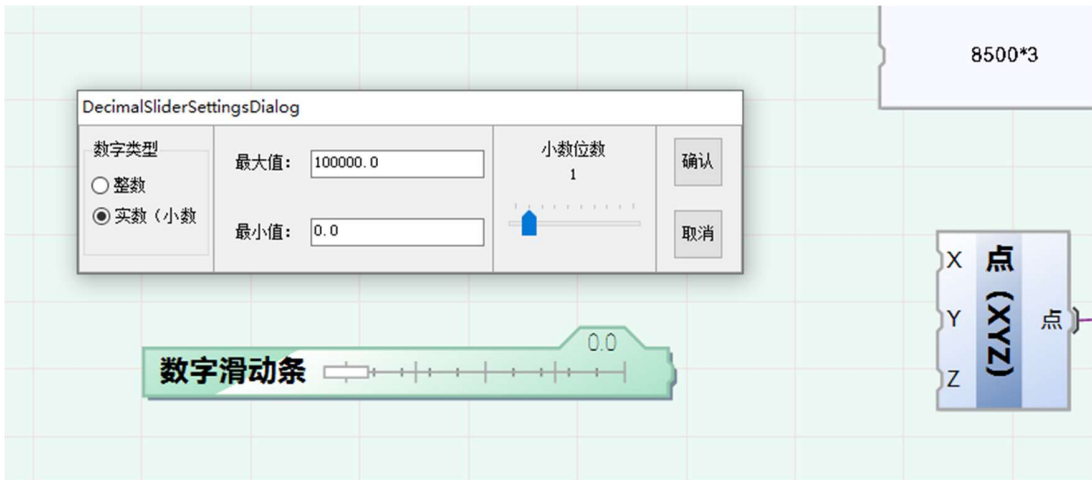


点卡片的 X、Y 入口默认值都是 0，我们通过改变 Z 坐标来改变平面的位置，在 Z 入口处接入一个数字滑动条：

双击画布，输入 s，第一个就是我们想要的：

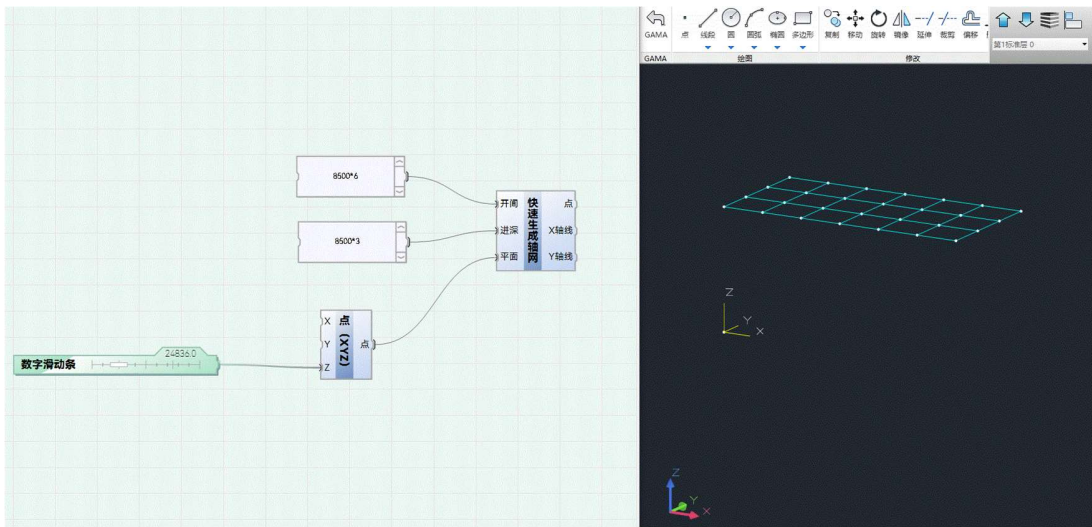


如下图，双击数字滑动条会出现上面的对话框：



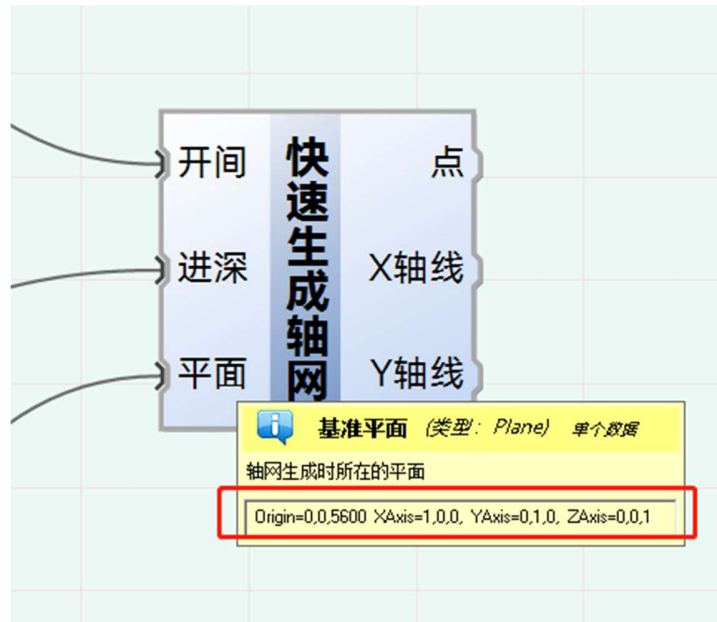
它包括数字类型、数字的最大最小值，以及小数位数。

我们将它接入 Z，就构造出了一个原点为  $(0, 0, Z)$ ，法相向量为 Z 的局部坐标系。拖动拉条，就可以实现不同平面的轴网：

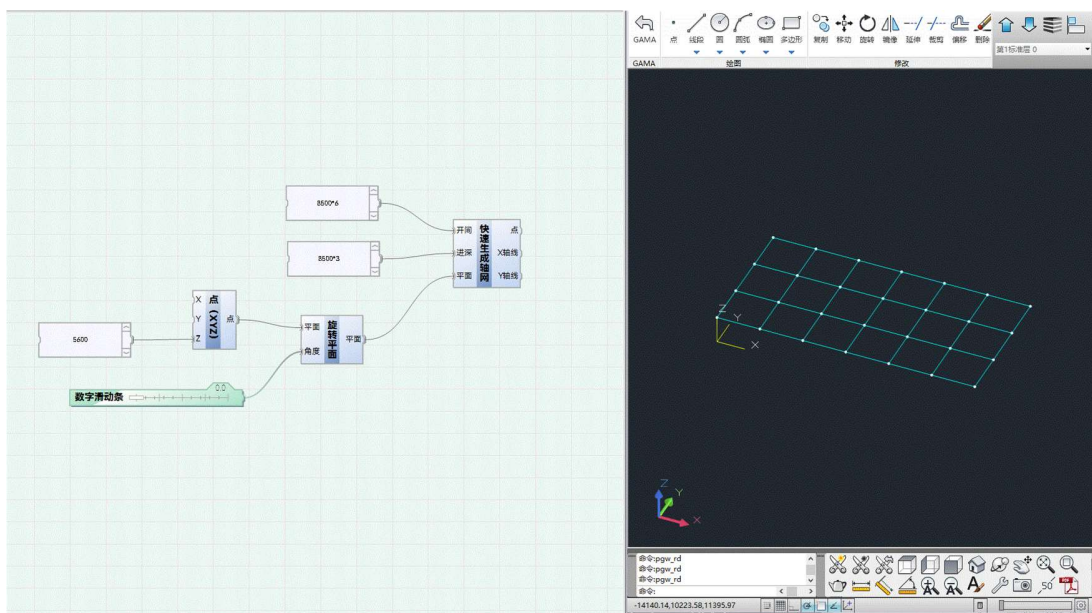


将点作为平面的接收数据的时候，实际上是将这个点作为原点，而坐标系默认为  $(0, 0, 1)$ 、 $(0, 1, 0)$ 、 $(1, 0, 0)$ ：





当我们实际输入一个平面的时候，我们可以指定任意的平面：

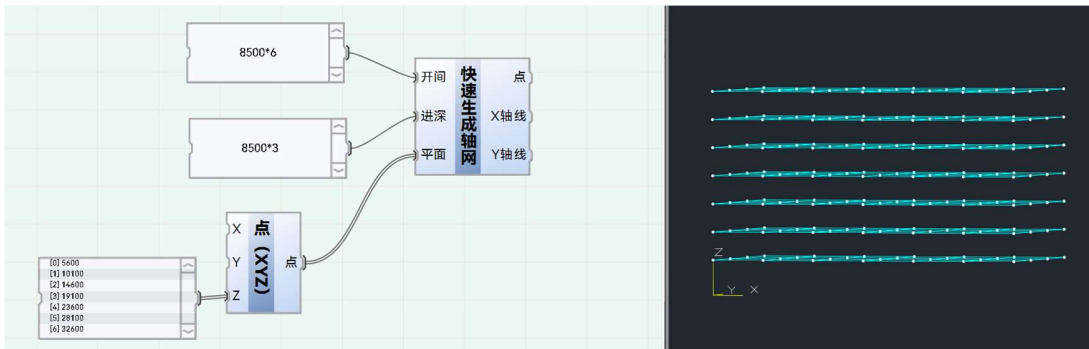


### 01-1-3 为每一个标准层生成一个轴网

我们首先在 5600 标高处生成一个 X 向 8.5 \* 6；Y 向 8.5 \* 3 的轴网，此时是用文字白板输入点的 Z 数据入口：

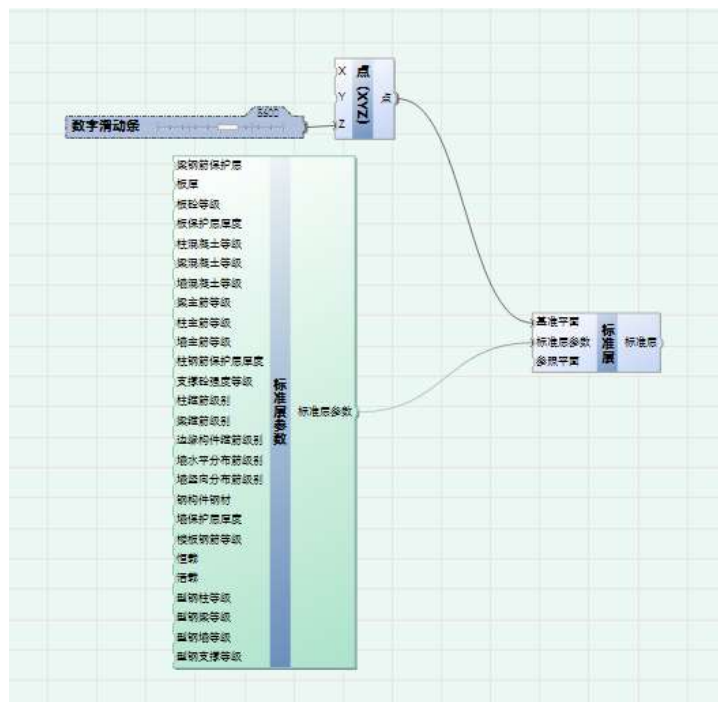


仅需双击输入 Z 的白板，按回车键，输入新的标准层标高即可：



## 01-2 设置标准层

第二个需要认识的卡片就是**标准层**卡片：



标准层有三个数据入口：基准平面、标准层参数和参照平面。

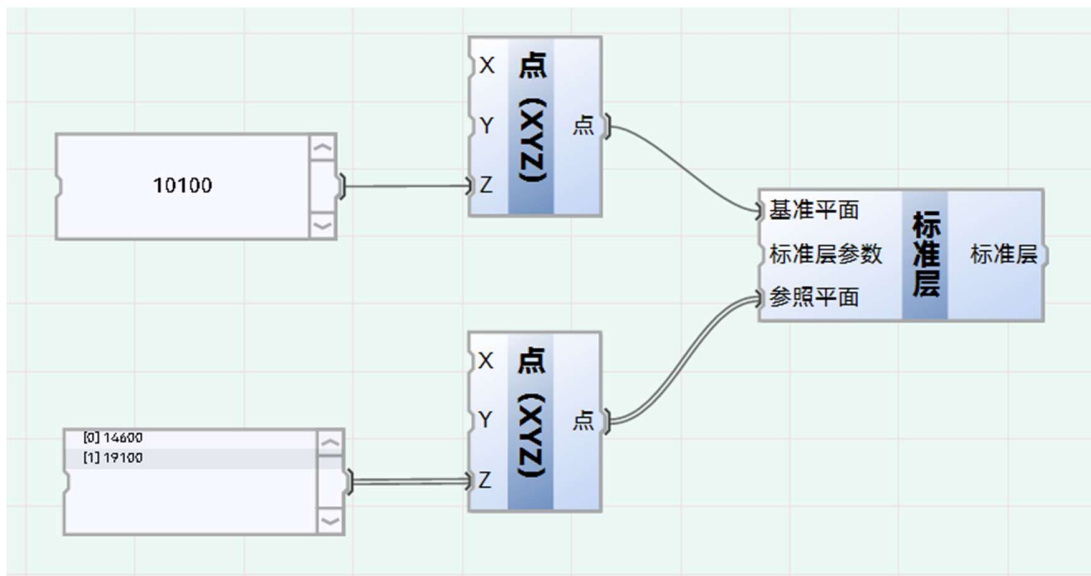
其中标准层参数入口接入的是一个名为**标准层参数**的卡片，这张卡片的内容您一定都很熟悉，即对应了 yjk 的楼层信息设置：

标准层号	板厚 (mm)	楼面荷载		砼强度等级				保护层厚度				主筋级别					
		恒	活	柱	梁	墙	板	支撑	柱	梁	板	墙	柱	梁	墙	板	柱
1	100	5	2	30	30	30	30	25	20	20	15	15	HRB400	HRB400	HRB400	HPB300	HRB400

另外有两个平面的入口，它们的输入都是平面，和快速生成轴网的第三个输入一样。

其中一个**是基准平面**，另外一个**是基准平面**。假设有十个楼层组装了某个标准层，那么，这十个自然层的任意一个楼层标高平面为该标准层的**基准平面**，其余九个楼层的楼层标高平面即为该标准层的**参照平面**。

我们以本例的标准层 2 为例：



图中左边的文字白板的数据即标准层 2 的三层楼的标高，标高为 10100 的点传给基准平面、另两个标高的点则传给参照平面，标准层 2 则设置完成。

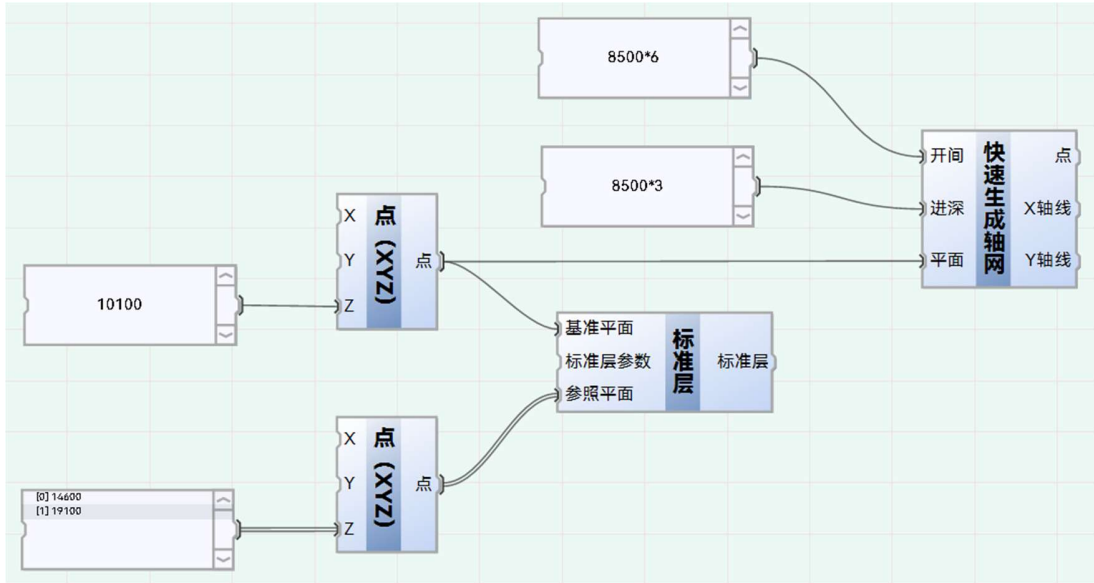
当然，基准平面可以是三个中的任意一个，只需将另两个设置为参照平面即可。这样，当同一标准层不挨在一起的时候，可以灵活设置。比如，如果屋面层也属于标准层 2，将其设置为参照平面即可。

### 01-3 布置框架梁柱

以本例的第二标准层为例：

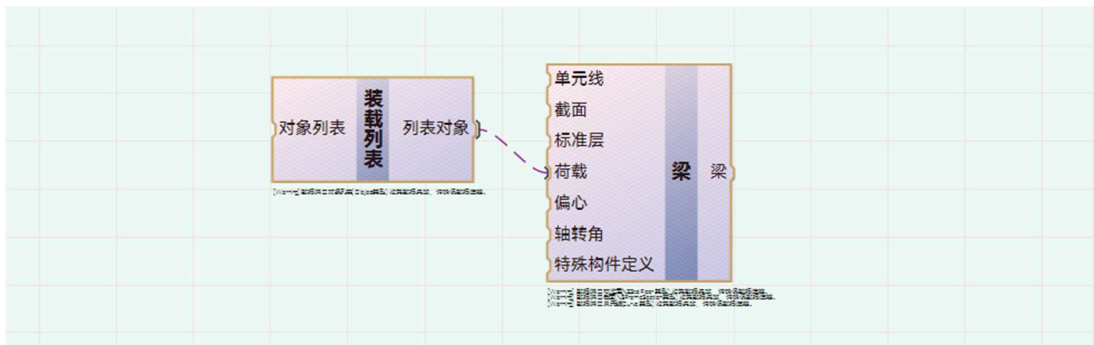
#### 01-3-1 设置梁截面

首先利用设置标准层的基准平面快速生成轴网（一个标准层只需要一个轴网）：



*Tips:* 当需要将两个或多个卡片同时接入某个卡片的一个入口的时候，需要按住 **shift** 键。

获取梁卡片：



它包括单元线、截面、标准层等数据入口；它的荷载默认会接入一个装载列表的卡片，这里先不管它，我们先设置梁截面：

快速生成轴网右边输出了 X、Y 轴线，可作为我们的梁线接入梁的**单元线**入口。

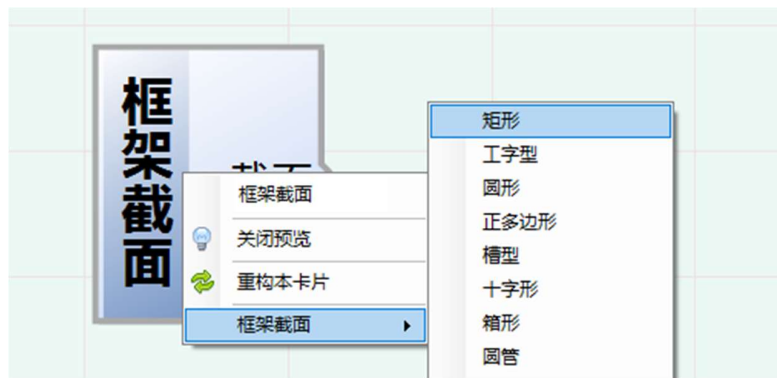
前面设置的标准层可直接接入梁的标准层入口。

梁的截面的设置需要**框架截面**卡片：

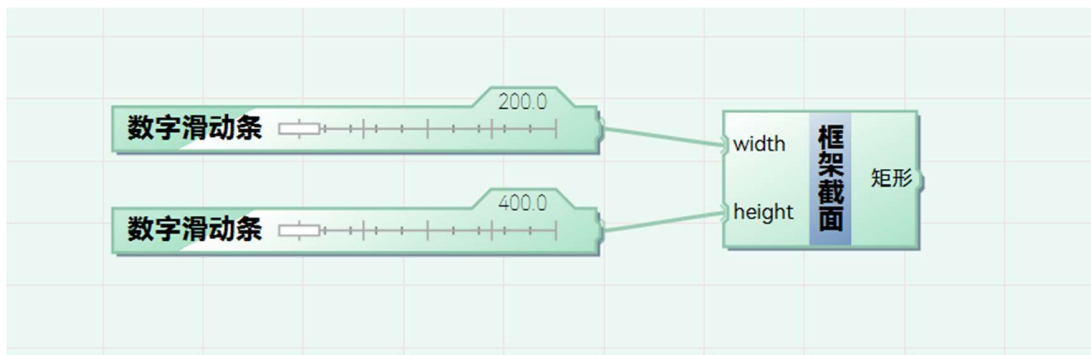
双击画布输入 **jm** 后，点击框架截面，



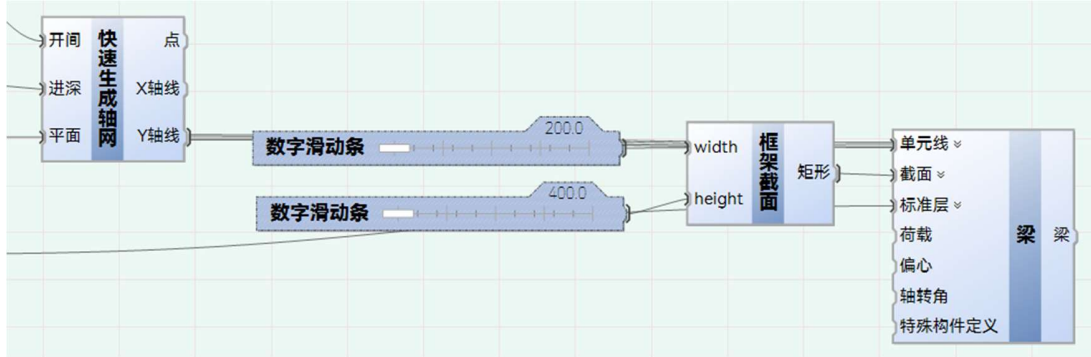
发现这个卡片没有数据入口，此时右击卡片会弹出一个选项卡，选框架截面，选择矩形即可：



框架截面有宽和高两个入口，由于是我们优化需要调整的参数，输入数字滑动条，方便调整。



同时将宽对应的滑动条的最小和最大值设为 200 和 500，高对应的滑动条最大和最小值设为 400 和 800，然后接入梁卡片的截面入口：

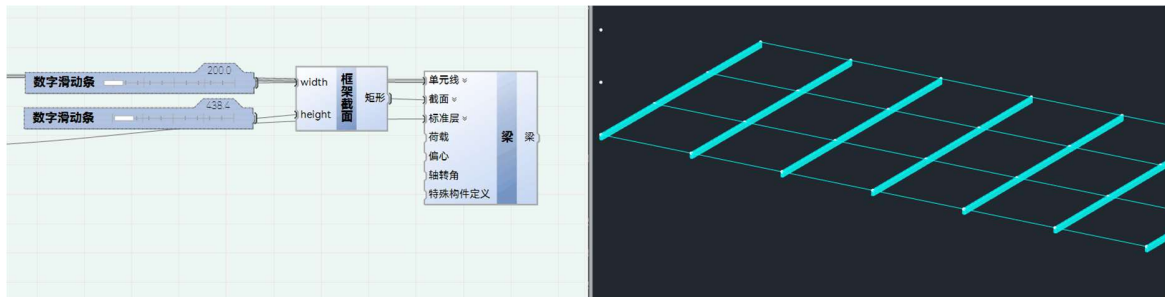


*Tips:* 当你想复制一个卡片的时候，按住 alt 键拖动即可。

如果您布置的梁在 yjk 中没有预览成功，试一试右击梁卡片，会出现一个选项卡点击预览，选择您想预览的项目，点击应用即可：



移动数字拉条，即可调整梁的截面大小：



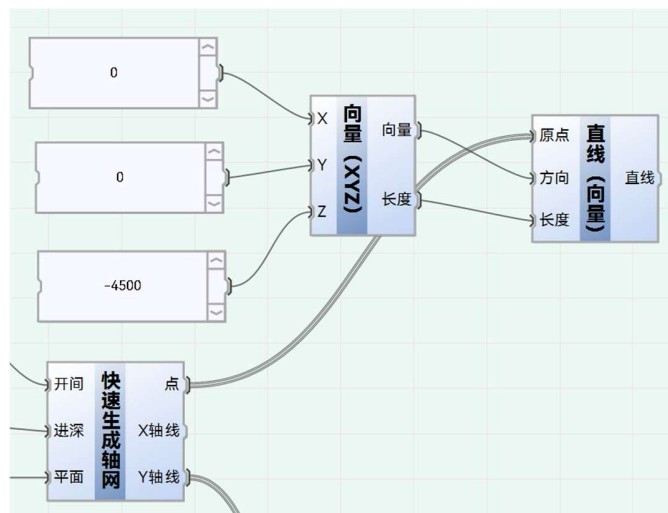
## 01-3-2 设置柱截面

要设置柱截面，首先要生成柱线。**快速生成轴网**卡片输出了轴网的点，这些点可以作为柱的端点。

直线有两种生成的方法，一个是向量，一个是两点：



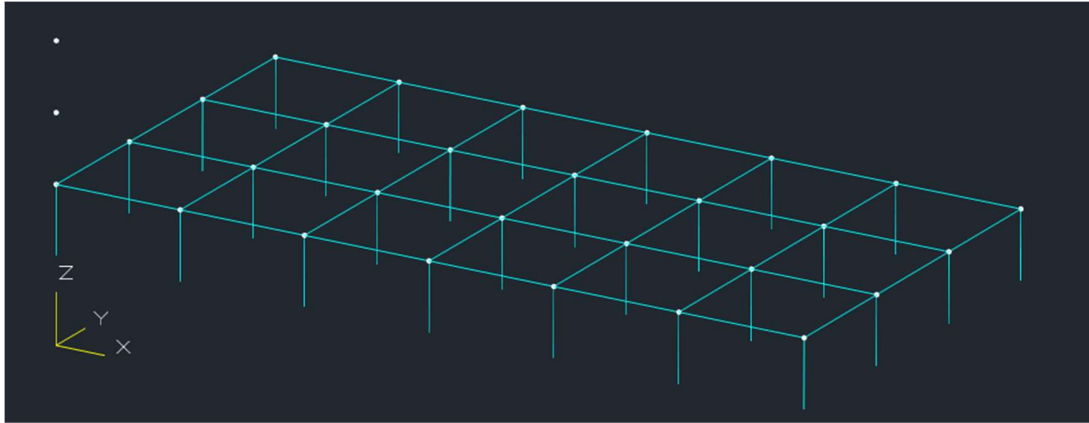
我们选择向量的方式：



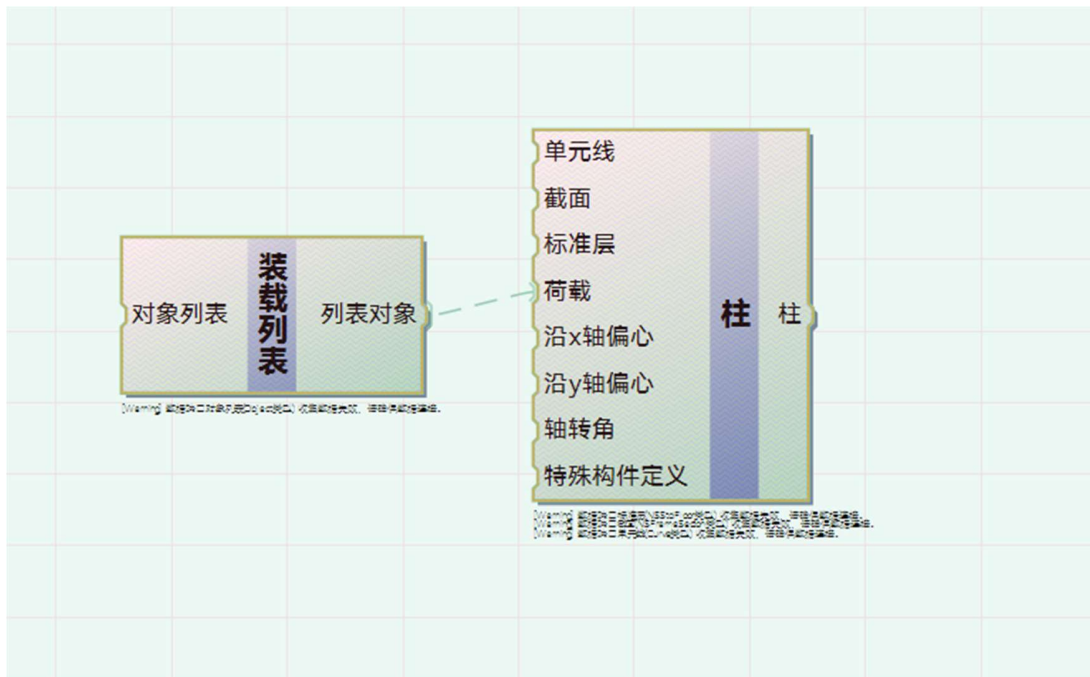
**向量**卡片的输入为向量在 X、Y、Z 分量上的值，输出的是向量的方向和长度。

以上卡片的意思就是：以轴网的交点为原点，往方向  $(0, 0, -1)$  做长度为 4500 的直线段，直线段的长度即柱的长度是 4500。

可以在预览中看到生成的柱线：

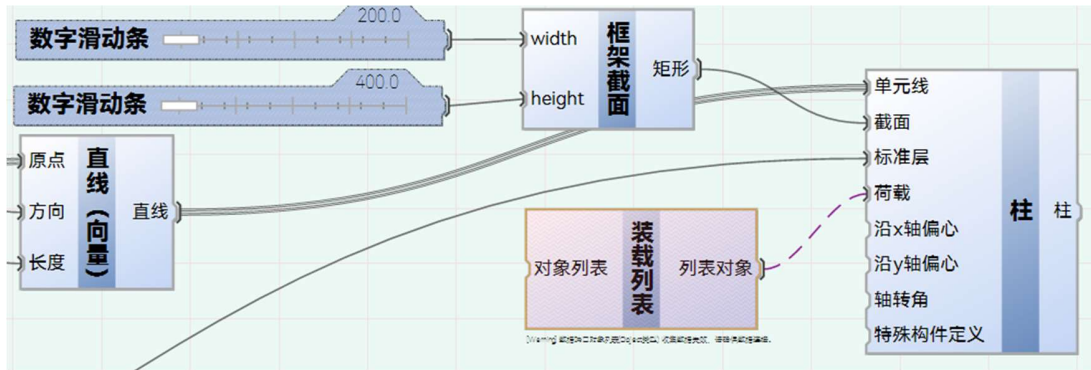


有了柱线，就可以设置柱截面了，柱卡片和梁卡片的输入是类似的：



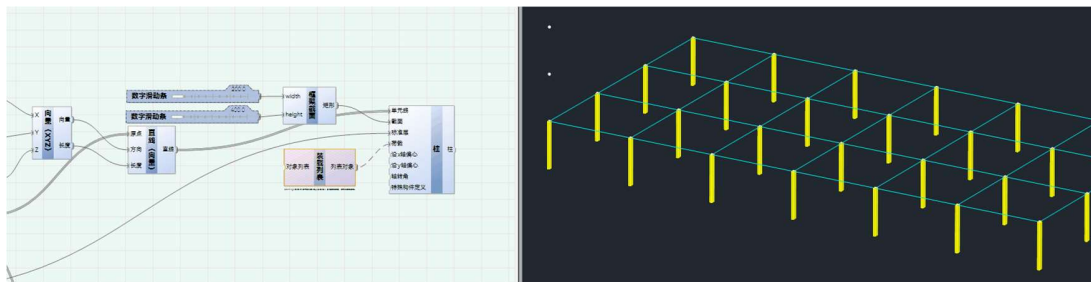
设置柱截面和设置梁截面也类似，接入单元线，即先前生成的柱线、标准层和柱的截面即可：





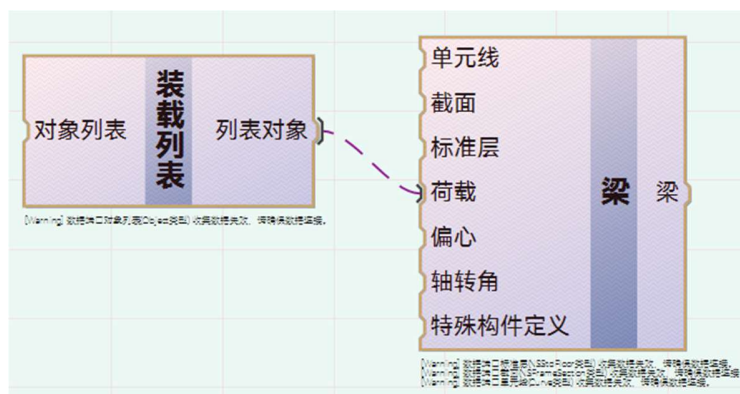
柱截面的数字拉条的最大最小值按照本例要求，设置为 1200 和 200。

移动数字拉条即可调整柱截面：



### 01-3-1 设置梁荷载

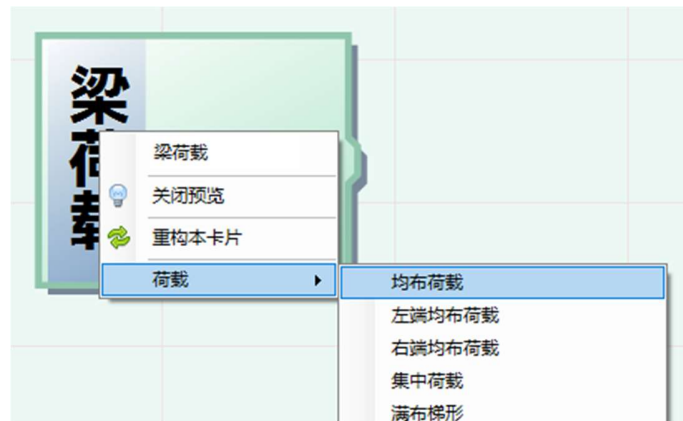
获取梁卡片的时候，数据入口中荷载入口会默认接入一个装载列表卡片，因为荷载必须接入列表类型的变量：



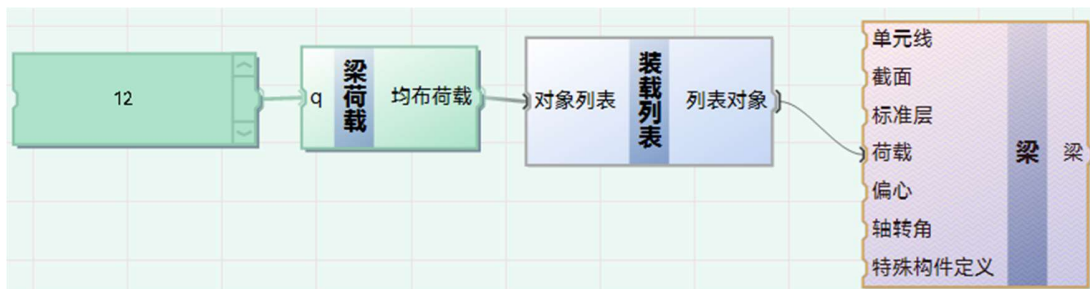
当你在梁上添加荷载时，比如均布荷载 12，双击画布，搜索梁荷载，会获得梁荷载卡片：



右击卡片，点击荷载，选择均布荷载即可：



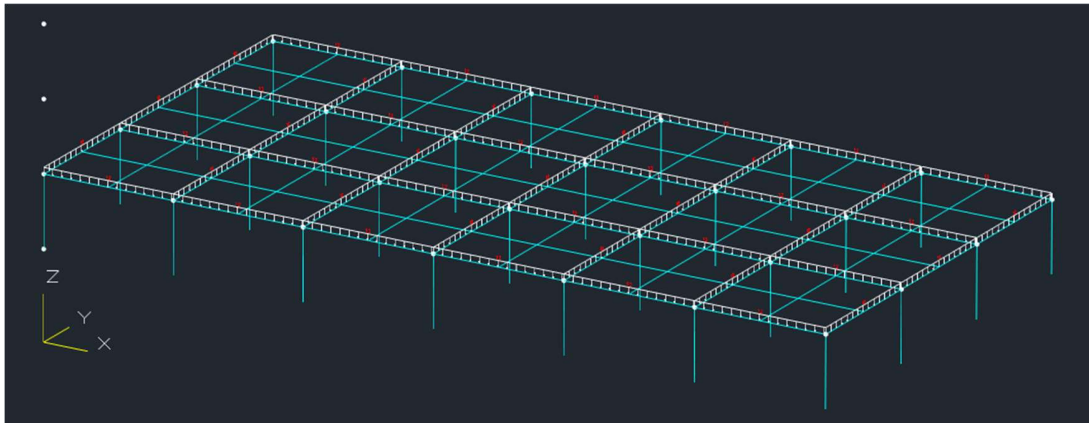
获得输出为均布荷载的梁卡片，然后输入 12 即可：



我们将荷载加到前面建好的框架模型的框架梁上，右击对应梁卡片，点击预览，选择荷载，点击应用：



即可预览荷载：



到此，您可以尝试着将其余标准层也建出来啦！

## 02-全参数化建模型----布次梁及生成楼板

要实现布次梁及生成楼板，您只需事先熟悉提取容器列表、平移、直线阵列、模型、生成楼板、五个卡片即可。

其中提取容器列表属于数据结构类；



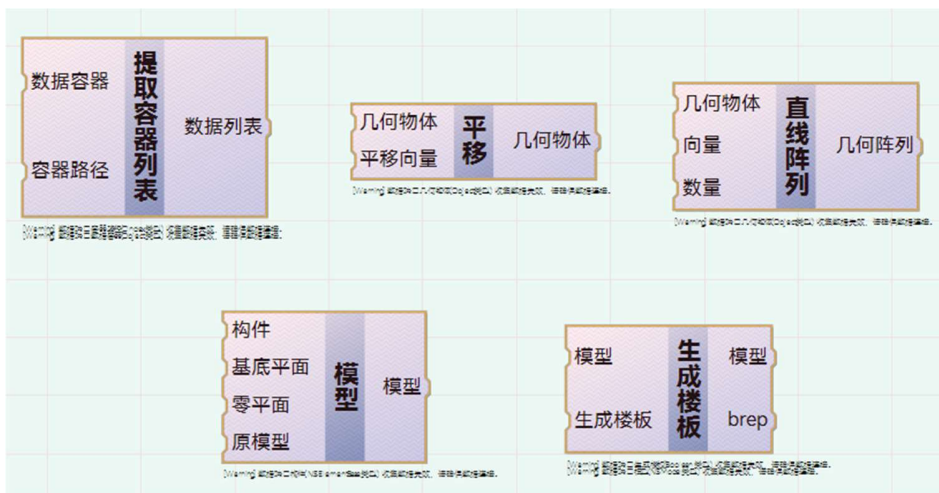
平移和直线阵列属于通用几何类；



模型和生成楼板属于结构模型类。



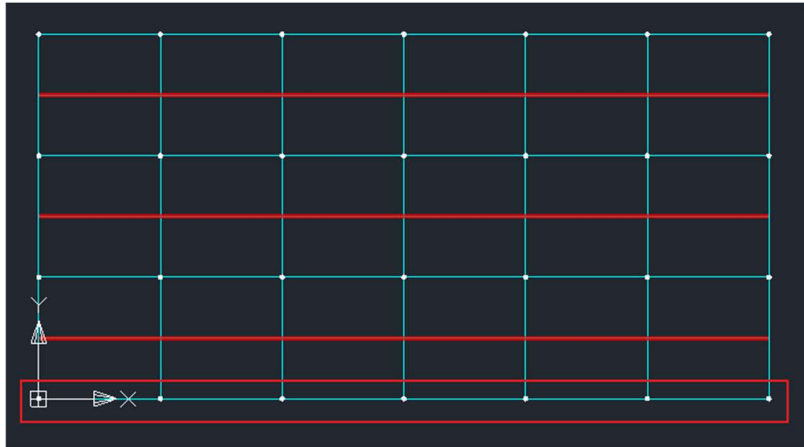
当然您可以通过双击画布，输入卡片的名字获得它们：



## 02-1 布置次梁

要布置次梁，第一步需要生成次梁的梁线，为了说明问题，我们仍然以标准层 2 为例。

比如，想要布置 X 方向的次梁，选择一根 X 方向的主梁梁线，平移即可：



那如何实现这一操作呢？显然，第一步就是要获得一根 X 方向的主梁梁线。

### 02-1-1 提取容器列表



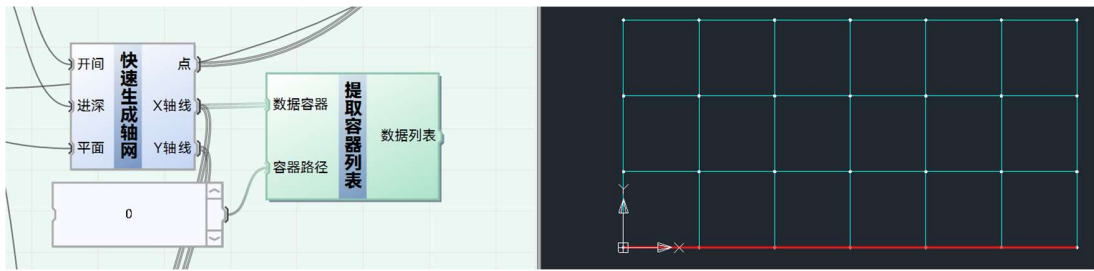
提取容器列表卡片有两个数据入口，一个是数据容器，一个是容器路径。

我们试着将快速生成轴网的 X 轴线接入数据容器，将鼠标移至入口上方，发现其显示如下：



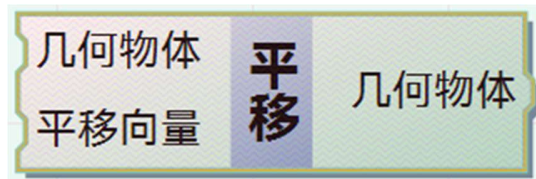
此时的数据容器就装载了所有的 X 轴线（基准平面），也就是说此时它是一个容纳了所有 X 轴线的容器；左边大括号中的 {0}, {1}, {2}, {3} 也就是这个容器的路径；后面的  $n = 6$  表明了当前路径下的列表有 6 个元素（或者你可以将它看成是一个  $4 \times 6$  的矩阵，{0}, {1}, {2}, {3} 是矩阵的行索引， $n = 6$  表明了矩阵的列数为 6）。

我们尝试着在容器路径入口输入 0，此时可以在预览中看到，X 方向的最下面的梁线被选中。

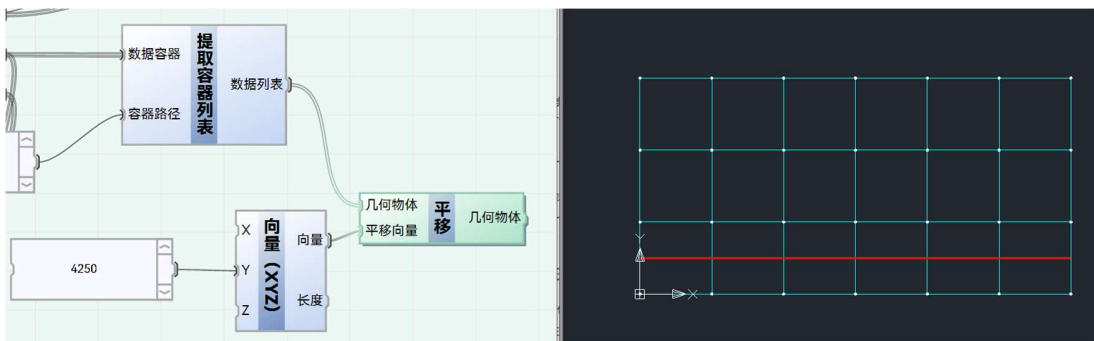


### 02-1-2 平移

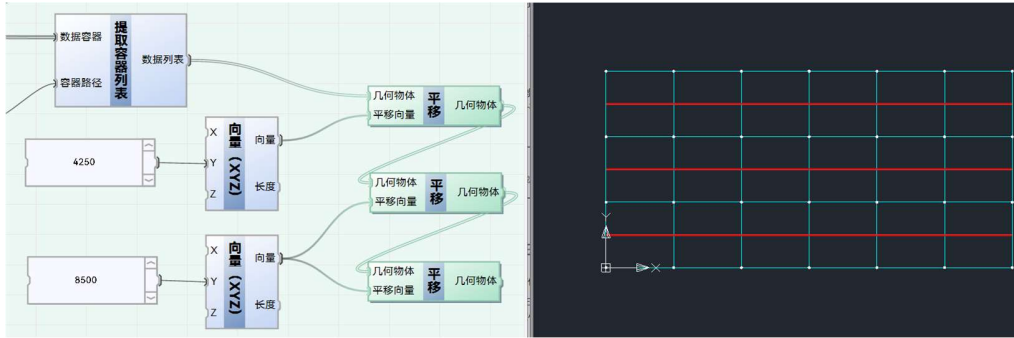
选中梁线后，平移即可得到想要的次梁梁线。



平移卡片有几何物体和平移向量两个入口，我们将被选中的线接入几何物体，然后输入对应的平移向量即可：

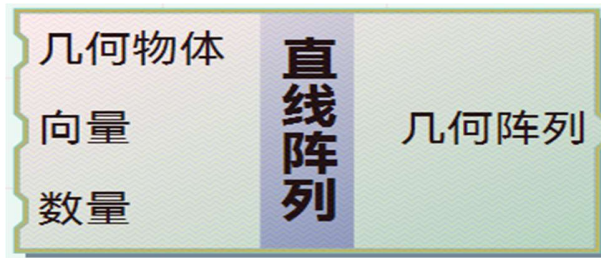


将平移得到的梁线再向上平移 8500 两次，即可得到全部的 X 轴向的次梁梁线：

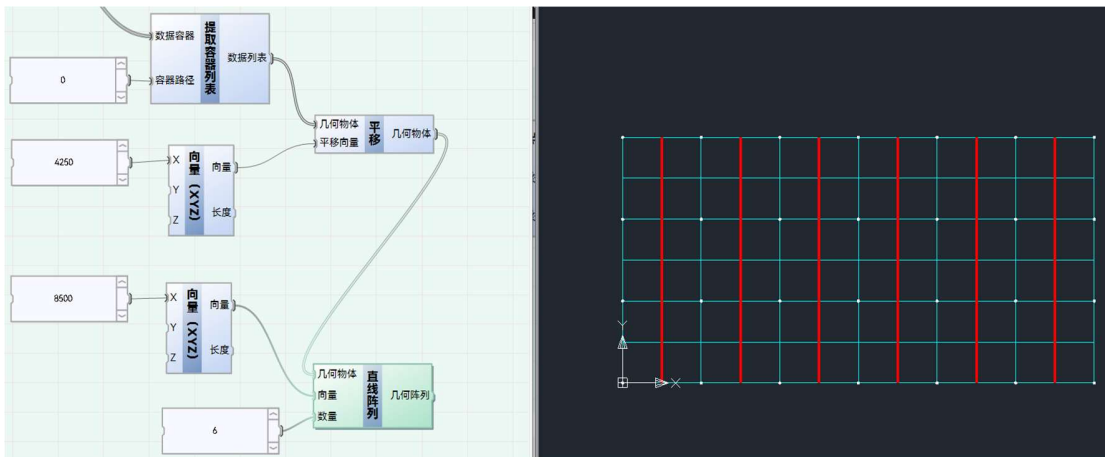


### 02-1-3 直线阵列

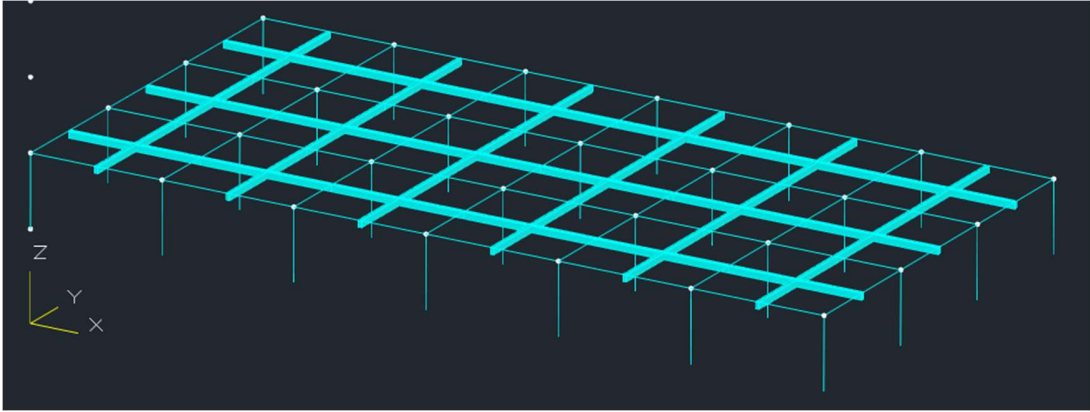
Y 向的次梁梁线同样可以用平移的方法得到所有的次梁梁线，但是 Y 向需要平移很多次才行，这个时候阵列卡片就派上用场了：



我们看直线阵列卡片，其入口和平移卡片的区别就是多了一个数量，因此，当你想平移 100 次的时候，在数量入口接入 100 即可。因此 Y 向次梁，首先将轴网的 Y 轴线接入提取容器列表，提取最左边的主梁线，然后平移一次 4250，接着将平移后的线以 8500 为间距，阵列 6 个即可：



至此，标准层 2 的所有次梁梁线都生成好啦，您可以参照前面 01-3 布置框架梁柱小节，布置次梁的梁截面啦，次梁截面设置为 200\*400 的矩形截面：



## 02-2 生成板

### 02-2-1 构建模型

在生成板之前，我们先构建模型：



模型卡片有四个数据入口，分别是构件、基底平面、零平面和原模型。

**构件：**即梁、板、柱等结构构件；特别的，为了保证楼板荷载的独立性，楼板荷载也作为构件接入模型；

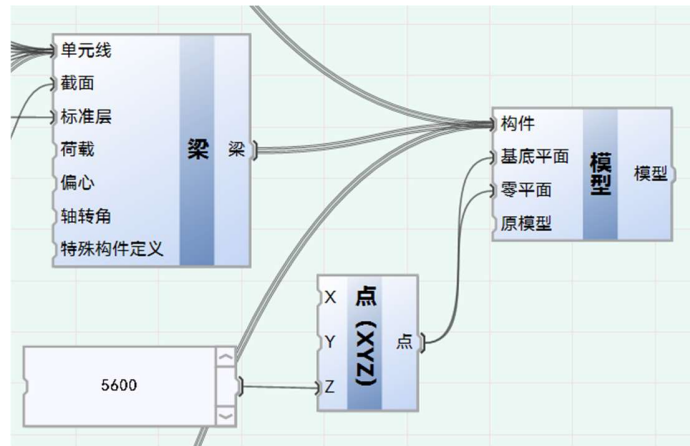
**基底平面：**底层柱底标高；

**零平面：**地下室顶板标高；没有地下室的时候，基底平面和零平面就是同一个。

**原模型：**假如你已经有了一个模型，需要在这个模型中添加一些构件。那么，你就可以将模型接入原模型，再将要添加的构件接入构件入口。

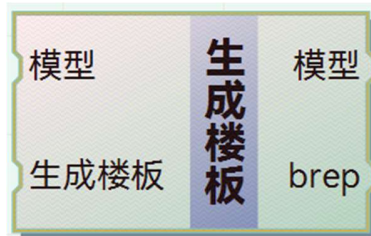
将前面布置好的框架梁柱及次梁的卡片接入模型卡片的构件入口、然后将基底平面和零平面设置为标准层 2 的基准平面（注意，目前我们是以标准层 2 为例，当建出完整的模型时，应该将标高为 0 的平面接入这两个入口），模型就构建好了。





## 02-2-2 生成楼板

有了模型，我们就可以生成板了。

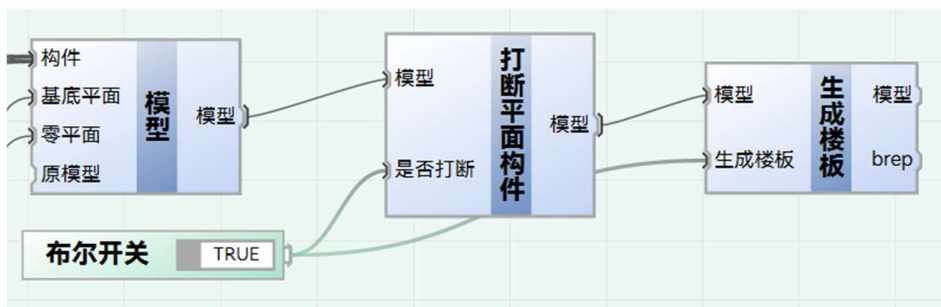


生成楼板有模型和生成楼板两个数据入口：

模型：接入前面的模型卡片输出的数据；

生成楼板：是一个开关，双击画布搜索“开关”，有一个布尔开关的卡片，其值默认为 **False**，双击它会变为 **True**，将其接入生成楼板入口，就可以通过双击控制是否生成楼板。

在生成楼板之前，需要您先用打断平面构件卡片将构件打断：

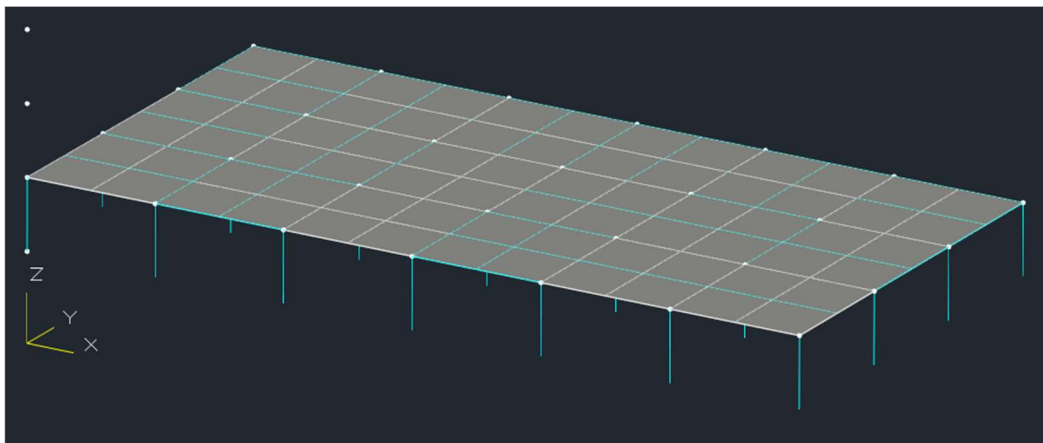


打断平面构件的作用是将标准层平面上相交的梁和墙在交点的位置打断。

通过右击模型卡片，您可以预览生成的板：



注意，勾选 all，并选择显示内容为截面。

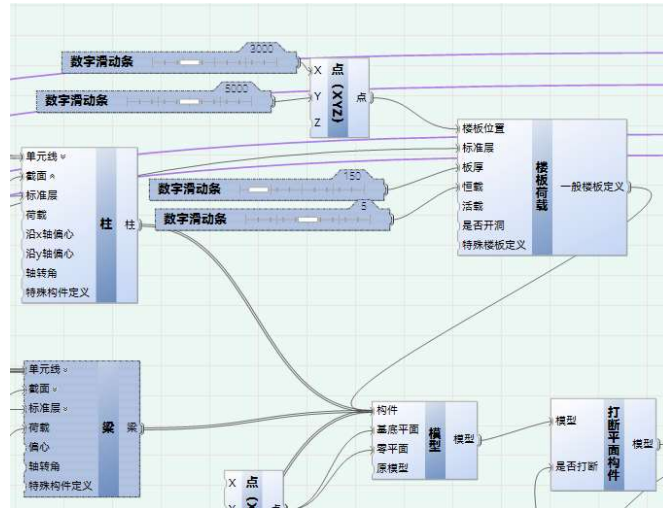


标准层的板厚和板上荷载可在标准层参数卡片入口设置：

如果您要定义楼板洞口及楼板荷载等，您可以通过楼板荷载电池来分别定义



其中，一般楼板定义表示定义的楼板的板厚，恒载等信息。楼板位置可选取对应楼板投影范围内的任意一个点。将楼板荷载接入模型，即可定义楼板位置正投影范围内的楼板属性。



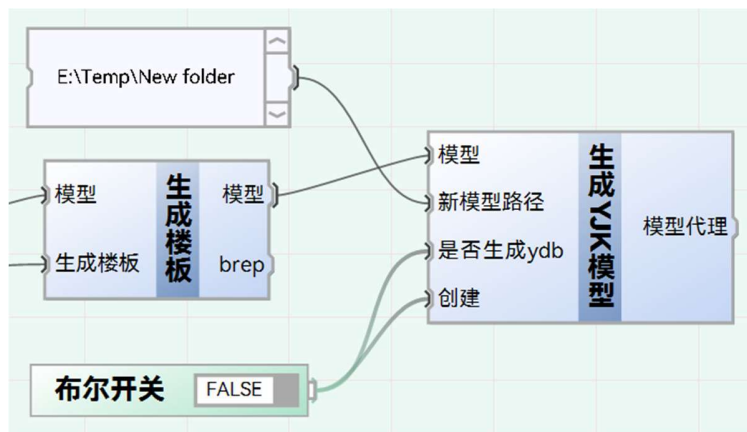
同样的，您也可以通过板间线荷载和板间集中力定义楼板上的线荷载和集中力。至此，您可以尝试将全楼参数化建出来啦！

### 03-使用优化器优化模型

#### 03-1 生成 YJK 模型并计算

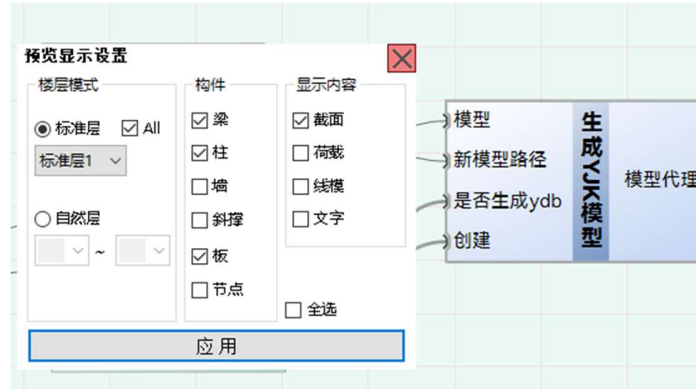
在优化模型之前，我们需要先生成 YJK 模型。

首先获取生成 YJK 模型卡片，将之前建的模型接入，并设置模型的路径等：

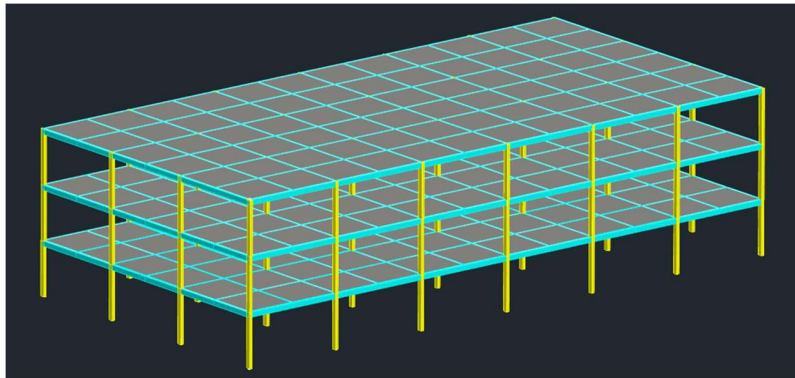


是否生成 ydb 设置为 False；最后一个创建入口是确定是否在 yjk 里面生成模型也先设置为 False。

右击生成 YJK 模型，点击预览，勾选 All 及您想要预览的项，即可预览标准层 2 所有自然层的模型：

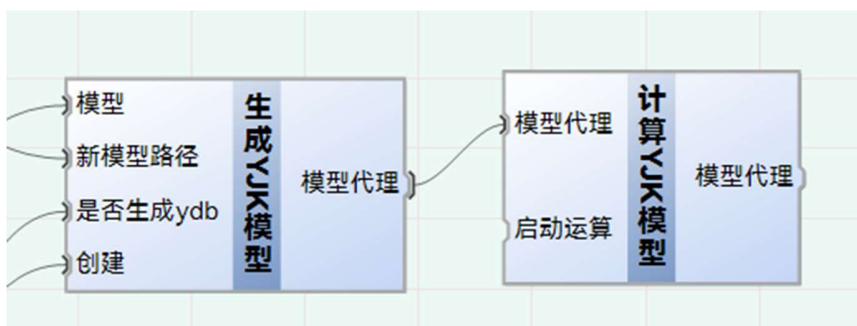


GAMA 预览：

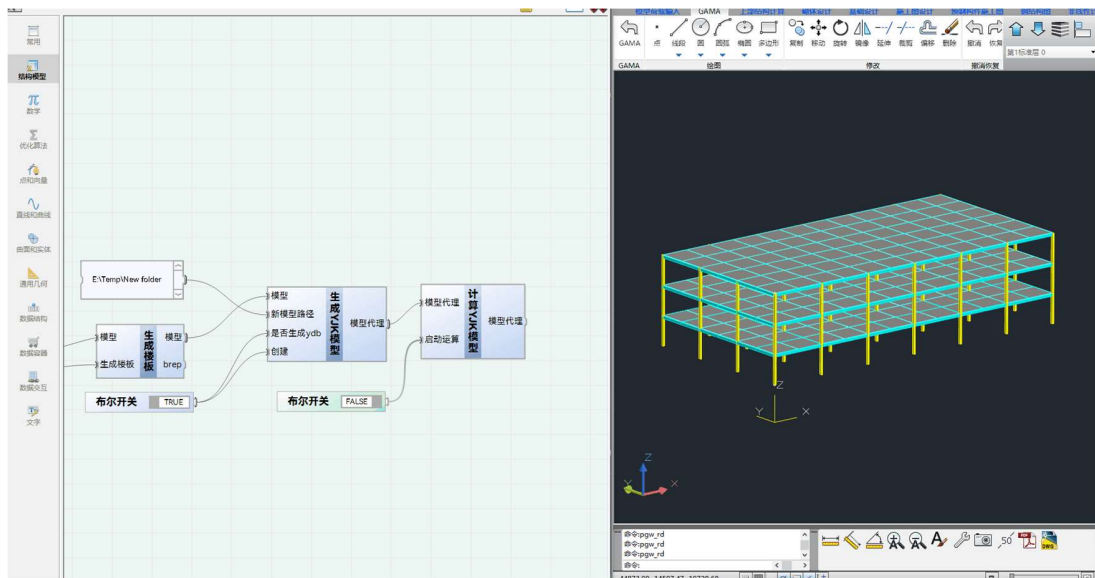


然后进入上部结构计算的前处理及计算中，设置模型的总参数。这样确保优化过程中模型总参数的正确性。

若要模型计算， 仅需获取计算 YJK 模型卡片， 将生成的模型接入：

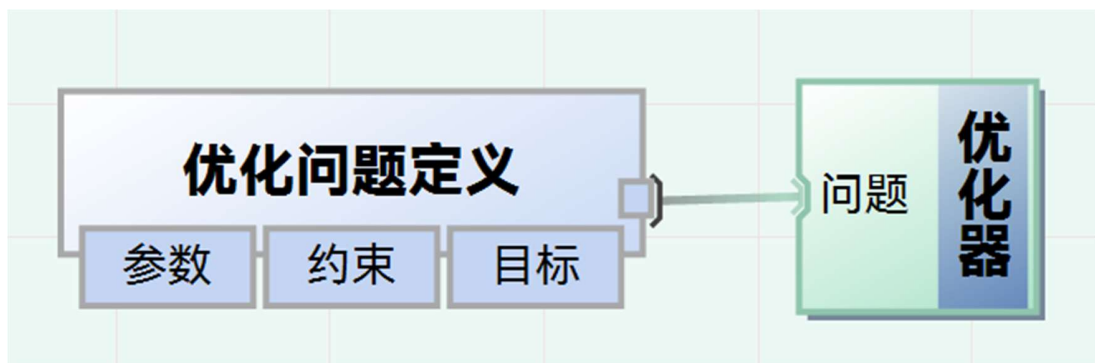


启动入口接受的是一个布尔开关，这样您就可以通过双击启动计算：



### 03-2 使用优化器进行优化

要使用算法优化功能，您只需要熟悉优化问题定义和优化器两个卡片：



#### 03-2-1 优化问题定义

一个最优化问题包括了输入、目标和约束三个部分：

我们可以将目标和约束的输出值看成有相同输入的不同函数的输出值，比如：

我们要优化的目标是函数： $f(x) = (x - 0.2)^2$  的值最小；

约束是  $\cos(x) < 0.5$ ；

输入  $x$  要在  $(-1, 1)$  区间内；

那我们怎么用优化问题定义卡片定义这个问题呢？

- 参数：

首先  $x$  是问题的输入，对应的就是优化问题的参数；

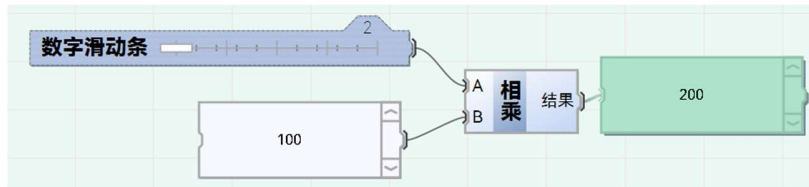
我们将数字滑动拉条接入参数入口，并在拉条中定义最大最小值为-1 和 1 即可。

特别的，当我么需要参数按特定步长调整时，只需将数字滑动拉条设置为整数，然后利用相乘卡片实现，比如在(200,1000)范围内以 100 为模数调整：

取整数，范围设置为(2,10)：



乘以 100：



- 约束：

本小例的约束是  $\cos(x) < 0.5$ ；

在优化问题定义卡片中，我们默认约束都是  $g(x) \leq 0$ ，因此我们需要将  $\cos(x) < 0.5$  转换为  $\cos(x) - 0.5 < 0$ ，即约束的输出值为  $g(x) = \cos(x) - 0.5$ ，约束为  $g(x) \leq 0$ 。

因此当约束时结构指标比如层间位移角  $< 1/550$  时，则将约束的输出值设置为层间位移角减去  $1/550$ 。

当约束是大于某值时，向大于号右移即可。

- 目标：

优化器问题定义的目标，我们约定接受的都是求最小值问题。

对于最大值优化，以及等于某值类型的优化目标，均可以转化为求最小值的问题：

- 最小值优化：

本小例的目标是函数： $f(x) = (x - 0.2)^2$  的值最小，那将函数  $f(x)$  值输出即可。

- 最大值优化：

当优化问题为求最大值时，比如求  $l(x) = \sin(x)$  的最大值，我们将目标函数取负即可，即将  $-l(x)$  的值接入目标入口。

- 定值优化：

当我们的优化目标时层间位移角 =  $1/550$  时，我们只需将层间位移角减去  $1/550$ ，并取绝对值，然后接入目标入口即可。

了解了参数、约束、目标这三个数据入口后，我们就可以开始定义我们要优化的模型的优化问题啦。

回顾一下本例的优化问题：

- 优化的参数边界条件为：

框架梁高度不大于 800，框架柱截面不大于 1200。

- 优化的约束为：

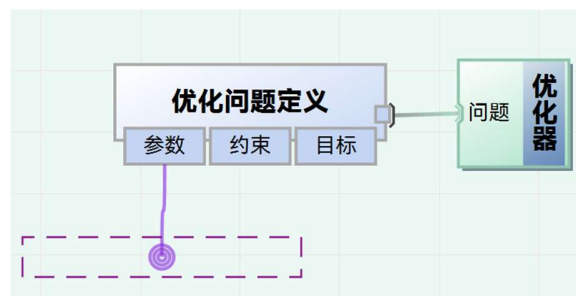
位移比  $< 1.4$ ，周期比  $< 0.85$ ，满足层间位移角  $1/550$ 。

- 优化目标为：

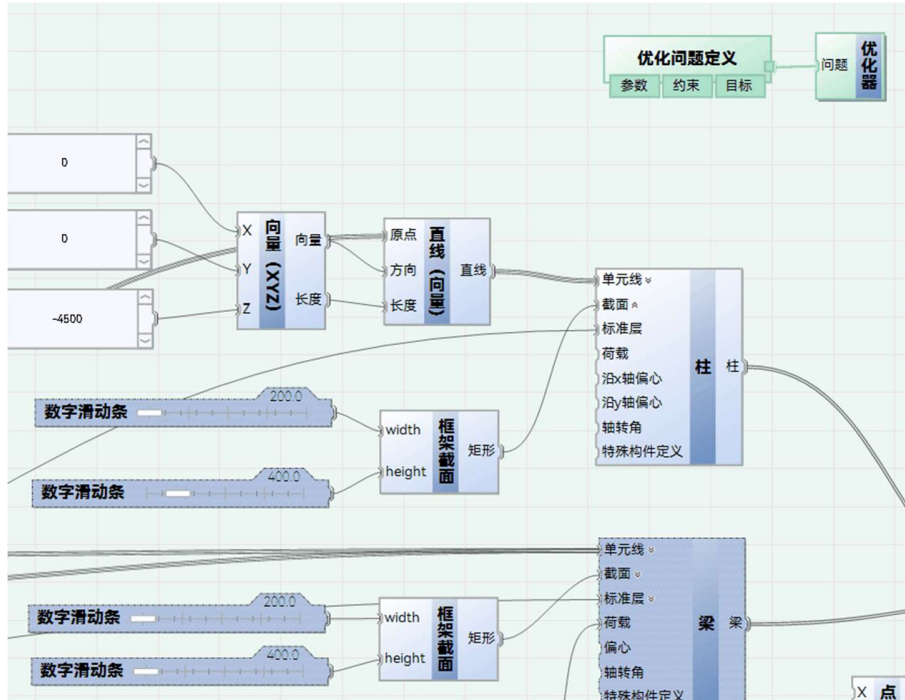
结构质量最轻。

卡片的操作很简单：

- 参数：



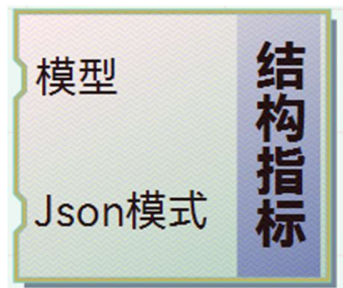
点击这三个入口，会出现一个矩形框，比如参数，将其移至您想要调整的变量之上即可，同样，当你想要设置多个参数时，按住 shift 键：



优化参数的边界条件已经在数字滑动拉条上设置过。

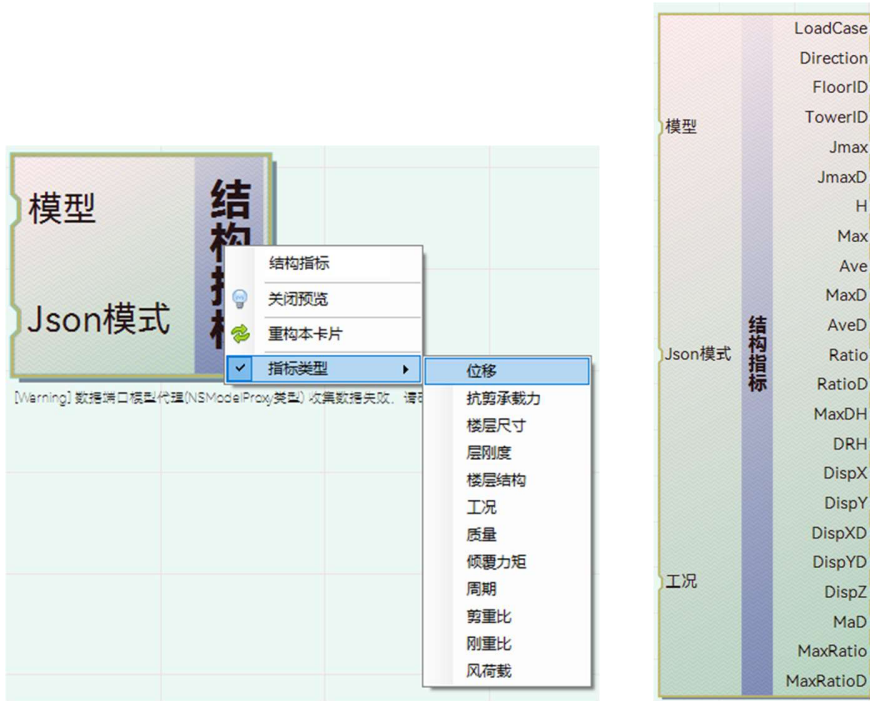
约束：

本例的约束包括位移比、周期比和层间位移角，这三个指标可以通过结构指标卡片输出：



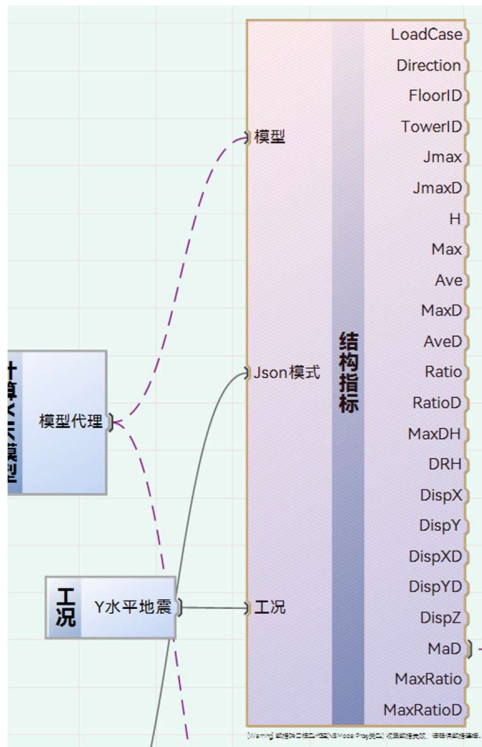
右击此卡片，在指标类型中选择位移：





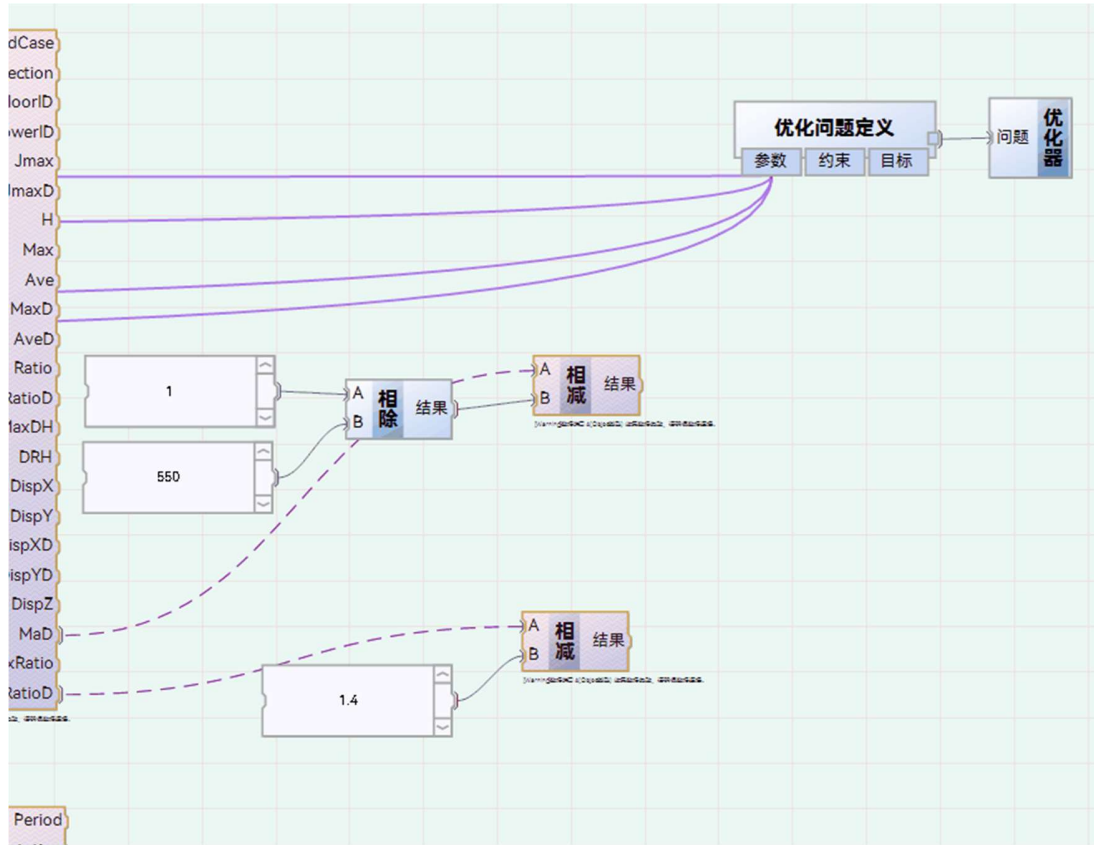
即可得到结构位移相关的结构指标卡片：

我们将位移输出的工况设置为 Y 水平地震：



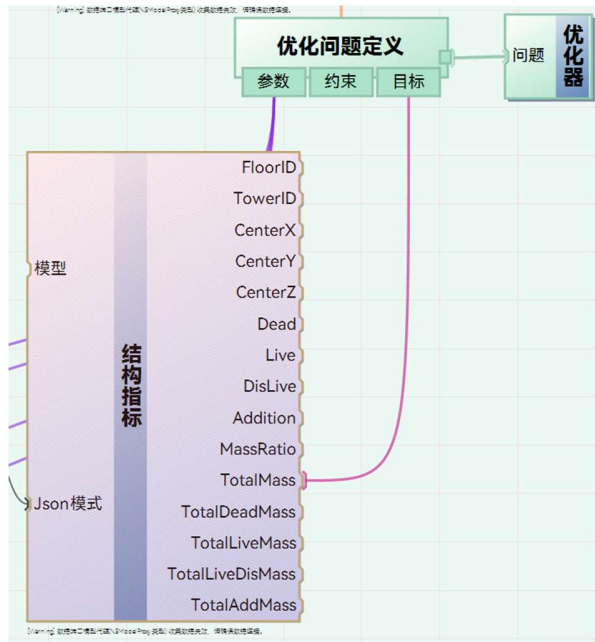
同理可以得到周期等其它指标。在模型优化过程中，需要将结构指标的 Json 模式打开。

将这些指标的输出值减去约束的限值，即可得到我们约定的约束输出值 $g(x)$ ，接入约束入口即可：



- 目标：

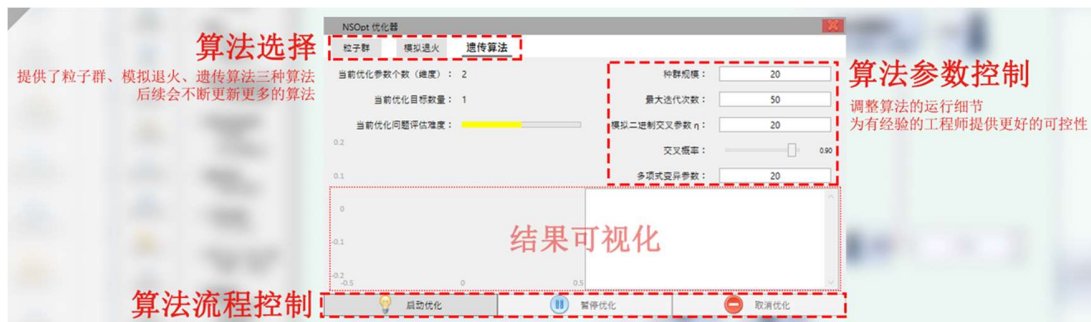
由于我们的优化问题就是求最小值，因此直接将总质量接入目标入口即可。



### 03-2-2 优化器



定义好问题后，将问题接入优化器，双击优化器，会弹出优化算法窗口：



其中包括算法的一些参数和可视化窗口，参数有默认值，此时按下启动优化，即可。

The screenshot displays the NSOpt optimization software interface. At the top, there are tabs for '粒子群' (Particle Swarm), '模拟退火' (Simulated Annealing), and '遗传算法' (Genetic Algorithm). The '遗传算法' tab is active. Below the tabs, there are several configuration fields: '当前优化参数个数 (维度): 2', '种群规模: 20', '当前优化目标数量: 1', '最大迭代次数: 50', '当前优化问题评价精度: [Progress Bar]', '模拟二进制交叉参数  $\eta$ : 20', '交叉概率: 0.90', and '多项式变异参数: 20'. A central chart shows the optimization progress with a blue line and a shaded area. To the right, a list of optimization results is shown, including target values and parameter values. At the bottom, there are three buttons: '自动优化' (Auto Optimize), '暂停优化' (Pause Optimize), and '取消优化' (Cancel Optimize).

**优化目标图表**  
对于不同的目标的数量  
YJK-GAMA 会针对性地绘制  
适合展示当前目标值的图表，可以更方便地观察到目标值在优化过程中的表现

**排名靠前的优化结果**  
展示了针对于给定目标，能够取得较优的结果  
的参数取值。双击取值可直接将该值赋予至  
对应的“数字滑动条”卡片，应用并获取结果  
实时预览。

目标	参数
目标: 0.0001	参数: 2.50, 6.91
目标: 0.0017	参数: 2.51, 6.86
目标: 0.0025	参数: 2.53, 6.94
目标: 0.0098	参数: 2.57, 6.97
目标: 0.1325	参数: 2.72, 7.19
目标: 0.4196	参数: 1.86, 7.00

## 第二章 剪力墙结构模型的调整

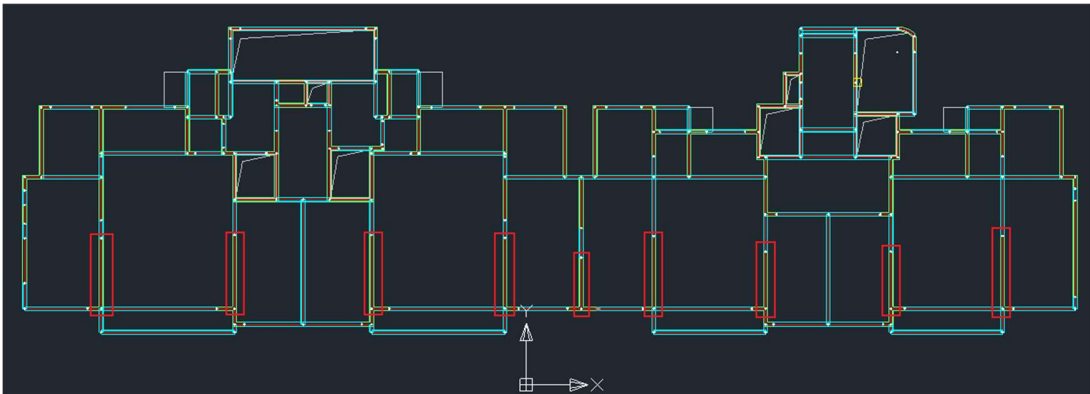
当我有一个建好的 YJK 模型，我想优化它...

目前我们需要分四个步骤完成这件事：

1. 将 YJK 模型导入到 GAMA 中；
2. 在 YJK 中，将需要调整的构件用线围起来，以便在 GAMA 中提取这些构件；
3. 参数化建立需要替换的构件，利用替换模型构件卡片调整模型；
4. 定义优化问题，启动优化器优化。

本章回将以一个简单的剪力墙结构的例子来说明整个流程。

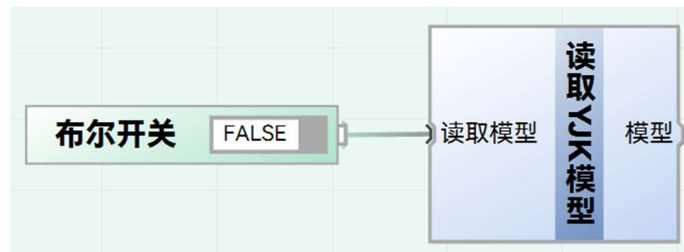
假设我们已经有一个建好的盈建科剪力墙模型，要通过 GAMA 调整下图中框出的 9 片墙的墙长：



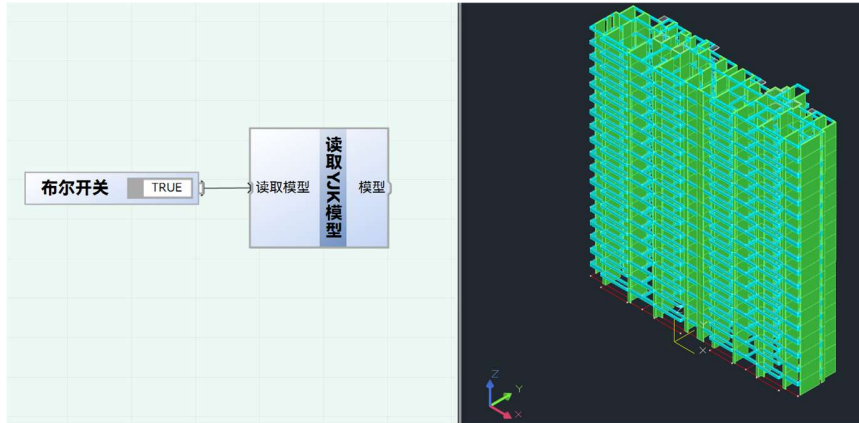
可按以下步骤调整模型：

### 01 读取 YJK 模型

这个步骤需要用到读取 YJK 模型卡片：该卡片非常简单，输入是一个开关。



只需要先在 YJK 中打开需要读取的模型，然后双击开关即可：（注意：需要 YJK 保持在轴线网络窗口）



开关变成 True 则表明模型已经读取完成。

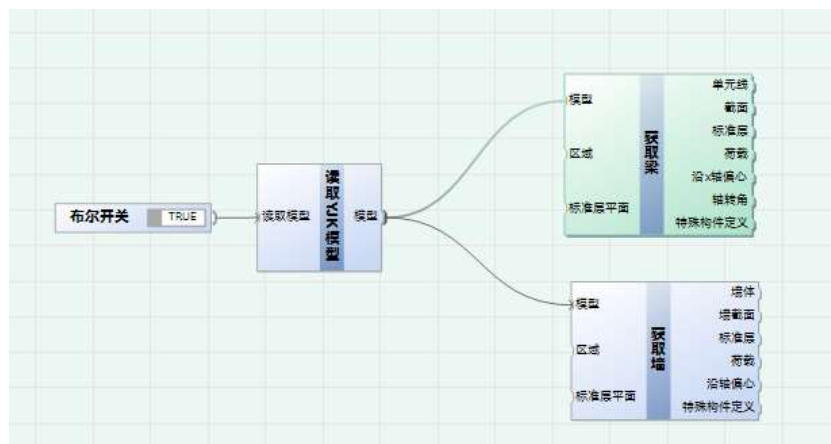
此时可以通过读取 YJK 模型卡片右边的输出数据模型对模型进行操作。

## 02 提取要调整的构件

由于调整的墙与梁连接，因此要替换的构件包括了墙和与其相连的梁。

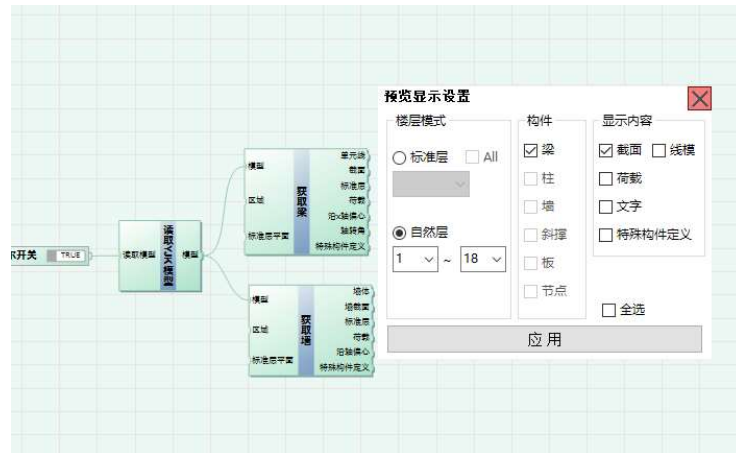
### 02-1 获取全部的梁墙

因此我们要用到获取梁和获取墙两张卡片：

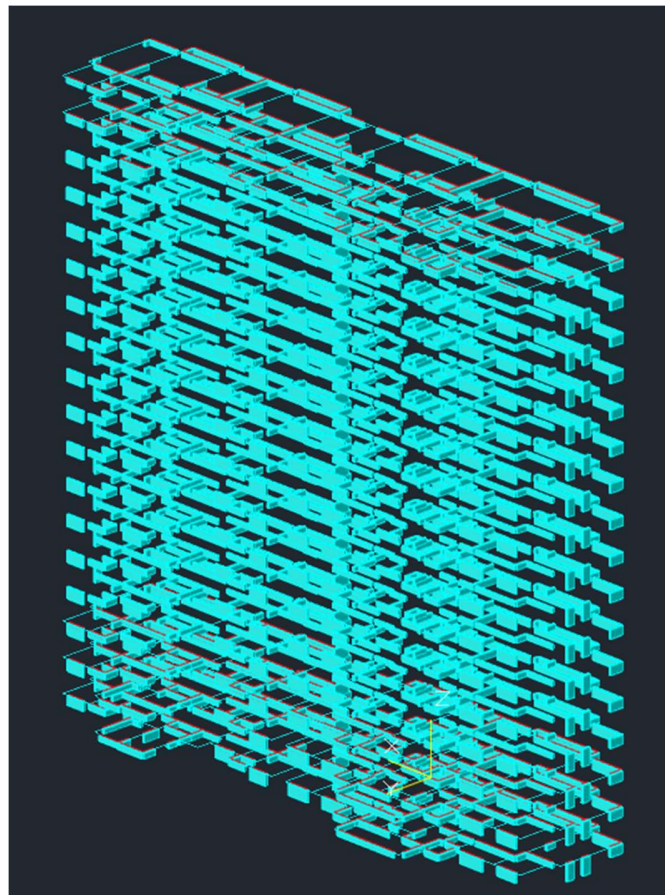


将读取的模型接入这两张卡片：

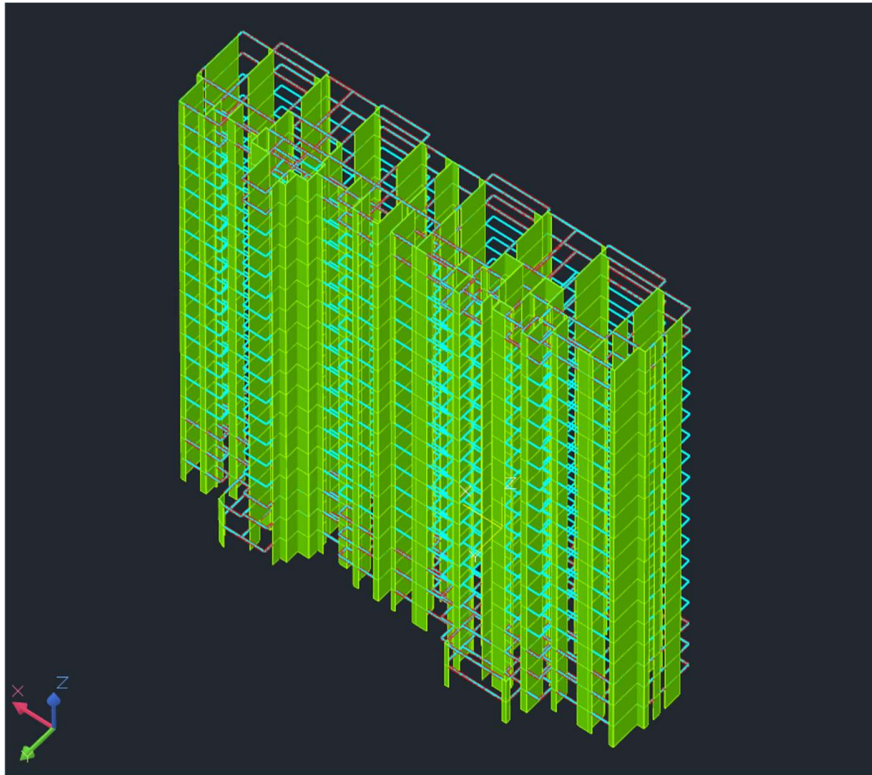
我们右击获取梁卡片，预览梁：



我们选择所有自然层，则在 YJK 中可以看到所有的梁预览：

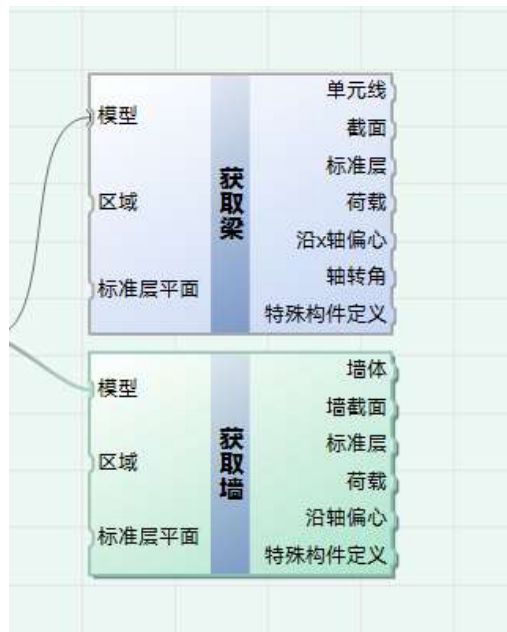


墙类似，当然您也可以按标准层预览，或者预览线模：



## 02-2 通过区域获取梁墙

获取梁墙的卡片都有一个区域和标准层平面的数据入口：





他们的作用是分别获取指定区域和标准层的构件。

其接入类型为 Brep，双击画布搜索 Brep，获得制作 Brep（边界）卡片：



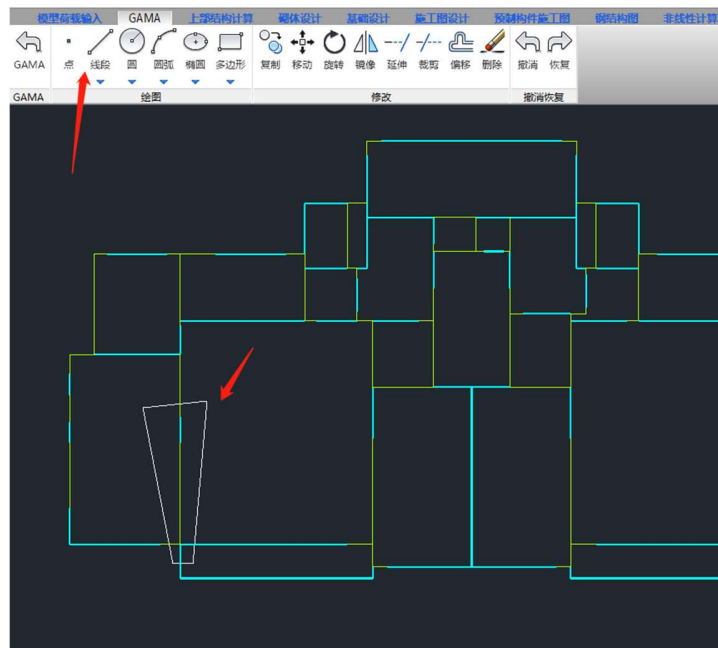
Brep 卡片的输入即边界，类型是 curve，因此输入线即可。

我们可以在 YJK-GAMA 界面中画线围住需要调整的墙：

*Tip: 由于墙长的调整伴随的是与之相邻的梁，因此需要同步修改与之相邻的梁。*

*Tip: 只有当围区完全包围构件时，才会定义构件在围区范围内。*

- 首先点击线段，选择两点直线，然后画线围住需要替换的墙和梁：



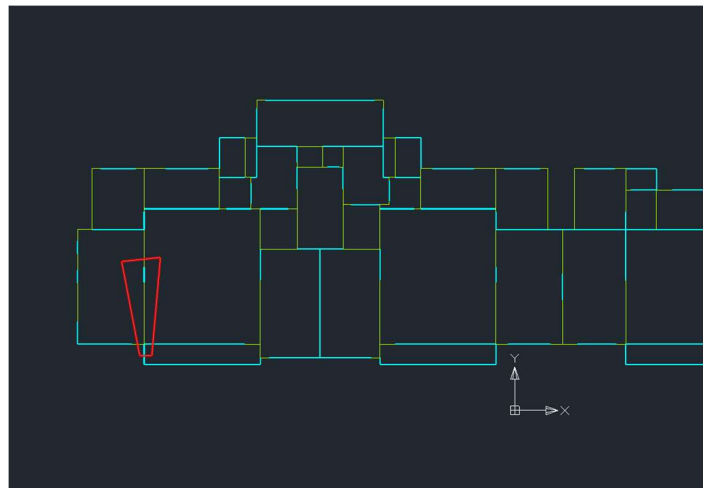
- 然后双击画布，找到**容器：直线**卡片：



右击此卡片，点击提取直线：



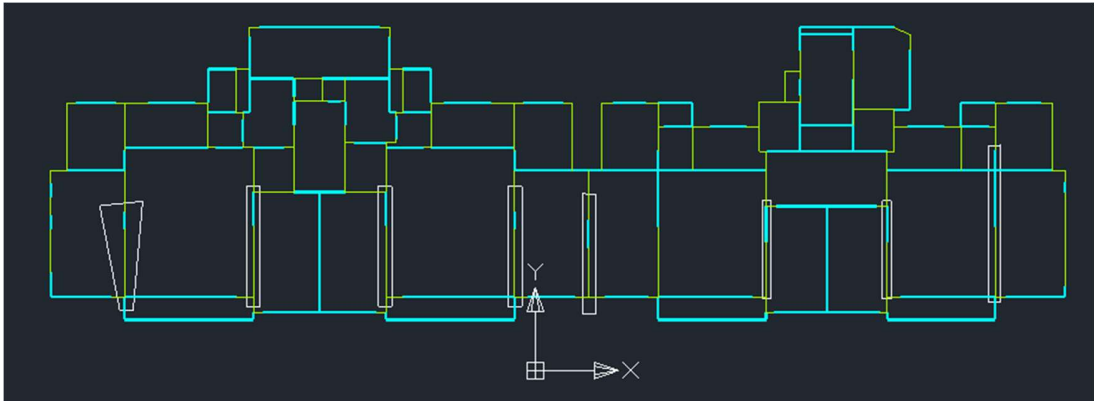
将鼠标移至 YJK-GAMA 窗口，鼠标会变成小方块，选中前面画的线，右击即可：



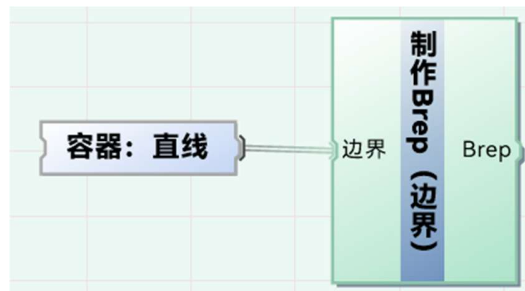
此时，鼠标移至画布**容器：直线**卡片上，便可以看到，刚刚画的线的的数据已经在容器里了：



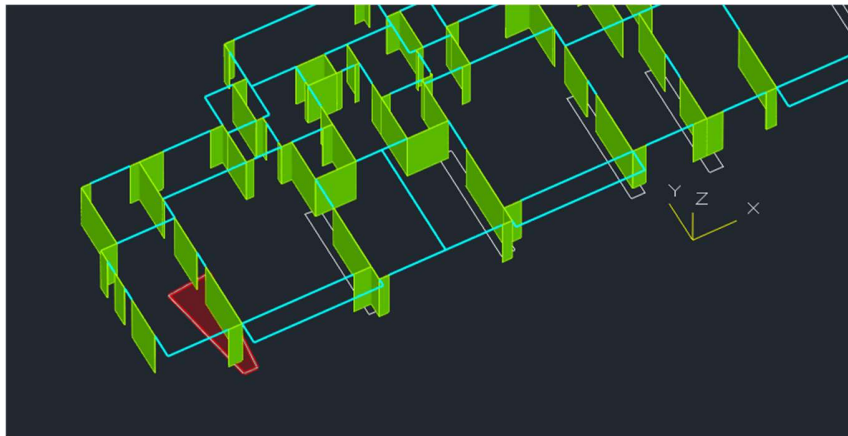
同样的操作，画出其它的需要被替换的梁墙的围区，并提取至容器中：



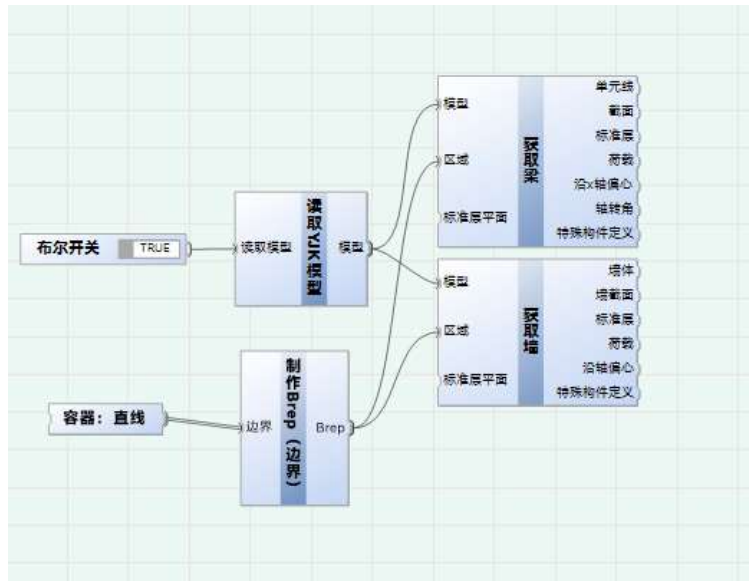
将容器：直线卡片接入制作 Brep（边界）卡片，则生成了一个围区：



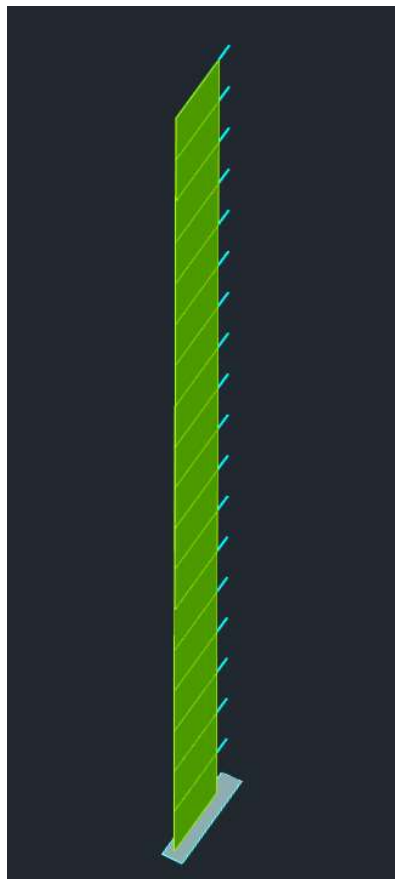
可以在 YJK 中预览：



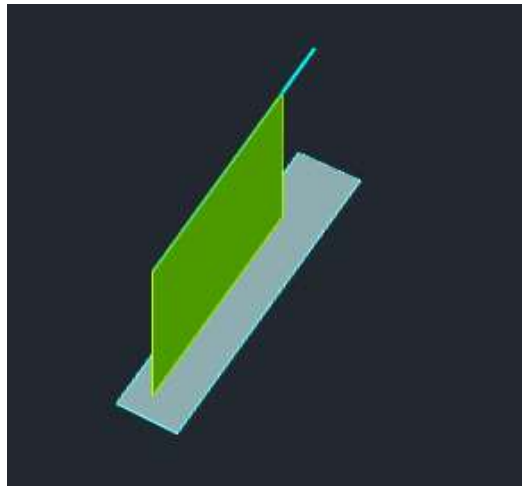
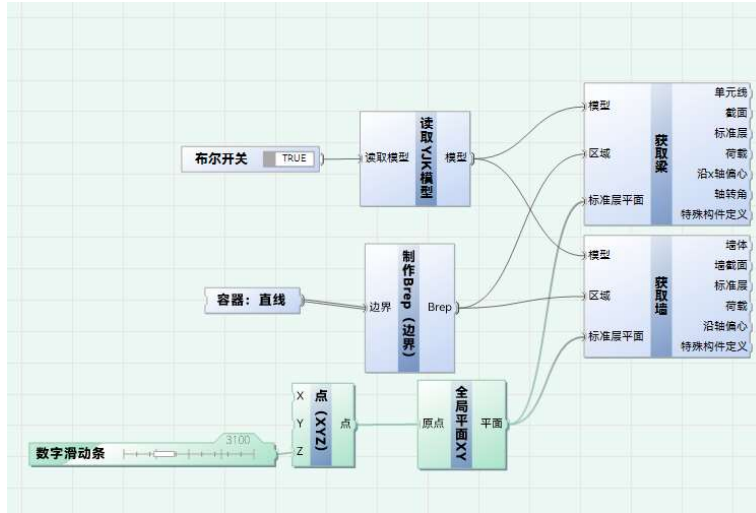
我们就以此围区为例将制作 Brep（边界）卡片接入获取梁和获取墙卡片的区域入口：



此时，便可预览获取的梁和墙：



接入相应标准层的标高平面，就可获取相应标准层上的构件：



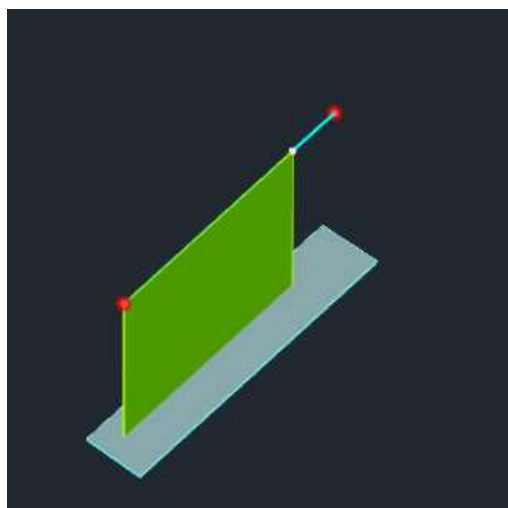
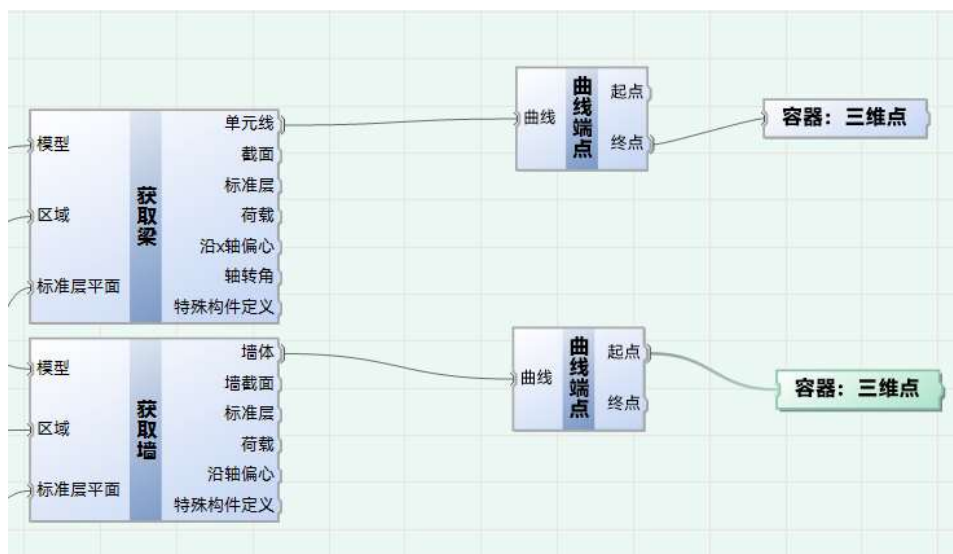
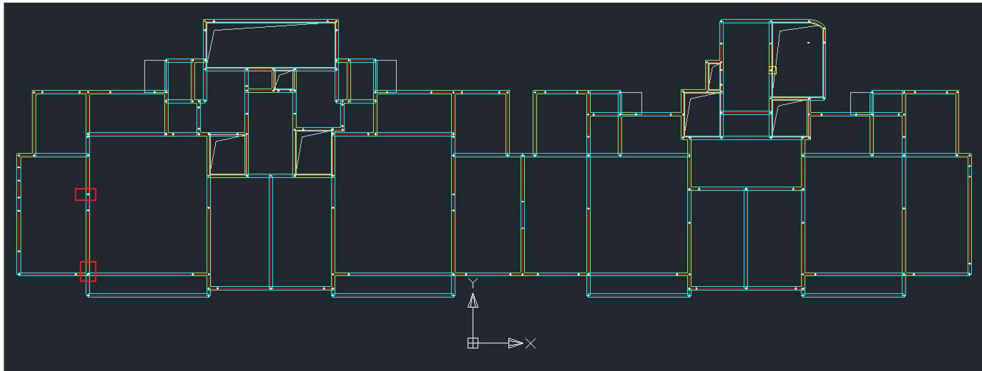
### 03 参数化需要替换的构件

前面我们获取了需要被调整的墙梁，接下来我们需要参数化这些构件。

在第一章全参数化建一个框架结构模型的时候，我们了解到，需要建梁、柱等构件需要先画线，因此要参数化这些构件，我们第一步是要将墙梁的轴线画出来。

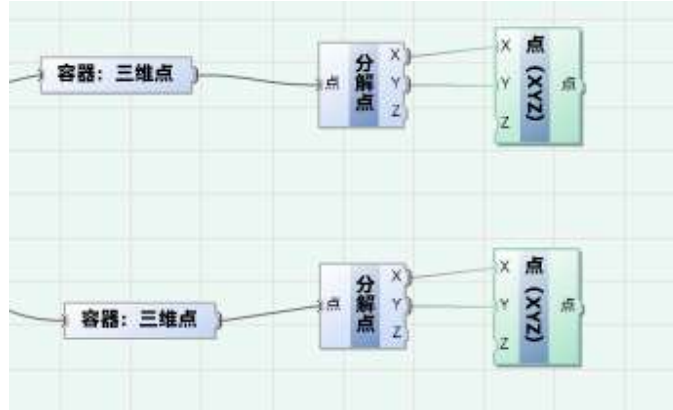
#### 03-1 找出梁墙的端点

通过 2-02 获取的墙和梁，我们可以定位需要调整的构件的端点：



### 03-2 将获取的端点平移至各个标准层

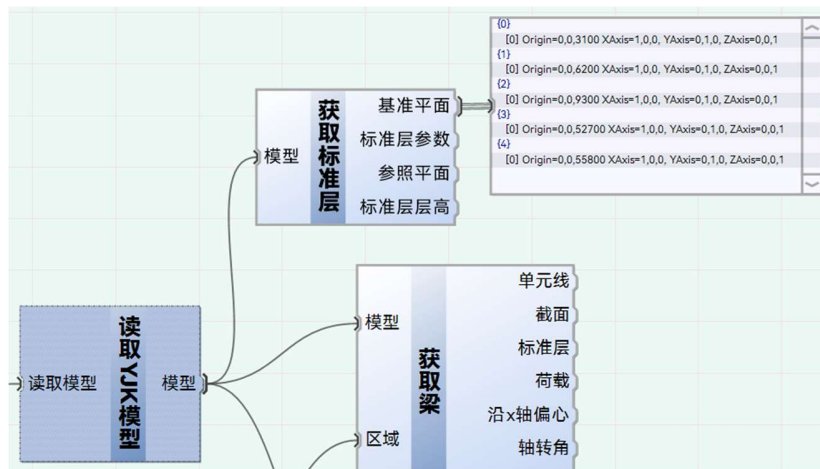
我们将获取到的端点分解，在±0 标高上构建以上获取到的点：



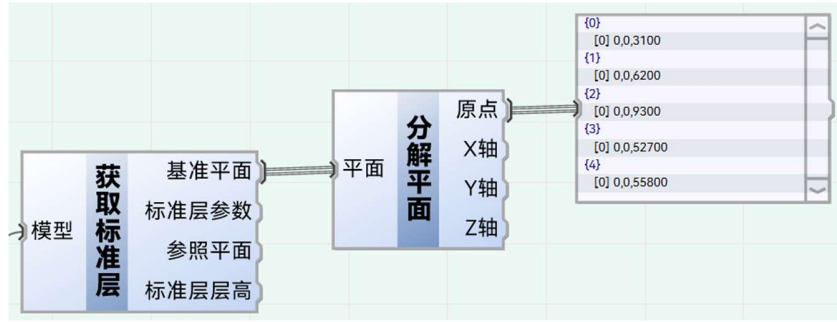
然后利用平移卡片，可将端点平移至各个标准层。

在这之前需要获取每个标准层，并取得每个标准层的标高。

由于本次调整的梁墙在所有的标准层上，可以使用获取标准层卡片，直接从模型获取全部的标准层：

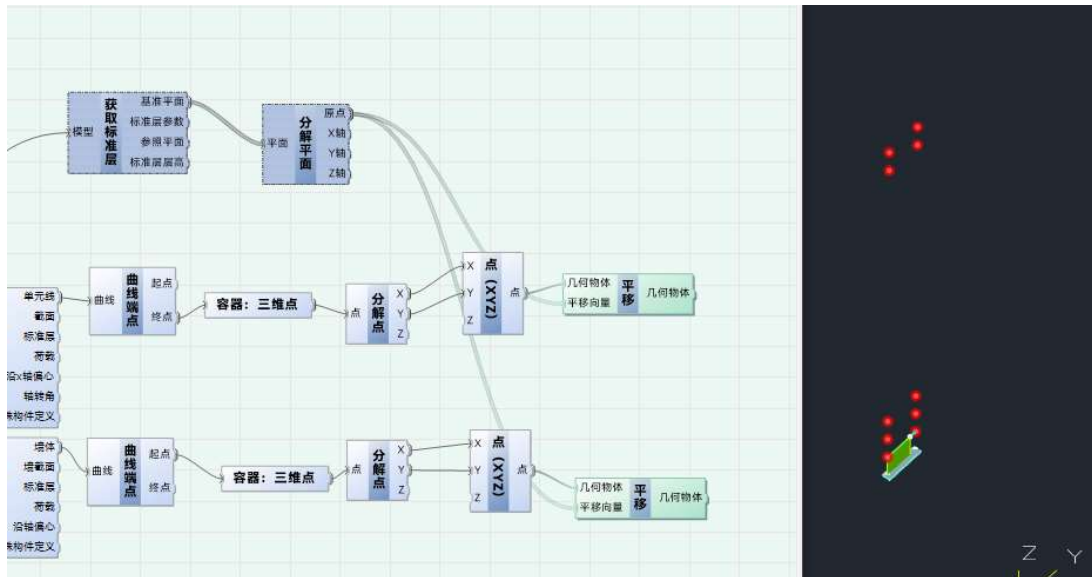


然后，用分解平面卡片，获取每个标准层的原点：



**Tips:** 分解平面卡片即将平面分解为原点和X、Y、Z轴。其中X、Y轴即两个正交的基向量，其可张成被分解的平面所在的平面，Z轴即平面的法向量。

利用获取的原点，就可以将前面获取的端点平移到各个标准层了，接着点击平移卡片，可在 YJK-GAMA 中预览平移后的端点：

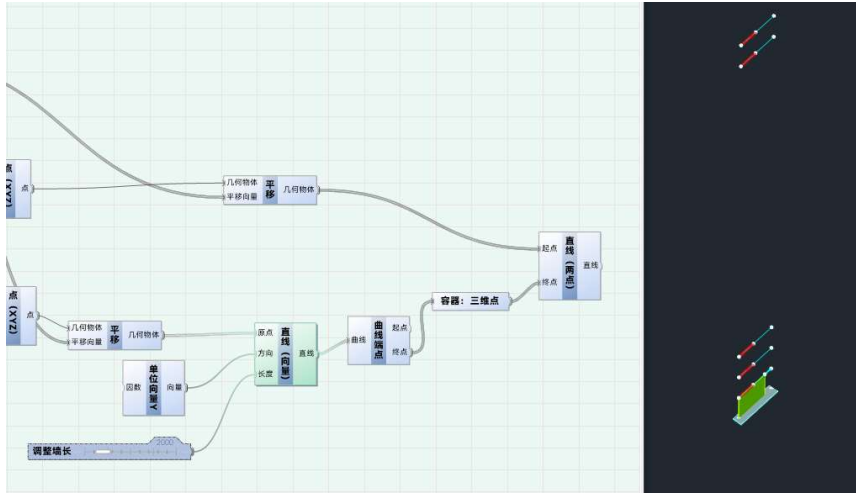


### 03-4 设置可调整的墙梁交接点

为了实现自动调整墙长，我们需要在前面建好的各个标准层上的点之间生成一个参数化的点，生成可调整长度的梁墙线。

我们可以通过直线向量的方式构造各标准层墙的轴线：



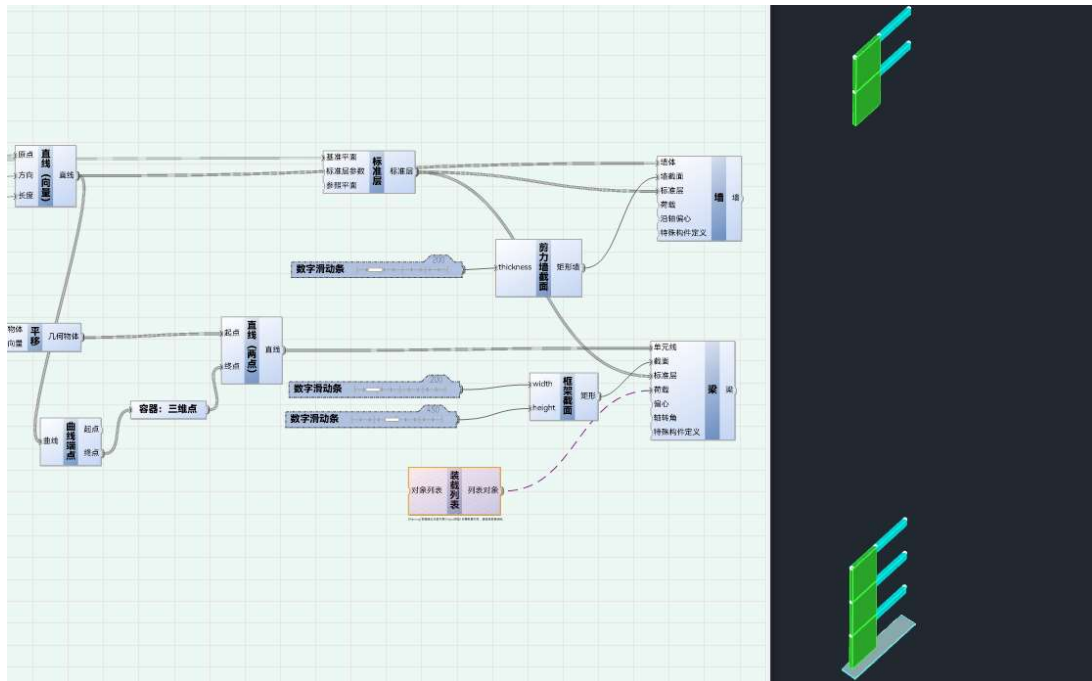


通过变化调整墙长的卡片，实现剪力墙墙长的参数化修改。

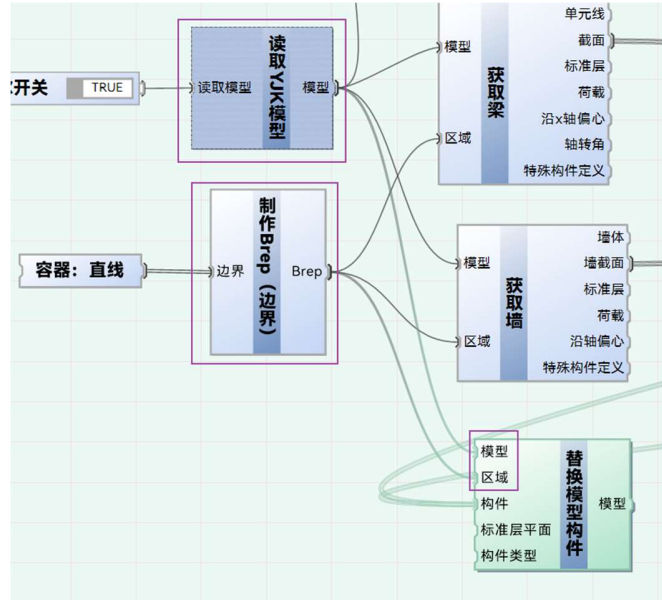
### 03-5 替换模型构件

此时，便可利用替换模型构件卡片，实现调整墙长。

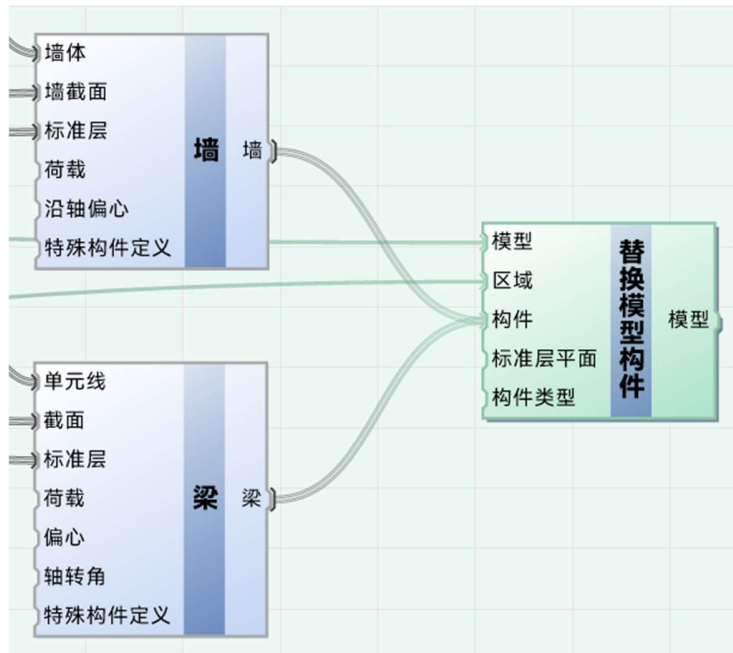
首先要定义结构构件，为要调整墙梁赋予截面。此处的标准层可通过模型中提取的标准层标高来定义。



将读取 YJK 模型的输出接入替换模型构件的模型入口，将前面制作的围区接入替换模型构件区域入口：



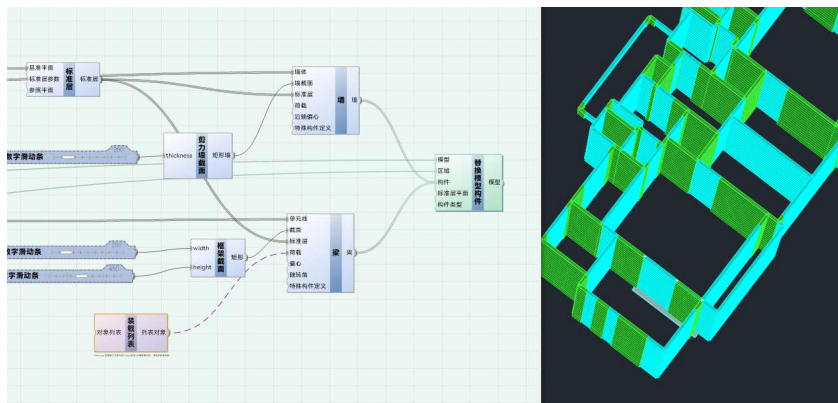
然后将生成的新的梁墙接入构件入口：



由于要替换所有标准层构件，因此标准层平面可不接入数据：

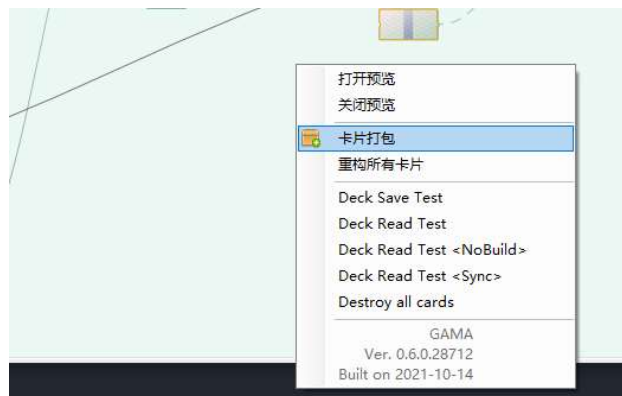


此时，滑动数字滑动拉条，即可在预览中看到墙长被整：



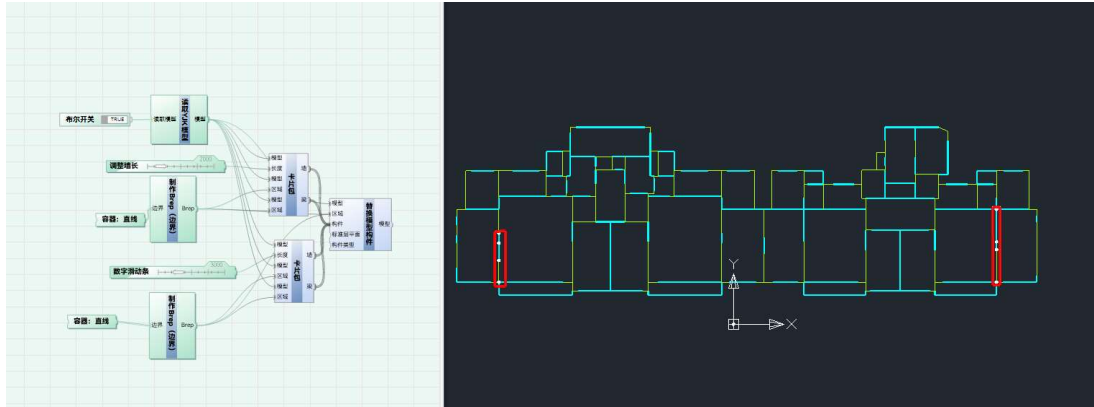
这样就实现了单片剪力墙的调整。

在这里，要是我们要调整其他剪力墙，我们还可以使用电池打包的功能。选中需要被打包的卡片，在空白区域右键，可以弹出卡片打包选项。



通过将前述电池打包，指定一个新的区域，就可以简单地实现对另外一片剪力墙的调整。所有剪力墙调整的卡片都被打包于卡片包中。我们只需要定义调整墙长的区

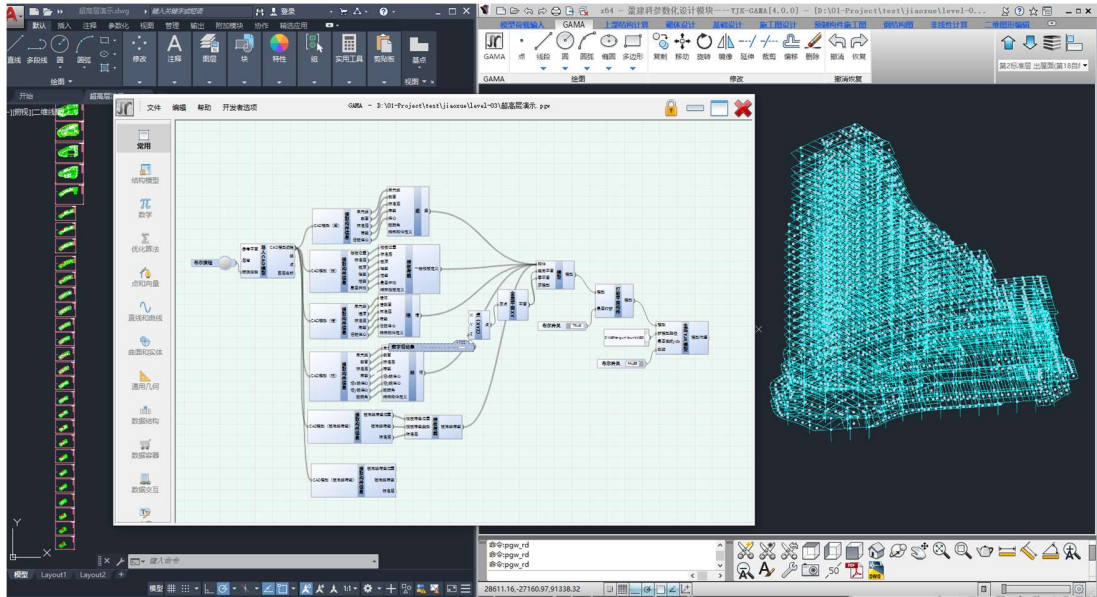
域，要调整的墙长等参数，就可以实现对该模型的参数化调整。当然，我们也可以加入修改墙厚等参数的逻辑。



接下来，我们只需要简单地拷贝这些卡片包，定义调整区域和调整逻辑，就可以实现对整个剪力墙模型参数化修改。为结构模型的优化分析打下基础。具体优化流程和参数设置可参考第一章的相关内容。

**Tips:** 在我们面对一些其他需要调整构件坐标尺寸的场景时，都可以通过替换模型构件的方式进行操作。

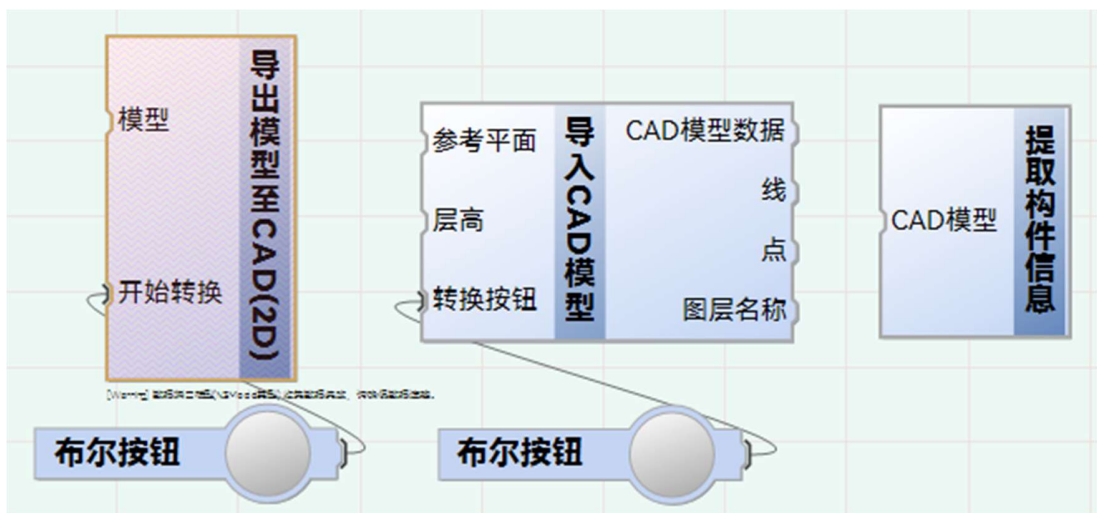
### 第三章 AutoCAD 与 YJK 的交互



本章将介绍，如何利用 GAMA，将 CAD 图纸与 YJK 进行交互。

如上图，本章您仅需新熟悉三张卡片以及少量图纸规约即可。

三张卡片分别是导出模型至 CAD（2D）、导入 CAD 模型和提取构件信息：



我们以第一章的简单框架结构模型为例。

## 01 导出模型至 CAD

### 01-1 操作流程

非常简单：

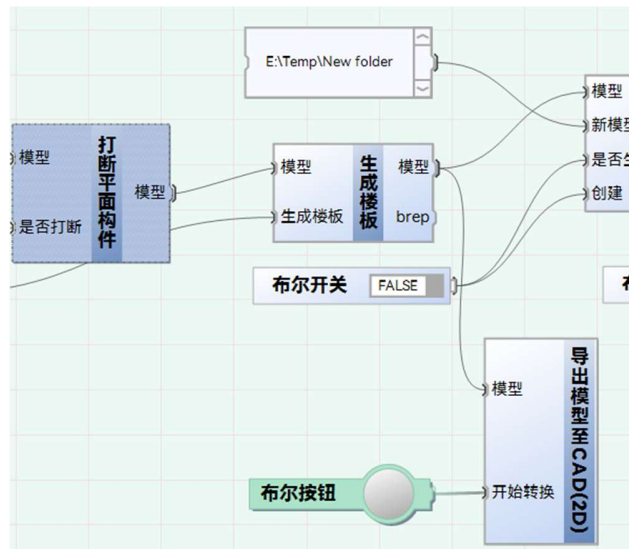
1. 保证电脑安装了 AutoCAD
2. 双击画布获取导出模型至 CAD(2D)卡片：



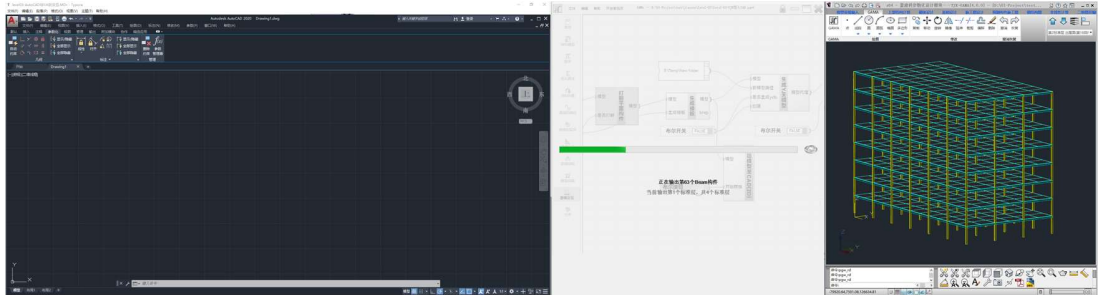
其在数据入口默认会有一个布尔按钮开关，用以控制导出操作。

3. 将模型数据接入模型入口：

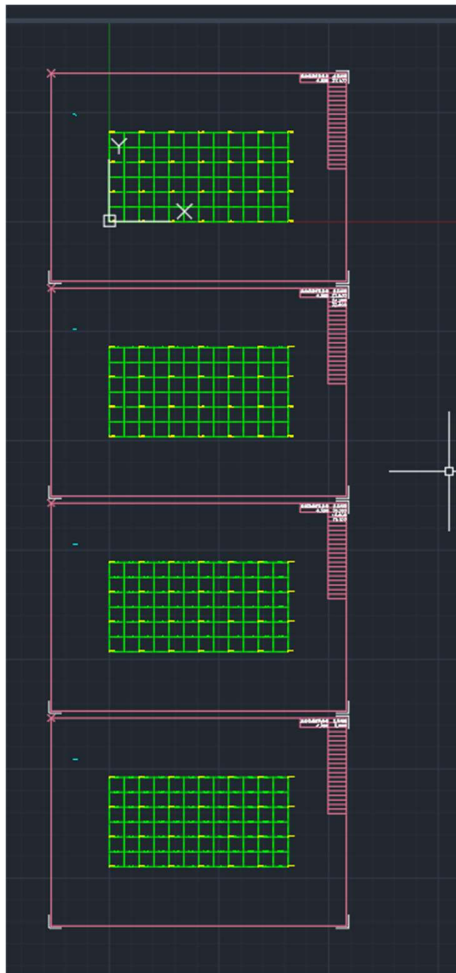
以第一章拉好的模型为例：



4. 点击布尔按钮，即可，会自动启动 CAD，并将模型信息导入到 CAD。

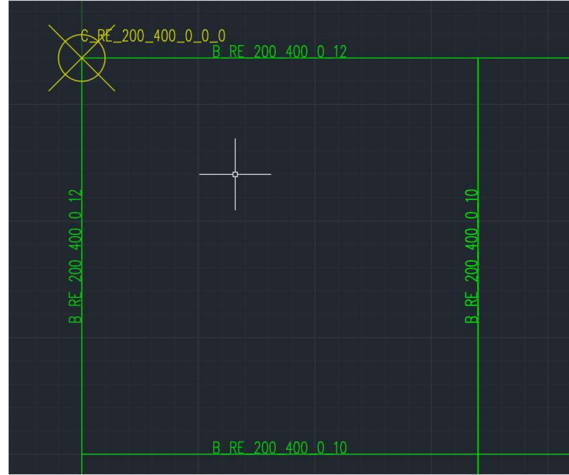


稍等片刻，就可以在 CAD 中看到画好的四张标准层线模板图：



### 01-3 图纸内容

图中包含了点、线和文字以及图框：



线旁的文字即线所代表的构件的截面等信息；

线旁的文字必须在线段的中点处，或附近。

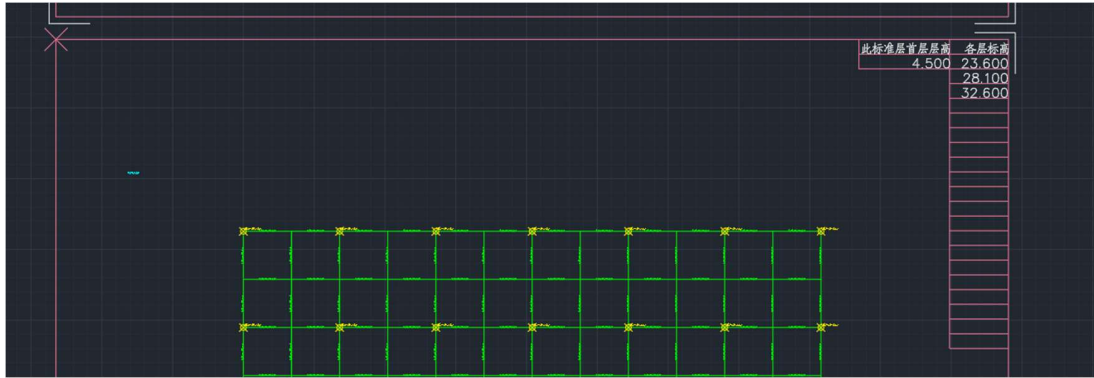
各个图层的设置以及截面类型和对应的表示方式见以下表格：

	A	B	C	D	E
1	图层名称	图层颜色	图层用途	文字格式	信息内容
2	S-BEAM	3	梁线		
3	S-BEAM-INFO	3	梁构件信息	B_RE_300_500_0_5.0	构件类型(B)_截面类型_截面尺寸(第三位至倒数第三位)_偏心_荷载
4	S-SLAB	4	板(暂时没用)		
5	S-SLAB-INFO	4	板构件信息	SI_120_2.5_2.0_0	楼扳编号(S+数字)_板厚_恒载_活载_是否开洞(0:不开洞;1:开洞)
6	S-SLAB-LL	7	板线荷载线		
7	S-SLAB-LL-INFO	7	板线荷载信息	SLL_0.1_3.0	楼扳线荷载(SLL)_作用宽度(单位:m)_荷载
8	S-SLAB-PL	6	板点荷载点		
9	S-SLAB-PL-INFO	6	板点荷载信息	SPL_0.1_0.1_3.0	楼扳点荷载(SLL)_作用范围B(单位:m)_作用范围H(单位:m)_荷载
10	S-WALL	1	墙线		
11	S-WALL-INFO	1	墙构件信息	W_400_0_0	构件类型(W)_墙厚_偏心_荷载
12	S-COLU	2	柱点		
13	S-COLU-INFO	2	柱构件信息	C_RE_500_500_0_0_0	构件类型(C)_截面类型_截面尺寸(第三位至倒数第四位)_转角_X偏心_Y偏心
14	S-ERACE	5	斜撑线		
15	S-ERACE-INFO	5	斜撑构件信息	BR_RE_400_400_0_0_0	构件类型(BR)_截面类型_截面尺寸(第三位至倒数第四位)_沿x轴偏心_沿y轴偏心_轴转角

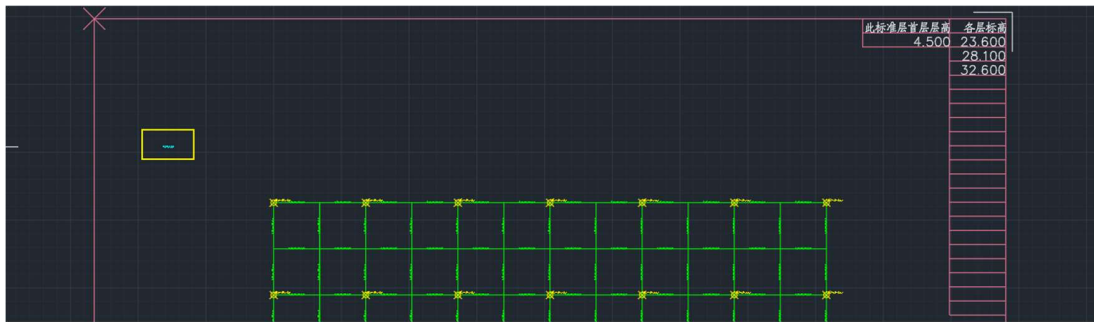
	A	B
1	截面类型	数据格式
2	矩形	RE_宽_高
3	工字型	I_腹板厚度_总高度_上翼缘宽度_上翼缘厚度_下翼缘宽度_下翼缘厚度
4	圆形	C_圆形直径
5	圆管	PI_外圆直径_内圆直径
6	箱型	BOX_总宽度_总高度_上边缘厚度_左边缘厚度_下边缘厚度_右边缘厚度

另外 CAD 图中还有图框，图框左上角的点是与 YJK 进行交互的参照点；右上角包含了各个标准层的层高信息：

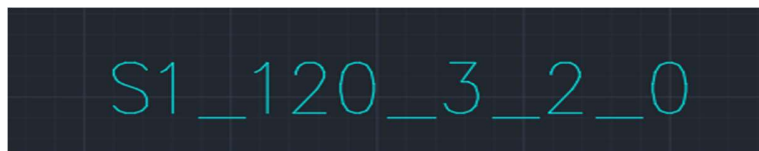




此外，模型板的信息在图纸的如下图黄色方框的位置显示：



其内容含义可在前述表格中查询：

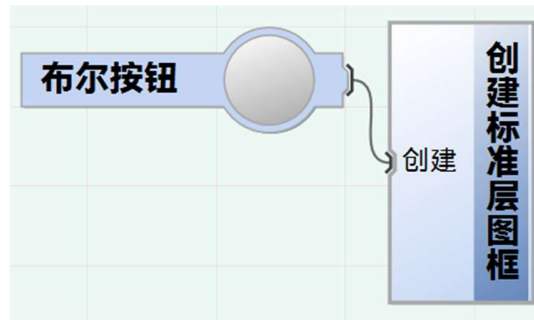


## 02 从 CAD 图纸到 YJK 模型

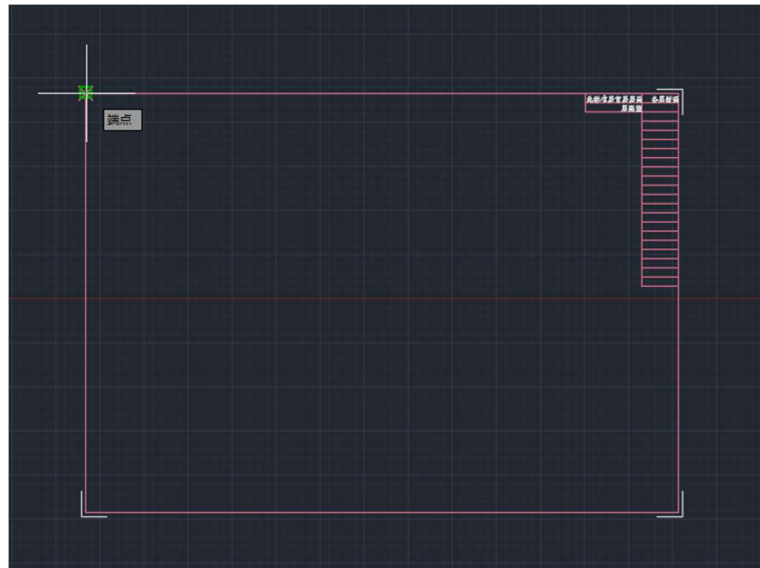
### 02-1 操作流程

也很简单：

1. 首先要保证图纸有上述图纸约定中的图框，利用卡片创建标准图层：



点击布尔按钮，如果没有打开 CAD 就会启动 CAD，此时将鼠标移动至 CAD 画布，选中一个点，就会在 CAD 中生成一个约定图框：

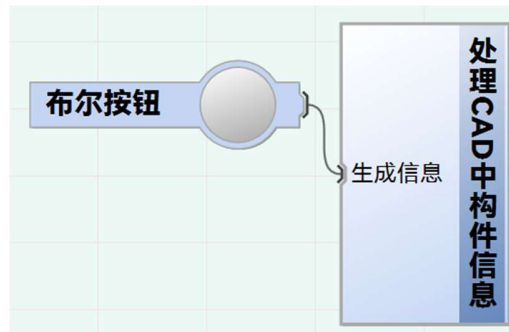


目前生成图纸的位置就是以图框左上角的点为参照点确定的。

其余的图框即可用这个图框复制过去，注意复制的参照点位置上下层要对应。

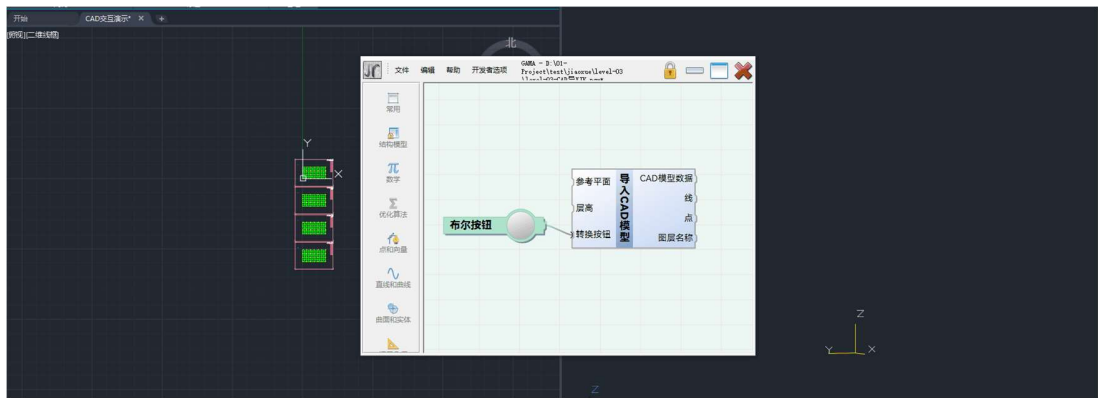
2. 然后保证有按照上述图纸约定画好的 CAD 线模图；

**Tips:** 如果您仅有线模板图，尚未确定截面信息，或者您觉得在 CAD 写字很麻烦，您可以先将构件信息的线模板图导入 YJK，然后利用处理 CAD 中构件信息卡片：



单击其布尔按钮，即可生成带默认构件信息的图纸，然后您就可以在CAD中根据设计需要改字以调整截面。

3. 获取导入 CAD 模型卡片，点击布尔按钮，将鼠标移至 CAD 窗口，会变成一个小方框，此时框选四个图框，然后右击即可：



导入模型，在预览中默认只会显示 CAD 画了线的构件，因此预览中柱线没有显示。

4. 提取构件信息

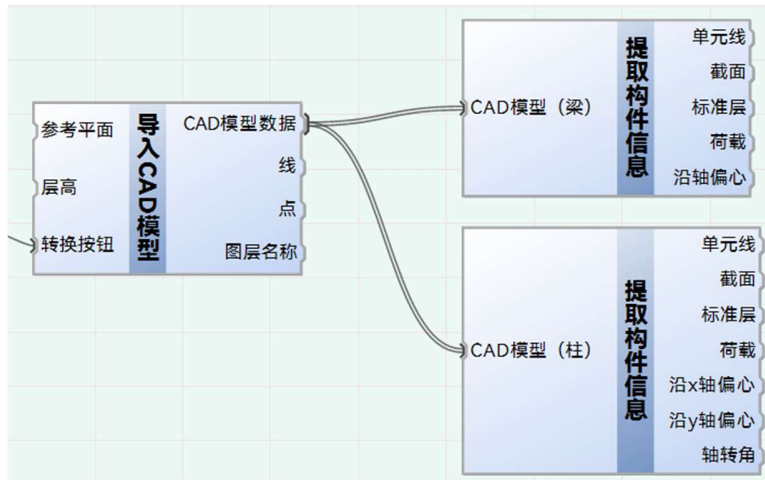


右击提取构件信息卡片，点击构件类型，会出现以下几种构件类型：

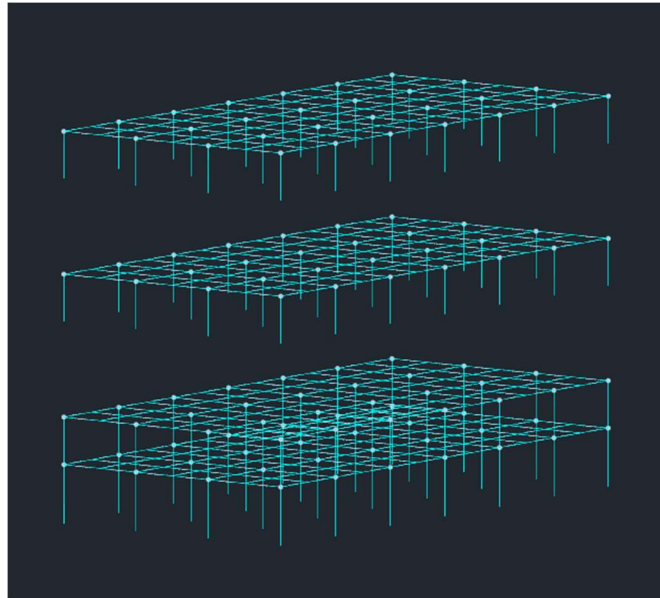


如在第一章中所说，为保证荷载稳定，板间线荷载也属于构件。

我们有梁、柱构件，因此将导入 CAD 模型的 CAD 模型数据输出接入提取构件信息的 CAD 模型数据入口：



此时，即可在预览中看到生成的四个标准层的梁柱线：



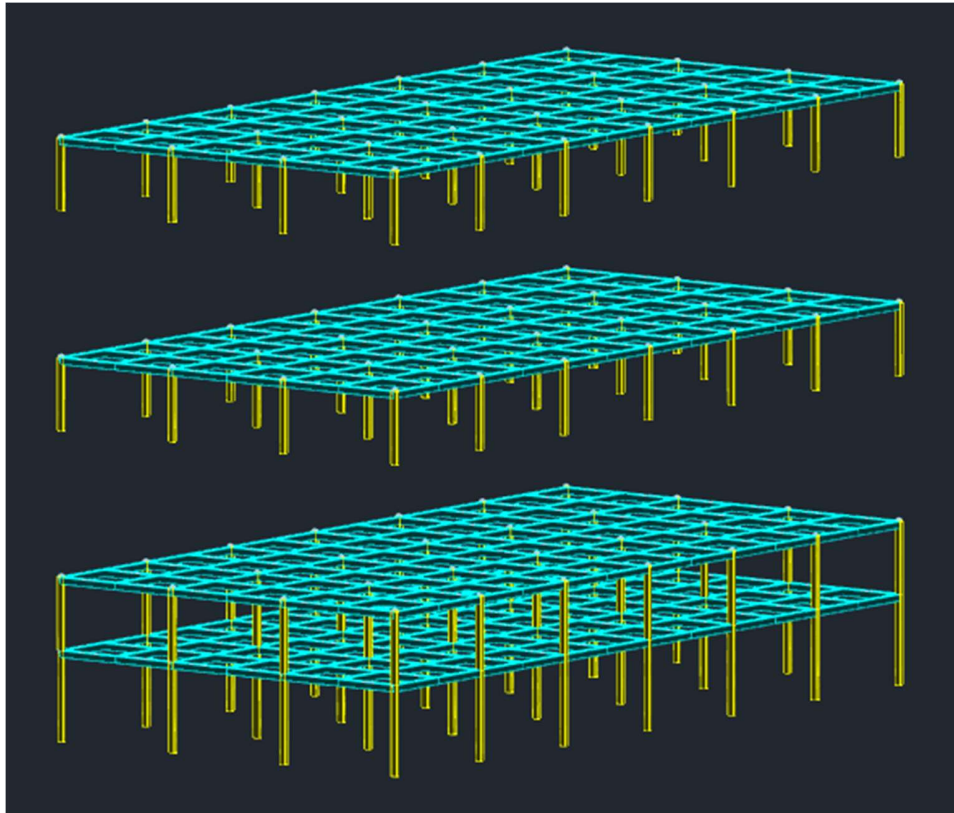
### 1. 生成构件

利用我们熟悉的梁柱卡片，将提取构件信息卡片的输出接入梁柱卡片即可：



图中虚线表示没有值传入，即没有柱荷载。

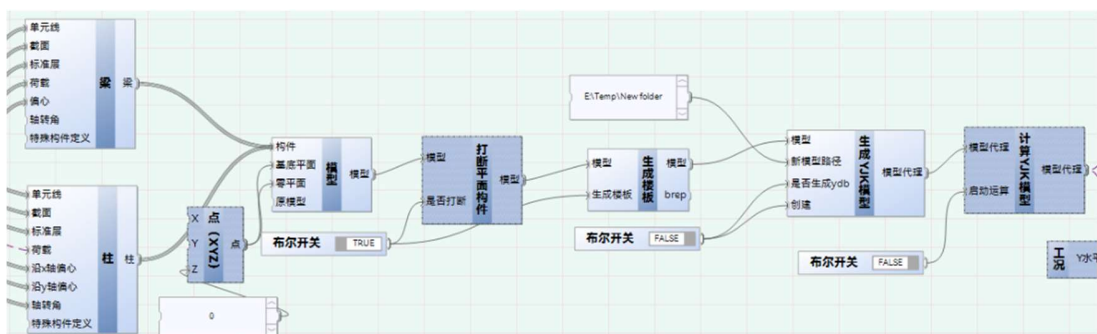
此时，可在预览中看到各个标准层梁柱：



## 2. 接入模型

往后的操作即可参照第一章。

从生成模型，生成楼板到生成 YJK 模型，启动计算都是一样的：



## 03 CAD 标注信息说明

表 1 CAD 图层及注释信息

图层名称	图层颜色	图层用途	文字格式	信息内容
S-BEAM	3	梁线		
S-BEAM-INFO	3	梁构件信息	B_RE_300_500_0_5.0	构件类型 (B) _截面类型_截面尺寸(第三位至倒数第三位)_偏心_荷载
S-SLAB	4	板 (暂时没用)		
S-SLAB-INFO	4	板构件信息	S1_120_2.5_2.0_0	楼板编号 (S+数字) _板厚_恒载_活载_是否开洞(0: 不开洞; 1: 开洞)
S-SLAB-LL	7	板线荷载线		
S-SLAB-LL-INFO	7	板线荷载信息	SLL_0.1_3.0	楼板线荷载 (SLL) _作用宽度 (单位: m) _荷载
S-SLAB-PL	6	板点荷载点		
S-SLAB-PL-INFO	6	板点荷载信息	SPL_0.1_0.1_3.0	楼板点荷载 (SLL) _作用范围 B (单位: m) _作用范围 H (单位: m) _荷载
S-WALL	1	墙线		
S-WALL-INFO	1	墙构件信息	W_400_0_0	构件类型 (W) _墙厚_偏心_荷载
S-COLU	2	柱点		
S-COLU-INFO	2	柱构件信息	C_RE_500_500_0_0_0	构件类型 (C) _截面类型_截面尺寸(第三位至倒数第四位)_转角_X 偏心_Y 偏心
S-BRACE	5	斜撑线		
S-BRACE-INFO	5	斜撑构件信息	BR_RE_400_400_0_0_0	构件类型 (BR) _截面类型_截面尺寸(第三位至倒数第四位)_沿 x 轴偏心_沿 y 轴偏心_轴转角

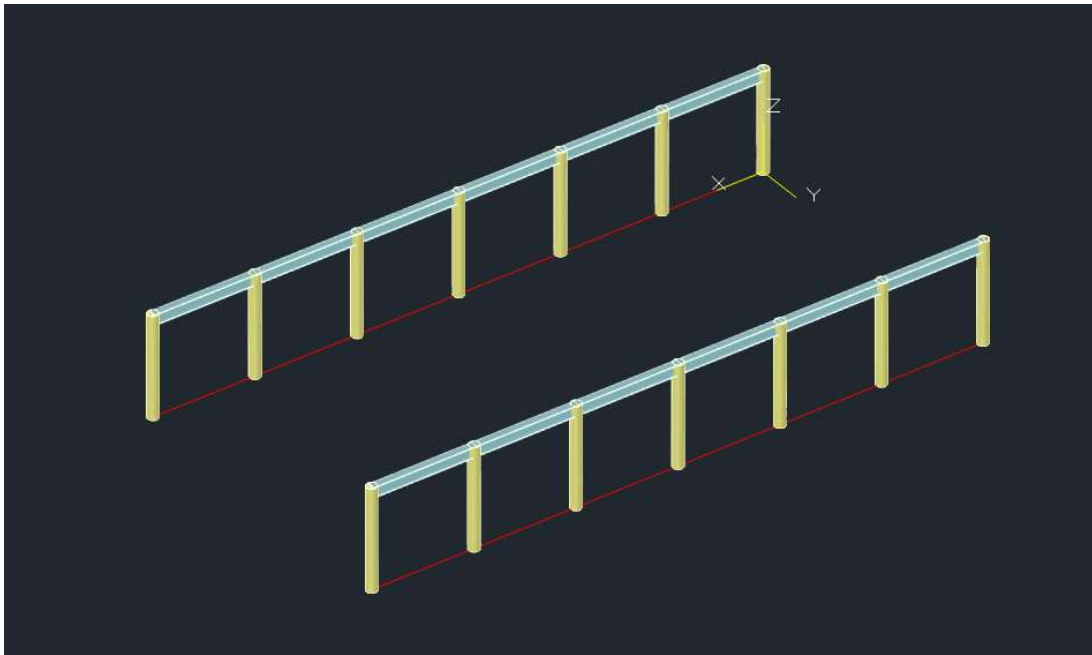
表 2 截面信息

截面类型	数据格式
矩形	RE_宽_高
工字型	I_腹板厚度_总高度_上翼缘宽度_上翼缘厚度_下翼缘宽度_下翼缘厚度
圆形	C_圆形直径
圆管	PI_外圆直径_内圆直径
箱型	BOX_总宽度_总高度_上边缘厚度_左边缘厚度_下边缘厚度_右边缘厚度
钢管混凝土	SPIC_外圆直径_内圆直径
方管混凝土	SBOXC_总宽度_总高度_上下壁厚度_左右壁厚度
工字型变截面	IT_下翼缘宽度_上翼缘宽度_左端高度_右端高度_腹板高度_下翼缘厚度_上翼缘厚度
十字工	CI_竖向腹板厚度_竖向高度_竖向翼缘厚度_竖向翼缘宽度_横向腹板厚度_横向高度_横向翼缘厚度_横向翼缘宽度
箱型劲	BOXRC_截面宽度_截面高度_箱形截面宽度_箱形截面高度_上下壁厚度_左右壁厚度



## 第四章 半参数化建桁架

本章将演示如何在已有模型上，建立部分参数化模型。



假设我们已经有一个大跨空间，目前已经在盈建科中创建出两排柱作为桁架基座。需要我们参数化的建立各跨桁架，并将桁架拼装至当前模型中。

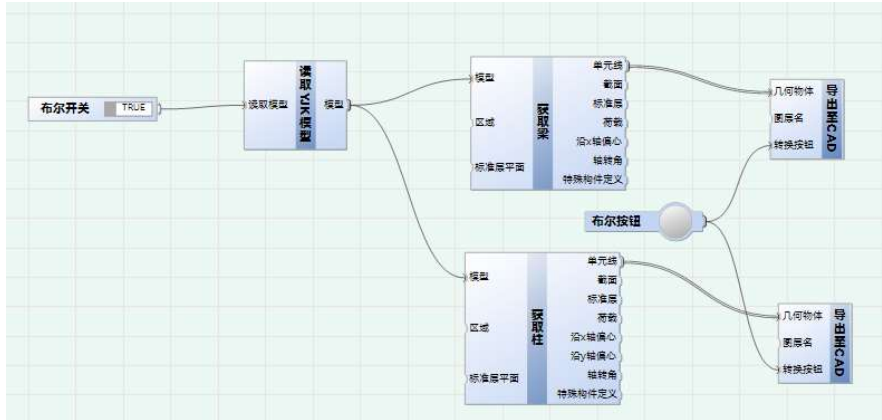
### 01 参数化建屋面层

#### 01-1 原模型的定位

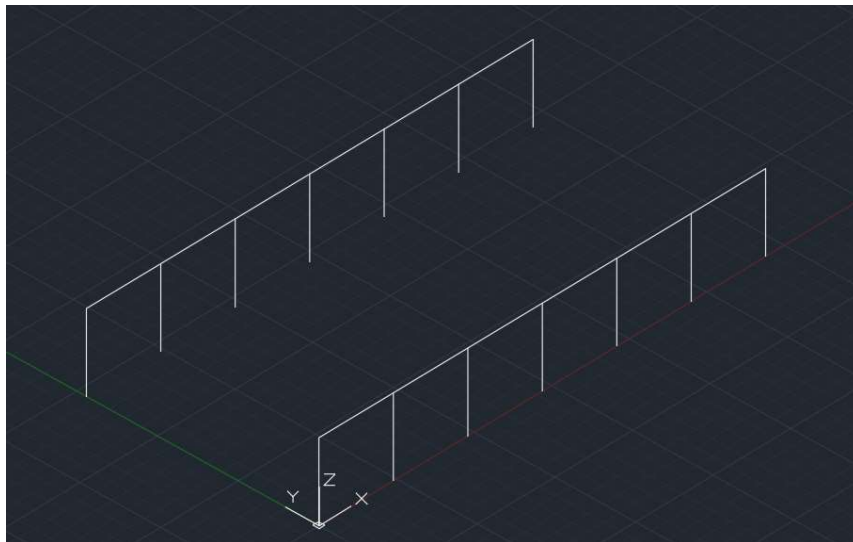
首先，我们还是通过读取 YJK 模型，将模型读入 GAMA。

与原模型的拼装过程需要注意参数化模型与原模型之间的相互位置关系。如果模型的坐标信息很简单，如  $(0, 0, 0)$  这样的坐标点，我们可以直接通过 GAMA 的卡片电池来确定模型的坐标点。但是当这些坐标点比较复杂时，我们可以通过以下这些方式，实现原模型与参数化模型坐标信息的交互。

### 01-1-2 通过 CAD 定位



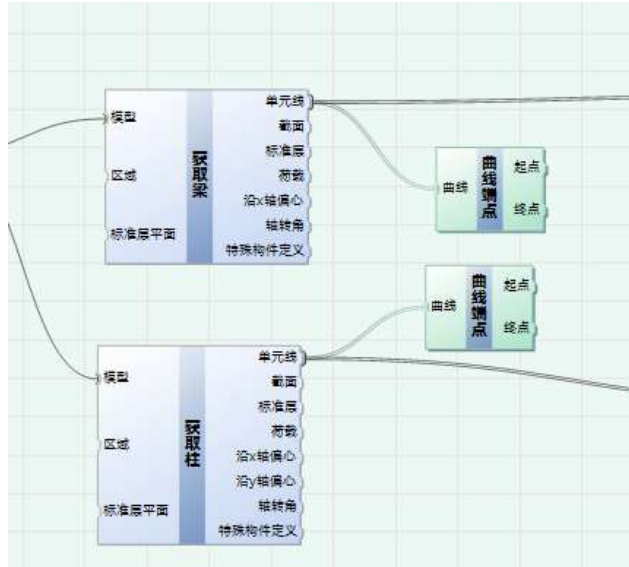
我们可以通过获取梁和获取柱，得到当前模型的线模。连接导出至 CAD 的卡片，点击布尔按钮，就可将结构模型的线模导出至 CAD。



接着，我们可以通过导入 CAD 的卡片，将现有的 CAD 中的线模或者自己绘制的定位点导入 GAMA。

### 01-1-3 通过卡片定位

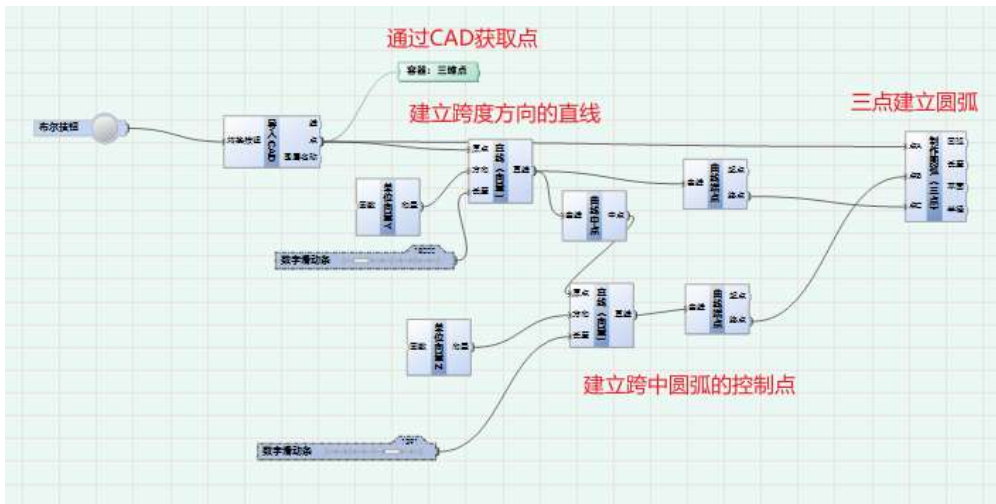
当然，如果我们觉得通过 CAD 交互过于繁琐的话，也可以通过第二章中的通过区域和标准层平面来获取相应的构件，再通过曲线端点卡片来获取相应的坐标点。



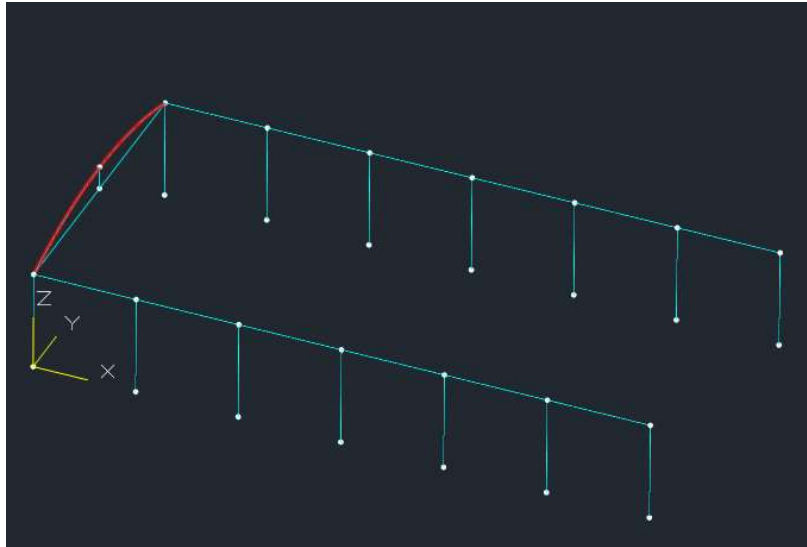
## 01-2 建立一榀桁架

### 01-2-1 建立桁架弦杆

本例中，首先通过 CAD 获取模型的控制点：

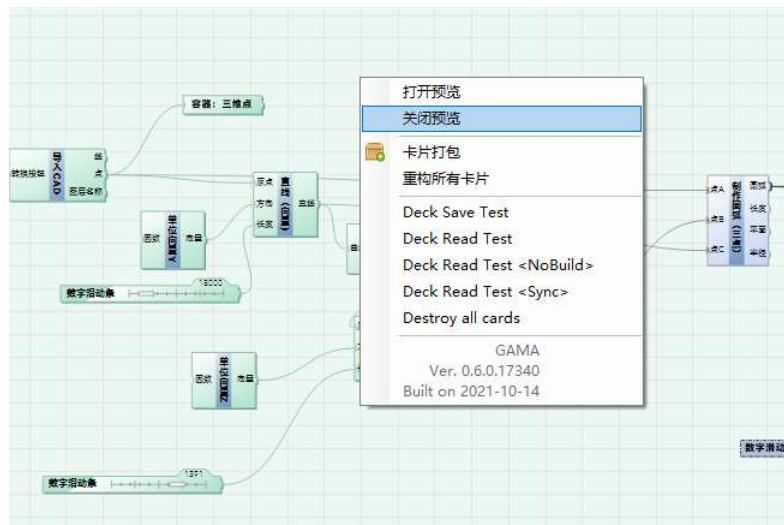


通过以上卡片，就建立了一榀桁架跨度方向的曲线。

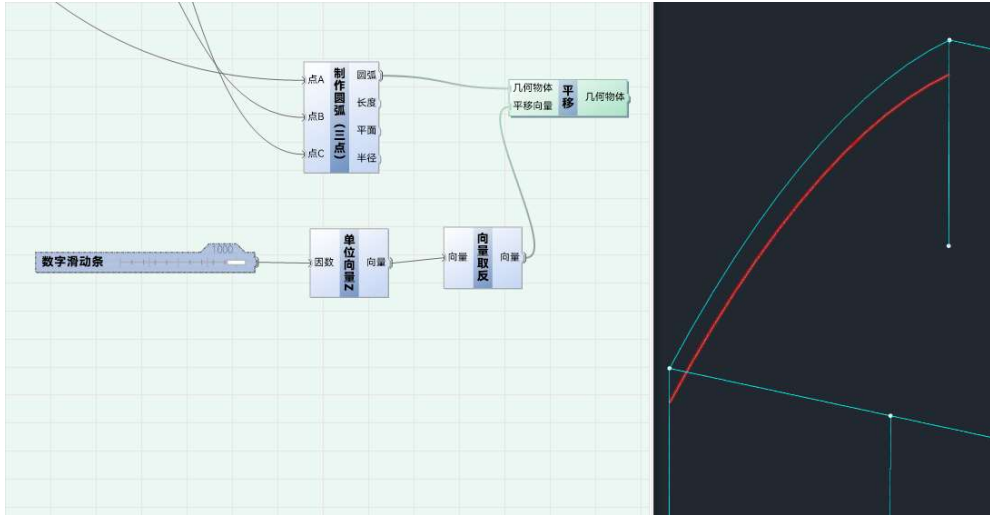


这样，可以建立其中一榀跨度方向的圆弧。该圆弧的矢高可以通过数字滑动条进行动态的调整。

我们可以选中相关卡片，右键取消预览，关闭一些构件的显示，方便我们后期的建模。



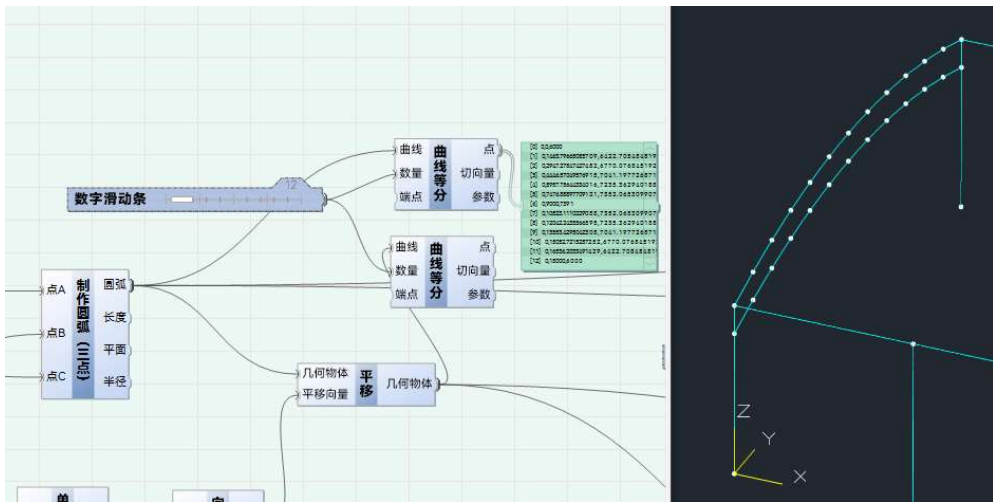
通过平移卡片，可以构件桁架的下弦杆：



在这里，单位向量  $Z$  为默认世界坐标  $Z$  轴方向单位向量，向量取反表示与之相反的向量，因数决定了曲线平移的距离。平移的几何物体为被移动的曲线。通过这些卡片，就得到了桁架的上弦和下弦。单位向量  $Z$  的因数决定了桁架的高度。因此桁架的高度可以作为我们参数化调整模型的参数。

### 01-2-2 建立桁架腹杆

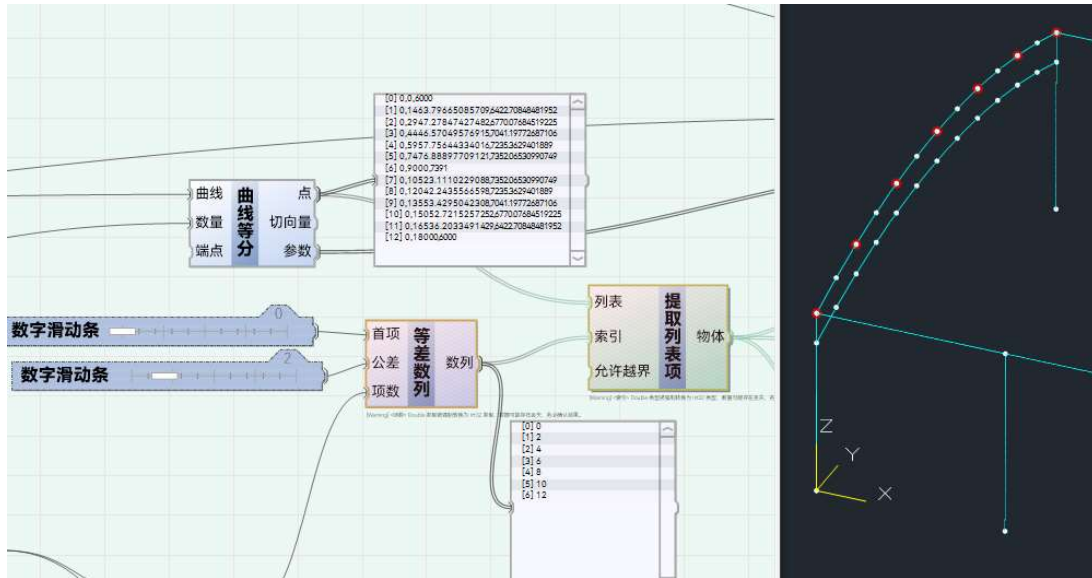
在获得桁架的上弦杆和下弦杆后，我们可以通过曲线等分卡片，将弦杆等分：



这样我们就分别获得了上弦和下弦的等分点。这些等分点都装在了一个长度为 13 的列表容器当中。

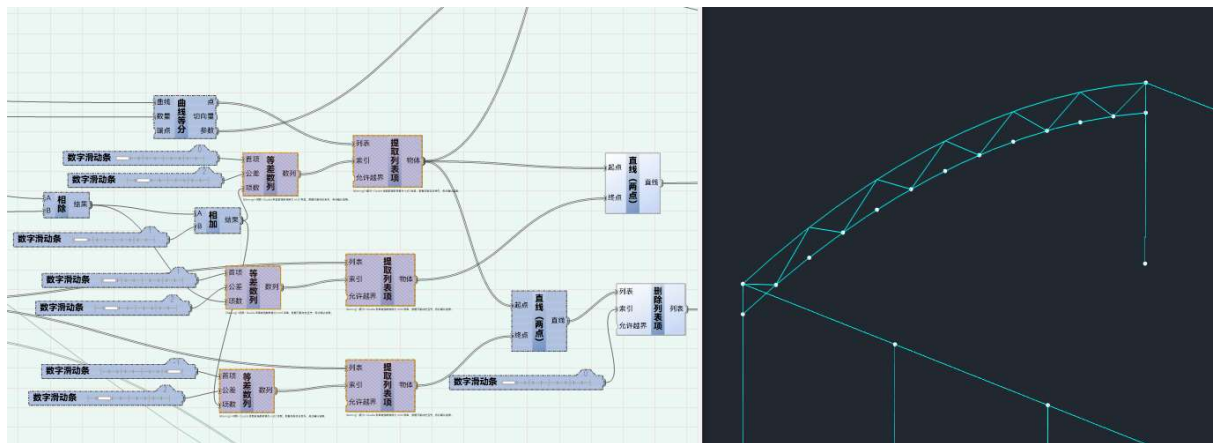
接下来，我们需要对列表容器进行一些基本的操作。这部分对初学且无编程经验的朋友来说可能有点小困难，但是请多多尝试，熟能生巧。

假设我们需要构建人字形腹杆，那么，上弦杆与腹杆的交点应该是隔一取一。



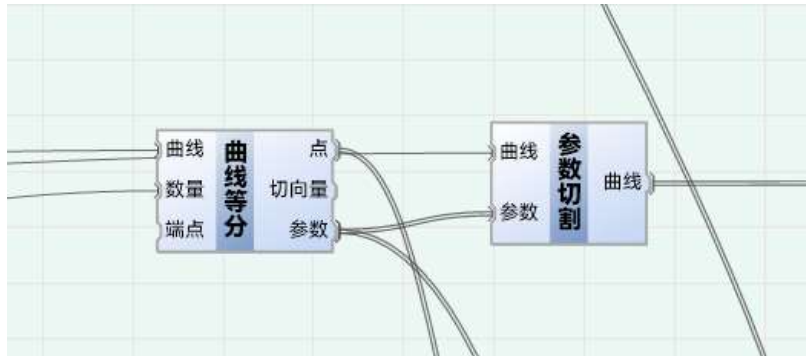
我们需要通过提取列表项来从上一步获取的弦杆等分点上获取需要被连接的节点。即我们需要从列表中获取 0, 2, 4...10,12 号节点。这里，我们需要通过等差数列卡片，构造一个这些 ID 号的等差数列。将这些 ID 号输入提取列表项的索引，就能获取上弦杆上连接腹杆的交点。项数即为需要获得的节点数。需要获取的点数可以根据总的节点数来构造。

同样的，我们可以通过相同的方法获取下弦杆的腹杆相交点，并通过两点直线来构造所有的桁架腹杆。对于构造过程中多余的曲线，我们可以通过删除列表项来去除。这样就生成了桁架的腹杆。



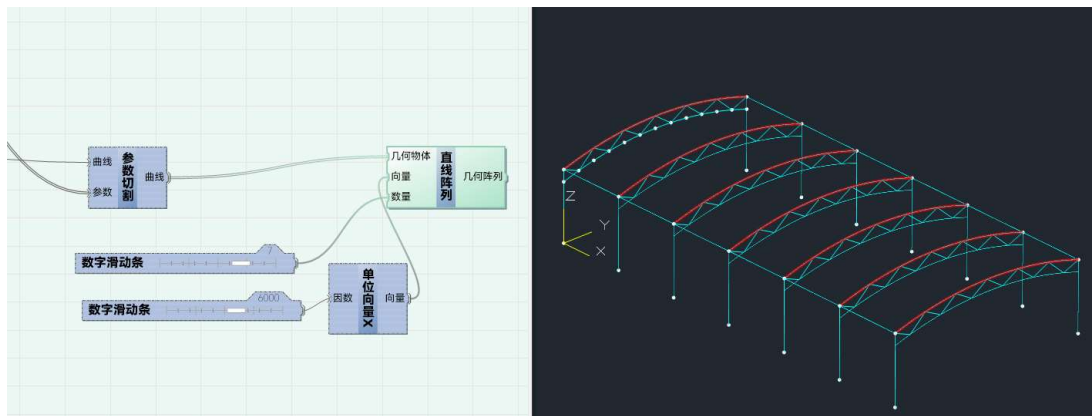
### 01-1-3 打断弦杆

由于弦杆是曲线，因此需要将弦杆在曲线等分位置处进行打断，因此可以通过以下两个电池将曲线进行分割：



### 01-2 建立多榀桁架

在构造好一榀桁架以后，我们就可以通过直线阵列的方式，将其余榀的桁架给阵列出来。



如图所示为对上弦杆的阵列操作。

这里的直线阵列需要输入三个参数。几何物体为需要被阵列的曲线。向量为需要被阵列的方向和距离。数量为需要被阵列的数列。

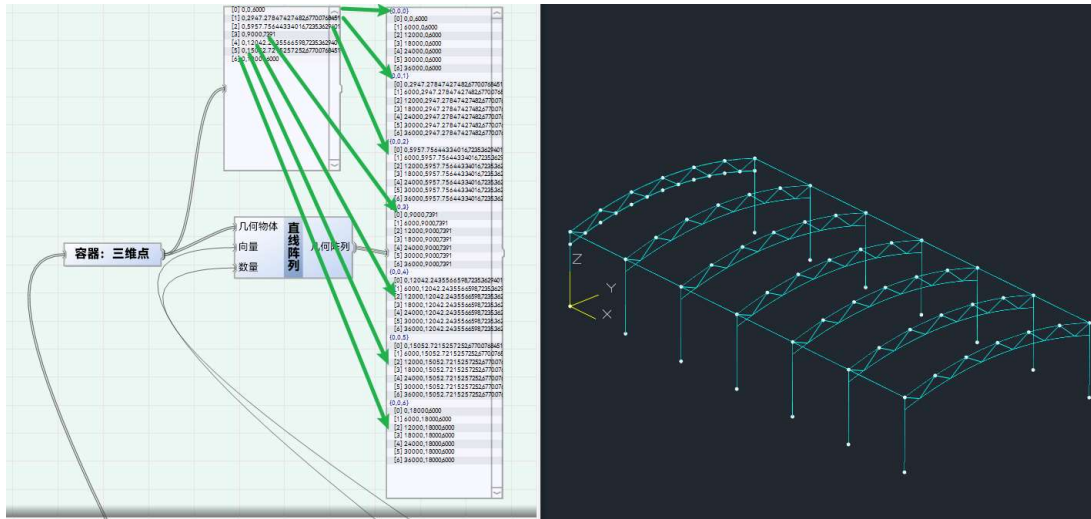
我们同时对桁架的其他构件进行阵列操作，就可参数化建立所有榀的桁架模型。

### 01-2-4 建立次梁

在桁架建立完成后，我们可以通过 01-2-2 中的桁架上弦与腹杆的交点，建立桁架的次梁。

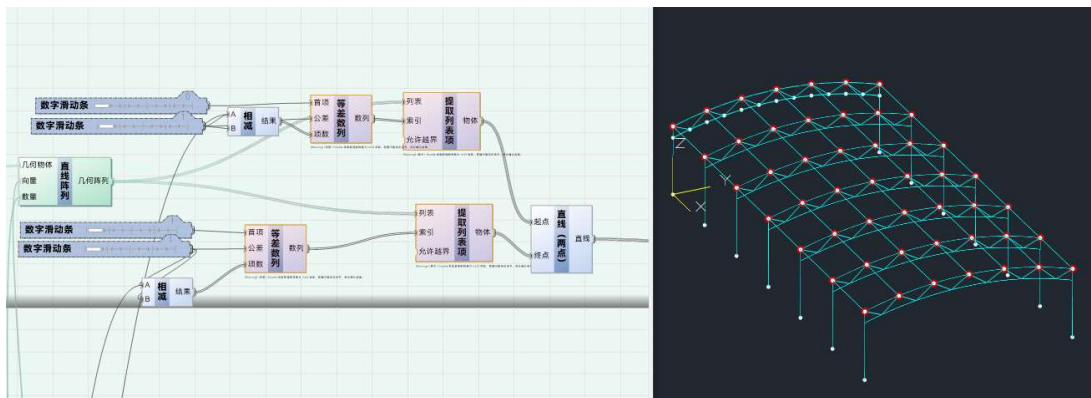
首先，还是通过直线阵列的方式，我们可以获取所有桁架腹杆与上弦的交点。这些交点储存于一个数据容器中。这个数据容器和 01-2-2 中的数据比较起来会更复杂一点。它有七个列表组成。每个列表包含了初始点对应阵列出来的所有的点。

这里又要牵涉到数据容器的相关操作了，这里请按照例题演示操作，后续我们会给出数据容器操作的相关专题。



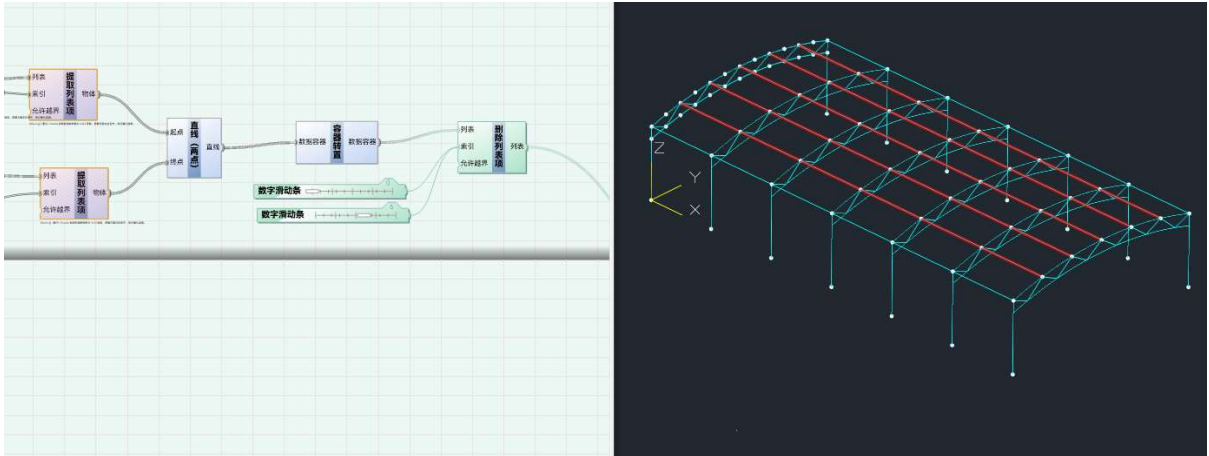
构造次梁的过程中，需要将相邻的两个节点进行连接。

这里的每个表中的节点都是按照顺序进行排列的。因此，我们还是可以通过 01-2-2 中的提取列表项目获取次梁的两个端点。然后再连接两个端点，构件次梁。



次梁建立完成后，有列次梁和原模型的次梁是重合的，因此需要将这两列次梁剔除。我们可以通过列表转置删除列表项的方式剔除这些梁。



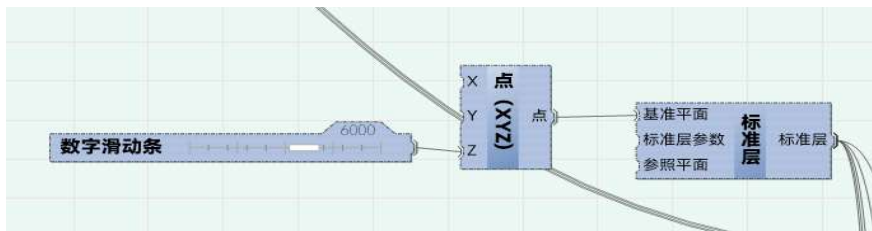


这样，模型中的所有构件的轴线就建立完成。

## 02 建立结构模型

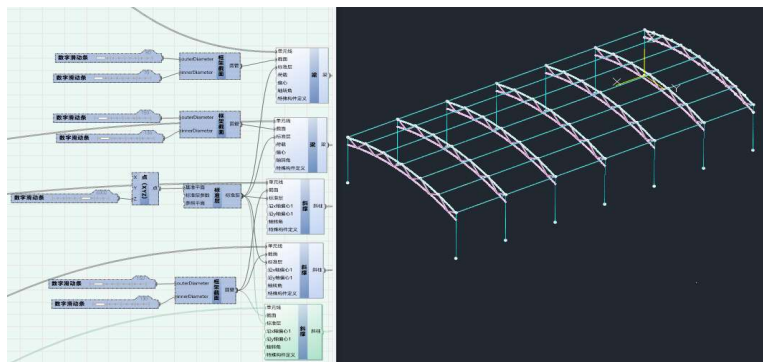
### 02-1 定义标准层

参照第一章，本模型构建时将模型的柱顶标高定位标准层的基准平面。



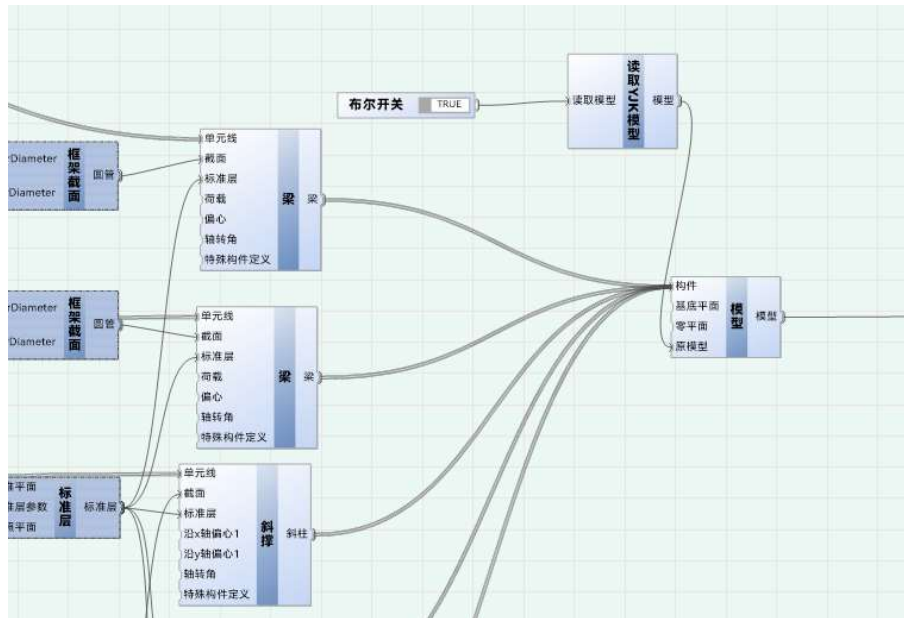
### 02-2 定义截面

参照第一章，我们定义框架截面卡片，并将框架截面，单元轴线，标准层等卡片接入斜撑和梁等卡片中。这里上弦和次梁通过梁单元定义，腹杆和下弦通过斜撑来定义。

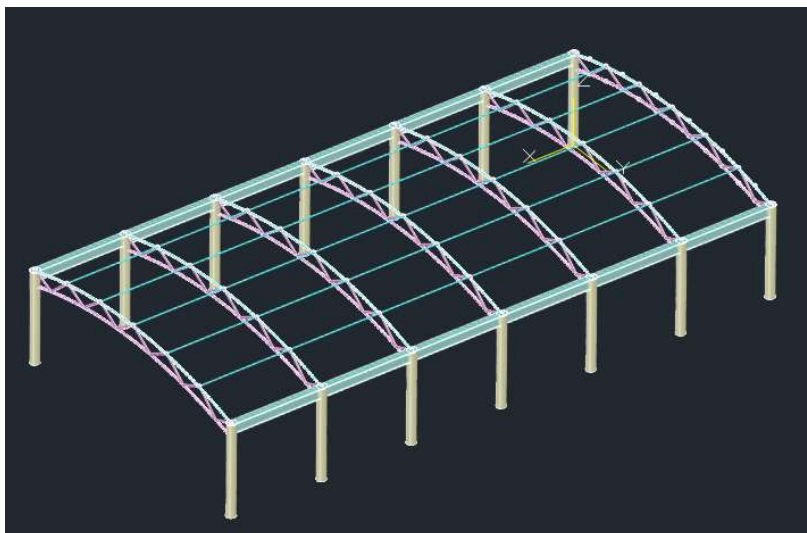


## 02-2 拼装模型

此时，所有参数化的模型构件已经定义完成。只需要将模型与 YJK 模型中的构件进行拼装即可。

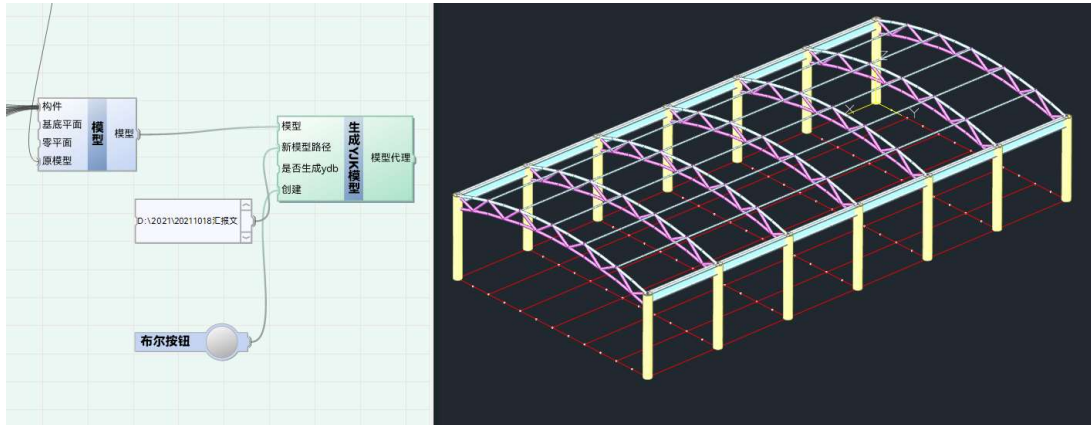


我们重新定义一个模型，将之前读入的 YJK 模型接入模型卡片的原模型入口。将之前定义的所有构件连接至构件入口。打开预览，就可以看到 GAMA 中的一个完整拼装的模型。



## 02-3 生成盈建科模型

此时，我们可以在模型后接入一个生成 YJK 模型的卡片。将菜单切换回盈建科的建模界面。分别连接模型路径和布尔按钮。点击布尔按钮，这时，就可以在盈建科的建模界面中生成一个带有桁架的新模型。当我们需要调整方案时，我们可以返回 GAMA 界面，调整相应的参数，便捷地重新生成新地模型。



## 第五章 YJK-GAMA V1.0 注意事项

由于开发时间紧张，该版本的 YJK-GAMA 中未包含盈建科建模中的所有功能。YJK-GAMA 在后续的更新过程中会陆续添加这些功能。如果您需要通过 YJK-GAMA 读取已有的模型进行计算，您需要尽量将这些构件做一些转换。或者调整您的建模形式。

尚未加入的功能包括：

剪力墙开洞。

悬挑板

温度荷载

自定义工况

压型钢板

空心板

层间板

特殊构建定义中的多塔定义（可在总信息中自动生成多塔）。

特殊构件定义中的风荷载。

特殊构件定义中的计算长度

特殊构件定义中的温度荷载

特殊构建定义中的活荷载折减