

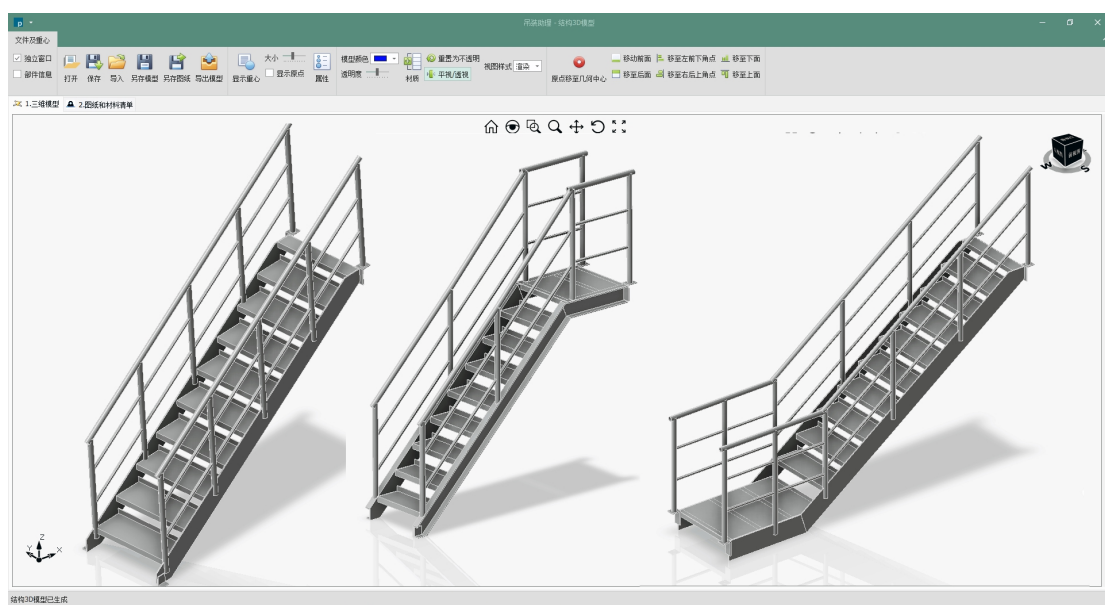
吊装助理钢梯设计模块使用教程

(依据 15J401 钢梯图集及 GB 50017)

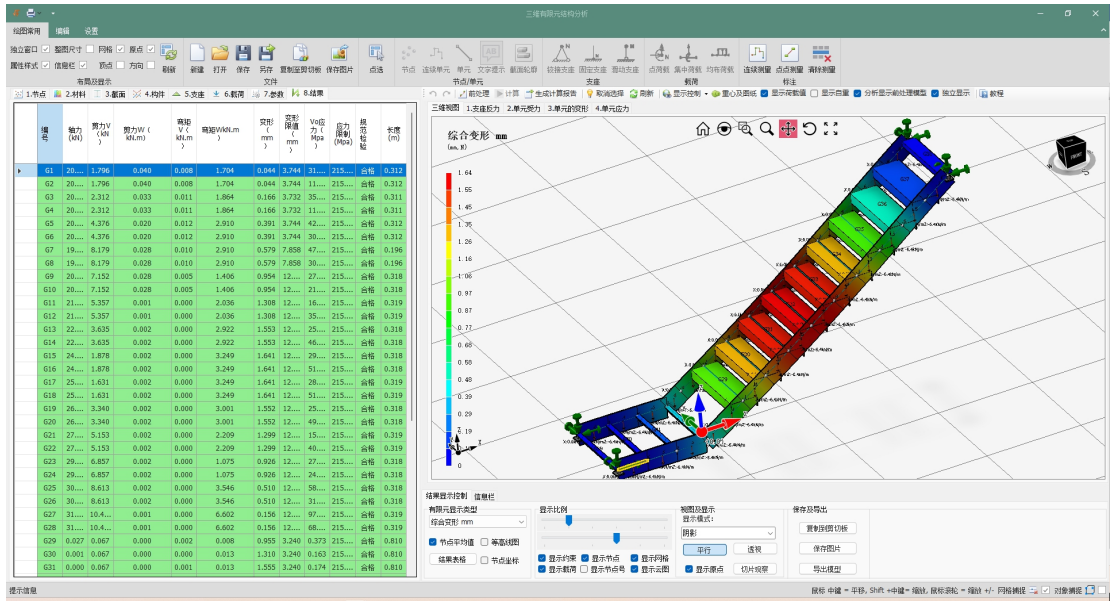
一、功能介绍与使用场景

1.1 模块概述

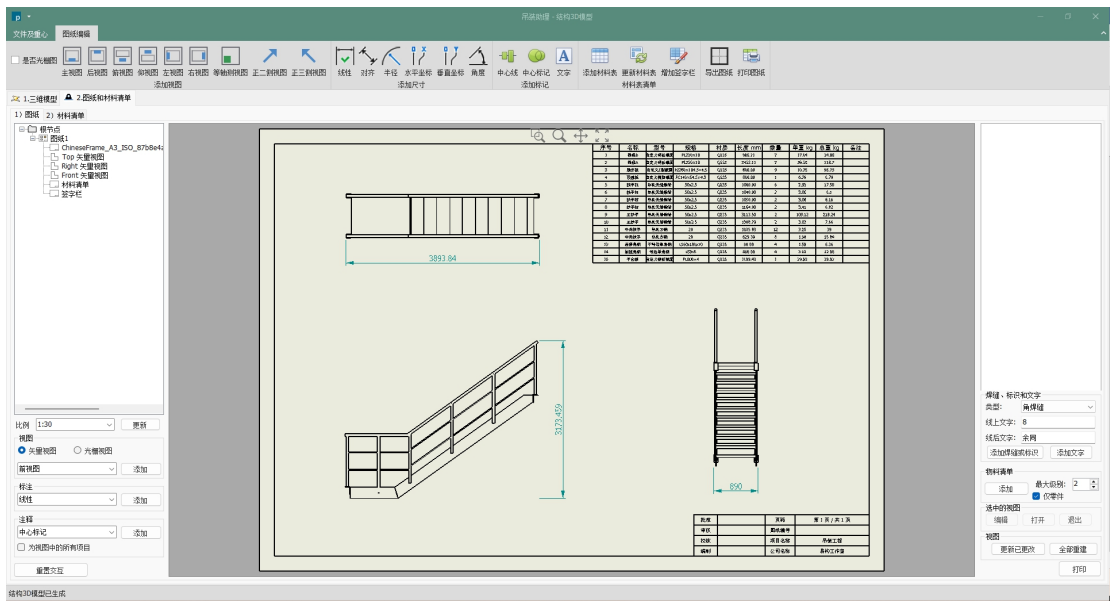
本模块是专门针对工业与民用钢结构斜梯的智能化设计工具，适用于设备检修平台、厂房夹层、大型设备（如塔吊、龙门吊）的上下通道等工程场景。



模块内置 15J401《钢梯》国家建筑标准设计图集的选型参数，并遵循 GB 50017-2017《钢结构设计标准》，可完成“不带平台（直梯）”“上带平台”与“下带平台”三种构造形式的完整设计，包括：梯梁（槽钢 / 钢板）选型与校核、踏板（槽钢 / Z 型钢 / 钢板）选型与布置、扶手系统（主扶手 / 中间栏杆）立柱间距与选型、连接节点（顶部 / 底部连接角钢）、材料清单自动统计（按子项汇总）、结构有限元分析（应力、反力、变形）。



用户仅需输入平台样式、高度、角度、梯宽等宏观参数，程序自动完成踏步数量与尺寸计算、构件智能选型、多工况荷载施加（整体均布、梯梁集中、踏板集中、扶手集中等），并一键生成材料表 Excel、材料清单 Excel、三维实体模型及有限元分析结果。



1.2 核心功能

1) 图集自动选型：勾选“按 15J401-2016 图册选用”，程序根据梯宽、使用频率、高度范围自动匹配钢梯型号（如 T1B08、T3A12 等），并自动设置梯梁、扶手、踏板等构件的标准截面。

- 2) 多平台样式支持：下拉切换“不带平台 / 上带平台 / 下带平台”，界面参数自动调整（如出现平台宽度、平台板厚度等参数）。
- 3) 全参数化踏步设计：根据高度 H 和角度 α 自动计算水平长度 L 、踏步数 n 、踏步高 r 、踏步宽 g ，并实时校核 $g+2r$ 是否满足 550~700mm 的舒适范围。
- 4) 灵活的构件配置：梯梁、主扶手、中部扶手、踏板、顶盖板、连接角钢等均可独立选择截面类型、型号及材质（Q235 ~ Q460、不锈钢）。
- 5) 多工况一键分析：梯梁均布分析，模拟踏步均布荷载 + 自重工况下梯梁受力；梯梁集中分析，模拟中部集中荷载（如设备搬运）工况；踏板分析，单独分析踏板在集中 / 均布荷载下的受力；扶手分析，分析扶手柱及栏杆在顶部 / 中间水平荷载下的受力。
- 6) 全成果输出：生成带图例的 Excel 材料明细表与汇总料单，可编辑的三维模型及有限元应力云图、约束反力图。

1.3 主要使用场景

工业厂房钢结构平台上下通道；大型塔器、反应器的操作检修平台斜梯；储罐围堰越堤斜梯；临时或永久性塔吊、龙门吊登机梯；既有斜梯的加固改造或安全复核。

二、主要设计流程

模块设计分为总体参数选择→构件参数与材质→荷载设置→计算结果与成果输出四个阶段。



阶段 1：输入总体几何与选型参数

斜钢梯设计 钢梯材料表

1钢梯参数 2材质设置 3荷载设置 4设计参数

高度 H mm 使用频率 离面高度

平台样式 按 15J401-2016 图册选用 钢梯型号

梯梁类型 主扶手类型 中部扶手类型

踏板类型 顶部踏板类型 钢梯角度 α °

- 在「1 钢梯参数」选项卡中设置：高度 H (mm) 为斜梯上下端垂直高度，输入后程序自动计算水平长度、角度等联动参数；
- 角度 α (°) 为钢梯倾斜角，可直接修改，修改后踏步特性联动更新；使用频率为“单向通行”等选项，影响梯宽初始值；
- 离面高度对应图集中栏杆离梯面的高度范围；
- 平台样式选择后，下方示意图及右侧“钢梯参数”面板中的参数项相应变化；
- 按 15J401 图册选用为复选框，勾选后激活“钢梯型号”下拉框，选择相应型号后，可由程序根据高度、角度自动套用图集参数，并根据图集自动选择截面型号，同时检查最大高度限制。

阶段 2：配置钢梯构件参数

钢梯参数

宽度 W mm 长度 L mm 护栏高 h1 mm

踏步数 n 步 踏步高 r mm 踏步宽 s mm

梯梁截面 踏板截面 顶部踏板截面

主扶手截面 中扶手截面 顶连接角钢

底连接角钢 加强角钢 平台宽度 w1 mm

平台板厚度 T mm 护栏高 h2 mm

调整间隙 Lj mm

- 在「钢梯参数」选项卡中（位于窗口左下方），可细致调整：梯梁截面的类型（热轧普通槽钢 / 自定义钢板截面等）和型号（如 [14a、[18]）；
- 踏板截面、顶部踏板截面的类型与型号；
- 主扶手截面、中部扶手截面的类型与型号；
- 连接角钢为梯顶部与梯底部的连接角钢型号。
- 平台参数（仅带平台时）包括：平台宽度 $w1$ 为平台外伸长度；
- 平台板厚度 T 为铺设钢板的板厚；
- 加强角钢为平台次梁用角钢型号。
- 踏步特性由程序根据 H 和 a 自动计算踏步数 n 、踏步高 r 、踏步宽 g ，界面提供 $g+2r$ 的便捷校核值；
- 护栏高 $h1$ 、 $h2$ 为主扶手（高区）和中间栏杆（低区）的高度；
- 调整间隙 Lj 为梯段与上下支点间的预留调节间隙。

阶段 3：材质与荷载设置

- 材质设置（「2 材质设置」选项卡）：

1钢梯参数	2材质设置	3荷载设置	4设计参数		
梯梁材质	Q235	踏板材质	Q235	顶部盖板材质	Q235
主栏杆材质	Q235	中间护栏材质	Q235	平台加强角钢材质	Q235
顶部连接角钢材质	Q235	底部连接角钢材质	Q235		
平台钢板材质	Q235				

- ✓ 为梯梁、踏板、主栏杆、中间栏杆、各连接角钢、顶盖板、平台板等分别可指定材质 Q235、Q355、不锈钢等。
- 荷载设置（「3 荷载设置」选项卡）：

1 钢梯参数	2 材质设置	3 荷载设置	4 设计参数		
整体集中荷载	<input type="text" value="4.40"/>	kN	投影均布荷载	<input type="text" value="3.50"/>	kN/m ²
踏板集中荷载	<input type="text" value="1.50"/>	kN	踏板均布荷载	<input type="text" value="2.20"/>	kN/m
扶手集中荷载	<input type="text" value="890.00"/>	N	中间栏杆集中荷载	<input type="text" value="700.00"/>	N
立杆顶部集中荷载	<input type="text" value="890.00"/>	N			

- ✓ 整体集中荷载为作用于梯段中部的大集中力（模拟搬运重物）；
- ✓ 投影均布荷载为作用于整个梯段水平投影面的活荷载；
- ✓ 踏板集中 / 均布荷载单独用于踏板分析的施力；
- ✓ 扶手集中荷载为作用在主扶手顶部的水平 / 竖向力；
- ✓ 中间栏杆集中荷载为作用在中间护栏跨中的水平力；
- ✓ 立杆顶部集中荷载为作用在扶手单根立柱顶部的力。

● 设计参数（「4 设计参数」选项卡）：

1 钢梯参数	2 材质设置	3 荷载设置	4 设计参数	
踏步 $g+2r =$	<input type="text" value="612"/>	mm ($550 \leq g+2r \leq 700$)	挠度限值 $L/$	<input type="text" value="250"/>
结构安全倍数	<input type="text" value="5"/>	切割损耗	<input type="text" value="10"/>	mm

- ✓ $g+2r$ 范围值可调整目标值（默认 600），程序据此微调踏步数或高度；
- ✓ 结构安全倍数为分析时的荷载放大系数；
- ✓ 挠度限值为 L/N 形式的下拉选择；
- ✓ 切割损耗为编制材料清单时附加的每件构件端头损耗长度。

阶段 4：执行计算与结果查看

点击界面左下方的各类分析按钮：



- 生成三维模型及绘制施工图，打开新窗口显示由参数装配的三维实体模型；
- 梯梁均布分析 / 集中分析，打开有限元分析窗口，以梁单元模拟整体结构，自动划分单元，查看应力云图、应力占比统计、约束点反力等；
- 踏板均布 / 集中分析，独立分析踏板受力；
- 扶手中间分析 / 扶手柱顶分析，独立分析扶手系统在相应荷载下的强度。

阶段 5：成果输出

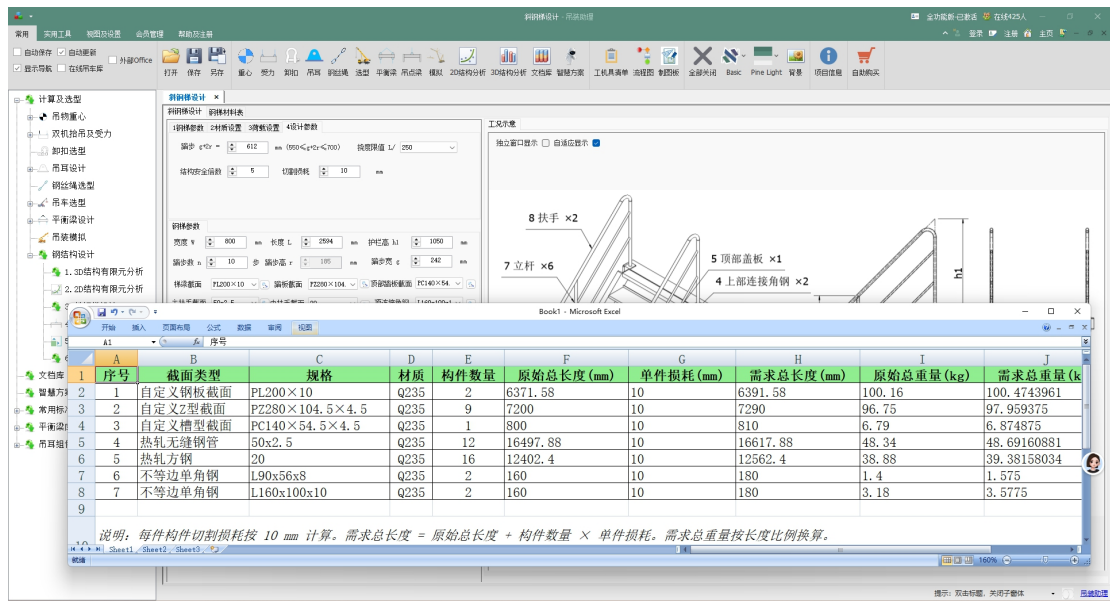
生成材料清单 / 生成材料料单

- 自动生成所有构件的编号、名称、截面、材质、起终点坐标、长度及重量，工具栏可导出为 Excel；

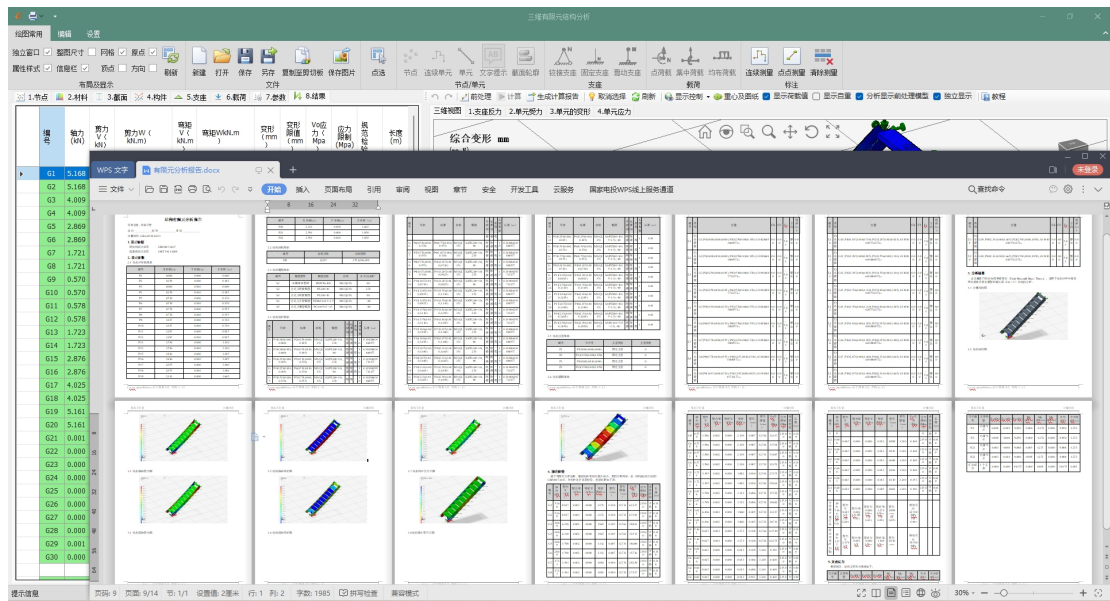
序号	名称	截面类型	规格	材质	长度 (mm)	数量	单重 (kg)	总重 (kg)
1	梯梁	自定义钢板截面	PL200×10	Q235	3185.79	2	50.08	100.16
2	踏步板	自定义Z型截面	PZ280×104.5×4.5	Q235	800	9	10.75	96.75
3	顶盖板	自定义槽型截面	PC140×54.5×4.5	Q235	800	1	6.79	6.79
4	扶手柱	热轧无缝钢管	50x2.5	Q235	1000	8	2.93	23.44
5	扶手柱	热轧无缝钢管	50x2.5	Q235	1040	2	3.05	6.1
6	主扶手	热轧无缝钢管	50x2.5	Q235	3208.94	2	9.4	18.8
7	中间扶手	热轧方钢	20	Q235	775.15	16	2.43	38.88
8	连接角钢	不等边单角钢	L90x56x8	Q235	80	2	0.7	1.4
9	连接角钢	不等边单角钢	L160x100x10	Q235	80	2	1.59	3.18

- Excel 料单将材料表按“名称 - 型号 - 规格 - 材质 - 长度”分组汇总数量、单

重、总重，并附加切割损耗，生成可直接用于采购下料的料单；



- 施工图纸输出。
- 有限元计算结果输出，并可生成详细的计算报告。



三、关键参数解释与介绍

参数类别	关键参数	含义与设置要点
总体几何	高度 H	梯段垂直高差，程序核心驱动参数。依据 H 和

		角度 α 反算踏步分布。
总体几何	钢梯角度 α	通常 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。影响踏步高宽比和梯梁剪跨比。
总体几何	平台样式	切换带 / 不带平台，改变构件清单及重心、支座位置。
图集选项	钢梯型号	勾选图集选用后激活，如“T1B08-1.2”，自动选择构件截面和限制最大高度。
踏步参数	踏步数 n / 踏步高 r 等	$r = H/n$ ，程序将其圆整为合理值并重新分配最后一踏高度。
构件截面	梯梁截面、扶手截面等	图集模式下不可更改；自定义模式则可选用所有型钢库或自定义截面。
荷载	结构安全倍数	对输入的荷载值乘以此系数后再进行分析，用于安全裕度设计。
荷载	整体集中荷载	作用于梯段中部节点的集中力，模拟梯段上搬运重物时最不利工况。
材料	截面材质	不同构件可指定不同材质，有限元分析中分别采用对应弹性模量与强度。
细部尺寸	调整间隙 L_j	梯段端部与结构梁、平台之间预留缝，影响梯梁下料长度。
设计准则	$g+2r$	踏步高与踏步宽的协调性指标，程序实时计算并提示范围是否合规（通常 $550\sim 700$ ）。

四、设计要点与操作技巧

4.1 设计核心要点

- 高度是主驱动参数，修改高度 H 将重新计算踏步数、踏步高、水平长度 L 等所有联动值，建议先确定梯高和角度，再微调其他参数；

- 区分梯梁集中分析与均布分析，“梯梁均布分析”将整体面荷载转为梯梁均布线荷载，“梯梁集中分析”则在跨中施加集中力，考察局部强度，两者对梯梁截面选择均有指导意义；
- 扶手分析工况独立，扶手力（水平荷载）独立施加在护栏系统上，不会叠加梯梁上的竖向荷载，方便独立校核；
- 图集选型的锁定机制，开启图集选用后，梯梁、踏板、扶手等关键构件的截面将被锁定为图集指定值，如需自定义，请先取消勾选；
- 有限元模型采用梁单元建模，梯梁按踏步分段以便施加踏板荷载，连接的角钢与加强件均按实际坐标建立。

4.2 操作技巧与建议

- 1) 先图集后自定义：在接近图集参数时，先勾选“按图集选用”，程序会给出标准截面与踏步分配。若需调整，再取消勾选进行自定义。
- 2) 善用高度限制提示：图集模式下若输入高度超出所选型号最大高度，程序将弹窗提示并自动调整，避免结果无效。
- 3) 踏步舒适度实时调节：修改踏步数 n 时，留意界面显示的 $g+2r$ 值，控制在 550~700mm 内可保证较佳行走体验。
- 4) 材料表导出前确认间隙：调整间隙 L_j 影响梯梁下料长度，在导出料单前请根据现场安装方式确认。
- 5) 有限元网格与查看：分析完成后，在「有限元分析结果显示」页可使用用户界面控件调整放大系数、切换应力 / 反力显示，并利用图表和表格辅助判定构件安全性。



五、常见问题处理

问题 1：修改高度后，踏步数不合理或 $g+2r$ 超限

解决方案：微调角度 a ，增大角度可减少踏步数，提高 $g+2r$ ；减小角度则增加踏步数。手动修改踏步数 n （仅在非图集模式下），程序将自动重新计算踏步高 r 和宽 g 。勾选图集选用，程序会直接套用图集中对应高度范围的推荐踏步分配。

问题 2：梯梁有限元分析结果应力超限

解决方案：在“钢梯参数”中增大梯梁截面型号（如 [14a 改为 [16a）；提高梯梁材质等级（如 Q235 改为 Q355）；减小荷载，如降低“结构安全倍数”；若为集中荷载超限，可考虑在局部增加加强角钢或垫板（需评估构造可行性）。

问题 3：材料清单长度与预期不符

解决方案：检查“梯梁截面”类型和型号是否与实际选型一致，不同截面尺寸会影响下料基准点；调整“调整间隙 L_j ”设置，多留出安装间隙会使梯梁长度增加；确认“顶部 / 底部连接角钢”型号，其尺寸影响最后一踏及梯梁端部位置。

问题 4：下平台梯或上平台梯的平台宽度不适用

解决方案：直接修改“平台宽度 w_1 ”参数，程序会重新计算平台板覆盖范围及扶手立柱定位；对于下平台梯，平台宽度还影响梯段水平投影 L 的重新分配，修改后界面数据将联动。

六、注意事项

1) 规范依据：本模块选型部分依据 15J401《钢梯》图集，结构计算核心遵循 GB 50017-2017。所有材质许用应力、荷载组合均依据规范。结构安全倍数由用户根据实际安全等级调整。

2) 单位换算：界面中所有长度单位为 mm（高度、宽度、长度、间距等），荷载单位为 kN 或 N（具体见各标签）。程序内部在有限元分析时转换为米制。

- 3) 有限元简化假设：梯梁和扶手梁采用梁单元 (**Beam**) 模拟，踏板、顶板作为荷载传导构件或简化为均布线荷载，不考虑焊缝细部应力集中。关键连接节点应参考施工图详图。
- 4) 模型一致性：生成三维模型后，请再次确认模型中的梯段总长、平台位置是否与结构计算假定一致。
- 5) 高危工程：用于核安全相关或在极端腐蚀 / 疲劳环境下的斜梯时，计算结果需由专业工程师复核，并补充节点详细计算。