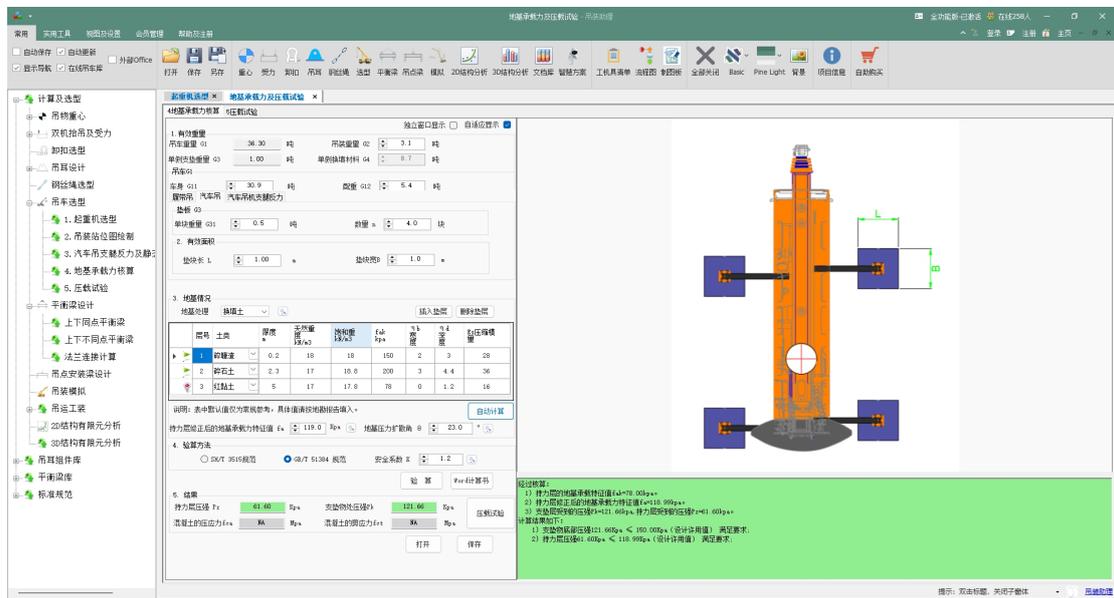


# 吊装助理地基承载力核算模块

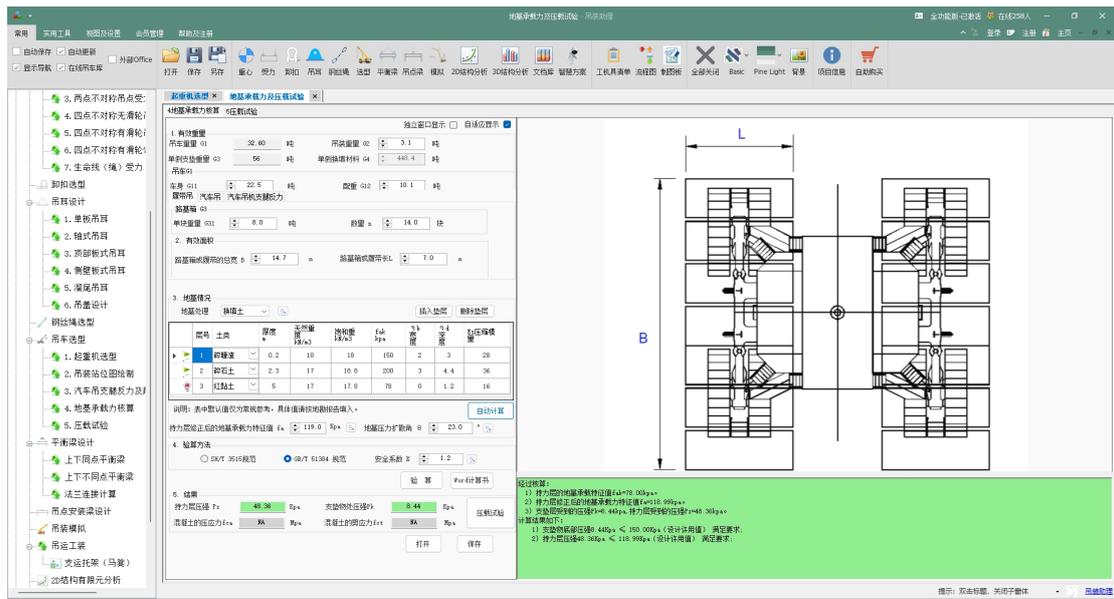
## 使用教程

### 一、功能介绍与使用场景

#### 1.1 模块定位



本模块是吊装工程方案设计中，继支腿反力计算或吊车选型之后的关键安全验算环节。它解决了在计算出吊车最大支腿反力后或确定起重机型号和站位后，必须确认起重机的接地压强是否超出施工场地地基承载力这一核心问题。模块内置了常见土体参数和地基处理方式，并联动前序计算结果，实现了从吊车选型/支腿反力导入 → 地质参数输入 → 地基承载力验算 → 压载试验方案设计 → 全自动成果输出的一站式解决方案。



## 1.2 核心功能

- **多规范同步验算：**支持按 GB/T 51384 和 SH/T 3515 等主流规范进行吊装站位的地基承载力核算，满足不同工程项目的审核要求。
- **多机型与工况适配：**可针对汽车吊、全地面起重机、履带吊等不同机型，或直接按支腿反力方式，进行精确的地基承载力验算，覆盖各类吊装设备。
- **内置丰富地质数据库：**模块预置了碎石土、砂土、粉土、粘性土及混凝土地面等常用地层的物理力学参数，并提供了原土压实、换填土、混凝土地面等典型地基处理方式的计算模板，极大简化了数据输入。
- **多模块数据联动：**可直接从“支腿反力计算”模块一键导入最大支腿反力极值，并将本模块的验算结果一键传递至“压载试验”模块，自动生成地基承载力检测试验方案，形成从理论计算到现场检测的完整闭环。
- **全自动成果输出：**一键生成规范、专业的 Word 计算书，内含工程概况、计算依据、计算简图、详细公式推导、数据代入过程、结果分析及明确结论，图文并茂，可直接用于内部审核、监理报审或专家论证。

## 1.3 主要使用场景

- ✓ 在计算出吊车最大支腿反力后或起重机选型后，评估其对地面的压力是否满足现场地勘报告要求。
- ✓ 施工现场地质条件复杂（如回填土、软弱土层），需详细核算地基承载力，判断



起重机选型 × 地基承载力及压载试验 ×

4地基承载力核算 5压载试验

独立窗口显示  自适应显示

1. 有效重量

吊车重量 G1  吨 吊装重量 G2  吨

单侧支垫重量 G3  吨 单侧换填材料 G4  吨

吊车G1

车身 G11  吨 配重 G12  吨

履带吊 汽车吊 汽车吊机支腿反力

路基 G3

单块重量 G31  吨 数量 n  块

2. 有效面积

路基箱或履带的总宽 B  m 路基箱或履带长L  m

3. 地基情况

地基处理

	层号	土类	厚度 m	天然重 度 kN/m <sup>3</sup>	饱和重 度 kN/m <sup>3</sup>	fak kpa	$\eta_b$ 宽度	$\eta_d$ 深度	E <sub>s</sub> 压缩模 量
	1	碎塘渣	0.2	18	18	150	2	3	28
	2	碎石土	2.3	17	18.8	200	3	4.4	36
	3	红黏土	5	17	17.8	78	0	1.2	16

- 履带吊：核算履带式起重机的接地压力。
- 汽车吊：核算汽车吊或全地面起重机通过垫板传递到地面的压力。
- 汽车吊机支腿反力：当您已经通过“支腿反力计算模块”得到了精确的支腿反力，可选择此项，直接输入反力值进行核算。

## 2. 输入有效重量（履带吊/汽车吊专用）

如果您选择的是“履带吊”或“汽车吊”标签页，需要在“1.有效重量”区域输入或核对相关重量：

1. 有效重量

吊车重量 G1  吨 吊装重量 G2  吨

单侧支垫重量 G3  吨 单侧换填材料 G4  吨

吊车G1

车身 G11  吨 配重 G12  吨

履带吊 汽车吊 汽车吊机支腿反力

路基箱 G3

单块重量 G31  吨 数量 n  块

- 吊车重量 G1：系统会根据您在选型模块的数据，自动累加“车身 G11”和“配重 G12”得到吊车总重。您也可以手动核对或修改。
- 吊装重量 G2：输入吊物、吊钩、索具的总重量。

- **单侧支垫重量 G3**：输入用于支撑支腿或履带的单侧路基箱、垫板等物的重量。
- **单侧换填材料 G4**：如果进行了地基换填，输入换填材料（如级配砂石）的重量（可根据土层数据自动计算）。

## 阶段 2：设定接触面积与地基参数

### 1. 设定接地面积

根据您在第一步选择的吊车类型，在对应的标签页内设定有效接地面积。

- **履带吊（在“2. 有效面积”区域）**：

- ✓ **路基箱或履带的总宽 B**：履带或铺设的路基箱与地面的总接触宽度。
- ✓ **路基箱或履带长 L**：单条履带或路基箱与地面的接触长度。

- **汽车吊（在“2. 有效面积”区域）**：

- ✓ **垫块长 L / 垫块宽 B**：单个支腿垫板的长和宽。
- **汽车吊机支腿反力（在“2. 有效面积”区域）**：

履带吊 汽车吊 汽车吊机支腿反力

支腿荷载

支腿反力  $R_{max}$  10.0 吨 单支腿垫板重  $G_{31}$  0.5 吨

2. 有效面积

垫块长  $L$  1.00 m 垫块宽  $B$  1.0 m

- ✓ 此模式下，同样需要输入支腿垫块的长  $L$  和宽  $B$ ，用于计算接地压强。

## 2. 输入地基情况

在“3. 地基情况”区域，详细定义地基土的物理力学性质。

3. 地基情况

地基处理 换填土 混凝土强度 C30 插入垫层 删除垫层

层号	土类	厚度 m	天然重 度 kN/m <sup>3</sup>	饱和重 kN/m <sup>3</sup>	$f_{ak}$ kpa	$\eta_b$ 宽度	$\eta_d$ 深度	$E_s$ 压缩模 量
1	混凝土层	0.25	23	23	14300	0	0	45
2	碎石土	2.3	17	18.8	200	3	4.4	36
3	红黏土	5	17	17.8	78	0	1.2	16

说明：表中默认值仅为常规参考，具体值请按地勘报告填入。

自动计算

持力层修正后的地基承载力特征值  $f_a$  121.3 Kpa 地基压力扩散角  $\theta$  23.0 °

- **地基处理**：从下拉列表中选择现场地基的处理方式，如“原土压实”、“换填土”或“混凝土地面”。选择后，下方的数据表格将载入相应的默认参数模板。
- **混凝土强度**：若选择“混凝土地面”，需在此选择混凝土的强度等级（如 C20，C30），系统将自动关联对应的抗压、抗剪强度。
- **土层数据表格**：
  - ✓ 此表格用于定义从垫层底部至持力层的各土层信息。可通过右键菜单（或下方的“插入垫层”、“删除垫层”按钮）进行行操作。
  - ✓ **土类**：选择该层土的类型（如碎石土、砂土、粉土等）。
  - ✓ **厚度**：该层土的厚度。
  - ✓ **天然重度 / 饱和重**：土体的重度参数。
  - ✓  **$f_{ak}$** ：地基承载力特征值，是验算的核心对比值。

- ✓  $\eta b / \eta d$ : 宽度和深度的承载力修正系数。
- ✓ **Es 压缩模量**: 用于沉降计算。
- **持力层修正后的地基承载力特征值  $f_a$** : 系统根据上部土层数据和修正系数自动计算并显示在此处。
- **地基压力扩散角  $\theta$** : 用于计算应力扩散到下卧层顶面的角度，通常按土层性质查规范确定。

## 阶段 3：执行承载力验算

### 1. 选择验算方法与安全系数

在“4. 验算方法”区域，设置验算规则：

- **选择规范**: 根据需求选择“SH/T 3515 规范”（常用于石化行业极限工况）或“GB/T 51384 规范”（常用于通用工况）。
- **安全系数 K**: 设定抗倾覆或承载力验算的安全系数，通常按所选规范要求取值（如 1.15）。

### 2. 执行计算

点击“**验算**”按钮，系统将根据您输入的所有参数，自动进行地基承载力验算、下卧层验算及稳定性校核。

### 3. 查看结果

在“5. 结果”区域，可以直观地看到验算结果：

经过核算：

- 1) 持力层的地基承载力特征值 $f_{ak}=78.00kpa$ 。
- 2) 持力层修正后的地基承载力特征值 $f_a=121.27kpa$ 。
- 3) 支垫层承受的压强 $P_k=123.48kpa$ ，持力层承受的压强 $P_z=57.18kpa$ 。

计算结果如下：

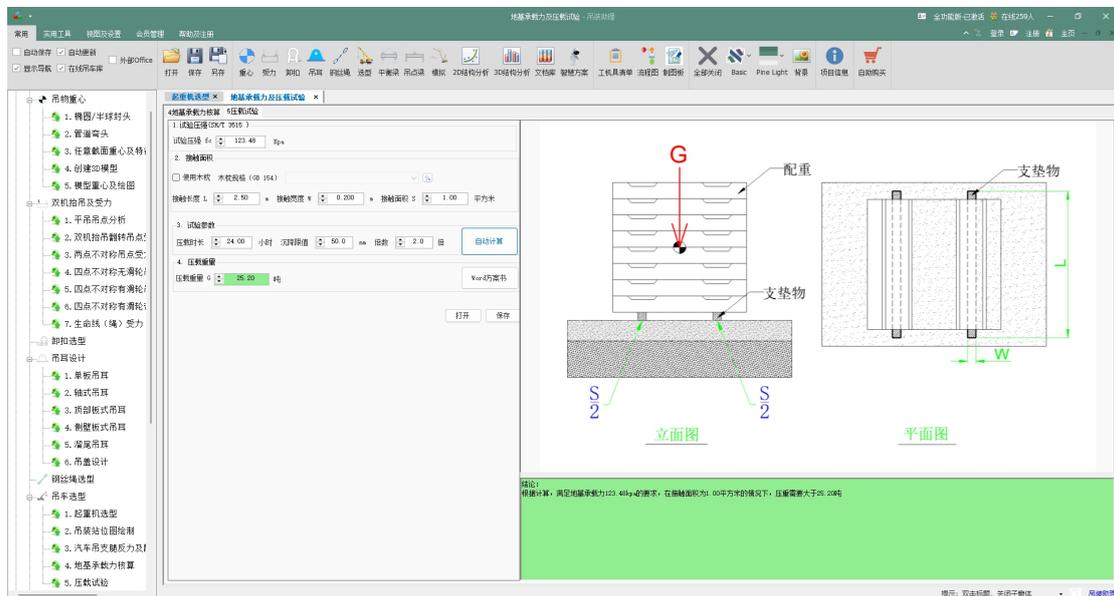
- 1) 混凝土地面的压强 $0.12Mpa < 14.30Mpa$ （设计许用值） 满足要求；
- 2) 混凝土地面的剪应力 $0.08Mpa < 1.00Mpa$ （设计许用值） 满足要求；
- 3) 支垫物底部压强 $123.48kpa < 14300.00kpa$ （设计许用值） 满足要求；
- 4) 持力层压强 $57.18kpa < 121.27kpa$ （设计许用值） 满足要求；

- **持力层压强  $P_z$** : 计算得到的垫层底部的实际压强。
- **支垫物处压强  $P_k$** : 垫板或履带与地面接触处的实际压强。
- **混凝土的压应力  $f_{ca}$  / 剪应力  $f_{ct}$** : 当基础为混凝土时，显示的验算结果。
- **压载试验**: 点击此按钮，可将当前模型和结果直接传递到“压载试验”模块。

## 阶段 4：压载试验方案设计

### 1. 切换至压载试验模块

点击主界面下方的“5.压载试验”标签页。



### 2. 设定试验参数

- **1. 试验压强**: 系统会根据前序计算自动导入，也可手动输入需要验证的压强值。
- **2. 接触面积**: 定义压载物与地面的接触尺寸。可以通过勾选“使用木枕”并选择标准木枕规格（GB 154）来快速确定，也可以手动输入接触面的长、宽和面积。
- **3. 试验参数**: 设置预计的压载时长和沉降限值，作为试验是否合格的标准。
- **4. 压载重量**: 系统会根据设定的试验压强和接触面积，自动计算并显示出所需的压载总重量。您也可以手动调整此重量。

### 3. 生成方案

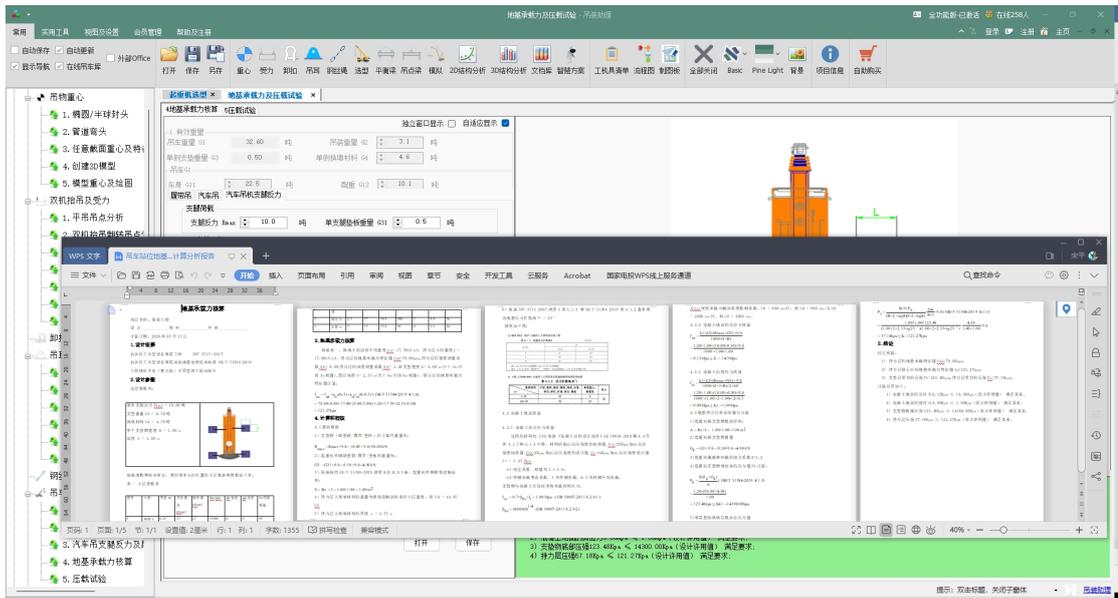
- 点击“自动计算”，系统将根据当前参数核算压载方案。

- 点击“Word 方案书”，一键生成包含试验目的、依据、方法、荷载分级、观测要求及判定标准的详细压载试验方案。

## 阶段 5：成果输出

### 1. Word 计算书

在“地基承载力核算”界面，点击“Word 计算书”按钮，一键生成图文并茂的正式计算书。



计算书内容将包括：

- ✓ 计算简图。
- ✓ 详细的计算公式及出处。
- ✓ 所有参数的代入过程。
- ✓ 各层土的承载力验算结果。
- ✓ 最终的验算结论（通过/不通过）。

### 2. 数据联动

点击“压载试验”按钮，可将本模块计算的压强、面积等关键参数直接传递到“压载试验”模块，启动下一步的检测方案设计。

## 三、关键参数解释

### 3.1 设计核心参数

参数类别	关键参数	含义与设置要点
载荷输入	支腿反力 / 吊车重量	这是产生地基压力的源头。数据应来源于“支腿反力计算模块”的最不利工况结果。
载荷输入	吊装重量 G2	同样来源于吊装方案，是倾覆力矩的来源，影响总荷载。
几何参数	接触面积 (L x B)	决定压强大小的最关键几何参数。必须根据实际使用的垫板、路基箱尺寸准确输入。面积越小，压强越大。
几何参数	垫层/换填厚度	用于应力扩散验算。厚度越大，应力扩散到下卧层时越小。
地基参数	地基承载力特征值 fak	地勘报告提供的核心数据，代表地基土在未修正前的承载力。
地基参数	修正系数 ( $\eta_b, \eta_d$ )	根据土类按规范取值，用于修正 fak，得到更符合实际基础尺寸和埋深的承载力 fa。
地基参数	压力扩散角 $\theta$	应力在土中扩散的角度，通常按土类和换填材料查规范确定。
验算规则	安全系数 K	衡量安全储备的指标。必须满足所选规范的最低要求（如 1.1- 1.65 等）。

### 3.2 计算结果关键参数

关键参数	意义	校核标准
持力层压强 Pz	基础底面处的实际压应力。	$Pz \leq$ 修正后的地基承载力特征值 fa

下卧层顶面压强	通过应力扩散后，作用在下卧层顶部的压应力。	应小于下卧层的地基承载力特征值
接地压强 $P_k$	垫板或履带对地面的直接压应力。	当垫板直接置于混凝土或硬质地面上时， $P_k$ 应小于材料的抗压强度。

### 3.3 地基处理方式详解与对比

在“3. 地基情况”区域，“地基处理”下拉列表提供了三种常见的现场地基处理方式：**原土压实**、**换填土**和**混凝土地面**。正确理解这三种方式的区别，对于准确输入参数和选择计算模板至关重要。

- **原土压实**

**定义：**对施工现场的天然土层进行机械夯实或碾压，提高其密实度和承载能力，但不改变土体性质。

**特点：**施工简单、成本低，适用于天然土质较好、含水量适中的场地。承载力提升有限，验算时直接使用原状土的物理力学参数（需经压实修正）。

- **换填土**

**定义：**挖除表层一定深度范围内的软弱土（如淤泥、杂填土），然后分层回填级配砂石、灰土等优质材料，并充分压实。

**特点：**能显著改善地基承载力和变形特性，适用于天然地基软弱、无法满足吊装要求的工况。验算时需输入换填层的厚度、材料重度及压缩模量，并考虑应力扩散至下卧层。

- **混凝土地面**

**定义：**在压实后的基层上浇筑一定厚度的混凝土面层（通常配构造钢筋），形成刚性基础。

**特点：**承载力高、整体性好、能有效扩散集中荷载，适用于重型吊车或多次重复吊装的场地。验算时需输入混凝土强度等级（如 C20、C30），系统将自动调用对应的抗压、抗剪强度标准值，并验算混凝土层本身的承载能力。

### 3.4 适用场景与选择建议

处理方式	适用场景	优点	缺点	典型参数设置要点
原土压实	地质条件较好、吊装荷载较小、临时性吊装	成本低、施工快	承载力提升有限，受土质均匀性和含水量影响大	选择“原土压实”后，在土层表格中输入压实后的土体参数（如重度、压缩模量、承载力特征值），通常需根据地勘报告进行折减或修正。
换填土	天然地基承载力不足、存在软弱下卧层、需控制沉降	显著提高承载力，消除不良土层影响	施工周期较长，成本较高	在土层表格中，第一层应为换填材料（如碎石、砂石），并准确输入其厚度、重度、压缩模量；下方依次为原状土层。系统将自动验算换填层底面和下卧层顶面的应力。
混凝土地面	重型吊车反复作业、场地需硬化、支腿压力极大	承载力极高，整体性强，耐久性好	成本最高，需养护时间，后期拆除困难	选择混凝土强度等级后，系统自动匹配抗压、抗剪强度。需手动输入混凝土层厚度。验算时不仅检查地基土，还会检查混凝土本身的弯拉、剪切应力。

### 3.5 计算模板的自动适配

当您在“地基处理”下拉列表中选择不同方式时，系统会做两件事：

- 1) **加载默认参数模板：**为土层表格填充一组该处理方式下常见的典型参数（如换填土的常用厚度、压实系数对应的承载力等），方便快速启动。
- 2) **激活关联输入项：**例如选择“混凝土地面”后，“混凝土强度”下拉框变为可用，方便您选择标号；选择“换填土”后，系统会重点提示下卧层验算。

**设计要点提示：**无论采用何种处理方式，最终验算结果必须同时满足 **持力层承载力要求** 和 **下卧层承载力要求**（如有）。对于混凝土地面，还需确保混凝土板本身不被压坏或冲切破坏。重大工程建议结合“压载试验”模块进行现场验证。

## 四、设计要点与操作技巧

### 4.1 设计核心要点

- **数据流闭环**：务必从“支腿反力计算”模块导入最不利工况下的**最大支腿反力**，以此作为地基验算的荷载依据，确保验算覆盖最危险情况。
- **参数匹配规范**：地基承载力修正系数( $\eta_b$ ,  $\eta_d$ )、压力扩散角( $\theta$ )等参数的取值，必须与所选用的规范（GB 或 SH）保持一致，避免张冠李戴。
- **重视下卧层验算**：如果持力层下面有软弱下卧层，必须确保应力扩散到该层顶部后的压强也不超过其承载力。本模块的土层表格会自动进行此项验算。
- **压载试验是最终验证**：理论计算存在不确定性，对于重大工程，务必使用“压载试验”模块生成现场试验方案，用实测数据验证地基承载力的可靠性。

### 4.2 实用操作技巧

- 在“地基情况”的土层表格中，点击右键可使用弹出菜单快速**新建、插入、删除、上下移动**土层，方便调整地质分层。
- 当选择“**混凝土地面**”时，只需在“混凝土强度”下拉框中选择标号，系统会自动从数据库调取对应的抗压、抗剪强度标准值，无需手动查阅表格。
- 在“**压载试验**”模块中，勾选“**使用木枕**”并选择规格，系统会自动填充接触面积，这是快速模拟标准配重块放置方式的技巧。
- 鼠标悬停在任意参数输入框上，会显示该参数的简要说明和推荐取值范围，帮助您准确理解并输入。

## 五、常见问题处理

**Q1：验算结果显示“持力层不满足要求”，该怎么办？**

A：这意味着  $Pz > fa$ 。可以从以下方面优化方案：

- **增大接触面积**：使用更大尺寸的支腿垫板或铺设路基箱，这是最直接有效的措施。
- **提高地基承载力**：对地基进行换填加固（如换填级配砂石）或浇筑混凝土垫层，

提高  $f_a$  值。

- **减小支腿反力**：回到前序模块，调整吊装站位、增加配重或选择更大吨位的吊车，以降低支腿反力。

**Q2：计算结果中“下卧层顶面压强”超限，如何处理？**

A：这说明虽然持力层没问题，但下面的软弱土层承受不了扩散后的应力。解决办法主要是：

- **增加换填厚度**：增加持力层（通常是换填层）的厚度，让应力扩散得更充分，从而减小到达下卧层顶面的压强值。

**Q3：如何为“压载试验”确定合理的压载重量？**

A：直接在“压载试验”模块的“**1.试验压强**”中输入您希望验证的压强值（通常是计算得到的最大接地压强），然后在“**2.接触面积**”中输入压载物的接地尺寸，点击“自动计算”，系统就会在“**4.压载重量**”中给出所需的总重量。

## 六、注意事项

- 本模块的计算结果准确性，高度依赖于输入的地质勘察报告数据的真实性。请务必以工程地勘报告为准，严谨输入每一层土的力学参数。
- 软件预置的土体参数为常规经验值，仅供方案设计阶段参考，不能替代正式地勘报告。
- 地基验算未考虑地下水渗流、地震荷载等特殊工况的影响，如有需要，应另行专项分析。
- 重大吊装工程的地基处理方案和压载试验方案，必须由具备资质的工程师进行复核，软件计算结果和生成的方案书是重要的技术支撑，但不能替代最终的安全决策和专家的专业判断。