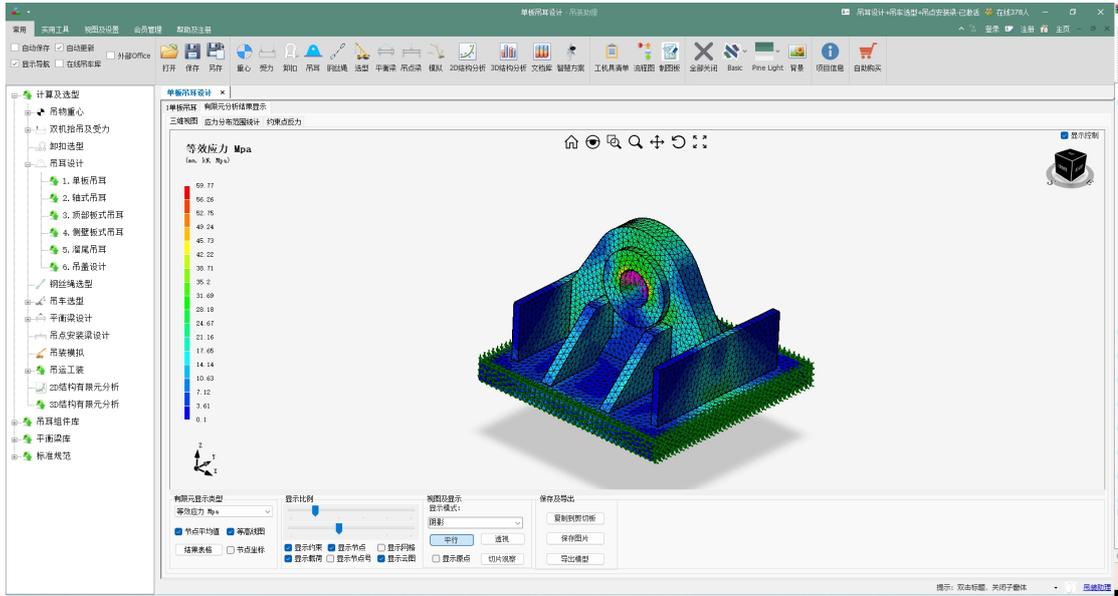
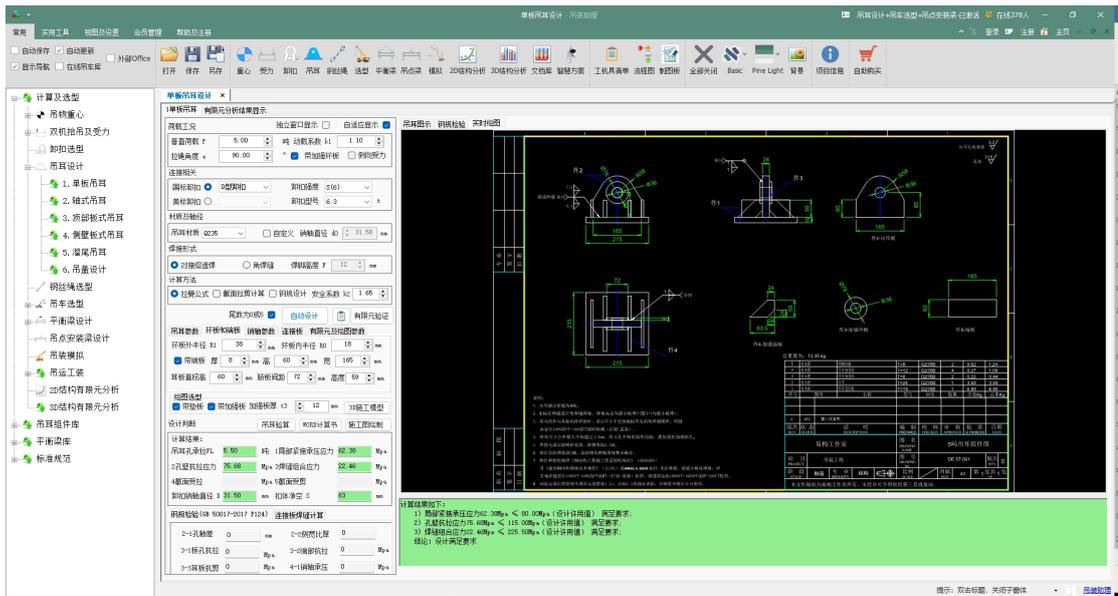


吊装助理单板吊耳设计模块使用教程

一、功能介绍与使用场景



本模块是吊装工程中单板式吊耳的智能化设计核心工具，基于“自动设计算法+多标准验算+全成果输出”的一体化架构，解决传统手工设计中效率低、易漏检、成果不规范等痛点，实现从载荷输入到施工交付的全流程自动化。



单板吊耳设计模块的核心功能包括：

1. **自动设计算法**：全网首创吊耳外形自动匹配算法，输入载荷后一键生成板厚、宽度、高度等初始尺寸，自动关联卸扣型号。
2. **多标准验算体系**：集成钢结构规范（GB 50017）、拉曼公式、截面拉剪计算等方法，覆盖孔壁承压、孔壁抗拉、焊缝强度、销轴强度等 10 余项关键指标校核。
3. **多工况与材质支持**：支持带加强环板、侧向受力、连接板等复杂工况，兼容碳钢（Q235）、低合金钢、不锈钢等材质。
4. **全成果输出**：
 - 一键生成三维有限元模型（含应力云图、变形结果等）；
 - 导出三维施工模型（STEP/IGES/STL 格式，3D 施工模型）；
 - 生成可编辑 CAD 图纸（DXF/DWG 格式）；
 - 输出图文并茂 Word 计算书（含公式、图纸、钢规检验表）。

主要使用场景：

- 压力容器、大型钢结构、机电设备的永久性/临时性吊耳设计；
- 吊装方案深化（承接吊点受力分析结果，形成技术闭环）；
- 施工措施设计（平衡梁、吊装工装的连接吊耳）；
- 既有吊耳安全评估（输入尺寸与工况快速验算）。

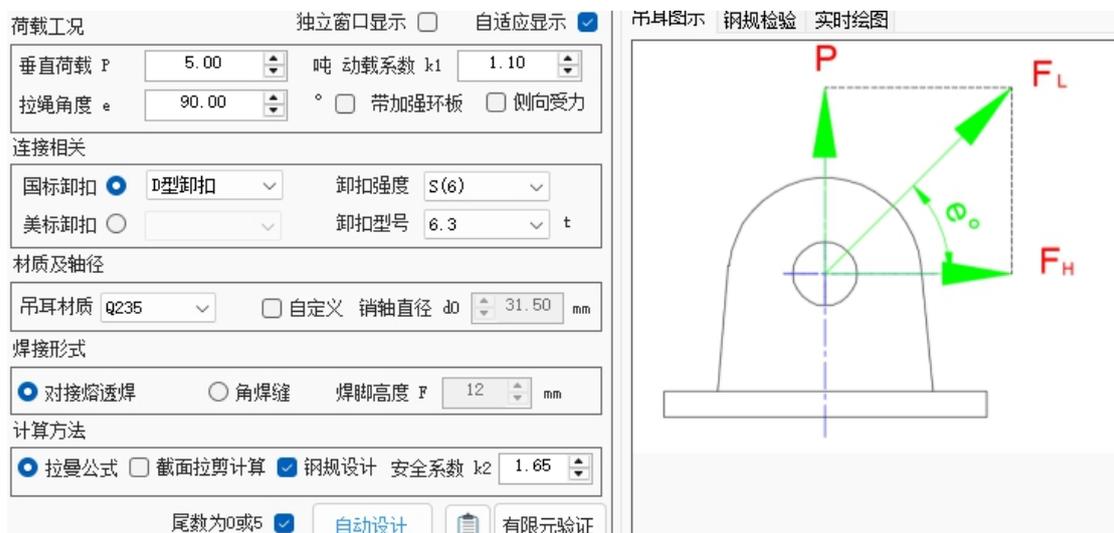
二、操作流程

第 1 步：进入模块与输入设计条件

- 1.1 打开软件，左侧导航栏进入“计算及选型”->“吊耳设计”，选择“1 单板吊耳”。



1.2 在“荷载工况”区输入核心参数：



- 垂直荷载 P ：从吊点受力分析模块传递或手动输入（如 5.00 吨）；
- 动载系数 k_1 ：默认 1.10（考虑起升冲击）；
- 拉绳角度 θ ：钢丝绳与吊耳板平面夹角（°）， 90° 为垂直吊装，角度越小侧向力越大。
- 可勾选“带加强环板”或吊耳侧向受力，满足不同受力情况的吊耳设计；

第 2 步：配置连接、材质与设计方法

2.1 吊耳连接配置：选择卸扣类型（D 型/美标）及型号（如 6.3t），软件自动读取销轴直径 d_0 （如 31.50mm），用于吊耳孔设计。

连接相关

<input checked="" type="radio"/> 国标卸扣 <input type="radio"/> 美标卸扣	D型卸扣 <input type="text"/>	卸扣强度 S(6) <input type="text"/>	卸扣型号 6.3 <input type="text"/> t
---	------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

2.2 材质及轴径：选择吊耳材质（如 Q235），软件自动匹配许用应力（如 Q235 承压许用值 80MPa）；可自定义销轴直径，进行吊耳孔径设计。

材质及轴径

吊耳材质 Q235 <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> 自定义 销轴直径 d0 <input type="text" value="31.50"/> mm
-----------------------------------	---

2.3 焊接与加强设置：选择焊接形式（对接熔透焊/角焊缝）、设计时可自动计算焊脚高度（如 12mm）。

焊接形式

<input checked="" type="radio"/> 对接熔透焊 <input type="radio"/> 角焊缝	焊脚高度 F <input type="text" value="12"/> mm
---	--

2.4 计算方法：默认采用“拉曼公式”，可选择“截面拉剪计算”和“钢规设计”（符合 GB 50017）。

计算方法

<input checked="" type="checkbox"/> 拉曼公式 <input type="checkbox"/> 截面拉剪计算 <input checked="" type="checkbox"/> 钢规设计	安全系数 k2 <input type="text" value="1.65"/>
---	--

第 3 步：执行设计与优化尺寸

3.1 自动设计（推荐）：点击“自动设计”按钮，软件基于载荷、卸扣、安全系数（默认 k2=1.65）自动设计填充吊耳参数（板厚、宽度 B、高度 H、销孔直径 d 等）。

吊耳参数	环板和端板	销轴参数	连接板	有限元及绘图参数
吊耳板厚 δ	<input type="text" value="24"/> mm	孔壁厚度 a	<input type="text" value="90"/> mm	
销孔直径 d	<input type="text" value="32.50"/> mm	吊耳宽度 B	<input type="text" value="213"/> mm	
销孔高度 H	<input type="text" value="85"/> mm	环板厚度 t2	<input type="text" value="8"/> mm	

3.2 手动调整：在“吊耳参数”“环板和端板”区微调尺寸（如增加板厚 t 降低承压应力），调整后重新点击吊耳验算，进行计算验证。

吊耳参数	环板和端板	销轴参数	连接板	有限元及绘图参数
吊耳板厚 δ	24 mm	孔壁厚度 a	90 mm	
销孔直径 d	32.50 mm	吊耳宽度 B	213 mm	
销孔高度 H	85 mm	环板厚度 t_2	8 mm	
绘图选型				
<input checked="" type="checkbox"/> 带垫板	<input checked="" type="checkbox"/> 带加强板	加强板厚 t_3	12 mm	3D施工模型

可设置环板，端部，筋板，销轴，连接板的尺寸及定位等，实现验算和绘图，满足多种形状的。

吊耳参数	环板和端板	销轴参数	连接板	有限元及绘图参数
环板外半径 R_1	38 mm	环板内半径 R_0	18 mm	
<input type="checkbox"/> 带端板	厚 8 mm	高 85 mm	宽 165 mm	
耳板直段高	20 mm	筋板间距	72 mm	高度 59 mm

吊耳参数	环板和端板	销轴参数	连接板	有限元及绘图参数
两端耳板厚度 t_e	24 mm	中间耳板厚度 t_m	24 mm	
受剪面数 n_v	2 mm	耳板间隙 s	5 mm	
销轴材质	Q235			

吊耳参数	环板和端板	销轴参数	连接板	有限元及绘图参数
连接板厚 t_1	19 mm	长	215 mm	宽 215 mm
焊脚高度 h_f	13 mm	连接板材质	Q235	
筋板与垫板边缘间距	12 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 验算连接板焊缝		
绘图选型				
<input checked="" type="checkbox"/> 带垫板	<input checked="" type="checkbox"/> 带加强板	加强板厚 t_3	12 mm	3D施工模型

3.3 可设置有限元分析的关键控制参数和 CAD 图纸生成的界面参数，得到定制化结果。

吊耳参数	环板和端板	销轴参数	连接板	有限元及绘图参数
字体大小	10	标注箭头	8	比例系数 60
有限元网格大小	6 mm	孔轴接触比例	50	
<input type="checkbox"/> 增强网格	<input type="checkbox"/> 边质量	最大渐变率	0.50	质量权重 0.60

第 4 步：查看结果与生成交付物

4.1 核心验算结果：

- 应力校核：局部承压应力（ $\leq 80\text{MPa}$ ）、孔壁抗拉应力（ $\leq 115\text{MPa}$ ）、焊缝组合应力（ $\leq 225.50\text{MPa}$ ）需满足许用值；

计算结果：					
吊耳孔承拉FL	5.50	吨	1局部紧接承压应力	69.10	MPa
2孔壁抗拉应力	72.32	MPa	3焊缝组合应力	17.48	MPa
4截面受拉		MPa	5截面受剪		MPa
卸扣销轴直径 D	31.50	mm	扣体净空 S	63	mm

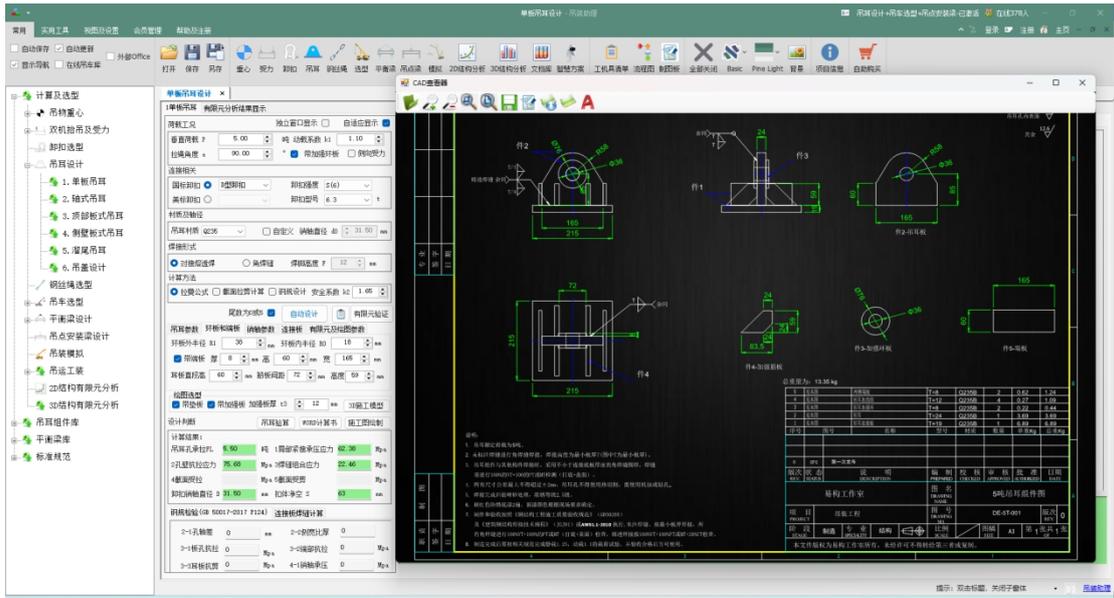
- 钢规检验表（逐项检查“板孔抗拉”“销轴承压”“销轴抗剪”等 10 余项指标，确保“满足要求”）；
 - 构造要求：耳孔直径与销轴直径差 $\leq 1\text{mm}$ （图 4“构造要求检验”）。

钢规检验 (GB 50017-2017 P124)		连接板焊缝计算	
2-1孔轴差	1.00 mm	2-2侧宽比厚	3.75
3-1板孔抗拉	17.55 MPa	3-2端部抗拉	16.43 MPa
3-3耳板抗剪	10.69 MPa	4-1销轴承压	71.30 MPa
4-2销轴抗剪	34.60 MPa	4-3销轴抗弯	13.47 MPa
4-4组合强度	0.30		

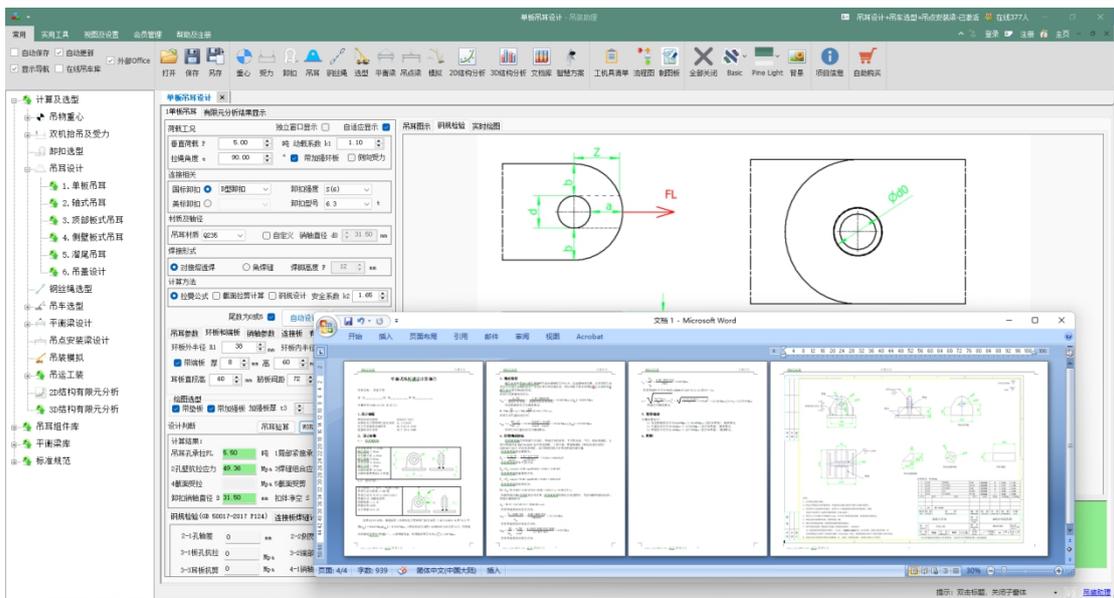
打开 保存

4.2 生成交付物：

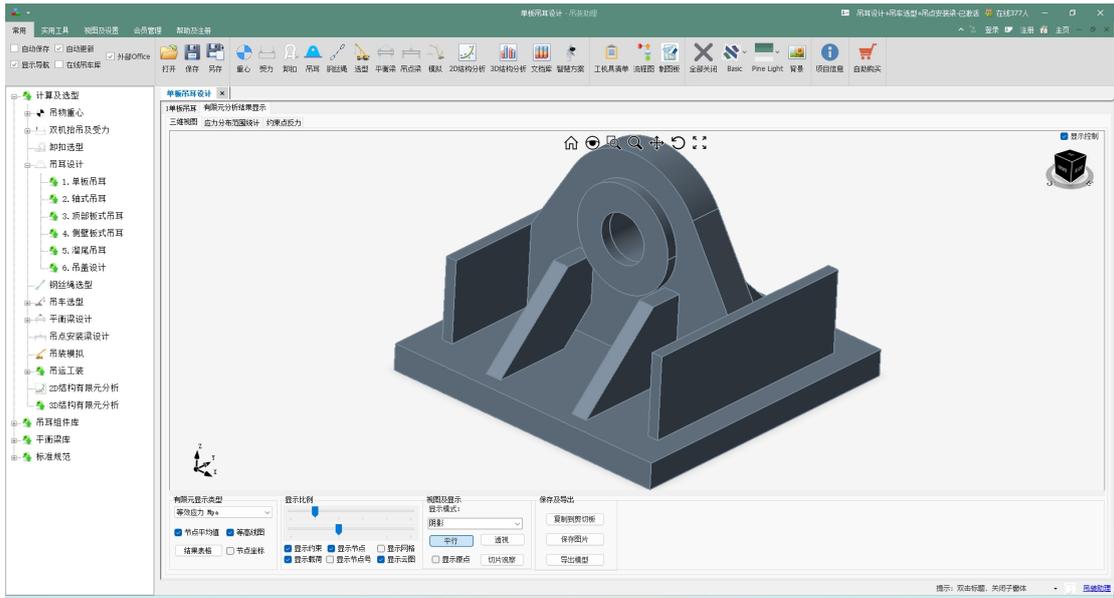
- 施工图：点击“施工图绘制”，生成带尺寸标注的 DWG/DXF 图纸；



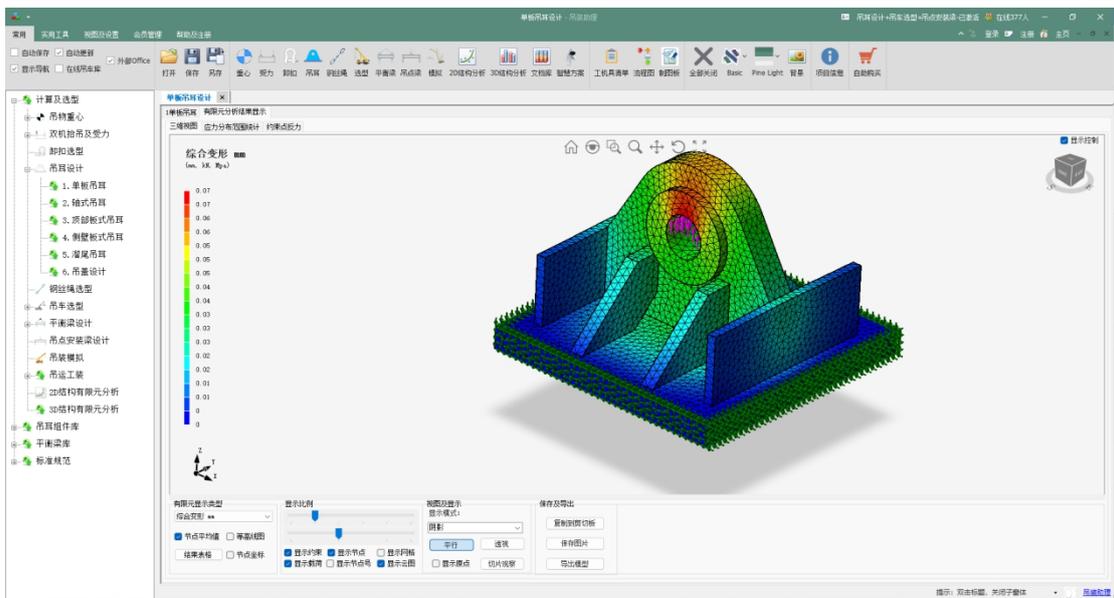
- 计算书：点击“WORD 计算书”，生成含公式、图纸、钢规检验表的 Word 报告；



- 3D 模型：点击“3D 施工模型”，导出 STEP/IGES 格式用于装配检查；



- 有限元报告：点击“有限元分析结果显示”，查看应力云图与变形结果。



三、参数详解

1. 核心输入参数

参数区域	关键参数	含义与设置要点
荷载工况	垂直荷载 P	吊点垂直力（吨），需含动载系数 k1（默认 1.10），即设计载荷= $P \times k1$ 。

	拉绳角度 θ	钢丝绳与吊耳板平面夹角 ($^{\circ}$)。
连接相关	卸扣型号	选择后自动带入销轴直径 d_0 (如 6.3t D 型卸扣 $d_0=31.50\text{mm}$)，决定吊耳孔直径。
材质及轴径	吊耳材质	选 Q235/Q345 等，软件自动调用许用应力 (如 Q235 承压 80MPa、抗拉 115MPa)。
	销轴直径 d_0	与卸扣匹配，钢规验算时需满足“孔轴差 $\leq 1\text{mm}$ ” (GB 50017-2017 11.6.2.1 条，图 4 构造要求)。
计算方法	安全系数 k_2	钢规设计中用于折减许用应力，默认 1.65 (覆盖工况的不确定性)。
焊接形式	焊脚高度 f	角焊缝关键参数 (如 12mm)，可自动计算和修改后进行验算。

2. 核心输出参数与钢规检验

输出项	含义与规范依据
局部承压应力	销轴对吊耳孔的挤压应力，需 \leq 材质承压许用值 (如 Q235 $\leq 80\text{MPa}$)。
孔壁抗拉应力	吊耳孔边缘抗拉强度，需 \leq 材质抗拉许用值 (如 Q235 $\leq 115\text{MPa}$)。
焊缝组合应力	焊缝承受的拉剪复合应力，需 \leq 焊缝许用值 (如 225.50MPa)。
钢规检验表	含“板孔抗拉”“销轴承压”“销轴抗剪”等 10 项，依据 GB 50017-2017 P124，需全项“满足要求”。

四、操作技巧与建议

1. 善用“自动设计”起步：新手或常规工况优先选“钢规设计”+“自动设计”，软件生成尺寸已考虑安全裕度（如板厚 t 、宽度 B ），可直接用于初步方案。
2. 针对性优化尺寸：应力超标时，增加板厚 t 降承压应力，增加宽度 B /高度 H 降孔壁抗拉应力。
3. 严控构造要求：按钢规设计的永久吊耳，即使应力通过，也需满足“孔轴差 $\leq 1\text{mm}$ ”“侧宽比厚”等构造，避免脆性破坏。
4. 有限元验证关键吊耳：重要工程吊耳（如超重、异形）需用“有限元分析结果显示”功能，查看应力云图确认无局部集中。
5. 出图与归档：用“施工图绘制”生成 CAD 图（直接用于加工，用“Word 计算书”归档（含钢规检验，规范公式计算），满足报审要求。

五、常见问题解答 (FAQ)

Q1: 自动设计的吊耳尺寸偏大/偏小，如何调整？

A1: 自动设计基于保守算法，可按需微调：应力偏高则增大板厚 t /宽度 B ，应力偏低且追求经济性可略减小尺寸（每次改 1 个参数，重新计算验证应力比 < 0.9 ）。

Q2: “钢规设计”“截面拉剪”“拉曼公式”选哪个？

A2: 永久性吊耳设计，优先“钢规设计”（符合国标 GB 50017，校核项全，易通过审查）；临时吊装吊耳，可选“截面拉剪”和“拉曼公式”，满足工程需求。

Q3: 钢规检验表有项“不满足要求”怎么办？

A3: 构造要求（如“侧宽比厚”“端距”）是强制条款，需调整外形尺寸（如增加板宽、加大孔边距）；应力项不满足则需增大板厚或宽度。