

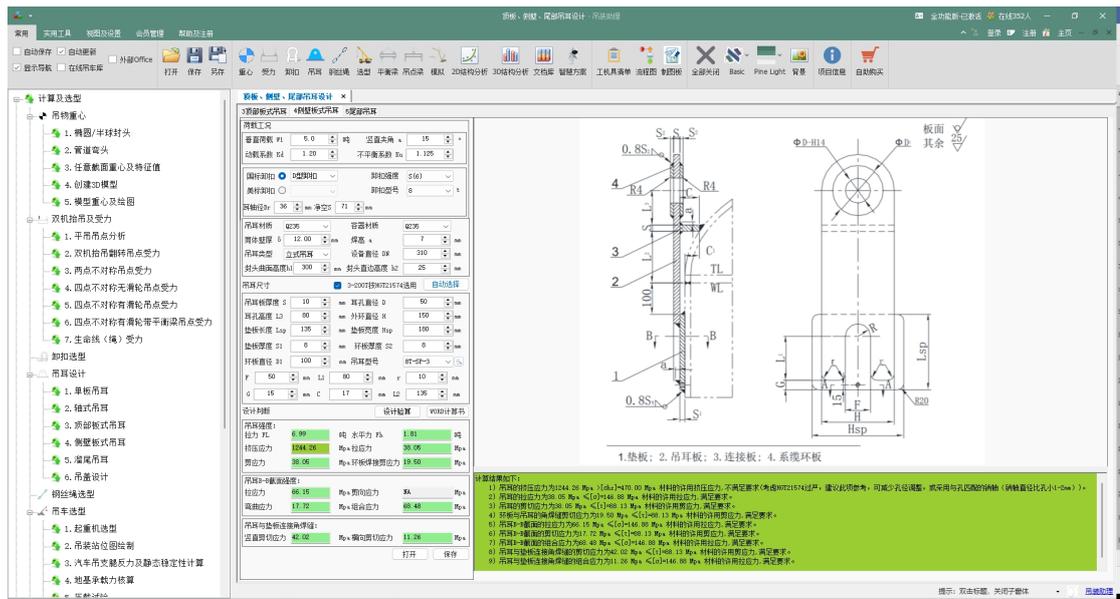
吊装助理侧壁板式吊耳设计模块

使用教程

一、功能介绍与使用场景



本模块是容器（筒体、封头）侧壁吊装核心组件——侧壁板式吊耳的智能化设计工具，基于“标准库选型+自动计算+计算书生成”架构，严格遵循《HGT 21547 设备吊耳》及《HGT 21574 化工设备吊耳设计选用规范》，解决传统设计中选型范围窄、验算复杂、成果不规范等痛点，实现从载荷输入到计算书交付的全流程自动化。



本模块的核心功能包括：

1. 标准库一键选型：直接从 HGT 21547 标准库调用 3-200 吨侧壁板式吊耳（SP 系列），支持选型后验算调整。
2. 多维度计算与验证：集成强度校核（挤压应力、拉应力、剪应力、组合应力、焊缝应力）、标准符合性检查（封头参数、吊耳位置），覆盖耳板、环板、焊缝等关键部位。
3. 生成图文并茂计算书：一键生成含公式、应力结果、规范依据的 Word 计算书。

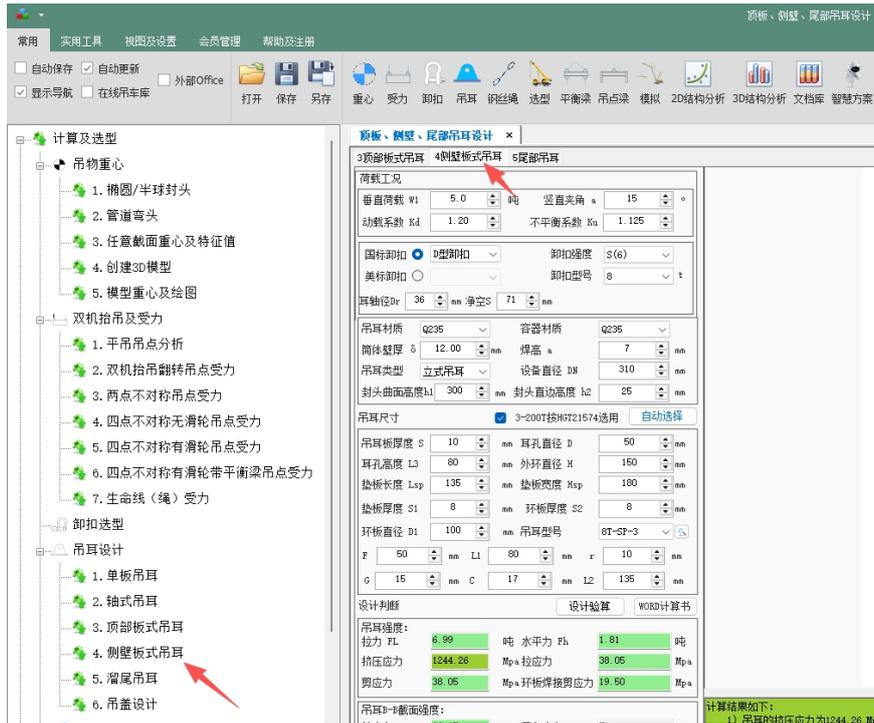
主要使用场景：

- 压力容器、化工塔器、大型设备的侧壁吊装（立式吊、带加强环板工况）；
- 设备制造厂内筒体装配、安装现场侧向就位吊装；
- 基于 HGT 21547/21574 标准的标准化吊耳选型与验算（3-200 吨范围）；
- 既有侧壁板式吊耳安全评估（输入尺寸与工况快速复核）。

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“4 侧壁板式吊耳”。



1.2 在“荷载工况”区输入核心参数：

荷载工况			
垂直荷载 W1	5.0	吨	竖直夹角 α
动载系数 Kd	1.20		不平衡系数 Ku
			1.125

- 垂直荷载 W1: 吊点垂直分力 (吨), 如 5.00 吨;
- 竖直夹角 α : 钢丝绳与竖直方向夹角 ($^{\circ}$), 默认 15° ;
- 动载系数 Ed: 考虑起升冲击, 默认 1.20;
- 不平衡系数 Ka: 多吊点不均衡受力系数, 默认 1.125。

第 2 步：配置材料、连接与吊耳类型

国标卸扣 <input checked="" type="radio"/> D型卸扣	卸扣强度 S(6)
美标卸扣 <input type="radio"/>	卸扣型号 8 t
耳轴径Dr 36 mm	净空S 71 mm
吊耳材质 Q235	容器材质 Q235
筒体壁厚 δ 12.00 mm	焊高 a 7 mm
吊耳类型 立式吊耳	设备直径 DN 310 mm
封头曲面高度h1 300 mm	封头直边高度 h2 25 mm
吊耳尺寸	<input checked="" type="checkbox"/> 3-200T按HGT21574选用 <input type="button" value="自动选择"/>

2.1 材料设置：

- 吊耳材质/容器材质：选 Q235、Q345 等，软件自动匹配许用应力（如 Q235 许用拉应力 $[\sigma]=146.88\text{MPa}$ 、许用剪应力 $[\tau]=88.13\text{MPa}$ ）；
- 筒体壁厚 δ ：输入设备筒体实际壁厚（如 12.00mm）；
- 垫板与筒体焊高 h：输入焊缝高度。

2.2 连接配置：

选择卸扣类型：如选 D 型卸扣（如 S(6)）或美标卸扣；

2.3 设备参数：

- 吊耳类型：选择“立式吊耳”或“卧式吊耳”；
- 设备直径 DN：输入设备公称直径（如 310mm）；
- 封头曲面高度 H1：输入封头曲面高度（如 300mm）；
- 封头直边高度 h2：输入封头直边高度（如 25mm）。

第 3 步：吊耳尺寸选型与调整

3.1 标准库选型（推荐）：点击“自动选择”，软件根据 W1、Ed、Ka 自动匹配 HGT 21547 标准库 SP 系列型号（如“8T-SP-3”），参数自动填充：

吊耳板厚度 S	10	mm	耳孔直径 D	50	mm
耳孔高度 L3	80	mm	外环直径 H	150	mm
垫板长度 Lsp	135	mm	垫板宽度 Hsp	180	mm
垫板厚度 S1	8	mm	环板厚度 S2	8	mm
环板直径 D1	100	mm	吊耳型号	8T-SP-3	
F	50	mm	L1	80	mm
G	15	mm	C	17	mm
			r	10	mm
			L2	135	mm

设计判断 设计验算 WORD计算书

- 板厚 S: 10mm (SP-3 型) ;
- 耳孔高度 L3: 80mm (SP-3 型) ;
- 外环直径 H: 150mm (SP-3 型) ;
- 垫板参数: 长度 Lsp=135mm、宽度 Hsp=180mm (SP-3 型) ;
- 环板参数: 直径 D1=100mm (SP-3 型) 。

3.2 手动调整: 在“吊耳尺寸”区微调参数 (如增大板厚 S 降低挤压应力) 。

第 4 步: 执行设计与验证

设计判断		设计验算		WORD计算书	
吊耳强度:					
拉力 FL	6.99	吨	水平力 Fh	1.81	吨
挤压应力	1244.26	Mpa	拉应力	38.05	Mpa
剪应力	38.05	Mpa	环板焊接剪应力	19.50	Mpa
吊耳B-B截面强度:					
拉应力	66.15	Mpa	剪向应力	NA	Mpa
弯曲应力	17.72	Mpa	组合应力	68.48	Mpa
吊耳与垫板连接角焊缝:					
竖直剪切应力	42.02	Mpa	横向剪切应力	11.26	Mpa
		打开		保存	

4.1 强度计算: 点击“设计验算”, 软件自动校核:

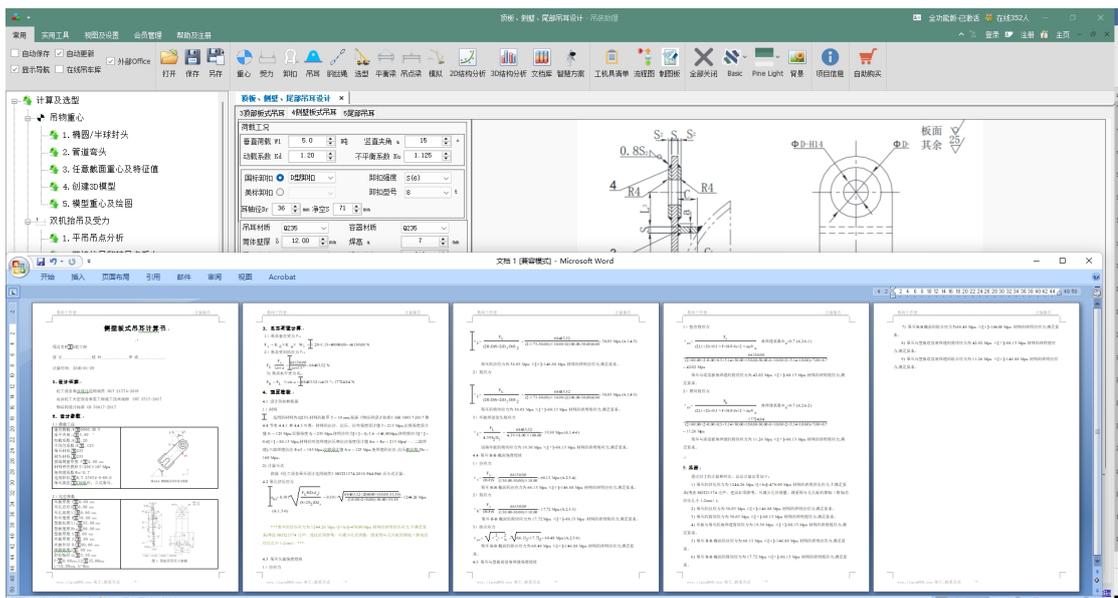
核心应力: 挤压应力 ($\sigma_{hz}=1244.26\text{MPa}$)、拉应力 ($\sigma_L=38.05\text{MPa}$)、剪应力 ($\tau_L=38.05\text{MPa}$)、组合应力 ($\sigma_{cv}=68.48\text{MPa}$) ;

焊缝应力：环板焊喉剪应力 ($\tau_L=19.50\text{MPa}$)、角焊缝竖直/横向剪应力 (42.02MPa/11.26MPa)；

4.2 查看结果：绿色区域显示“设计判断”结论（重点关注挤压应力是否超标，需调整）。

第 5 步：生成计算书

点击“WORD 计算书”，生成图文并茂报告，包含：



- 设计依据：HGT 21574-2018、SHT 3515-2017、GB 50017-2017；
- 设计参数：荷载工况、材料、吊耳尺寸；
- 计算过程：应力公式（如 $\sigma_{hz}=0.591\sqrt{[FL \times E \times (Dd) / ((S+2S2) \times Dd \times dx)]}$ ）、数据代入、结果对比；
- 结论：校核结论，明确挤压应力超标及处理建议。

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 W1	吊点垂直分力（吨），设计载荷= $W1 \times Ed \times Ka$ （如 $5.0 \times 1.20 \times 1.125 = 6.75$ 吨）。
	竖直夹角 α	钢丝绳与竖直方向夹角（°），影响水平分力 $Fh = FL \times \sin\alpha$ 。
材料	吊耳/容器材质	如选 Q235（许用 $[\sigma] = 146.88\text{MPa}$ 、 $[\tau] = 88.13\text{MPa}$ ）。
	筒体壁厚 δ /焊高 h	δ 需参与 L2 计算（ $L2 = (\delta + h1)/3 + h2$ ），h 为垫板与筒体焊缝高度。
连接	卸扣类型/耳轴距 Dr/净空 S	D 型卸扣自动匹配销轴直径（如 $Dr = 36\text{mm}$ ），净空 S 影响耳轴安装空间。
吊耳类型	立式吊耳/带加强环板	带加强环板时需输入环板参数（ $D1 = 100\text{mm}$ 、 $S2 = 8\text{mm}$ ）。
设备参数	DN/H1/h2	DN 用于计算 $C = 0.0286 \times DN + S1$ ，H1/h2 用于 L2 计算（标准椭圆封头）。
吊耳尺寸	S/L3/H/Lsp/Hsp/D1	参考表 9.0.2 SP 系列（如 SP-3 型 $S = 10\text{mm}$ 、 $L3 = 80\text{mm}$ 、 $H = 150\text{mm}$ ）。

2. 核心输出参数与标准依据

输出项	含义与规范依据
挤压应力 σ_{hz}	$\sigma_{hz} = 0.591 \sqrt{[FL \times E \times (Dd) / ((S + 2S2) \times Dd \times dx)]}$ ，HGT 21574 许用 $[\sigma_{hz}] = 470\text{MPa}$ ，超标时建议销轴直径比孔小 1-2mm。
拉应力 σ_L	$\sigma_L = FL / [(2R - D)S + 2(D1 - D)S2]$ ，需 $\leq [\sigma] = 146.88\text{MPa}$ (Q235)。
组合应力 σ_{cv}	$\sigma_{cv} = \sqrt{(\sigma_v^2 + \tau_h^2)}$ ，B-B 截面拉剪组合应力。

四、操作技巧与建议

1. 善用“自动选择”功能：输入 $W1=5.0$ 吨、 $Ed=1.20$ 、 $Ka=1.125$ 后，点击“自动选择”调用 HGT 21547 标准库 SP-3 型（8 吨），参数自动匹配。
2. 严控封头参数 $L2$ ：标准椭圆/半球形封头 $L2=(\delta+h1)/3+h2$ ($\delta=12\text{mm}$ 、 $h1=300\text{mm}$ 、 $h2=25\text{mm}$ 时， $L2=(12+300)/3+25=129\text{mm}$)，其他型式封头需手动给定。
3. 挤压应力超标处理：若 $\sigma_{hz} >$ 设计值，应减小耳孔直径（如 $D=50\text{mm} \rightarrow 48\text{mm}$ ）或采用销轴直径比孔小 1-2mm（如 $dx=35.5\text{mm} < D=37\text{mm}$ ），重新计算后 σ_{hz} 可降至许用范围。
4. 规范引用与计算书归档：生成计算书时，确保包含设计依据、公式来源、结果对比，满足报审要求。

五、常见问题解答 (FAQ)

Q1: 如何从标准库选型 8 吨侧壁板式吊耳？

A1: 输入 $W1=8.0$ 吨、 $Ed=1.20$ 、 $Ka=1.125$ ，点击“自动选择”，软件会自动匹配。

Q2: 封头直边高度 $h2=25\text{mm}$ 时， $L2$ 如何计算？

A2: 标准椭圆封头 $L2=(\delta+h1)/3+h2$ (δ =筒体壁厚， $h1$ =封头曲面高度)，如 $\delta=12\text{mm}$ 、 $h1=300\text{mm}$ ，则 $L2=(12+300)/3+25=129\text{mm}$ 。

Q3: 挤压应力 1244.26MPa 超标怎么办？

A3: 调整孔径（如 $D=50\text{mm} \rightarrow 48\text{mm}$ ，减小承压面积）或采用匹配销轴（销轴直径 $dx=35.5\text{mm} < D=37\text{mm}$ ，孔轴差 2mm），重新计算后 σ_{hz} 可降至许用范围。

Q4: 如何确定吊耳与垫板角焊缝的焊脚高度 h ？

A4: 一般取较薄件厚度的 0.7 倍，Q235 板厚 10mm 时 $h=7\text{mm}$ 合理，软件自动校核焊缝应力。

Q5: 计算书中“组合应力 68.48MPa ”的含义？

A5: 指 B-B 截面拉剪复合应力 ($\sigma_{cv}=\sqrt{(66.15^2+17.72^2)}=68.48\text{MPa}$)，需 $\leq [\sigma]=146.88\text{MPa}$ (Q235)，满足要求。