

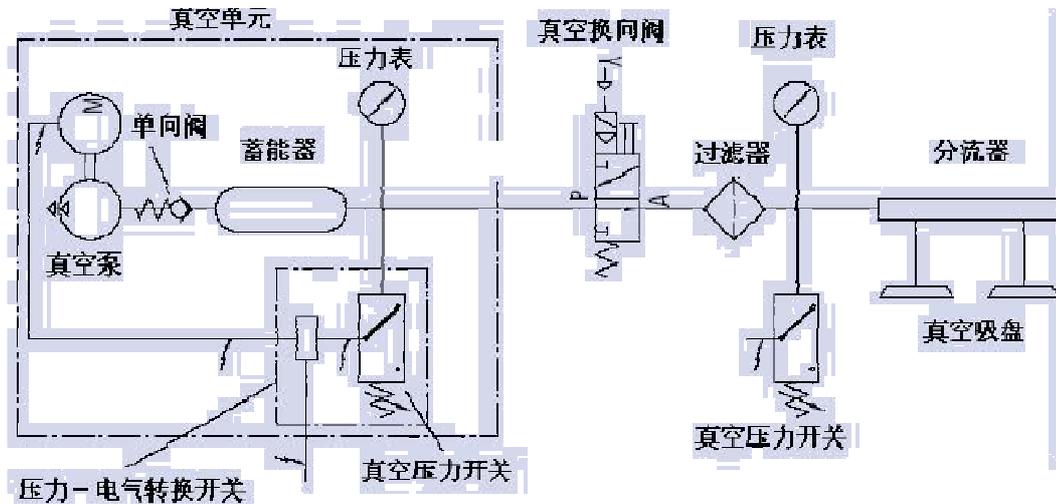
# 真空吸盘吊具搬运钢板（板材）的设计及日常维护和故障分析

编写：纬戈伦（上海）自动化技术有限公司

郑义筠 13761221698

随着现代化生产的不断进行，真空吸盘吊具的应用日益广泛。逐渐从单一的玻璃吸吊转化为金属板材、石材、木材加工、包装行业、塑胶行业、CD/DVD 行业的充分应用，尤其是在金属板材加工在预处理、下料、切割、焊接等工序过程中包括德国德马格在内的很多企业为保证板材整体效果逐渐摆脱传统的电磁吊装，改为真空吸盘搬运。目前国内外真空吸盘吊具的设计研发、生产已形成专业趋势。

## 一、真空吸盘吊具设计的基本原理：



工作原理描述：吸取：吸盘贴住工件，通过真空泵工作形成的抽空系统，将吸盘与工件之间的空气抽空，产生负压，使吸盘吸住工件。

释放：通过真空换向阀的切换使负压状态解除，工件依靠自重与吸盘脱离。

其中：蓄能器的设置是为了在断电、缺项等情况下导致真空泵停止工作时，能保证工件在规定的时间内不能脱落。

## 二、真空吸盘吊具搬运钢板（板材）的设计参数

### 1. 吸附力的确定：

$$F=S*P/\eta$$

F 提升的外力 单位 kg

S 真空吸盘的吸附面积 单位  $\text{cm}^2$

P 大气压力，取决于真空度 单位  $\text{kg}/\text{cm}^2$

$\eta$  安全系数

为了计算吸力，除了计算工件的质量之外，真空吸盘还要承受由加速度所产生的力，这个力在自动提升系统中绝不可以忽略不计。

### 2. 安全系数的确定：

在实际应用中，必须考虑很多重要的因素，如吸盘的大小和形状，工件表面的光洁度和硬度（变形性）。安全系数  $\eta$  最低应选 2 倍，如果想旋转或翻转工

件，安全系数应选 2.5 或更高，以满足实际翻转所需要的力。

3. 真空吸盘的确定：

选择真空吸盘很重要的一个因素是工作条件，如运转时间、预期寿命、化学腐蚀环境和温度等。其次，不同的吸盘材料和形状适用于不同情况。在搬运钢板的过程中，一般选用材料为 NBR(丁腈橡胶)的扁平吸盘最为理想。确定真空吸盘数量最主要的标准是搬运过程中钢板的弯曲程度。

4. 真空度的确定：

在真空搬运技术中使用过高的真空度是很不经济的，把真空从-600mbar 升高到-900mbar 可增加 1.5 倍的吸力，但所需的抽吸时间和能量却增加 3 倍。通常使用的真空度为：金属等气密性材料 60%-80% (-600mbar--- -800mbar)。

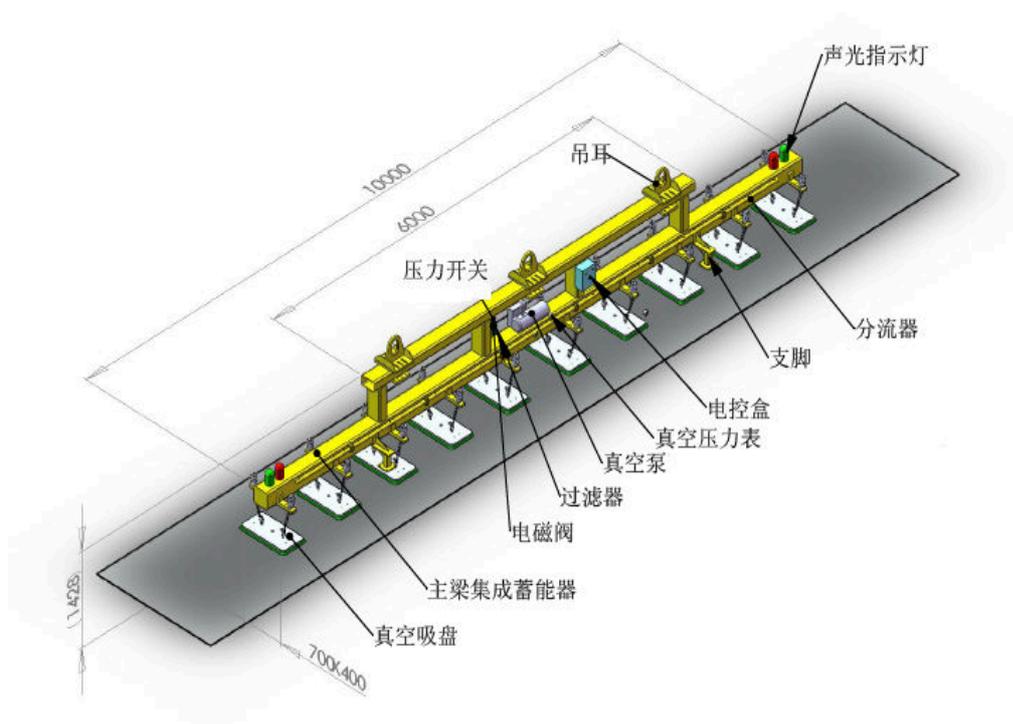
### 三、真空吸盘吊具搬运钢板（板材）的设计实例

设计基本依据：

1. 吊运的工件：热轧钢板（淬火后的钢板平直度 $\leq 11\text{mm/m}$ ）
2. 工件尺寸（长\*宽\*厚）6-14m \* 0.8-2.13m \* 4-26mm
3. 工件温度 $\leq 100^{\circ}\text{C}$
4. 工件最大重量（单张）：6000kg
5. 车间环境温度：0-40 $^{\circ}\text{C}$

设计结果：

1. 产品外形示意图



## 2. 设计计算

$$F_{th} = m * (g + a)$$

$F_{th}$  理论上最大吸力 (N)

a 提升系统的加速度 ( $m/s^2$ )

$$F_{th} = 6000 * (9.81 + 5) = 88860N$$

F 约 9058kg 根据经验测算取 10 个矩形吸盘, 则单个吸盘吸力为 905.8kg

$$F_{单} = S_{单} * P / \eta$$

取 P 为  $0.6 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\eta$  取 2 倍安全系数

则  $S_{单} = 3020 \text{ cm}^2$  根据吸盘的参数和经验, 确定单个吸盘的外形尺寸。

$$S_{单} = \text{长} * \text{宽} = 700\text{mm} * 450\text{mm} = 3150 \text{ cm}^2$$

$$F_{单} = 3150 * 0.6 / 2 = 945\text{kg}$$

$$F = F_{单} * n = 945 * 10 = 9450\text{kg} > 9058 \text{ kg}$$

真空泵根据样本参数和经验公式选择, 本例为旋片式油润滑 抽吸能力  $60\text{m}^3/\text{h}$   
蓄能器采用截面为方形的管材制作, 容积大小和真空吸盘吊具的断电保压时间长短有关。当真空吸盘吊具的断电保压时间为 15min 时, 蓄能器的容积应为吸盘容积量的 10 倍以上。另蓄能器和主梁合二为一, 承重要考虑, 计算从略。

## 3. 整机主要技术参数:

整机功率: 2.0KW
动力输入: 380V,50Hz,三相交流电
最大负载: 6370kg
设备自重: 约 2.6T
外形尺寸: 见设计图
断电保吸时间: 切断真空泵动力, 系统真空压力由最高 (85%以上) 下降至 60%时 所需的时间 $\geq 15\text{min}$
安全警报: 系统真空压力低于 60%或真空泵发生动力故障时, 蜂鸣器 (配独立可充电蓄电 池) 发出声光报警信号;
控制方式: PLC 联机控制
吸取时间: 小于 2 秒; (仅首次吸取时间略长, 约为 5-10 秒)
释放时间: 小于 2 秒
吸力安全系数: 2.0
噪音指标: 小于 75 分贝

注: 上表所提及之真空吸力均为在 60%真空度下测定, 正常工作情况下, 系统最大真空度可达 85%以上。

---

#### 4. 柔性化配置

- 1) 吸盘位置可调性：各横梁在主梁上的位置可以方便地手动调节，各吸盘在横梁上的位置也可以方便调节，这样就保证了吸吊机适应于不同尺寸的工件。
- 2) 吸盘选用可调性：每个吸盘配有手动球阀，对于小尺寸的板材可以将不需要的吸盘关闭，也可用于真空系统的气密性自检。
- 3) 吸盘密封保证：真空吸盘的唇边设计保证了密封的可靠性，同时吸盘连接杆上配有上下两个弹簧，保证每个吸盘都与板材接触，且受力分布均匀。

#### 5. 实际效果

本台真空吸盘吊具从运行到现在已二年多时间，除了更换易损件外未发现任何问题

### 四、真空吸盘吊具日常维护：

每日维护：检查过滤器是否堵塞或损坏，对于不能清洗、已经损坏的必须更换。

每周维护：

- (1) 检查过滤器是否堵塞或损坏；
- (2) 检查吸盘是否损坏；

每季度维护

- (1) 检查吊钩处和悬臂处的螺母、螺栓连接是否松开，若有，则将其紧固；
- (2) 检查真空气管是否有破损或萎缩

### 五、真空吸盘吊具常见故障分析

真空系统出现故障一般表现为系统真空度不足，起重量下降，钢板（板材）易脱落，此时已不能继续使用，要尽快找出故障点加以排除，恢复其性能，对于此类故障应在了解真空吸盘吊具工作原理及零部件功能的基础上，采取排除法。

#### 1. 真空泵部分

故障现象：1) 达不到需要的真空、到达真空的时间变长

原因分析：进气管路堵塞、排气过滤器堵塞、油虑堵塞、油被污染、油箱内无油或缺油。

2) 泵不能启动

原因分析：电源电压不正确或过载、电机启动过载保护设定值太低  
真空泵或电机卡死、电机损坏。

3) 泵启动无力

原因分析：电机缺相

4) 泵有异常噪音

原因分析：真空泵转向错误、泵长时间未使用、环境温度太高造成油温过高、长时间未换油，油变质、外来异物进入泵体内，损坏叶片或轴承、联轴器松动或损坏。

5) 泵温太高

原因分析：排气过滤器阻塞或油过滤器堵塞、油箱内油不足、油过热变质、过滤器或滤网阻塞。

6) 排气口冒烟或有油滴喷出

原因分析：排气过滤器未安装好或“O”型圈脱落或破损、排气过滤器破损、回油阀停止工作或堵塞。

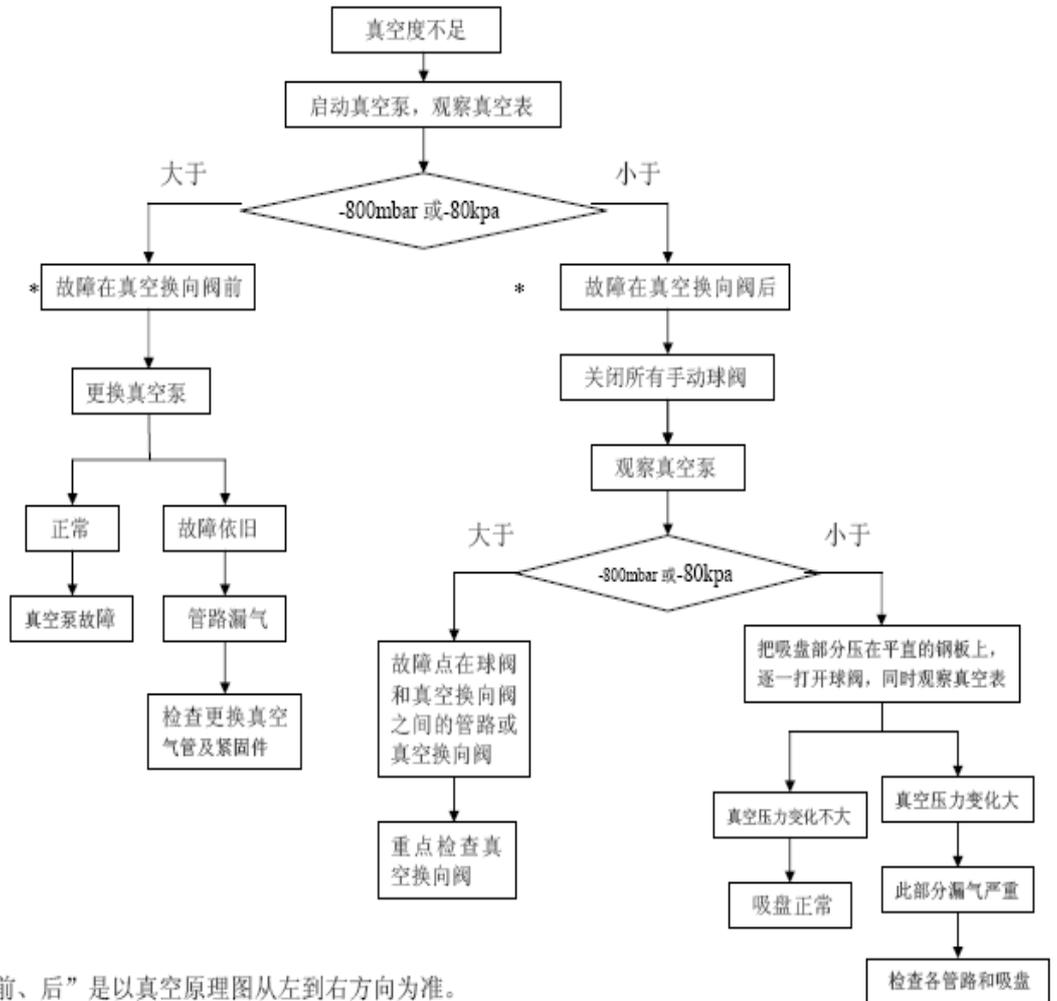
2. 真空电磁换向阀

由于生产现场灰尘及结构方面存在的原因等此阀易出现故障，工作失灵，因此应注意保养。

3. 真空吸盘

吸盘属橡胶制品，比较耐磨，但怕生拉硬扯，发生整体变形或吊耳断裂，出现非正常损坏，影响其密封性能，降低使用寿命。

真空吸盘吊具故障分析流程图



\* “前、后”是以真空原理图从左到右方向为准。