

管桩（方桩）真空吸盘吊具的研制、应用及维护

编写：纬戈伦（上海）自动化技术有限公司

郑义筠 13761221698

相关信息报告指出：“十一五”期间是我国预制混凝土桩行业快速发展的五年，不仅管桩企业数量由 300 家增加到了 500 多家，发展地域也由 17 个省市自治区增加到了 25 个。经过五年的快速发展，生产企业的规模不断扩大，生产线能力已达 100~150 万米/年，2010 年全国管桩的年生产量已超过 3 亿米。“十二五”期间行业的发展重点：是进一步提高和实现生产线的机械化自动化，开发和生产机械化输送设备、自动吊具、自动装拆模装置、真空吸盘、生产线的工序控制设备及其软件等，以减少用工数量，减轻操作工人的劳动强度，提高生产效率。

根据行业发展重点结合笔者现场实际经验就管桩（方桩）真空吸盘吊具的研制、应用及维护进行阐述。

目前，国内管桩企业所生产的管桩品种大多数是先张法预应力混凝土管桩（PHC、PC），近几年又开发了预应力混凝土空心方桩（PHS、PS）及先张法预应力混凝土竹节桩（AG 管桩仅仅限于出口）等异型桩。

管桩企业的产品规格可以分为：1、以生产大口径管桩为主，如中交集团为代表的 4 个生产基地，可以生产单节长度 35m、直径 800mm 至 1200mm 的管桩。广东裕达管桩、江苏国鼎管桩、大连信德管桩等都可以生产直径 800mm 至 1200mm，长度 30m 以下的大规格管桩，多应用于国家的重点工程如港口码头、大型船坞工程等等。2、其它的管桩企业如建华、三和、浙东等以生产 300mm 至 600mm 的直径管桩为主，多应用于工民建工程及大型工业建筑的基础工程等。方桩企业如中技、江苏鸿世（金鑫）的产品规格可以分为：250*250~500*500，长度 7~26 米。

现在，我们现在管（方）桩脱模大多数是采取翻模工艺，往往容易对管桩产生损伤，为此研制了真空吸盘吊运装置，上模打开以后利用真空吸盘吊具将管桩从下部钢模中直接吊出，节约了一道工序。

设计实例如下：

一、设计基本依据

1. 混凝土管桩直径范围： $\phi 300\text{mm}—\phi 600\text{mm}$
2. 混凝土管桩长度范围：9m—15m
3. 管桩重量（最大）：约 6200kg
4. 管桩表面状态：光滑平整
5. 脱模力：1.2 倍管桩重量
6. 脱模工艺：气动夹爪夹紧下模，真空吸盘拉出管桩。



管桩真空吸盘吊具
(三和管桩 荆门工厂现场)



方桩真空吸盘吊具
(中技桩业 天津工厂现场)

五、整机主要技术参数

设备型号： VLGR-8500/6
整机功率： 5KW
动力输入： 380V,50Hz,三相交流电
最大负载： 8500kg
设备自重： 约 4t
外形尺寸： 长 13200mm × 宽 750mm × 高 1650mm

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 控制 驾驶室操作
吸取时间： 小于 3 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 85 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。

六、设计功能阐述

1、钢结构

主框架用优质结构钢焊接制作，既是承重结构，同时又用作真空蓄能器。焊接完成后进行应力消除和无损探伤，所有基准面一次加工成型，确保精度。

主梁上面安装真空泵站和电控箱，主梁里面焊接有 8 组吸盘导向套机构，用于吸盘位置的调整。主梁上设 2 个吊耳，以使吊具水平悬挂在车间起重机吊钩上。吊耳旁边配有防晃梁安装法兰，用于降低真空吊具工作过程中的晃动梁，以保证定位精度准确。吊具主梁长 13200mm，宽 650mm，高度 1658mm，额定承重 8500kg，每个真空吸盘尺寸 1600mm \times 280mm。吸盘与主梁通过一组快换结构连接。气动管路通过真空软管连接，不需拆换即可移动到另一位置。

2、真空配件和吸盘

1) 吸盘密封条：由于被吸表面是光滑的混凝土圆管状表面，不透气。故吸盘密封条采用高性能的橡胶。此类密封条具有高柔韧性、回弹性、密封性、耐磨性和耐酸碱腐蚀性等特点。特别适用于吸取混凝土材质的工件。密封条宽度 280mm，高度 50mm，最大厚度 25mm，长 1600mm，嵌在吸盘衬板上，形成一个环形密封腔。

2) 真空泵：选用德国进口无油旋片真空泵，额定抽气量 100m³/h，最大真空度 95%，并在实际使用中完全满足长期抽吸功能要求。

3) 真空压力开关用来实时检测系统中的压力。系统中真空压力开关的报警真空度设定为 60%，当系统中的真空度小于 60%时，自动声光报警。

4) 吸盘额定吸力：

$$\begin{aligned} F &= \text{真空压力}(0.95\text{bar}) \times \text{有效真空腔体面积} \\ &= 85000\text{par} \times [(1600-25-25) \times (280-25-25) / 1000000]\text{mm}^2 \\ &= 30302.5\text{N} \end{aligned}$$

即每个吸盘可提供 $30302.5/10=3030.25\text{kg}=3\text{t}$ 的额定静吸力。

6 个吸盘总的静吸力约 18t。

5) 真空系统在两种工况下的安全系数计算：

①正常搬运过程中，按照额定负载 6.5t 计算，该真空系统的安全系数为 $18\text{t}/6.5\text{t}=2.77$ ，远高于德国 UVV18 安全认证标准 1.5。该过程的安全系数较大是为了克服吊车瞬时起动时的加速度。

②脱模过程中吊具的运动缓慢，且加速度很小。真空系统需克服的力为脱模力

$$0.2 \times 6.5\text{t} + \text{管桩自重 } 6.5\text{t} = 7.8\text{t}。 \text{该真空系统的安全系数 } 2.31。$$

当系统中的真空度为 70%时，6 个吸盘的静吸力为 $18 \times 0.7/0.85=14.8\text{t}$ ，此时的安全系数为 $14.8\text{t}/6.5\text{t} = 2.28$ ，完全可以满足安全报警要求。

3、电气控制部分

1)、电气部分采用 PLC 控制系统，来控制真空双泵系统工作和阀吸取释放处理。和信号检测及报警处理。电控箱上配相应的按钮和指示灯，操作者通过按钮操作吊具。

类似电控箱外形图

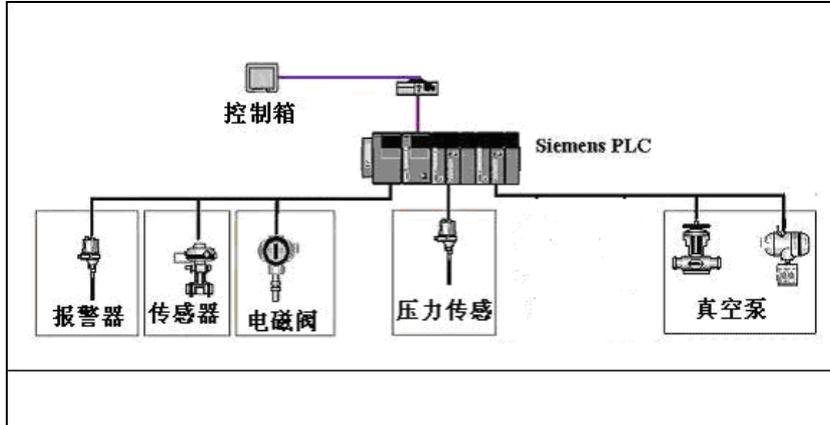


电气控制箱

2) 主控部分安置在焊接结构的开关柜里，该开关柜的防护等级达 IP65。

3) 吊具的供电电源从吊车电箱引出，再通过电缆卷筒引出通过电源快插件连接进入吊具电控箱内。

4) 控制系统示意图



电气控制示意图

七. 作业流程描述

A、吸吊准备：

首先将吊具吊挂于起重机吊钩上，检查外部供应电源是否正常（可观察电箱内配备的三项电源监视器指示绿灯），拧动电箱面板电源总开关至“1”位置接通吊具电源；

B、设备操作：

(1) 真空泵启

系统采用双真空泵工作。若选择“泵 1”则将旋钮旋到“泵 1”状态。驾驶室操作面板上泵启||确认按钮，泵工作指示等亮，即泵已经处于正常工作状态。

(2) 吸盘模式

操作员在驾驶室操作面板上选定相应的吸盘组工作模式。工作的吸盘组则操作旋钮旋在 ON 状态，不工作的吸盘组则旋钮旋在 OFF 状态。整体吸盘组都工作则选择自动吸取工作。每组吸盘工作均配备操作指示灯。

(3) 真空吸取

操作行车对准好吸取管桩位置，真空吊具平稳放置在管桩上，观察吊具下降到位置指示“绿灯”亮时，表明吊具已放置完毕。点动驾驶室操作面板上真空||吸取按钮，依据选定的洗盘组工作进行管桩吸取动作。吸取的同时吊具本体上配备的压力黄色警示灯启动；当压力到达设定值时黄色警示灯消失，绿色压力安全指示灯指示。表示压力已吸取到位，等待搬运。

(4) 起吊搬运

操作行车将管桩搬运到指定的位置。观察吊具下降到位置指示“绿灯”亮时，表

明吊具已放置完毕。

(5) 真空释放

点动驾驶室操作面板上“真空||释放”按钮后，5S之内按动“释放||确认”按钮2S以上，则系统关闭所选真空电磁阀，吸盘内的真空腔与大气相通，吸盘与工件分离。真空释放互锁关系。

(6) 起吊搬运

真空释放完毕后，绿色压力安全指示灯指示消失。表明可以起吊吊具进行下一管桩搬运。

(7) 重复操作：

操控吊车使吊具与下一待搬运管桩贴合，即可重复搬运工作。

八、安全技术措施及特殊设计

(1) 安全系数 S:

产品设计安全系数为 2.0，符合并超过德国 UVV18 真空吊装设备安全标准(1.5)和 CE 标准。

(2) 真空吸盘:

吸盘密封条采用特殊的橡胶硫化成型。该类材料适用于吸取混凝土材质的工件，具有很好的耐碱性并能保证较高的真空密封性，并且拆换方便快捷，一个熟练工人安装一个吸盘密封仅仅需要五分半钟，极易维护。

(3) 真空蓄能装置:

系统中配有真空蓄能器，能有效提高工作效率减少吸取时间，同时增强系统的安全性。在整个吸取过程中，封闭的钢结构内腔相当于一个真空蓄能器，保证有很高的真空度。当发生意外情况，如突然断电时，单向阀将真空泵与真空回路系统完全隔离，此时蓄能器与真空吸盘、分流器等形成了一个密闭的系统，管桩仍可保持与吊具的吸附状态（15 分钟）而不脱落，能有效地保护操作人员和设备的安全。

(4) 报警装置

为了提高真空设备的安全性，系统内设有真空报警器，实时监控系统的真空压力。同时每个吸盘配备一套真空检测和到位检测装置，操作者可以从中看出每个吸盘的真空状态。

真空断电报警单元能在设备使用过程中检测断电信号并发出报警，该单元以蓄电池为动力，能持续声光报警来提示操作人员，并且在正常使用过程中能自动充电。

(5) 吸盘与主梁实现柔性连接，能适应管桩有起伏的表面。使吸盘与工件贴合紧密。

(6) “泵 1”与“泵 2”运行状态有下述互锁关系：“泵 1”启动，系统真空压力达到蓄能压力开关设定值后，若由于异常情况造成真空出现泄露时，其压力值低于补压

力开关设定值后，“泵 2”自动启动补压。反之同理。

- (7) 真空吸取互锁关系：按动真空||吸取按钮 2S 后，系统自动关闭真空吸取信号屏蔽。5S 内，系统自动进行吸盘自检，若发现有泄漏或吸取异常时，自动关闭该组真空电磁阀并报警，表示此吸盘组有异常，请检修。
- (8) 按动“真空||释放”按钮后，5S 之内按动“释放||确认”按钮 2S 以上，则系统关闭所有真空电磁阀，吸盘内的真空腔与大气相通，吸盘与工件分离。真空释放互锁关系。管桩在吸取的过程中防止释放误操作关闭真空阀。
- (9) 按动“真空||泵停”按钮后，5S 之内按动“泵启||确认”按钮 2S 以上，则系统关闭真空泵系统。真空泵启停互锁关系。管桩在吸取的过程中防止泵启停误操作关闭真空泵。
- (10) 预留绑带锁口：

在真空设备起吊中途，突遇车间全面断电而在蓄能保压有限时间内仍然不能恢复情况下，通过吊带绑住管桩，确保管桩和人员设备的安全。

九. 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。