

空压机维修技术文本

总目录

- 0一 螺杆式空压机的系统流程及各零部件功能
- 0二 螺杆式空压机的常用名词术语
- 0三 螺杆式压缩机油使用注意事项
- 0四 螺杆式空压机常见八大故障
- 0五 螺杆空压机主机大修的原因及必要性
- 0六 螺杆式空压机主机大修的必要性及工作
- 0七 螺杆式空压机选型的 10 要步骤
- 0八 世界知名空压机厂家介绍
- 0九 如何鉴别进口机械配件的真伪
- 0十 空压机变频恒压供气控制系统的设计
- 十一 多台空压机连锁控制的目 的及发展趋势
- 十二 变频空压机耗电情况
- 十三 冷冻式干燥机常见故障排除指南

空压机维修技术文本

一 螺杆式空压机的系统流程及各零部件功能

1. 空气流程

1.1 气由空气滤清器滤去尘埃之后，经由进气阀进入主压缩室压缩，并与润滑油混合。与油混合的压缩空气排至油气桶后，再经由油细分离器、压力维持阀及后冷却器之后送入使用系统中。

1.2 主气源通路上各组件功能说明

A 空气滤清器

空气滤清器为一干式纸质过滤器，过滤纸细孔度约为 $5\mu\text{m}$ 左右。其主要功能是滤除空气中的尘埃，避免螺杆转子过早磨损，油过滤器和油细分离器过早阻塞。通常每工作 500 小时，应取下清除其表面的尘埃。清除的方法是使用低压空气将尘埃由内向外吹除。

B 进气阀

进气阀为碟式进气阀，主要是通过进气阀内碟片的开启和关闭来进行空重负荷的控制；有两种控制方式，一种开关式，当压力到达高限设定值，关闭进气口，压力降到低限设定值，重新打开进气口全负荷工作。另一种容调控制，进气阀门的碟片微闭配合比例阀进行容调控制，适应外部用气量，使压力稳定在一定范围内，压力未到容调压力，进气阀门的碟片全开，此时压缩机全负荷运转。

C 油气桶

油气桶有油气分离和储油两种功能。压缩后的油气混合物排至油气桶，在油气桶内旋转可以分离出大部分的润滑油；油气桶内存较多的润滑油，避免刚分离出来的热油立即参与下一个循环，有利于降低排气温度。油气桶侧面装有油位指示计。桶上有一加油孔，供加油用，静态润滑油的油位应在油位计上限与下限之间。油气桶下方装有放油（水）球阀，应在每次运转前略微打开球阀，以排除油气桶内的凝结水（因水比油重，沉淀在下部）。一旦有油流出，迅速关闭。由于油气桶的宽大截面积，可使压缩空气流速减小，有利于油滴分离，起到初步除油的作用。

D 油细分离器

“润滑油流程”中有详细说明，此略。

E 安全阀当油气桶内气体压力比额定排气压力高出 1.1 倍时，安全阀即会自动起跳而泄压，使压力降至额定排气压力以下。

检查安全阀的方法是在压缩机满载工作时，轻拉安全阀上的泄气拉杆，若安全阀能向外排气，则视为正常。

F 最小压力阀

位于油气桶上方油细分离器出口处，开启压力设定为 0.45MPa 左右，最小压力阀主要有以下功能：

- a. 起动时优先建立起润滑油所需的循环压力，确保机器的润滑。
- b. 油气桶气体压力超过 0.4MPa 之后方行开启，可降低流过油细分离器的空气流速，除确保油细分离效果之外，并可保护油细分离器避免因压力差太大而受损。
- c. 至回功能：当停机后油气桶内压力下降时，防止管路压缩空气回流。

G 后冷却器

由最小压力阀流出的压缩空气，通至后冷却器。后冷却器与油冷却器制成一体，其结构相同，皆为板翘式。冷却风扇将冷空气抽入，吹过后冷却器翘板。冷却后的压缩空气温度一般在环

空压机维修技术文本

境温度+15℃ 以下。

2. 润滑油流程

2.1 润滑油流程说明

油气桶内之压力，将油气桶内的润滑油压出，经油冷却器，油过滤器除去杂质颗粒，然后分成两路，一路从机体下端喷入压缩室，冷却压缩气体；另一路通到机体两端，润滑轴承组，而后各部分的润滑油再聚集于压缩室底部，由排气口排出。与油混合的压缩空气排入油气桶后，绝大部分的油沉淀于油气桶的底部，其余的含油雾空气再经过油细分离器，进一步滤下剩余的油，并参与下一个循环。

2.2 喷油量的控制

空压机所喷入的油除起润滑作用外，主要用于带走空气在压缩中所产生的热量，喷油量于出厂前已经由本公司技师设定好，因此请不要随意改变它。

2.3 油路主要部件功能说明

A. 温控阀

温控阀的主要功能是通过控制喷入机头的润滑油湿度来控制压缩机的排气温度，以避免空气中的水汽在油气桶内凝结而乳化润滑油。刚开机时，润滑油温度低，温控阀关闭，冷油不经过冷却器而直接喷入机体内。若油温升高到 70℃ 以上，则温控阀逐渐打开至油冷却器的通路，至 76℃ 时全开，此时油会全部经过油冷却器冷却后再喷入机体内。

某些机型不设温控阀，而是通过控制风扇电机的停转来控制油温的。当排气温度上升至 85℃ 时，风扇开始运转；当排气温度低于 75℃ 时，风扇自动停转，使温度保持在一定范围内。

B. 油冷却器

油冷却器与后冷却器做成一体。

C. 油过滤器

油过滤器是一种纸质过滤器，过滤精度在 10 μ ~15 μ 之间。其功能是除去油中的杂质。如金属微粒、灰尘、油之劣化物等，保护轴承及转子的正常运行。若油过滤阻塞，则可能导致喷油量不足影响主机轴承使用寿命，机头排气温度升高（甚至停机）。

D. 油细分离器

油细分离器滤芯采用多层细密的特种纤维制成，压缩空气中所含雾状润滑油经过油细分离器后几乎可被完全滤去，油颗粒大小可控制在 0.1 μ m 以下，含油量则可小于 3PPM。

E. 回油单向阀

油细分离器滤下的残油集中于滤芯中央的小圆凹槽中，经回油管引至主机，避免已被分离的润滑油再随空气排出。为防止主机压缩室内的油返流，在回油管后设置一个单向阀，如果机器运行中油耗突然增大，应检查单向阀的节流小孔是否堵塞。

3. 气路控制部件

A. 加载电磁阀

为两位两通常闭电磁阀。通过电磁阀的得电和失电，控制气路的通、断状态，实现加载、卸载功能。

放空电磁阀

为两位两通常开电磁阀。通过电磁阀的得电和失电，控制气路的通、断状态，实卸载功能。

空压机维修技术文本

B. 放空阀

当卸载运行或停机时，此阀即打开，释放油气桶内的压力，使压缩机低负荷运转，或保证在无负载的情况下重新启动。

C. 反比例阀

超过设定的调节压力才起作用，此时比例阀（即系统的排气压力）越高，输出的控制压力就越低。而控制压力越低，通过气缸伸缩控制的进气卸荷阀碟片的开度就越小，压缩机的进气量也就越小，使压缩机的供气量与耗气量保持平衡，实现无级气量调节功能。

设定调节压力的方法是：向上提起反比例阀的黑色盖帽并旋转，顺时针旋转则压力增大，逆时针旋转则减小。设定好后，压下盖帽，防止它因振动而自行旋转。设定值一般应小于额定排气压力，若高于微电脑控制器设定的卸载压力，则只有空重车而无容调。

D. 传感器

压力、温度传感器实现对各种参数的测量而实现压缩机加、减载、各种故障提示，必要时自动停机。

空压机维修技术文本

二 螺杆式空压机的常用名词术语

- (1) 〔压缩机公称容积流量(又称实际容积流量或铭牌流量或排气量)〕经压缩机压缩并排出的气体,在标准排气位置的实际容积流量。该流量应换算到标准吸气位置的全温度、全压力及组份(例如湿度)的状态。单位 m³/min。(GB/T4975—1995 容积式压缩机术语总则)
- (2) 〔压缩机标准容积流量〕经压缩机压缩并排出的气体,在标准排气位置的实际容积流量。该流量应换算到标准工况(温度和压力)。单位 Nm³/min。(GB/T4975—1995 容积式压缩机术语总则)
- (3) 〔标准工况〕即温度 0℃、压力 1 个大气压(1.033kgf/cm² 或 0.1013MPa)、湿度为 0% 的干燥气体。
- (4) 〔规定工况〕依据《JB/T6430—92 一般用喷油螺杆空气压缩机》标准所规定的工况如下: a)吸气压力 0.1MPa(绝压); b)吸气温度 20℃; c)吸气相对湿度 0%; d)排气压力为额定排气压力, MPa。
- (5) 〔压力〕压缩机行业中所指的压力即我们中学里所学的压强。
- (6) 〔表压力〕以大气压力为零点测得的压力。单位 MPa(G)或 kg/cm²(G)。
- (7) 〔绝对压力〕以绝对真空为零点的压力。它等于大气压力和表压力的代数和。单位 MPa(A)或 kg/cm²(A)。
- (8) 〔排气压力〕通常在压缩机铭牌上给出的排气压力为表压力。
- (9) 〔轴功率〕压缩机驱动轴所需要的功率。单位 kW。
- (10) 〔内压力比(即内压缩比)〕气体经内压缩后的终了压力(绝压)与起始压力(绝压)的比值。
- (11) 〔外压力比(即外压缩比)〕压缩机的出口排气压力(绝压)与进口吸气压力(绝压)的比值。
 $\epsilon = P_{\text{排(绝压)}} / P_{\text{吸(绝压)}} = (P_{\text{排(表压)}} + 1.033) / 1.033 = (P'_{\text{排(表压)}} + 0.1013) / 0.1013$
其中 P_{排(表压)}—单位 kg/cm²; P'_{排(表压)}—单位 MPa
- (12) 〔气体含油量〕单位体积的压缩空气中所含的油(包括油滴、悬浮粒子、油蒸气)的质量,换算到绝对压力 0.1MPa、温度 20℃和相对湿度 65%标准大气条件下的值,单位 mg/m³。
- (13) 〔PPM〕一种表示微量物质在混合物中的含量的符号,指每一百万份中的份数或百万分率(分重量比 PPMw 和体积比 PPMv)。通常我们所说的 PPM 为重量比。(1kg 的百万分之一为毫克)

$$1\text{PPMw} = 1.2\text{mg/m}^3 (\text{PA} = 0.1\text{MPa}, t = 20^\circ\text{C}, \varphi = 65\%)$$

空压机维修技术文本

三 螺杆式压缩机油使用注意事项

- 1、不同牌号、档次的空压机油禁止混用。
- 2、更换时必须放尽旧油。严禁采用补加或过滤又重用的办法。因为虽然表面看压缩机油的颜色不变,但添加剂的消耗可能已经超过极限。
- 3、如果油泥不多,装入 1/2 的新油后,运转 15 至 60 分钟放净,再装满新油正常运行。如果油泥积碳太多,可拆开油缸后,用人工清除油泥和积碳,然后用专用清洗剂清洗,但是清洗完后,必须要用干燥空气吹干,再加入清洗油清洗 100 至 200 小时后,放净清洗油,最后加入新油正常运行。否则不仅可能破坏油品添加剂的性能,还可能导致安全事故。
- 4、换油时应同时更换机油旁路滤清器、机油过滤器、油气分离细滤器、粗滤器过滤元件等,检查集滤器、空气滤清器、单向阀、温控报警器等是否完好。
- 5、换油指标
压缩机类型润滑部位换油质量指标注释粘度, (±%) 酸值, mgKOH/g 残碳, (%) 正庚烷不溶物 (%) 活塞式高压内部用(汽缸) ——注油式一次润滑外部用(轴承) 152. 01. 00. 5 低压 汽缸、轴承共用 15 2. 01. 00. 5 回转式转子, 轴承 150. 5—0. 2 速度式密封, 轴承 150. 5—0. 2
- 6、推荐换油时间不是一个固定值,由于设备、环境、机械杂质的影响均可加速油品的老化。为防止积碳、结焦,使用过程中(每 300 小时)仍要注意观测润滑油的颜色、黏度、油性等,但不能单靠颜色判断油品好坏。
- 7、油温过高一定要找到原因,不能为了维持生产用掉保护装置。温度过高的一般原因:
(1)油冷却器水管污垢太多或堵塞,油冷却器的温控阀不动作,冷却器效率较低;
(2)润滑油老化失效;
(3)油温传感器失效,如果使用的是 PLC 控制,不排除那块集成电路板出现问题;
(4)运动件配合不良;
(5)环境温度过高导致润滑油温度高;
(6)排气压力达不到设定值;原因选型错误(选小了)进气过滤器 / 油气分离器堵塞进气节流阀不动作或误动作(处于关闭部分进气阀)螺杆内泄漏严重;
(7)回油路不畅。油过滤器堵塞!供油量不足;
(8)压缩机转速不够,三角皮带太松,也会导致气量下降;
(9)润滑油质量不好,黏度增长太快或油污秽;
油温过高首先检查油量够不够?然后是检查冷却器,再是温控阀里的弹簧是否断了,最后是油过滤器堵了没有。
- 8、螺杆压缩机原理示意图
- 9、要在现场记录更换润滑油和其他元件的时间,检查记录,落实责任人。
- 10、发现润滑油蒸发损失很大,应首先检查油气分离器是否穿孔。
- 11、螺杆压缩机油是特种油,必须有专人管理,防止在日常中发生混油事故。油品用完后要旋紧桶盖,附近不要有开盖工具。

空压机维修技术文本

四 螺杆式空压机常见八大故障

4. 1、故障现象:机组排气温度高(超过 100 ° C)

- 机组冷却剂液位太低(应该从油窥镜中能看到,但不要超过一半);
- 油冷却器脏,如何判别冷却器是否脏呢,主要看其进油口温度与出油口温度之间的温差,正常的温差在 20 - 30 度之间,如果是外部灰尘堵塞散热气只需用压缩空气吹干净就可以,如吹不掉\散热器内部脏则需要用专业的清洗剂来清洗,(如重油污清洗剂\丙铜\涤尘等)如散热器内部堵塞利害则需要用:清水泵循环清洗,清洗时间视情况定.如是水冷式的散热器堵塞,最好的办法是拆开前后端盖用铁条对铜管内部进行清洁.
- 油过滤器芯堵塞;
- 温控阀故障(元件坏);
- 断油电磁阀未得电或线圈损坏或电磁阀膜片破裂或老化;断油电磁阀一般出现在老机型中.
- 冷却风扇电机故障;
- 排风管道不畅通或排风阻力(背压)大;
- 环境温度超过所规定的范围(38° C 或 46° C);
- 温度传感器故障(Intellisys 控制机组);
- 压力表是否故障(继电器控制机组)。

4. 2、故障现象:机组油耗大或压缩空气含油量大

- 冷却剂量太多,正确的位置应在机组加载时观察,此时油位应不高于一半;
- 回油管堵塞;
- 回油管的安装(与油分离芯底部的距离)不符合要求;
- 机组运行时排气压力太低;
- 油分离芯破裂;
- 分离筒体内部隔板损坏;
- 机组有漏油现象;
- 冷却剂变质或超期使用。
- 温度过高

4. 3、故障现象:机组压力低

- 实际用气量大于机组输出气量;
- 放气阀故障(加载时无法关闭);
- 进气阀故障;
- 传动系统不正常,环境温度过高,空气滤清器堵塞;
- 负载电磁阀(1SV)故障
- 最小压力阀卡死;
- 用户管网有泄漏;
- 压力设置太低;
- 压力传感器故障(Intellisys 控制机组);

空压机维修技术文本

- 压力表故障(继电器控制机组);
- 压力开关故障(继电器控制机组);
- 压力传感器或压力表输入软管漏气;

4. 4、故障现象:机组排气压力过高

- 进气阀故障;
- 液压缸故障;
- 负载电磁阀(1SV)故障;
- 压力设置太高;
- 压力传感器故障(Intellisys 控制机组);
- 压力表故障(继电器控制机组);
- 压力开关故障(继电器控制机组)。

4. 5、故障现象:机组电流大

- 电压太低;
- 接线松动;
- 机组压力超过额定压力;
- 油分离芯堵塞;
- 接触器故障;
- 主机故障;
- 主电机故障;

4. 6、故障现象:机组无法启动

- 熔断丝坏;
- 温度开关坏;
- 接线松开;
- 主电机热继电器动作;
- 风扇电机热继电器动作;
- 变压器坏;
- Intellisys 无电源输入(Intellisys 控制机组);
- 故障未消除(Intellisys 控制机组);
- Intellisys 控制器故障。

4. 7、故障现象:机组启动时电流大或跳闸

- 用户空气开关问题;
- 输入电压太低;
- 星-三角转换间隔时间太短(应为 10 ~ 12 秒);
- 液压缸故障(没有复位);
- 进气阀故障(开启度太大或卡死);
- 接线松动;
- 主机故障;
- 主电机故障;

空压机维修技术文本

- 1TR 时间继电器坏(继电器控制机组)。

4.8、故障现象：风扇电机过载

- 风扇变形；
- 风扇电机故障；
- 风扇电机热继电器故障(老化)；
- 接线松动；
- 冷却器堵塞；
- 排风阻力大。

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

空压机维修技术文本

五 喷油双螺杆空压机主机大修的原因及必要性

喷油双螺杆空压机主机（又称机头）的结构通常是由一对相互啮合的螺杆、主机壳体、高压端及端盖和低压端及端盖组成。

螺杆式空压机主机正常运行时，螺杆与螺杆之间、螺杆与主机壳体及高低压端面之间都是不接触的，主要由以下三个方面的条件来保证：

5.1、螺杆、主机壳体和高低压端的加工都是高精度的。该精度保证了主机装配后，螺杆与螺杆之间、螺杆与主机壳体之间有适当间隙，该间隙大小已经充分考虑到了主机高温运行时螺杆及壳体会发生形变的问题；

5.2、螺杆与高低压端面的间隙大小是根据技术要求在进行螺杆装配时保证的。主机运行时螺杆没有轴向窜动，而螺杆的径向允许位移则是由高精度的轴承来保证的；

5.3、主机正常运行时润滑油形成的油膜使螺杆与螺杆之间不直接接触。

但是，随着空压机运行时间的推移，主机各个轴承必然会发生磨损，从而导致螺杆产生轴向窜动及径向位移增大，该变化会让螺杆与螺杆之间、螺杆与主机壳体及前后端面之间的间隙发生变化。这些间隙变化在轴承寿命期限内是正常的、允许的，而由此产生的空压机产气量衰减及主电机负荷增加也是正常的、允许的。

随着机组运行时间接近主机大修期，主机轴承的寿命逐渐趋近于最大允许时限。此时螺杆轴向和径向窜动量逐渐趋近于最大设计允许值，该变化会让螺杆与螺杆之间、螺杆与主机壳体及前后端面之间的间隙发生较大的变化。此时主机运行虽然仍然是安全的，但是已经到了必须考虑计划安排对主机进行大修的时候了。

因为一旦机组运行时间越过大修期后，轴承磨损及主机配合间隙就到达了主机技术条件允许的极限值，此时的主机就处于不安全的运行状态，就随时有可能发生如下严重后果：

5.4、主机运行负荷增大，对主电机及电器系统造成危害

主机螺杆之间、螺杆与前后端面之间、螺杆与主机壳体之间可能出现的强烈磨擦会使得主机运行负荷急剧增加，另外严重磨损的轴承的运转负荷也是很大的。如此一来，电机就会处于超负荷的工作状态，会严重地危及电机的安全运行。情况严重的话，如果空压机组的电器保护装置反应不灵敏或失效，则还可能导致电机烧毁。

5.5、空压机排气量会发生较大幅度的衰减。

主机配合间隙增大会导致主机效率严重降低，即空压机排气量产生较大幅度的衰减，对用气单位的正常生产造成一定的影响。特别是对那些空压机排气量配置富裕量较小的用户，由于

空压机维修技术文本

空压机排气量衰减,在用气系统用气量相对稳定的情况下,管网压缩空气压力就会降低很多,就可能出现用气系统设备等不能正常工作或根本无法工作,从而出现影响单位正常生产或导致暂时性的停产,给企业带来损失。

5.6、最严重的后果就是出现主机的突然“抱死”。

一旦出现这样的情况,如果电器保护系统反应不及时或保护失效,同样可能给主电机和电器系统带来严重的损害。

对于主机“抱死”的处理,一方面大修的维修费用会比正常大修要昂贵许多,另一方面由于主机元件会有损伤,因此修复后主机的综合性能也会较正常大修的主机要差一些。而如果是主机损伤严重程度已经到了不具修复价值或根本无法修复的,则只能是报废掉更换新主机,直接损失则是最大的。因为新购主机的费用通常是购买整台空压机组费用的三分之一左右,远远高于正常情况下的主机大修费用,而正常情况下大修合格的主机的综合技术性能和新主机却是非常相近的!

综上所述可见,正常的主机大修工作既是设备维护的基本要求,也是企业控制正常的设备维护成本、避免不必要的资金损失和保障企业正常生产的基本要求!

因此,对空压机主机按时、按标准进行大修不仅是必要的,而且也是必须的!

空压机维修技术文本

六 螺杆式空压机主机大修的必要性及工作

螺杆式空压机主机大修的必要性及工作螺杆式空压机主机运行时，螺杆与螺杆之间、螺杆与主机壳体及前后端之间理论上均是不接触的，其原因有三个：

- ① 主机正常运行时形成的油膜使螺杆与螺杆之间不直接接触，当然在主机刚起动或停止的短时间内由于油膜尚未形成或油膜状态较差，螺杆与螺杆之间也会有一定的直接接触；
- ② 螺杆与主机壳体的加工精度保证了主机装配后螺杆与主机壳体之间有适当间隙，该间隙大小已经考虑到了主机高温运行时螺杆与壳体变形量存在差异的问题；
- ③ 螺杆与前后端面的间隙是根据技术参数要求在进行螺杆装配时保证，该间隙大小同样已经考虑到了主机高温运行时螺杆与前后端面变形量存在差异的问题，同时压缩产生的螺杆径向载荷与轴向载荷均由主机两端的定位轴承承担，螺杆没有轴向位移，因此端面间隙得到进一步保证。

随着空压机运行时间的推移，主机轴承必然会发生磨损，从而导致螺杆产生轴向窜动及径向窜动增大，该变化会让螺杆与螺杆之间、螺杆与主机壳体及前后端面之间的间隙发生变化。该间隙变化在轴承寿命期限内是正常的、允许的，而由此产生的空压机产气量衰减及传动电机负荷增加也是正常的、允许的。但是，当轴承磨损及主机配合间隙超过允许的极限量后，就可能发生严重后果。

首先，主机内部螺杆与前后端面之间、螺杆与主机壳体之间会发生摩擦，电机负荷急剧增加，最严重的后果就是螺杆抱死甚至主机报废，如果电机保护反应不灵敏或失效则可能导致电机烧毁。

其次，空压机产气量发生的较大衰减，则可能影响到用气单位的正常生产。

由此可见，对主机进行大修是必要的，而且也是必须的。

二、主机需要进行大修的判定

准确地说，主机进行大修的时间应该以轴承的使用寿命到期为准，但实际上很难有准确的指标来判断轴承的使用寿命是否即将到期或是已经到期，因此国际著名的空压机厂商根据其近百年的实践经验确定的标准是在压缩机运行 20000 小时或 4 年后对主机进行大修。

除了以上的通行标准外，根据经验还可以从以下几个方面对主机状况作出较为准确的判断：

- 1) 主机运行时的声音，特别是轴承有无异响；
- 2) 电机运行电流，特别是空载运行电流与标准值的差别；
- 3) 机头各轴承的振动。

需有完善的检测工具，可根据检测结果与技术资料对照，能有效判断是否需要对手机进行大修。

三、主机大修的主要工作

- 1) 拆卸、拉拔压出相应的齿轮(或皮带轮等传动装置)与轴承；
- 2) 清洗螺杆、轴、间隙调整垫片，打磨、修复轴、螺杆及定子的损伤面；
- 3) 压装轴承，调整间隙，测试各间隙；
- 4) 试运行，磨合调整。

无油螺杆的主机，用户是不宜自行维护的；喷油螺杆的主机，一般应注意以下几个地方：

- 1、轴承是必须整套更换；
- 2、检查转子型面，是否需要修正；

空压机维修技术文本

- 3、进、排气轴承座的检查，是否需要修正；
- 4、主机装配的装配要求，不知道是不能打开主机的；
- 5、一般来说，进气端的间隙为 0.35-0.50mm；排气端的间隙为 0.08-0.15mm；因为是返修，应在允许范围下，尽量大一点。

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

空压机维修技术文本

七 螺杆式空压机选型的 10 要步骤

选用空压机时首先必须了解各使用端的：

(1) 压缩空气用途；

(2) 最低使用压力级；

(3) 尖端与离峰的需求风量。若最高与最低使用压力差达 3bar 时，就必须考虑「高低压分流」，然后根据尖、离峰的负担变化来选择不同机型的空压机，如「基载」使用离心式（单机 > 75CMM）或螺旋式（单机 < 60CMM）；「变动负载」使用高压空气机与大型储气桶来因应。

(4) 依据不同的用气质量选用与配置不同形式与等级的干燥机与精密过滤器，过好的质量浪费能源，不足的质量影响制程，必须慎重考虑。

(5) 空气机的控制技术日新月异，「多机连锁」、「变频变速」及「远程监控」等技术，能有效抑制离心式的 BOV 及螺旋式的空车浪费（节约电费 25-40%），减少备机容量与投资（15-30%），稳定供气压力（正负 0.1bar）。空气机的

(6) 运转效率不能只比较型录上的标称马力与风量，重点是实际的「性能曲线」与「每马风量」。

(7) 安装考虑机房空间的大小，通风条件、噪音隔绝、废热、废水回收等都影响能源的使用。此外，「集中式」比「分布式」有较低的安装、保养与控制成本，也可以减少外围设备。

(8) 至于，冷却方法有气冷与水冷两种，气冷是不必额外投资冷却塔雨水，但必须有良好的通风；水冷是运转温度不受环境的影响，有利空压机的寿命，唯有结冰爆裂与阻塞的缺点。

(9) 电源规划电压需求与电压降的稳定必须要求，离心机通常为高电压，完全不能移动，启动时对电网会造成冲击，应该保持经常性运转。

(10) 维护机房要有适当的保养空间及必需的吊运设施与出入信道，工程人员与保养也应该施予不同的维修专业训练。

空压机维修技术文本

八 世界知名空压机厂家介绍

8.1. Atlas Copco 阿特拉斯、柯普科（以下简称 AC）

AC 是一个跨国集团，总部在瑞典，空压机生产企业只是其下属一个集团。由于多年的不断收购，AC 几乎能生产各种形式的空压机，颇负盛名。其在全球的占有率最高。

AC 主要生产有油螺杆空压机，无油螺杆机，离心机和一些建筑机械，在全球有多个工厂，中国无锡工厂规模比较大，已经进行好几期大规模扩建，同时兼并了柳州富达，上海博莱特，销售进入多元化，同时进攻高端，中断，低端市场。

AC 在中国国内主要依靠其分公司销售，AC 在北京、上海、广州等重要城市均设有分公司。AC 最大优势在于知名度，还有一点优势在于其 160KW 一下的小机器竞争优势比较大，对于重要项目能采取灵活价格。AC 目前是国内最赢利的无油螺杆空压机。

AC 的劣势在于第一：管理比较混乱，代理和代理之间，代理和办事处之间不能协调。第二：服务品质较差，服务费用高。

2. Ingersoll-Rand 英格索兰（以下简称 IR）

IR 亦是一个跨国集团，其总部设在美国，最近收购特灵，开辟了另一个多元化渠道。空压机生产企业只是其下属一个集团。IR 亦能生产各种形式的空压机，产品种类丰富，知名度也高。IR 在全球的市场占有率仅次于 AC 或与之不相上下。

IR 是最早在中国合资生产螺杆机的公司，1987 年成立于上海。1995 年以前，上海 IR 的生产和销售非常好。市场上的客户都等着购买螺杆机，而此时只有 IR 生产螺杆机。

IR 主要通过分公司销售，在全国各主要城市设有分公司，如北京、沈阳、青岛、武汉、三峡、广州、上海等。在其他地区，IR 则通过经销代理商进行销售。

IR 因为在中国国内建立工厂比较早，知名度比较高。不过由于上海 IR 采用的是 30 年以前的生产技术，其品质不是很好，且已经大大影响了其销售。过去 10 年中，IR 在中国最赢利的产品是离心式空压机。1997 年以前，IR 占有中国国内进口离心式空压机的 80% 的市场。其销售人员的职责仅仅是忙于签单，带客户去美国观光而已。IR 另一个赢利的产品是移动式空压机，该产品在中国国内被广泛应用。

IR 目前的优势仍然是其知名度，其劣势在于其有两套销售系统：一是远东 IR，一是上海 IR。两套组织成员的观念很难统一，同时上海 IR 的产品质量亦在一定程度上削弱了其整体竞争力。产品设计近 30 年没有多大的改进，除了知名度，其余优势几乎不存在。

因此，IR 的螺杆机目前在中国国内的销售状况不是很好。英格索兰的优势在于其业务员的素质方面，比阿特拉斯高很多，当然其培训制度在行业中也是不错的。

3. Gardner Denver（简称美国 GD）

GD 是一家跨国集团，总部设在美国昆西市，Gardner 公司始创于 1859 年，1927 年，Gardner Governor Company 与 Denver Rock Drill Company 合并，组成 Gardner-Denver。Gardner-Denver 继续发展，并于 1979 年被库伯收购。1985 至 1998 年间，Cooper 先后收购 Sutorbilt 和 DuroFlow 风机、OPI 油井检修泵以及 JOY 压缩机。由于 Cooper Industries 的策略变更，Gardner Denver 于 1994 年从该公司分离，成为独立的公司。Gardner Denver, Inc. 在纽约证券交易所公开上市，图标为 GDI

空压机维修技术文本

Gardner Denver 的业务分为压缩空气和气体、真空和液体输送，空气压缩机在全球实行全面代理制。2003 年进入中国，在上海设立组装厂，部分产品进入中国，04 年收购西门子旗下的，纳西姆真空泵，全面开拓中国市场，在高压活塞机方面，百利摩根已经赢得全球的认可，目前国内水电站行业，PET 吹瓶行业都有很高的占有率。收购芬兰 TAMROTOR 后，注入 GD 技术全线改进后，已经进入全球顶级主机生产厂家之列，现在全球每年 20000 套主机提供 OEM 厂家，配套组装。

由于很多空压机厂家直接使用其机头，无形当中推动了 GD 的知名度，复盛、优耐特斯等近 30 个国内厂家开始用 GD 机头。其依靠特有的专利技术，和机头的稳定性，在中国市场已经赢得很多用户。

知名度低，价格高成为 GD 的缺陷，其良好的品质，客户正在逐步认可，当然 GD 在中国还有相当长的路要走。

4. Compair/Demag 康普艾/德马格（以下简称 Compair）

Compair 是一家英国公司，主要以生产滑片式空压机（ ≤ 50 HP）而闻名于业内。目前，并无资料显示其赢利来源。近年来，Compair 陆续并购了德国 Demag 的螺杆式空压机部门和美国的 Leroi 空压机公司而成为全球性空压机公司。

Compair 在 1993 年设立了上海工厂，但目前其在中国国内的全国性销售网络尚未建立，故并未具有很大影响。

Compair 的优势在于：a. 滑片机的便宜；b. Demag 的螺杆机亦有价格上的优势；c. 产品品种的齐全；d. 在中国国内设立有工厂。

Compare 的劣势在于：①. 产品品质一般；②. 营销网络的不健全；③. 知名度不够。

5. Sullair 寿力

Sullair 是美国一家大型航空（军工）企业的下属公司，生产空压机的历史不长，主要是螺杆机。Sullair 在全球设有分公司，在美国，它是仅次于 IR 的空压机公司。

Sullair 在中国的工厂设在深圳蛇口。

Sullair 公司主要通过代理商销售。1999 年以前，其代理商主要是来自台湾的唐胜和广州的科明。近来，其代理商数量大大增加。目前，Sullair 在某些行业有相当的业绩，如纺织、汽车等。

Sullair 的主要产品是有油螺杆式和移动式，其有油螺杆式在大马力型（300HP）时间，有很大的价格竞争力。据说，其移动式近年主要国产化，此举将增加其市场份额。

Sullair 目前的知名度还不大，在中国国内的投资力度也不大。其主要优势体现在已在中国国内设有工厂，其大马力型产品的价格较便宜。

Sullair 的劣势在于其机器的外观粗犷，知名度不高，没有无油式的产品。优势就是最近和日本 IHI 合资生产离心式空压机，弥补了没有无油机的缺陷。

6. Quincy 昆西

昆西是美国英普罗工业集团的子公司，制造空气压缩机及真空泵。1924 年创立 1966 年，昆西并入寇特工业集团。1980 年，昆西压缩机在 bay minette, alabama 设立了一座新工厂，才生产螺杆。2003 年，没有了军工背景，昆西中国投资并筹备建立中国工厂。2004 年 9 月，美国昆西压缩机公司在中国的第一家工厂在江苏昆山经济开发区成立。作为昆西压缩机在亚太地区的销售及制造基地。

空压机维修技术文本

昆西的空压机继承了美国的风格和寿力一样，外观粗犷，但是其噪音也比较大，知名度比寿力还低，价格在中上游，在中国和GD一样，还有很长的路要走。

7. Fusheng 复盛

F. S. 是合资企业，在中国国内有三家工厂：中山、上海、北京。F. S. 通过其品质不错的小活塞机打开了中国市场，经销商遍布全国。

F. S. 在中国国内已是一家知名度很高的空压机制造商，但其螺杆机仍是低档机的代表。

F. S. 的最大优势是价格便宜，知名度高。

F. S. 的劣势是质量较差，机器跑油，渗油严重，整机感觉比较脏，此外大马力型机的失败率很高。

8. Kaeser 凯撒

Kaeser 是德国最大的空压机制造商，生产能力强，在欧洲与BOGE一样享有盛誉。

Kaeser 在中国国内的上海设立了分公司，在深圳有一个代理商，目前尚未在全国建立起销售网络。

Kaeser 不生产无油式，虽然其销售比BOGE大，但其品质比BOGE差。创新意识不强，整体在走下坡路。

Kaeser 的优势是在欧洲非常著名，其价格有竞争力。

Kaeser 的劣势是网络不健全，创新意识不够。

9. 其他国外品

- A. BOGE 博格（德国）；
- B. ZSCREW 三井（日本）；
- C. KOBELCO 神钢（日本）；
- D. HITACHI 日立（日本）

空压机维修技术文本

九 如何鉴别进口机械配件的真伪

优质的配件是保障机械设备正常工作的基础。由于维修机械的需要和利益的驱动，市场上出现了各式各样的进口工程机械及汽车的配件，但质量参差不齐。目前市场上的进口机械配件主要有“进口”和“国产化”两大类。进口件包括整机厂纯正部件，专业配套厂优质部件，非整机厂国家生产的配属机型的零件（如日本、韩国、新加坡等），还有港台等地区的配件。

“国产化”件，有正规厂生产配属进口机械的零部件，一般注有本厂生产标记。还有一些非正规厂甚至是私人作坊仿制的进口机械配件，并用印有进口纯正部品或专业厂的包装，冒充进口纯正件出售，实为伪劣产品。还有从韩国、香港、台湾等亚洲国家和地区进口的非日本或美国整机厂的零部件，配上精美的纯正部品包装，这些统称之为赝品，虽然可以使用，但远不如原厂纯正部品的质量要求，特别是非正规厂家生产的仿制品，从材质、工艺、功能等方面都无法达到纯正部品和专业厂产品的质量要求，对机械车辆的正常使用和维修都有影响，故而对经营和使用单位来说，对进口机械配件进行鉴别是十分必要的。

进口机械配件可从多方面进行鉴别，主要从包装、内在质量、产品价格和进货渠道来鉴别。

一、从外包装上识别

根据包装进行识别，是检验进口配件真伪的重要程序。纯正部件及国外专业配套厂配件的包装制作精美，色彩、花纹、样式都有一定的规则，一般是很难仿制一样的。仿制的包装制作比较粗糙，较容易辨别。但有些仿制者依靠现代先进的印刷技术，将零件包装制作得很逼真，如不仔细辨认，也很难区别。进口机械配件一般都有外包装和内包装，外包装有包装箱、包装盒；内包装一般是带标识的包装纸和塑料袋或纸袋。纯正进口配件外包装箱（盒）上都贴有厂家统一、印刷清晰、纸质优良，并印有 GENUINEPARTS9（纯正部品）标记，且标有零件编号、名称、数量及生产厂和国家。而仿制的标签印刷不精细，色彩不是轻就是重，很难与纯正件包装一致，使用电脑打印的零件编号及生产厂商标记的色彩非轻即重，仔细辨认，就能区分真伪。从包装箱（盒）来看，进口的包装箱（盒）质地紧挺，图案清晰，包装盒上一般都印有生产厂和纯正部品标记，如小松公司在整个包装盒上印有小松（KOMATSU）和纯正部品（GENUINEPARTS），三菱公司在整个包装盒上印有（MITSUBISHI）和纯正部品（GENUINEPARTS），而仿制的包装虽然也印上这些标识，但色彩不正，图案不清晰。有的国外公司为防止仿造，在其包装标签上设有防伪标记，可在鉴别时加以注意。内包装一般多为包装纸、纸袋或塑料袋，包装上印有纯正部品和公司标记。包装纸的花纹、色彩和图案，仿制品很难与其相同。

鉴别进口配件包装时还应注意，工程机械及汽车制造厂都有自己的专业配套厂零部件供应商。在进口厂家配件时，包装盒上既有整机厂标记，也有配套厂的标记。如三菱重工，其活塞环由日本理研公司（RIKENCORPORATION）配套，外包装箱印制的是 RIK 标记。但里面单个的活塞环盒却是三菱标记的花盒包装，其标记为 MITSUBISHI。活塞环说明书既标明有三菱机动车工业株式会社，也注有理研股份公司，故而不要误以为内外不一致就不是纯正部品了。

二、从产品质量来鉴别

从产品质量辨别进口机械配件，是识别纯正部件真伪的最关键的环节。受利益驱动，有结经

空压机维修技术文本

销商将进口的纯正零件组装整机后，再用纯正部件的包装装上非纯正件向市场销售。故必须对产品的内在质量进行检验，才能确认进口配件的真伪。对产品质量的鉴别主要进行观察、检查和试验。

(1) 从外观上进行检查。看其产品外表的加工是否精细，颜色是否正常。如果有纯正部件的样品，可进行对照检查，一般仿制品表面都比较粗糙，产品颜色也不正。

(2) 检查产品上的标识。纯正进口零件上都打印有品牌标记、零件编号和特定代码等。有些产品上还铭刻有制造厂及生产国。如日本三菱柴油发动机的活塞，在其顶部刻有零件编号、分组号标记 A、B、C 和 UP↑ 方向标记；活塞裙部内侧铸有机型和三菱标识，并有配套厂的 IZUMI 标识，铸字清楚，容易辨认。仿制品不是漏铸就是字迹模糊不清，很难达到正品的效果。

(3) 通过专用工作测量产品的尺寸，看其是否符合要求。有些厂商还专门为客户提供了测量工具以防假冒。

(4) 对产品进行性能试验。有些零件从外观检测还无法辨别真伪，需用专用仪器进行检测。如喷油器、柱塞要在试验台上进行性能试验，检测其喷油压力、喷油量、喷油角度等。

(5) 对产品进行理化性能试验。这种情况一般是在对产品内在质量产生怀疑或使用中出现问题时，是为向厂家寻求索赔时才使用的方法。

三、从产品价格上进行辨别

同样的配件，纯正部件、专业厂件、国产件和仿制品的差别很大。纯正部件的价格最高，专业厂次之，国产件、仿制品价格最低。一般纯正部件的价格可超出仿制品的一二倍，有的甚至还多；国外专业配套厂件比整机厂纯正件略低。定期批量进口的配件执行和外商谈判的协议价，平时零星采购的配件则执行外商每年的统一目录价。有时外商还有定期处理配件的优惠价。这些配件的报价（日元或美元）是按照当时的进口汇率计算的，再加上关税、运杂费等，然后将其换算成配件单价，这是行业人士共知的常规价。价格低于常规价的配件，即可判断为非纯正件或专业厂件。要注意的是，进口环节中减税和中间经销商加价也会使价格偏离常规格价。

四、根据进货渠道进行分析

目前进货渠道较多，但无外乎两个方面，一是直接从国外进口，二是从经销商那里购买，直接从国外整机厂和零部件配套厂进口的配件，质量都有保障。如果是从经销商那里购买或从港澳转口进来的配件就要根据上述方法加以鉴别。此外，所有直接从国外进口的机械配件，均有订购合同、提单、运单、装箱单及发票。如果从进口公司采购配件，可让其出示上述手续，否则，可判断为非进口正品。

总之，在鉴别进口机械配件时，方法是多种多样的，不要使用单一的方法，根据不同的配件种类采取不同的鉴别方法，并综合运用，定能识别进口配件的真伪。

空压机维修技术文本

十 空压机变频恒压供气控制系统的设计

1 引言

空压机在工业生产有着广泛地应用。在供水行业中,它担负着为水厂所有气动元件,包括各种气动阀门,提供气源的职责。因此它运行的好坏直接影响水厂生产工艺。

空压机的种类有很多,但其供气控制方式几乎都是采用加、卸载控制方式。例如我厂使用的南京三达活塞式空压机、美国寿力螺杆压缩机和 Atlas 螺杆式空压机都采用了这种控制方式。根据我们多年的运行经验,该供气控制方式虽然原理简单、操作简便,但存在能耗高,进气阀易损坏、供气压力不稳定等诸多问题。

随着社会的发展和进步,高效低耗的技术已愈来愈受到人们的关注。在空压机供气领域能否应用变频调速技术,节省电能同时改善空压机性能、提高供气品质就成为我们关心的一个话题。结合生产实际,我们选择了一台美国寿力 LS-10 型固定式螺杆空压机进行了研究。

2 空压机加、卸载供气控制方式简介

作者以美国寿力 LS-10 型固定式螺杆空压机电控原理图(如图 3 所示)为例,对加、卸载供气控制方式进行简单介绍。

SA1 转至自动位置,按下起动按钮 SB2,KT1 线圈得电,其瞬时闭合延时断开的动合触点闭合,KM3 和 KM1 线圈得电动作压缩机电机开始 Y 形起动;此时进气控制阀 YV1 得电动作,控制气体从小储气罐中放出进入进气阀活塞腔,关闭进气阀,使压缩机从轻载开始起动。当 KT 达到设定时间(一般为 6 秒后)其延时断开的动断触点断开,延时闭合的动合触点闭合,KM3 线圈断电释放,KM2 线圈得电动作,空压机电机从 Y 形自动改接成 Δ 形运行。此时 YV1 断电关闭,从储气罐放出的控制气被切断,进气阀全开,机组满载运行。(注:进气控制阀 YV1 只在起动过程起作用,而卸载控制阀 YV4 却在起动完毕后起作用。)

若所需气量低于额定排气量,排气压力上升,当超过设定的最小压力值 P_{min} (也称为加载压力)时,压力调节器动作,将控制气输送到进气阀,通过进气阀内的活塞,部分关闭进气阀,减少进气量,使供气与用气趋于平衡。当管线压力继续上升超过压力调节开关(SP4)设定的最大压力值 P_{max} (也称为卸载压力)时,压力调节开关跳开,电磁阀 YV4 掉电。这样,控制气直接进入进气阀,将进气口完全关闭;同时,放空阀在控制气的作用下打开,将分离罐内压缩空气放掉。

当管线压力下降低于 P_{min} 时,压力调节开关 SP4 复位(闭合),YV4 接通电源,这时通往进气阀和放空阀的控制气都被切断。这样进气阀重新全部打开,放空阀关闭,机组全负荷运行。

3 加、卸载供气控制方式存在的问题

3.1 能耗分析

我们知道,加、卸载控制方式使得压缩气体的压力在 $P_{min} \sim P_{max}$ 之间来回变化。 P_{min} 是最低压力值,即能够保证用户正常工作的最低压力。一般情况下, P_{max} 、 P_{min} 之间关系可以用下式来表示:

$$P_{max} = (1 + \delta)P_{min} \quad (1)$$

空压机维修技术文本

δ 是一个百分数，其数值大致在 10%~25%之间。

而若采用变频调速技术可连续调节供气量的话，则可将管网压力始终维持在能满足供气的工作压力上，即 P_{\min} 附近。

由此可知，在加、卸载供气控制方式下的空压机较之变频系统控制下的空压机，所浪费的能量主要在 2 个部分：

(1) 压缩空气压力超过 P_{\min} 所消耗的能量

在压力达到 P_{\min} 后，原控制方式决定其压力会继续上升(直到 P_{\max})。这一过程中必将会向外界释放更多的热量，从而导致能量损失。

另一方面，高于 P_{\min} 的气体在进入气动元件前，其压力需要经过减压阀减压至接近 P_{\min} 。这一过程同样是一个耗能过程。

(2) 卸载时调节方法不合理所消耗的能量

通常情况下，当压力达到 P_{\max} 时，空压机通过如下方法来降压卸载：关闭进气阀使电机处于空转状态，同时将分离罐中多余的压缩空气通过放空阀放空。这种调节方法要造成很大的能量浪费。

关闭进气阀使电机空转虽然可以使空压机不需要再压缩气体做功，但空压机在空转中还是要带动螺杆做回转运动，据我们测算，空压机卸载时的能耗约占空压机满载运行时的 10%~15%(这还是在卸载时间所占比例不大的情况下)。换言之，该空压机 10%的时间处于空载状态，在作无用功。很明显在加卸载供气控制方式下，空压机电机存在很大的节能空间。

3.2 其它不足之处

(1) 靠机械方式调节进气阀，使供气量无法连续调节，当用气量不断变化时，供气压力不可避免地产生较大幅度的波动。用气精度达不到工艺要求。再加上频繁调节进气阀，会加速进气阀的磨损，增加维修量和维修成本。

(2) 频繁采用打开和关闭放气阀，放气阀的耐用性得不到保障。

4 恒压供气控制方案的设计

针对原有供气控制方式存在的诸多问题，经过上述对比分析，本人认为可应用变频调速技术进行恒压供气控制。采用这一方案时，我们可以把管网压力作为控制对象，压力变送器 YB 将储气罐的压力 P 转变为电信号送给 PID 智能调节器，与压力设定值 P_0 作比较，并根据差值的大小按既定的 PID 控制模式进行运算，产生控制信号送变频调速器 VVVF，通过变频器控制电机的工作频率与转速，从而使实际压力 P 始终接近设定压力 P_0 。同时，该方案可增加工频与变频切换功能，并保留原有的控制和保护系统，另外，采用该方案后，空压机电机从静止到旋转工作可由变频器来启动，实现了软启动，避免了启动冲击电流和启动给空压机带来的机械冲击。

具体的控制系统流程图如图 1 所示。

空压机维修技术文本

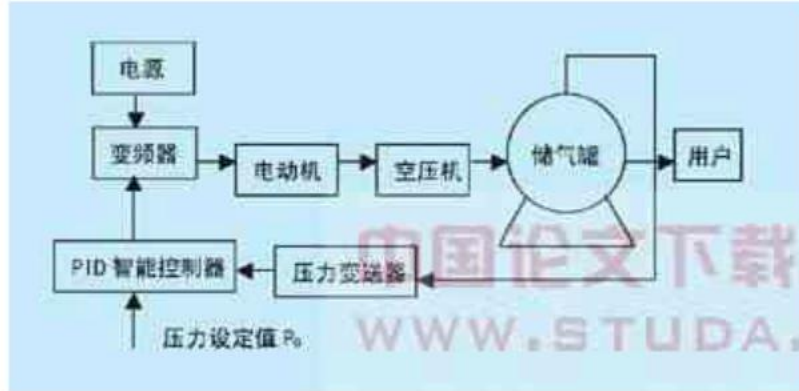


图1 恒压供气控制系统流程图

变频与工频电源的切换电路如图2所示;空压机电控原理图如图3所示;变频调速控制系统接线图见图4。

5 系统元器件的选配及系统的安装与调试

5.1 元器件的选型

(1) 变频器



图2 变频和工频电源的切换电路

LS-10型固定式螺杆压缩机电机型号:LS286TSC-4, 功率22kW, 频率50Hz, 额定电压380V, 额定电流42A, 4极, 转速1470r/min, 我们选用一台“台达牌”VFD300B43A型变频器。因为LS-10型空压机是一种大转动惯量负载, 因此选用加大一级变频器(30kW), 变频器的外部接线如图5所示。

a) 变频器的主要参数

1 输出:最大适用电机输出功率30kW, 输出额定容量45.7kVA, 输出额定电流60A, 输出频率范围0.10~400Hz, 过载能力为额定输出电流的150%, 运行60s, 最大输出电压对应输入电源。

1 输入:3相, 380~460V AC, 50/60Hz, 电压容许变动范围 $\pm 10\%$, 频率容许变动范围 $\pm 5\%$ 。输入电流60A, 采用强迫风冷。

空压机维修技术文本

(2) 该变频器的主要特点:

- a) 采用了新一代电力元件 IGBT 作为驱动交流电动机的核心元件, 应用高速微处理器实现正弦波脉宽调制(SPWM)技术, 具有无传感器矢量控制及电压/频率(V/f)控制。
- b) 配有 RS-485 接口, 可与计算机联结, 构成计算机监控、群控系统。
- c) 自动转矩补偿。 e) 禁止电机反转。
- d) 自动调整加减速时间。 f) 带过载(过热保护)。

(2) PID 智能控制器

兰利牌 PID 智能控制器一个, 型号:AL808, 单路输入、输出, 输出为 4~20mA 模拟信号, 测量精度 0.2%, 厂家:深圳市亚特克电子有限公司。

(3) 压力变送器

压力变送器一个型号:DG1300-BZ-A-2-2, 量程:0~1Mpa, 输出 4~20mA 的模拟信号。精确度 0.5%FS。厂家:广州森纳士压力仪器有限公司。

5.2 系统的安装与调试

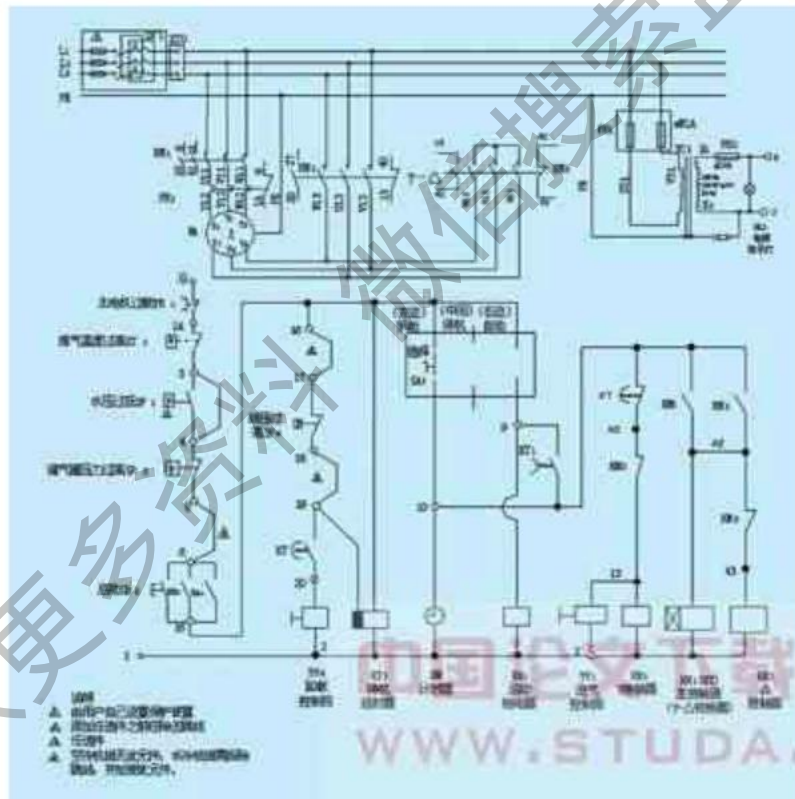


图 3 空压机电控原理图

空压机维修技术文本

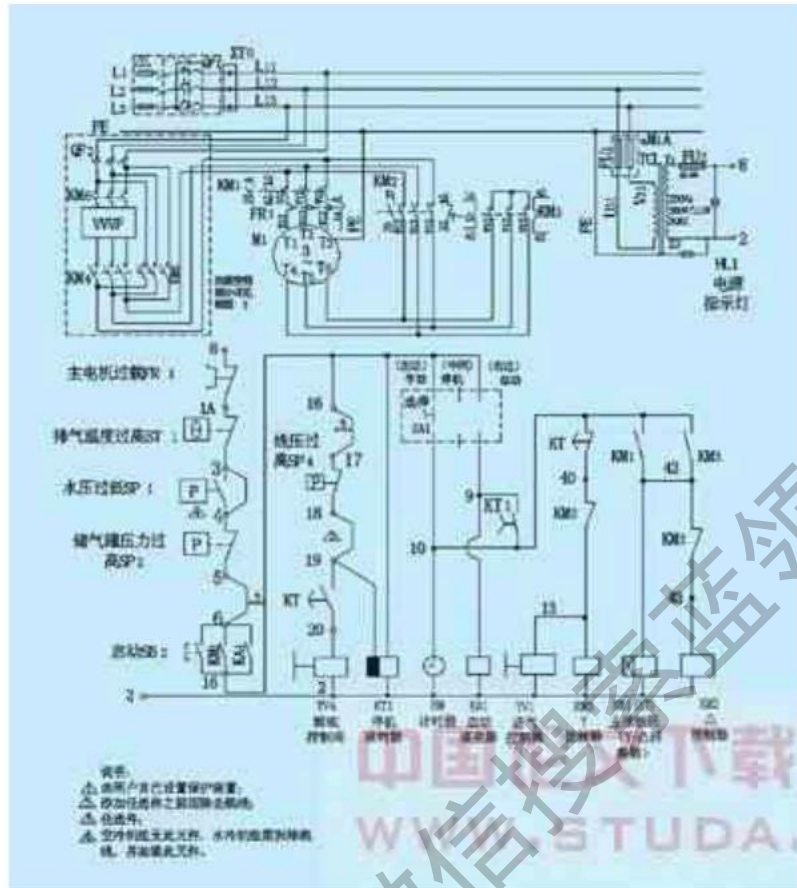


图 4 控制系统接线图

(1) 安装

控制柜安装在空压机房内，与原控制柜分离，但与压缩机之间的主配线不要超过 30m。控制回路的配线采用屏蔽双绞线，双绞线的节距在 15m 以下。另外控制柜上装有换气装置，变频器接地端子按规定不与动力接地混用，以上措施增强了系统的稳定性、可靠性。

(2) 调试

a)变频器功能设定

- 00-09 设定为 00(V/f 电压频率控制)
- 01-00 最大操作频率:设定为 50Hz(对应最大电压 380V)
- 01-01 最大频率:设定为 50Hz(等于电机额定频率)
- 01-07 上限频率:设定为 48Hz
- 01-08 下限频率:设定为 40Hz
- 01-09 第一加速时间:设定为 10S
- 01-10 第一减速时间:设定为 10S
- 02-00 设定为 02, 即由外部 4~20mA 输入(ACI)
- 02-01 设定为 01:运行指令由外部端子控制
- 02-02 设定为 00(以减速制动方式停止)

空压机维修技术文本

02-04 设定为 01:禁止反转

02-07 设定为 00:ACI 断线时减速至 0Hz

06-04 设定为:150%(过载保护), 其它功能遵照变频器出厂设定值。

b) PID 参数的整定

由于用于控制变频器, 根据在不允许输出信号频繁变化的应用系统中应选择 PI 调节方式原则, 因此只能采用 PI 调节方式, 以减少对变频器的冲击。

在对 PID 进行参数整定的过程中, 我们首先根据经验法, 将比例带设定在 70%, 积分时间常数设定在 60s; 为不影响生产, 我们采取改变给定值的方法使压力给定值有个突变(相当于一个阶跃信号), 然后观察其响应过程(即压力变化过程)。经过多次调整, 在比例带 P=40%, 积分时间常数 $T_i=12s$ 时, 我们观察到压力的响应过程较为理想。压力在给定值改变 5min 左右(约一个多周期)后, 振幅在极小的范围内波动, 对扰动反应达到了预期的效果。

(3) 调试中其他事项

从图 4 可以看出, 整套改造装置并不改变空压机原有控制原理, 也就是说原空压机系统保护装置依然有效。并且工频/变频切换采用了电气及机械双重连锁, 从而大大的提高了系统的安全、可靠性。

我们在调试过程中, 将下限频率调至 40Hz, 然后用红外线测温仪对空压机电机的温升及管路的油温进行了长时间、严格的监测, 电机温升约 3~6°C 之间, 属正常温升范围, 油温基本无变化(以上数据均为以原有工频运行时相比较)。所以 40Hz 下限频率运行对空压机机组的工作并无多大的影响。

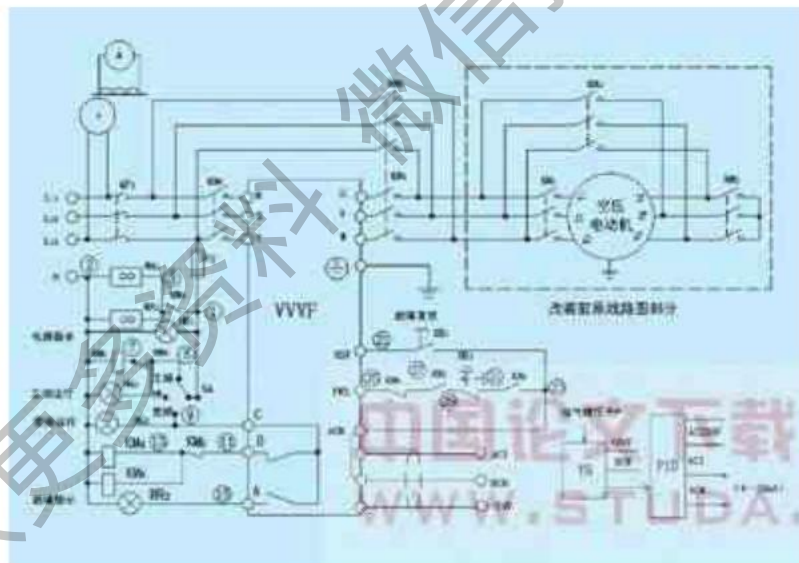


图 5 变频器的外部接线图

6 结束语

经过一系列的反复调整, 最终系统稳定在 40.5~42.5Hz 的频率范围, 管线压力基本保持在 0.62Mpa, 供气质量得到提高。改造后空压机的运行安全、可靠, 同时达到了水厂用气的工艺要求。

空压机维修技术文本

十一 多台空压机连锁控制的目的及发展趋势

一个压缩空气系统使用多台空压机并联运转是相当普遍的配置，但是使用多台空压机的压缩空气系统仍然会面临以下的困扰及风险：

——用气量不稳定，增加一台空压机运转可能造成能源的浪费，减少一台空压机运转又可能使风量不敷使用及压力下降；使用人工来照顾开停机又嫌浪费人力，同时还是有反应不及的可能性发生。

——异常造成停机的现象是非常难以预期的，更难掌握备机能够实时的投入运转。

——既不希望运转中的空压机同时泄载又期望每一台空压机的负荷量能够平均，两者确实很难兼顾。

——用气量的波动极难掌握，又不希望频频的开关机。停机后在转动尚未完全静止之前又立刻再起动，还可能造成机械上的问题。

一切都自动化当然是很理想的境界，如果能彻底的消除以上的困扰，则更为理想，但是事实与理想往往有相当的距离；兹将两种具代表性的连锁控制分别阐述如下：

早期的多台连锁控制是将每一台空压机分别加装一组压力开关 **PS2**（有别于控制负载 / 卸载的压力开关 **PS1**），以及起动与停机回路相并联与串联，这也是最简单的一种连锁控制方法。当系统压力持续下降到 **PS2** 的设定点时，代表运转中的空压机供气不足（此设定点要低于 **PS1** 的下限设定点），备机要自动的起动及负载。当系统压力开始上升并触及 **PS1** 的上限设定点时，各载机组会自动的卸载并立即作动一个延迟继电器。在延迟继电器完成计时之前，如果仍然没有负载时则会自动的停机，停机后的另一个延迟继电器没有完成计时之

空压机维修技术文本

前不能再启动。此外，在设计的细节上还得考虑异常停机不能再启动以及控制系统在正常停机后自动复归 (Auto Reset) 的功能。由控制逻辑图 4.1 表示启动 / 停机的顺序如下(P_{1h2} 代表 2 号空压机的上限 / 卸载压力, P_{1l2} 代表 2 号空压机的下限 / 负载设定压力, P_{2-3} 代表 3 号空压机的自动启动压力, 依此类推) :

从逻辑图 4.1 上, 明显的看出系统压力呈阶梯状, 为了顾及最后一台空压机的启动压力不得低于系统压力的允许下限以及自动启动 / 停机顺序的间隔而不得不提高 1 号空压机的压力设定。如果每个压差间距为 5PSI, 上下限之间的差距在使用四台空压机的系统中就可能高

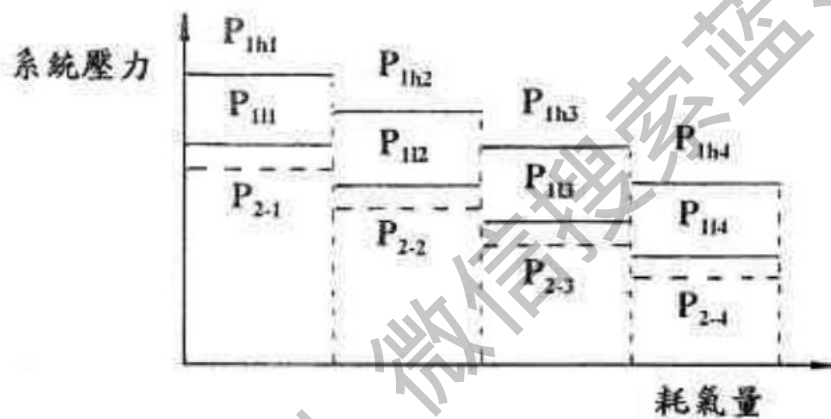


圖 4.1

达 30PSI, 能源的浪费当然会相当可观。

在大部份的压缩空气系统中很少有像上述的特殊案例, 用气量的波动高达 70~80% 或以上。因此, 可以将上述设计予以修改为自动 / 手动启动的可选择模式, 部份的空压机以人工启动 / 停机, 而另外一部份空压机则处于自动启动 / 停机的状态, 如此可以大幅度的降低上下限压力的差距, 也更适用于超过四台空压机以上的系统。

由于电子科技的日新月异, 传统的控制盘已逐渐的被微电脑(Microprocessor)所取代。程序化的控制不仅让操作、故障检修等工作更简易而且其扩充功能的能力也更强, 还可以藉助个

空压机维修技术文本

人计算机、可编程器 (PLC) 来执行多台空压机的连锁自动控制。而各厂商的设计不尽相同，很难逐一剖析其差异性，一般而言设计的着眼点不外乎：

- (一). 自动起动 / 停机及负载 / 卸载的功能。
- (二). 起动 / 停机的顺序定期的自动更替。
- (三). 可选择先起动后停机或先起动先停机的方式让各台空压机劳逸均衡。
- (四). 依需要可选择冷机状态或暖机状态（润滑油泵、冷却水或其它附属配备均已在运转中）时的自动起动。
- (五). 无论使用多少台的空压机都能自动的保持两个压差间距，而能让所有的空压机逐一的投入运行。
- (六). 具有节流特性的空压机可以使用每一台运转中的空压机同步节流，无形中让总节流范围因而扩大数倍。
- (七). 以上自动控制所需要的设定都可以在控制室中由操作员以键盘键入的方式更改，让极难掌握的耗气波动变化得以较容易的克服其困难度。
- (八). 可以从控制室中辅以人工遥控起动 / 停机、负载 / 卸载及更改控制方式。

空压机维修技术文本

十二 变频空压机耗电情况

1、省电(37kw 为例)

A. 用不完省电:

生产上不管用气多少,普通螺杆机从上班到下班一直如此,虽然气压打满后机组会卸载空运行,但卸载空运行时机组在消耗 45%的空载损耗。一般情况平均卸载时间约占总运行时间的 30%,那么一台 37KW 的普通空压机会因此浪费 28000 元/年的电费。也就是说:变频空压机不存在卸载,因此也不存在空载浪费。

用不完浪费计算法

30%卸载时间 X (卸载时间的损耗 37KW X 45%空载电流) X 8000 小时/年 X 0.7 元/度=28000 元/年

(一般情况下空压机的实际用气量会小于机组的额定产量,有的是因为购买时考虑的余量,有的是因为局部时间只用一部分的气,有的是因为生产上淡旺季的问题等等,这样的状况会多供少用属于“用不完”。)

B. 低压力省电:

“高压低用”这也浪费,就像“用不完”一样。普通螺杆机始终 6-8 公斤频繁加卸载工作,实际也就只用了 6 公斤,那么多山来的 2 公斤频繁爬升会让机组多消耗 14% (每爬升 1 公斤多耗 7% 的电流)。按频繁爬升时间累计是 70%,这样一台 37KW 的普通空压机会因 70% 的频繁加载多浪费 20300 元/年。同样如果是变频空压机它始终保持 6 公斤不变的供气,那么也就不存在这 2 公斤的爬升损耗了。

爬升浪费计算法

70%卸载时间 X (卸载时因 2 公斤爬升 37KW X 14%) X 8000 小时/年 X 0.7 元/度=20300 元/年

空压机维修技术文本

十二 冷冻式干燥机常见故障排除指南

1. 故障现象：干燥机不运行

压缩机线路断开 保险丝烧断 热继电器动作 高压开关动作 压缩机堵转 线路虚接或松动

2. 故障现象：干燥机起动后短时间内即停止

环境温度过高 冷凝器堵塞 ?压缩机过载 缺少制冷剂 低压太低 进气量过大 压缩机卡死

3. 故障现象：压缩机不启动

接线不正确 电压过低 启动电容器损坏 继电器或接触器不闭合 启动绕组开路 缺相

4. 故障现象：压缩机因过载保护动作而反复启停

低电压或三相不平衡 过载保护器上接有其它电气设备 ?过载保护器失灵 运转电容器太小 ? 排气压力过高 绕组间短路 热继电器触点粘牢

5. 故障现象：继电器烧坏

电压过高或过低 运行电容器不正确 反复启停(参照 2 和 3) 继电器规格不符 安装座不正确

6. 故障现象：电容器烧坏

规格不匹配 电压过高

7. 故障现象：排气压力过高

制冷剂量过多 制冷系统中有空气 冷凝器脏 环境温度太高 风扇压力开关有故障 风扇电机故障 风扇旋转方向不正确 冷却水流量调节阀故障

8. 故障现象：排气压力太低

制冷剂量太少 风扇压力开关故障