

外贸空压机的开发与安规标准

唐以刚

国机集团江苏苏美达五金工具有限公司

[摘要]空压机其实并不是一个单纯的工具，他可以作为、气源，用于给帐篷，皮筏，球类，轮胎充气；也可作为气动工具的动力源，如气钉枪，气扳手，喷漆枪等，空压机作为一个气源使用，因为气源带动力连续性好，动力平稳，比较环保干净，冲击力不受工具电机的限制。

[关键词]空压机；往复式活塞式；压力；流量；气缸；气阀；连杆；安规标准

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.04.093

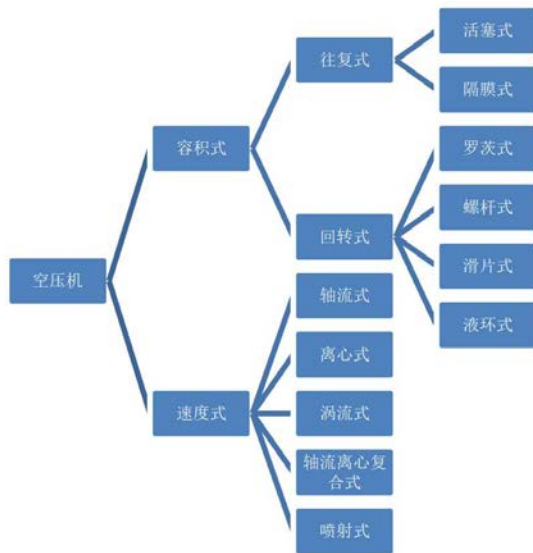
一、空压机的定义分类

压缩气体以提高气体压力的机械称为压缩机。俗称，“气泵”，“压气机”。气压低于0.2Mpa的时候叫鼓风机。小于0.02Mpa的时候叫通风机。一般出口到欧美的空压机设定的最高工作压力是0.8Mpa-1.2Mpa之间，大多数采用的是活塞往复式空压机。到欧洲的压力单位多以Bar表示，在北美多以PSI为压力表示单位，1Bar=1公斤压力=14.5PSI。

1) 按工作原理分类：

①容积式压缩机：是依靠往复运动或旋转运动来改变工作容积，从而使气体体积缩小而提高气体压力，即压力的提高是依靠直接将气体体积压缩来实现。

②动力式（速度式）压缩机：是依靠高速旋转叶轮的作用，提高气体的压力和速度，使一部分气体的速度转变为气体的压力能，即借助高速旋转叶轮的作用，使气体分子得到一个很高的速度，然后在扩压器内使速度降下来，把动能转化为压力能。



2) 按排气压力分类：0-0.2MPa风机；0.2-1MPa低压压缩机；1-10MPa中压压缩机；

10-100MPa高压压缩机；大于100MPa超高压压缩机

3) 按容积流量分类：A，小于1m³/min微型压缩机；B，1-10小型压缩机；C，10-100中型压缩机；D，大于100大型压缩机

4) 还可以按动力类型来分：感应电机的，串激电机的，磁钢电机的，汽油发动机的，天然气的，有直联的，有皮带机

本论文主要介绍的是电动活塞往复式空压机，下面介绍一下往复式活塞空压机的主要构成部分。

①气缸：是往复式活塞压缩机直接进行气体压缩的部件，

它与活塞、气阀等共同组成压缩气体的工作腔。

②活塞组件：活塞与汽缸内壁及汽缸盖构成容积可变的工作腔，在曲柄连杆带动下，在汽缸内作往复运动以实现汽缸内气体的压缩。

③活塞环、导向环在活塞和汽缸之间起密封作用，防止高压气体通过间隙泄漏。

④气阀组件：在汽缸上部，工作时交替地开启和关闭，控制气体进、出工作腔，利用汽缸工作腔和阀腔之间的压力差而开启、关闭控制气体流向。

⑤活塞杆承受由曲轴连杆传送的往复运动驱动活塞压缩空气。

⑥连杆组件：与曲轴共同将输入压缩机的旋转运动转化为活塞的往复运动。

⑦曲轴、偏心组件：主要与连杆共同转化运动方式，把旋转运动转化为往复运动。

二、活塞式空压机的工作机理和特点

往复式空气压缩机主要由活塞、气缸、曲轴、连杆、吸气阀片和排气阀片等组成。连杆小头主要通过活塞销与活塞相连，而连杆大头套在曲轴的曲轴柄部分，曲轴由带轮带动旋转，气缸顶部安装有阀板组件。活塞在气缸中主要通过做往复直线运动来完成对空气的压缩，而压缩机每完成一次对空气的压缩，需要经过压缩、排气、膨胀和吸气四个过程。

当活塞式压缩机的曲轴旋转时，通过连杆的传动，活塞便做往复运动，由气缸内壁、气缸盖和活塞顶面所构成的工作容积则会发生周期性变化。活塞式压缩机的活塞从气缸盖处开始运动时，气缸内的工作容积逐渐增大，这时，气体即沿着进气管，推开进气阀而进入气缸，直到工作容积变到最大时为止，进气阀关闭；活塞式压缩机的活塞反向运动时，气缸内工作容积缩小，气体压力升高，当气缸内压力达到并略高于排气压力时，排气阀打开，气体排出气缸，直到活塞运动到极限位置为止，排气阀关闭。当活塞式压缩机的活塞再次反向运动时，上述过程重复出现。总之，活塞式压缩机的曲轴旋转一周，活塞往复一次，气缸内相继实现进气、压缩、排气的过程，即完成一个工作循环。



图1 往复式压缩机的示意图及工作过程

上图四个过程分别表示了压缩机工作中的四个过程。到最低位置（称活塞的下止点）时，汽缸吸满气体。而

活塞转而向上,这时吸、排汽门都关闭,汽缸容积缩小,气体被压缩,一直压缩到排汽压力为止。图中(b)为排汽过程:当压力达到一定值(大于排汽管内压力)时,排汽阀开启,活塞继续上移,气体排出,一直到活塞上移到最高位置(这位置称活塞的上止点)时,排汽结束。图中(c)是余隙膨胀过程:为了防止活塞与吸排汽阀碰撞,活塞上移到上止点时,活塞与汽缸顶部之间留有一定间隙,称余隙。当活塞转而向下运动时,排汽结束时留在余隙内的高压气体阻止吸汽阀开启,吸气不能开始。这时余隙内的气体随着活塞下移而进行膨胀,一直膨胀到吸气压力以下时才结束。图中之(d)是吸气过程:吸汽阀开启,随着活塞往下运动而吸汽,一直进行到活塞下移到活塞下止点为止。

三、活塞往复式空压机的设计计算

因为本文介绍的是电动微型空压机,所以以电机驱动的单缸活塞机为例:

1. 首先计算总压力比,选择级数,然后根据排气量、级数及压缩机用途等选择合理的结构型式及各级气缸的布置方案;

2. 确定各级压力比分配,初步估算排气温度;

3. 计算并确定各级的诸系数如: λ_v 、 λ_p 、 λ_T 、 λ_l 、 μ_0 和 μ_ϕ 等;

4. 计算各级行程容积及缸径;

5. 计算各列最大活塞力、功率及压缩机效率;

6. 确定驱动电机功率并选定驱动电机。

四、空压机出口的安规标准

微型空压机出口到欧美地区必须要有相关认证证书,欧美标准略有区别。欧洲的证书主要有CE和GS,GS,使用的主要标准是EN1020-1,到美洲主要的证书有UL,CSA,ETL,使用的主要标准是UL1450。

下面针对一些公共的标准和要求,做一些说明和阐述:

1) 欧洲的空压机除了要满足EN1020-1,还需满足EMC的辐射指令,噪音指令等

2) 覆盖罩壳要求

①塑料外壳必须能够承受一定的机械应力,防触电,隔热和防火

②外壳必须罩住所有带电部件和危险的运动部件

3) 防触电要求

①模拟触指测试Test probe B, 20N.不能碰到带电部件

②模拟触指测试Test probe 13,不用力。对于Class 0, Class I Class II结构

③罩壳设计厚度,参考EN 60335 爬电距离和电气间隙

3) 电源线的要求

①根据最高温度选择PVC线或者橡胶线,欧标H05VV-F美标带轮子需要是用SJTW线等,线径根据功率大小而定

②插头,电源线容量必须大于产品额定参数

4) 压线板和衬套的要求

①防止作用在电源线的外部机械应力传递到接线端子,连接和内部线上。拉力测试(根据重量,最大拉力为:100N)

②防止电源线被塞进器具中造成电源线损坏。推力测试(大于0.75mm²: 10N;其他的: 5N)

③电线通过外壳处要提供衬套。衬套必须可靠安装在位置上。和电线的接触面必须光滑。

厚度大小(mm),符合爬电距离和电气间隙的要求。

5) 导电部件的要求

①导电部件必须是银,铜,其他类似的金属

②普通的钢或铁不可以做导电部件

6) 绝缘材料的要求

①对于安装非绝缘部件的材料必须是陶瓷,酚醛合成物或者其他等同材料

②塑料材料用来支撑带电部件,灼热丝,球压

③外壳材料需要通过标准要求的球压测试

7) 内部导线的要求

①内部线要安装在机器内部,安装时不能损坏表皮绝缘

②内部线不能接触锋利的锐边和运动部件,可靠固定以防止破坏,穿过金属孔时注意提供套管

③注意线的耐压和温度等级,线径

④外部连接线需同于电源线的要求,防止损坏和应力。

内部线的连接要经过认证过的端子或合适的连接方式。

⑤不同电压的走线需要分开并可靠固定

⑥内部线走线清晰,必要时用扎带固定

8) 电机的要求

①电机符合IEC 60034的要求

②电机绝缘距离,接地保护电机,基本一般为4mm

③电机内部材料:漆包线,绝缘纸,槽绝缘,塑料,端板引出线,温度保护器,过载保护器,绝缘套管,热缩套管,碳刷架,风罩,离心开关等。非正常测试,电机堵转测试

9) 开关的要求

①主开关的参数要符合实际使用情况,证书上的电压,电流参数,分断次数。

②压力开关必须符合EN 60730-1和EN 60730-2-6的要求,具有符合实际使用情况的参数,电压,电流,频率,气压

10) 压力容器的要求

储气罐欧标需要CE证书,美标需要ASME证书

11) 压力卸荷装置

①作为一个通用准则,所有承压设备都必须设有适当的保护装置,以免出现过高的压力例如安全阀

②压力卸荷装置必须又足够的排放能力,能够排放所能生产或输入的最大数量的流体,确保容器内部压力不超过最大许可工作压力的10%

③作为整机认证的一部分,安全阀需要满足PED(承压设备指令)的要求,压力卸荷装置的安装

④建议向大气直接排放,但是如果由于自然环境或被排泄气体压力的原因而不可接受,那么应该安装排放装置以便不能给人和环境造成危险。以避免在任何地点收集液体这种方式来设计、构造压力卸荷排出管道

⑤压力卸荷装置在保养时容易接近。

⑥在压缩机和压力卸荷之间的管道布置里压力落差(降压)不应超过当以满流量排放时的压力卸荷装置的调定压力的3%。

参考文献

[1]成大先主编.机械设计手册.北京:化学工业出版社,2004.1

[2]郑文纬、吴克坚主编.机械原理.北京:高等教育出版社,1997.7

[3]刘鸿文主编.材料力学.北京:高等教育出版社,2004.1

[4]郁永章编著.容积式压缩机手册.北京:机械工业出版社,2000.1

[5]陈宏均.活塞式压缩机使用技术手册.北京:机械工业出版社,1992

[6]郁永章.活塞式压缩机.北京:机械工业出版社,1982

[7]吴宗泽主编.机械设计实用手册.北京:化学工业出版社,2003