## 研究目的

该项工作的目的是为了解决满足多级压力需求的问题。使用同一套空气压缩系统，满足不同用气网络的用气需求。

首先从配置方案上来说，传统的满足多级压力需求的问题通常采用以下两种配置方案。其一，如下图所示，运用一套空气压缩系统供气，压缩空气到耗气用气设备的最大压力，然后在供给低压设备的时候使用减压阀减压到对应压力。这套方案能够解决生产当中的供气问题，但是其他经过减压阀时压力大幅下降，造成能耗浪费情况严重。



其二，如下图所示，运用多套空气压缩系统供气，每套空压机对应产生相应的压力，满足不同的终端用气设备。这套方案必须配备多套空气压缩系统，带来了额外的场地费用、设备购买费用和维护费用等。



该文提出一种新的配置方案，如下图所示，采用一套空气压缩系统，通过阀门的开关来对那个系统的储气罐供气，在3个系统同时耗气的情况下能够满足三个系统的用气需求。



## 控制方式

考虑到一个空气压缩系统在运行过程中由加载和卸载两种运行状态，加载的时候提供了一个额定的质量流量（kg/s），确定网络对应的储气罐体积*V*（m3）,用参数*pin*来描述储气罐中压力的动态增加（*dp/dt*）,具体描述如下：



*R*是气体常数（J/KgK），*Tos*是吸气的环境温度（K）,如上式所示，压力动态增加和用气设备耗气量无关，当空压机群启动时，它是一个定值。此外，由于耗气设备在用气，空气压缩系统的出气压力是变化的，压力的动态减小可以描述为：



由于耗气设备的用气是可以不断变化的，*mu*表示用气设备实时的耗气质量流量(kg/s)，*pout*是动态变化的，最低为0。

通过对空气压缩系统产气环节和用气环节的评估，设定用气设备耗气流量范围：



*mu(t)*表示t时刻系统所有耗气设备的耗气流量之和，*mum*表示所有耗气设备的耗气流量之和的最小值（如果所有设备都没有用气，*mum*为0），*muM*表示所有耗气设备的耗气流量之和的最大值。

由于压力动态减小*pout*的计算式中只有*mu*是变量，根据流量*mu*的变化，定义*pout*的变化范围，如下：



*Pout*(*t*)表示*t*时刻的压力动态减小，和分别对应耗气流量*mum*和*muM*时的动态压力减少。对于一个设计合理的空气压缩系统，*mc*>*mu*，即吸入空气压缩系统必须大于消耗的空气压力。为了进一步描述空气压缩系统压力的动态变化，定义和，表示系统压力动态增量的最小值，及用气设备耗气量最大时的压力增，表示系统压力动态增量的最大值，及用气设备耗气量最小时的压力增。具体数学描述如下：



上述压力动态分析是建立在空压机系统加载运行的情况下，系统压力动态增加。下面针对空压机卸载运行进行分析，这是*pin*为0。

同样的，定义和分别表示为系统压力动态减量的最大值和最小值，由空压机系统设备耗气量大小决定。





气体压力上升过程示意图，C表示系统运行时间

设置C为程序运行时间，保证了压力不会超过设置的压力最大值Pmax，经过C时刻系统中的压力值。



气体下降过程示意图，T表示一个周期的时间

设置T时间为程序一个周期内的结束时间，它保证了系统压力在该周期内不会低于Pmin，实际网络的压力水平在。

## 算法

运用EDF（Earliest Deadline First）算法解决资源的调度的问题。最早截止时间优先算法（EDF）也称为截止时间驱动调度算法（DDS），是一种动态调度算法。EDF在调度时，任务的优先级根据任务的截止时间动态分配。截止时间越短，优先级越高。如果一个任务集负载U<=1，则是可调度的。EDF 调度算法已被证明是动态最优调度，而且是充要条件。处理机利用率最大可达100% 。但瞬时过载时，系统行为不可预测，可能发生多米诺骨牌现象， 一个任务丢失时会引起一连串的任务接连丢失。

**非抢占式调度**



程序执行流程图



每个用气网络状态转化图

算法调度流程：1）开始初始化实验数据，包括每个网络的压力范围，每个网络耗气设备耗气流量的范围，第K个周期（k=1）、时刻t(t=0)、第i个网络的第k个周期的执行时间Ci,k（Ci,k=0）、第i个网络的第k个周期的总时间Ti,k（Ti,k=0）等。2）计算就绪状态用气网络Ci,k、Ti,k，根据EDF算法运行Ci,k最小的用气网络，其他用气网络处于就绪状态等待，Ci,k时间到了以后该用气网络让出空压机系统资源，其他用气网络开始竞争空压机系统资源，Ti,k时间到了后该系统返回到就绪状态。

## 程序结果分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 网络 | 设定压力区间MPa | 产气质量流量范围kg/s | 储气罐体积  m3 |  |
| 1 | [0.6,0.7] | [0.003,0.007] | 1.5 | [393;1312] |
| 2 | [0.8,0.9] | [0.003,0.007] | 1.2 | [491;1638] |
| 3 | [1.3,1.4] | [0.003,0.007] | 1.0 | [590;1966] |

下面是各个网络系统压力变化曲线图



网络1压力情况



网络2压力情况



网络3压力情况

系统实时调度图

系统资源利用率：某一个周期内，用气网络i的资源利用率



系统资源利用率

