

文章编号: 1671-6612 (2019) 04-410-04

二级泵空调系统中一级泵变频运行的 可实施性研究

江连昌

(奥意建筑工程设计有限公司 深圳 518031)

【摘要】 提出传统二级泵空调水系统存在的问题, 分析二级泵空调系统中一级泵变频运行的控制策略, 总结二级泵空调系统中一级泵变频运行的可实施性。

【关键词】 二级泵系统; 一级泵变频控制; 变流量水系统

中图分类号 TU831.3 文献标识码 A

Feasibility Analysis of Variable Frequency Operation of the First Stage Pump in the Two Stage Pump Air Conditioning System

Jiang Lianchang

(A+E Design Co., Ltd, Shenzhen, 518031)

【Abstract】 The existing problems of the traditional two stage pump air conditioning water system are put forward. The control strategy of the first stage pump frequency conversion operation in the two stage pump air conditioning system is analyzed. Summing up the feasibility of the first stage pump frequency conversion operation in the two stage pump air conditioning system.

【Keywords】 Secondary water pumping distribution system; Frequency conversion control of primary pump; Variable volume water system.

0 引言

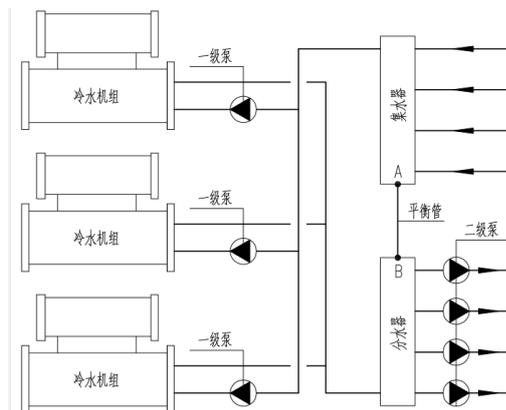


图 1 传统二级泵空调系统示意图

Fig.1 A schematic diagram of the traditional two stage pump air conditioning system

文献[1]对二级泵系统的定义为:“冷源侧设置定流量运行的一级泵组, 负荷侧设置二级泵组的变流量空调冷水系统”, 该定义的文字描述中明确要求二级泵系统的一级泵组采用定流量运行的模式, 目前行业中二级泵系统设计也基本上都是按这种方式进行设计的, 本文称之为“传统二级泵系统”, 其系统原理图如图 1 所示。

图 1 所示的示意图中, 一级泵与冷水机组为“一对一”的接管方式, 工程设计中也有采用“母管制”接管方式的情况, 因一级水泵与冷水机组的接管方式不影响本文的研究结果, 所以在未特殊说明的情况下, 本文以下提到的二级泵系统均为一级泵与冷水机组为“一对一”的系统。

在二级泵空调系统中, 平衡管两侧的接管端点

是一级泵和二级泵负担管网阻力的分界点，如图1所示，一级泵负担节点A—冷水主机—节点B环路的管网阻力，二级泵负担节点A—末端设备—节点B环路的管网阻力。当一级泵的流量和二级泵的流量完全匹配时，平衡管内无水通过；当一级泵的流量大于二级泵的流量时，平衡管内水流方向为B→A，旁通的这部分空调供水未能参与末端设备的供冷，浪费了一级泵的运行能耗；当一级泵流量小于二级泵流量时，平衡管内水流方向为A→B，此时部分空调回水混入空调供水，会导致空调供水温度升高、末端设备的制冷能力无法满足要求而不断要求加大二级泵转速的“恶性循环”情况的发生，简称“低温差综合症”^[2]。另外，当部分负荷工况下只需要运行一台或少量的一级泵时，由于系统管网阻力减小，会出现一级泵流量过大、电机过载的现象，从而导致系统不能正常运行。本文拟通过分析研究，探索采用一级泵变频控制方式解决上述问题的可行性。

1 一级泵变频的二级泵空调系统概述

一级泵变频的二级泵空调系统与传统二级泵空调系统的系统组成基本相同，都是由冷水机组、一级泵、二级泵、平衡管、变流量控制的空调末端系统及其它管路和附件组成。与传统二级泵空调系统相比较，一级泵变频的二级泵空调系统的主要特点为：一级泵采用变频运行的控制方式，一级泵的运行频率随系统水流量需求的变化而变化。实现一级泵变频运行的控制方法有以下三种：

(1) 测量平衡管内的水流，通过调整一级泵的运行频率维持平衡管内水流量等于或接近为零，此时平衡管内近视为无水通过，实现一级泵与二级泵的流量匹配，本文简称为“旁通流量控制法”；

(2) 测量分、集水器之间的压差，通过调整一级泵的运行频率维持分、集水器之间的压力差等于或接近为零，此时平衡管内近视为无水通过，实现一级泵与二级泵的流量匹配，本文简称为“压差控制法”。

(3) 测量一级泵和二级泵的总流量值，通过调整一级泵的运行频率实现一级泵与二级泵的流量匹配，本文简称为“总流量控制法”。

本文将对上述三种控制方法分别进行分析。

2 一级泵变频的控制方法分析

2.1 旁通流量控制法

在平衡管上设置流量传感器测量平衡管内的水流 Q ，根据 Q 值的大小控制一级泵的运行频率。如图2所示，定义由B至A的流量为正值，反之为负值， Q_1 为设定的流量下限值， Q_2 为设定的流量上限值。

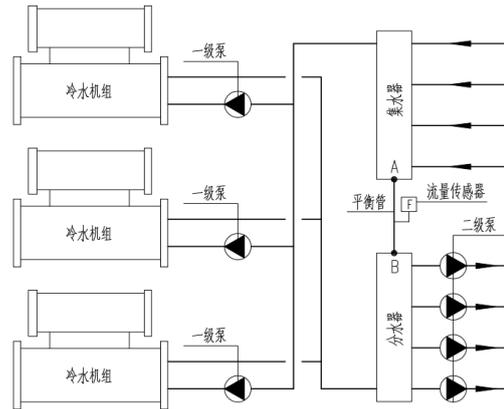


图2 “旁通流量控制法”系统示意图

Fig.2 A schematic diagram of the "bypass flow control method" system

当 $Q < Q_1$ 时，表明一级泵的流量小于二级泵的流量需求，此时需增大一级泵的运行频率；

当 $Q_1 \leq Q \leq Q_2$ 时，表明一级泵的流量与二级泵的流量需求基本一致，一级泵的运行频率不变；

当 $Q > Q_2$ 时，表明一级泵的流量大于二级泵的流量需求，此时需减小一级泵的运行频率；

当系统水流量达到冷水机组允许的最低流量或水泵最低运行频率时，水泵运行频率不再变低，一级泵和二级泵的流量差通过平衡管旁通。相关的控制过程如图3所示。

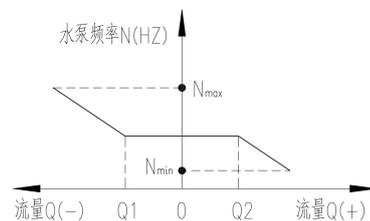


图3 “旁通流量控制法”控制过程示意图

Fig.3 A schematic diagram of the control process of the "bypass flow control method"

平衡管上的流量传感器需具有双向测量水流量的功能，不可采用单向测量水流的流量传感器。平衡管需有一定长度的直管段，以满足流量传感器

的准确测量需求。

2.2 压差控制法

在分、集水器之间设置压差传感器测量平衡管两端的静压差 ΔP ，并根据 ΔP 值控制一级泵的运转频率。如图4所示，定义 $\Delta P = P_B - P_A$ ，(P_A 、 P_B 分别为A、B点的压力值)， ΔP_1 为设定压差的下限值， ΔP_2 为设定压差的上限值。

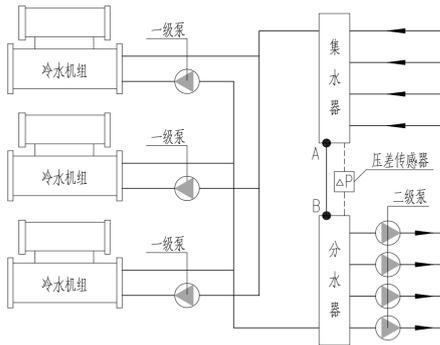


图4 “压差控制法”系统示意图

Fig.4 A schematic diagram of the "pressure difference control method" system

当 $\Delta P < \Delta P_1$ 时，表明一级泵的流量小于二级泵的流量需求，此时需增大一级泵的运行频率；

当 $\Delta P_1 \leq \Delta P \leq \Delta P_2$ 时，表明一级泵的流量与二级泵的流量需求基本一致，一级泵的运行频率不变；

当 $\Delta P > \Delta P_2$ 时，表明一级泵的流量大于二级泵的流量需求，此时需减小一级泵的运行频率；

当系统水流量达到冷水机组允许的最低流量或水泵最低运行频率时，水泵的运行频率不再变低，一级泵和二级泵的流量差值通过平衡管旁通，相关的控制过程如图5所示。

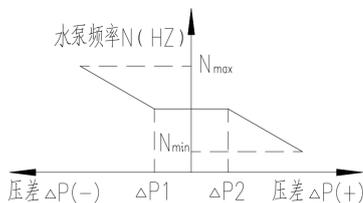


图5 “压差控制法”控制过程示意图

Fig.5 A schematic diagram of the control process of the "pressure difference control method"

因为不需要测量平衡管内的流量，所以“压差控制法”对平衡管的直管段长度没有要求。

2.3 总流量控制法

在一级泵供水主管设置流量计测量一级泵的

总流量 $Q_{源}$ ，本文称之为“冷源侧总流量”；在二级泵各供水主管设置流量计测量二级泵的总流量 $Q_{负荷}$ ，本位称之为“负荷侧总流量”，根据冷源侧总流量和负荷侧总流量的差值控制一级泵的运转频率。

如图6所示，冷源侧流量传感器测得的流量即为冷源侧总流量 $Q_{源}$ ，负荷侧总流量 $Q_{负荷} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$ 。定义 $\Delta Q = Q_{源} - Q_{负荷}$ ， ΔQ_1 为设定的下限值， ΔQ_2 为设定的上限值。

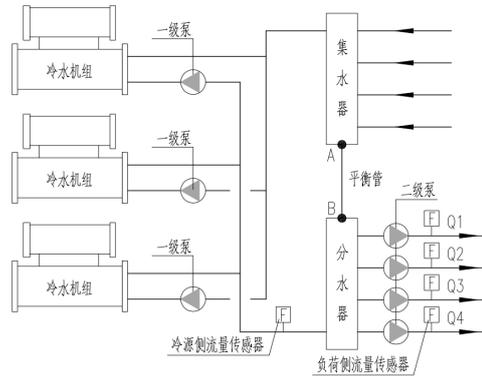


图6 “总流量控制法”系统示意图

Fig.6 Schematic diagram of the "total flow control method" system

当 $\Delta Q < \Delta Q_1$ 时，表明一级泵的流量小于二级泵的流量需求，此时需增大一级泵的运行频率；

当 $\Delta Q_1 \leq \Delta Q \leq \Delta Q_2$ 时，表明一级泵的流量与二级泵的流量需求基本一致，一级泵的运行频率不变；

当 $\Delta Q > \Delta Q_2$ 时，表明一级泵的流量大于二级泵的流量需求，此时需减小一级泵的运行频率；

当系统水流量达到冷水机组允许的最低流量或水泵最低运行频率时，水泵的运行频率不再变低，一级泵和二级泵的流量差值通过平衡管旁通，相关的控制过程如图7所示。因为不需要测量平衡管内的流量，所以“总流量控制法”对平衡管的直管段长度也没有要求。

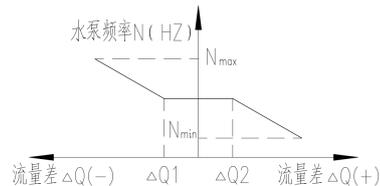


图7 “总流量控制法”控制过程示意图

Fig.7 A schematic diagram of the control process of the "total flow control method"

3 一级泵变频控制方法的注意事项

本文所述三种控制方法中,当控制信号为负值时,表明有空调回水经旁通管流入空调供水管;当控制信号为正值时,表明有空调供水经旁通管流入空调回水管。控制信号的上、下限设定值的绝对值越大,表明允许平衡管的旁通流量越大。在实际工程中,可根据情况调整设定上、下值的大小,满足系统运行的不同需求。

由于一级泵采用了变频控制的运行方式,平衡管内的最大旁通流量比一级泵定流量系统降低了,所以,旁通管的管径也可以做的小一些;冷水机组需选用能够允许变冷水流量的冷水机组。旁通管和冷水机组的选型要求同冷水机组变流量的一级泵变流量系统,具体做法可参考文献[2]的相关要求,本文不做详细描述。

4 结论

由以上分析可知,上述三种控制方法所涉及到的传感器均为常规设备,控制逻辑也均为常规方法,因此,一级泵变频的二级泵空调系统具有可实施性。

一级泵变频的二级泵空调系统,可有效避免空调回水经平衡管大量进入空调供水管,从而杜绝了二级泵空调系统“低温差综合症”的隐患。

一级泵变频的二级泵空调系统,可有效避免空调供水经平衡管大量进入空调回水管,有利于系统的节能运行,同时可有效避免一级泵电机过载现象的发生。

参考文献:

- [1] GB/T 50155—2015,供暖通风与空气调节术语标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [2] GB 50736—2012,民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [3] GB 50189—2015,公共建筑节能设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [4] 陆耀庆.实用供热空调设计手册(第2版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2008:2018-2024.
- [5] 李玉街,蔡小兵,郭林.中央空调系统模糊控制节能技术及应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2009:232-240.
- [6] 中国建筑标准设计研究院.全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力(2009年版)[M].北京:中国计划出版社,2009:91-95.
- [7] 刘亮,孙育英,杨超.二次泵变流量水系统的设计[J].暖通空调,2007,37(9):110-115,58.
- [8] 袁泽宁,涂光备,李建兴.二次泵系统的控制方式及调节工况点[J].煤气与热力,2003,23(10):607-609.