

文章编号:1005-0523(2003)04-0078-03

变频技术在广州地铁集中冷冻站的应用

林 珊, 贺利工

(广州市地下铁道设计研究院, 广东 广州 510010)

摘要:介绍了广州地铁集中冷冻站采用变频技术的设计,提出了采用变频技术的必要性和经济性。

关键词:集中冷冻站;变频技术;应用

中图分类号:TB66

文献标识码:A

1 前 言

广州地铁二号线首期工程线路全长 23.265 公里,共有 16 个地下车站,1 个地面车站和 3 个高架车站。除三元里站设置单独的冷水机组外,其余 15 个地下车站分别由 4 个集中冷冻站提供大系统空调冷水。其中北部冷站位于广州火车站与越秀公园站之间独立冷站机房内,供应纪念堂站、越秀公园站和广州火车站的冷冻水;海珠广场冷站位于海珠广场站内,供应江南西站、市二宫站、海珠广场站和公园前站的冷冻水;鹭江冷站紧邻地铁鹭江站,供应赤岗站、客村站、鹭江站、中大站和晓港站的冷冻水;赤沙冷站位于赤沙车辆段附近,供应琶洲站、新港东站和磨碟沙站的冷冻水。除海珠广场冷站采用引珠江水直流冷却冷凝器方式外,其余各集中冷站均采用冷却塔方式循环冷却。

2 集中冷冻站采用变频技术的必要性

地铁运营过程中,通风空调系统的用电量占了相当的比重。根据目前广州一号线的运营统计,通风空调系统的用电量约占整个地铁运营耗电量的 40%左右,因此如何在通风空调系统中采用节能装置,对地铁的经济运行将具有十分重要的意义。由

于一年四季天气的变化,及一天内气温和客流量的变化,在地铁通风空调系统中采用变频调速技术将是节能的最有效措施之一。

为了减低运营费用,弥补集中供冷在输送过程中的能量损失,二号线集中供冷采用了两个有效措施:冷冻水大温差和二级冷冻水泵变频。

变频调速技术在国内工业和民用自动控制系统中已推广应用了十多年。特别是在系统负荷经常变化和电机频繁启动的情况下,采用变频调速不仅能大量节省能源,对设备运行工况也有极大的改善。减少机械设备的磨损,延长了设备寿命,减少维护费用和缩短维护时间,减少环境噪音,改善设备启动性能,减少启动电流对电网的冲击。另外,地铁空调系统的设计是按远期负荷考虑,并有一定的设计余量。变频系统的设计将灵活的保证各阶段设计工况,减少运营费用。因此,在集中冷冻站采用变频技术是十分必要的。

3 集中冷冻站的组成部分

集中冷冻站系统由冷冻水和冷却水系统组成。冷冻水系统包括冷冻站站外部分(由冷水机组、冷冻水一次泵、二次泵、定压装置以及管路等组成)和冷冻站站外部分(由敷设在区间隧道内的冷冻水管和各车站末端组合式空调器组成)。冷却水系统由

收稿日期:2003-05-21

作者简介:林珊(1974-),女,福建福州人,工程师。

冷却塔、冷却水泵、补水泵、水箱等组成。

4 变频技术在集中冷冻站的应用

集中冷冻站的冷冻水系统采用二次泵变频. 通过布置在各冷冻水二次回路的压差传感器检测供回水管上的压差, 由变频控制系统自动调节冷冻二次泵的转速, 保证管网末端的压力和水泵电动机组

动态地工作于高效区内, 实现变流量节能控制。

下面以赤沙冷站为例说明变频技术在集中冷冻站的应用. 赤沙冷站设有 3 台冷水机组, 每台 203 kW; 冷冻一次泵 3 台, 每台 7.5 kW; 冷冻二次泵 4 台, 其中 2 台每台 37 kW, 一用一备, 另 2 台每台 90 kW, 一用一备; 冷却泵 4 台, 每台 45 kW, 三用一备; 冷却塔风机 3 台, 每台 8 kW. 赤沙冷站变频调速控制系统图详见图 1.

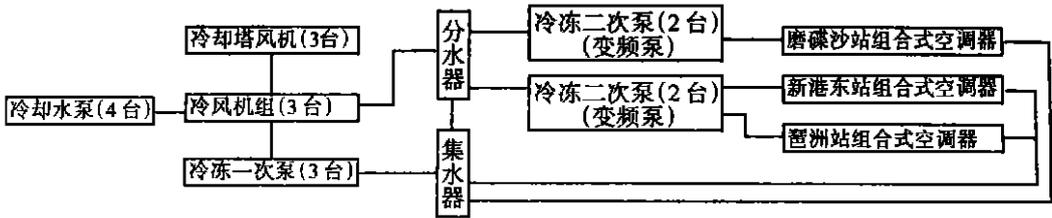


图 1 赤沙冷站变频调速控制系统图

在一次/二次冷冻水泵系统中, 二次泵作用是将主供水回路的冷冻水分配给负载. 一次/二次水泵系统既需保持一次回路(用于蒸发器运行)中的流量不变, 同时满足二次回路的流量变化要求. 由于二次回路中流量是变化的, 可以在二次回路保持最小且有效的供水压力来降低系统噪音, 减少能量消耗。

以及组合式空调器造成的. 系统曲线 S1 或 S2 是管网的特性曲线, 由管网的物理特性所决定的. 当管网中阀门的开度变化时, 会引起 S1 或 S2 形状的变化。

在传统的一次/二次冷冻水泵的设计中, 一次泵的规格确定只需考虑一次回路供回水回路的流量需求和压降. 而更大的二次泵规格确定则应确保冷冻水能在整个二次回路中循环流通. 由于二次泵与一次泵回路通过一根弯通管连通, 因此二次泵不受到最小流量的限制. 可以采用二通阀加变频控制来控制流量. 水泵系统曲线见图 2.

系统设计往往是在设计压力和设计流量点运行, 也就是水泵的特性曲线和管网特性曲线的交点. 当空调系统运行在部分负荷下时, 末端组合式空调器不需要满负荷的水量, 电动二通阀关小, 阀门的关小引起管网特性曲线的变化, 系统曲线由 S2 向 S1 变化, 二次泵的输出流量减少, 但提供的扬程却变大了. 恒速泵必须随水泵曲线从设计压力移至压力 P1 处, 这就是说, 当流量减少时, 尽管系统要求较小的供水压力, 但水泵还是增加了供水压力, 压力 P1 和 P2 的差异是阀门必须吸收的压力差. 此种运行工况是非常有害的: 1) 阀门和管网的承压增大, 部分阀门的密封性能受到考验. 当压力大于阀门设计运行压力时, 就会迫使阀门打开, 造成水流短路, 与水泵相近处的空调区域特别冷而远离水泵处冷气不足的情况发生, 并引起冷水机组蒸发器处于低的 ΔT 状态. 2) 水泵的工作点偏离高效区, 水泵的轴功率增大, 这样会使能源浪费, 系统性能不良, 以及维护成本大幅上升。

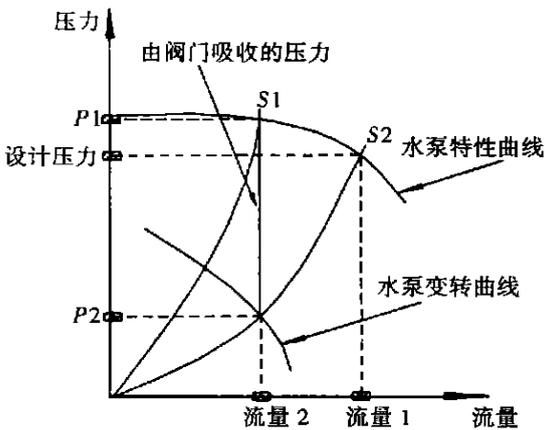


图 2 水泵系统曲线

系统曲线表示二次泵的特性曲线与管网特性曲线的关系. 二次泵必须产生足够的扬程以克服冷站至组合式空调器的二次回路的系统阻力. 系统阻力(系统管网损耗)是由水路中管道、连接件、阀门

在二次泵系统中增加变频调速器, 变频器使二次泵系统从恒速状态向变速变量状态改变, 从而节省大量的能源以及增强了控制能力. 采用了变频器可使水泵的速度按照系统要求(系统曲线)变化. 水泵随着系统曲线运行会带来最佳的节能效果, 同时避免了随水泵曲线的运行而使控制阀压力过大的现象。

随着受控制的末端空调器供水量得到满足,二通阀处于关小状态.这时末端空调器和阀门会增加压力差.当这种压力差开始增加时,变频器开始放慢水泵的转速以维持压力差设定值.该设定值的计算是在设计流量状态下将末端空调器、部分水管管道和二通阀的压力差叠加在一起的数值.水泵减速的过程就是节省运行费用的过程.

水泵速度降低时,水泵和电机轴承的寿命就会增加.虽然在各自末端空调器能保持同样的压差,但整个系统的压差和控制阀门压差都会降低,使冷冻水通过阀的流速明显低于水泵在恒速、全速时的速度.这可以延长阀门的寿命,减少维护量以及降低系统内的噪音,并可以节能.

5 采用变频技术的经济性

根据赤沙冷站最热月日负荷曲线(图3),可以看出每天负荷曲线变化较大,负荷高峰处于12:00~20:00之间.从月负荷变化比例(图4)来看,月负荷变化比例的高峰处于5月至9月之间.冷冻二次泵不采用变频技术时,每年的耗电量为50.27万度(空调季按9个月计算,每天运行19个小时);冷冻二次泵采用变频技术时,每年的耗电量为24.57万度(空调季按9个月计算,每天运行19个小时,空调部分负荷比率按表1计算).冷冻二次泵采用变频技术比不采用变频技术节省耗电量25.70万度/年,按每度电0.7元计算,则每年可节省运营费用17.99万元,能较快地收回投资.

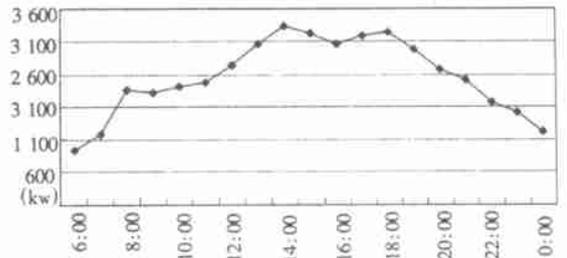


图3 赤沙冷站最热月日负荷曲线

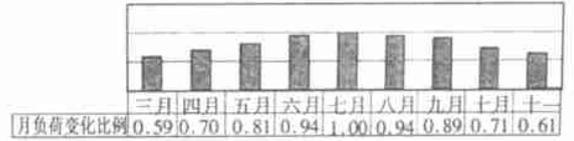


图4 赤沙冷站月负荷变化比例

表1 赤沙冷站空调部分负荷比率表

部分负荷	<50	50	60	70	80	>90
比率	10	22	28	17	15	8

6 结论

综上所述,在集中供冷站的冷冻二次泵系统采用变频技术,既可实现无级调速,满足输送冷冻水过程中各项指标对电机速度控制的要求,大幅度节省能源,降低成本,又可降低或减少相关设备的开停次数,延长使用寿命,解决由于工程实际运行规模与设计规模偏差带来的弊端,协调各工艺流程间匹配关系,降低土建和工艺设备的投资.

参考文献:

[1] 梁建平. 变频调速技术在净水厂应用[J]. 变频器世界, 1999. 12.
 [2] 广州地铁集中供冷初步设计及施工图设计.

The Application of VVVF System in Centralized Refrigeration Plant of Guangzhou Metro

LIN Shan, HE Li-gong

(Design Institute of Guangzhou Metro Corporation, Guangzhou 510010, China)

Abstract: The design of VVVF system in Centralized Refrigeration Plant of Guangzhou Metro is introduced, the essentiality and economy of VVVF system are presented in this paper.

Key words: centralized refrigeration plant; application; VVVF