

文章编号: 1671-6612 (2019) 01-056-6

蒸发冷凝直膨技术在太原地铁空调系统中的技术经济性分析

刘 凯

(中铁第一勘察设计院集团有限公司 西安 710043)

【摘 要】 针对传统地铁车站公共区空调能耗高、土建规模大的情况, 提出在太原地铁 2 号线一期工程设计中采用蒸发冷凝直膨式设备方案。通过分析该方案相对常规冷源系统在技术原理方面的优越性, 以及比较其对土建规模、设备投资、运营费用的影响。结果表明, 全线 23 个站公共区空调采用蒸发冷凝直膨式空调系统初投资费用节省 3279.8 万, 运行费用每年节省 123.05 万元, 具有良好的经济效益。

【关键词】 地铁车站; 蒸发冷凝; 直膨式

中图分类号 TU83 文献标识码 A

Technical and Economic Analysis of Evaporative Condensation Direct Expansion Technology in Taiyuan Metro Air Conditioning System

Liu Kai

(China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Xi'an, 710043)

【Abstract】 In view of the high energy consumption and large scale of civil engineering about traditional air conditioning in Subway station public area, the scheme of using evaporative condensation direct expansion equipment in the design of the first phase of Taiyuan Metro Line 2 is proposed. By analyzing the superiority of the scheme in technical principle compared with the conventional cold source system, and comparing its influence on civil construction scale, equipment investment and operation cost. The results show that the initial investment cost of evaporative condensation direct expansion air conditioning system in 23 stations of the whole line can be saved by 32.798 million yuan, and the operation cost can be saved by 123.05 million yuan annually, which has good economic benefits.

【Keywords】 Subway station; Evaporative condensation; Direct expansion

0 引言

随着我国社会经济的快速发展以及城市化进程的加快, 城市人口数量剧增, 导致大部分城市交通拥堵, 而修建地铁对于改善城市交通环境起到了不可忽视的作用, 这也意味着我国的地铁还有很大的发展空间。地铁车站作为典型的地下大空间建筑, 投资造价高、运营费用大, 其中空调系统运行能耗是地铁总能耗的重要组成部分, 其约占车站总

能耗 30%~50%, 上海、南京约 40%左右, 北京约 35%、沈阳约 30%, 为了减少能耗节约地下空间, 除选用合理的系统制式外, 设备形式选择也至关重要。

传统车站公共区冷源主要采用冷却塔和冷水机组, 此方案存在占地面积大、能耗高的缺点, 而蒸发冷凝直膨作为一种高效节能的组合设备, 其用蒸发冷凝器模块(蒸发冷凝技术)替代传统冷却塔

作者(通讯作者)简介: 刘 凯(1987.2-), 硕士, 工程师, E-mail: liukai164013@163.com

收稿日期: 2018-11-22

- (1) 取消冷却塔、冷却水泵、冷却水管路系统;
- (2) 减少了中间换热, 提高了系统能效比;
- (3) 机组自带自动软水处理仪, 适应各种水质。

2.2 直膨式技术原理

近些年对地铁车站专用直膨式空调机组的蒸发器性能^[5]以及直膨式空调系统与常规空调系统的全年能耗^[6]的研究表明直膨技术在地铁中的节

能潜力巨大, 系统效率远高于传统机组^[7]。直膨式空调机组本身自带压缩机, 因其制冷系统中液态制冷剂在其蒸发器盘管内直接蒸发(膨胀)实现对盘管外的空气(也就是空调室内侧空气)吸热而制冷。直膨式技术省掉了室内冷水机组、冷冻水泵及冷冻水管路, 节省了室内空间, 减少了换热环节, 提高了机组能效值。

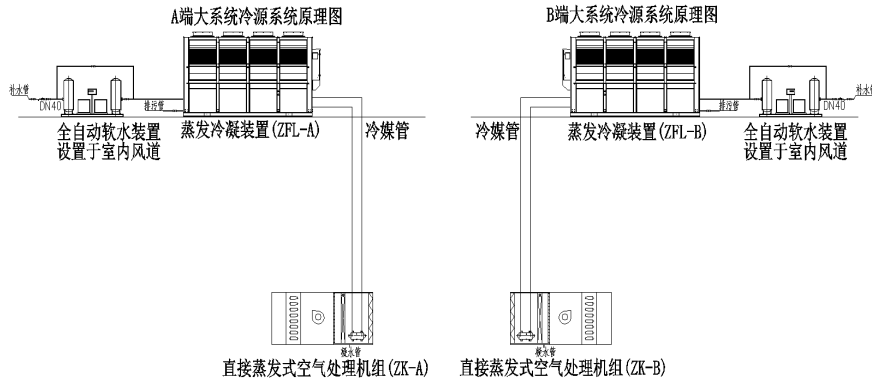


图3 蒸发冷凝直膨系统原理图

Fig.3 Schematic diagram of evaporative condensation direct expansion system

技术特点:

- (1) 取消冷冻水泵、冷冻水管路系统;
- (2) 减少了中间换热, 提高了系统能效比;
- (3) 占地面积小, 节省室内土建空间。

2.3 蒸发冷凝直膨技术结合

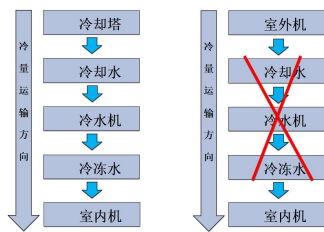


图4 传统机组与蒸发冷凝直膨机组冷量运输方向对比

Fig.4 Comparison of refrigerating capacity between traditional units and evaporative condensing direct expansion units

由图4可知, 蒸发冷凝直膨设备系统冷量传输方向相比传统冷水机组方案减少了三个换热环节, 从技术原理上极大降低了换热损失, 提高了整机能效值。

3 蒸发冷凝直膨设备布置

3.1 蒸发冷凝直膨室内机布置

考虑到地下空间紧张、土建造价高, 为降低通

风空调设备地下占地空间, 本次考虑将直膨室内机设置于新风道内, 充分利用新风道的宽度布置机组, 以节省空调机房面积。

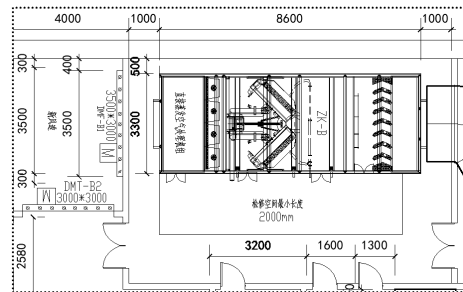


图5 蒸发冷凝直膨室内机设置于新风道内

Fig.5 Evaporative condensation direct expansion chamber is installed in the new air duct

3.2 蒸发冷凝直膨室外机布置

地铁线路途经区域大部分为城市中心地带, 地面用地紧张, 征地难度大, 将室外机安装在地面上不仅影响城市景观和规划, 而且会给周围环境带来噪声污染和卫生隐患^[8]。考虑到排风井下部人防门外部空间未得到充分利用, 车站单端总排风量一般维持在 70000~90000m³/h 之间, 完全能够满足蒸发冷凝室外机的换热通风量要求, 因此将室外机放置在排风井底部, 不仅节约地面占地, 还能充分利用地下空间。

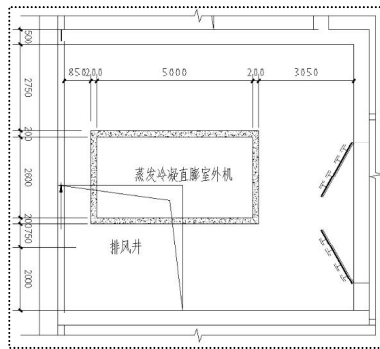


图 6 蒸发冷凝直膨室外机设置于排风井下面

Fig.6 Evaporative condensing direct expansion outdoor unit is arranged under the exhaust shaft

表 1 典型车站公共区通风空调系统计算结果

Table 1 Calculation results of ventilation and air conditioning system in typical station public area

车站 编号	站名	新风冷却空调系统										
		站厅	站台	总	站厅	站厅	站台	站台	总	轨行区	总	轨行区
		负荷	负荷	负荷	送风量	排风量	送风量	排风量	送风量	排风量	排风量	排烟量
		kW	kW	kW	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
1	人民南路	242	448	690	36838	36838	68157	68157	104995	71865	176860	191000

4.1 设备费用

表 2 设备费用

Table 2 The Equipment cost

项目 方案	传统空调方案		冷媒直膨型蒸发冷凝系统	
	数量	总价 (万元)	数量	总价 (万元)
冷水机组	2	85	—	/
冷冻水泵	2	8	—	/
冷却水泵	2	10	—	/
冷却塔	2	18	—	/
冷冻水空气处理机组	2	43	—	/
水处理设备	2	15	—	/
软化水装置	—	/	2	10
直膨空调箱 (压缩机装置)	—	/	2	110
蒸发冷凝装置	—	/	2	55
群控柜	1	15	2	15
管道及其附件	1	45	2	45
设备购置费		239		235
总计		239		235

结论：冷媒直膨型蒸发冷凝系统比传统机组价格低 4 万元。

4 技术经济分析

车站公共区通风空调系统采用全空气新风冷却空调系统，选用蒸发冷凝直膨式设备系统，夏季空调辅助降温，其余季节为通风运行。其主要功能为排除车站站厅和站台公共区的余热和余湿，保证车站公共区达到设计的温湿度和空气质量标准，同时通风空调系统兼作公共区事故排烟系统。以典型车站为例，从设备费用、运行能耗、土建费用方面对比分析蒸发冷凝直膨式通风空调系统与传统系统的优缺点。

4.2 运行费用

表 3 运行费用
Table 3 The Operating cost

项目 方案	传统空调方案		冷媒直膨型蒸发冷凝系统	
	数量 (台)	空调机房面积 (m ²)	数量 (台)	空调机房面积 (m ²)
一、空调季	空调功耗	690/3.33 ^[9] =207.21kW	690/5.51 ^[9] =125.23kW	
	运行时间	1×30×18=540h (1 个月, 每天 18h)		
	电耗	207.21×540=111893.4kWh	125.23×540=67624.2kWh	
	费用	111893.4×0.8=8.95 万元 (电费 0.8 元/度)	67624.2×0.8=5.41 万元 (电费 0.8 元/度)	
	空调季对比	/	节省 3.54 万元	
	通风功耗	22×2=44kW	18.5×2=37	
二、通风季	运行时间	6×30×18=3240h (6 个月, 每天 18h)		
	电耗	44×3240=142560kWh	37×3240=119880kWh	
	费用	142560×0.8=11.40 万元	119880×0.8=9.59 万元	
	通风季对比	/	节省 1.81 万元	

结论: 冷媒直膨型蒸发冷凝系统相比传统空调系统每个站每年节省运行费用 3.54+1.81=5.35 万元。

4.3 土建费用

表 4 土建费用
Table 4 The Civil construction cost

设备名称	传统空调方案		冷媒直膨型蒸发冷凝系统	
	数量 (台)	空调机房面积 (m ²)	数量 (台)	空调机房面积 (m ²)
冷水机房面积	—	126	—	—
组合式空调机组	2	92	—	—
直膨式室内机 (压缩机内置)	—	—	2	90
全自动软水装置	—	—	2	2
设备机房面积总和	—	218	—	92
土建造价		239.8 万		101.2 万

结论: 土建每个站节省费用 138.6 万元。

通过上面比较对比可知, 全线 23 个站公共区
空调采用蒸发冷凝直膨式设备系统初投资费用全

线节省 3279.8 万 (设备费 92 万+土建费用 3187.8
万), 运行费用每年节省 123.05 万元。

5 结论

(1) 蒸发冷凝直膨设备在技术原理上具有先进性,其减少了换热环节,降低了传热能耗损失,相比传统冷源系统极大提高了整机能效比,节省了后期运营费用;

(2) 蒸发冷凝直膨设备室外机布置于排风井下部,充分利用车站排风对机组进行换热,解决了室外冷却塔设置困难、影响景观美观以及噪声扰民等问题,同时使得地下建筑空间得以充分利用;

(3) 蒸发冷凝直膨室内机布置于新风道内,充分利用新风道的宽度布置机组,节省了通风空调机房面积,减少了车站土建规模;

(4) 车站公共区空调系统采用设备布置灵活、总投资小及运行费用低的蒸发冷凝直膨式设备系统适宜在西北、华北等干旱、半干旱地区大力推广。

参考文献:

[1] 张文涛.城市轨道交通机电设备安装工程“四新”技术

应用浅析[J].机电信息,2018,(6):56-59.

- [2] 郭谊婵.蒸发式冷凝技术在地铁车站空调系统中的应用研究[J].科学技术创新,2017,(17):82-83.
- [3] 付凯.蒸发冷凝技术在西安地铁空调系统中的技术经济性分析[J].制冷与空调,2016,(1):66-69.
- [4] 金听祥,楚银盾.蒸发冷凝技术在制冷系统中的研究进展[J].洁净与空调技术,2014,(1):92-95.
- [5] 李峰,郑林涛,何石泉,等.地铁车站专用直膨式空调机组的蒸发器性能[J].暖通空调,2017,(4):130-135.
- [6] 李峰,郑林涛,周孝清,等.直膨式空调系统用于地铁车站的能耗分析[J].暖通空调,2016,(6):96-100.
- [7] 周群,高吉祥,罗佳.直膨式蒸发冷凝空调系统应用于南方地铁车站的可行性分析[J].建筑技术开发,2017,(1):151-152.
- [8] 李德辉.蒸发冷却技术在地铁工程中的应用探讨[J].中国铁路,2012,(5):106-110.
- [9] 李国庆.地铁通风空调系统创新技术能效和测试情况分析[C].2016.

(上接第48页)

从源头上把握住关键点,真正让隔离病房发挥积极作用,为民造福。

参考文献:

- [1] 郭元吉.高致病性禽流感研究进展[J].中华实验和临床病毒学杂志,2006,(2):90-92.
- [2] GB 50139—2014,综合医院建筑设计规范[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [3] 许仲麟,张益昭,王清勤,等.隔离病房隔离效果的研究(1)[J].暖通空调,2006,(3):1-9.

- [4] GB 50686—2011,传染病医院建筑施工及验收规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [5] 谢景欣,王欢,王建峰,等.负压二级生物安全实验室设计关键控制点分析[J].暖通空调,2013,(5):38-42.
- [6] 沈薇.某疾控中心综合楼通风空调设计探讨[J].制冷与空调,2016,(6):54-57.
- [7] DB 11/663—2009,负压隔离病房建设配置基本要求[S].北京,2009.
- [8] 胡及惠.负压隔离病房的隔离通风分析与设计[J].福建建筑,2011,(1):89-92.