

文章编号: 1671-6612 (2019) 04-421-04

# 某地铁车站采用蒸发式冷凝空调系统形式的选择

李文博

(中国铁路设计集团有限公司 天津 300251)

**【摘要】** 地铁车站通风空调设备中冷却塔占用地面空间, 与周边地块开发之间的矛盾日益突出。为了解决这一矛盾, 车站取消冷却塔, 空调的冷源则无法选用水冷螺杆式冷水机组。通过比选两种蒸发式冷凝空调系统形式, 并根据工程实际特点, 最终选定整体式蒸发冷凝机组作为替代冷源。

**【关键词】** 地铁; 水系统; 蒸发冷凝机组

中图分类号 U231.5 文献标识码 A

## Selection of Evaporative Condensation Air Conditioning System for a Metro Station

Li Wenbo

(China Railway Design Corporation, Tianjin, 300251)

**【Abstract】** The cooling tower occupies the ground space in the ventilation and air-conditioning equipment of the metro station, and the contradiction between the development of the surrounding land is increasingly prominent. In order to solve this contradiction, the station cancels the cooling tower, and the cold source of the air-conditioning can not choose water cooled chiller with screw compressor. By comparing two types of evaporative condensation air conditioning system, according to the actual characteristics of the project, the integral evaporative condensing unit is selected as the alternative cooling source.

**【Keywords】** metro; water system; evaporative condensing unit

## 0 工程简介

该工程为地下两层岛式站台车站, 地下一层为站厅层, 地下二层为站台层。站台宽 13.6m, 有效站台计算长度为 140m。车站周边现状开发比较成熟, 该站所在的南北向道路为城市主干道, 北侧主要为商业、居住用地, 西侧主要为市政、商业用地, 南侧和东侧主要为商业、居住用地。共设置 2 组风亭 (8 个风亭), 均为低矮敞口风亭, 其中 1 号风亭组设置在超市地块内, 2 号风亭组设置在体育场地块内。

车站原有水系统方案为地铁中常用的系统模式, 主要由螺杆式冷水机组、冷却塔、冷却泵、冷冻泵等设备组成。因车站周边无摆放冷却塔位置, 决定更改原设计方案, 取消冷却塔。通过了解目前国内地铁线路采用蒸发冷凝机组的情况, 选择了两种系统形式进行方案比选。

## 1 方案分析

### 1.1 蒸发冷凝机组类型简介

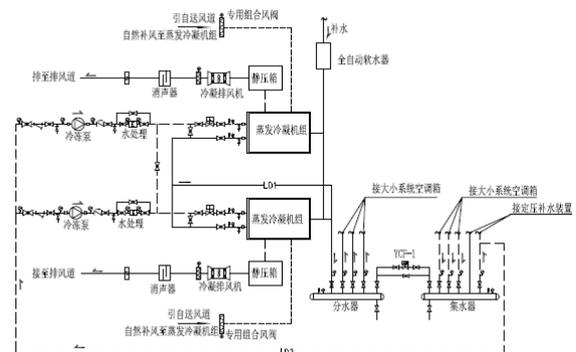


图 1 整体式蒸发冷凝系统原理图

Fig.1 Integral evaporative condensation system schematic

作者 (通讯作者) 简介: 李文博 (1986.9-), 女, 硕士研究生, 工程师, Email: 435080092@qq.com  
收稿日期: 2018-09-03

(1) 整体式蒸发冷凝冷水机组<sup>[1]</sup>

整体式蒸发冷凝冷水机组仅代替了车站空调水系统中的冷水机组、冷却塔及冷却水系统(包括冷却水泵), 机组将冷却水泵、冷却塔和冷水机组集成为一体, 系统无需再另外设置冷却水泵和冷却塔。被代替的部分设备布置比较灵活, 对车站冷冻机房稍做调整即可满足要求。

(2) 隧道嵌入式直膨型蒸发冷凝机组

隧道嵌入式直膨型蒸发冷凝机组将蒸发式冷凝机组与空气末端进行结合, 实现了冷媒在末端设备内直接蒸发, 节省了冷水循环系统, 在一定程度上实现了节能。系统无需冷冻水和冷却水循环系统, 省去了冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵等。设备按大、小系统要求分别布置在车站两端, 蒸发式冷凝装置放置在排风通道排热风机外侧, 压缩装置放置在机房或风道内, 空气处理装置放置在机房内。

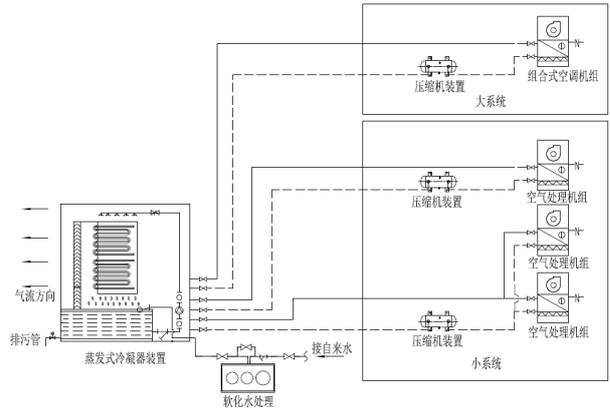


图 2 隧道嵌入式直膨型系统原理图

Fig.2 Tunnel mounted direct expansion system schematic

(3) 特点对比

将两种空调系统应用于本站的土建影响, 以及机组、系统特点的不同之处进行简要分析, 具体见表 1。

表 1 特点对比表

Table 1 Characteristic comparison table

	方案 1: 整体式蒸发冷凝系统	方案 2: 隧道嵌入式直膨型系统
机房、风道占用情况	需要冷冻机房, 不占用风道面积	不需要冷冻机房, 需占用排风道长度
地面风亭	与传统螺杆冷机机组方案相比, 新、排风亭面积各增加 10m <sup>2</sup> 左右	与传统螺杆冷机机组方案相比, 新、排风亭面积各增加 6m <sup>2</sup> 左右
耗水量	无冷却水系统	无冷却水、冷冻水系统
系统能效	冷凝机组放置于地下, 增加冷凝排风机, 系统能效与传统螺杆冷水机组相比无明显优势	直膨式供冷, 系统能效较整体式高
系统备用性	机组布置在一端, 可互为备用	设备按车站两端分开布置, 无法备用
系统安装	与传统螺杆冷水机组相比, 省去了冷却水系统安装及调试, 整体装配式安装方便	与传统螺杆冷水机组相比, 省去了水系统安装及调试; 但施工中对管材、焊接质量等有较高要求, 对施工人员及工序把控等有严格要求
系统维护	无冷却水管路维护费用; 机组对水质要求高, 需增加软水装置, 定期清洗进风滤网和板管表面	无冷却水、冷冻水管路维护费用; 针对制冷剂泄漏的隐患, 需有专门的应对措施; 机组对水质要求高, 需增加软水装置, 定期清洗过滤器和表冷器
技术成熟度	地铁工程应用多数为改造与在建工程, 运行 2 年以上实例较少	地铁工程应用运行实例为个别试验站

1.2 初投资及运行费用对比

车站左端公共区系统负荷 405kW, 设备管理用房系统负荷 558kW; 右端公共区系统负荷

405kW, 设备管理用房系统负荷 31kW; 出入口与换乘通道负荷 110kW。参照厂商提供的相关参数, 设备及系统初投资、运行费用见表 2~4。

表 2 初投资对比表

Table 2 Initial investment comparison table

序号	方案 1: 整体式蒸发冷凝系统		方案 2: 隧道嵌装式直膨型系统	
	设备名称	价格 (万元)	设备名称	价格 (万元)
1	整体式蒸发冷凝机组, 2 台	91×2	隧道嵌装蒸发式冷凝装置, 2 台	64.5+32.3
2	冷凝排风机, 2 台	8×2	风机墙装置, 2 台	13.3+10.7
3	组空+空气处理机组	97	直膨型空气处理机组 (含压缩机)	177.8
4	冷冻水泵, 2 台	3.5×2	/	0
6	水管道, 水处理, 分集水器、阀门等	89	冷媒管路, 水处理, 阀门等	89.5
7	合计	391	合计	388.1

表 3 运行费用对比表

Table 3 Operating cost comparison table

序号	方案 1: 整体式蒸发冷凝系统		方案 2: 隧道嵌装式直膨型系统	
	设备名称	功率 (kW)	设备名称	功率 (kW)
1	整体式蒸发冷凝机组, 2 台	158×2	压缩机 (大系统), 2 台	79.3+101.2
2	冷凝排风机, 2 台	15×2	压缩机 (小系统), 2 台	118.3+7.6
3	冷冻水泵, 2 台	18.5×2	风机墙, 2 组	31.5+21
4	组合式空调机组, 2 台	37×2	直膨型组合空调机组, 2 台	37×2
5	空气处理机组, 4 台	7.5+21+21+5.5	直膨型空气处理机组, 4 台	7.5+21+21+5.5
6	年运行费用/ (万元)	75.3		70.1

注: 空调开启时间 4 个月, 每天运行 16 小时, 小系统空气处理机组负荷率按照 100%, 其余负荷率按照 60%; 电费 1.0 元/度。

表 4 耗水量对比表

Table 4 Water consumption comparison table

方案 1: 整体式蒸发冷凝系统		方案 2: 隧道嵌装直膨型系统
水耗 (m <sup>3</sup> /h)	1.06×2+0.4 (蒸发冷凝机组 2 台+冷冻水补水)	1.46+0.79 (蒸发冷凝装置 2 台)
年运行水费/ (万元)	1.74	1.56

注: 空调开启时间 4 个月, 每天运行 16 小时, 水费 3.6 元/t。

通过以上各项对比可以看出, 两种机组方案的系统初投资彼此无明显优势, 从运行费用及耗水量比较可以看出方案 2 较方案 1 节能。

### 1.3 土建影响对比

蒸发冷凝式机组的使用可减少冷却塔对地面

景观的影响, 减少冷却塔噪声的影响以及减少地面拆迁面积等。而地铁站中地下空间土建投资很高, 若需大幅度增加机房或风道的面积, 则违背了设置该机组的初衷, 图 3~5 为两种方案平面布置图。两种方案对现有土建条件的影响分析如表 5 所示。

表 5 土建影响对比表

Table 5 Civil engineering comparison table

方案 1: 整体式蒸发冷凝系统方案 (以原冷却塔方案数据为基础)		方案 2: 隧道嵌装式直膨型系统方案 (以原冷却塔方案数据为基础)
机房面积 (m <sup>2</sup> )	左端	+30m <sup>2</sup>
	右端	不变
风道面积 (m <sup>2</sup> )	左端	+84.8m <sup>2</sup>
	右端	不变
	左端	+20m <sup>2</sup>
	右端	不变
地面风亭面积 (m <sup>2</sup> )	左端	+10m <sup>2</sup>
	右端	+4m <sup>2</sup>
	右端	无影响
		风道延长 5m 左右, 进入体育场地块, 施工期间需破坏跑道面积约 763m <sup>2</sup> , 风亭和出入口的地面部分需与周边地块协调

通过两种机组方案对土建方案的影响对比可知，方案 2 较方案 1 节省冷冻机房面积。但本站基本无附属风道，若延长风道长度，土建投资增加较多，且风亭延伸需占用周边地块，影响较大。

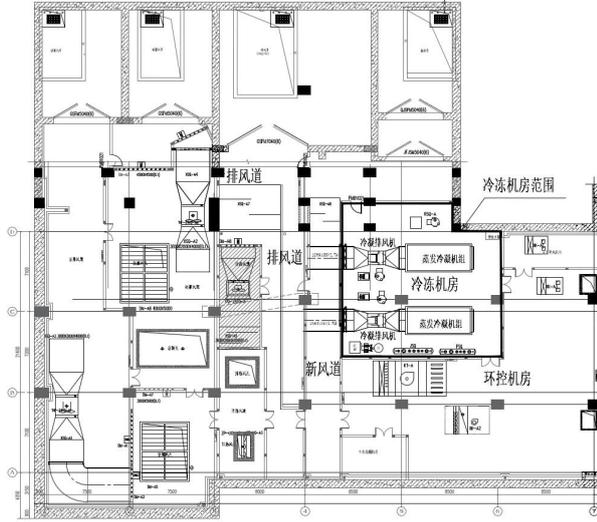


图 3 整体式蒸发冷凝机组平面布置图

Fig.3 Layout of integral evaporative condensing unit

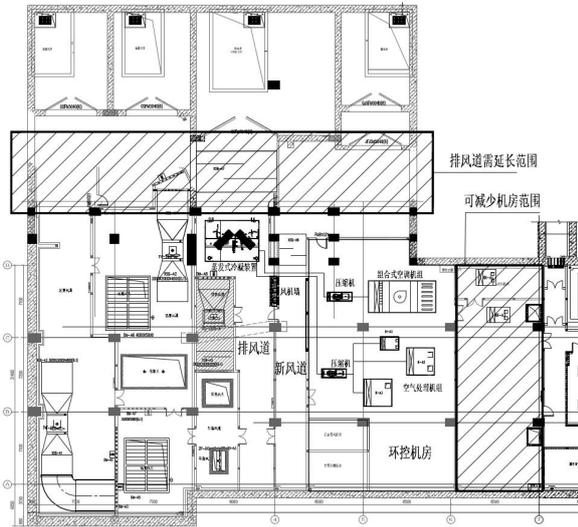


图 4 直膨式蒸发冷凝机组平面布置图（左端）

Fig.4 Layout of tunnel mounted direct expansion condensing unit(left)

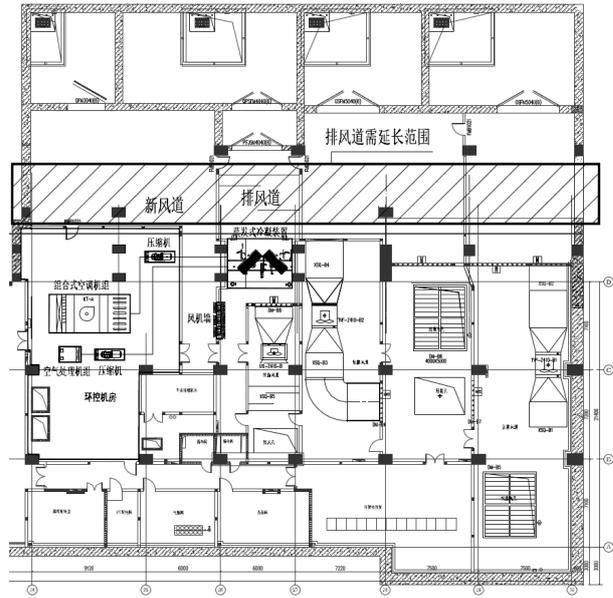


图 5 直膨型蒸发冷凝机组平面布置图（右端）

Fig.5 Layout of tunnel mounted direct expansion condensing unit(right)

1.4 分析小结

本着“安全可靠、功能合理、经济适用、节能环保、技术先进”<sup>[2]</sup>的总体目标，通过以上对设备本身特点、初投资及运行费用等的分析，直膨型蒸发冷凝系统比较节能，但考虑该系统的不可备用性，以及对比两种蒸发冷凝系统形式对土建的影响，综合考虑本工程的实际特点后，最终采用整体式蒸发冷凝机组作为替代冷源。

2 结束语

蒸发式冷凝系统对解决车站通风空调系统冷却塔放置困难的问题是一个很好的选择，但应根据实际工程特点选择最佳的替代方案。目前蒸发冷凝机组应用于地铁工程中并不普遍，该随着该工程项目的推进，笔者会持续关注该机组的应用效果，对其实际运行能耗、运营维护等做进一步分析。

参考文献：

[1] 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.  
 [2] GB5 0157—2013,地铁设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.