

文章编号:1006—2106(2002)02—0110—04

# 浅论(深圳)地铁夏季空调室内设计参数

刘舸争\* 朱建章

(铁道第三勘察设计院,天津 300142)

**提 要:**通过衡量地铁内乘客舒适度指标“相对热指标”这一概念,论述了地铁站内空调温度应该是变化的,而不应该是定值。只有合理地制定空调室内参数设计标准,才能为乘客提供一个舒适的热环境,并且达到节能的目的。

**关键词:**热环境;相对热指标;暂时舒适度

**中图分类号:**U239 **文献标识码:**A

为乘客提供一个令人满意的舒适热环境是地铁环控系统的主要作用之一。只有合理、科学地制定地铁站内参数设计标准才能使地铁吸引更多的乘客,并且达到节能的目的。

## 1 国内地铁站厅及站台温度概况

国内地铁站内夏季空调计算温度全部是按我国《地下铁道设计规范》的有关条文确定的,即为,当车站采用空气调节系统时,站厅的空气计算温度比空调新风室外计算干球温度低 $2^{\circ}\text{C}$ ,站台的空气计算温度比站厅的空气计算温度低 $1^{\circ}\text{C}$ 。条文说明作了如下解释,地下铁道车站的空气调节属舒适性空调,乘客完成一个乘车过程,从进站、候车到上车在车站仅 $3\sim 5$ 分钟,下车出站约 $3$ 分钟,其余约 $3/4$ 的时间在车厢内,因此车站的空调有别于一般舒适性空调。既然乘客在站厅的和站台的时间特别短,只是通过和短暂停留,为了节约能源,只考虑乘客由地面进入地下铁道车站有较凉快的感觉,满足于“暂时舒适”就可以了,人们对温度变化有明显感觉的温差为 $2^{\circ}\text{C}$ ,因此站厅的计算温度比室外计算温度低 $2^{\circ}\text{C}$ 。但是从已建成广州、上海地铁的运行效果看,乘客普遍感到车站温度偏高。引起这种现象的原因很多,本文仅从室内设计温度的影响进行分析。

表1是几个城市的室外气象参数,从中可以看出深圳与广州、香港、新加坡最热月的室外温度是很接近的,另外深圳的地理位置及气候特征与香港非常相似。

广州、深圳地铁站厅、站台的空调设计温度分别为 $28^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}$ ,而香港、新加坡地铁站厅、站台的空调温度与深圳地铁相比差别较大。表2是香港地铁公司根据多年的运行管理经验,按照一年中外界气温的变化,绘制的一张目标温度表,他们依据外界气温的变化,灵活控制站内温度,达到良好的热舒适标准及节能效果。据铁三院对香港地铁进行过考察的工程师介绍,进入香港、新加坡地铁站厅、站台后感觉很舒适,有时甚至有微冷的感觉。

## 2 地铁内乘客舒适度指标——“相对热指标”(RWI)

地铁站厅、站台设计温度选取是以既满足乘客舒适感又能达到节能目的为标准的。深圳地铁与广州地铁、香港地铁的地理位置及气候特征基本相同。是和广州地铁一样按照我国地铁规范的规定确定深圳地铁站厅、站台空调设计温度,还是参照香港、新加坡地铁站厅、站台空调设计温度来选取更合理哪?下面引入“相对热指标”这一概念,对深圳地铁采用的温、湿度标准进行分析、探讨。

国际标准化组织颁布的ISO-7730标准中以PMV和PMD指标来描述和评价热环境,但是这一指标中没有考虑到地铁乘客在站厅、站台逗留时间这一特殊因素,所以它不适宜地铁内设计参数的确定。为此美国制冷及空调工程协会给出了衡量地铁内乘客舒适度指标即为“相对热指标”(RWI)。相对热指标不但考虑了

万方数据

\* 收稿日期 2002-01-26 刘舸争 工程师 男 1969年出生

影响乘客舒适度的环境温度、湿度,空气流速,表面辐射温度等因素还考虑了乘客逗留时间这一地铁内的特殊因素。

表 1 几个城市历年各月的平均温度

城市名称	温 湿 度	月												年平均
		一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
广州	T℃	14.2	14.3	17.6	21.7	25.3	27.5	28.6	28.6	27.0	24.2	19.8	15.1	22.0
	(%)	68	79	84	84	84	83	81	82	78	71	67	62	77
深圳	T℃	14.1	15.0	18.4	22.2	25.7	27.3	28.2	27.8	26.6	23.7	19.1	15.9	22.0
	(%)	72	78	81	82	83	85	83	85	82	76	71	71	79
香港	T℃	15.4	15.8	18.2	21.8	25.6	27.5	28.4	27.9	27.3	24.7	21.2	17.4	22.6
	(%)	73	80	85	85	85	85	83	85	81	72	71	70	80
新加坡	T℃	26.1	26.7	27.2	27.6	27.8	28.0	27.4	27.3	27.3	27.2	26.7	26.3	27.1
	(%)	82	79	79	81	81	81	79	80	80	80	82	82	80

表 2 香港地铁目标温度控制图表

外界气温 (℃)	目标温度(℃)		外界气温 (℃)	目标温度(℃)	
	站厅	站台		站厅	站台
33	28	27	22	24	24
32	28	27	21	23	24
31	27	26	20	23	23
30	27	26	19	22	23
29	27	26	18	22	23
28	26	25	17	22	23
27	26	25	16	22	23
26	25	25	15	21	22
25	25	25	14	21	22
24	25	25	13	20	21
23	24	24			

相对热指标引入了“暂时舒适”的概念。所谓“暂时舒适”是指人们从一个环境进入另一个稍舒适的环境中,得到暂时舒适的感觉。在地铁车站环控系统设计中,因乘客在站厅、站台逗留时间很短只有 2~3 分钟,在确定车站 内温、湿度时,为降低空调的需求量,达到节能的目的,仅考虑乘客短暂时期舒适,而不是长时期舒适。

PWI 根据湿度条件不同可分别由公式(1)或(2)计算得出:

当空气中水蒸气分压力  $P$  超过 0.67 英寸汞柱时,

$$PWI = \frac{M(I_{cw} + I_a) + 1.13(t - 95) + RI_a}{74.2}$$

(1.73 - P) (1)

当空气中水蒸气分压力  $P$  等于或小于 0.67 英寸汞柱时,

$$PWI = \frac{M(I_{cw} + I_a) + 1.13(t - 95) + RI_a}{74.2}$$
 (2)

其中,  $M$ ——人体能量代谢率,Btu/(小时)(平方英尺);

$I_{cw}$ ——衣服热阻,clo;

$I_a$ ——空气边界层热阻,clo;

$t$ ——空气干球温度,F;

$R$ ——除与室温相同的墙壁外,平均外界辐射热,Btu/(小时)(平方英尺)。

3 深圳地铁空调设计参数

深圳地铁温、湿度标准为:

外界空气空调计算参数(晚高峰):

干球温度 33℃, 相对湿度 75%;

站厅空调设计参数:

干球温度 30℃, 相对湿度 65%;

站空调设计参数:

干球温度 28℃, 相对湿度 65%;

车厢内空调设计参数:

干球温度 27℃, 相对湿度 65%。

注:深圳地铁车站站厅、站台的夏季空调计算温度已比《地下铁道设计规范》的规定分别低 1℃。

根据深圳地铁室内设计参数及公式(1)(2),计算出乘客在不同地点、时期的相对热指标(RWI)结果及所需参数见表 3。  
ASHRAE 舒适标准划分和相应的“相对热指标”

值之间的联系见表 4(摘自美国地铁环境设计手册) 的人数百分比见图 1(摘自美国地铁环境设计手册)。  
夏季随不同 RWI 值变化的不同环境中感觉不适

表 3 RWI 计算结果及有关资料

参 数	室 外	室 外	乘客进站			车 厢 初 期	车 厢 远 期
			站 厅	站 台			
				偶而走动			
运动状态	步行 3 英里/小时	步行 3 英里/小时	步行 3 英里/小时	停步瞬间	停步 2 分种后		站立
乘客所处环境温度, C	33	31	30	28	28	27	27
M,Btu/(小时)(平方英尺)	54	54	54	54	49	22	39
$I_a, clo$	0.22	0.22	0.27	0.32	0.32	0.5	0.44
$I_{cw}, clo$	0.35	0.35	0.35	0.35	0.40	0.5	0.40
R,Btu/(小时)(平方英尺)	1	1	0	0	0	0	0
RWI	0.36	0.305	0.314	0.298	0.284	0.077	0.222
RWI(车厢、站台、站厅均为 25 C, 室外 C)	0.226	0.226	0.215	0.213	0.201	0.022	0.167
乘客活动状态	乘客在街上行走	乘客在街上行走	乘客进入站厅	乘客进入站厅	乘客在站台处于静止	乘客进入车厢	乘客进入站厅

表 4

ASHRAE 舒适标准分类	相对热指标	ASHRAE 舒适标准分类	相对热指标
温 暖	0.25	舒 适	0.08
轻度温暖	0.15	轻度寒冷	0.00

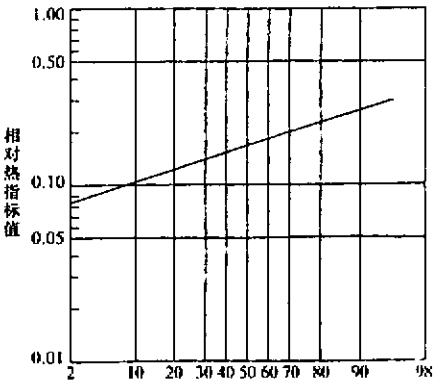


图 1 夏季希望获得凉爽环境人数的百分比  
深圳室外历年各月平均温度变化见图 2。

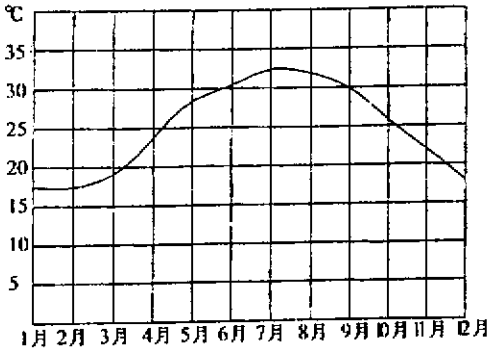


图 2 深圳室外历年各月平均温度  
由表 3、表 4 及图 1、图 2 可以看出：

3.1 在车厢内

因深圳地铁初、近、远期客流不同,特别是初、远期客流相差 1 倍多。当深圳地铁车厢内初、远期空调设计干球温度为 27℃,相对湿度为 65%时,初、远期车厢内乘客的 RWI 值相差较大。初期车厢内 RWI=0.077,有 98%乘客感到满意,远期 RWI=0.222,有 78%的乘客感到不满意。所以远期应该提高车厢内设计温、湿度标准。

3.2 在站厅、站台

(1) 如果按照《地下铁道设计规范》来确定深圳地铁站厅、站台空调设计温度,即无论室外温度如何变化,站台、站厅的温度分别保持在 28℃和 30℃。当室外干球温度为 33℃时,室外的“相对热指标”值为 0.36,站厅的“相对热指标”值为 0.314,乘客进入站台瞬间“相对热指标”值为 0.296,乘客在站台停步两分钟后,“相对热指标”值为 0.284。乘客从室外到上车这一过程“相对热指标”值是逐渐减少的,也就是乘客总是从一个稍差的环境进入另一个稍舒适的环境中,得到了暂时的舒适感。

当室外干球温度为 31℃时,室外的“相对热指标”值为 0.305,站厅“相对热指标”值为 0.314。站厅“相对热指标”值比室外高,乘客从室外进入车站就得不到暂时的舒适感,有可能感觉到不舒适,甚至难以忍受。

按照深圳地铁环控系统的全年运行模式,只有当室外温度低于 15℃时,才采用通风工况。从图 2 中可以看出,深圳市全年室外月平均温度都在 15℃以上,

也就是说深圳地铁全年大部分时间都需要采用空调。深圳市全年有 9 个月室外月平均温度低于  $31^{\circ}\text{C}$ ,在这段时间内乘客进入到地铁站都会有不舒服的感觉。这与规范中有关地铁站内夏季空调计算温度的条文解释“为了节约能源,只考虑乘客由地面进入地下地道车站有较凉快的感觉,满足于“暂时舒适”就可以了”是相矛盾的。很明显“规范”是在室外温度很高的基础上确定的站厅、站台空调设计温度,这时候由于室外与车站有一定的温差,乘客从室外进入车站有暂时的舒适感,但是室外温度总是在变化的,一旦室外温度降低到  $31^{\circ}\text{C}$ ,甚至低于站厅、站台空调设计温度,就会出现与上面所介绍的现在正在运行的广州、上海地铁相同的情况,当乘客从室外进入车站会明显感到不舒服,甚至难以忍受,所以“规范”的这一条规定存在着一定的问题。如果为了达到节能的目的,随着室外温度的降低,而不降低室内温度,那么只能牺牲(暂时的)舒适感,达不到设计的初衷。

(2)如果深圳地铁站厅、站台空调设计温度参照香港地铁来确定。取表 2 中室外、站厅、站台温度分别为  $26^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$  为例,由表 3 可以看出,其相对应的室外“相对热指标”值为 0.226,站厅“相对热指标”值为 0.215,站台“相对热指标”值为 0.201。乘客从室外到上车这一过程“相对热指标”值是逐渐减少的,也就

是乘客总是从一个稍差的环境进入另一个稍舒适的环境中,得到了暂时的舒适感。所以说香港地铁车站的设计温度是值得我们借鉴的。

## 4 结束语

从上面的论述中可以的到以下结论:

(1) 按现行《地下铁道设计规范》选取的夏季室内设计温度,在很多设计情况下,很多时间内不能满足人的暂时舒适感。

(2) 只有随室外气象条件变化调整室内参数,才能保证舒适且节能。

(3) 由于室外气象参数对室内热舒适影响很大,而对室内热负荷基本无影响。因此,只满足人的暂时舒适,空调制冷设备容量应加大。不是按照室外设计温度工况选设备,而是按室外低于设计工况,满足人的暂时舒适感选设备。

## 参考文献

- [1] 美国地铁环境设计手册[M]. 1976.
- [2] 地铁一号线工程[M]. 上海科学技术出版社,1998.
- [3] 地下铁道设计规范[S]. 中国计划出版社,1993.
- [4] 王晓夏. 广州地铁空调系统节能探讨[A]. 见:地下铁道文集[C]. 海天出版社,1999.

# PRELIMINARY DISCUSSION ON DESIGN PARAMETER INSIDE OF ROOM FOR AIR CONDITIONING IN SUMMER SEASON AT SHENZHEN SUBWAY

LIU Ge-zheng, ZHU Jian-zhang

China Railway Third Survey and Design Institute

**Abstract:** Based on the understanding of conception for the comfortability of subway's passengers, i. e. the relative warm index (RWI), the paper expounds that the air conditioning temperature in subway's stations should be changable and should not be a fixed value. It is possible to provide a comfortable heating circumstances for passengers only by working out reasonably the design standard for air conditioning parameters inside of room, and therefore the aim of energy saving may be obtained.

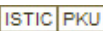
**Key words:** heating circumstances; RWI; temporary comfortability

(上接第 130 页)

opportunities and to meet the coming challenges. Based on these basic knowledges, brief analyses are put forward in this paper concerned with the produced influences on the construction scope in China after China's WTO accession, as well as how to reply for the railway construction enterprises, aimed at to obtain the purposes of propaganda and common exploration.

**Key words:** tariff and trade general agreement; railway construction enterprises; reply; developing opportunity

# 浅论(深圳)地铁夏季空调室内设计参数

作者: [刘炯争](#), [朱建章](#)  
作者单位: [铁道第三勘察设计院, 天津, 300142](#)  
刊名: [铁道工程学报](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)  
年, 卷(期): 2002 (2)  
被引用次数: 5次

## 参考文献(4条)

1. [美国地铁环境设计手册](#) 1976
2. [地铁一号线工程](#) 1998
3. [地下铁道设计规范](#) 1993
4. [王晓夏](#) [广州地铁空调系统节能探讨](#) 1999

## 本文读者也读过(10条)

1. [王春](#), [冯炼](#), [刘应清](#) [用相对热指标确定成都地铁环控设计中的温度设计标准](#)[期刊论文]-[中国铁道科学](#)2002, 23 (5)
2. [夏继豪](#) [大型换乘站通风空调设计经验与总结](#)[会议论文]-2008
3. [常士楠](#), [唐治果](#), [吴梅梁](#), [付荣辉](#) [新型机房专用空调机组的设计](#)[期刊论文]-[制冷学报](#)2000 (4)
4. [刘雪峰](#), [刘金平](#), [LIU Xue-feng](#), [LIU Jin-ping](#) [基于变风量的相对热指标运行模式在地铁空调中的应用研究](#)[期刊论文]-[建筑科学](#)2007, 23 (4)
5. [赖庆林](#), [陆葵](#) [深圳彭年酒店空调设计](#)[会议论文]-2002
6. [潘雨顺](#) [论高级商业建筑暖通空调优化设计方法](#)[期刊论文]-[制冷](#)2001, 20 (1)
7. [吴莹](#), [Wu Ying](#) [关于洁净手术部空调系统设计问题的探讨](#)[期刊论文]-[暖通空调](#)2006, 36 (9)
8. [卜增文](#), [刘俊跃](#), [毛洪伟](#), [鄢涛](#), [李雨桐](#), [吴大农](#) [深圳大学城哈工大校区空调与节能设计反思](#)[会议论文]-2006
9. [祁建城](#), [李艳菊](#), [吕京](#), [吴东来](#), [王宏伟](#), [田克恭](#), [鹿建春](#), [QI Jiancheng](#), [LI Yanju](#), [LU Jing](#), [WU DongLai](#), [WANG Hongwei](#), [TIAN Kegong](#), [LU Jianchun](#) [关于ABSL-3实验室分类、设计要求的分析、探讨](#)[期刊论文]-[洁净与空调技术](#) 2007 (4)
10. [詹新力](#) [医药行业净化空调设计探索](#)[期刊论文]-[有色冶金设计与研究](#)2004, 25 (2)

## 引证文献(5条)

1. [丁少昆](#) [天津站枢纽地下换乘厅夏季空调设计标准的研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2010 (12)
2. [刘雪峰](#), [刘金平](#) [基于变风量的相对热指标运行模式在地铁空调中的应用研究](#)[期刊论文]-[建筑科学](#) 2007 (4)
3. [周志雄](#) [地铁空调系统节能探讨](#)[期刊论文]-[制冷](#) 2005 (z1)
4. [李伟涛](#), [端木琳](#) [工作-背景区空调系统背景区温度设计参数的探讨](#)[期刊论文]-[制冷空调与电力机械](#) 2008 (1)
5. [李世富](#), [毛军](#) [北京地铁列车通风空调系统方案分析](#)[期刊论文]-[工程建设与设计](#) 2004 (5)

引用本文格式: [刘炯争](#), [朱建章](#) [浅论\(深圳\)地铁夏季空调室内设计参数](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2002 (2)