

昆明住宅冬季室内环境状况调查分析

徐冰峰, 余丽霞, 冯 燕

(昆明理工大学 建筑工程学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 室内环境问题是 21 世纪研究的重点和热点. 为此, 2004 年笔者对一百余户家庭进行了“关于昆明市冬季室内环境状况”的问卷调查和室内温湿度现场测试, 调查数据显示冬季昆明室内温度 15℃ 左右, 相对湿度 56.3% RH, 过半数的居住者对冬季住宅室内环境状况感觉满意和无所谓.

关键词: 住宅; 室内环境状况; 调查分析

中图分类号: TU 119.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2006)05-0065-06

A Survey of Indoor Air Environment of Kunming in Winter

XU Bing-feng YU Li-xia FENG Yan

(Faculty of Civil and Architectural Engineering Kunming University of Science and Technology Kunming 650224 China)

Abstract At present, indoor environment has become the major concern of the 21st century. In 2004, we conducted a questionnaire survey named "indoor environment condition of Kunming in winter" and gave an onsite test of indoor temperature and humidity in about 100 residential buildings. The results show that the indoor temperature is about 15℃ and humidity is about 56.3% RH, and that more than half of the residents are satisfied with indoor environment condition in winter or don't care.

Key words residential building; indoor environment condition; survey

0 引言

昆明地处云贵高原中部的昆明盆地, 纬度低, 临海较近, 海拔高, 又有滇池的调节, 形成一种独特的高原季风气候, 属于温和地区. 昆明最冷月平均气温 7.8℃, 最热月平均气温 19.9℃, 年平均气温 14.7℃, 全年冷热差异为 12.1℃. 为了进一步提高今后居住环境设计的合理性, 创造一个更加舒适、健康的生活环境, 就需要从根本上把握当前昆明城市住宅的现状 & 人们对居住环境的要求^[1]. 为此, 在未进行过类似统计调查的情况下, 昆明理工大学会同日本东北大学等有关单位, 于 2004 年 1 月, 对昆明市部分住宅建筑的冬季室内环境进行一系列问卷调查和研究活动, 目的是了解冬季温和地区住宅建筑室内环境的实际状况, 揭示昆明人在冬季的生活方式及对居住环境的感受和满意度.

1 调查方式及内容

为了体现调查的普遍性, 2004 年 1 月 11 日 ~ 1 月 15 日, 在五华、盘龙、西山、官渡四区, 选取了 101 户住宅建筑进行连续 5 天的调查. 测试人员给每户发放一份问卷调查表和两枚液晶温度计, 其中 10 户住宅还安装了两枚自动温湿度测量仪, 该温湿度测量仪能每隔 30 min 自动记录测点的温度和相对湿度. 将两枚液晶温度计 (自动温湿度测量仪) 分别置于主卧室和客厅离地 1.1 m 的位置. 在连续 5 天的测试期内, 每天三次依次记录 6:00~8:00, 11:00~13:00, 19:00~21:00 时段内的温度^[1]. 问卷调查主要内容详见表 1.

收稿日期: 2005-08-31. 基金项目: 日本国文部科学省重大资助项目 (项目编号: 13574007); 昆明理工大学协作项目.

第一作者简介: 徐冰峰 (1967~), 女, 副教授. 主要研究方向: 市政工程. E-mail: xbf321@sina.com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

表 1 问卷调查主要内容表^[2]

Tab 1 Main content of questionnaire survey

主要项目	项目的主要内容
建筑特性	建造时间, 结构形式, 建筑面积、朝向, 窗户玻璃层数、窗框材料和窗帘情况等, 阳台封闭情况
采暖设备	采暖方式: 自备取暖器的使用情况, 使用时间, 使用的感觉
冬季室内空气质量	空气不好的原因及对策
生活方式	居室内人的活动状况, 开窗情况、着衣量
住宅舒适感和满意度	对早、晚室内温度的感觉、对湿度的感觉, 对住宅周围环境的感受
室内温湿度	早上、白天、傍晚的温度、湿度

2 结果与分析

2.1 住宅的基本概况

2.1.1 住宅的建造时间及面积

由图 1 中可以看出 101 户调查对象的住宅建筑年代. 由于昆明市对旧房的大量改造, 在所调查对象中, 74.5% 的住宅为 20 世纪 90 年代以后建造的. 住户的建筑面积以每户 50~90 m² 居多, 占调查总数的 84% 左右, 平均建筑面积为 80 m² / 户, 最小的住户面积为 30 m², 最大的达到 500 m².

2.1.2 住宅的围护结构形式

房屋的结构形式构成如图 2 所示. 昆明住宅的围护结构大多采用砖混结构, 其比例为 47%, 钢筋混凝土结构(R. C.)次之, 为 38%, 其它和不知道的占 15%. 其外墙一般为: 内喷涂 + 10~15 mm 水泥砂浆 + 实心粘土砖 + 15~20 mm 防水水泥砂浆 + 贴外墙面砖或外喷涂, 墙厚多为一砖墙, 无保温层^[3]. 83% 的住宅建筑外窗采用单层玻璃窗, 63% 的住宅建筑采用铝合金窗框, 27% 的采用钢制窗框. 屋面多为钢筋混凝土屋面, 这样的外围护结构, 传热系数高, 热工性能差, 能耗高.

如果围护结构抵抗热湿作用的性能良好(热工性能), 室外热湿作用对室内的影响就比较小^[4]. 昆明地处温和地区, 围护结构一般都没有保温、隔热措施, 住宅的热工性能一般较差. 因此, 应合理地选用建筑材料、建筑构件和设备, 采取有效措施来改善建筑围护结构所引起的不舒适感.

2.1.3 住宅的朝向

住宅的朝向与日照时间、太阳辐射强度、常年主导风向及地形等因素有关. 设计时应充分考虑朝向差别, 朝向选择冬季需要综合考虑: 冬季能有适量并具有一定质量的阳光射入室内; 冬季避免冷风吹袭; 考虑居住建筑空间组合的需要等因素^[4]. 通过综合考虑这些因素, 昆明地区建筑适宜选择南、东南和西南的朝向, 见表 2

在图 3 的统计中, 适宜昆明市的南、东南、西南朝向范围的建筑物占到 61.3%, 而不适宜的东北、西北朝向的住宅为 14%. 由此可见昆明传统建筑中朝向多偏南, 从防太阳辐射角度来看, 也宜将建筑物布置在

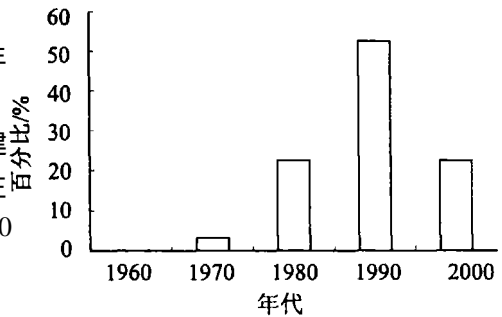


图1 房屋的建造时间统计图
Fig.1 Statistics of house accomplished time

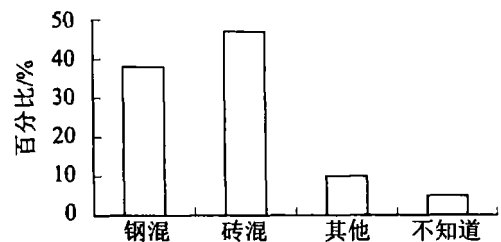


图2 房屋的结构形式统计图
Fig.2 Statistics of house structure style

表 2 昆明地区建议建筑朝向表^[4]

Tab 2 Proposed building frontage of Kunming

最佳朝向	适宜朝向	不宜朝向
南偏东 25°~50°	东至南至西	北偏东 35°; 北偏西 35°

偏南方向较好.

围护结构的热物理性质、建筑物构造方式、房屋的朝向、间距和环境绿化以及单体建筑的平剖面形式, 都对室内气候有不同程度的影响. 如果这一系列问题综合处理不好, 也难以实现所需的室内气候^[5].

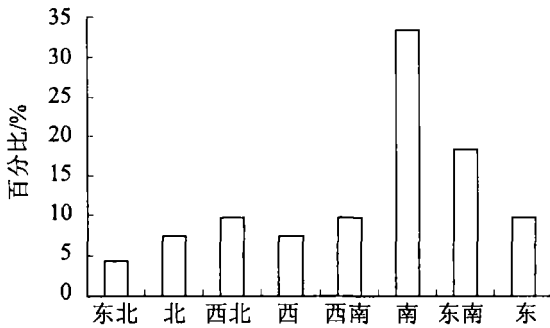


图3 房屋的朝向分布图
Fig.3 Statistics of house frontage

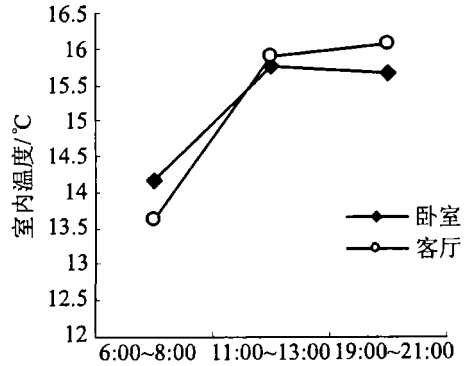


图4 室内气温变化曲线
Fig.4 Curves of change of indoor temperature

2 2室内热湿环境状况

2 2 1室内温度

图 4 是 6 00~ 8 00 11: 00~ 13 00 19 00~ 21: 00 三个时段内室内自然温度的变化曲线, 调查中 83% 左右的住户室内都未开取暖设备, 只进行自然通风. 由图可见, 室内温度变化波动较小, 卧室日较差近为 1. 59 °C, 客厅日较差为 2. 44 °C, 室内最高气温为 16. 05 °C, 平均气温 15. 2 °C, 住户室温基本都在 13 ~ 16 °C 这个范围内. 不同时段各测点室温读数见表 3 昆明温和地区立体气候特征明显, 大部分地区冬温夏凉, 气候条件较好.

2 2 2室内湿度

从表 3 调查结果可知: 昆明室内平均湿度为 56. 3% RH, 测试期间四天晴, 一天多云. 表 4 是不同月份住户对室内空气湿度感觉的反映.

表 3 冬季室内温、湿度调查结果统计表

Tab 3 Statistics of inquiry results on indoor temperature and humidity in winter and humidity in winter

地点	平均气温 /°C			室内平均温度 /°C	室内平均湿度
	6 00~ 8 00	11: 00~ 13 00	19 00~ 21: 00		
卧室	14.17	15.76	15.65	15.2	56.3% RH ^[6]
客厅	13.61	15.89	16.05	15.2	

室内相对湿度较低时, 居住者容易有过于干燥的感觉; 空气相对湿度很高时, 也会让人感觉到不舒适. 调查月住户对室内空气湿度感到适中的占 32%, 感到干燥的占 62%. 可见昆明气候干燥, 住户多感不舒服.

2 2 3住户对室内温湿环境的感受

住户对晚上 18: 00~ 22: 00 时段室内温度的感受见图 5 住户对早上起床时室内温度的感受见图 6 住户对室内温度、湿度的总体感觉和对住宅周围环境的感受见表 5

表 4 对室内湿度感觉的统计表 (湿度, %)

Tab 4 Statistics of feeling of indoor humidity

月份	非常潮湿	潮湿	适中	干燥	非常干燥
11月	1	4	66	28	1
12月	6	6	44	42	2
1月	0	6	32	50	12
2月	1	6	46	40	8
3月	0	8	42	36	14
4月	2	8	47	39	4

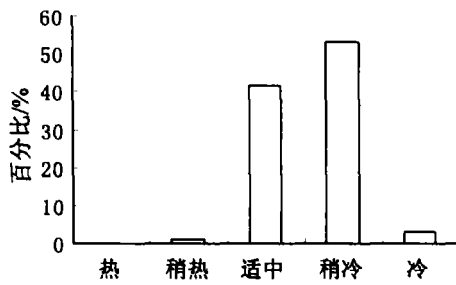


图5 对冬季晚上18:00~22:00时段室内温度的感受统计图

Fig.5 Statistics of feeling of indoor temperature in the time of 18:00~22:00 in winter

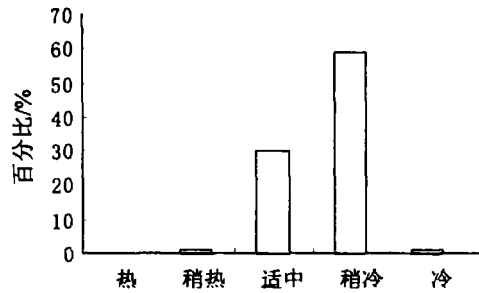


图6 对冬季早上起床时室内温度的感受统计图

Fig.6 Statistics of feeling of indoor temperature at the time of getting up in winter

表 5 对室内温、湿度的感觉统计表

Tab 5 Statistics of residents' feeling of indoor temperature and humidity

项目	感觉程度				
	非常满意	比较满意	无所谓	不太满意	很不满意
对室内温度的总体感觉	2%	34%	24%	40%	0%
对室内湿度的总体感觉	3%	33%	30%	32%	2%

一般全天室内气温保持在 15~26℃,相对湿度保持在 40%~60%时是舒适的.昆明调查期间室内平均温度为 15.2℃,其中有 60%的住户对室内温度感觉满意和无所谓,有 40%的住户对室内温度感觉不太满意;而湿度为 56.3%,66%的住户对室内湿度感觉无所谓和满意,但仍有 34%的住户感觉不满意,说明住户对住宅建筑室内热湿环境的评价基本满意.

温湿环境是建筑环境中最主要的内容,主要反映在空气环境的热湿特性中.为了提高住宅的热舒适性,在冬季应合理设计室内的温湿度参数.

2.2.4 冬季家里最冷的地方

房间所需的正常温度,是靠采暖设备供热和围护结构保温互相配合来保证的.通过调查可知:一般家庭的厨房、厕所和浴室较少安置取暖设备,37%的家庭长期开启厨房和卫生间的窗户;客厅朝南的有 36%,且每天开窗的次数在 5 次以上的占 30%,客厅建筑面积较大,故这些地方的气温最低,感觉最冷.卧室是人主要的活动场所,且 62%的卧室朝南向,加之偶有使用自备取暖设备,所以温度较高;住户在饭厅的停留时间较短,对此处温度的关注较少.详细结果见图 7.

2.2.5 冬季室内结露情况

昆明地区房屋一般没有保温层.冬天气候较冷,室外室内温差大时,就会在围护结构内表面内形成潮湿现象,即“结露”;另外,房间的密闭性愈好,热损失愈少,虽有利于节约能源,但过分密闭会妨碍湿气的排除,使室内湿度升高,也会容易造成结露,使围护结构内部受潮,加重结构潮湿状况,降低结构的耐久性^[5],影响到人的健康.

通过对问卷的统计,发现被调查家庭中,家里结露的占 24%,不结露占 76%.结露的主要部位多见于窗户和墙壁,结果见表 6 统计中还显示,除一户因为结露家里出现发霉和墙壁表面起泡外,其余均没有什么影响.绝大多数的住户采取注意通风换

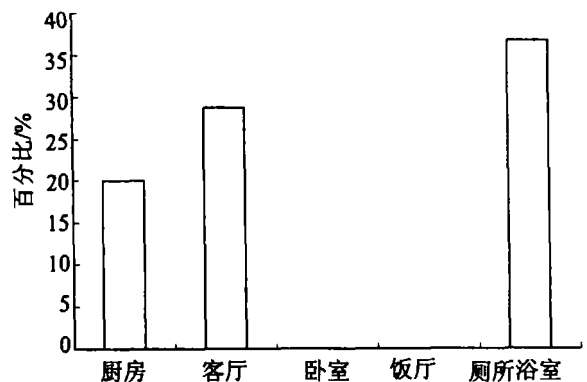


图7 冬季家里最冷的地方统计图

Fig.7 Statistics of the coolest place in winter

气的措施来防止结露. 因此, 建筑设计时围护结构以及冷桥部位应采取防结露措施.

2 3 居民生活状况

表 6 冬季室内结露地方统计表 (单位: 户)

Tab 6 Statistics of forming dewdrop place in winter

项目	窗户	墙壁	地板	天花板	壁橱	衣柜
客厅	13	1	0	0	1	0
卧室	13	0	0	0	1	1
饭厅	6	2	0	0	0	0
厕所、浴室	6	3	0	4	0	0
厨房	10	2	1	2	1	0

2 3 1 供暖方式、取暖设备

昆明市政无集体供暖方式, 集中供暖和自备取暖器供暖比例为 9%, 只有自备取暖器的比例为 49%, 没有任何取暖设备的占 42%.

使用自备取暖设备的家庭占

45. 6%, 不使用取暖设备的占 54. 4%, 并且从对卧室或客厅取暖设备满意状况调查中可见, 持无所谓者居多. 这与昆明得天独厚的气候条件有关.

2 3 2 住户情况及生活习惯

表 7 列出了受调查的住户的家庭成员状况.

表 7 家庭成员状况统计表

Tab 7 Statistics of family members' conditions

家庭成员个数			户主年龄			
≤ 2人	3人	≥ 4人	< 40岁	40~ 49岁	50~ 59岁	≥ 60岁
2%	72%	21%	10%	43%	22%	7%

住户的窗户, 只有一层薄纱窗帘的占 21%, 只有一层厚窗帘的占 49%, 一层薄纱和一层厚窗帘的占 29%,

根本没有窗帘的占 1%. 使用窗帘的理由 32% 是为了保温, 其余是为了遮挡外面的光线和视线.

昆明取暖的时间集中在 12 月中旬 ~ 1 月下旬, 使自备取暖设备的多为老人和小孩的家庭.

着装调查仅指晚上 18: 00~ 22: 00 之间的穿衣量. 记录对象分别为成年男性和女性各一人. 调查结果男性的热阻为 0. 86clo, 女性的热阻为 1. 06clo^[6] (1clo 相当于内穿衬衣外穿普通外衣时的服装热阻).

冬季昆明虽然室外天气较冷, 多数昆明住户仍喜欢开窗进行自然通风, 以改善室内空气质量, 开窗情况的调查见表 8

表 8 开窗通风情况统计表

Tab 8 Statistics of window opening to air

开窗通风状况				开窗次数				
定时开窗	根据室内空气状况随时开窗	长期开启某些房间的窗户	不开窗	1~ 2次	3~ 5次	5次以上	不开窗	无外窗
29%	44%	4%	0%	33%	37%	30%	0%	0%

通过调查可知, 昆明即便是冬天, 100% 的住户都开窗通风, 每天开窗通风次数在 3 次以上的占了 67%, 住户主要采取自然通风来保证室内空气品质, 对室内空气品质较为满意.

2 3 3 住户对住宅的感受

居民对生活环境质量有着较高要求, 通过住户对住宅周围环境的感受可以看出, 近一半的被调查对象对住宅环境感觉不满意, 而持满意和无所谓态度的为 51%, 表 9 清楚地反映出住宅周围环境与用户满意率之间的关系.

表 9 对住宅周围环境的感受统计表

Tab 9 Statistics of feeling of surrounding environment

内容	感觉程度				
	非常满意	比较满意	无所谓	不太满意	很不满意
对住宅周围环境的感受	6%	29%	16%	39%	10%

住户对周围环境感到不满意的原因, 除空气污染及灰尘太大外, 外面的噪音及隔壁的声音是重要原因. 阳光不好次之. 见表 10 个别被调查对象还对房屋建筑密度太大, 遮挡了光线, 空气质量不好, 缺少活

动场所等感到不满意,说明随着经济的不断发展,人民生活水平的提高,城市居民对住宅舒适性的要求越来越高。

表 10 对住宅周围环境不满意理由统计表

Tab 10 Statistics of reasons of dissatisfaction with surrounding environment

空气污染及灰尘太大	外面的噪音及隔壁的声音	阳光不好	空气中的异味	绿化不好
5%	49%	22%	14%	49%

大多数住户感到室内空气较好. 住户感到房间空气不好的原因及采取的措施如表 11.

表 11 室内空气情况统计表

Tab 11 Statistics of indoor air condition

室内空气不好的原因							采取的措施		
没开窗	屋里人多	有人抽烟	使用燃烧型取暖器	厨房在做饭	家具涂料散发气味	没感觉不好	开门开窗	开换气设备	开空气清新机
50%	19%	22%	6%	24%	13%	23%	92%	23%	1%

室内应有良好的气流组织,因为室内的空气是否清新,是否流动,对人的舒适与否影响是很明显的.室内的通风条件要保持良好,因为良好的通风系统不仅能降低室内有害物浓度,使空气更加新鲜,还能适当调节室内的温度和湿度,但冬季室内风速最好不大于 0.3 m/s . 因此在室内热环境设计中,要考虑通过自然通风来提高室内热舒适性,合理设计气流组织方式.

3 结语

住宅是人一生中最重要的生活空间,因此住宅室内空气环境状况的好坏是人们生活质量高低的一个重要标志. 各种室内气候因素的不同组合,形成不同的建筑室内气候. 住宅的舒适性涉及室内空气温度、空气的相对湿度、空气的品质等客观物理因素,同时也取决于居住者的活动、衣着状况以及生活习惯等主观因素.

通过问卷调查可知,由于昆明气候条件良好,一般冬季不需采暖,室内开窗通风,空气品质良好. 现场实测表明,测试期间室温在 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,相对湿度 $56.3\% \text{ RH}$,超过半数的居住者对冬季室内气候环境感觉满意、舒适和无所谓.

住宅的舒适是居住者对住宅室内环境感觉满意的一种条件,在进行室内热环境设计时要优化围护结构构造设计,合理确定室内热环境参数,保证建筑室内温度场和速度场分布合理,温、湿度满足使用要求^[7]. 同时在提高室内的健康和舒适程度时,还要注意采暖节能,用较小的能耗代价换取较大的住宅热环境的改善.

参考文献:

- [1] 陈淑琴,李念平,关军,等. 长沙市住宅建筑夏季能耗调查的统计与分析 [C]. www.chinahvacr.com/down/04年会资料集, 2005.
- [2] 吉野博(日本),张旭,李振海. 关于昆明市冬季室内环境状况的问卷调查表 [Z], 2004.
- [3] 付祥钊,侯余波. 中国夏热冬暖地区建筑节能技术 [C]. “中国国际建筑节能研讨会”专用论文.
- [4] 国家技术监督局,中华人民共和国建设部. 城市居住区规划设计规范 [S], 2002.
- [5] 四院校合编. 建筑物理 [M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2003 1-2.
- [6] H inoishi YOSHINO, Yasuko YOSHINO, Qingyuan ZHANG, et al. Indoor thermal environment and energy saving for urban residential buildings in China [C].
- [7] 绿色奥运建筑研究课题组. 绿色奥运建筑实施指南 [EB/OL]. www.chinibs.com, 2005-4.