
城市住宅居室容积卫生学研究

中国预防医学中心环境卫生监测所

一九八五年

城市住宅居室容积卫生学研究

住宅是重要的生活环境。人们大约有一半以上的时间生活在居室中。住宅卫生条件与居民健康和儿童生长发育的关系密切。近年来,我国城市住宅建筑进度很快,仅1979至1982年全国竣工面积平均每年为7852万 m^2 ,但仍远不能满足人民的需要。国务院1983年公布了“关于严格控制城镇住宅标准的规定”。目前我国住宅建筑设计的主要原则之一是节约城市用地和降低居室净高与面积。我们在全中国八个城市进行了住宅居室容积的卫生学研究,为城镇居室设计的卫生标准提供科学依据。

一、选点及调查方法

按我国《民用建筑热工设计规程》的分区选择了经度在110—125之间不同纬度的严寒区的长春与呼和浩特,寒冷区的唐山与太原,温热区的南阳(河南)及炎热区的武汉、上海与津市(湖南常德地区)。用统一的方法在一定时间内(1984年7月底至8月初及1985年元月底至2月初)进行了居室卫生学调查。

居室空气污染指标:细菌总数用自然沉降法和撞击法(用JWL-1型空气微生物采样器); CO_2 用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 滴定法; CO 用 CO_1 型测定仪。

人体生理指标:体温、皮肤温、血压、呼吸、脉搏、辐射温度与强度及人体呼吸带可吸入性颗粒物(用个体监测器采样两天,共16小时)。

居室微小气候:气温、相对湿度、气压、风速,还有辐射温度与

强度、居室换气量与换气次数。

调查的居室均为城市楼房的中层、单元式住宅，净高 $2.4-2.8\text{ m}$ 、居室面积 $8.7-15.6\text{ m}^2$ （人均面积 $3.0-7.3\text{ m}^2$ ）、居室容积 $22.2-41.6\text{ m}^3$ （人均容积 $7.4-20.8\text{ m}^3$ ）。居室均朝南。室内家具系数 $21-55\%$ 。

三 结果与分析

在全国八个城市（分布在四个建筑气候分区）进行了住宅居室容积卫生调查，共取得 $21,066$ 个数据，其中居室空气质量方面的 $3,700$ 个、人体检查的 $4,073$ 个及居室微小气候的 $13,293$ 个。调查居室 29 间，受试者 41 人（男 21 ，女 20 ）。每室分别于夏、冬两季各连续测定两天，每日按早、午晚进行三次。

为保证人体生理所必需的空气容积和人们生活方便，避免过分拥挤和产生卫生与流行病学方面的不良影响，住宅需要一定的居室面积与容积。 1929 年苏联规定居住面积的最小卫生标准是 9 m^2 。

1978 年苏联“建筑法规”规定居室净高 $2.5-2.7\text{ m}$ 、面积 $12-58\text{ m}^2$ 、居室容积 25 m^3 。Л. К. ХОЦЯНОВ 认为每人必需的居室容积是 25 m^3 。

居室容积是评价住宅卫生和居住条件的重要指标之一。上海的调查表明居民的死亡率与每人平均居室容积有关（表1）⁽¹⁾。我国国家标准《住宅建筑设计规范》（ 1985 年3月送审稿，以下简称“规范”）规定“住宅用房的室内净高不应低于 2.4 m ”，居室的净面积不宜小于 $5-12\text{ m}^2$ ，即居室容积为 $12-28.8\text{ m}^3$ ，人均容积仅 $7.2-12\text{ m}^3$ 。我们在八城市的调查居室容积平均为 35 m^3 ，人均容积为 14.4 m^3 （表2）。

表1 居室容积与居民死亡率

居室容积 (m^3 /人)	死亡率 (%)
4—	9.2
6—	4.0
8—	5.1
10—	5.8
12—	6.1
14—	3.0
16—	4.0

表2 八城市居室容积, 均值(范围)

净高 (m)	面积 (m^2)	人均面积 (m^2)	容积 (m^3)	人均容积 (m^3)
2.4	13.2 (9.2—15.6)	4.0 (3.0—4.9)	31.8 (22.2—37.2)	9.6 (7.4—12)
2.6	12.7 (10.2—14.4)	5.8 (3.4—7.2)	33.3 (26.4—37.8)	15.4 (8.8—18.9)
2.7	14.4 (14.1—14.6)	5.6 (4.7—7.3)	38.9 (38—39.4)	15.2 (12.7—19.7)
2.8	12.7 (8.7—14.7)	6.1 (4.1—7.3)	35.8 (24.8—41.6)	17.3 (11.5—20.8)
合计	13.3 (8.7—15.6)	5.4 (3.0—7.3)	35.0 (22.2—41.6)	14.4 (7.4—20.8)

二氧化碳

苏联科学院按人体肺排出的25种综合毒物(人毒素)测定居室

换气⁽²⁾最近,美国用个体监测法测定室内外及人体呼吸气中20种挥发有毒污染物⁽³⁾。然而,CO₂则是公认的,在卫生学上很早就作为室内空气清洁度的指标。正常空气中CO₂为0.04%,人能耐受1.5%以下。CO₂是人体经常排出的废气之一,呼出气中占4.1%。成人呼出的CO₂在重体力劳动时为40升/小时,轻劳动时25升/小时,安静时15升/小时,儿童12升/小时。空气中CO₂浓度高时影响人体的生理功能,如2.0%时使人体呼吸加深,吸气量增加30%,3.0%时呼吸数增加两倍,并有血压、脉搏改变和劳动能力降低⁽⁴⁾。1970年美国政府工业卫生医师会议(ACGIH)规定0.5%是CO₂长期安全阈值。目前我国尚未制订室内CO₂含量标准。Pettenkofer建议居室空气CO₂卫生标准是0.07%⁽¹⁾。PHILIPPE认为应是0.1%⁽²⁾。因为CO₂为0.1%时对人体无害,只是作为空气污染指标,所以一般公认为0.1%。

八城市居室CO₂浓度按不同净高平均为0.06(夏季)和0.08%(冬季)(表3)。调查表明每人平均居室容积越小,CO₂浓度越高(表4)。

表3 八城市居室空气CO₂浓度(%)

净 高 (m)	CO ₂ 浓度均值 (范围)	
	夏	冬
2.4	0.07(0.06—0.07)	0.07(0.06—0.07)
2.6	0.07(0.04—0.08)	0.08(0.04—0.22)
2.7	0.05(0.03—0.06)	0.07(0.07—0.07)
2.8	0.06(0.02—0.09)	0.09(0.02—0.18)
合 计	0.06(0.02—0.09)	0.08(0.02—0.22)

表4 八城市居室空气CO₂

居室容积 (m ³ /人)	CO ₂	
	夏	冬
<5	0.17	0.21
5—	0.09	0.07
10—	0.07	0.11
15—	0.07	0.12
20—	0.05	0.09

上海的试验表明,不同净高的居室内不同高度的空气中CO₂浓度不同(表5)⁽⁵⁾。净高2.4m的居室空气中CO₂浓度在各种高度均大于卫生标准1.0‰,但在2.8m的室内则全部小于1.0‰,二者差别显著。更重要的是在1.0m高处(人体坐和卧位的呼吸带)的CO₂只有净高2.8m以上的居室低于1.0‰,而1.6m高处(人体立位时呼吸带)CO₂在净高2.55m以下的居室全部大于1.0‰。可见居室净高对室内空气污染及人体呼吸都有影响,特别是冬季居室换气不足时影响更大。

表5 不同净高的居室空气中CO₂浓度(‰)

测点高度 (m)	居室净高 (m)					
	2.29	2.39	2.55	2.67	2.84	3.15
0.80	1.85	1.45	0.83	/	0.61	/
1.00	1.69	1.10	0.88	1.13	0.61	0.55
1.20	1.79	1.28	1.20	1.03	0.63	0.61
1.40	1.69	1.23	1.34	0.97	0.71	0.65

续表5

1. 60	1. 45	1. 13	1. 09	0. 91	0. 67	0. 67
1. 80	1. 24	1. 16	1. 16	0. 97	0. 78	0. 73
2. 00	1. 24	1. 03	1. 09	/	0. 80	0. 73
2. 20	1. 16	0. 94	1. 16	0. 94	0. 90	0. 86
2. 40			1. 03	0. 91	0. 85	0. 76
2. 60					0. 88	0. 83
2. 80						0. 85
3. 00						1. 13

八城市测定结果(表4)表明,居室容积每人 20m^3 时冬季室内 CO_2 浓度不超过 0.1% 。但北方居室冬季换气不良应适当加大容积。根据计算每人所需空气容积为 25m^3 (按大气 CO_2 浓度为 0.04% 成人安静时呼出 CO_2 15升/小时计算)。

因此,为保持室内空气清洁,居室容积应为每人 $20\sim 25\text{m}^3$ (北方居室容积每人 25m^3)。

细菌总数

居室空气细菌数是评价住宅卫生的标准之一。我国尚无标准。苏联和日本的标准见表6、7⁽⁶⁾。参考日本的标准,调查表明大多数居室空气未见污染现象,也未见细菌数与居室净高的明显关系(表8)。然而,夏季的结果普遍高于冬季的原因待查。细菌数与净高的关系是 $\sim 6\sim$

然不十分明显，但与居室容积的关系是肯定的，一般居室容积（包括居室面积）越小，细菌数越高（表9-11）。

表6 苏联居室空气细菌数（个/㎡）

空气清洁度		细 菌 数	
		夏	冬
室内	清洁	<1500	<4500
	污染	>2500	>7000
室外	清洁	<750	<150
	污染	>2000	>400

表7 日本菌落数与空气清洁度

空气清洁度	菌落数（个/9cm）
最清洁（空调）	1~2
清洁	30
普通	31~75
界限	~150
轻污染	<300
重污染	>301

表8 八城市居室空气中细菌数

净高 (m)	沉降法 (个/9 cm)		撞击法 (个/m ³)	
	夏	冬	夏	冬
2.4	39	28	3670	1566
2.6	35	22	3181	1377
2.7	88	33	1155	1640
2.8	57	13	2150	772

表9 八城市居室容积与细菌数 (个/9 cm)

居室容积 (m ³ /人)	细菌数	
	夏	冬
<5	89	20
5—	62	33
10—	59	16
15—	89	28
20—	29	7

表10 太原市住宅面积与细菌数⁽⁷⁾

面积 (m ² /人)	n	细菌均值 (个/m ³)	溶血性链球菌阳性率 (%)
<5	6	161667	50.0
>5	14	76627	21.4

表11 吉林四平地区居住密度与空气细菌⁽⁸⁾

面 积 (m ² /人)	n	细 菌 总 数 均值 (范围)
2—	12	114 (23—465)
4—	11	79 (32—467)
6—	5	27 (12—93)

人体生理指标

八城市居民冬夏两季生理指标测定结果表明，居住在不同净高的居室之间未见本质差别，但不同季节之间有一定差别（表12）。居民呼吸带可吸入性颗粒物的测定结果亦未见显著差异（表13）。

表13 居民可吸入性颗粒物 (mg/m³)

净 高 (m)	n	颗 粒 物
2.4	1	0.421
2.6	4	0.214
2.8	5	0.372

居室微小气候与换气量

调查表明，不同净高对微小气候的影响不明显。个别情况下存在负辐射。除净高2.4和2.7m的冬季个别情况外，墙温与室温之差一般不超过6℃，多数在2.6℃之内。内外墙之间温差也不大（表14）。

表14 八城市居室微小气候

净高 (m)		2.4		2.6		2.7		2.8	
季节		夏 冬		夏 冬		夏 冬		夏 冬	
气温 (°C)		29.2	11.8	29.4	12.8	29.1	10.7	29.2	11.8
相对湿度 (%)		83	70	75	61	80	71	75	57
气流 (m/s)		0.22	0.09	0.46	0.18	0.6	0.04	0.77	0.30
辐射温 (°C)	外墙	31.5	20.3	28.8	14.6	29.8	21.1	29.7	14.3
	内墙	31.2	19.9	27.8	14.9	29.2	19.4	28.9	14.4
	木器	31.4	19.4	27.5	14.5	29.7	19.1	28.2	13.9
	铁器	31.5	19.4	28	14.6	29.6	18.8	29.2	13.9
墙温 温差 室	外墙	2.3	8.4	0.6	1.8	0.7	10.4	0.5	2.5
	内墙	2.0	2.2	1.6	2.1	0.1	8.7	0.3	2.6

居室换气次数是每小时进入(或排出)居室的空气量(m^3)与居室容积之比,它是评价居室容积的标准之一。每人所需的室内空气容积足够时(一般是 $25\sim30m^3$)一定的换气次数才能保证居室空气的良好卫生条件。目前我国尚未制订卫生标准。苏联的换气次数标准是居室的一 $0.5\sim0.75$ (“一”指由室内排出的空气量)。日本的建筑物环境卫生管理基准(1970年)规定居室内空气流应小于 $0.5m/s$ 。调查表明夏季2.7与2.8m净高的居室内空气流高于日本的基准(表14)。冬季居室换气次数平均为0.37,低于苏联标准(表15)。

表12 八城市居民生理功能检查 均值(范围)

净高(m)		2.4		2.6		2.7		2.8	
季 节		夏 冬		夏 冬		夏 冬		夏 冬	
体 温 (°C)		36.1 (35.5-36.0)	36.1 (34.5-36.7)	36.2 (35.1-36.6)	36.3 (34.5-36.6)	36 (35.1-36.6)	35.1 (34.6-36)	36.4 (35.5-36.8)	36.5 (35.8-37.5)
脉 搏 (次/分)		72 (56-85)	68 (52-78)	78 (67-100)	75 (60-90)	74 (60-86)	72 (64-80)	77 (49-100)	81 (68-100)
呼 吸 (次/分)		20 (14-26)	23 (18-28)	20 (16-24)	20 (20-24)	22 (16-24)	23 (18-28)	19 (16-22)	20 (17-24)
血 压 (mm Hg)		111/73 (90-160) (55-85)	119/76 (96-140) (58-86)	109/70 (86-130) (60-90)	110/74 (90-130) (60-90)	130/79 (110-164) (70-84)	136/90 (130-150) (90-90)	108/73 (78-110) (38-100)	122/79 (78-160) (44-100)
辐射温 (°C)		/	20.1 (14.3-31.1)	30.2 (20-50)	16.2 (5-25)	/	/	30 (15-35)	15.5 (7-25)
辐射强度 (大卡/m²/h)		/	31 (30-37)	15.6 (5-28)	34.3 (-30-75)	/	/	14.4 (0.15-35)	40.1 (-18-75)
皮 温 (°C)	额 部	34.6 (32.8-36.6)	28.5 (25.1-30)	34 (29-35.5)	30.2 (25-33)	33.6 (31.8-34.5)	27.2 (26.3-28.6)	33.8 (30-35.4)	30 (27.5-33)
	胸 部	34.5 (32.6-35.7)	34.4 (31-34)	34.3 (32.5-36)	33.4 (29-36)	34.1 (32.8-34.9)	32.2 (31.6-33.9)	34 (32-36)	33.4 (27-37)
	手 (左/右)	34/32.9 (32.5-35.5)	26.6/26.8 (20-30) (14.1-31.5)	33.8/33.8 (29.5-35.5)	27.5/27.7 (22-30) (21-32)	32.7/33.4 (31.3-34) (31.1-34.7)	25.6/24.2 (22-26.6) (21.8-27)	33.5/33.2 (25-36) (25-39)	28.3/28.7 (22-34.5) (22-33)
(°C)	足 (左/右)	33.3/33 (32.2-34.5)	25.6/25.2 (20.3-20.5)	33.7/33.4 (27.2-35)	27.7/28.3 (22.2-35) (20.7-34.1)	33.3/33.2 (27.3-34.1)	23.2/24.1 (21.6-24.3)	33.2/33.2 (30.5-36) (20-34)	26.2/26.3 (20-33) (20-34)

~11~

表15 八城市居室换气量与换气次数

净高 (m)	换气量 (m^3/h)		换气次数 (次/h)	
	夏	冬	夏	冬
2.4	3501	/	67	/
2.6	1745.7	11.9	52	0.36
2.8	3868	29	104	0.37

三 结 论

由居室净高与面积构成的容积是居室重要的卫生条件。容积过小，人体必需的清洁空气量不足，会影响人体正常的生理功能，使患病率增加。居室净高过低还能产生压迫感。特别是我国青少年的身长有增加的趋势⁽⁹⁾。然而，调查中发现居室净高时，如果配以相应降低高度的家具，则能消除压迫感。当然，在适当降低居室净高的同时，强调要有一定的居室面积，因为这不仅为人们的生活提供方便，更重要的是因为居室容积与空气卫生质量和人民健康直接相关。根据八城市的调查和综合考虑社会、经济与环境三种效益的结合，认为每人平均居室容积20~25 m^3 。(北方冬季换气不良，居室容积为25 m^3)。

参考文献

- (1) 上海第一医学院，环境卫生学 1961: 448, 457
- (2) И. Н. Марзеев: Коммунальная гигиена 1979: 474
- (3) L. A. Wallace, Personal exposures outdoor concentrations and breath levels of toxic

air pollutants measured for 425 persons in
urban suburban and rural areas 1984

(4)产业医学 1973、15(3) 66

(5)倪喃等：上海市生态学会学术讨论会议文集1985：86

(6)王惟善：居室空气的污染与健康 1984：8

(7)太原市环境卫生监测站：太原新建楼房住宅群卫生评价
1982

(8)王惟善等：吉林四平地区农村室内空气污染状况的研究
1983

(9)中国医学科学院：九市儿童青少年体格发育调查研究资料汇编
(内部资料) 1975：12

主持单位及课题负责人：

中国预防医学中心环境卫生监测所 岳 麟*

协作单位及分题负责人：

太原市环境卫生监测站 邓晓为

南阳(河南)地区卫生防疫站 曲瑞林

白求恩医科大学 李景顺

武汉市卫生防疫站 范德利

唐山市卫生防疫站 张国兴

常德(湖南)地区卫生防疫站 张维纶

上海第一医学院 倪 喃

内蒙古自治区卫生防疫站 常洲泉

(按负责人姓氏笔划)

• 执笔人