

基于焓时数进行空调气候分区的研究

空军第一航空学院 段西超[☆]

重庆化工设计研究院 阮秀英 黄清华

仲恺农业技术学院 丁力行

摘要 阐述了空调焓时数作为分区指标的合理性和必要性,通过经验和极差确定了合理的分区范围。以空调焓时数作为分区指标,运用模糊聚类分析法得出空调气候分区,为空调新风焓控方式提供了指导。

关键词 焓时数 模糊聚类分析 粗糙集 可信度 分区

Study of air conditioning climatic zoning based on enthalpy-hours

By Duan Xichao[★], Ruan Xiuying, Huang Qinghua and Ding Lixing

Abstract Presents the rationality and necessity of using enthalpy-hours as the zoning index, and gets the reasonable range through the experience and extreme differences. With the enthalpy-hours and a fuzzy clustering analysis, gives the air conditioning climatic zoning, which can be used as a reference for the fresh air enthalpy control.

Keywords enthalpy-hour, fuzzy clustering analysis, rough set, degree of belief, zoning

[★] The First Aeronautical College of Air Force, Xinyang, Henan Province, China

①

0 引言

焓时数是基准比焓与室外逐时比焓之差与时间的累积之和。以焓时数为基础的空调气候分区是继热工按照低温和高温持续时间的长短分区和居住建筑节能设计按照度日数分区后的又一新概念。《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2001)中的夏季室内温度定得比较低,这意味着空调机运行的时间较长,把新风温度处理得很低或者用高品位能进行除湿,计算得出的空调降温能耗也已经包含了很大一部分除湿的能耗^[1],进而湿度是不可忽略的气候因子。度日数指标 CDD26 并不能反映空调新风年能耗,而焓时数反映温度与湿度的累积,因此焓时数指标更能反映空调新风年能耗指标。

1 焓时数分区的必要性

我国疆域辽阔,气候季节性变化明显,南北纬度跨度大,地区气候差异很大,北方冬长且寒,南方夏长且热^[2]。为了满足舒适性要求,采用既能反映温度变化又能反映湿度变化的状态参数比焓以及

比焓的累积量(焓时数)来衡量空调新风能耗指标更符合实际。它比热工分区更能反映各地区的全年新风能耗,又因新风焓控方式最为节能^[3],所以研究以焓时数为基础的空调气候分区对于新风焓控具有指导意义。

采暖度日数指标包含了冷的程度和冷持续的时间长度两个因素,由于冬季空气比较干燥,含湿量比较低,用它作为分区指标的分区结果和以采暖焓时数为分区指标的分区结果基本一致,均能反映供暖需求的大小。但是空调度日数和焓时数相差非常明显,故采用度日数进行分区在严寒地区和寒冷地区相差不大,而在夏热冬冷和夏热冬暖地区差别就比较大。居住建筑节能设计气候分区(国标讨

①[☆] 段西超,男,1982年12月生,硕士,教员

464000 河南省信阳市航空路23号空军第一航空学院基础部数学教研室

(O) 13837697354

E-mail: duanxichao508@163.com

收稿日期:2008-07-17

一次修回:2008-11-27

二次修回:2009-09-23

论稿)是按照度日数进行分区,在原有的热工气候分区的基础上前进了一步,它的着眼点在于控制供暖和空调的能耗,把冬季和夏季的室内设计温度作为度日数的基准温度,较以往的热工分区更接近建筑物供暖和空调能耗。但是度日数不能更精确地反映空调的能耗,它没有考虑到湿度的影响。长江中下游地区,年降水量丰富,湿度大,潜热因素是不可忽略的,所以用焓时数来衡量建筑节能设计标准中空调的能耗较前两种方法更合理。

2 模糊聚类分析数学模型的建立

在居住建筑节能标准中,如何确定分区边界的数值,并没有一个绝对“科学”的依据,只能是相对合理,分区边界和分区数量都具有模糊性。鉴于模糊聚类分析主要用于研究模糊性样本的分类问题,进而在空调气候分区时,探索运用模糊聚类分析进行空调气候分区,增强分区方法的客观性。

2.1 数据的正规化处理

假设聚类问题中有 n 个样本 $x_i (i=1,2,\dots,n)$, 每个样本有 m 个属性因子,第 i 个样本的第 j 个属性因子记为 x_{ij} ,则 n 个样本可排成样本数据矩阵

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

由于各属性因子表示样本中的各种性质,往往使用不同的度量单位,其观测值可能相差悬殊,为了确保各属性因子在分析中的地位不变,要对数据进行正规化处理。经过正规化处理后,可将所有样本的各属性因子的数值都转换为 $0 \sim 1$ 之间的数值,本文采用的正规化处理方法如下^[5]。

1) 平移标准差变换

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} (i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m) \quad (2)$$

$$\text{式中 } \bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}; s_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}.$$

为了消除量纲的影响,对原始数据进行平移标准差变换,但变换后的值也不一定在 $[0,1]$ 之间。

2) 平移极差变化

为了进一步消除量纲的影响和使变换后的数据在 $[0,1]$ 之间,对 x'_{ij} 进一步求极差。

$$x''_{ij} = \frac{x'_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} (x'_{ij})}{\max_{1 \leq i \leq n} (x'_{ij}) - \min_{1 \leq i \leq n} (x'_{ij})} \quad (3)$$

2.2 相似度

研究样本间的关系,需选择一个能反映兼容值贴近和形贴近的统计量——相似度 s_{ij} (值贴近是两个样本之间的欧氏距离,形贴近是两个样本向量之间的夹角余弦),进而取两者的平均值作为描述样本间相似程度的新统计量,性质保持不变。研究对象之间的亲疏关系的合适的统计量值越大表示样本越贴近^[6]。

$$s_{ij} = \frac{1}{2} (d_{ij} + r_{ij}) \quad (4)$$

$$\text{式中 } d_{ij} = 1 - \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (x''_{ik} - x''_{jk})^2}, r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m (x''_{ik} x''_{jk})}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (x''_{ik})^2} \sqrt{\sum_{k=1}^m (x''_{jk})^2}}.$$

2.3 聚系树状图

聚系树状图法采用自谱系数自大到小方法,当谱系数为 1 时,几乎每个样本作为一个类,随着谱系系数的减小,更多的样本在同一层子树上,直到所有的样本都在一个层中。在相似矩阵的基础上采用聚系树状图方法对样本进行模糊聚类分析,然后由此构造出相应的聚系树状图。

2.4 粗糙集在区分模糊边界的运用^[7]

由于模糊聚类分析法分区存在模糊的边界,为了把模糊边界划明确化,用粗糙集理论进行处理。运用粗糙集理论中可信度的概念,求出模糊边界城市属于 A 区的可信度和属于 B 区的可信度,然后比较可信度的大小,选择可信度大的那个区。

3 模糊聚类分析在空调气候分区中的应用

3.1 分区

由文献[8]中的气象数据计算得出焓时数的样本数据见表 1。样本数据根据式(2),(3)进行正规化处理,以城市序号为横坐标,以极差 x'_i 为纵坐标绘于图 1 中。

分区范围的加大使样本数据的相似度更集中,增加了分区的难度;相反分区范围缩小了,使样本数据的相似度相对分散,分区简化。图 1 中极差在 0.1 以下的城市都不用空调。所以把极差小于 0.1 的城市去掉,重新进行分区。除掉极差小于 0.1 剩

表 1 81 个城市的样本数据

序号	城市	空调焓时数/(kJ·h/kg)	序号	城市	空调焓时数/(kJ·h/kg)	序号	城市	空调焓时数/(kJ·h/kg)
1	甘孜	23.4	30	承德	5 333	59	定海	35 989.89
2	达日	0	31	北京	17 388.17	60	武冈	36 801.36
3	托托河	0	32	天津	16 683.33	61	遵义	20 697.03
4	格尔木	119	33	卢氏	15 592	62	成都	28 021.3
5	冷湖	0	34	郑州	17 523.67	63	贵阳	5 574.64
6	额济纳旗	128	35	西安	16 064.81	64	兴义	11 848
7	酒泉	300	36	济南	22 925.3	65	昆明	2 631.24
8	敦煌	644	37	淮阴	28 989	66	西昌	9 234
9	哈密	4 328	38	徐州	27 618.77	67	河池	55 521
10	若羌	1 667	39	信阳	30 070.12	68	桂平	70 412
11	和田	1 406	40	南阳	30 645.3	69	梧州	66 379
12	阿克苏	1 606	41	安康	27 670.4	70	九龙	241
13	吐鲁番	4 328	42	南京	37 730.84	71	温州	48 258.33
14	乌鲁木齐	63.65	43	淮阴	28 989.53	72	福州	50 956.78
15	沈阳	9 466.09	44	大连	8 907.62	73	厦门	55 922
16	哈尔滨	4 234.46	45	丹东	8 599.05	74	汕头	66 123
17	长春	3 108.39	46	建瓯	37 928	75	韶关	55 937.28
18	锡林浩特	748	47	武冈	36 801.36	76	赣州	53 571
19	呼和浩特	1 427.34	48	常宁	49 493.04	77	河源	62 785
20	银川	2 824.48	49	长沙	43 183.06	78	桂林	54 631.52
21	大同	891.81	50	宜昌	34 086	79	重庆	41 202.77
22	武都	5 406	51	武汉	38 945.38	80	常宁	49 493.04
23	固原	242	52	蚌埠	36 005	81	建瓯	37 928
24	岷县	96	53	合肥	38 578.82	82	温州	48 258.33
25	西宁	185.66	54	杭州	37 281.88	83	百色	69 156
26	原平	4 572	55	定海	35 989.89	84	南宁	74 292
27	太原	6 265	56	上海	35 499.6	85	广州	73 076
28	延安	4 717	57	安庆	45 468	86	海口	100 373
29	兰州	601.86	58	南昌	37 928.61			

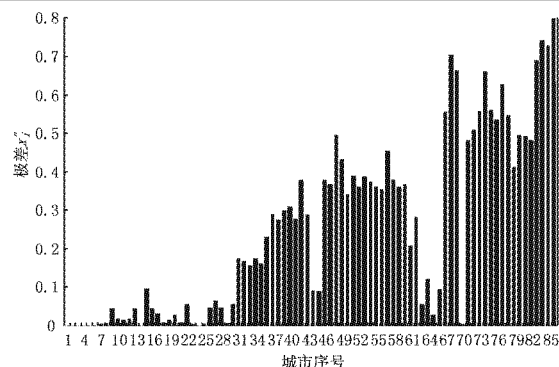


图 1 不同城市的焓时数的极差变化图

余的 44 个城市样本见表 2。

根据式(2)~(4)用 Matlab 编程求出样本相似度 s_{ij} , 考虑到复杂问题简单化, 把相似度精确到两

表 2 44 个城市焓时数样本

序号	城市	序号	城市	序号	城市	序号	城市
1	北京	12	南京	23	上海	34	厦门
2	天津	13	建瓯	24	安庆	35	汕头
3	卢氏	14	武冈	25	南昌	36	韶关
4	郑州	15	常宁	26	遵义	37	赣州
5	西安	16	长沙	27	成都	38	河源
6	济南	17	宜昌	28	兴义	39	桂林
7	淮阴	18	武汉	29	河池	40	重庆
8	徐州	19	蚌埠	30	桂平	41	百色
9	信阳	20	合肥	31	梧州	42	南宁
10	南阳	21	杭州	32	温州	43	广州
11	安康	22	定海	33	福州	44	海口

位小数, 再根据相似度画出谱系数图(见图 2), 也可以根据不同精确等级选择不同的精确度。

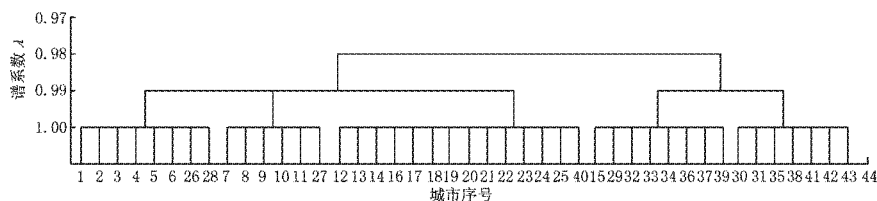


图 2 焓时数分区谱系数图

3.2 分区结果

根据不同的阈值 λ (谱系数) 可以得到不同的聚类结果, 若选择 $\lambda=0.99$ 可把谱系数图分为 6 个断面^[6], 也就是 44 个城市可以分成 6 个区, 见表 3; 若选择 $\lambda=0.98$ 可把谱系数图分为 3 个断面, 也就是 44 个城市可以分 3 个区, 见表 4。当 $\lambda=0.98$ 时, 把空调焓时数 11 848~43 183 kJ·h/kg 分到一块, 分区过于粗糙, 没有实际的应用价值; 当 $\lambda=0.99$ 时, 分区相对合理。因此模糊聚类分析法增强了空调气候分区的客观性。

表 3 $\lambda=0.99$ 时的分区

1 区	北京, 天津, 卢氏, 郑州, 西安, 济南, 兴义, 遵义
2 区	淮阴, 徐州, 信阳, 南阳, 安康, 成都
3 区	定海, 上海, 南京, 杭州, 合肥, 建瓯, 蚌埠, 安庆, 南昌, 武汉, 长沙, 宜昌, 武冈, 重庆
4 区	河池, 常宁, 赣州, 温州, 福州, 厦门, 韶关, 桂林
5 区	百色, 桂平, 梧州, 汕头, 河源, 南宁, 广州
6 区	海口

表 4 $\lambda=0.98$ 时的分区

1 区	北京, 天津, 卢氏, 郑州, 西安, 济南, 兴义, 遵义, 淮阴, 徐州, 信阳, 南阳, 安康, 成都, 定海, 上海, 南京, 杭州, 合肥, 建瓯, 蚌埠, 安庆, 南昌, 武汉, 长沙, 宜昌, 武冈, 重庆
2 区	河池, 常宁, 赣州, 温州, 福州, 厦门, 韶关, 桂林, 百色, 桂平, 梧州, 汕头, 河源, 南宁, 广州
3 区	海口

济南与北京、郑州的相似度都为 1, 同时也与 2 区中的淮阴、徐州、安康、成都的相似度为 1, 所以济南城市划分出现了模糊性。1 区中城市的相似度为 1, 其焓时数在 11 848~20 697 kJ·h/kg 的范围之内, 而济南的焓时数为 22 925 kJ·h/kg, 相对于相似度为 1 的焓时数偏差相对大了一点; 安庆与 4 区中的温州、福州、常宁的相似度分别为 1, 考虑到行政区划的方便, 仍然把安庆划分到 3 区。运用模糊聚类方法对同一区的城市可根据不同的需要再进行划分。如 3 区中的定海、上海、蚌埠、宜昌、武冈的相似度更接近; 常宁也是处于分界线上的城市, 与 3 区中的安庆的相似度也为 1, 考虑它

与 4 区的大部分城市的相似度为 1, 所以划分到 4 区。虽然分界线上的城市具有模糊性, 但是分界线两边的城市的相似度具有明显差别。

模糊地带的城市分区可以运用粗糙集中的可信度理论进行处理, 根据表 3 的分区结果, 把模糊城市去掉, 得到各区的分区上下边界, 运用粗糙集中的可信度理论求出模糊地带城市相对于各个区的可信度, 相对于哪个区的可信度高则属于该区。

4 结语

4.1 将模糊聚类分析和粗糙集相结合, 使空调气候分区具有严谨的科学性, 运用粗糙集中可信度的理论处理以前分区中的模糊边界问题。

4.2 在运用模糊聚类分析分区的过程中发现, 研究范围对分区结果有明显的影响, 应注意合理选择对象的研究范围。

参考文献:

- [1] 中国建筑科学研究院, 重庆大学. JGJ 134—2001 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- [2] 黄晨, 龙惟定. 建筑环境学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005: 44—51
- [3] 管后林, 赵加宁. 高层办公楼设计冷负荷与全年耗冷量模拟分析[J]. 建筑热能通风空调, 2004, 23(6): 49—52
- [4] 中国建筑科学研究院. GB 50176—93 民用建筑热工设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1993
- [5] 王宇, 臧妻斌. Boole 矩阵法模糊聚类在地形图数据挖掘中的应用[J]. 高师理科学刊, 2006, 26(3): 71—75
- [6] 潘玉奇, 周劲, 杨秀丽, 等. 基于模糊聚类分析的数据检索的应用[J]. 微电子学与计算机, 2005, 22(6): 167—172
- [7] 唐建国. 粗糙集理论处理不完备信息的可信度分析[J]. 控制与决策, 2002, 17(2): 255—256
- [8] 中国气象局气象信息中心气象资料室. 中国建筑热环境分析专用气象数据集[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005

· 会讯 ·

广东省召开暖通空调制冷学术交流大会

由广东省土木建筑学会暖通空调专业委员会、中国勘察设计协会建筑环境与设备分会广东省委员会、广东省制冷学会空调热泵专业委员会联合主办, 广州市设计院和广州大学联合承办的 2009 年广东省暖通空调制冷学术交流年会于 10 月 28 日在广州大学城广州大学国际学术报告厅召开, 中国勘察设计协会建筑环境与设备分会发来贺信, 来

自全省暖通空调制冷技术界的 500 多名专业技术人员出席了会议, 共有 13 名暖通空调制冷技术界专家在大会上作了专题学术报告及典型空调工程设计经验介绍, 40 多家暖通空调制冷设备制造厂家到会参展。此次学术年会, 会期一天, 气氛隆重, 交流广泛。大会结束前还举行了广东省恒星空调节能设计奖的颁奖活动。(屈国伦)