中国における標準日気象データと暖冷房設計用気象データに関する研究

STUDY ON THE TYPICAL WEATHER DAY AND THE WEATHER DATA FOR BUILDING THERMAL DESIGN IN CHINA

張 晴 原*, 浅野賢二**, 林 徹夫***

Qingyuan ZHANG, Kenji ASANO and Tetsuo HAYASHI

In this study, the Typical Weather Day data for the simulations of buildings were developed following the previous study on the Typical Weather Year data for some main Chinese cities. Using the date-base of interpolated observation weather data, the heating degree-days and cooling degree-hours were calculated for the main cities in China. It was proved that the air-conditioning loads of a residence can be calculated by the average elements like dry bulb temperature, humidity, solar radiation, wind speed and cloud amount. The monthly average weather data for each hour were defined as the typical weather data for the month by the authors. The Typical Weather Day data for the main cities in China were given. Finally, the weather data for the thermal design of buildings were developed with the TACs of 2.5% and 5.0%.

Keywords: Heating degree-days, Cooling degree-hours, Typical Weather Day, Weather data for thermal design

暖房ディグリーデー, 冷房ディグリーアワー, 標準日気象データ, 暖冷房設計用気象データ

1. はじめに

中国の住宅におけるエネルギー消費量を予測するためには、熱挙動シミュレーション用気象データが不可欠である。著者らは中国の46都市における標準年気象データを作成し、それを用いて中国の暖冷房負荷の地域特性を解明している^{1),2),3)}。このような標準年気象データは住宅の熱挙動のシミュレーションを行う際大変有意義であるが、データは膨大であるうえ、それを用いて負荷計算を行うと、標準月における各気象要素の平均値からの乖離によって、標準年気象データで得られる空調負荷は必ずしも累年平均値と一致するとは限らない。このような問題を解決するために、各月の代表的な標準日気象データを作成すれば、住宅の暖冷房負荷の解析に意義があると思われる。また、暖冷房設備を設計する際、夏季および冬季の危険率別の温湿度が必要であるが、中国の各地における暖冷房設備を設計するための気象データが存在している⁴⁾ものの、そのデータは統計的な根拠が明らかでないうえ、外気温の日変動パターンも不明であるため、設備設計に不十分である。

そこで、本研究では標準日気象データと設備設計用気象データを作成することを目的とする。まず、1982～1997年の間の観測気象データに基づいて中国46都市における暖房ディグリーデーと冷房ディグリーアワーを求めた。次に、各地の時刻別乾球温度、相対湿度、

水平面全日射量、風速および雲量の月平均値を求め、その地点の当該月の標準日気象データとした。最後に、危険率2.5%と5.0%の時刻別乾球温度と絶対湿度を求め、暖冷房設計データとした。

2. 各地における暖房ディグリーデーと冷房ディグリーアワー

地域の気候特性の検討や建物の熱設計を行う際、暖房ディグリーデーおよび冷房ディグリーアワーは重要な基礎資料である。中国の主要都市において5℃を暖房開始温度とする暖房ディグリーデーのデータが存在する⁴⁾ものの、冷房ディグリーデーあるいは冷房ディグリーアワーに関するデータは皆無である。また、既存の暖房ディグリーデーデータは5℃を暖房開始温度としており、熱容量の大きいレンガ造またはRC造が主流であるとはいえ、生活水準が急速に改善している今では、やや低すぎると思われる。したがって、本研究では5℃、10℃、15℃を開始温度とした暖房ディグリーデーおよび23℃を開始温度とした冷房ディグリーアワーを求めた。

実際の住宅暖房設備の運転状況を見ると、日平均外気温が一定の温度以下になってから初めて暖房を行う場合が多い。したがって住宅の熱設計を行う場合、日平均外気温に基づく暖房開始日を決め、それに基づいてディグリーデーを計算するのが普通である。冷房ディグリーデーの計算も同じである。毎年の日平均外気温の変動が必

* 筑波技術短期大学建築工学科 助教授・工博

** 筑波技術短期大学建築工学科 教授・工修

*** 九州大学大学院総合理工学研究科環境エネルギー工学専攻 教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Architectural Eng., Tsukuba College of Tech., Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architectural Eng., Tsukuba College of Tech., M. Eng.

Prof., Department of Energy and Environmental Engineering, Kyushu University, Dr. Eng.

表1 各地の暖房ディグリーデーと冷房ディグリーアワー

都市	緯度、経度	(暖房開始温度5℃、室温18℃)			(暖房開始温度10℃、室温18℃)			(暖房開始温度15℃、室温18℃)			(冷房開始温度23℃、室温25℃)		
		開始日	終了日	HDD18(5)	開始日	終了日	HDD18(10)	開始日	終了日	HDD18(15)	開始日	終了日	CDH25(23)
北京	39°56'N, 116°17'E	11月14日	3月9日	2112	10月29日	3月28日	2479	10月12日	4月18日	2665	5月28日	9月3日	4184
長春	43°54'N, 125°13'E	10月22日	4月4日	4132	10月11日	4月24日	4453	9月16日	5月16日	4683	7月20日	8月7日	365
長沙	28°14'N, 112°52'E	1月6日	1月26日	281	11月27日	3月7日	1491	11月7日	4月7日	1520	5月21日	9月14日	7724
成都	30°40'N, 104°01'E	-	-	0	11月26日	3月7日	1122	10月29日	4月7日	1441	5月29日	9月7日	2786
大連	38°54'N, 121°38'E	11月16日	3月25日	2402	11月5日	4月12日	2695	10月12日	5月13日	2997	7月10日	9月1日	704
丹東	40°03'N, 124°20'E	11月9日	3月30日	2949	10月18日	4月21日	3366	9月26日	5月15日	3628	7月24日	8月21日	500
定海	30°02'N, 122°07'E	-	-	0	12月6日	3月29日	1206	11月9日	4月21日	1463	6月22日	9月20日	4027
福州	26°05'N, 119°17'E	-	-	0	-	-	0	11月28日	4月3日	1008	5月23日	10月6日	8651
格爾木	36°25'N, 94°54'E	10月16日	4月6日	3670	9月26日	5月3日	4167	9月3日	6月14日	4502	-	-	0
広州	23°08'N, 113°19'E	-	-	0	-	-	0	12月16日	3月4日	211	4月20日	10月23日	11969
桂林	25°20'N, 110°18'E	-	-	0	12月15日	3月2日	713	11月24日	4月3日	999	5月10日	10月1日	8271
貴陽	26°35'N, 106°43'E	-	-	0	11月25日	3月10日	1191	10月22日	4月11日	1523	6月26日	9月2日	1368
哈密	42°49'N, 93°31'E	11月2日	3月16日	2983	10月15日	3月29日	3312	9月30日	4月28日	3507	6月1日	8月25日	5339
杭州	30°14'N, 120°10'E	1月2日	2月5日	468	11月26日	3月23日	1359	11月8日	4月16日	1582	5月31日	9月12日	6623
哈爾濱	45°45'N, 126°46'E	10月16日	4月9日	4694	10月1日	4月28日	5016	9月12日	5月18日	5226	7月30日	8月6日	426
合肥	31°52'N, 117°14'E	12月12日	2月10日	875	11月19日	3月29日	1662	10月27日	4月15日	1854	5月31日	9月11日	5551
呼和浩特	40°49'N, 111°41'E	10月24日	4月1日	3672	10月10日	4月24日	4022	9月16日	5月6日	4258	7月16日	7月21日	159
濟南	36°41'N, 116°59'E	11月25日	3月4日	1623	11月8日	3月28日	2032	10月16日	4月7日	2202	5月26日	9月9日	6135
景德鎮	29°18'N, 117°12'E	-	-	0	11月27日	3月8日	1115	11月8日	4月7日	1391	5月21日	9月25日	8480
鶏西	45°17'N, 130°57'E	10月17日	4月10日	4532	10月2日	5月3日	4908	9月11日	5月22日	5119	-	-	0
喀什	39°28'N, 75°59'E	11月8日	3月9日	2356	10月19日	3月27日	2753	10月3日	4月14日	2942	6月18日	8月24日	3226
庫爾勒	41°45'N, 86°08'E	11月5日	3月10日	2539	10月20日	3月26日	2870	10月8日	4月14日	3036	5月29日	6月8日	346
昆明	25°01'N, 102°41'E	-	-	0	11月27日	2月11日	725	10月18日	3月24日	1170	-	-	0
蘭州	36°03'N, 103°53'E	11月5日	3月11日	2716	10月16日	4月5日	2934	9月24日	5月15日	3186	7月17日	7月21日	249
ラサ	29°40'N, 91°08'E	11月2日	3月15日	2277	10月15日	5月2日	2968	8月15日	5月30日	3417	-	-	0
龍州	22°22'N, 106°45'E	-	-	0	-	-	0	12月20日	3月1日	202	4月16日	10月20日	12148
南昌	28°36'N, 115°55'E	-	-	0	11月29日	3月9日	1099	11月8日	4月7日	1385	5月19日	9月26日	8859
南京	32°00'N, 118°48'E	12月11日	2月26日	1097	11月17日	3月29日	1676	10月26日	4月17日	1868	5月31日	9月13日	5741
南寧	22°49'N, 108°21'E	-	-	0	-	-	0	12月17日	3月4日	332	4月18日	10月20日	12242
青島	36°04'N, 120°20'E	11月27日	3月19日	1834	11月10日	4月11日	2249	10月17日	5月7日	2506	7月7日	9月8日	1077
齊齊哈爾	47°23'N, 123°55'E	10月16日	4月10日	4763	9月26日	5月1日	5167	9月12日	5月16日	5325	-	-	0
上海	31°10'N, 121°26'E	1月3日	2月15日	577	11月26日	3月30日	1462	11月7日	4月21日	1674	6月8日	9月16日	5554
紹興	24°48'N, 113°35'E	-	-	0	-	-	0	11月26日	3月30日	685	5月6日	10月16日	11668
瀋陽	41°46'N, 123°26'E	11月6日	3月28日	3251	10月15日	4月14日	3664	9月24日	5月2日	3879	6月23日	8月27日	1622
唐山	39°40'N, 118°09'E	11月10日	3月22日	2582	10月26日	4月2日	2850	10月10日	4月28日	3071	6月15日	8月31日	2519
天津	39°06'N, 117°10'E	11月15日	3月10日	2109	11月4日	3月31日	2476	10月17日	4月17日	2688	5月30日	9月6日	4127
烏魯木齊	43°47'N, 87°37'E	10月25日	3月29日	3841	10月7日	4月14日	4203	9月21日	5月12日	4428	6月26日	8月18日	1880
武漢	30°37'N, 114°08'E	12月23日	2月5日	611	11月23日	3月11日	1314	11月5日	4月7日	1609	5月20日	9月14日	7275
西安	34°18'N, 108°56'E	11月23日	3月3日	1638	11月5日	3月29日	2097	10月12日	4月16日	2328	6月3日	8月31日	4169
西寧	36°37'N, 101°46'E	10月27日	3月31日	3142	10月1日	4月26日	3671	9月3日	6月8日	4072	-	-	0
崖県	18°14'N, 109°31'E	-	-	0	-	-	0	-	-	0	2月14日	11月28日	17245
宜昌	30°42'N, 111°18'E	1月10日	1月24日	172	11月26日	3月10日	1188	11月6日	4月5日	1474	5月22日	9月11日	5813
伊春	47°43'N, 128°54'E	10月12日	4月14日	5380	9月22日	5月5日	5827	9月8日	5月29日	6053	-	-	0
銀川	38°29'N, 106°13'E	11月4日	3月26日	2953	10月14日	4月13日	3350	9月24日	5月4日	3564	7月11日	8月11日	840
伊寧	43°57'N, 81°20'E	11月3日	3月22日	2998	10月10日	4月9日	3423	9月27日	4月27日	3575	6月28日	8月6日	1393
鄭州	34°43'N, 113°39'E	11月26日	3月2日	1548	11月8日	3月29日	2013	10月14日	4月14日	2217	5月30日	9月5日	4936

注: HDD18(5), HDD18(10), HDD18(15)はそれぞれ開始温度が5℃, 10℃, 15℃、室温が18℃の時の暖房ディグリーデー
CDH25(23)は開始温度が23℃、室温が25℃のときの冷房ディグリーアワー

ずしも単調でないため、各地の暖(冷)房開始日は次のように決めている。まず、対象都市における各年の日別平均外気温を求め、その日の平均気温を中心とした5日間の単純移動平均を行い、さらに1982～1997年の間の日別平均気温を求めて、単調な日平均気温カーブを得た。単純移動平均の日数を5日間にしたのは3日間移動平均で単調な日平均気温カーブを得ることができなかったためである。このようにして得た46都市における5℃, 10℃, 15℃を開始温度とした暖房ディグリーデーおよび23℃を開始温度とした冷房ディグリーアワーを表1に示す。

3. 標準日気象データ

3-1 標準日気象データの必要性

観測気象データに基づいて作成した1時間間隔気象データは日本の標準気象データ⁵⁾や拡張アメダスデータ⁶⁾などをはじめ、数多く存在している。著者らは中国の46都市における標準年気象データを作成し、それを用いて中国の暖冷房負荷の地域特性を解明している。このような標準年気象データは住宅の熱挙動のシミュレーションを行う際大変有意義であるが、データは膨大であるうえ、それを用いて負荷計算を行う際、標準月における各気象要素の累年平均値からの乖離によって、標準年気象データで得られる空調負荷は必ずしも

図1 1月における標準年気象データと時刻別月平均気象データによる暖房負荷の関係

図2 7月における標準年気象データと時刻別月平均気象データによる冷房負荷の関係

図3 1月における標準年気象データと標準日気象データによる暖房負荷の相関

図4 7月における標準年気象データと標準日気象データによる冷房負荷の関係

その累年平均値と一致するとは限らない。さらに、データ処理をせずに、標準月をベースにした年間気象データからその地方の気候特性を知ることは難しい。以上の理由で、簡素で、かつその地方の気候特性を反映した気象データが望まれる。標準日気象データとして各月の観測気象データの中から空調負荷的に見てもっとも平均的な日を選ぶことも考えられるが、それを用いて空調負荷計算を行う際、周期定常になるまで同じ日のデータを繰り返して利用するため、1時の各気象要素のデータが24時のそれに近いことが求められる。しかし、観測データを用いる場合、ほとんどの日において、これらの条件を満たすことは困難である。

時刻別の各気象要素の月平均値を求めれば、それによる空調負荷がその月の1時間間隔の気象データによる空調負荷に近いだろうと推測される。そこで、この仮説を証明するために、以下のシミュレーションを行った。まず、シミュレーション用住宅モデルとして前報に示すモデルB²⁾を用いる。このモデルは延床面積が86.8 m²となっており、中国都市部の新築集合住宅の平均的なものである⁷⁾。住宅はレンガ造とし、外壁の厚さは一律36cmである。また、内壁の厚さを24cmとする。中国の実際の住宅構造や、レンガの保温性を考え、外壁に断熱材を設けないことにする。住宅の換気回数はすべ

て0.5回/hと仮定し、窓は建物の所在地と関係なく2重ガラスとしている。このような仮定に基づいて算出した熱損失係数⁸⁾は1.13W/m²℃となっている。シミュレーションの対象となる住戸は集合住宅の中間階にあり、同じ階の両端でない住戸を想定している。

次に、表1に示す46都市における標準年気象データから時刻別の各気象要素の月平均値を求め、24時間分の気象データを得た。それを繰り返し、前述した住宅の1時間間隔の空調負荷のシミュレーションを行った。その際、各時刻の空調負荷が日周期の周期定常状態に入ったことを確認して計算を終了し、1日分の空調負荷に日数を乗じて得た負荷値をその月の積算負荷とした。このようにして求められた1月の暖房負荷と7月の冷房負荷を前報で述べた標準年気象データによる暖冷房負荷と比較し、それぞれ図1と図2に示す。標準年気象データから得られた時刻別の各気象要素の月平均値による暖房負荷と冷房負荷は標準年気象データによるそれとの相関が1に近く、空調負荷の月積算値を求める場合、標準年気象データの時刻別における各気象要素の月平均値の重複使用で標準年気象データを代替できることが明らかである。

さらに、解析期間(1982～1997年)における時刻別の各気象要素月平均値を求めて各月につき24時間分のデータを得、それを重複使用

表2 中国主要都市における標準気象データ(1月)

都市	北京時間	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時
北京	乾球温度(°C)	-5.0	-5.3	-5.8	-5.9	-6.1	-6.5	-6.5	-6.6	-5.5	-3.8	-1.9	-0.5	0.4	0.9	0.9	0.6	0.0	-0.8	-1.8	-2.6	-3.3	-3.8	-4.2	-4.7
	絶対湿度(0.1g/kg)	12	12	12	12	11	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	12	11	12	13	13	13	13	12	13
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	35	145	265	369	425	411	337	245	135	20	0	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.4	2.6	2.9	3.0	3.2	3.3	3.2	3.0	2.8	2.7	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1
	雲量	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
長春	乾球温度(°C)	-16.3	-16.5	-17.1	-17.4	-17.7	-18.0	-17.9	-18.0	-16.8	-15.1	-13.2	-11.7	-10.9	-10.8	-11.2	-12.0	-12.8	-13.5	-14.1	-14.5	-15.1	-15.4	-15.7	-16.2
	絶対湿度(0.1g/kg)	8	7	8	8	7	7	7	7	8	8	9	9	9	9	9	9	8	9	8	8	8	8	7	8
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	58	146	235	309	340	309	226	131	35	0	0	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5	4.7	4.9	5.1	4.5	3.8	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	雲量	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
長沙	乾球温度(°C)	4.0	3.8	3.5	3.4	3.3	3.1	3.1	3.1	3.6	4.4	5.2	6.0	6.6	7.0	7.2	7.2	7.0	6.5	5.9	5.4	5.0	4.7	4.4	4.1
	絶対湿度(0.1g/kg)	45	44	44	44	43	44	43	43	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	45	45	46	45	45	45
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	30	92	158	221	269	277	247	203	134	58	0	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.4	2.6	2.7	2.8	2.8	2.8	2.7	2.6	2.4	2.3	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
	雲量	8	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7
成都	乾球温度(°C)	4.4	4.2	3.9	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.5	4.3	5.3	6.4	7.5	8.3	8.8	8.9	8.5	7.8	7.0	6.2	5.8	5.4	5.0	4.7
	絶対湿度(0.1g/kg)	47	46	47	46	45	46	45	44	46	47	47	48	47	45	45	45	46	48	48	48	48	48	47	47
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	0	40	98	163	239	289	291	258	185	97	22	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7
	雲量	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
福州	乾球温度(°C)	9.6	9.5	9.2	9.2	9.0	8.9	9.0	9.0	9.7	10.7	11.8	12.8	13.5	13.8	13.7	13.3	12.6	12.0	11.4	10.9	10.5	10.2	10.0	9.7
	絶対湿度(0.1g/kg)	61	60	60	60	59	60	60	59	60	60	60	61	62	62	63	63	62	62	62	61	62	61	61	61
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	5	67	144	225	304	352	349	295	216	123	37	0	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3	2.5	2.7	2.8	2.9	3.0	2.9	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2
	雲量	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
広州	乾球温度(°C)	12.3	12.1	11.7	11.6	11.4	11.2	11.3	11.3	12.2	13.6	14.9	16.0	16.7	17.1	17.4	17.4	16.9	16.1	15.0	14.1	13.6	13.3	13.0	12.6
	絶対湿度(0.1g/kg)	71	70	70	69	67	68	68	67	67	67	66	67	68	68	69	69	69	70	72	72	73	72	71	71
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	54	148	257	364	421	415	362	293	201	96	4	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.9	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0	1.6	1.3	1.5	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6
	雲量	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
哈尔滨	乾球温度(°C)	-20.6	-20.9	-21.3	-21.3	-21.5	-21.8	-21.5	-21.5	-20.2	-18.2	-15.9	-14.0	-12.7	-12.3	-12.7	-13.6	-14.8	-16.0	-17.1	-17.9	-18.7	-19.2	-19.8	-20.3
	絶対湿度(0.1g/kg)	6	5	6	6	5	6	5	6	5	6	7	7	9	8	8	8	7	8	7	7	7	7	6	6
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	55	136	216	278	305	269	188	103	16	0	0	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.2	2.2	2.7	3.2	3.6	3.5	3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	3.5	3.7	3.8	3.5	3.2	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2
	雲量	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
呼和浩特	乾球温度(°C)	-13.0	-13.4	-14.0	-14.2	-14.5	-15.0	-15.1	-15.3	-14.0	-11.9	-9.7	-8.0	-6.9	-6.3	-6.0	-6.0	-6.5	-7.5	-8.8	-10.0	-10.8	-11.4	-12.0	-12.7
	絶対湿度(0.1g/kg)	9	8	9	9	8	8	8	8	9	10	10	11	11	11	11	11	11	10	9	10	9	9	9	9
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	3	93	200	302	370	370	312	239	147	44	0	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.5	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
	雲量	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
ラサ	乾球温度(°C)	-3.3	-4.0	-4.8	-5.5	-6.1	-6.7	-7.1	-7.5	-6.7	-5.2	-3.2	-1.0	1.0	2.9	4.4	5.4	5.5	4.9	3.7	2.1	0.9	-0.6	-1.7	-2.5
	絶対湿度(0.1g/kg)	9	9	9	9	8	9	8	9	8	9	9	9	8	7	8	7	7	8	8	8	8	9	8	9
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	0	11	159	328	486	591	617	594	495	344	189	37	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	3.0	2.7	2.5	2.3	2.0	2.0	2.0	1.9	2.1	2.4	2.6	3.1	3.5	3.9	4.2	4.5	4.8	4.1	3.3	2.4	2.8	3.2	3.5	3.3
	雲量	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	4	4	4	3	3
南京	乾球温度(°C)	1.0	0.8	0.4	0.3	0.1	-0.1	0.1	0.1	1.2	2.6	4.1	5.2	5.8	6.1	6.1	6.0	5.5	4.7	3.9	3.0	2.5	2.1	1.7	1.2
	絶対湿度(0.1g/kg)	35	34	34	34	33	34	34	33	34	35	34	35	35	34	34	34	34	35	35	35	35	35	34	35
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	0	54	142	241	332	379	360	292	215	123	28	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	2.0	2.4	2.8	3.0	3.1	3.2	3.1	2.9	2.6	2.5	2.3	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0
	雲量	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
上海	乾球温度(°C)	3.0	2.8	2.5	2.5	2.4	2.2	2.5	2.6	3.5	4.7	5.9	6.7	7.1	7.1	7.0	6.6	6.1	5.5	4.8	4.3	3.9	3.7	3.4	3.0
	絶対湿度(0.1g/kg)	39	38	39	39	38	38	38	38	38	39	38	38	37	37	37	37	37	38	38	38	39	39	38	39
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	4	78	172	269	346	379	349	274	196	104	14	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.7	3.0	3.3	3.4	3.4	3.5	3.4	3.2	3.0	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.2	2.2	2.2
	雲量	6	5	6	5	5	5	6																	

表3 中国主要都市における標準気象データ(7月)

都市	北京時間	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時
北京	乾球温度(°C)	24.0	23.7	23.2	23.0	22.7	23.0	23.9	24.5	25.4	26.5	27.4	28.3	29.0	29.5	29.7	29.7	29.4	28.8	28.1	27.2	26.5	25.7	25.0	24.5
	絶対湿度(0.1g/kg)	154	152	152	152	150	151	151	150	151	151	150	150	150	149	148	148	148	150	152	154	155	155	155	156
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	1	53	134	218	324	404	479	522	521	487	425	330	226	129	41	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.5	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.6	2.8	2.8	2.9	2.9	2.7	2.4	2.1	2.0	1.9	1.7	1.6
	雲量	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6
長春	乾球温度(°C)	20.4	20.2	19.8	19.8	19.6	20.1	21.4	22.3	23.3	24.1	24.8	25.2	25.6	25.9	26	25.9	25.5	24.7	23.7	22.8	22.2	21.7	21.2	20.8
	絶対湿度(0.1g/kg)	133	131	131	131	129	132	133	135	136	136	136	136	136	135	136	136	136	138	139	139	138	137	135	135
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	39	111	209	307	413	468	508	508	474	431	365	273	175	84	11	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.7	3.0	3.2	3.4	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8	3.7	3.6	3.4	3.0	2.6	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2
	雲量	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	5	5
長沙	乾球温度(°C)	26.9	26.6	26.3	26.2	26	26.2	26.9	27.3	28.3	29.4	30.3	31.1	31.6	31.9	32.1	32	31.7	31	30.1	29.2	28.6	28	27.5	27.1
	絶対湿度(0.1g/kg)	191	189	189	188	186	187	188	188	189	189	188	188	188	187	186	186	186	188	190	192	193	193	192	192
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	17	104	196	317	423	524	570	558	509	438	340	232	123	27	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.8	2.0	2.1	2.4	2.8	3.1	3.2	3.4	3.5	3.4	3.3	3.1	2.8	2.4	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8
	雲量	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	5
成都	乾球温度(°C)	23.5	23.2	22.9	22.7	22.5	22.5	22.9	23.0	23.9	24.9	25.9	26.7	27.3	27.7	28.0	28.1	28.0	27.5	26.8	26.0	25.5	24.8	24.3	23.9
	絶対湿度(0.1g/kg)	171	168	167	166	163	164	165	165	167	168	169	170	171	170	171	171	172	174	176	177	177	176	174	173.2
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	35	88	171	263	364	422	426	413	372	305	233	144	59	2	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9	1.0
	雲量	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
福州	乾球温度(°C)	26.8	26.6	26.3	26.2	26.1	26.3	27.3	27.9	29.0	30.3	31.5	32.5	33.1	33.3	33.1	32.5	31.6	30.4	29.4	28.5	27.6	27.3	26.9	
	絶対湿度(0.1g/kg)	190	189	189	189	187	189	190	191	191	191	190	190	190	191	193	195	195	195	193	191	191	190	189	190
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	46	145	248	381	493	601	649	627	555	444	309	183	75	0	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.4	2.0	1.9	1.7	1.5	1.5	1.5	1.4	1.8	2.2	2.6	3.2	3.9	4.5	4.8	5.1	5.3	5.1	4.7	4.3	3.9	3.5	3.0	2.7
	雲量	6	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	5	5.4
広州	乾球温度(°C)	27.0	26.9	26.5	26.5	26.3	26.5	27.3	27.8	28.7	29.6	30.4	30.9	31.3	31.5	31.5	31.4	31.1	30.4	29.6	28.8	28.3	27.9	27.5	27.2
	絶対湿度(0.1g/kg)	202	201	201	201	199	200	201	201	200	199	196	195	194	193	193	193	194	196	198	200	201	202	201	201.9
	水平面日射量(W/m²)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	97	189	305	390	473	501	472	433	374	289	200	101	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	風速(m/s)	1.3	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.5	2.2	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5
	雲量	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6	5	5
哈尔滨	乾球温度(°C)	19.3	19.0	18.7	18.7	18.6	19.3	21.0	22.1	23.3	24.2	24.8	25.2	25.6	25.8	25.9	25.7	25.1	24.3	23.3	22.2	21.6	20.8	20.2	19.7
	絶対湿度(0.1g/kg)	126	123	124	123	122	125	128	131	132	132	131	131	130	130	130	129	131	133	133	132	131	128	127.8	
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	50	126	237	349	455	497	523	511	469	420	349	253	163	78	10	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.7	3.1	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	4.0	3.9	3.7	3.4	3.1	2.8	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3
	雲量	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	5	5.1
呼和浩特	乾球温度(°C)	19.4	18.8	18.2	17.8	17.4	17.9	19.5	20.5	21.9	23.2	24.2	25.2	25.9	26.5	26.8	26.8	26.5	26	25.3	24.2	23.2	21.8	20.8	20.1
	絶対湿度(0.1g/kg)	97	96	96	95	94	95	96	97	98	98	97	97	96	95	94	93	92	93	94	95	97	98	98	98
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	43	125	213	317	394	471	498	480	446	378	284	189	96	13	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.6	2.8	2.9	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8	3.7	3.7	3.5	3.2	2.9	2.8	2.6	2.4	2.4
	雲量	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	7	7	6	6.1
ラサ	乾球温度(°C)	14.1	13.4	12.9	12.3	11.9	11.6	11.5	11.3	12.5	14.1	15.9	17.4	18.5	19.5	20.3	20.9	21.3	21.3	20.7	19.6	18.5	16.8	15.6	14.9
	絶対湿度(0.1g/kg)	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	64	64	63	61	61	60	60	60	61	62	63	64	64	65
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	0	0	53	152	291	474	594	660	695	665	594	498	362	207	80	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.61	1.5	1.5	1.47	1.4	1.36	1.3	1.2	1.41	1.59	1.76	1.85	1.92	1.96	2.11	2.24	2.33	2.27	2.16	2	1.95	1.85	1.7	1.67
	雲量	8	7	7	7	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7
南京	乾球温度(°C)	25.9	25.7	25.4	25.3	25.2	25.5	26.5	27.1	28	28.9	29.7	30.2	30.5	30.7	30.7	30.6	30.1	29.5	28.6	27.9	27.4	26.9	26.6	26.2
	絶対湿度(0.1g/kg)	191	189	190	189	187	189	191	191	192	192	191	190	189	188	187	187	188	190	191	192	193	193	192	192
	水平面日射量(W/m²)	0	0	0	0	0	49	137	234	348	433	509	527	496	451	379	282	182	87	7	0	0	0	0	0
	風速(m/s)	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.5	3.6	3.7	3.8	3.7	3.5	3.3	3.0	2.6	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7
	雲量	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6
上海	乾球温度(°C)	26.1	26	25.9	25.8	25.8	26.2	27.1	27.8	28.7	29.5	30.2	30.6	30.9	31	30.9	30.5	30	29.2	28.3	27.5	27.2	26.8	26.5	26.3
	絶対湿度(0.1g/kg)	194	193	193	193	191	193	194	195	196	196	195	195	194											

表4 各地における暖房設計用時刻別温湿度(冬季)

都市	危険率	北京時間	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	冬季設計温度(℃)
北京	2.5%	乾球温度(℃)	-9.7	-10.0	-10.5	-10.8	-11.3	-11.4	-11.4	-11.7	-10.4	-8.4	-6.9	-5.9	-5.3	-5.0	-5.0	-5.2	-5.8	-6.3	-6.9	-7.6	-8.2	-8.6	-9.1	-9.6	-9.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	
	乾球温度(℃)	-8.7	-9.1	-9.7	-9.7	-10.1	-10.4	-10.3	-10.4	-9.1	-7.6	-6.1	-4.9	-4.2	-3.9	-3.7	-4.2	-4.6	-5.0	-5.7	-6.4	-6.9	-7.4	-7.9	-8.5		
	絶対湿度(g/kg ¹)	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4		
長春	2.5%	乾球温度(℃)	-23.5	-23.9	-24.4	-24.6	-24.9	-25.1	-24.7	-25.1	-24.2	-22.4	-20.5	-19.3	-18.5	-18.3	-18.9	-19.7	-20.1	-20.2	-20.7	-21.3	-21.9	-22.3	-22.9	-23.1	-23.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	
	乾球温度(℃)	-22.1	-22.3	-22.9	-22.9	-23.2	-23.6	-23.7	-23.9	-22.6	-20.7	-18.8	-17.3	-16.7	-16.7	-17.0	-17.6	-18.3	-18.9	-19.6	-20.1	-20.8	-21.2	-21.5	-21.9		
	絶対湿度(g/kg ¹)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	
長沙	2.5%	乾球温度(℃)	-0.7	-0.8	-1.0	-1.2	-1.4	-1.7	-1.5	-1.6	-0.7	0.0	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	-0.1	-0.1	-0.4	-0.6	0.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9	2.8	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	2.9	2.9	2.9	
	乾球温度(℃)	0.3	0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7	-0.6	-0.6	0.2	0.7	1.1	1.5	1.6	1.8	1.8	1.8	1.9	1.7	1.6	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5		
	絶対湿度(g/kg ¹)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	2.9	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	
成都	2.5%	乾球温度(℃)	0.7	0.1	-0.4	-0.5	-0.8	-1.2	-1.0	-1.4	-0.8	0.3	1.7	2.9	3.4	3.9	4.0	3.9	3.7	3.5	3.1	2.8	2.4	1.9	1.5	1.1	2.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	3.4	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.0	2.7	2.6	2.6	2.7	3.1	3.3	3.4	3.6	3.5	3.4	3.5	
	乾球温度(℃)	1.4	1.0	0.7	0.5	0.2	-0.1	-0.2	-0.4	0.3	1.5	2.4	3.6	4.4	4.8	4.9	4.9	4.8	4.6	4.1	3.3	2.8	2.7	2.3	1.8		
	絶対湿度(g/kg ¹)	3.7	3.6	3.7	3.6	3.5	3.5	3.5	3.4	3.6	3.7	3.7	3.7	3.4	3.1	3.0	2.9	3.0	3.3	3.6	3.7	3.7	3.8	3.7	3.8		
福州	2.5%	乾球温度(℃)	4.6	4.4	4.2	4.0	3.8	3.5	3.8	3.9	4.7	5.6	6.1	6.4	6.6	6.6	6.6	6.5	6.4	6.2	5.9	5.6	5.4	5.1	5.0	4.6	6.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7	2.7	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.2	3.1	3.1	
	乾球温度(℃)	5.5	5.3	5.0	4.9	4.7	4.5	4.8	4.7	5.6	6.5	7.0	7.4	7.6	7.6	7.6	7.4	7.2	7.0	6.7	6.4	6.1	6.0	5.8	5.6		
	絶対湿度(g/kg ¹)	3.6	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3	3.4	3.4	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	
広州	2.5%	乾球温度(℃)	6.2	5.9	5.6	5.5	5.4	5.1	5.1	4.9	6.0	6.9	7.2	7.6	7.9	8.2	8.2	8.1	8.1	7.8	7.7	7.1	7.0	6.9	6.7	6.4	7.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	
	乾球温度(℃)	7.2	6.8	6.5	6.4	6.2	6.1	6.2	6.1	6.9	7.9	8.3	8.8	9.1	9.2	9.3	9.4	9.4	9.2	8.9	8.5	8.2	8.1	7.8	7.4		
	絶対湿度(g/kg ¹)	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.3	3.6	3.7	3.6	3.6	3.4	3.5		
哈尔滨	2.5%	乾球温度(℃)	-28.4	-29.0	-29.4	-29.9	-30.4	-30.6	-30.0	-29.6	-27.4	-25.1	-22.8	-21.7	-20.9	-20.7	-21.0	-21.7	-22.7	-23.2	-24.3	-25.3	-26.0	-27.1	-27.8	-28.4	-26.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	
	乾球温度(℃)	-26.9	-27.4	-27.9	-27.9	-28.3	-28.4	-28.1	-28.2	-26.4	-23.7	-21.4	-19.6	-18.6	-18.6	-19.4	-20.1	-20.9	-21.7	-22.6	-23.7	-24.5	-25.4	-26.1	-26.5		
	絶対湿度(g/kg ¹)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3		
呼和浩特	2.5%	乾球温度(℃)	-19.3	-19.7	-20.2	-20.5	-20.8	-21.3	-21.3	-21.6	-20.1	-18.5	-16.6	-15.1	-13.8	-13.3	-13.2	-13.8	-14.3	-14.7	-15.6	-16.5	-17.2	-17.9	-18.5	-19.1	-19.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	
	乾球温度(℃)	-18.1	-18.4	-18.9	-19.1	-19.4	-19.9	-20.0	-20.1	-18.8	-16.7	-15.0	-13.5	-12.3	-11.7	-11.7	-11.9	-12.4	-13.1	-14.1	-15.1	-15.8	-16.4	-17.0	-17.5		
	絶対湿度(g/kg ¹)	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4		
ラサ	2.5%	乾球温度(℃)	-8.4	-9.2	-9.6	-10.2	-10.9	-11.5	-11.8	-12.1	-11.3	-9.9	-8.4	-6.4	-4.6	-2.7	-1.7	-0.9	-0.8	-1.4	-2.4	-3.8	-4.6	-6.0	-7.1	-7.9	-6.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	
	乾球温度(℃)	-7.3	-7.9	-8.7	-9.3	-10.0	-10.5	-10.8	-11.4	-10.4	-8.9	-7.1	-5.1	-3.2	-1.6	-0.4	0.2	0.2	-0.2	-0.3	-1.3	-2.6	-3.6	-5.0	-6.2	-6.9	
	絶対湿度(g/kg ¹)	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	
南京	2.5%	乾球温度(℃)	-4.4	-4.8	-5.2	-5.4	-5.6	-5.8	-5.3	-5.1	-3.7	-2.1	-0.9	-0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	-0.1	-0.5	-0.9	-1.8	-2.4	-2.9	-3.4	-4.0	-3.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8		
	乾球温度(℃)	-3.1	-3.5	-4.0	-4.2	-4.5	-4.6	-4.3	-4.2	-2.6	-1.0	0.1	0.7	1.1	1.2	1.3	1.1	0.9	0.5	-0.2	-0.9	-1.4	-1.8	-2.3	-2.9		
	絶対湿度(g/kg ¹)	2.0	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0		
上海	2.5%	乾球温度(℃)	-2.6	-3.1	-3.5	-3.4	-3.5	-3.7	-3.1	-3.0	-2.0	-0.9	0.3	0.9	1.3	1.3	1.1	0.8	0.7	0.3	-0.4	-1.0	-1.4	-1.7	-1.9	-2.3	-2.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	1.9	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	
	乾球温度(℃)	-1.4	-1.6	-2.2	-2.3	-2.5	-2.6	-2.2	-2.0	-0.9	0.3	1.4	2.1	2.3	2.4	2.3	2.0	1.8	1.3	0.8	0.2	-0.2	-0.4	-0.7	-1.2		
	絶対湿度(g/kg ¹)	2.2	2.1	2.2	2.2	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2		
瀋陽	2.5%	乾球温度(℃)	-20.0	-20.4	-21.0	-21.5	-21.7	-22.0	-21.9	-22.0	-21.8	-19.0	-16.0	-14.6	-13.9	-13.3	-13.7	-13.8	-14.4	-15.1	-16.0	-17.3	-17.8	-18.5	-19.0	-19.7	-19.0
		絶対湿度(g/kg ¹)	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	
	乾球温度(℃)	-18.4	-19.0	-19.4	-19.6	-20.0	-20.3	-20.2	-20.7	-19.2	-16.8	-14.5	-13.1	-12.2	-12.0	-12.2	-12.4	-12.9	-13.5	-14.1	-15.1	-15.9	-16.6	-17.3	-18.0		
	絶対湿度(g/kg ¹)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4		
天津	2.5%	乾球温度(℃)	-9.9	-9.8	-10.3	-10.4	-10.6	-10.9	-10.8	-10.8	-9.5	-7.9	-6.6	-5.6	-5.1	-4.8	-4.8</										

表5 各地における冷房設計用時刻別温湿度(夏季)

都市	危険率	北京時間	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	夏季設計温度(°C)
北京	2.5%	乾球温度(°C)	27.3	26.9	26.5	26.3	26.0	26.1	26.6	27.6	29.0	30.4	31.7	33.0	33.9	34.4	35.0	35.1	34.9	33.9	32.8	31.7	30.6	29.4	28.6	28.0	33.2
		絶対湿度(g/kg)	19.6	19.4	19.4	19.3	19.1	19.1	19.2	19.3	19.4	19.6	19.5	19.5	19.6	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.8	19.9	19.8	19.7	19.8	19.7	
	5.0%	乾球温度(°C)	26.7	26.2	25.7	25.4	25.2	25.3	26.0	26.9	28.2	29.7	31.0	32.1	33.1	33.8	34.2	34.1	33.8	33.0	31.9	30.7	29.8	28.7	28.0	27.3	
		絶対湿度(g/kg)	18.8	18.6	18.5	18.4	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.8	18.7	18.8	18.8	18.7	18.7	18.8	18.6	18.7	18.8	18.9	18.9	18.9	18.8	18.8	
長春	2.5%	乾球温度(°C)	24.2	23.9	23.6	23.6	23.5	23.9	25.1	26.3	27.8	29.0	30.0	30.5	31.0	31.6	31.7	31.6	31.1	29.8	28.6	27.2	26.5	25.7	25.2	24.5	30.5
		絶対湿度(g/kg)	17.0	16.8	16.8	16.7	16.5	16.7	16.9	17.3	17.5	17.6	17.6	17.6	17.7	17.7	17.7	17.9	17.8	17.7	17.6	17.6	17.4	17.3	17.1	17.1	
	5.0%	乾球温度(°C)	23.6	23.2	22.9	22.7	22.7	23.1	24.4	25.4	26.7	27.9	28.8	29.6	30.1	30.6	30.8	30.7	30.0	28.9	27.6	26.3	25.6	24.9	24.4	23.9	
		絶対湿度(g/kg)	16.0	15.9	15.9	15.7	15.6	15.8	16.1	16.3	16.6	16.7	16.7	16.8	16.7	16.7	16.9	17.0	16.9	16.9	16.9	16.7	16.6	16.5	16.3	16.1	
長沙	2.5%	乾球温度(°C)	29.8	29.5	29.0	28.8	28.7	28.7	29.6	30.2	31.6	33.0	34.3	35.2	35.8	36.2	36.7	36.8	36.3	35.5	34.3	33.0	32.1	31.4	30.9	30.2	35.8
		絶対湿度(g/kg)	21.9	21.7	21.7	21.6	21.4	21.5	21.6	21.6	21.7	21.7	21.7	21.6	21.7	21.7	21.8	21.9	21.8	21.9	22.0	22.3	22.1	22.0	22.1	22.0	
	5.0%	乾球温度(°C)	29.3	29.0	28.6	28.4	28.2	28.2	29.1	29.8	31.1	32.4	33.6	34.5	35.2	35.7	36.0	36.2	35.8	34.8	33.6	32.4	31.6	30.9	30.4	29.7	
		絶対湿度(g/kg)	21.2	21.2	21.1	21.0	20.8	21.0	21.0	21.1	21.1	21.1	21.1	21.2	21.2	21.2	21.1	21.2	21.3	21.2	21.4	21.6	21.5	21.5	21.6	21.4	
成都	2.5%	乾球温度(°C)	26.5	26.2	25.7	25.5	25.4	25.3	25.6	25.9	26.8	28.4	30.1	31.3	31.9	32.3	32.7	33.0	33.0	32.3	31.2	29.8	29.1	28.2	27.6	27.0	31.6
		絶対湿度(g/kg)	19.8	19.5	19.4	19.2	19.0	19.0	19.1	19.3	19.5	19.8	20.0	20.1	20.3	20.4	20.4	20.4	20.5	21.0	21.1	21.2	21.0	20.6	20.4	20.2	
	5.0%	乾球温度(°C)	26.0	25.7	25.3	25.0	24.9	24.8	25.1	25.3	26.3	27.9	29.3	30.5	31.2	31.7	32.1	32.5	32.2	31.4	30.4	29.3	28.5	27.6	27.0	26.5	
		絶対湿度(g/kg)	19.4	19.1	19.0	18.8	18.5	18.5	18.5	18.6	18.9	19.0	19.2	19.6	19.7	19.8	19.7	19.7	19.7	20.0	20.3	20.5	20.3	20.1	19.8	19.6	
福州	2.5%	乾球温度(°C)	28.5	28.3	27.9	27.9	27.8	27.9	29.0	29.8	31.2	32.8	34.2	35.6	36.6	36.9	36.8	36.2	35.0	33.5	31.8	30.5	29.9	29.4	29.1	28.7	35.2
		絶対湿度(g/kg)	20.6	20.5	20.6	20.6	20.5	20.7	21.0	21.1	21.3	21.5	21.5	21.6	21.9	21.9	22.1	22.1	22.1	22.0	21.5	21.1	21.0	20.9	20.6	20.7	
	5.0%	乾球温度(°C)	28.1	27.9	27.5	27.5	27.4	27.6	28.7	29.4	30.8	32.3	33.8	35.0	35.9	36.4	36.2	35.5	34.4	32.9	31.3	30.1	29.5	29.1	28.8	28.3	
		絶対湿度(g/kg)	20.4	20.3	20.3	20.3	20.3	20.4	20.6	20.8	21.0	21.0	20.9	21.1	21.3	21.5	21.6	21.8	21.8	21.5	21.1	20.7	20.6	20.6	20.4	20.4	
広州	2.5%	乾球温度(°C)	29.1	28.9	28.5	28.3	28.2	28.3	29.1	29.6	30.8	31.9	33.1	34.0	34.6	34.8	35.2	35.2	34.8	34.0	32.8	31.7	31.1	30.4	29.9	29.4	33.5
		絶対湿度(g/kg)	21.9	21.8	21.9	21.8	21.6	21.7	21.8	22.0	22.0	22.0	21.7	21.7	21.9	21.7	21.9	21.9	22.0	22.1	22.2	22.2	22.1	22.0	22.0	22.0	
	5.0%	乾球温度(°C)	28.7	28.5	28.1	28.0	27.9	28.0	28.7	29.2	30.3	31.5	32.6	33.4	34.1	34.4	34.6	34.8	34.5	33.6	32.4	31.3	30.6	29.9	29.4	28.9	
		絶対湿度(g/kg)	21.6	21.6	21.5	21.5	21.3	21.5	21.5	21.6	21.6	21.6	21.3	21.3	21.5	21.3	21.3	21.5	21.6	21.7	21.8	22.0	21.9	21.7	21.7	21.6	
哈尔滨	2.5%	乾球温度(°C)	23.5	23.4	23.0	22.8	22.6	23.0	24.6	26.2	27.9	29.3	29.8	30.4	31.0	31.4	31.8	31.8	30.9	29.7	28.1	26.7	25.8	25.2	24.5	23.9	30.3
		絶対湿度(g/kg)	16.1	15.8	15.8	15.9	15.8	16.1	16.6	16.8	17.1	17.4	17.2	17.3	17.2	17.0	17.2	17.3	17.4	17.4	17.4	17.4	17.2	16.9	16.5	16.4	
	5.0%	乾球温度(°C)	22.5	22.2	21.8	21.7	21.7	22.2	23.9	25.3	27.1	28.2	28.9	29.5	29.9	30.3	30.6	30.5	29.9	28.6	27.2	25.8	24.9	24.1	23.5	22.8	
		絶対湿度(g/kg)	15.4	15.1	15.1	15.0	15.0	15.3	15.6	16.1	16.3	16.4	16.4	16.3	16.2	16.3	16.3	16.4	16.4	16.3	16.5	16.3	16.1	15.9	15.6	15.5	
呼和浩特	2.5%	乾球温度(°C)	23.0	22.6	21.9	21.3	21.2	21.2	22.7	24.2	25.9	27.5	29.0	30.1	30.9	31.6	32.1	32.4	32.3	31.6	30.5	29.2	27.8	26.0	24.8	23.8	29.9
		絶対湿度(g/kg)	13.3	13.1	13.1	12.9	12.8	12.8	12.9	13.0	13.3	13.4	13.4	13.6	13.7	13.7	13.7	13.8	13.6	13.8	13.6	13.6	13.5	13.4	13.5	13.3	
	5.0%	乾球温度(°C)	22.2	21.6	20.9	20.5	20.2	20.5	21.8	23.2	25.0	26.4	27.6	28.7	29.7	30.4	30.9	31.1	31.0	30.5	29.5	28.3	26.9	25.1	24.1	23.2	
		絶対湿度(g/kg)	12.6	12.5	12.4	12.3	12.1	12.2	12.3	12.3	12.5	12.6	12.6	12.7	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7	
ラサ	2.5%	乾球温度(°C)	18.7	18.2	17.3	16.5	16.3	15.6	15.3	15.4	16.4	18.2	20.6	22.2	23.1	23.7	24.5	25.4	26.1	26.4	26.1	25.3	23.6	21.8	20.8	19.7	22.8
		絶対湿度(g/kg)	7.9	7.8	7.8	7.8	7.7	7.7	7.7	7.6	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.0	
	5.0%	乾球温度(°C)	18.0	17.5	16.6	15.9	15.4	15.0	14.7	14.6	15.7	17.5	19.6	21.4	22.4	23.1	23.9	24.8	25.4	25.5	25.3	24.2	22.8	20.9	19.7	18.7	
		絶対湿度(g/kg)	7.7	7.7	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.5	7.6	7.6	7.7	7.8	7.8	7.8	
南京	2.5%	乾球温度(°C)	29.1	28.8	28.4	28.2	28.0	28.4	29.8	30.7	31.9	33.2	34.2	34.9	35.4	35.8	35.8	35.8	35.2	34.3	32.9	31.7	31.0	30.5	30.0	29.4	35.0
		絶対湿度(g/kg)	22.3	22.1	22.0	21.9	21.7	21.8	22.0	22.2	22.3	22.3	22.3	22.3	22.1	22.0	21.8	21.9	21.9	21.9	22.1	22.5	22.4	22.5	22.6	22.4	
	5.0%	乾球温度(°C)	28.6	28.2	27.8	27.7	27.6	27.9	29.2	30.1	31.4	32.6	33.5	34.2	34.8	35.0	35.1	34.9	34.3	33.3	32.2	31.1	30.5	30.0	29.5	29.0	
		絶対湿度(g/kg)	21.6	21.4	21.3	21.2	21.1	21.2	21.4	21.7	21.7	21.7	21.7	21.5	21.5	21.3	21.2	21.2	21.2	21.3	21.5	21.9	21.9	21.7	21.7	21.7	
上海	2.5%	乾球温度(°C)	28.8	28.8	29.1	28.4	28.4	29.7	30.1	31.0	32.2	33.4	34.1	34.8	35.1	35.3	35.5	35.2	34.7	33.8	32.5	31.3	31.0	30.0	29.4	29.6	34.0
		絶対湿度(g/kg)	21.9	22.0	22.0	21.9	21.7	21.9	22.2	22.5	22.5	22.5	22.5	22.4	22.4	22.5	22.1	22.1	22.2	22.1	22.1	22.2	22.0	22.0	22.0	21.9	
	5.0%	乾球温度(°C)	28.1	28.0	28.2	27.8	27.8	28.6	29.5	30.4	31.5	32.6	33.5	34.1	34.5	34.7	34.6	34.4	33.6	32.6	31.5	30.4	30.3	29.1	28.7	28.8	
		絶対湿度(g/kg)	21.5	21.3	21.2	21.2	21.2	21.3	21.5	21.7	21.8	21.6	21.7	21.8	21.6	21.6	21.6	21.5	21.5	21.6	21.6	21.5	21.5	21.4	21.5	21.5	
瀋陽	2.5%	乾球温度(°C)	25.5	25.2	24.8	24.8	24.7	25.2	26.3	27.1	28.1	29.5	30.5	31.3	31.8	32.1	32.1	32.1	31.5	30.6	29.7	28.5	27.7	26.8	26.1	25.7	31.4
		絶対湿度(g/kg)	18.3	17.9	18.0	18.0	17.9	18.1	18.2	18.5	18.7	19.0	19.0	18.9	18.8	18.7	18.8	18.9	19.1	1							

して1月の暖房負荷と7月の冷房負荷をシミュレーションした。図3と図4には、それぞれ1月と7月における各時の各気象要素月平均値による空調負荷と標準年気象データによるものの比較を示す。図1と図2に示す相関関係と比べ、解析期間(1982~1997年)における時刻別の各気象要素平均値の方が標準年気象データによる負荷との相関係数が低い。また、偏差の絶対値を表すRSME(二次平均誤差)では図3と図4は図1と図2のそれぞれ7.1倍と1.8倍となる。前述の理由で、解析期間における時刻別月平均気象データ(後述の標準日気象データ)による月積算負荷をその住宅の月積算空調負荷の累年平均値と認めれば、標準年気象データによる月積算空調負荷の累年平均値の推定は誤差がやや大きいと言えよう。その原因は、標準年気象データ中の標準月の各気象要素月平均値が必ずしもその累年平均値と一致しないためと考えられる。

3-2 標準日気象データの作成

前節で述べたように、時刻別各気象要素の月平均値による空調負荷は標準年気象データより空調負荷の累年平均値を反映しているため、本研究ではこのような解析期間における時刻別各気象要素の月平均値をその月の標準日気象データと呼ぶことにする。表1に示す各都市において、解析期間(1982~1997年)における時刻ごとの各気象要素の月平均値を求め、この24時間分の気象データをその地方の標準日気象データとした。本論文では、紙面の関係で表1に示す46都市のうちの17都市について表2(1月)と表3(7月)に示す。1月と7月以外の月の標準日気象データや、他の都市の標準日気象データについては、ウェブページ等で公表する予定である。

以上の論述をまとめると、標準年気象データと比べ、標準日気象データには以下の長所がある。①簡潔でその地方の気候特性(各気象要素の最高値、最低値と日変動パターン)を表している。②それを用いて空調負荷の月積算値を求めるとき、標準年気象データより空調負荷の累年平均値に近い結果を得ることができる。③標準年気象データを用いたシミュレーションに比べ、標準日気象データによるその方が計算時間を大幅に短縮させることができる。標準日気象データを用いて空調負荷のシミュレーションを行う際、非定常伝熱計算のため、助走計算期間が必要であるものの、日周期の周期定常状態にさえ達せば、1日の結果で月積算負荷を推定することができるので、計算時間の短縮が図れる。

しかし、標準年気象データは意味がなくなるわけではない。月単位ではなく、任意期間における建物のシミュレーションを行う場合における標準年気象データの必要性は言うまでもない。

4. 暖冷房設備設計用気象データ

4-1 暖房設計用気象データ

前章で述べた標準日気象データは標準年気象データと同様、年間シミュレーション用気象データであり、暖冷房設備設計用気象データではない。暖冷房設備設計用気象データは最大負荷を算出するために、超過確率曲線による時刻別TAC(危険率)温度および湿度が必要になってくる⁹⁾。現在、中国の主要都市における冬季および夏季の設備設計用温度と湿度が設計規範として決まっているが、その危険率が明らかでないだけでなく、外気温度の日変動パターンも不明である。本研究では、解析期間(1982~1997年)の観測データに基づ

いて1時間に補完した気象データを統計処理し、表1に示す46都市の設計用気象データを作成して、そのうちの17都市の暖房設計用気象データを表4に示す。危険率は2.5%と5.0%の2とおりである。危険率を求める際、文献⁹⁾を参考にして、6月~9月を夏季、12月~3月を冬季としている。表4の右端に示す中国現行暖房設計温度⁴⁾は各都市とも危険率5%の日最低温度に近く、日本で多く用いられる危険率2.5%温度より高い。このことは中国の建築物はレンガやRCといった熱容量の大きい材料を多く使用しているため、設計基準が緩やかであることを示唆している。

4-2 冷房設計用気象データ

表5は各主要都市における危険率2.5%と5.0%時の冷房設計温度である。ラサを除いて、右端に示す現行中国冷房設計温度は危険率5.0%の日最高温度に近い。ラサでは、現行設計温度は危険率5.0%より2.7℃低い。それはラサの夏季における温度日較差の大きさや湿度の低さを加味しているためと推測される。

5. 終わりに

本論文で得た知見をまとめると、次のとおりである。

- (1) 5℃, 10℃, 15℃を開始温度とした暖房デグリーデーおよび23℃を開始温度とした冷房デグリーアワーを求めた。
- (2) 空調負荷の月積算値を求める場合、標準年気象データの時刻別における各気象要素の月平均値で標準年気象データを代替できることを明らかにした。
- (3) 時刻別各気象要素の月平均値をその月の標準日気象データと呼ぶことにし、主要都市における標準日気象データを作成した。
- (4) 補完された観測気象データに基づいて、中国主要都市における危険率別の暖冷房設計温度を作成した。

参考文献

- 1) 張 晴原, 浅野賢二: 中国主要都市の標準年気象データに関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No.543, pp.65-70, 2001年5月
- 2) 張 晴原, 浅野賢二, 林 徹夫, 今井 計: 中国の暖房負荷の地域特性, 日本建築学会計画系論文集, No.548, pp.69-74, 2001年10月
- 3) Q. Zhang, et al: Regional Characteristics of Air-Conditioning Loads for Residences in China, Proceedings of the 7th International IBPSA Conference (Rio de Janeiro), pp.645-652, 2001
- 4) 中華人民共和國標準 采暖通風与空調調節設計規範, p.51, 1988
- 5) 松尾陽, 横山浩一, 石野久彌, 川本昭吾: 空調設備の動的熱負荷計算入門, 日本建築設備士協会
- 6) 日本建築学会(赤坂,他執筆): 拡張アメダス気象データ, 丸善, 第1版, 2000年
- 7) 節能住宅設計実例図集編集委員会: 節能住宅設計実例図集, 中国建築工業出版社, p.9, 1999年
- 8) 住宅・建築省エネルギー機構 住宅の次世代省エネルギー基準, p.59, 平成11年
- 9) 空気調和・衛生工学会: 空気調和・衛生工学便覧 第2巻, p.17, 丸善, 1996年

(2001年10月1日原稿受理, 2002年2月14日採用決定)