

道路沥青及沥青混合料使用性能 气候区划的研究

沈金安

(交通部公路科学研究所 北京 100088)

姬菊枝

(黑龙江省松花江地区气象局 哈尔滨 150047)

提要 本文分析了中国气候的特点及其对沥青路面的影响,提出以年最高月平均最高温度(通常为7月)作为反映高温抗车辙能力的气候指标,以年极端最低气温作为反映低温抗裂性能的气候指标,以年降水量作为反映沥青路面水稳定性的气候指标,根据我国615个气象台站的30年数据资料分析,提出了我国沥青与沥青混合料使用性能气候分区标准的建议,以及温度和雨量的分区图。

关键词 沥青混合料 气候分区 高温抗车辙能力 低温抗裂性能
水稳定性

On the Climatic Region Charts for Road Bitumen and Mixture Performances

Shen Jin'an

(Research Institute of Highway, Beijing)

Ji Juzhi

(Heilongjiang Province Songhuajiang Meteorology Bureau, Harbin)

Abstract The Climatic region charts for road bitumen and mixture performances are formulated in this paper in the light of china's climate characteristics and the effects of them on bitumen pavement performance, with the annual mean monthly highest temperature (usually in July) as an indicator for rutting-resistance performance of the pavements in high temperature, with the extreme annual lowest temperature as an indicator for anti-cracking performance of the pavement in low temperature, and with annual rainfall as an indicator for the water-stability of the pavement. In mapping out the charts, thirty year data record from 615 meteorological stations were utilized.

Key words Bituminous mixture Climatic regions Rutting-resistance in high temperature Anti-cracking performance in low temperature
Water stability

1 前言

道路沥青混合料的路用性能主要受沥青性能的影响,而沥青性能又受到外在的环境因素如荷载及气候因素的影响。据工业发达国家的资料,在高速公路及城市道路上,夏季高温季节行车造成的车辙是路面使用性能降低,导致损坏的最重要的原因。同时,沥青路面冬季气温骤降及反复升温降温引起的沥青路面横向开裂,在不少寒冷地区普遍存在。

除温度因素外,水份对沥青混合料的性能也有重要影响。水份渗入沥青与集料的界面上,使粘附性降低,在荷载的作用下,集料产生剥离、坑洞,使路面混合料发生剥离和松散破坏。

因此,根据我国不同地区与不同气候的特点,提出实用的沥青分级标准;根据不同地区的不同气候条件对沥青质量及沥青混合料性质提出不同的要求,使路面具有较强的高温抗车辙能力、低温抗裂性能和水稳定性,并延长路面的使用寿命,是关系到公路路面使用质量的重要问题。提出道路沥青及沥青混合料使用性能气候区划在实用上有重要意义。

2 国内外研究概况

沥青及沥青路面使用性能的气候分级区划有别于现有的公路气候地带自然区划。前者仅适用于沥青及沥青混合料,后者则考虑公路整个结构层,且主要是土基及承载能力,其中土壤的水份是最重要的因素。1975年交通部颁发的“中国公路自然区划图”,根据我国地理、气候特点,采用年均温或月均温、潮湿系数来区划,重点在于地带性的公路区划。

沥青及沥青混合料使用性能的分级在我国还是首次研究,之前在《沥青路面施工及验收规范》中已按照1月份平均气温划分沥青路面施工气候分区,用以指导沥青路面施工。1988年,美国战略公路研究计划(SHRP)沥青项目,首先提出沥青及沥青混合料按气候分级的设想,以沥青路面使用性能为基础建立沥青及沥青混合料的标准。其沥青性能的气候分级,主要考虑温度因素,考虑高温和低温两种极端情况,直至1992年沥青标准第6稿,选用的指标仍然是夏季最高月平均气温及冬季预期最低温度。

自1992年底起,SHRP的沥青混合料设计软件SUPERPAVE根据美国5313个和加拿大779个国家级气象台站的数据资料,提出将空气温度改为路面沥青混合料温度,采用一年中温度最高的连续7天周期的路表下20mm深处的平均最高温度 $T_{20\text{mm}}$ (即7天的最高温度的平均值)为高温设计温度。路表温度与空气温度 T_{air} 的换算,通过纬度 lat 建立关系,根据FHWA的路面温度模式,在一年中最热的7天中,热气流传入路面深度20mm处的温度可用下式表示^[1]:

$$T_{20\text{mm}} = (T_{\text{air}} - 0.00618\text{lat}^2 + 0.0089\text{lat} + 42.2) \times 0.9545 - 17.78$$

按照SUPERPAVE的方法,从1992年8月的7稿起,以夏季连续7天最高平均路面设计温度^[2]分级,界限是52、58、64、70℃,共分5级;低温设计温度则是路表温度,且等于空气温度,以年最低气温表示,分级界限是-10、-16、-22、-28、-34、-40、-46℃,共分8级。由此得出1993年3月最终的沥青结合料规范SHRP1001。1994年3月,AASHTO据此提出了建议性标准MP1,高温的分级界限又增加了46、76、82℃,低温界限未变化。在该规范中,低温指标的试验温度比设计温度提高了10℃,疲劳性能的试验温度接近高温及低温设计温度的中值,比中值高了4℃。

沥青混合料的性能分级除了温度因素外,又增加了水分因素,并按年降雨量分级,分级界限为10、25、40英寸即254、635、1016mm,共分4级。加上交通量的影响,实际分级更多。

由于我国气候特点与美国不同，即使纬度相同，在高山与平原也各异，尤其缺乏路面温度与空气温度关系的测定数据，因此不能完全套用国外标准。

3 中国气候特点及其对沥青路面的影响

中国地处世界最大的欧亚大陆的东部，东临世界上最大的太平洋海面，北靠西伯利亚和北极，西部有世界上最高的青藏高原和帕米尔高原，是季风气候最典型、最强烈的大陆。冬季，北极和西伯利亚的冷空气长驱直入，受蒙古高压支配，又受到青藏高原及山地的阻碍，而在北方积聚，使中国北部冬季非常寒冷。在夏季，海洋季风达到最盛时，青藏高原的强烈幅射形成高压，太平洋暖流北上，受到高地的阻挡，一方面形成夏季暴雨集中，同时季风使气温普遍升高。因此，我国广大地区与世界同纬度地区相比，夏季炎热而冬季寒冷，年温差大的特点非常显著，这一点对道路沥青材料影响极大。

据研究，在冬季，寒潮大风天气使路面沥青混合料急剧收缩，往往是路面开裂的直接原因。蒙古高原和西伯利亚东部是强冷空气发源地，晚秋初冬开始，强大的冷空气迅速南下，一次寒流可使温度骤降达12℃，在东北和西北大部分地区可达14℃以上，个别地区可超过18℃，寒潮往往伴有6~7级以上大风，这样的强寒潮大多数年份都有1次或2次，冬季地面冷空气在高空西北气流引导下频频南侵我国，使我国东部地区的冬季在世界同纬度上最冷^[3]。表1可以看出我国许多地区与世界同纬度圈平均相比，冬季寒冷，夏季炎热，气温年较差大的情况。

以1月的平均气温为例，我国东北北部大约比同纬度圈偏低14~18℃，黄河流域偏低10~14℃，长江以南偏低8℃左右，华南沿海也偏低5℃左右。在东部，冬季气温可低至-20~-40℃，而同纬度的西欧国家，仅为2~10℃。1月平均气温0℃等温线在我国东部是沿33°N左右的淮河秦岭一线，为世界最南，而在日本是沿38°N，在西欧，由于墨西哥湾暖流的影响，0℃等温线在60°N以北甚至向北延伸到北极圈内。

美国本土地形是西高东低，所处的海陆相位置与我国的同纬度地区有相似之处，图1是中美两国投影合在一起的版图，图上把100°

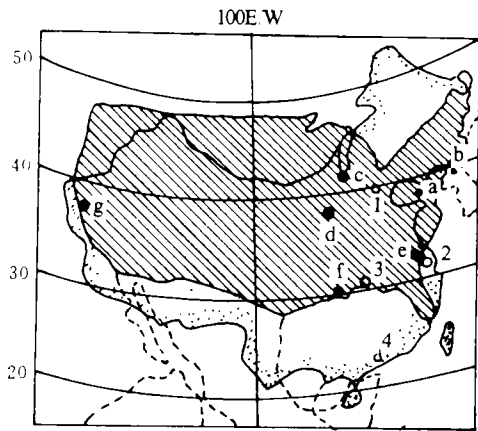


图1 中美两国地理位置对照示意图
注：南海诸岛未绘出，图中斜线区域为美国本土范围。
1 北京，2 上海，3 武汉，4 广州，a 华盛顿，b 纽约，
c 芝加哥，d 圣路易斯，e 萨凡纳，f 新奥尔良，g 旧金山

我国某些地区冬季冷夏季热气温年较差的情况 表1

纬 度	地 点	1 月	4 月	7 月	10 月	年平均	气温年较差
50°N	黑河（海拔166m）	-24.3	2.5	20.4	1.7	-0.4	44.7
	全球纬度圈平均	-7.2	8.2	17.9	6.9	5.8	25.1
40°N	北京（海拔32m）	-4.6	13.1	25.8	12.4	11.5	30.4
	全球纬度圈平均	5.5	13.1	24.0	15.7	14.1	18.5
30°N	武汉（海拔23m）	3.0	16.1	28.8	17.5	16.3	25.8
	全球纬度圈平均	14.7	20.1	27.3	21.5	20.4	12.6
20°N	海口（海拔14m）	17.2	24.9	28.4	24.8	23.8	11.2
	全球纬度圈平均	21.9	25.2	28.0	26.4	25.3	6.1

E 和 100°W 两经纬线重叠一处，但正如表 2 所示的那样，将同纬度的大西洋沿岸及中国沿海相比，两者夏季温度大体相仿，冬季温度则中国要冷好几度。在两国的内陆地区，中国的夏季炎热冬季寒冷的情况更为严重，由于亚州季风特别强烈的缘故，我国东部冬季平均温度及最低温度都较美国相应地区的为低。

与欧州相比，那里全年盛行大西洋上来的西风气流，气温年较差、年高低温差越向东就越有规律地增大，而我国是季风气候，冬季气温发自大陆，夏季气温来自海洋，不仅表现为冬冷夏热，而且夜冷昼热。这样的温度循环作用，对沥青路面的破坏力很大。

美国东海岸与内陆平原月平均温度随纬度变化及我国相应位置上的月平均温度 表 2

地 点	北 纬	高度（米）	1 月	7 月	地 点	北 纬	1 月	7 月
大西洋沿岸					中国沿海			
伊斯特波特	44°54′	23	－6.2	15.5（8月）	秦皇岛 青岛 上海 福州	39°55′	－6.1	24.5
波士顿	42°21′	38	－2.2	21.8		36°04′	－1.1	23.3
纽约	40°43′	96	－0.8	22.8		31°13′	3.4	27.1
诺福克	36°51′	28	4.7	25.6				
查尔士顿	32°47′	15	9.7	26.9				
杰克森维尔	30°20′	13	12.8	27.2				
迈阿密	25°46′	8	19.7	27.8（8月）	福州	26°00′	10.5	28.6
内陆平原（沿 90°W 附近）					中国内陆（沿 115°E 附近）			
德卢斯	46°47′	345	－13.3	17.7	锡林浩特	44°	－21.6	20.3
麦迪逊	43°05′	297	－8.4	22.2	保定	38°53′	－5.6	27.0
圣路易斯	38°38′	173	－0.8	25.8	开封	34°48′	－0.7	28.8
孟菲斯	35°09′	122	4.8	26.7	九江	29°05′	3.5	29.5
新奥尔良	29°57′	16	12.0	27.4				

沥青路面使用质量的另一个重要影响因素是水份，由于我国降水量主要集中在夏季，降雨气流主要来自东南方的太平洋、南海和西南方的印度洋、孟加拉湾，故使我国年雨量分布形成东南多、西北少，从东南到西北递减的状态。与世界同纬度地区的年降雨量相比，在 40°N 以北地区，降雨量总的来说比同纬度地区偏少；在 40~33°N 之间，虽然我国东部地区雨量偏多，但西部仍有不少干旱地区，西藏高原西部雨量也很少，因此平均起来大致与世界同纬度地区平均相当；在 33°N 以南地区，年雨量大部分地区在 1 000~2 000mm 之内，台湾许多地区超过 4 000mm，而世界同纬度地区恰正处于副热带高气压带控制之下，沙漠面积大，因此我国此地区降雨量比同纬度地区显著偏多。

以一天降雨量≥0.1mm 的天数作为雨日数，其地理分布形势与降雨量是一致的，也是从东南向西北递减，在 34~35°N 以南，除西藏高原西部，年雨日数都在 100 天以上。

另一个降水持续时间指标是年降雨时数。秦岭、淮河和青藏高原以东 35°N 左右的以南地区，降雨时数在 1 000h 以上，长江流域降雨时多达 1 500h 以上。在号称天无三日晴的贵州北部和川西南地区，降雨时数达 2 000h。从长江中下游向南向北降雨时数都减少，华南沿海降雨量超过 2 000mm，但多为暴雨，降雨时数还不到 1 000h。在京津地区，降雨时数甚至少于 500h。

4 气候要素的选取

4.1 要素选取的方法

沥青及沥青混合料路用性能的气候区划要素,既要能较好地反映影响沥青性能及路用性能的气候特点;各要素本身又应有相对的独立性。造成沥青路面永久变形、低温缩裂、疲劳龟裂及加速老化的因素很多。本研究将理论和经验相结合,首先利用经验选出一些备用要素,然后通过偏相关检验,确定各要素之间是否相关,如果彼此并不依存,就可选为区划沥青及沥青混合料路用性能的气候要素。

4.2 区划指标

年平均气温表示一地总的冷暖程度,它和地下5~8m深度的准恒温层温度很相近。 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温表示大地解冻。农业上一般以 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温作为区划。 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的积温分布情况,虽与地貌相吻合,也符合我国的气候特点,但由于车辙形成的机理主要是沥青混凝土的侧向流动变形,在高温条件下车轮碾压的反复作用使流动变形不断累积形成车辙,高温车辙问题与7月平均最高温度的关系最为密切、最为直观,因此选7月平均最高温度作为区划的第一级要素,以 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 积温作为辅助参考值。

横向裂缝主要是由于降温及温度循环反复作用在路面沥青层产生温度收缩引起。最低温度、温降速率、负积温等是温度影响沥青路面温缩裂缝的要素。借鉴美国的方法,选极端最低气温作为区划的二级指标,负积温作为参考值。

沥青路面的水损害不仅与雨量有密切关系,而且与雨日数有关。根据实际情况,我们选用年降水量作为第三个指标,以 $\geq 10\text{mm}$ 的雨日数作为参考。

根据三级指标进行沥青及沥青混合料路用性能的气候区划,这三个设计指标的具体求法如下:

年最高月(通常为7月)平均最高温度:先求每年7月份每一天下午2时的温度(一天的最高温度)的平均值作为一年的7月平均最高温度,再求取30年的7月平均最高温度的平均值,将其作为设计的7月平均最高温度。即相当于以30年作为设计周期,概率为50%。

极端最低气温:先求每一年的极端最低气温,再求取30年的极端最低气温的最小值,将其作为设计的极端最低气温。即相当于30年一遇的概率。

年降水量指30年的年降水量平均值,将其作为设计的年降水量。即相当于以30年作为设计周期,概率为50%。

5 数值区划方法

5.1 等概率方法的介绍

(1) 等概率原则的方法与以往的实验分类法、成因分类法、理论分类法相比,不仅要素选取是客观的,而且要素划分也是客观的^[4]。

我国气象站点分布很不均匀,东部站点密集,西部站点少。为了客观定量地做出频率直方图,正确反映某要素的分布曲线,必须对资料进行网格化处理。本文利用我国615个站点30年的平均资料,按面积大小和站点数目,用 $2^{\circ}\times 2^{\circ}$ 的网格对全国进行了划分,使不均匀分布变成均匀分布,共有225个网格。按照气候区划的要求,用网格内站点值的算术平均值代表面积平均值。由于许多网格里没有站点资料,故当网格内无站点值时,把网格中央格点上的插值作为网格面积平均值。在中央点周围的四个象限内分别选四个最近的点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 ,

如图 2 所示。则中央点值

$$A_0 = \sum_{i=1}^4 A_i W(r_i) / \sum_{i=1}^4 W(r_i)$$

$$\text{其中 } W(r_i) = \frac{1}{1 + ar_i^2} \quad (a=0.1)$$

$$r_i = R \arccos[\cos\varphi_0 \cos\varphi_i + \sin\varphi_0 \sin\varphi_i \cos(\psi_i - \psi_0)]$$

R 为地球半径; φ_0 、 φ_i 为 A_0 和 A_i 点的纬度; ψ_0 、 ψ_i 为 A_0 和 A_i 点的经度。然后, 用网格资料拟合, 即可得要素分布函数。

(2) 利用等概率原则确定要素级别的边界, 设要素概率分布函数为:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \rho(x) dx$$

若考虑把要素 x 分成 N 个级别, 则根据等概率原则, 每个级别所占的概率应相等, 为 $1/N$ 。求解方程:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \rho(x) dx = \frac{i}{N} \quad (i=1, 2, \dots, N-1)$$

即可求出: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{N-1}$, 它们分别为要素 x 的每个级别的边界值。若 $x_i - x_{i-1}$ 过分地大, 则再进行一次等概率划分, 分为两个级别。若 $x_i - x_{i-1}$ 过分地小, 则并入邻近较窄的一个级别中^[5]。

5.2 三个要素的特点和分级

(1) 7 月平均最高气温

图 3 给出了 7 月平均最高气温频率直方图及分布曲线, 范围 13.4~35.6℃。它是不对称的, 曲线左边部分拉得很长, 峰值偏右, 出现 28.9~33.4℃之间。这种类型的分布可以用 Gibrat 分布来表示:

$$f(T) = \frac{1}{T \sqrt{2\pi \ln E_g}} e^{-\frac{(\ln T - \ln T_g)^2}{2(\ln E_g)^2}}$$

其中 T 为变量, $T > 0$, T_g 为几何平均, E_g 为几何离差。通过理论累积频率计算, 可得出 T 的三个等概率的级别为:

级别 1: $T > 30^\circ\text{C}$ 夏炎热

级别 2: $21.5^\circ\text{C} < T < 30^\circ\text{C}$ 夏热

级别 3: $T < 21.5^\circ\text{C}$ (20℃) 夏凉

参照 $\geq 25^\circ\text{C}$ 的积温分布情况可以发现积温为 500℃这条线基本上与 7 月平均最高气温 30℃这条线吻合。炎热区, 积温大; 热区, 积温小, 所以以 30℃及 20℃为准把我国分成三大区, 符合我国的气候特点和地貌特征, 并与实际需要相一致。

(2) 年极端最低气温

图 4 表示全国年极端最低气温的频率直方图及分布曲线。从图 4 看出, 曲线的右端被截断, 将其右端用虚线延长, 发现右端拖得很长, 峰值偏左, 取值范围为 $-52.3 \sim 3.2^\circ\text{C}$, 用 Gibrat 分布来拟合, 得出五个等概率级别: $< -37.0^\circ\text{C}$; $-37.0 \sim -29.7^\circ\text{C}$; $-29.7 \sim -21.5^\circ\text{C}$;

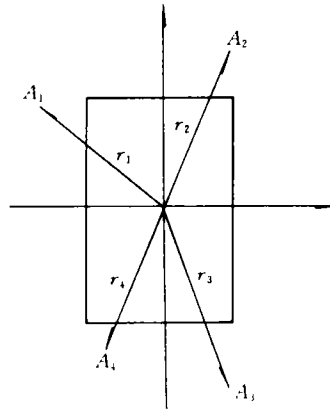


图 2 网格法

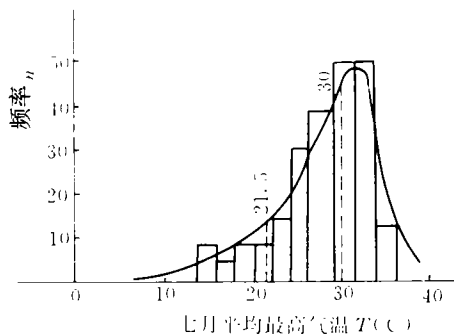


图 3 7 月平均最高气温频率直方图及分布曲线

$-21.5 \sim -9.1^{\circ}\text{C}$; $> -9.1^{\circ}\text{C}$ 。

从图 4 看出级别 2、3 的范围较窄,可合并。另外,从 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温和极端最低气温的分区图看出:负积温 -2000°C 等值线与 -37°C 的基本一致; -500°C 等值线与 -21.5°C 大致相同;负积温 0°C 等值线与 -9°C 也基本吻合。所以,随着极端最低气温由北向南减小,负积温也减小。由此得出划分结果:

级别 1: $< -37.0^{\circ}\text{C}$	冬严寒区	级别 2: $-37.0 \sim -21.5^{\circ}\text{C}$	冬寒区
级别 3: $-21.5 \sim -9.1^{\circ}\text{C}$ (-9°C)	冬冷区	级别 4: $> -9.1^{\circ}\text{C}$ (-9°C)	冬温区

(3) 年降水总量

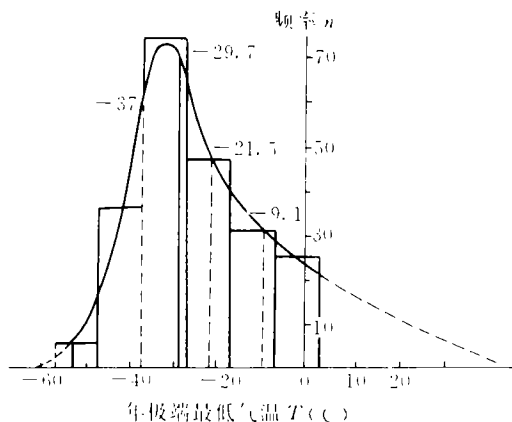


图 4 年极端最低气温频率直方图及分布曲线

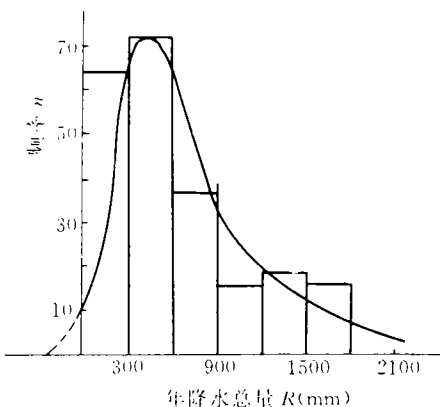


图 5 全国年降水总量的频率直方图及分布曲线

图 5 表示全国年降水总量的频率直方图及分布曲线。左端在 200mm 处被截断,右端拖得很长,分布很不对称,取值范围从 0~1 800 多毫米,峰值偏左,在 400~500mm 之间。鉴于曲线在 200mm 处被截断且 $\rho(0) \neq 0$,属于 Gibrat 截尾分布。为处理问题方便,将曲线左端作虚线延长。曲线满足 Kolmogorov-Smirnov 检验^[5]。最后求得雨量 R 的分布函数为:

$$F(R) = \frac{\Phi\left(\frac{\ln(R+H) - \ln U_g}{\ln E_g}\right) - \Phi\left(\frac{\ln H - \ln U_g}{\ln E_g}\right)}{1 - \Phi\left(\frac{\ln H - \ln U_g}{\ln E_g}\right)}$$

其中 $R \geq 0$, Φ 为正态分布函数。结合沥青分级的要求和我国的降水特征,通过解方程计算,得出四个等概率级别为:

级别 1: $> 1\,000\text{mm}$	潮湿	级别 2: $500 \sim 1\,000\text{mm}$	湿润
级别 3: $250 \sim 500\text{mm}$	半干	级别 4: $< 250\text{mm}$	干旱

沥青路面的损害不仅与雨量有关,同时与雨日数也是分不开的。分析 $\geq 10\text{mm}$ 雨日数图,发现 30 天和 10 天的等值线分别与 1 000mm 和 250mm 基本对应。

5.3 偏相关系数检验

各独立参数之间的偏相关系数应该满足条件 $|R| \leq 0.5$ ^[5]。如果 $|R| > 0.5$,就必须去掉其中一个参数。偏相关系数如下:

7 月平均最高气温与年降水总量	$R_{TPca} = 0.13$
年降水总量与极端最低气温	$R_{PcaTmin} = 0.21$
7 月平均最高气温与极端最低气温	$R_{TTmin} = -0.38$

三者彼此之间偏相关系数的绝对值均小于 0.5。说明三个参数是相互独立的。

6 沥青与沥青混合料气候分区及各区的特征

根据以上数值区划计算结果,得出的气温及雨量分区分别如图 6、图 7 所示。图 6 表示沥青气候分区指标,按 7 月平均最高气温及年最低气温划分,用两个数字表示沥青气温分区。图 7 表示沥青混合料气候分区所需的雨量指标,按年降水总量划分。将图 6、图 7 综合叠加在一起,每个气候型可用三个数字来表示:第一个数字代表 7 月平均最高气温的分布,第二个代表最低气温的分布,第三个代表年降水总量分布。三个数字综合定量地反映了某地的气候特征,数字越小,表示气候因素对沥青材料性质的影响越严重。由此得出沥青与沥青混合料使用性能气候分区标准建议如表 3。

下面阐述各区的特征。

1-1 夏炎热冬严寒区,1-1-4 型属于夏炎热冬严寒干旱区,这种气候型在我国所占范围很小,仅在新疆北部很小范围以准噶尔盆地为中心,极端最低气温 $<-37^{\circ}\text{C}$,气温由此冷中心向盆地四周升高。

1-2 夏炎热冬寒区,除黄河中游、黄土高原局部属于 1-2-2 夏炎热冬寒湿润区,及 1-2-3 夏炎热冬寒半干区外,其他均属于 1-2-4 夏炎热冬寒干旱区,它包括内蒙古高原阴山山脉以西地区、西北准噶尔盆地西部、塔里木盆地东部地区。南疆受天山阻挡,冷空气不易侵入,加上纬度较低,因此南疆比北疆暖。塔里木盆地夏季炎热干燥,冬季冷。新疆东部、甘肃的西部,由于冷空气侵入,冬季比塔里木盆地冷。

1-3 夏炎热冬冷区,分布在燕山以南,太行山以东华北平原、浙江北部、苏、鲁、皖、鄂、秦岭以北、渭水以南地区。其中以淮河流域为界,长江中下游苏、皖、鄂属 1-3-2 夏炎热冬冷湿润区,黄河中下游、吕梁山西部、北京北部燕山南麓、及兰州地区属于 1-3-3 夏炎热冬冷半干区。华北平原由于有燕山山脉、太行山脉,冷空气不易侵入,所以冬季不是特别冷。另外,塔里木盆地属于 1-3-3 夏炎热冬冷干旱区。

1-4 夏炎热冬温区,其中,1-4-1 夏炎热冬温潮湿区分布在秦岭长江以南、四川盆地、云贵高原以东、中南、华南、东南地区直至台湾、海南的广大地区。只有秦岭山脉部分是 1-4-2 夏炎热冬温湿润区。在秦岭山脉、四川盆地以南,因有高山围绕,阻滞北方冷空气的入侵,夜间云量又多,地面辐射冷却效应大为减弱,是我国同纬度上冬季最暖的地方,也是雨量最多的地方。

2-1 夏热冬严寒区,分布在大小兴安岭、张广才岭、内蒙北部、新疆北部地区。此区负积温小于 -2000°C ,极端最低气温在 -37°C 以下。由于小兴安岭东部比西部雨量多,小兴安岭以东属于 2-1-2 夏热冬严寒湿润区,西部属于 2-1-3 夏热冬严寒半干区,内蒙二连地区、新疆北部地区为 2-1-4 夏热冬严寒干旱区。

2-2 夏热冬寒区,兴安岭以南、燕山太行山以北的东北、华北地区的广大平原地区属于 2-2-2 夏热冬寒湿润区,西部丘陵及西北黄土高原属于 2-2-3 夏热冬寒半干区,内蒙阴山东部及河西走廊地区属于 2-2-4 夏热冬寒干旱区。另外,延安至渭河一带及西藏甘孜大雪山地区也属于 2-2-2 夏热冬寒湿润区。天山山口受雨雪影响较大,局部为 2-2-2 或 2-2-3 区。

2-3 夏热冬冷区,分布在青藏高原雅鲁藏布江流域、四川盆地以西、渭水以北地区、山东半岛。除雅鲁藏布江中游为 2-3-3 夏热冬冷半干区外,其余均为夏热冬冷湿润区。

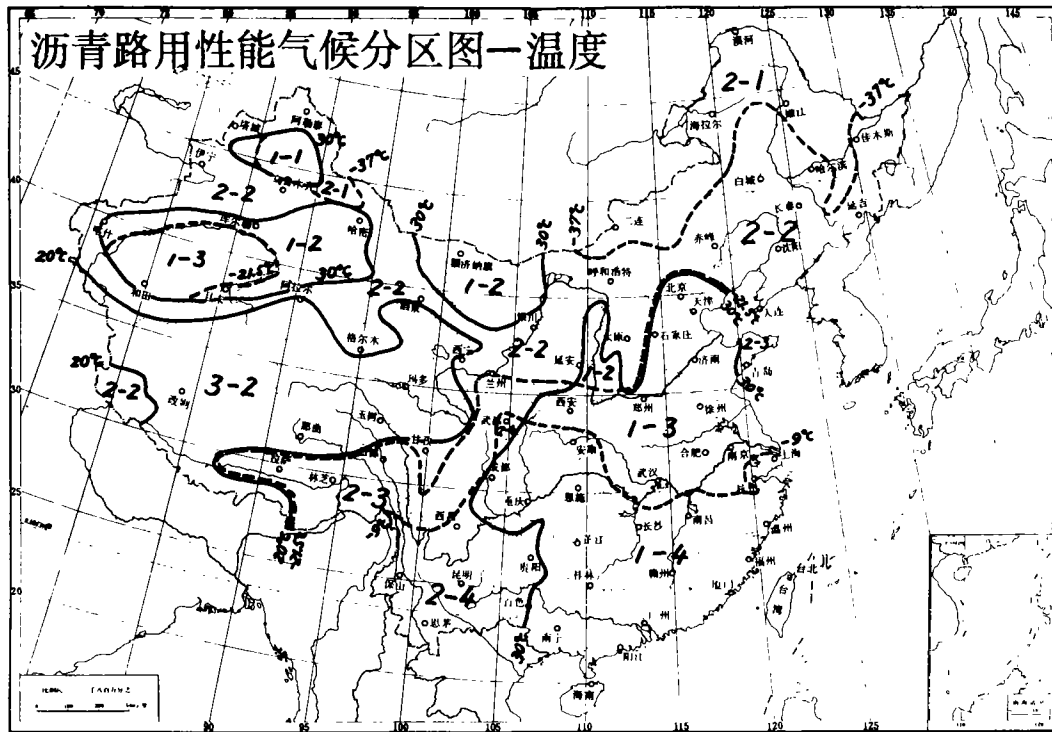


图6 沥青与沥青混合料使用性能气候分区(温度)

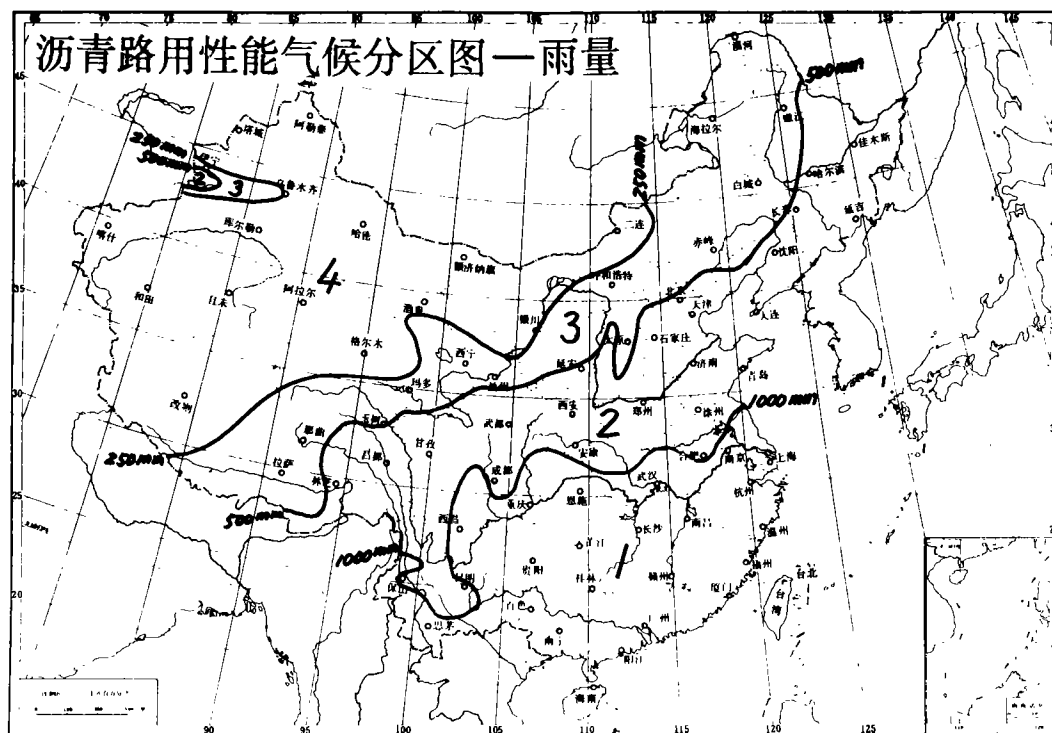


图7 沥青与沥青混合料使用性能气候分区(雨量)

2-4 夏热冬温区，分布在云贵高原。这一地区是我国气候最好的地区，昆明以东为 2-4-1 夏热冬温潮湿区，以西为 2-4-2 夏热冬温湿润区。

3-2 夏凉冬寒区，分布在西藏高原，由于东部比西部雨量多，东部属于 3-2-3 夏凉冬寒半干区，西部地区为 3-2-4 夏凉冬寒干旱区。

沥青及沥青混合料气候分区指标表 3

气候型	型 名	温度（C）		雨量（mm）
		7 月平均最高气温	年极端最低气温	年降水总量
1-1-4	夏炎热冬严寒干旱	>30	<-37.0	<250
1-2-2	夏炎热冬寒湿润	>30	-37.0~-21.5	500~1000
1-2-3	夏炎热冬寒半干	>30	-37.0~-21.5	250~500
1-2-4	夏炎热冬寒干旱	>30	-37.0~-21.5	<250
1-3-1	夏炎热冬冷潮湿	>30	-21.5~-9.0	>1000
1-3-2	夏炎热冬冷湿润	>30	-21.5~-9.0	500~1000
1-3-3	夏炎热冬冷半干	>30	-21.5~-9.0	250~500
1-3-4	夏炎热冬冷干旱	>30	-21.5~-9.0	<250
1-4-1	夏炎热冬温潮湿	>30	-21.5~-9.0	>1000
1-4-2	夏炎热冬温湿润	>30	-21.5~-9.0	500~1000
2-1-2	夏热冬严寒湿润	20~30	<-37.0	500~1000
2-1-3	夏热冬严寒半干	20~30	<-37.0	250~500
2-1-4	夏热冬严寒干旱	20~30	<-37.0	<250
2-2-1	夏热冬寒潮湿	20~30	-37.0~-21.5	>1000
2-2-2	夏热冬寒湿润	20~30	-37.0~-21.5	500~1000
2-2-3	夏热冬寒半干	20~30	-37.0~-21.5	250~500
2-2-4	夏热冬寒干旱	20~30	-37.0~-21.5	<250
2-3-1	夏热冬冷潮湿	20~30	-21.5~-9.0	>1000
2-3-2	夏热冬冷湿润	20~30	-21.5~-9.0	500~1000
2-3-3	夏热冬冷半干	20~30	-21.5~-9.0	250~500
2-3-4	夏热冬冷干旱	20~30	-21.5~-9.0	<250
2-4-1	夏热冬温潮湿	20~30	>-9.0	>1000
2-4-2	夏热冬温湿润	20~30	>-9.0	500~1000
2-4-3	夏热冬温半干	20~30	>-9.0	250~500
3-2-1	夏凉冬寒潮湿	<20	-37.0~-21.5	>1000
3-2-2	夏凉冬寒湿润	<20	-37.0~-21.5	500~1000

参考文献

1 Gerald A. Haber. Weather Database for the SUPERPAVE™ Mix Design System, SHRP-A-648. 1993.5.

2 Edward Harrigar. Binder Specification Near Find Form; Comment Invited, STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM FOCUS, JUNE, 1991. WASHINGTON, D. C.

3 盛承禹. 世界气候. 北京: 气象出版社, 1988 年.

4 陈志鹏, 朱瑞兆, 尹晓荣. 中国气候数值区划的研究. 应用气象学报, Vol. 2, No. 3, Aug 1991.

5 Joseph K. Litynski. Numerical Classification of Climate. WCP, 1983.

6 么枕生. 气象统计学基础. 1974.

7 A. Hald. Statistical Theory with Engineering Applications. NewYork, John Wiley & Sons, Inc. London Chapmant Hall. Limited, 1952.

8 A. Hald. Statistical Tables and Formulas. John Wiley & Sons. 1952.

9 朱瑞兆. 应用气候手册. 北京: 气象出版社.

10 交通部公路科学研究所. 国产重交通道路沥青和沥青混合料性能的研究.