

# 老挝公路沥青路面气候分区

孙岩松<sup>1</sup>, 丛卓红<sup>2</sup>, 郑南翔<sup>3</sup>

(1. 长安大学 公路学院, 陕西 西安 710064; 2. 长安大学 道路施工技术与装备教育部重点实验室, 陕西 西安 710064; 3. 长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710064)

**摘 要:**为了研究老挝公路沥青路面气候分区,收集了老挝多个省份 10 年的温度和降雨量资料,分析了温度与降雨量的变化规律;参考中国规范,划分老挝公路沥青路面的气候分区;引入湿热系数,并分析其概率分布状况,推荐分区标准及基于湿热系数的老挝公路沥青路面气候分区。研究结果表明:影响老挝沥青路面使用性能的主要因素为高温和降雨量,沥青路面气候分区属于 1-1-2 区、2-1-2 区、3-1-2 区、3-2-1 区、3-2-2 区;按照等概率原则确定的老挝分界湿热系数为 68,并绘制了基于湿热系数老挝的沥青路面气候分区图。

**关键词:**道路工程;沥青路面;老挝;气候分区;湿热系数

**中图分类号:**U416.223

**文献标志码:**A

## Climate division for asphalt pavement in Laos

SUN Yan-song<sup>1</sup>, CONG Zhuo-hong<sup>2</sup>, ZHENG Nan-xiang<sup>3</sup>

(1. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. Key Laboratory for Highway Construction Technology and Equipment of the Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 3. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of the Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** In order to study the climate division of asphalt pavement of road in Laos, the temperature and rainfall data in 10 years were collected and the change laws of them were analyzed. The asphalt pavement climate regions in Laos were divided according to the norms in China. The moisture temperature coefficient was introduced and its probability distribution was analyzed. The standard of the moisture temperature coefficient was recommended and the asphalt pavement climate regions based on the moisture temperature coefficient were determined. The results show that the main influence factors for asphalt pavement performance are high-temperature and rainfall in Laos, and the asphalt pavement climate regions are within zone 1-1-2, 2-1-2, 3-1-2, 3-2-1 and 3-2-2. The moisture temperature coefficient for division is determined to be 68 according to the principle of equal probability, and a climatic division map of the asphalt pavement in Laos is drawn. 3 tabs, 10 figs, 12 refs.

**Key words:** road engineering; asphalt pavement; Laos; climate division; moisture temperature coefficient

## 0 引言

沥青路面长期暴露在自然环境中,受到温度、降雨和紫外线等环境条件的影响,其路面性能不断的衰减。对路面性能影响最为显著的环境条件主要为持续高温、极端低温、降水量及强紫外线辐射。为了保障路面较长的使用寿命和较高的使用性能,沥青路面必须适应当地气候条件。很多国家都根据本国的气候状况,指定了适应本国气候条件的沥青路面气候分区,以便更好地指导沥青选材、混合料设计。美国 SHRP 计划提出了 PG 分级标准,依据沥青路面的高低温设计温度来选择结合料,以每年年内连续最热 7 d 的平均气温作为高温设计温度、以最低空气温度作为路面低温设计温度<sup>[1]</sup>。中国根据高温、低温和降水量来划分沥青路面气候分区,以指导沥青路面的材料选择及设计<sup>[2]</sup>。李振科根据湖南省各地区 22 个气象站点近 10 年的相关气候资料,将湖南省分为 4 个三级自然区划,针对不同气候特点提出了沥青路面的高温、低温和水稳定性标准<sup>[3]</sup>。唐娟分析了海南省的气温、降雨量等主要气候资料,根据高低温、干湿度对海南省公路沥青路面温度、湿度气候影响进行了分区<sup>[4]</sup>。老挝公路建设起步较晚,至今仍未制定出相应的沥青路面气候分区,使得老挝沥青路面在设计、管理和施工时无章可循、无据可依。最新调查资料表明,老挝现有路面结构中沥青路面的比例占 14%、碎石路面占 35%、土路面占 51%,说明目前老挝公路的等级还非常低<sup>[5]</sup>。随着老挝经济社会的发展和交通出行要求的提高,高质量的沥青路面在未来建设中的比重势必会越来越大。为此,本文根据老挝的气候条件,制定科学合理的沥青路面气候分区,对提升老挝沥青路面的设计和服务水平显得至关重要。在收集分析老挝气温和降雨量的基础上,划分老挝的沥青路面气候分区和借鉴文献<sup>[6]</sup>中的湿热系数概念,绘制沥青路面气候分区图。

## 1 老挝自然环境概括

老挝位于东南亚中南半岛北部,是一个内陆国家。最北部丰沙里省(拉对县)位于北纬  $22^{\circ}30'$ ,最南部占巴色省(其纳县)位于北纬  $13^{\circ}54'$ 。老挝地形南北长东西窄,南北长 1 050 km,东西最宽处为 500 km,最窄处 105 km,全境地势北高南低,东北向西南倾斜,加之境内山脉主要呈南北走势,因此老挝气候上经度差异不显著,而纬度地带性却特别明显<sup>[7]</sup>。南北之间的气候,特别是热量的分布,有

着很大差别。气象学家把老挝北部划分为亚热带,南部划分为热带。

老挝属热带季风气候,气温高,全年分为旱季和雨季。每年 5~9 月为雨季。在雨季,气候温暖,平均气温  $24.2^{\circ}\text{C}$ 、年均降雨量约 1 900 mm。10 月至次年 4 月为旱季,平均气温  $27.3^{\circ}\text{C}$ ,受干燥凉爽的东北风影响,该季几乎不降雨。年均气温在  $25^{\circ}\text{C}$  左右,3~5 月份是炎热的时候,4 月份最热,月平均气温为  $29^{\circ}\text{C}$ ;11~1 月份是凉爽的季节,12 月份最凉,月平均气温为  $24^{\circ}\text{C}$ ,最低为  $18^{\circ}\text{C}$ 。南北气温相差不大,如北部琅勃拉邦市与南部的巴色市,年平均气温分别为  $25^{\circ}\text{C}$  和  $28.4^{\circ}\text{C}$ <sup>[8-9]</sup>。

## 2 老挝气候环境影响因素分析

作者从老挝国家气象中心搜集到老挝 17 省区 1999~2008 年的气温、降雨量资料<sup>[10]</sup>,并对其进行分析。

### 2.1 气温

限于篇幅,仅就老挝最具代表性的丰沙里省、琅勃拉邦省、川圻省、万象市、甘蒙省和占巴色省 6 个地区的温度资料进行统计分析,得到如下结论。

(1)在 1999~2008 年,丰沙里省、琅勃拉邦省、川圻省、万象市、甘蒙省、占巴色省 6 个地区年平均气温分别为  $19.9^{\circ}\text{C}$ 、 $25.9^{\circ}\text{C}$ 、 $20.3^{\circ}\text{C}$ 、 $26.9^{\circ}\text{C}$ 、 $26.6^{\circ}\text{C}$ 、 $27.8^{\circ}\text{C}$ 。

(2)调查发现各个地区的月平均气温服从正态分布,如图 1 所示。其中老挝各地的最低气温出现在 12 月份,最高气温出现在 4 月份。月最高气温与月最低气温在数值上服从正态分布,如下页图 2、图 3 所示。

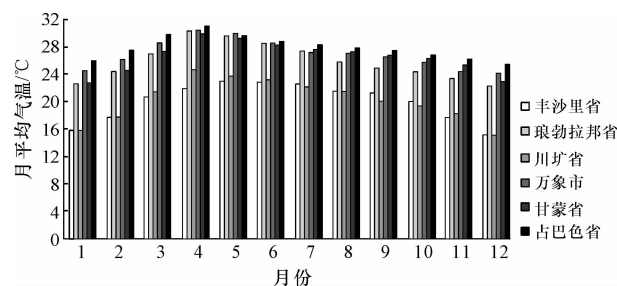


图 1 月平均气温统计

Fig. 1 Statistics of average monthly temperature

(3)下页图 4 为 6 个地区 10 年内的最冷月(12 月份)的月平均气温分布情况。由图 4 可知,即使是在平均温度最低的 12 月份,平均温度也大于  $0^{\circ}\text{C}$ ,说明 6 个地区常年气温均为正温,所以对 6 个地区不予考虑低温的作用。

(4)下页图 5 为 6 个地区 10 年内的极端最低气

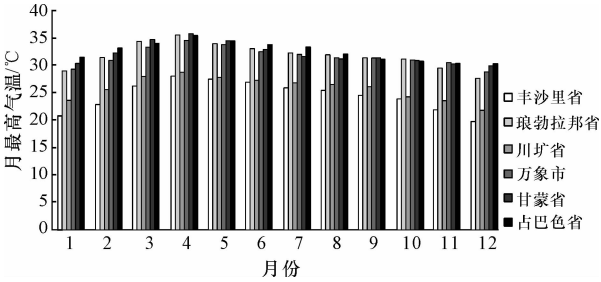


图 2 月最高气温统计

Fig. 2 Statistics of monthly highest temperature

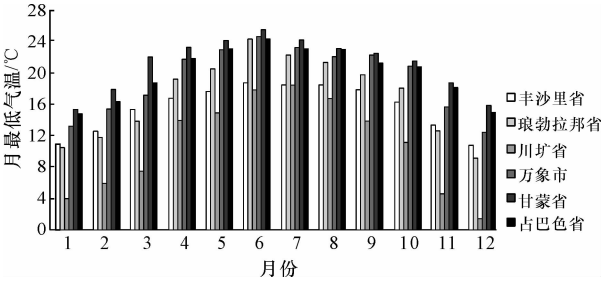


图 3 月最低气温统计

Fig. 3 Statistics of monthly lowest temperature

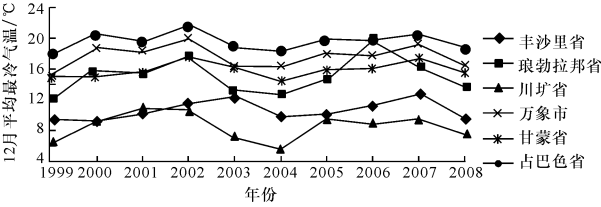


图 4 最冷月平均气温

Fig. 4 Average temperature of coldest month

温(一般出现在 12 月份)的分布情况。由图 5 可知,除了川圹省出现极端最低气温 $-3.3^{\circ}\text{C}$ 以外,丰沙里省、琅勃拉邦省、万象市等极端最低气温都大于 $0^{\circ}\text{C}$ 。川圹省极端最低气温虽然有一 $3.3^{\circ}\text{C}$ ,但这种 $0^{\circ}\text{C}$ 以下的极端最低气温出现时间很短,大约 $1\sim 2\text{d}$ 。

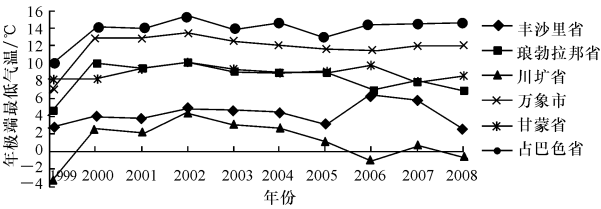


图 5 极端最低气温

Fig. 5 Extreme minimum temperature

(5) 图 6 为 6 个地区 10 年内的最热月(4 月份)的月平均气温分布情况。由图 6 可知,琅勃拉邦省、万象市、甘蒙省、占巴色省 4 个地区的月平均最高气温高于 $30^{\circ}\text{C}$ ,按老挝方法的沥青路面气候分区的区划标准属于夏炎热区,丰沙里省、川圹省地区的月平均最高气温在 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ,属夏热区;总体来说,沥青混合料的高

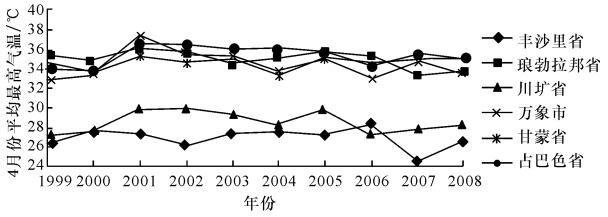


图 6 最热月平均气温

Fig. 6 Average temperature of hottest month

## 2.2 降雨量

温稳定是老挝各地区需要重点考虑的因素。

通过降雨量资料的统计分析表明,老挝出现 4 个突出的多雨中心,即以占巴色省波罗芬高原为中心的南方多雨地区,这些地区年累计降雨量都在 $3\,000\text{mm}$ 以上。除此以外,老挝其他各地降雨量都少于 $3\,000\text{mm}$ ,但都在 $1\,000\text{mm}$ 以上,说明老挝属于潮湿国家。

降雨日数分布基本与降雨量分布相配,多雨区其降雨日数较多,如占巴色省波罗芬高原地区均在 $150\text{d}$ 以上。老挝大部分雨量集中在雨季,即 5 月初至 9 月底,其中琅勃拉邦省、丰沙里省等地降雨量占年降雨总量的 $77\%$ 以上,个别地区有所不同;旱季降雨量占全年总量的 $23\%$ 以下;每年月累计降雨量数据服从正态分布,如图 7 所示;本地区暴雨中心和多雨区相符合,也说明这些地区降雨形式多数是暴雨性的。以上分析表明,老挝为典型的潮湿多雨地区,在沥青路面结构组合及材料选择时必须充分考虑雨水的负面影响。

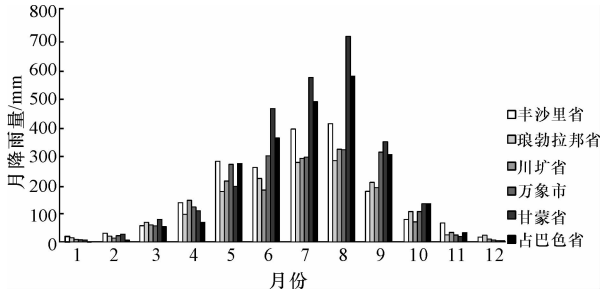


图 7 每年各月累计降雨量统计分布

Fig. 7 Cumulative rainfall statistics of each month of year

## 3 老挝公路沥青路面的气候分区

老挝沥青路面气候分区,以降雨量、高温和低温因子作为评价因子,以控制沥青路面的水损害和高温车辙<sup>[11]</sup>。

雨量指标采用最近 10 年内的年降雨量的平均值,作为沥青路面受雨(雪)水影响的气候因子,并作为气候区划的一级指标。高温指标采用最近 10 年内

II 区: 分界湿热系数为 68, 以高温稳定性为主, 兼顾水稳定性。

按照上述分区方法,则丰沙里省、南塔省、波里坎赛省、沙拉湾省、占巴色省属于 I 区,主要考虑水稳定性的影响,兼顾高温稳定性;乌多姆塞省、波乔省、华潘省、琅勃拉邦省、沙耶武里省、川圹省、万象省、万象市、甘蒙省、沙湾拿吉省、色功省、阿速坡省属于 II 区,主要考虑高温稳定性,同时兼顾水稳定性。

从分区可以看出,I、II 区分界线近似与年平均降雨量 1 900 mm 分界线重合,说明湿热系数  $\Phi$  分布规律与年平均降雨量分布规律一致,同时  $\Phi$  值中又包含有气温的合理信息。因此,说明采用湿热系数  $\Phi$  对老挝公路沥青路面温度、湿度进行影响分区是合理的。通过对老挝的气候数据进行汇总和分析,本文采用湿热系数法对老挝进行了道路沥青气候分区,结果如图 10 所示。

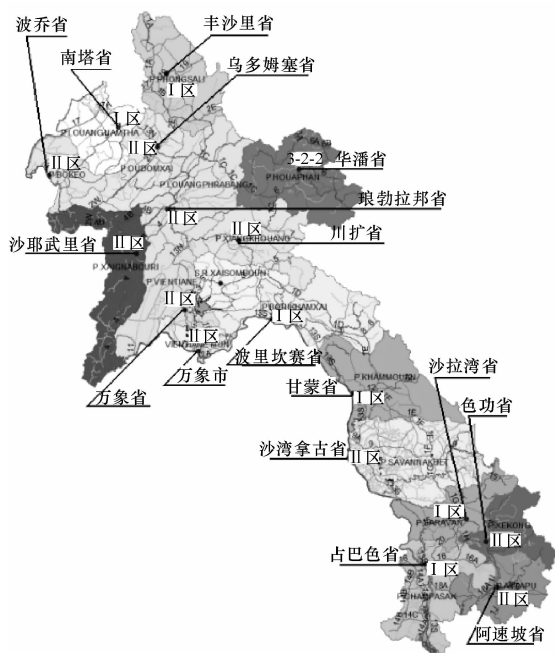


图 10 老挝 17 个省区的湿热系数气候分区

Fig. 10 Climate division in 17 provinces in Laos according to moisture temperature

## 5 结 语

(1)根据老挝多个省区 10 年的气象资料,确定了影响老挝沥青路面使用性能的主要气候因素为降雨量和高温。

(2)通过分析老挝 17 个省份气象台提供的 1999~2008 年的气象资料,划分了老挝的沥青路面气候分区,并绘制了区划图,老挝沥青路面气候分区为 1-1-2 区、2-1-2 区、3-1-2 区、3-2-1 区、3-2-2 区。

(3)分析了老挝湿热系数的概率分布状况,根据等概率划分原则确定分界湿热系数为 68,并在此基

础上绘制了基于湿热系数的沥青路面气候分区图。

## 参考文献:

## References:

- [1] Harvey J, Chong A, Roesler J. Climate regions for mechanistic-empirical pavement design in California and expected effects on performance [R]. Berkeley: University of California, 2000.
- [2] JTG F40—2004, 公路沥青路面施工技术规范[S]. JTG F40—2004, Technical specifications for construction of highway asphalt pavements [S]. (in Chinese)
- [3] 李振科. 湖南省高速公路沥青路面典型结构研究 [D]. 长沙:长沙理工大学, 2009. LI Zhen-ke. Research on typical structure of expressway asphalt pavement in Hunan province [D]. Changsha: Changsha University of Science and Technology, 2009. (in Chinese)
- [4] 唐娟. 海南省气候区划和温度场与沥青路面车辙相关性研究 [D]. 长沙:中南大学, 2012. TANG Juan. Study on climatic regionalization and temperature field induced rutting of asphalt pavement in Hainan province [D]. Changsha: Central South University, 2012. (in Chinese)
- [5] Laokham S. Road statistics [R]. Vientiane: Ministry of Public Works and Transport, 2008.
- [6] 付丽丽, 贺跃光. 湖南省公路沥青路面气候影响分区 [J]. 交通科学与工程, 2010, 26(2): 21-25. FU Li-li, HE YUE-guang. Division for asphalt pavement in Hunan Province according to the climate influence [J]. Journal of Transport Science and Engineering, 2010, 26(2): 21-25. (in Chinese)
- [7] Ounkham S. National graphic [R]. Vientiane: Ministry of National Defence, 2009.
- [8] Smaychang B. Geographic statistics [R]. Vientiane: Ministry of Planning and investment, 2009.
- [9] Singthong P. Meteorology statistics [R]. Vientiane: Meteorology Department, 2009.
- [10] Noulun S. Meteorology and hydrology [R]. Vientiane: Ministry of National Resources and Environment, 2010.
- [11] 苗英豪, 王秉纲. 中国沥青路面气候影响分区方案 [J]. 交通运输工程学报, 2007, 7(6): 64-69. MIAO Ying-hao, WANG Bing-gang. Zoning scheme of climatic influence for asphalt pavement in China [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2007, 7(6): 64-69. (in Chinese)
- [12] Phoukham P. Laos maps [R]. Vientiane: National Geography Department, 2009.