

# 粤西地区气候环境对高速公路建设的影响分析

莫增模, 韦晓杰

(广东省南粤交通投资建设有限公司, 广东 广州 510640)

**摘要:** 云湛(云浮—湛江)高速公路化湛段(化州—湛江)地处粤西地区, 冬季降雨较少, 春季属梅雨季节, 空气相对湿度达 95%, 夏秋两季降雨频繁, 平均气温高达 30℃。文中以该项目为例, 分析粤西地区气候环境对高速公路建设施工的影响。结果表明, 旱季天然土含水率低, 是高速公路路基施工的有利季节; 夏秋两季降雨增多, 借助雨水在土体中的渗流作用, 可加速路基的沉降稳定; 春季极高的大气相对湿度有利于桥涵砼施工, 春季施工养生工作量是冬季施工的 1/7, 而且可促进水泥的水化反应, 降低碳化; 夏秋两季是沥青混合料施工的有利时期, 高温的大气可减少沥青混合料的温度损失, 低风速可增加沥青路面的有效压实时间。

**关键词:** 工程管理; 高速公路; 气候环境; 路基沉降; 砼养生; 压实温度

中图分类号: U415.13

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)01-0165-03

## 1 工程概况

云湛(云浮—湛江)高速公路化湛(化州—湛江)段长约 98 km(分主线和支线), 总投资约 101.4 亿元。主线起点(K222+850)位于化州市石湾镇, 终于吴川市黄坡镇(K269+111); 支线兰海联络线起点位于化州市笪桥镇, 终于廉江市横山镇(LZK0+052.347)。项目全线处于粤西地区。项目挖方约 770 万 m<sup>3</sup>, 填土约 1 366 万 m<sup>3</sup>, 软基换填约 76 万 m<sup>3</sup>, 借土方量较大。设特大桥 1 座(茂湛铁路跨线桥)、长 2 043.1 m, 大桥 43 座、长 11 374.5 m, 中桥 13 座、长 1 015.6 m, 小桥 58 座、长 2 120.5 m, 天桥 34 座, 涵洞 357 道, 全线桥梁比例为 17.2%。全线墩柱 3 483 根, 桩基 6 844 根, 盖梁 1 519 个, 预制梁板 8 046 片, 现浇梁 4 848 m。路面采用沥青砼结构, 厚 91 cm, 面层 18 cm 采用改性沥青混合料。

项目主要特点: 1) 工期十分紧迫, 2015 年 10 月开工建设, 2017 年 12 月底建成通车, 工期 27 个月。2) 质量要求较高, 竣工验收阶段需达到优良工程要求, 杜绝发生质量事故, 尽可能减少质量问题, 基本消除质量通病。3) 所在地粤西地区高液限土密布, 降雨频繁, 给借土填方带来一定困难。

## 2 项目所在地气候特点

化湛项目地处北回归线以南的粤西低纬度地区, 属热带和亚热带季风气候, 终年受海洋气候调节, 年平均气温 23℃, 年均降雨量 1 417~1 802

mm。4—9 月为多雨季节, 8 月雨量最多; 10—3 月雨量较少, 常有旱情出现。夏秋之间热带风暴和台风较频繁。年平均日照时间为 1 817~2 106 h。

图 1~3 为吴川市塘缀镇林屋枢纽位置观察的月平均温度、湿度及雨天数量。在该项目建设期间, 每年 6—8 月出现最高温度, 平均为 30℃; 最低温度出现在 12—2 月, 平均温度为 19℃。粤西地区相对湿度较大, 平均为 87%, 其中 3—5 月处于岭南地区特有的梅雨季节, 相对湿度高达 95%。由图 3 可知:

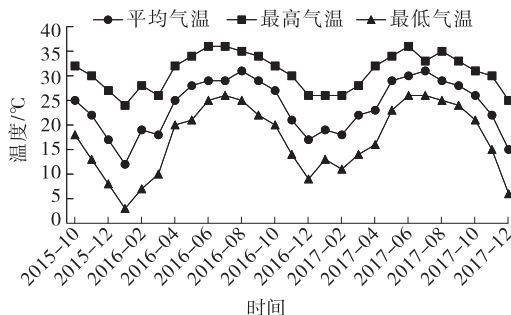


图 1 吴川市塘缀镇林屋枢纽位置的月平均温度

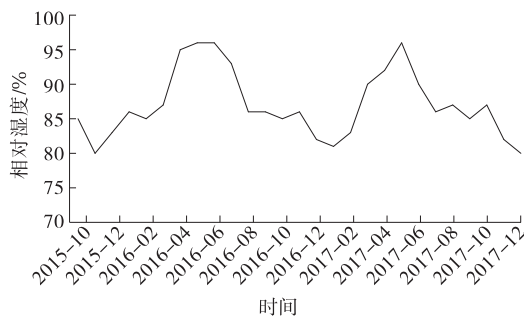


图 2 吴川市塘缀镇林屋枢纽位置的湿度变化

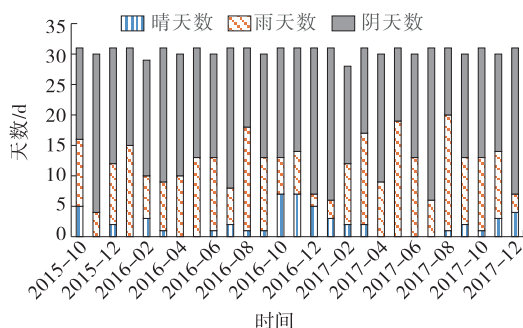


图3 吴川市塘缀镇林屋枢纽位置每月的晴雨天数

每年冬季的3个月雨天较少,如2016年2—4月,每月雨天7 d左右,10月—2017年1月,每月雨天4 d左右,属典型的旱季;而其他月份雨天平均为12 d。

根据天气情况统计数据,粤西地区每年冬季一般有3个月左右的旱季,降雨较少,鉴于高速公路建设施工主要为户外作业,该阶段是现场施工的最佳时期;春季为梅雨季节,湿度较大,但降雨量较少,可进行桥梁、涵洞等结构物施工;秋季气候特点不甚明显,夏秋两季大气温度高、雷阵雨多、降雨量全年最大,不利现场施工。

### 3 气候对高速公路施工的影响

#### 3.1 路基施工

粤西地区路基填土大多属黏性土。表1为该项目的K243+420附近土质的土工试验结果。从表1可知:土质液限较高,接近高液限土,天然含水量达19%,路基填筑需翻晒。

表1 K243+420 土工试验结果

项目	试验结果
天然土指标	液限/%
	塑限/%
	塑性指数
	天然含水率/%
94区CBR试验	CBR值/%
	膨胀率/%
	干密度/(g·cm <sup>-3</sup> )
土工试验	最佳含水率/%
	最大干密度/(g·cm <sup>-3</sup> )

大气温度对路基的影响主要为日照,路基施工完成后曝晒于太阳辐射,将导致路基水分重新分布,特别是对于含水量较高的填土,将导致路基龟裂。

根据文献[1],路基阴阳坡边界条件差异将导致路基温度场梯度作用下水分重新分布,土体温度低时吸水薄膜变薄,形成朝冷源方向的力梯度,若处于填挖交接,可能导致路基开裂、失稳。据现场调研,温度除影响路基表层龟裂外,对化湛段路基的影响甚小。

气候对路基的决定性影响为季节性降雨,大气降雨除对边坡局部冲刷外,还有路基渗流作用。在降雨刚结束时,由于雨水渗流至路基中并充满土体空隙,路基将有一定反弹。在降雨结束一段时间后,水分蒸发、固结,将导致路基沉降。

该项目K243+805—980段路基平均填土高度为6.5 m,96区厚度为1.2 m;K244+230大桂山通道桥台背回填材料为石屑,高约7 m。2016年2月这两处填筑完成后进行沉降观测,平均每月测量一次,直至2017年2月路面开始施工,观测结果见图4。由图4可知:由黏性土填筑的路基沉降时间较长,6个月后沉降虽未完成,但已基本收敛;石屑为透水性材料,台背沉降3个月便已完成。由于黏性土路基沉降周期较长,施工时应尽早填筑土方,而路面施工尽可能延后,争取路基沉降稳定。

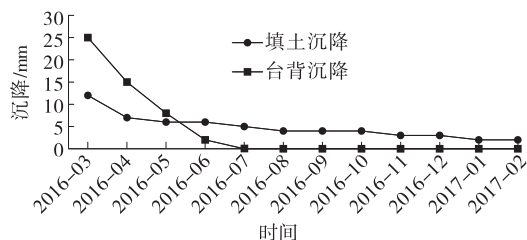


图4 路基和桥台背的沉降

#### 3.2 桥涵工程

粤西没有低温气候,原则上一年四季均可进行砼工程施工。冬季由于相对干燥,且西北季风强劲,砼容易产生干裂;在春季的梅雨季节,较高的空气相对湿度对砼养生非常有利,是施工砼工程的黄金季节;夏秋季节温度较高,砼早期强度增长较快,加上降雨频繁,可减少养生成本。

县道X645跨线桥4个盖梁砼(C35)浇筑时间分布在不同季节,养生时间及方式相同(见表2)。其中:右-11#盖梁在春季浇筑,此时大气相对湿度在90%以上,且经常有梅雨,故养生用水量极少,是左-7#盖梁的1/7;左-2#、右-4#盖梁在夏秋季节浇筑,处于雨季,降雨频繁,养生工作量也比冬季少;左-7#盖梁于冬季浇筑,其强度虽然合格,但碳化深度为4 mm,这对于新鲜砼来说较少见,主要原

因为养生布覆盖欠周密,致使养生不到位部位的砼在浇筑后处于失水状态,阻碍了水泥的水化反应,导

致碳化加速。碳化相当于减少了钢筋保护层,而且会缩短砼的使用寿命。

表 2 县道 X645 跨线桥盖梁砼工程浇筑情况

结构物	浇筑时间	养生时间和方式	养生用水量/m <sup>3</sup>	碳化深度/mm	28 d 回填强度/MPa
左-2# 盖梁	2016-07	7 d 覆盖滴管养生	6	1	40.4
右-4# 盖梁	2016-09	7 d 覆盖滴管养生	7	0	39.6
左-7# 盖梁	2016-12	7 d 覆盖滴管养生	15	4	40.2
右-11# 盖梁	2017-04	7 d 覆盖滴管养生	2	0	38.9

注:碳化深度采集时间为 2017 年 10 月。

砼徐变系数随相对湿度减小而增大,考虑徐变的情况下,不同相对湿度对砼的强度也有影响,相对湿度越小,强度降低幅度越大。

3.3 沥青混合料路面施工

沥青混合料路面压实度为验收主要控制指标,而压实温度是压实度的重要影响因素,温度越高,混合料间摩阻越小,更易压实。大气温度低,不但较难压实,而且沥青混合料的内外温差过大,会导致路面出现早期横向裂缝。表 3 为夏冬两季沥青混合料的温度变化。由表 3 可知:夏季沥青混合料出厂温度比冬季低,但受大气温度的影响,到场温度反而比冬季高。冬季大气温度较低,应尽量避免沥青混合料施工。该项目施工期间,粤西地区最低气温为 3℃(夜间),在条件限制的情况下可施工沥青路面,但应加强混合料温度控制,加快施工节奏。

表 3 LM8 合同段沥青混合料的温度

施工月份	大气温度/℃	出厂温度/℃	到场温度/℃
9	32	175	171
12	21	180	166

沥青混合料的有效压实时间除与大气温度有关外,还与环境风速有关。式(1)为文献[7]提出的经验公式,可见风速增大,有效压实时间将减少。粤西地区冬季风速较大,其有效压实时间比夏季短。

$$y=26.14e^{-0.03x} \tag{1}$$

式中:y 为有效压实时间(min);x 为风速(m/min)。

春季虽然降雨比夏季少,但空气相对湿度长时间较高,路基基层处于潮湿状态,若铺筑沥青砼面层前基层加热温度不高,将导致路面离析等病害。

4 结论

(1) 粤西地区冬季(一般为 11、12、1 月)雨水

少,天然土含水率低,可通过增加机械投入加快高速公路路基工程施工。夏秋两季雨水丰富,季节性降雨可加快路基沉降稳定,提高路基施工质量。

(2) 粤西地区春季梅雨季节大气相对湿度较高,不利于路基及路面沥青混合料施工。但高湿度有利于砼结构施工,既可减少养生工作量,又可避免砼结构提前碳化,对提高桥涵砼的耐久性有利。

(3) 沥青混合料路面施工质量与大气温度关系密切,夏秋两季温度较高,便于沥青混合料压实,且可减少沥青料的热量损失,减少资源投入。沥青混合料的有效压实时间与大气风速有关,风速越大,有效压实时间缩短。

参考文献:

[1] 刘小平.非饱和土路基水作用机理及其迁移特性研究[D].长沙:湖南大学,2008.

[2] 崔书珍,周金国.季节性降雨变化对长三角高速铁路路基工后沉降影响分析[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2016,35(3).

[3] 王迎迎.降雨入渗及交通荷载作用下路基土体变形特性研究[D].南昌:华东交通大学,2016.

[4] 董圆梦.国内外混凝土结构耐久性技术规范比较[D].重庆:重庆交通大学,2017.

[5] 黄志堂,崔圣爱,肖盛燮.相对湿度对混凝土长期强度的影响[J].公路交通技术,2005(2).

[6] 高建纲.城市沥青路面施工质量控制研究[D].西安:长安大学,2015.

[7] 阮东伟.沥青混合料摊铺质量影响因素分析及实时监控系統开发[D].西安:长安大学,2017.

[8] 王辉,刘建伟,曾志威,等.不利施工环境下 SMA-13 设计与施工控制探讨[J].公路与汽运,2009(3).

[9] 钟建超,何志勇.坛百高速公路气候环境状况对路面车辙病害的影响[J].企业科技与发展,2014(7).