

文章编号: 0451-0712(2006)05-0203-04

中图分类号: U418.68

文献标识码: B

PR 沥青改性技术是高速公路车辙治理的有效措施

赵 岗

(山西省运城高速公路有限责任公司 运城市 044000)

摘 要: 通过对高速公路车辙产生的原因进行分析,从生产实践出发,选择PR 沥青改性技术对车辙路段进行试验性修复。本文从改性剂选择、物理性能分析、材料用量,以及混合料拌和温度的确定等多个方面分别进行论述,采用大量试验数据加以说明和分析。

关键词: 高速公路; 车辙; PR 沥青改性剂; 混合料

高速公路作为带动社会经济发展的强大支撑,已成为我国市场经济条件下区域发展程度的一种标志。但随着高速公路交通量的日益增大,路面在车辆荷载的反复作用下,出现了不同类型的病害,特别是大型、重型车辆在高速公路上行驶的过程中,形成习惯性占用特定车道的渠化现象,在车轮通过频率较高的地方出现连续横向变形——车辙,有时会延伸数公里。

车辙是沥青混凝土路面受到荷载反复作用后在横断面上产生凹陷或凸起的变形,是一种路面结构的永久性变形。如果车辙由路面结构层推移引起,会出现中间凹陷而两侧凸起;如果由于轮胎磨损引起,则只会出现凹槽部分。车辙病害会降低路面的平整度,使病害处沥青混凝土层厚度变薄,削弱了面层及路面结构的整体强度,从而易于诱发其他病害;雨天时还会造成路表排水不畅,降低了路面抗滑能力,凹陷处的积水还会导致车辆漂滑,严重的车辙还会使车辆在超车或改变车道时,出现方向失控等严重的安全隐患。

高速公路路面结构层设计通常都会对混合料级配和沥青用量进行严格验算,施工过程中更是采用电脑精确配比以使设计参数得以保证,因此,路面结构层的耐磨性能相对要好得多。夏季高温期,阳光的直射作用会加速路面面层沥青混合料的软化和老化,如果此时重型车辆频繁通过,便会加速推移变形

的快速发展。在高速公路养护过程中,路面结构层推移变形产生的车辙病害是路面养护的重点之一。

运城至三门峡高速公路(以下简称“运三公路”)是山西省南部晋煤外运的重要出口,该公路K12+000~K23+000路段穿越中条山脉黄土塬梁区,海拔高差达400 m,其中K19+550~K20+086路段的路面纵坡更是达到了4.9%的设计极限。运三公路上行半幅行车道是重载车辆通行的主车道,由于道路纵坡大,车体重,车辆行驶速度非常缓慢,在夏季高温季节里,这条车道经车辆行驶反复作用后,便出现了2条明显的车辙病害。车辙沿行车方向延伸达10多km,平均变形深度达到5 cm,最大的变形深度达到30 cm以上,严重影响行车安全。

在养护生产过程中,对运三公路K14+050~K14+350上行半幅车辙较严重的路段进行了试验性修复,经过3个月定时定点观测得出:PR 沥青改性技术是高速公路养护中车辙治理的有效措施。

1 改性剂的选择

在试验前,我们对常用的沥青改性剂进行筛选,发现苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(SBS)沥青添加剂和PR PLAST.S 沥青添加剂(以下简称“PR 改性剂”)都被广泛应用。但由于SBS改性剂是“热塑性弹性体”,要生产此类聚合物的沥青混合料,需要具备3个条件:(1)要求沥青材料具有与SBS聚合物的相容

性。因沥青成分各异,不是所有沥青都具有这种相容性,这样原材料的选择具有局限性;(2)需要专门的设施来保证改性沥青搅拌温度可控制在 $160\sim 210^{\circ}\text{C}$ 之间,还要配备一台具有一定剪切力的强力搅拌机,这样机械设备的使用具有局限性;(3)经过添加聚合物而改性的沥青不能长时间贮存,否则聚合物的性能会很快降低,这样不能满足养护生产随机用料的需求。

因此,SBS 改性剂在高速公路养护生产中推广应用受到局限。同时,运三高速公路路面结构的上面层本身就采用SBS 改性沥青混合料铺筑,通过对近3年来的使用效果分析,虽然路面防渗性能得到提高,但车辙病害依然严重。

PR 沥青改性剂是平均直径为4 mm 的黑色颗粒,可在常温下长期保存, 25°C 下的密度为 $0.91\sim 0.965\text{ g/cm}^3$,熔点为 140°C ,施工时可以直接投入沥青混凝土拌和机与热骨料同时拌和,使其均匀分散在沥青混合料中,而不必事先进行沥青—聚合物的混合。

PR 改性剂依靠其在沥青混合料中的嵌挤、加

筋、胶结作用来提高沥青混合料的路用性能。国内外道路研究者的研究表明,采用添加PR 改性剂的沥青混合料可以有效提高沥青混凝土路面的热稳定性。此外PR 改性剂还具有4 个优点:(1)无需相容性沥青;(2)无需专门的生产设施;(3)没有胶结料的贮存问题;(4)可准确掌握用量,避免了聚合物和改性沥青的浪费。因此,我们最终确定采用PR 改性剂作为养护生产中车辙治理的关键材料。

2 PR 改性剂的物理性能分析

为了验证PR 改性剂提高沥青混合料抗车辙性能的可靠性,进行了PR 改性沥青混合料车辙试验。

试验中,我们使用辉绿岩按照AC-13I 分档配料,油石比为5.3%,采用室内拌和工艺,当骨料温度达到 $180\sim 185^{\circ}\text{C}$ 时加入PR 改性剂,干拌30 s 后加入沥青,再湿拌3 min。所有试件均在室温条件下保存48 h,然后在 60°C 条件下养生5 h 后进行试验,其结果如表1 和图1 所示。

表1 PR 沥青混合料改性剂不同掺量控制车辙试验结果汇总

PR 掺量		车辙试验(第一组)			车辙试验(第二组)		
占沥青质量/%	占骨料质量/%	45 min 变形/mm	60 min 变形/mm	动稳定度/(次/mm)	45 min 变形/mm	60 min 变形/mm	动稳定度/(次/mm)
0	0	7.48	8.88	450	7.48	8.88	450
3.0	0.16	3.04	3.49	1 400	2.64	3.07	1 465
4.0	0.21	2.32	2.66	1 853	1.91	2.15	2 625
4.5	0.24	2.65	2.98	2 100	2.28	2.54	2 423
5.0	0.27	1.26	1.36	6 300	1.56	1.68	5 250
5.5	0.29	0.92	1.00	7 875	1.32	1.44	5 250
6.0	0.32	0.96	1.03	9 000	1.09	1.16	9 000
7.0	0.37	0.69	0.73	15 750	0.83	0.88	12 600
7.5	0.4	1.18	1.27	7 000	1.13	1.20	9 000
9.4	0.5	0.62	0.65	21 000	0.62	0.65	21 000
11.3	0.6	0.51	0.53	31 500	0.52	0.55	21 000

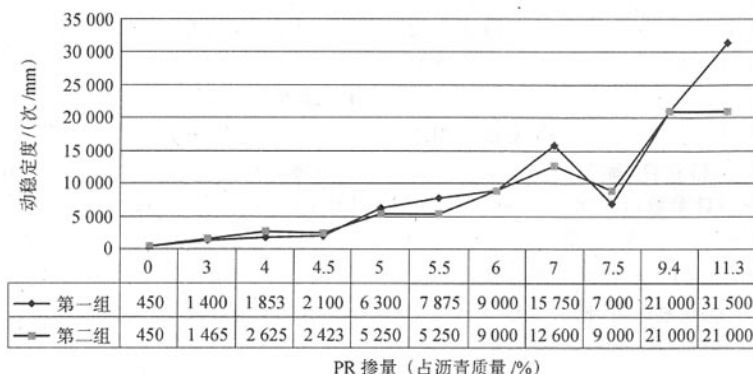


图1 PR 沥青混合料改性剂不同掺量控制车辙试验结果分析

通过对车辙试验结果进行分析可以得出,随着 PR 改性剂含量的增加,试件抗车辙能力逐步提高。

3 PR 改性剂用量的确定

在试铺试验路段之前,我们还进行了沥青混合料低温弯曲试验,以分析改性沥青在低温条件下抗剪切性能的变化。

试验中我们采用了与车辙试验相同的原材料,并用相同的油石比,在相同环境下进行室内拌和,制成试件,最后在-10℃低温条件下进行弯曲试验,其

结果如表 2 和图 2 所示。

表 2 PR 沥青混合料低温弯曲试验结果汇总

PR 掺量		低温弯曲试验		
占沥青质量 %	占骨料质量 %	破坏强度 MPa	破坏应变 10 ⁻⁶ φ	破坏劲度 MPa
4	0.21	9.03	3 134.33	2 883.97
5	0.27	9.21	3 110.93	2 967.25
6	0.32	8.73	2 947.80	2 958.94
7	0.37	8.04	2 644.28	3 038.62
11.3	0.6	7.94	2 725.13	2 915.29

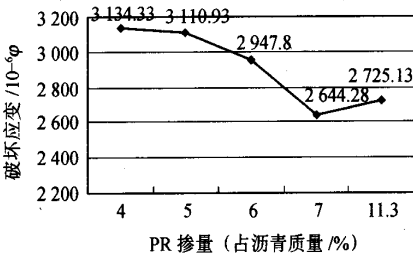
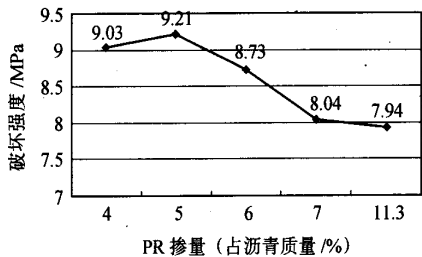


图 2 PR 沥青混合料低温弯曲试验结果分析

通过对低温弯曲试验结果进行分析可以得出,随着 PR 改性剂含量的增加,试件在低温条件下抗剪切的能力逐渐减弱,抗剪切变形的能力也逐渐减弱。

综合分析 PR 改性沥青混合料的车辙和低温弯曲的试验结果,并结合山西地区气候特点,最终确定的 PR 改性剂合理剂量为沥青质量的 5%,并以此作为本次车辙病害试验性修复的控制要点之一。

4 混合料拌和温度的确定

虽然 PR 改性剂的熔点为 140℃,但为确保混合料拌和均匀,仍需较高的拌和温度。

考虑到拌和温度对试件抗车辙能力的影响,我们仍然采用前文所述的原材料按照相同的方法制成试验试件。与之不同的是,在加入 PR 改性剂时的骨料控制温度不同,车辙试验结果如表 3 和图 3 所示。

表 3 PR 沥青混合料拌和温度控制车辙试验结果汇总

加入 PR 改性剂时骨料的温度	车辙试验(第一组)			车辙试验(第二组)		
	45 min 变形/mm	60 min 变形/mm	动稳定度/(次/mm)	45 min 变形/mm	60 min 变形/mm	动稳定度/(次/mm)
170℃	1.60	1.77	3 706	2.20	2.46	2 423
180℃	1.50	1.64	4 500	1.65	1.78	4 846
205℃	1.54	1.70	3 938	1.40	1.52	5 250

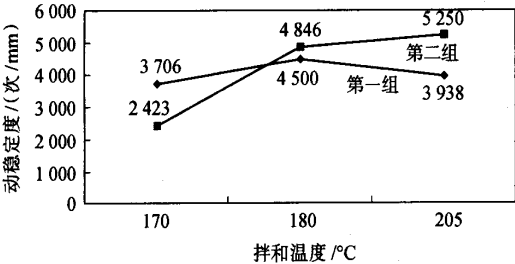


图 3 PR 沥青混合料拌和温度控制车辙试验结果分析

通过对车辙试验结果进行分析可以得出,随着拌和温度的提高,试件的抗车辙能力在 180℃ 时能保持在稳定的状态,虽然在 205℃ 时,试件的动稳定度达到了 5 250 次/mm,但在高速公路养护生产过程中,采用如此高的拌和温度并不经济。

因此,最终确定 180℃ 为 PR 改性沥青混合料的最佳拌和温度,并以此作为本次车辙病害试验性修复的控制要点之一。

5 试验路段平整度观测分析

试验中,我们采用AH-90 散装沥青作为主要材料,沥青混合料包括级配碎石、石屑、砂和矿粉,通过马歇尔试验确定的混合料最佳沥青含量为4.4%,密度为 2.430 g/cm^3 。

我们还将运三公路K14+050~K14+350 段上行300 m 行车道作为车辙治理的试验路段,并将该路段划分为3 个对比段落,即:A 段50 m,K14+050~K14+100;B 段150 m,K14+100~K14+250;C 段100 m,K14+250~K14+350。

通过对路面各结构层是否添加PR 改性剂进行比较,来分析PR 改性剂对提高路面抗车辙能力的作用,如表4 所示。

表4 车辙治理试验对比段落划分表

路面结构			A 段	B 段	C 段
上面层	4 cm	AC-13I	PR	PR	PR
中面层	5 cm	AC-20I	PR	PR	/
下面层	6 cm	AC-25I	PR	/	/

表中划“/”的结构层,表示采用普通沥青混凝土铺筑。施工过程中,我们将试验路段内15 cm 厚沥青混凝土面层全部铣刨干净,并将不同段落接头处均挖成阶梯状分层铺筑,以保证接缝平顺密实。

施工完成后,我们每间隔30 d 就对试验路段内3 个对比段落的30 个检测点分别进行横向平整度观测,以分析车辙修复效果,如表5 和图5 所示。

表5 试验路段横向平整度观测数据记录表

段落	间隔时间/d	横向平整度(观测点)/mm										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
A 段	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0.40
	30	1.5	0.5	1	1	0	1	0	0	1.5	0	0.65
	60	2	0.5	1	1	1.5	2	1	1	1.5	1	1.25
B 段	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0.40
	30	1	1	1.5	1	1	2	1	0	0	1	0.95
	60	2	1.5	2	1	1.5	2	1.5	2	1	1	1.55
C 段	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0.50
	30	1	2	1	1.5	2	2	1	1.5	1	1	1.40
	60	2.5	2	1	3.5	2	2.5	2	2	1	2	2.05

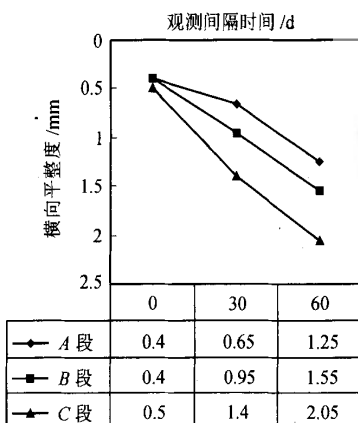


图5 试验路段横向平整度观测数据

由以上分析可以看出,随着时间的推移,试验路段横向平整度在不同段落都呈现衰减趋势,但对于每个结构层都经过改性的段落而言,平整度的变化

相对较慢,变化幅度也相对较小,车辙病害的试验性修复达到了预期效果。

6 结论

(1)PR 改性剂的使用对沥青混凝土路面的高温稳定性能具有明显的改善作用,特别适宜山岭重丘地区及重载大交通量的路段使用。

(2)在运用PR 改性沥青混合料施工时,无需增设专用设备,施工工艺简单,与普通沥青混合料相同,特别适用于高速公路的养护。

(3)PR 改性沥青混合料的生产成本介于普通沥青混合料与SBS 改性沥青混合料之间,使用后路用性能提高,与SBS 改性沥青相比还能降低养护成本。

因此,PR 沥青改性技术是高速公路养护生产过程中,在处理车辙病害问题上比较好的治理方案,值得推广。