

公交车道彩色路面技术研究

乔晓军 叶远春 李东 钟晓颖

(北京市市政工程设计研究总院, 北京市城市道路养护管理中心 北京市 100082)

摘要 随着经济的发展及2008北京奥运会的即将召开, 北京市的城市道路建设速度及水平均有较大提高。彩色路面在发达国家同类城市的应用非常广泛, 北京市也做过一些尝试。本文就路面彩色化的发展历史、功能、分类、优缺点等进行总结分析, 结合国内已经应用项目的经验教训, 考虑北京的实际交通状况, 研究北京市推广应用中的相关技术及应对措施, 为彩色路面技术在北京市的进一步推广提供支持。

关键字 城市道路 路面 彩色化 技术应用

Research on Bus Lane Color Pavement Technology

Qiao Xiao Jun, Ye Yuan Chun, Li Dong, Zhong Xiao Ying

(Beijing Municipal Engineering Design & Research Institute

Beijing Urban Road Maintenance Management Center, Beijing, 100082)

Keywords Urban road, pavement, colorize, technical application

1 概述

城市经济的发展、汽车保有量的增加、城市规模的不断扩大, 解决道路网规划设计、提高城市道路通行能力、减少交通事故仍是城市建设的主要课题。同时随着时代的进步, 建立生态工程、美化生活环境也变得十分重要, 人们在改善路网解决交通需求的同时, 又赋予了道路许多其他功能, 如加强交通诱导功能、环境保护功能、城市景观中的美学功能等。传统的黑色沥青路面色彩单调, 功能也较为单一, 而彩色路面的交通功能和环境艺术功能可使这种情况得到明显的改善。

彩色路面的研究与应用可追溯到20世纪50年代, 从欧美等国家开始研究, 这种路面不仅能将不同的车道用色彩分开, 营造出交通时代气息, 给人以良好的心理感受。还可用在危险地带以颜色警示驾驶者, 起到诱导交通的作用。同时, 彩色路面还可与道路周围的建筑形成色彩上的搭配及建筑艺术上的协调, 将城市进行园林式美化, 体现出一个国家或一个城市的特色和风格, 起到提升整个城市的形象和功能的作。我国彩色路面的研究开始于20世纪七八十年代初, 在实际道路上的应用较少, 近几年才作为一种新型的铺面技术, 在不少大型城市的道路、广场等场所被逐渐使用。

2 彩色路面的分类

路面彩色化的方法很多, 综合国内外的工程实例及大量资料, 将目前使用较多的路面彩色化技术分为以下四类: 彩色沥青混合料类、彩色微表处类、彩色材料表层喷涂类以及彩色水泥灌浆沥青混合料类。

2.1 彩色沥青混合料类

彩色沥青混合料类路面是指脱色沥青或人工调配的浅色胶结料与各种颜色的石料、色料和添加剂等材料在特定的温度条件下拌合而成的各种彩色沥青混合料, 再经过摊铺、碾压而形成具有一定强度和路用性能的非黑色沥青混凝土路面, 它与传统沥青路面有着相同的性质, 主

要通过使结合料脱色或者更换沥青混合料中结合料及石料,来达到改变颜色的目的。

(1)浅色结合料

采用彩色结合料有两种方式,一种是用适当的溶剂将石油沥青中的黑色沥青质脱去,留下颜色较淡的其他组分,并配以改性材料,加入一定色泽的特殊颜料,使沥青按照需要变成红、黄、蓝、绿等不同的色彩。

另一种是利用现代石油化工产品,人工调配出与沥青性能相当的浅色胶结料,此技术产生的彩色胶结料的粘结性、弹性和韧性指标大大优于普通沥青。将这种浅色胶结料与具有一定级配的浅色集料拌和时,加入一定色泽的颜料,再经摊铺、碾压就形成具有一定强度的彩色路面。

(2)混合料中的彩色石料

当选用与浅色结合料颜料相近的彩色石料,可铺出纯色彩的彩色路面;而选用一般石料或与颜料色差较大的石料,铺出的路面开始为纯色,经过一段时间的磨耗,彩色路面斑点相间。

2.2 彩色微表处

彩色微表处类含稀浆封层及微表处两种工艺,该技术属于薄层罩面,可以直接在原有路面进行施工,而不需对原有路面进行铣刨等前期处理。其中稀浆封层可用于轻交通、低等级道路,主要采用改性乳化树脂作为粘结料,配以颜料及添加剂及石料混合,使用专门摊铺机进行施工,摊铺厚度一般为4~6mm;彩色微表处是在沥青混凝土路面上铺撒粘结力强的树脂或改性乳化沥青,再铺撒有色骨料使其黏结而形成的彩色路面。

2.3 彩色材料表层喷涂类

彩色材料表层喷涂类主要采用喷涂工艺,将彩色材料喷涂在一般的沥青路面上,形成彩色路面效果,常用的主要有热熔类、溶剂类、环氧树脂类、丙烯酸类。

(1)热熔类

热熔类彩色路面是将混合了树脂、骨料、反光材料及彩色颜料的粉体涂料倒入热熔釜中,高温190~210℃加热熔融,用专用的摊铺机涂布在涂好底漆的路面上,经过自然冷却、凝固后形成的彩色路面,具有防滑、减速的作用。

(2)溶剂类

溶剂类彩色路面主要是将油漆、涂料等彩色溶剂涂布在路面上形成的彩色路面。

(3)环氧树脂类

环氧树脂类彩色路面主要采用高分子树脂聚合物进行粘结,铺设时,在路面上喷撒上很薄的一层环氧树脂,再覆盖上特殊的、有色颗粒状材料。

(4)丙烯酸类

丙烯酸类彩色路面主要采用丙烯酸作为粘结层。在清洁的道路表面,涂覆特种双组分丙烯酸树脂复合材料,以高硬度的防滑砂等材料为骨料,形成彩色路面。

2.4 彩色水泥灌浆沥青混合料类

彩色水泥灌浆沥青混凝土路面是半柔性路面的一种,是将特殊设计的彩色水泥胶浆灌入到多孔的级配沥青混合料的空隙之中而形成的路面。施工时在浸透性水泥胶浆中掺入颜料进行着色,然后将水泥胶浆灌入到级配沥青混合料的空隙中,经过养生后,即形成彩色水泥灌浆沥青路面。

3 技术优缺点分析

彩色路面技术正处于快速发展时期,技术上也在不断更新中,本文根据现有工程案例,分析常用技术的优缺点。

3.1 颜色保持方面

彩色沥青混合料类受集料颜色影响,颜色的丰富性相对较差,保持颜色能力一般,约1~1.5年左右,在采用彩色骨料时可达3年以上。彩色微表处颜色容易控制,集料对颜色效果也有一定影响,保持颜色能力一般,约1~1.5年。表面喷涂类的颜色最为丰富,保持颜色能力较强,约2~3年。其他类中彩色水泥灌浆沥青混合料保持颜色能力较差,彩色集料着色类路面磨耗后失色严重,保持颜色时间约0.5~1年。

3.2 开放交通的时间

取决于各种技术的施工工艺和材料的快干性能。沥青混合料为机械摊铺和碾压,最小开放时间为4~6小时。

彩色微表处为机械摊铺,最小开放时间为2~3小时。

彩色材料表层喷涂类:热熔类使用油压式热熔釜和喷射式热熔涂抹机械进行机械摊铺,溶剂类为机械摊铺,交通开放时间为1~2小时;环氧树脂喷涂类在国外为机械施工,国内大部分为人工摊铺,交通开放时间为5~8小时;丙烯酸类多为人工摊铺,交通开放时间为2~3小时。

彩色水泥灌胶混凝土类大部分施工作业需要很多的劳动力和较高的熟练程度,综合考虑养生时间,交通开放时间为24~48小时,时间较长。

3.3 单位工程造价

以常规工法及材料对比:彩色微表处0.8cm、彩色沥青混合料类(普通骨料)、彩色材料表层喷涂溶剂类较低。彩色水泥灌胶混凝土类和彩色材料表层喷涂环氧树脂类接近,造价较高。彩色材料表层喷涂热熔类和丙烯酸类接近,造价介于两者之间。

4 在北京的应用概况

4.1 彩色沥青混合料

彩色沥青混合料路面在北京多应用于非机动车道、篮球场等轻交通道路。早期于2001年8月应用于瓷器口路口人行横道处铺设红色沥青混合料,诱导行人通行,给人以视觉上的区分。由于当时技术不成熟,只是简单的进行沥青杂质脱色,因此使用后颜色脱落,试验未成功,已经取消。

4.2 彩色材料表层喷涂类

北京的彩色路面从2002年开始实施,主要以热熔类为主,在北京市二环路、三环路以及公路联络线急弯处喷涂彩色路面。综合了车道视觉减速标线和感觉减速标线的优点,路面呈现暗红色,增强了视觉警示效果,增加了轮胎和地面的摩擦系数,减少了雨雪天气条件下车辆的侧滑和甩尾危险,有良好的事故预防效果。

(1) 热熔类

2002年9月,在北二环德胜门辅路处喷涂黄色铺装,诱导非机动车安全行驶,通过色彩变化划分不同性质的交通区间,提高行车安全性。2007年1月在现场观察,因污染物黏附、颜色脱落,失去原有光鲜的黄色。

2004年8月在三环路内环主路苏州桥上急弯处增设彩色路面1414.08m²。为鲜艳的红色路

面(图1)。经过两年半的使用,2007年3月现场观察,彩色路面处基本无剥落,颜色保持良好,为暗红色。

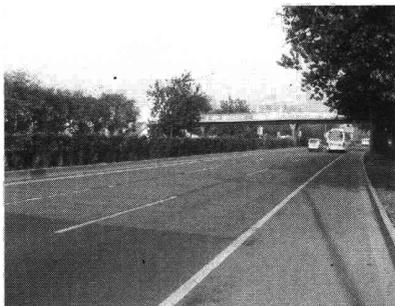


图1 北三环苏州桥主路彩色铺装(2004年8月) 图2 北三环苏州桥主路彩色铺装(2007年3月)

2006年6月在北京南三环万柳桥急弯处喷涂红色减速带(图3),于2007年3月现场观察,因车辆行驶磨损,颜色减淡,在车道中心处涂层剥落(图4)。



图3 南三环万柳桥主路(2006年6月)

图4 南三环万柳桥主路(2007年3月)

2006年6月,北京市东直门桥主路范围急弯处喷涂红色热熔类材料,经过半年的使用,2007年3月现场观察,面层无剥落,颜色衰减。

热熔类彩色路面多用于道路减速带,起到减速提示的作用,色彩保持效果较好。

(2)环氧树脂类

彩色材料表层喷涂环氧树脂类在北京目前主要应用在停车场坡道处。

(3)丙烯酸类

2004年9月初,二环路内环左安门桥东急弯处(图5)、二环路外环玉蜓桥西铁路桥下路面采用了表层喷涂丙烯酸类彩色路面。路面为红色,视觉警示效果强烈,增加了轮胎和地面的摩擦系数,减少了雨雪天气条件下车辆的防滑和甩尾危险,有良好的事故预防效果。2007年3月去现场观察,颜色保持较好,路面无剥落现象,车道中间部分颜色缺失(图6)。

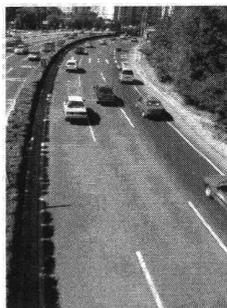


图5 南二环左安门转弯处(2004年9月)

图6 南二环左安门转弯处(2007年3月)

2006年4月在景泰桥下急弯处铺设了表层喷涂丙烯酸类彩色路面。路面为红色，有很强的视觉警示效果(图7)。2007年3月去现场观察，颜色保持较好，路面无剥落现象，车道中间部分颜色缺失(图8)。



图7 南二环景泰桥转弯处(2006年4月)



图8 南二环景泰桥转弯处(2007年3月)

4.3 彩色水泥灌浆沥青路面

国内尚处于起步阶段。北京于2006年由北京市路新大成景观建筑工程有限公司初步试验研究，2006年10月28日在北京市南中轴路德茂庄站进行了半弹性水泥灌浆处理彩色铺装试验，增强站台处的抗车辙性，颜色为黄色(图10)。经过3个月的使用，于2007年1月9日现场观察，颜色损失严重。



图9 南中轴路德茂庄站(2006年10月28日)

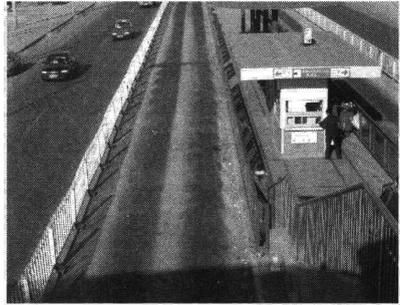


图10 南中轴路德茂庄站(2007年1月9日)

总体上看，近年来，彩色路面技术在北京市得到了初步应用，技术上处于发展阶段，各种类型路面均有不同程度应用，从技术应用工程实例分析，以表面喷涂类应用较多，道路彩色化后效果相对较好，但有局部破损现象，且后期维护难度较大。

5 技术应用主要控制指标

由于彩色路面在国内应用的成功实例有限，并无相关的技术标准及规范，给该技术的实际应用带来了不确定性。研究中考虑参考同类材料及工艺相关技术要求，编制相应的材料性能指标及路用性能指标，应用于彩色路面工程中，对建设质量作初步控制。另外，不同等级、不同交通种类的道路彩色化要求应有所区分，本文中主要指标均对交通量较大的机动车而言，其他性质的道路可以对指标作合理调整。

5.1 彩色沥青混合料

彩色沥青混合料路面可参考现行沥青混凝土路面的相关技术指标及规范，对热拌彩色沥青混合料路面技术要求见表1。

(1)胶结料

表1 胶结料技术指标要求

技术指标		技术要求
针入度 (25℃, 100g, 5s)	(0.1mm)	50~70
延度 (5cm/min, 15℃)	不小于 (cm)	100
软化点 (环球法)	不小于 (℃)	50
闪点 (COC)	不小于 (℃)	230
动力粘度 (60℃)	不小于 (Pa. s)	180
粘度 (135℃)	不大于 (Pa. s)	3
薄膜烘箱 加热试验 163℃, 5h	质量损失	不大于 (%)
	针入度比	不小于 (%)
	软化点 (环球法)	(℃)
	延度 (5cm/min, 15℃)	不小于 (%)
	颜色	无明显变化

(2)集料

集料配合比及相关指标要求, 需参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)相关要求, 并应取相对较高的控制值指标。

(3)颜料

颜料宜选用氧化铁红系列等无机颜料 (见表2)。

表2 氧化铁红颜料技术指标要求

技术指标		技术要求
铁含量 (以 Fe_2O_3 或 Fe_3O_4 计)	不小于 (%)	95
相对着色力	(%)	95~105
色差	不大于 (%)	1
105℃挥发物	不大于 (%)	1
水溶物	不大于 (%)	0.5
筛余物 (0.045mm 筛孔)	不大于 (%)	0.3
水悬浮液 PH 值		5~7
吸油量	(g/100g)	15~25
1000℃ (0.5h) 热损失	不大于 (%)	5.0

(4)配合比设计

采用 AC13 或 AC16 密集配类型矿料级配 (见表3)。

表3 彩色沥青混凝土马歇尔试验技术标准

技术指标		技术要求
马歇尔击实次数	(次)	75
空隙率	(%)	3~5
稳定度	不小于 (kN)	8.0
流值	(mm)	2~5
沥青饱和度	(%)	65~75

(5)路用性能验收标准(见表4)

表4 热拌彩色沥青混凝土路面面层质量检验标准及允许偏差

	项次	检查项目		单位	规定值及允许偏差	检查频率		检验方法
						范围	点数	
主控项目	1	压实度		%	≥ 96	1000m ²	1	T0924
	2	厚度		%	-5	1000m ²	1	T0912
	3	平整度	σ	mm	1.8	每车道	全线连续	平整度仪; 每100m计算 σ 、IRI
			IRI	m/km	3.0			
	4	弯沉值		0.01mm	符合设计要求	20m	1/每车道	T0944
5	抗滑	摩擦系数		符合设计要求	200m	1或全线连续	摆式仪或摩擦系数测定车	
		构造深度				1	T0924	
一般项目	6	深水系数		ml/min	≤ 300	200m	1	T0971
	7	宽度		mm	0, +20	40m	1	尺量
	8	中线高程		mm	± 15	20m	1	水准仪
	9	中线平面偏位		mm	20	50m	1	经纬仪
	10	横坡		百分点	± 0.3	20m	1	水准仪
				mm	± 10			
11	井框与路面的高差		mm	≤ 4	每座	1	用尺量取最大值	

5.2 彩色微表处

彩色微表处技术参考稀浆封层相关技术要求,并考虑到机动车道对彩色封层的影响,初步选用以下技术指标控制。

(1)乳化沥青

表5 彩色乳化沥青指标

试验项目 \ 种类	单位	技术指标
乳液性质		阳离子
针入度指数		
针入度 100g, 25℃, 5s	0.1mm	50~170
粘度 1504mm, 25℃	s	30~60
软化点 R/B	℃	60以上
弹性恢复 25℃	%	>30

(2)矿料的要求

彩色微表处用矿料宜符合《微表处和稀浆封层技术指南》相关指标的规定(见表6)。

(3)矿料级配

见表6。

表6 彩色微表处和彩色稀浆封层矿料级配

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
I (3~6mm)		100	90~100	65~90	40~65	25~42	15~30	10~20
II (6~8mm)	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
III (8~10mm)	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

(4)路用验收性能要求。(见表7)

表7 路用验收性能

项目		质量要求	方法
表观质量	外观	表面平整、密实、均匀、无松散, 无花白料, 颜色均匀一致, 无轮迹, 无划痕	目测
	横向接缝	对接, 平顺	目测
	纵向接缝	宽度<80mm, 不平整<6mm	尺量
	边线	任一30m长度范围内水平波动不超过50mm	尺量
抗滑性能	摆值 Fh (BPN)	>45	T0964
	横向力系数	>54	T0965
	构造深度	>0.6	T0961
渗水系数		<10ml/min	T0971
厚度		±10%	钻孔

5.3 彩色材料表层喷涂类

(1)热熔类材料及路用性能指标。(见表8)

表8 热熔类材料及路用性能指标

试验项目	单位	主要指标	实验方法
密度	克/cm ³	1.9	JIS K 5665
固化时间 (20℃)	分钟	10	施工→车辆开放时间
防滑阻力	BPN 值/wer	78	
附着强度	kgf/cm ²	12(水泥路面凝结核破坏)	
耐变形性		95	
水平试验后的防滑阻力	BPN 值/wer	76	

(2)溶剂类材料及路用性能指标。(见表9)

表9 溶剂类材料及路用性能指标

项目	溶剂型
容器中状态	应无结块、结皮现象, 易于搅匀
粘度	≥100(涂4杯, s)
密度, g/cm ³	≥1.2
施工性能	空气或无空气喷涂
加热稳定性	应无结块、结皮现象, 易于搅匀, KU值不小于40
耐磨性(200z转/1000后减重)	≤40(JM-100橡胶砂轮)
耐水性	在水中浸泡24小时应无异常现象
耐碱性	在氢氧化钙饱和溶液中浸24h应无异常

(3)环氧树脂类材料及路用性能指标。(见表10)

表10 环氧树脂类材料及路用性能指标

项目		技术要求	实测值	执行标准	
集料	粒度分布		-	英国 TRL 报告 176	
	PSV	65	85		
	AAV	30	8.2%		
胶粘剂	胶粘剂比重		0.8~0.856/ML	GB/T13354-1992	
	抗拉强度 (MPa)		8 MPa	GB/T6329-1996	
	粘结强度 (与水泥混凝土)		3.5 MPa		
	剪切强度 (金属-金属)		4.2 MPa	GB7124-1986	
	剪切强度 (砼-砼)		8.5 MPa	/	
	25℃固化时间		3 小时	/	
	剥离强度 (浮辊法)		3.0kN/M	GB/T7122-1996	
路面体系	SRV	55	75	英国 TRL 报告 176	
	(20±2)℃拉伸粘结强度 (N/m ²)	≥0.5	1.1		
	构造深度 (mm)	≥1.4	1.8		
	高温刮损试验 后	1.6	≥1.2		1.6
		2	≤3		2

(4)丙烯酸类材料及路用性能指标。(见表11)

表11 丙烯酸类材料及路用性能指标

项目	技术指标		技术要求
防滑砂	磨光值		PSV>70
	磨耗值		AAV<5
	用量		3~6kg/m ²
	粒径	人行道	0.7~1.2mm
		行车道	1.18~3.35mm
	颜色	原色	灰色、黑色
染色		红色、绿色	
路面指标	防滑值		>65
	构造深度		>1.5mm
	抗压强度		>45N/mm ²
	延展性		5~10%

5.4 彩色水泥灌浆沥青混合料类

彩色水泥灌浆沥青混合料将特殊设计的彩色水泥胶浆灌入到多孔的级配沥青混合料的空隙之中而形成路面,其中级配沥青混合料相关技术指标应按《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)相关要求控制。水泥胶浆为水泥、砂、矿粉、颜料、添加剂及高分子聚合物的混合物,主要控制指标见表12。

表 12 水泥胶浆主要控制指标

指标	单位	范围	备注
流动度	s	10~14	
抗折强度	MPa	>2	养生 7 天
抗压强度	MPa	10~30	

6 结论与建议

(1) 从国内外彩色路面的应用情况来看, 彩色路面有着一般黑色路面不能取代的美化环境、安全标识等功能, 在北京市公交专用道、大型重要交叉口等有着良好的应用前景。

(2) 在国内, 机动车道彩色化技术处于起步阶段, 工程技术的应用及改善后工程效果有一定的不确定性, 大面积使用前, 应考虑在相同交通条件、气候条件、环境条件下铺设试验段, 对比验证各技术的实际工程应用情况, 为下一步推广决策提供依据。

(3) 建议路面彩色化方案充分考虑北京市温差大、温度低、紫外线照射强的气候条件, 同时要适应风沙、酸雨等少量恶劣天气。

(4) 彩色化后的路面, 建议考虑周边环境色彩综合确定, 提高道路项目在工程美学上的建设水平。

公交车道彩色路面技术研究

作者: 乔晓军, 叶远春, 李东, 钟晓颖

作者单位: 北京市市政工程设计研究总院,北京市城市道路养护管理中心 北京市 100082

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6553932.aspx