

工业涂料与涂装技术丛书

# 道路涂料 与涂装技术

哈成勇 编著



化学工业出版社  
材料科学与工程出版中心

工业涂料与涂装技术丛书

# 道路涂料与涂装技术

哈成勇 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北京·

# (京) 新登字 039 号

## 图书在版编目 (CIP) 数据

道路涂料与涂装技术/哈成勇编著 —北京:化学工业出版社, 2001.7  
(工业涂料与涂装技术丛书)  
ISBN 7-5025-3115-7

I. 道… II. 哈… III. 道路工程-建筑涂料  
IV. U414.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 23097 号

---

工业涂料与涂装技术丛书

道路涂料与涂装技术

哈成勇 编著

责任编辑: 顾南君

责任校对: 李 林

封面设计: 郑小红

化学工业出版社 出版发行  
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 11 字数 246 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3115-7/TQ·1346

定 价: 27.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 前 言

工业革命以来，公路就成为国民经济的命脉，并在与其他交通工具的竞争中，逐渐完善和发展。高等级公路、汽车专用道路以及高速公路的出现极大地改变了公路交通的效率和形象。以加强道路管理和规范机动车驾驶人员的行车而出现的道路涂料也随之发展、完善。

机动车的出现改变了人们生活的节奏，促进了交往和交流；但是不可忽视的交通事故也在迅速增加。道路涂料的应用作为道路上随处可见的法律、法规性语言，对于机动车、非机动车驾驶人员和行人是一种无形的约束和规范，对于交通事故的责任认定是一种界定性的参考。同时，整齐美观的道路涂料对于城市道路的美化也有着重要的作用。因此，道路涂料在各类道路上的应用对于保障道路的畅通、提高公路交通的效率、减少事故造成的损失、保障人民的生命财产，具有特殊的意义。

我国公路发展水平与发达国家相比还有相当大的差距，就全国而言发展水平也不均衡。就在我们单位面积国土所拥有的公路里程和单位长度所拥有的机动车数量都处于较低水平的情况下，我们的交通事故发生率和财产损失、死亡人数均处于较高的水平，这是我国将来在进一步发展公路交通时，必须首先考虑解决的问题。这样的现状也为道路涂料的研制、生产使用提供了良好的契机，这是一个严峻的课题，也是一个巨大的市场；如何在最短的时间内，缩短与发达国家在道路涂料方法的差距，拿出具有先进水平和我国自己特色、符合国情的道路涂

料产品以及配套的生产、施工设备和机械，去满足我国飞速发展的公路建设的需要，是放在每一位相关管理和科技人员面前的课题。

道路涂料作为涂料工业中的一个小品种，在生产技术和配方方面均不算先进和复杂；但它的技术要求却非常苛刻，在成本控制严格的前提下，其耐磨、耐候、耐油、抗水性均有极高的技术标准，这就是道路涂料的特色，也是道路涂料科研、生产和施工中必须面对的难题。我国道路涂料的研制与生产时间不长，已经取得了一些成绩，培养了一批专业人才，但赶超国际先进水平的道路还较长，我们要认清现状，加倍努力。

目前，国内有关道路涂料方面的专著还不多，公开发表的文献量也不大。本书以中国科学院广州化学研究所在道路涂料方面的研究为基础，结合有关文献总结而成，希望对从事化工涂料生产和使用的科技人员、道路涂料应用、交通工程技术人员、交通安全管理工作、道路涂料现场施工管理和技术人员有所裨益。

本书在编写过程中得到中国科学院广州化学研究所有关部门的大力支持和热情帮助，在此表示衷心感谢。

本书的第二章第一节、第四章第一节、第六章和第八章由刘治猛编写；其余部分由哈成勇编写，全书由哈成勇统一修订。

在编写过程中，我们虽然竭力追求完善，但本书涉及范围广、内容较多，并限于我们水平和经验，书中难免有不足之处，希望广大读者不吝赐教，以便修改。

哈成勇

2000年11月

## 内 容 提 要

本书从道路涂料的起源、发展，到目前国内外的现状，对道路涂料的种类、组成、配方、配方原理、组分的作用以及生产、生产中的安全卫生、施工、施工注意事项等作了充分、详细论述，是一本道路涂料基础和应用方面的综合性文献。对道路涂料的二个主要品种，常温溶剂型、加热溶剂型和热熔型道路涂料的构成、典型配方、生产技术和工艺设备、技术要求以及检测方法作了系统分析和阐述，对道路涂料配方中的基本原料的来源、合成以及工艺和技术要求进行全面介绍，对各类道路涂料的施工管理、机械和程序，以及道路涂料容易发生的病态和不良现象、解决方法有基本的概述；同时对道路交通常见的道路标志也作了介绍，从而使本书完整地将道路涂料所包含的内容呈现给读者。

本书注重基础与实用的结合，既完整、全面地介绍相关基础知识，也对生产工艺、设备以及施工、机械、管理等应用技术也有足够的叙述。可供从事化工涂料生产和使用的科技人员、道路涂料应用、交通工程技术人员、交通安全管理工作、道路涂料现场施工管理和技术人员作为专业参考书，以及大专院校相关专业作为教学参考书。

# 目 录

<b>第一章 道路涂料的起源与发展</b> .....	1
<b>第一节 道路涂料的起源</b> .....	1
一、我国公路简史与现状 .....	1
二、道路涂料的出现 .....	3
<b>第二节 道路涂料的国内外现状</b> .....	6
一、道路涂料在功能上的发展 .....	6
二、道路涂料在选材上的发展 .....	7
三、C <sub>5</sub> 树脂的来源 .....	10
四、道路涂料在国内的现状 .....	11
<b>第三节 道路涂料的发展展望</b> .....	17
<b>第四节 国外正在开发的新型道路涂料展望</b> .....	21
一、颜料方面的进展展望 .....	21
二、成膜物质方面的改进 .....	23
三、抗磨 .....	24
四、反光 .....	25
<b>参考文献</b> .....	27
<b>第二章 道路涂料</b> .....	29
<b>第一节 涂料概况</b> .....	29
一、涂料的沿革、作用与功能 .....	29
二、涂料的组成 .....	33
三、涂料的分类 .....	37
四、涂料的固化机理 .....	43
<b>第二节 道路涂料概况</b> .....	47
一、道路涂料的分类 .....	47

二、道路涂料的组成 .....	48
三、各类道路涂料成分的基本作用 .....	50
四、道路涂料的技术要求 .....	55
五、道路涂料的特点 .....	61
<b>第三节 道路涂料用成膜物质</b> .....	61
一、按成膜物质种类分类 .....	62
二、按成膜物质的溶剂类型分类 .....	135
<b>参考文献</b> .....	139
<b>第三章 道路涂料的设计</b> .....	141
<b>第一节 道路涂料用颜料</b> .....	141
一、钛白粉 .....	143
二、立德粉 .....	147
三、硅灰石 .....	148
四、氧化锌 .....	149
五、碳酸钙 .....	150
六、重晶石粉 .....	150
七、陶土 .....	151
八、膨润土 .....	152
九、滑石粉 .....	152
十、大理石粉 .....	153
十一、高岭土 .....	154
十二、氧化铁黄 .....	154
十三、铬黄 .....	154
十四、铬绿 .....	155
十五、铬酸铅 .....	156
<b>第二节 道路涂料用助剂</b> .....	156
一、概述 .....	156
二、涂料助剂的分类 .....	156
三、涂料助剂市场概况 .....	156
四、国产涂料助剂 .....	157



第三节 道路涂料用溶剂 .....	174
一、脂肪烃类溶剂 .....	175
二、芳香烃溶剂 .....	176
三、高沸点芳烃溶剂 .....	177
四、萜烯类溶剂 .....	177
五、醇类溶剂 .....	178
六、酮类溶剂 .....	179
七、酯类溶剂 .....	180
八、醇醚和醚酯类溶剂 .....	180
九、涂料用溶剂的发展动向 .....	182
十、涂料的环境保护 .....	183
第四节 道路涂料配方原则与路面、地域的关系 .....	183
一、配方基本原则 .....	183
二、不同路面对道路涂料的要求 .....	188
三、不同地域对道路涂料的要求 .....	189
参考文献 .....	190
<b>第四章 道路涂料的生产工艺 .....</b>	<b>191</b>
<b>第一节 溶剂型道路涂料的种类和制造工艺 .....</b>	<b>191</b>
一、溶剂型道路涂料生产工艺概述 .....	191
二、溶剂型道路涂料的主要制造设备概述 .....	195
三、影响溶剂型道路涂料性能的因素 .....	203
四、溶剂型道路涂料配方设计的重要参数 .....	206
五、常温溶剂型道路涂料的制造工艺举例 .....	208
六、加热溶剂型道路涂料制造工艺举例 .....	213
<b>第二节 热熔型道路涂料的生产工艺 .....</b>	<b>213</b>
一、原料的预混合 .....	215
二、挤出机中的熔融混合 .....	216
三、粉碎 .....	217
四、过筛 .....	218
参考文献 .....	218

<b>第五章 道路涂料的施工</b> .....	220
<b>第一节 道路涂料的施工工艺</b> .....	220
一、道路涂料施工前期准备 .....	220
二、底漆的施工 .....	222
三、道路涂料面漆的施工 .....	223
<b>第二节 道路涂料质量的评定</b> .....	237
一、溶剂型道路涂料常见病态及消除方法 .....	237
二、热熔型道路涂料常见病态及消除方法 .....	238
<b>参考文献</b> .....	239
<b>第六章 另类道路涂料</b> .....	240
<b>第一节 突起路标</b> .....	240
一、突起路标的应用范围 .....	240
二、突起路标的分类与性能结构 .....	241
三、突起路标的布设 .....	247
<b>第二节 道路交通标志</b> .....	248
一、道路交通标志的分类和设置 .....	248
二、道路交通标志用材料 .....	252
三、交通标志的制造 .....	257
四、贴附成型标带 .....	267
<b>第三节 其他视线诱导标志</b> .....	270
一、轮廓标的构造 .....	270
二、分合流诱导标的构造 .....	274
三、线形诱导标的构造 .....	275
四、视线诱导设施材料 .....	276
<b>参考文献</b> .....	278
<b>第七章 道路涂料生产与施工中的安全与卫生</b> .....	279
<b>第一节 道路涂料生产过程中的安全与卫生</b> .....	281
一、溶剂型、热熔型道路涂料生产车间的安全 .....	281
二、生产操作中的卫生 .....	282
三、贮存与运输中的安全 .....	283

第二节 道路涂料施工中的安全与卫生	283
一、溶剂型道路涂料施工中的安全注意事项	283
二、热熔型道路涂料施工中的安全注意事项	283
第三节 道路涂料生产与施工中的救护	284
一、现场救护的一般原则	284
二、事故的现场处理	285
三、中毒人员的现场救护	287
第四节 与涂料行业有关的各国环保、安全及卫生法规	295
一、美国的环保、安全与卫生法规	295
二、欧洲各国的环保、安全与卫生法规	296
三、日本的环保、安全与卫生法规	298
参考文献	298
<b>第八章 道路涂料的技术标准与性能评价</b>	<b>299</b>
第一节 道路涂料的技术标准简介	300
一、国外道路涂料的技术标准	300
二、国内道路涂料的技术标准	301
第二节 成膜物质的分析	301
一、成膜物质官能团的定量分析	302
二、成膜物质整体性能的分析	307
第三节 颜料及辅助材料的分析	311
一、道路涂料用着色颜料的技术标准和测试方法	311
二、颜料性能的测定方法	312
第四节 道路涂料性能的分析	316
一、道路涂料的特点与质量指标	317
二、道路涂料的检测	319
三、漆膜性能的检查	325
四、漆膜耐候性及三防性能的检查	333
参考文献	334
<b>附录 与道路涂料有关的技术标准</b>	<b>335</b>

# 第一章 道路涂料的起源与发展

## 第一节 道路涂料的起源

### 一、我国公路简史与现状

用于交通运输的带状土地称为道路。道路的发展史总是与人口集中的城镇有关，道路用来运送生活必需品、军事物资以及贡品。中国道路最早的起源已经无从考证，应当说从有了人类的活动开始，就有了供交流、交易和战争的道路。在战国时期，道路已经十分发达，在各个诸侯国内均建成了与各自京城相连接的通衢大道。到了秦朝，秦始皇去泰山朝拜时的道路已经发展到很先进的水平。但此后的数千年间，中国的道路随着各王朝的兴衰而起伏不定的艰难前进。在鼎盛的汉、唐、宋、元、明和清朝的初年，开国皇帝们为了达到其便于统治和富国强民的目的，都对道路的建设投入过大量的资金和人力；但均在其统治的末年，随着腐败和战乱，将道路破坏殆尽。

1949年新中国成立后，国家高度重视道路的建设和恢复，并重建、新建了一大批道路、桥梁等基本设施。改革开放以来，劳动力和劳动者的工作热情得到充分的解放，“要致富，先修路”已经成为国家、地方和人民的共识。1997年第一部《公路法》颁布，标志着我国的公路建设走上了法制的轨道。在沉重的人口和经济迅猛发展的双重压力下，中国公路主管部门意识到在中国修路、造桥必须符合中国国情。

1997年的最新资料显示，中国公路建设继续保持快速发

展的势头。全年新建公路里程 4 万公里<sup>①</sup>，总里程达到 122.6 万公里。其中新建高速公路 1349 公里，二级以上公路 4873 公里。新建公路桥梁 10.23 万延米<sup>②</sup>，其中 500 米以上大桥 40 座，计 4.3 万延米。新建公路里程数和新建高速公路数量不仅超过年初计划数，而且成为历史最高水平，仍保持着积极活跃的强劲发展势头。图 1-1 和图 1-2 分别表示 1993 年到 1997 年间我国公路总里程增长情况和公路旅客周转量变化。

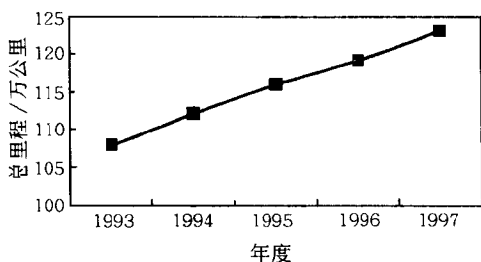


图 1-1 1993 年至 1997 年间我国公路总里程的增加情况

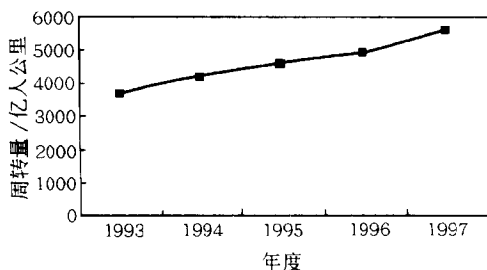


图 1-2 我国 1993 年至 1997 年间公路旅客周转量变化

① 交通部行业习惯用万公里，故不用千米 (km) 表示。

② 延米的概念是指某物体的长度单位是“米”，并且不考虑其宽度；这是一个施工中所使用的概念。例如公路的长度是延米，是指公路的长度，但这公路可能是二车道，也可能是四车道，也可能是六车道、八车道等，但在使用延米概念时，不考虑公路的宽度。

截至 1998 年底，我国高速公路里程已达 6258 公里，居世界第 8 位。今年全社会用于公路建设的投资在 1800 亿元以上，其中 60% 以上用于高速公路建设，预计到 1999 年底，全国高速公路将突破 1 万公里，公路通车里程将突破 130 万公里。

1998 年，为扩大内需，拉动国民经济持续健康快速发展，我国先后增加 600 亿元用于公路建设。并且明确在 2000 年在全国建设“两纵两横”和三条干线公路，形成高等级公路运输大通道。两纵是：同江至三亚、北京至珠海；两横是：连云港至霍尔果斯、上海至成都；三条干线公路是：北京至沈阳、北京至上海、重庆至北海。

高速公路建设为拉动经济发展作出了重要贡献，1998 年全国公路建设拉动国内和总产值增长所占份额为 8.6%。

目前，我国的高等级公路虽然尚无法与西欧和北美等老牌发达国家相比，但已经成为我国的经济建设的主要运输骨干，并将在新世纪里，为我国经济的进一步腾飞提供畅通无阻、四通八达的运输服务。表 1-1 显示新中国公路交通建设 50 年发展成就。

表 1-1 新中国公路交通建设 50 年发展成就

设施名称	解放前 (1949 年)	1978 年	1998 年
公路通车里程/万公里	8.07	89.02	127.8
其中高速公路/公里	—	—	8733
公路桥梁/万座	10.4 (1965 年)	12.8	22
民用汽车拥有量/万辆	5.09	135.84	1319.3
其中货车/万辆	3.25	100.17	628
客车/万辆	1.71	25.90	655

## 二、道路涂料的出现

对于北美和欧洲等使用汽车历史长、公路管理已经规范化了的发达国家来说，车祸随时间的变化已经基本平衡，每年的

发生率大致维持在某一个数值附近。对于大多数发展中国家来说，由于经济发展速度快、管理一时难以跟上的情况下，车祸的发生在经济快速发展的初期，大都呈急剧上升的态势。从表 1-2 可见，我国进入 20 世纪 90 年代以来，车祸的发生率、受伤人数和死亡人数等几个指标都呈现上升势头。这告诉我们，我们交通管理的任务还很重；发展道路的同时必须加强道路的管理，以减少人民生命财产的损失，保护改革开放带来的成果。

表 1-2 20 世纪 90 年代以来各主要国家车祸统计

国家(地区)	事 故	1990 年	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年
美国	事故次数/次	2540946	2247263	2251173	—	—
	受伤人数/人	3600307	3434330	3449211	—	—
	死亡人数/人	44529	41462	39235	40115	—
加拿大	事故次数/次	182294	173885	172713	170852	—
	受伤人数/人	262604	249198	249821	247243	—
	死亡人数/人	4365	3691	3501	3601	—
德国	事故次数/次	340043	385100	395500	385400	392400
	受伤人数/人	448158	505500	516800	516000	516000
	死亡人数/人	7906	11300	10631	9949	9805
法国	事故次数/次	162573	148890	142362	137500	132726
	受伤人数/人	225860	205968	198904	189020	180382
	死亡人数/人	10289	9617	9083	9052	8533
英国	事故次数/次	254493	235798	233025	228865	234101
	受伤人数/人	341592	311269	310673	306020	315189
	死亡人数/人	5373	4568	4229	3814	3650
巴西	事故次数/次	61239	62412	66538	65000	—
	受伤人数/人	31498	37485	39530	39200	—
	死亡人数/人	5255	5239	5818	5500	—
日本	事故次数/次	643097	662388	695345	724675	728457
	受伤人数/人	790295	810245	844003	878633	881734
	死亡人数/人	11227	11105	11457	10942	10649

续表

国家(地区)	事故	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年
印度	事故次数/次	282602	294000	275900	277300	—
	受伤人数/人	244148	255300	277500	—	—
	死亡人数/人	54058	56525	59100	59300	—
中国台湾	事故次数/次	6206	4729	3489	2696	3603
	受伤人数/人	6155	4308	2929	2115	2937
	死亡人数/人	3910	3305	2717	2349	3094
中国香港	事故次数/次	15255	15327	15322	15469	15440
	受伤人数/人	20349	20321	20485	20558	20453
	死亡人数/人	321	315	328	351	296
中国	事故次数/次	250297	264817	228278	242342	253537
	受伤人数/人	155072	162019	144264	142251	148817
	死亡人数/人	49271	53292	58729	63508	66362

汽车突如其来的发展和使用，令只能行走马车的道路显得不够平整和宽阔；加上车速的提高和早期汽车制动性能的不足，行人对安全问题认识的不够，造成了人与车争路、车与车争路的混乱局面。频频发生、与日俱增的车祸令交通管理部门十分头痛，于是，他们首先颁布了一系列的交通管制办法。大致原则就是修建专用的人行道，令相向而行的车辆分别靠边行驶等。这解决了交通混乱的基本问题；但随着交通意识的提高和管理水平的进步，人们越来越感到如何更加高效率地利用道路，在道路面积不进一步加大、安全得到充分保障的情况下，提高车行的速度已经成为必须解决的问题，而且必须在法律上予以承认，使其成为驾驶人员必须遵守的基本规则。经过大量的调查、论证、试验，证明车辆分道而行是达到上述目的的有效途径，于是用于分隔车道的道路涂料便应运而生了，并且得到包括我国在内的大多数国家在法律上的认可。



## 第二节 道路涂料的国内外现状

### 一、道路涂料在功能上的发展

据报道，国外首次使用道路涂料来规范道路交通是 1924 年，在美国的俄亥俄州。至今已经有 70 多年的历史了。这 70 年来，从道路涂料的功能上看，它经历了从简单到复杂的演变历程。在西方社会工业革命的早期，虽然已经出现了人车争道的混乱局面，但那只是部分大城市、甚至只是某些大城市中心地带的偶然事件；在人烟稀少地带，高速行车司机间互相争道而行时，也会发生一些车祸事件。因此，在道路管理部门首次使用道路涂料来划分道路、规范行车和行人的各自区域时，主要是在道路上划出中心线以分隔相向而行的车道，以及人行横道线。这在当时人口密度很低、道路一般都是双向双车道的北美和西欧来说，已经足够解决问题。1929 年爆发的西方社会经济危机结束后，经济恢复使城市需要大量的劳动力，而城市生产出的产品需要向各地流通。人口大量向城市集中，造成城市人口的第一次急剧膨胀；大量增加的人口不仅给城市道路带来混乱和压力，生存所需的物资增加也使城市、城乡间交通运输量的大幅度上升，城市间双向双车道的道路已经显得拥挤不堪。好在经济复苏期的政府有足够的财政收入来支撑道路的扩建和新建，同时，道路的修建本身可以拉动建材、化工和机械等多个行业的发展；各行业的发展又可以为政府带来大量的财政收入，到第二次世界大战爆发前的这段时间是西方各国经济发展的黄金时期。大量平整、宽阔道路的修建为道路的管理又带来了新课题，进一步完善的道路管理方法将道路涂料的功能加以细化和丰富。这时的道路涂料又增加了隔离同向行车车道的功能，随后，其功能又逐渐补充了虚线、实线与双实线，以