

研究生教学用书

沥青与沥青混合料

Asphalt and Asphalt Mixtures

郝培文 主编 张肖宁 主审



人民交通出版社
China Communications Press

研究生教学用书

Asphalt and Asphalt Mixtures

沥青与沥青混合料

郝培文 主编

张肖宁 主审



人民交通出版社

内 容 提 要

本书系统地论述了热拌沥青混合料材料、配合比设计方法以及路用性能等内容。书中纳入了国内外最新的关于沥青及沥青混合料的研究成果,内容丰富,信息量大,具有系统性、先进性与实用性。

本书可作为高等院校道路与铁道工程专业研究生教材,同时也适合从事沥青路面科研、设计、施工、养护管理的道路工程、机场工程技术人员与大专院校有关师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

沥青与沥青混合料/郝培文主编. —北京:人民交通出版社,2009. 8

ISBN 978-7-114-07678-7

I. 沥… II. 郝… III. ①沥青②沥青拌和料 IV. U414. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 041640 号

研究生教学用书

书 名: 沥青与沥青混合料

著 者: 郝培文

责任编辑: 沈鸿雁 丁润铎

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 19

字 数: 459 千

版 次: 2009 年 8 月 第 1 版

印 次: 2009 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 114 - 07678 - 7

印 数: 0001 ~ 2000 册

定 价: 35.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

21 世纪交通版

高等学校教材(公路与交通工程)编审委员会

顾问:王秉纲 (长安大学)

主任委员:沙爱民 (长安大学)

副主任委员:(按姓氏笔画排序)

王 炜 (东南大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐 岳 (长安大学)

梁乃兴 (重庆交通大学)

韩 敏 (人民交通出版社)

委员:(按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

王殿海 (吉林大学)

叶见曙 (东南大学)

石 京 (清华大学)

向中富 (重庆交通大学)

关宏志 (北京工业大学)

何东坡 (东北林业大学)

陈 红 (长安大学)

邵旭东 (湖南大学)

陈宝春 (福州大学)

杨晓光 (同济大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

陈静云 (大连理工大学)

赵明华 (湖南大学)

项贻强 (浙江大学)

郭忠印 (同济大学)

袁剑波 (长沙理工大学)

黄晓明 (东南大学)

符锌砂 (华南理工大学)

裴玉龙 (哈尔滨工业大学)

颜东煌 (长沙理工大学)

秘 书 长:沈鸿雁 (人民交通出版社)

总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,全球经济一体化趋势进一步加强,科技对于经济增长的作用日益显著,教育在国家经济与社会发展中所处的地位日益重要。进入新世纪,面对国际国内经济与社会发展所出现的新特点,我国的高等教育迎来了良好的发展机遇,同时也面临着巨大的挑战,高等教育的发展处在一个前所未有的重要时期。其一,加入WTO,中国经济已融入到世界经济的发展进程之中,国家间的竞争更趋激烈,竞争的焦点已更多地体现在高素质人才的竞争上,因此,高等教育所面临的是全球化条件下的综合竞争。其二,我国正处在由计划经济向社会主义市场经济过渡的重要历史时期,这一时期,我国经济结构调整将进一步深化,对外开放将进一步扩大,改革与实践必将提出许多过去不曾遇到的新问题,高等教育面临加速改革以适应国民经济进一步发展的需要。面对这样的形势与要求,党中央国务院提出扩大高等教育规模,着力提高高等教育的水平与质量。这是为中华民族自立于世界民族之林而采取的极其重大的战略步骤,同时,也是为国家未来的发展提供基础性的保证。

为适应高等教育改革与发展的需要,早在1998年7月,教育部就对高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订。在新的专业目录中,土木工程专业扩大了涵盖面,原先的公路与城市道路工程,桥梁工程,隧道与地下工程等专业均纳入土木工程专业。本科专业目录的调整是为满足培养“宽口径”复合型人才的要求,对原有相关专业本科教学产生了积极的影响。这一调整是着眼于培养21世纪社会主义现代化建设人才的需要而进行的,面对新的变化,要求我们对人才的培养规格、培养模式、课程体系和内容都应作出适时调整,以适应要求。

根据形势的变化与高等教育所提出的新的要求,同时,也考虑到近些年来公路交通大发展所引发的需求,人民交通出版社通过对“八五”、“九五”期间的路桥及交通工程专业高校教材体系的分析,提出了组织编写一套21世纪的具有鲜明交通特色的高等学校教材的设想。这一设想,得到了原路桥教学指导委员会几乎所有成员学校的广泛响应与支持。2000年6月,由人民交通出版社发起组织全国面向交通办学的12所高校的专家学者组成21世纪交通版高等学校教材(公路类)编审委员会,并召开第一次会议,会议决定着手组织编写土木工程专业具有交通特色的道路专业方向、桥梁专业方向以及交通工程专业教材。会议经过充分研讨,确定了包括基本知识技能培养层次、知识技能拓宽与提高层次以及教学辅助层次在内的约130种教材,范围涵盖本科与研究生用教材。会后,人民交通出版社开始了细致的教材编写组织工作,经过自由申报及专家推荐的方式,近20所高校的百余名教授承担约130种教材的主编工作。2001年6月,教材编委会召开第二次会议,全面审定了各门教材主编院校提交的教学大纲,之后,编写工作全面展开。

21世纪交通版高等学校教材编写工作是在本科专业目录调整及交通大发展的背景下展开的。教材编写的基本思路是:(1)顺应高等教育改革的形势,专业基础课教学内容实现与土木工程专业打通,同时保留原专业的主干课程,既顺应向土木工程专业过渡的需要,又保持服务公路交通的特色,适应宽口径复合型人才培养的需要。(2)注重学生基本素质、基本能力的

培养,为学生知识、能力、素质的综合协调发展创造条件。基于这样的考虑,将教材区分为二个主层次与一个辅助层次,即基本知识技能培养层次与知识技能拓宽与提高层次,辅助层次为教学参考用书。工作的着力点放在基本知识技能培养层次教材的编写上。(3)目前,中国的经济发展存在地区间的不平衡,各高校之间的发展也不平衡,因此,教材的编写要充分考虑各校人才培养规格及教学需求多样性的要求,尽可能为各校教学的开展提供一个多层次、系统而全面的教材供给平台。(4)教材的编写在总结“八五”、“九五”工作经验的基础上,注意体现原创性内容,把握好技术发展与教学需要的关系,努力体现教育面向现代化、面向世界、面向未来的要求,着力提高学生的创新思维能力,使所编教材达到先进性与实用性兼备。(5)配合现代化教学手段的发展,积极配套相应的教学辅件,便利教学。

教材建设是教学改革的重要环节之一,全面做好教材建设工作,是提高教学质量的重要保证。本套教材是由人民交通出版社组织,由原全国高等学校路桥与交通工程教学指导委员会成员学校相互协作编写的一套具有交通出版社品牌的教材,教材力求反映交通科技发展的先进水平,力求符合高等教育的基本规律。各门教材的主编均通过自由申报与专家推荐相结合的方式确定,他们都是各校相关学科的骨干,在长期的教学与科研实践中积累了丰富的经验。由他们担纲主编,能够充分体现教材的先进性与实用性。本套教材预计在二年内完全出齐,随后,将根据情况的变化而适时更新。相信这批教材的出版,对于土木工程框架下道路工程、桥梁工程专业方向与交通工程专业教材的建设将起到有力的促进作用,同时,也使各校在教材选用方面具有更大的空间。需要指出的是,该批教材中研究生教材占有较大比例,研究生教材多具有较高的理论水平,因此,该套教材不仅对在校学生,同时对于在职学习人员及工程技术人员也具有很好的参考价值。

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国公路交通从紧张和制约状况实现全面改善的关键时期,公路基础设施的建设仍是今后一项重要而艰巨的任务,希望通过各相关院校及所有参编人员的共同努力,尽快使全套21世纪交通版高等学校教材(公路类)尽早面世,为我国交通事业的发展做出贡献。

21世纪交通版
高等学校教材(公路类)编审委员会
人民交通出版社
2001年12月

前 言

在交通快速发展的新形势下,公路建设也发生了许多新变化,在此期间,世界各国均投入了大量的资金和人员来研究沥青与沥青混合料,不少国家对沥青及沥青混合料相关规范作了修订。特别是美国战略研究计划(SHRP)对沥青及沥青混合料进行了系统深入的研究,取得了大量研究成果。我国也在“七五”、“八五”期间通过国家科技攻关项目对沥青及沥青混合料进行了深入研究。

《沥青与沥青混合料》是道路与铁道工程专业研究生教材。该书以最新的沥青混合料理论与实践知识为基础,系统地从沥青结合料、集料技术性质、混合料配合比设计方法以及路用性能等方面加以论述。本教材在编写过程中,充分吸收了目前国内外较成熟的相关研究成果,包括 SHRP 计划、Bailey 法以及国内近年来科技攻关成果等,既注重理论性、系统性,又注重实用性和易读性。

本书共 13 章,其中第 1、2、7、10 章由郝培文编写,第 3~6 章由刘红瑛编写,第 8 章由刘红瑛、徐金枝编写,第 9 章由郝培文、徐欧明编写,第 11 章由刘红瑛、肖庆一编写,第 12 章由郝培文、汪海年编写,第 13 章由郝培文、刘丽编写。

由于编著者水平所限,书中错误与不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2009. 4

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 石油沥青概况及其在国民经济中的地位	1
1.2 石油沥青与职业安全保障	2
1.3 石油沥青的用途	5
1.4 有关石油沥青的名词术语	6
1.5 石油沥青储存与运输	8
第 2 章 石油沥青的生产工艺	9
2.1 原油分类及沥青资源	9
2.2 蒸馏工艺.....	10
2.3 氧化工艺.....	10
2.4 溶剂脱沥青工艺.....	10
2.5 调和法生产沥青工艺.....	11
第 3 章 石油沥青的性质	12
3.1 石油沥青的物理性质.....	12
3.2 石油沥青组成结构.....	13
3.3 石油沥青的流变性质.....	16
3.4 石油沥青的温度敏感性.....	23
3.5 石油沥青耐久性.....	29
3.6 石油沥青的安全性.....	30
第 4 章 石油沥青的技术标准与评价方法	31
4.1 道路石油沥青的技术要求.....	31
4.2 液体石油沥青的技术要求.....	41
4.3 煤沥青的技术要求.....	41
第 5 章 乳化沥青	43
5.1 乳化沥青组成材料.....	43
5.2 乳化沥青形成的机理.....	46
5.3 乳化沥青的制备.....	47
5.4 乳化沥青分裂机理.....	48
5.5 乳化沥青技术指标.....	50
5.6 改性乳化沥青.....	52
第 6 章 改性沥青	57
6.1 影响改性沥青性能的因素.....	60
6.2 常用道路沥青改性剂.....	66
6.3 改性沥青的技术标准.....	70

6.4	改性沥青工艺	76
6.5	改性沥青的应用	77
第7章	矿料	79
7.1	岩石分类及集料的生产	79
7.2	集料的矿物成分与化学特性	80
7.3	集料的物理性质	82
第8章	沥青混合料组成设计方法	85
8.1	沥青混合料组成设计的目的与内容	85
8.2	矿料级配理论	87
8.3	沥青混合料配合比设计方法	92
8.4	Superpave 沥青混合料设计方法	103
8.5	矿料级配的 Bailey 设计法	126
第9章	沥青混合料的高温稳定性	136
9.1	概述	136
9.2	车辙形成机理及影响因素	138
9.3	沥青混合料高温稳定性评价方法	149
9.4	沥青混合料车辙预估	168
9.5	沥青混合料车辙的防治措施	174
第10章	沥青混合料的低温性能	178
10.1	概述	178
10.2	沥青混合料低温开裂机理	178
10.3	沥青混合料低温开裂影响因素	180
10.4	沥青混合料低温抗裂性能的测试系统和试验方法	183
10.5	沥青混合料低温抗裂性能试验方法评价	197
10.6	沥青路面低温开裂预估	197
10.7	沥青混合料路面低温缩裂的防治	209
第11章	沥青混合料的水稳定性	211
11.1	沥青与石料之间的作用	211
11.2	沥青混合料的黏附-剥落理论	215
11.3	沥青混合料水稳定性评价指标与评定方法	223
11.4	沥青路面水损坏的影响因素及防治对策	229
第12章	沥青混合料动态特性及疲劳性能	239
12.1	概述	239
12.2	沥青混合料的动态特性	240
12.3	沥青混合料疲劳力学模型	243
12.4	影响沥青路面疲劳寿命的因素	250
12.5	沥青混合料的疲劳试验方法	257
12.6	沥青路面疲劳寿命预估	261

第 13 章 沥青混合料的老化性能 264

- 13.1 概述..... 264
- 13.2 沥青的老化动力学..... 271
- 13.3 沥青混合料老化试验方法与评价..... 273
- 13.4 沥青混合料的老化性能..... 278
- 13.5 沥青混合料的老化预防措施..... 283

参考文献..... 285

第 1 章 概 论

1.1 石油沥青概况及其在国民经济中的地位

沥青可以说是最古老的石油产品,人类在认识石油之前就已经使用沥青,早在 5000 年前人们发现了天然沥青(主要是湖沥青与岩沥青),并利用其良好的黏结性、防水性以及防腐性能等特点,以不同的形式用作铺筑石块路的黏结剂,为宫殿等建筑物做防水处理,制作木乃伊的防腐剂,以及作为船体填缝料等。

约在公元前 600 年,在巴比伦铺筑了第一条沥青路面,但这种技艺不久便失传了,一直到 19 世纪,人们才又用沥青来筑路。据记载,1833 年在英国开始使用煤沥青碎石铺装,1854 年在巴黎首次用碾压法进行沥青路面施工。

自从沥青被用于铺筑路面以来,由于其良好的性能,对沥青的需求量迅速增加。自天然原油蒸馏所得的渣油,由于其感温性差,故需进行处理,以改善其热稳定性。大约在 1860 年,有人采用硫化方法,使沥青产品软化点增大,针入度减小,商品名为匹兹堡沥青。1894 年柏尔来发现氧化可能改变油品的化学性质和物理性质,并成功地用吹空气氧化的办法,达到了提高沥青软化点的目的,称为氧化沥青。

人们在筑路或其他作业时,常感到沥青需要加热,使用上不是很方便。1910 年发明了了在沥青中添加煤油、柴油或汽油这类轻油品的稀释沥青,直到 20 世纪 30 年代才大量使用稀释沥青,但稀释沥青对环境有污染问题。随后乳化沥青的问世,该技术得到快速发展,并有逐渐取代稀释沥青的趋势。

21 世纪的今天,沥青作为工程材料在国民经济各部门有着广泛的用途,而且应用领域在不断拓宽。

目前,全世界约有 85% 的沥青用于铺路,近年来世界各国的高速公路发展较快,它已成为一个国家经济发展水平的标志之一。沥青现已成为修建高等级路面不可缺少的材料,据统计,修建 1km 高速公路约需 470t 沥青,修建 1km 一级公路约需 240t 沥青。

中国自 1988 年建成第一条高速公路(沪嘉高速公路)以来,高速公路发展迅速,到 2001 年底,总里程达到 1.9×10^4 km,跃居世界第二位;2008 年底高速公路已达到 6.3 万 km,全国公路总里程达到 373×10^4 km。按照《国家高速公路网规划》中的“7918”布局,在未来的 30 年内,我国将投资 2 470 亿美元,建成 7 条射线、9 条纵线、18 条横线,高速公路总里程达到 8.6 万 km,接近高速公路世界第一的美国 8.8 万 km 的规模,表 1-1 列出了 2020 年前我国公路建设规划。

中国公路建设规划

表 1-1

年 份	总 公 路		高 速 公 路	
	总里程(km)	新建公路(km/年)	总里程(km)	新建高速公路(km/年)
2001	1 700 000		19 400	
2002	1 760 000	60 000	25 200	5 800
2003	1 810 000	50 000	29 800	4 600

续上表

年 份	总 公 路		高 速 公 路	
	总里程(km)	新建公路(km/年)	总里程(km)	新建高速公路(km/年)
2004	1 870 000	60 000	34 300	4 500
2005	1 919 000	49 000	41 000	6 700
2010	2 300 000	76 000	65 000	4 800
2020	3 000 000	70 000	86 000	2 000

表 1-2 列出了我国近年来道路沥青生产和消费情况。

近年来国内道路沥青供应状况

表 1-2

年 份	国 产 沥 青		进 口 沥 青		供 应 量 (Mt)
	数量(Mt)	平均份额(%)	数量(Mt)	平均份额(%)	
1994	2.79	65.5	1.47	34.5	4.26
2000	4.21	75.2	1.39	24.8	5.60
2001	5.17	76.0	1.63	24.0	6.80
2002	6.20	73.2	2.27	26.8	8.47
2003	7.02	72.9	2.61	27.1	9.63
2004	7.73	74.7	2.62	25.3	10.35

综上所述,随着我国公路建设持续增长,沥青需求量不断增大,这对道路沥青的供应量也提出了更加严格的要求,以满足国民经济快速发展的需求。

1.2 石油沥青与职业安全保障

根据多年来实践检验和专门检测研究表明:经常操作沥青的人员并不存在职业性健康的危险,在制造沥青和应用期间,对接触沥青的人们来说也不存在环境卫生问题。因此只要遵守良好的操作规程,沥青的潜在危险性很低。

1.2.1 沥青处理中的潜在危险

使用沥青一般处理温度远超过 100℃,因而对人的主要危险是直接接触灼热的沥青而引起皮肤烧伤。另外,皮肤接触低温度的某一些标号沥青以及人们吸入从沥青散发的烟气,同样会有潜在的健康危险,特别是与沥青结合的某些有毒性物质材料,如硫化氢,或存在于掺入沥青中的材料,如稀释剂、乳化剂、黏附剂、煤沥青产品等均可能对人造成危害。

(1) 沥青的毒性

沥青是含有多种化学成分组成的综合性碳氢化合物材料,主要包括多环香烃(PCA)在内的高分子量物质。动物试验中曾显示 3-7(一般是 4-6)熔凝环的多环芳香物,其分子量范围为 200~450,有致癌的活性生理。特别苯并(甲)芘和苯基(甲)蒽被认为是强烈致癌性物质。不过沥青中含这些致癌物浓度是非常低的。

由于石油沥青和硬煤焦沥青有相似的表面外观和类似的用途,它们常被错误地联系在一起。因而,人们常混淆这两种产品的毒性。曾经进行了许多动物试验去估计在长期与石油沥

青和煤焦沥青接触对致癌的影响。沃尔凯(Wallcave)进行的一项研究表明,接触硬煤焦沥青(coal tar pitch)引起老鼠皮肤上的表皮癌变和乳头状瘤的发病率高达90%以上,而接触石油沥青发生皮肤癌变的不到0.5%,只有2%生乳头状瘤。这表明了两种材料的致癌程度。硬煤焦沥青中的苯并(甲)芘含量为8400ppm和12500ppm,而石油沥青中的含量在0.1ppm和27ppm之间(表1-3)。

石油沥青中存在致癌物质并不一定会在操作中危害健康,但生产处理产品的人员们需要采取相应的预防措施。

不同沥青和硬煤焦沥青的多环芳香物(PCA)含量(ppm)

表 1-3

多环芳香烃类	分子式	不同来源的沥青								煤焦沥青二例	
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B
葱	C ₁₄ H ₁₀	—	—	—	—	—	—	—	—	8 600	10 000
菲	C ₁₄ H ₁₀	2.3	0.4	3.5	1.3	0.6	35	1.1	2.3	31 000	29 000
芘	C ₁₆ H ₁₀	0.6	1.8	4.0	8.3	0.9	38	0.3	0.08	20 000	29 000
荧葱	C ₁₆ H ₁₀	+	+	2.0	+	+	5	—	—	40 000	43 000
苯并荧葱	C ₁₇ H ₁₂	+	+	+	+	+	+	+	—	7 300	5 100
苯(甲)并芘	C ₁₈ H ₁₂	0.15	2.1	1.1	0.7	0.9	35	0.2	—	8 900	12 500
苯并[9,10]菲	C ₁₈ H ₁₂	0.25	6.1	3.1	3.4	3.8	7.6	1.0	0.3	1 500	1 100
蒽	C ₁₈ H ₁₂	0.2	8.9	2.3	3.9	3.2	34	0.7	0.04	7 400	10 000
苯并(甲)芘	C ₂₀ H ₁₂	0.5	1.7	1.3	2.5	1.6	27	0.1	—	8 400	12 500
苯并(戊)芘	C ₂₀ H ₁₂	3.8	13	2.9	3.2	6.5	52	1.6	0.03	5 400	7 000
苯并(戊)荧葱	C ₂₀ H ₁₂	+	—	+	+	+	—	—	—	7 100	9 000
花	C ₂₀ H ₁₂	—	39	2.2	6.1	2.9	3.0	0.1	—	2 000	3 300
二苯并(cd,jk)芘	—	—	Tr	Tr	Tr	+	1.8	—	—	1 300	2 100
苯(ghi)	C ₂₂ H ₁₂	2.1	4.6	1.0	1.7	2.7	15	0.6	Tr	3 200	3 300
茚并(1,2,3-cd)	C ₂₂ H ₁₂	Tr	—	Tr	Tr	Tr	1.0	—	—	7 300	9 300
二萘品(并)苯	C ₂₂ H ₁₄	+	+	+	+	+	1.0	+	—	NE	2 000
晕苯	C ₂₂ H ₁₄	1.9	0.8	0.5	0.2	0.9	2.8	0.9	—	700	700

注:多环芳香烃(PCA)等于多环多相式葱(PNA);Tr表示微量;NE表示大量存在,但未测定;+表示小量存在,但未测定;—表示无法测定。

(2) 皮肤接触的潜在危险

除烧伤外,皮肤与大多数的石油沥青接触引起的危险微不足道。世界卫生组织(WHO)的国际癌研究机构(IARC)的研究表明,沥青已经广泛使用多年,但无直接证据证明人的长期皮肤病与沥青有关。然而,沥青确实含有多环芳香化合物,对动物研究表明其中有些化合物有致癌性质。所以还是应该谨慎地避免皮肤直接与沥青长时间接触。

稀释沥青和乳化沥青是在较低温度下操作的,因而会增加接触皮肤的机会。假如个人卫生习惯不良,皮肤经常接触这些材料,如果持续多年或许有诱发皮肤癌的危险。然而,保持个人良好卫生习惯则能将消除这种危险。乳化沥青也会引起个别人士皮肤和眼睛的刺激过敏反应。

(3) 皮肤灼伤的急救

如意外与灼热的沥青接触造成皮肤灼伤时,应立即浸入流动的冷水中至少 10min,或者至彻底冷却为止。不要试图揭去黏结在皮肤上的沥青。沥青一经冷却它不再继续伤害皮肤,这时覆盖在皮肤上的沥青可暂不清除,而实际上在灼伤面上起着消毒覆盖的效果。一般须经数天时间灼伤愈合,沥青痂将自行脱落。如果说由于皮肤接触的位置和面积或材料的性质诸如稀释沥青类,而认为绝对有必要将黏着的沥青除去时,则宜使用大量热的医用石蜡。如需要溶剂处理时,灼伤部位应随即用肥皂和水冲洗,然后再涂上一种专用的油脂润滑剂或洁肤霜。

(4)吸入的潜在危险

当大量沥青被加热或与热集料拌和时会逸散烟雾。这种烟雾含有微粒状物质、碳氢蒸气和少量的硫化氢。

英国规定在工作环境下在职者承受沥青烟雾的限度是:

长期承受限度(8h 质量平均值)= $5\text{mg}/\text{m}^3$

短期承受限度(10min 质量平均值)= $10\text{mg}/\text{m}^3$

沥青研究所曾测定热拌沥青混合料刚从拌和机中卸出时所逸散的烟雾。沥青烟雾的浓度范围为 $0.2\sim 5.4\text{mg}/\text{m}^3$,平均 $1.6\text{mg}/\text{m}^3$ 。对铺路操作人员的微粒逸散含量变化在 $0.15\sim 5.6\text{mg}/\text{m}^3$ 之间,但对其他操作人员含量在 $0.25\sim 3.5\text{mg}/\text{m}^3$ 之间,平均为 $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ 。全部微粒物质的浓度仅偶尔超过英国的长期承受限度,但从未超过短期限度。

如在室外操作热的沥青,硫化氢并不呈现危险性,因为它的浓度太低不会对健康有害。不过,在巨型储罐内的热沥青上面的蒸气空间,硫化氢能积累到致命的浓度。但操作人员不能根据惯闻的“臭鸡蛋”气味来判断硫化氢是否达到危险浓度,因为当硫化氢气体浓度大于 200ppm 时会使人失去嗅觉。

英国规定在工作环境下硫化氢的承受限度是:

长期承受限度(8h 质量平均值)=10ppm($14\text{mg}/\text{m}^3$)

短期承受限度(10min 质量平均值)=15ppm($21\text{mg}/\text{m}^3$)

在任何情况下都应避免与沥青烟雾作不必要的接触。有任何怀疑时必须进行测试,例如用德伦格尔(Draegar)试管分析,以确定工作环境下沥青烟雾硫化氢的浓度。

(5)吸入沥青烟雾的急救

必须将吸入沥青烟雾的人员,尽早移至新鲜空气处;假如其症状严重或持续,须立刻就医,不得延误。

1.2.2 操作人员防护措施的建议

(1)防护服装

操作热沥青引起的主要危险是灼伤,这是由于与沥青产品接触过久而致。因此,操作人员必须穿着能充分防护的服装,戴着紧贴腕部的耐热手套,防护眼睛和面部,穿着衣长超过长筒靴及袖长超过手套的一套紧袖口外衣,穿着靴头加固、靴口紧贴、抗热并不会冒火花的长筒靴,戴着带披肩的防护帽。

被沥青玷污的服装应更换或者干洗,避免渗入内衣裤。弄脏的擦拭材料或工具不得放在服装口袋内,以防玷污口袋内衬。

(2)个人卫生

必须给操作沥青和沥青材料的人员提供防护油膏以保护暴露的皮肤,特别是手和手指。玷污后必须彻底洗净,特别在去盥洗室,吃、喝以前必须清洗。操作沥青之前要涂上防护油膏,

如偶然接触沥青也就容易洗净。不过防护油膏并不能代替手套或防渗透的服装,不应作为唯一的防护方式。汽油、柴油或石油溶剂油等不应用来擦掉玷污在皮肤上的沥青,因为这些溶剂可能会扩大污染面,应用被认可的洁肤霜和温水。

(3) 防火和灭火

遵守安全操作规程将大幅度减少火灾的危险。一旦发生火灾,重要的是由受过特殊训练的人员和良好的设备去灭火,这样可以保证尽量减少人命伤亡危险和设备损失。沥青引起的小火可用干的化学粉、泡沫、气化液体或惰性气体灭火机,喷水龙或蒸气枪等扑灭,应避免直接用水喷射,因为水遇到热沥青便产生泡沫,反而会使沥青分散而扩大燃烧面。

如在储罐内部着火,而罐顶完好无损,可喷射蒸汽或水雾入废气空间灭火。不过,这种方法必须由受过训练的人员操作,因为水一接触热沥青便变成蒸汽,这将使罐内产生大量泡沫而外溢,会引起更多的危险。或者可用泡沫灭火器,泡沫确保水能很好地分散而减少逸出的危险。这种类型灭火机的缺点是泡沫喷在热沥青上便会迅速化解。

手提式液状成膜的泡沫灭火机和干粉式灭火机适用于紧急小型沥青火灾。这些设备需置放于邻近沥青操作地区易见的地方。

1.3 石油沥青的用途

石油沥青绝大部分用于铺筑路面,在其他方面也有广泛的用途,如制造防水材料(石油沥青纸、沥青油毡、防水油膏等)、用于防腐及绝缘等方面。表 1-4 列出其在国民经济中的主要用途。应当指出,表中不能详尽地列出使用的各个方面,而且,随着科学技术的发展,沥青的作用还在不断扩大。

石油沥青的种类和用途

表 1-4

项 目	直 馏 沥 青										氧 化 沥 青			
	0~10	10~20	20~40	40~60	60~80	80~100	100~120	120~150	150~200	200~300	5~10	10~20	20~30	30~40
沥青混凝土			✓	✓	✓	✓	✓	✓						
乳化沥青						✓	✓	✓	✓	✓				
稀释沥青						✓	✓	✓	✓	✓				
屋顶防水								✓	✓	✓		✓	✓	
防潮纸												✓	✓	✓
沥青砖		✓	✓									✓	✓	
接缝材料			✓	✓	✓								✓	✓
沥青涂料	✓	✓	✓								✓	✓	✓	✓
防水材料												✓	✓	
油墨	✓	✓									✓	✓		
导火索	✓	✓									✓	✓		
电器绝缘												✓	✓	
管道防腐												✓	✓	✓
焦炭黏结剂														
造气用						✓	✓	✓	✓	✓				

1.4 有关石油沥青的名词术语

(1) 沥青结合料(asphalt binder, asphalt cement)

沥青结合料呈暗褐色至黑色,是可溶于苯或二硫化碳等溶剂的固体或半固体有机物质,是自然界中天然存在的或是从原油经蒸馏得到的残渣,在沥青混合物中起胶结作用的材料总称。

(2) asphalt(沥青)

在欧洲与北美意义不同。在欧洲它是代表沥青和矿质集料的混合物,如 rolled asphalt(碾压式沥青混合物)系,但是在北美 asphalt 是沥青的意思。天然沥青(natured asphalt)是石油在自然界长期受地壳挤压、变化并与空气、水接触逐渐变化而形成的,以天然状态存在的石油沥青,其中常混有一定比例的矿物质。按形成环境可以分为湖沥青、光沥青、海底沥青等。

(3) 乳化沥青(emulsified asphalt)

石油沥青与水及乳化剂、稳定剂作用下经乳化加工制得的均匀沥青产品。

(4) 液体沥青(cutback asphalt)

用汽油、煤油、柴油等溶剂将石油沥青稀释而成的沥青产品,也称为轻制沥青产品。

(5) 改性沥青(modified asphalt)

掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、天然沥青、橡胶粉,或者其他材料等外掺剂制成的沥青结合料,从而使沥青或沥青混合物的性质加以改善。

(6) 改性乳化沥青(modified emulsified asphalt)

在制作乳化沥青的过程中同时加入聚合物胶乳,或将聚合物胶乳与乳化沥青相混合,或对聚合物改性沥青进行乳化加工得到的乳化沥青产品。

(7) 石油沥青(petroleum asphalt)

原油经减压蒸馏,溶剂脱沥青或氧化等过程得到的暗褐色或黑色半固体物质,主要由烃类及其衍生物组成。

(8) 直馏沥青(straight asphalt)

原油经蒸馏后所得到的符合一定规格标准的石油沥青。

(9) 氧化沥青(oxidized asphalt)

将空气通入热沥青中而制得的一种石油沥青。

(10) 道路石油沥青(paving asphalt)

主要用于铺设道路的一种石油沥青。

(11) 建筑沥青(asphalt for roofing and water proofing)

主要用做构筑屋面和防水工程等方面的一种石油沥青。

(12) 水工沥青(hydraulic asphalt)

主要用于水利工程中修筑水坝、海岸护堤、渠道及蓄水池等方面的石油沥青。

(13) 透层(prime coat)

为使沥青面层与非沥青材料基层结合良好,在基层喷洒液体石油沥青、乳化沥青、煤沥青而形成的进入基层表面一定深度的薄层。

(14) 黏层(tack coat)

为加强路面沥青与沥青层之间、沥青层与水泥混凝土路面之间的黏结而洒布的沥青材料

薄层。

(15)封层(seal coat)

为封闭表面空隙、防止水分侵入而在沥青面层或基层上铺筑的有一定厚度的沥青混合料薄层。铺筑在沥青面层表面的称为上封层,铺筑在沥青面层下面、基层表面的称为下封层。

(16)稀浆封层(slurry seal)

用适当级配的石屑或砂、填料(水泥、石灰、粉煤灰、石粉等)与乳化沥青、外掺剂和水,按一定比例拌和而成的流动状态的沥青混合料,将其均匀地摊铺在路面上形成的沥青封层。

(17)微表处(micro-surfacing)

采用适当级配的石屑或砂、填料(水泥、石灰、粉煤灰、石粉等)与聚合物改性乳化沥青、外掺剂和水按一定比例拌和而成的流动状态的沥青混合料,将其均匀地摊铺在路面上形成的沥青封层。

(18)沥青混合料[bituminous mixtures(英),asphalt mixtures(美)]

由矿料与沥青组合料拌和而成的混合料的总称。按材料组成及结构分为连续级配、间断级配混合料。按矿料级配组成及空隙率大小分为密级配、半开级配混合料。按公称最大粒径的大小可分为特粗式(公称最大粒径大于 31.5mm)、粗料式(公称最大粒径等于或大于 26.5mm)、中粒式(公称最大粒径 16mm 或 19mm)、细粒式(公称最大粒径 9.5mm 或 13.2mm)、砂粒式(公称最大粒径 9.5mm)沥青混合料。按制造工艺分为热拌沥青混合料、冷拌沥青混合料、再生沥青混合料等。

(19)密级配沥青混合料[dense-graded bituminous mixtures(英),dense-graded asphalt mixtures(美)]

按密实级配原理设计组成的各种粒径颗粒的矿料与沥青结合料拌和而成,分为设计空隙率较小(对不同交通及气候情况、层位可作适当调整)的密实式沥青混凝土混合料(以 AC 表示)和密实式沥青稳定碎石混合料(以 ATB 表示)。按关键性筛孔通过率不同又可分为细型、粗型密级配沥青混合料等。粗集料嵌挤作用较好的也称嵌挤密实型沥青混合料。

(20)开级配沥青混合料[open-graded bituminous paving mixtures(英),open-graded asphalt mixtures(美)]

矿料级配主要由粗集料嵌挤组成,细集料及填料较少,设计空隙率为 18%以上的混合料。

(21)半开级配沥青碎石混合料[half(semi)-open-graded bituminous paving mixtures(英)]

由适当比例的粗集料、细集料及少量填料(或不加填料)与沥青结合料拌和而成,经马歇尔标准击实成型试件的剩余空隙率在 6%~12%的半开式沥青碎石混合料(以 AM 表示)。

(22)间断级配沥青混合料[gap-graded bituminous paving mixtures(英),gap-graded asphalt mixtures(美)]

矿料级配组成中缺少 1 个或几个粒径档次(或用量很少)而形成的沥青混合料。

(23)沥青稳定碎石混合料(简称沥青碎石)[bituminous stabilization aggregate paving mixtures(英),asphalt-treated permeable base(美)]

由矿料和沥青组成具有一定级配要求的混合料,按空隙率、集料最大粒径、添加矿粉数量的多少,分为密级配沥青稳定碎石(ATB)、开级配沥青碎石(OGFC 表面层,ATPB 基层)、半开级配沥青碎石(AM)。

(24)沥青玛蹄脂碎石混合料[stone mastic asphalt(英),stone matrix asphalt(美)]