

# 水利工程沥青混凝土沥青含量测试方法分析探讨\*

杨桂权 贺 歆 王怀义

(新疆水利水电科学研究院, 新疆 乌鲁木齐 830049)

**【摘要】** 本文分析探讨了水利工程沥青混凝土沥青含量抽提法和公路试验规程燃烧法的优缺点,通过试验数据直观比较两种方法的不同。试验结果表明,采用公路试验规程燃烧法在精密度、方便程度、环保性等方面均要优于水利工程试验规程的抽提法。笔者建议,以后水利工程应推广采用燃烧法测试沥青含量的技术方法,同时提出了采用燃烧法测试沥青混凝土沥青含量时需要注意的事项。

**【关键词】** 沥青混凝土;沥青含量;抽提法;燃烧法

中图分类号: TV41

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)011-0040-04

## Analysis and discussion on the test method of asphalt content in asphalt concrete for water conservancy engineering

YANG Guiquan, HE Xin, WANG Huaiyi

(Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Research Institute, Urumqi 830049, China)

**Abstract:** In the paper, advantages and disadvantages of asphalt concrete asphalt content extraction method and road test procedure combustion method in water conservancy projects are analyzed and discussed. Difference of the two methods is visually compared through experimental test data. The test results show that road test procedure burning method is adopted, which is better than the extraction method of water conservancy engineering test procedures in the aspects of accuracy, convenience, environmental protection, etc. The author proposes that the technical method of testing asphalt content by burning methods should be promoted in future water conservancy projects. Meanwhile, precautions for testing asphalt content in asphalt concrete by burning method are proposed.

**Keywords:** asphalt concrete; asphalt content; extraction method; burning method

### 1 概述

沥青含量是沥青混凝土配合比设计和现场施工控制的一个非常重要的指标,直接关系到沥青心墙的渗透性等指标。当沥青用量过少时,骨料之间的沥青黏接力不足,形成较多孔隙,直接导致水利工程沥青心墙

渗透系数变大,水稳定系数降低,极大地影响了工程的安全性。因此,在水利工程中如何准确测量沥青含量至关重要。目前水利工程的测试方法主要是《水工沥青混凝土试验规程》(DL/T 5362—2006)中9.5“沥青混凝土抽提试验”<sup>[1]</sup>,该方法的原理是利用三氯乙烯溶解沥青混凝土样品,放入烧杯或者离心分离器里不断

\* 基金项目:由国家重点研发计划资助,编号:2017YFC 0405102。

清洗干净沥青混凝土中的沥青,之后从回收的混合液体里过滤燃烧出混合液里的残渣,再利用饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 反应计算出填料的质量,最终计算出沥青混凝土样品中的沥青含量数值。

《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E 20—2011)中 T0735-2011“沥青混合料中沥青含量试验(燃烧炉法)”<sup>[2]</sup>,该方法目前是公路工程规范中采用的一种新方法,该方法在国外已得到普遍推广应用,最初由美国国家沥青技术中心(National Center for Asphalt Technology, NCAT)<sup>[3]</sup>开展规模的试验研究,在此基础上美国材料实验协会(American Society of Testing Materials, ASTM)<sup>[4]</sup>和美国国有公路运输管理局协会(American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO)<sup>[5]</sup>正式制定发布这种方法,之后该方法引进至国内,目前普遍在国内公路工程、水利工程等领域进行沥青含量的测试。

燃烧法的基本原理:沥青混合料主要是由两类物质所构成:一类为无机物,由粗细、集料和填料(如矿粉等)组成,统称为集料;另一类为有机物,即沥青,沥青主要由碳氢化合物及其衍生物所构成,可燃,且灰粉质量很小(在试验过程中可以忽略不计)。集料则不可燃烧,将沥青混合料放入设定为一定温度的燃烧炉内充分燃烧,可燃的沥青被烧掉,只留下不可燃烧的无机矿物质,从而达到油石分离的目的<sup>[6]</sup>。

本研究同时采用两种方法用来检测沥青混凝土的沥青含量,分析比较二者在不同方面的优缺点。

## 2 沥青混凝土材料组成

### 2.1 沥青

采用 SG70 号沥青,相关性能指标见表 1,由检测结果可知,沥青性能满足技术指标要求。

表 1 试验用沥青技术指标

检测项目	计量单位	技术指标	检测结果
延度(15℃)	cm	≥150	>150
针入度(25℃, 5s, 100g)	0.1mm	61~80	64
软化点(环球法)	℃	47~55	48.0

### 2.2 骨料

骨料采用破碎性能良好的碱性人工骨料,相关性能指标见表 2、表 3,由检测结果可知,检测结果符合沥青混凝土骨料技术指标要求且质地良好。

表 2 试验用细骨料技术指标

检测项目	计量单位	技术指标	检测结果
表观密度	kg/m <sup>3</sup>	>2600	2730
石粉含量	%	<5	2.0
有机物含量	—	0	0
水稳定等级	—	>6 级	9 级
含泥量	%	≤2	0.3
吸水率	%	<3	1.0
坚固性	%	<15	1

表 3 试验用粗骨料技术指标

检测项目	计量单位	技术指标	检测结果
表观密度	kg/m <sup>3</sup>	>2600	2730
粘附性	—	>4 级	2.0
含泥量	%	≤0.5	0
吸水率	%	<2.5	9 级
坚固性	%	<12	0.3
针片状颗粒含量	%	<10	1.0
超径	%	<5	1
逊径	%	<10	2

### 2.3 填料

填料采用石灰石粉,相关性能指标见表 4,由结果可知,结果符合填料技术指标要求。

表 4 试验用填料技术指标

检测项目	计量单位	技术指标	检测结果
表观密度	kg/m <sup>3</sup>	>2600	2730
含水率	%	>4 级	2.0
亲水系数	—	<1	0.72
其他	—	不含泥土,有机质杂质和结块	未检出

## 3 沥青混凝土试样的制备

### 3.1 沥青用量的选择

水工沥青混凝土沥青分为碾压式和浇筑式,沥青用量均大于公路沥青混凝土,试验采用相同的矿料比

例,沥青用量采用6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%,基本覆盖了水工沥青混凝土碾压式和浇筑式的沥青用量。

### 3.2 沥青混凝土的拌和

采用烘干的矿料,准确称量各级质量,加热拌和,之后按要求采用差减法称量倒入事前加热好的沥青,拌和至达到规定要求温度,全部倒出至样品盆中作为一个样品备用,每个沥青用量制备6个样品。为不使校准的沥青发生偏差,制备样品前先用沥青相同的沥青配合比进行洗锅,目的是使拌和锅的内壁先附着一些沥青和填料,防止在拌和标定的试样过程中拌和锅粘料导致试验误差。

## 4 沥青含量的测试结果分析

制备好的样品,相同沥青用量的6个样品,3个样品进行燃烧法测试(测试仪器如图1所示),两个样品进行离心抽提法测试(测试过程如图2所示)。测试过程均按照规范严格进行,测试结果见表5。



图1 燃烧法测试仪器



图2 提法测试仪器

表5 燃烧法和抽提法测试结果

沥青含量/%	燃烧法				离心抽提法			
	实测	标准偏	极差/	修正系	实测	标准偏	极差/	修正系
	平均值	差/%	%	数/%	平均值	差/%	%	数/%
6.0	6.03	0.05	0.08	-0.03	6.28	0.08	0.09	-0.28
7.0	7.08	0.04	0.07	-0.08	7.25	0.06	0.12	-0.25
8.0	8.06	0.04	0.05	-0.06	8.32	0.05	0.10	-0.32
9.0	9.12	0.03	0.06	-0.12	9.43	0.08	0.11	-0.43
10.0	10.08	0.05	0.08	-0.08	10.26	0.07	0.13	-0.26
11.0	11.14	0.04	0.05	-0.14	11.38	0.10	0.14	-0.38
12.0	12.11	0.03	0.06	-0.11	12.42	0.12	0.15	-0.42

通过测试结果可以看出,同一组中燃烧法测试沥青含量实测平均值与真实值之间的偏差范围在0.03~0.14之间,标准偏差范围在0.03~0.05之间,极差范围在0.05~0.08之间,计算修正系数在0.03~0.14之间;离心抽提法测试沥青含量实测平均值与真实值之间的偏差范围在0.05~0.12之间,标准偏差范围在0.09~0.12之间,极差范围在0.09~0.15之间,修正系数在0.25~0.43之间。从结果可知,燃烧法的标准偏差和极差均要小于离心抽提法,说明燃烧法的重复性要优于离心抽提法;从修正系数上可以看出,燃烧法的修正系数要小于离心抽提法,说明燃烧法的测试结果更接近真实值。通过分析试验过程寻找原因,发现离心抽提法在测试过程中,三氯乙烯作为溶剂本身在溶解沥青方面存在缺点,这一点 Abson<sup>[7]</sup>与 Burton<sup>[8]</sup>多

年以前就曾经研究过多种氯化物和苯溶剂对沥青的影响,三氯乙烯会改变沥青性能,致使清洗不彻底。另外,由于需要在清洗过后回收三氯乙烯混合液体,通过缩小倍数,之后过滤,燃烧生成残渣,再用饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 和残渣反应,烘干,最后计算出回收液体中的填料质量,从而得出沥青用量的大小,在这一系列过程中,每一步骤都会使测试结果发生偏移,层层叠加最终数据偏差较大,刘振丘<sup>[9]</sup>教授也提出,有关研究表明离心抽提法无法使沥青与矿料彻底发生分离,进而导致测试值与真实值之间存在差距;另外我们发现,随着沥青用量的增加,把沥青混凝土中的沥青完全溶解清洗干净需要消耗更多的三氯乙烯,测试混合液中填料质量则会致使缩小的倍数增大,进一步增大测试的误差,从修正系数上可以看出,随着沥青用量的增加,修正系数基本上也是随之增加,与真实值之间的误差也进一步增加。然而,采用燃烧法时,只需要采用当前的配比矿量级配进行一次燃烧校正,就可以得到修正系数,该数据不会随着沥青用量的增加而发生变化,所测试的沥青含量数据更接近真实值,测试方法准确度更好。

## 5 结论和建议

采用燃烧法和离心抽提法两种方法测试沥青含量,燃烧法操作简单方便、时间短、安全、环保、数据准确、偏移小,修正系数容易获得。而抽提法操作复杂、过程繁琐、时间长、数据相对于燃烧法不够准确、偏移大。清洗使用剧毒易燃的三氯乙烯(TCE)作为溶剂,对人胚胎干细胞<sup>[10]</sup>、淋巴细胞<sup>[11]</sup>等多方面都有严重的健康影响,挥发性高,对环境污染也很大,中国已在《消耗臭氧层物质管理条例》已将它列为淘汰

物质之一,目前国外已经推广使用燃烧法测试沥青含量,而国内水利规范只有抽提法,并没有将燃烧法作为推荐测试方法,只有国内公路规范有燃烧法。建议有关部门综合考虑,在今后国内水利工程沥青混凝土沥青含量测试中增加燃烧法,并逐步替代抽提法。◆

## 参考文献

- [1] DL/T 5362—2006 水工沥青混凝土试验规程[S]. 北京:中国水利水电出版社,2006.
- [2] JTG E 20—2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S]. 北京:人民交通出版社,2011.
- [3] 赵文杰. 美国国家沥青技术中心(NCAT)的研究动态[J]. 石油沥青,2003(1): 6.
- [4] 贺克斌. 总悬浮微粒中的沥青成分在植物中的累积[J]. 环境科学,1995(6): 63-65.
- [5] 唐彬. AASHTO法对我国沥青路面设计的启示[J]. 吉林交通科技,2014(3): 7-9.
- [6] 吴桂金. 燃烧法测定沥青混合料中沥青含量应用的探讨[J]. 公路,2004(6): 123-124.
- [7] Abson G. Method And Appartaus for the Recovery of Asphalt. Proc. [J]. ASTM II, 1933: 704-714.
- [8] Abson G, Burton C. The Use of Chlorinated Solvents in the Abson Recovery Method [J]. Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologists, 1960,29: 106-108.
- [9] 刘振丘,孔令云,成志强,等. 燃烧法和抽提法测试RAP级配及沥青含量的对比分析[J]. 公路与汽运,2014(4): 100-104.
- [10] 王丹,陈涛,王国卿,等. 三氯乙烯对人胚胎干细胞心肌分化的影响和机制[J]. 中国应用生理学杂志,2015(3): 216-219.
- [11] 余佳,翟志芳,郝飞. 三氯乙烯对人周围血T淋巴细胞活化影响[J]. 中国职业医学,2013(5): 437-439.