

BJJT

北京交通标准化技术文件

BJJT/J ***-***

北京市沥青混合料绿色评价技术指南

Technical Guide for Green Evaluation of Asphalt Mixture in Beijing

****年****月*****日发布

北京市交通委员会
北京市生态环境局

发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本规定.....	3
5 材料循环利用.....	4
6 污染物排放.....	5
7 能耗计算.....	6
8 材料特征指标.....	8
附 录 A（规范性附录）.....	10
附 录 B（规范性附录）.....	15

前 言

为指导北京市沥青混合料的绿色评价与标识工作，加快绿色沥青混合料的推广应用，促进绿色道路发展，特制定本指南。本指南对沥青混合料的绿色评价与等级划分提出了具体要求。

本指南共 8 章，2 个附录，依次为：范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、材料循环利用、污染物排放、能耗计算、材料特征指标、附录 A、附录 B。其中附录 A 为沥青混合料绿色评价体系，附录 B 为沥青混合料污染物排放室内采集设备要求。

本指南由北京市交通委员会提出并归口。

本指南由北京市政路桥建材集团有限公司负责解释。请各单位在执行本指南过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议寄交*****（地址：*****，邮政编码：100176），以供今后修改参考。

本指南编写单位：

.....

.....

.....

本指南主要起草人：

沥青混合料绿色评价技术指南

1 范围

本指南规定了沥青混合料绿色评价的基本规定、材料循环利用、污染物排放、能耗计算、材料特征指标、评价指标体系和污染物排放室内检测方法。

本指南适用于北京市辖区沥青混合料的绿色评价与等级划分。

2 规范性引用文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本指南。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB/T 2589	综合能源计算通则
HJ/T 38	固定污染源排气中非甲烷总烃的测定气相色谱法
HJ/T 45	固定污染源排气中沥青烟的测定重量法
HJ/T 646	环境空气和废气气相和颗粒物中多环芳烃的测定气相色谱-质谱法
GB/T 3102.4	热学的量和单位
JTG E20	公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG F40	公路沥青路面施工技术规范
JTG F41	公路沥青路面再生技术规范
DB11/T 1373	沥青路面抗车辙技术规范

3 术语和定义

3.1 绿色评价 green evaluation

以循环利用、污染物排放、能耗、材料特征指标对沥青混合料的绿色水平进行评价。

3.2 污染物排放 pollutants emission

国家对人为污染源向环境排放的污染物的浓度或总量做出的限量规定。其目的是通过控制污染源排污量的途径来实现环境质量标准或环境目标，污染物排放标准按污染物形态分为气态、固态以及物理性污染物（如噪声）排放标准。

3.3 综合能耗 comprehensive energy consumption

单位质量沥青混合料生产拌和过程中所消耗的能源量，按规定的计算方法和单位分别折算后的总和。

3.4 折标准煤系数 standard coal coefficient

生产单位沥青混合料所消耗的能源，折算为标准煤的数量。

4 基本规定

4.1 沥青混合料绿色评价是指在保障沥青混合料质量的前提下，统筹循环利用、污染物排放、能耗、材料特征等指标之间的关系，对材料绿色水平的量化评价。

4.2 对沥青混合料路用性能、循环利用、污染排放、能耗等方面除了符合本指南规定外，还应符合国家、行业和地方现行有关法规和标准的要求。

4.3 沥青混合料应在满足路用性能的前提下，采用循环利用、节能减排等技术，持续提升材料自身绿色水平。

4.4 沥青混合料绿色评价指标体系见附录 A。

4.5 沥青混合料污染物排放室内采集设备要求见附录 B。

5 材料循环利用

5.1 一般规定

5.1.1 为了实现橡胶、塑料、天然沥青、工业废料、废旧沥青路面材料等替代材料的循环利用，在原材料选用、配合比设计过程中宜适当增加替代材料的使用比例。

5.1.2 使用替代材料时，沥青混合料搅拌站的生产设备应配备添加装置、加热装置及计量装置，以满足生产工艺的要求。

5.1.3 使用替代材料的沥青混合料，其路用性能指标应满足 JTG F40、JTG F41 及其他相关标准和规范的要求。

5.2 材料循环利用测算及指标要求

5.2.1 沥青混合料的材料循环利用指标包括集料替代率、沥青替代率、废旧沥青路面材料（RAP）利用率 3 个指标。

5.2.2 集料替代率，是指采用矿渣、煤矸石、建筑垃圾等工业废料替代部分集料的质量与集料总质量的比值，计算公式为集料替代率（%）=（集料替代材料质量/集料总质量）×100%。

5.2.3 沥青替代率，是指采用橡胶、塑料、天然沥青等替代部分沥青的质量与沥青总质量的比值，计算公式为沥青替代率（%）=（沥青替代材料质量/沥青总质量）×100%。

5.2.4 废旧沥青路面材料（RAP）利用率，是指采用废旧沥青路面材料替代部分新拌沥青混合料质量与沥青混合料总质量的比值，计算公式为废旧沥青路面材料（RAP）利用率（%）=（废旧沥青路面材料替代质量/沥青混合料总质量）×100%。

5.3 评分规则

本指南以集料替代率、沥青替代率、废旧沥青路面材料（RAP）利用率作为材料循环利用评价指标，评分细则详见附录 A。

6 污染物排放

6.1 一般规定

6.1.1 为排除外界因素干扰,对沥青混合料的污染物排放测评采用室内模拟固定源有组织排放的方式进行。

6.1.2 室内模拟固定源有组织排放的方式为:采用电热鼓风干燥箱作为反应釜,通过外置鼓风机按照特定风速泵入空气,将沥青混合料样品产生的气态污染物从电热鼓风干燥箱排气口排出,以排气口为测试口,按照有组织污染源的采集方法进行采集、测试。

6.1.3 电热鼓风干燥箱设备要求详见附录 B。

6.2 污染物排放测试方法及指标要求

6.2.1 将电热鼓风干燥箱进行预热,预热温度依照沥青混合料实际生产的拌和温度设置。

6.2.2 将 $10\pm 0.2\text{kg}$ 沥青混合料样品按照规范要求的温度、油石比、拌和时间进行拌制,拌和完成后立即装入长 50cm、宽 30cm、高 5cm 平底托盘中。沥青混合料样品应均匀、松散铺满平底托盘。

6.2.3 将平底托盘放入电热鼓风干燥箱中,设置鼓风机泵入风速为 3000L/h。

6.2.4 待电热鼓风干燥箱温度稳定 15min 后,按照 HJ/T 45、HJ/T 646、HJ/T 38 要求进行污染物采集。

6.2.5 沥青混合料样本测试指标分别为沥青烟、苯并(a)芘、非甲烷总烃。

6.3 评分规则

本指南以室内模拟固定源有组织排放的方法测定沥青混合料沥青烟、苯并(a)芘、非甲烷总烃三个指标的浓度值作为污染物排放评价指标,评分细则详见附录 A。

7 能耗计算

7.1 一般规定

7.1.1 沥青混合料能耗为加热集料、水和沥青至特定温度所需的综合能耗。

7.1.2 为测算沥青混合料能耗，建立了能耗理论计算模型，并以计算的能耗理论值作为评价指标项。

7.2 能耗计算及要求

7.2.1 沥青混合料，由于加热温度、拌和温度和级配设计不同而导致能耗水平不同，本指南建立的能耗理论计算模型重点考虑加热温度、拌合温度、级配、油石比、含水率等关键参数。沥青混合料拌和时间对能耗影响较小，在计算过程中予以忽略。

1 吨沥青混合料中沥青、集料、水的质量按照式 7.2-1、式 7.2-2、式 7.2-3 计算：

$$M_{\text{沥青}} = \frac{P_{\text{油石比}}}{1 + P_{\text{油石比}}} \times 1000 \quad (7.2-1)$$

$$M_{\text{集料}} = \frac{1000}{1 + P_{\text{油石比}}} (1 - P_{\text{矿粉}}) \quad (7.2-2)$$

$$M_{\text{水}} = M_{\text{集料}} \times \omega \quad (7.2-3)$$

其中：

$M_{\text{沥青}}$ —1 吨沥青混合料中需要加热的沥青质量 (kg)；

$M_{\text{集料}}$ —1 吨沥青混合料中需要加热的集料质量 (kg)；

$M_{\text{水}}$ —1 吨沥青混合料中水的质量 (kg)；

$P_{\text{油石比}}$ —1 吨沥青混合料的油石比 (%)；

$P_{\text{矿粉}}$ —1 吨沥青混合料中矿粉比例 (%)；

ω —1 吨沥青混合料的含水率 (%)

沥青混合料的能耗 E 按照式 7.2-4 计算：

$$E = \frac{M_{\text{集料}} \times (t_2 - t_1) \times C_{\text{集料}} + M_{\text{水}} \times (100 - t_1) \times C_{\text{水}} + r_{\text{汽化热}} \times 4.1858 + M_{\text{沥青}} \times (t_4 - t_3) \times C_{\text{沥青}}}{1000} \quad (7.2-4)$$

其中：

E —加热 1 吨沥青混合料至拌和温度所需要的能耗 (kJ)；

$C_{\text{集料}}$ —集料比热容 (J/(kg·°C))，取 920 J/(kg·°C)；

$C_{\text{沥青}}$ —沥青比热容 (J/(kg·°C))，取 1760 J/(kg·°C)；

$C_{\text{水}}$ —水比热容 (J/(kg·°C))，取 4190 J/(kg·°C)；

t_1 —室温 (°C)，取 25°C；

t_2 —沥青混合料在拌和过程中集料加热温度 (°C)， $t_2 = \Delta t + 20$ ；

t_3 —沥青混合料在拌和过程中沥青的储存温度 (°C)，取 100°C；

t_4 —沥青混合料在拌和过程中沥青适宜拌和的温度 (°C)，按照 JTG F40 所要求的，达到表观粘度 (0.17±0.02) Pa·s，或运动粘度 (170±20) mm²·s，或赛波特粘度 (85±10) s 对应的温度；

Δt —沥青混合料的拌和温度 (°C)；

$r_{\text{汽化热}}$ —水的汽化热值 (kcal/kg)，取 2257.6 kcal/kg；

7.2.2 能耗 E 值应按照 GB/T 3102.4 国际蒸汽卡进行折标准煤计算，按式 7.2-5 计算。按照 GB/T 3102.4 国际蒸汽卡换算，低 (位) 发热量等于 29307.6 千焦 (kJ) [7000 千卡 (kcal) 的燃料，称为 1 千克标准煤]，折标准煤系数取 29307.6 kJ/kg。

$$e = \frac{E}{29307.6 \leftarrow 4000} \quad (7.2-5)$$

其中：

e —1 吨沥青混合料消耗的标准煤数量 (kgce/t)；

7.3 评分规则

本指南以理论计算的能耗作为能耗评价指标，评分细则详见附录 A。

8 材料特征指标

8.1 一般规定

8.1.1 为表征沥青混合料路用性能优劣，设置了材料疲劳性能指标、路用性能指标进行评价。

8.1.2 材料疲劳性能指标以沥青混合料四点疲劳寿命表征。试验按照 JTG E20 执行，试验条件为 15℃、10Hz、400 $\mu\epsilon$ 。

8.1.3 路用性能指标以车辙试验动稳定度、低温弯曲试验破坏应变、浸水马歇尔试验残留稳定度、冻融劈裂试验残留强度比表征。试验按照 JTG E20 执行，试验条件分别为车辙试验动稳定度（60℃，0.7Mpa）、浸水残留稳定度、冻融劈裂强度比、低温弯曲破坏应变（-10℃）。

8.2 材料特征指标要求

8.2.1 材料疲劳性能指标按照沥青混合料四点弯曲疲劳寿命进行评价。

8.2.2 路用性能指标按照路用性能比进行评价，即沥青混合料路用性能（车辙试验动稳定度、低温弯曲试验破坏应变、浸水马歇尔试验残留稳定度、冻融劈裂试验残留强度比）与 JTG F40 路用性能限值的比值，计算公式为路用性能比（%）=沥青混合料路用性能指标 / JTG F40 路用性能限值×100%

8.2.3 当沥青混合料路用性能中车辙试验动稳定度、低温弯曲试验破坏应变、浸水马歇尔试验残留稳定度、冻融劈裂试验残留强度比等指标分别与 JTG F40 中限值的比值有显著差异时，取优势最明显的比值进行评价。

JTG F40 路用性能限值如表 3、表 4、表 5、表 6 所列。

表 3 沥青混合料车辙试验动稳定度（60℃，0.7Mpa）限值要求

气候条件与技术指标		动稳定度（次/mm）	试验方法
普通沥青混合料，不小于		1000	T 0719
改性沥青混合料，不小于		2800	
SMA 混合料	非改性，不小于	1500	
	改性，不小于	3000	
OGFC 混合料		1500（一般交通路段）	
		3000（重交通量路段）	

备注：车辙试验动稳定度（60℃，0.7Mpa）技术要求依据 JTG F40 制定，详细要求查看 JTG F40 5.3.4 要求。

表 4 沥青混合料浸水残留稳定度限值要求

气候条件与技术指标		浸水残留稳定度 (%)	试验方法
普通沥青混合料, 不小于		80	T 0709
改性沥青混合料, 不小于		85	
SMA 混合料	普通沥青	75	
	改性沥青	80	

备注: 浸水残留稳定度技术要求依据 JTG F40 制定, 详细要求查看 JTG F40 中 5.3.4 要求。

表 5 沥青混合料冻融劈裂强度比限值要求

气候条件与技术指标		冻融劈裂强度比 (%)	试验方法
普通沥青混合料, 不小于		75	T 0729
改性沥青混合料, 不小于		80	
SMA 混合料	普通沥青	75	
	改性沥青	80	

备注: 冻融劈裂强度比技术要求依据 JTG F40 制定, 详细要求查看 JTG F40 中 5.3.4 要求。

表 6 沥青混合料低温弯曲破坏应变 (-10°C) 限值要求

气候条件与技术指标		低温弯曲破坏应变 ($\mu\epsilon$)	试验方法
普通沥青混合料, 不小于		2000	T 0715
改性沥青混合料, 不小于		2500	

备注: 低温弯曲破坏应变技术要求依据 JTG F40 制定, 详细要求查看 JTG F40 中 5.3.4 要求。

8.3 评分规则

本指南以沥青混合料四点弯曲疲劳寿命、路用性能比作为材料特征指标的评价指标, 评分细则详见附录 A。

附录 A（规范性附录） 沥青混合料绿色评价指标体系

A.1 适用范围

A.1.1 本指标体系适用于北京地区沥青混合料的绿色等级评价。

A.1.2 本指标体系在符合本指南的要求的同时，还应符合国家、行业和地方现行有关法规和标准的要求。

A.2 基本规定

A.2.1 指标体系

A.2.1.1 评价指标体系分为控制项、评分项和加分项。参评产品必须全部满足控制项要求，评分项总分为 100 分，加分项为 5 分，总得分按照式 A-1 和式 A-2 计算。

$$Q_{\text{总}} = Q_{\text{评}} + Q_{\text{加}} \quad (\text{A-1})$$

$$Q_{\text{评}} = \sum W_i Q_i \quad (\text{A-2})$$

式中：
 $Q_{\text{总}}$ ——总分；
 $Q_{\text{评}}$ ——评分项得分；
 $Q_{\text{加}}$ ——加分项得分；
 W_i ——评分项各指标权重；
 Q_i ——评分项各指标得分。

A.2.1.2 控制项主要为产品质量的基本要求，以相应的限制值为控制，该项采用一票否决制，即材料路用性能指标（车辙试验动稳定度、低温弯曲试验破坏应变、浸水马歇尔试验残留稳定度及冻融劈裂试验残留强度比）不满足规范要求的，按照一票否决处理。

A.2.1.3 评分项主要从材料循环利用、污染物排放、能耗、产品特征四个方面进行评价。

A.2.1.4 加分项主要根据国家、行业及北京市相关政策文件要求，重点对在废旧资源循环再利用方面具有显著作用的沥青混合料予以加分鼓励。

A.2.2 等级划分

沥青混合料绿色等级划分采用星级制，根据得分值分为五个等级，等级划分见表 A.1。

表 A.1 沥青混合料绿色星级划分

星级	分值区间
★	$Q_{\text{总}} < 60$
★★	$60 \leq Q_{\text{总}} < 70$
★★★	$70 \leq Q_{\text{总}} < 80$
★★★★	$80 \leq Q_{\text{总}} < 90$
★★★★★	$Q_{\text{总}} \geq 90$

A.3 控制项

沥青混合料生产应符合表 A.2 要求，沥青混合料性能指标满足 JTG F40、JTG F41、DB11/T 1373 等相关规范的要求。

表 A.2 沥青混合料基本要求

项目	要求
性能指标	公路沥青路面施工技术规范 JTG F40 公路沥青路面再生技术规范 JTG F41 沥青路面抗车辙技术规范 DB11/T 1373

A.4 评分项

A.4.1 评分权重

A.4.1.1 沥青混合料评分权重采用专家调查与层次分析法综合得出，各评分项与权重见表 A.3。

A.4.1.2 由于碳排放计算与场站硬件设备所消耗的能源类型有关，不同能源碳排放因子系数不同，导致同种产品在不同硬件设备条件下碳排放不同，无法体现沥青混合料本身的碳排放。为此，对沥青混合料的能耗指标评价未考虑碳排放方面内容。

表 A.3 沥青混合料评分项与权重

序号	一级指标	权重	二级指标	权重
1	材料循环利用	0.16	集料替代率	0.30
2			沥青替代率	0.16
3			RAP 利用率	0.54
4	污染物排放指标	0.32	沥青烟浓度	0.41
5			苯并(a)芘浓度	0.33
6			非甲烷总烃浓度	0.26
7	能耗指标	0.27	理论计算能耗	1
8	产品特征指标	0.25	疲劳寿命比	0.60
9			路用性能比	0.40

A.4.2 循环利用

A.4.2.1 材料循环利用指标包含沥青混合料中集料替代率、沥青替代率以及废旧沥青路面材料（RAP）利用率。

表 A.4 集料替代率评分

替代率（%）	$a \geq 35$	$35 > a \geq 25$	$25 > a \geq 15$	$15 > a \geq 10$	$a < 10$
评分值	100	90	80	70	60

表 A.5 沥青替代率评分

替代率（%）	$a \geq 25$	$25 > a \geq 15$	$15 > a \geq 10$	$10 > a \geq 5$	$a < 5$
评分值	100	90	80	70	60

表 A.6 废旧沥青路面材料（RAP）利用率评分

替代率（%）	$a \geq 30$	$30 > a \geq 20$	$20 > a \geq 10$	$10 > a \geq 5$	$a < 5$
评分值	100	90	80	70	60

A.4.3 污染物排放

A.4.3.1 污染物排放指标包含沥青混合料单位产品沥青烟排放浓度、苯并（a）芘排放浓度、非甲烷总烃排放浓度，本指南采用室内模拟固定源有组织排放的方式进行采样测试。

A.4.3.2 沥青烟以排放浓度作为评价指标，单位为 mg/m^3 ，评分规则如下：

表 A.7 沥青烟排放浓度评分

排放浓度（ mg/m^3 ）	$b < 12$	$12 \leq b < 18$	$18 \leq b < 24$	$24 \leq b < 30$	$30 \leq b < 36$	$b \geq 36$
评分值	100	90	80	70	60	0

A.4.3.3 苯并（a）芘以排放浓度作为评价指标，单位为 mg/m^3 ，评分规如下：

表 A.8 苯并（a）芘排放浓度评分

排放浓度（ mg/m^3 ）	$c < 0.01$	$0.01 \leq c < 0.02$	$0.02 \leq c < 0.03$	$0.03 \leq c < 0.04$	$0.04 \leq c < 0.07$	$c \geq 0.07$
评分值	100	90	80	70	60	0

A.4.3.4 非甲烷总烃以排放浓度作为评价指标，单位为 mg/m^3 ，评分规如下：

表 A.9 非甲烷总烃排放浓度评分

排放浓度（ mg/m^3 ）	$d < 0.5$	$0.5 \leq d < 1$	$1.0 \leq d < 2.5$	$2.5 \leq d < 5.0$	$5 \leq d < 8.5$	$d \geq 8.5$
评分值	100	90	80	70	60	0

A.4.4 能耗

A.4.4.1 能耗指标为每吨沥青混合料理论计算的综合能耗。

A.4.4.2 每吨沥青混合料理论计算能耗评分标准如下：

表 A.10 能耗评分

理论计算能耗 (kgce/t)	$e < 5.30$	$5.30 \leq e < 5.55$	$5.55 \leq e < 5.80$	$5.80 \leq e < 6.05$	$6.05 \leq e < 6.30$	$e \geq 6.30$
评分值	100	90	80	70	60	0

A.4.5 特征指标

A.4.5.1 特征指标包含沥青混合料的疲劳寿命比与路用性能比。

A.4.5.2 沥青混合料的疲劳寿命比评分标准如下：

表 A.11 疲劳寿命比评分

疲劳寿命 (万次)	$f < 10$	$10 \leq f < 20$	$20 \leq f < 30$	$30 \leq f < 40$	$40 \leq f < 50$	$f \geq 50$
评分值	0	60	70	80	90	100

A.4.5.3 沥青混合料的路用性能比评分标准如下：

表 A.12 路用性能比评分

路用性能比 (%)	$g < 100$	$100 \leq g < 110$	$110 \leq g < 115$	$115 \leq g < 120$	$120 \leq g < 130$	$g \geq 130$
评分值	0	60	70	80	90	100

A.6 加分项

A.6.1.1 加分项考虑国家、行业、北京市对交通基础设施关于材料循环利用、节能降耗等方面的政策要求。依据政策文件包括但不限于：《交通强国建设纲要》、《关于推动城乡建设绿色发展的意见》、《关于加快推进城镇环境基础设施建设的指导意见》（国办函〔2022〕7号）、《关于全面深入推进绿色交通发展的意见》（交政研发〔2017〕186号）、《交通运输部办公厅<关于实施绿色公路建设的指导意见>》（交办公路〔2016〕93号）、《关于加快废旧物资循环利用体系建设的指导意见》（发改环资〔2022〕109号）。

A.6.1.2 对废旧沥青混合料、煤矸石、矿渣、建筑垃圾等废旧资源再生利用方面具有显著效果，且可实现规模化再生应用的沥青混合料，予以加5分鼓励推广。

A.6.1.3 按照废旧资源再生利用率予以评价。计算公式为废旧资源再生利用率(%) = (废旧资源再生利用率质量/沥青混合料总质量) × 100%。

表 A.13 加分项评分

废旧资源再生利用率 (%)	$h \geq 10\%$	$h < 10\%$
评分值	5	0

附录 B（规范性附录） 沥青混合物污染物排放室内采集设备要求

B.1 目的与适用范围

本方法适用于模拟固定源有组织排放的污染物采样。本评价指标体系可用于企业开展自我评价，也可用于行业管理部门进行行业管理。

B.2 设备技术要求

B.2.1 电热鼓风干燥箱的温控范围要求为室温~300℃，温控精度不大于±1℃。

B.2.2 电热鼓风干燥箱的鼓风机排气能力应不小于 40L/min。

B.2.3 电热鼓风干燥箱顶部中心设置排气孔，排气孔直径应为 80mm，在排气孔上方设置垂直烟囱，高度为 20cm。

B.2.4 在距烟囱顶部 10cm 处设置采样孔，采样孔的类型可按图 B.1 设置。

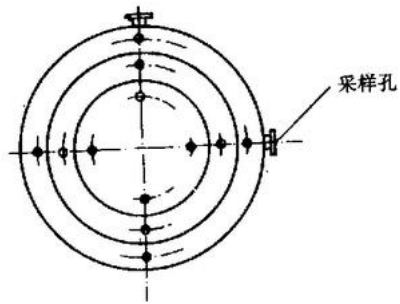


图 B.1 圆形断面的采样孔

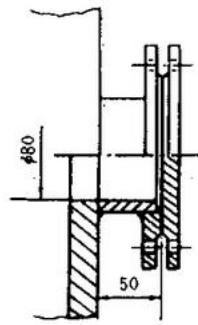


图 B.2 带有盖板的采样孔

B.3 采样工况

B.3.1 应在设备处于正常运行状态下进行采样。

B.3.2 本方法采用的烟道流速分布比较均匀、对称，取中心作为测点。