

ICS 71.040.50  
CCS G 04

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2352—2024

# 道路沥青红外光谱法快速识别技术规程

Technical specification of road asphalt rapid identification base on infrared spectrum method

2024-12-31 发布

2025-02-28 实施

湖北省市场监督管理局 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 仪器设备和材料 .....	2
5 沥青品质识别 .....	3
6 改性沥青 SBS 含量检测 .....	5
7 标准实施及评价 .....	7
附录 A（规范性） 红外光谱图相似度计算方法 .....	8
附录 B（资料性） 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表 .....	9

## 前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由葛洲坝集团交通投资有限公司提出。

本文件由湖北省交通运输厅归口。

本文件起草单位：葛洲坝集团交通投资有限公司、葛洲坝集团试验检测有限公司、武汉理工大学、葛洲坝武汉道路材料有限公司、广西葛洲坝田西高速公路有限公司、广西全灌高速公路有限公司、安徽六安和襄高速公路有限公司。

本文件主要起草人：廖光荣、姚磊、姚沅、崔培强、赵守阳、陈志远、郑松松、梁叶云、刘进、欧阳奕波、郭建、杨旗、吴海涛、唐明酉、侯海、何坚、王俊、蒋峥、谢君、李宗耀、祝云峰、周俊、王彬、朱斌、张维明、郑浩然。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省交通运输厅，联系电话：027-83460670, 2651259230@qq.com；或者牵头起草单位葛洲坝集团交通投资有限公司，联系电话：027-58908730，邮箱：zss@cggc.cn。对本文件的有关修改意见建议请反馈至葛洲坝集团交通投资有限公司，联系电话：027-58908730，邮箱：zss@cggc.cn；或者湖北省交通运输厅，联系电话：027-83460670, 2651259230@qq.com；或者湖北省市场监督管理局，联系电话：027-87811019，邮箱：hbbzhc@163.com。

## 引 言

沥青是各级公路与城镇道路沥青路面建设中的重要材料，消耗量大，其质量直接影响沥青路面的服役性能。针对沥青材料的性能检测，现行规范规定的检测方法耗时较长，亟需引入快速检测沥青的方法。

红外光谱法识别沥青是利用被测沥青对不同波长的红外辐射具有选择性吸收的特性，获取样品中化学键或官能团种类和含量的信息，实现对沥青品质的识别。相对于沥青常规的检测方法，此方法具有高灵敏度和快捷的优点。

# 道路沥青红外光谱法快速识别技术规程

## 1 范围

本文件规定了红外光谱法快速识别道路沥青的仪器设备和材料、沥青品质识别和改性沥青SBS含量检测等要求。

本文件适用于各级公路及城镇道路沥青品质识别以及改性沥青SBS含量检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6040 红外光谱分析方法通则

GB/T 21186 傅里叶变换红外光谱仪

JT/T 1177 改性沥青SBS含量测定仪

JT/T 1329—2020 SBS 改性沥青改性剂含量测试方法 红外光谱法

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

## 3 术语和定义

GB/T 6040、JT/T 1177界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**红外光谱反射法 attenuated total reflection method**

利用衰减全反射光谱技术检测材料红外光谱的方法。

注：衰减全反射，简称 ATR。在红外光谱仪的ATR附件上装有高折射率晶体（ZnSe晶体），将待测样品粘附于晶体表面，使光线以大于临界角的角度从晶体内部射向粘附有样品的界面并发生全反射，则在界面附近会形成进入样品极小深度的隐矢波，从隐矢波衰减的能量可以得到光谱的吸收信息，即得到样品的衰减全反射光谱。

### 3.2

**标准基质沥青样品 standard sample of base asphalt**

满足规范要求的具有特定品牌、型号、油源等信息的均匀、有确定特征红外光谱图的道路沥青材料，是用来检测基质沥青样品品质的“参照物”。

### 3.3

**吸光度 absorbance**

光线通过沥青样品前后的强度比值以10为底的对数。

[来源：GB/T 6040—2019，3.3，有修改]

### 3.4

**平均谱图 average infrared spectrogram**

从同一沥青样品中分出多份，分别检测，得到多个红外吸光光谱图，计算各谱图中每个波数对应的吸光度平均值而形成的一个新谱图。

3.5

**标准红外光谱图 standard infrared spectrogram**

标准沥青样品的红外吸光度平均谱图即为标准红外光谱图。

3.6

**相似度 similarity**

采用红外光谱法识别沥青品质时，待测沥青与标准沥青的红外光谱图匹配程度。

3.7

**苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物 (SBS) styrene-butadiene-styrene copolymer**

一种高分子聚合物，可以用作沥青改性剂。

3.8

**SBS 改性沥青标准样品 SBS standard sample**

按照规定方法制备的改性剂含量已知的SBS改性沥青样品。

3.9

**SBS 含量 SBS content**

SBS改性剂占改性沥青总量的质量百分数。

[来源：JT/T 1177—2017, 3.1]

3.10

**SBS 含量标准工作曲线 standard working curve for SBS content**

系列已知SBS含量的改性沥青标准样品，将其红外光谱图中指定特征峰的面积比与其SBS含量拟合而成的曲线。

[来源：JT/T 1177—2017, 3.3, 有修改]

3.11

**清洗剂 cleaning agent**

被用于去除污垢、污染物和杂质，以保持物体干净的液体。

## 4 仪器设备和材料

### 4.1 一般规定

傅里叶变换红外光谱仪作业环境应符合GB/T 21186中的要求，温度为15 °C~25 °C，相对湿度不大于60%。

### 4.2 仪器设备要求

4.2.1 傅里叶变换红外光谱仪：应符合 GB/T 21186 的要求，分辨率不低于  $2\text{cm}^{-1}$ ，波数范围覆盖  $4000\text{cm}^{-1}\sim650\text{ cm}^{-1}$ 。带水平衰减全反射附件（包含 ZnSe 晶体板制样器）。

4.2.2 高速剪切仪：转速可调节，最大转速不小于 10000 r/min；不锈钢工作头，直径约 69 mm，高度约 44 mm，轴伸约 270 mm；单次处理能力不小于 1000 ml。

4.2.3 恒温烘箱：工作温度为 20 °C~250 °C，控温精度为  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.2.4 盛样容器：密封带盖的广口金属容器，容量不小于 2000 ml，2 个。

4.2.5 制样棒：不锈钢材质，全长 100 mm，其细杆直径 3 mm，圆柱型头高 10 mm，直径 10 mm，端部凹坑直径 7 mm。

4.2.6 电子天平：称量 200g，感量不大于 0.001 g，1 台；称量 3000 g，感量不大于 0.01 g，1 台。

4.2.7 温度计：量程 0 °C~200 °C，分度值 1 °C。

4.2.8 电热套：工作温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，控温精度为 $\pm2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，容量不小于500 ml。

4.2.9 玻璃烧杯：容量500 ml，2个；容量400 ml，内径约75 mm，10个。

4.2.10 其它仪具：镊子、防粘纸环（带有约6 mm直径中心孔的方形纸片）等。

#### 4.3 材料要求

4.3.1 清洗剂：宜采用无水煤油、四氯化碳或万能防锈油喷剂。

4.3.2 制作SBS标准样品的原料（基质沥青、SBS改性剂及其它添加剂）应与待测改性沥青一致。

4.3.3 标准基质沥青样品必须符合相关工程性能指标要求。

#### 4.4 仪器准备

4.4.1 在傅里叶变换红外光谱仪上安装ATR附件，将光谱仪与配套电脑连接，打开光谱仪和电脑，预热不少于10 min。

4.4.2 仪器参数设定：选择ZnSe附件，扫描范围为 $4000\text{ cm}^{-1}\sim650\text{ cm}^{-1}$ ，扫描次数32次，分辨率为 $4\text{ cm}^{-1}$ 。

4.4.3 用清洗剂喷涂ZnSe晶体板制样器后，将其擦拭干净。

### 5 沥青品质识别

#### 5.1 试样的制备

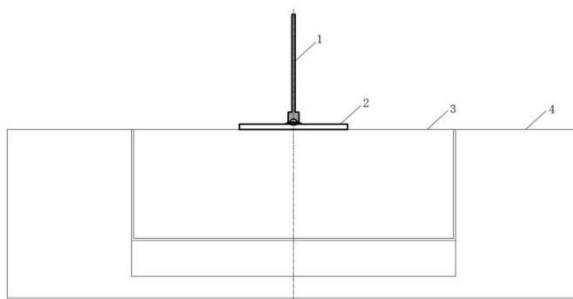
5.1.1 依据JTG E20规定的方法进行取样，沥青取样数量应不少于2 kg。

5.1.2 称取沥青样品 $500\text{ g}\pm10\text{ g}$ ，置于烧杯中，放入烘箱，加热，使其呈流态。

5.1.3 用一防粘纸环覆盖制样器上ZnSe晶体的周围部位，使ZnSe晶体在防粘纸环中心露出。

5.1.4 点击仪器操作软件界面上的背景扫描按钮，等待背景扫描和自动扣除背景完成。

5.1.5 使制样棒的圆柱型头约一半高度的部分浸入烧杯中的沥青液面以下，捻动细杆3次。将制样棒提离沥青液面，待其粘附的沥青不再滴落时，再立即将制样棒轻轻竖直按压在制样器中心处，使其圆柱型头部粘附的沥青样品将ZnSe晶体完全、紧密地覆盖。待沥青样品的温度降低，制样棒被沥青粘结并自行竖立在制样器上，则停止按压。试样制备整体示意图见图1，细部示意图见图2。



标引序号说明：

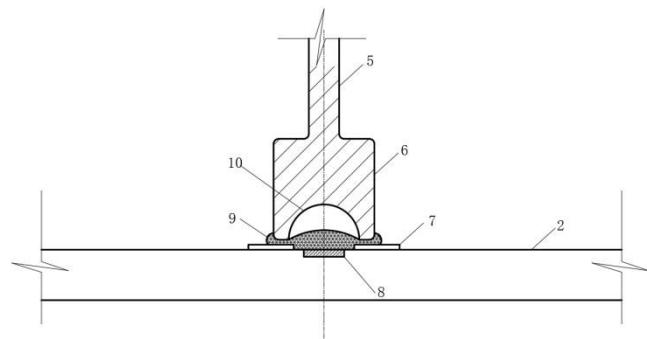
1——制样棒；

2——制样器；

3——衰减全反射附件；

4——红外光谱仪。

图1 试样制备整体示意图



标引序号说明：

2——制样器；

5——细杆；

6——圆柱型头；

7——防粘纸环；

8——ZnSe晶体；

9——沥青样品；

10——凹坑。

图2 试样制备细部示意图

## 5.2 试样红外光谱图采集

5.2.1 点击仪器操作软件界面上的采集样品按钮，待光谱图采集完成，保存该谱图文件。采集到的光谱图应基线平直，否则，重新制样测试。

5.2.2 从制样器上拔下制样棒，撕下防粘纸环，用清洗剂清理干净制样棒、制样器和 ZnSe 晶体上残留的沥青及其它污物。

5.2.3 将烧杯中的沥青倒掉约原制备量的三分之一，从剩余的沥青中再次制备试样并采集其光谱图。

5.2.4 重复进行上述制样和光谱图采集，前后共 3 次，得到 3 幅红外光谱图，计算其平均谱图。按附录 A 所列方法计算各幅红外光谱图与平均谱图的相似度  $r_i$ ，如果  $r_i$  均不小于 0.9950，则将该平均谱图作为该样品的红外光谱图，否则，重新制样测试。

## 5.3 红外光谱图相似度计算及结果判定

5.3.1 预先采集标准沥青样品的红外光谱图作为标准红外光谱图。采集待测沥青样品的红外光谱图用以判定其品质。

5.3.2 按附录 A 所列方法计算待测沥青样品的红外光谱图与标准红外光谱图的相似度  $r$ 。相似度计算界面示例，如图 3。

5.3.3 结果判定：当  $r \geq 0.9900$  时，判定为待测样品与标准样品相符，否则为不相符。

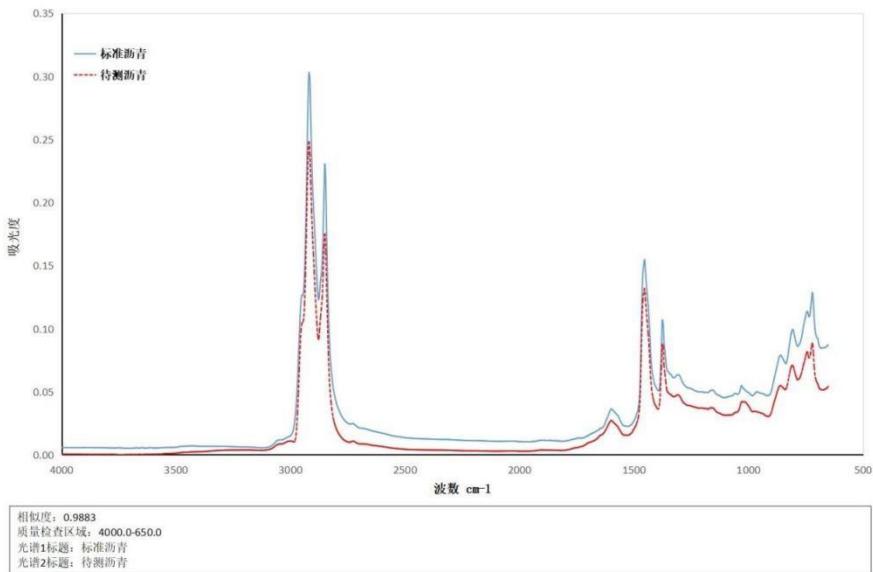


图3 相似度计算界面示例

## 6 改性沥青 SBS 含量检测

## 6.1 标准样品制备

6.1.1 标准样品中 SBS 含量应符合 JT/T 1329—2020 中 6.1 的要求, 按式 (1) 计算:

式中：

$C_{SBS}$ —标准样品中 SBS 含量(准至 0.01%);

$m_{SBS}$ —标准样品中 SBS 质量, 单位为克 (g);

$m_1$ —标准样品中基质沥青质量, 单位为克(g);

$m_2$ —标准样品中其它添加剂质量, 单位为克(g)。

6.1.2 标准样品制作步骤如下：

- a) 依据 JTG E20 中规定的取样方法, 取基质沥青约 2 kg, 加热至  $(160 \pm 5)$  °C, 并搅拌均匀;
  - b) 称量基质沥青 200 g  $\pm$  10 g, 准至 0.1 g, 置于 400 ml 玻璃烧杯中, 用电热套加热至  $(175 \pm 5)$  °C;
  - c) 按预先设定的含量计算并称量出 SBS 改性剂, 准至 0.001 g;
  - d) 按与待测样品相同的类型和比例计算并称量出其它添加剂, 准至 0.001 g;
  - e) 把称出的 SBS 改性剂和其它添加剂一并加至玻璃烧杯中的基质沥青液面中心处;
  - f) 将电加热套连同装有样品的玻璃烧杯一并置于高速剪切仪底座上, 调整不锈钢工作头的位置, 使其没入玻璃烧杯内的样品中;
  - g) 开动剪切仪, 以 6000 r/min  $\sim$  7000 r/min 的转速将样品搅拌 60 min;
  - h) 关闭剪切仪和电热套, 将配制好的标准样品连同玻璃烧杯一并移入烘箱, 保持其流动状态;
  - i) 配制 5 组不同 SBS 含量的改性沥青标准样品, 待测改性沥青的 SBS 含量应涵盖于配制含量范围内, 每组含量在范围内应均匀分布, 含量范围宜为 2%  $\sim$  6%。

## 6.2 标准样品红外光谱图采集

参照5.1和5.2的方法，采集配制好的改性沥青标准样品的红外光谱图。每1组标准样品采集红外光谱图3次，每采集1次，从烧杯中倒掉约原制备量的三分之一。

### 6.3 SBS 含量标准工作曲线建立

6.3.1 根据所得标准样品的红外光谱图，采用积分算法计算基线校正后的  $699\text{ cm}^{-1}$  和  $812\text{ cm}^{-1}$  特征吸收峰峰面积  $S_{699}$  和  $S_{812}$ ，按式（2）计算  $A_{\text{SBS}}$  值（准至 0.001）。

式中：

$A_{\text{SBS}}$ — $699 \text{ cm}^{-1}$ 吸收峰峰面积与  $699 \text{ cm}^{-1}$ 吸收峰峰面积和  $812 \text{ cm}^{-1}$ 吸收峰峰面积之和的比值；

S<sub>699</sub>—699 cm<sup>-1</sup>吸收峰峰面积(准至0.001);

$S_{812}$ — $812\text{ cm}^{-1}$ 吸收峰峰面积（准至0.001）。

注：分析大量试验结果发现，在SBS改性沥青红外光谱的 $699\text{ cm}^{-1}$ 、 $812\text{ cm}^{-1}$ 、 $966\text{ cm}^{-1}$ 和 $1377\text{ cm}^{-1}$ 多个相关吸收峰及其峰高、峰面积的计算组合中，按式（2）计算出的特征值与其SBS含量的相关性最强。

6.3.2 标准工作曲线绘制：以  $A_{SBS}$  为横坐标，对应的  $C_{SBS}$  为纵坐标，绘制 5 个不同标准样品的坐标点  $(A_{SBS}, C_{SBS})$ ，经线性拟合绘制标准工作曲线，得到峰面积比值和 SBS 含量间的关系式，拟合曲线的线性相关系数应大于 0.9800。标准工作曲线示例，如图 4。

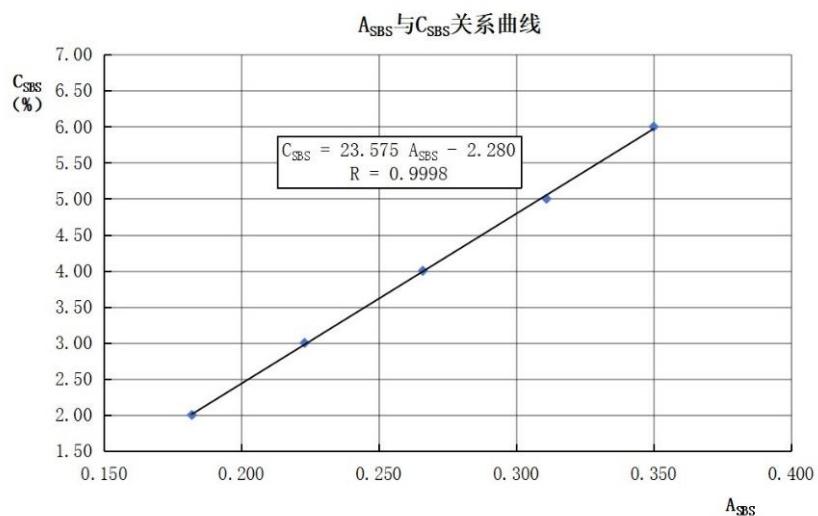


图4 标准工作曲线示例

#### 6.4 待测样品测定

6.4.1 按照 5.1 和 5.2 的方法，得到待测沥青样品的红外光谱图。

6.4.2 按照 6.3.1 的方法，计算待测样品的  $A_{SBS}$  值。根据标准工作曲线，将  $A_{SBS}$  值代入已建立的线性回归关系式，得到对应的  $C_{SBS}$  值，即为待测样品的 SBS 含量，准至 0.01%。

## 6.5 结果判定

SBS含量在相关要求范围内即为合格，否则为不合格。

## 7 标准实施及评价

- 7.1 结合实际，认真做好标准实施准备，包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。
- 7.2 制定标准实施方案，明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障（组织、制度、资金、人员和设备仪器等）、推荐方法路径，确定资源要素配置、关键环节和控制点，提出标准实施中的注意事项。
- 7.3 针对重大决策社会稳定风险评估的单位和执行人员进行标准宣贯和培训，结合标准要求，落实责任制，做到横向到边，纵向到底。
- 7.4 标准实施主要在服务管理活动中开展。
- 7.5 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况，需要逐条检查标准实施内容的落实，并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录，畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道，定期整理并处理收集到的意见建议。
- 7.6 对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。
- 7.7 在标准实施一定时间后，对照标准实施方案，开展标准实施效果评价分析，总结实施经验成效，梳理存在的薄弱环节，标准实施的评价主要是评价标准实施的效果，主要从技术进步、质量水平提高、客户满意度、规范秩序、效率提高、节约费用、节省时间、履行社会责任等方面进行有益性评价，同时还要评价标准实施带来的问题，以便为未来改进提供参考。
- 7.8 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况，提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。
- 7.9 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录B。

附录 A  
(规范性)  
红外光谱图相似度计算方法

#### A.1 红外光谱图数列转化

A.1.1 从采集到的标准沥青样品的红外光谱图中，在设定的波数范围( $4000\text{cm}^{-1}\sim650\text{cm}^{-1}$ )内，按波数 $4\text{cm}^{-1}$ 间隔，提取若干波数下的吸光度，并按照波数递增的顺序排列，形成数列X，则X可表示为{ $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1}, X_n$ }。

A.1.2 从采集到的待测沥青样品的红外光谱图中，在设定的波数范围( $4000\text{cm}^{-1}\sim650\text{cm}^{-1}$ )内，按波数 $4\text{cm}^{-1}$ 间隔，提取若干波数下的吸光度，并按照波数递增的顺序排列，形成数列Y，则Y可表示为{ $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{n-1}, Y_n$ }。

A.1.3 按以下规则，将数列X中的项转化为数列X'中的项，得到数列X'。

$$\begin{aligned} X'_1 &= 0 \\ X'_2 &= (X_3 - X_1) / 2 \\ X'_3 &= (X_4 - X_2) / 2 \\ &\dots \\ X'_{n-1} &= (X_n - X_{n-2}) / 2 \\ X'_n &= 0 \end{aligned}$$

按同样的规则，将数列Y中的项转化为数列Y'中的项，得到数列Y'。

则， $X' = \{X'_1, X'_2, X'_3, \dots, X'_{n-1}, X'_n\}$ ，  
 $Y' = \{Y'_1, Y'_2, Y'_3, \dots, Y'_{n-1}, Y'_n\}$ 。

#### A.2 相似度计算

按式(A.1)计算待测沥青样品的红外光谱图和标准沥青样品的红外光谱图的相似度r(准至0.0001)。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X'_i Y'_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X'_i)^2 \sum_{i=1}^n (Y'_i)^2}} \quad (\text{A.1})$$

式中：

r—红外光谱图的相似度(准至0.0001)；

$X'$ —标准沥青红外光谱图吸光度的转化数列；

$Y'$ —待测沥青红外光谱图吸光度的转化数列。

**附录 B**  
**(资料性)**  
**湖北省地方标准实施信息及意见反馈表**

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表如表B. 1所示。

**表B. 1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表**

标准名称及编号				
总体评价	适用性	该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配?		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	协调性	该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调?		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	执行情况	标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作?		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
实施信息	标准实施过程中是否存在阻力和障碍?			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	实施过程中存在的主要问题			
修改意见	总体意见	<input type="checkbox"/> 适用 <input type="checkbox"/> 修改 <input type="checkbox"/> 废止		
	具体修改意见	需修改章节: 具体修改意见:		
反馈渠道	<input type="checkbox"/> 标准化行政主管部门 <input type="checkbox"/> 省直行业主管部门 <input type="checkbox"/> 专业标准化技术委员会(工作组) <input type="checkbox"/> 标准起草组(牵头起草单位)			
反馈人	姓名: _____ 单位: _____ 联系方式: _____			

填表说明: 为及时掌握标准实施情况, 了解地方标准实施过程中存在的问题, 并为标准复审提供科学依据, 特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾, 有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述, 也可另附页。