

# 山东省检验检测协会团体标准编制说明

(征求意见稿)

## 一、工作简况

### (一) 任务来源

按照《山东省检验检测协会关于下达 2025 年第三批团体标准制修订计划的通知》安排，制定团体标准《机动车辆制动液运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失的快速测定近红外光谱法》（立项编号：SITA2025018），该标准由山东省检验检测协会归口管理，山东省产品质量检验研究院负责牵头制订。

### (二) 起草单位、起草人

标准起草单位：山东省产品质量检验研究院、山东源根石油化工有限公司。

标准起草人：赵卓、。

### (三) 起草过程

#### 1.成立标准起草工作组（2025 年 3 月）

为了推动标准制定，山东省产品质量检验研究院作为牵头单位成立了标准起草工作组，筹备标准研究工作。工作组在查阅国内外相关政策法规、检测方法和标准以及安全风险评估情况，并收集了相关标准信息后，确定了整体工作方案。

#### 2.标准预研（2025 年 3 月-2025 年 8 月）

标准起草工作组开展了标准调研和草案编制工作,通过查阅文献资料、企业调研、专家咨询等方式,开展标准需求调研,形成标准起草工作组讨论稿和团体标准项目建议书。

### **3.标准立项（2025 年 8 月）**

2025 年 7 月 25 日,山东省检验检测协会组织专家对该团体标准进行了立项论证,专家听取了项目汇报,审阅了申报材料,一致同意该标准作为山东省检验检测协会团体标准予以立项。

2025 年 8 月 11 日,山东省检验检测协会印发了《关于下达 2025 年第三批团体标准制修订计划的通知》,标准正式获得立项。

### **4.形成标准草案（2025 年 8 月-2026 年 2 月）**

2025 年 8 月至 2026 年 2 月,标准起草工作组进行了大量的方法研究试验,形成汇总研究结果,撰写了标准文本草案、编制说明草案。

### **5.形成征求意见稿（2026 年 2 月-2026 年 3 月）**

多次召开工作组讨论会,对标准文本草案和编制说明进行编写,形成了征求意见稿。

## **二、标准制定背景、目的和意义**

运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失是机动车辆制动液核心安全指标,直接决定车辆制动性能。现行国标检测方法操作繁琐、耗时久、成本高,无法满足批量、现场快速筛查需求,目前尚无针对该三项指标的近红外光谱快速测定团体

标准，亟需统一技术规范填补行业空白。

本标准旨在制定制动液三项核心指标的近红外光谱快速测定统一规范，简化检测流程，大幅提升检测效率，降低检测成本，为制动液生产质控、市场监管、在用产品筛查提供科学、高效的技术依据。

本标准实施可填补行业标准空白，筑牢行车安全防线，助力监管部门高效打假治劣、规范市场秩序；推动检测技术绿色升级，减少试剂污染，助力检验检测行业与制动液产业高质量发展。

### **三、标准主要技术内容（标准编制原则、主要技术内容和确定依据）**

#### **（一）标准编制原则**

**1.合规性：**严格遵循国家相关法律法规、行业规范、以及强制性标准要求，确保标准内容合法合规，保证标准的实施不会引发法律风险。

**2.科学性：**以科学理论和实践经验为基础，通过广泛的调研和深入的分析，确保标准中的技术指标、方法和流程具有科学依据。

**3.先进性：**积极借鉴国内外先进的标准和技术成果，结合行业发展趋势和市场需求，使标准具有一定的前瞻性和先进性。

**4.实用性：**充分考虑标准的可操作性和实用性，使标准内容易于理解和执行。

**5.协调性：**标准起草过程中注重与相关标准的协调统一，避免标准之间的冲突和矛盾。

**6.规范性：**根据山东省检验检测协会团体标准管理办法规定的程序制定，按照 GB/T1“标准化工作导则”系列标准、GB/T20001“标准编写规则”系列标准、GB/T20002“标准中特定内容的起草”系列标准、GB/T20003.1《标准制定的特殊程序第1部分：涉及专利的标准》、GB/T20004.1《团体标准化第1部分：良好行为指南》相关规定规范起草。

**7.开放性：**标准的编制过程应保持开放透明，广泛征求各方面的意见和建议。

## （二）主要技术内容

本标准主要内容包括机动车辆制动液运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失近红外光谱测定的原理、技术指标、试验方法及性能要求，适用于制动液三项核心指标的快速检测与质量评估。

本标准明确了三项指标的检测范围、定量误差等核心要求，规定了光谱采集参数、PLSR 建模方法及仪器、模型性能要求。本标准为新增团体标准，与传统国标检测方法对比，检测效率大幅提升，无需样品前处理、无试剂消耗，检测精度与传统方法相当，适配多场景快速筛查需求。

## （三）确定依据

经全国团体标准信息平台、全国标准信息公共服务平台检索，目前尚无针对机动车辆制动液运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失三项核心指标的近红外光谱快速测定团体标准。

现行检测依据国标方法，流程繁琐、耗时较长、试剂消耗大，难以满足生产质控与市场现场快速筛查需求。本标准结合近红外光谱技术成熟应用与行业实际检测需要，制定统一快速检测技术规范，填补该领域标准空白，完善制动液质量检测标准体系，支撑行业高效监管与绿色检测转型。

#### （四）标准验证

近红外光谱法是通过偏最小二乘法等现代化学计量学方法，建立光谱与质量指标之间的线性或非线性关系（定标模型），从而实现利用光谱信息对待测样品的多种质量指标的快速测定。因此，近红外分析方法的核心是建立定标模型，定标模型需要的样品数目要足够多，能统计确定光谱变量与待校正组分浓度或性质之间的关系，通常不少于  $6k$  ( $k$  为 PLS 的主因子数)。

本标准验证严格按照规范流程开展，全面验证方法的准确性、重复性与适用性，确保标准技术内容科学可行、可落地推广，具体验证流程如下：

样品准备及前处理：选取不同牌号、不同等级的机动车辆制动液，所有样品均经摇匀、 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  恒温处理，确保样品均匀无气泡、无杂质，满足检测要求。

标准方法定值：收集样品 120 批次，所有基础样品均严格按照 GB12981 规定的国标方法，分别测定运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失三项指标的准确数值，完成基准定值，所有定值检测均由持证人员规范完成，确保数据准确可靠。

梯度样品制备：选取基础样品中指标覆盖高低区间的样

品，通过梯度加标、模拟高温劣化处理，配制成不同指标梯度的验证样品，批次不少于 50 批次，配置完成后再次采用国标方法完成定值，确保样品指标覆盖本标准规定的全检测范围。

近红外光谱检测：所有样品（包括基础样品、配置前后的梯度样品）均严格按照本标准规定的参数采集近红外光谱，每一样品取两次进样检测，记录光谱数据及检测结果。

方法性能验证：选取不同指标梯度的样品 5 批次，用于方法重复性验证，每个样品做 6 个平行实验，计算平行检测结果的相对标准偏差；同时将本标准方法检测结果与国标方法定值数据比对，验证方法准确性。

通过定标模型的相关系数( $R^2$ )和交叉验证标准误差分析以及定标模型验证试验，运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失指标的定标模型准确性较好；验证样品通过定标模型检测的数据满足 GB12981 产品标准中规定的各方法标准的再现性。综合考虑，认为本标准能够满足机动车辆制动液快速检测的需要，各项技术指标均符合要求，具有较好的准确性和可靠性。

#### 四、预期的经济、社会和生态效益

经济效益：依托近红外光谱技术实现制动液运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失三项核心指标的同步快速测定，大幅缩短检测周期，降低试剂与人工成本，提升生产企业质检效率与批次质控能力，减少不合格产品引发的经济损失，助力制动液产业链降本增效与技术成果转化。

社会效益：统一行业快速检测方法，规范产品质量管控流程，有效保障制动液性能与机动车行车安全，降低制动失效引发的安全事故风险，维护消费者人身财产安全，同时为市场监管提供高效筛查技术支撑，提升监管效能。

生态效益：该方法无需化学试剂与样品前处理，无有毒有害废液产生，大幅减少检测环节危废排放与环境污染风险，契合绿色低碳发展理念，推动检测行业绿色转型。

## **五、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系**

本标准与我国有关法律、法规、规章及相关标准无冲突。是对国家相关标准的有效补充。

## **六、采用国际标准的程度及水平的简要说明**

本标准未采用国际国外标准。

## **七、重大分歧意见的处理经过和依据**

本标准制定过程中，无重大分歧意见。

## **八、其它应予说明的事项（标准如涉及专利情况请说明）**

无。

附件：实验验证报告。

《机动车辆制动液运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失  
的快速测定近红外光谱法》标准起草组

2026年4月6日

# 机动车辆制动液运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失的快速 测定近红外光谱法 实验验证报告

## 1. 定标模型建立

利用含有氢基团（X—H，X 为：C，O 等）化学键伸缩振动的倍频或合频，以透射方式获取在近红外区的吸收光谱，在剔除水峰的干扰后可在波数  $5300\text{cm}^{-1}\sim 7000\text{cm}^{-1}$  之间看到因羟基（-OH）、烷基（C-H）与醚键（C-O-C）含量不同引起的吸光度变化，这些基团的一级倍频或合频信息变化均与 GB 12981-2012《机动车辆制动液》中的运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失有着线性或非线性关系，提取这些基团的吸收信息通过线性拟合的方法建立关联模型即可进行相应指标的定量检测。

### 1.1 定标样品集的确定

机动车辆制动液是以聚乙二醇烷基醚、硼酸酯类为基础液，加入多种功能添加剂调制而成，产品分为 HZY3、HZY4、HZY5、HZY6 四个级别。定标样品集的样品来源主要是机动车辆制动液生产企业、各社会汽修渠道及加油站在售商品，涵盖 GB 12981-2012 规定的 HZY3、HZY4、HZY5、HZY6 全级别产品，除此之外，还有部分样品为本实验室内通过调整基础液配比、模拟高温劣化处理调合而成的不同指标梯度样品。

### 1.2 定标模型的建立



利用化学计量学软件，建立各项质量指标与光谱数据关系的定标模型，定标模型的相关系数( $R^2$ )和交叉验证标准误差见表 1。从表 1 中可以看到运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失指标的交叉验证标准误差较小，表明定标模型的数据大多集中在它的实际值附近；各项指标的相关系数均大于 0.75，表明线性相关性也较好。

表 1 机动车辆制动液定标模型的相关系数和交叉验证均方根误差

参数指标	质量指标范围	相关系数( $R^2$ )	交叉验证标准误差(SECV)
100℃运动黏度/(mm <sup>2</sup> /s)	≥1.5	0.88	0.15
-40℃运动黏度/(mm <sup>2</sup> /s)	HZY3、HZY4≤1500; HZY5≤900; HZY6≤750	0.77	24.73
平衡回流沸点/℃	HZY3≥205; HZY4≥230; HZY5≥260; HZY6≥250	0.79	2.36
蒸发损失(质量分数)/%	≤80	0.78	1.98

## 2.定标模型验证

近红外定量模型的适用范围和可靠性完全依赖于校正集样品的代表性和化学数据的准确性。为了确认所建立的模型能否对实际样品进行准确地预测分析，需要对所建立的模型进行验证。所有验证样品均经摇匀、23℃±5℃恒温处理，确保样品均匀无气泡、无杂质，满足检测要求；选取了具有代表性的 30 批次机动车辆制动液样品作为验证样品集，覆盖 GB 12981-2012 规定的 HZY3~HZY6 全级别、合格产品，对建立的定标模型进行验证。表 3 列出了机动车辆制动液的近红外光谱测定值、标准测定值及其偏差。标准测定值是按照 GB 12981-2012《机动车辆制动液》产品标准中规定的方法标准进行测定得出，所有定值检测均由持证人员规范完成，

因此若近红外光谱测定值与标准测定值的偏差符合方法标准中规定的再现性，即认为定标模型测定准确度良好。

表 2 为 GB 12981-2012《机动车辆制动液》产品标准中规定的各方法标准的重复性和再现性。

表 2 机动车辆制动液各项质量指标重复性和再现性

项目	标准	重复性	再现性
100℃运动黏度/(mm <sup>2</sup> /s)	GB/T265	算术平均值的 1.0%	算术平均值的 2.2%
-40℃运动黏度/(mm <sup>2</sup> /s)	GB/T265	算术平均值的 5.0%	/
平衡回流沸点/℃	NB/SH/T0430	2.0 (205~232) 4.0 (>232)	5.0 (205~232) 10.0 (>232)
蒸发损失(质量分数)/%	GB 12981-2012(附录 H)	算术平均值的 5%	算术平均值的 10%

从表 3 数据可以看出：近红外光谱法与 GB 12981-2012 标准方法两种方法检测运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失等质量指标的偏差均能满足表 2 标准方法的再现性要求，可见建立的定标模型准确性较好，能够满足快速检测。

以近红外光谱法与标准方法两种检测方法的测定结果之差，来评价近红外光谱法的准确性。参考表 2 中标准方法的再现性要求，并根据表 3 中检测结果，拟选择 100℃运动黏度的准确性不大于算术平均值的 2.2%，-40℃运动黏度的准确性不大于算术平均值的 5.0%，平衡回流沸点的准确性不大于 10.0℃，蒸发损失的准确性不大于算术平均值的 10%。

表 3 机动车辆制动液定标模型验证结果

		1	2	3	4	5
100℃运动黏度/ (mm <sup>2</sup> /s)	近红外测定值	1.618	1.847	2.123	2.456	2.779
	标准测定值	1.602	1.869	2.101	2.478	2.752
	相对偏差	0.99%	1.18%	1.04%	0.89%	0.98%
-40℃运动黏度/(mm <sup>2</sup> /s)	近红外测定值	721.3	920.7	1214	1452	684.7
	标准测定值	732.4	934.8	1195	1465	672.1

	相对偏差	1.53%	1.52%	1.58%	0.89%	1.86%
平衡回流沸点/℃	近红外测定值	205.2	232.4	251.6	262.2	278.8
	标准测定值	204.0	230.2	256.0	269.0	275.2
	偏差	1.2	2.2	-4.4	-6.8	3.6
蒸发损失（质量分数）/%	近红外测定值	45.23	52.67	61.34	67.72	72.45
	标准测定值	46.51	51.32	57.91	69.13	71.02
	相对偏差	2.79%	2.60%	5.75%	2.06%	1.99%

### 3.重复实验

选取五个机动车辆制动液样品,每个样品平行测定 6 次,进行运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失的重复性试验,测得标准偏差如表 4 所示。实验计算测得相对标准偏差均小于 5%,说明该方法的重复性较好,满足实验要求。

从表 4 可见,统计计算得出运动黏度和蒸发损失的相对允许差、平衡回流沸点的允许差,结合近红外光谱法检测原理的特殊性以及实际使用情况,拟选择 100℃运动黏度平行测定结果的绝对差值不大于算术平均值的 1.0%, -40℃运动黏度平行测定结果的绝对差值不大于算术平均值 5.0%,平衡回流沸点平行测定结果的绝对差值不大于 4.0℃,蒸发损失平行测定结果的绝对差值不大于算术平均值的 5%。

表 4 重复性实验结果

样品	项目	100℃运动黏度/ (mm <sup>2</sup> /s)	-40℃运动黏度/ (mm <sup>2</sup> /s)	平衡回流沸 点/℃	蒸发损失(质量分 数)/%
1	近红外 测定值	1.607	722.1	205.0	45.91
		1.616	718.4	205.2	45.14
		1.613	720.8	204.6	45.28
		1.619	720.2	205.4	44.53
		1.625	719.3	204.0	45.19
		1.612	720.5	205.2	45.12
	标差	0.006	1.162	0.473	0.402
	重复性	0.98%	0.45%	1.32	2.49%
	RSD	0.35	0.16	0.23	0.89

2	近红外 测定值	1.853	921.6	230.0	52.63
		1.846	918.3	231.2	52.78
		1.839	920.9	230.0	52.71
		1.852	920.1	232.4	52.52
		1.845	919.2	231.0	52.69
		1.837	920.4	230.2	52.61
	标差	0.006	1.082	0.856	0.082
	重复性	0.90%	0.33%	2.40	0.44%
	RSD	0.32	0.12	0.37	0.16
3	近红外 测定值	2.124	1213	255.4	61.32
		2.117	1208	253.8	61.47
		2.131	1210	255.0	62.39
		2.126	1211	254.2	61.24
		2.115	1209	255.0	61.41
		2.122	1210	254.8	63.33
	标差	0.005	1.572	0.539	0.761
	重复性	0.71%	0.36%	1.51	3.44%
	RSD	0.25	0.13	0.21	1.23
4	近红外 测定值	2.457	1453	266.8	68.74
		2.463	1448	267.8	65.56
		2.452	1450	268.4	66.81
		2.449	1451	266.2	67.62
		2.462	1449	266.4	68.58
		2.454	1450	267.8	68.71
	标差	0.005	1.572	0.812	1.173
	重复性	0.58%	0.30%	2.27	4.85%
	RSD	0.21	0.11	0.30	1.73
5	近红外 测定值	2.778	681.7	280.6	72.42
		2.772	678.4	279.8	73.58
		2.783	680.9	282.8	72.51
		2.775	680.2	280.2	71.33
		2.781	679.3	280.0	72.09
		2.774	680.5	279.8	72.44
	标差	0.004	1.070	1.050	0.664
	重复性	0.39%	0.44%	2.94	2.57%
	RSD	0.14	0.16	0.37	0.92

#### 4.实验结论

本实验建立的机动车辆制动液运动黏度、平衡回流沸点、蒸发损失近红外光谱快速测定方法，定标模型相关性优异，

预测准确性满足 GB 12981-2012 对应标准方法的再现性要求，方法精密度良好、重复性优异，无需复杂的样品前处理，可实现制动液三项核心质量指标的无损、快速、同步定量检测，适用于生产企业过程质控、流通渠道现场筛查、汽修环节快速检测等多种场景。