

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《机动车冷却液的冰点、沸点、电导率的快速测定 近红外光谱法》(立项编号：SITA2025019)，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。

标准起草人：王淇、赵伟梦、翟中华、郑金凤、夏攀登、杜伯会。

(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-6 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 7 月-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 1 月）

2025 年 8 月至 10 月，标准起草工作组进行了大量的方法研究试验，收集相关国内外标准及文献资料，初步拟定检测方法，优化仪器条件，确定采用近红外光谱法进行机动车冷却液的冰点、沸点、电导率的快速检测，收集样品，建立近红外光谱法的定标模型。

2025 年 11 月至 12 月，对所建立的检测方法参数进行了确认，通过验证试验和重复性试验，考察方法的准确性和精密度。

2026 年 1 月，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深入研讨和反复修改，形成了征求意见稿。

二、标准制定背景、目的和意义

机动车冷却液作为一种传热介质主要应用于汽车的制

冷系统，冷却液性能的优劣成为影响发动机寿命的主要因素。在全球能源转型的大背景下，全球各国家对汽车电动化战略大力推进。电动汽车广泛采用锂离子电池作为动力源，锂离子电池的充放电特性和安全性决定了电动汽车必须比传统燃油汽车更加重视整车的热管理，而冷却液作为热管理系统的核心介质必将受到更多的重视，市场容量也将不断提高。

机动车冷却液的质量直接影响发动机的性能和寿命。冰点、沸点和电导率是冷却液的关键性能指标，快速、准确地测定这些指标对于冷却液的生产、质量控制和使用过程中的监测至关重要。目前上缺乏统一、高效的快速测定方法标准，导致不同企业和检测机构之间的测定结果存在差异，影响了产品质量评价和市场公平竞争。

近红外光谱法作为一种快速、无损、多组分同时测定的分析技术，在多个领域得到广泛应用。将其应用于机动车冷却液冰点、沸点、电导率的快速测定，能够提高检测效率，降低检测成本，满足现代工业生产对快速检测的需求。

制定该团体标准是响应《深化标准化工作改革方案》对团体标准填补市场空白的定位，符合 GB 29743 对机动车冷却液检测技术升级的要求，有助于提升我国机动车冷却液行业的整体技术水平。

三、标准主要技术内容

（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，确保采用近红外光谱法检测机动车冷却液的冰点、沸点、电导率具有科学依据。

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机动车冷却液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/T 1“标准化工作导则”系列标准、GB/T 20001“标准编写规则”系列标准、GB/T 20002“标准中特定内容的起草”系列标准、GB/T 20003.1《标准制定的特殊程序 第1部分：涉及专利的标准》、GB/T 20004.1《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

本标准规定了近红外光谱法测定机动车冷却液的冰点、沸点、电导率的方法，主要内容包括：近红外光谱法测定机动车冷却液的原理、仪器参数、试剂、定标模型的建立及验证、结果报告、重复性和准确性等内容。本标准适用于机动

车冷却液质量指标的快速检测。

（三）确定依据

本项目组在充分收集、认真研究相关标准及资料的基础上，结合本实验室的条件和本实验方法的技术特点，对机动车冷却液冰点、沸点、电导率测定的近红外光谱法进行探索，在考察了方法的相关系数、精密度、准确度及应用范围的前提下，通过反复研究和分析，建立了机动车冷却液冰点、沸点、电导率测定的近红外光谱快速检测方法，对本标准进行准确性和重复性实验，均符合要求。

（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）。

本工作组自 2025 年 8 月以来，开始机动车冷却液的定标模型的建立与验证工作，样品来源包括机动车冷却液生产企业、销售企业，采集样品量 400 多批次。采集样品的质量指标为 GB 29743 机动车冷却液中冰点、沸点、电导率，具有代表性。

本标准采用傅立叶变换近红外光谱仪进行机动车冷却液的快速检测方法进行实验验证工作，包括快速项目的选择

和定标模型的建立等内容；对建立的定标模型进行了实验验证，考察了方法的准确性；进行了方法的精密度试验研究。

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，冰点、沸点和电导率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 GB 29743 机动车冷却液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冷却液快速检测的需要，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

标准的制定将推动近红外光谱技术在机动车冷却液检测领域的应用和发展，能解决传统方法效率低、成本高的问题，单次检测时间缩短至 5 分钟内，支持新能源汽车动力电池冷却液电导率在线监测需求。还有助于规范市场秩序，提高产品质量，保障消费者权益；提高我国机动车冷却液行业的检测水平和产品质量，增强我国产品在国际市场上的竞争力。

为了满足新形势下机动车冷却液监管要求和监管力度，建议制定机动车冷却液质量的快速检测方法标准。通过采用近红外光谱法快速检测机动车冷却液产品质量，可缩短检测时间，快速判定机动车冷却液产品质量的合格性，具有很好的经济效益和社会效益。

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：实验验证报告等

山东省产品质量检验研究院

2026 年 4 月 1 日

机动车冷却液的冰点、沸点、电导率的快速测定 近红 外光谱法 实验验证报告

1. 试验仪器条件

采用符合 GB/T 29858 要求的傅立叶变换近红外光谱仪，光谱系统配备具有平面镜电磁驱动干涉功能的动态准直干涉仪。化学计量学软件采用 PLS（偏最小二乘法）多元校正算法，采用马氏距离判断样品的异常性。

按照仪器操作手册设定仪器参数，扫描波长范围：8800 cm^{-1} ~ 4400 cm^{-1} ；扫描平均次数：32 次。测定定标样品集、验证样品集和待测试样的光谱时，仪器参数应一致。

2. 定标模型建立

利用含氢基团（X—H，X 为：C，O，N 等）化学键伸缩振动的倍频或合频，以透射或反射方式获取在近红外区的吸收光谱，这些基团的一级倍频或合频信息变化均与机动车冷却液中的冰点、沸点和电导率含量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。

2.1 定标样品集的确定

定标样品集的样品来源主要是机动车冷却液生产企业、销售企业，除此之外，还有部分样品为本实验室内将基础液（乙二醇或丙二醇）、去离子水、添加剂（缓蚀剂、防锈剂、pH 调节剂、抗泡剂、着色剂等）调合而成。

2.2 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中可以看到冰点、沸点、电导率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;相同的相关系数均大于0.75,表明线性相关关系也较好。

表1 机动车冷却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	(R^2)	RMSECV
冰点/℃	-16.2~-48.8	0.7780	0.0124
沸点/℃	100.2~112.9	0.8021	0.0658
电导率/ μ S/cm	1.6~2345.9	0.7952	0.0342

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。选取了具有代表性的30批次机动车冷却液样品作为验证样品集,对建立的定标模型进行验证。表3列出了机动车冷却液的近红外光谱测定值、标准测定值及其偏差。标准测定值是按照机动车冷却液产品标准中规定的方法标准进行测定得出,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好。

表2为GB 29743 机动车冷却液产品标准中规定的各方法标准的重复性和再现性。

表2机动车冷却液各项质量指标重复性和再现性

项目	标准	重复性	再现性
冰点/℃	SH/T 0090-1991	0.3	0.6

沸点/℃	SH/T 0089-1991	/	2.5
电导率/μ S/cm	GB 29743.2-2025 附录 A	/	/

从表 3 数据可以看出：近红外光谱法与 GB 29743.2 标准方法两种方法检测冰点、沸点质量指标的偏差均能满足表 2 标准方法的再现性要求，电导率的相对偏差小于 10%，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，拟选择冰点的准确性不大于 0.6℃，沸点的准确性不大于 2.5℃，电导率的准确性不大于算数平均值的 10%。

表3机动车冷却液定标模型验证结果

	冰点/℃			沸点/℃			电导率/μ S/cm		
	近红外测定值	标准测定值	偏差	近红外测定值	标准测定值	偏差	近红外测定值	标准测定值	相对偏差%
1	-28.2	-28.5	0.3	107.6	108.5	0.9	1153.3	1198.2	3.82
2	-27.3	-27.7	0.4	107.2	108.4	1.2	1278.2	1315.5	2.88
3	-45.4	-45.9	0.5	111.1	112.2	1.1	1069.4	1100.5	2.87
4	-41.2	-41.4	0.2	110.7	111.9	1.2	986.3	1002.6	1.64
5	-16.2	-16.7	0.5	100.2	100.8	0.6	789.6	810.3	2.59
6	-26.5	-26.9	0.4	106.8	107.5	0.7	1700.6	1750.6	2.90
7	-48.4	-48.6	0.2	112.4	113.8	1.4	1871.2	1924.3	2.80
8	-47.2	-47.8	0.6	112.1	114.1	2	666.3	674.1	1.16
9	-39.2	-39.8	0.6	109.8	110.9	1.1	1761.2	1812	2.84
10	-37.1	-37.6	0.5	109.4	110.8	1.4	2345.9	2400.3	2.29
11	-28.5	-28.8	0.3	107.7	108.9	1.2	76.8	79.7	3.71
12	-37	-37.5	0.5	109.2	110.9	1.7	47.6	48.7	2.28
13	-40.6	-40.8	0.2	109.2	110.8	1.6	71.2	73	2.50
14	-26.3	-26.5	0.2	107.1	109.5	2.4	56.3	57.7	2.46
15	-32.8	-33.1	0.3	108.0	110.1	2.1	85.3	86.5	1.40
16	-38.3	-38.7	0.4	109.6	110.4	0.8	78.6	81.6	3.75
17	-42.1	-42.4	0.3	111.0	112.7	1.7	52.3	53.6	2.46
18	-48.7	-48.9	0.2	112.6	114.8	2.2	76.3	78.2	2.46
19	-46.3	-46.7	0.4	112.9	113.8	0.9	23.6	24.1	2.10
20	-30.6	-30.9	0.3	107.8	109.9	2.1	79.6	81.9	2.85
21	-36.2	-36.6	0.4	109	109.9	0.9	2.2	2.3	4.44

22	-43.3	-43.9	0.6	111.6	113.2	1.6	3.4	3.2	6.06
23	-44.4	-44.9	0.5	111.8	112.2	0.4	2.6	2.7	3.77
24	-37.2	-37.5	0.3	109.1	110.9	1.8	2.2	2.1	4.65
25	-41.7	-41.9	0.2	110.9	112.3	1.4	1.5	1.6	6.45
26	-46.8	-47.0	0.2	111.8	113.9	2.1	3.4	3.5	2.90
27	-48.8	-48.9	0.1	112.6	113.9	1.3	4.1	4.2	2.41
28	-45.4	-45.7	0.3	112.1	113.7	1.6	3.9	3.8	2.60
29	-45.2	-45.6	0.4	112.1	114.4	2.3	2.8	2.9	3.51
30	-42.7	-42.9	0.2	111.2	112.8	1.6	4.1	4.2	2.41

3重复性实验

选取五个机动车冷却液样品，每个样品平行测定 6 次，进行冰点、沸点、电导率的重复性试验，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，统计计算得出各技术指标的允许差，结合近红外光谱法检测原理的特殊性以及实际使用情况，拟选择冰点平行测定结果的绝对差值不大于 0.3°C ；沸点平行测定结果的绝对差值不大于 1.5°C ；电导率不大于 $10\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 时，平行测定结果的绝对差值不大于算术平均值的 10%；电导率大于 $10\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 时，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		冰点/℃	沸点/℃	电导率/ μ S/cm
1	近红外测定值	-26.3	106.1	1711.6
		-26.5	105.4	1708.6
		-26.6	106.6	1696.4
		-26.6	106.7	1701.3
		-26.4	106.2	1723.1
		-26.6	106.3	1698.3
	平均值	-26.5	106.2	1706.6
	标准偏差	0.12	0.42	9.15
	重复性	0.32	1.18	1.50%
	RSD/%	-0.44	0.40	0.54
2	近红外测定值	-37.2	109.1	1345.2
		-37.1	109.9	1342.1
		-37.3	109.5	1344.2
		-37	109.8	1353.2
		-37.2	109.4	1350.2
		-37.2	109.9	1353.2
	平均值	-37.2	109.6	1348.0
	标准偏差	0.09	0.29	4.40
	重复性	0.26	0.82	0.91%
	RSD/%	-0.25	0.27	0.33
3	近红外测定值	-32.2	108.1	84.3
		-32.3	108.4	84.6
		-32.1	108.3	85.9
		-32.1	108.8	83.2
		-32.2	109.3	85.2
		-32.2	109.4	86.7
	平均值	-32.2	108.7	85.0
	标准偏差	0.07	0.49	1.13
	重复性	0.19	1.39	3.72%
	RSD/%	-0.21	0.46	1.33
4	近红外测定值	-48.3	112.1	76.3
		-48.4	112.2	75.5
		-48.2	112.3	76.2
		-48.5	112.6	76.7
		-48.3	113.1	76.4
		-48.4	112.5	76.7
	平均值	-48.4	112.5	76.3
	标准偏差	0.10	0.33	0.40

	重复性	0.27	0.92	1.48%
	RSD/%	-0.20	0.29	0.53
5	近红外测定值	-44.3	111.8	2.3
		-44.2	111.1	2.3
		-44.3	111.7	2.2
		-44.4	111.6	2.1
		-44.5	111.2	2.3
		-44.3	111.9	2.2
	平均值	-44.3	111.55	2.2
	标准偏差	0.09	0.30	0.07
	重复性	0.26	0.84	9.34%
	RSD/%	-0.21	0.27	3.34
6	近红外测定值	-45.4	112.1	3.3
		-45.4	112.6	3.1
		-45.5	112.3	3.2
		-45.3	112.4	3.3
		-45.4	112.2	3.4
		-45.4	112.9	3.4
	平均值	-45.4	112.4	3.3
	标准偏差	0.06	0.27	0.11
	重复性	0.16	0.75	9.10%
	RSD/%	-0.13	0.24	3.25