

ICS 29.040.10

F 24

备案号: 53873-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 429.2 — 2016

代替 DL 429.2 — 1991

电力用油颜色测定法

Determination of colour for oils in electric power industry

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 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 测定方法	1
4.1 方法 A——碘色度法	1
4.1.1 方法概要	1
4.1.2 仪器与材料	2
4.1.3 准备工作	2
4.1.4 试验步骤	2
4.1.5 报告	3
4.2 方法 B——自动三刺激值法	3
4.2.1 方法概要	3
4.2.2 仪器与材料	3
4.2.3 准备工作	3
4.2.4 仪器校正	4
4.2.5 试验步骤	4
4.2.6 报告	4
4.2.7 精密度	4
附录 A (规范性附录) 色度标准溶液制备方法	5
附录 B (规范性附录) 基本校正方法	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准方法 B 与 ASTM D 6045—2012《石油产品颜色自动三刺激值测定法》的一致性程度为非等效。

本标准代替了 DL/T 429.2—1991《颜色测定法》。

本标准与 DL/T 429.2—1991 相比，主要变化如下：

- 原标准的碘色标法作为本标准的方法 A；
- 增加了方法 B 自动三刺激值的仪器测定方法；
- 扩大了标准的适用范围，增加了磷酸酯抗燃油、辅机用油、柴油等；
- 增加了规范性引用文件。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电气化学标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国网福建省电力有限公司电力科学研究院、西安热工研究院有限公司。

本标准主要起草人：连鸿松、郑东升、陈金祥、严涛、王笑微、梁宏池、郭志斌、施广宇、吴奇宝、余海泳、林坦、陈然、李元斌、章海宝、郭元娟。

本标准 1991 年首次发布，本次为第一次修订。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力用油颜色测定法

1 范围

本标准规定了电力用油颜色的测定方法。

本标准适用于涡轮机油、绝缘油、磷酸酯抗燃油和辅机用油等电力用油的颜色测定，柴油等其他油品可参照执行。

本标准不适用于固体样品、染色石油产品和强荧光性石油产品。

2 规范性引用文件

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

ASTM D 1500 石油产品色度测定

ASTM E 308 按国际照明委员会体系计算物体颜色的规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

ASTM 色度 ASTM color

用于表示液体石油产品颜色的一种通用量度，范围为 0.5（最浅）~8.0（最深）。

3.2

CIE 标准照明体 C CIE standard illuminant C

由 CIE 规定的入射在物体上的一个特定的相对光谱功率分布，相关色温约为 6774K 的平均昼光。

3.3

CIE 1931 标准色度观察者 CIE1931 standard observer

一种假想的观察者，这种观察者的色度特性与 XYZ 色度系统中的色匹配函数 $\bar{x}(\lambda)$ ， $\bar{y}(\lambda)$ ， $\bar{z}(\lambda)$ 一致。

3.4

三刺激值 tristimulus values

在三色系统中，与待测色刺激达到色匹配所需的三种参照色刺激的量，在 CIE 1931 标准色度系统中，用 X、Y、Z 表示三刺激值。

4 测定方法

4.1 方法 A——碘色度法

4.1.1 方法概要

将试油注入比色管中，与规定的标准比色液相比较，以相等的色号及名称表示。如果找不到与试油颜色最相近的颜色，而其介于两个标准颜色之间，则报告两个颜色中较深的一个颜色。

4.1.2 仪器与材料

4.1.2.1 比色管：容量为 10mL，内径为 15mm±0.5mm，长为 150mm，一组共 15 支。

4.1.2.2 比色盒：与比色管配套。

4.1.2.3 碘化钾：分析纯。

4.1.2.4 碘：经过升华和干燥。

4.1.3 准备工作

4.1.3.1 母液配制

称取升华、干燥的纯碘 1g（称准至 0.000 2g），溶于 100mL 含 10%（质量体积比）碘化钾溶液中。

4.1.3.2 标准比色液配制

按表 1 中规定配制比色液，将此比色液分别注入比色管中，磨口处用石蜡密封，放在避光处，注明色号及颜色。此标准比色液的使用期限不得超过 3 个月。

表 1 碘色度标准比色液的配制

色号	颜色	母液 mL	蒸馏水 mL
1	淡黄色	0.2	100
2	淡黄	0.4	100
3	浅黄	0.14	25
4	黄色	0.22	25
5	深黄	0.32	25
6	桔黄	0.46	25
7	淡橙	0.64	25
8	橙色	0.90	25
9	深橙	1.20	25
10	桔红	1.80	25
11	浅棕	2.80	25
12	棕红	4.50	25
13	棕色	7.00	25
14	棕褐	12.00	25
15	褐色	30.00	25

4.1.4 试验步骤

将试油注入比色管中，选择与试油颜色相接近的标准比色管，同时放入比色盒内，在光亮处进行比较，记录最相近的标准色号及颜色。

4.1.5 报告

4.1.5.1 将与试油颜色相同的标准比色管色号作为试油颜色的色号。

4.1.5.2 如果试油颜色居于两个标准比色管的颜色之间，则报告较深的色号，并在色号前面加“小于”，例如，小于 5 号，小于 13 号。不应报告为颜色大于给出的标准，例如，大于 4 号，大于 12 号，除非颜色比 15 号深，则报告为大于 15 号。

4.2 方法 B——自动三刺激值法

4.2.1 方法概要

将试样装入玻璃比色皿中，把玻璃比色皿放入自动仪器的测量光路中，测量试样透射比，获得试样在 CIE 标准照明体 C 和 CIE 1931 标准色度观察者下的三刺激值，然后由仪器按照相应算式自动转换为 ASTM 色度值。

4.2.2 仪器与材料

4.2.2.1 分光光度计和三刺激值色度仪均可用于此测试方法。

a) 分光光度计应满足下列要求：

- 1) 波长范围：380nm~780nm。
- 2) 有效波长宽度：分光光度计狭缝光通量的有效波长宽度应为 10nm±2nm 或 5nm±1nm。
- 3) 线性：全量程±0.5%；光度重现性：±0.2%。
- 4) 波长精度：±1nm。
- 5) 几何条件：法线聚焦照明。照明光束中任一光线与光轴夹角应小于 5°。照明光束光轴与样品表面法线夹角应为 0°±2°。
- 6) 仪器应具有基于 CIE 标准照明体 C 和 CIE 1931 标准色度观察者，计算三刺激值(CIE XYZ)的能力。

b) 三刺激值色度仪应满足下列要求：

- 1) 具有基于 CIE 标准照明体 C 和 CIE 1931 标准色度观察者，将样品透射比转换成三刺激值(CIE XYZ)的能力，透射比与 CIE 三刺激值的转换应符合 ASTM E 308 要求。
- 2) 具有基于三刺激值与 ASTM D 1500 色标的相关性，自动计算 ASTM 色度值的能力。

4.2.2.2 比色皿：透明无色玻璃的试样容器，光程长度为 33mm。

4.2.2.3 超声波清洗器：非加热型，工作频率为 20kHz~50kHz。

4.2.2.4 ASTM 色度标准滤光片或 ASTM 色度标准溶液：0.5~8.0。ASTM 色度标准溶液应按附录 A 进行配制。

4.2.2.5 稀释剂：煤油，煤油的颜色应比在 1L 蒸馏水中溶解 4.8mg 重铬酸钾配成的溶液颜色浅。

4.2.2.6 石油醚：分析纯，沸程 60℃~90℃。

4.2.2.7 无水乙醇：分析纯。

4.2.2.8 盐酸：分析纯。

4.2.2.9 水：三级水。

4.2.3 准备工作

4.2.3.1 观察试样颜色，如果试样不清晰，可把样品加热到高于浊点 6℃ 以上或至浑浊消失，然后在该温度下测其颜色。如果试样浑浊含有颗粒物，可用多层的定性滤纸过滤直至透明后再测定。如果试样中存在气泡，可将其置于超声波清洗器浴槽中振荡脱气后再测定。如果试样的颜色比 ASTM 8 号标准颜色

更深,则将 15 份样品(按体积)加入 85 份体积的稀释剂混合后,测定混合物的颜色。

4.2.3.2 观察比色皿透光部分,表面应光洁、无油污、无划痕。如比色皿透光部分有污渍,应用石油醚或其他溶剂冲洗并干燥。如污渍用溶剂除不掉,可用盐酸、水和乙醇(1:3:4)混合溶液泡洗,泡洗时间应不超过 10min,再用蒸馏水、石油醚或其他溶剂冲洗并干燥。

4.2.4 仪器校正

4.2.4.1 接通电源,仪器预热至少 5min,光通道上不应有比色皿或其他样品,盖好盖板,对仪器进行基线测量。

4.2.4.2 将色度标准滤光片或盛有色度标准溶液的比色皿,放入仪器样品槽中,读取色度测量结果。每个标准滤光片或标准溶液应连续测量三次,平均值与标准值之差应在 ± 0.4 范围内。校正可采用色度标准滤光片,也可以按附录 B 要求采用色度标准溶液对仪器进行校正。

4.2.5 试验步骤

4.2.5.1 将试样装入比色皿 2/3 高度,装入过程不应产生气泡,然后将比色皿放入仪器样品槽中,比色皿放置时不应接触槽壁,宜留有 1mm 及以上距离。

4.2.5.2 按仪器“测量”按键,仪器自动进行测量。

4.2.5.3 记录仪器屏幕显示的 ASTM 色度值。

4.2.6 报告

4.2.6.1 取平行测定两个数据的算术平均值作为测定值,应按照下列方法报告试样的色度值:

- a) 对测定值为 $X.1 \sim X.4$, 应报告小于 $X.5$ 号。如测定值为 3.1~3.4, 应报告小于 ASTM 3.5 号。
- b) 对测定值为 $X.5$ 或 $X.0$, 此值即为报告值。如测定值为 3.5, 则报告 ASTM 3.5 号。
- c) 对测定值为 $X.6 \sim X.9$, 应报告下一个颜色更深的整数,并在数值前加“小于”。如测定值为 3.6~3.9, 应报告小于 ASTM 4.0 号。
- d) 对测定值大于 8.0, 应报告 ASTM 大于 8.0 号。

注: X 为 0~7 的整数。

4.2.6.2 如果试样经过滤,应写明“试样过滤”字样;如果试样用煤油稀释,应在报告油品颜色的色度值后面加上“稀释”两字。

4.2.7 精密度

4.2.7.1 重复性

同一操作者,同一台仪器,对同一个试样测定的两个数据之差不应大于下列值:

$$r=0.1$$

式中: r ——重复性限(95%置信水平)。

4.2.7.2 再现性

两个实验室,对同一试样测定的两个结果之差不应大于下列值:

$$R=0.5$$

式中: R ——再现性限(95%置信水平)。

附录 A
(规范性附录)
色度标准溶液制备方法

A.1 设备

A.1.1 仪器应符合本标准 4.2.2.1 和 4.2.2.2 的技术要求。

A.1.2 天平：精度不大于 0.1mg。

A.1.3 移液器：容量为 2mL。

A.1.4 容量瓶：容积为 200mL 和 250mL。

A.1.5 具塞锥形瓶：容积为 100mL。

A.1.6 烧杯：容积为 50mL。

A.2 试剂**A.2.1 染色剂**

A.2.1.1 3-甲基-1-苯基-4-(苯偶氮)-吡唑-5-醇 (简称黄色 5GS-EX 染色剂)，美国化学文摘唯一性编码 (CAS 编号) 为 4314-14-1。

A.2.1.2 1-(苯偶氮)-2-萘酚 (简称橙色 EX 染色剂)，CAS 编号为 842-07-9。

A.2.1.3 1, 4-二(丁氨基)-9, 10-蒽醌 (简称蓝色 SB 染色剂)，CAS 编号为 17354-14-2。

A.2.1.4 1-[[4-[(二甲基苯基)偶氮]二甲基苯基]偶氮]-2-萘酚 (简称红色 5B-SP 染色剂)，CAS 编号为 1320-06-5。

A.2.1.5 1, 5 (或 1, 8) -二[(4-甲基苯基)胺基]-9, 10-蒽醌 (简称紫色 3R 染色剂)，CAS 编号为 8005-40-1。

A.2.1.6 1-羟基-4-[(4-甲基苯基)胺基]-9, 10 蒽醌 (简称紫色 B-2R 染色剂)，CAS 编号为 81-48-1。

A.2.1.7 1, 4-二[(4-丁苯基)胺基]-5, 8-二羟基-9, 10-蒽醌 (简称绿色 SG 染色剂)，CAS 编号为 28198-05-2。

A.2.2 烷基二苯乙烷：15℃时密度为 0.986 5g/cm³~0.987 7g/cm³。

A.2.3 十二烷：纯度和三刺激值要求见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 十二烷的纯度要求

十二烷的成分组成要求，% (体积比)	
成分	含量
十一烷	≤0.2
十二烷	≥99.5
十三烷	≤0.2

表 A.2 十二烷的三刺激值要求

十二烷三刺激值要求	
三刺激值	要求
X	≥90.00
Y	≥92.00
Z	≥105.00

A.3 ASTM 色度标准溶液配制

ASTM 标准溶液配制包括染色液配制、ASTM 色度混合染色液配制和 ASTM 色度标准溶液配制验证三个步骤。

A.3.1 染色液配制

A.3.1.1 称量 $0.250\ 0\text{g}\pm 0.000\ 5\text{g}$ 的黄色染色剂放入 50mL 烧杯中，加入 20mL 的烷基二苯乙烷使染色剂溶解，然后转入 250mL 容量瓶中，加入烷基二苯乙烷至刻度线，充分混合均匀。以下简称为黄色 5GS-EX 染色液。

A.3.1.2 同样方法配制橙色 EX、蓝色 SB、红色 5B-SP、紫色 3R、紫色 B-2R、绿色 SG 染色液。

A.3.1.3 测试染色液吸光度：取 2mL 黄色 5GS-EX 染色液加入 200mL 容量瓶中，然后加入十二烷至刻度线，充分混合均匀。对于另外的六种染色液，另取容量瓶，重复以上步骤。使用分光光度计（波长带宽为 5nm，样品池为 10mm），以十二烷来控制，测定溶液的吸光度并与表 A.3 进行比较。如果不满足表 A.3 参数要求，重复以上步骤。

表 A.3 染色液吸光度范围

染色液种类	波长 nm	吸光度
黄色 5GS-EX 染色液	395	0.881~0.935
橙色 EX 染色液	465	0.519~0.541
蓝色 SB 染色液	600	0.412~0.438
	645	0.465~0.494
红色 5B-SP 染色液	515	0.673~0.715
紫色 3R 染色液	545	0.337~0.358
紫色 B-2R 染色液	585	0.332~0.353
	635	0.400~0.424
绿色 SG 染色液	680	0.467~0.498

A.3.2 ASTM 色度混合染色液配制

按照表 A.4 称取七种染色液，并在 100mL 锥形瓶中混合，制成 ASTM 色度混合染色液 M1、M3、M5、M7。

表 A.4 ASTM 色度混合染色液配比

单位：g

染色液	ASTM 色度混合溶液配比			
	M1	M3	M5	M7
黄色 5GS-EX 染色溶液	42.000±0.010	40.000±0.01	40.000±0.01	36.600±0.010
橙色 EX 染色溶液	5.200±0.005	5.800±0.005	11.600±0.005	10.600±0.005
蓝色 SB 染色溶液	0.400±0.001	0.400±0.001	11.600±0.005	0.200±0.001
红色 5B-SP 染色溶液	0.400±0.001	1.400±0.001	2.000±0.001	2.600±0.001
紫色 3R 溶液	2.600±0.001	1.200±0.001	3.200±0.001	2.200±0.001

表 A.4 (续)

染色液	ASTM 色度混合溶液配比			
	M1	M3	M5	M7
紫色 B-2R 溶液	2.600±0.001	0.800±0.001	1.600±0.001	3.200±0.001
绿色 SG 溶液	0.600±0.001	0.800±0.001	1.600±0.001	0.600±0.001

A.3.3 ASTM 色度标准液配制验证

A.3.3.1 按照表 A.5 称取 ASTM 色度混合染色液, 加入 50mL 烧杯中。加入 20mL 的十二烷使染色剂溶解, 然后转入 250mL 容量瓶中, 加入十二烷至刻度线, 充分混合均匀。

A.3.3.2 使用分光光度计 (波长带宽为 5nm, 样品池为 33mm 光程), 测定表 A.5 中四种溶液 380nm~780nm 的透射比。

表 A.5 ASTM 色度标准溶液配制要求

ASTM 色度标准溶液	ASTM 色度混合溶液	质量 g
A1	M1	2.467±0.001
A3	M3	12.987±0.006
A5	M5	23.956±0.010
A7	M7	41.822±0.020

A.3.3.3 依照 ASTM E 308 规程, 采用 CIE 标准照明体 C 和 1931 标准观察者, 通过透射比光谱数据 (间隔为 5nm) 计算 XYZ 颜色系统中的 Y 值和色度坐标 x , y , z 。如果 Y , x , y , z 值均符合表 A.6 要求, 则样品可用作 ASTM 色度值分别为 1.0、3.0、5.0、7.0 的标准溶液。如果 Y , x , y , z 值不符合表 A.6 要求, 重复以上步骤。

表 A.6 ASTM 色度标准溶液技术参数要求

ASTM 色度值	ASTM 色度标准溶液	Y 值	色度坐标		
			x	y	z
1.0	A1	71.0~83.0	0.390~0.402	0.427~0.439	0.149~0.183
3.0	A3	27.0~35.0	0.533~0.545	0.449~0.461	0.000~0.019
5.0	A5	6.9~9.3	0.616~0.628	0.372~0.384	0.000~0.013
7.0	A7	1.2~2.0	0.684~0.696	0.303~0.315	0.000~0.012

A.4 色度标准液储存管理

A.4.1 制备的 ASTM 色度标准液应保存在螺纹盖棕色试剂瓶中, 并将棕色试剂瓶外用黑纸包裹, 置于阴凉处保存。

A.4.2 色度标准液日常检验: 储存的色度标准液应进行日常检验以确定是否变质。如果测试结果显示刺激值 Y 或色度坐标 x 和 y 不符合参数表 A.6 要求, 则色度标准液就不能继续使用。

附录 B
(规范性附录)
基本校正方法

B.1 准备工作

B.1.1 依照仪器生产厂商说明要求进行仪器设置、调整和校准。

B.1.2 在样品池中加入 ASTM 色度标准溶液，依次测定 ASTM 色度标准溶液的三刺激值。建议使用 33mm 光程样品池，其他光程可能将无法保证足够灵敏度。

B.2 三刺激值与 ASTM 色度值的换算

按照式 (B.1)，通过 ASTM 色度标准溶液的三刺激值计算总光密度：

$$\sum D = D_x + D_y + D_z \quad (\text{B.1})$$

式中：

$\sum D$ —— 总光密度；

D_x —— $-\lg (X/X_n)$ ；

D_y —— $-\lg (Y/Y_n)$ ；

D_z —— $-\lg (Z/Z_n)$ ；

X 、 Y 、 Z —— ASTM 色度标准溶液的三刺激值；

X_n 、 Y_n 、 Z_n —— 标准照明体 C 的三刺激值；

X_n —— 98.072；

Y_n —— 100.000；

Z_n —— 118.225。

B.3 建立校正曲线

B.3.1 通过标绘总光密度对应的 ASTM 色度值，建立校正曲线。

B.3.2 拟合出 ASTM 色度值与总光密度的关系换算公式，见式 (B.2)。

$$A = \alpha + \beta \times \sum D \quad (\text{B.2})$$

式中：

A —— ASTM 色度值；

$\sum D$ —— 总光密度；

α —— 截距修正常量 (典型值=0.25)；

β —— 斜率修正常量 (典型值=0.869 5)。

B.4 试样 ASTM 色度值的测量步骤

B.4.1 测定试样的三刺激值，并按式 (B.1) 换算成总光密度值。

B.4.2 通过 B.3 的校正曲线，计算出试样的 ASTM 色度值，精确至 0.1。

B.4.3 如果样品的 ASTM 色度值大于 8，则需要将样品用稀释剂进行稀释，然后将稀释后混合物作为测量样品。此种情况，样品与稀释剂的体积比应为 15:85。

中华人民共和国
电力行业标准
电力用油颜色测定法
DL/T 429.2—2016
代替 DL 429.2—1991

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016年6月第一版 2016年6月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 18千字
印数 0001—1000册

*

统一书号 155123·3150 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3150