



中华人民共和国国家标准

GB/T 21529—2008

塑料薄膜和薄片水蒸气 透过率的测定 电解传感器法

Determination of water vapour transmission rate for plastic film
and sheeting—Electrolytic detection sensor method

(ISO 15106-3:2003, Plastics—Film and sheeting—Determination
of water vapour transmission rate—
Part 3: Electrolytic detection sensor method, MOD)

2008-04-01 发布

2008-10-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准修改采用 ISO 15106-3:2003《塑料 薄膜和薄片 水蒸气透过率试验方法 第3部分:电解传感器检测法》(英文版)。

本标准根据 ISO 15106-3:2003 重新起草。在附录 D 中列出了本标准章条编号与 ISO 15106-3:2003 章条编号的对照一览表。

考虑到我国国情,在采用 ISO 15106-3:2003 时,本标准做了一些修改。有关技术性差异已编入正文中并在它所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。在附录 E 中给出了这些技术性差异及其原因的一览表以供参考。

本标准与 ISO 15106-3:2003 标准相比,主要差异如下:

- 增加了 7.2.4~7.2.7 条款,分别对多孔盘、控温装置、电解池、换向阀几个元件做了说明;
- 增加了 7.3 条采用标准膜来校准设备的规定,为了使本标准的试验数据与其他试验方法标准的数据具有可比性;
- 在试验步骤 9.7 中,规定了电流达到恒定值,即水蒸气渗透达到稳定状态的判定条件;
- 在第 11 章试验结果中,规定了每个试样测试值与试样算术平均值的偏差;
- 删除了 ISO 15106-3:2003 第 12 章;
- 增加了附录 B。附录 B 采用 ASTM E 104:2002《使用水溶液保持恒定相对湿度的标准方法》和 DIN 53122.2:1982《测试塑料薄膜、橡胶、纸张、纸板以及其他片材 水蒸气透过率的测定 电解法》中提供的不同盐的饱和水溶液所能实现的相对湿度的数据;
- 增加了附录 C。附录 C 参照 DIN 53122.2:1982 中仪器常数(8.067)的推导过程,对仪器常数进行了推导。

本标准的附录 A、附录 B 是规范性附录,附录 C、附录 D、附录 E 是资料性附录。

本标准由全国包装标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:中国包装科研测试中心、国家包装产品质量监督检验中心(济南)、济南兰光机电技术有限公司。

本标准主要起草人:王兴东、周加彦、牛淑梅、韩雪山、从林、赵江、张目清、姜允中。

塑料薄膜和薄片水蒸气 透过率的测定 电解传感器法

1 范围

本标准规定了采用电解传感器测定水蒸气透过率的试验方法。

本标准适用于快速测定塑料薄膜、薄片以及含有塑料的多层结构材料的水蒸气透过率。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 1037—1988 塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法 杯式法

GB/T 6672 塑料薄膜和薄片厚度测定 机械测量法 (GB/T 6672—2001, idt ISO 4593:1993)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

水蒸气透过率 water vapour transmission rate, WVTR

在特定条件下，单位时间透过单位面积试样的水蒸气量。

注：本标准中水蒸气透过率定义与 GB/T 1037—1988 中的水蒸气透过量定义的含义是一致的，水蒸气透过率(量)的单位为克每平方米每 24 小时 $[g/(m^2 \cdot 24 h)]$ 。

4 原理

将试样装夹到渗透腔内后，试样将渗透腔分成干腔和湿腔(湿度可调)。在干腔中有干燥的载气流通过，从湿腔透过试样的水蒸气由载气携带到电解池内。电解池的结构通常为：内有两个螺旋形金属电极，电极安装在玻璃毛细管的内壁上，电极表面涂有一薄层五氧化二磷。载气通过玻璃毛细管，由载气所携带的水蒸气被五氧化二磷定量地吸收。通过给电极施加一定的直流电压，将水蒸气电解成氢气和氧气。根据电解电流的数值，计算单位时间内透过单位面积试样的水蒸气量。

5 试样

5.1 试样应有代表性，厚度均匀，无折痕、褶皱、针孔。试样的面积应大于渗透腔的透过面积，试样应密封装夹好。

5.2 水蒸气透过率至少测试三个试样。

5.3 应按照 GB/T 6672 的规定测量厚度，每个试样至少等间距测量 3 个点。

6 试样状态调节

在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $50\% \pm 10\%$ 条件下对试样进行状态调节，调节时间至少 4 h。

7 仪器

7.1 仪器结构

仪器由渗透腔、电解池、流量调节阀、干燥管、换向阀等构成。在渗透腔的两腔之间装夹试样，电解池用来测水蒸气透过率，干燥管内盛装干燥剂，如分子筛材料。仪器结构见图 1。

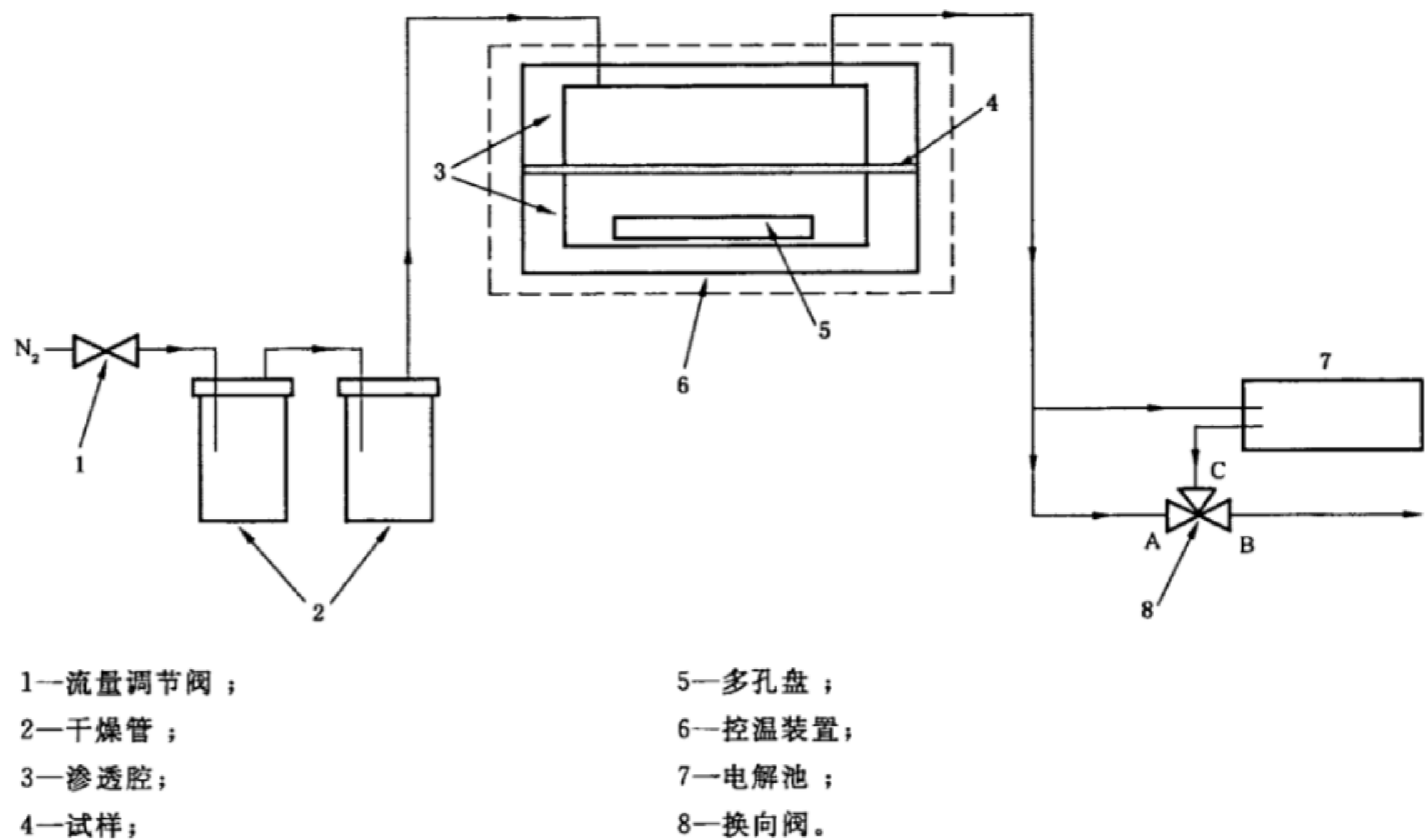


图 1 电解传感器法水蒸气透过率测试仪器结构示意图

7.2 元件

7.2.1 流量调节阀

通过流量调节阀,可调节载气(氮气)气流的流量,流量由流量计读出。流量计的流速测量范围是 5 mL/min~200 mL/min。

7.2.2 干燥管

干燥管内盛装干燥剂,如分子筛材料。能够将载气干燥到电解池的检测限,或者干燥到低于电解池的检测限。

7.2.3 渗透腔

渗透腔由干腔和湿腔构成,在两腔之间装夹试样,渗透面积应在 5 cm²~100 cm² 之间。干腔中水蒸气浓度低,由载气流持续吹扫;湿腔中水蒸气浓度高。渗透腔的温度由控温装置调节。

7.2.4 多孔盘

由玻璃纤维或者多孔陶瓷等制成,用于盛放硫酸溶液或蒸馏水或饱和盐溶液等介质,用来形成恒定的湿度环境。多孔盘不能与所盛放的介质发生任何反应。

7.2.5 控温装置

用于对渗透腔进行温度调节,渗透腔的温度应控制在测试温度±0.5℃的范围内。

7.2.6 电解池

根据电解原理制成,可定量测量载气中所携带的水蒸气,也称为电解法水蒸气传感器。

7.2.7 换向阀

调节换向阀可以调节气体的流向。

7.3 标准膜

采用标准膜来校准设备,标准膜可以是已知水蒸气透过率的薄膜,或是由重量法测试得到水蒸气透过率的薄膜。

8 试验条件

应优先从表 1 中选择试验条件。其他试验条件由相关各方协商一致。

表 1 试验条件

编号	温度/℃	相对湿度/%
1	25±0.5	90±2
2	38±0.5	90±2
3	40±0.5	90±2
4	23±0.5	85±2
5	25±0.5	75±2

9 试验步骤

- 9.1 将盛有合适浓度的硫酸溶液或蒸馏水或饱和盐溶液等介质的多孔盘放到渗透腔的湿腔中,用来形成恒定的湿度环境。
- 9.2 相对湿度与硫酸溶液浓度之间的关系见附录 A。相对湿度与饱和盐溶液之间的关系见附录 B。用蒸馏水可产生 100%的相对湿度环境。
- 9.3 将试样放置到渗透腔的干、湿腔之间(见图 1),关闭且密封好渗透腔。
- 9.4 将换向阀调节到合适的位置,使载气经过干燥管到干腔,绕过电解池(经过图 1 中 A—B 路径)直接通向大气。这样可以避免在装夹试样的过程中进入干腔的湿气被带入电解池,从而使电解池受潮,使试验结果无效。
- 9.5 向电解池施加一定的直流电压。将电解池一直保持在工作通电的状态,除非长时间不使用它。
- 9.6 大约 30 min 后,将换向阀调节到试验位置,使载气(经过图 1 中 C—B 路径)通过电解池。
- 9.7 按一定的时间间隔定时测量电解电流的变化量,当相邻 3 次电流采样值波动幅度不大于 5%时,可视为电流已保持恒定,水蒸气渗透达到稳定状态,记录下电流值。

10 计算

按照式(1)计算每个试样的水蒸气透过率。

$$WVTR = 8.067 \times \frac{I}{A} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- WVTR——试样的水蒸气透过率,单位为克每平方米每 24 小时[g/(m²·24 h)];
- A——试样的透过面积,单位为平方米(m²);
- I——电解电流,单位为安培(A);
- 8.067——仪器常数,单位为克每安培每 24 小时[g/(A·24 h)](推导过程参见附录 C)。

11 试验结果

试验结果以三个或三个以上试样的算术平均值表示,当数值小于1时,结果保留小数点后2位,当数值大于1时,结果保留小数点后1位。每一个试样的测试值与算术平均值的偏差不得超过10%。

12 试验报告

试验报告应包括下列信息:

- a) 试验依据;
- b) 试验仪器名称;
- c) 试验条件;
- d) 识别试验样品所必需的详细说明;
- e) 试样的准备;
- f) 面向水蒸气的试样表面;
- g) 试样的透过面积;
- h) 试样的平均厚度;
- i) 测试的试样数量;
- j) 试样状态调节的详细说明;
- k) 试验结果;
- l) 试验日期。

附 录 A
(规范性附录)

相对湿度与硫酸溶液浓度之间的关系

表 A.1 相对湿度与硫酸溶液浓度之间的关系

温度/℃	相对湿度/%														
	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	10	0
	硫酸溶液浓度(以质量计)/%														
0	0.31	1.20	3.36	8.23	15.0	23.6	33.9	45.2	55.7	66.8	74.9	81.2	87.8	95.7	100.0
5	0.35	1.33	3.59	8.53	15.7	24.5	34.5	45.7	56.4	67.2	75.5	81.5	89.7	96.3	100.0
10	0.39	1.39	3.71	8.69	15.9	22.3	34.6	45.5	56.7	67.7	75.0	81.0	87.4	95.6	100.0
15	0.43	1.52	3.96	8.99	16.0	24.9	35.2	45.7	56.8	67.6	75.5	82.1	88.4	96.2	100.0
20	0.48	1.62	4.12	9.18	16.4	25.3	35.4	46.2	56.7	67.3	75.3	81.6	87.8	94.7	100.0
25	0.52	1.72	4.34	9.43	16.7	25.9	35.6	45.9	56.8	66.5	74.9	81.7	87.6	94.3	100.0
30	0.58	1.82	4.52	9.71	17.0	26.0	35.5	46.2	56.6	66.6	74.8	81.7	87.4	94.3	100.0
35	0.63	1.95	4.74	10.03	17.5	26.6	36.5	46.7	57.6	67.8	75.6	83.0	88.2	95.1	100.0
40	0.69	2.06	4.97	10.2	17.8	26.8	36.7	47.0	57.5	67.4	75.4	82.4	87.8	95.6	100.0
45	0.75	2.18	5.19	10.6	18.1	27.1	37.1	45.9	57.0	67.6	76.1	82.1	88.1	94.7	100.0
50	0.83	2.38	5.59	11.0	18.9	28.1	38.1	48.3	53.3	68.1	77.1	82.9	88.9	95.7	100.0
55	0.90	2.50	5.84	11.4	19.2	28.5	38.5	48.7	58.5	67.9	77.1	83.2	89.8	95.7	100.0
60	0.98	2.66	6.11	12.5	19.6	28.8	38.8	48.9	58.4	68.3	77.7	83.0	89.0	95.7	100.0

附录 B
(规范性附录)
饱和盐水溶液的相对湿度

B.1 不同饱和盐水溶液的相对湿度(5℃~80℃)

表 B.1 给出了 5℃~80℃不同饱和盐水溶液的相对湿度关系。

表 B.1 不同饱和盐水溶液的相对湿度(5℃~80℃)

温度/℃	饱和盐水溶液的相对湿度/%											
	氟化钙	溴化锂	氯化锂	乙酸钾	氯化镁	碳酸钾	溴化钠	碘化钾	氯化钠	氯化钾	氯化铵	硫酸钾
5	—	7.4±0.8	13(11.2~14.0)	—	33.6±0.3	43.1±0.5	63.5±0.8	73.3±0.4	75.7±0.3	87.7±0.5	98.5±1.0	—
10	—	7.1±0.7	13(11.3~14.3)	23.4±0.6	33.5±0.3	43.1±0.4	62.2±0.6	72.1±0.4	75.7±0.3	86.8±0.4	98.2±0.8	—
15	4.3±1.4	6.9±0.7	12(11.3~13.8)	23.4±0.4	33.3±0.3	43.2±0.4	60.7±0.6	71.0±0.3	75.6±0.2	85.9±0.4	97.9±0.7	—
20	3.8±1.1	6.6±0.6	12(11.1~12.6)	23.1±0.3	33.1±0.2	43.2±0.4	59.1±0.5	69.9±0.3	75.5±0.2	85.1±0.3	97.6±0.6	—
25	3.4±1.1	6.4±0.6	11.3±0.3	22.5±0.4	32.8±0.2	43.2±0.4	57.6±0.4	68.9±0.3	75.3±0.2	84.2±0.3	97.3±0.5	—
30	3.0±0.8	6.2±0.5	11.3±0.3	21.6±0.6	32.4±0.2	43.2±0.5	56.0±0.4	67.9±0.3	75.1±0.2	83.6±0.3	97.0±0.4	—
35	2.7±0.7	6.0±0.5	11.3±0.3	—	32.1±0.2	—	54.6±0.4	67.0±0.3	74.9±0.2	83.0±0.3	96.7±0.4	—
40	2.4±0.6	5.8±0.4	11.2±0.3	—	31.6±0.2	—	53.2±0.5	66.1±0.3	74.7±0.2	82.3±0.3	96.4±0.4	—
45	2.2±0.5	5.7±0.4	11.2±0.3	—	31.1±0.2	—	52.0±0.5	65.3±0.3	74.5±0.2	81.7±0.3	96.1±0.4	—
50	2.1±0.4	5.5±0.4	11.1±0.3	—	30.5±0.2	—	50.9±0.6	64.5±0.3	74.5±0.2	81.2±0.4	95.8±0.5	—
55	2.0±0.4	5.4±0.3	11.0±0.3	—	29.9±0.2	—	50.2±0.7	63.8±0.3	74.5±0.2	80.7±0.4	—	—
60	2.0±0.4	5.3±0.3	11.0±0.3	—	29.3±0.2	—	49.7±0.8	63.1±0.4	74.4±0.2	80.3±0.5	—	—
65	2.1±0.5	5.3±0.3	10.9±0.3	—	28.5±0.3	—	49.5±1.0	62.5±0.4	74.2±0.2	79.9±0.5	—	—
70	2.2±0.6	5.2±0.3	10.8±0.4	—	27.8±0.3	—	49.7±1.1	61.9±0.3	74.1±0.2	79.5±0.6	—	—
75	2.4±0.7	5.2±0.3	10.6±0.4	—	26.9±0.3	—	50.3±1.3	61.4±0.5	74.0±0.2	79.2±0.7	—	—
80	2.6±0.8	5.2±0.3	10.5±0.5	—	26.1±0.4	—	51.4±1.5	61.0±0.5	73.9±0.2	78.9±0.8	—	—

B.2 不同饱和盐水溶液的相对湿度(20℃~40℃)

表 B.2 给出了 20℃~40℃不同的饱和盐水溶液的相对湿度关系。

表 B.2 不同饱和盐水溶液的相对湿度(20℃~40℃)

饱和盐水溶液	相对湿度/%				
	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
硫酸钾 (K ₂ SO ₄)	97.5	97.2	97.0	96.7	96.0
七水合硫酸锌 (ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	90.0	88.3	86.5	85.5	84.8
氯化钾 (KCl)	86.0	85.2	84.2	83.6	82.8
氯化钠 (NaCl)	76.0	75.8	75.6	75.1	74.8
硝酸钠 (NaNO ₃)	75.0	74.0	72.8	71.8	70.3
亚硝酸钠 (NaNO ₂)	66.0	64.7	63.5	62.0	61.3
二水合重铬酸钠 (Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O)	52.0	52.7	53.2	53.8	54.0
二水合溴化钠 (NaBr·2H ₂ O)	58.0	56.7	55.6	54.0	52.8
六水合氯化镁 (MgCl ₂ ·6H ₂ O)	33.8	33.3	32.9	32.2	32.0

附 录 C
(资料性附录)
仪器常数的推导

C.1 水蒸气透过率计算见式(C.1):

$$WVTR = \frac{m}{A \times T} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

WVTR——试样的水蒸气透过率,单位为克每平方米每24小时[g/(m²·24 h)];

m —— T 时间内透过试样的水蒸气量,单位为克(g);

A ——试样的透过面积,单位为平方米(m²);

T ——透过时间为24 h。

C.2 渗透过试样的水蒸气质量计算见式(C.2):

$$\begin{aligned} \text{根据法拉第电解定律} \quad \frac{m}{M_{(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})}} &= \frac{I \times t}{F} \\ \text{则 } m &= \frac{I \times t}{F} \times M_{(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})} \dots\dots\dots (C.2) \end{aligned}$$

式中:

m ——渗透通过试样的水蒸气质量,单位为克(g);

$M_{(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})}$ ——水蒸气克当量,9.01 g/mol;

I ——电解电流,单位为安培(A);

t ——电解电流持续时间,单位为秒(s);

F ——法拉第常数(96 500),单位为安培秒每摩尔[(A·s)/mol]。

根据水蒸气透过率的时间单位为24 h,即 $T=1$;则计算在相同的时间单位内水蒸气透过率,法拉第电解定律中的 $t=24 \text{ h}=86\,400 \text{ s}$ 。因此:

$$\begin{aligned} WVTR &= \frac{m}{A \times T} = \frac{I \times t}{F} \times M_{(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})} \times \frac{1}{A \times T} = \frac{M_{(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})}}{F} \times \frac{t}{T} \times \frac{I}{A} \\ &= \frac{9.01 \times 86\,400}{96\,500} \times \frac{I}{A} = 8.067 \times \frac{I}{A} \end{aligned}$$

C.3 仪器常数:

公式中的8.067即为仪器常数,单位是[g/(A·24 h)]。

注:参照DIN 53122.2:1982标准进行推导。

附 录 D
(资料性附录)

本标准章条编号与 ISO 15106-3:2003 章条编号对照

表 D.1 本标准章条与 ISO 15106-3:2003(E)章条编号对照

本标准章条编号	对应的国际标准章条编号
前言	—
—	前言
1~6	1~6
7	7
7.1	7.1
7.2	—
7.2.1	7.3
7.2.2	7.4
7.2.3	7.2
7.2.4~7.3	—
8	8
9	9
—	9.1
9.1	9.2
9.2	9.2 中注
9.3~9.7	9.3~9.7
10~11	10~11
—	12
12	13
附录 A	附录 A
附录 B	—
附录 C	—
附录 D	—
附录 E	—

附 录 E
(资料性附录)

本标准与 ISO 15106-3:2003 技术性差异及其原因

表 E.1 本标准与 ISO 15106-3:2003 技术性差异及其原因一览表

本标准的 章条编号	技术性差异	原 因
1	将原国际标准中备注纳入正文。	按 GB/T 1.1 的规定规范了标准用语。
2	引用了采用国际标准的我国标准,而非国际标准。	以适合我国国情。
3.1	注的内容增加了与 GB/T 1037—1988 的说明。	说明与国标定义的含义的一致性。
4	将施加约 70 V 的直流电压改为施加一定的直流电压。	70 V 的限定有局限性。
6	具体规定了调节时间至少 4 h。	对应国家标准规定了具体时间。
7.2.1	流量计的范围 5 mL/min ~ 100 mL/min, 调整到 5 mL/min~200 mL/min。	更符合实际的使用情况。
7.2.3	渗透面积 2 cm ² ~100 cm ² ,调整为 5 cm ² ~100 cm ² 。	更符合实际的使用情况,不影响测试结果。
7.2.4~7.2.7	增加 4 个条款,分别对多孔盘、控温装置、电解池、换向阀几个元件做了说明。	对图 1 中涉及到的元件进行全部说明,更加清晰完整。
7.3	增加了采用标准膜来校准设备的要求。	其他试验方法标准的数据具有可比性。
9.1	删除了国际标准 9.1,将国际标准 9.2 变为 9.1。	9.1 条款没有实际内容。
9.2	将国际标准 9.2 中注列为 9.2 条,并引出了附录 B。	内容衔接更好。
9.7	增加了相邻 3 次电流采样值波动幅度不大于 5%时,可视为电流已保持恒定。	更具有操作性。
11	增加了测试偏差不得超过±10%的规定。	
—	删除了国际标准中 12 精确度条款。	不确定的叙述不适合国标的写法。
附录 B	增加规范性附录 B 不同盐的饱和水溶液所能实现的相对湿度的数据。	提供了通过不同途径实现相对湿度的方法,使标准更具有操作性。
附录 C	增加资料性附录 C 仪器常数的推导。	对仪器常数的来历更清楚了。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
塑料薄膜和薄片水蒸气
透过率的测定 电解传感器法
GB/T 21529—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2008年5月第一版 2008年5月第一次印刷

*

书号:155066·1-31404 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 21529-2008