



中华人民共和国国家标准

GB/T 38908—2020

家用反渗透及纳滤膜元件 耐氯性测试方法

Test methods for chlorine resistance performance of household
reverse osmosis and nanofiltration membrane elements

2020-06-02 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国分离膜标准化技术委员会(SAC/TC 382)提出并归口。

本标准起草单位:北京碧水源科技股份有限公司、三达膜科技(厦门)有限公司、时代沃顿科技有限公司、佛山市美的清湖净水设备有限公司、天津大学、广州中国科学院先进技术研究所、山东招金膜天股份有限公司、德蓝水技术股份有限公司、湖南澳维环保科技有限公司、北京化工大学、杭州超纳净水设备有限公司、烟台金正环保科技有限公司、杭州易膜环保科技有限公司、天津膜天膜科技股份有限公司、宁波水艺膜科技发展有限公司、杭州安诺过滤器材有限公司、河南汇丰水处理设备有限公司、浙江津膜环境科技有限公司、天津工业大学、天津膜天膜工程技术有限公司。

本标准主要起草人:夏建中、张彩云、姚萌、王思亮、张鑫、王志、王希、范云双、王乐译、曾凡付、路宏伟、张卫东、钟越波、李越彪、王炎锋、王春浩、李俊俊、伍嘉琦、李梁梁、陈开来、许以农、刘洋、王瀚漪。



家用反渗透及纳滤膜元件 耐氯性测试方法

1 范围

本标准规定了家用反渗透和纳滤膜元件的耐氯性测试的原理、试剂、仪器设备、测试步骤、数据处理和测试报告。

本标准适用于各种型号的家用反渗透及纳滤膜元件的耐氯性测试,其他反渗透及纳滤膜元件的耐氯性测试可参考执行。

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。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 14424—2008 工业循环冷却水中余氯的测定

GB/T 20103 膜分离技术 术语

GB/T 23954—2009 反渗透系统膜元件清洗技术规范

GB/T 30306—2013 家用和类似用途饮用水处理内芯

GB 34914—2017 反渗透净水机水效限定值及水效等级

HY/T 113—2008 纳滤膜及其元件

3 术语和定义

GB/T 20103、GB/T 14424—2008、GB/T 23954—2009、GB/T 30306—2013 和 HY/T 113—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

家用反渗透膜元件耐氯时间 **chlorine resistance time of household reverse osmosis membrane elements**

在规定游离氯浓度的溶液中浸泡,家用反渗透膜元件对硬度的脱除率降到 90% 的浸泡时间。

3.2

家用纳滤膜元件耐氯时间 **chlorine resistance time of household nanofiltration membrane elements**

在规定游离氯浓度的溶液中浸泡,家用纳滤膜元件对硫酸镁的脱盐率降到 90% 的浸泡时间。

3.3

家用反渗透膜元件耐氯性 **chlorine resistance of household reverse osmosis membrane elements**

游离氯浓度与家用反渗透膜元件耐氯时间的乘积。

3.4

家用纳滤膜元件耐氯性 **chlorine resistance of household nanofiltration membrane elements**

游离氯浓度与家用纳滤膜元件耐氯时间的乘积。

4 家用反渗透膜元件耐氯性测试方法

4.1 原理

将冲洗干净的家用反渗透膜元件浸泡于一定游离氯浓度、温度和 pH 的溶液中,每隔固定时间取出膜元件,将残留游离氯洗净后测试硬度脱除率,当低于 90% 时,停止实验,绘制脱除率-时间曲线。

4.2 试剂

主要试剂如下,除非另有规定,仅使用分析纯试剂:

- 氯化钙;
- 碳酸氢钠;
- 氯化钠;
- 次氯酸钠溶液;
- 氢氧化钠;
- 浓盐酸;
- 纯水,应符合 GB/T 6682 二级水的规定。

4.3 仪器设备

主要仪器设备如下:

- 电导率仪,精确度 $0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$;
- 温度计,量程 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,精确度 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- pH 计,精确度 ± 0.02 ;
- 氯化浸泡装置,见附录 A 图 A.1;
- 分离性能测试装置,见图 A.2。

4.4 测试步骤

家用反渗透膜元件的耐氯性测试应按下列步骤执行:

- a) 将膜元件与压力容器组成膜组件,置于分离性能测试装置中,示意图见图 A.2。以符合 GB/T 6682 规定的二级水为进水,产水和浓水外排,调节 A.2 分离性能测试装置中产水和浓水外排阀门,使膜组件在 0.41 MPa 下运行 30 min ,至膜组件产水电导率小于 $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。
- b) 按照 GB 34914—2017 附录 A 中的 a)、b)、d)、e) 步骤,配制硬度(以碳酸钙表示)为 $250\text{ mg}/\text{L} \pm 20\text{ mg}/\text{L}$ 的测试液,并置于水箱中,恒温至 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 以硬度测试液为进水,产水和浓水全部回流于水箱,调节 A.2 分离性能测试装置中水泵回流阀门和浓水回流阀门,使膜组件在 0.41 MPa , 35% 回收率下运行 10 min ,分别测试进水和产水的硬度,按式(1)计算硬度脱除率,按照步骤 a) 冲洗膜元件。
- d) 按照附录 B 配制浓度为 $400\text{ mg}/\text{L} \pm 20\text{ mg}/\text{L}$, pH 为 $7.0 \sim 7.5$ 的游离氯溶液,置于氯化浸泡装置中,示意图见图 A.1,恒温至 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$,每 12 h 加次氯酸钠校正浓度和加盐酸或氢氧化钠校正 pH。将 c) 中测试完初始性能的膜元件取出,完全浸没于游离氯溶液中。
- e) 12 h 后取出膜元件,按照步骤 a) 冲洗膜元件,重复步骤 c)。
- f) 重复步骤 d) ~ e),至硬度脱除率低于 90%,结束试验。以上试验平行进行 3 组,取算术平均值。
- g) 按 6.4 的数据处理方法得到耐氯时间,按式(4)计算家用反渗透膜元件耐氯性,试验示例参见附录 C 中 C.1。

5 家用纳滤膜元件耐氯性测试方法

5.1 试验原理

将冲洗干净的家用纳滤膜元件浸泡于一定游离氯浓度、温度和 pH 的溶液中,每隔固定时间取出膜元件,将残留游离氯洗净后测试硫酸镁脱盐率,当低于 90%时,停止实验,绘制脱盐率-时间曲线。

5.2 试剂

主要试剂如下,除非另有规定,仅使用分析纯试剂:

- 七水硫酸镁;
- 次氯酸钠溶液;
- 氢氧化钠;
- 浓盐酸。

5.3 仪器设备

同 4.3。

5.4 测试步骤

家用纳滤膜元件的耐氯性测试应按下列步骤执行:

- a) 将膜元件与压力容器组成膜组件,置于分离性能测试装置中,示意图见图 A.2。以符合 GB/T 6682规定的二级水为进水,产水和浓水外排,调节 A.2 分离性能测试装置中产水和浓水外排阀门,在 0.31 MPa 下运行 30 min,至膜组件产水电导率小于 10 μ S/cm。
- b) 配制 250 mg/L \pm 10 mg/L 硫酸镁测试液,并置于水箱中,恒温至 25 $^{\circ}$ C \pm 1 $^{\circ}$ C。
- c) 以硫酸镁测试液为进水,产水和浓水全部回流于水箱,调节 A.2 分离性能测试装置中水泵回流阀门和浓水回流阀门,使膜组件在 0.31 MPa,50%回收率下运行 10 min,分别测试进水和产水的电导率,按式(2)计算脱盐率,按照步骤 a)冲洗膜元件。
- d) 按照附录 B 配制浓度为 800 mg/L \pm 30 mg/L,pH 为 7.0~7.5 的游离氯溶液,置于氯化浸泡装置中,示意图见图 A.1,恒温至 23 $^{\circ}$ C \pm 1 $^{\circ}$ C,每 12 h 加次氯酸钠校正浓度和加盐酸或氢氧化钠校正 pH。将 c)中测试完初始性能的膜元件取出,完全浸没于游离氯溶液中。
- e) 12 h 后取出膜元件,按照步骤 a)冲洗膜元件,重复步骤 c)。
- f) 重复步骤 d)~e),至硫酸镁脱盐率低于 90%,结束试验。以上试验平行进行 3 组,取算术平均值。
- g) 按 6.4 的数据处理方法得到耐氯时间,按式(4)计算得到家用纳滤膜元件耐氯性,试验示例参见 C.2。

6 数据处理

6.1 硬度脱除率计算

按式(1)计算硬度脱除率 R:

$$R = \frac{c_f - c_p}{c_f} \times 100\%$$

.....(1)

式中：

R ——硬度脱除率；

c_f ——进水硬度，单位为毫克每升(mg/L)；

c_p ——产水硬度，单位为毫克每升(mg/L)。

6.2 硫酸镁脱盐率计算

按式(2)计算硫酸镁脱盐率 R_s ：

$$R_s = \frac{\sigma_f - \sigma_p}{\sigma_f} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_s ——脱盐率；

σ_f ——进水电导率，单位为微西门子每厘米($\mu\text{S}/\text{cm}$)；

σ_p ——产水电导率，单位为微西门子每厘米($\mu\text{S}/\text{cm}$)。

6.3 回收率的计算

按式(3)计算回收率：

$$Y = \frac{Q_p}{Q_p + Q_c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Y ——回收率；

Q_p ——产水流量，单位为立方米每小时(m^3/h)；

Q_c ——浓水流量，单位为立方米每小时(m^3/h)。

6.4 耐氯时间的确定

以硬度脱除率或硫酸镁脱盐率为纵坐标，浸泡时间为横坐标绘制曲线。硬度脱除率或硫酸镁脱盐率为90%时的浸泡时间作为耐氯时间。

6.5 耐氯性的计算

按式(4)计算耐氯性：

$$N = c \cdot t \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

N ——耐氯性，单位为毫克小时每升($\text{mg} \cdot \text{h}/\text{L}$)；

c ——游离氯浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

t ——耐氯时间，单位为小时(h)。

7 测试报告

测试报告应包括以下内容：

- a) 样品的型号、规格、编号；
- b) 游离氯溶液的温度、浓度(mg/L ，以Cl计)、pH；
- c) 硬度脱除率或者硫酸镁脱盐率测试的数据，包括：
 - 1) 测试时间；
 - 2) 测试压力；

- 3) 测试温度；
 - 4) 进水硬度或电导率；
 - 5) 产水硬度或电导率；
 - 6) 回收率；
 - 7) 硬度脱除率或硫酸镁脱盐率。
- d) 耐氯性测试曲线；
 - e) 耐氯时间；
 - f) 耐氯性；
 - g) 测试者。



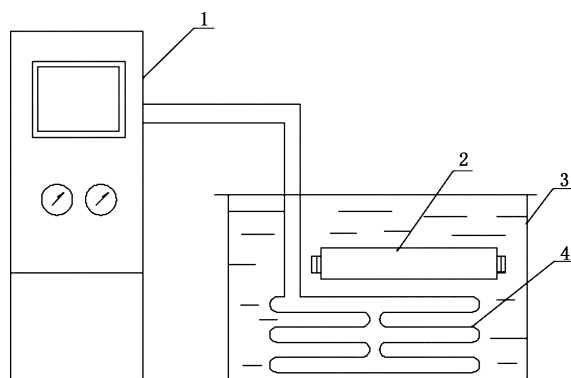
库七七 www.kqdw.com 提供下载

附 录 A (规范性附录)

氯化浸泡装置和分离性能测试装置

A.1 氯化浸泡装置

氯化浸泡装置见图 A.1。氯化浸泡装置的容器应采用聚乙烯或者聚丙烯等耐高浓度游离氯的材料,恒温装置与溶液接触的部分采用衬氟不锈钢或者纯钛等耐高浓度游离氯的材料。



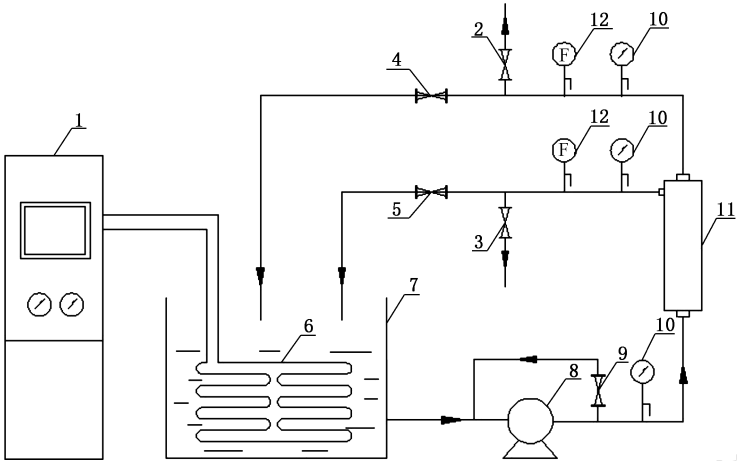
说明:

- 1——控温系统;
- 2——膜元件;
- 3——水箱;
- 4——控温盘管。

图 A.1 氯化浸泡装置

A.2 分离性能测试装置

分离性能测试装置见图 A.2。分离性能测试装置中与测试液接触的部件如水箱、水泵、管道、阀门等,应采用耐过流介质腐蚀的不锈钢或无毒塑料,不应使用普通碳钢、铸铁或镀锌材料。



说明：

- 1——控温系统；
- 2——产水外排阀门；
- 3——浓水外排阀门；
- 4——产水回流阀门；
- 5——浓水回流阀门；
- 6——控温盘管；

- 7 ——水箱；
- 8 ——水泵；
- 9 ——水泵回流阀门；
- 10——压力表；
- 11——膜组件；
- 12——流量计。

图 A.2 分离性能测试装置

附 录 B
(规范性附录)
游离氯溶液配制方法

B.1 仪器设备

主要仪器设备如下:

- a) 紫外分光光度计;
- b) pH 计;
- c) 容量瓶:规格 250 mL、1 000 mL;
- d) 移液器:规格 1 mL、5 mL、10 mL;
- e) 天平:规格 200 g,分度值 0.1 mg。

B.2 化学试剂

主要试剂如下,除非另有规定,仅使用分析纯试剂:

- a) 无水磷酸氢二钠;
- b) 无水磷酸二氢钾;
- c) 乙二胺四乙酸二钠;
- d) *N,N*-二乙基-1,4-苯二胺;
- e) 碘酸钾;
- f) 碘化钾;
- g) 氢氧化钠;
- h) 硫代乙酰胺;
- i) 浓硫酸;
- j) 浓盐酸。

B.3 标准溶液

B.3.1 磷酸盐缓冲溶液(pH=6.5)

用纯水分别将 24 g 无水磷酸氢二钠、46 g 无水磷酸二氢钾和 0.8 g 乙二胺四乙酸二钠溶解后,移入 1 000 mL 容量瓶中,用纯水稀释至刻度,摇匀。

B.3.2 *N,N*-二乙基-1,4-苯二胺硫酸盐(DPD)溶液($\rho = 1.1 \text{ g/L}$)

在 25 mL 纯水中加入 2.0 mL 浓硫酸并溶解 0.2 g 乙二胺四乙酸二钠和 1.1 g 无水 *N,N*-二乙基-1,4-苯二胺,用水稀释到 1 000 mL 混匀。置于棕色瓶中。

B.3.3 碘酸钾标准溶液($\rho = 10.06 \text{ mg/L}$)

称取 1.006 g 碘酸钾,精确至 0.2 mg,溶于 200 mL 纯水中,移入 1 000 mL 容量瓶,并用纯水稀释至刻度,摇匀。从中移取 10 mL 置于另一 1 000 mL 容量瓶中,加 1 g 碘化钾,加纯水稀释至刻度,摇匀,应

当天配制。

B.3.4 硫酸溶液(1+17)

量取 1 g 浓硫酸贴壁加入到 17 g 纯水的烧杯中,混匀。

B.3.5 氢氧化钠溶液($\rho = 80 \text{ g/L}$)

B.3.6 硫代乙酰胺溶液($\rho = 2.5 \text{ g/L}$)

B.4 游离氯浓度测定

B.4.1 测定过程

首先测定所购次氯酸钠溶液的游离氯浓度,然后根据结果计算出配制试验所需游离氯浓度所对应次氯酸钠溶液的质量或体积。最后对稀释后的次氯酸钠溶液游离氯浓度进行再次测定,再根据实际测定的结果对配制液进行加水稀释或补加次氯酸钠,直至到达所需游离氯浓度范围。

B.4.2 标准曲线的绘制

紫外分光光度计开机预热,波长 550 nm~500 nm 范围内纯水基线校正,于波长 510 nm 波长处准备测定。移取 0.00 mL、0.30 mL、1.00 mL、3.00 mL、5.00 mL、7.00 mL、9.00 mL、12.00 mL、15.00 mL、20.00 mL 碘酸钾标准溶液分别置于 100 mL 容量瓶中,第一个容量瓶中加 1.00 mL 硫酸溶液混匀,1 min 后加 1.0 mL 氢氧化钠溶液混匀,用水稀释至刻度,摇匀。依次将其余容量瓶逐个按同样方法操作,各容量瓶中溶液相当于游离氯量分别为 0 mg/L、0.03 mg/L、0.10 mg/L、0.30 mg/L、0.50 mg/L、0.70 mg/L、0.90 mg/L、1.20 mg/L、1.50 mg/L、2.00 mg/L(以 Cl 计)。在 250 mL 锥形瓶中加入 5.0 mL 磷酸盐缓冲溶液和 5.0 mL DPD 溶液,混匀,立即加入第一个容量瓶内的溶液(不冲洗)摇匀,2 min 内于波长 510 nm 测定吸光度,以水的试剂空白为参比测定吸光度。依次将其余容量瓶逐个按相同方法进行测试。以吸光度为纵坐标,游离氯含量(mg/L,以 Cl 计)为横坐标绘制标准曲线。

B.4.3 样品游离氯的测定

在 250 mL 锥形瓶中加入 5.0 mL 磷酸盐缓冲溶液和 5.0 mL DPD 溶液,混匀,随后加 100.00 mL 试样溶液摇匀,再加 1 g 碘化钾混匀。2 min 内于波长 510 nm 测定吸光度,以水的试剂空白为参比测吸光度。最后按照标准曲线计算所测水样氯的质量浓度 ρ_1 。

锰化物干扰校正:在 250 mL 锥形瓶中加入 100.00 mL 试样溶液,加入 1 mL 硫代乙酰胺溶液混匀,再加 5.0 mL 缓冲溶液和 5.0 mL DPD 溶液混匀。2 min 内于波长 510 nm 测定吸光度,以水的试剂空白为参比测吸光度。最后按照标准曲线计算氯的质量浓度 ρ_2 。

B.4.4 游离氯含量的计算

试样中游离氯的含量(以 Cl 计)以质量浓度 ρ 计,数值以毫克每升(mg/L)表示,按式(B.1)计算:

$$\rho = \frac{\rho_1 - \rho_2}{V} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

ρ_1 ——按游离氯测定查得的氯的质量浓度,单位为毫克每升(mg/L)(以 Cl 计);

ρ_2 ——按锰化物干扰的校正查得相当的氯的质量浓度,单位为毫克每升(mg/L)(以 Cl 计);

V ——移取试样的体积,单位为毫升(mL)。

B.5 氯化溶液 pH 调节

在完成游离氯浓度测定的氯化溶液中逐滴加入浓盐酸进行 pH 调节,搅拌均匀,调到试验所用 pH 范围内。

附录 C
(资料性附录)
耐氯性测试方法示例

C.1 家用反渗透膜元件耐氯性测试

C.1.1 试验操作

取三支冲洗干净的家用水反渗透膜元件进行平行实验,浸泡于 400 mg/L±20 mg/L、23℃±1℃和 pH 为 7.0~7.5 的游离氯溶液中,每 12 h 校正溶液浓度和 pH,取出膜元件,将残留游离氯洗净后测试硬度脱除率,测试条件为 0.41 MPa,35%回收率,当连续监测两个数据点硬度脱除率低于 90%时,停止实验。绘制脱除率-时间曲线得到耐氯时间。硬度脱除率为 90%时的游离氯浓度与耐氯时间的乘积,即为耐氯性。

C.1.2 数据处理

数据处理步骤如下:

- a) 对 3 组平行实验结果硬度脱除率取算术平均值,绘制硬度脱除率-耐氯时间关系曲线,如图 C.1 所示;
- b) 图 C.1 所示曲线与 90%相交的耐氯时间为 48.5 h;
- c) 游离氯浓度取试验期间多次测试均值,为 400 mg/L;
- d) 膜元件的耐氯性 $N=c \cdot t=400 \times 48.5=19\,400$ (mg·h/L),取整数。

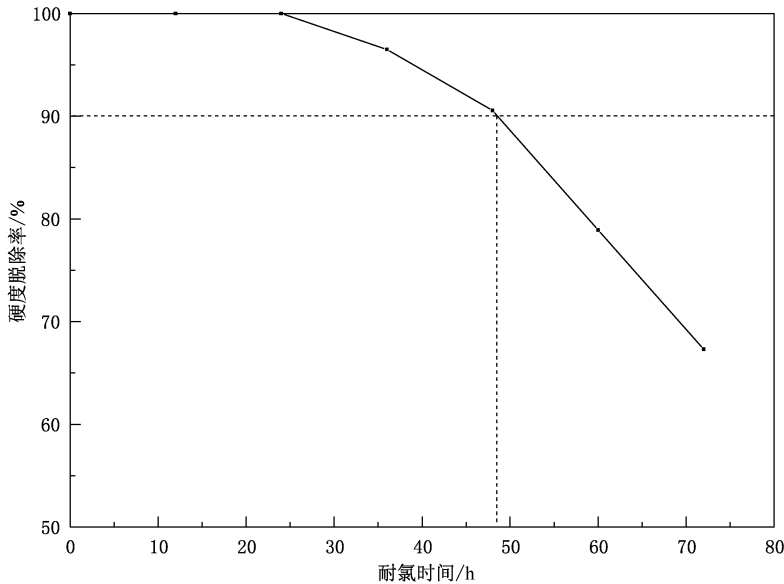


图 C.1 耐氯时间与硬度脱除率关系曲线

C.2 家用纳滤膜元件耐氯性测试

C.2.1 试验操作

取三支冲洗干净的家用纳滤膜元件进行平行实验,浸泡于 $800\text{ mg/L} \pm 30\text{ mg/L}$ 、 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 pH 为 $7.0 \sim 7.5$ 的游离氯溶液中,每 12 h 校正溶液浓度和 pH,取出膜元件,将残留游离氯洗净后测试硫酸镁脱盐率,测试条件为 0.31 MPa , 50% 回收率。当连续监测两个数据点硫酸镁脱盐率低于 90% 时,停止实验。绘制脱盐率-时间曲线得到耐氯时间。硫酸镁脱盐率为 90% 时的游离氯浓度与耐氯时间的乘积,即为耐氯性。

C.2.2 数据处理

数据处理步骤如下:

- a) 对 3 组平行实验结果硫酸镁脱盐率取算术平均数,绘制脱盐率-时间曲线,如图 C.2 所示;
- b) 图 C.2 所示曲线与 90% 相交的耐氯时间为 78.7 h ;
- c) 游离氯浓度取试验期间多次测试均值,为 800 mg/L ;
- d) 膜元件的耐氯性 $N = c \cdot t = 800 \times 78.7 = 62\,960\text{ (mg} \cdot \text{h/L)}$,取整数。

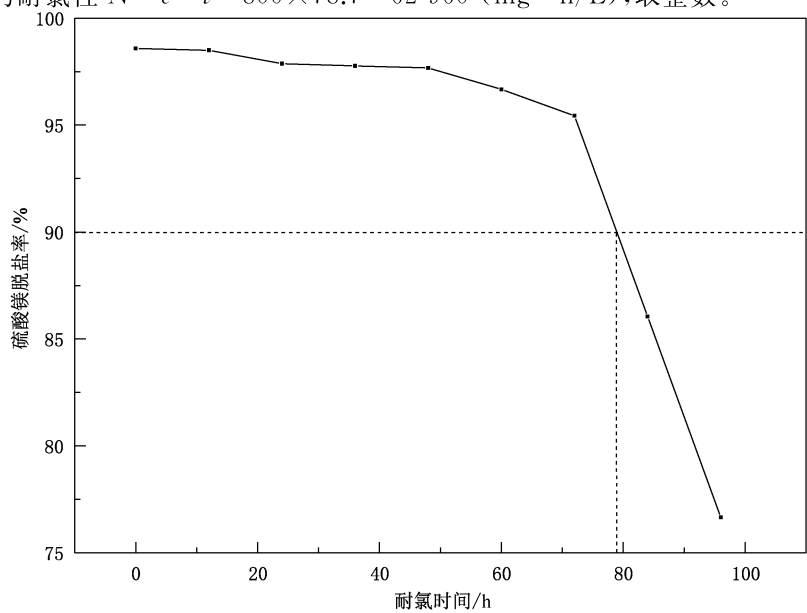


图 C.2 耐氯时间与硫酸镁脱盐率关系曲线