

ICS 07.060;23.100.60  
J 77



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 37200—2018

## 反渗透和纳滤装置渗漏检测方法

Test methods for detecting leaks in reverse osmosis and nanofiltration devices

2018-12-28 发布

2019-11-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国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:天津膜天膜工程技术有限公司、时代沃顿科技有限公司、宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心、天津膜天膜科技股份有限公司、山东招金膜天股份有限公司、北京碧水源膜科技有限公司、苏州立升膜分离科技有限公司、江苏久吾高科技股份有限公司、德蓝水技术股份有限公司、杭州超纳净水设备有限公司、烟台金正环保科技有限公司、天津工业大学、浙江津膜环境科技有限公司。

本标准主要起草人:范云双、王瀚漪、王思亮、王子、胡晓宇、王乐译、夏建中、陈清、彭文博、曾凡付、陈水超、苗晶、赵莹、陈磊、许以农。



# 反渗透和纳滤装置渗漏检测方法

## 1 范围

本标准规定了反渗透或纳滤装置整体渗漏检测、膜组件渗漏检测和膜组件内渗漏点的检测方法。

本标准适用于以脱盐为目的的市政及工业水处理系统中,安装有卷式膜元件的反渗透或纳滤装置的渗漏检测,安装其他类型的反渗透和纳滤膜元件的装置可参照执行。

## 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 20103—2006 膜分离技术 术语

GB/T 32373—2015 反渗透膜测试方法

ASTM D 4516—2000 (2010) 反渗透性能数据的标准 (Standard Practice for Standardizing Reverse Osmosis Performance Data)

## 3 术语和定义

GB/T 20103—2006 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了GB/T 20103—2006 中的某些术语和定义。

### 3.1

**反渗透 reverse osmosis; RO**

在高于渗透压差的压力作用下,溶剂(如水)透过半透膜进入膜的低压侧,而溶液中的其他组分(如盐)被阻挡在膜的高压侧并随浓溶液排出,从而达到有效分离的过程。

[GB/T 20103—2006,定义 4.2.2]

### 3.2

**纳滤 nanofiltration; NF**

以压力为驱动力,用于脱除多价离子、部分一价离子和分子量 200~1 000 的有机物的膜分离过程。

[GB/T 20103—2006,定义 4.2.3]

### 3.3

**膜元件 membrane element**

由膜、膜支撑体、流道间隔体、带孔的中心管等构成的膜分离单元。

[GB/T 20103—2006,定义 2.2.1]

### 3.4

**壳体 housing**

可装入膜元件的容器。

注:膜元件外表面用环氧树脂等粘接的包裹层也可以认为是壳体。

[GB/T 20103—2006,定义 2.2.2]

3.5

**膜组件 membrane module**

由膜元件、壳体、内连接件、端板和密封圈等组成的实用器件。

注：膜组件的壳体里可含有一个或数个膜元件。

[GB/T 20103—2006, 定义 2.2.3]

3.6

**膜装置 membrane device**

以膜组件为核心, 配套以相应的管道、阀门、仪表、泵等, 组装在机架上的成套膜分离设备。

3.7

**膜系统 membrane system**

由预处理部分、膜装置、自动控制和膜清洗组成完整的水处理设备。

3.8

**级 pass**

在反渗透和纳滤装置中, 反渗透和纳滤膜组件按产水的流程串接的阶数。

注：产水分级运行的目的是进一步降低产水含盐量。

3.9

**段 stage**

在反渗透和纳滤装置中, 反渗透和纳滤膜组件按浓水的流程串接的阶数。

注：产水分段运行的目的是提高产水的回收率。

3.10

**脱盐率 salt rejection**

表示脱除给料液盐量的能力。

注 1：用于电渗析、反渗透、纳滤脱盐能力的表征。

注 2：改写 GB/T 20103—2006, 定义 2.2.11。

3.11

**渗漏 leakage**

由于膜元件机械损伤或膜组件内连接件、密封圈的密封不严造成的膜装置进水或浓水直接进入产水, 进而导致膜装置产水电导率升高, 脱盐率下降的现象。

## 4 装置渗漏检验方法概述

目前反渗透和纳滤装置的渗漏的原因主要包括：“O”型密封圈泄漏或未装、内部连接件破损和膜元件渗漏等。渗漏检验主要是按照膜装置存在渗漏的判定、膜装置内膜组件的渗漏检测、膜组件内渗漏点检测的顺序来确定膜装置的具体渗漏位置。膜装置内膜组件的渗漏检测采用寻找分布规律法, 膜组件的渗漏点检测采用探针法。

## 5 膜装置渗漏检验要求

### 5.1 取样口设置

反渗透和纳滤装置应在进水、浓水管路上设置取样口, 总产水、各分段产水和每支膜组件的产水均应设置取样口。

### 5.2 监测仪表

在反渗透和纳滤装置的进水口和产水口应安装压力表、温度计、流量计、在线检测的电导率仪以及 pH 计等仪表。



### 5.3 装置脱盐性能标准化

渗漏检测中应首先对产水电导率测试数据进行标准化处理,再判断产水电导率是否升高或脱盐率降低,进而判断渗漏位置和渗漏原因。产水电导率、脱盐率标准化处理应根据实测的进(出)水流量、压力、温度、pH 等数据计算,计算方法按 ASTM D 4516—2000(2010)第 6 章的规定执行。

## 6 膜装置存在渗漏的判定

膜装置在运行期间,出现下列状况时,可判断装置存在渗漏:

- 膜装置在调试运行期间,装置产水脱盐率明显低于系统产水设计值时;
- 膜装置在稳定运行期间,一周时间内产水电导率突然异常升高;
- 膜系统设置 3 台以上的平行膜装置时,在同一时间内,该装置的产水电导率与膜系统中其他装置的产水电导率相比有明显的升高时。

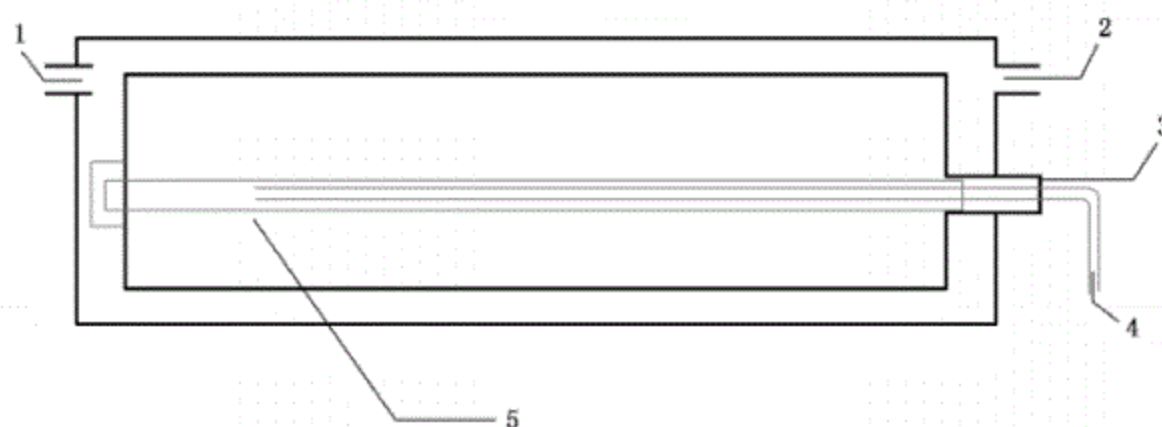
## 7 膜装置内膜组件渗漏的检测方法——分布规律法

当判定反渗透和纳滤装置存在渗漏故障后,应对该装置内所有的膜组件的产水分别进行取样并检测电导率。如果膜装置中的某支膜组件产水电导率明显高于相同段内其他膜组件产水电导率,即可判断该膜组件存在渗漏故障,具体示例参见附录 A。在对装置内所有的膜组件的产水进行取样时,应冲洗 1 min~2 min,确认取样口已经得到冲洗,系统达到平衡。取样时还应防范其他膜组件的产水混入影响测试结果。

## 8 膜组件内渗漏点的检测方法-探针法

### 8.1 探针法原理

探针法是采用一根外径 6 mm~8 mm 塑料管插入整个膜组件的产水中心管且贯穿全长进行测试不同位置产水电导率的方法。被采样的产水来自软管前端位置的产水,表示软管前端位置的水质,如图 1 所示。当探测到某位置出现电导率异常变化,说明膜组件该位置到上一测试点间存在渗漏。



说明:

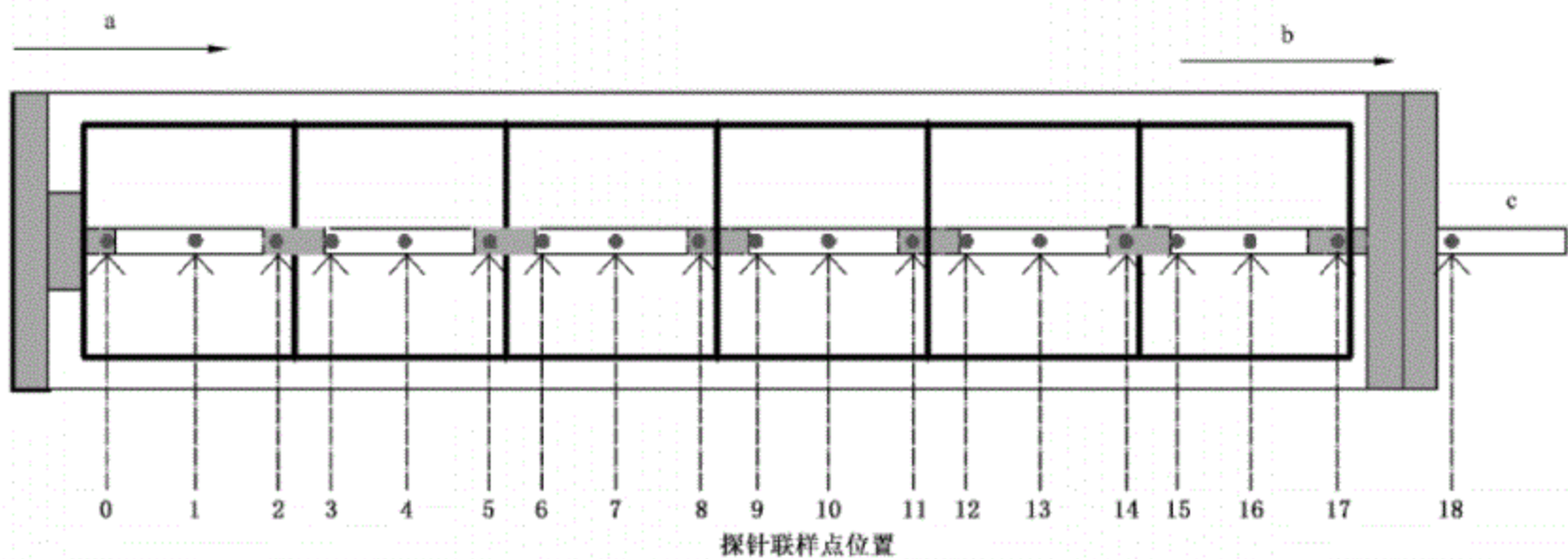
- 原水口;
- 浓水口;
- 产水口;
- 取样口;
- 软管前端位置。

图 1 膜组件探针示意图

8.2 探针法测试步骤

选取产水电导率异常的膜组件进行探针检测,进(出)水压力、流量及电导率较稳定时,可进行探针测试,测试步骤如下:

- a) 断开膜组件产水管与膜装置产水总管的连接,取一支外径 6 mm~8 mm,长度大于膜组件的长度的塑料软管作为探针,把它从膜组件浓水侧的产水管插入,直接伸进膜产水中心管最深处。然后从最深处再将其慢慢拉出,每隔一段取一个水样,直至探针全部拉出。探针最深处取出的水样标记为零,依次取出的水样标记为 0,1,2……。探针每次拉出的距离应根据膜组件内膜壳和膜元件的结构和数量确定,以保证膜组件的两端的端板和适配器位置、膜元件连接位置和每支膜元件都能被检测到。膜组件探针取样点位置参见图 2。取水样时,应等待 3 min~5 min,保证取样探针得到冲洗,系统达到平衡后再取水样。



说明:

- a——进水(上游);
- b——浓水(下游);
- c——产水取样口。

图 2 6 芯膜组件探针取样点位置示意图

- b) 对每一个水样测试其电导率,以探针的位置为横坐标、每个水样的电导率为纵坐标作膜组件的产水电导率趋势图,从膜组件的进水端到浓水端,正常产水的电导率分布显示单调上升趋势,参见图 3。若出现非正常的偏离这一分布规律,可确定出渗漏故障的位置,示例参见图 4。



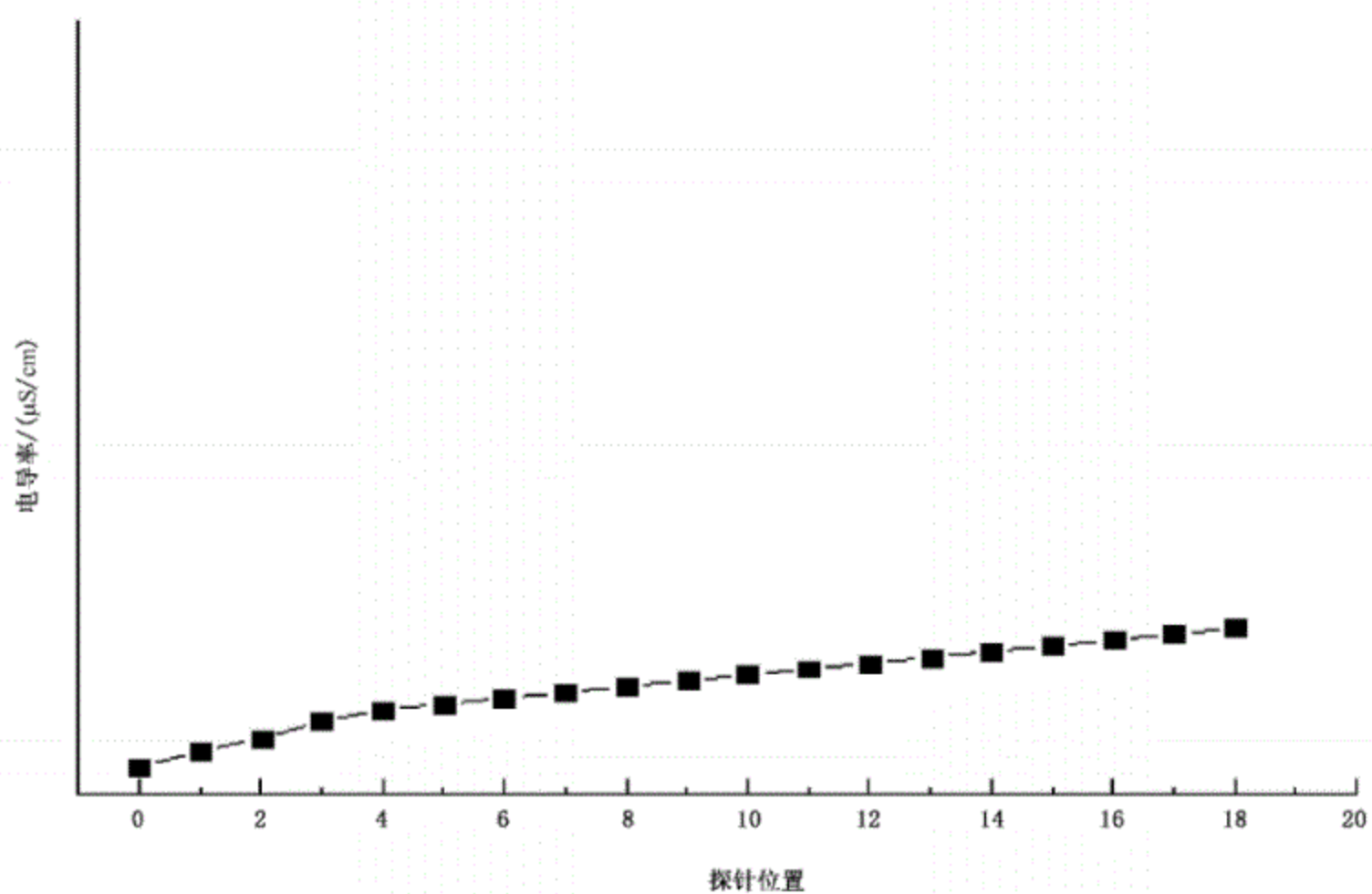


图3 正常膜组件探针位置与电导率趋势图

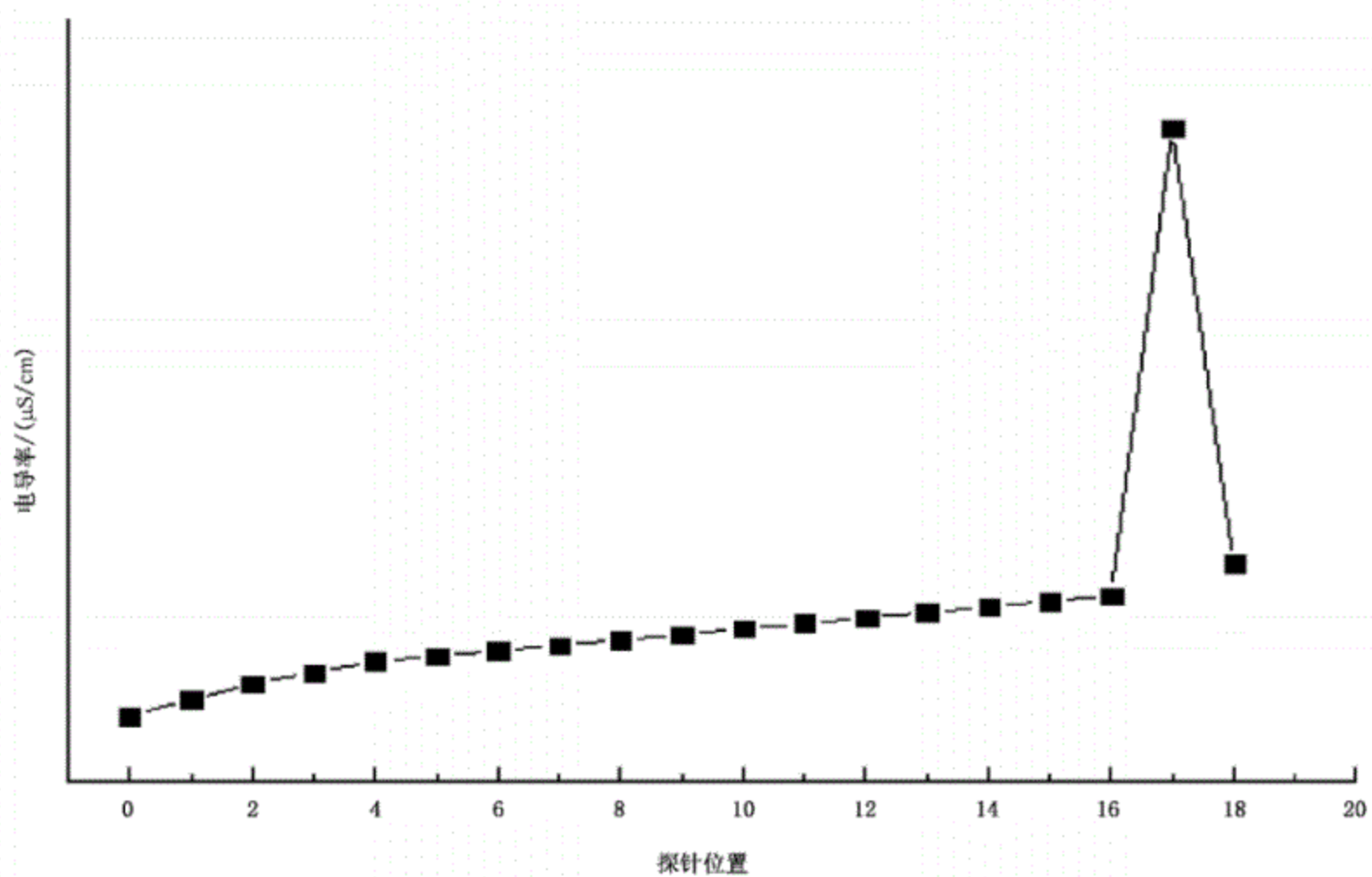


图4 存在渗漏的膜组件探针位置与电导率趋势图

- c) 膜组件探针实验结束后,对膜组件进行拆卸,依次取出端板、适配器、膜元件以及膜元件的连接件等。仔细观察膜组件端板、适配器和内连接件是否破裂、损坏,或者端板、适配器和内连接件

上的“O”型密封圈是否未装或安装不到位、密封圈是否存在扭曲或者破裂,膜元件的玻璃钢缠绕层和膜元件两端是否破裂。目测观察重点是探针试验显示渗漏的位置,并照相记录。对于端面自锁形式的膜元件不带内连接件,但是有端面“O”型密封圈,此检测方式同样适用。

- d) 若探针试验显示膜组件内的某支膜元件渗漏,应更换该膜元件在膜壳内的位置,重新进行探针试验。若该膜元件处产水电导率仍旧很高,应确定该膜元件存在渗漏,为进一步确定该膜元件的渗漏位置,应对该膜元件进行单元件(反渗透膜)脱盐率测试,膜元件脱盐率测试按照 GB/T 32373—2015 第 5 章的规定执行。
- e) 将确定存在渗漏的膜元件或者内连接件、密封圈等进行更换,恢复膜装置的正常运行。记录膜装置运行情况,包括进水、产水和浓水的电导率、流量、运行压力和温度。

## 9 实验记录

反渗透和纳滤装置渗漏检测记录内容如下:

- a) 反渗透和纳滤每套装置中的总进水、浓水和产水电导率;
- b) 反渗透和纳滤装置中存在渗漏故障的装置每段进水、产水和浓水的电导率;
- c) 存在渗漏故障的反渗透和纳滤装置中所有膜组件的进水、产水以及脱盐率;
- d) 存在渗漏故障的膜组件探针实验的探针位置-产水电导率分布曲线以及与膜组件(膜组件和膜元件)结构尺寸图的对应关系;
- e) 膜组件拆卸后膜元件的内连接件、密封圈、膜元件的照片记录;
- f) 发生渗漏的膜元件在膜壳内更换位置后的膜组件探针实验结果;
- g) 发生渗漏的膜元件的单元件脱盐率评估试验过程及结果;
- h) 发生渗漏的膜元件或者内连接件、密封圈更换后,膜装置运行记录,包括进水、产水和浓水的电导率。

**附录 A**  
(资料性附录)  
**膜装置渗漏检测案例**

### A.1 反渗透系统简介

某石化公司除盐水装置于 2015 年 8 月施工建设,2016 年 9 月投入使用。装置由自来水预处理系统(预处理工艺为:多介质过滤器+超滤系统)、反渗透系统、混床除盐系统等组成。反渗透进水为污水厂一级 A 排放水,为方便生产调节水量的需要,本系统共设置 4 套出水为 120 t/h 的反渗透装置,并联运行;级段设计:一级两段式设计,膜组件排列方式:20 : 10(7 芯);膜元件规格:8 040,运行水温:20 ℃~25 ℃;进水电导:4 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

### A.2 反渗透装置渗漏判断

反渗透系统目前运行过程中,发现反渗透系统中反渗透装置 D 存在脱盐率低的现象,因此对反渗透装置 A~D 的产水分别进行取样并分别测试 4 套反渗透装置的产水电导率值,测量数据参见表 A.1。从表 A.1 中 4 套装置产水电导率数值看出反渗透装置 D 的电导率异常偏高,说明装置 D 存在渗漏故障。

表 A.1 4 套反渗透装置的产水电导率值

序号	A	B	C	D
电导率 $\mu\text{S}/\text{cm}$	64	58	62	150

表 A.2 反渗透装置 D 中所有膜组件的产水电导率值

膜位置	1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	4 <sup>#</sup>	5 <sup>#</sup>	6 <sup>#</sup>	7 <sup>#</sup>	8 <sup>#</sup>	9 <sup>#</sup>	10 <sup>#</sup>
电导率 $\mu\text{S}/\text{cm}$	64	56	61	66	62	62	65	69	61	66
膜位置	11 <sup>#</sup>	12 <sup>#</sup>	13 <sup>#</sup>	14 <sup>#</sup>	15 <sup>#</sup>	16 <sup>#</sup>	17 <sup>#</sup>	18 <sup>#</sup>	19 <sup>#</sup>	20 <sup>#</sup>
电导率 $\mu\text{S}/\text{cm}$	65	69	59	58	61	60	66	69	77	78
膜位置	21 <sup>#</sup>	22 <sup>#</sup>	23 <sup>#</sup>	24 <sup>#</sup>	25 <sup>#</sup>	26 <sup>#</sup>	27 <sup>#</sup>	28 <sup>#</sup>	29 <sup>#</sup>	30 <sup>#</sup>
电导率 $\mu\text{S}/\text{cm}$	190	187	197	194	191	190	197	185	520	200
总产水电导率 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。										

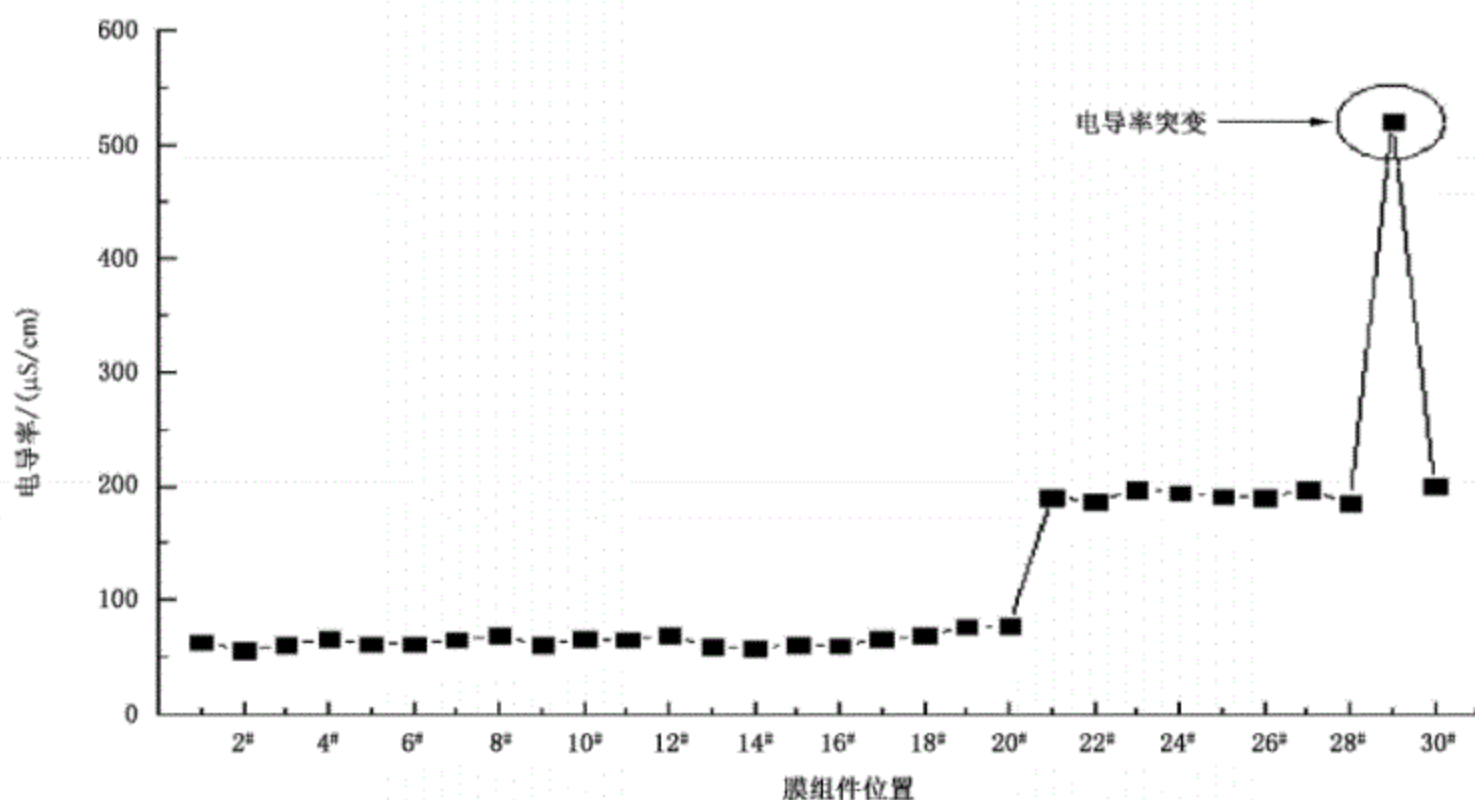


图 A.1 膜组件位置与产水电导率分布图

### A.3 分布规律法检测膜装置内膜组件的渗漏

当判定反渗透装置 D 存在渗漏故障后,对该装置内 30 支膜组件的产水分别进行取样并检测电导率,测试结果见表 A.2。根据膜组件位置与产水电导率分布图,参见图 A.1,可以看出,从进水侧到浓水侧一段和二段膜组件内各测点的电导率整体呈现缓慢上升的趋势,属于正常现象,但是在 29# 位置膜组件电导率发生异常,说明装置在此位置发生渗漏,需要使用探针法进一步确定渗漏位置。

### A.4 探针法检测膜组件内的渗漏点

从反渗透产水端的对面,拆除端头中心管,取一支 8 m 长,外径 6 mm~8 mm 塑料管作为探针插入 29# 膜组件中,分别将探针依次穿入 7 个膜元件的产水中心管内,取样位置参见表 A.3,间隔一定距离取样并做一个刻度标记,共取 22 个水样,根据图 A.2 可以看出 20 位置电导率异常升高,说明第 7 支膜元件存在渗漏,应将第 7 支膜元件从膜组件中取出进行膜元件评估,并进一步分析渗漏原因。

表 A.3 反渗透装置 D 中 29# 膜组件所有探针位置的产水电导率关系

位置	0	1	2	3	4	5	6	7
电导率 μS/cm	194	190	181	176	176	182	190	194
位置	8	9	10	11	12	13	14	15
电导率 μS/cm	201	206	211	209	211	214	221	223
位置	16	17	18	19	20	21	—	—
电导率 μS/cm	232	234	238	258	826	313	—	—



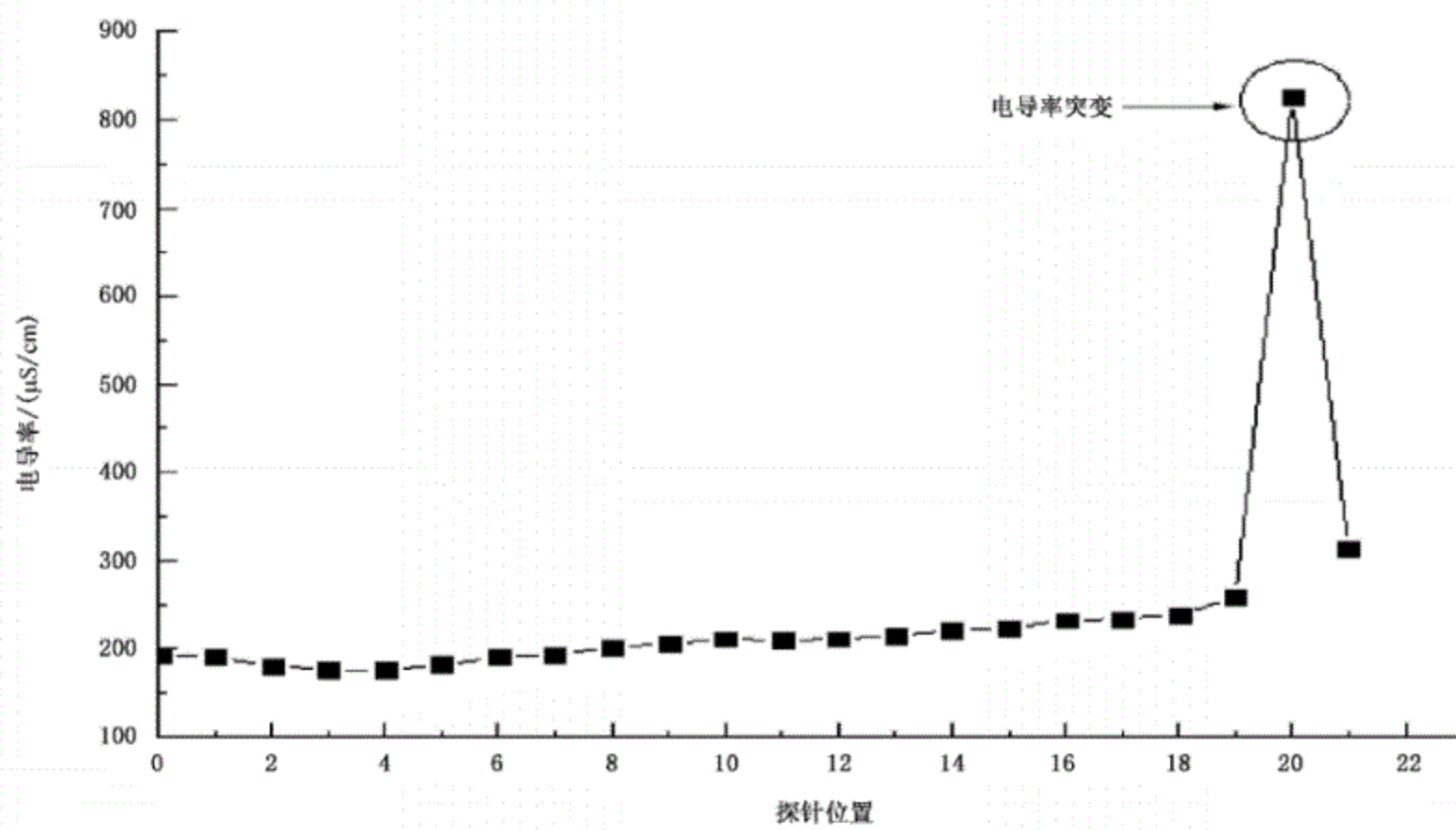


图 A.2 膜元件探针位置与产水电导率趋势图







中华人民共和国  
国家标准  
反渗透和纳滤装置渗漏检测方法  
GB/T 37200—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2019年1月第一版

\*

书号: 155066 · 1-62029

版权专有 侵权必究



GB/T 37200—2018

