



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 951 — 2019
代替 DL/T 951 — 2005

火电厂反渗透水处理装置验收导则

Guideline for the acceptance of reverse osmosis equipment for water
treatment in power plant

2019-06-04 发布

2019-10-01 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 技术要求..... 2

5 检验和验收方式 3

6 标识、包装、运输与储存..... 5

附录 A（资料性附录） 脱盐率和回收率的计算..... 6

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求编制。

本标准代替 DL/T 951—2005《火电厂反渗透水处理装置验收导则》，与 DL/T 951—2005 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了标准适用范围（见第1章，2005年版的第1章）；
- 修改了规范性引用文件（见第2章，2005年版的第2章）；
- 修改了术语和定义（见第3章，2005年版的第3章）；
- 修改了膜元件产水量和脱盐率配置要求条文（见4.1.3，2005年版的4.3.2）；
- 删除了反渗透初始运行最大进水压力要求条文（见2005年版的4.3.3）；
- 修改了保安过滤器配置要求条文（见4.1.4，见2005年版的4.4）；
- 增加了反渗透压力容器配置安全防护网要求条文（见4.1.6）；
- 修改了反渗透停机时低压冲洗要求条文（见4.1.7，见2005年版的4.6）；
- 修改了反渗透管路配置要求条文（见4.1.10，见2005年版的4.9）；
- 删除了反渗透加药设施配置要求条文（见2005年版的4.11）；
- 修改了反渗透管道和阀门材质要求条文（见4.2.3，见2005年版的5.3）；
- 增加了反渗透组合架防腐要求条文（见4.2.5）；
- 修改了水压试验、冲洗以及装卸空间要求条文（见4.4.1，见2005年版的7.3.1和7.3.3）；
- 删除了管道连接和布置方式要求条文（见2005年版的7.3.5）；
- 增加了电气安全保证要求条文（见4.4.2）；
- 增加了仪表量程和精度要求条文（见4.4.3）；
- 删除了交货验收定义条文（见2005年版的10.1）；
- 修改了表1中的性能参数（见表1，见2005年版的表1）；
- 增加了能量回收装置性能要求条文（见5.5.4）；
- 增加了反渗透水处理装置运输要求条文（见6.3）；
- 修改了反渗透水处理装置和膜元件储存要求条文（见6.4，见2005年版的14.1）。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电厂化学标准化技术委员会（DL/TC 13）归口并解释。

本标准起草单位：西安热工研究院有限公司、上海电力学院、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、大唐华银电力股份有限公司。

本标准主要起草人：李亚娟、王正江、许臻、杨宝红、卢剑、周振、刘凯、曹瑞雪、余耀宏、胡大龙、王凌、黄志丹、陈祥斌。

本标准自执行日起代替 DL/T 951—2005《火电厂反渗透水处理装置验收导则》。

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）。

火电厂反渗透水处理装置验收导则

1 范围

本标准规定了火力发电厂反渗透水处理装置验收的技术条件和方法。

本标准适用于火力发电厂用反渗透水处理装置的验收。其他用途的反渗透水处理装置可以参照本标准进行验收。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 5656 离心泵技术条件（Ⅱ类）

GB 6388 运输包装收发货标志

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 13306 标牌

GB/T 20103 膜分离技术 术语

GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路结线施工及验收规范

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

DL/T 543 电厂用水处理设备质量验收导则

DL 5068 发电厂化学设计规范

3 术语和定义

GB/T 20103 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

卷式反渗透膜组件 spiral wound reverse osmosis membrane module

将一只或数只卷式反渗透膜元件，按照一定的技术要求串接且与单只反渗透膜壳组装而成的组合构件。

3.2

碟管式反渗透膜组件 disk tube reverse osmosis membrane module

由碟管式膜片、水力导流盘、O形橡胶圈、唇形密封圈、中心拉杆和耐压套筒所组成，用来处理高含盐水的膜组件。

3.3

保安过滤器 cartridge filter

安装在反渗透本体之前的精密过滤设备，用来滤除预处理系统泄漏的固体颗粒物，以保证反渗透膜的安全。

3.4

常规反渗透水处理装置 the common practice reverse osmosis equipment

使用低压反渗透膜、苦咸水反渗透膜（包括抗污染膜）等膜元件的反渗透水处理装置。

3.5

高压反渗透水处理装置 the high pressure reverse osmosis equipment

使用海水反渗透膜、碟管式反渗透膜等膜元件的反渗透水处理装置。

4 技术要求

4.1 配置要求

4.1.1 反渗透水处理装置包括从保安过滤器的进口法兰至反渗透淡水出水法兰之间的整套单元设备，并还附有反渗透膜化学清洗装置、反渗透附属加药装置。

4.1.2 反渗透膜元件的选择应充分考虑进水的水质特点。当用于废水处理时，宜采用抗污染膜。

4.1.3 反渗透膜元件的型号和数量的选择应充分考虑水温和使用过程中膜通量衰减的影响，保证在使用期间不会因设备设计缺陷而带来产水量不足的问题。

a) 反渗透膜通量设计值不应超出膜制造厂家规定的相应型号膜通量的范围。

b) 膜元件数量应能够保证在最低设计水温运行时，产水量达到设计值；在最高设计水温运行时，脱盐率达到设计值。

4.1.4 卷式反渗透膜装置前的保安过滤器的过滤精度一般不低于 $5\mu\text{m}$ ，碟管式反渗透膜装置前的保安过滤器的过滤精度一般不低于 $10\mu\text{m}$ ，压差不宜高于 0.05MPa ，滤芯更换周期不宜小于 3 个月。

4.1.5 应配置反渗透本体的进水高压保护联锁和高压泵的进水低压保护联锁，并应有防止反渗透水处理装置启动时对反渗透膜形成瞬间高压冲击的设施。

4.1.6 高压反渗透的压力容器端头应配置安全防护网。

4.1.7 反渗透装置应配置停运时的自动低压水冲洗功能，冲洗水宜采用反渗透产水。

4.1.8 应配置化学清洗装置，且具有分段清洗的功能。

4.1.9 反渗透水处理装置应配有进水流量计、淡水流量计、浓水流量计、进水电导率仪、淡水电导率仪，各段都应配有压力表。如进水有加热装置，则应设置反渗透进水在线温度监测仪表（应带有上限报警信号）；若进水加酸或加碱，则应设置在线 pH 计（应带有超限报警信号）。若预处理部分加氯或其他氧化型杀菌剂，则应配置在线余氯仪或 ORP 表（应带有超限报警信号），以保证进水余氯或 ORP 值不超过反渗透膜的允许值；反渗透进水投加还原剂，并与 ORP 数据联锁。各仪表应选取合适的量程，保证测试精度。

4.1.10 反渗透本体的淡水管路应设置排污阀和爆破膜。

4.1.11 每支反渗透膜组件都应设有淡水取样口及取样阀，以备故障分析之用。

4.2 管件材料要求

4.2.1 反渗透水处理装置的管道材料应符合 DL/T 543 的要求。

4.2.2 反渗透水处理装置的选材应满足压力等级和耐蚀性方面的要求。

4.2.3 反渗透水处理装置的低压部分宜采用钢塑复合管件和阀门；高压部分需根据进水 Cl^- 含量，应采用相应耐腐蚀等级材质的不锈钢管件和阀门。

4.2.4 高压部分的密封材料应使用聚四氟乙烯或性能相当的其他材料。

4.2.5 反渗透装置的组合架应根据环境条件选用合适的材质并采取防腐措施。

4.3 焊接要求

4.3.1 反渗透装置的焊接应由具有相应资质的焊工承担。

4.3.2 焊缝内外表面的外观质量和无损探伤应符合 DL/T 543 的要求。

4.3.3 金属管道的焊接应采用氩弧焊打底，以减少管道内部的飞溅物和焊渣残留。

4.4 装配要求

4.4.1 工艺要求

- a) 保安过滤器内部构件的装配精度应符合 DL/T 543 的相关技术要求，滤芯的安装应紧固、耐水冲击。
- b) 反渗透膜元件在安装前应进行外观检查，不应使用有缺陷的膜组件，膜壳、接头及密封圈应完整、无损伤。
- c) 采用湿法包装的膜元件包装袋应无破口，内部的保护液应无泄漏。
- d) 在将反渗透膜元件装入膜壳前应对反渗透水处理装置进行水压试验和彻底的水冲洗。水冲洗应在水压试验合格后进行，机械杂质不应残留在系统内。
- e) 卷式反渗透膜元件在组装时，应将膜元件逐支推入膜壳内进行串接，并保证每支膜元件都能承插到位，以免连接不严密产生泄漏。
- f) 在装卸膜元件的一侧要留有不小于单支膜元件长度 1.5 倍的外延空间。
- g) 浓水管道和淡水管道的布置应在任何运行条件下不会在反渗透膜两侧出现大于膜制造商允许的逆向压差。浓水管道的设计应保证反渗透装置正常停用时最高一层膜组件不会排空。
- h) 管道及阀门的布置应满足操作和检修的要求，应有可靠的固定和支撑。管道安装不应有安装应力。管道的施工应符合 GB 50235 的要求。

4.4.2 电气要求

- a) 电气控制柜应满足 GB 50171 的要求，控制柜应便于操作，应在通风、干燥且靠近框架的位置安装。
- b) 各类电器接插件的安装应接触良好，操作盘、柜、机、泵及相关设备均应有安全保护措施，保证电气安全。

4.4.3 仪表要求

- a) 仪器、仪表的量程和精度应满足设备性能的需要，符合有关规定，接口不得有任何泄漏。
- b) 仪表的安装应满足各仪表要求的安装条件，电源线和信号线用套管防护，并固定。
- c) 仪表及相应管路的布置应在满足工艺需要的前提下可靠固定，并应便于观察、维护和检修。
- d) 仪表盘应有清晰、准确的标示牌，所有进线、出线孔有防水措施。
- e) 仪表盘应有可靠的接地，内部布线整齐美观，带有端子标示管。

5 检验和验收方式

5.1 验收原则

- 5.1.1 反渗透水处理装置的验收应按照订货合同逐套进行。
- 5.1.2 合同中没有明确规定的项目，按照本标准进行检验和验收。

5.2 出厂检验

- 5.2.1 高压泵的出厂检验按照 GB/T 5656 或生产厂的企业标准进行。
- 5.2.2 保安过滤器和反渗透本体的出厂检验包括焊接检查、材料检查、尺寸检查、水压试验、仪表电器检查等。
- 5.2.3 材料检查的结果应满足 4.2 的技术要求。

- 5.2.4 焊接检查的结果应满足 4.3 的技术要求。
- 5.2.5 尺寸检查主要包括外接管口定位尺寸、管径、连接方式的检查，应符合订货合同要求。
- 5.2.6 反渗透水处理装置出厂前应水压试验合格。
- 5.2.7 仪表和电气控制设备按照 4.4 中的相关条款进行检验。

5.3 交货验收

- 5.3.1 外观检查。任何部件不得有缺损，包装和标示规范、完整，满足 6.1 和 6.2 的要求。
- 5.3.2 对所配各设备和膜组件的型号、规范、数量和原产地进行核查，满足合同要求或 4.1 的技术要求。
- 5.3.3 材质检查和焊接检查。结果应满足 4.2 和 4.3 的技术要求。
- 5.3.4 备品备件型号、数量核查。结果应满足合同要求。
- 5.3.5 随机文件检查。随机文件应满足合同要求和 6.2 的要求。

5.4 性能试验

- 5.4.1 在性能试验前，进水应满足 DL 5068 及反渗透膜组件对水质的要求。
- 5.4.2 性能试验在水处理系统设备完成全部调试合格后进行，应在额定出力条件下运行 168h。

5.5 性能指标

- 5.5.1 保安过滤器的流量和压差应达到设计值；新滤芯投运初期压差一般小于 0.05MPa。
- 5.5.2 高压泵应在设计压力下达到额定流量；其他各项指标应满足 GB/T 5656 和合同要求。
- 5.5.3 反渗透本体的性能参数见表 1。

表 1 反渗透本体的性能参数

序号	项目	性 能 参 数
1	脱盐率	满足合同要求，一般卷式反渗透膜组件脱盐率不低于 95%，碟管式反渗透膜组件脱盐率不低于 90%。脱盐率参见附录 A 规定的方法测定
2	回收率	满足合同要求，地表水和地下水宜控制在 75%~85%，海水宜控制在 35%~55%，其他水源根据进水水质、预处理程度、膜元件性能来确定。回收率参见附录 A 规定的方法测定
3	运行压力	满足合同要求，不超过膜元件最大运行压力
4	运行压差	满足合同要求
5	产水量	满足相应水温条件下的合同要求
6	仪表	正确指示，精度达到合同要求
7	联锁与保护	满足合同要求
8	阀门	开关灵活，阀位状态指示正确；电动阀电动机运转平稳，震动和噪声等指标满足电动阀技术要求
9	噪声	满足 GB 12348 的要求

- 5.5.4 能量回收装置在 1.25 倍压力下至少保压 30min，且外观应无变形，压力应保持不变；在额定工作压力和额定流量下，有效能量转换率不应低于 90%。

5.6 出水指标

反渗透水处理装置出水水质应符合合同要求。

6 标识、包装、运输与储存

6.1 产品标识

应在反渗透水处理装置明显的位置固定金属铭牌。铭牌的制作按照 GB/T 13306 执行，铭牌应标明制造单位、产品名称、型号、规格、制造日期、运行压力、额定流量等内容。

6.2 包装

6.2.1 反渗透膜元件一般采用纸箱单支封装。

6.2.2 反渗透水处理装置应按照 GB 191 和 GB 6388 的规定进行包装，应在仪表箱、外突部分包裹海绵、泡沫或其他软性包装材料，以避免运输时碰伤。必要时对内部易松动部件进行临时固定，以方便运输。要清晰地标明发货的各种信息以及防雨、轻放、勿倒置、勿重压的标示符号。

6.2.3 设备出厂时，制造厂应提供完整的技术文件，技术文件应能满足设备运行、维护、检修等的要求，随机提供的文件应装入防水袋内，并牢固安放在设备上。随机技术文件应包括以下内容：

- a) 发货清单。
- b) 说明书和操作指导书。
- c) 质量证明书、检验合格证。质量证明书应包括主要受压元件焊接检查报告、材料证明书、水压试验报告等；检验合格证应包括膜组件或膜元件检验合格证和配套仪表、阀门等重要配件的出厂质量检验合格证。
- d) 设备总图。提供的总图应能满足设备维护和检修的需要。
- e) 备品备件清单。
- f) 用户在订货合同中要求提供的其他文件。

6.3 运输

反渗透水处理装置运输应符合合同规定，应轻装轻卸，防止碰撞、颠簸、抛掷、重压和冰冻。

6.4 储存

反渗透水处理装置储存时应放置在通风、干燥、有遮蔽的场所。膜组件、膜元件应防冻、防晒、防潮，并满足生产厂家对于储存的技术要求。对于湿法包装的反渗透膜元件，要注意包装袋密封良好。

附 录 A
(资料性附录)
脱盐率和回收率的计算

A.1 脱盐率的计算

反渗透水处理装置的脱盐率有两种计算方法，一种是根据水的含盐量进行计算，另一种是根据水的电导率进行计算。在现场验收时，一般采用电导率计算法。

a) 含盐量计算法：

$$R = (1 - C_d / C_y) \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

R ——脱盐率； %；

C_d ——淡水含盐量， mg/L；

C_y ——原水含盐量， mg/L。

b) 电导率计算法：

$$R = (1 - C_0 / C_1) \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

式中：

R ——脱盐率； %；

C_0 ——淡水电导率， $\mu\text{S}/\text{cm}$ ；

C_1 ——原水电导率， $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

A.2 回收率的计算

回收率采用式 (A.3) 计算：

$$Y = Q_p / Q_f \times 100\% \quad (\text{A.3})$$

式中：

Y ——回收率； %；

Q_f ——进水流量， m^3/h ；

Q_p ——淡水流量， m^3/h 。