

中华人民共和国国家标准

GB/T 19229.3—2012

燃煤烟气脱硫设备 第3部分：燃煤烟气海水脱硫设备

Coal-fired flue gas desulphurization equipment—
Part 3: The equipment for coal-fired flue gas desulphurization by seawater

2012-11-05 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 19229《燃煤烟气脱硫设备》分为 4 个部分：

- 第 1 部分：燃煤烟气湿法脱硫设备；
- 第 2 部分：燃煤烟气干法/半干法脱硫设备；
- 第 3 部分：燃煤烟气海水脱硫设备；
- 第 4 部分：燃煤烟气氨法脱硫设备。

本部分为 GB/T 19229 的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中华人民共和国国家发展和改革委员会提出。

本部分由全国环保产品标准化技术委员会环境保护机械分技术委员会(SAC/TC 275/SC 1)归口。

本部分起草单位：北京博奇电力科技有限公司、浙江大学热能工程研究所、机械科学研究总院、北京龙源环保工程有限公司、浙江菲达环保科技股份有限公司、武汉凯迪电力工程有限公司、浙江天地环保工程有限公司、中国华电工程(集团)有限公司、东方锅炉(集团)股份有限公司、蓝天环保设备工程有限公司、深圳能源集团股份有限公司、中国科学院城市环境研究所。

本部分主要起草人：吴树志、高翔、陈玉乐、路增林、葛介龙、赵辉、李雄浩、刘柏辉、沈明忠、杨志忠、张涌新、吴来贵、陈进生。

燃煤烟气脱硫设备

第3部分：燃煤烟气海水脱硫设备

1 范围

GB/T 19229 的本部分规定了燃煤烟气海水脱硫设备的术语和定义、工艺系统、技术要求、检验验收、标牌、标志、包装、运输和贮存等内容。

本部分适用于新建、扩建和改建燃煤火电厂锅炉或供热锅炉同期建设或已建锅炉海水脱硫工程所采用的设备。其他行业的燃煤、燃油、燃气锅炉尾气处理适合采用烟气海水脱硫措施时可以参考执行。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯

GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯

GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台

GB/T 5117 碳钢焊条

GB/T 5118 低合金钢焊条

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 13223 火电厂大气污染物排放标准

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50128 立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范

GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50222 建筑内部装修设计防火规范

GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50254 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范

GB 50255 电气装置安装工程电力变流设备施工及验收规范

GB 50256 电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范

GB 50257 电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范

GB 50273 锅炉安装工程施工及验收规范

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

GBZ 2(所有部分) 工业场所有害因素职业接触限值

DL/T 869 火力发电厂焊接技术规程

DL/T 1083 火力发电厂分散控制系统技术条件

DL 5009.1 电力建设安全工作规程(火力发电厂部分)

DL/T 5032 火力发电厂总图运输设计技术规程

DL 5053 火力发电厂职业安全设计规程

DL/T 5153 火力发电厂厂用电设计技术规定

DL/T 5161.17 电气装置安装工程 质量检验及评定规程 第 17 部分:电气照明装置施工质量检验

DL/T 5175 火力发电厂热工控制系统设计技术规定

DL/T 5190.5 电力建设施工技术规范 第 5 部分:管道及系统

DL/T 5196 火力发电厂烟气脱硫设计技术规程

DL/T 5339 火力发电厂水工设计规范

HG/T 21633 玻璃钢管和管件

HGJ 229 工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

HJ/T 75 固定污染源烟气排放连续监测技术规范(试行)

HJ/T 76 固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法(试行)

JB/T 4735 钢制焊接压力容器

建设项目竣工环境保护验收管理办法(国家环境保护总局令 2001 年第 13 号)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃煤烟气海水脱硫设备 equipment for coal-fired flue gas desulphurization by seawater

大气污染控制设备的一种。使用海水作为吸收剂的用于从燃煤烟气中除去 SO₂(二氧化硫)所需要的装置、组件及系统集成。

3.2

吸收塔 absorber

使用物理和化学的处理方法,除去烟气中的 SO₂ 的装置。

3.3

海水恢复系统 seawater recovery system

通过曝气等办法对来自海水脱硫吸收塔的海水进行恢复处理并与来自凝汽器的其余海水混合,以达到所处海域海水水质标准的系统,通常包括曝气池、曝气风机及曝气管网等设备及构筑物。

3.4

曝气池 aeration basin

海水恢复系统中对海水水质进行曝气恢复处理的构筑物。

3.5

曝气风机 aeration blower

输送曝气池氧化所用空气的装置。

3.6

稀释比 dilution ratio

用于稀释的新鲜海水与来自脱硫吸收塔的海水的比率。

3.7

曝气时间 exposed period

来自脱硫吸收塔的海水在曝气池中的平均停留时间。

3.8

海水供应系统 seawater supply system

为海水脱硫吸收塔提供脱硫用海水的系统,主要包括海水升压泵、海水管道及阀门等。

3.9

海水升压泵 seawater pump

为海水脱硫吸收塔提供脱硫用海水的升压装置,以克服管道和设备阻力。

3.10

虹吸井 siphon well

采用开式冷却水的汽轮机凝汽器维持凝汽器真空稳定的溢流堰,以降低开式循环水系统的几何供水高程。当采用海水冷却时,去脱硫吸收塔的海水通常取自虹吸井下游。

3.11

循环水排水沟 drainage ditch for circular water

用于排放汽轮机凝汽器冷却水的沟渠。

3.12

装置可用率 equipment availability

脱硫设备每年正常运行时间与主体工程每年总运行时间的百分比。按式(1)计算:

$$Y = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Y——装置可用率, %;

A——主体工程每年可运行的总时间,单位为小时(h);

B——脱硫设备每年因脱硫系统故障导致的停运时间,单位为小时(h)。

3.13

脱硫效率 removal efficiency

脱硫设备脱除的 SO₂ 浓度与未经脱硫前烟气中所含 SO₂ 浓度的百分比。按式(2)计算:

$$\eta_{\text{SO}_2} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

η_{SO_2} ——脱硫效率, %;

C₁——脱硫设备进口 SO₂ 的折算浓度(空气过量系数 1.4, 标准工况, 干基), 单位为毫克每立方米(mg/m³);

C₂——脱硫设备出口 SO₂ 的折算浓度(空气过量系数 1.4, 标准工况, 干基), 单位为毫克每立方米(mg/m³)。

4 工艺系统

4.1 总体布置

4.1.1 烟气海水脱硫设备的总平面设计应符合 GB 50016、GB 50222、GB 50229 和 DL 5032 等防火、防

爆规范的规定。

4.1.2 海水供应系统增压泵的布置应根据全厂海水循环系统布置,宜靠近虹吸井或循环水排水沟。

4.1.3 海水排放系统的排水口潮位可以根据电厂具体情况按照 1%~10%高潮位选取。

4.1.4 曝气池布置应靠近排水方向,宜与循环水排水沟位置相结合布置。

4.1.5 对改造机组,海水恢复系统布置应尽量接近现有的循环水排水水道,并根据 DL/T 5339 核算是否需要对其有机组循环水泵进行改造。

4.2 烟气系统

4.2.1 烟气系统包括增压风机、烟气换热器、烟气挡板门和烟道等。该系统中设备容量选择和型式确定按照 DL/T 5196 执行。

4.2.2 当不设烟气换热器时,应考虑在吸收塔入口的烟道上采取降温措施。在吸收塔进、出口烟道及烟囱应设排水设施。

4.2.3 烟气换热器中与净烟气接触的部分应考虑防止低温湿烟气腐蚀的措施。

4.2.4 烟气挡板门应采取密封措施,以避免烟气泄漏。

4.3 SO₂ 吸收系统

4.3.1 SO₂ 吸收系统包括吸收塔本体和塔内设备,其工艺流程参见附录 A。

4.3.2 吸收塔形式可选用填料塔或空塔喷淋,宜采用气液逆流方式。对填料塔,填料材质应能适应塔内温度和腐蚀的要求。

4.3.3 吸收塔的数量应根据锅炉容量和运行可靠性等确定,宜一炉配一塔。

4.3.4 吸收塔宜采用钢结构或混凝土结构,内部结构应考虑烟气流动的要求和湿烟气及海水防腐技术要求,塔内防腐可采用金属或非金属材料。钢结构设计和混凝土设计应分别满足 GB 50017 和 GB 50010 要求。

4.3.5 采用空塔喷淋时,喷淋层数量可根据脱硫烟气量、烟气 SO₂ 浓度、脱硫效率、海水温度、海水水质及季节变化特点和技术特点配置;采用填料塔时,填料塔的填料层至少设一层,空塔喷淋应根据工艺条件选定并考虑安全因素,不宜少于两层。

4.3.6 吸收塔应装设除雾器,除雾器应设水冲洗装置。装在吸收塔内的除雾器和喷淋层应考虑足够强度的检修维护措施。

4.3.7 吸收塔应设置足够数量和大小的人孔与顶部排气门,以满足检修维护的要求。吸收塔应有停运后塔底海水排空措施。

4.4 海水供应系统

4.4.1 海水供应系统包括海水升压泵、海水升压泵进出口阀门和供水管道等。

4.4.2 300 MW 及以上机组海水脱硫设备宜为每套吸收塔设置独立的供水系统。海水升压泵的数量应按照吸收塔的数量及喷淋层数和运行可靠性确定。

4.4.3 海水升压泵宜设取水前池。

4.4.4 海水升压泵出口处应设防水锤的措施。

4.4.5 吸收塔的供、排水管道可采用玻璃钢管,当需要通过道路等设施敷设时可采用直埋方式,在可能承压的直埋管道上方应采取保护措施,并符合 DL/T 5339 的规定。管路上应装设压力和/或流量表计。

4.4.6 海水升压泵过流部件材质应能满足海水腐蚀环境运行要求,可参照主机组循环水泵材质选用。

4.5 海水恢复系统

4.5.1 海水恢复系统包括吸收塔至曝气池的排水管道、曝气池和曝气风机等。

- 4.5.2 海水恢复系统可采用纯塔外曝气、塔内辅助曝气加塔外曝气、塔内一体式曝气等方式。
- 4.5.3 曝气池的配置,300 MW 及以上机组宜采用一炉配一池的方式。
- 4.5.4 曝气池内有效曝气区域的大小应根据脱硫装置入口烟气参数、脱硫效率、海水水质条件、海水排水水质要求和环境温度等因素确定,应有良好的运行经济性。
- 4.5.5 曝气池内液位应根据虹吸井堰上水头和循环水排水沟出口处的设计高潮位以及海水排水水道的阻力等因素确定。海水潮位变化不应影响曝气池的正常运行,曝气池应有和虹吸井同等的防止高潮位海水外溢的措施。
- 4.5.6 海水恢复系统不设曝气池外旁路。
- 4.5.7 曝气池出口应设有 pH 和 DO 的在线监测仪表,COD 测量可设置手动取样点人工分析。在池内排水区或合适的位置应设在线液位监测仪表。吸收塔排水点可以根据需要预留手动取样点。
- 4.5.8 应尽量避免将易受腐蚀的设备布置在曝气池附近。曝气池内所有暴露于盐雾和水气的设备、管道和支架都应有防盐雾腐蚀措施。
- 4.5.9 曝气风机选型应该按照曝气池设计液位进行选型计算,可不设置备用,数量不少于两台。
- 4.5.10 所有接触海水的水道、管道都应按照运行环境采取防腐措施。对仅接触原海水的水道,应使用耐海水腐蚀的混凝土;对接触脱硫后海水的水道、曝气池体内壁,应采取耐酸腐蚀防腐设计。

5 技术要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 对于地处沿海的燃煤锅炉,当燃用中低硫煤并采用开式冷却水系统时,在其海域环境影响评价取得国家有关部门审查通过,并经全面技术经济比较合理后,可以选用燃煤烟气海水脱硫设备以控制 SO_2 排放。
- 5.1.2 按照经过规定程序批准的图纸和设计文件要求对燃煤烟气脱硫设备进行制造、安装、调试及验收。

5.2 技术性能要求

- 5.2.1 设计海水脱硫设备出口烟气 SO_2 排放浓度应满足国家与地方环保排放要求和环境评价排放要求,执行 GB 13223 的要求,设计脱硫效率一般不宜低于 85%。
- 5.2.2 脱硫设备设计使用寿命应与主机组一致,装置可用率应保证在 95%以上。

5.3 材料和制造要求

- 5.3.1 烟气海水脱硫设备所用钢材应符合 JB/T 4735 的规定,并应附有钢材生产单位的钢材质量证明书。脱硫系统设备的生产厂家应按钢材质量证明书对钢材进行验收,必要时进行复验。
- 5.3.2 脱硫系统设备的加工、成形、焊接、检验与验收应按 JB/T 4735、GB/T 5117、GB/T 5118、GB/T 985.1 和 HG/T 21633 的规定进行。
- 5.3.3 对填料塔,填料应采用聚丙烯或其他能耐受海水工作环境的材料。

5.4 电气与控制要求

- 5.4.1 脱硫设备的电气部分应符合 DL/T 5153、DL/T 1083 的规定,控制部分应符合 DL/T 5175 的要求。
- 5.4.2 脱硫设备的控制水平要和主机组相当,可采用分散控制系统(DCS)或可编程逻辑控制系统(PLC),脱硫操作员站宜布置在主机组控制室内。若单独设置脱硫控制系统,则应将脱硫设备与机组相

互影响较大的重要信号,以硬接线方式与机组 DCS 相连接。

5.4.3 脱硫系统设备应有防雷、接地的措施,并符合 GB 50057 的规定。

5.4.4 随辅机设备本体成套提供及装设的检测仪表和执行装置,应满足脱硫系统运行和热控整体自动化的功能与接口要求。

5.4.5 烟气分析仪设计安装应符合 HJ/T 75、HJ/T 76 规定,宜按脱硫设备运行监控需要独立装设在进/出口烟道上。用于环保部门监测的烟气分析系统宜装设在烟囱上,并留有通讯接口,定时传输数据和图表。

5.4.6 曝气池出口应装设海水排水水质检测取样泵和在线检测仪表,监测内容应包括 pH、DO 和 COD,COD 也可通过手动取样点人工分析。

5.5 职业安全卫生

5.5.1 脱硫系统中的工作平台、扶梯、栏杆等应符合 GB 4053.1~4053.3 的规定。

5.5.2 脱硫系统在正常工作时的噪声应符合 GB 12348 的要求。

5.5.3 脱硫系统的建设安全管理应符合 DL 5009.1 的规定。

5.5.4 脱硫系统的劳动安全和工业卫生设计应符合 DL 5053 的要求。

5.6 消防要求

5.6.1 消防水源宜由电厂管网主消防系统供给。消防水系统的设置应覆盖烟气海水脱硫工艺系统中的所有设备。

5.6.2 消火栓应根据需要沿道路设置,并宜靠近路口,若厂内主消防系统在烟气海水脱硫工艺系统区域附近设有消火栓,可考虑利用其保护范围,相应减少消火栓的数量。

5.6.3 建构筑物的室内消防,按照 GB 50016 执行,电气设备和设备间消防按照 GB 50229 执行。

6 检验验收

6.1 设备验收

6.1.1 在设备制造工作完成时,应进行试验以证明其性能符合设备规范、合同要求、适应标准的条款。

6.1.2 脱硫设备竣工环境保护验收按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

6.1.3 设备及相关工业管道、钢结构在建设工地焊接安装完毕后,应按 GB 50236、GB 50205 进行验收,单体设备应验收合格。

6.1.4 工程安装、施工完成后应进行调试前的启动验收,启动验收应合格。

6.1.5 通过脱硫系统整体 168 h 试运行,各子系统应运转正常,技术指标(含设备阻力)应达到设计和合同要求。

6.1.6 脱硫设备验收按照下列标准执行:

——吸收塔的制造和安装按 JB/T 4735 和 GB 50128 执行,混凝土塔按照 GB 50010 执行;

——烟道的验收按 GB 50273 执行;

——钢结构及附属机械、设备的钢结构验收按 GB 50205 执行;

——承压管道配制和安装中的焊接工作按 DL/T 869 执行;

——玻璃钢管道验收按 HG/T 21633 执行;

——设备、管道的保温和油漆工程验收按 GB 50273 执行;

——电气设备验收按 GB 50254~50257,DL/T 5161.17 执行;

——热工控制仪器、仪表、设备验收按 DL/T 5190.5 执行;

——消防、环境保护、劳动安全卫生、防腐按 GB 12348、GB 50016、GBZ 1、GBZ 2(所有部分)和

HGJ 229 执行；

——中国以外的专有技术和设备，应按照提供方的设计技术文件、设备技术规范、合同规定及商检文件执行，并应符合中国现行国家或行业工程施工及验收标准的要求。

6.2 性能验收

海水脱硫设备性能试验包括：功能试验、技术性能试验、设备试验。其中，技术性能试验至少应包括：脱硫效率、系统压力降、电能消耗量、海水排水水质指标等。

7 标牌、标志、包装、运输和贮存

7.1 标牌和标志

7.1.1 标牌应符合 GB/T 13306 的规定。

7.1.2 海水脱硫设备在明显位置应装有固定标志，一般应包括：制造厂名或商标，产品型号及名称，额定处理能力，设备外形尺寸，执行标准号及产品编号，制造日期。

7.2 包装、运输和贮存

7.2.1 燃煤烟气脱硫设备包装应符合 GB/T 13384 的规定，保证在正常运输条件下不致因包装不善而损坏，包装与运输的标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的规定。

7.2.2 每台设备应附有下列图样和随机文件：

- 设备总清单；
- 设备总图、基础图、管路图及安装图；
- 产品合格证；
- 使用说明书，说明书应符合 GB/T 9969 的规定；
- 包装清单及备品备件清单；
- 上述图样及技术文件清单。

7.2.3 运输时应对设备的接管法兰表面加以保护，采用合理装载加固措施，依次码好，法兰面不受损坏。

7.2.4 衬里的燃煤烟气脱硫设备要轻装轻放，防止剧烈震动和机械损伤。

7.2.5 燃煤烟气脱硫设备本体允许露天贮存，电子设备及保温材料等不允许露天贮存，设备配件装箱库存。

附录 A
(资料性附录)
典型工艺流程和工艺描述

A.1 组成和典型工艺流程

典型的燃煤烟气海水脱硫工艺系统一般包括烟气系统、SO₂ 吸收系统、海水供应系统和海水恢复系统等。典型工艺流程图如图 A.1 所示。

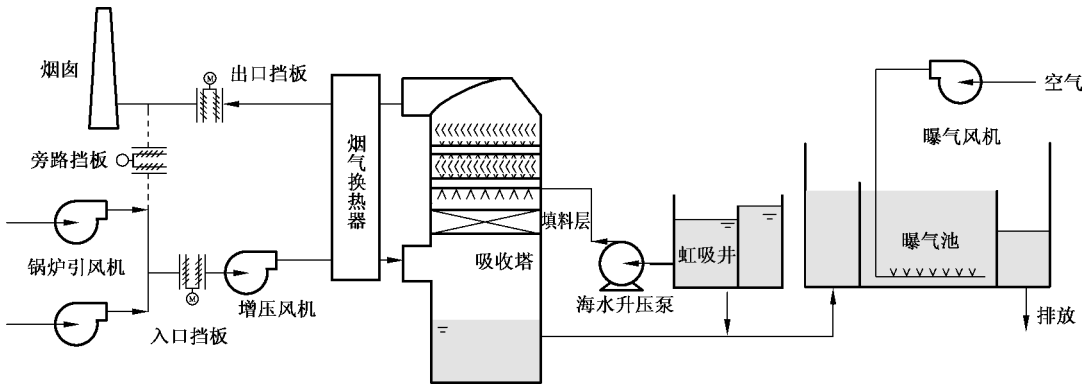
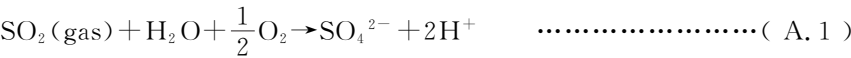


图 A.1 典型燃煤烟气海水脱硫设备工艺流程图

A.2 海水脱硫原理

在吸收塔中,经过除尘处理的烟气与来自电厂开式冷却水系统的海水逆向充分接触混合,海水将烟气中的二氧化硫有效地吸收生成亚硫酸根离子;来自海水脱硫吸收塔的海水流入海水恢复系统,与来自凝汽器的其余海水混合并鼓入一定量的空气,使亚硫酸根离子氧化转变为硫酸根离子,同时使海水的 pH 升高至排放标准以上,达到海水排放指标后排入大海。见式(A.1)、式(A.2):



A.3 工艺描述

A.3.1 烟气系统

烟气系统主要由进出口挡板、增压风机、烟气换热器(GGH)、旁路挡板和将设备连接起来的烟道组成。来自主机组的烟气经进口挡板,通过增压风机升压,送入 GGH 冷却后,从吸收塔底部自下而上进入吸收塔,被洗涤后的洁净烟气再次进入 GGH 加热升温至 70℃ 以上,经出口挡板门由烟囱排入大气。

A.3.2 SO₂ 吸收系统

吸收塔形式可选用填料塔或空塔喷淋,一般采用气液逆流方式。
采用填料塔时,吸收塔内一般包括海水分配器、填料、除雾器等设备或组件。来自海水增压泵的海

水进入海水分配器,通过海水分配器在吸收塔截面上均匀地流经填料层。未处理烟气则由塔下部进入,逆流向上通过填料层,在填料层中与海水进行充分接触,脱除 SO_2 。

采用喷淋塔时,来自海水升压泵的海水通过雾化喷嘴形成吸收液膜或雾化液滴,与逆流向上流动的烟气充分混合接触,吸收 SO_2 。有的技术为提高烟气分布均匀性,强化气液接触,在塔内设置一层或多层筛板。

A.3.3 海水供应系统

脱硫用海水一般取自主机组开式冷却水系统,取水点可以为虹吸井或循环水排水渠,具体位置根据全厂布置情况综合确定。海水升压泵从虹吸井或循环水渠吸取海水,升压后送至吸收塔洗涤烟气中的 SO_2 ,洗涤烟气后的酸性海水,从吸收塔底部靠重力流至海水恢复系统的曝气池。从海水升压泵到吸收塔的供水管以及从吸收塔到曝气池的排水管的管道材质通常采用加强型玻璃钢管(FRP)。

A.3.4 海水恢复系统

吸收塔内洗涤烟气后排出的海水呈酸性,而且含有大量不稳定的 SO_3^{2-} ,不能直接排入大海,必须与未经脱硫的海水混合,并鼓入大量空气,以产生大量细碎的气泡使易分解的亚硫酸盐氧化成稳定的硫酸盐。通过曝气还可以使水中的碳酸根 CO_3^{2-} 和碳酸氢根 HCO_3^- 与吸收塔排出的 H^+ 加速进行中和反应,释放出 CO_2 ,使得海水的 pH 得以恢复,并使 pH、COD、DO 等满足排放标准的要求。

A.3.5 海水水质参数表

海水水质参数表参见表 A.1。

表 A.1 海水水质参数表

序号	内 容	单位	入口水质	排水水质	脱硫增量值
1	pH	—			
2	总碱度(以碳酸钙当量来计算)	毫克当量/升			
3	盐度	‰			
4	海水温度(冬季/夏季)	℃			
5	溶解氧(DO)	mg/L			
6	化学耗氧量(COD)	mg/L			
7	固体悬浮物	mg/L			