团 体 标 准

T/CECA: 2××—201×

|  |
| --- |
|  |

**地下水源饮用水卤代烃去除技术规程**

（征求意见稿）

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

中国勘察设计协会发布

**1 总则**

1.0.1为指导我国城镇地下饮用水水源中卤代烃去除技术的工程应用，编制本规程。

【条文说明】本规程编制的目的。

1.0.2本规程适用于新改扩建的受卤代烃污染的地下水源水净化工程的工艺设计、施工验收、运行管理。

【条文说明】本条提出了本规程的适应范围。

1.0.3卤代烃去除工程除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

【条文说明】本条规定了本规范与其他标准、规范的关系。

**2 术语**

**2.0.1卤代烃(Halohydrocarbon)**

 烃分子中的氢原子被卤素原子取代后的化合物。

**2.0.2卤代烃污染水源（Halogenated Hydrocarbons Contaminated Water Source）**

由于人类生产、生活活动使卤代烃进入饮用水源水造成污染的水源。

**2.0.3曝气池曝气（Empty Tower Aeration）**

在无填料曝气塔底部，采用穿孔管或筛盘曝气头曝气方法进行水体曝气，增强卤代烃由液相向气相中的传质速率，达到去除水体中卤代烃的处理方式。

**2.0.4固定填料床（Fixed Packed Bed）**

将一定数量具有某种材质及形状的填料固定在曝气塔中，在曝气过程中气泡被固定填料切割，增大气泡的比表面积，增强卤代烃由液相向气相中传质速率的设施。

**2.0.5喷淋曝气（Spray and Aeration）**

将液体喷洒成水（雾）滴，同时利用人工曝气强化空气与水（雾）滴接触过程，使卤代烃由液相向气相中转移，达到去除水体中卤代烃的处理方式。

**2.0.6筛板曝气（Sieve Plate Aeration）**

在曝气塔内部不同高度设置一定数量的筛板，以鼓泡或喷射方式将空气由下往上穿过筛板形成气泡，与待处理水体充分接触，使卤代烃由液相向气相中转移，达到去除水体中卤代烃的处理方式。

**3 基本规定**

**3.0.1**受卤代烃污染水源水的净化工程应遵循“经济高效、因地制宜、成熟可靠”的基本原则。

【条文说明】净化工艺确定的基本原则。应同时考虑经济、效果、当地污染特征、技术成熟度等因素。

**3.0.2**卤代烃的去除技术应综合考虑经济因素与去除效率，在工程应用中，应同时考虑不同地区卤代烃的种类与分布等特征，并针对性的提出适用技术方案。

【条文说明】工艺技术方案确定依据。卤代烃去除技术有曝气池曝气、喷淋曝气、填料床曝气、筛板曝气、活性炭吸附等类型，不同技术适用范围不同，不同技术之间的投资建设成本、运行成本及根据不同种类卤代烃去除效率不同，因此在工程应用中，应针对特定卤代烃污染特征，同时考虑投资运行成本、去除效率等因素选择技术方案。

**3.0.3**确定卤代烃去除技术方案时，应优先采用成熟稳定的技术。对于研发中的新技术，应经过严格的中试试验或生产性验证，确认可靠后方可采用。

【条文说明】工艺技术方案确定原则。目前国内外地下水源卤代烃控制技术研究成果很多，除本规程提到的技术之外，还有零价铁还原、生物预处理、膜过滤、臭氧或光化学氧化等技术，但实际应用工程案例不多或没有实际应用，因此在确定技术方案时，优先采用成熟稳定的技术。若确需采用研发中的新技术，应针对实际处理水质开展严格的中试试验或生产性验证，确认效果稳定可靠后实施，以保障水质稳定达标。

**3.0.4** 确定卤代烃去除技术方案时，还应考虑符合生态安全及相关环境影响的要求。

【条文说明】卤代有机化合物具有难降解性，能在环境中持久存在，多数为毒性、巨毒性物质，对人体和环境都具有极大的危害性。而大部分卤代烃去除技术的原理都是两相间的扩散与转移过程，处理后产生的尾气或填料对生态或环境仍可能产生不良影响，因此须收集并妥善处理，达到国家相关标准要求。

**4 工艺设计**

4.1 一般规定

**4.1.1** 进行受卤代烃污染水源水的净化工程设计时，应根据需要进行现场调查，明确卤代烃污染类型，开展综合评价。

【条文说明】依托“地下水源饮用水卤代烃及硬度控制技术研究与工程示范”课题（2015ZX07406005），课题组开展了我国地下水卤代烃污染状况调研，调查区域覆盖河北、山东、江苏、宁夏、内蒙古和辽宁等 12 个省份 477 个城镇 1055 个水源地。结果显示，黄河流域卤代烃污染种类较为复杂，其次为海河流域、松花江流域和淮河流域。从污染物种类来看，检出率高于 5%的指标为四氯化碳、三氯甲烷、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷和三溴甲烷，主要分布在山东、宁夏和北京等省（市、自治区）；山东济南、江苏徐州等典型城市调研点四氯化碳超标率分别为 41.22%、23.07%。可见，不同地区受卤代烃污染种类、污染程度及分布特征不同，因此，在进行工程设计时，应首先开展水质综合评价和分析。水质评价以现行《生活饮用水卫生标准》(GB5749)为基本依据，可同时考虑纳入我国“水中优先控制污染物黑名单”中的相关卤代烃类型。

**4.1.2** 卤代烃净化工艺选择宜依据亨利系数、目标污染物初始浓度等，通过现场中试试验进行技术经济综合比选后确定，可选择适宜的单元技术或组合技术。

【条文说明】卤代烃类型及在水相中的溶解度是影响去除效果的关键因素，其中，卤代烃在水相中的溶解度可通过亨利系数表征，根据亨利定律，卤代烃的亨利系数越大，其在水相中的溶解度越小，即挥发能力越强，越容易通过曝气予以吹脱处理，可选择曝气吹脱类型处理技术；反之，亨利系数越小，其在水相中的溶解度大，挥发性弱，不易通过吹脱处理，可考虑通过增加填料或活性炭吸附等工艺予以处理。因目前相关处理技术实际应用案例较少，缺乏不同工程投资运行成本分析及相关设计经验，应在现场采用待处理水开展中试试验进行技术经济比选后确定工艺方案，适宜技术可采用单元技术或组合技术，选择时可参照下表。

根据“地下水源饮用水卤代烃及硬度控制技术研究与工程示范”课题（2015ZX07406005），课题组研究成果，喷淋曝气、活性炭吸附等工艺的处理效果还与污染物初始浓度有关，在工艺选择时应予以考虑。

表 卤代烃处理技术方案选择表

|  |  |
| --- | --- |
| 目标去除率 | 亨利系数范围（atm‧m3/mol） |
| ≥1,000 | 100-1,000 | 10-100 | <10 |
| 超10倍以内 | 空塔曝气 | 喷淋曝气 | 活性炭吸附 |
| 超标10-100倍 | 筛板曝气（小规模）或填料床曝气（大规模） | 填料床曝气 | 零价铁-活性炭或其他组合技术 |
| 超标>100倍 | 填料床曝气或组合技术 | / |

4.1.3 卤代烃净化工艺选择曝气技术时，应考虑水源水硬度影响；选择活性炭吸附技术时应考虑环境温度影响。

【条文说明】采用曝气作为卤代烃去除技术时，在水中鼓入空气，吹脱污染物的同时会吹走二氧化碳，造成水的pH升高，水中硬度过高时，钙镁离子发生沉淀会造成填料堵塞或造成填料表面结垢现象。

采用活性炭吸附作为卤代烃去除技术时，活性炭吸附效果受环境温度影响。根据本课题研究结论，三氯甲烷、四氯化碳、三氯乙烯、四氯乙烯等四种氯代烃的吸附等温线符合Freundlich方程和Langmuir方程，当四种氯代烃出水分别满足国家饮用水标准限值时（三氯甲烷60μg/L、四氯化碳2μg/L、三氯乙烯70μg/L、四氯乙烯40μg/L），对应的活性炭平衡吸附量分别为0.52、1.87、8.31、15.52mg/g。

4.1.4 卤代烃净化工艺设计目标去除率应在原水平均浓度的1.5倍安全系数基础上进行计算，若原水浓度不稳定，安全系数可采用3。

【条文说明】根据课题对济南示范区卤代烃污染的调研结果，受卤代烃污染的特定地点的地下水中卤代烃污染物含量一般较为稳定，因此，在设计目标去除率时安全系数采用1.5能保证出水水质稳定达标；个别受污染较为严重的地区，随季节变化、年份变化，浓度有所波动，但最大值与平均值的比值一般不超3，设计目标去除率安全系数可采用3。

4.1.5 卤代烃净化工艺产生尾气的构筑物宜布置在水厂最大频率风向的下风向，尾气应予以收集处置并符合环保的相关要求。

【条文说明】《大气法》第45条规定“产生含挥发性有机物废气的生产和服务活动，应当在密闭空间或者设备中进行，并按照规定安装、使用污染防治设施；无法密闭的，应当采取措施减少废气排放。”吹脱工艺产生的尾气含有卤代烃，对环境会产生影响，必须进行收集处理，处理后气体达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297）。

尾气构筑物的布置参考《室外给水设计规范》（GB50013）中加氯间、加氨间/库的布置。

4.1.6 泵房及风机车间应加装隔音设施，噪音应符合相关环境噪音控制要求。

【条文说明】泵房内水泵及风机噪音按照《工业企业噪声控制设计规范》（GBJ87）要求加装隔音设施，隔音后产生的噪音符合《工业企业噪声控制设计规范》（GBJ87）及《声环境质量标准》（GB3096）。

4.2 曝气池曝气

**4.2.1**对受污染卤代烃亨利系数较大的（≥1,000 atm‧m3/mol ），初始浓度超标10倍以内的宜选用曝气池曝气工艺。

【条文说明】当卤代烃在水相中的亨利系数较大（≥1,000 atm‧m3/mol ）时，则该卤代烃挥发性较强，在水中溶解度小，容易通过曝气予以吹脱，选用曝气池曝气工艺比较经济有效。

**4.2.2**进入曝气池的待处理水含有悬浮杂质时，应采取预处理措施。

【条文说明】若进入曝气池水含有悬浮杂质或进水浊度过高，容易堵塞曝气装置。在曝气池前可根据实际设置预处理工艺，如气浮、混凝沉淀、过滤等。

**4.2.3** 曝气池曝气系统由曝气池和曝气系统构成。

**4.2.4**曝气池个数或分格数不应少于2个，并能单独工作和放空；曝气池容积根据待处理水量和有效停留时间确定。

【条文说明】为便于后期维护维修不造成停产，曝气池须分格并可单独工作和放空。

不同的卤代烃类型所需要的停留时间不同，设计时应根据工艺去除目标、待处理水质、待处理水量分析计算，通过一定的小试、中试实验或参照经验具体确定。

**4.2.5**曝气池应密闭，水深宜为4m~6m，超高宜为0.3~0.5m；有效停留时间根据待处理水水质并通过试验确定，当无试验资料时，不宜小于15 min。

【条文说明】为防止吹脱出的卤代烃进入环境空气对周围环境、生态及人员造成危害，曝气池应密闭。为了在曝气池上面形成一个吹脱气体聚集缓冲空间，池内顶部与水面应保持适当高度，参考相关曝气池超高，可取0.3-0.5m。曝气池停留时间要结合工艺目标，结合各种因素合理确定，有条件时应通过小试或中试试验确定，以保证水质安全。

**4.2.6**曝气系统宜采用鼓风曝气方式，由进风空气过滤器、鼓风机、空气输配管系统和浸没于水体下部的扩散器组成。

【条文说明】鼓风机曝气供气效率高，气冲时间可任意调节，灵活方便。空气输配管可以采用主管和支管相结合，池底主管宜采用环形、一字型、十字型、王字型等。

**4.2.7**鼓风机应根据处理水量及曝气器数量确定，气水比宜为2:1~4:1。鼓风机的工作压力应根据管路损失和曝气设备损失等因素确定。

【条文说明】根据课题相关研究成果，综合国内外文献，汽水比在2:1~4:1较为经济有效。一般曝气量宜根据工艺要求通过计算确定，同时还需要结合设备、运行等方面因素综合选择供气量。鼓风机及曝气设备的选择参照《室外给水设计规范》（GB50014）的有关规定。

**4.2.8**空气输配管和附件应耐腐蚀、耐高温和具有良好的韧性。

【条文说明】大部分空气输配管和附件等长期浸泡至水中，采用耐腐蚀耐高温材质是延长寿命考虑；因池体体积较小，材料具有良好的韧性便于管件在池体内灵活布设，同时可承受风压变换。

**4.2.9**空气输配管总管布于池体外，管底高出池内水面不小于0.5m。水下配气管道宜采取防止最低点积水措施。输配管应分组布置，并根据需要设置控制阀。输气管空气流速干支管一般为 10m/s~15m/s，竖管和小支管一般为 4m/s~5m/s。

【条文说明】为防止鼓风机突然停止运转而导致池内水回灌进入输气管，规定风管布置应采取防止最低点积水措施。配气管最低点积水会影响到管道的过气断面，影响曝气的均匀性，因此应有曝气管最低点接排水阀、开曝气孔等防止积水的措施。

**4.2.10** 扩散器可采用微孔曝气和穿孔曝气，并应均匀分布在曝气池底部。

【条文说明】微孔曝气系统一般采用膜片式曝气器，穿孔曝气一般采用穿孔管作为曝气设备，扩散器都分布在池底，增加气液接触距离和时间，提高气液传质效率，同时曝气器应保持均匀，提高曝气效果。

**4.2.11**扩散器应布气均匀、阻力小、不易堵塞且耐腐蚀。

【条文说明】布气均匀可提高吹脱效果，避免出现曝气量低的区域由于曝气不足吹脱效果不好，而曝气量高的区域曝气量太大造成能耗浪费。采用阻力小的扩散器是基于节省能耗考虑。堵塞一方面造成曝气效果差，另一方面当停止曝气时因孔眼无法闭合，底泥或水可能通过孔眼进入曝气管，再次造成其他孔眼和局部管道堵塞。

**4.3 喷淋曝气**

**4.3.1**对受污染卤代烃亨利系数中等的（10-1,000 atm‧m3/mol ），初始浓度超标10倍以内的宜选用喷淋曝气工艺。

【条文说明】卤代烃从水相向气相的传质过程实质是卤代烃在两相间的扩散过程。根据双膜理论，卤代烃由水相向气相的传质速率主要受卤代烃类型、卤代烃在水相中的溶解度、水体湍流程度、气液接触面积、接触时间及水温等因素影响，其中卤代烃类型及其在水相中的溶解度是影响传质速率的关键因素。卤代烃在水相中的溶解度可通过亨利系数表征。通过试验验证，当卤代烃在水相中的亨利系数为10-1,000 atm‧m3/mol ，初始浓度超标倍数10倍以内时，宜选用喷淋曝气工艺。

**4.3.2**喷淋曝气工艺可根据原水水质、处理成本等特点，与其他处理工艺相互嵌套结合。

【条文说明】我国地下水资源分布甚广，受地质、水文、地下水补给和环境污染等因素的影响，不同地区地下水中污染物的组成和含量差异较大，地下水中比较常见的污染物主要是铁、锰、氨氮、硝酸盐、浊度和微生物等，部分地下水中可能还含有砷、氟等污染物。针对上述污染物，已研发了相应的处理工艺，喷淋曝气工艺可根据原水水质、处理成本等特点，与其他处理工艺相互嵌套结合。

**4.3.3**喷淋曝气系统由喷淋系统、曝气系统及回流系统构成。

【条文说明】喷淋曝气系统由喷淋系统、曝气系统及回流系统三部分构成，其中喷淋系统位于曝气系统的上部，中间由托盘承接喷淋水体。喷淋系统由潜水泵或加压泵提供动力，通过喷淋头将水体以水线（或水雾）的形式喷射到托盘，最终汇流至曝气池的前端。回流系统通过回流泵将曝气系统尾部的水体按照一定的回流比回流至曝气池的前端。

**4.3.4** 喷淋系统、曝气系统及回流系统可根据原水中卤代烃的浓度及处理水量单独或组合运行。

【条文说明】喷淋系统与曝气系统是两个相对独立的卤代烃气液相传质系统，两个系统对卤代烃的去除贡献率均在50%左右。回流系统是对喷淋系统与曝气系统处理效果的强化。喷淋系统与曝气系统可根据原水中卤代烃的浓度、处理水量及出水水质要求，可采取独立或组合的方式运行，在水质达标的前提下，减小能耗。

**4.3.5**喷淋系统位于曝气系统的上部，由喷淋装置和托盘构成。

【条文说明】喷淋系统与曝气系统均是去除水相中卤代烃的有效手段，为减小工艺占地面积，降低投资成本，宜采取喷淋系统与曝气系统上下叠加的方式布置，中间由托盘承接喷淋水体，收集后汇流至曝气池的前端。其中托盘表面积略小于曝气池表面积，且托盘边缘与曝气池边缘之间的距离宜为0.2-0.4m，便于卤代烃的逸散。

**4.3.6**喷淋装置宜选用射流（雾化）喷淋头，数量应根据喷淋头型号及输水管截面积确定，且须均匀分布并满足单个喷淋头的截面积乘以喷淋头个数小于输水管截面积的2/3。

【条文说明】喷淋装置是用喷淋头将水由上往下喷洒，水体以水线（或水雾）的形式喷射到托盘，在喷射的过程中实现卤代烃由液相向气相的传质。为增大气液传质的比表面积，提高卤代烃的传质速率，宜选用射流（雾化）喷淋头。喷淋头将液体经过加压后获得较大的动能，经过小孔后液体将以很大的速度喷射出去，在液体表面张力、粘性及空气阻力相互作用下，液体由滴落、平滑流、波状流向喷雾流逐渐转变，实现液体表面积的逐步增大。喷淋头数量应根据处理水量、喷淋头型号及输水管截面积确定，并满足单个喷淋头的截面积乘以喷淋头个数小于输水管截面积的2/3。喷淋头应均匀分布，避免射流水线交叉。

**4.3.7**托盘宜选用不锈钢材质，设围堰，并由曝气池尾部向顶部倾斜，坡降宜为0.01~0.03；托盘位于喷淋装置下部承接喷淋水体，距离喷淋装置的高度根据原水中卤代烃浓度经试验确定，一般不小于2.0m。

【条文说明】为延长构筑物的使用寿命，防止托盘生锈及其对水质产生影响，托盘宜选用不锈钢材质。托盘设置围堰，并由曝气池的尾部向前部倾斜，坡降宜为0.01~0.03，保证收集的喷淋水体按照指定的方向流入曝气池。根据室内试验及示范工程运行结论，在托盘的收集范围内，随着喷淋头与托盘间距离的增大，卤代烃的去处效果越好，一般不小于2.0m，具体距离需根据工程场地空间布局、水体中卤代烃浓度及出水浓度要求而定。

**4.3.8**曝气系统宜采用鼓风曝气方式，由空气过滤器、鼓风机、空气输配管系统、浸没于水体下部的扩散器和曝气池组成。

【条文说明】曝气系统包括鼓风曝气和机械曝气两种方式。经过试验对比，在原水卤代烃浓度与能耗相同的条件下，鼓风曝气方式对卤代烃的去处效果更优。鼓风曝气系统由空气过滤器、鼓风机、空气输配管系统、浸没于水体下部的扩散器和曝气池组成，其中空气输配管道宜选择圆形金属风管，并根据工程场地进行布局，尽量减少弯头及法兰的使用，避免产生过大的局部压力损失，增加运行成本。

**4.3.9**鼓风机的选择根据处理水量及扩散器数量确定，气水比须满足3:1~6:1。

【条文说明】鼓风机宜选择罗茨风机，规格需统筹考虑空气流量、管道沿程压力损失和局部压力损失、扩散器的局部压力损失，并经试验进行核定，保证气水比满足3:1~6:1。若气水比小于3:1，不利于水体中卤代烃的传质扩散，卤代烃去除率不高；若气水比大于6:1，水体中空气的溶解度达到饱和，继续增大气水比，对卤代烃的去除率贡献率不高，而且能耗显著增加。

**4.3.10**扩散器宜选用微气泡扩散器或剪切分散空气曝气器，并均匀分布在曝气池底部。

【条文说明】扩散器的选用需根据地下水水质特点和卤代烃去除效率确定。在曝气过程中，压缩空气与风管之间的摩擦作用使压缩空气受热，导致曝气池内扩散器的接触水体升温。如果水体中总硬度较高（以碳酸钙浓度表示，大于300mg/L），则水体发生脱碳酸作用，导致扩散器气孔处结垢堵塞，长期运行易造成鼓风机电机烧毁，因此高硬度地下水的鼓风扩散器宜选用剪切分散空气曝气器。若地下水水体总硬度不高（小于300mg/L），宜选用微气泡扩散器。

**4.3.11**曝气池可采用玻璃钢或混凝土方式构筑，根据处理水量可内设穿孔间隔墙，墙间距离不宜小于2.0m，池内水体呈现倾斜S型走向。

【条文说明】根据工程性质，曝气池可采取玻璃钢或混凝土方式构筑。为增大水体在穿孔墙之间的湍流程度，增强卤代烃在液相与气相间的传质速率，根据处理水量及曝气池的尺寸，在曝气池内部设置数道穿孔间隔墙，墙间距离宜为2.0m-4.0m。墙孔以对角线的方式布置在相邻两道墙体上，形状可设置为圆形或正方形，直径（圆）或边长（正方形）根据处理水量及墙体高度而定，使池内水体呈现倾斜S型走向。

**4.3.12**曝气池水力停留时间不宜小于15 min，曝气池水深宜为1.5m~2.5m。

【条文说明】在曝气过程中，气泡由池底向水面运动，上升过程中发生卤代烃由液相向气相的转移，在曝气量一定的条件下，曝气池的水深决定了气相与液相的接触时间，为保证卤代烃由液相向气相的传质转移，曝气池的水深至少1.5m。随着水深的加大，接触时间相应增大，但是对于低浓度的卤代烃传质动力有限，而且随着水深的增大，鼓风机在扩散器处的压力损失增大，需要消耗更多的能量，导致处理成本增加，因此综合试验结果确定曝气池水深宜为1.5m-2.5m。

**4.3.13**回流系统由回流泵及回流管道构成，通过回流泵将曝气系统尾部的水体按照回流比回流至曝气池前端；回流比可选择0~1.0，具体根据曝气池末端水体中卤代烃的浓度及试验综合确定。

【条文说明】回流系统是对曝气系统处理效果的强化，对于喷淋系统与曝气系统联用条件下，若出水卤代烃浓度仍不能达到水质标准时，可启用回流系统。回流比可选择0-1.0，具体回流比可根据曝气池末端水体中卤代烃的浓度及试验结果综合确定。

4.4 填料床曝气

**4.4.1** 填料床曝气系统由曝气池、填料和曝气管路等组成。

【条文说明】对于挥发性较低的卤代烃，可采用填料床曝气。填料床曝气是在曝气池内设置一定厚度的填料层，水、气两相在填料层充分接触，增加气液接触面积，水中的污染物卤代烃被气流带走，达到净化水质的目的。

**4.4.2** 曝气池应根据原水水质和处理需求来选定，可采用固定床、流化床的曝气形式。

【条文说明】国家水专项“地下水源饮用水卤代烃及硬度控制技术研究与工程示范”课题（2015ZX07406005）对固定床和流化床形式进行了对比研究，流化床吹脱效果较空塔曝气提升10%-30%；固定填料床吹脱效果较流化床提升5%-15%。

**4.4.3** 采用固定床形式时，曝气池可采用腾跃式结构，填料层数可为1层~3层，填充比40%~60%。

【条文说明】采用腾跃式结构可提高气体和液体的混合程度，填充比应控制在合理范围内，填充比＜40%时对卤代烃去除率提升有限，继续增加填充比，去除率呈上升趋势，填充比达到60%，卤代烃去除率增加趋缓，且高填充比容易堵塞填料。

**4.4.4** 采用流化床形式时，曝气池可采用上向流、下向流的方式，填料填充比15%~30%。

【条文说明】采用流化床时，由于填料会发生碰撞，导致填料破损，因此应采取一定的技术措施，防止填料从曝气池流出。

**4.4.5** 曝气吹脱池水力停留时间为15 min，曝气水深不小于2 m，曝气强度为6-8 L/(m2·h)。

【条文说明】国家水专项“地下水源饮用水卤代烃及硬度控制技术研究与工程示范”课题（2015ZX07406005）研究了初始浓度、气水比、停留时间、填充比等因素对填料床运行效果的影响，气水比和曝气强度是影响吹脱效果的关键因素，初始浓度影响不大。

**4.4.6**填料材质可采用金属、陶瓷、塑料等，可选用拉西环、鲍尔环、聚丙烯多面空心球等填料类型。

【条文说明】填料的类型也是影响去除率的一个重要因素。通常的填料层中应用较多的填料有拉西环、鲍尔环、聚丙烯多面空心球等。不同类型的填料，由于其结构特点及组合方式各不相同，在填料表面所形成的气液接触面积也不一样，进而传质效率也各有差异。国家水专项“地下水源饮用水卤代烃及硬度控制技术研究与工程示范”课题（2015ZX07406005）研发了适于固定填料床的组合式风叶结构填料，该填料传质系数高，解决了传统填料孔隙率小，随机堆积，流道曲折，容易结垢堵塞等问题。

4.5 筛板曝气

**4.5.1**对受污染卤代烃亨利系数较大的（≥1,000 atm‧m3/mol ），初始浓度超标在10-100倍的可选用筛板曝气工艺。

【条文说明】卤代烃从水相向气相的传质过程实质是卤代烃在两相间的扩散过程。根据双膜理论，卤代烃由水相向气相的传质速率主要受卤代烃类型、卤代烃在水相中的溶解度、水体湍流程度、气液接触面积、接触时间及水温等因素影响，其中卤代烃类型及其在水相中的溶解度是影响传质速率的关键因素。卤代烃在水相中的溶解度可通过亨利系数表征。通过试验验证，当卤代烃在水相中的亨利系数为≥1,000 atm‧m3/mol ，初始浓度或超标倍数在10-100倍范围内时，宜选用筛板曝气工艺。

**4.5.2**筛板曝气系统由塔、筛板、曝气管路等构成。筛板材料宜采用不低于S304材质的不锈钢。

【条文说明】为延长构筑物的使用寿命，防止筛板生锈及其对水质产生影响，筛板宜选用不锈钢材质。

**4.5.3**筛板孔在有效传质区内一般按三角形排列；筛板孔直径范围3 mm -7 mm，孔中心距与空直径之比为2.5-5，开孔率0.05-0.15。

【条文说明】筛板孔的小孔直径是一个重要参数，小则气流分布较均匀，操作较稳定，但加工困难，容易堵塞。目前工业筛板塔常用孔径为3～7mm。筛板开孔的面积总和与开孔区面积之比称为开孔率，是另一个重要参数。在同样的空塔速度下，开孔率大则孔速小，易产生漏液，降低效率，但雾沫夹带也减少；开孔率过小，阻力大，易造成大的雾沫夹带和液泛，限制塔的生产能力。通常开孔率在5～15%。筛孔一般按正三角形排列，孔间距与孔径之比通常为2.5～5。

**4.5.4**筛板应设置出水堰，控制折流进出水，堰高宜为40mm-80mm，堰长与筛板直径比宜为0.6-0.75，边缘无效区宜为50mm，入口/出口安定区宜为50 mm。

【条文说明】筛板设置出水堰的目的是保证塔板上有一定厚度的液层,使气体通过塔板时与液相充分接触，一般取40-80mm；为降低溢流泛液风险，堰长与筛板直径比为0.6-0.75；为保证筛板安装，在靠近塔壁的塔板部分需留出一圈边缘区供支撑塔板的边缘之用，称无效区，结合工程经验，宜取50mm；开孔区与溢流区之间的不开孔区域为安定区，其作用为使降液管流出液体在塔板上均匀分布并防止液体夹带大量泡沫进入降液管，为减少漏液量，入口/出口安定区宜取50 mm。

**4.5.5**曝气管与塔底距离宜为200m-300mm，筛板与曝气管距离宜为1.5m-2.0m。

【条文说明】曝气是促进气体与液体之间物质交换的一种手段，根据工程经验，曝气管与塔底距离200-300mm时，可有效的保证物质交换效果，并防止底部出现杂质沉积。筛板与曝气管需保持一定的距离，保证物质交换过程需要的时间，一般取1.5-2.0m。

**4.5.6**曝气塔稳定系数k不小于1.5，曝气停留时间为25min~45min，曝气气孔流速为10 m/s ~20m/s，曝气强度5 L/m2.h -10L/m2.h，曝气水深不小于2m，气水比宜在10:1~20：1之间。

【条文说明】筛板的操作有一个下限气速，当气速低于此值时，筛板就开始漏液，称为漏液点。为避免曝气塔运行过程中产生的漏液现象，稳定系数k不小于1.5。

在曝气过程中，气泡由池底向水面运动，上升过程中发生卤代烃由液相向气相的转移，在曝气量一定的条件下，应有一定的曝气时间保证去除效率，宜取25min-45min，另外，曝气池的水深决定了气相与液相的接触时间，为保证卤代烃由液相向气相的传质转移，曝气池的水深至少2m。随着水深的加大，接触时间相应增大，但是对于低浓度的卤代烃传质动力有限，而且随着水深的增大，鼓风机在扩散器处的压力损失增大，需要消耗更多的能量，导致处理成本增加。

曝气量的大小，对卤代烃的转移也发挥重要的作用，气孔的流速，影响稳定系数及设备运行能耗，因此，综合各种因素，曝气气孔流速宜为10~20m/s，气水比10:1~20：1。

**4.6 活性炭吸附**

4.6.1 对受污染卤代烃亨利系数较小的（＜ 1×10-3 atm‧m3/mol）宜选择颗粒活性炭吸附工艺。

【条文说明】当卤代烃的亨利系数较小时，采用曝气池、喷淋等单纯的曝气吹脱工艺难以有效去除水中的卤代烃，宜选择活性炭吸附工艺更有效，更经济。

4.6.2当处理水量大（如大于5万m3/d）时，活性炭吸附宜选用混凝土滤池形式并采用重力式过滤；当处理水量小时，活性炭吸附宜选用不锈钢滤罐形式并采用加压过滤。

【条文说明】基于建设成本考虑，处理水量小时，采用不锈钢滤罐加压过滤更为经济，而处理水量较大时，则采用混凝土滤池重力式过滤更为经济。

4.6.3采用重力式过滤时，颗粒活性炭滤料的粒径宜为8×30目（0.60~2.36 mm），采用加压过滤时，颗粒活性炭滤料的粒径宜为12×40目（0.42~1.70 mm）。

【条文说明】采用混凝土滤池重力式过滤时，过滤水头有限，应采用粒径较大的活性炭滤料；而采用不锈钢滤罐加压过滤时，过滤水头可以较高，采用粒径较小的活性炭滤料，有利于提高活性炭吸附能力的利用率。

4.6.4活性炭吸附进水浊度一般不大于1 NTU，当进水浊度较高时，需进行降浊处理。

【条文说明】若活性炭吸附池的进水浊度过高，会造成滤池堵塞，增加过滤水头损失，缩短过滤周期，同时会减少滤床对卤代烃的吸附能力。

4.6.5 活性炭吸附的设计滤床空床接触时间（EBCT）一般在10-20 min，过滤速度在5~25 m/h，对较不易被活性炭吸附卤代烃，应适当增加EBCT。具体空床接触时间可开展小试和中试实验予以确定。

【条文说明】大量中试和现场实验结果表明，对于大多数适合用活性炭吸附去除的卤代烃，空床接触时间在10-20 min范围，均能保证很好的经济有效性。活性炭吸附对卤代烃的去除能力不能仅凭亨利系数的大小判断，水中容易被活性炭吸附的物质种类有很多，浓度很可能也比卤代烃大，因此存在竞争吸附问题。对于那些前期较少开展过活性炭吸附研究的卤代烃污染水体，开展小试和中试研究对于活性炭吸附池的设计和优化运行具有重要指导意义。

4.6.6 当活性炭滤床水头损失达到最大允许值时，应进行反冲洗。

【条文说明】受卤代烃污染水体中可含有一定浓度的胶体物质（引起浊度的物质），这些物质被活性炭滤池截留，造成水头损失增大，以致过滤速度降低，吸附能力下降。活性炭吸附池的反冲洗方式与一般活性炭滤池的反冲洗方式一致。

4.6.7当活性炭滤床滤后卤代烃浓度超标时，需对活性炭进行更换或再生。当活性炭的量较少时，更换更为经济，而当活性炭的量较大时，再生更为经济。

【条文说明】当活性炭滤床滤后水卤代烃浓度超标时，表明该滤床已经穿透，活性炭的吸附能力已经饱和。根据文献研究结果，当活性炭的消耗量大于约1吨/天时，在厂区原位再生更具经济性，否则更换更为经济。

4.6.8在活性炭滤床的设计和运行过程中应统筹考虑经济因素予以优化，使活性炭的更换或再生周期不短于500天。

【条文说明】从经济上考虑，活性炭更换及再生周期不能太短，故需在设计和运行过程中应不断优化参数，尽量延长更换或再生周期，降低运行成本。若活性炭的更换或再生周期过短，表明用于该卤代烃的去除不具有经济适用性，可根据该卤代烃的亨利常数，考虑选用填料塔吹脱 (packed tower aeration, PTA)工艺。另外，活性炭的更换或再生周期过短还可能是水中含有较高浓度的、能与卤代烃竞争活性炭吸附位点的物质，可适当调整前处理工艺。

4.6.9具体的反冲洗周期、活性炭再生或更换周期等工艺参数，可针对不同卤代烃污染特点开展小试和中试实验予以确定。

【条文说明】不同原水的卤代烃浓度可能存在很大差别，而不同原水中容易被活性炭吸附的物质种类有很多，浓度很可能也比卤代烃大，不仅存在浓度差异问题而且还有竞争吸附问题。因此，针对特定的待处理水体应开展小试和中试实验，以确定活性炭反冲、再生及更换等工艺参数。

**5 尾气收集与处置**

**5.1 尾气收集**

**5.1.1** 尾气收集宜采用吸气式负压收集，收集系统主要由抽风机和收集风管组成。

【条文说明】使用收集风管、抽风机使收集风管保持一定负压，可以有效防止尾气外溢。

**5.1.2**抽风机宜选择长轴距且自带冷却系统的机型，配备宜一用一备，并根据尾气收集量确定，尾气收集量可按曝气量的110%设计。

【条文说明】因抽风机处于长期工作状态，为降低故障考虑，选择长轴距并自带冷却系统的风机机型；考虑尾气泄露，泄露按曝气量的10%计。

**5.1.3** 收集风管宜采用玻璃钢、UPVC 、不锈钢等耐腐蚀材料；制作与安装应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。

**5.1.4** 尾气收集风管应设置支架、吊架和紧固件等附件，管道支架的间距应符合《通风管道技术规程》 JGJ 141 的有关规定。

【条文说明】风管安装后，支、吊架受力应均匀，且无明显变形，风管支、吊架均应避开风口处或阀门、检查门和其他操作部位。

**5.2.5** 各并联收集风管的阻力应保持平衡，各吸风口宜设置带开闭指示的阀门。

【条文说明】为便于风量平衡和操作管理，各吸风口宜设置带开闭指示的阀门。

**5.2.6** 收集风管管径和截面尺寸应根据风量和风速确定，干管风速宜为 6m/s~14m/s，支管风速宜为 2m/s~8m/s。

【条文说明】为使管道系统经济合理，应确定适当流速。

**5.1.7** 尾气吸风口可设置于通风管出口点，设置点应防止设备和曝气池内部气体短流和水处理过程中的水或泡沫进入。

【条文说明】为便于后期尾气吸附装置维修期间不停止水厂运行，可在尾气吸风口设置通风管出口点，以采取应急措施处理吹脱尾气。

**5.2 尾气处置**

**5.2.1** 尾气处置宜选用采用活性炭吸附或组合处理措施，尾气处置系统主要包括干燥预处理和吸附处理等部分。

【条文说明】采用活性炭吸附处理有机废气的工艺成熟经济。活性炭吸附前应进行干燥处理，曝气吹脱过程中产生的尾气含有大量的水分，这些水分会降低活性炭对卤代烃污染物的吸附能力，影响处理效果。

**5.2.2**干燥系统应根据污染物浓度和排放要求确定，可采用单级或多级干燥。采用多级干燥时，前级宜采用不影响后续干燥功能的干燥工序。

**5.2.3**干燥处理可选用除湿机，除湿机的选择应根据尾气风量、湿度、目标湿度值、单位除湿量等确定，设计目标湿度值不小于50%。

【条文说明】由于吹脱工艺产生的尾气量大且流速快，选择除湿机效果更好，其选择应根据设计参数和除湿目标计算确定。

**5.2.4**选择活性炭吸附时应选择气相吸附活性炭，活性炭吸附的空床停留时间不小于7s，强度不低于95%，填充层厚度1-2m，通气速度0.2-0.4m/s。

【条文说明】气相吸附活性炭有别于液相吸附活性炭，应根据吸附的目标气体选择活性炭类型，一般为柱状颗粒活性炭。随着活性炭生产制造水平的不断提高，气相吸附活性炭可通过调整活化工艺，调整微孔分布并负载不用的催化剂，从而实现选择性强、吸附容量大、吸附速度快的专用活性炭。设计活性炭吸附停留时间时，应根据气流速度、活性炭性质、待处理气体内污染物浓度等进行试验或经验确定。根据调研，活性炭吸附处理VOCs类，吸附单元表馆速率宜控制在0.2-0.6 m/s，穿透厚度大于400mm。作为公用事业的饮用水厂，建议保守参数通气速率在0.2-0.4 m/s之间，，活性炭厚度在1-2m。根据相关文献研究，建议吸附停留时间不小于7s。

**5.2.5**活性炭的再生次数和更换周期，应根据尾气排放要求和活性炭吸附容量等因素确定。

【条文说明】炭再生周期由处理后尾气中卤代烃的含量和活性炭吸附容量确定，需监测尾气排放质量、评估活性炭吸附容量后确定。

**5.2.6**尾气处理设施宜放置于室内，露天放置的应根据当地气温和气候条件采取防冻、防雨及保温等措施。

【条文说明】尾气处理设施包含除湿机等电器设备，基于防雨、防冻及保温等考虑，最好置于室内，条件不允许的，应采取相应措施。

**6 施工与验收**

6.1 施工

6**.1.1**施工前应熟悉设计文件和设备安装要求，并进行施工图和设备安装技术交底。

【条文说明】关于施工前进行技术交底的原则规定。为确保施工质量，要求所有涉及或是参与到本工程施工的技术及管理人员必须充分了解和掌握施工图纸的设计意图、工艺特点及设备安装的要求，为此，必须做到设计、项目管理和施工等相关方之间的技术交底。

**6.1.2**设备安装前，应按设计和设备允许的偏差对设备基础、几何尺寸等进行矫正。

【条文说明】关于设备安装前进行复检和校正的原则规定。为确保设备正常运行，安装前，应审查设计图纸与现场设备基础、预埋件位置、几何尺寸、坐标、标高等方面是否一致或控制在允许偏差范围内，发现问题及时进行校正。

**6.1.3**设备与供电电缆、供水和供气管道及其他设备的连接应正确，且不得遗漏，并应清除连接管道及设备内部的杂物。

【条文说明】关于设备与其他设备连接的规定。

**6.1.4**塔盘安装前，应清除表面油污、焊渣、铁锈、泥沙及毛刺等杂物，对塔盘零部件还应编注序号。

【条文说明】关于塔盘安装要求。塔盘安装后不便于清理，对塔盘零部件编注序号，以方便吊装。

**6.1.5**塔体安装的允许偏差应符合下列要求：

 1 中心线位置：塔体外径不大于2m的允许偏差为5mm，塔体外径大于2m的允许偏差为10mm。

 2 铅垂度的允许偏差为塔高度的千分之一，且不得超过30mm。

【条文说明】关于塔体安装的允许偏差规定。安装时，只有保证塔体垂直，才能保证塔板有良好的水平度。如果塔体歪斜，塔板不能保持水平，必然造成塔板上液层厚薄不均，从而影响处理效果。

**6.1.6**塔体安装时宜设置减震器，安装合格后应进行水平测试，各测点差值趋于0；塔板应保持水平并严格控制塔板间距；填料塔中装填填料前应先去除填料表面粉尘，填料支撑的不平度应小于塔内径的1/500。

【条文说明】减震器的设置，可减少塔的震动，方便安装，确保安装质量；塔板水平且合理的塔板间距可控制雾沫夹带量；填料支撑结构应平稳牢固。

**6.1.7**塔安装完毕后，应清除内部杂物；无法进行人工清扫的，可用蒸汽或空气吹扫并及时去除水份。

【条文说明】关于塔清扫的规定。

**6.1.8** 曝气管道安装前，应将管道吹扫干净；曝气管道安装时应符合下列规定：

 1 同一组曝气设备标高的允许偏差宜为±2mm，水平度允许偏差宜为±2mm。

 2 不同组曝气管道标高的允许偏差宜为±5mm。

 3 安装完成后应进行曝气均匀性试验，合格后方可进行填料铺装。

【条文说明】关于曝气管道安装的规定。曝气管道安装不平整会导致曝气不均匀。

6.1.9 喷淋管道应固定牢靠，喷淋管道安装后轴线位置允许偏差5mm。

【条文说明】关于喷淋管道安装的规定。减小轴线偏差，可保证喷淋效果。

6.1.10喷嘴应通畅无堵塞，其安装方向及雾化角度应符合设计要求。

【条文说明】关于喷嘴安装的规定。喷嘴安装符合设计要求，使喷射面积均匀，压力和流量均衡，以保证雾化效果。

**6.1.11**防腐蚀涂层施工环境温度宜为10℃～30℃，相对湿度不宜大于85% 。

【条文说明】关于防腐涂层施工的规定。防腐蚀涂层施工时当空气相对湿度超过85%时，如果气温有所下降，或者被涂物表面温度因某种原因比气温稍低，表面就可能结露，因此防腐涂装时的空气相对湿度一般规定不能超过85%。

**6.1.12**混凝土构筑物的土建施工应符合《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的有关规定。

【条文说明】关于混凝土构筑物施工的规定。

**6.1.13**风机类等机械设备安装应符合《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275的有关规定。

【条文说明】关于风机类等机械设备安装的规定。

**6.1.14**配套管道和其他机电设备安装工程的验收应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268）要求。

【条文说明】关于配套管道及其他机电设备等安装的规定。

6.2 验收

**6.2.1**工艺单元安装完成后应按《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB 50141）进行满水试验。

【条文说明】关于工艺单元构筑物验收的规定。

**6.2.2**风机等设备应按设计要求的最多开启台数作48h运转试验，并测定曝气量和机组功率。

**6.2.3**塔类设备应进行压力试验。压力试验包括耐压试验和气密性试验。对在制造厂已作过耐压试验且有试验合格证的塔，可不作耐压试验，但应在设计压力下用气体或液体检测其气密性。

【条文说明】关于塔类设备压力试验的规定。塔设备、进出口管道、各类仪表安装后应进行气密性试验。试验压力为设计压力，至少保持30min,检查各连接部位及焊缝有无渗漏。

**6.2.4** 曝气设备应做清水养护，曝气管、曝气器应按设计要求进行各项性能试验，出气应均匀，无漏气现象。

【条文说明】关于曝气设备养护及曝气管、曝气器性能试验的规定。

**6.2.5**喷淋装置应做喷淋试验，按技术要求通入具有一定压力和流量的清洁水，喷淋装置在池截面上应分布均匀，喷孔不得堵塞。

【条文说明】关于喷淋试验的规定。喷淋装置作用是将液体均匀地喷洒在池截面上，喷淋不均匀，会增加沟流和壁流现象，影响处理效果。

**6.2.6**与水接触的材料应符合《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T17219的有关规定。

【条文说明】涉水设备和材料的卫生要求。根据《城市供水水质管理规定》，净水剂及与制水有关的材料等实施生产许可证管理的，城市供水单位应当选用获证企业的产品。

**6.2.7** 配套管道和机电设备安装工程的验收应符合现行有关标准和设计要求。

【条文说明】关于配套管道及机电设备安装的规定。

**6.2.8**验收后应进行系统调试。调试前应根据工艺设计要求制定调试方案，进行风险分析并制订对策；调试后应编制调试报告，记录包括调试过程、各设备仪表参数、水量水质数据等。

**7运行管理**

7.1 检测与监测

**7.1.1**水厂应建立水质监测制度，配备检测人员和检测设备，定期对原水、重要工艺段出水、出厂水等进行水质监测，相关监测记录应真实、完整、清晰并存档。

【条文说明】水厂的水质监测制度除执行《城市供水水质标准》CJ/T 206的规定外，应重点管控关键工艺出水的重要水质指标，并根据水质监测制度配备相应的检测人员和检测设备，以保障检验工作的开展，相关监测数据用于指导水厂精细化运行管理。

7.1.2对卤代烃指标的监测应符合水厂工艺设计要求，其余检测项目和检测频次应符合《城市供水水质标准》CJ/T 206的规定。当水源水质突变时，应结合实际调整水质监测项目，加大检测频率。

【条文说明】应适当提高对关键工艺段、重点污染物（卤代烃）的检测频率，水质目标符合工艺设计要求；当更换水源或水源水质发生改变时，应根据实际情况，提高检测频率，并适当调整检测频率较高的水质指标；其余检测项目和检测频率执行《城市供水水质标准》CJ/T 206的规定。

7.1.3 水厂出水应有专业第三方检测机构进行定期监测，检测项目应符合《生活饮用水卫生标准》GB5749的规定。

【条文说明】供水企业建立水质检测实验室，目的是指导水厂运行，保障出水水质，其检测能力根据地区、供水规模等要求不同，山东省供水企业自建化验室检测能力分为A、B、C三个等级，C等级化验室满足日检项目的检测能力即可。根据《城市供水水质标准》CJ/T 206，水厂出水每月不少于1次《生活饮用水卫生标准》GB5749的常规检测，以地表水为水源每半年1次全部指标的检测，以地下水为水源每年1次全部指标的检测，对月检项目可部分项目委托第三方机构检验，对年检、半年检项目应委托具有资质的第三检测机构定期检测。

7.1.4水厂宜安装在线水质监测设备，建立水质预警系统。

【条文说明】参考《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ58-2009中关于在线监测及水质安全保障的相关要求。应设置一定数量的在线监测仪表，建立完善水质预警系统。目前pH、余氯、浑浊度、高锰酸盐指数等水质在线监测设备较为普及，对于主要水质参数实现在线监测，不仅可实现无人值守、降低人工检测频率，减少工作量，同时可根据历史数据实现水质异常预警预报，提高水质安全保障能力，是建设智慧水务、智慧城市的重要基础设备设施，水厂可根据经济水平有侧重点的选择配置，但选择设备应达到所需的灵敏度和准确度，并定期进行校准维护及检测质量控制。

7.1.5水厂应定期对尾气处理系统的泄漏情况进行监测，并符合《挥发性有机物无组织排放控制标准》GB37822的规定。

【条文说明】水厂根据尾气处理系统的实际情况，自行制定尾气泄漏监测计划，包括泄漏测试布点、气体采集、检测频率及巡查等，无相关检测能力可委托专业第三方检测机构开展。泄漏部分气体属于无组织排放气体，相关结果应符合《挥发性有机物无组织排放控制标准》GB37822的规定。

7.1.6水厂应定期对清水池进行清洗和微生物检测，有条件的宜进行生物风险评估。

【条文说明】参考《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ58-2009中关于清水池卫生防护的要求，清水池清洗后进行消毒处理，检测水质确认清洗效果后恢复使用；有条件的，可应定期检测清水池出水的生物多样性及水平，采用氯消毒工艺的尤其应重点关注耐氯菌，评估其来源、灭活效率、危害及对后续管网生物稳定性的影响等。

7.1.7水厂水质检测的人员须经卫生知识和专业技术培训，定期健康查体，持证上岗。

【条文说明】参考《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ58-2009中关于水质安全保障的要求。供水厂直接从事制水和水质检验的人员，必须经过卫生知识和专业技术培训，培训合格同时须按照当地卫生行政主管部门的要求每年进行一次健康体检，持证上岗。

7.2 运行与维护

7.2.1 水厂生产人员须经专业技术和安全培训，熟悉相关运行及安全的标准规范，掌握设备的结构性能、开停机操作程序、巡检维护方法和安全技术并持证上岗。

【条文说明】为保证安全生产、水厂各工序、仪表设备等的连续稳定运行，对水厂生产人员提出的技术及培训要求。

7.2.2 水厂生产人员须严格执行厂站设备管理制度、巡检作业标准、交接班制度和安全技术规程等相关规定。

【条文说明】为保证安全生产、水厂各工序、仪表设备等的连续稳定运行，对水厂生产人员提出的遵规守纪要求。

**7.2.3**生产人员应掌握水厂工艺的基本流程、操作参数、水质信息，并做好生产和运行数据记录，记录应真实、完整、清晰并存档。

【条文说明】系统运行过程中，运行管理人员的专业能力和对工艺流程的熟悉程度，影响运行效果和运行成本控制，对运行数据予以记录包括药剂投加量、滤池反冲洗情况、各工段水质数据、水泵风机等开启情况等等均应真实、完整、清晰予以记录。

**7.2.4** 对卤代烃去除设备设施应定期维护检修，维护检修应符合下列要求。

1、对土建构筑物及附属设施每5年进行1次检修；对阀门、曝气设施、冲洗设备、电气仪表及附属设备等每月进行1次检修；对暴露铁件每年进行1次防腐处理；对部分不能修复的设备及时予以更换；对传动部件及时做好润滑保养；及时做好设备设施及周边环境的清洁。

2、对塔式设备的维护检修工作不宜太频繁，应综合考量大、中、小修期的时间和内容；检修时，应关闭塔内各物料管路阀门，倒空物料并加堵盲板。

3、对曝气设施如固定填料床或喷淋填料塔等进行大型修缮时，应检查曝气设施的曝气性能、填料生物承载能力和物理性能及控制阀门、管道与附属设施等，出现问题的及时补充、修理或更换。检修后，曝气设备、布气设施连接、接触部位连接、曝气气泡以及填料性能、填充率、填料的承载设施等应符合工艺设计要求。

4、对固定填料及其曝气吹脱池应定期清洗，清洗时宜采用高压水枪。

【条文说明】为保证设备设施能保持高效稳定的运行，在运行过程中遵守日常保养、定期维护和大修理的三级维护检修制度。其中定期维护属于阶段性工作，是及其重要的设施维护环节，根据不同设备设施的特点每月、每年或一年1~2次不同的进行全面巡查、检查、清扫、维修。对异常情况及时检修或安排计划检修，而对设备设施进行全面强制性的检修或大修理，宜列入年度计划实行，并由专业检修人员负责，保证设备设施恢处于良好的工作状态。

**7.2.5** 对尾气收集与处置系统应定期维护检修，维护检修应符合下列要求。

1、尾气收集处理系统的维护检修与生产工艺设备同步运行。当发生故障或检修时，对应的生产工艺设备应停止运行，不能或无法及时停止运行的，应设有尾气应急处理设施或采用其他代替措施。

2、尾气收集系统的输送管道应密闭并在负压下运行。若处于正压状态，应按照《挥发性有机物无组织排放控制标准》GB37822中的相关规定对输送管道组件的密封点进行泄漏检测与修复，并予以记录。

3、对活性炭性能降低到设计要求或影响排放气体处理效果时，应对活性炭进行再生或更换。

【条文说明】尾气收集系统与吹脱工艺息息相关，两个环节的工艺设备发生故障或须停机检修时，对应的设备同步停止运行，或采取应急措施。

若尾气收集系统处于正压状态下运行，一旦系统出现泄漏，属无组织排放范畴，应按照《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822）要求进行捡漏和测定，发现问题及时修复。

根据活性炭吸附特性，随着吸附量的增加，活性炭吸附性能下降，当活性炭吸附性能下降到一定程度，导致排放气体中卤代烃含量超过相关环境质量标准时，须对活性炭进行再生或更换。再生或更换根据经济性确定，再生或更换期间水厂需停产或更换未被卤代烃污染的水源以停止吹脱工艺。

7.3 安全防护措施

7.3.1水厂生产人员进入泵房车间须穿戴防护用具，按照专业技术规程安全操作。

【条文说明】对水厂生产人员安全防护的相关要求。

7.3.2设备设施之间应设置安全通道，需工作人员频繁维护的设备设施应修筑通道并加装护栏。

【条文说明】对水厂安全生产及防护的相关要求。

7.3.3关键设备旁应设置操作规程和注意事项，鼓风机、配电室等具有危险性的位置应设置安全警示标志。

【条文说明】对水厂安全生产及防护的相关要求。

7.3.4活性炭等吸附填料更换后不得随意堆放，应集中收集并妥善处理。

【条文说明】吸附后的活性炭等填料属于有毒有害固体，且微观上讲，如活性炭等填料的物理吸附是一个可逆的过程，在外界温度等环境条件变化时，可能出现解析现象，释放出部分已经吸附的有毒有害气体，故应集中收集，可委托有专业固体废弃物处理资质的机构予以妥善处置。

7.3.5水厂消防器材应配置合理，符合消防相关要求；生产人员须掌握消防器材的使用方法，并定期开展消防演练。

【条文说明】对水厂安全生产及消防的相关要求。

**本规程用词说明**

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，正常情况下都应该这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应按………执行”或“应符合……的规定”。

**引用标准名录**

（1）《生活饮用水卫生标准》（GB5749）

（2）《地下水环境质量标准》（GB/T14848）

（3）《给水排水工程基本术语标准》（GB/T50125）

（4）《区域地下水污染调查评价规范》（DZ/T 0288）

（5）《室外给水设计规范》（GB50013）

（6）《城镇给水排水技术规范》（GB50788）

（7）《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019）

（8）《煤质颗粒活性炭 气相用煤质颗粒活性炭》（GB/T 7701.1）

（9）《煤质颗粒活性炭 净化水用煤质颗粒活性炭》（GB/T 7701.2）

（10）《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB50141）

（11）《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ 58）

（12）《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822）

（13）《通风与空调工程施工质量验收规范》 （GB 50243）

（14）《通风管道技术规程》 （JGJ 141）

（15）《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB 50141）

（16）《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》（GB50275）

（17）《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T17219

（18）《城市供水水质标准》（CJ/T 206）