

# 油田采出水处理设计规范 GB 50428 修订的主要内容及其说明

陈忠喜<sup>1</sup> 舒志明<sup>1</sup> 何玉辉<sup>1</sup>

**摘要:** 针对《油田采出水处理设计规范 (GB 50428—2007)》实施中发现的不足及技术的发展要求, 对该规范进行了完善和修订, 同时补充近年来行业标准规范中新制定的一些主要内容, 形成了《油田采出水处理设计规范 (GB 50428—2015)》。新规范新增了16个条目, 取消了3项条款, 新规范在实施过程中应注意三方面问题: 必须严格遵守强制性条文; 明确设计规模与设计计算水量的关系; 正确计算过滤器设计滤速。该规范是油田采出水处理工程设计的国家标准, 对于做好油田采出水工程设计与建设具有重要作用。

**关键词:** 油田采出水; 水处理; 设计规范; 修订

Doi: 10.3969/j.issn.1006-6896.2016.8.001

## The Main Revisions of Code for Design of Oilfield Produced Water Treatment (GB 50428) and Their Description

Chen Zhongxi, Shu Zhiming, He Yuhui

**Abstract:** In view of problems and developing needs, the code for design of oil field produced water treatment (GB 50428—2007) was improved and revised, some main content of the new industry standard specification was added, too. The new code for design of oil field produced water treatment (GB 50428—2015) was formed in which 16 items were added and 3 items were canceled. There are 3 aspects need to be paid more attention: strictly comply with mandatory provisions; clear the relationship between design scale and design water quantity calculation; correctly calculate the design filter speed of the filter. As a national standard, this code is significantly for designs and construction of produced water treatment in the production practice.

**Key words:** oilfield produced water; water treatment; code for design; revision

根据住房和城乡建设部《关于印发2013年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标[2013]6号)的文件要求, 国家标准《油田采出水处理设计规范 (GB 50428—2007)》<sup>[1]</sup> (简称原规范) 的修订编制工作, 在石油工程建设专业标准化委员会设计分标委的指导下, 由大庆油田工程有限公司主编, 会同中国石化石油工程设计有限公司、中国石油辽河工程有限公司、西安长庆科技工程有限责任公司、新疆石油勘察设计研究院, 于2015年共同完成规范修订工作并通过审查。2015年12月3日, 中华人民共和国住房和城乡建设部发布关于国家标准《油田采出水处理设计规范》第1000号公告, 正式批准《油田采出水处理设计规范 (GB

50428—2015)》<sup>[2]</sup> 为国家标准 (简称新规范), 自2016年8月1日起实施, 原国家标准《油田采出水处理设计规范 (GB 50428—2007)》同时废止。

## 1 修订的必要性

根据自2008年1月1日《油田采出水处理设计规范 (GB 50428—2007)》实施以来的效果, 针对实施中发现的不足及技术的发展对标准进行补充、完善和修改。

随着国内外一些成熟的油田采出水技术新工艺、新技术的逐步应用, 需要对原规范中有关内容进行补充。近年来, 在石油工程建设专业标准化委员会设计分标委领导下, 先后制订了《油田含聚及

<sup>1</sup>大庆油田工程有限公司

强腐蚀性采出水处理设计规范》、《油田水处理过滤器》、《除油罐设计规范》、《油田含油污泥处理设计规范》、《油田采出水注入低渗与特低渗油藏精细处理设计规范》、《油田采出水用于注汽锅炉给水处理设计规范》、《油田采出水生物处理工程设计规范》等行业标准规范，而这些行业标准规范中的一些主要内容需要补充到国标《油田采出水处理设计规范》中。

## 2 修订前后主要变化

原规范共分十一章，即总则（5条），术语（18条），基本规定（15条），处理站总体设计（34条），处理构筑物及设备（46条），排泥水处理及泥渣处置（19条），药剂投配与储存（12条），工艺管道（16条），泵房（13条），公用工程（26条），健康、安全与环境（HSE，3条），共计207条。

新规范共分十章，即总则（5条）、术语（20条）、基本规定（20条）、处理站总体设计（34条）、处理构筑物及设备（51条）、排泥水处理及污泥处置（20条）、药剂投配与贮存（13条）、工艺管道（16条）、泵房（13条）、公用工程（31条），共计223条。

新规范与原规范相比的条文数变化与重点修订内容见表1。

表1 新规范与原规范相比的条文数变化与重点修订内容

章	原规范 条目	新规范 条目	重点修订内容
1	5	5	
2	18	20	增加了排泥水、污泥浓缩罐（池）两条术语
3	15	20	对调储罐、除油罐、沉降罐顶部积油厚度设计提出要求
4	34	34	明确了采出水处理站的防洪设计标准
5	46	51	增加了特超稠油采出水除油罐及沉降罐的技术参数；修订了过滤器反冲洗参数等
6	19	20	增加了寒冷地区重力浓缩罐室外安装规定
7	12	13	推荐药剂投配采用固体药剂配制液体后投加
8	16	16	将“8.1.1采出水的输送应采用管道，严禁采用明沟和带盖板的暗沟。”上升为强制性条文
9	13	13	
10	26	31	大部分内容进行了修订
11	3	0	取消第11章全部条款
合计	207	223	

## 3 规范修订的主要内容

### 3.1 强制性条文

新增第8.1.1条：采出水的输送应采用管道，严禁采用明沟和带盖板的暗沟。由于油田采出水中

含有原油及挥发性的易燃易爆气体，采用明沟和带盖板的暗沟输送容易造成环境污染和引发安全事故（近年来此类环境事件已经出现），因此将原规范的“采出水的输送应采用管道，不得采用明沟和带盖板的暗沟”改为“采出水的输送应采用管道，严禁采用明沟和带盖板的暗沟”的强制性条文。

### 3.2 普通性条文

#### 3.2.1 术语部分

增加了排泥水、污泥浓缩罐（池）的术语，修改了污泥的定义。

（1）增加术语为第2.0.6条排泥水和第2.0.20条污泥浓缩罐（池）。排泥水是指采出水处理过程中分离出的含有少量污油、少量固体物质的水。污泥浓缩罐（池）是指采用重力、气浮或机械的方法降低污泥含水率，减少污泥体积的构筑物。它们二者均参照了《给水排水工程基本术语标准（GB/T 50125—2010）》中有排泥水及重力浓缩池、气浮浓缩池的术语，同时结合油田采出水处理的实际情况进行上述定义的。

（2）修订术语为第2.0.7条污泥。污泥是指排泥水经浓缩脱水后的固体物质。原规范污泥定义是采出水处理过程中分离出的含有水的固体物质，该定义范围过宽，现强调是经过油田排泥水经浓缩脱水（即减量化工艺处理）后所产生的固体物质。

#### 3.2.2 基本规定部分

（1）增多了水质监测取样口。新规范第3.0.7条规定采出水处理站的原水、净化水应设置计量设施，各构筑物进出口应设水质监测取样口。原规范只规定在采出水处理站的原水及净化水应设置水质监测取样口，现根据采出水处理站的管理及水质监测实际需要，强调各构筑物进出口都应设置。

（2）明确了罐顶部积油厚度设计要求。新规范第3.0.8条规定调储罐、除油罐、沉降罐顶部积油厚度不应超过0.8 m。原规范条文中没有明确要求，但是在条文说明中指出：《石油天然气工程设计防火规范（GB 50183—2015）》中6.4.1条规定“沉降罐顶部积油厚度不应超过0.8 m”，因此新规范中将该要求明确，并写入“基本规定”中。

（3）对阻火器、呼吸阀和液压安全阀设置提出明确要求。新规范第3.0.9条规定污油罐、调储罐、除油罐、沉降罐应设阻火器、呼吸阀和液压安全阀，寒冷地区应采用防冻呼吸阀。原规范要求采用密闭处理流程时所有密闭的常压罐顶部透光孔应采用法兰型式，气体置换孔应加设阀门，并应与顶部密闭气源进口对称布置；罐顶应设置呼吸阀、阻

火器、液压安全阀,寒冷地区应采用防冻呼吸阀,系统中应设置压力调节放空阀。但生产实践中不论是否采用密闭流程都应该执行该要求,因此,本次修订修改为通用要求并列入基本规定,同时将“所有密闭的常压罐”明确为“污油罐、调储罐、除油罐、沉降罐”。

(4) 在第3.0.16条~第3.0.20条中强调了对稠油油田采出水、低渗与特低渗油田采出水、强腐蚀性油田采出水、采出水处理后外排的工程设计时,除应符合本规范GB 50428外,还应符合现行行业标准《油田采出水用于注汽锅炉给水处理设计规范(SY/T 0097)》、《油田采出水注入低渗与特低渗油藏精细处理设计规范(SY/T 7020)》、《油田含聚及强腐蚀性采出水处理设计规范(SY/T 6886)》、《油田采出水生物处理工程设计规范(SY/T 6852)》的规定。

### 3.2.3 处理站总体设计部分

(1) 修订了校核水量计算公式。新规范第4.1.3条规定主要处理构筑物及工艺管道应按采出水处理站设计计算水量进行计算,并按其中一个(或一组)停产时继续运行的同类处理构筑物应通过的水量进行校核。校核水量应按下式计算

$$Q_x = Q_T / (n - 1) \quad (1)$$

式中:  $Q_x$  为校核水量,  $m^3/h$ ;  $Q_T$  为主要处理构筑物其中一个(或一组)停产时继续运行的同类处理构筑物应通过的水量,  $m^3/h$ ;  $n$  为同类构筑物个数或组数,  $n \geq 2$ 。

设计计算水量与主要处理构筑物其中一个(或一组)停产时继续运行的同类处理构筑物应通过的水量不一定相同,有条件向其他采出水处理站调水的处理站校核水量应为设计计算水量减去脱水系统向其它采出水处理站调出的水量,洗井废水可送至其他站处理时还应减去洗井废水量。原规范中,将有条件向其他采出水处理站调水的处理站校核水量和洗井废水可送至其他站处理时的校核水量都在条文说明中进行了解释,并列出了公式。本次修订中,将原规范公式中的采出水处理站设计计算水量( $Q_s$ )修改为主要处理构筑物其中一个(或一组)停产时继续运行的同类处理构筑物应通过的水量( $Q_T$ ),公式明确,便于执行和免于遗漏。

(2) 防洪设计标准问题。新规范第4.3.9条规定采出水处理站的防洪设计宜按重现期25~50年设计。原规范为采出水处理站的防洪设计应按照现行国家标准《油气集输设计规范(GB 50350)》的

有关规定执行,但《油气集输设计规范(GB 50350—2015)》<sup>[3]</sup>油气集输井、站的防洪设计标准中有三类,采出水处理站的防洪设计具体按照哪一类标准执行并未明确规定,因此本次修订在新规范中明确了执行标准。

(3) 常用罐密闭气源的问题。新规范第4.5.2条第一款规定“常压罐宜采用氮气作为密闭气体。采用天然气密闭时宜采用干气,若采用湿气时应采取脱水、防冻等措施”。新规范根据多年实际生产应用经验,同时从安全角度出发,推荐优先采用氮气作为密闭气体。

### 3.2.4 处理构筑物及设备部分

(1) 增加了特超稠油采出水除油罐及沉降罐的技术参数。新规范第5.2.1条增加了特超稠油采出水除油罐及沉降罐技术参数,该技术参数是根据辽河曙一区、新疆风城油田采出水处理站应用经验及使用效果确定的,见表2。

表2 特超稠油采出水除油罐及沉降罐技术参数

沉降罐种类	污水有效停留时间/h	污水下降速度/(mm·s <sup>-1</sup> )
除油罐	8~12	0.15~0.3
混凝沉降罐	3~5	0.4~0.8

(2) 提出除油罐及沉降罐加气浮技术的规定。新规范第5.2.2条规定除油罐及沉降罐可采用加气浮技术提高分离效率,宜采用部分回流压力溶气气浮。回流比应通过试验确定,没有试验条件的情况下,可采用20%~30%。该条规定是根据科研测试结果及大庆油田的应用经验及使用效果确定的。

(3) 新增压力构筑物的技术要求。新规范第5.2.9条规定压力构筑物的选择应根据采出水水质、处理后水质要求、处理站设计规模,通过试验或相似工程经验,经技术经济比较确定。没有试验条件的情况下,压力式混凝沉降器技术参数可按表3确定。表3中的技术参数是参照《给水排水设计手册(第3册)》编写的。

表3 压力式混凝沉降器技术参数

斜板(管)沉降型式	液面负荷/(m <sup>3</sup> ·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )	板(管)内流速/(mm·s <sup>-1</sup> )
上(下)向流	5~9	2.5~3.5
侧(横)向流	6~12	10~20

(4) 增加了第5.2.10条。除油罐设计除应符合本规范外,还应符合现行行业标准《除油罐设计规范(SY/T 0083)》的有关规定。

(5) 新增3条气浮机(池)的设计要求。第5.3.7条规定气浮机(池)的设计参数,应根据进出水水质等因素通过试验确定,没有试验条件的情况下,可按相似条件下已有气浮机(池)的运行经



验确定；第5.3.8条规定当气浮机（池）采用部分回流加压溶气气浮时，应符合四款规定（第一款为采出水在气浮机（池）分离段停留时间宜为10~30 min；第二款规定矩形气浮池分离段水平流速不应大于6 mm/s；第三款规定采出水在溶气罐内的停留时间宜为1~3 min；第四款规定回流比宜采用30%~50%）；第5.3.9条规定气浮机宜安装在户外并应设置顶盖。当气浮机室内安装时，机体顶部应设置气体排出室外设施。

需要重点说明的是气浮机为常压运行设备，当气浮机运行时，有一定量的油气散发，因此宜户外安装。当气浮机（池）室内安装时，根据实际运行经验和通风专业要求，机体顶部应设置气体排出室外设施，并且为非天然气气浮气源。

（6）修订了过滤器反冲洗参数。新规范第5.5.6条对过滤器气反冲洗强度参数进行了修订，该项修订是根据大庆油田应用经验确定的，即气水反冲洗再生工艺采用单罐进气、先气后水方式，具体过程是先采用小强度进气一段时间用于排顶部水，再用正常强度气洗，最后用水洗。表4为原规范过滤器气反冲洗强度，表5为新规范气水反冲洗时反冲洗强度。

表4 原规范过滤器气反冲洗强度

滤料种类	气冲洗强度/(L·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )
级配石英砂滤料	15~20
均粒石英砂滤料	13~17
双层滤料（煤、砂）	15~20

表5 新规范气水反冲洗时反冲洗强度

滤料种类	气冲洗强度/(L·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	水冲洗强度/(L·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )
石英砂滤料	13~20	10~15
石英砂+磁铁矿	13~20	10~15

（7）增加了第5.5.10条。过滤器设计除应符合本规范外，还应符合现行行业标准《油田水过滤器（SY/T 0523）》的有关规定。

（8）删除原规范第5.7.3条。原规范第5.7.3条规定回收水罐（池）应采用高位进水。回收水罐（池）进水位置应根据使用要求确定，可以低位进水，因此新规范不作规定。

（9）删除了第5.7.4条中“重力过滤时应采用回收水池”的规定。新规范第5.7.3条规定当压力过滤时，宜采用回收水罐；回收水罐（池）宜设排泥设施和收油设施。原规范为“当压力过滤时，宜采用回收水罐；重力过滤时，应采用回收水池。回收水罐（池）宜设排泥设施和收油设施”。在实际应用过程中接收重力排水的回收水池在压力过滤时

也需要设置，因此“重力过滤时，应采用回收水池”的规定不完全适用。

### 3.2.5 排泥水处理及污泥处置部分

（1）新增重力浓缩罐保温规定。新规范第6.3.5条规定寒冷地区重力浓缩罐室外安装时应采取保温措施。该条主要是针对重力浓缩罐的水力停留时间比较长，在寒冷地区，罐内流体的温降比较大，因此提出保温要求。

（2）增加了第6.5.2条。脱水后污泥处理设计除应符合本规范外，还应符合现行行业标准《油田含油污泥处理设计规范（SY/T 6851）》的规定。

### 3.2.6 药剂投配与储存部分

推荐药剂投配采用固体药剂配制成液体后投加。新规范第7.1.4条内容为“药剂投配宜采用固体药剂配制成液体后投加，可采用机械或其他方式进行搅拌”。原规范为“药剂投配宜采用液体投加方式，可采用机械或其他方式进行搅拌”。采用固体药剂相对于液体药剂，可以有效保证药剂的质量、降低药剂降解失效、节省储药间面积、减轻操作工作量，因此推荐现场采用固体药剂配制成液体后再投加。

### 3.2.7 工艺管道部分

第8.2.8条修订了压力输送污泥管道的水头损失计算规定。压力输送污泥管道的水头损失应通过试验确定，当缺少资料时，压力输泥管水头损失可按表6规定计算。该参数表是根据《石油化工污水处理设计规范（GB 50747—2012）》<sup>[4]</sup>第6.3.4条进行修订的。

表6 压力输泥管水头损失

污泥含水率/%	水头损失（相当于清水压力损失的倍数）
> 99	1.3
98~99	1.3~1.6
97~98	1.6~1.9
96~97	1.9~2.5
95~96	2.5~3.4
94~95	3.4~4.4

### 3.2.8 泵房部分

新规范第9.2.3条修订了泵房的主要通道宽度规定。泵房的主要通道宽度不应小于1.5 m，该条是根据《泵站设计规范（GB 50265—2010）》进行修订的。

## 4 规范实施过程中需要注意的问题

### 4.1 保留的强制性条文

继续保留的强制性条文有3条（款）。

（1）第4.5.2条第四款，所有密闭的常压罐与

大气相通的管道应设水封,水封高度不应小于250 mm。在正常生产运行中,密闭的常压罐与大气相通的管道,如溢流管道和排油管道等设置水封是为了保证系统正常密闭,避免气相空间气体泄漏,影响正常生产或发生事故。罐顶的耐压等级一般是-490.5~1 962 Pa,因此水封高度不应小于250 mm。

(2) 第8.1.3条,采出水处理站工艺管道严禁与生活饮用水管道连通。采出水处理站工艺管道绝对不能与生活饮用水管道连通,以避免污染饮用水系统。用清水投产试运时,可加临时供水管道,用完拆除。严禁设计时将清水管道接入处理站的各种构筑物内,防止发生污水倒流现象。特别要提出的是有关加药装置的清水管设置位置问题,新规范要求见图1。

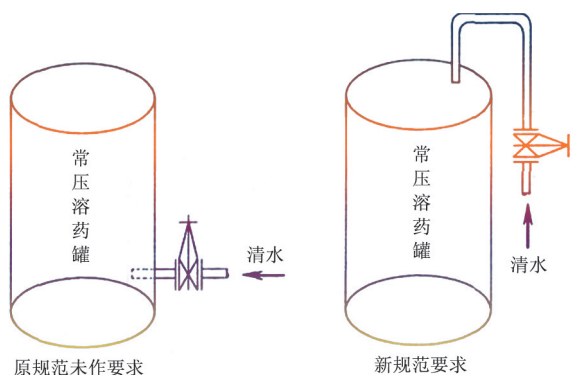


图1 加药装置清水管设置位置

(3) 第8.1.6条,含有原油的排水系统与生活排水系统必须分开设置。含有原油的水的来源主要有泵盘根漏水、化验室排水等,这些水因为含有原油,排入生活排水管道将会造成排水系统堵塞或可燃气体的富集产生安全隐患。

#### 4.2 设计规模和设计计算水量的关系

需要明确的是采出水处理工程设计中设计规模和设计计算水量是不同的,设计计算水量要大于设计规模,规范中规定的设计规模为

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (2)$$

式中:  $Q$  为采出水处理站设计规模,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;  $Q_1$  为原油脱水系统排出的水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;  $Q_2$  为送往采出水处理站的洗井废水等水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ 。设计计算水量为

$$Q_s = kQ_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (3)$$

式中:  $Q_s$  为采出水处理站设计计算水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $k$  为时变化系数,  $k=1.00\sim 1.15$ ;  $Q_1$  为原油脱水系

统排出的水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q_2$  为送往采出水处理站的洗井废水等水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q_3$  为回收的过滤器反冲洗排水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q_4$  为站内其他排水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ , 主要指采出水处理站排泥水处理后回收的水量及其他零星排水量,当无法计算时可取  $Q_1$  的2%~5%。

可以看出,设计计算水量与设计规模相比,  $Q_s$  加上了时变化系数,并增加了  $Q_3$  和  $Q_4$ 。

#### 4.3 过滤器设计滤速问题

该规范对过滤器的设计滤速提出了明确要求,即用设计计算水量  $Q_s$  及过滤器数量  $n-1$  来进行计算,而不是用设计规模  $Q$  及过滤器数量  $n$  来计算。设计滤速为

$$V = \frac{Q_s}{(n-1)F} \quad (4)$$

式中:  $V$  为过滤器滤速,  $\text{m}/\text{h}$ ;  $Q_s$  为设计计算水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $n$  为过滤器数量,  $n \geq 2$ ;  $F$  为单个过滤器的过滤面积,  $\text{m}^2$ 。

## 5 结语

《油田采出水处理设计规范 (GB 50428—2015)》现已顺利编制完成并发布实施,编制组将长期关注标准的执行情况,加强宣贯,保证标准的有效实施。

#### 参考文献

- [1] 陈忠喜,杨清民,舒志明,等. 油田采出水处理设计规范: GB 50428—2007[S]. 北京: 中国计划出版社, 2007.
- [2] 陈忠喜,舒志明,何玉辉,等. 油田采出水处理设计规范: GB 50428—2015[S]. 北京: 中国计划出版社, 2016.
- [3] 李杰训,姜玉华,杨春明,等. 油气集输设计规范: GB 50350—2015[S]. 北京: 中国计划出版社, 2005.
- [4] 滕宗礼,谌汉华,薛旭,等. 石油化工污水处理设计规范: GB 50747—2012[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.

#### 作者简介

陈忠喜: 教授级高工, 博士, 1985年毕业于长春地质学院, 主要从事油田采出水处理技术与设计工作, 0459-5902005, chenzhongxi@petrochina.com.cn, 黑龙江省大庆市让胡路区大庆油田工程有限公司, 163712。

收稿日期 2016-07-02

(栏目编辑 李艳秋)