358

移动冲洗罩滤池

何寿平

[illegible]

中国建筑工业出版社

移动冲洗罩滤池

何寿平

中国建筑工业出版社

本书系统总结了移动冲洗罩滤池的设计和运行经验。除了对移动冲洗罩滤池的特点、工艺设计、程序控制、施工和运行管理等方面作了比较全面的介绍外，还对设计、运行管理中经常遇到的问题作了比较详细的介绍。并提供了一些设计计算示例、移动冲洗罩滤池的实例及程序控制器的实用电路。可供给水排水、环境保护专业的工程设计人员、水厂运行管理和维修人员参考。

移动冲洗罩滤池

何寿平

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷（北京阜外南礼士路）

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4⅝ 插页：　字数：104 千字

1984年9月第一版　1984年9月第一次印刷

印数：1—7,200册　定价：0.50元

统一书号：15040·4649

前　言

给水处理工艺中，对滤池构造形式的研究和改进一直为人们所重视。一个时期以来，在原有慢滤池、普通快滤池的基础上，相继出现了虹吸滤池、无阀滤池……，这些新发展滤池的特点是采用小阻力配水系统，冲洗水头小，不设或少设操作闸阀，以减少维修工作量，占地少，工程造价较低。移动冲洗罩滤池就是综合了这些滤池的特点，进行滤池冲洗形式改进的又一项新发展。

1975年底南通市自来水公司研制成功一座3000米^3/日的半生产性泵吸式移动冲洗罩滤池，取得了设计和运行的初步成果。1977年5月又建成投产20000米^3/日生产性移动冲洗罩滤池。为推广使用这种滤池提供了经验。1978年获全国科学大会科技成果奖状。1977年上海市政工程设计院与上海市自来水公司合作进行了虹吸式移动冲洗罩滤池的试验，并在1980年建成投产60万米^3/日的大型虹吸式移动冲洗罩滤池。这些成果的取得，为我国推广应用这种新型的滤池奠定了基础。

由于移动冲洗罩滤池具有不设闸阀，不需冲洗水塔或水箱，土建结构简单，占地少，施工方便，工程造价低，运行效果良好等特点，近年来在国内广为应用，得到较快的发展。自1977年南通、武汉等地建成生产性滤池以来，先后在江苏、上海、湖北、广东、浙江、湖南、江西、安徽、山东、北京、四川、吉林、辽宁、天津、内蒙等十多个省、

市、自治区推广使用。生产规模从60万米^3/日到1200米^3/日，大小不等；除大、中城市供水工程中采用外，县城集镇，甚至乡镇农村给水中也采用了移动冲洗罩滤池，这种滤池既可用于新建、扩建工程，也可用于对旧设备如慢滤池、平流沉淀池的挖潜、改造工程。

移动冲洗罩滤池发展较快，技术上日臻完善，但也对设计和运行管理提出新的课题。例如，这种滤池的分格较多，一格出现故障将会影响整个滤池的工作；由于采用了机械设备进行冲洗、程序控制操作，相应地需要提高管理技术水平和维修水平等。虽然近年来在工艺设计、机电设备和运行管理等方面，都已积累了许多成功的经验，但也有些问题，如冲洗不良、跑砂、出现脉冲过滤、罩体定位不准、机电设备易发生故障等等。为了使这项过滤技术得到进一步推广提高，本书将许多单位的实践成果从各个方面加以总结，以供滤池设计、运行、管理和维修人员参考。

本书在编写过程中，曾得到各单位，各有关方面的支持、指导和关怀。经宋仁元、许保玖同志审阅，并对章节的编排及具体内容提出了许多宝贵意见；周其昌同志对“程序控制”一章提出了修改意见；特别是严煦世同志曾多次审阅修改书稿，并提出了许多重大改进意见，使书稿得以逐步完善。在此表示由衷的感谢！

由于移动冲洗罩滤池使用时间不长，许多方面正在不断发展完善，加之笔者水平的限制，书中错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编　者

1983年11月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

前　言

一、概述 …… 1

二、工艺设计 …… 5

（一）滤格 …… 5

（二）进出水系统 …… 11

（三）配水系统 …… 17

（四）池体高度 …… 20

（五）冲洗罩 …… 21

1.罩体 …… 22

2.密封 …… 29

3.泵吸式冲洗罩的冲洗泵选择 …… 33

4.罩体内外压差的消除 …… 35

5.材料 …… 38

（六）机械传动 …… 40

（七）设计时需注意的事项 …… 41

（八）设计计算示例 …… 44

例一 …… 44

例二 …… 49

例三 …… 54

三、程序控制 …… 58

（一）普通继电器线路 …… 61

1.单排滤池控制线路 …… 61

2.双排滤池控制线路 …… 65

3.多排滤池控制线路 …… 70

（二）电子程序控制线路……76
（三）冲洗周期的自动控制……89
（四）程序控制方案的选择……93
四、施工 ……94
（一）土建……94
（二）工艺及设备安装……95
（三）电气……97
（四）安装调试……98
五、运行 ……99
（一）过滤方式……99
（二）冲洗方式 ……100
（三）水质控制 ……102
1.滤料 ……102
2.初滤水水质控制 ……103
3.运行周期 ……107
（四）冲洗水的回收 ……109
（五）运行注意事项 ……113
六、结语和移动冲洗罩滤池实例介绍……117
1.南通市南通港水厂移动冲洗罩滤池 ……120
2.武汉市宗关水厂移动冲洗罩滤池 ……122
3.上海市长桥水厂移动冲洗罩滤池 ……126
4.邵阳市城西水厂移动冲洗罩滤池 ……127
5.南京市北河口水厂移动冲洗罩滤池 ……128
6.广东省郁南县都城水厂移动冲洗罩滤池 ……132
7.上海石油化工总厂陈山水厂移动冲洗罩滤池 ……133
8.苏州市北园水厂气浮移动冲洗罩滤池 ……136
9.浙江省岱山县东沙水厂移动冲洗罩滤池 ……140
参考文献 ……142

一、概　述

移动冲洗罩滤池是冲洗方式别具一格的滤池。它利用可以移动的冲洗罩，在人工或机电装置的控制下移位，一俟移到滤池的某一滤格上方对准位置后，在保证罩体与滤格严格密封的情况下，进行反冲洗。为了提高冲洗设备的利用率，提高滤池冲洗的均匀性，每一滤格的面积不宜过大，因此势必将整个滤池用隔墙分成许多滤格，滤池的工艺布置就出现了相应的改变。实际上，移动罩滤池的设想是从无阀滤池冲洗罩和虹吸滤池分成若干滤格，单格冲洗水由其他各滤格的过滤水供给的特点而得到启发的，配套了移动的冲洗机械和程序控制设备后，从而成为一种新型的自动冲洗滤池（图1-1）。

滤池运行过程如下：原水从进水管1进入，水流自上而下经过各格滤层2过滤，滤后水通过底部集水区3，由出水虹吸管4和出水堰口5流入清水池。出水虹吸管上装有水位恒定器6，用以控制滤池水位，使其在较小幅度内波动。冲洗时，桁车7带动冲洗罩8移到滤格9上方定位，然后使罩体紧贴在滤格四周的隔墙10上，达到密封不漏水的要求，即可用虹吸或水泵抽吸的方法，使该滤格进入反冲洗阶段。反冲洗水来自各滤格的过滤水。冲洗排出水由排水槽11流出，进入下水道。如高程允许时，还可送往反应池、沉淀池或澄清池加以回收。冲洗完毕后，破坏冲洗罩的密封，重新

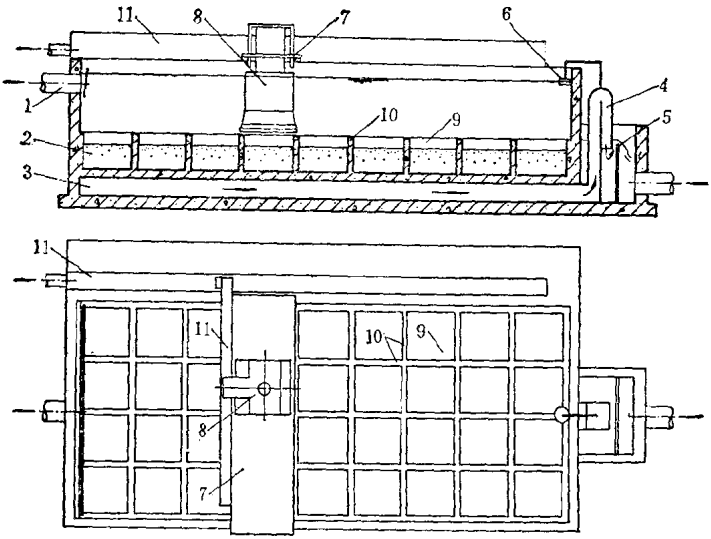

图 1-1 移动冲洗罩滤池

1—进水管；2—滤层；3—底部集水区；4—出水虹吸管；5—出水堰口；6—水位恒定器；7—桁车；8—冲洗罩；9—滤格；10—隔墙；11—排水槽

恢复过滤。冲洗罩再移到下一滤格，以同样步骤一格一格依次反冲洗。

从图1-1看出，整个滤池进出水系统简单，无需冲洗水塔或水箱。由于滤格较多，可避免一格滤池冲洗时，因反冲洗水量很大而明显减少出水量，甚至暂时停止出水的现象。

移动冲洗罩滤池的反冲洗排水装置，大致可分为虹吸式和泵吸式两种。

虹吸式移动冲洗罩滤池（图1-2）的冲洗过程如下：桁车带动冲洗罩移至滤格上方定位。然后启动真空泵或水射器，抽吸冲洗罩及虹吸管内的空气，并使罩体底面与隔墙顶

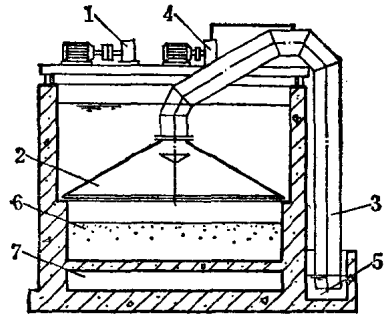

图 1-2 虹吸式移动冲洗罩滤池

1—传动装置；2—冲洗罩；3—虹吸管；4—真空设备；5—排水槽；6—滤层；7—底部集水区

面密封。虹吸作用发生后，即进行反冲洗。冲洗时间由时间继电器控制。冲洗完毕，真空泵或水射器自动停止工作，空气进入冲洗罩，破坏虹吸，停止反冲洗。由于需要保证一定的冲洗水头，虹吸式移动冲洗罩滤池池体的相对高度要大于泵吸式。移动冲洗罩滤池的分格较多，滤格的布置一般可分成单排或多排。但虹吸式由于反冲洗虹吸管只宜顺着滤池纵向单线往复移动，而不便于再横向动作，所以滤格的布置只能是一排一罩。否则反冲洗水排水槽将随虹吸管横向移动的幅度而增大槽宽。因滤格呈单行排列，冲洗罩的行程只能是单程动作，动作程序较少，控制设备比多排滤池简单。另外因不用冲洗水泵，每一滤格面积的选定比较灵活。对大型滤池来讲，采用虹吸式还可省掉水泵维修工作量。虹吸式一般适用于不回收反冲洗水的大、中型滤池。当滤格面积较小时，虹吸设备的电机功率及维修工作量均会大于泵吸式滤池的水泵，所以虹吸式不宜用于小型滤池。

泵吸式移动冲洗罩滤池（图1-3）靠水泵的抽吸作用克

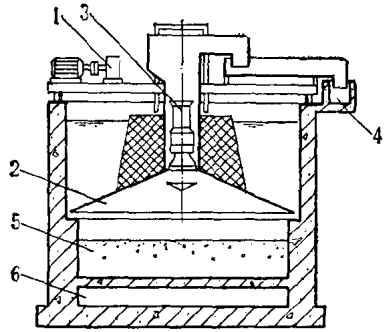

图 1-3　泵吸式移动冲洗罩滤池

1—传动装置；2—冲洗罩；3—冲洗泵；4—排水槽；5—滤层；6—底部集水区

服滤层及沿程的水头损失进行反冲洗，不必象虹吸式那样须有一定的虹吸冲洗水头，因此，可相应地降低池高。另外还可以利用冲洗泵的扬程，直接将冲洗排出水送往反应、沉淀设备回收利用。由于符合移动冲洗罩滤池所需冲洗流量和扬程的水泵品种和规格较少，所以选泵会受到一定的限制。泵吸式适用于中、小型滤池，其分格面积大多在2米^{2}左右。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

二、工 艺 设 计

移动冲洗罩滤池虽具有独特的结构形式，但过滤和反冲洗原理与普通快滤池相同。因此滤料品种选择、滤料级配、滤速、冲洗强度等可参照快滤池设计。但由于工艺结构方面的改变，移动冲洗罩滤池的设计有其特点，分述于后。

（一）滤格

移动冲洗罩滤池的特点是自动地逐格进行反冲洗，因此滤池的分格越多，冲洗设备的利用率越高。最大的分格数可按滤池的过滤周期和冲洗历时确定：

$$n \leqslant \frac{60T}{t+s} \qquad (2\text{-}1)$$

式中 T——滤池的过滤周期（小时）；

t——冲洗时间（分钟）；

s——相邻两滤格之间冲洗罩移位所需时间(分钟)。

分格数量多，单格面积减小，冲洗排出水流量相应减少。当回收利用时，回流量比较均匀。但分格数不宜过多，以免冲洗罩动作过于频繁，容易损坏。同时还会因此增加分格隔墙数，提高工程造价。再者，该式并未反映所处理水量大小对分格数的影响，因为在一定的水质条件下，过滤周期基本上很少变化，而 t 和 s 也是定值，尽管所处理水量不同，分格数 n 值变化不大。因此只有在特殊情况下，才按照式（2-1）计算。

如仅仅为了满足一格冲洗水量的需要，分格数一般不少于6格。因为按滤速10米/时计算，当设计冲洗强度15升/米^2·秒时，五只滤格过滤的水量足以供给一格冲洗用水的需要。如滤池生产规模较小（2000米^3/日以下），由于分格面积不能太小，也就是不能分成6格，这时，如稍降低滤池的反冲洗强度（10升/米^2·秒以上），分格数可以少到五格。

一般情况下，确定滤格时，应考虑当时当地的条件，如设计的规模，排水管道的能力，是否要回收反冲洗水，机械、电气设备造价与土建费用的比较等多方面的因素。根据国内已投产的滤池来看，单座滤池的分格大多在10～40格之间。最多的达48格，最少的只有5格。

采用泵吸式移动冲洗罩，若拟回收利用冲洗排出水时，反应、沉淀或澄清池所能承担的额外负荷大小是确定滤格数的重要因素。

$$q_c \leqslant CQ \qquad (2\text{-}2)$$

式中 q_c——单只滤格的反冲洗流量（米^3/时）；

$$q_c = 3.6qF \qquad (2\text{-}3)$$

q——冲洗强度（升/米^2·秒）；

F——单只滤格面积（米^2）；

C——沉淀池或澄清池允许承担的额外流量与设计流量之比。（视设备的实际超负荷能力而定。对于一般滤池的冲洗排出水来说，都含有活性颗粒。在一定条件下，或多或少能起到提高混凝沉淀效果的作用。所以沉淀设备能够承受反冲洗额外流量。如沉淀设备已达到较高负荷，则不应采用反冲水回收的措施）。一般C值可达1/10～1/5；

Q——与滤池配套的反应、沉淀池或澄清池的设计流量（米³/时）；

$$Q=nFV \qquad (2\text{-}4)$$

n——滤池分格数；

V——滤速（米/时）。

式（2-2）表示反冲洗流量应小于或等于沉淀设备所能承担的额外负荷。

从式（2-2）、（2-3）、（2-4）可得：

$$n\geqslant\frac{3.6q}{CV} \qquad (2\text{-}5)$$

用（2-5）式计算出滤格数 n 后，还应注意到在连续冲洗的情况下，反冲洗水量对滤池运行负荷的冲击。滤池一格冲洗时，其余各格的滤速增大，该时滤速不应超过允许值，或：

$$V_{max}\geqslant\frac{Q+3.6qF}{(n-1)F} \qquad (2\text{-}6)$$

式中 V_{max}——允许的最大滤速（米/时）。

由于$Q=nFV$ 则：

$$V_{max}\geqslant\frac{nFV+3.6qF}{(n-1)F} \qquad (2\text{-}7)$$

将（2-7）式移项、化简得：

$$n\geqslant\frac{V_{max}+3.6q}{V_{max}-V} \qquad (2\text{-}8)$$

在回收冲洗水的过程中，沉淀池和滤池内的水位会略有上升。随着近年来高效沉淀设备的推广应用，反应、沉淀池面积大为减少，所能提供的缓冲容积有限，所以滤池分格数多些，可以提高生产的可靠性与安全性。

为了确保生产的安全可靠，便于维修，通常至少应设置

两座单独的滤池。每只滤池各有若干滤格。

如前所述，滤格可呈单排或多排布置。当滤格排列为多排时，为了保证冲洗罩移动时的行程最短，滤格按偶数排列较好，此时冲洗罩重复移动的路线最少，见图2-1。

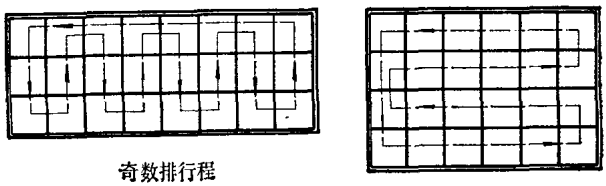

图 2-1　滤池分格布置

从节省机械设备费用和从土建结构角度考虑，滤池平面形状以长条形较好。滤池的分组较多时，可以多组并列。若采用虹吸式冲洗罩时，为了保持单组滤池有一定数量的滤格，可采用双排并列，双罩分排轮流进行冲洗，见图2-2。

每一滤格面积根据滤格数确定：

$$F=\frac{Q}{Vn}\quad(\text{米}^2)\qquad(2\text{-}9)$$

式中　Q——设计水量（米³/时）；

V——设计滤速（米/时）；

n——滤格数。

如采用泵吸式移动冲洗罩滤池，在确定滤格面积时，还应考虑水泵性能。

$$F=\frac{Q_b}{3.6q}\quad(\text{米}^2)\qquad(2\text{-}10)$$

式中　Q_b——冲洗泵流量（米³/时）；

q——冲洗强度（升/米²·秒）。

滤格面积的大小尚需考虑到保证滤层冲洗均匀，冲洗罩

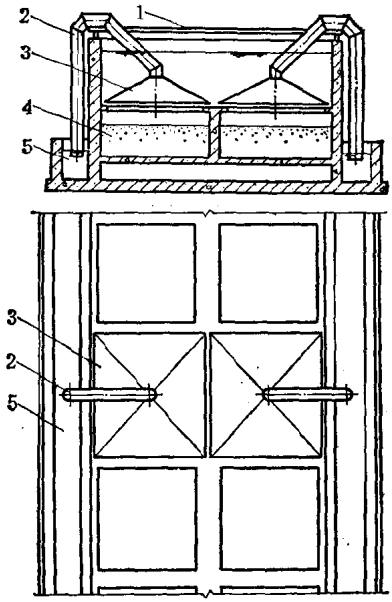

图 2-2 双排并列虹吸式冲洗罩滤池

1—桁车；2—虹吸管；3—冲洗罩；4—滤层；5—排水槽

加工安装和维修方便。目前国内最大的滤格面积是武汉市宗关水厂的移动冲洗罩滤池，单格面积达11.82米^2；而无锡县洛社镇的船上水厂，单格面积仅有0.5米^2。

滤格的平面形状可用正方形，或长宽比不大于1.5的矩形，使冲洗水分布比较均匀。

采用单排滤格，冲洗罩的机械传动设备和程序控制较多排滤格简单，因而应优先考虑。为了既能保证有足够多的滤格数量，又要尽可能地缩短池长，此时宜采用矩形滤格。如必须采用长宽比较大的滤格时，可采用双罩或多罩组合，见图2-3。为了保证集水均匀，各罩的形状、尺寸以及水力条件，应力求相近。

若冲洗泵的性能允许时，滤格也可设计成狭长形，而在冲洗罩的顶部设置穿孔集水管，如图2-4所示，这样集水可以更加均匀。

滤格的隔墙顶高出滤层表面的高度，与移动冲洗罩底边的构造有关。冲洗罩底边宽度大于隔墙厚度时，则冲洗时的

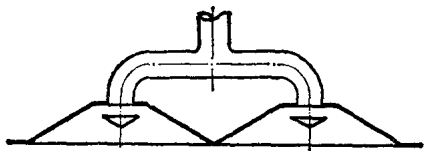

图 2-3 双罩组合

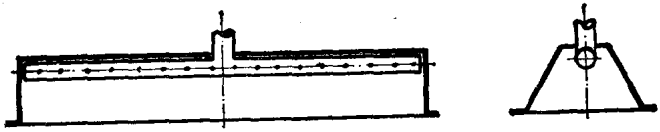

图 2-4 设穿孔管的冲洗罩

滤层膨胀高度允许高出冲洗罩的底边，隔墙顶只要高出滤层表面100毫米左右即可，见图2-5，以节省土建费用。

若冲洗罩底边较狭，则应加宽隔墙顶面的宽度，做成如图2-6所示的T字形。这样不仅能使冲洗罩易于定位，而且还可以提高隔墙的刚度。T字形隔墙顶宽一般为150～300毫米。为了防止冲洗后隔墙顶面积聚滤料，影响罩体与隔墙顶

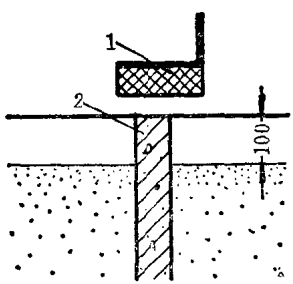

图 2-5 罩体底边宽于隔墙

1—罩体底边；2—滤格隔墙

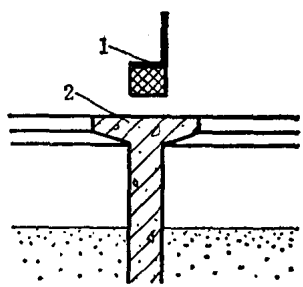

图 2-6 T形隔墙

1—罩体底边；2—滤格隔墙

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com