

上海鑫睿实验室设备系为您提供从实验室建设咨询、技术研发、工艺设计、智造生产、EPC（工程总承包）、项目管理及后期运维服务为一体的“一站式”实验室全流程解决方案！自创品牌“Sinrise”

“鑫睿”，20 年实验室设备系统供应商，实验室设计改造,家具定制,实验仪器设备,耗材一体化服务商。
如果您想新建、改建、扩建实验室，以更好地适应您团队或研究的需求，请访问我们的网站或致电服务热线 18621564269。

喷淋塔自动加药装置设计说明书

一、高锰酸钾几个重要特性

1、高锰酸钾粉末放置时间太长会吸潮板结；

高锰酸钾粉末本身不吸收水分，但其中的少量杂质会吸收水分而结成饼块。

2、高锰酸钾在水中的溶解度为 6.4g/100ml；

3、高锰酸钾溶液具有一定的腐蚀性；

4、高锰酸钾溶液具有强氧化性，其作为氧化剂的反应产物是锰的氧化物，是土壤成分之一，不会造成环境污染；

5、高锰酸钾能破坏部分有机化合物中的碳碳双键（C=C）将这部分有机化合物降解；

6、高锰酸钾溶液在空气中的保存时间不长。

医学上用于口腔消炎的高锰酸钾溶液浓度为 0.002%，其在空气中的存放时间仅有 2 小时。浓度越高其保存时间会越长。

二、在喷淋塔循环冷却水中投放高锰酸钾的作用

1、利用高锰酸钾的强氧化性杀灭部分细菌、微生物；

2、除去部分有机污染物。三、

原有方案

原有方案采用的是干粉投料的方式，依靠“插板阀+翻板阀”的装置进行投料，在投料的过程中计量不准确。

四、新方案

新方案采用溶液加药的方式。具体做法是：将高锰酸钾粉末投进搅拌罐中配置成一定浓度的高锰酸钾溶液，再用水泵定量抽取到喷淋塔中。采用新方案主要是为了使投药量更加准确、高效。

1、新方案目标参数



- ① 喷淋塔内高锰酸钾浓度控制在 0.05%~0.2%范围内；
- ② 搅拌罐内高锰酸钾的浓度控制在 5g/100ml 左右；
- ③ 喷淋塔每周换水量大于 50%，每月清空一次；
- ④ 每季度（或半年）人工加高锰酸钾粉料 1 次（配套料位计，能发出少料警报）喷淋塔每天运行 8 小时，每隔 4 小时更换部分循环水，每天 2 次。
- ④ 搅拌罐每天自动加高锰酸钾并且自动补水 1 次；
- ⑤ 每周（5 天）人工加高锰酸钾粉料 1 次（配套料位计，能发出少料警报）



2、新方案中需要解决的几个问题：

① 搅拌罐中的高锰酸钾溶液如何保证浓度？

解决方法：用小型螺旋机来投放高锰酸钾粉末，通过控制螺旋输送机的运转时间来控制每次的投放量，而且螺旋机自带破拱机构，可以防止粉末板结，保证粉末的输送连续、均匀；另外，用液位传感器来控制每次的补水量。

② 从搅拌罐到喷淋塔的高锰酸钾溶液投放量如何保证？

解决方法：用计量泵定量加药。

③ 如何避免设备被高锰酸钾溶液腐蚀？

解决方法：搅拌罐采用 SUS321 不锈钢材料，喷淋塔采用 SUS304 不锈钢材料，输送管道采用 SUS321 不锈钢管。

3、新方案所需的设备

新方案所需的设备主要有：搅拌罐、小型螺旋输送机、搅拌器、液位计、液位传感器、干粉料位计、计量泵、Y 型过滤器、脉冲阻尼器、背压阀、安全阀、密度计、管路、支架等，详见图纸。

4、加药流程

喷淋塔水箱加药流程：喷淋塔加药设定两个程序，程序一为喷淋塔水箱清空的首次加料，程序二为过程排放 50%的加料。具体步骤如下：

- ①首次加料：喷淋塔水箱进水泵启动，计量泵延时一定时间（120s）后启动，达到设定的加药量后计量泵关闭，水箱水位到达设定位置后（水位感应器）停止进水；
- ②过程加料：喷淋塔运行一段时间后排水阀自动打开，当水位达到水位感应器设定的水位下限后自动关闭；此时喷淋塔补水阀打开，计量泵同时启动，达到设定的加药量后计量泵关闭，水箱水位到达设定位置后（水位感应器）停止进水；

喷淋塔的首次加药靠人工调试，将喷淋塔内的溶液浓度调至 0.15%。从第二次加药起靠加药装置自动加药，具体步骤如下：

- ③喷淋塔启动之后计量泵相继启动，边加药边喷淋，达到设定的加药量后计量泵关闭；
- ④喷淋塔运行 4 小时后排水阀自动打开，当水位达到液位计的水位下限后自动关闭；
- ⑤塔补水阀打开，补水量由流量计控制，达到设定的补水量后补水阀自动关闭；

以上步骤重复 2 次之后（8 小时后）搅拌罐内的高锰酸钾基本被计量泵抽完。搅

拌罐加药流程：



- ① 搅拌罐的低液位传感器发出信号，搅拌罐补水阀打开，同时小型螺旋机开启，边加料边



补水。当水位达到高水位传感器时，补水阀关闭；当小型螺旋机达到设定的运行时间时也自动关闭。

② 补水阀关闭后搅拌机自动开启，当达到设定的时间后自动关闭；

③ 搅拌罐中的溶液配制完毕，溶液中的少量杂质开始沉淀，搅拌罐人工排放清洁 1 次/年。搅拌罐中的溶液配制完毕，溶液中的少量杂质开始沉淀，为下一次供药做好准备。

5、选型与计算

以 10 万风量的喷淋塔为例，喷淋塔内的储水量为 23 吨，假设喷淋塔内的溶液浓度为 0.05%，每周小时循环水的更新量为 11.5 吨。

5.1 搅拌罐

喷淋塔内溶液的高锰酸钾含量为：

$$23 \times 10^3 \times 0.05\% = 11.5\text{kg}$$

每周喷淋塔内的高锰酸钾消耗量为 50%（排换水）每月重新配药一次，则搅拌罐中高锰酸钾溶液 1 次的配置量为：

$$Q_1 = 11.5 \times 50\% \div 5\% = 115\text{kg}$$

取实际溶液的储备系数为 20%，则实际溶液的储备量为

$$Q = Q_1 / 0.8 = 115 \times 1.2 = 138\text{kg}$$

通常装料系数取 0.7~0.8，初步计算取 0.75，可得搅拌罐的容量为：

$$Q_2 = Q / 0.75 = 138 / 0.75 = 184\text{kg}$$

因为搅拌罐内的溶液浓度为 5%，假设 5g 高锰酸钾溶于 95g 水中后，溶液的体积增加 2mL，则可粗略估算溶液的密度为：

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{水}} + \Delta V}$$



100
= 95 + 2



S——螺距	(m)
n——螺旋机转速	(r/min)
ψ ——物料填充系数	(见表 1)
r ——物料容积密度	(t/m^3)
C——螺旋机的倾斜角度系数	(见表 2)

表 1

物料	单位	煤粉	水泥	生料	碎石	石灰
物料容积密度	t/m^3	0.6	1.25	1.1	1.3	0.9
填充系数	ψ	0.4	0.25~0.3	0.25~0.3	0.25~0.3	0.35~0.4
物料特性系数	K_1	0.0415	0.0565	0.0565	0.0565	0.0415
物料特性系数	K_2	75	35	35	35	75
物料阻力系数	ξ	1.2	2.5	1.5	2.5	——

表 2

倾斜角	0°	$\leq 5^\circ$	$\leq 10^\circ$	$\leq 15^\circ$	$\leq 20^\circ$
倾斜度系数	1.0	0.9	0.8	0.7	0.65

螺旋叶片形式选实体螺旋叶片，螺距 $S=0.8D$ 。初选螺旋叶片直径为 $D=60\text{mm}$ ，转速为 $n=30\text{r/min}$ 。

搅拌罐每月需补充高锰酸钾粉末的质量为：

$$184 \times 4 \times 5\% = 36.8\text{kg}$$

取高锰酸钾的容积密度为 2.7t/m^3 ，填充系数为 0.3，阻力系数取 3.0。由公式①可得

$$Q = 60 \times 3.14 \times 0.06^2 \times 0.8 \times 0.06 \times 30 \times 0.3 \times 2.7 \times 1.0 \times 1 / 4$$

$$= 0.20 \text{ (t/h)}$$

$$= 3.33 \text{ (kg/min)}$$



螺旋叶片的极限转速计算公式为

$$n_{\max} = K_2 / \sqrt{D}$$



-----②

参考表 1，高锰酸钾的特性系数 K_2 取 75，由公式②可得



$$n_{\max} = 75 / \sqrt{0.06}$$



=306 (r/min) > 30 (r/min)

螺旋机的轴功率计算公式为：

$$N_0 = QK_3(\rho_n \pm H) / 367$$



③

式中： N_0 ——螺旋输送机轴功率 (kw)

Q ——螺旋输送机输送量 (t/h)

K_3 ——功率储备系数， $K_3=1.2\sim 1.4$

ξ ——物料阻力系数，见表 1

L_n ——螺旋输送机的水平投影长度 (m)

H ——螺旋输送机的垂直投影长度 (m)

由于螺旋机还自带破拱机构，破拱机构所消耗的功率按 10 倍轴功率计算（具体数值有待实验），螺旋叶片的水平投影长度取 1.0m。则螺旋机的计算功率为：

$$N_1 = 11N_0$$

代入公式③可得

$$N_1 = 11 \times 0.20 \times 1.3 \times (3.0 \times 1.0 + 0) / 367$$

$$= 0.023 \text{ kw}$$

所需的电动机功率为

$$N = N_1 / \eta$$



④

式中，N——螺旋机所需电机功率 (kw)

η ——驱动装置的传动效率， $\eta=0.9$ (取0.8)

所以可得： $N=0.023/0.9=0.025$ kw

综上所述，初步选取功率为 0.18Kw，转速为30r/min 的减速电机，螺旋叶片直径为 60mm 。

5.3 搅拌器

搅拌器的核心部件是桨叶。桨叶基本上可以分为以下几种类型：桨式、涡轮式、推进式、锚式、框式、螺旋式等。详见图 1。

根据表 3 和表 4，初步选取符合使用要求的桨叶形式有：直叶涡轮式、桨式、推进式、折叶开启涡轮式。由于在同样排量下，折叶式比直叶式的功耗少，操作费用低，另外，折叶涡轮的制作比较简单，所以最终选择折叶开启涡轮式桨叶。

，此处取 $\frac{1}{3}$ 。

$C/D=0.8\sim 1.5$ ，此处取 1.2

式中，D——搅拌器叶轮直径 (mm)

T——搅拌罐直径 (mm)

W——叶片宽度 (mm)

C——搅拌器叶轮离罐底的高度 (mm) 所以，

可得涡轮直径为

$$D = \frac{1}{3} \times 800 = 267 \text{ mm, 圆整为 } 260\text{mm.}$$

叶片的宽度为

$$W = \frac{1}{4} \times 270 = 67.5 \text{ mm}$$

搅拌器的安装高度为

$$C = 1.2 \times 270 = 324 \text{ mm}$$

折叶涡轮的叶端线速度常取 3~7m/s，此处取 5m/s。线速度的计算公式为：

$$v = \pi Dn/60 \text{-----} \text{⑤}$$

式中，v——叶端线速度 (m/s)

D——涡轮直径 (m)

n——涡轮转速 (r/min)



由公式⑤可得叶轮的转速为

$$\begin{aligned}n &= \frac{60v}{\pi D} \\ &= \frac{60 \times 5}{3.14 \times 0.26} \\ &= 367 \text{ r/min}\end{aligned}$$

本文档版权为上海鑫睿实验室设备系统有限公司所有，任何复制引用行为，请保留底部版权信息，感谢您对上海鑫睿实验室设备的支持与厚爱。

