

# 空调滤网自动清洗机的研制

肖庆林, 刘雄心

北京市地铁运营有限公司机电分公司 北京 100043

**摘要:** 为实现空调滤网自动清洗, 特研制了一种新型的小体积自动清洗机。该清洗机采用了一种新型的小体积曲柄连杆机构, 可以避免出现运动死点情况的发生, 且该清洗机的喷嘴不仅可以上、下、左、右调整, 还可以沿着竖直方向的轴线进行圆周方向的调整, 实现了在占地很少的情况下对地铁空调滤网进行自动清洗, 保障滤网的清洁。

**关键词:** 空调滤网; 自动清洗机; 曲柄; 连杆; 喷淋

## 1 序言

现有的地铁各站台广泛使用空调, 由于长时间使用空调, 导致空调滤网表面结满灰尘和油泥, 使空调运行出现故障。由于地下空间狭小不方便搬运滤网, 因此需要就地研制一款自动清洗机用以清洗空调滤网。自动清洗机计划采用喷淋机构对上下往复运动的空调滤网完成清洗, 由于滤网上下往复运动的行程较长, 现有的曲柄连杆机构体积较大不适于直接应用, 所以需要研制一种新型的体积较小的且不会出现运动死点的曲柄连杆机构<sup>[1, 2]</sup>, 用以安装在自动清洗机上对空调滤网自动进行清洗。

## 2 空调滤网自动清洗机结构及安装方式

图1为空调滤网自动清洗机整机示意, 空调滤网自动清洗机包括第一座板、第二座板、第三座板、清洗柜、动力机构<sup>[3]</sup>、升降机构和喷淋机构。

图2为动力机构和升降机构示意, 动力机构由步进电机、第一主带轮、第一同步带和第一从带轮组成。升降机构包括第一齿轮、第二齿轮、第二主带轮、第二同步带、第二从带轮、曲柄、连杆、升降架、升降座、升降轴、滑块和导轨<sup>[4]</sup>。

图3为右侧的喷淋机构示意, 喷淋机构左右对称布置。喷淋机构包括喷嘴、三通、竖管、喷嘴支架、竖管压板和对丝。

清洗柜固定不动, 第一座板固定安装在清洗柜上表面, 第二座板固定安装在第一座板上, 第三座

板固定安装在第二座板上。动力机构安装在第二座板上并给升降机构提供动力, 升降机构安装在第三座板上。升降机构带动喷淋机构做上下往复运动,

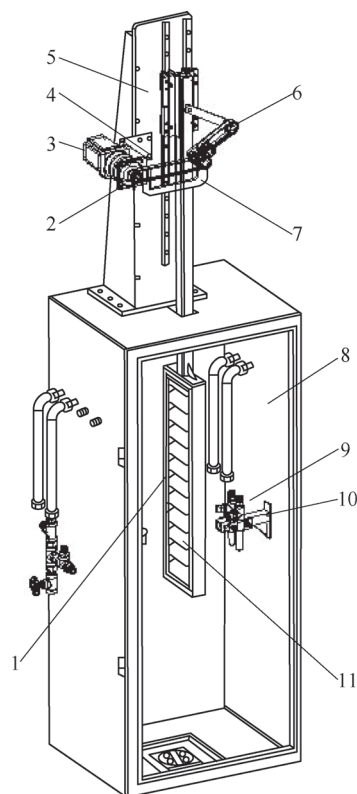


图1 空调滤网自动清洗机整机示意

- 1—框架 2、4—第二座板 3—动力机构 5—第一座板  
6—升降机构 7—第三座板 8—清洗柜 9—喷淋机构  
10—喷嘴支架 11—滤网

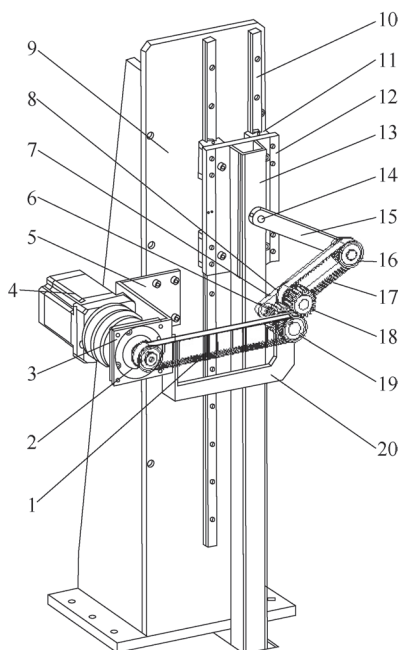


图2 动力机构和升降机构示意

- 1—第一同步带 2—第一主带轮 3、5—第二座板 4—步进电机  
6—第一齿轮 7—曲柄 8—第二主带轮 9—第一座板  
10—导轨 11—滑块 12—升降座 13—升降架 14—升降轴  
15—连杆 16—第二从带轮 17—第二同步带 18—第二齿轮  
19—第一从带轮 20—第三座板

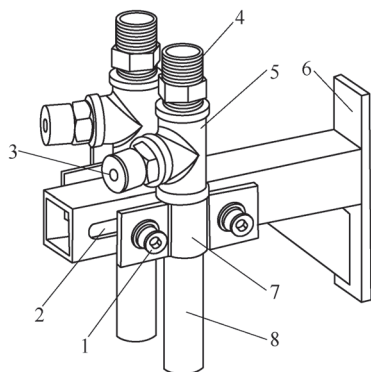


图3 右侧的喷淋机构示意

- 1—第一螺钉 2—长孔 3—喷嘴 4—对丝 5—三通  
6—喷嘴支架 7—竖管压板 8—竖管

喷嘴支架上制有长孔，喷嘴可以沿着长孔做水平位置调整，喷嘴还可以沿着竖管的轴线做圆周方向调整。

图4为曲柄示意，曲柄上固定设置有第一转轴、第二转轴和第一轴孔，第一转轴上设有第一键槽和第二键槽，第一键槽内镶嵌有第一平键，第二键槽内镶嵌有第二平键。

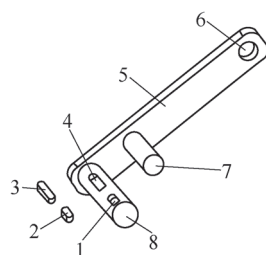


图4 曲柄示意

- 1—第二键槽 2—第二平键 3—第一平键 4—第一键槽  
5—曲柄 6—第一轴孔 7—第二转轴 8—第一转轴

图5为连杆示意，连杆上设有第三转轴和第二轴孔。

图6为动力机构和升降机构的部分零件示意。  
图7为曲柄上零件安装位置示意。

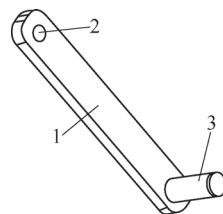


图5 连杆轴示意

- 1—连杆 2—第二轴孔 3—第三转轴

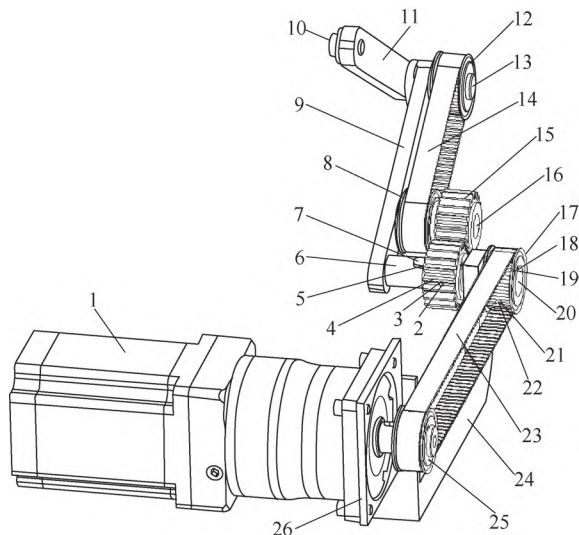


图6 动力机构和升降机构的部分零件示意

- 1—步进电机 2—第一紧定螺钉 3—第一螺纹孔 4—第一齿轮  
5—第三键槽 6、20—第一转轴 7—第一平键 8—第二主带轮  
9—曲柄 10—升降轴 11—连杆 12—第二从带轮  
13—第三转轴 14—第二同步带 15—第二齿轮 16—第二转轴  
17—第一从带轮 18—第四键槽 19—第二平键  
21—第二螺纹孔 22—第二紧定螺钉 23—第一同步带  
24—第三座板 25—第一主带轮 26—第二座板

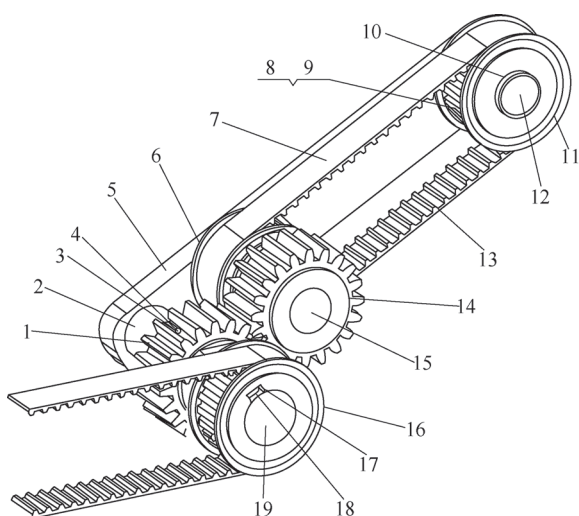


图7 曲柄上零件安装位置示意

- 1—第一齿轮 2、19—第一转轴 3—第一螺纹孔  
4—第一紧定螺钉 5—曲柄 6—第二主带轮  
7、13—第二同步带 8—第三螺纹孔 9—第三紧定螺钉  
10—第三轴孔 11—第二从带轮 12—第三转轴  
14—第二齿轮 15—第二转轴 16—第一从带轮  
17—第四键槽 18—第二平键

如图6、图7所示,第一齿轮在外圆周上制有第一螺纹孔,第一螺纹孔内安装有第一紧定螺钉,第一齿轮上制有第三键槽,第一平键与第三键槽紧密配合,第一齿轮通过第一平键和第一紧定螺钉固定在第一转轴上,第一从带轮在外圆周上制有第二螺纹孔,第二螺纹孔内安装有第二紧定螺钉,第一从带轮制有第四键槽,第二平键与第四键槽紧密配合,第一从带轮通过第二平键和第二紧定螺钉固定在第一转轴上,第一齿轮和第一从带轮固定在第一转轴上并随着曲柄的转动而同步旋转。升降架和升降座固定安装在一起,升降轴固定安装在升降架上,升降轴穿入连杆的第二轴孔内,连杆的第三转轴穿入曲柄的第一轴孔中,曲柄的第二转轴从里向外依次穿入第二主带轮和第二齿轮,第二同步带安装在第二主带轮和第二从带轮上,第一齿轮和第二齿轮相啮合,第二从带轮在轴心处制有第三轴孔,连杆的第三转轴插入第二从带轮的第三轴孔内,第二从带轮在外圆周面上制有第三螺纹孔,第三螺纹孔内安装有第三紧定螺钉,第二从带轮通过第三紧定螺钉与第三转轴固定相联接。

导轨固定安装在第一座板上,滑块骑在导轨

上,固定安装在升降座上。动力机构的步进电机固定安装在第二座板上。升降架的下部制成C型并进入到清洗柜内部,自动清洗机所要清洗的滤网就放置在C型框架内,升降架随着升降座可以在导轨上做上下往复移动。第一转轴和第二转轴焊接在曲柄上。第三转轴焊接在连杆上。第一同步带安装在第一主带轮和第一从带轮上。步进电机的输出轴<sup>[5]</sup>与第一主带轮固定相连接。

### 3 在设计中的注意事项

在本空调滤网自动清洗机设计中,为了使整体运动不出现相互干涉现象,应该注意下述事项。

- 1) 曲柄和连杆的长度必须相等。
  - 2) 第一齿轮和第二齿轮的分度圆直径必须相等。
  - 3) 第二主带轮和第二从带轮的直径必须相等。
- 在本设计中,为了简化设计,第一主带轮、第一从带轮、第二主带轮和第二从带轮的直径做了等径处理。
- 4) 滤网的行程 $=2 \times (\text{曲柄长度} + \text{连杆长度})$ 。

### 4 空调滤网自动清洗机的清洗方法

空调滤网自动清洗机的清洗方法,包括按照顺序进行的下列步骤。

1) 在初始位置时,升降架、升降座、升降轴和被清洗滤网位于竖直方向的最底端,曲柄和连杆都处于第一转轴的下方,并且连杆位于曲柄的下方,曲柄和连杆在竖直方向上的夹角为 $180^\circ$ 。步进电机输出轴逆时针转动并带动第一主带轮和第一从带轮做逆时针旋转,第一从带轮做逆时针旋转的同时带动第一齿轮和曲柄逆时针同步转动,第一齿轮逆时针旋转带动与之相啮合的第二齿轮顺时针转动,第二齿轮顺时针转动带动第二主带轮和第二从带轮顺时针转动,这时连杆产生了绕着第一轴孔顺时针转动的趋势,曲柄和连杆准备运动进入到第0~0.25周期内。

2) 在第0~0.25周期内,曲柄和连杆都运动到升降架的右侧。然后曲柄继续逆时针转动,连杆继续绕着第一轴孔顺时针转动,曲柄和连杆准备运动到第0.25周期。

3) 在第0.25周期时刻,曲柄和连杆都运动到升降架右侧的水平位置,并且曲柄和连杆在水平方向

上的夹角为 $0^\circ$ 。然后曲柄继续逆时针转动, 连杆继续绕着第一轴孔顺时针转动, 这样可以在第0.25周期时刻避免出现死点卡住的情况, 曲柄和连杆准备运动进入到第0.25~0.5周期内。

4) 在第0.25~0.5周期内, 曲柄和连杆依然位于升降架的右侧。然后曲柄继续逆时针转动, 连杆继续绕着第一轴孔顺时针转动, 曲柄和连杆准备运动到第0.5周期时刻。

5) 在第0.5周期时刻, 曲柄和连杆都处于第一转轴的上方, 并且连杆位于曲柄的上方, 曲柄和连杆在竖直方向上的夹角为 $180^\circ$ , 被清洗滤网位于竖直方向的最高端。然后曲柄继续逆时针转动, 连杆继续绕着第一轴孔顺时针转动, 曲柄和连杆准备运动进入到第0.5~0.75周期内。

6) 在第0.5~0.75周期内, 曲柄和连杆都运动到升降架的左侧。然后曲柄继续逆时针转动, 连杆继续绕着第一轴孔顺时针转动, 曲柄和连杆准备运动到第0.75周期时刻。

7) 在第0.75周期时刻, 曲柄和连杆都运动到升降架左侧的水平位置, 曲柄和连杆在水平方向上的夹角为 $0^\circ$ 。然后曲柄继续逆时针转动, 连杆继续绕着第一轴孔顺时针转动, 这样可以在第0.75周期时刻避免出现死点卡住情况的发生, 曲柄和连杆准备运动进入到第0.75~1.0周期内。

8) 在第0.75~1.0周期内, 曲柄和连杆处于升降架的左侧。然后曲柄继续逆时针转动, 连杆继续绕着第一轴孔顺时针转动, 曲柄和连杆准备运动到第1.0周期时刻。

9) 在第1.0周期时刻, 曲柄和连杆回到初始位置, 曲柄和连杆都处于第一转轴的下方, 并且连杆位于曲柄的下方, 曲柄和连杆在竖直方向上的夹角为 $180^\circ$ , 被清洗滤网重新回到竖直方向的最底端。准备开始下一个循环。

## 5 工作原理

空调滤网自动清洗机的工作原理是: 驱动机构带动曲柄逆时针旋转<sup>[6, 7]</sup>, 与曲柄固定相连的第一齿轮也逆时针转动, 然后第一齿轮带动与之相啮合的第二齿轮顺时针转动, 同时与第二齿轮固定相连的第二主带轮也顺时针转动, 第二主带轮带动第二从带轮顺时针转动, 第二从带轮带动连杆绕第一轴

孔做顺时针转动, 这样在整个运动过程中可以避免运动死点情况的发生, 特别是在第0.25周期时刻及第0.75周期时刻能有效避免运动死点情况的发生<sup>[8]</sup>。

在喷嘴支架上制有长孔, 使得喷嘴可以沿着长孔做水平位置调整; 用竖管压板压住竖管, 使得喷嘴还可以沿着竖管的轴线做圆周方向调整。

## 6 结束语

研制空调滤网自动清洗机的有益效果是: 应用新型曲柄连杆机构作为升降机构, 使升降动作更加准确可靠, 不会因为电控部分的失常而影响升降动作; 采用这种新型的曲柄连杆机构, 可以使该曲柄连杆机构体积和整个清洗设备体积大大缩小, 并且在整个运行过程中避免运动死点情况的发生; 能够自由地调整喷头的上、下、左、右位置及喷头的竖直圆周方向的角度, 使喷头喷出的水流充分与被清洗的滤网相接触, 保障滤网被清洗干净。

### 参考文献:

- [1] 刘雄心. 泡罩包装机械中的步进装置[J]. 包装与食品机械, 2010, 28 (2): 40-43.
- [2] 刘雄心, 陈红. DQ325多功能包装机压印装置的改进[J]. 包装工程, 2000 (5): 44-45.
- [3] 刘雄心, 陈红. DB 400A型包装机横切装置的改进[J]. 机械设计与制造, 2000 (1): 36.
- [4] 刘雄心, 毛云雁. LXX全自动机械手臂的研制[J]. 包装与食品机械, 2007 (5): 18-19, 29.
- [5] 刘雄心. 一种风机通风量的简易调节装置[J]. 通用机械, 2010 (11): 86-88.
- [6] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1993.
- [7] 徐灏. 机械设计手册[M]. 2版. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [8] 刘雄心. 适于特殊要求的跃度连续的凸轮曲线的构造[J]. 重型机械, 2010 (5): 46-51.

MW 20240318



欢迎关注“机工机床世界”微信公众号