

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102371220 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 14

(21) 申请号 201110307140. X

(22) 申请日 2011. 10. 12

(71) 申请人 中国一拖集团有限公司

地址 471000 河南省洛阳市涧西区建设路  
154 号

(72) 发明人 康惠春 王卫星 闫立峰

(74) 专利代理机构 洛阳市凯旋专利事务所  
41112

代理人 林志坚

(51) Int. Cl.

B05B 13/04 (2006. 01)

B05B 15/12 (2006. 01)

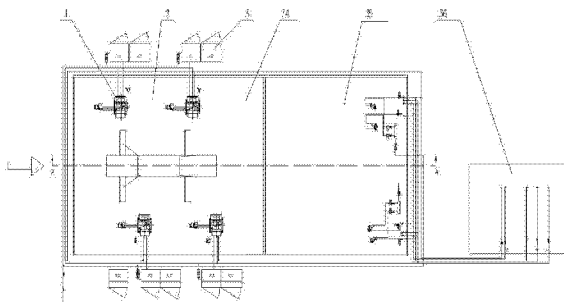
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 5 页

## (54) 发明名称

一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统及喷涂工艺

## (57) 摘要

本发明公开的一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,包括喷涂机器人系统、混气喷涂系统、上送下吸水旋喷漆室、宽推杆悬挂积放链和控制系统;喷涂作业时通过通过上送下吸水旋喷漆室保证喷涂机器人合适的工作环境;宽推杆悬挂积放链向喷涂机器人输送大轮拖底盘零件,并进行大轮拖底盘跟踪与联锁;喷涂机器人手臂前端的自动混气喷枪通过与机器人按照示教的轨迹和优化的工艺参数运动相互配合完成喷涂工作;本发明实现了智能、高效、低污染和高涂料利用率,能够保证喷涂作业的一致性,且能够针对不同的工件灵活柔性的改变喷涂轨迹。



1. 一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,包括:包括喷涂机器人系统、混气喷涂系统、上送下吸水旋喷漆室、宽推杆悬挂积放链和控制系统;喷涂机器人系统,包括对应于大轮拖底盘不同部位的喷涂机器人(1),该喷涂机器人利用示教器分别分配完成大轮拖底盘对应部位的轨迹跟踪与仿真,且通过喷涂机器人之间的相互配合完成整个大轮拖底盘零件的喷涂;混气喷涂系统:包括安装在喷涂机器人手臂前端的自动混气喷枪(21),及安装在调漆间向自动混气喷枪供漆的集中供漆混气喷涂系统(5);上送下吸水旋喷漆室(2):用于容纳喷涂机器人和大轮拖底盘零件,并保证喷涂机器人合适的工作环境;宽推杆悬挂积放链(4):用于向喷涂机器人输送大轮拖底盘零件,并配有线体速度跟踪监测设备及链速检测单元;所述链速检测单元实时测定宽推杆悬挂积放链速度反馈给喷涂机器人,所述线体速度跟踪监测设备将监测到的宽推杆悬挂积放链速变化值传送给机器人控制器,以保持示教或喷涂时喷涂机器人动作与大轮拖底盘零件的相互位置与动作关系;控制系统:包括PLC、机器人控制系统、喷漆室控制系统和积放链控制系统;各控制系统设有人机交互平台,含人机交换界面,以显示宽推杆悬挂积放链速度、喷涂机器人工作状态以及报警显示。

2. 根据权利要求1所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,其特征是:所述控制系统采用siemens S7-300 PLC作为控制核心;PLC到机器人控制系统、喷漆室控制系统和积放链控制系统采用profibus网络连接,并通过交换机以工业以太网方式与积放链控制系统进行通讯,实现喷涂机器人与宽推杆悬挂积放链之间的联锁控制。

3. 根据权利要求1所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,其特征是:所述上送下吸水旋喷漆室设置为喷涂机器人喷涂区域和人工补漆区域,所述人工补漆区域位于喷涂机器人喷涂区域工序下位,且两者通过安全护栏相隔。

4. 根据权利要求1所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,其特征是:所述上送下吸水旋喷漆室(2)内设置控温控湿的中央空调变频送风系统及变频排风系统,用于保证上送下吸水旋喷漆室内的环境为 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ 温度、 $50\sim 75\%$ 湿度、 $\leq 5\mu\text{m}$ 空气洁净度及 $0.3\sim 0.6\text{m/s}$ 由上而下均匀的气流组织。

5. 根据权利要求1所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,其特征是:所述的集中供漆混气喷涂系统,包括高压空气管路(24)、调漆桶(25)、油漆循环桶(27)、自动喷枪循环泵(30)、人工喷枪循环泵(31)、清洗溶剂泵(32)和溶剂桶(33);所述调漆桶(25)通过自动加料泵(26)与油漆循环桶(27)相连;所述油漆循环桶(27)上设有气动搅拌器(28)及液位控制器(29);所述自动喷枪循环泵(31)、人工喷枪循环泵(31)通过管路与油漆循环桶(27)相连;所述清洗溶剂泵(32)和溶剂桶(33)相连;且清洗溶剂泵(32)、人工喷枪循环泵(31)、自动喷枪循环泵(31)、气动搅拌器(28)、液位控制器(29)及自动加料泵(26)均与高压空气管路相连。

6. 根据权利要求1所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,其特征是:所述集中供漆混气喷涂系统的自动喷枪循环泵经输送管路将要喷涂的水性漆输送到上送下吸水旋喷漆室的枪站,所述枪站与喷涂机器人及其工艺喷涂控制柜集成。

7. 根据权利要求1所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,其特征是:所述喷涂机器人喷涂区域入口和出口侧分别对应设置防止人员误进入的安全检测光电管(8)。

8. 根据权利要求1所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,其特征是:所述链速检测单元设置为旋转编码器(6)。

9. 一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂工艺,其特征是:包括:

a、采用宽推杆悬挂积放链输送大轮拖底盘至上送下吸水旋喷漆室,并通过旋转编码器随时测定宽推杆悬挂积放链速度反馈给喷涂机器人,进行大轮拖底盘跟踪与联锁;

b、采用落地大型长臂喷涂机器人将大轮拖底盘表面分成若干区域,利用示教器分别分配给不同的喷涂机器人完成大轮拖底盘 90% 以上面积的轨迹跟踪与仿真;

c、由安装在调漆间的自动喷枪循环泵通过输送管路将涂料输送到喷漆室的枪站,枪站与喷涂机器人及其工艺控制柜集成,优化走枪速度、喷涂流量、喷幅搭接率、扇幅宽度工艺参数,自动混气喷枪与喷涂机器人一起按照示教的轨迹和优化的工艺参数运动;通过与喷涂机器人之间的相互配合完成整个大轮拖底盘零件的喷涂;

d、采用带温湿度、洁净度自动控制的上送下吸水旋喷漆室,保证机器人在 15~35℃ 温度、50~75% 湿度、 $\leq 5 \mu\text{m}$  空气洁净度及 0.3m~0.6/s 由上而下均匀的气流组织工作环境下完成喷涂工作。

10. 根据权利要求 9 所述的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂工艺,其特征是:所述喷涂流量 Q 与相关工艺系数有如下关系:

$$Q=6 \times 10^{-5} \cdot h \cdot x \cdot V \cdot W / (\eta \cdot x \cdot N \cdot T \cdot \{100 / (100 - y)\})$$

式中:

V—走枪速度, mm / s

W—扇幅宽度, mm

Y—喷幅搭接率 y, %

h—工艺规定一次喷涂干膜厚度,  $\mu\text{m}$

Q—机器人的喷涂流量, ml/min

T—喷涂次数, 次

N—涂料的施工固体分, > 45%

$\eta$ —喷枪传递效率, 50 ~ 70%。

## 一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统及喷涂工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及涂装技术领域,特别是涉及一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统及喷涂工艺。

[0002]

### 背景技术

[0003] 在农机制造过程中,涂装车间是三废排放最多的环节之一,国家于2006年发布了HJ/T293-2006汽车涂装《清洁生产标准》,从生产源头上开始控制污染物的产生。因此近年来在制造业相关法规的驱动下,减少涂装公害、降低涂装成本、提高涂装质量一直是农机涂装技术发展的主题。目前汽车行业的覆盖件普遍采用机器人、静电喷涂等智能化、高效率的涂装工艺及设备;而80马力~130马力的大型轮式拖拉机(简称大轮拖)底盘类零件由于形状复杂、品种繁多等因素,目前仍采用传统人工空气喷涂等低效率、高污染、高危害的工艺及方法,随着经济发展模式的转变和环保法规的日益严格,落后的涂装技术逐渐被新型、智能的喷涂技术所替代。目前国内外尚无采用机器人自动高效混气喷涂的案例报道。

[0004]

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种智能、高效、低污染、高涂料利用率的新型大轮拖底盘柔性自动喷涂系统及喷涂工艺,能够解决现有轮拖底盘喷涂存在的问题,且能够针对不同的工件灵活柔性的改变喷涂轨迹。

[0006] 为实现上述发明目的,本发明创造采用如下技术方案:

一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统,包括喷涂机器人系统、混气喷涂系统、上送下吸水旋喷漆室、宽推杆悬挂积放链和控制系统;

喷涂机器人系统,包括对应于大轮拖底盘不同部位的喷涂机器人,该喷涂机器人利用示教器分别分配完成大轮拖底盘对应部位的轨迹跟踪与仿真,且通过喷涂机器人之间的相互配合完成整个大轮拖底盘零件的喷涂;

混气喷涂系统:包括安装在喷涂机器人手臂前端的自动混气喷枪,及安装在调漆间向自动混气喷枪供漆的集中供漆混气喷涂系统;

上送下吸水旋喷漆室:用于容纳喷涂机器人和大轮拖底盘零件,并保证喷涂机器人合适的工作环境;

宽推杆悬挂积放链:用于向喷涂机器人输送大轮拖底盘零件,并配有线体速度跟踪监测设备及链速检测单元;所述链速检测单元实时测定宽推杆悬挂积放链速度反馈给喷涂机器人,所述线体速度跟踪监测设备将监测到的宽推杆悬挂积放链速度变化值传送给机器人控制器,以保持示教或喷涂时喷涂机器人动作与大轮拖底盘零件的相互位置与动作关系;

控制系统:包括PLC、机器人控制系统、喷漆室控制系统和宽推杆悬挂积放链控制系统;各控制系统设有人机交互平台,含人机交换界面,以显示宽推杆悬挂积放链速度、喷涂

机器人工作状态以及报警显示。

[0007] 为更好的实施本发明创造,所述控制系统采用 Siemens S7-300 PLC 作为控制核心;PLC 到机器人控制系统、喷漆室控制系统和宽推杆悬挂积放链控制系统采用 Profibus 网络连接,并通过交换机以工业以太网方式与宽推杆悬挂积放链控制系统进行通讯,实现喷涂机器人与宽推杆悬挂积放链之间的联锁控制。

[0008] 为更好的实施本发明创造,所述上送下吸水旋喷漆室设置为喷涂机器人喷涂区域和人工补漆区域,所述人工补漆区域位于喷涂机器人喷涂区域工序下位,且两者通过安全护栏相隔。

[0009] 为更好的实施本发明创造,所述上送下吸水旋喷漆室内设置控温控湿的中央空调变频送风系统及变频排风系统,用于保证上送下吸水旋喷漆室内的环境为温度  $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、湿度  $50\% \sim 75\%$ 、空气洁净度:空气中灰尘颗粒粒径  $\leq 5 \mu\text{m}$  及  $0.3\text{m/s} \sim 0.6\text{m/s}$  由上而下均匀的风速(是指由上而下形成的气流组织在操作人员的呼吸带处的垂直风速值,简称风速)。

[0010] 为更好的实施本发明创造,所述的集中供漆混气喷涂系统,包括高压空气管路、调漆桶、油漆循环桶、自动喷枪循环泵、人工喷枪循环泵、清洗溶剂泵和溶剂桶;所述调漆桶通过自动加料泵与油漆循环桶相连;所述油漆循环桶上设有气动搅拌器及液位控制器;所述自动喷枪循环泵、人工喷枪循环泵通过管路与油漆循环桶相连;所述清洗溶剂泵和溶剂桶相连;且清洗溶剂泵、人工喷枪循环泵、自动喷枪循环泵、气动搅拌器、液位控制器及自动加料泵均与高压空气管路相连。

[0011] 为更好的实施本发明创造,所述集中供漆混气喷涂系统的自动喷枪循环泵经输送管路将要喷涂的水性漆输送到上送下吸水旋喷漆室的枪站,所述枪站与喷涂机器人及其工艺喷涂控制柜集成。

[0012] 为更好的实施本发明创造,所述喷涂机器人喷涂区域入口和出口侧分别对应设置防止人员误进入的安全检测光电管。

[0013] 为更好的实施本发明创造,所述宽推杆悬挂积放链速度检测单元设置为旋转编码器。

[0014] 一种大轮拖底盘柔性高效自动喷涂工艺,包括:

a、采用宽推杆悬挂积放链输送大轮拖底盘至上送下吸水旋喷漆室,并通过旋转编码器随时测定宽推杆悬挂积放链速度反馈给喷涂机器人,进行大轮拖底盘跟踪与联锁;

b、采用落地大型长臂喷涂机器人将大轮拖底盘表面分成若干区域,利用示教器分别分配给不同的喷涂机器人完成大轮拖底盘 90% 以上面积的轨迹跟踪与仿真;

c、由安装在调漆间的自动喷枪循环泵通过输送管路将涂料输送到喷漆室的枪站,枪站与喷涂机器人及其工艺控制柜集成,优化走枪速度、喷涂流量、喷幅搭接率、扇幅宽度工艺参数,自动混气喷枪与喷涂机器人一起按照示教的轨迹和优化的工艺参数运动;通过与喷涂机器人之间的相互配合完成整个大轮拖底盘零件的喷涂;

d、采用带温度、湿度、空气洁净度自动控制的上送下吸水旋喷漆室,保证机器人在温度  $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、湿度  $50\% \sim 75\%$ 、空气洁净度:空气中灰尘颗粒粒径  $\leq 5 \mu\text{m}$  及  $0.3\text{m/s}$  由上而下均匀的风速等工作环境下完成喷涂作业。

[0015] 进一步的,所述喷涂流量  $Q$  与相关工艺系数有如下关系

$$Q = 6 \times 10^{-5} \times h \times V \times W / \{ \eta \times N \times T \times [100 / (100 - y)] \}$$

式中：V 为走枪速度，mm / s；

W 为扇幅宽度，mm；

Y 为喷幅搭接率 y，%；

h 为工艺规定一次喷涂干膜厚度，μm；

Q 为机器人的喷涂流量，mL/min；

T 为喷涂次数，次；

N 为涂料的施工固体分，> 45%；

η 为喷枪传递效率，50% ~ 70%。

[0016] 由于采用了如上所述的技术方案，本发明创造具有如下有益效果：本发明利用智能喷涂机器人和适合大轮拖底盘喷涂的高效混气喷涂系统进行集成开发，提高了大轮拖底盘的涂装水平。

[0017] 本发明利用喷涂机器人，能够适应对人体有害的喷漆操作，能做到人体难以适应的高强度、快节奏连续作业；能够针对不同的工件类型通过示教或离线编程，预先在机器人控制系统中设置对应的程序，生产时根据生产指令自动识别工件，灵活柔性的改变喷涂轨迹，使喷涂过程更精细，以其稳定的涂装质量、自动判断适应多品种产品混线生产。

[0018] 本发明利用混气式喷涂，集中了无气喷涂和空气喷涂的特点，既可以喷涂粘度较高的涂料，获得较厚的漆膜，涂装效率高；又可以借助空气辅助喷涂，具有较好的雾化效果，漆膜的装饰性好，较空气喷涂节省了一道喷涂工序，提高了涂装效率。

[0019] 本发明采用柔性高效的自动喷涂系统，较传统落后的人工空气喷涂方式，实现更经济的涂料消耗，年可节约涂料 15% 以上，减少了对环境的污染和人员的伤害。

[0020] 本发明利用智能喷涂机器人与生产管理系统的联锁，方便了生产组织与管理，保证了产品的高品质及稳定性，提高了大轮拖产品的竞争力。

[0021]

## 附图说明

[0022] 图 1 是大轮拖底盘零件柔性高效自动喷涂系统的结构布局图；

图 2 是图 1 的 A-A 剖视图；

图 3 是喷涂机器人在上送下吸水旋喷漆室内的布置图；

图 4 是机器人喷漆室结构布局图；

图 5 是图 4 的俯视图，喷漆室局部剖开；

图 6 是机器人自动喷涂工位结构示意图；

图 7 调漆间集中供漆系统设备布局示意图。

[0023] 图中：1. 喷涂机器人；2. 上送下吸水旋喷漆室；3. 电气控制系统；4. 宽推杆悬挂积放链；5. 集中供漆混气喷涂系统；6. 旋转编码器；7. 手动输入装置；8. 安全检测光电管；9. 安全门开关；10. 系统控制柜；11. 喷涂控制柜；12. 机器人控制柜；13. 接近开关；14. 人员进出门；15. 送风空调平台；16. 送风中央空调；17. 机器人喷漆室；18. 排风系统；19. 喷涂机器人系统；20. 水旋漆雾处理系统；21. 自动混气喷枪；22. 换色阀；23. 涂料调压阀；24. 高压空气管路；25. 调漆桶；26. 自动加料泵；27. 油漆循环桶；28. 气动搅拌器；29. 液

位控制器 ;30. 自动喷枪循环泵 ;31. 人工喷枪循环泵 ;32. 清洗溶剂泵 ;33. 溶剂桶 ;34. 机器人喷漆室 ;35 . 人工补漆室 ;36 . 调漆间。

[0024]

### 具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明优选实施例做进一步的描述。

[0026] 结合图 1、图 2, 本实施例的大轮拖底盘柔性高效自动喷涂系统, 包括对应于大轮拖底盘不同部位的喷涂机器人 1, 该喷涂机器人利用示教器分别完成所分配的大轮拖底盘对应部位的轨迹跟踪与仿真, 且通过喷涂机器人之间的相互配合完成整个大轮拖底盘零件的喷涂 ; 混气喷涂系统 : 包括安装在喷涂机器人手臂前端的自动混气喷枪 21, 及安装在调漆间 36 向自动混气喷枪供漆的集中供漆混气喷涂系统 5 ; 上送下吸水旋喷漆室 2 : 用于容纳喷涂机器人和大轮拖底盘零件, 并保证喷涂机器人合适的工作环境 ; 宽推杆悬挂积放链 4 : 用于向喷涂机器人输送大轮拖底盘零件, 并配有线体速度跟踪监测设备及链速检测单元 ; 所述链速检测单元实时测定宽推杆悬挂积放链速度反馈给喷涂机器人, 所述线体速度跟踪监测设备将监测到的宽推杆悬挂积放链速度变化值传送给机器人控制器, 以保持示教或喷涂时喷涂机器人动作与大轮拖底盘零件的相互位置与动作关系 ; 控制系统 : 包括 PLC、机器人控制系统、喷漆室控制系统和积放链控制系统。

[0027] 结合图 2、图 6, 喷涂机器人系统采用四台落地大型长臂涂装机器人 1, 将底盘表面根据不同部件分成 67 个区域, 利用示教器分别分配给不同的机器人完成拖拉机底盘 90% 以上面积的轨迹跟踪与仿真, 通过机器人之间的相互配合完成整个底盘零件的喷涂。喷涂机器人系统包括四台喷涂机器人、四台机器人控制柜 12 和喷涂控制柜 11, 喷涂控制柜 11 也称 PCE、一台系统控制柜 10 也称 SCC, 系统具有降级和防撞、在线跟踪等功能。

[0028] 本机器人系统设有手动输入单元 MIS, PLC 接收来自 MES 发给 RFID 的输入单元的工件号信息或 MIS 确认的工件号信息, 并将其发送给喷涂机器人, 通过对射传感器检测吊具上的工件, 依靠与悬挂积放链同步动作的脉冲编码器计算脉冲数换算成距离, 四台机器人分别按照各自与工件感应之间的实际距离设定 PD Distance 参数。机器人开始对工件的追踪, 在工件进入设定的工作窗口后, 按事前接受到的来自 PLC 的调用程序及颜色号执行喷涂工作。

[0029] 根据拖拉机底盘涂装是多品种混线生产的特点, 由工艺人员通过离线编程软件或机器人示教器, 编制在不同节拍下、不同品种规格的底盘喷涂轨迹。以一定的节拍为基准, 进行不同品种底盘轨迹的示教 ; 调试优化后, 再调整走枪速度 ( $0.6 \text{ m/s} \sim 0.9 \text{ m/s}$ )、扇幅宽度 ( $20 \text{ cm} \sim 30 \text{ cm}$ )、喷涂流量 ( $400 \sim 900 \text{ mL/min}$ ) 等工艺参数, 满足其他节拍的底盘喷涂需要。延长节拍时间可以降级使用, 即将不工作机器人的工作轨迹分别由同侧机器人完成。喷涂轨迹确定后, 机器人按照示教的轨迹运动, 安装在机器人手臂前端的自动混气喷枪 21 将水性涂料喷涂到底盘表面的被涂区域。通过运动轨迹的相互搭接在车身上形成均匀的涂层。每次生产结束之后, 使用溶剂进行管路清洗。确认管路清洗干净之后, 依次断开机器人控制器和 PCE 及 SCC 柜的电源, 才能结束生产。

[0030] 结合图 3、图 4 和图 5, 使机器人可靠工作的上送下吸水旋喷漆室 2, 采用带温度、湿度、空气洁净度可自动控制的上送下吸水旋形式, 分机器人喷漆室 34、人工补漆室 35 两个

室体；采用一套控温控湿的中央空调变频送风，两套变频排风系统分别用于调节机器人喷漆室、人工补漆室两个室体的气流平均风速分别为 0.3m/s、0.6 m/s；保证喷涂机器人在合适的工作环境，即温度 15℃~35℃、湿度 50%~75%、空气洁净度：空气中灰尘颗粒粒径 $\leq 5\mu\text{m}$ 及 0.3m/s 由上而下均匀的气流组织下完成喷涂工作，达到高品质涂装所需要的洁净度、湿度、温度。经过水旋器处理的漆雾大流量高空达标排放。

[0031] 结合图 7，集中供漆混气喷涂系统，包括高压空气管路 24、调漆桶 25、油漆循环桶 27、自动喷枪循环泵 30、人工喷枪循环泵 31、清洗溶剂泵 32 和溶剂桶 33；所述调漆桶 25 通过自动加料泵 26 与油漆循环桶 27 相连；所述油漆循环桶上设有气动搅拌器 28 及液位控制器 29；所述自动喷枪循环泵 30、人工喷枪循环泵 31 通过管路与油漆循环桶 27 相连；所述清洗溶剂泵 32 和溶剂桶 33 相连；且清洗溶剂泵 32、人工喷枪循环泵 31、自动喷枪循环泵 30、气动搅拌器 28、液位控制器 29 及自动加料泵 26 均与高压空气管路 24 相连。

[0032] 人工在调漆间 36 的调漆桶内调漆到设定的粘度；油漆循环桶 27 设有气动搅拌器 28 和液位控制器 29，气动搅拌器保证涂料均匀，不至于沉淀；液位控制器保证油漆循环桶的涂料在满足主管循环的一定容量内，低于下限时，控制加料泵自动往油漆循环桶加料；达到上限，停止加料。涂料循环泵保证油漆循环桶的涂料一直在主管循环，喷枪工作时可随时供料。溶剂泵待上下班清洁喷枪和需要清洗管路时，由机器人控制柜启动工作。

[0033] 采用四台 AVX 自动混气喷枪安装在机器人手臂前端，与其配套的安装在调漆间 36 的集中供漆系统，由自动喷枪循环泵经输送管路到机器人喷漆室 34 的枪战与机器人及其工艺喷涂控制柜即 PCE 集成，通过优化走枪速度、喷涂流量、搭接率等工艺参数，与机器人一起按照示教的轨迹和优化的工艺参数运动，从而使运动轨迹相互搭接在不同品种底盘上，形成均匀一致的涂层。

[0034] 底盘零件的涂膜外观要求没有覆盖件高，采用混气喷涂一次可喷  $20\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ （湿膜  $60\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ ），可省一道喷涂工序及设备，完全可以满足底盘表面质量要求。

[0035] 自动混气喷涂工位所需的油漆采用一条主管循环的高压集中供漆系统的方式供给涂料，所需的清洗溶剂采用一条盲端的溶剂集中输送系统到相应的机器人工位。

[0036] 喷漆室内环境的改变对喷涂效果有很大的影响，所以应设定合适的喷涂参数，包括喷漆室风速及温度、湿度、喷涂流量、雾化空气、扇幅空气以及配合更换不同类型的枪嘴，以得到比较好的喷涂效果。

[0037] 以下为混气喷涂工艺参数的设置。

[0038] 喷幅搭接率：汽车覆盖件喷幅搭接率一般取 66.7% 或 75%，考虑底盘零件漆膜的性质，选择喷幅搭接率为 50%。

[0039] 扇幅宽度：由于喷枪的扇幅与雾化效果等相关，根据经验，将混气喷枪的扇幅宽度设置在 20cm~30cm 之间；

走枪速度：当漆膜厚度、喷幅搭接率、喷涂次数等参数确定后，生产效率只与走枪速度（机器人运行速度）、扇幅宽度相关。由于每种类型喷枪有一个最佳的运行速度，本案选用的是混气喷枪，最佳走枪速度建议在  $0.6\text{ m/s} \sim 0.9\text{ m/s}$ ，这样，生产效率只与扇幅相关。

[0040] 喷涂流量：喷涂流量与相关工艺系数有如下关系

$$Q = 6 \times 10^{-5} \times h \times V \times W / \{ \eta \times N \times T \times [100 / (100 - y)] \}$$

式中：V 为走枪速度，mm / s；

- W 为扇幅宽度, mm ;  
Y 为喷幅搭接率  $y$ , % ;  
h 为工艺规定一次喷涂干膜厚度,  $\mu\text{m}$  ;  
Q 为机器人的喷涂流量, mL/min ;  
T 为喷涂次数, 次 ;N 为涂料的施工固体分, > 45% ;  
 $\eta$  为喷枪传递效率, 50% ~ 70%。

[0041] 混气喷涂获得最佳喷涂效果时的喷涂流量最好不要超过 500mL/min, 此时喷幅的最佳喷涂效率为单枪 3.6  $\text{m}^2/\text{min}$ 。四支自动混气喷枪的喷涂效率将达到 14.4  $\text{m}^2/\text{min}$ , 按照每个工件需要喷涂的面积为 25 $\text{m}^2$  计算, 此时每个节拍中用于喷涂作业的时间为 1.736 min。如果将喷枪的走枪速度适当加大、扇幅宽度加宽、喷涂流量也加大, 那么生产效率将会相应的提高。因此配置方案的效率有很大的调节空间。

[0042] 底盘零件形状复杂, 零件基地有底漆、面漆和光面, 因此喷涂流量及扇幅宽度需根据不同情况进行设置。对于已有底漆部分采用设计参数进行调试 ;对于已有面漆部分采用不喷或减少喷涂流量进行调试 ;对于没有底漆的光面需适当加大喷涂流量 ;小面积喷涂需减少扇幅宽度及喷涂流量。

[0043] 以下为优化后理想的工艺参数。

[0044] 生产节拍 2min 时, 走枪速度 600 mm/s ~700 mm/s, 扇幅宽度 200 mm ~260mm, 喷枪流量 400 mL/min ~800mL/min, 漆膜厚度 30  $\mu\text{m}$  ;

生产节拍 1.5min 时, 走枪速度 900 mm/s, 扇幅宽度 250 mm ~280mm, 喷枪流量 500 mL/min ~900 mL/min, 漆膜厚度 25  $\mu\text{m}$ 。

[0045] 采用宽推杆悬挂积放链给喷涂机器人输送工件, 具有线体速度跟踪监测设备及链速检测单元, 通过旋转编码器 6 随时测定积放链速度反馈给喷涂机器人, 实时检测链速变化并把脉冲数值传送给机器人控制器 12, 始终保持示教或喷涂时机器人动作与工件的相互位置与动作关系, 从而确保工件喷涂质量。如输送链暂停, 机器人能记忆当前位置并停机, 输送链重新开动后机器人继续执行未完成的部分程序。

[0046] 控制系统主要由机器人控制系统、喷漆室控制系统和积放链控制系统等组成。机器人与喷漆室送排风装置和积放链、可燃气体报警等信号有互锁功能。

[0047] 各控制系统(含 PLC 控制系统)设有人机交互平台, 含人机交换界面, 可显示输送链速度, 机器人工作状态, 报警显示等。控制系统采用 Siemens S7-300 作为控制核心。PLC 到各控制系统采用 Profibus 网络连接。并通过交换机以工业以太网方式与输送链控制系统进行通讯, 实现机器人、积放链、喷漆室、集中供漆系统、生产管理系统的联锁控制 ;控制台上设置的触摸屏提供了人机操作界面, 便于实时掌握系统运作信息并执行相应的操作。

[0048] 控制系统 PLC 接收来自输入单元的工件信息并将其发送给机器人, 通过对射光电开关检测吊具上的工件, 采集与输送链同步动作的脉冲编码器的信息, 使机器人喷涂过程中保持与输送链同步。

[0049] 机器人根据接收到的不同工件的信息执行不同的喷涂轨迹程序, 机器人轨迹程序是运用 FANUC 公司“Paint tool”软件进行编制, 每一不同工件编制不同的轨迹程序。

[0050] 机器人与输送链的联锁控制, 机器人控制系统是采用西门子公司可编程控制器 S7-300 作为控制核心, 通过交换机以工业以太网方式与输送链控制系统进行通讯, 实现信

号读取及联锁控制；机器人控制系统设置有是否允许输送链运行功能，当机器人正常工作时，机器人控制系统发出允许输送链运行信号，该信号通过工业以太网被输送链控制系统接收后，输送链自动运行；当机器人出现故障紧急停止时，该信号通过工业以太网被输送链控制系统接收后，输送链控制系统会控制输送链立即自动停止，待机器人故障解除后发出允许输送链运行信号，输送链才可以自动运行。当输送链出现故障紧急停止时，机器人控制系统会通过以太网自动接收到输送链停止信号，并发出机器人停止信号使机器人立即停止工作。

[0051] 机器人的控制系统可以自动控制喷枪的开关时间，在机器人轨迹程序的编制过程中，可以进行机器人喷枪开关的设置，在机器人的工作过程中，每一步轨迹都可以设置喷枪的开关状态，在需要喷涂的轨迹程序可以把喷枪设置为开，即 GUN=ON，在不需喷涂的轨迹程序可以把喷枪设置为关，即 GUN=OFF；当机器人在停止工作时，喷枪均为自动关闭状态。

[0052] 系统配置链速检测单元。每个机器人配备一个防爆示教器。

[0053] 机器人自动涂装技术能够适应对人体有害的喷漆操作，能做到人体难以适应的高强度、快节奏连续作业，能够使喷涂过程更精细，实现更经济的涂料消耗，能够以其稳定的涂装质量、自动判断和适应多品种产品混线生产等优势，被越来越多的行业所采用和推广。混气式喷涂集中了无气喷涂和空气喷涂的特点，既可以喷涂粘度较高的涂料，获得较厚的漆膜，涂装效率高；又可以借助空气辅助具有较好的雾化效果，漆膜的装饰性好；非常适合工程机械和底盘类零件涂装。

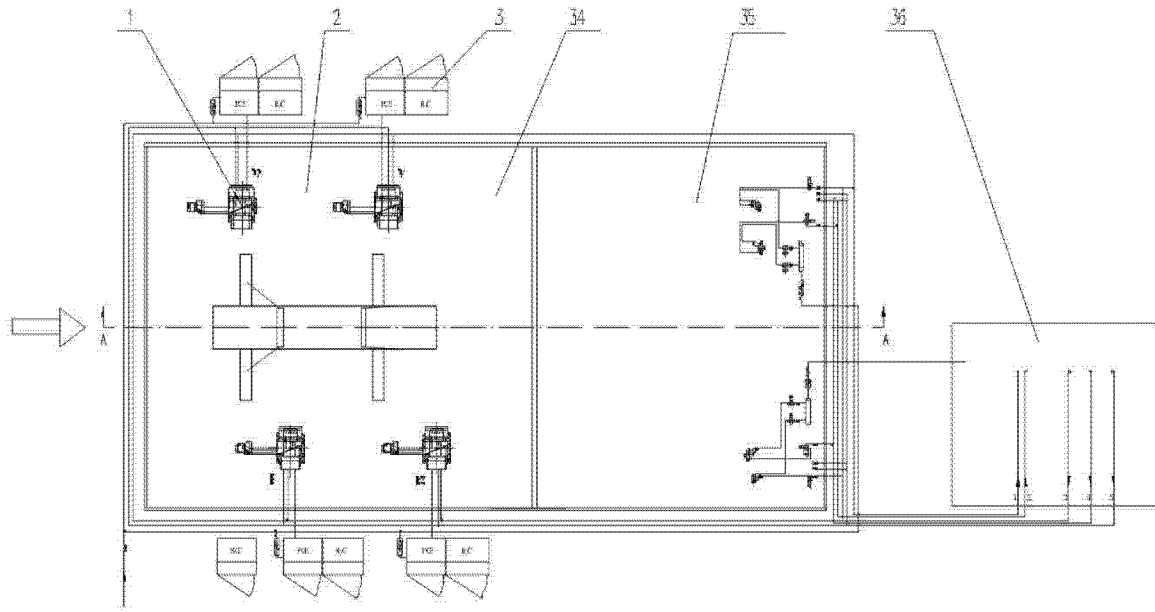


图 1

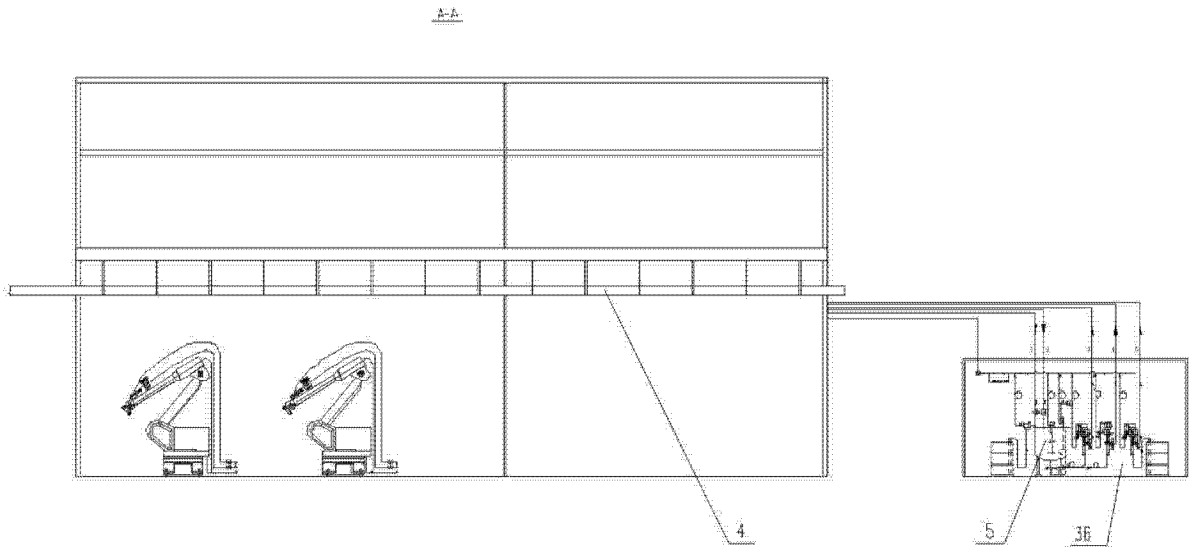


图 2

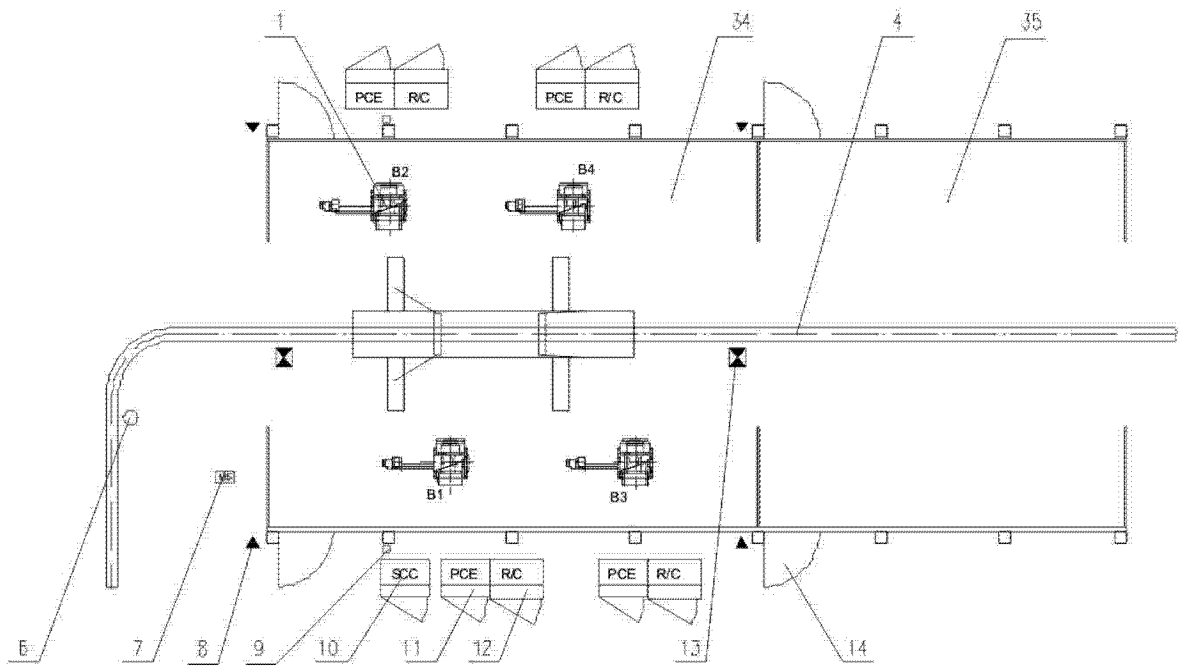


图 3

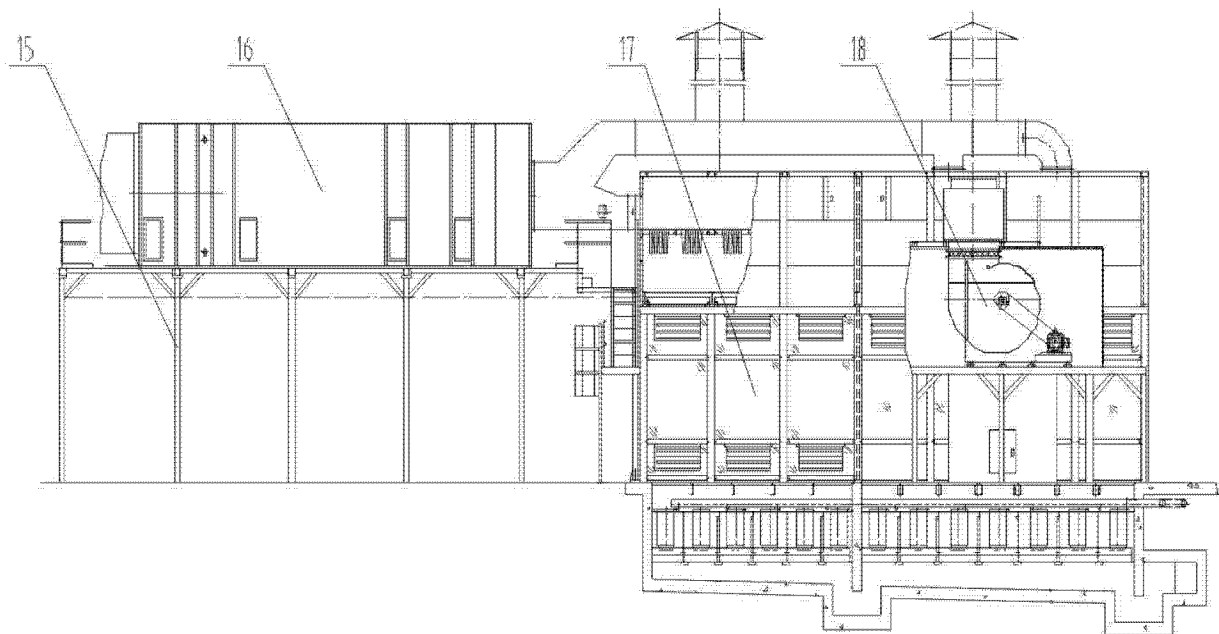


图 4

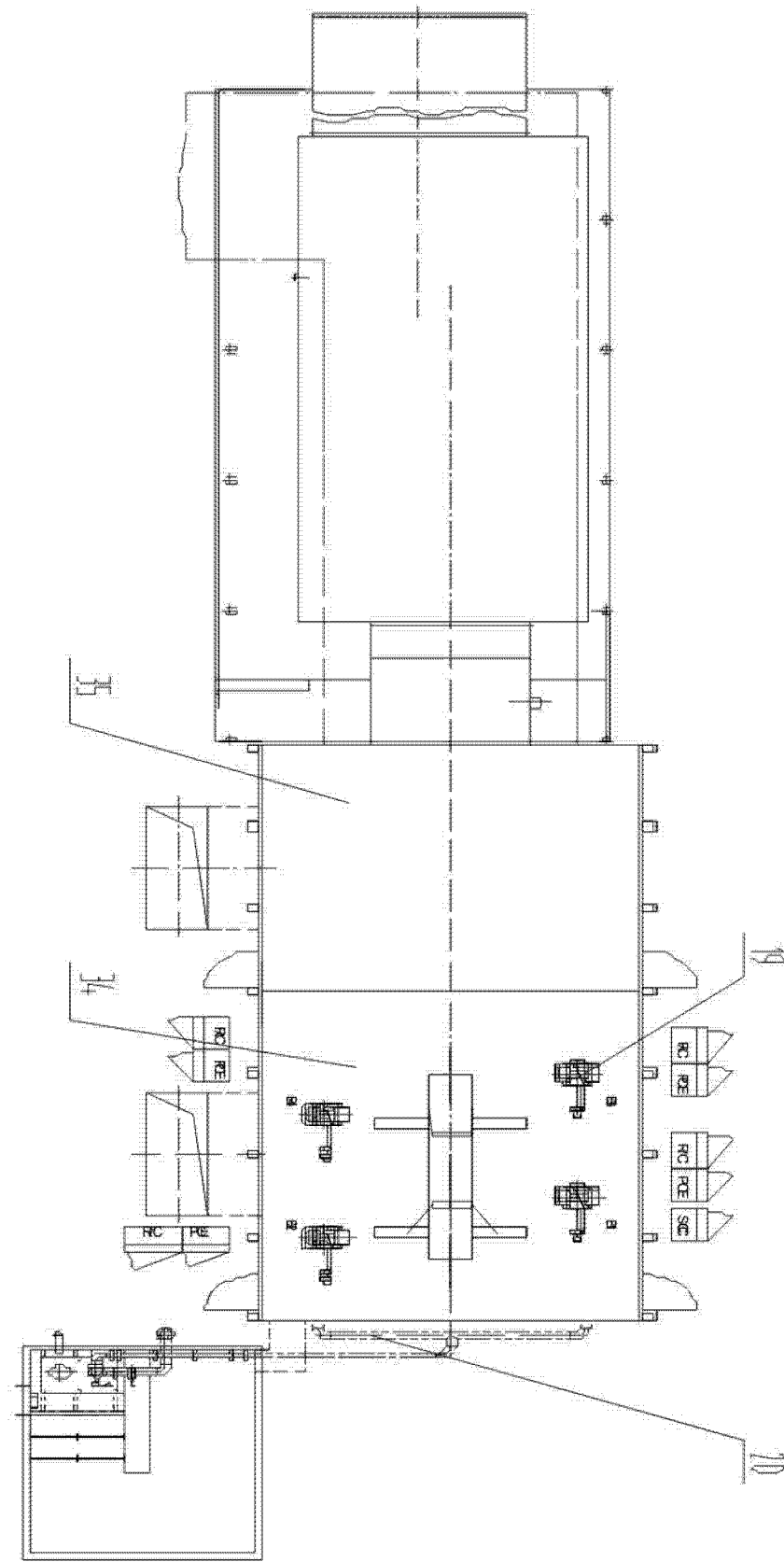


图 5

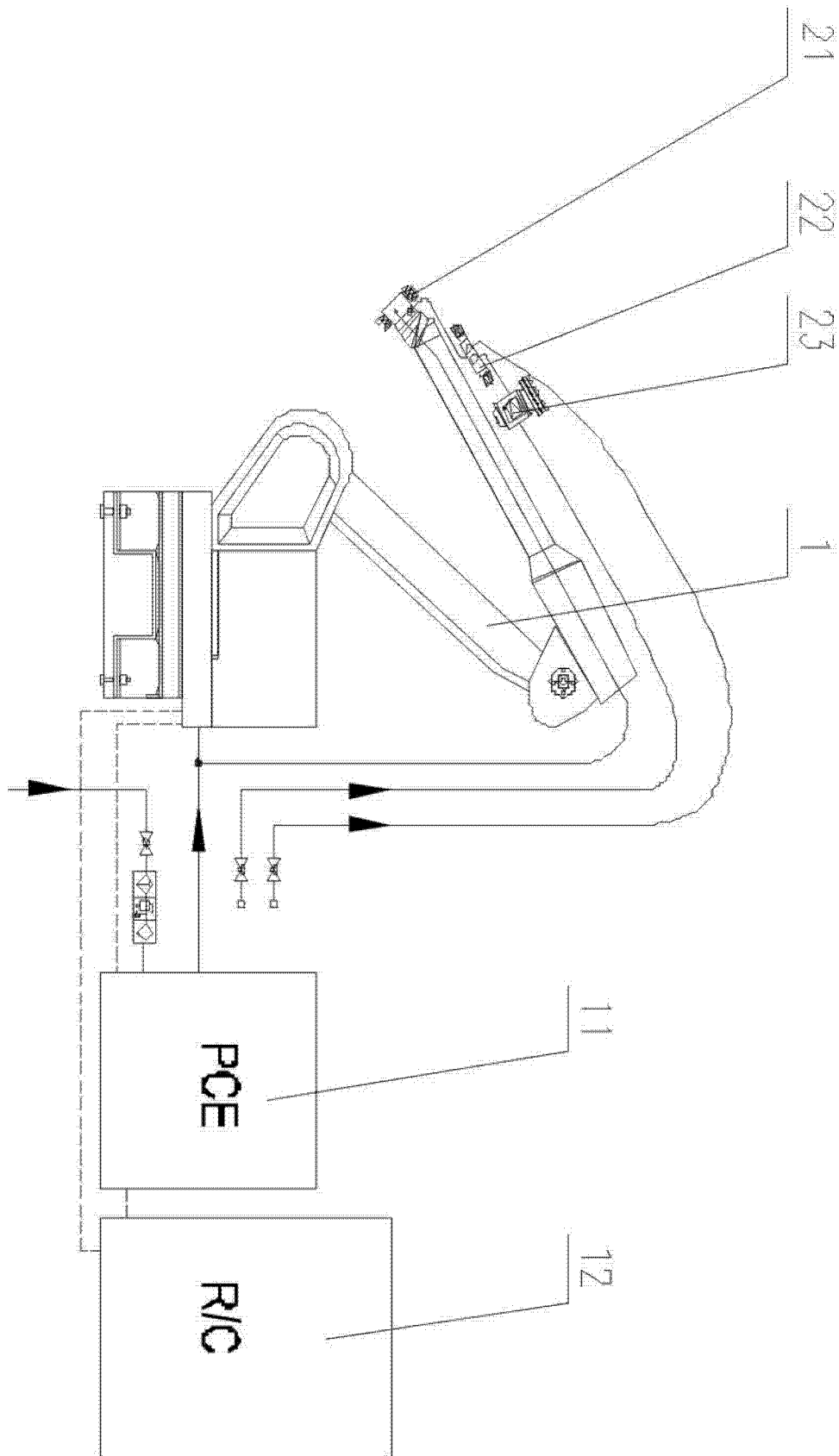


图 6

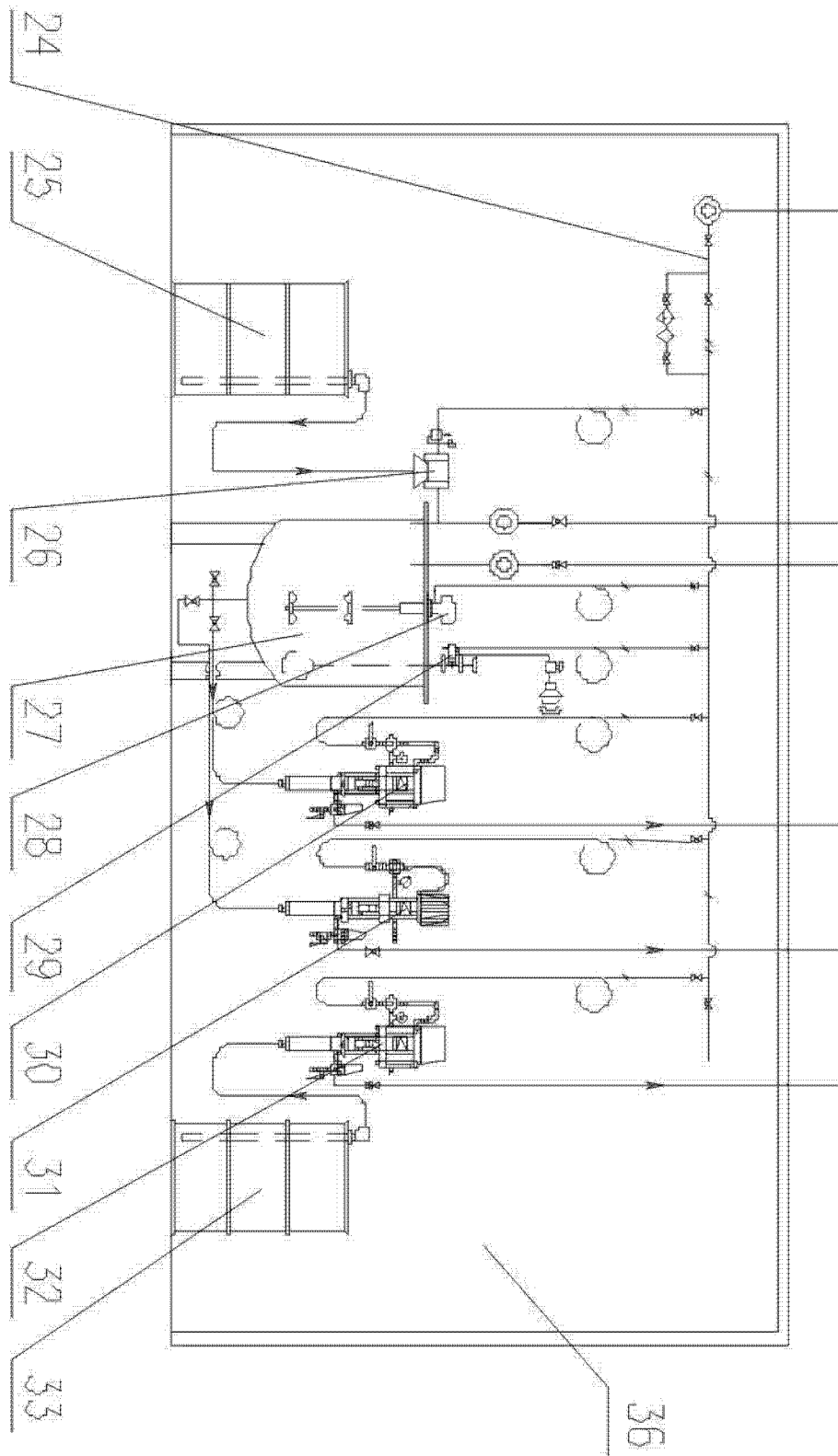


图 7