(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102840586 A
(43)申请公布日 2012.12.26

(21)申请号 201210337858.8

(22)申请日 2012.09.13

(71)申请人 宁明辉
地址 214028 江苏省无锡市新区长江路 32 号

(72)发明人 宁明辉

(74)专利代理机构 无锡盛阳专利商标事务所（普通合伙） 32227
代理人 杜丹盛

(51)Int.Cl.
F23G 5/50(2006.01)

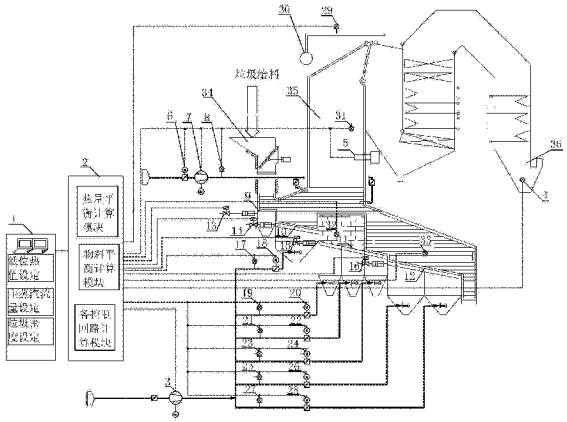
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 5 页

(54)发明名称

生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统

(57)摘要

本发明提供了生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统，其在工况稍有变化时，即可自动调节炉排各段的风量、配风比、给料速度、炉排各段速度等参数，自动化程度高，且确保了焚烧炉的稳定运行。其包括垃圾焚烧炉，所述垃圾焚烧炉设置有垃圾进料口、干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排、炉膛、汽包、尾部烟气出口，所述干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排的下部分别设置有一次风进风口，一次风机分别通过管路连通对应的所述一次风进风口，所述炉膛内通有二次风进风口，所述二次风进风口通过管路连接二次风机，所述干燥炉排上设置有推料器，其特征在于：所述垃圾焚烧炉的外部设置有 PLC 控制站、操作站，所述操作站连接所述 PLC 控制站。



CN 102840586 A

1. 生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统，其包括垃圾焚烧炉，所述垃圾焚烧炉设置有垃圾进料口、干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排、炉膛、汽包、尾部烟气出口，所述干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排的下部分别设置有一次风进风口，一次风机分别通过管路连通对应的所述一次风进风口，所述炉膛内通有二次风进风口，所述二次风进风口通过管路连接二次风机，所述干燥炉排上设置有推料器，其特征在于：所述垃圾焚烧炉的外部设置有 PLC 控制站、操作站，所述操作站连接所述 PLC 控制站，所述操作站内设置有低位热值设定、蒸汽流量设定、垃圾密度设定三个参数输入模块，所述 PLC 控制站内执行逻辑运算模块设置有热量平衡计算模块、物料平衡计算模块、各控制回路计算模块，所述干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排分别设置有干燥炉排速度控制阀、燃烧炉排速度控制阀、燃尽炉排速度控制阀，所述干燥炉排速度控制阀、燃烧炉排速度控制阀、燃尽炉排速度控制阀分别连接所述 PLC 控制站，所述干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排的下部对应的所述一次风进风口所连通的每一条管路上分别设置有空气流量测试仪、空气流量控制阀，所述每一条管路上设置的空气流量测试仪、空气流量控制阀分别连接到所述 PLC 控制站；所述二次风机的管道两端风别设置有二次风流量控制阀、二次风流量测量仪表，所述二次风流量控制阀、二次风流量测量仪表、二次风机分别连接至所述 PLC 控制站；所述汽包的蒸汽出口处设置有蒸汽测量仪表，所述蒸汽测量仪表连接所述 PLC 控制站；所述炉膛内设置有辅助燃烧器、炉膛温度测量仪，所述辅助燃烧器、炉膛温度测量仪分别连接所述 PLC 控制站；所述燃烧炉排上设置有垃圾层厚度测试仪表，所述垃圾层厚度测试仪表连接所述 PLC 控制站，所述燃尽炉排的上方设置有温度仪，所述温度仪连接所述 PLC 控制站；所述尾部烟气出口处设置有烟气含氧量测量仪表，所述烟气含氧量测量仪表连接所述 PLC 控制站；所述推料器连接有推料器速度控制阀，所述推料器速度控制阀连接所述 PLC 控制站。

2. 根据权利要求 1 所述的生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统，其特征在于：所述燃烧炉排的下部设置有三个一次风进风口，分别为：一段进风口、二段进风口、三段进风口，所述一段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排一段空气流量测试仪、燃烧炉排一段空气流量控制阀，所述燃烧炉排一段空气流量测试仪、燃烧炉排一段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站；所述二段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排二段空气流量测试仪、燃烧炉排二段空气流量控制阀，所述燃烧炉排二段空气流量测试仪、燃烧炉排二段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站；所述三段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排三段空气流量测试仪、燃烧炉排三段空气流量控制阀，所述燃烧炉排三段空气流量测试仪、燃烧炉排三段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站。

3. 根据权利要求 1 所述的生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统，其特征在于：所述燃尽炉排下部设置有两个一次风进口，分别为：燃尽炉排一段一次风进口、燃尽炉排二段一次风进口，所述燃尽炉排一段一次风进口的对应管路上分别设置有燃尽炉排一段空气流量测试仪、燃尽炉排一段空气流量控制阀，所述燃尽炉排一段空气流量测试仪、燃尽炉排一段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站；所述燃尽炉排二段一次风进口的对应管路上分别设置有燃尽炉排二段空气流量测试仪、燃尽炉排二段空气流量控制阀，所述燃尽炉排二段空气流量测试仪、燃尽炉排二段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站。

生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及生活垃圾焚烧的技术领域，具体为生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统。

背景技术

[0002] 当前我国的城市生活垃圾成分复杂，热值比较低 ，造成了垃圾焚烧炉燃烧工况不稳定，国内大部分焚烧厂每台焚烧炉都配备一个专职的操作人员，和垃圾焚烧控制相关的各设备大部分都运行在手动操作模式，焚烧炉的稳定运行完全依靠操作人员的个人经验，来调节炉排各段的风量、配风比、给料速度、炉排各段速度等参数；燃烧工况稍有变化，运行人员就需要不停地进行相关操作，如果操作不合理或者不及时会造成燃烧工况更大的波动，所以有关焚烧炉燃烧自动控制的自动化程度低，人工控制导致焚烧炉的运行稳定性差。

发明内容

[0003] 针对上述问题，本发明提供了生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统，其在工况稍有变化时，即可自动调节炉排各段的风量、配风比、给料速度、炉排各段速度等参数，自动化程度高，且确保了焚烧炉的稳定运行。

[0004] 生活垃圾焚烧炉自动燃烧控制系统，其技术方案是这样的：其包括垃圾焚烧炉，所述垃圾焚烧炉设置有垃圾进料口、干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排、炉膛、汽包、尾部烟气出口，所述干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排的下部分别设置有一次风进风口，一次风机分别通过管路连通对应的所述一次风进风口，所述炉膛内通有二次风进风口，所述二次风进风口通过管路连接二次风机，所述干燥炉排上设置有推料器，其特征在于：所述垃圾焚烧炉的外部设置有 PLC 控制站、操作站，所述操作站连接所述 PLC 控制站，所述操作站内设置有低位热值设定、蒸汽流量设定、垃圾密度设定三个参数输入模块，所述 PLC 控制站内执行逻辑运算模块设置有热量平衡计算模块、物料平衡计算模块、各控制回路计算模块，所述干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排分别设置有干燥炉排速度控制阀、燃烧炉排速度控制阀、燃尽炉排速度控制阀，所述干燥炉排速度控制阀、燃烧炉排速度控制阀、燃尽炉排速度控制阀分别连接所述 PLC 控制站，所述干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排的下部对应的所述一次风进风口所连通的每一条管路上分别设置有空气流量测试仪、空气流量控制阀，所述每一条管路上设置的空气流量测试仪、空气流量控制阀分别连接到所述 PLC 控制站；所述二次风机的管道两端风别设置有二次风流量控制阀、二次风流量测量仪表，所述二次风流量控制阀、二次风流量测量仪表、二次风机分别连接至所述 PLC 控制站；所述汽包的蒸汽出口处设置有蒸汽测量仪表，所述蒸汽测量仪表连接所述 PLC 控制站；所述炉膛内设置有辅助燃烧器、炉膛温度测量仪，所述辅助燃烧器、炉膛温度测量仪分别连接所述 PLC 控制站；所述燃烧炉排上设置有垃圾层厚度测试仪表，所述垃圾层厚度测试仪表连接所述 PLC 控制站，所述燃尽炉排的上方设置有温度仪，所述温度仪连接所述 PLC 控制站；所述尾部烟气出口处设置有烟气含氧量测量仪表，所述烟气含氧量测量仪表连接所述 PLC 控制站；所述推料器连接有推料

器速度控制阀，所述推料器速度控制阀连接所述 PLC 控制站。

[0005] 其进一步特征在于：所述燃烧炉排的下部设置有三个一次风进风口，分别为：一段进风口、二段进风口、三段进风口，所述一段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排一段空气流量测试仪、燃烧炉排一段空气流量控制阀，所述燃烧炉排一段空气流量测试仪、燃烧炉排一段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站；所述二段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排二段空气流量测试仪、燃烧炉排二段空气流量控制阀，所述燃烧炉排二段空气流量测试仪、燃烧炉排二段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站；所述三段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排三段空气流量测试仪、燃烧炉排三段空气流量控制阀，所述燃烧炉排三段空气流量测试仪、燃烧炉排三段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站；

所述燃尽炉排下部设置有两个一次风进口，分别为：燃尽炉排一段一次风进口、燃尽炉排二段一次风进口，所述燃尽炉排一段一次风进口的对应管路上分别设置有燃尽炉排一段空气流量测试仪、燃尽炉排一段空气流量控制阀，所述燃尽炉排一段空气流量测试仪、燃尽炉排一段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站；所述燃尽炉排二段一次风进口的对应管路上分别设置有燃尽炉排二段空气流量测试仪、燃尽炉排二段空气流量控制阀，所述燃尽炉排二段空气流量测试仪、燃尽炉排二段空气流量控制阀分别连接所述 PLC 控制站。

[0006] 使用本发明的结构后，通过操作站内的低位热值、蒸汽流量、垃圾的密度三个参数输入模块将对应参数输入至操作站，操作站将对应的参数传输至 PLC 控制站，并通过其内部的热量平衡计算模块和物料平衡计算模块分别计算出生活垃圾焚烧炉各个位置对应的参数，然后输出至生活垃圾焚烧炉各个位置的控制部件，通过调整控制部件的参数，达到实时调整，即可满足在工况稍有变化时，可自动调节炉排各段的风量、配风比、给料速度、炉排各段速度等参数，自动化程度高，且确保了焚烧炉的稳定运行。

附图说明

[0007] 图 1 为本发明的结构示意框图；

图 2 为本发明的控制理论模型；

图 3 为蒸汽流量控制、热酌减率控制、烟气氧含量控制的控制原理示意图；

图 4 为炉膛温度控制回路原理示意图；

图 5 为垃圾层厚控制回路原理示意图。

具体实施方式

[0008] 见图 1，其包括垃圾焚烧炉，所述垃圾焚烧炉设置有垃圾进料口 34、干燥炉排 10、燃烧炉排 11、燃尽炉排 12、炉膛 35、汽包 30、尾部烟气出口 36，所述干燥炉排 10、燃烧炉排 11、燃尽炉排 12 的下部分别设置有一次风进风口，一次风机 3 分别通过管路连通对应的所述一次风进风口，所述炉膛 35 内通有二次风进风口，所述二次风进风口通过管路连接二次风机 7，所述干燥炉排 10 上设置有推料器 9，

垃圾焚烧炉的外部设置有 PLC 控制站 2、操作站 1，操作站 1 连接 PLC 控制站 2，操作站 1 内设置有低位热值设定、蒸汽流量设定、垃圾密度设定三个参数输入模块，PLC 控制站 2 内执行逻辑运算模块设置有热量平衡计算模块、物料平衡计算模块、各控制回路计算模块，干

燥炉排 10、燃烧炉排 11、燃尽炉排 12 分别设置有干燥炉排速度控制阀 14、燃烧炉排速度控制阀 15、燃尽炉排速度控制阀 16，干燥炉排速度控制阀 14、燃烧炉排速度控制阀 15、燃尽炉排速度控制阀 16 分别连接 PLC 控制站 2，干燥炉排 10、燃烧炉排 11、燃尽炉排 12 的下部对应的一次风进风口所连通的每一条管路上分别设置有空气流量测试仪、空气流量控制阀，每一条管路上设置的空气流量测试仪、空气流量控制阀分别连接到 PLC 控制站 2；二次风机 7 的管道两端风别设置有二次风流量控制阀 6、二次风流量测量仪表 8，二次风流量控制阀 6、二次风流量测量仪表 8、二次风机 7 分别连接至 PLC 控制站 2；汽包 30 的蒸汽出口处设置有蒸汽测量仪表 29，蒸汽测量仪表 29 连接 PLC 控制站 2；炉膛 35 内设置有辅助燃烧器 5、炉膛温度测量仪 31，辅助燃烧器 5、炉膛温度测量仪 31 分别连接 PLC 控制站 2；燃烧炉排 11 上设置有垃圾层厚度测试仪表 32，垃圾层厚度测试仪表 32 连接 PLC 控制站 2，燃尽炉排 12 的上方设置有温度仪 33，温度仪 33 连接 PLC 控制站 2；尾部烟气出口 36 处设置有烟气含氧量测量仪表 4，烟气含氧量测量仪表 4 连接 PLC 控制站 2；推料器 9 连接有推料器速度控制阀 13，推料器速度控制阀 13 连接 PLC 控制站 2；

燃烧炉排 11 的下部设置有三个一次风进风口，分别为：一段进风口、二段进风口、三段进风口，一段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排一段空气流量测试仪 19、燃烧炉排一段空气流量控制阀 20，燃烧炉排一段空气流量测试仪 19、燃烧炉排一段空气流量控制阀 20 分别连接 PLC 控制站 2；二段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排二段空气流量测试仪 21、燃烧炉排二段空气流量控制阀 22，燃烧炉排二段空气流量测试仪 21、燃烧炉排二段空气流量控制阀 22 分别连接 PLC 控制站 2；三段进风口的对应管路上分别设置有燃烧炉排三段空气流量测试仪 23、燃烧炉排三段空气流量控制阀 24，燃烧炉排三段空气流量测试仪 23、燃烧炉排三段空气流量控制阀 24 分别连接 PLC 控制站 2；

燃尽炉排 12 下部设置有两个一次风进口，分别为：燃尽炉排一段一次风进口、燃尽炉排二段一次风进口，燃尽炉排一段一次风进口的对应管路上分别设置有燃尽炉排一段空气流量测试仪 25、燃尽炉排一段空气流量控制阀 26，燃尽炉排一段空气流量测试仪 25、燃尽炉排一段空气流量控制阀 26 分别连接 PLC 控制站 2；燃尽炉排二段一次风进口的对应管路上分别设置有燃尽炉排二段空气流量测试仪 27、燃尽炉排二段空气流量控制阀 28，燃尽炉排二段空气流量测试仪 27、燃尽炉排二段空气流量控制阀 28 分别连接 PLC 控制站 2。

[0009] 其工作原理，见图 2：用项目工艺设计的热量平衡计算书和物料平衡计算书作为基础数据建立各控制回路的基本数学模型，依据具体调试的情况分别确定有关给料速度、各炉排速度、一次风温度、二次风温度、一次风流量、各段炉排的风量、二次风流量等基准数据，以及在负荷变化、垃圾热值变化时上述各参数的变化值，这样在热值变化时，此系统会自动调节相关设备维持燃烧工况的稳定性。

[0010] 主要理论计算和各控制回路的调节，见图 3-5：通过设置的蒸汽流量值能够计算所需要的热量，根据垃圾的低位热值能够计算出所需要的垃圾的重量以及需要的燃烧空气量，根据垃圾的密度计算出需要的垃圾的体积，根据垃圾进料口的面积能够计算出需要的垃圾供应的速度，得出推料器运动的基准速度，再根据垃圾在炉排上燃烧的情况以及垃圾层厚度分别控制各段炉排的速度，所以通过改变蒸汽流量的设定能够非常方便地实现调节焚烧炉的负荷并能保持稳定地燃烧。

[0011] 关于蒸汽流量的稳定地设定值的控制，主要通过调节燃烧炉排段空气流量调大或

者调小，剪切刀的动作速度的加快或者减慢，实现对垃圾燃烧状况的促进或者抑制，炉膛温度的升高或者降低来达到蒸汽流量稳定的控制。

[0012] 关于垃圾层厚的控制，根据焚烧炉合理层厚作为控制目标，通过调节推料器、干燥炉排、燃烧炉排的速度使垃圾层厚维持在适合燃烧的范围内。

[0013] 关于热灼减率最小化的控制，通过在燃尽炉排段设置温度测量装置，来监测垃圾的燃烧程度，如果到了此处垃圾还有大量的可燃分，燃烧很旺盛，此处温度会变高，通过调大此处的燃烧空气量促进燃烧，调慢燃尽炉排的速度延长垃圾在炉排上的燃烧时间，调慢燃烧炉排的速度是垃圾在燃烧炉排上燃烧的再充分一点，最终使得垃圾的热灼减率保持在设计范围内。

[0014] 关于减少污染物的产生控制，主要有两点：一是要控制炉膛烟气温度不低于850℃ 2秒，二是要控制烟气的含氧量在设计的范围内。

[0015] 关于炉膛烟气温度不低于850℃ 2秒的控制，根据炉膛的尺寸以及烟气流量计算出烟气在炉膛内流通2秒后的温度，一次温度作为控制目标，通过辅助燃烧器的启停以及辅助燃烧器柴油流量大小的调节保证炉膛烟气温度不低于850℃ 2秒。

[0016] 关于烟气的含氧量的控制，主要通过二次风的流量以及燃尽炉排段燃烧空气的流量来控制。二次风可促进炉膛烟气中可燃分的进一步燃烧，对烟气中含氧量控制起着主要作用，但是二次风温度较低，尤其是垃圾热值较低时，喷入二次风流量较大时会使焚烧炉温度偏低，通过增加燃尽炉排段的燃烧空气流量可以解决这个问题。

[0017] 具体实施例一：以垃圾处理量为250t/d，余热炉蒸汽量为20t/h的焚烧炉为例，垃圾的低位热值为6200KJ/Kg时，蒸汽设定值为20t/h，垃圾层厚设定值为0.5，燃尽炉排上部温度设定值为550℃，炉膛温度设定值为950℃，省煤器出口氧气含量7%，推料器基准速度为5.5m/h，干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排、剪切刀的基准速度分别为75s、125s、180s、85s，一次风温度基准值为260℃，干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排三段的基准风量分别为5.8km^{3}N/h，19.6km^{3}N/h，4.2km^{3}N/h，二次风温度基准值为40℃，二次风流量基准值为6.8km^{3}N/h。

[0018] 具体实施例二：以垃圾处理量为400t/d，余热炉蒸汽量为45t/h的焚烧炉为例，垃圾的低位热值为6300KJ/Kg时，蒸汽设定值为45t/h，垃圾层厚设定值为0.5，燃尽炉排上部温度设定值为570℃，炉膛温度设定值为970℃，省煤器出口氧气含量7%，推料器基准速度为5.3m/h，干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排、剪切刀的基准速度分别为62s、89s、190s、70s，一次风温度基准值为200℃，干燥炉排、燃烧炉排、燃尽炉排三段的基准风量分别为9.0km^{3}N/h，36.4km^{3}N/h，15.4km^{3}N/h，二次风温度基准值为40℃，二次风流量基准值为7.8km^{3}N/h。

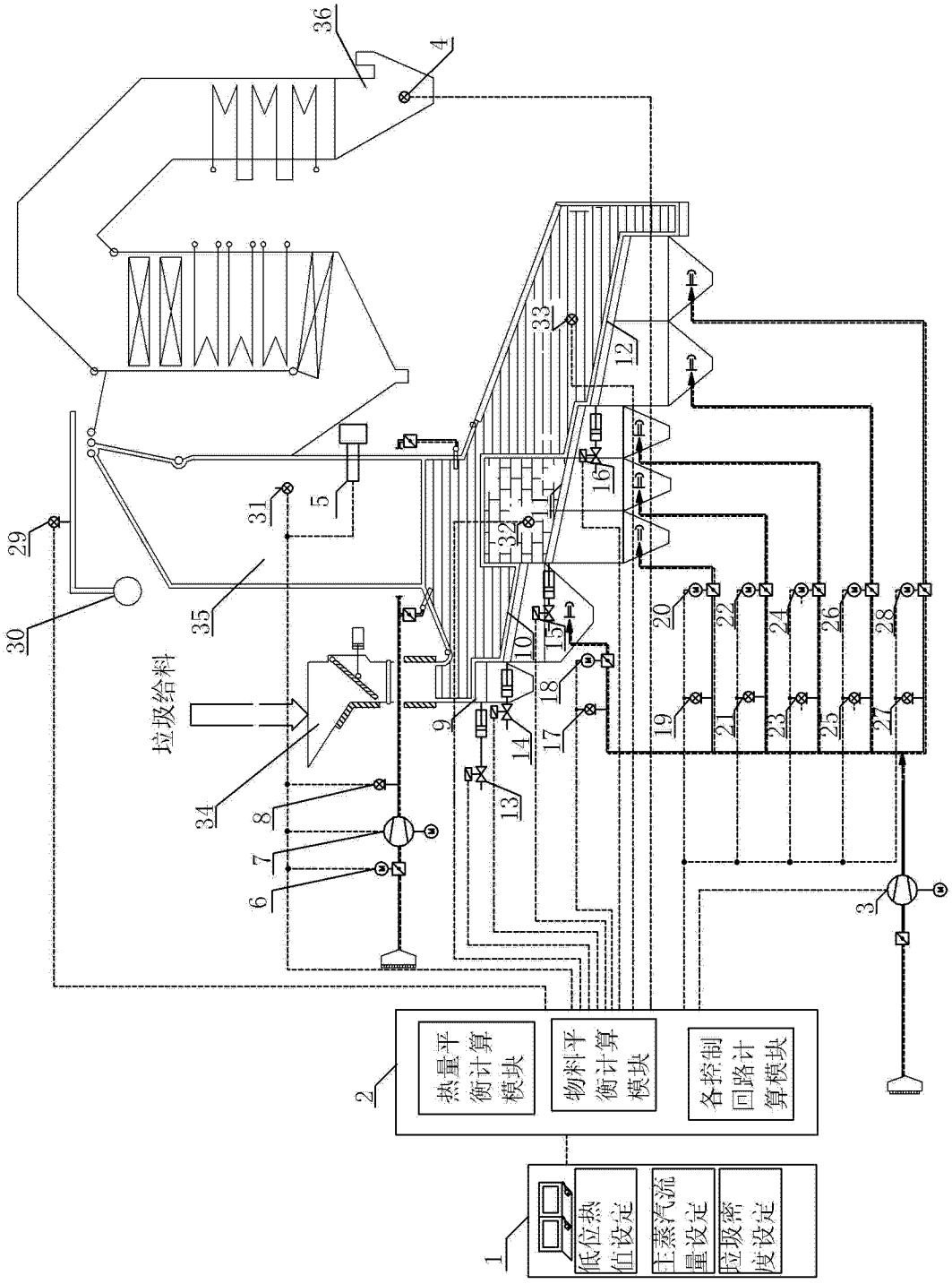

垃圾给料
热量平衡计算模块
物料平衡计算模块
各控制回路计算模块
低位热值设定
主蒸汽流量设定
炉膛压力设定
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

图 1

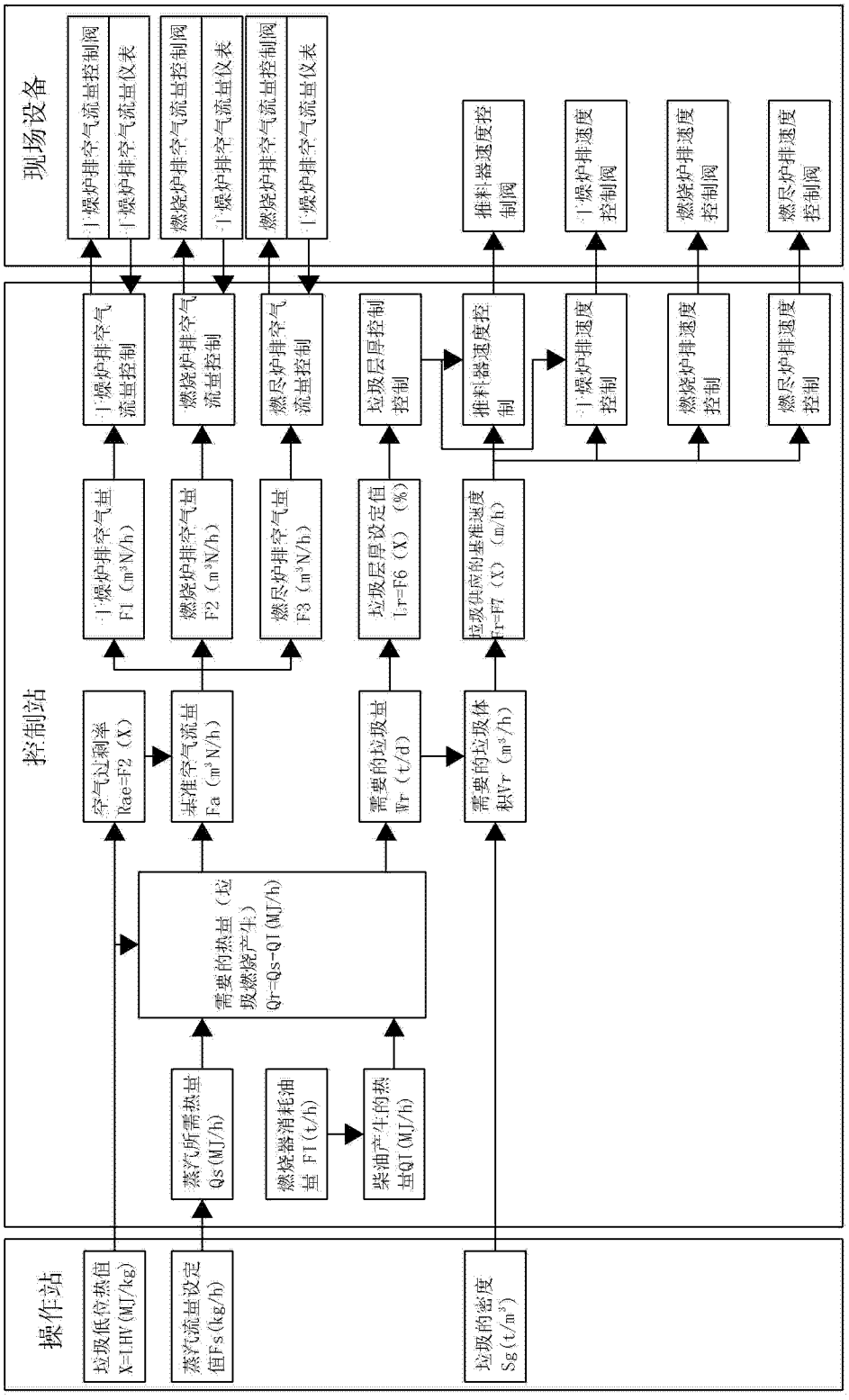

现场设备
干燥炉排空气流量控制阀
干燥炉排空气流量仪表
燃烧炉排空气流量控制阀
干燥炉排空气流量仪表
燃烧炉排空气流量控制阀
干燥炉排空气流量仪表
推料器速度控制阀
干燥炉排速度控制阀
燃烧炉排速度控制阀
燃尽炉排速度控制阀
控制站
干燥炉排空气流量控制
燃烧炉排空气流量控制
燃尽炉排空气流量控制
垃圾层厚控制控制
推料器速度控制
干燥炉排速度控制
燃烧炉排速度控制
燃尽炉排速度控制
干燥炉排空气量F1（m³N/h）
燃烧炉排空气量F2（m³N/h）
燃尽炉排空气量F3（m³N/h）
垃圾层厚设定值Hr=F6（X）（%）
垃圾供应的基准速度Vr=F7（X）（m/h）
空气过剩率Rae=F2（X）
基准空气流量Fa（m³N/h）
需要的垃圾量Wr（t/d）
需要的垃圾体积Vr（m³/h）
需要的热量（垃圾燃烧产生）Qr=Qs-QI(MJ/h)
蒸汽所需热量Qs(MJ/h)
燃烧器消耗油量 FI(t/h)
柴油产生的热量QI(MJ/h)
操作站
垃圾低位热值X=LHV(MJ/kg)
蒸汽流量设定值Fs(kg/h)
垃圾的密度Sg(t/m³)

图 2

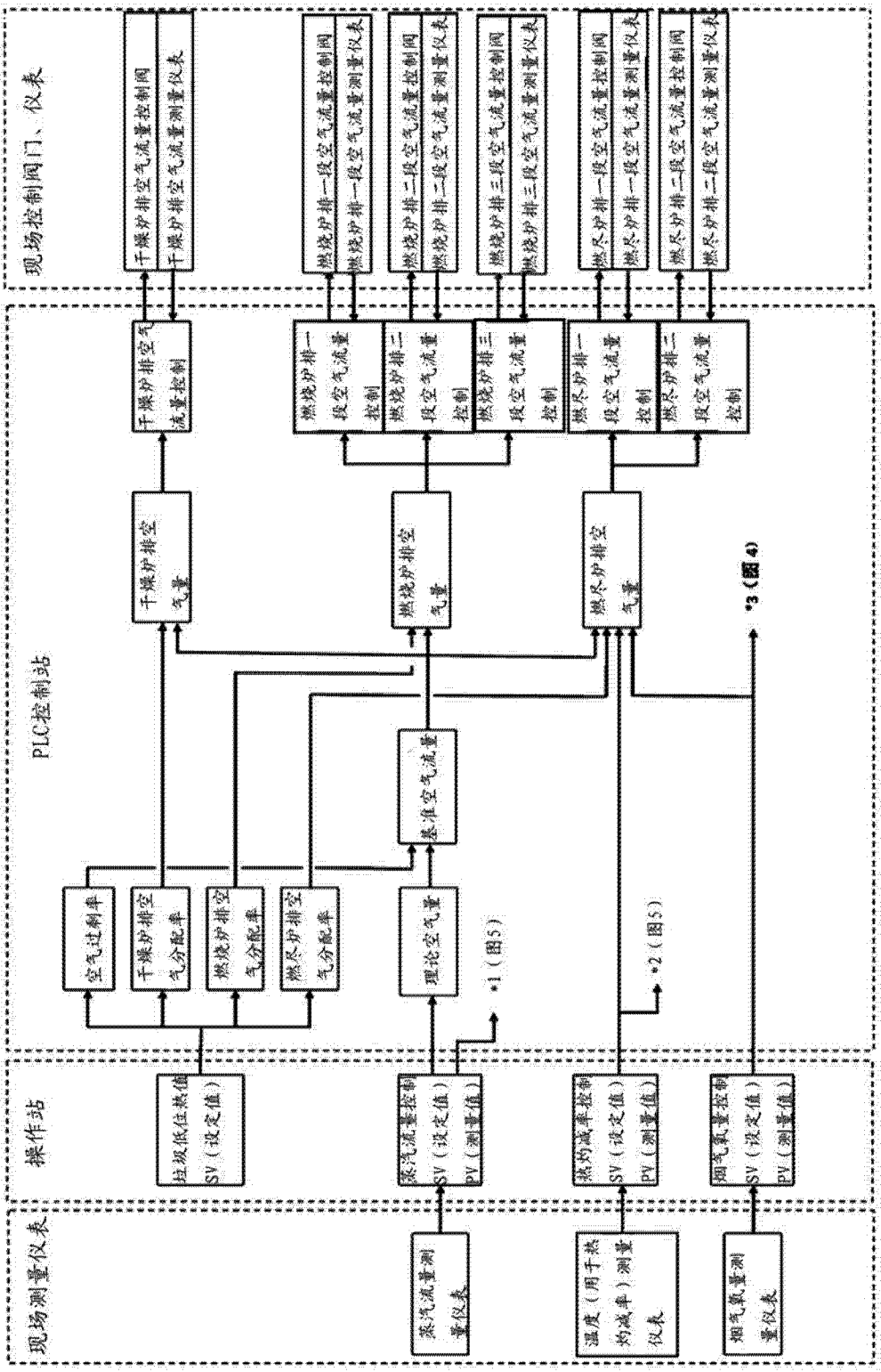

现场控制阀门、仪表
干燥炉排空气流量控制阀
干燥炉排空气流量测量仪表
燃烧炉排一段空气流量控制阀
燃烧炉排一段空气流量测量仪表
燃烧炉排二段空气流量控制阀
燃烧炉排二段空气流量测量仪表
燃烧炉排三段空气流量控制阀
燃烧炉排三段空气流量测量仪表
燃尽炉排一段空气流量控制阀
燃尽炉排一段空气流量测量仪表
燃尽炉排二段空气流量控制阀
燃尽炉排二段空气流量测量仪表
PLC控制站
干燥炉排空气流量控制
燃烧炉排一段空气流量控制
燃烧炉排二段空气流量控制
燃烧炉排三段空气流量控制
燃尽炉排一段空气流量控制
燃尽炉排二段空气流量控制
干燥炉排空气量
燃烧炉排空气量
燃尽炉排空气量
*3（图4）
空气过剩率
干燥炉排空气分配率
燃烧炉排空气分配率
燃尽炉排空气分配率
基准空气流量
理论空气量
*1（图5）
*2（图5）
操作站
垃圾低位热值SV（设定值）
蒸汽流量控制SV（设定值）PV（测量值）
热灼减率控制SV（设定值）PV（测量值）
烟气氧量控制SV（设定值）PV（测量值）
现场测量仪表
蒸汽流量测量仪表
温度（用于热灼减率）测量仪表
烟气氧量测量仪表

图 3

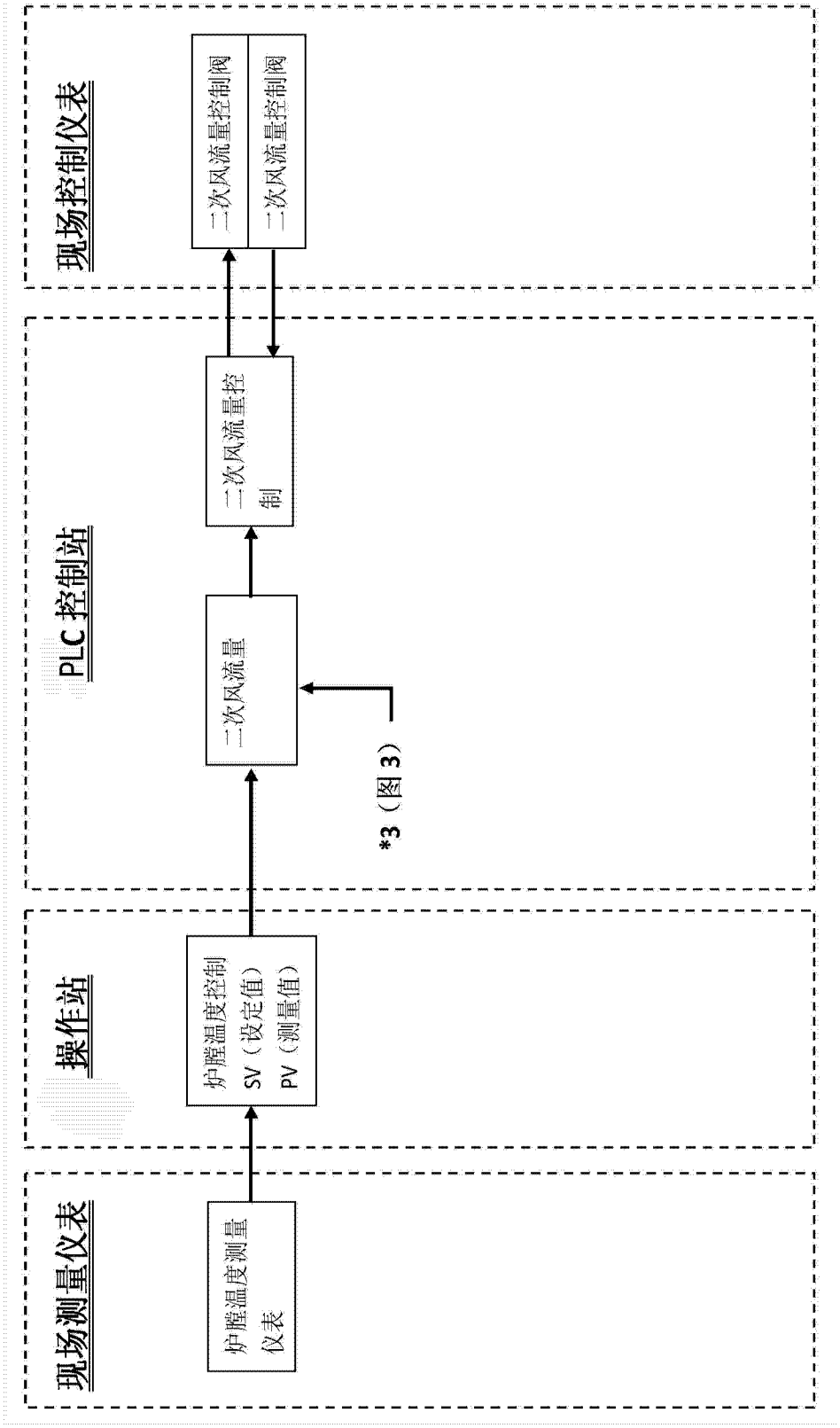

现场控制仪表
二次风流量控制阀
二次风流量控制阀
PLC 控制站
二次风流量控制
二次风流量
*3（图 3）
操作站
炉膛温度控制
SV（设定值）
PV（测量值）
现场测量仪表
炉膛温度测量仪表

图 4

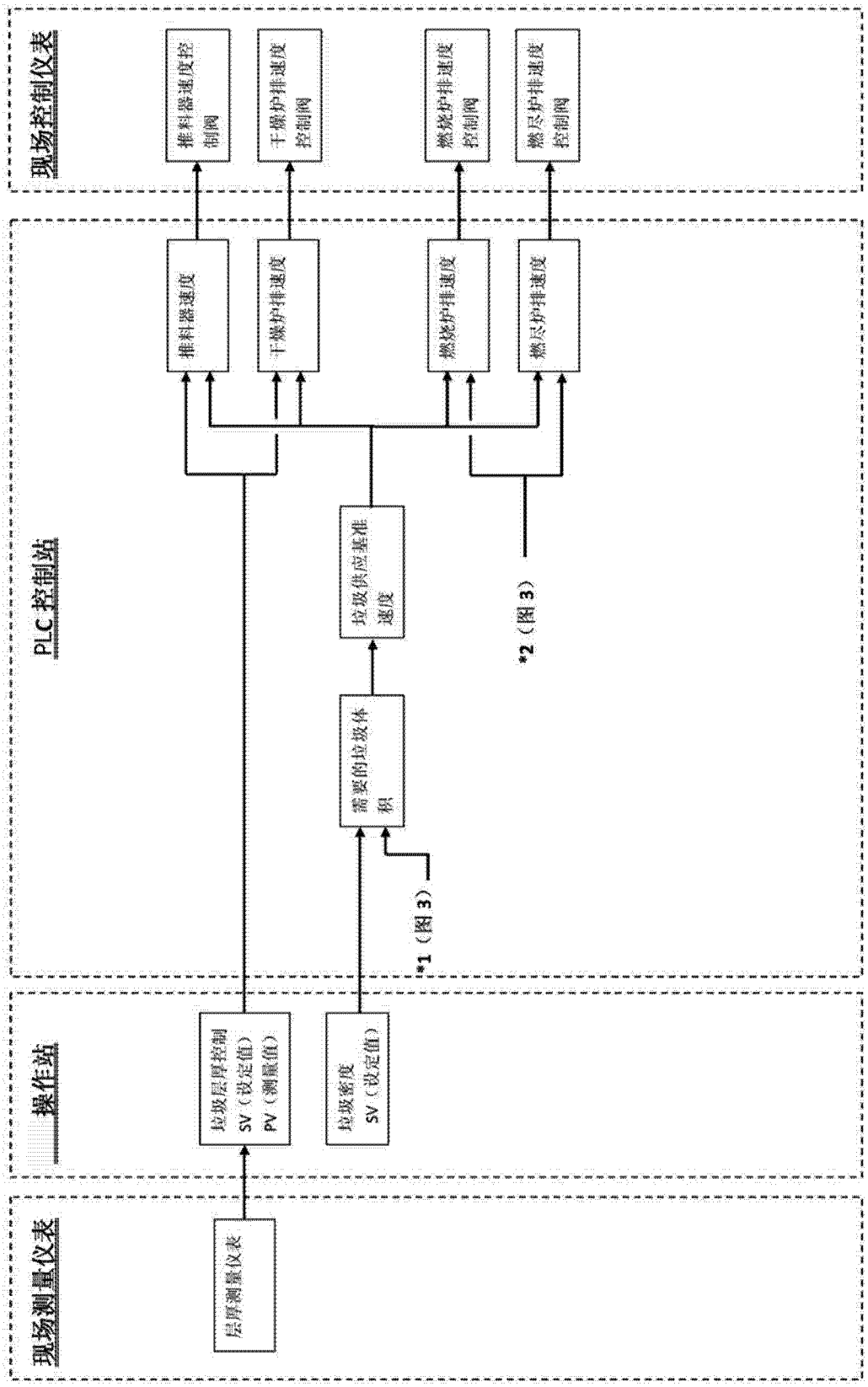

现场测量仪表
层厚测量仪表
操作站
垃圾层厚控制
SV（设定值）
PV（测量值）
垃圾密度
SV（设定值）
PLC 控制站
需要的垃圾体积
垃圾供应基准速度
*1（图 3）
*2（图 3）
推料器速度
干燥炉排速度
燃烧炉排速度
燃尽炉排速度
现场控制仪表
推料器速度控制阀
干燥炉排速度控制阀
燃烧炉排速度控制阀
燃尽炉排速度控制阀

图 5