碎煤加压气化灰蒸汽管系统改造

沈志强　焦多瑞　高信东（伊犁新天煤化工有限责任公司，新疆　伊宁　835000）

摘　要：碎煤加压气化炉是目前在我国煤炭深加工、清洁燃料等化工领域中广泛应用的气化设备之一，其高效的稳定性是保障化工生产和企业经济效益的重要条件。虽然碎煤加压气化技术十分成熟，但其灰蒸汽系统设计和实际生产过程存在一定偏差，灰蒸汽系统运行困难，造成了不必要的人力物力浪费。通过不断的研究改进，消除这些瓶颈问题，降低生产成本，才能更好的改进提高碎煤加压气化炉的竞争力。

关键词：新天煤化工；瓶颈；灰蒸汽；鲁奇炉；旋膜除尘器

新天 20 亿煤制天然气项目气化装置选用赛鼎院设计的碎煤加压气化炉来生产粗煤气，因粗煤气中含有 14.5% 的 CH_4，在煤制气项目中有着显著的竞争优势。碎煤加压气化炉采用固态排渣，高温灰渣直接排放到灰水中，冷却后填埋处理或再利用。而在排灰的过程中，高温灰渣遇到灰水后，会形成大量灰蒸汽，灰蒸汽则通过除尘系统净化、冷却、除尘后排至大气中。实际运行过程中，灰蒸汽系统运行不到一个月就出现堵塞问题，导致渣沟负压无法维持，灰蒸汽通过渣沟缝隙泄漏至环境中，造成设备卫生差，影响周围动设备运行寿命，反也造成了人力物力资源的浪费。

1 灰蒸汽系统运行现状

灰蒸汽系统为碎煤加压气化重要附属系统之一，其运行状况直接影响到气化炉的平稳运行。块煤在气化炉内与气化剂反应后，形成350℃左右的灰渣排至灰锁中，灰锁出现高料位后，关闭灰锁上阀，把灰锁泄到常压，打开灰锁下阀把高温灰渣排至水力排渣系统中。灰渣在水中急冷后被冲至渣池，灰蒸汽则通过灰蒸汽回收系统降温、净化后排至大气中。通过灰蒸汽系统抽引，维持渣沟 –10kPa 左右的负压，防止灰蒸汽溢散到环境中，污染现场环境卫生。灰蒸汽系统由灰蒸汽总管、旋膜除尘器、风机组成。灰蒸汽经过灰蒸汽总管后进入旋膜除尘器，在除尘器内部与冲洗水逆流接触，除去灰尘，再经过除沫器除去灰蒸汽中的水滴后进入风机，然后排至大气中。

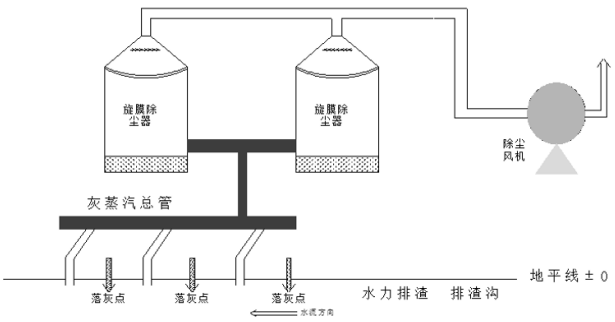


图 1　灰蒸汽系统示意图

如图 1 所示，正常生产时，灰蒸汽系统运行 1 个月左右就会出现堵塞，渣沟负压不能维持，灰蒸汽从渣沟空隙处排出，污染现场环境，影响其他动设备的正常运行。通过拆除发现，易堵的部位有灰蒸汽支管、灰蒸汽总管、除沫器等，堵塞后流通面积减小，负压难以维持；风机叶轮也有不同程度的积灰，风机震动增大，易造成皮带、轴承、轴及叶轮的算好，大大增加维护成本。

2 灰蒸汽系统运行困难原因分析

2.1 风机设计能力偏大，负压过高，灰蒸汽带出物粒度较大

灰蒸汽总管堵塞后，对灰蒸汽总管内堵塞物粒度分析，发现直径大于 0.5cm 的颗粒占 45%，直径 1cm 以上占 12%。通过带出物粒度分析发现，风机在抽引过程中，不仅把细灰尘抽引出来，而且把直径较大的颗粒物带到灰蒸汽管线中；颗粒物带出的同时，部分水滴也随着灰蒸汽进入灰蒸汽支管及总管，导致灰蒸汽粘结到管壁上，造成灰蒸汽管线逐步堵塞。灰蒸汽风机设计气量 56000Nm^3/h，渣沟负压在 –10kPa 左右，实际运行过程中，负压达到 –20kPa，负压增大，灰蒸汽流速大，带出物也会增大。

2.2 灰蒸汽支管引射口方向存在问题

一根灰蒸汽总管上设置 3–4 根支管，然后进入旋膜除尘器和风机。在风机运行过程中，3 个支管距离风机的距离不同，气流速度就会存在差别，靠近风机的支管流速大，带出物多；远离风机的支管流速低，带出物少。从拆检情况来看，距离风机近的管线堵塞情况较重，距离远的堵塞情况较轻。

灰蒸汽支管引射口和渣沟垂直设置，且设置在排渣口下游 1m 的位置。在高温灰渣落入冲灰水时，冲击加冷却，导致大量的灰蒸汽产生，灰蒸汽夹杂颗粒物、水滴刚好被设置在下游的灰蒸汽支管抽走，带入到灰蒸汽系统，粘结在管线内部，造成灰蒸汽支管及总管堵塞。

2.3 旋膜除尘器除尘效果差

灰蒸汽从旋膜除尘器底部沿着切线方向进入，使灰蒸汽做旋转运动，借助离心力的作用把灰蒸汽中的颗粒物分离，被灰水冲到渣沟中，除尘后的气体经过除沫器除去水滴后进入除尘风机。一台风机对应两台旋膜除尘器，由于现场管线布置受制，进入除尘器的管线方位存在偏差，导致进入旋膜除尘器的灰蒸汽存在扰动，切线方向不能严格保证，导致除尘器内部部分气体直流，除

尘效果难以保证；除尘器底部水封设计上存在缺陷，不能形成有效水封，导致部分其他从水封进入旋膜除尘器内部，影响内部气流流动；冲洗水压力不足，再除尘器内部不能形成全覆盖水膜，部分区域积灰，影响整个除尘器工作，灰尘不能有效脱除，导致除沫器和风机叶轮积灰，影响风机的正常运行及维护。

2.4 风机系统存在问题

由于灰蒸汽引射量过大，设计没有有效降低风量的方法。技改方面从降低转速、加风门挡板、降低风机转速方面着手，切实可行的降低渣沟负压，避免灰渣带出过多导致系统无法运行。

3 灰蒸汽系统技术改造

3.1 对灰蒸汽支管进行改造

灰蒸汽支管改造从更改支管位置和防止灰渣粘结两方面着手。支管位置设置在落灰点下游，该位置灰蒸汽量、灰渣及水滴携带量大，作为抽引点不太合适。利用大修的机会，把渣沟挖开，把灰蒸汽支管从落灰点下游接到落灰点上游 1.5m 位置，这样抽引时，灰蒸汽在渣沟内的行程变成，部分颗粒物得到有效去除，大幅减少带出物粒度。在改造灰蒸汽支管的同时，在灰蒸汽内部设置旋流喷淋环，利用 0.4MPa 的冲灰水沿着管壁 45° 角布置，使灰水覆盖整个支管管壁，在关闭上形成一层水膜，避免灰渣结到管线内部上。

3.2 对灰蒸汽总管进行改造

在灰蒸汽支管管线改造的基础上，对灰蒸汽总管进行调整，降低堵塞风险。灰蒸汽总管水平布置，在内部形成的灰渣逐步粘结，最终堵塞在总管内部，影响灰蒸汽系统运行。首次改造时，在内部增加了喷淋水，希望通过喷淋水的作业，避免总管和支管内堵塞，但收效甚微，不能有效延长灰蒸汽系统运行时间。最终决定把灰蒸汽总管坡度有原来的 0° 调整为 5° 左右，并沿着灰蒸汽总管内底部设置喷水管，防止管线底部结渣，进而避免整个管道结渣。

3.3 对旋膜除尘器进行改造

针对旋膜除尘器的问题分析，技改措施主要由以下几个方面：

旋膜除尘器冲洗水由小渣浆泵供水，供水压力 0.26MPa 左右。从现场运行情况来看，冲灰水设计压力较低，冲灰水从喷头喷出后雾化效果欠佳。因此，对冲灰水系统进行改造，从大渣浆泵出口管线上引水，把冲灰水系统压力提高到 0.65MPa，压力提高，流量增大，雾化效果也得到保证，能保证旋膜除尘器内壁水膜全覆盖，避免灰渣在内部浇注料上堆积导致气流离心效果差这一问题。

对敞开式水封进行改造。水封设置为自然溢流，当内部灰水集满后，把旋膜除尘器底部封闭，避免气流进入内部。实际运行过程中，冲灰水携带的灰渣堆积在水封底部，导致水封无法正常运行，被迫停用冲洗水，导致除沫器堵塞，进而影响风机正常运行。经过认真考虑，对风机水封系统进行改造，由敞开式水封改为封闭式水封，从除尘器水封底部接排放阀，有效的排出灰渣由避免水封被有效破坏。

旋膜除尘器设计上使用离心力增加灰渣分离效果，使用水膜增加边界阻力，降低流速，有效的分离出灰渣，避免带入风机造成事故。安装过程中，两台除尘风机入口管道存在偏差，影响进入除尘器的量和气量速度。利用大修，对旋膜除尘器入口管道方向及连接法兰进行改造，确保灰蒸汽进入旋膜除尘器时能从切线方向进入，增大离心力，尽可能的把灰渣拦截下来，避免灰蒸汽短时间内把除沫器堵塞这一问题。

3.4 对风机进行改造

该风机系统设计较为简单，风机入口没有设置风门挡板，导致风机抽气量无法调整。单台风机设计抽气量 56000Nm^3/h，不堵塞的情况下抽气量过大，导致负压过高，带出物增加。但现场设备布置紧凑，风机入口软连接位置无法增加挡板。该风机系统设计使用皮带轮传送动能，这一设计避免了风机震动大时造成传动系统故障这一问题。风机电机转速 1475r/h，两个皮带轮直接均为 280mm。如果把从动轮直径变大或者把主动轮的直接减小，风机转速就会降低，抽气量会明显降低。但考虑到这两种方法不节约能源，未实施该方面的技改工作。

设计时除尘风机入口没有风门挡板，风机抽风量无法控制，导致渣沟内负压比设计值大，达到 –20kPa 左右，远远超过设计值。针对这一问题，在风机入口增加风门挡板，用来调节进入风机的灰蒸汽量，避免负压大、流速快，灰蒸汽带出物多这一问题。同时也对一台风机叶轮进行改造，将直降从 107cm 缩小到 90cm，在不调整风门的情况下也能满足负压要求，电耗也明显降低。

通过对灰蒸汽系统认真分析及改进，灰蒸汽系统运行周期从 1 个月延长到 6–8 个月，运行周期增长 6–8 倍，大幅提高系统稳定性；同时灰蒸汽管线堵塞周期延长，风机叶轮积灰问题也得到改善，维护成本降低，减少了不必要的人力物力浪费。虽然讲过不断的改造，灰蒸汽系统运行周期明显增长，但仍没有彻底解决灰蒸汽堵塞问题，这也将作为一个课题继续研究，最终彻底解决灰蒸汽管线堵塞问题，为系统长周期运行打下坚实基础。

4 结语

碎煤加压气化炉作为煤气化典型代表炉型之一，在煤制气项目中应用较为广泛。虽然工艺上相对较为成熟，实际生产中也存在着影响平稳运行的个别瓶颈问题。通过对设计数据、实际生产的对比，总能解决瓶颈问题的办法及措施，只有作为化工人的我们共同努力，使整个化工生产更加平稳，技术更加进步。

参考文献：

[1] 刘汉青，李敬辉 . 轻灰蒸汽煅烧炉系统改进 [J]. 纯碱工业 ,2019(4).