

苏联电站与电机工业部

ВТИ型百叶窗式除塵器 运 行 規 程

吳 乾 君譯

水利电力出版社

前 言

百叶窗式除尘器必須精密制造，且对安裝質量要求很高。如果不遵守設計标准，就会使除尘效率急剧下降。

本規程适用于在烟气温度低于 500°C 的条件下工作、且百叶窗是按照全苏热工研究所的設計标准採用角鋼制成的除尘器。

本規程第18和19条，已根据苏联电站部技术司1953年頒发的指示作了修改，第20条予以刪去。

目 录

前言

除尘器制造和安裝后的驗收..... 2

除尘器的投入运行..... 3

鎖气器的調整及其工作的监督..... 4

对被捕集的飞灰排除情况的监督..... 6

鍋炉負荷变化时除尘器的調整..... 7

运行中的除尘器的內部和外部檢查和除尘器的檢修..... 9

附录 1

百叶窗式除尘器的說明及动作原理..... 11

附录 2

百叶窗式除尘器投入运行前的驗收技术条件..... 17

附录 3

关于鎖气器調整的指示..... 28

苏联电站与电机工业部

电站技术司副司长

C.N.莫洛康諾夫 批准

除尘器制造和安装后的验收

1. 百叶窗、旋风筒及鎖气器制造完毕后(安装到鍋炉上以前), 必須詳細檢查是否符合技术条件(見附录2)。关于百叶窗、旋风筒及鎖气器的檢查結果和移交进行安装, 均須写成文据。

所有已經发现的与技术条件不符之处, 均应記錄在文据中(文据中应指出与那些条款不符, 及其不符程度的大小), 並且必須加以消除。以后还要进行复查。只有在肯定除尘器所有被发现的缺陷都已消除以后, 才能移交进行安装。缺陷的消除以及允許进行安装都应当写成文据。

2. 安装完毕后, 对技术条件第14、15、19和20等各条的执行情况进行檢查。只有在技术条件的上述各个条款全部实现的情况下, 方可投入运行。关于檢查結果和除尘器移交运行, 也須写成文据。

在向制造厂訂制除尘器和把制造好的除尘器移交安装时, 应当把技术条件提交制造厂和安装单位。

3. 如果除尘器已在运行, 則在第一次停炉时, 就須同新制造和新安装的除尘器一样檢查除尘器是否符合技术条件的各項条款。

除尘器上应安装ВТИ型(全苏热工研究所設計的)鎖气器, 其他类型的鎖气器应当換掉。

所有与技术条件不符之处, 都必須消除。然后进行复查。除

尘器移交正常运行时，也必须写成文据。

附註：技术条件第5、6、10条所规定的适用于新除尘器的容许误差，在这种情况下（即对于曾经运行过的除尘器来讲），可以根据角钢的允许磨损度适当放宽（角钢工作壁厚度应保持在2公厘以上）。

4. 如果旋风筒安装在室外，则为了防止筒内水蒸汽的凝结，~~須~~將旋风筒连同它的引入烟道和引出烟道一起保温，保温层厚度为100公厘。

除尘器的投入运行

5. 锅炉点火之前，必须仔细清扫除尘器前的所有各个烟道和清除除尘器内在检修时剩留下的垃圾。然后起动引风机，使其载满负荷吹洗除尘器5分钟。引风机停下后，应仔细检查除尘器，必要时得重新进行清扫。要特别注意抽吸口、旋风筒圆锥体的底部眼孔、锁气器前面的下灰管、百叶窗的各个叶片之间的缝隙等，而对于那种炉烟是自下而上流动的除尘器，则还应注意其百叶窗下部用以排除在百叶窗中所未除掉的飞灰的缝隙（如图1）。

6. 锅炉点火并达到正常负荷以后，要根据附录3的指示仔细调整锁气器。调整工作在正常的运行负荷下进行。调整完毕后，必须拧紧重锤的防松螺絲。

7. 在运行过程中必须测定除尘器在锅炉负荷最大时的阻力。如其阻力小于20公厘水柱，则应在第一次停炉时缩小百叶窗的尺寸，使除尘器的阻力不小于20公厘水柱。为此，应当把百叶窗前端（按炉烟流动方向）叶片之间的间隙从外面或里面用钢板遮盖住一部份（图1，2）。应当用钢板遮盖的间隙数量按下式求出：

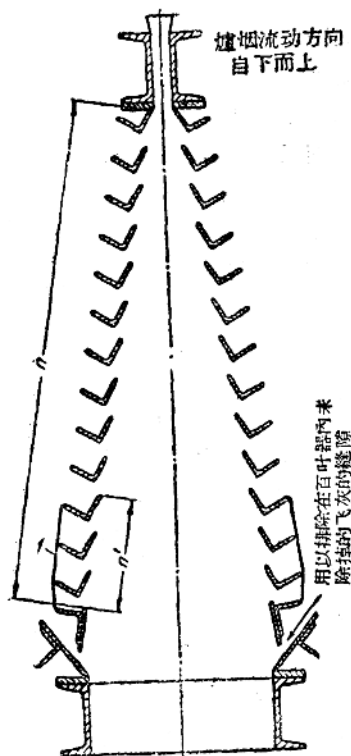


图 1 百叶窗长度的缩短。这种百叶窗具有排灰缝口，用以排除在百叶窗内未被捕集的飞灰

$$n' = n \left(1 - \sqrt{\frac{\Delta p}{p'}} \right),$$

式中 n' ——应当遮盖的间隙数；

n ——百叶窗的全部间隙数；

Δp ——锅炉最大负荷时测出的除尘器阻力；

$\Delta p'$ ——间隙遮盖后的除尘器阻力（不小于20公厘水柱）。

附註 如百叶窗是装在垂直的烟道内，烟气在其中的流动方向是自下而上的，则用以排除在百叶窗内所未捕集的飞灰的缝口不应当遮蔽（图1）。

锁气器的调整及其工作的监督

8. 在运行中必须测定锁气器在锅炉最小负荷时的单位出力。如果出力小于1公斤/公分²·小时，则须更换下灰管（见附录3）。

9. 在运行中，应有专人负责调整锁气器，并对其工作进行监督。此人必须了解附录3中有关调整的指示。同时，他还要每天检查所有的锁气器，消除在它们工作中所发现的不正常现象。检查结果和不正常现象的消除情况都应记录在本子上。

锁气器工作中最主要的不正常现象是：閃动，卡住，旋风筒、锁气器上下的下灰管和锁气器本身被灰堵塞，灰斗内的灰面

止上升到鎖气器圆盘处（当鎖气器直接裝在灰斗內时）等。

閃动和卡住現象应按关于鎖气器調整的指示进行消除。

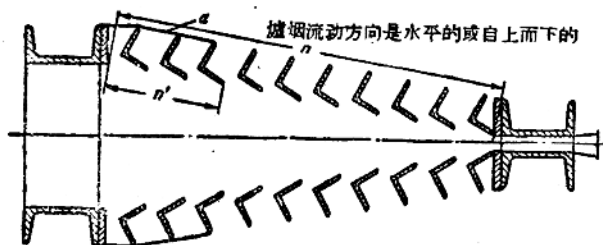


图2 百叶窗长度的縮短

当发现閃动和卡住現象时，在进行調整之前，必須了解有关鍋炉的負荷（如果只有一台鍋炉的爐烟进入該除尘器）或者所有鍋炉的总負荷（如果有几台鍋炉的爐烟均进入該除尘器）改变了沒有，以及改变了多长时间。如果負荷改变的时间在四个小时以內，那么，鎖气器就沒有必要重新进行調整。

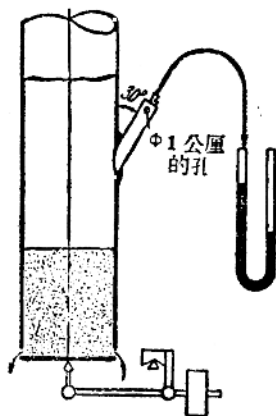


图3 鎖气器前下灰管上U形管的裝設

堵塞的原因是：1) 打止了向水力排灰沟或冲灰机送水；2) 冲灰机梗塞；3) 鎖气器下面的下灰管堵塞；4) 沒有及时放空灰斗中的灰；5) 鍋炉昇火和起动除尘器时，以及当除尘器裝在室外，且外壁保温不良，或干脆沒有保温时，旋风筒內和鎖气器上部的下灰管中凝結了水蒸汽。当发现有堵塞現象时，必須找出原因，並加以

消除。

鎖气器工作正常时，下灰管經常是热的，而当鎖气器堵塞时，經過一段時間管子就凉了，因此，鎖气器的堵塞不仅通过直接檢查，就是用手摸一摸也可以发现。

如鎖气器裝在很难接近的地方，为了便于对其工作进行监督，建議在下灰管上高于正常灰位的地方接上一根U形管（图3），裝在便于接近的地方（如司炉操作盘附近）。管内液面下降和停止波动，即是鎖气器堵塞或儀表指示不准的信号，在此种情况下就須找出原因並予以消除。

10. 每週須用火把檢查一次鎖气器，看它是否漏风（見附录3）。

当发现漏风时要进行补充調整。檢查和調整的結果应記在記錄簿上。

对被捕集的飞灰排除情况的监督

11. 假如飞灰是自鎖气器直接落到水力排灰沟去（即 沒有冲灰机），那末必須注意从鎖气器到灰沟去的下灰管的工作情况，並注意要連續送水到排灰沟中。如果下灰管閉塞，应立即清除，使之暢通。

12. 如果裝有冲灰机，应注意連續把水送入机內，並及时清洗，不使冲灰机膩住。冲灰机的清扫手孔門应經常严密封閉。

13. 假如飞灰自鎖气器排入灰斗或手推車中，則灰面 不应降到下灰管的下部切口处，或降到鎖气器处（如果鎖气器是直接裝在灰斗內的）。

在灰斗壁的相当于最高允許灰面的高度上，要开2~3个直徑为10公厘的小監視孔。飞灰通过这些小孔飞散到厂房里，就是灰斗滿灰的信号。为了便于进行監視这些小孔，在灰斗壁上所开的小

孔周围的地方应涂上白色顏料。

不得把旋风筒当作被捕集的飞灰的灰斗用。飞灰应该通过鎖气器从旋风筒內不断地放出来。

鍋炉負荷变化时除尘器的調整

14. 如果除尘器由几組組成,而每組都有独立的切断擋板,則在鍋炉負荷降低的情况下,必須切断其中的几組。如除尘器分为兩組,則应在負荷降低一半时关断其中的一組,如分为三組,則当負荷降低三分之一时应关断其中的一組,如負荷降低三分之二时,則应关断兩組,余此类推。

15. 如果从旋风筒出来的炉烟进入調整擋板(或导向裝置)与引风机間的主烟道中,則在鍋炉負荷降低时必须关小擋板(或导向裝置)。除尘器上一定得裝設风压表或U形管。风压表(或管)之一端接到除尘器前的烟道上,另一端接到抽吸管道的引出烟道上。风压表上应标上鍋炉最大負荷时的讀数。擋板(导向裝置)应关小到这样的程度,使风压表的讀数經常不小于最大負荷时的数值。

16. 如果除尘器由一組組成,或虽由数組組成,但这些組均沒有切断擋板,而且由旋风筒出来的炉烟是进入引风机調整擋板(导向裝置)前的主烟道时,須在主烟道內百叶篋与烟气从旋风筒进入主烟道的接入点之間裝一块調

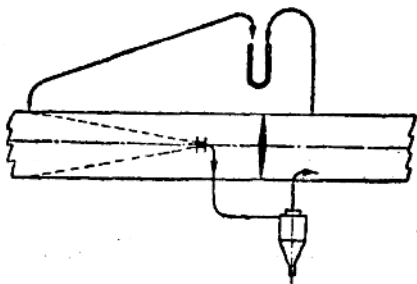


图4 主烟道上百叶篋与抽吸管道的烟气引出管間調整擋板的裝設

整擋板——节气板。风压表或U形管的一端接在百叶窗前的烟道上，而另一端則接在擋板的后边（图4）。

儀表上应划出最大負荷时的指示綫。負荷降低时，擋板应随之关小，使儀表指示数永远不低于該指示綫。

由于擋板的作用不在于完全关闭烟道而只是为了节制烟气的流量，故可以不严密。建議把它做成轉动式的。为了能够平稳地調整擋板开度，不应采用把銷釘插入扇形环眼孔內的方法，而采取用夹子来夹住的方法以固定擋板。

根据第15, 16两条来調整除尘器，能保証在低負荷下也同滿負荷时一样，有同样多（甚致更多）的烟气进入旋风筒。因此，抽吸管道的烟气引入管內的烟气流速永远也不会减小，引入管也就不可能被灰堵塞。

当負荷下降时，进入吸出口的烟气量与其总体积的比值增大（抽吸程度增大）。因此，虽然百叶窗上的速度降低了，除尘器效率不但沒有减低，反而有某些提高。

按照第15, 16两条进行調整时，必須注意：风压表的指示越大，进入旋风筒的烟气越多，就会使除尘器的效率提高，使烟气引入管內的烟气流速增大。因此，在鍋炉出力較低，而引风机有剩余压头时，宜把风压表的指示数值提到比滿負荷时还高，而使备用抽风力仅仅剩下最小的数值（但不得高于100公厘水柱）。

17. 鍋炉运行中旁路烟道（如果有的話）應該关严，並加以鉛封。只有在特殊情况下或发生事故的时候，並取得总工程师的許可，方能打开旁路烟道。每次打开的时间长短和打开原因均应写成專門的文据。

轉动式擋板不能保証必需的严密性，因此在旁路烟道上应安装閘門式擋板。

运行中的除尘器的内部和外部检查和 除尘器的检修*

18. 为了查明不严密处，应该根据当地的具体条件和设备的状况，按照进度表的规定，经常进行除尘器的外部检查。所有已发现的不严密现象均应立即消除。要特别注意下列各个部分：抽吸管道上烟气引入管的弯头，正对着入口短管的旋风筒壁，旋风筒锥形部分，锁气器和旋风筒间的下灰管等。

如果旋风筒下灰管直接（没有锁气器）与灰斗连接，则须仔细检查灰栓及旋风筒壁的严密性，检查筒盖与筒壁及筒盖与旋风筒的下灰管（或筒盖与旋风筒锥形部分）等相接地方的严密性。要注意，最小的一点风漏入灰斗都会大大降低除尘器的效率；因此，灰栓以及灰斗的各个连接处均须严密不漏。

如果灰栓不严密，则应在灰栓与灰斗的下口之间装一根长度不小于200公厘、直径不大于200公厘的立管（图5）。

19. 除尘器内部和外部的全面检查应在锅炉每次大修和小修时进行。

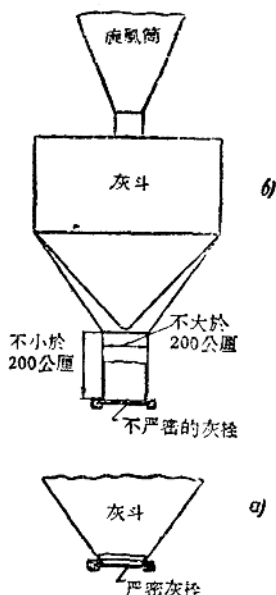


图5 灰斗上严密和不严密的灰栓的装设方法

* 根据苏联电站部技术司于1957年3月颁布的指示，由于“发电厂及电力网技术管理法”的个别章节有所更改，故本规程第18、19两条也作了某些相应的修改，第20条取消。——译者

檢查时要特別注意吸出口附近百叶簾的叶片，吸出口的槽鋼，扩散管以及由扩散管去旋风筒的烟道。

所有已发现的不严密处均应仔細焊好，百叶簾上已磨損了的角鋼要換上新的。工作面厚度小于2公厘的角鋼算作已磨坏的角鋼。更換角鋼时用气割法將它們从中間切断，並使其两端与扁鋼脫开来。將旧有的熔焊金屬用凿子清除干淨；然后在原处裝上新角鋼，角鋼两端用点焊法稍微点住即可（角鋼两端不許焊成連續焊缝，因为这会給以后更換角鋼带来困难）。更換角鋼时一定要遵守技术条件中第1至10条的規定（附录2）。

附录1

百叶窗式除尘器的说明及动作原理

百叶式除尘器由下列各主要部分组成（图6，7）：百叶窗，吸出口，旋风筒及锁气器。

百叶窗由一排叶片组成，叶片是用 40×40 公厘的角钢制造的，其排列形式像百叶窗。两排百叶窗在直的长方形烟道内的位置与烟道中心线交成 $\sim 9^\circ$ 的角。百叶窗可以根据两种方案进行装设。

按照第一种方案装时（图6），百叶窗的前端（按烟气流动方向）边缘紧接着烟道壁。两排百叶窗的后端之间留一条狭窄的、长度和百叶窗整个宽度相等的缝口（吸出口）——这是具有中心吸出口的方案。

第二个方案（图7）中两排百叶窗的前端连接在一起；它们的后端与两侧烟道壁之间有两条吸出口——这是具有两侧吸出口的方案。

每一条吸出口的后面装有扩散管和变径短管，该管通过不同形式（决定于当地条件）的烟气引入管和旋风筒入口短管相连接。旋风筒的排气管则借助于引出烟道与百叶窗后面的主烟道连接。为了排除所捕集的飞灰，旋风筒下灰管上装有锁气器。

吸出口、扩散管、变径短管加上带有引入烟道和引出烟道的旋风筒，就成为一条抽吸管道。

在采用具有中心吸出口的方案中，两排百叶窗之间的空间和采用具有两侧吸出口的方案中，两排百叶窗与两侧烟道壁之间的空间，称为入烟室。

在采用具有中心吸出口的方案中，两排百叶窗与两侧烟道壁之间的空间和采用具有两侧吸出口的方案中，两排百叶窗之间的空间，称为出烟室。

进入入烟室的含灰炉烟，在穿过百叶窗时，按照叶片之间间隙的数量而分成若干股。每一股炉烟在进到间隙中去时都拐了一个急弯。此时，炉烟中飞灰的主要部分由于惯性作用，飞过间隙碰到下一个叶片的边缘上，又被撞回到入烟室内。少数微小的飞灰粒，则和烟流一起穿过间隙（图8）。

这样一来，穿过百叶窗的是净化后的烟气，而飞灰则不能由百叶窗通

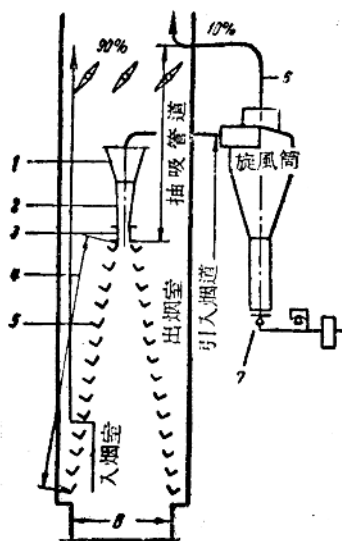


图6 具有中心吸出口的百叶式除尘器示意图

1—变径短管；2—扩散管；3—吸出口；4—百叶窗；5—叶片；6—引出烟道；7—供气器。

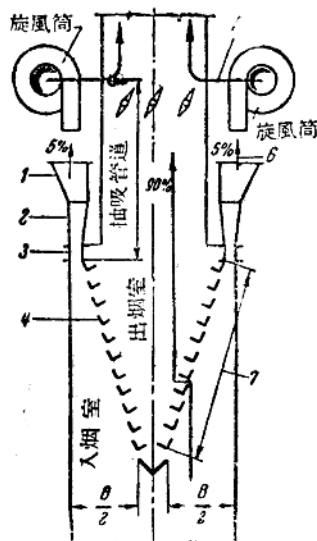


图7 具有两侧吸出口的百叶式除尘器示意图

1—变径短管；2—扩散管；3—吸出口；4—叶片；5—引出烟道；6—引入烟道；7—百叶窗。



图8 叶片间隙中烟气和飞灰流动路线示意图

过，飞灰被叶片边缘撞回来以后，流向吸出口。进入入烟室的80~90%的爐烟，通过百叶窗，20~10%的爐烟则进入吸出口，並带着接近吸出口的飞灰一起进入旋风筒，飞灰便在这里被除掉。而在旋风筒里净化后的烟气流则回到主烟道内。

为了使没有通过百叶窗並接近吸出口的全部飞灰都被吸进吸出口而进入旋风筒，必须使吸出口内的烟气流速大大超过入烟室内的流速。当抽吸速度降低时，接近吸出口的飞灰就不会被吸进吸出口去而穿过最后两个叶片之间的間隙进到出烟室。这样会使除尘器的效率急剧降低。

烟气是在压力差的作用下流过旋风筒的，該压力差是百叶窗的压力差和百叶窗后面、旋风筒引出烟道与主烟道連結点前面的一段主烟道（弯头和擋板等）上的阻力所形成的压力差的总和。

如果百叶窗位于立式烟道内，而且其中的烟气自下而上地流动，则某些穿过百叶窗的飞灰可能往下落，並聚集在出烟室的下部，会使出烟室完全堵塞。为了防止这一点，在百叶窗下部装一个专门的縫口，落下的飞灰通过縫口可以回到入烟室（图1）。

旋风筒中烟气的流动和飞灰的捕集可以由下述方法图 示 出来。含灰烟气沿着切綫形入口短管进入旋风筒，並在旋 风筒内作复杂的螺旋运动（图9）。靠近旋风筒壁的烟气往下降，而在旋风筒中央的——则往上升。

在由于旋轉运动而产生的离心力的作用下，飞灰逼近筒壁，因此，外层烟气内的飞灰浓度增大，而内层烟气内飞灰的浓度减小。

我們把螺旋运动速度 V 分解成为两个組成部分——旋轉速度 V_t 和前进速度（軸向速度） V_a 。（图9）。靠近筒壁处的前进速度向下，而在筒中心的——则向上。示意图10所示仅仅是軸向运动。图中烟流假定是分成单股的。

当烟气下降到排气短管的下部管口时，靠里边的那些飞灰已經大部清除掉的烟气开始离开主流並进入排气管，外部烟气则进入旋风筒的錐体部分，並下降到下灰管的地方。在旋风筒錐体内，飞灰繼續集中在靠近筒壁的地方，而净化了的烟气則繼續分离开来，向上进入排气管中。因此，只有很少一部分烟气能够到达下灰管。在这部分烟气中，沒有被内层烟气从圓筒部分和圓錐体中带进排气管里去的飞灰便集中在外层烟气里。

然后，烟气带着飞灰繼續剧烈地旋轉，进入下灰管，下降到深度为管

径的2~3倍的地方再返回向上，沿圆锥体中心线排入排气管中（图9,10）。在这个转弯的时候，烟气里的飞灰由于惯性作用被甩出来，落到管子的下部。

这样一来，下灰管就成为整个旋风筒的很重要的一部分了，因为飞灰

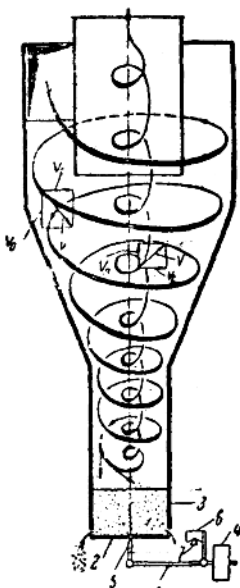


图9 旋风筒内和下灰管上部烟气的螺旋运动

1—横杆；2—圆盘；3—下灰管；
4—重锤；5—顶杆；6—支承板；
7—刀口。

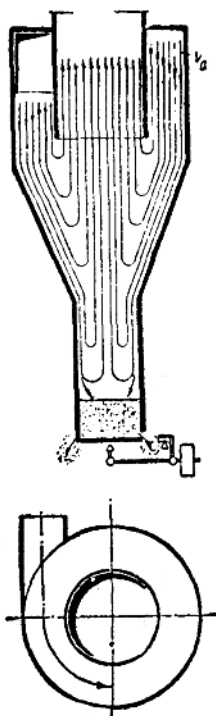


图10 烟气在旋风筒内的轴向运动

在这里最后从烟气里分离出来，同时速度下降。因此，下灰管（尤其是旋风筒圆锥体）满灰和漏入外部空气（即使是微量的）都是绝对不能允许的①。

①由此顺便应当指出，有时将旋风筒圆锥体实际上用作贮灰斗是完全不允许的。

漏灰和漏入空气能破坏下灰管上部的旋风运动，妨碍烟气自圆锥体进入管内并妨碍细灰落到管子的下部。所有这一切都能使除尘器的工作效率大大降低，或者甚至完全丧失除尘的作用。

由上所述得出旋风筒正常工作的两个主要条件是：1)自筒内不断排除已积下的飞灰，保证圆锥体下部下灰管内有一段长度不小于下灰管直径的2~3倍的空地方，2)没有空气漏进下灰管。为达到这两项要求，才在旋风筒下部装设锁气器，以保证不断地将已积起来的飞灰放出去，同时防止空气漏入旋风筒。

从百叶式除尘器的构造说明中已经很明确，它的效率等于百叶窗效率与旋风筒效率的乘积。

随着漏入空气量的增加，首先是旋风筒效率急剧下降，漏入空气量再增大下去，则百叶窗效率也由于进入吸出口的烟气量的相对减少而降低得很快。在这种情况下，总除尘系数急剧下降，比一般旋风筒还快，以至接近于零。

同时，由于烟气流速的减低，烟气引入管也可能被灰堵塞。

除尘器这样运行自然是不允许的。

由此得出，百叶式除尘器的旋风筒对于锁气器有较高的要求。实践证明，一般的锁气器是不能满足这个较高的要求的；因此，全苏热工研究所（ВТИ）设计了一种新型结构，经验证明，这种结构能保证连续不断地把灰排出，而且没有风漏进旋风筒里去。

锁气器（图9）由横杆1，关闭下灰管3的圆盘2和重锤4组成。圆盘活动地顶在顶杆5的尖端上，因此当横杆倾斜时，它仍旧能够保持水平位置。横杆则利用支承板6支在刀口7上。

锁气器装在密闭的外罩里，外罩的前侧壁能够提起和放下。

圆盘上的灰柱形成一个同水封相似而能防止空气漏进旋风筒的灰封。

自锁气器的环形缝口不断流出的飞灰，其流动方向与可能的漏风方向相反，能加强这种密封的作用。

当从下灰管的上部落到圆盘上的飞灰的重量与重锤的重量以及旋风筒的负压力、灰对管壁的摩擦力、横杆和圆盘的支点上的摩擦力平衡的时候，锁气器开启，飞灰开始往外流。

在大多数现有的结构中，当锁气器开启时，圆盘几乎完全打开，上面

积存的大部飞灰都散流出来；而剩下的飞灰，则因其重量不能与负压力取得平衡，被吸入的风带到管内，並和风一道被抽出旋风筒。然后鎖气器关闭，积满灰后，又重新打开，一直这样繼續下去。这种鎖气器是定期动作——“閃动”的。这样工作的結果，一部分已經捕集飞灰被带走（有时带走的量还很大），但同时定期产生漏风的現象，以致工作效率降低，並且經常堵塞抽吸管道。为了即使是部分地消除“閃动”的违害性，有时串聯地安装两个鎖气器，但是这种措施並非在任何时候都能达到目的，因为两个鎖气器經常同时开启。

定期性工作的原因是：在橫桿和圆盘的支点上以及圆盘內积存的飞灰层的摩擦力过大，圆盘硬性地固定在橫桿上，圆盘和橫桿的支点的相互位置和橫桿的重心不对，重錘重量不足或过重，以及鎖气器对于其直径来講出力不足。

为了减少支点和圆盘上飞灰层的摩擦力，BTH型鎖气器的橫桿是在刀口上摆动，圆盘活动地頂在頂桿尖端上，該尖端的位置与刀口一样高。因此，圆盘是按垂直方向上下动作的。为了减小灰分对管壁的摩擦力，鎖气器总是装在管子的垂直部分。橫桿的重心应处在用实验的方法找出来的最适当的位置。因此，圆盘在工作中永远也不全开，也不撞击管口，而只在离管口一定距离的地方以不大于5公厘的振幅緩慢地摆动，增大或减小（随出力的变化而定）管口与圆盘之間的环形縫口的截面。下灰管內經常保持高度不变的灰柱以密封鎖气器，防止漏入空气，飞灰則不断地流出。

当設备工作正常，实际上沒有漏风現象的时候，只有在鍋爐負荷降低时，抽吸管道可能产生堵塞的危險。为了防止这种危害性，必須使吸出口的烟气流速保持在規定的範圍內。

为此目的，必須在百叶箆和烟气引出管与主烟道連接点之間的主烟道上安設某种装置（擋板、引风机导向装置或專門的节流板——見第15、16条和图4），利用它可以保持压差在規定範圍內，因此抽吸管道內的烟气流速也在規定的範圍內。

在負荷有可能变动很大的情況下，最好是在抽吸管道內安装能調整規定压力差的带有脈动管的自动节流板。