

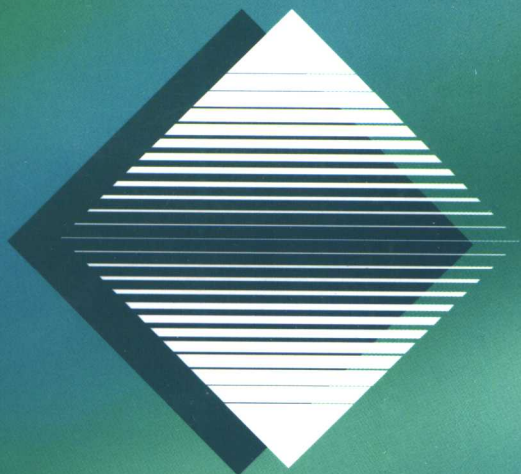
核空气 净化系统 的现场试验

Hekongqi Jinghua Xitong De Xianchang Shiyan

梅 瑛 著



國防工業出版社
National Defense Industry Press



内 容 简 介

鉴于目前有关核空气净化系统现场试验的技术书籍极少,因此如何从科研、生产和应用实践中不断总结出具有共性和规律性的经验并上升为理论,一直是从事这方面科技工作者的一项重要工作。

本书在介绍核空气净化系统现场试验的基础上,共分三篇。第一篇和第二篇着重对高效空气过滤器和碘吸附器的现场试验进行了分析总结,尤其是对我国目前核电站应用较多且初步成熟的高效空气过滤器的荧光素钠法、碘吸附器的放射性甲基碘法进行了较为详细的分析、研究和总结。第三篇对相关的部分结构设计和计算进行了研究和总结。

本书不仅可作为从事核工程技术和研究人员的参考书,同时也可作为高等院校机械类和核工程技术类专业的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

核空气净化系统的现场试验/梅瑛著. —北京:国防工业出版社,2007.4

ISBN 978-7-118-05136-0

I. 核… II. 梅… III. 核设施—空气净化系统—现场试验 IV. TL75 TU834.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 056280 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×960 1/16 印张 9 字数 165 千字

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

我国于 20 世纪 70 年代初开始发展核电,1991 年 12 月自行建设的 300MW 秦山核电站投入运行,从此结束了中国大陆无核电的历史,之后从法国引进的 $2 \times 900\text{MW}$ 大亚湾核电站于 1992 年后相继投入运行,标志着我国核电由起步进入新的发展时期。1995 年确立了 4 个核电项目 8 个堆的建设规模即秦山二期、秦山三期重水堆、广东岭澳核电站和辽宁核电站,这些项目建成后,我国核电装机总容量将达 9GW 左右。勿庸置疑,在新世纪,随着经济的发展和人民生活的改善,我国核电事业必将有一个更大的发展。

在核电站,由于核反应堆运行、核燃料制造、放射化学操作、实验室以及其他核操作过程中将产生有害的放射性气溶胶粒子和放射性气体,为了减少这些放射性粒子和放射性气体的排出,保护工作人员及环境免受其危害,目前世界各国核电站在其核空气净化系统通常用高效空气过滤器来过滤放射性气溶胶粒子,用碘吸附器来捕集放射性气体中的放射性碘。

高效空气过滤器和碘吸附器的效率对整个核空气净化系统有着极其重要的影响,在安装和生产使用过程中,必须对高效空气过滤器和碘吸附器进行现场试验。其现场试验的目的在于验证设备安装是否合适,有没有损坏以及检查系统连续完成预期空气净化的能力。

目前,核空气净化系统高效空气过滤器的现场试验方法主要有美国的邻苯二甲酸二正辛酯法(DOP 法)和法国的荧光素钠法,我国以法国的荧光素钠法为主,其执行标准为法国 AFNOR NFX-44-011。碘吸附器的现场试验方法主要有美国的氟利昂泄漏试验法和法国的放射性甲基碘法,我国以法国的放射性甲基碘法为主,其执行标准为法国 AFNOR M62-206。

过去我国在高效空气过滤器和碘吸附器的现场试验中,均依赖外国设备和技术,不仅被动,而且投资大。近几年,随着对这方面技术的掌握和研究,我国于 21 世纪初第一次用自己设计研制的设备按照法国标准的荧光素钠法和放射性甲基碘法完成了秦山二期、秦山三期核电站高效空气过滤器和碘吸附器的现场试验。经过近几年的现场实践,证明我

国设计、研制的试验设备是安全、可靠的。

本书为便于我国从事核空气净化系统现场试验的设计人员、调试人员和现场试验人员进行相关的设计、调试和试验,分三篇着重分析、研究和介绍了高效空气过滤器和碘吸附器的现场试验,尤其是高效空气过滤器的荧光素钠法和碘吸附器的放射性甲基碘法。第一篇在分析总结高效空气过滤器现场试验方法的基础上,主要对我国使用最多的荧光素钠法的试验原理、荧光素钠气溶胶发生装置及其组成和结构、采样系统和采样装置、现场试验过程和数据记录及处理、结果分析等进行了全面分析研究和总结。第二篇通过分析现有的碘吸附器现场试验方法,着重对我国使用最多的放射性甲基碘法的试验原理、甲基碘气体发生装置及其组成和结构、采样系统和采样装置、现场试验过程和数据记录及处理、结果分析等同样进行了全面分析、研究和总结。第三篇主要对相关装置的部分结构设计和计算进行了研究和总结。

由于有些研究工作还需进一步深入,因此本书还需进一步补充和完善。

鉴于本人水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

著 者
2007年2月

目 录

绪论	1
0.1 概述	1
0.2 核空气净化系统的现场试验	1
0.2.1 核空气净化系统的验收试验	1
0.2.2 核空气净化系统的定期试验	4
0.2.3 核空气净化系统的外观检查	8

第 1 篇 高效空气过滤器

第 1 章 高效空气过滤器简介	9
1.1 空气过滤器的发展	9
1.2 空气过滤器的分类	9
1.3 核级高效空气过滤器的结构	10
1.3.1 有隔板高效过滤器	11
1.3.2 无隔板高效过滤器	14
1.4 高效空气过滤器的特性指标	15
1.4.1 面速和滤速	15
1.4.2 过滤效率	16
1.4.3 阻力	18
1.4.4 容尘量	19
1.5 高效空气过滤器的安装	19
1.5.1 高效空气过滤器的安装框架	19
1.5.2 高效空气过滤器的夹紧和密封	22
1.5.3 高效空气过滤器的安装注意事项	23
1.5.4 高效空气过滤器的检漏	24

第 2 章 核级高效空气过滤器的现场试验方法	26
2.1 高效空气过滤器的试验方法	26
2.1.1 邻苯二甲酸二正辛酯法	26
2.1.2 荧光素钠法	26
2.1.3 钠焰法	27
2.1.4 油雾法	27
2.1.5 计数扫描法	27
2.1.6 其它方法	28
2.1.7 主要方法比较	28
2.2 核级高效空气过滤器的现场试验方法	29
2.3 核级高效空气过滤器现场试验的目的	30
第 3 章 荧光素钠法	31
3.1 荧光素钠法的试验原理	31
3.2 荧光素钠气溶胶发生装置	33
3.2.1 工作原理	33
3.2.2 设计要求	34
3.2.3 组成和结构	35
3.2.4 材料选择	42
3.2.5 性能测试	43
3.3 采样装置	50
3.3.1 采样系统	50
3.3.2 采样头	51
3.3.3 快装气溶胶采样器	51
3.3.4 采样泵	51
3.3.5 体积表	52
3.3.6 其它	52
3.4 现场试验	53
3.4.1 试验准备	53
3.4.2 现场试验及数据记录和处理	54
3.4.3 结果分析	58

第 2 篇 碘吸附器

第 4 章 碘吸附器简介	59
4.1 概述	59
4.2 碘吸附器的类型	59
4.2.1 抽屉式碘吸附器	59
4.2.2 折叠式碘吸附器	62
4.3 碘吸附器的吸附性能	63
4.3.1 效率	63
4.3.2 容量	64
4.3.3 老化	64
4.3.4 滞留	65
4.3.5 燃点	65
4.3.6 空气流量和阻力	66
4.4 碘吸附器的特性指标	66
4.4.1 面速	66
4.4.2 效率	67
4.5 碘吸附器的安装	67
第 5 章 XZ-1200 型折叠式碘吸附器	69
5.1 XZ-1200 型折叠式碘吸附器的结构和技术参数	69
5.1.1 主要结构参数	69
5.1.2 主要操作参数	69
5.2 XZ-1200 型折叠式碘吸附器的制造材料	69
5.2.1 壳体材料	69
5.2.2 吸附剂	70
5.2.3 密封材料	70
5.2.4 胶粘剂	71
5.2.5 密封胶	71
5.3 碘吸附器制造质量控制	71
5.3.1 碘吸附器制造质量保证大纲	71
5.3.2 碘吸附器制造工艺	73

5.3.3	碘吸附器关键工艺点的质量控制	75
5.3.4	加强关键工艺质量控制的效果分析	77
5.3.5	质量控制的总体效果	78
5.4	XZ-1200 型折叠式碘吸附器的整机性能试验	79
5.4.1	整机气流阻力测定	79
5.4.2	除碘性能试验	79
5.4.3	抗震性能鉴定	81
5.5	XZ-1200 型折叠式碘吸附器的现场跟踪试验	82
第 6 章	碘吸附器的现场试验方法	84
6.1	现场试验目的	84
6.2	现场试验方法	84
6.2.1	氟利昂泄漏试验法	84
6.2.2	放射性甲基碘法	85
6.2.3	方法比较	86
第 7 章	放射性甲基碘法	88
7.1	放射性甲基碘法的试验原理	88
7.2	甲基碘气体发生装置	90
7.2.1	工作原理	90
7.2.2	设计要求	92
7.2.3	组成和结构	93
7.2.4	材料选择	103
7.2.5	调试和性能测试	103
7.3	采样装置	105
7.3.1	采样系统	105
7.3.2	气载碘采样器	106
7.3.3	文丘里流量计	110
7.3.4	采样泵	111
7.4	现场试验	111
7.4.1	试验准备	111
7.4.2	现场试验及数据记录和处理	112

7.4.3 结果分析	113
------------------	-----

第 3 篇 结构设计

第 8 章 部分结构设计和计算	115
8.1 O 形橡胶圈密封结构设计	115
8.1.1 O 形橡胶圈密封的优点	115
8.1.2 O 形橡胶圈密封结构设计	115
8.2 容器的设计计算	116
8.2.1 容器壳体壁厚计算	117
8.2.2 容器开孔补强计算	117
8.3 空气喷射泵的设计计算	121
8.3.1 空气喷射泵的工作原理	121
8.3.2 空气喷射泵的设计计算	121
附录 A 高效空气过滤器现场试验记录及数据处理	125
附录 B 活性炭性能对照表	127
附录 C 吸附器性能对照表	129
附录 D 碘吸附器现场试验记录及数据处理	130
附录 E 碘吸附器试验 γ 谱分析	131
参考文献	132

绪 论

0.1 概 述

在核电站各种正常运行工况和事故运行工况下,由于燃料元件包壳的缺陷或破损,各设备、管道的泄漏,导致放射性裂变产物逸入厂房内大气中,这些放射性裂变产物在空气中主要以放射性气溶胶和放射性气体存在。为保证核电站运行的安全性和可靠性,严格控制大气排放标准,对核电站各厂房的排风系统应设置一系列净化设备。目前世界各国核电站通常用高效空气过滤器来过滤放射性气溶胶,用碘吸附器来捕集放射性气体中的放射性碘,另外,根据不同的使用条件再配备预过滤器、除雾器等净化设备,进而构成一个完整的核空气净化系统。

在核空气净化系统中,因含有重要的高效空气过滤器和碘吸附器,故其具有极高的污染物捕集效率。为了达到并维持高效空气过滤器和碘吸附器空气净化系统所要求的良好工作性能,必须对其进行严格的现场试验。

0.2 核空气净化系统的现场试验

核空气净化系统的现场试验主要有两类:

- (1) 运行前的验收试验。用以验证部件安装是否合适,有无损坏,看系统能否按预期的要求运行;
- (2) 在系统投入运行后,进行定期试验。其目的在于检查系统连续完成预期空气净化的能力。定期试验主要是高效空气过滤器和碘吸附器的泄漏试验。

0.2.1 核空气净化系统的验收试验

核空气净化系统的验收试验分两种:

- (1) 与系统的永久性部件、风道、净化室、安装框架及测试口的位置有关的试验。该试验包括风道、净化室和主要空气净化设备安装框架的泄漏试验;气流流量及分布试验;对有碘吸附器系统的气体滞留时间试验;对有加热器系统的风道加热器试验;以及空气与注入试剂的混合均匀性试验等。

(2) 检验主要空气净化设备——高效空气过滤器和碘吸附器的安装情况试验。高效空气过滤器和碘吸附器设备的验收试验和定期试验相同。

对一个具体系统而言,其验收试验可以包括上述试验项目中的一部分或全部,这主要取决于该系统的性质及其重要程度。通常对于可靠性要求较高的系统要进行全套验收试验。

一、风道和净化室的泄漏试验

风道和净化室的验收标准是根据净化室的构造形式和泄漏的潜在危险而决定的。对各种风道和净化室所推荐的最大容许泄漏率在美国 ANSI N510 和联邦管理法规中可查得。表 0-1 为美国 ANSI N510 推荐的在负压为 2inH₂O 时,风道的最大容许泄漏率。当然设计人员也可根据系统的安全需要规定更为严格的要求,但不得规定实际上不可能达到的严密度要求。

风道的泄漏试验可以按一次测试整个风道系统或一次测试一段风道来进行。对于大系统,第二种方法较为实际。分段测试时,各段的容许泄漏率应以该段的相应容积为基础。

表 0-1 在负压为 2in H₂O 时^①,推荐的风道最大容许泄漏率

风道级别	最大容许泄漏率
一级	每分钟泄漏系统风量的 5%
二级	每分钟泄漏系统风量的 1%
三级	每分钟的泄漏量为体积的 0.2%
四级	每分钟的泄漏量为体积的 0.1%
五级	在小于 20in H ₂ O 的压力下做试验,可查见的泄漏率为零
再循环式	如果全部风道安装在空气净化系统所服务的有限空间里,就不必作泄漏试验

① 当压力高于 2in H₂O 时,最大容许泄漏率可有下式求出

$$Q_p = Q_2 \sqrt{\frac{p}{2}}$$

式中 Q_p ——较高压力下的容许泄漏率;
 Q_2 ——2in H₂O 下的容许泄漏率;
 p ——较高的压力值

二、安装框架的泄漏试验

安装框架的泄漏试验是为了检验高效空气过滤器和碘吸附器安装框架,或安装框架与净化室之间有无泄漏。这种试验也可以检查安装框架有没有旁通(通过电线管、泄水管、压缩空气连接管或其它意外泄漏途径引起的旁通)。通常不论风道和净化室是否做过泄漏试验,对任何安装框架都建议进行这种试验。安装框架的泄漏一般是由于焊缝开裂

和不完全焊接而引起的。

试验时,首先堵住用于安装过滤器和碘吸附器的所有孔口,关闭或堵住净化室的所有开口,并沿所有焊缝和其它可能泄漏的路径进行肥皂泡试验。将全部漏洞修补完之后,用加压的泄漏率试验来检查净化室的各个小室,以证明不存在泄漏检测时没有发现的旁通路。无需都从安装框架的上游侧来做这个试验,可堵住两个安装框架的孔口,就在二者之间加压来同时试验两个安装框架。

因为安装框架的压力泄漏试验通常是在净化室内一个隔间挨着一个隔间做的,所以可以替代必须进行的净化室泄漏试验。

三、空气流量试验

空气流量试验的目的是为了证实当风机、风道、净化室、过滤器、风阀和其它部件安装好后,在系统使用过程中,无论是在清洁过滤器还是含尘过滤器的阻力下,都能通过所要求的空气流量。通常该试验可按美国 ANSI N510 第 8 节来进行。试验时一般在过滤器室的上游风道中选择一个地点进行测量,但当系统不同部分的流动速度较重要时,最好在系统的这些重要部位另外进行测量。

四、气流分布试验——吸附器滞留时间

在核空气净化系统的净化室里,气流的分布不良和分层现象能引起各种问题。在预过滤器和高效空气过滤器排架中,如果通过排架的气流分布不稳定,就会使某些过滤器不能充分发挥作用,也可能使性能发生变化。尤其是在大过滤器排架入口对面形成射流时,其不仅使位于射流范围的过滤器含尘较多,同时也会使过滤器受射流冲击而损坏。穿过碘吸附器排架的气流如果分布不均匀,就会在碘吸附器盒的高速区造成严重穿透,这是因为对有机放射性碘吸附效果的好坏直接与气体滞留时间有关。通常认为捕集有机放射性碘化物的最小气体滞留时间为 0.20s。

气流分布试验应按照美国 ANSI N510 第 8 节的要求进行,允许内部设备任何一点的设计气流有 20% 的变化。

五、空气 - 注入试剂混合试验——可试验性

虽然制造厂家对每台高效空气过滤器或碘吸附器都做了试验,但由于在装运、搬动、安装和使用过程中都可能发生损坏和变质,安装后的现场试验是必不可少的,因此验收试验的一个重要方面是看高效空气过滤器或碘吸附器设备能否顺利通过现场试验。

进行高效空气过滤器或碘吸附器的现场试验时,首先在高效空气过滤器或碘吸附器的安装框架上游合适位置注入试剂,待稳定后,再在上、下游进行气体采样,最后由上、下游采样气体浓度计算出高效空气过滤器或碘吸附器的净化系数。该试验的可靠性主要取决于两点:

(1) 能不能很好地引入试剂并获得有代表性的气体样品;

(2) 人体能不能接近正在试验的排架。

上述第一点可用空气和气溶胶的混合试验来确定,该项试验只在验收试验时做一次,而圆满地完成这个试验不论对高效空气过滤器和碘吸附器的验收试验,还是将来的定期试验都是十分必要的。在美国 ANSI N510 第 9 节中对空气和气溶胶混合试验的细节作了描述。

第二点(即可接近性)提出的要求是:人员和设备需要的空间;操作设备而又不损坏过滤器或对人造成危险所需的空间;使人和设备到达要去地点的通道;使设备得到电和压缩空气的预留措施;从两面接近高效空气过滤器和碘吸附器的可能性;合适的照明、观察口;以及便于安全试验的其它东西。这些要求都是在开始施工前应该检查的设计内容,而且应该作为验收检查的一部分。

0.2.2 核空气净化系统的定期试验

在安装使用一段时间后,为了检查高效空气过滤器和碘吸附器可能产生的损坏和泄漏,必须对它们进行定期试验。即便备用系统也可能由于某种原因发生损坏,所以对备用系统的定期试验也是必不可少的。核空气净化系统的定期试验主要有三种:对各级高效空气过滤器进行现场泄漏试验;对各级碘吸附器进行现场泄漏试验;为了确定吸附剂的剩余吸附容量,对于从系统中取出的吸附剂试样进行的实验室试验。除了实验室试验是对已经使用的吸附剂进行取样试验以外,其余两种同样可用于新建系统的验收试验。

通常不能满足定期试验要求的主要原因除高效空气过滤器和碘吸附器设备损坏外,还有夹紧螺栓松动,夹紧装置不合适,密封垫片和安装框架间有异物,安装框架表面粗糙或扭曲,安装框架焊缝未焊好或破裂,部件安装不正确(如高效空气过滤器的褶皱被装成水平的),安装框架与净化室间密封不当,安装框架设计不好以及由电缆管、风道和水管(这些管道穿过或旁通了安装框架)造成的旁通现象等。

一、高效空气过滤器的现场试验

高效空气过滤器的现场试验是用多分散相的气溶胶来做的。试验时,在高效空气过滤器或高效空气过滤器安装框架的上游注入气溶胶,然后在上、下游采样并测量其采样气体浓度,通过比较上、下游采样气体浓度确定高效空气过滤器系统是否有泄漏。通常经过合理设计的高效空气过滤器系统都能达到透过率低于 0.01% 的验收标准。

在上、下游采样点,使多分散相气溶胶和空气充分混合是这种试验不可缺少的条件。对于不能很好混合的系统可采用多点采样然后加以平均的方法。

高效空气过滤器的现场试验可以在小于系统额定风量的条件下进行。因为捕集气溶胶粒子的主要机理是扩散作用,在低于额定风量下的试验常常比在全流量下更为灵敏。另外小流量试验还具有多分散相气溶胶消耗量少的优点。

二、碘吸附器的现场试验

碘吸附器有效性的降低可能是由于中毒(即吸附了油漆烟雾,溶剂蒸汽,碳氢化合物和许多化学烟雾或与之发生了化学反应),也可能是由于受潮,或者是由于振动或空气脉动使填充层中的吸附剂沉落,以及由于设计和安装上的毛病等。碘吸附器系统进行现场试验的方法有两种,一种是用碳氟化合物气态致冷剂,另一种是用放射性示踪气体(碘或甲基碘)。这两种现场试验方法都是泄漏试验而不是效率试验,其还必须将现场试验时从吸附器里取得的样品进行实验室试验来作为现场试验的补充,以便确定系统的效率和对碘的剩余吸附容量。试验的最大透过率取决于填充层厚度和碘吸附器的位置。对于用在反应堆内层安全壳里面的碘吸附器,不管填充层厚度如何,其容许的透过率都为0.1%。而位于安全壳外面的系统,2in厚填充层的最大容许透过率为0.1%,而更厚的填充层则为0.05%。

1. 气态致冷剂试验

气态致冷剂试验又称氟利昂泄漏试验,它是一种用略能吸附并很易解吸的碳氢化合物气体(一般为氟利昂-11,其分子式为 CCl_3F 或氟利昂-112,分子式为 $\text{CCl}_2\text{F}-\text{CCl}_2\text{F}$)作示踪剂的方法。试验时,将示踪剂加在碘吸附器的上游侧,然后分别在上、下游能和空气很好混合的地点测量气体浓度,根据下游对上游的气体浓度比值即可计算出系统效率。

氟利昂泄漏试验采样系统包括一个能从碘吸附器上、下游采样的采样泵,两个用来测量示踪剂浓度的带有电子捕获探测器的气体色谱仪,一只计时器和几只测量试样冲淡系数的转子流量计。为了探测示踪剂,色谱仪应有大约 $1 \times 10^{-9} \sim 100 \times 10^{-9}$ (按体积)的线性范围。通常由于上游浓度超过仪器的线性范围,所以必须用已知体积的空气冲淡试样,以使其浓度在色谱仪的探测范围以内。注意用标定过的转子流量计测定冲淡系数。风道中的预过滤器和高效空气过滤器对氟利昂泄漏试验没有影响。氟利昂泄漏试验不需要对空气流量、示踪剂注射量以及色谱仪进行精确的调整,但是为了得到正确的结果,必须相互校正两个色谱仪。另外,操作人员对色谱仪输出峰值的鉴别水平也很重要。若在示踪剂和气体不能很好混合的地方采样时,同样须采用多点采样。

2. 放射性碘试验

放射性碘试验有两种,一种是用放射性元素碘作示踪剂,另一种是用放射性甲基碘作示踪剂。试验时,在测定系统风量和放射性本底水平后,从足够远的上游注射示踪剂以保证和空气主气流能充分混合,同时通过上、下游采样器采样。注意下游采样时间应长些,以便除捕获立即穿透的示踪剂以外,还能捕获从填充层解吸出来的一些示踪剂。采样器中活性炭所含放射性示踪剂的量可通过 γ 谱仪来测定,根据其测定值可求得系统效率。

放射性元素碘试验所需设备包括一个碘注射管、两个采样器、一台采样泵、三只用来控制注射量和采样流量的标定过的转子流量计。采样器内装有活性炭,该活性炭对元素

碘的吸附效率是已知的。试验示踪剂为 I^{131} 。

放射性甲基碘试验跟元素碘试验相类似,除注射装置外,使用的设备、采样和分析步骤都相同。放射性甲基碘试验所用示踪剂为 CH_3I^{131} 。现场以放射性甲基碘试验为主。

三、多级系统的现场试验

在核空气净化系统的同一净化室内,有时包括两个或两个以上串联的高效空气过滤器级或碘吸附器级,由于这些串联的高效空气过滤器级或碘吸附器级排架通常靠得都较近,所以很难在第一级的下游得到有代表性的单点试样,并且也很难找到能使注入试剂得到良好混合的第二级注入点。另外,由于第一级高效空气过滤器或碘吸附器的收集效率很高,所以也不可能在第一级的上游注入大量的试剂来对第二级进行有效试验。

1. 第一级下游采样

第一级下游的采样可以采用两种方法:一是多点采样;二是临时安装一旁通风道使空气绕过第二级旁通到系统风机,此时其下游的采样可在风机前的临时旁通风道(假如风道长度可足以保证良好的混合)或风机下游进行。注意:旁通风道的孔口在不用时必须加盖或封死。

2. 试剂的注射和第二级上游采样

为使注入试剂得到良好混合,可在第一级和第二级之间设置辅助风道。若辅助风道足够长,可在辅助风道(在被试验排架的上游)的任何地方进行上游采样。若使用辅助风机,则可在辅助风机后取得下游的采样。

使注入试剂与空气得到良好混合的另一种方法是用多孔分布器把注入试剂引到每个高效空气过滤器(碘吸附器)即覆盖邻近所有的高效空气过滤器。上游采样在多孔分布器的下游取得,下游采样用多点采样探头取得。将每个高效空气过滤器的透过率加以平均即可求出全排架的总透过率。应用此法通常要在验收试验时进行一次安装框架的压力泄漏试验,还要让含有试剂的空气一次通过一个高效空气过滤器,或者一次通过一组高效空气过滤器。如果要用扫描来确定泄漏位置,该方法就有大大减少注入系统总试剂量的优越性;但是,这个方法比常用的在上游和下游做单点采样的方法要花更多的时间。

由于高效空气过滤器现场试验用气溶胶对碘吸附器中活性炭没有不利影响,碘吸附器现场试验用示踪剂对高效空气过滤器也没有不利影响,所以在试验第二级高效空气过滤器排架时,可以在碘吸附器上游注入高效空气过滤器现场试验用气溶胶;而在试验碘吸附器时,可以在高效空气过滤器上游注入碘吸附器示踪剂。

四、吸附剂的采样和试验

吸附剂的实验室试验费用较大,一般应尽量少做。试验所取样品必须尽可能有代表性,也就是说它们必须与同一级内其余吸附剂有一样的流量、温度、湿度和中毒条件。理想的情况是应从接近该级中心的一点来取较大的样品,因为这个区域也许会受到周围最

严重的照射。然而,这样的采样常常是不实际的,因为取样以及在取样以后使系统回到原来状态都是困难的。因此已研制出多种样品盒,样品盒的填充层厚度,流量和压力降,基本上应跟碘吸附器本身的情况相同。样品盒应安装在碘吸附器安装框架上气流可以通过的地方,不要安装在像安装框架外边缘那样的明显低速区,且应保证操作人员在不使用任何辅助工具的条件下易于接近。系统必须备有相当数量的样品盒,以便在吸附剂使用期限内按一定时间间隔进行取样。

如果不用样品盒,则需采用其它的取样方法。如在抽屉式碘吸附器系统下,可以取下一个抽屉式碘吸附器,取些吸附剂样品,再填满(用一种合适的填充方法来保证有正常的密度),并重新安装在排架上。在小的碘吸附器装置中,考虑到试验的费用,某些使用者发现,按规定的采样频率更换吸附剂,比做采样试验更经济(一般按运转 720h 的间隔进行吸附剂试验)。

五、试验频率

对连续或间歇运动的核空气净化系统,建议按表 0-2 进行定期试验。

表 0-2 定期试验频率

应用场合	频 率
所有系统	系统开始工作前,任何主要系统修理或更换以后,以及每次过滤器(碘吸附器)更换以后
放射化学工厂,燃料后处理厂及实验室通风柜	涉及高湿负荷和高温的地方,半年或一季度一次。在某些系统中,环境特别差的地方常规定频繁的试验(甚至每月一次)。如果经验表明较少的次数能满足要求,则可以减少试验次数
反应堆事故后清洗系统和燃料后处理厂 ESF 事故后清洗系统	一年一次或系统运行 720h 做一次
处理中等量到大量放射性物质的装置的 III 区污染区	一年一次
处理中等量到大量放射性物质的工厂和实验室的 I 区或 II 区污染区	一年一次
处理中等量或大量放射性物质的实验室和工厂的 IV 区(手套箱管线,热室排风等)	半年一次,除非经验表明一年一次试验就够了。如果在短期内(小于 6 个月)更换过滤器(碘吸附器),为了限制人员在换过滤器(碘吸附器)时受到辐照,或是通过限制在过滤器(碘吸附器)中能够积聚的辐射量以便对系统进行接触维修,那么每换一次过滤器(碘吸附器)以后,都应做一次现场(即泄漏)试验。假如经常更换吸附剂,吸附剂的实验室试验就不需要了
系统连续备用,只在工厂维修时偶尔进行	至少半年一次

0.2.3 核空气净化系统的外观检查

虽然外观检查不是验收或定期试验的一种方法,但它是每次进行这种试验的重要组成部分。在安装前,应对每一内部和外部设备做仔细的外观检查,用以证实所收到的设备是可以使用的。安装后,作为验收试验程序的一部分,应检查系统,以查明所有需要的项目都已安装好。

外观检查必不可少,因其常常会发现可能引起试验失败或使试验结果无效的一些缺陷^[1]。操作人员必须重视外观检查。