

空气净化手册

C. A. 伯奇斯特
〔美〕J. E. 卡恩 著
A. B. 富勒



原子能出版社

86.652073
310
C.2

空气净化手册

核工业高效空气净化系统的设计、建造和检验

C.A. 伯奇斯特
〔美〕 J.E. 卡恩 著
A.B. 富勒

时友人 等 译

王兆霖 校

原子能出版社

内 容 简 介

本书作者通过对美国和加拿大许多核设施的实地考察,总结了高效空气净化系统在设计、运行、维修和控制污染排放等方面的成功经验,指出了该系统当前存在的一些缺陷,并对今后核空气净化系统的设计、建造和检验提出了建议。在附录中还对高效微粒空气过滤器的全面技术要求、检验方法以及包装运输和贮存等方面作了较为详细的规定。

本书可供从事空气净化系统的设计、建造、设备制造和运行管理等工作的工程技术人员参考。

Nuclear Air Cleaning Handbook

ERDA 76-21

空气净化手册

核工业高效空气净化系统的设计、建造和检验

[美] C.A.伯奇斯特 J.E.卡恩 A.B.富勒 著

时友人 等 译

王兆霖 校

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

国防科委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092¹/₁₆·印张17³/₄·字数418千字
1981年10月 第一版·1981年10月 第一次印刷
印数001—3900·统一书号: 15175·321

定价: 2.20元

译 者 的 话

本手册是根据原美国能源研究和发展署1976年出版的《Nuclear Air Cleaning Handbook》翻译的。该书第一版原名《Design, Construction, and Testiny of High-Efficiency Air Filtration Systems for Nuclear Application》,已于1970年出版。

专业技术名词尽可能采用原子能出版社于1978年出版的《英汉原子能词典》中的译名,有的从常用的几种译名中选定一种,个别生僻的就在其译名后附上原文。对原文中的几处错误在译文中直接作了改正。原书的第一版和第二版序言均已略去。

本手册由吴增非教授组织译校;由时友人(第一、二、四章)、叶璠生(第三、七章)、岑幻霞(第五章)、严慧珺(第六、八章)和陈愚(第九章、附录)译;由王兆霖教授校;其中部分专业技术名词由张兆波确定。由于译者水平所限,译文中必然有不妥和错误之处,望读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 背景.....	(1)
1.2 目的与范围.....	(1)
1.3 设计要求.....	(2)
1.4 场地要求.....	(3)
1.5 系统的灵活性.....	(3)
1.6 设计与施工的一致性.....	(4)
1.7 成本问题.....	(4)
1.8 手册的用途.....	(5)
1.9 其他.....	(5)
1.9.1 缩写词.....	(5)
1.9.2 本手册所用计量单位与米制的换算.....	(7)
1.9.3 名词.....	(8)
第二章 系统方面的问题	(15)
2.1 绪言.....	(15)
2.2 环境问题.....	(15)
2.2.1 分区.....	(15)
2.2.2 空气中悬浮的微粒和气体.....	(20)
2.2.3 水分.....	(23)
2.2.4 高温和热空气.....	(23)
2.2.5 腐蚀性.....	(24)
2.2.6 振动.....	(24)
2.3 运行问题.....	(25)
2.3.1 运行方式.....	(25)
2.3.2 过滤器更换次数.....	(25)
2.3.3 厂房进风过滤器.....	(26)
2.3.4 预过滤器.....	(26)
2.3.5 使用到高压降.....	(27)
2.3.6 低流速运行.....	(29)
2.3.7 气流的均匀性.....	(29)
2.3.8 检修、试验.....	(30)
2.4 系统结构术语.....	(32)
2.4.1 部件.....	(32)
2.4.2 空气净化单元.....	(33)
2.4.3 空气净化系统.....	(33)
2.4.4 通风系统.....	(33)
2.4.5 过滤器或吸附器排架.....	(33)
2.4.6 排列.....	(33)
2.4.7 空气净化级.....	(33)
2.4.8 安装容量.....	(34)
2.4.9 单一部件空气净化单元.....	(34)

2.4.10 单线系统	(34)
2.4.11 并联系统	(35)
2.4.12 分叉系统	(35)
2.4.13 备用系统	(35)
2.4.14 枝状系统	(35)
2.4.15 可隔绝单元	(35)
2.4.16 分隔式单元	(35)
2.5 应急方面的问题	(35)
2.5.1 冲击和超压	(36)
2.5.2 火和热空气	(37)
2.5.3 断电和设备运转中断	(38)
2.5.4 空气净化系统的布置原则	(38)
2.6 多级过滤	(41)
2.6.1 连续备用	(41)
2.6.2 增大去污因子	(42)
2.7 空气取样	(43)
第三章 内部部件	(46)
3.1 绪言	(46)
3.2 HEPA 过滤器	(46)
3.2.1 工作特性	(46)
3.2.2 结构	(48)
3.2.3 HEPA 过滤器的重量	(50)
3.2.4 机械性能	(51)
3.2.5 耐火性	(52)
3.2.6 环境特性	(53)
3.2.7 价格	(55)
3.3 预过滤器	(55)
3.3.1 分类	(55)
3.3.2 性能	(56)
3.3.3 结构	(57)
3.3.4 耐火性	(58)
3.3.5 耐热空气	(58)
3.3.6 检修问题	(58)
3.3.7 使用的条件	(59)
3.4 放射性碘吸附器	(59)
3.4.1 概述	(59)
3.4.2 吸附系统的性能	(60)
3.4.3 吸附器装置的设计和结构	(63)
3.4.4 吸附剂	(65)
3.4.5 无机吸附剂	(65)
3.4.6 吸附系统的设计	(66)
3.5 除雾器	(68)
3.5.1 概述	(68)

3.5.2	用于反应堆的除雾器	(69)
3.5.3	性能	(72)
3.5.4	用于放射化学的标准废气除雾器	(74)
第四章	净化室设计与布置	(80)
4.1	绪言	(80)
4.2	部件安装	(82)
4.3	HEPA 过滤器、吸附器盒和除雾器的安装框架	(83)
4.3.1	结构要求	(83)
4.3.2	安装框架的形式	(85)
4.3.3	框架制作	(88)
4.3.4	过滤器的夹紧和密封	(89)
4.3.5	过滤器支座	(93)
4.4	过滤器和吸附器排架的规模和布置	(94)
4.4.1	直立式过滤器排架	(94)
4.4.2	水平式过滤器排架	(94)
4.4.3	过滤器在安装框架上的布置	(94)
4.4.4	排架的规模	(96)
4.4.5	排架的布置	(96)
4.4.6	过滤器排架的平面布置	(97)
4.5	净化室	(98)
4.5.1	概述	(98)
4.5.2	布置和位置	(98)
4.5.3	钢制净化室	(100)
4.5.4	砖石和混凝土净化室	(103)
4.5.5	安装框架和净化室之间的密封	(103)
4.5.6	净化室的地面	(105)
4.5.7	净化室的门	(105)
4.5.8	净化室排水	(107)
4.5.9	净化室的密封性	(107)
4.5.10	净化室的其他要求	(107)
4.5.11	油漆和涂料	(108)
第五章	外部部件	(111)
5.1	绪言	(111)
5.2	风道	(111)
5.2.1	功能设计	(111)
5.2.2	机械设计	(111)
5.2.3	工程分析	(116)
5.2.4	结构材料	(117)
5.2.5	油漆和防护面层	(117)
5.2.6	吊架、支架和锚固件	(117)
5.2.7	风道的消声措施	(118)
5.2.8	风道的泄漏	(118)
5.3	风阀	(119)

5.3.1	风阀的技术要求	(119)
5.3.2	风阀的种类和应用	(121)
5.3.3	风阀的设计和制作	(122)
5.3.4	风阀操作器	(123)
5.3.5	鉴定和验收试验	(123)
5.4	风机	(124)
5.4.1	风机和系统的特性曲线	(124)
5.4.2	系统对风机性能的影响	(125)
5.4.3	设置多台风机	(128)
5.4.4	风机的容量	(129)
5.4.5	风机的可靠性和维修	(129)
5.4.6	风机的安装	(130)
5.4.7	风机的位置	(131)
5.5	进风口和烟窗	(132)
5.5.1	概述	(132)
5.5.2	烟窗	(132)
5.6	通风系统的控制和仪表	(133)
5.6.1	概述	(133)
5.6.2	风阀控制	(133)
5.6.3	可变进口多叶阀控制	(134)
5.6.4	变速调节	(135)
5.6.5	自动控制	(135)
5.6.6	集中控制	(136)
5.6.7	仪表	(136)
第六章 小型空气净化单元		(140)
6.1	绪言	(140)
6.2	净化箱	(142)
6.2.1	部件安装	(143)
6.2.2	净化箱的构造	(145)
6.2.3	装袋	(145)
6.2.4	净化箱安装	(147)
6.3	封闭式过滤器的安装	(148)
6.4	圆筒形过滤器	(150)
6.5	安装	(152)
6.5.1	人体的因素	(152)
6.5.2	通风柜过滤器的安装	(153)
6.5.3	应急用的移动式空气净化单元	(154)
第七章 手套箱过滤		(157)
7.1	绪言	(157)
7.1.1	手套箱的描述	(157)
7.1.2	手套箱通风和过滤的重要性	(159)
7.2	手套箱通风系统的设计	(159)
7.2.1	放出气体的稀释	(160)

7.2.2	消除热量	(161)
7.2.3	经验流量	(161)
7.2.4	排风要求	(162)
7.2.5	消除真空波动和压力波动	(162)
7.2.6	手套箱排风总管	(163)
7.2.7	排风净化要求	(164)
7.3	过滤器系统的设计	(164)
7.3.1	排风HEPA 过滤器	(165)
7.3.2	安装在手套箱里的排风过滤器	(167)
7.3.3	安装在手套箱外面的排风过滤器	(170)
7.3.4	进风HEPA 过滤器	(172)
7.3.5	HEPA 过滤器的选择	(173)
7.3.6	预过滤器	(174)
7.4	过滤器的更换	(175)
7.5	手套箱的安全问题	(178)
7.5.1	防火和防爆	(178)
7.5.2	保护性气氛——惰性气体	(180)
7.5.3	控制与仪表	(181)
7.5.4	手套箱过滤器的DOP 试验	(185)
7.5.5	手套箱屏蔽	(186)
第八章 试验		(188)
8.1	绪言	(188)
8.2	验收试验	(188)
8.2.1	风道和净化室的泄漏试验	(188)
8.2.2	安装框架的泄漏试验	(189)
8.2.3	空气流量试验	(189)
8.2.4	气流分布试验——吸附器滞留时间	(190)
8.2.5	空气-试剂混合试验——可试验性	(190)
8.3	监督试验	(192)
8.3.1	HEPA 过滤器的现场试验	(192)
8.3.2	吸附器的现场试验	(196)
8.3.3	多级系统的现场试验	(199)
8.3.4	吸附剂的采样和试验	(201)
8.3.5	试验频率	(203)
8.4	外观检查	(204)
第九章 特殊使用要求		(206)
9.1	绪言	(206)
9.2	远距离检修	(206)
9.2.1	一般要求	(206)
9.2.2	布鲁海文反应堆的旁路过滤器系统	(207)
9.2.3	汉福特反应堆的过滤器系统	(208)
9.2.4	高通量同位素堆的过滤器系统	(209)
9.2.5	萨凡那河反应堆的过滤器系统	(212)

9.2.6	可以远距离检修的菲什过滤系统	(213)
9.2.7	钍-铀再循环装置可以远距离检修的过滤器系统	(213)
9.2.8	汉福特废物包装和贮存厂可以远距离检修的过滤器组合体	(214)
9.2.9	热室的过滤器系统	(215)
9.3	屏蔽	(216)
9.4	自然灾害	(217)
9.4.1	地震	(217)
9.4.2	飓风	(217)
9.5	防烟火	(218)
9.5.1	操作规程	(218)
9.5.2	系统设计	(219)
9.5.3	火灾监测	(222)
9.5.4	火灾控制	(223)
9.6	深床砂过滤器	(225)
9.6.1	深床砂过滤器的设计	(228)
9.6.2	深床砂过滤器的堵塞问题	(230)
9.6.3	用过的过滤介质的处置	(230)
9.7	深床玻璃纤维过滤器	(230)
9.7.1	概述	(230)
9.7.2	设计和运行	(231)
9.7.3	湿态运行	(234)
9.7.4	堵塞问题	(234)
9.7.5	废过滤器的处置	(235)
9.8	反应堆外设安全措施中的空气净化系统	(235)
9.8.1	概述	(235)
9.8.2	反应堆安全壳	(235)
9.8.3	轻水堆	(238)
9.8.4	高温气冷堆	(239)
9.8.5	液态金属快中子增殖堆	(240)
9.8.6	保护控制室的空气净化系统	(241)
9.9	燃料后处理厂的空气净化	(242)
9.9.1	概述	(242)
9.9.2	轻水堆辐照燃料的后处理	(243)
9.9.3	液态金属快中子增殖堆辐照燃料的后处理	(243)
9.9.4	近零排放的概念	(244)
9.9.5	高温气冷堆辐照燃料后处理空气净化系统	(245)
9.9.6	燃料后处理工厂空气净化系统的造价	(246)
附录 I	空气净化设备技术要求实例——HEPA 过滤器	(250)
附录 II	估价表格式	(260)
附录 III	HEPA 过滤器的保管和装卸	(262)
附录 IV	ESF 空气净化系统的防地震设计与鉴定	(266)
	文献目录	(269)

第一章 绪 论

1.1 背 景

核空气净化系统用于保护公众和设备运行人员免受空气中含有的放射性粒子和放射性气体的危害。这些粒子和气体，是在核反应堆、核燃料制造或处理装置、放射化学操作、实验室以及其他核操作过程中产生的，或者是从这些地方泄放出来的。这种净化系统的特点是具有极高的污染物捕集效率，此效率通常要比商业、工业或环境污染控制工程中所用的空气净化系统高出好几个数量级。在这种系统中，最常用到的部件，就是高效微粒空气(HEPA)过滤器。这种过滤器可以和一般工业中所用的普通空气过滤器、袋式过滤器、旋风除尘器、空气洗涤器或者其他过滤设备联用；但在核通风和气体净化系统里，它几乎总是作为有限空间(在此空间里能产生放射性粒子)与向大气的排放点(即烟囱)之间的最后一道屏障，或是作为有限空间与其周围被控制的空间之间的最后一道屏障。

防止由空气传播的放射性(即使浓度很低的)污染,对于核装置的安全操作是一个基本的条件^[1],对核装置的经济运行同样也是一个重要因素。保护公众和设备运行人员的健康和安全是首先要考虑的问题,而放射性物质一旦偶然泄漏到空气中,就要花很多去污费并可能将整个装置停掉,这也是很重要的问题。

放射性物质会沉积或贴附到管壁、部件和其他裸露表面上,而且这些沉积物迟早会变成持久的电离辐射源。除非在产地附近就把它们消除掉,否则这种沉积物就会使得设备的操作和检修极为复杂。这类问题对动力反应堆和核燃料后处理厂的影响特别严重,因为一旦系统发生误操作或发生事故,就可能泄放出大量的放射性物质。

1.2 目的与范围

关于在核工程中空气和气体高效净化系统的设计、施工和试验方面的许多资料,常常散见于一些专题报告、技术论文和工程说明书里,设计人员不容易查到。虽然和这个领域有关的标准正在不断增多,但是有效地解释这些标准所必需的背景资料却是分散的。本手册把能够收集到的资料加以归纳,便于设计人员使用;并指出了设计和实际施工当中的一些缺点,对今后系统的设计提供指导和建议。本手册归纳了实验室、元件生产厂、动力和研究性反应堆、放射化学和燃料后处理厂的有关著作和空气净化实践中的成果。本手册所提出的这些看法与建议,反映了使用者的经验和正在运行的系统的情况。在这些系统中,对空气中的放射性物质逐日进行有效的控制;而过去在这些地方工作的人们却不得不忍受或者去适应由于设计和施工中的严重缺陷而造成的困难。

本手册仅限于机械的或金属构件方面的设计,不包括功能设计(为满足某一具体工程所必需的系统容量或部件的选择设计)。空气净化装置是通风系统的一部分,除非通风系统影响到空气净化装置的运行和可靠性,或者空气净化装置影响到通风系统的运行和可靠性,否则,

通风系统的设计也不包括在本手册的范围内。核空气净化系统的功能设计被载入国际原子能机构 (IAEA)^[2]第17号安全专论、核管理委员会(NRC)^[3-5]的各种管理指南和能源研究和发展署 (ERDA) 的手册里^[6]。通风系统的功能设计被载入《工业通风》^[7]、美国供暖制冷和空气调节工程师学会 (ASHREA) 手册^[8]、美国国家标准协会 (ANSI)Z9.2报告^[9]和许多教科书里。本手册没有包括空气过滤理论和气体吸附理论；但是在怀特和史密斯合著的《高效空气过滤》^[10]和戴维斯的《空气过滤》^[11]等书中可以找到关于空气过滤理论的论述。同核工业有关的气体吸附理论，很完整地记录在美国原子能委员会（现在的能源研究和发展署）每两年举行一次的空气净化会议的报告集里。

1.3 设计 要 求

为了达到最大容许浓度值 (MPC)的要求，需要核空气净化系统有极高的收集效率，从而使系统的设计复杂化了（空气中各种放射性物质的最大容许浓度已经分别作了规定）^[1]。在许多常规情况下（即商业、工业和空气污染控制等），尘埃、化学烟雾和其他污染，在没有到达危险浓度之前（即能立即严重威胁人们的健康和安全的浓度），就能被人的感觉器官所发现。在核系统里，情况就完全不同了：对于放射性的存在，即使到了能立即威胁生命的程度，人们也是完全觉察不到的；而且即使放射性水平比较低，长期受辐照也会有损于健康。因此对空气中的大多数化学污染所规定的阈限值 (TLV)^[12]，要比任何一种放射性物质的最大容许浓度，至少高出两个数量级。

在常规空气净化中使用的那种普通空气过滤器，是不可能把空气净化到最大容许浓度所要求的水平的。即使是最好的普通过滤器，对于亚微米粒子（即这些粒子所具有的空气动力学直径小于1微米），其去污因子 (DF) 也不大于6—7；大多数普通过滤器，对于这种粒子的去污因子(DF) 只有2或者还要低一些^[13,14]。对于以微粒物质出现的污染，或吸附在微粒物质上的污染，为了达到最大容许浓度的要求，必须使用 HEPA 过滤器。根据定义^[15]，这种高效过滤器，对于0.3微米的粒子，其最低效率值必须达到99.97%^[16]；也就是说，在任何浓度下，对于所有可测量的粒子（直到空气动力学直径为0.3微米的粒子），其去污因子至少应为3333。同样，在核空气和气体净化装置中使用的碘吸附器，它所具有的收集效率（即净化效率），也必须大大地高于在控制烟气时使用的、以及大多数在控制有害、有毒气体时使用的吸附器。为了使这些部件能够达到所要求的性能水平，其安装质量、管道连接以及为完成空气净化所必需的辅助部件，都必须满足设计和安装标准，这些标准大大超过许多非放射性场合通用的标准。这样高的标准通常都是可以做到的，长期以来已为大多数核装置极好的安全运行记录所证实，而且即使在严重事故情况下也能够控制向大气的排放。

如果空气中携带的放射性物质从系统里泄放出去，就有可能使厂区受到严重污染（象发生在法国圣、劳伦特工厂的燃料熔化事故那样）；或者可能把周围乡村都污染了（象几年前英国温茨凯尔反应堆发生的事故那样）。即使按照泄放出来的放射性物质的实际重量和体积来说是一个很小的事故，也得将一个贵重的设备关闭一段很长的时间。去污所花的钱比普通的火灾、爆炸或化学品泄流等灾害所造成的损失要高出许多倍。下面列举了美国能源研究和发展署某实验室由于一个小手套箱事故造成的损失^[17]。

由于火灾损失

100美元

由于爆炸损失

500美元

清洗和去污的费用

76,200美元

此外，放射性微粒物质或气溶胶沉积或贴附在风道、净化室（即设备外壳）、过滤器以及空气净化系统的其他部件上，就限制人们不能接近这些设备，妨碍检修，还会增加运行费用。设计人员必须重视核空气净化与常规空气净化之间的这些重大差别。如果系统的设计、布置或部件的选择、安装有缺陷，则空气中放射性有毒物质的浓度就不可能保持在规定的范围内^[1]。从前，有些操作在一定程度上全靠使用大量的空气将放射性废物加以稀释，然后排放到大气中去。这种做法，按照近代“低到合理可做到的”观点（ALARA），是不能允许的。因此，要特别强调搞好过滤和吸附装置的设计与维修工作，力求将放射性的粒子、烟雾和气体完全除掉。

1.4 场地要求

从厂房规划的最初阶段直至设备安装的全过程，都必须密切注意排风和空气清洗系统的平面位置及空间布置。在厂房初步设计中，如果忘记给风道预留出足够的地方，就往往不能做出好的空气动力学设计；以致会使流速过高、压力损失过大，这就可能损害系统的运行；甚至在负压下运行的风道，也会产生污染向外泄漏的动力学条件。把过滤器室、风机和风阀放在别扭的位置上，就限制了人们去接近这些设备，因而也就不能很好地对系统进行维修。同时，还由于过滤器是放射性（或可能有放射性的）尘埃的收集器，它们所积存的放射性物质的浓度，可能大大超过使用该系统的有限空间里空气中的放射性浓度。在敞开的顶棚里或在厂房拥挤的地方更换过滤器，就更增加了危险性，因为该处的危险程度早就超过正常标准了。在过滤器室和过滤器装置的周围留有足够的空间，便于接近这些设备，就可以减少这种危险。用来接近净化室和设备的这一空间，在设备使用期间，不得作为仓库、修理间或因其他操作而占用。

1.5 系统的灵活性

在通风和空气净化系统设计中，经常遇到的一个缺点，就是没有预先考虑到将来系统改建的可能性。在核反应堆和其他具有固定用途的设备里，通风系统缺乏灵活性，当然算不上什么大问题；然而在放射化学操作间、特别是在实验室和试验性的装置里，变动却是常有的。在系统最初设计时，为了给以后修改系统留有余地所花的钱，将来是可以几倍地得到补偿的。改建被放射性污染过的风道和空气净化装置，往最好方面说，也是既费钱又危险的。在最初设计时，如果没有为系统的改建作一些必要的准备，甚至会更加费钱和危险。由于放射性问题，核工厂修改或改建排风或空气净化系统所花的钱，大体为非放射性系统完成同样工作所花的钱的5—10倍。为系统扩展所留的余地，包括额外的过滤器室场地，备用的风机和电动机的容量，以及为了能合理地、方便地拆卸风道而附加的连接点和较多的机械接头，都应在最初设计中加以认真的考虑。

为使用方便而额外增加临时系统的投资，可能是不值得的，但是设计人员应该注意，临时系统往往会变成永久系统或者改作他用。在设计中，即使对于临时系统来说都难以改动的

那样一种图省事的做法，从长远来看，对于用户往往要付出更大的代价。

1.6 设计与施工的一致性

不能指望机械承包人提供比图纸和说明书上列出的最低要求还高的工程质量。除非设计详图和说明书明确作了规定，也不能指望他会建造出一个具有核空气净化系统特点的系统。功能设计人员的职责就在于正确地解释用户的要求，并订出明确的系统标准。紧接着，机械设计人员的职责是解释这些标准，并把功能设计的要求表现为详细的设备和施工图纸及说明书，这些图纸和说明书就连没有专业经验的工人也能照着作。对于将要建造的系统，保证它能满足用户在安全、效率、可靠性、维修和经济等方面的要求，也是机械设计人员的责任。

在一座动力反应堆的安全壳清洗系统里，有一个设计和施工协调不好的事例：在为通风和空气净化设备安排地方时，设备设计人员对于在横向有六台 24×24 英寸 HEPA 过滤器的排架，名义上给留出了 144 英寸宽的地方，但这个尺寸没有加以验算，就由机械设计人员做出了设计，并将图纸送给已经开始浇灌混凝土的施工人员，结果出现了这样的困难，即装六台 24×24 英寸过滤器的排架，应该安装在宽度至少为 151 英寸的净化室（宽度最好为 158 英寸）里，以便为过滤器安装框架提供一个地方，并且也为更换过滤器提供方便。这种错误，早在机械设计阶段就应该被检查出来。而更为糟糕的是在混凝土里没有放置预埋件，无法使过滤器安装框架同这些预埋件紧密地焊接在一起。这种错误使得过滤器装置至少是不那么可靠了。

仔细地签订和履行合同关系也是很重要的。如果要施工单位对于所安装的系统正确效能负责任，则试验程序、小组鉴定（由专门从事试验和评定试验结果的小组来搞）、关于纠正错误和缺陷的要求等，都必须在承包文件中加以规定。仅仅要求系统能满足某些最低的 DOP 试验效率（一般为 99.95%）是不够的。假如希望系统能够满足预定的使用要求，在图纸与说明书的准备、复审和列入合同时，以及在现场施工过程中，都必须认真按照有关的技术要求去做。

1.7 成本问题

对于好的设计办法加以删简和折衷，不仅能降低系统的可靠性和工作性能，而且还会不适当地提高系统在整个工作期间的运行费。在核空气净化系统的规划和设计工作中，一个共同的错误，就是把重点过分放在一次费用（即投资费）上。假如人们希望具备的某些特点在设计中被省略了，或者应该为部件、设备和风道提供的地方，在数量和质量方面作了牺牲，则在降低初投资的同时，常常要花费很高的运行费和维修费。在系统使用期间的运行和维修费用，一般都远远超过建造系统的初投资费。哈佛大学空气净化实验室的调查说明，一个核空气净化系统，在按二十年折旧计算出的总费用中，运行和维修费占 85% 以上^[18]。

这种错误往往是在为实现某一预期目标进行方案比较时，由于对各方面的费用考虑不周而造成的。例如，在作空气净化系统的投资预算时，对一些专用过滤器室、风阀、防火设施、防护服更换装置以及其他特殊设备（同常规空气净化做法相比较）的费用常常不重视，其结果是为了在初投资中节约很少一点费用而使得本来可以少用的维修费大大增加了。比如，高

效率的预过滤器可以大大延长其下游侧 HEPA 过滤器的寿命,或者它自身也有较长的寿命,因此也就延长了更换过滤器的间隔时间。这是个很重要的问题,因为更换高度污染的 HEPA 过滤器,每1英尺³/分安装容量所花的钱高达 50 美分^[19]。通常在预算过滤器更换费时,仅仅考虑了操作方面应做的事情,而对于准备工作和事后的处理方面则很少或根本不去注意;可是在一个核空气净化系统里,这两项通常是更换过滤器中最费时又最费钱的项目。更换防护服、安装前的检查、保健物理学监测以及更换过滤器之后场地和设备的去污等活动所花费的时间,也常常被忽视。其他被忽视的因素还有劳工费和材料费的升降,以及延长 HEPA 过滤器寿命的可能性等。延长 HEPA 过滤器的寿命是通过选择预过滤器、排架尺寸、气流速度、或其他系统参数的各种不同组合来实现的。附录 I 提供了一种表格,用以帮助设计人员估算投资费和运行费,并且还提供一个表格把更换过滤器(或吸附器)的工作分解成一些必须做的主要项目。

1.8 手册的用途

本手册通过为一些很具体的应用工程提供有关其部件和要求方面的背景材料,从而补充设计人员对通风和空气净化系统设计和施工方面原有的知识。希望通过使用这本手册,使有经验的功能设计人员能更好地评价用户的要求,并确定基本的系统标准;使有经验的机械设计人员能更好地把这些标准变成实际的系统设计;使机械承包商能得到必要的知识,使他们能在合理的价格基础上,有效地实现设计意图,保证系统的安全可靠。手册的前一版^[20]已经为核工程的空气和气体净化系统不断增加的国家标准提供了背景资料;新版手册希望能在应用和解释这些标准方面,能对设计人员和工程技术人员有所帮助。还希望手册能为工程技术人员、经营管理人员和设计人员提供一种理论,用以证明核空气净化系统所要求的某些既昂贵而又必需的装置是完全正当的。

1.9 其他

1.9.1 缩写词

ACGIH	美国政府工业卫生学家会议
ACI	美国混凝土研究所
AEC	原子能委员会(见 ERDA, NRC)
AFI	空气过滤器研究所
AgX	银交换沸石
ALAP	尽可能低的(ALARA的旧称)
AISC	美国钢结构研究所
ALARA	低到合理可做到的
AMCA	通风和空气调节协会
AMD	空气动力学平均直径(粒子的)
ANSI	美国国家标准协会

ASHRAE	美国供暖、制冷和空气调节工程师学会
ASME	美国机械工程师学会
ASTM	美国材料试验学会
AWS	美国焊接学会
BET	布鲁瑙厄-埃梅-泰勒法 (测定吸附剂表面积的方法)
BWR	沸水堆
CBR	放射生物化学 (过滤器)
CFD	连续的火灾监测器
CH ₃ I	甲基碘
CFR	联邦政府管理法规
CG	浓度标准
CRSI	钢筋混凝土研究所
CWS	军用化学 (过滤器)
DBA	设计依据事故
DBS	深床砂 (过滤器)
DBGF	深床玻璃纤维 (过滤器)
DF	去污因子
DOP	邻苯二甲酸二辛酯
ERDA	能源研究和发育署
ES	设备技术要求
ESF	外设安全措施 (系统)
FRP	纤维增强塑料
GMA	惰性气体保护金属弧 (焊接)
GTA	惰性气体保护钨极弧 (焊接)
HEP	钚的危险当量
HEPA	高效微粒空气 (过滤器)
HF	氢氟酸
HTGR	高温气冷堆
HVAC	供暖、通风和空气调节
HWESF	汉福特废物包装和贮存工厂
IAEA	国际原子能机构
IES	环境科学研究所
KI	碘化钾
Kr	氪
LOCA	冷却剂流失事故
LMFBR	液态金属 (冷却) 快增殖堆
LWR	轻水堆
MMD	质量中位直径 (粒子的)
MPC	最大容许浓度

MPL _d	解吸的最大容许负荷
MPL _i	着火的最大容许负荷
NBS	国家标准局
NFPA	全国防火协会
NMD	粒数中位直径 (粒子的)
NRC	核管理委员会
NRL	海军研究所
NSIC	核安全情报中心
OBE	最大可能地震
ORNL	橡树岭国立实验所
PL	容许泄漏
PSU	固定式单体装置 (吸附器)
PVA	聚醋酸乙烯酯
PWR	压水堆
QA	质量鉴定
QAS	质量鉴定站
RG	管理指南
RH	相对湿度
RSIC	反应堆屏蔽情报中心
RTV	室温下硫化 (密封剂或填塞缝隙用的化合物)
SAR	安全分析报告
SGTS	备用气体处理系统
SMACNA	薄板金属和空气调节承包商全国协会
SRL	萨凡那河实验所
SSE	安全停堆地震
TEDA	三乙撑二胺
TFE	四氟乙烯 (塑料)
TLV	阈极限值
TURF	钷-铀再循环装置
UL	保险商实验所
Xe	氙

1.9.2 本手册所用计量单位与米制的换算

cfm	英尺 ³ /分=0.000472米 ³ /秒
fpm	英尺/分=0.00508米/秒
ft	英尺=0.3048米
gal	加仑=3.78532升
gpm	加仑/分=0.06309升/秒
gr	格令=0.0648克