

# 暖通 通风 空调技术手册

设计 · 施工 · 调试 · 管理

金练  
欧阳曜  
张洁  
石荣君  
编著

中国建筑工业出版社

TJ03-62

2000734

# 暖通通风空调技术手册

设计·施工·调试·管理

金练 欧阳曜 张洁 石荣君 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

暖卫通风空调技术手册/金练等编著. —北京:  
中国建筑工业出版社, 2000  
ISBN 7-112-03808-1

I. 暖… II. 金… III. ①房屋建筑设备: 空气调  
节设备-安装-技术手册②房屋建筑设备: 通风设备-安  
装-技术手册 IV. TU83-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 24279 号

本手册共三篇, 第一篇为“洁净室的设计施工与调试”, 该篇对多类医用生物洁净室工程设计、施工、调试进行了总结, 从原理上阐述了洁净室设计建造的基本原则, 还就设计资料的编制、设计技术措施和施工调试中遇到的具体问题进行了阐述。第二篇为“图书馆空调设计、施工与调试”, 该篇除对图书馆设计的技术措施进行阐述外, 还对图书馆室内空气参数的控制标准和方案进行了论述。第三篇为“暖卫通风空调施工管理技术”, 全篇由施工组织设计的编制、现场施工质量管理和施工技术资料管理三部分组成, 着重总结了当前暖卫通风空调施工全过程的技术管理问题。

本书为编者实际工作经验的总结, 内容集中且覆盖面较广, 具有较强的实用性, 适合暖卫通风、空调的设计、施工、监理及建设单位技术人员参考。

责任编辑: 常燕

暖卫通风空调技术手册

设计·施工·调试·管理

金练 欧阳曜 张洁 石荣君 编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 46 1/2 字数: 1188 千字

2000 年 7 月第一版 2000 年 7 月第一次印刷

印数: 1—2,500 册 定价: 60.00 元

ISBN 7-112-03808-1

TU·2950 (9695)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 前 言

改革开放以来,随着我国国力的增强、科技水平的提高,国内许多高新科技实验综合楼、生产车间、医疗建筑、图书馆建筑等相继落成并启用,使高精度、高级别的净化空调、负压空调技术得到广泛应用。随着这类建筑的兴建,暖通空调施工技术管理也必然更加规范化、科学化。编者因工作之便有幸参与多项净化工程、图书馆工程的建设,并参与多项工程的建设组织、施工监理和管理的工作。在工程建设调研、设计、评估、施工中通过与各类人员、国内外专家的接触,查阅了大量相关资料、文献,总结了实践经验,为本《手册》的编写积累了基础。

本《手册》共三篇,第一篇为“洁净室的设计施工与调试”,该篇通过对多类医用生物洁净室工程设计、施工、调试的总结,不仅从原理上阐述了洁净室设计建造的基本原则,更着重总结设计资料编制、设计技术措施和施工调试中遇到的具体问题。第二篇为“图书馆空调设计施工与调试”,该篇除了对图书馆暖通空调设计采用的技术措施进行论述外,还就图书馆室内空气参数的控制标准和空调方案进行了论述,以供专业设计及施工技术人员参考。第三篇为“暖通空调施工管理技术”,全篇共分三部分。第一部分为施工组织设计部分,由施工组织设计编制实施细则、编制提纲和实例组成;第二部分为现场施工质量管理部分,这部分内容均为施工现场的实际问题,也是目前多数施工单位急需加强的问题;第三部分为施工技术资料管理部分,总结了现场施工技术资料管理中存在的问题并加以纠正,便于现场施工技术人员和施工资料管理人员参考应用。

本《手册》是编者在实际工作中的总结,内容集中、覆盖面广,比较适合设计、施工技术人员参考应用。

由于编者水平有限,差错在所难免,望批评指正。

编者

# 目 录

## 第 1 篇 洁净室的设计施工与调试

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1.1 概述 .....                       | 3   |
| 1.1.1 洁净空调及洁净级别 .....              | 3   |
| 1.1.2 洁净室的分类 .....                 | 5   |
| 1.2 生物洁净室对土建设计、施工的要求 .....         | 7   |
| 1.2.1 对总体布局、结构体系及平面布局的要求 .....     | 7   |
| 1.2.2 对围护结构材料选择和施工工艺的要求 .....      | 7   |
| 1.2.3 生物洁净室的气密性措施 .....            | 12  |
| 1.2.4 生物洁净室平面布局（实例）及有关参数 .....     | 29  |
| 1.2.5 生物洁净室主要施工工序 .....            | 45  |
| 1.3 生物洁净室在设计施工中应注意的事项 .....        | 46  |
| 1.3.1 供暖、供热系统 .....                | 46  |
| 1.3.2 生物洁净室水、气系统对设计、施工的要求 .....    | 48  |
| 1.3.3 电气设备设计与施工中应注意的事项 .....       | 63  |
| 1.4 生物洁净室净化空调系统简介 .....            | 65  |
| 1.4.1 生物洁净室净化空调设计简介 .....          | 65  |
| 1.4.2 生物洁净室净化空调系统施工中应注意的事项 .....   | 82  |
| 1.5 净化空调工程施工验收及调试 .....            | 96  |
| 1.5.1 净化空调系统施工的基本程序和施工准备 .....     | 96  |
| 1.5.2 净化空调系统风道与部件的制作、安装 .....      | 97  |
| 1.5.3 净化空调系统设备的安装 .....            | 108 |
| 1.5.4 净化空调系统防腐保温工程 .....           | 114 |
| 1.5.5 净化空调系统单机试运转、测试及系统联合试运转 ..... | 116 |
| 1.6 净化空调系统测试、调整与竣工验收 .....         | 122 |
| 1.6.1 净化空调系统的测定与调整 .....           | 122 |
| 1.6.2 室内空气参数的测定与调整 .....           | 142 |
| 1.6.3 净化空调工程自控系统的调试 .....          | 152 |
| 1.6.4 测试调整中所发现问题的分析及其改进办法 .....    | 154 |
| 1.6.5 竣工验收与综合性能评定 .....            | 158 |
| 1.7 微生物安全实验室对建筑设计、施工的要求 .....      | 161 |
| 1.7.1 微生物实验室的防护分类与要求 .....         | 161 |
| 1.7.2 微生物安全操作柜简介 .....             | 168 |
| 1.7.3 微生物安全实验室设计、施工中应注意事项 .....    | 179 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1.7.4 微生物安全实验室管理规则 .....     | 191 |
| 1.8 高度安全实验室建造的若干问题 .....     | 193 |
| 1.8.1 实验操作对两级防护的要求 .....     | 193 |
| 1.8.2 建筑结构设计中的几个问题 .....     | 196 |
| 1.8.3 高度安全实验室通风空调的若干问题 ..... | 198 |

## 第2篇 图书馆空调设计施工与调试

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 2.1 概述 .....                    | 211 |
| 2.1.1 图书馆的规模与分类 .....           | 211 |
| 2.1.2 图书馆的建筑组成、功能与布局 .....      | 215 |
| 2.1.3 图书馆建筑的若干问题 .....          | 226 |
| 2.2 书库的建筑与空调 .....              | 231 |
| 2.2.1 书库建筑简介 .....              | 231 |
| 2.2.2 书库通风空调简介 .....            | 243 |
| 2.2.3 书库的采光、照明及其他设施 .....       | 252 |
| 2.3 阅览室的建筑与空调 .....             | 256 |
| 2.3.1 阅览室的建筑简介 .....            | 256 |
| 2.3.2 阅览室的空气调节 .....            | 270 |
| 2.3.3 阅览室的照明及其他 .....           | 303 |
| 2.4 借书部分及行政业务用房的建筑与空调 .....     | 305 |
| 2.4.1 借书部分和门厅等的建筑与空调 .....      | 305 |
| 2.4.2 业务技术设备用房简介 .....          | 320 |
| 2.5 图书馆的供电、消防与排烟 .....          | 326 |
| 2.5.1 图书馆的供电 .....              | 326 |
| 2.5.2 图书馆的防火与安全疏散 .....         | 327 |
| 2.5.3 图书馆的防烟与排烟 .....           | 331 |
| 2.5.4 图书馆的消防报警灭火装置 .....        | 341 |
| 2.6 空调工程施工验收及调试 .....           | 351 |
| 2.6.1 空调系统施工的基本工序和施工准备 .....    | 351 |
| 2.6.2 空调系统风道与部件的制作、安装 .....     | 352 |
| 2.6.3 空调系统设备的安装 .....           | 363 |
| 2.6.4 空调系统防腐保温工程 .....          | 370 |
| 2.6.5 空调系统单机试运转测试及系统联合试运转 ..... | 373 |
| 2.7 空调系统测试、调整与竣工验收 .....        | 378 |
| 2.7.1 空调系统的测定与调整 .....          | 378 |
| 2.7.2 室内空气参数的测定与调整 .....        | 396 |
| 2.7.3 空调工程自动控制系统的调试 .....       | 404 |
| 2.7.4 测试调整中的问题分析及改进办法 .....     | 406 |
| 2.7.5 竣工验收 .....                | 410 |

## 第3篇 暖通通风空调施工管理技术

|                  |     |
|------------------|-----|
| 3.1 施工组织设计 ..... | 415 |
|------------------|-----|

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 3.1.1 设备专业施工组织设计编制实施细则(修订稿) .....        | 415 |
| 3.1.2 暖卫通风空调施工组织设计编制提纲 .....             | 424 |
| 3.1.3 施工组织设计实例 .....                     | 426 |
| 例一 北京铁路分局大红门*4大厦(高层住宅)暖卫通风工程施工组织设计 ..... | 426 |
| 例二 北京市西城区民政局老年综合服务中心暖卫通风专业施工组织设计 .....   | 450 |
| 例三 x x x 朝阳基地高层塔楼住宅工程暖卫通风施工组织设计 .....    | 473 |
| 3.1.4 施工组织设计贯标资料(实例) .....               | 501 |
| 3.2 施工质量管理 .....                         | 506 |
| 3.2.1 设备专业施工管理体系及考评标准 .....              | 506 |
| 3.2.2 设备专业施工技术管理人员工作职责 .....             | 509 |
| 3.2.3 设备专业施工技术人员技术资料配备办法 .....           | 512 |
| 3.2.4 暖通空调试验调试仪表类别 .....                 | 514 |
| 3.2.5 暖卫通风空调测试调节仪表配置规定(试行) .....         | 515 |
| 3.2.6 空调系统测试调整与竣工验收(详见1.6) .....         | 516 |
| 3.2.7 暖卫通风工程安装常见问题及技术措施 .....            | 516 |
| 3.2.8 室内暖卫工程安装概要 .....                   | 539 |
| 3.2.8.1 室内给水管道的安装 .....                  | 539 |
| 3.2.8.2 管道附件及卫生器具给水配管安装 .....            | 545 |
| 3.2.8.3 水箱、水泵、气压稳压给水装置的安装 .....          | 559 |
| 3.2.8.4 排水管道的安装 .....                    | 572 |
| 3.2.8.5 卫生器具的安装 .....                    | 586 |
| 3.2.8.6 室内供暖及热水供应管道的安装 .....             | 593 |
| 3.3 施工技术资料管理 .....                       | 607 |
| 3.3.1 暖卫通风空调工程施工技术资料的管理 .....            | 607 |
| 附件:施工技术资料记录单的表式 .....                    | 634 |
| 附表 .....                                 | 666 |
| 3.3.2 暖卫、通风空调施工技术资料管理的问题 .....           | 723 |
| 附件:暖卫、通风空调专业技术资料管理培训教材(摘录) .....         | 727 |
| 参考文献 .....                               | 737 |

# 第 1 篇

---

## 洁净室的设计施工与调试



## 1.1 概 述

目的要求：通过对生物洁净室、洁净空调等基本概念的介绍，围绕“净化”、“密闭”两个核心，建立洁净室和净化空调的概念。认识到洁净室的设计、施工组织，技术管理与一般建筑的差异，达到精心设计、精心管理、精心施工，确保工程质量，保证科研生产任务的完成及对人员环境的绝对安全。

### 1.1.1 洁净空调及洁净级别

#### 一、洁净空调的基本概念及其与一般空调的区别

洁净空调是空调工程中的一种，它不仅对室内空气的温度、湿度、风速有一定要求，而且对空气中的含尘粒数、细菌浓度等均有较高的要求。因此它不仅对通风工程的设计施工有特殊要求，对建筑布局、材料选用、施工工序、建筑做法、水暖电通及工艺本身的设计、施工均有特殊的要求与相应的技术措施，其造价也相应提高。

#### 洁净空调与一般空调的区别

(1) 主要参数控制：一般空调侧重温度、湿度、新鲜空气量的供给，而洁净空调则侧重控制室内空气的含尘量、风速、换气次数。在温湿度有要求的房间，它们也是主要控制参数。生物洁净室对细菌含量也是主要的控制参数之一。

(2) 空气过滤手段：一般空调有的只有粗效一级过滤，要求较高的是粗效中效二级过滤处理。而洁净空调则要求三级过滤，即粗、中、高效三级过滤，或粗、中、亚高效三级过滤，生物洁净室除送风系统有三级过滤外，在排风系统为了消除动物的特殊臭味及避免对环境的污染依据不同情况尚设二级高效过滤或滤毒吸附过滤。

(3) 室内压力要求：一般空调对室内的压力无特殊要求。而洁净空调为了避免外界污染空气的渗入或不同生产车间不同物质的相互影响，对不同洁净区的正压值均有不同的要求。在负压洁净室内尚有负压度的控制要求。

(4) 洁净空调系统材料和设备的选择、加工工艺、加工安装环境、设备部件储存环境，为了避免被外界污染，均有特殊的要求。这也是一般空调系统所没有的。

(5) 对气密性的要求：一般空调系统，对系统的气密性，渗气量虽有要求。但洁净空调系统的要求要比一般空调系统高得多，其检测手段，各工序的标准均有严格措施及测试要求。

(6) 对土建及其它工种的要求：一般空调房间，对建筑布局、热工等有要求，但对选材及气密性要求不是很注重。而洁净空调对建筑质量的评价除一般建筑的外观等要求外，则侧重于防尘、防起尘、防渗漏。在施工工序安排及搭接上要求很严格，以避免返工，产生裂缝造成渗漏。它对其它工种的配合、要求也很严格，主要均集中在防止渗漏，避免外

部污染空气渗入洁净室及防止积尘对洁净室的污染。

以上这些区别, 将于后面各部分阐述中得到体现。

## 二、洁净级别的划分

### 1. 洁净的概念

我们衡量这个房间的洁净程度, 指的是室内空气中单位体积内含有不大于某种尺寸尘粒个数的多少, 少的就洁净, 多的就不洁净。

虽然室内窗明几净, 到处看不到灰尘, 但这只是平常生活中衡量干净与否的标准, 尽管它对洁净房间的洁净有关联, 但是不能说这个房间很洁净。因为这是两种不同的概念, 表面很干净的房间, 室内空气在未经过特殊处理前, 仍然是很不干净的。

### 2. 洁净室及洁净级别的划分

(1) 洁净室 经过洁净空调措施及建筑内装饰等特殊处理, 室内空气含尘浓度达到规定要求的密闭空间称为洁净室。这个空间可以用于厂房、实验室、手术室、病房等不同的用途。

(2) 洁净级别的划分 洁净级别的划分是以前室内单位体积内空气含有一定大小粒径尘粒个数多少来确定的。级别越高, 含尘量越少。目前采用的洁净级别标准含尘量上限浓度如表 1。

从表 1.1-1 中可以看出:

1) 洁净室所控制粉尘的粒径是很小的 ( $0.5\mu\text{m}$ )。这些粉尘在一般情况下很难看见的, 较大的颗粒在太阳光束的照射下可以看得见。 $1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$ , 人的头发直径  $30 \sim 200\mu\text{m}$ , 香烟烟雾粒径  $0.01 \sim 1\mu\text{m}$ , 红血细胞  $7.5 \pm 0.3\mu\text{m}$ , 云雾  $2 \sim 4.5\mu\text{m}$ 。

2) 这说明从建筑选材、施工顺序、建筑构造避免返工的重要性, 只要一步出差错, 均有可能造成积灰, 掉皮起尘, 裂缝渗漏而带来严重污染等不可收拾的恶果。随着半导体生产的需要, 工业上要求它们在比 100 级洁净度更高的环境中生产, 因此目前已发展了控制粒径  $0.3\mu\text{m}$  尘粒的 10 级、1 级、0 级洁净室。在 0 级洁净室中, 室内空气中已没有大于  $0.3\mu\text{m}$  的粉尘。

表 1.1-1

| 级 别    | 个数/立方英尺      |     |     |        |     | 个数/升 |      |     |       |      | 备 注                   |
|--------|--------------|-----|-----|--------|-----|------|------|-----|-------|------|-----------------------|
|        | 粒 子 尺 寸 (μm) |     |     |        |     |      |      |     |       |      |                       |
|        | 0.1          | 0.2 | 0.3 | 0.5    | 5   | 0.1  | 0.2  | 0.3 | 0.5   | 5    |                       |
| 1      | 3.5          | 7.5 | 3   | 1      | NA  | 1.25 | 0.27 | 0.1 | 0.035 | NA   | N<br>A<br>不<br>适<br>用 |
| 10     | 35           | 70  | 30  | 10     | NA  | 12.5 | 2.5  | 1   | 0.35  | NA   |                       |
| 100    | NA           | 750 | 300 | 100    | NA  | NA   | 27   | 10  | 3.5   | NA   |                       |
| 1000   | NA           | NA  | NA  | 1000   | 7   | NA   | NA   | NA  | 35    | 0.25 |                       |
| 10000  | NA           | NA  | NA  | 10000  | 70  | NA   | NA   | NA  | 350   | 2.5  |                       |
| 100000 | NA           | NA  | NA  | 100000 | 700 | NA   | NA   | NA  | 3500  | 25   |                       |

## 三、洁净空调的基本手段

洁净空调一方面是送入洁净空气对室内污染空气进行稀释, 另一方面是加速排出室内浓度高的污染空气。其主要手段是:

(1) 三级过滤措施：通过粗、中、高效三级过滤，层层拦截，将粉尘阻挡在高效过滤器之前，将洁净空气送入室内。

(2) 加速室内污染空气的排出速度：这就是洁净室换气次数大大超过一般空调房间的原因。洁净级别越高，其换气次数越大。如 10 万级要求每小时换气次数不小于 15 次，而 100 级则达 360 多次。

(3) 合理的气流组织：即通过送风口、回风口位置、大小、形式的精心设计，使室内气体沿一定方向流动，以防止死角及造成二次污染。不同的气流组织均直接影响施工的难度及工程造价，一般 100 级以上均采用单向流（层流），而 1000 级以下则采用乱流的气流组织。其中以垂直单向流效果最好，但造价也最高。

(4) 流速控制：洁净室内空气的流动既要有一定速度，才能防止其它因素（如热流）的扰乱，但又不能太大，流速太大将使室内积尘飞扬，造成污染。

(5) 系统的气密性：不仅通风系统本身要求气密性好，对建筑各部结合处，水暖电工艺管道穿越围护结构处亦应堵严，防止渗漏。一般看得见的缝隙、裂缝均无法阻止  $0.5\mu\text{m}$  粒径的粉尘通过。

(6) 正压措施：在一个大的空间，要绝对封闭是不可能的，为此在空调设计中均采取洁净室的静压高于周围环境一定值的措施。这样在使用洁净空调时，只允许室内洁净空气往外漏，而避免室外空气往里渗，造成污染。

(7) 建筑上的措施：这涉及到建筑周围环境的设计、建筑构造、材料选择、平面布局、气密性措施等设计。这个问题将在第 1.2 章中专门论述。

## 1.1.2 洁 净 室 的 分 类

### 一、工业洁净室与生物洁净室的关联与区别

#### 1. 工业洁净室

它主要控制参数是温度、湿度、风速、流场、洁净度。温湿度、洁净度对工业洁净室一般都是同等重要的，它们直接影响产品的质量、精度、纯度。它是随着现代高科技工业的高度发展而发展起来的。如电子工业中的半导体、集成电路的制造，机械工业高精尖机械仪表的制造，材料工业高纯度材料的提取等均要求有一个非常洁净的生产环境。

#### 2. 生物洁净室

它与工业洁净室一样，所不同的是控制参数中增加了控制室内细菌的浓度。在一般情况下洁净度、细菌的浓度较之温湿度的控制更为重要。

而细菌本身是有大小的，且细菌多以尘粒为寄存体，因此通过上述有关洁净的措施，控制室内空气的洁净度就能达到控制室内空气的含菌量，达到无菌的目的。

生物洁净室也是伴随高科技的发展而发展的。如医院中胸外科手术、心脏移植、脑外科等大型手术，均要求手术室内高度洁净与无菌，以确保手术安全进行和手术后不受感染，提高成功率。基因工程的发展，在进行细胞基因移植时，也要求有洁净的环境。某种纯菌的提取，以及制药工业中确保药物的纯度，均要求有洁净的环境。

从这里可以看出，生物洁净室是无菌手术室、病房、制药车间、化妆品生产车间、医学实验室及要求控制室内细菌含量的无菌洁净场合的总称。

从这里也可以看出生物洁净室与一般工业洁净室的本质是一样的,不同的是生物洁净室对细菌的含量要有控制。一般100级洁净室内浮游菌浓度可控制在 $3.5\text{个}/\text{m}^3$ 以内,沉降菌0.5个(即在9cm直径的培养皿放置1h的菌落数)。10000级浮游菌浓度 $17.6\sim 20\text{个}/\text{m}^3$ ,沉降菌2.5个。10万级浮游菌浓度 $260\text{个}/\text{m}^3$ ,沉降菌 $10\sim 12.3$ 个。

### 3. 微生物安全实验室

它也属于生物洁净室的范畴,它要求控制的室内参数基本上与一般生物洁净室相同,不同的是室内要求静压比周围环境低一定数值(即负压度),而不是高一定数值。因为它所从事的研究对象是对人体和环境有很大危害的物质,如艾滋病防治的研究。因而它只允许外围的空气往里渗漏,而不许室内的空气往外渗漏。且由于消毒剂对围护结构、设备有较大的腐蚀性,因此装修材料和设备要求耐腐蚀性强。这种洁净室的气密性要求比一般洁净室高,施工难度大,安全度要求也高,造价也较一般洁净室高。在施工中应加以重视。

## 二、洁净室的划分

(1) 按洁净级别划分为:0级、1级、10级、100级、1000级、10000级及10万级。10万级为最低级别。

(2) 按用途分为:工业洁净室、生物洁净室和微生物安全实验室。

(3) 按气流组织分为:

单向流(亦称层流)洁净室和乱流洁净室两类。其中单向流又分为水平单向流和垂直单向流两种。其中以垂直单向流造价最高,效果最好。

一般100级以上均得用单向流才能达到。乱流洁净室用于10万级至1000级。

## 1.2 生物洁净室对土建设计、施工的要求

---

### 1.2.1 对总体布局、结构体系及平面布局的要求

#### 一、对总体布局的要求

总体布局的设计应遵循洁净室的设计原则，布置在场区远离污染源的地方，且应布置在较大污染源（如燃煤锅炉房和其他污染物排放较大场所）的主导方向上风侧，或Ⅲ级污染区之内。同时应避开繁忙的交通要道。高安全度的负压微生物实验室尚应远离城区及居民区。

洁净室周围应有较好的绿化环境，在植物的选择上应注意选择滞尘、杀菌、吸收有害气体能力强，产生絮状物、花粉少的长绿植物。

#### 二、对结构体系及平面布局的要求

生物洁净室和一般工业洁净室一样，气密性要求较高，因此在结构体系的选择方面应尽量选用整体性刚度较好的框剪、框筒结构，或横向墙体（含剪力墙）较多、刚性较好的混合结构。尽量避免刚性较差的排架、框架结构，尤其是处于地震区，或有被意外冲击可能的洁净室，应根据生物洁净室用途的重要性，适当提高抗震设计烈度或进行结构构造加强处理，以免因受地震或意外冲击引起变形，造成围护结构破裂渗漏事故。

在平面布局上应遵循由过渡区向洁净级别高的空间过渡的特点，以减少高洁净空间被污染的机会。还应注意人流物流的合理安排。

为了配合空气温湿度处理分开（即整体空调——温湿度处理和局部空调——净化处理）设计的自净器、局部循环风机及高效送风口、洁净照明灯具的安装与检修、更换，洁净室的设计最好增设备层。微生物高度安全实验室以布置在一层且设地下设备层为宜。

### 1.2.2 对围护结构材料选择和施工工艺的要求

#### 一、一般生物洁净室及非洁净配套用房的要求

这里围绕“净化”的特点，就顶棚、墙壁、地面三个主要部分加以论述。即使没有碰撞的情况下，室内建筑材料、家具、设备等表面都在不间断地向周围空间散发出微粒子。因此对装饰材料的发尘、积尘要严加控制，选择发尘量少，易清扫的材料。装饰表面质量应符合表 1.2-1 要求。

(1) 凡属现场调剂浇注或涂刷的整体装饰面层，要避免出现裂缝。穿透型的裂缝会导致泄漏，面层局部的发丝裂纹也会积存灰尘，难于清扫。这些裂缝可能来自温度变化、沉降、振动或材料的不均匀收缩。因此对面层、基层、主体结构三者要协调，通盘考虑。在

洁净室装饰表面质量要求一览表

表 1.2-1

| 使用部位   |            | 要 求 项 目          |     |            |                                |            |              |                    |
|--------|------------|------------------|-----|------------|--------------------------------|------------|--------------|--------------------|
|        |            | 发生性              | 耐磨性 | 耐水性        | 防静电                            | 防霉性        | 气密性          | 压缝条                |
| 吊<br>顶 | 涂料         | 不掉皮、粉化           | —   | 能耐清洗       | 电阻为<br>$10^5 \sim 10^8 \Omega$ | 耐潮湿、<br>霉变 | —            | —                  |
|        | 板材         | 不产生无裂痕           | —   | 可擦洗        | —                              | —          | 板缝平<br>齐、密封  | 平直，缝隙不<br>大于 0.5mm |
|        | 抹灰         | 按高级抹灰            | —   | 耐潮湿        | —                              | 耐潮湿、<br>霉变 | —            | —                  |
| 隔<br>墙 | 涂料         | 不掉皮、粉化           | —   | 能耐清洗       | 电阻为<br>$10^5 \sim 10^8 \Omega$ | 耐潮湿、<br>霉变 | —            | —                  |
|        | 板材         | 不产生无裂痕           | —   | 能耐清洗       | —                              | 耐潮湿、<br>霉变 | 板缝平<br>齐、密封  | 平直，缝隙不<br>大于 0.5mm |
|        | 抹灰         | 按高级抹灰            | —   | 能耐清洗       | —                              | 耐潮湿、<br>霉变 | —            | —                  |
| 地<br>面 | 涂料         | 不起壳、脱皮           | 耐磨  | 耐清洗        | 电阻为<br>$10^5 \sim 10^8 \Omega$ | —          | —            | —                  |
|        | 卷材         | 不虚铺、缝隙<br>对齐、不积灰 | 耐磨  | 耐清洗        | 电阻为<br>$10^5 \sim 10^8 \Omega$ | —          | 缝隙密<br>封，不虚焊 | 缝隙焊接牢<br>固、平滑      |
|        | 水磨石        | 不起砂、密<br>实、光滑    | 耐磨  | 耐清洗        | —                              | —          | —            | —                  |
|        | 塑料板<br>玻璃钢 | 不起砂、密<br>实、光滑    | 耐磨  | 耐清洗<br>耐腐蚀 | —                              | —          | 缝隙密<br>封，不虚焊 | 缝隙焊接牢<br>固、平滑      |

施工工序的顺序要安排恰当，防止工序不当引起施工质量事故。所有建筑构配件、隔墙、吊顶的固定和吊挂件，应与主体结构相连，不应与设备支架（如传送带的吊杆、风道吊杆以及有振动的设备）、管道支架相连接，以防止设备或风道振动，造成墙面、吊顶的开裂。

在材料选择方面，刚性面层不如柔性面层，块料或板材层面不如整体层面。但整体层面，特别是刚性整体面层必须严防因材料收缩或基层变位而出现裂缝。尤其要注意墙角、地沟上方、孔洞边缘部位，必须事先作好装配式基层材料的安装裂缝处理，加强孔洞周围的构造。加强楼地面垫层的刚度，垫层与结合层内要采取抗温度变形措施。砂浆要从级配上防止产生翻浆或出现裂缝。大面积的整体面层要采用适当的人为措施，避免无规则的收缩开裂。

(2) 要选用表面密实、不吸水、不蓄湿、耐磨、耐腐蚀的防潮、防湿、防腐，便于清扫擦拭，便于熏蒸消毒的材料。

(3) 室内装饰附加结构层的耐火能力也应与主体结构相协调，材料应力非燃烧体，至少应为难燃烧体。普通的木制品是不合适的。生物洁净室明确规定，在无菌室内不得用木隔断、门窗，在一般生物实验室亦应少用。

装饰材料还应具有一定的导电性能。防止静电积蓄，引起事故。

(4) 在色彩的选择上亦应合适，以改善人的视觉环境，减少疲劳，美化环境，提高工作效率。尤其在非常密闭的负压实验室内更应注意色彩的选择，以减少人的恐惧感觉。

因此在《洁净室施工及验收规范》(JGJ71—90)中明确规定“工程所用的主要材料、设备、成品、半成品均应符合设计规定，并有出厂合格证或质量鉴定证明文件。对质量有怀疑时，必须进行检验。过期材料不得使用”。为了保证施工质量，不出现裂缝等事故，在施工工序上亦有严格要求。规范规定“洁净室施工前应制定详尽的施工方案和程序，施工中各工种之间应密切配合，按程序施工。先行施工的工种，不得妨碍后续的施工”。“应在每道工序施工完毕后进行中间检验验收，并记录备案”。

## 二、一些特殊生物洁净室对材料选择和施工工艺的要求

此类生物洁净室可归纳为六种类型，即：

医疗洁净手术部；生物洁净病房（白血病房、烧伤病房、呼吸器官病房）；生物工程、微生物实验室；制药工业洁净车间；实验动物饲养室、实验室；微生物高度安全实验室。

### 1. 墙体

(1) 外墙 以现浇整体钢筋混凝土板墙、不少于 240mm 厚实心粘土砖砌体为宜。实践证明，在气温和湿度变化较大的北方地区，不宜采用空心混凝土（含陶粒、发泡混凝土）砌块和空斗砖墙砌体。这些墙体不仅气密性不良，且不利于门窗框、设备管线、电气设备、预埋件的牢固埋设，也不利避免内墙饰面的防开裂要求。

(2) 内墙（框架结构的填充墙、内隔墙）：

1) 一般隔墙：除了用上述外墙体的选材外，尚有铝合金玻璃隔断，适用于生物工程、微生物实验室、动物饲养室、医用病房。其次采用轻钢龙骨骨架两面为贴塑的中、高密度复合板隔墙，为了防止吸潮孳生霉菌，中、高密度复合板应浸泡防霉药液，且拼接缝应封堵严密，防止湿空气渗入隔断内，造成木质受潮，孳生霉菌。此结构不宜在生物工程、微生物实验室、制药工业洁净室、高度安全实验室中采用。

实践证明，在温湿度变化较大的北方地区，不宜选用轻钢龙骨石膏板和 TK 板隔断。前者有起尘现象，后者虽不起尘，但与前者一样，均无法避免因热胀冷缩引起接缝开裂现象。

2) 轻质隔热夹芯板：对于要求较高的制药洁净室、微生物高度安全实验室，以采用外层为高强度镀锌喷塑彩板，内层为轻质隔热的阻燃型聚苯乙烯轻质隔热夹芯板或内层为聚氨脂发泡轻质隔热板为宜。前者造价与铝合金隔断基本持平或略低，后者造价略高、且特别适用于微生物高度安全实验室。

此类板材结合合理的拼接结点，并用玻璃质密封胶嵌缝，可以达到气密性好，墙面平整清洁，不开裂，耐酸、耐碱、耐磨、耐腐蚀的要求，是较理想的墙体材料。

附：轻质隔热夹芯板特性（上海晓宝轻质建材有限公司）

特点：

★重量轻：每  $m^2$  板自重 10 ~ 14kg。

★隔热保温性能好：导热系数  $\lambda = 0.032 \sim 0.035 \text{ kcal/m} \cdot \text{h}^\circ\text{C}$ ，还具有良好的隔音、阻燃、防潮性能。

★强度好、省材、使用寿命长：可作墙板、屋面板，既是承重结构，又是围护结构，

一般房屋不用梁柱、无须表面装饰,外露的彩色钢板一般10~15年内其防锈层不脱落。

★安装灵活快捷:板块可灵活拼装组合,不需吊装机械,可多次拆装,重复使用。

★可按客户品种类、规格、颜色要求进行生产。

用途:

★厂房、仓库、净化间、加油站等工业建筑;

★办公楼、旅游别墅、展览中心、体育馆等民用建筑;

★原有工业与民用建筑的加层;

★施工用房、售货亭、车站办公休息室等移动式组合式活动房屋;

★冷库、冷藏箱柜,火车、汽车、冷藏车厢;

★建筑物、火车、轮船的内隔墙及天棚;

★空高、冷气通风管道;

★平开门、推拉门、折叠门、住宅分户门等系列产品。

规格 mm

宽度 1200

厚度 40, 50, 75, 100, 150, 200, 250

长度——按用户要求,工程要求及运输条件定尺寸。

板重选用表见表 1.2-2。

表 1.2-2

| 板厚 (mm)                 | 50    | 75    | 100   | 150   | 200   | 250   |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 板重 (kg/m <sup>2</sup> ) | 10.00 | 10.44 | 10.89 | 11.79 | 12.69 | 13.59 |

传热系数  $K$  见表 1.2-3。

表 1.2-3

| 板厚 (mm)                         | 50   | 75   | 100   | 150  | 200   | 250   |
|---------------------------------|------|------|-------|------|-------|-------|
| $K$ (kcal/m <sup>2</sup> ·h·°C) | 0.57 | 0.38 | 0.285 | 0.19 | 0.143 | 0.114 |

使用跨度选用表 (控制变形小于  $L/240$ ) 见表 1.2-4。

表 1.2-4

| 板厚 (mm)                 | 50   | 75   | 100  | 150  | 200   | 250   |
|-------------------------|------|------|------|------|-------|-------|
| 荷载 (kg/m <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |       |       |
| 25                      | 5.19 | 6.91 | 8.09 | 9.91 | 11.45 | 12.80 |
| 50                      | 3.74 | 4.96 | 5.72 | 7.01 | 8.09  | 9.05  |
| 100                     | 2.53 | 3.49 | 4.05 | 4.96 | 5.72  | 6.40  |
| 150                     | 1.90 | 2.70 | 3.31 | 4.05 | 4.67  | 5.23  |
| 200                     | 1.40 | 2.10 | 2.80 | 3.51 | 4.05  | 4.53  |
| 250                     | 1.10 | 1.70 | 2.30 | 3.13 | 3.62  | 4.05  |
| 300                     | 0.90 | 1.40 | 1.90 | 2.86 | 3.31  | 3.70  |