

化工仪器仪表手册

張 汎 戚海菁 徐忠凱 編

上海科学技术出版社

化工·仪器仪表手冊

張 汎 戚海籌 徐忠凱 編

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本书是根据作者多年从事仪器、仪表工作的經驗,并且参考了国内外有关資料写成,把化工仪器及仪表的規格、結構、簡要原理、使用方法和有关的知識作了系統的介绍。

本书介绍面比較广,所附图片和綫路图也很多,特別着重实用,即使牽涉到原理,也尽量簡單扼要。本书是一本实用的工具书,可供使用和需要了解化工仪器仪表的同志工作中参考。

化工仪器仪表手册

張 汎 戚海籌 徐忠凱 編

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可證出 093 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海市印刷三厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印張 16 18/32 插頁 5 字數 410,000

1959年12月第1版 1959年12月第1次印刷

印数 1—6,000

統一書号: 15119 · 1385

定 价: (十二) 2.75元

(精裝本)

序

仪器、仪表可比喻为工业的眼睛,从事化学工业的工作人员和化学课程讲授者必须懂得如何合理选择和正确使用各类仪器、仪表。在我国国民经济继续跃进,各种新兴的化学工业迅速发展的情况下,适当管理和维护仪器、仪表就显得更为重要;特别在现代化的工业生产中,需要精密控制和自动调节的工序愈来愈多,对精密、新颖的仪器、仪表的需要就更加迫切了。利用仪器、仪表的自动化和高精度,不但能使生产过程控制周密,使繁重的体力劳动减轻到最低程度,提高劳动生产率,而且可保证产品的质量。过去有关化工仪器、仪表的参考资料比较贫乏,我们的前辈都是依靠自己的经验摸索而得,因此不可避免地走了不少弯路。近年来在工业生产中虽已较广泛地使用了各类仪器、仪表,但有系统地介绍仪器、仪表的参考书籍还是很少,这对目前形势来说,是不相适应的。

编者有鉴于此,不揣陋,根据我们多年来从事仪器、仪表工作的经验,并且参考了不少国内外有关的资料,编成了本书,目的在于将有关化工仪器、仪表的规格、构造、简要原理、使用方法和有关的知识介绍给化工技术人员、中等技术学校的教师以及爱好化学的同志们作工作上的参考。本书介绍面较广,所附图片和线路图也很多,特别着重实用,即使牵涉到原理,叙述也尽量简单扼要,使本书成为一本有系统而实用的工具书。

为了便利读者对同类型产品的对比,本书还摘录了国外通常使用的产品资料,同时附有实验资料。不过必须说明,本书所引用的项目,绝大多数国内已有生产或已试制成功,只有极少数器材如石英玻璃仪器等尚未制造(为了保持系统的完整也予以摘录),所以书内有关资料包括规格等是适合国内实际情况的。由于我们的

学識和經驗不够，遺漏和錯誤之处一定很多，希望同志們提出意見，以便不断补充和改正，使本书更能适合目前实际的需要。

最后还須感謝苏联駐华商务代表处和德意志民主共和国駐华使館商务处的帮助，他們供給我們大批先进的参考資料，使本书內容丰富不少。

編 者 1959 年 11 月

目 录

第一章 实验室设计

1. 实验室工作目的与组织分工.....	1	7. 给水与排水.....	14
2. 实验室环境.....	3	8. 电气装置.....	15
3. 实验室房屋要求.....	3	9. 器材贮藏库.....	22
4. 采光与照明.....	4	10. 危险品库与柜.....	24
5. 通风设备.....	9	11. 天平室(或精密仪器室).....	27
6. 保温与降温.....	13	12. 实验室家具.....	28
		13. 实验室布置.....	35

第二章 玻璃吹制技术

1. 制作前的准备.....	45	2. 玻璃的吹制步骤.....	52
----------------	----	-----------------	----

第三章 化学玻璃仪器

1. 仪器玻璃的性质.....	63	的成因.....	71
2. 玻璃性能的理化检验.....	68	4. 仪器的分类与规格.....	72
3. 玻璃的外观检查与其缺点			

第四章 化学瓷器、熔融石英、高硅玻璃与铂制品

1. 化学瓷器.....	100	制品.....	114
2. 熔融石英与高硅质玻璃的		3. 铂制品.....	121

第五章 压碎、研磨及混合设备

1. 粉碎设备.....	130	2. 混合设备.....	139
--------------	-----	--------------	-----

第六章 过滤、分离与沉淀等仪器

1. 过滤.....	144	3. 标准筛及振筛器.....	161
2. 玻璃及细菌过滤器.....	156	4. 离心机.....	169

第七章 蒸馏、干燥及加热用具

- | | | | |
|-----------------|-----|----------|-----|
| 1. 蒸馏器..... | 176 | 热用具..... | 184 |
| 2. 烘箱、电炉、水浴及其他电 | | | |

第八章 天平与砝码

- | | | | |
|-----------------|-----|--------------|-----|
| 1. 天平的基本概念..... | 204 | 3. 砝码..... | 224 |
| 2. 各式天平..... | 208 | 4. 天平附件..... | 227 |

第九章 比重计、夹持器械及其他工具

- | | | | |
|--------------|-----|---------------|-----|
| 1. 比重计..... | 232 | 3. 实验室用工具和其他用 | |
| 2. 夹持器械..... | 243 | 品..... | 252 |

第十章 分析器械

- | | | | |
|-------------------|-----|--------------|-----|
| 1. 氢离子浓度测定和电位滴 | | 5. 比色分析..... | 285 |
| 定..... | 258 | 6. 荧光分析..... | 295 |
| 2. 电导滴定和高频滴定..... | 272 | 7. 偏光测定..... | 298 |
| 3. 电解分析法..... | 277 | 8. 折射测定..... | 301 |
| 4. 极谱分析..... | 281 | 9. 其他分析..... | 304 |

第十一章 电工测量仪器

- | | | | |
|---------------|-----|------------------|-----|
| 1. 仪器的分类..... | 316 | 6. 频率的测量..... | 343 |
| 2. 电流的测量..... | 321 | 7. 电功率因数的测量..... | 344 |
| 3. 电压的测量..... | 325 | 8. 电能的测量..... | 345 |
| 4. 电力的测量..... | 335 | 9. 其他电工测量仪表..... | 346 |
| 5. 电阻的测量..... | 337 | | |

第十二章 温度测量仪器

- | | | | |
|------------------|-----|------------------|-----|
| 1. 利用工作物质受热膨胀的 | | 4. 热电温度计..... | 364 |
| 温度计..... | 350 | 5. 辐射和光学温度计..... | 373 |
| 2. 转换状态式温度测量器... | 357 | 6. 利用其他方式测量温度... | 378 |
| 3. 电阻温度计..... | 358 | 7. 附录..... | 380 |

第十三章 压力测量仪器

- | | | | |
|-------------------|-----|----------------|-----|
| 1. 测量压力所用的单位..... | 383 | 定..... | 390 |
| 2. 利用力的平衡状态测定... | 384 | 4. 利用测量介质物理性变更 | |
| 3. 利用弹性元件的变形测 | | 的测定..... | 395 |

第十四章 流速和流量的测量仪器

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1. 差压力式测量——利用节流设备的压力降来测量流速…………… 398 | 3. 直接测量法——利用流体的物理特性测量…………… 407 |
| 2. 用动压力管测量流速…………… 405 | 4. 容积式流量计…………… 411 |
| | 5. 流速的测量机件…………… 415 |

第十五章 液面的测量

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1. 直接测量法…………… 418 | 3. 静压力式液面计…………… 420 |
| 2. 浮球式液面计…………… 419 | 4. 其他方式的液面测量…………… 421 |

第十六章 其他测量仪器

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. 湿度测量仪器…………… 423 | 4. 燃料分析仪器…………… 436 |
| 2. 气体分析仪器…………… 426 | 5. 润滑油脂分析仪器…………… 440 |
| 3. 水分测定仪器…………… 434 | |

第十七章 自动调节器的元件

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. 电子仪器的零件…………… 449 | 4. 晶体管…………… 466 |
| 2. 电子管…………… 457 | 5. 电子控制器的组成…………… 468 |
| 3. 离子管…………… 464 | 6. 控制阀…………… 473 |

第十八章 远距离测量

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. 电气远距离测量…………… 479 | 测量…………… 485 |
| 2. 电量变化的远距离测量…………… 480 | 4. 气压系统远距离测量…………… 490 |
| 3. 零点或平衡原理的远距离 | |

第十九章 自动控制在化工上的应用

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. 自动控制的基本概念…………… 495 | 4. 简单的化工自动控制…………… 510 |
| 2. 简单的自动控制机件…………… 498 | 5. 自动控制的远景…………… 515 |
| 3. 应用电的自动控制设备…………… 505 | |

附录 基本单位换算表

第一章 實驗室設計

概說 有关研究化学實驗室布置的文獻在國內是比較少的，目前是根据工作人員的經驗逐步摸索而得。随着我国科学的发展及工业建設的需要，每年要設計很多新的實驗室，或者从略具規模的實驗室改进到能从事系統分析研究工作的實驗室，尤其在作远景规划供給基本建設設計資料时，这一类知識的需要更为迫切。因此在本章中，将有关實驗室設計的知識，加以系統地介紹，供給有关人员参考。

第一节 實驗室工作目的与組織分工

實驗室的工作目的与組織必須根据工作需要而定，无規定形式可以利用，但为了避免工作混乱和目的不明确，原則性綱要是有必要提出来的。根据一般情况，實驗室可从以下两大类來說明：

1. 企业性的實驗室(主要如厂矿實驗室)

工作目的

(1) 原物料、在制品、成品及廢物（如煤渣等）等的分析与檢驗。

(2) 生产關鍵的專題研究、代用品試驗、新产品試制以及其他科学專題研究等。

(3) 生产过程的檢驗儀器的校准工作，如高溫計、流量計以及其他仪表等均应定期作系統的檢驗与校准工作。

(4) 培訓艺徒工作，边做边学，适当輔以理論指导，使在短期內能培养成技术檢驗与化学檢驗等方面的專門人員。

組織分工

(1) 領導人員

- i 领导及分配实验室人员的工作。
- ii 密切配合生产需要,制订试验工作计划。
- iii 审核图书器材的添购申请书与预算,并贯彻安全操作及各项行政制度等。

(2) 高级技术人员或工程师

- i 主持(或单独负责)研究性的技术工作。
- ii 参加生产部门的技术性会议,并提供有关资料。
- iii 具体安排及指导一般技术人员的工作与进修,并将他们的实验结果予以分析和讨论。

(3) 一般技术人员

- i 具体进行一般性的检验、分析、试制等工作。
- ii 指定专人兼管图书和器材等保管工作,并培训艺徒等。

(4) 艺徒

- i 在技术人员指导下进行简单的试验工作与理论学习。
- ii 实验仪器的整理和清洁工作。

(5) 勤杂人员

- i 整理及擦洗实验室器材、家具。
- ii 实验室清洁、杂务及其他服务等工作。

2. 教学性的实验室(如大专及中等学校的实验室)

工作目的

(1) 示教作用

由教员做实验,利用实验来解释理论、以达到形象化、直观教育的目的。

(2) 学生实验

由学生自己做实验,通过实验来巩固理论的学习,并培养学生独立的工作能力与实验技巧。

(3) 研究性试验

为研究生和教师进修研究之用。

組織分工

(1) 专业教师(包括講師、助教、教員等)

- i 安排实验課程。
- ii 指导学生实验。
- iii 实验考查。
- iv 設計特殊仪器及制造修理一部分簡單仪器。

(2) 教学設備科(中等学校的专业教师或总务处工作人員)

- i 实验器材的整理及管理工作。
- ii 实验器材的採購及驗收工作。

(3) 勤工(或組織学生值日方式)

- i 實驗室清洁与器材搬运工作。
- ii 器材的整理与清洁工作。

第二节 實驗室环境

實驗室应有比較清靜的环境，避免与有噪音和剧烈震动的工場相近，以免影响精密試驗的准确性。另外化学實驗室应位于下风地带或房屋的高层，避免有害气体吹送到其他教室或工場，以保护其他人員的健康与器材的寿命。

規模較大的實驗室，需要分列很多专业實驗室，如材料分析、鋼鐵分析、热处理試驗等。这些實驗室的地位也应按其特性分別按排，如材料的物理性試驗仪器一般是比较笨重，同时被試物进出量多，单位体积比較大，应当設立在临近进出位置的底层；又如为了配合工艺快速試驗的需要，某些仪器或实验站均应設在車間或邻近車間的处所。

第三节 實驗室房屋要求

實驗室房屋的結構应当是鋼筋水泥，条件不許可时，也应以混合建筑来替代。低矮的磚木建筑或純木材建筑是不适合化学試驗

应用的。因为这类房屋容易引起火灾,同时对避震、隔热等不能起很大的作用,影响实验的精确性。

实验室房屋的设计应当要宽裕些,计算面积时,除必要的设备器材外,还要包括工作人员的充裕活动范围。每个工作台或仪器药品橱间的通道均应有1至1.6米的间距。另外并须考虑到增添工作人员或新购仪器放置的地位。

实验室的公共通道、楼梯以及进出门户等均应有适当的宽度,过道一般至少在2米左右,门的宽度在0.8至1.2米(视室内人数多寡而定),而且每室要有两个门进出,尤其教学用实验室的门,绝对不能少于两个门,以免有危险时不能安全撤退,另外对搬运器材也较方便。实验室楼梯的宽度一般可采用2至2.8米,梯级有防滑、防跌装置,因为在携带危险物品滑跌时,其危害性更为严重。

为了保障工作人员的安全,化学实验室除有楼梯过道外,墙外最好有金属制的安全梯装置,以免在火灾发生时,发生更大的伤害。

暴露在空气中的钢材等金属,必须涂以耐酸的保护漆,以隔绝有害气体的侵蚀。

为了达到防震、防酸与易于冲洗等要求,化学实验室的墙壁、地板等,应以瓷砖或磨石子砌成(墙壁上的瓷砖或磨石子只须1.7米高度就能满足要求)。至少也应以泥灰或油漆抹刷墙壁和用富有弹性的木质作地板。以木板相隔的板壁和以单薄木质作为地板的每间,放置分析天平等精密仪器是不适宜的。

第四节 采光与照明

在实验室中,某些工作(如作显微镜检查、比色分析等)需要在一定的光度下才能进行,因之采光与照明也有研究的必要。

以“采光”而言,实验室中很多药品不能晒到太阳,有些用目力精密测定的工作(如显微镜检查)也不能在直射阳光下进行,而需

要有間接而照度均勻的光綫。

跨度不大而側窗面積合乎標準的實驗室是不需要天窗設備的（天窗很容易滲漏，保養也比較麻煩）。一般窗面積可按下列公式計算（窗前沒有障礙物）：

$$\text{窗面積} = \frac{\text{地板面積(平方米)} \times \text{所需採光強度}}{380}$$

（實驗室的採光強度在 100~150 米燭光之間，380 是一個常數）。

例如，某實驗室其地板面積為 100 平方米，採光強度為 150 米燭光，則代入公式：

$$\text{窗面積} = (100 \text{ 平方米} \times 150) / 380 = 39 \text{ 平方米}$$

1. 熒光燈 實驗室的照明用具以熒光燈最合實用，熒光燈又名日光燈，它具有下列三個優點：

（1）光綫接近天然光，感覺較白熾燈（即普通電燈）自然，色彩的辨別也較白熾燈為真實。

（2）除第一次投資費用較貴外，以後的經濟效果較白熾燈低廉，因熒光燈使用期較白熾燈長三倍，而用电量較後者少得多。

（3）熒光燈是管狀發光體，光綫分布均勻，若燈管裝置合宜，並能消除陰影。

熒光燈的缺點如下：

（1）在高溫、低溫、低壓等處，不宜安裝熒光燈，否則要顯著縮短燈管及“起輝器”（俗稱司帶脫）的壽命。

（2）熒光燈的頻率若與機械轉動的頻率達到某一比例時，則此機械的轉動在人的目光看來是靜止或緩動的，不能看出真正的速率，因此很容易產生危險。

熒光燈的色澤 常用的熒光燈有白光、紅光與青光（又稱日光）三種，白光光綫滲白，紅光則紅帶黃色，這兩種對色彩辨別均不適宜，在實驗室應該具有日光色澤的熒光燈，它的光綫最近似天然陽光，因此對色彩辨別也比較真實。

荧光灯的规格 日光色荧光灯的规格与性能如表 1-1。

表 1-1 日光色荧光灯的规格与性能
(国际照明学会标准)

管长 (吋)	功率 (瓦)	管径 (吋)	灯管电流 (毫安)	灯管电压 (伏)	预热电流 (毫安)		启点电压 (伏)	寿 命 (小时)	光通量 (流明)
					最大	最小			
9	6	5/8	0.147	46.5	0.25	0.16	118	7500	185
12	8	5/8	0.170	56	0.27	0.18	118	7500	295
18	15	1 1/2	0.330	46	0.65	0.44	118	7500	525
24	20	1 1/2	0.370	57	0.65	0.44	118	7500	820
36	30	1	0.855	98	0.65	0.40	200	7500	1400
48	40	1 1/2	0.425	102.5	0.75	0.50	200	7500	200

房間大,照度要均匀而明亮,一般应用粗长的灯管;表 1-2 說明一支 80 瓦特(60 吋) 的日光灯, 其工作高度与照明面积以及米烛光間的关系(以单支計算)。



图 1-1 某实验室的荧光灯装置

表 1-2 工作高度、照明面积与米烛光的关系

灯管离工作面的高度 (米)	照明面积(近似形状)	烛光/平方米		
		最 高	最 低	平 均
0.6	长 $1\frac{1}{2}$ 米, 宽1米椭圆形	650	325	480
1.0	长1.8米, 宽 $1\frac{1}{2}$ 米椭圆形	325	162	270
1.2	直径 1.8 米的圆形	215	110	160
1.5	直径 2.2 米的圆形	160	75	110

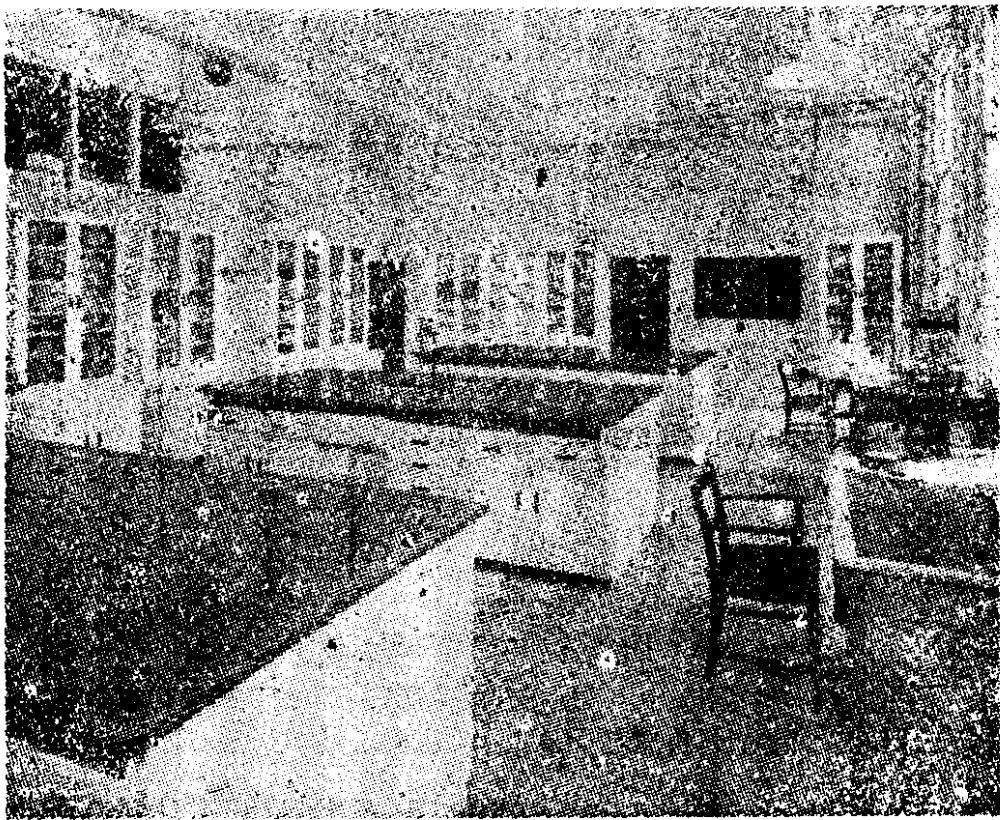


图 1-2 某实验室的白炽灯装置

2. 白炽灯 除了荧光灯外, 实验室中还应装置一部分白炽灯, 以备冬天或荧光灯失效时应用。为了达到直接而均匀照度的要求, 白炽灯应具有以不透明玻璃或搪瓷制成的复

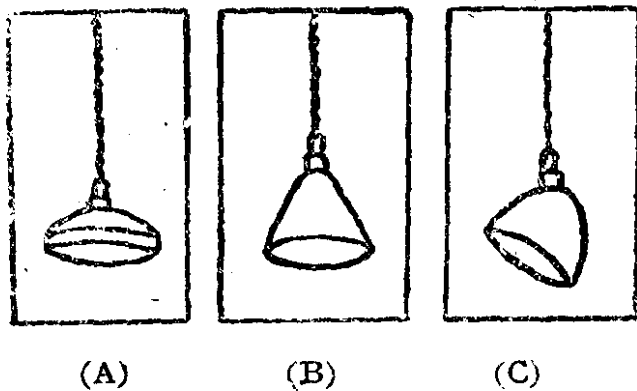


图 1-3 灯罩的形式
(A)均照型(复盆型)(B)强照型(C)斜照型

盆型灯罩(里层要白色),而且它集光的效率較一般灯罩(除强照型外)为高。

白熾灯安装位置可参考以下公式(以不用荧光灯或沒有天然光綫为准):

均照型 $D=1.5H$, $W=\frac{1}{2}H$

强照型 $D=0.7H$, $W=\frac{1}{2.5}H$

斜照型 $D=0.7H$, $W=\frac{1}{3}H$

R 最小不应低于 0.3 米。

P 約在 0.7 米左右。

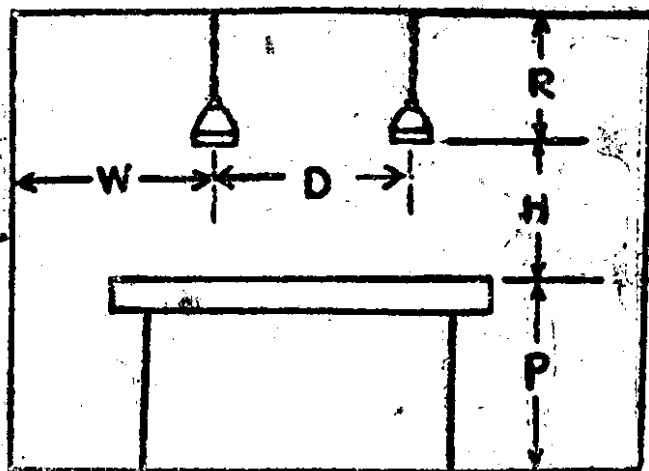


图 1-4 白熾灯按装位置

W=灯与墙或窗距离 D=两灯間距离 R=灯头离天花板高度
H=工作台离灯头高度 P=工作台高度

3. 光綫的反射强度 为了使光綫(无論天然或人造)能良好的反射,一般应以白色或淡色的天花板和墙壁为宜。表 1-3 說明各种顏色反射的情况。

表 1-3 墙壁与天花板的反射系数

墙 壁	天 花 板(平頂)	反射系数(%)
白色或淡色及有白色窗帘的窗	白色或淡色	70
白色或淡色无白色窗帘的窗	水泥或較淡的木質	50
水泥	污秽,水泥或木質	30
多灰室内,水泥或木質或紅色磚	多灰室内,水泥或木質	10

第五节 通风设备

在化学实验室中,经常产生有毒、易燃、易爆炸等气体,如甲醇或阿尼林油等蒸汽能使人中毒、头晕、呕吐甚至目盲、死亡;当乙醚蒸汽到达它的爆炸界限(1.85~36.5%)时,遇火即能产生剧烈的爆炸。因此实验室必须经常保持良好的通风,及时将这些有害气体排除,以保证工作人员的健康和实验室的安全。

1. 自然通风 主要是依靠室外风压、风向与气体密度较室内为大,通过窗口来促成与室内空气对流,达到排除废气、流入新鲜空气的目的。

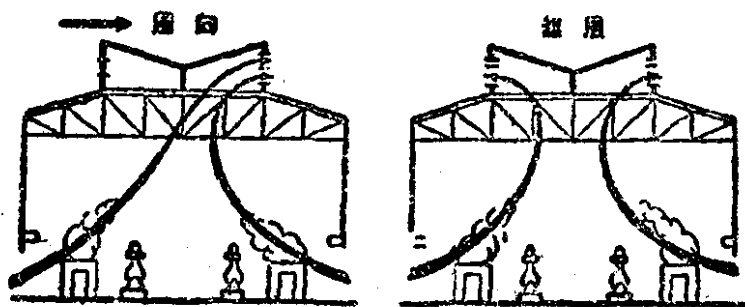


图 1-5 自然通风

在实验室中,若窗口面积宽大,并有调节便利的气窗装置(如图 1-5),就能良好自然的调节空气。自然通风的换气方式一般有两种,第一种为有风时,新鲜空气从主窗进入房屋,因风向关系使废气由顺着风向的气窗口外逸;第二种为无风时,新鲜空气从主窗进入后就在自己一方的气窗口把废气排出。

2. 机械通风 在冬天、雨天、气压很低或者其他不能开窗的情况下,显然依靠简单的自然通风是不能符合要求的。在屋顶上加装一个离心式换气器(图 1-6)虽然可以解决一部分上述的困难,但这类换气器在没有风的时候,它的效率就不能发挥了。

要解决自然通风的缺点,就应利用机械通风,如在墙壁的高处安装一种小型的换气风扇(图 1-7),当风扇旋转时,不断地将新鲜空气吸入,使室内气流畅通。