

# 水泥厂工艺设计 手 册

下 册

《水泥厂工艺设计手册》编写组 编

中国建筑工程出版社

# 水泥厂工艺设计手册

下 册

《水泥厂工艺设计手册》编写组 编

·限国内发行·

中国建筑工业出版社

《水泥厂工艺设计手册》分上下两册。上册包括总体设计、原料、破碎、粉磨、煅烧与烘干、燃料及其制备以及储存等七章；下册包括除尘设施、压气和通风设备、输送设备、喂料和计量设备、起重搬运设备、传动装置以及管道和管件等七章。上下册各有附录，编入了一些常用数据和参考资料。

本书概要地总结了水泥厂工艺设计工作中有关系统选择、设备选型和车间布置等方面的经验，并收集了有关计算公式和设备的规格、性能等资料，可供从事水泥厂设计的人员参考。

## 水泥厂工艺设计手册

下 册

《水泥厂工艺设计手册》编写组 编

·限国内发行·

\*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

\*

开本：787×1092毫米1/16 印张：56 1/2 字数：1375 千字

1978年9月第一版 1978年9月第一次印刷

印数：1—5,280册 (平)定价：4.65元

统一书号：15040·3333

# 目 录

|                                  |     |                           |     |
|----------------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 第八章 除尘设施                         | 1   | (六) 其它型式除尘器               | 114 |
| (一) 除尘系统的设计                      | 1   | 一、砂粒滤层除尘器                 | 114 |
| 一、除尘系统的选型                        | 1   | 二、湿式除尘                    | 117 |
| 二、除尘系统的计算                        | 5   | 1. 泡沫除尘器                  | 117 |
| 三、除尘系统设计的几个问题                    | 22  | 2. 水浴除尘器                  | 117 |
| (二) 沉降室                          | 22  | 3. CLS型水膜除尘器              | 119 |
| (三) 电除尘器                         | 23  | 4. 旋筒式水膜除尘器               | 123 |
| 一、电除尘器的选型                        | 23  | 5. 喷水装置                   | 123 |
| 二、电除尘器的规格和性能                     | 24  | (七) 部分水泥厂除尘系统的测定资料        | 124 |
| 1. 卧式电除尘器                        | 24  | 第九章 压气和通风设备               | 129 |
| (1) SHWB系列卧式电除尘器                 | 24  | (一) 空气压缩机                 | 129 |
| (2) 卧式电除尘器(原北京水泥工业设计院设计)         | 42  | 一、压缩空气站的设计和计算             | 129 |
| 2. 立式电除尘器                        | 42  | 二、L型系列空气压缩机               | 132 |
| 三、电除尘器壳体的保温                      | 42  | 1. L型系列空气压缩机的规格和性能        | 132 |
| 四、增湿塔                            | 43  | 2. L型空气压缩机的外形和基础尺寸        | 137 |
| (四) 旋风除尘器                        | 45  | 三、移动式空气压缩机                | 170 |
| 一、CLT/A型旋风除尘器                    | 46  | 1. YH-10/7型移动式空气压缩机       | 170 |
| 二、多管除尘器                          | 65  | 2. LGY20-10/7型螺杆、移动式空气压缩机 | 170 |
| 1. CLG型多管除尘器                     | 65  | 3. YW9/7-I型柴油移动式空气压缩机     | 171 |
| 2. 其它多管除尘器                       | 69  | 4. 2VY-12/7型移动式空气压缩机      | 171 |
| 三、CLP型旋风除尘器                      | 74  | 四、压缩空气贮气罐                 | 174 |
| 四、扩散式旋风除尘器                       | 82  | 五、压缩空气分配器                 | 177 |
| 1. CLK型扩散式旋风除尘器                  | 82  | 六、压缩空气过滤器                 | 178 |
| 2. 扩散式旋风除尘器(山东水泥工业设计院设计)         | 85  | 七、压缩空气输送管道                | 180 |
| 五、其它型式旋风除尘器                      | 87  | 八、几种压缩空气站的布置设计示例          | 182 |
| 1. $\phi 1410$ 毫米旋风除尘器           | 87  | (二) 风机                    | 194 |
| 2. 大直径旋风除尘器                      | 92  | 一、离心式通风机                  | 194 |
| (五) 布袋式除尘器                       | 92  | 1. 离心式通风机的选型              | 194 |
| 一、ZX型布袋式除尘器                      | 94  | 2. 离心式通风机的计算              | 196 |
| 二、脉冲喷吹布袋式除尘器                     | 97  | 3. 离心式通风机的规格和性能           | 197 |
| 三、压力式布袋除尘器                       | 105 | 二、回转式鼓风机                  | 270 |
| 四、其它布袋式除尘器                       | 109 | 1. 回转式鼓风机的选型和计算           | 270 |
| 1. 72袋气环式收尘器                     | 109 | 2. 回转式鼓风机的规格和性能           | 270 |
| 2. 旋风布袋联合除尘器                     | 110 | 三、风机的铸石衬里                 | 279 |
| 3. 13.8米 <sup>2</sup> 手动旋风布袋式除尘器 | 111 | 第十章 输送设备                  | 281 |
| 4. 144袋自动清灰式除尘器                  | 112 | (一) 带式输送机                 | 281 |
| 五、玻璃布袋除尘室                        | 112 | 一、TD75型通用固定带式输送机          | 281 |

|                            |     |                  |     |
|----------------------------|-----|------------------|-----|
| 3. 带式输送机部件的选型              | 298 | 设计院设计)           | 484 |
| 4. 带式输送机的驱动装置              | 322 | (五) 气力输送设备       | 496 |
| 5. 带式输送机的机架                | 356 | 一、螺旋泵            | 496 |
| 6. 带式输送机的布置                | 380 | 二、仓式泵            | 501 |
| 二、其他型式带式输送机                | 396 | 三、气力输送管道系统       | 508 |
| 1. GH69型高倾角花纹胶带输送机         | 396 | 四、气力提升泵          | 513 |
| 2. 深槽带式输送机                 | 401 | (六) 料浆输送设备       | 518 |
| 3. 夹钢丝绳芯带式输送机              | 404 | 一、料浆的流动性能        | 519 |
| 三、带式输送机用电磁分离装置             | 411 | 二、料浆输送系统的计算      | 521 |
| 1. 电磁分离滚筒                  | 411 | 三、料浆泵的选型及其性能     | 525 |
| 2. CF型悬挂式电磁分离器             | 412 | 1. PS型砂泵         | 526 |
| 3. 悬挂带式电磁分离器               | 414 | 2. PH型灰渣泵        | 528 |
| (二) 斗式提升机                  | 415 | 3. PN型泥泵         | 529 |
| 一、斗式提升机的选型和计算              | 415 | 4. 油隔离泥浆泵        | 534 |
| 二、HL型斗式提升机                 | 417 | 5. 其它型式泵         | 536 |
| 三、D型斗式提升机                  | 422 | 四、部分水泥厂料浆管道系统资料  | 537 |
| 四、ZL型斗式提升机                 | 431 | (七) 其它输送设备       | 538 |
| 五、PL型斗式提升机                 | 435 | 一、链斗输送机          | 538 |
| 六、其它斗式提升机                  | 442 | 二、埋刮板输送机         | 542 |
| 七、斗式提升机的参考价格               | 450 | 第十一章 喂料和计量设备     | 545 |
| (三) GX型螺旋输送机               | 450 | (一) 喂料设备         | 545 |
| 一、GX型螺旋输送机概述               | 450 | 一、板式喂(给)料机       | 545 |
| 二、螺旋输送机的计算                 | 451 | 1. 板式喂料机的选型      | 545 |
| 1. 螺旋输送机的输送能力              | 451 | 2. 板式喂料机的计算      | 545 |
| 2. 螺旋输送机螺旋直径的确定            | 452 | 3. 板式喂料机的规格和性能   | 546 |
| 3. 螺旋输送机的极限转数              | 452 | 二、电磁振动喂料机        | 559 |
| 4. 螺旋输送机功率的确定              | 452 | 1. 电磁振动喂料机的选型    | 559 |
| 三、螺旋输送机驱动装置的选型             | 453 | 2. 电磁振动喂料机的计算    | 560 |
| 附: 螺旋输送机选型计算举例             | 457 | 3. 电磁振动喂料机的规格和性能 | 560 |
| 四、螺旋输送机的外形和安装尺寸            | 458 | 三、圆盘喂料机          | 568 |
| 五、驱动装置的外形和安装尺寸             | 466 | 1. 圆盘喂料机的选型      | 568 |
| 六、螺旋输送机的组合                 | 468 | 2. 圆盘喂料机的计算      | 568 |
| (四) 空气输送斜槽                 | 474 | 3. 圆盘喂料机的规格和性能   | 568 |
| 一、空气输送斜槽的计算                | 474 | 4. 螺旋闸门          | 582 |
| 1. 空气输送斜槽的输送能力             | 474 | 四、料浆喂料机          | 584 |
| 2. 空气输送斜槽的耗气量              | 475 | 1. 料浆喂料机的选型      | 584 |
| 3. 空气输送斜槽的空气压力             | 475 | 2. 料浆喂料机的规格和性能   | 584 |
| 二、空气输送斜槽的选型                | 475 | 五、叶轮喂料机          | 589 |
| 1. 空气输送斜槽各部件的选用            | 475 | 1. 叶轮喂料机的选型      | 589 |
| 2. 鼓风机的选型                  | 476 | 2. 叶轮喂料机的计算      | 590 |
| 三、空气输送斜槽的规格                | 477 | 3. 叶轮喂料机的规格和性能   | 590 |
| 1. 帆布空气输送斜槽(唐山水泥机械设计研究所设计) | 477 | 六、螺旋喂料机          | 599 |
| 2. 多孔板空气输送斜槽(江南水泥厂水泥工业设    |     | 1. SIW系列双管螺旋喂料机  | 599 |
|                            |     | 2. 其它螺旋喂料机       | 603 |

|                             |     |  |     |
|-----------------------------|-----|--|-----|
| 七、料仓或圆库卸料设备 .....           | 608 | 2.50吨敞车 .....  | 685 |
| 1. 仓底(或仓侧)卸料器 .....         | 608 | 3.60吨敞车 .....  | 685 |
| 2. 库底卸料机(松动槽) .....         | 615 | 4. 棚车 .....  | 686 |
| (二) 计量设备 .....              | 618 | 5. 底开门车 .....  | 686 |
| 一、生料喂料秤 .....               | 618 | 第十三章 传动装置 .....                                      | 687 |
| 二、碎煤喂料秤 .....               | 620 | (一) 电动机 .....  | 687 |
| 三、BCP型标尺式配料秤 .....          | 620 | 一、电动机的选型 .....                                       | 687 |
| 四、胶带计量秤 .....               | 621 | 二、常用电动机的技术性能和外形尺寸 .....                              | 690 |
| 五、地中衡 .....                 | 625 | 1. J <sub>2</sub> 、JO <sub>2</sub> 系列小型三相异步电动机 ..... | 690 |
| 六、轨道衡 .....                 | 627 | 2. JO <sub>3</sub> 系列小型三相异步电动机 .....                 | 693 |
| 七、普通台秤 .....                | 628 | 3. JTC系列小型齿轮减速电动机 .....                              | 695 |
| 第十二章 起重和搬运设备 .....          | 629 | 4. JS系列中型三相异步电动机 .....                               | 698 |
| (一) 起重设备 .....              | 629 | 5. JSQ系列中型鼠笼型异步电动机 .....                             | 701 |
| 一、手动梁式起重机 .....             | 629 | 6. JR系列小型绕线转子型异步电动机 .....                            | 702 |
| 1. SDQ型手动单梁起重机 .....        | 629 | 7. JZT系列电磁调速异步电动机 .....                              | 705 |
| 2. SSQ型手动双梁起重机 .....        | 631 | 8. Z <sub>2</sub> 系列小型直流电动机 .....                    | 707 |
| 二、电动梁式起重机 .....             | 633 | (二) 减速机 .....  | 709 |
| 1. 电动单梁起重机 .....            | 633 | 一、减速机的类型 .....                                       | 709 |
| 2. 电动双梁桥式起重机 .....          | 641 | 二、常用减速机的技术性能和外形尺寸 .....                              | 709 |
| 三、单梁悬挂起重机 .....             | 655 | 1. ZD、ZL、ZS型圆柱齿轮减速机 .....                            | 709 |
| 1. SDXQ型手动单梁悬挂起重机 .....     | 655 | 2. JZQ型圆柱齿轮减速机 .....                                 | 721 |
| 2. DDXQ型电动单梁悬挂起重机 .....     | 658 | 3. ZHD、ZHL、ZHS型圆弧圆柱                                  |     |
| 四、其他起重机 .....               | 660 | 齿轮减速机 .....  | 724 |
| 1. 201型、301型电动单轨抓斗起重机 ..... | 660 | (三) 传动件 .....  | 733 |
| 2. LDQ型3吨吊钩抓斗两用单梁起重机 .....  | 661 | 一、联轴器 .....  | 733 |
| 3. 少年先锋式起重机 .....           | 662 | 1. 弹性圆柱销联轴器(JB108-60) .....                          | 733 |
| 五、起重葫芦 .....                | 663 | 2. 木销联轴器 .....                                       | 735 |
| 1. 电动葫芦 .....               | 663 | 3. ZT型带制动的弹性柱销联轴器                                    |     |
| 2. 手拉葫芦 .....               | 670 | (ZB 109-62) .....                                    | 735 |
| 3. SDX-3型手动单轨小车 .....       | 672 | 4. 十字滑块联轴器和浮动盘联轴节 .....                              | 737 |
| (二) 搬运设备 .....              | 674 | 二、三角带传动 .....  | 738 |
| 一、汽车 .....                  | 674 | 三、链传动 .....  | 743 |
| 1. 国产载重汽车 .....             | 674 | 四、电动执行器 .....  | 747 |
| 2. 国产自卸汽车 .....             | 675 | 五、传动装置的紧固件 .....                                     | 750 |
| 二、电瓶车及叉车 .....              | 675 | 六、各种传动装置的传动效率 .....                                  | 752 |
| 1. 2DB型蓄电池搬运车和2DT型挂车 .....  | 675 | 第十四章 管道和管件 .....                                     | 753 |
| 2. 电瓶叉车 .....               | 677 | (一) 生产管道 .....                                       | 753 |
| 3. 内燃叉车 .....               | 678 | 一、生产管道布置设计的几个问题 .....                                | 753 |
| 三、翻斗矿车 .....                | 680 | 二、生产管道的选择 .....                                      | 754 |
| 四、单斗铲车 .....                | 682 | 1. 管材的选择 .....                                       | 754 |
| 1. DC17型斗式铲车 .....          | 682 | 2. 管壁厚度的确定 .....                                     | 754 |
| 2. D632型、Z4-4型单斗铲车 .....    | 682 | 3. 常用管材的规格和重量 .....                                  | 755 |
| 3. 北京型液压挖掘装载机 .....         | 683 | (二) 管道阀门 .....                                       | 759 |
| 五、准轨车辆 .....                | 684 | 一、旋塞阀 .....  | 759 |
| 1. 30吨、40吨敞车 .....          | 684 |  |     |

|                   |     |                            |     |
|-------------------|-----|----------------------------|-----|
| 二、闸阀              | 762 | (六) 非标准件                   | 822 |
| 三、截止阀             | 767 | 一、非标准件设计的一般要求              | 822 |
| 四、止回阀             | 770 | 二、带导向板的三通溜子                | 826 |
| 五、安全阀             | 774 | 1. 侧三通溜子                   | 326 |
| 六、减压阀             | 776 | 2. 正三通溜子                   | 327 |
| 七、球阀              | 778 | 三、带导向板的四通溜子                | 827 |
| 八、节流阀(针形阀)        | 779 | 1. 45°四通溜子(二进二出)           | 827 |
| 九、气力输送用换向阀门       | 782 | 2. 47°30'~60°四通溜子(二进二出)    | 823 |
| (三) 管道附件          | 785 | 3. 四通溜子(一进三出)              | 829 |
| 一、法兰和法兰盖          | 735 | 四、低压风管弯头                   | 829 |
| 二、瓷衬弯管            | 737 | 五、蝶阀                       | 831 |
| 三、铸铁弯管            | 738 | 六、伞形风帽                     | 833 |
| 四、密封膨胀接头          | 789 | 七、防爆阀                      | 834 |
| 五、粉状物料卸料弯头        | 790 | 八、溜管重量                     | 835 |
| 六、三通和四通           | 790 | (七) 常用材料及有关资料              | 836 |
| 1. 钢管焊接三通和四通      | 790 | 一、型钢及钢板的规格和重量              | 836 |
| 2. 铸铁三通和四通        | 792 | 二、紧固件和连接零件                 | 838 |
| 七、同心异径管           | 793 | 三、铸石材料                     | 844 |
| 八、钢制焊接弯头          | 794 | 附录                         | 855 |
| 1. 90°钢制焊接弯头      | 794 | 附录 I 汉语拼音字母                | 855 |
| 2. 60°钢制焊接弯头      | 795 | 附录 II 希腊字母                 | 855 |
| 3. 45°钢制焊接弯头      | 796 | 附录 III 国家标准及部分部(局)<br>标准代号 | 855 |
| 4. 5°~30°钢制焊接弯头   | 797 | 附录 IV 国外部分标准代号             | 856 |
| 九、钢管煨弯弯头          | 798 | 附录 V 数学常数                  | 856 |
| 十、金属管件            | 798 | 附录 VI 常用对数表                | 857 |
| 1. 编织管接头          | 798 | 附录 VII 三角函数表               | 859 |
| 2. 水、煤气管管件        | 798 | 附录 VIII 双曲线函数表             | 865 |
| 3. 水、煤气管异径管件      | 801 | 附录 IX 圆周长、圆面积及直径的<br>对数和幂  | 863 |
| (四) 管道支架和吊架       | 802 | 附录 X 圆截面内弓形函数表             | 871 |
| 一、管道支架和吊架的型式      | 802 | 附录 XI 多面体的表面积和体积           | 872 |
| 1. 单管和双管支墩        | 802 | 附录 XII 公制计量单位              | 873 |
| 2. 滑动支架           | 803 | 附录 XIII 单位换算               | 874 |
| 3. 墙、柱上单管固定支架     | 803 | 附录 XIV 长度单位(公制~英制)<br>换算表  | 879 |
| 4. 墙、柱上双管固定支架     | 805 | 附录 XV 专用线设计资料              | 880 |
| 5. 单双管立式支架        | 806 | 附录 XVI 道路设计资料              | 883 |
| 6. 室外管道支架         | 807 | 附录 XVII 坐标计算公式             | 885 |
| 7. 吊架             | 809 | 附录 XVIII 机械设备动荷载系数         | 886 |
| 8. 直立管道的固定支架      | 811 | 附录 XIX 工艺设计中有关土建参考资料       | 891 |
| 二、生产管道支、吊架负荷及最大跨距 | 812 | 附录 XX 水泥厂主要设备安装技术要求        | 893 |
| (五) 管道保温          | 813 | 附录 XXI 空间角度计算              | 896 |
| 一、保温材料            | 814 | 附录 XXII 常用润滑油标准            | 898 |
| 二、保温层厚度的计算        | 814 |                            |     |
| 三、保温结构            | 818 |                            |     |
| 四、保温材料工程量计算表      | 819 |                            |     |

## 第八章 除 尘 设 施

在水泥生产中，尤其是采用干法生产时，各个生产环节都会产生粉尘，其中有的粉尘就是水泥和生料，若听任粉尘飞失，不仅增加各种原料、燃料和动力消耗，提高产品成本，更重要的是污染环境，影响劳动人民身体健康和农业生产。因此回收粉尘，搞好除尘设施，是关系到保护环境，造福人民，巩固工农联盟和多快好省发展水泥工业的重要问题。解放后，水泥工业战线广大职工在毛主席革命路线指引下，开展了消烟除尘的群众运动，采取了一系列保护环境的措施，为改善和保护环境积累了丰富的经验，同时也为设计工作提供了宝贵的资料。

在进行水泥厂设计时，必须注意环境保护，认真贯彻和执行改善和保护环境的“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”基本方针。在进行主体工程设计的同时认真做好除尘设计，为除尘设施与主体工程同时施工、同时投产创造条件。在除尘设计中要坚持自力更生，勤俭建国，要尽先采用国内外先进除尘技术、要注意土洋结合，总结群众中创造的好经验，努力采用和推广新的科学技术成果。

### (一) 除尘系统的设计

#### 一、除尘系统的选型

除尘系统的选择主要考虑以下因素：(1) 含尘气体的性质——气体量，气体的温度和湿度，气体含尘浓度，粉尘的性质和粒径等；(2) 环境对净化程度的要求；(3) 除尘设备的性能。

水泥工厂的主要尘源如表8-1-1所示。

水 泥 工 厂 产 生 的 粉 尘

表 8-1-1

| 主 要 尘 源 | 粉 尘 种 类      |
|---------|--------------|
| 水泥煅烧窑   | 窑灰           |
| 烘干机     | 石灰石、粘土、矿渣、煤粉 |
| 熟料冷却机   | 熟料粉尘         |
| 破碎机和磨机  | 水泥原料、煤、生料、水泥 |
| 输送机和包装机 | 水泥原料、煤、生料、水泥 |
| 吊车库、堆场  | 水泥原料、煤、熟料粉尘  |

在设计除尘系统时，必须了解扬尘点的含尘气体性质，根据不同的性质选择不同的除尘设备，以保证净化后的排出气体满足国家标准的要求。水泥厂主要设备排出的含尘气体的性质如表8-1-2所示。



水泥厂主要设备排出的含尘气体的性质

表 8-1-2

| 设备名称    | 排气量<br>(标米 <sup>3</sup> /公斤) | 废气温度<br>(°C) | 水分<br>(体积%) | 露点<br>(°C) | 含尘浓度<br>(克/标米 <sup>3</sup> ) | 粉尘粒径(%) |        | 备注  |                              |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|------------|------------------------------|---------|--------|-----|------------------------------|
|         |                              |              |             |            |                              | <20微米   | <88微米  |     |                              |
| 回转窑     | 湿法长窑                         | 3.3~4.5      | 180~250     | 35~60      | 65~75                        | 10~50   | 80     | 100 | 干法中空窑<br>的废气温度为<br>600~700°C |
|         | 立波窑                          | 2~4          | 100~200     | 15~25      | 50~60                        | 10~30   | 60     | 90  |                              |
|         | 干法长窑                         | 2.5~3        | 400~500     | 6~8        | 35~40                        | 10~40   | 70     | 100 |                              |
|         | 干法预热窑                        | 2~2.5        | 350~400     | 6~8        | 35~40                        | 30~80   | 95     | 100 |                              |
| 立窑      | 2~3.5                        | 50~190       | 8~20        | 40~55      | 1~10                         | 60      | 95     |     |                              |
| 回转烘干机   | 粘土                           | 1.3~3.5      | 75          | 20~25      | 55~60                        | 50~150  | 25     | 45  |                              |
|         | 矿渣                           | 1.2~4.2      | 90          |            |                              | ~70     |        |     |                              |
| 磨机      | 生料磨                          | 自然排风         | 0.4~1.5     | 50         | 4.5                          | 30      | 10~20  | 50  | 95                           |
|         |                              | 带烘干          |             | 90         | 10                           | 45      | 50~150 |     |                              |
|         | 水泥磨                          | 自然排风         | 0.4~1.5     | 100        | 3                            | 25      | ~40    | 50  | 100                          |
|         |                              | 机械排风         |             | 90~100     |                              | 40~80   |        |     |                              |
| 熟料篦式冷却机 |                              | 2.5~4.5      | 150         | —          | —                            | ~20     | 1      | 30  |                              |
| 煤磨      | 钢球磨                          | 2~2.5        | 70          | 8~15       | 40~50                        | 25~80   |        |     |                              |
|         | 立式磨                          |              | 70          |            |                              | 20~80   |        |     |                              |

表8-1-3列出部分主要设备和附属设备的排尘风量和排出气体含尘浓度。

水泥厂部分设备的排尘风量和排出气体含尘浓度

表 8-1-3

| 设备名称 |         | 排尘风量参考值<br>(米 <sup>3</sup> /时) | 含尘浓度<br>(克/标米 <sup>3</sup> ) | 备注                            |                 |
|------|---------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| 破碎机  | 颚式      | 2500~6000                      | 10~15                        | 规格1200×1500毫米以下<br>规格φ750毫米以下 |                 |
|      | 粗、中碎圆锥式 | 3500~6000                      | 10~15                        |                               |                 |
|      | 锤式      | 4000~10000                     | 15~75                        |                               |                 |
|      | 反击式     | 8000~13000                     | 40~100                       |                               |                 |
|      | 辊式      | 2500~4000                      | 10~15                        |                               |                 |
| 成球盘  |         |                                | ~20                          | 上部抽吸罩                         |                 |
| 振动筛  |         | ~1500F                         | ~25                          | F=筛子面积, 米 <sup>2</sup>        |                 |
| 包装机  | 回转式     |                                | 10000~12000                  | ~25                           | 周围抽吸, 适用于14嘴以下  |
|      | 固定式     | 2嘴                             | 6000                         | ~20                           | 从包装机后部、前上部和下部抽吸 |
|      |         | 3嘴                             | 7000                         |                               |                 |
|      |         | 4嘴                             | 8000                         |                               |                 |
| 回转筛  | φ750    | 2500                           | ~20                          |                               |                 |
|      | φ1200   | 3500                           |                              |                               |                 |
|      | φ1500   | 5000                           |                              |                               |                 |
|      | φ1800   | 6000                           |                              |                               |                 |

2.2.3 度, 排放试行标准 (GBJ4-73) 规定:

水泥生产最大允许排放浓度 150 mg

续表

| 设备名称                  |                  | 排尘风量参考值<br>(米 <sup>3</sup> /时) |      |       | 含尘浓度<br>(克/标米 <sup>3</sup> ) | 备注                         |      |     |      |     |      |
|-----------------------|------------------|--------------------------------|------|-------|------------------------------|----------------------------|------|-----|------|-----|------|
| 提<br>升<br>机           | < B300           | 800                            |      |       | 20~30                        | 在提升机顶部或进料处抽吸               |      |     |      |     |      |
|                       | B300             | 1000                           |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | B400             | 1200                           |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | B500             | 1500                           |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | B600             | 2000                           |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | B700             | 3000                           |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
| 螺<br>旋<br>输<br>送<br>机 | φ150             | 500                            |      |       | 20~30                        |                            |      |     |      |     |      |
|                       | φ200             | 600                            |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | φ300             | 700                            |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | φ400             | 800                            |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | φ500             | 900                            |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
|                       | φ600             | 1000                           |      |       |                              |                            |      |     |      |     |      |
| 带<br>式<br>输<br>送<br>机 | 物料落差, 米<br>溜角, 度 | 1.0                            | 2.0  | 3.0   | 20~30                        | 左表所列风量数值应按不同规格带式输送机乘以下列系数: |      |     |      |     |      |
|                       |                  | 30°                            | 700  | 1000  |                              |                            | 1200 |     |      |     |      |
|                       | 45°              | 800                            | 1100 | 1400  |                              |                            | 带 宽  | 500 | 650  | 800 | 1000 |
|                       | 60°              | 900                            | 1300 | 1700  |                              |                            | 系 数  | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.75 |
|                       | 90°              | 1000                           | 1500 | 2000  |                              |                            |      |     |      |     |      |
| 圆 库                   |                  |                                |      | 10~20 | 风量决定于气力输送入库时的送风量             |                            |      |     |      |     |      |

根据我国《工业企业设计卫生标准》(GBJ1-62)的规定, 车间空气中粉尘的最高容许浓度如下:

含有10%以上游离二氧化硅的粉尘(石英、石英岩等)最高容许浓度为2毫克/米<sup>3</sup>;

含有10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘最高容许浓度为6毫克/米<sup>3</sup>;

含有10%以下游离二氧化硅的煤尘最高容许浓度为10毫克/米<sup>3</sup>;

其它各种粉尘最高容许浓度为10毫克/米<sup>3</sup>。

对于工业企业所排出的气体在大气中扩散稀释后, 居住区有害物质的最高容许浓度规定如下:

无毒粉尘一次最高容许浓度为0.5毫克/米<sup>3</sup>; 日平均最高容许浓度为0.15毫克/米<sup>3</sup>;

烟煤一次最高容许浓度为0.15毫克/米<sup>3</sup>; 日平均最高容许浓度为0.05毫克/米<sup>3</sup>。

根据我国《工业“三废”排放试行标准》(GBJ4-73)的规定, 水泥生产最大允许排放浓度为150毫克/米<sup>3</sup>。

表8-1-4列出各种除尘装置的分类和性能。表8-1-5列出水泥厂常用的除尘设备及其适用范围。

在设计除尘系统时, 首先应根据尘源的具体情况选择除尘设备, 并结合除尘设备的性能确定系统的级数。水泥厂采用较普遍的除尘设备为电除尘器、布袋式除尘器和旋风式除尘器。一般说来, 电除尘器和布袋除尘器的除尘效率均较高。电除尘器的一次投资较布袋式除尘器高, 但流体阻力小, 运转费用较低。旋风式除尘器的效率虽较上述两种为低, 但

结构简单，维护工作量少，投资省，所以在水泥厂采用最广，一般多用作第一级净化，或用于收集粗粒粉尘。

除尘系统的级数决定于含尘气体的含尘浓度和除尘设备的效率。设计时应使净化后气体含尘浓度符合国家标准关于排放浓度的规定。尽量采用高效率除尘设备的一级系统，当一级除尘不能满足上述要求时，可采用二级或三级除尘。设计时应进行方案比较。尽可能减少除尘系统的级数，既可节省投资和运转费用，又能简化操作和维护。

除尘装置的种类和性能

表 8-1-4

| 种类    | 特 征                                    | 主要型式                                       | 分离粒径<br>(微米) | 阻力损失<br>(毫米水柱) | 电 耗<br>(千瓦/1000<br>米 <sup>3</sup> /分) | 除尘效率<br>(%) | 备 注  |
|-------|--|--|--------------|----------------|---------------------------------------|-------------|--|
| 重力除尘  | 含尘气流以低速导入集尘室内，尘粒因重力作用自然沉降。对捕集大颗粒粉尘是有效的 | 沉降室  | >50          | 较低             | —                                     | 较低          |  |
| 惯性除尘  | 含尘气流遇到障碍物急剧改变方向，气流中大颗粒粉尘因惯性作用而分离       | 转流式<br>冲击式                                 | >15          | <100           | —                                     | 中等          | 除尘装置的占地面积较沉降室小                                     |
| 离心力除尘 | 含尘气流经旋回运动产生离心力，从而使粉尘分离                 | 切线型旋风除尘器                                   | 大型：>10       | 100~200        | 35~70                                 | 大型：40~75    | 常用作电除尘器或布袋除尘器前的第一级除尘                               |
|       |  | 轴流型旋风除尘器                                   | 小型：>5        | 60~120         |                                       | 小型：75~95    |  |
|       |  | 多管除尘器                                      | >3           | 50~250         |                                       | ~95         |  |
| 洗涤除尘  | 用水洗涤含尘气流中的尘粒                           | 充填式  | >1           | 30~500         | ~200                                  | ~90         | 1. 不适用于有回收价值的干物料和有水化作用的物料<br>2. 排水处理比较困难           |
|       |  | 喷雾式  |              |                |                                       |             |  |
| 过滤除尘  | 用过滤层来分离含尘气流中的尘粒                        | 布袋式：圆筒型<br>平板型<br>清灰方式：<br>振打<br>反吹风<br>脉冲 | >0.1         | 50~200         | 15~65                                 | ~99         | 1. 不适用于高温、含湿气体<br>2. 一般滤布要求温度<100°C，玻璃纤维可以允许达300°C |
|       |  | 砂粒滤层式                                      | >0.5         | 130~180        | 20~70                                 | ~98         |  |
| 电除尘   | 利用高压直流电在粉尘极和放电极之间进行放电，使尘粒带电，并在粉尘极上沉降   | 分干式、湿式、半湿式三种<br>按电场配置可分为卧式和立式两种            | 0.1~20       | 5~20           | 20~60                                 | ~99         | 1. 除尘效率高，对1微米以下尘粒特别有效<br>2. 设备投资较高                 |
| 声波除尘  | 气体中尘粒经过声波的作用产生凝聚，使尘粒变粗，通过旋风筒等装置使粉尘分离出来 |  | >10          | 100~150        | 35~50                                 | 60~90       |  |

水泥厂常用除尘设备及其适用范围

表 8-1-5

| 型式  | 作用原理 | 除尘设备的型号和名称 | 净化程度       | 粉尘种类         | 允许含尘浓度 (克/米 <sup>3</sup> ) | 允许气体温度 (°C) | 使用地点   |                    |      |          |
|-----|------|------------|------------|--------------|----------------------------|-------------|--------|--------------------|------|----------|
| 干式  | 重力   | 沉降室        | 粗净化        | >50微米比重较大的粉尘 | 不限                         | 不限          | 回转窑和立窑 |                    |      |          |
|     | 电场   | 电除尘器       | 卧式 (SHWB型) | 中、细净化        | 0.1~20微米干的非纤维粉尘和烟气粉尘       | ~40(~60)    | <300   | 回转窑、磨机、烘干机         |      |          |
|     |      |            | 立式         |              |                            |             |        |                    |      |          |
|     | 离心力  | 旋风式除尘器     | CLT/A型     | 中净化          | >5微米干的非纤维粉尘                | ~60         | <400   | 用于第一级除尘            |      |          |
|     |      |            | CLP型       |              |                            |             |        |                    |      |          |
|     |      |            | 扩散式        |              |                            |             |        |                    |      |          |
|     |      |            | 多管除尘器      |              |                            |             |        |                    | CLG型 |          |
|     | 过湿式  | 布袋式除尘器     | ZX型        | 中、细净化        | 0.1~100微米干的非纤维粉尘           | <70         | 棉织品<70 | 破碎机、磨粉机、包装机、输送机及库顶 |      |          |
|     |      |            | 脉冲喷吹式      |              |                            |             |        |                    | <15  | 毛织品<100  |
|     |      |            | 压力式        |              |                            |             |        |                    | <15  | 玻璃纤维<300 |
| 滤   |      | 颗粒层除尘器     |            |              | 0.5微米以上的粉尘                 | <70         | <200   | 冷却机和窑              |      |          |
|     |      | 泡沫除尘器      |            |              | 0.1~100微米非水化粉尘             | —           | <400   | 破碎机、包装机、输送机等       |      |          |
|     |      | 水浴除尘器      |            |              | 0.1~100微米非水化、非粘性、非纤维粉尘     | —           | —      |                    |      |          |
| 离心力 |      | 水膜除尘器      | CLS型       |              |                            |             |        |                    |      |          |
|     |      |            | 旋筒式        |              |                            |             |        |                    |      |          |

## 二、除尘系统的计算

### 1. 除尘系统级数的计算

除尘系统级数的计算举例如下：

设有一台机械排风的水泥磨，出磨含尘气体的含尘浓度为50克/标米<sup>3</sup>，气体温度为100°C，则含尘气体的实际含尘浓度为  $50 \times \frac{273}{373} = 37$ 克/米<sup>3</sup>。由于气体含尘浓度较高，为了满足排放浓度不超过150毫克/米<sup>3</sup>的规定，需要采用二级除尘。当第一级选用旋风式除尘器（净化效率为80%），第二级选用布袋式除尘器（净化效率为98%）时，排放浓度可计算如下：

第一级排放浓度： $37 \times (1 - 0.8) = 7.4$ 克/米<sup>3</sup>；

第二级排放浓度： $7.4 \times (1 - 0.98) = 0.144$ 克/米<sup>3</sup>（144毫克/米<sup>3</sup>）。

可以满足《工业“三废”排放试行标准》（GBJ4-73）的要求。

### 2. 除尘风管直径的计算

除尘风管的直径可按下式计算：

$$D = \sqrt{\frac{4V}{3600\pi w}} = \sqrt{\frac{V}{2820w}} \quad (8-1-1)$$

式中  $D$ ——除尘风管的直径，米；

$V$ ——进入除尘系统的气体量，米<sup>3</sup>/时；对于窑、磨、烘干机应按本书上册有关章节所计算的排风量（包括漏风量）确定；也可按表8-1-2中所列经验指标估算。对于破碎、包装、筛分、输送等设备的抽吸风量，可参考表8-1-3中所列数值选用；

$w$ ——除尘风管内的风速，米/秒；可按表8-1-6选用。

除尘风管内的风速（米/秒）

表 8-1-6

| 一般倾斜管道 | 垂直管道 | 水平管道  |
|--------|------|-------|
| 12~16  | 8~12 | 18~22 |

表8-1-7为圆形通风管道统一规格，在选择除尘风管管径时，应优先选用该表所列除尘风管基本系列所规定的管径。

### 3. 除尘系统流体阻力的计算

除尘系统的流体阻力包括除尘器的流体阻力和管网流体阻力两部分。除尘器的流体阻力可参阅本章有关各节。管网的流体阻力可计算如下。

#### (1) 直管的摩擦阻力

直管的摩擦阻力可按下列公式计算：

$$\text{净空气管道：} \quad \Delta P_f = \lambda \frac{L}{D} \frac{w_a^2}{2g} \gamma_a \quad (8-1-2)$$

$$\text{含尘空气管道：} \quad \Delta P_f = \lambda \frac{L}{D} \frac{w_a^2}{2g} \gamma_a \left( 1 + \mu \frac{w_d^2}{w_a^2} \right) \quad (8-1-3)$$

式中  $\Delta P_f$ ——直管的摩擦阻力，毫米水柱；

$L$ ——风管长度，米；

$D$ ——风管直径，米；

$\lambda$ ——圆形风管的摩擦阻力系数；

$$\lambda = -2 \lg \left( \frac{K}{3.71D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right),$$

$K$ ——风管内表面当量绝对粗糙度，对于钢制风管： $K=0.15$ 毫米；

$Re$ ——雷诺数；  $Re = \frac{Dw_a}{\nu_a}$ ；

$\nu_a$ ——空气的运动粘度，米<sup>2</sup>/秒；在20°C时， $\nu_a = 1.5 \times 10^{-5}$ ；

$w_a$ ——空气在风管中流速，米/秒；

$w_d$ ——风管中粉尘流动速度，米/秒；

$\gamma_a$ ——空气的重度，公斤/米<sup>3</sup>；在20°C时， $\gamma_a = 1.2$ ；

$g$ ——重力加速度，米/秒<sup>2</sup>； $g = 9.81$ ；

$\mu$ ——含尘空气中粉尘的重量浓度，公斤/公斤； $\mu = \frac{g_d}{1000\gamma_a}$ ；

$g_d$ ——空气含尘浓度，克/米<sup>3</sup>。

在一般情况下，由于除尘风管内 $\mu$ 值很小，且 $w_d/w_a$ 接近于1，因而可以近似地用净空气管道的计算公式(8-1-2)进行计算。

圆形通风管道规格

表 8-1-7

| 外径 D<br>(毫米) | 钢板制风管          |            | 塑料制风管          |            | 外径 D<br>(毫米)    | 除尘风管           |            | 气密性风管          |            |
|--------------|----------------|------------|----------------|------------|-----------------|----------------|------------|----------------|------------|
|              | 外径允许偏差<br>(毫米) | 壁厚<br>(毫米) | 外径允许偏差<br>(毫米) | 壁厚<br>(毫米) |                 | 外径允许偏差<br>(毫米) | 壁厚<br>(毫米) | 外径允许偏差<br>(毫米) | 壁厚<br>(毫米) |
| 100          |                |            |                |            | 80<br>90<br>100 |                |            |                |            |
| 120          |                |            |                |            | 110<br>120      |                |            |                |            |
| 140          |                | 0.5        |                |            | 130<br>140      |                |            |                |            |
| 160          |                |            |                |            | 150<br>160      |                |            |                |            |
| 180          |                |            |                |            | 170<br>180      |                |            |                |            |
| 200          |                |            |                | 3.0        | 190<br>200      |                |            |                |            |
| 220          |                |            | ±1             |            | 210<br>220      |                | 1.5        |                | 2.0        |
| 250          |                |            |                |            | 240<br>250      |                |            |                |            |
| 280          |                |            |                |            | 260<br>280      |                |            |                |            |
| 320          |                | 0.75       |                |            | 300<br>320      |                |            |                |            |
| 360          |                |            |                |            | 340<br>360      |                |            |                |            |
| 400          |                |            |                |            | 380<br>400      |                |            |                |            |
| 450          | ±1             |            |                | 4.0        | 420<br>450      | ±1             |            | ±1             |            |
| 500          |                |            |                |            | 480<br>500      |                |            |                |            |
| 560          |                |            |                |            | 530<br>560      |                |            |                |            |
| 630          |                |            |                |            | 600<br>630      |                |            |                |            |
| 700          |                |            |                |            | 670<br>700      |                |            |                |            |
| 800          |                | 1.0        |                |            | 750<br>800      |                |            |                |            |
| 900          |                |            |                | 5.0        | 850<br>900      |                | 2.0        |                | 3.0<br>4.0 |
| 1000         |                |            | ±1.5           |            | 950<br>1000     |                |            |                |            |
| 1120         |                |            |                |            | 1060<br>1120    |                |            |                |            |
| 1250         |                |            |                |            | 1130<br>1250    |                |            |                |            |
| 1400         |                |            |                |            | 1320<br>1400    |                |            |                |            |
| 1600         |                | 1.2<br>1.5 |                | 6.0        | 1500<br>1600    |                |            |                |            |
| 1800         |                |            |                |            | 1700<br>1800    |                | 3.0        |                | 4.0<br>6.0 |
| 2000         |                |            |                |            | 1900<br>2000    |                |            |                |            |

注：1. 本表引自“全国通用通风管道计算表”。

2. 外径栏内黑体字为基本系列，其它为辅助系列。

3. 经全国审查会决定，除尘系统最大限度地优先采用基本系列，满足不了要求时采用辅助系列。

4. 表中所规定的壁厚，较水泥厂常用除尘风管的壁厚为薄，建议按常用壁厚选用（参阅第14章表14-6-3和表14-6-4）。

钢制除尘风管计算表

| 动 压<br>(毫米水柱) | 流 速<br>(米/秒) | 外 径 D<br>(基本系列) (毫米) |              |              |              |              |              |              |               |               |                | 上 行 — 风量 (米 <sup>3</sup> /时)<br>下 行 — $\lambda/D$ |                |                |                |                |
|---------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               |              | 80                   | 90           | 100          | 110          | 120          | 140          | 160          | 180           | 200           | 220            | 250   | 280            | 320            | 360            | 400            |
| 3.92          | 8.0          | 134<br>0.350         | 171<br>0.300 | 213<br>0.261 | 259<br>0.231 | 310<br>0.205 | 425<br>0.169 | 558<br>0.143 | 709<br>0.123  | 878<br>0.108  | 1065<br>0.0956 | 1380<br>0.0815                                    | 1736<br>0.0707 | 2273<br>0.0599 | 2883<br>0.0518 | 3565<br>0.0455 |
| 4.43          | 8.5          | 142<br>0.348         | 182<br>0.298 | 226<br>0.260 | 275<br>0.229 | 329<br>0.205 | 451<br>0.168 | 592<br>0.142 | 753<br>0.122  | 933<br>0.107  | 1132<br>0.0950 | 1466<br>0.0809                                    | 1844<br>0.0703 | 2415<br>0.0596 | 3063<br>0.0515 | 3788<br>0.0542 |
| 4.96          | 9.0          | 151<br>0.345         | 193<br>0.296 | 239<br>0.258 | 291<br>0.228 | 348<br>0.204 | 478<br>0.167 | 627<br>0.141 | 797<br>0.122  | 983<br>0.106  | 1193<br>0.0944 | 1552<br>0.0805                                    | 1953<br>0.0693 | 2557<br>0.0592 | 3243<br>0.0512 | 4011<br>0.0450 |
| 5.53          | 9.5          | 159<br>0.344         | 203<br>0.294 | 253<br>0.257 | 303<br>0.227 | 363<br>0.203 | 504<br>0.166 | 662<br>0.140 | 842<br>0.121  | 1042<br>0.106 | 1265<br>0.0939 | 1639<br>0.0801                                    | 2061<br>0.0695 | 2700<br>0.0589 | 3423<br>0.0509 | 4233<br>0.0447 |
| 6.13          | 10.0         | 168<br>0.342         | 214<br>0.293 | 266<br>0.255 | 324<br>0.223 | 387<br>0.202 | 531<br>0.166 | 697<br>0.140 | 886<br>0.120  | 1097<br>0.105 | 1331<br>0.0935 | 1725<br>0.0797                                    | 2169<br>0.0692 | 2841<br>0.0586 | 3604<br>0.0507 | 4456<br>0.0445 |
| 6.75          | 10.5         | 176<br>0.340         | 225<br>0.291 | 279<br>0.254 | 340<br>0.225 | 406<br>0.201 | 557<br>0.165 | 732<br>0.139 | 930<br>0.120  | 1152<br>0.105 | 1398<br>0.0931 | 1811<br>0.0793                                    | 2278<br>0.0689 | 2983<br>0.0584 | 3784<br>0.0505 | 4679<br>0.0443 |
| 7.41          | 11.0         | 184<br>0.330         | 235<br>0.290 | 293<br>0.253 | 356<br>0.224 | 426<br>0.200 | 584<br>0.164 | 767<br>0.138 | 974<br>0.119  | 1207<br>0.104 | 1465<br>0.0927 | 1897<br>0.0790                                    | 2386<br>0.0686 | 3125<br>0.0581 | 3964<br>0.0503 | 4902<br>0.0441 |
| 8.10          | 11.5         | 193<br>0.337         | 246<br>0.289 | 306<br>0.252 | 372<br>0.223 | 445<br>0.199 | 610<br>0.163 | 801<br>0.138 | 1019<br>0.119 | 1262<br>0.104 | 1531<br>0.0923 | 1984<br>0.0787                                    | 2495<br>0.0683 | 3267<br>0.0579 | 4144<br>0.0501 | 5125<br>0.0440 |
| 8.82          | 12.0         | 201<br>0.336         | 257<br>0.288 | 319<br>0.251 | 388<br>0.222 | 464<br>0.198 | 637<br>0.163 | 836<br>0.137 | 1063<br>0.118 | 1317<br>0.104 | 1598<br>0.0920 | 2070<br>0.0784                                    | 2603<br>0.0681 | 3409<br>0.0577 | 4324<br>0.0499 | 5348<br>0.0438 |
| 9.57          | 12.5         | 210<br>0.335         | 268<br>0.287 | 333<br>0.250 | 405<br>0.221 | 484<br>0.198 | 663<br>0.162 | 871<br>0.137 | 1107<br>0.118 | 1372<br>0.103 | 1664<br>0.0917 | 2156<br>0.0781                                    | 2712<br>0.0679 | 3552<br>0.0575 | 4504<br>0.0497 | 5570<br>0.0437 |
| 10.35         | 13.0         | 218<br>0.334         | 278<br>0.286 | 346<br>0.249 | 421<br>0.220 | 503<br>0.197 | 690<br>0.162 | 906<br>0.136 | 1152<br>0.118 | 1426<br>0.103 | 1731<br>0.0914 | 2242<br>0.0779                                    | 2820<br>0.0677 | 3691<br>0.0573 | 4685<br>0.0496 | 5793<br>0.0436 |
| 11.16         | 13.5         | 226<br>0.333         | 289<br>0.285 | 359<br>0.249 | 437<br>0.220 | 523<br>0.196 | 716<br>0.161 | 941<br>0.136 | 1196<br>0.117 | 1481<br>0.103 | 1797<br>0.0911 | 2329<br>0.0777                                    | 2923<br>0.0675 | 3836<br>0.0572 | 4865<br>0.0494 | 6016<br>0.0434 |
| 12.01         | 14.0         | 235<br>0.332         | 300<br>0.284 | 372<br>0.248 | 453<br>0.219 | 542<br>0.195 | 743<br>0.161 | 976<br>0.136 | 1240<br>0.117 | 1536<br>0.102 | 1864<br>0.0909 | 2415<br>0.0775                                    | 3037<br>0.0673 | 3978<br>0.0570 | 5045<br>0.0493 | 6239<br>0.0433 |

| 动压<br>(毫米水柱) | 流速<br>(米/秒) | 外径 D (基本系列) (毫米) |              |              |              |              |               |               |               |               |                | 上行—风量 (米 <sup>3</sup> /时)<br>下行— $\lambda/D$ |                |                |                |                |
|--------------|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
|              |             | 80               | 90           | 100          | 110          | 120          | 140           | 160           | 180           | 200           | 220            | 250  | 280            | 320            | 360            | 400            |
| 12.88        | 14.5        | 248<br>0.331     | 310<br>0.284 | 386<br>0.247 | 469<br>0.219 | 561<br>0.195 | 769<br>0.160  | 1011<br>0.135 | 1284<br>0.117 | 1591<br>0.102 | 1931<br>0.0906 | 2501<br>0.0773                               | 3146<br>0.0671 | 4120<br>0.0569 | 5225<br>0.0492 | 6462<br>0.0432 |
| 13.78        | 15.0        | 251<br>0.330     | 321<br>0.283 | 399<br>0.247 | 486<br>0.216 | 581<br>0.185 | 796<br>0.160  | 1045<br>0.135 | 1329<br>0.116 | 1646<br>0.102 | 1997<br>0.0904 | 2587<br>0.0771                               | 3254<br>0.0663 | 4262<br>0.0567 | 5403<br>0.0491 | 6684<br>0.0431 |
| 14.72        | 15.5        | 260<br>0.329     | 332<br>0.282 | 412<br>0.246 | 502<br>0.217 | 600<br>0.194 | 823<br>0.160  | 1080<br>0.135 | 1373<br>0.116 | 1701<br>0.102 | 2064<br>0.0902 | 2674<br>0.0769                               | 3363<br>0.0668 | 4404<br>0.0566 | 5585<br>0.0489 | 6907<br>0.0430 |
| 15.68        | 16.0        | 268<br>0.328     | 342<br>0.281 | 426<br>0.245 | 518<br>0.217 | 619<br>0.194 | 849<br>0.159  | 1115<br>0.134 | 1417<br>0.116 | 1756<br>0.101 | 2130<br>0.0900 | 2760<br>0.0767                               | 3471<br>0.0666 | 4546<br>0.0565 | 5766<br>0.0488 | 7130<br>0.0429 |
| 16.68        | 16.5        | 277<br>0.328     | 353<br>0.281 | 439<br>0.245 | 534<br>0.216 | 639<br>0.194 | 876<br>0.159  | 1150<br>0.134 | 1462<br>0.116 | 1811<br>0.101 | 2197<br>0.0898 | 2846<br>0.0766                               | 3580<br>0.0665 | 4688<br>0.0564 | 5946<br>0.0487 | 7333<br>0.0428 |
| 17.70        | 17.0        | 285<br>0.327     | 364<br>0.280 | 452<br>0.244 | 550<br>0.216 | 658<br>0.193 | 902<br>0.159  | 1185<br>0.134 | 1506<br>0.115 | 1865<br>0.101 | 2263<br>0.0896 | 2932<br>0.0764                               | 3688<br>0.0664 | 4830<br>0.0562 | 6126<br>0.0486 | 7576<br>0.0427 |
| 18.76        | 17.5        | 293<br>0.326     | 375<br>0.280 | 466<br>0.244 | 566<br>0.216 | 677<br>0.193 | 929<br>0.158  | 1220<br>0.134 | 1550<br>0.115 | 1920<br>0.101 | 2330<br>0.0895 | 3019<br>0.0763                               | 3796<br>0.0662 | 4972<br>0.0561 | 6306<br>0.0485 | 7799<br>0.0426 |
| 19.85        | 18          | 302<br>0.326     | 385<br>0.279 | 473<br>0.243 | 583<br>0.215 | 697<br>0.192 | 955<br>0.158  | 1254<br>0.133 | 1594<br>0.115 | 1975<br>0.101 | 2397<br>0.0893 | 3105<br>0.0761                               | 3905<br>0.0661 | 5114<br>0.0560 | 6486<br>0.0485 | 8021<br>0.0426 |
| 20.96        | 18.5        | 310<br>0.325     | 396<br>0.279 | 492<br>0.243 | 599<br>0.215 | 716<br>0.192 | 982<br>0.158  | 1289<br>0.133 | 1639<br>0.115 | 2030<br>0.100 | 2463<br>0.0891 | 3191<br>0.0760                               | 4014<br>0.0660 | 5256<br>0.0559 | 6637<br>0.0484 | 8244<br>0.0425 |
| 22.11        | 19          | 319<br>0.325     | 407<br>0.278 | 505<br>0.243 | 615<br>0.214 | 735<br>0.192 | 1008<br>0.157 | 1324<br>0.133 | 1683<br>0.114 | 2085<br>0.100 | 2530<br>0.0890 | 3277<br>0.0759                               | 4122<br>0.0659 | 5398<br>0.0559 | 6847<br>0.0483 | 8467<br>0.0424 |
| 23.29        | 19.5        | 327<br>0.324     | 417<br>0.278 | 519<br>0.242 | 631<br>0.214 | 755<br>0.191 | 1035<br>0.157 | 1359<br>0.133 | 1727<br>0.114 | 2140<br>0.100 | 2596<br>0.0888 | 3364<br>0.0757                               | 4230<br>0.0658 | 5540<br>0.0558 | 7027<br>0.0482 | 8690<br>0.0424 |
| 24.50        | 20          | 335<br>0.324     | 428<br>0.277 | 532<br>0.242 | 647<br>0.214 | 774<br>0.191 | 1061<br>0.157 | 1394<br>0.132 | 1772<br>0.114 | 2195<br>0.100 | 2663<br>0.0887 | 3450<br>0.0756                               | 4339<br>0.0657 | 5683<br>0.0557 | 7207<br>0.0482 | 8913<br>0.0423 |
| 25.74        | 20.5        | 344<br>0.323     | 439<br>0.277 | 545<br>0.242 | 664<br>0.213 | 793<br>0.191 | 1088<br>0.157 | 1429<br>0.132 | 1816<br>0.114 | 2249<br>0.100 | 2729<br>0.0886 | 3536<br>0.0755                               | 4447<br>0.0656 | 5825<br>0.0556 | 7387<br>0.0481 | 9135<br>0.0422 |



| 动 压<br>(毫米水柱) | 流 速<br>(米/秒) | 外 径 $D$<br>(基本系列)(毫米) |              |              |              |               |               |               |               |                |                |                |                | 上行—风量(米 <sup>3</sup> /时)<br>下行— $\lambda/D$ |                |                 |
|---------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|----------------|-----------------|
|               |              | 80                    | 90           | 100          | 110          | 120           | 140           | 160           | 180           | 200            | 220            | 250            | 280            | 320   | 360            | 400             |
| 27.01         | 21           | 352<br>0.323          | 449<br>0.277 | 559<br>0.241 | 680<br>0.213 | 813<br>0.191  | 1114<br>0.157 | 1464<br>0.132 | 1860<br>0.114 | 2304<br>0.100  | 2796<br>0.0885 | 3622<br>0.0754 | 4556<br>0.0655 | 5967<br>0.0555                              | 7567<br>0.0480 | 9359<br>0.0422  |
| 28.31         | 21.5         | 360<br>0.322          | 460<br>0.276 | 572<br>0.241 | 696<br>0.213 | 832<br>0.190  | 1141<br>0.156 | 1498<br>0.132 | 1904<br>0.114 | 2359<br>0.100  | 2863<br>0.0883 | 3709<br>0.0753 | 4664<br>0.0654 | 6109<br>0.0555                              | 7748<br>0.0480 | 9581<br>0.0421  |
| 29.65         | 22           | 369<br>0.322          | 471<br>0.276 | 585<br>0.241 | 712<br>0.213 | 852<br>0.190  | 1167<br>0.156 | 1533<br>0.132 | 1949<br>0.114 | 2414<br>0.0994 | 2929<br>0.0882 | 3795<br>0.0752 | 4773<br>0.0653 | 6251<br>0.0554                              | 7928<br>0.0479 | 9804<br>0.0421  |
| 31.01         | 22.5         | 377<br>0.321          | 482<br>0.276 | 599<br>0.240 | 728<br>0.212 | 871<br>0.190  | 1194<br>0.156 | 1568<br>0.132 | 1993<br>0.113 | 2469<br>0.0993 | 2996<br>0.0881 | 3881<br>0.0751 | 4881<br>0.0653 | 6393<br>0.0553                              | 8108<br>0.0478 | 10030<br>0.0420 |
| 32.40         | 23           | 386<br>0.321          | 492<br>0.275 | 612<br>0.240 | 745<br>0.212 | 890<br>0.190  | 1221<br>0.156 | 1603<br>0.131 | 2037<br>0.113 | 2524<br>0.0992 | 3062<br>0.0880 | 3967<br>0.0750 | 4990<br>0.0652 | 6535<br>0.0553                              | 8288<br>0.0478 | 10250<br>0.0420 |
| 33.83         | 23.5         | 394<br>0.321          | 503<br>0.275 | 625<br>0.240 | 761<br>0.212 | 910<br>0.189  | 1247<br>0.156 | 1638<br>0.131 | 2082<br>0.113 | 2579<br>0.0991 | 3192<br>0.0879 | 4054<br>0.0750 | 5098<br>0.0651 | 6677<br>0.0552                              | 8498<br>0.0477 | 10470<br>0.0419 |
| 35.28         | 24           | 402<br>0.320          | 514<br>0.275 | 638<br>0.239 | 777<br>0.212 | 929<br>0.189  | 1274<br>0.155 | 1673<br>0.131 | 2126<br>0.113 | 2634<br>0.0990 | 3195<br>0.0878 | 4140<br>0.0749 | 5207<br>0.0650 | 6819<br>0.0551                              | 8648<br>0.0477 | 10700<br>0.0419 |
| 36.77         | 24.5         | 411<br>0.320          | 524<br>0.274 | 652<br>0.239 | 793<br>0.211 | 948<br>0.189  | 1300<br>0.155 | 1707<br>0.131 | 2170<br>0.113 | 2688<br>0.0989 | 3262<br>0.0877 | 4226<br>0.0748 | 5315<br>0.0650 | 6961<br>0.0551                              | 8829<br>0.0476 | 10920<br>0.0418 |
| 38.28         | 25           | 419<br>0.320          | 535<br>0.274 | 665<br>0.233 | 809<br>0.211 | 968<br>0.189  | 1327<br>0.155 | 1742<br>0.131 | 2215<br>0.113 | 2743<br>0.0988 | 3329<br>0.0876 | 4312<br>0.0747 | 5424<br>0.0649 | 7103<br>0.0550                              | 9009<br>0.0476 | 11140<br>0.0418 |
| 39.83         | 25.5         | 427<br>0.319          | 546<br>0.274 | 678<br>0.239 | 825<br>0.211 | 987<br>0.189  | 1353<br>0.155 | 1777<br>0.131 | 2259<br>0.113 | 2798<br>0.0987 | 3395<br>0.0876 | 4393<br>0.0747 | 5532<br>0.0648 | 7245<br>0.0550                              | 9189<br>0.0475 | 11360<br>0.0418 |
| 41.41         | 26           | 436<br>0.319          | 556<br>0.273 | 692<br>0.238 | 842<br>0.211 | 1006<br>0.188 | 1380<br>0.155 | 1812<br>0.131 | 2303<br>0.113 | 2853<br>0.0986 | 3462<br>0.0875 | 4485<br>0.0746 | 5641<br>0.0648 | 7387<br>0.0549                              | 9369<br>0.0475 | 11590<br>0.0417 |