

• 高等学校教学用书 •

矿井通风与防 尘习题集

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

12-3-50
W-1246

高等学校教学用书

矿井通风与防尘习题集

东北大学 王英敏 主编

冶金工业出版社

(京)新登字036号

矿井通风与防尘习题集

东北大学 王英敏 主编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

860×1168 1/32 印张 6.75 插页 1 字数 176 千字

1993 年 10 月 第一版 1993 年 10 月 第一次印刷

印数 1~2100 册

ISBN 7-5024-1225-5

TD·198 (课) 定价 3.35 元

前 言

矿井通风习题对学习矿井通风理论、分析实际问题、掌握通风计算方法和培养解决问题的能力具有重要作用。本习题集是根据冶金系统高等院校《矿井通风与安全》教学大纲的教学要求而编写的。它是《矿井通风与安全》一书（冶金工业出版社出版，王英敏主编）的辅助教材。内容包括了该书中第一章至第十五章的主要内容。共编写106个例题，240个习题，并附有部分答案。

本习题集适合于采矿专业学生使用，也可作为科研、设计、生产矿山的工程技术人员进行矿井通风工程计算以及高、中等院校教师进行教学的参考。

本习题集由东北工学院王英敏、陈荣策、刘玉顺、栾昌才、李春英、王福成等同志共同编写。在编写过程中，得到各兄弟院校通风安全教研室的大力支持和协助，在此表示衷心感谢。由于编写时间较短和编者水平所限，错误之处在所难免，诚恳欢迎读者批评指正。

编 者

1982年6月

再版前言

本习题集是在《矿井通风习题集》(冶金工业出版社, 1983年版)的基础上改编而成。原书是配合《矿井通风与安全》教材使用的辅助教材。现在《矿井通风与安全》教材已改编为《矿井通风与防尘》。为配合新编的《矿井通风与防尘》教材使用, 本习题集在内容上也做了相应的改编。全书共十四章, 例题113, 习题254, 并附有部分答案。书后还附有东北大学攻读硕士学位研究生《矿井通风与安全》试题选编。

本书所选例题与习题比较结合生产实际, 不仅可供采矿专业、安全工程专业的师生们教学使用, 还可作为科研、设计、生产部门矿山工程技术人员进行矿井通风与防尘工程设计与计算的参考。

本习题集由东北大学王英敏教授任主编, 并编写第九、十一、十三章。参加编写的人员有刘玉顺副教授(编写第六、七章及附录)、栾昌才副教授(编写第八、十、十二章)、王福成副教授(编写第三、四章)、徐竹云副教授(编写第二章及研究生考试题)、陈荣策教授(编写第五、十四章)和李春英副教授(编写第一章)。在编写过程中得到各兄弟院校通风安全教研室的大力支持和协助, 在此表示衷心感谢。由于编者水平所限, 错误之处在所难免, 诚恳欢迎读者批评指正。

编者

1992年10月

目 录

第一章	矿内大气	1
第二章	矿内风流的基本性质	6
第三章	矿内风流运动的能量方程式	13
第四章	井巷通风阻力	24
第五章	矿井自然通风	31
第六章	机械通风	49
第七章	矿井通风网路解算	67
第八章	矿井风量调节	93
第九章	矿井通风系统	110
第十章	局部通风	125
第十一章	矿井通风设计	130
第十二章	矿井通风检查与管理	145
第十三章	矿井通风的几个补充问题	157
第十四章	矿井防尘	164
附录		174
习题答案		191
东北大学攻读硕士学位研究生矿井通风与安全试题选编		198

第一章 矿内大气

例题1-1 夏季地表大气压力为101.3kPa, 空气温度为25℃时, 其相对湿度为70%; 进入矿井后, 大气压力基本不变, 空气温度降至20℃。若空气的含湿量无变化, 求进入矿井后的相对湿度。

解 空气的相对湿度可用下式表示,

$$\phi = \frac{\rho_q}{\rho_b} = \frac{p_q}{p_b}$$

式中 ρ_q 、 ρ_b ——空气的绝对湿度和同温度下的饱和绝对湿度, g/m³;

p_q 、 p_b ——空气的水蒸气分压力 and 同温度下的饱和水蒸气分压力, Pa。

当大气压力为101.3kPa, 气温25℃时, 查附录1得饱和水蒸气分压力为 $p_b = 3160$ Pa, 则相对湿度 $\phi = 70\%$ 时, 水蒸气分压力为

$$p_q = \phi \times p_b = 0.7 \times 3160 = 2212 \text{ Pa}$$

当大气压力为101.3kPa, 气温降至20℃时, 查附录1得饱和水蒸气分压力为 $p'_b = 2331$ Pa。因此, 大气压力和含湿量不变时, 空气进入矿井后的相对湿度近似为:

$$\phi' = p_q / p'_b = 2212 / 2331 = 0.949 = 94.9\%$$

例题1-2 某掘进巷道一次爆破火药量为20kg硝铵炸药, 巷道断面为4.5m², 巷道长300m, 爆破后炮烟抛掷带长为20m。问爆破后炮烟抛掷带内一氧化碳平均浓度(按体积计算)是多少? 又如漫延到全巷道内, 其平均一氧化碳的浓度(按体积计算)又为多少?

解 爆破后巷道内炮烟浓度可按下式计算

$$C_0 = \frac{Ab}{1000} \times \frac{1}{V} \times 100\% = \frac{Ab}{10V}, \%$$

式中 A ——火药量, kg;

b ——1kg火药爆破后²⁰生的有毒气体量, $b = 100\text{L/kg}$;

V ——空间体积, m^3 。

炮烟抛掷带内的浓度为

$$C_1 = \frac{Ab}{10V} \% = \frac{20 \times 100}{10 \times 4.5 \times 20} \% = 2.22\%$$

全巷道内的炮烟浓度为

$$C_2 = \frac{20 \times 100}{10 \times 4.5 \times 300} \% = 0.148\%$$

例题1-3 应用卡他计测定某巷道的气候条件, 卡他计常数 $F = 513$, 干卡他计由 38°C 冷却到 35°C 所需的时间为 $t = 69\text{s}$ 。试求卡他度并说明此种大气条件适于何种程度的劳动。

解 卡他度 H 应按下式计算

$$H = \frac{F}{t} = \frac{513}{69} = 7.4$$

适于轻微体力劳动。

例题1-4 某矿井地表的年平均温度 $t_0 = 8^\circ\text{C}$, 恒温带深度 $z_0 = 30\text{m}$, 百米地温梯度为 3.3°C 。试计算深 500m 处岩石的温度。

解 岩石温度随埋藏深度直线增加。 500m 处岩石的温度 t_r 可按下式计算

$$t_r = t_0 + a \left(\frac{z - z_0}{100} \right) = 8 + 3.3 \left(\frac{500 - 30}{100} \right) = 23.5^\circ\text{C}$$

例题1-5 某井下柴油设备排气中一氧化碳浓度按体积百分比为 0.016% 。试换算成质量浓度, mg/L 。

解 百分比体积浓度 C 与 mg/L 浓度 q 之间的关系为

$$q = \frac{1000M}{22.4} \times \frac{C}{100}, \text{mg/L}$$

即

$$q = \frac{10M}{22.4} C, \text{ mg/L}$$

一氧化碳克分子量

$$M = 28$$

$$q = \frac{10 \times 28}{22.4} \times 0.016 = 0.2 \text{ mg/L}$$

例题1-6 某矿围岩表面氧的析出率 $\delta = 0.814 \text{ Bq/s} \cdot \text{m}^2$ ，采空区的总暴露面积 $S = 17000 \text{ m}^2$ 。当通过该采空区的风量为 $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，求风流中氧的浓度为多少？

解 1. 首先求出氧的总析出量 E

$$E = \delta S = 0.814 \times 17000 = 13838 \text{ Bq/s}$$

2. 求风流中氧的浓度

$$C = \frac{E}{Q} = \frac{13838}{9 \times 1000} = 1.54 \text{ Bq/L}$$

例题1-7 某矿井下生产作业和人员呼吸所产生的二氧化碳量 $G = 8.28 \text{ m}^3/\text{min}$ ，当供给井下的空气量 $Q = 1800 \text{ m}^3/\text{min}$ 时，求（1）井下二氧化碳的浓度为多少？（2）能否进行正常工作？

解 1. 设 x 为井下 CO_2 的浓度， C_0 为标准大气中 CO_2 的浓度（体积比），则

$$x = \frac{G + C_0 Q}{G + Q} = \frac{8.28 + 0.0004 \times 1800}{8.28 + 1800} = 0.498\%$$

2. 按矿山安全规程规定，可以进行正常工作。

习 题 一

1. 地面新鲜空气由哪些气体所组成？新鲜空气进入矿井后，受到矿内作业的影响，气体成分有哪些变化？

2. 引起矿内空气温度变化的主要原因是什么？

3. 解释卡他度的含义。它反映了哪些因素对气候条件的影响？

4. 试说明矿井进风段（没有滴水）为什么会出现冬季空气干燥，而夏季空气潮湿？

5. 冬季进风温度 $+5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度80%，大气压力101.3kPa，进入矿井后，空气温度增至 $+15^{\circ}\text{C}$ ，大气压力基本不变。若空气的含湿量不变，求矿内空气的相对湿度？

6. 矿井总进风量 $Q = 2500\text{m}^3/\text{min}$ ，地表大气压力为101.3kPa 进风温度 $t_1 = +5^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度 $\phi_1 = 70\%$ ，空气密度 $\rho_1 = 1.267\text{kg}/\text{m}^3$ 。矿井排风井口气温 $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\phi_2 = 90\%$ ，求每昼夜风流由矿井中带走的水蒸气量。

7. 夏季地表气温为 28°C ，相对湿度60%，大气压力101.3kPa，设进入矿井后大气的压力和含湿量均不变，井下气温降到多少度时，才能达到露点？

8. 某采场一次爆破火药量为150kg，采场断面面积为 150m^2 ，采场长度为40m。求爆破后采场内的平均一氧化碳浓度（按体积计算）为多少？是允许浓度的多少倍？

9. 用湿卡他计测定某矿的大气条件，当湿卡他计由 38°C 冷却到 35°C 时，所需的时间 $t = 23\text{s}$ ，湿卡他计的常数 $F = 508$ 。问此种大气条件可适合何种程度的劳动？

10. 某矿地温的测定值如下：

距地表深度 $z_i = 30, 60, 90, 120, 180, 210, 240\text{m}$

对应的地温 $t_i = 7.8, 8.4, 9.1, 9.5, 10.5, 11.0, 12.0^{\circ}\text{C}$

求该矿地温梯度平均值为多少？

11. 某矿恒温带深度为 -30m ，井下 -100m 处岩石温度为 14°C ，百米地温梯度 $a = 2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。求井下 -370m 处岩石温度为多少？

12. 某矿恒温带深度为 -30m ，恒温带的温度为 7.5°C 。测得 -60m 处岩石的温度为 8.1°C ， -90m 处的岩石温度为 8.8°C 。试作增温线图，并求井下 -200m 处岩石的温度。

13. 某井下柴油设备尾气中CO的浓度为0.0152%， NO_2 的浓度为0.022%。试分别换算为 mg/L 浓度。

14. 某矿由于井下人员呼吸及其它作业产生的 CO_2 量为 $5.52\text{m}^3/\text{min}$ 。求稀释 CO_2 到允许浓度所需的风量。

15. 供人员呼吸及其他需要所消耗的氧气量可折算成每人 $30\text{L}/\text{min}$ ，求每人所需新鲜空气量为多少？

16. 某矿井下局部采空区域，由于酸性水对石灰岩的作用及通风不良，积蓄了大量 CO_2 气体。已测知 CO_2 的含量为20%（体积比），求空气中

氧的含量降低到多少？

17. 某矿涌水量 $B = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ ，涌水中氧浓度 $C_1 = 425 \text{ Bq/L}$ ，排水中氧浓度 $C_2 = 37 \text{ Bq/L}$ 。求地下水中氧的析出量。

18. 某采场用深孔爆破，一次爆下矿石 200 t ，矿石为含铀品位 0.1% 的褐铁矿，射气系数 50% ，求氧气析出量，欲使氧气不超过最大允许浓度，通风量应为多少？

第二章 矿内风流的基本性质

例题2-1 某矿井, 大气压力 $p=101293\text{Pa}$, 温度 $t=20^\circ\text{C}$, 相对湿度 $\phi=80\%$ 。求空气的密度。

解 湿空气密度按下式计算

$$\rho = 0.00348 \frac{p}{T} \left(1 - 0.378 \frac{\phi p_w}{p} \right)$$

查附录 1 得 $p_w=2331\text{Pa}$

$$\begin{aligned} \rho &= 0.00348 \frac{101293}{273+20} \left(1 - 0.378 \frac{0.8 \times 2331}{101293} \right) \\ &= 1.195 \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

也可按近似公式计算

$$\begin{aligned} \rho &= 0.00345 \frac{p}{T} = 0.00345 \frac{101293}{273+20} \\ &= 1.193 \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

例题2-2 用皮托管和压差计测得巷道某点风流动压为 $h_v=2.4\text{mmH}_2\text{O}$, 空气密度 $\rho=1.2\text{kg/m}^3$ 。求巷道中该点的风速。

解 风流动压与风速存在如下关系

$$h_v = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Pa}$$

或

$$v = \sqrt{\frac{2h_v}{\rho}}, \text{ m/s}$$

由于 $h_v=2.4\text{mmH}_2\text{O}=23.52\text{Pa}$, 则

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 23.52}{1.2}} = 6.26 \text{m/s}$$

例题2-3 用皮托管和压差计测得 A 、 B 两风筒的压力分别

为 $h_1 = -50$, $h_2 = 10$, $h_4 = 60$, $h_5 = 10 \text{ mmH}_2\text{O}$ (见图2-1)。求 h_3 、 h_6 的压力各为多少 Pa? 各压差计测得的是什么压力?

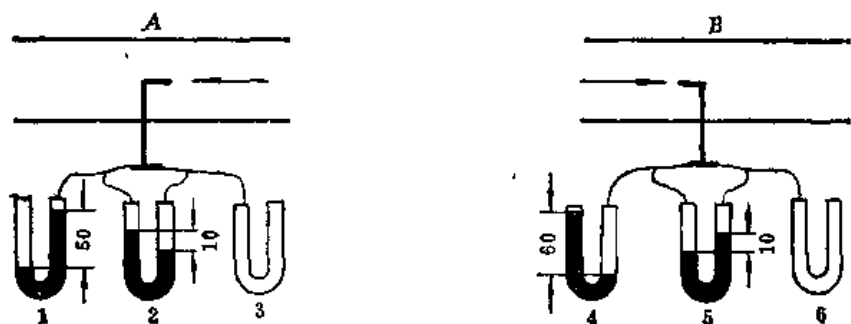


图 2-1

解 1. h_1 为静压, h_2 为动压, h_3 为动压, h_4 为全压;

2. 压差计 3 的读数 h_3 为全压

$$h_3 = h_1 + h_2 = -50 + 10 = -40 \text{ mmH}_2\text{O} = -392 \text{ Pa}$$

3. 压差计 6 的读数 h_6 为静压

$$h_6 = h_4 - h_5 = 60 - 10 = 50 \text{ mmH}_2\text{O} = 490 \text{ Pa}$$

例题2-4 某矿井井口标高 +200m, 大气压力 $p_a = 99960 \text{ Pa}$, 矿内空气的平均密度 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 。求在井下 -500m 深处的大气压力。

解 井下 -500m 深处的大气压力可按下式计算

$$\begin{aligned} p &= p_a + \rho g z = 99960 + 1.2 \times 9.8 (200 + 500) \\ &= 108192 \text{ Pa} \end{aligned}$$

例题2-5 某通风管路如图2-2所示, 已知U型管 1 和 2 测得的压力值为 30 和 36 mmH₂O, 空气密度 $\rho = 1.18 \text{ kg/m}^3$ 。求管路中风流的动压、静压、全压和中心点的风速。

解 1. 用皮托管和压差计测压有如下公式

$$h_t = h_s + h_v$$

由图2-2看出, 压差计 1、2 均为负值, 可判断为抽出式通风, 且动压 h_v 永为正值, 所以, 根据上式可知

$$h_1 = -30 \text{ mmH}_2\text{O}, \text{ 为全压;}$$

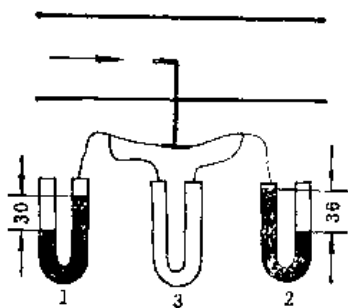


图 2-2

$h_2 = -36 \text{ mm H}_2\text{O}$, 为静压;

$h_3 = h_1 - h_2 = -30 - (-36) = 6 \text{ mm H}_2\text{O}$
 $= 58.8 \text{ Pa}$, 为动压。

2. 中心点的风速

$$v = \sqrt{\frac{2h_v}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \times 58.8}{1.18}} = 9.99 \text{ m/s}$$

例题2-6 某梯形巷道断面 $S = 6 \text{ m}^2$, 平均风速 $v = 1.2 \text{ m/s}$, 问巷道的风流运动状态是层流还是紊流?

解 判断巷道中风流运动状态的准则是雷诺数 Re

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

式中 d ——巷道的等效直径, 在梯形巷道中 $d = 4S/P$, 其中周

界为 $P = 4.16\sqrt{S}$;

ν ——空气运动粘性系数, $t = 15^\circ\text{C}$ 时, $\nu = 15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;

v ——平均风速, m/s 。

故

$$Re = \frac{4\sqrt{S}v}{4.16\nu} = \frac{4\sqrt{6} \times 1.2}{4.16 \times 15 \times 10^{-6}} = 188422$$

此值大于临界雷诺数 $Re = 2320$, 故是紊流状态。

例题2-7 某巷道断面 $S = 5.2 \text{ m}^2$, 用风表测得 (侧面法) 平均风速 $v_s = 2.3 \text{ m/s}$, 求巷道的风量为多少?

解 用风表测定巷道风速时, 因人体占有面积 (约为 0.4 m^2), 故巷道平均风速为

$$v = \frac{S - 0.4}{S} v_s = \frac{5.2 - 0.4}{5.2} \times 2.3 = 2.12 \text{ m/s}$$

巷道风量为

$$Q = vS = 2.12 \times 5.2 = 11.02 \text{ m}^3/\text{s}$$

例题2-8 圆形风筒的半径为 R , 用皮托管和压差计测其断面平均风速。若分为 3、4、5、6 个圆环, 求各测点距中心点的距离分别为多少?

解 各测点距中心的距离, 可按下式计算

$$R_i = R \sqrt{\frac{2i-1}{2n}}$$

令 $K = \sqrt{\frac{2i-1}{2n}}$, 上式可写为

$$R_i = KR$$

式中 i ——测点序号 ($i=1, 2, 3, \dots, n$; n ——圆环数)。

数值 K 经计算如下表。

K 值 表

表 2-1

$n \backslash i$	1	2	3	4	5	6
3	0.408	0.707	0.913			
4	0.354	0.612	0.791	0.935		
5	0.316	0.548	0.707	0.837	0.949	
6	0.289	0.500	0.645	0.764	0.866	0.957

习 题 二

1. 说明影响空气密度大小的主要因素。压力和温度相同的干空气与湿空气相比, 哪种空气密度大? 为什么?

2. 在压入式通风管道中, 风流的相对静压在什么情况下能出现负值?

在抽出式通风管道中，相对静压能否出现正值？

3. 简要说明测定断面平均风速的方法。

4. 紊流扩散系数的概念是什么？

5. 某矿井地表大气压力 $p_0 = 101559\text{Pa}$ ，矿井深度每增加100m时，大气压力递增率为1306Pa，求井下-100m处大气压力为多少？若该处气温 $t = 18^\circ\text{C}$ ，求空气密度为多少？

6. 已知大气压力为101293Pa，空气温度 $t = 27^\circ\text{C}$ ，求湿空气密度为多少？

7. 已知矿井内空气压力 $p = 103958\text{Pa}$ ，空气温度 $t = 17^\circ\text{C}$ ，空气的相对湿度 $\phi = 60\%$ ，求空气的密度。

8. 某竖井井口大气压力为101293Pa。若井筒中空气的平均密度 $\rho = 1.293\text{kg/m}^3$ ，在无风流情况下，求-300m处大气压力为多少？

9. 某通风管道如图2-3所示，测得 $h_1 = 18\text{mmH}_2\text{O}$ ， $h_3 = 12\text{mmH}_2\text{O}$ ，空气密度 $\rho = 1.2\text{kg/m}^3$ ，求所测中心点的风速并判断其通风方式。

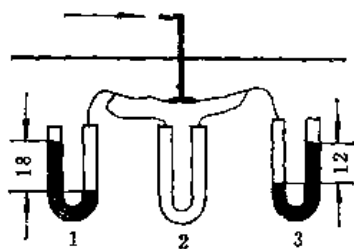


图 2-3

10. 用皮托管和U型管压差计测得某通风管道中压力的结果分别如图2-4所示，单位为 mmH_2O 。问静压、动压及全压各为多少？并判断其通风方式。

11. 在某井筒中，用胶皮管和U型管压差计测定两点的静压差（见图2-5），如井筒中无风流，求压差计读数为多少？若已知A点的静压力为101293Pa，两点的标高差为200m，空气的密度为 1.2kg/m^3 ，求B点的大气压力。

12. 某一段垂直通风管道如图2-6所示，管外2点标高处的大气压力 $p_0 = 101293\text{Pa}$ 。压差计A测得的相对静压为68 mmH_2O ，问2点的大气压力为多少？设1—2点间的标高差为30m，风流方向由1→2，压差计B放在管外1点所在标高处，求压差计B测得的读数是多少？

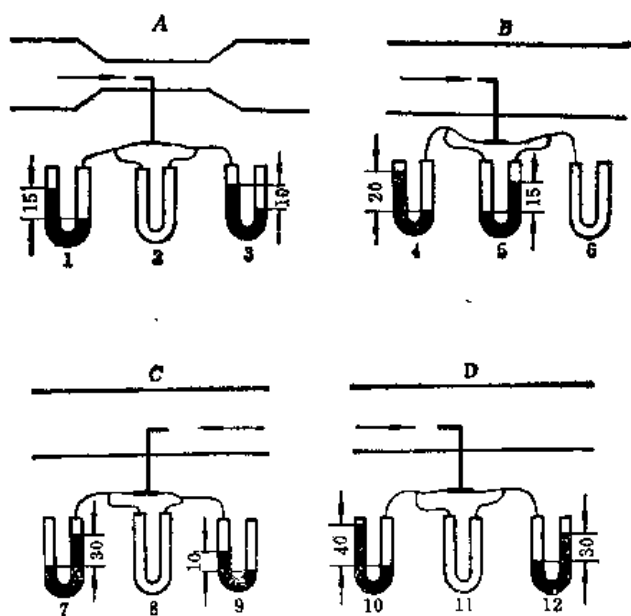


图 2-4

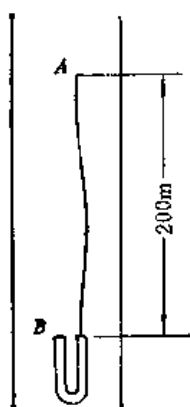


图 2-5

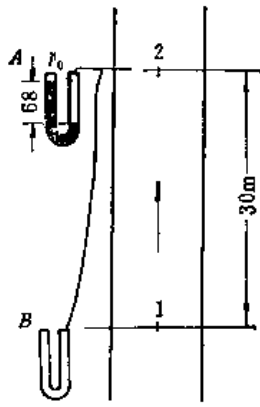


图2-6

13. 若梯形巷道断面分别为 4、9、16 m^2 ，空气运动粘性系数 $\nu = 15 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 。求达到紊流运动时的风速应大于多少？

14. 某通风巷道断面 $S = 4 \text{m}^2$ ， $\nu = 0.15 \text{m/s}$ ，空气温度是 15°C 。试判断巷道内风流运动状态。

15. 在直径为 500mm 的圆形风筒断面上取 5 个圆环，测定其断面平均