



煤矿专业基础知识读本

MEIKUANG ZHUANYE JICHU ZHISHI DUBEN

主 编 唐其武 冯明伟
副主编 韩治华 陈光海
主 审 李慧民 吴再生

下 册



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

煤矿专业基础知识读本

下册

主 编	唐其武	冯明伟
副主编	韩治华	陈光海
主 审	李慧民	吴再生

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

煤矿专业基础知识读本. 下/唐其武,冯明伟主编. —重庆:重庆大学出版社,2012.7
ISBN 978-7-5624-6663-5

I. ①煤… II. ①唐…②冯… III. ①煤矿—矿业工程—基本知识 IV. ①TD

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第158514号

煤矿专业基础知识读本

下册

主 编 唐其武 冯明伟

副主编 韩治华 陈光海

主 审 李慧民 吴再生

策划编辑:曾显跃

责任编辑:文 鹏 版式设计:曾显跃

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:22.75 字数:568千

2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷

印数:1—6 000

ISBN 978-7-5624-6663-5 定价:49.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编写委员会

主 任 魏福生

副主任 唐其武 幸大学 韩贵刚 张亚杭

张继勇 李慧民

委 员(按姓氏笔画为序)

冯明伟 刘其志 杜志军 李 敏

李开学 李天和 李北平 吴再生

陈 雄 陈光海 杨 键 罗笃伯

欧才全 唐德智 黄阳全 韩治华

前言

我国是世界煤炭资源蕴藏最丰富的国家之一。全国绝大多数省市区都有不同数量的煤炭资源分布,据国土资源部门最新统计,截至 2009 年末,已探明含煤面积为 392 600 km²,1 000 m 埋深以内煤炭资源量为 18 440 亿 t,煤层气 350 万亿 m³。2 000 m 埋深以内保有煤炭资源量为 45 521 亿 t,煤炭储量居世界第三位,煤种齐全、分布面积广。煤炭是我国的主要能源,我国是世界最大的煤炭生产国和消费国。新中国成立 60 余年来,煤炭在我国一次能源消费结构中的比重一直占 70% 以上,预计到 2050 年仍将不低于 50%。

我国是世界上最早利用、开采煤炭资源的国家,已有 6 800 多年的煤炭开采历史。新中国成立后,我国煤炭工业在党和政府安全生产方针的指引下,对落后的采煤方法和生产工艺进行全面改造,用科技推动煤炭行业发展,煤炭生产技术和生产能力得到大幅度提升,煤炭工业面貌焕然一新。特别是改革开放 30 多年来,我国煤炭工业取得举世瞩目的成就,建设了一批高产高效现代化本质安全型矿井,煤矿采煤、掘进、提升、运输、洗选加工等环节的机械化、自动化、集约化程度迅速提高,采煤工作面平均单产和掘进工作面平均单进连创多项新的纪录,矿井生产能力不断提高,煤炭产量不断增长,煤炭工业的科技水平不断提升,产品深加工利用程度越来越高,安全生产达到历史最好水平。2010 年,我国煤炭产量达 32.4 亿 t,百万吨死亡率降到 0.5 以下。进入新时期,国家对煤炭工业提出了更高的要求,煤炭工业要加快现代化建设步伐,依靠科技进步,不断推进高产高效矿井建设,加强管理,充实内涵、改进技术,提高经济效益,实现安全健康发展。作为煤矿工作者,特别是煤矿安全监管人员,要熟悉煤矿安全生产的自然规律,全面掌握煤炭生产技术,适应煤炭工业现代化、机械化、电气化、信息化和安全发展的要求。

本书由重庆煤矿安全监察局、重庆市煤炭工业管理局和重庆工程职业技术学院共同组织编写,主要内容包括矿山测量、煤矿地质、巷道施工、煤炭开采、矿井通风、矿井灾害及其防治、矿山电气、矿井提升运输、矿井瓦斯抽采、矿井安全监控、矿山救护共 11 个篇目。本书在编写时突出了科学性、系统性、实用性和新颖性等特点,侧重反映了南方矿井生产实际和发展方向,表述简明、内容全面,便于教学和自学。本书主要作为煤矿安全监管人员培训教材,也可作为高等职业院校、本科院校煤矿安全生产相关专业的教学用书。

本书由唐其武、冯明伟担任主编,韩治华、陈光海担任副主编,李慧民、吴再生担任主审。第一篇由冯大福、罗强编写;第二篇由李北平、徐智彬编写;第三篇由李开学、周华龙编写;第四篇由陈雄、冯廷灿编写;第五篇由喻晓峰、刘其志编写;第六篇由冯明伟、肖丹、何荣军编写;第七篇由范其恒编写;第八篇由韩治华编写;第九篇由骆大勇编写;第十篇由陈光海、韩晋川编写;第十一篇由田卫东、桑鹏程编写。全书由冯明伟统稿。由于时间仓促,加之编写人员理论水平和实践经验有限,书中难免存有错谬,恳望专家、读者指正。

编 者

2012 年 4 月

目 录

第 5 篇 矿井通风

第 1 章 矿井有害气体与气候条件	2
1.1 矿井有害气体	2
1.2 矿井气候条件及其测定	6
第 2 章 矿井通风阻力	9
2.1 矿井通风阻力产生原因	9
2.2 矿井通风压力及阻力测定	12
2.3 降低通风阻力的措施	16
第 3 章 矿井通风动力	18
3.1 自然风压的计算及其利用	18
3.2 矿井主要通风机及其附属装置	20
3.3 局部通风	31
第 4 章 矿井通风系统	41
4.1 矿井通风方式和方法	41
4.2 影响矿井通风系统稳定的因素	45
4.3 矿井内各需风地点风量计算	46
4.4 风量分配	50
4.5 通风系统	51
4.6 通风网络	55
4.7 通风设施	58
第 5 章 矿井通风管理	63
5.1 矿井通风管理	63
5.2 矿井通风管理质量标准	65
5.3 风量调节	65
5.4 灾变时的风流控制与管理	73

第 6 篇 矿井灾害防治

第 1 章 矿井瓦斯防治	76
1.1 矿井瓦斯来源	76
1.2 矿井瓦斯危害及其防治	80

第2章 矿尘防治	96
2.1 矿尘产生及其危害	96
2.2 综合防尘措施	97
2.3 防治煤尘爆炸措施	100
第3章 矿井火灾防治	105
3.1 矿井火灾及其分类	105
3.2 外因火灾及其防治	107
3.3 内因火灾及其防治	109
3.4 矿井火区的管理与启封	112
第4章 矿井水灾防治	114
4.1 矿井水灾及其危害	114
4.2 矿井突水预兆	115
4.3 矿井水害防治	116
第5章 顶板事故防治	119
5.1 采煤顶板事故防治	119
5.2 巷道顶板事故防治	124

第7篇 矿山电气

第1章 煤矿供电系统	127
1.1 煤矿供电系统概述	127
1.2 煤矿供电系统构成	128
1.3 电源要求及相关规定	130
1.4 井下变电所设置与设备布置	130
第2章 煤矿供电安全	132
2.1 电气火灾及其预防	132
2.2 防爆原理及失爆检查	133
2.3 防爆电气设备管理	136
2.4 井下供电系统保护接地	137
2.5 井下供电系统漏电保护	140
2.6 井下供电系统过流保护	143
2.7 触电及其预防	147
第3章 矿山电气设备	151
3.1 高压防爆真空配电装置	151
3.2 矿用变压器	157
3.3 矿用移动变电站	158
3.4 矿用低压馈电开关	161
3.5 矿用低压启动器	164
3.6 井下电缆	171

第8篇 矿井提升运输

第1章 矿井提升	177
1.1 矿井提升设备	177
1.2 矿井提升安全管理	189
第2章 矿井运输	199
2.1 矿井运输设备	199
2.2 矿井运输安全管理	203

第9篇 矿井瓦斯抽采

第1章 煤层瓦斯抽采技术及方法	213
1.1 概 述	213
1.2 本煤层瓦斯抽采	214
1.3 邻近层瓦斯抽采	218
1.4 采空区瓦斯抽采	227
1.5 提高瓦斯抽采量的途径	230
第2章 矿井瓦斯抽采设计及施工	232
2.1 矿井瓦斯抽采设计	232
2.2 瓦斯抽采钻孔及施工	233
2.3 瓦斯抽采管路及计算	238
2.4 瓦斯抽采设备及安全装置	240
第3章 矿井瓦斯抽采管理	246
3.1 瓦斯抽采日常管理制度	246
3.2 钻孔施工参数与瓦斯抽采参数的管理	247

第10篇 矿井安全监控

第1章 安全监控系统	250
1.1 安全监控系统结构	250
1.2 安全监控系统功能	254
1.3 安全监控系统布置规范	257
第2章 安全监控设备	271
2.1 常见传感器	271
2.2 分站设备	276
2.3 断电仪	280
第3章 安全监控系统维护与管理	283
3.1 监控系统的维护与管理	283
3.2 传感器调校	285

第 11 篇 矿山救护

第 1 章 矿山应急救援	289
1.1 矿山应急救援体系	289
1.2 矿山应急救援预案	294
第 2 章 矿山救护队	304
2.1 矿山救护队	304
2.2 矿山救护队行动原则	316
第 3 章 矿井六大避险系统	333
3.1 安全监控系统	333
3.2 人员定位系统	333
3.3 紧急避险系统	334
3.4 压风自救系统	343
3.5 供水施救系统	345
3.6 通信联络系统	347
参考文献	352

第 5 篇

矿井通风

矿井通风的基本任务是向井下各工作场所连续不断地供给适宜的新鲜空气,把有毒有害气体和矿尘稀释到安全浓度以下并排出矿井之外;通过连续供风为矿井提供适宜的气候条件,创造良好的生产环境,保障职工身体健康和生命安全,维持机械设备正常运转,提高劳动生产效率。

第 **I** 章

矿井有害气体与气候条件

1.1 矿井有害气体

1.1.1 矿井空气主要成分及工业卫生标准

(1) 矿井空气主要成分

矿内空气与地面空气不同。地面空气是由 O_2 、 N_2 、 CO_2 、水蒸气和微量的灰尘与微生物组成的混合物。地面空气组分见表 5.1.1。

表 5.1.1 地面空气组成成分

气体成分	按体积计/%	按质量计/%	备 注
氧气(O_2)	20.96	23.32	惰性稀有气体氦、氖、氩、氪、氙等计在氮气中
氮气(N_2)	79.0	76.71	
二氧化碳(CO_2)	0.04	0.06	

地面空气进入井下后,其成分和性质就发生了变化,如氧含量减少,混入各种有害气体及矿尘,空气的温度、湿度和压力发生变化等。

矿内空气与地面空气相比,虽然在成分上发生一些变化,但其主要成分仍然为氧气、氮气和二氧化碳。

(2) 矿井空气主要成分工业卫生标准

矿井空气的主要成分中,由于氧气和二氧化碳对人员身体健康和安全生产影响很大,所以《规程》第一百条对其浓度标准作了明确规定:采掘工作面的进风流中,氧气浓度不低于 20%,二氧化碳浓度不超过 0.5%。

1.1.2 矿井主要有害气体

(1) 矿井空气中主要有害气体

在煤矿生产过程中,经常遇到的有害气体有甲烷、一氧化碳、二氧化硫、硫化氢和氨等,这些气体总称为瓦斯。

1) 甲烷(CH_4)

甲烷是一种无色、无味、无臭的气体,它的相对密度为 0.554,比空气轻,易积聚于巷道上部。甲烷能燃烧和爆炸,当矿内空气中的甲烷浓度超过 50% 时,能使人因缺氧而窒息死亡。

2) 一氧化碳(CO)

一氧化碳是无色、无味、无臭的气体,相对密度为 0.97,微溶于水,能燃烧。当空气中一氧化碳体积浓度达到 13% ~ 75% 时,遇火源有爆炸性。

一氧化碳的中毒程度与中毒浓度、中毒时间、呼吸频率和深度及人的体质有关。与中毒浓度和中毒时间的关系见表 5.1.2。

表 5.1.2 一氧化碳的中毒程度与浓度的关系

一氧化碳浓度(体积)/%	主要症状
0.016	数小时后有头痛、心跳、耳鸣等轻微中毒症状
0.048	1 h 可引起轻微中毒症状
0.128	0.5 ~ 1 h 引起意识迟钝、丧失行动能力等严重中毒症状
0.40	短时间失去知觉、抽筋、假死。30 min 内即可死亡

除上述症状外,一氧化碳中毒最显著的特征是嘴唇呈绯红色,两颊有斑点。

矿井中一氧化碳的主要来源有:爆破工作;矿井火灾;瓦斯及煤尘爆炸等。据统计,在煤矿发生的瓦斯爆炸、煤尘爆炸及火灾事故中,70% ~ 75% 的死亡人员都是因一氧化碳中毒所致。

3) 硫化氢(H_2S)

硫化氢是无色、微甜、略带臭鸡蛋味的气体,相对密度为 1.19,易溶于水。在常温常压下,一个体积的水可溶解 2.5 个体积的硫化氢,故它可能存在于旧巷的积水中。硫化氢能燃烧,当空气中硫化氢浓度达到 4.3% ~ 45.5% 时,具有爆炸性。

硫化氢有剧毒。它不但能使人体血液缺氧中毒,同时对眼睛及呼吸道的黏膜具有强烈的刺激作用,能引起鼻炎、气管炎和肺水肿。硫化氢在空气中浓度达到 0.000 1% 时,可嗅到臭味,但当浓度较高时(0.005% ~ 0.01%),因人的嗅觉神经中毒麻痹,臭味“减弱”或“消失”,反而嗅不到。硫化氢的中毒程度与浓度的关系表 5.1.3。

表 5.1.3 硫化氢的中毒程度与浓度的关系

硫化氢浓度(体积)/%	主要症状
0.000 1	有强烈臭鸡蛋味
0.01	流唾液和清鼻涕,瞳孔放大,呼吸困难
0.05	0.5 ~ 1 h 严重中毒,失去知觉、抽筋、瞳孔变大,甚至死亡
0.1	短时间内死亡

矿井中硫化氢的主要来源有:坑木等有机物腐烂;含硫矿物的水化;从老空区和旧巷积水中放出。有些矿区的煤层中也有硫化氢涌出。

4) 二氧化硫(SO_2)

二氧化硫是无色、有强烈硫黄气味及酸味的气体,相对密度为 2.22,易溶于水。当空气中二氧化硫浓度达到 0.000 5% 时,即可嗅到刺激气味。它是井下有害气体中密度最大的一种气体,常常积聚在井下巷道的底部。

二氧化硫有剧毒。空气中二氧化硫遇水后生成硫酸,对眼睛有刺激作用。此外,也能对呼吸道的黏膜产生强烈的刺激作用,引起喉炎和肺水肿。二氧化硫的中毒程度与浓度的关系见表 5.1.4。

表 5.1.4 二氧化硫的中毒程度与浓度的关系

二氧化硫浓度(体积)/%	主要症状
0.000 5	嗅到刺激性气味
0.002	头痛、眼睛红肿、流泪、喉痛
0.05	引起急性支气管炎和肺水肿,短时间内有生命危险

矿井中二氧化硫主要来源有:含硫矿物的氧化与燃烧;在含硫矿物中爆破;从含硫煤体中涌出。

5) 二氧化氮(NO_2)

二氧化氮是一种红褐色气体,有强烈的刺激性气味,相对密度为 1.59,易溶于水。

二氧化氮是井下毒性最强的有害气体。它遇水后生成硝酸,对眼睛、呼吸道黏膜和肺部组织有强烈的刺激及腐蚀作用,严重时可引起肺水肿。

二氧化氮的中毒有潜伏期,容易被人忽视。中毒初期仅是眼睛和喉咙有轻微的刺激症状,常不被注意,有的在严重中毒时尚无明显感觉,还可坚持工作,经过 6 h 甚至更长时间后才出现中毒征兆。主要特征是手指尖及皮肤出现黄色斑点,头发发黄,吐黄色痰液,发生肺水肿,引起呕吐甚至死亡。二氧化氮的中毒程度与浓度的关系见表 5.1.5。

表 5.1.5 二氧化氮的中毒程度与浓度的关系

二氧化氮浓度(体积)/%	主要症状
0.004	2~4 h 内不致显著中毒,6 h 后出现中毒症状,咳嗽
0.006	短时间内喉咙感到刺激、咳嗽,胸痛
0.01	强烈刺激呼吸器官,严重咳嗽,呕吐、腹泻,神经麻木
0.025	短时间即可致死

矿井中二氧化氮的主要来源是爆破工作。炸药爆破时会产生一系列氮氧化物,如一氧化氮(遇空气即转化为二氧化氮)、二氧化氮等是炮烟的主要成分。在爆破工作中,一定要加强通风,防止炮烟熏人事故。

6) 二氧化碳(CO_2)

二氧化碳为无色、微有酸味的气体,相对密度为 1.52。

二氧化碳能刺激人的中枢神经,使呼吸加快。它虽是空气中的成分之一,但超过浓度可使人昏迷。二氧化碳浓度与中毒程度见表 5.1.6。

表 5.1.6 空气中二氧化碳浓度对人体的影响

二氧化碳浓度(体积)/%	人体主要症状
1	呼吸加深,急促
3	呼吸急促,心跳加快,头痛,很快疲劳
5	呼吸困难,头痛,恶心,耳鸣
10	头痛,头昏,呼吸困难,昏迷
10~20	呼吸停顿,失去知觉,时间稍长会死亡
20~25	短时间中毒死亡

矿井中二氧化碳的主要来源有:煤和有机物的氧化;人员呼吸;井下爆破;井下火灾;瓦斯、煤尘爆炸等。有时也能从煤岩中大量涌出,甚至与煤或岩石一起突然喷出,给安全生产造成重大影响。

7) 氨气(NH_3)

氨气是一种无色、有浓烈臭味的气体,相对密度为 0.6,易溶于水。当空气中的氨气浓度达到 30% 时,遇火有爆炸性。

氨气有剧毒。它对皮肤和呼吸道黏膜有刺激作用,可引起喉头水肿,严重时失去知觉,以致死亡。

氨气主要是在矿井发生火灾或爆炸事故时产生。

8) 氢气(H_2)

氢气无色、无味、无毒,相对密度为 0.07,是井下最轻的有害气体。氢气能燃烧,其点燃温度比瓦斯低 100~200℃。当空气中氢气浓度达到 4%~74% 时,具有爆炸危险。

井下氢气的主要来源是蓄电池充电。此外,矿井发生火灾和爆炸事故中也会产生氢气。

(2) 矿井空气中有害气体的安全浓度标准

为了防止有害气体对人体和安全生产造成危害,《规程》中对其安全浓度(允许浓度)标准作了明确规定,有害气体的浓度不超过表 5.1.7 中的规定。

表 5.1.7 矿井空气中有害气体最高允许浓度

有害气体名称	符 号	最高允许浓度/%
一氧化碳	CO	0.002 4
氧化氮(换算成二氧化氮)	NO_2	0.000 25
二氧化硫	SO_2	0.000 5
硫化氢	H_2S	0.000 66
氨	NH_3	0.004

1.2 矿井气候条件及其测定

矿井气候是指矿井空气的温度、湿度和风速等参数的综合作用状态。这三个参数的不同组合,便构成了不同的矿井气候条件。矿井气候条件直接影响着井下作业人员的身体健康和劳动生产效率。

1.2.1 矿井内气候条件

(1) 矿内空气的温度

空气的温度是影响矿内气候条件的主要因素。气温过高,影响人体散热,破坏身体热平衡,使人感到不适;气温过低,人体散热过多,容易引起感冒。人体最适宜的空气温度一般认为 $15 \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 矿内空气的湿度

空气的湿度是指空气中所含的水蒸气量,即空气的潮湿程度。空气的潮湿程度一般用“相对湿度”来表示。相对湿度是每立方米空气中含有的水蒸气量和同一温度下饱和水蒸气量之比。

通常所说的湿度指的都是相对湿度,它反映的是空气中所含水蒸气量接近饱和的程度。一般认为相对湿度为 $50\% \sim 60\%$ 时,人体最为适宜。

(3) 井巷中的风速

在矿井井巷中,风流在单位时间内所流经的距离,称之为井巷中的风速(简称风速)。

井巷中的风速大小直接影响人体的散热效果,同时也影响着矿井安全生产。井巷中的风速应符合《规程》规定。

气候条件是空气温度、湿度和风速三者的综合结果,因此,气候条件的优劣,不能从单独测定某个因素的值来评定,而必须测定其综合结果。目前一般采用卡他计来测定矿井气候条件。

1.2.2 矿井内气候条件测定

(1) 温度测定

《规程》规定:生产矿井采掘工作面空气温度不得超过 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$,机电设备硐室的空气温度不得超过 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;当空气温度超过规定时,必须缩短超温地点工作人员的工作时间,并给予高温保健待遇。采掘工作面的空气温度超过 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、机电设备硐室的空气温度超过 $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,必须停止工作。

矿内空气温度的测定可用温度计直接测得。测温仪器可使用最小分度 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 并经校正的温度计。

(2) 湿度测定

1) 影响矿内空气湿度的因素

①季节性影响。冬季地面空气温度低,在进风路线上,因温度升高,空气饱和能力会加大,所以会沿途吸收井巷中的水分,使进风井巷显得干燥;夏季则相反,沿途井巷显得潮湿。

②井下水影响。井下有淋水,相对湿度就大。实践证明,井巷内有淋水,能使矿井空气湿度增至90%~95%。

2) 矿井空气湿度的测定

矿井空气相对湿度一般用手摇湿度计、风扇湿度计测定。

(3) 风速测定

1) 风速测定相关规定

风速既是影响气候条件的主要因素之一,也是测定井下巷道风量的基础。单位时间内通过井巷断面的空气体积叫做风量,它等于井巷的断面积与通过井巷的平均风速的乘积。因此,测量风量时必然测定风速。风速和风量测定是矿井通风测定技术中的重要组成部分,也是矿井通风管理中的基础性工作。

《规程》规定:矿井必须建立测风制度,每10天进行一次全面测风。对采掘工作面和其他用风地点,应根据实际需要随时测风,每次测风结果应记录并明确写在测风地点的记录牌上。矿井应根据测风结果采取措施,进行风量调节。

2) 测风仪器

要测量井巷中的风速,一般采用风表(风速计)。目前我国使用的风表有机械翼式风表、电子翼式风表、热球式风表和超声波旋涡风速传感器等。

3) 井巷中风速测定

①测风点的设置。井下测风要在测风站内进行,为了准确、全面地测定风速、风量,每个矿井都必须建立完善的测风制度和分布合理的固定测风站。对测风站的要求如下:

a. 应在矿井的总进风、总回风,各水平、各翼的总进风、总回风,各采区和各用风地点的进、回风巷中设置测风站,但要避免重复设置;

b. 测风站应设在平直的巷道中,其前后各10 m范围内不得有风流分叉、断面变化、障碍物和拐弯等局部阻力;

c. 若测风站位于巷道断面不规整处,其四壁应用其他材料衬壁呈固定形状断面,长度不得小于4 m;

d. 采煤工作面不设固定的测风站,但必须随工作面的推进选择支护完好、前后无局部阻力物的断面上测风;

e. 测风站内应悬挂测风记录板(牌),记录板上写明测风站的断面积、平均风速、风量、空气温度、大气压力、瓦斯和二氧化碳浓度、测定日期以及测定人等项目。

②测风方法。为了测得平均风速,可采用线路法或定点法。线路法是风表按一定的线路均匀移动,如图5.1.1所示;定点法是将巷道断面分为若干格,风表在每一个格内停留相等的时间进行测定,如图5.1.2所示,根据断面大小,常用的有9点法、12点法等。

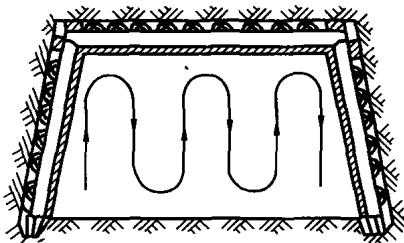


图 5.1.1 线路法测风

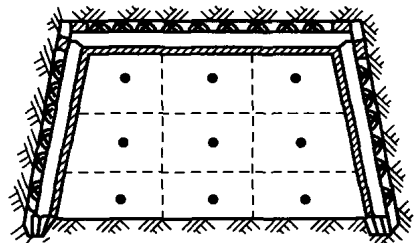


图 5.1.2 定点法测风