

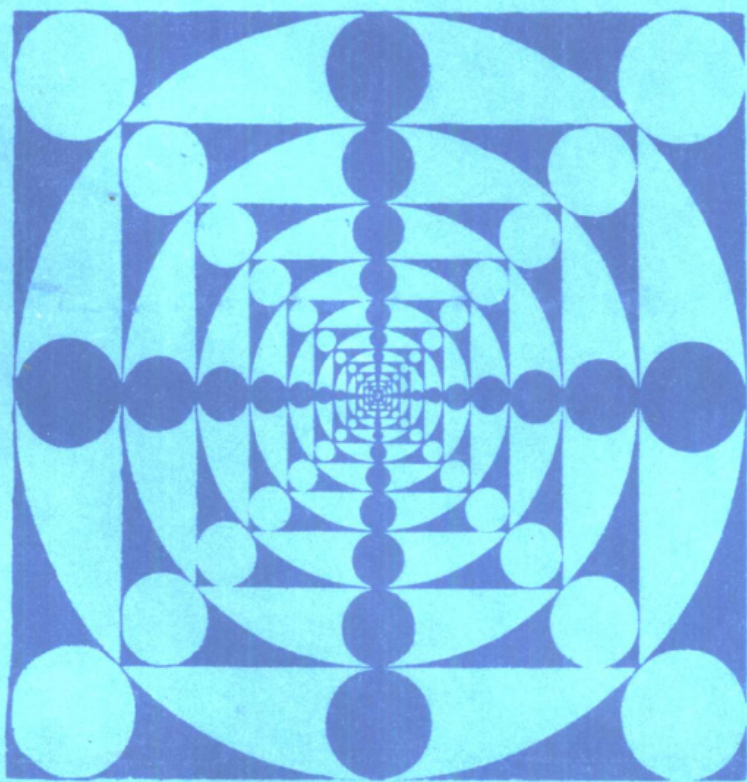
高等学校教学用书

矿井灾害防治理论与技术

高等学校教学用书

矿井灾害防治理论与技术

王省身 主编



47

版上

中国矿业大学出版社

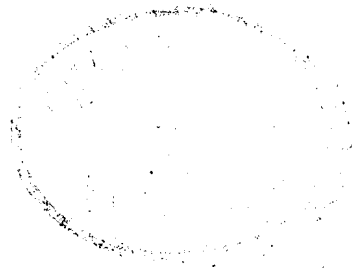


数据加载失败，请稍后重试！

高等学校教学用书

矿井灾害防治理论与技术

主 编 王省身 副主编 俞启香



中国矿业大学出版社

2008/10

内 容 提 要

本书共六章，它系统地介绍了煤矿矿井主要灾害，水、火、瓦斯、矿尘的危害及其发生，发展的规律和防治理论与技术。既反映了我国煤矿防灾，抗灾的工作经验和技術成就，同时又介绍了国内外有关的一些科技成果。本书为煤炭高等院校采矿工程专业使用的教材，也可供科研、生产技术人员参考。

高等学校教学用书

矿井灾害防治理论与技术

王省身 主编 俞启香 副主编

中国矿业大学出版社出版发行

中国矿业大学印刷厂 印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 15 插页 1 字数 462 千字

1986 年 11 月第一版 1997 年 7 月第三次印刷

印数：21001~24000 册

ISBN 7 - 81021 - 499 - 3

TD·101

定价：12.00 元

前 言

1982年我们接受了编写煤炭高等院校采矿工程专业《煤矿安全》、《矿井通风》两门课程教材的任务。1984年两教材脱稿后，经中国矿业学院等院校试用。1985年元月教材编审委员会在北京主持召开了审稿会；邀请了王家廉、余申翰、谢世宁、管传薪、万业强等专家、学者以及煤炭高等院校部分通风安全专业教师对该书初稿进行了审查、讨论，提出了许多宝贵的意见。会后，我们根据通用的教学大纲与审稿会的意见对初稿进行了修改，并将《煤矿安全》更名为《矿井灾害防治理论与技术》。

本书与《矿井通风》是姊妹篇，在内容上互相配合并避免重复，构成完整的学科体系。在教学安排上，一般在《矿井通风》课开出若干周以后，再讲授本课程为宜。

本书由王省身同志编写了绪论、第一、四、六章，俞启香同志编写了第二章，邸志前同志编写了第三、五章，王省身同志任主编，俞启香同志任副主编。

在初稿中李瑞琼同志编写了“瓦斯抽放”一节，舒祥泽同志编写了“矿山救护”的内容，王新泉同志绘制了部分插图。在此一并感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不少缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

责任编辑：聂孟荀

目 录

| | |
|-------------------|---------|
| 绪论 | (1) |
| 第一章 安全技术总则 | (2) |
| 第一节 党的安全生产方针 | (2) |
| 第二节 矿山安全法规及安全组织机构 | (4) |
| 第二章 矿井瓦斯及其防治 | (8) |
| 第一节 概述 | (8) |
| 第二节 矿井瓦斯的生成及赋存 | (8) |
| 第三节 矿井瓦斯涌出 | (18) |
| 第四节 矿井瓦斯喷出及其预防 | (28) |
| 第五节 煤和瓦斯突出及其预防 | (32) |
| 第六节 矿井瓦斯爆炸及其预防 | (55) |
| 第七节 矿井瓦斯抽放 | (73) |
| 第八节 矿井瓦斯检测及监测 | (88) |
| 第三章 矿尘危害及其预防 | (99) |
| 第一节 概述 | (99) |
| 第二节 矿尘的性质及其危害 | (99) |
| 第三节 综合防尘技术 | (103) |
| 第四节 煤尘爆炸 | (114) |
| 第五节 防止煤尘爆炸的技术措施 | (119) |
| 第六节 煤尘抑爆及隔爆技术 | (129) |
| 第七节 矿尘测定 | (132) |
| 第四章 矿井火灾及其防治 | (136) |
| 第一节 概述 | (136) |
| 第二节 自燃火灾与煤炭自燃 | (137) |
| 第三节 预防自燃火灾 | (146) |
| 第四节 预防外因火灾 | (166) |
| 第五节 矿井灭火 | (168) |
| 第六节 火区管理与启封 | (179) |
| 第五章 矿井水灾及其防治 | (181) |
| 第一节 概述 | (181) |
| 第二节 地表水综合治理 | (181) |
| 第三节 预先排水疏干 | (184) |
| 第四节 地下水的探放 | (185) |
| 第五节 矿井水的隔离与堵截 | (187) |

| | | |
|-------------|---------------------|--------------|
| 第六节 | 矿井水灾的预测 | (196) |
| 第七节 | 透水事故的处理 | (198) |
| 第六章 | 矿山救护及事故统计与分析 | (203) |
| 第一节 | 概述 | (203) |
| 第二节 | 矿工自救 | (203) |
| 第三节 | 矿山救护组织与装备 | (208) |
| 第四节 | 现场急救 | (218) |
| 第五节 | 矿井灾害预防和处理计划的编制与实例 | (222) |
| 第六节 | 工伤事故的统计与分析 | (226) |
| 参考文献 | | (230) |

绪 论

我国煤矿的90%是井工开采，地下作业是它的基本特点。较之地面作业它有许多不安全的自然因素：水、火、瓦斯、矿尘、冒顶等时时刻刻都在威胁着我们。人们称煤矿工作者是开采光明的人，这是对我们的鼓舞与赞誉。我们是向地球开战，向大自然作斗争的勇士。勇士如果不能认清“敌人”的特点，掌握它们的活动规律，有针对性地采取科学的措施就无法战胜“敌人”，或者稍有疏忽，就会给“敌人”以可乘之机，给矿井造成严重的损失，给我们自身带来不幸。

《矿井灾害防治理论与技术》是人们在煤炭工业生产中，在与上述诸种自然灾害斗争中，不断积累经验、吸取教训、总结规律、建立理论、完善措施而逐渐形成和诞生的一门学科。它是地下采矿工程专业必不可少的一门专业课。其内容包括以下几个部分：

1. 党的安全生产方针和技术总则

简要阐明安全第一的生产方针，有关的劳动保护法令与安全生产规程；对煤炭工业系统的安全监察组织机构、职责与任务概括地作简单介绍；安全技术教育是作好安全生产工作的基础，必须正确理解各项有关规定和要求。

2. 水、火、瓦斯、矿尘、冒顶是煤矿普遍存在、危害最为严重的五大灾害。了解其发生和发展规律、鉴别征兆、掌握防治措施是采矿技术工作者必须具备的专业知识，也是构成本学科的重点内容。

关于顶板事故的防治，考虑到理论与实际的联系，将由矿压课程讲授。本课程仅讲水、火、瓦斯、矿尘灾害的防治。

3. 矿山救护有其独立的组织机构、专业内容和技术装备，包括自救与急救的技术均作简要的介绍。作为一个基层的煤矿工作者掌握有关救护的知识与技能不单是从保证自身的安全出发，更重要的是为处理事故、保卫阶级兄弟的生命安全和矿井资财不受损失而奠定一个基础。

正确地统计与分析工伤事故，对于掌握矿井的安全动态、指导生产十分重要，也是本学科的研究内容。

学好本课程，首先要怀着强烈的职业责任感，正确、全面地理解“安全第一”的方针，深入扎实地掌握本课程的技术理论和实践知识，把革命热情与严肃的科学态度结合起来。其次是认真地对待每一个学习环节，勤于思考、勇于探索。解疑、讨论、实验和完成作业的过程中都要手脑并用，以培养自己分析问题、解决问题的能力。另外，不要将学好本课程简单地理解为仅是掌握煤矿防灾的有关理论与技术，更重要的是坚定正确的政治方向，为将来肩负保卫矿山、建设矿山、迅速发展煤炭工业的重任而奠定一个思想基础。

从事煤矿工作是艰苦的，井下作业有害的自然因素也比较多，但是当你亲手把煤炭从千尺的地下采出，并且看到它在为“四化”发光、发热时，你会由衷的感到苦中有乐，苦中有甜；当你亲临险境，战胜各种有害的自然因素将煤炭安全地采出时，你一定会沉浸在胜利的喜悦之中。

第一章 安全技术总则

第一节 党的安全生产方针

解放三十余年以来，党和国家非常关心煤矿工人的生产安全。早在建国初期，周总理就提出了安全第一的方针。这一方针的提出是由我们社会主义国家的性质和制度所决定的。社会主义国家代表着广大人民的利益，保护着人民的利益，在组织和发展生产，提高生产力，建设“四化”的同时，要竭尽全力保护劳动者的生产安全和身体健康。这是社会赋予我们的神圣使命，也是工人阶级的立场和社会主义革命人道主义的原则所规定的的神圣职责。另外，重视安全生产也是煤矿生产的客观现实所提出的。煤矿生产，井下作业，不安全的因素很多。有水、火、瓦斯、矿尘、顶板冒落等自然灾害的危害，还有机电、运输、提升、爆破等生产事故的威胁。人们稍有疏忽，就可能酿成巨大的不幸。在资本主义社会里，虽然资本家从来也不愿意在安全上多花钱，但是为了赚取利润，他也不敢忽视安全。特别是发生了事故，死了人，工人要罢工，要赔偿经济损失，法律也不容，要判刑，等待他们的是矿山倒闭，经济破产。这就是对资本家的制约，使他不得不重视安全，不得不把安全放在第一位。所以煤矿生产安全第一，虽然出发点不同，但中外皆一。

建国以来，经过三十多年来的努力，我国煤炭工业的成绩是巨大的。探明储量高达6000亿吨，1985年统计，我国原煤年产量已近8亿6千万吨，成了世界第一产煤大国。矿山的科学技术水平，装备水平都有很大的提高。矿山管理干部，技术人员和技术工人也在迅速成长，但是安全状况的改善并不理想。其原因是多方面的，缺乏防止和控制事故的现代化装备与科学手段；缺乏完备的法规、条例和管理制度；再加上十年动乱造成的恶果。不过最根本的一条，还是有人没有从思想上真正认识到安全生产是煤矿生产的特点所决定、是必须遵循的原则。没有把安全第一的方针深入地贯彻到矿井生产的各个环节中去，没有处理好煤矿生产建设与安全的关系，甚至有时把安全与生产对立起来，提出“事故难免”、“生产如打仗”、“出事故就是交学费”等等错误的论点。搞生产建设，完全不死人，我们今天还做不到，也许还要一个很长的历史时期才能做到，但目前的事实是本来可以不发生的事故却大量地发生了。根据统计70%以上的事故是由于违章指挥，违章作业造成的。难道违章生产是不可避免的吗？将生产比作战争也不是很恰当的，战争是政治斗争的继续，是武器的较量，战争双方一切活动都是互相保密的，这和生产完全不同。煤矿生产的规律，人们已经基本掌握了，瓦斯、煤尘超限点火要爆炸；煤炭自燃会发火；粉尘能够引起尘肺病；冒顶能够砸死人。只要尊重科学按规律办事，就可以避免牺牲，怎能和战争相比？交学费的论点也是给冒险作业、违章指挥找借口。没有经验，没有完全摸清规律，付出代价是难免的，但现实的情况是同类事故在同一地点、同一单位多次重复发生。学费交到什么时候才能改变不重视安全生产的错误思想呢？

围绕“安全第一”出现的各种思想与问题的解决，首先要从理论上弄清安全第一的生产方针。我们说，安全第一的方针是在生产的范畴内制订的，是以安全与生产中的其它经济、技术指标包括产量、质量、效率、成本、利润等指标相比较而提出的。所以安全第一

的前提条件是生产，没有煤矿生产就无所谓煤矿安全。而安全第一的对比条件则是矿井生产中的各项经济、技术指标。也就是说，在组织生产中完成各项经济、技术指标和产量指标时，要把安全指标放在第一位。安全的对立面是灾害或事故，二者共处于生产这个统一体中，它们互为存在的条件，互相对立，并在一定的条件下互相转化。如果说生产中不存在各类灾害的因素，没有危险，不发生事故，也就没有安全问题。正因为煤矿生产中经常遇到各类灾害，容易发生危险事故，从而使人们逐渐地积累了安全生产的经验，摸索出了安全生产的规律。只要按照科学的客观规律组织生产，就能够防止各种灾害的发生，消除事故，将危险转化为安全。安全第一的方针是在煤矿生产实践中提出的，是人们经历了多次的惨痛教训总结出来的，付出了血的代价才认识到的。为取得生产上的主动权，为了掌握我们自己的命运，摒弃靠侥幸过日子的状态，就要牢固地树立起安全第一的思想。

安全第一的方针既是一个理论问题，更主要的还是一个实践问题，必须针对煤矿生产的特点来实践它。

煤矿井工生产是地下作业。它受到多种自然灾害的威胁，不安全因素多。所以在工作中一定要有安全第一的指导思想，严格按照安全规程办事。煤矿生产产品单一，但过程复杂、环节众多。采、掘、运、支、通风、排水、照明、通讯、供电、提升等各个环节都必须相互配合和适应。而每一个环节都会发生一些特有的事故，从而打乱生产秩序，造成生产过程中断，甚至人身的伤害。为此，针对每一个生产环节都要贯彻安全第一的方针，采取切实的安全措施，防止事故的发生，或者控制事故的危害程度。煤矿生产的另一个特点是前期工程往往决定着后续工程是否能够正常的进行。设计决定了生产；开拓、掘进决定了回采。只有在前期工程保质保量按时完成，为后续工程创造必要的安全条件，后期工程才能顺利进行。如果设计和基建过程中没能提供充分的安全条件，矿井投产后将会十分被动。矿井的开拓、通风、提升、运输、排水等任何一个系统不完备，组织好安全生产都是相当困难的。所以安全第一的方针从地勘、设计、建井直至投入生产前的各个时期以及在每一个生产环节里都要认真贯彻。“三边政策”（边勘探、边设计、边投产）、“简易投产”（未达验收标准而开始生产）的教训是相当深刻的，我们必须记取。今后煤矿只有从根本上改变技术落后的面貌，提高机械化水平，提高矿井的抗灾能力，才能实现安全生产。我国煤矿目前采掘机械化水平较低（81年统计采煤机械化程度为39.77%），基本上属于劳动密集型企业。人多，发生事故必然导致伤亡大。50年代许多产煤国家，矿井冒顶事故造成的死亡大多占总事故死亡人数的40%，但是自从推广了综合机械化采煤，不仅冒顶事故死亡人数大幅度减小而且事故死亡总人数也大幅度下降。据统计若以80和50年相比，煤矿事故死亡总人数美国减少了30%、西德90%、英国91%、法国96%、日本97%。所以煤炭部领导提出坚定地走机械化道路，贯彻安全第一的生产方针是抓住了根本。当然建立和健全各级安全监察机构，开展安全大检查，学习各项有关的煤矿安全法规与条例，抓安全教育，完善安全技术措施工程，调整人与人、人与之间的关系等，都是结合矿井具体情况，对党的安全第一方针的贯彻与执行。

经过多年的摸索，我们深刻地认识到一条：那个矿安全生产工作好，生产也一定好；哪个矿安全搞得不好，生产肯定搞不好，一时把生产搞上去，最后也要被事故拖下来。开滦林西矿年产300多万吨，是个有百年历史的老矿、大矿，井深（开采到11水平，深入地下近千米）巷长（主运巷30公里）生产环节多（生产环节上千个）。而且地质构

造复杂，不安全的因素很多。但是他们努力贯彻安全第一的方针，坚持从实际出发，讲究科学办矿，80年8月10日实现了安全生产一周年。四川重庆中梁山煤矿是一个瓦斯突出严重的矿井，建矿与投产初期（60年）曾先后发生两起重大的瓦斯爆炸事故，而且火灾连续发生。面对这种恶劣的自然条件，他们总结了两次重大事故的血的教训，认真贯彻安全第一的方针，经过十多年的努力，摸索出了一整套适合该矿特点的综合治理瓦斯和自然发火的有效措施：开采解放层、矸石充填、抽放瓦斯、防火灌浆、注水防尘等。与此同时还建立了一支通风与治理瓦斯的队伍，最终实现了安全生产，连续18年没有发生恶性瓦斯事故。

党和国家制订了安全第一的生产方针是从关心工人，重视人的价值，从保护人民的最高利益出发的。我们作为未来的煤炭工业战线的工作者，必须认真学习和领会这一重大方针。党的十一届三中全会以来，原煤炭部党委在党中央的正确领导下，再次恢复了“安全第一”的方针。煤矿安全情况有了改善，1979年煤矿工业扭转了事故连续十年上升的局面。80年统配煤矿的百万吨死亡率降到了历史最低水平。但是在安全工作上和世界某些产煤大国相比还有差距，这种情况不仅阻碍着煤炭生产的发展，也和我们国家的社会主义制度性质不相容。改变这种落后的状况，掌握安全的主动权，是我们八十年代的青年煤炭工作者面临的一个重要任务。让我们下定决心，学好课程，掌握先进的煤矿安全学科理论、现代化的科学手段与技术，从根本上改变煤矿安全技术面貌，为促进煤炭工业的顺利发展而献身。

第二节 矿山安全法规及安全组织机构

一、矿山安全立法

1982年2月13日，国务院发布的《矿山安全条例》和《矿山安全监察条例》*是我国现行的两个矿山安全法规，也是社会主义国家的行政法规；是安全生产方针在矿山企业的具体化，也是全体矿山职工的办事章程。有它的严肃性、权威性和相对稳定性，一定要严格执行。

《安全条例》内容分五章共计七十五个条款。第一章总则部分共九条，介绍了《安全条例》制定的基础、作用和执行部门。《安全条例》是为贯彻安全生产方针，坚持安全第一，保障矿山职工在生产中的安全和健康，促进采掘工业的发展，适应社会主义现代化建设的需要而制定的。一切矿山企业、事业单位及其主管部门，都必须执行《安全条例》的规定。并且要求矿山企业必须建立安全生产责任制和安全机构，建立工业卫生机构和矿山救护队，以及专业科研机构，对职工进行安全教育和技术培训。第二章国营矿山，内分七节共五十五个条款。第一节基本规定占八个条款，首先要求矿山建设的全过程，从地质勘探设计、建设到生产都必须严格执行《安全条例》和各矿企业主管部制定的矿山安全规程的规定。同时规定了为保证矿山安全，地质勘探报告书必须提供的技术资料；矿山设计的审批程序和参与审批的单位；新建、改建矿井的验收程序和参与验收的单位。另外，对生产矿井提出了保证安全的最基本的要求，如：矿井要有两个单独的能上下人的直达地面的出口；井下应设置路标；煤矿严禁携带烟草和点火工具下井；下井人员携带自救器；井巷断面应当满足通风、运输行人的需要；报废井巷必须及时封闭；矿井要编制灾害预防和处理计划等等。以下六节有开采、通风防护、机电运输、爆破、工业卫生标准和检测、职工健

* 本书以下简称《安全条例》和《监察条例》。

健康管理等等，都是围绕矿山生产规定的一些业务保安条款和标准。第三章社队矿山，共四条：规定了社队矿山禁止开采的地点，如河滩、堤坝、桥梁及水体下面、铁路、公路、国家保护的建筑物下面以及国营矿山的井田范围内都不允许社队开采。还规定了县、市矿山主管部门对社队矿山的管理措施和最起码的安全要求。第四章责任和处罚共五条，主要是明确了违反本条例的处罚方法，主要领导人、当事人或肇事者应负的责任。第五章附则两条：“各矿山企业主管工业部可结合本产业矿山企业的实际情况，制定贯彻本条例的实际细则和安全规程。各省、自治区、直辖市的矿山企业主管部门，可根据本条例的基本原则，制定社队矿山安全规程”。“本条例自1982年7月1日起施行”。

《监察条例》共十一项条款，规定了我国的矿山安全监察制度、机构、安全监察员的职责以及工作方法。劳动人事部设矿山安全监察局，省、自治区、直辖市劳动局（厅）设矿山安全监察处，在同级劳动部门的领导下负责监督《安全条例》的执行情况。各级安全监察机构的安全监察员由其所属的领导机关任命并发给《矿山安全监察员证》，安全监察员在其负责的范围内，有权随时进入现场检查，有权参加矿山企业召开的有关会议，调阅有关资料，向有关单位或人员了解情况，发现有危及职工安全健康的情况，有权要求立即改正，或限期解决；情况紧急时，有权要求立即从危险区内撤出作业人员。条例施行的日期同《安全条例》。

以上两个条例是国家的行政法规，它的权威性要高于部门或企业制订的其它一切规程。各个工业部门和矿山企业的规程、规范、指令等都必须根据这两个条例的规定来制订，如有违背应当追究其责任。

《煤矿安全规程》*是根据宪法关于“改善劳动条件，加强劳动保护”的规定制定的。是煤矿多年来安全生产的基本客观规律，是指导煤矿安全生产的法规，也是符合两个条例精神和规定的。《规程》全部内容由十五章五百一十二条款以及附录两则组成。

第一章：总则十一个条款，主要阐明了《规程》的指导思想与目的，《规程》是为贯彻执行党和国家的安全生产方针，坚持安全第一，保障煤矿职工的安全和健康，保护国家资源和财产不受损失，促进煤炭工业的发展而制定的。并且明确规定：“煤炭工业的全体干部和工人必须遵守本规程的各项规定。”另外，还提出煤炭工业系统各企事业单位都必须建立干部安全生产责任制和工人岗位责任制；建立各级安全监察机构、安全业务机构、通风防尘机构以及群众安全检查网组织。明确要求矿务局、矿应组织职工进行安全规程和安全技术业务学习和考核；在编制生产、建设规划或计划时应编制安全技术规划与计划，矿务局要建立矿山救护队；矿井要编制矿井灾害预防和处理计划。发生重大事故时，矿务局局长、矿长和总工程师必须立即赶到现场指挥抢救。以下各章有“开采”“通风、瓦斯、煤尘和安全监测”“煤与瓦斯突出”“防火和灭火”“防治水”“爆破材料和井下放炮”“运输、提升和空气压缩机”“电气”“工业卫生”“创伤急救”“矿山救护”“安全技术培训”等共505条。最后两章：奖惩与附则。奖惩规定对贯彻执行《规程》作出成绩，抢救事故有功者予以奖励，而对违章者给予惩处。附则要求矿务局结合具体情况制定补充规定与实施细则，并声明本规程与国家法规有抵触时。按国家法规执行。这两章计七个条款。《规程》的每一条款都凝聚着煤矿广大职工群众和煤炭科学工作者的智慧，它包括了安全

* 本书以下简称《规程》

管理工作、安全技术标准的全部内容。生产实践证明，只要加强安全管理，认真执行《规程》，就可以改善煤矿安全生产条件，保证安全生产。因此，要牢固树立安全第一的思想，认真学习、贯彻和执行《规程》。

当前煤矿基础工作薄弱，技术装备和管理水平较低，而且各矿生产条件差别很大，因此《规程》中部分条款目前还难以执行。为了妥善地解决这些问题，原煤炭部本着实事求是的原则又拟定了《执行〈煤矿安全规程〉暂行规定》*，《规定》对《规程》中的一百二十八项条款分门别类作了说明。有的限于无相应设备、仪表难以执行的条款如防爆型机车、高压防爆电机及电控设备、大型低压防爆电机及电控设备等可暂不执行；有的设备需求量多，工程量大，需要资金和劳力多，目前难以立即执行的条款，如一些防尘、抽放瓦斯、防治水等重要安全工程的完善配套，自救器、瓦斯检测报警断电仪，同等能力的备用主扇，各种铜芯电缆，双电源和双电源线路的配备等可分别轻重缓急，分期分批执行；还有一些老矿井的主要井巷，工业建筑和主要设备等已经定型，改造工程量较大，矿井服务年限将近结束，执行有较大困难的条款，如井口和矸石山相对位置，箕斗提升井架过卷高度，钢丝绳罐道容器与容器间及容器与井壁间的间隙规定等可根据矿井具体情况区别对待，仅余3~5年服务期的老矿可不执行；对安全威胁严重的矿井还要抓紧工作，执行规定。另外，还有一些需要制定执行说明的条款，需要研究的条款，原煤炭部已经统一制定了《〈煤矿安全规程〉执行说明》**并责成有关科研部门列出科研课题进行研究。但是不论属于哪一种情况，都要针对矿井存在的问题，采取相应的安全措施，以防事故的发生。

《说明》是为了执行《规程》中的某些条款而编制的详细说明。它将《规程》条文的要求更加具体化，内容一共九十五项涉及《规程》条款一百零九条。是我们学习、理解《规程》、执行《规程》的一本参考文件。它也是由原煤炭部统一制定的，与《规程》具有相同的法规性质。

除上面介绍的，国务院发布的两个条例，原煤炭部制定的一个规程，一个暂行规定和执行说明外，还有国务院发布的《工人职员伤亡事故报告规程》、劳动人事部制定的噪音、锅炉、压力容器等技术标准和规程等都具有安全立法的性质。完善的安全立法使我们在工作中有法可依、有章可循。历史的经验证明，没有法制不行，古语“没有规矩，不成方圆”，十年动乱期间取消了规章制度，其结果是生产下降、事故增多，所以没有法制是搞不好工作的。自从召开党的三中全会，全国五届人大之后，中央一再提出要加强社会主义法制，在劳动保护，安全生产方面制订了一系列的法规条例等。我们应该努力学好，并在工作中贯彻执行。

二、安全组织机构

我国的安全组织机构有两大系统，一是劳动人事部下设的矿山安全监察局，各省、自治区、直辖市劳动局（厅）下设的矿山安全监察处，矿山比较集中的地区、市劳动局下属的矿山安全监察室（组），各级矿山安全监察机构受同级劳动部门的领导，业务上受上级矿山安全监察机构的领导。另一系统是在各个企业内部设立的安全监察机构。原煤炭部、省（区）煤炭局（厅）、矿务局设有安全监察局。各矿由矿务局派驻安全监察站。安全监察

* 本书以下简称《规定》，**本书以下简称《说明》

站的级别与驻在单位相同。各级安全监察局受同级行政部门的领导，业务上受上级局的指导。两个安全监察系统，前者实行的是国家监督制度，后者是企业内部的监督。但是监督检查不能只靠专职机构，还要依靠群众，建立群众监督网，小组有安全员，人人管生产，人人关心安全才能抓好矿山安全。

矿山救护队在抢险救灾工作中起着很大的作用。《规程》规定矿山救护队由局（矿）长领导。救护队的任务不仅在发生事故时进行救护，同时要参加执行预防事故的工作，要经常下井，检查和了解井下安全情况，将发现的问题及时向领导汇报。

我国还实行兼职的辅助救护队制度，辅助救护队由矿长领导，业务上受矿山救护队指导。

三、安全技术教育

安全技术教育是在安全工作上的智力投资，是实现煤矿安全生产的基础工作。《规程》明确规定（第500条）直接从事煤矿井下生产建设的职工，都必须进行强制性的安全技术培训。另外，《规程》（第502条）还明确要求：“对从事井下工作的所有人员都必须培训”。正、副矿长，正、副总工程师，工程技术人员，安全监察站站长等接受培训时间不少于一个月；正副区（科）长，队长，矿山救护和安全检查专职人员接受培训时间不少于一个半月；各类井下工人接受培训时间不少于一个月；新工人接受培训时间不少于两个月，在有经验的工人带领实习四个月，考核合格后，方可独立工作；对安全技术知识更新的职工，每人每年不少于五天；调换矿井和工种的所有井下工作人员，都必须进行重新培训。《规程》中把安全技术培训作为单独一章（第13章）体现了煤炭部领导贯彻安全第一的决心。

第二章 矿井瓦斯及其防治

第一节 概 述

在煤矿里人们习惯上谈论的瓦斯，系指从煤岩中放出的气体的统称，它的主要成分通常是以甲烷为主的烃类气体。

甲烷是无色、无味、无臭、可以燃烧和爆炸的气体，它对人呼吸的影响同氮气相似，即它的存在降低了空气中氧气浓度，能造成人员窒息*。甲烷对空气的比重为0.554，甲烷的扩散性较强，扩散速度是空气的1.34倍**，所以它能较快地散布于巷道空间，当它一旦与空气混合，就不因比重较轻脱离空气而上浮。甲烷的化学性质不活泼，微溶于水（20℃，101.3kPa时，溶解度3.5L/100L水(6)。在煤矿井下它容易积存在巷道顶板、顶板空洞或无风的盲巷内。根据空气中甲烷浓度和环境条件的不同，它可以缓慢地燃烧，也可以速燃和爆炸。

第二节 矿井瓦斯的生成及赋存

一、矿井瓦斯的生成

煤矿井下的瓦斯来自煤层和煤系地层，它主要是腐植型有机物质在成煤过程中生成的。有机物质沉积以后，一般经历两个不同的造气时期：从植物遗体到形成泥炭，属于生物化学造气时期；从褐煤、烟煤直到无烟煤属于煤化变质作用造气时期。甲烷生成量的多少取决于原始母质的组成和煤化作用所处的阶段。腐植质中的角质体、丝质体和镜质体都可生成以甲烷为主的烃气。但是由于它们的化学稳定性的不同，它们在成煤各阶段的表现也不同。角质体在成煤的所有阶段中都伴随着生成烃气；镜质体一般要从气煤-肥煤阶段起才生成烃气，而丝质体仅从半无烟煤阶段起才产生烃气，而且仅生成甲烷[9]。在褐煤和烟煤中，角质体的挥发物（包括水）的含量最多，镜质体次之，而丝质体最少。随着煤化作用的加深，煤中的挥发物含量也越来越少，固定碳等残留的固体物质的含量也越来越高。生成甲烷的总量也逐渐增多。

1. 生物化学作用时期瓦斯的生成

泥炭阶段的腐植体，处于生物化学作用时期。在温度不超过50℃[47]低温条件下，经

* 设含甲烷空气中氧的浓度为 $p\%$ ，甲烷的浓度为 $x\%$ 。二者的关系如下式：

$$p = 21 \left(1 - \frac{x}{100} \right)$$

式中 21——正常大气中的氧浓度，%。

当矿井巷道内仅因瓦斯涌出而冲淡空气中的氧时，视甲烷浓度不同，人的生理反应也不同：

当甲烷浓度为19%时，则根据上式计算出氧浓度为17%，人们处在这种成分的大气中会喘息和心跳；当甲烷浓度为43%，即氧浓度为12%时，人呼吸非常短促而困难；甲烷浓度为57%，即氧浓度被冲淡至9%时，人会处于昏迷状态。

** 因为气体分子运动的速度与其密度的平方根成反比。

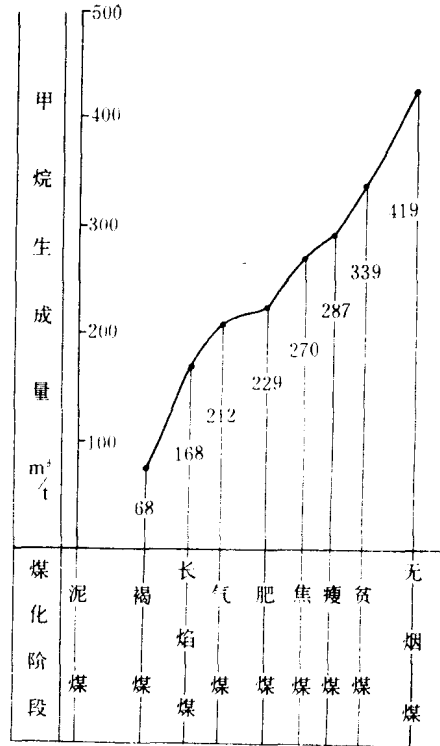
厌氧微生物作用发酵分解成甲烷和二氧化碳*。

在沼泽、三角洲等水下生成的甲烷，能够比较顺利地扩散到古大气中去，或者溶于水中，然后被水带到地表。在泥炭时期，泥炭的埋深一般不大，其覆盖层的胶结固化也不好，生成的甲烷通过渗滤和扩散容易排放到大气中，因此生物化学作用产生的甲烷，一般不会保留在煤层内。

随着泥炭层的下沉，覆盖层的厚度越来越大，压力与温度随之增高，厌氧微生物的生存环境恶化，生物化学活动逐渐减弱直至停止。在稍高的压力与温度作用下，泥炭化的木质素与纤维素便转化成为褐煤。

2. 煤化变质作用时期瓦斯的生成

褐煤层进一步沉降，压力与温度的影响随之加剧，煤化变质作用增强。一般认为温度在50~220℃和相应的压力下[47]煤层处于烟煤-无烟煤热力变质造气时期。在这一时期，煤的变质程度越高，其生成的甲烷量也就越多。苏联B·A·乌斯别斯基根据地球化学与煤化作用过程反应物与生成物平衡原理，计算出各煤化阶段的煤生成的甲烷量[10]，根据此量绘制出图2-1。因为泥炭向褐煤过渡时生成的甲烷(68m³/t)很容易流失掉，所以估算煤层生成甲烷量时，一般都取褐煤为计算起点。自然界实际的煤化过程远比带有许多假设进行的理论计算(例如B·A·乌斯别斯基的计算)复杂，所以这些数据是近似的，仅可作为估算煤系地层生气能力时参考。



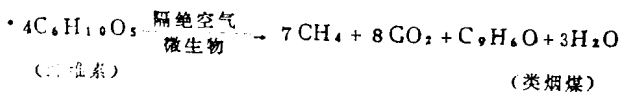
2-1 各煤化阶段的甲烷生成量曲线

二、煤层瓦斯的赋存

煤层经过漫长地质年代煤化过程生成的瓦斯，在其压力与浓度差的驱动下进行运移，其中大部分脱离产气煤层排放到古大气中；当在运移途中遇到良好的圈闭和贮存条件时，会聚集起来形成天然气藏。留存在现今煤层中的瓦斯，仅是其中的一小部分(占3~24%)。煤层保存瓦斯量的多少，主要取决于封闭条件：如煤层埋藏深度、煤层及围岩的透气性、地质构造等；与存贮条件：如煤的吸附性能、孔隙率、含水程度、温度与压力等。煤层瓦斯赋存的一般规律如下：

1. 煤层垂向瓦斯带的划分

当煤层具有露头或在冲积层之下有含煤盆地时，由于煤层内的瓦斯向地表运移和地面空气向煤层深部渗透、扩散的结果，沿煤层的垂向一般会出现四个分带：即“CO₂-N₂”、“N₂”、“N₂-CH₄”和“CH₄”带。各带的气体成分组成及其含量见表2-1和图2-2。



“CO₂-N₂”，“N₂”和“N₂-CH₄” 三带统称为瓦斯风化带。瓦斯风化带的深度视地质条件而异，我国一些矿井的瓦斯风化带深度见表 2-2。“CH₄” 带称为甲烷带，该带内气体组分的特点是，CH₄ 的浓度超过 80%；气体含量的赋存特点是，煤层的瓦斯含量随深度的

表 2-1 煤层垂向各瓦斯带的气体组分[11]

| 带名(从上往下) | 气带成因 | CO ₂ | | N ₂ | | CH ₄ | | Ar+Kr+Xe | | He+Ne | Ar/N ₂ |
|---------------------------------|---------|-----------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------|--------------------|------------|-------------------|
| | | % (按体积) | m ³ /t煤 | % (按体积) | m ³ /t煤 | % (按体积) | m ³ /t煤 | % (按体积) | m ³ /t煤 | % (按体积) | |
| CO ₂ -N ₂ | 空气~生化成因 | 20~80 | 0.19~2.24 | 20~80 | 0.15~1.42 | 0~10 | 0~0.16 | 0.21~1.44 | 0.0021~0.0178 | <0.001 | 0.012 |
| N ₂ | 空气成因 | 0~20 | 0~0.27 | 80~100 | 0.22~1.86 | 0~20 | 0~0.22 | 0.61~1.88 | 0.0037~0.0561 | <0.001 | 0.014 |
| N ₂ -CH ₄ | 变质成因 | 0~20 | 0~0.39 | 20~80 | 0.25~1.78 | 20~80 | 0.06~5.27 | 0.36~0.81 | 0.0051~0.012 | <0.001 | 0.014 |
| CH ₄ | 变质成因 | 0~10 | 0~0.37 | 0~20 | 0~1.93 | 80~100 | 0.61~10.5 | 0~0.24 | 0.004~0.0052 | 0.001~0.06 | 0.014 |

增加而有规律的增长，但是增长的梯度因地质条件而定。

甲烷带的上界可按以下的条件确定：

瓦斯压力 $p = 100\text{kPa}$ (表压)；

瓦斯组分 $\text{CH}_4 \geq 80\%$ (体积百分数)；

瓦斯含量 (x) (煤芯中的甲烷含量)：

气煤 $x = 1.5 \sim 2.0\text{m}^3/\text{t}$ 可燃物；

肥煤与焦煤 $x = 2.0 \sim 2.5\text{m}^3/\text{t}$ 可燃物；

瘦煤 $x = 2.5 \sim 3.0\text{m}^3/\text{t}$ 可燃物；

贫煤 $x = 3.0 \sim 4.0\text{m}^3/\text{t}$ 可燃物；

无烟煤 $x = 5.0 \sim 7.0\text{m}^3/\text{t}$ 可燃物

相对瓦斯涌出量 $q = 2 \sim 3\text{m}^3/\text{t}$ 煤。

2. 煤层瓦斯含量

煤层瓦斯含量是指煤层内每吨煤或每 m^3 煤在自然条件下所含的瓦斯量 (标准状况下的 m^3 数)。它的单位是 m^3/t 煤或 m^3/m^3 煤。

1) 瓦斯在煤体内存在的状态

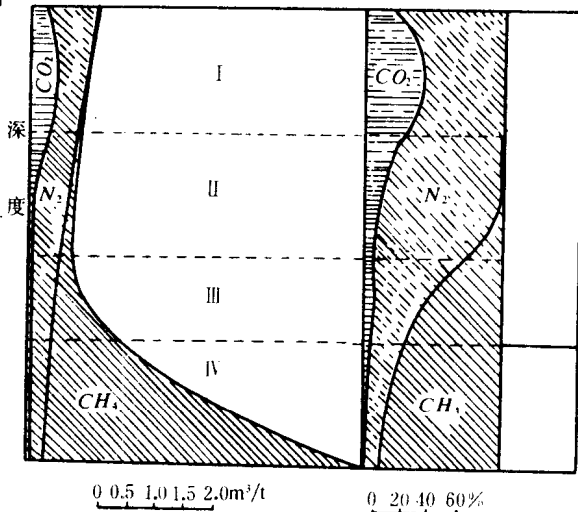


图 2-2 煤层垂向瓦斯分带图

I、II、III—三带统称为瓦斯风化带；IV—甲烷带