

# 煤矿矿井 采矿设计手册

上册

煤炭工业出版社

# 煤矿矿井采矿设计手册

上 册

《煤矿矿井采矿设计手册》编写组

总编审：吴志羲、汪景武、高文礼

编审组：（以姓氏笔划为序）

杨庆春、吴志羲、汪景武

张大容、张正华、岳大鹏

果玉华、陈国忠、金维棕

赵玉成、侯启勋、高文礼

徐光良、崔 镒

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

### 内 容 提 要

本《手册》是为矿山(主要为煤矿)设计工作者编写的一本矿井设计实用工具书。全书共分:采矿设计常用技术资料、矿区总体和矿井开拓、采区布置和采煤方法、巷道断面及交岔点、立井井筒及硐室、斜井井筒及硐室、井底车场、井底车场硐室、采区车场及硐室、通风与安全等十篇,分上、下两册出版。书中编入了有关设计依据、规定、设计原则、计算方法和实例。此外还列举了大量的资料和数据。本《手册》表达形式以图表为主,文字叙述亦较简洁,便于读者查阅。

责任编辑:鲍 仪 施修诚 张文山

## 煤矿矿井采矿设计手册 上 册

《煤矿矿井采矿设计手册》编写组

煤炭工业出版社 出版  
(北京安定门外和平里北街21号)  
北京市红星印刷厂 印刷  
新华书店北京发行所 发行

开本 787×1092mm<sup>1/16</sup> 印张82<sup>1/4</sup>  
字数1991千字 印数25,746—27,760  
1984年12月第1版 1996年1月第3次印刷  
ISBN 7-5020-0542-0/TD·495

书号 2583 定价 106.00元

# 前 言

建国三十多年来，煤矿设计工作在党和政府的关怀和领导下取得了很大成绩，设计队伍不断发展壮大；设计技术水平不断提高；设计经验不断丰富，为发展我国煤炭工业做出了应有的贡献。在今后相当长一段时间内，煤炭工业要大发展，煤矿设计战线的任务是相当繁重的。因此在提高设计质量，严守基本建设程序和设计程序，加强技术经济工作，充实设计力量和培训技术人员等方面仍应予以足够的重视，才能确保煤炭工业发展的需要。

《煤矿矿井采矿设计手册》（以下简称《手册》）是一本对采矿设计人员较实用的工具书，也是煤矿设计工作的一项“基本建设”。希望本《手册》能在总结设计经验和发展煤炭工业中起到承前启后的积极作用，并对新、老设计工作者有所帮助。

《手册》以我国煤矿矿井设计经验和生产建设中行之有效的先进技术和经验为基础，适当采用了新设计矿井的经验和国内外有关资料，比较系统地介绍了设计任务书下达后煤矿矿井设计中采矿专业担负的设计内容，能满足大、中、小型矿井新建及改扩建设计的需要。

《手册》共分十篇，分上下两册出版。内容包括采矿设计常用技术资料、矿区总体设计和井田开拓、采区布置和采煤方法、巷道断面和交岔点、立井井筒和硐室、斜井井筒和硐室、井底车场和硐室、采区车场和硐室，以及通风和安全。对各部分的设计依据、规范、规定、设计原则、计算方法、参数系数、技术经济指标及实例均有叙述和分析，并列出了设计必需的大量资料和数据。在文字叙述、图表配合、表达形式等方面，力求做到清楚、准确，便于读者查阅。可供从事煤矿设计、施工和生产的工程技术人员工作中使用，也可供其他有关人员和院校师生学习参考。

使用《手册》时，必须遵守国家有关现行技术政策及规程、规范。对书中所列采矿专业以外各专业的资料，仅供参考，设计时仍以有关专业提供的资料为准。

《手册》由煤炭工业部设计管理局组织编写，参加单位（按篇序排列）有：煤炭部规划设计院、沈阳煤矿设计研究院、西安煤矿设计研究院、兖州煤矿设计研究院、安徽省煤矿设计院、武汉煤矿设计研究院、水城煤矿设计研究院、重庆煤矿设计研究院。在编写过程中，各编写单位给编写人员创造了良好的工作条件，在调研及资料收集方面得到许多兄弟单位的热情支持和帮助，在此我们谨表示衷心感谢。《手册》的出版应该说是广大群众集体智慧的结晶，共同劳动的成果。

由于时间仓促，编写人员的水平有限，《手册》中缺点错误在所难免，希望广大读者批评指正。

《煤矿矿井采矿设计手册》编写组

一九八二年二月

## 第一篇 采矿设计常用技术资料

<p>第一章 常用数学、力学公式 及有关计算用表 ..... 2</p> <p>第一节 常用数学公式 ..... 2</p> <p>    一、代数 ..... 2</p> <p>    二、平面三角 ..... 6</p> <p>    三、常用曲线 ..... 8</p> <p>    四、微积分 ..... 10</p> <p>    五、几何图形及数学用表 ..... 12</p> <p>    六、曲线、切线长度计算 ..... 17</p> <p>第二节 梁的内力及变位计算公式 ..... 23</p> <p>    一、受静载荷梁的内力及变位         计算公式 ..... 23</p> <p>    二、受冲击载荷梁的计算公式 ..... 40</p> <p>第二章 常用符号、计量单位及换算 ..... 41</p> <p>第一节 字母表 ..... 41</p> <p>第二节 单位制和单位换算 ..... 42</p> <p>    一、中华人民共和国法定计量单位 ..... 42</p> <p>    二、曾经使用及暂时与国际单位制         并用的单位 ..... 46</p> <p>    三、市制单位 ..... 47</p> <p>    四、常用计量单位及其换算关系 ..... 47</p> <p>第三章 煤的性质、分类及用途 ..... 60</p> <p>第一节 煤的性质及工业分析 ..... 60</p> <p>    一、煤的物理性质 ..... 60</p> <p>    二、煤的化学性质 ..... 60</p> <p>    三、煤的工艺性质 ..... 64</p> <p>    四、我国不同牌号煤的主要煤质指标 ..... 66</p> <p>第二节 工业用煤的分类及综合利用 ..... 66</p> <p>    一、中国煤（以炼焦用煤为主）         分类方案 ..... 66</p> <p>    二、国际硬煤分类 ..... 67</p> <p>    三、煤质主要指标 ..... 70</p> <p>    四、煤的综合利用 ..... 71</p> <p>第三节 工业用煤的质量要求 ..... 73</p> <p>    一、炼焦用煤 ..... 73</p> <p>    二、动力用煤 ..... 73</p>	<p>    三、气化用煤 ..... 74</p> <p>    四、炼油用煤 ..... 74</p> <p>    五、腐植酸用煤 ..... 75</p> <p>第四章 岩石性质与围岩分类 ..... 76</p> <p>第一节 岩石性质 ..... 76</p> <p>    一、岩石的物理力学性质 ..... 76</p> <p>    二、岩体的工程性质 ..... 81</p> <p>第二节 围岩分类 ..... 85</p> <p>    一、锚喷围岩分类 ..... 85</p> <p>    二、普氏岩石分类 ..... 85</p> <p>    三、铁路隧道围岩分类 ..... 86</p> <p>第三节 煤层分类 ..... 88</p> <p>    一、煤层分类 ..... 88</p> <p>    二、构造和煤层顶底板 ..... 88</p> <p>    三、缓倾斜煤层工作面顶板分类 ..... 90</p> <p>第五章 窄轨道岔与线路联接 ..... 92</p> <p>第一节 窄轨道岔 ..... 92</p> <p>    一、窄轨道岔的类别和系列 ..... 92</p> <p>    二、窄轨道岔选用说明 ..... 92</p> <p>    三、扳道器的布置 ..... 93</p> <p>    四、警冲标 ..... 94</p> <p>第二节 线路联接 ..... 100</p> <p>    一、单开道岔非平行线路联接 ..... 100</p> <p>    二、单开道岔平行线路联接 ..... 111</p> <p>    三、对称道岔线路联接 ..... 112</p> <p>    四、渡线道岔线路联接 ..... 114</p> <p>    五、三角岔道线路联接 ..... 116</p> <p>第六章 矿井开采抗震设计资料 ..... 144</p> <p>第一节 简述 ..... 144</p> <p>    一、地震烈度 ..... 144</p> <p>    二、震级与震中烈度及震源深度         之间的相互关系 ..... 147</p> <p>    三、岩石性质对地震烈度的影响 ..... 147</p> <p>    四、水文地质条件对地震烈度的影响 ..... 147</p> <p>第二节 井巷工程震害与采矿抗震         设计的有关规定 ..... 148</p>
--	--

一、井巷震害	148	重量及有关系数	192
二、采矿抗震设计的有关规定	148	二、钢轨及附件	217
三、名词术语	149	三、钢板	219
第七章 工业场地和铁路安全煤柱		四、钢管	221
留设方法	150	五、几种常用的钢丝绳的规格、 重量及抗拉强度	225
第一节 岩层移动角、边界角及其计算	150	六、螺栓	226
一、岩层移动角、边界角及其计算	150	七、螺母	236
二、建筑物的保护级别	154	八、垫圈	239
三、保护地面建筑物及主要井巷 的方法和围护带的大小	154	九、花篮螺丝	245
第二节 安全深度	155	第二节 木材及竹材	246
第三节 安全煤柱的计算	157	一、木材	246
一、计算规则	157	二、竹材	252
二、计算方法	158	第三节 砖、石、砂材料	254
第四节 安全煤柱设计实例	164	一、砖	254
一、立井安全煤柱的设计实例	164	二、石料	254
二、斜井安全煤柱的设计	164	三、石子的分类及质量要求	255
三、工业场地安全煤柱的设计	166	四、普通砂的分类及质量要求	256
四、铁路安全煤柱的设计	167	五、砌筑砂浆配合比	256
第八章 采矿制图	168	六、砂浆的标号	256
第一节 制图一般规定	168	第四节 水泥、混凝土	257
一、图幅	168	一、水泥	257
二、图签	168	二、混凝土	260
三、比例	168	三、喷射混凝土	271
四、字体及书写方法	170	四、钢筋	274
五、字母代号	170	第五节 其他材料	277
六、图线及画法	170	一、铸石	277
七、剖面(断面)线的画法	173	二、树脂	279
八、尺寸注法	174	三、胶管	280
九、图纸上序号的注法	176	四、矿用胶布风筒	281
第二节 图例	177	五、塑料制品	282
一、说明	177	第十一章 采掘运设备及部分 煤矿专用设备	284
二、图例	177	第一节 采掘运设备	284
三、常用地质图例	183	一、采煤机械	284
第九章 图纸编号	187	二、煤矿运输设备	289
第一节 图纸分类及符号	187	三、煤矿支护设备	303
一、说明	187	四、掘进、装载机	312
二、设计图纸的分类和符号	187	五、煤(岩)电钻	322
三、图号组成	188	六、煤矿井巷工程设备	324
第二节 固定图号	190	七、矿井小绞车	331
第十章 常用工程材料	192	八、工业泵	336
第一节 钢铁材料	192	第二节 部分煤矿专用设备	344
一、各种型钢的型号、规格尺寸、			

一、翻车机 .....344

二、列车推车机 .....346

第二篇 矿区总体设计和井田开拓

第一章 设计依据 .....348

第一节 计划任务书及设计的审批决定 .....348

一、计划任务书 .....348

二、设计的审批决定 .....351

第二节 地质报告 .....351

一、地质报告的内容 .....351

二、分析地质报告的内容及方法 .....353

第三节 生产矿井概况 .....363

一、生产矿井(露天矿)概况 .....363

二、地质情况 .....363

三、生产矿井(露天矿)主要

技术经济指标 .....364

第二章 矿区总体设计 .....365

第一节 一般规定与设计内容 .....365

一、一般规定 .....365

二、设计内容 .....365

第二节 井田划分 .....366

一、井田划分的原则 .....366

二、井田划分的方法 .....368

三、有关井田尺寸的规定及计算

公式 .....376

四、井田划分实例 .....382

五、各类井型实际井田尺寸 .....390

第三节 矿区规模与服务年限 .....393

一、一般规定 .....393

二、确定矿区规模的依据 .....394

三、各类规模矿区均衡生产年限 .....394

四、储量动用系数 .....395

第四节 井田开拓及井筒(平硐)位置 .....396

第五节 矿井建设顺序 .....396

一、编制矿井建设顺序的原则和依据 .....396

二、矿井建设顺序实例 .....400

第三章 井田开拓 .....401

第一节 井田开拓方式的确定 .....401

一、开拓方式分类 .....401

二、确定开拓方式的主要依据 .....401

三、开拓方式的选择 .....404

四、水力采煤与水砂充填的适用条

件及主要问题 .....406

第二节 矿井设计生产能力与服务年限 .....407

一、生产能力的确定 .....407

二、井型与服务年限参考资料 .....412

第三节 井田境界与水平划分 .....412

一、井田境界 .....412

二、水平划分 .....419

第四节 井筒位置选择 .....423

一、地面条件 .....423

二、井下条件 .....424

三、综合确定井筒位置 .....426

四、井口坐标计算、提升方位角

及井硐方位角 .....427

五、井口标高 .....434

六、风井位置选择 .....437

七、注砂井位置选择 .....438

第五节 主要巷道布置与采区划分 .....439

一、主要巷道布置 .....439

二、采区划分与开采顺序 .....443

第六节 开采计划与水平延深 .....446

一、开采计划 .....446

二、水平延深 .....451

第七节 大巷运输 .....453

一、大巷运输方式 .....453

二、大巷运输方式的选择 .....454

三、矿车选型与数量 .....466

第八节 矿井工作制度 .....468

第四章 井田开拓方案比较 .....471

第一节 方案比较内容 .....471

一、井筒形式方案比较内容 .....471

二、生产能力方案比较内容 .....472

三、井筒(平硐)位置方案比较内容 .....473

四、水平划分方案比较内容 .....475

五、通风方式方案比较内容 .....475

六、运输大巷布置方案比较内容 .....476

七、大巷运输方式方案比较内容 .....476

八、总回风道布置方案比较内容 .....476

九、采区划分方案比较内容 .....477

第二节 方案比较法 .....477

一、方法、步骤 .....477

二、方案比较时应注意的问题 .....478

三、经济比较的计算方法 .....478

四、建设工期 .....	481	四、构造 .....	506
第三节 方案比较实例 .....	482	附录二 煤田勘探 .....	521
一、矿井生产能力 .....	483	一、勘探程序和工作程度 .....	521
二、水平划分 .....	483	二、构造和煤层类型(勘探类型) .....	525
三、井筒形式、位置及通风 .....	483	三、各勘探阶段的煤质工作 .....	528
附录一 煤田地质 .....	492	四、水文地质勘探 .....	530
一、地层与地质时代 .....	492	五、开采技术条件勘探 .....	538
二、中国主要含煤地层 .....	493	六、伴生有益矿产勘探 .....	538
三、煤层 .....	501	七、储量计算 .....	538
<b>第三篇 采区布置和采煤方法</b>			
第一章 采区布置设计依据及要求 .....	548	一、煤层群分组的主要依据 .....	569
第一节 采区布置设计依据 .....	548	二、采区巷道联合布置的适用范围 .....	570
第二节 采区布置要求 .....	548	三、煤层群分组实例 .....	574
一、一般要求 .....	548	第二节 采区巷道矿山压力显现规 律及其应用 .....	575
二、初期采区位置选择的要求 .....	549	一、采区巷道受压后的一般状态 .....	575
第二章 主要参数选择 .....	550	二、采区内各类巷道矿山压力显 现规律及巷道维护措施 .....	577
第一节 采区尺寸 .....	550	三、无煤柱开采 .....	583
一、采区尺寸的数值 .....	550	第三节 近水平、缓及倾斜煤层采 区巷道布置 .....	583
二、影响采区尺寸的因素 .....	550	一、巷道布置类型 .....	583
三、设计采区尺寸参考数据 .....	553	二、采区(盘区)巷道布置 .....	584
第二节 采煤工作面及分阶段长度 .....	553	三、倾斜长壁开采巷道布置 .....	601
一、工作面长度 .....	553	四、跨多上山(石门)连续开采 巷道布置 .....	605
二、工作面长度的确定因素 .....	555	第四节 急倾斜煤层采区巷道布置 .....	607
三、工作面长度参考资料 .....	558	一、急倾斜煤层采区巷道布置特点 .....	607
四、分阶段长度 .....	559	二、采区巷道布置 .....	607
第三节 同时回采工作面的错距 .....	560	第五节 综采采区巷道布置 .....	613
一、确定回采工作面错距的要求 .....	560	一、综采对采区巷道布置的要求 .....	613
二、《煤矿安全规程》的有关规定 .....	560	二、煤炭部《综采采区、工作面设计 暂行规定》对综采采区巷道布 置的有关规定 .....	613
三、同时回采工作面错距的计算方法 .....	560	三、综采工作面巷道布置方式 .....	614
四、工作面错距经验数值 .....	561	第六节 水砂充填采煤法采区巷道布置 .....	615
五、分层开采工作面错距示例 .....	561	一、巷道布置类型图示 .....	615
第四节 采区煤柱及回采率 .....	561	二、巷道布置分析 .....	615
一、采区煤柱分类及尺寸 .....	561	第七节 水力采煤的采区巷道布置 .....	621
二、确定采区煤柱的要求 .....	561	一、水力采煤采区的巷道布置 类型图示 .....	621
三、采区回采率 .....	562	二、水力采煤采区巷道布置的特点 .....	622
第五节 采区生产能力 .....	563		
一、影响采区生产能力的主要因素 .....	563		
二、确定采区生产能力的方法 .....	565		
三、采区生产能力参考资料 .....	568		
第三章 采区巷道布置 .....	569		
第一节 煤层群分组和采区巷道联 合布置的适用条件 .....	569		



第八节 有煤与沼气突出危险煤层 的采区巷道布置 .....	622	第一节 岩层与地表移动的一般特征 .....	692
一、《煤矿安全规程》对有煤与 沼气突出危险煤层的采掘 规定 .....	622	一、岩层移动的一般特征 .....	692
二、开采解放层 .....	623	二、地表移动的一般特征 .....	693
三、采区巷道布置 .....	627	第二节 地表移动和变形的 主要参数 及预计方法 .....	691
第九节 采区(盘区)巷道布置实例 .....	628	一、地表移动和变形的 基本概念 .....	694
一、走向长壁开采采区(盘区) 巷道布置实例 .....	628	二、地表移动和变形的 主要参数 .....	695
二、倾斜长壁开采采区(盘区) 巷道布置实例 .....	639	三、地表移动和变形的 预计方法 .....	699
三、水力采煤采区巷道布置实例 .....	649	第三节 建筑物下采煤 .....	710
第四章 采煤方法 .....	653	一、地表移动和变形对 建筑物的影响 .....	710
第一节 采煤方法的选择 .....	653	二、减少地表移动和 变形的开采措施 .....	711
一、采煤方法选择的 依据 .....	653	三、建筑物下采煤 实例 .....	714
二、采煤方法选择的 要求 .....	653	第四节 铁路下采煤 .....	720
三、采煤方法分类 .....	653	一、铁路下采煤的 特点和要求 .....	720
第二节 薄及中厚煤层采煤方法 .....	654	二、铁路下采煤应 采取的措施 .....	720
一、缓倾斜煤层单 一长壁采煤法 .....	654	三、铁路下采煤 实例 .....	723
二、倾斜煤层单 一长壁采煤法 .....	660	第五节 水体下采煤 .....	723
第三节 厚煤层采煤方法 .....	660	一、采动后上覆岩 层的变形和破坏 特征 .....	724
一、倾斜分层走向 长壁采煤法 .....	660	二、导水裂缝带高 度的计算 .....	724
二、V型倾斜长壁 水砂充填采煤法 .....	663	三、水体下采煤的 技术措施 .....	725
第四节 急倾斜煤层采煤方法 .....	664	四、水体下采煤 实例 .....	728
一、伪倾斜柔性掩 护支架采煤法 .....	664	第六章 采掘关系 .....	730
二、急倾斜厚煤层 水平分层、斜 切分层采煤法 .....	668	第一节 配采 .....	730
三、倒台阶采煤法 .....	671	一、矿井两翼产量 与储量的关系 .....	730
四、仓储采煤法 .....	673	二、各类煤层合理 配采 .....	730
五、钢丝绳锯采煤 法 .....	673	三、不同开采技术 条件的煤层 合理搭配 .....	730
第五节 综合机械化采煤 .....	676	四、确定合理的 掘进率 .....	730
一、自移式液压支 架的类型 .....	676	五、工作面进度 .....	733
二、自移式液压支 架的选择 .....	679	第二节 巷道掘进工程 排队 .....	733
三、工作面布置及 主要参数 .....	683	一、接续时间一般 要求 .....	733
四、劳动组织及技 术经济指标 .....	685	二、巷道掘进速 度 .....	733
第六节 水力采煤 .....	686	三、掘进组的配 备 .....	733
一、漏斗式采煤法 .....	686	第三节 三量规定 .....	740
二、小阶段(走向 短壁)式采煤法 .....	688	一、三量可采期的 规定及计算 .....	740
三、适用条件及有 关参数 .....	689	二、三量的解释和 计算范围 .....	741
四、作业方式及技 术经济指标 .....	690	三、三量的合理可 采期 .....	752
第五章 建筑物、铁路和水体下 采煤 .....	692	四、三量接替系 数 .....	752
		第七章 采区运输 .....	754
		第一节 煤炭运输 .....	754
		一、《煤炭工业 设计规范》的有 关规定 .....	754

二、采区上(下)山煤炭运输方式	754
三、采区运输设备能力的确定	755
四、采区掘进煤的处理	756
五、回采工作面运输巷胶带化及效果	756
六、胶带运输对巷道布置的要求	757
第二节 辅助运输	758

一、矸石及材料运输方式	758
二、人员运送	758
第三节 采掘运设备配备	758
一、采掘运设备的配备	758
二、采掘运设备的备用台数	759

## 第四篇 巷道断面和交岔点

第一章 巷道断面	762
第一节 巷道断面形状的选择	762
一、选择断面形状应考虑的因素	762
二、巷道断面形状及其适用条件	762
第二节 拱形、梯形及矩形巷道断面	
尺寸的确定	763
一、确定巷道断面净尺寸的有关规定	763
二、巷道断面净宽度的确定	764
三、巷道断面净高度的确定	764
四、圆弧拱形及三心圆拱形几何参数	768
五、按通风条件核校巷道断面	769
六、经济断面	769
第三节 地压及巷道支护计算	769
一、地压计算	769
二、巷道支护计算	769
第四节 拱形、梯形、矩形巷道支护	
参数及工程量、材料消耗量	778
一、锚喷支护	778
二、砌碛支护	785
三、木支架及梯形金属支架	789
第五节 封闭拱形巷道断面的计算	793
一、设计原则	793
二、几种封闭拱形巷道断面	793
第六节 U型钢拱形可缩性支架	808
一、支架分类	808
二、支架的适用条件	808
三、拱形可缩性金属支架设计参数	808
四、三节对称直立式拱形可缩性金属支架巷道断面计算	809
五、25U型钢拱形可缩性支架应用实例	811
第七节 曲线巷道	813

一、曲线轨道半径	813
二、曲线巷道加宽值	814
三、曲线轨道的外轨超高值	816
四、曲线轨道的轨距加宽值	816
第八节 水沟	817
一、水沟布置	817
二、水沟砌筑	817
三、水沟坡度及流速	818
四、水沟断面和流量计算	818
五、水沟盖板	825
六、特大涌水量矿井的水沟实例	826
第九节 轨道铺设	828
一、钢轨	828
二、轨枕	828
三、石碴道床	830
四、固定道床	833
第二章 平巷交岔点	842
第一节 交岔点分类	842
一、普通交岔点	842
二、穿尖交岔点	842
第二节 交岔点平面尺寸的确定	842
一、确定交岔点平面尺寸的依据	842
二、交岔点平面尺寸计算公式	844
三、交岔点平面尺寸计算	848
第三节 交岔点墙高及斜率	857
一、交岔点墙高	857
二、交岔点斜率	857
第四节 交岔点支护	858
一、锚喷支护交岔点	858
二、砌碛支护交岔点	858
第五节 工程量及材料消耗量计算	859

## 第五篇 立井井筒和硐室

第一章 立井井筒平面布置 .....	862	二、木质构件的处理 .....	949
第一节 概述 .....	862	第七节 百米井筒装备材料消耗 .....	949
一、井筒断面形状 .....	862	第三章 井筒支护 .....	954
二、井筒名称 .....	862	第一节 支护类型及支护材料 .....	954
第二节 井筒平面布置 .....	864	一、支护类型 .....	954
一、井筒平面布置设计依据和要求 .....	864	二、支护材料 .....	954
二、井筒平面布置形式 .....	865	三、混凝土配料 .....	955
三、立井提升容器 .....	866	第二节 立井地压计算 .....	959
第三节 井筒断面的确定 .....	872	第三节 井壁厚度及圆环内力的计算 .....	964
一、井筒断面确定步骤 .....	872	一、井壁厚度计算 .....	965
二、刚性罐道的井筒断面确定方法 .....	872	二、均匀侧压力作用下圆环内力计算 .....	965
三、井筒断面积计算 .....	876	三、不均匀侧压力及圆环内力计算 .....	967
四、井筒断面布置实例 .....	876	四、井口构筑物作用下的侧压力及井 壁圆环内力计算 .....	968
第二章 井筒装备 .....	881	五、地震力作用下的井筒侧压力 .....	970
第一节 钢丝绳罐道 .....	881	第四节 混凝土、钢筋混凝土构件 .....	970
一、概述 .....	881	一、混凝土、钢筋的强度及参数 .....	970
二、钢丝绳罐道布置形式 .....	881	二、混凝土、钢筋混凝土构件计算 .....	976
三、钢丝绳罐道安全间隙的确定 .....	886	第五节 砖石构件(砂浆砌体)的强 度计算 .....	987
第二节 刚性罐道 .....	887	一、砌体强度计算 .....	987
一、概述 .....	887	二、圆环砌体承载力的验算 .....	988
二、罐道梁 .....	887	三、计算实例 .....	989
三、罐道 .....	889	第六节 井筒锚喷支护设计 .....	996
四、罐道布置形式及罐道梁固定方式 .....	894	一、使用条件及注意事项 .....	990
第三节 刚性罐道的计算 .....	907	二、锚喷支护参数的选择 .....	990
一、荷载分析 .....	907	三、立井锚喷支护计算 .....	994
二、罐道、罐道梁上的荷载计算 .....	908	第七节 壁座及梁窝计算 .....	1000
三、罐道计算 .....	910	一、壁座设计 .....	1000
四、罐道梁计算 .....	912	二、梁窝尺寸计算 .....	1003
五、罐道梁层间距的确定 .....	916	第四章 冻结法凿井井壁设计 .....	1005
六、计算实例 .....	917	第一节 井壁类型及特点 .....	1005
第四节 罐道与罐道、罐道与罐道梁 的连接 .....	928	第二节 井壁设计依据 .....	1006
一、罐道接头 .....	928	一、井筒特征及装备情况 .....	1006
二、钢罐道梁接头 .....	931	二、地质及水文地质资料 .....	1006
三、罐道与罐道梁的连接 .....	932	三、冻结施工资料 .....	1006
第五节 管路敷设及梯子间 .....	940	第三节 冻结深度及壁座位置的确定 .....	1006
一、管路布置及管子梁的选择 .....	940	一、冻结深度的确定 .....	1006
二、电缆布置与敷设 .....	941	二、壁座位置的选择 .....	1006
三、梯子间 .....	941	第四节 设计荷载 .....	1007
第六节 井筒装备的防腐 .....	946	一、地压 .....	1007
一、井筒中钢材构件的防腐 .....	946		

二、不均匀地压 .....	1007	二、钻井法井筒设计的结构	
三、冻结压力(施工期间临时荷载) .....	1007	安全系数 .....	1124
第五节 混凝土及钢筋混凝土		三、荷载 .....	1125
井壁设计 .....	1011	四、井壁强度及稳定性计算 .....	1127
一、井壁安全系数的确定 .....	1011	第三节 井壁底计算 .....	1138
二、混凝土井壁的设计 .....	1012	一、浅碟式井壁底 .....	1138
三、钢筋混凝土井壁的设计 .....	1015	二、截锥式井壁底 .....	1141
第六节 冻结法井壁设计中的		三、半球和削球式井壁底 .....	1144
几个问题 .....	1022	四、半椭圆回转扁球壳井壁底 .....	1146
一、冻结井壁受力的一般规律 .....	1022	第四节 设计举例 .....	1153
二、冻结井筒混凝土井壁的特点 .....	1023	一、设计依据 .....	1153
三、冻结井壁的裂缝及温度应		二、地压计算 .....	1154
力计算 .....	1027	三、井壁计算 .....	1154
第七节 复合井壁 .....	1032	四、回转椭圆扁球壳井壁底的计算 .....	1160
一、材料及使用要求 .....	1032	第六章 沉井法结构设计 .....	1171
二、复合井壁各部分的组成和作用 .....	1055	第一节 沉井法分类及技术特征 .....	1171
三、复合井壁设计计算 .....	1062	一、沉井法分类 .....	1171
四、壁座的设计 .....	1087	二、沉井技术特征 .....	1172
第八节 井塔荷载作用下的井壁结构 .....	1091	第二节 沉井井壁结构设计 .....	1173
一、概述 .....	1091	一、设计依据及所需资料 .....	1173
二、计算公式及图表的应用 .....	1093	二、井筒主要参数确定及井壁设计 .....	1173
三、计算步骤 .....	1097	三、井壁的环向配筋计算 .....	1176
第九节 冻结法双层钢筋混凝土井壁		四、井壁竖向钢筋的计算 .....	1177
设计实例 .....	1098	第三节 沉井刃脚设计 .....	1177
一、井筒计算资料 .....	1098	一、刃脚的用途及形状 .....	1177
二、井壁侧压力计算 .....	1099	二、刃脚内力及配筋计算 .....	1179
三、确定井壁厚度 .....	1101	第四节 沉井构造要求 .....	1181
四、按冻胀力对外层井壁环向配筋		第五节 套井结构设计 .....	1181
的计算 .....	1102	一、套井尺寸的确定 .....	1181
五、内壁环向配筋计算 .....	1103	二、套井的结构型式及特点 .....	1182
六、按吊挂力计算竖向钢筋及抗裂		第六节 沉井结构计算实例 .....	1183
性验算 .....	1107	一、地质情况 .....	1183
七、壁座的设计 .....	1109	二、沉井井筒尺寸确定 .....	1183
八、在井塔作用下的井壁计算 .....	1111	三、按下沉条件验算井壁厚度 .....	1185
第五章 钻井法井壁结构设计 .....	1118	四、井壁环向配筋计算 .....	1186
第一节 概况 .....	1118	五、竖向钢筋计算 .....	1187
一、钻井法施工井壁的一般结构形		六、联系钢筋 .....	1188
式以及要求 .....	1119	七、沉井的刃脚计算 .....	1188
二、煤炭系统钻井法凿井施工情况 .....	1119	第七章 硐室 .....	1192
三、国内、外使用立井钻机的主要		第一节 罐笼立井井筒与井底车场连	
技术特征 .....	1119	接处(马头门) .....	1192
第二节 预制钢筋混凝土井壁计算 .....	1124	一、设计依据 .....	1192
一、钻井法施工井筒直径的确定 .....	1124	二、连接处形式 .....	1192

三、连接处尺寸的确定	1193
四、连接处断面形状及支护	1197
五、连接处附属硐室及行人通道	1197
六、其它要求	1198
七、部分矿井连接处设计索引	1199
<b>第二节 井底煤仓及箕斗装载硐室</b>	1207
一、设计依据	1207
二、井底煤仓及箕斗装载硐室布置	1207
三、井底煤仓	1209
四、箕斗装载硐室	1227
五、装载胶带输送机巷及机头、给煤机、贮气罐硐室	1233
六、配煤胶带输送机巷	1235
七、井底煤仓、箕斗装载硐室通用设计索引	1237
<b>第三节 箕斗立井井底清理撒煤硐室及水窝泵房</b>	1245
一、设计依据	1245
二、清理撒煤硐室及水窝泵房布置	1245
三、井底受煤漏斗及撒煤溜道	1245
四、沉淀池硐室及水仓、水窝泵房	1252
五、清理斜巷及绞车房	1256
六、部分矿井箕斗立井井底清理撒煤及水窝泵房设计索引	1258

<b>第四节 罐笼立井井底水窝及清理</b>	1264
一、设计依据	1264
二、井底水窝分类	1264
三、井底水窝深度的确定	1264
四、井底水窝支护及水窝底部结构	1269
五、井底水窝梯子间及平台梁	1269
六、井底水窝排水及清理方式	1269
七、副井井底清理斜巷及排水硐室通用设计索引	1271
<b>第五节 立风井井口及井底布置</b>	1271
一、设计依据	1271
二、井口布置	1272
三、井底布置	1277
四、风井井底连接处通用设计索引	128 <sub>2</sub>
<b>第六节 休息硐室</b>	1286
一、设计依据	1286
二、休息硐室的布置	1286
三、断面及支护	1286
<b>第七节 硐室支护计算</b>	1287
一、设计依据	1287
二、支护计算	1287
三、计算例题	1298
<b>主要参考资料</b>	

# 第一篇

# 采矿设计常用技术资料

**编写单位：**煤炭部规划设计院

**编写负责人：**高文礼

**编写人：**钟德辉、崔 镗（一、六章）

高文礼、崔 镗（二章）

崔 镗（三、五章）

王耀义（四、七、十、十一章）

高文礼（八、九章）

# 第一篇 采矿设计常用技术资料

## 第一章 常用数学、力学公式及有关计算用表

### 第一节 常用数学公式

#### 一、代数

##### (一) 乘法公式和因式分解

$$1. (x+a)(x+b) = x^2 + (a+b)x + ab$$

$$2. (a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$$

$$3. (a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$$

$$4. (a+b+c+\dots+k+z)^2 \\ = a^2 + b^2 + c^2 + \dots + k^2 + z^2 + 2ab \\ + 2ac + \dots + 2az + 2bc \dots \\ + 2bz \dots + 2kz$$

$$5. a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$$

$$6. a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2)$$

$$7. a^n - b^n = (a-b)(a^{n-1} + a^{n-2}b \\ + a^{n-3}b^2 + \dots + ab^{n-2} + b^{n-1}) \quad (n \text{ 为} \\ \text{正整数})$$

$$8. a^n - b^n = (a+b)(a^{n-1} - a^{n-2}b \\ + a^{n-3}b^2 - \dots + ab^{n-2} - b^{n-1}) \quad (n \text{ 为偶数})$$

##### (二) 行列式

##### 1. 二阶行列式

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1b_2 - a_2b_1$$

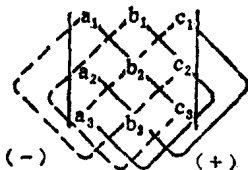
##### 2. 三阶行列式

##### 1) 定义

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1b_2c_3 + a_2b_3c_1 + a_3b_1c_2 \\ - a_1b_3c_2 - a_2b_1c_3 - a_3b_2c_1$$

##### 2) 展开法

##### 对角线展开法



$$9. a^n + b^n = (a+b)(a^{n-1} - a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 \\ - \dots - ab^{n-2} + b^{n-1}) \quad (n \text{ 为奇数})$$

$$10. (a \pm b)^n = \sum_{p=0}^n (\pm 1)^p \binom{n}{p} a^{n-p} b^p \\ = a^n \pm na^{n-1}b + \frac{n(n-1)}{1 \times 2} a^{n-2}b^2 \\ \pm \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \times 2 \times 3} a^{n-3}b^3 + \dots \\ + (\pm 1)^p \frac{n(n-1)(n-2)\dots[n-(p-1)]}{1 \times 2 \times 3 \times \dots \times p} \\ \cdot a^{n-p} \cdot b^p \dots + (\pm 1)^{n-1} n \cdot a \cdot b^{n-1} \\ + (\pm 1)^n \cdot b^n$$

实线上三数的积取正号  $+ a_1b_2c_3$

$$+ a_2b_3c_1$$

$$+ a_3b_1c_2$$

虚线上三数的积取负号  $- a_1b_3c_2$

$$- a_2b_1c_3$$

+)  $- a_3b_2c_1$

$$D = a_1b_2c_3 + a_2b_3c_1 + a_3b_1c_2 - a_1b_3c_2 \\ - a_2b_1c_3 - a_3b_2c_1$$

按某一行(或列)展开法

$$\text{例: } \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = -a_2 \begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_3 & c_3 \end{vmatrix} + b_2 \begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_3 & c_3 \end{vmatrix} -$$

$$-c_2 \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_3 & b_3 \end{vmatrix}$$

等式右端各项符号, 按各元素在行列式

中位置决定: 
$$\begin{vmatrix} + & - & + \\ - & + & - \\ + & - & + \end{vmatrix}$$

### 3) 性质

行、列依次序对调时, 其值不变,

例: 
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}$$

两行(或两列)对调后, 其值变号,

例: 
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} a_3 & b_3 & c_3 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_1 & b_1 & c_1 \end{vmatrix}$$

某行(或列)各元素乘以  $k$ , 其值为原行列式的  $k$  倍,

例: 
$$\begin{vmatrix} a_1 & kb_1 & c_1 \\ a_2 & kb_2 & c_2 \\ a_3 & kb_3 & c_3 \end{vmatrix} = k \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

某两行(或两列)的元素对应成比例, 其值为零,

### (三) 一次方程组的解

1. 
$$\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases} \quad x = \frac{\Delta_x}{\Delta} \quad y = \frac{\Delta_y}{\Delta} \quad (\Delta \neq 0)$$

式中 
$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} \quad \Delta_x = \begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix} \quad \Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}$$

2. 
$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = d_1 \\ a_2x + b_2y + c_2z = d_2 \\ a_3x + b_3y + c_3z = d_3 \end{cases} \quad x = \frac{\Delta_x}{\Delta} \quad y = \frac{\Delta_y}{\Delta} \quad z = \frac{\Delta_z}{\Delta} \quad (\Delta \neq 0)$$

式中 
$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad \Delta_x = \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad \Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad \Delta_z = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}$$

当  $d_1 = d_2 = d_3 = 0$  时,  $\Delta \neq 0$ , 方程组只有零解;

$\Delta = 0$ , 方程组有无穷多组解。

3. 
$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = 0 \\ a_2x + b_2y + c_2z = 0 \end{cases} \quad \frac{x}{\begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix}} = \frac{y}{\begin{vmatrix} c_1 & a_1 \\ c_2 & a_2 \end{vmatrix}} = \frac{z}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} = k$$

### (四) 一元二次方程

例: 
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} kb_1 & b_1 & c_1 \\ kb_2 & b_2 & c_2 \\ kb_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = 0$$

某行(或列)的元素都是二项式, 该行列式可分解为两个行列式的和,

例: 
$$\begin{vmatrix} a_1 + d & b_1 + e & c_1 + f \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} d & e & f \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

某行(或列)所有元素乘以同一数, 加到另行(或列)的对应元素上, 其值不变,

例: 
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 + kc_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 + kc_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 + kc_3 & c_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

注: 1. 三阶行列式性质都可推广于高阶行列式。

2. 四阶以上的高阶行列式不能再用对角线展开法, 只能采用按某一行(或列)的展开法进行计算。



$$ax^2 + bx + c = 0$$

1. 根:  $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

2. 根与系数的关系:  $x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}$ ,  $x_1 x_2 = \frac{c}{a}$

3. 判别式:

$$b^2 - 4ac \begin{cases} > 0 & \text{不等二实根} \\ = 0 & \text{相等二实根} \\ < 0 & \text{共轭复数根} \end{cases}$$

(五) 一元三次方程

1.  $x^3 - 1 = 0$

$$x_1 = 1, \quad x_2 = \omega_1 = \frac{-1 + \sqrt{3}i}{2}, \quad x_3 = \omega_2 = \frac{-1 - \sqrt{3}i}{2}$$

2.  $x^3 + ax^2 + bx + c = 0$

令  $x = y - \frac{a}{3}$  代入, 则得  $y^3 + py + q = 0$ , 式中  $p = b - \frac{a^2}{3}$ ,  $q = \frac{4a^3}{27} - \frac{ab}{3} + c$

设其根为  $y_1, y_2, y_3$ , 则

$$\begin{aligned} y_1 &= \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} \\ y_2 &= \omega_1 \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} + \omega_2 \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} \\ y_3 &= \omega_2 \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} + \omega_1 \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} \end{aligned}$$

式中  $\omega_1$  和  $\omega_2$  是方程  $x^3 - 1 = 0$  的二个解。

(六) 级数

1. 等差级数  $a + (a+d) + (a+2d) + \dots$  (公差为  $d$ )

1) 第  $n$  项  $a_n = a_1 + (n-1)d$

2) 前  $n$  项和  $S_n = \frac{n(a_1 + a_n)}{2} = na_1 + \frac{n(n-1)d}{2}$

3) 等差中项 若  $a, b, c$  成等差级数则  $b = \frac{1}{2}(a+c)$

2. 等比级数  $a + aq + aq^2 + \dots$  (公比为  $q$ )

1) 第  $n$  项  $a_n = a_1 q^{n-1}$

2) 前  $n$  项和  $S_n = \frac{a_1(1-q^n)}{1-q}$

3) 等比中项 若  $a, b, c$  成等比级数, 则  $b = \pm\sqrt{ac}$

4) 无穷递减等比级数的和  $S = \frac{a_1}{1-q}$  ( $|q| < 1$ )

3. 调和级数 设  $a, b, c$  成调和级数, 则