

岩石力学与井巷支护

YANSHI LIXUE YU JINGXIANG ZHIHU

煤炭工业出版社

岩石力学与井巷支护

北京矿业学院岩石力学教研组
东北工学院岩石力学教研室 合編

煤炭工业出版社

1960·8 北京

内 容 提 要

本書是根据矿井建設专业“岩石力学与井巷支护”課程的要求而編写的教学参考書，在內容上也适当地考虑了現場工程技术人员、科研及設計人員的需要。全書共分两篇，第一篇——岩石力学，对井巷围岩的性質、活动規律及研究方法等作了較詳尽的闡述；第二篇——井巷支护，論述了井巷支架的构造、使用和設計。

本書除可作为高等院校的教材外，也可供現場工程技术人员、科研和設計人員参考。

本 書 編 写 人

审 編：严志才 邱 源 魏順仪 顧小芸 于学敏 华安增
李卅平 李先煒 林韻梅 洪元禎 张葆君 饒 魯
参加編写教师：华安增 李卅平 李先煒 汪伯煜 陈启美 郑永学
郑雨天 林韻梅 洪元禎 饒 魯
参加編写学生：王贵文 刘清泉 沈渭昌 梁惠生 张葆君 程 凱
魏俊全

1514

岩石力学与井巷支护

北京矿业学院岩石力学教研组編著
东北工学院岩石力学教研室

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店科技发行所发行
各地新华書店經售

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{16}$ 印张34 插頁3·字數700,000

1960年8月北京第1版 1960年8月北京第1次印刷

統一書号：15035·1135 印数：0,001—4,600册 定价：3.85元

前 言

建国十年以来，特别是1958年大跃进以来，我国的采矿和矿井建设工作获得了辉煌的成就，为我国采矿科学的发展奠定了良好的物质基础。自从党的教学改革方针提出以后，高等学校出现了技术革新和教育革命的生动活泼局面。为了提高教学质量，采用的教材必须能结合中国实际情况和反映世界先进水平。根据这种要求，我们在北京矿业学院建设系党总支和东北工学院采矿系党总支的领导下，共同编写了这本书。

本书是采取领导干部、教师、学生、现场工作人员相结合的方式编写的，在编写过程中，很多有关单位，例如抚顺、阜新、开滦、京西等厂矿提供了许多资料。在审编过程中，得到了北京煤炭科学研究所、北京煤炭设计院、北京有色金属设计院、中国科学院力学研究所、北京钢铁学院等单位的大力协助，特此表示衷心的感谢。

本书从着手准备到完全脱稿，共用了三个月的时间，由于时间比较仓卒和编写人员水平的限制，缺点与错误在所难免，因此，我们殷切地希望读者毫无保留地提出批评和指正，以便以后修正。

目 錄

前言

緒論 7

第一篇 岩石力学

第一章 岩石的物理力学性質	12
第一节 研究岩石性質的重要意義	12
第二节 岩石的分类特征	13
第三节 岩石的結構特征	13
第四节 固結性岩石的变形和强度特征	15
第五节 松散性岩石(土)的变形与强度特征	35
第六节 岩石力学性質的測定	39
第二章 岩体的应力、变形与破坏	61
第一节 原岩体的应力状态	61
第二节 井筒圍岩的应力分布、变形及破碎	62
第三节 巷道圍岩的应力分布、变形及破碎	65
第三章 巷道地压学說	78
第一节 概 論	78
第二节 松散体学說	81
第三节 弹塑性体学說	95
第四节 其他地压学說	110
第五节 平巷地压学說的小結	117
第六节 斜巷地压	123
第四章 豎井地压学說	126
第一节 松散体学說	126
第二节 弹塑性体学說	129
第三节 关于豎井地压学說的簡單分析	135
第五章 几种地压現象	136
第一节 冲击地压	136
第二节 巷道圍岩的鼓胀現象	140
第三节 受回采工作影响的巷道地压	143
第六章 現場研究	147
第一节 概述	147
第二节 实测技术分类及对仪器的要求	148
第三节 支架上荷載測量方法	149
第四节 岩体应力測量方法	163
第五节 岩层位移和离层的观测方法	169
第六节 巷道圍岩破碎帶的实测方法	178
第七节 实测工作的一般原則	182
第八节 巷道地压与位移現場研究实例	184

第七章 模拟研究	188
第一节 概述	188
第二节 相似原理	189
第三节 光测弹性模型法	191
第四节 变形网模型法	203
第五节 相似材料模型法	206
第六节 离心模型法	211
第七节 振动模型	213
第八节 砂子模型試驗	215
第九节 小結	216
第八章 井巷维护	218
第一节 井巷维护的意义	218
第二节 选择合理的井巷位置	219
第三节 利用矿柱维护	221
第四节 利用自然平衡状态	223
第五节 加固围岩	224
第六节 安設支架	224
第七节 合理的断面形状	224

第二篇 井巷支护

第九章 支架設計原理	228
第一节 支架設計与选择原則	228
第二节 支架靜力計算	237

平 巷 支 架

第十章 木材支架	285
第一节 坑木	285
第二节 支架的結構型式	285
第三节 木材支架的連接与可縮性	292
第四节 支架的計算和应用	294
第五节 木材及木材支架的防腐方法	296
第十一章 石材支架	298
第一节 石材	298
第二节 石材支架的型式	304
第三节 拱	307
第四节 牆和基础	313
第五节 支架設計	318
第六节 石材支架的使用	331
第十二章 装配式鋼筋混凝土支架	334
第一节 使用情况和构件型式	334
第二节 装配式鋼筋混凝土支架的型式	335
第三节 装配式鋼筋混凝土支架的可縮性	343
第四节 預应力鋼筋混凝土的应用	345
第五节 預应力鋼筋混凝土支架的結構特点	346

第六节	装配式鋼筋混凝土支架构件的連接	350
第七节	鋼筋混凝土背板	351
第八节	装配式鋼筋混凝土支架的設計	354
第九节	装配式鋼筋混凝土支架的制造	372
第十节	装配式鋼筋混凝土支架的发展方向	374
第十三章	金屬支架	376
第一节	材料	376
第二节	金屬支架的結構型式	376
第三节	金屬支架的連接	381
第十四章	錨杆支架	382
第一节	錨杆支架的作用原理	382
第二节	錨杆支架的种类与結構	383
第三节	錨杆的設計	396
第四节	錨杆的試驗工作	403
第五节	錨杆的技术經濟效果及使用条件	407
第十五章	其它坑木代用品	408
第一节	蒸养矽酸盐支架	409
第二节	竹材支架	410
第三节	陶瓷支柱	412
第四节	菱苦土支架	412
第五节	玻璃鋼	413

斜巷支架

第十六章	斜巷支架	415
第一节	斜巷支架的特点	415
第二节	木材支架	415
第三节	石材支架	416
第四节	金屬支架	416
第五节	装配式鋼筋混凝土支架	417
第六节	斜井井頸支架	418

豎井支架

第十七章	木材支架	419
第一节	木材支架的类型和构造	419
第二节	豎井木支架的計算	423
第三节	豎井木支架的使用范围	425
第四节	矩形井筒使用装配式鋼筋混凝土支架的經驗	426
第五节	立眼中使用圓形耐壓木砖支架的經驗	427
第十八章	石材支架	428
第一节	石材井壁的类型及应用	428
第二节	井壁厚度計算	431
第三节	段高的影响因素及其決定	437
第四节	无壁座砌井及壁座的使用	442
第五节	井頸支架	446

第十九章 鋼筋混凝土弧板支架	456
第一节 鋼筋混凝土弧板支架的类型与构造	456
第二节 鋼筋混凝土弧板支架的设计与计算方法	463
第三节 鋼筋混凝土弧板的制造与使用	475
第二十章 金屬支架	480
第一节 临时支架	480
第二节 永久支架	485

井巷交接处与峒室支架

第二十一章 井巷交接处及峒室支架	486
第一节 巷道交接的形式	486
第二节 平頂巷道交接处支架	487
第三节 拱頂巷道交接处支架	492
第四节 豎井与平巷连接处(井門)支架	496
第五节 峒室支架	501
第二十二章 支架試驗方法	509
第一节 概述	509
第二节 支架构件試驗	510
第三节 支架整体实验	512
第四节 工业試驗	513

結束語	514
-----------	-----

附录	516
----------	-----

一、彈性理論基本知識	516
二、測定数据的整理和分析	535
代表符号一覽表	542

緒 論

“岩石力学”是研究岩石力学現象及其活动規律的一門科学。

“井巷支护”是研究用支架——人工結構物——来維護井巷的科学。

采矿工程中，我們每天所必須进行的最基本的工作，便是把岩石（包括矿石）从地壳中加以破碎而采掘出来，从而不断在地下形成空間——井巷和回采工作面。这些空間破坏了岩体原来的平衡状态。为了建立新的平衡，围岩产生变形、破碎、冒落等一系列力学現象，这也就是通常所称的地压現象。要保證正常的采掘工作，就必须进行巷道維護和頂板管理，以控制或防止这些現象，特别是围岩破碎現象的产生。由此可見，破碎采掘岩石和防止围岩的破碎，是采矿工程中的基本矛盾，而岩石是采矿工作最主要的对象。对岩石的性質、岩石的破碎过程和巷道围岩活动的客观規律掌握得愈清楚，則采矿工程就能在愈加可靠的基础上进行。因此，完全可以認為，岩石力学这門科学是采矿工程的科学基础。

从力学的观点来看，井巷稳固性、回采工作面的頂板管理、岩层的移动、露天边坡的稳定以及岩石破碎理論等一系列問題都应当属于岩石力学研究的范畴。但是，由于这門科学还不够成熟，同时上述問題都与某一个生产环节有密切的联系，因此其中許多問題都分別列入其它課程（如“采矿方法”、“矿山測量”、“露天开采方法”、“岩石破碎学”等）之中。而本課程的研究范围則局限于与井巷支护有关的岩石力学現象，所以这里所指的“岩石力学”是一門研究井巷围岩力学現象及其活动規律的学科。

研究岩石力学的目的当然不仅仅在于掌握围岩活动的客观規律，更重要的还是要控制围岩的活动，掌握这些力学規律，从而使它服务于生产实践，而不是妨碍生产实践。这也就是“井巷支护”課程所要研究的内容——井巷維護方法。目前最主要的維護方法是采用支架，因此在維護方法里就着重論述井巷支架的构造、使用及設計。

岩石力学提供控制地压的科学根据，井巷支护則研究控制地压的基本方法——矿井支架，所以它們就成为同一学科中密切相关的两个重要組成部分。所有的科学都是以人类生产实践活动为基础形成和发展起来的。人們从事某种生产的規模愈大，活动愈頻繁，則与此有关的科学也就发展得愈迅速。“岩石力学与井巷支护”这門科学也不例外，它的形成过程是与采矿工业的发展分不开的。

我們伟大的祖国是世界上采矿工业发展最早的国家，远在几千年前，我国就已經能开采銅、鉄、金、煤等矿石。到了周代（紀元前1122年）金屬矿床开采已相当发展，并开始了地下采煤。元朝（公元1200年）就有了深达数百米的盐井。所以我国劳动人民很早就懂得利用支架、留矿柱和充填等方法来防止围岩破碎、冒落等地压現象，而且摸索到許多地压現象出現的規律，能够凭借丰富的經驗預知頂板会不会冒落，支架能不能保證巷道的稳定性等。我国最早的一本采矿書籍，明朝宋应星所著的“天工开物”一書中提

到：“……或一井而下，炭縱橫廣有，則隨其左右闕取。其上枝板，以防壓崩耳。凡煤炭取空，而後以土填實其井”。在1920年出版的“山西礦務誌略”中則有了更具體的記載，說明古代豎井井口多用石砌，井壁材料有磚、扇面石、荊笆、柳笆等。而且說磚石井壁可耐數百年之久。這些史料充分說明，勤勞勇敢、心靈手巧的中國人民，在採礦科學中，也和在其它各個領域中一樣，為人類留下了寶貴的遺產。

但是由於舊中國長期處在封建統治下，後來又被帝國主義和官僚資本所壟斷掠奪，生產力被束縛，採礦技術長期停留在十分落后的手工業式的基礎上，得不到發展；同時資本家們只醉心於利潤，將工人的性命視為草芥，根本不重視對確保礦工安全生產有重大意義的非巷維護技術。而礦工們自身則處在被奴役與剝削的境域之下，衣不蔽體，食不果腹，沒有學文化的機會，因而很難將實踐中積累的經驗系統總結並上升到理論，以致使“岩石力學與井巷支撐”長期未能形成系統的科學體系。

解放以後，在黨中央和毛澤東同志的英明領導下，黨和政府對舊有礦井的恢復、改建和新建都給予極大的重視，我國採礦工業和礦井建設工程面貌煥然一新。它已經由解放前的落后局面，轉變為擁有先進技術的強大國民經濟的一個部門。十年來，我們在採礦工業上取得的成就是十分巨大的，發展速度也是史無前例的。以其中最重要的兩種產品為例：在1949年，我國的煤炭產量還只有3243萬噸，而到了1959年，則已增長到34780萬噸，使我國在煤炭產量上由1949年的世界第九位一躍而為第三位；鐵礦石產量的增長速度則更為驚人，如以1949年為100%，則1959年已增長到14201%，從而有力地保證了我國鋼鐵工業的飛躍發展。

同時，為了適應採礦工業的高速發展，我國人民進行了巨大的礦山基本建設工作。僅在煤炭系統，十年來投入生產的礦井設計生產能力就達10179萬噸。

採礦和礦山基本建設工作的迅速發展為我國採礦科學的形成與發展奠定了良好的物質基礎，並有力地推動了“岩石力學與井巷支撐”這一年輕學科的迅速成長。

第一個五年計劃中坑木消耗量情況表

單位：原煤量：萬噸 坑木：萬米³ 表1

年 別	原煤量(萬噸)		坑木總用量(萬米 ³)		生產用量(萬米 ³)		基建用量(萬米 ³)	
	數 量	以53年為100的百分數%	數 量	以53年為100的百分數%	數 量	以53年為100的百分數%	數 量	以53年為100的百分數%
1953年	4810	100	117.4	100	113.7	100	3.7	100
1954年	5880	122	147.9	126	137.3	122	10.7	290
1955年	6952.8	144.5	197.3	168	175.1	154	22.2	600
1956年	8260	171.5	236.5	202	201.5	177	35.0	945
1957年	8800	183	300.0	256	260.0	229	40.0	1080

〔見煤礦科學技術通訊1958年第二期“中國煤礦今後節約坑木的技術途徑”(摘要)〕

在過去，絕大部分礦井的規模都很小，生產工作主要依靠繁重的體力勞動進行。採掘工作面，特別是回采工作面的長度很小，圍岩的暴露面積也不大，因而產生的地壓現象，不論就其規模或就其表現形式來講，都遠遠不如現在大規模機械化生產那樣明顯、

广泛和多样化。随着现代化大型矿井的出现，过去认为能够满足要求的木材支架与某些维护方法，现在就不一定合用，在服务年限达几十年的基本巷道中迫切需要更耐久的支架材料和更合理的支架结构。此外，随着矿石和煤产量的急剧增长，坑木的需要量也迅速地增加。

从表1可以看出我国坑木消耗量增长的情况。由于我国森林资源较为缺乏及木材生长期长，而引起了坑木供不应求的矛盾，因此提出了寻找坑木代用品的任务。

采矿工作者为解决生产上提出的一系列的问题，就需要不断地去研究、试验和实践，从而为“岩石力学与井巷支护”这一学科提供了丰富的内容。

在井巷支护方面，我们不仅迅速掌握了各种新型支架的使用技术——如混凝土和混凝土砖支架、装配式钢筋混凝土支架、锚杆支架、金属支架等，而且根据我国多快好省建设社会主义的方针，根据高速度建设和勤俭建国的特点，找出一些适合我国国情的支架结构、支架材料并摸索出一些使用经验，也创造性地发展了我国古代比较成熟的经验。例如在平巷中普遍推广料石支架和装配式钢筋混凝土支架，前者能够就地取材，强度高，服务年限长，因此早已为我国古代人民所采用，解放后受到了广泛的重视，到1958年，利用料石支架维护的巷道已占总长度的6.76%，在各类支架中占第二位。特别值得注意的是近年来在荒料石砌壁上创造了很宝贵的经验，降低了对石材加工的要求，所以已使这种支架的使用价值更加提高。后者还是于1952年才开始在焦作矿务局采用，但到1958年，全国已建立装配式钢筋混凝土预制厂20余处（包括手工业生产在内），总生产能力达年产47万架。

锚杆支架于1957年才开始提出，但不到二年，就推广到十万根以上，而且结合我国国情在木锚杆上进行了相当多的研究工作。

在坑木代用品方面的成就则更为显著。1954年在萍乡开始使用我国南方盛产的竹材做支架，1957年在河南禹县创造了土法制造的陶瓷支架。自1958年大跃进以来，出现的新材料则不下十几种：如竹筋混凝土、塑化竹材、砖渣、爐渣混凝土和灰砂制品等。在这方面所进行的巨大工作不仅节约了坑木，保证了生产，并且由于在许多文章和小册子中认真地总结了这些经验，所以丰富与发展了本学科。

由于进行了大规模的建井工程，在井筒支架方面也有了发展，如混凝土、混凝土砖、天然石材、装配式混凝土弧板支架都在实践中得到了运用，其中天然石材支架的广泛应用同样反映了我国的建井特色。此外，创造性地发展了无壁座砌井的施工经验，简化了竖井砌壁工作中最复杂的一道工序——砌壁座，从而大大地加快了建井速度。

在岩石力学方面，由于党和政府的重视，也大量开展了研究工作。例如，在1950年推广新采煤法，遇到的主要困难是顶板管理，于是，东北煤矿管理局在1951年公开向全国广泛征集有关顶板管理的论文，1952年就出版了“矿内地压问题及顶板管理论文专集”。这本书的内容偏重于有关采场的岩石力学问题，而且其中有不少文章译自外文，但也是我国涉及井巷地压问题的第一本书，在当时对推动生产起了一定的作用。1952年和1954年苏联专家又为东北工学院和北京矿业学院师生开设了“岩石力学与井巷支护”课程，系统介绍苏联在这方面的成就，为我国岩石力学的科学研究创造了有利条件。

1956年起相繼成立了煤炭建井和采礦方面的科學研究院和各礦務局的科學研究組織以後，科研工作就更加蓬勃地開展起來。現在已經有許多單位進行過礦山現場觀測和模擬研究，其中如北京煤炭科學研究院對大同煤礦刀柱采煤法的研究，長江三峽岩基研究組對硬岩中開掘大斷面巷道時地壓的研究工作，東北工學院對龍煙龐家堡礦岩石性質和頂板壓力的研究，北京礦業學院對峰峰地區采准巷道的維護問題的研究，以及各種新測壓儀器的試制成功與應用，都說明了我們正在這方面迅速地趕上世界先進水平，並且取得了一定成果。

近年來，各國對“岩石力學與井巷支撐”的研究都很重視，蘇聯在這方面則取得了更大的成就。例如 M. M. 普羅托奇雅閣諾夫教授在1909年提出的自然平衡拱地壓學說至今尚為人所推重，而最近則在應用彈塑性力學解決地壓理論和現場觀測儀器方面得到了很大的進展，因此我們應當繼續虛心向世界各國，特別是向蘇聯學習先進科學技術。

應當指出，“岩石力學”的發展與“力學”的發展有非常密切的關係。例如，正是由於近年來在彈塑性理論方面所取得的成就，才有可能提出上述用彈塑性力學解決地壓問題的途徑；又如最近力學中流變理論的發展，為解決地壓與時間的關係這一問題提供了有利條件，所以我們在研究岩石力學的同時，必須密切注意力學上的最新成就。但是，另一方面，也應當看到岩石力學本身的特殊性，而不能生硬地搬用力學理論。

儘管如此，目前這門學科的發展速度還遠遠不能與我國採礦生產力空前高漲的情況相適應，許多迫切需要解決的問題擺在我們面前，其中特別重要的任務是：

1) 千方百計地節約坑木，尋找更加符合多快好省精神的坑木代用品，實現“坑木不下井，消耗等於零”的豪言壯語。

2) 掌握地壓規律，建立我國自己的系統的地壓理論，並在此基礎上提出礦井地下結構理論。

要想完成上述研究任務，首先必須堅持政治掛帥和大搞群眾運動，不僅坑木代用品，就是地壓理論的研究也是如此。如果只靠少數專門隊伍，只重視理論分析，而不去系統總結實踐中存在的大量經驗和進行現場的實際觀測，必定是理論脫離實際，縱然在理論上取得一些成果，也不會用來指導生產實踐，更何況離開實踐去找理論，在理論上也就不可能取得什麼成就。

本書主要是按照高等院校礦井建設專業的教學要求，根據“岩石力學與井巷支撐”教學大綱編寫的，但也適當考慮了現場工程技術人員和科學研究人員的需要。書的內容以我國在礦井建設工程方面所積累豐富經驗和世界各國特別是蘇聯的先進技術為基礎。全書分“岩石力學”與“井巷支撐”兩大部分。在“岩石力學”中，注意充實了“岩石力學性質”、“現場研究”和“模擬研究”等章節的內容，因為力學性質是建立岩石力學理論的基本根據，而現場觀測及實驗室模擬等以實踐為主的研究方法則是當前研究地壓問題的主要途徑，所以有必要給予更大的重視。當然，各國學者過去在理論研究上所得到的成果對我們也是很寶貴的，所以儘管目前所有的地壓學說都還不能令人滿意，但在本書中仍用了相當的篇幅加以闡述，希望能在學習和掌握這些學說的基礎上，了解前人的研究概況，吸取他們的經驗，並且今後能遵循着毛主席在“實踐論”中指出的研究方

法創立我們自己的地壓理論。

“井巷支護”部分中，分別講授平巷、豎井以及斜巷的各種支架結構，其中包括木材支架、石材支架、裝配式鋼筋混凝土支架、錨杆支架、金屬支架和各種新型的坑木代用品，如礦渣混凝土支架、竹材支架、陶瓷支架等。在取材中以中國現場的經驗為主，同時也介紹世界各國經過實踐考驗證明有效的支架結構和先進技術。此外，將所有的支架設計原理歸納成一個體系，放在這部分的開始一章內進行講授，這只是一個企圖按地下結構的特點加以系統化的初步嘗試，是否合適，希望能得到各方面的寶貴意見。為了有助於對各種支架結構，特別是坑木代用品的研究工作，在最後還增加了“支架試驗”方法一章。

“岩石力學與井巷支護”與很多課程，特別是“材料力學”、“建築材料”、“結構原理”與“井巷工程”等有關，學習本課程前應當具備這方面的知識。此外，鑑於本書所介紹的地壓學說及支架結構計算中用到一部分比較深的基本理論，同時估計到今後現場觀測工作必將大量增加，為便利廣大讀者，特在本書最後增加附錄部分，其中包括連續介質力學的基本方程和測定數據的整理及分析。

第一篇 岩石力学

第一章 岩石的物理力学性質

第一节 研究岩石性質的重要意义

岩石，和一般力学研究对象（材料）比較，有許多共同性，但是也有其特殊性。毛主席在“矛盾論”中說：“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。……科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。……”。岩石力学区别于其他力学的最大特点，正是岩石物理力学性質的特殊性。

研究岩石性質，一般分为下列两类：

1. 物理性質——如容重、比重、密度、孔隙度、温度、湿度、硬度、热学性質、电学性質、碎胀性、耐风化侵蝕性等；

2. 力学性質

(1) 变形性質——如弹性、塑性、脆性、韌性、蠕变、松弛、弹性后效、強化等。

(2) 強度——对压、拉、弯、剪等各种破坏岩石組織构造作用力的抵抗。

岩石性質的特殊性突出表现在：成分組織构造复杂且不均匀、脆性、非綫性变形、抗压抗拉強度相差悬殊以及物理力学性質的各向异性等方面。本章将着重分析这些特性。

研究岩石性質的問題，对于采矿科学特别是岩石力学，具有极为重要的意义。从岩石力学的发展过程和采用的研究方法，都可以看到岩石性質所起的重要作用。例如，采用弹塑性力学方法研究地压理論，其根本前提是把岩石当作弹塑性变形体处理；采用松散介質靜力学方法研究岩石力学問題，根本出发点则在于把岩石当作松散体处理；用大多数的模型試驗方法研究地压規律时，所用模型材料必須模拟真实岩石的性質；此外，許多現場观测研究方法，也都需要和岩石性質的研究相互配合，才能取得成果。由此可见，岩石性質的研究，是岩石力学以至整个采矿科学发展中的最根本問題之一。

我国解放以前，整个科学事业不受重視，对于岩石力学及岩石性質的研究，几乎无从談起。

解放以后，由于党和政府的重視，以及采矿工业的生产需要，科学事业一日千里地向前跃进，属于岩石力学范畴的研究工作也蓬勃开展起来。在岩石性質研究方面，許多矿山、科研机关和学校共同协作，取得不少成績〔1-15〕，今后，研究工作定将更大規模、更高速地发展。

国外从事岩石性質的研究，就其規模、深度和所取得的成就等方面来看，任何国家

都不能和苏联相比。早在1937年，苏联就开展了顿巴斯和烏拉尔地区岩石性質的系統研究工作〔24〕。1941~1956年間，頓巴斯煤炭科学研究院、全苏煤炭科学研究院和全苏矿山測量科学研究院等科研机关陸續对頓巴斯煤田岩石的力學性質进行过多次的深入研究〔102, 79, 78, 97, 80, 99, 98〕。現在苏联仍在大力从事岩石性質和地压問題的研究〔24~38〕，同时也广泛开展了有关水力开采、鑽眼爆破以及机械切割作用下岩石变形和破碎規律的研究工作〔30〕。

这些研究工作使我們对岩石性質有了比較科学的深入的了解，但是，总的說来，岩石性質的研究工作，依然是很不充分的，需要进一步重視和加強。

第二节 岩石的分类特征

地質学中，按照成因，岩石分为岩漿岩、沉积岩和变質岩，又按照生成順序，分为基岩(母岩)和表土(冲积层)。

煤田基岩絕大多数是沉积岩，其中，石灰岩、砂岩、砂質頁岩和粘土質頁岩最为典型常見。我国仅撫順、京西等少数煤田，賦存有岩漿岩和变質岩。

我国的鉄矿大部分也是沉积矿床。龍烟型沉积鉄矿占一半以上。

我国煤田表土分布，有三种类型〔24〕。

华北、西北、东北以及秦岭淮河以北，大部分煤田表土为大孔性土(黃土)构成，有的地方有次生多孔性土、砂礫层及粘土等間隔层。河南鶴壁是这类表土比較典型的矿区，表土厚度20~130米，土質稳定，但受水的影响很大，施工时需要注意控制处理。

另一类分布广泛的是非粘性表土(砂、粉砂、礫石等)。开灤煤田较为典型，表土厚度20~360米，一般60~90米。其他如东北鉄法，华东济宁、潘集和宿县一带，表土厚度达200~300米。这类表土特点是含水多，稳定性差，建井时常需采用特殊施工方法。

第三类以淮南煤田为代表，表土分布以粘土、砂質粘土为主，土質致密，性質稳定，厚度一般小于30米。

除上述分类方法以外，从对岩石力學研究和应用方便来說，常常采取一种按照岩石結構顆粒(矿物晶体或岩屑)之間固結程度的分类方法。岩石結構顆粒之間的固結程度，和顆粒本身的強度比較相差不多的，称为固結性岩石；相差悬殊的，則称为松散性岩石。

按照这种分类方法，基岩(石灰岩、砂岩、頁岩等)一般属于固結性岩石，而所有表土(黃土、粘土、砂土等)属于松散性岩石。

当基岩遭受強烈地質构造作用，风化侵蝕作用，或者在由于采矿工作造成节理裂隙十分发育的情况下，也可作为松散性岩石处理。

第三节 岩石的結構特征

岩石的結構顆粒，有的是具有規則形状的矿物晶体，如岩漿岩和某些变質岩。这种晶体結構的岩石，在晶体之間往往沒有晶間物質而直接联系；也有的是通过晶間物質使

晶体相互联系。

沉积岩是由形状不定、顆粒大小不一的矿物和岩石碎屑粘結在一起而成。顆粒之間有各种胶結質，有的是粘結性強的砂質和石灰質，有的則是粘結性較差的粘土質或白堊質等。

从岩石力学观点出发，研究岩石物理力学性質，一般不需要考虑岩石微觀结构的特征，而仅仅从統觀方面，也就是从較大范围着眼，考察微觀性質的平均表现。这对于岩石力学一般問題來說，是完全够用了。不过，当需要深入地研究岩石变形和破坏机理（本質規律），或者研究某些特殊問題，如煤及瓦斯突出、岩石冲击等，有时也要涉及岩石的微觀结构。

学习岩石力学，开始还必须明确树立对于岩石的非均質性、层理性和裂隙性的認識。因为这三者，可以說是岩石区别于其他力学对象（材料）的最突出的结构特征。

岩石的非均質性，表现在其结构单元、粘結質、晶間質以及孔隙的形状、大小、分布和排列的多样性方面。岩浆岩的晶体，有的小到显微镜下亦难以察見，有的則大到数十厘米，大小相差可能达到一千倍以上〔9〕。沉积岩也是如此，有顆粒小到肉眼不可察見的石灰岩和砂岩，也有块度达数十厘米到数米的礫岩。同一地点的同种岩石，或者同一块岩石，矿物或岩屑顆粒的尺度往往也相差很大，岩石结构顆粒及孔隙的分布和排列也是杂乱无章。組織结构十分均匀的岩石是絕无仅有的。

岩石的层理，是其生成条件所决定的。沉积岩的层理最典型。某些变質岩，如片麻岩，也有层理。地質剖面图上，不仅看出种类不同的許多岩层，就是同一层岩石，内部也往往有許多小的分层。

岩石的裂隙性，更是突出的结构和构造特征。所有使岩石固結程度削弱的面，不論小到几毫米或大到几厘米或数十厘米，都可以認為是裂隙。节理也看作是裂隙。有些裂隙可能是有規律分布的，如节理；有的則是无規律的。按照成因，裂隙可以分为滑移裂隙（剪应力造成）和张开裂隙（张应力造成），主要都是由地質构造运动所造成，风化侵蝕作用，也促使裂隙扩大，或者造成新裂隙。从較大范围看，完全没有裂隙的岩石是不存在的。

岩石的非均質性、层理性及裂隙性，对于岩石的物理力学性質有重大的影响，岩石物理力学性質的連續或不連續、均匀或不均匀、各向同性或各向异性，都是根本取决于这些结构特征。

但是，也要認識到上述的非均質性、层理性和裂隙性，对于所有岩石并非都是程度相同的。有的岩石，这几种性質表现得突出些和显著些；有的岩石，則表现得不太显著。在岩石力学研究中，对于这些性質的处理，有时还要看問題涉及空間的大小以及研究任务的要求，而有所不同。例如，从大的范围看沉积岩，其层理是明显存在的，但如果所研究問題只局限于較厚的一层岩石的内部，則完全可以認為层理的影响不大。再如从单个晶体看岩石，沿晶体各軸方向的物理力学性質截然不同，但研究范围稍大一点，便看到許多晶体实际排列杂乱无章，以致任意晶軸方向的性質都不占压倒优势，其物理力学性質也就不会在某一方向上有所特殊，这时就可以近似地当作各向同性的岩石处