

Yanti
Kaiwa yu weihu



高等学校“十五”规划教材

岩体开挖与维护

主 编 李凤仪 韩丛发 张国华

副主编 胡 刚 刘永立

主 审 李孝东

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书在详细介绍岩土基本性质、岩石破碎学等基本理论知识的基础上,系统阐述了各种岩土开挖方法、施工技术及设备,进而分析论述了各类工程围岩土体的稳定性特点及其活动规律,系统讲解了工程岩土体的维护技术。本书主要作为采矿工程专业的教材,还可供其它相关专业及工程技术人员采用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

岩体开挖与维护/李凤仪,韩丛发,张国华主编.

徐州:中国矿业大学出版社,2003.8

ISBN 7-81070-707-8

I. 岩… II. ①李…②韩…③张… III. 岩土工程

IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 041661 号

书 名 岩体开挖与维护

主 编 李凤仪 韩丛发 张国华

责任编辑 杨传良

责任校对 崔永春

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏徐州新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 32.25 字数 818 千字

版次印次 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数 1~1000 册

定 价 46.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

采矿工程教材编审委员会

主 任:孙广义

副主任:郝传波 雷 宏

委 员:(按姓氏笔画排列)

卢连宁 李庆君 陈启文

严如令 赵玉林 景海河

顾 问:邢中光 刘明远

前 言

根据教育部修订本科专业教育计划的原则和要求,即拓宽基础教学的内涵,改变本科教育内容偏窄、偏专的倾向;整合课程,构建融会贯通、紧密结合、有机联系的课程体系,改变课程内容陈旧、分割过细和简单拼凑的状况;避免脱节和不必要重复等原则,黑龙江科技学院制定了采矿工程专业新的课程体系,把原有的四门专业课程融合为一门《岩体开挖与维护》课程,本书即为该门专业课程的教材。本书经全国高等教育专业教材委员会确定为高等学校规划教材。经采矿工程教材编审委员会审查通过。

本教材的编写遵循了如下几个原则:

(1) 系统性

本书以岩土体的开挖与维护为主线,在详细介绍岩土基本性质、岩石破碎学基本知识的基础上,系统介绍了岩土体开挖方法及各种方法的施工技术和工艺;然后分析论述了开挖形成的各种岩土工程周围岩土体的活动规律和稳定性特点,最后系统介绍了工程岩土体的维护技术。将过去多门课程的教学内容重新编排成一个有机整体,避免了分别设置课程而造成不必要的重复及对相关知识的割裂。

(2) 注重基础理论和基本知识

本教材在具体教学内容的设置和取舍上突出了基础理论和基本知识,并注重满足培养基本技能的教学内容需要。本课程的基础理论主要包括岩土的基本性质、岩石的破碎理论以及工程岩土体在力场作用下的响应过程,并较全面地介绍了煤矿回采工作面和采区巷道矿山压力及其控制的基本理论知识。基础知识主要包括各种岩土工程施工、维护所应掌握的知识。

(3) 提高通用性和实用性

为适应高等教育体制改革、学生分配制度改革的需要,拓宽毕业生的就业渠道,提高竞争能力,本教材适当补充了地下工程、岩土工程、公路工程及铁道工程、水利水电工程等相关知识内容。由于本教材是理论与工程实践紧密结合的内容体系,在编写过程中注重提高内容的实用性,并注重介绍最新理论成果和实用技术,文字上简洁易懂。

本书由李凤仪、韩丛发、张国华主编,胡刚、刘永立为副主编,李凤仪草拟提纲,李孝东主审,全书由李凤仪、张国华统稿。各章节的主要分工为:李凤仪(4、5);张国华(1.2、1.4、1.5、2、3、10、13、14.1、14.2、14.5、15.1~15.3);胡刚(6、7、11);刘永立(9、12、14.3、14.4、14.6、15.4、16);韩丛发(1.1、1.3、8)

本书在编写过程中得到了许多教师的关心和支持,并审阅了有关文献,在此谨向他们以及文献作者致谢。

由于学识有限,书中缺点和错误在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2003 年 5 月

绪 论

人类所依赖生存的物质环境,离不开材料和燃料,两者的生产和开发都与矿业息息相关。采矿工程学作为一门科学技术,研究的对象是岩层和矿床;同样,在水利水电工程、公路工程、岩土工程、地下工程等众多学科也广泛涉及岩土的研究。根据当前科技手段所得到的关于岩土及矿床的描述,在质和量两方面仍存在许多不甚清晰的领域;另一方面,在人们以岩土为对象的工程活动中,无论是凿岩、爆破、支护、加固,还是掘进与回采,无一不存在研究对象的破碎与稳定的矛盾。而要在理论上及工程实践中彻底解决这一问题,仍然有很多路要走。本书对人类在解决岩土破碎与稳定这一问题过程中所进行的努力及取得的理论与实践成果,作一系统详尽的介绍。

为了系统阐述岩土体开挖与维护理论研究及工程实践现状和迄今取得的各项研究成果,按照问题研究程序及工程活动顺序将本课程内容分成以下四个组成部分。

1. 岩土的物理力学性质

岩土作为研究及工程活动对象,对其物理、力学及其在工程方面的性质的认识和掌握,是应该首先解决的问题。迄今有关的研究成果已经相继形成了土力学、岩石力学、岩体力学等新兴学科和边缘学科。在第一篇第1、2、3章分别介绍了土的物理力学性质、岩石的基本性质、岩体的基本性质;进而介绍了相关理论的研究方法。为了论述的方便,后续内容中将土作为岩体的特殊类型一并介绍。

2. 岩体开挖技术

在了解了岩土的基本性质后,第二篇开始介绍了岩石破碎学的基本理论(第5章)。目前的岩体开挖方法,按开挖用途可分为井巷、硐室工程开挖与矿床开采开挖;按开挖技术手段可分为钻眼爆破开挖与机械开挖两大类,而钻眼爆破则是最主要的岩体开挖方法。本篇第6、7两章介绍了钻眼爆破技术,第8章介绍了岩体开挖机械,然后介绍了井巷及隧道施工方法。

3. 岩体的工程响应与力学活动

所谓岩体的工程响应是指在人类工程活动影响下,岩体产生的应力、变形场的变化以及位移、破坏、垮落等一系列活动。因此,本篇介绍了地应力分布规律、井巷工程岩体变形活动规律。由于煤层属于大范围层状赋存的矿体,而且煤炭目前在我国是重要的能源及原材料资源,在国民经济中占有重要位置,本篇着重介绍了煤矿开采矿山压力及其显现规律。

4. 岩体维护技术

本篇在分析了工程岩体稳定性特点的基础上,介绍了井巷工程岩体维护技术,并详细介绍了煤矿开采回采工作面维护技术及冲击矿压的预测与防治技术。

《岩体开挖与维护》是一门实践性很强的应用课程,在本课程的教学过程中,应注意理论联系实际,课堂教学与实验、实习、课程设计等教学环节紧密结合,以期收到良好的教学效果。

目 录

第一篇 岩石的物理力学性质

前言	I
绪论	I
1 土的物理力学性质	(1)
1.1 土的基本组成	(1)
1.1.1 土的生成	(1)
1.1.2 土的组成	(2)
1.1.3 土的结构与构造	(4)
1.2 土的物理性质及物理状态	(6)
1.2.1 土的物理性质	(6)
1.2.2 土的物理状态	(11)
1.3 土的工程分类	(14)
1.3.1 土的工程分类依据	(14)
1.3.2 水电部 SD128—84 分类法	(15)
1.3.3 我国《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)分类法	(17)
1.4 土的变形性质	(18)
1.4.1 土的压缩变形	(18)
1.4.2 土的渗透变形	(24)
1.5 土的强度性质	(25)
1.5.1 土的剪切试验	(26)
1.5.2 土的抗剪强度的来源及莫尔—库仑准则	(28)
1.5.3 土的抗剪强度的影响因素	(29)
2 岩石的基本性质	(31)
2.1 岩石的基本概念	(32)
2.1.1 岩石的结构与构造	(32)
2.1.2 岩石的分类	(32)
2.1.3 岩石与开采技术的关系	(36)
2.2 岩石的物理性质	(37)
2.2.1 岩石的密度	(38)
2.2.2 岩石的相对密度(G)	(38)
2.2.3 岩石的容重	(39)
2.2.4 岩石空隙性	(39)
2.2.5 岩石吸水性	(40)

2.2.6	岩石的透水性	(41)
2.2.7	岩石的软化性	(42)
2.2.8	岩石的抗冻性	(43)
2.2.9	岩石的膨胀性和崩解性	(43)
2.2.10	岩石的碎胀性和压实性	(44)
2.3	岩石的变形性质	(44)
2.3.1	单向受压条件下的岩石变形	(45)
2.3.2	岩石在三轴压缩条件下的变形性质	(49)
2.3.3	岩石的流变性	(50)
2.4	岩石流变模型建立与研究	(51)
2.4.1	基本元件	(51)
2.4.2	基本二元件模型	(52)
2.4.3	组合元件模型	(57)
2.5	岩石的强度性质及强度理论	(60)
2.5.1	岩石强度的种类	(60)
2.5.2	岩石的破坏机理和强度影响因素	(62)
2.5.3	岩石的强度理论	(64)
3	岩体的基本性质	(69)
3.1	岩体的结构	(70)
3.1.1	结构面	(70)
3.1.2	结构体	(74)
3.1.3	软弱夹层	(74)
3.1.4	岩体的结构类型	(74)
3.2	岩体的变形性质	(75)
3.2.1	结构面的变形特征	(75)
3.2.2	岩体的变形性质	(77)
3.2.3	岩体变形试验	(77)
3.3	岩体的强度性质	(79)
3.3.1	结构面的剪切强度	(79)
3.3.2	岩体的剪切强度	(81)
3.4	岩体的工程分类	(84)
3.4.1	RQD 分类	(84)
3.4.2	节理岩体的 CSIR 分类	(84)
3.4.3	巴顿岩体质量(Q)分类	(85)
3.4.4	岩体质量指标(RMQ)分类	(86)
4	岩石力学研究方法	(88)
4.1	岩体力学介质类型及研究方法简介	(88)
4.1.1	岩体介质类型	(88)
4.1.2	岩石力学研究方法简介	(89)
4.2	岩石力学现场观测研究	(91)

4.2.1	岩体应力的测量	(91)
4.2.2	位移观测	(92)
4.2.3	岩体稳定性观测	(93)
4.3	实验室相似材料模拟研究	(94)
4.4	岩石力学的理论研究方法	(96)
4.4.1	连续介质力学研究	(96)
4.4.2	弹、塑、黏性力学的研究方法	(96)
4.4.3	非连续介质力学——断裂力学	(98)
4.5	岩石力学数值模拟研究	(99)

第二篇 岩体开挖技术

5	岩石破碎学的基础知识	(103)
5.1	岩石破碎程度和破碎比功	(103)
5.1.1	粒度(块度)及其度量	(104)
5.1.2	破碎比功	(105)
5.1.3	特征比功	(106)
5.2	工具压头静力侵入岩石	(106)
5.2.1	工具压头侵入岩石的基本现象	(106)
5.2.2	侵入硬度与侵入(比)功	(107)
5.3	岩石破碎方法	(109)
5.3.1	滚压破岩	(110)
5.3.2	冲击破岩	(111)
5.3.3	切削破岩	(111)
5.3.4	犁松破岩	(113)
5.3.5	其他破岩方式	(113)
5.4	岩石坚固性及其分级	(114)
6	钻眼方法及钻眼机具	(116)
6.1	凿岩机	(116)
6.1.1	风动凿岩机	(116)
6.1.2	液压凿岩机	(122)
6.2	电钻	(123)
6.2.1	岩石电钻	(124)
6.2.2	煤电钻	(124)
6.2.3	电钻钻具	(125)
6.3	凿岩台车	(126)
7	岩石爆破技术	(129)
7.1	爆炸及炸药的基本理论	(129)
7.1.1	爆炸及炸药的基本概念	(129)
7.1.2	炸药的爆轰理论	(134)

7.1.3	炸药的起爆与感度	(136)
7.1.4	炸药的性能	(140)
7.2	工业炸药与起爆器材	(144)
7.2.1	工业炸药分类	(144)
7.2.2	起爆器材	(151)
7.3	起爆方法	(161)
7.3.1	电力起爆法	(161)
7.3.2	导火索起爆法	(166)
7.3.3	导爆索起爆法	(166)
7.3.4	导爆管起爆法	(167)
7.4	岩石爆破作用原理	(170)
7.4.1	岩石爆破破碎原因的几种学说	(170)
7.4.2	单个药包的爆破作用	(171)
7.4.3	体积公式	(173)
7.5	炮眼布置及装药结构	(175)
7.5.1	炮眼布置	(176)
7.5.2	井巷掘进爆破施工技术	(181)
7.5.3	装药结构	(186)
7.5.4	爆破说明书和爆破图表	(189)
7.6	光面爆破	(190)
7.6.1	光面爆破	(190)
7.6.2	微差爆破	(194)
7.6.3	立井冻结段控制爆破	(196)
7.7	掘进通风与综合防尘	(199)
7.7.1	掘进通风方式	(199)
7.7.2	掘进通风设施	(200)
7.7.3	掘进中的综合防尘	(201)
7.8	岩石装运	(201)
7.8.1	煤岩装载设备	(202)
7.8.2	钻装机	(205)
7.8.3	转载设备	(205)
8	岩体开挖机械	(208)
8.1	掘进机械	(208)
8.1.1	部分断面巷道掘进机	(208)
8.1.2	全断面巷道掘进机	(212)
8.2	采煤机械	(214)
8.2.1	滚筒采煤机	(214)
8.2.2	刨煤机	(216)
9	岩体工程施工方法	(218)
9.1	煤矿水平巷道施工方法	(218)

9.1.1	全煤巷道施工	(218)
9.1.2	半煤岩巷道施工	(220)
9.2	煤矿倾斜巷道施工方法	(221)
9.2.1	上山掘进	(221)
9.2.2	下山掘进	(223)
9.3	煤矿采区煤仓施工	(226)
9.3.1	普通反井施工法	(226)
9.3.2	深孔爆破法掘进煤仓	(228)
9.4	煤矿立井施工方法	(230)
9.4.1	立井基岩施工	(231)
9.4.2	立井表土段施工	(239)
9.5	隧道施工方法	(247)
9.5.1	隧道工程的特点和施工原则	(247)
9.5.2	隧道施工方法及应考虑的因素	(248)
9.5.3	新奥法隧道施工	(249)
9.5.4	顶管施工法	(253)
9.5.5	其他施工方法	(256)

第三篇 岩体的工程响应与力学活动

10	地应力的基本概念及分布规律	(265)
10.1	岩土体中原岩应力场	(265)
10.1.1	岩体中的原始应力场的基本组成及基本规律	(265)
10.1.2	次生应力	(268)
10.2	地表坡体稳定性分析	(268)
10.2.1	斜坡中的应力分布特点	(269)
10.2.2	斜坡变形破坏的类型与影响因素	(270)
10.2.3	坡体稳定性评价	(276)
10.3	基础工程稳定性分析	(286)
10.3.1	基础工程的土压力	(287)
10.3.2	土压力基本计算	(288)
10.3.3	地基内的应力	(296)
10.3.4	地基的强度和承载能力	(301)
10.3.5	地基承载力的影响因素	(306)
10.4	地下工程体围岩应力及其分布	(307)
10.4.1	地下硐室围岩应力重新分布	(308)
10.4.2	水平井巷硐室围岩应力状态分析	(308)
10.4.3	地下多工程体并存时其周围应力分布	(315)
10.4.4	地压的形成及其影响因素	(317)
10.4.5	水平工程体地压的计算	(319)

10.4.6	地下铅直和倾斜工程体的地压计算	(323)
10.5	围岩极限平衡区及支承压力分布规律	(327)
10.5.1	基本概念	(327)
10.5.2	支承压力分布	(327)
11	井巷工程岩体变形活动规律	(333)
11.1	岩体弹性变形能与工程岩体的弹性变形恢复	(333)
11.2	动压影响巷道围岩的变形活动规律	(335)
11.2.1	煤矿采区平巷沿走向矿压显现规律	(335)
11.2.2	采区斜巷沿倾斜方向矿压显现规律	(338)
11.2.3	矿层底板岩巷矿压显现规律	(339)
11.3	横观各向同性层状岩体巷道顶板的变形活动规律	(340)
12	煤矿矿山压力及其显现规律	(344)
12.1	老顶岩层活动规律	(346)
12.1.1	老顶岩层初次破断与梁式平衡	(346)
12.1.2	老顶岩层作为板结构时弯矩分布与破断形式	(348)
12.1.3	老顶岩层作为裂隙体梁时的平衡	(349)
12.2	老顶岩层活动对回采工作面及周围岩体的影响	(352)
12.2.1	老顶的初次来压	(353)
12.2.2	老顶周期来压	(354)
12.2.3	老顶初次和周期来压步距的确定	(356)
12.2.4	老顶岩层破断在岩体内引起的扰动	(357)
12.2.5	老顶来压预测预报	(359)
12.3	回采空间上覆岩体结构假说	(359)
12.3.1	有关回采空间上覆岩体结构的假说	(359)
12.3.2	上覆岩层裂隙带岩体结构模型及其分析	(361)
12.4	回采空间上覆岩层与地表变形活动规律	(364)

第四篇 岩体维护技术

13	工程岩体稳定性分析	(371)
13.1	煤矿地下采区巷道变形破坏形式及其影响因素	(371)
13.1.1	煤矿采区巷道围岩变形和破坏形式	(371)
13.1.2	采区巷道变形的影响因素	(371)
13.2	井巷围岩分类	(374)
13.2.1	原煤炭部岩石分类表	(374)
13.2.2	煤矿回采巷道围岩稳定分类与合理支护技术指标表	(376)
13.3	回采工作面顶板稳定性分析	(378)
13.3.1	直接顶的稳定性	(379)
13.3.2	老顶的稳定性	(380)
13.3.3	回采工作面顶板的分类	(380)

13.3.4	回采工作面顶板稳定性的影响因素	(383)
13.3.5	分层开采时顶板活动特点	(389)
14	井巷工程岩体维护	(391)
14.1	井巷工程岩体维护原则	(391)
14.1.1	巷道矿压控制方法和途径	(391)
14.1.2	井巷“支架—围岩”相互作用关系原理及应用	(392)
14.1.3	井巷工程岩体维护原则	(394)
14.2	井巷支护	(395)
14.2.1	巷内基本支护的类型	(395)
14.2.2	巷内加强支护	(399)
14.2.3	巷旁支护	(401)
14.2.4	巷道加固	(404)
14.2.5	巷道非单一支护	(405)
14.3	锚杆支护	(407)
14.3.1	锚杆的种类和技术特征	(407)
14.3.2	预应力锚索支护	(413)
14.3.3	锚杆支护参数的设计	(415)
14.4	松软岩体维护	(424)
14.4.1	软岩巷道维护的几个问题	(425)
14.4.2	新奥法施工基本思想	(426)
14.5	巷道保护	(428)
14.5.1	选择有利于巷道稳定的位置	(428)
14.5.2	巷道的卸压保护	(433)
14.6	隧道施工开挖面的稳定	(437)
14.6.1	超前锚杆	(437)
14.6.2	管棚	(438)
14.6.3	超前小导管注浆	(439)
14.6.4	超前深孔围幕注浆	(441)
15	回采工作面顶板维护	(444)
15.1	回采工作面支架与围岩相互作用关系	(445)
15.2	单体支架工作面支护分析	(448)
15.2.1	金属摩擦支柱	(448)
15.2.2	单体液压支柱	(450)
15.2.3	金属顶梁	(451)
15.2.4	单体工作面支护分析	(453)
15.2.5	单体工作面支护设计	(460)
15.3	综采工作面液压支架支护方式分析	(462)
15.3.1	综采液压支架的种类及其适用条件	(462)
15.3.2	综采工作面支护设计	(474)
15.3.3	液压支架的端面顶板冒落及其防治	(476)

15.4	开采沉陷控制方法.....	(478)
16	冲击矿压与顶板大面积来压.....	(481)
16.1	冲击矿压.....	(481)
16.1.1	冲击矿压的类型.....	(481)
16.1.2	冲击矿压的成因和机理.....	(482)
16.1.3	影响冲击矿压发生的因素.....	(485)
16.1.4	冲击矿压的预测和防治.....	(488)
16.2	顶板大面积来压.....	(493)
16.2.1	顶板大面积来压的成因和机理.....	(493)
16.2.2	顶板大面积来压的防治措施.....	(493)
	参考文献.....	(498)

1 土的物理力学性质

地表和浅地下工程体(如坝体、地铁、人防等),均与土体有着密切的关系,所以了解有关土体的物理力学性质,对建筑物的设计及土体工程体的稳定性研究都有重要的意义,本章就与工程体有关的物理力学性质及相关内容做一概括性的介绍。

土是地壳表面最主要的组成物质,是岩石圈表层在漫长的地质年代里,经受各种复杂的地质作用所形成的松软物质。分布在我国大部分地区的土形成于新第三纪或第四纪,其成因、物质组成和结构、构造不同,因而其物理力学性质也不相同。

土是由固体颗粒以及颗粒间孔隙中的水和气体组成的,是一个多相、分散、多孔的系统。固体颗粒即土粒由大小不等、形状不同、成分不一的矿物颗粒或岩屑组成,构成土的主体,液体水和气体共同充满土粒之间的孔隙,三者相互联系,共同制约着土的工程地质性质。

一般情况下,土具有成层的特征。同一层内土的物质组成和结构构造基本一致,工程地质性质基本相同,这就是我们常称的“土层”。而土体是由性质各异、厚度不等的若干土层,以特定的上下次序组合在一起而形成的。因而土体不是简单的土层组合,而是与工程建筑的安全、经济和正常使用有关的土层组合体。一旦土层的厚度、性质和层次发生变化,土体的建筑性能也随之改变。由此可见,相对于土层来说,土体是一个宏观的概念,它一般是多层土层的组合体,但也可以是单一土层的均质土体。在前一种情况下,土体的性质不等于某一土层的性质,也不等于各种土层性质的简单叠加,而是相互作用和影响的有机整体。

1.1 土的基本组成

1.1.1 土的生成

地球大陆表面 30~80 km 厚的范围是地壳。地表的岩石经风化、剥蚀成岩石碎屑,又经搬运、沉积而成沉积物,经历的年代不长,未经压紧硬结成岩石之前,呈松散状态,这种固体矿物、水和气体的集合体称为土。

不同的风化作用,形成不同性质的土。风化作用有下列三种:

1) 物理风化

岩石受风、霜、雨、雪的侵蚀,温度、湿度变化,不均匀膨胀与收缩,使岩石产生裂隙,崩解为碎块。这种风化作用,只改变颗粒的大小与形状,不改变矿物成分,称为物理风化。由物理风化作用生成的为粗颗粒土,如碎石、卵石、砾石和砂土等,呈松散状态,总称为无黏性土。

2) 化学风化

岩石碎屑与水、氧气和二氧化碳等物质接触,使岩石碎屑发生化学变化,改变了原来组成矿物的成分,产生一种新的成分即次生矿物,土的颗粒变得很细,具有粘结力,如黏土、粉质黏土,总称为黏性土。

3) 生物风化

由动、植物和人类活动对岩体的影响,称为生物风化。如开山、打隧道等活动形成的土,其矿物成分没有变化。

1.1.2 土的组成

由土的生成过程可知,土是由固体矿物、液体水和气体三部分组成的,称为土的三相组成。土中的固体矿物构成骨架,骨架之间贯穿着孔隙,孔隙中充填着水和气体。同一地点的土是随着环境的变化而变化的,如天气的晴雨、季节变化、温度高低、地下水的升降,以及其上施加的载荷等,都会引起土体三相比比例的变化。土体三相的组成比例不同,其状态和工程性质也不相同。

1.1.2.1 土的固体颗粒

土的固体颗粒部分是由各种矿物颗粒或矿物集合体组成的,它是决定土的工程性质的主要成分。不同矿物的性质不同,所组成的土的性质也不相同。土的矿物成分可分为原生矿物、次生矿物和有机质三大类。

1) 原生矿物 岩石经过物理风化破碎但成分没有发生变化的矿物碎屑。包括:

单矿物颗粒——如常见的石英、长石、云母、角闪石与辉石等,砂土为单矿物颗粒。

多矿物颗粒——母岩碎屑,如漂石、卵石与砾石等颗粒为多矿物颗粒。

原生矿物颗粒一般都较粗大。

2) 次生矿物 原生矿物经过化学风化作用,使其进一步分解,其成分与母岩不同,形成一些颗粒更小的新矿物。次生矿物可分为两种类型:一种是原生矿物中部分可溶物质被水溶滤并携带到其他地方沉淀下来所形成的“可溶性次生矿物”;另一种是原生矿物中的可溶部分被溶滤后的残余物,它改变了原来矿物的成分和结构,形成了“不可溶的次生矿物”。

可溶性次生矿物又称水溶盐,按照其在水中的溶解度又分为易溶盐、中溶盐和难溶盐三类。常见的易溶盐有岩盐(NaCl)、钾盐(KCl)、芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)和小苏打(NaHCO_3)等;常见的中溶盐是石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$);常见的难溶盐有方解石(CaCO_3)和白云石($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)等。当土中含水少时,这些次生矿物结晶沉淀,在土中起胶结作用;含水多时则溶解,土的联结随之破坏。土中含有一定数量的水溶盐时,土的性质随矿物的结晶和溶解会发生很大变化。尤其是易溶盐和中溶盐,是土中的有害成分,工程建筑对其含量有一定要求。

不可溶性的次生矿物有次生二氧化碳、倍半氧化物和黏土矿物。次生二氧化碳是由硅酸盐、长石等风化后形成的次生矿物,其颗粒细小,在水中呈准胶体或胶体状态。倍半氧化物是由三价 Fe 、 Al 和 O 、 OH 、 H_2O 等组成的次生矿物,用 R_2O_3 表示。黏土矿物是主要的次生矿物。

3) 有机质 有机质是土中动植物遗体残骸在微生物作用下分解形成的产物,它可分为两类:一类是分解不完全的植物及各种生物有机体的残骸;另一类是分解完全的腐殖质。有机质的亲水性强,当土中有机质含量增多时,土的可塑性和压缩性增大,强度降低,对建筑工程不利。

1.1.2.2 土中的水

水是土的基本组成部分之一,它在土中以不同形式和不同状态存在,不同的水对土的工程地质性质影响是不同的。根据水分子在土中存在的部位,将其分为矿物成分水和孔隙中水两大类:

1) 矿物成分水

矿物成分水存在于矿物晶体格架的内部,又称矿物内部结合水。在常温条件下,矿物成分水不能以分子形式析出,属于固体相部分,他们对土体工程性质的影响不明显。在高温条件下,则可以从原矿物中析出,并形成新矿物。此时,土的性质也随之发生变化。

2) 孔隙中的水