

680133

35225

56277

T. 4

岩体工程地质力学问题

(四)

中国科学院地质研究所 著



成都科学技术大学图书馆
基本藏书

225
5277
4

科学出版社

统一书号: 13031·1809

定 价: 1.60 元

本社书号: 2461·13-14

科技新书目: 17 42

岩体工程地质力学问题

(四)

中国科学院地质研究所 著

科学出版社

1982

内 容 简 介

本书是岩体工程地质力学最近几年的研究成果,阐述了以岩体结构为基础来研究岩体力学的基本观点,介绍了一些试验研究成果及方法。

全书共有四篇文章。第一篇以劈岭工程边坡稳定性研究为例,系统地阐述了岩体力学研究原理及方法。第二篇论述了直接剪试验中若干方法问题。第三篇介绍了新近组织的大型野外三轴试验成果及方法。第四篇介绍了结构面起伏的力学效应模拟试验成果。所讨论问题与水利、国防、矿山、交通等工程建设实践有密切联系。

本书可供广大地质和水文、工程地质人员,水电、交通、矿山、国防工程设计和施工人员及有关院校师生参考。

岩体工程地质力学问题

(四)

中国科学院地质研究所 著

责任编辑 周文辅

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年2月第一版 开本:787×1092 1/16
1982年2月第一次印刷 印张:9 3/4 插页:1
印数:0001—2,880 字数:225,000

统一书号:13031·1809

本社书号:2461·13—14

定价:1.60元

前 言

岩体工程地质力学是我国解放后,工程地质工作者在大规模的土木工程和矿山工程建设中从事工程地质工作的经验总结。是通过地质力学和岩体力学相结合的途径,研究解决岩体工程问题的产物。它不仅从地质力学和岩体力学中吸收了精华,发展了自己;同时,它也推动了地质力学和岩体力学的发展。

《岩体工程地质力学问题》已出版三辑,受到工程地质界的支持与帮助。

岩体力学的现状是;既受到广泛的重视,许多人又对它解决问题的能力表示怀疑。这是不足为奇的。其主要原因在于研究岩体工程问题时采用的岩体力学观点认为,岩体力学工作必须与地质研究相结合,以岩体结构为基础,开展岩体物理力学特性和岩体稳定性研究工作。实践证明,这是一条正确的途径。这一辑《岩体工程地质力学问题》汇集了我们近几年来以岩体结构观点为指导,开展岩体力学研究的一个实例和部分经验总结。旨在组织交流,推动工程地质工作更快地发展,为实现四个现代化尽一份力量。不当之处,敬请读者指正。

编 者

一九八〇年三月

目 录

前言.....	(ii)
劈岭工程边坡稳定性岩体力学研究.....	
..... 孙广忠、周瑞光、赵然惠、陈诗才、张连弟、郭 志、许学汉 (1)	
岩体力学直接剪试验中若干问题.....	
..... 孙广忠、周瑞光、赵然惠、郭 志、陈诗才、许学汉、张连弟 (89)	
灰岩岩体力学性质原位三轴试验研究	郭 志 (128)
岩体结构面力学效应试验研究	郭 志 (142)

劈岭工程边坡稳定性岩体力学研究

孙广忠 周瑞光 赵然惠 陈诗才 张连弟 郭志 许学汉

引 言

岩体力学是正在发展中的一门新兴学科。它是以地质体的力学作用为研究对象。这门新兴的学科近年来得到了长足的发展。但是,不管在理论上或研究方法上都很不成熟。近年来,有一种观点愈来愈受到重视,这就是把岩体结构做为岩体力学的基础来研究岩体力学作用规律。我们认为,这是一种有前途的观点。本文打算通过一个边坡工程实例,来阐述一下我们对岩体力学原理及方法的认识,以期抛砖引玉,集思广益。

本文共由三部分组成,第一部分通过对边坡地段岩体工程地质特征分析,探讨岩体力学试验方案制订的依据和要点。第二部分主要介绍岩体力学性质研究原理和方法。第三部分介绍在岩体结构及岩体力学性质研究基础上抓住破坏机制判断来分析岩体稳定性的原理及方法。

文中所谈,不论在理论上或方法上都会有不当之处,敬希读者批评指正。

这项工作是在谷德振教授指导下完成的。参加这项工作除本文作者外,还有孙玉科、过培鑫、顾群、王国栋、牟会宠、张兴春、郑庆亨等同志,作者在此一并表示感谢。

一、边坡地段工程地质背景及岩体力学试验研究方案

(一) 边坡地段工程地质条件简述

边坡地段位于古生界志留-泥盆系滨海相碎屑岩建造组成的背斜构造的西北翼的单斜构造岩体内。岩层产状一般为 $N60^{\circ}E$, $NW\angle 40-50^{\circ}$ 。

1. 地层及构造

边坡地段出露的地层有

下志留统 (S_1): 粉土质及中细粒硬砂岩。

中上志留统 (S_{2+3}): 含砾中粗粒硬砂岩及板岩。

下泥盆统 (D_1): 硬砂岩及砾岩。

第四系 (Q_3): 分布于沟谷及坡脚的冲积、坡积物。

工程区的构造主要为断裂构造,其规模小至劈理、节理、大至破碎带宽达十余米的断层。层间错动极为发育。其中较大者示于图 1。

从这些构造形踪的特征及相应关系观察,可鉴别出存在有两期构造体系,即早期北东

向构造体系及后期的近东西向构造体系。据区测资料,前者为印支期产物,后者系在燕山期形成的。而本区新构造运动特点是间歇性地和缓慢地向北东掀斜运动。它留下的主要构造形迹为山地夷平面及河谷两岸阶地等地貌景观。

工程区的断裂构造,按其产状及结构面的地质力学属性,可大致归为六组。

1) 北东向组:结构面产状 $N50-65^{\circ}E$, $NW\angle 40-55^{\circ}$,这是北东向构造体系的主要成分,即压性结构面。表现为一系列走向断层和层间挤压破碎带, F_{10} 为其中较大者之一。

2) 北西向组:结构面产状 $N30-40^{\circ}W$, NE 或 $SW\angle 60-70^{\circ}$,为北东向构造体系中张性结构面。它是追踪一对X型结构面而成的张性断层,又受到后期近东西向构造体系影响而扭动。因而最终表现为张扭性质。

3) 北西西向组:结构面产状 $N50-60^{\circ}W$, NE 或 $SW\angle 50-70^{\circ}$,具有明显的平移特征。属于北东向体系中扭性结构面。后期又受到东西向体系的影响,而兼有压性特征。

4) 南北向组:结构面产状 $N10^{\circ}W-N10^{\circ}E$, E 或 $W\angle 50-60^{\circ}$,属于北东向体系中另一组扭性结构面。但因后期东西向构造体系的影响,被改造为张扭性结构面。

5) 东西向组:结构面产状 $N80^{\circ}W-N80^{\circ}E$, S 或 $N\angle 60-70^{\circ}$,是近东西向构造体系中的主要成分,即压性破裂结构面。

6) 北北东向组:结构面产状 $N30-40^{\circ}E$, $NW\angle 50-70^{\circ}$,结构面上明显见有水平擦痕。属于东西向构造体系中扭性结构面。

在上述构造作用下,岩体内节理比较发育。在厚层硬砂岩中节理密度一般为3—5条/米,在薄层状板岩内可密集至50—100条/米。其产状与地段的构造体系相若(参看图2)。

2. 水文地质条件

岩体内裂隙形成了渗透水的通道。在地形上,边坡地段呈蛇头状丘岭。岩体内地下水主要为雨水渗透补给,属于基岩裂隙水。丘陵两侧沟谷内地表迳流属于间歇型。下雨有水,无雨无水。据钻孔资料,雨季地下水位较高,旱季地下水略高于谷底基岩面,埋深大致为5—8米。

3. 风化状况

在地下水活动和气温变化形成的水热条件下,岩体风化较严重。长石已高岭土化严重的风化带较厚。在山脊部位厚达20—25米。在山腰部位厚达10—15米。山脚处厚约3—5米,也有的风化层厚达10米左右。

由于地下水主要为基岩裂隙水,其活动的主要通道为结构面及其影响带,所以沿规模较大的结构面风化深度亦较大,致使结构面内物质泥化。在距地表深达50余米的探洞内见到的结构面内断层糜棱化物质全部泥化,而围岩也呈现高岭土化,氧化铁的锈斑普遍可见。这样使结构面强烈软化,结构面强度大大降低。

上述表明,边坡地段岩体的工程地质条件在构造及风化两个因素作用下显著地恶化了。在研究岩体力学性质时,必须给以注意。

(二) 边坡地段岩体力学介质特征

岩体力学介质特征主要决定于组成岩体的岩层工程地质特点及结构面发育状况。

1. 边坡地段岩层工程地质特点

边坡地段岩体按工程地质特性的不同可划分为六个工程地质岩组(参见图1)。

1) 中-薄层细粒硬砂岩组: 砖灰色, 夹砂质板岩, 主要成分为长石、石英, 铁质胶结, 风化后呈褐黄色。硬砂岩单层厚 30—40 厘米。板岩夹层厚 5—10 厘米。此岩组可见厚度 20—40 米。产状 $N50^{\circ}E$, $NW \angle 35-38^{\circ}$ 。

2) 厚层-巨厚层致密块状含砾粗粒硬砂岩组。色青灰色, 砂粒主要成分为长石及石英。砾石主要成分为石英砾、燧石及泥质碎块, 粒径 3—10 毫米。胶结物为铁质及硅质, 质地坚硬, 不易风化, 单层厚一米至数米, 中部层理不明显, 为巨厚层。总厚度达 70 米。此岩组在边坡上只残留一部分, 大部将被开挖掉。

3) 中-厚层状粗粒硬砂岩组: 青灰色, 长石及石英为主要矿物成分。夹有薄层板岩夹层。夹层单层厚 30—50 厘米, 胶结物为铁质及硅质。被 F_{107} 错断为上、下两部分, 下部厚 40 余米, 上部厚 20 余米。断层破碎带宽 10 余米, 下部呈块状结构, 上部多为层状碎裂结构。结构体一般为 30×50 厘米。且层间错动极发育。

4) 中-薄层板岩组: 青灰色, 风化后土黄色, 夹粉砂质板岩。单层厚数毫米至数厘米, 一般为数厘米。总厚 20 米左右。节理极发育, 节理密度达 50—100 条/米。易风化, 强度低, 属碎裂结构。当边坡较高时可能发生微结构面追踪式破坏。

5) 中-薄层硬砂岩、板岩互层岩组: 岩性变化大, 软硬相间, 易风化。具层状碎裂结构特点。总厚度达 100 米以上。

2. 边坡岩体内结构面发育特征

边坡地段岩体内发育的主要结构面示于图 2, 为了对图 1 所示的各结构面有一个概括的了解, 将各结构面地质特征汇集列于表 1 中。

表 1 说明, 工程地段出露的断裂结构面, 按其特征可分为七种, 即压性、压扭性、扭性、扭压性、张扭性、扭张性、张性。按其力学效应可将压性及压扭性断层归并一组。扭、扭压及扭张性结构面归并一组。而张性及张扭性结构面可归并一组。

压及压扭性结构面共同特点是结构面破裂带厚度变化大, 破碎带内物质多呈扁豆状结构。破碎带内微结构面多与主结构面斜交, 交角一般小于 $20-30^{\circ}$, 在压扭性结构面内这种微结构面贯通构成主滑动面。这类结构面的抗剪强度主要受面内软弱夹层状况控制。软弱夹层内微结构面对软弱夹层抗剪强度有降低作用。但并不像扭性结构面那样构成主滑动面。而其中规模较大者, 如 F_{107} 破碎带宽达 10 余米, 带内除发育有斜交的微结构面外, 也发育有成组的主滑动面(图 3), F_{107} 也可视为压性结构面。在这种情况下, 显然结构面的抗剪强度是受带内主滑动面控制着, 而抗压强度又受斜交的微结构面控制着。换言之, 也就是破碎带内的微结构面对岩体结构面强度具有重要控制作用。

扭性、扭压性及扭张性结构面的共同特点是平直段长, 有主滑动面, 破碎带宽度较小。

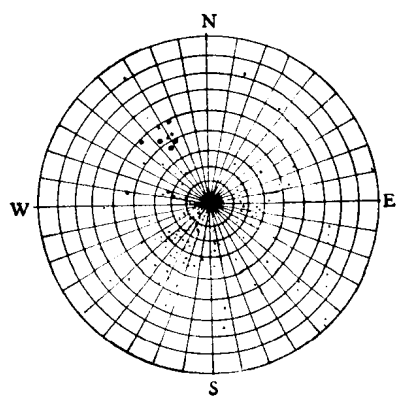
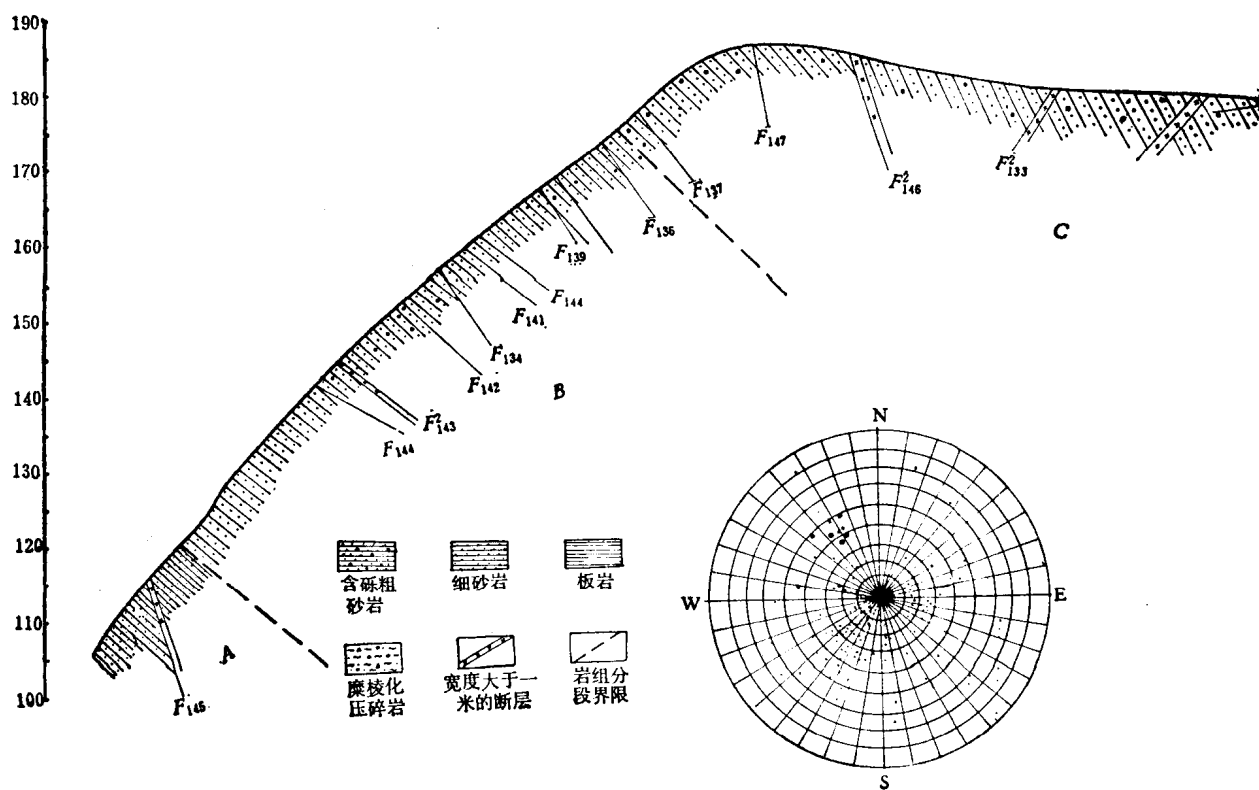
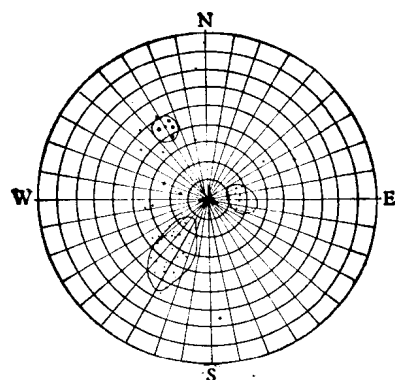
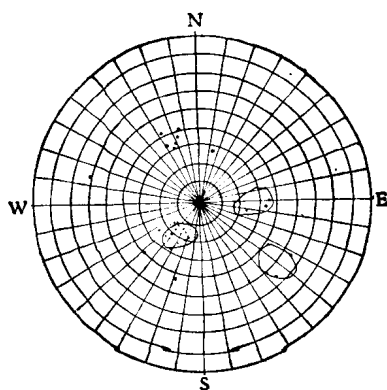
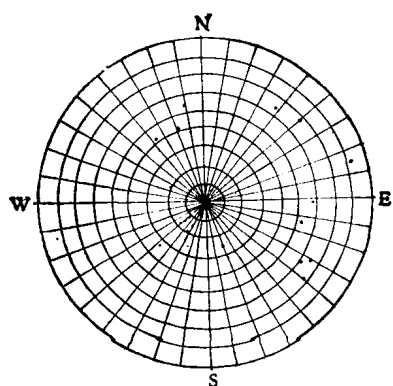
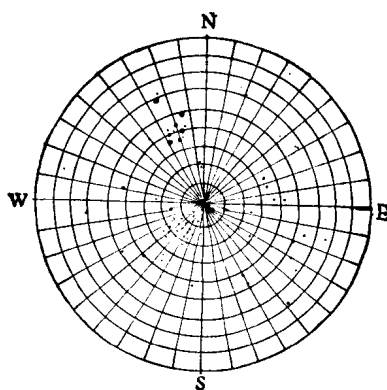
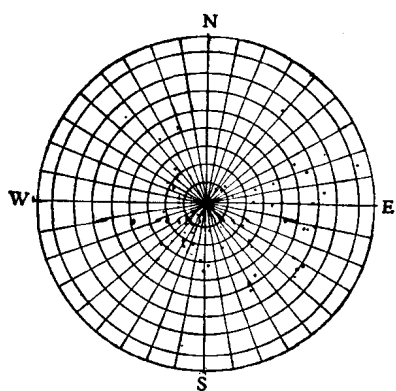
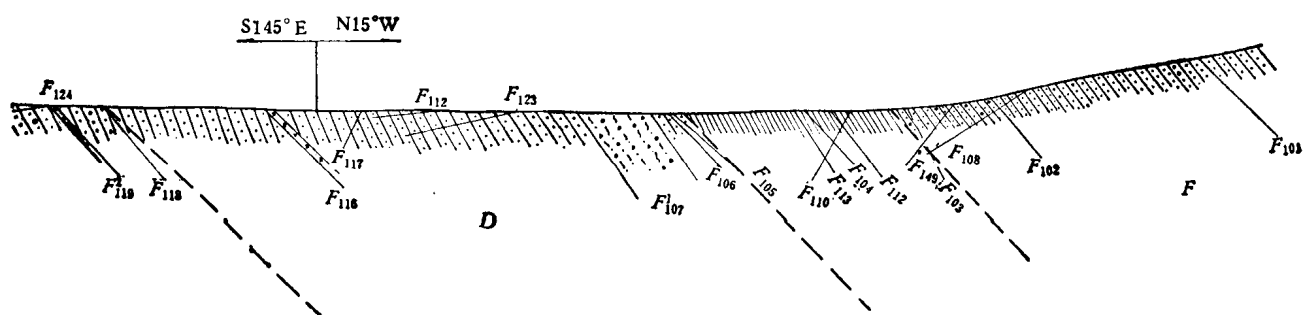


图 2 边坡地段工



软弱结构面极点图



0 5 10 15 20(米)

程地质剖面及节理统计

表1 边坡地段岩体内 III 级以上结构面地质特征

结构面级序	结构面编号	产 状	地质力学属性	结 构 面 地 质 特 征
I 级	F ₁₀₇	NE63°, NW∠55°	压 性	构造破碎带总宽度 10 米, 带内充填压碎岩、糜棱化断层泥等, 破碎、松软, 带内发育有夹泥的结构面 5—7 条
II 级	F ₁₀₁	NE45°, NW∠45°	压 性	带厚 0.4—1.2 米, 充填碎块, 夹泥, 延展长
	F ₁₀₃	NE60°, NW∠45°	压 性	带厚 1 米左右, 破碎, 充填碎块, 夹泥, 延伸长
	F ₁₁₆	NE60°, NW∠45°	压 性	带厚 1 米左右, 破碎, 充填碎块, 夹泥, 延伸长
	F ₁₁₉	NE68°, NW∠50°	压 性	带厚 0.2—0.8 米, 破碎夹泥, 延展长
	F ₁₃₃	NW70°, SW∠69°	压 扭	带厚 1 米, 充填碎块岩屑, 夹泥, 延展长
	F ₁₄₃	NE70°, NW∠40°	压 性	带厚 1 米, 碎块夹泥, 延展长
	F ₁₄₅	EW, N∠80°	压 扭	带厚 1 米余, 碎块, 夹泥 延展长
	F ₁₄₆	NE30°, NW∠70°	张 扭	带厚 1 米余, 碎块, 左右穿扞, 延展较长
	F ₁₄₈	NW30°, SW∠70°	张 性	带厚 1 米余, 碎块, 岩屑, 连续性差, 延展差
	F ₁₄₉	NW60°, SW∠70°	扭 性	带厚 1 米余, 充填碎屑夹泥, 延展长
III 级	F ₁₀₂	NE65°, NW∠49°	压 性	带厚小于 5 厘米, 具泥膜, 延展长
	F ₁₀₄	NE50°, NW∠47°	压 性	带厚小于 10 厘米, 夹泥, 延展较长
	F ₁₀₅	NE65°, NW∠40°	压 性	带厚 5—10 厘米, 夹泥, 延展较长
	F ₁₀₆	NE85°, NW∠50°	压 性	带厚 0.2—0.3 米, 夹泥, 具碎屑, 延展较长
	F ₁₀₈	NW75°, SW∠55°	压 扭	带厚小于 10 厘米, 夹泥, 局部为泥膜, 延展较长
	F ₁₀₉	NW65°, SW∠70°	扭 性	带厚小于 0.1 米, 泥膜, 延展较长
	F ₁₁₀	NW60°, SW∠80°	扭 压	带厚小于 0.1 米, 错动夹泥, 局部夹有碎屑
	F ₁₁₁	NW60°, SW∠80°	扭 压	带厚小于 0.1 米, 错动夹泥, 延展较长
	F ₁₁₂	NW65°, NE∠70°	扭 性	带厚小于 5 厘米, 夹泥或泥膜延展较长
	F ₁₁₃	NW70°, NE∠65°	压 性	带厚小于 5 厘米, 夹断层泥及碎屑
	F ₁₁₄	NW40° NE∠60°	张 性	带厚小于 0.5 厘米, 碎屑为主, 延展较长
	F ₁₁₅	NE15°, SE∠40°	扭 性	带厚小于 0.1 米, 夹泥厚 1—2 厘米, 最厚 8 厘米
	F ₁₁₇	NE55°, SE∠65°	压 性	带厚小于 0.1 米, 碎屑夹泥, 延展较长
	F ₁₁₈	NE65°, NW∠53°	压 性	带厚 0.15—0.35 米, 碎屑夹泥, 延展较长
	F ₁₂₀	NW30°, SW∠53°	扭 张	带厚 5—10 厘米, 充填碎屑夹泥, 延展不远
	F ₁₂₁	NW35°, SW∠48°	扭 张	带厚小于 0.1 米, 充填碎屑, 延伸不远
	F ₁₂₂	NW35°, SW∠50°	扭 张	带厚 0.1 米左右, 充填碎屑, 延展长, 连续性差
	F ₁₂₃	NW25°, SW∠49°	扭 张	带厚 1 厘米左右, 泥膜, 延展长
	F ₁₂₄	NW40°, SW∠60°	扭 张	带厚 0.1—0.2 米, 碎屑泥膜, 延展较长
	F ₁₂₅	NW35°, SW∠53°	扭 张	带厚 0.1 米, 碎屑夹泥, 延展较长
	F ₁₂₆	NW40°, SW∠50°	扭 张	带厚 0.1 米, 碎屑夹泥, 延展较长
	F ₁₂₇	NE8°, SE∠78°	扭 张	带厚 5 厘米, 泥膜, 延展长
	F ₁₂₈	NE20°, SE∠58°	扭 性	带厚 5 厘米左右, 具泥膜, 延展长
	F ₁₂₉	NE25°, NW∠85°	扭 性	带厚小于 5 厘米闭合, 具泥膜, 延伸较长
	F ₁₃₀	NE30°, ∠90°	扭 性	带厚小于 5 厘米闭合, 具泥膜, 延伸较长
	F ₁₃₁	NE15°, SE∠80°	扭 张	带厚小于 5 厘米闭合, 具泥膜, 延伸较长
	F ₁₃₂	NE23°, SE∠61°	扭 张	同上
	F ₁₃₄	NW65°, NE∠72°	扭 压	带厚 0.3 米, 碎屑夹泥膜, 延伸长
	F ₁₃₅	EW, N∠52°	压	带厚 0.3 米, 挤压破碎, 夹泥延伸长
	F ₁₃₆	NE80°, NW∠58°	压	带厚 0.2 米, 夹泥, 延展较长
	F ₁₃₇	NE60°, NW∠52°	压	同上
	F ₁₃₈	NE65°, NW∠55°	压	同上
	F ₁₃₉	NE65°, NW∠55°	压	带厚 0.2—0.3 米, 夹泥, 延伸长

结构面级序	结构面编号	产 状	地质力学属性	结 构 面 地 质 特 征
III 级	F_{140}^3	NE65°, NW∠40°	压	带厚 0.3 米, 破碎夹泥, 延伸长
	F_{141}^3	NE55°, NW∠40°	压	同上
	F_{142}^3	NE70°, NW∠50°	压	同上
	F_{144}^3	NE65°, NW∠35°	压	同上
	F_{147}^3	NE25°, NW∠80°	压	带厚 0.1 米, 泥膜, 延伸长, 闭合状

主滑动面由细颗粒的糜棱岩泥组成, 向两侧颗粒逐渐变粗。主滑动面多在上盘下部发育, 也有的出现几条。这类结构面属软弱结构面。其抗剪强度主要受主滑动面抗剪强度控制, 一般极低。湿度对抗剪强度影响较大。

张性及张扭性结构面都有追踪的特点。结构面起伏差大, 特别是结构面内破碎带厚度较小时, 起伏差的爬坡作用比较明显。当结构面内破碎带厚度较大时, 如 F_{146}^3 及 F_{148}^3 , 由于破碎带强度较低, 啃断条件压力较小, 爬坡作用容易被啃断作用代替。

上述表明, 扭性结构面抗剪强度最低, 张性结构面抗剪强度最高, 压性结构面抗剪强度介于二者之间。而压性结构面另一个重要特点是由于破碎带厚度大, 除构成软弱结构面外, 还常形成软弱夹层。

3. 结构面级序划分

结构面的力学效应不仅与其地质力学属性有关, 且与结构面延展长度及面内破碎带规模有关。一般来说, 结构面内破碎带的规模与其延展性是一致的。地质力学属性相同的结构面, 延展愈长, 破碎带规模愈大。另一方面结构面延展长度愈长, 对岩体力学作用的控制性愈大。在进行结构面力学效应研究时应根据结构面的规模对结构面进行分级。据此, 我们将边坡地段岩体内结构面划分为四级, 其中 I、II、III 级结构面划分结果示于表 1 及图 1。

如表 1 及图 1 所示, I 级结构面只有 F_{107} 。延展长达 10 公里以上, 两端被第四纪沉积层所覆盖。破碎带宽达 10 余米 (图 3)。主破碎带为糜棱化角砾, 宽 5 余米, 两边为碎块岩。主破碎带内糜棱化断层角砾属散体力学介质, 而碎块岩带属碎裂体力学介质。此结构面将边坡地段划分为两大区, 下盘主要为质地坚硬的硬砂岩块裂介质岩体; 上盘则为具碎裂结构特点的板岩。而 F_{107} 破碎带自属一种力学介质和力学模型, 即具散体介质特征的软弱夹层。致使 F_{107} 上下盘各自形成一个力学作用区, 为边坡地段力学作用的分界线。

II 级结构面内主要为压性结构面, 延展长度多达数百米以上, 贯通整个边坡。破碎带宽度一般为 1 米左右。除张性结构面外, 一般在结构面上下盘界面处有一层数厘米或数毫米厚的糜棱岩泥构成的主滑动面。断层破碎带多为碎屑夹泥层及夹有糜棱岩泥的破碎夹层。不论在走向及倾向上皆略有起伏。但起伏度不大。在边坡地段内, 这级结构面多发育在 F_{107} I 级结构面的下盘硬砂岩层内。这级结构面属于软弱结构面。是硬砂岩组成的南边坡稳定性的主要控制因素。位于 F_{107} 上盘的北边坡地段没有 II 级结构面。

III 级结构面延展长度也较长, 但连续段长度仅数十米, 属小断层或大节理。结构面内也夹有糜棱岩泥薄层夹层或泥膜, 厚仅数厘米, 亦有薄至数毫米。多为压性和扭性结构

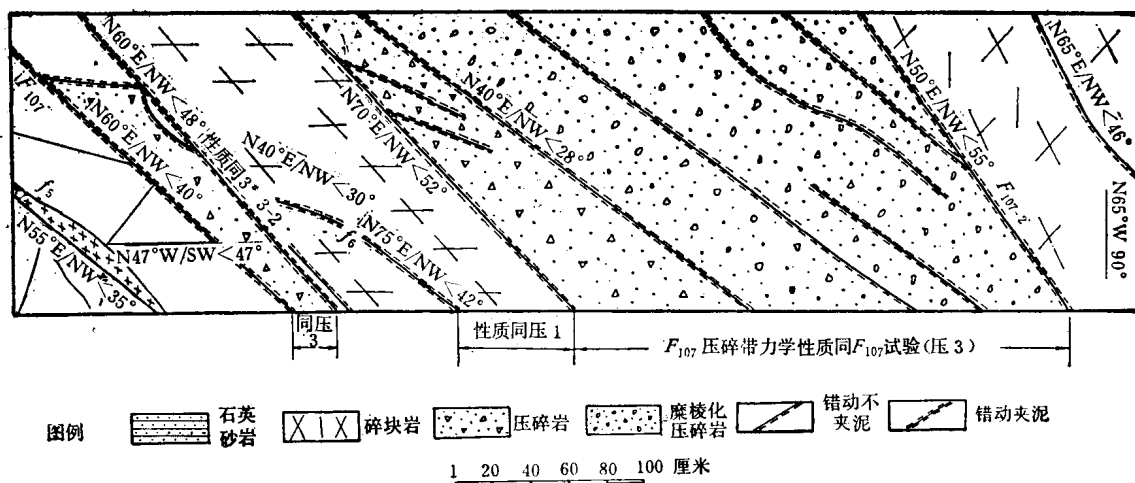


图3 F_{107} 断层破

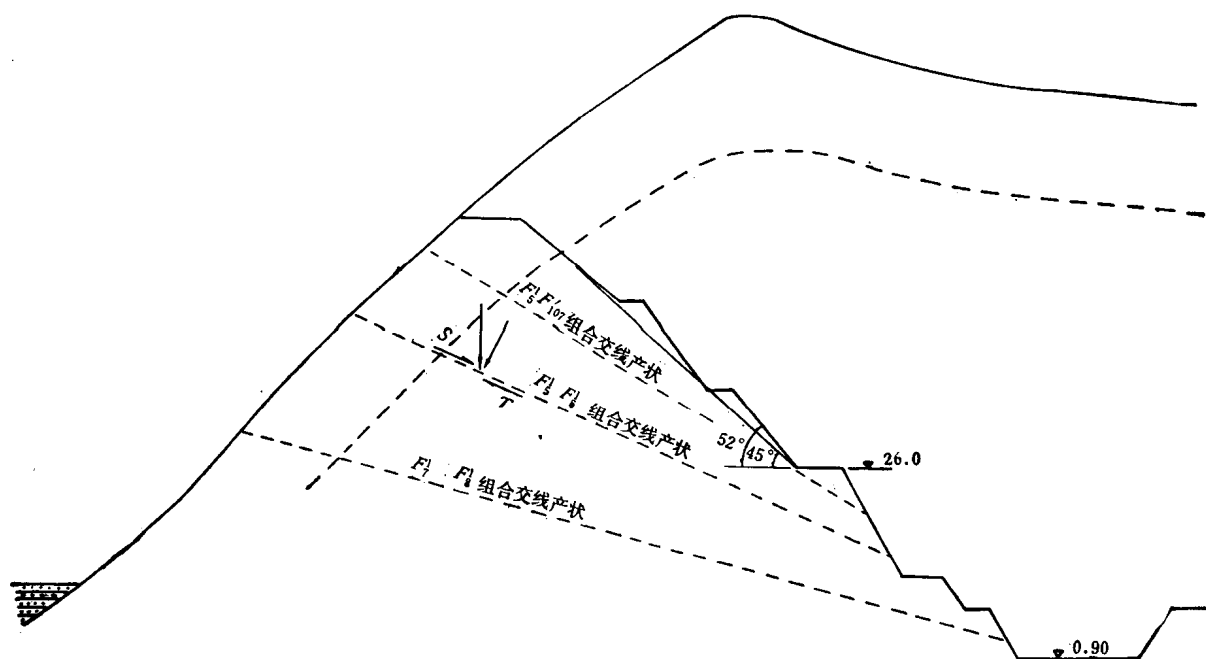
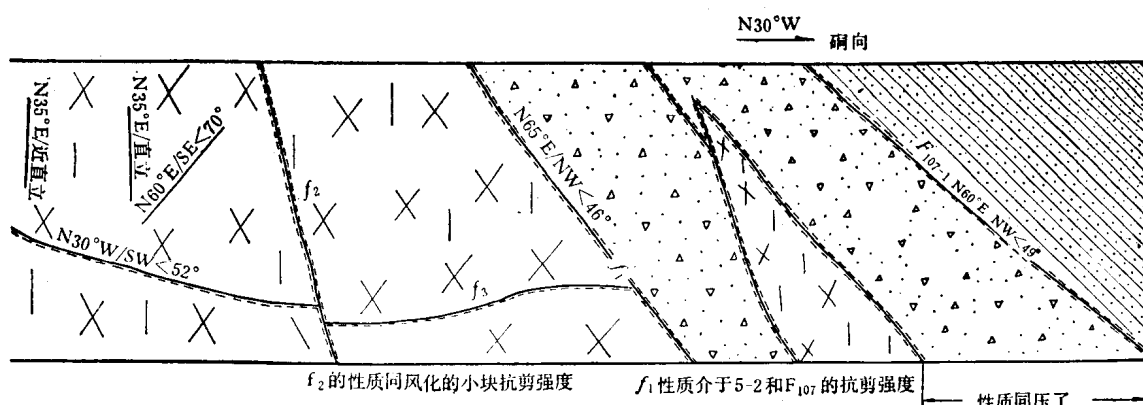


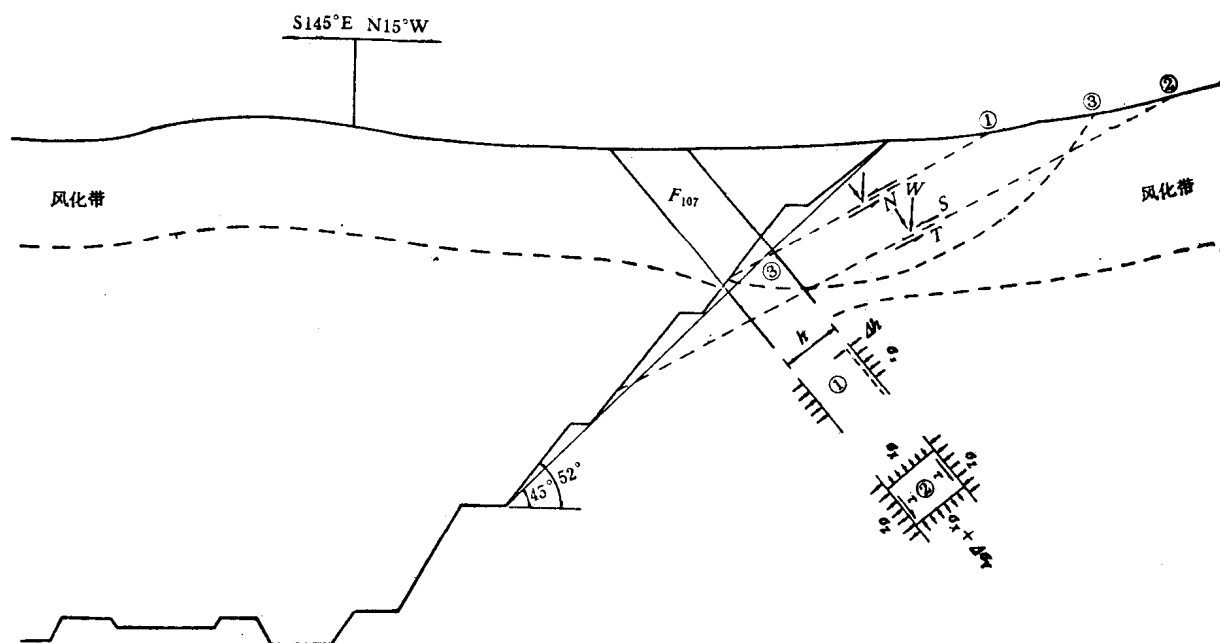
图4 岩体力

岩体成分	F_{107} 断层破碎带			泥 岩		
边坡破坏时可能出现的岩体力学模型	1. 压缩变形	2. 塑性挤出	3. 在上覆岩层作用下产生切层滑动	1. 在结构面控制下, 产生岩块沿结构面滑动	2. 微破裂面追踪形成滑动面滑动	3. 泥岩内结构面刺穿 F_{107} 及砂岩, 而将基底泥岩压碎
岩体稳定性分析时必需的岩体力学参数	E_0, μ	C, ϕ_i σ_c, α	C_b, ϕ_b	C_i, ϕ_i	C_b, ϕ_b	σ_c, α

注: 图中“<”为“∠”下同。



碎带工程地质素描



学模型图示

面。这级结构面可与 II 级结构面共同组合成块裂体,威胁着边坡稳定性。在北边坡的板岩内,这级结构面也可构成软弱结构面。由于连续段延展长度仅十米左右,故这级结构面本身组成的块体一般不会导致边坡破坏。

IV 级结构面的特点是规模小,延展长度短,结构面内无充填,且有的呈闭合状。延展长度仅数米或十余米。仅可穿切岩性相同的几个岩层。其发育密度与岩层单层厚度关系极大。其中开裂的显节理构成的结构面多数为岩层单层厚度的 1—2 倍。这级结构面对边

坡稳定性无直接影响。它的作用系通过它对岩体强度降低来表现。在砂岩层内显节理结构面密度比较低,仅为3—5条/米,故这级结构面对南边坡稳定性无重要影响,而在北边坡的板岩内,这级结构面密度达50—100条/米,致使岩体具碎裂结构。岩体强度极低。如边坡较高时,边坡岩体以随机的微结构面破裂追踪方式发生破坏的可能性很大,应注意。

4. 边坡岩体的力学介质特点

综合分析上述资料可以看出,边坡地段岩体开挖边坡后最可能发生破坏的方式有三种,即具有三种力学介质类型。

1) 南边坡及北边坡 F_{107} 下盘部分在 II、III 级结构面控制下形成的块体沿软弱结构面滑移方式破坏。这部分属于不连续介质的块裂体。

2) 北边坡 F_{107} 上盘部分具碎裂结构的板岩,开挖边坡后可能发生微结构面追踪方式的滑坡破坏。这部分属似连续介质的碎裂体。

3) F_{107} 断层破碎的主破碎带内糜棱化断层角砾部分属散体介质,而主破碎带两侧的碎块岩属碎裂介质。其力学作用明显地受岩体结构控制着。由于 F_{107} 断层破碎带强度极低,边坡岩体稳定性主要控制于主破碎带,而其两侧的碎块岩部分对边坡稳定性可降为次要作用来考虑。

(三) 岩体力学作用模型及试验研究方案

工程设计定的边坡轮廓线投于图1。据此编制的南、北边坡结构面实体比例投影图示于图42及47。这些资料表明,南边坡全部由硬砂岩岩组组成。北边坡比较复杂,下部由块状硬砂岩组成,上部由碎裂结构的板岩组成,中部为具散体结构的 F_{107} 断层破碎带。

硬砂岩岩块强度较高,岩体比较完整,具块状结构特点。岩体强度亦比较高。另一方面,硬砂岩岩体内 II、III 级结构面比较发育,结构面内不同程度都夹有断层泥,结构面强度较低。据岩体结构初步分析,在 II、III 级结构面控制下,南边坡有可能发生块裂体沿结构面滑移破坏。同时,部分块裂体的结构面组合交线在边坡面上不临空,而扞入坡脚岩体内。这种块裂体的稳定性不仅控制于结构面强度,而且受岩体抗压及抗剪断强度控制。

北边坡岩体内主要为 III 级结构面,由于 F_{107} 的阻隔,板岩内的 III 级结构面也未贯入下部硬砂岩内。如此,北边坡下部的硬砂岩部分以块裂体方式破坏的可能性很小,最可能出现的破坏方式为 F_{107} 上盘部分自重作用下以微破裂面追踪方式产生滑坡破坏,由于硬砂岩岩体强度较高,实际上北边坡下部硬砂岩部分组成的边坡不会产生破坏。

北边坡板岩部分比较复杂,边坡有如下几种可能破坏方式:

- 1) III 级结构面组合成块裂体沿结构面滑移破坏;
- 2) 由于板岩属碎裂介质,岩体强度较低,有可能出现微破裂面追踪方式滑坡;
- 3) 由 III 级结构面组合成的块体坐落到 F_{107} 上, F_{107} 支持不住,导致上部边坡破坏。

F_{107} 系反坡向的,在上伏板岩内 III 级结构面形成的块裂体坐落压力作用下有可能出现三种力学作用,使北边坡失稳。

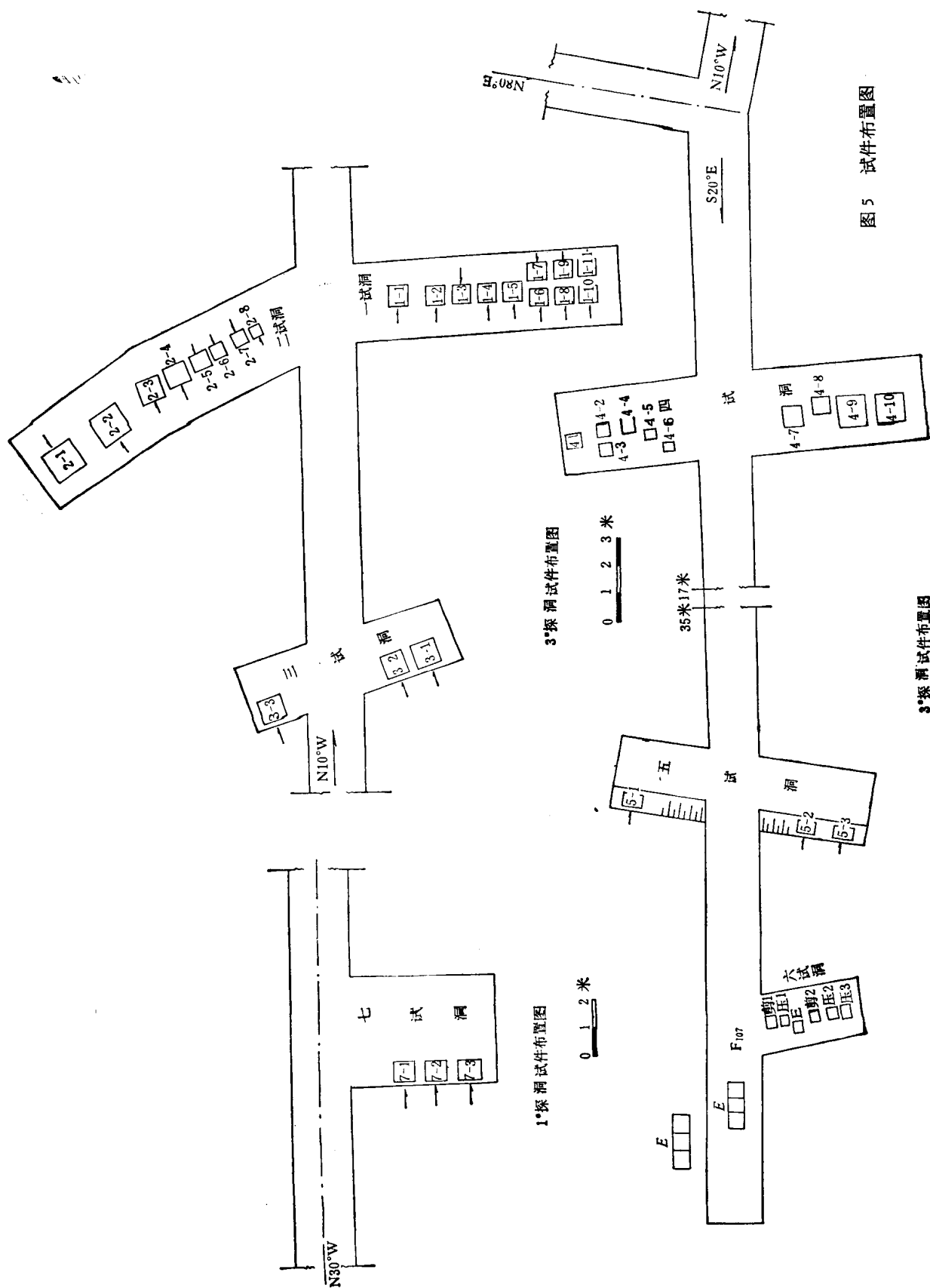


图 5 试件布置图