

# 类土质边坡特性及其锚固设计理论研究

赵晓彦

(西南交通大学 土木工程学院, 四川 成都 610031)

**博士学位论文摘要:** 对类土质边坡的性质、锚固特性及锚固边坡稳定性计算方法进行了系统研究。首先通过大量的现场调研完善了类土质边坡的地质模型, 给出了该类边坡的分类和破坏方式及破坏机制; 对锚索加固边坡的离心相似模型进行了研究; 在离心模型试验中对锚索预应力进行了测量, 并对其扩散进行了研究。通过现场试验与离心模型试验相结合, 对锚索框架的受力模式进行了研究; 对预应力锚索加固边坡的稳定性计算方法分锚固体与坡体的耦合和解耦两个阶段进行了研究; 最后采用 FLAC<sup>3D</sup> 对类土质边坡锚固效应、锚索预应力的损失、框架梁的内力分布及类土质边坡的开挖效应进行了数值模拟, 取得了以下主要结论和成果: (1) 提出了类土质边坡较为完善的概念, 即由岩体风化而成的保留或部分继承了原岩的结构面等其他岩体特征且未经二次堆积的土体物质或破碎岩体物质构成, 稳定特性明显区别于均质土边坡及岩质边坡的一类边坡。并将类土质边坡按风化前原岩的软硬程度及其组合情况划分为 3 种类型: 软岩全~强风化边坡、软、硬岩相间的全~强风化边坡、硬岩全~强风化边坡。分析了类土质边坡的破坏方式及破坏机制。(2) 采用离心相似模型试验对预应力锚索及锚索框架加固类土质边坡进行了系统研究, 为此类试验提供了理论依据。研究了离心模型试验中锚索力及框架弯矩、锚固力自坡面向坡体内传递规律的测试方法。通过花岗岩残积土边坡的离心模型试验研究, 得出在无结构面时, 边坡的坡角与极限边坡高度的关系与马斯洛夫给出粗粒土边坡的坡度与稳定坡高的关系基本一致, 可以用马斯洛夫方法指导此种边坡的设计。(3) 在研究现有锚固段锚土界面模型的基础上, 阐述了基于锚固段土体位移的交界面模型, 随着锚固力的逐渐增大, 锚固段土体位移可以分为 3 个阶段: 土体颗粒间的相对移动, 土体的剪切应变, 土体的整体移动。以此模型为基础, 分析了锚固预应力的损失机制。(4) 针对无框架和有框架两种情况, 分别推导了锚固力的传递范围, 为锚索间距的大小提供了依据。并进行了离心模型试验及现场试验, 得出的结果与理论推导的结果基本一致。(5) 推导了框架梁内力的变形梁法计算方法, 进行了现场试验和离心模型试验。由结果可以看出, 变形梁法能使框架的设计得到较大的优化。变形梁法计算模式能较好地反映锚索框架的实际工作状态, 可以认为该计算模式计算锚索框架的内力比较合理。(6) 将预应力锚索加固类土质边坡的稳定性计算分为锚固体与坡体的耦合和解耦两个阶段进行。给出了耦合阶段将锚索预应力作用点移至坡面的边坡稳定性计算方法。针对解耦阶段的边坡稳定性分析, 提出了以岩土体沿潜在弱面位移为基础的边坡稳定性计算方法。将该阶段边坡所受的锚固力分为原锚索预应力的剩余值和岩土体与灌浆间的剪切阻力, 并给出了后者的计算公式。(7) 对类土质边坡的锚固效应、锚固力的损失规律、框架梁的内力分布以及类土质边坡的开挖效应进行了数值模拟。通过对类土质边坡开挖效应的模拟, 得出多级边坡在开挖过程中将对已开挖坡面产生附加应力和附加位移, 在边坡的岩土工程支护设计中应充分考虑这一点, 应使支护结构的承载能力可以满足多级边坡开挖形成的附加应力的要求。

**关键词:** 边坡工程; 类土质边坡; 预应力锚索; 框架; 耦合; 解耦; 边坡稳定性

**中图分类号:** P 642

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000 - 6915(2006)03 - 0647 - 01

## STUDY ON CHARACTERISTIC AND ANCHOR DESIGNING THEORY OF SOIL SIMILAR SLOPE

ZHAO Xiao-yan

(School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China)

**收稿日期:** 2005 - 12 - 20

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(50278081); 西南交通大学土木离心机实验室资助项目

**作者简介:** 赵晓彦(1977 -), 男, 2005 年于西南交通大学岩土工程专业获博士学位, 导师为胡厚田教授, 现为讲师, 主要从事边坡勘察、稳定性分析及锚固工程等方面的教学与研究工作。E-mail: xyzhao2@sina.com.