

# 格构梁联合锚杆在顺层岩质边坡加固中的数值模拟分析

周敏

河南省地质矿产勘查开发局第三地质矿产调查院, 河南 信阳 464000

**[摘要]** 作者结合自身工作经验, 对格构梁联合锚杆在顺层岩质边坡加固中的受力机理进行数值模拟分析, 借助专业有限元软件 ANSYS 来实施建模分析工作, 针对锚杆以及相关附属结构的稳定性实施综合分析, 针对分析结果我们总结出: 将格构梁联合锚杆结构进行合理的设置, 不但可以提升施工工作的安全性, 并且能够有效的对周边岩体结构稳定性加以提升, 为后续的施工工作的顺利开展创造良好的基础。

**[关键词]** 顺层岩质边坡; 格构梁; 锚杆; 受力机理; 数值分析

DOI: 10.33142/ec.v3i1.1326

中图分类号: TU476

文献标识码: A

## Numerical Simulation Analysis of Lattice Beam Combined with Bolt in Reinforcement of Bedding Rock Slope

ZHOU Min

No.3 Institute of Geological & Mineral Resources Survey of Henan Geological Bureau, Xinyang, Henan, 464000, China

**Abstract:** Based on author's own work experience, stress mechanism of lattice beam combined bolt in reinforcement of bedding rock slope is analyzed by numerical simulation and modeling and analysis work is carried out with help of professional finite element software ANSYS. The comprehensive analysis is carried out for stability of bolt and related ancillary structures. According to analysis results, the paper concludes that lattice beam combined bolt structure is reasonable setting can not only improve safety of construction work, but also effectively improve stability of surrounding rock mass structure and create a good foundation for subsequent construction work.

**Keywords:** bedding rock slope; lattice beam; bolt; stress mechanism; numerical analysis

### 引言

在社会快速发展的推动下, 使得我国建筑行业取得了明显的进步, 从而使得大量的新型施工技术应运而生, 锚杆技术是当前最前沿的针对边坡结构的稳定性加以加以保证的技术, 因为其在实际运用的过程中, 操作十分的方便, 所以被人们大范围的运用到了边坡结构加固环节之中。锚杆加固最为突出的特点就是主动受力作用, 利用锚固结构来提供锚拉力, 借助自由段来完成应力的施加, 运用锚杆加固技术能够有效的对岩体结构的应力情况进行调节, 促进岩体结构的完整性和稳定性的不断提升<sup>[1]</sup>。之前由专业研究人员针对顺层边坡加固治理措施的理论实施了全面的分析研究, 最终的得出结论表示顺层边坡加固的方法在实际运用中缺少良好的实用性, 抗滑桩具备良好的结构强度, 所以对边坡的稳定性保证能够起到积极的作用, 但是不适合使用在质地较硬的岩体结构上。大锚杆或者轻微桩尽管可以有效的提升施工得到效率, 但是因为其结构整体稳定性较差, 所以不适合大范围的运用。

这篇文章中针对格构梁联合锚杆在顺层岩质边坡加固中所起到的作用展开全面的分析研究, 锚杆技术被运用到质地较为坚硬的岩体结构中, 抗滑桩结构建造工作十分简单, 并且格构梁与锚杆相结合加以使用效果较好。针对顺层岩体边坡结构加固施工进行深入的研究, 并针对性的指出了采用锚杆联合格构梁加固顺层岩质边坡, 分析了锚杆在顺层岩质边坡加固治理的受力机理, 介绍了锚杆联合格构梁的优点。利用 ANSYS 软件模拟分析了锚杆联合格构梁加固措施的可行性, 通过对比分析不同加固措施条件下边坡稳定性得出结论证明: 锚杆联合格构梁不仅可以提高顺层岩质边坡的安全稳定性系数, 而且相比单独使用锚杆加固边坡安全稳定性系数提高幅度约为 34.8%。此次模拟分析可以为类似工程施工设计提供参考。

### 1 ANSYS 概述

ANSYS 有限元软件是在科学技术快速发展的影响下, 所产生的一种综合性较强的有限元法电子设备设计程序, 通常可以利用其来解决系统内电流, 电力, 磁场以及碰撞的问题。所以, 其也适合使用在下面几个范畴: 汽车生产行业,

航空航天, 医疗卫生行业, 建筑工程行业等等。就软件的构成结构来说, 可以划分三个主要结构, 即前处理模块、分析计算模块和后处理模块。

前处理模块的作用就是能够为实体建模以及网格的划分提供支持, 使用者可以对这一功能加以利用, 来创建有限元模型。分析计算模块的实际作用是针对系统内个发面性能进行分析, 能够模拟各类物理介质的相互作用, 具备较强的分析能力。后处理模块能够将计算结果借助彩色等值线来加以呈现, 或者是将计算结果利用专业的图形或者是图表来加以呈现。

## 2 格构梁联合锚杆在顺层岩质边坡结构稳固处理方法分析

因为顺层岩体结构边坡的稳定性与外界多种因素之间存在密切的关联, 所以需要咋施工的时候加以侧重关注。诸如: 岩体结构倾斜角度, 岩体地质情况等等。并且还涉及到地下水实际情况, 挖掘角度以及边坡结构的高度, 所以往往会在边坡工程施工过程中遇到大量的突发情况, 这样对于施工的质量来说是非常不利的。运用锚杆加固的方法能够有效的提升边坡结构稳定性。很对的专业人士, 针对顺层岩体结构边坡结构进行加固处理施工提出了自己的看法。白松松等提出, 要想将抗滑桩的作用充分的发挥出来, 需要利用专业的方法来对抗滑桩结构的建造质量加以保证。经过对抗滑桩受力情况实施分析之后我们发现, 抗滑桩结构的运用能够有效的提升边坡结构的稳定性<sup>[2]</sup>。张小勇等人<sup>[3]</sup>, 在针对赤平投影法进行综合分析之后, 发现利用微型桩能够完成对边坡结构稳定性提高的目的, 依据设计加固方案进行处理之后的边坡稳定参数结果与规范标准要求能够达成统一。舒海明等<sup>[4]</sup>, 针对大锚杆受力性能实施了综合分析, 并将其运用到了实际建筑施工工作之中, 获得了良好的效果。将格构梁结构设置在坡面之中, 能够有效的提升坡面结构的完整性。在利用锚杆进行加固之后, 可以有效的缓解边坡结构内部各个作用力对结构造成不良影响的问题<sup>[5]</sup>。就边坡结构加固工序实际目的其实质就是将边坡表层存在下滑情况的结构进行专业处理, 使得下滑力能够传递到岩体结构内部, 这样不仅能够促进边坡结构的整体稳定性的提升, 并且能够为后期的工程养护工作的开展创造良好的基础。锚杆结构所需要承担的作用力主要是来自于边坡下滑结构施加的剪切力, 所以锚杆会长时间受到被动拉力的影响。

## 3 格构梁联合锚杆加固边坡数值模拟分析验证

### 3.1 ANSYS 边坡计算分析原理

ANSYS 是利用摩尔-库仑强度准则理论, 针对土层结构的水分存储情况以及边坡结构的现实状况展开综合分析。在借助专业模型实施分析工作的过程中, 可以借助专业的方法对边坡结构可能出现的问题进行预判, 利用强度折减方法来计算出边坡稳定安全系数, 这也是判断边坡结构稳定性情况的重要参数。强度折减法其实质是利用不断的缩减边坡岩体结构的抗剪性能, 来保证岩体结构的整体稳定性的<sup>[6]</sup>。

### 3.2 材料本构参数

将德鲁克-普拉格(Drucker-Prager)模型切实的在施工过程中加以运用, 能够被利用在针对岩石地基结构的各项工程参数的模拟计算之中, 并且效果较好, 计算结果的准确度较高。格构梁使用的混凝土材料和锚杆使用的钢筋都选择弹性本构模型, 见表 1。

表 1 模型材料参数

名称	E/MPa	$\gamma / \text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$	$\mu$	C/kN · m <sup>-2</sup>	$\phi / (^\circ)$	本构
下滑体	30	18	0.3	15	20	M-C
基岩	200	23	0.2	80	12	D-P
格构梁	30000	25	0.2	-	-	弹性
锚杆	210000	78	0.3	-	-	弹性

### 3.3 数值模型

因为在开展边坡结构建造工作的时候, 都会选择适当的位置安设格构梁, 并且在实际施工中, 会结合实际需求切实的利用梁单元, 模型效果如图 1 所示。底部设置横向和纵向县治理, 边坡表层为自由面结构, 保证整体结构的形式

与标准要求相统一<sup>[7]</sup>。在对边坡实施加固的时候，选择利用锚杆联合格构梁加固技术，这样才能从根本上对施工的安全性加以保证，加固作用如图 2 所示。

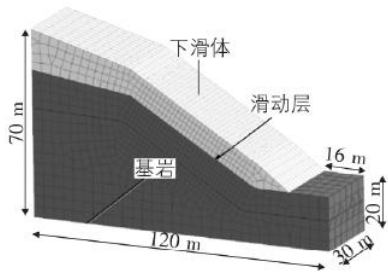


图 1 边坡数值分析模型

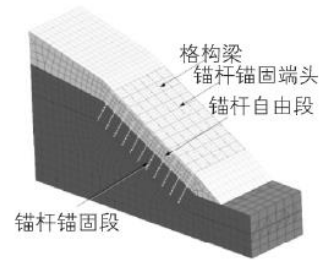


图 2 边坡加固措施

为了对比分析锚杆联合格构梁对顺层岩质边坡加固效果，这篇文章主要针对原始边坡安全性进行综合说明，针对边坡利用锚杆预应力加固技术以及锚杆结合格构梁的加固方法，效果分析见表 2。

表 2 截面和接触特性参数

名称	$k_n/kN \cdot m^{-2}$	$k_t/kN \cdot m^{-2}$	$C/kN \cdot m^{-2}$	$\phi / (^\circ)$	D/mm	备注
锚杆锚固段	100000	100000	50	23	110	-
锚杆自由段	-	-	-	-	32	预应力 40kN
格构梁					400×400	-

### 3.4 结果分析

首先需要针对岩体结构顺层边坡结构利用专业的方法实施安全系数的深入研究，最终判断出边坡结构稳定参数，为后续的各项工作的开展给予必要的支持。如果边坡处在不稳定的环境下，边坡最大剪应力变形云图如图 3 所示，剪切滑动带贯穿整个边坡体。

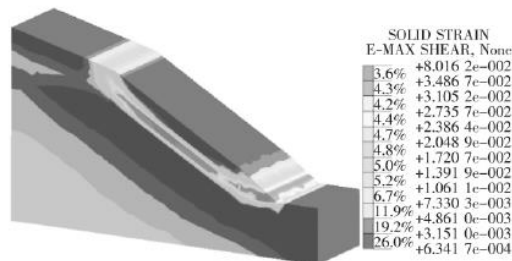


图 3 边坡原状最大剪应变云图

将锚杆加以技术切实的利用在边坡结构之中，能够有效的提升结构的完整性和稳定性，这个时候能够保证边坡长时间的处在稳定的状态。边坡最大剪切变形云图如图 4 所示，在锚杆加固技术的影响下，边坡结构剪切力会逐渐的降低，并且不会出现滑动带的情况，从而有效的实现了既定的结构稳定性的目的。

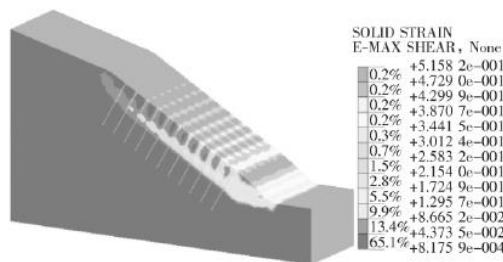


图 4 边坡采用锚杆加固最大剪应变云图

在施工中, 利用锚杆联合合格构梁的方法对边坡进行加固处理, 能够有效对施工的效果加以保证, 利用专业的计算方法得出最大剪切应变云图如图 5 所示。

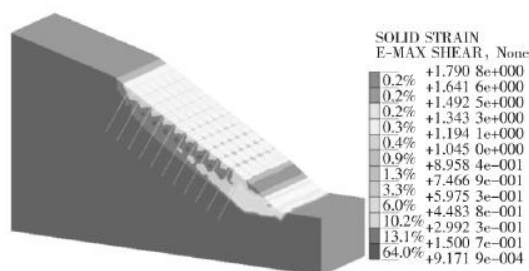


图 5 边坡采用锚杆联合合格构梁加固最大剪切应变云图

## 结束语

这篇文章主要围绕锚杆联合合格构梁施工展开全面的分析研究, 并借助这一方式的优越性利用 ANSYS 大型通用有限元软件结合强度折减方法针对顺层岩体边坡结构的整体稳定性实施综合分析, 经过对运用不同的加固方法实施综合分析我们发现: 1) 此次模拟分析采用锚杆加固顺层岩质边坡结构, 能够有效的促进结构的稳定性的提升, 与单纯的利用锚杆技术效果更好。2) 单纯采用锚杆加固顺层岩质边坡稳定系数不如采用锚杆联合合格构梁加固稳定性好。虽然该方法在理论层面的研究已经足够充分, 在实践应用中也能够找到成功应用的案例, 但是可以利用该方法更好的提高顺层岩质边坡的稳定性, 从而更好的提高边坡工程质量、保障边坡的安全, 为后续的各项工作的开展创造良好的基础。

## 【参考文献】

- [1] 郝建斌, 汪班桥, 李楠. 地震作用下压力型锚杆格构梁破坏特征试验[J]. 中国公路学报, 2017, 30(05): 20-27.
- [2] 刘丽萍. 高边坡格构梁锚杆(索)支护的施工技术探析[J]. 安徽建筑, 2019, 26(07): 94-95.
- [3] 陈俊峰. 边坡格构式锚杆挡墙支护的施工技术与经验[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(21): 110-111.
- [4] 李蓉, 黄春亮. 锚杆格构梁在高边坡支护工程中的应用[J]. 公路与汽运, 2017(03): 102-104.
- [5] 田璐. 锚杆格构梁在膨胀土边坡加固中的受力机理与设计方法研究[D]. 江苏: 江苏科技大学, 2017.
- [6] 汪班桥, 郝建斌, 黄毓挺, 李金和. 滑坡防治格构梁锚杆地震动力响应分析[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2016, 48(03): 48-54.
- [7] 魏志峰. 锚杆(索)格构梁在土质边坡支护中的应用[J]. 住宅与房地产, 2016(12): 136-222.

作者简介: 周敏(1983-), 女, 武汉工程大学, 防灾减灾工程及防护工程, 河南省地质矿产勘查开发局第三地质矿产调查院。