

滑坡治理中格构式锚杆框架结构设计

刘妮娜, 刘 聪, 李寻昌, 门玉明, 史 良

(长安大学 地质工程与测绘工程学院, 陕西 西安 710054)

[摘要] 结合略阳县城狮子山滑坡的治理, 讨论了格构式锚杆框架结构治理松散堆积体滑坡设计的全过程。根据防治区的工程地质情况和相应的规范要求, 确定了防治工程的安全等级。利用格构式锚杆框架结构所采用的小间距、小吨位锚杆及连续格构梁柱, 从而使格构梁柱受力较均匀, 适合松散堆积体滑坡治理的需要, 即同时满足深层抗滑和浅层护坡。给出了坡面推力的计算模型和计算公式, 对于格构式锚杆框架结构中的格构梁柱、锚杆和框架间面板也分别给出了相应的结构设计方法和公式, 再就施工中应注意的事项给出了明确的建议和要求。

[关键词] 松散堆积层滑坡; 格构式锚杆框架结构; 设计; 滑坡治理

[中图分类号] TU753.8 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)04-0046-03

[作者简介] 刘妮娜(1975—), 女, 陕西兴平人, 讲师, 博士研究生, 现从事岩土工程教学与科研工作。

松散堆积层滑坡的坡面承载力一般较低, 单独采用锚杆结构加固时, 由于锚杆的张力较大, 容易造成坡面破坏, 而格构式锚杆框架结构则是锚杆与钢筋混凝土梁柱的复合结构, 一般不需大规模开挖就能治理滑坡的有效措施, 它兼顾深层加固与浅层护坡, 将主动抗滑与被动护坡有机的结合在一起。其原理是将坡体滑推力通过锚杆传到山体内部基岩。其中, 格构梁柱不但起到传力作用, 而且由于其与坡面接触面积大, 可减小坡面反力; 另外, 由于格构梁柱整体刚度大, 使坡面的受力、变形较为均匀。因此, 格构式锚杆框架结构对于坡面为松散堆积层的滑坡治理尤为适用。现结合略阳县城狮子山滑坡治理工程, 用格构式锚杆框架结构治理滑坡的设计过程。

1 滑坡区的工程地质特征

狮子山位于陕西省汉中市略阳县城东部八渡河东岸。山顶高程为 763 m, 山坡陡峻, 中上部坡度高达 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$, 在山坡上, 多见台阶状环形陡坎, 坎高 1~3 m, 最高者达 8 m, 后缘可见张裂缝, 呈约

60° 的滑壁陡坎。山坡上植被发育, 乔、灌木丛生, 山下即为略阳县城的商业、政府机关及住户集中地带。根据滑坡范围和规模, 将滑坡分为以下两部分。

1 # 滑坡子区: 位于狮子山山脚下金狮旅馆东侧之白云灰质岩体以南, 呈狭长锥形, 长 125 m, 平均宽 35 m, 滑坡斜坡地形上陡下缓, 平均坡度 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$, 在子区内, 不连续陡坎多见, 为局部滑落造成。滑坡后缘高程 740 m, 剪出口高程 646 m。滑坡子区主要由碎石土及强风化千枚岩组成, 具有蠕滑特点。滑体厚度中间薄, 上部及前缘厚, 平均厚度约 15 m, 滑体总方量为 $65\ 600\text{ m}^3$ 。

2 # 高陡斜坡子区: 位于狮子山东侧的略阳县食品公司后部, 长约 150 m, 宽约 60 m, 后缘为 1~3 m 高的不连续陡坎, 高程变化大为 705~689 m, 前缘高程为 657~660 m, 斜坡坡度为 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$, 斜坡上多见不连续陡坎, 坎高 1~2 m, 植被发育。该子区前缘有相对较厚的残坡积碎石土层, 分布范围小, 基本稳定。中上部坡陡, 松散碎石土及破碎千枚岩层较薄, 总厚度仅 1~3 m, 加之地层倾向与坡向相反, 坡体基本稳定。

该地区的地质灾害问题主要表现为, 表层松散堆积物在强降水条件下形成坡面泥石流及高陡斜坡松散堆积层的稳定性问题。

2 防治工程的安全等级

治理工程区斜坡高度虽小于 15 m, 但山下为略阳县城的商业、政府机关及住户集中地带, 一旦失事, 仍会造成严重后果, 综合考虑以上因素, 确定本防治工程安全等级为二级。

3 方案选定

由狮子山开挖的现场看, 滑坡的滑动面特征不明显, 下伏基岩面外倾, 上覆碎石土处于高陡斜坡, 难以保持长期稳定。因此, 削坡在此处不可行, 只能加以支挡。另外, 此处边坡地形陡峻, 场地狭窄, 坡高 8~9 m 不等。故设计上选用格构式锚杆框架结构进行支挡。

4 设计计算

4.1 设计荷载的确定

4.1.1 计算参数的取值

滑坡体计算强度指标依据实验资料, 并参考有关经验分析, 最后根据现场实际情况, 强度指标选取: 容重 $\gamma=19.5\text{ kN/m}^3$, 内摩擦角采用似摩擦角 $\varphi=35^\circ$, 粘聚力 $c=0$ 。

4.1.2 计算方法的选取

由于该滑坡体只有在强降水条件下才能够形成坡面泥流及存在高陡斜坡的稳定性问题。而且在天然状态和一般降雨条件下, 该滑坡体基本稳定。综合考虑滑坡推力计算成果和该滑坡区范围内的不详地质特征, 按照文献[2]规定, 选用静止土压力和主动土压力之和的一半作为设计计算所用的荷载, 能够满足在强降水条件下滑坡体的稳定性要求。

4.1.3 计算公式及荷载的大小

静止土压力: $E_0=0.5\gamma H^2K_0+q_1HK_0$,
主动土压力: $E_a=0.5\gamma H^2K_a$,
设计荷载: $E=0.5(E_0+E_a)$,
梁柱上荷载分布: $q=1.15Eb/0.875H$,
式中: H 为计算高度; b 为格构梁柱的间距; K_0 为静止土压力系数; K_a 为主动土压力系数, 查表选取 $K_0=0.5$, $K_a=0.518$, 代入 H , b 值, 算得 $E=961\text{ kN/m}$; $q=318\text{ kN/m}$ 。

4.2 格构式锚杆框架的设计计算

4.2.1 计算模型的建立

由于格构梁柱使坡面的受力、变形较为均匀, 因此结构内力按井字梁体系考虑, 计算时锚杆与格构连接处按刚性支点考虑。传给支承梁柱的荷载用以下方法近似确定: 从每一方格的四角作对角线, 将方格分成四个板块, 每个板块

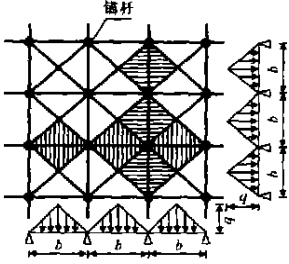


图 1 格构支承梁柱荷载分配
Fig. 1 Allocate load of beam and pillar

图 1 格构支承梁柱荷载分配的荷载传至相邻的支承梁柱, 因此, 作用在支承梁柱荷载不是均匀分布, 而是呈三角形分布, 见图 1。

4.2.2 格构式锚杆框架梁柱的内力计算

格构式锚杆框架梁柱的弯矩及支座反力采用的三弯矩方程进行计算如下:

$$b_n M_{n-1} + 2(b_n + b_{n+1}) M_n + b_{n+1} M_{n+1} = -6(B_n^p + A_{n+1}^p)$$

式中: b_n 为第 n 跨格构梁柱的间距; M_n 为第 n 跨格构梁柱的弯矩; B_n^p , A_{n+1}^p 与支承情况和荷载分布有关。代入相应的数值, 计算得:

支座处最大弯矩: $M_{\max}=81\text{ kN/m}$,
跨中最大弯矩: $M_{\max}=56.3\text{ kN/m}$,
最大支座反力: $R_{\max}=258\text{ kN}$ 。

4.2.3 框架梁柱的设计

根据经验, 首先取梁柱的截面为 350 mm×400 mm, 砼保护层厚度为 60 mm; 然后根据文献[3]的要求, 依据下列公式对梁柱进行配筋计算。

受拉区纵向钢筋的截面积:

$$\begin{aligned} a_s &= M / f_{cm} b h_0^2, \\ A_s &= \xi f_{cm} b h_0 / f_y, \end{aligned}$$

斜截面受剪承载力计算公式:

$$\begin{aligned} V &\leq 0.7 f_c b h_0 + \\ &1.25 f_y V A_{sv} h_0 / S, \end{aligned}$$

纵向受拉钢筋配筋率计算公式: $\rho=A_s/bh_0$, 代入弯矩和支座反力, 求得纵向钢筋为 4Φ18 和 4Φ14, 箍筋为 Φ8@200, 如图 2 所示。经校核, 满足配筋率要求。

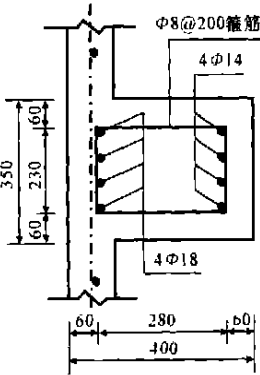


图 2 梁柱的截面配筋
Fig. 2 Sectional reinforcing bars of beam and pillar

换。虽然这些转换算子的具体定义不同,但都是实现每两个世界模型的转换,从数学的定义上说就是某个世界模型通过函数转换到另一个世界模型上,因此这些转换算子的数学定义是一致的。

定义 0: 转换算子。 X 和 Y 是两个世界模型的集合表示, F 是 X 到 Y 的一个转换算子, 如果对于每一个 $x \in X$, 有唯一的 $y \in Y$, 使得 $\langle x, y \rangle \in F$, 则称 F 为转换算子, 记作: $F: X \rightarrow Y$ 。

在代数定义中, X 或 Y 就代表着现实世界、地理现实世界、地理工程世界、地理工程概念世界、地理工程尺度世界、地理要素定义世界、地理要素表达世界、地理要素几何世界、地理要素实体世界、地理空间集成世界和地理空间产品世界模型, F 代表着命名、选择、抽象、度量、分层、编码、测量、集合、融合和计算算子。

3 结束语

空间数据仓库的认知过程, 主要就是十一个层次的世界通过十个算子转换的过程, 这个认知过程

指导了空间数据仓库系统的实现。但是文中只从理论上对其进行了初步讨论, 并用代数系统对这十一个层次的世界模型及转换算子进行了定义。如何用代数系统描述它们之间的代数运算关系是下一步需要研究的一个深层次问题。

[参 考 文 献]

- [1] 承继成, 赵永平. 地理信息及其元数据标准化[J]. 遥感学报, 1998, 2(2): 149 ~ 154.
- [2] 王珊. 数据库技术与联机分析处理[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 赵永平. 基于国家空间信息基础设施的元数据研究及其共享示范体系的建立[D]. 北京: 北京大学, 1998.
- [4] 周成虎, 李军. 地球空间元数据研究[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2000, 25(6): 579 ~ 584.
- [5] David Danko. The ISO Metadata Standard for Geographical Data [A]. Geo-Informatics Conference of the International Eurasian Academy of Sciences and the Fourth International Workshop on Geographical Information System[C]. Beijing: 1979. 98 ~ 104.
- [6] Kleinrock L. Technology Issues in the Design of the NREN. In Building Information Infrastructure (B. Kahin Ed.) [M]. New York: McGraw-Hill. 1992.

Research on the cognition process of spatial data warehouse

WU Jin-hua¹, ZHU Guo-rui²

(1. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, China ;

2. School of Resource and Environment Science, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract The paper discusses the cognition process of spatial data warehouse in theory, and it is considered primarily the transforming process of eleven levels world by ten operators. The concepts about the eleven levels world and the ten operators are discussed. All of them are designed with algebra system.

Key words spatial data warehouse; world model; operator

[英文审定: 马智民]

(上接第 48 页)

Design of lattice frame anchor structure for landslide control

LIU Ni-na, LIU Cong, LI Xun-chang, MEN Yu-min, SHI Liang

(School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract Taking shizishan landslide control in Lueyang Country as an example, the whole design process of lattice frame anchor structure are studied. Firstly, according to the geological conditions and technical code for design, safety criterion for landslide control is confirmed. Secondly, by making use of the features of lattice frame anchor structure which can protect slope and retain stability of landslide together with its small space between beams and light anchor, the calculation model and formulas of slope force are dealt with and the design process of lattice beam and pillar as well as anchor and plate are introduced carefully. Finally, the advice and request for construction are specific ally put forward.

Key words loosen body landslide; lattice frame anchor structure; design; landslide control

[英文审定: 苏生瑞]