

44-46

预应力锚索在边坡加固中方位角的确定

719854.6
P 642.22

舒家华

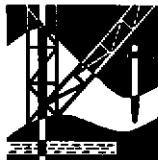
李 军

(中国地质大学·武汉·430074) (辽宁地矿井巷建筑工程公司·朝阳·122000)

根据预应力锚索在边坡加固中的作用机理,结合工程实例讨论了确定预应力锚索方位角时应考虑的因素,并介绍了方位角的确定过程。

关键词 预应力 锚索 加固 方位角

边坡加固 预应力锚索



岩土工程

预应力锚固使支护加固岩体技术从被动地阻止岩体再变形再破坏转向主动地利用岩体本身去加固岩体,是一种主动加固方法。预应力锚索(杆)在边坡加固工程中已被广泛的应用,尤其是在高陡边坡加固中,预应力锚索以其使用灵活、加固深度大、能充分发挥岩土自身的强度、施工中不破坏原有边坡的整体性、占用空间少、见效快和造价低等特点显示了极大的优越性。由于岩土工程的施工,大量的自然边坡和人工边坡需要加固处理,因此,为了获得良好的加固效果,降低加固成本,必须充分发挥锚索(杆)的加固作用。而锚索安放的方位角对加固力的大小有很大的影响,所以在边坡加固设计与施工中应予以充分重视,以便获得预应力锚索对边坡的良好加固效果。

1 加固机理

预应力锚索加固边坡就是将锚索插入预先钻好的孔内,一端固定在滑动面或潜在滑动面以内的稳定岩体中,另一端固定于坡面,然后通过张拉对锚索施加预应力。预应力锚固使岩体直接受到人为施加的外力的作用,从而使不稳定滑体处于较高围压的三向应力状态,这样,岩体强度比加固前得到了提高,并且变形特性也得到了改善,由于预应力的

作用,使岩体结构面呈压紧状态,从而显著提高了边坡岩体的整体性;再就是锚索的加固力直接改变了滑动面上的受力状态(见图1)。由预应力锚索的加固力所增加的抗滑阻力增量 P :

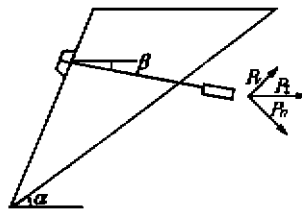


图1 预应力锚索加固边坡示意图

$$P = P_n \tan \Phi + P_v \\ = P_t [\sin(\alpha + \beta) \tan \Phi + \cos(\alpha + \beta)] \quad (1)$$

式中: P —增加的抗滑阻力增量; P_t —锚索设计预应力值; P_n —为 P_t 沿滑动面的法向分力; P_v —为 P_t 沿滑动面的切向分力; α —滑动面倾角; β —锚索与水平方向的夹角; Φ —滑动面的内摩擦角。

由上式可知,预应力锚索一方面可直接在滑动面上产生抗滑阻力;另一方面通过增大滑动面上的正应力,来增大抗滑摩擦阻力。总之,预应力锚索从改善不稳定滑体的应力状态、提高边坡岩体的整体性和增加滑动面上的抗滑阻力来加固边坡,保持其稳定。

2 方位角的确定

预应力锚索方位角的确定要依赖于滑动

面或可能滑动面的产状、粗糙程度及其力学性能,所以在设计和施工之前应作必要的现场调查和有关的理论分析,以查明滑动面的产状及其有关性质。

现以平面滑动面为例,来讨论预应力锚索安设的方位角。

首先,必须将锚索布置在与滑动面或可能滑动面走向方向垂直的平面内,这样可防止预应力在滑动面走向方向上产生分力,使施加的预应力全部用于增加滑动面上的抗滑阻力。

预应力锚索与水平面夹角的大小与滑动面的倾角和边坡岩体条件等有关。若只要求单根预应力锚索提供最大的抗滑阻力,可对(1)式求导,即令 $dP/d\beta=0$, 得:

$$\begin{aligned}\cos(\alpha + \beta)\operatorname{tg}\Phi &= \sin(\alpha + \beta) \\ \operatorname{tg}(\alpha + \beta) &= \operatorname{tg}\Phi \\ \alpha + \beta = \Phi \text{ 则 } \beta &= \Phi - \alpha\end{aligned}\quad (2)$$

当以 $\beta = \Phi - \alpha$ 的角度安设预应力锚索时,可以使所施加的预应力提供最大的抗滑阻力增量,但当优势滑动面的倾角不大或距边坡面较远时,如此安设所需的锚索长度可能会较长,并且在与边坡面倾向相同的层状岩体中加固时,可能会使对边坡岩体整体性的加固效果不够理想;若边坡岩体为倾向与边坡面相同的层状岩体,此时以垂直于层面的角度安设预应力锚索,则可使边坡岩体的整体性得到最大的提高,但是在滑动面上提供的抗滑阻力增量就比较小。因为此时在抗滑阻力增量中只有抗滑摩擦阻力一项。所以,为了取得良好的加固效果,在边坡加固工程中应根据具体条件,从加固效果和加固成本等方面进行综合考虑,求出合理的预应力锚索与水平面的夹角,即在边坡岩体完整性比较好的情况下,以能使滑动面上得到最大的抗滑阻力增量为主并兼顾所需锚索的长度来确定预应力锚索与水平面的夹角;在边坡岩体完整性较差时,预应力锚索与水平面夹角的确定,既要考虑边坡岩体整体性的提高,

又要考虑到在滑动面上提供所需的抗滑阻力。

3 工程实例

3.1 工程概况

大连市西岗区石葵路隧道西口北坡,边坡岩体为强风化、破碎石英岩、板岩、千枚岩,呈层状构造。岩层倾角 $25^\circ \sim 30^\circ$, 内摩擦角 $\Phi = 26^\circ$, 边坡长 60 m, 走向近东西, 倾向南, 边坡高度 20 m ~ 21 m, 边坡角 80° , 距边坡底面约 1.5 m 高的坡面上有一千枚状板岩夹层出露, 此夹层厚为 0.9 m、倾角 26° 左右、倾向南, 此软弱夹层成为可能优势滑动面。因为此地地质条件与东洞口已产生滑坡的条件完全相同, 所以加固前边坡可视为处于极限平衡状态。由于城市规划在边坡上方将建成住宅小区, 因此该边坡必须进行加固处理。

3.2 施工方案的选择

由于边坡岩石风化严重, 边坡较深部位又有优势滑动面存在, 所以既要进行深层加固, 又要采取表面维护。若采用抗滑桩加固, 不但投资大, 施工时间长(需要 6 个月), 施工条件差, 而且还要减少 200 m^2 的建筑面积。经再三分析研究, 最后决定以预应力锚索加固为主, 辅之以局部爆破削坡、喷锚支护及坡底浆砌石挡墙综合加固治理的方案。

3.3 预应力锚索的施工设计

由于边坡的岩体为层状岩体, 且有优势滑动面存在, 所以在对于这种类型的边坡进行加固时, 预应力锚索安设角度的确定就应考虑到既要在滑动面上提供较大的抗滑阻力, 又要使边坡岩体的整体性有显著的提高。按此要求经过计算对比后, 最后确定钻孔倾角(下倾) β 为 21° 。因为:

$$\text{当 } \beta = \Phi - \alpha = 26^\circ - 26^\circ = 0^\circ \text{ 时,}$$

$$P_n = P_t \sin 26^\circ = 0.44 P_t$$

$$P_v = P_t \cos 26^\circ = 0.9 P_t$$

$$P = P_t (\sin 26^\circ \operatorname{tg} 26^\circ + \cos 26^\circ) = 1.1 P_t$$

$$\text{当 } \beta = 64^\circ, \text{ 即钻孔与岩层层面垂直时,}$$

$$P_n = P_t \quad P_v = 0$$

$$P = P_t \tan 26^\circ = 0.49 P_t$$

当 $\beta = 21^\circ$ 时,

$$P_n = P_t \sin 47^\circ = 0.73 P_t$$

$$P_v = P_t \cos 47^\circ = 0.68 P_t$$

$$P = P_t (\sin 47^\circ \tan 26^\circ + \cos 47^\circ) = 1.04 P_t$$

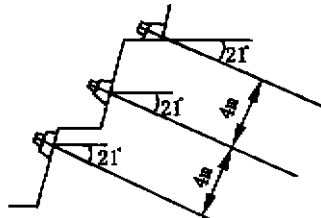


图2 预应力锚索布置图

由此可见,当 β 等于 21° 时,预应力锚索在潜在滑动面上提供的抗滑阻力增量 P 仅比 β 等于 0° (P 为最大) 时小 6%, 而比 β 等于 64° 时大 55%; 垂直于潜在滑动面的分力 P_n 比 β 等于 64° (P 为最大) 时小 27%, 而比 β 等于 0° 时大 29%。经以上分析可知,取 β 等于 21° 是合理的。

该边坡加固设计需要 1200kN 级的预应力锚索 30 根,分 3 排布置,排距为 4 m, 每排孔距为 6 m, 钻孔深为:上排孔 17 m, 中排孔

16 m, 下排孔 14 m, 如图 2 所示。实施这种加固方案,使边坡的安全系数达到了 1.5, 并且保证了原来的小区规划基本不变,而工程造价相对较低,工期缩短了一半,获得了良好的经济效益和社会效益。

4 结束语

为了充分发挥预应力锚索的加固作用,必须进行详细的现场调查,取得较为准确的边坡地质资料,特别是潜在滑动面的有关参数。在此基础上,从预应力锚索提供给滑动面的抗滑阻力的大小和提高边坡岩体整体性的效果等方面考虑,经过一定的计算对比,是能够得到使边坡综合加固效果良好的预应力锚索的合理方位角。实践证明,在边坡加固工程中,预应力锚索是一项非常有效的实用技术,目前正朝着规范化、系列化方向迅速发展,随着研究的深入和经验的积累,预应力锚索的设计和施工方法会更加完善,必将会得到更加广泛的应用。

参考文献

- 1 陈德基,等.工程地质及岩土工程新技术新方法论文集.武汉:中国地质大学出版社,1994.351~354
- 2 刘植荣.三峡船闸高边坡施工的技术难题及解决途径.地质与勘探,1997(2)

DETERMINATION OF AZIMUTH IN SLOPE CONSOLIDATION BY USING PRESTRESSED ANCHORAGE CABLE

Shu Jiahua, Li Jun

According to the principle of prestressed anchorage cable used in slope consolidation, combined with an engineering practice, the determination of azimuth and the key factors which affect the azimuth are discussed.

Key words prestress, anchorage cable, consolidation, azimuth

第一作者简介:

舒家华 男,1957年生。1980年毕业于中国地质大学探矿工程系掘进工程专业,现任中国地质大学(武汉)勘建学院讲师。主要从事岩体力学、岩土加固教学和科研工作。

通讯地址:湖北省武汉 中国地质大学勘建学院 邮政编码:430074

