维普资讯 http://www.cqvip.com

土钉在边坡支护中运用的讨论

陈 群 刘昌萍

(云南省公路规划勘察设计院,昆明,650011)

摘 要：边坡土钉支护自90年代以来在我国有着越来越广泛的运用。它施工简单，不占工期，工程量较小、造价低。但关于土钉的受力机理、工作特点的讨论并不太清楚，如钉杆周围剪力的分布规律、土钉轴力的变化特点、土钉最大轴力的中性点位置等等。本文对此做了详细的论述，以有利于土钉支护的理论发展和工程应用。

关键词：土钉；边坡支护；受力机理；运用

1 前言

边坡土钉支护是一种较新的支护形式,它材料用量和工程量较小,另外它施工设备轻便、操作方法简单、结构轻巧、柔度大,有非常好的抗震性能和延性等,于是使用的范围逐渐扩大。但是人们对于它的工作机理,结构特点,使用条件,与锚杆的区别等讨论得还不够充分。有的认为:①土钉在组合土体内,因摩阻力自相平衡,最大轴力在钉杆长度中点;②土钉就是将土组成整体,类似重力式挡土墙,支撑着墙后的土压力;③最大轴力点两侧轴向力沿杆长呈直线减少,至端点为零;④钉杆周围的摩阻力因轴向力差而引起,所以周边剪应力沿长度均匀分布等等。实际上,这些概念都是不正确的,以致于有的工程失败,成功的工程也是安全系数取值过大,最终加大工程资金的投入。为减小工程投资,在工程安全的前提下,最大程度的利用土钉的性能,特作以下探讨。

2 土钉支护的工作特点

土体的抗剪强度较低,抗拉强度几乎可以忽略,虽然土体具有一定的结构整体性,但是自然土坡只能在较小的高度内保持直立,当边坡高度大于临界高度或者在超载及其它因素(如含水量)的变化将发生突发性整体破坏,为此采用支挡结构,但这些支挡属于常规的被动制约机制。土钉支护是在土体内设置一定长度和密度的土钉构成的,土钉与土共同作用弥补土体强度的不足,为主动制约机制的支挡结构。因此它是以增强土体自身稳定性的主体制约机制为基础的复合土体,不仅有效地提高了土体整体刚度,又弥补了土体抗拉、抗剪强度不足的弱点。通过相互作用,土体自身强度的潜力得到了充分发挥,改变了边坡变形和破坏形态,显著提高了边坡整体稳定性。

土钉加固土体是通过土钉与土体相互作用来实现的,这种作用一方面体现在钉—土界面阻力的发挥程度;另一方面,由于土体与土钉刚度比相差悬殊,所以在土钉进入塑性变形阶段后,土钉自身作用逐渐增强,从而改善了复合土体塑性变形和破坏性状。土钉在复合土体内的作用可概括为四个方面:(1)箍束骨架作用;(2)分担作用;(3)应力传递与扩散作用;(4)坡面变

收稿日期:2004-10-09

维普资讯 http://www.cqvip.com

形的约束作用。

土钉与锚杆有如下区别：

(1) 锚杆设法防止产生变位，而土钉一般要求土体产生微小位移，从而使土钉与土体之间的摩阻力得以充分发挥。

(2) 锚杆只在锚固段受力，而土钉在全长范围内受力。

3 土钉的受力机理

土钉在加固的土体内，最大轴力点并不在钉杆长度的中点，杆内的轴力沿长度也不是按直线变化，摩阻剪应力沿杆长也不是均匀分布。最大轴力中性点的剪应力为零，中性点的最大水平推力在优势滑裂面。以最简单的无粘性砂土直线滑裂面为例(图 1)。稳定界面以上有无限多滑裂面 1～n，最大水平推力(优势)滑裂面为 OK。钉杆轴向力和摩阻剪应力变化如图 1b 和 c，最大轴力中性点在 K 点，最大剪力应力在端点，而外端点最大。因自相平衡，中性点两侧剪应力图的面积相等。若外端剪应力峰值超过摩阻强度或粘结剂粘结抗剪强度，则端点将滑脱，这时应在端点挂网喷混凝土，以减少土钉抗剪力，降低剪应力峰值。这是一种有效的办法。中性点内侧剪应力变化缓慢，接近均匀。土钉伸入稳定界面一定值，一般即可满足要求。

4 土钉的设计尺寸和构造

土钉支护的基坑边坡，可以是直立的陡坡(粘性土)，也可一定程度的削坡或局部(上部)削坡。削坡的角度大小视边坡(基坑)周边环境和土壤性质而定。当为直立陡坡时，经推导结合经验优势滑裂面的竖向夹角为 $\alpha = 45° - \varnothing/2$，于是，根据土钉布置高低位置可确定最大轴力中性点 K，算出 K 点轴力确定土钉直径和 K 点两侧锚固段长度。外侧段剪应力近似按三角形计算，内侧段近似按均布计算后加一段长度。如果边坡削面与竖线的夹角为 α，则优势滑裂面与竖线的夹角已不再是 $\alpha = 45° - \varnothing/2$，这时土钉承受的最大水平推力需重新计算。若仍以公式之为：

$$Ea = \gamma H^2 Ka / 2 \qquad (1)$$

$$Ka = \frac{\cos^2(\varnothing + \alpha)}{\cos^3\alpha\left(1 + \frac{\sin\varnothing}{\cos\alpha}\right)}$$

则水平推力系数；

Ø—土的内摩擦角；

α—削坡面与竖直线夹角；

γ—土壤重度；

H—土坡段高。

为了工程应用的方便，将 Ka 的值列于下表，供查用。

Ka \ Ø / α	15	20	25	30	35	40	45
5	0.5628	0.4604	0.3740	0.3009	0.2391	0.1868	0.1430
10	0.5393	0.4326	0.3440	0.2703	0.2091	0.1584	0.1167
15	0.5176	0.4061	0.3151	0.2409	0.1805	0.1316	0.0925
20	0.4971	0.3801	0.2867	0.2121	0.1529	0.1062	0.0701

为了减载，当上部局部削坡时，取削面的平均夹角。由式(1)可算得土钉承受的最大水平推力。当土钉尚有一定水平复角 δ 时，最大轴力为 $N = Ea/\cos\delta$。

土钉最大轴力虽可求出，但其中性点位置尚不知道，不能确定钉杆锚固长度。根据图 2 示平均关系：

$$R\cos\Psi = W, \qquad \therefore R = W/\cos\Psi$$

$$R\sin\Psi = E, \qquad \therefore E = W\mathrm{tg}\Psi$$

$$W = \gamma H^2(\mathrm{tg}\theta - \mathrm{tg}\alpha)/2$$

$$\therefore E = \gamma H^2 \mathrm{tg}\Psi(\mathrm{tg}\theta - \mathrm{tg}\alpha)/2 \qquad (2)$$

又 $\because \Psi = 90° - \theta - \varnothing$

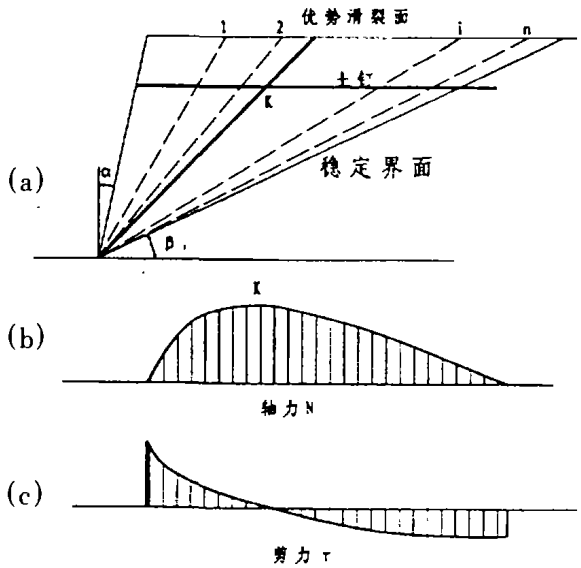


图 1 土钉受力图

维普资讯 http://www.cqvip.com

钢纤维混凝土的配合比设计及其拌合、运输、质量控制

万 里 刘昌萍
(云南省公路规划勘察设计院,昆明,650011)

摘 要: 本文介绍了钢纤维混凝土材料在旧混凝土路面修补的情况，以及拌合、运输、质量控制等方法。钢纤维混凝土是一种性能优良的新型复合材料。与普通混凝土相比，其抗拉、抗弯、抗裂及耐磨、耐冲击、耐疲劳、韧性等性能都有显著提高，它不仅可使面层减薄，缩缝间距加大，改善路面的使用性能，延长路面使用寿命，而且还可节省工程造价，缩短施工工期。

关键词: 钢纤维混凝土；性能；配合比设计及施工

我国从70年代末开始，钢纤维混凝土从实验室研究和小规模应用逐步走向较大规模的工程试点以及在某些领域中的推广应用，积累了工程施工经验,目前应用于许多工程领域。

收稿日期:2004-09-14

代入式(2)有:

$$E = \gamma H^2 tg(90° - \theta - \emptyset)(tg\theta - tg\alpha)/2 \quad (3)$$

令 $dE/d\theta = 0$

即: $tg(90° - \theta - \emptyset)\sec^2\theta = \sec^2(90° - \theta - \emptyset)(tg\theta - tg\alpha)$ (4)

可求得最大值Ea对应的θ角，从而可求得中性点的位置。

解上述式(4)比较麻烦,可近似用图解法(如图3)求滑裂面夹角θ，夹角求出后可得K点位置,并确定钉杆锚固段长度。

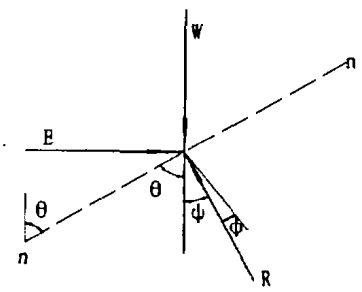


图2 滑裂面n-n平衡关系

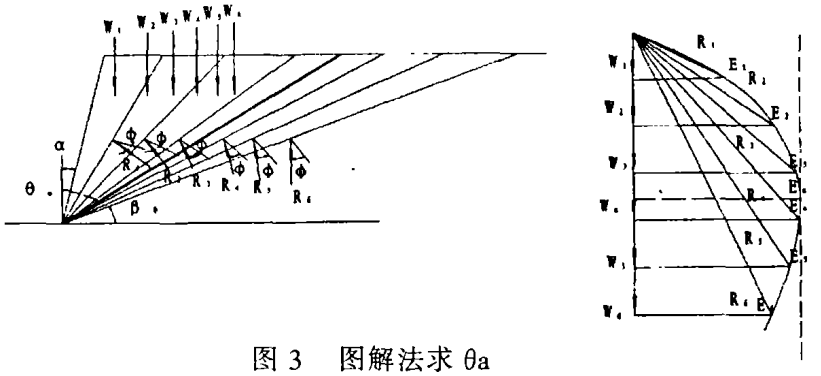


图3 图解法求θa

以上是以无粘性砂土为例讨论的,当为粘性土沿曲面滑移时,同理可按以上原则进行设计计算。

5 土钉支护的适用条件

打入或钻孔埋入土中的土钉,为非预应力杆件,靠被加固土体的变形起约束锚固作用,因而基坑周边土体变形范围内有变形敏感的建筑物或地下管网设施时,不宜采用土钉支护。此类因考虑不周或周围情况不明而引起事故的例子并不解见。因此选择边坡支护方案时,必须将基坑周围环境要求调查清楚,然后选择经济适用的支护方案,否则可能引发意想不到的事故。

参考文献

1 基坑土钉支护技术规程·中国工程建设标准化协会标准·1997

2 吴湘兴主编·土力学及地基基础·武汉大学出版社·1991

3 杨青山，赵刚译·加筋土和锚固技术·1989年1月