

锚杆（索）工程

中国地质大学工程学院

锚杆（索）工程

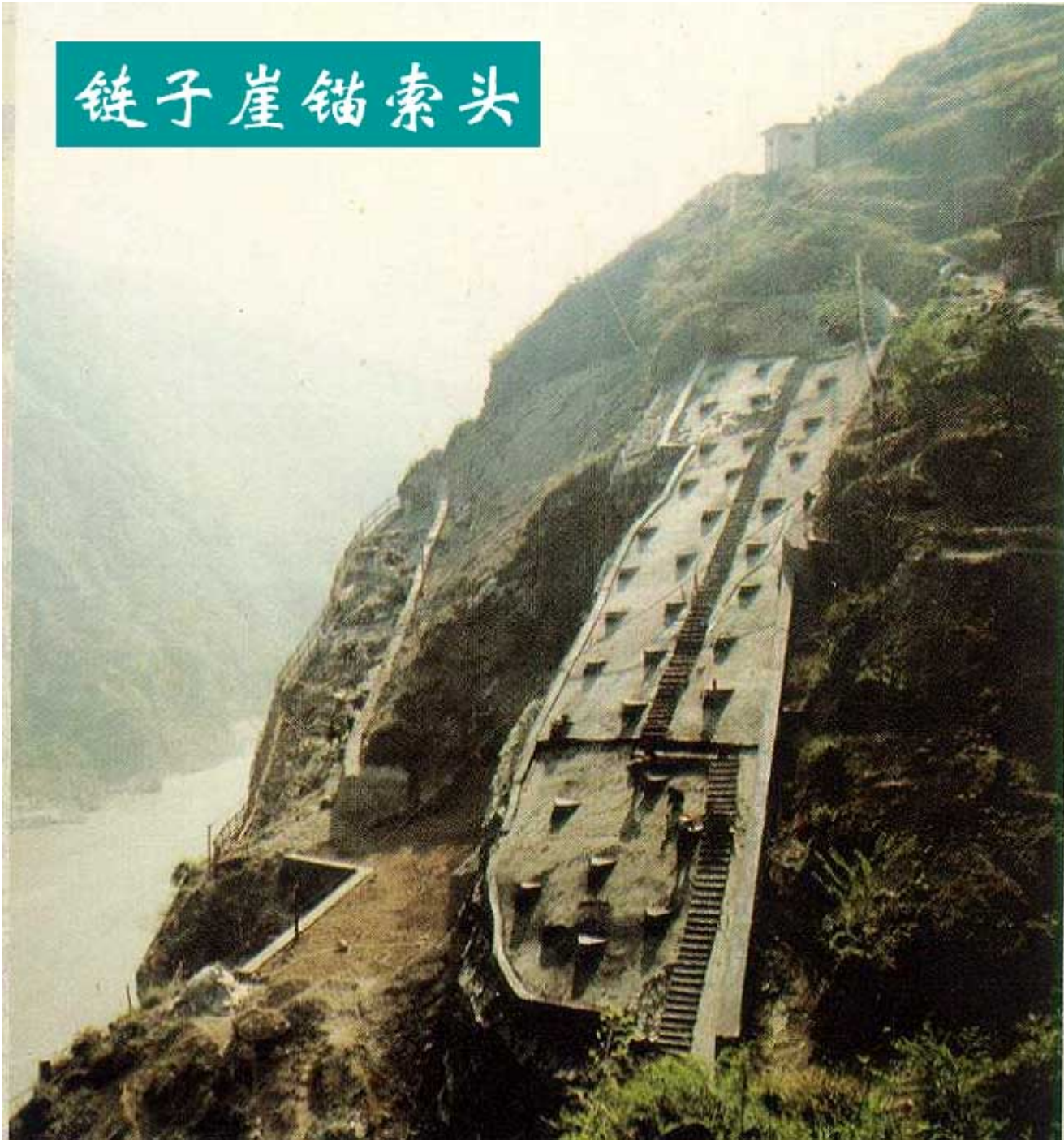
- 一、锚杆(索)的结构和分类
- 二、锚杆（索）设计计算







链子崖锚索头









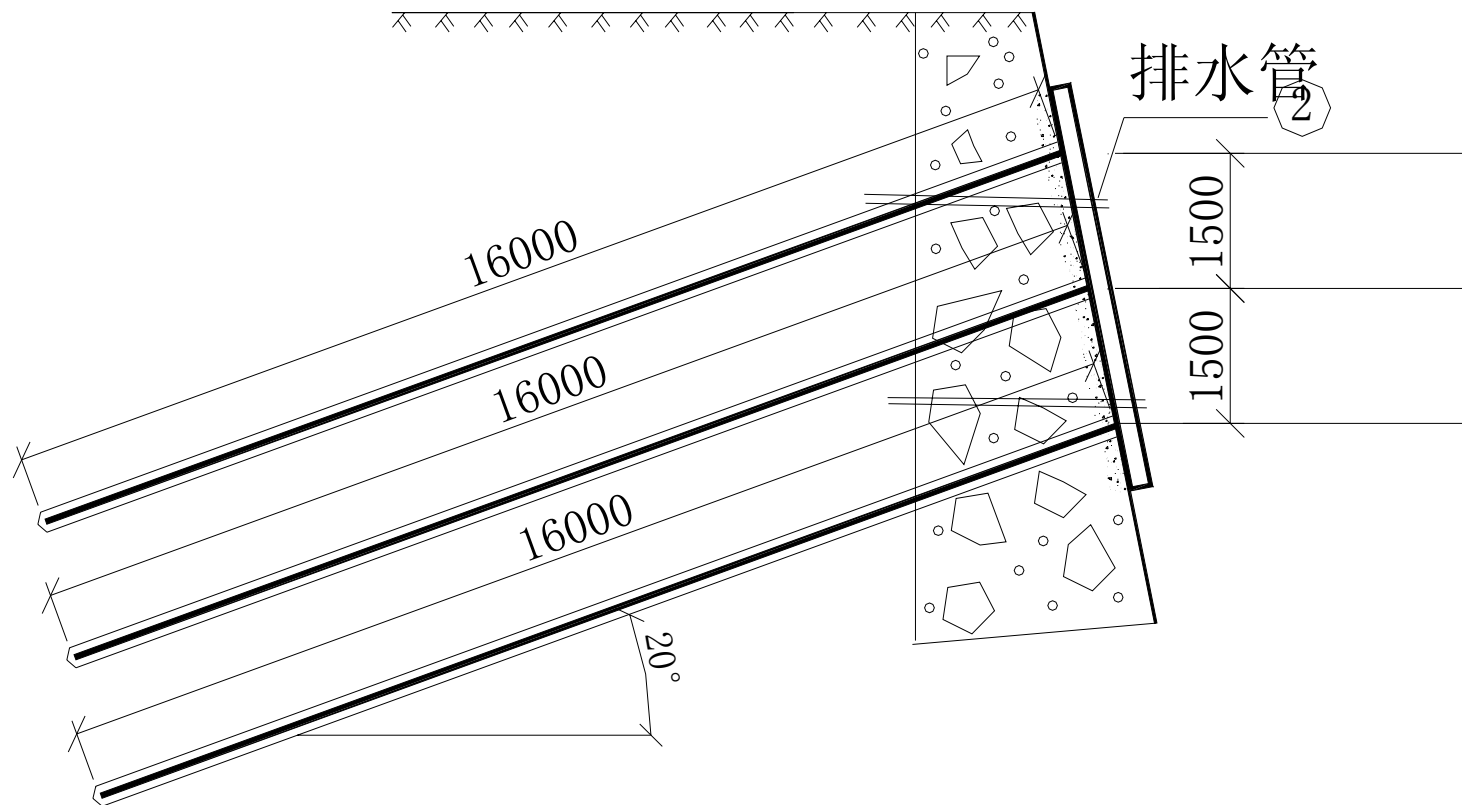
成孔



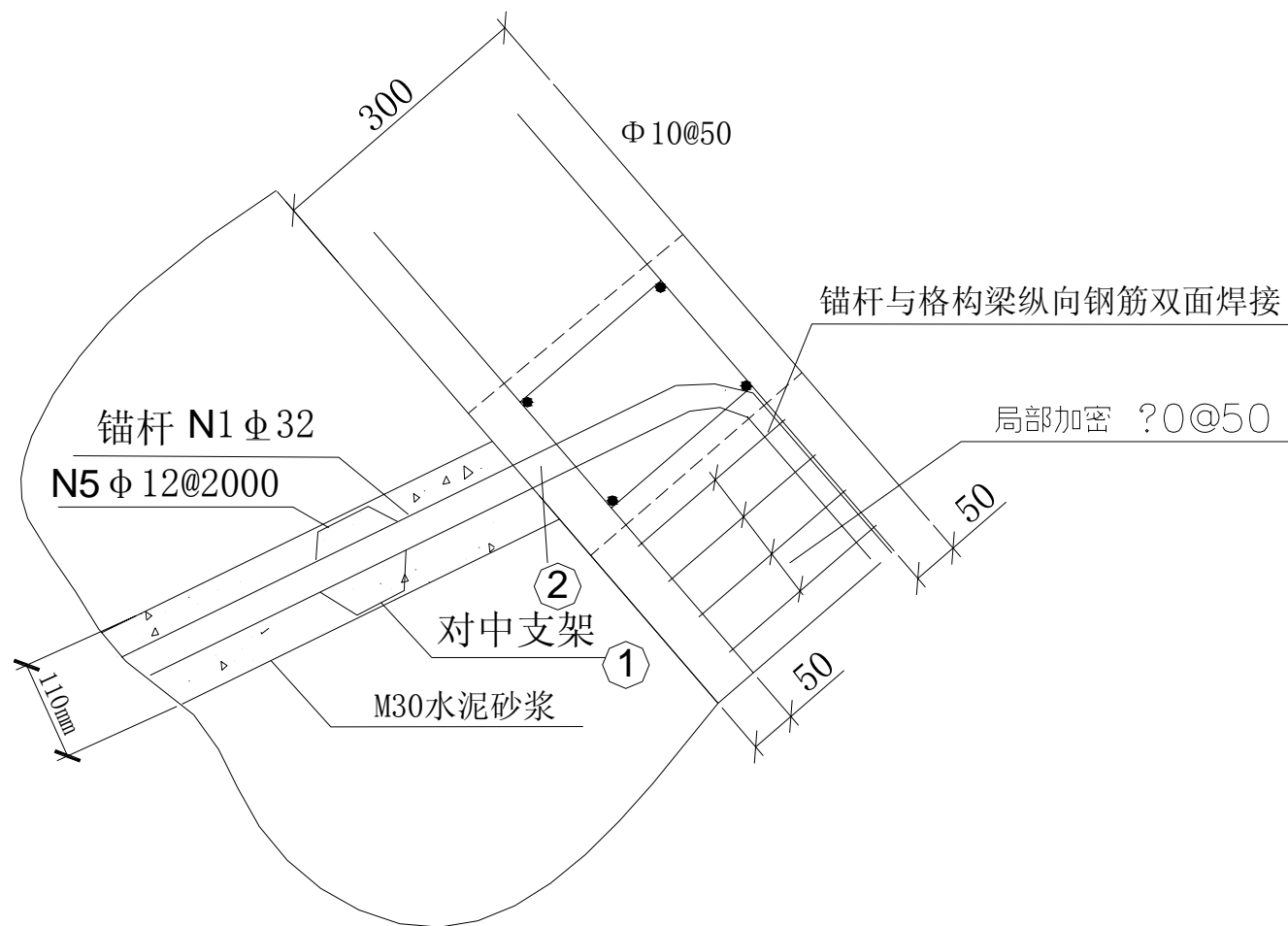
锚索搬运







锚杆布置剖面图

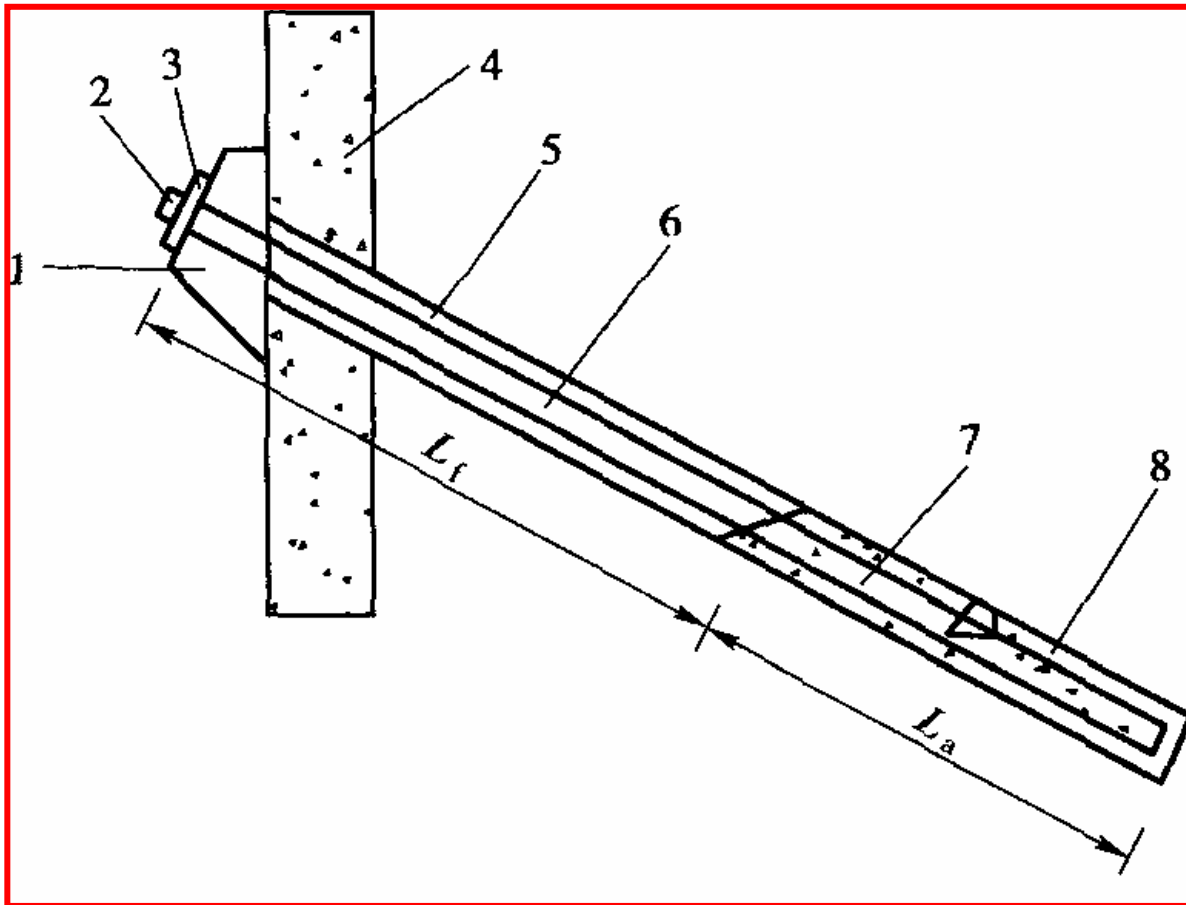


一、锚杆(索)的结构和分类

- (一) 锚杆(索)的结构
- (二) 锚杆(索)的分类
- (三) 锚杆(索)与其他支挡结构联合使用

(一) 锚杆(索)的结构

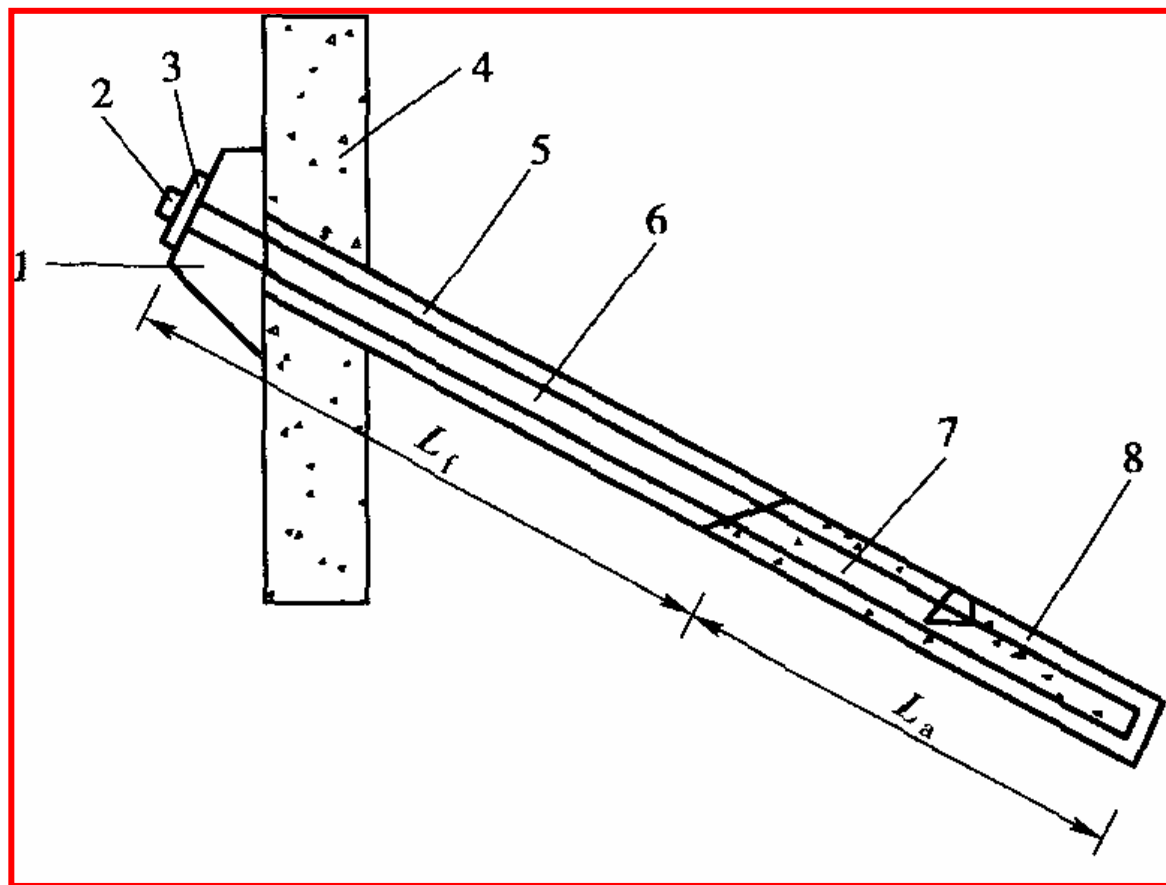
锚杆是一种将拉力传至稳定岩层或土层的结构体系，主要由**锚头**、**自由段**和**锚固段**组成。



- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支挡结构
- 5-钻孔
- 6-自由隔离层
- 7-钢筋
- 8-注浆体
- L_f -自由段长度
- L_a -锚固段长度

(一) 锚杆(索)的结构

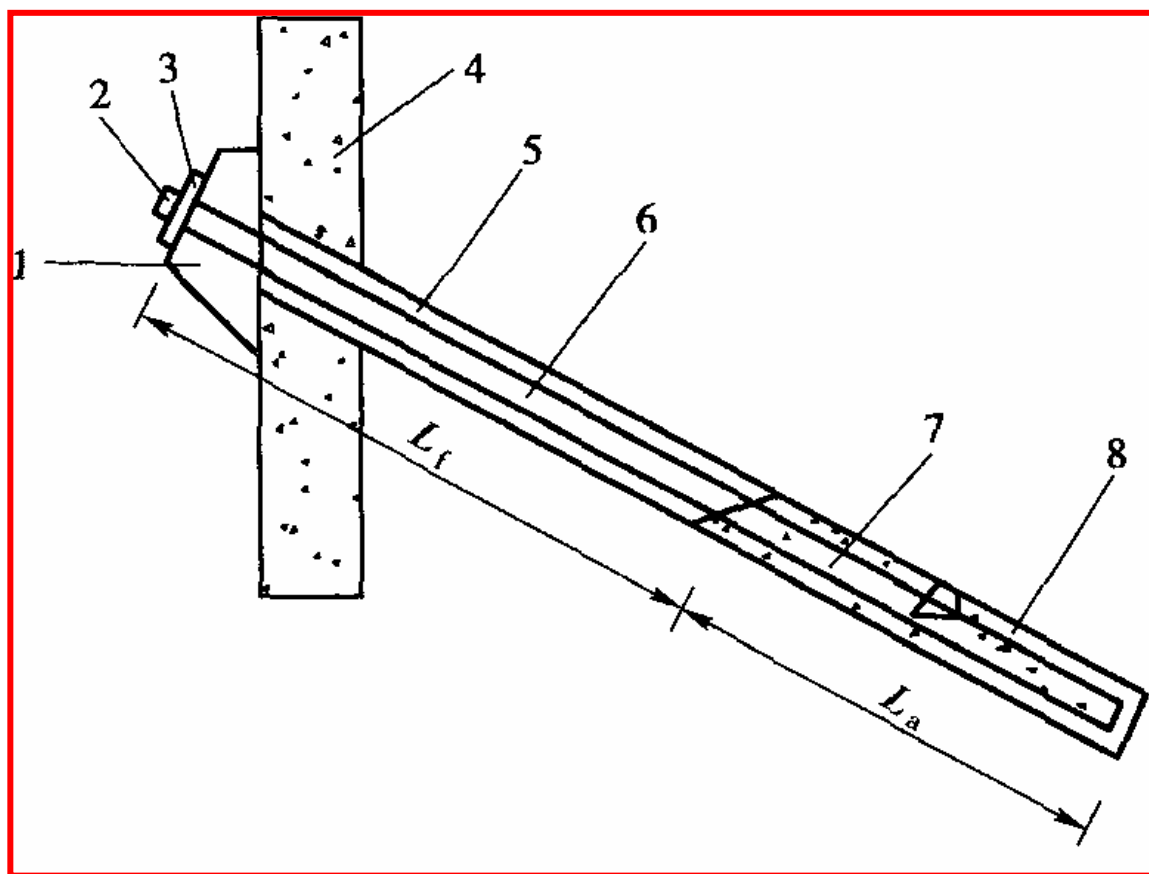
(1) 锚头：锚杆外端用于锚固或锁定锚杆拉力的部件，由垫墩、垫板、锚具、保护帽和外端锚筋组成。



- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支挡结构
- 5-钻孔
- 6-自由隔离层
- 7-钢筋
- 8-注浆体
- L_f -自由段长度
- L_a -锚固段长度

(一) 锚杆(索)的结构

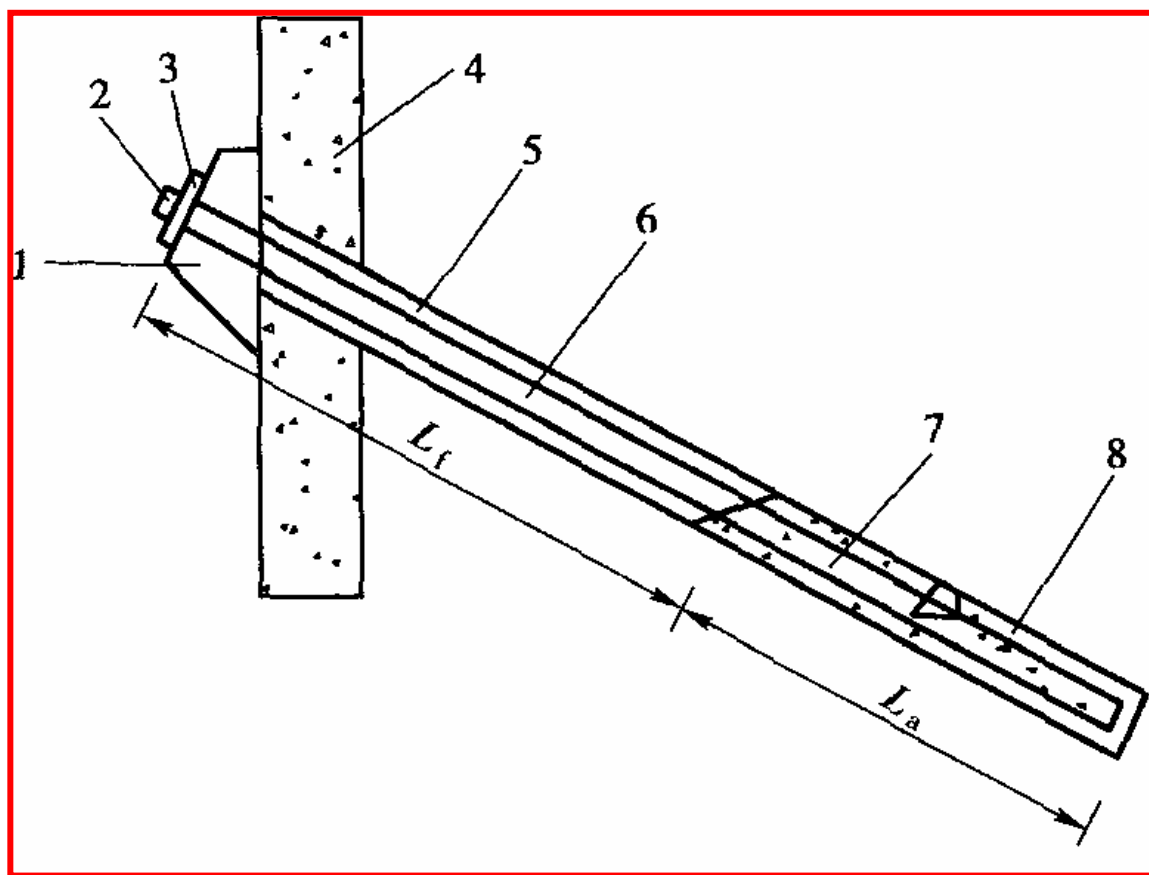
(2) 锚固段：锚杆远端将拉力传递给稳定地层的部分，锚固深度和长度应按照实际情况计算获取，要求能够承受最大设计拉力。



- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支挡结构
- 5-钻孔
- 6-自由隔离层
- 7-钢筋
- 8-注浆体
- L_f -自由段长度
- L_a -锚固段长度

(一) 锚杆(索)的结构

(3) 自由段：将锚头拉力传至锚固段的中间区段，由锚拉筋、防腐构造和注浆体组成。



- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支挡结构
- 5-钻孔
- 6-自由隔离层
- 7-钢筋
- 8-注浆体
- L_f -自由段长度
- L_a -锚固段长度

(一) 锚杆(索)的结构

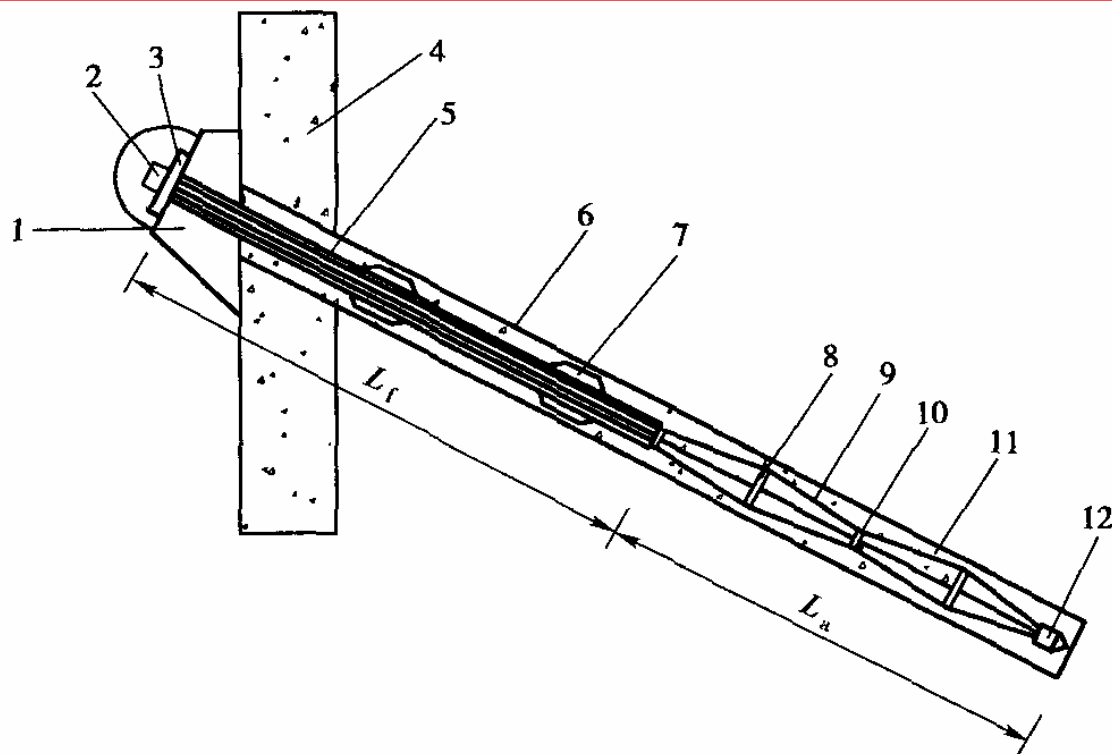
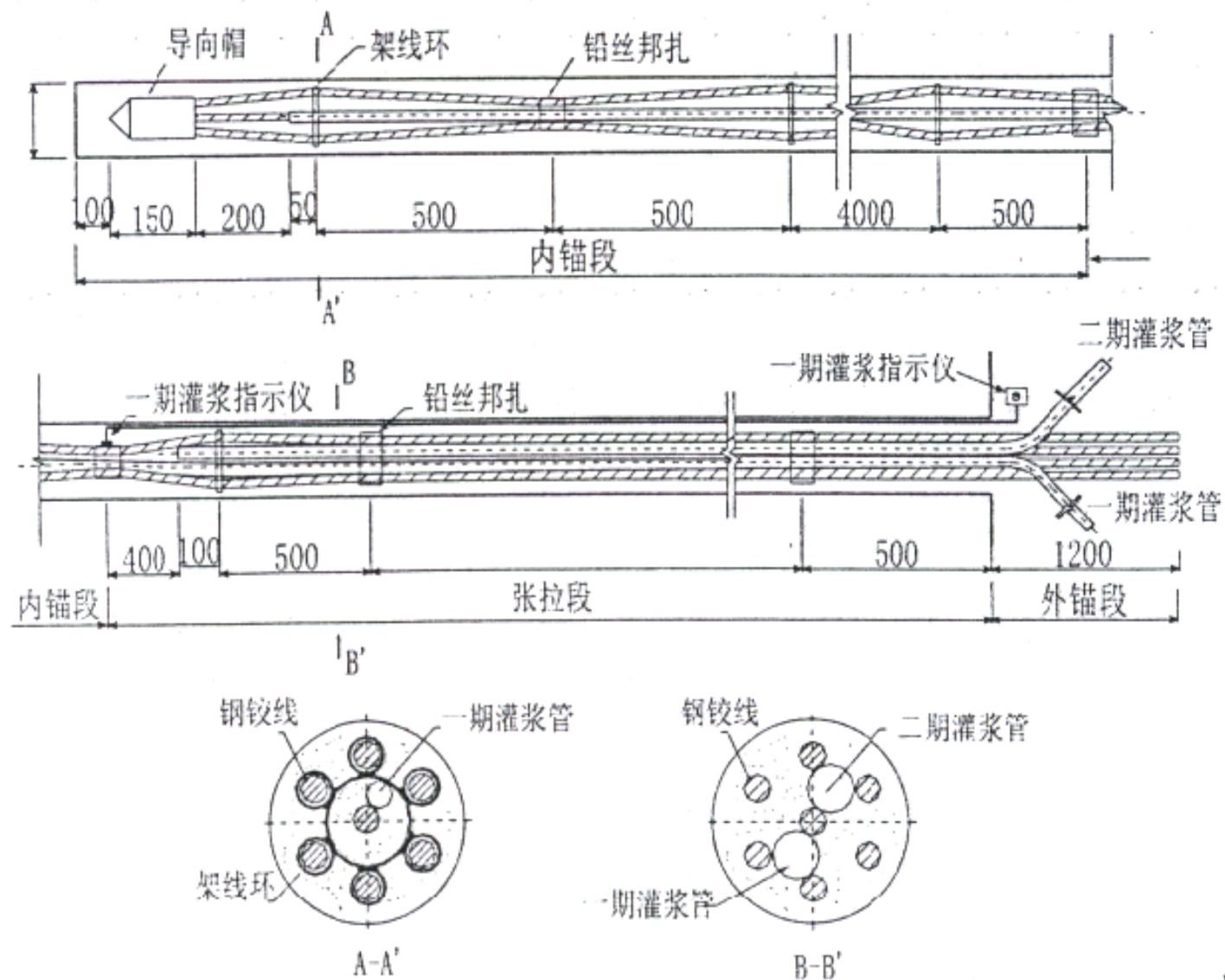


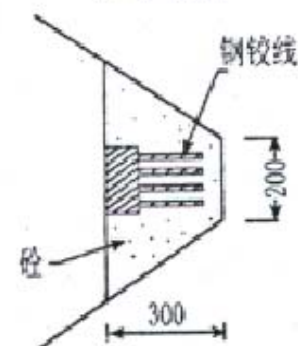
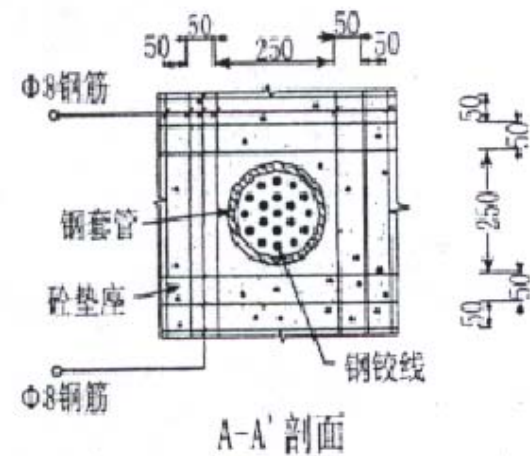
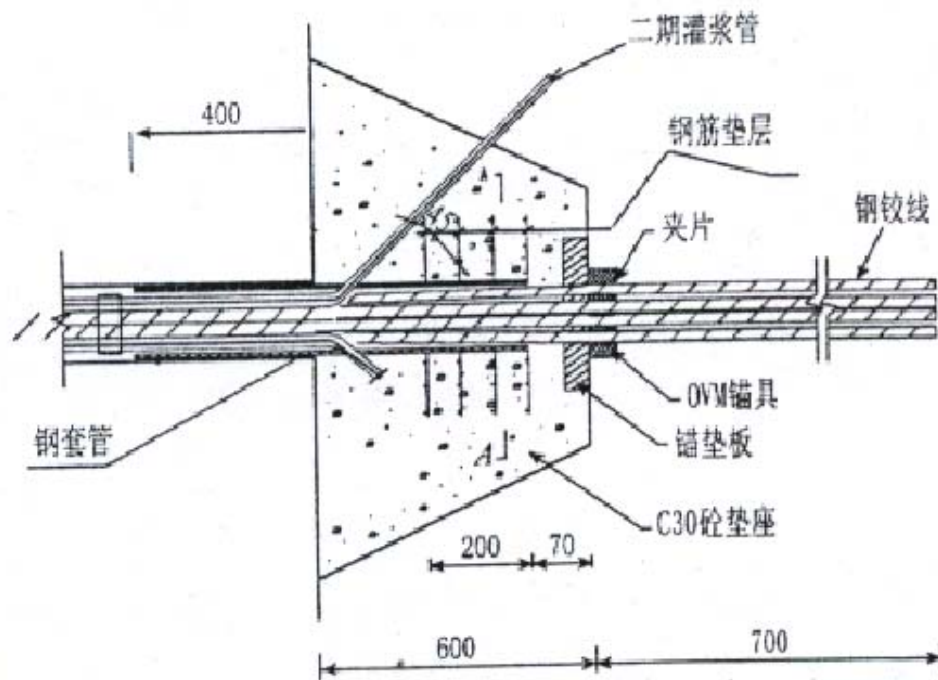
图 6.2 锚索结构示意图

- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支档结构
- 5-自由隔离层
- 6-钻孔
- 7-对中支架
- 8-隔离架
- 9-钢绞线
- 10-架线环
- 11-注浆体
- 12-导向帽
- Lf-自由段
- La-锚固段



1000kN 级预应力锚索结构图

数字单位为 mm



锚具保护大样图

3000kN 级预应力锚索外锚
数字单位为 mm



(二) 锚杆(索)的分类

1、按是否预先施加应力分：

预应力锚杆(索)和非预应力锚杆(索)

非预应力锚杆(索)是指锚杆锚固后不施加外力，锚杆处于被动受载状态；

预应力锚杆(索)是指锚杆锚固后施加一定的外力，使锚杆处于主动受载状态。

(二) 锚杆(索)的分类

2、按锚固形态分：

圆柱形锚杆

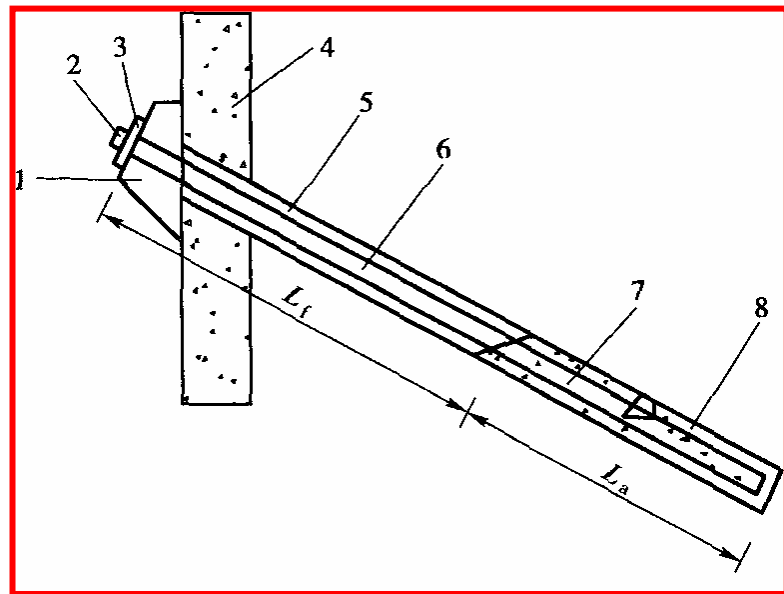
端部扩大型锚杆(索)

连续球型锚杆(索)

(二) 锚杆(索)的分类

圆柱形锚杆

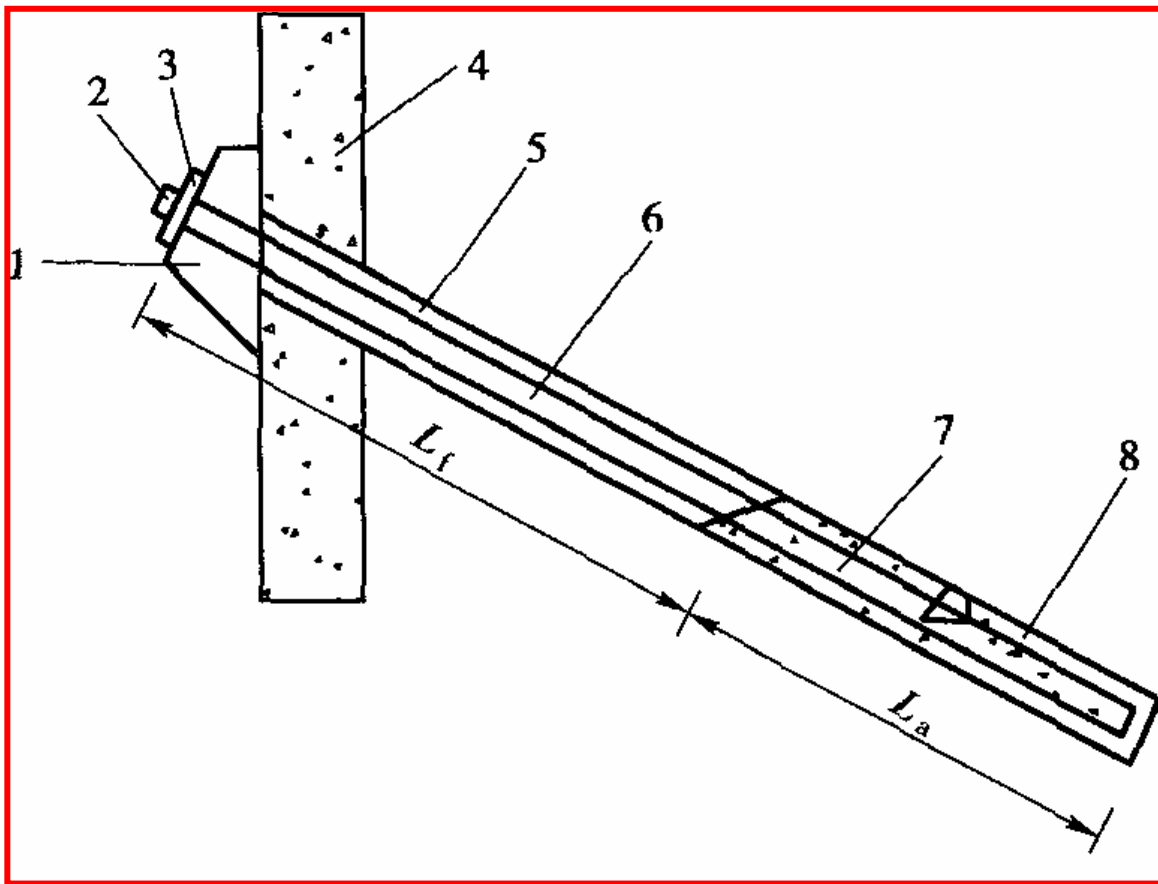
锚杆的承载力主要依靠锚固体与周围岩土介质间的粘结摩阻强度提供。



该类锚杆适用于各类岩石和较坚硬的土层，一般不在软弱粘土层中应用，因软粘土层中的粘结摩阻强度较低，很难满足设计抗拔力的要求。

(二) 锚杆(索)的分类

圆柱形锚杆

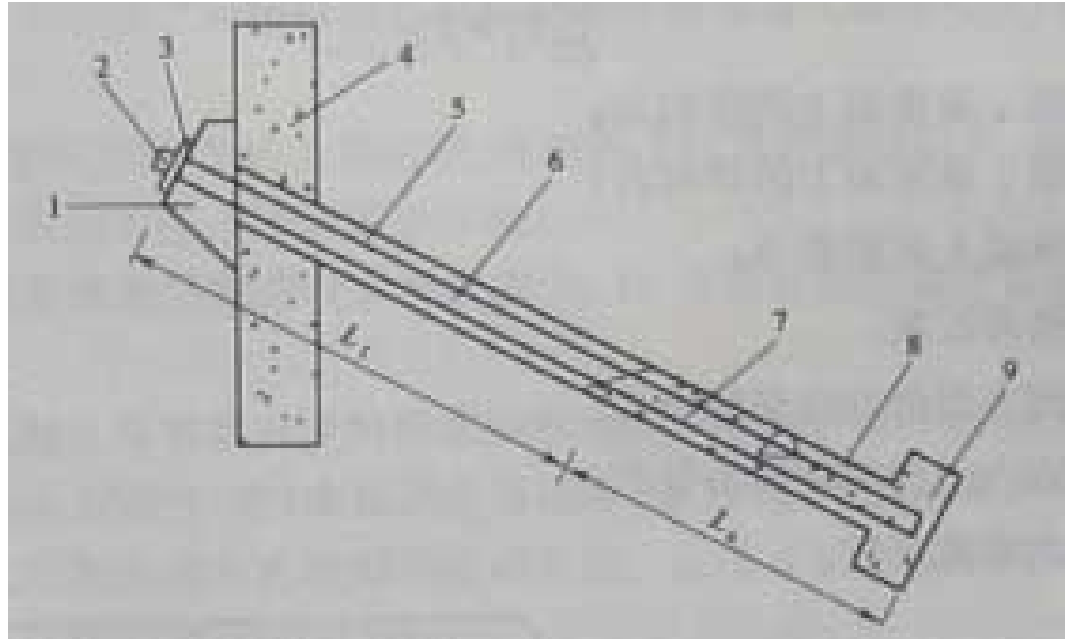


- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支挡结构
- 5-钻孔
- 6-自由隔离层
- 7-钢筋
- 8-注浆体
- L_f -自由段长度
- L_a -锚固段长度

(二) 锚杆(索)的分类

端部扩大型锚杆(索)

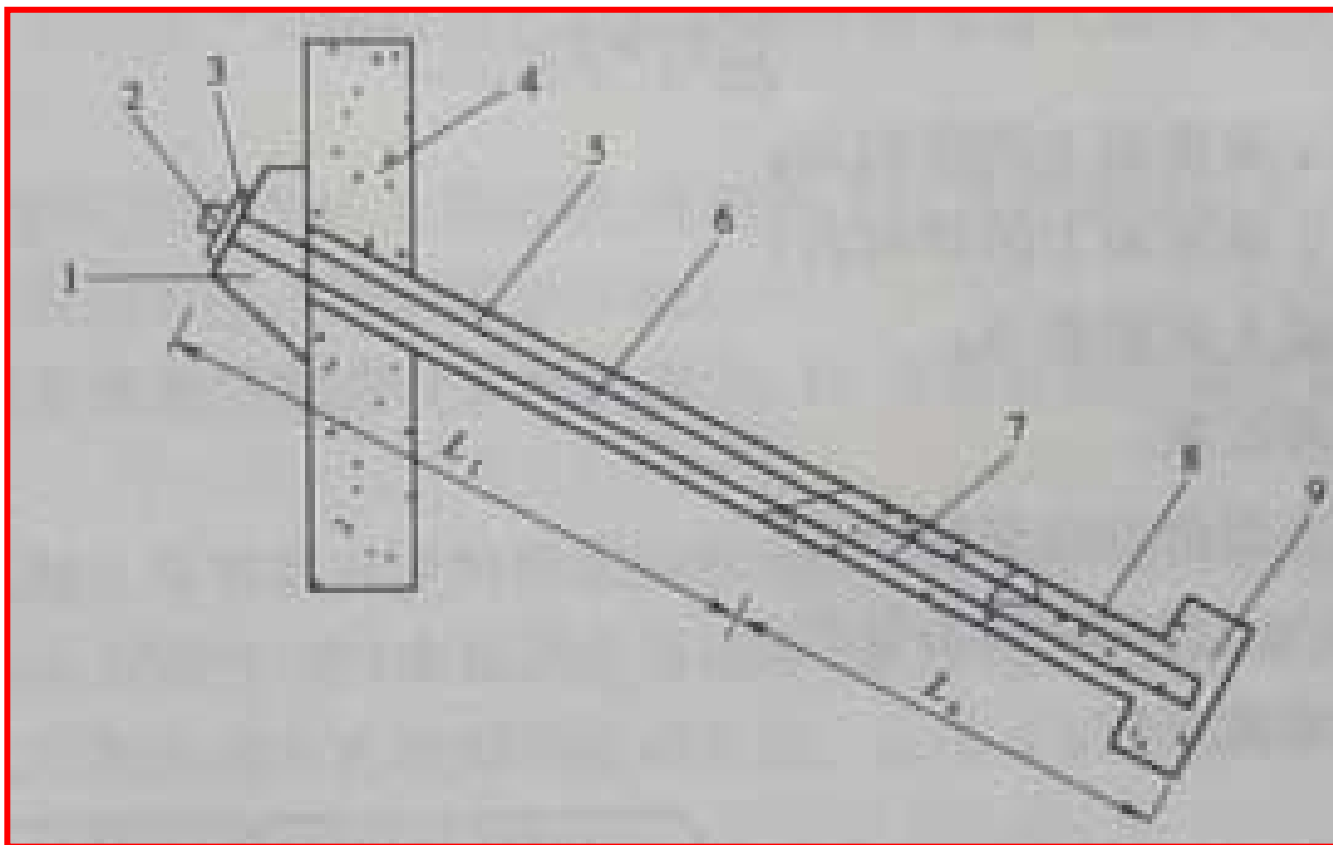
锚杆的承载力主要依靠锚固体与周围岩土介质间的粘结摩阻强度和扩大头处的端承强度共同提供。



该类锚杆适用于粘土等软弱土层、因比邻地界限制土锚长度不宜过长的土层。

(二) 锚杆(索)的分类

端部扩大型锚杆(索)

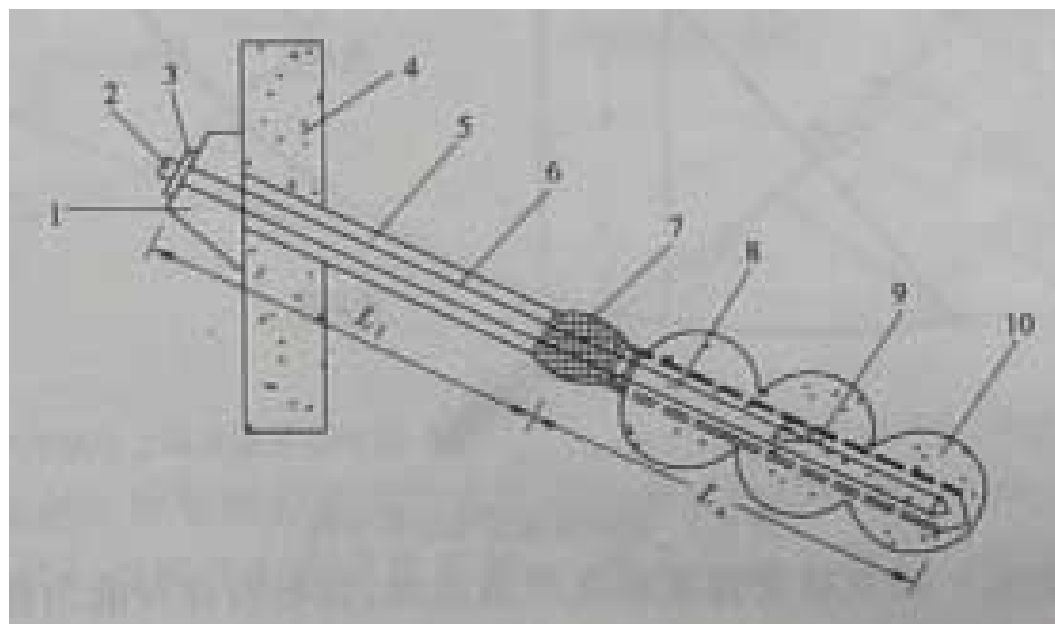


- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支挡结构
- 5-钻孔
- 6-自由隔离层
- 7-钢筋
- 8-注浆体
- 9-端部扩大体
- L_f -自由段长度
- L_a -锚固段长度

(二) 锚杆(索)的分类

连续球型锚杆(索)

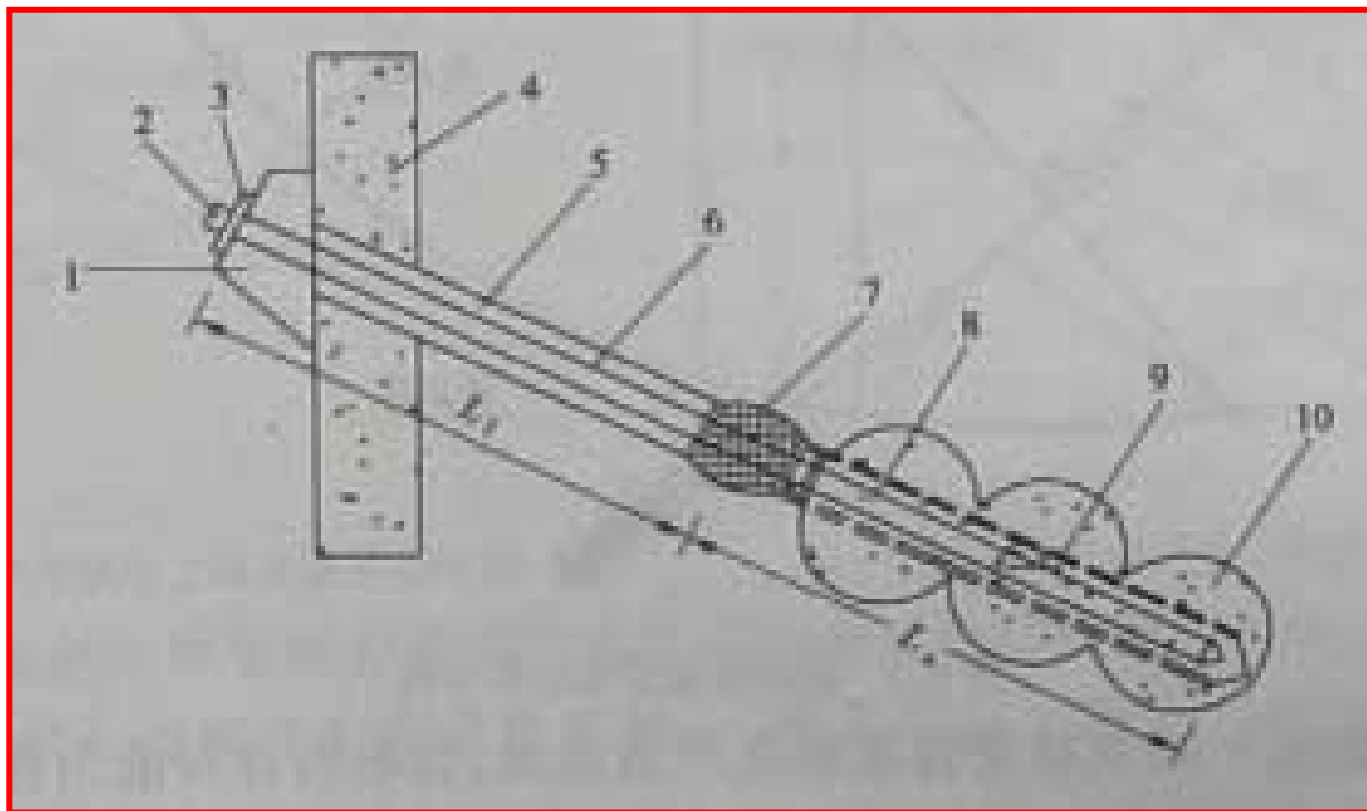
锚杆的承载力主要依靠锚固体与周围岩土介质间的粘结摩阻强度提供。



该类锚杆适用于淤泥、淤泥质粘土等极软土层、或对锚固力有较高要求的土层。

(二) 锚杆(索)的分类

端部扩大型锚杆(索)

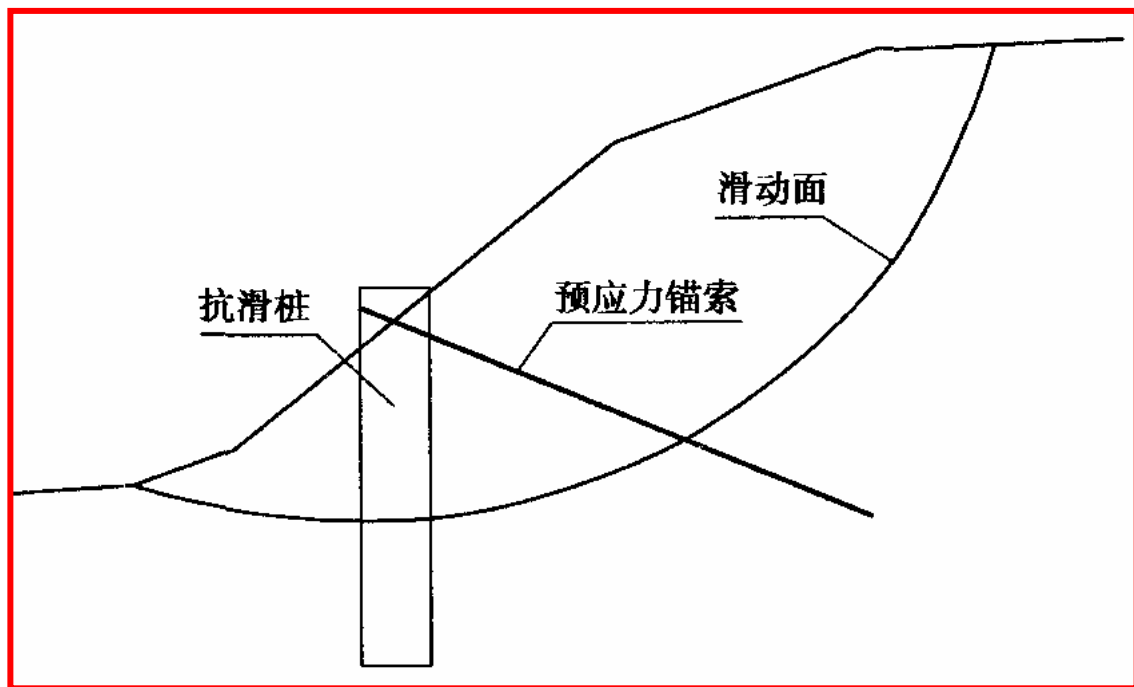


- 1-台座
- 2-锚具
- 3-承压板
- 4-支挡结构
- 5-钻孔
- 6-自由隔离层
- 7-止浆密封设备
- 8-钢筋
- 9-注浆体
- 10-锚固体
- L_f -自由段长度
- L_a -锚固段长度

(三) 锚杆(索)与其他支挡结构联合使用

1、锚杆与钢筋混凝土桩联合使用

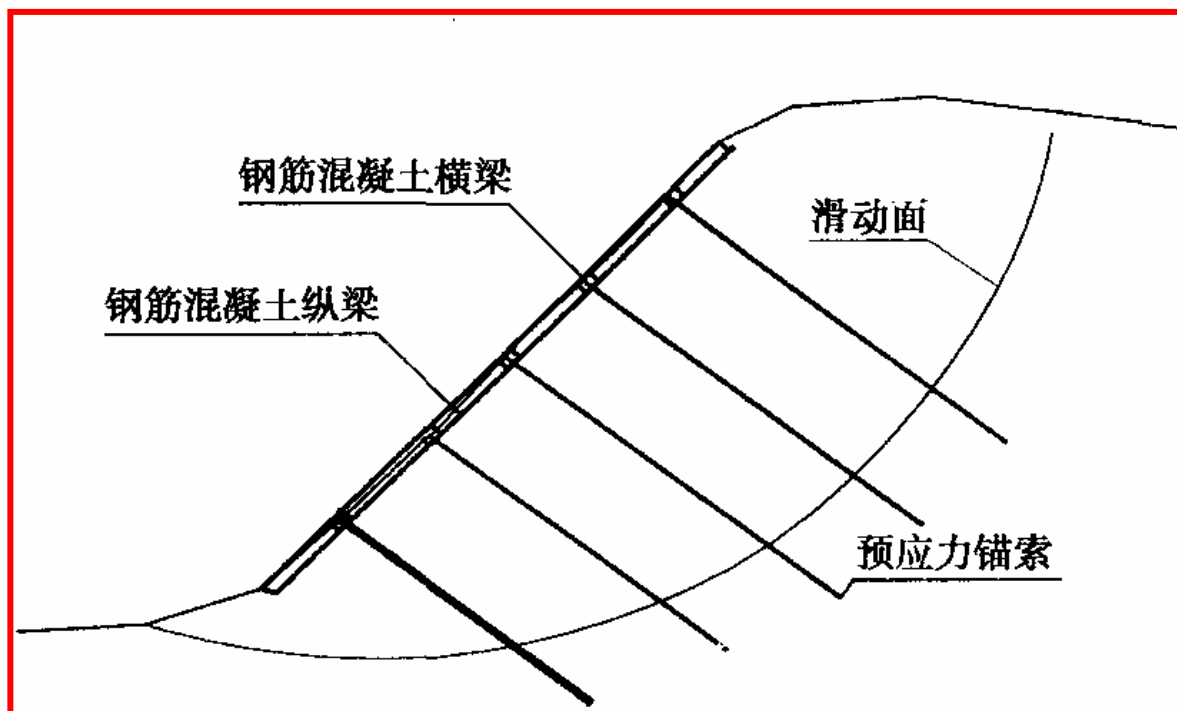
构成钢筋混凝土排桩式锚杆挡墙，排桩可以是钻孔桩、挖孔桩或混凝土桩，锚杆可以是预应力或非预应力锚杆。



(三) 锚杆(索)与其他支挡结构联合使用

2、锚杆与钢筋混凝土格架联合使用

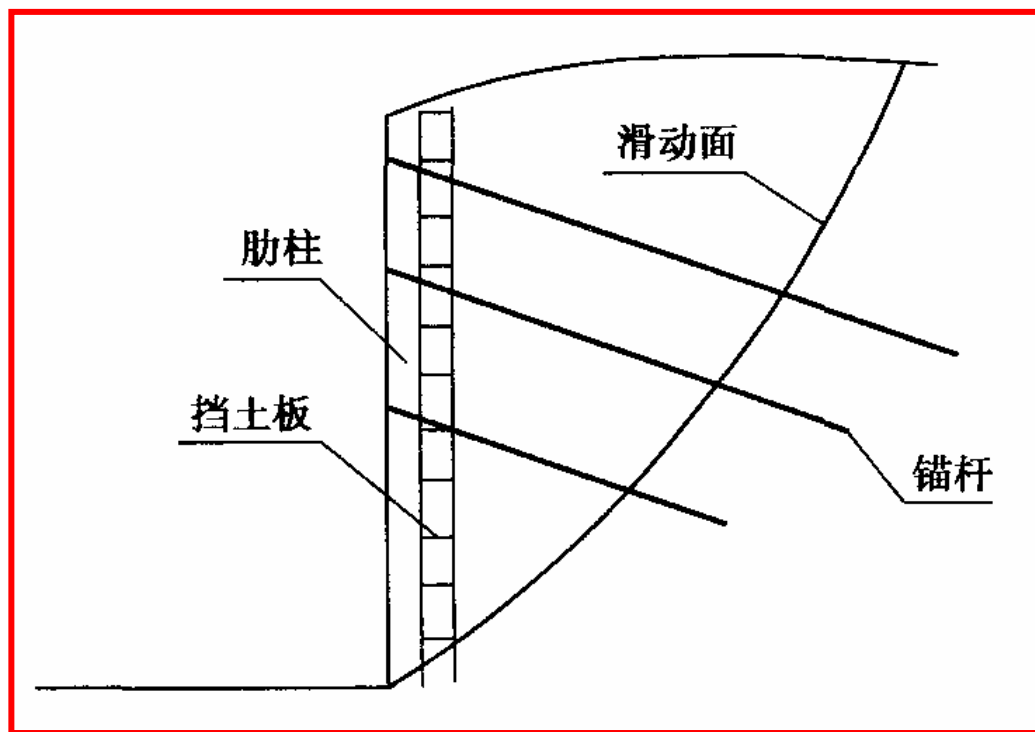
形成钢筋混凝土格架式锚杆挡墙，锚杆锚点设在格架结点上，锚杆可以是预应力锚杆(索)或非预应力锚杆(索)。



(三) 锚杆(索)与其他支挡结构联合使用

3、锚杆与钢筋混凝土板肋联合使用

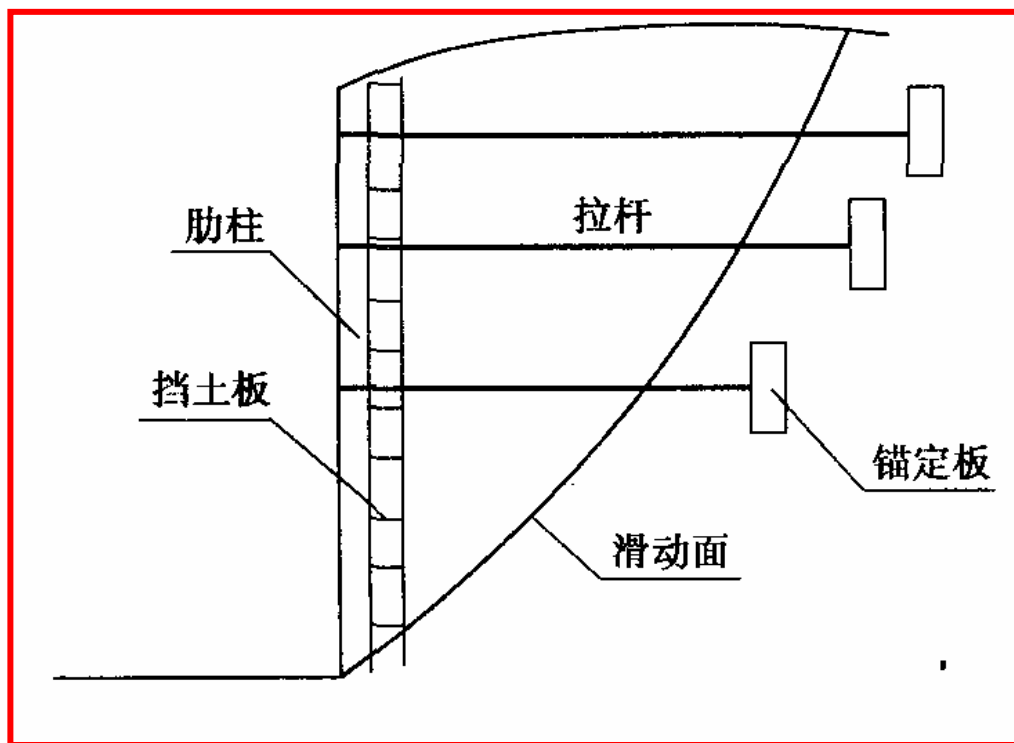
形成钢筋混凝土板肋式锚杆挡墙，这种结构主要用于直立开挖的岩石边坡或土质边坡支护。



(三) 锚杆(索)与其他支挡结构联合使用

4、锚杆与钢筋混凝土板肋、锚定板联合使用

形成锚定板挡墙。这种结构主要用于填方形成的直立土质边坡。



二、锚杆（索）设计计算

- （一）设计锚固力的确定
- （二）锚杆钢筋截面面积计算
- （三）锚固长度的确定
- （四）锚杆的布置
- （五）锚筋的选用

（一）设计锚固力的确定

锚杆（索）锚固设计荷载的确定应根据边坡的推力大小和支护结构的类型综合考虑进行确定。

首先应当计算边坡的推力或侧压力，然后根据支挡结构的形式计算该边坡要达到稳定需要锚固提供的**支撑力**。根据这个**支撑力**和**锚杆数量、布置**便可确定出锚杆（索）锚固荷载的大小，该荷载的大小作为**锚筋截面计算**和**锚固体设计**的重要依据。

(一) 设计锚固力的确定

锚索的**极限锚固力**通常由破坏性拉拔试验确定。极限拉拔力指锚索沿握裹砂浆或砂浆固结体沿孔壁滑动破坏的临界拉拔力；

容许锚固力指极限锚固力除以适当的安全系数(通常为2.0~2.5)，它将为设计锚固力提供依据，

通常容许锚固力为**设计锚固力**1.2~1.5倍；**设计锚固力**根据滑坡体推力和安全系数确定。

（一）设计锚固力的确定

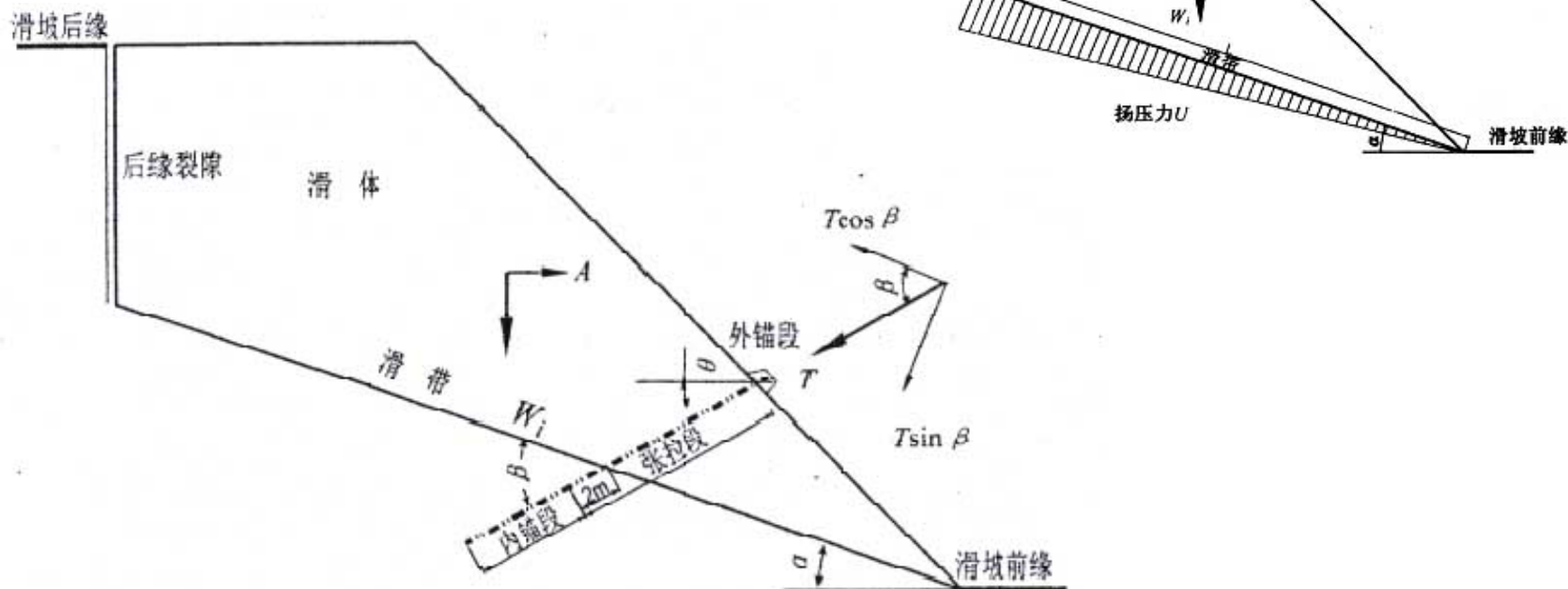
预应力锚索将根据滑坡体结构和变形状况确定**锁定值**，即：

（1）当滑坡体结构完整性较好时，
锁定锚固力可达设计锚固力的100%

（2）当滑坡体蠕滑明显，预应力锚索与抗滑桩相结合时，锁定锚固力应为设计锚固力的50%~80%

(一) 设计锚固力的确定

1、岩质滑坡锚固力计算



$$K_f = \frac{(W(\cos \alpha - A \sin \alpha) - V \sin \alpha - U + T \sin \beta) \tan \phi + CL}{W(\sin \alpha + A \cos \alpha) + V \cos \alpha - T \cos \beta}$$

(一) 设计锚固力的确定

1、岩质滑坡锚固力计算

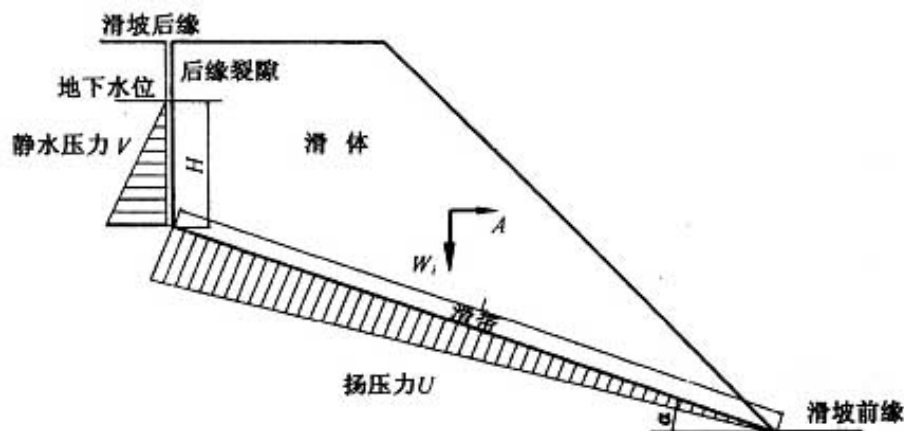
$$K_f = \frac{(W(\cos \alpha - A \sin \alpha) - V \sin \alpha - U + T \sin \beta) \tan \phi + CL}{W(\sin \alpha + A \cos \alpha) + V \cos \alpha - T \cos \beta}$$

后缘裂缝静水压力V:

$$V = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

沿滑面扬压力U:

$$U = \frac{1}{2} \gamma_w LH$$



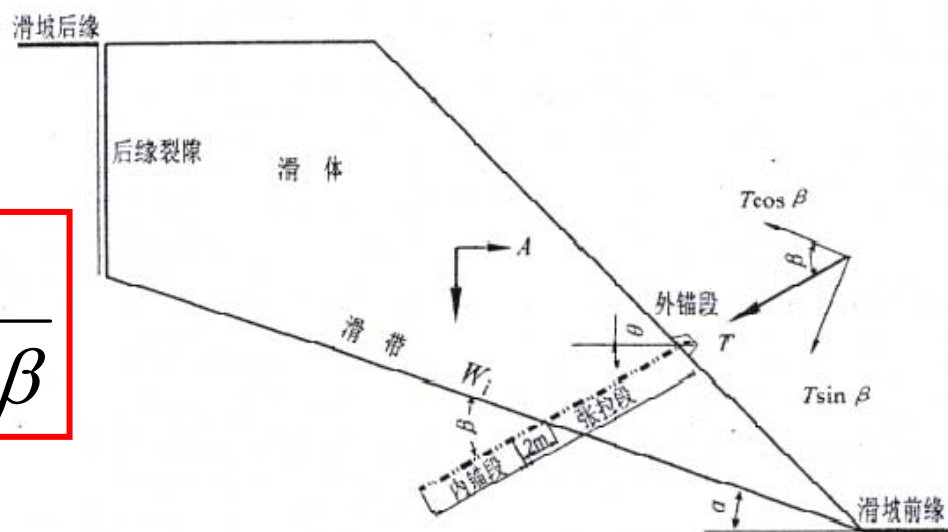
A—地震加速度(重力加速度g)

(一) 设计锚固力的确定

1、岩质滑坡锚固力计算

$$K_f = \frac{(W(\cos \alpha - A \sin \alpha) - V \sin \alpha - U + T \sin \beta) \tan \phi + CL}{W(\sin \alpha + A \cos \alpha) + V \cos \alpha - T \cos \beta}$$

$$T = \frac{K_s K_\alpha - W_b - CL}{\sin \beta \tan \phi + K_s \cos \beta}$$



$$W_\alpha = W(\sin \alpha + A \cos \alpha) + V \cos \alpha$$

$$W_b = W(\cos \alpha + A \sin \alpha) - V \sin \alpha - U) \tan \phi$$

（一）设计锚固力的确定

2、堆积层(包括土质)滑坡锚固力计算

根据传递系数法进行计算，考虑锚索沿滑面施加的抗滑力，可不考虑垂直滑面产生的法向阻滑力，所需锚固力为：

$$T = P / \cos \theta$$

T—设计锚固力(kN/m)

P—滑坡推力(kN/m)

θ —锚索倾角($^{\circ}$)

（个人认为
该公式意义
不明确）

滑坡防治工程设计与施工技术规范（DZ/T0219—2006）

(一) 设计锚固力的确定

2、堆积层(包括土质)滑坡锚固力计算

通过边坡稳定性分析、计算滑坡的下滑力确定锚固力：+

$$P_t = F / [\sin(\alpha + \beta) \tan \phi + \cos(\alpha + \beta)] \dots$$

式中， F ——滑坡推力设计值(kN)；+

P_t ——设计锚固力(kN)；+

ϕ ——滑动面内摩擦角(°)；+

α ——锚索与滑动面相交处滑动面倾角(°)；+

β ——锚索与水平面的夹角，以下倾为宜，+

β 不宜大于45°，一般为15°~30°。+

三峡库区三期地质灾害防治工程设计技术要求

(二) 锚杆钢筋截面面积计算

锚杆钢筋截面面积应满足下式的要求：

$$A_s \geq \frac{r_0 N_a}{\xi_2 f_y}$$

式中 A_s ——锚杆钢筋或预应力钢绞线截面面积 (m^2)；

ξ_2 ——锚筋抗拉工作条件系数，

永久性锚杆取 0.69，临时性锚杆取 0.92；

r_0 ——边坡工程重要性系数；

f_y , f_{py} ——锚筋或预应力钢绞线抗拉强度设计值 (kPa)。

N_a ——锚杆轴向拉力设计值 (kN)；

（三）锚固长度的确定

1、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》

内锚固段长度不宜大于10m，预应力锚索的锚固长度可根据理论计算、类比法和拉拔试验三种方法综合确定，其中经验类比方法更为重要。

(三) 锚固长度的确定

1、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》

(1) 理论计算

①按锚索体从胶结体中拔出时，锚固长度(单位m)；

$$L_{m_1} = \frac{KT}{n \pi d C_1}$$

②按胶结体与锚索体一起沿孔壁滑移，锚固长度(单位m)；

$$L_{m_2} = \frac{KT}{\pi D C_2}$$

T —设计锚固力(kN)； K —安全系数，取值2.0~4.0；

n —钢绞线根数； d —钢绞线直径(mm)； D —孔径(mm)；

C_1 —砂浆与钢绞线允许粘结强度(MPa)；

C_2 —砂浆与岩石的胶结系数(MPa)，为砂浆强度的1/10
除以安全系数1.75~3.0。

(三) 锚固长度的确定

1、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》

(2) 类比法

| 序 号 | 吨 位 | 内锚固段长度/m |
|-----|-----------------|----------|
| 1 | 3000kN 级以上 | 7 ~ 8 |
| 2 | 3000 ~ 2000kN 级 | 6 ~ 7 |
| 3 | 2000 ~ 1000kN 级 | 5 ~ 6 |
| 4 | 1000kN 级以下 | 4 ~ 5 |

锚固长度推荐值表

（三）锚固长度的确定

1、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》

（3）拉拔试验

当滑体地质条件复杂，或防治工程重要时，可结合理论计算和类比方法，并对锚索进行破坏性试验，以确定锚固段的合理长度。

拉拔试验可分为7天、14天、28天三种情况进行，水灰比按0.38~0.45调配。

(三) 锚固长度的确定

2、《建筑边坡工程技术规范(GB50330-2002)》

预应力锚杆自由端长度不应小于5m，且应超过潜在滑移面。

锚杆的锚固段长度应按公式计算，同时，土层锚杆的锚固段长度不应小于4m，且不宜大于10m；岩层锚杆的锚固段长度不应小于3m，且不宜大于45D或6.5m，或55D或8m(预应力锚索)。

位于软质岩中的预应力锚索，可根据地区经验确定最大锚固长度。

(三) 锚固长度的确定

2、《建筑边坡工程技术规范(GB50330-2002)》

预应力锚杆自由端长度不应小于5m，且应超过潜在滑移面。

锚杆的锚固段长度应按公式计算，同时，土层锚杆的锚固段长度不应小于4m，且不宜大于10m；岩层锚杆的锚固段长度不应小于3m，且不宜大于45D或6.5m，或55D或8m(预应力锚索)。

位于软质岩中的预应力锚索，可根据地区经验确定最大锚固长度。

(三) 锚固长度的确定

2、《建筑边坡工程技术规范(GB50330-2002)》

锚杆锚固体与地层的锚固段长度应满足：

$$l_a \geq \frac{N_{ak}}{\xi_1 \pi D f_{rb}}$$

N_{ak} —锚杆轴向拉力标准值(kN)；

D —锚固体直径(m)；

f_{rb} —地层与锚固体粘结强度特征值(kPa)，应通过试验确定，无试验资料是查表；

ξ_1 —锚固体与地层的粘结工作系数，对永久性锚杆取1.00，对临时性锚杆取1.33

(三) 锚固长度的确定

$$l_a \geq \frac{N_{ak}}{\xi_1 \pi D f_{rb}}$$

2、《建筑边坡工程技术规范(GB50330-2002)》

岩石与锚固体粘结强度特征值

| 岩石类别 | f_{rb} 值 (kpa) | 岩石类别 | f_{rb} 值 (kpa) |
|------|------------------|------|------------------|
| 极软岩 | 135~180 | 较硬岩 | 550~900 |
| 软岩 | 180~380 | 坚硬岩 | 900~1300 |
| 较软岩 | 380~550 | | |

- 注：1 表中数据适用于注浆强度等级为 M30；
2 表中数据仅适用于初步设计，施工时应通过试验检验；
3 岩体结构面发育时，取表中下限值；
4 表中岩石类别根据天然单轴抗压强度 f_r 划分：
 $f_r < 5\text{MPa}$ 为极软岩， $5\text{MPa} \leq f_r < 15\text{MPa}$ 为软岩，
 $15\text{MPa} \leq f_r < 30\text{MPa}$ 为较软岩， $30\text{MPa} \leq f_r < 60\text{MPa}$ 为较硬岩，
 $f_r > 60\text{MPa}$ 为坚硬岩。

(三) 锚固长度的确定

$$l_a \geq \frac{N_{ak}}{\xi_1 \pi D f_{rb}}$$

2、《建筑边坡工程技术规范 (GB50330-2002) 》

土体与锚固体粘结强度特征值

| 土层种类 | 土的状态 | f_{rb} 值 (kpa) |
|------|------|------------------|
| 粘性土 | 坚硬 | 32~40 |
| | 硬塑 | 25~32 |
| | 可塑 | 20~25 |
| | 软塑 | 15~20 |
| 砂土 | 松散 | 30~50 |
| | 稍密 | 50~70 |
| | 中密 | 70~105 |
| | 密实 | 105~140 |
| 碎石土 | 稍密 | 60~90 |
| | 中密 | 80~110 |
| | 密实 | 110~150 |

注：1 表中数据适用于注浆强度等级为 M30；

2 表中数据仅适用于初步设计，施工时应通过试验检验。

（三）锚固长度的确定

2、《建筑边坡工程技术规范(GB50330-2002)》

锚杆钢筋与锚固砂浆间的锚固长度应满足下式要求：

$$l_a \geq \frac{r_0 N_a}{\xi_3 n \pi d f_b}$$

式中 l_a ——锚杆钢筋与砂浆间的锚固长度（m）；

d ——锚杆钢筋直径（m）；

n ——钢筋（钢绞线）根数（根）；

r_0 ——边坡工程重要性系数；

f_b ——钢筋与锚固砂浆间的粘结强度设计值（kPa）；

ξ_3 ——钢筋与砂浆粘结强度工作条件系数，

对永久性锚杆取 0.60，对临时性锚杆取 0.72。

（三）锚固长度的确定

2、《建筑边坡工程技术规范(GB50330-2002)》

钢筋、钢绞线与砂浆之间的粘结强度设计值 f_b (MPa)

| 锚杆类型 | 水泥浆或水泥砂浆强度等级 | | |
|----------------|--------------|------|------|
| | M25 | M30 | M35 |
| 水泥砂浆与螺纹钢筋间 | 2.10 | 2.40 | 2.70 |
| 水泥砂浆与钢绞线、高强钢丝间 | 2.75 | 2.95 | 3.40 |

注：1 当采用二根钢筋点焊成束的作法时，粘结强度应乘 0.85 折减系数；
2 当采用三根钢筋点焊成束的作法时，粘结强度应乘 0.7 折减系数；
3 成束钢筋的根数不应超过三根，钢筋截面总面积不应超过锚孔面积的 20%。当锚固段钢筋和注浆材料采用特殊设计，并经试验验证锚固效果良好时，可适当增加锚杆钢筋用量。

（四）锚杆的布置

(1) 锚杆上覆地层厚度应**不小于4.0m**，以避免车辆反复荷载的影响，也避免采用高压注浆使上覆土层隆起。

(2) **锚杆水平与垂直间距不得小于1.5m**，以避免群锚效应发生而降低锚固力；宜大于2.5m，避免应力集中。

(3) 一般锚杆的安设角度不小于 15° ，不大于 45° 。

（四）锚杆的布置

（4）预应力锚索倾角主要由施工条件确定，可根据两种方法综合考虑其最优倾角

理论公式 $\theta = \alpha - (45^\circ + \phi / 2)$

θ —锚索倾角（°）；

α —滑面倾角（°）；

Φ —滑面内摩擦角（°）

实际经验 自由注浆锚索，锚固角倾角应大于11度，否则应增设止浆环进行压力注浆。

(四) 锚杆的布置

(5) 预应力锚索间距宜大于4m。 若锚索间距小于4m， 需进行群锚效应计算。

A: 日本《VSL锚固设计施工规范》采用公式:

$$D = 1.5 \sqrt{L \times d / 2}$$

B: 日本《VSL锚固设计施工规范》采用公式:

$$D = \ln(T^2 \times L / \rho)$$

D——锚索最小间距 (m) ; T——设计锚固力 (kN) ;
d——锚索钻孔孔径 (m) ; L——锚 索长度 (m) ;
 ρ ——修正系数, 取 10^5 (kN² ×m) 。

(五) 锚筋的选用

(1) 普通的非预应力锚杆，由于设计轴向力一般小于450KN，长度最长不超过20m，一般选用普通 II、III级热轧钢筋。

(2) 预应力锚杆可选用 II、III级冷拉热轧钢筋或其他等级的高强精轧螺纹钢筋。

(3) 长度较长、锚固力较大的预应力锚杆应优先选用钢绞线、高强钢丝，不仅可以降低锚固的用钢量，最大限度地减少钻孔和施加预应力的工作量，而且还可以减少预应力的损失。

(五) 锚筋的选用

锚杆选型

| 锚杆特征 锚固型式 锚杆类别 | 材 料 | 锚杆承载力 设计值 (kN) | 锚杆长 度 (m) | 应力状况 | 备 注 |
|----------------------|-----------|-------------------|--------------|----------|-----------------|
| 土层锚杆 | 钢筋 (Ⅱ、Ⅲ级) | <450 | <16 | 非预应力 | 锚杆超长时, 施工安装难度较大 |
| | 钢绞线高强度钢丝 | 450~800 | >10 | 预应力 | 锚杆超长时施工方便 |
| | 精轧螺纹钢 | 400~800 | >10 | 预应力 | 杆体防腐性好, 施工安装方便 |
| 岩层锚杆 | 钢筋 (Ⅱ、Ⅲ级) | <450 | <16 | 非预应力 | 锚杆超长时, 施工安装难度较大 |
| | 钢绞线高强度钢丝 | 500~3000 | >10 | 预应力 | 锚杆超长时施工方便 |
| | 精轧螺纹钢 | 400~1100 | >10 | 预应力或非预应力 | 杆体防腐性好, 施工安装方便 |

(五) 锚筋的选用

预应力锚索所采用的钢绞线应符合国家标准 (GB/T5223—95、GB/T5224—95)，7丝标准型钢绞线参数如表

国标 7 丝标准型钢绞线参数表

| 公称直径 /mm | 公称面积 /mm ² | 每 1000 m 理论质量 /kg | 强度级别 /(N • mm ⁻²) | 破坏荷载 /kN | 屈服荷载 /kN | 伸长率/% | 70%破断荷载 1 000 h 的松弛 /% |
|-------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------|------------------------------|
| 9.50 | 54.8 | 432 | 1 860 | 102 | 86.6 | 3.5 | 2.5 |
| 11.10 | 74.2 | 580 | 1 860 | 138 | 117 | 3.5 | 2.5 |
| 12.70 | 98.7 | 774 | 1 860 | 184 | 156 | 3.5 | 2.5 |
| 15.20 | 139.0 | 1 101 | 1 860 | 259 | 220 | 3.5 | 2.5 |

(五) 锚筋的选用

预应力锚索所采用的钢绞线亦可按照美国标准 (ASTMA416—90a)、英国标准 (BS5896—80)、日本标准 (JISG3536—88) 执行。STMA416—90a 7丝标准型钢绞线 (270级) 参数如表

ASTM A 416—90a7 丝标准型钢绞线 (270 级) 参数

| 公称直径 /mm | 公称面积 /mm ² | 每 1000 m 理论质量 /kg | 强度级别 /(N · mm ⁻²) | 破坏荷载 /kN | 屈服荷载 /kN | 伸长率/% | 70%破断荷载 1 000 h 的松弛 /% |
|-------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------|------------------------------|
| 9.53 | 54.84 | 432 | 1 860 | 102.3 | 92.1 | 3.5 | 2.5 |
| 11.11 | 74.19 | 582 | 1 860 | 137.9 | 124.1 | 3.5 | 2.5 |
| 12.70 | 98.71 | 775 | 1 860 | 183.7 | 165.3 | 3.5 | 2.5 |
| 15.24 | 140.00 | 1 102 | 1 860 | 260.7 | 234.6 | 3.5 | 2.5 |

(五) 锚筋的选用

钢绞线抗拉、抗压强度设计值 (N/mm^2)

| 种类 | | | 抗拉强度设计值 (f_y 或 f_{py}) | 抗压强度设计值 (f'_y 或 f'_{py}) |
|-----|----|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 钢绞线 | 二股 | $f_{ptk}=1720$ | 1170 | 360 |
| | 三股 | $f_{ptk}=1720$ | 1170 | 360 |
| | 七股 | $f_{ptk}=1860$ | 1260 | 360 |
| | | $f_{ptk}=1820$ | 1240 | |
| | | ($f_{ptk}=1770$) | (1200) | |
| | | $f_{ptk}=1720$ | 1170 | |
| | | ($f_{ptk}=1760$) | (1130) | |
| | | ($f_{ptk}=1570$) | (1070) | |
| | | ($f_{ptk}=1470$) | (1000) | |

(五) 锚筋的选用

精轧螺纹钢的物理力学性能

| 级别 | 牌号 | 公称直径 (mm) | 屈服强度 σ_s (MPa) | 抗拉强度 σ_b (MPa) | 伸长率 σ_s (%) | 冷弯 |
|---------------------|----------------------------------|--------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------|
| 540/835 | 40Si ₂ MnV 45SiMnV | 18 | ≥ 540 | ≥ 835 | ≥ 10 | d=5 a 90° |
| | | 25 | | | | d=6 a 90° |
| | | 32 | | | ≥ 8 | d=7 a 90° |
| | | 36 | | | | |
| | | 40 | | | | |
| 735 935 (980) | K40Si ₂ MnV | 18 | ≥ 735 | ≥ 935 | ≥ 8 | d=5 a 90° |
| | | 25 | (≥ 800) | (≥ 980) | | d=6 a 90° |
| | | 32 | ≥ 735 (≥ 800) | ≥ 935 (≥ 980) | ≥ 7 | d=7 a 90° |

注：精轧螺纹钢抗拉强度设计值采用表中屈服强度

谢

谢！