

闸门及启闭机的安装

宋宏启, 叶兆莲

水利电力出版社

闸门及启闭机的安装

宋宏启 叶兆连

水利电力出版社

内 容 提 要

本书介绍了闸门及启闭机的安装工艺、调整技术、试验方法及质量控制。全书共分三篇,第一篇分为四章,主要内容为闸门及启闭机安装的起重设施、工艺及常用材料;第二篇分为六章,内容为各种闸门(包括平面闸门、弧形闸门、人字闸门、拱形闸门)安装;第三篇分为六章,内容为启闭机及通用部件、电气设备的安装和启闭运转试验。

本书可供从事闸门及启闭机设计、制造、安装、运行、检修等有关技术人员参考,也可作为中等专业学校或技工学校的教材。

闸门及启闭机的安装

宋宏启 叶兆连

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 17.5印张 396千字

1984年12月第一版 1984年12月北京第一次印刷

印数0001—7230册 定价3.60元

书号 15143·5581

前 言

闸门及启闭机，是水工建筑物中调节和控制水流必不可少的设备，主要用于封堵流道，调节上、下游水位，引泄流量，疏通航道，冲排泥沙和飘浮物等。由于所处位置、工作性质和结构型式不同，种类繁多。一个大中型水利水电工程，需安装各种闸门及启闭机几十台，甚至数百台，设备自重均以千、万吨计。例如葛洲坝水利枢纽工程，共安装各种大型闸门及启闭机达6万多吨，所占工程投资和安装工程量都很大。

随着我国水利水电建设事业的发展和科学技术的进步，闸门孔口面积、承受水压及启闭能力都越来越大：葛洲坝二号船闸下闸首的人字闸门，单扇门宽19.7米，门高34.5米，重约600吨，这是目前世界上最大的人字闸门；龙羊峡水电站水深120米处的底孔弧形闸门和链轮闸门，承受水压力达6000余吨。闸门启闭机的提升力已达 2×500 吨。安装这些闸门及启闭机的技术也越来越复杂。广大水利水电技术工作者很需要有一本这方面系统而全面的技术书籍。为此，我们编写了这本书，作为从事闸门及启闭机设计、制造、安装、运行、检修等有关技术人员的参考，也可作为中等专业学校或技工学校的教材。

本书由宋宏启、叶兆连两同志编写。初稿写成后，曾于1978年油印成册分寄有关单位征询意见，并按寄回的宝贵意见进行了修改。对于各单位的大力支持和帮助，在此一并致谢。

由于我们的水平有限，内容会有许多不妥之处，恳请广大读者指正。

编 者

一九八四年二月

目 录

前 言

第一篇 起重设施、工艺及材料

第一章 临时起重设施	1
第一节 桩锚	1
第二节 地锚	4
第三节 吊耳	7
第四节 独立扒杆	8
第五节 人字扒杆	10
第六节 架空索道(缆索)	11
第二章 常用材料及性能	15
第一节 钢材	15
第二节 连接材料	19
第三节 压合胶木及承压木	20
第四节 止水橡皮	22
第五节 润滑脂和液压油	23
第三章 钢结构主要连接方式	24
第一节 焊接	24
第二节 铆接	30
第三节 螺栓连接	35
第四章 闸门与启闭机的防腐	36
第一节 金属腐蚀基本原理	36
第二节 钢闸门及启闭机防腐的常用方法	37
第三节 防腐蚀施工工艺	37
第四节 常用涂料介绍	42

第二篇 闸 门 安 装

第五章 概述	45
第一节 闸门的组成和分类	45
第二节 闸门型式及其系列	46
第三节 闸门的泄流计算	49
第四节 闸门的荷载	52
第六章 平面闸门安装	58
第一节 平面闸门型式及用途	58

第二节	门槽埋件安装	61
第三节	门体组装	70
第四节	门叶吊装及调试	87
第五节	自动吊梁及锁定安装	90
第七章	弧形闸门安装	94
第一节	门型及用途	94
第二节	埋件安装	97
第三节	支臂组装	107
第四节	支铰轴检查和清扫	110
第五节	门叶组装	111
第六节	门体吊装及调试	112
第八章	人字闸门安装	116
第一节	人字闸门结构及用途	116
第二节	安装准备	119
第三节	底枢、支承、顶枢安装调整	121
第四节	门叶拼装	131
第五节	底坎及底止水安装	135
第六节	门叶吊装及调试	136
第七节	充水试验	138
第九章	拱形闸门安装	139
第一节	拱形闸门的型式及应用	139
第二节	钢结构拱形闸门安装	140
第三节	钢筋混凝土拱形闸门安装	144
第十章	拦污栅安装	147
第一节	拦污栅的型式及用途	147
第二节	移动式拦污栅安装	148
第三节	固定式拦污栅安装	152

第三篇 启闭机安装

第十一章	概述	154
第一节	常用启闭机分类及结构	154
第二节	启闭力计算	163
第三节	国产启闭机的主要技术数据	167
第十二章	通用部件结构型式及安装方法	174
第一节	联轴节	174
第二节	制动器	179
第三节	轴承	190
第四节	齿轮减速器	198
第五节	钢丝绳	208
第六节	滑轮组	211

第七节	卷扬筒	213
第八节	吊钩	215
第九节	车轮与轨道	216
第十三章	电气设备安装	223
第一节	电动机的选择与安装	223
第二节	启闭机的操作控制	229
第三节	安全控制元件安装	233
第四节	滑触线安装	234
第十四章	固定式启闭机安装	238
第一节	卷扬启闭机安装	238
第二节	液压启闭机安装	243
第三节	螺杆启闭机安装	260
第十五章	门式启闭机的安装	263
第一节	门架组合	263
第二节	小车吊装	266
第三节	行走机构安装	269
第十六章	启闭机的试运转	271
第一节	试运转应具备的条件	271
第二节	空载试验	271
第三节	静载试验	272
第四节	动载试验	273

第一篇 起重设施、工艺及材料

第一章 临时起重设施

在水电站枢纽布置中，设有过水、过船、过木、过鱼等各种水工闸门和用来操作、控制这些闸门的启闭机。它们是枢纽建筑的重要组成部分。

在闸门及启闭机安装过程中，由于它本身结构大，部件重，安装场地狭窄等原因，现成的起吊设备往往不能满足要求。为此，必须根据场地特点及起吊参数临时设计和建立一些简易起吊设施。常用的起吊设施有桩锚、地锚、吊耳、扒杆、架空索道等。

第一节 桩 锚

桩锚在闸门及启闭机设备吊装和运输中常作为绞磨、卷扬机、转向滑轮、缆风绳等稳固的支点。

桩锚一般常用圆木、圆钢、钢管等制成。用外力垂直或斜向打入地面土壤之中，依靠土壤对桩体嵌固与稳定作用，使其承受设计的拉力。桩锚见图1-1所示。

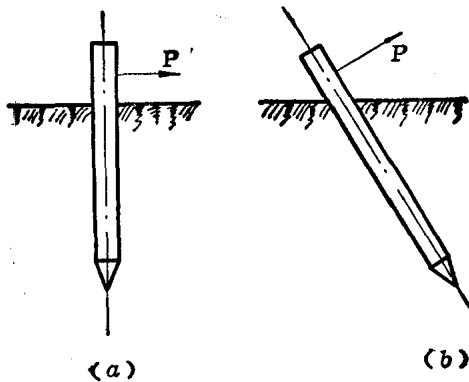


图 1-1 桩锚
(a)垂直桩锚；(b)斜向桩锚

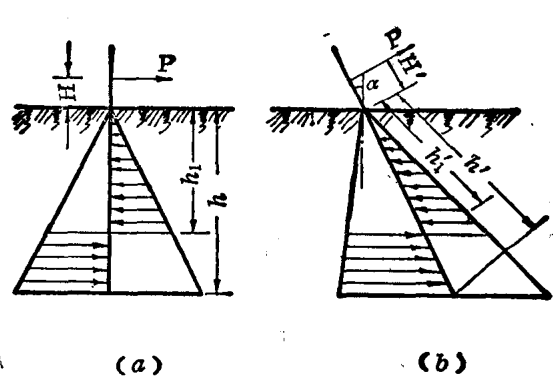


图 1-2 直线形土壤极限拉力图
(a)垂直桩锚；(b)斜向桩锚

由于桩锚设置简单，省工省时，在一些临时起重运输施工中广泛应用。单根桩锚的安全承载力，可按直线形土壤极限拉力（图1-2）进行计算。

对于垂直桩锚

$$P = \frac{mb_0 h^3}{4} \left(\theta^2 - \frac{1}{2} \right) = \frac{mb_0 h^3}{\mu}$$

对于斜向桩锚

$$P = \frac{mb_0 h'^2}{4} \left(\theta^2 - \frac{1}{2} \right) \cos^3 \alpha = \frac{mb_0 h'^2}{\mu}$$

$$b_0 = \zeta d$$

式中 P ——桩锚的安全承载力（公斤）；

μ ——计算系数；

$$\text{对于垂直桩锚 } \mu = \frac{4}{\theta^2 - \frac{1}{2}};$$

$$\text{对于斜向桩锚 } \mu = \frac{4}{\left(\theta^2 - \frac{1}{2} \right) \cos^3 \alpha};$$

m ——土壤被动土抗力系数（公斤/厘米³）；

$$\text{对于垂直桩锚 } m = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi_2}{2} \right) \gamma;$$

$$\text{对于斜向桩锚 } m = \frac{\cos^2 (\alpha + \phi_2)}{\cos \alpha (\cos \alpha - \sin \phi_2)^2} \gamma;$$

ϕ_2 ——土壤的计算倾覆抗剪角（见表1-1）；

表 1-1 土壤单位计算容重、倾覆抗剪角及被动土抗力系数

土壤名称	土态	单位容重 γ (公斤/厘米 ³)	计算倾覆 抗剪角 ϕ_2	被动土抗力系数 m (公斤/厘米 ³)			
				$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$
粘性土	粘土	坚硬	45°	10710 × 10 ⁻⁶	6950 × 10 ⁻⁶	5500 × 10 ⁻⁶	5090 × 10 ⁻⁶
		硬塑	35°	6270 × 10 ⁻⁶	4730 × 10 ⁻⁶	4100 × 10 ⁻⁶	4010 × 10 ⁻⁶
		可塑	30°	4790 × 10 ⁻⁶	3820 × 10 ⁻⁶	3450 × 10 ⁻⁶	3540 × 10 ⁻⁶
		软塑	15°~22°	(2710~3510) × 10 ⁻⁶	(2500~3020) × 10 ⁻⁶	(2500~2900) × 10 ⁻⁶	(2820~3130) × 10 ⁻⁶
	亚粘土	坚硬	40°	8280 × 10 ⁻⁶	5870 × 10 ⁻⁶	4870 × 10 ⁻⁶	4720 × 10 ⁻⁶
		硬塑	35°	6270 × 10 ⁻⁶	4730 × 10 ⁻⁶	4100 × 10 ⁻⁶	4010 × 10 ⁻⁶
		可塑	28°	4430 × 10 ⁻⁶	3600 × 10 ⁻⁶	3290 × 10 ⁻⁶	3400 × 10 ⁻⁶
		亚砂土					
砂性土	粗砂	任意	37°	7240 × 10 ⁻⁶	5330 × 10 ⁻⁶	4530 × 10 ⁻⁶	4460 × 10 ⁻⁶
	中砂	任何	35°	6270 × 10 ⁻⁶	4730 × 10 ⁻⁶	4100 × 10 ⁻⁶	4010 × 10 ⁻⁶
	细砂	湿	32°	5200 × 10 ⁻⁶	4050 × 10 ⁻⁶	3600 × 10 ⁻⁶	2650 × 10 ⁻⁶
	粉砂	度	25°	3690 × 10 ⁻⁶	3090 × 10 ⁻⁶	2910 × 10 ⁻⁶	3060 × 10 ⁻⁶

b_0 ——桩体计算宽度（厘米）；

d ——桩体的外径或宽度（厘米）；

ζ ——校正系数，对于方桩 $\zeta = 2.6$

对于圆桩 $\zeta = 2.0$

对于板形及角形桩 $\zeta = 1.0$;

h —— 桩锚垂直打入土中之长度 (厘米);

h_0 —— 垂直桩锚的埋地木之垂直深度 (厘米);

h' —— 桩锚斜向打入土中之长度 (厘米);

h'_0 —— 斜向桩锚的埋地木之斜向深度 (厘米);

α —— 斜向桩锚的倾斜角 (度);

θ —— 为 $\frac{h_1}{h}$ 或 $\frac{h'_1}{h'}$ 之比值;

γ —— 土壤单位容重 (公斤/厘米²);

H —— 外力作用点距地面的垂直高度 (厘米);

H' —— 外力作用点距地面的斜向高度, (厘米)。

为了加大桩锚的承载力, 还可以在桩锚受力前方加埋档木, 或将 2~3 个单桩锚联合起来共同受力, 以增加土的抵抗能力, 加埋档木桩锚见图 1-3 所示。

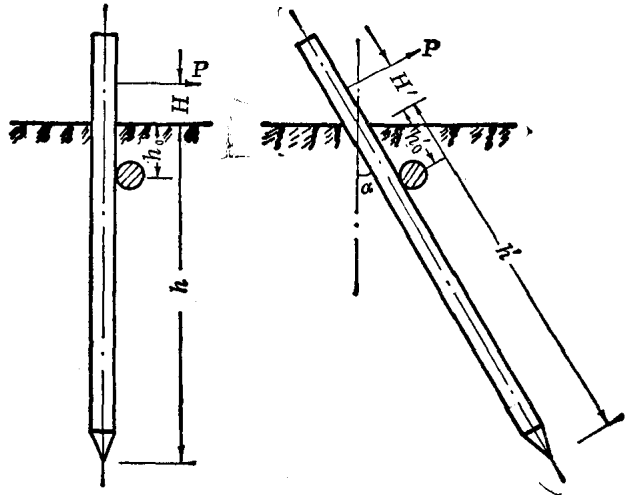


图 1-3 加埋档木桩锚

土壤单位计算容重、倾覆抗剪角及被动土抗力系数见表 1-1。

单根桩锚的 θ 与 μ 值见表 1-2。

表 1-2 单桩锚的 θ 与 μ 值

比值 $\frac{H}{h}$ 或 $\frac{H'}{h'}$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
α	0°					
θ	0.794	0.785	0.777	0.771	0.766	0.761
μ	30.8	34.5	38.5	42.6	46.0	50.7
α	15°					
θ	0.794	0.785	0.777	0.771	0.766	0.761
μ	34.2	38.3	42.7	47.3	51.1	56.3
α	30°					
θ	0.794	0.785	0.777	0.771	0.766	0.761
μ	47.5	53.0	59.2	65.7	70.8	79.0
α	45°					
θ	0.794	0.785	0.777	0.771	0.766	0.761
μ	87.2	97.7	109.0	120.6	130.3	143.6

第二节 地 锚

由于桩锚打入地面深度有限，承载能力不可能很大。当需较大承载稳固点时，可采用地锚设施。

地锚是用木材或型钢横卧在挖成的坑底，支承点用钢丝绳捆扎引出，然后把坑口回填夯实即成。

埋入地锚的极限抗拔力，是根据地锚受力后达到极限平衡状态时，在其受力方向上土壤沿抗拔角方向形成剪裂面后，带动的倒截锥体土块重量来计算的。如土壤夯的愈实，即倒锥体这部分土能受的抗拔力愈大，因此地锚回填土的夯实就显得很重要。

斜向地锚抗拔力计算示意图1-4所示。

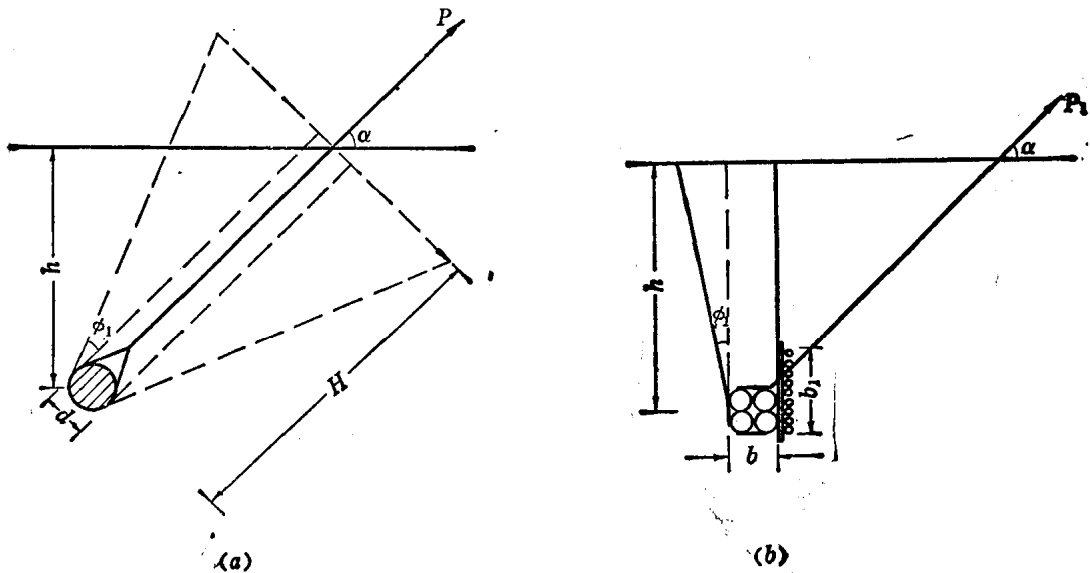


图 1-4 斜向埋入地锚抗拔计算示意图
(a)单埋；(b)护板加固

斜向埋入地锚安全承载力可按式计算：

$$P = \frac{1}{K} \left[dlH + (d+l)H^2 \operatorname{tg} \phi_1 + \frac{4}{3} H^3 \operatorname{tg}^2 \phi_1 \right] \gamma \sin \alpha$$

式中 P ——安全承载力（公斤）；

K ——安全系数，可取 $K=2\sim 2.5$ ；

d ——圆木地锚直径或型钢地锚宽度（厘米）；

l ——埋入木料或型钢的长度（厘米）；

h ——埋入深度（厘米）；

H ——引绳埋入斜向长度（厘米）；

ϕ_1 ——土壤计算抗拔角，见表1-3；

γ ——土壤单位容量，见表1-3；

表 1-3

土壤内摩擦角, 计算抗拔角和凝聚力

土的名称		土 态	单位容量 γ (公斤/厘米 ³)	内摩擦角 ϕ	计算抗拔角 ϕ_1	凝聚力 C (公斤/厘米 ²)
粘性土	粘土	坚 硬	1.8×10^{-3}	18°	30°	0.50
		硬 塑	1.7×10^{-3}	14°	25°	0.20
		可 塑	1.6×10^{-3}	14°	20°	0.20
		软 塑	1.6×10^{-3}	$8^\circ \sim 10^\circ$	$10^\circ \sim 15^\circ$	0.08
	亚粘土	坚 硬	1.8×10^{-3}	18°	27°	0.30
		硬 塑	1.7×10^{-3}	18°	23°	0.13
		可 塑	1.6×10^{-3}	18°	19°	0.13
		软 塑	1.6×10^{-3}	$13^\circ \sim 14^\circ$	$10^\circ \sim 15^\circ$	0.04
	亚砂土	坚 硬	1.8×10^{-3}	26°	27°	0.15
		可 塑	1.7×10^{-3}	22°	23°	0.08
砂性土	粗 砂	任何湿度	1.8×10^{-3}	40°	30°	
	中 砂		1.7×10^{-3}	38°	28°	
	细 砂		1.6×10^{-3}	36°	28°	
	粉 砂		1.5×10^{-3}	34°	22°	

α ——地锚受力方向与水平方向的夹角。

有护板加固的斜向受力地锚, 其安全承载力应分为垂直分力和水平分力, 其垂直分力为带动一直立楔形体的土重, 水平分力按等于 h 深处被动土抗来考虑, 并以两者中较小值作为地锚安全承载力。即:

$$P' = \frac{1}{K} \left[blh + \frac{1}{2} lh^2 \operatorname{tg} \phi_1 \right] \gamma \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$\text{或} \quad P'' = \frac{1}{4} b_1 lh \gamma \left[\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2C \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right] \frac{1}{\cos \alpha}$$

式中 P', P'' ——垂直及水平方向安全承载力 (公斤);

ϕ ——土壤内摩擦角, 见表1-3;

C ——土壤凝聚力, 见表1-3。

对埋入圆木或型钢应进行强度验算。验算示意图1-5所示。

对于单点固定的地锚

$$\sigma_w = \frac{M_{max}}{W} = \frac{ql^2}{8W} = \frac{ql^2}{8W} \leq [\sigma_w]$$

对于双点固定的地锚

$$\sigma_f = \frac{N}{F} + \frac{M_{max}}{W} = \frac{P}{2F} \operatorname{tg} \beta + \frac{qa^2}{2W} = \frac{1}{2} \left(\frac{P}{F} \operatorname{tg} \beta + \frac{qa^2}{W} \right) \leq [\sigma_f]$$

式中 σ_w, σ_f ——地锚弯曲及复合应力 (公斤/厘米²);

M_{max} ——最大弯矩 (公斤·厘米);

W ——地锚抗弯断面系数 (厘米³);

q ——地锚单位长度上的荷重 (公斤/厘米);

l ——地横木长度(厘米);
 P ——地锚安全承载力(公斤);
 $[\sigma_w]$ ——许用弯曲应力(公斤/厘米²);
 N ——地锚轴向分力(公斤);
 F ——地锚断面积(厘米²);
 β ——地锚外力与绳索分支的夹角(度);
 a ——地锚固定点外伸臂之长度(厘米);
 $[\sigma_f]$ ——允许复合应力(公斤/厘米²)。

常用各种埋入式地锚安全承载力见表1-4。

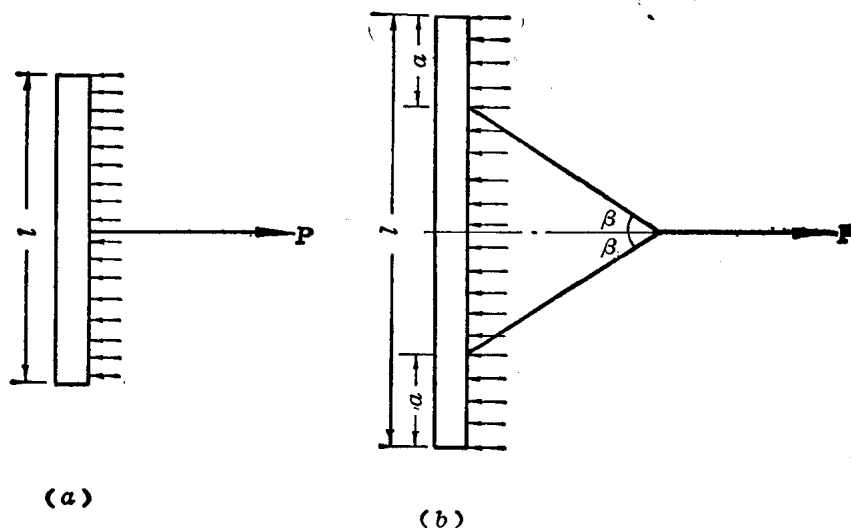


图 1-5 地锚支点受力示意图

(a)单支点; (b)双支点

表 1-4

常用各种埋入式圆木地锚安全承载力

(斜向 $\alpha = 45^\circ$)(公斤)

直径 d (厘米)			2×15	20				22				25			
长度 l (厘米)			100	100	120	150	180	100	120	150	180	100	120	150	180
埋入深度 h (厘米)	坚硬粘土	80	1240	1110	1240	1420	1600	1140	1260	1450	1640	1170	1300	1500	1700
		100	2020	1860	2050	2310	2590	1900	2080	2360	2630	1940	2130	2420	2710
		120	3080	2860	3110	3500	3880	2900	3160	3550	3950	2960	3240	3640	4040
		150	5250	4950	5330			5000	5400	6000		5050	5500	6100	6700
		180		7820				7900	8500			8050	8600	9450	
		200						10300				10500	11200		
	硬塑或 亚粘土	80	923	800	900	1040	1190	840	940	1090	1240	870	970	1130	1290
		100	1470	1310	1450	1670	1880	1360	1510	1730	1960	1400	1560	1790	2020
		120	2200	1970	2170	2470	2770	2060	2260	2580	2880	2110	2320	2640	2960
		150	3680	3350	3640	4090		3470	3800	4250	4700	3550	3820	4300	4750
		180	5680	5340	5780			5400	5850	6500		5510	5950	6610	7280
		200		6970				7030	7570			7170	7700	8500	

地锚埋设时要注意以下几点：

- 1) 横卧坑内的木料应完好无腐，尺寸和根数要根据拉力大小及捆绳点来确定，必要时可在捆绳点垫铁片保护，以防勒断；
- 2) 土坑要有足够的深度，回填必须逐层夯实，使坑土尽量形成整体，以增强地锚的稳定性；
- 3) 地锚对土壤的压力不应超过土壤的允许承载力，必要时可用柱木和档木以及压板等来扩大面积，见图1-6所示；
- 4) 地锚埋好后，应该经过试验，不允许地面有变形等不良现象；
- 5) 稳定安全系数不得小于2。

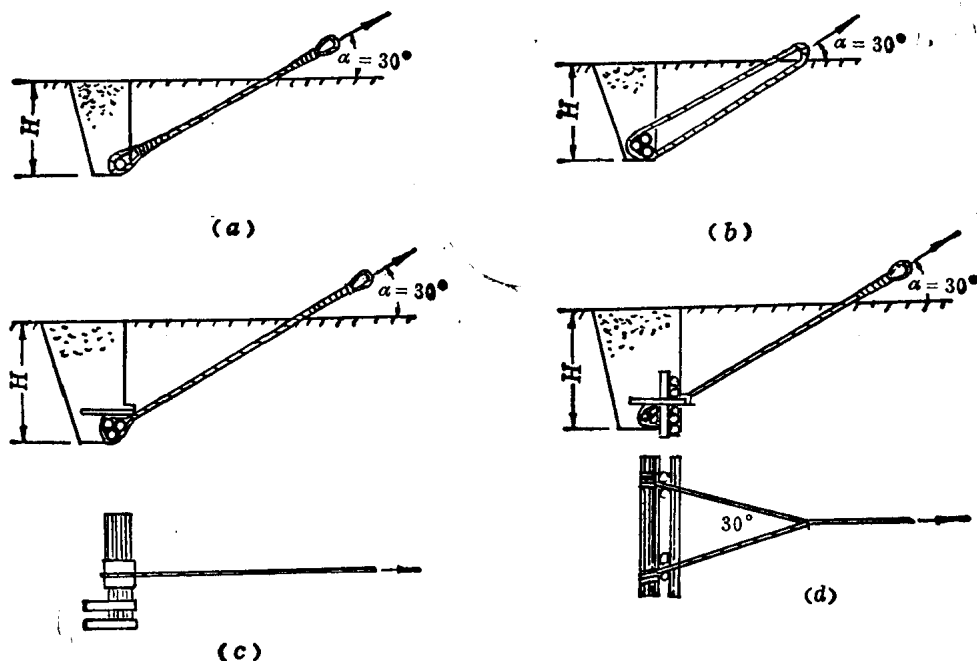


图 1-6 地锚加固方式

(a)拉力3吨以下，(b)拉力5吨以下，(c)拉力10吨以下，(d)拉力10~40吨

第三节 吊 耳

吊耳（也称吊环或锚环）是临时起吊设施中最常用的简便方法之一，见图1-7所示。

吊耳通常预埋在允许承受集中荷载的钢筋混凝土内，其承载能力与混凝土接触情况及埋入深度有关。计算时以表面单位接触应力来衡量，埋入愈深其接触面积愈大，即混凝土对吊耳的握固力愈大，反之减小。常以吊耳抗拉达到极限时，其混凝土的握固力仍具有足够的安全裕度来选定的。单位握固力最可靠办法是通过实际试验来确定，但为运用方便，一般可取用25~40公斤/厘米²。

如果吊耳埋入深度受到条件限制时，可用在吊耳尾部设置锚板，或焊成弯钩、开叉等办法，甚至可将吊耳尾部直接电焊在混凝土的主钢筋上，使吊耳受到的拉力扩散和传递到

混凝土内部。

轴向受拉吊耳直径可按下式估算：

$$d = \sqrt{\frac{2P}{\pi[\sigma]}}$$

式中 d ——吊耳圆钢直径（厘米）；

P ——拉力（公斤）；

$[\sigma]$ ——材料许用拉应力（公斤/厘米²）。

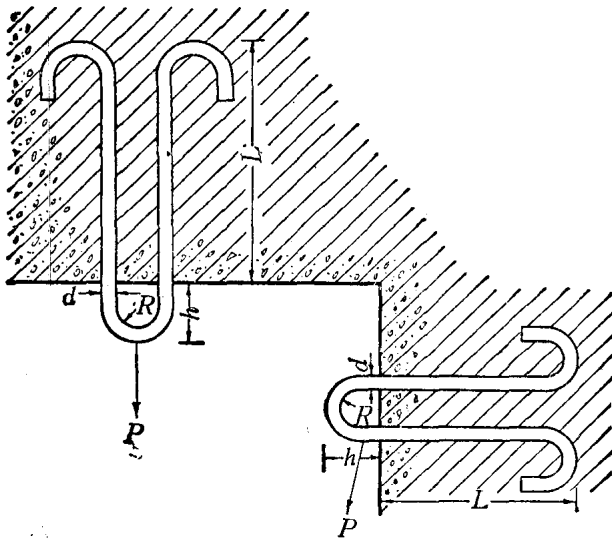


图 1-7 吊耳埋设

并按下式验算混凝土挤压应力：

$$\sigma_j = \frac{2P}{15d^2} \leq [\sigma_j]$$

式中 σ_j ——混凝土挤压应力（公斤/厘米²）；

$[\sigma_j]$ ——混凝土许用挤压应力（公斤/厘米²）。

验算结果，如果混凝土挤压应力超过许用值时，可在混凝土挤压面口边加埋型钢，增大单位挤压强度。

受拉吊耳埋入混凝土的深度按下式估算：

$$L \geq \frac{P}{2\pi d[\sigma_n]}$$

$$\text{或 } L \geq \frac{d[\sigma]}{4[\sigma_n]} \approx 20d$$

式中 L ——吊耳埋入混凝土深度（厘米）；

$[\sigma_n]$ ——混凝土许用握固力，可取 $[\sigma_n] = 25 \sim 40$ 公斤/厘米²。

侧向受剪吊耳直径按下式估算：

$$d \geq \sqrt{\frac{4P}{\pi[\tau]}}$$

式中 $[\tau]$ ——许用剪应力。

第四节 独立扒杆

独立扒杆是由一根扒杆及 3~4 根缆风绳组成的，缆风绳将扒杆支撑在直立或略带倾斜的位置。这种布置比较简单，扒杆制作、架设、拆除也较容易，所以在水利水电工地上普遍使用。扒杆倾斜角约为 10° 左右，缆风绳布置与水平夹角一般小于 45°。为防止起重时底座被拉动，一定要注意在扒杆底座转向滑轮的对应侧设固定拉绳，以平衡转向滑轮拉动力。

独立扒杆材料一般可用优质圆木、钢管、钢结构格杆制成，其类型如图 1-8 所示。

为了便于选用，下面将常用的独立扒杆起重范围列于表 1-5，可供参考。但是要注意

表 1-5

常用独立扒杆参数表

起重量 (吨)	圆木扒杆			钢管扒杆			角 钢 格 构 扒 杆		
	扒 杆 工 作 高 度 H (米)								
	6	8	10	10	15	20	20	25	30
3	$\phi 200$	$\phi 220$	$\phi 260$	—	—	—	—	—	—
5	$\phi 260$	$\phi 280$	$\phi 300$	—	—	—	—	—	—
10	—	$\phi 300$	$\phi 320$	273×8	325×8	377×8	—	—	—
15				325×8	377×8	377×10	—	—	—
20				377×8	426×8	426×8	$\frac{4 \times 75 \times 75 \times 10}{650 \times 650}$	$\frac{4 \times 100 \times 100 \times 8}{650 \times 650}$	$\frac{4 \times 100 \times 100 \times 10}{650 \times 650}$
25							$\frac{4 \times 100 \times 100 \times 10}{650 \times 650}$	$\frac{4 \times 100 \times 100 \times 10}{750 \times 750}$	$\frac{4 \times 100 \times 100 \times 10}{750 \times 750}$
30							$\frac{4 \times 100 \times 100 \times 10}{750 \times 750}$	$\frac{4 \times 100 \times 100 \times 12}{750 \times 750}$	$\frac{4 \times 125 \times 125 \times 10}{750 \times 750}$
35							$\frac{4 \times 125 \times 125 \times 10}{750 \times 750}$	$\frac{4 \times 125 \times 125 \times 10}{750 \times 750}$	$\frac{4 \times 125 \times 125 \times 12}{750 \times 750}$
40							$\frac{4 \times 125 \times 125 \times 12}{750 \times 750}$	$\frac{4 \times 125 \times 125 \times 12}{850 \times 850}$	$\frac{4 \times 125 \times 125 \times 12}{850 \times 850}$

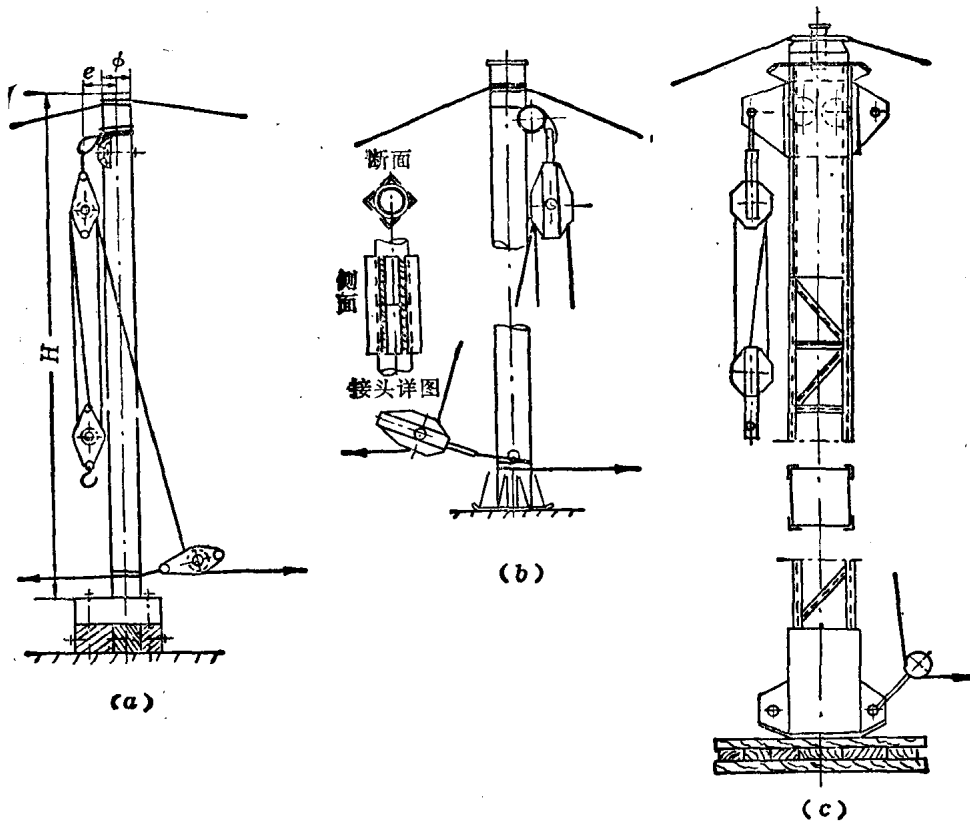


图 1-8 独立扒杆类型
(a)圆木扒杆; (b)钢管扒杆; (c)钢结构扒杆

意, 这些参数是按一般标准使用条件来确定的, 例如: 扒杆倾角 $\alpha \approx 15^\circ$; 偏心距 $e \leq \frac{d}{2} + (100 \sim 150)$ 毫米; 缆风绳与地面夹角 $\beta \approx 30^\circ$; 扒杆两端为绞结; 木材许用应力为 140 公斤/厘米²; 钢材许用应力为 1200 公斤/厘米² 等等。如果使用条件发生变化时, 应该重新核算。

第五节 人 字 扒 杆

人字扒杆亦称两木搭, 它是由两根圆木 (或钢管) 搭交而成的, 扒杆顶部交叉处用螺栓或钢丝绳铰结在一起, 底部加绊脚钢丝绳稳固, 两杆夹角约 30° 左右。为了调节起重幅度, 一方面可将扒杆设置一个向前的倾角, 此角通常不大于 20° , 在扒杆背部用 1~2 根缆风绳平衡, 前面由一根缆风绳稳定 (缆风绳与地面夹角一般在 $30^\circ \sim 45^\circ$ 之间); 另一方面, 如果要俯仰扒杆调节倾角时, 在扒杆后面还可采用一组滑轮钢丝绳来代替缆风索, 牵动滑轮组上钢丝绳, 就可达到幅度调节的目的。详见图 1-9 所示。

人字扒杆典型受力分析如图 1-10 所示。

从扒杆侧视图 (a) 可知: 起重荷载 Q 将由扒杆总压力 P 及缆风绳总张力 T 平衡。

这时扒杆总压力 P , 可由 (图 1-10(a)) 0 点的力矩方式得到:

$$P = \frac{Q \cos \theta}{\sin(90 - \alpha - \theta)}$$

式中 P —— 扒杆总压力 (公斤);
 Q —— 荷载 (公斤);
 α —— 扒杆倾角 (度);
 θ —— 缆风绳与地面夹角 (度)。

再以 B 点的平衡力矩求得后缆风绳总张力 T :

$$T = \frac{Q \sin \alpha}{\sin(90 - \alpha - \theta)}$$

从人字扒杆正视图 (b) 可知: 扒杆总压力是由两根压杆承担的, 因此每根压杆的轴向压力:

$$P' = \frac{P}{2 \cos \frac{\beta}{2}}$$

式中 P' —— 每根压杆的轴向力 (公斤);
 β —— 人字扒杆的夹角 (度)。

如果后缆风绳是由二根绳组成时, 见图 (c), 则每根缆风绳的张力:

$$T' = \frac{T}{2 \cos \frac{\phi}{2}}$$

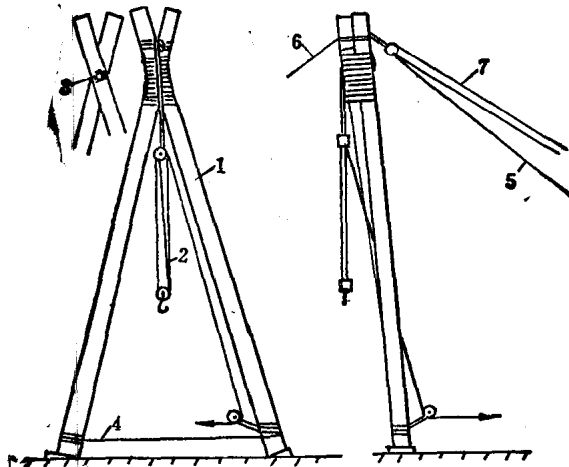


图 1-9 人字扒杆

1—扒杆; 2—起重滑轮组; 3—螺栓; 4—绊脚绳;
 5—后缆风绳; 6—前缆风绳; 7—背索滑轮组