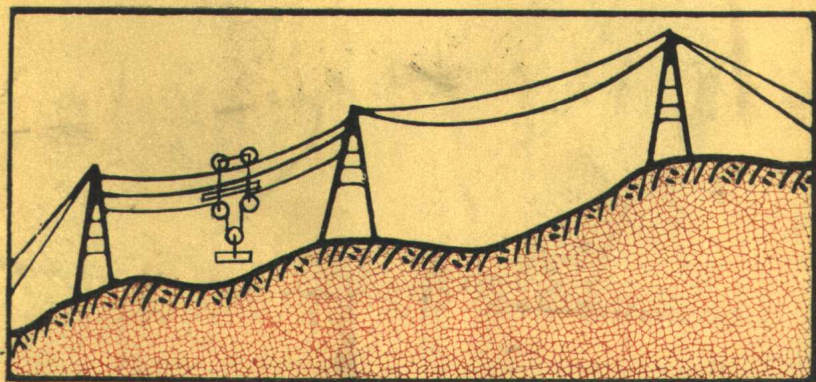


简易架空缆索吊

段良策 编

人民交通出版社



简易架空缆索吊

Jianyi Jiakong Lansuodiao

段良策 编

人 民 交 通 出 版 社

简易架空缆索吊

段良策 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：8.5 字数：180千

1986年10月 第1版

1986年10月 第1版 第1次印刷

印数：0001—3,400册 定价：2.05元

内 容 提 要

全书共分七章，主要内容介绍简易架空缆索吊的设计特点、使用范围、吊装设备、工作过程以及缆索系统、支架、缆风和地垄的设计理论与计算方法。书中并附有各种计算实例。可供建筑工程、桥梁施工、水利建设和有关专业的施工技术人员和设计人员、大专院校师生参考。

前 言

随着我国“四化”建设事业的不断发展，今后基本建设的规模将逐渐扩大，在土木建筑、水利工程施工中的安装工作也将日益增加。作为施工机械的简易架空缆索吊，是一种兼作垂直与水平运输的起重设备，它适用于跨越山谷、河川和铁路交叉等处。并经常用于地势起伏不平或陆地使用其它机械在技术和经济上都不适合的地方。

简易架空缆索吊除用于两支架顶端等高外，还能适用于有 35° 急陡坡度的山地，故对山区建造爬山烟囱、铺设上山管道以及山顶建造大型贮罐和蓄水池等，其效果尤为显著。它设备简单，装拆及搬运都比较方便，且易被工人所掌握。架好后，可作较长距离的空中运输，不受地形和施工场地的限制；而且可以就地制作和安装，给吊装施工带来了方便。因此，本书根据国内外有关资料，结合本人过去现场的施工经验，对简易架空缆索吊作了系统的计算，对施工和使用方面作了必要的阐述；同时将有关的公式和数据予以图表化，以便读者正确使用。各章节中还附有一定数量的设计实例，可供读者参考。

本书在编写过程中，曾得到上海市公路管理处杨文渊总工程师的大力支持与帮助，对此，特表示感谢。

由于本人经验不足，编写水平有限，书中可能存在不少的缺点甚至错误，有些内容难免有局限性，希望读者对本书提出批评和指正意见。来信请寄上海市城市排水管理处编者收。

编者

1984年12月

目 录

第一章 概述	1
第一节 简易架空缆索吊的设计特点和使用范围.....	1
第二节 简易架空缆索吊的组成与基本参数.....	3
一、简易架空缆索吊的组成.....	3
二、简易架空缆索吊的基本参数.....	3
第二章 简易架空缆索吊的起重设备	8
第一节 钢丝绳.....	8
一、钢丝绳的构造及性能.....	8
二、钢丝绳在卷筒上的正常绕法.....	14
三、钢丝绳的静力计算.....	15
四、钢丝绳的公称强度和钢丝绳的弹性模量.....	29
五、钢丝绳的破坏及使用中应注意的事项.....	33
第二节 滑轮及滑轮组.....	42
一、滑轮的类型及其计算.....	42
二、滑轮组的类型及其计算.....	50
三、复式滑轮组的结构及其计算.....	63
第三节 行车及索鞍.....	69
一、行车.....	69
二、索鞍.....	76
第四节 绞磨与卷扬机.....	78
一、手推绞磨.....	78

二、手动卷扬机	85
三、电动卷扬机	95
第三章 简易架空缆索吊的工作过程	103
第一节 支架的选择与布置	103
第二节 承重索的架设与行车的安装	104
一、承重索的架设	104
二、行车的安装	108
第三节 工作索的布置	109
一、起重索的布置	109
二、牵引索的布置	112
三、横移索的布置	113
第四节 起重索、牵引索动力装置的布置	114
第五节 吊装过程中的观测与通讯	115
第四章 简易架空缆索吊的计算	117
第一节 承重索的计算	117
一、不考虑边跨锚固段影响时的承重索计算	118
二、考虑边跨锚固段影响时的承重索计算	150
三、承重索的冲击荷载	157
四、承重索的应力计算	159
五、行车轮压 N 与承重索张力 T 的关系	163
第二节 牵引索的计算	178
一、行车沿承重索滚动时升角的确定	178
二、牵引索最大拉力的计算	180
三、牵引索的应力计算	184
第三节 起重索的计算	188
一、吊点平衡条件法	189
二、滑轮组系统省力系数法	192

第五章 支架的计算	195
第一节 概述	195
一、支架的种类.....	195
二、支架的选择.....	200
三、计算荷载的分析.....	202
四、支架的计算方法.....	203
第二节 人字形木支架的计算	203
一、计算图式分析.....	203
二、荷载的组合.....	204
三、支架杆件的内力、强度和稳定性的验算.....	206
四、支架整体稳定验算.....	207
五、支架顶端的弹性水平位移.....	209
第三节 桅杆式钢支架的计算	213
一、按两端铰结的中心受压构件计算桅杆.....	213
二、桅杆式钢支架在垂直力 ΣV 作用下的强度和稳定性验算.....	214
三、支架基础的计算.....	216
第四节 万能杆件式钢支架	218
第六章 缆风绳的计算	219
第一节 万能杆件式钢支架缆风绳的计算	220
第二节 桅杆式钢支架缆风绳的计算	223
一、支架位移后缆风绳张力变化的分析.....	223
二、缆风绳的张力方程.....	224
三、正缆风绳的近似计算.....	226
四、斜缆风绳的近似计算.....	228
五、桅杆式支架水平位移及稳定缆风绳张力的计算.....	230

第七章 地垄的计算	237
第一节 立式地垄	237
一、单桩立式地垄的计算.....	238
二、岩石地区地垄的设置.....	242
第二节 卧式地垄	243
一、无挡卧式地垄的验算.....	243
二、有挡卧式地垄的验算.....	248
附录 I 有关国际单位制的说明	255
附录 II 参考文献	261

第一章 概 述

第一节 简易架空缆索吊的设计特点和使用范围

简易架空缆索吊是一种能兼作垂直与水平运输的起重设备。其承重索高悬空中，最适宜于跨越山谷、河川、铁路等处。它经常被用在地势起伏不平、或陆地使用其它运输机械在技术上和经济上都不适合的地方。其设备简单，装拆便利，搬运方便，起吊高度大，吊运速度快，经济效果好，且又能因地制宜，易被施工人员所掌握。架好后，可作较长距离的空中运输，不受地势和施工操作场地的限制。因此，在公路、铁路桥梁施工、建筑工程及水利建设中，用来运输建筑材料和吊装钢筋混凝土预制构件，其效果最好。

简易架空缆索吊，除用于两支架等高外，还可用于地面高差较大的山坡地带，最大坡度可达 35° 。这对于铺设上山管道，建造爬山烟囱以及山顶建造大型贮罐和蓄水池等，其优点尤为显著。它不但可以减少修建运输便道，而且还大大的减轻了工人上下抬运的繁重体力劳动；因而可节约大量的材料和劳力，降低了工程造价。当简易架空缆索吊的起重重量不很大时，一般都可由现成的标准构件（如钢丝绳、滑轮、滑轮组、卷扬机等）和工地上可以利用的材料（如支架、地垄等）来组成。而这些构件常为施工单位的现有工具，故可

就地制作和安装，给施工带来了方便。随着万能杆件质量的提高和供应条件的改善，一般工地都可以用万能杆件拼装成钢支架，这样，又为在土木建筑和水利工程施工中推广使用架空缆索吊创造了良好的条件。目前在施工中广泛使用的是一种承重索通过支架顶端的索鞍而锚固于两端地垄上的架空索道，如图1-1所示。本书主要介绍它的使用和计算方法，并附有计算实例，以便设计和施工中参考。

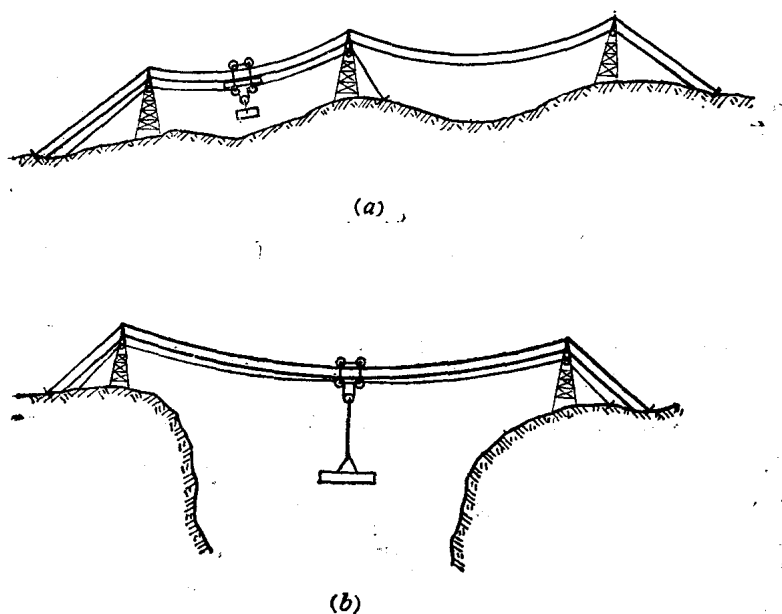


图 1-1

(a)多支点架空缆索吊示意 (b)双支点架空缆索吊示意

第二节 简易架空缆索吊的组成与基本参数

一、简易架空缆索吊的组成

简易架空缆索吊由支架、承重索、起重索、牵引索、行车、风缆绳、锚碇装置以及卷扬机等组成，如图1-2所示。

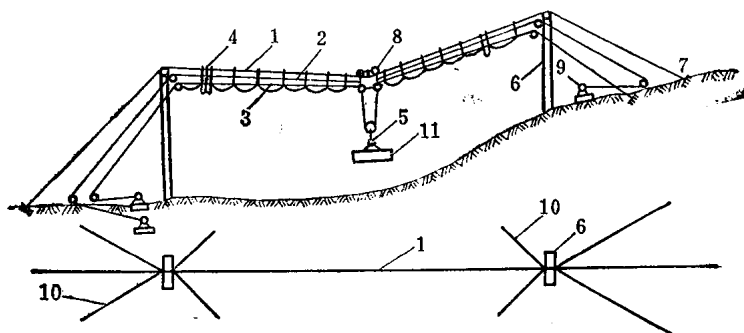


图 1-2

1-承重索；2-牵引索；3-起重索；4-简易分索器；5-吊钩；6-支架；
7-地垄；8-行车；9-卷扬机；10-缆风绳；11-吊重

二、简易架空缆索吊的基本参数

(一) 确定简易架空缆索吊的最小跨度

简易架空缆索吊的最小跨度 $L_{\min}$ 是指两支架间的水平距离，可根据地形条件、建筑物长度、构件的提升高度和承重索的垂度求出。此外，当行车靠近支架时，承重索的升角将急剧增加，牵引索的拉力增大。为避免这段承重索的严重磨损，当行车靠近支架时应与支架之间保持一段距离，这段

距离，称为防磨段。因此，架空索道的最小跨度 $L_{\min}$ 一般可按式计算如图1-3所示：

$$L_{\min} = L' + 2a \quad (1-1)$$

式中：

$L_{\min}$ ——简易架空缆索吊的最小跨度，指两支架间的水平距离；

L' ——建筑物的全部长度，指桥梁、渡槽、上山管道、爬山烟囱以及料场等沿架空索道方向的水平距离；

a ——承重索两端防磨长度，按水平跨度 L 的长度取值；

当 $L \leq 200\text{m}$ 时，取 $a = \frac{1}{10} L'$

当 $L > 200\text{m}$ 时，取 $a = 20 \sim 30\text{m}$ 。

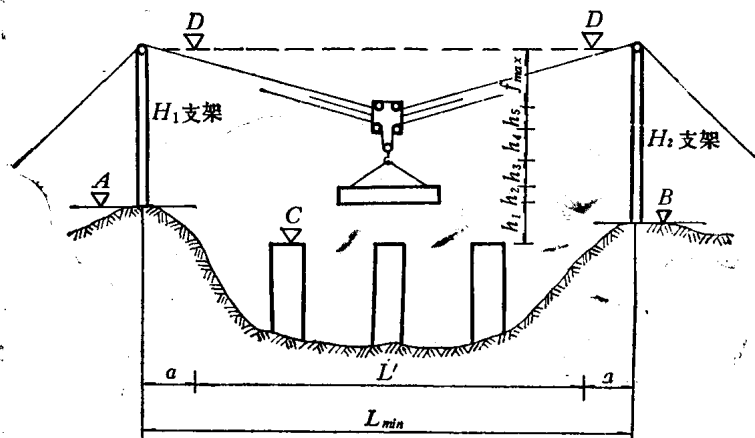


图 1-3

(二) 确定简易架空缆索吊支架的最低高度

支架的最低高度是根据行车吊起重物后，在承重索的跨度范围内往返运行时所需的净空来确定。当两支架等高时，一般可按下式计算如图1-3所示：

$$\left. \begin{aligned} D &= C + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + f \\ H_1 &= D - A \\ H_2 &= D - B \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

式中：

H_1 、 H_2 ——分别为支架1、2的高度(m)；

D ——两支架顶端的高程(m)；

A 、 B ——分别为支架1、2底部的高程(m)；

C ——构件的安装高程(m)；

h_1 ——构件的安装高程与构件间的余高，约2m；

h_2 ——构件的高度(m)；

h_3 ——栓绳的悬空高度，1~2m；

h_4 ——起重滑轮组的最小高度，一般取3m；

h_5 ——承重索到定滑轮连结节点的高度，取1m；

f ——承重索负重时跨中的最大垂度，可按
(0.03~0.05) L 估算， L 为承重索的跨距。

当两支架不等高时，由于铅垂线与弦线的垂直线之间的夹角很小，故可近似的用下式来计算（如图1-4所示）。

$$\left. \begin{aligned} D &= C + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + f \\ H_1 &= D - \frac{L}{2} \operatorname{tg} \beta - A \\ H_2 &= D + \frac{L}{2} \operatorname{tg} \beta - B \end{aligned} \right\} \quad (1-3)$$

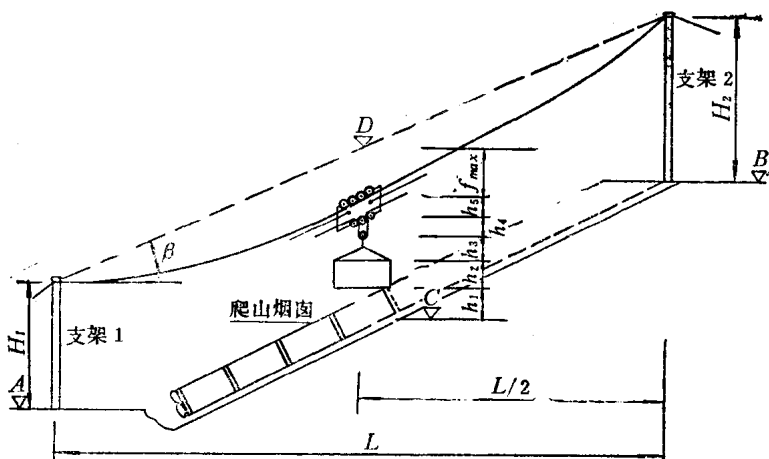


图 1-4

式中：

D ——为两支架顶端连线中点的高程(m)；

$H_1 H_2$ ——分别为山下山上两支架的高度(m)；

其余符号同前。

两支架顶端的高程可以在同一水平上，也可以有高差。目前在桥梁施工中当起重量较大时，一般将两支架顶部高差控制在1~3m以内，因高差不大，可认为在同一水平线上。对于用作运料和吊装一般构件（如铺设上山管道、建造爬山烟囱和山顶水池等）时，可以允许两支架有较大的高差，但其倾角不宜大于 30° ，在个别情况下经过计算，其倾角可增加到 35° 。

(三) 简易架空缆索吊的起重量

当两支架顶端的标高相差不大时，简易架空缆索吊的起重量一般为3~8t，最大可达15t；当两支架顶端高差较大时（倾角在35°以下），在正常运输情况下，起重量一般为3~5t。

（四）吊运重物的升降速度与移动速度

简易架空缆索吊在吊运重物时，一般应考虑其升降速度与移动速度。在确定这些速度时，一般应根据承重索的跨度和起重量的大小、运输目的和安装特征等因素来决定。

当两支架顶端不等高时，其升降速度为10~35m/min，移动速度为40~100m/min；当两支架顶端等高时，其升降速度约为15~45m/min，而移动速度为45~150m/min。

第二章 简易架空缆索吊 的起重设备

第一节 钢 丝 绳

钢丝绳是起重运输机械中常用的一种挠性构件，通常被称做钢索。在简易架空缆索吊中，钢丝绳根据用途的不同，又称为承重索、起重索、牵引索和风缆索等。钢丝绳具有强度高、挠性好、使用寿命长、耐磨、抗冲击性能好；同时还具有自重轻、运行平稳、适于高速、工作可靠、不易骤然断裂等优点。因此，在起重运输机械中得到广泛的应用。

一、钢丝绳的构造及性能

钢丝绳的结构型式很多，有单股的也有多股的，一般都是由钢丝、股绳和索心组成的(图2-1a)。例如：用多根钢丝直接捻制成绳的 1×19 和 1×37 就是单股19丝和单股37丝的钢丝绳。起重运输作业中常用的钢丝绳是由多根钢丝先捻成股再合数股围绕捻芯捻制而成的。如 6×19 就是6股的每股19丝的钢丝绳和 6×37 就是6股的每股37丝的钢丝绳。钢丝绳旧的表示方法为 $6 \times 19 + 1$ 即6股每股19丝加一个纤维芯。

(一)钢丝绳按捻绕的层次不同可分为三大类：

1. 单重绕钢丝绳

直接由一层或多层钢丝依次围绕中心钢丝捻绕而成的，