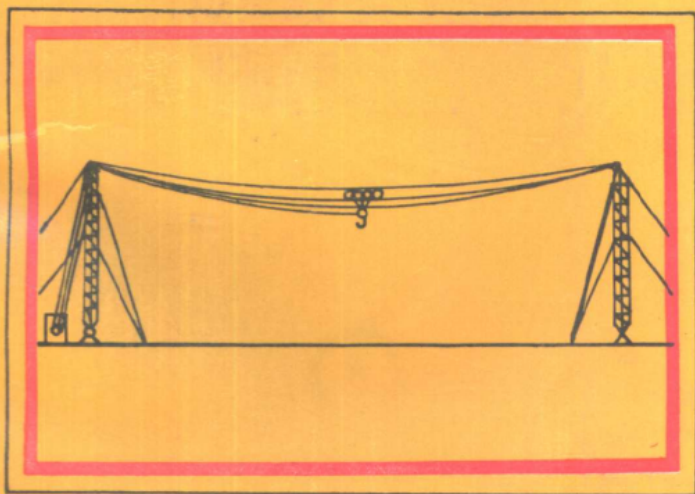


索 起 设
索 重 计
机

周玉申
编著



机械工业出版社

ISBN 7-111-03842-8/TH·469

定 价： 12.00 元

缆索起重机设计

周玉申 编著



机械工业出版社

(京) 新登字 054 号

本书较系统地论述了各类缆索起重机的结构原理、性能特点、参数确定、设计理论和计算方法；并总结介绍了我国在缆索起重机的研究、设计运用中比较成熟的，且较先进的理论及设计计算方法。书中内容结合实际，并有算例及附表以利读者理解和设计时参考。

本书可供从事缆索起重机、架空索道设计、制造的有关科技人员及大专院校师生参考。

缆索起重机设计

周玉申 编著

*

责任编辑：沈 红 版式设计：王 颖
封面设计：肖 晴 责任校对：肖新民
责任印制：路 琳

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码：100037

(北京市书刊出版业营业许可出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张 12·字数 264 千字
1993年9月北京第1版·1993年9月北京第1次印刷
印数 00,001-1,450·定价：12.00元

*

ISBN 7-111-03842-8/TH·469

序

缆索起重机是一种特型起重机械，它具有很好的独特优点，特别是不受气候和地形条件的限制，且在特定的条件下能发挥其它起重机械所不能发挥的作用，因此被广泛地应用于我国各行各业，成为我国工业生产和工程建设中最为常用的起重机械之一。

建国以来，我国各部门结合行业特点在缆索起重机的理论研究和制造上都取得了很大的成就，积累了较丰富的经验，但是在缆索起重机的设计计算方面，至今仍没有一本适合于我国现有技术条件的、较系统的参考书，所用理论和基础资料很多还沿用国外的或参考其它类型起重机械的有关资料。在这些参考资料中，由于国情和技术条件不同，理论方法也不一致，使得工程技术人员在工程设计和运用中深感不便，致使缆索起重技术在实际应用中出现不少的技术问题，影响了它的正常发展。为了工程运用的实际需要和满足工程技术人员的迫切愿望，作者在长期调研的基础上，写成了本书，我想这对促进缆索起重技术的发展具有一定的现实意义。

本书由设计总论、构造和机构设计、结构计算 3 篇所组成，比较系统地论述了缆索起重机的作用和发展、典型结构原理、技术参数的确定、结构构造、机构设计以及悬索等细部的结构计算。在写作过程中，筛选了各行业具有共性的研究成果和先进经验，吸收了国外的经过应用证明了的，并符合我国现有技术条件的理论和计算方法，也总结了作者近年

HW 01/04

来的一些研究成果，其中“承载索许用荷重设计法”将为承载索的设计和计算带来很大的方便。

在本书的写作过程中曾对各主要部分的理论问题进行过广泛的讨论，在计算方面的讨论中，得到了上海交通大学孙鸿范教授、长沙铁道学院周继祖教授、中南林学院颜佑启副教授，能源部东北电力设计院陈德庆高级工程师等国内在这方面有深入研究的同志的指导，并提出了宝贵意见。广州市政工程公司、广东交通设计院、广东林勘设计院、广州起重运输机械厂、中南有色设计研究院、湖南交通设计院、吉林城规设计院等单位及其有关同志也提供了大量的技术资料和数据，给予了很大的帮助。在此谨向以上单位和个人表示深深的谢意。

文稿承蒙上海交通大学孙鸿范教授全面审阅，并提出了系统的修改意见。

由于作者水平有限，有些问题分析不够透彻，不能满足读者的要求，只好留待以后与有关学者进一步研究，对于错误和不当之处敬请各位专家和同志提出批评。

作者

91年10月于广州

目 录

序

第 1 篇 缆索起重机设计总论

第 1 章 缆索起重机的作用和发展简史.....	1
1.1 缆索起重机的作用	1
1.2 缆索起重机发展简史	6
1.3 缆索起重机的技术现状和有待研究的问题	8
第 2 章 缆索起重机的分类和典型结构.....	10
2.1 缆索起重机的分类	10
2.2 缆索起重机的典型结构	18
第 3 章 缆索起重机的基本参数.....	26
3.1 缆索起重机的跨度、挠度和起重量	26
3.2 缆索起重机的支架高度	26
3.3 双联式缆索起重机参数	28
3.4 桁架梁式缆索起重机参数	35
3.5 缆索起重机的工作速度	38
3.6 缆索起重机的生产率计算	39
第 4 章 缆索起重机工作级别和载荷计算.....	41
4.1 缆索起重机的工作级别	41
4.2 缆索起重机的载荷分类与组合	44
4.3 缆索起重机各种载荷的计算	44
第 5 章 缆索起重机的材料.....	49
5.1 缆索起重机用钢索的特性与选择	49

V

- 5.2 缆索起重机用钢材的特性与计算原理59
- 5.3 缆索起重机用木材的特性62

第2篇 缆索起重机的构造和机构设计

第6章 缆索起重机的线路构造.....	65
6.1 缆索起重机的支架.....	65
6.2 缆索起重机的支架头部设备.....	74
6.3 缆索起重机的支索器.....	81
6.4 缆索起重机的锚固装置.....	88
第7章 起升运行机构.....	93
7.1 钢索导绕系统.....	93
7.2 载重小车.....	107
7.3 滑车与滑车组.....	118
7.4 取物装置.....	129
7.5 驱动机构功率的计算.....	137
第8章 支架运行机构.....	142
8.1 支架运行机构的构造型式.....	142
8.2 支架运行车轮和轨道.....	149
8.3 支架运行机构的设计与计算.....	157
第9章 动力绞盘机.....	162
9.1 动力绞盘机的分类与技术特性.....	162
9.2 绞盘机的结构原理.....	168
9.3 工作机构的计算.....	172
9.4 常用绞盘机的主要技术参数.....	180
第10章 附属装置.....	187
10.1 钢丝绳的连接和张紧设备.....	187
10.2 操纵室指示装置.....	200
10.3 通信设备.....	201

第3篇 缆索起重机结构计算

第11章	悬索计算理论及其特性	203
11.1	悬链线理论	203
11.2	抛物线理论	205
11.3	集中荷重悬索理论	209
11.4	载重小车沿承载索运行时的升角	214
第12章	承载索的计算	217
12.1	承载索的静张力计算	217
12.2	张力方程的解及诺模图	220
12.3	承载索的动载荷计算	223
12.4	承载索的强度计算	225
第13章	承载索许用荷重设计法	228
13.1	概述	228
13.2	许用荷重设计法的理论和方法	229
13.3	弹性、温度和位移对承载索的影响	233
13.4	许用荷重设计法的运用	239
第14章	工作索及辅助索的计算	244
14.1	起重索的计算	244
14.2	牵引索的计算	245
14.3	辅助索的计算	251
第15章	承载索张力和挠度的测量	253
15.1	蔽击振动波法	253
15.2	支点钢索倾角法	256
15.3	目视测量法	260
第16章	荷重轨迹与纵断面图的绘制	262
16.1	承载索的线形与荷重轨迹的计算与绘制	262
16.2	纵断面图的绘制	265
第17章	支架结构计算	267

目 录

17.1	结构构件的计算方法	267
17.2	等截面桅杆支架	271
17.3	塔桅结构支架	280
第18章	基础及锚固装置的计算	288
18.1	基础的计算	288
18.2	锚固装置的计算	291
附录	承载索实用数值表	294
参考文献	374

第 1 篇 缆索起重机设计总论

第 1 章 缆索起重机的作用和发展简史

1.1 缆索起重机的作用

缆索起重机是以悬挂于两支点之间的钢索作为承载结构，利用载重小车在其上往返移动进行货物起重和归装作业的一种起重机械。与其它起重机械相比，它具有跨度大、速度快、效率高、总体结构简单、造价低廉、施工周期短等突出优点，并且不受气候和地形条件的限制，在特定的条件下能发挥其它起重机械和起重技术所不能发挥的作用。因而它被广泛应用于采矿工业、森林工业、工业原料场、码头、渡口以及桥梁、水电建筑工程的起重和施工作业中。

在采矿工业中的露天矿场，应用缆索起重机进行起重和搬运作业（如图1-1所示），可以减少许多运输线路，并合理地利用空间位置，扩大了作业范围，简化了工艺组织，且拆卸方便，因此与其它起重设备相比具有较好的经济性。

在森林工业集材作业中，应用缆索起重机（如图1-2所示），因其结构简单，架设、拆卸方便，既能提高生产率、降低成本，又可保护地表，有利水土保持及水源涵养，由此克服了其它起重运输设备在高山陡坡、深沟狭谷等复杂地形难以发挥优势的弱点，可见它是高山林区比较合理的集材工具。在森林工业中，缆索起重机称为集材架空索道，可根据不同的地形和条件构成 100 多种索系，在应用中具有极为独特的优势。

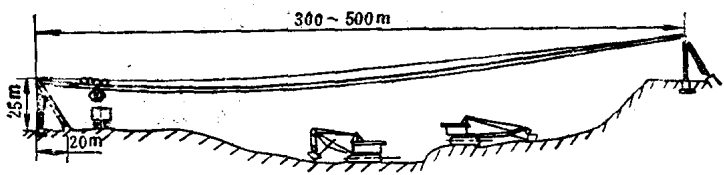


图1-1 径向缆索起重机进行露天矿场作业

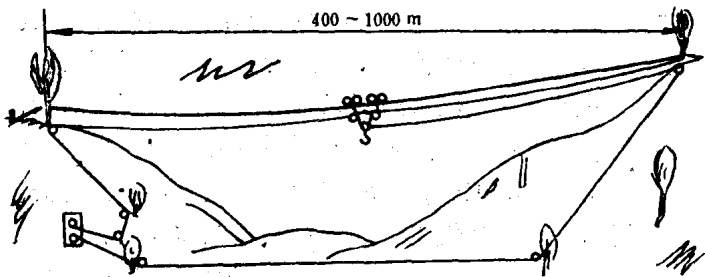


图1-2 缆索起重机林区集材作业

在贮木场、木材厂、人造板厂、造纸厂等生产现场，可用缆索起重机进行原材料的起重、归装作业(如图1-3所示)；在有的原料贮场、废材及垃圾作业场中，采用缆索起重机进行堆高作业(如图1-4所示)，生产率可达 $150\text{m}^3/\text{h}$ 以上，堆高度可达到 100m 以上，长度可根据需要达到几千米以上；在码头和渡口中可应用缆索起重机(如图1-5所示)，进行货物出河、推河、装卸、贮存作业以及特种货物和交通车辆的过渡；在造船工业中，应用缆索起重机来制造和安装施工。

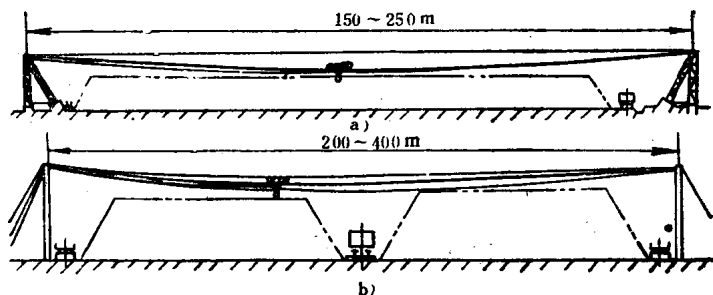


图1-3 工业料场集装贮作业

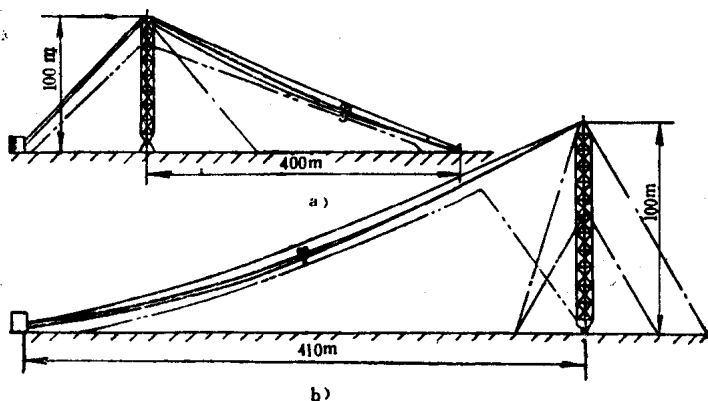


图1-4 缆索起重机在原料及垃圾堆物作业

在建筑工程中利用缆索起重机(如图1-6所示)进行施工,安装大型构件、大型设备,既提高了作业生产率和安装质量,也缩短了施工周期;在桥梁工程施工中用缆索起重机取代施工支架,可提高安装施工的质量和效率,降低了成本,也简化了工艺组织,因而得到了极为普遍的应用(如图1-7所示)。

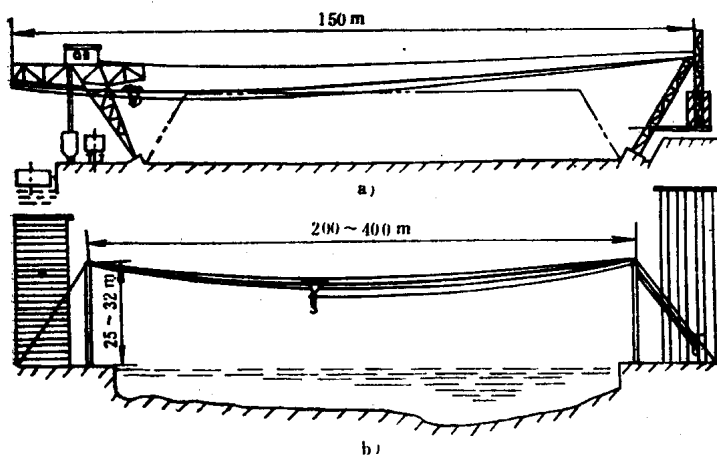


图1-5 缆索起重机在码头渡口的装卸作业

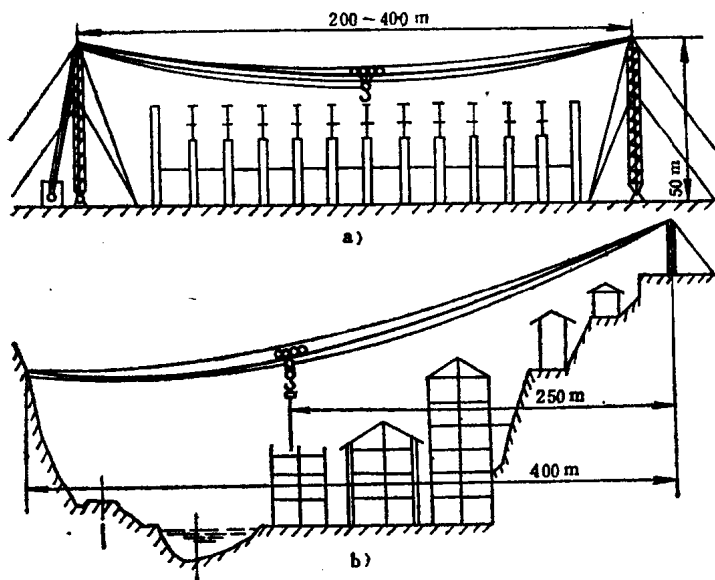


图1-6 缆索起重机在工业建筑工程中作业

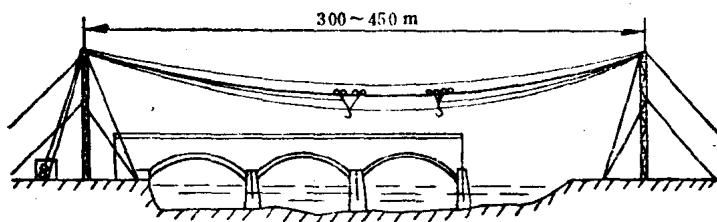


图1-7 缆索起重机在桥梁工程施工中

在水利建设中应用缆索起重机建造水坝（如图1-8所示）水库、船坞、自来水厂、运河水闸、堤道等；利用缆索起重机进行河道整治，疏浚和挖掘（如图1-9所示）也是比较普遍采用的方式。

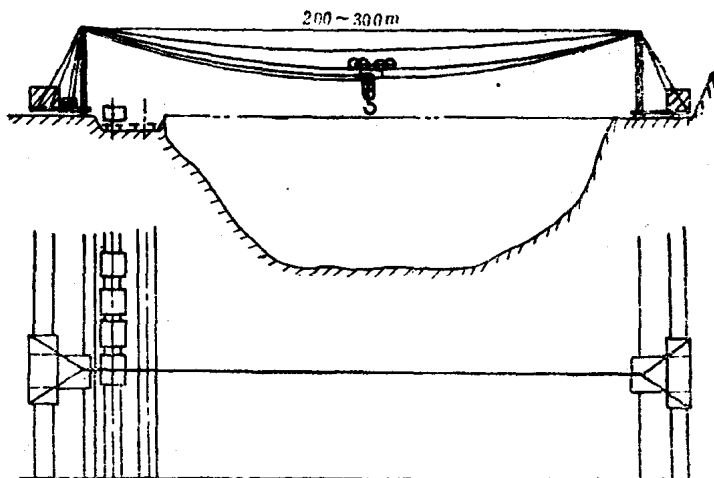


图1-8 移动式缆索起重机在水坝工程中作业

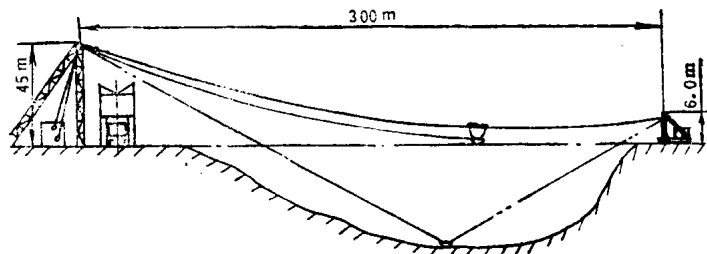


图1-9 径向缆索起重机挖掘作业

在当今，缆索起重机几乎用于遍及所有工业建设和工程领域，它的作用和服务面是任何一种起重运输机械都无法相比的。

1.2 缆索起重机发展简史

缆索起重机由架空索道技术演变而成，其发展历程可追溯到远古时代，那时人们为了寻求跨越悬崖、河流的捷径，运用架空悬吊的方式，以藤条或竹篾编制而成的绳为索悬于空中载人载物，实现了跨越运行的目的，这种运行方式即为架空索道技术的雏形。随着制索技术的提高，麻索的出现和运用，该技术形成了一定的体系，由人客在吊篮内用手拉动绳索而沿着绳索移动发展为具有装设滚轮的吊篮设备，并能用畜力牵引驱动运行。由于麻索及其它纤维制索的强度低、寿命短，这就大大地限制了索道的能力和发展速度，在漫长的岁月里，这种技术只能用于临时性跨越或娱乐性工具之用，没能真正应用于建设之中。

19世纪，随着钢铁冶炼技术的发展，钢索的问世和成功性

应用，使缆索起重技术开始应用于生产建设之中，并沿着两个分支迅速发展，即以长距离运输为主要目的的“架空索道”和以起重、装卸、集归作业为主要目的的“缆索起重机”。开始形成缆索起重技术的一些理论和概念，并在生产研究中逐步得到提高和完善，形成比较完整的理论体系。运用缆索起重技术起步比较早，应用比较广泛的国家有前苏联、美国、德国和日本等。前苏联在19世纪70年代缆索起重机就开始应用于木材集运、工厂货物和垃圾搬运作业之中。但这个时期缆索起重机的结构比较简单，均属简易固定式，功能单一，生产率较低，因而发展速度不快。到本世纪初，特别是在大力发展工业化生产的过程中，缆索起重机作为起重运输机械的一种主要形式在前苏联得到了蓬勃的发展，40年代末期到50年代初期研究出许多新颖而科学的结构和方案，并形成了比较完整的设计理论体系，其应用范围几乎遍及前苏联所有的工业部门。

我国的缆索技术虽然历史很久，但因工业长期处于落后状态，未能得以发挥和总结提高。在本世纪初我国北方森林工业和南方采矿工业中就有缆索起重机的应用例子，那时人们创造了手摇铰磨，以此为动力，利用钢索和滑轮组成简单的导绕方式，用于集运木材、搬运矿石和货物，虽然结构简单，功能单一，也存在一定的问题，但在应用中起到了积极的作用，也产生了一定的效益，是我国工业生产中应用缆索起重技术的最早时期。以后由于缺乏动力源，缆索起重机没有发展起来。虽然这期间有人运用汽车发动机作动力进行试生产，但在经济上是不合算的。解放后，我国在学习国外技术的同时引进了一些动力设备和材料，为缆索起重机在我国的应用创造了良好的条件。首先在森林工业和采矿工业试制