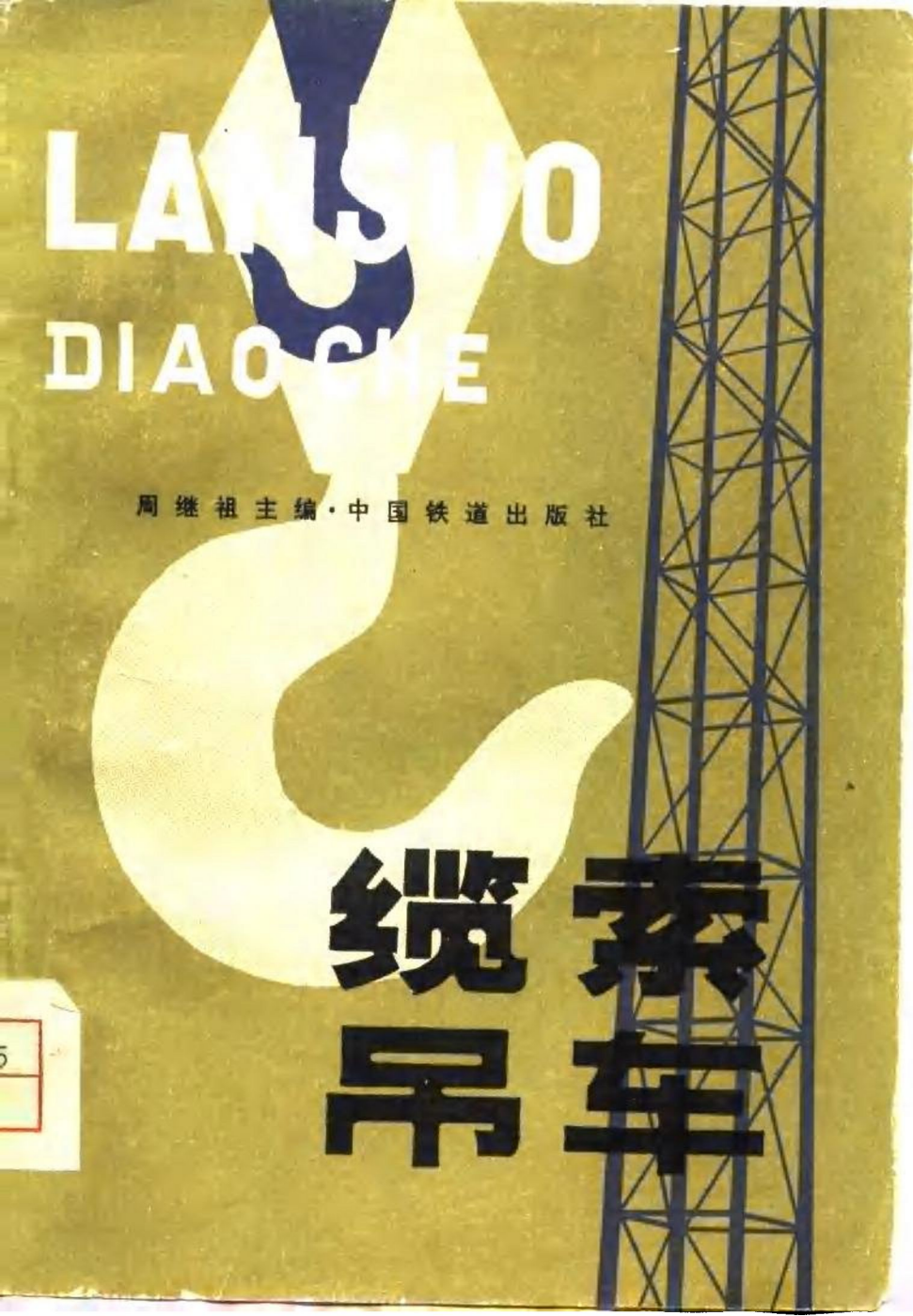




LAN SUO DIAO CHE

周继祖主编·中国铁道出版社

索车 吊钩

内 容 提 要

本书共分七章, 内容主要介绍缆索吊车的结构构造, 基本参数的确定, 吊装设备的选择, 缆索系统、塔架和锚碇装置的设计理论和计算方法, 以及驱动装置的选择及其功率计算等。书末并附有计算示例。

本书可供铁路工程和有关专业的施工和设计人员、大专院校师生参考。

缆 索 吊 车

周继祖 主编

中国铁道出版社出版

责任编辑 蒋传漪

封面设计 刘景山

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: 10.375 字数: 230 千
1981年4月第1版 1981年4月第1次印刷
印数: 0001—3,100册 定价: 1.05 元

前 言

多年来,我院部分师生到新建铁路部门实习,有机会与现场的工程技术人员和工人同志们接触,了解到随着山区铁路建设事业的发展,作为施工机械的缆索吊车,越来越得到广泛应用。但是,到目前为止,国内还没有一本结合我国实际情况,比较系统地介绍有关缆索吊车的技术图书。有鉴于此,我们尝试编写了这本小册子,希望能对现场同志有所裨益。同时,也希望能解决我们在教学中缺乏合适的教学参考书的困难。

缆索吊车既是运输机械又是起重机械,但它又不同于一般的运输机械和一般的起重机械。它的主要部件,例如钢丝绳、滑轮和滑轮组、绞车等,一般都是国家的标准产品。但是,如何合理地选择使用这些部件,则不仅关系到安全生产,而且还关系到工程的经济与效果。为此,本书对这些问题作了必要的阐述。关于缆索系统的理论,目前阐述颇不一致,本书根据国内外资料,结合铁路现场实践经验,作了系统阐明,力求理论的系统与完整。对于滑轮阻力系数、滑轮组系统省力系数、钢丝绳许用应力等计算公式,以及钢丝绳弹性模量、承载索轮压比等技术数据,本书均作了推导与复核,力求公式和数据的准确可靠,以便于读者正确引用。

最后,书末还附有设计示例,提供读者参考。

本书在编写过程中,曾得到铁道部第一、二、三、四、五等工程局、铁道部山海关及沈阳桥梁厂、铁道兵工程学院、太原重型机械厂等单位及长沙铁道学院万明坤等同志的大力

协助并提供资料，又承长沙铁道学院张一中、彭福英等同志绘制插图，对此，谨表示衷心感谢。

本书由长沙铁道学院工程系建筑施工及工程机械教研室周继祖、杨承析、曹曾祝、谢恒编写。周继祖主编。各章编写分工如下：

周继祖：第一章、第二章（§2—1，§2—5）、第三章及第七章；

曹曾祝：第二章（§2—2，§2—3，§2—4）、第五章及第七章；

杨承析：第四章及第七章；

谢 恒：第六章及第七章。

欢迎读者对本书提出批评指正意见。来信请寄长沙市南郊长沙铁道学院工程系周继祖收。

编 者

1980年5月

目 录

第一章 概述	1
§ 1—1 缆索吊车的分类和用途	1
§ 1—2 缆索吊车的组成	2
§ 1—3 缆索吊车的基本参数和生产率	12
第二章 缆索吊车的装吊设备	15
§ 2—1 钢索	15
§ 2—2 滑轮及滑轮组	46
§ 2—3 吊钩	77
§ 2—4 搬运小车的类型和作用在走行轮上的 压力	88
§ 2—5 索鞍	98
第三章 缆索系统的计算	103
§ 3—1 承载索的计算	103
§ 3—2 工作索和辅助索的计算	157
§ 3—3 用振动波法测定承载索张力	167
§ 3—4 承载索垂度的控制与观测	170
第四章 塔架计算	179
§ 4—1 塔架的类型及其选择	179
§ 4—2 塔架高度的确定	190
§ 4—3 人字形木塔架的计算	192
§ 4—4 桅杆式钢塔架的计算	197
§ 4—5 万能杆件式钢塔架的计算	216
§ 4—6 风缆索计算	232

第五章 锚碇装置	239
§ 5—1 立式地垄	239
§ 5—2 卧式地垄	244
§ 5—3 抛石笼地垄和凝土地垄	257
第六章 缆索吊车功率计算及其驱动装置	261
§ 6—1 缆索吊车的功率计算	261
§ 6—2 缆索吊车的驱动装置及其选择	265
第七章 缆索吊车计算示例	282
§ 7—1 设计依据	282
§ 7—2 缆索吊车计算	282
附录 参考文献	324

第一章 概 述

§ 1—1 缆索吊车的分类和用途

缆索吊车的分类

缆索吊车，又称缆式起重机。根据其可动性，缆索吊车分为固定式和轨行式两种。按其取物装置不同，缆索吊车可分为吊钩式、吊斗式和抓斗式三种。依据承载索的张紧和锚固方法不同，缆索吊车主要有下述三种类型：

1. 承载索为两端固定的（图1—1a和图1—1b）；
2. 承载索用张紧配重拉紧的（图1—1c）；
3. 具有摆动塔架的（图1—1d）。

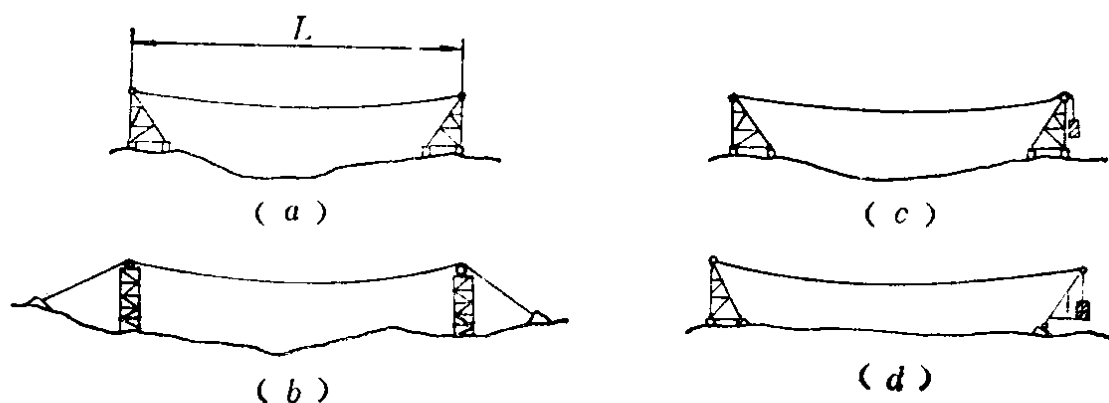


图 1—1

缆索吊车是一种设备简单、拆装方便、操作灵活、起吊高度大、吊运速度快、经济效果好，而且又能因地制宜的起重设备。由于它既可作垂直运输，又可作水平运输，且其承载索高悬空中，故最宜跨越河川和山谷，不受复杂地形的限制，可以节省运输便道工程和大量施工脚手架，又能避免施工场地交通干扰。因此，在铁路桥梁施工中得到了越来越广

泛的应用。而在山区铁路建筑工程中，其优越性则尤为显著。

随着万能杆件质量的提高和供应条件的改善，几乎每个施工段队都有万能杆件备品，而用万能杆件拼装的钢塔架代替特制的专用钢塔架，又为铁路建筑施工中普遍推广使用缆索吊车创造了条件。近廿年来在铁路桥梁工地上，都曾广泛使用缆索吊车来吊运材料、钢筋、整体模型板和钢筋混凝土构件等成品，以及浇注混凝土等，还有利用缆索吊车来吊运空气压缩机、混凝土搅拌机和汽车等机器设备跨越河谷的。

此外，缆索吊车在公路、水利和矿山工程中也得到广泛应用。有时，缆索吊车还可以用于渡口。

由于目前在铁路建筑工程中广泛使用的是具有吊钩式取物装置的固定式缆索吊车，其承载索的锚固方式多为通过塔顶索鞍而锚固于两端地垄上（参阅图1—1b）。本书主要介绍这一类型缆索吊车的主要构造、设计计算及其使用问题。

§ 1—2 缆索吊车的组成

如图1—2所示，缆索吊车系由支架（塔架）及风缆、缆索系统、搬运小车、分索装置、锚碇装置以及驱动装置等组成。

一、支架及风缆

支架又称塔架，系可拆装式结构，有木塔架、桅杆式钢塔架和万能杆件式钢塔架等。支架常建立在桥的两端，有时亦可建立在已建成的桥梁墩台上。支架的高度视施工需要经计算确定。桅杆式和万能杆件式钢塔架的高度，目前均已超过50米。木塔架的高度只16米左右。两支架顶部的标高，可以在同一水平，也可以有高差。目前在铁路施工中，一般常将两塔架顶部高差控制在1～2米以内，即基本上为同一水

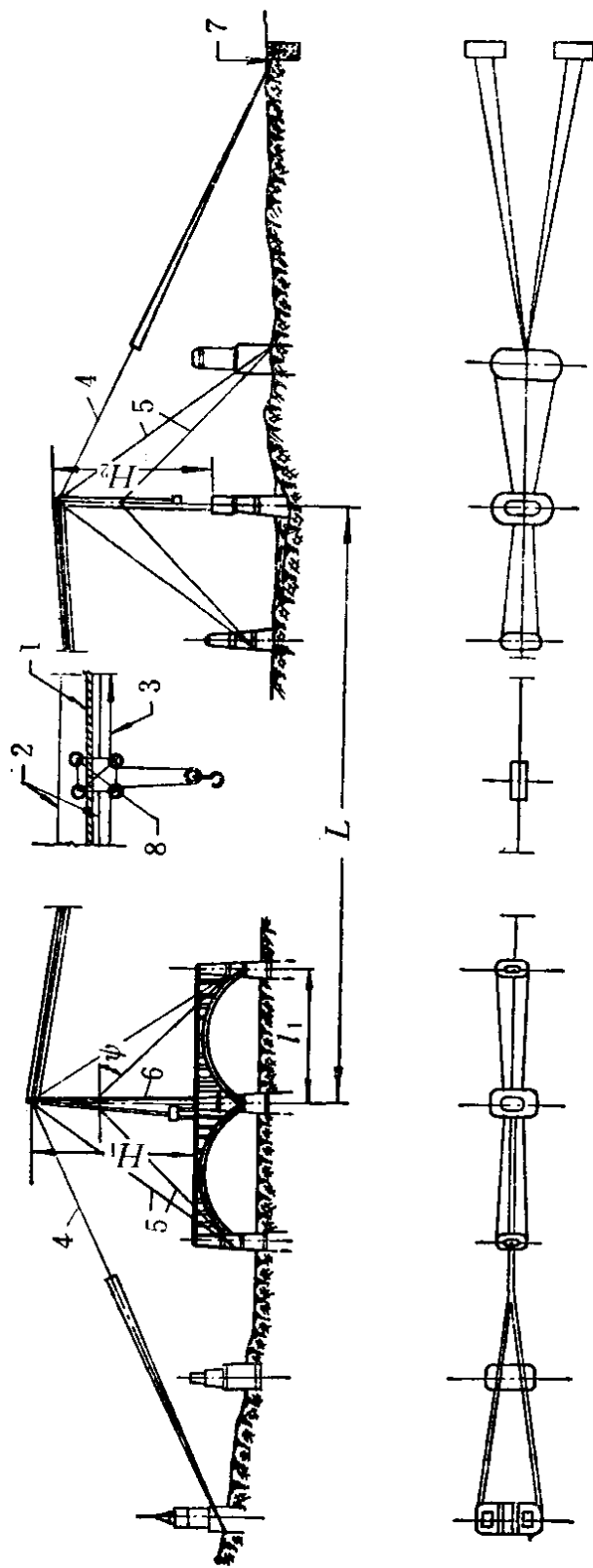


图 1—2

1——承重索；2——牵引索；3——起重索；4——锚固段；
5——风缆；6——支架（塔架）；7——地垄；8——搬运小车。

平。对于专作采集砂石或运料用的简易轻型缆索吊车，允许有较大的高差，但其倾角也不宜大于 30° 。支架顶部设有支承承载索的鞍座，塔顶四角用风缆索拉紧，后者则以锚碇装置固定。若塔架较高，应根据其高度加设一层或多层腰缆，以保证塔架的稳定。

当桥梁两端为高山，其高度能满足要求时，可以不设支架，而将承载索直接与两端地垄固定，并以卧入地面的枕木代替索鞍。

二、缆索系统

缆索系统由承载索、工作索（起重索、牵引索）和结索等组成。

（一）承载索

承载索用来承受全部载荷并通过索鞍传给塔架，同时它又是搬运小车的运行轨道，故又称轨索。

目前所使用的缆索吊车，其承载索一般都支承于支架的索鞍上，然后再分别与两端锚碇装置固定。

承载索的组数，视具体任务和现场条件而定，常采用 1～2 组，也有采用一组主索外加 1～2 组副索的。根据吊重大小、搬运小车走行轮数目、承载索的钢索型号及其直径大小，每组承载索一般由 1～4 根钢索组成。在某铁路双曲拱桥上所用的缆索吊车，由于吊重大而承载索直径较小的缘故，已经用到一组 8 根钢索。必需指出，原则上每组承载索的钢索根数应以少些为好，并尽可能采用一根钢索，以避免受力不均。

（二）起重索

起重索供垂直方向起吊重物之用。

在铁路工程中，缆索吊车起重索的穿绕方法，多为一端与支架固定，另一端穿过搬运小车钢索滑轮组，然后再经过导

向滑轮引向绞车（图1—3a），借助于起重卷筒使吊钩上下移动以起吊重物。这种穿绕方法允许起吊和运行两个工序联合进行，使用上较为方便。

起重索的另一种穿绕方法，是将其一端固定在搬运小车上（图1—3b），与上述穿绕方法相比，其优点是：只需在搬运小车的一侧设置分索装置，当搬运小车运行时，起重索不致沿滑轮组的滚轮滚动，因而起重钢索的磨损和搬运小车的运行阻力都将减小。但是，这种穿绕方法要求在搬运小车运行时，起重卷筒和牵引卷筒必需具备同步转速，从而使驱动装置的结构复杂化，这是它的最大缺点。因此，只有在搬运小车运行附加阻力具有特别重要意义时，才允许考虑采用这种穿绕方法。

（三）牵引索

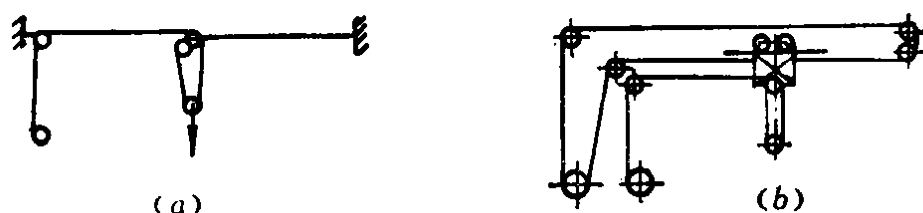


图 1—3

牵引索为曳引搬运小车沿承载索在水平方向往返运输重物而设。

在铁路工程中，缆索吊车牵引索的穿绕方法，一般都是将其一端固定在搬运小车车架的一侧，通过导向滑轮引向同侧支架和绞车。在绞车卷筒上缠绕4～5圈后，再经导向滑轮引向搬运小车的另一侧，并与该侧车架固定在一起，形成一个循环的通索，故牵引索又称循环索（图1—4a），它借助于牵引卷筒使搬运小车左右运行。

牵引索的另一种穿绕方法，是在其中设置平衡配重，以保持其初张力不变（图1—4b），这种穿绕方法要求绞车必

须具有槽形卷筒。为了增加钢索和轮槽的附着力，以保证传递的圆周力以及避免较大的卷筒尺寸，必须采用多槽驱动装置。当驱动槽的数目超过两个时，将会导致牵引索的强烈磨损。即使是双槽驱动装置，牵引索的磨损也较光面卷筒大得多。因此，只有在对牵引驱动装置的紧凑性和重量具有特别重要意义时，才采用带槽驱动装置（有平衡配重的导绕系统）。



图 1—4

（四）结索和分索装置

结索系用以支承分索器的。其一端固定在一端支架上，然后穿过分索器绕过另一端支架上的导向滑轮（在设有平衡配重时还需绕过平衡配重上的滑轮），然后穿过分索器而固定于同一侧的支架上，形成上下两支结索，称为上结索和下结索（图 1—5）。

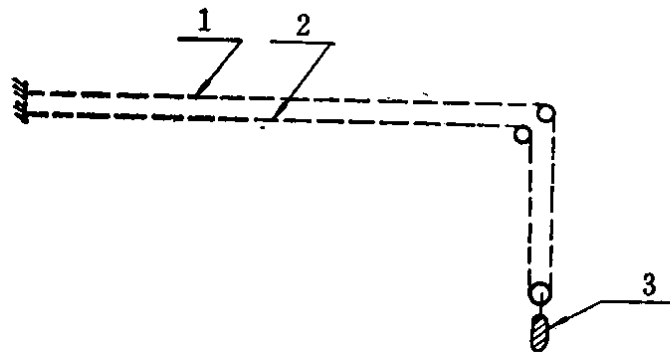


图 1—5

1 —— 上结索； 2 —— 下结索； 3 —— 平衡配重。

分索装置有承码（图 1—6）和分索器（图 1—7）两种。

分索器系将承载索、起重索以及上下牵引索四根钢索彼此分开，保证不致因搬运小车运行时挠度不同而互相干扰。分索器每隔30~50米安装一个。当条件不具备时，可以不设

结索而设置简易分索器（图 1—8），直接支承在承载索上，简易分索器每隔10~30米安装一个。

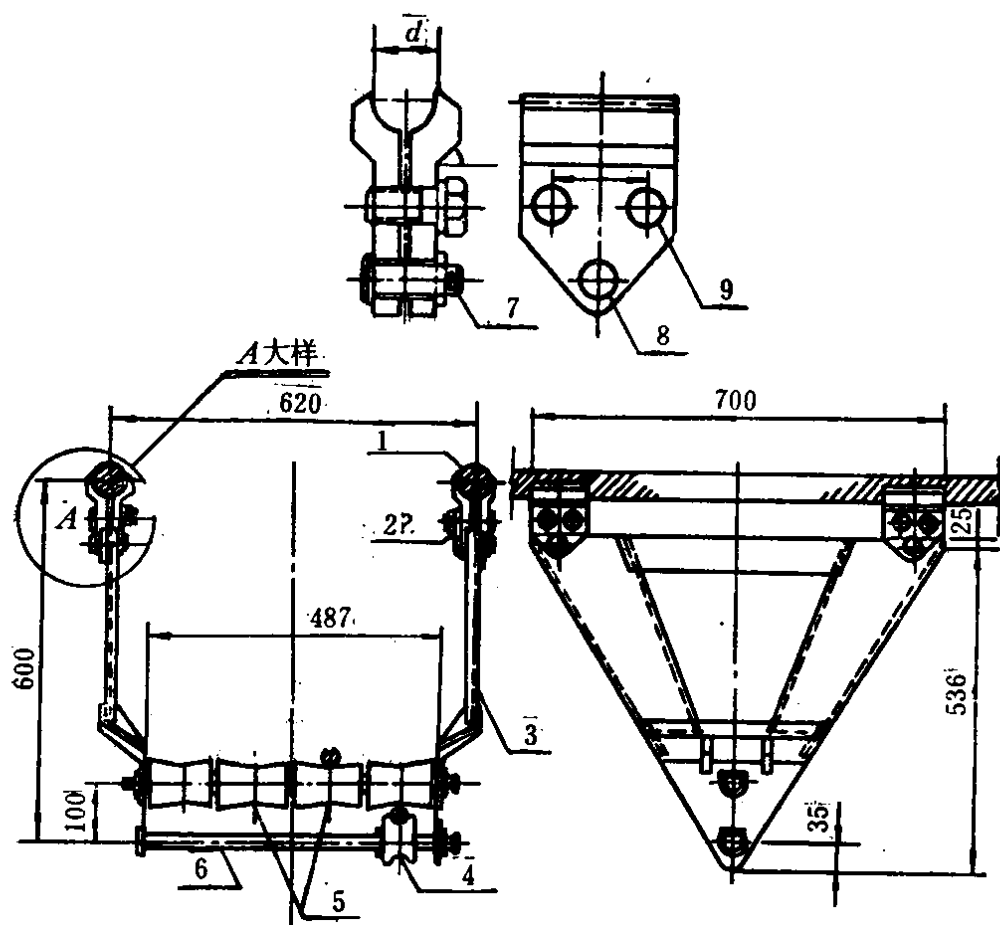


图 1—6

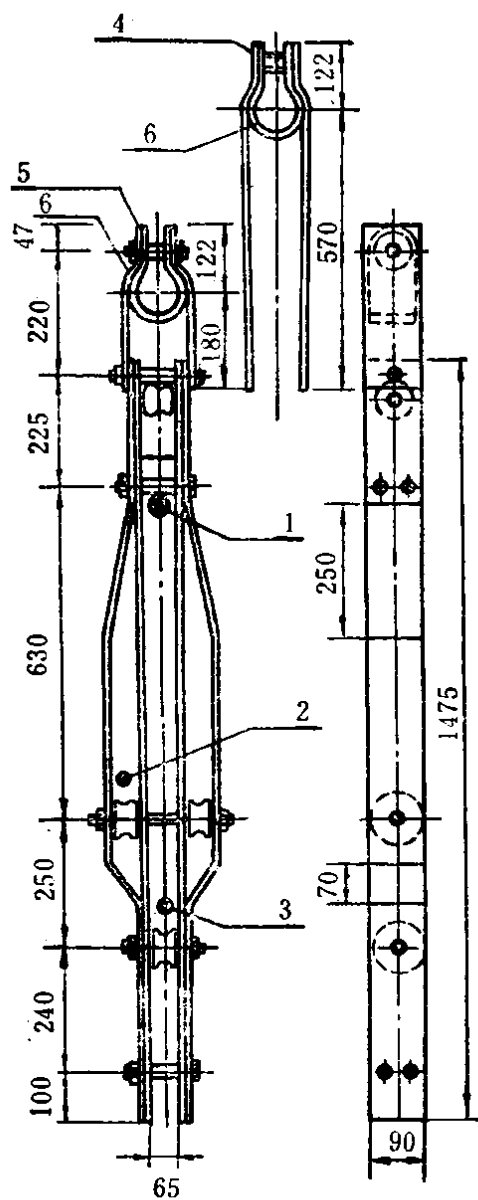
1 —— 承载索； 2 —— 夹板； 3 —— 承码架； 4 —— 滑轮； 5 —— 托辊； 6 —— 下轴； 7 —— 销子； 8 —— 销子孔 ($\phi 20.5$)； 9 —— 螺栓孔 ($\phi 20$)。

采用承码作分索装置时，亦无需设置结索。在这种情况下，承码直接悬挂在承载索上，对起重索和牵引索起承托作用。承码的安装距离约为60~80米。

对于简易的轻型缆索吊车，也可以不设分索装置。

三、搬运小车

搬运小车是缆索吊车完成垂直运输和水平运输的运载设备。它由车架、走行轮、起重滑轮组的定滑轮等组成。搬运小车的构造必须与分索装置相适应。



- 1 — 承载索;
- 2 — 牵引索;
- 3 — 起重索;
- 4 — 长式分索器顶节;
- 5 — 短式分索器顶节;
- 6 — 滑环。

图 1—7

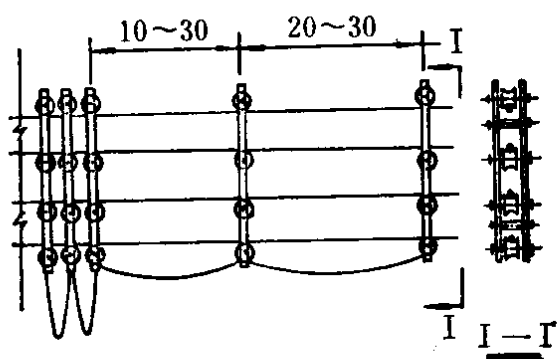


图 1—8

四、锚碇装置

锚碇装置系为锚固承载索、风缆索以及保证绞车稳定等用的。它有各种不同的形式，如立式地垄、卧式地垄、抛石笼地垄和混凝土地垄等，应根据具体条件因地制宜地合理选择。

五、驱动装置

目前，铁路建筑施工中所用缆索吊车，其驱动装置多采用土建绞车，它是缆索吊车的起重设备和牵引设备。一般多选用双卷筒电动绞车，即一个卷筒操纵起重索，另一个卷筒操纵牵引索；亦可采用两台单卷筒绞车，分别操纵起重索和牵引索。对于永久性缆索吊车，则必须装备专用的驱动装置。

木支架轻型缆索吊车见图 1—9。

桅杆式钢塔架缆索吊车见图 1—10。

万能杆件式钢塔架缆索吊车见图 1—11。

无支架缆索吊车见图 1—12所示。

国产缆索吊车的技术性能见表 1—1。

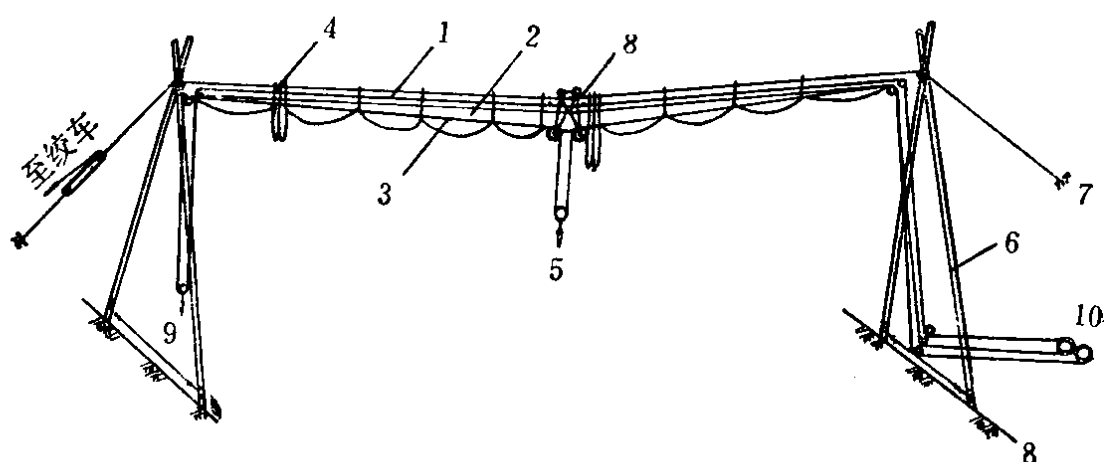


图 1—9

- 1 — 承载索； 2 — 牵引索； 3 — 起重索； 4 — 简易分索器；
5 — 吊钩； 6 — 人字扒杆； 7 — 地垄； 8 — 搬运小车；
9 — 平衡配重； 10 — 双卷筒绞车。

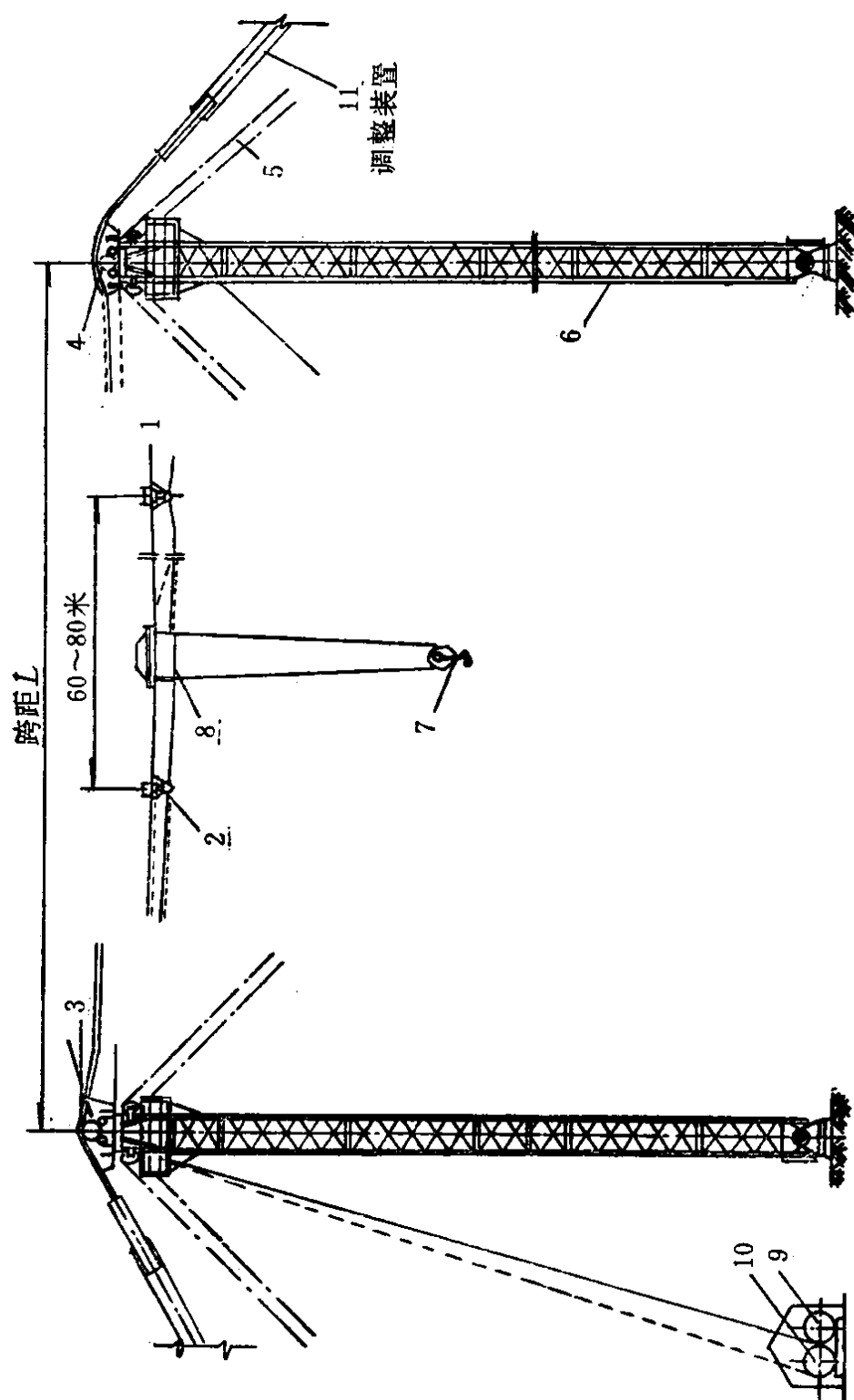


图 1-10

1——承载索；2——承码；3——主塔头；4——副塔头；
5——风缆；6——桅杆式塔架；7——吊钩；8——搬运小车；
9——牵引卷筒；10——起重卷筒；11——调整装置。

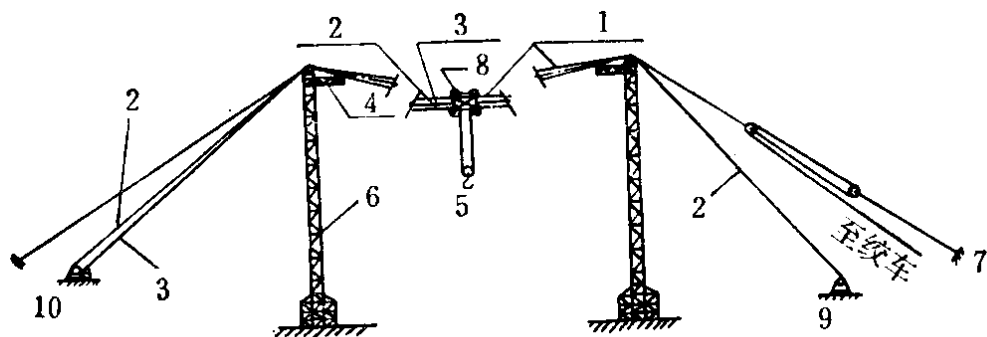


图 1—11

- 1 —— 承载索； 2 —— 牵引索； 3 —— 起重索； 4 —— 工作台；
5 —— 吊钩； 6 —— 万能杆件塔架； 7 —— 地垄； 8 —— 搬运小车；
9 —— 绞车； 10 —— 双卷筒绞车。

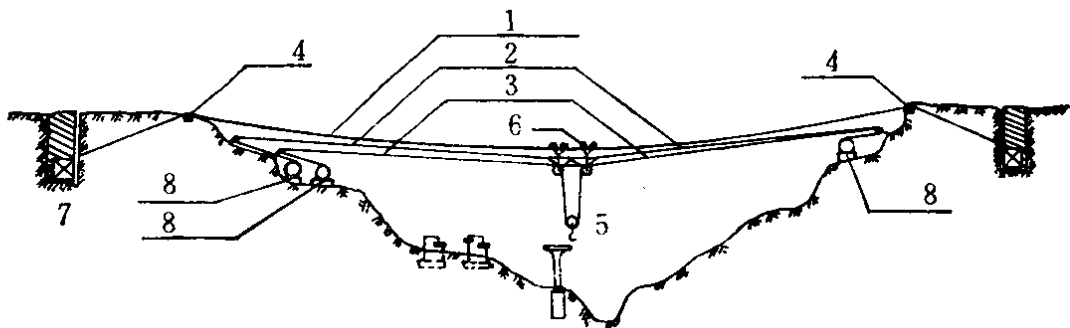


图 1—12

- 1 —— 承载索； 2 —— 牵引索； 3 —— 起重索； 4 —— 枕木索鞍；
5 —— 吊钩； 6 —— 搬运小车； 7 —— 地垄； 8 —— 绞车。

国产缆索吊车技术性能

表 1—1

项 目	单 位	1.7吨	3 吨	5 吨	10吨	25 吨
设计水平 跨度 L	米	300	270	500	500	250~480
吊重 (净载)	吨	1.7	3	5	10	$30(L \leq 400)$ $25(L \leq 480)$
搬运小车 行驶有效 距离	米	240	210	460	460	200~400
塔架高度	米	45.3	39.1	53.7	52.3	16~60
密封式承 载索直径 和根数	根	1	1	2	2	4
	毫米	30	30	38.5	50	60