

第二版

杨文柱 编

重型设备吊装 工艺与计算

中国建筑工业出版社

重型设备吊装工艺与计算

(第二版)

杨文柱 编

中国建筑工业出版社

2264/31 18

本书主要讲述重型设备的起重运输与吊装技术。书中分类介绍了常用运输及吊装机具的技术性能和基本参数、载荷性质与分析计算方法。重点阐述了大型超重立式静置设备的各种先进吊装工艺,如无锚点安装法、推举安装法等。并以图解法和解析法分析了吊装机具的受力情况和计算方法。从几种吊装工艺技术性能比较中综述其发展趋向。

本书第二版增写了桅杆的设计与计算、施工组织设计与吊装方案设计编制实例,并删节了一般吊装机具的选用等内容。

本书供从事设备安装工作的工人和技术干部阅读,也可供设备安装专业的大专及中专学校师生参考。

重型设备吊装工艺与计算

(第二版)

杨文柱 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市昌平县长城印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 16¹/₈ 字数: 361千字

1984年8月第二版 1990年2月第三次印刷

印数: 34,361—36,500册 定价 6.50元

ISBN7—112—01022—5/TU·737

(4634)

7H21/9
11153

目 录

绪论	1
第一篇 起重运输机械的分类、基本参数和计算载荷	9
第一章 起重运输机械的基本型式与分类	9
第二章 起重运输机械的基本参数	24
第三章 起重运输及吊装工艺设计中的计算载荷	48
第四章 起重机的稳定性及常见事故与原因分析	52
第二篇 桅杆的设计与计算	67
第一章 桅杆的设计原则与选择	67
第二章 桅杆的分类	73
第三章 桅杆的材料、载荷、设计方法与连接计算	77
第四章 木制桅杆的设计与计算	149
第五章 金属管式桅杆的设计与计算	173
第六章 重型金属格构式桅杆设计与计算	184
第七章 缆风绳初拉力与工作拉力的计算	217
第八章 地锚的计算	232
第三篇 设备的运输	244
第一章 运输方法	245
第二章 设备的装卸	254
第三章 设备运输的计算	258
第四篇 设备吊装工艺	284
第一章 吊装工艺选择	284
第二章 自行式起重机吊装设备	295
第三章 起重机加辅助装置吊装设备	307
第四章 桅杆式起重机吊装立式静置设备	316

第五章	支撑铰链回转法吊装设备	331
第六章	用跨步式液压提升装置安装立式静置设备	347
第七章	无锚点法安装立式静置设备与构件	352
第八章	推举法整体安装立式静置设备和构件	380
第九章	静置设备吊装到高基础上的受力分析及计算	417
第十章	几种吊装工艺的技术性能比较	436
第十一章	立式静置设备找正和找平	447
第十二章	起重吊装场地的布置	451
第十三章	起重吊装工作的注意事项	456
第五篇	施工组织设计与吊装方案设计编制实例	465

绪 论

设备安装是基本建设工程的重要组成部分，是基本建设工程重要的施工程序。工业企业建设项目能否及早地发挥投资的效益，主要取决于多快好省地搞好设备安装工程。

设备安装是将设备整体或其组合件按照安装平面布置图与施工组织设计等有关技术文件的要求，有条不紊地运送到安装地点后，接着就是将设备本体或其组合件，按照设备说明书的技术要求进行就位或组装，然后进行调整和试运转。所以设备安装由平面运输、垂直吊装、找正找平、调整、试运转等工序组成。而设备的装卸、运输与吊装工序占用的安装工期最长，特别是化工与炼油厂的大型超重设备的吊装工期约占安装总工期的1/3以上。因此，沿着简单、轻便、易造及多用的方向，加速吊装机具的革新与改造，提高吊装作业的机械化水平，采用先进的吊装工艺，有效地实行组合整体吊装，最大限度地缩短设备吊装的工期，有着重要的现实意义。

设备起重运输与吊装作业的内容是：首先要熟悉设备的重量、几何尺寸、结构与精密程度，然后根据设备结构的特点、外型尺寸、重量和现场拥有的运输与吊装手段，选择设备的运输与吊装方法，拟定运输及吊装方案，制定安全措施，对选定的主要吊装机具进行必要的验算。在安全、可靠的基础上将设备运送到基础附近，按设计的吊点捆绑好吊索或连接好吊具。用经过验算并做过仔细检查的起重机具将设

备吊起并准确地进行就位与拼装。这是一项复杂而又细致的工作，也是设备安装工作的重要工序。

我国在设备的起重运输及吊装技术方面有着悠久的发展历史。如长城、地下宫殿的修建，北京故宫的古建筑，历代古都钟楼的巨大铸钟和上百吨铸雕像与巨石的起重搬运和吊装，都凝聚着我国劳动人民智慧。

解放后，在党中央和毛主席的领导下，开展了大规模的经济建设工作。国家投入了大量资金、人力和物力来发展起重运输机械，设备的起重运输和吊装技术水平也迅速提高，取得了显著的成绩。

在起重机械方面，设计制造成功起重量为350吨的桅杆式起重机（图0-1），桅杆柱长64米，为板式混合焊接结构，

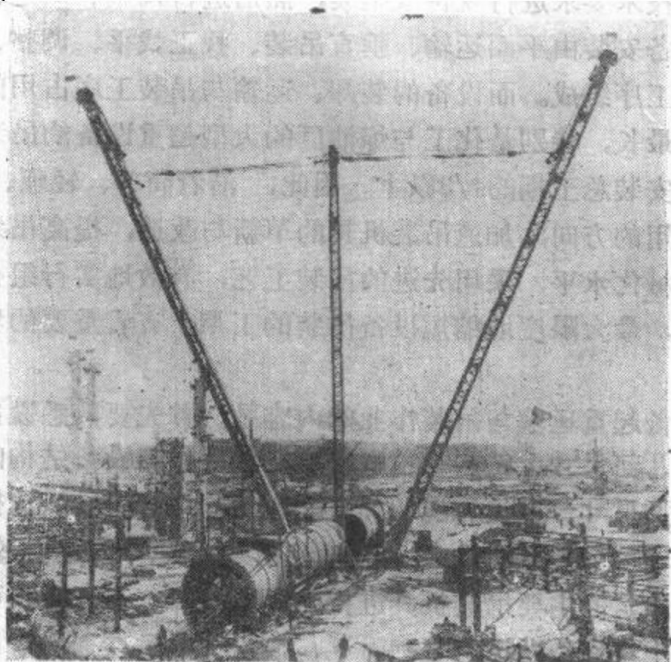


图 0-1 350吨两副桅杆同时竖立全图

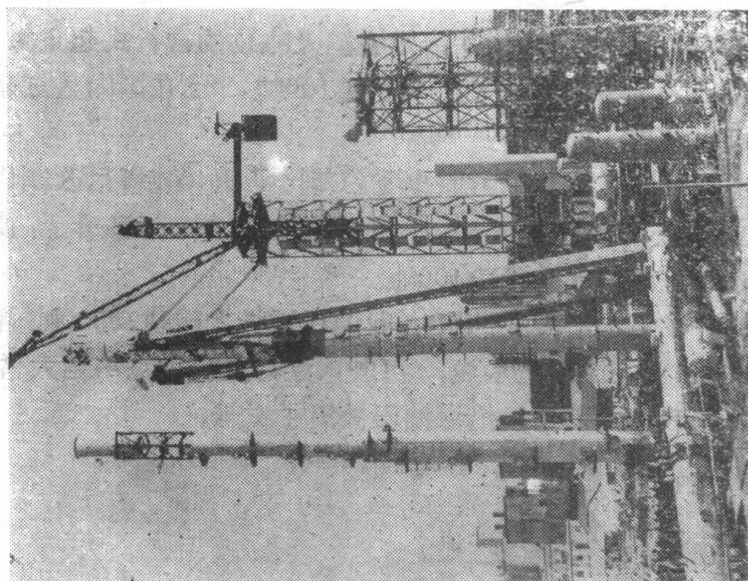


图 0-3 400吨塔桅起重吊装大型塔
类设备

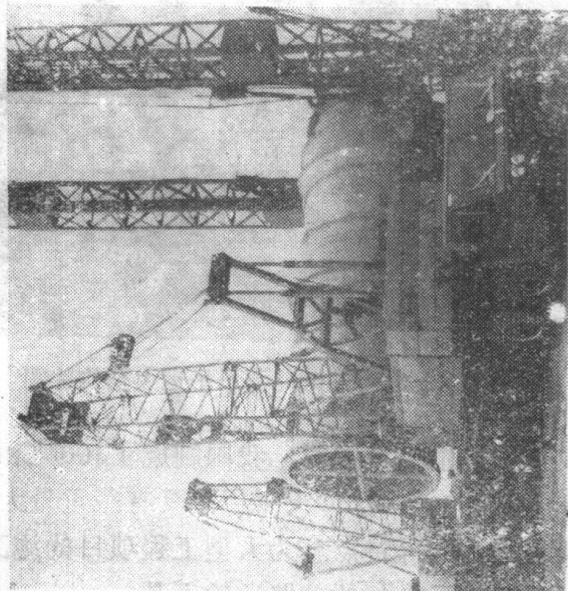


图 0-2 100吨汽车式起重吊装配合桅杆吊
装260吨重的大塔

最大断面为1580×1580毫米，额定起重量为350吨。又如100吨汽车式起重机（图0-2），是我国大吨位的自行式起重机，吊臂长12米、幅度为4米，可吊重100吨，已在国内重点建设项目中使用。

在起重机械的改制方面也有创新，如用40吨塔吊改制成400吨塔桅起重机（图0-3），这种塔桅起重机在起升高度49.5米时，最大起重量为400吨。

为开发我国沿海区油田，我国还设计制造成功500吨浮吊（图0-4）。浮吊吃水浅，可驶入港口任何地点吊运大型设备，为我国开发建设沿海油田做出了贡献。

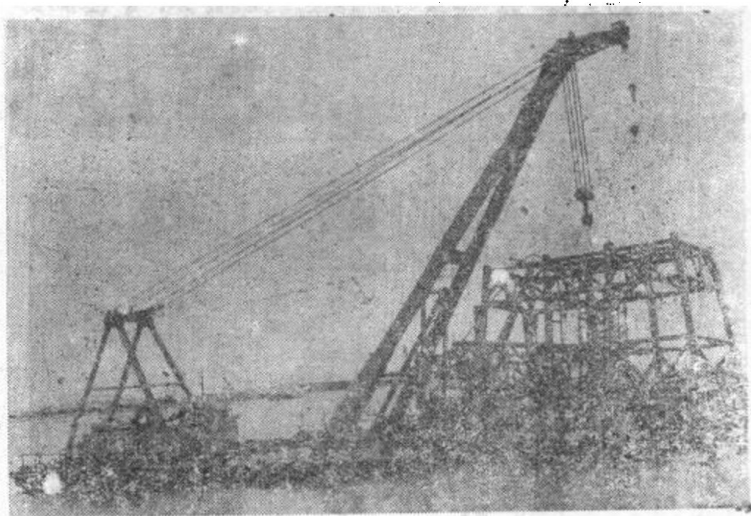


图 0-4 500吨浮吊吊运大型构件图

在重型运输机械方面，我国制成了400吨和450吨公路大平板车（图0-5）。这种大平板车具有载重量大、通过性能好、爬坡能力强等特点。为大型工程项目的施工和重型设备的安装，提供了良好的公路运输工具。

另外，我国还生产有800吨桥式脱锭起重机、630吨铸造起重机、450吨装卸桥、200吨龙门起重机、65吨全液压汽车式起重机、100吨自卸车和600吨桅杆式起重机(见图0-7)等，以适应日益增长的设备起重、装卸、运输与吊装任务的需要。



图 0-5 450吨平板车在行驶中

在吊装工艺方面，从解放初期只能用木制桅杆和手动绞磨来吊装18吨的反应塔和蒸发塔，发展到近几年用格构式金属桅杆整体吊装高82.5米、重达510吨的丙烯精馏塔；用塔桅起重机整体吊装321吨重的尿素合成塔；用支撑回转铰链和人字桅杆配合电动卷扬机整体扳起重达410吨、高156米的电视塔架；用桥式起重机和桅杆吊装1万2千吨模锻设备的底座、立柱和上横梁；用浮吊整体吊装460吨柴油机的主机；用电动螺杆提升机整体吊装260吨的网架屋盖；用组合桅杆和卷扬机整体吊装650吨重的网架屋盖，并在高空旋转就位等(图0-6)，积累了多方面的吊装经验(表0-1)。

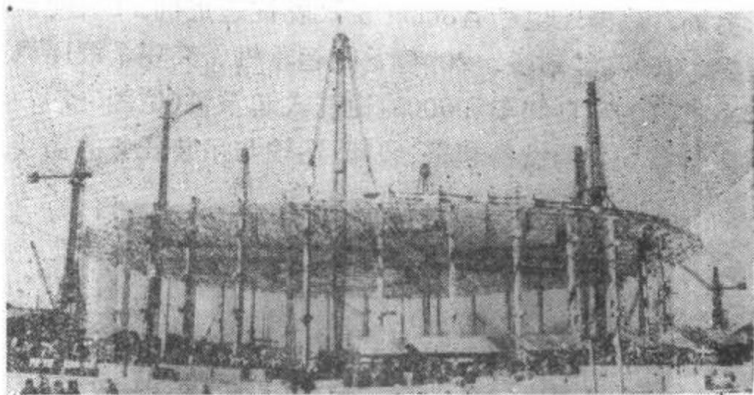


图 0-6 用组合桅杆整体吊装650吨的大型网架屋盖

我国重型设备与构件整体吊装技术发展统计 表 0-1

吊装年份	设备名称	设备重量(吨)	设备直径(米)	设备高度(米)	吊装工艺发展概况
1949	反应塔蒸发塔	18	2.3	10	双桅杆与绞磨滑移吊装法
1956	减压塔	162	6.4	27.32	双桅杆与电动卷扬机滑移吊装法
1960	减压塔	215	6.4	32	双桅杆与电动卷扬机滑移吊装法
1964	减压塔	317	8	32	双桅杆与电动卷扬机滑移吊装法
1974	尿素合成塔	360	2.476	35.45	塔桅起重机整体吊装, 用变幅机构旋转设备就位
1973	网架屋盖	650	124.6	安装标高 24.10	组合桅杆与卷扬机整体吊装, 并在高空旋转就位
1975	丙烯精馏塔	510	4.5	87	双桅杆与电动卷扬机滑移吊装法
1976	网架屋盖	206	长×宽 74.6×62.7	安装标高 23.3	电动螺杆提升机吊装, 用小机群吊装大型构件
1980	再生器	606	12.3	34.39	双桅杆综合整体吊装

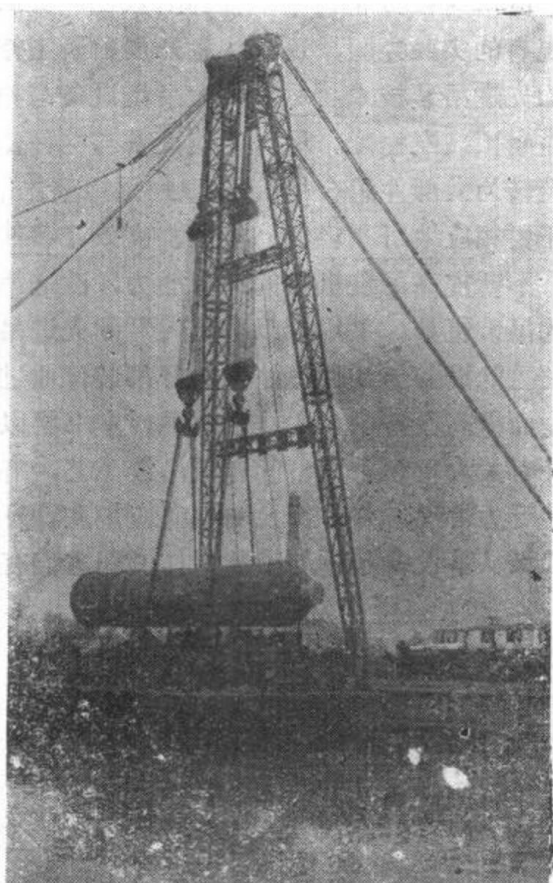


图 0-7 我国自己设计制造的600吨桅杆式起重机
正吊运500吨重的大塔

我国的吊装技术虽有较大的发展，但还只停留在技术上比较落后的用双桅杆吊装设备的基础上（表0-1）。这种方法，机具利用率低，耗用劳动力多，不能完全适应吊装作业的机械化成龙配套与连续作业发展的需要。今后我国的基本建设规模和形成的生产能力，预期有较大的增长，高、重、大

设备与构件的吊装任务也将增多。因此,我们一方面要总结和提高我国现有的实践经验,还应注意开展科研工作,并认真学习国外的先进吊装技术。尽量扩大吊装设备与构件的预装配范围,提高预装配程度。尽可能使设备与构件由个别部件的分散吊装转为大部件组合吊装,直到采用整体吊装的方法。同时还要相应地研制轻便、易造、高效、多能的新机械和新机具,不断提高吊装机具的起重能力,改进吊装工艺,使用轻便的吊装机具,采用“以小吊大”的先进吊装方法来吊装大型超重的设备与构件。注意搞好吊装作业过程中的安全施工,全面提高设备吊装的技术水平。本书将以主要篇幅介绍国内外有关大型超重设备的起重吊装工艺,阐明其特点,分析其受力情况,并举例说明如何应用和计算。希望本书对我国广大从事设备起重与吊装工作的同志们有所帮助。

第一篇 起重运输机械的分类、 基本参数和计算载荷

第一章 起重运输机械的 基本型式与分类

起重运输机械是安装工地的重要机械设备。它对于减轻起重工人繁重的体力劳动，提高劳动生产率和实现机械设备的起重运输及吊装的机械化具有重要的意义。

起重机械 起重机械是一种间歇动作的机械，它的工作特征是周期性的。即以重复的、短时间的工作循环来起吊或兼作水平移动设备。每一个工作循环中（即每起吊一次设备循环中）它的主要机构都作一次正向的和反向的运动。起重机械分为单动作和多动作两大类。单动作起重机械只能完成空间两点间的起重运输任务，一般属于这类的有：千斤顶、葫芦等。多动作起重机一般具有三个以上的运动机构，可在其工作范围内将设备从一个地点运送到任一地点。如汽车式起重机、履带式起重机、塔式起重机等。

水平运输机械 是连续动作的机械，它的工作机构都是作单向运动。如大平板车、拖拉机等。

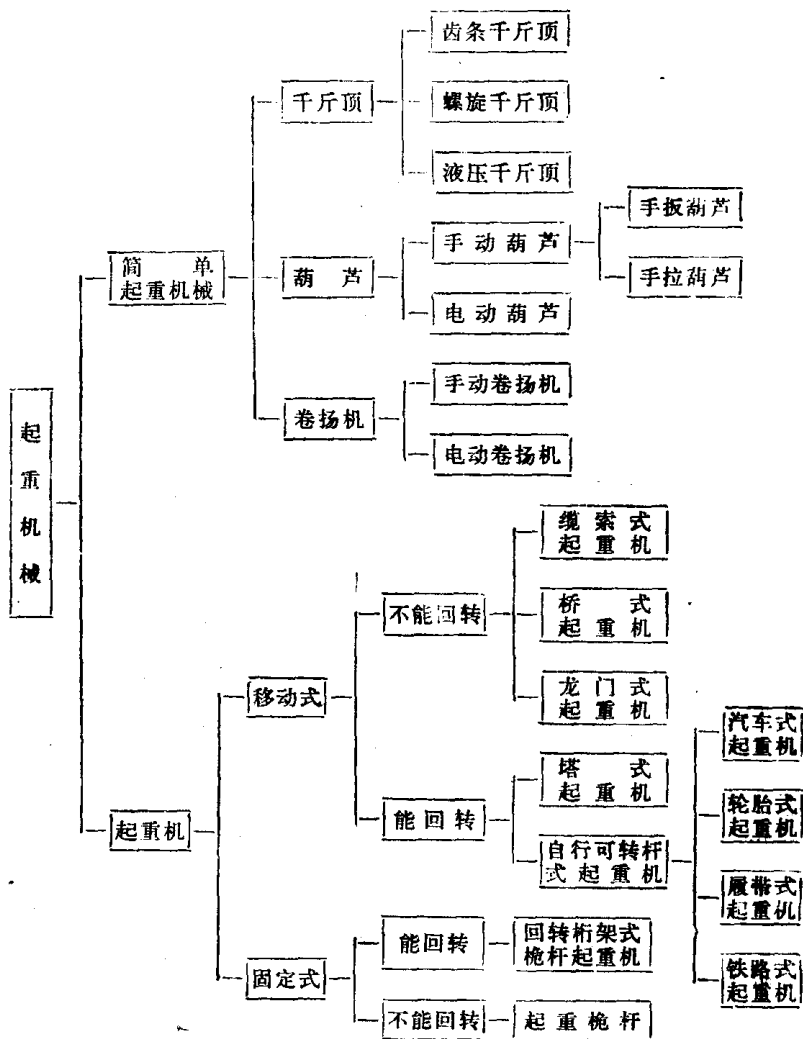
随着安装事业的不断发展，安装工地广泛地使用了多种类型的起重运输机械。为便于选型，根据结构和用途的特点

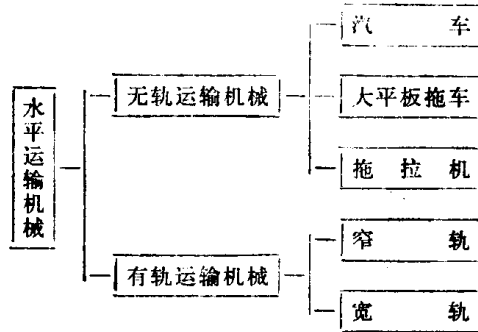
其分类见表1-1-1及表1-1-2。

安装工地常用的起重机械，我们着重介绍三种类型。

起重机械的分类

表 1-1-1





第一节 桅杆式起重机

桅杆也叫“把杆”、“抱子”。它是安装工地最常用最简单的起重工具。一般分独脚桅杆、人字桅杆、龙门桅杆和全回转桅杆等几种。它们都是配合牵引设备（绞磨、手摇卷扬机、电动卷扬机）和起重滑轮组来起吊设备的（图1-1-1、1-1-2、1-1-3、1-1-4、1-1-5）。

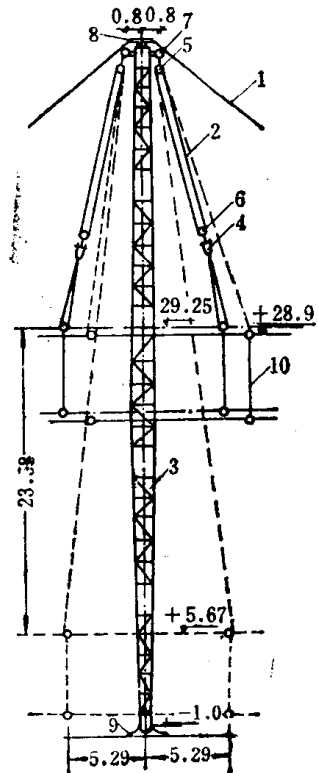


图 1-1-1 独脚桅杆

1—缆风绳；2—吊索；3—格构式桅杆；4—卡扣；5—定滑轮；6—动滑轮；7—吊耳；8—缆风盘；9—底座；10—网架

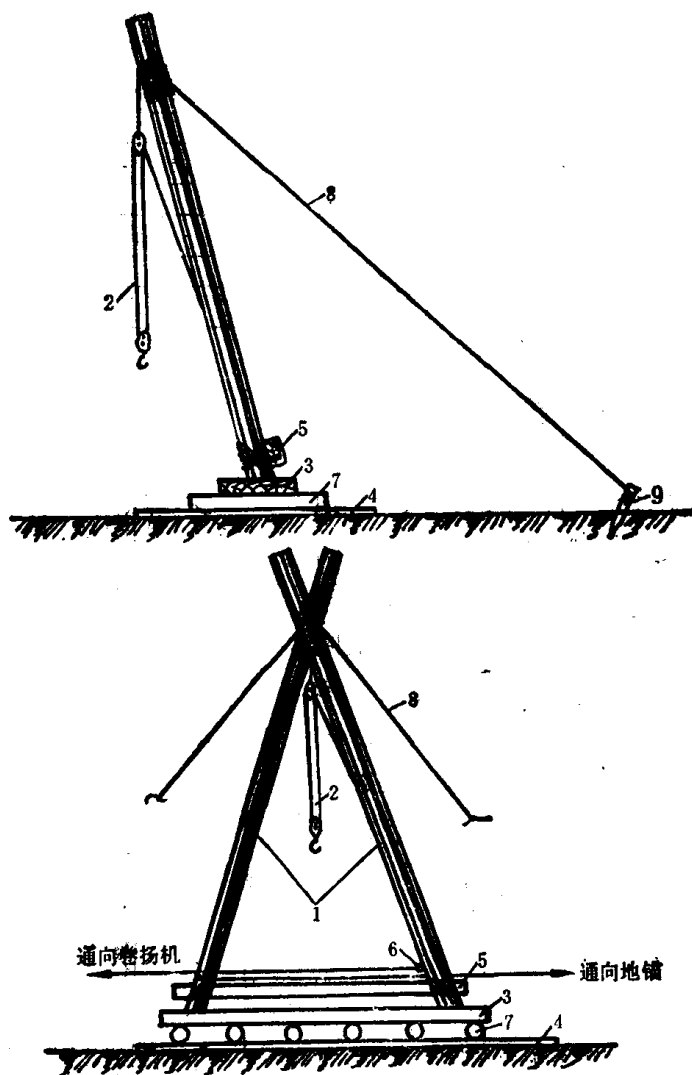


图 1-1-2 人字桅杆

1—桅杆，2—起重滑轮组，3—木制拖排，4—道木，5—受拉横木，
6—导向滑轮，7—滚杠，8—缆风绳，9—地锚