

起重运输机械使用与维修丛书

# 塔式起重机

张国瑞 丁 怡 编  
王介贞 夏昌基



307

机械工业出版社

本书系“起重运输机械使用与维修丛书”之一。书中比较详细地介绍了上旋式塔式起重机、下旋式塔式起重机、具有自身架设机构的塔式起重机以及附着式自升塔式起重机和内爬式自升塔式起重机等多种机型的技术性能、构造、工作原理、装拆方法、倾覆稳定性、安全装置、事故分析以及使用维修与保养等方面的知识。同时还介绍了塔式起重机电气设备的构造、工作原理、主电路和控制电路以及电气设备的维修。此外，还扼要地介绍了附着式自升塔式起重机与内爬式自升塔式起重机的自升、内爬原理及其过程。

本书既可供从事塔式起重机使用和维修工作的工人阅读，又可供有关技术人员在工作中参考，还可作为对工人进行培训时的参考读物。

## 起重运输机械使用与维修丛书

### 塔式起重机

张国瑞 丁 怡 编  
王介贞 夏昌基

\*

责任编辑：沈 红 责任校对：张 佳

封面设计：刘 代 版式设计：王 颖

责任印制：卢子祥

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

景山学校印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印张 8·插页2·字数135千字

1991年4月北京第一版·1991年4月北京第一次印刷

印数 00,001—01,750·定价：7.40元

\*

ISBN 7-111-02516-4/TH·409

## 序 言

起重运输机械（也称物料搬运机械）是物流机械化系统中的重要设备。正确合理的使用，能使这些设备发挥最佳的效能；正常及时的维修，能使这些设备获得最长的使用寿命。为了保证设备始终处于正常运转状态，消灭误操作，去除不安全因素和防止故障停车，需要使操作和维修人员了解机器的构造，特别是关键零部件的构造、性能，以及易出故障的部位；了解如何才能防止发生故障，如何迅速有效地排除故障，哪些是易损件以及什么时候应予以更换。

中国机械工程学会物料搬运专业学会组织了众多的专家编写了这套《起重运输机械使用与维修丛书》，以供广大操作和维修工人和有关的技术人员使用。目前先陆续出版下列12分册，即：带式输送机，通用桥式和门式起重机，电梯，架空索道，气力输送机，叉车，轮式起重机，冶金起重机，塔式起重机，门座起重机，刮板和埋刮板输送机，螺旋输送机、斗式提升机和振动输送机。今后视需要再增加其他分册。

我们殷切希望这套丛书能为广大读者在今后的工作中提供有益的帮助。由于我们缺乏经验，有不当之处，欢迎读者批评指正。

李 岳

1987年11月

## 前 言

随着我国社会主义建设事业的发展，特别是国民经济的一大支柱——建筑业的兴起，对建筑施工的机械化提出了越来越高的要求。塔式起重机是工业与民用建筑的一种主要施工机械，因此近年来发展迅速，使用范围也愈来愈广，因此急需培养与训练大批使用、维修与管理人才。为了满足这方面的需要，我们编写了“起重运输机械使用与维修丛书”中的《塔式起重机》。

本书在阐述塔式起重机构造的基础上，着重介绍塔式起重机的装拆、倾覆稳定性、安全装置、常见事故及其原因分析以及使用、维修与保养。对电气设备也作了专门介绍。

由于我国关于塔式起重机的标准、规范与规程目前还不齐全，国产塔式起重机的批量虽不大，但品种繁多、规格不一，所以我们只能从中选择几种典型的塔式起重机加以介绍，其中多数是70~80年代的产品，但个别的也有60年代的老产品，因为目前这种产品还在大批使用，一时又不可能全用新机器去替代，它们同样需要进行维修保养和注意安全生产，所以介绍一些老产品我们认为有必要。

近几年来，各大城市相继进口了一批国外较为先进的塔式起重机，有的单位正在引进技术，准备国产化，因此在书中对这类设备也作了简单介绍。

本书可供具有初中以上文化程度从事塔式起重机使用和维修工作的工人阅读，并可作为从事塔式起重机维修、管理

---

工作的技术人员的参考书，也可作为塔式起重机安全教育方面的教学用书。

本书由上海交通大学张国瑞同志编写第一章的一、第三章及第四章的一、二、三；丁怡同志编写第一章的二及第二、五章；王介贞同志编写第六章；上海机械化施工公司夏昌基同志与张国瑞同志合写了第四章的四。最后，由张国瑞同志对全书进行了补充、修改、统一与整理。

全书由上海交通大学陈健元教授进行了深入细致的审阅，并提出了不少宝贵意见，在此表示深切的谢意。

在编写本书的过程中，深得全国物料搬运专业学会编辑出版委员会主任委员、上海交通大学洪致育教授以及其他有关同志的热情指导与帮助。特别在编写第六章时，得到上海建筑科学研究所的陈新懋同志的协助，在此一并表示感谢。

由于水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，敬希广大读者批评指正。

编者 1989年3月

# 目 录

## 前 言

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第一章 绪论 .....                   | 1   |
| 一、我国塔式起重机的发展概况 .....           | 1   |
| 二、塔式起重机的组成与类型 .....            | 4   |
| 第二章 塔式起重机的构造 .....             | 21  |
| 一、塔式起重机常用机型的构造 .....           | 21  |
| 二、塔式起重机常用机型的技术性能参数 .....       | 52  |
| 第三章 塔式起重机的安装与拆卸 .....          | 53  |
| 一、QT60/80型塔式起重机的安装与拆卸 .....    | 53  |
| 二、QT45型与TD25型塔式起重机的装拆 .....    | 74  |
| 三、ZT120型附着式自升塔式起重机的安装与拆卸 ..... | 81  |
| 四、QTP60型内爬式自升塔式起重机的安装与拆卸 ..... | 93  |
| 第四章 塔式起重机的抗倾覆稳定性与安全装置 .....    | 104 |
| 一、塔式起重机的抗倾覆稳定性 .....           | 104 |
| 二、塔式起重机的检查与试验 .....            | 109 |
| 三、塔式起重机的安全装置 .....             | 119 |
| 四、常见的事故及原因分析 .....             | 135 |
| 第五章 塔式起重机的使用与保养 .....          | 140 |
| 一、润滑 .....                     | 140 |
| 二、安全操作规程 .....                 | 146 |
| 三、塔式起重机的日常维护和保养修理 .....        | 152 |
| 第六章 塔式起重机的电气设备 .....           | 158 |
| 一、常用电气设备 .....                 | 158 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 二、塔式起重机的电路图 .....         | 212 |
| 三、电气设备的维修 .....           | 229 |
| 附录 .....                  | 236 |
| 附录 I 我国塔式起重机型式、基本参数 ..... | 236 |
| 附录 II 异步电动机技术数据 .....     | 240 |
| 参考文献 .....                | 247 |

---

# 第一章 绪 论

## 一、我国塔式起重机的发展概况

塔式起重机（以下简称塔机）具有工作效率高、适用范围广、回转半径大、起升高度高、操作方便，以及安装与拆卸也较简便等特点，在我国建筑安装工程中已得到广泛的使用，并成为一种主要的施工机械。塔机除用于工业与民用建筑外，在电站施工、水利建设以及造船等部门也常有应用。

工业与民用建筑总是从基础开始逐层建造的，大量的建筑材料需由地面向上层输送，塔机是完成垂直输送效率最高的起重设备之一。由于塔机的起重臂安装在塔身的上部，而且高出建筑物，因此它可安装在靠近建筑物的地方，它的有效幅度比其他起重机要大得多，从而为把起吊物直接吊装到所需要的位置上带来了莫大的方便。

### 1. 塔式起重机的发展历史

在我国，塔机的生产与应用已有30多年的历史，经历了一个从测绘仿制发展到自行设计制造的过程。

在50年代，为了满足经济建设的需要，引进了苏联以及东欧一些国家的塔机，并进行仿制。1954年仿制了民主德国建筑师设计的 I 型塔机，并试制了我国第一台 TQ2-6 型塔机。随后为了满足电站施工需要，先后仿照苏联样机，研制了15t与25t塔机，这个时期我国生产与使用的塔机都较少。

到了60年代，我国进入了自行设计与制造塔机的阶段。

在1961年，试制成功了红旗Ⅱ号塔机，它是我国最早的自行设计的塔机。现在看来，尽管其性能不及当前塔机，但由于价廉、使用方便，直至今日还有一定的市场。随后，我国又自行设计制造了TQ6型等塔机；1965年，全国已有生产厂10余家，生产塔机360多台。这些塔机都是下回转动臂式的，可整体拖运，能满足6层以下民用建筑施工的需要。

70年代起，由于建筑施工的需要，我国塔机进入了技术提高、品种增多的新阶段。1972年为北京饭店施工，我国又行设计制造了 $160\text{t} \cdot \text{m}$ 的附着式自升塔机；1974年为广州白云宾馆施工，又自行设计制造了 $40\text{t} \cdot \text{m}$ 的内爬式自升塔机；1975年为满足高层建筑施工的需要，在上海自行设计制造了ZT-120附着式自升塔机。这些自升式、上回转、水平臂架小车变幅的塔机的研制成功，使我国塔机生产进入了新的阶段。在这期间，下旋式塔机的新品种有QT16、QT25、QT45型等。有的采用了伸缩塔身和折叠臂架结构，使施工中的运输长度大大缩短。

进入80年代以来，我国塔机已出现了不少新产品，主要有QTP60、QTK60、QT80A、QTF80和QT250型等。这些产品在性能方面已接近国外70年代水平。

## 2. 塔式起重机的概况

从30多年我国塔机发展历史可看出，我国塔机生产技术的进步是明显的。由50年代的动臂式变幅塔机结构变化到70年代的水平臂小车变幅结构，不仅提高了变幅速度，也提高了生产率，并且节省了能耗。上旋式塔机几乎都采用了水平臂小车变幅，就是下旋式塔机也朝采用水平臂小车变幅方向发展。50年代老式塔机回转机构因采用塔帽与定柱式回转支承，回转阻力大，所以目前都采用了轴承式回转支承。随

着高层建筑的发展,塔机起升机构由单速变成多速,调速范围已达1:10以上,使塔机实现重载低速,轻载高速。另外塔机的安全装置已日趋完善,力矩限制器也得以普遍应用。塔机的自重也在不断下降。自升式塔机都已采用液压顶升机构。

我国塔机的产量与拥有量也有迅速的增长,从50年代的几十台发展到现在的7136台。最近几年为满足建筑施工的需要,也适当地购买了一些国外塔机,其中有联邦德国的Liebherr公司,法国的Potain公司,意大利的Edilmac公司等。这些塔机在技术性能上是比较先进的,制造质量也是好的。

尽管我国30多年来塔机得到了较大的发展,但在质量与数量上尚不能满足建筑业发展的需要。与国外塔机相比,在性能、质量上有着明显的差距。在性能上的差距主要表现在幅度小、速度低、自重大、耐久性差等。在制造质量上的差距则更大,如传动件工艺落后、精度差、磨损严重,漏油现象也普遍存在;结构件焊接飞溅,焊不透,焊缝不均匀、不平整;电气元件质量差,寿命短;油漆掉皮锈蚀严重等。在塔机设计方面也有差距,由于专业标准较少,造成机型混乱,零部件不通用;科研工作薄弱,试验研究条件差,技术储备少,造成设计出来的新产品面貌变化不大。

从数量上看,我国目前的产量还远远满足不了需求量,1979~1985年,我国完成建筑面积42亿 $\text{m}^2$ ,若平均每年完成6亿 $\text{m}^2$ ,实用塔机8000台。1986~2000年,我国预计完成建筑面积160亿 $\text{m}^2$ ,平均每年完成11亿 $\text{m}^2$ ,若按比例倍增,则需塔机16000台,如果考虑大批老塔机更新,则需求量更大。

摆在我国塔机行业面前的任务是尽快地设计制造出大批性能好、质量高、使用方便、价格合理的塔机,以满足建筑

业发展的需要。与此同时，使用部门相应地要补充与培训一大批素质好、技术水平高的专职塔机司机，以及维修管理人员。改变过去单凭经验或者习惯操作的做法，而应要求司机及维修管理人员了解所使用塔机的结构、性能、安装维修知识以及操作要点等，以适应需要。

## 二、塔式起重机的组成与类型

### 1. 塔式起重机的组成

塔式起重机与其他各类起重机相比在构造上有很大的不同。其主要区别是：塔式起重机有一个很高的竖直塔身，在塔身的上部，安装着起重臂架，臂架能随起重机回转部分一起作 $360^\circ$ 的回转。

这种构造独特的起重机的产生，主要是为适应建筑施工的需要。众所周知，为建筑施工服务的起重机，应具有尽可能大的起升高度，以便适应各类高大建筑物的施工需要。其次，希望在起重机臂架的下方，具有一个作业空间，能够容纳逐渐建高的建筑物，对于高层建筑来说，希望这个作业空间随着建筑物的建高而增大，以避免起重机臂架与建筑物构件相碰，阻碍施工。正是这个原因，在建筑施工中，塔式起重机比起汽车起重机、履带起重机应用更为广泛，成为建筑工程与安装工程中吊运各种建筑材料、构件、装备、工具的主要施工机械。图1-1中列出了最常见的各种塔式起重机的外形和在不同建筑物施工中的应用。

任何一台塔式起重机，不论其技术性能还是构造上有什么差异，总可以分解成为三个部分：金属结构部分，工作机构部分和驱动控制系统部分。

塔式起重机金属结构部分由：塔身，塔头或塔帽，起重

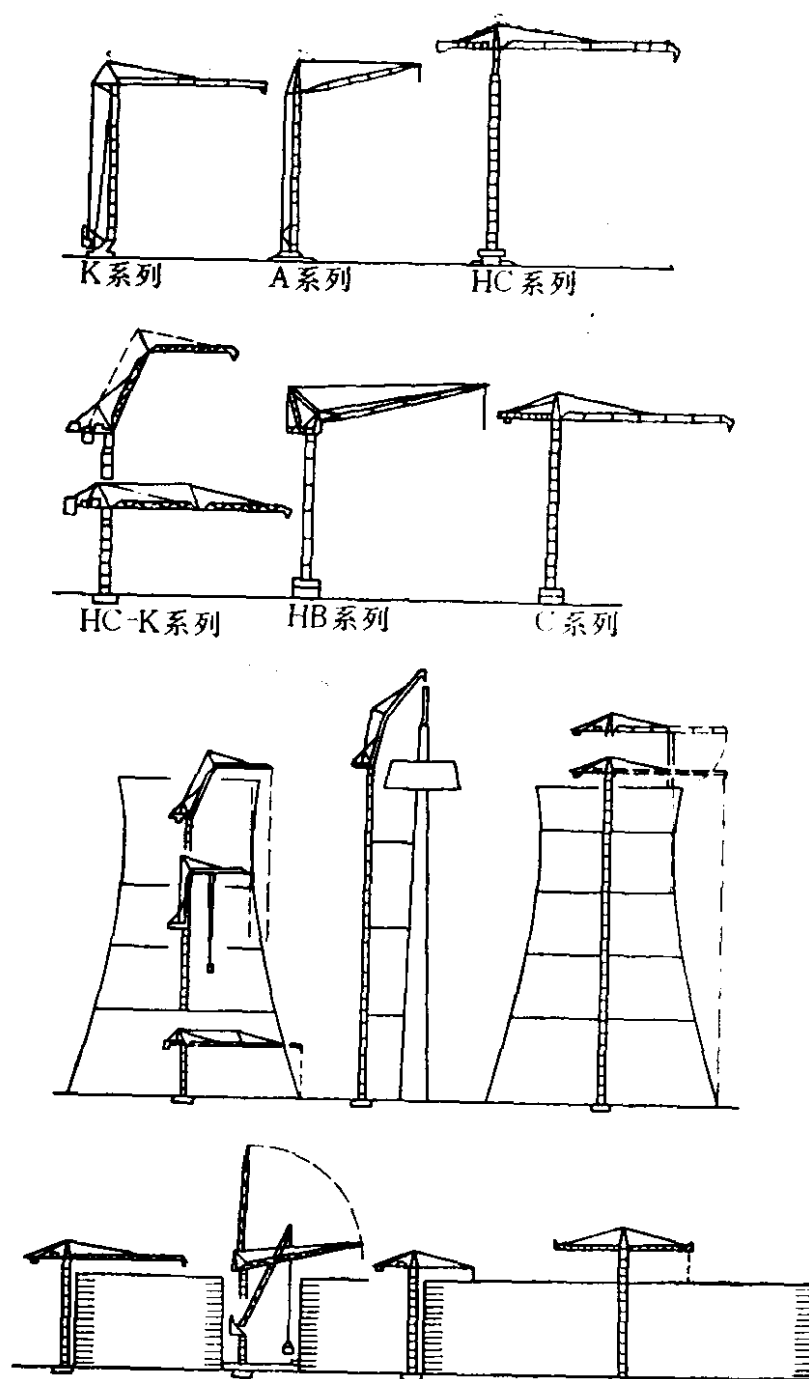


图 1-1 塔式起重机各种型式及应用举例

臂架，平衡臂架，回转支承架，底架，台车架等主要部件所组成。对于特殊的塔式起重机，由于构造上的差异，部件也有所增减。

一台完整的塔机，就是把这些主要部件组合拼装在一起构成的整体。它承受各种工作负荷其功能似人体的骨架。

塔机是室外作业的机械，同时又要经常的转移施工工地，为了减小受风面积，便于装拆、搬运，并满足在运输中界限尺寸与重量限制的要求，大部分金属结构部件，均采用分段的格子式结构，格子式结构的每个分肢由型钢——角钢、槽钢、管子等焊接而成，运到施工工地后再总装成一个整体。图1-2为金属结构各部件在塔机中的位置。

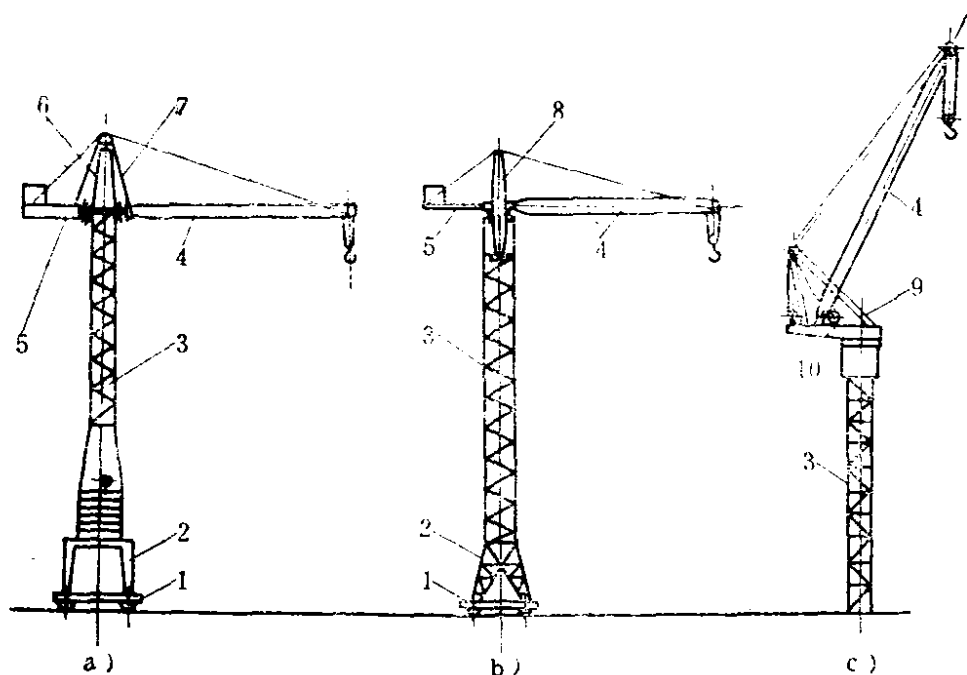


图 1-2 金属结构部件及其在各类塔机中的位置

a) 回转定柱式 b) 回转转柱式 c) 回转支承式

1—行走台车及横梁 2—门架 3—塔身 4—臂架 5—平衡臂架 6—塔顶 7—塔帽 8—转柱 9—人字架 10—转台

塔机的工作机构是为了实现各种机械运动，达到预定的各个机械动作而设置的各机械部分的总称。例如一台性能完善的自升式塔机，往往装备着以下的工作机构：起升机构、变幅机构、回转机构、大车运行机构和顶升机构等。有的还

有其他各种辅助性的机构。这些机构完成的功能分别是：起升机构实现物品的上升与下降；变幅机构改变吊钩的幅度位置；回转机构能使起重臂架作 $360^\circ$ 的回转，改变吊钩在工作平面内的位置，即使塔机在固定不动的情况下，吊钩也能在以塔机回转中心为圆心的圆环面积内调位；大车运行机构使整台塔机运行，改变它的作业地点；顶升机构使塔机的回转部分升降，从而改变塔机的工作高度。

上述各个工作机构，可以单独工作，也可以根据需要2~3个机构协同配合工作，有利于加快施工速度。

图1-3列出了四个工作机构的工作原理简图。以每台塔机必定配备的起升机构为例，它由驱动装置、传动装置、制动装置和工作装置四个部件所组成。驱动装置主要采用交流电动机，用它发出动力；传动装置按机构布置的需要，以及诸如效率、价格、尺寸等多方面的考虑，采用各种减速装置，用它完成转速与力矩的转换的最佳匹配，使电动机处于高效最佳状态工作，又能满足工作装置的要求；工作装置由卷筒、滑轮组、吊钩与钢丝绳等所组成，当传动装置驱动卷筒转动时，钢丝绳收进或放出，使吊钩上升或下降；制动装置能把运动着的吊装物品制动，并能支持住，而不允许在重力作用下下落。由于重力始终作用在被悬吊的物品上，所以起升机构必须选用常闭式制动器，即制动力矩在制动器不松闸时，始终作用在工作装置上，使卷筒不能转动。其他机构的工作装置不同，例如牵引小车变幅机构和大车运行机构的工作装置分别为小车和车轮装置，回转机构的工作装置为支承回转装置上的啮合齿轮。对于回转机构中的制动器经常选用常开式的。

驱动控制系统是塔机又一个重要组成部分。驱动装置为各种机构提供动力，最常用的为YZR与YZ系列交流电动机。

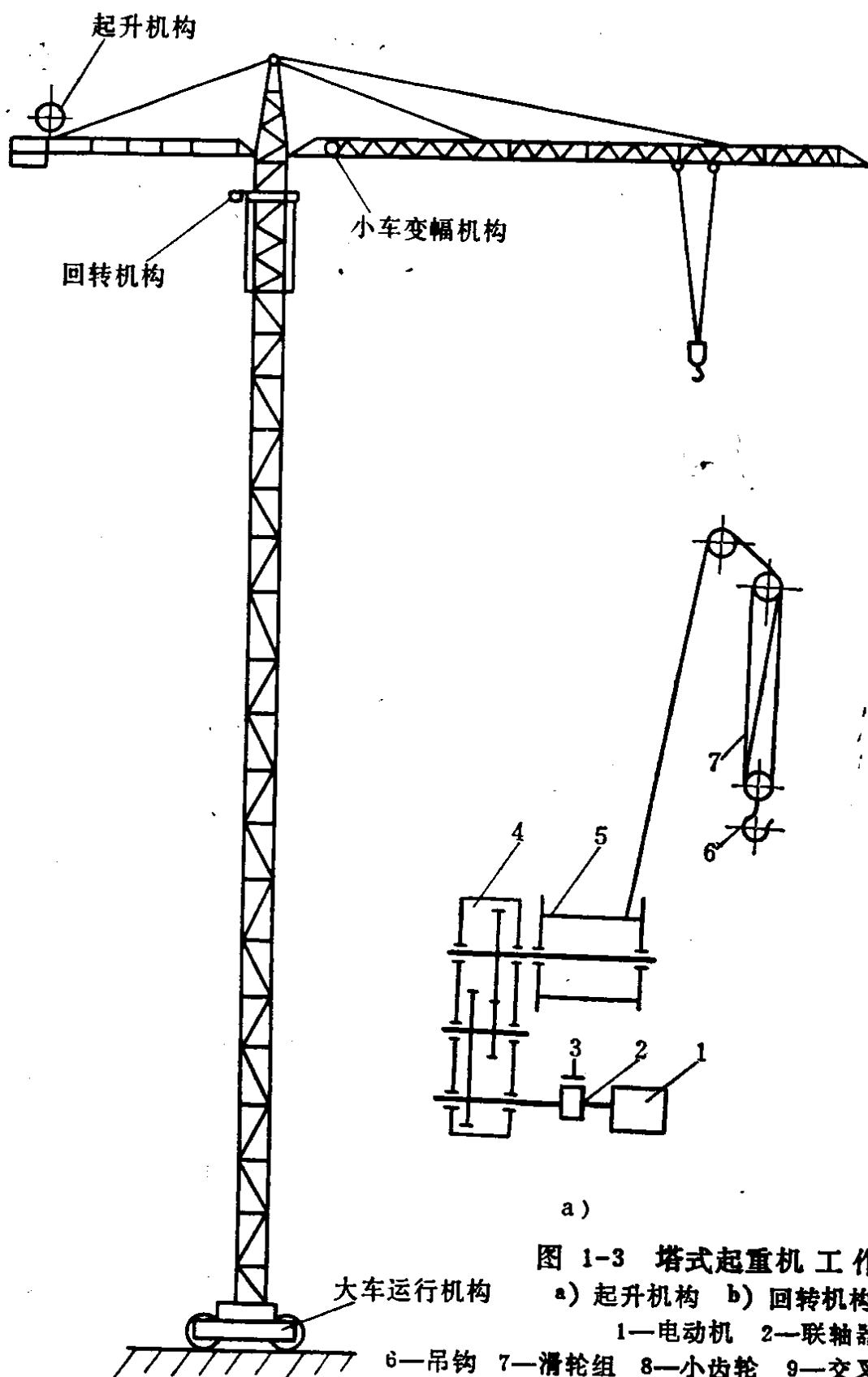


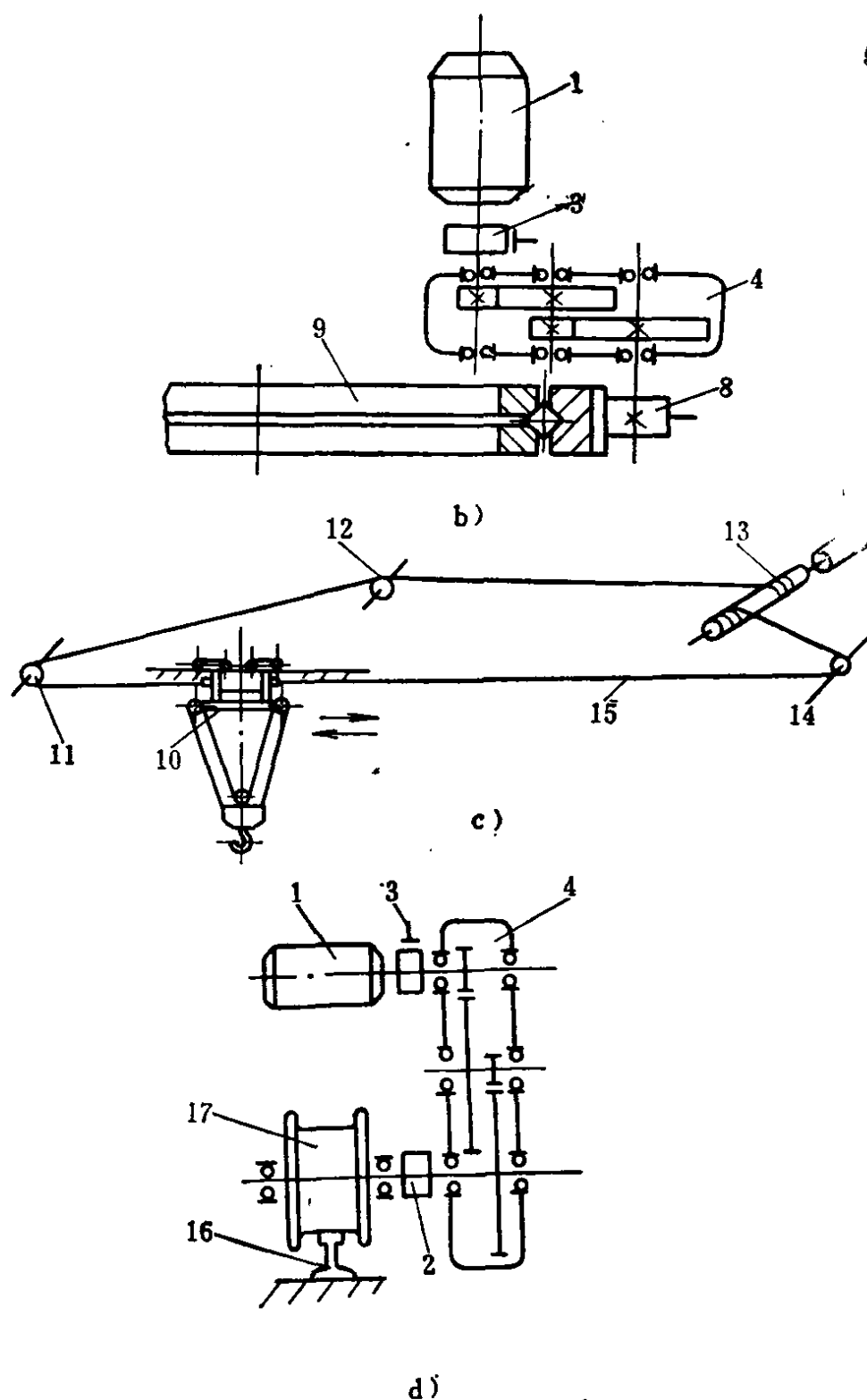
图 1-3 塔式起重机工作

a) 起升机构 b) 回转机构

1—电动机 2—联轴器

6—吊钩 7—滑轮组 8—小齿轮 9—交叉

12—张紧轮 13—变幅机构传动装置



### 机构及其在塔机中的位置

c) 变幅机构 d) 运行机构

3—制动器 4—减速器 5—卷筒

回转支承 10—小车 11—吊臂端部导向轮

14—吊臂根部导向轮 15—钢丝绳 16—轨道

17—车轮

控制系统对工作机构的驱动装置和制动装置实行控制，完成机构的起动、制动、改向、调速以及对机构工作的安全性实现监控，起安全保护作用，并及时地把工作情况用各种参量：电流值、电压值、速度、幅度、起重量、力矩、工作位置与风速等数值显示出来，让司机知道，做到操作时心中有数。一台工作性能优越的塔机，必须有性能良好、安全可靠、寿命较长的控制系统与之配合，有关驱动与控制系统的详细介绍可见第六章及其他有关章节。

必须强调指出，在塔机上安装各种安全保护装置是十分必要的，因为塔机属于事故多发性的机种之一，其中由于超载而引起倒塔，塔身折弯，以及在大风作用下，因夹轨器失灵，整台起重机被风吹走，走至轨道头部，遇到挡板而翻车的重大事故时有发生，造成生命、财产的重大损失，因此在塔式起重机上，安装各种安全装置是实现安全生产的重要措施之一。常用的安全装置有：起升高度限位器，起重量限制器，幅度指示器，载重力矩限制器，风速仪，夹轨器，锚定装置及各种行程限位开关等，将在第四章作介绍。

## 2. 塔式起重机的类型

塔式起重机种类繁多，型式各异，大小不一，因而性能也不同。但经仔细分析可发现，不同之中仍有共性存在。下面按塔式起重机的构造和使用特点分类如下：

(1) 按照起重机有无运行机构，可分为行走式塔式起重机和自升式塔式起重机（图1-4）。

行走式塔式起重机是应用最为广泛的一种型式。这种塔机是用刚性车轮把整台起重机支承在临时性的轨道上，轨道铺设在碎石子与枕木上，或直接铺设在用钢板焊成的承轨箱上。当开动运行机构时，塔机即可沿着轨道前进或后退，有