

建筑施工特种设备 安全使用知识与技术

朱森林 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



建筑施工特种设备 安全使用知识与技术

朱森林 编著

附录 1 附录 2 附录 3 附录 4



机械工业出版社

建筑施工特种设备的使用是具有一定的特殊性和专业性，如使用管理不当或操作失误，往往会造成重大事故，给人们的生命和财产带来巨大的损失。

本书作者根据其近 40 年的工作经历，按实际工作要求，从设备的机械结构、性能、原理及标准规范要求、安全规程、维修保养知识等对建筑施工特种设备的安全使用进行讲述。同时注重对现场使用时易引发事故的原因及需注意防范因素的表述。

本书可供建筑施工机械使用人员及管理人員的使用，还可以作为培训教材供学员使用。

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工特种设备安全使用知识与技术/朱森林编著. —北京:机械工业出版社, 2008.1

ISBN 978-7-111-23154-7

I. 建… II. 朱… III. 建筑机械-安全技术 IV. TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 199544 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 何文军 版式设计: 霍永明 责任校对: 樊钟英

封面设计: 王奕文 责任印制: 杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 10.625 印张 · 281 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-23154-7

定价: 26.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

前 言

建筑施工在我国已列入高危作业范围，其中特种施工设备在施工作业中会对现场及周边的安全存在有潜在的威胁，而且还占有相当的比例。该类设备之所以称为特种设备，是因具有一定的技术难度，如果使用管理不当或操作失误，往往会造成重大事故，给人们的生命和财产带来巨大的损失。因此，对特种设备要做到安全管理与使用，是时代的要求，也是本书叙述的宗旨。

所谓建筑施工特种设备指的是建筑起重或运送设备。在现代建筑施工所采用的设备中，属于该类设备主要有：塔式起重机、外用施工电梯、卷扬机等。其中尤其是塔式起重机与外用施工电梯，它们的自身重量大、体积大，具备一定的技术含量，需要采用特别的方法与设备经常在工地进行安装架设与拆除，故对其安全威胁最大，为此，书中将予以重点介绍。

对于建筑施工中特种设备的安全使用，国家已制定了相关的安全条例、规章、规范。它们是安全生产的法律保障，业内人员一定要学习、熟悉与掌握。只有提高特种设备的管理人员和操作人员的专业知识水平，提高职工队伍的整体技术素质，掌握特种设备的结构要点、操作技能、危险因素及预防注意事项，吸取曾发生的事故经验教训等方面的业务知识，并做到理论与实际相结合，才能做到安全二字。另外，在特种设备的使用中，知道怎样去掌控其关键要领与技术，才能避免在使用中出现失误。可以说，对于先进的特种施工设备，只有真正掌握了其技术要领的人去管理与使用，并按责任心去做事，才能从根本上杜绝隐患，防止事故的发生。

本书力求从实际要求出发，从设备的机械结构、性能、原理及规范要求、安全规程、维修保养知识等进行讲述。本书可作为培训教材，但由于编者知识有限，书中难免有不足与疏漏，欢迎广大读者予以指正。另外在编写中还参考了一些技术文献，在此对相关作者表示感谢。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第一章 塔式起重机概论	6
第一节 塔机的发展概况	6
第二节 塔机的分类和型号编制方法	14
第三节 塔机规格及技术性能参数	19
第二章 塔机的主要构造	24
第一节 塔机的钢结构部分	25
第二节 塔机的工作机构	30
第三节 塔机的电气部分	39
第三章 塔机的安全保护装置及主要危险因素	53
第一节 塔机的安全保护装置	53
第二节 塔机的主要危险因素	60
第三节 固定式塔机基础的设制	67
第四章 正常情况下的塔机安装	79
第一节 自升式塔机的安装与顶升接高	79
第二节 自升式塔机的附着锚固	91
第三节 塔机安装后的检查和验收	101
第五章 塔机相关机电及维修保养知识	110
第一节 塔机的用电知识	110
第二节 塔机的定检与保养	118
第三节 塔机用钢丝绳及绳轮	122
第四节 塔机用起重件知识	136
第六章 塔机安全使用相关文档知识	144
第一节 塔机使用的相关标准、规范	144
第二节 塔机的安全技术规程与安全操作规程	146
第三节 检查及审视员进场如何看塔机	152

第七章 塔机安全事故剖析	157
第一节 塔机倒塔事故分析	157
第二节 塔机顶升中发生事故的分析	164
第三节 水平吊臂类塔机的折臂事故分析	168
第四节 其他典型事故分析	173
第八章 施工升降机	180
第一节 施工升降机的分类和产品型号	180
第二节 施工升降机的构造	183
第九章 施工升降机的安全保护装置与使用维护知识	192
第一节 施工升降机的安全保护装置	192
第二节 施工升降机的安全操作	197
第三节 SC 系列施工升降机的维护与保养	202
第四节 施工升降机曾发生的事故分析	209
第十章 建筑卷扬机	215
第一节 建筑卷扬机的分类与结构	215
第二节 建筑卷扬机的使用与维护保养知识	222
第十一章 物料提升机	228
第一节 物料提升机的分类与结构	228
第二节 物料提升机的使用知识	230
第十二章 工地安全用电及其他安全技术知识	237
第一节 工地安全用电知识（一）	237
第二节 工地安全用电知识（二）	247
第三节 工地安全用电知识（三）	260
第四节 其他相关安全技术知识	268
附录	273
附录 A 试题	273
附录 B 特种设备安全监察条例（仅摘录相关于起重机械部分）	296
附录 C 建筑工程安全生产管理条例（国务院令 393 号）	315
参考文献	331
后记	332

绪 论

所谓建筑施工特种设备，指的是在施工作业中对现场人员和周围环境的安全构成较大威胁的机电设备。故在建筑施工现场，它指的就是建筑起重或运送设备，即建筑起重机械是最具代表性的现代建筑施工中的特种设备。

起重机械是现代工程企业在施工中实现生产过程机械化，减轻繁重体力劳动，提高劳动生产率的重要机械设备。由于起重机械在生产中是将重物吊起高离地面，使其产生较大的位能和势能，如果操作人员的专业培训与安全教育不够，在日常工作中的安检不到位，以及岗位责任制度不健全等原因，将会引发设备和人身事故。因此，为了保证起重机械的安全作业，人们必须研究起重机械的安全运行问题，也就是起重机械安全技术。

起重机械是一种亘古以来就为人们所使用的机械，中国古代就有“立木支千斤”之说，在现代的国家经济建设各部门中，都广泛地使用起重机械。它属于机械行业的一大门类，其形式和构造各不相同。我国在 2000 年前，是通常根据其结构和用途的特征而分为单动作、复动作两大类，后者又分为旋转类型和桥式类型的起重机，其情况可见表 0-1。

当时的起重机械的主要参数如下：

Q ——起重量

h ——起升高度

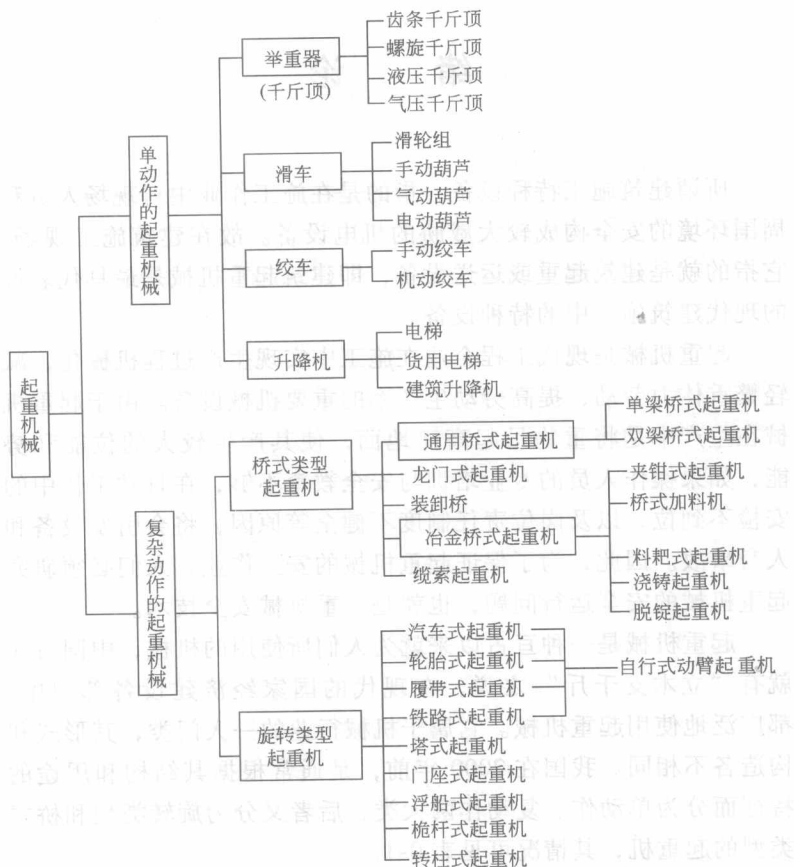
v ——工作速度

l_k ——跨度（或幅度）

外形尺寸和工作类型

起重机工作类型是表示起重机工作的繁重程度和工作条件的参数，当时我国标准把起重机分为六类，手动的起重机为一类；

表 0-1 起重机分类



动力驱动的起重机分为轻型、中型、重型、特重型、连续特重型五类。从表 0-2 中可以看出起重机机构工作类型和起重的吨位大小是两个不同的概念。起重机的各机构工作类型可以各不相同。

表 0-2 中系数的计算方法如下：

$$JC\% = \frac{\text{机构一个循环内的工作时间}}{\text{机构一个循环的总时间}} \times 100\%$$

$$\text{机构的年利用系数：} K_n = \frac{T_n}{365}$$

表 0-2 动力 (机械) 驱动起重机构类型的分类

工作制度	机构的平均利用率				每小时接合次数	每小时起吊次数	周界温度 / $^{\circ}\text{C}$	机构的工作特点及典型情况
	延续时间率 J_C (%)	年利用系数 K_a	日利用系数 K_d	载荷利用系数 K_s				
轻型	15	0.25	0.33	0.25 ~ 0.5	≤ 60	2 ~ 10	25	工作特点: 工作间歇时间长, 速度低 电站、泵房、变电所维修起重机的门座、塔式起重机的吊车运行机构
中型	25	0.5	0.67	0.5 ~ 0.75	60 ~ 120	5 ~ 15	25	工作特点: 在各种不同大小载荷下工作, 速度一般 中批生产的机械、装配、机修车间等用的起重机的塔式起重机的旋转机构、电动葫芦等
重型	40	0.75	0.67	0.75 ~ 1	120 ~ 240	10 ~ 20	25	工作特点: 经常在接近额定载荷下工作, 速度较大。所有部件安全系数不小于 5 大量生产的工艺车间、料库、铸锻车间用的桥式起重机的起升机构。用于起吊易燃、易爆、毒品、酸类、赤热金属的起升机构
特重	60	1.00	1.00	1	240 ~ 480	20 ~ 40	45	工作特点: 经常在额定载荷下工作、速度高。 冶金企业工艺车间和仓库的起重机的起升机构; 堆料场装卸桥小车的起升、运行机构
连续特重型	80	1.00	1.00	1	480	40 ~ 80	60	工作特点: 高速满载 夹钳、料耙起重机的起升、运行机构, 港口、铁路枢纽站起重机的起升机构、抓斗闭合机构和旋转机构

式中 T_n ——一年中的工作天数。

$$\text{机构的日(昼夜)利用系数: } K_r = \frac{T_r}{24}$$

式中 T_r ——一昼夜工作小时数。

$$\text{机构载荷利用系数: } K_z = \frac{\text{机构的平均负荷量 } Q_p}{\text{机构的额定负荷量 } Q}$$

建筑起重机械在施工现场中起着重要的作用,在我国它也随着建筑规模的发展而发展,在20世纪70年代前,我国的一般建筑在6层以下,高层建筑不太多,其施工用的垂直运输机械多是搭设井字架配以卷扬机来完成。当时所采用的建筑起重机,基本上是独立塔桅、俯仰变幅、下部旋转的小吨位塔式起重机,现工地上称为旧式塔式起重机。但自20世纪80年代后,随着国家体制改革,国内建筑规模的高速发展,高层、超高层建筑比比皆是,建筑施工对垂直运输有了新的要求,出现了专用的建筑施工电梯即外用施工升降机,并将井字架的搭设件制成标准散件,或改造成立柱形式,就形成了各种物料提升机。所采用的塔式起重机,基本上将各式旧式塔式起重机淘汰,而大量涌现与使用的是能自升、上部旋转、水平吊臂、小车变幅的中型及大型塔式起重机,工地上称为新式塔式起重机。该型塔式起重机规格已完全系列化、国产化,其结构科学合理,使用性能优良,工作效率高,其安全性、可靠性、人机关系等诸方面都有相当的提高,基本上属于现代国际流行水平。另外,考察国外使用塔式起重机的情况,虽然在近些年的国际建筑机械博览会和展览会上,西方国家推出了许多快装城市用塔式起重机,其主要是他们经济发展到了一定地步后,相对高层不多了的原因;另外考察东南亚较典型的国家如日本,他们的城市建筑拥挤并为防地震,多采用钢结构类型建筑,其建造时吊重较大,这对于塔式起重机的构造来看,采用动臂式塔式起重机就较水平臂架类塔式起重机更适合些。另外日本等国家有立法限定,不允许起重臂从空中驶过别的建筑物上面,这些都限制了水平吊臂型塔式起重机在这些国家和地区的使

用。反之在我国就没有这样的规定，由于水平吊臂的幅度宽，小车变幅的速度快，故其工作效率也相当高，能够满足现代高层建筑施工的需求，因此这种新式塔式起重机（即水平臂架类塔式起重机）特别适合我国的国情。该类塔式起重机在20世纪90年代有长足的发展，现已普遍使用在全国各地的建筑工程施工地上。有专业人士估计，21世纪头50年，我国继续致力进行的经济建设中，该类型的塔机将继续服务于工地，并且在其性能与结构上，也不会产生大的变化。

因此，现在谈到建筑施工特种设备，它应是现代建筑工地上所使用的起重垂直运输机械，具体指的就是：塔式起重机、外用施工升降机、卷扬机。这中间，由于塔式起重机属于钢铁庞然大物，其自身的架设安装和操作使用相对其他设备来说，最为复杂，加上工作幅度大，对安全生产的威胁也大，故在本书中对其予以重点介绍。

对于起重机械的机务人员进行专业知识的培训教育，主要应是对起重机械的构造、性能、应用、维修等方面的知识灌输，使机务人员在操控该机械中能够有专业化的知识去掌握，在应用中知道如何进行维修、保养工作，并尽可能避开其可能出现的各种危险因素，做到起重机械在使用中的最大安全性。

由于特种设备对安全生产的影响太大，国家制定了对应的专项政策、法律对其监管，主要有《特种设备安全监察条例》（国务院373号）、《建筑工程安全生产管理条例》（国务院393号）。各种安全条例、规章、规范是为安全生产提供的法律保证，一定要在实际工作中贯彻执行。只有将各种理论与实际工作相联系，才能从根本上杜绝隐患，防止事故。

第一章 塔式起重机概论

塔式起重机（为方便起见，本书以下简称塔机）属于起重机门类。所有工程类起重机械都属于一种间歇动作的机械，就是指它的工作特性是周期性的，即以重复、短时间的的工作循环来完成提升工作，或是在提升的同时还进行移动、回转及多种操作的吊装工作。

塔机具有下述的一些突出的优点：①塔身高，其起重臂的铰点装置处于塔身（桅）的顶部，这点与别的类型起重机不同，它使塔机的有效起吊高度大，这样就能满足建筑物施工中垂直运输的全高度；②塔机的起重臂比较长，旋转后其水平覆盖面（即有效作业面）广；③由于塔机在工作时能同时进行起升、回转、变幅及行走等多工步的运动，能同时满足建筑施工中的垂直与水平运输的要求，使其生产效率高。另外，塔机的驾驶室设于塔桅的高处，使驾驶员的视野开阔，工作条件比较好；同时塔机的构造比较简单，具有维修、保养容易等诸多优点。所以，塔机已成为现代建筑施工中不可缺少的重要起重吊装机械，是所有建筑施工机械中的特大型的主要特种设备。

第一节 塔机的发展概况

一、塔机演变过程

塔机起源于西欧，它是为适应欧洲工业革命建设的需要，由系统式桅杆吊演变而来。据记载，第一项有关建筑用塔机的专利颁发于1900年，在1905年出现了塔身固定的装有吊臂的起重机，1923年制成第一台近代塔机的原型样机，同年制成第一台比较完整的塔机。当时的德国在该领域比较领先，在1930年就开始批量生产塔机，并用于建筑施工中。在1941年，德国即公

布了有关塔机的工业标准 DIN 8670, 在标准中规定以吊载 (t) 和幅度 (m) 的乘积 ($t \cdot m$), 即起重力矩来表示塔机的起重能力。

至第二次世界大战以后, 由于西方经济的迅速恢复及城市重新建设的需要, 塔机才有了长足的发展, 其起重能力等性能指标也有加速增高的趋势。1948 年涌现出一批起重能力在 $100\text{kN} \cdot \text{m}$ 以下的快装塔机; 1955 年后又出现了采用大尺寸回转支承 (滚珠转盘)、水母底架、塔身可以伸缩、水平臂架、小车变幅的下回转、折叠式整体拖运的快速安装塔机; 至 20 世纪 60 年代初, 由于高层建筑的增多及其施工的需要, 又出现了采用不同顶升系统和按不同方式进行自行接高的塔机, 以后这种塔机又逐渐发展成为现行的多用式 (轨道式、固定式、附着式、内爬式) 塔机。塔机的应用范围也逐渐扩展到工业厂房、电站、炼钢及石化工业设备的安装工程。并由于工业设备的大型化, 重型塔机也相继出现, 在 20 世纪 80 年代初, 最大的重型塔机的额定起重能力达到了 $10\text{万 kN} \cdot \text{m}$ ($1\text{万 t} \cdot \text{m}$), 其最大幅度为 100m , 相应起重量为 94.5t 。

二、我国使用塔机的情况

我国于 20 世纪 50 年代初期, 为用于一些重点建设工程, 由前苏联引进一些塔机。20 世纪 60 年代初, 我国开始自行研制并生产塔机, 当时生产的“红旗”型塔机, 在安全性、可靠性、技术性能、人机关系等诸方面, 较同类产品有了极大的提高, 能够适应当时的多层民用建筑施工的需要。从 20 世纪 60 年代至今, 我国生产塔机的建筑机械制造工厂, 拥有从设计、制造到使用的一大批相关塔机的工程技术人员和熟练的工人队伍。现在在全国大大小小的建筑工地上, 遍布着各式各样的塔机, 有资料统计, 至 2003 年底, 在全国的塔机拥有量已超过 10 万台, 并自从 20 世纪 80 年代起, 已开始向周边国家出口塔机。

在我国由于经济建设的状态及建筑规模的需要, 在 20 世纪 70 年代以前, 国内的建筑以多层为主, 故当时的建筑工地上使

用的塔机基本上是独立塔桅、俯仰变幅、起重吨位小的塔机，且结构多样、性能不佳，现在多已属于淘汰产品，工地上称其为旧式塔机；但在 20 世纪 80 年代以后，伴随着国家经济改革，国内建筑规模的飞速发展，高层、超高层建筑随处可见，大量涌现与使用的是能自升、上部旋转、水平吊臂、小车变幅的中型及大型的塔机，工地上称为新式塔机。在这个新、旧塔机之间，无论从结构、规模、使用性能及技术性能等诸方面都有相当的不同，完全存在一个断层。并且，当时正处在国家主管部委的体制改革及科研院所的企业化，使对于这类新塔机的理论研究，特别是使用方面的技术未能跟上需要，至编写本书时，已出版的关于新类型塔机的专著书籍还不多见，甚至查阅现行的标准和规范，也很少有专门针对新类型塔机的条目。由于理论研究的滞后，使这又出现了第二个断层，使现实中的塔机使用与理论指导存在许多脱节的地方。

三、现在国际上的塔机状况

目前在国外生产塔机的国家约有 20 多个，其中以德国、法国、意大利、俄罗斯等国家生产历史较久，产量和用量较多，以德国和法国的塔机产品代表着国际先进水平。

德国生产塔机的公司主要有：LIEBHERR、PEINER、MANGH 后勤公司、ELBA、ZEPPELIN、BKL、KONIG、PEKAZET 等 28 家。法国生产塔机的公司主要有：POTAIN、BPR、RICHLER、PINGON 等。意大利生产塔机的公司主要有：COMEDIL、RAIMONDL、CIBING、F·M、FERRO 等。它们生产的塔机有下述特点。

1. 塔机品种、型号更新快

当今国外塔机生产企业非常关注国际塔机市场动态，不断总结经验，改进产品设计，及时推出适销对路的新产品。

例如：法国 Potain 公司 20 世纪末推出两种新系列。一种是 Topmatic MD 系列，另一种是 MR 系列。MD 系列产品是小车变幅、水平臂架的自升式塔机，共有 9 种型号，每种型号又有 2 种

不同轨距，一是 4.5m 轨距，一是 6.0m 轨距。臂根铰点高度为 68~70m。MR 系列则是俯仰变幅压杆动臂式自升塔机。这两种新系列产品在塔身钢结构主弦杆材料、标准节长度、连接销轴、爬梯、顶升套架、操作平台及驾驶室等方面，较 20 世纪 80 年代的产品均有改进，在塔机的制造工艺及安装和操作使用方面，均提供了更多的方便与安全舒适程度。

德国 Liebherr 公司推出了 EC—H 系列和 HC—L 系列。HC—L 为动臂式塔机，是由过去的 HB 系列自升式塔机改进而成。EC—H 系列是经济型城市塔机的改进产品，属于上回转快装塔机，其特点是采用块体构造，塔顶、转台和平衡臂组成一个块体，起重臂自成一个块体，十字底架为一个块体，塔身基础节另成为一个块体。采用 3 辆大平板拖车可将全部塔机部件包括压重、平衡块重运到工地，借助汽车式起重机，在准备充分的条件下，可于 4~5h 内安装完并投入使用。这种塔机采用单小车双倍率吊钩或双小车 4 倍率工作，臂端起重量为 12~20kN，适合工地现浇混凝土结构施工要求。电气部分装备有调压调速起升机构或变频调速起升机构，以及变频调速小车牵引机构，使工作性能稳定。

2. 重视发展下回转自行架设、整体拖运塔机

20 世纪末，在许多国际建筑机械博览会上所参展的塔机中约 60% 属于此类型的塔机。在国外建筑工地上，也常见到这类塔机。该类塔机技术在国外已在不断创新，不断提高。

法国 Potain 公司的 GTMR 系列，能够实现：①整个吊臂水平工作；②整个吊臂仰起 45°；③吊臂里面一节臂水平，外面两节臂一起仰起 45°；④吊臂里面一节臂水平，外端第三节臂折叠在第二节臂的下方后再仰起 45°；⑤吊臂第三节臂折叠在第二节臂下方后，整个吊臂可水平工作。

德国 Liebherr 公司的 20SE 塔机，能够实现：①整吊臂水平工作；②整吊臂可在 3°~45°任意位置；③吊臂里面一节臂水平，外端一节臂可在 3°~160°任意位置；④吊臂里面一节臂可

在 $3^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 任意位置，外端一节臂同时也可在 $3^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 任意位置。

20SE塔机曾号称是当时世界上性能最先进的下回转快装塔机，塔机的吊臂折叠、塔身折叠、撑架折叠，其安装平衡重、安装拖运桥等均采用液压驱动。

3. 发展城市型塔机，不忽略上回转动臂式自升塔机

所谓城市型塔机（它主要是针对西方现代城市建筑需求而言），就是一种上回转快装塔机，其特点为：①标准节长，分别有10.5m、12m、15m等多种，利于快装；②底架、塔身、平衡臂等结构尺寸较小，便于狭窄地带及老城区改造施工；③吊臂都是单吊点支撑，或无塔顶，塔机采用静定撑架系统，便于快装；④运输方便、经济，一台起升高度为33.6m，吊臂长为45m的塔机，只需要三台载货汽车就能全部运走。如上述的德国Liebherr公司EC—H系列塔机。

上回转动臂式自升塔机，因其起重量大、自重较轻等适用于狭窄场地施工等优点，在日本得到了广泛的应用，其他国家的塔机生产公司，为适应不同的施工对象，也都发展了这种产品。

4. 大量采用新技术

国外塔机，除上述在性能参数及结构功能方面不断创新、不断提高外，其他方面也大量采用新技术，淘汰老产品。

法国Potain公司1995年生产的塔机，起升机构多为RCS和LMD型，少数采用了LTV型。RCS型是大家较熟悉的带电磁制动器的双绕线电动机方案，LMD型为有主副电动机、电磁联轴器、液压换挡变速器等组成的无极调速系统，LTV型是张力无级调速系统；回转机构采用了调压无级调速和变频无级调速；小车变幅机构采用了具有三种速度的力矩电动机+涡流制动器方案，在不少塔机产品上已采用了调压无级调速和变频无级调速方案。

德国Liebherr公司现生产的塔机，起升机构采用了涡流制动器的绕线电动机（少数为双速或三速电动机）、电磁离合器、液压制动器、行星减速器、带Lebus绳槽的卷筒传动方案，其中电

磁离合器实际上是一种带电磁离合器的正齿轮减速箱（有二、三、四3种档位），与国内现有的电磁离合器有天壤之别。现在他们又采用了调压和调频无级调速方案；回转机构多为带涡流制动器的绕线电动机，带随风装置的制动器，行星减速器，现在又推出了调压和调频无级调速方案；小车变幅机构，以前是用多速电动机驱动蜗轮箱方案较多，现在也推出了变频无级调速方案。

国外塔机产品技术开发的另一动向是，依据用户的需要。如在日本，20世纪90年代初在建筑商的呼吁下，统一了塔机驾驶室的规格。丹麦 Croll 公司采用可编程序控制器（PLC）对塔机的所有功能进行了监视与控制，PLC 与一个监视器相连，监视器可显示质量、力矩、高度、幅度，此外还可以自动显示系统的各种故障。驾驶员只要触摸屏幕上相应的部位，就能看到故障的具体情况。

利用这些高新技术，可使驾驶员操作适时、经济，进行有效的预防性保养，保证塔机安全运行，并取得最佳生产效率，也使他们的塔机产品，总是保持在一个领先的水平之上。

四、国产塔机发展展望

1. 塔机产品市场走向

塔机产品结构与建筑施工需求密切相关，国产塔机应先占领国内市场，再考虑向国外发展。据有关资料统计表明，到2001年，我国建设单位所拥有的塔机数量已超过10万台，且其中60%以上已步入报废期。据分析，我国塔机产品市场走向是：

1) 160~300kN·m 的塔机，主要应用于中小城市和城镇多层住宅建筑和学校建筑中施工。

2) 400~600kN·m 快速安装塔机和城市型自升式塔机，主要用于中小城市经济适用公共建筑、居住建筑施工。

3) 800kN·m 自升式塔机，主要用于中高层建筑、高层建筑施工。

4) 1000~2000kN·m 自升式塔机，吊臂长 50~70m，主要