

技术工人岗位培训读本

起重工

吉林化学工业集团公司 组织编写
黄璟一 主编

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心



技术工人岗位培训读本

起 重 工

吉林化学工业集团公司 组织编写

黄璟一 主编

化 学 工 业 出 版 社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

起重工/黄璟 主编. —北京: 化学工业出版社,
2001.1
技术工人岗位培训读本
ISBN 7-5025-3017-7

I. 起… II. 黄… III. 起重机械: 运输机械-使
用-技术培训-教材 IV. TH21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 75290 号

技术工人岗位培训读本

起 重 工

吉林化学工业集团公司 组织编写

黄璟——主编

责任编辑: 周国庆

责任校对: 李 丽 郑 捷

封面设计: 郑小红

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982511

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

天津市宁新装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 8 1/2 字数 228 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3017-7/TH·79

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《技术工人岗位培训读本》 编写委员会

主 任 谢钟毓

副主任 刘振东 焦海昆 孔祥国 魏 然

委 员 李 因 刘焕臻 牛玉山 刘勃安

张增泰

前 言

为了满足企业技术工人岗位培训的需要，不断提高技术工人的理论技术水平和实际操作技能，增强技术工人在科技飞速发展形势下的技术素质以及在市场经济体制下的竞争能力，根据国家石油和化学工业局关于进行化工职业培训的要求，中国化工机械动力技术协会、吉林化学工业集团公司共同组织编写了这套《技术工人岗位培训读本》（以下简称《读本》），包括《电焊工》、《气焊工》、《检修钳工》、《管工》、《铆工》、《起重工》、《维修电工》、《仪表维修工》等8本。

这套《读本》主要具有以下特点：

（1）实用性。由长期工作在生产一线、具有丰富实践经验的工程师、高级技师编写，注重解决生产实践中的难题，注重提高技术工人的素质和能力，特别是技术工人取证后素质和能力的培养、提高。

（2）技能性。不刻意强调知识的系统性和完整性，而是注重知识和技能的紧密联系，突出技能和技巧。

（3）通用性。以化工行业为基础编写，但又不局限于化工行业，而是拓展到其他领域。特别是在举例方面，充分照顾到不同行业的通用性。

（4）新颖性。既介绍常用的、传统的技术、工艺、方法，又介绍新技术、新工艺、新方法。

（5）广泛性。既满足大型企业技术工人提高技能的要求，又照顾到中、小型企业技术工人生产实践的需要。

《起重工》是这套《读本》的其中之一。

起重工在工程建设、机械设备运输、检修安装及生产中发挥着重要的作用，是国家规定的特种作业工种。本工种要求从业人员具有较强的力学理论知识和丰富的实践经验。随着起重机械现代化水平的不断提高，对起重工自身素质的要求也越来越高。本书正是为了满足这

一要求而编写的。

本书主要包括绳索、滑轮与卡具、锚桩结构形式与能力、驱动机械与定型起重机、水平运输、吊装索具设立与实际操作、桅杆能力计算与吊装索具受力分析等。列举了大量工作实例，对起重吊装的作业程序、方法和计算进行了详尽的论述，力求简明实用，通俗易懂，便于自学。

本书主要供从事工程施工，从事各种机器和设备制造、安装、检修，以及从事各种运输作业的起重工人、工程技术人员和管理人员等学习使用。

本书由黄璟一主编，由李瑞山、乔瑞元、刘勃安等审核。

由于编者水平有限，漏误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2000年9月

内 容 提 要

本书是《技术工人岗位培训读本》之一。

本书共8章,主要包括绳索、滑轮与卡具、锚碇结构形式与能力、驱动机械与定型起重机、水平运输、吊装索具设立与实际操作、桅杆能力计算与吊装索具受力分析等。列举了大量工作实例,对起重吊装的作业程序、方法和计算进行了详尽的论述,简明实用,通俗易懂,便于自学。

本书主要供从事工程施工,从事各种机器和设备制造、安装、检修,以及从事各种运输作业的起重工人、工程技术人员和管理人员等学习使用。

目 录

绪论	1
1 设备安装的基本方法	1
1.1 分部安装法	1
1.2 整体吊装法	2
2 设备吊装过程	3
2.1 设备吊装的施工组织设计	3
2.2 起重机具的布置	3
2.3 设备起吊前的现场准备工作	6
2.4 吊装过程	7
第1章 绳索	8
1 麻绳	8
1.1 麻绳种类及结构形式	8
1.2 麻绳抗拉能力计算	8
1.3 麻绳的使用注意事项	12
1.4 麻绳插接方法	12
2 钢丝绳	13
2.1 钢丝绳分类与结构形式	13
2.2 钢丝绳的技术规格	14
2.3 钢丝绳标记代号	17
2.4 钢丝绳抗拉能力计算	17
2.5 钢丝绳几种使用形式的受力变化	19
2.6 常用钢丝扣的插接形式与方法	21
2.7 钢丝绳的检验与报废标准	26
2.8 钢丝绳维护与保养	27
2.9 使用钢丝绳的一般要求	28
2.10 检验钢丝绳极限破断拉力的试验和计算方法	28
3 焊接链	29

3.1 焊接链结构和规格	29
3.2 焊接链的计算	30
3.3 焊接链末端接头	31
3.4 焊接链使用注意事项	31
第2章 滑轮与卡具	33
1 滑轮	33
1.1 滑轮类型与作用	33
1.2 滑轮穿绳形式	36
1.3 滑轮组最小拉紧距离的确定	36
1.4 滑轮组选用中应注意的几个问题	37
1.5 牵引绳拉力的计算	37
2 滑车	39
2.1 缆索滑车的种类与作用	40
2.2 缆索滑车使用形式和操作方法	40
2.3 链式滑车的种类与作用	42
3 滑轮与滑车的使用要求	45
4 吊环、绳卡扣和松紧螺丝	46
4.1 吊环	46
4.2 绳卡	49
4.3 松紧螺丝	52
第3章 锚桩结构形式与能力	54
1 坑锚的设置	54
2 坑锚能力计算	55
2.1 无挡木坑锚能力的核算	55
2.2 有挡木坑锚能力的核算	56
3 桩木抗弯能力的核算	57
4 拉力环的计算	60
5 不同结构形式的抗弯截面系数及惯性矩	60
6 埋设锚桩的注意事项	67
7 其他形式锚桩	68
第4章 驱动机械与定型起重机	72
1 千斤顶	72
1.1 螺旋千斤顶	72

1.2	液压千斤顶	74
1.3	使用千斤顶的注意事项	75
2	绞磨与电动卷扬机	76
2.1	绞磨	77
2.2	电动卷扬机	79
3	定型起重机	81
3.1	机动吊车使用方面问答	82
3.2	机动吊车性能表	86
3.3	吉化公司常用吊车类型及其性能	90
3.4	机动吊车吊装设备实例	113
第5章	水平运输	116
1	运输排子	116
1.1	运输排子的结构与使用	116
1.2	运输排子的拉力计算	118
1.3	滚杠的选择	120
2	运输设备的要求与操作注意事项	122
2.1	滚排运输的基本要求	122
2.2	机动车运输物件应考虑的技术问题	122
3	圆筒设备滚运和原位滑转动	123
3.1	圆筒设备滚运	123
3.2	圆筒设备的原地翻滚	125
4	东方红-75型和红旗-100型履带式拖拉机	126
5	排子水平运输实例	127
第6章	吊装索具设立与实际操作	130
1	桅杆结构形式	130
2	设立桅杆索具的形式与要求	132
3	桅杆组对与敷设索具	135
3.1	桅杆组对	135
3.2	起吊滑轮组敷设	136
3.3	拖拉绳敷设	136
3.4	场地准备	137
4	设备吊装类型与绳扣捆绑形式	138
5	桅杆竖立与移动	144

5.1	滑移法	144
5.2	旋转法	146
5.3	直角法	146
5.4	直接旋转法	147
5.5	竖立桅杆根部索具设置与起吊捆绑点的加强形式	148
5.6	桅杆的垂直移动	149
5.7	木桅杆和钢管桅杆接长方法与规定	150
5.8	桅杆的选用原则	152
第7章	桅杆桅力计算与吊装索具受力分析	153
1	各种桅杆能力计算	153
1.1	独木桅杆垂直吊装能力计算	153
1.2	两木搭垂直吊装能力计算	153
1.3	独钢管桅杆垂直吊装能力计算	154
1.4	钢管人字架垂直吊装能力计算	155
1.5	角钢结构桅杆垂直吊装能力计算	155
1.6	倾斜与无偏心弯矩作用的桅杆吊装能力修正方法	156
1.7	桅杆能力计算理论	157
2	拖拉绳初张紧拉力与给桅杆压力的计算	161
3	各种桅杆吊装形式的索具受力分析与选择	164
3.1	无偏心弯矩作用的垂直独桅杆吊装	164
3.2	倾斜独桅杆吊装	169
3.3	双夺式桅杆吊装	175
3.4	回转桅杆吊装	184
3.5	平缆索起重机吊装	191
3.6	斜缆索起重机吊装	196
4	桅杆竖立与移动索具受力分析	199
4.1	旋转法竖立桅杆索具受力分析	199
4.2	移动桅杆牵引力计算	203
5	设备起吊前牵引拉力与后控制拉力计算	204
5.1	设备重心位置分析	204
5.2	设备起吊前牵引拉力计算	205
5.3	设备起吊后控制拉力计算	205
6	远离基础设备吊装索具简要受力分析	207

6.1	抬头时的受力分析	207
6.2	脱排时的受力分析	208
7	直立单桅杆扳吊索具受力分析	209
8	桅杆底铺垫	212
8.1	桅杆基础的许用抗压应力	212
8.2	桅杆垫底板的核算	212
第8章	附录	219
1	起重吊装指挥信号	219
1.1	笛语	219
1.2	旗语	219
1.3	通用手势信号	219
1.4	专用手势信号	220
1.5	船舶起货机专用手势信号	221
2	常用材料密度表	222
3	常用金属材料机械性能	222
4	常用木材机械性能	223
5	热轧等边角钢	224
6	热轧普通槽钢	229
7	热轧普通工字钢	232
8	钢轨	235
9	热轧圆钢、方钢及六角钢	236
10	常用几何体的面积、体积及重心位置	238
11	截面的几种几何及力学特性	241
12	钢管的几何及力学特性	245
13	三角函数表	247

绪 论

工业企业的机器及设备形式比较繁多，有高达几十米的塔类，百余米的排气筒，有重几十吨至几百吨的压力容器等。这些大小机器设备的制造、运输、安装，及以后的检修都离不开起重吊装作业。尤其是在化工机器、设备的安装工作中，起重吊装工作量所占比重很大。为了提高起重吊装工作的效率，在起重吊装工作中必须结合当时的具体情况，因人、因地、因材施教，选用相应可靠的起重工具和机械，编制切实可行的吊装方案。

目前起重吊装多采用以下几种方法：

①利用现有的吊装机械，如汽车吊、坦克吊、塔式吊、桥式吊等进行吊装，近年来汽车吊的发展应用更为广泛；

②利用厂房、构筑物的某些结构，如梁等作为吊点，配置简单起重机具，如倒链、卷扬机等进行设备吊装；

③设置两木搭、三木搭配置倒链或卷扬机进行设备吊装；

④设置桅杆进行吊装；

⑤设置缆索起重机进行吊装。

对于高大及重型设备，起重桅杆是一种最常用、最重要而又最简单的起重装置。下面将围绕起重桅杆进行力学方面的讨论，对起重吊装过程进行叙述和剖析。

1 设备安装的基本方法

1.1 分部安装法

即将设备分为若干元件，分别吊装后，在安装位置上进行组合。它又可分为以下两种。

(1) 拼装法 即将设备自下而上逐个部分吊装进行组合。

(2) 倒装法 就是将设备自上而下逐个部分吊装进行组合，即先

将设备上部第一节吊起和设备上部第二节进行组合，完毕后再将组合好的一、二节吊起，将设备上部第三节放入组合，依次逐步上升，直至全部组合完毕。采用这种方法，往往是为了降低对桅杆高度的要求。竖立桅杆时，可以根据情况把桅杆竖立在设备的外面或设备的里面。

1.2 整体吊装法

(1) 双桅杆吊装 即将桅杆立于基础两侧，桅杆高度允许比设备略低。此法简单可靠，普遍用于塔设备的吊装。

(2) 单桅杆吊装 桅杆竖立有倾角，倾角一般不大于 10° 。桅杆吊耳要正对基础中心。这种方法要求桅杆高出设备较多，也就是要有足够的空间设置吊装滑轮组及捆绑设备的吊绳。因此多用来吊装高度不大的设备。

(3) 扳装法 桅杆底部具有铰链装置，可以自由回转的桅杆一侧与被吊升设备相连接，另一侧与起吊滑轮组相连。吊装工作开始时，桅杆直立略成一倾角而设备则卧置于地上。收缩起吊滑轮组，桅杆即以底部铰链为中心旋转，设备随之拉起。当吊装工作结束时，设备直立而桅杆卧置于地上。这种方法多用来吊装轻型高塔设备。

(4) 递夺法 是吊装小型设备群的快速方法。若采用一般双桅杆吊装办法，则桅杆要移动多次，而且在设备群安装区域比较狭窄时，施工操作很不方便。在某种特定条件下，即或是一个设备吊装，在遇到建筑物等障碍物时，亦需采用此法。

递夺法就是双根桅杆竖立在基础群两侧。设备吊起时，一桅杆渐渐地放吊索，另一桅杆随之收紧吊索，使设备在空中平移而对正于位置基础上。

(5) 卷装法 大型贮罐采用拼装法的缺点是高空作业太多。目前在这方面已采用了卷装法代替拼装法。卷装法是在施工过程中先将整块卷板焊好，卷成一圈，运到工地上竖起，拉开成一卷筒。这一方法的优点是可以在工厂预制整套圆板，提高了劳动生产率。其施工分卷制与安装两步。

2 设备吊装过程

2.1 设备吊装的施工组织设计

设备吊装, 由于所吊设备体积大, 重量大, 吊装现场面积大, 操作人员又多, 所以, 每一项吊装工作, 如果没有事先严密、周全的统筹安排, 科学的检验论证, 就会在吊装过程中造成人身或设备事故。因此, 在设备吊装前必须根据总平面图, 设备的外形、尺寸、重量、材质等基本情况, 对起重工具、起重机械、安装要求、施工现场情况等, 作出切实可行、安全可靠的吊装设计方案。

吊装方案的编制内容:

- ①工程概况与说明;
- ②吊装项目明细表;
- ③吊装典型形式与专用工、机具简图;
- ④吊装受力分析与机、索具选择;
- ⑤承吊设备或构件的能力;
- ⑥施工安全技术措施;
- ⑦施工程序网络计划;
- ⑧机、索具计划;
- ⑨施工用料计划;
- ⑩吊装形式与吊装专用工具施工附图。

吊装方案编制完毕后, 须经有关部门审核批准, 并向有关施工人员进行技术交底后方可施工。

2.2 起重工机具的布置

(1) 桅杆 使用桅杆时必须遵守桅杆性能说明书的规定。

应预先了解桅杆安装位置的地质情况, 以及有无管道、沟穴、电缆等情况, 周围上空有无化工管道、架空电缆, 及管道的输送介质, 电缆的输电电压等, 以确保安全。

桅杆顶部应装避雷装置。

桅杆顶部设置拖拉绳的数量随桅杆的起重能力及拖拉绳的直径而定。但是最低不得少于 5 根, 回转桅杆不少于 6 根。拖拉绳应均匀分

布，每根拖拉绳均应装设调整装置，如螺旋调整器、滑轮组等，以便调整桅杆的倾角及各拖拉绳受力大小。拖拉绳与地面夹角一般为 30° ，最大不超过 45° 。拖拉绳的初拉力应调节均匀一致。

桅杆底部应设枕木垛作为其基础。桅杆基础在使用过程中应作好防水措施，以免由于水浸降低了土质耐压力而影响桅杆的使用。桅杆倾斜起吊物件时，桅杆底座与基础之间应用一定角度的木楔垫紧，以增加两者间接触面积。应将桅杆用索具固定，索具不少于 2 套，各与桅杆中心线成 30° 角。

桅杆安装在基础上时，应保证桅杆中心线与基础中心线一致。若采用双桅杆吊装时，最好使两桅杆位置中心连线与设备中心一致。如果难以一致（如有障碍物等），则须采用双桅杆倾斜起吊。单桅杆位置与设备基础位置应使桅杆倾斜预定角度（ $7^\circ \sim 10^\circ$ ）时，桅杆吊耳位置正对设备基础中心；双桅杆起吊重物时，应注意两杆底中心与设备基础中心的距离相同；当用不等高桅杆时，高桅杆略远些以保证起吊角的相等。两桅杆之间距离以能使设备顺利通过为原则，不宜过大，以减少索具的受力和减少桅杆所受的弯矩。

桅杆的选用应根据全装置的起重吊装任务、工期进行全面考虑。其原则是：

① 根据能满足最大工件的吊装要求及其施工方法选用必要的吊具；

② 桅杆竖立的位置应符合吊装程序的要求；

③ 桅杆移动的路线应为最短，并应为其其他工程施工创造条件；

④ 对于某些妨碍桅杆竖立、移动或工作的基础或构筑物，在制定施工计划时，应安排土建、吊装综合进度计划，待吊装作业完毕，再进行基础施工或先施工地下部分；

⑤ 施工场地布置，应为桅杆竖立和拆除留有必要的空间。

(2) 锚坑 锚坑承受拖拉绳所传递的因起重引起桅杆倾倒力、自身重量的悬垂力、预张紧力以及风力作用在桅杆上的力等，借以防止桅杆倾倒保证吊装安全进行，同时也具有固定卷扬机、桅杆底部、导向滑轮等作用，使其不至移动。

锚坑个数是根据受力情况使桅杆能获得最大稳定性来决定的。它的数量与能力是与拖拉绳卷扬机、桅杆底部溜绳等情况相适应的。

锚坑的重要技术特性是它的“吨位”，即它所允许承受的拉力大小。它所要求的承载力则根据受力情况而定，主拖拉坑受力大于其他拖拉坑。卷扬机的锚坑的承载力与卷扬机的最大允许力相适应。

锚坑位置应与拖拉绳配置相适应。决定锚坑位置应事先了解并保证：在锚坑基坑到出线点及基坑两侧 2m 范围内不得有地沟、电缆、地下管道等构筑物及临时挖沟等。

锚坑位置的标定：在一般起重吊装过程中锚桩所承受的力不太大时，可以用现场现有的构筑物进行标定。但对于大型物件起重和对吊装过程受力较大或位置要求严格时，则应根据所需位置确定坐标，施工时根据施工图用经纬仪测定锚坑的位置。

锚坑与桅杆底距离由桅杆高度及拖拉绳与地面夹角两者确定。距离太小时，拖拉绳短，而桅杆的稳定性不好，绳与锚坑受力也较大；距离太大时，拖拉绳难以预张紧，在桅杆吊装时易歪斜，稳定性易受到破坏，同时也由于锚坑过远增大了安装作业面积，吊装统一指挥发生困难。所以一般规定拖拉绳与地面夹角 30° ，最大 45° 。

(3) 卷扬机 卷扬机是起重吊装的重要动力来源。

每个桅杆设备、卷扬机台数是由采用的卷扬机的卷绳量和起吊时起吊滑轮组中为吊至指定高度所必须的绳量来决定的。例如 50kN 卷扬机的容绳量是 190m（指绳径 $d=24\text{mm}$ ），如果为了把设备吊至最高点时，容绳量不超过 190m，则只用一台卷扬机即可；而如果把设备吊至所需最高点，应卷入的钢丝绳超过 190m，就应备两台卷扬机，否则就不能完成设备就位目的。在这同时还应考虑所需牵引拉力与卷扬机能力相适应。

卷扬机位置的选择应使操作者能始终清晰地看到设备吊装过程，能看清指挥员的指挥。每个卷扬机都应有专设的 1~2 个封底锚坑，其锚坑吨位与卷扬机能力相同，而且应先在卷扬机两侧设置防摆控制点。

装好的卷扬机滚筒的中心线应与引入钢绳方向垂直，卷扬机径向中心线应与距离卷筒最近的一个导向滑轮的轴向中心线垂直。绳从卷