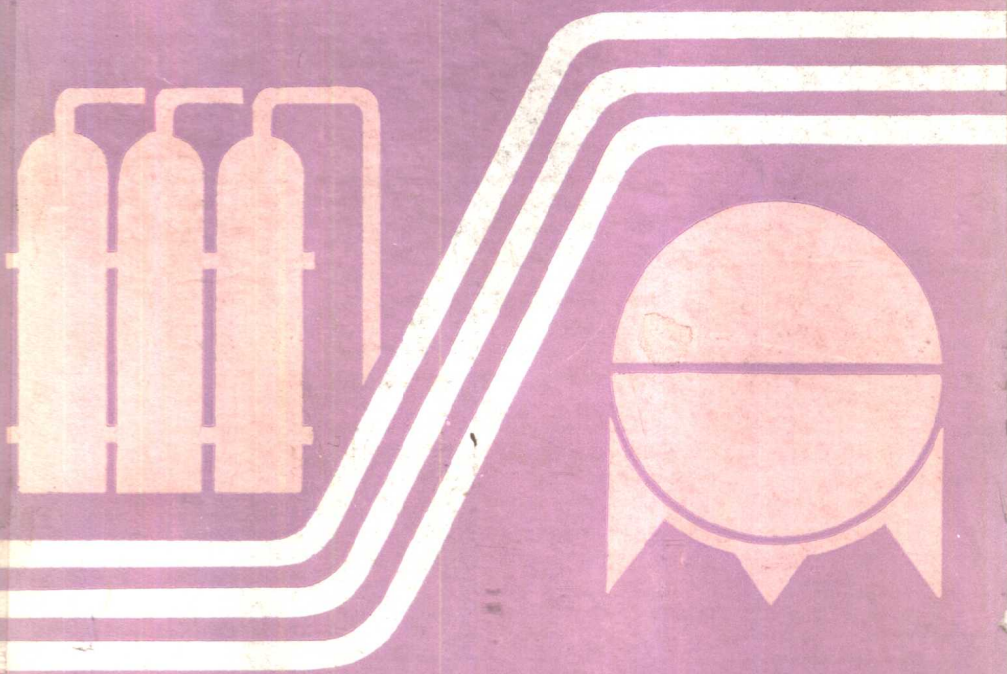


化工施工技术经验汇编

吊装施工技术

(吊装实例及工艺计算)

化学工业部基建局组织编写



化学工业出版社

化工施工技术经验汇编

吊装施工技术

(吊装实例及工艺计算)

化学工业部基建局组织编写

化学工业出版社

内 容 提 要

《化工施工技术经验汇编》是由化学工业部基建局组织编写的，包括大型压缩机安装、工业管道安装、化工炉施工、吊装、防腐衬里、绝热工程、球罐施工、焊接、土建、乙烯工程等十个分册。

本书为吊装施工技术（吊装实例及工艺计算），内容两篇共二十九章，第一篇为设备、结构的吊装实例，第二篇为吊装工艺计算及施工技术。书中分别选入了具有代表性的设备、结构的吊装施工方案来说明各种不同的吊装工艺以及施工过程中出现问题的处理，并就各种吊装工艺计算公式、施工要点、机具的结构形式和计算公式、技术要求和安全技术等，做了系统的叙述。对吊装方案的选择、组成及编制方法，也做了一般性的介绍。这些内容总结了各化工施工企业的实践经验，适于从事化学工业基本建设施工人员阅读。也可供从事吊装工作的科技人员和大专院校有关专业的师生参考。

本书由化学工业部第三化工建设公司主编。蔡裕民执笔，张辉平、刘锡武协助工作。

化工施工技术经验汇编 吊装施工技术 (吊装实例及工艺计算) 化学工业部基建局组织编写

责任编辑：孙世斌

封面设计：许立

*

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本850×1168^{1/32}印张 137⁸/₈ 字数 379千字

1988年10月第1版 1988年10月北京第1次印制

印 数 1—2,200

ISBN 7-5025-0178-9/TQ·140

定 价 5.10 元

《化工施工技术经验汇编》

编辑委员会

主任	王凤璋		
副主任	张光裕	芦秀海	雍拥洪
委员	王贞万	区振儒	李忠民
	吕荣麟	许树浩	李宝楼
	段福田	林葆聪	张辉南
	郭志恭	韩学通	康鸿鹤
	廖品静	黄璋佑	刘瑞奎
	董纪丰	王茂盛	谭俊杰

MV/89/07

前 言

当前，我国工业正面临着一个提高质量，降低消耗，提高经济效益，提高企业素质的新转变。近十年来，化工系统各施工企业承担了大量的大型化肥和石油化工引进装置的建设任务，吸取了国外的新技术，创造了很多具有我国特色的施工方法。企业素质有了明显的提高。但就化工系统施工企业全局而言，在技术上、管理上和国际先进水平相比，差距仍然较大，这种情况，远远不能满足社会主义四个现代化建设的需要。在第一个五年计划完成以后，我们曾经以大连、吉林化工建设经验为基础，总结编写了《施工技术经验汇编》。这套汇编曾对以后全国的化工建设起了很好的作用。为了全面推广近十年来的新经验，消化、吸收引进的先进技术，认真做好培训工作，化工部基建局从1982年初即开始组织力量，收集分散在各施工企业的资料，进行分析、整理、总结，以写实的方法着手编写《化工施工技术经验汇编》(简称《汇编》)，供化工系统从事基本建设工作的广大干部、技术人员、工人学习培训使用。这套汇编包括大型压缩机安装、工业管道安装、化工炉施工、吊装、防腐衬里、绝热工程、球罐施工、焊接、土建、乙烯工程等十个分册。

《汇编》各分册将陆续出版，与读者见面。编委会借此谨向各主编单位以及热心帮助本书出版的同志、提供资料和执笔的同志致以谢意。

本书的内容力求准确、实用，文字尽量做到深入浅出简明扼要，我们希望《汇编》能对提高施工企业素质，对社会主义四个现代化的建设起到应有的作用。

由于水平所限，疏漏、谬误之处在所难免，尚祈广大读者予以指正。

《化工施工技术经验汇编》编委会

目 录

概述	1
一、吊装技术的发展与现况	1
二、吊装技术的地位和今后发展的方向	2

第一篇 设备、结构的吊装实例

第一章 “A”形桅杆整体扳吊乙烯火炬塔架	3
第一节 工程概况	3
第二节 火炬塔架吊装受力分析计算	9
第三节 “A”形桅杆强度及稳定性核算	22
第四节 地锚计算	27
第五节 火炬塔架强度核算	27
第六节 火炬吊耳强度核算	40
第七节 铰腕强度计算	43
第八节 吊装施工	43
第二章 利用构筑物设置动臂吊杆分段组装尿素工艺主 框架	47
第一节 简要说明	47
第二节 吊装工具的设置	48
第三节 受力计算与机索具选择	50
第三章 悬杆组装电视塔	55
第一节 电视塔的结构和安装精度要求	55
第二节 吊装方法简介	55
第四章 运行式起重机吊装尿素散装仓库钢屋架	61
第一节 工程概况	61
第二节 吊装方法的确定和内容简介	61
第三节 双联拱架的组合和平面布置	65

第四节	拱架吊装时的临时支撑	71
第五节	受力计算与吊车选择	72
第六节	施工技术要求	75
第五章	直立单桅杆夺吊尿素工艺主框架钢结构	76
第一节	简要说明	76
第二节	桅杆的竖立	77
第三节	受力计算	78
第四节	吊装所需机索具	86
第六章	倾斜桅杆带荷变幅吊装高压蒸汽包	88
第一节	简要说明	88
第二节	受力计算	92
第三节	设备吊装所需机索具	96
第七章	倾斜单桅杆吊装尿素合成塔	98
第一节	简要说明	98
第二节	卸车与厂内运输	100
第三节	桅杆竖立	104
第四节	吊装受力计算及机索具选择	108
第五节	拖拉绳受力及其选择	112
第六节	支撑梁和卸扣销轴的设计计算	124
第七节	200吨桅杆的强度与稳定性校核	125
第八章	直立单桅杆扳吊氨合成塔	134
第一节	简要说明	134
第二节	施工平面布置	135
第三节	吊装受力分析计算	136
第四节	主要机索具选择	138
第五节	桅杆的强度核算	146
第六节	基础压强的校核	155
第七节	关于塔底制动的说明	156
第九章	运行式起重机抬吊液化气球罐	158
第一节	简要说明	158
第二节	组装程序	158
第三节	吊车的选用和吊装操作程序	158

第十章	双桅杆抬吊丙烯分馏塔	162
第一节	简要说明	162
第二节	受力分析计算	164
第三节	所需机索具	175
第四节	滚杠的强度计算	177
第五节	桅杆强度及稳定性验算	179
第六节	吊耳强度计算	179
第十一章	四桅杆联合夺吊再生器	197
第一节	简要说明	197
第二节	施工平面布置	199
第三节	桅杆的规格与竖立	199
第四节	吊装受力分析计算	203
第五节	主要机索具选择	216
第十二章	门式桅杆吊推水洗塔	224
第一节	简要说明	224
第二节	吊推过程中受力分析	228
第三节	主要机索具选择	233
第四节	受力零部件强度计算	237
第五节	地压力核算	241
第六节	施工技术要求	242
第十三章	人字桅杆抬吊洗苯塔	243
第一节	简要说明	243
第二节	平面布置	243
第三节	受力分析计算	244
第四节	主要机索具选择	248
第五节	人字桅杆强度和稳定性计算	248
第十四章	长动臂转动桅杆拼装GV溶液再生塔	251
第一节	简要说明	251
第二节	吊装受力计算与主要机索具选择	252
第三节	动臂桅杆核算	261
第十五章	框架吊装尿素合成塔	268
第一节	简要说明	268

第二节	设备的卸运及吊装进向	269
第三节	设备基础和地基处理	273
第四节	吊装受力计算	273
第五节	所需主要机具	277
第六节	吊轴及耳板的强度核算	278

第二篇 吊装工艺计算及施工技术

第一章	桅杆的组立、移动与拆除	280
第一节	桅杆的组立方法及受力分析	280
第二节	桅杆的基础处理	288
第三节	桅杆的移动	289
第四节	桅杆的拆除	290
第二章	桅杆的结构及计算	291
第一节	桅杆的结构	291
第二节	桅杆的强度和稳定性计算	299
第三章	起重工具及其平衡装置	305
第一节	卸扣	305
第二节	滑车与滑车组	309
第三节	吊梁和平衡装置	323
第四章	锚点	329
第一节	锚点的种类、特点与设置	329
第二节	锚点的技术要求	332
第三节	坑式锚点的计算	333
第五章	设备的卸运与吊装进向	338
第一节	设备的卸车方法及特点	338
第二节	设备卸运的要求	339
第三节	设备吊装进向	339
第四节	设备尾排的设置和牵引力的计算	340
第五节	滚杠的强度计算	343
第六章	设备在吊装过程中的空间位置	346
第一节	设备吊装所处空间位置的受力分析	346
第二节	设备脱排瞬时位置的近似公式	348

第七章	单桅杆吊装受力分析计算	352
第一节	直立单桅杆夺吊	352
第二节	直立单桅杆扳吊	364
第三节	倾斜单桅杆正吊	366
第四节	倾斜单桅杆侧偏吊	368
第八章	双桅杆及多桅杆吊装受力分析计算	369
第一节	等高双桅杆吊装	369
第二节	不等高双桅杆吊装	370
第三节	多桅杆吊装	373
第九章	门式桅杆吊装受力分析计算	376
第一节	门式桅杆侧偏吊	377
第二节	门式桅杆吊推	379
第三节	门式桅杆推举	386
第十章	人字桅杆吊装受力分析计算	389
第一节	人字桅杆吊装	390
第二节	人字(或A字)桅杆扳吊	394
第三节	人字(或A字)桅杆抬吊	396
第四节	人字桅杆侧偏吊	396
第十一章	动臂桅杆吊装受力分析计算	397
第一节	临时吊杆吊装	397
第二节	动臂回转桅杆吊装	400
第三节	半腰动臂桅杆吊装	407
第十二章	运行式起重机吊装	410
第一节	单台起重机吊装	410
第二节	双台起重机吊装	417
第三节	多台起重机吊装	420
第四节	运行式动臂起重机稳定性计算	420
第五节	提高起重机性能的几种措施	421
第十三章	利用构筑物吊装受力分析计算	423
第一节	利用构筑物夺吊	423
第二节	框架吊装	423
第十四章	吊装方案的编制	424

第一节 吊装方法的选择	424
第二节 吊装方案的组成	425
附录	433
一、单位换算表	433
二、主要参考资料	433

概 述

一、吊装技术的发展与现状

在远古时代，人们已经采用简单的起重运输装置来减轻人们的体力劳动。当时我国已成为世界上起重运输和吊装技术较发达的国家之一。

根据明朝徐光启著“农政全书”和宋应星著“天工开物”的记载，在商朝就发明了利用配重杠杆原理起重的桔槔。为了汲取较深的井水，又发明了辘轳。到汉朝后，在四川井盐开采过程中，广泛地使用了以绞车、滑车组构成的起重装置，滑车组系挂在木制的井架上，井架用拖拉绳（缆风绳）稳定。这种形式就是现今的门式桅杆或升降机的始祖。

从起重运输机械发展史来看，中国起初并不落后于世界其它国家，只因长期封建统治造成科学技术发展的停滞，虽偶有发展，也因保守思想，不能推广和发展。

解放后，起重运输机械和吊装技术得到迅速发展。从第一个五年计划开始各种起重运输机械到目前已形成系列，并批量生产，在性能方面也有较大的发展。截止1982年我国已设计制造了高64米起重量350吨的桅杆、起重量为100吨的轮胎式起重机、起重量为500吨的浮吊、起重量为800吨的桥式脱锭起重机、起重量为630吨的铸造起重机；起重量为450吨的装卸桥、起重量为200吨的龙门起重机、起重量为65吨全液压汽车式起重机、载重量为100吨自卸车和450吨的公路大平板车等。从而适应日益增长的设备、结构的起重装卸、运输和吊装任务的需要。

在吊装技术方面，从解放初期只能吊几十吨发展到近几年能吊几百吨，且吊装方法多样，经验丰富，工艺先进并进入世界先进行列。例如：用双桅杆以滑移法整体吊装直径4.5米高87米总重为596.5吨的丙烯分馏塔；用钢筋混凝土和钢结构组合框架整体吊装

直径3米，高35.7米，重350吨安装于21米标高上的尿素合成塔；用单桅杆倾斜带荷变幅吊装直径2.2米，长20.7米，重100吨的安装于35.5米标高钢结构架上的高压蒸汽包；用直立单桅杆扳吊重310吨的氨合成塔；用人字桅杆扳吊高156米重410吨的电视塔架；用门式或A字桅杆整体扳吊高121.5米重225吨的火炬，用门式桅杆吊推直径2.9米高29米，重93.1吨的水洗塔；用多根桅杆整体吊装重650吨的网架屋盖；用轮胎式起重机，以双联组合半拱旋转吊装跨度50米、高22.7米每次吊重48吨（总重480吨）的三铰拱钢结构的尿素散装仓库（库长150米）、屋架等等。但目前我国吊装机械化水平不高，吊装能力较小，与国外相比还存在一些差距（据1982年收集的资料），如：国外现已能生产起重量为1000吨的桅杆、起重量为1000吨的轮胎式起重机、起重量为320吨履带式起重机、高147米起吊能力为3吨的塔式起重机以及运载能力为1000吨的大平板车。

二、吊装技术的地位和今后发展的方向

在建筑安装工程中，吊装技术是一项非常重要的工作。而吊装技术又与起重机械相联系，起重机械是现代化企业中实现生产、建设和装卸过程机械化的重要机具。一项工程建设，吊装工作直接影响到工程的安全、质量和进度。比如，一套年产30万吨合成氨52万吨尿素的化肥装置，就吊装了设备1165台重达5800吨、管道长6800米重达3600吨、钢结构重达2370吨。

今后，我们要研究、设计、制造出更多的轻便、易造、高效、多能的起重机械、改革和创新吊装工艺，不断地提高吊装高、大、重型设备和结构的能力，扩大吊装设备和结构的预装配范围，减少高空作业，达到安全可靠，技术先进，操作简便，经济合理的要求，全面提高吊装技术水平，以适应我国“四化”建设的需要。

第一篇 设备、结构的吊装实例

第一章 “A”形桅杆整体扳吊

乙烯火炬塔架^①

第一节 工程概况

火炬是乙烯装置中的大型结构之一。用于乙烯装置在开工、运转中出现异常情况和停车检修时排放可燃气体，在高空中燃烧。建成后的火炬如图 1-1-1 所示。

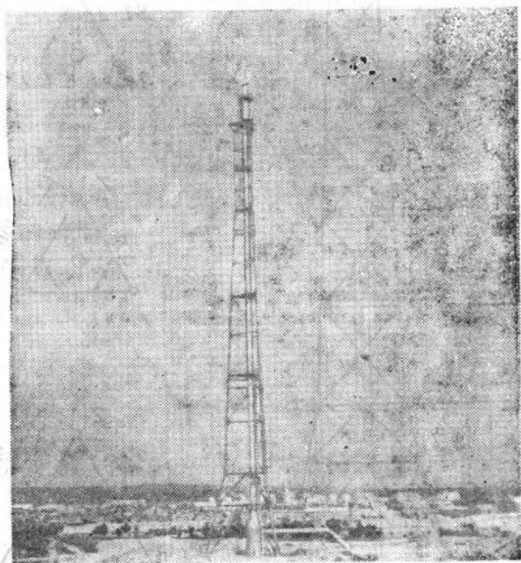


图 1-1-1 火炬外观图

^① 系燕山石化公司建筑安装公司供稿，并参考“《轻柴油裂解年产三十万吨乙烯技术资料第三册施工总结》化工出版社1980年10月”经修改而成。

火炬由火炬头、密封器、火炬筒体、附属管线、底部分离罐和支撑塔架构成，总高121.5米，总重223吨，主体结构如图 1-1-2 所示。

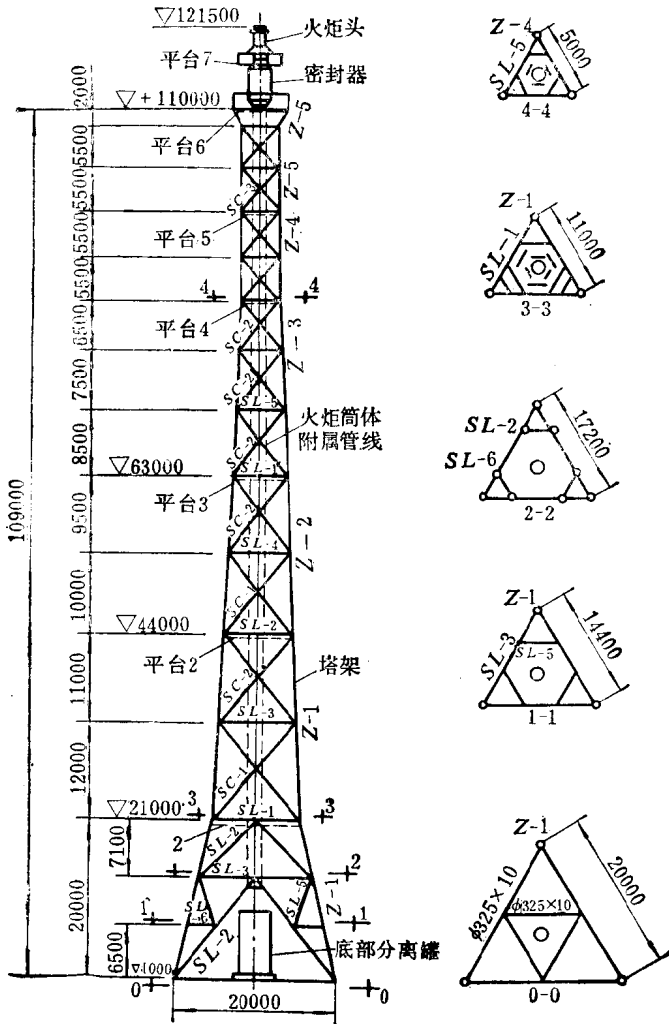


图 1-1-2 火炬结构图

火炬头为SA型无烟火炬烧嘴，高4.2米，重2.27吨。密封器为迷宫式，高5.5米，重6.33吨。火炬筒体外径1.2米，重35.3吨。附属管线重14.5吨。底部分离罐是在吊装后安装并与筒体连接。火炬塔架为自立式截头三棱体空间桁架，截面为正三角形。由于塔架截面的变化率不同，塔架可分为三段：标高21米以下为下段，底部三角形边长为20米，标高21米处三角形截面边长为11米；标高21米至86米为中段，86米处三角形截面边长为5米；标高86米以上的部份为上段，上段截面不变，直至标高108米处；为加大顶部平台面积，由108米至110米处三角形截面边长又增大到7米。塔架的三个塔柱采用钢管，腹杆用圆钢或钢管，上、中段为预应力交叉腹杆，腹杆为圆钢；下段及高108米至110米段为K型腹杆，腹杆为钢管。塔架共有14层横隔，七层平台。塔柱底部（其中两个）设置铰轴，做为塔架竖立旋转支承。塔架各构件规格见表1-1-1。

表 1-1-1 塔架构件规格表

序号	构件代号	截面形状	规格, 毫米	截面积, 厘米 ²	材质	备注
1	Z-1	钢管	φ600×14	258	16Mn	焊接钢管
2	Z-2	钢管	φ500×12	184	16Mn	焊接钢管
3	Z-3	钢管	φ377×12	138	20*	无缝钢管
4	Z-4	钢管	φ325×10	99	20*	无缝钢管
5	Z-5	钢管	φ245×10	73.8	20*	无缝钢管
6	SI-1	钢管	φ377×10	115	20*	无缝钢管
7	SI-2	钢管	φ325×10	99	20*	无缝钢管
8	SI-3	钢管	φ325×10	99	20*	无缝钢管
9	SI-4	钢管	φ245×10	73.8	20*	无缝钢管
10	SI-5	钢管	φ219×8	53	20*	无缝钢管
11	SI-6	钢管	φ159×7	33.4	20*	无缝钢管
12	SC-1	圆钢	φ85	56.8	20*	热轧圆钢
13	SC-2	圆钢	φ75	44.2	20*	热轧圆钢
14	SC-3	圆钢	φ65	33.2	20*	热轧圆钢

为了减少大件运输和高空作业，改善劳动条件，确保焊接质量，加快施工进度，塔架采用现场预制，地面卧式整体组装，组装

过程是：先将塔架分成五段单独制作，再焊成整体。五段的标高界线是0.2~33米，33~44米，44~63.5米，63.5~86米，86~110米。在塔柱的33米处设置竖立桅杆用吊耳三个；在上塔柱（无铰腕的塔柱）44米处、63.5米处、86米处和下塔柱的63.5米处设置塔架吊装

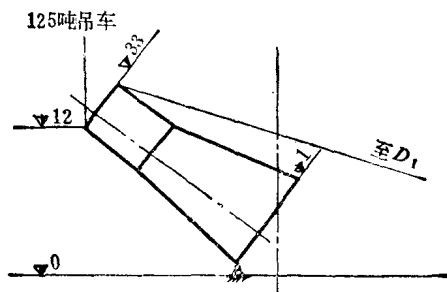


图 1-1-3 底节塔架竖立示意图

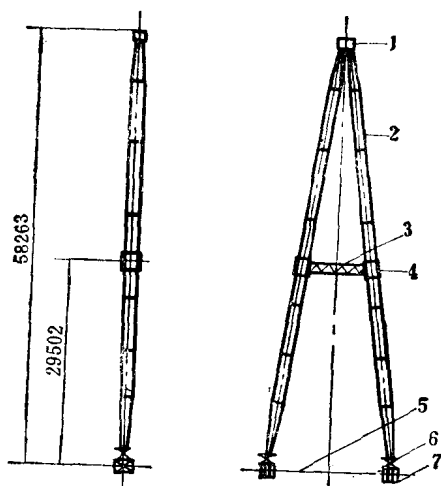


图 1-1-4 “A”形桅杆结构示意图

1—桅杆顶节；2—桅杆；3—中间横梁；4—卡箍；5—底部横梁；6—球铰；
7—火炬铰腕