



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

化工设备 安装与维修

HUAGONG SHEBEI ANZHUANG YU WEIXIU

主 编 张剑峰 张爱滨

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书全面介绍化工机械设备的安装、检修、维护,内容共分上、下两篇。上篇为设备安装与维护,主要内容为设备安装基础,包括:第一章(新建厂设备的安装)、第二章(设备检修)、第三章(安装检修常用机具)、第四章(机械零件的摩擦、磨损和润滑)、第五章(机械零件的修理);下篇为设备安装实例,包括:第六章(设备检修、维护实训)、第七章(塔设备的安装与维护)、第八章(输送泵的安装与检修)、第九章(压缩机的检修与维护)。

本书可作为高等院校机械专业学生及其他相关技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

化工设备安装与维修/张剑峰,张爱滨主编. —北京:北京理工大学出版社, 2012. 11

ISBN 978 - 7 - 5640 - 7078 - 6

I. ①化… II. ①张…②张… III. ①化工设备—安装—高等学校—教材
②化工设备—维修—高等学校—教材 IV. ①TQ05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 286826 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 10.5

字 数 / 182 千字

版 次 / 2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 29.00 元

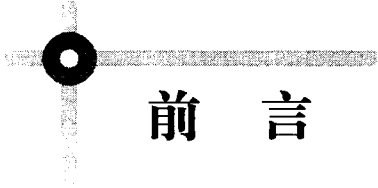
责任编辑 / 赖绳忠

陈莉华

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换



前 言

本教材采用最新国家标准,结合科学技术的最新成果,同时充分考虑目前教学对象的要求,对教材内容和结构进行了相应的调整和补充,减少了高深的理论知识,增强了教材的适用性和实用性,使教材的内容更加规范,使用更加灵活、方便。从而提高了学生的创新思维能力及实际操作能力。

化工设备安装与维护课程是机械专业的一门专业技术科,是全面介绍化工机械设备安装、检修、维护的一门课程。本书共分上、下篇,主要内容分别为设备安装与维护、设备安装实例两部分。参与编写的人员分工如下:张爱滨担任主编,编写上篇的第一章、第二章、第三章;张剑峰担任主编,编写上篇的第五章,下篇的第七章、第九章;彭芳担任副主编,编写下篇的第八章;闫茹担任副主编,编写下篇的第六章;张国俊担任参编,编写上篇的第四章;全书由张剑峰、张爱滨、彭芳、闫茹校对统稿。

在编写过程中,本书参阅并引用了部分国内外相关教材、科技著作及论文内容,在此特向有关作者深表感谢!

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请各位读者批评指正!



目 录

上篇 设备安装与维护

第一章 新建厂（生产线）设备的安装	3
第一节 设备开箱验收	3
第二节 基础验收	5
第三节 安装方案的编写	6
第四节 设备安装	7
第五节 竣工验收	14
第二章 设备检修	15
第一节 检修计划管理制度的概念	15
第二节 设备拆卸	17
第三节 零件的清洗	19
第四节 零、部件的检查、修理、更换	20
第五节 装配、调整及试车	21
第六节 竣工验收	23
第三章 安装检修常用机具	24
第一节 起重机械	24
第二节 测量工具	30
第三节 安装与检修工具	36
第四章 机械零件的摩擦、磨损和润滑	50
第一节 机械零件的摩擦	50
第二节 机械零件的磨损	52
第三节 润滑	55
第五章 机械零件的修理	57
第一节 局部修理法	57

第二节 塑性变形修理法	59
第三节 焊修法	61
第四节 电镀法	62
第五节 热喷涂法	65
第六节 黏结法	68

下篇 设备安装实例

第六单 设备检修、维护实训	73
第一节 零件加工与修理的基本操作	73
实训操作与思考	97
第二节 典型零件的安装	99
第七章 塔设备的安装与维护	105
第一节 塔设备安装前的准备工作	105
第二节 塔设备安装	106
第三节 塔设备的检修	112
第八章 输送泵的安装与检修	114
第一节 离心泵的安装与检修	114
第二节 柱塞泵的安装与检修	123
第九章 压缩机的检修与维护	126
第一节 活塞式压缩机	126
第二节 离心式压缩机的安装与维护	131
参考文献	161

上 篇 设备安装与维护

本篇包括新建厂(生产线)设备的安装和已建厂(生产线)设备的检修与安装。

第一章

新建厂（生产线）设备的安装

新建生产线设备的安装包括：设备开箱验收、基础验收、安装方案的编写、设备安装、竣工验收。

第一节 设备开箱验收

设备开箱验收包括：整体设备和零部件数量的清点验收、整体设备和零部件质量的检测验收。

一、整体设备和零部件数量的清点验收

清点设备数量。在设备交付现场安装前，由甲方（设备使用方）与乙方（设备制造方）共同按设备装箱清单（见表1-1），对需安装的机械设备及零部件逐一清点、检查、登记。

表 1-1 设备装箱清单

产品名称：	产品规格：
产品型号：	订货单位：
合同编号：	产品数量/台：
随带文件的名称和份数：	产品净重/kg：
制造单位：	发货日期：
装箱部门：	检验员：

二、整体设备和零部件质量的检测验收

在设备交付现场安装前，由甲方（设备使用方）与乙方（设备制造方）共同按技术资料与相应的标准对设备及零部件进行逐一的质量检测。

设备及零部件质量验收项目包括：表面与内部质量、几何尺寸及几何形状等。

1. 表面与内部质量的检测

(1) 检测标准。

按技术文件中规定的技术要求进行检测验收,若技术文件未注明,按相应的国家标准规定的技术要求进行检测验收。

(2) 检测方法。

检测方法分为经验检测法、机械仪器检测法。

① 经验检测法。

经验检测法为不借助任何工具、仪器,仅凭检查人员的感觉来判断零部件的状态的方法。这种方法要求检测人员具有丰富的经验,一般情况下不像使用仪器检测方法准确可靠。经验检测法有以下三种。

a. 目测鉴定。用目测或借助于放大镜来鉴定零部件外表的损坏,如破裂、断裂、裂纹、剥落、磨损、烧损、退火等情况。

b. 声音鉴定。用小锤轻轻敲击零部件,从发出的声音来判断零部件的内部有无缺陷、裂纹。

c. 感觉鉴定。检查者用手感觉零部件,从而判断零部件的配合是否合格,一般用于检查滚动轴承的轴向和径向间隙。

② 机械仪器检测法。

机械仪器检测法为利用专用的检测设备,检查零部件的状态的方法。机械仪器检测法准确可靠,一般有以下几种方法。

- a. 动平衡机检测法
- b. 着色探伤仪检测法
- c. 磁性探伤仪检测法
- d. X射线探伤仪检测法
- e. γ 射线探伤仪检测法
- f. 超声波探伤仪检测法

机械仪器检测法主要针对零部件内部的缺陷(如裂纹、气孔)等。

2. 几何尺寸及几何形状的检测

(1) 检测标准。

按技术文件中规定的技术要求进行检测验收,若技术文件未注明,按相应的国家标准规定的技术要求进行检测验收。

(2) 检测方法。

零部件的检测采用测量工具及仪器。

3. 填写设备开箱验收单

设备开箱验收单是详细记载设备在验收中存在的各项问题的技术文件,

是验收过程中具有法律效力的记录文件。设备经过数量清点，质量检测后须填写设备开箱验收单，见表 1 - 2。设备验收单填写完整后，表示设备开箱验收结束。

表 1 - 2 设备开箱验收单

统一编号		设备名称	
规格型号		动力型号	
功率（kW/台）		生产厂	
外观检查			
随机文件附件		附属设备及动力设备状况	
名 称	数 量		
验收结果			
验收人员签字：	转交单位：		接收单位：

第二节 基础验收

基础是设备的支撑件。设备能够良好地运行，基础起着举足轻重的作用。

一、基础的功能及类型

1. 基础的功能

- (1) 固定设备。
- (2) 承受设备重量、振动力、动力，并把这些力传递到土壤中去。
- (3) 吸收和隔离设备运转时产生的振动，防止发生共振现象。

2. 基础的类型

基础的种类很多，常见的分类有如下几种。

- (1) 按材料不同。基础分为素混凝土基础、钢筋混凝土。
- (2) 按承受载荷的性质。基础可分为静载荷基础、动载荷基础。
- (3) 按基础的结构外形。基础分为单块式基础（又分为实体式、地下室式、墙式、构件式）和大块式基础（无地下室式、楼板式基础）。

二、基础检测的标准和方法

1. 检测标准

按技术文件中规定的技术要求进行检测验收,若技术文件未注明,按相应的国家标准规定的技术要求进行检测验收。

2. 基础的检验方法

(1) 基础施工单位应提供设备基础质量合格证明书。主要检查其混凝土配比、混凝土养护及混凝土强度是否符合设计要求。

(2) 如果对设备基础的强度有怀疑,可用回弹仪或钢珠撞痕法等对基础的强度进行复测。

(3) 对基础的外观检查。主要察看基础表面有无蜂窝、麻面等质量缺陷。

(4) 对基础的位置、几何尺寸的测量检查。检查的主要项目有:基础的坐标位置,不同平面的标高,平面外形尺寸,凸台上平面外形尺寸,凹穴尺寸,平面的水平程度,基础的铅垂程度,预埋地脚螺栓的标高和中心距,预埋地脚螺栓孔的中心位置、深度和孔壁铅垂程度,预埋活动地脚螺栓锚板的标高、中心位置、带槽锚板和带螺纹锚板的水平程度等。

(5) 对重型设备基础的预压试验。预压试验是为了防止重型设备安装后由于基础的不均匀下沉,造成设备安装的不合格而采取的预防措施。基础预压试验的预压力应不小于设备满负荷运转的、作用在设备基础上力的总和。观测基准点应不受基础沉降的影响,观测点在基础周围均布不少于4点。观测应定时并应直到基础基本稳定为止。观测期间应有详细记录。对安装水平要求不太高的重型设备在安装前不做基础预压试验,而只在设备试运转时进行基础的沉降观测。

3. 填写基础验收单

基础验收单是详细记载设备在验收中存在的各项问题的技术文件,是在验收过程中具有法律效力的记录文件。基础验收结束后,甲、乙双方在基础验收单上签字。

第三节 安装方案的编写

施工方案是指根据一个施工项目所指定的实施方案。其中包括:组织机构方案(各职能机构的构成、各自职责、相互关系等)、人员组成方案(项目负责人、各机构负责人、各专业负责人等)、技术方案(进度安排、关键技术预案、重大施工步骤预案等)、安全方案(安全总体要求、施工危险因素分

析、安全措施、重大施工步骤安全预案等)、材料供应方案 [材料供应流程、按保检流程、临时(急发)材料采购流程等]。此外,根据项目大小还有现场保卫方案、后勤保障方案,等等。施工方案是根据项目确定的,有些项目简单、工期短就不需要制订复杂的施工方案。

第四节 设备安装

设备的安装就是将设备按照技术要求固定在基础上,设备与基础的连接,其方法主要采用地脚螺栓连接并通过调整垫铁将设备找正找平,然后灌浆将设备固定在设备基础上。设备安装(设备就位)就是将设备安全地安放到基础上。设备就位在工业设备安装工程中所占的份量很大,主要包括:地脚螺栓的埋放,基础放线,垫铁的安放,起重设备的选择,零部件的拆卸、清洗与装配。

一、地脚螺栓的埋放

1. 地脚螺栓的作用

地脚螺栓将设备与基础牢固地连接起来,以免设备在工作时发生位移和倾覆。

2. 地脚螺栓的类型

根据地脚螺栓的长度,可将其分为短地脚螺栓和长地脚螺栓。

(1) 短地脚螺栓。螺杆长度为 100 ~ 1000 mm 的地脚螺栓称为短地脚螺栓。短地脚螺栓用来固定质量较轻的、没有剧烈震动和冲击的设备。

(2) 长地脚螺栓。螺杆长度为 1 ~ 4 m 的地脚螺栓称为长地脚螺栓,长地脚螺栓用来固定质量较重的、有剧烈震动和冲击的设备。

3. 地脚螺栓的选择

(1) 地脚螺栓、螺母和垫圈。它们一般都是随设备带来,它们应符合设计和设备安装技术文件的规定。

(2) 地脚螺栓的直径。直径应小于设备底座上地脚螺栓孔。

(3) 地脚螺栓的长度。长度应符合施工图纸的规定,如无相关规定,可按下式确定

$$L = 15D + S + (5 \sim 10) \text{ mm}$$

式中, L 为地脚螺栓的长度,单位为 mm; D 地脚螺栓的直径,单位为 mm; S 为垫铁高度、设备底座、螺母厚度及预留余量的总和,单位为 mm。

(4) 地脚螺栓垂直度。地脚螺栓安装时应垂直,不能倾斜。

4. 地脚螺栓的安装

在施工过程中,经常的做法是对死地脚螺栓的二次灌浆,即在浇灌基础时,预先在基础上留出地脚螺栓的预留孔洞,安装设备时穿上地脚螺栓,然后用混凝土或水泥砂浆把地脚螺栓浇灌死。

5. 做好相应的施工记录

在安装过程中应详细做好相应的施工记录,真实反映地脚螺栓的型号、规格等内容,为今后的维修、更换提供有效的技术资料。

二、基础放线

设备就位前,应按施工图和有关建筑物的轴线、边缘线或标高线,划定安装的基准线,称为基础放线。主要内容有以下几方面。

(1) 互相有连接、衔接或排列关系的设备,应划定共同的安装基准线。必要时,应按设备的具体要求,埋设一般的或永久性的中心标板或基准点。

(2) 平面位置安装基准线、基础实际轴线与厂房墙(柱)的实际轴线、边缘线的距离,允许偏差为 ± 20 mm。

(3) 设备定位基准的面、线或点对安装基准线的平面位置和标高的允许偏差,应符合技术要求规定。

(4) 当设备找正、调平的定位基准面、线或点确定后,设备的找正、调平均应在给定的测量位置上进行检验;复检时亦不得改变原来测量的位置。当设备技术文件无规定时,设备的找正、调平的测量位置,宜在下列部位中选择:

- ① 设备的主要工作面。
- ② 支承滑动部件的导向面。
- ③ 保持转动部件的导向面或轴线。
- ④ 部件上加工精度较高的表面。
- ⑤ 设备上应为水平或铅垂的主要轮廓面。

三、垫铁的安装

1. 垫铁的作用

在设备安装前,必须在基础上放垫铁,放垫铁的作用有以下几点。

(1) 可以通过垫铁厚度的调整,使被安装的机器及设备达到设计要求的水平度和标高。

(2) 增加机器及设备在基础上的稳定性。

(3) 将其质量通过垫铁均匀地传递到基础上去。

(4) 便于二次灌浆。

2. 垫铁的类型

(1) 按材料分类。

垫铁按材料分为铸铁垫铁和钢垫铁两种。

① 铸铁垫铁的厚度一般在 20 mm 以上。

② 钢垫铁厚度在 0.3 ~ 20 mm。

(2) 按形状分类。

① 平垫铁。

② 斜垫铁。

③ 钩头垫铁。

④ 开口垫铁。

⑤ 调节垫铁。

3. 有垫铁安装和无垫铁安装

(1) 有垫铁安装。

① 垫铁的安放。

a. 铲麻面。在基础验收后，设备安装前，应在基础的上表面（除放垫铁的地方外）铲出一些小坑，称为铲麻面。铲麻面的目的是：在进行二次灌浆时，使浇筑的混凝土或水泥砂浆能与基础紧密结合起来，从而保证机器及设备的稳固。铲麻面的方法有手工法和风铲法两种。铲麻面的质量要求是：每 100 cm² 内应有 5 ~ 6 个直径为 10 ~ 20 mm 的小坑。

b. 放垫铁。在设备安装前，必须在基础上放垫铁。在安放垫铁处的基础表面必须铲平，使垫铁与基础表面能很好接触，从而保证垫铁在基础上放置稳固。

c. 垫铁的放置方法。垫铁的放置方法包括：标准垫法、井字垫法、十字垫法、辅助垫法、单侧垫法、三角垫法。

② 放置垫铁的原则。

a. 每个地脚螺栓旁至少应有 1 组垫铁。相邻两垫铁组的距离一般为 500 ~ 1 000 mm；在保证垫铁组稳定和不影响二次灌浆的前提下，垫铁组应尽量靠近地脚螺栓。

b. 每组垫铁数不宜超过 5 块，并尽量减少薄垫铁数量，最厚的垫铁放在下面，最薄的垫铁放中间。在同一组中垫铁几何尺寸应相同。

c. 垫铁组中如有斜垫铁，斜垫铁应放在最上面。

d. 不承受主要负荷的垫铁组，可使用成对斜垫铁，找平后用电焊焊牢。

e. 承受主要负荷和较强的连续震动的垫铁组，不应采用斜垫铁，只能采

用平垫铁。

f. 每组垫铁应放置整齐平稳，垫铁之间接触良好。在设备找平后，每一组垫铁均应被压紧。

g. 设备找平后，垫铁应露出设备底座面外缘，平垫铁应露出 25 ~ 30 mm；斜垫铁应露出 25 ~ 30 mm。平垫铁伸入设备底座的长度应超过地脚螺栓的中心。

h. 采用垫铁调整时，螺栓部分和调整块滑动面上应涂以润滑脂。找平后，调整块应留有可继续升高的余量。

(2) 无垫铁安装。

在完成设备找平、找正、调标高，用垫铁等将设备调整到符合要求后，进行第二次灌浆（调整处不灌），待强度达到 75% 以上后，撤出调整工具，再将调整位置用灌浆料填实，并再次紧固。此法可大量节约钢材。对水泥有要求，可采用无收缩水泥。

4. 垫铁的检验

垫铁的检验应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》，标准号为 GB 50231—2009。

四、设备就位

设备就位就是将设备安全地安放到基础上。它在工业设备安装工程中所占的分量很大。决定设备就位的主要因素是起重设备。

1. 起重设备的选择

起重设备的选择原则为安全、经济。

2. 设备就位的方式

(1) 整体就位。对于较小设备采用整体就位，在设备安装中很少采用此方法。

(2) 解体就位。大多数设备在安装过程中先进行解体，目的是：其一，吊装（起重）方便；其二，安装前要对零部件进行清洗、检测。对于解体设备，应先将底座就位固定后，再进行组装。

3. 设备的拆卸、清洗、安装

对于解体机械设备和超过防锈保存期的整体机械设备，应进行拆卸、清洗与检测。这是要求比较精细的一道程序，如果清洗不净或检测不当，会影响设备的装配，给以后设备运行带来隐患。

(1) 设备拆卸。

设备拆卸应按设备文件技术要求进行，如技术文件中无注明拆卸方法，

应按设备拆卸的一般原则进行。设备拆卸的一般原则如下。

① 根据设备图样，熟悉设备构造，确定拆卸程序，制定拆卸方案。

② 严格遵守正确的拆卸方法。正确使用拆卸工具及遵守正确拆卸方法。

③ 拆卸要为装配做好准备。拆卸前对不可互换的零件应按原来的部位或顺序做好标记，以免在装配时发生错乱；对零件要分类进行存放，按照零件的大小、精度存放，以免使零件混杂或损伤。

（2）设备清洗。

应按技术要求选择清洗方法清洗零件，金属清洗剂应符合国家标准的规定。对未注明清洗方法的零部件可按下述方法进行。

① 对设备及大、中型部件的局部清洗，宜采用符合现行国家标准《溶剂油》《航空洗涤汽油》《轻柴油》的油类、乙醇或金属清洗剂进行擦洗和涮洗。金属清洗剂应符合国家标准的规定。

② 对中、小型形状较复杂的装配件，可采用相应的清洗液浸泡。浸洗时间依据清洗液的性质、温度和装配件的要求确定，以 2 ~ 20 min 为宜，且宜采用多步清洗法或浸、涮结合清洗。采用加热浸洗时，应控制清洗液温度。被清洗件不得接触容器壁。

③ 对形状复杂、污垢黏附严重的装配件，宜采用溶剂油、蒸汽、热空气、金属清洗剂或三氯乙烯等物质进行喷洗。对精密零件、滚动轴承等不得用喷洗法。

④ 当对装配件进行最后清洗时，宜采用超声波装置，并同时采用溶剂油、清洗汽油、轻柴油、金属清洗剂或三氯乙烯等进行超声波清洗。

⑤ 对形状复杂、油污黏附严重、清洗要求高的装配件，宜采用溶剂油、清洗汽油、轻柴油、金属清洗剂、三氯乙烯和碱液等，进行浸 - 喷联合清洗。

（3）零部件检测。

清洗好的零部件在安装前进行一次检测。零部件的检测包括：零部件的几何形状、尺寸精度、表面粗糙度及零件的损坏情况等，检测标准根据零部件的技术要求确定。

（4）零部件润滑。

设备在装配前，零部件配合表面必须洁净，并涂以润滑油（脂）（有特殊要求的除外），这是保证配合表面不容易生锈、磨损，以便零部件拆卸的必要措施。

（5）零部件装配。

主要针对解体安装设备中的零部件的安装，安装标准执行设备技术文件的技术要求，未标注技术要求执行相应的国家标准。

五、设备安装调试

设备就位后，开始进行安装调试，即设备位置的精确度调试。安装调试

是机械设备安装工程中关键的一环，它直接影响安装工程质量。设备安装调试包括单台设备的安装调试和整套设备的安装调试。

1. 单台设备的安装调试

单台设备的安装调试包括设备找正、找平、找标高。

(1) 设备找正。设备找正是用移动设备的方法，将设备调整到设计规定的平面坐标位置上，即将其纵向中心线和横向中心线与基准线的偏差控制在设计或规范允许的范围内。

(2) 设备找平。设备找平是指在安装中用调整垫铁高度的方法，将设备调整到设计规定的水平状态，水平度偏差控制在设计或规范允许的范围内。

(3) 设备找标高。设备找标高是指在安装中用调整垫铁高度的方法，将设备调整到设计规定的高度位置，高度偏差控制在设计或有关规范允许的范围内。

2. 整套设备的安装调试

在安装过程中，为保证整套装置正确联动所需的各独立设备之间的位置精度，单台设备通过合理的安装工艺和调整方法能够重现的设备制造精度，整台（套）设备在运行中的运行精度等三个方面的精度，应将安装精度控制在设计或规范允许的范围内。

六、设备灌浆（二次灌浆）

在设备调整到符合要求后，即可进行二次灌浆。二次灌浆就是使用细碎石混凝土或水泥浆，将设备底座与基础表面空间的空隙填满，并将垫铁埋在混凝土里，以固定垫铁和承受设备的负荷。灌浆执行标准为 JC/T 986—2005《水泥基灌浆材料》。

七、设备试运行

设备的试运行也叫作试车，设备试车包括单机试车和联机试车。

1. 试车目的

设备安装后要进行试车，其目的有以下几点。

(1) 检验和调整整机的技术性能，解决设计、制造和安装过程中存在的问题。

(2) 检验和调整整机各部分的运动机构，使其达到良好的跑合。

(3) 检验和调整整机的电器、仪表自动控制系统及其附属装置的正确性和灵敏性。

(4) 检验整机润滑系统、冷却系统、工艺管路系统及附属设备的严密性。