

机械设备安装工程手册

樊兆馥 编著

北 京

冶金工业出版社

2004

内 容 提 要

本手册共 11 章,包括基础资料;设备基础与安装基准;常用的测量检查方法和通用零部件的装配;垫铁、地脚螺栓、设备二次灌浆;液压润滑系统安装;机械设备安装中的焊接;起重吊装;几种通用机械设备的安装;冶金机械设备安装要点;大型立式钢储罐制作安装要点;安装施工组织设计等。本手册既有基础理论的阐述,又有实践经验的介绍。书中编入了工程实例近百个,特别收入了一些具有较高难度又有一定代表性的具体机械设备的安装,每个实例均有工艺流程、安装要求、达到标准、操作方法要点和适用范围,具有很强的示范性。

本手册可供从事机械设备安装的人员使用,也可供大中专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设备安装工程手册 / 樊兆馥编著. —北京:

冶金工业出版社, 2004. 5

ISBN 7-5024-3473-9

I. 机… II. 樊… III. 机械设备—设备安装—手册

IV. TH182-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 009292 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 郭庚辰(13693126653) 美术编辑 王耀忠

责任校对 王贺兰 李文彦 责任印制 牛晓波

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2004 年 5 月第 1 版,2004 年 5 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;61.5 印张;1494 千字;948 页;1—3000 册

178.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

序

50多年来,特别是改革开放的20多年来,在国家建设中,基础工业、一般工业和高技术产业均得到了极大发展,我国的综合国力极大增强。半个世纪只是人类历史发展长河中的一瞬,而奋起的中国人民经过不懈的奋斗、拼搏,已在世界的东方创造了人类高速建设自己国家的奇迹,举世瞩目,震惊寰宇,炎黄子孙无不为之骄傲和自豪。

在我国工业发展建设中,广大的工程建设者消化、吸收国外的高新技术,并结合国情,在运用中提高,在实践中创新,逐步形成了具有中国特色的机械设备安装施工工艺、操作方法和技术规程。

在工业项目建设中,机械设备安装是整个安装工程的基础,是领先工序,是确保安装质量的最重要的环节。机械设备安装内容中一般有设备基础、安装基准、垫铁、地脚螺栓、设备二次灌浆、通用零部件装配、各项安装精度测量和调整、单体和联动试运转等内容。也常会涉及到起重吊装、液压润滑、工程焊接等内容,这后几项在某类工程中有时还会成为最重要和最关键的内容。因此,在现代化大型工业项目的安装中需要运用多方面的知识,掌握多种安装方法,熟知当前执行的标准、规范和规程。

《机械设备安装工程手册》一书的编者,曾任大型建筑安装企业的副总工程师多年,2001年编

著出版了《重型设备吊装手册》一书。他在自身多年从事机械设备安装工作实践积累的基础上,参阅了机械设备安装书籍、技术刊物和一些工法,收集了一些设备安装实例,经过系统归纳,萃选精华,编著成该书。该书紧紧围绕机械设备安装这个主题和中心设置内容,内容全面、图文并茂、突出实用,是一本实用之书。现推荐给与机械设备安装工作有关的读者,希望它为读者工作提供借鉴和参考。

中国有色矿业建设集团有限公司总经理



2004年2月

前 言

工业设备安装是工业建设的主体内容之一，凡建设工业项目必然会遇到机械设备安装问题。虽然各行各业的机械设备品种繁多，千差万别，各有特色，但有许多是通用设备，其主要的安装工艺是相同或相似的。基于这一认识，手册紧紧围绕机械设备安装这个主题，设计编写内容和范围，如设备基础、安装基准；垫铁、地脚螺栓、设备二次灌浆；常用的测量检查方法和通用零部件的装配；几种通用机械安装；几种冶金机械安装要点等章节，纯属机械设备安装内容。考虑到在机械设备安装中常会遇到设备吊装、液压润滑、工程焊接等内容，手册还围绕机械设备安装这个主线，编写了较大篇幅的相关内容。为了手册的完整性和方便读者查阅，还编写了基础资料内容。

手册在编写过程中始终以读者实用为宗旨，文字叙述尽量简明扼要，关键处又不失详尽，诸多的表格力求内容完整，有可靠的出处，大量的插图均与文字叙述紧密配合，起到直观的阅读作用。为了进一步加强实用性和借鉴性，手册还编入了较多的实用例子。每个例子尽量编有安装工艺、安装方法、安装标准、操作要点、实测数据等内容，便于读者使用和借鉴。

随着我国近些年工业的大发展，引进项目的大幅增加，机械设备安装技术水平也在不断地提

高,逐渐向世界先进的安装技术靠近。由于新技术、新工艺、新材料和新设备的不断涌现并用于实际工程中,就更进一步促进了安装技术的新发展。手册尽量编入诸如垫铁技术、无收缩灌浆技术、激光测量技术、液压安装新技术、自动焊和新型焊接技术、设备吊装新工艺等新技术和新工艺,力争使手册的内容新颖、先进、科学和实用。

为了使手册的内容有出处、有可靠的依据。在手册的编写过程中,引用和录入了我国现行的施工验收规范、施工及验收规程、质量检验评定标准、工法等的相关内容。目的是为读者提供可靠的资料,便于读者参阅和运用。

对在手册编写过程中直接或间接提供资料的同行,对中国有色金属建设集团有限公司给本书出版的支持均表示诚挚的感谢。

因编者知识水平所限,书中不足之处,诚望广大读者指正。

编 者
2004 年春

章节目录

第一章 基础资料	1
第一节 常用资料	1
第二节 水准仪和经纬仪	24
第三节 安装工程常用材料	28
第四节 公差配合、形状和位置公差	94
第二章 设备基础与安装基准	123
第一节 设备基础	123
第二节 坐标位置控制	124
第三节 标高控制	126
第四节 沉降观测	127
第三章 常用的测量检查方法和通用零部件的装配	132
第一节 常用的测量和检查方法	132
第二节 旋转零部件的装配	157
第三节 轴承装配	182
第四节 过盈配合零部件的装配	204
第五节 螺栓装配	212
第四章 垫铁、地脚螺栓、设备二次灌浆	237
第一节 垫铁	237
第二节 地脚螺栓	261
第三节 设备二次灌浆	275
第五章 液压润滑系统安装	277
第一节 液压传动系统安装	277
第二节 润滑系统安装	366
第六章 机械设备安装中的焊接	379
第一节 焊接的一些重要常用术语	379
第二节 焊接方法与金属的可焊性	381
第三节 焊接设备	387
第四节 焊条	396
第五节 常用材料的焊接	410
第六节 手工钨极氩弧焊	436
第七节 钢轨焊接	466
第八节 复合材料的焊接	477
第九节 管道下向焊	482

第十节 焊接工艺评定·····	488
第十一节 焊接应力及其消除方法·····	498
第七章 起重吊装·····	507
第一节 起重绳索·····	507
第二节 滑车和滑车组·····	515
第三节 桅杆·····	520
第四节 自行式起重机·····	538
第八章 几种通用机械设备安装·····	580
第一节 桥式起重机安装·····	580
第二节 门式起重机、装卸桥安装·····	612
第三节 带式输送机安装·····	625
第四节 液压机安装·····	644
第五节 锅炉安装·····	658
第六节 磨矿机安装·····	680
第七节 圆锥破碎机安装·····	737
第八节 回转窑安装·····	746
第九章 几种冶金机械安装要点·····	782
第一节 焦炉安装要点·····	782
第二节 烧结机安装要点·····	800
第三节 高炉安装要点·····	808
第四节 炼钢转炉安装要点·····	826
第五节 炼钢电弧炉安装要点·····	833
第六节 连续铸钢机械安装要点·····	843
第七节 轧钢机安装要点·····	854
第八节 铝电解槽安装要点·····	867
第九节 铜电解主要机械设备安装要点·····	881
第十章 大型立式钢储罐制作安装要点·····	897
第一节 储罐底板制作安装要点·····	897
第二节 储罐壁板制作安装要点·····	905
第三节 大型立式储罐吊装要点·····	921
第十一章 安装施工组织设计·····	923
第一节 安装工程施工组织设计的编制依据和内容·····	923
第二节 施工进度计划和资源配备计划·····	928
第三节 施工总平面设计·····	934
第四节 施工安全、文明施工、环保及安装工程质量保证措施·····	936
第五节 各项技术经济指标·····	947
参考文献·····	948

目 录

第一章 基础资料

第一节 常用资料

一、常用几何体的面积、体积及重心位置	1
二、截面的几何及力学特性	3
三、机械设备安装中常用的标准和规范	5
四、法定计量单位及非法定计量单位换算	9
(一) 长度	9
(二) 面积	9
(三) 体积、容积	9
(四) 重量	9
(五) 应力(材料强度)	9
(六) 压力	10
(七) 力、重力	10
(八) 能量、功及热量	10
(九) 功(力矩)	10
(十) 功率	11
(十一) 密度	11
(十二) 速度	11
(十三) 流量	11
(十四) 温度	12
(十五) 角度与弧度	12
(十六) 弧度与角度	12
(十七) 斜度与角度	13
五、常用材料物理性能	13
(一) 常用金属材料物理性能	13
(二) 金属材料在不同温度下的线(膨)胀系数	14
(三) 钢材在不同温度下的热导率	15
六、碳素钢各种硬度值与抗拉强度对应值	15
七、常用钢材的强度设计值和许用应力	17
八、材料的滚动摩擦系数和滑动摩擦系数	19
(一) 材料的滚动摩擦系数	19
(二) 材料的滑动摩擦系数	20

九、常用除锈方法及质量要求	20
(一) 常用手工及机械除锈方法	20
(二) 除锈质量要求	21
(三) 钢铁酸浸蚀除锈	21
(四) 铜及铜合金浸蚀配方及工艺条件	22
十、除油	22
(一) 有机溶剂除油	22
(二) 钢铁制品化学除油配方及工艺条件	22
(三) 铜及铜合金化学除油配方及工艺条件	23
(四) 铝、镁、锌、锡及其合金化学除油配方及工艺条件	23
十一、除油和除锈联合处理	23

第二节 水准仪和经纬仪

一、我国水准仪的系列分级及基本参数	24
二、我国光学经纬仪的系列分级及基本参数	24
三、国产水准仪及自动安平水准仪	25
四、国产光学经纬仪及电子经纬仪	26
五、引进水准仪及自动安平水准仪	26
六、引进光学经纬仪及电子经纬仪	27
七、激光经纬仪及激光铅直仪	27

第三节 安装工程常用材料

一、铸铁	28
(一) 灰铸铁	28
(二) 球墨铸铁	29
(三) 可锻铸铁	29
(四) 耐磨铸铁	30
(五) 抗磨白口铸铁	30
(六) 耐热铸铁	31
二、铸钢	32
(一) 一般工程用铸造碳钢	32
(二) 合金铸钢	32
(三) 高锰钢铸件	34
(四) 工程结构中、高强度不锈钢铸件	34
(五) 耐热钢铸件	35
三、结构钢	36
(一) 碳素结构钢	36
(二) 优质碳素结构钢	37
(三) 低合金高强度结构钢	39

(四) 合金结构钢	41
四、工具钢	49
(一) 碳素工具钢	49
(二) 合金工具钢	49
(三) 高速工具钢	52
五、不锈钢	53
六、耐热钢	57
七、几种常用专业用钢	62
(一) 压力容器用钢	62
(二) 锅炉用钢	63
(三) 钢轨	64
八、中国与其他国家钢号对照	66
九、几种常用的有色金属材料	75
(一) 铸造黄铜的化学成分及力学性能	75
(二) 铸造青铜的化学成分及力学性能	75
(三) 铸造轴承合金的化学成分及力学性能	77
十、常用钢材	77
(一) 棒材	77
(二) 热轧扁钢	77
(三) 钢板	77
(四) 型钢	82
(五) 钢管	90

第四节 公差配合、形状和位置公差

一、基本术语和定义	94
(一) 有关尺寸、偏差、公差术语和定义	94
(二) 有关配合的术语和定义	96
(三) 标准公差和基本偏差	96
二、孔、轴公差带与配合的标准化	102
(一) 优先、常用和一般用途公差带	102
(二) 优先和常用配合	102
三、形状和位置公差	103
(一) 形状公差	112
(二) 位置公差	114
四、表面粗糙度	118
(一) 主要评定参数	118
(二) 表面粗糙度参数的选用	119
(三) 表面粗糙度的代号及在图样上的标注	120

第二章 设备基础与安装基准

第一节 设备基础

一、设备基础验收	123
(一) 设备基础验收的条件	123
(二) 设备基础尺寸允许偏差	123
二、基础预压	124

第二节 坐标位置控制

一、中心标板	124
(一) 中心标板的型式与埋设要求	124
(二) 中心标板的设置原则和数量	125
(三) 中心标板和基准点布置图	125

第三节 标高控制

一、标高基准点	126
(一) 基准点的型式和埋设要求	126
(二) 基准点的设置原则和数量	127
(三) 基准点布置图	127

第四节 沉降观测

一、设备基础沉降观测点的型式及埋设	127
二、埋设观测点应注意的事项	128
三、沉降观测的程序和记录	128
(一) 沉降观测的程序	128
(二) 观测记录	128
[实例 2-1] 大庆石油化工总厂的观测实例	129

第三章 常用的测量检查方法和通用零部件的装配

第一节 常用的测量和检查方法

一、拉钢丝测量方法	133
(一) 钢丝的材质	133
(二) 测量常用钢丝的规格和性能	133
(三) 钢丝悬重	134
(四) 钢丝自重下垂度	134
(五) 拉钢丝测量设备安装精度	136
(六) 拉钢丝用读数显微镜测量方法	136

二、钢盘尺测量方法	136
(一) 测量精度要求很高时的测量方法	136
(二) 测量精度要求一般时的测量方法	137
(三) 用钢盘尺测量轨道跨度	138
三、测量设备垂直度	139
四、测量设备铅垂度	139
(一) 用框式水平仪直接测量铅垂度	139
(二) 挂钢丝线锤测量铅垂度	140
(三) 用激光铅直仪测量铅垂度	140
(四) 用经纬仪测量铅垂度	141
五、测量设备标高	141
(一) 普通水准仪测量设备标高方法	141
(二) 精密水准仪配钢尺测量设备标高方法	141
(三) 平尺、框式水平仪和内径千分尺联合测量设备标高方法	142
(四) 用液体连通器测量设备的相对标高方法	142
(五) 液体静力式水平仪测标高方法	143
(六) 利用液体连通器安装大型锻压机的实例	143
六、测量设备水平度	144
(一) 框式水平仪测量水平度方法	144
(二) 框式水平仪加平尺测量水平度方法	145
(三) 用水准仪测量水平度方法	145
(四) 挂边线测量水平度方法	146
七、测量设备倾斜度	146
(一) 拉钢丝测量设备倾斜度方法	146
(二) 框式水平仪测量设备倾斜度方法	146
(三) 水准仪测量设备倾斜度方法	147
(四) 用激光经纬仪测量设备倾斜度方法	147
八、测量设备同轴度、直线度、平行度	148
(一) 拉钢丝测量设备同轴度、直线度方法	148
(二) 激光准直仪测量设备同轴度、直线度方法	148
(三) 用假轴测量设备同轴度方法	149
(四) 用百分表测量设备同轴度的方法	149
九、挠性转子同轴度——扬度测量	153
(一) 扬度的概念	153
(二) 扬度的配置方式	153
(三) 扬度的测量方法	154
十、测量设备径向圆跳动、端面圆跳动	154
十一、灯光法测量大型设备同轴度	155

第二节 旋转零部件的装配

一、联轴器装配	157
(一) 常用联轴器的种类	157
(二) 常用刚性联轴器的结构、特点和安装要点	157
(三) 常用挠性联轴器的结构、特点和安装要点	159
二、离合器装配	167
(一) 常用离合器的种类	167
(二) 常用离合器的安装方法	167
三、齿轮装配	167
(一) 齿轮传动的分类	167
(二) 齿轮传动的一些重要参数	168
(三) 外啮合标准直齿、斜齿(人字齿)圆柱齿轮传动几何尺寸计算	169
(四) 齿轮传动的特点	169
(五) 齿轮传动的精度等级	170
(六) 齿轮工作齿面硬度与应用	171
(七) 齿轮传动的装配和测量	171
(八) 齿轮副接触精度达不到要求的处理方法	181
[实例 3-1] 某铜选厂 $\phi 4.27\text{m} \times 6.1\text{m}$ 溢流型球磨机齿轮副安装	182

第三节 轴承装配

一、滑动轴承装配	182
(一) 滑动轴承简况	182
(二) 滑动轴承安装前的检查和清洗	183
(三) 厚壁轴瓦的装配	183
(四) 薄壁轴瓦的装配	187
(五) 静压轴承、动静压轴承装配	187
(六) 整体式滑动轴承装配	188
(七) 自润滑轴承装配	190
二、滚动轴承装配	190
(一) 滚动轴承的几个主要参数	190
(二) 滚动轴承的分类	192
(三) 普通轴承的结构与类型代号	192
(四) 轴承的配合	194
(五) 轴承的装配	196
(六) 滚动轴承的拆卸	203

第四节 过盈配合零部件的装配

一、过盈配合零部件装配方法的选择	204
------------------------	-----

二、压入装配法	205
(一) 计算需要的压入力	205
(二) 过盈装配前的准备工作和操作注意事项	207
三、热胀装配法	207
(一) 加热温度及测温方法	207
[实例 3-2] 计算热胀法装配需要的加热温度	208
(二) 加热装配的间隙	208
(三) 热胀装配的操作要点和注意事项	208
[实例 3-3] 热装转炉托圈耳轴	209
[实例 3-4] 热装轧机万向接手轴套	209
[实例 3-5] 用电加热法装配大型联轴器	210
四、冷冻装配法	211
(一) 冷冻温度计算	211
(二) 冷冻装配方法及注意事项	211
[实例 3-6] 采用冷冻轴颈与加热齿轮联轴器联合方法进行装配	212

第五节 螺栓装配

一、螺纹的几个主要参数	212
(一) 公称直径	212
(二) 螺距	213
(三) 导程	213
(四) 牙型角	213
(五) 螺纹升角	213
(六) 螺纹旋向	213
(七) 内、外螺纹	213
(八) 螺纹的牙型	213
二、螺栓、螺母的力学性能等级、材质及公差	213
(一) 螺栓、螺母的力学性能等级	213
(二) 螺栓的力学性能等级与材质的对应情况	214
(三) 螺栓、螺母、螺钉的产品质量和公差	214
三、螺栓连接的拧紧力矩——扳手力矩	214
(一) 扳手力矩的计算	214
(二) 预紧力	215
四、控制和测量预紧力的方法	215
(一) 力矩法	215
(二) 螺母转角法	217
(三) 测定螺栓伸长法	217
(四) 螺栓预伸长法	217
[实例 3-7] 125000kN(12500t)立式水压机横梁拼接	217

[实例 3-8] 球磨机分半大齿轮用螺栓拼接	218
[实例 3-9] 热装公称压力 80000kN 和 120000kN 大型 锻压机螺柱	219
五、高强度螺栓装配	220
(一) 大六角头高强度螺栓、螺母、垫圈的规格	220
(二) 扭剪型高强度螺栓、螺母、垫圈的规格	223
(三) 高强度螺栓装配施工	227
[实例 3-10] 铜电解专用桥式起重机主桥架高强度螺栓连接	235

第四章 垫铁、地脚螺栓、设备二次灌浆

第一节 垫 铁

一、垫铁的种类、材质和加工	237
(一) 垫铁的种类	237
(二) 垫铁的材质	242
(三) 垫铁的加工	243
二、垫铁的规格	243
(一) 冶金工业垫铁规格	243
(二) 化学工业垫铁规格	244
(三) 钩头成对斜垫铁	244
(四) 大规格垫铁	245
(五) 日本 JIS 垫铁规格	246
三、垫铁面积计算	246
(一) 垫铁总承力面积计算	246
(二) 单块垫铁承力面积计算	247
(三) 日本 JIMS 的垫铁面积计算	248
[实例 4-1] 计算需用垫铁总面积并选择平垫铁规格	248
[实例 4-2] 选取垫铁组数、型式和规格	249
[实例 4-3] 计算所需垫铁总面积,并选择垫铁规格和材质	249
四、按设备质量和地脚螺栓直径选择垫铁规格	250
五、安装垫铁的要求	251
(一) 垫铁组的位置和数量	251
(二) 对垫铁组的安装要求	251
六、垫铁安装方法	251
(一) 研磨法安装垫铁	252
(二) 座浆法安装垫铁	252
(三) 无垫铁安装技术	254
[实例 4-4] 直径 $\phi 3\text{m}$ \times 长度 88m 回转窑用无垫铁法安装	258
七、垫铁的放置方式	259