



● 专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

锅炉设备安装工

(高级、技师、高级技师)

劳动和社会保障部 组织编写
中国就业培训技术指导中心



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

• 专用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

锅炉设备安装工

(高级、技师、高级技师)

劳动和社会保障部 组织编写
中国就业培训技术指导中心



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书主要包括锅炉设备安装工高级、技师、高级技师三部分。三部分从施工前组织与准备, 锅炉钢架和金属结构组合安装, 锅炉受热面的组合安装, 锅炉辅机设备的检修及安装, 锅炉机组启动与试运行, 施工组织管理, 特殊技艺等方面, 对高级工、技师、高级技师的工作内容进行了论述。其中主要内容包括编制施工措施及预算, 锅炉辅机设备的检修及安装, 锅炉炉墙的砌筑, 锅炉启动和分部试运行, 班组管理, 质量管理, 锅炉安装质量分析知识等。

本书适用于高级锅炉设备安装工、锅炉设备安装工技师、高级技师的培训, 是锅炉设备安装工职业技能鉴定的指定辅导用书, 也可供各级培训中心、职业学校的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

锅炉设备安装工 (高级、技师、高级技师) / 劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写. —北京: 中国电力出版社, 2003

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5083-1188-4

I. 锅... II. 劳... III. 锅炉-设备安装-职业技能鉴定-教材 IV. TK226

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 014464 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 4 月第一版 2003 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 15.5 印张 344 千字

印数 0001—3000 册 定价 23.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

国家职业资格培训教程
锅炉设备安装工
编 审 委 员 会

主 任 陈 宇

副主任 宗 健 宋 建 陈 蕾

委 员 (按姓氏笔画为序)

丁 雁 马家斌 王科会 朱良镭

刘锁清 张天孙 李晓东 李润林

杨元峰 林顺兴 俞景贤 赵利华

袁智骏 郭 跃 葛忠祥 谭平成

潘宏娟

锅炉设备安装工 (高级、技师、高级技师)
编 审 人 员

主 编 袁智骏

编 者 袁智骏 林顺兴 谭平成 俞景贤

葛忠祥 郭 跃

审 稿 王科会 罗 挺

前 言

为推动锅炉设备安装工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在锅炉设备安装工从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《锅炉设备安装工国家职业标准》制定工作的基础上，组织部分参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程 锅炉设备安装工》。

《教程》紧贴《标准》，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，《教程》是针对锅炉设备安装职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别进行编写的。《教程》的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”等内容。针对《标准》中的“基本要求”，还专门编写了《锅炉设备安装工（基础知识）》。《锅炉设备安装工（基础知识）》包括职业概述、职业道德、职业基础知识系列等方面的内容，是锅炉设备安装工各个级别从业人员的必备知识。

本书适用于高级锅炉设备安装工、锅炉设备安装工技师、高级技师的培训，是锅炉设备安装工职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由山西省工业设备安装公司林顺兴高级工程师、谭平成高级工程师、袁智骏教授级高级工程师、俞景贤教授级高级工程师、葛忠祥高级工程师，山西省劳动厅锅检所郭跃高级工程师等编写。全书由袁智骏统稿。

本书在编写过程中得到上述单位及其他有关部门的积极支持，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

前 言

第一部分 锅炉设备安装工 高级

第一章 施工前组织与准备	1
第一节 学习施工图纸及技术资料.....	1
第一单元 施工图的内容及看图步骤.....	1
第二单元 施工验收规范和质量评定标准.....	3
第二节 编制施工措施及预算.....	4
第一单元 编制施工措施.....	4
第二单元 编制施工预算.....	5
第三节 安装器具的准备.....	6
第二章 锅炉钢架和金属结构组合安装	12
第一节 划线及找正.....	12
第一单元 钢架划线检查和校验.....	12
第二单元 钢架整体找正.....	12
第二节 加工及制作.....	13
第一单元 钢结构放样下料及加工成形.....	13
第二单元 刮削.....	16
第三单元 大截面烟风道对口辅助工具.....	17
第三节 钢结构及烟、风、煤管道的组合安装.....	18
第四节 消除缺陷.....	19
第一单元 钢架几何尺寸的调整.....	19
第二单元 消除烟风道振动.....	21
第三单元 钢架梁、柱变形矫正.....	22
第三章 锅炉受热面的组合安装	24
第一节 解体检查受热面设备相关附件.....	24
第一单元 水位计的解体检查及组装.....	24
第二单元 安全阀的解体检查.....	25
第三单元 油枪的解体检查.....	27
第二节 锅炉受热面的组合、安装和调整.....	28
第一单元 受热面的组合、安装及找正.....	28

第二单元 组件整体找正与调整	33
第三单元 高压管道的安装	34
第四单元 下降管的组合、安装	38
第五单元 安全阀的调整	39
第三节 消除受热面的缺陷	41
第一单元 消除吹灰器缺陷	41
第二单元 消除燃油系统缺陷	41
第四章 锅炉辅机设备的检修及安装	42
第一节 辅机设备部件的加工制作	43
第一单元 乌金瓦的浇铸及焊补	43
第二单元 特殊工具的加工制作	44
第二节 锅炉辅机设备的检修和安装	46
第一单元 中、高速磨煤机的检修和安装	46
第二单元 高速转子静平衡	53
第三单元 电除尘器安装调整	57
第三节 消除辅机设备的缺陷	59
第一单元 磨煤机常见缺陷的消除	59
第二单元 回转式空气预热器常见缺陷的消除	60
第三单元 离心泵常见缺陷的消除	61
第四单元 电除尘器常见缺陷分析	62
第五章 锅炉的砌筑与保温	65
第一节 锅炉炉墙的砌筑	65
第一单元 锅炉炉墙耐火层及保温层的砌筑	65
第二单元 浇注锅炉炉墙	67
第二节 锅炉管道保温层的施工	70
第一单元 锅炉管道保温层的装设	70
第二单元 保温层的施工	73
第六章 锅炉机组启动与试运行	76
第一节 启动前的试验和清洗	76
第一单元 锅炉整体严密性试验	76
第二单元 烘炉	76
第三单元 煮炉	78
第四单元 锅炉化学清洗	78
第五单元 管道的水冲洗和油冲洗	80
第二节 锅炉启动和分部试运行	81
第一单元 锅炉启动和停用	81
第二单元 辅机和附属设备分部试运行	83

第三节 锅炉试运行中的故障排除	87
第一单元 安全阀的故障排除	87
第二单元 油枪的故障排除	88
第三单元 汽水管道的故障排除	88
第七章 施工组织管理	91
第一节 班组管理	91
第一单元 班组管理工作的主要内容	91
第二单元 班组施工计划管理	92
第三单元 班组安全管理	93
第四单元 班组材料及机具管理	94
第五单元 班组经济核算	97
第二节 质量管理	99
第一单元 班组质量管理的方法	99
第二单元 质量管理小组活动	100

第二部分 锅炉设备安装工 技师

第八章 施工前的组织与准备	104
第一节 施工前的准备工作	104
第二节 施工组织设计的知识	107
第一单元 施工组织设计的主要内容	107
第二单元 编制施工进度计划	110
第九章 锅炉钢架及金属结构组合安装	116
第一节 划线及找正	116
第二节 钢结构加工成形中的变形问题	117
第三节 组合安装	119
第一单元 钢架和烟、风、煤管道的质量要求	119
第二单元 钢架组合安装中技术难题的处理	122
第四节 消除缺陷	123
第一单元 立柱、横梁扭曲矫正	123
第二单元 钢结构变形的双向矫正	124
第十章 锅炉受热面的组合安装	126
第一节 制定锅炉安装计划和方案	126
第一单元 锅炉施工平面布置	126
第二单元 锅炉安装方案的选择	129
第三单元 大型起重设备的选择与布置	133
第四单元 锅炉施工进度和劳动力计划的制定	139

第二节 锅炉受热面的组合安装	141
第一单元 受热面大件吊装	141
第二单元 锅炉热膨胀	143
第三单元 吊杆受力调整	144
第十一章 锅炉辅机设备安装、调试	146
第一节 锅炉辅机设备安装、调试	146
第一单元 锅炉辅机设备及附属系统的调试	146
第二单元 锅炉辅机特殊检修工艺	151
第三单元 高速转子找动平衡	159
第二节 水隔离泵液压系统常见故障的消除	162
第十二章 锅炉的砌筑与保温	165
第一节 锅炉炉墙的砌筑	165
第一单元 锅炉炉墙耐火层及保温层的砌筑	165
第二单元 浇灌锅炉炉墙	167
第二节 锅炉和设备保温层的施工	170
第十三章 锅炉机组启动与试运行	173
第一节 辅机和附属设备的分部试运行	173
第一单元 指导分部试运行	173
第二单元 烧瓦的预防	173
第二节 锅炉的调整试验及冷态检查	175
第一单元 锅炉及蒸汽管道的吹扫	175
第二单元 锅炉启动前的冷态检查与试验	177
第三单元 锅炉的调整试验	178
第四单元 锅炉停用后的保养	180
第十四章 施工组织管理与技术培训	182
第一节 质量管理	182
第一单元 质量控制	182
第二单元 质量保证体系	183
第二节 技术管理	185
第一单元 技术管理的基本内容	185
第二单元 技术管理的基本制度	185
第三节 技术培训	190

第三部分 锅炉设备安装工 高级技师

第十五章 施工前的组织与准备	192
第一节 施工前的准备工作	192

第一单元 施工前的准备工作	192
第二单元 施工技术措施	194
第二节 安装工程的项目划分及质量检验评定	195
第十六章 锅炉设备安装检查验收	200
第一单元 锅炉安装检验方法与器具	200
第二单元 锅炉安装检验的主要内容	201
第十七章 施工组织管理与技术培训	203
第一节 技术管理	203
第一单元 施工项目的技术管理工作	203
第二单元 计量管理	204
第三单元 质量事故处理	206
第二节 企业管理知识	207
第一单元 施工项目管理	207
第二单元 ISO9000 族标准基本知识	210
第三单元 施工项目投标	211
第四单元 施工现场的安全管理	213
第三节 技术培训	215
第十八章 特殊技艺	217
第一单元 锅炉安装质量分析知识	217
第二单元 锅炉安装先进技术简介	220
附录 锅炉安装质量检验表格	222
参考文献	237

锅炉设备安装工 高级

第一章 施工前组织与准备

第一节 学习施工图纸及技术资料

第一单元

施工图的内容及看图步骤

一、学习目标

当完成本单元学习后，能看懂有关锅炉安装的各种图纸。

二、相关知识

(一) 施工图纸的构成

按图形及其作用，施工图可分为基本图和详图两大部分。基本图包括图纸目录、施工图说明、设备材料表、系统图、平面布置图、轴测图和立（剖）面图；详图包括节点图、大样图和标准图。

1. 图纸目录

通过图纸目录我们可以知道参加设计和建设的单位，工程名称、地点、编号及图纸的名称等内容。

2. 施工图说明

凡在图样上无法表示出来而又必须让施工人员了解的一些技术和质量方面的要求，一般都用文字形式来加以说明。它的内容一般包括工程的主要技术数据、施工和验收要求以及注意事项。

3. 设备材料表

指该项工程所需的各种设备和各类管道、管件、阀门以及防腐、保温材料的名称规格、型号、数量的明细表。

以上三项文字说明是施工图纸必不可少的组成部分，是对线条和图形的补充和说明。对于这些内容的了解有助于进一步看懂施工图的内容。

4. 热力系统图

通过它可以对设备的位号及整个系统的仪表控制点（温度、压力、流量及分析的测点）有一个全面的了解，同时对管线的规格、编号，输送的介质、流向以及主要控制阀门等也有一个确切的了解。

5. 平面图

平面图是施工图中最基本的一种图样，它主要表示建（构）筑物和设备的平面布置，管线的走向、排列和各部分的主要尺寸，以及每条主要管线的坡度和坡向，管径和标高等具体数据。施工人员看了平面图后，对这项工程就有了大致的了解。

6. 轴测图

轴测图是一种立体图，它能在一个图面上同时反映出管线的空间走向和实际位置，帮助我们想像管线的布置情况，减少看正投影图的困难，它的这些优点能弥补平、立面图的不足之处，是管线施工图中的重要图样之一。轴测图有时也能代替立面图或剖面图。

7. 立面图和剖面图

立面图和剖面图是施工图中最常见的图样，主要表达建筑物和设备的立面分布，管线垂直方向上排列和走向，以及每路管线的编号、管径和标高等具体数据。

8. 节点图

节点图能清楚地表示某一部分管道的详细结构及尺寸，是对平面图及其他施工图所不能反映清楚的某点图形的放大。

9. 大样图

大样图是表示一组设备的配管或一组管配件组合安装的一种详图。大样图的特点是用双线图表示，对物体有真实感，并对组装体各部位的详细尺寸都作了标注。

10. 标准图

标准图是一种具有通用性质的图样。标准图中标有成组管道、设备或部件的具体图形和详细尺寸，但是它一般不能用来作为单独进行施工的图纸，而只能作为某些施工图的一个组成部分，一般由国家和有关部委出版标准图集，作为国家标准或部标准的一部分予以颁发。

（二）施工图纸的学习

施工图纸学习的一般步骤如下：

（1）看图纸目录。了解工程项目的名称、性质、图纸的种类、建筑物的面积、图纸的张数、建设单位、设计单位。

（2）看总说明。了解工程的概况、设计原则和对施工总的技术要求等。

（3）看总平面图。了解工程的地理位置、高程、朝向、周围环境等。

（4）学习建筑施工图。先看各层平面图，了解建筑物的长度、宽度、轴线尺寸、室内布局等。再看立面图及剖面图，了解建筑物的层高、总高、各部位的大致做法。平、立、剖面图学习完后，应大致想像出建筑物的立体图像。

（5）学习结构施工图。看结构施工图要按看建筑施工图的步骤，从基础平面图开始，逐项看结构平面图和详图。了解基础的形式，埋置深度，梁柱的位置和结构，墙和板的位置、标高和构造等，以便于安装审核留设各种孔洞和预埋件是否正确，并在土建施工过程中予以配合。

（6）看安装施工图。看安装施工图、主要了解设备安装的大致情况，并了解各种管线的管径、走向和标高，以便对安装工程内容有较全面的了解。

(7) 学习标准图。图纸学习还应包括设计规定选用的标准图集和标准做法的学习。

(三) 对各种设备技术说明书认真学习和掌握

设备的技术说明书是由设备制造单位随机提供的,它是安装施工人员了解设备制造技术要求及安装、试车要求的重要依据,通过技术说明书的学习才能了解所要安装设备的特点及安装应注意的技术关键,从而才能保证安装工程质量。

第二单元

施工验收规范和质量评定标准

一、学习目标

当完成本单元学习后,能了解在施工中应依据的施工验收规范和质量评定标准。

二、相关知识

1. 执行标准的原则

我国现行的工程验收规范和质量评定标准,有国家标准、部颁(行业)标准、企业标准和地方标准。国家标准(简称“国标”,用汉语拼音字母“GB”代表)是必须执行的法令性标准;无国家标准或国家技术标准规定不具体时应执行部颁标准或地方及企业标准;地方标准和企业标准是在执行国家、部颁标准的原则下,作出具体完善的规定,执行时均要兼顾,但原则上不能降低国家、部颁标准的要求或与国家标准的规定相抵触。

2. 施工及验收规范

用于锅炉安装的施工及验收规范介绍如下:

(1)《工业锅炉安装工程施工及验收规范》(GB 50273—98),适用于工业锅炉和热水锅炉额定压力不大于2.5MPa、现场组装的固定式蒸汽锅炉和固定式承压热水锅炉的安装。

(2)《电力建设施工及验收技术规范(锅炉机组篇)》(DL/T 5047—95),适用于电站锅炉机组,容量为65~2100t/h、主蒸汽压力为3.82~25MPa、主蒸汽温度为450~550℃的国产电站锅炉机组的施工及验收;对于大于或小于上述容量和参数的机组的施工及验收工作也可参考使用;国外引进机组的施工及验收工作应执行制造厂的规定,若制造厂无明确规定,则亦应执行此规范。

(3)《电力建设施工及验收技术规范(管道篇)》(DL 5031—94),适用于锅炉范围内的蒸汽管道、给水管道和工业水管道的安装。

(4)《电力建设施工及验收技术规范(火力发电厂焊接篇)》(DL 5007—92),适用于承压管道配制和安装中的焊接工作。

(5)《电力建设施工及验收技术规范(汽轮机组篇)》(DL 5011—92),适用于泵类设备的安装。

(6)《电力建设施工及验收技术规范(热工仪表及控制装置篇)》(SDJ 279—90),适用于热工测量仪表的安装。

3. 质量检验和评定标准

(1)《火电施工质量检验及评定标准(锅炉篇)》(1996年版)。

- (2) 《火电施工质量检验及评定标准 (汽轮机篇)》(1998 年版)。
- (3) 《火电施工质量检验及评定标准 (管道篇)》(试行)。
- (4) 《火电施工质量检验及评定标准 (焊接篇)》(1996 年版)。
- (5) 《火电施工质量检验及评定标准 (加工配制篇)》(试行)。
- (6) 《火电工程调整试运质量检验及评定标准》(1996 年版)。

第二节 编制施工措施及预算

第一单元

编制施工措施

一、学习目标

当完成本单元学习后,能了解制定施工措施的基本要求,并能参与此项工作。

二、相关知识

1. 技术组织措施

技术组织措施是单位工程施工设计的重要组成部分,它的目的在于确定施工项目所要采取的技术方面和组织方面的具体措施,以完成施工项目的目标。

技术组织措施计划的内容通常包括:

- (1) 科学地组织生产,正确地选择施工方案。
- (2) 采用先进技术,改进作业方法,提高劳动生产率,节约施工劳动量。
- (3) 降低材料消耗,选择合理运输方案。有计划地综合利用材料,合理代用,推广新的优质价廉材料。
- (4) 提高机械利用率,充分发挥其效能,节约单位工程施工机械费。

技术组织措施计划表见表 1-1。

表 1-1 技术组织措施计划

措施项目 和 内容	措施涉及的工程量		经 济 效 果						执行单位 及负责人
	单位	数量	劳动量节 约额(工日)	降低成本额(元)					
				材料费	人工费	机械台班费	间接费	节约总额	
合计									

2. 保证质量与施工安全的措施

在单位工程施工设计中,从具体工程的特征、施工条件、技术要求和安全生产的需要出发,需要制定保证工程质量和施工安全的技术措施。它是进行施工作业交底的一个重要

内容,是明确施工技术要求和质量标准、防范可能发生的工程质量事故和生产安全事故的重要措施,一般应考虑以下几点:

(1) 有关工程所用材料的质量标准、检验制度、保管方法和使用要求。

(2) 主要工种作业的技术要求、质量标准和检验评定方法。

(3) 可能出现的技术问题或质量通病的改进办法和防范措施。

(4) 高空作业,立体交叉作业的安全措施;施工机械,设备,脚手架,载人电梯的稳定和安全防护措施;防雨、防冻、防触电、防坠,防坍的措施等。

拟定的各项措施,要有针对性,应具体明确,切实可行。

第二单元

编制施工预算

一、学习目标

当完成本单元学习后,应能基本了解施工预算编制的要求和程序。

二、相关知识

根据施工图计算出的分项工程量和施工定额规定的分项工程单位消耗定额,进行计算和编制单位工程或分部、分项工程所需的材料、人工、机械台班数量和费用的文件,称为施工预算。

1. 施工预算的作用

施工预算是施工项目成本计划文件,它对施工项目的管理起着很重要的作用。它是编制施工作业计划的主要依据;是向施工班组签发工程任务单、控制材料消耗和分配奖金的依据。它可以起到有效地控制人力和物力的消耗,降低工程成本的作用。

2. 施工预算的内容

(1) 工程量。根据施工图按施工定额的规定,分别计算出各分项工程的工程量。

(2) 人工费用。根据分项工程量及时间定额计算出分项工程不同工种的用工量,最后计算出单位工程的总用工数及人工费。

(3) 材料用量和材料费。按分项工程量及施工定额中的材料消耗数量,计算出分项工程的材料需用量,最后汇总出单位工程的材料用量及单位工程材料费。

(4) 大型机械的机种和台班数。根据施工方案的要求和分项工程量及机械台班使用定额,计算出单位工程所需台班需用量。

(5) 根据有关定额计算出辅助材料需用量。

3. 施工预算编制的依据

编制施工预算,主要依据下列文件和资料:

(1) 施工图纸和设计说明书。

(2) 经审定批准的施工组织设计或施工方案。

(3) 施工定额和补充定额。施工定额包括材料消耗定额、劳动定额及机械台班消耗定额等,是确定施工预算中人工、材料、机械台班需用量的依据。

(4) 其他有关技术资料。如建筑材料手册、五金手册、建筑机械施工手册、安装工程材料手册等,可供选择材料性能、规格、型号和进行单位体积、重量换算使用。

4. 编制施工预算的程序和要求

(1) 熟悉施工图纸、设计说明书、有关标准图、各类施工定额和手册、施工组织设计、施工方案、施工总平面图等有关技术资料。

(2) 计算工程量。根据施工图要求和定额分项要求计算工程量，并按分部、分项工程逐项进行汇总。

(3) 进行用工、材料、机械台班需要量分析。根据分项工程量和施工定额规定的分项工程单位的用工材料消耗，计算出分项工程的材料和分工种的人工数量，最后，编出单位工程的用工、材料汇总表；施工机械的机种、型号及台班数，则按施工组织设计施工方案所选用的机械要求计算。

(4) 填写材料、人工单价并计算费用。主要根据国家或地方基建主管部门规定的材料、人工及机械台班单价进行填写，并计算出单项工程的材料、人工、机械台班费用。最后汇总成单位工程的人工、材料、机械直接费。

(5) 写编制说明。主要说明编制依据、计算范围、降低成本技术措施、特殊情况的处理方法及其他有关问题。

第三节 安装器具的准备

一、学习目标

当完成本单元学习后，应能掌握安装常用精密量具及仪器的正确使用与维护方法。

二、操作方法

1. 卡钳的使用

卡钳分为内卡钳和外卡钳两种。外卡钳测工作物的外表面尺寸；内卡钳测工作物的内表面和内孔、内槽等尺寸。使用卡钳时应注意以下几点：

(1) 调整卡钳尺寸时，应敲卡钳的两侧面，不允许敲击卡钳口。

(2) 测量工作物时，不能将卡钳用力压下去，只要有卡钳贴附到工件测量面上的手感即可。

(3) 测量工作物时，卡钳要放正，不能歪斜，否则量的尺寸不准确。

(4) 工作物旋转时，不能用卡钳测量，防止磨损钳口。

2. 水平仪的使用

参见《锅炉设备安装工（基础知识）》第三章第六节第一单元。

3. 游标卡尺的使用

(1) 使用游标卡尺时，应将卡尺的量爪合拢对光检查其接触是否严密，尺身与游标的零线是否对齐，检查合格后，方可使用。

(2) 被测工作物要干净，不能有毛刺、擦伤等，以免损坏卡尺测量平面。

(3) 测量工作物时，要轻推活动卡脚；取出工作物时，应先松开活动卡脚，严禁强行将工作物放上或取下。

4. 千分尺的使用

(1) 双手测量法。这种方法一般用于测量放在工作台上或比较容易固定的零件。见图 1-1。左手握弓架，先使砧座测量面与工作物表面接触，用右手旋转活动套管，待测杆量面与工作物表面相距很近但未接触，改旋棘轮手柄，直到测杆量面与工作物表面接触，并听到棘轮发出“咯、咯”的空转声为止，将定位环向外旋转紧住测杆，并读出数值。然后将定位环松开，使测杆量面离开工作物表面后再取下千分尺。

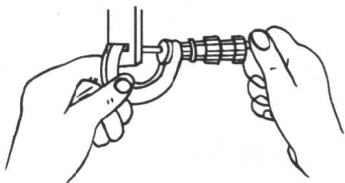


图 1-1 双手测量法



图 1-2 单手测量法

(2) 单手测量法。这种方法多用在测量小零件。见图 1-2。两手分别拿住工作物和千分尺，右手无名指和小指压住千分尺的弓架抵靠手掌，用右手中指、食指旋转活动套管。

无论用哪种测量法操作，不可把固定好的千分尺用力卡到工作物上去，这样千分尺的测杆与砧座会磨损，同时也不允许在松开螺杆前将千分尺从工作物上强行取下。千分尺是精密量具，不要随意拆开，用完后应擦干净，并使两侧面保持一定距离，涂油后放入工具箱内。

5. 百分表的使用

百分表是用来测定工作物平面、圆度、锥形及配合间隙的精密量具，见图 1-3。

(1) 百分表是同表架一起使用的。百分表盘上分 100 格，每 10 格用数字 0、10、20、30、…、90 等标记。大指针走一格为 0.01mm，转动一周时，小针走一格为 1mm。

(2) 使用百分表时，用测杆端的量头抵住测量面，使被测工作物与百分表在一定的要求下相对移动，从表盘上观察所得间隙或偏差尺寸。

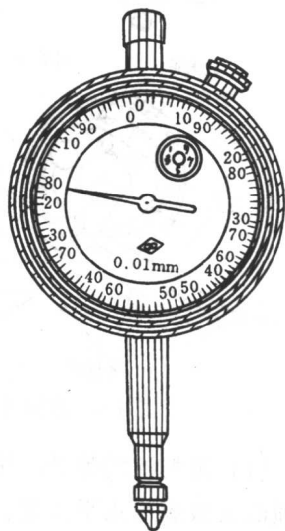


图 1-3 百分表

(3) 百分表用后，应解除负荷，用软布擦净，并涂以工业凡士林，装盒保管好。

6. 万能量角器的使用

(1) 万能量角器是用来测量工作物的角度，它的读数方法见图 1-4。在游标刻线零的左右各有 12 等分，且对称分布，每三等分的刻线注有数字，如 0、15、30、45、60，每一格读数为 5'。

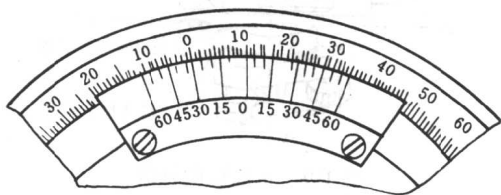


图 1-4 游标刻度盘上的读数

(2) 量角器指示角度读数时，先看游标零线所对准刻度盘上的读数，然后再看游标刻度盘哪条与刻度相对准。如游标刻线的第一条相