



质量技术监督行业职业技能鉴定考核培训教材



Weighing Instrument
Metrology

衡器计量

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心 组编



中国质检出版社
中国标准出版社



质量技术监督行业职业技能鉴定考核培训教材

衡器计量

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心 组编

中国质检出版社
中国标准出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

衡器计量/质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心编著. —2 版.
—北京:中国质检出版社,2014. 3
ISBN 978-7-5026-3988-4

I. ①衡… II. ①质… III. ①重量计量仪器—技术培训—教材 IV. ①TH715.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 044059 号

内 容 提 要

本书作为质量技术监督行业衡器计量职业技能考核培训的专业课教材,系统地介绍了衡器计量的理论知识、衡器的结构、原理、安装、调整、使用维护和常见故障的排除方法,以及衡器的检定方法和操作技能等。其内容兼顾了初、中、高级及技师级、高级技师级不同等级衡器计量从业人员的培训需求,注重理论联系实际,实用性强。

本书亦可供有关院校师生和计量科技人员学习参考。

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 21.5 字数 512 千字

2014 年 3 月第二版 2014 年 3 月第七次印刷

*

定价 55.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010) 68510107

编写与审定人员

主 编 李金海

副主编 曹锁胜

主 审 施昌彦

撰稿人 李金海 (绪论及第 1,8,10,13 章)

曹锁胜 (第 2,3,4,5,6,7,12 章)

席保吉 刘卫东 张树芳 李朝英 (第 9,11 章)

审 稿 施昌彦 杜小平 张世广 刘宝兰 谢 瑛

前言

为

适应我国社会经济发展和劳动体制改革的需要,更好地贯彻国家职业资格证书制度,推动质量技术监督行业职业技能鉴定与职业资格证书制度工作的开展,我们依据《中华人民共和国劳动法》中的“国家确定职业分类,对规定的职业制定职业技能标准,实行职业资格证书制度”的规定,按照《中华人民共和国职业分类大典》中,检验、计量人员的职业分类,组织编写了《衡器计量》。

本次出版的《衡器计量》在内容上反映了现阶段本职业从业人员应达到的技术水平,在考核培训工作上,体现了以职业活动为导向,以职业技能为核心的特点。

衡器计量岗位各等级的要求分为基本要求和工作要求两大部分。其中,基本要求是对从事本职业人员的共同要求,包括职业道德和基础知识方面的要求;工作要求则因岗位和等级的不同有所差别,主要体现在技能要求和相关知识要求两方面。

《衡器计量》涉及衡器计量检定和衡器操作两个衡器计量岗位。其内容涵盖了对初级、中级、高级衡器计量检定人员的要求,以及对初级和中级衡器操作人员的要求。教材力求体现各等级所应具备的基础知识、专业知识、相关知识和实际操作技能。教材编写力求紧扣实际操作要求,理论联系实际,深入浅出,注重实用性。

《衡器计量》主要阐述衡器计量基础知识;衡器的类型、结构、原理;衡器的安装、正确使用与维护;衡器的检定与调修等。各章后面附有一定数量的复习题,便于学员掌握巩固所学的知识内容。在有组织的培训过程中,建议安排必要的操作技能实验。书中附有《衡器计量》教学大纲和培训大纲,便于针对各岗位不同等级进行培训和教学时参考使用。

根据衡器计量岗位培训要求,与本专业课教材配套的教材有《质量技术监督基础》《电工与电子技术基础》,职业技能鉴定考核题库《衡器计量(理论基础)》和《衡器计量(操作技能)》。

在本书的编写和出版过程中,得到了中国计量科学研究院、河北大学质量技术监督学院、中国质检出版社等单位领导和专家的具体指导和大力支持,在此,谨向参与本书编写、审定和出版的有关单位和个人表示衷心的感谢!

欢迎广大读者就教材使用过程中遇到的问题提出宝贵意见,以便在今后教材修订时进一步完善。

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心

目 录

绪 论	1
一、衡器的概念	1
二、衡器的发展简史	1
三、衡器计量在国民经济中的作用	2
四、衡器计量研究的内容	3
复习题	4
第一章 衡器计量基础知识	5
第一节 质量与重量	5
一、质量	5
二、重量、重力	7
三、质量与重量的区别	8
第二节 力学基础知识	8
一、力的基本概念	8
二、约束和约束反力	10
三、物体受力分析与受力图	12
四、力矩	13
五、平面力系	17
六、杠杆	23
第三节 衡量原理	27
一、杠杆原理	27
二、弹性元件变形原理	28
三、力-电转换原理	28
四、液压原理	28
第四节 衡器的分类	29
一、按操作方式分类	29
二、按准确度等级分类	30

三、按衡量原理分类	30
四、按用途分类	30
五、按管理性质分类	31
第五节 秤的计量特征和计量性能	31
一、秤的计量特征	31
二、秤的准确度等级	33
三、秤的计量性能	36
第六节 质量计量检定系统	37
一、质量计量的概念	37
二、质量计量器具	37
三、质量计量器具计量检定系统	39
复习题	42
第二章 案 秤	43
第一节 案秤的结构	43
一、产品型号、规格和主要参数	43
二、案秤的结构	44
第二节 案秤的工作原理	47
一、罗伯威尔机构	47
二、案秤的工作原理	48
第三节 增铊	51
一、增铊的结构	51
二、增铊的检定	53
第四节 案秤的检定	57
一、技术要求	58
二、计量性能的检定	60
三、检定记录	64
四、检定结果的处理和检定周期	65
第五节 案秤的安装调试、使用和故障排除	66
一、案秤的装配	66
二、案秤的调试	67
三、案秤的正确使用	74
四、常见故障及排除方法	75
复习题	76
第三章 台 秤	78
第一节 台秤的结构	78
一、产品型号、规格和主要参数	78

二、台秤的结构	80
第二节 台秤的工作原理	84
一、工作原理	84
二、杠杆系力的传递	84
三、杠杆系的固定臂比	86
四、杠杆系的可变臂比	87
第三节 台秤的检定	88
第四节 台秤的安装调试、使用和故障排除	90
一、台秤的安装	90
二、台秤的调试	92
三、台秤的正确使用	97
四、常见故障及排除方法	98
复习题	100
第四章 弹簧度盘秤	101
第一节 弹簧度盘秤的结构	101
一、产品型号、规格和主要参数	101
二、ATZ 弹簧度盘秤的结构	102
第二节 弹簧度盘秤的工作原理	104
一、弹簧衡量原理	104
二、工作原理	105
三、罗伯威尔机构在弹簧度盘秤上的应用	106
第三节 弹簧度盘秤的检定	107
一、技术要求	107
二、计量性能检定	109
三、双面弹簧度盘秤的检定	111
四、检定记录	111
五、检定结果处理和检定周期	112
第四节 弹簧度盘秤的装配调试、使用和故障排除	113
一、弹簧度盘秤的装配	113
二、弹簧度盘秤的调试程序	114
三、弹簧度盘秤的正确使用	116
四、常见故障与排除方法	116
复习题	119
第五章 地 秤	120
第一节 地秤的结构	120
一、产品型号、规格和主要参数	120

二、地秤的结构	122
第二节 地秤的工作原理	126
一、工作原理	126
二、杠杆系中力的传递	126
三、杠杆的臂比和总臂比	129
四、杠杆系中的可变臂比	129
第三节 地秤的检定	132
一、技术要求	132
二、计量性能检定	134
三、标准砝码的替代	137
四、计量杠杆的检定	138
五、检定记录	138
六、检定结果的处理和检定周期	140
第四节 地秤的安装调试、使用和故障排除	140
一、地秤的安装	140
二、地秤的调试	145
三、地秤的正确使用	152
四、常见故障与排除方法	153
复习题	155
第六章 电子衡器基础	156
第一节 电子衡器的组成与特点	156
一、电子衡器的组成	156
二、电子衡器的工作原理	157
三、电子衡器的分类	157
四、电子衡器的特点	158
第二节 称重传感器	159
一、称重传感器的定义与组成	159
二、称重传感器的种类	160
三、称重传感器的准确度级别	161
第三节 电阻应变式称重传感器	162
一、工作原理和构成	162
二、电阻应变片的主要技术特性	163
三、称重传感器的联接形式	164
第四节 电子衡器的显示控制仪表	167
一、显示控制仪表的主要技术要求	168
二、显示控制仪表的基本功能	170
三、微机在显示控制仪表中的应用	171

复习题	172
第七章 机电结合电子秤	173
第一节 机电结合电子秤的分类	173
一、位移 - 电转换式机电结合电子秤	173
二、力 - 电转换式机电结合电子秤	173
第二节 电阻应变式机电结合电子秤	174
一、电阻应变式机电结合电子秤的优点	174
二、电阻应变式机电结合电子秤的构成	174
三、电阻应变式机电结合电子秤的工作原理	177
第三节 机电结合电子秤的检定	177
一、技术要求	177
二、计量性能检定	179
三、检定记录	182
四、检定结果处理和检定周期	184
第四节 机电结合电子秤的安装、调试及使用	184
一、机电结合电子秤的安装	184
二、机电结合电子秤的调试	185
三、机电结合电子秤的正确使用	186
复习题	186
第八章 电子计价秤	187
第一节 电子计价秤的结构和工作原理	187
一、规格型号和基本参数	187
二、电子计价秤的基本结构	188
三、电子计价秤的工作原理	190
四、电子计价秤的主要特征与功能	190
第二节 电子计价秤的检定	192
一、技术要求	192
二、检定前的准备工作	193
三、一般技术状态的检查	194
四、检定项目与检定方法	194
五、检定记录	196
六、检定结果处理和检定周期	198
第三节 电子计价秤的调试、使用及故障排除	198
一、电子计价秤的调试	198
二、电子计价秤的正确使用	200
三、常见故障和排除方法	201

复习题	202
第九章 电子汽车衡	203
第一节 电子汽车衡的结构和工作原理	203
一、规格型号和主要参数	203
二、电子汽车衡的构成	204
三、电子汽车衡的工作原理	206
四、电子汽车衡的主要功能	207
第二节 电子汽车衡的检定	208
一、技术要求	208
二、计量性能检定	212
三、检定记录	218
四、检定结果的处理和检定周期	220
第三节 电子汽车衡的正确使用与维护	220
一、电子汽车衡的正确使用	220
二、常见故障及排除方法	222
复习题	226
第十章 电子轨道衡	227
第一节 电子轨道衡的组成	227
一、引线轨	228
二、承重台面	228
三、称重传感器	231
四、称量显示控制仪表	231
第二节 电子轨道衡的工作原理	232
一、轴计量方法	232
二、转向架计量方法	233
三、整车计量方法	234
第三节 电子轨道衡的检定	235
一、技术要求	235
二、一般技术状态的检查	237
三、动态电子轨道衡计量性能的检定	238
第四节 电子轨道衡的安装、使用及维护	240
一、电子轨道衡安装位置的选择	240
二、电子轨道衡的正确使用	241
三、电子轨道衡的维护保养	241
复习题	242

第十一章 电子吊秤	243
第一节 电子吊秤的类型	243
一、电子吊车秤	243
二、电子吊钩秤	247
第二节 电子吊秤的结构和工作原理	248
一、电容式称重传感器结构和工作原理	248
二、ORS 电子吊秤的结构和工作原理	250
三、ORS 电子吊秤的主要技术参数与功能	252
第三节 电子吊秤的检定	254
一、技术要求	254
二、计量性能检定	255
三、检定记录	258
四、检定结果处理和检定周期	260
第四节 电子吊秤的正确使用和故障排除	260
一、电子吊秤的正确使用	260
二、常见故障及排除方法	261
复习题	264
第十二章 电子皮带秤	265
第一节 电子皮带秤的结构和工作原理	265
一、电子皮带秤的型号、规格	265
二、基本参数	266
三、电子皮带秤的结构	266
四、电子皮带秤的工作原理	270
第二节 电子皮带秤的检定	271
一、技术要求	271
二、计量性能检定	275
三、检定结果的处理	278
第三节 电子皮带秤的安装、使用和故障排除	279
一、安装与调试	279
二、电子皮带秤的正确使用	280
三、常见故障及排除方法	280
复习题	281
第十三章 料斗秤	282
第一节 料斗秤结构及工作原理	282
一、料斗秤的型号规格和主要参数	282

二、结构型式	283
三、工作原理	288
第二节 电子料斗秤的检定	289
一、技术要求	289
二、一般技术状态的检查	289
三、计量性能检定	290
复习题	292
《衡器计量》教学大纲和培训大纲	293
初级衡器操作教学大纲	293
初级衡器操作培训大纲	294
中级衡器操作教学大纲	296
中级衡器操作培训大纲	298
初级衡器计量检定教学大纲	302
初级衡器计量检定培训大纲	303
中级衡器计量检定教学大纲	306
中级衡器计量检定培训大纲	308
高级衡器计量检定教学大纲	311
高级衡器计量检定培训大纲	313
技师级衡器计量检定教学大纲	317
技师级衡器计量检定培训大纲	319
高级技师级衡器计量检定教学大纲	323
高级技师级衡器计量检定培训大纲	326
参考文献	329

绪 论

一、衡器的概念

国际法制计量组织（OIML）1992 年公布的衡器定义为：“利用作用于物体上的重力来确定该物体质量的计量仪器（该仪器也可用来确定作为质量函数的其他量值、数值、参数或特征）称之为衡量仪器”。根据国家标准 GB/T 14250 —1993 对衡器的定义：“利用作用在物体上的重力等各种称量原理，确定质量或作为质量函数的其他量值、数值、参数或特征的一种计量仪器”。

衡器是质量计量仪器的简称，也就是主要用于确定物体质量的一种计量仪器。根据衡器的不同特征与功能可将衡器分为天平和秤两大类。天平的主要特征是准确度较高，使用条件要求较严，测量范围较窄。因此，天平主要用作计量基、标准仪器和小质量计量工作，通常在实验室内使用。而秤的特点是测量范围较宽、使用性较强、准确度较低。因此，秤通常以工作计量器具形式广泛用于大、中、小各种质量量值的计量，使用环境条件既可在室内、又可在室外。

在日常生活中人们习惯把各种秤称之为“衡器”，我国质量技术监督行业职业资格考核专业分类，也将质量计量分为天平、砝码计量工，衡器计量检定工和衡器计量操作工三种。这里的“衡器”指各种秤。本书也采用此种习惯用法进行论述，除特别说明外，本书所介绍的衡器均指各种秤。

二、衡器的发展简史

衡器名称的由来可溯源于“度量衡”一词。所谓“度量衡”，通常是指：用各种尺子测量物体的长短，称之为“度”；用各种容器（斗、升和量杯等）测量物体的容积称之为“量”；用各种秤测量物体的质量称之为“衡”。据《辞源》解释：“测长短之器曰度；测大小之器为量；测轻重之器为衡”。这里的“衡”就是指衡器。

原始社会末期，商品交换出现以后就产生了度量衡。度量衡最早文献记载于《大戴礼记·五帝德》，黄帝时“设五量”，指的是“权衡、斗斛、尺丈、里步、十百”，简称为度、量、衡、里、数。其中前“三量”就是度量衡。

公元 221 年，秦始皇在中国历史上第一次在全国统一了度量衡制度。为了使度量衡制度得以实施，还颁布诏书制定了度量衡法规，并把诏书的全文刻在“秦权”（砝码）上，以利遵照执行，秦代度量衡制度中规定衡量单位为：一石等于四钧，一钧等于三十斤，一斤（等于现在的 256 克）等于 16 两。同时对衡器的允许误差规定为 0.8% 以内，且规定每年至少要校正一次，如果超过规定范围仍在使用，则罚以铠甲或盾牌。秦代度量衡制度，一直被历代

封建王朝所沿用，对我国的度量衡的发展历史有着深远的意义。

汉代度量衡的发展进入兴盛时期，西汉王莽称帝时制作了历史上有名的新莽铜嘉量标准器，即是容器标准，也可作衡器标准。

唐宋时期，随着生产力的发展，社会经济的繁荣，衡器日益显示出它的重要性。唐初发行的开元通宝铜钱，在“两”以下实行了“钱”这个十分数单位。宋代景德年间（公元1004~1009年）主管皇室库藏的官员刘承珪，研制了一种小型戥秤，主要用于衡量贡银，其分度值相当于现在的40毫克，从而使度量衡的精确度大大提高了一步。由于该秤结构合理、使用方便、精确度高等优点，故沿用至今。

明、清时代对度量衡器具的管理比较严格，规定秤每三日要校正一次，经校正后方可允许使用。清朝末年，政府决定统一度量衡制度，并商请国际权度局（今译为国际计量局）制造铂铱合金原器和镍铬合金副原器及精密校验仪器。到宣统年间（公元1909年），由国际权度局制成原器和副原器，并经过校准合格后发给了证书。自此我国有了库平两（砵码）作为量值传递的最高校准仪器，也是我国质量计量的第一个国家基准器（库平一两等于现今得37.301克）。

1927年南京国民政府成立以后，决定废除库平两制，改用米制。1928年7月18日，国民政府公布了权度标准法案，规定采用米为标准制，以市用制为过渡的制度，其中重量以1公斤为标准单位。

中华人民共和国成立后，衡器及衡器计量得到了飞速发展。解放前我国的衡器基本上以木杆秤为主体，20世纪50年代机械秤如台秤、案秤、地秤等得以开发推广，60年代各种机械秤逐步采用了机械的大批量生产。同时开发研制出机电结合秤，也就是在机械杠杆衡器的基础上，将测量信号的显示、记录、远传或控制等与称量有关的功能用电气装置来实现。从而克服了机械秤功能单一（只有称量功能）不能满足生产自动化和管理现代化的需求的缺陷。随着科学技术的不断发展，为了使称量技术更适应经济发展的需要，70年代初到80年代中叶开发研制出了多种电子衡器。电子衡器采用一只或多只称重传感器，直接或间接地把被称量的物体的重力变换成电量，再由称量显示装置将被测物体的质量显示出来。电子衡器有计算、储存、打印、显示、远传、控制等功能。80年代中叶至今，随着微电子技术和计算机的飞速发展，智能化电子衡器的得以开发研制。智能化电子衡器具有称量、计算、控制、检验以及通讯五个功能。同时具有体积小、能耗低的特点，其应用领域甚广。进一步提高称量准确度、稳定性、可靠性以及智能化程度，依然是当今衡器计量工作者努力的目标。

随着国民经济的迅速发展，衡器技术得到了很大的发展。目前，我国衡器制造厂已达数百家，从业人员多达数十万人，产品品种和规格达数千种。其机械衡器比较成熟，并有一部分产品出口国外。各种电子衡器的生产也已形成规模，能够自行设计和批量生产各种电子汽车衡、轨道衡、称量车、配料秤、电子吊秤、核子秤、定量秤、皮带秤、港口秤、射流液体秤以及机电结合的自动秤等产品，其计量性能已接近国际先进水平，部分产品已达到国际先进水平。

三、衡器计量在国民经济中的作用

衡器是所有计量器具中应用最广泛、品种数量最多的计量器具，它不仅仅与人们的生活

密切相关，它已广泛渗透到国民经济各个部门、各个行业之中，对维护市场经济秩序和国民经济的稳定发展起到十分重要的作用。

1. 衡器广泛应用于商业贸易活动

在商业贸易活动中，大量的结算依据仍然是质量参数，因此各种类型的衡器如台秤、案秤、弹簧度盘秤、电子计价秤、电子汽车衡等成为必不可少的计量器具。要建立文明经商、公平买卖的社会主义文明市场，保证消费者的利益，防止短秤少量，就需要准确、可靠的计量器具来进行计量，达到结算的目的。显而易见，没有各种衡器为商贸活动提供计量手段，商贸活动可以说寸步难行，没有准确、可靠的衡器出具准确的量值，商贸活动就会因计量不准而引起经济纠纷，市场的经济秩序就会出现混乱。因此，各种商贸活动都离不开衡器计量这一主要计量手段。

2. 衡器计量是企业降耗增效，保证产品质量的重要手段

某国有大型钢铁厂，由于计量管理混乱，原材料进厂称量失准，生产工艺流程中配料称量不准，加之其他控制参数不准，成品发货用的地秤不准，导致该厂生产成本高，产品合格率不到 50%，经济效益低下、负债累累、濒临破产。此例在相当部分企业中都有不同程度的存在。为此，衡器计量为企业节约材料、成品结算、成本核算、节约能源、降耗增效、保证产品质量提供了可靠的计量手段。

3. 衡器计量在进出口贸易中的作用显著

根据有关资料介绍，某港口出口钢材因发货用的轨道衡失准，一年多付 5000 吨钢材，损失达 300 万元。1984 年上海港在大宗进口货物的衡器计量中，因质量数据问题而向外商索赔了 1600 多万美元。随着我国加入世界贸易组织（WTO），对外贸易量势必急剧增加，如果衡器计量数据不准，不仅给国家经济利益造成巨大损失，同时对维护我国对外贸易的信誉程度和国家形象将产生巨大影响。衡器计量在进出口贸易中的作用非同一般。

4. 衡器计量与人民生活息息相关

米、面、油、盐、酱、醋、茶、肉、蛋、瓜果、蔬菜、糖，这些人民生活必需品，其买卖交易都是通过衡器计量数据为结算依据。衡器计量数据准确与否直接涉及千家万户的利益，这些都是人们所共知的。

除此之外，衡器计量在农业、军事、国防、科学技术研究等方面也具有广泛的应用，加之质量是七个基本量之一，几乎所有的导出量直接或间接与它有关，因此衡器计量在整个计量领域中具有其特殊的地位。

四、衡器计量研究的内容

由于衡器计量的范围非常宽，从几克甚至毫克到几十吨、几百吨；衡量准确度要求不一，相对误差从千分级到万分级；衡量目的的不同——有要求单一称量显示功能、有要求称量、显示、打印、存储、控制调节、通讯等综合功能，测量条件大多数为室外复杂多变的自

然环境条件，有的为静态衡量，有的要求动态衡量。因此，为准确的进行衡器计量，就必须研究对于不同测量条件下的称量方法，并研制、开发、提供相应的衡器，这是衡器计量主要工作内容之一。

由于衡器计量的复杂性，从而产生了各种不同的称量方法和衡器。显然，如果没有一个统一的衡器计量检定系统和检定方法，那么要保证衡器计量的准确度，保证贸易的平等交换是不可能的。为此，衡器计量的另一个主要内容是研究质量单位的复现方法和检定系统，建立质量计量基、标准器，以保证质量量值传递和衡器计量的准确度。

仅有符合国家标准和经过计量检定合格的衡器，还不能充分保证衡器计量数据的准确性，正确操作、使用和维护将是保证衡器计量准确度不可缺少的重要一环。所以，衡器的正确操作、使用是衡器计量研究的又一重要内容。

复 习 题

1. 解释衡器的概念。
2. 天平和秤在特点上有什么区别？
3. 衡器在国民经济中的作用有哪些？
4. 衡器计量研究的内容有哪几个方面？