

职业技能鉴定培训读本(技师)

分析化验工

吉化集团公司 组织编写
刘世纯 戴文凤 张德胜 编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训读本(技师)

分析化验工

吉化集团公司组织编写

刘世纯 戴文凤 张德胜 编

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

分析化验工/刘世纯,戴文凤,张德胜编. —北京:
化学工业出版社, 2004. 2

职业技能鉴定培训读本(技师)

ISBN 7-5025-5158-1

I. 分… II. ①刘…②戴…③张… III. 实验室-
化学分析-技术教育-教材 IV. 0652

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 005757 号

职业技能鉴定培训读本(技师)

分析化验工

吉化集团公司组织编写

刘世纯 戴文凤 张德胜 编

责任编辑:周国庆 刘 哲 刘俊之

文字编辑:杨欣欣

责任校对:王素芹

封面设计:郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 17 字数 462 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5158-1/G · 1366

定 价:36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

职业技能鉴定培训读本(技师)
编写委员会

主 任 张晓霁

副主任 申尧民 孙树祯 魏 然

委 员 张晓霁 申尧民 孙树祯 魏 然

陈紫铭 刘焕臻 曲诗林 陈万友

关昱华 刘勃安 周国庆

前 言

当今世界已步入到知识经济和市场经济时代，企业生存与发展要依靠先进的生产力和高素质复合型人才。在技术密集型企业中将新技术、新工艺、新设备广泛应用并迅速转化为优质产品，需要大批高智能技术工人的有效劳动。因此在企业中高素质的技术工人、技师、高级技师是不可缺少的人才。目前，企业中身怀绝技的技师、高级技师奇缺，所以培训技师、高级技师是企业的当务之急。

吉化集团公司组织几十名工程技术人员和高级技师编写了一套《职业技能鉴定培训读本（技师）》（以下简称《读本》），共 20 本。其中包括 7 本基础读本，分别为《化学基础》、《化工基础》、《电工电子基础》、《机械基础》、《机械制图》、《工程材料》、《检测与计量》；13 本专业技术读本，分别为《检修钳工》、《检修焊工》、《检修铆工》、《检修管工》、《热处理工》、《防腐蚀工》、《分析化验工》、《电机修理工》、《维修电工》、《仪表维修工》、《在线分析仪表维修工》、《制冷工》、《污水处理工》。参加编写的同志都长期在生产一线从事工艺设计、开发、生产技术管理、设备维护检修等专业技术工作，具有较强的理论基础知识和丰富的实践经验。

这套《读本》以技师为主要读者对象，适当兼顾高级工和高级技师的需要。在编写过程中，参考了国家及有关行业高级工、技师和高级技师的职业标准和职业技能鉴定规范，比较全面地介绍了企业中现行使用的新标准、新技术、新设备、新工艺等方面的内容及应用。这套《读本》的特点如下：①知识面较宽，起点较高，尤其注意理论联系实际；②比较全面地介绍了企业，特别是化工企业中主要专业工种的检修技术；③系统阐述了各专业工种的工艺要求和操作技能；④列举了工作或生产案例，突出了实际生产操作中高、

难技艺的论述。

本书是《职业技能鉴定培训读本（技师）》之一，依据国家技术等级标准《分析工职业技能鉴定规范》的内容及要求程度而编写。全书包括化学分析篇、仪器分析篇、实验室管理篇和综合应用篇。本书不仅在专业知识方面做了较深层次的介绍，而且较全面地叙述了实验室的管理知识。编写过程中注重各种技术的实用性，既涉及传统的技术又介绍新的方法，结合编者的实际经验，力求奉献给读者实用的专业和管理知识。

本书参加编写人员如下：戴文凤（第1章～第5章）、刘世纯和刘立羽（第6章～第9章）、王秀萍（第10章～第13章、第18章）、徐焕斌（第14章、第21章）、潘玲（15.1和第22章）、李秀梅（15.2）、周树侠（15.3）、朱爱淑（15.4）、吴秀珍和许志娟（第16章、第17章）以及张德胜（第19章、第20章）。全书由王秀萍统稿。

由于编者水平有限，时间仓促，书中的错误和不当之处在所难免，敬请专家、读者批评指正。

编 者

2003年11月

内 容 提 要

本书是《职业技能鉴定培训读本》(技师)之一,依据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》编写,以企业技师为主要读者对象,适当兼顾高级工和高级技师的需要。

全书包括化学分析篇、仪器分析篇、实验室管理篇和综合应用篇四大部分,共22章,在专业知识方面做了较深层次的介绍,且全面叙述了实验室的管理知识。本教材依据国家技术等级标准《分析工职业技能鉴定规范》的内容及要求程度编写,知识全面,内容翔实。

本书适合企业培训技师或技术工人自学,也可供有关工程技术人员参考。

目 录

化 学 分 析 篇

第 1 章 化验室基本知识	1
1 分析天平	1
2 实验室用水	7
3 溶液配制	15
第 2 章 分析误差与数据处理	36
1 分析误差	36
2 有效数字及运算规则	42
3 分析结果的数据处理	45
4 一元线性回归	61
5 正交试验方法及应用	65
第 3 章 物理常数测定	73
1 密度测定	73
2 熔点测定	81
3 结晶点和凝固点测定	86
4 沸点与沸程测定	90
5 闪点测定	99
6 黏度测定	105
7 折射率测定	113
第 4 章 称量分析法	117
1 基本原理	117
2 操作技术	128
3 应用实例	133
4 称量分析的最新发展	139
第 5 章 有机官能团分析	141
1 羟基测定	141

2	羰基测定	153
3	羧基与酰基测定	159
4	不饱和键测定	165
5	活泼氢测定	172
6	卤素测定	176
7	硫的测定	182
第 6 章 酸碱滴定法		190
1	滴定分析概述	190
2	酸碱质子理论	192
3	水溶液中酸碱平衡	194
4	酸碱滴定曲线及指示剂选择	202
5	酸碱滴定法的应用	205
6	滴定误差	207
7	非水溶液中的酸碱滴定	210
第 7 章 氧化还原滴定法		214
1	氧化还原反应方向和程度	214
2	氧化还原指示剂	220
3	氧化还原滴定曲线	222
4	高锰酸钾滴定法	224
5	重铬酸钾法	226
6	碘量法	229
7	溴酸钾法	234
8	氧化还原滴定中的放大反应	236
第 8 章 配位滴定法		238
1	概述	238
2	酸度对配位滴定的影响	243
3	配位滴定原理	245
4	金属指示剂	249
5	提高配位滴定选择性	252
6	配位滴定方法	254
7	配位滴定的计算和滴定误差	256
第 9 章 沉淀滴定法		259

1 概述	259
2 沉淀滴定原理	261
3 沉淀滴定方法	263

仪 器 分 析 篇

第 10 章 紫外-可见分子吸收光谱法	267
1 概述	267
2 光吸收定律	268
3 紫外可见分光光度计	270
4 定量分析方法	276
5 可见分子吸收光谱法	279
6 紫外分子吸收光谱法	283
第 11 章 电化学分析	289
1 概述	289
2 电位分析法	289
3 库仑分析法	299
4 电导分析法	303
第 12 章 气相色谱法	310
1 概述	310
2 基本术语	310
3 气相色谱检测器	312
4 色谱条件的选择	314
5 气相色谱法的定性定量分析	322
6 实际应用	328
7 气相色谱的故障及处理	334
第 13 章 高效液相色谱法	339
1 概述	339
2 液相色谱法的分类及选择	339
3 仪器装置	340
4 吸附色谱法	343
5 分配色谱法	344
6 离子色谱法	349

7 凝胶色谱法	357
第 14 章 原子吸收光谱分析法	365
1 概述	365
2 原子吸收光谱法的基本原理	365
3 原子吸收光谱仪的构成	368
4 测量技术	371
5 干扰因素及消除方法	377
6 样品处理	382
7 应用	383
第 15 章 其他仪器分析简介	389
1 红外光谱	389
2 色-质谱联用	403
3 X 射线荧光光谱分析	415
4 X 射线衍射分析	425

实验室管理篇

第 16 章 化学检验操作规范的编写	435
1 编制化学检验操作规范的目的	435
2 编制化学检验操作规范的基本要求	435
3 编制操作规范涉及的术语和定义	436
4 化学操作规范的具体细则	437
第 17 章 计量检定和法定计量单位	445
1 概述	445
2 计量检定	446
3 法定计量单位	450
第 18 章 检验质量管理	455
1 检验质量管理的主要内容	455
2 检验质量的标准	455
3 检验过程的质量控制	458
4 质量保证体系	463
第 19 章 计量认证/审查认可(验收)和实验室认可	467
1 计量认证/审查认可	467

2 实验室认可	476
---------------	-----

综合应用篇

第 20 章 技术报告和论文的编写	489
1 技术报告和科学论文的定义	489
2 报告、论文的构成	489
3 论文整体编排简例	495
4 报告和论文撰写的注意事项	496
5 论文答辩	497
第 21 章 标准化知识	499
1 标准的基本知识	499
2 化工企业标准化内容	505
3 化工标准的实施	508
4 化工标准的实施监督	511
5 采用国际标准和国外先进标准	512
第 22 章 检验技术发展的跟踪方法	515
1 化学文献源	515
2 国内化学期刊介绍	518
3 标准	524
4 文献计算机检索	525
5 计算机网上查询	528
参考文献	529

化 学 分 析 篇

第 1 章 化验室基本知识

1 分析天平

分析天平是分析工作中最基本、最常用也是最重要的设备，各实验室都设有专用的天平室。为了保证分析天平能正常工作，天平室及天平台必须满足下面的要求。

① 天平室应设在阴面，避免阳光直射，并配有遮光的窗帘。

② 天平室应远离空压机、鼓风机等震动较大的设备，天平台应铺设弹性橡胶等防震材料。

③ 天平室要保持清洁干燥，温度最好在 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $65\%\sim 75\%$ 。

④ 天平室及每台天平要有专人负责，并备有使用及维修记录。

1.1 机械分析天平

机械分析天平是根据杠杆原理设计的，已经应用了上百年，在分析工作中做出了不可泯灭的贡献，现在随着科学技术的飞速发展，已逐渐被电子天平取代。有关机械分析天平的知识，许多专业书籍中都有详细叙述，这里不再重复，下面着重介绍电子分析天平。

1.2 电子分析天平

电子分析天平与机械分析天平相比，结构更简单，功能更丰富。机械分析天平只能称量，还要人工加减砝码并记录数据。电子分析天平由于采用了传感器技术和微电脑技术，不仅能自动称量、自动显示称量结果，还能自动校准、自动去皮重、数据输出打印等

功能，因此操作简单快速、读数精度高，使分析工作速度加快、质量提高。

(1) 称量原理 电子天平的称量原理如图 1-1 所示。

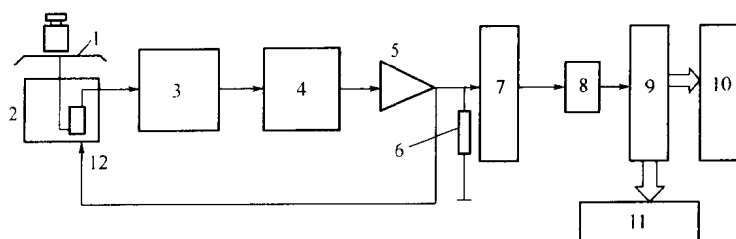


图 1-1 电子天平的称量原理

1—称盘；2—传感器；3—位置检测器；4—PID 调节器；5—放大器；

6—精密电阻；7—低通滤波器；8—模/数转换器；9—微型计算机；

10—显示器；11—数据输出；12—线圈

从图 1-1 可见，称盘 1 与传感器 2 及位置检测器相连，当称盘上没有被称物时，天平处于平衡位置，位置检测器没有信号输出，放大器也没有信号输出，屏幕上显示为零。当称盘上加工被称物体时，称盘及相连的传感器产生垂直位移，位置检测器将该位移信号转换为电信号，该信号经过 PID（比例、积分、微分）调节器、放大器放大后转换为与被称物体质量有关的电流信号。此信号一路送入反馈线圈产生电磁反馈力，以平衡被称物体造成的称盘机构的垂直位移。另一路则在精密电阻 6（采样电阻）上转换成电压信号，此电压信号再经低通滤波器、模/数（A/D）转换器转换成数字信号，此数字信号经微型计算机处理，最后以数字形式将被称物体质量显示出来。

前面讲的是电子天平称量的简略过程，下面分别介绍一下各部件的工作原理。

① 传感器及配套电路 传感器是根据闭环电磁平衡原理设计的，见图 1-2。称盘下面的支撑杆上连接着线圈，线圈周围是磁铁组成的固定磁场，线圈可以随着称盘在磁场中垂直移动。当称盘上

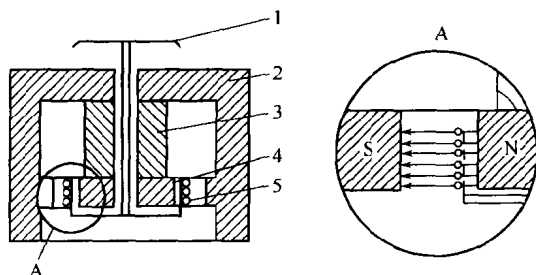


图 1-2 传感器结构

1—称盘；2—外壳；3—磁钢；4—极靴；5—线圈

放有被称物体时，物体的重力为 $W = mg$ ，式中 m 为质量， g 为重力加速度。由于重力使线圈产生垂直向下的位移，根据电学原理，通电线圈在恒定磁场中，由于电磁感应现象，线圈会产生电磁力，力的方向可以用“左手定则”判断。当磁场强度固定时，力的大小与流过线圈的电流强度成正比。如果使电磁力的方向向上，让电磁力与重力相平衡，则流过线圈的电流就与被称物体的质量成正比。各物理量的关系可用式 (1-1) 表示：

$$mg = I \pi d N B \quad (1-1)$$

式中 I ——流过导线的电流，A；

π ——圆周率；

d ——线圈的平均直径，mm；

N ——绕制线圈的匝数；

B ——磁场强度，T。

从式 (1-1) 可见，只要测定线圈中的电流，就能求得物体的质量，但是还与重力加速度有关。为了克服不同纬度重力加速度不同所造成的影响，电子天平内容装有校准砝码，利用内部微机的程序进行自动校准。不会因纬度不同而造成称量误差。

② 位置检测器 位置检测器是由高灵敏度远红外发光管、对称式光敏电池和遮光片组成。其工作原理见图 1-3。遮光片固定在称盘机构上，能随着称盘同步移动。当平衡时，A、B 两个光电池

受光量相同，所以输出相等。称盘上加载时，遮光片随称盘向下移动，使 A 光电池受光量减小，而 B 光电池的受光量增大，所以输出信号 V_A 下降， V_B 上升。差值信号 $(V_A - V_B)$ 经放大和 PID 运算后，使线圈中的电流增大，电流反馈量增大，将遮光片向上抬起，结果使 V_A 下降， V_B 上升，直到 $V_A = V_B$ 。反之当卸载时，遮光片向上移动，结果使 V_A 增大， V_B 减小，经放大和 PID 运算后，使线圈中的电流减小，遮光片下降，最终使 $V_A = V_B$ 。

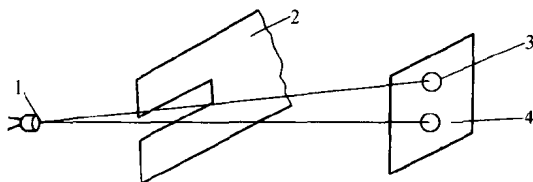


图 1-3 遮光片与光敏电池工作原理示意

1—发光管；2—遮光片；3—A 光电池；4—B 光电池

由于 V_A 、 V_B 信号很弱，因此需要采用低噪声、低漂移、高精度的运算放大器加以放大。另外为了保证传感器的精度和稳定性，必须保持磁场强度稳定，为此电子天平中选用了具有优良稳定性的 Al-Ni-Co 类磁钢。

③ 低通滤波器 在一定载荷下，传感器输出的是一恒定的直流电压。但是某些常用电器（如电扇等）使电源中带有高频干扰，这些干扰能使电子天平产生误差，必须用低通滤波器滤出。

④ 模/数 (A/D) 转换器 为了把传感器输出的模拟量——电压转换成数字量，必须进行模/数转换，模/数转换器对天平的精度起着关键作用。假设天平的最大载荷为 110g，分辨率为 0.1mg，则相对精度为 $1/1100000$ 。因此，模/数转换器的精度必须大于 $1/1100000$ 。为了提高精度，降低价格，电子天平中采用了积分式 $v \sim f$ 模/数转换器，并将其输出信号送至微型计算机进行数据处理。

⑤ 微型计算机 电子天平中采用单片机，主要完成 A/D 转换、数据显示、自动去皮、数据处理、自动校准、自动故障寻迹及

数据输出等工作。由于单片机的数据处理功能强、运算速度快，所以使电子天平的功能大大增强。

(2) 规格型号 电子天平按称量范围可分为以下几种。

① 常量电子天平 称量范围 100~200g。

② 半微量电子天平 称量范围 20~100g。

③ 微量电子天平 称量范围 3~50g。

④ 超微量电子天平 称量范围 2~5g。

我们常说的分析天平应当是这几种天平的总称，用得最多的是前两种。现在市面上销售的电子天平种类繁多，表 1-1 列出几种最常用的电子天平规格型号。

图 1-4 为电子天平的外形，不同厂家的产品，外形也略有不同。

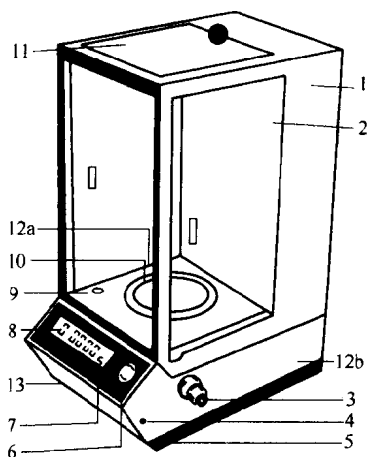


图 1-4 DF 系列天平外形

1—电子天平主体；2—侧门；3—操作方式开关；4—外校准钮；5—水平调整螺栓；6—去皮钮；7—显示稳定符“g”；8—质量显示；9—水平指示器；10—称盘；11—顶盖；12a—左偏载调整孔；12b—右偏载调整孔；13—程序拨动开关

表 1-1 常用电子天平的规格型号

项目	FA2004	ESJ2054	AW220	AE240	BP211D
生产厂	上海天平 仪器厂	沈阳龙腾电 子有限公司	日本岛津 公司	瑞士梅特勒 公司	德国沙多利 斯公司
最大称量	200g	205g	220g	41g/205g	80g/210g
读数精度	0.1mg	0.1mg	0.1mg	0.01mg/0.1mg	0.01mg/0.1mg
重复性		±0.1mg			
线性误差		±0.2mg			
称盘直径	80mm	90mm	80mm	80mm	80mm