

职业技能鉴定培训读本(技师)

检测与计量

吉化集团公司 组织编写
周明昌 闫洁 刘敬威 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)

检测与计量

吉化集团公司 组织编写

周明昌 闫洁 刘敬威 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

检测与计量/周明昌, 闫洁, 刘敬威编. —北京:
化学工业出版社, 2003. 12

职业技能鉴定培训读本 (技师)

ISBN 7-5025-5116-6

I. 检… II. ①周…②闫…③刘… III. ①检测-职业技能鉴定-教材②测量学-职业技能鉴定-教材
IV. ①TB4②P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 124717 号

职业技能鉴定培训读本 (技师)

检测与计量

吉化集团公司 组织编写

周明昌 闫洁 刘敬威 编

责任编辑: 周国庆 刘哲辛 田

责任校对: 顾淑云 宋玮

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
北京市昌平振南印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 338 千字
2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5116-6/G · 1363

定 价: 29.00 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。本书由8章内容组成。第1、2、3、4章分别介绍了计量的基础知识、法定计量单位、误差理论知识及数据处理基础知识。第5章是本书的核心部分,详细介绍了常用化工仪表的误差、性能、参数的检测知识,是前4章内容的应用。第6章介绍了测量仪器误差基础知识。第7章主要讨论了节流装置几何量的技术要求、检测方法。第8章给出的常用标准为读者提供了现行技术基础及产品标准、检定规程等信息。本书对提高技术工人的技术理论水平和实际操作技能会有很大帮助。

本书的第1章、第3章、第4章、第5章、第6章、第8章由周明昌编写,第2章由刘敬威编写,第7章由闫洁编写。全书由施引萱审核。

由于编者水平所限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2003.9

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。

本书由8章内容组成。第1、2、3、4章分别介绍了计量的基础知识、法定计量单位、误差理论知识及数据处理基础知识。第5章是本书的核心部分,详细介绍了常用化工仪表的误差、性能、参数的检测知识,是前4章内容的应用。第6章介绍了测量仪器误差基础知识。第7章主要讨论了节流装置几何量的技术要求、检测方法。第8章给出的常用标准为读者提供了现行技术基础及产品标准、检定规程等信息。本书对提高技术工人的技术理论水平和实际操作技能会有很大帮助。

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

第 1 章 计量基础知识	1
1 测量、计量、测试之间的关系	1
1.1 测量的概念	1
1.2 计量学的概念	2
1.3 计量的概念	3
1.4 测试的概念	4
1.5 计量、测量、测试的区别	5
1.6 计量、测量、测试的相互关系	5
2 量值的概念	6
2.1 量的概念	6
2.2 量值的定义	7
2.3 量的大小与量值概念的区别	7
3 检定的概念与分类	7
3.1 检定的概念	7
3.2 检定的分类	8
4 检定的技术依据	9
4.1 检定规程的概念	10
4.2 国家、部门、地方计量器具检定规程的区别	10
4.3 计量检定方法的概念	11
4.4 计量器具检定规程的主要内容	11
4.5 计量器具控制的定义	12
4.6 形式批准的定义	12
5 化工仪表检定系统的建立	12
5.1 检定员的要求	12
5.2 计量检定装置的要求	13
5.2.1 计量 [测量] 标准的定义	14
5.2.2 计量 [测量] 标准的分类与定义	14

MAH 06/21

5.2.3	计量检定装置的概念	15
5.2.4	计量检定装置的要求	15
5.3	检定方法的要求	16
5.3.1	测量方法的分类、定义及概念	16
5.3.2	检定方法的分类、定义及概念	17
5.3.3	检定方法选择的要求	19
5.4	检定条件的要求	19
5.4.1	概念	19
5.4.2	检定条件的要求	20
5.4.3	有关测量(计量)仪器的条件概念	20
5.5	仪表检定系统的建立	21
5.5.1	量值传递的定义	21
5.5.2	检定系统的定义	21
5.5.3	量值传递的方式	21
5.5.4	化工自动化仪表检定系统的建立实施方法	23
5.5.5	建标技术报告的编制	24
5.6	仪表检定周期的计算方法	40
第2章	法定计量单位	45
1	法定计量单位的构成	45
1.1	有关计量单位的概念	45
1.2	法定计量单位构成的内容	46
2	法定计量单位的定义	49
2.1	国际单位制的基本单位的定义	49
2.2	国际单位制的辅助单位的定义	49
2.3	国际单位制中具有专门名称的导出单位的定义	49
2.4	我国选定的非国际单位制单位的定义	51
2.5	法定计量单位的定义除正文内容外,还有其他定义形式	52
3	法定计量单位的使用	53
3.1	总的要求	53
3.2	单位名称	54
3.3	单位符号	55
3.4	SI单位及其倍数的使用	57
3.5	单位的读法	58

3.6	词头的使用方法	58
3.7	法定计量单位使用注意事项	60
4	常用非法定计量单位与法定计量单位的换算	62
5	法定计量单位常见使用错误	70
5.1	常见使用错误的类别	70
5.2	常用符号表示错误	71
6	量值的换算方法	73
7	化工仪表常用新旧单位换算速查表	79
第3章 误差理论知识		95
1	误差的概念	95
1.1	研究误差的意义	95
1.2	误差定义	97
2	测量误差与分类	100
2.1	测量误差(Δ)的定义	100
2.2	测量误差的分类	101
3	随机误差	102
3.1	随机误差的定义	102
3.2	随机误差的性质	103
3.3	随机误差的特点	105
3.4	随机误差的表示方式	106
3.4.1	用标准偏差表示	106
3.4.2	用平均误差法表示	113
3.4.3	用或然误差法表示	114
3.4.4	或然误差、试验标准偏差、平均误差之间的关系	115
4	测量系统误差	116
4.1	测量系统误差定义	116
4.2	测量误差、测量系统误差、测量随机误差的关系	116
4.3	系统误差的特点	116
4.4	系统误差的发现方法	117
4.4.1	恒定系统误差的发现	117
4.4.2	变化系统误差的发现	120
4.5	系统误差的减少或消除方法	125
4.5.1	加入修正值法	125

4.5.2	替代测量法	125
4.5.3	异号法	126
4.5.4	交换法	127
4.5.5	等时距对称观测法	128
4.5.6	排除误差源法	128
5	粗大误差与剔除	128
5.1	粗大误差的概念	128
5.2	粗大误差剔除的概念	129
5.3	统计法判别粗大误差并剔除	129
5.3.1	拉依达 (3S) 准则	129
5.3.2	格拉布斯准则	131
6	测量数据处理程序	133
6.1	测量数据处理程序的概念	133
6.2	测量数据处理程序的步骤	133
7	测量误差的合成	138
7.1	测量误差合成的概念	138
7.2	误差的合成方法	139
7.3	微小误差准则的概念	144
8	测量不确定度的概念与评定	146
8.1	测量结果的定义、性质与分类	146
8.2	测量不确定度的定义与分类	148
8.3	标准不确定度的定义与评定	149
8.3.1	与标准不确定度评定有关的术语	149
8.3.2	测量标准不确定度产生的原因	149
8.3.3	标准不确定度的定义	150
8.3.4	A类不确定度评定方法	151
8.3.5	B类不确定度评定方法	153
8.3.6	合成标准不确定度的定义与评定	157
8.3.7	扩展不确定度的定义与评定	158
8.3.8	测量不确定度的报告与表示	160
8.3.9	测量不确定度与准确度的关系	164
9	绝对误差、相对误差和引用误差	165
9.1	绝对误差	165

9.2	相对误差	168
9.3	引用误差	173
9.4	分贝误差	180
第4章	数据处理基础知识	183
1	有效数字的概念	183
1.1	对有效数字概念的理解	183
1.2	有效数字定义	184
2	近似数的修约原则	185
2.1	修约间隔的概念与分类	185
2.2	修约原则	185
2.3	修约注意事项	187
2.4	舍入误差	187
3	近似数的计算规则	189
3.1	近似数的加减	189
3.2	近似数的乘除	190
3.3	近似数的乘方和开方	192
4	测量数据有效数字位数确定原则与方法	192
4.1	误差有效数字位数的确定原则	192
4.2	测量原始数据有效数字位数的确定方法	193
5	测量结果的判断原则	195
5.1	判断的前提条件	195
5.2	判断原则的选择方法	195
5.3	测量结果判断原则	195
5.4	测量结果的处理	196
6	测量数据处理程序	197
6.1	选择测量方法	197
6.2	确定测量原始数据的有效数字位数	197
6.3	测量读取数据, 进行计算	197
6.4	测量结果是否合格的判断	198
6.5	测量结果的处理	198
第5章	常用化工仪表误差、性能、参数的检测知识	202
1	基本通用术语	202
1.1	相关量、值的术语	202

1.2	相关信号的术语	203
1.3	相关范围的术语	204
1.4	相关数据的术语	205
1.5	相关校准、控制的术语	205
1.6	相关试验的术语	207
1.7	相关条件的术语	207
1.8	相关误差、性能的术语	209
2	化工仪表误差分类	212
2.1	精确度限的组成	212
2.2	与精确度有关的误差	212
2.3	与影响量有关的误差	212
2.4	误差的表示方式	213
3	化工仪表主要误差、性能、参数的检测	213
3.1	检测方法的确定	213
3.2	检测的准备	214
3.3	检测程序	216
3.4	与精确度有关的主要误差、性能的检测	216
3.4.1	与精确度有关的主要误差、性能的分类	216
3.4.2	基本误差、回差、重复性误差、端基一致性误差的检测	217
3.4.3	静差的检测	227
3.4.4	有关报警误差的检测	240
3.4.5	稳定特性的测试	248
3.5	与影响量有关的主要误差、性能的检测	252
3.5.1	环境温度影响的检测	253
3.5.2	电源电压变化影响误差的检测	258
3.5.3	输出负载变化影响误差的检测	260
3.5.4	过范围影响误差的检测	262
3.5.5	静压影响误差的检测	264
3.5.6	安装位置影响误差的检测	266
3.5.7	阶跃响应时间的检测	269
3.6	防爆、安全性能的检测	270
3.6.1	防爆、安全性能分类与主要技术依据	270
3.6.2	防爆、安全性能测试	270

3.7 温度变送器补偿误差的检测	283
3.7.1 热电偶冷端补偿误差的检测	283
3.7.2 热电阻导线电阻影响误差的检测	286
3.8 工业自动化仪表常用测量误差速查表	286
第6章 测量仪器误差基础知识	301
1 电子测量仪器误差的分类与试验	301
1.1 电子测量仪器误差的分类	301
1.2 电子测量仪器误差的概念	301
1.3 电子测量仪器的工作误差极限的确定与给出	302
1.4 电子测量仪器误差的试验	303
2 数字表误差的分类与试验	306
2.1 数字表误差的分类	306
2.2 数字表主要误差的概念	307
2.3 数字表工作误差极限的确定与给出	310
2.4 数字表误差极限的试验	311
3 常用测量仪器允许误差的表示方式与识别方法	315
3.1 测量仪器允许误差的表示方式	315
3.2 常用测量仪器的允许误差表示常识	318
第7章 节流装置几何量的检测知识	326
1 节流装置的基本知识	326
1.1 节流装置的概念	326
1.2 标准节流件的极限工作条件	328
1.2.1 标准孔板	328
1.2.2 喷嘴	329
1.2.3 文丘里管	329
1.3 节流装置的测量不确定度	330
1.3.1 流出系数的测量不确定度	330
1.3.2 膨胀系数的测量不确定度	332
1.3.3 直径 d 的测量不确定度	332
1.3.4 直径 D 的测量不确定度	333
1.3.5 差压测量不确定度	333
1.3.6 密度测量不确定度	333
1.3.7 节流装置总不确定度的计算(按概率为 95% 进行计算)	333

1.4	压力损失计算	333
1.5	节流件的技术要求	334
1.5.1	标准孔板	334
1.5.2	1932 喷嘴的技术要求	335
1.5.3	长径喷嘴	336
1.5.4	文丘里喷嘴的技术要求	337
1.5.5	经典文丘里管的技术要求	338
2	节流元件孔板节流孔直径的计算	340
2.1	节流装置流量测量原理	340
2.2	流量测量要求	341
2.2.1	测量的一般要求	341
2.2.2	密度的确定	342
2.2.3	流体静压测量	342
2.2.4	流体温度测量	342
2.3	节流件各参数的计算 (迭代计算方法)	342
2.4	用迭代法计算求 20℃ 情况下孔板节流孔直径 d_{20} 的实例	346
2.4.1	已知条件	346
2.4.2	各参数计算	347
3	流量测量装置的测量知识	349
3.1	测量装置类型	349
3.2	流量计算公式	350
3.2.1	国家行业标准规定的计算方法	350
3.2.2	显示仪表实际应用的计算方法	352
4	常用几何量的检测	356
4.1	测量方法的选择	356
4.1.1	测量方法的分类	356
4.1.2	测量器具的分类	357
4.1.3	测量器具的选择原则	359
4.2	长度尺寸的检测	365
4.3	角度的检测	366
4.4	平面度的检测	366
4.5	平行度的检测	367
4.6	表面粗糙度的检测	367

第 8 章 常用标准	369
1 技术基础标准	369
1.1 标准化	369
1.2 机械制图、技术制图	369
1.3 设计文件编制	371
1.4 公差与配合	371
1.5 图形符号	372
1.6 量和单位	373
2 工业自动化仪表标准	373
2.1 工业自动化仪表基础标准	373
2.2 工业自动化仪表试验方法标准	375
2.3 工业自动化仪表产品标准	377
2.4 常用测量仪器仪表产品标准	382
3 工业自动化仪表检定规程	384
3.1 常用国家检定规程	384
3.2 常用部门检定规程	385
3.3 工业自动化仪表常用测量仪器检定规程	387
参考文献	388

第 1 章 计量基础知识

1 测量、计量、测试之间的关系

1.1 测量的概念

测量是人们在揭示自然界物质运动的规律中，从数量上描述周围物质世界，从而改造客观世界的重要手段。测量是科学技术的基础，科学从测量开始。每一种物质和现象，只有通过测量才能真正认识，不能测量的东西，人们就不可能全面地认识它。测量是监督生产过程的可靠手段，它可以保证产品质量、零配件互换，改进工艺过程，提高劳动效率，改善劳动条件，实现生产的自动化。测量也是掌握物质财富和动力资源的数量以及经济合理地使用这些财富的重要手段。测量还是人们生活所不可缺少的重要环节，买东西要称一称质量，做衣服要量一量长短，有了病要试一试体温，这都是在为确定量值大小而进行的操作，这些量值的获得是通过测量来实现的。

因此将测量定义为：“是以确定量值为目的的一组操作”。

定义明确了测量的目的为确定被测对象的量值，在实际过程中我们是经过一个实验过程来实现这一目的的，所以测量本身是一个实验过程。

所谓实验过程，都是利用了一个已知的单位量与被测的同类量进行比较的过程，其结果可以在一定准确度内重复实现。为此测量必须具有一定的手段和方法，其结果都由具有确定单位的量值所表达。

如果被测的不是一个量，也确定不了量值，这种实验过程不能称为测量。如酒类评比，只能叫“品尝”，不能叫测量，因为它的结果还不能用量值来进行表达。