

化工工人技术理论培训教材



化工计量常识

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

TQ015
H740:4

化工工人技术理论培训教材

化 工 计 量 常 识

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

化工计量常识/化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1955-6

I. 化… II. ①化…②化… III. 化学工业-计量-技术培训-教材 IV. TQ015

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 14757 号

化工工人技术理论培训教材

化 工 计 量 常 识

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 黄丽娟

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市燕山联营印刷厂印刷

北京市燕山联营印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 3½ 字数 92 千字

1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—6000

ISBN 7-5025-1955-6/G · 561

定 价: 7.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术的发展 and 现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共7册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共43册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材6册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共11册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共20册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材，尚是一种尝试，由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意，为此建议：

一、各单位在组织教学过程中，应按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容、以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

本套教材的组织编写，得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

内 容 提 要

本书由两个单元组成。化工计量常识单元阐述了量和单位、法定计量单位等基本概念和一般换算方法，建立了较深刻的“量”的概念。化工计量中量值传递原则及常用仪器仪表检定规程单元阐述了化工计量中的量值传递原则及检定中所使用的计量器具。

本书可供从事化工计量工作的工人及其他化工岗位职工学习使用。



目 录

化工计量常识 (公 026)	1
第一章 概述	2
第一节 计控工作的一般概述	2
第二节 计控工作在化工企业中的地位与作用	4
第三节 化工计量特点与计控一体化	9
第四节 化工计控管理职责	15
第五节 计量人员的配备与培训考核	17
第二章 法定计量单位的使用	20
第一节 国家法令与推行法定计量单位的意见	20
第二节 法定计量单位及其定义	23
第三节 关于法定计量单位的使用	30
第四节 应淘汰的计量单位名称与符号	37
第三章 化工计量中常用物理量	42
第一节 物质的量及有关单位	42
第二节 溶液浓度及其表示方法	43
第三节 化工计量中的其他物理量	43
第四章 单位换算	46
第一节 常用新旧单位换算表	46
第二节 单位换算中确定有效位数的方法	64
第五章 常用化工计量器具	66
化工计量中量值传递原则及常用仪器仪表检定规程 (公 027)	73
第一章 关于计量器具管理与配备	74
第二章 化工计量中量传原则	86
第一节 化工计量中的量值传递与溯源	86

第二节 计量检定的基本概念与分类	87
第三节 计量检定系统	89
第四节 计量检定的法制管理	92
第五节 计量检定的实施	94
第三章 常用仪器仪表检定规程	100

化 工 计 量 常 识

(公 026)

化学工业部技术监督司	李世昌	
	马敬民	
上海市化工局标准计量所	姜润泉	等编
化学工业部技术监督司	李世昌	审

第一章 概 述

第一节 计控工作的一般概述

一、计量与测量、测试、控制的关系

计量的含义，多年来通过实践日趋统一于这样的认识：计量属于测量的范畴。起初的测量，原始单位是任意的，随着商品交换与分配形成社会活动，就需要实现测量的统一，即要求在一定准确度内对同一物体在不同地点达到测量结果的一致。为此要求以法定形式建立统一单位制，复现出基准、标准，并以此来检定测量器具，保证量值确实可靠，这就出现了“计量”简言之计量是以保证单位统一、量值准确一致的测量。它运用技术和法制手段，对整个测量领域起指导、监督和仲裁作用。这种说法与1984年国际电工委员会、国际标准化组织、国际法制计量组织与国际计量局联合召开会议议定计量即测量的定义相吻合。也是计量工作完整含义的概括。

测量的概念又是什么呢？人类认识物质世界的同时就有了测量，在生产和生活的各个方面都离不开测量，是人们认识和改造世界的重要手段。如果没有测量及其仪器，即使是日常生活都不堪设想。随着科技飞速发展和生产高度自动化，人们认识自然的能力进一步深化，测量不仅限于物理量，已扩展为化学量、工程量的定性和定量测定，甚至要对多种量同时进行综合自动测量。因此测量的概念宽阔丰富了，简言之：测量就是为确定量值而进行的一项实验工作。

什么是测试呢？要了解被测对象的特性，但往往尚未具备确定的途径和方法，人们把这种带有探索、分析、研究性质和试验过程的测量看成是一种测试，所以说测试本质特征也是测量或说成是测量的扩展和外延。

测试技术是计量技术的先驱，计量如果离开了测试，就成了无源

之水、无本之木。测试涉及各种物理量、化学量、机械量的测量与自动校准和系统最佳条件的选择等等。测试工作已深入到生产控制的自动化领域。现代生产全部工艺过程，都需要计量检测和控制，为产品质量提供保证。因此计量测试不仅仅是生产活动和经营管理的辅助手段，已上升为完成生产任务的必要条件。国务院主管同志曾指出：“计量部门要把自己的工作同经济建设紧密结合起来，面向生产，面向科研，特别是要面向提高产品质量，不能光是习惯搞传统的量值传递工作，一定要花力气，花大力气，去解决工业生产中的测试问题。”正是基于这一指导思想，化工部门特别强调要实现计控一体化，要把测量出来的量，不仅单位统一、量值准确，还要通过“量”来确定优化对象特性。把检测出来的信息、讯号、量值，反馈到物性系统，构成回路，优化其特性，这就是生产中的自动控制。反馈回微机管理系统，构成网络，这就是现代化管理的计算机实时系统。

总之，“计量”是搞好“测量、检测、控制”的保证。“测量与控制”的准确是“计量”工作结果的体现，“计量”为“测试”研究提供基础条件，“测试”又为“计量”工作开拓新领域，提供新的技术手段和方法

二、关于计量管理

计量工作是社会系统的一小部分。如何调整好计量技术、计量经济、计量法制三者的关系，就成为计量工作的主要内容。当前科技飞速发展的条件下，如何应用技术与法律手段，正确决策组织计量工作，使之更好地完成企业生产经营发展所必要的内外部技术装备与监督管理条件，为生产力发展和提高经济效益服务已成了当务之急。

“计量管理”在日本称之为“计测仪器管理”、“计测管理”，即“为了科学合理地进行企业各项活动，有效而切实地采用计量测试手段，并将其形成系统”所作的工作。这一定义将计量管理职能渗透到企业管理的各项活动中，并成为系统工程。这与计控一体化构想不谋而合。从实践中人们深切地感到计量工作不与检测控制系统一体化管理，将难促进作为经济活动实体的企业生产发展。因此结合工艺生产的特点，化工计量管理必须走计控一体化道路，管理职能和范围加强、

扩展了, 功效也更深化。计量管理渗透到工艺控制各个环节以及优质降耗, 经营、安全、环保各个领域, 特别是在推行 ISO9000 标准中, 计量管理成为它们有力的保证体系与监督手段, 这就是化工计量事业 90 年代的新发展。

计量管理特性除具备自身的统一性、准确性、法制性和社会性外, 从管理职责上还应具备权威性。它具有管理与技术的双重中心, 实施监督又是技术进步的后盾, 其技术性表现在它具备较强的技术实力和装备, 真正起到“公正”、“仲裁”的“技术法庭”作用, 服务性表现为管理的宗旨着眼于实际效益。总之, 计控管理是技术与管理的结合体, 它依靠计控技术作为物质基础, 依靠管理发挥监督职能, 为现代化生产和交换提供可靠的技术与法制监督保证。

三、深化改革推动化工计控向更高水平发展

随着改革的深入和高新技术的不断涌现, 化工计控工作内容和方法都有了很大扩展与转变。在技术方面: 从静态扩向动态、从单一参数扩向综合参数、从直接扩向间接、从离线扩向在线、从量值传递转变为溯源认证、从实物传递标准转变为电波频率传递与物理效应等等。在管理方面从过去以检定量传为主的狭隘计量扩展为计量测试监督控制的计控一体化、从一般业务管理扩展为立法监督管理、从计量器具管理扩展为计量数据管理。计量不仅保证器具准确良好, 更要在 ISO9000 实施中起绝对保证作用。计量管理指导思想上要牢固树立法制监督观念、计量信息观念、经济责任观念、质量保证观念、计控一体观念, 这是推进技术进步、促进管理现代化的基础、科技转化为生产力的支柱与手段。

十多年来化工计控管理体系和技术体系已基本形成并得到巩固和发展。化工企业计控技术和装备水平日益提高, 为保证质量和提高企业经济效益的保证能力提供了坚实的基础, 在贯彻实施质量管理和质量保证体系过程中计控工作还将发挥更大作用。

第二节 计控工作在化工企业中的地位与作用

一、生产力的重要组成部分

无论计量、测量、测试、控制、监控都无疑属于科学技术，尤其当今微电子技术、电子计算机等高新技术的发展，极深刻地改变着社会面貌，以化工隶属的新型材料工业群体技术发展为标志的新技术革命日新月异。作为科学技术一部分的计控事业，在生产要素中占据极其重要的位置。这就是计控工作要有“平均熟练程度”水平比较高、技术好的劳动者的最主要原因。关系着能否把握好归属的那一部分职能工作；其次要看其“科学发展水平和它在工艺过程生产和经营上应用程度”；还要看“生产过程的社会结合”，即人与两要素的技术结合形式，社会化程度及科学管理水平，计控在其中起着重要手段和结合作用。

二、生产现代化的重要技术基础

人是生产力中最活跃的因素，这里的人是科学化了的，具有一定计控知识与技能的实现物质资料生产的劳动者，能比普通劳动者创造出更大使用价值和财富的人。所以发达国家劳动者行列中高级科技人员比重越来越大，近30年已增长10倍。科学技术与生产资料相结合，就会大幅度提高工具效能，从而大大提高劳动生产率，这就是计控手段的充分发挥产生的结果。高新技术应用、新型控制系统的运用及新型监控装备的开发等，只有运用好检测与控制技术，扎扎实实搞好计控工作才能加速科技向现实生产力的转化，并且成为推动生产力发展的决定因素。

现代化工企业“齐鲁”和“扬子”石化公司以引进30万t乙烯工程为龙头，绝大多数项目都采用了现代最新自动化技术。以电子计算机控制为主的电子计量检测与控制系统，呈现着密集程度高、技术先进的特点，生产稳定提高，潜力日益发挥，成为现代生产的技术基础。大沽化工厂开发的蒸发热碱系统自动控制逐步升级，以热碱浓度在线检测，计算机模型推导为突破，成功地实现了在线取样自动检测，仅此一举年节约蒸汽的效益达165万元。天津碱厂实现老企业“群羊换骏马”大型高效化改造碳化系统，8组 $\Phi 3.2\text{m}$ 碳化塔实现群控，单塔能力提高10%，年效益568万元。这些都说明计控手段促进企业技术进步、生产发展，成效显著。

实践表明若不在以电子学为基础的信息和自动化技术改造和开发上下功夫,科技兴化的重任就难以完成。这不仅是历史的结论,更是现实的紧迫要求。

三、企业科学管理的必要依据

现代科技的发展,不仅作为技术、知识与人的智力相结合的硬件设备功能增强,其应用也通过组织管理转化为软件技术。其生产力的作用,既在生产技术发展上,也在管理科学促进生产力方面有重大发展。管理科学化,生产力诸要素才能趋于有序状态,使人与人、人与物关系协调,效率提高,促使管理系数 k 增值,产出增值,生产力得到更大发展。

管理生产和经营活动首先要取得信息,这是闭环管理系统的第一讯号。信息的获取采集必须靠计量检测才能实现。在生产系统信息自然反馈回闭路系统实现自动平衡去控制生产求得最佳化。在管理系统信息则输入到信息网络实现计算机联网,便于现场监测、综合平衡、分析判断、成果共享、利于决策。科学管理的实现没有计量检测和监督控制作保证,不仅科学化难以付诸实现,就是一般管理也难以运行。这正是以往不重视计量工作产生“油糊涂”、“煤糊涂”,经营管理运行机制不健全的必然反映。海湾战争的历程充分体现出科学管理和先进技术的重要性。多国部队的后勤基地为零,百万军队的后勤供应不要仓库而用准确的信息调度,承担准时保证衣食住的最佳供应;摧毁性打击目标的命令,许多都是40s之内从澳大利亚传回最终指令实施奏效的。科学管理水平之高令人瞠目。而萨达姆的全部指挥系统被多国部队电子技术干扰紊乱,无法获得信息,43次交战中有42次在茫然不知的情况下遭到毁灭性打击,足见科技、计量检测与控制在现代化管理中占据着怎样的位置。

四、质量保证与管理体的手段

产品质量是企业的生命,它保证产品稳定并达到先进标准,使产品能以优质占有市场,增强竞争能力,是质量管理的目的。工艺生产过程及终端产品各项经济指标的实现与保证都离不开计控手段。没有最佳的先进测量仪器和装备及监控系统,就无法保证工艺过程中间产

品的质量特征和最终产品的质量指标。只有高水平的检测得出的数据准确,才能对质量作出判断。因此,没有先进的计控手段,就没有先进的产品质量。通过在线检测才能调整生产条件、改进工艺,摸索出优质高产的质量标准、改进配方、实现最佳操作。

计量是质量的保证和前提,只有把计量控制作为基础和长远战略方针来抓,质量管理才能稳步提高实现优质高效。据悉国外近年来已不再时髦质量管理小组(TQC)了,原因就是要有基础手段,否则热闹一时,取得不了成效。因此,抓质量必须先抓计量,质量管理是我国企业管理的薄弱环节。只有计量搞好了,才能真正促进质量的提高。计量控制与检测系统一定要完备、精确,并有严格的数据监督管理体系。总之,质量管理从根本上说它与计量控制有着血肉不可分割的紧密关系。

五、促进能源管理、节能降耗的主要支柱

化工是耗能大户,其产品能耗占成本的30%~60%之多,搞好能源计量工作,对能源管理、合理用能和提高能源利用率尤为重要。只有节能降耗、成本降低,产品价廉才构成竞争手段之一,这在商品经济蓬勃发展的今天自然更显紧迫。

计量是节能降耗、能源监管使用的重要基础和必要保证。

如何科学应用能源,还应开展企业能量平衡测试,考核用能构成、分布、流向和利用水平,得出各种能耗指标,定量进行分析,找出攻关对象。再由设备利用有效能数值及能源利用率,找出能耗流失点,才能准确地采取措施,提高热效率,实现节能要求。

总之,抓能源管理,实现节能降耗,必须扎扎实实搞好它的支柱——计控工作,实现数据-定额-考核-责任制-分配制的系统管理。

六、安全环保的可靠保证

计控工作不仅为企业生产提供技术保证,也检测各项环保、安全参数,促进安全生产的落实。中间体涉及的染料、涂料、农药及基本化工有机原料许多是易燃、易爆、剧毒介质,工业三废的排放也需要认真进行检测分析,保证自然环境免受污染之害。这些计控检测通常都有难度大、危险性高、腐蚀性强的特点。前些年某氨厂大修,工人

下罐施工维修因未进行可燃性气体含量的检测,只凭嗅觉施工动火,造成死亡的重大事故,应引以为训。著名的博泊尔事件和切尔诺贝利核电站事故,悲惨的后遗症至今令人悚然,究其原因均与安全检测控制设施不完备有密切关系。化工部为加强安全防护检测仪表的配置与生产,曾拨款数百万美元引进国外仪表,力图解决这类问题。还筹措建立安全防护及防爆仪表检测中心,完善这方面的监督服务职能。

完全是生产的前提条件,也是企业运行的基本保障。对影响安全生产的各种参数必须随时进行监控,这一切都要由准确的计检仪器和严格的计量监督管理作保证。环境保护对化工生产发展提出了严峻要求,甚至制约了其生存和发展。如 DDT,六六六的停产。环境监测必须以计量为基础,提供环保依据。计控工作对减少污染,为提高三废回收利用水平提供技术手段,有不可推卸的责任。

七、搞好经济核算的必要前提

许多企业在改革中实现厂内银行制度,学邯钢模拟市场核算,实行成本否决,势必提出准确计量的客观要求。一些有原料供应需求、上下游衔接生产关系的企业,更要求有准确的计量维持物料与能量平衡、核算企业间物质利益的有效支出和供给、避免不必要的经济纠纷或仲裁任务。因此给计量工作提出了更高的要求。

八、谋取最佳经济效益的有力措施

计控工作是通过技术手段来保证生产系统量值统一,达到必要的测量准确度和控制准确度,以此保证产品质量的提高、收率的增加、产量的增长、成本的降低、消耗的减少,从而创造出更大的经济效益。

任何一个企业从进厂开始,原料性能检验与准确计量到生产工艺中温度、压力、流量、液面、分析量、机械量及物质量、动力量消耗、产品质量评价监测等等都有各种物理、化学、机械量需要检测、分析和控制,如果没有计控技术和管理来保证各环节准确无误的数据信息,就不可能取得优质、低耗和高效益,也不会有现代化的科学管理。

计控科技成果、管理的有效性与经济效益有着密切的关系。据美国研究材料表明,计量检测费用支出占产品成本的 8%,前苏联则占 5%~10%。我国新建的和引进项目的自动化、计量设备的投资比重日