



全国高校素质教育教材研究编审委员会审定

SHUICHANPIN JIAGONG GONGYIXUE SHIYAN JISHU

# 水产品 加工工艺学 实验技术

段振华◎主编



中国科学技术出版社

全国高校素质教育教材研究编审委员会审定

# 水产品加工工艺学实验技术

段振华 主编



中国科学技术出版社

· 北 京 ·

### 图书在版编目(CIP)数据

水产品加工工艺学实验技术 / 段振华 主编. —北京: 中国科学技术出版社, 2009.1

ISBN 978-7-5046-5385-7

I. 水… II. 段… III. 水产品—食品加工—实验

IV. TS254-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第011454号

自2006年4月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

## 水产品加工工艺学实验技术

段振华 主编

---

责任编辑: 周晓慧 高立波

责任印制: 安利平

封面设计: 张骐年

出版发行: 中国科学技术出版社

社 址: 北京市海淀区中关村南大街16号 邮编: 100081

电 话: 010-62103210 传真: 010-62183872

印 刷: 河间市华新印业有限公司

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 4.2

字 数: 110千字

版 次: 2009年1月第1版

印 次: 2009年1月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5046-5385-7 / TS. 28

定 价: 12.00元

---

版权所有 翻印必究

# 前 言

我国是水产品生产大国，水产品年总产量在 5000 万吨以上，已连续十八年位居世界首位。水产品加工是提高水产品综合效益的重要途径，有利于促进渔业经济的持续健康发展。随着水产品产量的不断增加和科学技术的进步，水产品加工业也取得了较大的发展，水产加工原料已占到整个水产品总产量的 30% 左右。水产品加工技术已经发展成为传统加工和现代加工两大类。但是，同发达国家比较，我国的水产品加工技术和水平仍显落后，水产品加工企业和政府相应的监管部门严重缺乏专业技术人才。为了满足国家和社会经济发展对水产品加工专业人才的需要，高校必须加快这方面人才的培养。

《水产品加工工艺学实验技术》是食品科学与工程专业的一门专业课程，是水产品加工工艺学的深化和补充。它是一门技术性和实用性较强的课程，主要介绍水产品的腌制、干制、熏制、罐头制作、冷加工、鱼糜制品加工和水产品的综合利用实验技术，还包括水产食品的部分分析原理和方法，同时还介绍研究性实验技术。鉴于水产品加工实验耗时长，实验内容多，在编写时，努力兼顾传统技术和现代技术的结合，力求一个实验能在一次教学安排中完成，开设的内容尽量结合实际，安排现有加工企业正在使用的水产品加工技术。因此，该书除了作为高等学校食品科学与工程专业本科生、专科生及高职生的实验教材外，也可作为水产品加工及贮藏工程、农产品加工及贮藏工程、食品科学等相关专业的研究生和专业技术人员的参考书。

通过该门课程的学习，使学生可以巩固和加深水产品加工基本原理的理解，掌握典型的水产品加工技术和水产食品的分析检测方法，了解水产品加工及其综合利用的主要技术，为学生在了解水产品加工方面的新理论、新技术和新研究方法时提供一个基础，有利于培养学生相关的文献检索、资料收集、分析问题和解决问题的能



力,提高学生的实验设计能力、实际动手能力、实验技能和创新能  
力,为学生走向工作岗位打下良好的基础。

在使用该书的时候,要求学生在实验前对实验内容进行预习,  
明确实验内容、实验各环节的要求,所用到的试剂、仪器、设备等  
信息,并要写出预习报告。实验过程中出现问题时,老师要正确引  
导学生,但不能包办代替。对于每个开设的实验项目,要求学生独  
立完成。实验结束后,要求学生认真填写实验记录,撰写实验报告  
或论文。为了在有限的时间内安排更多的实验内容,建议指导老师在可能的情况下根据实际情况,在一次实验教学中灵活选排多节内容,以提高时间利用率。在教学过程中,要注意实验技能和理论知识、课堂教学与素质培养有机结合,把培养具有创新意识和创新能力的人才作为出发点,积极开辟实验室建设新渠道,充分利用企业的设备等条件,尽量接近生产第一线。因此,结合实际情况,酌情安排一些水产加工厂教学基地的实践活动,使学生对工厂的生产过程及设施等方面有一个感性认识,激发学生对水产品加工技术和理论学习的积极性和兴趣。

水产品加工工艺学实验在国内许多院校都有开设,在我校也开设了多年,但由于目前少见相应的教材,给教学带来了一定的困难。本书是编者在多年的教学探索中,广泛参考了国内外相关的文献资料编写而成的。在本书编写过程中,国家十一五科技支撑计划“水产品加工关键技术研究及产业化开发(2007BAD76B06)”课题给予了大力资助,北京全华高协教育咨询有限公司也给予了资助,还得到了海南大学和热带生物资源教育部重点实验室的支持和帮助,使本书得以顺利完成,在此表示衷心的感谢。随着学科的发展和教学改革的深入,实验项目设置和内容还会不断更新、发展。我们在教学实践中将不断总结经验,使其更加完善。由于编者水平有限,书中不妥之处,敬请读者给予批评指正。

编者

2008年11月

# 目 录

<b>第一章 实验基础知识</b> .....	1
第一节 样品的采集方法 .....	1
第二节 样品的前处理 .....	4
第三节 实验数据的记录及处理 .....	6
第四节 实验报告的撰写 .....	13
第五节 实验室安全知识 .....	14
第六节 实验规则 .....	18
<b>第二章 水产品腌干熏加工技术</b> .....	20
第一节 概述 .....	20
第二节 水产品干制实验技术 .....	21
第三节 水产品腌制实验技术 .....	25
第四节 水产品熏制实验技术 .....	28
第五节 风味鱼片的制备技术 .....	31
第六节 鱼松的加工制作技术 .....	33
<b>第三章 水产罐头食品的制备技术</b> .....	37
第一节 概述 .....	37
第二节 清蒸类水产罐头的制备实验技术 .....	38
第三节 调味类水产罐头的制备实验技术 .....	40
第四节 油浸类水产罐头的制备实验技术 .....	44



<b>第四章 水产品的冷加工实验技术</b> .....	48
第一节 概述 .....	48
第二节 鱼类的冷加工实验技术 .....	49
第三节 虾类的冷加工实验技术 .....	53
第四节 贝类的冷加工实验技术 .....	57
<b>第五章 鱼糜制品加工技术</b> .....	60
第一节 概述 .....	60
第二节 冷冻鱼糜的制备实验技术 .....	61
第三节 加热条件对鱼糜制品凝胶特性的影响实验技术 .....	64
第四节 鱼肉蛋白质和其他来源蛋白质的溶解性能 比较实验技术 .....	67
<b>第六章 水产品综合利用技术</b> .....	70
第一节 概述 .....	70
第二节 海带汁液的提取实验技术 .....	71
第三节 水产食品脱腥工艺的比较实验技术 .....	73
第四节 水解动物蛋白的制备实验技术 .....	75
第五节 鱼头的综合利用实验技术 .....	78
第六节 鱼鳞皮胶原蛋白的提取实验技术 .....	81
<b>第七章 水产品的分析技术</b> .....	87
第一节 概述 .....	87
第二节 水产品 pH 值的测定实验技术 .....	88
第三节 水产食品中碘的测定实验技术 .....	89
第四节 水产品总挥发盐基氮的测定技术 .....	92
第五节 河豚毒素的测定技术 .....	96
第六节 水产品组胺的测定技术 .....	100
第七节 水产品汞含量的测定技术 .....	105



第八章 研究性实验技术.....	110
第一节 概述.....	110
第二节 研究性实验.....	112
附录.....	120



# 第一章 实验基础知识

## 第一节 样品的采集方法

### 一、样品的采集与要求

在水产品加工过程中，我们常常要分析原料的成分及其在加工中的变化，而试样成分的分析结果是否具有代表性，取决于样品的采集是否符合要求。所谓采样就是从某原料或产品的总体（通常指一个货批）中抽取一定数量具有代表性样品的过程。有时，采样是从怀疑发生污染或易受污染、发生中毒或怀疑有毒和掺假或怀疑掺假的原料和产品中抽取样品的过程。采样是水产品分析检测中最基础的工作，如果样品的采集不科学合理，那么再先进的分析设备、再精确的测试方法、再准确的试样分析结果，都将毫无意义。正确的采样必须遵守两个原则：第一，采集的样品要均匀，有代表性，能反应全部被测物料的组分、质量和卫生状况；第二，采样过程中要设法保持物料原有的理化指标，防止成分逸散或带入杂质。在样品采集时，要求采样具有充分的代表性，同时注意把握典型性，采样方法不得随意更改，采样过程严格执行规范，严格保护样品以减少外界因素对样品原始特性的改变。

### 二、样品采集的常见术语

1. 原始样品：指按采样规则和操作要求，从待测样品原料、产品或商品一个检验批或货批的各个部位采集的分样（又称小样）均匀混合在一起形成的样品。应采集的原始样品量常有规定，即使货批很小，原始样品的最低总量一般也不得少于 1kg（固体）或



4L（液体）。

2. 平均样品：将原始样品按一定的均匀缩分法分出的作为全面检验用的样品。平均样品量应不少于试验样品量的4倍，通常它的总量不得少于0.5kg（固体）或2L（液体）。

3. 保留样品：由平均样品分出用于在一定时间内保留，以备再次检验用的样品，它的量与试验样品量相等。

4. 复检样品：由平均样品分出用于复检用的样品。它的量与试验样品量相等。

5. 试验样品：由平均样品分出用于全部项目检验用的样品、它的量不应少于全部检验项目需用量。

### 三、样品采集的基本程序和缩分

样品采集的基本程序，从需要分析的批量样品开始，经过原始样品到平均样品，然后由平均样品分出试验样品、复检样品和保留样品。

样品的缩分，是指按一定的方法，不改变样品的代表性而缩小样品量的操作，一般在将原始样品转化为平均样品时使用。原始样品的缩分方法依样品种类和特点而不同。液体样品的缩分较为简单，将原始样品搅匀后直接按平均样品之需要量倒取或吸取即可；颗粒状样品采用四分法，即将样品混匀后堆成一圆堆，从正中画十字将其四等分，将对角的两份取出后，重新混匀堆成堆，再从正中画十字将其四等分，将对角的两份取出混匀，这样继续缩分到平均样品之需要量为止；不均匀的大个体生鲜原始样品（如鱼类）的缩分比较难，应先将原始样品按个体大小分类，然后将尺寸同类的样品分别缩分，最后把各类缩分样再混合，构成平均样品或直接构成试验、复检和保留样品。这类样品在转变为分析试样时，还得再次缩分，因为只有这时候才能将样品个体破碎。

### 四、样品的采集

1. 散装批量样品的采集：在散装批量产品的每一大储存容器



中,于不同深度、不同部位,分别采集每份约 0.1~0.2kg(固体)或 0.1~0.2L(液体)的 5~10 份样品,将这些样品充分混成混合样品。如果检验项目规定的检验批量等于几个储存容器内的物量,可将同批量不同储存容器采得的样品再混合,从中取 1~2kg(固体)或 1~2L(液体)作为一检验批的原始样品。如果检验项目规定的检验批量小于或等于储存容器内的物量,就以各储存容器采得的样品作为每个检验批的原始样品。如果哪一储存容器中采出的样品感官测定异常时,应单独留样。

2. 包装样品的采集:对于铁桶、塑料桶、瓷缸、木桶等大包装液体样品,如果未规定检验批量,可从一货批中随机均匀抽取数个(数量一般为—货批总包装件数的 5%左右)包装。如果检验项目规定了检验批的大小,应按—检验批规定的抽取件数随机均匀抽取。用采样管在每一抽取的包装内上、中、下部分别吸取 0.1~0.2L 样品,如果感官测定无特殊异常,将各包装抽取的样品充分混合,从中再取 1~2L 的混合样品作为原始样品。如哪—包装采得的样品感官测定异常,可单独留样。

对于内部包装为盒、瓶、罐等,外部包装为纸箱、塑料箱等液体样品,通常都规定了检验批和相应的采样量,应遵照规定随机均匀抽取相应的箱数,再按规定从每箱中随机抽出相应的小包装件数,合并为—检验批的原始样品。如果没有规定检验批,一般可随机均匀抽取  $\sqrt{\frac{x}{2}}$  箱( $x$  为该货批的总箱数),然后从每箱中随机抽出 1 个小包装,合并为原始样品。

对于内部包装为盒、袋、包等,外部包装为纸箱、塑料箱等固体样品,通常都规定了检验批量和相应的采样量,应遵照规定随机均匀抽取相应的箱数,再按规定从每箱中随机抽出相应的小包装件数,合并为—检验批的原始样品。如果没有规定检验批,一般可随机均匀抽取  $\sqrt{\frac{x}{2}}$  箱( $x$  为该货批的总箱数),然后从每箱中随机抽出



1 个小包装，合并为一检验批的原始样品。

采集的样品，不论是送回实验室，还是送到别处去分析，都要考虑和防止运送过程中的样品变质。一般，生鲜样品要先冻结后用冰温运送，易挥发样品要密封运送，水分较多的样品要装在几层塑料食品袋内封好，干燥的样品可用牛皮纸袋盛装，同时附上有防潮的外包装，所有样品的外包装要结实而不易变形和损坏。此外，运送过程中要注意车辆等运输工具的清洁，注意车站、码头有无污染源，避免样品污染。采回的样品应尽快进行分析，当不能做到时（特别是复检样品和保留样品），就要注意保存，以免样品的成分发生变化。

## 第二节 样品的前处理

样品的前处理对于检测分析来说，是指去掉试验样品中不值得分析的部分和一部分杂质，保证分析试样十分均匀和试样中的待检物含量至少高于分析方法的检出限。对于水产品加工，则是去掉当前不准备加工的部分（即加工下脚料）和水产品机体上黏附的杂质，保证加工目标的实现。在实际操作过程中，由于前处理方法不同和操作水平的差异常常导致分析结果出现较大的不同。一个完整的加工技术或分析方法都会包括对样品前处理的介绍，即使这样，由于水产品原料的多样性，前处理方法还需操作者灵活掌握。因此，充分理解和掌握主要的前处理技术具有重要意义。样品的前处理过程和处理技术因原料的特性和加工分析的目标而不同，包括样品整理、清洗、匀化、缩分、灰化和消解等处理。

整鱼、虾、贝等水产品的样品制备时，先要去除不可食部分，冻鱼表面的冰和干咸鱼表面的盐也要去除，盐水鱼罐头的盐水一般也弃去。有些还要把不同器官或不同部分分割后再匀化，分去部分不论是弃去还是单独分析，都要计量，以备分析结果计算时



可能应用。

在水产品加工时,先要进行必要的前处理。新鲜鱼或冷冻鱼(需要解冻)往往要进行“三去”处理(即去鳞鳍、去头尾和去内脏),并清洗腹腔和表面黏液,去除血污和黑膜,然后采肉加工;带壳类产品如虾,须剥壳,剔除异物、虾壳、虾脚和虾须等残留;新鲜的扇贝加工前要进行吐沙处理,然后去壳采肉,清洗干净;以新鲜的海带为原料,先要用清洁的海水洗去黏附的泥沙等杂质,并剪去颈部、黄白边梢和菜体较薄的部分。

罐头样品制样时,将罐头打开,固体和汤汁分别称重,小心去除固体中的不可食部分(如骨头)后再称重,按可食固体和液体的质量比各取一定量,混合后于捣碎机内捣碎匀化。

在分析测定水产品中重金属和其他矿物质之前,需要将有机物破坏,以免这些成分由于与样品中的蛋白质或有机酸结合,从而严重干扰分析结果的精密度和准确性。解决的办法就是在不损失矿物质的前提下破坏样品中的有机物,可以采用灰化法、消解法等处理来实现。

提取是待测物质与样品分离的过程,目的是去除分析干扰物和富集待测物质。常用的提取方法是使用无机或有机溶剂从样品中提取被测物。如果样品为固体,该法被称为浸提,如果样品为液体,该法被称为萃取。选择溶剂时,应该选择对被测物和干扰物有尽可能大的溶解度差异的溶剂,还应避免选择两介质难以分离、黏度高和易产生泡沫的溶剂。如索氏提取器是实验操作提取技术中最常见的装置,用它提取固体样品中的油脂、脂溶性色素、脂溶性维生素等十分普遍。提取效率高,操作方便,但花费时间长。由于提取等前处理过程引入了许多溶剂,可能会降低待测组分的浓度或不适宜直接进样分析,后续过程可能需要将这些溶剂部分或全部去除,可以通过浓缩或干燥处理来完成。为了防止脱溶时使用高温引起样品变质,可以采用旋转蒸发器减压蒸干或浓缩,样品较少时还可采用氮气吹干法。旋转蒸发集受热均匀、薄膜蒸发和减压蒸发于一体,效率高、温度较低、操作简单,不利之处



是干燥后不易直接去除干样。因此特别适用于浓缩和干后又转溶时采用。

### 第三节 实验数据的记录及处理

实验数据的记录是实验和科学研究中的一项重要内容，可以避免许多无谓的劳动。所谓好记性不如烂笔头，有时一个很简单的数据，由于忘记及时记录，想着过一会再写进实验记录本，结果往往会出现遗忘或记错的后果。实验所得到的原始数据信息庞大，在结果分析和撰写报告中并不全用，另外直接用原始记录进行结果计算和分析也不方便，所以需要<sup>①</sup>对原始数据进行处理。

#### 一、实验数据的记录

实验数据不仅要记录，而且要严格遵守记录规则。第一，应该在专门的记录本上进行实验数据记录，并标上页码，保持记录本的完整性，不得撕去任何一页。不得将实验数据记录在单页纸上，或者小纸片上，或者随意记在任何地方。第二，应该及时、准确地记录清楚实验数据和观察到的现象，包括实验过程中涉及的各种特殊仪器的型号和标准溶液浓度。实验记录上的每一个数据，都是测量结果，所以，重复观测时，即使数据完全相同，也应记录下来。第三，记录实验数据时，要有严谨的科学态度，实事求是，切忌夹杂主观因素，决不能随意拼凑和伪造数据。在实验过程中，如发现数据算错、测错或读错而需要改动时，可将该数据用一横线划去，并在其上方写上正确的数字。第四，记录实验数据时，应注意其有效数字的位数。用分析天平称重时，要求记录至 0.0001g；滴定管及吸量管的读数，应记录至 0.01mL；用分光光度计测量溶液的吸光度时，如吸光度在 0.6 以下，应记录至 0.001 的读数，大于 0.6 时，则要求记录至 0.01 读数。第五，记录实验数据的同时要注明单位，而且要



养成使用法定单位的良好习惯。常见的如体积用  $\text{m}^3$ 、L、mL 和  $\mu\text{L}$ ，不再用公升、立升、立方厘米、cc 等旧单位；质量单位应该使用 kg、g、mg、 $\mu\text{g}$ 、ng 等，不再使用斤、市斤、两、钱、磅等。第六，进行记录时，文字记录应整齐清洁。数据记录应用一定的表格形式，这样会更为清楚明白。

## 二、实验数据的处理

在做完实验后，进行实验结果分析和撰写实验报告前，有必要进行实验数据处理。在处理实验数据时，应该先将获得的大量数据，尽可能整齐、有规律地列表表达出来，以便处理运算。列表时，每一个表都应有简明完备的名称；在表的每一行或每一列的第一栏，要详细地写出名称、单位等；在每一行中数字排列要整齐，位数和小数点要对齐，有效数字的位数要合理；原始数据可与处理的结果写在一张表上，在表下注明处理方法和选用的公式。这就是数据的整理。例如平行试验和对照试验中涉及的试样称量数据、稀释倍数、标准溶液浓度和滴定消耗量、吸光度值等。数据整理完成后，按计算式计算出各实验的结果，并把它们列入数据整理表中，以便在误差分析和其他数据处理时使用。为了衡量分析结果的精密度的，一般对单次测定的一组结果，计算出算术平均值后，再用单次测量结果的平均偏差、相对平均偏差、标准偏差、相对标准偏差等表示结果的精密度。

1. 可疑值的舍去方法：在实验数据处理中，若一组数据的某一数值极值离群较远时，我们称这一极值为可疑值。若随意处置该数据，可能会出现以下三种情况：第一，随意处理的数据正好是应该处理的，虽然处理的结果对了，但这样做盲目性大，随意处理数据会使结果不可信；第二，本不该舍去的数据却被舍去。这种情况是由于该数据存在的偏离是较大偶然误差所引起的，舍去后，精密度虽提高，但准确度降低。第三，应舍去的数据而未被舍去。读数据的较大偏离是由未发现的操作过失所引起，如果将其保留，结果将导致精密度和准确度均会降低。那么，对可疑值是保留还是舍弃，



正确的处理应该是按一定的统计学方法检验可疑值后，再按检验结果决定其取舍。常用的检验方法有以下几种：

(1)  $4\bar{d}$  法。 $4\bar{d}$  法又称为四倍平均偏差法。当测定次数较多时，个别测定值超过  $\pm 3\sigma$  几率小于 0.3%，对此超过  $\pm 3\sigma$  几率的个别数值是可以舍弃的，这是  $4\bar{d}$  的根据。在数据不多的情况下，可近似地认为  $\bar{d} = 0.80s$ ，故  $3s = 4\bar{d}$ ，所以可用  $4\bar{d}$  法进行判断。这里的  $\bar{d}$  为平均偏差， $\sigma$  为标准误差， $s$  为标准偏差。

应用该法判断可疑值的取舍时，首先将这组数据中的可疑值删去，求出其余数据的平均值和平均偏差，然后将可疑值和平均值比较，即绝对值，如果可疑值与平均值的差值大于  $4\bar{d}$ ，则可疑值应舍去。否则应保留。该方法适用于平行测定次数 4~8 次的情况，且在数理统计上不够严格。

举例：一组关于某水产品干燥过程中的水分含量的平行测定结果 (g/100g) 为：35.68、35.24、35.32、35.37、35.25。现认为 35.68 为可疑值，则：

$$\bar{x} = \frac{35.24 + 35.32 + 35.37 + 35.25}{4} = 35.30$$

$$\bar{d} = \frac{|35.24 - 35.30| + |35.32 - 35.30| + |35.37 - 35.30| + |35.25 - 35.30|}{4}$$
$$= 0.05$$

$$4\bar{d} = 4 \times 0.05 = 0.20$$

$$|\text{可疑值} - \bar{x}| = |35.68 - 35.30| = 0.38$$

由于可疑值与平均值的差值为 0.38，大于  $4\bar{d}$  值 0.20，所以 35.68 应该舍去。

(2)  $Q$  值检验法。 $Q$  值检验法是根据统计学规律，利用不同置信度下得到的  $Q$  值表进行检验的。检验时，根据下面的公式计算  $Q$  值，然后将计算的  $Q$  值与表中对应的临界数值  $Q_{\text{临}}$  进行比较，见表 1-1，从而对可疑值决定取舍。

$$Q = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1}$$



表 1-1 不同置信度下的  $Q_{\alpha}$  值表

$n$	$Q_{90}$	$Q_{95}$	$Q_{99}$
3	0.94	0.98	0.99
4	0.76	0.85	0.93
5	0.64	0.73	0.82
6	0.56	0.64	0.74
7	0.51	0.59	0.68
8	0.47	0.54	0.63
9	0.44	0.51	0.60

$Q$  值检验法的步骤可以归纳为:

- ① 按照从小到大的顺序将平行测定的数据进行排列  $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$ ;
- ② 计算极差  $R$  和可疑数值与相邻数之差 ( $x_n - x_{n-1}$ , 或  $x_2 - x_1$ );
- ③ 计算  $Q$  值;
- ④ 根据实验数据平行测定的次数 ( $n$ ) 和要求的置信度查表, 可以得到对应的  $Q_{\alpha}$ 。
- ⑤ 比较  $Q$  与  $Q_{\alpha}$ , 对可疑值进行取舍:

若  $Q > Q_{\alpha}$ , 说明该数值不在要求的置信度范围内, 应该舍弃(过失误差造成); 反之保留该数据 (偶然误差所致)。

举例: 以上述例子为例, 从小到大排列结果 (g/100g) 为: 35.24、35.25、35.32、35.37、35.68, 则:

$$\text{极差 } R = 35.68 - 35.24 = 0.44$$

$$\text{可疑数值} - \text{相邻数值} = 35.68 - 35.37 = 0.31$$

$$Q = 0.31/0.44 = 0.70$$

当设定置信度为 95% 时, 即显著水平为 0.05, 查表得临界数值  $Q_{\alpha}$  为 0.73, 则  $Q < Q_{\alpha}$ , 因此该可疑值不能舍去。

(3) 格鲁布斯 (Grubbs) 法。该法是将所测得的一组数据按大小顺序排列为:  $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$ 。显然, 这组数据中,  $x_1$  和  $x_n$  有可能是可疑值。用 Grubbs 时, 是根据统计量  $T$  进行的。统计量  $T$  与可疑值、平均值及标准偏差有关。至于统计量  $T$  要多大才能确定可疑值被舍弃, 可以查阅统计学家们已制定的临界  $T_{\alpha, n}$  表。当  $T > T_{\alpha, n}$  时,