



教育部高职高专规划教材

生物工业分析

第二版

罗建成 主编
李晓华 主审



化学工业出版社



教育部高等学校生物类专业教学指导委员会

生物工业分析

第二版

王德成 主编

王德成 副主编

化学工业出版社

教育部高职高专规划教材

生物工业分析

第二版

罗建成 主编
李晓华 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是根据高职高专生物技术类专业教学需要而编写的教材。全书共分 11 章,内容包括试样的采集、保藏和预处理,物理和化学分析方法,比色分析和分光光度法,色谱法,气相、液相色谱分析方法,原子吸收分光光度法等。

本书的编写坚持“必需、够用”的原则,充分考虑高职高专教学的特点,内容简明扼要、重点突出、图文并茂、文字流畅,实验内容结合当代生物技术的内容和现代分析方法。

本书可作为生物技术类专业高职高专和成人大专学生的教材,也可作为相关专业的本科学生、教师和科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

生物工业分析/罗建成主编. —2 版. —北京:化学工业出版社, 2009.9
教育部高职高专规划教材
ISBN 978-7-122-06460-8

I. 生… II. 罗… III. 生物工程-工业分析-高等学校: 技术学院-教材 IV. Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 135318 号

责任编辑:于 卉

文字编辑:焦欣渝

责任校对:蒋 宇

装帧设计:于 兵

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 450 千字 2009 年 8 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.80 元

版权所有 违者必究

前 言

本书在第一版的使用过程中受到了广大兄弟院校的欢迎，对使用过程中的不足进行了讨论，此次主要修订的内容有：第一章第一部分增加了分析检验方法的一般要求、理化分析检验方法的选择、检验分析中对试剂的要求及其溶液浓度的基本表示方法、生物分析中对仪器设备的要求；对第二章的内容进行了重新编排，增加部分新的内容；第三章、第四章、第五章、第六章主要删除了部分略显重复的应用实例；第七章增加了气相色谱分析故障排除一节；第九章增加了国内外原子吸收分光光度计发展简介；第十章增加了氨基酸自动分析仪；对第十一章全部内容进行了重新编排，新增加了附录五：实验室安全与环保。并在每一章增加了本章小结和思考题。修订后的教材更加适应高职高专的特点。

本次修订由南阳理工学院罗建成完成。

本书在修订过程中，参考了国内外的相关学者和同行的有关著作，在此一并对相关作者表示谢意！

本书在修订过程中，得到了化学工业出版社的大力协助和支持，在此表示衷心的感谢！

编 者

2009 年 6 月

第一版前言

“生物工业分析”为工业生物工程、生物技术、发酵工程等专业的基础课。它是学生在学习了物理学、无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、生物化学、微生物学等课程，并具有一定的分析基础理论和基本操作技能后开设的。

生物工业范围很广，包括酒类、酒精、氨基酸、有机酸、酵母、酶制剂、抗生素、生物酶等。根据目前国家制订的生物技术相关专业范围及本课程教学大纲要求，本书主要以酒类、酒精和味精、抗生素生产中的分析测定为主，同时考虑到高职高专教科书的特点，编写中选择了部分分析实例并按其所属的分析方法类型进行编写。对属于化学分析、比色分析与分光光度分析范围的常规分析测定仅介绍典型的分析实例。对近年来迅速发展并广泛应用的仪器分析方法，结合各院校、有关科研单位和工厂的仪器设备条件，着重介绍色谱分析技术，并附有部分有关实例。本书还安排了部分综合实训的内容。各院校在使用本教材时可根据具体情况，对教材内容有所侧重与选择。

通过本课程学习，使学生能独立运用物理的和化学的分析方法，对生物工业中有关的原料、半成品、成品和副产物进行分析测定，同时初步培养学生的科学研究能力。

随着科学技术的迅速发展，新型的、现代化的分析仪器逐渐应用到生物工业中，如高效液相色谱法、气相色谱法、原子吸收分光光度法以及色谱-质谱联用、色谱红外光谱联用等，特别是电子计算机的使用，使分析方法更灵敏、更快速，本书在这方面作了重点介绍。

为适应高职高专教学的特点，本书编写坚持“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，以物理、化学分析方法为基础，现代仪器分析方法为重点，简明扼要地阐述了生物工业分析的核心内容和基本理论。主要内容包括试样的采集、保藏和预处理，物理和化学分析方法，比色分析和分光光度法，色谱法，气相、液相等色谱分析方法，原子吸收分光光度法，综合实训等。全书共分11章，潘宁编写第三章、第六章第五节，柴凤兰编写第五章、第九章，陈红霞、程小冬编写第四章、第六章的第三节，史政海老师编写第七章、第八章、第十章，罗建成编写第一章、第二章、第十一章、第六章的第一节、第二节、第四节和附录、附表。全书由罗建成负责最后的统稿，由李晓华主审。

生物工业分析的内容十分丰富而繁杂，本书的特点是将最基本且核心的内容汇集一体，取材新颖、简明扼要、条理清晰、语言精练，基本概念准确，具有一定的可读性和适用性，是指导学生在有限时间掌握生物工业分析基本方法和技能的实用教材。尽管编著者们付出了极大的辛勤劳动，努力把本教材编写成新颖实用、特色鲜明、质量上乘的佳作，但限于自身水平仍免不了有不妥之处。我们真诚地欢迎广大师生和读者批评指正，以便再版时改进。

编 者

2006年5月

目 录

第一章 绪论	1
一、生物制品的一般特点.....	1
二、分析检验方法的一般要求.....	1
三、理化分析检验方法的选择.....	2
四、检验分析中对试剂的要求及其溶液浓度的基本表示方法.....	2
五、生物分析中对仪器设备的要求.....	2
六、现代生物分析方法的选择和确立.....	2
本章小结.....	4
思考题.....	4
第二章 样品的采集、保藏和预处理	5
第一节 样品的采集.....	5
一、固体样品的采集.....	6
二、液体样品的采集.....	6
三、气体样品的采集.....	7
第二节 样品的制备与预处理.....	7
一、样品的制备.....	7
二、样品的预处理.....	7
第三节 样品的保存.....	10
本章小结.....	11
思考题.....	11
第三章 物理分析法	12
第一节 相对密度法.....	12
一、密度与相对密度.....	12
二、溶液浓度与相对密度的关系.....	12
三、几种相对密度测定的方法.....	13
四、相对密度法的应用实例.....	16
第二节 折光法.....	19
一、折射率.....	19
二、光的全反射.....	19
三、溶液浓度与折射率的关系.....	20
四、常用的折光计.....	20
五、折光法的应用实例——用浸入式折光计测定啤酒酒精分与浸出物.....	23
第三节 旋光法.....	23
一、偏振光和旋光活性.....	23
二、比旋光度及变旋光作用.....	24
三、旋光仪.....	25
四、旋光法的应用实例.....	26

第四节 其他物理分析方法	28
一、华勃呼吸仪的构造及应用	28
二、瓶装啤酒中二氧化碳含量测定——压力表法	33
本章小结	34
思考题	34
第四章 化学分析法	35
第一节 水分的测定	35
一、常压直接烘干法	36
二、减压干燥法	36
三、红外干燥法	37
第二节 酸及酯的测定	38
一、啤酒总酸度的测定	38
二、酒中总酸、总酯的测定	40
三、发酵醪总酸、挥发酸、不挥发酸的测定	42
第三节 糖类的测定	43
一、还原糖的测定	43
二、双糖的测定	47
三、多糖的测定	53
四、糖化淀粉酶活力的测定	57
第四节 含氮量的测定	59
一、凯氏定氮法测定粗蛋白质的含量	59
二、氨基酸态氮的测定	65
第五节 其他成分的测定	66
一、脂肪的测定	66
二、灰分的测定	68
三、酒精中醛的测定	70
四、水的总硬度测定	71
五、单宁的测定	73
本章小结	74
思考题	74
第五章 比色分析和分光光度法	76
第一节 比色分析与分光光度法	76
一、基本原理	76
二、定量分析方法	79
三、应用实例	80
第二节 紫外分光光度法	90
一、紫外分光光度计	90
二、应用实例	92
第三节 红外分光光度法简介	94
一、红外分光光度法的基本原理	94
二、红外分光光度计	95
三、红外分光光度法的应用	96

本章小结	98
思考题	98
第六章 色谱法	99
第一节 柱色谱	99
一、吸附柱色谱	99
二、分配柱色谱	102
三、离子交换柱色谱	104
四、柱色谱的使用装置与操作	107
第二节 纸色谱	108
一、原理	108
二、操作方法和操作条件的选择	108
三、定性、定量分析	111
四、应用实例——氨基酸的纸色谱	114
第三节 薄层色谱	116
一、分类	116
二、操作方法与操作条件的选择	116
三、影响薄层色谱的因素	123
四、啤酒中氨基酸的纸色谱	124
五、酿造酒中黄曲霉毒素的测定	125
第四节 凝胶色谱	129
一、基本原理及特点	129
二、凝胶的种类和性质	129
三、凝胶色谱的操作技术	130
四、凝胶色谱的应用	131
本章小结	132
思考题	132
第七章 气相色谱	134
第一节 气相色谱法基本原理	134
一、气相色谱过程	134
二、色谱流出曲线	137
三、气相色谱中有关术语	137
第二节 气相色谱操作	139
一、操作条件的选择	139
二、操作步骤	144
第三节 色谱分析	145
一、定性分析	145
二、定量分析	147
第四节 气相色谱分析故障排除	151
第五节 应用实例——酒中醇酯类组分的分析	156
本章小结	156
思考题	156
第八章 高效液相色谱分析	157

第一节 基本原理	157
一、液相色谱过程	157
二、色谱流出曲线	160
三、色谱中有关术语	160
第二节 液相色谱操作	160
一、操作条件的选择	160
二、操作步骤	161
三、色谱的定性、定量分析	162
第三节 应用实例	162
一、青霉素含量测定	162
二、葡萄酒中有机酸的定性、定量分析	166
本章小结	167
思考题	167
第九章 原子吸收分光光度法	168
第一节 基本原理	168
第二节 仪器装置	170
一、原子吸收分光光度计的组成	170
二、原子吸收分光光度计的操作	173
第三节 定量分析方法	174
一、灵敏度	174
二、检出极限	174
三、定量方法	176
第四节 操作条件的选择和干扰现象的排除	178
一、操作条件的选择	178
二、干扰现象的排除	180
第五节 国内外原子吸收分光光度计发展简介	183
第六节 原子吸收分光光度法的应用	185
一、测定前的准备	185
二、原子吸收分光光度计的应用实例	185
本章小结	187
思考题	187
第十章 其他分析新技术	189
一、气相色谱-质谱联用	189
二、液相色谱-质谱联用	190
三、毛细管电泳技术	193
四、氨基酸自动分析仪	196
本章小结	199
思考题	199
第十一章 综合实训	200
实训一 青霉素生产过程中的检测	200
一、青霉素发酵液中苯乙酸残留量的测定	200
二、青霉素发酵液的效价测定	201

实训二 乳酸酸菜质量的检测	202
一、乳酸酸菜中亚硝酸盐含量的测定	202
二、乳酸酸菜中乳酸含量的测定	204
三、乳酸酸菜中挥发酸的测定	205
实训三 水果中维生素 C 的测定	205
一、2,6-二氯酚测定维生素 C	205
二、2,4-二硝基苯肼法测定维生素 C	207
实训四 废水中酚类的测定——4-氨基安替比林分光光度法	208
本章小结	211
附录	212
附录一 部分试剂的配制	212
附录二 《食品质量检验员》职业标准（2005 年颁布试运行）	223
一、职业概况	223
二、工作要求	225
三、国家职业资格鉴定理论知识——细目表	228
附录三 实验数据处理	232
一、实验数据的误差分析	232
二、实验数据处理	237
附录四 实验室安全与环保	240
一、实验室安全知识	240
二、实验室环保知识	244
三、生物安全性	244
附录五 常用数据表	246
参考文献	267

第一章 绪 论

一、生物制品的一般特点

生物制品的特点是原料种类众多，其生产方法各不相同，有全合成，有发酵兼用提炼技术，有合成兼用生物技术，有发酵产品再进行化学加工，也有主要采用分离提纯方法。归纳起来有以下特点：

1. 生产流程长、工艺复杂。
2. 每一产品所需的原辅材料种类多，许多原料和生产过程中的中间体是易燃、易爆、有毒或腐蚀性很强的物质，对防火、防爆、劳动保护以及工艺和设备等方面有严格的要求。
3. 产品质量标准高（纯度高、杂质可允许的含量极微），对原料和中间体要严格控制其质量。
4. 物料净收率很低，往往几吨至上百吨的原料才生产 1t 产品，因而副产品多，三废也多。
5. 药物品种多、更新快、新药开发工作的要求高、难度大、代价高、周期长。制剂生产则需要有适合条件的人员、厂房、设备、检验仪器和良好的卫生环境以及各种必需的制剂辅料和适用的内、外包装材料相配合。

由生物制品的特点知道，要想生产出合格的生物产品，必须严格控制各个生产环节，每一个过程和步骤都要进行严格的分析和监控才能保证生产的顺利进行。

二、分析检验方法的一般要求

1. 称取

称取系指用天平进行的称量操作，其精度要求用数值的有效数位表示，如“称取 20.0g……”系指称量的精密度为 $\pm 0.1\text{g}$ ；“称取 20.00g……”系指称量的精密度为 $\pm 0.01\text{g}$ 。

2. 准确称取

准确称取系指用精密天平进行的称量操作，其精度为 $\pm 0.0001\text{g}$ 。

3. 恒重

恒重系指在规定的条件下，连续两次干燥或灼烧后称定的质量差异不超过规定的范围。

4. 量取

量取系指用量筒或量杯取液体物质的操作，其精度要求用数值的有效数位表示。

5. 吸取

吸取系指用移液管、刻度吸量管取液体物质的操作，其精度要求用数值的有效数位表示。

6. 空白试验

空白试验系指除不加样品外，采用完全相同的分析步骤、试剂和用量（滴定法中标准滴定液的用量除外），进行平行操作所得的结果。用于扣除样品中试剂本底和计算检验方法的检出限。

三、理化分析检验方法的选择

标准方法如有两个以上检验方法时,可根据所具备的条件选择使用,以第一法为仲裁方法;标准方法中根据适用范围设几个并列方法时,要依据适用范围选择适宜的方法。

四、检验分析中对试剂的要求及其溶液浓度的基本表示方法

1. 检验方法中所使用的水,未注明其他要求时,系指蒸馏水或去离子水。未指明溶液用何种溶剂配制时,均指水溶液。

2. 检验方法中未指明具体浓度的硫酸、硝酸、盐酸、氨水时,均指市售试剂规格的浓度。

3. 液体的滴:系指蒸馏水自标准滴管流下的一滴的量,在 20℃ 时 20 滴相当于 1.0mL。

4. 配制溶液的要求

(1) 配制溶液时所使用的试剂和溶剂的纯度应符合分析项目的要求。

(2) 一般试剂用硬质玻璃瓶存放,碱液和金属溶液用聚乙烯瓶存放,需避光试剂贮于棕色瓶中。

5. 溶液浓度表示方法

(1) 几种固体试剂的混合质量比或液体试剂的混合体积比可表示为:(1+1)、(4+2+1)等。

(2) 如果溶液的浓度是以质量比或体积比为基础给出,则可用下列方式分别表示为百分数:%(质量分数)或%(体积分数)。

(3) 溶液浓度以质量、容量单位表示,可表示为 g/L 或 mg/mL 等。

(4) 如果溶液由另一种特定溶液稀释配制,应按下例惯例表示:

“稀释 $V_1 \rightarrow V_2$ ”表示将体积为 V_1 的特定溶液以某种方式稀释,最终混合物的总体积为 V_2 ;

“稀释 $V_1 + V_2$ ”表示将体积为 V_1 的特定溶液加到体积为 V_2 的溶液中,如 (1+1)、(2+5)等。

五、生物分析中对仪器设备的要求

1. 玻璃量器

检验方法中所使用的滴定管、移液管、容量瓶、刻度吸管、比色管等玻璃量器均须按国家有关规定及规程进行校正。玻璃量器和玻璃器皿须经彻底洗净后才能使用,洗涤方法和洗涤液配制见参考书。

2. 控温设备

检验方法所使用的马弗炉、恒温干燥箱、恒温水浴锅等均须按国家有关规程进行测试和校正。

3. 测量仪器

天平、酸度计、温度计、分光光度计、色谱仪等均应按国家有关规程进行测试和校正。

检验方法中所列仪器为该方法所需要的主要仪器,一般实验室常用仪器不再列入。

六、现代生物分析方法的选择和确立

现代分析方法是以测量物质的物理性质为基础的分析方法(表 1-1)。这类方法通常需要使用较特殊的仪器,故得名“仪器分析”。随着科学技术的发展,这种分析方法在生物工

业中的应用越来越广泛，特别是新的仪器分析方法不断出现，且其应用日益广泛，从而使仪器分析在生物工业分析中所占的比重不断增长，并成为生物技术工作所必须掌握的基础知识和基本技能。

表 1-1 现代分析方法分类

方法的分类	被测物理性质	相应的分析方法
光学分析法	辐射的发射	发射光谱法(X射线、紫外光、可见光等),火焰光度法,荧光光谱法(X射线、紫外光、可见光),磷光光谱法,放射化学法
	辐射的吸收	分光光度法(X射线、紫外光、可见光、红外线),原子吸收法,核磁共振波谱法,电子自旋共振波谱法
	辐射的散射	浊度法,拉曼光谱法
	辐射的折射	折射法,干涉法
	辐射的衍射	X射线衍射法,电子衍射法
	辐射的旋转	偏振法,旋光色散法,圆二色性法
电化学分析法	半电池电位	电位分析法,电位滴定法
	电导	电导法
	电流-电压特性	极谱分析法
	电量	库仑法(恒电位、恒电流)
色谱分析法	两相间的分配	气相色谱法,液相色谱法
热分析法	热性质	热导法,热焓法
	质荷比	质谱法
	核性质	中子活化分析

现代分析技术的特点(与化学分析比较):

1. 灵敏度高,检出限量可降低。如样品用量由化学分析的 mL、mg 级降低到仪器分析的 μg 、 μL 级,甚至更低。适合于微量、痕量和超痕量成分的测定。

2. 选择性好。很多的仪器分析方法可以通过选择或调整测定的条件,使共存的组分测定时,相互间不产生干扰。

3. 操作简便,分析速度快,容易实现自动化。

仪器分析的缺点(与化学分析比较):

1. 相对误差较大。化学分析一般可用于常量和高含量成分分析,准确度较高,误差小于千分之几。多数仪器分析相对误差较大,一般为 5%,不适用于常量和高含量成分分析。

2. 需要价格比较昂贵的专用仪器。

仪器分析与化学分析的区别不是绝对的,仪器分析是在化学分析基础上的发展。不少仪器分析方法的原理,涉及有关化学分析的基本理论;有许多仪器分析方法,还必须与试样处理、分离及掩蔽等化学分析手段相结合才能完成。

仪器分析方法的优点是:

1. 操作简便而快速,对于含量很低(如质量分数为 10^{-8} 或 10^{-9} 数量级)的组分,则更具独特之处。

2. 被测组分的浓度变化或物理性质变化能转变成某种电学参数(如电导、电位、电容、电流等),故易于实现自动化和连接电子计算机。因此,仪器分析具有简便、快速、灵敏、易于实现自动化等特点。对于结构分析,仪器分析法也是极为重要和必不可少的工具。生产的发展和科学的进步,不仅对分析化学在提高准确度、灵敏度和分析速度等方面提出更高的要求,而且还不断提出更多的新课题,一个重要的方面是要求分析化学能提供更多、更复杂的信息。

本章小结

本章主要简述生物工业分析的对象——生物工业产品、原料和半成品的特点，以及分析检验的一般内容和要求，进而确立合适的分析方法。

思考题

1. 简述生物制品的特点。
2. 分析检验方法的一般要求是什么？
3. 试比较现代仪器分析与化学分析的优缺点。
4. 溶液浓度的表达方法有哪几种？

第二章 样品的采集、保藏和预处理

第一节 样品的采集

生物制品分析的一般程序与分析化学中定量分析的一般程序相同，包括：①生物样品的采集、制备和保存；②样品的预处理；③成分分析；④分析数据处理；⑤撰写分析报告。由于生物制品不同于一般的化学样品，其复杂、多变且易被污染，生物制品的样品采集显得尤为重要。所谓样品是指从被检测的对象中，按照规定的方法和使用适当的工具，采取一定数量的可代表整体质量的一小部分供分析检测用的被检测物质。采集样品的过程被称为采样或取样、抽样。

工业发酵中的样品，就其物态可分为固态、液态、气态三类。其样品采集通常随机抽样和代表性取样两种方法。随机抽样，即按照随机原则，从大批物料中抽取部分样品，使所有物料的各部分都有被抽到的机会；代表性取样，是用系统抽样法进行采样，即已了解样品随空间（位置）和时间而变化的规律，按此规律进行采样，从有代表性的各个部分分别取样，使采集的样品能代表其相应部分的组成和质量。所以代表性采样所得到的信息等级通常比不上随机抽样。但是，有时单纯用随机抽样还不行，必须结合代表性取样，如对难以混匀的样品的采集。具体的采样方法，应因分析对象的性质和分析目的的不同而异。但无论如何，供分析用的试样应保证具有代表性，才能使分析结果符合大量物料的真实成分。采样是质量监控的关键环节之一，正确的采样是精确反映物料成分的重要保证。

采样过程中应遵循两个原则：

一是采集的样品要均匀具有代表性，能反映全部被检样品的组成、质量及卫生状况。这一原则看似简单，但在实施中也会产生很多问题，特别是涉及定量与重复性。如对固体样品多半要求从各个位置对称取样，经过粉碎、过筛、混匀、缩分等，保证物料的均匀性和精密的切割计量，然后贮存于干燥、清洁、密闭的玻璃中。对气体样品必须使用带有精细刻度和密封阀门的气体量筒，对常见用于色谱分析的液体注射器以及具有恒定压力的计量泵等都是仪器分析工作者不可缺少的取样配套工具。液体样品需充分混合均匀后取样，其次取样时的温度、流量等必须在一定时间内保持相对恒定，不得有成分发生变化等不良影响。当然，在工艺流程样品分析中，取样点应选择成分变化的关键点且机械杂质相对较少的部位。

二是采样中避免成分逸散或引入杂质，应保持原有的理化指标。关于样品的代表性，在涉及工业发酵分析的样品的采集过程中，还需要特别考虑杂菌的污染和样品中微生物的继续代谢以及温度、水分、时间等影响因素。

采样一般分以下三步：

- ① 首先是获取检样，从大批物料的各个部分采集少量的物料，称检样；
- ② 将所有获取的检样综合在一起得到原始样品；
- ③ 将原始样品经技术处理后，抽取其中的一部分作为分析检验的样品，称为平均样品。

采集数量应能反映该样品的卫生质量和满足检验项目对试样量的要求，样品应一式三份，分别供检验、复验、备查或仲裁，一般散装样品每份不少于 0.5kg。具体采样方法因分

析对象的性质而异。

采样时使用的工具、容器、包装纸等都应该是清洁的，不应带入任何杂质或被测部分。应在盛装样品的容器上贴上标签，注明样品名称、采样地点、采取日期、样品批号、采样方法、采样数量、分析项目和采样人。采样后应迅速分析检测，以免发生变化。

一、固体样品的采集

对于组成均匀的固体生物制品，样品的采集比较简单。对于颗粒大小不一、组成不均匀的生物制品，选取具有代表性的试样是一项既复杂又困难的工作，一般包括以下步骤：

第一步是采取大量的“粗样”。采取粗样的量取决于颗粒大小和颗粒的均匀性。粗样是不均匀的，但能代表整体的平均组成。一般应从被检测物料的上、中、下三层的不同部位分别采取部分样品混合后得到粗样。

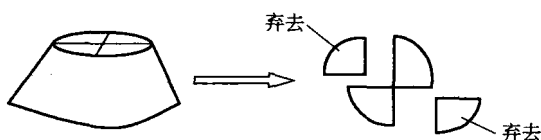


图 2-1 四分法示意图

第二步粗样经破碎、过筛、混合和缩分后，制成分析试样。常用的缩分法为四分法（图 2-1）：将粗样经破碎、过筛、混合均匀后，堆成圆锥形，略微压平，通过中心分为四部分，把任意对角的两份弃去，另外对角的两份收集在一起混合，再按上述方法对角

取样，进行再次混合，连续进行几次，最后取有代表性样品。

应该注意的是，在试样的粉碎过程中，应避免混入杂质，过筛时不能弃去未通过筛孔的粗颗粒，而应在磨细后使其通过筛孔，以保证所得试样能代表整个物料的平均组成。

采集到的固体样品进行定量分析时，一般都需要制成溶液。在溶解试样时必须注意以下几点：

- ① 试样必须完全溶解，处理后的溶液中不得留有原试样的细屑或粉末；
- ② 试样溶解过程中待测组分不应挥发损失；
- ③ 不应引入被测组分和干扰物质。

溶样常用的溶剂有水、无机酸（如盐酸、硫酸）、有机溶剂（如醇类、酮类和芳香烃等）。

二、液体样品的采集

对于液体生物制品进行采样，任意采取一部分或稍混合或加取一部分，即成为具有代表性的分析试样。还应注意由于生物制品的性质和储存容器的不同造成的取样不均匀。

若自大型的储罐或槽车中取样，一般应在不同深度取几个样品混合后作为分析的试样。取样的工具可以使用装在金属架上的玻璃瓶，或特制的定额采样器。用绳索将取样器沉入液面下一定深度，然后拉绳拔塞，让液体灌入瓶中，取出。

自小型容器中取样，可以使用长玻璃管，插入容器底部后塞紧玻璃管的上口，抽出取样管，将液体样品转移到试样品中即可。

对于生产过程中生物半成品的分析控制，采样时是从取样阀取样，根据分析目的不同，按有关规程每隔一定时间打开取样阀，最初的流出液弃去，然后取样。取样量按规定或实际需要确定。

应当注意的是，采取液体试样前，取样器必须是洁净的，且要用少量待采液体润冲几次，以防止取样器沾污样品。

若采集的生物样品是特殊的液体（如血液、尿液等体液），应根据特定的测定要求进行取样。