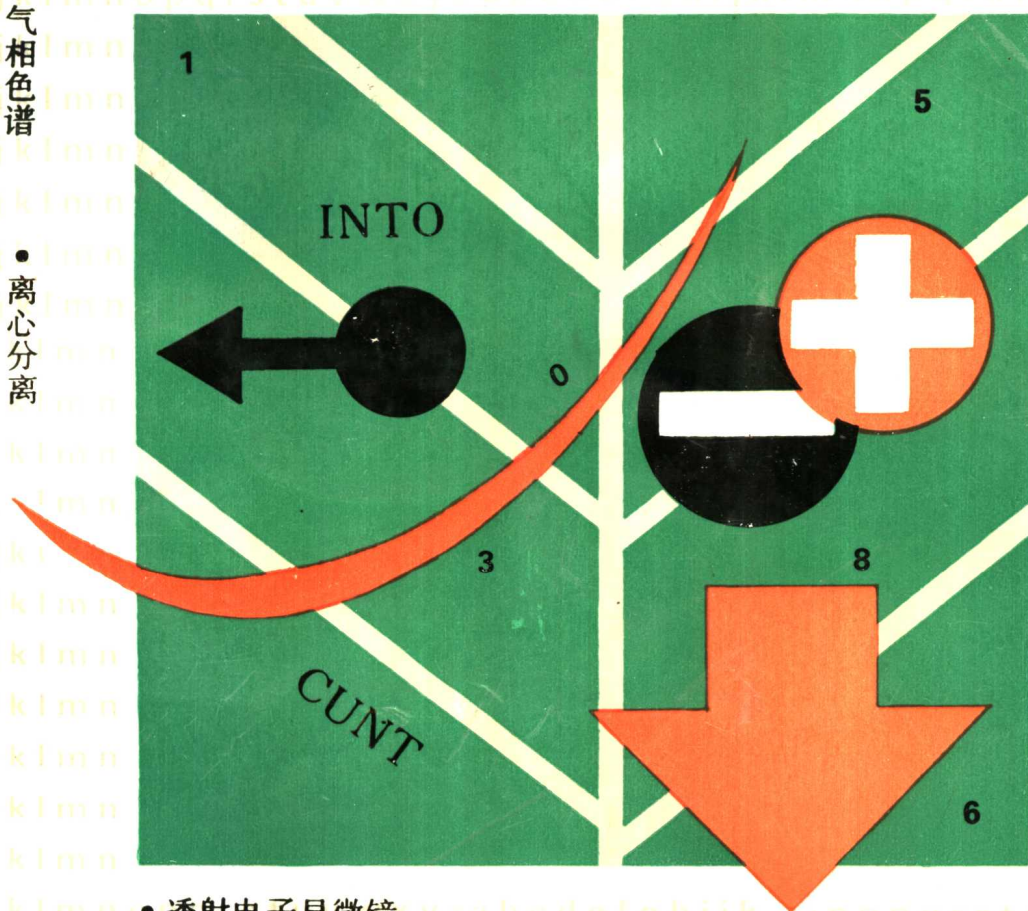


现代农业

测试技术与应用

沈德珍 主编

- 气相色谱
- 红外光谱仪
- 原子吸收光谱
- 离心分离
- 氨基酸分析仪
- 高效液相色谱



- 透射电子显微镜
- 扫描电子显微镜
- 电子计算机

上海科学技术出版社

现代农业测试技术与应用

沈德珍 主 编

上海科学技术出版社

现代农业测试技术与应用

沈德珍 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 上海市印刷十二厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 18.75 字数 426,000

1993 年 11 月第 1 版 1993 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—1,410,000

ISBN 7-5323-3323-X/s·371

定价: 15.60 元

(沪)新登字 108 号

主 编 沈德珍
副主编 张国强 顾金炎 赵建华
编 委 王少欧 胡传诈 康 尧 诸益民

前言

以各种大型精密仪器及其相关应用技术为基础的现代分析测试是一个融多学科、多技术的实验手段,并正逐渐成为一门新兴的边缘学科。由于它能准确、快速测出并显示被测物质的各项重要物性参数,因此成为控制产品质量,开发新优产品(或品种),乃至揭示物质运动规律的重要手段之一。

近年来,随着现代物理学、化学、生物学、数学等自然科学的最新理论问世,并和微电子学、计算机科学,以及激光、超高真空、超导等一系列新技术成果相结合,致使现代分析测试技术获得前所未有的发展。具体表现为:从传统的成分分析深入到结构分析;从一般的常量、半微量分析提高到微量、超微量分析;从对试样的整体分析发展到微区分析和表面分析;从有损分析发展到无损分析和遥感分析等等。

在过去的几十年里,一些发达国家曾不惜耗费巨资开发各种大型精密仪器及其相关的应用技术,从而加快了科学研究的进程并为各种新工艺、新材料、新优产品(或品种)的开发奠定了扎实的基础。当今为了夺取世界高新技术领域制高点,相互跟踪竞争者的最新技术和最新产品,又常常藉以现代分析测试技术,通过各种直接或间接的手段加以“剖析”,获取“最真实情报”,并在此基础上开发出新一代高新技术和更具竞争力的产品(或品种)。因此,从这个意义上讲,现代分析测试又是借鉴并引进国外先进技术必不可少的手段之一。

农业现代化,首先是农业科学技术的现代化。农业科学作为一门实验性很强的学科,它的发展离不开分析测试技术,在长期实践过程中农业分析测试技术形成了一个独具行业特色的技术门类。实践表明,现代分析测试技术与农业科研相结合,能有力推动现代农业科学的发展,并使之达到一个崭新的水平。

现代农业分析测试技术主要服务于农业科研和农业生产,其技术很适合农业科研及生产的特点与要求,因此应用日益广泛。近年来,随着高新技术不断向农业科学技术的渗透,现代农业分析测试技术已愈来愈呈现出它的重要性。可以说,没有现代农业分析测试技术,就难以在农业科研上取得重大突破性的进展。

在农业生物技术研究方面:农业生物工程就是引入了细胞工程、基因工程等高新技术。农业科学家将农业生物工程用于作物、畜禽新品种的培育,便能定向育出高产、优质、具抗逆性的优良新品种,甚至还可按人们的需要来改良或构建新品种。众所周知,在实施农业生物工程中,对细胞、分子结构及其变异的观察就必须借助电子显微镜技术;要测定核酸与蛋白质等重要生物分子在细胞内的

含量,就要采用细胞显微分光光度测定技术;为把细胞染色体切成段,并按照其性状的需要将染色体的基因重新排列组合,就需要应用激光技术制成激光细胞手术仪,用于切割染色体。

在土壤和肥料学研究方面:农业科学家已能应用最新测试分析技术研究土壤、植物、水分、养分等问题,从而加快了研究进展。过去要完成一个国家和地区的土壤(土地)资源调查,一般需要五年至十年甚至更长的时间。而且很难涉及到每个角落。可是利用卫星及遥感、遥测技术,不仅缩短调查时间,并且提高了精度,在遥感遥测中,利用卫星上的传感仪器去感测地面景物反射或放射某种特定波长电磁辐射能来取得地面景物图象。美国已利用这一技术,完成了全美百万分之一的土壤图和土地利用图的测绘工作。借助这类技术还能准确、快速地检测几十种元素,其检测限达百万分之一级至十亿分之一级。现这种方法已成为研究土壤植物营养的重要手段。还有扫描电镜与电子探针结合使用,可直接观察和探测土壤微区形貌与化学元素组成的关系。新近发展的离子探针分析仪能检测十亿分之一级范围的所有元素。这些先进测试技术和装备用于土壤肥料研究,能有力地推动土壤、肥料学的发展。

在农产品品质分析研究方面:随着人民生活水平不断提高,对农产品的品质要求越来越高。要判定农产品质量需要作多项目的分析,其中包括蛋白质、氨基酸、糖类、脂肪、维生素、无机盐等含量的分析,同时还必须对农产品中一些有害的化学成分进行测定,如油菜子中的芥酸、硫代葡萄糖苷等,这些物质对人体可产生毒害,正确分析这些农产品的营养成分和有害物质对农业科研有重要意义。目前已有不少现代化的测试仪器可用于农产品的营养物质和有害成分的测定。如采用氨基酸自动分析仪测定粮食、饲料、蔬菜等中的氨基酸含量,可一次同时测出18种氨基酸。随着我国对外贸易的发展,应用现代分析测试技术对进出口农产品的品质分析日益重要。我们知道有关方面对出口的农产品在品质上有严格的要求,如在外贸中,国外客商对我国一些出口生物制品要求提供表征该制品品种的各种蛋白质分子的组成成分,或者要求提供表征该品种蛋白质分子的氨基酸序列结构并据此进行货物验收。

在农业环境监测研究方面:为逐步改善农业环境现状,需认真地贯彻经济建设、城乡建设和环境建设同步发展的方针,积极加强农业生态环境的保护和建设,重视农业环境的研究、监察和管理。这就必需应用现代化的测试新技术和新设备如原子吸收光谱仪、等离子体发射光谱仪、气相色谱仪、高压液相色谱仪等。这些精密仪器对大气、水域、土壤以及农作物、畜禽产品中的有害物质含量都能进行定性、定量的分析,因此对农业环境和农牧水产品的监察分析都有着不可估量的作用。

随着计算机在各个科技领域中深入、广泛的应用,农业病虫害预测预报、农

业气象预测预报、土壤肥料分析测试,蔬菜、畜牧生长环境测试等都已开始应用计算机,从而把测试、分析、预测预报与专家可行性方案结合起来,成为农业生产的一个系统工程。目前在农业研究中,农业技术专家已应用计算机对众多的测试数据进行数理分析,然后取得正确的结果。集成电路的超小型化使得计算机组成专用农业测试智能仪器成为可能。总之,计算机技术已经在现代农业测试、数据采集、分析处理中起着越来越重要的作用。

我们考虑到,大多数从事农业科学研究和生产的人员,因长期忙于实际工作故难以全面顾及现代农业分析测试这一新兴边缘学科的发展;而对新近从事分析测试的人员来说,因缺乏必要的农业专业知识而难以拓展其工作范围。为此,编者将多年从事分析测试工作的一些体会和国内外有关资料,一并供给读者参考,并希望有更多农业科研和生产人员能充分利用国内的分析测试仪器和技术,不断提高科研水平,加速我国农业现代化的进程,而这正是编写本书的目的。我们在编写过程中得到了不少专家学者的指导和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

编 者

1993年5月

目 录

第一章 原子吸收光谱及其在农业上的应用	1
第一节 概述	1
第二节 原子吸收光谱分析的基本原理	2
一、共振线与吸收线	2
二、基态与激发态原子的分配	3
三、定量分析	3
四、谱线宽度	3
(一) 自然宽度	4
(二) 热变宽	4
(三) 压力(碰撞)变宽	4
五、积分吸收和峰值吸收	4
第三节 原子吸收分光光度计	5
一、光源	6
二、原子化系统	7
(一) 火焰原子化器	7
(二) 非火焰原子化器	8
(三) 氢化物原子化	8
三、分光系统	9
四、检测显示系统	9
第四节 原子吸收光谱法的干扰及其抑制和背景校正技术	10
一、物理干扰	10
二、电离干扰	10
三、光谱干扰	10
(一) 非共振线干扰	10
(二) 光源发射干扰	11
(三) 吸收线重叠	11
四、化学干扰	11
(一) 高温火焰	11
(二) 火焰气氛	11
(三) 加入释放剂	11
(四) 加入保护剂	11
(五) 加入缓冲剂	12
(六) 其他方法	12
五、背景吸收的校正	13

(一) 氘灯背景校正技术·····	13
(二) 自吸收背景校正技术·····	13
(三) 塞曼效应背景校正技术·····	13
第五节 原子吸收光谱的分析方法·····	14
一、直接测定法·····	14
(一) 标准曲线·····	14
(二) 紧密内插法·····	14
(三) 浓度直读法·····	14
(四) 标准加入法·····	15
(五) 其他方法·····	15
二、间接测定法·····	15
(一) 利用干扰效应·····	15
(二) 利用沉淀反应·····	15
(三) 利用杂多酸的“化学放大效应”·····	15
(四) 利用络合反应·····	15
(五) 利用氧化还原反应·····	15
(六) 利用置换反应或分解反应·····	15
第六节 最佳分析条件的选择以及提高灵敏度的途径·····	16
一、火焰法原子吸收分析的最佳条件·····	16
(一) 吸收线的选择·····	16
(二) 灯电流的选择·····	16
(三) 狭缝宽度(光谱通带)的选择·····	16
(四) 助燃比的选择·····	16
(五) 观测高度的选择·····	17
二、石墨炉原子吸收分析的最佳条件·····	17
(一) 干燥温度和时间·····	17
(二) 灰化温度和时间·····	17
(三) 原子化温度和时间·····	17
(四) 热清洗和空烧·····	18
(五) 惰性气体流量·····	18
三、灵敏度与检出限·····	18
四、提高灵敏度的途径·····	18
(一) 管式接续器·····	18
(二) 双喷雾技术·····	18
(三) 增感技术·····	19
(四) 氯化物技术·····	19
(五) 原子捕集技术·····	19
(六) 间接原子吸收分析技术·····	19
第七节 原子吸收光谱分析在农业上的应用·····	19
一、样品的预处理·····	20
(一) 土壤样品的制备·····	20
(二) 植物样品的制备·····	20

二、在食品和生物材料方面的应用	20
三、在环境监测和岩矿、土壤等方面的应用	23
四、有机物测定和金属化学形态的测定	23
第二章 红外光谱仪及其在农业上的应用	25
第一节 概述	25
第二节 基本原理	25
一、双原子分子的振动	25
二、多原子有机分子的振动	27
第三节 红外分光光度计的结构	28
一、红外分光光度计的基本部件	28
(一) 辐射源	28
(二) 透光材料	29
(三) 红外检测器	29
二、色散型红外分光光度计	30
三、傅里叶变换红外分光光度计	31
第四节 红外光谱法的制样技术	32
一、气体的制样技术	32
(一) 标准气体池	32
(二) 长光程气体池	32
(三) 可加热气体池	33
二、液体的制样技术	33
(一) 固定式液体池	34
(二) 可拆式液体池	34
(三) 可变厚度液体池	34
三、固体制样技术	34
(一) 薄膜法	34
(二) 研糊法	35
(三) 压片法	35
第五节 有机化合物红外吸收光谱与分子结构的关系	35
一、烷烃	35
(一) 直链烷烃	35
(二) 支链烷烃	36
(三) 环烷烃	36
二、烯烃	37
三、炔烃	38
四、芳烃	38
五、羟基化合物——醇和酚	39
六、酮	40
七、醛	41

八、羧酸和羧酸盐	41
九、氨基酸及蛋白质	42
第六节 红外光谱定性定量分析	42
一、定性分析	42
二、定量分析	44
(一) 一点法	44
(二) 基线法	44
第七节 红外光谱在农业上的应用	46
一、油菜籽中硫代葡萄糖甙的含量测定	46
(一) 工作波带的选择	46
(二) 测试步骤	47
二、水稻植株中硅含量的测定	48
(一) 工作波带的选择	48
(二) 测试步骤	48
三、香菇培养基中木质素含量的测定	49
(一) 工作波带的选择	49
(二) 测试步骤	50
四、复合植物生长剂中三十烷醇含量的测定	50
(一) 定量峰的选择	51
(二) 样品测定方法	51
五、农药涕灭威的测定	51
(一) 分析峰的确定	51
(二) 测试步骤	52
第三章 气相色谱及其在农业上的应用	53
第一节 概述	53
第二节 基本概念和理论基础	54
一、基本概念	54
二、分配平衡	54
三、塔板理论与理论塔板数	55
四、速率理论和范德姆特方程	55
五、分离度和提高分离度的途径	56
第三节 气相色谱仪的构成	57
一、载气和流速控制	57
二、进样系统	57
三、色谱柱	58
(一) 柱管	58
(二) 载体	58
(三) 固定液	59
(四) 固定液的涂布	60
(五) 装柱和老化	60

四、检测器	60
(一) 热导检测器(TCD)	61
(二) 氢火焰离子化检测器(FID)	61
(三) 电子捕获检测器(ECD)	62
(四) 碱金属盐热离子检测器(TID)	63
(五) 火焰光度检测器(FPD)	63
五、进样口、柱箱和检测器室的温度及其控制系统	63
六、程序升温气相色谱法	64
第四节 定性及定量的方法	65
一、样品的前处理	65
二、定性分析	65
(一) 用标准物质定性	66
(二) 与其他仪器联用定性	66
三、定量分析	66
(一) 归一法	66
(二) 内标法	67
(三) 外标法(标准曲线法)	67
(四) 标准加入法	67
第五节 气相色谱法在农业及其他方面的应用	67
一、植物有效成分、农副产品和食品的成分分析	68
(一) 植物成分与精油成分分析	68
(二) 食品组成和成分分析	68
(三) 脂肪酸酯的分析	70
二、农药和环保分析	70
(一) 农药及其残留量的测定	70
(二) 环保分析	71
三、植物生理生化方面的分析	72
四、生命科学及药物的分析	72
五、微生物分类鉴定和考古分析	73
第四章 高效液相色谱在农业上的应用	75
第一节 概述	75
第二节 高效液相色谱的基本概念和分离的控制	76
一、色谱过程	76
二、液相色谱中的保留作用	76
三、色谱峰的扩展	78
四、分离度方程	80
五、分离度与 k' 的关系	81
(一) k' 值与分离度 R 的关系	81
(二) k' 的控制	81
(三) 梯度洗脱	82

六、分离度与柱效的关系	83
七、分离度与 α 值的关系	84
第三节 高效液相色谱的种类	84
一、吸附色谱法	84
二、分配色谱法	85
三、离子交换色谱法	86
四、凝胶色谱法	86
第四节 高效液相色谱仪的构成	88
一、输液系统	88
二、色谱柱	90
(一) 柱的结构	91
(二) 填充剂种类及其性能、用途	91
三、流动相	92
四、检测器	94
(一) 可见光—紫外吸收检测器	94
(二) 示差折光检测器	94
(三) 荧光检测器	94
(四) 电化学检测器	95
(五) 电导检测器	95
(六) 二极管阵列及其他检测器	95
第五节 定性及定量分析的方法	95
一、定性分析方法	95
(一) 用已知标准物质的色谱数据定性	95
(二) 多体系保留值比较	96
(三) 用辅助仪器定性	96
二、定量分析方法	96
(一) 内标法	97
(二) 标准加入法	97
第六节 样品预处理和仪器保养	97
第七节 高效液相色谱在农业上的应用	99
一、各种作物、畜牧产品及食品等的成分分析	99
(一) 醇溶蛋白	99
(二) 蚕卵中的糖	99
(三) 食品中的维生素	100
(四) 氨基酸	101
(五) 食品中的植酸	101
(六) 肉制品中的 NO_3^- 和 NO_2^-	101
(七) 饮料、调料和酒类	102
二、农药、毒物、防腐剂等的分析	103
(一) 农药	103
(二) 毒物	104

(三) 防腐剂·····	105
三、植物生理生化研究·····	105
四、生命科学·····	108
第五章 氨基酸分析仪在农业上的应用 ·····	110
第一节 概述·····	110
第二节 氨基酸分析仪的测定原理和结构·····	111
一、氨基酸分析仪的分析原理·····	111
二、氨基酸分析仪的一般结构·····	112
(一) 仪器构造·····	112
(二) 各主要部件的功能和用途·····	112
第三节 氨基酸分析前的样品制备·····	113
一、蛋白质水解物的制备·····	113
(一) 仪器设备·····	113
(二) 试剂·····	114
(三) 试样准备·····	114
(四) 样品的酸水解步骤·····	114
(五) 样品的碱水解步骤·····	114
二、游离氨基酸的提取·····	115
(一) 水果、蔬菜汁中游离氨基酸的提取·····	115
(二) 植物组织中游离氨基酸的提取·····	115
第四节 氨基酸分析结果的计算·····	116
一、蛋白质水解物中氨基酸含量的计算·····	116
二、游离氨基酸含量的计算·····	116
第五节 氨基酸自动分析仪在农业科研和生产上的应用·····	116
一、氨基酸分析仪在作物育种和栽培方面的应用·····	117
二、氨基酸分析仪在畜牧产品品质与饲料质量检测中的应用·····	117
三、氨基酸分析仪在食用菌品质鉴定中的应用·····	118
四、氨基酸分析仪在作物病虫害研究中的应用·····	119
五、氨基酸分析仪在水果、蔬菜品质分析中的应用·····	119
六、氨基酸分析仪在土壤肥料研究中的应用·····	120
第六节 氨基酸自动分析仪在农业上的应用展望·····	121
第六章 离心分离技术及其在农业生物学中的应用 ·····	123
第一节 概述·····	123
第二节 离心机及其转头的分类·····	123
第三节 离心分离的基本原理·····	125
一、离心力·····	125
二、离心分离的计算·····	126
第四节 生物样品的几种主要物理性状·····	126

第五节 离心方法	128
一、差速离心	128
二、速度密度梯度离心	128
三、等密度梯度离心	133
第六节 离心分离技术在农业上的应用	136
一、细胞核分离	136
二、质粒提纯	136
三、核糖体大小亚基的分离提纯	137
四、黄瓜花叶病毒的分离纯化	139
第七节 离心机的安全使用	139
第七章 透射电子显微镜及其在农业科研中的应用	141
第一节 概述	141
第二节 透射电子显微镜在农业科研中的作用	141
第三节 透射电子显微镜的结构	142
一、电子光学系统	142
(一) 照明系统	142
(二) 样品室	142
(三) 成像放大系统	143
(四) 观察和记录系统	143
二、真空系统	143
(一) 真空的获得	143
(二) 真空测量	143
三、供电系统	144
四、辅助系统	144
第四节 透射电子显微镜的成像原理	144
一、非晶体样品的成像与反差	145
二、晶体样品的成像与反差	145
第五节 电子显微镜常用的农业生物样品制备技术	146
一、农业生物样品的超薄切片技术	146
(一) 取材	146
(二) 固定	147
(三) 脱水	148
(四) 浸透与包埋	148
(五) 超薄切片的制作	150
二、负染色技术	152
(一) 负染的原理	152
(二) 负染样品的制备	152
(三) 负染色液的配制	152
(四) 染色方法	153

(五) 负染色中应注意的几个问题·····	153
三、金属投影技术·····	153
(一) 金属投影的原理·····	153
(二) 金属投影的方法·····	153
四、免疫电子显微镜技术·····	154
(一) 未标记特异抗体与悬浮态抗原的直接作用·····	154
(二) 标记抗体与悬浮态或组织内抗原的作用·····	155
五、生物大分子电子显微镜技术·····	157
(一) 蛋白质分子的电子显微镜样品制备·····	157
(二) 核酸分子的电子显微镜样品制备·····	153
第六节 电子显微镜技术在农业科研中的应用实例·····	159
一、上海地区两个草莓病毒的电子显微镜观察·····	159
二、留兰香病毒病两种新病原的负染色电子显微镜观察·····	160
三、大蒜花叶病毒的直接浸出法负染色电子显微镜观察·····	161
四、烟草花叶病毒的免疫电子显微镜观察·····	161
五、免疫胶体金对组织细胞内抗原的标记染色定位研究·····	162
六、植物根尖中酸性磷酸酶的电子显微镜观察·····	162
七、植物 DNA 的电子显微镜观察·····	163
第八章 扫描电子显微镜及其在农业科研中的应用·····	165
第一节 概述·····	165
第二节 扫描电子显微镜在农业科研中的作用·····	165
第三节 扫描电子显微镜的结构与工作原理·····	165
一、扫描电子显微镜的结构·····	165
(一) 电子光学系统(镜筒)·····	166
(二) 信号检测及显示系统·····	167
(三) 真空系统和电气系统·····	167
二、扫描电子显微镜的工作原理·····	167
(一) 二次电子图像·····	167
(二) 背散射电子图像·····	167
第四节 扫描电子显微镜的样品制备技术·····	168
一、取材·····	168
二、清洗·····	168
三、固定·····	168
四、脱水·····	170
五、干燥·····	170
(一) 自然干燥·····	170
(二) 真空干燥·····	170
(三) 冷冻干燥·····	170
(四) 临界点干燥·····	170
六、粘样·····	171

七、镀膜·····	171
(一) 离子溅射镀膜法·····	171
(二) 真空喷镀镀膜法·····	171
第五节 农业生物样品的制备和应用实例·····	172
一、甘蓝型油菜花芽分化的扫描电子显微镜观察·····	172
二、土壤微结构的扫描电子显微镜观察·····	172
三、苎麻叶片微结构的扫描电子显微镜观察·····	173
四、蚕豆花芽分化的扫描电子显微镜观察·····	173
五、棉花的生长和组织解剖的扫描电子显微镜观察·····	173
六、植物组织的简易冷冻(干燥)观察·····	174
七、植物活体复型膜观察·····	174
八、植物花粉粒的扫描电子显微镜观察·····	174
第九章 电子计算机在农业上的应用·····	183
第一节 计算机在农业数理统计上的应用和程序设计·····	183
一、样本的主要特征数·····	183
二、统计检验·····	185
(一) 正态总体平均数检验·····	185
(二) 对数正态分布总体均值统计检验·····	188
(三) 总体方差的统计检验·····	189
(四) 统计检验在分析测试中的应用·····	189
三、总体分布形式检验·····	190
四、关系数据库与高级语言的信息交换·····	192
(一) dBASE III、FOXBASE 数据文件的结构·····	192
(二) BASIC 语言直接读取 DBF 文件的程序设计·····	192
五、C 语言直接读取 DBF 文件的程序设计·····	210
六、用 ANSI.SYS 控制光标, 制作 C 语言菜单·····	216
(一) 扩展键盘码·····	216
(二) 用 ANSI.SYS 控制光标键·····	217
(三) 用光标键编制 C 语言菜单·····	218
第二节 关系数据库的程序设计·····	226
一、逻辑设计·····	226
二、数据库应用程序的设计·····	226
(一) 总控模块的设计·····	226
(二) 库结构的维护·····	235
(三) 代码库的维护·····	235
(四) 数据的维护·····	236
(五) 查询·····	236
第三节 自动控制与微电子在农业上的应用·····	253
一、传感器的应用·····	253