

种子水分测定的原理和方法

Principles and Methods of Seed Moisture Determination

胡 晋 李永平 苏菊萍 颜启传 主编



恒温箱
Oven



磨粉机
Grinding Mill

种子水分测定

Seed Moisture Determination



水分仪
Moisture Meter



卡尔弗休仪
Karl Fischer

种子水分测定的原理和方法

Principles and Methods of Seed Moisture Determination

胡 晋 李永平 苏菊萍 颜启传 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

种子水分测定的原理和方法/胡晋等主编. —北京: 中国农业出版社, 2008. 6

ISBN 978-7-109-12670-1

I. 种… II. 胡… III. 作物—种子—含水量—测定
IV. S330

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 073679 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 徐建华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.25

字数: 317 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 50.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《种子水分测定的原理和方法》

编著委员会成员

主 编：胡 晋 李永平 苏菊萍 颜启传
副 主 编：严见方 郭建文 杨 健 施文娟 王 烨
马文广 班秀丽 吴洪涛 张玉华 刘立雄
孟 婧 郭群利 彭锁堂
参编人员：胡 晋 李永平 苏菊萍 颜启传 严见方
郭建文 马文广 杨 健 施文娟 王 烨
班秀丽 彭锁堂 吴洪涛 张玉华 刘立雄
孟 婧 郭群利 郭晋襄 姬海利 王 洁
郑昀晔 于 铁 孔德巍

各章节编写人员：

第一章	胡 晋	苏菊萍	严见方	吴洪涛	马文广
第二章	李永平	施文娟	张玉华	孟 婧	王 洁
第三章	苏菊萍	郭建文	杨 健	彭锁堂	郭群利
第四章	颜启传	班秀丽	郭群利	姬海利	于 铁
第五章	胡 晋	李永平	吴洪涛	姬海利	孔德巍
第六章	刘立雄	王 烨	张玉华	班秀丽	郑昀晔
第七章	颜启传	施文娟	孟 婧	严见方	郭晋襄
第八章	苏菊萍	马文广	彭锁堂	刘立雄	吴洪涛
第九章	严见方	刘立雄	王 洁	郭晋襄	于 铁
第十章	王 烨	郭建文	马文广	杨 健	孔德巍

前 言

种子水分是指种子里所含有的水分。它是保持和控制种子生命活动的重要介质。其含量的高低直接影响到种子适时收获，安全加工，安全贮藏，安全运输，种子定价，种子活力的正确测定等有关方面。种子水分测定是指应用科学、合理和正确的方法测定种子里的全部水分。通常以烘箱法烘干后减重百分率表示。种子水分测定是列入《国际种子检验规程》和我国《农作物种子检验规程》的必检项目。同时也是种子质量和种子科学研究的重要测定项目。《2003 国际种子检验规程》第九章水分测定中已将水分仪测定水分列入官方测定方法。2008 年 ISTA 编写和出版了《种子水分测定手册》(ISTA Handbook on Moisture Determination)，详细说明种子水分正确测定的技术细节。这是种子水分正确测定技术的重要指导性文献。AOSA 也对种子检验规程进行修订，将新种子水分测定方法编入规程第五节 (New 5 section on Moisture Testing)。由此可见，种子水分测定已引起世界各国更加重视，种子水分测定方法已更为完善，正确和多样性。作者为了我国读者的参考应用，收集国内外最新、最经典的有关资料和工作实践经验，特编成《种子水分测定的原理和方法》一书。

该书内容包括：种子水分概念和测定的目的意义、种子水分测定技术的发展和标准法的演变，种子水分特性和测定原理、种子水分测定的仪器设备及其使用方法、我国规程的种子水分测定方法、ISTA 规程种子水分测定方法的修订和发展、ISTA 水分手册对种子水分测定技术的详细说明、种子整粒样品测定水分方法、顽拗型种子水分测定方法和电子水分仪速测法等共十章。该书全面系统地介绍了农业、蔬菜、牧草、林木和花卉类常规型和顽拗型种子水分测定的理论和多种可选用的测定方法，这是目前国内外最先进、最系统、最完善、最实用的种子水分测定指导性书籍，可作为种子检验技术人员，种子质量管理官员，种子生产技术人员和农业院校种子专业师生的参考书和培训教材。

本书的编写得到全国有关种子专家的支持和浙江大学农业与生物技术学院遗传育种学科的资助，谨在此表示衷心的感谢。

作 者

2008年3月26日杭州

目 录

前言

第一章 种子水分概念和测定的目的意义	1
第一节 种子水分概念和表示方式	1
一、种子水分	1
二、种子水分的表示方式	1
三、湿基和干基种子水分的作用	2
第二节 种子水分测定的时期、目的和重要性	2
一、目的	2
二、时期、用途和重要性	2
第三节 种子水分测定方法种类及其优缺点	3
一、Grabe 直接和间接测定方法分类	3
二、标准测定法和快速测定法的分类	5
三、Казков 种子水分测定方法分类	6
第四节 种子水分测定方法的选择	7
一、选用种子水分测定方法的要求	7
二、选用种子水分测定方法的考虑原则	7
三、种子水分测定方法的选择	8
第五节 种子水分测定方法的发展趋向	9
一、改进和完善 ISTA 和 AOSA 规程种子水分测定方法	9
二、将新种列入 ISTA 规程	10
三、研究和采纳整粒种子样品的水分测定方法	10
四、研究和开发测定非自由流动性种子的电子水分仪	10
五、研究和开发种子水分测定范围更宽的电子水分仪	10
参考文献	10
第二章 种子水分测定技术的发展和标准法的演变	12
第一节 种子水分测定技术的发展	12
一、国际种子水分测定技术的发展概况	12
二、我国种子水分测定技术发展简况	13
第二节 国外电子水分速测仪的发展动向	20
一、概述	20
二、国外种子水分速测仪简介	20

三、国外种子水分测定仪的发展方向	22
四、对我国研发电子水分速测仪的几点建议	23
第三节 种子水分测定标准法和基准法的演变	23
一、种子水分测定标准法的演变	23
二、烘箱法的发展和完善	24
三、甲苯蒸馏法的技术规定	24
四、卡尔·费休法的特点和应用	26
参考文献	32
第三章 种子水分特性、测定原理和标准水分	33
第一节 种子水分特性、有关水的概念和测定原理	33
一、种子化学成分的亲水性和疏水性	33
二、种子中水的存在状态	34
三、结合水的分层及其特性	34
四、邹德曼种子水分分层的观点	36
五、其他有关种子水的概念	37
六、烘干减重法测定种子水的理论基础	40
第二节 种子水的生理生化调节作用	40
一、种子水的生理生化调节作用	40
二、干燥种子中的非酶促反应	41
三、干燥种子中的酶促反应	41
四、干燥种子中的综合代谢反应	41
第三节 种子质量中标准水的考虑原则和标准水分	42
一、种子标准水的概念	42
二、影响种子标准水的因素	42
三、制订种子标准水的考虑原则	43
四、常温普通贮藏的种子标准水分	44
五、防湿密封包装贮藏的种子标准水分	45
参考文献	47
第四章 种子水分测定的仪器设备及其使用方法	48
第一节 种子水分测定实验室工作区	48
第二节 种子水分测定仪器设备的分类及其标准化	48
一、种子水分测定仪器设备的分类	48
二、种子水分测定仪器设备的标准化	49
第三节 种子水分测定烘箱法的仪器设备及其使用方法	49
一、电热恒温干燥箱（烘箱）	49
二、磨粉（粉碎）机	50
三、种子切片机和切片工具	52
四、干燥器和干燥剂	52
五、样品盒	53

六、分析天平	53
七、样品瓶	54
八、试验样品烘筐或烘筛	54
第四节 种子水分测定的其他仪器设备	54
一、种子水分测定其他仪器设备的种类	54
二、近红外反射光谱分析仪	54
三、脉冲核磁共振仪	55
四、气相色谱分析仪	55
参考文献	58
第五章 我国规程的种子水分测定方法	59
第一节 我国种子水分测定标准方法的演变	59
第二节 GB 3543-83《农作物种子检验规程》种子水分检验	59
第三节 GB/T3543.1~3543.7—1995《农作物种子检验规程》 GB/T 3543.6—1995 水分测定	61
参考文献	64
第六章 ISTA 规程种子水分测定方法的修订和发展	65
第一节 《1931 国际种子检验规程》种子水分测定方法	65
第二节 《1956 国际种子检验规程》种子水分测定方法	66
第三节 《1966 国际种子检验规程》种子水分测定方法	69
第四节 《1976 国际种子检验规程》种子水分测定方法	73
第五节 《1985 国际种子检验规程》种子水分测定方法	80
第六节 《1993 国际种子检验规程》种子水分测定方法	86
第七节 《2003 国际种子检验规程》种子水分测定方法	92
第八节 2007 年 ISTA 对几个热带作物种子水分测定的建议	101
参考文献	102
第七章 ISTA 水分测定手册对种子水分测定技术的详细说明	103
第一节 概述	103
第二节 种子水分的性质和测定的重要性	103
一、种子水分的性质	103
二、水在种子生理中的作用	104
第三节 在种子的不同生命阶段水分测定的重要性	107
一、确定适时收获期	107
二、确保种子干燥技术安全	107
三、确定种子的合理加工技术	107
四、确保种子安全贮藏	107
五、确保种子处理的效果	107
六、种子实验检验测定重要项目	107

七、种子贸易的需要	108
第四节 烘箱法测定水分程序和误差来源	108
一、测定程序	108
二、影响种子水分测定结果的各种因素	108
三、烘箱法水分测定误差水平和优缺点	109
第五节 烘箱法正确测定对仪器设备性能的要求和质量认证	110
一、烘箱的性能要求和质量认证	110
二、磨粉机性能和筛子规格的要求和质量认证	113
三、天平的要求和质量认证	118
四、干燥器和干燥剂	120
五、样品罐（袋）、样品盆和样品盒的用途和规格	121
第六节 水分测定人员的能力考查和实验室监测	122
一、检验员测定能力的考查和系统鉴定	122
二、检验员分取试验样品的培训和能力考查	122
三、实验室水分测定结果的监测	123
第七节 分样和样品准备	124
一、概述	124
二、扦样（初次样品、混合样品、送验样品）	124
三、分取试验样品的方法	124
四、分取试验样品的注意事项和样品保存	127
第八节 基准烘箱法	127
一、概述	127
二、基准烘箱法	128
三、容许差距测定	129
第九节 恒温烘箱法水分测定技术	130
一、概述	130
二、不需磨碎种类测定的详细程序	130
三、需磨碎种类测定的详细程序	134
四、需磨碎样品预先烘干测定的详细程序	137
第十节 乔灌木种子水分测定技术	144
一、林木种子（非常规型种子）水分测定的特别考虑	144
二、林木种子水分测定的特别考虑（乔灌木种子扦样和样品准备）	144
三、需磨碎和切片的乔灌木种子	145
四、乔灌木种子预先烘干法	145
五、乔灌木种子烘箱法水分测定	145
第十一节 包衣种子和花卉种子水分测定	147
一、包衣种子水分测定	147
二、花卉种子水分测定	148
第十二节 结果计算和报告	148
一、结果计算	148
二、容许差距	148

三、结果报告	153
附件表 7-6A: 每个种 (species) 种子水分测定方法	153
参考文献	157
第八章 种子水分整粒样品测定方法	158
第一节 种子水分整粒样品测定水的概念和特点	158
一、种子水分整粒样品测定水的概念	158
二、种子样品磨碎过程发生的种种问题	158
三、采用整粒样品测定种子水分方法的特点	158
第二节 利用整粒样品测定种子水分的研究和进展	159
一、利用整粒样品测定种子水分的研究	159
二、利用整粒样品测定种子水分的进展	159
第三节 整粒样品测定种子水分的原理和影响因素	161
一、整粒种子在烘干温度下水分的蒸发过程	161
二、影响种子干燥的因素	162
三、粉碎细粉或切成薄片烘干过程的特点	163
第四节 利用整粒样品烘箱法测定种子水分的推荐方法和建议	163
一、推荐方法	163
二、建议	163
参考文献	164
第九章 顽拗型种子水分测定方法	165
第一节 顽拗型种子的概念和水分测定的重要性	165
一、顽拗型种子的概念	165
二、顽拗型种子水分测定的重要性	165
第二节 顽拗型种子特性与水分测定的关系	166
一、顽拗型种子的特性	166
二、顽拗型种子水分测定应注意的问题	168
第三节 顽拗型种子水分测定技术的研究和进展	168
一、研究概况	168
二、2005 年 ISTA 水分技术委员会关于顽拗型种子水分测定的综述	169
第四节 ISTA 手册《乔木和灌木种子水分测定》方法	171
一、引言	171
二、共同性问题	171
三、测定方法	172
四、结果的计算和表示	174
五、容许误差	175
参考文献	176
第十章 电子水分仪速测法	177
第一节 电子水分仪的发展史和使用特点	177

一、发展史	177
二、使用特点和适用范围	177
三、分类	178
第二节 国外电子水分速测仪的发展动向	178
第三节 电阻式水分仪的构造原理和使用方法	178
一、概述	178
二、测定原理	178
三、LSKC-4 型粮食水分快速测试仪的构造和使用方法	179
四、Kett L 型数字显示谷物水分测定仪的构造和使用方法	180
第四节 电容式水分仪构造原理和使用方法	181
一、概述	181
二、测定原理	181
三、DSR 型电脑水分仪构造和使用方法	182
四、美国帝强十二型电容式水分仪使用方法	183
五、日本 PM-8188NEW 谷物水分测定仪构造和使用方法	185
六、芬兰 Wile 65 手持粮食水分测定仪使用方法	190
七、LDS-ID 型电脑水分测定仪构造和使用方法	192
第五节 微波水分仪的构造原理和使用方法	196
一、概述	196
二、测定原理	197
三、早期微波水分仪的使用方法	197
四、日本 Kett 94T 微波水分仪	198
第六节 ISTA 规程水分仪测定水分方法	198
第七节 ISTA 水分测定手册水分仪构造原理和操作技术	198
一、水分仪使用概述和构造原理	198
二、水分仪校准	200
三、校准结果的评估	204
四、水分仪的监控	209
五、水分仪测定结果报告	211
参考文献	211
附录一 缩写词	212
附录二 种子水分测定工作卡片	213
附录三 种子样品水分预调方法	214

第一章 种子水分概念和测定的目的意义

第一节 种子水分概念和表示方式

一、种子水分

种子水分的正确表述应为种子含水量 (Seed Moisture Content)，通常是指按常规程序把种子样品烘干后所失去的重量。

种子含水量更正确的表述是指种子样品里全部自由水和束缚水的重量占样品总重量的百分率。

二、种子水分的表示方式

种子水分通常以样品烘干后所失去的重量占种子样品烘前重量的百分率表示。其具体表示方式有湿基和干基两种表示方式：

(一) 湿基种子水分百分率 (% MC. wet basis)

$$\text{种子水分 (\%, 湿基)} = \frac{\text{样品烘干失去重量 (水分) (g)}}{\text{样品烘前重量 (干物质重 + 水分重) (g)}} \times 100$$

该计算和表示方式中分母里包括种子干物质和重量的重量，所以称为湿基种子水分百分率。

(二) 干基种子水分百分率 (%MC. dry basis)

$$\text{种子水分 (\%, 干基)} = \frac{\text{样品烘干失去重量 (水分) (g)}}{\text{样品烘干后重量 (干物质重) (g)}} \times 100$$

该计算和表示方式中分母里仅包括种子干物质重量，而不包括种子水分重量，所以称为干基种子水分百分率。其互相换算可查换算图 1-1，查对很方便。

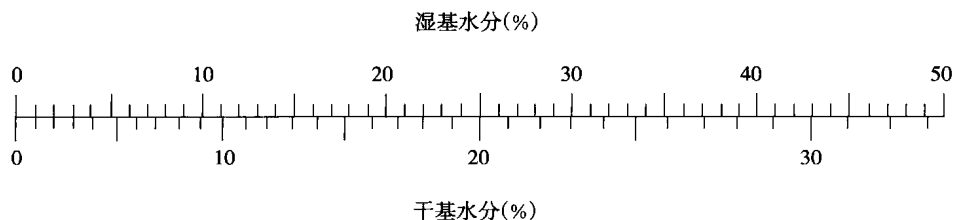


图 1-1 种子含水量和干基百分率和湿基百分率互相换算的比例尺

(引自 Roberts 和 Roberts 1972)

三、湿基和干基种子水分的作用

通常种子质量检测种子质量标准中种子水分都以湿基种子水分百分率表示。这种计算是国际惯用的表示方式。但在美国和特定研究中，因为种子重量是随着种子水分的变化而不同的，就难以用湿基种子水分进行比较，所以需计算干基种子水分，以便不同样品之间干物质的比较和所含多种成分百分率的计算。

第二节 种子水分测定的时期、目的和重要性

一、目的

ISTA 规程种子水分测定目的是采用适合于常规应用的方法来测定种子水分。

二、时期、用途和重要性

(一) 根据种子质量检测结果判定种子水分是否符合质量标准，现行国际种子检验规程和我国种子检验规程中都列入了种子水分测定，以评判种子测定结果是否符合质量分级标准，为种子定价、安全处理和贮藏保管提供依据。

(二) 收获前测定种子水分，以确定适时收获时间

随着农业现代化的发展，种子机械收获已普遍采用。种子随着成熟进程，种子水分逐渐降低，种子硬度和机械抗性也随之增加。为了避免机械收获伤害种子，收获前应先测定田间植株上种子水分，以便测定种子的最佳收获时间。

(三) 种子烘干前测定水分，以便确定种子干燥温度、时间，降水速率和分次干燥方法

由于刚收获的高水分种子，呼吸代谢旺盛，对温度十分敏感，所以为安全干燥，高水分种子一般以较低温度干燥或分次干燥，先以较低温度干燥降水后，再以较高温度干燥，并且高水分种子应减少降水速率，采用较低温和较长时间进行干燥。

现代新型种子干燥机都附有电子水分速测仪。干燥前、中、后随时测定干燥过程种子水分，以检查干燥的降水速率和效果。

(四) 种子包衣和丸化前后测定种子水分，确保包衣和丸化处理的安全

种子包衣和丸化前测定水分，以便确定包衣剂和丸化活性成分浓度和干燥时间。其后测定水分，以便确定种子的安全保存期限。如果包衣后水分高于安全标准，安全保存时间应短，而且应尽早出售播种。但包衣后干燥到安全水分的种子，则可较长时间保存。据观察，利用美国卫福包衣剂包衣的棉花干燥种子，保存一年后仍有很高的发芽率。

(五) 包装和入仓贮藏前必须测定种子水分

种子达到安全包装和贮藏水分标准，才能确保种子的安全包装和安全贮藏。根据种子安全包装和贮藏原理，种子水分降低至与 25% 相对湿度相平衡的水分时，才能安全包装和贮藏，以保持正常型种子旺盛活力。所以种子包装前和贮藏前测定种子水分是必须的工作。另外，当年积压种子想隔年保存，也必须先测定种子水分。如果种子水分高或超过标

准，应先干燥后再放入低温库保存，可隔年销售，减少转商损失。

(六) ISTA 种子活力测定样品，在活力测定前必须预先测定样品水分，以确保活力测定结果的正确性

ISTA 规程第 15 章种子活力测定中豌豆种子电导率测定和大豆种子加速老化测定规定，种子样品水分必须控制在 10%~14% 范围内，低于 10% 或高于 14% 的样品必须将种子水分调节到这一范围。因为种子水分控制着种皮致密、结构和生理代谢，所以不同种子水分的样品浸入电导率测定的水中时，向水中析出的电介质快慢就会有差异，低水分种子渗出快，且多。同样在加速老化时，低水分种子样品在高温高湿加速老化条件下，吸湿过程达到 RH100% 平衡水分比高水分种子样品时间长，受到老化程度就会发生差异。所以，为了种子活力测定的可比性和结果的正确性，种子样品必须预先测定种子水分。

(七) 顽拗型种子贮藏特性和贮藏技术的研究必须测定种子水分

顽拗型种子是指那些不耐干燥和零下低温，对干燥和低温敏感的种子。这类种子不仅对干燥敏感，而其安全贮藏水分也有差异，如银槭种子的致死临界水分是低于 40%，而可可种子为 36.7%，因此，测定种子水分对顽拗型种子分类和安全贮藏是十分重要的。

(八) 种子劣变生理和超干贮藏技术研究也必须测定种子水分

种子水分是影响种子劣变速度的最重要因素之一。种子自由水是控制种子生命活力强弱的水分；束缚水是保持种子生命的水分。种子随着自由水的增加或束缚水的丧失都会加速种子劣变老化。超干种子保存技术就是采用除去种子自由水而保持一定束缚水（约 5% 种子水分）的原理研究常温保存种子的方法。因此对种子劣变和超干贮藏研究，测定种子水分是不可缺少的工作。

综上所述，种子水分测定是在种子生产，质量管理和科学研究中的一项重要测定，并且愈来愈受到重视。ISTA（国际种子检验协会）经过几年的准备和编写工作，2007 年编写出版了《种子水分测定手册》（ISTA Handbook on Moisture Determination），以详细说明规程种子水分正确测定的技术细节，确保水分测定结果的正确性和可靠性。AOSA（北美官方种子分析协会）也对其种子检验规程（AOSA The Rules of Testing Seeds）进行修订，将新种子水分测定编入规程第五节（New5 Section on Moisture Testing）。

随着农业现代化的发展，特别强调有机种子生产，要求在种子生产、加工、处理和贮藏过程安全有效，确保生产出高活力种子。为此，就必须按规定测定种子水分，掌握种子水分的水平和变化。由此可见，种子水分测定对现代种子生产、管理、加工、贮藏、质量测定和科学研究都是十分重要的，并且对种子企业增加经济效益也是很有意义的。

第三节 种子水分测定方法种类及其优缺点

一、Grabe 直接和间接测定方法分类

原 ISTA 水分测定委员会主席 D. F. Grabe 博士（1980）根据前人（Hart and Golumbic, 1963）分类观点，将种子水分测定方法分为直接方法（Primary or direct methods）和间接方法（Secondary or indirect methods）两类。

(一) 种子水分直接测定法

该类方法是指直接测出种子样品中水分含量的方法，通常有三类方法：

1. 烘干减重法 将种子样品放入干燥烘箱，微波炉或红外线烘干台等仪器，利用热空气或微波加热种子，使种子内水分汽化蒸发，而使种子失水减重，以减少重量的水分重量的百分率来表示种子水分。如 ISTA 规程和我国农作物种子检验规程中烘箱法、美国的快速烘箱法和红外线水分测定法等，这是当前最重要的标准水分测定方法。但是，这种测定方法要求的测定程序严格。因为种子内所含有的自由水容易蒸发，而束缚水就难以快速蒸发，因此种子水分烘干的温度和时间必须很好控制，才能使种子里所含的自由水和束缚水全部蒸发出来，使样品烘后的减重是全部水分的重量。另外种子里还含有挥发性芳香油类物质，沸点低，而高温则会挥发，也会像水分一样引起减重增加，使水分计算偏高。种子是由有机物组成的生物体，过高温度还会引起有机物分解，产生化合水，也会使减重增加，测定水分偏高。所以这类测定方法还不能精密正确地测定种子水分。

2. 蒸馏测量蒸出水分法 这是最古老和直观的种子水分测定法。如曾在 20 世纪初列入 ISTA 规程种子水分测定标准的甲苯蒸馏法。我国林木种子检验规程仍将该法列为林木种子水分测定方法之一。美国在 20 世纪上叶、我国解放前和解放初期在粮食和种子部门粮食和种子水分测定的油蒸式水分测定法也属于这类方法。其原理是利用甲苯和油的疏水性和沸点的差异，利用专门制造的装置，将一定量（如 50g）种子与甲苯或油混合，装入蒸馏瓶里，加热升至 100℃ 后种子水分蒸发流入冷凝管冷却后滴入量筒，就可直接读出水分容积，计算种子水分百分率。该方法的优点是直观，可直接读出水分，但其缺点是利用油和甲苯及种子样品多，且测定花费时间长等问题。所以国际种子检验规程早在 1985 年已停用该法。

3. 溶剂水分提取方法 该类方法是利用溶剂（如甲醇等）溶解种子中的水分，然后利用滴定法、色层法或分光光度测出种子水分。在这类方法中，目前国际公认的种子水分测定最正确的方法就是 Karl Fisher 法。现在国际标准化组织已一致同意卡尔·费休法（Karl Fischer）作为种子水分测定的基准方法。

该法测定原理是利用由碘、二氧化硫、吡啶和甲醇按比例组成的淡黄色溶液，作为 KF 试剂，当种子样品中有水存在时，碘能定量地使二氧化硫氧化成三氧化硫，而本身被还原成碘化氢，此时试剂的棕红色消失。当水全部参与反应后，稍过量的试剂使溶液呈显淡红色，以示终点，然后根据滴定过程中消耗试剂的量，求出种子样品的水分含量。由此可见，卡尔·费休法是种子水分测定最正确的方法。但目前多数 ISTA 认可实施室没有这种仪器，并且测定和操作方法比较严格，仍难以普及应用。

(二) 种子水分的间接测定法

这类方法是指根据种子水分化学和物理特性与其含水量高低的对应关系，并通过基准法的校准，而间接地显示种子水分的测定方法。

1. 化学反应显色速测法 据华北农业大学（1975）报道，利用普鲁士蓝药粉（由氯化钠、硫酸铁铵和亚铁氰化钾配成），与不同含水量种子样品密封在玻璃管里，不同水分的种子样品在密闭试管中形成的空气湿度也会有差异，因而会引起硫酸铁铵和亚铁氰化钾生成普鲁士蓝的颜色反应出现差异，则可根据显现由极浅黄绿色到深蓝色的清晰可辨的不

同色调和药粉粘结程度（药粉在较高水分时会发生不同程度的粘结现象）判定种子含水量。但要判定种子含水量高低必须预先准备不同含水量标准色阶。这种方法仅能大致估计种子水分（%），误差大，很少应用。

2. 物理特性速测法 这类速测法包括电阻式速测法、电容式速测法、微波式速测法、湿度测定法、近红外光谱法、核磁共振法等方法。目前世界各国最常用的间接速测法主要是利用电阻、电容和微波原理的种子水分速测仪。如日本制造 Kett 电子水分仪系列，美国 Burrow 数字式电容式水分仪和 DICKE-john 电容水分仪，我国的 LSKC-4 型电阻式粮食水分快速测定仪和 DSR 型电容式电脑水分仪等等种子水分速测仪。

这类电阻式、电容式和微波式水分测定仪，经大量研究和实用，现在的设计技术已经比较成熟，一般具有快速、方便，比较准确的特点，很受全世界种子公司的欢迎，已广泛地用于禾谷类、油质种子、食用豆类和其他自由流动性种子的水分测定。但仍然不适合许多牧草、蔬菜、花卉和林木种子的水分测定，并且正确测定种子水分范围还不够宽。

二、标准测定法和快速测定法的分类

作者根据实用的方便，将种子水分测定法分为标准测定法和快速测定法两类。

（一）标准测定法

这类方法是指列入国际种子检验规程和世界各国种子检验规程，以及国际标准化组织公认的种子水分测定标准和基准测定方法。其中包括现行国际种子检验规程第 9 章种子水分测定中的低温烘干法，高温烘干法和高水分预先烘干法。这类方法经种子科学家进行大量的测定技术研究和实用经验，并经不断改进和完善，可以认为，这是一类比较准确可靠的种子水分测定的标准方法。但应强调，在测定种子样品水分过程必须严格符合规程的规定和要求，掌握磨碎样品的细度、烘干温度、烘干时间等关键要求，才能获得正确可靠的结果。

当然也包括国际公认的 Karl Fischer 水分测定的基准方法。

这是一类最重要的种子水分测定方法。它们可用于官方种子质量标准的种子样品水分测定，新种子水分测定仪器和方法的校准应用，以及种子技术研究的种子水分测定。

（二）快速测定法

这类方法是指测定方法简单和快速的方法，能在 1h 内快速完成种子水分测定。这类方法包括：

1. 电子水分仪速测法 这是利用电阻式水分仪、电容式水分仪和微波式水分仪快速测定种子样品水分的方法，整个测定过程可在 10min 内完成，十分方便快捷，优良水分仪可获得比较正确的结果。这类电子水分仪已列入《2003 国际种子检验规程》第 9 章水分测定。

2. 红外线水分速测法 国际上若干种子仪器公司都设计制造有红外线水分速测仪。美国 OHAUS Scale Corporation 设计制造有 MB-300 红外线水分测定水平（图 1-2）。该仪器利用先进的微处理技术，能快速测定谷类种子的干重，自动显示水分（%），测定操作简便，可随机利用 300g 以内的任何大小样品，红外线加热，最高温度 204℃，能在 99min 内完成一个样品的测定。