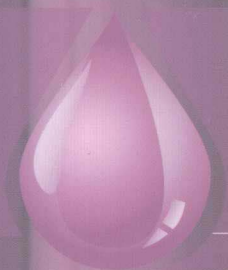


乳 品 工 程 技 术 系 列



乳粉分析与检测技术

生庆海 张志国 ◎ 编著

ANALYSIS & DETECTION
TECHNOLOGY OF MILK POWDER



中国轻工业出版社

乳品工程技术系列

乳粉分析与检测技术

生庆海 张志国 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

乳粉分析与检测技术/生庆海, 张志国编著. —北京:
中国轻工业出版社, 2010. 3
(乳品工程技术系列)
ISBN 978-7-5019-7337-8

I. ①乳… II. ①生…②张… III. ①乳粉—食品分析
②乳粉—食品检验 IV. ①TS252. 51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 179218 号

责任编辑: 伊双双

策划编辑: 李亦兵

责任终审: 滕炎福

封面设计: 伍毓泉

版式设计: 王培燕

责任校对: 吴大鹏

责任监印: 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 22.5

字 数: 448 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7337-8

定价: 45.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

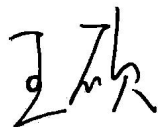
如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

70832K1X101ZBW

序 1

乳粉无论产品品种还是产值在我国的乳制品中一直都占据着极为重要的地位，保证乳粉的质量安全对乳粉生产和我国乳品企业的健康发展有着重要意义。检测技术是保障乳粉安全的重要手段，但我国的乳粉分析和检测技术水平与世界发达国家相比还存在一定差距，而且国内反映当代乳粉检测技术与标准方法的著作相对较少，许多从事乳粉质量及安全检验、乳粉产品研发及国家质量监督管理部门的技术人员和乳制品科研、教育工作者和企业的工程技术人员迫切需要内容新颖、实用性强的技术书籍。

本书汇集了作者在乳粉分析与检验技术方面长期研究所取得的成果，重点介绍了乳粉成分、微生物及原料乳掺假和复原乳的检测技术，对乳粉分析实验室的建设和国内外乳粉分析及检测技术现状等内容也作了相应介绍。本书取材广泛、涉及面广、结构合理、重点突出，可以作为乳粉质量安全监管部门的检测技术人员、乳粉生产企业的技术人员参考使用，同时也可以作为乳品及相关专业大中专学生、研究生和教师的教学参考用书。



长江学者特聘教授
省部共建教育部食品营养与安全重点实验室主任
天津科技大学副校长

序 2

客观世界由无机物质和有机物质组成。就物质成分的复杂性而言,有机物质比无机物质复杂,其中尤以生命物质更甚。各种天然食品是生命物质的重要组成部分,它们为人类生存和繁衍提供了必需的物质基础。数万年人类史证明,在各种天然食品中,牛乳是维系婴儿生长发育的最佳食品,它不仅含有各种脂肪、蛋白质、碳水化合物、维生素和矿物质等,而且含有免疫物质和其它生物活性物质,是成分最为复杂的食品。牛乳也是微生物生长繁殖的最佳营养源,包括碳源、氮源和空气。在同样条件下,牛乳的变质和酸败要比其它食品快得多,由此发生更为复杂的成分变化。

近代工业将牛乳制成乳粉,添加了婴儿生长发育所需的营养成分,便于贮存和食用。同时,在加工过程中改变了牛乳中原有成分,加热促使蛋白质和糖类发生美拉德反应,目前这种反应的机制及产物尚未完全研究清楚。除美拉德反应外,还发生各种酶的失活以及脂肪酸和维生素的变化。因此,乳粉成分的分析与检测是一项技术性很强、难度很高的工作,也是食品分析中需长久探索、不断深化的领域。

当前国际乳粉检测技术的发展方向有两个主流,一个是全组分扫描分析,它适应于乳粉固有成分复杂、添加营养成分多样、有益和有害微生物众多的特点,在分析中不仅要确定测试条件,而且要达到充分的分离度,排除干扰和交叉效应;另一个是快速分析,这种技术多应用于特异性单组分的测定,包括酶联免疫法等,它适应于乳粉成分复杂、各成分间理化特性接近、干扰性强的特点。为此,近二十年来,乳粉成分分析仪器得到长足的发展,不仅改进了仪器性能,而且开发了许多新仪器,在测试条件及计算机应用上更为日新月异。

本书系统地阐述了国际乳粉检测技术现状、实验室建设、分析测试仪器及其分析技术,具有广泛的实用性和充分的前瞻性,适用于乳粉生产企业和各级专业检测机构。本书的出版将有力地促进乳粉分析与检测技术的交流和提高,促进我国乳业的健康发展。

农业部乳品质量监督检验测试中心原副主任 高级工程师

前 言

随着我国城乡人民生活水平的不断提高，人们的生活、工作节奏不断加快，人们对乳粉的消费需求快速增长。乳粉尤其是配方乳粉（包括孕产妇乳粉和婴幼儿配方乳粉）是一种特殊食品，他们不仅为人们提供充足的蛋白质、脂肪、糖类、各种维生素和矿物元素，同时又是孕产妇、婴幼儿和中老年人等不同特征人群重要的功能性食品。同时现代营养学研究成果不断用于配发乳粉的研发、生产，配方乳粉被赋予了更多的生理功效。比如在乳粉中添加二十二碳六烯酸（DHA）、二十碳四烯酸（AA）、共轭亚油酸等多不饱和脂肪酸起到促进脑、视网膜的形成和延缓脑的衰老，降血脂、预防和治疗动脉粥样硬化，抑制肿瘤生长，抗炎、抑制过敏反应等生理功能；添加 L-肉碱促进机体脂肪酸进行 β -氧化并转变为能量，为婴幼儿的生长发育提供能量，免除机体因酰基积累而造成的代谢毒性；添加功能性低聚糖促进双歧杆菌的增殖，预防结肠癌。促进钙离子的吸收，预防便秘和龋齿，有利于老幼、体弱者的健康。这些营养成分的添加使乳粉在营养方面更加符合人们的需要，对人们的身体健康和生长发育将起到良好的作用。

与此同时，对配方乳粉的检测技术也提出了更高的要求，我国可以参照的乳粉成分检测的国家标准主要是 GB/T 5413—1997《婴幼儿配方食品和乳粉通用检验方法》和 GB/T 5009—2008《食品卫生检验方法》，这两个检测标准对配方乳粉中的常规指标的检测都有了严格的规定。但是配方乳粉中有些指标的检测方法还没有标准，比如共轭亚油酸、花生四烯酸、色氨酸和半胱氨酸、 γ -氨基丁酸、L-肉碱、核苷酸、酪蛋白磷酸肽、功能性糖等成分。还有一些检测方法存在着操作复杂或与先进生产工艺不符合等不足，比如亚油酸、二十二碳六烯酸、 α -乳白蛋白等成分。因此，就需要有更先进的检测方法对这些标准进行补充。同时还需要对乳粉分析实验室的建设提出具体要求，以保证检测结果的准确性。为了更好地对乳粉质量进行控制和管理，就需要对原料奶进行很好的质量控制，把计算机技术应用于乳粉的质量管理中，同时掌握国内外的检测技术研究现状并广泛的进行国际合作。本书通过汇集整理作者多年来对乳粉分析技术系统的研究，以及查阅最新的文献编写而成，希望本书能够为我国配方乳粉安全检测提供一些技术上的指导和帮助。

本书共七篇，按章节分为 27 章，系统地介绍了大型精密分析仪器在乳粉

分析中的应用和应用实例、乳粉成分检测新技术、乳粉中微生物的检测技术、原料乳掺假和原料乳的检测、乳粉分析实验室的建设要求和安全常识、计算机信息技术在乳制品质量管理中的应用、国内外乳粉分析与检测现状等内容。本书中的内容在编写中主要体现简单、快速、技术先进等特点,对乳粉分析实验室的建设、乳粉成分检测新技术、计算机信息技术在乳制品质量管理中的应用三个部分进行了重点介绍,提出了乳粉分析实验室建设的要求、规范和安全知识。在检测方法上则突出了系统性、简便性和可操作性,以应用实例对计算机信息技术在乳制品质量管理中的应用进行了详细的介绍。但是,由于有些技术比如精密分析仪器的应用、复原乳的分析等研究比较成熟,本书在这些方面主要根据有关资料编写而成,乳粉分析实验室的建设则是在笔者实际工作和研究的基础上,参考有关代表性文献进行详细介绍。此外,为了方便读者查阅,书后还附有相关的乳粉分析与检测国际、国家标准,以供参考。

在此特别感谢贾云虹、马健、杜彦山为本书的编写所做的工作,他们为本书查找提供了许多有价值的资料,做了大量实验性的研究工作,并给予了热情的帮助。另外,商允鹏、石丹、侯方妮、韩瑞丽、周迅雷、王浩、朱丽娜也为本书的编写做了实验性的研究工作,并协助本书做了部分录入工作,谨此表示真诚的感谢。

我们极为荣幸地邀请到了长江学者特聘教授、省部共建教育部食品营养与安全重点实验室主任、天津科技大学副校长王硕教授和农业部乳制品质量监督检验测试中心原副主任、高级工程师张宗城教授为本书写序。王硕教授和张宗城教授对本书的内容进行了审阅,提出了许多宝贵意见,使本书的内容更加完善,在此对王硕教授和张宗城教授的指导和鼓励表示诚挚的感谢。

由于作者水平有限,书中的不足甚至错误之处在所难免,希望得到广大读者的批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 乳粉分析与检测常用仪器

第一章 光谱类仪器	7
第一节 概述	7
第二节 红外光谱仪在乳粉分析与检测中的应用	8
第三节 原子吸收与发射光谱仪在乳粉分析与检测中的应用	11
第二章 色谱和质谱类仪器	15
第一节 乳粉分析色谱概述	15
第二节 液相色谱在乳粉分析与检测中的应用	16
第三节 气相色谱在乳粉分析与检测中的应用	20
第四节 质谱类仪器在乳粉分析与检测中的应用	22
第三章 电泳和生物传感器类仪器	24
第一节 电泳仪在乳粉分析与检测中的应用	24
第二节 生物传感器在乳粉分析与检测中的应用	27

第二篇 乳粉成分检测技术

第四章 脂肪酸的检测	35
第一节 油酸和亚油酸的检测	35
第二节 共轭亚油酸的检测	37
第三节 α -亚麻酸的检测	39
第四节 ARA、EPA 和 DHA 的检测	41
第五节 低反式脂肪酸的检测	46
第五章 氨基酸的检测	51
第一节 16 种氨基酸的检测	52
第二节 色氨酸的检测	55
第三节 胱氨酸(半胱氨酸)的检测	58
第四节 牛磺酸的检测	61

第五节 γ -氨基丁酸的检测	63
第六章 水溶性维生素的检测	68
第一节 泛酸的检测	68
第二节 叶酸的检测	71
第三节 生物素的检测	76
第四节 维生素 B ₁₂ 的检测	80
第五节 L-肉碱的检测	84
第七章 核苷酸的检测	89
第八章 酪蛋白磷酸肽的检测	92
第九章 乳蛋白的检测	95
第一节 α -乳白蛋白的检测	95
第二节 IgG 的检测	98
第十章 功能性糖的检测	102
第一节 低聚果糖的检测	102
第二节 低聚半乳糖的检测	105
第三节 菊粉的检测	111
第十一章 水分活度的测定	115

第三篇 乳粉中微生物的检测

第十二章 有益菌的检测	120
第一节 双歧杆菌的检测	120
第二节 嗜酸乳杆菌的检测	127
第三节 嗜热链球菌的检测	130
第十三章 阪崎肠杆菌的检测	134

第四篇 原料乳掺假与复原乳的检测

第十四章 原料乳掺假的检测	144
第一节 原料乳和乳粉中三聚氰胺的检测	144
第二节 原料乳和乳粉中糊精的检测	147
第三节 原料乳中水解蛋白的快速定性检测	149
第四节 原料乳中非乳蛋白的检测	150
第十五章 复原乳的检测	153
第一节 糠氨酸的检测	153

第二节 乳果糖的检测	156
------------	-----

第五篇 乳粉分析实验室的建设

第十六章 乳粉分析实验室的基本要求	161
第一节 乳粉分析实验室的分类与职责	161
第二节 乳粉分析实验室的用房要求	161
第十七章 乳粉分析实验室常用器皿及电器设备	167
第一节 乳粉分析实验室常用玻璃器皿	167
第二节 乳粉分析实验室常用非玻璃器皿	172
第三节 乳粉分析实验室常用电器设备	178
第十八章 乳粉分析实验室常用化学试剂	182
第一节 乳粉分析实验室的用水	182
第二节 乳粉分析实验室常用无机化学试剂	188
第三节 乳粉分析实验室常用有机试剂	195
第四节 乳粉分析实验室常用制冷剂	198
第十九章 乳粉分析实验室常用气体及干燥剂	202
第一节 乳粉分析实验室常用气体	202
第二节 乳粉分析实验室常用干燥剂与吸附剂	204
第二十章 乳粉分析实验室物品及仪器管理	206
第一节 乳粉分析实验室常用物品及仪器设备管理	206
第二节 乳粉分析实验室常用精密、贵重仪器管理	207
第二十一章 乳粉分析实验室的安全	212
第一节 乳粉分析实验室安全常识	212
第二节 乳粉分析实验室烧伤与割伤的处理	216
第三节 乳粉分析实验室化学药品中毒及救治方法	218
第四节 乳粉分析实验室常见有害化学物质的处理	221
第五节 乳粉分析实验室常用高压钢瓶的安全	225
第六节 乳粉分析实验室安全用电常识	228
第七节 实验人员安全守则	228

第六篇 计算机信息技术在乳制品质量管理中的应用

第二十二章 分析仪器与计算机的发展	231
第一节 分析仪器的的发展	231
第二节 计算机在分析仪器中的应用	232

第三节	分析实验室计算机的分类·····	235
第二十三章	计算机在乳制品质量管理中的应用·····	237
第一节	实验室的自动化和控制·····	237
第二节	实验数据收集和处理的计算机化·····	238
第二十四章	乳制品质量管理中计算机信息技术的应用实例·····	240
第一节	概述·····	240
第二节	应用计算机网络实现检测体系的建立·····	241
第七篇 国内外乳粉分析与检测技术现状		
第二十五章	与乳粉检测有关的国际标准组织及国际标准·····	259
第一节	标准体系和方法标准·····	259
第二节	国际乳粉检测方法标准与国际组织及合作·····	261
第二十六章	各国与乳粉分析和检测有关的方法标准·····	283
第一节	英国国家标准·····	283
第二节	法国国家标准·····	287
第三节	德国国家标准·····	290
第四节	澳大利亚国家标准·····	292
第五节	俄罗斯标准·····	296
第二十七章	我国与乳粉分析和检测有关的标准体系和机构·····	299
第一节	我国乳制品行业的研发、管理机构·····	299
第二节	我国现行的与乳粉有关的标准·····	303
附录	·····	307
附录 1	乳粉中常规指标国家标准检测方法目录·····	307
附录 2	长度、体积与容积、质量、压力单位换算·····	310
附录 3	常用酸碱试剂的密度与浓度·····	312
附录 4	常用酸碱溶液的配制方法·····	312
附录 5	常用单一成分酸碱指示剂溶液及其配制方法·····	313
附录 6	常用缓冲溶液的配制方法·····	314
附录 7	毛细管柱常用固定液及其性能·····	315
附录 8	氨基酸分析中常用衍生化试剂及柱前衍生方法的比较·····	316
附录 9	常用培养基和染色液·····	317
参考文献	·····	328

绪 论

一、乳粉分析检测的作用

乳粉分析检测是对全脂乳粉、脱脂乳粉、配方乳粉等乳制品进行质量控制的必要手段，其任务是对各类乳粉的组成成分、有害成分、感官性质进行检验，并确定乳粉中有关组成成分的含量是否在规定的范围内（是否存在不可检出的成分）以及是否具有良好的感官性质。要知道生产的产品是否符合产品标准，就必须对乳粉样品进行分析。

乳粉分析检测还对国家职能部门进行有效的市场监督、乳粉生产企业进行有效的质量控制有重大意义。例如，在工业生产上，乳粉成品的质量、新产品的试制、新工艺流程的探索，都必须以分析检测的结果为重要依据；乳粉进入市场开始流通后，要检验其是否符合国家标准，是否有掺假、掺杂和伪造等行为，是否符合国家法规规定的质量要求，都依赖于分析检测；在乳粉科研领域，只要涉及乳粉中成分的化学变化和含量、组成变化，都必须用分析检测为手段，许多关于乳粉的理论都是用分析检验的方法加以确证的。可以说乳粉的分析检测是乳粉生产乃至乳制品生产过程中不可或缺的重要工具，是控制乳粉质量、保证人体健康的“眼睛”。

目前我国关于乳粉检验的标准主要有 GB/T 5413.1 ~ 5413.32—1997《婴幼儿配方食品和乳粉通用检验方法》和 GB/T 5009—2003《食品卫生检验方法》。这两个国家标准规定了乳粉中大多数营养成分和有害成分的检测方法，但是随着近年来新的营养素陆续被允许添加到乳粉中，还有一些影响乳粉质量的指标（如水分活度、掺假指标）受到了生产企业和消费者的重视。国家标准的检测方法不能及时得到更新（比如花生四烯酸、亚麻酸、酪蛋白磷酸肽等，现在还没有标准的检测方法）。另外，随着新原料、新工艺在生产中的使用，现有一些标准检测方法在使用上存在一些技术上的问题（比如二十二碳六烯酸的检测方法在脂肪酸提取和色谱柱的选择上都不能够完全检出样品中的二十二碳六烯酸）。以上这些问题都不能使国家职能部门进行正常的市场监督，不能更好地保护消费者的权益，企业也不能进行更好的质量控制，一旦发生问题，将会给企业和社会造成巨大经济损失，将对消费者的健康尤其是婴幼儿的身体健康造成极其恶劣的影响。因此，有必要对乳粉分析方法，尤其是国家标准不适宜和没有国家标准的分析方法进行研究并加以总结，以适应乳粉产品的质量控制要求。

二、乳粉分析检验的分类

乳粉的分析检验分为感官检验、理化检验和微生物检验三大类，本书主要介绍理化检验，对其他两种方法仅作简要叙述。

（一）感官检验

感官检验是以人们的感觉器官为主要的检验工具，对乳粉的色、香、味、形、手感等特性，在一定条件下作出判定和评价的检验。

（二）理化检验

理化检验是指我们通常所说的化验，乳粉的理化检验可分为物理分析法、化学分析法和生物分析法。

1. 物理分析法

物理分析法就是采用物理手段和方法对乳粉样品的物理性质进行检验的方法，根据乳粉样品测试的要求不同，所用到的仪器和方法也各不相同。物理法检测的对象主要有乳粉的水分、灰分、质量、色泽、密度、溶解度、杂质度、氧气含量等指标。通常所用到的仪器、设备有分析天平、恒温烘箱、马弗炉、光密度计、密度仪、搅拌器、过滤器、残氧仪等。

2. 化学分析法

乳粉的化学分析方法根据分析任务、分析目标、分析原理、操作方法和具体分析要求的不同，又可分为许多种类。

（1）根据分析任务分类 可分为定性分析和定量分析。

① 定性分析：主要是针对有害成分的分析鉴定，借以判定待检样品中含有或不含有目标成分，例如婴幼儿配方乳粉中不得检出黄曲霉毒素。

② 定量分析：是测定乳粉样品中有关组分的含量，主要是各种营养素和卫生指标的含量是否在标准要求的范围之内，例如乳粉中的碳水化合物、蛋白质、水分的含量分析。

（2）根据乳粉样品的分析目标分类 可分为无机物分析和有机物分析。

① 无机物分析：是对乳粉样品中各种矿物元素含量的分析检验，包括营养元素和有害金属元素，例如对乳粉中的 K、Ca、Na、Mg、Zn、Fe、Mn、Se、P、Pb、Cl 等无机元素的分析检验。

② 有机物分析：是对乳粉中的各种有机成分进行分析检验，同样包括有机营养素和有害成分，例如对乳粉中的各种维生素、脂肪酸、核苷酸、蛋白质、氨基酸、糖、黄曲霉毒素、农药残留、抗生素等有机成分的分析检验。

(3) 根据待测乳粉试样的用量分类 可分为常量分析和微量分析。

① 常量分析：指称取乳粉样品量大于或等于 0.5g，例如乳粉中维生素 A、维生素 D、维生素 E、水分、灰分等指标的分析。

② 微量分析：指称取乳粉样品量小于 0.5g，例如氨基酸的测定、采用微波消解处理用于测试矿物元素的样品等。

(4) 根据样品制备和预处理方法分类 可分为有机物破坏法、蒸馏法、溶剂提取法、磺化法和皂化法、色层分离法。

① 有机物破坏法：主要用于乳粉中无机离子、蛋白质等组分的分析检测，分为干法灰化和湿法消化两种。

② 蒸馏法：主要用于乳粉中一些组分在液体条件下挥发度不同完成分离，进而分析有机酸、风味物质、有机磷和有机氯农药等组分，分为常压蒸馏、减压蒸馏、水蒸气蒸馏和扫集共蒸馏。

③ 溶剂提取法：主要用于乳粉中维生素、脂肪（酸）等成分的提取，分为溶剂分层法、浸泡法和盐析法。

④ 磺化法和皂化法：适合乳粉中一些有机氯农药、维生素、脂肪（酸）的提取。

⑤ 色层分离法：是有效分离、纯化乳粉样品中待测组分的方法，主要用于维生素、毒素、农药的纯化提取，常用的色层分离有柱层析和薄层层析两种。

(5) 根据样品组分的测试原理分类 可分为化学分析和仪器分析。

① 化学分析：乳粉样品的化学分析是指以乳粉中待测组分的化学反应为基础的分析方法，主要有称量法、容量法（滴定法）和比色法。由于以上方法发展较早，故又称为经典化学分析法。

② 仪器分析：以乳粉中待测组分的物理和物理化学性质为基础，利用特殊的仪器设备完成分析的方法称为仪器分析法。按照所使用的仪器设备，仪器分析法的分类如图 0-1 所示。

(6) 根据乳品分析检验的频次和职责分类 可以分为例行检验、型式检验和监测分析。

① 例行检验：是乳粉分析实验室对日常生产的分析检验，又称为常规分析。

② 型式检验：是企业对乳粉中的一些指标进行定期跟踪的分析检验型式（包括企业自己不能分析检验的指标都可以进行型式检验），型式检验可以委托检验。

③ 监测分析：是企业的质量监督管理部门定期、不定期对乳粉质量进行抽查分析，用以保证产品质量。

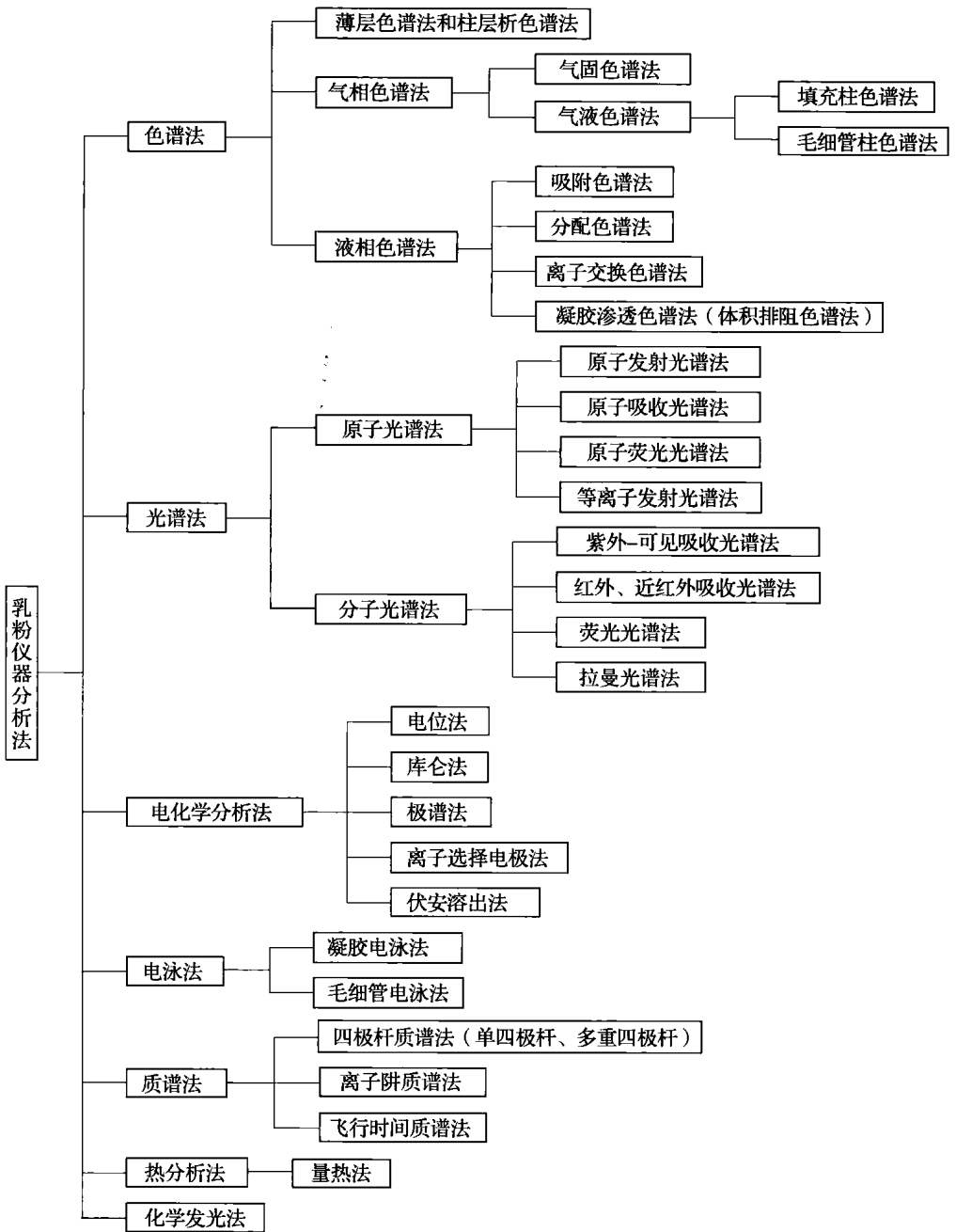


图 0-1 乳粉仪器分析法的分类

3. 生物分析法

乳粉的生物分析法是指对乳粉样品（主要是婴幼儿配方乳粉和功能性乳粉）进行的生理学检验。生理学检验法是用来检测乳粉样品的可消化性、发

热量以及维生素和矿物质对机体的作用等。乳粉的生理学检验主要通过喂养试验进行，喂养试验通常用鼠进行，有时也通过人体喂养试验进行。

（三）微生物检验

乳粉的微生物检验是对乳粉样品中有益菌、有害微生物存在与否及其数量进行检验的方法。有益菌包括双歧杆菌、乳酸菌等；有害菌主要是指大肠杆菌、致病性微生物、霉腐微生物等，也包括菌落总数的检验。

第一篇 乳粉分析与检测常用仪器

乳粉分析检测中会使用到一些分析仪器，根据使用到的分析仪器的原理可以分为光谱类仪器、色谱类仪器、质谱类仪器、电泳类仪器和生物传感器类仪器。其中光谱类仪器主要是以物质的光学性质实现乳粉成分的分析检测，比如矿物元素的检测、硝酸盐的检测、蛋白质的检测等。色谱类仪器是把分离和分析结合起来的仪器，复杂的样品通过色谱柱分离成纯的单个组分之后，再利用不同原理的检测器实现检测，比如分析检测乳粉中的蛋白质、氨基酸、维生素、脂肪酸等。质谱类仪器具有高灵敏度、低检出限、能够定性检测的特点，因而在乳粉中未知成分的分析、痕量组分的检测方面具有很大的利用前景。由于质谱类仪器分析的必须是纯度很高（不低于 99.99%）的物质，通常都是色谱类仪器和质谱类仪器联用，因此本篇把色谱类仪器和质谱类仪器放在一章介绍。电泳类仪器是根据物质在电场和介质中受到的作用力不同，使物质完成分离并通过适当的手段实现检测的一类仪器，目前发展较为先进的是毛细管电泳仪，可以用来检测蛋白质等成分。生物传感器类仪器是新兴起来的一类仪器，目前在乳粉分析中应用较少，但是具有非常广阔的应用前景，本篇将其作为一节进行简单介绍。