



GAODENG XUEXIAO ZHUANYE JIAOCAI

• 高等学校专业教材 •

食品感官分析

周家春 主编

SENSORY ANALYSIS OF FOOD



图书在版编目 (CIP) 数据

食品感官分析/周家春主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2013. 7
高等学校专业教材
ISBN 978-7-5019-9195-2

I. ①食… II. ①周… III. ①食品感官评价—高等学校—教材
IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 064031 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 晋洁 责任监印: 张可

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: 北京君升印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 9.75

字数: 224 千字

书号: ISBN 978-7-5019-9195-2 定价: 25.00 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

111261J1X101ZBW

前 言

感官分析真正作为一个学科方向的历史并不长,由于其不可取代的复杂特性,这一领域的研究正在不断深入。近年来的发展和规范卓有成效,包括感官评定的分类方法等在国际上都已经有了和以往不同的模式。为了使我国的食物感官学科教学更加有效、应用性更好、更符合社会实践的需要,我们编撰了本教材。

本书的编者都有在食物感官分析方面长期的实际工作经验。其中,嘉吉投资(中国)有限公司的茅俊主管从事感官实验室工作十余年,负责市场调研和感官检验在食品工业中的应用,产品范围包括饮料、烘焙食品、乳制品、糖果和健康食品等,具有丰富的感官分析工作经验和顺畅的国际交流通道。陶雨亭经理曾担任卡夫食物感官评价小组负责人,后加入 BIOFORTIS ADRIANT (欧洲知名感官研究品牌),作为感官研究经理创建了中国第一家第三方感官实验室,现在 BIOFORTIS ADRIANT 巴黎总部工作,担任感官及消费者研究经理,负责感官及消费者国际研究项目。周家春教授在华东理工大学食品科学与工程系长期从事食品工程领域的教学和科研工作,先后编写出版了《食品工艺学》、《食物感官分析基础》、《食品工业高新技术》和《食品添加剂》等教材。

本教材系统介绍了食物感官分析的理论 and 实践途径,体现了当今国际感官测评的实际水平。全书分为六章,编写分工如下:绪论和第一章、第三章由周家春编写,第二章、第五章、第六章由茅俊编写,第四章由陶雨亭编写。嘉吉投资(中国)有限公司匡春野经理参与了本教材的结构编排,并参与了第二章和第四章的编写。全书由周家春统稿。

本教材可以作为食品科学与工程专业本科生的参考教材,也可作为食物新产品开发、生产、经营、感官分析等方面技术人员的参考书。

在本书编写过程中得到了华东理工大学郑国生副教授、周英副教授、王国英老师等的大力支持,谨在此表示衷心感谢。

由于编者的水平和时间的关系,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2013年6月

七、三叉神经的风味功能	21
第三节 阈值	21
一、感觉阈	21
二、味觉及其影响因素	22
三、嗅觉及其影响因素	24
第二章 感官评定方法	26
第一节 整体差别测试 (overall difference tests)	26
一、三角测试	26
二、二-三点测试	30

目 录

09 二、感官评定挑选人员的招募	76
10 三、感官评定评价员的筛选	76
11 三、感官评定小组的培训	80
12 一、差别分析小组的培训	80
13 二、描述分析小组的培训	81
14 三、感官评定小组的考核	81
绪论	1
01 一、感官评定的定义	1
12 二、感官评定的历史与发展	2
13 三、感官分析的特点	3
14 四、感官评定的作用	4
15 五、影响感官评定的因素	4
16 六、感官评定检验评价员的标准	93
第一章 食品感官特性和人体感官	5
第一节 食品的感官特性	5
10 一、食品的外观	5
11 二、食品的气味/香味	10
12 三、食品的均匀性和质地	10
13 四、食品的风味	11
14 五、食品的声音	11
第二节 人体感官	11
01 一、视觉	12
02 二、嗅觉	14
13 三、味觉	17
14 四、触觉	19
15 五、听觉	20
16 六、感官之间的关联	21
17 七、三叉神经的风味功能	21
第三节 阈值	21
18 一、感觉阈	21
19 二、味阈及其影响因素	22
20 三、嗅阈及其影响因素	24
21 四、听觉阈	25
第二章 感官评定方法	26
第一节 整体差别测试 (overall difference tests)	26
27 一、三角测试	26
28 二、二-三点测试	30

三、五中取二测试	32
四、“A” - “非 A”测试	34
五、与对照的差异测试	36
第二节 个体特征差别测试	40
一、成对比较测试	40
二、排序测试	42
三、评分法	49
第三节 描述性分析	51
一、应用	51
二、风味剖面图	53
三、定量描述分析	54
四、质地剖面图	57
第四节 情感测试	62
一、成对偏爱测试 (paired - preference test)	62
二、偏爱排序测试 (preference ranking test)	64
三、分类测试 (grading test)	66
四、快感评分测试 (hedonic scale test)	66
五、接受性测试 (acceptance test)	67
第三章 感官分析实验室	70
第一节 食品感官分析室的要求	70
一、灯光	70
二、温度和湿度	71
三、气味	71
四、噪音	71
五、装饰材料和颜色	71
第二节 食品感官分析室的设计	72
一、独立品尝室	72
二、样品准备区	73
三、集体讨论区	73
四、办公室	74
五、辅助区	74
第四章 感官评定小组	75
第一节 感官评定小组的招募和筛选	75
一、感官评定评价员的要求	75

二、感官评定候选人员的招募	76
三、感官评定评价员的筛选	76
第二节 感官评定小组的培训	80
一、差别分析小组的培训	80
二、描述分析小组的培训	81
第三节 感官评价小组的考核	84
一、差别检验评价员的考核	85
二、分类检验评价员的考核	85
三、排序检验评价员的考核	87
四、评分检验评价员的考核	89
五、定性描述检验评价员的考核	93
六、定量描述检验评价员的考核	93
七、再培训	94
第四节 感官分析实验室人员和职责	95
一、感官分析管理人员	96
二、感官科研技术人员	96
三、感官操作员	97
四、感官分析评价员的能力划分	97
第五章 基于目标差别的感官评定设计	99
第一节 项目的目标和目的	99
一、质量控制	99
二、产品开发	99
三、市场研究	99
第二节 感官评定相关人员	100
一、质量控制	100
二、产品开发	100
三、市场研究	100
第三节 感官评定的设施	100
一、质量控制	101
二、产品开发	101
三、市场研究	101
第四节 评价小组的确定、筛选及培训	101
一、质量控制	101
二、产品开发	101
三、市场研究	102

第五节 实验设计的确定	102
一、质量控制	102
二、产品开发	102
三、市场研究	102
第六节 现场实施	103
一、质量控制	103
二、产品开发	103
三、市场研究	103
第七节 数据分析	103
第八节 结果解说	103
第六章 食品感官分析实验	120
实验一 味觉敏感度测定	120
实验二 三角测试	122
实验三 二-三点测试	124
实验四 成对比较测试	126
实验五 排序测试	128
实验六 描述分析实验	130
实验七 消费者喜好性测试	132
附录	135
附录一 二项式分布显著性检验表 ($\alpha = 0.05$)	135
附录二 χ^2 分布临界值	136
附录三 Spearman 秩相关检验临界值	138
附录四 Friedman 检验的临界值	138
附录五 F 分布表	139
附录六 方差齐次性检验的临界值	144
附录七 拉丁方设计所用标准方表	144
参考文献	147

绪 论

食品不仅具有一般商品的属性,而且具有国家战略属性。食品的质量与安全关系到国民的身体素质,关系到国家战略规划能否顺利实施。对食品质量与安全的评价有技术指标,也有感官指标。食品质量的好坏首先表现在感官性状的变化上,感官鉴别不仅能直接发现食品感官性状在宏观上出现的异常现象,而且当食品感官性状发生微观变化时也能很敏锐地察觉到。例如,食品中混有杂质、异物、发生霉变、沉淀等不良变化时,人们能够直观地鉴别出来并作出相应的决策和处理,不需要进行其他的检验分析。因此,感官质量是食品质量标准体系中的第一指标,通过感官指标不仅能够直接对食品的感官性状做出判断,而且还能够据此提出必要的理化和微生物检验项目,以便进一步证实感官鉴别的准确性。

一、感官评定的定义

感官评定(sensory evaluation)也称感官分析(sensory analysis),是用感觉器官评价产品感官特性的科学。经过半个多世纪的发展,食品感官评定领域的研究已经趋于成熟,成为食品科学中的一门公认的学科。食品感官科学(food sensory science)是应用现代多学科理论与技术的交叉手段,系统研究人类感官与食物感官品质内涵之间的反射与印证规律的一门学科。食品感官科学具有理论性、实践性及技能性并重的特点,其核心的基础学科是食品感官分析。

目前被认可的食品感官评价定义是由美国食品科学技术专家学会感官评定小组(Sensory Evaluation of the Institute of Food Technologists)于1975年提出的。一般译为:感官评价是一门人们用来唤起、测量、分析及解释通过视觉、嗅觉、味觉、触觉和听觉而感知到的食品及其他物质的特征或者性质的一种科学方法(Sensory evaluation is a scientific discipline used to evoke, measure, analyze and interpret reactions to those characteristics of foods and materials as they are perceived by the senses of sight, smell, taste, touch and hearing)。

对感官评定中四种活动的解释:“唤起”是指应在一定的可控条件下制备和处理样品,使得偏见因素最小的原则。例如,感官评价员通常在单独的检验室评定产品,以便得出他们个人的判断,而不是群体的意见。“测量”表明感官评定是一门定量的科学,通过采集数据,在产品性质和人的感知之间建立起合理、特定的联系,即以评价员为“测量工具”对产品的相关特性进行测定。“分析”是对感官评价员评定结果的数据分析。通过人的感官而获得的数据经常有一定的波动,不同评价员之间也会有偏差。为了评定产品特性和感官反应间的联系,获得真实而非粗略的结果,需要运用数理统计方法来分析评价。组合应用恰当的统计方法非常必要,各种影响因素都应通过计算分析得到体现。“解释”是对分析结果的合理解释。感官评定专家所下的结论必须是基于数据、分析和试验结果而得到的合理判断。

对食品感官评价定义的翻译和解释应该还有商榷的空间,因为 evoke 的直译是唤起,但让人难以理解。赵镭等把唤起解释为“在可控条件下唤起评价员的某种注意力,集中精力关注样品的某种方面,从而得到噪声影响最小的感知”。这样的解释更加合理,但没有解决直

译的问题。此外, evoke 有想起、回忆、激发的概念,而人在品尝某种食品时,必然会激活对与之相关的其他食品的风味、质构、好恶、品味等的记忆,甚至引起思维发散,如尝到果酸会联想到柠檬、葡萄等,尝到醋酸会联想到糖醋排骨等。关于在可控条件下制备和处理样品,例如感官评价员在单独的检验室评定产品,是一种活动规范,而非活动本身。

笔者认为,符合国人语法结构的食品感官评价定义的意译为:感官评价是运用人们的视觉、嗅觉、味觉、触觉和听觉感知食品的特征,在良好的智能和体能状态下,通过测量、分析和解释,获得食品和其他物质真实性质的一种科学方法。

二、感官评定的历史与发展

食品企业的生产规模仍趋于扩大,产品开发投入的成本也越来越大,相应的失败带来的损失越来越大,如何提高产品的成功率已成为各企业的重要课题。在市场研究过程中,一个很重要的内容就是产品的感官接受性,感官分析在新产品开发、产品工艺改进、品质保证、产品优化等环节中增强了对于决策的信息支持,降低了决策过程中的风险,所以很多大公司都设有专职感官评定人员或与专业机构签订专职服务合同。

虽然感官评价自有人类以来就一直存在,但都是最基本的简单的感官检验,依赖的是个人的经验积累与传承,没有上升到理论,食品感官评定技术是随食品工业发展的需要而诞生的。在 20 世纪 30 年代的美国,大部分的商品品质完全依赖少量具有多年经验的专家意见来判定,但是,以师傅教徒弟的方式培养专家的速度跟不上食品工厂与产量增加的速度,统计学的缺乏又使专家的意见逐步失去了代表性,而且专家们的经验不能真正反映消费者的意见,为此,1931 年 Platt 提出产品的研发不可忽视消费者的接受性,并且提出应该废除超权威的专家,使真正具有品评能力人员的工作更具有科学性。在整个 20 世纪 30 年代,发展出了许多新的食品感官评价方法,并朝着科学化方向迈进,如评分法、标准样品的使用等。1932 年 Fair 提出了对饮用水味道及气味的感官评分方法,1936 年 Cover 发表了测量肉类嫩度的方法,同年 Maiden 发表了测量面包香味的方法,1939 年 Weaver 提出了测量牛奶香味的感官评价方法。从 20 世纪 40 年代末到 50 年代初, Bogges、Hansen、Giradot 和 Peryam 等人建立并完善了“区别检验法”。1957 年 Arthur D. Little 公司创立了“风味剖析法”,推动了正式描述法的形成及专业感官评定员群体的形成。

感官评价技术的真正起步发展始于 20 世纪 60 ~ 70 年代,因食品加工工业的极大发展,学术界与企业界为应对食品研发与销售方面数据的需求,开始投入技术发展,因此在这期间各种评价方法、标记方法、评价观念、评价结果的展现方式等不断被提出、讨论与验证,并在此基础上开始出现专家型品评员。到了 20 世纪 80 年代,感官评价技术开始蓬勃发展,越来越多的企业成立感官评价部门,建立品评小组,各大学成立研究部门并纳入高等教育课程,感官评价成为食品科学领域五大学科领域之一(食品化学、食品工程、食品微生物、食品加工、食品感官评价),美国标准检验方法(ASTM)也制定了感官评价实施标准。国际标准化组织从 1997 年至 2003 年共发布了 20 多个标准,对感官评定的具体方法、评价员的选择培训及资格认证以及感官实验室的软硬件条件等进行规范。进入 21 世纪以来,感官科学与感官评价技术不断融合了其他领域的知识,如统计学家引入更新的统计方法及理念,心理学家开发出的心理行为观念,生理学家修正人类感官反应的方法等,通过逐步融合多学科知识,发展成为感官科学;在技术方面,通过不断同新科技结合,发展出了更准确、更快速或更方便

的方法,如计算机自动化系统、气相层析嗅闻技术、时间-强度研究等。

我国创建了与现有国际标准有所不同的特色食品感官评定体系,形成了一套系统的感官评定技术和方法。众所周知,在烟、酒行业中,感官分析具有任何仪器分析都无法取代的重要作用。在参照或等同采用 ISO 标准的基础上,从 1998 年至 2002 年共发布了约 20 个关于感官评定的标准,内容涉及感官评定的具体方法、评价员的选择培训及资格认证、感官实验室的建立等。这些标准比较全面地从实验室、人员、方法、样品、数据分析等方面规范了感官评定,使感官评定方法更完善、更标准、更具科学性。

三、感官分析的特点

食品的质量特性可以分为固有质量特性和感觉质量特性,对于食品的感觉质量特性只能用感官分析来检验与评价。食品感官检验不同于其他检验,有其自身的特点,可概括如下:

(1) 简易、直接和迅捷性 感官检验比任何仪器分析都要快捷、迅速,且所需费用较低。人只要有正常的感官功能就能进行食品的感官检验,可以说感官分析能力是人类必备的正常功能。感官检验一般不需要试剂和特殊工具,方法简单易行,以视觉为例,人一眼就可以看出食品是否腐烂、是否霉变、果汁是否混浊等。相比于感官检验,仪器分析则具有复杂性、间接性、滞后性的特点。当感官质量符合要求,而内在质量达不到标准规定,只要对人身健康无害,产品可降级或降价销售;相反,感官质量不符合要求,即使内在质量再好,消费者也难以接受。

(2) 准确性 有些食品在轻微劣变时即使用精密仪器也难以检出,但通过人体的感觉器官却可以敏锐地判断出来,因为人的感官有极高的灵敏度,感官检测是各种理化和微生物手段所不能代替的。此外,有些感官差别用仪器很难测定,甚至无法测定,例如,食品质量划分等级有特级品、一级品、二级品、合格品,这些质量等级都是在理化和卫生指标合格的基础上通过感官检验而获得的。仪器分析主要是针对食品的物理、化学以及微生物的指标进行分析,例如,为了判断肉的新鲜度,要分析游离酸、硫化氢、pH、黏度、挥发性盐基氮等多项指标,而其测定结果的判断基准,是人们对新鲜度的感官判断,每一项指标临界值的得出,都需要符合感官的认可。另外,对于味觉食品,如酒类和茶叶等,其质量的优劣主要依据感官性状的差异。

(3) 综合性 感官检验从生理角度而言,它是机体对食品所产生刺激的一种反应。就其过程来说是相当复杂的,首先是通过感官接受来自食品的刺激,同时混杂个人的嗜好与偏爱,进而在人体神经中枢综合处理来自各方的信息(这种信息还包括:广告效应、价格高低、个体的经验与希望等),最后付之于行动的过程。感官检验的这一特性是其他检验无法做到的。

食品无不具有其自身的风味,风味本身就是食品在视觉、嗅觉、味觉和口感上的综合感觉,也只有人作为一个特殊的精密仪器才能全方位地品评。对食品而言,无论其营养价值、组成成分等如何,其可接受性最终往往是由感官检验结果决定的。人们常用理化检验来测定食品中各组分的含量,特别是与感觉有关的组分,如糖、氨基酸、卤素等,这只是对组分含量的测定,并未考虑组分之间的相互作用和对感觉器官的刺激情况,缺乏综合性判断。人的感官是十分有效而敏感的综合检测器,可以克服理化方法的一些不足,对食品的各项质量指

标作出综合性的感觉评价,并能加以比较和准确表达。

四、感官评定的作用

感官分析已经广泛地应用于社会实践,其作用可概括为以下几个方面:

(1)原材料及最终产品的质量控制在供应单位成批产品进行验收和对出厂产品质量进行检验的过程,其目的是防止不符合质量要求的原材物料进入生产过程和商品流通领域,为稳定正常的生产秩序和保证成品质量提供必要的条件。

(2)工序检验在本工序加工完毕时的检验,其目的是预防产生大批的不合格品,并防止不合格品流入下道工序。这种检验有利于及时发现生产过程中的产品质量问题,为进一步改进工艺,提高产品质量提供依据。

(3)贮存试验将食品按某种要求加工处理后,原封不动放置起来,然后在一定时间间隔内对其品质及色、香、味变化进行的检测,其目的是掌握和研究食品在贮存过程中的变化情况和成熟规律,确定食品的保存期和保质期限。

(4)产品评比在各种评优活动中,对企业参评产品质量进行感官评估和评分的过程,其目的是为了鼓励企业不断提高产品质量,努力生产优质名牌产品。

(5)市场商品检验对流通领域内的商品按照产品质量标准进行抽样检验的过程。市场商品检验要求准确、快速、及时,以遏制伪劣商品流入市场,维护正常的经济秩序,保护消费者的利益。

(6)监督检验国家指定的产品质量监督专门机构按照正式产品标准的规定,对企业生产的产品质量进行监督性检验。

(7)新产品的开发、食品风味影响因素的调研等。

五、影响感官评定的因素

感官评定作为一种主观对客观的反映,容易受到自身生理情况和外界条件的影响,所以在进行食品感官评价试验的操作时,时机和环境的控制是非常重要的。

(1)评价员生理和心理条件的影响在进行感官评价期间,感官评价员若处在饥饿状态,感官评价的结果会有很大偏差,在饭后1h内不能进行感官评价,在上午九点到十二点和下午二点到五点,距离三餐1.5~2h开始最合适。评价员在评价时身上不应带有气味,比如香水和化妆品等,在评价样品前1h内不可抽烟,不要进食或嚼口香糖,在评价前0.5h内不要喝有浓重气味的饮料等,这些因素都会影响评价员的生理状况。评价员的精神状态也会影响评价结果,应尽量精神和避免感官疲劳。此外,评价员之间不能进行沟通包括可见的或口头的交流,对样品的任何好恶暗示性评价都会影响其他评价员的精神状态。

(2)感官评价环境的影响感官评价员身处的温度、湿度、灯光舒适度、气味等都会对感官评价员产生影响,因此,食品感官评价室必须与食品样品制备区分开,感官评价室应保证无味。评价区域的建筑材料应不包含气味,墙体材料应不吸味,环境温湿度等也都有一定要求。在评价试验中样品的温度、容积、大小等,任何可能提供评价员的暗示,或影响评价员感受的非实验因子,皆应尽量排除。送交每个评价员检验的样品量应相等,同一次检验中所有样品的温度都应一致,使用相同的容器。

第一章 食品感官特性和人体感官

第一节 食品的感官特性

从事食品研发的人员都知道美味是食品的第一要素,但“好吃”是对食品整体感觉的评价。当面对一块蛋糕和一堆蛋糕碎块时,尽管产品的配方和制作过程完全一致,但人们的感官感受一定不同。究竟哪些指标能较完整地体现食品的感官特性呢?本章将作一介绍。

一、食品的外观

(一) 食品外观指标

食品的外观包括食品的颜色、大小和形状、表面质地、透明度和充气情况等。

根据我国 GB5698—1985《颜色术语》的定义,颜色是光作用于人眼引起除形象以外的视觉特性。颜色是最先影响消费者决定的因素之一。消费者在选择食品时首先注意的是食品的颜色。对已知的食品,消费者希望所看到的颜色能与已形成概念的色彩相吻合,并据此判断食品的新鲜度或质量等,因此,食品的颜色直接影响消费者的心理状态和购买欲望。

大小和形状是指食品的长度、宽度、厚度、颗粒大小、几何形状等。虽然没有一定的标准,但通过和生活中优质食品的固有概念比较,也会形成产品质量的初步判断。

表面质地是指食品表面的特性,如光泽或暗淡、粗糙或平滑、干燥或湿润、软或硬、酥脆或回韧等。

透明度是指透明液体或固体的透明度或混浊度,以及肉眼可见颗粒存在情况。传播光线多的液体透明度高,而液体中悬浮颗粒多,光线散射多,混浊度就高。

充气情况是指充气、酒类倾倒时的产气情况,可以通过专门的仪器测量。

(二) 颜色的表述

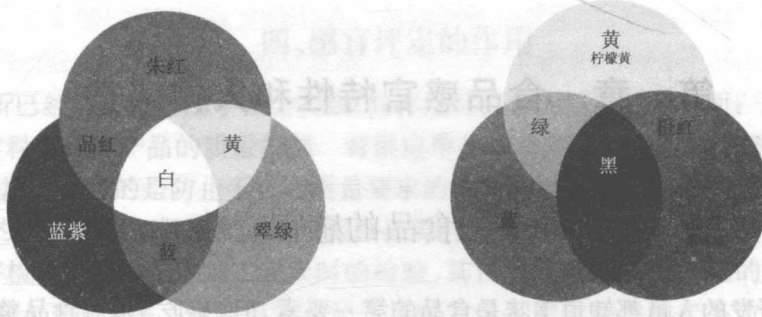
1. 色彩的分类

色彩是由光的刺激而产生的一种视觉效果。物体的色彩来源于光源的色彩和不同质物体的选择吸收与反射的能力。所谓物体色是指物体本身不发光,是光源色经物体的吸收、反射,反映到视觉中的光色感觉;固有色是指物体在正常白色日光下呈现的色彩特征。

红、绿、蓝色光是光学三原色,此三种色中的任何一种都不能由其他色混合而成。理论上用这三种光以适当比例相混可以合成其他一切色光,如红色光与绿色光叠加就是黄色光,三色最大值的相加生成白色。色料的三原色和色光三原色不同,红色涂料与绿色涂料混合不会生成黄色涂料。色料三原色是品红、(柠檬)黄、青(湖蓝),三色混合生成黑色(图 1-1)。

由两种原色光或原色料相混得到的色称为间色,如红+黄=橙,黄+蓝=绿,复色是间色和原色或三种以上色相配得到的色,如绿紫色等(图 1-2)。

当一对色光(色料)混合能够产生白色光(黑灰色)时,这两种色就称为互补色。不同的



色光三原色红R、绿G、蓝B叠加显示白光 色光三原色青C、品红M、黄Y混合则显示黑灰色

图 1-1 色光和色料的三原色

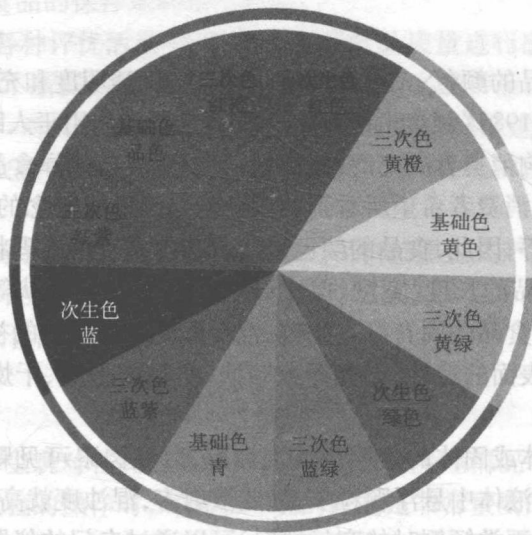


图 1-2 间色与复色

物质吸收不同波长的光,其颜色呈现未被吸收的互补色。不同波长光的颜色见表 1-1。

表 1-1 不同波长光的颜色

物质吸收的光		互补色
波长/nm	颜色	
400 ~ 450	紫	黄绿
450 ~ 480	蓝	黄
480 ~ 490	青	橙
490 ~ 500	青绿	红
500 ~ 560	绿	紫红

续表

物质吸收的光		互补色
波长/nm	颜色	
560 ~ 580	黄绿	紫
580 ~ 600	黄	蓝
600 ~ 650	橙	青
650 ~ 750	红	青绿

2. 色彩的三属性

(1) 色相 色相是指色彩的相貌,是人们为了区别不同色彩种类给色彩所取的名称,指不同波长的光给人的不同的色彩感受。色相的范围相当广泛,牛顿光谱色中就有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫 7 个基本色相,它们之间的差别就属于色相差别,是色彩最突出的特征。

(2) 明度(光度) 明度是色彩的明暗程度,是任何色彩都具有的属性。明度可以不带任何色相的特征,而通过黑白灰(无彩色)的关系单独呈现,色相和纯度则必须依赖一定的明暗才能显现。白色、黄色明度高,紫色、黑色明度低。如果在黑白之间加上 9 个均匀过渡的灰色阶段,则基本上概括了有彩色与无彩色的明度变化,这一划分标度被称为明度尺(图 1-3)。明度与亮度不同,亮度是可以利用光度计测量的、与人的视觉无关的客观数值。物体颜色的明度与物体的反射率有关,当照度一致时,反射率的大小与明度的高低成正比。对彩色系列来说,掺入的白色光越多就越明亮,掺入的黑色光越多就越暗。

(3) 纯度 纯度是指色彩的纯净程度,代表了某一色彩所含该种色素成分的多少,当某色彩所含该色素的成分为 100% 时就称为该色相的纯色。从物理上说纯度取决于一种颜色波长的单一程度,七色光谱中各单色光是最纯的颜色。

纯度与饱和度的概念不同,饱和度是指色彩混合后产生混浊的现象,会降低色彩的感觉,造成色彩感觉程度上的鲜弱变化。因此,饱和度多指色料中如颜料等介质的纯度变化,而纯度是指某种色彩含有该色素成分的多少程度,它不受色料与色光介质的影响。

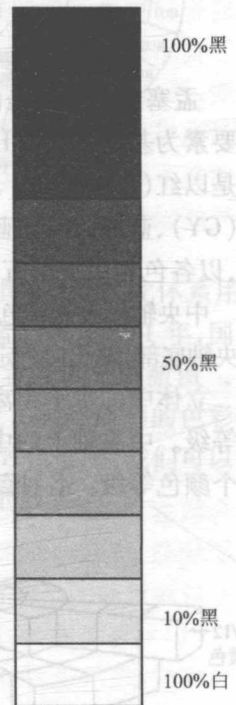


图 1-3 明度尺

3. 有彩色、无彩色与特殊色

(1) 有彩色 含有色彩的三种要素。

(2) 无彩色 只有明度,没有色相和纯度,如黑色、白色、灰色。

(3) 特殊色 金色、银色、荧光色。

4. 色立体

把色彩三要素做成立体坐标,把千百个色彩依明度、色相、纯度三种关系组织在一起,构成一个立体,就是色立体(图 1-4)。世界上通用的色立体有 3 种,分别是孟塞尔色立体、奥斯瓦尔德色立体、日本色研色立体(PCCS)。3 种色立体各有优缺点,其中孟塞尔色立体经过

测色学的修正,是最科学的。

色彩

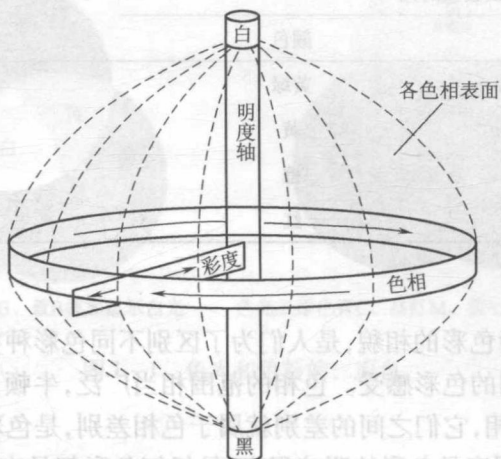
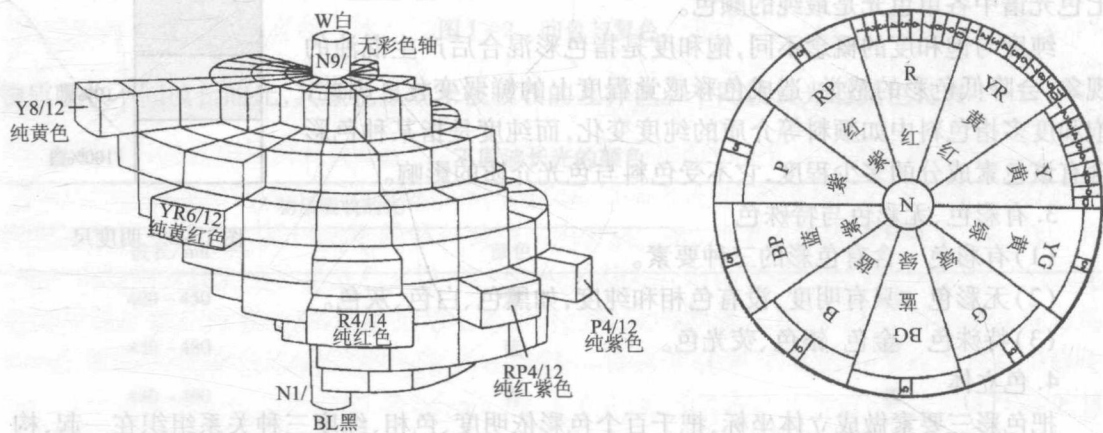


图 1-4 色立体示意

孟塞尔色立体是由美国教育家、色彩学家、美术家孟塞尔创立的色彩表示法。以色彩三要素为基础,色相(Hue)简称为H,明度(Value)简称为V,纯度(Chroma)简称为C。色相环是以红(R)、黄(Y)、绿(G)、蓝(B)、紫(P)心理五原色为基础,加上中间色相橙(YR)、黄绿(GY)、蓝绿(BG)、蓝紫(PB)、红紫(RP)成为十色相,按顺时针排序。每一色相各分十等份,以各色相中央第五号(5)为各色相代表。色相总数为100。

中央轴代表无彩色黑白系列中性色的明度等级,称为孟塞尔明度值。理想黑色定为0,位于中央轴底部,理想白色定为10,位于中央轴顶部,从0~10分为11个在视觉上等距离的等级。

立体中的水平距离表示纯度的变化,称为孟塞尔彩度。彩度也是分成许多视觉上相等的等级。中央轴上的中性色彩度为0,离中央轴越远,彩度数值越大,通常以两个彩度间隔为一个颜色等级。各种颜色的最大彩度是不相同的,个别颜色彩度可达到20(图1-5)。



孟塞尔色立体模型

孟塞尔色立体色相分布示意

图 1-5 孟塞尔色立体

举例来说,红色为5R4/14,第一个数字五表示在孟氏色相环10等分中排第五位,即前述的代表色,明度为4,彩度为14;黄色为5Y8/12,明度为8,彩度为12;绿色为5G5/8,明度为5,彩度为8;蓝色为5B4/8,明度为4,彩度为8;紫色为5P4/12,明度为4,彩度为12。

德国物理化学家奥斯特瓦尔德创立了以其本人名字命名的表色空间,与孟塞尔立体相似,中轴为明度轴,上白下黑,中间由灰色组成不同明度的排列。上表面是白色与各纯色各种配比的混合色排列,下表面是黑色与各纯色各种配比的混合色排列,立体内部各块是纯色与黑色、白色三种色以不同比例的混合色。其基本色相为黄、橙、红、紫、蓝、蓝绿、绿、黄绿8个,每个基本色相又分为三个部分,组成了24个分割的色相环(图1-6)。

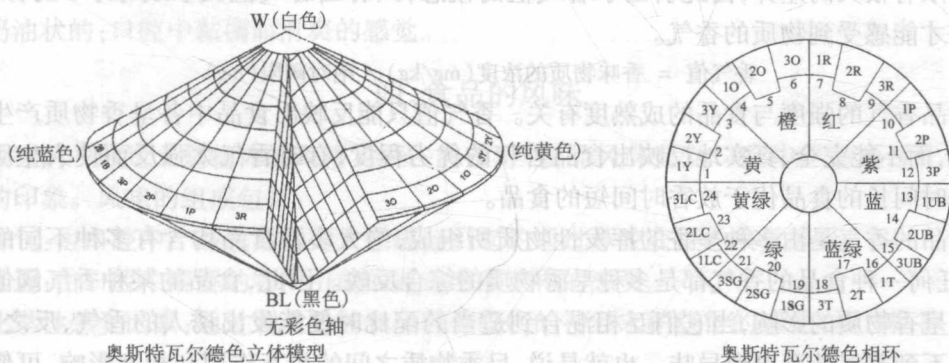


图1-6 奥斯特瓦尔德色立体

国际照明委员会(CIE)表色体系是1931年建立的一种色彩测量国际标准,此体系用3个参数,一个是亮度L,另两个是颜色分量,a代表从绿到红,b代表从蓝到黄。1931年,国际照明委员会(CIE)在剑桥举行的第八次会议上统一了“标准色度观察者光谱三刺激值”,确立了CIE 1931-XYZ国际通用色度系统(XYZ国际坐标制),从而制定了国际通用的色彩标准,得出了马蹄形的国际照明委员会(CIE)色度图(图1-7)。利用CIE色度图,我们可以测量任何颜色的波长和纯度,识别互补颜色,定义色彩域,显示叠加颜色的效果。

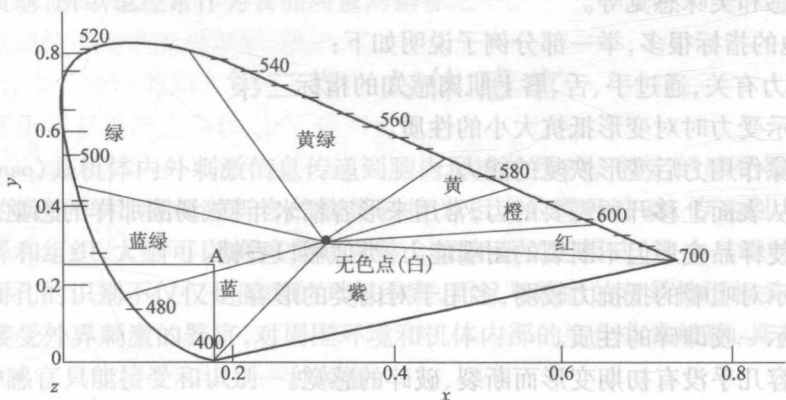


图1-7 1930年国际照明委员会(CIE)制定的x,y色度图