


Chemical Composition and Security of
Food Contact Material

食品接触材料 化学成分与安全

高 峡 刘伟丽 周明强◎主编

 北京科学技术出版社

食品接触材料化学成分与安全

高 峡 刘伟丽 周明强 主编

 北京科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品接触材料化学成分与安全/高峡, 刘伟丽, 周明强主编.
—北京: 北京科学技术出版社, 2014. 4

ISBN 978 - 7 - 5304 - 6771 - 8

I. ①食… II. ①高… III. ①食品包装 - 包装材料 -
质量管理 - 安全管理 IV. ①TS206. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 213883 号

食品接触材料化学成分与安全



主 编: 高 峡 刘伟丽 周明强
责任编辑: 李 菲
封面设计: 樊海
出 版 人: 曾庆宇
出版发行: 北京科学技术出版社
社 址: 北京西直门南大街 16 号
邮政编码: 100035
电话传真: 0086 - 10 - 66161951 (总编室)
0086 - 10 - 66113227 (发行部)
0086 - 10 - 66161952 (发行部传真)
电子邮箱: bjkjpress@163.com
网 址: www.bkydw.cn
经 销: 新华书店
印 刷: 三河国新印装有限公司
开 本: 720mm × 1020mm 1/16
字 数: 300 千
印 张: 14.5
版 次: 2014 年 4 月第 1 版
印 次: 2014 年 4 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 5304 - 6771 - 8/T · 759

定 价: 60.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

编 委 会

主 编 高 峡 刘伟丽 周明强

编 委 (排名不分先后)

兰巧锋 胡光辉 池海涛 赵 婷

勾新磊 刘 蕊 刘奕忍 程 静

黄 伟 刘 娜 贺俊智 史迎杰

马博凯 黎 爽

序

——榫联珠合构安全

自然世界是由物质构成的，人工世界是由材料构成的。马克思主义哲学认为世界是物质的，物质是构成自然世界的基础。而在人类生活的世界，劳动改变了自然，构建了人类的生存空间，人工世界的构成基础是材料。衣食住行，莫不如是。服装材料的持续革命，让服装工业成为永远的朝阳产业，无论多么华丽的时装设计都要通过具有优越性能的材料来实现。城市建设中处处体现着建筑材料革命的身影，鳞次栉比的摩天大楼，诉说着新型建筑材料的丰碑。交通运输，从飞机、轮船和汽车工业，到高速铁路和航天工业，处处闪耀着新材料革命的光辉。食品工业和餐饮用具，更是给材料科学和技术提供了广阔的发展空间。材料科技的研发者们，承载着工业文明和技术文明的基础，也承担着人类向更美好世界发展的未来。

在材料科技中，比较重要的三个关注点是材料的成分、材料的结构和材料的性能。分子是体现物质特性的最小单元，材料成分也是实现材料使用价值最重要的基础。材料使用性能的体现，最终决定于材料的成分。同时，材料性能又因其结构不同而不同，最典型的例子是碳原子构成的焦炭、石墨和金刚石，不同的分子结构而使材料最终的性能大相径庭。我们说材料成分决定论，不等于否定材料结构的重要性。当前，已经有技术手段能够把普通的碳材料加工成金刚石，就是因为这两种材料之间具备相同成分这个基本前提。材料性能是体现材料使用价值的最终途径，离开了面向应用的优越性能，材料就失去了它的使用价值。在材料的成分、结构和性能三要素的辩证关系中，成分起着决定性作用。材料成分研究，在材料科学技术中具有不可替代的地位。

食品接触材料是一类重要的材料，关乎消费者的健康和安全。“楚人有卖其珠於郑者，为木兰之柜，薰以桂椒，缀以珠玉，饰以玫瑰，辑以翡

翠，郑人买其椽而还其珠，此可谓善卖椽矣，未可谓善鬻珠也。”《韩非子》中“买椽还珠”的故事，被后人用来比喻舍本逐末、取舍不当。而在食品工业和食品消费行为过程中，食品接触材料同食品之间的“椽”和“珠”的关系体现了同等重要的现实意义。一些食品包装，特别是礼品类的食品包装，真有点儿重复“买椽还珠”故事的趋势。过度包装，不仅是一种浪费，从安全性角度也未必符合消费者利益。食品接触材料，主要是指食品在生产、包装、流通和食用过程中同食品发生接触的装备、容器和器具材料。这些材料，有些对食品的生产加工起着关键作用，如发酵食品的发酵容器和一些食品的成型模具等；有些体现食品制作过程的关键工艺，如烹调食用的锅具、制作面食的工具等；有些则体现饮食文化，如茶具、酒具等。不管从哪个角度使用的食品接触材料，在给人类带来食品行业发展的同时，也不断推动着安全性能的提升。从最近发现的铝锅蒸煮食品增加老年痴呆风险，到食品加工和包装中引起的塑化剂风波，无一不昭示出食品本身的“珠”和食品接触材料的“椽”，在安全性角度具有同等重要的意义。

食品接触材料的化学成分构成复杂。从材料本身进行分类，可以分为塑料、橡胶、纸制品、涂料油墨及黏合剂、金属、陶瓷、玻璃、活性-智能食品包装材料和其他材料，共9类材料。这9类材料中，每种材料都有其自身的组成成分特点。从使用安全性角度，需要从不同材料分别入手，明确成分组分的分析目标，再根据不同材料成分的特点深入研究。一般意义上，食品包装材料成分主要包含以下四类：一是已知组成的材料中的基本组成成分。例如：塑料中的单体和添加剂，纸制品中的硫酸钠等辅助成分，陶瓷表面的彩釉。二是将材料转化或构造成制品时用到的辅助材料，如油墨、黏合剂等。三是已知成分的已知或未知的异构体、转化产物。四是原材料中的污染物和杂质。这些化学物质中前两类是有意添加物，是可以人为控制的；后两类则是非有意添加物，在一定程度上是不可控的，它们更容易引发安全问题。正是因为食品接触材料成分的复杂性，才要求我们的科技人员加以深入研究，探索出此类材料的安全特性，建立有效的安全保障和风险控制机制。

食品接触材料中的化学成分在一定条件下可以迁移到食品中，其迁移

规律需要深入研究。食品接触材料在使用之前，其化学成分是相对恒定的。在使用过程中，经过一定的扩散过程，材料中的化学成分会有一部分迁移到食品中。影响这种迁移过程的关键因素，主要包括材料本身的特性、迁移物质的特性、迁移界面的特性、与之接触的食品特性和环境因素（如温度）等。材料本身的形态决定了化学成分的内部迁移特性，如薄膜类材料内部物质比较容易溶出；而陶瓷类材料因其经过了烧结过程，其内部成分不易迁移到表面上。有可能迁移的化学成分本身的特性对迁移规律也有至关重要的影响。例如易于离子化的金属成分比较容易溶出，而大分子组分就不易溶出。界面对化学成分迁移的影响是非常明显的，如搪瓷制品、陶瓷制品的釉面等，其内部化学成分不易穿透类似界面溶出到食品中。食品特性对其接触材料中化学成分迁移的作用也很关键，不管是固态食品还是液态食品，都包含一定的水分、油分，还有少量食品含有酒精，这些都是比较好的化学溶剂，食品接触材料中的化学成分会因为这些溶剂的存在而易于溶出到食品中。例如，部分塑化剂类物质具有很强的脂溶性，在食品含有油脂的情况下，很容易迁移到食品中。食品本身的 pH 值也是一个关键因素，不同的酸碱性对不同化学物质的溶出作用不同。在诸多环境要素中，温度是决定化学成分迁移的关键因素，一般地说，温度越高，化学物质的迁移性越强。此外，微波加工环境等也会对化学物质迁移有很大影响。由此看出，化学物质迁移规律的研究是食品接触材料风险评估的理论和技術基础。

食品接触材料中的使用安全性评价是保障食品安全的关键手段。什么样的材料可以应用于食品加工、储运、流通和餐饮，在什么样的条件下使用这些材料才是安全的？这些问题，必须按照科学的程序进行风险评估，保障食品接触材料的安全性。此种风险评估的要点在于如下几个关键要素：一是食品接触材料中化学成分的含量是多少，它决定着可能迁移到食品中的化学物质的总量。二是化学物质的迁移特性，即化学成分在材料中扩散到表面并穿过界面溶出到食品中的特性。它决定着在材料中所包含的化学成分在什么水平上向食品中迁移。三是食品接受这些化学成分的特性，它决定着化学成分可以在食品中达到多高的含量。四是化学成分本身的毒性和食品中的标准限量值或检出限，它决定在多高的迁移水平上处于

安全范围。同时，食品接触材料中的化学成分分析是做好风险评估和质量控制的必要手段。在食品接触材料中的化学成分迁移规律和风险评估的基础上，要解决化学成分含量这个关键问题，需要精确的分析测试手段。有了食品接触材料中化学物质的限量值标准，质量控制人员可以采用规范化的分析测试手段进行质量控制，保障食品接触材料及其使用的安全性。

本书从广泛使用的食品接触材料入手，对其使用方式、化学成分、有害物质迁移和安全评价做了分类探讨，对食品工业及其相关材料产业工程技术人员有较大的指导价值和借鉴意义。作者团队经过过去几年的技术积累，在食品接触材料化学成分迁移特性研究方面积累了丰富的经验，也取得了一定的研究成果。有些成果被相关标准采纳，还获得了北京市科技进步奖。这个团队长期致力于食品接触材料化学成分分析及其安全特性的研究，他们正在开展的一些科研项目有望取得新的成果。我们希望本书能够把他们的经验与读者分享，并期待他们的研究取得更多更好的成果。

食品安全技术体系的构建需要多方面的关注，希望本书能够为读者提供一个新的思考角度，大家共同为我们的食品安全建言献策、增砖添瓦。待到山花烂漫时，她在丛中笑。我们期待本书的成果，汇聚更多的科技成果，共同筑牢食品安全的坚强防线。

吴永宁 刘清琚
2013年11月于北京

前 言

近年来，随着各种食品安全“门”的不断涌现，食品安全问题引起了社会的广泛关注，同时也使人们对食品安全提高了警惕。大到国家的法律法规，小到百姓的餐桌，都对食品安全提出了更高的要求。然而在重视食品安全的同时，无论是从法律法规上，还是社会关注度上，对于食品接触材料的安全问题，都需要给予足够的重视。

食品接触材料直接与食品接触，它的安全与否直接关乎食品的安全卫生。因此，完善食品接触材料相关的法律法规，建立食品接触材料检测的标准方法，厘清食品接触材料危害的来源，对国家、社会以及百姓的生活都具有重要意义。食品接触材料种类繁多，组成复杂，来源多样。因此，想要完善关于食品接触材料的法律法规，建立成熟的食品接触材料检测的标准方法，严控食品接触材料安全的源头，并非一朝一夕之事，需要行业和社会的共同努力。本书编者长期从事相关工作，深感问题的迫切，故多方搜集资料，编撰成书。但限于水平有限，仅作抛砖引玉，希望能与更多专家、学者共同探讨。

本书首先对食品接触材料按材质进行了分类，并对每一类食品接触材料的化学成分逐一做了分析介绍，最后对每种化学成分进行了安全评价，并介绍了国内外现有的检测方法及科研现状，力求做到语言通俗易懂、资料详实可靠、方法全面权威、编排系统易查。

本书由高峡研究员负责策划，刘伟丽、周明强负责组稿，兰巧锋负责修订。全书共分十章，第一章由刘伟丽、周明强编写，第二章由高峡、周明强、赵婷、贺俊智编写，第三章由勾新磊编写，第四章由池海涛编写，第五章由周明强、刘娜编写，第六章由刘蕊、刘奕忍编写，第七章由程静编写，第八章由黎爽编写，第九章由赵婷、黄伟编写，第十章由胡光辉、史迎杰、马博凯编写。

本书是北京市理化分析测试中心材料化学部科技人员长期在一线从事食品接触材料的科研工作、检测工作的结晶，实用性较强，可作为科研工作人员的参考书，也可作为检测技术人员的工具书，还可供高等院校相关专业师生阅读与参考。

由于作者水平有限，再加上时间仓促，本书遗漏和不足之处在所难免，恳请同行和广大读者批评指正。

目 录

1 绪论	1
1.1 食品接触材料	1
1.1.1 食品接触材料的定义	1
1.1.2 食品接触材料的功用	1
1.1.3 食品接触材料的分类	1
1.2 食品接触材料的化学成分	2
1.2.1 食品接触材料的主要化学成分	2
1.2.2 食品接触材料中涉及安全的化学物质	2
1.3 食品接触材料的化学迁移	2
1.3.1 化学迁移	2
1.3.2 迁移模型	3
1.3.3 化学迁移的影响因素	3
1.4 食品接触材料的安全与卫生	4
1.5 未来发展趋势	5
2 塑料	6
2.1 塑料概述	6
2.1.1 塑料的组成	6
2.1.2 塑料的分类	9
2.1.3 塑料的包装性能	9
2.1.4 食品接触塑料的卫生安全	10
2.2 聚合物	11
2.2.1 聚乙烯	11
2.2.2 聚丙烯	14
2.2.3 聚苯乙烯	18
2.2.4 聚氯乙烯	21

2.2.5	聚偏二氯乙烯	24
2.2.6	聚酰胺	26
2.2.7	聚对苯二甲酸乙二醇酯	29
2.2.8	聚碳酸酯	31
2.2.9	复合膜	34
2.2.10	环境可降解材料	36
2.2.11	其他聚合物	39
2.3	塑料助剂	46
2.3.1	塑料助剂概况	46
2.3.2	增塑剂	48
2.3.3	抗氧化剂	51
2.3.4	热稳定剂	53
2.3.5	光稳定剂	55
2.3.6	着色剂	55
2.3.7	润滑剂	57
2.3.8	抗静电剂	58
2.3.9	相容剂	60
2.3.10	聚氯乙烯加工助剂和冲击改性剂	61
2.3.11	偶联剂	61
2.4	国内外食品接触塑料制品安全规范要求	62
2.4.1	国际上食品接触塑料制品安全规范要求	62
2.4.2	我国食品接触塑料制品安全规范要求	74
3	橡胶	81
3.1	橡胶概述	81
3.1.1	橡胶的定义和特点	82
3.1.2	橡胶的分类	82
3.1.3	食品接触橡胶制品的主要用途	83
3.2	食品接触橡胶制品主要成分及合成单体	85
3.2.1	天然橡胶	85
3.2.2	合成单体	86

3.3	食品接触橡胶制品中的添加剂及可迁移物	87
3.3.1	食品接触橡胶制品中的添加剂	87
3.3.2	食品接触橡胶制品中的可迁移物	89
3.4	国内外食品接触橡胶制品安全规范要求	92
3.4.1	我国食品接触橡胶产品标准及限量值	92
3.4.2	欧盟及成员国食品接触橡胶制品安全规范要求	94
4	纸制品	109
4.1	纸制品概述	109
4.2	纸类材料的主要成分及主要助剂	110
4.2.1	纸类材料的主要成分	110
4.2.2	纸类材料中的主要助剂	112
4.3	纸类材料中的可迁移物	113
4.4	纸类材料可迁移物检测方法 with 化学成分质量安全要求	114
4.4.1	纸类材料中的可迁移物检测方法	114
4.4.2	纸类材料中的化学成分质量安全要求	115
4.5	纸类材料未来发展的展望	117
5	涂料、油墨及黏合剂	119
5.1	涂料	119
5.1.1	包装用涂料的组成与分类	119
5.1.2	金属包装用涂料	120
5.1.3	塑料包装用涂料	122
5.1.4	涂蜡及其包装材料	122
5.1.5	树脂涂料	124
5.2	油墨	125
5.2.1	印刷油墨	125
5.2.2	油墨成分	125
5.2.3	与包装油墨相关的问题	126
5.2.4	油墨安全性问题试验	126
5.3	黏合剂	128

5.3.1	黏合剂的组成与分类	129
5.3.2	乳液型黏合剂	130
5.3.3	热熔黏合剂	131
5.3.4	溶剂型黏合剂	132
5.3.5	包装用黏合剂的选择	133
5.3.6	食品包装用黏合剂向食品中的化学迁移	134
6	金属	139
6.1	金属包装概述	139
6.1.1	金属的定义和特点	139
6.1.2	金属的分类	140
6.2	食品接触金属制品的界定	141
6.3	金属食品接触材料的安全问题	141
6.4	国内外食品接触金属材料安全规范要求	143
6.4.1	我国食品接触金属制品化学成分质量安全要求	143
6.4.2	国外食品接触金属制品化学成分质量安全要求	149
6.4.3	食品接触金属制品化学成分检测主要分析方法	156
7	陶瓷	158
7.1	陶瓷概述	158
7.1.1	陶瓷的定义	158
7.1.2	陶瓷的分类	158
7.2	陶瓷的原料及化学成分	161
7.2.1	陶瓷原料	161
7.2.2	陶瓷釉的分类和成分	164
7.2.3	陶瓷添加剂	167
7.3	陶瓷的应用	169
7.3.1	饮具	169
7.3.2	餐具	169
7.3.3	烹饪器皿	170
7.3.4	其他形式的食品包装材料	170

7.4	国内陶瓷类食品接触材料的监管概况	170
7.4.1	产品标准类监管	170
7.4.2	测试方法标准	171
7.4.3	综合标准	171
7.5	欧美食品接触陶瓷材料的安全规范要求	172
8	玻璃	174
8.1	玻璃制食品接触材料概述	174
8.2	日常生活中接触到的玻璃制食品接触材料分类及主要成分	174
8.2.1	日常与食品接触的玻璃制品	174
8.2.2	玻璃包装容器分类	175
8.2.3	玻璃生产主要原料	176
8.2.4	玻璃容器的制造工艺	177
8.3	玻璃制食品接触材料的主要特点及性能特征	178
8.3.1	主要特点	178
8.3.2	主要性能特征	179
8.4	玻璃制食品接触材料主要添加剂和易迁移物质	180
8.4.1	玻璃制食品接触材料主要添加剂	180
8.4.2	易迁移物质	188
8.4.3	决定玻璃制食品接触材料中有害物质溶出的因素	189
8.5	食品接触用玻璃材料的安全隐患	190
8.5.1	食品接触用玻璃材料的安全性	190
8.5.2	玻璃制食品接触材料安全性事件	190
8.6	各国对玻璃制食品接触材料中有害物质的限量标准及检测方法	191
8.7	结语	193
9	活性-智能食品包装材料	195
9.1	活性-智能食品包装材料概述	195
9.2	活性-智能包装的应用	196

9.2.1	活性包装的应用·····	196
9.2.2	智能包装的应用·····	200
9.3	活性-智能包装向食品的化学迁移·····	202
9.4	与活性-智能包装相关的法律法规·····	203
9.5	活性-智能包装技术的发展前景及应注意的问题·····	204
10	其他 ·····	205
10.1	搪瓷·····	205
10.1.1	概述·····	205
10.1.2	食品接触材料的主要成分及应用·····	205
10.1.3	生产食品接触搪瓷材料的主要助剂及其浸出物·····	206
10.1.4	相关限量及法律法规、检测方法情况·····	207
10.2	竹、木制品·····	208
10.2.1	竹制品·····	208
10.2.2	木制品·····	209
附录 A	国外常见塑料单体的毒性及允许量·····	211
附录 B	食品包装材料中禁止使用的部分物质·····	212
参考文献	·····	213

1 绪 论

1.1 食品接触材料

1.1.1 食品接触材料的定义

食品接触材料是指在食品生产、包装、运输过程中可能与食品接触，或可能将其成分迁移至食品中的材料和制品，包括用于食品的包装材料、容器和用于食品生产经营的工具、设备等。我国自2009年6月1日起实施的《中华人民共和国食品安全法》（以下简称《食品安全法》）中规定“用于食品的包装材料和容器，指包装、盛放食品或者食品添加剂用的纸、竹、木、金属、搪瓷、陶瓷、塑料、橡胶、天然纤维、化学纤维、玻璃等制品和直接接触食品或者食品添加剂的涂料”；“用于食品生产经营的工具、设备，指在食品或者食品添加剂生产、流通、使用过程中直接接触食品或者食品添加剂的机械、管道、传送带、容器、用具、餐具等”。

1.1.2 食品接触材料的功用

食品接触材料涉及食品包装、餐具、厨具、食品加工机械等各类与食品接触的材料和制品，贯穿了食品生产、加工、流通、消费等全部环节，相应的，其功用也多种多样，如保护食品不受外界污染、盛装食品、方便运输、促进销售、提高商品价值等。因此，食品接触材料对食品行业来说不可或缺。

食品接触材料要实现其功用必须符合以下条件：当食品接触材料接触食品时，首先应保证其安全性，不能释放出超过限量、对人体健康有害的成分，且不能导致食品的成分发生不可接受的改变，不能降低食品所带来的气味、味道等品质特性。

1.1.3 食品接触材料的分类

食品接触材料有多种分类方式，本书探讨的主要内容是食品接触材料的成分与安全，因此本书中按成分不同将食品接触材料分为九类：塑料、