

## 深圳蔬菜安全风险评估与抽样检验方案研究

**摘要：**民以食为天，蔬菜食品安全检测关系到每一个人的饮食健康，是民生大事。本文根据题目所给的信息，收集了相关数据，并做了描述性统计分析，然后建立的蔬菜风险评估模型，并设计了合理的蔬菜抽检方案。

首先，根据近两年抽检蔬菜的种类和数量分析。得到深圳市各个季节的全部消费蔬菜均有 60-85 种。统计分析显示芸薹类、叶菜类、瓜类蔬菜合占了市场蔬菜总量的 65-80%，菜心、白菜、上海青、番茄均为各季节的主流消费蔬菜。深圳市蔬菜输入渠道中农贸市场、批发市场、超市分别为 35%、32%、26%，占了总体蔬菜市场的 93%，本文还对主要蔬菜类的输入渠道进行统计分析，得到各类蔬菜的输入渠道分布比例。

然后，分析抽检忽略的蔬菜输入渠道，包括网购蔬菜、流动摊贩、城中村蔬菜消费分析等。得到通过网购渠道购买蔬菜对深圳市蔬菜安全风险影响为 1%，但生鲜电商平台方兴未艾，需要严格对网购的蔬菜进行安全检查。流动摊贩的蔬菜多为本地散户种植的蔬菜，抽检难度大，占深圳市蔬菜比例约为 2%，给深圳市蔬菜安全带来较大的风险影响。

其次，针对深圳市蔬菜安全风险评估问题，本文建立 IFS 蔬菜质量安全指数模型、模糊风险评估理论模型、农药危险系数模型。基于蔬菜抽检结果，IFS 模型求解得到深圳市平均安全指数  $IFS = 1.5786$ ，模糊理论模型求解得到蔬菜质量安全风险级别为中度风险，其安全风险来源于氟虫腈、毒死蜱、敌敌畏、氧乐果等 13 种超标农药，其中氟虫腈的 IFS 值达 12.99。求解农药风险系数模型得到 13 种超标农药风险级别，敌敌畏等 5 种农药属于低度风险，氧乐果等 7 种农药属于中度风险，毒死蜱为高度风险。

最后，根据深圳市历史抽检数据，运用随机抽样估量模型估计抽样检验方案的样本数为 37223 批次，结合深圳市各季度蔬菜合格率对各季度进行不等概率抽检，再根据深圳市消费蔬菜数量分布、输入渠道等指标，设计详细的蔬菜抽检方案，方案中将农药残留分为重点农药检测项目和常规农药检测项目，还增加了重金属污染、食品添加剂项目的监测。

基于对蔬菜抽检数据的多维度统计分析及模型求解的结果，本文从各辖区蔬菜抽检的比例、各类蔬菜抽检权重、蔬菜输入渠道、农药知识普及的方面提出蔬菜质量安全监测的建议。

**关键词：**蔬菜安全检测、IFS 模型、模糊数学、抽样检验

---

目录

一、问题提出 .....	2
二、问题分析 .....	3
三、基本假设 .....	4
四、符号说明 .....	4
五、数据收集分析 .....	5
5.1 蔬菜数据收集及预处理 .....	5
5.2 蔬菜各季节消费种类及比例分析 .....	7
5.3 四季蔬菜市场分析 .....	12
5.4 深圳市蔬菜输入渠道比例 .....	12
5.5 安全监测忽略的蔬菜输入渠道 .....	13
5.6 深圳市蔬菜监测结果分析 .....	15
5.7 2015-2016 年全国抽检蔬菜质量检测结果分析 .....	20
六、模型建立与求解 .....	24
6.1 卡方检验 .....	24
6.2 基于 IFS 的深圳市蔬菜质量安全风险评估模型 .....	24
6.3 基于模糊理论的风险评价模型 .....	26
6.4 农药风险系数模型 .....	29
6.5 蔬菜抽样检验方案设计 .....	31
6.6 深圳市新鲜蔬菜抽检具体方案 .....	33
6.7 多目标优化模型 .....	35
七、模型评价与推广 .....	38
7.1 模型的优点 .....	38
7.2 模型的缺点 .....	38
7.3 模型的推广方向 .....	38
八、推动深圳市蔬菜食品安全质量提高的建议信 .....	39
九、参考文献 .....	40
十、附录 .....	40

## 一、问题提出

民以食为天。食品安全问题是国家和民族安全问题。深圳市目前新鲜蔬菜消费属性是输入型的。除了批发市场、农贸市场、超市、配送中心等常规渠道外，还有网络购物、流动摊贩、大单位（企业饭店）的点对点直接配送等输入方式。蔬菜品种繁多，即使同一品名，也存在产地的差别；即使同一地域来源的同一品名蔬菜，不同生产管理模式也会存在较大的质量差异；此外还有反季节生产方式等；这诸多因素都对传统的蔬菜安全监管工作方法构成新的挑战。根据附件中蔬菜抽检的流程及检测的数据，完成以下任务。

- (1) 收集数据，调查，分析深圳市各季节新鲜蔬菜消费种类及不同输入渠道的比例；
- (2) 评估检验中忽略某些输入渠道的抽样导致的食品安全风险；
- (3) 基于附件评估深圳新鲜蔬菜食品安全风险；
- (4) 根据科学的统计推断原理，设计一套深圳市新鲜蔬菜抽样检验方案，以满足不同层面监测工作的需要，提高食品安全防控效率与质量；
- (5) 基于研究结果给深圳市政府写一封建议信；

## 二、问题分析

在蔬菜种植过程中，需要考虑农产品的收益，因此会使用一些杀虫剂来防止害虫灾害，在销售过程中会对一些蔬菜使用防腐添加剂以延长蔬菜保质期，或者蔬菜受到周围空气的农药污染。而这些措施都会使蔬菜含一些有对人体有危害作用的化学成分。

初步问题是在统计分析方面，基于题目给出的附件数据，本文结合深圳市市场和市场监督管理总局官网(<http://www.szmqs.gov.cn>)上的数据，收集了2014年-2017年各期的农产品质量安全报告（详细数据请看附件1）、2015-2016年全国生鲜蔬菜检测结果。根据深圳市食用农产品质量安全检测抽检方案可知：每月的蔬菜质量安全抽检均选择当月的主销产品和时令产品进行安全检测。本文将季节按月份可划分为：春季：3月—5月，夏季：6月—8月，秋季：9月—11月，冬季：12月—2月，并以此分析各季节新鲜蔬菜的消费种类、各蔬菜所占市场比例及输入渠道。

接下来的重要问题是寻找蔬菜安全风险指标，建立蔬菜食品安全风险评估体系，本文认为蔬菜的安全风险指标包括蔬菜抽检的合格率、不合格食品有害物质的超标率、蔬菜产地、季节性等。在建立食品安全风险评估体系方面，相关领域学者提出了基于Delphi Method和AHP的区域蔬菜质量风险评价方法、基于IFS法的蔬菜质量风险评价方法等。本文认为需要综合考虑实际数据特征及农药风险系数才能建立较好的安全风险评估模型。

最后的问题是需要设计深圳市新鲜蔬菜检验方案，通过抽验样本精确地推断总体样本情况的关键是运用科学合理的抽验方法。本文认为难点在于需要找出蔬菜食品安全监测的全部核心指标并协调分配到各层面监测工作中，既要做到全面切实可行的安全检测也需避免重复检测。并根据在研究的结果，从蔬菜食品安全检、普及农药残留基本知识、生产业农药施放管理制度方面予以参考性建议。

三、基本假设

- (1) 抽检数据真实可靠
- (2) 深圳市蔬菜市场供求关系处于平衡状态
- (3) 蔬菜中农药残留量服从正态分布
- (4) 蔬菜中农药残留的法定限制范围不发生更改
- (5) 蔬菜检验过程不会出现技术性失误
- (6) 短期内蔬菜产地、生产模式等不发生变化

四、符号说明

符号	说明	符号	说明
$P_c$	农药 $c$ 的超标率	$\overline{IFS_c}$	各种农药人体健康的综合影响
$F_c$	农药 $c$ 的施检频率	$M_c$	农药 $c$ 的检出值
$S_c$	农药 $c$ 的敏感因子	$N$	蔬菜抽检年样本总量
$q$	$n$ 种不同蔬菜的购买指数向量	$T$	深圳市蔬菜年输入总量
$IFS_c$	农药 $c$ 对人体健康的影响	$u_{\frac{\alpha}{2}}$	标准正态分布面积之和等于 $\alpha$ 时的标准值
$EDI_c$	农药 $c$ 的实际摄入量估算值	$\hat{p}$	以往蔬菜抽查的不合格率
$f$	安全摄入量矫正因子	$\delta$	总体标准差
$SI_c$	安全摄入量	$B_i$	第 $i$ 种蔬菜的合格率
$m_b$	人体平均质量	$pe_k$	深圳市第 $i$ 个辖区的人口比例
$R_c$	蔬菜中农药 $c$ 的最大检出值	$nx_{ik}$	深圳 $k$ 月份第 $i$ 各辖区应抽检的蔬菜数量

## 五、数据收集分析

### 5.1 蔬菜数据收集及预处理

#### (1) 深圳市蔬菜抽检数据的采集

本文结合深圳市市场和质量监督管理委员会官网(<http://www.szmqs.gov.cn>)上的数据,收集了题目附件数据、深圳市 2014 年-2015 年各个季度的农产品质量安全报告、深圳市 2016 年-2017 年每月的农产品质量安全报告以及各期的蔬菜质量安全监测结果,数据类型如表 1、表 2 所示(详细数据请看附件)。

表 1 2017 年 1 月份全市食用农产品监测总体情况

区域	类型	抽样数量	不合格样品数量	合格率 (%)	总合格率 (%)	排名
盐田区	种植业产品	24	0	100	100	1
	畜禽产品	18	0	100		
	水产品	12	0	100		
大鹏新区	种植业产品	24	1	95.8	98.3	2
	畜禽产品	18	0	100		
	水产品	16	0	100		
...	...	...	...	..	...	...

表 2 2017 年 1 月份各区种植业产品监测情况汇总表

区域	抽样数量 (份)	不合格样品数量	合格率 (%)	排名
光明新区	34	0	100	1
盐田区	24	0	100	1
福田区	48	1	97.9	3
坪山区	34	1	97.1	4
罗湖区	48	2	95.8	5
龙华区	48	2	95.8	5
大鹏新区	24	1	95.8	5
龙岗区	100	5	95.0	8
南山区	48	3	93.8	9
宝安区	72	6	91.7	10
合计	480	21		

#### (2) 全国蔬菜抽检数据的采集

本文结合附件 3 提供的数据,并在食品资讯中心(<http://news.foodmate.net>),收集了 2015 年-2016 年全国抽检蔬菜制品检验结果,如表 3 所示(详细数据见附件)。

表 3 蔬菜及监督抽检产品合格信息

序号	标识生产企业名称	标识生产企业地址	被抽样单位名称	被抽样单位所	食品名称	规格型号	生产日期/批	分类	公告号	公告日期	任务来源/项
1	上海乐购物流有限公司闵行分公司	上海市闵行区都会路2385号	特易购商业（上海）有	上海	小白菜	500g/袋	2016-02-24（进货）	食用农产品	2016第23期	2016.6.15	上海/省抽
2	上海乐购物流有限公司闵行分公司	上海市闵行区都会路2385号	特易购商业（上海）有	上海	卷心菜	500g/袋	2016-02-25（进货）	食用农产品	2016第23期	2016.6.15	上海/省抽
3	上海乐购物流有限公司闵行分公司	上海市闵行区都会路2385号	特易购商业（上海）有	上海	黄瓜	500g/袋	2016-02-25（进货）	食用农产品	2016第23期	2016.6.15	上海/省抽

### （3）蔬菜名称规范化

根据收集的数据，发现在蔬菜抽检记录数据中有些是同一种蔬菜，但记录的别名不同，例如：结球甘蓝（*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.）是十字花科植物，别名有：卷心菜、洋白菜、疙瘩白、包菜等。因此，本文根据《中华人民共和国国家标准：蔬菜名称 1 (GB 8854-1988)》及《2017 年深圳市食用农产品质量安全监测抽检方案》对抽检蔬菜进行分类，制定了蔬菜分类标准化表，分类标准如表 4 所示（详细表格请看附录 4），并以此对抽检记录的蔬菜名称进行规范整理。

表 4 叶菜类包含的蔬菜品种

叶菜类	菠菜	菠稜菜、赤根菜、角菜、波斯草
	茼蒿	千金菜、茼笋、生菜、青笋、茼蒿笋、茼菜、油麦菜、莪麦菜
	芹菜	芹、药芹、苦蕒、蕒葵、蕒菜、旱芹
	蕒菜	空心菜、竹叶菜、通菜、藤菜、蕒菜
	茼菜	米茼、赤茼、刺茼、青香茼、茼
	叶恭菜	蕒苣菜、牛皮菜、厚皮菜、光菜、叶甜菜
	菊苣	欧洲菊苣、苞菜、吉康菜、法国莴苣菜
	冬寒菜	冬茼菜、冬葵、葵菜、滑肠菜
	落葵	木耳菜、软浆叶、软姜子、染浆叶、胭脂豆、豆腐菜、藤菜、紫果菜

### （4）各月份适合种植的蔬菜类型

蔬菜按气候类型可分为喜热型、喜寒型、耐寒型，按成长类型又可分为长得快型、长得慢型等，因此不同蔬菜的种植环境有差异。本文收集了蔬菜种植时间表，记录了每个月适宜种植的蔬菜种类，如表 5 为 1 月份适合种植的蔬菜（所有月份数据请见附录 5）。



表 5 1 月份适合种植的蔬菜类型

月份	适合播种的蔬菜
1	月油菜、四月曼、菠菜、芥蓝、生菜、马铃薯、葱、茄子、番茄、辣椒、芋头、茼蒿。

## 5.2 蔬菜各季节消费种类及比例分析

根据《深圳市食用农产品质量安全检测抽检方案》可知：每月的蔬菜质量安全抽检均选择当月的主销产品和时令产品进行安全检测。因此，本文将季节按月份可划分为：春季：3月—5月，夏季：6月—8月，秋季：9月—11月，冬季：12月—2月，并根据2016年—2017年期间的各期蔬菜质量安全检测的数据分析深圳市各季节新鲜蔬菜的消费种类、比例及输入渠道等信息，所得结果如下：

### (1) 春季（3月—5月）

表 6 深圳市春季所有销售的新鲜蔬菜及其比例

蔬菜名称	所占比例	蔬菜名称	所占比例	蔬菜名称	所占比例
菜心	0.0698	土豆	0.0161	包芥菜	0.0054
生菜	0.0483	萝卜	0.0161	香麦菜	0.0054
青瓜	0.0430	番茄	0.0161	茼蒿	0.0054
西红柿	0.0430	胡萝卜	0.0108	平包菜	0.0054
上海青	0.0430	白菜心	0.0108	甜豆	0.0054
结球甘蓝	0.0376	红萝卜	0.0108	蚕菜	0.0054
黄瓜	0.0322	莢菜	0.0108	毛瓜	0.0054
苦瓜	0.0322	西葫芦	0.0108	白萝卜	0.0054
小白菜	0.0322	洋葱	0.0108	奶白菜	0.0054
四季豆	0.0268	菠菜	0.0108	韭黄	0.0054
油麦菜	0.0268	麦菜	0.0108	甘蓝	0.0054
芥蓝	0.0268	莴笋	0.0108	南瓜	0.0054
大白菜	0.0268	花椰菜	0.0108	西兰花	0.0054
春菜	0.0215	圆椒	0.0108	大葱	0.0054
豇豆	0.0215	皇帝菜	0.0108	黄皮椒	0.0054
茄子	0.0215	尖椒	0.0108	红菜心	0.0054
莲藕	0.0215	本地白	0.0108	苋菜	0.0054
西洋菜	0.0161	姜	0.0053	苦麦菜	0.0054
荷兰豆	0.0161	红菜苔	0.0053	芦笋	0.0054
娃娃菜	0.0161	通菜	0.0053	蒜苗	0.0054
青椒	0.0161	番薯叶	0.0053	芥菜	0.0054
芹菜	0.0161	白苋菜	0.0053	丝瓜	0.0054

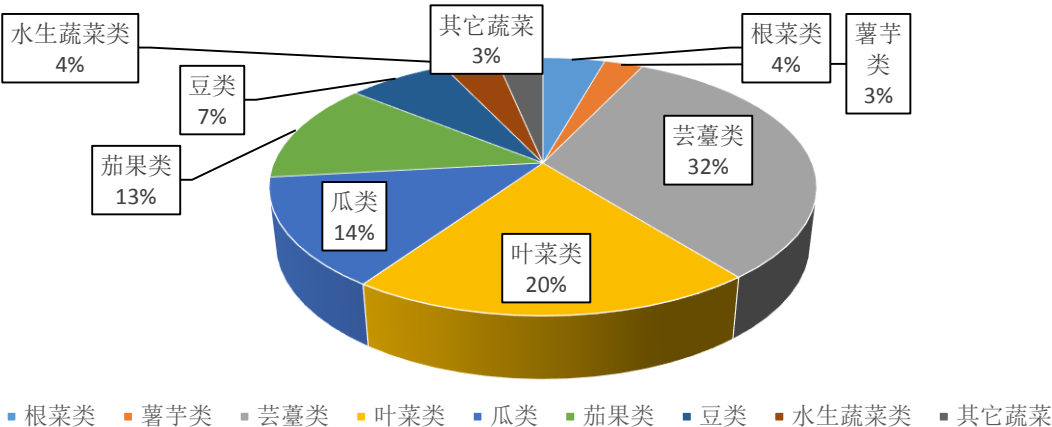


图 7 深圳市春季新鲜蔬菜种类及其比例

**数据分析—春季蔬菜：**由表 6 和图 7 可知，春季深圳市约有 66 种可消费的新鲜蔬菜，其中菜心、青瓜、生菜等蔬菜销售比例较大，分别占蔬菜市场的 7.0%、4.3%、4.8%的比例。而在各大类蔬菜中，芸薹类、叶菜类和瓜类的蔬菜消费的比例最大，分别为 32%、20%、14%，占总体蔬菜市场 66%的比例，其原因在于芸薹类、叶菜类和瓜类蔬菜品种比较丰富、有营养价值且易于种植，是主流的消费蔬菜食品，因此供应也比较多。

(2) 夏季（6 月-8 月）

表 8 深圳市夏季所有销售的新鲜蔬菜及其比例

蔬菜名称	所占比例	蔬菜名称	所占比例	蔬菜名称	所占比例
菜心	0.0937	蕹菜	0.0173	红薯叶	0.00347
青瓜	0.0677	西葫芦	0.0156	麦菜	0.00347
西红柿	0.0554	结球甘蓝	0.0138	红苋菜	0.00347
生菜	0.0538	通菜	0.0138	秋葵	0.00347
豇豆	0.0538	白萝卜	0.0138	花椰菜	0.00347
苦瓜	0.0520	菠菜	0.0121	蒜苔	0.00347
大白菜	0.0416	芹菜	0.0121	洋葱	0.00347
芥蓝	0.0399	娃娃菜	0.0104	黄叶白	0.00173
上海青	0.0364	韭菜	0.0104	皇帝菜	0.00173
春菜	0.0364	萝卜	0.0086	潺菜	0.00173
小白菜	0.0364	荷兰豆	0.0086	五彩椒	0.00173
番茄	0.0554	红萝卜	0.0086	奶白菜心	0.00173
奶白菜	0.0312	尖椒	0.0069	包生菜	0.00173
芥菜	0.0277	本地白菜	0.0069	豇豆（红）	0.00173
莢菜	0.0260	西兰花	0.0069	莲藕	0.00173
茄子	0.0243	番薯叶	0.0069	蒲瓜	0.00173
油麦菜	0.0225	苋菜	0.0069	南瓜	0.00173
黄瓜	0.0208	白苋菜	0.0052	丝瓜	0.00173
圆椒	0.0190	银丝王	0.0052	冬瓜	0.00173
四季豆	0.0173	苦麦菜	0.0052	土豆	0.00173



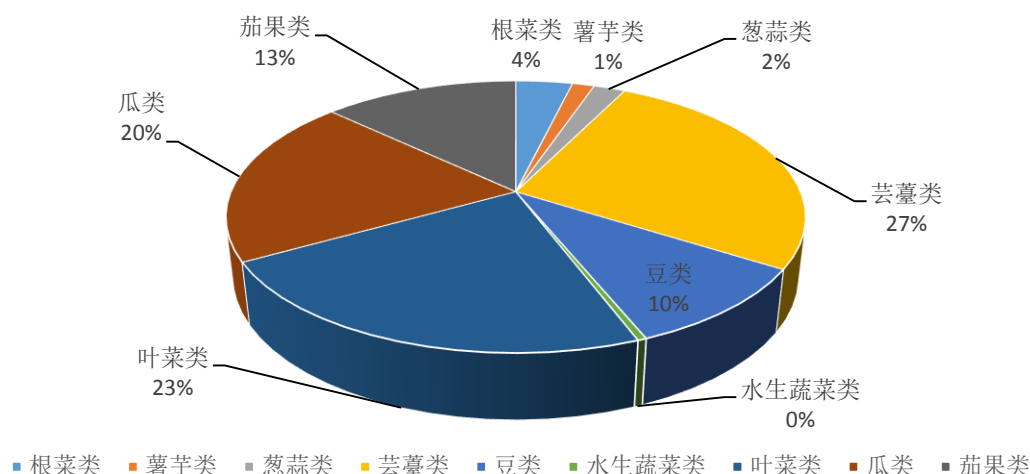


图9 深圳市夏季新鲜蔬菜种类及其比例

**数据分析—夏季蔬菜：**由表8和图9可知，夏季深圳市约有60种可消费的新鲜蔬菜，其中菜心、青瓜、西红柿等蔬菜销售比例较大，分别占蔬菜市场的9.4%、6.8%、5.5%的比例。而在各大类蔬菜中，芸薹类、叶菜类和瓜类的蔬菜消费的比例最大，分别为27%、23%、20%，占总体蔬菜市场70%的比例。

### (3) 秋季（9月-11月）

表10 深圳市秋季所有销售的新鲜蔬菜及其比例

蔬菜名称	所占比例	蔬菜名称	所占比例	蔬菜名称	所占比例
菜心	0.08458	结球甘蓝	0.00926	茼蒿	0.00231
青瓜	0.08342	番薯叶	0.00811	小瓜	0.00231
生菜	0.06720	荷兰豆	0.00579	银丝王	0.00231
上海青	0.05677	萝卜	0.00579	大葱	0.00231
西红柿	0.05561	芹菜	0.00579	红菜苔	0.00115
大白菜	0.04750	娃娃菜	0.00579	红菜心	0.00115
苦瓜	0.04171	西芹	0.00579	红豇豆	0.00115
小白菜	0.04171	西洋菜	0.00579	红辣椒	0.00115
春菜	0.04055	包心芥菜	0.00579	淮山	0.00115
豇豆	0.03592	白菜	0.00579	黄皮椒	0.00115
芥蓝	0.03476	空心菜	0.00579	尖椒	0.00115
油麦菜	0.03012	包生菜	0.00463	韭菜	0.00115
奶白菜	0.02896	红苋菜	0.00463	苦麦菜	0.00115
茼蒿	0.02317	黄白菜	0.00463	莲藕	0.00115
茄子	0.02085	土豆	0.00463	毛瓜	0.00115
麦菜	0.01969	莴笋	0.00463	南瓜	0.00115
菠菜	0.01853	茼蒿	0.00463	生姜	0.00115
黄瓜	0.01853	水白菜	0.00347	水瓜	0.00115
芥菜	0.01853	蕹菜	0.00347	笋	0.00115
白萝卜	0.01622	长白菜	0.00347	西兰花	0.00115

蒲瓜	0.01506	白菜苔	0.00231	香麦菜	0.00115
圆椒	0.01390	白菜心	0.00231	小南瓜	0.00115
四季豆	0.01274	胡萝卜	0.00231	雪里红	0.00115
西葫芦	0.01274	花椰菜	0.00231	洋葱	0.00115
红萝卜	0.00926	青椒	0.00231	长豆角	0.00115

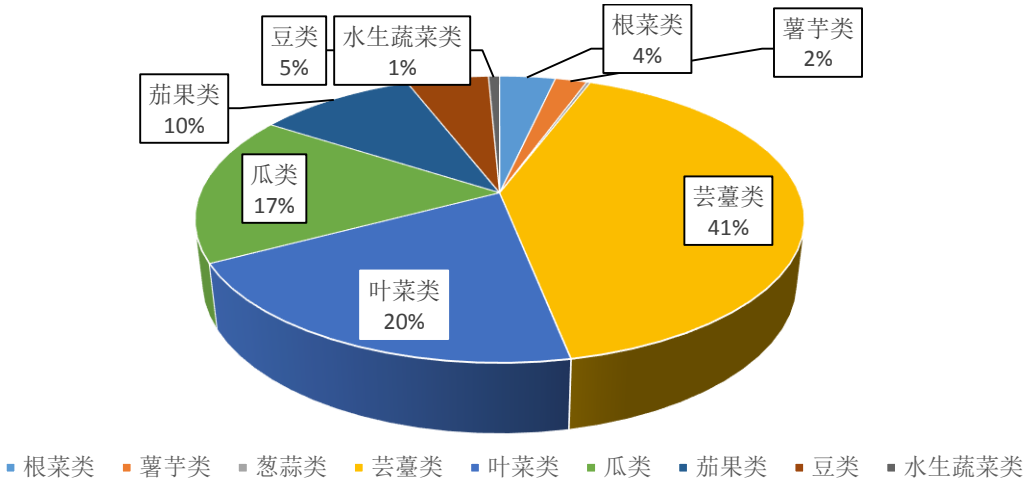


图 11 深圳市秋季新鲜蔬菜种类及其比例

**数据分析——秋季蔬菜：**由表 10 和图 11 可知，秋季深圳市约有 75 种可消费的新鲜蔬菜，其中菜心、青瓜、生菜等蔬菜销售比例较大，分别占蔬菜市场的 8.5%、8.3%、6.7%的比例。而在各大类蔬菜中，芸薹类、叶菜类和瓜类的蔬菜消费的比例最大，分别为 41%、20%、17%，占总体蔬菜市场 78%的比例。

(4) 冬季（12 月-2 月）

表 12 深圳市冬季所有销售的新鲜蔬菜及其比例

样品名称	所占比例	样品名称	所占比例	样品名称	所占比例
菜心	0.075406	土豆	0.012761	葱	0.00232
青瓜	0.068445	苤菜	0.011601	番薯叶	0.00232
生菜	0.062645	胡萝卜	0.010441	佛手瓜	0.00232
上海青	0.053364	莲藕	0.010441	皇帝菜	0.00232
小白菜	0.047564	西葫芦	0.010441	青椒	0.00232
油麦菜	0.041763	白菜	0.009281	蒜苔	0.00232
西红柿	0.040603	红萝卜	0.009281	豌豆	0.00232
大白菜	0.039443	茼蒿	0.008121	小南瓜	0.00232
豇豆	0.031323	圆椒	0.008121	长白菜	0.00232
苦瓜	0.030162	奶白菜	0.006961	包生菜	0.00116
菠菜	0.026682	芹菜	0.006961	春菜心	0.00116
春菜	0.026682	红薯叶	0.0058	大葱	0.00116
番茄	0.026682	韭菜	0.0058	红苋菜	0.00116
白萝卜	0.024362	莴笋	0.0058	黄皮椒	0.00116
结球甘蓝	0.024362	尖椒	0.00464	黄芽白菜	0.00116
麦菜	0.023202	姜	0.00464	空心菜	0.00116

黄瓜	0.022042	萝卜	0.00464	毛瓜	0.00116
四季豆	0.020882	南瓜	0.00464	泡椒	0.00116
芥蓝	0.019722	西兰花	0.00464	沙葛	0.00116
娃娃菜	0.016241	包心芥菜	0.00348	山药	0.00116
西洋菜	0.016241	红菜苔	0.00348	生姜	0.00116
茄子	0.015081	蒲瓜	0.00348	水白菜	0.00116
荷兰豆	0.012761	通心菜	0.00348	水瓜	0.00116
红菜心	0.012761	白菜苔	0.00232	蕹菜	0.00116
芥菜	0.012761	白菜心	0.00232	西生菜	0.00116

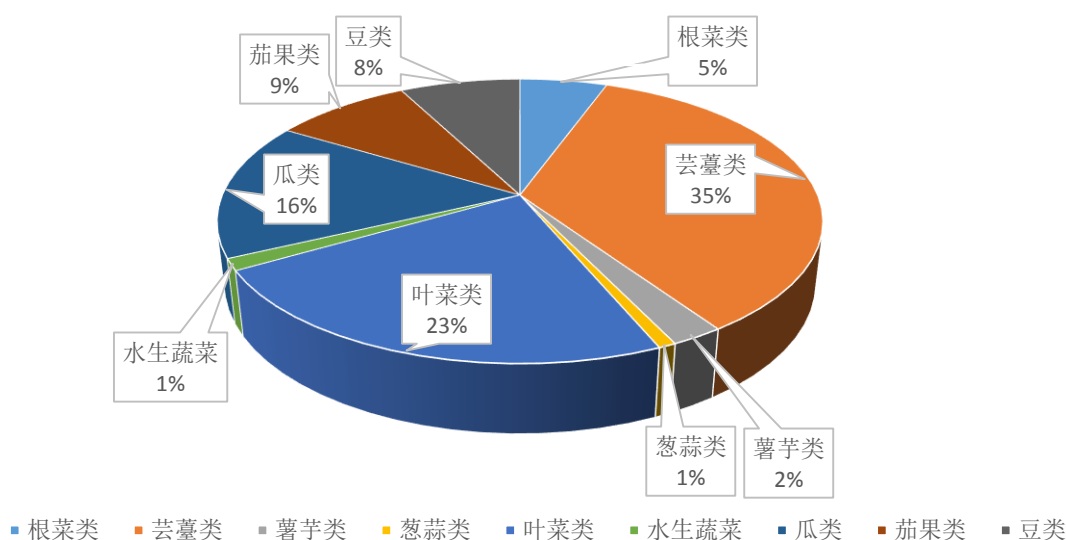


图 13 深圳市冬季新鲜蔬菜种类及其比例

**数据分析-冬季蔬菜：**由表 12 和图 13 可知，冬季深圳市约有 75 种可消费的新鲜蔬菜，其中菜心、青瓜、生菜等蔬菜销售比例较大，分别占蔬菜市场的 7.5%、6.8%、6.3%的比例。而在各大类蔬菜中，芸薹类、叶菜类和瓜果类的蔬菜消费的比例最大，分别为 35%、23%、16%，占总体蔬菜市场的 71%，这也反映出市民购买蔬菜更偏向于白菜类、叶菜类和瓜类的蔬菜。

### 5.3 四季蔬菜市场分析

本文统计发现，一些主流蔬菜例如青瓜、菜心、菠菜、西红柿等，且这些蔬菜所占的市场比例最大，是每个季节主销食品，其原因在于这些类型蔬菜产量大、能够四季种植、蔬菜口感较好。

### 5.4 深圳市蔬菜输入渠道比例

(1) **深圳市蔬菜输入渠道分析：**根据《2017 深圳市食用农产品质量安全检测抽检方案》可知，目前常用的蔬菜渠道包括：批发市场、农贸市场、超市、蔬菜生产基地。本文根据 2014 年—2017 年各期的《食用农产品质量安全报告》的数据统计，得到深圳市蔬菜输入渠道比例。

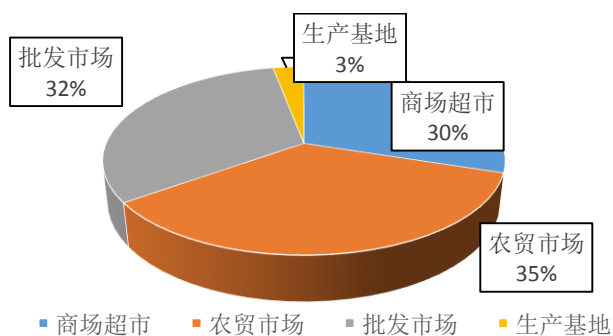


图 14 深圳市蔬菜输入渠道比例

蔬菜输入渠道结果分析：根据图 14 可知，现阶段深圳市蔬菜输入渠道中，农贸市场、批发市场、商场超市、生产基地占得比例分别为 35%、32%、30%、3%。

## （2）各大类蔬菜的输入渠道分析

根据蔬菜消费种类的分析发现芸薹类、叶菜类、瓜类在四季当中所占的比重都很大，因此本文根据数据分别分析这三类蔬菜的输入渠道比例情况。

芸薹类输入渠道比例：如图 15 所示为各渠道输入叶菜类蔬菜的比例。深圳市芸薹类蔬菜的输入渠道主要包括农贸市场、批发市场、超市、生产基地和商场超市，其中农贸市场占了总体蔬菜市场的 42%，如图 15 所示为各渠道输入芸薹类蔬菜的比例。

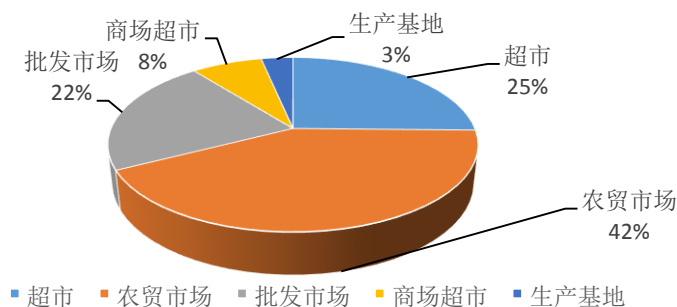


图 15 深圳市芸薹菜类输入渠道比例

叶菜类输入渠道比例：如图 16 所示为各渠道输入叶菜类蔬菜的比例。深圳市叶菜类的蔬菜输入渠道主要包括农贸市场、批发市场、超市、生产基地和商场超市，其中农贸市场占了总体蔬菜的 40%，原因在于叶菜类蔬菜存放周期较短，且为普通市民主要消费的蔬菜。

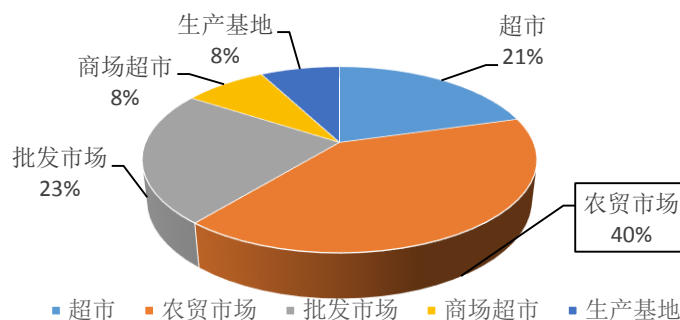


图 16 深圳市叶菜类输入渠道比例

瓜类输入渠道比例：深圳市瓜类的蔬菜输入渠道主要包括农贸市场、批发市场、超市、生产基地和商场超市，其中商场超市输入渠道的占了总体蔬菜 39%，如图 17 所示为各渠道输入瓜类蔬菜的比例。

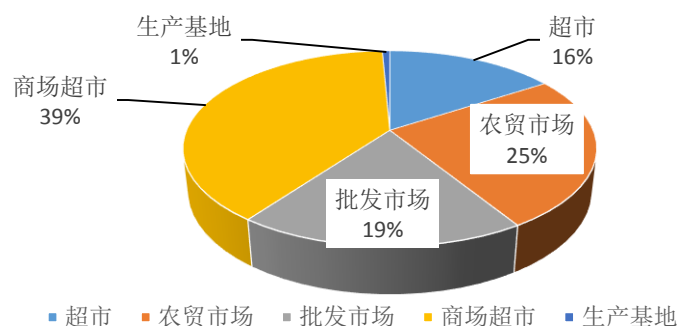


图 17 深圳市瓜类输入渠道比例

### 5.5 安全监测忽略的蔬菜输入渠道

目前深圳市蔬菜质量安全检查场所包括各区所有的批发市场、农贸市场、超市、蔬菜生产基地，覆盖了深圳市大多数蔬菜的输入渠道，但缺少了对网购蔬菜、流动摊贩、大单位点对点运输蔬菜的监测。

#### (1) 网购蔬菜分析

随着市民消费支出不断提高，对蔬菜食品品质、安全、便捷性方面提出了更高的要求，因此有的消费者会直接在互联网上购买蔬菜。

本文根据《2016 年上半年深圳居民购物行为调查报告》的数据统计<sup>[2]</sup>，得到深圳市居民日常购买生鲜类产品的主要渠道比例分布，如图 18 所示。根据《2016 年中国生鲜电商市场现状分析及发展趋势预测》的数据统计<sup>[3]</sup>，得到用户网购生鲜类产品的比例分布、中国生鲜电商市场发展趋势，如表 19、图 20 所示。

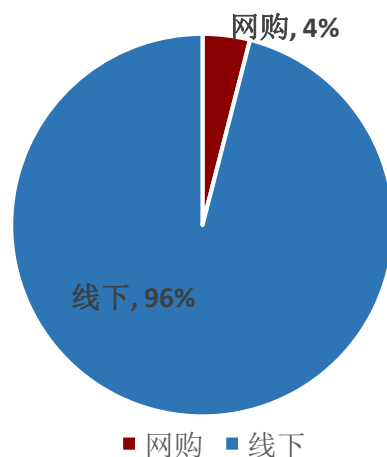


图 18 深圳市居民日常购买生鲜产品主要渠道 来源：《2016 年上半年深圳居民购物行为调查报告》

表 19 2015 年网购用户网购的生鲜类产品分布

排名	产品	排名	网购品类分布
1	蔬菜类	1	水果类 72.0%
2	水果类	2	乳品 49.0%
3	肉类	3	肉类 46.7%

4	水产类	4	水产 4.63%
5	乳品	5	蛋类 24.9%
6	蛋类	6	蔬菜类 23.7%

令 $Q_{SZ}$ 为深圳市民网购生鲜产品的比例， $U_{SZ}$ 为 2015 年网购生鲜类产品的用户中网蔬菜类的比例， $P_{SZ}$ 为深圳市新鲜蔬菜中网购输入渠道占的比例，则可得到：

$$P_{SZ} = Q_{SZ} * U_{SZ}$$

$$Q_{SZ} = 4\%, U_{SZ} = 23.7\%$$

$$\text{解得：} P_{SZ} = 0.948\%$$

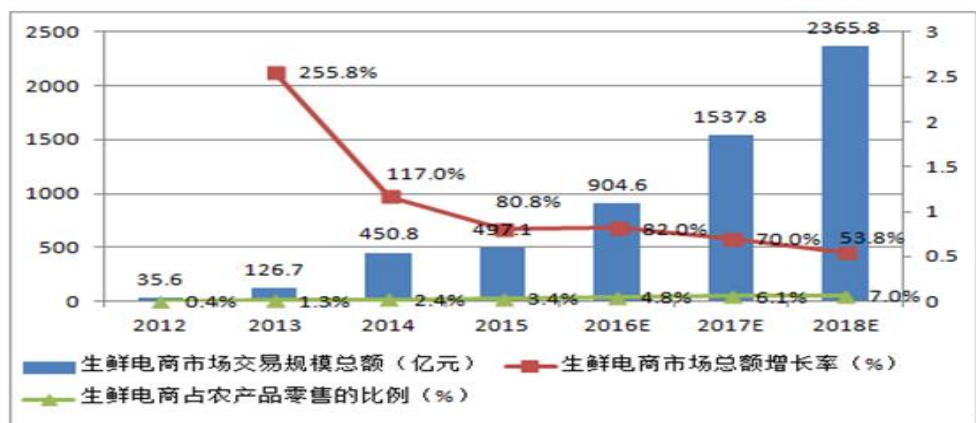


图 20 中国生鲜电商市场交易规模及增长率 来源：《2016 年中国生鲜电商市场现状分析及发展趋势预测》

**结果分析：**在深圳市总体蔬菜市场中，通过网络渠道购买蔬菜的比例约为 0.95%。即忽略网购渠道的蔬菜抽样导致的食物安全风险占深圳市食物安全风险的比例约为 1%，但未来生鲜电商交易预计会以 53%~80%的年增长率迅速升高，而网购的蔬菜来源于全国各地的蔬菜电商，食品监督局需要与生鲜电商平台进行协作，严格对网购蔬菜的质量安全进行监测。

## (2) 流动摊贩售卖蔬菜分析

流动商贩的蔬菜大多来源于个体户种植，属于深圳市本地种植蔬菜，还有部分来源于批发市场。根据深圳市统计局发布的数据显示，深圳现有农业用地约 10 万亩，其中包括基本农田 3.23 万亩，蔬菜年产量  $S=10.18$  万吨。设深圳市种植蔬菜占深圳市年消费蔬菜的比例为 $P_1$ ，深圳市年消费蔬菜总量为 $W$ ，深圳市拥有的人口为 $L$ 。据《2016 年全国平均身高体重》，中国营养学会《2007 年中国居民平衡膳食宝塔建议》，综合计算得到：

深圳市人均摄入的蔬菜量

$$F = 275g / (\text{人} * \text{天})$$

深圳市蔬菜年消费总量

$$W = F * L * 365$$



### 深圳市本地种植蔬菜比例

$$P_l = S/W$$

求解可得  $P_l = 0.0507$ , 因此深圳市本地种植的蔬菜占总蔬菜市场的比例为 4.02%, 深圳蔬菜生产基地的蔬菜占的市场总量  $P_s = 3\%$ , 因此计算深圳市流动摊贩销售的蔬菜占比  $P_t$ :

$$P_t = P_l - P_s, \text{ 解得: } P_t = 1.02\%$$

流动摊贩=本地种植+常规渠道

**结果分析:** 深圳市通过流动摊贩渠道消费的蔬菜仍存在安全风险问题, 而抽检流动摊贩的蔬菜难度大且样本代表性不强, 应加强对深圳市本地种植蔬菜的统一化管理, 从源头把控本地种植蔬菜的安全质量。

### (3) 大单位点对点蔬菜分析

当下抽检部门着重对蔬菜的重点输入渠道进行抽检, 而缺少对大型连锁餐饮单位点对点运输蔬菜的质量抽检, 可能导致蔬菜质量在餐饮这一环节出现安全问题。根据《深圳市各区餐饮服务食品安全量化 A 级单位名单通报》, 就 2010 年-2017 年每年深圳市各区被评为食品安全量 A 级的连锁餐饮单位数量情况, 从侧面反映大型连锁餐厅蔬菜质量安全情况。结果以图 21 展示如下:

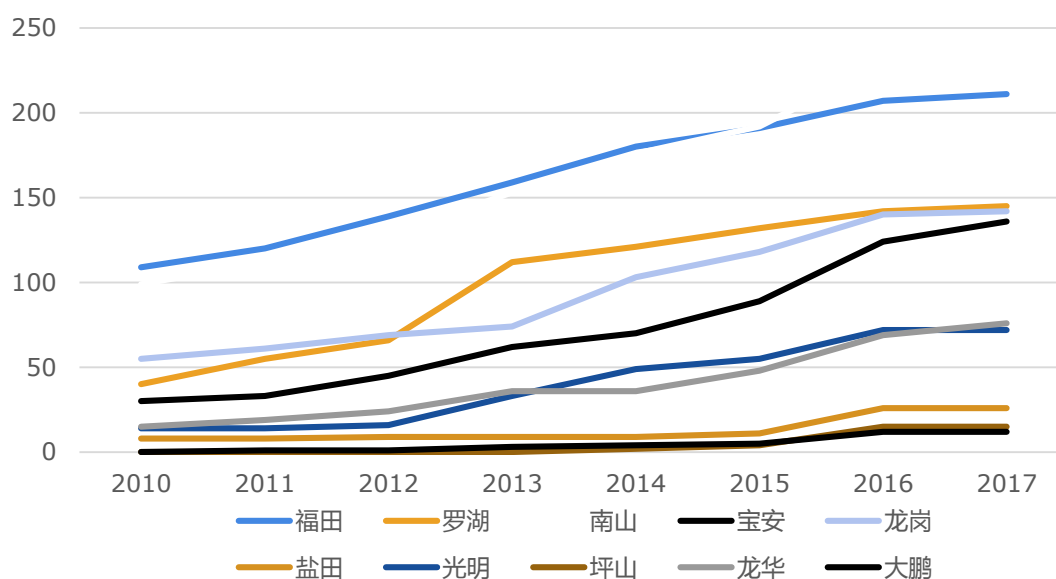


图 21-1 2010 年-2017 年各区 A 级连锁餐饮单位数量情况

**结果分析:** 深圳市餐饮行业 A 级单位数量呈现在逐年上升趋势, 进而说明了蔬菜安全质量监管呈现良好态势。而盐田区、大鹏新区、坪山新区和光明新区被评为安全量 A 级的餐饮单位较少, 从侧面反映出此四个辖区餐饮食品质量有待提高, 蔬菜质量同样需要提高。

根据《2016 年深圳市食品及食用农产品抽检情况报告》数据, 对餐饮行业蔬菜质量安全进行评估。

表 21-2 餐饮环节蔬菜制品合格率

食品类别	食品品种	批次	不合格批次	不合格项目(项目数)	合格率
蔬菜制品	酱腌菜	248	10	二氧化硫残留量(10)	96.72%
	其他蔬菜制品	1	0	-	
	蔬菜干制品	161	11	二氧化硫残留量(11)	
	食用菌制品	231	0	-	

结果分析：餐饮环节蔬菜质量安全抽检中，蔬菜合格率较高，达 96.72%。而在不合格批次中，酱腌菜、蔬菜干制品分别约占 50%，且不合格原因均为二氧化硫残留超标，警示餐饮单位需要严格把控添加剂使用量。

另外，2016 年深圳市市内确诊了 11 起餐饮环节食物中毒事件，其中因致病微生物造成事故占比为 63.64%（图 21-3）：

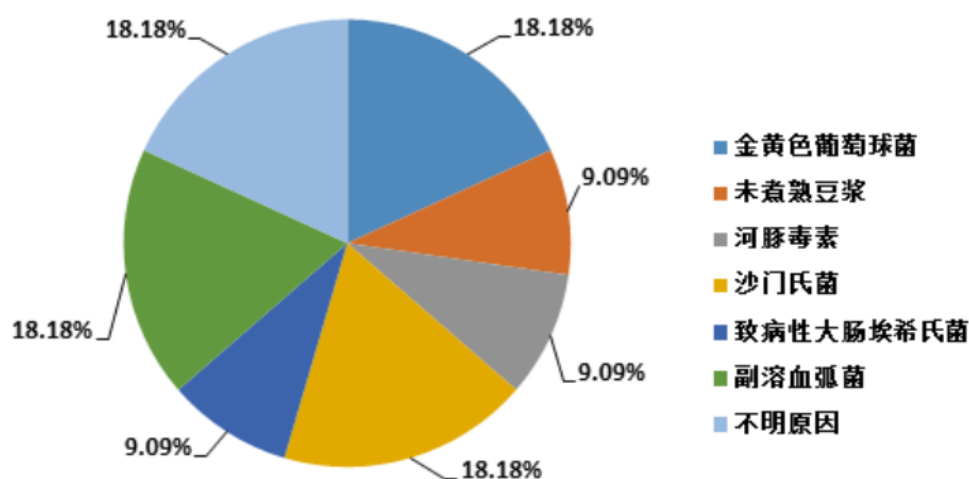


图 21-3 11 起食物中毒事件中各原因

结果分析：深圳市餐饮环节在蔬菜抽检合格率高的情况下，致病微生物、添加剂等抽检项目占不合格、有问题蔬菜较大比例，示意着餐饮单位仍存在蔬菜二次污染问题，餐饮单位仍需致力于改善此种状况。

#### （4）城中村小型市场抽检渠道忽略分析

城中村是深圳市居民主要生活区，也是流动摊-贩高度集中的地方，因此市场食品安全影响范围较广，对当中食品的抽检便显得尤为必要。深圳市外来人口聚居地城中村扮演着重要角色，本文分析得到深圳市外来人口居住在城中村房屋所占比例为 58.7%，城中村是外来人口生活地集中地。

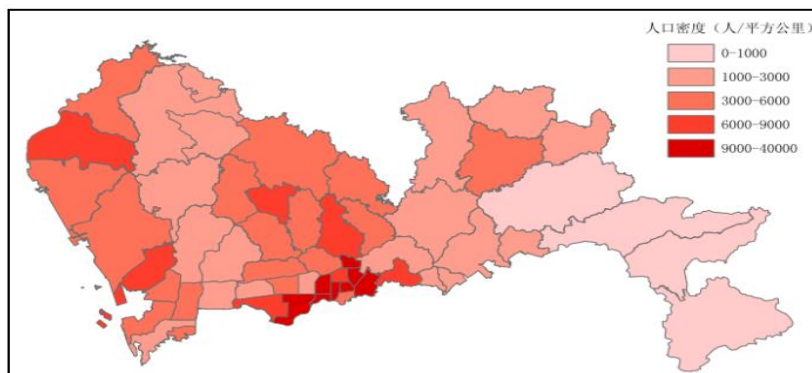


图 21-4 深圳市 2010 年外来人口空间聚集度分布图

外来人口分布：多数集中在罗湖区一带，而罗湖区为深圳市旧城区，当中城中村分布较多，此结果可以进一步阐述上述观点：城中村中人口数量所占比多，外来人口聚集现象突出。

本文从两个角度分析城中村小型市场蔬菜安全风险：

#### (1) 流动摊贩平均通勤时间

考虑到广州市与深圳市同为一线发达城市，城中村现象也相似，所以广州市市场的一些相关情况可以酌情在深圳市予以考虑。城中村小型市场的聚集通常都是流动摊贩的聚集形成，而通过分析流动摊贩的平均通勤时间，便可大致推断城中村小型市场流动摊贩集中情况。在黄耿志等<sup>[4]</sup>人基于广州市 200 个摊贩访谈的实证研究中发现，得出摊贩从居住地到摆摊地的交通方式和通勤时间如下表所示：

表 21-5 摊贩从居住地到摆摊地的交通方式和通勤时间表

交通方式	通勤时间				合计	%
	10 分钟以内	10—30	30—60	60 分钟以上		
步行	49	34	7	4	94	47.0
单车/三轮车	16	31	2	0	49	24.5
公交车	2	22	14	3	41	20.5
地铁	1	11	1	0	13	6.5
自开小车	1	1	1	0	3	1.5
合计	69	99	25	7	200	100
%	34.5	49.5	12.5	3.5	100	

结果分析：由以上分析可知平均通勤时间为 23.6 分钟，可见，距离因素致使流动摊贩更趋于集中在人口密度高、租金成本低的地区，而城中村便符合这样的要求。事实证明，城中村小型市场便是流动摊贩的密集集中场所。流动摊贩蔬菜抽检难度大，质量安全难以得到保证，而且其影响范围和人口较多，故而风险不可忽视。

#### (2) 居民经济收入水平

外来人口收入不稳定，故而居住情况受影响因素较多，深圳市 2010 年外来人口达到 798 万，记为  $L_{wl}$ ，而租金选择因素所占比记为  $P_x$ ，因经济收入较低人

群数量为 $L_d$ ，可得：

$$L_{wl} = 798, P_x = 25\%$$

解得：

$$L_d = L_{wl} * P_x = 199.5$$

低收入人群较为关注日常开支，而城中村里低收入人群趋向选择小型市场解决日常蔬菜需求，而若忽略小型市场蔬菜质量抽检，25%的外来人口可能受到影响，而这个数字较大，不可忽视。随着深圳市经济发展，外来人口数量仍在增加，目前深圳市外来人口已远超以上数字，所以小型市场蔬菜质量抽检任务便显得尤为必要。

### （3）居民蔬菜消费流通

假设市内蔬菜从农田到消费者之间构成一个网络，蔬菜最终全部进入消费者终端，各单位蔬菜量处于动态平衡状态，蔬菜供求关系平衡（图 21-6）。

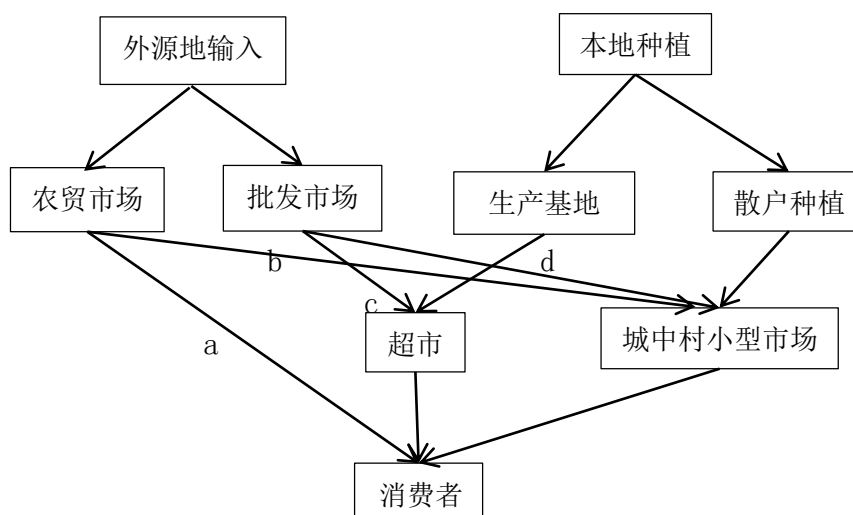


表 21-6 深圳市蔬菜流通渠道简图

按照蔬菜从“农田到消费者”这条输送链分析可知，可将此输送阶段大致分成三部分：第一部分是外源地输入和本地种植，第二部分是农贸市场、批发市场、生产基地和散户种植，第三部分是超市、城中村小型市场和消费者。

上文分析已得输入渠道之比，即为蔬菜流通量之比，比例如下表：

表 21-7 深圳市蔬菜输入渠道比例

流通节点	生产基地	超市	批发市场	农贸市场
流通比例	3%	30%	32%	35%

从输送链第一部分分析，外源地输入占比 95%，所以批发市场占比= $[32/(32+35)]*95\%=45\%$ ，农贸市场占比= $95\%-45\%=50\%$ ；设生产基地占全市蔬菜流通

量为 $X_s$ ，则

$$\frac{35\%}{3\%} = \frac{50\%}{X_s}$$

$$\text{解得: } X_s = 4.29\%$$

第二部分分析，因为上表流通量之比是根据全市流通量占比得到的，故求超市流通量在第二部分流通量占比时，应予以还原。设蔬菜流经第二部分时超市蔬菜量占第二部分蔬菜总量为  $X_c$ ，所以有

$$\frac{X_c}{1+X_c} = 30\%$$

$$\text{求得 } X_c = 43\%$$

第三部分，因为蔬菜流通量最后流通到消费者处，故有以下线性方程组，设当蔬菜在第二部分流通时城中村蔬菜流通量占第二部分蔬菜总量为  $X_{cz}$ ，有

$$\begin{cases} a+b=1 \\ c+d=1 \\ 45\% * a + 43\% + X_{cz} = 1 \\ 50\% * c + 4.29\% = 43\% \\ 0 \leq a \leq 1 \\ 0 \leq b \leq 1 \\ 0 \leq c \leq 1 \\ 0 \leq d \leq 1 \end{cases}$$

$$\text{解得: } X_{cz} = 0.57 - 0.45a \quad c = 77.42\% \quad d = 22.58\%$$

第三部分中，消费者得到蔬菜方式大致可分为农贸市场、超市购买和城中村中小型市场购买。因农贸市场、大型超市多位于城中村外，故分析深圳市城中村内外常住人口比大致可求出 a, b 两值。

深圳市城中村居住约 700 万人口，而 2016 年统计局数据显示，深圳市常住人口达 1191 万，则城中村外人口约 491 万，以此

$$\frac{491}{700} = \frac{a}{b}$$

$$\text{解得: } a = 41\% \quad b = 59\%$$

结果分析：城中村蔬菜流通量占第三部分蔬菜总量约 39%，折算成全市占比约 24%，若不经抽检，则风险较大。城中村小型市场是流动摊贩高密度集中地，当中卫生情况较差，蔬菜二次污染概率较大，不合格率可能较蔬菜流通链第一部分低，即风险性可能更高。所以需加强对城中村小型市场的摊位登记和抽检，以降低风险。

## 5.6 深圳市蔬菜检测结果分析

### (1) 深圳市蔬菜抽检总体合格率

对深圳市 2017 年 1 月-3 月食用农产品监测抽检结果进行分析，如图 22 所示，第一期蔬菜检测合格率为最低值 88.80%，第十期的合格率达到最高 98.2%，蔬菜质量安全监测合格率呈波动上涨的态势，合格率的总体水平在 94% 以上。

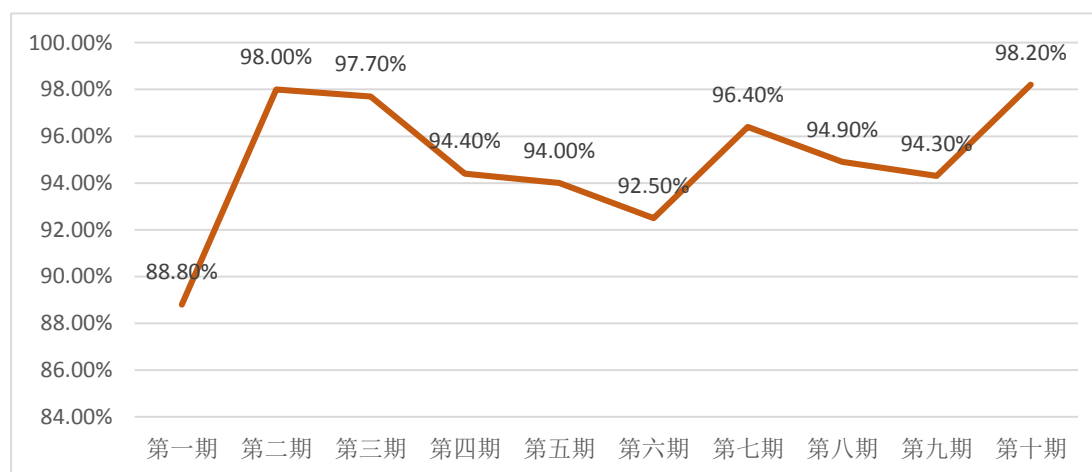


图 22 2017 年 1 月-3 月深圳各期蔬菜检测项目合格率

### (2) 各抽检场所蔬菜的合格率

本文选取了深圳市 2016 年 9 月-2017 年 3 月的各期蔬菜食品抽检结果，统计分析各大蔬菜场所的抽检合格情况，如图 23 所示：

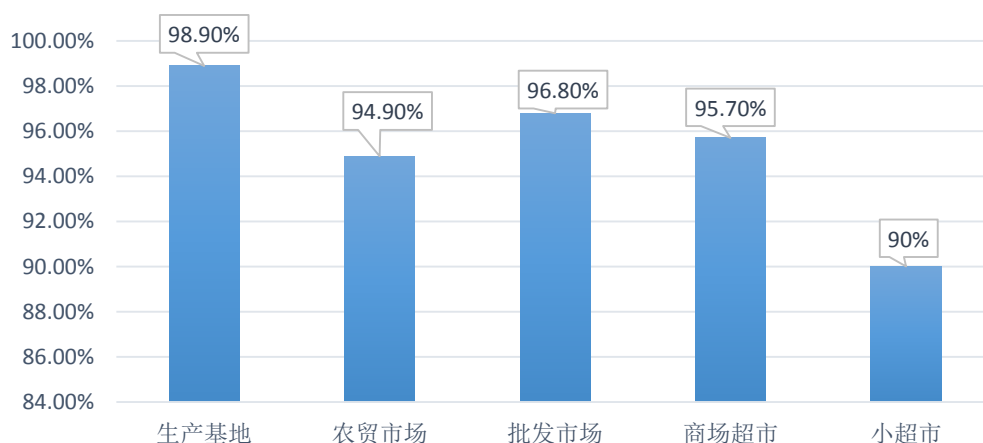


图 23 深圳市 2016 年 9 月-2017 年 3 月各场所蔬菜抽检合格率

**结果分析：**根据图 23 可知，生产基地蔬菜抽检的合格率最高，达到 98.9%，农贸市场、批发市场、商场超市的合格率也处于较高值，达到 94.5% 以上。但小超市场的合格率为 90%，相对其他场所较低。本文分析认为，生产基地的蔬菜受到运送过程中的二次污染较少，因此合格率较高，农贸市场、批发市场、商场超市有较为严格的市场监管制度，而小超市的蔬菜因管理较为疏松且容易受周围环境污染或储存不规范导致合格率较低。



### (3) 各期抽检不合格的蔬菜数量

深圳市 1-10 期的蔬菜中，检出农药超标的蔬菜数量为 43 批，各期不合格蔬菜数量如图 24 所示。

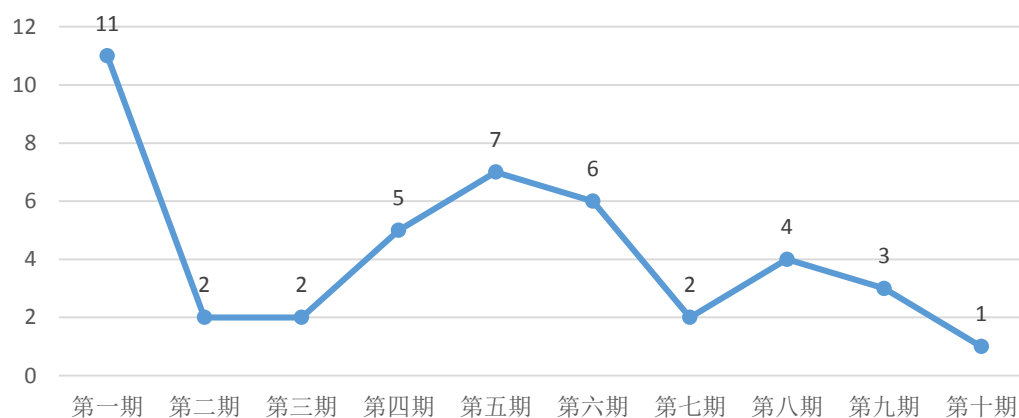


图 24 2017 年 1 月-3 月深圳各期蔬菜检测不合格数量

### (4) 超标农药比例分布

深圳市 1-10 期抽检蔬菜需要检测的农药 58 种，其中有检出 13 种不同农药超标，主要包括敌敌畏、毒死蜱、氟虫腈等，超标农药的检出量在 0.049 -3.24 (mg/kg) 之间，其中的高毒农药包括：氧化乐果、克百威、甲拌磷、甲胺磷、甲基异柳磷 5 种，同时因毒死蜱超标的蔬菜占不合格蔬菜的 33%，如图 25 所示。

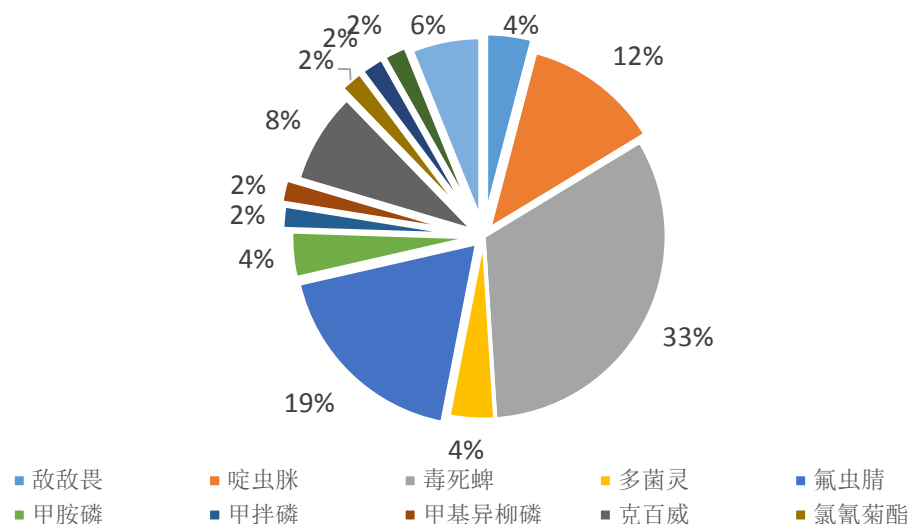


图 25 2017 年 1 月-3 月深圳市不合格蔬菜中的农药分布

### (5) 农药的超标倍数统计

各种农药的超标倍数在 0.67-53 之间，如表 26 所示，其中甲基异柳磷的含量是合格指标的 53 倍，不合格蔬菜中农药的平均超标倍数达 8.51，因此不合格蔬菜食品极易对身体健康造成损害，需制订有关农药施放限制政策严格控制在农产品中使用农药的剂量。

表 26 深圳市 1-10 期蔬菜检测中不合格蔬菜超标情况

检测项目	超标检出平均值 (mg/kg)	法定标准 (mg/kg)	超标倍数
敌敌畏	0.655	$\leq 0.2$	2.275
啶虫脒	1.67	$\leq 1$	0.67
毒死蜱	1.43	$\leq 0.1$	13.34
多菌灵	0.153	$\leq 0.02$	6.65
氟虫腈	0.207	$\leq 0.02$	9.34
甲胺磷	0.349	$\leq 0.05$	3.9
甲拌磷	0.084	$\leq 0.01$	7.1
甲基异柳磷	0.54	$\leq 0.01$	53
百克威	0.138	$\leq 0.02$	5.9
氯氰菊酯	1.76	$\leq 1$	0.76
辛硫磷	0.17	$\leq 0.05$	2.4
溴氰菊酯	0.94	$\leq 0.5$	0.88
氧化乐果	0.108	$\leq 0.02$	4.39

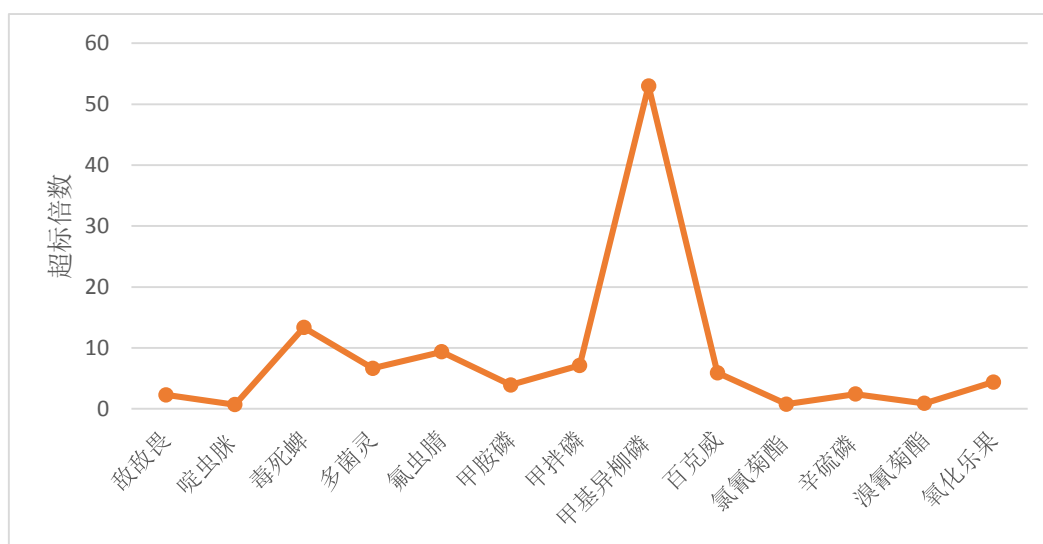


图 27 2017 年 1 月-3 月深圳市不合格蔬菜中农药超标倍数

#### (6) 深圳市蔬菜合格率按季度统计

根据深圳市食品药品监督管理局公布的 2014-2017 年的蔬菜抽检结果，统计各个季度蔬菜检测的合格率，如表 28 所示。

表 28 深圳市 2014-2017 年各季度蔬菜抽检合格率

年份 季度	2014	2015	2016	2017
抽检总数量	4*360	4*360	12*480	480*3
第一季度 (1-3)	91.7%	89.2%	91.7%	95.6%
			95.4%	95.0%

			94.0%	95.2%
	95.6%	92.8%	98.1%	--
第二季度（4-6）			97.1%	
			97.9%	
	93.9%	93.3%	98.8%	--
第三季度（7-9）			97.7%	
			98.3%	
	88.6%	92.2%	96.3%	--
第四季度（10-12）			96.9%	
			97.5%	
一年抽检合格率	92.45%	91.9%	96.64%	

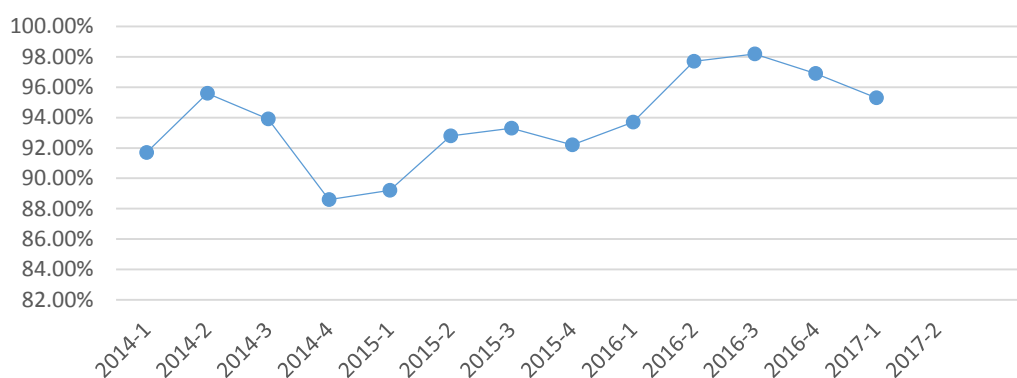


图 29 2014-2017 深圳不同季度蔬菜中检测项目合格率

表 30 2014-2017 年深圳市各季度合格率平均值

季度	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
合格率	92.46%	95.35%	95.15%	92.57%

**结果分析：**由图表（28-30）可知，深圳市 2014-2017 年各季度呈现“双峰梯形型”分布，出现 2 个高峰，2014 年第二季度，2016 年第二季度、第四季度的蔬菜合格率有明显的升高。第一季度、第四季度蔬菜抽检合格率低于第二季度、第三季度的蔬菜抽检合格率，本文分析认为第一季度南方地区多为潮湿雨水季节害虫增多，第四季度蔬菜种植种类较少，因此反季节蔬菜较多，需要施用各种植物生长剂及灭虫剂，导致蔬菜农药残留量增加。

#### （7）2016 年深圳市各类蔬菜抽检合格率

根据 2016 年深圳市蔬菜抽检结果，统计分析各类蔬菜的不合格率，如表 31 所示。

表 31 2016 年深圳市八大类蔬菜抽检合格率

月份	不同蔬菜类型的合格率（%）							
	茄果类	瓜类	根茎类	水生类	叶菜类	鳞茎类	芸薹属类	豆类
1	100	100	100	100	97.8	88.9	91.7	100
2	100	100	90.9	--	94.3	91.7	100	100

3	100	100	100	100	93.2	88.9	93.5	100
4	100	100	100	100	99.3	100	100	87.1
5	100	97.7	100	--	96.4	100	97.8	84.6
6	100	98.2	100	100	92.7	100	100	78.9
7	100	97.7	100	--	92.8	100	100	87.5
8	100	94.6	100	100	96.4	100	100	100
9	97.1	97.8	100	100	98.4	100	100	75
10	100	100	100	--	97.7	--	98.3	95.7
11	100	100	100	--	95.7	--	97.3	90.9
12	100	100	100	100	92.5	100	97	95.8
平均值	99.75	98.83	99.24	100	95.6	96.95	97.97	91.29

**结果分析：**由表 31 可知，2016 年深圳市各类型蔬菜合格率都达到 91%以上，其中，主流消费蔬菜叶菜类、瓜类、茄果类的全年平均合格率都达到了 95%以上，水生类蔬菜合格率达 100%，原因在于水生蔬菜的生长环境水量多，能够起去除蔬菜中多数农药的作用。

5.7 2015-2016 年全国抽检蔬菜质量检测结果分析

对题目附件 3 的数据进行分析，提取出鲜菜类不合格信息情况表，并根据链接，收集了 2015-2016 年全国抽检蔬菜的合格信息。

(1) 全国生鲜蔬菜抽检合格率

根据附件 3 中的 310 批不合格生鲜蔬菜的抽检来源分析，得到抽检合格的生鲜蔬菜数量为 7159，近两年全国蔬菜合格率为 95.85%，如图 32 所示。深圳市蔬菜属于输入型，因此全国生鲜蔬菜抽检合格率，可作为深圳市蔬菜抽检误差检验的参考标准。

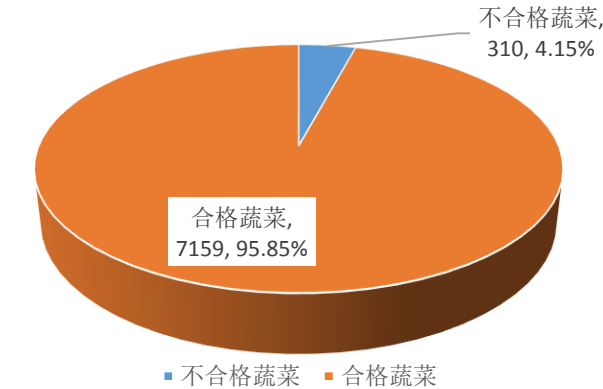


图 32 全国蔬菜抽检合格情况

(2) 不合格生鲜蔬菜分析

统计不合格新鲜蔬菜的类别，如表 33-1 所示，导致蔬菜食品不合格的主要包括添加剂、农药残留、重金属污染等 8 种类型，其中因农药超标残留导致蔬菜不合格的比例占了 60%，其次是食物添加剂占了 22%，如图 33-2 所示，出

农药残留外的因素导致蔬菜不合格的比例占了 40%，因此在蔬菜检测中，也需要对重金属、添加剂进行的严格的监控才能保证蔬菜食品的安全性。

表 33-1 全国蔬菜抽检不合格类别分布

不合格项目分类	数量	不合格项目分类	数量
标签	1	重金属污染	34
非法添加剂	14	质量指标	1
农药残留	186	微生物	4
生物毒素	1	食物添加剂	69

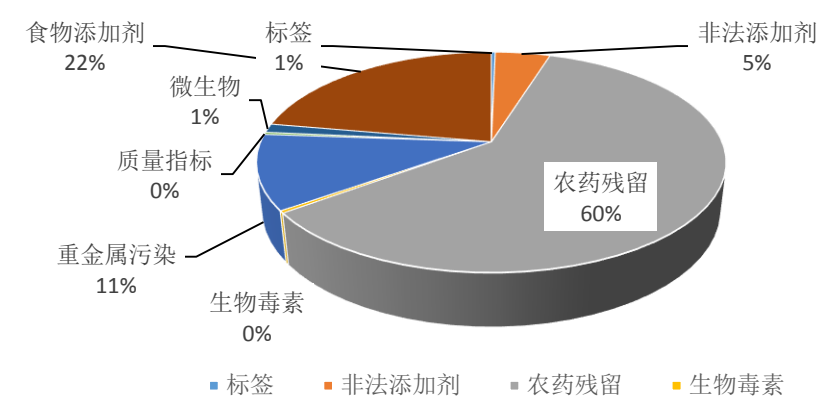


图 33-2 蔬菜不合格类别的比例

（3）不合格蔬菜类型统计

根据近两年全国抽检不合格生鲜蔬菜的结果，统计分析不合格蔬菜的类型分布，如图 34 所示。

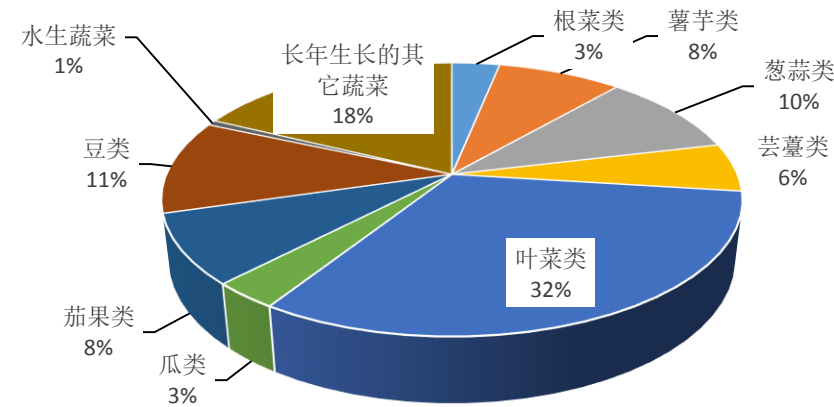


图 34 全国抽检不合格蔬菜类型比例

**结果分析：**根据图 34 可知，在不合格蔬菜中，市场主销蔬菜叶菜类的比例达到 32%，而同为主流蔬菜瓜类占的比例为 3%，原因是叶菜类的蔬菜品种最多，消费需求高，而且叶菜类蔬菜容易受到虫害，使得农药施放比例较高。因此需要增加叶菜类蔬菜抽检的批次，提高抽检要求。

（4）农药超标类型统计

根据近两年全国抽检不合格生鲜蔬菜的结果，统计分析全国抽检不合格蔬菜农药残留类型及其数量，如图 35 所示。

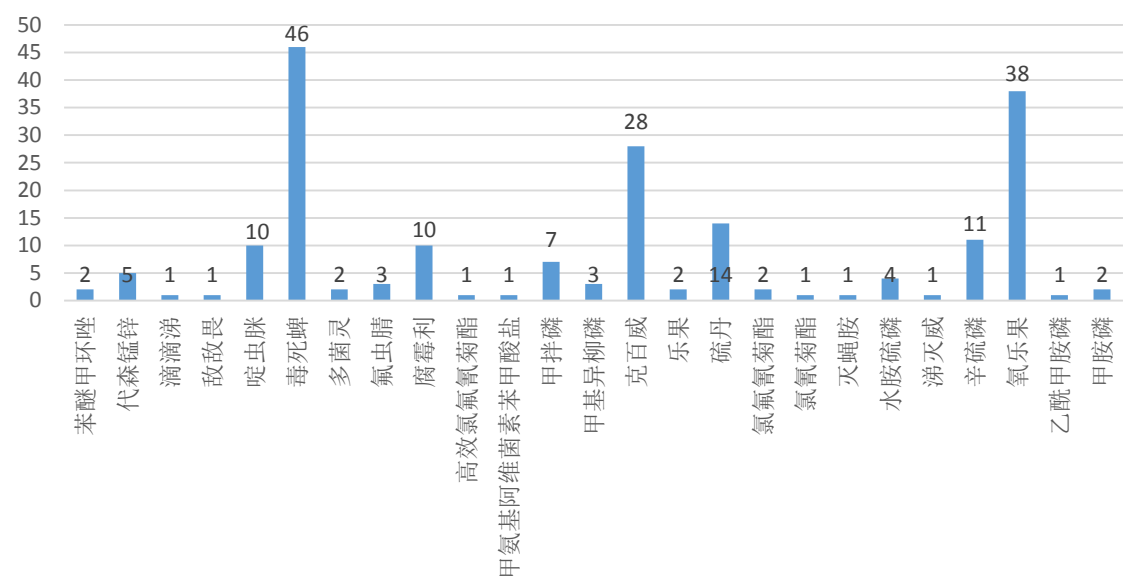


图 35 全国抽检不合格蔬菜农药残留类型

**结果分析：**根据图 35 可知，在不合格蔬菜中包括了 25 种不同类型的农药，包括氧化乐果、克百威、甲拌磷、甲胺磷、甲基异柳磷等高危或不得检出的农药。其中毒死蜱、克百威、氧乐果检出数量分别为 46、28、38，明显高于其它农药检出数量。

(5) 不合格的蔬菜中农药的超标倍数

农药残留量是衡量蔬菜安全风险最重要的指标之一，统计分析近两年全国抽检不合格蔬菜农药的超标倍数，如表 36、图 37 所示。根据统计结果可知，全国蔬菜抽检农药超标平均倍数为 14.37，其中甲拌磷超标倍数达 139，为所有农药残留超标倍数的最高值，不可检出的超标农药中硫丹、水胺硫磷含量分别为 0.122mg/kg、0.535mg/kg，因此不合格蔬菜食品仍会引发较大的安全问题，严格限制甲拌磷、氧乐果、水胺硫磷等超标严重的农药的施放剂量。

图 36 全国抽检不合格蔬菜农药超标倍数统计表

农药类型	平均值 (mg/kg)	法定 限制	超标 倍数	农药类型	抽检平均 值 (mg/kg)	法定 限制	超标 倍数
苯醚甲 环唑	0.591	0.5	1.182	甲基异柳磷	0.27	0.01	27
代森锰 锌	5.8	1	5.8	克百威	0.118	0.02	5.9
滴滴涕	1	0.2	5	乐果	2.18	1	2.18
敌敌畏	0.88	0.2	4.4	硫丹	0.122	0	
啉虫脒	4.046	1	4.046	氯氟氰菊酯	1.08	0.5	2.16
毒死蜱	0.7926	0.05	15.852	氯氰菊酯	1.32	1	1.32



多菌灵	1.321	0.5	2.642	灭蝇胺	1.668	0.5	3.336
氟虫腈	0.056	0.02	2.8	水胺硫磷	0.535	0	
腐霉利	2.808	0.2	14.04	涕灭威	0.51	0.03	17
氯氟氰菊酯	1.25	0.5	2.5	辛硫磷	0.127	0.005	25.4
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐	0.05	0.02	2.5	氧乐果	0.574	0.02	28.7
甲胺磷	0.75	0.05	15	乙酰甲胺磷	2.72	1	2.72
甲拌磷	1.39	0.01	139				
平均超标倍数							14.37

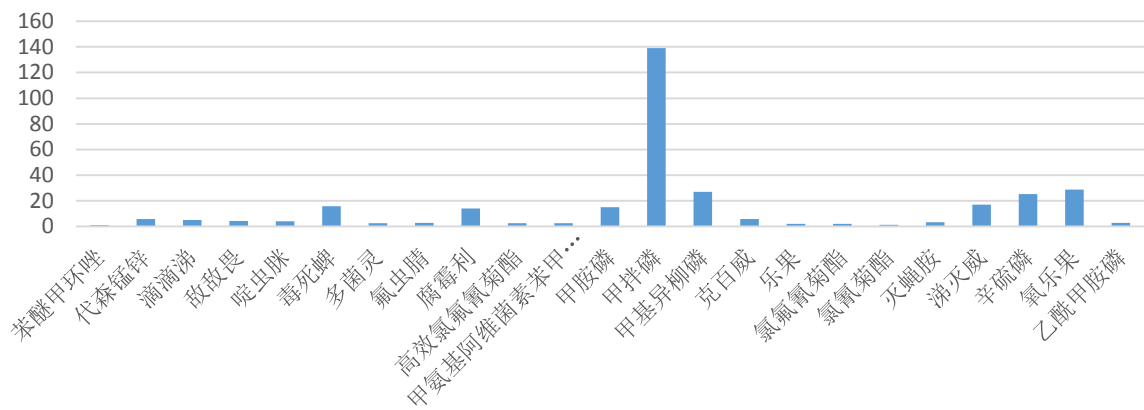
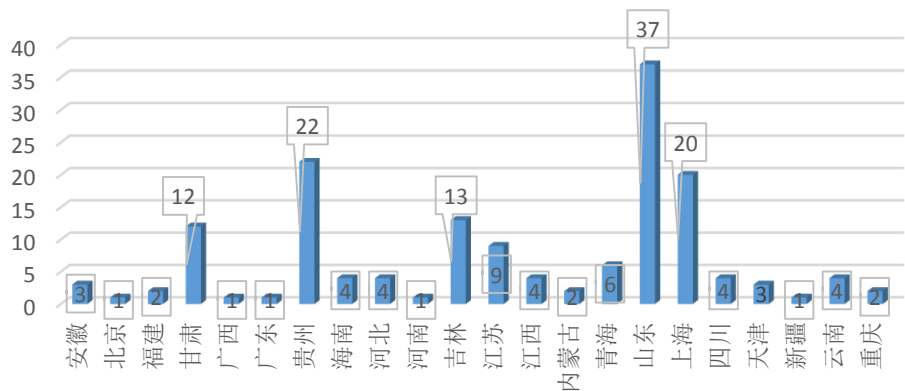


图 37 全国抽检不合格蔬菜农药超标倍数

(6) 不合格蔬菜的地区分布

蔬菜种植会受到当地环境、气候的影响，即同一种蔬菜统也会因不同地区种植产生质量安全的差异，统计全国抽检不合格生鲜蔬菜的生产地区，如表 38 所示。

表 38 不合格生鲜蔬菜地区分布



**结果分析：**根据表 38 可知，全国蔬菜抽检中，山东、上海、贵州地区生产的蔬菜不合格数量较高分别为 37、20、22，深圳市在选择蔬菜来源时，应对同一蔬菜种类的不同地区加以分析，选择合格率较高的生产地区的蔬菜。

## 六、模型建立与求解

### 6.1 相关性分析

#### (1) 蔬菜抽检渠道的卡方检验

表 40-1 深圳市蔬菜抽检统计表

	批发市场	农贸市场	总计
合格	664	931	1595
不合格	22	50	72
总计	686	981	1667

根据表 40-1 的蔬菜统计数据，本文计算得出卡方值，取自由度  $df = 1$ ，查找卡方检验临近值表，解得：

$$K^2 = 3.4889$$

$$2.706 < K^2 < 3.841$$

因此，有 95% 的把握认为在不同抽检场所与蔬菜合格情况有关，本文分析认为批发市场与农贸市场的蔬菜管理模式不同，蔬菜种类数量有差异，从而对蔬菜抽检指标有影响。

#### (2) 蔬菜抽检季度的卡方检验

表 40-2 2016 年深圳市各季度蔬菜抽检结果

	第一季度	第二季度	总计
合格	1375	1407	2782
不合格	65	33	98
总计	1440	1440	2880

根据表 40-2 的蔬菜统计数据，本文计算得出卡方值，取自由度  $df = 1$ ，查找卡方检验临近值表，解得：

$$K^2 = 10.8171$$

$$K^2 > 9.500$$

因此，有 99.9% 的把握认为蔬菜合格率与不同季度抽检有关，本文分析认为第一季度（1-3 月）为冬季过渡到春季，适宜自然种植蔬菜较少，反季节蔬菜供应比例较多。而反季节蔬菜需要施放多种植物激素促进生长且大棚蔬菜温度、湿度较高，不利于农药的分解，导致农药残留升高。

### 6.2 基于 IFS 的深圳市蔬菜质量安全风险评估模型

基于蔬菜抽检不合格率的评价模型具有可靠性、直观性的特点，但也存在许多不足之处，例如没有结合蔬菜具体的食用部分、人体摄入量等指标，使得评估风险的能力较低。为进一步评估蔬菜安全风险，本文基于食品安全指数法（IFS）来评估深圳市新鲜蔬菜食品的安全风险。

#### (1) 模型建立

$$IFS_c = \frac{EDI_c * f}{SI_c * mb}$$

$$\overline{IFS} = \frac{\sum_{i=1}^n IFS_c}{n}$$

$$EDI_c = R * F * E * P, SI_c = ADI_c$$

考虑忽略渠道的蔬菜产生风险，对深圳市蔬菜安全风险进行如下计算：

$$R = \overline{IFS} * (1 + 2\%)$$

## (2) IFS 模型求解

根据《2016 年全国平均身高体重》的报告，全国 18 岁以上居民平均体重约为 61kg，据中国营养学会《2007 年中国居民平衡膳食宝塔建议》显示，体重为 60kg 的成人每天摄入的蔬菜量为 275g，而芸薹类、叶菜类、瓜类蔬菜可食用部分可认为是 100%，R 取不合格蔬菜检测中农药最大检出值，因此得到以下指标：

$$mb = 61kg, F = 278g/(人 * 天)$$

$$E = 1, f = 1, P = 1$$

$$R_c = \text{Max}(M_c)$$

本文根据 GB2763-2014 查询到蔬菜抽检项目中 58 种农药的 ADI 值，如表 41 所示为农药相对应的 ADI 值（58 种农药的 ADI 值请看附录 6）。

表 41 检测项目中的 14 种农药的 ADI 值

农药名称	ADI/(mg * kg <sup>-1</sup> )	农药名称	ADI/(mg * kg <sup>-1</sup> )
敌敌畏	0.004	甲胺磷	0.0040
啶虫脒	0.07	甲拌磷	0.00050
毒死蜱	0.01	甲基异柳磷	0.003
多菌灵	0.03	百克威	0.001
氟虫腈	0.0002	氯氰菊酯	0.02
氧化乐果	0.00030	辛硫磷	0.004
溴氰菊酯	0.01	六六六	0.005

根据深圳市 1-10 期蔬菜抽检数据，在 58 中农药检测中，超标的有 13 种，因此本文分析 13 种超标农药的安全风险，运用 Matlab 设计基于 IFS 的蔬菜质量安全风险评估算法（详细代码见附录 2），得到深圳市 2017 年 1-3 月份蔬菜食品安全指数，如表 42 所示。

表 42 2017 年 1 月-3 月深圳市蔬菜检测 IFS

农药名称	IFS	ADI (mg/kg)	最大检出值 R (mg/kg)
氟虫腈	12.98852	0.0002	0.57
毒死蜱	1.47659	0.01	3.24
敌敌畏	1.048197	0.004	0.92
啶虫脒	0.1543	0.07	2.37
多菌灵	0.031902	0.03	0.21
甲胺磷	0.319016	0.004	0.28
甲拌磷	0.765639	0.0005	0.084

甲基异柳磷	0.820328	0.003	0.54
克百威	0.223311	0.001	0.28
氯氰菊酯	0.401049	0.02	1.76
辛硫磷	0.193689	0.004	0.17
溴氰菊酯	0.428393	0.01	0.94
氧乐果	2.2786	0.0003	0.15
$\overline{IFS}$	1.5786		

**结果分析：**风险系数大于 1 时，表示该类蔬菜含有的农药有损害人体健康的风险。由表 28 可知，风险系数大于 1 的农药有氟虫腈、毒死蜱、敌敌畏，氧乐果，其中氟虫腈的 IFS 值达 12.99，存在的安全隐患比较大。蔬菜检测不合格的 13 种农药给深圳市带来的安全风险为：

$$\overline{IFS} = 1.5786$$

蔬菜安全风险系数大于 1，说明深圳市 2017 年 1 月-3 月的蔬菜食品的农药残留高于蔬菜食品安全标准，考虑忽略渠道的蔬菜比例，则风险评估值为  $R=1.61$ ，不合格蔬菜食品引起的安全风险较大，存在有较大的蔬菜食品安全风险，深圳市仍需采取相关措施加强蔬菜质量安全检测。

表 43 深圳市各辖区蔬菜检测 IFS

农药名称	深圳市各辖区 IFS									
	龙岗区	宝安区	福田区	南山区	罗湖区	龙华新区	光明新区	坪山新区	大鹏新区	盐田区
氟虫腈	4.785	7.91	0	2.257	2.734	0	12.99	2.962	0	0
毒死蜱	0.706	0.84	1.253	0.346	0.601	1.335	1.477	0.906	0	0
敌敌畏	1.481	0	0	0	0	0	0	0	0	0
啉虫脒	0	0	0	0.110	0.098	0	0.100	0.154	0	0
多菌灵	0	0	0	0	0	0	0	0.032	0	0
甲胺磷	0	0	0	0	0	0	0	0.319	0	0
甲拌磷	0	0	0	0	0.766	0	0	0	0	0
甲基异柳磷	0	0	0	0	0	0.803	0	0	0	0
克百威	0	1.27	0	0	0	0	0	0	0	0
氯氰菊酯	0.401	0	0	0	0	0	0	0	0	0
辛硫磷	0	0	0	0.194	0	0	0	0	0	0
溴氰菊酯	0	0	0	0	0	0	0.428	0	0	0
氧乐果	2.278	0	1.671	0	0	0	0	0	0	0
$\overline{IFS}$	0.743	0.67	0.225	0.224	0.323	0.106	1.153	0.003	0	0

**结果分析：**由表 43 可知，深圳市其中的 9 个辖区的蔬菜食品安全风险小，处于安全状态，而光明新区的  $\overline{IFS}=1.153$ ，大于 1，存在蔬菜食品安全风险。大鹏新区和盐田区均未检出蔬菜农药残留超标，因此食品安全级别较高。

### 6.3 基于模糊理论的蔬菜安全风险评估

本文发现,基于 IFS 模型评价蔬菜的安全系数,只考虑了超标农药最大剂量,若农药检测出现异常值,对模型影响较大。因此,为更好衡量蔬菜安全风险,结合各种蔬菜输入渠道比例,蔬菜种类及合格率,建立了基于模糊理论的蔬菜评估模型。

### 模型建立

令  $U$  表示影响因素集,将蔬菜输入渠道作为一级指标,各渠道的输入类型作为二级指标,令  $U_i$  表示第  $i$  种输入渠道蔬菜合格率,  $u_{ij}$  表示第  $i$  种渠道的第  $j$  种蔬菜合格率,  $\omega_i$  表示第  $i$  种渠道蔬菜输入比例,  $\alpha_{ij}$  表示第  $i$  种渠道中第  $j$  种蔬菜输入比例,则可表示为

$$\begin{cases} U_0 = \{U_1, U_2, U_3, U_4\} \\ U_1 = \{u_{1,1}, u_{1,2}, \dots, u_{1,8}\} \\ U_2 = \{u_{2,1}, u_{2,2}, \dots, u_{2,8}\} \\ U_3 = \{u_{3,1}, u_{3,2}, \dots, u_{3,8}\} \\ U_4 = \{u_{4,1}, u_{4,2}, \dots, u_{4,8}\} \end{cases}$$

一级指标权重:

$$W = [\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4]$$

二级指标权重:

$$T = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{i1} & \cdots & \alpha_{ij} \end{pmatrix}$$

(1) 指标集合和评价集合

$$U = \{\text{鳞茎类, 叶菜类, 芸薹属类, 瓜类, 茄果类, 豆类, 根茎类, 水生类}\}$$

$$V = \{\text{非常低, 低风险, 中等风险, 高风险, 非常高}\}$$

(2) 设置隶属函数

采用梯形隶属函数,记  $M = (a, b, c, d)$ ,  $a \leq b \leq c \leq d$ , 则

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}$$

(3) 建立  $U, V$  的模糊评价矩阵  $R$

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix}$$

(4) 设置指标的权数分配  $A$

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n), \sum_{i=1}^n a_i = 1$$

(5) 矩阵合成

$$Y = A \cdot R$$

(6) 对 B 进行归一化处理

$$C = (\frac{b_1}{\sum b_i}, \frac{b_2}{\sum b_i}, \dots, \frac{b_m}{\sum b_i})$$

### 模型求解

(1) 模糊风险级别评价：根据各类蔬菜抽检的合格率，将蔬菜风险设为 5 个等级，如下表所示

表 44 蔬菜风险等级表

风险等级	取值区间
非常高	(0.07,0.08,0.09,0.10)
高	(0.05,0.06,0.07,0.08)
中等	(0.03,0.04,0.05,0.06)
低	(0.01,0.02,0.03,0.04)
非常低	(0,0,0.01,0.02)

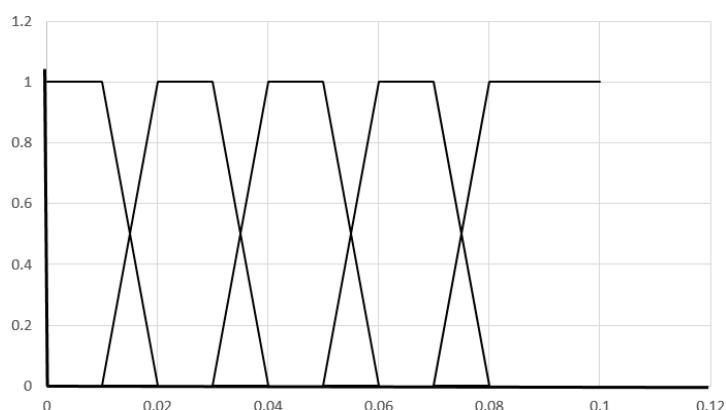


图 45 风险值隶属度函数

(2) 构建模糊矩阵

$$R_{\text{农贸市场}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.19 & 0.81 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_{\text{批发市场}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.78 & 0.22 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_{\text{商场超市}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.74 & 0.26 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_{\text{生产基地}} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



## (3) 设置指标的权数分配 A

$$A_{\text{农贸市场}} = (0.009, 0.3163, 0.253, 0.1446, 0.1054, 0.0904, 0.0422, 0.0392)$$

$$A_{\text{批发市场}} = (0.0314, 0.2199, 0.2618, 0.1728, 0.1623, 0.0681, 0.0681, 0.0157)$$

$$A_{\text{商品超市}} = (0.0267, 0.3316, 0.2406, 0.123, 0.1016, 0.0856, 0.0588, 0.0321)$$

$$A_{\text{生产基地}} = (0, 0.6, 0.4, 0, 0, 0, 0, 0)$$

## (4) 蔬菜风险评价矩阵合成

$$Y = A \cdot R$$

解得：

$$Y_{\text{农贸市场}} = (0.1928, 0.1655, 0.2984, 0, 0.3434)$$

$$Y_{\text{批发市场}} = (0.3435, 0.1266, 0.2556, 0, 0.2618)$$

$$Y_{\text{商品超市}} = (0.2406, 0, 0.0752, 0.4436, 0.2400)$$

$$Y_{\text{生产基地}} = (0.6, 0, 0, 0, 0.4)$$

## (5) 风险综合评价指标的合成

$$C = [0, 1, 2, 3, 4], B = Y \cdot C$$

$$\text{解得：} B_{\text{农贸市场}} = 2.1359, B_{\text{批发市场}} = 1.6850$$

$$B_{\text{商品超市}} = 2.4412, B_{\text{生产基地}} = 1.6$$

## (6) 深圳市蔬菜质量安全风险评估

一级指标：

$$U = \{B_{\text{农贸市场}}, B_{\text{批发市场}}, B_{\text{商品超市}}, B_{\text{生产基地}}\}$$

一级指标权重：根据深圳市 2017 年 1-3 月抽检蔬菜渠道的比例分配权重：

$$W = [0.4442, 0.2602, 0.2562, 0.0394]$$

$$\text{风险值计算：} F = U \cdot W^T$$

$$\text{解得：} F = 2.0757$$

## 结果分析

根据深圳市 1-10 期蔬菜抽检数据，结合模型分析可得，深圳市蔬菜安全风险值为： $F = 2.0757$ ，属于中度风险，四大蔬菜输入渠道的安全风险分别为：

$$B_{\text{农贸}} = 2.1359, B_{\text{批发}} = 1.6850, B_{\text{超市}} = 2.4412, B_{\text{生产基地}} = 1.6$$

模型求解考虑忽略渠道的蔬菜，即：蔬菜安全风险=常规渠道安全风险评估+忽略渠道导致的安全风险，我们进行如下计算

$$R(F) = F * (1 + 2\%)$$

$$\text{解得：} R(F) = 2.117$$

$$R(B_{\text{农贸}}) = 2.179, R(B_{\text{批发}}) = 1.719, R(B_{\text{超市}}) = 2.490, R(B_{\text{基地}}) = 1.632$$

可见,深圳市输入渠道安全风险在低风险~中等风险之间, 仍需在蔬菜抽检、风险监管等各层面提高蔬菜质量安全管理。

#### 6.4 农药风险系数模型

蔬菜中农药的残留会对人体带来不同程度的健康危害。根据深圳市蔬菜抽检结果的数据指标, 为直观反映农药残留产生的安全风险, 考虑农药的超标率、农药毒性等因素, 定义农药的风险系数 $R_c$ 。

(1) 模型建立

$$R_c = aP_c + b/F_c + S_c$$

$$P_c = N_c/N_0$$

a, b 为权重因子, 风险系数 R 与农药超标率 P、危害程度 S 成正比, 与农药的施检频率 F 成反比, P、S、F 均为一段时间的计算值, 根据风险系数随时间的动态变化。将风险 R 划分为 3 个级别:

表 46 不同类型农药敏感因子

风险级别	R
低度风险	$R \in [0, 1.5)$
中度风险	$R \in (1.5, 2.5]$
高度风险	$R \in (2.5, +\infty]$

(2) 模型求解

建立中期风险系数, 时间段为 3 个月, 根据深圳市 2017 年 1 月-3 月蔬菜抽检结果统计, 合格率为 95%以上, 综合风险系数的历史运用, 选取权重因子  $a=100, b=0.1$  进行模型求解计算。对 58 种农药进行敏感因子 S 的估算, 将近期蔬菜检出的高危农药的敏感因子 S 设为 2, 近期检出的常规农药的 S 值设为 1, 在蔬菜种植中比较少施放的农药的敏感因子 S 设为 0.5, 如表 47 所示。

表 47 不同类型农药敏感因子

敏感因子S	农药类型
2	甲拌磷、甲基异柳磷、克百威、氧乐果、硫丹、涕灭威、水胺硫磷、百草枯、乙酰甲胺磷、乐果、甲胺磷
1	苯醚甲环唑、敌敌畏、啉虫脒、毒死蜱、多菌灵、氟虫腈、腐霉利、氯氟氰菊酯、灭蝇胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、氯氟氰菊酯
0.5	丙溴磷、阿维菌素、吡虫啉、咪鲜胺、二嗪磷等

(3) 结果分析

根据深圳市 1-10 期蔬菜抽检数据, 得到蔬菜各种农药残留中期危险系数, 如表 48 所示, 13 种超标农药中, 毒死蜱风险系数为 3.18 属于高风险。敌敌畏、多菌灵、氯氟氰菊酯、辛硫磷、溴氰菊酯危险系数小于 1.5 属于低度风险。其余 7 种农药危险系数属于中度风险。整体而言, 深圳市蔬菜农药残留危险系数为中度风险, 原因是在蔬菜中毒死蜱超标率较高且还含有其他高危农药。监管部门应加

强蔬菜种植中毒死蜱、甲胺磷、氧乐果、克百威、甲拌磷、甲基异柳磷农药的使用管理规范，严格限制使用剂量。

表 48 深圳市 2017 年 1 月-3 月蔬菜农药残留中期危险系数

农药类型	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	F	P	S	R	风险级别
氟虫腈	774	774	1.00	0.0117	1	2.27	中度风险
毒死蜱	774	774	1.00	0.0208	1	3.18	高度风险
敌敌畏	774	774	1.00	0.0026	1	1.36	低度风险
啉虫脒	774	774	1.00	0.0078	1	1.88	中度风险
多菌灵	774	774	1.00	0.0026	1	1.36	低度风险
甲胺磷	774	774	1.00	0.0026	2	2.36	中度风险
甲拌磷	774	774	1.00	0.0013	2	2.23	中度风险
甲基异柳磷	774	774	1.00	0.0013	2	2.23	中度风险
克百威	774	774	1.00	0.0052	2	2.62	中度风险
氯氰菊酯	774	774	1.00	0.0013	1	1.23	低度风险
辛硫磷	774	774	1.00	0.0013	1	1.23	低度风险
溴氰菊酯	774	774	1.00	0.0013	1	1.23	低度风险
氧乐果	774	774	1.00	0.0039	2	2.49	中度风险

## 6.5 蔬菜抽样检验设计

### (1) 蔬菜抽检方案基本要求

评估蔬菜质量安全风险的前提是抽检蔬菜的样本要有代表性，因此，选择样本遵循以下原则：

1. 覆盖深圳市各个辖区，统计分析各辖区消费蔬菜的输入渠道、数量，是抽检蔬菜样本覆盖批发市场、农贸市场、大小型超市等。
2. 抽样检验方案需切实可行，需要考虑抽检所需的成本、时间及抽检数据的及时处理。

### (2) 蔬菜抽样总数量计算

本文根据简单随机抽样的原则对蔬菜抽检总量进行估算，令 N 表示样本总量，T 表示为 2017 年深圳市蔬菜流通总量：

$$N = \frac{T * u_{\alpha}^2 \hat{p}(1 - \hat{p})}{T * \delta^2 + u_{\alpha}^2 * \hat{p}(1 - \hat{p})}$$

深圳市拥有人口 2000 万，一年蔬菜消费量极大，可认为：

$$T * \delta^2 \gg u_{\alpha}^2 * \hat{p}(1 - \hat{p})$$

$$\text{解得：} N = \frac{u_{\alpha}^2 \hat{p}(1 - \hat{p})}{\delta^2}$$

深圳市蔬菜来源于全国各地，分析深圳市蔬菜抽检结果误差可根据全国蔬菜抽检合格率作为标准，令  $K_i$  表示第  $i$  种蔬菜的全国抽检合格率， $B_i$  表示深圳市第  $i$  种蔬菜抽检的合格率， $N_0$  表示深圳 1-10 期抽检蔬菜数量， $N_1$  表示不合格蔬菜

数量，根据前面对深圳市蔬菜抽检和全国蔬菜抽检结果的统计分析，求解得到以下指标：

$$p = \frac{N_1}{N_0}, N_1 = 42, N_0 = 761$$

$$\text{解得：} p = 5.52\%$$

$$\delta^2 = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N_0} (B_i - K_i)^2 \Rightarrow \delta = 0.232\%$$

取样本置信概率为 95%，结合标准正态分布函数，可得：

$$\alpha = 0.05 \Rightarrow u_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$$

$$\text{解得：} N = 37223$$

### (3) 样本数量按季节分配

将一年分为四个季度，按季度分配抽样数量，根据前面卡方检验结果蔬菜合格率与季度有关，因此，为了使抽检资源得到合理分配，以深圳市各季度蔬菜抽检平均不合格率的比例分配样本数量。令  $u_m$  表示各季度不合格率， $P_j$  表示季度抽样比例， $N_j$  表示每个季度抽样数量，得到一年四个季度的抽检样本数量，如表 49 所示。

$$P_j = u_m / (u_1 + u_2 + u_3 + u_4)$$

$$N_j = N * P_j \quad m = 1, 2, 3, 4$$

表 49 深圳市各季度抽检蔬菜分配数量

季度	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
历史不合格率 $u_m$	7.54%	4.65%	4.95%	7.43%
样本分配比例 $P_j$	30.69%	18.93%	20.15%	30.23%
样本分配数量 $N * P_j$	11424	7046	7500	11253

### (4) 样本数量按月分配

将蔬菜抽检分为 12 个月，根据各个季度的样本数量，等比例分配到季度包含的月份中得到个月抽检数量  $N_k$ 。

$$N_k = N_j / 3, k = 1, 2, 3 \dots 12, j = 1, 2, 3, 4$$

### (5) 按分配蔬菜种类比例分配样本数量

根据深圳市抽检蔬菜类型比例，推断深圳市市民消费蔬菜的类型及其数量比例，如表 50 所示，将蔬菜抽检的样品量按比例分配。

表 50 深圳市市民消费蔬菜类型比例

蔬菜类型	比例 (%)	月抽检数量 ( $k=1, 2, 3 \dots 12$ )
叶菜类	23	$0.23N_k$
芸薹类	27	$0.27N_k$

瓜类	16	$0.16N_k$
茄果类	12	$0.12N_k$
豆类	10	$0.10N_k$
根菜类	4	$0.04N_k$
葱蒜类	2	$0.02N_k$
其他蔬菜	6	$0.06N_k$

(6) 深圳市辖区抽样数量分配

根据深圳市各辖区的居民人口分布，推断蔬菜数量的地区分布，令  $pe_i$  表示深圳市第  $i$  个辖区的人口比例， $nx_{ik}$  表示  $k$  月份第  $i$  各辖区应抽检的蔬菜数量，可得

$$nx_{ik} = pe_i * N_k$$

用矩阵表示为

$$\begin{aligned} NX &= PE * N \\ PE &= (pe_1 \quad pe_2 \quad \cdots \quad pe_9 \quad pe_{10}) \\ \text{解得: } NX &= \begin{pmatrix} nx_{1,1} & \cdots & nx_{1,12} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ nx_{10,1} & \cdots & nx_{10,12} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

(7) 深圳市蔬菜输入渠道抽检分配

令  $ns_{ij}$  表示第  $i$  个辖区，第  $j$  类渠道的蔬菜抽检样品数量， $bc_i$  表示第  $i$  类渠道蔬菜消费比例。

$$ns_{ij} = bc_i * nx_{j_k}$$

矩阵表示形式为

$$NS = BC * NX$$

6.6 深圳市新鲜蔬菜具体抽样检验方案

(1) 抽检数量及时间安排

抽检总量为全年 37223 批次，分 12 个月完成，根据季度不同，每月抽检数量不一，如表 51 所示。

表 51 深圳市各月份抽检蔬菜分配数量

	第一季度			第二季度			第三季度			第四季度		
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
分配蔬菜	308	308	30	23	23	23	25	25	25	37	37	375
样本数量	0	0	80	49	49	48	00	00	00	51	51	1

每月抽检批次由各辖区共同完成，每月分配具体的抽检任务数量，各辖区抽检批次如表 52 所示。

表 52 深圳市各月份各辖区抽检蔬菜分配数量

月份	各辖区抽检批次									
	南山区	福田区	宝安区	罗湖区	龙华新区	光明新区	盐田区	坪山新区	大鹏新区	龙岗新区
1	308	370	739	277	400	154	92	123	61	554
2	308	370	739	277	400	154	92	123	61	554
3	308	370	739	277	400	154	92	123	61	554
4	235	282	563	211	305	117	70	93	47	442
5	235	282	563	211	305	117	70	93	47	442
6	235	282	563	211	305	117	70	93	47	442
7	250	300	600	225	325	125	75	100	50	450
8	250	300	600	225	325	125	75	100	50	450
9	250	300	600	225	325	125	75	100	50	450
10	375	450	900	337	487	187	112	150	75	675
11	375	450	900	337	487	187	112	150	75	675
12	375	450	900	337	487	187	112	150	75	675

（2）辖区蔬菜抽检点分布

为保证抽检地区分布合理，根据深圳市地图，各辖区蔬菜抽检先采用 5 点取样法，建立各辖区的主要蔬菜检测点，再从这 5 个主监测点向周围蔬菜场所地区发散，直到覆盖辖区内所有蔬菜场所。

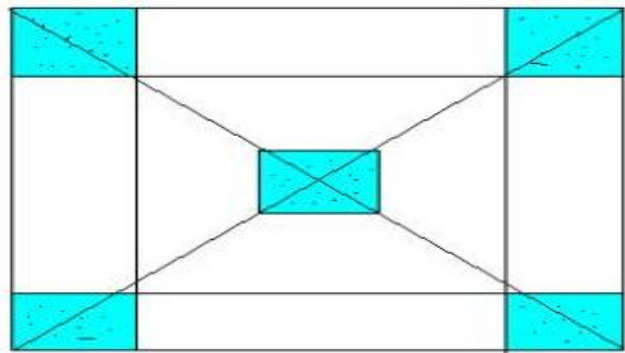


图 53 五点抽样设计图

（2）蔬菜抽检场所

各辖区抽检蔬菜需覆盖该地区内的所有经营场所，包括农贸市场、批发市场、商场超市以及小型的零售超市，，每个辖区按比例分配具体的抽检样本数量到各蔬菜场所，分配比例如表 54 所示。

表 54 深圳市各辖区抽检蔬菜场所分配数量

抽检场所	农贸市场	批发市场	商场超市	生产基地	零售超市
抽检样本比例	40%	23%	21%	8%	8%

（3）抽检蔬菜抽检品种



每个抽检场所的蔬菜抽检品种均以叶菜类、芸薹类、瓜类、茄果类、豆类、根菜类、葱蒜类蔬菜为主，其他类蔬菜为辅，样本中各类型蔬菜所占比例如表 55 所示。

表 55 深圳市各蔬菜场所抽检蔬菜类型

蔬菜类型	叶菜类	芸薹类	瓜类	茄果类	豆类	根菜类	葱蒜类	其他类
抽检比例	23%	27%	16%	12%	10%	4%	2%	6%

（4）其他蔬菜输入渠道抽检对策

低收入人群较为关注日常开支，而城中村里低收入人群趋向选择小型市场解决日常蔬菜需求。深圳市以行政村为单位的城中村有 241 个，各辖区根据每月新鲜蔬菜抽检的批次，先在辖区内的各城中村分配 1 个批次，再均衡分配到辖区内各蔬菜渠道。

（5）监测项目、检测依据和判断依据及原则

将检测的 58 种农药项目划分为重点检测项目和常规检测项目，其中重点检测项目是近两年全国蔬菜抽检、深圳市蔬菜抽检中出现的超标农药项目，其余为常规检测项目，如表 56 所示。抽检蔬菜可能会存在污泥、杂草的其它影响抽检的物质，对于蔬菜样品的处理方法参照《农药残留分析样本的采样方法》（NY/T789-2004）。

表 56 农药检测项目和检测依据

农药项目		检测依据
重点检测项目	氟虫腈、毒死蜱、敌敌畏、啶虫脒、多菌灵、	NY/T761-2008、
	甲胺磷、甲拌磷、甲基异柳磷、克百威、	GB/T19648-
	氯氰菊酯、辛硫磷、溴氰菊酯、氧乐果、苯醚甲	2006、
	环唑、代森锰锌、滴滴涕、甲氨基阿维菌素苯甲	GB/T5009.144-
	酸盐、腐霉利、水胺硫磷、乐果 21 种农药	2003、
		SN/T2114-2008、
常规检测项目	对硫磷、甲基对硫磷、乙酰甲胺磷、三唑磷、丙溴	GB/T5009.147-
	磷、杀螟硫磷、二嗪磷、马拉硫磷、亚胺硫磷、伏	2003、
	杀硫磷、六六六、氰戊菊酯、甲氰菊酯、氯氟氰菊	GB/T5009.135-
	酯、氟氯氰菊酯、联苯菊酯、氟胺氰菊酯、氟氰戊	2003、
	菊酯、三唑酮、百菌清、异菌脲、涕灭威（包括涕	NY/T1680-2009、
	灭威砒、涕灭威亚砒）、灭多威、、甲萘威、三氯杀	NY/T1275-2007、
	螨醇、腐霉利、五氯硝基苯、乙烯菌核利、哒螨灵、	GB/T 20769-
	苯醚甲环唑、啞霉胺、阿维菌素、除虫脲、灭幼脲、	2008、
	吡虫啉、烯酰吗啉、虫螨腈、咪鲜胺、啞菌酯、二	NY/T1379-2007等
	甲戊乐灵、噻虫嗪、氟啶脲等农药残留。	

6.7 多目标优化模型

在蔬菜质量安全监测中，需要分析蔬菜从种植到进入消费市场中的一系列过程中农药的效用函数，抽检方案的设计不仅需要考虑蔬菜对消费者健康影响，还需要考虑蔬菜生产提供方的经济效益。即在达到蔬菜农药使用安全标准下，需要



考虑如何提高蔬菜生产量及销售量，提高蔬菜的经济利益。

### (1) 农药来源途径分析

在蔬菜种植、加工、运输、储存、销售等过程中，都会存在加入农药或其他添加剂的可能，以达到提高整体收益的目的。

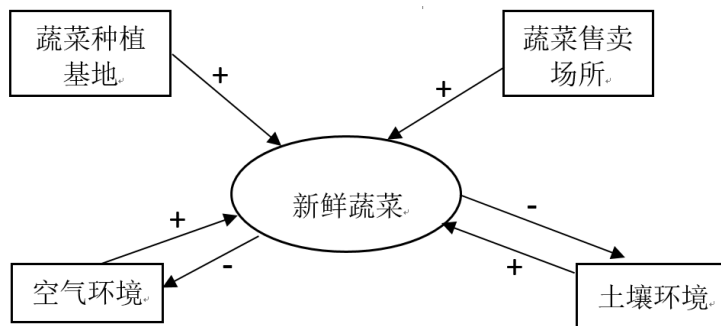


图 59 蔬菜污染来源及降解方向

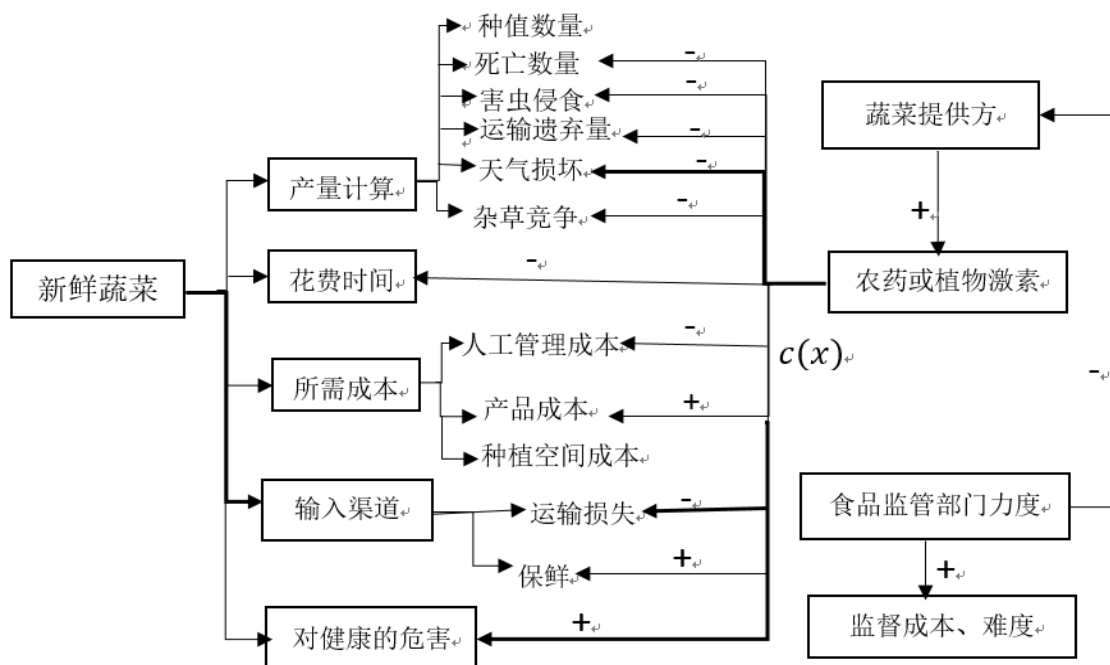


图 60 农药对蔬菜的影响逻辑图

### (2) 农药对蔬菜种植、销售的效用分析

令  $x_i$  表示蔬菜种植第  $i$  种农药或激素的施放剂量。在施放农药或植物激素后： $N_s$  表示种植蔬菜  $a$  的损失量， $T_s$  表示种植蔬菜  $a$  节省成本， $Z_s$  表示种植蔬菜  $a$  节省成本，则：

蔬菜  $a$  损失函数：

$$N_s = \sum_{i=1}^k p_i(x_i)$$

种植蔬菜  $a$  节省时间函数

$$T_s = \sum_{i=1}^k q_i(x_i)$$

蔬菜 a 节省成本函数

$$Z_a = \sum_{i=1}^{m_a} z_i(x_i)$$

蔬菜 a 保鲜时间函数

$$B_a = z_0 + \sum_{i=1}^{m_a} z_i$$

### (3) 抽检结果的误差值检验

设  $x_{ji}$  表示深圳市第  $j$  个辖区的第  $i$  类蔬菜抽检的合格率, 则深圳市各辖区的各类蔬菜抽检合格率  $X$  可表示为:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1i} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{j1} & \cdots & x_{ji} \end{pmatrix}$$

抽检结果误差值计算  $S$ :

$$S = \sum_{i=1}^n (B_i - K_i)^2$$

$$B_i = \sum_{j=1}^{10} x_{ji}$$

### (4) 蔬菜抽检成本

令  $F$  表示开展蔬菜抽检活动所需的成本,  $G$  表示检测一批蔬菜所需的成本,  $M$  表示蔬菜抽检的批次数,  $Z$  表示抽查需要的资金成本,  $t$  表示抽检一批蔬菜所需要的时间,  $Te$  表示蔬菜所有批次数抽检完成需要的时间,  $ZC$  表示抽检所需的总成本:

$$Z = F + G * M$$

$$Te = M * t$$

则抽检过程所需的总成本

$$\text{得到: } ZC = f(Z, Te)$$

对于  $f$  的表示, 根据抽检难度的不同, 需要实际中衡量时间成本和资金花费成本的占比, 本文假设其为线性关系, 则抽检成本函数。

$$f(Z, Te) = a * Z + b * Te + C_0$$

### (5) 多目标优化

抽检方案设计需要考虑花费成本、抽检结果的误差值、蔬菜经济效益等因素, 令  $QZ$  表示抽检方案的可执行度, 则  $QZ$  为多目标影响的指标, 令  $S_0$  表示抽检允许的误差,  $ZC_0$  表示抽检的最高成本限制, 则  $QZ$  约束条件为

$$\left\{ \begin{array}{l} S \leq S_0 \\ ZC \leq ZC_0 \\ ZC = a * Z + b * Te + C_0 \\ s = \sum_{i=1}^n (B_i - K_i)^2 \\ \max(N_s) \\ \max(T_s) \\ \max(Z_a) \\ \max(B_a) \end{array} \right.$$

基于以上抽样检验模型，根据深圳市历史蔬菜抽检数据，求解可得到抽检流程的样本数量及其具体分布，并以此为基础设计深圳市新鲜蔬菜抽检方案，能够在达到抽检标准条件下，更好的平衡蔬菜经济利益，抽检成本，减少对蔬菜市场带来的影响。

## 七、模型评价与推广

### 7.1 模型的优点

(1) 模型 1 建立合格率、超标倍数等指标对蔬菜抽检数据进行了详细的描述性统计分析，精确地展示了各个数据的统计结果。

(2) 模型 2 基于统计分析的数据，建立 IFS 模型，考虑多种影响因素，将蔬菜安全风险进行量化，使深圳市蔬菜质量安全状况得到清晰的展示。

(3) 模型 3 建立农药风险系数，根据蔬菜中农药的超标率及是否为高危农药指标，量化农药风险，直观展示深圳市蔬菜农药残留的风险。

(5) 基于随机抽样及不等概率抽样方法设计深圳市蔬菜抽检方案，对抽检资源配置进行了优化

(4) 基于模糊理论蔬菜风险评价模型，综合了蔬菜合格率、各类蔬菜比例、输入渠道比例，较好分析了深圳市蔬菜安全风险状况。

### 7.2 模型的缺点

(1) 模型未考虑蔬菜农药超标原因是种植污染，还是运输管理过程中的二次污染，对风险来源分析不够深入。

(2) 基于 IFS 模型的安全系数只考虑了超标农药最大剂量，若农药检测出现异常值，对模型影响较大。

(3) 抽样检测方案的设计中没有考虑各季度的反季节蔬菜、蔬菜来源地区参数指标，仍存在优化抽检方案的空间。

### 7.3 模型的推广方向

模型可应用于多因素导致的安全风险评估，如应用于医药检验安全性、区域空气环境评估、水源品质评估等。

## 八、推动深圳市蔬菜食品安全质量提高的建议信

根据本文研究结果，从蔬菜食品安全检查、蔬菜抽检制度、蔬菜种植管理方

面予以参考性建议建议。

**(1) 增加蔬菜安全风险高的辖区抽检比例：**根据本文建立的模型求解，发现光明新区、龙岗区、宝安区的蔬菜安全风险系数 IFS 分别为 1.153、0.743、0.670，风险系数较大，盐田区、大鹏新区在 1-10 期的蔬菜抽检合格率为 100%，蔬菜安全风险低，因此在蔬菜抽检工作安排上，可适当减少盐田区、大鹏新区抽检工作，并加大在光明新区、龙岗区、宝安区的抽检比例。

**(2) 多方协作跨区域蔬菜安全监测：**网购蔬菜的安全性必须从源头得到保证，根据本文对生鲜农产品电商平台的发展分析，目前网购蔬菜的比例约为 0.94%，但生鲜蔬菜电商平台规模以 65%-80% 的年增长速率扩大，随人们对蔬菜的种类质量要求的不断提高，未来网购生鲜蔬菜会成为深圳市不可或缺的蔬菜输入渠道，需要食品监督机构监控各大电商平台蔬菜安全检测情况，及时了解电商平台蔬菜来源，并与来源区域的蔬菜检测机构协作，共同保证蔬菜食品的安全。

**(3) 把控蔬菜来源地区：**深圳市蔬菜属于输入型，来源于全国各个地区，根据本文对近两年全国蔬菜抽检结果的统计分析发现，不同地区的蔬菜生产不合格情况有差异，在选择蔬菜输入时，应综合考虑蔬菜种植地区，从源头上减少不合格蔬菜的出现。

**(4) 提高叶菜类抽查比重：**根据全国蔬菜抽检结果分析，不合格蔬菜中 32% 属于叶菜类蔬菜，而深圳市四季消费的叶菜类蔬菜均达到 20%，叶菜类蔬菜消费需求高且不合格数量较多，应在蔬菜抽检中提高叶菜类蔬菜的抽检比重，能够提高蔬菜的安全防控能力。

**(5) 实行散户种植蔬菜合并制度：**根据本文的模型分析，深圳市流动摊贩的蔬菜 78% 属于散户种植的蔬菜，这给蔬菜抽检带来很大难度，本文建议对散户密集种植蔬菜的区域进行合并起来，建立批量生产的蔬菜种植基地，既方便了散户种植和销售蔬菜，也能更好地对蔬菜进行质量安全抽检。

**(6) 加强对易超标农药残留的检测：**根据对深圳市蔬菜抽检结果及全国蔬菜农药残留抽检的统计分析，蔬菜农药残留中毒死蜱、百克威、氧乐果的超标率最高，且超标倍数较大，易引起食品安全问题。需要在蔬菜安全抽检过程中着重检测这些农药在蔬菜中的残留量，同时也应告诫蔬菜种植企业减少这些农药的使用量。

## 九、参考文献

- [1]董秀金. 区域农业环境与蔬菜质量安全风险评价-以浙江省为例[D]. 浙江大学, 2011.
- [2]深圳万人市场调查. 2016 年上半年深圳居民购物行为调查报告[J], 连锁业共享论坛, 2016.
- [3]中国产业调研网. 2016 年中国生鲜电商市场现状分析及发展趋势预测, www.cir.cn, 2016.
- [4]黄耿志, 薛德升等. 城市流动的微区位选择机制[J]. 人文地理. 2016, 1(147):57-64.
- [5]吴建国. 数学建模案例精篇[M]. 中国水利水电出版社. 2005.
- [6]贾敬敬, 陈春明. 中国食品安全态势分析[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003:16.
- [7]何雨帆, 左方华等. 广西蔬菜农药残留动态及质量安全风险评估[J]. 安徽农业科学. 2011, 39(1):208-210.

## 十、附录

附录 1：统计各季节新鲜蔬菜种类及比例的 Matlab 代码

```
[data1,textdata1,aum1]=xlsread('D\ShenZhen \veg_winter');
[data2,textdata2,aum2] = xlsread('D\ ShenZhen
\veg_fall');
[data3,textdata3,aum3] = xlsread('D \ ShenZhen
\veg_summer');
[data4,textdata4,aum4] = xlsread('D\ ShenZhen
\veg_spring');
veg_winter=cell(1000,2);
veg_fall=cell(1000,2);
veg_spring=cell(1000,2);
veg_summer=cell(1000,2);
for t=1:1:1000
    veg_winter{t,2}=1;
    veg_fall{t,2}=1;
    veg_spring{t,2}=1;
    veg_summer{t,2}=1;
end
Nj=1;
C=1;
k=1;
veg_winter{k,1}=aum1{2,3};
for i=3:1:length(aum1)
    for j=1:1:k
        if(strcmp(aum1{i,3},veg_winter{j,1}))
            veg_winter{j,2}=veg_winter{j,2}+1;
            C=0;
        end
    end
    if C==0
        C=1;
    else
        veg_winter{k+1,1}= aum1{i,3};
        k=k+1;
    end
end
C=1;
k=1;
veg_fall{k,1}=aum2{2,3};
for i=3:1:length(aum2)
```

---

```
for j=1:1:k
    if(strcmp(aum2{i,3},veg_fall{j,1}))
        veg_fall{j,2}=veg_fall{j,2}+1;
        C=0;
    end
end

if C==0
    C=1;
else
    veg_fall{k+1,1}=aum2{i,3};
    k=k+1;
end
end
C=1;
k=1;
veg_summer{k,1}=aum3{2,3};
for i=3:1:length(aum3)

    for j=1:1:k
        if(strcmp(aum3{i,3},veg_summer{j,1}))
            veg_summer{j,2}=veg_summer{j,2}+1;
            C=0;
        end
    end
    if C==0
        C=1;
    else
        veg_summer{k+1,1}=aum3{i,3};
        k=k+1;
    end
end
C=1;
k=1;
veg_spring{k,1}=aum4{2,3};
for i=3:1:length(aum4)
    for j=1:1:k
        if(strcmp(aum4{i,3},veg_spring{j,1}))
            veg_spring{j,2}=veg_spring{j,2}+1;
            C=0;
        end
    end
```

---

```

end

if C==0
    C=1;
else
    veg_spring{k+1,1}= aum4{i,3};
    k=k+1;
end
end
xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\veg_winter.xls',
veg_winter);
xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\
veg_fall.xls',veg_fall);
xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\veg_summer.xls',
veg_summer);
xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\veg_spring.xls',
veg_spring);
clc;
clear;
[numdata1,textdata1,aum1]=xlsread('C:\Users\Administrator
\Desktop\ veg_spring.xls ');
[a,b]=size(aum1);
k=0;
for i=1:1:length(aum1)

    k=k+aum1{i,2};
end
for j=1:1:length(aum1)
    aum1{j,2}=aum1{j,2}/k;
end
xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\
com_spring_rite.xls',aum1);

```

## 附录 2：蔬菜超标率统计的 Matlab 代码

```

[numdata1,textdata1,aum1]=xlsread('C:\Users\Administrator
\Desktop\rg\'thy');
[a,b]=size(aum1);
cj=cell(length(aum1),4);
for i=1:1:length(aum1)
    cj{i,1}=aum1{i,1};
    cj{i,2}=aum1{i,2};
    cj{i,3}=aum1{i,3};

```



```

        cj{i,4}=(aum1{i,2}-aum1{i,3})/aum1{i,3};
    end
    xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\rg\
    cbl.xls',cj);

```

### 附录 3：基于 IFS 指标评估蔬菜质量安全风险的 Matlab 代码

```

[numdata1,textdata1,aum1]=xlsread('C:\Users\Administrator
\Desktop\sz\yu');

E=1;
f=1;
P=1;
F=278;
mb=61;
ADI=cell(13,1);
ifsc=cell(14,1);
R=cell(13,2);
for i=1:1:13

    R{i,1}=aum1{i+1,1};
    R{i,2}=aum1{i+1,2};
    ADI{i,1}=aum1{i+1,3};
end
for j=1:1:13
    EDI=(R{j,2}*F*E*P);
    af=EDI/1000;
    SI=ADI{j};
    ifsc{j,1}=(af*f)/(SI*mb);
end
xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\sz\ert.xls',ifsc
);

```

### 附录 4：蔬菜名称规范化表

类别	主要品种	别名
根菜类	萝卜	茭、芦菔、莱菔
	胡萝卜	红萝卜、黄萝卜、丁香萝卜、药性萝卜、番萝卜、
	芜菁	蔓菁、圆根、盘菜
	芜菁甘蓝	洋蔓菁、洋疙瘩、洋大头菜
	根恭菜	红菜头、紫菜头
	美洲防风	欧防风芹菜萝卜、蒲芹萝卜
	牛蒡	东洋萝卜、蝙蝠刺、大力子

	根芹菜	根洋芹菜、球根塘蒿
	婆罗门参	西洋牛蒡、蒜叶婆罗门参
	山葵	
	黑婆罗门参	菊牛蒡、鸦葱
薯芋类	马铃薯	土豆、山药蛋、洋芋、地蛋、荷兰薯、爪哇薯
	姜	生姜、黄姜
	芋	芋头、芋艿、毛芋
	魔芋	磨芋、蒟蒻
	山药	薯蓣、白苕、脚板苕、山薯、大薯、佛掌薯
	甘薯	红薯、白薯、地瓜、番薯、红薯
	豆薯	地瓜、凉薯、沙葛、新罗葛
	葛	
	菊芋	洋姜、鬼子姜
	菜用土圪儿	香芋、美洲土圪儿
	蕉芋	蕉藕、姜芋、食用美人蕉、食用莲蕉
	草石蚕	螺丝菜、宝塔菜、甘露儿、地蚕
葱蒜类	韭	草钟乳、起阳草、懒人菜、韭黄
	大葱	木葱、汉葱
	洋葱	葱头、圆葱
	大蒜	胡蒜、蒜
	蒜薹	蒜苔
	蒜苗	蒜黄、青蒜
	分葱	四季葱、菜葱、冬葱
	胡葱	蒜头葱、瓣子葱、火葱、肉葱
	细香葱	四季葱、香葱、蝦夷葱
	韭葱	扁葱、扁叶葱、洋蒜苗
	楼葱	龙爪葱、龙角葱
	薤	藟头、藟子、菜芝
白菜类	大白菜	结球白菜、黄芽菜、包心白菜
	普通白菜	白菜、小白菜、青菜、油菜
	乌塌菜	塌菜、塌棵菜、塌地菘、黑菜
	菜薹	菜心、绿菜薹、菜尖
	薹菜	
	紫菜薹	红菜薹
芥菜类	茎芥	茎瘤芥、青菜头、菜头、包包菜、羊角菜、菱角菜
		抱子芥、儿菜、娃娃菜
		笋子芥、棒菜
	叶芥	青菜、苦菜、春菜、辣菜、雪里蕻
	根芥	辣疙瘩、冲菜、芥头、大头菜、疙瘩菜
	薹芥	

甘蓝类	结球甘蓝	洋白菜、卷心菜、包心菜、椰菜、莲花白、包包白、圆白菜、茼子白
	球茎甘蓝	苕蓝、菰、玉蔓菁、芥蓝头、擘蓝
	花椰菜	花菜、菜花
	青花菜	木立花椰菜、意大利花椰菜、嫩茎花椰菜、绿菜花、西兰花
	芥蓝	白花芥蓝
	抱子甘蓝	芽甘蓝、子持甘蓝
	羽衣甘蓝	绿叶甘蓝、菜用羽衣甘蓝、叶牡丹、花包菜
叶菜类	菠菜	菠稜菜、赤根菜、角菜、波斯草
	莴苣	千金菜、莴笋、生菜、青笋、莴苣笋、莴菜、油麦菜、莪麦菜
	芹菜	芹、药芹、苦蕒、蕒葵、蕒菜、旱芹
	蕹菜	空心菜、竹叶菜、通菜、藤菜、蓊菜
	苋菜	米苋、赤苋、刺苋、青香苋、苋
	叶恭菜	蕹菜、牛皮菜、厚皮菜、光菜、叶甜菜
	菊苣	欧洲菊苣、苞菜、吉康菜、法国莴苣菜
	冬寒菜	冬苋菜、冬葵、葵菜、滑肠菜
	落葵	木耳菜、软浆叶、软姜子、染浆叶、胭脂豆、豆腐菜、藤菜、紫果菜
	茼蒿	蒿子秆、大叶茼蒿、蓬蒿、春菊
	茺荻	香菜、胡荻、香荻
	茴香	小茴香、香丝菜、结球茴香、鲜茎茴香、甜茴香
	菊花脑	菊花叶、黄菊籽、路边黄、黄菊仔
	芥菜	护生草、菱角菜、地米草、扇子草
	菜苣荬	草头、金花菜、黄花苣荬、刺苣荬、南苣荬、黄花草子
	番杏	新西兰菠菜、洋菠菜、夏菠菜、白番苋、海滨莴苣、宾菜、蔓菜
	苦苣	花叶生菜、花苣
	紫背天葵	血皮菜、紫背菜、红凤菜、观音苋、双色三七草
	罗勒	毛罗勒、九层塔、零陵香、兰香草、光明子、省头草
	马齿苋	马齿菜、长命菜、五行草、瓜子菜、马蛇子菜
	紫苏	荳蔻、赤苏、白苏、香苏、苏叶、桂荳蔻、回回苏
	榆钱菠菜	食用滨藜、洋菠菜、山菠菜、山菠稜草
	薄荷	山野薄荷、蕃荷菜
	茼萝	土茴香、草茴香、小茴香
	鸭儿芹	鸭脚板、三叶芹、山芹菜、野蜀葵、三蜀葵、水芹菜
	蕺菜	鱼腥草、蕺儿根、侧耳根、狗帖耳、鱼鳞草、苧菜
	蒲公英	黄花苗、黄花地丁、婆婆丁、蒲公英
	马兰	马兰头、红梗菜、紫菊、田边菊、马兰菊、鸡儿肠、竹节草

	香芹菜	荷兰芹、洋芫荽、欧芹、法国香菜、旱芹菜
	珍珠菜	角菜、白苞蒿、山芹菜、珍珠花菜、甜菜子、鸭脚艾、乳白艾
瓜类	黄瓜	王瓜、胡瓜
	冬瓜	东瓜
	节瓜	毛瓜
	南瓜	中国南瓜、倭瓜、番瓜、饭瓜
	笋瓜	印度南瓜、玉瓜、北瓜
	西葫芦	美洲南瓜、蔓瓜、白瓜、香瓜
	越瓜	白瓜、脆瓜、酥瓜、梢瓜
	菜瓜	蛇甜瓜、老羊瓜、酱瓜
	丝瓜	圆筒丝瓜、蛮瓜、水瓜、棱角丝瓜、胜瓜
	苦瓜	凉瓜
	瓠瓜	扁蒲、葫芦、蒲瓜、夜开花、瓠子
	佛手瓜	洋丝瓜、合掌瓜、菜肴梨、瓦瓜、万年瓜、拳头瓜
	蛇瓜	蛇豆、蛇丝瓜、长豆角
茄果类	番茄	西红柿、番柿、柿子、洋柿子
	茄子	落苏
	辣椒	海椒、辣子、辣角、番椒
	青椒	大椒、灯笼椒、柿子椒、彩色甜椒、甜椒
	酸浆	红姑娘、洋姑娘、灯笼草、洛神珠
豆类	菜豆	四季豆、芸豆、芸扁豆、豆角、刀豆、敏豆、玉豆、油豆
	长豇豆	长豆角、豆角、带豆、裙带豆
	菜用大豆	毛豆、枝豆
	豌豆	青斑豆、麻豆、青小豆、荷兰豆、淮豆、留豆、金豆、麦豆、回回豆、甜豌豆
	蚕豆	胡豆、佛豆、寒豆、罗汉豆
	扁豆	峨眉豆、沿篱豆、眉豆、肉豆、龙爪豆
	菜豆	金甲豆、科马豆、荷豆、玉豆、雪豆、洋扁豆、白豆、状元豆、棉豆、荷包豆
	刀豆	大刀豆、关刀豆、洋刀豆
	多花菜豆	红花菜豆、大白芸豆、大花芸豆、看花豆
	四棱豆	翼豆、翅豆、四角豆、杨桃豆、热带大豆、四稔豆
	藜豆	藜豆、黎豆、猫猫豆、毛毛豆、毛胡豆、毛狗豆、小狗豆、狸豆、八升豆、狗爪豆
水生蔬菜	莲藕	莲、藕、荷
	茭白	茭瓜、茭笋、菰首
	慈姑	剪刀草、燕尾草
	水芹	刀芹、楚葵、蜀芹、紫堇、蕲
	荸荠	马蹄、地栗、乌芋、鳊苳

	菱	菱角、龙角、水栗
	豆瓣菜	西洋菜、水田芥、水焯菜
	芡实	鸡头米、鸡头、水底黄蜂
	莼菜	马蹄草、水葵、水荷叶、湖菜、露葵
	蒲菜	香蒲、甘蒲
	海带	江白菜、昆布
	紫菜	
多年生及杂类蔬菜	笋用竹	竹笋
	芦笋	石刁柏、龙须菜
	黄花菜	萱草、金针菜
	百合	夜合、中篷花
	香椿	香椿树、红椿、椿花、椿甜树
	枸杞	枸杞菜、枸杞头、枸杞芽
	蕺菜	阳霍、野姜、蕺草、茗荷、苴蓐
	菜蓟	朝鲜蓟、洋蓟、荷兰百合、法国百合
	辣根	西洋山箭菜、山葵萝卜
	食用大黄	原叶大黄、圆叶大黄
	黄秋葵	秋葵、羊角豆
	桔梗	地参、四叶菜、绿花根、铃铛花、沙油菜、梗草、道拉基
	蕨	蕨菜、蕨苔、龙头菜、蕨儿菜鹿蕨菜
	乾苔	发菜、头发菜、石发
	蒻蒿	芦蒿、水蒿、香艾蒿、小艾、水艾
	薇菜	野豌豆，大巢菜，斑茅架，、野苕子
	车前草	车轮菜、牛舌菜、蛤蟆衣
	食用菊	甘菊、臭菊
	玉米笋	玉笋、多穗玉米、珍珠笋、番麦笋
	嫩玉米	菜玉米、菜苞谷、青玉谷、御麦
	糯玉米	中国玉米、糯苞谷
	甜玉米	甜苞谷、甜玉蜀黍、菜玉米
食用菌	香菇	香蕈、冬菇、花菇
	双孢蘑菇	蘑菇、白蘑菇、双孢菇、洋菇、褐蘑菇、棕色蘑菇
	糙皮侧耳	平菇、北风菌、青蘑、桐子菌
	草菇	兰花菇、美味包脚菇、秆菇、麻菇、中国蘑菇
	金针菇	毛柄金钱菇、冬菇、朴菇、朴蕈
	黑木耳	木耳、光木耳、云耳
	银耳	白木耳、雪耳
	猴头菇	猴头蘑、刺猬菌
	毛头鬼伞	鸡腿蘑、鸡腿菇
	姬松茸	巴西蘑菇、巴氏蘑菇
	茶薪菇	杨树菇、柱状田头菇、柳环菌、茶树菇

	真姬菇	玉蕈、斑玉蕈、蟹味菇、胶玉蘑、鸿喜菇、海鲜菇
	灰树花	贝叶多孔菌、云蕈、栗蘑、舞茸、莲花菌、千佛菌
	滑菇	珍珠菇、光帽鳞伞、滑子蘑
	刺芹侧耳	雪茸、干贝菇、杏鲍菇
	白灵侧耳	白灵菇
	阿魏侧耳	阿魏菇
	盖囊侧耳	台湾平菇、鲍鱼菇
	毛木耳	
	竹荪	长裙竹荪、短裙竹荪、棘托竹荪
	肺形侧耳	姬菇、秀珍菇、小平菇
	金顶侧耳	榆黄蘑、玉皇菇
	大球盖菇	
	长根菇	
	大杯蕈	猪肚菇
	洛巴伊口蘑	金福菇
	北冬虫夏草	蛹虫草
	牛肝菌	
	松茸	
	鸡枞	
	羊肚菌	
	榛蘑	蜜环菌
	鸡油菌	
	红菇	
	口蘑	蒙古口蘑
	青冈菌	
	离褶伞	一窝鸡
芽苗菜	绿豆芽	绿豆芽幼芽
	黄豆芽	黄豆幼芽
	黑豆芽	黑豆幼芽
	青豆芽	青豆幼芽
	红豆芽	红豆幼芽
	蚕豆芽	蚕豆幼芽
	红小豆苗	红小豆幼芽
	豌豆苗	豌豆幼芽
	花生芽	花生幼芽
	苜蓿芽	苜蓿幼芽或幼苗
	小扁豆芽	小扁豆幼芽或幼苗
	萝卜芽	萝卜芽幼苗
	苤蓝芽	苤蓝幼芽或幼苗
	沙芥芽	沙芥幼芽或幼苗
	芥菜芽	芥菜幼芽或幼苗

芥蓝芽	芥蓝幼芽或幼苗
白菜芽	白菜幼芽或幼苗
独行菜芽	独行菜幼苗
香椿苗	香椿幼苗
向日葵芽	向日葵幼芽
荞麦芽	荞麦幼苗
胡椒芽	胡椒幼芽或幼苗
紫苏芽	紫苏幼芽或幼苗
水芹芽	水芹幼苗
小麦苗	小麦幼苗
胡麻芽	胡麻幼芽或幼苗
蕹菜芽	蕹菜幼苗
芝麻芽	芝麻幼芽或幼苗
黄秋葵芽	黄秋葵幼苗
花椒脑	花椒嫩芽
芽球菊苣	菊苣芽球
苦苣芽	苦苣幼芽或幼苗
佛手瓜稍	佛手瓜幼稍
辣椒尖	辣椒幼稍
豌豆尖	豌豆幼稍
草芽	草芽幼嫩假茎
碧玉笋	黄花菜幼嫩假茎

附录 5：各月份适宜种植的蔬菜类型

月份	适合播种的蔬菜
1	月油菜、四月曼、菠菜、芥蓝、生菜、马铃薯、葱、茄子、番茄、辣椒、芋头、茼蒿。
2	四月曼、菠菜、芥蓝、生菜、马铃薯、葱、茼蒿、芋瓠、黄瓜、四季豆、茄子、番茄、青花菜、辣椒、芋头、白菜、萝卜、甘蓝。
3	四月曼、菠菜、芥蓝、白菜、萝卜、芋瓠、黄瓜、四季豆、茄子、番茄、丝瓜、冬瓜、南瓜、苦瓜、辣椒、芋头、葱、茼蒿、豇豆、毛豆、空心菜、苋菜、甘蓝。
4	白菜、萝卜、芋瓠、黄瓜、四季豆、茄子、番茄、丝瓜、冬瓜、南瓜、苦瓜、辣椒、芋头、葱、茼蒿、豇豆、毛豆、空心菜、甘蓝、油菜、苋菜、韭菜、芹菜。
5	白菜、萝卜、芋瓠、黄瓜、四季豆、茄子、番茄、丝瓜、冬瓜、南瓜、苦瓜、葱、茼蒿、豇豆、毛豆、空心菜、油菜、苋菜、甘蓝、芹菜、韭菜。
6	空心菜、甘蓝、油菜、苋菜、韭菜、白菜、黄瓜、豇豆、毛豆、苦瓜、葱、萝卜、芹菜、花椰菜。
7	空心菜、甘蓝、油菜、苋菜、韭菜、白菜、黄瓜、豇豆、毛豆、苦



	瓜、葱、萝卜、花椰菜、四季豆、茄子、番茄、芹菜。
8	空心菜、甘蓝、油菜、苋菜、韭菜、白菜、黄瓜、豇豆、毛豆、苦瓜、葱、萝卜、花椰菜、四季豆、芹菜、青花菜、豌豆、胡萝卜、大蒜。
9	空心菜、甘蓝、油菜、苋菜、韭菜、白菜、菠菜、生菜、葱、茼蒿、青菜、青花菜、豌豆、胡萝卜、大蒜、萝卜、花椰菜、茼蒿。
10	甘蓝、油菜、韭菜、白菜、菠菜、芥蓝、生菜、葱、茼蒿、芹菜、青花菜、豌豆、胡萝卜、大蒜、萝卜、花椰菜、茼蒿。
11	甘蓝、油菜、韭菜、白菜、菠菜、芥蓝、生菜、葱、茼蒿、芹菜、青花菜、豌豆、胡萝卜、大蒜、萝卜、花椰菜、茼蒿。
12	甘蓝、油菜、韭菜、白菜、菠菜、芥蓝、生菜、葱、茼蒿、芹菜、青花菜、豌豆、胡萝卜、大蒜、萝卜、花椰菜、茼蒿、茄子、番茄、辣椒。

附录 6： 深圳市抽检蔬菜指标 58 种农药的 ADI 值（根据 GB2763-2014 查询）

农药名称	ADI/(mg * kg <sup>-1</sup> )	农药名称	ADI/(mg * kg <sup>-1</sup> )
敌敌畏	0.004	氯氟氰菊酯	0.02
啶虫脒	0.07	氟氯氰菊酯	0.04
毒死蜱	0.01	溴氰菊酯	0.04
多菌灵	0.03	联苯菊酯	0.01
氟虫腈	0.0002	氟胺氰菊酯	0.005
甲胺磷	0.0040	氟氰戊菊酯	0.02
甲拌磷	0.00050	三唑酮	0.03
甲基异柳磷	0.003	百菌清	0.02
百克威	0.001	异菌脲	0.06
氯氰菊酯	0.02	涕灭威	0.003
辛硫磷	0.004	灭多威	0.02
溴氰菊酯	0.01	甲萘威	0.008
氧化乐果	0.00030	三氯杀螨醇	0.002
对硫磷	0.004	腐霉利	0.1
甲基对硫磷	0.003	五氯硝基苯	0.01
水胺硫磷	0.003	乙烯菌核利	0.01
乐果	0.002	氟虫腈	0.0002
乙酰甲胺磷	0.03	哒螨灵	0.001
三唑磷	0.03	苯醚甲环唑	0.01
丙溴磷	0.03	啉霉胺	0.2
杀螟硫磷	0.006	阿维菌素	0.002
二嗪磷	0.005	除虫脲	0.02
氟啶脲	0.005	灭幼脲	1.25
亚胺硫磷	0.01	吡虫啉	0.06
伏杀硫磷	0.02	甲氨基阿维菌素- -苯甲酸盐	0.0005

六六六	0.005	烯酰吗啉	0.2
氯氰菊酯	0.02	虫螨腈	0.03
氰戊菊酯	0.02	咪鲜胺	0.01
甲氰菊酯	0.03	啞菌酯	0.2
二甲戊乐灵	0.03	噻虫嗪	0.008