

遥感图像几何校正模型探讨

邱春霞¹, 董乾坤² (1. 西安科技大学, 陕西西安 710054; 2. 陕西省地矿局测绘队, 陕西西安 710054)

摘要 遥感图像几何校正时, 几何校正模型的选择很关键。该研究以某地区 SPOT 影像为例, 分别基于 ENVI、ERDAS 和 ArcGIS、MapGIS 软件, 采用多项式变换模型进行了几何校正, 总结了各软件在遥感图像几何校正方面的特点, 并对多个遥感图像几何校正模型进行了探讨, 简要说明了有理函数模型的优化法。

关键词 遥感图像; 几何校正; 多项式变换模型; 有理函数模型

中图分类号 S127; P237 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)01-349-05

Study on Remote Sensing Image Geometric Correction Model

QIU Chun-xia¹, DONG Qian-kun² (1. Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710054; 2. Surveying and Mapping Team of Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Xi'an, Shaanxi 710054)

Abstract Geometric correction model is a key point when remote sensing image geometric correction. The characteristics of geometric correction based on ENVI ERDAS ArcGIS and MapGIS were summarized using polynomial transformation model about Xi'an SPOT images. Multiple remote sensing image geometric correction model was discussed, the rational function model of the optimization method was elaborated.

Key words Remote sensing image; Geometric correction; Polynomial transform model; Rational function model

遥感图像几何校正是遥感数据预处理中的一个重要环节, 它能够消除遥感图像在获取过程中因传感器、遥感平台以及地球本身等原因导致的平移、缩放、旋转、偏扭、弯曲及其比例尺等。目前, 遥感图像几何校正一般是通过建立校正变换函数来实现, 其大致思想是用校正函数来建立影像坐标和地面点坐标间的数学关系, 即输入影像和输出影像间的坐标变换关系。对于不同的数学模型来说, 必须采取不同的校正方法, 最常用的是多项式法、共线方程法等。多项式法因为其原理直观, 计算较为简单, 尤其是对地面相对平坦的情况, 具有足够好的校正精度, 使其成为实践中经常使用的一种方法。有理函数模型(Rational Function Model, RFM)是近年来兴起的一种新的遥感图像几何校正方法, 相比多项式模型, RFM是多重传感器几何模型的一种更普遍和更准确的表达形式, 校正精度普遍高于多项式模型, 而且可应用于所有类型的传感器, 校正计算独立于像点和地面点坐标系统, 不涉及到复杂的星历数据和繁琐的坐标系统转换, 所以大大简化了地理坐标校正过程。

笔者利用遥感图像处理软件 ERDAS、ENVI 和 GIS 软件 ArcGIS、MapGIS, 通过对某地区 SPOT 全色影像的几何校正实践, 分析比较遥感图像处理软件和 GIS 软件在遥感图像几何校正方面的特点, 深入探讨几何校正模型的构建, 并在此基础上提出几何校正模型的改进方法和新思路。

1 遥感图像几何校正的原理

遥感图像在几何校正前, 由于存在几何畸变, 本来看起来整齐的等间距像元点间所对应的地面距离并不相等, 而校正后的图像是由等间距的网格点组成的, 且以地面为标准, 符合某种投影的均匀分布。校正的最终目的是确定校正后图像的行列值, 然后找到新图像中每一像元的亮度值。

遥感数字图像几何校正的目的就是消除原始图像中的几何变形, 产生一幅符合某种地图投影或图形表达要求的新图像的过程。它包括两个方面: 一是图像像元空间位置的转换, 即将图像坐标转变为地图或地面坐标; 二是对坐标变换后的像元亮度值进行重采样^[1]。数字图像几何校正的主要处理过程如图 1 所示。



图 1 数字图像几何校正的一般过程

遥感图像几何校正的主要技术步骤为:

(1) 选择控制点。在遥感图像上选择同名控制点位置, 以建立图像与地面坐标系统间的投影关系, 控制点应选在能明显定位的地方, 如河流交叉点等。

(2) 建立整体映射函数。根据图像的几何畸变性质及地面控制点的多少来确定校正数学模型, 建立起图像与地面坐标系统间的空间变换关系, 如多项式法、共线方程法和随机场插值法等。

(3) 校正模型求解。利用地面控制点和对应像点间的坐标进行平差计算, 以此来计算模型的变换参数, 评定精度, 并对原始影像进行几何变换。

(4) 像元亮度值重采样。为了使校正后的输出图像像元与输入的未校正图像相对应, 根据确定的校正公式, 对输入图像重新排列。在重采样中, 由于所计算的对应位置的坐标不是整数, 必须通过对周围的像元值进行内插来求出新的像元值。

2 遥感图像几何校正模型

遥感图像的几何校正模型有: 多项式模型、有理函数模

作者简介 邱春霞(1969-), 女, 陕西西安人, 副教授, 硕士生导师, 从事 3S 技术集成的研究。

收稿日期 2014-11-10

型、共线方程模型、直接线性变换模型和仿射变换模型等。

多项式模型只是用一定的数学函数来模拟由于各种变形综合作用引起的畸变。多项式纠正模型的优点是模型形式简单,计算速度快,应用范围广;缺点是无法精确模拟由于地形高差所引起的投影变形。使用时可以采用几何多项式模型对地形平坦地区或未能提供卫星轨道参数、传感器参数的地区进行几何校正,方法简单且精度尚可,其控制点个数与多项式阶数以及地形起伏的变化都有关,最少控制点数 N 计算公式为: $N = (n+1) \times (n+2)/2$, 式中, n 为多项式阶数。为了保证精度要求,在实际作业中至少需要 2 个以上多余控制点,以便平差计算,并要有若干检查点做后面的精度检查。

有理函数模型是多项式模型的精确形式,是各种传感器几何模型的一种更广义的表达形式。它适用于各类传感器,包括最新的航空和航天传感器,在遥感及其相关领域方面有很广泛的应用。同多项式模型比较起来有理函数模型对不同的传感器模型的表达更为精确,而且已经成为构筑真实传感器模型的一个计算方法。在有理函数模型中可以加入 DEM 数据,这样就可以解决由于地形高差所引起的投影变形,完成遥感影像的几何校正,而且该模型解算速度比较快;缺点是由于有理函数模型的控制点数据是人工采集的,在采集过程中由于受到各种因素的影响,最后计算得到的精度不高^[2]。

共线方程模型又称为数字微分纠正模型,它主要是针对遥感影像在坐标严格变换的基础上,对遥感成像空间几何形态进行描述。共线方程的参数可以提前测定,也可以根据控制点数据的基本信息按最小二乘法原理求解,然后求得改正数,完成校正任务。从理论上讲,由于共线方程模型引入了高程点信息,所以比多项式模型的纠正过程更为严格,在地面起伏较大或使用静态传感器情况下,具有更高精度。不同传感器的构像方式不同,所使用的构像方程式也不同,要选择合适的模型。

直接线性变换模型在解算过程中,不需要内方位元素和外方位元素的初始近似值,特别适合各种类型的非量测用摄影机。但是由于直接线性变换模型算法在解算时没有考虑未知参数间的相关性,不能和光束法平差方法一样取得相同的解算精度。直接线性变换是直接建立地面真实坐标与图像坐标关系的一种数学变换形式,能够由共线方程推导求得。

仿射变换模型可以描述由于任何方式所引起的线性形变,并能自动加以改正^[3]。这种模型原理简单、结构稳定,所求得的定位精度能满足实际需求,在快速成图中得到广泛应用。但由于实际影像不完全服从仿射变换的几何规律,仿射变换不适合视场角较大和覆盖范围较大的遥感影像,对于视场角小的影像来说效果最为明显。

3 遥感图像几何校正实践

此次遥感图像几何校正采用的数据为:1999年某地区 1:10 000 栅格地形图(9幅)和 2002年该地区 10米分辨率 SPOT-2 全色影像。

3.1 基于 ENVI 软件的遥感图像几何校正 ENVI 是一个比较完善的数字影像处理系统,它具有友好的界面且操作灵活。它不仅具有全面分析卫星和航空影像的能力,而且在各种计算机操作平台上可以显示和分析任意尺寸、大小和类型的影像。ENVI 软件的几何校正模型有仿射变换(RST)、多项式模型(Polynomial)和局部三角网(Triangulation)等。

此次 SPOT 影像的几何校正利用校正、拼接后的 9 幅地形图对遥感影像进行几何校正。主要步骤为:

- (1) 将 9 幅 1:10 000 栅格地形图校正、拼接。
- (2) 利用拼接好的地形图对遥感影像进行几何纠正。
 - ① 打开所要纠正的遥感影像图,分别将纠正好的地形图和待纠正的遥感影像显示在 Display 中,如图 2 所示。
 - ② 选择纠正后地形图为基准图像(Base Image),显示 SPOT 文件的 Display 为待校正图像(Warp Image),点击“OK”按钮,进入采集地面控制点。

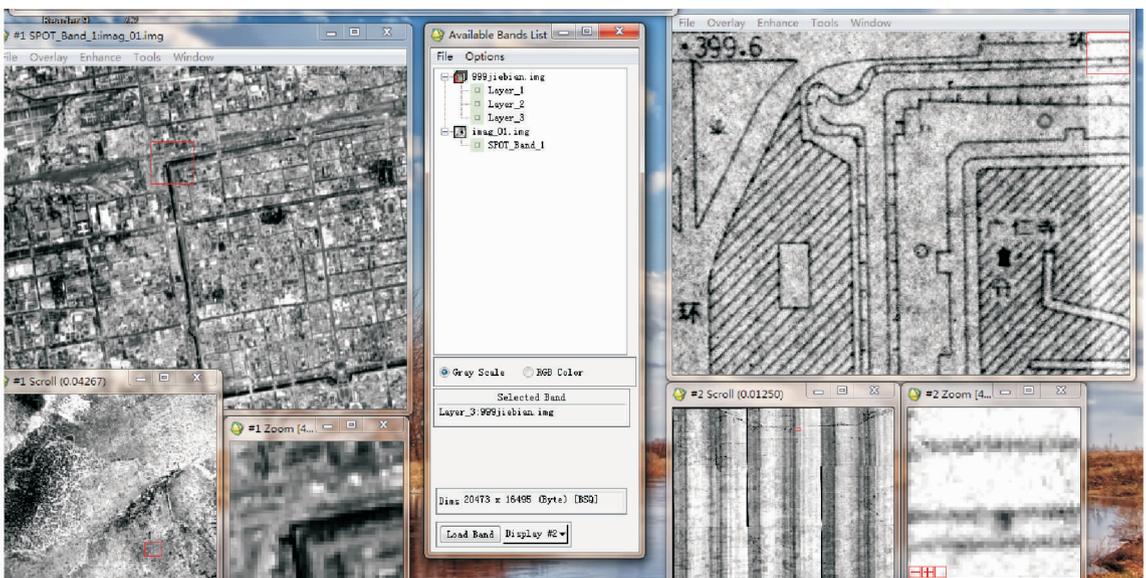


图2 显示纠正图像

③采集 2 个影像上的同名控制点。地面控制点的采集是很复杂的工作,直接影响后面的校正结果。对于 RMS 过高的点,一是直接删除,二是在 2 个图像的 ZOOM 窗口上,将十字坐标重新定位到正确位置,点击“Image to Image GCP List”上的“Update”按钮进行微调。

④选择校正参数输出结果。采用二次多项式几何校正模型,双线性内插法重采样方式,对 SPOT 影像进行几何校正,校正前后图像比较如图 3、4 所示。

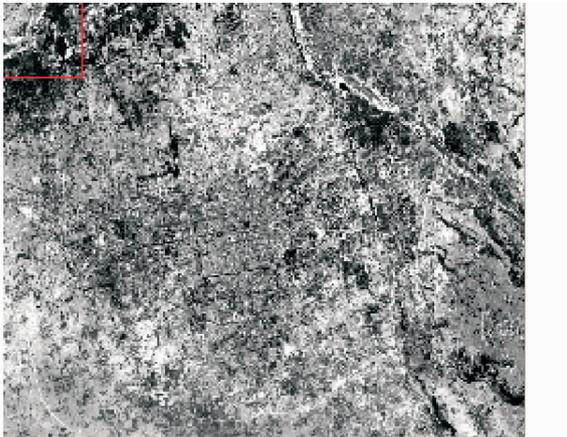


图 3 几何校正前图像

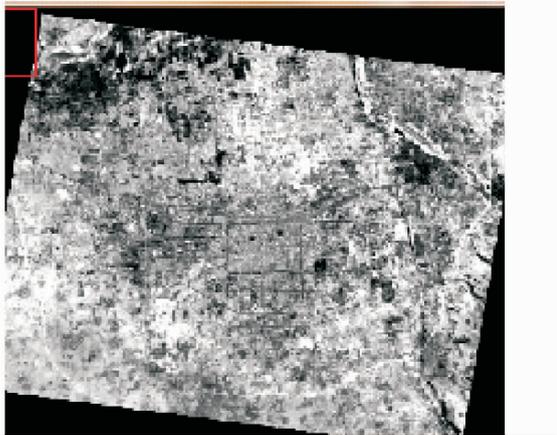


图 4 几何校正后图像

使用 ENV 软件进行遥感图像几何校正,虽然不能随意放大,但界面比较友好,在校正时可随意转换位置。而且 ENVI 软件有 3 个窗口,在选择同名控制点时可滑动到不同位置,准确度比较高。虽然操作没有 ERDAS 灵活,但 ENVI 有 IDL 二次开发语言,用户可以轻松地添加和扩展新功能。此次几何校正时采用的是二次多项式变换,至少需要 6 个同名点,ENVI 还有一个比较好的特点,就是当选择 3 个点之后,使用自动预测功能,可近似确定大致点位,为寻找同名点省下很多麻烦。

3.2 基于 ERDAS 软件的遥感图像几何校正 ERDAS IMAGINE 软件是美国 Leica 公司开发的遥感图像处理系统,为遥感及其相关应用领域的用户提供了功能强大且内容丰富的图像处理功能,ERDAS 软件友好灵活的界面受到越来越多用户的青睐。它以其先进的图像处理技术,为了面向不同的用户,采用了多层次、多体系结构的系统。此外,ERDAS

软件还实现了 GIS 与 RS 很好的集成,为 3S 技术集成奠定了良好的基础。

ERDAS 软件对 SPOT 影像的几何校正也是利用校正、拼接后的 9 幅地形图对遥感影像进行几何校正。主要步骤为:

(1)将 9 幅 1:10 000 栅格地形图校正、拼接。

(2)利用拼接好的地形图对遥感影像进行几何纠正。

①设置:session→preferences→viewer→clear display 的钩去掉。

②点 Viewers,在 Viewers1 中打开遥感影像,再点击 Viewers,在 Viewer2 中打开地形图;可以设置 session→tile viewers,将遥感影像和地形图并排显示。

③在遥感影像视窗中,点 Raster→Geometric Correction→在 Set Geometric Model 中,选 Polynomial(多项式变换),选择 Polynomial Order:2。

④设置投影参数。投影参数设置如图 5 所示。

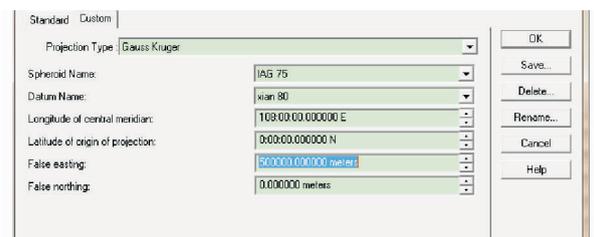


图 5 投影参数设置

⑤在“Polynomial Model Properties”中,点“Set Projection form GCP Tool”,为 Existing Viewers。在 Polynomial Model Properties 中点“Supply”,再点“Close”。

⑥点“Create GCP”,分别在遥感影像和地形图上选择同名点,点击一次,选取一对同名点,重复点击进行控制点选取;因为选择的是二次多项式,至少需要 6 个控制点。选点如图 6 所示。

校正精度:对于遥感影像,校正的误差应该小于 1.0 ~ 1.5 像元(图像分辨率为 10 m),但为了有较好的纠正精度,尽量控制 Total RMS 在一个像元范围内,如果在选择完控制点后发现 RMS 过大,可以将中误差过大的点删除,来保证精度。

⑦在 Resample 视窗中,Output Files,输入文件名:spotjizheng2;Resample Method: Bilinear Interpolation(双线性插值法);Output Cell Sizes:X:10 Y:10,点击“OK”。

⑧图像重采样后,打开校正前后两幅影像进行比较,如图 7、8 所示。

此次选择的是某地区 SPOT 影像,该地区位于关中盆地,地形平坦,地域广阔,且大多数都属于平原,所以选择多项式模型。这样不仅计算速度快,而且还可保持一定精度。在建立多项式时因为多项式的次数为 2,所以至少选择 6 个控制点,在两幅影像上找到多于 6 个同名点,可以提高校正精度。在进行精度评定时,如果中误差太大,可以剔除误差大的点,一定要保证误差在允许的范围内。

3.3 基于 ArcGIS10 软件的遥感图像几何校正 ArcGIS10 是美国环境系统研究所 ESRI 公司研发的构建于工业标准之

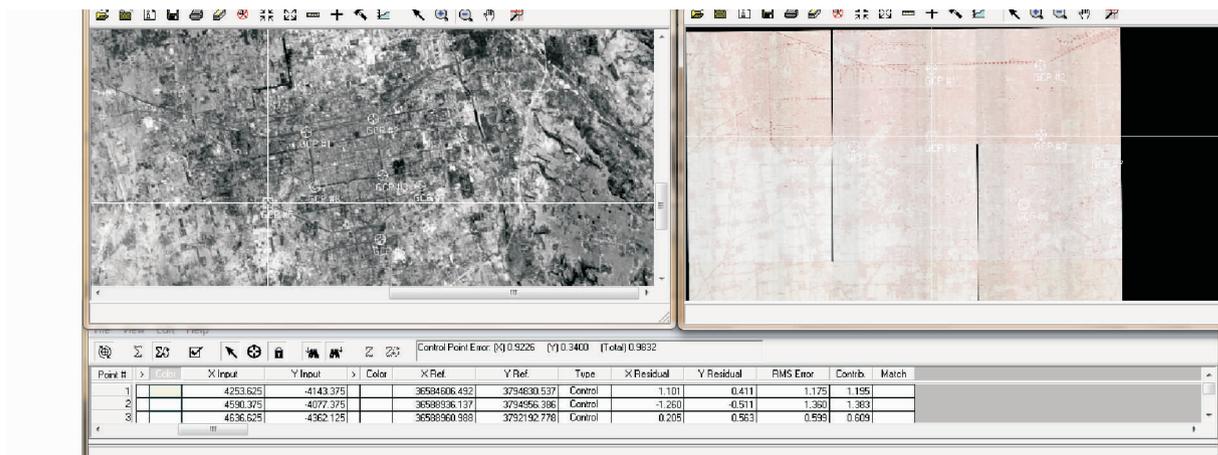


图6 选择控制点和评定精度

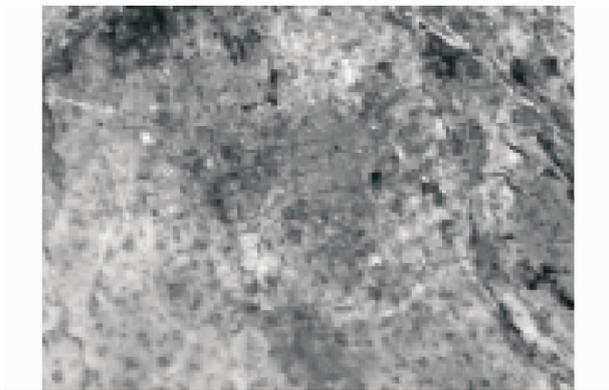


图7 遥感图像校正前



图8 遥感图像校正后

上的无缝扩展的 GIS 产品家族,是目前最流行的 GIS 平台软件,主要用于创建和使用地图,编辑和管理地理数据,分析、共享和显示地理信息,并在一系列应用中使用地图和地理信息。

由于此次数据还有 30 m 分辨率,3 个波段的多光谱 TM 影像,所以在 ENVI 软件中首先对 SPOT 和 TM 影像进行了融合。然后,在 ArcGIS 软件中对 9 幅地形图进行几何校正。具体过程为:

- ①打开要纠正的地形图。
- ②输入选择的校正点的 X、Y 地图坐标。
- ③采用二次多项式变换对地形图进行几何校正。
- ④在地形图上选取 6 个以上同名点对遥感影像进行几

何校正,步骤和地形图校正大致一样,SPOT 影像的几何校正结果如图 9 所示。



图9 遥感影像几何校正结果

用 ArcGIS 进行地形图的校正,过程很简单,前提是必须已知所要校正图像的地图坐标值,将坐标值输入再选择重采样和校正方法就可以了。但是可以看到的是通过比较 GIS 软件和遥感软件的中误差,发现 GIS 软件在图像处理方面还是不如遥感图像处理软件,而且在操作方面也不如遥感处理软件灵活。

3.4 基于 MapGIS 软件的遥感图像几何校正 MapGIS 是中地数码集团的 GIS 软件产品,是中国具有自主知识产权的地理信息系统,是全球唯一搭建式 GIS 数据中心集成开发平台,实现遥感处理与 GIS 完全融合,支持空中、地上、地表、地下全空间真三维一体化的 GIS 开发平台。

MapGIS 软件对 SPOT 影像的几何校正的主要步骤为:

①做图廓。在实用服务→投影变换→系列标准图框→根据图幅号生成图框。

②图像处理→图像分析→文件→数据输入,将扫描地形图数据转换成 .msi 格式。

③图像处理→图像分析→文件→打开影像;镶嵌融合→打开参考文件→参照线文件→删除所有控制点→添加控制点,进行地形图的几何校正。几何校正采用的是二次多项式,重采样方法选择双线性内插法。

④运用相同的方法将遥感影像图进行几何校正。MapGIS 软件对遥感图像进行几何校正,过程比较细致和复杂,有很多需要注意的地方。比如在校正前必须对图廓进行整图

变换,然后才能根据图廓对地形图进行校正。在进行遥感影像校正的时候,和其他软件一样,都是根据地形图采集同名控制点。采用融合后的图像进行几何校正就是为了将图像增强,在选择同名点时可以准确些。

4 遥感图像几何校正模型优化

有理函数模型是继多项式模型以后的一种广义的、更为精确的模型,它在遥感领域的应用非常广泛,适用于各类传感器。在使用有理函数模型时,虽然它有很多优点,适用于各种坐标系统,但也有部分缺点,比如说在一些存在局部变形的地方,无法为其建立模型;而且在一些模型中,有很多参数都没有具体的物理意义,不能对这些参数和这些参数的作用进行解释;在解算的时候也可能出现一些特殊情况影像模型的稳定性;最重要的是如果影像范围过大,或者是高频的影像变形,定位精度也无法保证。为了提高其精度,对有理函数模型进行优化,改变一些参数的值,可以将模型的定位精度提高。

有理函数模型的优化方法分为 2 种,即直接优化法和间接优化法。直接优化法只是对原始的 RFC 参数进行优化,所以经过优化的参数可以直接带入到影像中进行定位和计

算,同时也不需要已经建立起来的影像定位模型进行任何的改动。间接优化法是在像方空间或者物方空间进行补偿或者联合变换,并不对原始的 RFC 参数本身进行修改。在间接优化方法中仿射变换是最常用的方法^[4]。

5 结语

通过对某地区 SPOT 影像,分别采用 ENVI、ERDAS 和 ArcGIS、MapGIS 软件进行几何校正,说明每个软件在遥感影像几何校正方面各有特点,虽然遥感图像处理软件优于 GIS 软件,但在生产实践中可根据实际情况选择软件。该研究对遥感图像几何校正的多个模型的优缺点进行了总结,并简要说明了有理函数模型的优化法,以期对遥感图像的几何校正实践有一定的参考价值。

参考文献

- [1] 汤尧煌, 聂智龙. 遥感图像的几何校正[J]. 测绘与空间地理信息, 2007, 30(2): 100 - 102.
- [2] 张永军, 王蕾, 鲁一慧. 卫星遥感影像有理函数模型优化方法[J]. 测绘学报, 2011, 40(6): 756 - 761.
- [3] 杜培军. 遥感原理与应用[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2006.
- [4] 宋伟东, 王伟玺. 遥感影像几何纠正与三维重建[M]. 北京: 测绘出版社, 2011.

(上接第 338 页)

可以形成旅游、会展、博览、文化、交通、餐饮服务等相关产业。而产业链上的每一业态又可以向多个方向延伸。以宜昌茶产业为例,在生产上,可以把鲜叶做成绿茶、乌龙茶、宜红茶、黑茶等,把茶叶末、老茶叶、茶梗做成茶砖,还可以制作茶工艺品、茶枕、茶保健品、茶化妆品,并由此带动茶叶机械、茶叶保鲜剂、良种、有机肥、茶叶包装、科研培训等配套产业的发展。在销售上可以采取直销、代销、电子商务,连锁加盟等多种形式,由此带动物流、交通、茶文化、旅游服务业的发展。

要整合品牌,把本地同类特色产品整合在统一的品牌下打包宣传,从而降低整体宣传成本,避免恶性竞争;创新销售形式,积极推进电子商务,实现农超对接,努力开拓国际国内市场;企业要杜绝商业欺诈,树立良好的社会声誉。

3.4 注重制度建设,化解农业经营风险 化解农业面临的自然、市场和安全风险,从政府层面看,第一,建立健全农产

品标准化生产和质量检测检验体系,根据无公害、绿色和有机三个层次要求,建立农产品标准体系。第二,通过开展动植物检疫、残存农药检测、农资质量和农产品鉴定,推进健康养殖和病虫害绿色防控和统防统治,不断提高农产品质量。第三,强化监管,逐步建立和完善农产品质量追溯体系。第四,完善农业保险制度,加大对农业保费的补贴力度。从企业层面看,一是要生产安全的特色产品;二是树立品牌、细分市场、搞活流通;三是建立企业风险预警、防控和分担机制,及时化解各种风险;四是树立诚信意识,增强社会责任。

参考文献

- [1] 周维现, 张秀生. 找准农业产业化着力点[N]. 经济日报, 2013 - 04 - 12 (014).
- [2] 刘承智. 农企利益联结方式比较及启示[J]. 经济研究导刊, 2014(13): 30 - 31.
- [3] 王鑫. 基于委托代理理论的政府对农业龙头企业激励策略[J]. 江西社会科学, 2014(3): 47 - 48.