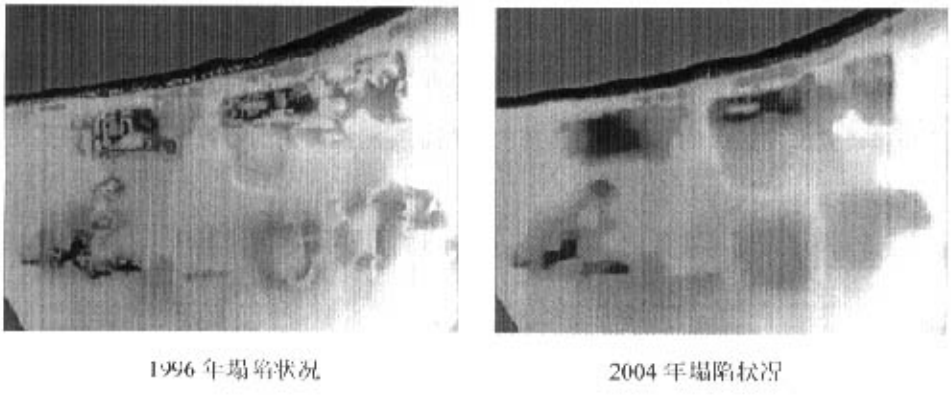
煤炭的开采促进了龙口市的经济发展，但同时也给海岸带带来严重的资源和环境问题。煤矿的长期开采造成地表塌陷，重度塌陷深度一般在 5-9 米之间，轻度塌陷一般在 2-3 米之间。图 5-10 为 1996 年和 2004 年龙口北皂煤矿和梁家煤矿的部分塌陷 DEM 图，1996 年到 2004 年塌陷深度由轻度塌陷转变为重度塌陷，塌陷范围由局部塌陷演化为连片塌陷，塌陷现象日益严重，已成为影响龙口市海岸带变化的一个不可忽视的重要因素。轻度塌陷区凸凹不平，形成岗、坡、洼相间的复杂微地貌，一定程度上影响该地区的土地利用；深度塌陷区常年积水，致使海岸水域面积近几年来急剧扩大。目前塌陷区至海岸之间的地面标高仅有 1.5-3.6 米，比塌陷前降低了 2-3 米，这种状况如果不加以控制，任其继续塌陷，有可能与海平面齐平，甚至低于海平面，引起海水严重入侵，海岸线向陆后退，将整个塌陷区吞噬，如附图 5 所示。这种可能性是非常大的，因为龙口煤矿的开采重点已经转移到海底。



1996 年塌陷状况　　2004 年塌陷状况

图 5-10　龙口市北皂煤矿和梁家煤矿 1996 年和 2004 年的部分塌陷 DEM 图

6. 结论与展望

6.1 结论

本文以龙口市海岸带动态监测为全文主线，以 RS、GIS 集成应用为主要技术手段，辅以地学知识的支持，综合应用多时相遥感影像数据、水文统计数据、社会经济统计数据等多元信息，从遥感专题信息提取、动态变化分析和驱动因素分析三个角度，对龙口市海岸带变化的相关内容进行了系统研究。得到结论：

（1）利用遥感影像提取海岸带信息时，由于低潮线长期被海水淹没，难以直接提取，成为本文的一个重点和难点。为此引入遥感水深理论，建立海水深度与影像灰度值之间的回归统计模型，反演水深，然后结合陆地 DEM、潮汐资料等推算低潮线的位置，从而实现低潮线信息的提取。研究时得出：

① 影像成像时间是遥感水深研究的一个关键因素，收集到的实测水深值要经过卫星同步的潮汐资料校正，才能与影像像素值建立合理的遥感水深模型。

② 两个波段比值图像的灰度值一般比单波段图像灰度值与水深值的相关性强，即波段比值增强处理是一种有效突出水深信息的图像处理方法。

③ 不同的水域利用多光谱遥感反演水深采用不同的波段，本文研究的整个水域深度为 0-17m，建模时以 10m 水深为界，分两个区域反演水深，0-10m 深的水域，水深值与信息较为丰富的 TM3 和 TM4 波段相关性强，10-17m 深的水域，水深值则与穿透能力较强的 TM1 和 TM2 波段相关性强。因此，遥感水深反演模型具有局域适用性，不同水深的水域要采用适当的反演模型，模型反演的通用型较差。

④ 利用遥感水深模型获取的低潮线具有的一定的误差，但误差基本不会对进一步研究产生过大的影响，与传统的海图、实测浅海剖面等方法相比，确实是一种的快速、简捷的方法。

（2）海岸带遥感影像陆域地物信息提取时，采用 BP 神经网络分类器实现地物信息的计算机自动识别。得出：

① 采用 BP 神经网络分类器可方便将影像纹理结构特征、海岸区位指数，随影像光谱特征一并加入判别准则，克服了传统的单一依据地物光谱特征统计模式识别时精度低的缺点，分类精度得到极大提高。

② 神经网络应用于遥感影像分类，网络结构设计的关键是隐层数及隐层节点数的确定，目前还没有统一的、效果理想的方法解决，只有通过大量的实验寻求较佳的隐层数及其节点数。本文对 5 期影像都采用了单隐层网络，隐层节点数在 12-15 之间，网络经过训练后能够达到预期效果。

（3）“地学信息图谱”是一新兴的学术思想，是动态变化研究的一个先进可行的技术途径。论文通过构建 1984-2004 年间的龙口市海岸带动态变化信息图谱，从时空等方面对海岸带岸线的进退变化和土地利用变化进行了系统分析。

（4）海岸带变化驱动机制的宏观理论分析表明，人为因素是影响20年来龙口市海岸带变化的最根本因素，自然因素则通过对人为活动的反馈，进一步推动海岸带的变化。

6.2 展望

虽然本次研究取得了一定成果，但在研究过程中依然存在一些问题和不足，尚待进一步的完善和深入，主要有以下几方面：

（1）应用水深遥感模型从影像上获取低潮线的研究并不成熟，表现在水深实测资料的精度不高，有部分时间上相差较大，而且实测资料中采样点分布密度低，一个线性断面的采样点较少，需进行大面积的采样弥补。

（2）本次研究中，作者在分析海岸带土地利用变化时，从变化的幅度、速度、程度、类型转化及其分布区域等进行定性——定量——定位的逐层深入挖掘，如果在定量化的过程中引入景观学的方法，上升到海岸带景观变化的层次分析，将可能更好、更宏观地把握海岸带土地利用方式转化过程及其特征，下一步作者将在这方面展开更深入的研究。

（3）在对海岸带变化的驱动机制研究中，论文从人为和自然两方面，采用定性与定量相结合的思路，分别对海岸带的岸线变化和土地利用变化的主要驱动因子进行了分析，但是对二者之间的相互驱动研究甚少，今后会深入探讨海岸带土地利用变化与岸线进退变化之间的内在联系。

虽然文章采用了一些新的研究思路与方法，然而，目前国内外对海岸带研究的新理论、新方法层出不穷，如虚拟现实[93]。随着人类空间信息获取和处理技术的快速发展，尤其是20世纪90年代初科学计算可视化概念和技术的引入，地图学突破了二维静态限制，向多维、动态、交互和虚拟方向发展，如果我们加强海岸演变机理研究，构建基于时空数据挖掘、知识发现的海岸带演化情景模拟与空间决策支持系统，使其在实际工作中发挥积极作用，那么海岸带变化研究将成为一项更具有意义的工作。