

近 50 年来广西海岸滩涂变化特征分析

黄 鹄^{1,2}, 陈锦辉², 胡自宁³

(1.中山大学 环境科学研究所, 广东 广州 510275; 2.广西师范学院 资源与环境学院, 广西 南宁 530001; 3.广西遥感中心, 广西 南宁 530023)

摘要: 作者利用不同时段的遥感影像、数字化地形图和历史航空相片, 在地理信息系统平台上提取广西海岸滩涂的变化资料, 并对其进行分析。结果表明, 近 50 a 来广西海岸滩涂的变化特征为: 滩涂面积经历了由加速递减(1955~1977 年)、滩涂面积变化基本不变(1978~1988 年)到滩涂面积再次递减的 3 个阶段(1988 年以来), 其中滩涂面积变化最大的是沙砾质滩涂, 其次是红树林滩涂, 这两类滩涂面积减少最多、递减速率最快。

关键词: 滩涂; 特征分析; 广西海岸; 遥感和 GIS (Geographical Information System, GIS)
中图分类号: P737.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096 (2007) 01-0037-06

海岸演变是一个动态、连续的发展过程, 它反映了自然、经济和社会综合作用能力的强弱。在当前的人类活动和频繁的自然灾害条件作用下, 海岸环境的演变远超过历史时期的变化, 在各种外在动力的作用下, 海岸环境的演变具有多样化和复杂化的特征。滩涂是海岸与海洋相互作用的前沿, 滩涂每时每刻都处于动态的变化之中, 这种变化是海岸对各种动力作用的敏感性响应, 这也是海岸环境演变的最直接体现形式。

滩涂(特别是河口和淤泥质海岸的潮滩)是规模很大的潜在的土地资源, 为人类提供了广阔的生存空间。世界各国, 尤其是沿海土地资源不足的国家 and 地区, 围海造地历来是其争取土地资源、拓展生存空间的主要对策^[1-3]。作为中国西部沿海的广西, 围海造田造地、围海建养殖场亦是多年的传统习惯, 近几十年来该省沿海滩涂的变化相当明显。作者以广西海岸滩涂为研究区, 将地理信息系统 (geographical information system, GIS) 和遥感技术相结合, 全面探讨广西海岸近几十年来滩涂的时空演变特征, 为进一步认识广西沿海的海岸演变和有关决策管理部门提供理论指导和科学依据。

1 研究区概况

广西沿海以全日潮为主, 除铁山港和龙门港为

非正规全日潮以外, 其余均为正规全日潮, 潮流以往复流为主, 涨潮流向东北, 落潮流向西南。波浪的季节性变化异常明显, 冬季以北东和北北东浪为主, 夏季西部主要为南向浪, 东部则为南南西向浪为主, 平均波高 0.5 m。

广西沿海岸线曲折, 岛屿众多, 其中大陆岸线长 1 595 km, 天然优良港口资源相当丰富 (图 1), 沿海可用于港口开发的约 20 处; 滩涂面积约 10 万 hm^2 , 20 m 水深以上海域约 53.3 万 hm^2 。作为广西沿海主要的生态系统之一的红树林, 总面积达 5 654 hm^2 , 占全国的红树林 40%。

2 研究方法

滩涂资料的获取一般是利用历史海图和地形图, 然而一方面历史海图和地形图的测量具有阶段性、比例尺较小, 同时并非每一个地带的海图和地形图资料齐全, 从而增加了研究海岸带滩涂变化的难度。实际上, 不同时相的遥感图像变化亦可以直观地表现海岸

收稿日期: 2005-11-24; 修回日期: 2006-09-18

基金项目: 广西科学基金资助项目 (0448039)

作者简介: 黄鹄 (1965-), 男, 广西人, 研究员, 博士, 从事海岸环境演变与评价研究, 电话: 0771-3908018, 13517888798;

E-mail: mrhuanghu@126.com

滩涂的变化,在一定程度可弥补海图和地形图资料的不足。

故作者主要利用遥感技术和 GIS 技术相结合的

方法,首先提取高分辨率的 Spot 和 TM 影像的岸线,再将其与不同时段的航片和多时段数字化地形图重叠,并相互验证,来分析广西海岸带滩涂的时空变化。

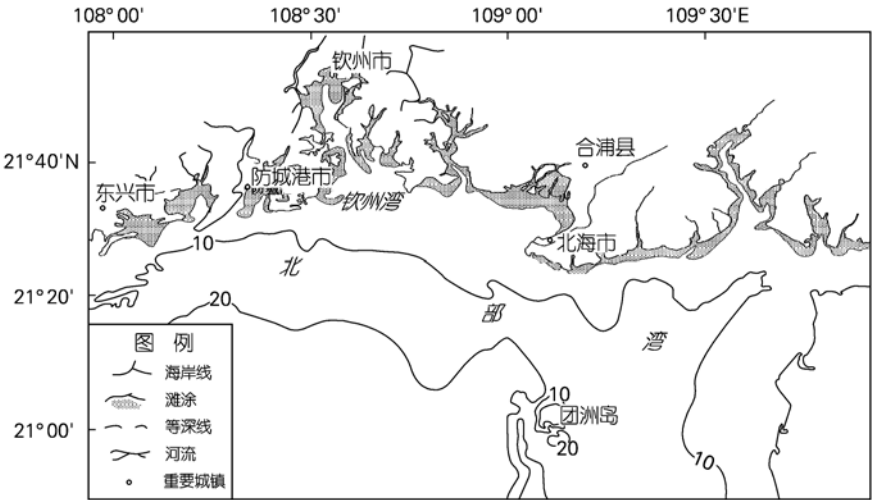


图 1 研究区位置

Fig.1 Location of study area

2.1 处理流程

作者所使用的遥感信息源主要包括 1955 年航摄的 1:37500~1:50000 黑白航片、1977 年航摄的 1:1~1:14000 黑白航片、1985 年 10 月 3 日航摄的 1:1 万真彩色航片(北海市)、1986~1988 年、1998 年、2004 年美国陆地 5 号卫星 TM 数据和 1998 年的法国 SPOT 卫星 HRV 数据等。其中 1986~2004 年卫星遥感数据参数详见表 1。

2.1.1 具体操作技术流程

(1)利用 3 个不同时段的 Landsat5 号卫星(1988、

1998 和 2004 年)的 TM 数据,依据 TM5:波长 1.55 ~ 1.75 μm ,可用于探测植物和土壤水分含量,是绝大部分造岩矿物波谱曲线的高峰段;TM4:波长 0.76 ~ 0.90 μm ,植被高反射波段,可用于生物量及水域判别;TM3:波长 0.63 ~ 0.69 μm ,叶绿素吸收波段,可用于植被分类^[4],上述三波段组合可以用于海岸带资源信息的解译和提取。为此,选用 5、4、3 三个波段,进行红(B_5)、绿(B_4)、蓝(B_3)假彩色合成,制作影像图供解译用。

(2)原始数据灰度拉伸增强→5、4、3 三个波

表 1 卫星遥感数据表

Tab.1 Satellite remote sensing data

| 遥感器 | 景 号 | 成像时间 | 分辨率 | 波 段 | 备 注 |
|-----|--------------|------------|----------|-------|------------------|
| TM | 湛江景 124-45 | 1986.11.1 | 分辨率 30 m | 7 个波段 | 美国 Landsat 5 号卫星 |
| | 北海景 125-45 | 1988.11.29 | | | |
| | 湛江景 124-45 | 1998.10.17 | | | |
| | 北海景 125-45 | 1998.10.24 | | | |
| HRV | 北海景 275-306 | 1998.10.27 | 分辨率 10 m | 全 色 | 法国 SPOT 卫星 |
| | 钦州景 274-306 | 1998.12.23 | | | |
| TM | 北海景 125 - 45 | 2004.01.03 | 分辨率 30 m | 7 个波段 | 美国 Landsat 5 号卫星 |

段假彩色合成 多景数据镶嵌 镶嵌图的精校正 成图裁剪成比例尺 1:50000 标准幅交付使用。

(3) 数据镶嵌: 基于广西海岸的范围恰好处于两幅 TM 景的拍摄区, 即 124/45 和 125/45, 在此将湛江景数据进行镶嵌 (124/44), 这为下一步的精校正可以选取更多的控制点, 并提高校正效果, 镶嵌过程包括几何镶嵌和色调镶嵌。

(4) 校正: 对照地形图及镶嵌图, 在比例尺 1:50000 地形图上选取了 22 个地面控制点, 在计算机影像图相应位置输入控制点的坐标, 使用 ENVI 的配准功能, 误差控制在 0.5 个像元内。

2.1.2 比例尺 1:25000 HRV 与 TM 数据的复合

SPOT 卫星 HRV 数据是彩色黑白数据, 利用 TM 卫星数据与其复合制作成彩色卫星影像图, 可以提高识别目标物的能力。在此首先将 SPOT 卫星 HRV 原始数据灰度拉伸增强→两景数据镶嵌; 其次, 将 TM 原始数据灰度拉伸增强→5、4、3 三波段假彩色合成→多景数据镶嵌→与 SPOT 卫星 HRV 镶嵌图配准→TM 合成图。

由于本次使用的影像最低分辨率为 30 m, 误差小于 0.5 个像元, 即误差应小于 15 m, 可见上述样本可以满足广西海岸带滩涂变化特征的分析。

图像处理主要是利用 ENVI (The Environment for Visualizing Images, Ver3.4, 美国 Better Solutions Consulting limited Liability 公司研制) 遥感图像处理软件, 并根据《海岸带及近海卫星遥感综合应用技术规范》^[5] 的解译要求对涉及海岸滩涂的相关影像特征信息进行增强、变换和提取。

2.2 滩涂提取原则

滩涂的确定包括滩涂水边线和滩涂面积的确认, 其中水边线是指涨潮时被淹没, 退潮时露出的潮间浅滩。滩涂的量算是以海岸线为上限, 以 1:50000 地形图上标注的滩涂靠海一侧界线 (局部根据遥感解译结果) 为下限之间的浅滩。滩涂面积的计算是根据规定解译出来的滩涂范围, 经计算机成图后, 采用 MAPGIS 软件空间分析模块的统计功能计算出不同类型的滩涂面积和总面积。

3 结果分析与讨论

考虑到广西海岸的使用和开发历史状况, 将广西海岸带滩涂的变化过程分为三个阶段: 第一阶段为

1955~1977 年。新中国成立随后的几年间, 政府着手对滩涂资源进行了调查和研究, 最早的是 1955 年利用航空飞机拍摄的航片, 较全面地记录了广西海岸带滩涂基本状况。而广西自治区自成立后对海岸进行开发利用的时间基本上也是从 1955 年开始的。文化大革命以前, 对海岸的开发基本是无序化、无条文规定的时期; 第二阶段是 1978~1988 年, 为中国重振各行业、改革开放的初期阶段; 第三阶段是 1988 年至今, 为政府对海岸实现有计划、有步骤开发的阶段。因此, 着重对广西海岸带滩涂上述三个阶段的面积变化特征进行分析, 滩涂面积变化的原因限于篇幅, 另文再叙。

考虑到广西海岸的滩涂自然属性, 根据国土资源部、建设部的土地分类体系, 将滩涂分为岩滩、沙砾滩涂、沙质滩涂、沙泥质滩涂、泥质滩涂、红树林滩涂、水草滩涂和珊瑚碎屑滩涂等 8 类。

3.1 1955~1977 年滩涂面积的变化

由图 2 和图 3 可以得出, 该时段内的滩涂变化特征主要有: 滩涂面积处于递减阶段, 22 a 间滩涂面积减少了约 10 000 hm^2 , 平均每年减少约 450 hm^2 ;

滩涂面积减少的类型主要集中在沙砾质滩涂、沙质滩涂和泥质滩涂、红树林滩涂, 原因主要和采沙建房、修建工程 (如堤坝等) 有关, 以及和这个阶段大修水利、大兴农田基本建设有直接的关系; 部分类型的滩涂面积增加, 如沙泥质滩和水草滩涂, 这很可能与

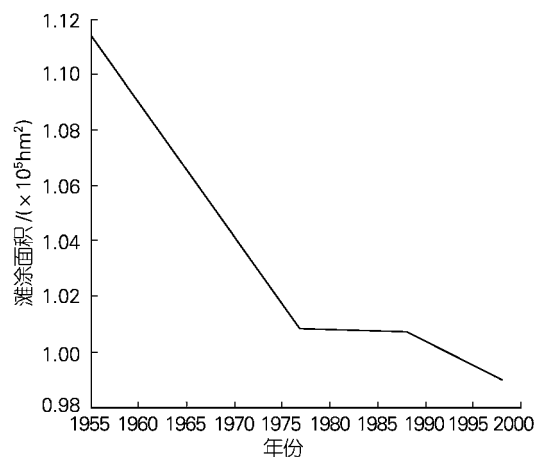


图 2 50 年滩涂面积变化

Fig.2 Area changes of intertidal zone during 50 years

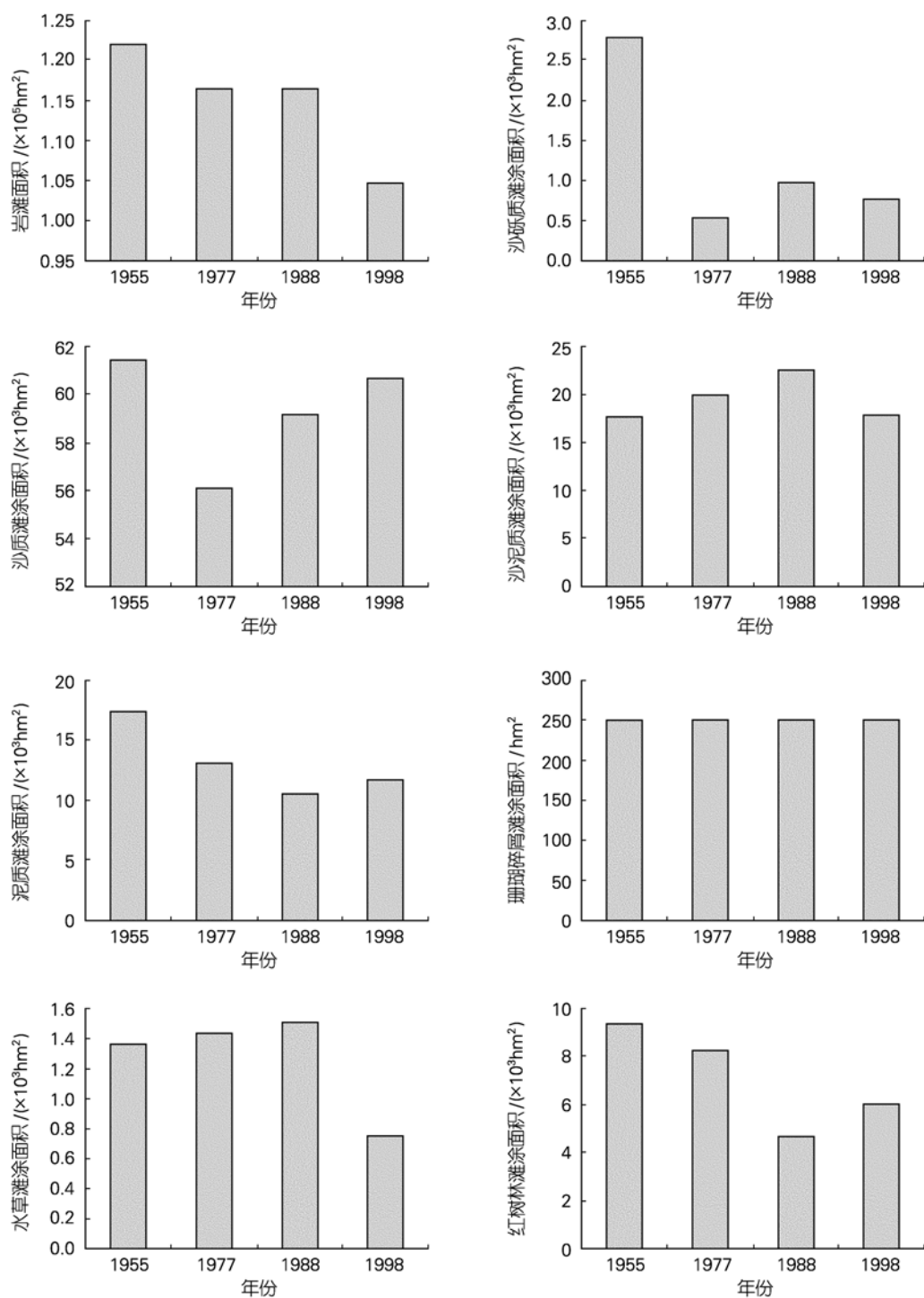


图3 广西海岸滩涂类型及动态变化特征

Fig.3 Dynamic change features of different intertidal zones along Guangxi coast

海岸的脆弱性有关^[6],即在大量人类活动的作用下,海岸失去了自身的调节能力,一些沙滩逐渐向沙泥质岸滩过渡,这也是海岸环境退化的一种表现。同时,沙泥质滩的近海水域适宜先锋植物的生长,特别是水草。因此,伴随沙泥质滩的增加,水草滩涂自然增长,沙泥滩和水草滩的出现,应是海岸环境由沙质岸滩向泥质岸滩转移的一个明显的证据。

3.2 1977~1988 年滩涂面积的变化

与前阶段相比较,1977~1988 年的滩涂面积变化的主要特征为:滩涂面积变化基本不大,1977 年滩涂面积为 100 835.05 hm^2 (图 2),1988 年面积为 100 747.03 hm^2 ,11 a 间滩涂面积仅减少 88.02 hm^2 ,平均每年仅减少 8 hm^2 。反映了在大搞农田基本建设后,沿海地带主要着眼于已开发的滩涂,对这些滩涂进行进一步利用,而没有去再开发新的滩涂;不同类型的滩涂面积变化具有各自的特征,如沙砾质滩涂面积增加 427.52 hm^2 ,沙质滩涂增加了 2 958.61 hm^2 ,沙泥质滩涂增加 2 634.79 hm^2 ,水草滩涂面积增加约 100 hm^2 ,前面已分析了沙泥质岸滩增加的原因,而沙质岸滩面积的增加可能和海平面上升,波浪动力作用加强将近岸的泥沙冲越和冲流等方式带往海岸有关,也有可能是原来建设的堤坝被毁坏,围垦的滩涂重新还原为海滩。较明显的有铁山港北部的散沙村至大路山村的围堤,由于受海浪的侵蚀破坏,恢复了原来滩涂的性质;铁山港丹兜海西侧盐田废弃;钦州湾鹿耳环江东侧围垦堤坝被毁,大风江海湾内许多小汉沟围堤被冲毁,围垦的滩涂恢复还原等。减少的滩涂类型主要是岩滩、泥质滩涂和红树林滩涂,岩滩减少 1.29 hm^2 ,泥质滩涂减少 2 067.53 hm^2 ,红树林滩涂减了 3617.29 hm^2 。

3.3 1988~1998 年滩涂面积的变化

这一阶段滩涂面积变化的主要特征是:滩涂面积主要呈递减趋势,平均每年减少约 170 hm^2 ,10 a 共减少 1 700 hm^2 ;部分滩涂的面积增加,但增加幅度不大,如沙质滩涂增加 1 566.98 hm^2 ,泥质滩涂

增加 1 238.60 hm^2 ,红树林滩涂增加 1 355.93 hm^2 。其中,红树林增加与人工造林有关;部分滩涂面积减少,但减少幅度并不大,其中岩滩减少 117.00 hm^2 ,沙砾质滩涂减少 241.86 hm^2 ,沙泥质滩涂减少 4 765.26 hm^2 ,水草滩涂减少 759.04 hm^2 。

4 结论

中国目前已面临人口增长和耕地减少的双重压力,向海要地、变滩涂为耕地一直是沿海人民增加土地的主要途径。利用广西沿海不同时段影像、地形图及历史航空相片,通过对广西沿海滩涂近 50 a 来的变化分析,得出如下结论:

(1) 在 1955~1998 年的 43 a 间,经历了滩涂面积加速递减(1955~1977 年)、滩涂面积变化基本不变(1978~1988 年)、滩涂面积再次递减的三个阶段(1988 年以来)。

(2) 滩涂面积变化最大的是沙砾质滩涂,其次是红树林滩涂,这两类滩涂面积减少最多、递减速率最快,和人类开发活动有关。

(3) 珊瑚碎屑滩涂保持不变,岩滩略有减少,这可能是因为这两种滩涂目前对人类经济活动的利用价值不大,故受人类活动干扰程度最小。

参考文献:

- [1] 中国海岸带和海涂资源综合调查报告[R].北京:海洋出版社,1991.1-345.
- [2] 彭建,王仰麟.我国沿海滩涂的研究[J].北京大学学报(自然科学版),2000,6:832-839.
- [3] 裘江海,蒋鹏.国内外滩涂开发与研究进展[J].浙江水利科技,2005,3(139):12-14.
- [4] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版社,2003.144-178.
- [5] 恽才兴.海岸带近海卫星遥感综合应用技术[M].北京:海洋出版社,2005.1-98.
- [6] 黄鹄,戴志军.广西海岸环境脆弱性研究[M].北京:海洋出版社,2005.1-50.

Analysis on the characteristics of changeable intertidal zones along Guangxi coast in the late of 50 years

HUANG Hu^{1,2}, CHEN Jin-hui², HU Zi-ning³

(1. Institute of Environment Sciences, Zhongshan University, Guangzhou Guangdong 510275, China ; 2. Faculty of Resources and Environmental sciences , Guangxi teachers college , Nanning Guangxi 530001 , China ; 3. Guangxi Remote sensing Center, Nanning Guangxi 530023, China)

Received: Nov.,24,2005

Key words: mud-flat; characteristic analysis; Guangxi coast ; remote sensing and GIS ;

Abstract: Changeable data in the spatial and temporal spans were obtained on the platform of the geographical information system by using different satellite remote sensing data, digital topography maps and historic airplane photos, which were further analyzed. The results showed that: the total intertidal zones along Guangxi coast decreased in recent 50 years, which abruptly decreased from 1955 to 1977, basically were invariable from 1978 to 1998 and have decreased since 1998. Moreover, the change of the sand-gravel tidal flat was biggest among the whole tidal flat types, the change of the mangrove tidal flat is next, and these two types decreased mostly and their decreased degrees were fast.

(本文编辑：谭雪静)

(上接第 36 页)

Distributions and variations of phosphorus in the Changjiang estuary and its adjacent sea areas

LI Zheng¹, SHEN Zhi-liang², ZHOU Shu-qing¹, YAO Yun²

(1. College of Life Science, Shanghai Fisheries University , Shanghai 200090, China; 2. Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Science, Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Oct.,12,2005

Key words: Changjiang estuary; phosphate; total phosphorus; distribution characteristics

Abstract: Based on the data obtained from quarterly investigations in the Changjiang mouth and its adjacent sea areas in 2004, the distributions and variations of PO₄-P and TP were discussed. The results showed that both the concentrations of PO₄-P and TP were higher near the Changjiang mouth and lower outside the sea, and the highest concentration was not inside the Changjiang mouth but out of the mouth. The PO₄-P concentrations inside the mouth in autumn and winter were higher than those in spring and summer, and the TP concentrations in summer and autumn were higher than those in spring and winter. The concentrations of PO₄-P and TP outside the mouth were higher in winter and summer than those in spring and autumn. The great changes and obvious stratification in PO₄-P concentrations were found in summer, and a few changes and almost even vertical distributions were found in winter. Except spring, TP concentrations were lower in the surface than in the bottom. The correlations between PO₄-P, TP, S and TSM show that PO₄-P concentration was affected by phytoplankton, vertical convection of seawater and buffer action, etc. in removal process from the river to the estuary. TP concentration was mainly controlled by TSM.

(本文编辑：张培新)