

山东半岛城市群可持续发展综合测度体系研究*

刁琳琳 张晓青

(山东师范大学人口·资源与环境学院, 250014, 济南//第一作者 24岁, 女, 硕士生)

摘要 针对山东半岛城市群资源生态环境与经济、社会、人口发展状况,运用层次分析法和因子分析法构建可持续发展综合测度体系,并进行定量评价;在聚类分析基础上呈现量化结果的空间分异特征,即山东半岛东、西部城市的可持续发展能力明显高于中部城市,并在空间上表现为分区群聚分布特点。最后,对半岛城市与省内其它9城市资源生态环境的可持续发展水平进行了横向比较,从生态环境与社会经济协调发展的角度提出城市群可持续发展的对策与建议。

关键词 层次分析; 因子分析; 资源生态环境; 可持续发展测度; 空间分异; 山东半岛城市群

中图分类号 K 901; F 224.1

山东半岛城市群以其优越的区位条件和地缘优势,在对外开放、发展外向型经济以及同内陆腹地的联系中具有独特优势。伴随着经济的快速发展以及工业化和城市化进程的加快,资源环境与经济社会发展的矛盾也日益突出和加剧,实现资源环境可持续发展将是山东半岛城市群发展的关键。

1 理论研究进展

资源生态环境可持续发展能力是指某一资源环境状态和生态结构在对人类生存发展不发生不利变化的前提下,对于现有人类社会经济活动在规模、强度和速度上的承载能力或协调程度。目前,可持续发展研究的挑战之一是在于如何将生态系统功能的测量与相关的社会系统结构和运转有效联系起来^[1]。国内学者在资源环境系统可持续发展评价方面作了大量研究和探索。孙铁珩^[2]运用协同论、突变论和耗散结构理论从宏观角度分析了生态环境的可持续发展能力;宁小莉等^[3]分析了包头市城市生态支持系统可持续发展的主要限制因子;吴映梅等^[4]计算了我国西南地区资源环境基础支撑能力动态系数等等。对于山东半岛城市群资源环境系统的可持续发展能力研究则较早由盖文启^[5]在2000年提出,进而张海峰^[6]和艾华等^[7]分别利用系统动力学仿真模拟来诊断半岛群生态环境与经济相互关系,提出了经济与资源环境协调发展模式。

2 山东半岛城市群资源生态环境可持续发展水平的综合测度

2.1 指标体系构建 区域可持续发展系统是指一定的地域空间范围内由社会、经济、生态3个相互作用、相互依赖的子系统组成的复合系统^[8]。可持续发展测度是考察环境与生态资源作为可持续发展的内生变量和约束条件,其容量和承载能力的持久稳定性,因此,评价体系的建立要综合体现资源环境系统与经济、社会、人口系统的协调与动态耦合过程。一个区域的社会经济发展能否持续,可以通过其资源的承载力与人口规模的比较反映^[9],所以在构建测度体系时人均指标被较多采用。根据客观性、动态性、可操作性原则,在前人研究的基础上,针对山东半岛未来可持续发展的方向和定位,通过资源生态环境系统的可持续发展能力对于区域可持续发展能力的影响界定,运用层次分析法对构成评价系统的多个因素确定权重,最终确定了包含33个底层评价因子的山东半岛城市群可持续发展综合测度体系(表1)。该体系突出资源生态环境和经济社会发展两大子系统的功能协调,将生态环境指标划分为水平、压力、抗逆能力3个方面,并进一步从资源占有、生态条件、人均负荷、生态退化、环境治理及改善潜力等方面对生态指标分解与细化;在经济社会子系统中,经济总量、效率、结构指标能够反映出经济增长的速度和质量,而社会的进步程度则通过居民生活、科技文化、基础设施、城市化水平等指标来衡量。指标选取时考虑到相似因子的相互替代对主成分提取可能造成的干扰,尽量选用具有显著相对独立性的指标因子。

2.2 评判过程及结果分析 运用因子分析对上述33个指标进行提取。因子分析法的优点在于对包含多个变量、原始信息量大的评价模型,能够科学客观地确定各指标权重,并在最小信息损失的前提下对原来多个变量进行降维处理,用较少的几个综合指标来替代,从而避免了人为确定权重的主观影响,提高了评价结果的准确性。

2.2.1 主成分提取 首先对基础数据(由《山东省统计年鉴—2005》、《山东省国土资源数据集(1992)》计算获得)做标准化处理,建立相关系数矩阵。分析得到,组成指标测度体系的33个变量构建的相关矩阵中60%以上的相关系数都大于0.3,观测变量之间有较强的相关关系,具备使用因子分析的前提条件。然后采用方差最大法对因子做正交旋转,提取主成分。最后计算因子值,即各个因子在每个案例上的得分值,运用因子值可进行地区间比较分析^[13,14]。采用SPSS13.0统计软件^[14],变量分析及主成分提取结果见表2。

* 山东半岛城市群地区地质生态环境综合调查评价与可持续发展关系与战略研究,山地中心[2005]12号
收稿日期:2006-11-20

表1 山东半岛城市群资源生态环境可持续发展综合测度体系^[10,11,12]

一级评价指标	二级评价指标	三级评价指标	四级评价指标		
山东半岛城市群可持续发展综合测度体系	资源占有 C ₁₁₁		S ₁ :人均水资源占有量/m ³		
			S ₂ :人均耕地面积/hm ²		
			S ₃ :人均粮食产量/kg		
	资源环境水平 C ₁₁	生态资源条件 C ₁₁₂	S ₄ :森林覆盖率/%		
			S ₅ :建成区绿地覆盖率/%		
			S ₆ :人均公共绿地面积/m ²		
			S ₇ :平原面积所占比重/%		
	资源生态环境 C ₁	生态环境压力 C ₁₂	人均负荷 C ₁₂₁	S ₈ :现年人均用水量/m ³	
				S ₉ :浅层地下水开采率/%	
				S ₁₀ :水资源利用率/%	
		生态环境抗逆能力 C ₁₃	生态退化 C ₁₂₂		S ₁₁ :COD浓度/mg·L ⁻¹
					S ₁₂ :人均工业废水排放量/t
			生态环境治理 C ₁₃₁		S ₁₃ :人均SO ₂ 排放量/t
					S ₁₄ :人均工业固体排放量/t
			资源环境改善潜力 C ₁₃₂		S ₁₅ :人均固体废物产生量/t
S ₁₆ :水土流失率/%					
经济社会发展 C ₂		经济发展指标 C ₂₁	经济总量 C ₂₁₁	S ₁₇ :工业废水排放达标率/%	
				经济结构 C ₂₁₂	S ₁₈ :工业SO ₂ 去除率/%
				经济效率 C ₂₁₃	S ₁₉ :环保投资占GDP比重/%
	生活质量 C ₂₂₁		S ₂₀ :人均GDP/元		
			S ₂₁ :GDP增长率/%		
			S ₂₂ :三产占GDP比重/%		
	社会进步指标 C ₂₂	基础设施 C ₂₂₂	S ₂₃ :全员劳动生产率/元·人 ⁻¹		
			科技文化 C ₂₂₃	S ₂₄ :城镇人均可支配收入/元	
			城市及人口 C ₂₂₄	S ₂₅ :农民人均纯收入/元	
			S ₂₆ :人均消费零售额数/元		
			S ₂₇ :千人拥有医生数/人		
			S ₂₈ :交通密度/%		
			S ₂₉ :百人拥有电话数/部		
			S ₃₀ :工业企业科技人员比例/%		
			S ₃₁ :科教支出占人均财政支出的比重/%		
			S ₃₂ :城镇化水平/%		
			S ₃₃ :人口自然增长率/%		

由于因子分析得到的主成分彼此相互独立,表2中通过因子模型导出的前4个主成分累积贡献率占了总方差的82.83%(大于80%),对33个观测变量的主要信息具有较高的保留程度,因此,前4个主成分中的指标要素可表征资源生态环境可持续发展能力及对于区域可持续发展的支撑程度.同时,表2中前4个主成分才占总方差的82.83%,说明了城市可持续发展进程中综合的资源生态环境因素和经济社会因素影响的复杂性和多样性^[15].表3主成分载荷实际就是各原始指标因子与相应的诸成分之间的相关系数.

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	11.21	33.969	33.369
2	7.903	23.95	57.919
3	4.94	14.969	72.888
4	3.282	9.945	82.833
5	2.375	7.196	90.029
6	2.035	6.168	96.197
7	1.255	3.803	100
∴			

资料来源:统计软件SPSS13.0输出结果.

2.2.2 因子解释和分析 如前分析,总体上主成分的提取效果较好,但由于指标体系的高阶性和复杂性特点,不可避免存在个别属性不明显的因子,在解释因子过程中,我们将对其做出定性判断和调整.

1) 第一主成分 Z₁ 与 S₂₀、S₂₃、S₂₆、S₂₇、S₂₉、S₃₂ 6个指标之间有较大的正相关,与 S₁₀、S₃₁ 有较大的负相关,这些指标分别从经济发展、居民福利、社会保障、基础设施建设等方面表述了地区经济社会的发展能力.加大科技支出比重(S₃₁)对欠发达地区经济发展的促进作用更为明显,S₁₀水资源利用率则反映了水资源短缺对经济发达地区的制约.因此,第一主成分可作为资源环境调整的经济社会综合发展水平指标,这里将生态资源的经济成本考虑在内,与表1建立的社会经济发展一级指标范畴有所区别.农民人均纯收入 S₂₅在各主成分中都没有显著相关性,相对在 Z₁ 与 Z₃ 上载荷较大,分别为0.409和-0.497,由于其更具有衡量经济发展水平的意义,可将其归入本主成分.

表3 正交旋转后主成分载荷矩阵

Var	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Var	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
S1	-0.187	0.13	-0.856	-0.188	18	0.099	-0.191	0.131	0.847
S2	-0.103	0.403	0.518	-0.407	S19	-0.167	0.094	0.393	0.651
S3	0.093	-0.760	0.097	-0.221	S20	0.748	0.615	0.046	-0.165
S4	-0.165	-0.219	-0.923	0.26	S21	-0.099	0.397	0.528	-0.41
S5	0.431	-0.02	-0.853	-0.146	S22	0.109	-0.890	-0.147	0.185
S6	0.253	0.742	0.195	-0.529	S23	0.759	0.611	0.11	-0.078
S7	0.301	0.316	0.885	-0.054	S24	0.818	0.313	0.316	-0.063
S8	0.196	0.763	0.598	0.017	S25	0.409	-0.229	-0.497	-0.169
S9	-0.246	-0.475	-0.397	0.308	S26	0.933	-0.286	-0.167	0.076
S10	-0.693	-0.083	0.514	0.014	S27	0.910	0.137	0.285	0.221
S11	0.451	0.404	0.717	0.258	S28	0.655	-0.729	-0.005	-0.053
S12	-0.009	0.867	0.435	-0.023	S29	0.826	-0.424	-0.26	0.101
S13	0.221	0.839	0.264	0.062	S30	0.484	-0.136	0.312	0.713
S14	-0.151	-0.157	-0.296	0.842	S31	-0.844	-0.286	0.072	-0.053
S15	0.219	0.151	-0.196	0.918	S32	0.984	0.023	0.098	0.077
S16	0.333	0.689	0.104	-0.396	S33	-0.254	0.281	0.742	0.022
S17	-0.094	-0.434	-0.307	-0.475					

资料来源:统计软件 SPSS13.0 输出结果

2) 第二主成分 Z₂ 可归结为人均生态资源指标,包含优势和负荷两方面:S₆ 人均公共绿地面积和 S₈ 人均用水量代表人均资源优势;S₁₂ 人均工业废水排放量、S₁₃ 人均 SO₂ 排放量代表人均生态负荷。S₃ 人均粮食产量是逆指标,表示粮食对于人口增长的限制(负荷)会随其自身值的增加而减小,经济发达地区的粮食负担比落后地区偏重,主要是城市化带来的人口流动导致。而三产占 GDP 比重 S₂₂、交通密度 S₂₈ 不作为社会经济指标纳入第一主成分,这里主要表示城市化进程引发的生态效应,以牺牲人均资源占有量为代价来换取经济增长的发展模式,很可能使资源优势转变为资源缺口,故为逆向指标。人均生态资源指标被单独提取,充分表明经济发展过程中,突出的社会问题和人口问题对于可持续发展能力的制约,同时,资源危机与环境压力也成为制约区域可持续发展的重要因素。

3) 第三主成分 Z₃ 表述人口、经济增长与自然资源保有量的关系。人口因素是胁迫生态环境的主要因素,人口数量决定了经济资源和生产要素的人均水平,人口增长过快,超过环境可容纳的限度,会引起人均资源水平下降,延缓经济增长,影响资源可持续性。故用人口自然增长率 S₃₃ 和 GDP 增长率 S₂₁ 描述该动态正向指标;平原面积所占比重 S₇ 和人均耕地面积 S₂ 可作为静态正向指标表示资源富足程度。COD 浓度 S₁₁ 表征水质状况,即水资源承受压力的程度;森林覆盖率 S₄ 和建成区绿地覆盖率 S₅ 描述城市植被环境对于生态压力的缓解。

4) 第四主成分 Z₄ 概括为工业发展与环境保护关系指标。工业生产排放的“三废”是导致生态环境恶化的主要原因之一。选取人均工业固体废物排放量 S₁₄、工业废水排放达标率 S₁₇ (逆指标)等表示工业生产对环境的负效应。选取工业 SO₂ 去除率 S₁₈、环保投资占 GDP 比重 S₁₉、工业科技人员比例 S₃₀ 表示环境治理的资金投入和技术要求。

2.2.3 结果评价 把主成分载荷(因子值)与各区域 33 个指标数据加总求和,可得到 8 个城市在 4 个主成分上的得分和综合得分。第 i 个城市的第 j 个主成分分值计算:

$$z_{ij} = \sum_{i=1}^{33} \text{主成分载荷}(1_{ij}) \times \text{指标数值}(x_{ik}) \quad (i = 1, 2, \dots, 8 \quad j = 1, 2, 3, 4)$$

综合得分: $\sum_{j=1}^4 Z_i = \sum_{j=1}^4 \text{因子贡献率} \times Z_{ij}$

如果某一区域在某一主成分上的得分为正,意味着这一区域的该主成分在平均发展水平以上;反之,得分为负表明在平均水平以下。再按照各个主成分的贡献率,定义主成分综合得分 $F = 0.33969 \times Z_1 + 0.2395 \times Z_2 + 0.14969 \times Z_3 + 0.09945 \times Z_4$,从而反映每个城市资源生态环境的可持续发展水平(表4)。

表4 山东半岛城市群 8 城市可持续发展综合指数

城市	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₅	综合得分 F	位次
济南	6.412	-1.858	0.983	2.487	2.128	2
青岛	4.593	-1.331	0.170	0.169	1.284	4
淄博	3.931	0.605	0.085	3.427	1.834	3
东营	5.789	4.957	3.889	-0.355	3.701	1
烟台	2.146	-0.957	-1.226	3.160	0.631	6
潍坊	-0.593	-1.214	1.796	0.948	-0.129	7
威海	5.305	-0.595	-2.775	-0.781	1.166	5
日照	-1.151	-0.272	-0.645	-0.646	-0.617	8
因子贡献率	0.33969	0.2395	0.14969	0.09945	-	-

计算得出,山东半岛城市群各市可持续发展综合指数按得分高低排列为:东营、济南、淄博、青岛、威海、烟台、潍坊、日照。各主成分得分情况反映出以下问题:①在经济资源环境调整的城市经济社会发展能力评价(第一主成分)中,青岛市的排名并非首位,而是位于济南、东营和威海之后,仅列第四位。②第二主成分人均生态资源指标除东营、淄博两市得分为正外,其它 6 市均为负值,青岛、济南排在最后两位,这与两个城市的经济社会发展水平极不相称。③烟台、日照、威海在第 3 主成分人口、

经济增长与自然资源保有量的关系上低于平均水平,资源环境与经济发展的协调度并不理想。④第四主成分表明,2005年淄博、烟台、济南3市对工业污染控制和环境治理的投入较大,明显高于其他城市;相反,青岛和威海两个生态基础相对较好的城市对生态治理投入较少,如果这些城市今后不重视对环境资源的保护,其继承的资源优势地位很可能会丧失。用聚类分析法^[13]对上述综合得分进行分类,利用 ARCGIS 软件在空间尺度上构建可持续发展指数分布图(图1)。

该综合指数空间分布图可以直观地反映经济社会因素协调作用下的各区域可持续发展水平的空间分布规律:以综合得分 F 区分的4类区域资源环境可持续发展能力状况在山东半岛群布局中呈现分区群聚分布的特点,半岛群东、西部地区明显优于中部地区,与区域生态条件存在很大的空间对应关系。

3 山东半岛与其余9市比较

2005年,半岛城市群经济发展迅速,生产总量占全省的64.1%,对全省经济增长的贡献率为64.8%,拉动经济增长10.9个百分点,各项主要经济指标位居全省前列^[16],是山东省经济的核心地区。通过进一步对半岛群8城市同其余9市地的33个指标值作因子分析,能够准确反映出山东半岛城市群可持续发展的整体优势和省内不同地区的差异度。同样采用上述因子分析,计算半岛城市群整体与其余9市地的4个因子得分和综合得分,如表5。

可以看出,半岛城市群的4个因子得分均高出其余9市地。说明半岛城市群不论是在资源生态环境可持续发展本身,还是在其对经济社会发展支撑方面,均优于其余9市地。不过,依旧不容忽视半岛城市群快速的工业化和城市化所带来的对生态环境的沉重压力。

4 结 语

区域可持续发展能力的综合评定,有利于各地市在制定区域规划决策时,明确当地资源环境状况和生态承载能力的持续程度以及它们对经济社会可持续发展的促进和制约作用。与同省其它地区相比,山东半岛城市群作为一个相对独立的经济区域,经济社会发展处于明显的优势地位,但与国内京津唐、长三角、珠三角3大城市群相比,其整体竞争力和资源生态环境可持续发展水平还有待提升,构建合理的城市群经济与资源环境协调发展模式是实现区域综合竞争力持续提升的关键。伴随经济发展,山东半岛地区日益加剧的资源生态危机也不容忽视,制定区域发展战略时要在保护环境和资源可持续利用的基础上,充分考虑经济增长与生态建设的平衡。

5 参考文献

- [1] Heriberto Cabezas, Christopher W Pawlowski, Audrey L Mayer, et al. Sustainability: ecological, social, economic, technological, and systems perspectives[J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2003, 5(3): 167 ~ 180
- [2] 孙铁珩, 孙丽娜. 城市生态可持续发展能力分析[J]. 苏州科技学院学报(社会科学版), 2003, 20(1): 27 ~ 32
- [3] 宁小莉, 秦树辉. 包头市城市生态支持系统可持续发展的限制因子探讨[J]. 人文地理, 2005, (6): 102 ~ 105
- [4] 吴映梅, 李亚, 张蕾. 中国区域发展资源环境基础支撑能力动态评价——以西南区为例[J]. 地域研究与开发, 2006, 25(3): 20 ~ 23
- [5] 盖文启. 我国沿海地区城市群可持续发展问题探析——以山东半岛城市群为例[J]. 地理科学, 2000, 20(3): 274 ~ 278
- [6] 张海峰. 山东半岛城市群生态环境与经济协调发展模式研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2005
- [7] 艾华, 张广海, 李雪. 山东半岛城市群发展模式仿真研究[J]. 地理科学, 2006, 26(2): 144 ~ 150
- [8] 毕思文. 地球系统科学与可持续发展[M]. 北京: 地质出版社, 1998. 172 ~ 197
- [9] 李贞, 李玉江, 孙强. 济南都市经济圈可持续发展能力评价研究[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2006, 21(3): 77 ~ 80
- [10] 宋永昌, 由文辉, 王祥荣. 城市生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2000. 237 ~ 247
- [11] 刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析[J]. 地理学报, 2005, 60(2): 237 ~ 247
- [12] 樊万选, 戴其林, 朱桂香. 生态经济与可持续性[M]. 北京: 中国环境出版社, 2004. 133 ~ 159
- [13] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002. 84 ~ 93
- [14] 郭志刚. 社会统计分析方法——SPSS 软件应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1999. 87 ~ 114
- [15] 戴志军, 陈锦辉, 李春初. 主成分分析在城市 PRED 系统可持续发展研究中的应用——以广东省所辖 21 个城市为例[J]. 热带地理, 2002,

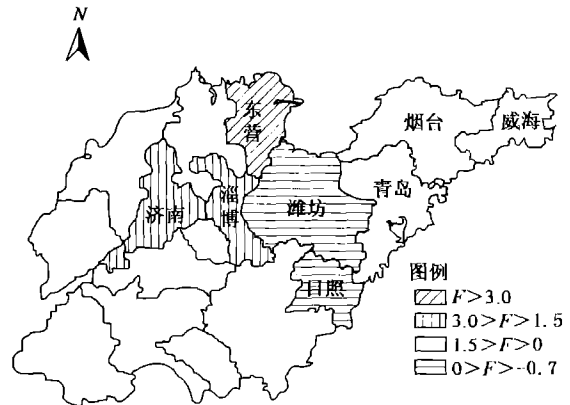


图1 城市群可持续发展指数空间分布图

表5 半岛城市群与其余9市地可持续发展水平比较结果

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	F
半岛城市群	0.041 43	-0.167 12	0.359 04	-0.227 23	0.037 1131
其它9市地	-1.169 07	-0.876 58	-1.655 78	-0.13	-0.838 237

22(3):261 ~ 265

[16] 2004年山东省国民经济和社会发展统计公报[R]. 山东:山东省统计局,2005.2

STUDY ON COMPREHENSIVE MEASURE SYSTEM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SHANDONG PENINSULA URBAN AGGLOMERATION

Diao Linlin Zhang Xiaoqing

(College of Population Resources and Environment, Shandong Normal University, 250014, Jinan, China)

Abstract Based on the current situation of economy, society, population, resource and ecological environment in Shandong Peninsula Urban Agglomeration, composite measure system of sustainable development has been established, and quantitative assessment is carried out, by the means of AHP and the factor analysis. The characteristics of the space difference according to quantitative result using the cluster analysis show that, the sustainable development ability of the eastern & western cities obviously exceeds that of the middle cities in Peninsula Urban Agglomeration, and there presents the character of subarea - clustered spatial distribution. Finally, we compared the district of Peninsula Urban Agglomeration with the rest nine cities in Shandong province crossly in the terms of the sustainable development level of resource and ecological environment, and put forward the countermeasures and advice of the Urban Agglomeration sustainable development from the viewpoint of coordinated development between ecological environment & soci - economy.

Key words AHP; factor analysis; resource and ecological environment; sustainable development measure; spatial variations; Shandong Peninsula Urban Agglomeration

~~~~~  
(上接第81页)

- [3] 刘健. 转变认识观念, 促进人居环境的可持续发展[J]. 城市规划, 1997, (5): 26 ~ 28
- [4] 邢美丽. 城市建设与城市生态环境保护[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 1998, 13(2): 167 ~ 171
- [5] 李丽. 城市设计与人居环境[J]. 山西建筑. 2003, 29(6): 6 ~ 7
- [6] 陈秉钊. 可持续发展中国人居环境[M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [7] 戴松苗. “可行的”城市设计——当代城市设计的定义、方法、作用及未来[J]. 建筑学报, 2005(2): 8 ~ 11
- [8] 李春晖, 袁晓兰. 城市可持续发展指标体系的初步研究[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 1999, 14(4): 414 ~ 418
- [9] 李雪铭. 城市化与城市人居环境关系的定量研究——以大连市为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(1): 91 ~ 96
- [10] 岳方方, 张建新, 魏波, 等. 基于生态足迹的江苏宿迁市可持续发展探讨[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2006, 21(4): 101 ~ 104

## HUMAN SETTLEMENT ENVIRONMENT AND URBAN DESIGN

——a Case of Dalian City

Ru Xiaofang     Wang Hongyang

( Department of Urban &amp; Regional Planning, Nanjing University, 210093, Nanjing )

**Abstract** The process of urbanization makes the problems of human settlement environment severe increasingly. As the development of technology, economy, society and ecology, the demodded trend of traditional urban design dealing with the region in isolation has come forth. First, the status quo and existed problems of human settlement environment of Dalian City are analyzed from the region level. Then how to improve human settlement environment is discussed and several countermeasures are advanced in the Dalian urban system plan.

**Key words** human settlement environment; region level; Dalian City