

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2012.04.020

西安市用水结构变化及驱动力分析

张 静¹, 秦公伟²

(1. 陕西理工学院历史文化与旅游学院 陕西 汉中 723001; 2. 陕西理工学院生物科学与工程学院 陕西 汉中 723001)

摘要 :分析 20 世纪 50 年代以来西安市用水结构的变化及造成这种变化的主要驱动力。结果表明 :20 世纪 50 年代以来 ,西安市总用水量不断增加 ,农业是用水大户 ,但自 90 年代初期开始 ,农业用水量开始下降 ,工业用水量和生活用水量持续上升 ,到 21 世纪初期 ,工业用水量依然保持较高的增长速率 ,生活用水量缓慢增长。耕地面积的减少和节水灌溉面积的增加是农业用水量减少的主要原因 ;人口增长、居民生活水平的提高是生活用水量增加的主要原因 ;工业产值的迅速增长是工业用水量迅速递增的原因。最后 ,提出充分利用中水资源、调整产业结构的节水措施。

关键词 水资源管理 ;用水结构 ;驱动力 ;西安市

中图分类号 :TV213.4

文献标识码 :A

文章编号 :1004-6933(2012)04-0087-04

Driving forces of change of water consumption structure in Xi'an City

ZHANG Jing¹, QIN Gong-wei²

(1. Department of History and Culture, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723001, China;

2. School of Bioscience and Engineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723001, China)

Abstract :The change of the water consumption structure of Xi'an City since the 1950s and its major driving forces were analyzed. The results show that the total water consumption in Xi'an City has continuously increased since the 1950s. Agricultural water use has decreased, and industrial and domestic water use has continuously increased since the early 1990s. In the early 21st century, the industrial water use maintained a high increase rate, while the domestic water use increased slowly. The main cause of the decrease in agricultural water use was a reduction of cultivated land and an increase in the area of water-saving irrigation. The increase of population and improvement of people's lives are the main causes of the increase of domestic water use. The rapid increase in industrial output has increased the industrial water use. Some water-saving measures are proposed, including reclaimed water utilization and industrial structure adjustment.

Key words :water resources management ;water consumption structure ;driving force ;Xi'an City

水是生命之源,是重要的自然资源和战略资源^[1],是人类赖以生存的基本条件。随着社会经济的发展 and 人口的增长,对水的需求量不断增加,水资源供需平衡面临着严峻的考验。20 世纪 50 年代以来,西安市经济飞速发展,环境污染日益严重,水荒状况进一步加剧。解决水资源区域配置问题,需要合理确定用水结构。用水结构的合理确定与科学预测是制定水资源发展利用规划的前提和基础,对实现区域水资源的合理配置乃至社会经济的协调发展均具有重要意义^[2]。本研究拟根据西安市水资源和

水环境状况,分析西安市用水结构变化的规律及其驱动力。

1 研究区自然概况

西安市位于关中地区中部,辖 4 县 10 区,总面积 9 983 km²,2003 年全市总人口 716.58 万人,其中农业人口 403.70 万人,2003 年末实有耕地面积 27.589 万 hm²,人均占有耕地面积 0.07 hm²。

西安市属于暖温带半湿润大陆性季风气候区,四季分明,夏季炎热多雨,冬季寒冷少雨雪。降水量

年际变化很大,多雨年和少雨年的雨量最大差值可达 590 mm;降水的季节分配也极不均匀,有 78% 的雨量集中在 5—10 月,其中 7—9 月的雨量占全年雨量的 47%,且时有暴雨出现。

西安市的主要河流有渭河、泾河、灞河、沣河、涝河、黑河、石川河,都属于黄河流域渭河水系,占全市水系总面积的 98.5%(还有 1.5%属长江流域)。西安市境内的河流除渭河的支流泾河、石川河以外,其余均发源于秦岭北麓(包括骊山)的山区。秦岭北麓的河流受地质构造影响,短且多,表现为钩状水系,大体由山区河流和平原河流两种类型组成。山区河流河谷狭窄,谷坡陡峻,河床比降大,水流湍急,支流较多,主要靠大气降水和基岩裂隙水补给;平原河流河床宽浅,比降较小,支流较少,部分靠地下水补给,起输水和补给地下水的作^[3]。

2 西安市用水结构的变化

1949 年以来,西安市以地下水为水源的供水业有了很大的发展。截至 1987 年底,西安市先后进行了 4 期城市供水工程建设,供水能力可达 56 万 m³/d。西安市现有地下水水源 9 处,配水厂 12 座,年供水量为 1.93 亿 m³,供水范围达 120 km²,供水人口 156 万人,供水普及率达 92.6%,其中工业用水占 60%,生活用水占 40%,人均生活用水量为 128 L/d^[4]。

西安市供水总量由 1952 年的 6.3 万 m³ 增加到 1985 年的 19330 万 m³。20 世纪 70 年代以前,西安市生活用水量大于工业用水量,70 年代中期以后,与生活用水量的增长幅度相比,西安市工业用水量增加显著。1974 年,西安市工业用水量是 7142 万 m³,生活用水量是 6026 万 m³,之后工业用水量在供水总量中所占比例很大。西安市生活用水量由 1952 年的 5.4 万 m³ 增加到 1985 年的 7295 万 m³,而工业用水量由 1952 年的 0.3 万 m³ 增加到 1985 年的 10995 万 m³。可见,西安市的工业用水量 1985 年是 1949 年的 36650 倍,而生活用水量 1985 年是 1949 年的 1350.93 倍。

根据邢大韦等^[5]的研究,1980—2000 年,关中地区农业用水比例减少了 15.56%,工业用水比例增加了 9.43%,城市生活用水比例增加了 4.48%,农村生活用水比例增加了 3.55%。西安市是关中地区主要用水、耗水大户,关中地区用水量的变化在一定程度上反映了西安市用水结构的变化。20 世纪 80 年代到 21 世纪初,西安市工业用水量和生活用水量逐年增加。一个区域的水资源量是有限的,工业用水量和生活用水量的增加势必导致农业用水量的减少。根据肖玲等^[6]的研究,21 世纪以来西安市

工业用水量和生活用水量缓慢增长,2010 年西安市总用水量为 30.14 亿 m³,其中农业用水量为 14.14 亿 m³,占总用水量的 47.78%;工业用水量 9.3 亿 m³,占总用水量的 30.85%;生活用水量 3.9 亿 m³,占总用水量的 12.94%。总的来说,自 20 世纪 80 年代以来,西安市工业用水量和生活用水量大幅度增加,但工业用水量的增加更为显著。资源的有限性使农业用水量占总用水量的比例不得不有所降低。除了工业、农业和生活用水,还有环境用水和生态用水,但西安市实际的供水量为 21.049 亿 m³,可见,西安市属于严重的资源型缺水城市,且用水结构不合理。

供水产销差率是评估供水企业管理水平和运行效益的重要指标。管网漏损率可理解为产销差率^[7]。本研究计算了 1952—1985 年的西安市供水产销差率,见图 1。

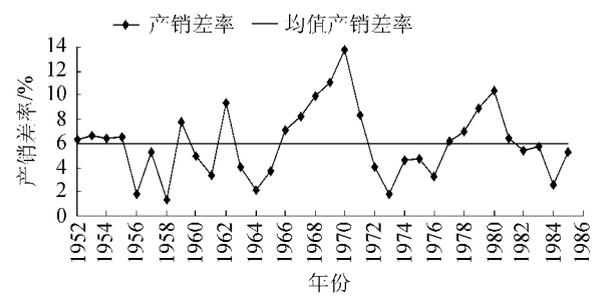


图 1 1952—1985 年西安市供水产销差率

从图 1 可看出,西安市供水产销差率波动性较大,各年管网漏损情况有一定差异性。西安市供水产销差率均值是 6.03%,只有 1969 年、1970 年、1980 年这 3 a 超过了 10%。20 世纪 60 年代中后期,西安市供水产销差率开始上升,到 1970 年出现高峰,70 年代初期又开始下降。

目前,西安市正通过调整水价来推广使用节水器具,培育和强化市民的节水意识。2006 年,西安市节水器具推广率达到 60%,人均生活日用水量控制在 205 L,年生活节水量达到 500 万 m³,同时城市管网漏损率降低到 10%,节水量达 2.75 亿 m³;到 2010 年,西安市节水器具推广率达到 80%,城市人均生活水量控制在 225 L/d,则年生活节水量达到 1500 万 m³,同时城市管网损失率降低到 8%,节水量达 5.704 亿 m³^[8]。

西安市在工业用水方面要限制和淘汰高耗水项目,推广使用先进的节水工艺和设备,提高水的重复利用率^[8]。20 世纪 80 年代中期,西安市工业万元产值耗水量已下降到 49 m³,工业用水重复利用率达到 76%。2006 年西安市工业万元产值耗水量低于 42 m³,工业用水重复利用率达到 80%;2010 年西安市工业万元产值耗水量低于 40 m³,工业用水重复利用

率达到 84%。

3 西安市用水结构变化的驱动力

3.1 农业用水

按用水类别的用水量 and 耗水量排序,农业用水居首位,其次是工业用水,最后是城市生活和农村生活用水量^[5]。目前,农业是西安市主要用水大户,因此,保证农业用水的零增长是实现水资源永续利用的核心。1949年以来,西安市农业灌溉用水量总体上呈增加态势,但年均增长率逐年变小。随着农作物面积的增加,1950—1995年西安市农业用水量增长速度较快;1997以后,西安市农业用水量增长变缓,年均增长率为1.5%,这与农业产业结构调整、城市规模扩大、耕地面积减少以及农业节水灌溉技术推广等因素有关。2002年底,西安市农田节水灌溉面积16.685万hm²,占有效灌溉面积的78.3%;2006年,西安市农田节水灌溉面积达到20.267万hm²(其中喷灌、微灌和滴灌节水灌溉面积达到1.467万hm²)农业灌溉水的利用系数达到0.7,节水2.5亿m³;2010年,西安市农田节水灌溉面积达到21.333万hm²(其中采用喷灌、微灌和滴灌等节水灌溉技术的面积达到2万hm²),农业灌溉水的利用系数达到0.75,节水3.2亿m³^[9]。

西安市的耕地面积由1949年的增加转为后来的减少,主要有4个方面原因:①1949年刚恢复生产,国家大力推进农业建设,进行耕地资源的整理和复垦,使耕地面积增加;②西安市进行了4轮城市总体规划,旨在打造国际化、市场化、人文化和生态化的西安,市区面积逐年扩大,已由20世纪90年代末的1964km²增加到现在的3547km²;③西安市人口迅速增长,城市化进程加快,城市基础设施用地和建设用地增加;④西安市开展生态保护工程建设,退耕还林还园,使得林地和园地面积有所增加。

由于国家政策和西安市土地政策法律等行政手段的实施,西安市未利用土地正在逐年减少,土地利用得到提高。水田、水浇地、有效灌溉面积由1949年初的逐年增加到20世纪80年代后的下降,尤其是高耗水的水田面积下降尤为显著,由1975年的1.356万hm²下降为2003年的4430hm²,减少了67.33%,说明西安市耕地类型由高耗水型向低耗水型转变^[10]。

3.2 生活用水

生活用水量的增加不仅受人口数量的影响,也受经济发展水平的影响。随着人民生活水平的提高、人口的增长,生活用水总量将不断增长。据统计,1999年西安市人均水资源量323m³相当于陕

西省水资源人均占有量的29%,全国人均占有量的15%,远低于维持一个地区经济和社会发展所需人均占有水资源量1000m³的标准。1992年,西安市区人均生活用水量仅有137L/d,至1999年底,人均生活用水增至242.14L/d。水资源的严重匮乏一直是制约西安市经济发展的关键因素^[9]。

3.2.1 人口因素

西安市计划生育工作卓有成效,从20世纪70年代以来,人口自然增长率一直低于全国和全省水平,但由于人口迁移增长仍保持相当规模,故人口增长速度高于全国和全省增长速度。与1982年相比,1990年全国人口增长12.45%,陕西省人口增长13.76%,西安市人口增长15.14%。庞大的人口基数,尤其是日益膨胀的城区和市区人口给城市建设带来压力。西安市总人口由1949年的227.33万人增加到2007年的764.25万人。其中,1949年西安市农业人口183万人,非农业人口44.33万人;2007年西安市农业人口是410.40万人口,非农业人口353.85万人。

据叶文宇等^[11]的研究,2015年西安市综合生活需水量为3.1928亿~3.6964亿m³,占西安市水资源总量的11.98%。西安市城市生活需水量中,非农业人口的人均需水量显著高于农业人口的人均需水量。而从总人口的构成看,西安市非农业人口占总人口的比例随着城市化的提高会逐年增加。人口结构将影响生活用水总量。如何规划西安市未来几十年生活用水量及可利用水资源量的分配,建立合理的水资源水价体系,已成为西安市亟需解决的社会焦点问题。

3.2.2 城市绿化用水

西安市2000—2007年公共绿化面积情况见表1。

表1 西安市2000—2007年公共绿化面积变化情况

年份	公共绿化总面积/hm ²	人均公共绿地面积/m ²	城区绿地率/%	城区绿化覆盖率/%
2000	4116	5.12	19.67	33.29
2001	4238	5.27	20.05	34.22
2002	4238	5.42	20.76	35.06
2003	4502	5.35	19.41	32.17
2005	4867	5.63	19.95	30.43
2006	8106	7.59	31.01	39.82
2007	8670	7.61	31.11	39.71
标准 ^①		6	28	33

注:①指《国家园林城市标准》。

从表1看出,自21世纪以来,西安市公共绿化面积增长显著,由2000年的4116hm²增加到2007年的8670hm²,年均增长率为15.81%,人均公共绿地面积由2000年的5.12m²增长到2007年的7.61m²,年均

增长率为 8.36%。城市公共绿化面积的提高,势必加剧城市环境建设水资源量的需求。

3.2.3 城市服务业用水及其他行业用水

城市服务与管理用水主要用于洗车业、公共浴池以及绿化、浇洒道路和景观喷水等。洗车业是一个高耗水的行业。2005 年底,西安市大大小小的洗车行 800 多家,这些洗车行直接利用自来水冲洗车辆,而洗车污水则直接排入下水道,不仅浪费了珍贵的水资源,还污染了地下水。每年洗车行业要“洗掉 7 个兴庆湖”^[12]。西安市第一家中水洗车点每天洗车约 80 辆,每辆约用 0.05 m³ 水,每天用水 4 m³。若使用自来水,每天水费为 68 元,月水费为 2040 元;而使用中水,每天水费为 4.96 元,月水费约为 148.8 元,仅为使用自来水的 7%^[13]。经过整治,西安市共关闭了 401 个水资源浪费严重的洗车行,并推广了节水洗车技术^[12]。但是随着生活水平的提高,城市私家车和公用汽车会越来越多,用水量将持续增加。

吴继强等^[14]曾对西安市主城区 76 家不同等级的宾馆酒店用水量进行了调查,这些酒店日总用水量约为 16 483 m³,从而推知西安市宾馆酒店用水量约 1.8 亿 m³。若采用适当的节水器具和节水技术,节水率可达到 30%,每年可节约水量 600 万 m³,节约水费 2190 万元。但吴继强等^[14]调查的 76 家宾馆酒店中,只有 11% 的宾馆酒店使用了节水器具。宾馆酒店节水意识不强,水的重复利用率不高,大部分用水一次用完后即通过下水管道直接排出。节水器具使用程度低不仅浪费了水资源,也带来了大量水污染。

3.3 工业用水

自 1949 年以来,西安市工业用水量总体呈上涨趋势,由 1985 年的 10 995 万 m³ 上升到 2007 年的 103 373 万 m³,平均每年增长 38%。2007 年西安市工业用水重复利用率为 75.6%。相对应的工业生产总产值由 1985 年的 57.58 亿元增加到 2007 年的 1 763.73 亿元,工业总产值由 1985 年的 30.83 亿元增加到 2007 年的 772.51 亿元(按 2007 年可比价计算)。

随着国民经济的发展,城市人口的增加,西安市工业用水和城市生活用水每年上升 5.82%。1993 年,西安市工业用水量为 6.385 9 亿 m³;2002 年,西安市重点企业用水总量为 59 361.91 万 m³,其中新鲜水为 13 578.22 万 m³,重复用水 45 783.69 万 m³,重复利用率为 77.13%。

工业用水量增长主要有 2 个方面的原因:①工业总产值不断增长;②工业万元产值耗水量增加。假定工业万元产值耗水量不变,随着工业产值的增加,耗水量将随之增加。尽管与国外相比,西安

市工业万元产值耗水量还有很大下降空间,但需要不断进行技术革新和强化管理,这是一个比较复杂和缓慢的过程。在一个较长的时间内,即便工业万元产值耗水量有所下降,但相对于快速增长的工业总产值而言,对工业用水量的影响还是比较小的。而工业用水量的增长必然增加更多的工业废水。如,造纸业是高耗水项目,截至 2007 年底,西安市 30 家造纸企业每年向渭河流域排放污染物 COD 约 1.813 1 万 m³,排放生产废水约 4919 万 m³^[15]。这些废水污染了水资源和水环境,造成西安市水质性缺水。

4 结 论

a. 20 世纪 50 年代以来,西安市用水结构变化的整体趋势为:总用水量不断增加;农业是用水大户,但自 90 年代初期,农业用水量开始下降;工业用水量和生活用水量持续上升,到 21 世纪初期,工业用水量依然保持较高的增长速率,生活用水量增长缓慢,其占总用水量的比重相对稳定。

b. 耕地面积的减少和节水灌溉面积的增加是农业用水量减少的主要原因。城市化水平的提高和农业产业结构的调整将影响农业用水量的变化。

c. 人口增长、居民生活水平的提高是生活用水量增加的主要原因,城市环境建设和服务业的发展使公共用水量增加,这些共同引起了西安市生活用水量的增加。

d. 工业产值的迅速增长使工业用水量迅速递增,工业节水技术的应用和工业用水重复利用率及万元工业增加值用水量水平的提高,对工业用水量的增长具有负面驱动作用。

e. 预计未来西安市用水结构总体趋势是:总用水量在一定范围内会逐年增加,但工业用水量基本保持稳定的低速增长态势,农业用水量和其占总用水量的比重仍将持续下降,生活用水量中居民生活用水量将随着人口的低速增长和生活水平的提高在一定程度上保持较低的增长率,但是城市服务业用水比重将随着城市规模的扩大和城市环境的改善而持续增加。

f. 充分利用中水资源,调整产业结构,合理规划水资源,成为西安市节约水资源的重要措施。

参考文献:

- [1] 谢极. 水资源对我国工业发展的影响及对策建议[J]. 节能与环保, 2004(4):16-18.
- [2] 刘宝勤, 姚治君, 高迎春. 北京市用水结构变化趋势及驱动力分析[J]. 资源科学, 2003, 25(2):38-43.

(下转第 94 页)

3.3.2 南大港湿地

南大港湿地水生植物主要有芦苇、香蒲等挺水植物,盐生植物主要有碱蓬、柽柳等,坡、堤上为以禾本科、藜科、菊科为主的陆生植被;浮游动物有原生动物门、轮虫动物门和节肢动物门;底栖动物常见种类有环节动物和软体动物;淡水鱼有鲤鱼、鲫鱼、鲮鱼、鲢鱼、草鱼、乌鳢、黄鳝等,海水鱼有黄鲫、黄姑鱼、叫姑鱼、孔鳐等,咸淡水鱼类以梭鱼、矛尾刺虎鱼、半滑舌鳎和焦氏舌鳎等为主;鸟类 17 目 45 科 259 种,其中水鸟 7 目 15 科 110 种,国家重点保护鸟类 47 种,包括国家 I 级保护鸟类 8 种,II 级保护鸟类 39 种。2006 年南大港湿地动物资源情况见表 5。

表 5 2006 年南大港湿地动物资源情况

类别	目数	科数	种数
陆生哺乳动物	5	8	12
鸟类 ^①	17	45	259
两栖爬行类 ^②	2	3	6
鱼类	9	12	27
昆虫	14	86	29

注 ①国家 I 级保护 8 种,II 级保护 39 种;②以黄脊游蛇、红点锦蛇、双斑锦蛇、虎斑锦蛇、中华大蟾蜍、黑斑蛙为代表。

3.3.3 扬埕湿地

扬埕湿地共有维管植物 47 科 113 属 146 种,其中陆地植物以草本植物为主,盐生植物主要有白刺、芦苇、碱蓬、柽柳等,港坡植物主要有盐地碱蓬、灰绿藜、硷茅、白茅等。扬埕湿地的核心区域杨埕水库及其南部有大量沉水植物和挺水植物。沉水植物包括轮叶狐尾、狐尾藻等,挺水植物主要有芦苇、达香蒲等。其中较多的河北省重点保护植物二色补血草,是良好的干燥原料。2006 年扬埕湿地植物情况见表 6。

表 6 2006 年扬埕湿地植物情况

植物种类	科	属	种
蕨类植物	1	1	2
裸子植物	1	1	1
双叶子植物	37	90	116
单叶子植物	8	21	27
合计	47	113	146

扬埕湿地现有鸟类 233 种(而且不断有新种群出现),其中,国家一级保护鸟类 7 种,二级保护鸟类 27 种,河北省重点保护鸟类有 15 种。这些鸟类中,黄嘴白鹭、东方白鹳、黑鹳、白头鸟、丹顶鹤是我国濒危级鸟类,百鹭鹭、大天鹅、小天鹅、鸳鸯、金雕等是我国易濒危鸟类。2006 年扬埕湿地动物情况见表 7。

表 7 2006 年扬埕湿地动物情况

动物种类	纲	目	科	种
浮游动物				38
底栖动物				45
陆栖无脊椎动物		13	99	205
陆栖脊椎动物	4	25	69	265

4 结 语

经过调查、监测和研究,采取适于沧州湿地水环境修复的技术和措施,使得沧州湿地生态环境有了很大的改善,表明现行沧州湿地水环境修复技术是有效的,可以推广。

参考文献:

- [1] 胡荣花,李少华,李兰贵,等.沧州市水环境综合修复技术及应用研究报告[R].石家庄:河北省水利厅,2008.
- [2] 金相灿,刘鸿亮,屠清瑛,等.中国湖泊富营养化[M].北京:中国环境科学出版社,1990.
- [3] 胡荣花,李少华,李兰贵,等.沧州市雨洪资源综合利用模式化研究报告[R].石家庄:河北省水利厅,2007.
- [4] 李少华,李岩,郭玉起,等.沧州区域雨洪资源拦蓄能力分析[J].水资源保护,2010,26(5):91-94.
- [5] 李少华.咸水微咸水养殖技术[M].北京:中国农业科技出版社,1996.
- [6] 赵卫国,李少华,李兰贵,等.平原水库饮用水生物净化水质研究技术报告[R].石家庄:河北省水利厅,2002.

(收稿日期 2011-06-04 编辑 彭桃英)

(上接第 90 页)

- [3] 《长安县水利志》编纂组.长安县水利志[M].西安:陕西师范大学出版社,1996:147-189.
- [4] 乐柏生.贯彻《水法》合理解决西安市用水问题[J].陕西水利,1988(4):13-14.
- [5] 邢大韦,张玉芳,粟晓玲.陕西省关中地区用水结构与耗水量变化[J].水资源与水工程学报,2006,17(3):18-21.
- [6] 肖玲,周拜莎.西安市水资源供需平衡的趋势预测[J].干旱区研究,2005,22(2):157-161.
- [7] 吴元喜,郭晓毅,陈璜.厦门市供水产销差率控制分析[J].给水排水,2007,33(9):115-119.
- [8] 西安市人民政府.关于印发西安市节水型社会建设实施方案的通知[EB/OL].[2005-11-30].http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XAZB200602004.htm.
- [9] 《西安市水利志》编纂委员会.西安市水利志[M].西安:陕西人民出版社,1999:45-65.
- [10] 金娜,薛冬前.西安市土地利用变化及人文驱动力分析[J].江西农业学报,2011,23(1):145-148.
- [11] 叶文宇,白丹,高彬.西安城市生活需水量预测[J].水资源与水工程学报,2005,16(3):62-64.
- [12] 毛浓曦.西安 401 个洗车点被关闭[N].工人日报,2007-01-26(04).
- [13] 程慧.政协委员建议西安将中水回用纳入法制化轨道[N].西安晚报,2008-07-15(03).
- [14] 吴继强,张建丰,王向荣.西安市宾馆酒店用水调查及存在问题初探[J].水资源与水工程学报,2008,19(4):89-91.
- [15] 西安市环境保护局.西安市 2008 年造纸行业污染整治意见[EB/OL].[2008-04-29].http://govinfo.nlc.gov.cn/lmzz/lssj/xxgb/xazfjb/20088/201104/t20110413_672615.html?classid=416.

(收稿日期 2011-05-23 编辑 彭桃英)