

干旱区城市化对城市内河水质的影响研究

——以吐曼河为例

艾尼瓦尔·买买提^{1,2}, 麦麦提吐尔逊·艾则孜¹, 海米提·依米提³

(1. 新疆大学资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆大学化学化工学院, 乌鲁木齐 830046

3. 干旱半干旱区可持续发展国际研究中心, 乌鲁木齐 830046)

摘要:随着城市社会经济的迅速发展, 工业主导的城市化过程带来了许多城市生态环境问题, 引起了城市内河水质的恶化。采用 1996~2000 年喀什市吐曼河水质观测数据、1990 年与 1999 年卫星遥感图像和城市发展中有关的社会经济统计数据与土地利用资料, 在 3S 技术的支持下, 运用地表水污染综合指数法, 对吐曼河水质进行评价, 定量与定性相结合分析了干旱区城市化对城市内河水质的影响。结果表明: 大气中的总悬浮颗粒是导致吐曼河水质严重污染的主要原因。此外, 城市化所带来的人口增加、工业化与土地利用方式的改变也一定程度的影响了吐曼河的水质。

关键词:吐曼河; 城市化; 水质; 影响

中图分类号: X522

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0188-04

Study on the Influence of Urbanization on Water Quality of Urban River of Arid Zone

——In the Case of Tuman River

Anwar · Mohammed^{1,2}, Mamattursun · Eziz¹, Hamid · Yimit³

(1. College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046;

2. College of Chemistry & Chemical Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830046; 3. The International Center for Desert Affairs - Research for Sustainable Development in Semi-Arid and Arid Land, Urumqi 830046, China)

Abstract: Urban river has its special characteristics of water pollution, such as diversification of pollution patterns, grave consequences of water pollution. Along with the rapid development of city economy, urbanization has resulted many problems of city eco-environment, especially deterioration of water quality of urban river. On the bases of the monitored data of surface water, Landsat TM images in 1990 and in 1999 and statistics concerned with economic and social development of Tuman River basin, the water quality of Tuman River was evaluated supported with the Geographic Information System (GIS), remote sensing (RS) and global position system (GPS), and the influences of urbanization on water quality of urban river of arid zone were quantitatively analyzed. The results showed that total suspended particulates have great influences on the water quality of urban river of arid zone. Furthermore, overpopulation, industrialization and land use and land cover change also has influences on the water quality of urban river of arid zone to some extent, so human activities in urban river of arid zone should be cautious. After analyzing the major reasons for water pollution of Tuman River, the authors suggest some measures for water pollution control.

Key words: Tuman River; urbanization; water quality; influence

1 引言

水污染是我国最严重的环境问题^[1]。进入 20 世纪中期以来, 人类活动对河流生态系统的改变加剧。这些活动诸如水利、农业、城市发展、旅游等, 对河流生态系统从结构到功能都不同程度地产生影响, 甚至已经超出了河流生态系统本身的调控能力^[2]。干旱区城市生态环境极其脆弱, 但由于其拥有干旱区最稀缺的水资源, 加之良好的光、热、土等条件, 使其成为干旱区人类主要聚集地^[3]。随着城市化进程的加快、城市占地面积的扩大、人口的增长与土地利用方式的改

变出现了城市内河水质严重污染。城市水资源短缺和水环境污染已严重地制约着城市的面貌与发展, 影响人类的生活动。因此, 研究城市化与水环境之间的关系显得尤为重要^[4,5]。随全球城市化进程的加快, 城市化作为一种重要的形式, 正在对周围生态环境造成现实的或潜在威胁^[6], 特别是人类对水资源的不合理开发利用, 使西部干旱区成为我国生态环境退化地区之一^[7]。

2 研究区概况

喀什市位于新疆维吾尔自治区西南角 (75°56' ~ 76°04'

* 收稿日期: 2006-09-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49961002); 国家重点基础研究资助项目 (G1999043508) 资助

作者简介: 艾尼瓦尔·买买提 (1975 -), 男, 在读博士, 主要研究方向干旱区水资源与环境研究; 麦麦提吐尔逊·艾则孜, 在读硕士, 主要研究方向干旱区水资源与环境研究; 通信作者: 海米提·依米提 (1960 -), 男, 教授, 博士生导师, 从事干旱区水资源开发利用及其环境效应研究。

E, 39°15′~39°35′N), 是新疆维吾尔自治区惟一的历史文化城市, 已有 2 100 多年的历史。喀什市总面积为 198. 14 km², 2004 年城市建成区面积 26 km²。全市整个地形北高南低, 海拔最高点 1 502 m, 最低点 1 264 m。气候属于暖温带大陆性气候, 气候干燥, 多年平均降水量仅 60. 8 mm 左右, 多年平均蒸发量高达 2 162 mm, 年平均气温为 11. 8℃, 年无霜期 224 d。

吐曼河发源于喀什市西北方 20 多公里处, 属于泉水河, 由许多泉水和部分克孜河的尾水汇合形成, 河流总长 58 km。流经喀什市区 18 km, 河床平均宽 15 m, 流经喀什市、疏附县, 下游在英吾斯坦乡、阿喀什乡灌区内消失^[8], 年径流量 1. 26 × 10⁸ m³, 流域面积 576 km²。年均流量为 3~5 m³/s。

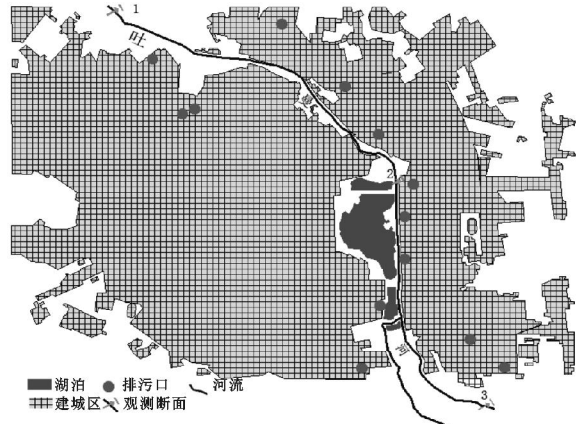


图 1 研究区位置示意图

3 研究方法

采用地表水综合污染指数方法。根据喀什市区水质监测数据, 进行综合分析和筛选, 再根据验证结果来确定参数个数, 选取 5 个参数作为污染物指标, 分别为 SS、CaCO₃、COD、BOD₅、NH₃-N。依据《地面水环境质量标准》(GB3838-88), 对各断面同一时期污染物进行评价。计算公式为:

$$P_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{ij} \quad P_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{io}}$$

式中: P_i —— j 断面地表水污染综合指数, P_{ij} —— j 断面 i 项污染物污染指数, C_{ij} —— j 断面 i 项污染物年平均值,

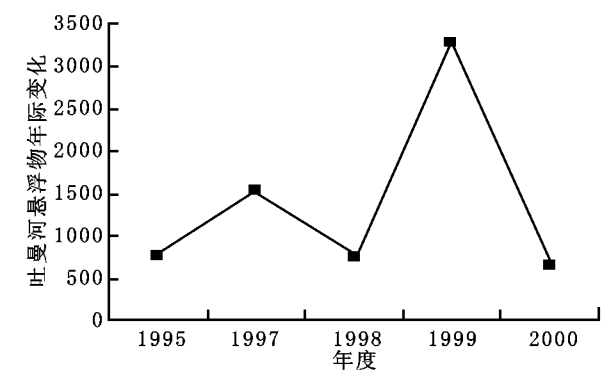


图 3 吐曼河悬浮物年际变化图(单位 mg/L)

图 3、4 表明吐曼河水质污染程度与喀什市大气中总悬浮颗粒物的浓度之间有密切的关系, 及大气中总悬浮颗粒物的浓度越高, 吐曼河水质污染程度也越高, 也就是干旱区沙尘暴天气是导致干旱区河流被自然因素污染的一个重要原因。

5 城市化对城市内河水质的影响

城市化是伴随工业化而产生的一种现象, 主要表现为城市建成区的扩大、人口的增加和工业区域的发展。城市是人

C_{io} —— i 项污染物评价标准, n 参与评价的为污染物项数。同时, 为进一步比较同一江段的主要污染物, 采用污染分担率进行评价。其计算公式为:

$$K_i = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}} \times 100\%$$

式中: K_i ——第 i 项污染物的污染分担率^[9]。

4 吐曼河水质变化特征

根据上述计算公式和观测数据来算出吐曼河水质污染综合指数, 得出水质年际变化状况(图 2)。图 2 中 P 为不剔除总悬浮物的污染指数, P' 为剔除总悬浮物的污染指数, 表 1 为对主要污染物分担率的比较。根据图 2 与表 1 可以明显的看出来吐曼河各种污染物的污染指数中总悬浮物的污染指数最高。这表明吐曼河主要的水质污染物是总悬浮物(SS), 其次是总硬度(CaCO₃)。按照《地面水环境质量标准》(GB3838-88)吐曼河水质类别属于劣Ⅴ类及严重污染, 如剔除总悬浮颗粒, 河岸水土流失等自然因素, 水质为Ⅲ类, 属于轻污染水质。也就是喀什市脆弱的生态系统是导致吐曼河严重污染的主要原因。

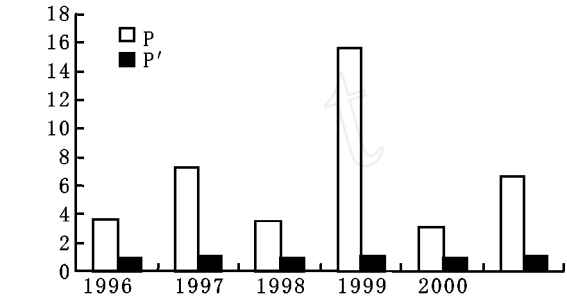


图 2 吐曼河综合污染指数年际变化

表 1 吐曼河各污染物污染 K_i 值名次

名次	1	2	3	4	5
1996~2000	SS	CaCO ₃	COD	BOD ₅	NH ₃ -N

图 2 表示 1999 年水质污染最严重, 其原因是 1999 年喀什市被空气总悬浮颗粒物(TSP)污染的程度比其它年份严重(图 3、4), 此外, 因吐曼河生态系统很脆弱, 水土流失严重, 导致吐曼河污染物中 SS 的量过高。

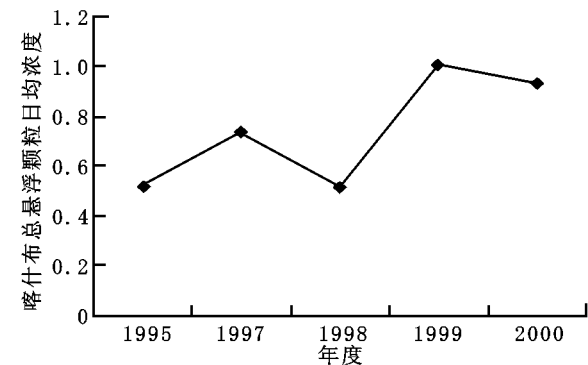


图 4 喀什市大气中 TSP 日均浓度直(单位 mg/m³)

类活动最集中的区域, 也是水环境受人类社会影响和作用最强烈的区域。由于城市化进程的影响, 城市人口生产和生活中向自然界排放污染物的程度越来越大。城市河流普遍受到了严重的污染, 当污水排入到天然水体后, 当其自净能力小于排放量的时候, 水体就会被污染^[10]。

表 2 表明城市化显著地影响水文循环过程中诸因素的分配^[11], 也就是城市化前降水的大部分补给地下水来促进植被生长。城市化影响到地下水的补给, 影响城市内河植被, 从而

使河流的自净能力下降,造成河流水质的污染。在喀什市近几年来的城市的发展和建城区面积的扩张,人口迁移、增长,直接改变了该地的土地利用类型,并引起生态环境发生显著的变化^[12]。虽然脆弱的生态系统是吐曼河水质污染的主要原因,但是城市化所导致的其他污染成分也一定程度的影响吐曼河,此外,人为因素导致的污染物包括多种有害物质,所以研究城市化与城市内河之间的关系也很重要。

表 2 城市化前后水文循环系统 %

分配时段	降水	蒸发	地表径流	地下水	屋顶径流
城市化前	100	40	10	50	
城市化后	100	25	30	32	13

5.1 大气质量对水质的影响

城市上空的大气中和地面上存在着多种污染物,在降雨的淋洗和径流的冲刷作用下,污染物进入河流,造成河流污染^[13]。对吐曼河来说,因喀什市地处世界第二大沙漠塔克拉玛干大沙漠沙漠西缘,气候极为干旱,生态环境恶化和荒漠化为沙尘暴的发生提供地理条件,导致吐曼河主要被总悬浮颗粒严重污染(如图 3、4)。此外,近年来喀什市大规模城市建设所导致的部分绿化带的破坏、房屋拆迁、筑路均是造成大气被总悬浮颗粒污染,从而加剧了吐曼河水质的污染。随着喀什市机动车辆逐年增多而来的扬尘、汽车尾气,人们在生活中排放的烟尘及工业部门排放的烟尘增加了大气中 CO_x、SO_x 及 NO_x 等有害气体的含量,结果吐曼河受到各种化合物的严重污染。

5.2 工业对水质的影响

随着西部大开发政策的落实,在西部干旱区,工业主导城市化的过程正处在上升时期。在工业生产中能源和物质在城市生态系统中迁移和转化。在迁移和转化中,排除废气、废水和废渣,引起环境质量恶化。城市河流的污染一定程度上受到工业经济分布的影响。由于城市规模和城市工业的迅猛发展,需水量急剧增长,城市水资源的供需矛盾也日益尖锐化,如何处理好人类活动与城市河流的关系直接涉及到城市可持续发展^[9、14、15]。

喀什市大规模的工业企业不多,工业生产的工艺相对落后,资源利用率低,污染物排放量大,工业污染主要分布在吐曼河中游,有电力、纺织、化工、屠宰、食品加工、水泥等行业,工业废水未经处理直接进入吐曼河。据统计,1996 年底,喀什市污水排放量为 11 ×10⁶ t(其中工业废水 4.19 ×10⁶ t,生活污水 6.81 ×10⁶ t),到 2000 年底,城市污水排放量增至 17.75 ×10⁶ t,增长了 38%以上。沿吐曼河两岸有近 80 户养猪场,使饲养废水和生活污水直接或间接排入吐曼河^[8、16]。

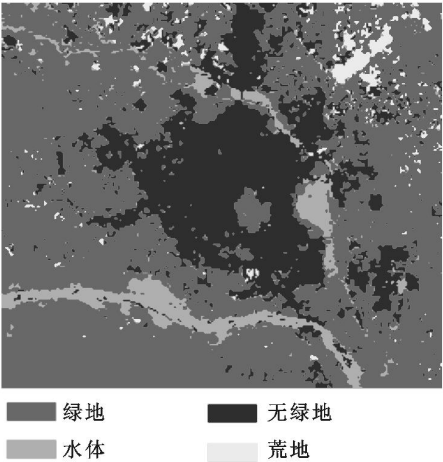


图 5 研究区 1990 年分类图象 (TM)

5.3 城市人口对水质的影响

城市是人们为了追求更好的生存状态的一种集约化的居住点。随着社会经济的发展,人类不断地向城市集中。城市居民生活废水中含有大量碳氢化合物、脂肪等有机物,因水中有机物分解需要大量氧,水体中氧气补给不足,则水体中氧化作用中止,引起有机物分解出甲烷、氢、硫化氢及氨等腐臭气体,散发出恶臭,污染周围的环境,并毒害水中生物,严重地污染城市水体^[17]。

城市中的人们为了满足自身对水的各种需要,同时排除城市区域内产生的生活污水和工业废水使城市免受污水之害。随着喀什市建城区的扩大,近年来,吐曼河中游建立了几个住宅区,居民的部分生活废水进入吐曼河,引起污染。据统计,吐曼河乃则尔巴格乡至火电厂段有较大的排污口 21 处,生活废水通过这些排污口不断地进入吐曼河。此外,喀什市总人口由 1996 年的 254 366 人增加到 2000 年的 339 852 人,人口密度也接近于 1.5 万人/km²。喀什市总人口的增加,使生活污水总量增加,加大了吐曼河被生活污水污染的程度^[18]。

5.4 城市土地利用类型的影响

随着城市化的进程,城区土地的利用方式发生了根本的改变,原有植被和土壤为不透水地面替代。由人工建筑物构成城市的硬化化下垫层后,城市滞水空间被占用,地表不透水面积的增加,造成径流量的增加、地面汇流时间缩短^[19]。流域城市化对河流生态恢复是一个重大的挑战,城市化使得不透水地表增加,直接影响了城市河流的特点,使城市水体与农业、林业区的河流具有完全不同的特征。美国的研究表明,当不透水层的比例达到 10% 时,即可能造成河流生态恶化,而且随着不透水层的面积增加,河流恶化的程度增加。随着不透水层数量的增加,城市排水流量比原来增加 2 ~ 16 倍,而地下水的补给量也成比例地减少^[2]。

本文引用喀什市 1990 年 7 月和 1999 年同样一个季节卫星遥感图像,结合本区域的地形数据与土地利用资料以及野外 GPS 实测资料作为辅助数据源,在 ENVI 软件支持下,首先在全景图像上挖出研究区^[20],以植被覆盖度为主,对喀什市土地利用方式进行比较简单的分类(如图 5、6)。表 3 为个分类对象所包括的主要地物。

表 3 研究区分类状况

级别	类型
绿地	各种森林、草地、农田
水体	河流、湖泊、水库
无绿地	道路、居民地、屋顶、不透水地
荒地	荒漠化、盐渍化土地

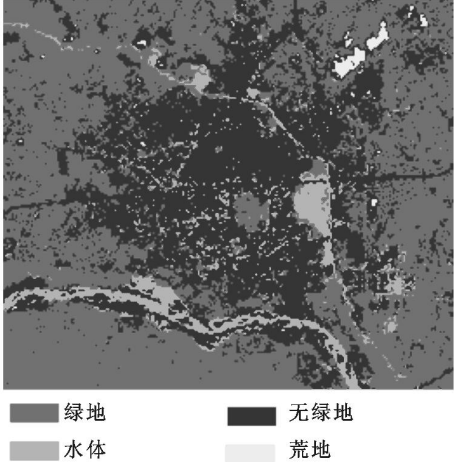


图 6 研究区 1999 年分类图象 (TM)

图像分类工作完成后,将1990年分类结果与1999年分类结果相比较,可以得出吐曼河两岸植被覆盖绿1999年比1990年明显下降,而城市建城区面积明显扩大,这表明人类活动对该区土地利用、覆盖类型强烈地影响使吐曼河成为严重污染的河流之一,由于吐曼河中游两岸不断开发改造,原有的生态系统被改造,岸边植被去除,导致吐曼河自净能力的下降,导致水质严重污染。

5 结论与讨论

本文通过在喀什市吐曼河流域在3S技术的支持下,定量分析与定性分析相结合而研究了干旱区城市化对城市内河水质的影响,并取得了一些初步结果。研究表明吐曼河水质污染主要来源于3个方面:大气污染、生活污水与工业废水。其中大气中总悬浮颗粒是导致吐曼河水质严重污染的

主要因素,此外工业发展、人口的增长与土地利用类型等因素也会影响了吐曼河,结果吐曼河市内河段成为喀什市区地表水质污染最严重的水体^[21]。

城市河流具有供应水源、提供绿地、保护环境、自然保护、旅游娱乐等各项生态功能,对城市生态建设有重要意义^[22]。由于城市河流的盲目开发利用,原有的水生生态系统被完全改造,在加上脆弱得生态系统,引起城市内河的流量减少、水质恶化等结果。因此,在干旱区城市化过程中要综合分析各种自然以及人为因素,使城市化与自然环境相协调,保证人与自然的和谐发展^[23,24]。

因此,从整个人类社会经济发展行为的根本层次上来关注水环境与城市化发展之间的关系。加大城市化过程中城市扩张区域的生态环境管理与污染治理力度是解决城市未来水质恶化的重要环节。

参考文献:

- [1] 薛巧英,刘建明.水污染综合指数评价方法与应用分析[J].环境工程,2000,22(1):64-69.
- [2] 王东胜,谭红武.人类活动对河流生态系统的影响[J].科学技术与工程,2004,4(4):299-302.
- [3] 彭茹燕,刘连友,张宏.人类活动对干旱区内陆河流域景观格局的影响分析——以新疆和田河中游地区为例[J].自然资源学报,2003,18(4):492-498.
- [4] 聂碧芳.论城市化与生态城市建设[J].城市规划研究,2005,(5):124-125.
- [5] 刘引鸽,宋军林.城市化对地表水质的影响研究——以宝鸡市为例[J].水文,2005,25(2):20-23.
- [6] 方创琳,黄金川,步伟娜.西北干旱区水资源约束下城市化过程及生态效应研究的理论讨论[J].干旱区地理,2004,27(1):263-32.
- [7] 赵振勇,王让会,张惠芝.塔里木河下游天然植被恢复的生态学机制[J].干旱区研究,2005,22(1):94-100.
- [8] 杜新宪.吐曼河污染现状及防治对策[J].干旱环境监测,2002,16(2):96-97.
- [9] 张从.环境评价教程[M].北京:中国环境科学出版社,2002.105-116.
- [10] 岳隽,王仰麟,彭建.城市河流的景观生态学研究:概念框架[J].生态学报,2005,25(6):1422-1429.
- [11] 水利电力部南京水文研究所.都市水文学——水文学新的分支学科[R].水文研究报告选编,1982.141-152.
- [12] 罗格平,陈小钢,王涛,等.典型绿洲土地利用/土地覆被变化的可视化模拟初步分析[J].干旱区地理,2005,28(1):27-33.
- [13] 雒文生.水环境分析及预测[M].武汉:武汉大学出版社,2004.35-85.
- [14] 许学强,周一星.城市地理学[M].北京:高等教育出版社,1997.221-226.
- [15] 陈梦熊.城市水资源的合理利用与可持续发展[J].地质通报,2003,22(8):551-556.
- [16] 隗经斌,李云华,古丽巴哈等.新疆喀什噶尔河流域水资源质量保护及对策[J].冰川冻土,2004,26(5):645-649.
- [17] 徐肇忠.城市环境规划[M].武汉:武汉大学出版社,2004.87-89.
- [18] 新疆维吾尔自治区统计局.新疆维吾尔自治区统计年鉴[Z].统计出版社,1996-2000.
- [19] 王紫雯,张向荣.新型雨水排放系统——健全城市水文生态系统的新领域[J].中国给水排水,2003,29(5):17-21.
- [20] 马海州,李玲琴,沙占江,等.利用TM数据提取干旱区土地覆被信息的方法比较[J].干旱区地理,2005,28(1):59-64.
- [21] 秦莉俐,陈云霞,许有鹏.城镇化对径流的长期影响研究[J].南京大学学报(自然科学),2005,41(3):279-285.
- [22] 阎水玉,王祥荣.城市河流在城市生态建设中的意义和应用方法[J].城市环境与城市生态,1999,12(6):36-38.
- [23] Booth D, Jackson C. Urbanization of aquatic systems: degradation thresholds, storm water detection and the limits of mitigation[J]. Journal AWRA,1997,33(5):1077-1089.
- [24] Shields F D J R, Bowie A J, Cooper C M. Control of degradation with vegetation and structure[J]. Water Resources Bulletin,1995,31(3):475-489.

(上接第187页)

5 结论

(1)砂性类软土在沿海地区分布十分广泛,厚度大,成分复杂,结构性强,不均匀,承载力低,常呈软塑、流塑状态,不宜直接利用作为地基持力层。

(2)砂性软土是砂粒黏土混杂构造,内部常常含有封闭

砂团,它出现于砂层与软土层的过渡段,其工程特性受其沙粒含量多少差异、形成历史而变化。

(3)在软土地基工程勘察时,须结合各种勘察手段,综合取得必要、可靠的勘察成果;对软土地基土性测试应注意一些特殊的实验手段,使实验成果与实际相符。

参考文献:

- [1] 何忠明,彭振斌,卢宗柳,等.高速公路软土地基勘察技术初探[J].矿产与地质,2005,19(4):458-460.
- [2] 于长亮.公路软土地基勘察方法与评价[J].岩土工程界,2001,4(7):33-34.
- [3] 梁涛,张修杰.珠江三角洲地区高速公路软土特征及处理方法[J].林业建设,1998,(5):25-29.
- [4] 赵明华.土力学与基础工程[M].武汉理工大学出版社,2000.227-228.
- [5] GB/T50123-1999,土工试验方法标准[S].