

旱作保水措施对金太阳杏园水文生态特性及产量影响的研究

辛 慧¹, 陈守安², 任中兴³, 杨吉华¹, 李申安¹

(1. 山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018; 2. 蓬莱市村里集镇政府, 山东 蓬莱 265604;
3. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018)

摘 要:在新泰市龙廷镇低山丘陵的金太阳杏园内实施旱作保水措施, 对杏园内的土壤温度、土壤含水量、土壤呼吸速率、叶片蒸腾速率和产量进行测定。结果表明: 以覆膜和覆草的效果最好, 能保持土壤湿度, 调节土壤温度, 增加土壤呼吸速率和叶片蒸腾速率, 有效地改善杏园土壤的水、热、气、肥等条件, 促进杏树根系的生长环境和吸收水分及养分的功能, 增加果品产量。

关键词:金太阳杏; 旱作保水技术; 土壤含水量; 蒸腾速率

中图分类号: S662. 207

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)05-0235-04

Study on Hydrological and Ecological Effects under Different Water Retention Measures and Yield Assessment of Apricot Orchard

XIN Hui¹, CHEN Shou-an², REN Zhong-xing³, YANG Ji-hua¹, LI Shen-an¹

(1. College of Forestry, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China;

2. Cunliji County Government of Penglai City, Penglai, Shandong 265604, China;

3. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

Abstract: Different water retention measures were carried out in apricot orchard of Longting county, Xintai city, and soil temperature, soil water moisture, soil respiration rate, transpiration rate of leaves and yield were determined. The results show: covering with veil and hay have the most significant effect because these measures can keep water moisture, adjust soil temperature, improve rate of soil respiration and leaves transpiration. As a result, the factors like water, temperature, air, fertilizer are improved, growth environment and water and nutrient absorption of root are enhanced, and the yield is increased.

Key words: *Prunus arenica* cv. Jintaiyang; water retention measures; soil moisture; transpiration rate

金太阳(*Prunus arenica* cv. Jintaiyang)杏在新泰市6月初成熟, 此时正值果品淡季, 深受消费者喜爱, 具有很强的市场竞争力, 有较高的经济效益, 而且具有根系发达、较抗旱、成熟早、易管理、早实、营养丰富等特点, 适宜在山区丘陵栽植。但由于金太阳杏从3月中旬开始陆续开花、发芽、展叶、抽枝、结果到成熟采收等一系列生长发育过程6月初完成, 而此时春季干旱少雨, 多年平均春季降雨量只有97.7 mm, 不能满足金太阳杏生长发育对水分的需求, 发生生长与结果之间的矛盾, 造成落花落果, 产量低而不稳, 经济效益较低。为此, 在新泰市掌平洼村的低山丘陵金太阳杏园内采取树盘覆膜、覆草、土壤施入保水剂等旱作保水技术措施, 从而减少水分蒸发, 保持土壤水分, 调节土壤温度, 改善土壤透气性能, 提高土壤肥力, 增加土壤微生物活动, 促进有效养分含量, 为根系生长、吸收水分和养分创造同步的适宜条件, 对于提高土地生产力, 提高水分利用效率和增加金太阳杏的经济效益具有重要作用。通过测定金太阳杏园内不同旱作保水措施下的土壤湿度、土壤温度、土壤呼吸强度、叶片蒸腾速率对果品产量的影响, 为果农进行杏园旱作保水技术措施实

施提供理论依据。

1 试验地概况

试验区布设在新泰市龙廷镇掌平洼村, 属于低山丘陵区, 地表岩性为花岗片麻岩, 土壤为棕壤, 土层厚度在40~60 cm之间。年平均气温13.2℃, 极端最高气温39.5℃, 极端最低气温-21.6℃, 10℃积温4 265.9℃。年平均日照时数2 445.6 h, 无霜期195 d, 多年平均降水量743.8 mm, 季节降水不均, 其中春季97.7 mm, 占全年降水量的13.2%, 夏季502.7 mm, 占68%, 秋季115.1 mm, 占15.6%, 冬季28.3 mm, 占3.8%, 年平均蒸发量1 837.5 mm, 为平均降水量的2.3倍。特别是春季风速大, 温度高, 空气湿度低, 土壤蒸发相当强烈, 造成春季土壤干旱严重。因此, 在金太阳杏园地进行土壤旱作保水技术的研究。试验材料为2000年春季栽植的金太阳杏, 树龄为7 a, 平均根径16.90 cm, 平均树高4.33 m, 平均冠幅4.80 m×3.18 m, 枝下高0.64 m, 平均树冠体积23.47 m³, 透光率0.2, 株行距3 m×5 m, 现已进入盛果期。

收稿日期: 2006-08-31

基金项目: 山东省水利厅资助项目“土石山区水土保持植被水文生态特性及其优化配置技术的研究”

作者简介: 辛慧(1981-), 女, 硕士研究生, 主要从事生态林业工程研究。

2 试验材料和研究方法

2.1 试验材料

2006 年 3 月 23 日在 7 a 生金太阳杏园内布设旱作保水试验, 试验材料为树盘覆盖白膜、覆盖黑膜、覆麦秸、土壤施入保水剂、松土等旱作保水技术措施。处理前整平树盘, 树盘四周培 20 cm 土垄, 树盘处理面积均为 3 m×3 m。为了平衡 C/N 比, 在整平树盘后, 每株树施 750 g 尿素, 施入的尿素与表土均匀混合后每株树浇水 200 kg。对照(松土): 每 10 a 松土一次, 松土深度 5 cm; 树盘覆白膜: 用厚度 0.1 mm 的白膜覆盖; 树盘覆黑膜: 用厚度 0.1 mm 的黑膜覆盖; 树盘覆草: 覆盖已腐熟的麦秸, 覆草厚度为 20 cm; 树盘土壤施入保水剂: 保水剂为 KD-2 型高吸水树脂, 沿树干挖四条放射状三角形条沟, 外端沟宽 60 cm, 深 30 cm, 长 140 cm, 保水剂与沟内土壤混合, 填平沟, 每株施保水剂 160 g。试验设 5 个处理, 每个处理设 3 个重复, 布设 15 个小区, 每个小区 9 株金太阳杏, 共计 135 株, 各小区随机排列。

2.2 研究方法

2.2.1 土壤含水量的测定

采用烘干法测定 0~40 cm 土层的土壤含水量。

2.2.2 土壤温度的测定

用地面温度表、曲管地温计测定地面温度和土壤中 5

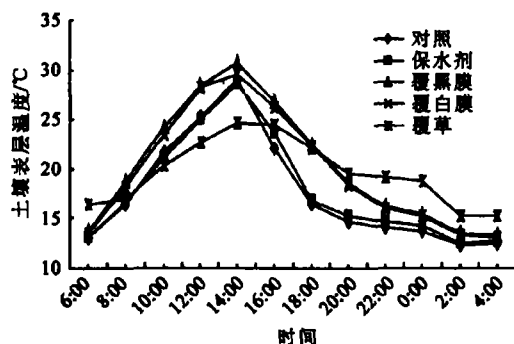


图 1 5 月 29 日土壤表层温度日变化

由图 2 可知, 由于清晨太阳辐射弱, 气温低, 各处理的平均土壤温度最低值出现在 4:00~6:00, 当太阳辐射增强后, 地温随之升高, 在 14:00 达到最高值。覆草处理一天内的平均土壤温度为 18.15°C, 覆黑膜的为 17.79°C, 覆白膜的为 17.45°C, 施入保水剂的为 16.83°C, 对照的为 16.68°C。这是因为白天黑膜吸收太阳辐射, 提高土壤温度, 白膜反射了部分太阳辐射, 因此增温效果比黑膜的要低一些, 而夜间覆黑膜和白膜减少温度散失, 保温效果较好, 所以日平均土壤温度较高。保水剂吸附了土壤水分而使白天的土壤温度降低, 但由于水分具有调节温度的作用, 使夜间土壤温度比对照提高。覆草的日平均土壤温度最高是因为其具有隔热传导能力, 白天土壤温度上升较慢, 但夜间阻止了温度的散失, 保温效果最好。覆膜、覆草和土壤施入保水剂能改善土壤透气性, 调节土壤温度, 保持土壤水分, 改善根系的生长环境, 促进金太阳杏的生长发育, 有利于果树开花结果。

3.2 不同旱作保水措施对杏园土壤温度的影响

对 3 月 26 日、4 月 7 日、4 月 17 日、4 月 27 日、5 月 8 日、

cm、10 cm、15 cm、20 cm 的温度。

2.2.3 蒸腾速率和土壤呼吸的测定

采用英国 PMR-3 稳态气孔计测定叶片的蒸腾速率(E)和土壤呼吸(SIOLRESP)。

2.2.4 数据处理

测定结束后, 数据用 Microsoft Excel 软件进行处理。

3 结果与分析

3.1 不同旱作保水措施对杏园土壤温度的影响

土壤温度主要取决于地面获得的太阳辐射能量的多少, 并对土壤内的水、气及生物化学变化产生影响^[1]。适宜的土壤温度有利于根系吸收水分养分和进行同化作用, 促进杏树的生长发育。

试验测定了 5 月 29 日的土壤表层温度和 5~20 cm 平均土壤温度, 图 1 可知, 土壤表层温度呈单峰型, 6:00~14:00 地表温度迅速升高, 各处理均在 14:00 达到最大值, 其中覆黑膜处理最高为 30.8°C, 覆白膜处理为 29.5°C, 对照处理为 28.9°C, 施入保水剂处理为 28.6°C, 覆草处理为 24.7°C。14:00 以后各处理的地表温度均降低, 以对照和保水剂的下降最快, 变化最为明显, 覆草变化最为平缓, 可见覆膜具有良好的增温保温效果, 而覆草具有较好的隔热保温能力。

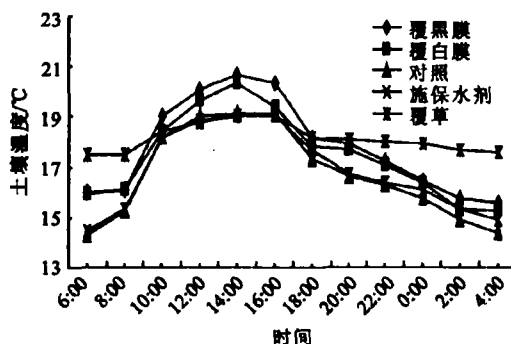


图 2 5 月 29 日 5~20 cm 平均土壤温度日变化

5 月 21 日、5 月 30 日七天测定的 0~40 cm 土层平均土壤含水量的变化进行分析, 由图 3 可知, 四种处理的平均土壤含水量均高于对照, 以覆黑膜保水效果最好, 为 19.37%, 覆白膜为 19.23%, 覆草为 18.42%, 保水剂为 18.82%, 而对照仅为 17.58%。3 月 23 日浇水后进行旱作保水措施处理, 此后开始开花、展叶、抽枝、座果, 气温上升, 枝叶蒸腾和土壤蒸发加快, 土壤含水量下降。从 3 月 26 日、4 月 7 日、4 月 17 日、4 月 27 日的一个月内无降雨条件下 4 次测定的平均土壤含水量变化幅度来看, 覆黑膜处理的平均土壤含水量为 19.51%, 覆白膜处理的为 19.44%, 覆草处理的为 19.08%, 保水剂处理的为 19.23%, 对照为 18.36%, 从 3 月 26 日、4 月 27 日两次测定的土壤含水量差值来看, 对照下降 6.13%, 保水剂下降 5.5%, 覆草下降 4.88%, 而覆黑膜和覆白膜下降 3.68% 和 3.82%。这是因为覆膜密封性强难以透气透水, 从而抑制了土壤水分蒸发作用, 土壤含水量较为稳定, 波动幅度较小, 抗旱保墒效果最好。覆草阻止土壤与空气的热量交换, 减少土壤蒸发, 增加了土壤含水量, 保水剂则是通过

高吸水树脂吸收并储存水分,可以对水分进行调节,有效供水。4 种措施均有效地增加了土壤含水量,提高了根系对土壤水分和养分的吸收利用,促进了果树开花结果。由于 5 月 6 日降雨为 36.42 mm,5 月 8 日测定的土壤含水量保水剂处理的达到 20.11%,对照为 19.59%,覆黑膜处理的为 19.63%,覆白膜处理的为 19.58%,覆草处理的为 18.29%。5 月 21 日和 5 月 30 日测定的土壤含水量下降幅度以对照最大,保水剂次之,覆草较小,覆黑膜和覆白膜的最小。从各处理保水效果看,覆黑膜>覆白膜>覆草>保水剂>对照。

3.3 不同旱作保水措施对土壤呼吸的影响

土壤呼吸是由土壤中的生物能量代谢所产生的,其强度可以反映土壤微生物的总活性^[2],土壤呼吸受多种因素的共同影响,其中土壤温度和土壤湿度是最重要的环境因子^[3]。

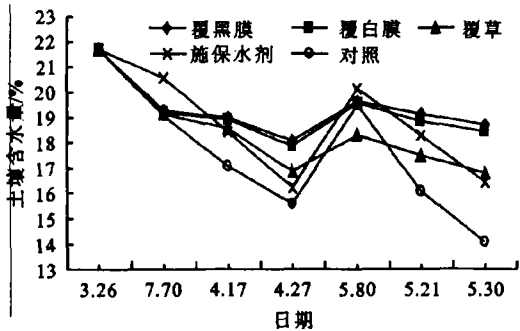


图 3 不同处理土壤含水量变化

对 5 月 29 日测得 6:00~20:00 的 8 个时段土壤呼吸速率进行分析,由图 4 可知,各处理的土壤呼吸速率均呈单峰型,在 8:00~14:00 迅速上升,14:00 达到最大值,覆黑膜的平均土壤呼吸速率为 1.47 g CO₂/(m²·h),覆白膜的为 1.31 g CO₂/(m²·h),覆草的为 1.19 g CO₂/(m²·h),施入保水剂的为 0.94 g CO₂/(m²·h),而对照的仅为 0.73 g CO₂/(m²·h),覆膜处理的平均土壤呼吸速率显著大于对照且在测定时段内变化较大,而保水剂和覆草处理的次之,对照的土壤呼吸速率变化比较缓慢。这是因为覆膜增高了土壤温度,改善了土壤水分条件,从而土壤有机质分解加快,覆草能够改善土壤透气性,增加土壤微生物活性,从而增强了土壤呼吸速率,施保水剂由于蓄积水分降低了土壤温度,因而土壤呼吸速率较低。不同处理措施下的土壤呼吸速率大小顺序为:覆黑膜>覆白膜>覆草>施保水剂>对照。土壤呼吸速率增大说明土壤中微生物的异氧呼吸和根系呼吸较强,土壤的通气性好,有利于果树根系生长发育。

3.4 不同旱作保水措施对杏树叶片蒸腾速率的影响

植物经常处于吸水和失水的动态平衡之中,一方面从土壤中吸收水分,另一方面又向大气中蒸发水分,蒸腾是植物体维持正常生理活动,进行水分代谢和养分分配的水分生理过程^[4]。蒸腾速率作为植物体内水分利用效率的一个重要度量指标,除自身生物特性外还受到土壤的水热状况、太阳辐射、气温和空气湿度等的影响。

从图 5 可以看出,各处理的金太阳杏叶片蒸腾速率在 6:00 为测定时段的最低值,6:00~14:00 随着太阳辐射的增强、叶片气孔的扩张而使蒸腾速率不断升高,各处理均在

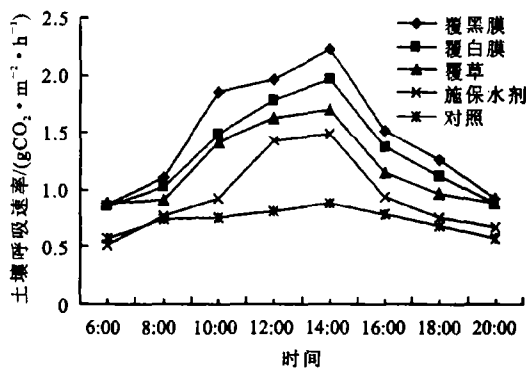


图 4 5 月 19 日土壤呼吸的日变化曲线

14:00 达到最大值,之后随着太阳辐射下降,叶片气孔逐渐收缩,叶片的蒸腾速率迅速降低,覆黑膜处理的日平均蒸腾速率为 0.92 mmolH₂O/(m²·s),14:00~6:00 蒸腾速率的变化幅度为 1.13 mmolH₂O/(m²·s),覆白膜处理的日平均蒸腾速率为 0.84 mmolH₂O/(m²·s),变化幅度为 1.10 mmol H₂O/(m²·s),覆草处理的日平均蒸腾速率为 0.81 mmol H₂O/(m²·s),变化幅度为 1.07 mmol H₂O/(m²·s),施保水剂处理的日平均蒸腾速率为 0.70 mmol H₂O/(m²·s),变化幅度为 0.79 mmol H₂O/(m²·s),而对照的日平均蒸腾速率为 0.57 mmol H₂O/(m²·s),变化幅度为 0.69 mmol H₂O/(m²·s)。由此可知,各处理的蒸腾速率以覆膜最大,因为覆膜可以阻止土壤水分蒸发,降低了园内冠层空气相对湿度,提高了土壤温度。覆草能够蓄水保温,增加土壤有机质,提高土壤蓄水保水的性能,保水剂可以调节土壤水分,达到节水保水的效果。覆膜、覆草、土壤施保水剂能够调节园内土壤温度,提高土壤湿度,改善土壤透气性,使土壤中的水、肥、气、热保持在适宜杏树根系生长发育的良好环境,吸水功能增强,增加杏树叶片的蒸腾速率,保证了果树新陈代谢所需水分和养分的输送。

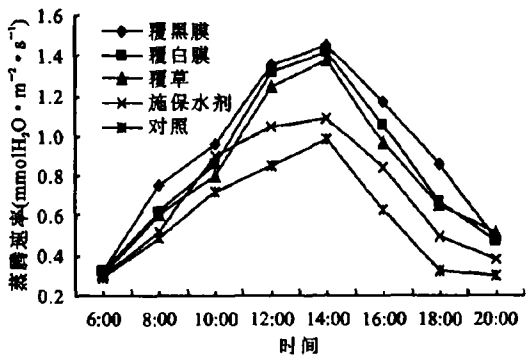


图 5 5 月 19 日金太阳杏叶片蒸腾速率日变化

3.5 不同旱作保水措施下金太阳杏的经济效益

在金太阳杏园内进行不同旱作保水措施处理后,各项处理的果品产量均比对照有大幅增加,覆黑膜、覆白膜、覆草和施保水剂的产量分别比对照增加了 57.60%,47.70%,41.70%,35.39%,净收入分别比对照增加了 277 955,23 700,21 180,16 800 元/hm²。由此可知覆黑膜增产和提高经济效益最好,覆白膜较好,覆草、施入保水剂次之。

可见,旱作保水技术措施能有效地改善土壤的水、肥、气、热条件,使根系吸收充足的水分和养分,促进树体生长发

育,提高金太阳杏的果品产量。因此应根据当地条件选择适宜旱作保水技术措施达到增加产量和提高经济效益的目的。

表 1 不同旱作保水措施下对金太阳杏经济效益分析

处理	产量/ (kg· hm ⁻²)	产值元/ hm ²	增产率%	增加投入/ (元· hm ⁻²)	增加 净收入/ (元·hm ⁻²)
对 照	28020	56040	—	—	—
黑 膜	42660	88320	57.60%	4485	27795
白 膜	41385	82770	47.70%	3030	23700
覆 草	39705	79110	41.70%	2205	21180
保水剂	37935	75870	35.39%	3030	16800

4 结 论

(1)覆草处理 1 d 内的平均土壤温度为 18.15℃,覆黑膜的为 17.79℃,覆白膜的为 17.45℃,施入保水剂的为 16.83℃,而对照的为 16.68℃,说明覆草覆膜可以更好的起到增加和保持土壤温度,使果树根系在适宜的温度环境下生长,促进果树的开花结果。

(2)从 3 月 26 日、4 月 7 日、4 月 17 日、4 月 27 日的一个月无降雨条件下 4 次测定的平均土壤含水量变化幅度来看,覆黑膜处理的平均土壤含水量为 19.51%,覆白膜处理的为 19.44%,覆草处理的为 19.08%,保水剂处理的为 19.23%,对照为 18.36%,从 3 月 26 日、4 月 27 日两次测定的土壤含水量差值来看,对照下降 6.13%,保水剂下降 5.5%,覆草下降 4.88%,而覆黑膜和覆白膜下降 3.68%和 3.82%。说明覆草、覆膜、土壤施入保水剂能够防止土壤水

分蒸发,保持土壤水分,提高土壤水分的有效利用率。

(3)各处理的金太阳杏叶片蒸腾速率明显高于对照,说明覆膜、覆草、土壤施保水剂能够调节园内土壤温度,提高土壤湿度,改善土壤透气性,使土壤中的水、肥、气、热保持在适宜杏树根系生长发育的良好环境,吸水功能增强,增加杏树叶片的蒸腾速率,保证果树新陈代谢所需水分和养分的输送。

(4)覆黑膜、覆白膜、覆草和施保水剂的果品产量分别比对照增加了 57.60%,47.70%,41.70%,35.39%,净收入分别比对照增加了 27 795 元/hm²,23 700 元/hm²,21 180 元/hm²,16 800/hm²。可见覆黑膜增产和提高经济效益最好,覆白膜较好,覆草、施保水剂次之,这是由于旱作保水技术能有效地改善土壤的水、肥、气、热条件,使根系吸收充足的水分和养分,促进树体生长发育,增加金太阳杏的果品产量和提高经济效益。

参考文献:

- [1] 刘春生,杨吉华.对板栗园树盘土壤双重覆盖的效应研究[J].农业工程学报,2004,20(1):69—71.
- [2] 林丽莎,韩士杰,王森,等.温度与土壤含水量对扩业红松林土壤呼吸影响[J].辽宁工程技术大学学报,2005,25(2):297—300.
- [3] Singh J S,Gupta S R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems[J]. Botany Review, 1977,43:449—528.
- [4] 王忠.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2000.

(上接第 211 页)

补给总量的 28.68%,地下水实际流速为 16.24~28.73 m/a。由此说明,四平市区中深层地下水循环速度缓慢,补给能力较弱,补给量有限。多年平均补给量仅为 1 315.81×10⁴ m³/a。在 1989~2003 年期间,四平市区中深层地下水水位下降变幅介于-16.12~9.3 m,年均天然补给强度为 2.32×10⁴~5.48×10⁴ m³/(a·km²)^[10]。

表 2 评价结果表 10⁴ m³/a

水文地质区	面积/ km ²	潜水越流弹性释水地下径流补给量	补给	可开采
补给区 1	27.63	54.10	60.78	
补给区 2	49.54	101.73	544.94	112.058
补给区 3	60.49	109.51	332.69	1315.81
合 计	137.66	265.34	938.42	112.058

5 结 论

(1)运用化学动力学法,获取了研究区的渗透系数,导水系数与地下水流速等参数,为中深层水资源评价做了有力的铺垫。

(2)四平市区的多年补给量为 1 315.81×10⁴ m³,可开采资源量为 1 052.64×10⁴ m³,目前已处于超采状态。

(3)四平市区中深层地下水具有补给能力较弱,补给资源有限,水循环缓慢的特点,作为供水水源缺乏保障性。

(4)目前开发利用中深层地下水对四平市区供水具有重要意义,但是中深层地下水弹性储量资源已被大量消耗,如不适度开采,水位会下降很快,环境地质问题也会随之而来。

参考文献:

- [1] 张光辉,费宇红,陈宗宇,等.海河流域平原深层地下水补给特征及其可利用性[J].地质论评,2002,48(6):651—658.
- [2] 郭永海,沈照理,钟佐荣,等.从地面沉降论河北平原深层地下水资源属性及合理评价[J].地球科学——中国地质大学学报,1995,20(4):415—420.
- [3] 曹玉清,胡宽琰.岩溶化学环境水文地质[M].长春:吉林大学出版社,1994.
- [4] 曹剑峰,沈媛媛,平建华,等.地下水化学动力学法在大庆前进水源地的应用[J].吉林大学学报(地球科学版),2006,36(1):96—102.
- [5] 段水云,吴慧芳.用地下水化学动力学方法计算出的水文地质参数来定量评价水文地质条件——以太原三给地垒及周围地区为例[J].水文地质工程地质,2001,(5):62—65.
- [6] 薛禹群.地下水动力学[M].北京:地质出版社,1979.
- [7] 段水云.地下水化学动力学方法运用过程中的若干问题探讨[J].煤田地质与勘探,2004,32(3):36—37.
- [8] 张志成,刘礼领.郑州北郊水源地中深层地下水资源量的评价研究[J].城市勘测,2004,(2):41—45.
- [9] 张瑞,吴林高.地下水资源评价与管理[M].上海:同济大学出版社,1997.
- [10] 魏忠成,苑宝忠,高伟.四平市区地下水资源现状与分析[J].东北水利水电,2001,19(6):37,52.