

逐步走上科学化和集约型道路的雄县地热开发

王树芳¹ 刘久荣¹ 高书第² 李海奎²

(1. 北京市地质工程勘察院 北京 100037; 2. 河北省雄县国土资源局 雄县 071800)

摘 要: 雄县地热分布区位于牛驼镇地热田范围内。牛驼镇地热田是华北地区地热资源条件最为优越的地热田, 热田总面积约 640 km², 其中 320 km² 分布在雄县范围内, 占雄县县域面积的 60%。雄县地热分布区包含第三系热储和蓟县系雾迷山组热储, 第四系为主要盖层, 牛驼镇凸起和牛东断裂等大型构造为主要导水导热构造。截止到 2005 年底, 全县共开凿地热井 29 眼, 年开采地热水 2.43×10^6 m³, 主要用于集中供暖、温泉疗养和生态养殖, 年创经济效益 2 亿多元。为保障地热资源的可持续开发利用就必须走科学化和集约型的路线, 因此, 雄县人民政府已向中国矿业联合会申报并获得“中国温泉之乡”称号, 立项申请了“雄县地热监测示范区建设”, “雄县地热开发利用示范区建设”和“雄县地热回灌示范区建设”, 而且规划建设北方最大的温泉博览园和县级“无烟城”。

关键词: 地热资源, 科学化, 集约型, 开发利用

雄县位于河北省中部, 保定市的东部, 全县总面积 524 km², 与北京、天津、石家庄相距均为百余千米。

雄县地热资源的开发利用始于 20 世纪 80 年代中期, 到 1990 年利用的地热井为 13 眼, 1990 年以后, 又开凿了 13 眼地热井, 但未进行过系统的地热研究工作。至 2005 年, 雄县人民政府清楚地认识到地热资源可持续开发利用对雄县经济发展和节能减排的重要作用, 委托雄县国土资源局和北京市地质工程勘察院对全县的地热资源开发利用状况进行调查, 评价地热资源储量, 在此基础上制定了地热资源开发利用规划, 使雄县地热资源开发利用逐步走上科学化和集约型的道路。

1 地热资源概况

1.1 区域地质概况

雄县位于中朝准地台 (Ⅰ级) 华北盆地 (Ⅱ级) 内的冀中凹陷 (Ⅲ级) 的北部牛驼镇凸起范围内。区域内新生界随凸起和凹陷的分布呈披盖式沉积, 第四系松散层和上第三系砂岩、砾岩和泥岩近于水平, 古近系砂岩、砾岩和泥岩倾角平缓。下伏地层为白垩系、侏罗系、二叠系、石炭系、奥陶系、寒武系、青白口系、蓟县系和长城系以及太古界。牛驼镇凸起北临廊坊固安凹陷, 西临容城凸起, 东南为霸县凹陷, 南侧和西南分别为饶阳凹陷和高阳低凸起 (图 1)。牛驼镇凸起的边界均为断裂构造。与霸县凹陷的界线是牛东断裂, 与廊坊固安凹陷的界线是大兴断裂, 与容城突起的界线是容城断裂, 与饶阳凹陷和高阳低突起的界线是牛南断裂 (河北省地质局第三水文地质工程地质大队, 1990)。

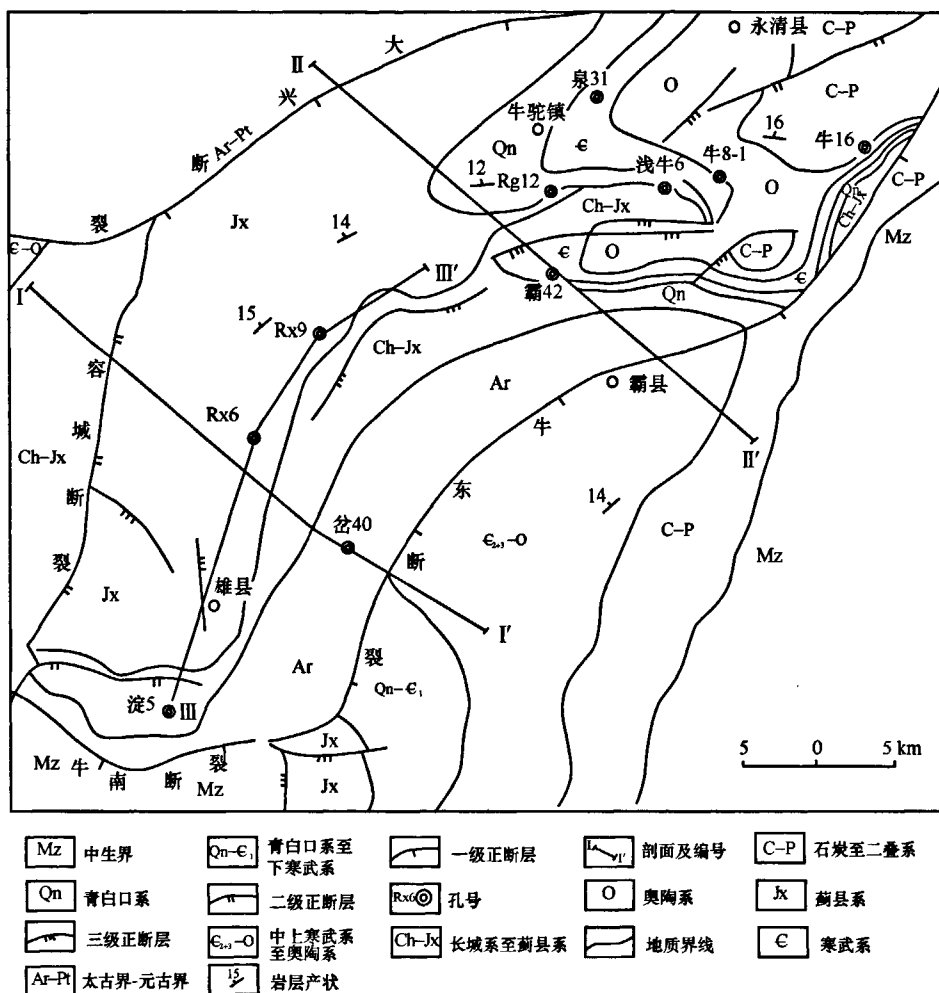


图1 雄县地区地质构造图

1.2 地热地质条件

(1) 热储。包括第三系热储和蓟县系热储。

第三系热储。雄县范围内普遍存在第三系热储，在牛驼镇凸起范围内的新近系明化镇组和馆陶组，其厚度一般为 500 ~ 600 m。但在县城以北约 10 km 的文家营一带不足 350 m；在距离凸起的轴部比较远处，厚度可达 1000 m 以上。在霸县凹陷范围，不仅存在新近系明化镇组和馆陶组，还存在厚度巨大的古近系，其中东营组的埋藏深度略小于 2000 m，底板埋深约 3000 m（图 2）。

蓟县系热储。在雄县范围的牛驼镇凸起范围普遍存在蓟县系雾迷山组，其埋藏深度一般为 950 ~ 1050 m。在凸起的中部埋深比较小，在文家营的浅牛-1 井仅 528 m，向两侧略微变深，可达到 1100 m 以上（图 2）。雾迷山组的岩性以白云岩、泥质白云岩及含燧石条带白云岩为主，岩溶裂隙较发育。

(2) 盖层。第四系厚度在 400 m 左右，以粘性土为主，夹有部分砂层。另有 500 ~ 600 m 厚的第三系也部分构成蓟县系热储的盖层。

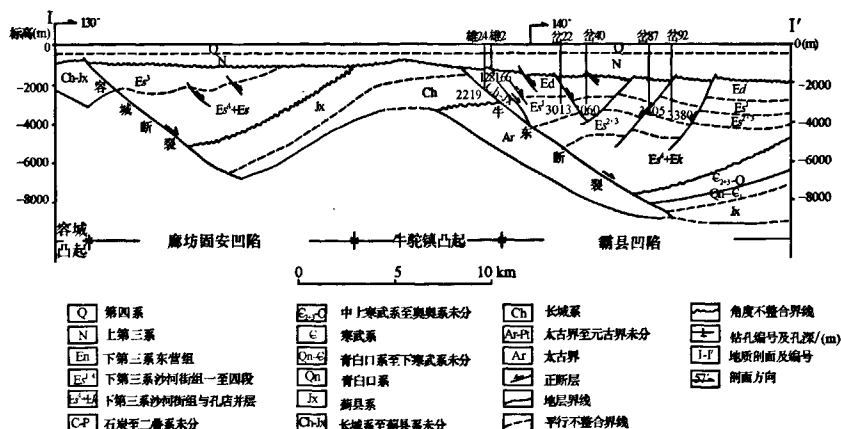


图2 雄县中部地区地质剖面图

(3) 地热通道。本地区导水导热的构造主要有牛东断裂、牛南断裂、雄县西断裂、容城断裂和大兴断裂。其中在雄县范围内规模最大，起主要沟通作用的为牛东断裂。

牛东断裂位于雄县县城以东4 km左右，从崔村—孤庄头村以东—小芦管—仁义庄一线通过，是隐伏于第四系之下，控制牛驼镇凸起和霸县凹陷的边界断裂，总体走向NE，倾向SE，倾角40°左右，垂直和水平断距在1000 m以上，长度约60 km。该断裂在渐新世早期活动加剧，是一条深度达到了结晶基底的深大断裂（图1，图2）。

1.3 地热资源特征

对于第三系热储，新生界地温梯度在牛驼镇凸起的中部比较高，向两侧逐渐变低，范围为2.33 ~ 12.61℃/100 m。在20世纪70、80年代所有地热井均自流，目前地热水位埋深一般在20 m左右。单井出水量50 m³/h左右，出水温度50℃左右。新近系地热水的化学类型主要为HCO₃—Na型。古近系水化学类型为Cl—Na型。

对于蓟县系热储，雾迷山组地温梯度平均为3.28℃/100 m。在20世纪七、八十年代所有地热井均自流，最高水头可以达到地面以上十几米。目前，县城范围内静水位埋深一般大于40 m，白洋淀温泉城一带30 m左右，北部一般大于20 m。单井出水量60 ~ 80 m³/h，出水温度66 ~ 83℃。基岩热水一般为Cl—Na型水，仅少数地热井为Cl·HCO₃—Na型水。

2 地热资源储量计算

河北省地质局第三水文地质工程地质大队（1990）计算了牛驼镇地热田的地热资源量，包括第三系热储和蓟县系热储。从上述结果中很难知道雄县范围的地热资源量，同时未能对可开采的地热量进行估算。另一方面，在1990年以后又施工十几眼新的地热井，又经历了十几年的开采，在这十几年中从未对上述资源计算成果进行过更新，已经不能满足雄县制定地热资源规划的需要。根据最新的开发利用资料，采用热储法计算了雄县范围内的热储存量、地热水储存量、可开采地热量和热量（刘久荣等，2005）。

2.1 计算方法

(1) 计算公式

$$Q_r = CA_d(t_r - t_0)$$

$$C = \rho_r C_r (1 - \varphi) + \rho_w C_w \varphi$$

式中： Q_r 为热储中储存的热量，J； A 为计算区面积， m^2 ； d 为热储厚度，m； t_r 为热储温度， $^{\circ}C$ ； t_0 为恒温带温度， $^{\circ}C$ ； C 为热储岩石和水的平均比热容， $J/m^3 \cdot ^{\circ}C$ ； ρ_r 为热储岩石密度， kg/m^3 ； C_r 为热储岩石比热， $J/kg \cdot ^{\circ}C$ ； ρ_w 为地热水密度， kg/m^3 ； C_w 为水的比热， $J/kg \cdot ^{\circ}C$ ； φ 为热储岩石的空隙度（无量纲）。

(2) 热储划分

在雄县范围内包括第三系热储和蓟县系热储。在地热资源计算中对第三系热储和蓟县系热储分别进行计算和评价（表 1）。

2.2 地热资源储量

利用热储法分别计算了第三系和蓟县系的热储存量和储存水量,并对评价结果进行了评价。

表 1 雄县地热资源储量计算评价成果表

热 储		第三系	蓟县系	合计	储量级别
总 量	热储存量/ $10^{18} J$	119. 14	75. 09	194. 23	B + C + D
	储存水量/ $10^8 m^3$	805. 13	16. 65	821. 78	B + C + D

3 地热资源开发利用

雄县地热资源开发利用始于 20 世纪 70 年代，初期主要用于蔬菜种植、禽鱼养殖和洗浴，只有少量用于居室供暖和小工业加工等行业。目前，温泉康健、温泉洗浴、地热农业种植和地热集中供暖成为雄县地热的主要开发项目。雄县人民政府已向中国矿业联合会申报“中国温泉之乡”称号；立项申请了“雄县地热监测示范区建设”，“雄县地热开发利用示范区建设”和“雄县地热回灌示范区建设”；而且规划建设北方最大的温泉博览园和县级“无烟城”；并且重新编制雄县地热开发利用规划，雄县地热资源开发利用正逐步走上科学化和集约型的道路。

3.1 开发利用历史

雄县地热分布区是牛驼镇地热田的一部分，热田是 20 世纪八十年代初在石油勘探工作中发现的，随后逐渐展开了地热勘查和开发工作。

20 世纪 70 年代以来，国家科委、地矿部、农业部等部门先后在雄县设立多项研究课题，开展地热科学研究，取得众多研究成果，对指导雄县科学利用地热发挥了重要作用（李海奎等，2002）。

雄县地热资源经过近三十年的开发，取得了显著的经济效益、环境效益和社会效益。1985 年雄县被国家确定为“全国中低温地热综合开发利用示范区”。国家领导人曾先后视察雄县地热开发工作，1988 年 4 月冰岛国工业和能源部长曾到雄县考察。

雄县境内还贮有丰富的优质天然矿泉水，储量达 4 亿 m^3 。锂、钾、碘、偏硅酸矿化度均达到饮用天然矿泉水标准。国土资源部已颁发天然矿泉水鉴定证书。

2006 年 3 月雄县被中国矿业联合会命名为“中国温泉之乡”，这是雄县地热开发利用

历史上具有里程碑式意义的一件大事。

3.2 开发利用现状

雄县地热资源利用以商业开发项目为主,最大限度的挖掘地热资源这种“热、矿、水”综合矿产的价值,使之服务于社会。截止到2005年底,全县共开凿地热井29眼,年开采地热水 $2.43 \times 10^6 \text{ m}^3$,主要用于集中供暖、温泉疗养和生态养殖,年创经济效益2亿多元。

(1) 地热集中供暖项目。全县地热集中供暖面积 $79 \times 10^4 \text{ m}^2$,其中县城城区集中供热面积 $59 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。年节约标准煤近 $3.295 \times 10^4 \text{ t}$,减少二氧化碳排放量 $7.862 \times 10^4 \text{ t}$,减少二氧化硫排放量1977 t,减少燃煤粉尘排放量3624 t,减少渣土4942 t,大大改善了城区环境质量。

“无烟城”建设规划至2020年,城市建筑面积 $446 \times 10^4 \text{ m}^2$,采暖建筑面积 $324 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。城区全部实现地热(含浅层低温地热)供热。该项目总投资约5.3亿元。年可节约燃煤9.3980 $\times 10^4 \text{ t}$ 标准煤,减少二氧化碳排放量 $22.4636 \times 10^4 \text{ t}$,二氧化硫排放量5638 t,减少燃煤粉尘排放量 $1.033 \times 10^4 \text{ t}$,减少渣土 $1.409 \times 10^4 \text{ t}$,将会产生巨大的环境效益。

(2) 温泉旅游休闲项目。省级经济技术开发区和省级旅游度假区——白洋淀温泉城,1992年经国务院批准建立。规划面积9.53 km^2 ,已开发土地面积8.395 km^2 ,引进了香港华润集团有限公司、香港太平协和、香港司徒置业有限公司、澳门南光集团、澳门珠光集团等几十家国内外的知名企业投资置业,累计投资18亿元。

由香港华润集团公司投资开发的华润白洋淀培训管理中心,是集人才培训和休闲度假于一体的度假中心,总投资7亿元,占地460亩,其中大型温泉康乐、健身设施和服务均属国内外一流水平,该项目目前已建成开业。

由北京寇德房地产开发公司开发的艺品泉社区,占地126.26公顷,总投资17亿元,主要建设温泉度假、休闲等,目前已完成投资1000万元。

由香港鸿基集团公司投资开发的温泉大世界和商务休闲中心,占地99.26公顷,投资2980万美元,主要经营温泉浴场、休闲运动等,目前已投资500万美元。

2005年6月22日,投资4500万元,占地4.2公顷,集温泉洗浴、水上游乐等一体的圣泉湖商务中心项目;投资8亿元,占地48.33公顷的国家老年度假村项目和投资2亿元;占地8公顷的“天颐康泰”温泉健康城项目等五个项目举行了奠基开工典礼。

温泉世纪城生活区建筑面积28万平方米,总投资2.5亿元,全部采用地热采暖、洗浴。

地热开发带动了全县旅游业的发展,多座温泉宾馆、温泉休闲疗养中心相继建成并投入使用,如雄县温泉招待所、雄县富诚酒店和雄县华雄饭店等,游白洋淀、洗温泉浴成为一种时尚。

(3) 地热生态旅游观光项目。温泉生态园区,集农业、林业、新能源、高科技、观光为一体,提高城市品味,推动区域经济发展。占地133.33多公顷,总投资1.1亿元。目前已经省级立项,并与投资方签约。

(4) 地热工业利用项目。澳洲工业园区,充分利用地热资源,从事工业加工项目,预计投资2000万美元,已与外方签约。雄州塑料包装项目集中区开发地热资源,预计投资2.5亿。

(5) 温泉洗浴与游泳项目。全县温泉公共浴池22座,温泉游泳馆3座,年接待量

200 余万人次。

3.3 开发利用过程中存在的问题

雄县开发利用地热资源已经有几十年的历史,但是在这个过程中仍然存在一些问题需要认真思考和解决,这些问题的解决将会极大的促进雄县地热资源开发利用的水平和效率。问题主要表现在以下几个方面:

- (1) 相关规章制度不健全,管理办法不完善,造成资源浪费;
- (2) 开发利用模式为粗放型,以单户分散开采为主,不利于统一管理;
- (3) 地热监测系统建设不完善,未能对地热水水位、水温以及水化学动态进行系统的监测;
- (4) 开采地热几十年来未对地热水进行回灌,导致热储压力降低,地热水水位持续下降;
- (5) 未建设有效的地热尾水处理系统,地热尾水的排放对环境产生了一定的影响;
- (6) 以往的地热资源开发利用规划实施操作性差,不能切实有效的规范和指导地热资源的开发利用;
- (7) 地热开发利用技术有待提高,以充分挖掘地热资源的“热、矿、水”价值;
- (8) 热储研究程度低,不能从技术上有有效的指导地热资源的开发利用。

3.4 开发利用新举措

针对以上存在的问题,雄县人民政府和雄县国土资源局经过认真研讨和努力实践,探索出一条适合目前雄县的科学化和集约型的地热资源开发利用道路,并取得了初步成效。

(1) 2005 年,雄县召开了人大常委会,专门针对地热资源和开发利用和管理问题进行了研讨,表决通过了《雄县地热资源管理办法》,并已经实施。《雄县地热资源管理办法》明确指出了地热资源作为一种清洁的绿色能源所具有的珍贵特性,每一位雄县的公民都有权利和义务保护地热资源。《雄县地热资源管理办法》同时确定雄县国土资源局为雄县地热资源的直接管理部门。《雄县地热资源管理办法》的出台从制度上保障了地热资源的合理开发利用。

(2) 2006 年和 2007 年,雄县先后向保定市国土资源局和河北省国土资源厅申请了“河北省雄县地热监测示范区建设”,“河北省雄县地热资源开发利用示范区建设”和“河北省雄县地热回灌示范区建设”项目。前两项已经获得批准,正在实施中,后一项正在申报过程中。

“河北省雄县地热监测示范区建设”项目的完成将会进一步完善雄县地热监测网的建设,为地热资源的开发利用提供可靠的依据。“河北省雄县地热资源开发利用示范区建设”项目的完成将会进一步提高地热资源开发利用水平,为未来的地热开发利用总结宝贵的经验。“河北省雄县地热回灌示范区建设”项目的完成将会填补雄县没有地热回灌的空白,进一步促进雄县地热资源的可持续开发利用。

(3) 2006 年经雄县人大常委会批准,建立了雄县绿泉地热公司。受雄县国土资源局委托,雄县绿泉地热公司业务主要是统一管理雄县开凿地热井的招投标工作,统一规划和管理雄县地热集中供暖管网的运行和维护,统一管理雄县地热监测网的运行和维护工作,统一管理雄县地热资源开发利用月报和年报的编写和发布工作,统一管理雄县地热对外宣传工作以及统一管理和负责经主管部门授权的地热开发招商引资工作等。雄县绿泉地热公

司的建立和业务的确定,标志着雄县地热资源的开发利用开始走上一条集约型的道路。

(4) 2006 年雄县人民政府,雄县国土资源局和北京市地质工程勘察院合作编制了最新的《雄县地热资源开发利用规划》和《雄县地热资源开发利用规划图》(河北省雄县人民政府,2005),分级划定了严控开采区、控制开采区和可开采区;确定了不同热储的布井原则和开采深度;明确了不同温度地热水的开发利用方式;严格规定地热采暖必须回灌;对地热开发招商引资项目给予一定的优惠政策,但前提是要保证地热资源的可持续开发利用;建议地热水和浅层地能综合开发利用,实现优势互补。《雄县地热资源开发利用规划》的出台和实施从技术上和方向上指导了雄县地热开发利用,具有较强的可操作性,为地热资源的可持续开发利用提供了技术上的支持。

(5) 2005 年和 2006 年,雄县人民政府和雄县国土资源局组织有关人员参加了在北京举行的全国地热产业可持续发展学术研讨会和在青岛举行的第七届亚洲地热研讨会,2007 年在保定市政府的组织下一行人到冰岛参观和学习了其先进的地热开发利用模式和技术,增加了见闻,开拓了思路,为雄县利用世界先进的技术开发利用地热资源打下了基础。

(6) 从 20 世纪 70 年代雄县开发利用地热资源开始就有大批的专家为雄县的地热开发利用贡献自己的力量。从 2005 年开始,雄县人民政府,雄县国土资源局与北京市地质工程勘察院建立了长期的合作关系,北京市地质工程勘察院具有地热开发利用的丰富经验,有一大批技术过硬的技术人员,还有数位仍然活跃在地热界的老专家,他们都在为雄县的地热资源开发利用贡献力量。

4 结 论

(1) 雄县地热田具有五个突出特点:一是面积广,雄县境内均有地热显示,砂岩热储分布全县,基岩热储分布面积 320 km^2 ;二是储量大,雄县地热水总储量 $8.217 \times 10^8 \text{ m}^3$,相当于 $3.97 \times 10^8 \text{ t}$ 标准煤;三是埋藏浅,热储埋深一般 $520 \sim 1300 \text{ m}$;四是水温高,地热井口温度 $50.5 \sim 86^\circ\text{C}$;五是水质优,雄县地热水为 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3 - \text{Na}$ 型水,矿化度 $1380 \sim 3350 \text{ mg/L}$,pH 值 $6.1 \sim 8.12$,为医疗热矿水。

(2) 利用热储法对雄县地热资源进行了计算和评价,第三系热储存量 $119.14 \times 10^{18} \text{ J}$,储存热量 $805.13 \times 10^8 \text{ m}^3$;蓟县系热储存量 $75.09 \times 10^{18} \text{ J}$,储存热量 $16.65 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。第三系和蓟县系总的热储存量为 $194.23 \times 10^{18} \text{ J}$,储存水量为 $821.78 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(3) 雄县开发利用地热资源已经有 30 多年的历史,积累了大量的经验,掌握了大量的资料,但是开发利用过程中仍然存在着一些问题,例如技术老化,开采分散等问题。针对这些问题,雄县人民政府和雄县国土资源局进行了总体规划、招商引资和申请立项等一系列工作,使雄县地热资源开发利用逐步走上了一条科学化和集约型的道路。

参 考 文 献

- [1] 刘久荣,王树芳,林沛等.河北省雄县地热资源评价报告.北京市地质工程勘察院,2005, pp51
- [2] 河北省雄县人民政府.河北省雄县地热资源开发利用总体规划报告.河北省雄县人民政府,2005, pp26
- [3] 河北省地质局第三水文地质工程地质大队.河北省牛驼镇地热田勘查报告.河北省地质局第三水文地质工程地质大队,1990, pp32
- [4] 李海奎,张全生等.雄县地热资源调查评价规划研究.河北省雄县地热开发利用总公司,2002, pp28

逐步走上科学化和集约型道路的雄县地热开发

作者: [王树芳](#), [刘久荣](#), [高书第](#), [李海奎](#)

作者单位: [王树芳, 刘久荣 \(北京市地质工程勘察院 北京 100037\)](#), [高书第, 李海奎 \(河北省雄县国土资源局 雄县 071800\)](#)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Conference_6525389.aspx

授权使用: 东南大学图书馆(wfdndx), 授权号: 8e6ecc43-c94d-4eeb-a698-9e9901109d83

下载时间: 2011年3月1日