

DOI: 10.3969/j.issn.1004-7328.2024.01.003

# 2022年廊坊市地下水水位动态变化分析

艾长江

(河北省廊坊水文勘测研究中心, 河北 廊坊 065000)

**摘 要:**基于廊坊市2022年地下水监测资料,分析地下水水位动态变化在时间尺度、空间尺度上的变化规律及影响因素。结果显示,廊坊各区县市浅层地下水埋深3.32~21.78 m,固安县南部、三河市中部较大;深层地下水埋深21.70~66.87 m,廊坊区、霸州西部、大城县较大;浅层地下水月最高水位多出现在2—3月,最低多出现在5—6月;深层地下水月最高水位多出现在3—4月,最低多出现在6月;地下水水位变化受降水、蒸发、开采等因素综合影响。通过模拟,指出4个典型地下水漏斗,多为农业开采型。在此基础上,探讨了廊坊地下水开采和监测工作的合理方式,为地下水资源的可持续开发利用提供科学依据。

**关键词:**地下水;动态;水位;廊坊市

**中图分类号:**TV213.4;P641.8

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7328(2024)01-0012-05

廊坊市可利用地表水资源量极为短缺,地下水是当地生产、生活的重要水源。由于对地下水的过分依赖,全市局部范围呈现了较严重地下水超采问题,引发一系列环境地质与生态问题,如地下水水质污染、地裂缝、地面沉降等。因此,分析廊坊市地下水动态演变情势,讨论地下水水位变化影响因素,对于阐明区域地下水规律、合理地应对环境变化对地下水资源的影响、延续水资源的可持续利用具有深刻意义<sup>[1]</sup>。

根据廊坊市地下水监测井2022年地下水水位、埋深等资料,分析地下水动态特征规律,总结廊坊市地下水水位年内变化特点,强调地下水监测的作用和意义,为廊坊市地下水资源的科学保护、合理利用提供重要依据。

## 1 研究区概况

### 1.1 自然地理条件

廊坊市地处河北省中部、环渤海腹地,北与北京市相邻,东与天津市交界,南毗沧州市,西与保定市及雄安新区接壤,总面积6 429 km<sup>2</sup>,为省辖地级市<sup>[2]</sup>,辖6个县(香河、大厂、永清、固安、文安、大城)、2个县级市(三河、霸州)、2个市辖区(广阳、安次)、国家级经济技术开发区和廊坊临空经济区。2021年末,全市常住总人口553.82万人。

廊坊市属暖温带大陆性季风气候,四季分明,夏

季炎热多雨,冬季寒冷干燥,年平均气温12.0℃,多年平均降水量554.9 mm,年平均日照时数约2 660 h。廊坊市自然资源蕴藏丰富,除北部三河市境内有76 km<sup>2</sup>低山丘陵外,全城近99%面积为平原,地势平缓,平均海拔13 m,土质肥沃,光热资源丰富,雨热同期,利于农作物生长<sup>[3]</sup>。廊坊市地处海河流域中下游,水系发达,流经本市大、小河流20余条,平均每年拦蓄地表水资源量3.33亿m<sup>3</sup>,地下水资源可利用量7.74亿m<sup>3</sup>。

### 1.2 水文地质条件

依据地下水赋存条件和含水介质的孔隙特征,廊坊市地下水划分为两大类含水岩组,即碳酸盐岩类岩溶含水岩组和松散岩类孔隙水含水岩组。

碳酸盐岩类岩溶含水岩组主要分布于三河市东北部蒋福山区,岩性以奥陶系灰岩、寒武系、震旦系白云岩为主,富水性强,单位出水量6~150 m<sup>3</sup>/(h·m),但分布不均,含水层厚度30~150 m不等。

松散岩类孔隙水含水岩组主要由第四系松散沉积物组成,广泛分布在中南部平原地带。其中,廊坊市北部平原位于河北平原北部山前冲洪积平原上,属于沟河、潮白河冲洪积平原水文地质区,因未曾进行正式水文地质勘探,尚未划分含水组。含水岩性为细砂、粗粉砂~含砾中粗砂,厚度20~57 m不等,开采深度<100 m,浅中层混合开采,经确定为浅层地下水。

廊坊市南部平原属于永定河、大清河、子牙河冲积、湖积平原水文地质区,含水层多由亚砂土、砂、卵砾石组成,粒度粗、厚度大,水动力特征为潜水、微承

收稿日期:2023—04—13

作者简介:艾长江(1991—),男,硕士,工程师,主要从事水文水资源分析研究工作。

压水、承压水,自西北向东南由单一的全淡水结构渐变为浅层淡水、中层咸水、深层淡水组成的多层水质结构,从上至下划分为 I ~ IV 含水组。通常在华北平原地下水研究中,将第 I、II 含水层组统称为浅层含水层系统,第 III、IV 含水层组统称为深层含水层系统<sup>[4]</sup>。

1.3 数据来源

廊坊市地下水自动监测工作始于2018年。为

符合地下水观测数据统一性、区域代表性以及可对比性的要求,本研究收集的资料采用省级监测站190处,其中浅层74处、深层116处,国家级监测站66处,其中浅层61处、深层5处,均为自动监测井,每4h观测1次水位埋深。

各层位监测井数量详见表1,监测井地理分布如图1所示。

表1 2022年各层位地下水监测井数量分布

类型		广阳区	安次区	三河市	大厂县	香河县	固安县	永清县	霸州市	文安县	大城县
浅层井	国控	3	6	9	2	8	6	7	5	9	6
	省控	7	4	6	4	8	14	12	9	3	7
深层井	国控	0	0	2	0	1	1	1	0	0	0
	省控	11	16	9	8	12	6	11	19	16	17

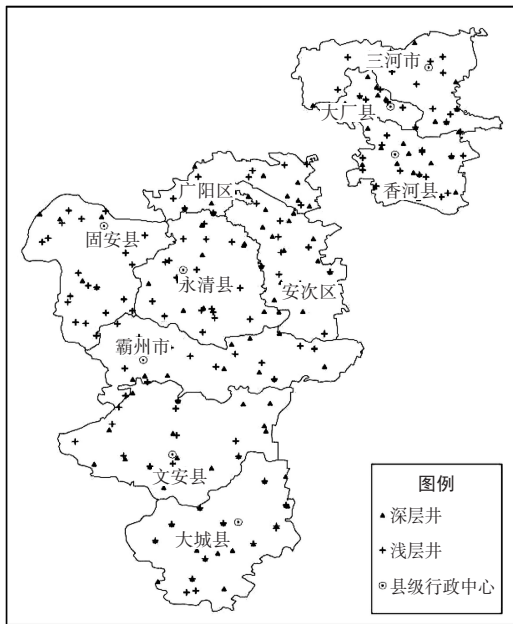


图1 2022年廊坊市地下水监测井分布

1.4 降水、蒸发数据

2022年,廊坊市年平均降水量532.2mm,与多年平均降水量541.9mm基本一致,属平水年份,降水集中在6—8月,占全年总量的81.5%,降水最大月是7月,其次为8月,降水最小月为12月。根据河北省廊坊水文勘测研究中心在土门楼水文站观测的蒸发资料可知,2022年全市蒸发总量1002.6mm,5、6月蒸发量较大。廊坊市2022年逐月平均降水量及蒸发量,如图2所示。

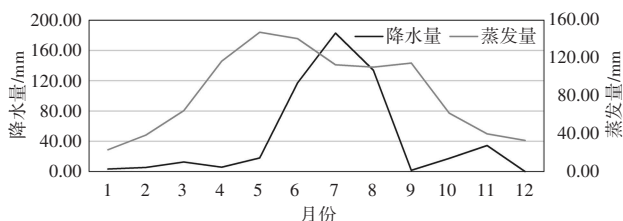


图2 廊坊市逐月平均降水量、蒸发量

2 地下水动态变化结果与分析

2.1 浅层地下水变化

2022年廊坊市各区县市浅层地下水监测井月均水位在-4.30~7.37m。各区县市月最高水位出现较多的是2—3月,月最低水位出现较多的是5、6月;全市浅层地下水监测井月平均水位最高为2月,最低为6月。各监测站年平均最高水位14.81m(大厂县祁各庄谭台站),年平均最低水位-19.27m(固安县杨家圈站)。各监测站月平均最高、最低水位变幅0.13~13.21m,平均变幅2.58m,其中水位变幅3.00m以上的站点39个,占监测井总数的29.5%,主要分布在农灌区、水厂,文安县、大城县基本无水位变幅3.00m以上的站点,区域水位变幅相对较小。廊坊市各区县市浅层地下水月均水位,如图3所示。

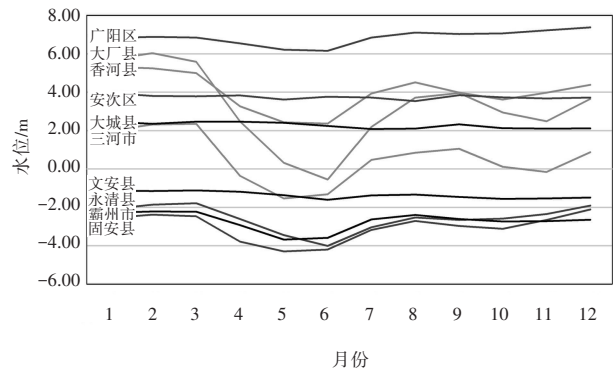


图3 廊坊市各区县市浅层地下水月均水位

廊坊市地下水监测井月均埋深年内变化如图4所示,基于ArcGIS软件利用Kriging法分别对2022年浅、深层地下水埋深进行空间插值,得到空间分布,如图5—6所示。

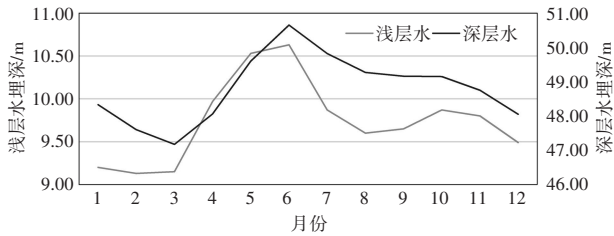


图4 廊坊市地下水监测井月均埋深变化

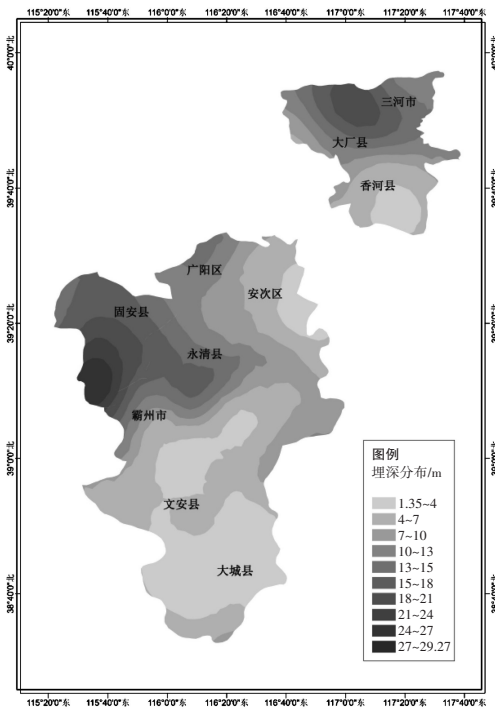


图5 廊坊市浅层地下水埋深空间分布

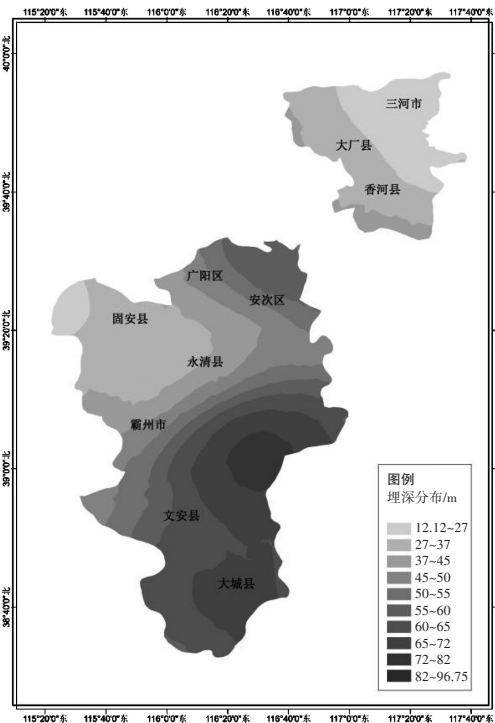


图6 廊坊市深层地下水埋深空间分布

2022年,廊坊市各区县市浅层地下水埋深在3.32~21.78 m,平均埋深10.10 m,单站监测井最大埋深出现在固安县杨家圈站(31.49 m),最小埋深出现在大城县南赵扶扬水站(0.71 m)。地下水埋深季节变化明显,总体表现为雨季前埋深不断增大,雨季减小;3—6月持续增大,6月平均为10.63 m,为年内最大值;6—8月明显减小,8—10月呈略微抬升状态,12月达到下半年最小值。从图5可以看出,廊坊市浅层地下水埋深在固安县西南部、三河市中南部较大,在香河县南部、安次区东部、文安县和大城县境内较小。

### 2.2 深层地下水变化

深层井各区县市月平均水位在-61.55~-6.39 m,最高水位出现较多的是3—4月,最低水位出现在6—8月,廊坊市深层地下水月平均水位最高为3月,最低为6月。各单站监测井年平均最高水位6.87 m(三河市北务村扬水站),年平均最低水位-95.01 m(霸州市清北扬水站)。各站月平均最高、最低水位变幅在0.79~15.76 m,平均变幅4.15 m,其中水位变幅5.00 m以上的站点35个,占总监测站数的30.7%,主要分布在三河、大厂、文安、大城4县市,其他水位变幅较大的站点主要分布在农灌区、扬水站,广阳区、固安县、安次区基本无水位变幅5.00 m以上的站点,区域水位变幅相对较小。廊坊市各区县市深层地下水月平均水位,如图7所示。

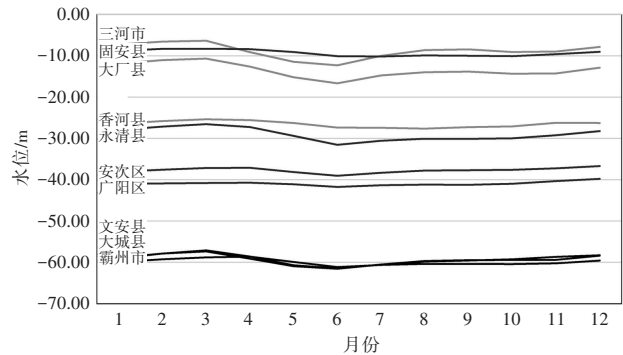


图7 2022年廊坊市各区县市深层地下水月平均水位

2022年,廊坊市各区县市深层地下水埋深在21.70~66.87 m,平均埋深45.80 m,单站监测井最大埋深出现在霸州市清北扬水站(100.38 m),最小埋深出现在三河市北务村扬水站(12.12 m)。从图4可以看出,深层地下水埋深变化同样有季节规律,大体表现为雨季前埋深不断增大,雨季不断减小;3—6月,持续增大,6月平均为50.65 m,为年内最大值;6—12月,逐渐减小,12月达到下半年最小值。从图6廊坊市深层地下水埋深空间分布可知,北三县市地下水埋深整体较浅,除北三县市外,从廊坊市东南部向西

北部深层地下水埋深逐渐变浅,在大城县东部、文安县东北部和霸州市东南部较大。

### 3 地下水动态变化及漏斗区

2022年,廊坊市浅层地下水水位变化呈现下降-上升-下降模式。浅层地下水能够直接接受降雨及地表水的补给,其水位动态变化受降雨影响明显。春季降水较少,浅层地下水得到的补给有限;进入汛期降水增多,浅层地下水接受大量降水和地表水补给水位抬升;汛期过后降水剧减,浅层地下水水位难以再大幅上涨。2022年降水量最高月是7月,浅层地下水月较高水位出现月是1—3及12月,已有研究表明,潜水蒸发是浅层地下水消耗的重要途径<sup>[5]</sup>,蒸发量大小与气象条件密切相关。虽然5—9月降水较多,但蒸发量也大,如降水量最大的7月降雨量达182.9 mm,蒸发量为112.8 mm;浅层地下水埋藏较浅的地区,潜水蒸发量大。农业方面,廊坊市主要农作物小麦、玉米等浇灌时间一般是在每年春季和秋季,浇灌月大致为3—6、9—11月,在此期间农业灌溉开采对浅层地下水消耗较大,雨季的降水补给良好,地表水积蓄多,通过降水、灌渠满足作物需水量较多,抽取地下水进行灌溉的水量减少,在此期间浅层地下水能够得以恢复。9月后降水量过低,较6—8月明显减少,农作物因灌溉继续开采利用地下水,因此在9月之后出现一段埋深增大现象。综上原因,浅层地下水水位在年内出现下降-上升-下降的变化现象。

廊坊市深层地下水水位年内变化为上升-下降-上升模式。埋深较浅的承压水受降水、蒸发的影响较大,其原理和水位变化与浅层地下水相似;埋深较大的承压水受降水直接补给影响较小,其蒸发也几乎为零,其水位变化主要受上层地下水补给和开采的影响,不同层度承压水水位变化幅度已得以体现。1—4月,浅层地下水正常越流补给深层承压水,加上蒸发较小、农业灌溉开采量少,所以承压水最高水位多出现在3—4月。此后农业灌溉开采,深层承压水水位逐渐下降。6—9月降水量高,大量浅层地下水补给承压水,加上灌溉取用水量减少,6—9月承压水水位逐渐抬升。另外,不同层度承压水月均最高水位、最低水位出现月较为一致,可能是由于深层补给滞后于中、浅层补给表现在不足单月的时间尺度,廊坊市农灌区对承压水依赖较大,其耗用掩盖了地下水越层补给以单月时间尺度滞后的现象。承压水月最低水位出现在6月,因此时浅层地下水受农业灌溉、蒸散发消耗较大而对承压水的补给变少,加上处于持续性的农业需水开采,因此出现较低

水位。观测全部站点发现,承压水在非雨季接受的补给量少及开采使用(特别是文安、大城一带以深层地下水作为灌溉、民用主要水源)的情况下,各单站监测井承压水月最低水位基本全部出现在6月。

过去,廊坊市地表水可利用量极少,工农业生产和居民生活用水过多依赖地下水,巨额需水量使得该地区地下水长时期处于超采状态,许多区域出现地下水降落漏斗。依据廊坊市地下水埋深图可知,廊坊市浅层地下水降落漏斗主要是固安-霸州漏斗区;深层地下水降落漏斗主要有霸州西部漏斗区、大城漏斗区和廊坊市区漏斗区。由于廊坊市30多年的地下水超采和循环补给再生的缓慢,以上各个漏斗已基本发展为常年性漏斗。廊坊市开发开采的地下水,约75%用在了农业灌溉。固安-霸州浅层地下水漏斗区为农业开采型漏斗区,具体区域包括霸州西部、永清南部、固安中南部,漏斗中心位于固安马庄,中心水位埋深超过30 m。霸州西部深层地下水漏斗区为工业、农业、生活开采型漏斗,位于胜芳镇及其外围,中心水位埋深超过100 m。大城深层地下水漏斗区为农业开采型漏斗<sup>[5]</sup>,主要位于大城境内,中心水位埋深超过70 m。

### 4 结论

与地表水资源相比,地下水资源具有储藏范围广、分布均匀、水质无污染、供水使用率高等特点,在保障廊坊市人民饮水安全、工农业正常生产、应对极端天气等方面具有重要作用。通过对2022年廊坊市地下水监测资料分析,得出以下几点结论:①2022年廊坊市各区县市浅层地下水埋深在3.32~21.78 m,平均埋深10.10 m,在固安县南部及三河市中部较大;深层地下水埋深在21.70~66.87 m,平均埋深45.80 m,廊坊市区、霸州西部、大城县部分地区较大。②2022年浅层地下水监测站中,月最高水位多出现在2—3月,月最低水位多出现在5—6月;深层地下水监测站中,月最高水位多出现在3—4月,月最低水位多出现在6月。③地下水水位、埋深变化主要受降水、蒸发、开采等因素综合影响。3月之后降水量较小、开采量增加导致地下水水位逐月下降,从6月开始受降水补给和开采量减小影响地下水水位回升。④不同层位水位月度特征值出现时间说明地下水水位响应于人类开采活动的影响因子愈加明显。

除已提及影响因素外,地下水系统的复杂性和影响因子的多样性使地下水水位动态研究还需要更多角度的多层次分析,如地下水动态的年际变化规律,有待今后积累长系列地下水动态监测数据后再做深入

研究。此外,廊坊市当前地下水监测站网密度和分布还有待进一步完善,现有的监测井分布除城区以外,部分县市的监测井梳理不够,对地下水动态分析精度存在一定影响。建议今后区域地下水监测工作中,从地下水动态分析的需求出发,布局地下水监测站网。廊坊市地下水漏斗区问题严重,建议从水资源供需矛盾解决入手,充分利用再生水资源、雨水资源,改善用水结构、发展农业节水,优化使用南水北调工程水源,对于改善生态环境、经济社会可持续发展有重要意义。

参考文献

[1] 张胜华,郎喜白,任雅娴,等.2014年雷州半岛地下水水位

年内动态变化分析[J].人民珠江,2016,37(4):32-35.  
 [2] 付意成,邢乃春,赵进勇,等.北方缺水城市水资源短缺问题决策策略研究——以廊坊为例[J].中国农村水利水电,2017(11):1-5.  
 [3] 崔传涛,冯民.错位发展、夹缝运行的延伸思考——发展廊坊特色经济,实现产业结构优化[C]//河北省廊坊应用经济学会.对接京津—京津冀协同发展(廊坊·北京副中心)论文集.廊坊:河北省廊坊应用经济学会,2016:77-83.  
 [4] 李安娜,毕攀,许广明.廊坊地区地下水开采引起的环境地质问题及防治对策[J].宁夏农林科技,2012,53(6):115-116.  
 [5] 何平.廊坊地下水超采现状及对策分析[J].地下水,2009,31(4):59-61.

《海河水利》稿约

《海河水利》是水利部主管、水利部海河水利委员会主办的水利专业学术期刊,面向国内外公开发行人。《海河水利》坚持“百花齐放、百家争鸣”和理论与实践相结合的方针,刊载有关水利理论、水利改革发展和水利科技研究新成果、新经验,报道有关国内外水文学发展动态,宣传介绍海河流域水利建设成就,为实施“科教兴水”战略服务。

本刊以理论权威性、实践指导性和编排规范化为基本要求,主要栏目有特稿、水资源、水生态、南水北调、规划设计、防汛抗旱、城镇供水、工程建设和管理、技术与应用、水利信息化、水利经济、国外水利等。

一、投稿须知

来稿务求论点鲜明,论据可靠,文字简练,数字准确,引用材料请注明出处。文章内容应注意保守国家机密。

1. 字数要求。纯文字稿件字数应不少于5000字,图文类稿件除图表公式外字数应不少于3000字。
2. 作者信息。所有文稿均请附英文题名,中英文摘要、关键词,所有作者的中英文单位名称、邮政编码、通信地址及作者姓名的汉语拼音,第一作者出生年份、性别、籍贯、学位、职称和主要研究方向和从事工作。
3. 摘要要求。中文摘要应完整准确概括论文的实质性内容,写明论文的研究目的、方法、结果、结论,一般在200字左右。英文摘要与中文摘要相对应。每篇论文一般提取3~8个中英文关键词。
4. 格式要求。投稿前请务必登录<http://hhs1.cbpt.cnki.net>,在首页“下载中心”下载“论文模板”,并按照模板要求排好格式后再投稿。
5. 投稿途径。为保证审核流程的准确高效,请登录<http://hhs1.cbpt.cnki.net>,在首页“作者投稿系统”入口投稿。

二、注意事项

1. 图表应设计合理,先文后图,先文后表。表格采用三线表,每个图表在正文中都应明确提及,表名表上居中,图名图下居中。图中所有变量符号均为斜体。变量与单位之间用“/”分隔,如降雨量/mm。
2. 计量单位一律采用国家标准,注明外文字母的大小写、正斜体及上下角标。
3. 参考文献采用顺序编号制,并在正文引用处左上角作方括号标注。参考文献著录项目如下:
  - (1) 专著、论文集、学位论文、报告:[序号] 主要责任者.文献题名[专著/论文集/学位论文/报告类型标识].出版地:出版者,出版年:起止页码。
  - (2) 期刊文章:[序号] 主要责任者.文题[文献类型标识].刊名,年份,卷(期):起止页码。
  - (3) 专著、论集中析出文献:[序号] 析出文献主要责任者.析出文献题名[文献类型标识/文献载体标识]/原文献主要责任者.原文献题名:其他题名信息.版本项.出版地:出版者,出版年:析出文献的页码。
  - (4) 报纸文章:[序号]主要责任者.文题[文献类型标识].报纸名,出版日期(版面)。
  - (5) 国际、国家标准:[序号] 主要责任者.标准名称:标准编号[文献类型标识].出版地:出版者,出版年:起止页码。
  - (6) 专利:[序号] 专利申请者或所有者.专利题名:专利号[文献类型标识/文献载体标识].公告日期或公开日期[引用日期].获取和访问路径.数字对象唯一标识符。
  - (7) 电子资源:[序号]主要责任者.题名:其他题名信息[文献类型标识/文献载体标识].出版地:出版者,出版年:引文页码(更新或修改日期)[引用日期].获取和访问路径.数字对象唯一标识符。
  - (8) 外文文献著录规则同上。外国人名,姓前名后,名用缩写,不加缩写点。
  - (9) 文献、电子文献和载体类型标识如下:①文献类型标识:M-专著,C-论文集,J-期刊,D-学位论文,R-报告,S-标准,P-专利,报纸-N;②电子文献类型标识:DB-数据库,CP-计算机程序,EB-电子公告;③载体类型:MT-磁带,CD-光盘,OL-联机网络。
4. 基金项目、基金资助项目及攻关课题论文,请在首页下方注明项目名称和编号,并优先录用。
5. 来稿文责自负,不得一稿多投。自稿件发出之日起3个月内未接到录取通知的,作者可自行处理稿件。论文刊登后,赠阅当期期刊1份。
6. 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》、中国核心期刊(遴选)数据库、中文科技期刊数据库,论文一经刊登将同时被《中国学术期刊(光盘版)》等网上期刊转载、传播。凡有不同意见者,可另投他刊。