

自动化监测技术在大型抽水试验中的应用

刘 慧¹, 吴 彬¹, 王 智²

(1. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆水文水资源局, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 本文通过与传统监测方法比较, 介绍了地下水位及流量的自动化监测技术, 即利用 Mini-Diver 监测水位埋深并利用 TC403 水位流量计结合矩形堰监测流量。而且, 通过对新疆温宿县台兰河地下水大型抽水试验地下水监测的实例研究, 证明该自动化监测技术的记录准确, 误差小, 监测数据量大, 操作方便灵活, 可及时掌握地下水动态变化, 具有广泛的推广利用价值。

关键词: 地下水; 自动化监测; 传统监测; 大型抽水试验

中图分类号: TV211

文献标识码: B

文章编号: 1000-0860(2011)12-0012-04

Application of automatic monitoring technology to large pumping test

LIU Hui¹, WU Bin¹, WANG Zhi²

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Ürümqi 830052, Xinjiang, China;

2. Xinjiang Hydrology and Water Resources Bureau, Ürümqi 830000, Xinjiang, China)

Abstract: An automatic technology of monitoring on the level and flow rate of groundwater is described herein through a comparison made with the conventional monitoring methods, i. e. the buried depth of groundwater level is monitored with Mini-Diver and the flow rate is measured with TC-403 level/flow-meter combined with rectangular weir. Furthermore, based on the case study made on the groundwater monitoring for the large pumping test of the groundwater reservoir in Tailanhe River Basin within Wensu County of Xinjiang, the technology is demonstrated to have the merits such as accurate recording, small error, large amount of monitoring data, convenient and flexible to be operated, etc., and can monitor the dynamic variation of ground water in time, and then it has a usable value to be widely popularized as well.

Key words: groundwater; automatic monitoring; conventional monitoring; large pumping test

1 引 言

在新疆温宿县台兰河地下水大型抽水试验中引进了自动化监测技术, 对抽水井及主要监测井布置了自动化监测装置, 进行水位及水量的监测。实践表明, 与传统监测方法相比, 自动化监测具有及时性、准确性、快速性, 弥补了传统监测方法的不足。对抽水实验来说, 具有广泛的推广价值。

2 传统监测方法

传统监测地下水水位的方法为: 采用“测绳+万用表”。监测抽水实验地下水埋深过程为: 每个落程抽水开始后第1分钟、第2分钟、第3分钟、第4分

钟、第6分钟、第8分钟、第10分钟、第15分钟、第20分钟、第25分钟、第30分钟、第40分钟、第50分钟、第60分钟、第80分钟、第100分钟、第120分钟、第150分钟测量1次动水位, 以后每隔30 min 测量1次动水位; 直到水位稳定后再增加水泵进行下一落程的抽水试验; 抽水试验稳定后需要对水位进行恢复测量: 在第1分钟、第2分钟、第3分

收稿日期: 2011-06-21

基金项目: 水利部2009年公益性科研项目: 干旱区地下水建设关键技术研究(200901084); 新疆自治区高校科研计划资助重点项目(XJEDU2009S39); 新疆水文学及水资源重点学科基金资助(xjxszyzdxk20101202)资助。

作者简介: 刘 慧(1985—), 女, 吉林柳河人, 硕士。

钟、第4分钟、第6分钟、第8分钟、第10分钟、第15分钟、第20分钟、第25分钟、第30分钟、第40分钟、第50分钟、第60分钟、第80分钟、第100分钟、第120分钟、第150分钟测量1次恢复水位,以后每隔30 min观测1次,直至水位恢复到静止水位为止(由于人为原因,抽水井和观测井埋深往往不能同步观测,或对抽水过程中的其他一些变化不能及时掌握)。

对于大流量抽水实验,传统的监测出水量的方法一般采用三角堰或梯形堰。将三角堰或梯形堰安装在要测定的水流处,当水溢流并稳定以后,利用标尺测量水位读取标尺读数。三角堰或梯形堰应安置于稳固的基础上,保持水平;每次标尺测量时应保证起始读数准确,保持垂直。

3 自动化监测技术

3.1 系统简介及特点

3.1.1 TC403 水位流量计

TC403 水位流量计是一种用于明渠流量测量的仪器。可以根据实地使用对传感器进行设置,并可嵌入各种渠道类型的流量计算参数。其水位测量精度为4 mm,水位分辨能力为2 mm,流量测量精度为 $\pm 2\% \sim 5\%$ 。工作方式为自记式采集方式即按设定时间周期将水位流量数据的自动采集保存在片内存储器中,并可记录来水时间和断水时间。

TC403 水位流量计的特点为:①可以根据实地使用对传感器进行设置,并可嵌入各种渠道类型的流量计算参数。②可靠性高、密封、强度高,抗腐蚀,无外部引线,内部安装牢固,适合野外无人环境使用。③特低功耗,无需外部供电,采样时间短,非采样时功耗极低。内置电池可连续工作6个月。④配套手操器可提供全中文提示,为用户提供了良好的人机界面,通过手动置数,可对各种参数进行设置、查询、修改等。⑤内置实时时钟,精度可调整,可以准确记录采样时刻的时间。⑥仪表内配有大容量的数据存储,对所有设置的参数和测量数据会长久保存,即使去掉电池。数据亦可保存十年以上。⑦仪表内置科学的数字滤波方式及防波浪功能,能够有效地解决波浪对水位测量的影响,使测量值稳定、真实、可靠。

3.1.2 Mini-Diver

Mini-Diver 主要用来监测地下水位的埋深。首先,设定其监测频率,通过一条钢线缆悬挂在监测井里,对地下水位进行定时监测。

Mini-Diver 是来自荷兰的地下水自动记录仪。它只有手掌大小,长度90 mm,直径22 mm。Mini-Diver 内部集成温度和压力传感器,内存和电池;外部为密封的不锈钢材质(RVS 316L)。因此,Mini-Diver 不易受潮,也不易受到外部电流的影响。Mini-Diver 的内存可以记录保存224 000个数据。因此,若设定监测频率为每10 min一次,则内存可记录长达6个月时间的数据。

自动化监测系统具有先进性、可靠性、分布性、易操作性等特点。其融合了计算机网络技术,集成了国内先进的监测技术,在监测功能和技术选择方面有较好的代表性;监测系统具有独立性,当单个监测系统发生故障时,不会影响整个监测装置的监测;快速进行数据的采集、传输、管理及分析,及时准确地掌握数据动态变化。

4 实 例

4.1 实验区概况

本次抽水实验位于新疆温宿县境内,地理坐标为东经 $80^{\circ}35'11'' \sim 80^{\circ}35'54''$,北纬 $41^{\circ}20'01'' \sim 41^{\circ}20'34''$ 。实验区内有一眼抽水井,井径为3.5 m,井深为30 m,井内布置有3层水平辐射滤水管,每层8根,3层辐射管分别布设在井深的21 m、25 m、27 m处,辐射管管径为159 mm,长度不等,最长为28 m(见图1)。在抽水井周围布置有10眼观测井(见图2),从图2中可看出井与井之间的间距及相对于抽水井而言,观测井的布置情况,其中1号、2号、3号、4号观测孔在大口井的西北方向,5号、6号、7号、8号、9号、10号观测孔在大口井的东南方向。该区属单一结构孔隙潜水含水层,水量较丰富,单位涌水量为 $4.3 \sim 29.4 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。水化学类型主要为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4$ 型,渗透系数 $13.1 \sim 43.0 \text{ m}/\text{d}$,矿化度 $0.225 \sim 0.492 \text{ g}/\text{L}$ 。

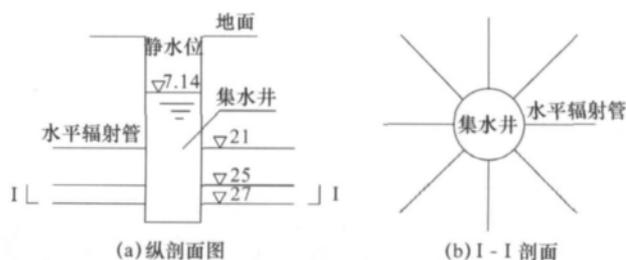


图1 辐射井剖面图(单位: m)

本次抽水试验为期36 d,其中抽水16 d,水位恢复20 d,分为三个落程,第一个落程降深为6.55 m,

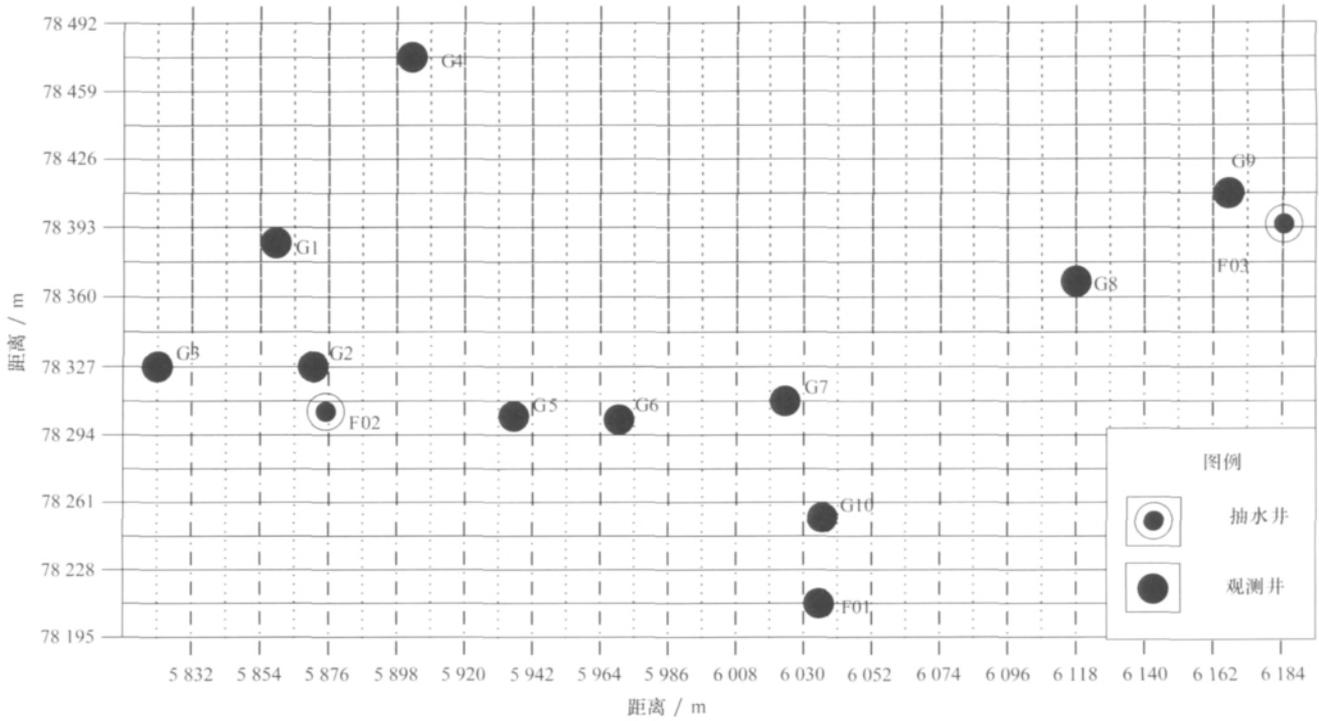


图2 抽水井及观测井平面布置图

出水量为 832 m³/h; 第二个落程降深为 11.86 m, 出水量为 1 267 m³/h; 第三个落程降深为 16.38 m, 出水量为 1 467 m³/h。

4.2 监测系统的安装

4.1.1 TC-403 水位流量计的安装

在抽水井外矩形薄壁堰处任取两个断面, 将 TC-403 水位流量计安装于距矩形堰出口 3~6 m 处, 如图 3 所示。抽水实验过程中, 每隔 30 min 或 1 h 记录一次显示器上的水位值。利用 TC-403 水位流量计监测水位值, 可以避免因使用传统标尺监测水位所带来的人为误差, 同时由于水位流量计过于灵敏, 其监测的水位值有时要比实际值大, 但是其测量误差在同一误差范围内, 而传统监测由于环境及监测人员不同, 其监测误差值也不同。

4.1.2 Mini-Diver

在新疆温宿县地下水库大型抽水实验中, 对抽水井及主要观测井中安装 Mini-Diver 进行地下水位实时监测, 准确、快速的完成对地下水位的采集。表 1 为地下水实时监测的部分数据成果。

从图 4 中看出, 抽水实验进行到第四天有明显的停电现象, 在停电瞬间, 人工不能及时、准确的记录地下水位的变化。此时, 可通过自动化检测系统的自记功能记录停电过程中的地下水埋深, 及时掌握地下水因停电引起的水位变化。可见, 自动化监测系统可



图3 TC403 水位流量计

表 1 监测数据

编号	名称	时 间	地下水埋深/m	温度/℃
1	G1	2010-06-14T14:30	-7.087	15.29
2	G3	2010-06-14T15:00	-7.523	14.28
3	G4	2010-06-14T15:30	-7.923	15.85
4	G5	2010-06-14T16:00	-7.437	15.55
5	G6	2010-06-14T16:30	-6.622	16.01
6	G7	2010-06-14T17:00	-6.057	15:49
7	G9	2010-06-14T17:30	-6.367	15:13
8	G10	2010-06-14T18:00	-6.083	15.28

对地下水位进行实时、准确、快速的监测,不受外界因素的干扰。能够反映地下水位的整个监测过程,充分地掌握了地下水位的动态变化。

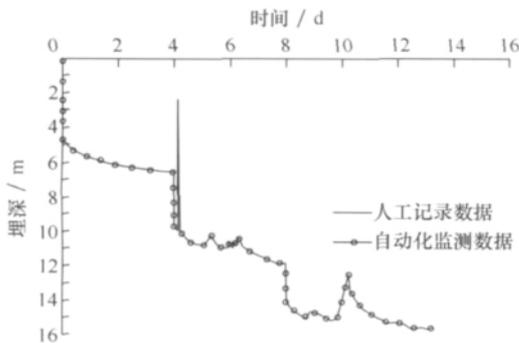


图4 人工记录数据与自动化监测数据对比

5 结 语

自动化监测技术是一种新的掌握、了解地下水参数变化的方式。本文结合实例,介绍了地下水位自动监测技术的特点及监测方法,总结如下。

自动化监测技术和传统监测方法相比,其实现了对地下水各要素的实时、准确、无误的采集,测量数据准确、连续,其精度符合标准要求。对于地下水库

抽水试验,自动化监测技术安装方便,保护好,可以任意设置监测时间,避免了因环境因素和人为因素带来的误差。真正做到了对地下水动态变化的及时掌握。故自动化监测系统的使用已成为一种趋势,其携带方便、准确度高、数据处理快速,对今后的地下水监测工作起着至关重要的作用。

参考文献:

- [1] 段国学,徐化伟,武方洁.三峡大坝安全监测自动化系统简介[J].人民长江,2009(23):71-72.
- [2] 胡胜利,万晋军.基于GPRS的地下水自动监测系统[J].水利水电技术,2011(1):89-91+95.
- [3] 胡军.自动化安全监测系统在尾矿坝中的应用[J].工业安全与环保,2010(11):43-45.
- [4] 罗霄,韩润萍.面向对象软件自动生成在检测系统中的应用[J].微计算机信息,2007(18):222-223,239.
- [5] 杨延有,张峰.输水隧洞自动化监测系统与应用[J].测绘科学,2010(S1):226-227.
- [6] 张彦晶.自动化监测系统在上海城市排水防汛管理中的应用[J].给水排水,2007(4):98-100.
- [7] 吴建华,魏茹生,孙东永,等.TC-401水位监测传感器的开发及在农田水利中的应用[J].给水排水,2008(5):174-177.
- [8] 刘磊,董新光.感应式电子数字水位流量计在新疆灌区的应用[J].中国农村水利水电,2010(6):69-72.

(责任编辑 于尧尧)

(上接第11页)

表2 不同供水保证率核电站期望损失一览

序号	供水保证率/%	不能保证时年经济损失/亿元	每年期望损失/亿元	期望损失现值/亿元
1	97	27.97	0.84	10.38
2	98	27.97	0.56	6.92
3	99	27.97	0.28	3.46
4	96	27.97	1.12	13.84

注:核电站投资收益率按8%考虑,设计寿命按60年考虑。

在寿命周期成本评价的基础上,水资源论证承担单位应给出供水保证率选取的初步结论,提交业主审查,并应征求各利益攸关方及水资源主管部门意见。待水资源论证通过当地水资源主管部门审查,方可完成供水保证率的最终确定。

5 结 论

内陆核电供水保证率是核电站重要的规划、设计参数。供水保证率选取是否合理,直接关系到厂址能否成立和核电站能否安全、经济运行,关系到核电站

所在地的社会、经济发展,应慎重选取。

内陆核电站供水保证率应根据当地水资源状况、水源工程条件选定,宜采用97%~99%。在水资源较丰富、水源工程条件好的厂址,宜取上限;在水资源欠丰富、水源工程条件较差的厂址,宜取下限;在除水源条件较差外,其他建厂条件均较好的厂址,可考虑适当降低供水保证率。

为保证供水保证率确定的科学性和合理性,建议将供水保证率选取纳入核电站水资源论证范畴,通过水源工程寿命周期成本评价确定供水保证率。

参考文献:

- [1] NB/T 20034—2010,核电站可行性研究报告内容深度规定[S].
- [2] DL/T 5339—2006,火力发电厂水工设计规范[S].
- [3] GB 50013—2006,室外给水设计规范[S].
- [4] SL 252—2000,水利水电工程等级划分及洪水标准[S].
- [5] 刘伊生.工程造价管理基础理论与相关法规[M].北京:中国计划出版社,2006.

(责任编辑 陈小敏)