

新疆农村改水新技术

宋士海¹, 努尔斯曼·艾山¹, 毛 野²

(1. 新疆维吾尔自治区水利厅, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 河海大学, 江苏 南京 210098)

摘要:对新疆维吾尔自治区农村改水工程中广泛应用的新技术从基本原理、运用条件和优点等方面进行总结, 获国家发明专利的曼苏尔井是一种新型免维护自流井, 具有低投入、长寿命、高效益等优点; 经过改进和优化的深井手动泵特别适合于居住分散、缺水少电的农牧区; 降氟综合技术能够有效地降低饮用水的氟含量; 电渗析法则可变苦咸水为甘泉, 采用大地电阻率测量等地质物探新技术有力地保障了选取优质水源。

关键词:农村改水; 曼苏尔井; 深井手动泵; 降氟综合技术; 电渗析法; 新疆

中图分类号: S273; S277.7

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2001)02-0002-03

新疆农村改水工程积极进行科技创新, 引进并采用了多项科技新技术, 保证了改水工程的顺利进行, 基本实现了广大农牧民饮用卫生安全水的目标, 取得了显著的经济效益。新疆农村改水的总经济效益已经远远超出总投资, 到2000年为止总投资为21.63亿元, 而累计总经济效益达到42.70亿元以上。

1 大力推广曼苏尔井

曼苏尔井是阿勒泰地区福海县水电局局长曼苏尔·沃哈斯的发明, 已经获得国家颁发的发明专利证书(专利号: ZL97117207.2)。这是一种新型自流井, 图1为曼苏尔井示意图, 图2为一个曼苏尔井的全景。与传统的牧业井和机电井相比, 曼苏尔井是一种新型自流井, 施工方便, 造价低, 效益高, 具有不易损坏, 免维护, 易管理等优点, 值得大力推广。曼苏尔井深受阿勒泰地区广大牧民的欢迎, 在新疆其他地区亦被广泛采用。

在坡度较大可利用基岩裂隙渗流水的地方, 挖出水井基础后用块石砌筑圆形井圈。上游靠近基岩井壁的半圈是干砌石墙, 干砌石墙与井壁之间填满可透水砾石; 下游半个井圈则是用水泥沙浆砌筑的浆砌石墙, 浆砌石墙与外井壁之间填满黏土填料和防渗层进行防渗处理。在井圈内由下向上直至顶部, 分层填满大、中、小块石和砾石。在曼苏尔井表面只能见到小砾石, 看不到水。渗出的地下水由埋设在浆砌石墙上部的管子引出, 像泉水一样, 清洁卫生, 可供饮用, 通常下接引水槽供牲畜直接饮用(见图2,

远处为曼苏尔井下游自流水槽)。

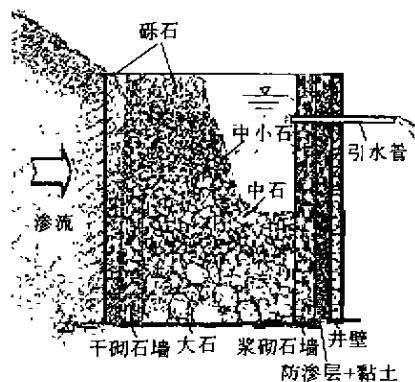


图1 曼苏尔井示意图



图2 曼苏尔井全景

2 寻找低矿化度含水层

水源水质对改水工程至关重要, 选择水源时, 首先要确保水源水质优良, 不依赖取水后的后续净化过程, 一旦水源不合格将造成很大浪费, 实践表明, 常规的处理对去除某些化学成分效果很不理想, 而

作者简介: 宋士海(1955—), 男, 山东蓬莱人, 高级工程师, 从事水文水资源和农村改水研究。

特殊处理则成本太高,难以长期承担,必须加强踏勘并采用勘探新技术确保水源水质。

图3为电阻率测量示意图。一个地层的电阻率取决于该地层中水的含量、分布与导电性。采用新一代直流电法,利用视电阻率测深,测定可利用含水层厚度和埋深,预测水质及涌水量。

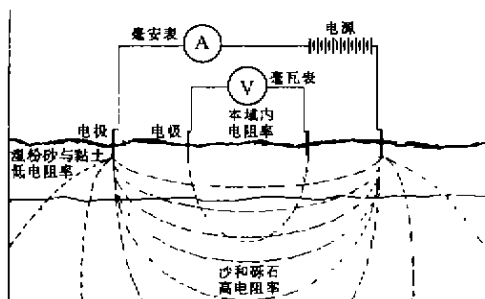


图3 电阻率测量示意图

伊犁新源则克台镇人畜饮水工程第一水源工程原方案为截潜流,水源不够安全可靠,经踏勘终于找到优质泉水,截流后作为水源安全、可靠、经济。伊宁市花果山供水工程所在地原有井都是咸水井,经过实地踏勘和对地质资料仔细分析研究,三次改变井位,终于找到了低矿化度含水层,打出水质为一级的井。温宿县吐木休克乡原计划打井作为水源,实地踏勘寻找到甘甜的泉水后改为引泉水为水源,改善了水质,重力自流供水还节省能源。

沙雅县海楼乡、红旗乡和古里巴格乡均位于渭干河冲积平原中轴部位,多年来河流的游荡摆动使这一带有多条废弃河道,地下水位埋藏浅,蒸发作用强烈,部分地区盐渍化严重。古里巴格乡英阿艾日克水厂第一次选取的井位水质差,不宜饮用。为减少失误,采用物探手段找水,水厂从拟选的4个物探井位中择优选择,取得了圆满结果,设计井深140m,取水深度确定为105~149m,矿化度为1.3g/L,涌水量为50m³/h。

3 降氟综合技术

3.1 寻找低氟水源

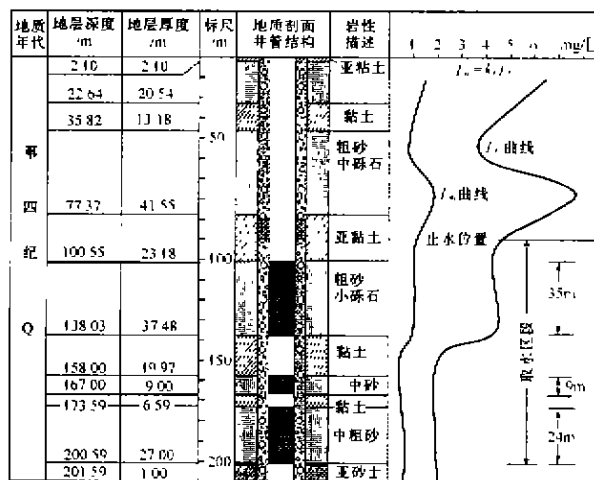
国家规定^[1]饮用水含氟量应当在1mg/L以下,在新疆一些地方的水源含氟量大大超过国家生活饮用水卫生标准。为了寻找低氟水源,投入了大量的人力和物力实地勘察,或打深井,或引山泉。温宿县古尔瓦提乡是一个高氟区,水含氟量超标3.2倍,先后改换水源3次,打井深度从50m增加到200m,但水源的氟含量仍然超标1.7~1.8倍。如何找到低氟水源,或如何降氟尚待努力。

3.2 分层取水凿井工艺降氟

地下水的化学成分取决于水体的补给来源及其存在的环境条件。新疆的地质环境表明,即使在同一

个地点,不同含水层水体的含氟量也可能不同。如何寻找和判断低氟含水层的深度并采取相应的取水工艺是颇有难度的挑战。

在新疆石河子垦区提出了一种凿井新工艺^[2]:在钻井过程中不下套管,不取水样,直接取岩样测定水浸氟 F_r ,然后模拟计算相应含水层中水体的氟离子含量 F_m ,点绘在地质柱状图上以后进行分析判断(见图4)。 F_m 曲线反映了各含水层氟离子的变化,据此确定取水区段;与地质岩性相结合确定止水位置。根据含水层岩性、厚度及水文地质参数,结合单井供水量要求确定滤水管长度,在低氟区段取水达到降氟的目的。分层取水降氟的凿井新工艺取得了良好效果。



水头)。近年来随着电力电子技术和微电子技术控制理论的发展,变频调速技术得到广泛应用。新疆改水工程在管网集中供水工程中推荐了变频调速器,效果良好,将进一步推广使用。对变频调速自动供水与气压罐、水塔和高位水池等装置供水^[3]从场地条件、施工工期、工程投资、运行成本与安全、防冻性能、运行效果、管理方便性、未来增容等八个方面按优劣程度排序进行了分析与比较。在综合特性方面,变频调速供水的优势十分明显,其次是气压罐。

5 优化深井手动泵

在农牧民居住分散且电源无保障的地方考虑采用非管网供水方式,多用浅井手压泵和深井手动泵。其原理是使用者提压手柄时,通过拉杆使活塞运动,而活塞在泵缸里的上下往复运动使缸体内的气压相应地减小或增大,这些变化迫使地下水进入缸体后再被泵出。浅井手压泵适合于地下水埋藏较浅(在8m以内),水质较好的地区,每眼井可以解决10~30人的生活用水问题。其缺点是使用浅层地下水,水质受地表水影响较大,易被污染,在严寒地区,冬天使用也可能发生困难。深井手动泵适合于地下水埋藏在10~40m以内,水质较好地区。其优点是不用电,造价较低,每眼井在15000元左右,可以解决100~300人的生活用水问题,使用方便,维修简单。缺点是在水质较差的地区难以进行有效的水质处理。

1988年新疆水利厅第一工程处修造厂率先试制深井手动泵,委托中国农业机械化科学研究院排灌研究所手动泵实验室进行设计。他们积多年的经验并博采国内外深井手动泵的优点提出了SB66型深井手动泵的设计方案。我们结合样机在新疆农牧区使用的情况又对SB66型作了一些重要改进,形成了SB66(B)型深井手动泵的设计图纸并大量定型生产。改进后的手动泵在结构上更加简单合理,便于农牧民安装和维修,并降低了成本;制作材料、加工过程和工艺性能方面所做的修改大大提高了泵防腐性能,使泵更加坚固耐用;防冻性能加强,使泵在冬天也能正常工作,为广大农牧民源源不断地提供饮用水;添加的防沙部件可减少地下水携入的泥沙,有效地改善了水质并延长使用寿命。

在新疆边远缺电和经济比较落后的地方,深井手动泵很受广大农牧民的欢迎。深井手动泵的效率与安全可靠性是该系统能否正常运行的关键。中国爱国卫生运动委员会^[1]向全国推荐的新内-2型和SB66(B)型活塞泵是新疆水泵厂、新疆潜水泵厂和内蒙山河机械厂生产的深井手动泵,其性能已经达到国际先进水平,已远销自治区之外并且出口。

SB66(B)型深井手动泵于1989年获新疆维吾尔自治区星火科技奖四等奖。应当指出的是国外仍在不断改进深井手动泵的结构与性能。

6 电渗析法处理苦咸水

水中的含盐量较高对人体健康有害,改水工程要千方百计地寻找合格水源。但有少数地方,最后仍不得不以苦咸水为水源,淡化处理就成为当地最后的选择。实践表明新疆宜采用电渗析法处理苦咸水。

图5为电渗析法工作原理。电渗析的基础是离子交换,不同的离子透过膜在直流导电状态下有不同的选择透过性。如图5所示,在正负两极之间交替排列着阳、阴离子选择性透过膜,它们之间用隔板隔开在水中形成隔室。阴离子只能通过阴离子交换膜,而阳离子只能通过阳离子交换膜。因而,有的隔室中离子只进不出,离子浓度愈来愈大,水被浓缩;有的隔室中离子只出不进,离子浓度愈来愈小,这样水被淡化。

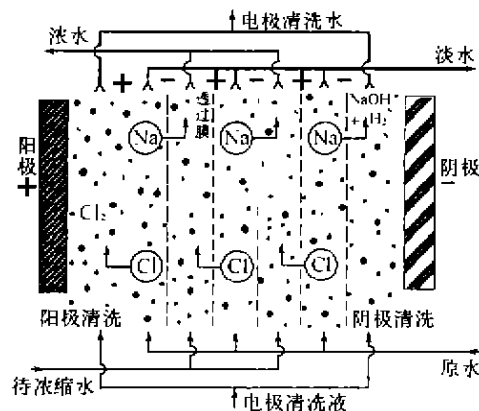


图5 电渗析法工作原理

为降低运行成本并避免预处理,应注意控制苦咸水使之符合电渗析法的最佳工作状态:①原水含盐量在0.5~5.0g/L是电渗析法的最佳工作状态,大于8.0g/L,则耗电量大,制水成本高;②原水浑浊度应当小于5mg/L,若原水所含泥沙和悬浮物质沉淀在离子透过膜上将导致电耗增加,脱盐率下降。要求原水的含铁量小于0.3mg/L,要努力避免3价铁吸附在膜表面。

7 结 语

新疆维吾尔自治区在农村改水工程中尊重科学,结合新疆的自然地理条件和客观的社会经济条件在技术上大胆创新,取得了丰硕成果。曼苏尔井虽貌不惊人却效益显著,风靡阿勒泰;地质物探为寻找低矿化度含水层作出了贡献;变频自动供水技术常常可以替代水塔,具有综合优势;(下转第68页)

4.2 投资主体的改变

a. 新南威尔士州灌溉项目投资. 通过对水工业实行企业化和私有化, 促进了大范围灌溉发展的不同投资战略. 在新南威尔士州, 开始实施企业化的初期 5a 内, 对达到和超出设计使用寿命的基础设施已由州政府投资 7000 万澳元进行技术更新改造, 但实际需要的资金达 10 亿澳元. 为实现灌溉项目区的可持续发展和环境要求, 由社区自发地提出水土保持规划(LWMP), 包括了投资水平和对农场、地区及区域事务的具体要求, 例如生态的可持续发展、地下水位的升高、健康状况、企业和商业的生存能力及未来的发展机遇、水质的控制、生物多样性、支付能力和结构调整等. 以最佳组合形成的 LWMP, 是政府进行企业化和不同投资主体之间分摊投资进行谈判的基础, 政府和社区之间对投资进行协商的内容包括: 企业化后的资本支出、纳税义务和纳税的范围、LWMP 的支出及水价升高的承受能力. 通过谈判, 一般拟建工程的资金 70% 来源于农场社区(农户), 其余 30% 由联邦政府和州政府承担^[6]. 农场社区的资金来自农场资本的投入和对水权的征税. 例如, 对墨累灌溉项目的投资安排上, 政府承诺 15 a 内提供 1.2 亿澳元, 而社区承诺在 30 a 内投资 3.8 亿澳元. 该计划覆盖面积近 1 万 km², 每年使用灌溉水约 14 亿 m³.

b. BOOT 协议投资^[6]. 在南澳大利亚州的 Virginia 灌区以园艺生产为主, 灌溉水主要从地下水获得, 连续的超采致使一度充裕的高质量地下水必须从越来越深的地层中用泵抽取; 同时, 灌区附近的大型污水处理厂将富营养化的污水排放到 St Vincent 海湾, 每年高达 1300 t 氮和 200 t 磷破坏了海草和红树林, 并威胁到渔业的生存. 针对上述情况, 需要对污水重新调配并进一步处理用于灌溉, 因此需要政府和私人投资相结合而实现. 该项目的总投资 2300 万澳元, 由政府与私人公司谈判达成 BOOT(build, own, operate, transfer) 协议进行开发, 私人公司投资 1400 万澳元, 联邦和州政府提供 900 万澳元, BOOT 协议对此计划的责任期限为 18 a, 此后由私人公司移交给政府. 该项目每年提供 3200 万 m³ 的高质量重复使用水给 120 km² 土地范围内的 200 个园艺生产者使用, 年产值约 5000 万澳元. 私人公司通过收取 18 a 的水费作为对其投资的回报, 效益显著.

5 结 语

在澳大利亚, 水是稀缺资源, 认识到水资源是有限的, 无论是用于经济生产还是用于环境保护, 水的使用必须发挥最大效益. 在过去的 10 多年中, 澳大利亚进行了水的改革, 对水用户产生主要影响的是

澳大利亚联邦政务院(COAG)的水改革框架和墨累-达令流域的河流水资源调配“封顶”政策. 水进行贸易, 特别是跨州边界的水贸易是改革过程中的自然结果. 正如所指出的, 在进行水贸易和企业化之前必须对一些议题进行考虑和解决, 并使贸易对其它用户和环境等第三方的影响最小化. 这些议题涉及产权、定价、稀缺资源的最佳利用、交易系数、环境保护、制度管理、投资主体和市场机制. 这些议题还需要进一步考虑水贸易量增加时产权和交易区域的扩大. 在澳大利亚, 要求政府和企业(个体)共同努力推进水贸易, 过去和今天是这样, 将来仍旧需要如此.

参考文献:

- [1] Mike Smith. Australian water reform initiatives and framework [A]. In: Proceedings of Sino-Australia Irrigation Water Pricing Workshop [C], Xi'an, China, Nov 2000. 84~91.
- [2] David Lewis. Water acts and regulations: the legal framework for managing water for irrigation [A]. In: Proceedings of Sino-Australia Irrigation Water Pricing Workshop [C], Xi'an, China, Nov 2000. 68~75.
- [3] Seamus Parker. Bulk water entitlements and pricing [A]. In: Proceedings of Sino-Australia Irrigation Water Pricing Workshop [C], Xi'an, China, Nov 2000. 100~109.
- [4] Joan Vandewerdt. Water trading process, market and regulations in the Murray-Darling Basin, Australia [A]. In: Proceedings of Sino-Australia Irrigation Water Pricing Workshop [C], Xi'an, China, Nov 2000. 76~83.
- [5] Ian Millward-Brown, John Wall. Investment options in water projects—an Australian experience [A]. In: Proceedings of Sino-Australia Irrigation Water Pricing Workshop [C], Xi'an, China, Nov 2000. 92~99.
- [6] Susan Kemp. Rural water pricing and institutional arrangements in New South Wales: the drivers and the government's responses [A]. In: Proceedings of Sino-Australia Irrigation Water Pricing Workshop [C], Xi'an, China, Nov 2000. 110~123.

(收稿日期: 2001-02-14 编辑: 马敏峰)

(上接第 4 页)

优化深井手动泵适合于偏远分散、电力没有保障的地区; 综合除氟技术和电渗析法可确保水源条件最困难的农牧民能够饮用安全卫生水.

参考文献:

- [1] 中国爱国卫生运动委员会办公室. 中国农村给水工程运行管理手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1998. 144.
- [2] 张连德, 殷泰平. 新疆生产建设兵团防病改水工程建设与管理 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 2000. 313.
- [3] 黄长盾, 欧阳湘. 村镇供水实用技术手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992. 453.

(收稿日期: 2000-12-27 编辑: 熊水斌)