

河南省科技攻关基金资助 (102102310360)

PVC-U塑料管

水井成井技术

The Application and Research on
PVC-U Plastic Pipe Well Completion

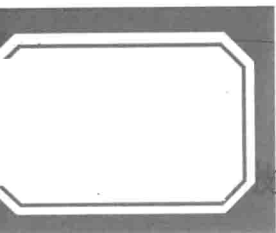
应用研究

卢予北 蒋国盛 著



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI



攻关基金资助(102102310360)

PVC - U 塑料管

水井成井技术应用研究

The Application and Research on PVC - U Plastic Pipe Well Completion

卢予北 蒋国盛 著



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

PVC-U 塑料管水井成井技术应用研究/卢予北,蒋国盛著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2013.10

ISBN 978-7-5625-3263-7

I. ①P…

II. ①卢…②蒋…

III. ①塑料管材-水井-成井工艺

IV. ①TU991.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 233098 号

PVC-U 塑料管水井成井技术应用研究

卢予北 蒋国盛 著

责任编辑:王 荣

选题策划:徐蕾蕾

责任校对:戴 莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:192 千字 印张:7.5

版次:2013 年 10 月第 1 版

印次:2013 年 10 月第 1 次印刷

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

印数:1—500 册

ISBN 978-7-5625-3263-7

定价:32.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换



第一作者简介

卢予北,男,河北平山人,中共党员,工学博士,教授级高级工程师,河南省学术技术带头人、河南省国土资源学术带头人、河南省技术能手,荣获“河南省百名职工技术英杰”、“河南省五一劳动奖章”、“河南省地质科学贡献奖”等荣誉称号。现任河南省深部探矿工程技术研究中心主任兼总工程师、河南省地热能开发利用有限公司(河南省地质矿产勘查开发局第二地质环境调查院)总经理。出版专著6部,主持和参与编写行业规范和地方标准5部,发表学术论文50余篇,获省部级科技二等奖5项、厅局级科技一等奖13项。

主要研究方向:新能源(地热、页岩气)勘查与开发、深部科学钻探和水文水井钻探技术研究。



第二作者简介

蒋国盛,中国地质大学(武汉)工程学院院长、二级教授、博士生导师,俄罗斯自然科学院外籍院士、俄罗斯国际矿产资源科学院外籍院士。

兼任岩土钻掘与防护教育部工程研究中心第一副主任,国家级重点学科地质工程第一方向的学科带头人,勘查技术与工程国家一类特色专业建设负责人,岩土钻掘工程学国家精品课程的负责人,楚天学者,享受国务院政府特殊津贴。完成国家、省部级等教学和科研项目 30 余项,获省部级教学、科研成果一等奖 1 项、二等奖 2 项、三等奖 3 项,1 项获中国地质调查局地质调查成果一等奖,出版专著、教材、规范 17 部,授权和申请国家专利 30 余项。发表科研和教学学术论文 110 余篇,其中 EI/SCI 收录 30 余篇。

随着国民经济与社会的进步和发展,人类向地下索取水、热资源的活动日益增强,保护地下环境的呼声日益高涨,随之而来的是各种类型水井、浅层热能开发井,诸如各类供水井、净化井、排污井、监测(观测)井、热能开发井等的建设兴起并蓬勃发展,成井技术也成为人们关注的焦点。

如何使各类型水井的建设和运行安全经济、长期有效,井管的类型和工作状态无疑是其中的关键。长期以来,我国主要采用金属井管。金属井管易腐蚀结垢,使用寿命短,成本高,维修频繁,因此国外较早就用塑料井管取代金属井管。我国虽然早自 20 世纪 60 年代就开始研制塑料井管,并在 2000 年以后取得了一定的进展,但由于受到管材材质、工艺和成井技术、施工风险等多方面因素的制约,塑料井管长期未被广泛采用。

本书是作者承担的“PVC-U 塑料管成井技术应用与研究”科研课题的成果总结,以目前我国生产工艺较成熟的 PVC-U 井管产品为例,结合课题研究和工程实践,从理论和工程实践两个方面,全面系统地介绍了 PVC-U 井管材质、成井过程中受力分析、关键成井工艺等内容。本书具有如下特点:

(1)推广 PVC-U 井管在水井中应用,取代传统金属管材腐蚀结垢严重、维修频繁、使用寿命短、工人劳动强度大等问题,达到了“以塑代钢”的目的,具有重大的技术、经济意义。

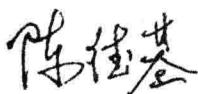
(2)全面系统地分析了 PVC-U 井管力学安全性能指标,并对其成井过程中的受力情况进行了理论分析,得出 PVC-U 井管成井过程中的安全最大成井深度。

(3)结合示范井工程实例,详细介绍了 PVC-U 井管成井关键技术和 PVC-U 井管井内事故原因及处理方法,以工程实践验证了理论研究成果,为相关工程施工

技术人员提供了工程设计、工程施工的重要参考依据。

本书的出版为推广应用 PVC-U 井管提供了理论和工程实践基础,一方面可以作为水井施工单位钻井工程技术人员、现场施工人员的培训教材,避免因现场施工措施不当造成经济损失,亦可作为相关科研院校科研人员、在校学生的科研工作参考书;另一方面可作为向水井建设方推荐 PVC-U 井管的科普性读物,改变非相关专业的水井用户对塑料井管使用中存在的一些偏见。

相信本书的出版对在我国大范围推广应用 PVC-U 井管、推动水文水井管材的更新换代具有积极的示范和指导作用。

中国工程勘察大师: 

2013 年 5 月

本书全面系统地对 PVC-U 塑料管成井工艺进行研究,并进行 PVC-U 示范井建设,这在国内外尚属首次,涉及学科主要有钻探工程学、材料力学、腐蚀学、弹塑性力学等。

随着浅层地热能开发,以及地下应急(后备)水源地、农村饮水安全工程、厂矿供水、城镇供水等建设迅速发展,地下供水管井的工程技术开始引起工程界的关注和重视。传统的成井管材主要是普通钢管和铸铁管,其最大的问题是腐蚀结垢严重,降低了使用寿命;再者,资源的日趋枯竭、铁矿开采和钢铁工业的高能耗、高污染问题严重影响着生态环境和可持续发展。所以,在资源与环境问题矛盾突出的严峻形势下,采用新型井管材料代替金属,对低碳社会、节能减排、环境保护和可持续发展具有重大的现实意义。

20 世纪 50 年代,美国首先在水井工程中采用塑料管替代钢管和铸铁管,我国在 60 年代也开始关注塑料管成井技术研究和试验,从而掀起了塑料管研发和试验应用的高潮。但由于当时的管材配方质量和成井技术所限,其成井深度一般在十几米至几十米。20 世纪 70—90 年代,国外多数水井依然稳步采用塑料管成井,其口径和深度较小;国内则几乎处于空白时期,其成井管材主要以钢管和铸铁管为主。进入 21 世纪初期,人们逐步发现金属管井使用寿命短、腐蚀结垢严重、成本高、维修频繁等问题。为此,少数单位和生产厂家开始新一轮的研发和使用塑料管成井,其成井深度多数依然在几十米至百米,个别成井深度大于 200m。但是,由于在成井过程中塑料井管下入困难和容易爆裂两大问题一直未能较好地解决,从而影响着 PVC-U 塑料管在水文水井中的推广应用。

针对上述现状和存在的主要问题,笔者提出了“PVC-U 塑料管成井技术应用与研究”课题。通过查阅大量文献和实际调查,本书分析研究了目前金属管井腐蚀结垢和 PVC-U 塑料管成井深度浅、下入困难、易爆裂等问题,并就研究课题提出了具体的研究技术路线。

对于新型改性 PVC-U 塑料井管,本书主要从材料类型、性质、配方和加工工艺进行了分析研究。通过 PVC-U 形变-温度曲线,可以看出 PVC-U 材料随温度的升高会呈现出玻璃态、高弹态和黏流态三种状态,同时分析研究了加工各工序温度对其质量的影响;

在归纳 PVC-U 塑料管特点的基础上,分别对其物理力学性能指标、卫生安全指标和 PVC-U 塑料管材中砷、镉、铅、汞、酚类、锑、锡、铝、铬、氯仿、四氯化碳等有害物质进行了测试和溶解析出试验。有关性能指标的测试和溶解析出试验结果可以说明:PVC-U 塑料管材具有较好的综合力学和卫生安全性能指标,并且在水中不会发生析出和溶解现象。

为了合理选择成井管材,并直观了解腐蚀结垢现象、速度等,本书选择常用普通金属管材、球墨铸铁管、桥式镀锌过滤管、PVC-U 管、T 型丝过滤管等作为对比实验对象,采用实验室挂片试验和实际井下彩色电视检测等手段进行了腐蚀试验和研究。通过腐蚀试验计算和实际工程检测可知:金属管材普遍存在着腐蚀结垢问题,并且金属管材腐蚀后其强度急剧下降;PVC-U 塑料管则不存在腐蚀结垢现象。

PVC-U 塑料管特性分析,参照了石油套管受力分析方法,利用材料力学、弹塑性力学理论分别从轴向拉力、轴向压力、外挤压力、管内压力、横向剪切力、弯矩、温度等方面对塑料管在井内进行了受力分析研究,并以示范井为例,从 PVC-U 管材下入、冲孔-投砾、PVC-U 管完井三个主要工序进行了实际受力分析和计算,并得出以下结论。

(1)管外上覆岩层压力、管外液柱压力、管内液柱压力随着 PVC-U 管下入深度增大呈线性增加趋势,即井越深管体受到的压力越大。并且,当水文地质条件一定时,其压力值无法人为改变。

(2)当井内泥浆密度等于 PVC-U 塑料管材密度时,则管体轴向重力和浮力相等,出现管材下入困难或下不去的问题。

(3)PVC-U 塑料管在完井后,抽水阶段或正常开采期间,由于井管内外受力类型和压力不同,故存在着管内外压力差问题。井管下入越深,压力差越大。

(4)当成井质量较差,洗井不彻底或地下水降深过大时,管体内外压力差更大。PVC-U 管安全稳定性则差,当 PVC-U 塑料管质量存在问题时,易出现挤毁爆裂事故。

(5)利用石油钻井理论和拉梅(Lame)方程分别对示范井动载荷(冲击载荷)和抗挤压力进行了定量分析,计算结果表明:当井内压力差大于或等于 4.53MPa 时和地层坍塌、投砾“架桥”瞬间下沉速度大于或等于 0.73m/s 时,其外挤压力和冲击载荷值超过 PVC-U 塑料管的强度,也是 PVC-U 塑料管挤毁爆裂的临界值。

(6)为保证 PVC-U 塑料管在井内的安全,尽可能减少压力差。

(7)PVC-U 塑料井管在下管、投砾和洗井抽水(开采)三个过程中受力不同。在下管过程和完井后正常使用过程较为安全,在 PVC-U 塑料管下入后冲孔换浆和砾料投放过程最为危险,其安全系数最小。也就是说,井管下入后,井内压力差和动载荷(冲击载荷)是导致管体爆裂事故的两个主要原因。所以,在实际工程中必须采取必要的技术措施,尽可能减少井管内外的压力差和动载荷(冲击载荷)。避免下管过程中的泥浆密度过大和负压、动载(冲击)的产生是 PVC-U 管成井的关键技术。

在理论研究基础上,分别组织实施了 400m、437m 两口大口径 PVC-U 塑料管示范井

试验和建设,其井深和成井直径在国内外尚属首次。据国土资源部组织的查新可知:采用全塑成井工艺组织实施的两口示范井,其成井口径、成井深度和研究成果在国内外处于先进水平。为了与传统金属井管成井工艺对比,示范井分别按照两种钻井结构进行了设计,在其他工艺技术和水文地质条件不变的情况下,在同一个场地(两口示范井相距 50m)按照不同的钻井结构组织了试验和成井。其结果如下:

(1)试验 1 号(示范)井的钻井和成井结构设计主要特点是钻井口径小,塑料管体与钻井口径的环状间隙为 67.5mm,塑料管丝扣连接部位与钻井口径间隙为 50mm。尽管口径小钻井速度较快,但是,在成井过程中其风险较大。由于钻井口径和 PVC-U 塑料管环状间隙较小,所以,出现了砾料“架桥”和瞬间坍塌现象,从而导致了井内过大动载荷(冲击载荷)和井管爆裂事故。

(2)试验 2 号井在前期试验和理论分析计算基础上,采用合理的钻井结构(最小环状间隙 100mm),保证了砾料投放的顺畅,避免了“架桥”现象。按照 2 号示范井的钻井结构和施工技术又在河南、山西等地组织实施了 15 口(含两口示范井)松散地层大口径和 80 口小口径基岩地层全塑管的推广应用,总钻探和成井工作量达 9377m。通过大量的工程实践和试验证明了 2 号示范井技术的合理性和安全性。

(3)两口试验井的单井出水量和含砂量差别很大,2 号试验井的单位涌水量是 1 号井的 3.1 倍,含砂量低于 1 号井的 10 倍。其主要原因是:试验 1 井处理事故时间过长,并且在处理事故过程中由于重新使用大量的泥浆(膨润土 12t),而导致含水层堵塞,并且填砾厚度没有保证。

(4)在理论分析和计算的基础上,解释了 PVC-U 管下入困难和爆裂问题的原因,提出了通过泥浆性能调整、“压力平衡法”成井管柱设计、钻孔结构设计和投砾控制(井内冲击载荷控制)等技术措施来解决下管困难和爆裂两个主要问题,并在其他工程实例中取得了显著成效。

(5)通过示范井的试验和建设提出了 PVC-U 井管质量、运输保管方式、投砾速度快、投砾量较大、洗井抽水降深过大等是造成塑料管不安全的主要因素。

在大量工程实践中总结了 PVC-U 塑料管常见事故类型和处理技术。在成井和正常开采地下水过程中塑料管出现的常见事故有破碎爆裂和蠕动变形两种,其中,破碎爆裂是主要问题,蠕动变形是特殊情况下的个例。就事故类型和成因,结合理论和实际进行了详细的分析研究,并结合工程实例提出了具体的解决措施和 PVC-U 管井事故处理技术及预防措施。

PVC 材料来源充足、廉价,并且加工成型所需温度较低。所以,以两口示范井为例从“以塑代钢”效益、成井效率、社会效益、环境效益等方面进行了对比分析和具体计算。通过对比分析可知:采用 PVC-U 管代替钢管或铸铁管,仅成井管材每米成本降低 59.65 元;成井速度与钢管相比可提高 13.86 倍。通过对比分析证明 PVC-U 管不仅可以彻底

解决传统金属管材的腐蚀结垢问题,而且是目前水文水井、浅层地热能开发、地下应急(后备)水源地、农村饮水安全等领域的最佳成井管材,并具有广泛的推广应用前景和巨大的市场空间,在环境保护、节能减排、节约钢铁资源等方面具有重要的意义和显著的经济效益、社会效益及环境效益。

在理论分析计算和大量的工程实践、试验基础上,根据 PVC-U 塑料管的材料性质、物理力学性能指标,本书分别对管材要求、钻孔结构和质量、钻井液、成井工艺和事故处理程序等作了详细的阐述,从而为 PVC-U 塑料管成井和大规模推广应用提供了科学依据和技术支撑。

本书得出的主要结论有以下几个方面。

(1)金属管井普遍存在着腐蚀结垢速度快、维修频繁、使用寿命短(3~10 年)、污染水质等问题,是影响供水管井质量和运行效果的根本原因。

(2)PVC-U 塑料管成井过程中常见的主要问题是管材下入困难和破碎爆裂。其中,在下管过程中泥浆密度的高低是影响下入的主要因素;井内动载荷(冲击载荷)和压力差过大是造成塑料管破碎爆裂的主要原因,同时与管材质量、运输保管方式有关。

(3)下管前井内泥浆密度大于 $1300\text{kg}/\text{m}^3$ 或接近 PVC-U 管材密度时,下管困难或下不去。经理论计算和示范井试验表明:通过调整下管前泥浆密度,保持在 $1050\sim 1200\text{kg}/\text{m}^3$ 之间,并且在成井管柱底端管体上钻数个 $\Phi 10\sim 20\text{mm}$ 的圆孔,即可解决 PVC-U 塑料管下入困难和在下管过程中产生压力差问题。

(4)对 PVC-U 塑料井管安全造成最大威胁的主要因素是井内的动载荷(冲击载荷)和过大的压力差,投砾、冲孔、洗井抽水过程中出现的砾料“架桥”瞬间下沉、地层坍塌和大降深洗井抽水易形成井内动载荷和压力差。PVC-U 塑料管井出现坍塌、投砾下沉速度大于等于 $0.73\text{m}/\text{s}$ 时和井内外压力差大于等于 4.53MPa 时,产生的井内动载荷(冲击载荷)和压力差将会出现井管挤毁爆裂事故。

(5)在一般松散地层中采用塑料管成井时,其钻孔结构设计是关键,环空间隙宜大于 100mm 。

(6)PVC-U 塑料管成井或正常使用中出现破碎爆裂和蠕变变形事故和问题时,与金属管材相比很容易处理解决。

(7)PVC-U 塑料管不宜在 60°C 以上环境中使用。

总之,PVC 材料具有成本低、重量轻、综合物理力学性能好、管壁光滑阻力小、不腐蚀结垢、使用寿命长(50 年)、成井速度快、不污染水质、无有害有毒物质溶解析出等特点。在水文水井、浅层地热能开发等领域可以达到“以塑代钢”的目的。所以,推广应用 PVC-U 塑料管不但可以降低成本和工人劳动强度,而且在环境保护、节能减排、节约钢铁资源等方面具有重要的意义和显著的经济效益、社会效益及环境效益。

通过查新,本书成果主要有以下技术创新点:

(1)两口 400m 和 437m 示范井全部采用 PVC-U 塑料管,其成井口径和深度在国内尚属首次,填补了该领域空白,并起到了示范作用。成井工艺及事故处理等技术方面实现了自主创新和突破,对完善和发展我国的水文水井钻探与成井技术起到了积极的推动作用。

(2)首次从 PVC-U 材料性能、腐蚀结垢试验、受力分析与计算、工程实例等方面进行了全面深入的系统研究。在大量野外试验和实践基础上总结出了 PVC-U 塑料管成井技术和工艺,既有理论分析又有大量的工程实践,为塑料管材的产业发展和大面积推广应用提供了技术支撑,为今后我国成井材料的合理选择提供了科学依据。

(3)通过理论计算和示范井建设准确科学地解释了 PVC-U 管下入困难和爆裂问题的原因,并且其理论计算与实际基本吻合,说明其计算公式选择合理。

第一章 绪 论	(1)
第一节 课题来源及研究目的和意义	(1)
一、课题来源	(1)
二、研究目的和意义	(1)
第二节 国内外研究现状及问题	(2)
一、国内外塑料井管发展历史	(2)
二、国内外塑料井管应用情况	(5)
三、主要问题分析与研究	(10)
第三节 课题研究内容和技术路线	(13)
一、课题研究内容	(13)
二、拟解决的问题	(14)
三、课题研究技术路线	(15)
第四节 本章小结	(15)
第二章 PVC-U 塑料管材及性能指标	(17)
第一节 PVC-U 塑料管材	(17)
一、PVC-U 塑料管材类型及配方	(17)
二、PVC-U 塑料管生产流程	(17)
三、PVC-U 塑料管生产过程对质量的影响	(20)
四、PVC 塑料材料性质和特点	(22)
五、改性 PVC-U 塑料井管规格	(23)
六、PVC-U 塑料井管连接方式	(23)

第二节 国产 PVC-U 塑料管力学性能指标	(24)
第三节 国产 PVC-U 塑料管卫生安全指标	(25)
第四节 本章小结	(27)
第三章 常用管材腐蚀试验与研究	(28)
第一节 金属井管腐蚀速度试验	(28)
一、金属腐蚀速度的表示方法	(28)
二、两种常用金属管材腐蚀速度试验及计算	(29)
第二节 金属井管腐蚀机理与类型	(32)
一、金属井管腐蚀机理	(32)
二、金属井管腐蚀的主要类型	(33)
第三节 影响金属井管腐蚀的主要因素	(37)
一、地下环境的影响	(37)
二、金属井管材料的影响	(39)
三、井管变形及应力的影响	(40)
四、金属井管表面状态的影响	(40)
第四节 常见过滤管腐蚀结垢试验	(40)
一、常见过滤管形式	(40)
二、试验方法及目的	(40)
三、试验水质及采集	(41)
四、不同材质过滤管在同一水质中试验对比分析	(41)
五、PVC-U 过滤管在不同水质中的试验	(42)
第五节 腐蚀对金属井管强度的影响	(44)
第六节 本章小结	(45)
第四章 PVC-U 管受力理论分析与计算	(46)
第一节 PVC-U 管受力理论分析与研究	(46)
一、轴向拉力对管体的作用力	(46)
二、轴向压力对管体的作用力	(47)
三、外挤压力对管体的作用力	(48)
四、管内压力对管体的作用力	(49)
五、横向剪切力对管体的作用力	(50)
六、弯矩对管体的作用力	(51)

七、温度对井管强度的影响	(51)
第二节 PVC-U 塑料管示范井管体受力计算	(52)
一、PVC-U 管材下入时受力分析	(52)
二、井内动载荷(冲击载荷)计算	(55)
三、完井后 PVC-U 管受力分析	(56)
四、环刚度理论计算	(59)
第三节 本章小结	(61)
第五章 PVC-U 塑料管成井试验与示范	(62)
第一节 试验井位置选择原则及水文地质条件	(62)
一、试验井位置选择原则	(62)
二、试验区水文地质条件	(62)
第二节 试验井风险预测与设计思路	(66)
一、试验井风险预测	(66)
二、试验井设计思路	(67)
第三节 试验井建设	(68)
一、钻井设备与机具选择	(68)
二、钻井结构与钻进方法	(69)
三、钻井泥浆类型与性能指标	(71)
四、成井工艺	(71)
五、水文地质参数计算与地热能可利用量	(73)
六、不同钻井结构设计结果分析	(78)
七、PVC-U 塑料管推广应用情况	(79)
第四节 PVC-U 管成井事故类型及处理技术	(80)
一、PVC-U 管成井事故类型	(80)
二、PVC-U 管爆裂及处理实例	(81)
三、PVC-U 管蠕动变形处理	(83)
四、PVC-U 管井事故处理流程	(85)
第五节 PVC-U 管成井技术要求	(86)
一、PVC-U 管材	(86)
二、钻孔结构和质量	(86)
三、钻井液	(87)

四、成井工艺要求	(87)
第六节 本章小结	(90)
第六章 PVC-U 管成井效益分析及应用前景	(92)
第一节 经济效益分析	(92)
一、以塑代钢效益分析	(92)
二、成井效率分析	(93)
第二节 社会环境效益分析	(94)
一、社会效益分析	(94)
二、环境效益分析	(95)
第三节 推广应用前景预测分析	(95)
第四节 本章小结	(96)
第七章 结论与建议	(97)
第一节 结论	(97)
第二节 主要技术创新点	(98)
第三节 存在的问题与建议	(99)
主要参考文献	(100)

第一章 绪 论

第一节 课题来源及研究目的和意义

一、课题来源

无论是浅层地热洁净能源的开发,还是地下水资源开发利用,其关键工程和开采方式是通过钻凿水井来实现。所以,自中国于公元前 1 世纪发明了深井钻探至今,井的产生和作用与人类生活和生产密不可分。

在浅层地热能开发利用和地下水源供水工程中,水井的质量、使用寿命等直接影响着整个系统和工程的运行费用、运行质量和效益。目前,我国在地下水源井成井材料方面主要有水泥管、铸铁管和普通钢管三种,其中金属管材成井是主要方法。其主要问题是金属管材在地下腐蚀结垢严重、水井维修频繁(腐蚀破裂、堵塞水量减小等)、使用寿命短(3~10 年)。由此引发的地下水不能正常开采、浅层地热能开发系统不能合理运行(热贯通、耗电严重)、地下水水质污染、地面塌陷和报废等问题,其间接经济损失惨重。

针对目前传统成井工艺和管材存在的突出问题,在研究分析国内外现状和问题的基础上,结合生产实际和未来水文水井技术和市场发展趋势,选题“PVC-U 塑料管成井技术应用与研究”从实验室不同成井材料腐蚀结垢试验、示范井建设、不同地层推广应用等多方面进行了系统全面的分析研究。

二、研究目的和意义

自有井历史以来,其井壁管有木材、石块、砖、混凝土、铸铁、钢材等。根据井的不同深度,现代水文水井成井管材主要以铸铁和钢为主,其中在 200m 以浅的井一般选择铸铁管或普通钢管,200~1500m 之间的井选择普通钢管,1500m 以深的井则使用石油套管。在我国浅层地热能(水源热泵)和地下水资源开发工程领域主要是以普通钢管作为主要成井材料。采用金属井管最大的问题是腐蚀与结垢,特别是回灌井过滤器部分在使用 1~2 年后腐蚀堵塞严重,从而严重地影响了地下水的正常回灌和金属井管的使用寿命。

金属被腐蚀而造成的损失是惊人的,每年因腐蚀而报废的金属材料和设备,约相当于当年金属产量的 1/3。据最新统计表明:由于腐蚀问题每年对国民经济造成的损失占总