

● 中国科学院科技扶贫成果

承德赤峰贫困山区 开发治理与试验研究

朱景郊 康庆禹 王旭 主编



7.2

中国科学技术出版社

内 容 提 要

本书是中国科学院承德、赤峰地区科技扶贫最近三年的研究成果。内容涉及自然资源的开发利用、生态环境治理、农业新技术试验示范,以及农村经济发展研究等方面,不仅对当地稳定温饱、发展经济有现实意义,而且对我国其它贫困山区脱贫致富也有所裨益。本书可供农村干部与有关科技人员参考。

编 委（以姓氏笔划为序）

王 旭	牛喜业	李杰新	李桂森
朱景邠	陈念平	宝 音	康庆禹
寇振武	赖世登	管正学	

责任编辑：张秀智

封面设计：王铁麟

序

我国是个多人口、多山地的国家，山区资源开发在国民经济发展中具有重要的战略意义。但是，由于山区自然条件差，社会经济落后，目前全国还存在 18 片贫困山区，影响着我国政治、经济和社会的稳定与发展。在战争年代，“老、少、边、穷”贫困山区人民，为祖国解放和共和国建立付出了巨大代价；新中国成立后，又为社会主义建设做出了卓越的贡献。但是山区至今还相当贫穷落后，还有一部分群众过着不得温饱的贫困生活，牵动着党和全国人民的心。

1984 年，党中央和国务院发出了“关于帮助贫困山区尽快改变面貌的通知”，拉开了全国性扶贫开发工作的序幕。1989 年国家机关第二次扶贫工作会议上，国务院明确全国 18 片贫困山区之一的努鲁儿虎山区为中国科学院扶贫重点地区。

努鲁儿虎贫困山区，地处冀、蒙、辽交界的三角地带，其范围盖揽 17 个旗（县），包括赤峰市所辖的 5 旗（县），朝阳市所辖 5 县、承德地区和承德市所辖 7 县，是我国半干旱、半湿润地带的蒙、满少数民族聚居贫困区，也是离首都最近的一片贫困国土。

在国务院贫困地区开发办和冀、蒙、辽省（区）各级扶贫部门的领导与支持下，由中国科学院国家计划委员会自然资源综合考察委员会和中国科学院沈阳分院分别牵头、组织院内外的科技人员，在该区扎扎实实地开展了科技扶贫工作。几年来，在考察咨询、科技扶贫总体规划、资源开发与经济发展以及实用技术试验、示范与推广等方面，都取得了一些成绩。从 1990 年到 1992 年连续 3 年受到国务院通报表彰。

国务院在“八五”期间提出了“稳定温饱，发展经济”的扶贫指导思想，中国科学院针对全院重点扶贫工作，制定了《中国科学院“八五”科技扶贫规划》。从 1991 年至 1993 年两“八五”第一阶段科技扶贫工作中，我院在努鲁儿虎贫困山区的赤峰、承德地区共组织了 17 个科研单位，90 余名科技人员参加了科技扶贫工作，他们热爱扶贫事业，克服了许多困难，不计较个人得失，坚持在贫困地区开展科技扶贫服务，并与当地群众一起开展的试验示范项目已初见端倪，有的成果已推广开来，对解决贫困地区群众的温饱、逐步摆脱贫困作出了贡献，有的项目已成为贫困地区群众经济发展的“龙头”产业。参加扶贫工作的科技人员坚持走科技与扶贫相结合、资源开发与生态建设相结合的道路，在总结 3 年来各专题开发应用研究成果的基础上编写了《承德赤峰贫困山区开发治理与试验研究》一书，内容涉及了贫困山区生态环境治理、资源开发利用、农业新技术的试验示范以及农村经济综合发展研究等方面。这本书的问世不仅对努鲁儿虎贫困山区农村经济发展有现实的指导意义，也对我国其它贫困山区的开发治理与经济发展有一定的参考价值。

李 松 序

1993 年 12 月 5 日

前 言

建国40多年,尤其是近10年来,我国广大农村发生了历史性的变化,在仅占全球7%的耕地上,养活了占世界1/5的人口,值得我们自豪。然而,由于我国地域辽阔,各地区的自然资源千差万别,生产条件和社会经济基础差异也很大,农村经济存在着发展不平衡的状况,有的地区目前仍没有摆脱贫困的局面,温饱问题尚未完全解决,特别是部分山区。地处冀、辽、蒙3省(区)交界地带的努鲁儿虎及其毗邻山区,被列为全国18片贫困地区之一。

1984年,党中央和国务院发出了“关于帮助贫困地区尽快改变面貌的通知”,拉开了全国性扶贫开发工作的序幕。1987年国务院贫困地区经济开发领导小组下达任务,确定中国科学院为努鲁儿虎山区扶贫工作重点联系单位。为了促进科技扶贫,中国科学院将科技扶贫列为重大科研项目,并责成自然资源综合考察委员会主持和组织承德(丰宁、围场、承德、宽城、平泉、滦平、隆化)、赤峰(宁城、赤峰市郊区、喀喇沁、敖汉、翁牛特)等12个县(旗)的科技扶贫工作。“七五”期间,主要完成了《努鲁儿虎及其毗邻贫困山区科技扶贫总体规划》、《努鲁儿虎贫困山区农村经济发展研究》和《高效益农业技术与试验示范》等工作。

根据1992年国务院关于中央各部委要集中力量、增加扶贫工作硬度的部署精神,并考虑到已有的工作基础,在取得国务院贫困地区经济开发办公室、中国科学院农业项目办公室和有关地方领导的同意后作了适当调整,将我们科技扶贫的工作范围集中在承德地区滦平县和赤峰市翁牛特旗,一方面进一步加强设在滦平县三地沟门村和翁牛特旗隋家窝铺两个试验示范点的建设;另一方面开展了这两个重点县(旗)的面上科技扶贫工作,并邀请沈阳应用生态研究所翁牛特旗乌兰敖都试验站承担了扶贫课题,同时还保留了两个重点县(旗)以外原有的部分扶贫项目。共设置科技扶贫研究课题22个,目前都取得了不同程度的进展,绝大部分较好地完成了预定计划。

本书着重反映了我们最近两年科技扶贫的大部分成果,共汇编了34篇文章,以文集形式问世。其中有不少项目已取得明显的社会效益和经济效益,有的项目还通过了省部级鉴定,受到与会专家们的一致好评和有关部门的重视,对扶贫工作做出了积极的贡献。

在整个工作过程中,始终得到了河北省承德地区、滦平县、丰宁满族自治县、隆化县,以及内蒙古自治区赤峰市、翁牛特旗、喀喇沁旗等各级党政领导和有关部门的多方指导和热情支持,为我们创造了良好的工作条件,使工作得以顺利进行,在此表示衷心的感谢。

参加这项任务的研究人员,主要来自中国科学院—国家计划委员会自然资源综合考察委员会、地理研究所,中国科学院—水利部西北水土保持研究所,中国科学院兰州沙漠研究所、沈阳应用生态研究所、西北植物研究所、遗传研究所、植物研究所、地质研究所、黑龙江农业现代化研究所,陕西省科学院西安植物园等10多个单位共93人。一起工作的地方科技人员有35人,涉及19个单位。

书中引用的材料,在每篇文章末尾将已出版的材料作为参考文献列出,因限于篇幅其它材料未予列出,特此说明。

由于编写时间较短,水平有限,错误之处恳请读者批评指正。

朱景郊

1993年11月

目 录

科技扶贫课题设置与管理——以赤峰、承德贫困山区为例	王 旭 (1)
翁牛特旗隋家窝铺滴灌与管理	彭 斌 孙仁华 龚清晨 (5)
翁牛特旗农业新技术的引进、试验、示范与推广	牛喜业 张宏志 谢淑清等 (11)
利用滦平试区气候优势进行名贵球根花卉的开发	
试验研究	姬钟亮 王玉凤 秋晓冬等 (20)
DF 型碳铵添加增效剂的试验与推广	林自安 李多林 (27)
翁牛特旗玉田皋地区次生苏打盐碱化土壤种稻改良	王汝忻 田林杰 (29)
金丝瓜在科尔沁沙地前景广阔	曲世鹏 骆永明 (33)
农副产品自然低温干燥工艺研究	管正学 仇田青 韩 云 (36)
抗旱剂 1 号的试验示范与推广	牛喜业 张宏志 吕华春等 (45)
翁牛特旗隋家窝铺小流域地下水资源普查及开发的对策研究	邹宝山 马凤山 (48)
丰宁县坝上地区大力发展养鸡饲养有利于脱贫致富	宝 音 李启森 (59)
翁牛特旗乌兰敖都地区科技示范户的建设	
与效益	胡远满 徐 岚 魏 均等 (61)
哈海公路沙害防治生态工程及其效益分析	寇振武 蒋德明 (68)
翁牛特旗隋家窝铺小流域水保工程建设及效益估算	牛广德 吕景龙 (70)
滦平试区薄土坡耕地玉米中耕培土换垄串堆子	
水保效益观测初报	王恒俊 谢永生 吕惠明等 (78)
燕山东段贫困山区土壤侵蚀特征及其	
防治途径探讨	汪洪清 王恒俊 谢永生等 (82)
燕山东段山区土壤资源特征及开发与保护途径	王恒俊 吕惠明 谢永生等 (89)
旱坡地谷子少耕初步研究	丁贤忠 成升魁 (96)
地面高温堆肥试验	谢淑清 (101)
滦平试区土壤侵蚀特征及径流泥沙来源初步分析	谢永生 王恒俊 吕惠明等 (104)
隋家窝铺小流域侵蚀产沙综合观测初步研究	金德生 陈 浩 郭庆伍等 (110)
滦平试区土石山丘薄土坡耕地开发利用与水土	
流失初步研究	汪洪清 王恒俊 谢永生等 (121)
翁牛特旗旱作农业增产模式	张宏志 牛喜业 刘国树 (127)
丰宁县大滩镇地区旅游观赏植物资源及其利用	赵 雪 (132)
提高风沙干旱区退化草地生产力途径的研究	徐 岚 胡远满 南宾镐等 (138)
滦平试区果树生产潜力的研究	姬钟亮 王玉凤 秋晓冬等 (142)
沙地灌丛的多效益评价	姜凤歧 杨瑞英 林鹤鸣 (145)
翁牛特旗隋家窝铺小流域农业资源及其开发途径探讨	赖世登 成升魁 (152)
滦平试区畜牧业发展趋向和措施	叶 多 张福成 (159)
翁牛特旗杜家地乡土壤资源特点及利用潜力	谢淑清 (163)
滦平县资源开发与乡村经济发展研究	黄真勇 康庆禹 (169)
燕山东段贫困山区农村经济发展的探讨	李桂森 (181)
我国北方贫困山区庭院经济的开发研究	李桂森 陈念平 (187)
我国贫困地区发展的几个问题研究	成升魁 赖世登 乔化林等 (192)
附：1991—1993 年参加科技扶贫工作的人员名单	(197)

科技扶贫课题设置与管理

——以赤峰、承德贫困山区为例

王 旭

中国科学院
(自然资源综合考察委员会)
国家计划委员会

科技扶贫是我院响应党中央号召,走向国民经济主战场的重要部署和体现。为了实现党中央提出的“争取到本世纪末稳定解决温饱问题”的目标,1987年中国科学院作为重点联系单位在努鲁儿虎贫困山区的赤峰、承德、朝阳区开展了科技扶贫工作,在“七五”工作基础上,综考会在“八五”期间将按照院科技扶贫规划的精神和任务要求,根据赤峰、承德两片的特点设置了一些既适合于发挥我院特点,又能对贫困山区资源开发与经济发展奏效的课题。

一、课题设置的指导思想

根据国务院提出的“稳定温饱、发展经济”的“八五”目标,我院“八五”科技扶贫课题设置的指导思想为:结合努鲁儿虎贫困山区的特点,在扶贫开发中坚持科技与扶贫相结合、资源开发与生态建设相结合、开发应用研究与技术推广相结合;在有代表性的贫困山区建立综合开发示范点和辐射区,实现“两个稳定”;健全科技推广体系,引进实用技术和人才,培养一批地方技术骨干。同时,探索高起点、高速度、高效益的“三高”经济发展模式,为我国北方贫困山区的综合开发起到示范作用。

二、课题设置的原则

科技扶贫工作的开展,主要在于当地对改变贫困面貌、发展经济的积极性和主观能动性。如果地方利用国家给予贫困地区的优惠政策和资金支持,迫切要求吸引科学技术和人才帮助他们开发山区、发展经济,就有了一个开展科技扶贫的良好前提,科学技术才有可能通过与生产结合变为生产力。否则,即使投入大量人、财、物也难于稳定温饱,发展经济。

我院开展科技扶贫工作具有以下优势:有搞资源开发与应用技术研究的科技力量;有适用于贫困地区开发的技术成果;有在不同类型贫困地区工作的经验。我院的不足之处是:缺乏生产性投资和技术推广费用,部分科研人员对于开拓市场、搞商品经济的经验不足。因此,根据以往经验和利弊分析,在扶贫课题设置时主要考虑以下原则:

(1) 对纳入或即将纳入地方经济发展规划的课题,优先扶持,并吸收地方技术干部参加,共同完成。

(2) 地方积极性不高、客观条件不成熟的地区,暂不设置。

(3) 对限制贫困山区经济发展的问题及解决群众温饱的技术、生产难点,组织力量攻关。

三、科技扶贫课题的总体设置

努鲁儿虎贫困山区位于我国河北、内蒙古、辽宁3省(区)的交界处,多属北方半干旱类型。在设置课题时,结合该区自然条件、行政区划和我院原有的工作基础,按辽宁朝阳片、内蒙古赤峰片、河北承德片分别提出达标任务,尽量突出地区特点和产业功能,并充分发挥我院各所的技术优势和特长。

1. 赤峰片

半农半牧区,以小流域综合开发治理试验示范为主,设7个专题,通过改变生态环境稳定温饱。同时,发展牧业及加工工业,达到发展地区经济的目的。

2. 承德片

该区以点面结合的方法,在丘陵区开展贫困山区农村综合发展模式研究,系统地探讨山区发展的出路问题;在坝上地区发展抗灾性农业和畜牧业,系统地进行试验示范。为巩固温饱、改造中低产田和低产果园,发展资源开发型乡镇企业。

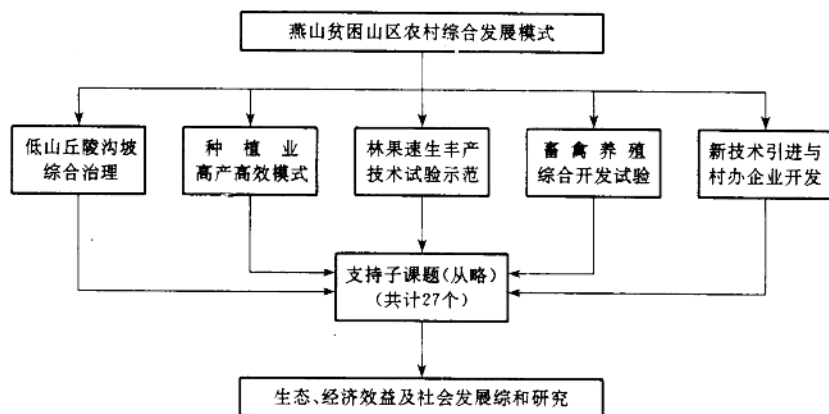
四、试验站(点)的建立与课题设置

(一) 试验站(点)的分布及特点

根据院“八五”科技扶贫规划的要求,努鲁儿虎山区共建立试验站(点)5个,其中:朝阳片2个,赤峰片1个,承德片2个。现以承德片试验示范站(点)的课题设计为例,剖析其特点:

1. 滦平试验站

根据半干旱薄土丘陵山区自然条件的特点设置课题,从改善生态环境、解决温饱入手,利用贫困地区的优惠政策采取相应的组织形式,调动群众积极性,结合科技力量的投入,治山治水,发展山区经济,创出山区农村综合发展模式。课题设置体现了应用研究与技术推广相结合;自然科学与社会科学相结合;治理与开发相结合的思想。具体课题设置结构如下:



2. 丰宁综合开发试验点

丰宁县坝上是全国和河北省的重点贫困地区，主要原因是气候条件恶劣，无霜期短，农业和草畜生产受到很大影响。在十年九灾的情况下，当地群众为解决口粮不惜破坏天然草场开荒种粮，造成土地沙化、草场退化、畜牧业萎缩。以抗灾性灌溉农业为主，建立稳产高效农田（保证每人 0.07 公顷），通过技术投入，力争每公顷产量达到 4500~6000 公斤，“八五”期间解决温饱。将盲目开垦的土地退耕还草，建立高质量的人工草场，发展畜牧业，使坝上生态环境逐步走上良性循环。具体课题设置如下：

丰宁坝上寒区农牧业结合开发试验示范：

- 抗灾性灌溉农业试验示范；
- 耐寒农作物优化结构与引种试验推广；
- 牧草引种试验及人工草场建设。

（二）综合研究与示范相结合

贫困山区的资源开发与经济发展是一项综合性的系统工程。它不仅限于自然条件的改造、生产和生活环境的改善以及资金和科技的投入，还有山区农村发展的经济体制、分配制度以及传统观念对山区农村发展的影响等。调动群众发展生产的积极性，并逐步摒弃传统观念，必须在实施科技投入、开发治理的过程中注意对山区农村经济政策、体制及山区开发中的组织与管理进行研究，找出适合当地经济发展的对策和经验，以便利用和推广。因此，在我院“八五”扶贫课题设置时，既保证生态环境治理、农业生产技术改造等课题；又加强了对生态、经济效益及社会发展的综合研究。如设立了“村落系统经济发展研究”、“山区开发中的组织与管理”、“农民传统观念行为对山区开发的影响”、“妇女在山区开发中的作用”等课题。这些课题的设置引起了我院科研人员的重视和兴趣，也充分调动了地方干部和科技人员的积极性。他们从山区开发中归纳出有代表性的问题，加以研究解决并做出示范予以推广，由点到面产生示范效果。这种做法，增强了成果的适用性，同时为地方培养了一批科技骨干。

五、科学试验课题的设置

科技扶贫不仅是现有技术成果在贫困地区的推广利用，还需要根据不同生产条件和资源优势不断进行立地开发。如：

（1）承德、赤峰丘陵山区都属于冷凉气候区，1991 年在承德、赤峰 3 个点试种郁金香、唐菖蒲等球根花卉，经试验滦平的气候条件最适合种球的繁育。经过两年的试验，在滦平县山区已初具规模，经济效益显著，将形成球根花卉新产业。

（2）在赤峰翁牛特旗头牌乡引进日本全型葱头，经试种获得成功，每公顷纯增效益近 45000 元，该乡将建成 200 公顷规模的葱头基地，可外销东欧，户均收入增加 2000 元，两年脱贫。

（3）翁牛特旗杜家地乡引进日本北海道大粒荞麦，经引种试验后，每公顷产量可达 3250 公斤左右，既高产，质量又好，尤其在多灾的干旱地区深受农民欢迎，1993 年已推广了 1.33 万公顷，对解决当地农民的温饱起到了很大作用。

六、新技术的引进与开发

贫困地区由于交通不便、信息不灵、技术落后、人才缺乏等限制因素，工业基础相当薄弱。在当前改革开放形势下，计划经济向市场经济的转轨，使地方发展乡镇企业的愿望愈加强烈，对学院的呼声很高。因此，“八五”期间，学院在科技扶贫工作中将发展乡镇企业作为一项重要工作来抓。

（一）利用我院技术人才优势，做好技术引进

根据科技扶贫工作的需要，将有开发价值的科技成果汇编出版了《农村实用技术 200 例》。同时有针对性及时协助地方选择引进迫切需要的技术。如：广州分院的杏仁开发；综考会为解决承德地区山楂出路问题开发的硒维果茶、开胃茶等保健饮料；西北植物所的薯蓣皂素提取工艺；西安植物园黄芪皂素提取辣椒天然色素技术等。同时，开发了“脱水果菜及生产技术”、“饲料配方电脑优化系统”，推广碳胺增效剂等新成果。对于新技术的引进与开发，在工作中一般掌握以下原则：

（1）对能够形成地区性优势产业的技术项目，积极从资金、技术、人才方面牵线搭桥；若没有现成的技术引进，则组织力量进行开发。

（2）以引进投产后效益好的技术项目为主，一般实验室成果在没有进行生产试验或鉴定前不向地方推荐。

（3）地方必须保证项目的资金，并具备管理等条件。

（4）所上项目已进行了市场调查并具有产品推销能力。

（二）引进技术项目的方式

随着扶贫工作的深入，科技投入已逐步从无偿劳动转变为有偿服务。“八五”期间，学院的技术转让项目均为有偿服务。同时根据具体情况予以优惠，以体现对贫困地区的支持。一般引进技术项目的方式有：对地方提出的项目组织论证；转让我院成熟技术成果；进行现有企业的技术改造；产品技术鉴定；承接地方开发项目的研制和人才培养。

为了把握引进技术项目的质量，由院里设专人负责技术、成果、人才引进的管理工作。每项技术的引进、转让都要签订合同、协议，明确责、权、利，防止任何个人以我院名义进行技术转让，避免产生各种纠纷。

七、科技扶贫课题管理

（一）建立健全的课题合同制

项目管理和资金使用采取承包与分片、分项管理相结合的办法，项目实施的前 3 年为第 1 期，1993 年末总结前期工作并调整课题。项目分解后，采取招标、指定和分配等方法落实课题，填写“中国科学院科技扶贫课题合同”。该合同包括：①合同的共同条款；②课题内容；③成果目标；④年度课题进展计划；⑤经费概算及拨款计划；⑥需要添置的主要仪器 and 材料；⑦课题组人员与分工；⑧课题承担单位意见及双方签字。

合同共同条款中明确了课题管理的职责和权利，对课题的实施起到了管理和监督作用。

（二）经费结构

根据我院科技扶贫经费的使用原则和支持强度，课题经费主要用于 4 个方面：

- | | |
|--------------|---------|
| (1) 科技人员差旅补助 | (占 50%) |
| (2) 课题材料费 | (占 20%) |
| (3) 课题实验费 | (占 20%) |
| (4) 机动费 | (占 10%) |

生产投资、基本建设投资由地方匹配。

(三) 课题经费的使用与管理

课题负责人有权按合同内容安排使用经费。作为课题承担方要保证课题合同执行过程中专款专用,项目管理一方如发现挪用经费或使用不当,有权拒付和追回。

翁牛特旗隋家窝铺滴灌与管理

彭 斌 孙仁华 窦清晨

中国科学院
(地理研究所)
国家计划委员会

在我国,水资源不足是限制国民经济建设和发展的主要自然因素,特别在西北部的干旱和半干旱地区,水的供需矛盾更为突出。开发水资源和节约用水,是解决水资源不足的主要对策。

农业是水资源的消耗大户,仅农业灌溉用水就占总用水量的 80% 以上,尤其在我国西北部地区,灌溉用水的比例更大,可达 90% 以上。目前这些地区普遍采用的大水漫灌、畦灌等灌溉方法也造成了水资源的极大浪费,进一步加剧了水资源的供需矛盾,限制了灌溉面积的进一步发展。滴灌是世界上最先进的灌溉方法之一,同时也是大家公认的最节水的灌溉模式。由于滴灌一次性投资的费用较高,所以又被认为是一种昂贵的灌溉技术(相对于大水漫灌和沟、畦灌等地面灌溉型式而言),因此,该灌溉技术在我国推广和普及的程度受到一定限制。

“八五”期间,结合我院的重大项目“赤峰贫困地区资源利用与经济开发”,在翁牛特旗隋家窝铺选定 4.4 公顷旱作农田,进行了滴灌工程试验。目的是在力求节水的前提下降低工程投资成本,以利于今后在大田作物上推广应用。滴灌工程的规划、设计和施工均在 1992 年完成并通过作物全生长期的运行试验,其结果令人鼓舞。试验区作物用水量仅为一般农田灌水定额的 1/5,而作物产量则由原来的每公顷 1500 公斤左右提高到 8220 公斤,其中第一季小麦每公顷达到 3217.5 公斤。应着重提出:由于工程采用了更合理、实用和灌水技术高的半固定式、水阻管、微管滴头等新设计,使一次性的投资成本降低到每公顷 1500 元左右,仅为建立普通农田灌溉体系投资成本的 1/10,而且可连续使用 10~15 年。仅当年粮食增产部分的产值就可弥补全部工程投资,为该技术的大面积推广创造了广阔前景,也是一项适合于贫困地区发展农业灌溉的实用技术。

一、滴灌区概况

隋家窝铺位于赤峰市翁牛特旗杜家地乡,处在一个完整的小流域内。由于降水稀少,又

缺乏地下水资源，加上水土流失严重，所以 90% 以上的耕地都是瘠薄的旱作农田，平均每公顷产 828 公斤，年人均收入仅 220 元，长期处于贫困状态。滴灌区选择在西荒村一块荒坡地上，它夹在两山坡之间、海拔 192 米的地段呈“U”字形，谷底西高东低起伏不平，相对高差近 4 米。土壤为沙质壤土，土层较薄，有机质含量很低。地块东北侧有一集渗性广口水井，水质清洁，但出水量不大。滴灌前主要种植谷子、荞麦等耐旱作物，实施滴灌后改种畦作春小麦并间种玉米，麦粮间作宽度比为 9 : 8。

二、滴灌系统及设计

(一) 滴灌系统的组成

滴灌是一种供水系统，水通过各级管道最后由分布在毛管上的滴头按预先设计的流速、流量均匀地输送到作物的根部（图 1）。

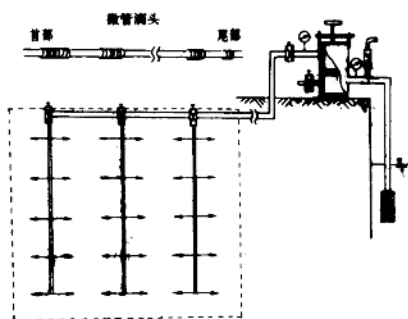


图 1 滴灌首部及管道布设示意图

由图 1 可以看出，滴灌系统主要有 3 部分组成：

1. 水源部分

包括水泵、过滤器、压力表、进气阀和排污通道。如果需要随水施肥（主要指化肥），还安设肥料罐装置。

2. 输水管道

包括干、支、毛管三级。如果灌区面积较大，还要设总干管。

在隋家窝铺滴灌工程中，我们在离水源较近、地势较高的北侧设一条干管。干管同侧平行

安装 3 条支管。每条支管对称安装 10 条毛管，毛管长度均为 40 米，运行时毛管可平行移动，控制宽度 38 米。在每条毛管上每隔 0.35 米安装 1 个滴头，1 条毛管则有 117 个滴头（即出水点）。由于地面仅毛管移动而干、支管固定在地下，因此称为“半固定式滴灌系统”。

3. 滴头

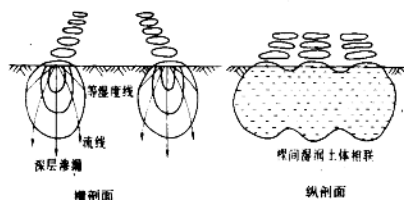
是一端与毛管相连并缠绕在毛管上的微型塑料管，又叫长流道式微管滴头（也可选择其他种类的滴头）。

作为一个出水点的滴头所湿润的土体，仅限于水的水平浸润和水在重力作用下所涉及的范围，如图 2 所示。

由图 2 可见，横向（行间）各湿润土体彼此独立，纵向（同行间）湿润土体则相连。但这不是绝对的，要根据种植作物不同的棵间距，在设计和运行中使用不同的滴头组合。

(二) 资料收集

滴灌的原理并不复杂，但一个好的设计，如平面布局、线路组成（走向、间距、长度等），以及滴头类型（流量大小、压力变化）等都必须符合气候、土壤和作物种植的具体情况



况。因此在工程设计前，必须进行野外勘察和收集有关资料。收集的主要资料有：

1. 田间资料

(1) 自然环境和气象条件 田块的位置、形状、坡度、高差及水源位置等，并绘制 1：2000 地形图。作物生长期的降水、蒸发、气温等。

(2) 土壤资料 土壤类型、质地及土壤水份特征。最好有田间持水量及作物枯萎点土壤水分的试验数据。

(3) 水源资料 水源型式、出水量大小、水质等。

2. 作物种植及灌水习惯

计划种植作物的种类、数量、行距、作物间距、耗水特点、当地灌水习惯（如赤峰市春小麦由 4 月 10 日左右播种到 7 月 15 日左右收获期间灌水五次。第一次在三叶期，为 5 月 5 日前后，第二次在分蘖期，为 5 月 25 日前后，第三次在拔节期，为 6 月 5 日前后，第四次在抽穗期，为 6 月 20 日前后，最后一次在灌浆期，为 7 月 5 日前后）等。

3. 其他资料

如成本是否合算、财政有无可能、人们习惯能否接受等。

(三) 灌水量设计

灌水（或灌水深度）是滴灌系统运行的主要依据，最大灌水深度又是滴灌工程设计时的重要依据。它与土壤、作物以及气象条件有关，如果以灌溉农田单位面积上灌水深度表示最佳灌水量，可用如下数学表达式：

$$I_{ax} = y(FC - WP)ZP/100 \tag{1}$$

- 式中： I_{ax} ——每次灌水的最大净深度(毫米)；
 y ——允许失去的水分占有效水分的比例；
 FC ——田间持水量。用体积或每米土层含水深(毫米/米)表示；
 WP ——作物枯萎点土壤水分。用体积或每米土层含水深(毫米/米)表示；
 Z ——根据不同作物所考虑的土壤深度(米)；
 P ——湿润土体占总体积的百分比。

由上式不难看出：影响最佳灌水深的因素大都是动态因素，如作物枯萎点土壤水分(WP)，在作物的不同生长期，其枯萎点土壤水分值也各不相同。因此，按照该公式计算最佳灌水量以指导滴灌系统运行有很大难度。所以一般情况下可直接测定土壤含水量来确定灌水量的大小。对滴灌工程设计而言，问题是要确定一个边界条件——在任何情况下都能保证作物充分供水的灌水深度。为此我们参考了山东禹城试验站对冬小麦耗水试验的多年资料，在小麦生长盛期(灌浆期)作物实际的平均日耗水为 5.35 毫米，最大日耗水 7.45 毫米(表 1)。

表 1 山东禹城试验站冬小麦耗水量 (棵间蒸发/总耗水=50%)

生育期		器测小麦耗水 (毫米)	小麦实际耗水 (毫米)
小麦整个生育期		400~500	200~250
生长盛期 (灌浆期)	平均日耗水	10.7	5.35
	最大日耗水	14.9	7.45

依禹城站资料如何设计隋家窝铺滴灌系统的滴头流量呢? 我们假设每日运行时间为 12、18 和 24 个小时 3 种情况, 假设每个滴头流量为每小时 2、4 和 6 升, 按一个小区 (每个小区设一条毛管, 117 个滴头, 控制面积 $38 \times 40 = 1520 \text{ 米}^2$) 来计算其日供水深度 (表 2)。

表 2 赤峰春小麦日供水深度试算

每日运行时间 (小时)	12			18			24		
滴头流量 (升/小时)	2	4	6	2	4	6	2	4	6
小区日总供水 (升)	2808	5616	8424	4212	8424	12636	5616	11232	16848
日平均供水深度 (毫米)	1.85	3.69	5.44	2.77	5.54	8.31	3.69	7.39	11.087

由表 2 可以看出: 当每日运行 18 小时, 滴头流量为 4 升/小时, 日平均供水深度为 5.54 毫米, 能满足小麦生长盛期日平均耗水 5.35 毫米的需要。当出现日最大耗水时, 滴灌由 18 小时改为 24 小时运行便能满足需要。需要指出的是: 设计供水量越大, 工程设计标准越高, 投资成本也越大。所以在满足耗水深度的情况下, 设计供水深度越接近耗水深度值, 投资效益越好。

至此, 工程设计中以 10 天为 1 周期 (由前述调查资料得出)、每天运行时间为 18 小时、每个滴头流量每小时 4 升等数据被确定下来, 剩下的问题只是怎样使均匀分布在毛管上的 117 个滴头在毛管的进水端和末端的流量保持大小一致呢? 这就涉及到正确选择滴头和滴头设计的问题了, 也是滴灌工程设计中的核心部分。

(四) 滴头的设计

为了实现滴头的连续、适量和均匀出流的目的, 人们设计了各种滴头。如单出水口长流道滴头、孔口型滴头、双壁滴头毛管、冲洗式滴头等。为了有助于补偿因地面高差和毛管管路摩擦变化而造成的水头差, 无论哪种滴头都必须有这样的能力, 即在一点压力的水头下, 滴头流量在 2~10 升/小时之间。为了获得这个大压降下的低流量, 滴头出水断面设计得不能过大, 但过小又易引起堵塞, 所以滴头断面大小要经过严密计算。在隋家窝铺滴灌设计中, 我们采用了燕山滴灌所的微管滴头, 滴头采用通用 $\varphi=0.95$ 毫米的过水断面。

由于我们采用的是同径变压等滴量毛管设计, 所以可用分布在毛管上微管 (滴头) 的长度调节毛管的压力变化, 以保持毛管各滴头的出流均匀。因此, 微管滴头长度设计是保持均匀出流的关键。

1. 同径变压等滴量毛管微管长度设计的理论依据

是自由出流的管流公式:

$$Q = 3.48 \sqrt{\frac{H_f D^5}{fL}} \quad (2)$$

式中: Q ——流量 (米^3); H_f ——管内沿程摩擦损失水头 (米);

D ——管道内径 (米); f ——摩擦系数; L ——管道长度 (米)。

设 H 为毛管尾部运行压力, H_{fi} 为毛管从尾部到 L_i 点的水头损失, 沿程毛管运行压力即滴头运行压力 $H_i = H + H_{fi}$ 。用于微管滴头时可将管流公式写成:

$$Q = 3.48 \sqrt{\frac{(H + H_{fi}) D^5}{f(L + \Delta L_i)}} = 3.48 \sqrt{\frac{D^5 H + H_{fi}}{fL + \Delta L_i}} \quad (3)$$

式中: L ——微管滴头长度; ΔL_i ——自下而上相应于毛管长度 L_i 点微管滴头增加的长度。

调整 ΔL_i , 使 $\frac{H + H_f}{L + \Delta L_i} = \text{常数}$, 便可达到变压等滴量毛管。

2. 微管滴头长度设计的方法步骤(图 3)

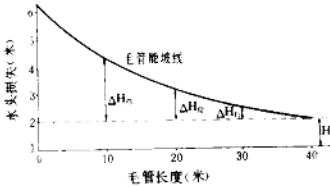


图 3 毛管能坡线示意图

(1) 确定毛管尾部的运行压力(H) 尾部运行压力过大会造成整个系统动力浪费, 过小又不足于补偿因地形变化引起的水头损失, 大田滴灌设计时一般采用 2 米。

(2) 计算毛管在多孔出流情况下的沿程水头损失:

$$H_f = 5.35 \frac{q^{1.852} L^{2.852}}{b^{1.852} D^{4.871}} \quad (4)$$

式中: q ——滴头流量(升/小时); b ——毛管平均滴头间距;

D ——毛管内径(厘米); L ——毛管长度。

分别假设 L_i —— 10, 20, 30……100 求其相应的水头损失 H_{fi} 。

(3) 以毛管尾部运行压力(H) 与相应 L_i 的沿程水头损失 H_{fi} 相加绘制毛管能坡线, 即相应 L_i 的毛管运行压力线 H_i 。

(4) 用运行压力和微管长度关系公式:

$$H_i = 0.0074 \frac{Q_i^{1.258}}{D^{3.861}} L_i \quad (5)$$

求出毛管沿程微管滴头的长度分布。

隋家窝铺微管滴头长度的求算结果见表 3。

表 3 隋家窝铺滴灌微管滴头长度计算

毛管段(米)	0—15.57	0—20.50	0—29.75	0—35.00	0—41.00
滴头数(根)	45	25	15	15	17
微管滴头长度(厘米)	40	50	65	80	100

(五) 干支管设计和水泵选择

滴灌系统中的干支管设计同毛管设计一样, 需求出干支管各分水口的运行压力和流量, 目的在于选择不同段管材的最佳过水断面和长度, 最大限度地降低管材的投资成本。最后根据系统的总流量和水头损失, 匹配一定流量和扬程的水泵。

三、滴灌系统的管理

滴灌系统的管理在滴灌运行中占有很重要的位置。可以说, 滴灌系统运行的成败关键在于管理。国际上的滴灌系统一般采用自动化控制, 管理者只要将编制好的灌溉制度程序输入到与灌溉系统相连接的计算机中, 根据这些程序以及埋设在田间的土壤传感器及布设在田间的蒸发传感器传送的实测资料, 通过计算机的运行计算, 决定是否需要灌溉。如果需要灌溉, 即通过电磁阀, 自动开启滴灌系统的闸阀和抽水系统进行灌溉, 整个滴灌系统的管理不需较多人员参与。由于我国国力的限制, 目前在农田灌溉中, 尤其是大田粮食作

物灌溉还不可能一次性地投入大量资金用于滴灌自动化控制管理；因此，我们只能利用农村廉价劳力和有限的资金，采用人工移动式滴灌。其一次性投资只有国外自动化滴灌系统的 1/12。

近几年来，我国有些滴灌区没有取得成功，其最主要的原因是没有管理好。有些是属技术问题，但大部分是重建设轻管理造成的，不仅浪费了资金，而且也挫伤了农民对这一新型节水灌溉方式的积极性。

因此，根据我们所采用的这种半固定式滴灌系统与国际上先进的自动化控制的滴灌系统的差异和国内一些滴灌区失败的教训，一开始就抓了滴灌管理这个重要问题。具体做法是：

1. 在农民中普及滴灌知识和节水灌溉重要性的宣传教育

我们所建立的隋家窝铺滴灌区为我国北方地区第一个大田粮食作物滴灌区，对赤峰丘陵山区的农民来说确实是件新鲜事。几千年来，他们已习惯了大水漫灌的古老灌溉方式，即使在水资源非常缺乏的地区，也没有放弃这一灌溉方式。哪怕 1 季只灌 1 次水，也要把土地灌饱后才放心，也就是农民说的“浇透”。而滴灌则是采用毛细管以滴水浸润方式供水于作物根层，与大水漫灌截然不同，这也是比其他任何一种地面灌溉更节水的原因所在。因此，在农民中普及滴灌知识和宣传节水重要性的工作尤为重要。我们首先在当地干部、农技人员中开展了这方面的工作，然后再通过走访农民家庭和召开村民会议在群众中作宣传，使他们都有一个初步的认识。在滴灌系统运行后，又针对滴灌中出现的一些思想和技术问题，采用不同场合、不同形式多次向农民宣讲滴灌的好处和传授有关的滴灌知识，使农民基本能按我们所提出的要求进行管理。

2. 让农民参与滴灌施工，熟悉滴灌系统的每个环节

由于滴灌系统中有各种不同口径的管道、阀门及压力仪表等器材和技术问题，农民感到难于掌握和接受。因此，在施工一开始就让当地农民参与，让他们熟悉和掌握滴灌技术中的每一个环节以及每个部件的功能。利用这种方法，将技术全部传授给农民，成为农民自己能掌握的技术。

3. 建立健全的滴灌系统管理体制

建立和健全滴灌系统的管理体制是极为重要的。否则，难以保证滴灌管理工作的正常进行。尤其是在分田到户的责任制种植方式的偏远丘陵山区，从组织上落实和加强管理工作更为重要。通过与乡、村两级政府的酝酿和商定：在滴灌区所在地建立以村长为负责人，以每根毛管灌溉范围内的农户推选 1 人为成员组成村民滴灌管理委员会，我们任顾问。在建立管委会以后，滴灌的管理工作原则上由他们统一管理，我们负责检查和帮助解决有关管理与技术问题，从组织上保证了滴灌系统的正常运转和管理工作的进行。

4. 培养滴灌管理技术人员，使他们在管理工作中起到骨干作用

培养滴灌管理技术人员是我们在滴灌管理中着重抓的一项工作，也是滴灌管理中一个不可缺少的部分。在与村民一起进行的滴灌工作中，我们挑选了 3 名有一定文化基础、对滴灌技术有兴趣、理解力强、劳动表现好和责任心强的中青年担任滴灌管理的技术骨干，并进行重点培养，让他们掌握更多的滴灌知识和维修技术，能独立解决滴灌过程中出现的各种技术问题，在滴灌管理中发挥骨干作用。

5. 滴灌管理与经济挂钩，使滴灌发挥更大的经济效益

整个滴灌系统的建设投资来源于3个部分：国家科研课题经费、乡村政府拨款、滴灌区受益农户集资。要提高滴灌的经济效益必须提倡低消耗高产出，即省水节电高产量，而要达到这个目的，必须把节水省电直接落实到每个农户身上。为此，在滴灌系统中安装了专用水表和电表，按照每个农户所耗水电数量合理收费。另外，将可移动的毛管部分按每根毛管所控制范围内的户集体或推选1户负责保管、维护以及今后的更换。提水和供水系统的机械和管道由村管会指派2人负责并签定责任合同。村管会负责全部滴灌区的工作，每年都要进行全面总结并根据实际情况予以奖惩，以保证整个滴灌系统发挥其最大的效益。

四、结 语

隋家窝铺大田粮食作物实施滴灌的成功经验为我国北方地区生态脆弱带水资源的合理开发利用建立了一个新的模式；并在翁牛特旗杜家地乡制定了推广滴灌的规划，更好地合理开发利用该地区有限的水资源，为解决贫困山区人民的温饱问题作出更大的贡献。同时，我们还设置了小麦滴灌节水型灌溉制度、滴灌条件下土壤水分运动机理等项科学研究，进一步从理论上探讨滴灌的节水机理。

参 考 文 献

- 1 罗远培译，滴灌设计，北京水利出版社，1980。
- 2 林性粹，旱区农田节水灌溉技术，北京农业出版社，1991。

翁牛特旗农业新技术的引进、 试验、示范与推广

牛喜业 张宏志 谢淑清 张宪洲

刘湘元 李继由

中国科学院
(自然资源综合考察委员会)
国家计划委员会

吕华春 王淑芬 刘国树 张殊荃

(翁牛特旗杜家地乡农技推广站)

翁牛特旗是全国重点贫困旗(县)之一，有耕地18.67万公顷，作物以玉米、谷子、小麦、高粱、荞麦、大豆、油葵、土豆和杂豆类为主。由于长期受传统农业的影响，耕作技术落后，作物品种退化，广种薄收，致使粮食产量低而不稳的局面一直持续到80年代初期。我们针对这一情况，从实际出发相继引进了一系列农业增产新技术和作物新、优品种，通过试验、示范和推广，取得了显著的效益。

一、作物高产栽培新技术的引进

(一) 麦粮间作、麦油间作、麦瓜间作

全旗现有的耕地中，只有3.07万公顷水浇地，如何使这有限的水浇地产生高效益，是有关领导和科技工作者极为关注的问题。推广种植水地春小麦的成功为这一问题的解决提供了途径和可能。农业上传统的间、套作技术往往是禾本科(如谷子、高粱、玉米)与豆