

# 山区农业和水资源 大数据建设与智慧管理

——以茂县成果为案例

石福孙 / 著



SHANQUNONGYE HE  
SHUIZIYUAN  
DASHUJU JIANSHE  
YU ZHIHUI GUANLI



四川大学出版社



SHANQUNONGYE HE SHUIZIYUAN  
DASHUJU JIANSHE YU ZHIHUI GUANLI

# 山区农业和水资源 大数据建设与智慧管理

——以茂县成果为案例

石福孙 / 著



四川大学出版社

特约编辑:胡晓燕  
责任编辑:孙滨蓉  
责任校对:周 艳  
封面设计:墨创文化  
责任印制:王 炜

### 图书在版编目(CIP)数据

山区农业和水资源大数据建设与智慧管理:以茂县  
成果为案例 / 石福孙著. —成都:四川大学出版社,  
2017. 11

ISBN 978-7-5690-1383-2

I. ①山… II. ①石… III. ①地理信息系统—应用—  
山区农业—研究—茂县②地理信息系统—应用—水资源管  
理—研究—茂县 IV. ①F327.714-39②TV213.4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 291930 号

书名 山区农业和水资源大数据建设与智慧管理:以茂县成果为案例

著 者 石福孙  
出 版 四川大学出版社  
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)  
发 行 四川大学出版社  
书 号 ISBN 978-7-5690-1383-2  
印 刷 四川和乐印务有限责任公司  
成品尺寸 185 mm×260 mm  
插 页 10  
印 张 14  
字 数 365 千字  
版 次 2018 年 1 月第 1 版  
印 次 2018 年 1 月第 1 次印刷  
定 价 68.00 元



版权所有◆侵权必究

- ◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。  
电话:(028)85408408/(028)85401670/  
(028)85408023 邮政编码:610065
- ◆本社图书如有印装质量问题,请  
寄回出版社调换。
- ◆网址:<http://www.scupress.net>

# 前 言

中国是个多山的国家，山地面积约占国土面积的 70%（含丘陵），居住人口约占全国的一半。一方面，山区是我国基因多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性的天然储存区和保护区，是大江大河和无数中小河流的发源地、水资源富集区和“水塔”，是全国生态安全的屏障，是平原、城市的生态保护神；另一方面，山区也是我国经济发展的重要组成部分，特别是第一产业在全国占有很大的比重，是绿色农业、林产品和中药材等经济作物和草畜业的基地，对我国可持续发展战略起着重要的基础和支撑作用。

中国山区与全国一样，正处于快速发展时期。传统的大量以耗费不可再生资源 and 破坏生态环境的经济增长方式，造成自然资源供给能力和生态环境承载能力的矛盾日益凸现和尖锐，以攫取资源为手段的发展模式将难以为继，山区农业发展正面临着资源与市场的双重约束、经济增长与生态保护的双重压力、农民增收与粮食安全的双重挑战。山区发展正处在科技创新突破和科技革命的前夜，迫切需要建立资源科学利用体系，由粗放型向集约型转变，为山区现代农业发展和生态文明建设提供有力保障。

近年来，随着大数据建设的迅速发展和智慧管理的逐步应用，农业资源的信息化、数字化也越来越被人们所关注。但由于山区幅员辽阔，可获得的数字信息极其有限，一些传统的农业资源资料，大部分以纸质资料保存，对决策的针对性与指导性不强。因此，如何建设山区资源信息大数据库，并与管理信息技术相结合，对于广大山区在挖掘农业资源潜力、保护农业资源、合理利用农业资源时，在拓展管理潜力、创新管理模式、提高决策能力和智慧驱动山区和谐社会建设等方面具有重要作用，同时对于促进山区由传统农业向现代农业转变和推行绿色生产方式，促进农业可持续发展具有十分重要的战略意义。

茂县地处四川盆地向青藏高原过渡的高山峡谷区，是一个以羌族为主、多民族集聚的山地农业县，是成都、重庆等特大城市重要的错季蔬菜和水果生产基地。如何充分发挥区位优势，在保护生态环境和适度利用资源的条件下，推行绿色生产方式，引领山地农业的转型升级，促进社会经济再上新台阶，是茂县县委和县人民政府一直在思考的重大策略。2012年初，茂县县委和县人民政府提出了全力促进农业向绿色发展转型，实现农业可持续发展的具体要求，并邀请中国科学院成都生物研究所组织专家开展“茂县特色农业发展规划”和“茂县农村水利发展规划”。中国科学院成都生物研究所在大量调查取样的基础上，采用 3S 技术等对茂县山地立体农业气候、土壤类型与质量、水资源的空间分布等进行了深入细致的分析，建立了基于 GIS 的山地特色农业专家支持系统，通过农业大数据对茂县农业生产要素的支撑能力与产业发展可行性进行分析，为茂

县农业结构调整、绿色发展转型和实现农业可持续发展提供了具有可操作性的实施方案。

本书以农业和水资源大数据为基础的茂县山地特色农业专家支持系统，兼具了“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念。该系统通过提高资源利用的科学化、精准化水平，发挥降成本提效率的作用；通过加强产地环境保护，扶持发展优、特、精农产品，发挥提升农产品质量安全的作用；通过调整优化区域结构，形成与资源禀赋相匹配的区域布局，发挥提高农业综合效益的作用；通过创新发展，挖掘农业多种功能，以“互联网+”改造传统行业，发挥促进农村三产融合发展的作用。因此，本书的成果对推动我国广大山区农业供给侧结构性改革，破解山地县域经济发展难题具有一定的指导意义。

参与本书编写工作的还有吴彦、王乾、卢涛、林天梅等；杨文冰、朱忠福、李娜、许积层、谢雨、李金洋等人对该项研究成果做出了重要贡献；此外，茂县人民政府相关工作人员如唐远益、杨健、谢连有、周耀、黄付成等对本研究工作的开展也给予了极大的帮助；国家十三五重点研发项目（2016YFC0501805）和（2017YFC0505100）对本书的出版给予了必要的资助，在此一并致谢。由于本书所涉及的知识面非常广，加上积累的资料有限，因此，书中难免存在不足，我们也真心地希望各位读者能够提出批评指正意见。

石福孙

2017年6月7日于成都

# 案例研究区茂县概况

## 一、茂县的自然与社会经济情况

茂县位于四川省西北，阿坝藏族羌族自治州东南部，岷江上游中段，地理坐标东经 $102^{\circ}56'26''\sim 104^{\circ}10'32''$ ，北纬 $31^{\circ}25'06''\sim 32^{\circ}15'43''$ 。东与北川、安县、绵竹相连，南与汶川、什邡、彭县接壤，西与理县、黑水交界，北与松潘相邻。茂县主要为羌族聚居区，是全国羌族人口最多的县，占茂县总人口的90%，约占全国羌族人口的30%。凤仪镇为县政府所在地，是该县政治、经济、文化及交通中心。茂县交通区位优势突出，对外交通以公路为主，国道213线、省道302线纵贯全境，距成都190公里，距都江堰101公里，是阿坝州连接成都、绵阳、德阳的交通枢纽地，是途经“九环线西线”前往世界自然遗产九寨沟、黄龙的必经之地。

茂县境内高山环绕，峰峦叠嶂，河流深切，谷坡陡峭，地势西北高，东南低，龙门山系和邛崃山系的岷山山脉贯穿全境，其相对高差1500~2500米，最高海拔5230米（与理县交界处的万年雪山顶），最低海拔860米（东部土门河出境的河谷底部）。岷江河谷两岸山势雄伟，坡陡壁立，河谷多呈“V”字形。北部谷坡下部较为陡峭，地势狭窄，向下渐趋宽坦，是高山狭谷向山原过渡的地带。这里分布有褐土、棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土以及新积土等土壤类型。

受西风环流和印度洋西南季风的影响，茂县的气候不仅具有高原型季风气候的共同特征，还具有垂直气候差异显著、局地小气候多样、降水的地域差异大且干湿季节分明、“焚风效应”显著等区域性特征。县城所在的风仪镇海拔1580米，年平均气温 $12.1^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温 $-11.6^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温 $32.2^{\circ}\text{C}$ ，无霜期215.4天，年均日照1549.4小时，年降水量486.3毫米。

茂县辖6个镇、15个乡、149个村、427个村民小组，总人口10.49万人，其中羌族人口10万余人，占全县总人口的90%，羌族人口约占全国羌族总人口的30%，是全国最大的羌族聚居县，境内还居住着汉、藏、回等17个民族。茂县属于典型山地农业县，农业人口9.60万人，占总人口的87%，农村劳动力约5.43万人。非农业人口主要集中在县城所在地凤仪镇。近年来，在地区年生产总值中，第一产业贡献仅为13.7%，远低于第二产业的66.2%和第三产业的20.1%。尽管从人口构成来看，茂县农业人口占优，但农业产值占GDP的份额相对较低，显示茂县农业经济的转型升级和农业结构调整的潜力巨大、任务艰巨。



## 二、茂县山地农业发展的特点

### (一) 茂县农业发展历史与现状

茂县农业生产历史悠久，在改革开放以前基本属于自给自足的小农经济状态，粮食产量低下，农业设施落后，耕作技术简单粗放。据统计，1949年茂县粮食播种面积11.3万亩，亩产60公斤；1978年播种面积为16.1万亩，亩产177公斤。粮食作物以玉米和土豆为主，经济作物主要是油菜，少有花生、烟叶、甜菜等，这些都因为产量低而逐渐停种。现在蔬菜主要是白萝卜、白菜等，以自足为主。1979年茂县蔬菜种植面积仅981亩，因为限制市场经济，蔬菜等特殊经济作物的种植受到严重制约，而苹果等特色水果发展态势良好。1978年茂县农林牧渔业总产值3753万元，其中农业产值1497万元，林业产值618万元，牧业产值801万元，副业收入386万元。在这一阶段，农、林、牧3大产业是茂县的主要经济来源。

1978年改革开放以后，尤其是1985年土地承包到户以后，茂县农业生产得到突破性发展，农业基础设施建设受到重视，农业新品种和新技术得以推广应用，粮食产量大幅度增加，农民收入增加明显。到1999年粮食作物总播种面积达到20.5万亩，粮食作物单产217公斤；农村人口8.7万，农业从业人员4.4万，人均纯收入484元。1999年茂县苹果面积18217亩，产量9617吨。农林牧渔业总产值14210万元，其中农业产值8827万元（种植业8024万元），林业产值1385万元，牧业产值3991万元。通过20年的快速发展，茂县农业结构发生了明显变化，以种植业为主的农业产值占农业总产值的比例由1978年改革开放初期的39.9%跃升至1999年的62.1%，远远超过林业和畜牧产值，成为支撑茂县农村经济的主要产业。1978年到2000年这一期间既是茂县农村改革突破和农业快速发展期，也是茂县农业由自给自足的小农经济向市场化转变的关键阶段。这一阶段粮食作物种植面积逐渐减少，以蔬菜为主的经济作物种植面积逐年扩大。随着20世纪90年代初期大白菜、西红柿、甜椒和黄瓜等蔬菜新品种的示范推广，蔬菜种植面积迅速扩大，农业新品种和新技术得以在茂县大面积推广，并逐渐发展成为成都、重庆等大城市重要的“秋淡”蔬菜供应基地。截至1999年，茂县蔬菜播种面积30485亩，总产量达到54400吨，地膜覆盖面积达到4.7万亩，初步奠定了发展特色农业产业化的基础。

进入21世纪，茂县农业发展进入快车道。农村各项事业快速发展，农业内部结构发生了深刻变化，农民收入稳步增加，农业和农村经济社会发展成效显著，农业在县域经济中的地位突出，发展潜力巨大。随着城市化和工业化发展进程的加快、以旅游业为主导的第三产业快速发展，茂县逐渐向着“阿坝州交通枢纽地、工业集中发展地、羌文化旅游目的地、商贸物流集散地”的区域中心城市迈进，县域经济的转型升级取得一定成效。地区生产总值中第一、二、三产业的结构从2000年的28:42:30转变为2011年的14:66:20，农业占GDP的比例逐年下降。其原因在于农业产业增速相对较慢，近10年来年均增长一直维持在5%左右，而第二、三产业一直保持高速增长态势，特别是2008年灾后重建项目的实施，对于工业和服务业的带动效应十分明显。但是应该看到，农业生产在茂县国民经济中的基础地位暂时还不会发生改变。这是因为茂县作为



一个传统的山地农业县，农业产业在解决百姓就业、增加农民收入、维护民族地区社会稳定等方面具有重要的战略意义，地位十分突出。近年来农业产业结构比例不断下降的态势表明，大力强化现代农业产业无疑是实现茂县社会经济中长期发展的主要突破口。

2000年以来，农业产业结构不断优化，农业市场化程度逐渐提高，农业产业化势头强劲。随着农业市场化程度的逐渐提高，茂县农业产业结构不断优化。以马铃薯、玉米为主的粮食作物播种面积逐年下降，由2000年的12.80万亩下降到2007年的11.78万亩。而蔬菜和水果等经济作物的播种面积迅速上升。其中蔬菜由2000年的3.17万亩，增加到2011年的4.91万亩，产量11.96万吨；水果种植面积4.01万亩，产量2.69万吨。除了种植结构的变化以外，县委政府主导的茂县农产品品牌战略为农业产业化发展奠定了坚实基础。截至2011年，茂县“羌脆李”成功申报为地方特色品种、大红袍花椒确定为省级品牌和国家地理标志品牌，10个农产品通过省级无公害农产品认证，10个产品通过国家绿色食品发展中心的认证；农产品商品化处理率达60%以上，“茂”字号农产品知名度全面提升，实现了产品销售品牌化，为农业提质增效奠定了坚实基础。

与此同时，近年来茂县农业生产模式也有一些新的变化。龙头企业数量不断增加，实力不断壮大，专业合作社组织不断增加，与基地建设结合越来越紧密。目前茂县成立各类农业专业合作社61个，会员2万余人；核心示范基地+专业合作社带动农民比例达到50%以上；流转土地面积1500余亩，订单农业覆盖面80%以上，合作社生产基地规模1.6万亩，农业生产组织模式进入多元化发展的新阶段。

## （二）茂县山地农业的特色

茂县由于地处成都平原向川西高原地形过渡的农牧交错区，农业耕地主要以分布在河谷阶地、洪积扇和山谷半坡，具有独特的山地立体气候特征和多样性的山地微环境条件，岷江上游生态环境质量优良，具有发展山地农业的良好基础。茂县山地农业的特色主要体现在以下几个方面。

### 1. 优质

茂县发展农业生产的环境条件多样，光、热、水、土等资源相对丰富，适宜生长的农产品不仅种类多，而且是川西北地区很多经济作物（如苹果、花椒、土豆、川贝母等）的最适宜分布区，农产品的“道地性”特点明显。优质，是茂县农产品的特色之一。

### 2. 生态

茂县地处岷江上游地区，无工业污染源，农业生态环境优越，茂县主要农业耕地都不存在灌溉水、土壤和大气的污染等限制性生态因子制约，属于四川省无公害蔬菜水果生产基地。生态是茂县农产品的特色之二。

### 3. 天然

茂县是我国主要的羌族集聚区，耕地面积相对分散，民风淳朴，农业生产主要以手工为主。由于地形分割、农作物的虫害不易大面积暴发。茂县农业生产过程中农药、生长调节剂等化学药剂的使用率相对较低。天然，是茂县农产品的特色之三。

#### 4. 错峰

由于山地立体气候的原因，茂县的农产品与成都平原等内地其他产区的蔬菜、水果品种相比上市时间一般要晚一个月左右，具有明显的季节差异。不仅如此，县内海拔差异明显，从1000米到2500米左右的高半山地区都有大量耕地分布。在县域范围内同样存在农产品成熟上市日期沿着海拔梯度顺延的特点，可以持续满足市场需求。错峰及其带来的高产值，是茂县农产品的另一个特色。

正是由于这几个方面的特色，茂县农产品具有占据市场高端品质的各种要素，历来就是成都、重庆等大城市淡季蔬菜和优质水果的重要产区，具有发展都市老百姓放心食用的高端果蔬生产基地的巨大潜力。茂县耕地分布如图1所示。

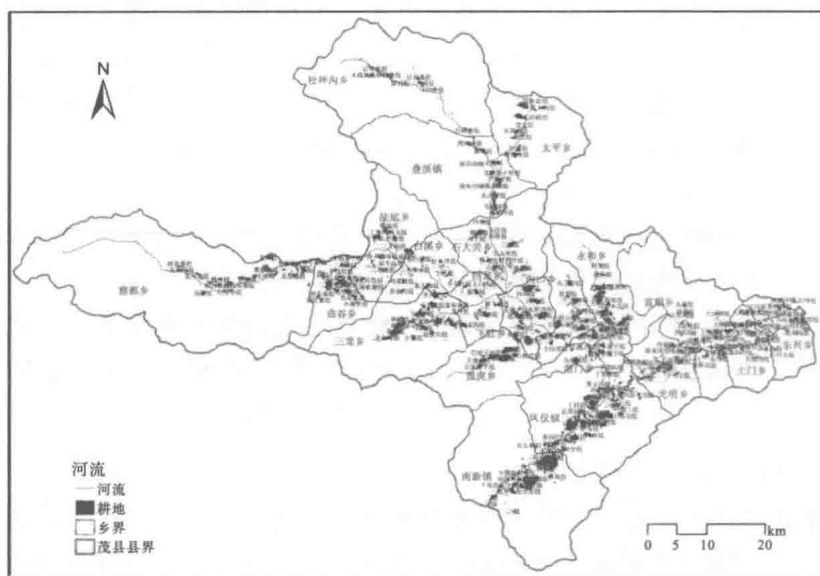


图1 茂县耕地分布图

### 三、茂县水资源分布特征

#### (一) 茂县水系水文

茂县境内主要河流及潜在水系情况如图2所示。

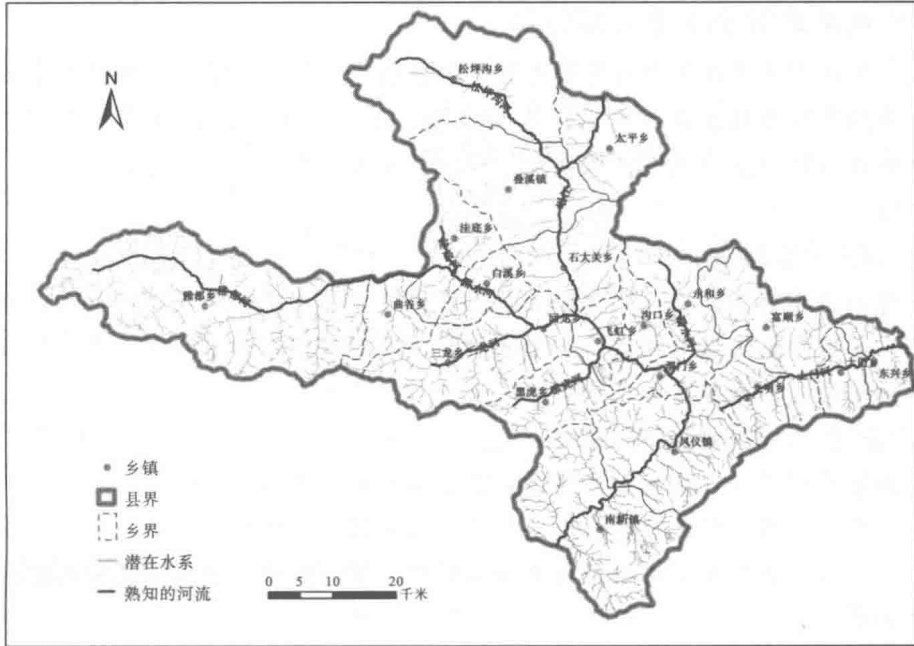


图2 茂县境内主要河流及潜在水系

茂县境内以岷江为主干河流，汇集黑水河、涪江水系的土门河及支系溪沟，河流湍急；有湖泊32个，共有水面6823亩，蓄水量1.4亿立方米，均属岷江支流一、二级支沟源头，其中以叠溪大、小海子为冠；多年平均径流深494.8mm，多年平均自产水资源总量16.54亿立方米。

(1) 岷江：发源于松潘县北部的弓杠岭，向南于太平乡牛尾村山下进入县境，流经3区10乡，于南新镇水磨沟流入汶川县；县境流长97.3km，入境处海拔2280m，出境处海拔1375m，多年平均出境流量 $219.78\text{ m}^3/\text{s}$ ，县境内集雨面积 $2161.5\text{ km}^2$ 。

(2) 黑水河：发源于黑水县垭口山东麓、县境西部纳赤不苏河后，东流注入岷江，流经两区4乡；境内流长30km，是岷江的主要支流；入境处海拔1788m，入岷江处海拔1650m，多年平均流量 $141.2\text{ m}^3/\text{s}$ ，境内集雨面积 $1201.8\text{ km}^2$ 。

(3) 土门河：发源于县境内中部的土地岭，向东流经土门区4乡，进入北川县注入涪江水系的清片河；县境流长约34km，水流较急，源头海拔1773m，出境处海拔890m，多年平均出境流量 $12.33\text{ m}^3/\text{s}$ 。集雨面积 $492.0\text{ km}^2$ 。

(4) 赤不苏河：发源于雅都镇以西的万年雪山和赤马梁子一带，向东流经赤不苏区3乡，注入黑水河，全长52km，多年平均流量 $13.42\text{ m}^3/\text{s}$ 。

(5) 松坪沟：发源于日多沃山、鲁兹郎古东南，流经松坪沟、叠溪镇注入岷江，全长39km，多年平均流量 $7.13\text{ m}^3/\text{s}$ 。

茂县境内除岷江以外，一、二、三级溪沟纵横交错，遍布在各山之间，水量充沛，比降较大，落差集中。径流水主要来源于降水、地下水和融雪水补给。据姜射坝站1955—1992年的资料统计，岷江多年平均年径流量 $71.9\text{ m}^3$ ；5—10月多年平均流量 $357\text{ m}^3/\text{s}$ ，占年径流深的78.6%；11月至次年4月多年平均流量 $97.9\text{ m}^3/\text{s}$ ，占年径流深的21.4%。

## （二）茂县农村水资源主要特征

茂县地处成都平原向川西高原地形过渡的农牧交错区，是长江上游地区重要的生态屏障和水源涵养生态功能区，同时，茂县也地处岷江干旱河谷的典型和核心区域，因此，其独特的地理位置及地形、地貌和气候条件使茂县的农村水资源具有以下几个方面的显著特征。

### 1. 水源点分布较多

茂县境内由于高山环绕，冰雪融水是水资源的重要来源；境内植被茂盛，水源涵养功能显著，具有沟壑成溪的特点；加上地质构造及新构造运动的影响，山上裂缝多，以地下水涌出形式的水源点分布众多。

### 2. 水量充足，但出村水资源污染严重

由于辖区面积辽阔，加上山高林茂，茂县农村地区的水资源较为丰富，可利用的溪沟、河流较多，水源稳定，但由于农业生产（如农药化肥的使用、农业废弃物等）对水资源的污染，以及农村生活污染对水资源的影响，使农村清洁的水资源尚未出村庄就出现恶化的趋势。

### 3. 农村水资源浪费问题严重

茂县农村水资源比较丰富，但依然掩饰不了农业水资源利用率不高和生活用水浪费比较严重的窘境。尽管茂县在发展现代农业的进程中采用了一些新的灌溉技术，如滴灌和喷灌等技术，但漫灌等传统农业灌溉方式依然普遍存在，加上对水资源使用的随意性，水资源浪费现象比较严重。农村饮用水源主要为溪流等林间水和山泉等地下水，很少采取净化措施就直接使用，用水成本极低，生活用水无限制供应，这也是导致农村水资源浪费严重的重要原因。

### 4. 可利用水资源的空间分布不均

茂县属于典型的高山峡谷地貌，农业耕地及村民聚居区主要分布在岷江及其支流，土门河谷一、二级阶地，以及高半山地区。由于山高谷深，河流深切，水资源的利用较为不便。

### 5. 可利用水资源的时间分布不均

由于受季风气候的影响，茂县的降雨量在季节分配上极为不均匀，加之受大气运行制约形成的降雨事件，具有较大的偶然性和随机性，造成降雨量在年际与季节间均存在较大的变化。冬春降雨量分布只占全年平均降雨量的4%和9%，极易形成冬干春旱。

## 四、茂县农业和水资源大数据建设的作用

### （一）农业大数据建设的作用

由于茂县境内不同区域的海拔差异较大，山地气候和土壤类型、耕地分布的空间异质性非常明显，农产品的品种选择范围很大，同一品种在县内不同村寨的播种与收获季节、产量、品质与管理措施相差也存在明显的地域分异。目前各地群众在发展山地农业产业过程中，往往是以户为单元，根据既往经验和相对片面的信息来选择种植品种。这既存在一定的盲目跟风、一哄而上的现象，也存在着种植结构分散、品种多样、规模化

与基地化程度低下的情况，没有充分发挥山地生态环境多样、有利于山地特色农业产业布局错位配置、做到按照海拔段位进行分片区集中发展、突出“一乡一品”的优势。如何因地制宜发展绿色农业产业、引领山地农业的转型升级，是茂县县委和县人民政府一直在思考的重大策略。2012年茂县县委和县人民政府提出了建设以农业为基础的资源信息大数据库，并在“数字农业”基础上对茂县农业生产要素的支撑能力与产业发展可行性进行分析，为茂县农业结构调整、绿色发展转型和实现农业可持续发展提供具有可操作性的实施方案。

## （二）水资源大数据建设的作用

在全面调查茂县可持续利用水源的空间分布及供给关系等基础上，建立农村水资源数字化信息平台，从而为夯实山地农业发展基础、更好地助推茂县现代农业发展上新台阶具有重要作用。此外，水资源数字平台还将在山区水资源保护与区域生态建设方面发挥更大的作用。

### 1. 水资源数字平台有助于科学用水

茂县地处成都平原向川西高原地形过渡的农牧交错区，水资源丰富，水源点众多，是长江上游地区重要的生态屏障和水源涵养生态功能区。但由于人们在生产和生活中对优质山泉的争抢和无序利用，一定程度造成了环境的恶化，增加了生态系统的不稳定性。处理好农村取用水与自然界其他用水的关系，需要以可持续利用的稳定水源为基础，将水资源的利用控制在能够保持水体基本功能、可持续利用的状态，使水在为农村生活和生产造福的同时，能够极大地改善微环境，有效促进干旱河谷区的生态修复和环境综合治理。科学用水，以稳定水源为基础，促进人与自然和谐相处，是可持续发展水利的本质特征，是经济社会发展到一定阶段的必然要求。

### 2. 水资源数字平台有助于安全用水

通常情况下，上游村民小组可利用的水源点较多，但缺乏对水质的检测与评估，同时对下游的水资源造成较大的污染，为了满足众多村民小组对优质饮用水源的分享以及灌溉水资源的分配、更好地规避用水纠纷等问题，水资源管理要以人为本，以安全用水为目的，以村民小组为单位，兼顾流域的整体性，实现流域水资源的统一管理。

### 3. 水资源数字平台有助于节约用水

茂县农村水资源比较丰富，工程性缺水是制约茂县农业产业发展和安全用水的关键瓶颈，所以，量化农村生活安全用水需水量及农业生产需水量指标，并与微水灌溉等农村水利工程有机结合，能有效解决农业水资源利用率不高和生活用水浪费比较严重的窘境。

### 4. 水资源数字平台有助于高效用水

当前要做的是统筹考虑当地的水土资源、水土保持、森林覆盖面积、经济社会发展需求等状况，坚持灌溉与农村产业发展相结合、坚持灌溉与生态建设相结合，加强实施项目之间的整合和互补，使水资源得到高效的利用。

# 目 录

## 第一部分 农业大数据建设

第一章 气候要素的空间分异	( 3 )
第一节 降水的空间分布特点	( 3 )
第二节 光照条件及空间分异特征	( 6 )
第三节 热量条件的空间分异特征	( 8 )
第四节 生长积温情况	( 11 )
第五节 生长季错季时间	( 13 )
第二章 土壤特征及分布	( 15 )
第一节 农业耕地基本数据	( 15 )
第二节 农业耕地土宜肥宜分析	( 33 )
第三节 特色农产品空间布局和肥力管控	( 36 )
第三章 农业环境监测与分析	( 40 )
第一节 农业生态环境质量监测	( 40 )
第二节 茂县农业生态环境质量状况	( 44 )
第四章 农产品核心竞争力研究	( 50 )
第一节 农产品品质评价	( 50 )
第二节 农产品微量元素含量	( 56 )
第三节 主要农产品竞争力分析	( 58 )

## 第二部分 水资源大数据建设

第五章 水源调查与来水量估算	( 65 )
第一节 农村可利用水源的空间分布	( 65 )
第二节 可利用水源的来水量估算	( 66 )
第六章 水源类型及其与供给村民小组的对应关系	( 80 )
第一节 水源利用类型	( 80 )
第二节 各村民小组与水资源利用类型的对应关系	( 81 )
第七章 村民小组的需水量	( 94 )
第一节 农村用水分类	( 94 )
第二节 用水定额值	( 96 )

第八章 水资源供需平衡·····	(108)
第一节 水源与供应的村民小组·····	(108)
第二节 每月来水量与需水量的供需平衡分析·····	(111)
第三节 地表来水量与需水量的供需平衡分析·····	(116)
第四节 每日来水量与经验最大需水量的供需平衡分析·····	(119)
第九章 各村民小组利用水源的自然条件分析·····	(126)
第一节 水源与村民小组的位置关系·····	(126)
第二节 村民小组农田聚散情况·····	(127)

### 第三部分 大数据平台与智慧管理

第十章 大数据平台·····	(137)
第一节 大数据信息平台的构建·····	(137)
第二节 精准农业大数据采集·····	(140)
第三节 大数据共享·····	(145)
第十一章 农业产业发展布局的智慧管理·····	(149)
第一节 甜樱桃的适宜分布区分析及成图·····	(149)
第二节 茂县其他主要果蔬药作物品种的适宜分布区分析·····	(154)
第十二章 水资源数字化平台在农村水利发展规划中的应用·····	(164)
第一节 各乡镇水资源调配规划与布局·····	(164)
第二节 村民小组的引水距离·····	(167)
第三节 村民小组饮、灌用水发展分类与布局·····	(173)
第四节 小灌区发展规划·····	(178)
第五节 农村饮、灌用水发展工程建设·····	(196)



# 第一部分 农业大数据建设

