

楚雄州气候变化与气象灾害

CHUXIONGZHOUQIHOUBIANHUAYUQIXIANGZAIHAI

鲁永新 杨永生 编著



云南出版集团公司 出版
云南科技出版社

楚雄州气候变化与气象灾害

鲁永新 杨永生 编著

云南出版集团公司
云南科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

楚雄州气候变化与气象灾害/鲁永新, 杨永生编著.

——昆明: 云南科技出版社, 2010. 10

ISBN 978 - 7 - 5416 - 4059 - 9

I. ①楚… II. ①鲁…②杨… III. ①气候变化—研

究—楚雄彝族自治州②气象灾害—研究—楚雄彝族自治州

IV. ①P468. 274. 2②P429

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 133725 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

楚雄山茶文化传播有限公司设计排版 楚雄师范学院印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 14.5 字数: 387 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1000 定价: 80.00 元

前言

自 20 世纪 80 年代以来,气候变化一直是国际社会关注的热点话题之一。气候变化是一个长期的和全球性的问题,涉及水资源、农业和粮食生产、能源、陆地生态系统、海洋带近海生态系统以及人类健康等诸多领域,与世界各国的经济和社会发展密切相关。地球系统正在经历着以全球变暖为主要特征的显著变化,这是近年来科技界及政府间不争的事实。全球气候变暖是引发极端天气气候事件频繁发生的主要影响因素。全球气候变暖一部分是由于自然变化所造成,而另一部分是由于人类的活动造成的。比如人类活动排放大量二氧化碳的温室气体,导致大气里温室效应增加,使得全球温度升高;过度土地开发、城市化建设,会引起局部地区气候的变暖。根据全球气象观测资料统计,全球最近 12 年中有 11 年位列 1850 年以来最暖的 12 年份之中,近 50 年平均线性增温倾向率($0.13^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)几乎是近 100 年的 2 倍。换言之,在未来的相当时期全球气候变暖的趋势还将持续甚至加快,极端天气气候事件发生的概率也将增大。

引起气候变化的原因相当复杂,但从过去 50 年观测到的气候变暖,大部分可能是由于人类社会经济活动导致大气中温室气体(主要是 CO_2)浓度上升而引起的。随着大气中 CO_2 浓度的不断增加及全球变暖趋势的日趋显著,极端气候事件(如洪涝灾害和干旱)的强度和发生频率在全球许多地区呈上升趋势。据《世界灾害报告 2001 年》和牛津能源所的估计,在过去 30 年间全球受到相关气候灾害影响的人口几乎增加了 1 倍,从 1975 年的 2% 上升到 2001 年的 4%。而 1991~2000 年期间全球受气象灾害影响的全部人口中,90% 居住在亚洲,且多为发展中国家,欧洲仅为 1%;在极端气候事件造成的死亡人口中,发展中国家约占 95%。

20 世纪 70 年代末以来,随着中国经济的高速发展,社会持续进步、人口不断增加和城镇规模的迅速扩张,以高投入、高消耗、高污染的粗放方式来实现经济的增长,使生态系统遭到破坏,环境问题日益严重,区域气候系统自然变异倾向率加快,极端气候事件的发生频率和强度在许多地区呈上升趋势。中国作为世界上最大的发展中国家,也是受极端气候事件影响严重的国家之一,如干旱、暴雨洪涝、低温冷害、高温、台风、雷暴等极端气候事件,每年都会造成一定程度的经济损失和人员伤亡。据国家统计局和民政部《中国灾情报告》统计,20 世纪 50 年代因各种自然灾害(气象、地质、洪水、海洋、地震、农作物病虫害和森林灾害等七类)造成的直接经济损失平均每年约 480 亿元(以 1990 年价格同比,下同),60 年代平均每年约 570 亿元,70 年代平均每年约 590 亿元,80 年代平均每年约 600 亿元,90 年代平均每年约 1190 亿元。据统计,近年来由各类自然灾害导致的经济损失占年均 GDP 的 3%~5%,其中约 65% 的损失是因极端气候事件的发生而造成。相关研究证明,随着社会经济的发展,极端气候事件造成的损失将呈指数上升趋势,正在成为制约社会经济可持续发展的一个重要因素,最大限度地减轻极端气候事件的影响和损失已成为实现区域可持续发展的重要前提之一。

楚雄州也与全省、全国及全球一样,近半个世纪以来,随着区域社会经济的发展壮大、城市扩张和工业化进程的加快,温室气体的排放量逐年增加,空气污染日趋严重,生态系统和生

存环境同样遭到了破坏。近 15 年来全州 10 县(市)平均气温 16.4°C , 较前 30 年增高了 0.2°C ; 平均降雨量 928 毫米, 较前 30 年增加了 90 毫米左右, 大雨以上的降雨天数平均增加了 1~3 天, 其中暴雨、大暴雨增幅明显, 而年平均降雨总日数和小雨日数则大幅度减少, 春季降雨量增加, 秋季降雨量减少, 进一步验证了雨季开始期和雨季结束期提前, 其中雨季结束期提前较明显, 部分年份雨季提前近 1 个月结束, 整个雨季有缩短的倾向趋势, 雨季降雨量集中, 强降雨天气出现的频率增大; 极端最高气温也有楚雄、双柏、大姚等县(市)于 2005 年 5 月下旬被再次刷新, 创历史新高, 局部地区极端天气气候事件发生的频率增高, 强度增大。作为楚雄州政治文化中心的楚雄市, 由于城市扩展, 人口密度增加, 人类活动对小气候影响突出, 城市效应明显, 尤其是冬季的暖冬现象更为明显。从 1961~2009 年的 49 年中, 平均气温以 $0.35^{\circ}\text{C}/10$ 年的平均速度上升, 远高于楚雄全州 $0.2^{\circ}\text{C}/10$ 年和云南省 $0.12^{\circ}\text{C}/10$ 年的平均增温率。从 1990 年以来楚雄市进入了最暖时期, 时段平均气温较 60 年代增高了 1.0°C 左右, 极端最高温度也于 2005 年 5 月 28 日再度被刷新, 达到 33.6°C , 日最大降雨量也在 2003 年 6 月 17 日以 174 毫米的日降雨量改写了历史极值。2008 年秋发生在以楚雄、双柏为中心的 11·02 特大洪涝和泥石流自然灾害, 是楚雄州历史上极为罕见的。这次气象及次生灾害造成楚雄市辖区内多人死亡和数亿元的经济损失。

“楚雄州气候变化与气象灾害影响研究”项目是由楚雄州气象局高级工程师鲁永新和楚雄州生物资源创新办公室主任杨永生于 2006 年自选的研究项目。为进一步弄清楚楚雄州气候变化与气象灾害及影响, 找准因气候变化引起极端天气气候事件多发的原因, 研究对应气候变化之对策, 服务于楚雄州社会发展和经济建设, 研究意义十分重大。参与项目基础资料整理工作的有楚雄州气象局的周玉兴工程师、赵树华工程师、牟定县气象局的陈继华工程师、楚雄师范学院的叶晓波讲师和楚雄州植保站的陆惠芝农艺师。

本书以研究楚雄州气候变化与气象灾害及影响为主题, 是在“楚雄州气候变化与气象灾害影响研究”的技术报告的基础上形成的。书中详尽分析研究了楚雄州的气候特点、气候资源及成因, 研究总结了影响楚雄州的主要天气系统及主要灾害性天气, 用天气学理论解释了气象灾害的成因及影响; 用气候倾向变化、相关性分析、距平和方差分析等数理统计方法对楚雄州近 50 年来气温、降雨等气象要素变化规律进行研究, 得出了近 50 年来楚雄州气温升高、暖冬现象突出、春季升温加快, 降雨量和大雨日数增加、秋雨量和年降雨日数减少、降雨量变率大的结论; 收集、整理了历史上发生在楚雄州内的主要气象灾害及次生灾害史料, 分析研究了以干旱、洪涝、低温冷害、冰雹、大风、雷电为主的气象灾害发生的时空分布规律及灾害防御对策; 初步探索了极端天气气候事件的发生、成因、影响与对策。

特别感谢楚雄州财政局、楚雄州生物资源创新办公室, 在研究工作开展 4 年中, 给予该研究项目的专项资金支持, 保障了研究工作的顺利完成。同时感谢云南省气象局副局长、高级工程师程建刚在本书形成的最后阶段提出了宝贵的修改意见和建议。最后, 感谢楚雄州气象局的领导和楚雄州气象局的同事们, 是大家的关心、支持和鼓励才能使我们在完成基本业务岗位工作任务之余完成本项目的研究, 并出版研究专著。

由于研究工作所涉及的相关资料多, 相关的天气气候理论、数理统计学、农业气象学等学科的知识面较广, 研究条件有限, 工作量大, 加之课题主持人(作者)学识有限, 书中错误和不足难免, 恳请同行批评指正。

鲁永新、杨永生

2010 年 7 月

目 录

第一章 楚雄州自然地理特征	(1)
第一节 地理位置	(1)
第二节 地形地貌	(1)
第三节 主要气候特点	(2)
第四节 土壤植被及生态	(4)
第五节 河流水系及水资源	(7)
第二章 楚雄州气候资源及气候成因	(10)
第一节 气候资源及划分	(10)
第二节 气候成因	(21)
第三节 影响楚雄的主要天气系统	(28)
第四节 主要灾害性天气及成因	(49)
第三章 楚雄州气候变化分析	(79)
第一节 气候变化影响及对策	(79)
第二节 气温变化特征分析	(86)
第三节 降雨量变化特征分析	(102)
第四章 楚雄州干旱灾害	(118)
第一节 历史上的干旱	(118)
第二节 近期干旱普查	(125)
第三节 近 16 年旱灾分布	(127)
第四节 干旱灾害的主要特点	(138)
第五节 干旱灾害发生的时空分布	(139)
第六节 抗御干旱灾害措施	(143)
第五章 楚雄州洪涝灾害	(146)
第一节 洪涝灾害的类型	(147)
第二节 洪涝灾害的特点	(149)
第三节 历史上洪涝灾害及史料	(151)
第四节 近期洪涝灾害	(170)
第五节 抗御洪涝灾害措施	(180)
第六章 楚雄州其他气象灾害	(182)
第一节 低温冷害	(182)
第二节 冰雹和大风灾害	(190)

第三节	雷电灾害	(207)
第四节	次生气象灾害（崩塌、滑坡、泥石流）	(211)
第七章	楚雄州极端天气气候事件的影响及对策	(217)
第一节	极端天气气候事件的成因	(217)
第二节	极端天气气候事件的影响	(219)
第三节	应对极端天气气候事件的对策	(221)
参考文献		(225)

第一章 楚雄州自然地理特征

第一节 地理位置

楚雄彝族自治州地处云南省中北部，地域位于东经 $100^{\circ}43'$ ~ $102^{\circ}30'$ ，北纬 $24^{\circ}13'$ ~ $26^{\circ}30'$ 之间。东部与省会驻地昆明市的西山区、禄劝县、富民县、安宁市为邻，西接大理州的宾川县、祥云县、弥渡县，西南部与普尔市的景东县、墨江县、镇沅县相接，南接玉溪市的新坪县、易门县、峨山县，北部以金沙江为界，分别与四川省凉山彝族自治州的会理县、攀枝花市及西北部丽江市的华坪县、永胜县隔江相望。州境东西最大跨距 175 千米，南北最大跨距 247.5 千米，国土面积 29258 平方千米，辖 9 县 1 市，103 个乡（镇），1094 个村（居）委会，15748 个自然村。自治州首府驻地楚雄市市区海拔 1773 米，有 320 国道、安（宁）楚（雄）和楚（雄）大（理）高速公路经过；有广（通）大（理）铁路自东向西从楚雄城区穿过，并设楚雄站。沿公路，自治州首府东距省会昆明市区 138 千米，西距大理州首府大理市下关 178 千米，南距普洱市府驻地 709 千米，北距四川省攀枝花市城区 285 千米。

第二节 地形地貌

楚雄州地处横断山脉和云贵高原的过渡地带，属滇西高原的主要分布区，处在较低纬度和新构造运动部分，西北紧靠世界著名的“三江并流区”。境内地形复杂，山峦起伏，江河纵横，河流切割深，海拔高差大。全州 95% 为高原山区、半山区，5% 为盆地、台阶地。境内地势大致由西北向东南倾斜，中部高、南北部低、北部比南部稍高，总体呈筲箕状，最高峰位置在西北隅大姚县境内的百草岭主峰帽台山，海拔 3657 米，最低点位于东南边沿双柏县与玉溪市新平县交界处的三江口，海拔 556 米，两地高差 3101 米。主要山系有横断山余脉哀牢山，川西大雪山余脉百草岭及乌蒙山余脉。哀牢山像一道巨大的屏风自西北向东南延伸，横亘于南华、楚雄、双柏三县（市）的西南部；川西大雪山余脉百草岭高耸于楚雄州西北部，纵贯永仁、大姚、姚安三县；乌蒙山余脉从滇东北延伸入到楚雄州东北部的武定、禄丰及元谋县的部分地区。在西北、东北和西南三面高、东南低的趋势下形成了“三山鼎立”的地形格局。在“三山”四周，大小山峰遍布，又形成了大致以“三山”为中心，依次高寒山区、山区、半山区、丘陵的顺序向外辐射的地貌。大小盆地星罗棋布的镶嵌于山地丘陵之中。境内主要河流分别属于金沙江和红河两大水系，中部高山为两大水系的分水岭。南部红河水系的主要河流有礼舍江、马龙河、绿汁江等，流经州内 6 个县（市）。北部金沙江水系的主要河流有渔泡江、万马河、蜻蛉河、龙川江、勐果河等，流经州内 9 个县（市）。全州州境内无天然湖泊及暗河入境，金沙江自北入境，浩荡东流，礼舍

江蜿蜒南行,形成“三山鼎立,二水分流”之势。州境内大部分地区处于河流源头,水低田地高,河流水资源利用率低。在楚雄州 29258 平方千米的土地面积上,山区、半山区占 95% 以上,2 平方千米以上的山间盆地(俗称坝子)有 62 个,面积有 1359 平方千米,占总面积的 5%,其中有耕地面积 240 多万亩,水田约占 54%。有效灌溉面积占总耕地面积的 56%,小水池、小水窖在山区、半山区作用显著。

第三节 主要气候特点

楚雄州地处低纬高原的滇中腹地,因受地理纬度、地形、海拔和冬、夏两个半年分别来自不同地区、不同性质的气团的共同影响,形成了楚雄州雨热同季,干湿季分明的典型亚热带季风气候区。其特点是:雨热同季,干湿分明;低纬高原气候特征明显,光热资源丰富,光合生产潜力大,气温年较差小、日较差大,冬无严寒,夏无酷暑;气候立体性强,素有“一山分四季,十里不同天”之说。境内光能资源丰富,十县(市)平均年日照时数为 2379 小时,其中以地处西北角的永仁最多达 2698 小时,为全省之冠。元谋次多,达 2568 小时;除部分高寒山区外,全年日平均气温均在 0°C 以上,其中地处金沙江、礼舍江、绿汁江的低热河谷地区,全年日平均气温均在 10°C 以上,年均温大于 18°C 。日平均气温大于等于 10°C 的年积温可达 $6000 \sim 8000^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$;年降雨量遵循山区雨量多于坝区,坝区雨量多于河谷地区的基本规则。

3.1 季风气候

楚雄州冬、夏两个半年分别受到来自不同地区,物理属性截然不同的两类气团的控制,形成了典型的冬干夏湿季风气候。其特征为:雨热同季,干湿分明、降雨变率大。在季风气候的影响下,每年的 5~10 为楚雄州的雨季,11 月~次年 4 月为干季,6~8 月是全州降雨量最集中、降雨日数最多的时段;5~7 月又是平均气温最高的时段,因此,形成了雨热同季。全州多年平均年降雨量 850.6 毫米,干季(11~4 月)雨量特少,仅占年降雨量的 11% 左右,雨季(又称汛期)5~10 月份降雨量占年降雨量的 89% 左右。降雨年际变化大,年内分配极不均匀,多雨年与少雨年的年降雨量差异在 1 至 2 倍,同时遵循山区降雨量多于坝区,坝区降雨量多于河谷地区的基本规则。如地处低热河谷的元谋县多年平均降雨量仅为 641.7 毫米,年降雨量最少的 1960 年年降雨量仅为 287.4 毫米,而禄丰县中村雨量站 1966 年的实测降雨量则多达 1930.3 毫米。

3.1.1 雨量适中,干湿季分明

楚雄州受典型的季风气候影响,年降雨量较之黄河以北的广大地区及西藏多,与黄河以南的广大地区及省内邻近地州相比,年降雨量相对偏少。楚雄州近 30 年平均年降雨量 850.6 毫米;干季(11~4 月)雨量特少,只占年雨量的 11% 左右,因此冬、春季节无灌溉条件区域的冬、春季作物,很难获得较好收成。夏季降雨量集中,分布相对均匀,为春播农作物提供了较好生长条件,秋季降雨量占年雨量的比重较之全国其他地区大,加上汛期刚过,土壤含水量较为丰富,因此易发生秋涝。从降雨的地域分布来看,在楚雄州区域内年降雨量的分布是西南、东北、西北三个边角部位多,河谷盆地少,如地处低热河谷的元谋县多年平均降雨量仅为 641.7 毫米,年降雨量最少的 1960 年年降雨量仅为 287.4 毫米,

而禄丰县中村雨量站 1966 年的实测降雨量则多达 1930.3 毫米。降雨年际变化大,且年内分配极不均匀。多雨年与少雨年的年降雨量差异在 1~2 倍,汛期 5~10 月份降雨量占年降雨量的 89% 左右。

3.1.2 雨热同季,夏季高温不足

楚雄州境内 6~8 月是降雨量最集中,雨量最多的时段,而 5~7 月又是平均气温最高的时段,雨热同季,给各类农作物和生长创造了有利的气候条件。但是就整个夏天来说,因降雨日数多,上空多被乌云覆盖,到达地面的太阳直接辐射少,导致高温时段温度不高,特别是夏季末期,热量条件稍差,尚不能满足部分农业、经济作物生长对热量的需求。以楚雄市及周边县为例,最暖月 6 月的月平均气温比地处北纬 44° 附近的长春市还低 2℃ 左右。由于夏季高温不足影响了部分农作物的产量和质量,特别是对水果等经济作物的糖分积累影响突出,同时还使农作物的生长、成熟期延长,导致部分农作物易受后期低温的危害。

3.2 低纬高原气候

楚雄州地处低纬,太阳辐射量的年度变化小,四季温差较小,再则地处云贵高原腹地的楚雄,北面有高山阻挡,冬季冷空气较难入侵,夏季云雨天气多且集中而不炎热;云贵高原上空气稀薄,空气中的水汽和杂质含量较少,大气对太阳辐射的削弱作用小,尤其是干季,晴朗少云,白天太阳直射光强,地表及近地层大气增温显著,夜间地面有效辐射强,降温剧烈。因此,形成了气温年较差小,日较差大的气候特征之一。

3.2.1 光能资源丰富,光合生产潜力大

楚雄州光能资源丰富,大部地区平均日照时数大于 2400 小时,平均年太阳总辐射量大于 5800 兆焦耳/平方米。特别是北部和西部地区的光能资源更加丰富,在量级上与青海、内蒙等高光能地区相当。冬春两季大部地区日照时数之长和太阳总辐射量之多,在全国也是少见的,因此非常有利于农作物光合作用的进行。如按 2% 的光能利用率计算,楚雄州多数地区全年农作物的每亩理论产量可达 1600 千克,光合生产潜极大。

3.2.2 热量条件优越,作物可以全年生长

楚雄州境内除部分高寒山区外,全年日平均气温都在 0℃ 以上,农业、经济作物全年都能生长。境内大部地区,最冷月平均气温在 7℃ 以上,极端平均最低气温在 -5℃ 以上,大于等于 10℃ 的积温介于 4000~6000℃·d 之间,作物可以一年两熟,有利种植亚热带及温带粮食作物和经济作物。作物越冬条件较好,不存在“死冬”现象,对于增加农业复种指数,提高作物产量,发展名优特农产品生产十分有利。

境内地处金沙江、礼舍江、绿汁江的低热河谷地区,全年日平均气温都在 10℃ 以上,年平均气温大于 18℃;年大于等于 10℃ 积温可达 6000~8000℃·d,十分有利喜温作物及部分热带作物和果树的生长。夏半年温度不高,不存在高温对作物的“灼伤”现象,热量利用率高。冬半年的山地逆温资源非常丰富,这对改善亚热带和热带作物的越冬条件,提供了十分优越的气候环境。

3.3 立体气候

由于海拔差异引起的局地气候变化,导致楚雄州境内农业气候资源具有明显的立体气候特征。境内气候资源的分布有从低热河谷的北热带、南亚热带到中海拔温暖地区的中亚热带、北亚热带和冷凉山区的南温带,一共可划分为 5 个气候带,12 个气候分区。农经作物熟制从一年多熟到一年一熟,作物种类从热带经济作物、喜温作物到喜凉作物,形成楚

雄州不同的作物种植布局。

3.4 以干旱和冷害为主的气象灾害频繁发生

由于受低纬高原和季风气候的影响,以干旱和低温冷害为主的气象灾害发生率较高,特别是冬、春干旱为主的季节性干旱年年皆有,只是年际间受到影响的程度大小不同而已,初夏干旱发生的频率也不低,但年际间的变化大,夏旱和秋旱也时有发生,只是发生的频率相对较低。严重的低温冷害虽有一定的周期性,受影响的程度与区域地形的关系较大,但一般性低温冷害的出现频率相对较高,因此,给农业生产造成了较大的威胁。其次是局部性特点突出的洪涝、滑坡、泥石流和冰雹灾害、雷电等气象灾害的发生频率也较高,往往会对局部地区造成很大的经济损失甚至人员伤亡。

全州境内由于年降雨量少,降雨集中,降雨的季节性分配极不均匀,季节性干旱突出,蒸发量大,水土流失严重,年际间的干旱特别突出。据史料记载从1323年至1949年的626年间,共发生64次大旱灾,平均10年发生一次。从1949年至今平均每1.5年发生一次。据统计,从1951年至1990年,全州因干旱受灾面积每年平均21.5万亩,平均每年绝收7.7万亩,减产1.755万吨,平均每年受灾人口24.8万人;1992~2007年,全州平均每年因干旱受灾面积达56.06万亩,成灾面积39.73万亩,绝收面积4.64万亩;每年平均受旱灾人口18.09万人,平均每年因旱灾造成全州粮食减产3.37万吨,年平均救灾投入747.04万元。

第四节 土壤植被及生态

4.1 土壤

地势的起伏,引起气候的变化,造成土壤和水份等综合因素的变动,从而对植物产生重要的影响。楚雄州的土壤,是在自然气候、地形、水文、地质条件、生物作用、人类活动等成土因素的综合作用下,经过复杂的物理、化学和生物变化及不同的发育过程而形成的。从土壤的垂直分布来看,由于地势的变化,高低差异悬殊,加剧了同纬度的地带性差异,呈现出明显的垂直变化。北部自下而上,从金沙江河谷到百草岭顶峰,从海拔960~3657米,土壤分布依次为燥红土、石灰性紫色土、褐红壤、中性紫色土,紫色土、红壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土。南部从海拔556米的礼舍江河至2900米的磴嘉老厂,土壤分布依次为中性紫色土,褐红壤,红壤、黄红壤,紫色土、红壤、黄棕壤,棕壤。由于各种因素作用力的不同,形成楚雄州各种各样的土壤类型,如南部地区温暖而潮湿,北部燥热,东部降雨量和湿度明显大于西部的气候差异,导致全州境内土壤形成了独特的南北差异和东西差异现象,即土壤的酸碱度表现为:南部酸性、弱酸性,北部以弱酸性、中性为主,并兼少量石灰性(弱碱性),东部的武定和禄丰土壤pH值明显低于西部其他县(市)。

4.1.1 紫色土

主要分布在海拔1500~2300米的广大地区,面积约1744148.87公顷,占总面积的65.18%,除一部分旱耕地外,大部分在丘陵山地,为半湿性常绿阔叶林、云南松林地和疏林草地。

4.1.2 红壤土

分布在海拔 1300 ~ 2300 米较为普遍, 面积约 368595.53 公顷, 占总面积的 13.6%, 与紫色土交错分布的一种区域性土壤类型。植被为云南松、栎类、水冬瓜 (旱冬瓜)、亚热带常绿针阔叶混交林和草地。由于北部金沙江河谷, 南部绿汁江, 礼舍江谷地, 冲刷严重, 土壤流失、侵蚀冲沟大量发生, 分布地区自然植被破坏较为严重。

4.1.3 山地黄棕壤土

分布在海拔 2300 ~ 2600 米左右的中山地区, 面积约 306364.33 公顷, 占总面积的 11.44%, 处于气候冷凉, 温度稍低的冷湿地区, 多为降雨条件较好的迎风坡或山坡上部。植被为针阔混交林, 草本有箭竹、蕨类。

4.1.4 水稻土

是楚雄州最主要的农业土壤, 面积约 121577 公顷, 占总面积 4.54%。从海拔 556 米的三江口至 2300 米山区均有分布, 范围较广, 比较集中地分布于姚安、牟定、罗次、楚雄、南华、禄丰等山间盆地及元谋坝子。它在自然条件和人为因素的共同作用下, 经长期热化过程形成的一种土壤类型。由于不同的母质、地形, 水文等自然条件, 人类活动不同参与和各种特殊的成土过程, 水稻田土又分为 4 个亚类, 14 个土属及 60 个土种。在这类土壤上生产粮食、经济作物, 同时生产糠麸、秸秆、瓜薯、叶菜等副产物, 以饲养牲畜。

4.1.5 山地棕壤土

分布于海拔 2600 ~ 3100 米范围内的气候冷凉地区, 面积约 83255.8 公顷, 占总面积的 3.11%, 是暖温带湿润地区出现的一类土壤。植被为针阔叶混交林和温带针叶林。

4.1.6 燥红土

是处在干燥河谷地带的特殊生态环境下, 形成的一种土壤, 面积约 43492.73 公顷, 占总面积的 1.63%。分布于海拔 1300 米以下的金沙江燥热河谷, 在元谋热坝、武定、永仁、大姚等县的低热河谷区。植被为稀树灌草丛。

4.1.7 山地暗棕壤土

集中分布在大姚县海拔 3200 米以上的高山顶部, 面积约 5015.73 公顷, 占总面积的 0.19%, 分布于大、小百草岭。冬春积雪不化, 气候寒冷, 多作夏秋牧场。植被多为低矮的垫状禾草或杂类草组成。

4.1.8 冲积土、石灰土、盐土

面积不大, 面积约 4181.33 公顷, 占总面积的 0.16%, 分别在特定的条件下, 由不同的母岩和成土母质, 经过各自的发育过程而形成。在楚雄州内有一定局限和零星分布的特点, 且多被开垦为农田。

4.2 森林植被及生态

楚雄州境内多山多岭, 具有十分丰富的自然生物资源。全州现有林地面积 115.42 公顷, 天然林地 108.91 公顷, 人工林地 14.61 公顷, 活立木总蓄积量 8008.63 万立方米。2002 年全州森林综合覆盖率 60.69%, 其中有林地 39.45%, 灌木林 21.24%。全州共分布植物资源 243 科 1343 属 4600 多种, 其中有珍稀植物 27 种, 构成森林植被的建群种主要为松科、壳斗科、樟科、山茶科、木兰科、石南科等。若以森林生长的环境属性和森林种类划分, 楚雄州森林绝大部分处于滇中暖性阔叶林、暖性针叶林区。其中楚雄、姚安、牟定、南华、禄丰、大姚南部、双柏北部属昆明、大理高原滇青冈林、云南松林小区, 元

谋、永仁、武定北部、大姚北部属华坪、宾川中山峡谷锥连栎、云南松林小区；双柏南部碍嘉一带属滇中暖性、暖热性阔叶林、针叶林区中的蒙自、元江中山云南松小区。此外楚雄境内还分布有陆生脊椎动物 546 种，珍稀野生动物 50 种，其中国家一级保护野生动物 5 种，国家二级保护野生动物 40 种，省级重点保护动物 5 种。在楚雄州境内所分布的植物资源中，按现有森林植被类型划分，则可划分为四类。

4.2.1 干热河谷山陵稀树灌丛草坡类型

主要分布在海拔 1600 米以下的金沙江、礼舍江流域河谷地带和低山陵，因受干热气候影响，森林植被破坏时间早，恢复困难，覆盖率低，树木多为散生。

4.2.2 暖温性常阔叶林和云南松林类型

此类型是楚雄州主要的森林植被类型，遍及全州各县市。主要分布于海拔 1600 ~ 2200 米地区，以云南松纯林为主，其次是针阔叶混交林。主要组成树种有云南松、滇油杉、华山松、旱冬瓜、西南桦、杜鹃、南烛等。

4.2.3 温凉性常绿阔叶林和阔交林类型

主要分布在海拔 2200 ~ 2800 米地区，分布在哀牢山、雕山、大中山保护区和转弯河林场等地。这些地区常绿阔叶林还保存较完整的原始林相，森林覆盖率高，还有成片华山松纯林分布，沟谷附近多为阔叶林，山脉的中部至部多为针叶林或阔混交林。

4.2.4 温性亚高山暗针叶林、灌丛草甸类

主要分布在百草岭、哀牢山等顶部海拔 2800 米以上地带，有小片铁杉纯林和滇石灌木纯林，还有冷杉、华山松、高山松混交。

4.2.5 林下植物资源

林下植物资源是近年来林业生产和生物创新工作广泛使用的一个概念，其含意是指生长于森林林分主体层或乔木层以下，对人类直接或间接有用的森林物质的总和。楚雄州林下植物资源十分丰富，根据其主要用途可划分为林药、林菜、林果、森林花卉、林化工原料五大类。

4.2.5.1 林药资源

林药资源指主要用于人类医药用途的森林植物。据估计，全州 6000 多种植物中，药有 50% 左右具有药用价值，即近 3000 种左右药用植物。根据其药用植物部位的不同又可细分为根及地下茎类、全草类、花类、果实和种子类、皮类和菌类 6 种。

4.2.5.2 林菜资源

主要指用于满足人们饮食需求的森林植物。目前，全州林下植物中，已知的大型真菌有 350 多种，其中能用于食用约有 100 多种。按林菜食用器官可分为蕈菜类（即人们俗称的蘑菇类）、苗菜类、芽菜类、根与根茎菜类和花菜类 5 种。经济价值较高、产量较大的松茸、干巴菌、牛肝菌、鸡枞等，每年资源储量 10000 吨左右，其中松茸 300 吨左右、干巴菌 200 吨左右、牛肝菌 3500 吨左右、鸡枞 1000 吨左右，其他杂菌 5000 吨左右，是全省乃至全国野生菌资源最丰富的地区之一。有野生食用菜达 100 种左右，比较常见的有蕨菜、香椿、臭菜、甜菜（鳞尾木）、楸木、金雀花、苦刺花、棠梨花、大白花（杜鹃）等。

4.2.5.3 林果资源

林果资源主要指直接或通过加工为人们提供食用果品的森林植物。林果类植物与水果类植物的区别在于前者多数处于森林环境（即野生或半野生环境），人们暂时还无法较全面

地控制其栽培条件；而后者则多数处于农耕环境，人们可以采用水、肥、修枝整形等经营管理技术措施，提高果品产量，改善果品质量。目前楚雄州境内可开发利用的野果资源有40余种，常见的有滇橄榄（余甘子）、杨梅、梅子、山楂等10余个种类。分别有果实类、野杂果类。

4.2.5.4 森林花卉资源

森林花卉资源主要指林分环境中叶、花、果、树形等具有观赏价值的植物。楚雄州内森林花卉资源较为丰富，根据观赏部位的不同，又可细分为观花植物、观叶植物、观果植物和观形植物4类。

4.2.5.5 林化工资源

林化工资源主要指内含物用于林产化工或其他加工业原料的森林植物。该类植物资源在州内十分丰富，按用途可分为香料植物、色素植物、树脂植物、油脂植物、淀粉植物、纤维植物、鞣料植物、树胶植物、和农药植物9种。

第五节 河流水系及水资源

5.1 河流水系

楚雄州境内河流众多，其水系分为金沙江、元江（红河）两大水系，两水系的分水岭在州境内中部，沿东西向蜿蜒贯穿。分别以插甸、高峰、雕翎山、紫溪山、五街为界，北部属金沙江流域，发育成19条河流，流域面积约1.7万平方千米，占全州总面积的59.5%，主要河流由一级支流渔泡江、万马河、龙川江、勐果河，二级支流蜻蛉河，三级支流武定河等组成，各支流由南向北流入金沙江。南部属于红河水系，发育有14条河流，流域面积约1.15万平方千米，占全州总面积约41.7%，主要支流有礼舍江、马龙河、绿汁江，各支流均由北向南于三江口汇入元江（红河）。

5.1.1 金沙江水系

金沙江由大理州宾川县的力湾坪进入楚雄州境内，沿大姚北界、永仁西北界入四川省攀枝花市后，调头南流，又沿永仁县东界进入元谋县，再折东穿元谋县北境，经武定北部边界到己衣乡志力村出境。在州境内长约137千米（含沿边段）。沿段天然落差358米，平均坡降为2.16‰。流域面积为1685.14平方千米，占楚雄州面积的59.5%，涉及除双柏县外的8县1市。金沙江干流由楚雄州的北部边缘自西向东成为楚雄州与四川省的天然分界线（除元谋县的姜驿乡在金沙江北岸外），长约320千米。金沙江在楚雄州内的主要支流有渔泡江、万马河、龙川江（含蜻蛉河）、勐果河、多底河、湾碧河、黑鲁拉河等。

渔泡江：发源于南华天申堂乡，向东流入姚安后与祥云普昌、普棚二水相汇，河面骤宽，始称渔泡江。向北流至箐口入祥云县境，又复入姚安三角、地索，至拉务堵入大姚，经三岔河、铁锁注入金沙江。干流全长160千米（在楚雄州境内长约140千米），流域面积4058平方千米（楚雄州境内为1706.7平方千米），天然落差876米，平均坡降6.26‰。主要支流有盐丰河、西河、九寨河、拉蚱么河。

万马河：发源于大姚县华山，由西南向北东流经永仁县直直、中和，转向北经万马至河门口汇入金沙江。干流长约42千米，流域面积1079平方千米，天然落差1024米，平均

坡降 24.38‰。

龙川江：发源于南华天申堂乡苴铺，向东流经南华、楚雄，转北经禄丰、元谋汇入金沙江。流域面积 9256 平方千米（含蜻蛉河 3583 平方千米）。干流长度为 254 千米，天然落差 1014 米，河床平均坡降 4.39‰，是楚雄州境内面积最大的河流。该河流是南华、楚雄、牟定、元谋坝区农业的主要灌溉水源。其主要支流有牟定西部的紫甸河、龙川河、楚雄青龙河，禄丰新庄河。流经牟定、元谋的猛岗河以及蜻蛉河等。蜻蛉河发源于姚安县太平乡，纵贯姚安坝子，入大姚南界，经永仁县南部流入元谋，在元谋江边乡黑泥坡村东北 800 米处汇入龙川江，属金沙江二级支流。干流长约 132 千米，径流面积 3583 平方千米，天然落差 920 米，平均坡降 6.97‰。其支流有龙街河、羊蹄江、永定河、江底河及大姚河等。蜻蛉河进入赵家店峡谷河段，垂直侵蚀作用突出，河床陡然跌落 220 米，形成大姚县境内著名的“三潭瀑布”。

勐果河：发源于武定猫街天山南麓，向北流经猫街、高桥、插甸、尼嘎古、田心、东坡，在白马口注入金沙江。全长 103 千米，河床落差 1804 米，平均坡降 17.5‰。流域面积 1737 平方千米。在高桥以下进入磨刀石峡谷区，两岸陡峭，地势阶梯式下降，形成大响水、二响水、三响水瀑布。其中大响水瀑布利用落差 258 米，已于 1988 年建成装机容量为 12000 千瓦的发电站。

多底河（又称巴拉河）：发源于大姚县华乡姑黎村，由南偏西流入金沙江。全长 38 千米，流域面积 328 平方千米，天然落差 1330 米，平均坡降 35‰，是楚雄州内坡降最大的河流。

湾碧河：位于大姚县境北部，是百草岭背起主干河流之一，源于帽台山北部山箐，全长 35 千米，注入金沙江。流域面积 206 平方千米，天然落差 1110 米，平均坡降 31.7‰。属于典型高山峡谷水系高山峭壁，切割深，坡度大，雨季流急，农田难于利用。

黑鲁拉河：发源于新村注入金沙江，为武定、禄劝两界河，全长 35 千米，境内流域面积 246 平方千米，在其上有主要支流己衣河汇入。己衣河全长 27 千米，其上游分两支，西支称分耐河，发源于发窝大黑山，东去发源于锅底梁子，两支分于耐河至黑村相汇后统称己依河。

5.1.2 元江（红河）水系

元江水系在楚雄州境南部，涉及双柏全县和南华、楚雄、禄丰 3 个县（市）的大部分地区，流域面积为 11587.67 平方千米，占楚雄州面积的 41.7%，涉及 4 县 1 市。流域内主要河流有绿汁江、礼舍江、马龙河及兔街。

礼舍江：发源于大理巍山县茅草哨，由南华鼠街附近入楚雄州境内，自西北向东南流经南华县、楚雄市，进入双柏县内叫石羊江，在双柏三江口与绿汁江交汇后出境入元江。在楚雄州境内的长度约 164 千米，是元江的主干流，天然落差 686 米，平均坡降 4.18‰。平行穿插奔流于哀牢山脉之中，是楚雄州境内流量最大的河流。其主要支流有一街河、马龙河、五街河（树苴河）、三街河、中山河、自雄河及两岸众多的小支流，在楚雄州境内的流域面积为 5479.8 平方千米。

绿汁江：上游称星宿江，中下游分别称绿汁江，发源于禄丰县勤丰镇洋溪冲和绿汁江与武定接界的营盘山，在罗次坝子汇合后，折南流经禄丰大路溪、金山和罗川等乡（镇），入双柏境内，至与新平县交界处的三江口与礼舍江汇合后称为元江。河道干流在楚雄州境

内 131 千米，境内流域面积为 3980 平方千米，天然落差 1384 平均坡降 4.77‰。较大的支流在禄丰县境内有西河、响水河、一平浪、高地河、南河、积食河，在双柏县境内有沙甸河、克田河等。

马龙河：右支流发源于南华县五街石冠山，左支流（白依河）发源于南华五街望木郎梁子，两支向东南流经楚雄市中邑舍乡至大地基东面汇合，再流至双柏县境注入礼舍江（石羊江），流域面积 1920 平方千米，干流全长 123 千米，河床落差 1214 米，平均坡降 10.1‰。支流有白依河、碧鸡河、中邑舍河等。

5.2 现有蓄水与供水

截止 2007 年楚雄州现已建成中小型水库 1040 座，总库容 10.39 亿立方米。其中：中型水库 21 座，相应总库容 4.77 亿立方米，小（一）型水库 149 座，相应总库容 3.48 亿立方米；小（二）型水库 870 座相应总库容 2.14 亿立方米，小塘坝累计达 18076 件，相应总库容 1.68 亿立方米，全州库塘总容量已达到 12.07 亿立方米。水利工程年供水量达 105768 万立方米，总灌溉面积累计达到了 123.6 千公顷（185.4 万亩），有效灌溉面积 115.8 千公顷（173.7 万亩），实际灌溉面积 98.2 千公顷（147.3 万亩），节水灌溉面积累计达 39.0 千公顷（58.6 万亩），新增节水灌溉面积 3.7 公顷（55.6 亩）；已建成万亩以上灌区 18 处，有效灌溉面积 63.5 千公顷（95.31 万亩），其中有 30~50 万亩灌区两处（蜻蛉河灌区和元谋灌区），有效灌溉面积 40.7 千公顷（61.8 万亩）；1~10 万亩灌区 16 处，有效灌溉面积 22.9 千公顷（34.3 万亩）。水利系统小水电共有 3 处，（元谋县丙间、麻柳、弯腰树），总装机 3080 千瓦，年发电量 422 万千瓦时。年供水量 105768 万立方米，农业灌溉供水 88384 万立方米，工业供水 4312 万立方米，城镇生活供水 5269 万立方米，乡村生活供水 5076 万立方米，生态环境供水 10 万立方米，为水力发电供水 51049 万立方米。

全州城乡生活用水供水能力为年供水量 8906 万立方米，实际日供水能力为每天 24.4 万立方米，可供水人口为 300 万人。

第二章 楚雄州气候资源及气候成因

第一节 气候资源及划分

1.1 气候资源

全州9县1市平均年日照时数2378.9小时,平均每天6.5小时,其中以地处西北角的永仁最多达2698.0小时,为全省高日照区之一,元谋次多,达2568.0小时;年平均气温 16.3°C ,平均无霜日数244天,具有热坝之称的人类发祥地元谋,无霜期约360天或以上。全州除少部分高寒山区外,全年日平均气温均在 0°C 以上,其中地处金沙江、礼舍江、绿汁江的低热河谷地区,全年日平均气温均在 10°C 以上,年均温大于 18°C 。日平均气温大于等于 10°C 的年积温可达 $6000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}\sim 8000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;年平均降雨量850.0毫米,5~10月,降雨量集中、云雨日数多,形成了楚雄州的雨季,期间平均降雨量756.4毫米,占年雨量的89%。11月到次年4月,降水稀少,晴天日数多,形成了楚雄州的干季,期间降雨量95.3毫米,占年雨量的11%。年降雨量遵循山区雨量多于坝区,坝区雨量多于河谷地区的基本规则,全州平均雨季开始期为5月下旬末至6月上旬初,雨季结束期为10月下旬。气候条件适宜于多个气候带生长的各类粮食、经济作物,中药材,林果,蔬菜,牧草等作物生长。

冬春干旱突出,干旱、局部洪涝、地质灾害,局地雷击、局地冰雹等气象灾害几乎每年都有发生,年际间仅发生的季节和轻重程度不同而已,低温、霜冻和夏季干旱时有发生。气象灾害常常会不同程度的造成粮食减产、经济损失,甚至危及人民生命财产和安全。

1.1.1 热量资源

平均气温和积温是表述一地区热量的主要指标。全州多年平均气温 16.3°C ,其中以元谋县最高,达 21.5°C ,以南华县最低为 14.8°C ;极端最高气温出现在元谋县,为 42.0°C ,极端最低气温出现在南华、姚安两个县,均为 -8.4°C ;6月是全州平均气温最高的月份,全州月气温平均值为 21.7°C ,1月和12月是平均气温最低的月份,其中牟定、姚安、武定、禄丰4个县最低气温出现在1月份,其他各县出现在12月份,以权重大小计算,楚雄州平均以12月份为平均气温最低月份,月平均气温值为 8.9°C ;全州除部分高寒山区以外,境内绝大部分地域内,日平均气温都在 0°C 以上。其中,地处金沙江、礼舍江、绿汁江的低热河谷地区,全年日平均气温都在 10°C 以上,年平均气温大于 18°C ,其中日平均气温大于等于 10°C 的年积温可达 $6000\sim 8000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;其他地区日平均气温大于等于 10°C 的积温介于 $4000\sim 6000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 之间。州内大部地区最冷月平均气温在 6°C 以上,最冷时段平均为12月21日至次年的1月10日之间。

1.1.1.1 年平均气温

年平均气温空间分布的主要特征是:地处楚雄州中西部的南华、姚安、楚雄、大姚的部分地区和南部的双柏大部及武定的部分地区气温低,北部的元谋、永仁和南部双柏的部分地区气温高。全州年平均气温和极端气温最高值均出现在元谋,分别为 21.5°C 和