

文山州天然气中长期利用发展规划

(2021-2035)

(公布版)

2022年7月

目 录

前 言.....	4
第一章 发展基础.....	7
第一节 基础现状.....	7
第二节 “十三五”能源发展总体评价.....	12
第三节 存在的问题.....	13
第四节 背景及必要性.....	14
第二章 发展形势.....	21
第一节 州情概况.....	21
第二节 发展机遇.....	26
第三节 面临挑战.....	27
第四节 发展展望.....	29
第三章 总体要求.....	33
第一节 指导思想.....	33
第二节 发展思路.....	33
第三节 发展目标.....	35
第四节 发展方针.....	36
第四章 气源与供需分析.....	38
第一节 气源供应分析.....	38
第二节 市场需求预测.....	53
第三节 供需平衡分析.....	64
第五章 布局规划.....	66
第一节 总体方案.....	66
第二节 天然气管网规划.....	66
第三节 输气站场布局.....	74
第四节 工艺系统.....	78
第五节 储气调峰.....	79
第六节 管道和站场建设一览表.....	81
第六章 应急储备体系.....	84
第一节 体系建设思路.....	84
第二节 文山州储气设施现状及问题.....	85
第三节 储气设施建设方案分析.....	89
第四节 应急保障.....	90
第五节 储气设施规划布局.....	92
第七章 重点任务.....	93
第一节 加快天然气骨架网络的建设.....	93
第二节 加快天然气应急调峰储备体系建设.....	94
第三节 积极推进天然气大规模利用.....	94

第四节 统筹协调发展与安全.....	96
第五节 保障水电铝材产业园区天然气供应.....	98
第八章 保障措施.....	99
第一节 强化规划指导.....	99
第二节 全面深化体制改革.....	99
第三节 加强合作，建立沟通协调机制.....	100
第四节 明确责任分工.....	100
第五节 完善法规体系和政策支持.....	104
第六节 加强基础设施建设保障.....	104
第七节 保障管道安全运行.....	104
第八节 加强需求侧管理.....	105
第九节 建立项目审批“绿色通道”.....	105
第九章 环境保护.....	106
第一节 环境影响评价分析.....	106
第二节 天然气利用对环境保护的贡献分析.....	112
第三节 社会及环境效益分析.....	113
第四节 环境影响评价结论.....	114
第十章 智慧燃气.....	116
第一节 全面统一数据标准.....	116
第二节 搭建管道物联网.....	117
第三节 建设管道数据中心.....	119
第十一章 节能.....	122
第一节 综合能耗分析.....	122
第二节 节能措施.....	122
第十二章 消防.....	125
第一节 危险性分析.....	125
第二节 消防措施分析.....	125
第十三章 职业安全与工业卫生.....	128
第一节 主要危害分析.....	128
第二节 劳动安全与工业卫生措施方案.....	130
第十四章 投资规模.....	133
第十五章 规划实施建议.....	134
第一节 加强组织领导，紧抓规划落实.....	134
第二节 做好评估调整.....	134
第三节 加强用地保障.....	134
第四节 加大企业投入.....	135
第五节 创新投融资模式，保障资金投入.....	135
第六节 落实清费减负和财税金融支持政策.....	135
第七节 加强监督，落实考核.....	136

第八节 遵守法律法规.....	136
附图：文山州天然气中长期天然气利用发展规划附图.....	137
附件 1：文山州天然气消费预测.....	139
附件 2：输气管网工艺计算.....	176
附件 3：储气调峰计算.....	183
附件 4：名词解释.....	193

前 言

天然气是现代人民生活和工业生产的一种主要能源，是城镇重要的基础设施之一。发展天然气产业可以节约能源，减轻城市污染，提高人民生活水平，促进工业生产，提高产品质量，社会综合效益显著。

中共十九大以来，我国发展进入新时代，国家天然气发展也进入了新时代，习近平总书记提出“四个革命，一个合作”的能源安全新战略，为新时代中国能源发展指明了方向，开辟了中国特色能源发展的新道路。《中共云南省委关于制定云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出：全力打造世界一流“绿色能源牌”，全面推动绿色低碳发展，实现能源资源配置更加合理，生产生活方式绿色转型成效显著。

文山州政府紧扣省委省政府文山现场办公会对文山建设成为“三个示范区”的发展定位，力争到“十四五”末，“三个示范区”的建设取得显著成效，经济总量实现“两个五”。建成世界一流“三张牌”示范区：打造世界一流“中国铝谷”核心区，实现绿色铝产业总产值3000亿元以上；打造现代农业示范区，现代农业综合产值1000亿元以上；打造独具特色的山水田园乡村旅游目的地，旅游总收入达1000亿元以上。全州GDP达到2400亿元以上，经济总量进入全省前5位，占全省GDP的比重达5%以上。文山州聚焦四大重点产业，加快产业园区建设，着力建链补链延链强链，打造绿色先进制造业产业集群，打造世界一流“中国绿

色铝谷”、全球领先的中医药产业基地、国际著名旅游目的地、优质绿色现代农产品生产加工基地。“十四五”时期，围绕新发展理念，推动经济高质量发展，一方面，文山州加快培育以绿色铝材为支撑的矿电产业，打造全国千亿级绿色低碳铝材一体化产业示范基地的重要决策将为文山州天然气能源发展带来机遇；另一方面，能源低碳转型与高效利用也对文山州产业变革升级和能源突破发展提出了挑战。

国家建设面向南亚东南亚辐射中心、“新基建”等产业向好政策，为文山州充分利用区位、资源优势，强化国际能源枢纽建设，加快与周边区域的能源互联互通，深入推进天然气设施重大项目建设，发展带来了新机遇。文山州迎来了发挥清洁能源与载能产业优势、打造“绿色能源牌”大有可为的战略机遇期，将进一步促进天然气消费的持续增长，为石油天然气行业的发展提供了较大空间；文山州加快发展绿色水电铝材一体化等重大产业为油气发展带来新局面。预计到2025年，全州绿色水电铝产能将达到393万吨左右，再生铝产能达250万吨左右，考虑整个绿色铝产业链天然气需求，天然气等绿色能源需求将呈现几何级增长，为文山州油气发展打开新局面。文山州独享的国家层面的规划、政策如《左右江革命老区振兴规划（2015—2025）》和《滇桂黔石漠化区域发展与扶贫攻坚规划（2011—2020）》等的深入实施，为文山州加强广西等地区天然气管道互联互通建设等提供了良好的发展机遇和政策支持。全州油气消费需求持续增长。“十四五”期间，文山州工业化、城镇化将加速推进，人民生活水平持续提

高，将进一步促进油气消费增长。作为政府主打的世界一流“中国铝谷”核心区，目前园区对天然气能源的需求迫在眉睫。

随着管道天然气的逐步到来，大黑山—马塘天然气支线管道已经建成即将通气，开远—蒙自—文山—砚山天然气支线管道正在如火如荼地建设之中，预计2022年12月底建成通气，国家管网公司目前正在开展广西LNG外输管道复线（百色—文山）（又称“桂气入滇”干线）和云南省东干线（宜宾—昭通—曲靖—文山）天然气管道的前期工作，文山州天然气能源将迎来一个高速发展时期。为适应新形势下文山州天然气管网的建设与发展的需求，文山州应充分利用这一发展契机，做好“十四五”规划与2035年远景天然气规划目标的衔接，协调天然气基础设施与城市建设的关系。天然气输配系统是一项庞大的系统工程，合理、科学地编制天然气利用发展规划，不仅可作为地区天然气设施建设的主要依据，也有利于合理地利用资源，实行天然气管网分期分部建设，避免无序竞争、重复建设，从而使文山州天然气基础设施能够顺利健康地发展。

第一章 发展基础

第一节 基础现状

一、经济基础

“十三五”以来，在州委、州政府的领导下，文山州经济发展迈上了新台阶。2020年，全州地区生产总值1185.1亿元，同比增长5.4%，增速位居全省前列；规模以上工业增加值达到177.7亿元；地方一般公共预算收入65.66亿元，同比增长3.1%。

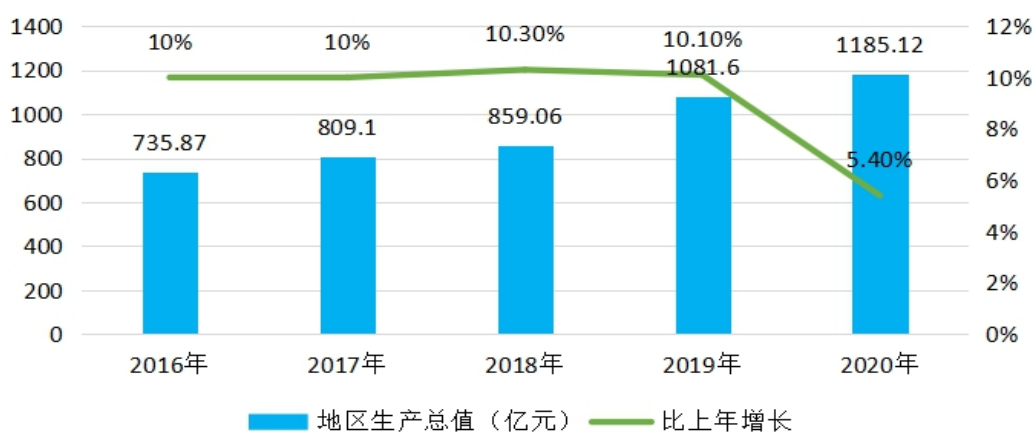


图 1-1 2016-2020 年文山州地区生产总值及其增速

农林牧渔业增加值完成 208.94 亿元，同比增长 5.5%。粮食总产量达 168.02 万吨，同比增长 1.6%。规模以上工业增加值同比增长 8.0%，固定资产投资同比增长 15.8%，社会消费品零售总额 429.22 亿元，同比增长 10.6%。地方一般公共预算支出 373.09 亿元，同比增长 8.7%。金融机构人民币存款余额 1081.88 亿元，同比下降 0.5%；金融机构人民币贷款余额 947.60 亿元，同比增长 10.3%。州外引进内资项目 426 个，州外引进内资实际到位资金 596.36 亿元，同比增长 15.6%。

全州共接待国内外游客 3618.05 万人次，实现旅游总收入

366.94 亿元。城镇常住居民人均可支配收入 32630 元，同比增长 7.9%；农村常住居民人均可支配收入 11133 元，同比增长 11%。

全州经济增速持续领先。能源行业也迎来前所未有的发展契机。

二、云南省天然气基础设施现状

（一）非常规天然气勘探开发取得突破性进展

初步估计，云南省页岩气总资源量为 10 万亿立方米，昭通地区超过 2 万亿立方米。“十三五”期间，昭通页岩气勘探开发取得突破性进展，昭通东北部威信、盐津勘探开发区，截至 2020 年底，累计投产 18 口井，全年产气超过 5000 万立方米，累计产气超过 1 亿立方米。

全省埋藏 2000m 以浅范围内煤层气地质资源量为 5351.97 亿立方米，占全国的 1.7%，居全国各省（市、区）第九位，在南方各省（市、区）中仅次于贵州省位居第二位。“十三五”期间，全省基本建成 2 亿立方米级煤矿瓦斯抽采利用规模化矿区 1 个（恩洪矿区），建成煤矿瓦斯抽采利用规模化矿井 17 个，建设煤矿瓦斯抽采示范工程 4 个；启动煤矿瓦斯“三区联动”地面抽采试验煤矿 1 个。全省高突煤矿瓦斯抽采量 1.20 亿立方米，利用瓦斯量 0.48 亿立方米，分别比 2015 年增长 46.34%、300.0%；煤矿瓦斯利用率 40.0%，比 2015 年增加了 173.41%；煤矿瓦斯排空量 0.96 亿立方米，比 2015 年增加 37.1%。

（二）天然气供应快速增长

天然气主要依托中缅天然气管道供应，“十三五”期间中缅

天然气管道向云南供应量从 2016 年的 1.32 亿立方米增长到 2020 年 13.5 亿立方米，年均增长率超过 70%。

（三）油气管道建设取得巨大突破

“十三五”期间，全省油气管网设施建设速度加快，原油、成品油、天然气三大管网络局基本形成。截至 2020 年，云南省已建成油气管道总里程达到 5485 公里，石油管道总里程达 2908 公里，其中原油管道 658 公里，成品油管道 2250 公里，超额完成“十三五”2800 公里的目标；已建成天然气管道总里程达到 3235 公里，在建天然气管道总里程达到 542 公里，共计 3777 公里，圆满完成“十三五”目标任务。2020 年底，全省油气管道总里程超过 6000 公里，超额完成“十三五”5800 公里的目标任务。

（四）天然气管道建设取得巨大突破

“十三五”期间，云南省天然气管网设施建设加快，已建、在建天然气管道总里程达到 3777 公里，超额完成“十三五”3000 公里的目标任务。

（五）天然气消费水平稳步增长

2016-2020 年，天然气消费量逐年上升，从 2016 年 7.4 亿立方米增长至 2020 年 21.64 亿立方米，年均增长率 30.77%，其中 2020 年增长率 15.17%。

三、文山州天然气基础设施现状

（一）天然气长输管道

年设计输气量 2.59 亿立方米的大黑山—马塘天然气支线管道已具备通气条件，预计 2022 年底投入试运行；年设计输气量 2.55

亿立方米的文山—砚山天然气支线管道开工建设，力争 2022 年底前完成项目主体工程建设。

(二) 储气设施

目前文山州暂无大型储气设施，州内城燃企业已建 LNG 气化站 11 座（含临时气化站和工业点供站），LNG 储罐总容量为 1450 立方米，有效总储气能力 87 万立方米。

(三) 城镇燃气设施现状

1.文山云投新奥燃气有限公司

居民冬季耗气量约为 2.8 万立方米/天，夏季耗气量约为 2 万立方米/天；在供一家工业用户文山烟叶复烤厂，日用气量约 0.8 万立方米/天；已建设红旗林场 LNG（含 L-CNG 加气站）气化站，出租车加气量约 1.2 万立方米/天。城南在建 LNG/L-CNG 加气站一座，在建次高压管道入城段 13.7 千米。2020 年公司综合年用气量 738 万立方米。

2.文山润燃天然气有限公司

已建成 LNG 气化站 1 座，敷设中压管道 9 公里，天然气耗气量约为 1.25 万立方米/天。2020 年公司综合年用气量为 161 万立方米。

3.砚山大通天然气有限公司

已建成日供气量 3 万立方米 LNG 气化站一座，建设市政中压管道 34.89 千米，庭院管道 20.48 千米。日均供气量 0.15 万立方米，2020 年综合用气量为 53 万立方米。

4.砚山县昆山天然气有限公司

站场设施还在办前期手续，暂未建设。

5.广南县大通天然气有限公司

已建成 LNG 气化站、LNG/L-CNG 加气站合建站 1 座。敷设管网 38 公里。CNG 加气站日耗气量约为 0.3 万立方米。

6.西畴县四合天然气有限公司

已建兴街 LNG 气化站 1 座，储罐规模为 50 立方米；西洒 LNG 瓶组气化站 1 座。共计敷设管网约 30 千米。2020 年公司综合年用气量约为 1.82 万立方米。

7.丘北正大天然气有限公司

已建 LNG (L-CNG) 气化站一座，储罐为 60 方，敷设中压燃气管道约 90 千米，2020 年综合耗气量为 210 万立方米。

8.云南中海华通燃气有限公司

已建临时 LNG 气化站 1 座，储罐容积 20 方，供气能力 2000 立方米/小时。计划建设 2 个 100 方储罐，气化能力 2000 立方米/小时。已敷设中压管道 14 千米，日供气量为 0.2 万立方米/天。2020 年综合年用气量约为 84.6 万立方米。

9.马关县曲燃燃气有限公司

已建 LNG 气化站 1 座，共计 100 方储罐，气化能力 4000 立方米/时；敷设管网 20 千米，日供气量约 0.3 万立方米。2020 年公司年综合耗气量为 120.5 万立方米。

10.麻栗坡中弘能源燃气有限公司

已敷设燃气管道 6.3 千米。站场受选址影响，暂时未建设。

(四) 天然气消费利用现状

“十三五”以来，文山州天然气消费量明显上升，利用规模迅速扩大。截至 2020 年底，全州建成城镇天然气中低压管网 492 公里，建有 LNG 储配站或 L-CNG 合建站 11 座，车辆改装 1130 辆，全州城镇燃气用户 10.28 万户，通气户数比例达到 7.37%。2020 年全州天然气消费量超 6300 万立方米，工业占比达 85.8%。

第二节 “十三五”能源发展总体评价

“十三五”期间，文山州认真贯彻落实中央、省两级政府关于能源发展的有关决策和部署，紧紧围绕全省建设“两基地、一枢纽、一中心”（建设国家清洁能源基地、西电东送基地、国际能源枢纽、面向南亚东南亚的电力交易中心）的能源发展布局目标，积极探索现代能源经济发展模式，不断深化电力体制改革，大力发展清洁载能产业，以加快能源基础设施建设、增强能源服务能力、扩大能源消纳、调整能源结构为重点，有序推进水能、风能、太阳能、生物质能等资源开发利用，加强外联内通能源通道和网络建设，初步形成以电、气、油、煤炭互为补充的综合能源保障体系。

“十三五”期间，文山州积极引导、鼓励企业使用天然气。2020 年全州天然气消费量是 2015 年末的 30 倍，其中城镇天然气消费量为 928 万立方米（含商业及加气站用气量）；工业用气量 5410 万立方米，占总用气量的 85.8%，工业用气发展迅速。能源消费结构愈发清洁化、绿色化、低碳化。全州能源领域安全生产形势稳定，能源保障能力显著提升。

第三节 存在的问题

一、天然气管网、储气设施建设缓慢

大黑山—马塘天然气支线管道已具通气条件，但受上游红河支线影响暂未通气。文山—砚山天然气支线管道正在建设，目前全州在建及已建管道仅 132 千米，相较于省内玉溪、红河、曲靖、昭通等市州，发展较为缓慢。

根据《国务院关于促进天然气协调稳定发展的若干意见》(国发〔2018〕31号)精神和要求，到 2020 年，城镇燃气企业形成不低于其年用气量 5% 的储气能力，地方政府形成不低于保障本行政区域 3 天日均消费量的储气能力。截至 2020 年底，文山州仅形成储气能力 87 万立方米，与要求形成的储气能力建设目标任务有较大差距。

表 1-1 2020 年储气能力缺口指标 (万立方米)

县(市)	已建储气能力	2020 年储气指标	储气缺口
文山市	56.4	290.4	-234.0
砚山县	9.6	38.6	-29.0
富宁县	1.2	4.9	-3.7
广南县	7.2	7.1	+0.1
丘北县	3.6	12.2	-8.6
西畴县	3.0	0.1	+2.9
马关县	6.0	13.4	-7.4
麻栗坡县	0	0	0
合计	87	366.8	-279.8

二、天然气管网基础设施建设难度大

天然气管道建设与国土空间利用、生态保护协调难度加大，新建管道路由通道选址愈发困难，占压现象依然存在，安全生产隐患较多。

三、油气体制机制不完善

天然气投资主体少，天然气管网设施独立运营，主要为系统内自用或内部下游市场服务，未实现互联互通、资源共享；天然气门站价格未实现动态调整，不能及时反映供需关系变化；特许经营许可无序发放，甚至出现同一区域燃气特许经营权重叠，燃气市场“圈而不建”现象依然存在；天然气管道安全监管机制不完善，政府、企业之间缺乏高效协调，专业监管队伍缺乏，安全生产监管压力较大。

第四节 背景及必要性

一、规划背景

“十三五”以来，在州委、州政府的领导下，文山州经济发展迈上新台阶。能源行业也迎来前所未有的发展契机。

（一）天然气长输管道即将建成投产

目前云南中石油慧能能源有限公司建设的大黑山—马塘天然气支线管道已经建成，该管道设计年输量 2.59 亿立方米，预计 2022 年底通气试运行；云南省天然气文山有限公司建设的文山—砚山天然气支线管道也将于 2022 年底建成，该管道设计年输量 2.55 亿立方米，最大输气量 6.71 亿立方米/年，届时文山、砚山将进入管道气时代。为文山州经济社会快速发展、能源产业结构升级提供强有力保障。

（二）国家管网集团挂牌成立，云南省重点规划

国家管网集团挂牌成立，标志着石油天然气体制改革迈入新

阶段。根据《北海 LNG 接收站专项调研推进会会议纪要》（国能综纪油气〔2018〕55号）提出“论证广西—云南（文山）省际天然气管道建设方案，加快实施建设”，以及《文山州人民政府关于请求支持百色—文山天然气干线管道项目建设的函》，为“桂气入滇”干线奠定了基础。

由云南省能源局、国家管网公司编制的《云南省油气基础设施“十四五”规划》已将文山州纳入重点规划地区。

“十四五”期间，建设广西 LNG 外输管道复线（百色—文山）、云南省南环线（文山—蒙自—普洱段）天然气管道，设计年输量分别为 10、100 亿立方米，文山州作为“桂气入滇”进入云南的第一站，气源与输量将得到充足保障。

“十五五”期间，拟建设云南省东干线（宜宾—昭通—曲靖—文山），设计年输量 100 亿立方米，输送大量川气、昭通页岩气为滇东主要城市保供。东干线的建成标志着文山州成为缅气、川气、桂气三气源供应城市，供气规格已超出省会城市“双气源保障”的政策要求，这对文山州未来的天然气市场发展提供了非常强劲的支持。

（三）文山州绿色水电铝产业蓬勃发展

云南探明的铝土矿资源达到 2.5 亿吨，预计可供开发的铝土矿资源储量可达 4 亿吨以上。现已初步探明文山州及周边区域有铝土矿资源储量近 1 亿吨，另外文山与越南接壤的成矿带还未探明，初步估计近两亿吨，文山州铝土矿储量在云南省内首屈一指。近年来，文山铝业、云南宏泰、云南神火等电解铝企业先后入驻文

山，带来了先进的技术和生产力。目前，全州“十四五”期间电解铝规划产能 393 万吨，再生铝产能 250 万吨，氧化铝产能 160 万吨，炭素规划产能 165 万吨，水电铝按 80~100%就地转化型材加工的思路，文山州绿色水电铝产业将成为支柱产业。

随着文山马塘工业园、砚山绿色铝创新及配套产业园、富宁绿色水电铝材一体化产业示范园区和广南水电铝精深加工等工业园区的招商引资和能源产业结构升级，新兴用气企业入驻，部分企业能源改造，未来文山的天然气消费将持续稳定高速发展。为能源消纳拓展了广阔的空间。

(四) 文山州人民政府关于进一步促进天然气协调稳定发展的实施意见

加强规划引领，高起点编制全州天然气利用规划。将文山州打造成云南省东南部天然气管网互联互通枢纽中心，为文山州建成全省绿色铝产业基地和实现文山高质量跨越式发展提供天然气基础能源保障。并要求全力做好全州绿色铝材一体化产业天然气保障工作。加快天然气支线管道的建设。统筹推进州内天然气管网、城镇燃气管网、储气设施等互联互通，打破企业间、区域间行政性垄断，提高资源协同调配能力。及时启动 LNG 储备库项目建设，督促指导项目业主加快建设，确保储气设施项目按期建成投入使用。加快编制城镇燃气专项规划；加强城中村、城乡结合部、棚户区燃气设施及老旧管网改造；新建城市新区、住宅小区及公共服务设施严格按照“三同时”原则同步建设燃气设施。

二、规划必要性

(一) 积极响应国家“碳中和、碳达峰”要求

“十四五”时期，云南省将新增可再生能源装机 3700 万千瓦，新增发电量约 1000 亿千瓦时，减少二氧化碳排放约 5000 万吨。推动用能重点领域节能提效，实施“以电代煤”、“以气代煤”，实现电能、天然气与煤炭多能互补，支持重点地区打造一批绿色低碳产业和园区。2030 年非化石能源消费比重提高到 50%以上。积极争取将云南打造为全国“碳达峰、碳中和”示范省。

(二) 节能减排需求

为持续打好蓝天、碧水、净土保卫战，贯彻落实国家节能减排政策，实行严格环境保护制度，使用高效清洁能源是有效途径。采用天然气代替煤和石油，可有效改善环境污染问题。天然气作为一种清洁环保的优质能源，能显著减少二氧化硫和粉尘排放量近 99.6%，减少二氧化碳排放量 65.1%和氮氧化物排放量 88%，并有助于减少酸雨形成，减缓地球温室效应，从根本上改善环境质量。

(三) 能源结构调整

能源消费革命，抑制不合理能源消费。坚决控制能源消费总量，有效落实节能优先方针，把节能贯穿于经济社会发展全过程和各领域，坚定调整产业结构，高度重视城镇化节能，树立勤俭节约的消费观，加快形成能源节约型社会。天然气热值高、燃烧效率高，在金属、化工、热电行业使用较为普遍。铝型材加工时，需燃烧天然气完成金属熔化、锻造等工序；化工行业使用天然气作为加工原料；热电行业转换电能和蒸汽时同样需要燃烧天然气。

随着工业企业产能提升、产业结构升级，以及新工业企业的入驻，文山州天然气的需求量将持续稳定提升。

（四）居民生活需求

与液化石油气相比，天然气更安全、清洁、便宜。天然气无毒、易挥发、比重轻、不易形成爆炸性气体混合物，使用安全可靠的天然气可有效改善家居环境，提高生活质量。

（五）民生政策要求

根据《云南省油气基础设施“十四五”规划》文件的精神，云南省129个县务必在2030年之前接通管道气。文山作为未来云南省输气管网的交汇枢纽，更应积极响应政策，力争提前完成“县县通”目标。

（六）上层规划要求

根据《云南省油气基础设施“十四五”规划》提出的目标，到2025年，全省天然气消费量达到60亿立方米/年左右，其中，城市天然气消费量达到21亿立方米/年左右，工业天然气消费量达到23亿立方米/年左右。争取滇中城市经济圈居民气化率达80%，州（市）级中心城市达60%，一般县级中心城市达40%，天然气消费在全省一次能源消费总量中的比重提高到5%左右。到2035年，全省天然气消费量达到204亿立方米/年，其中，城市天然气消费量达到60亿立方米/年左右，工业天然气消费量达到91亿立方米/年左右，争取居民气化率滇中城市经济圈达95%，州（市）级中心城市达80%，一般县城中心城市达60%，天然气在一次能源消费结构中的占比达到10.46%。文山州天然气市场开发利用大

有可为。

(七) 上版规划评估

1. 《文山州天然气利用规划 (2013-2030) 》概况

1) 规划范围及期限

规划范围为文山州 7 县 1 市。规划期限为三个阶段：

近期：2013 年~2015 年，2015 年规划用气量 0.83 亿立方米/年；

中期：2016 年~2020 年，2020 年规划用气量 3.78 亿立方米/年；

远期：2021 年~2030 年，2030 年规划用气量 6.03 亿立方米/年。

2) 供配气规划

远期展望文山市、砚山县、马关县、丘北县采用管输天然气，其他县市、工业园区仍原则上采用 LNG 气源，并根据市场需求适时敷设高压天然气管线支线进行管输供气，CNG 气源作为合理补充，汽车用气主要采用 CNG 气源。

2. 上版规划实施情况

截至 2020 年底，文山州未实现通管道气。全州气源均为 LNG，2020 年用气量为 6300 万立方米，远低于规划用气量，天然气用户气化率偏低，规划未得到有效实施。

3. 存在的问题

1) 随着产业结构和布局的调整，“十四五”期间，文山州重点打造绿色铝产业，上版规划已经不符合现状及未来发展形势。

2) 国家管网公司积极推进的“桂气入滇”及云南省东干线天然气管道，原规划供气系统无法满足文山州经济社会的发展。

本次规划提出“气化文山”战略，以及管道气“县县通”的目标。

第二章 发展形势

第一节 州情概况

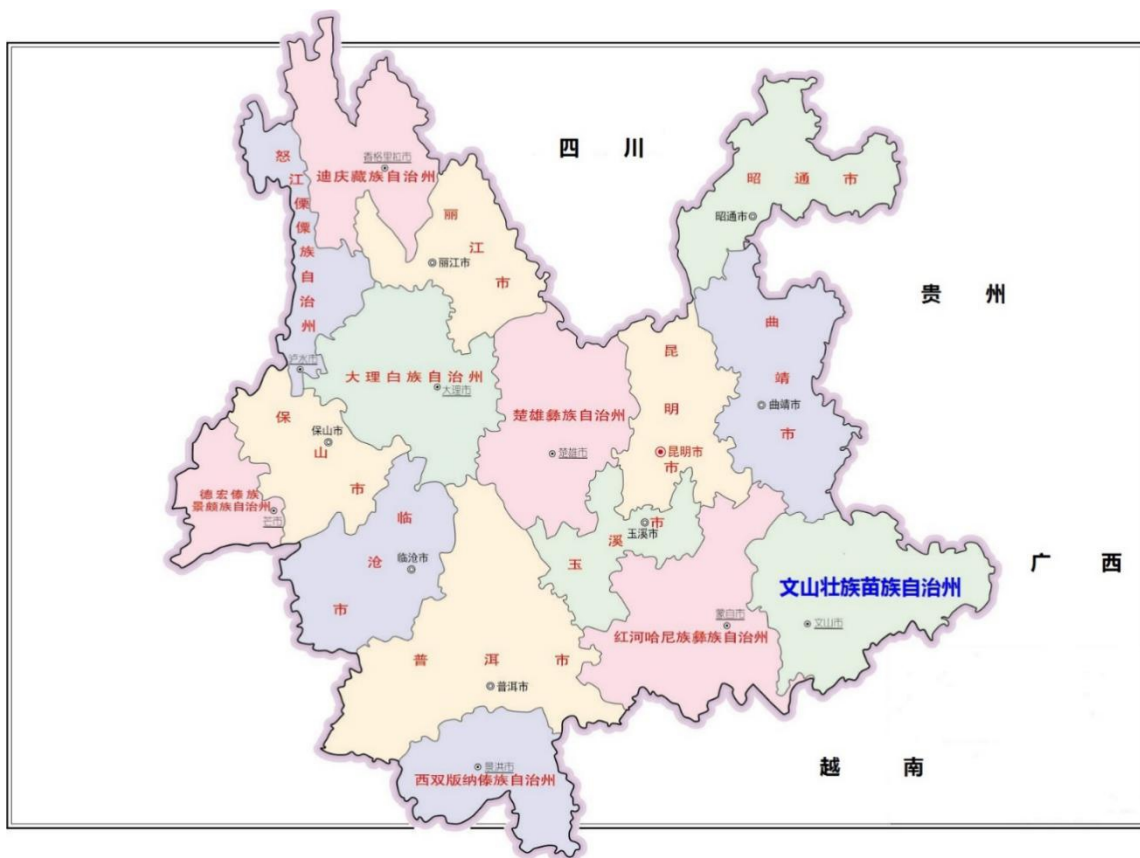
一、社会自然概况

(一) 地理位置

文山壮族苗族自治州地处祖国西南边疆的云南省东南部，东经 $103^{\circ}34'19''\sim 106^{\circ}11'51''$ ，北纬 $22^{\circ}41'18''\sim 24^{\circ}27'43''$ 之间；东与广西百色市接壤，南与越南社会主义共和国交界，西与红河哈尼族彝族自治州毗邻，北与曲靖市相连。

东西横距 255 公里，南北纵距 190 公里，土地面积 31456 平方公里。国境线长 438 公里，州府文山市距省会昆明 330 公里。州人民政府驻文山市。

文山州地理位置如图所示：



(二) 交通条件

文山州的交通主要靠公路，交通中心在文山市。截至 2019 年底，全州公路通车里程达 17144.7 公里，铁路通车里程达 310 公里，拥有一个 4C 级民用机场。全州汽车保有量 973380 辆，其中载客汽车 332580 辆，载货汽车 67780 辆，其他汽车 3291 辆，摩托车 578994 辆。（数据来源：《文山统计年鉴—2020》）

文山州北部的丘北、广南、富宁 3 县已通高铁。南昆高速铁路自广西壮族自治区南宁站向西经百色、云南省文山州、红河州，最终止于云南省昆明南站，在文山州内共设 4 个站点，分别是富宁站、广南县站、珠琳站、普者黑站。

全州境内有 1 个国家级和 3 个省级边境口岸、24 个边民互市点，可进行边境进出口贸易。



(三) 行政区划及人口规模

截至 2020 年底，全州下辖文山、砚山、西畴、麻栗坡、马关、丘北、广南、富宁 8 个县（市），104 个乡镇（街道办事处），其中：16 个民族乡，978 个行政村（社区），16124 个村民小组（队）。

2020 年，全州常住人口 356.75 万人，其中：乡村人口 224.86 万人，占总人口比重 63.03%。城镇人口 131.89 万人，城镇化率 36.97%；少数民族人口 213.71 万人，占总人口比重 59.90%。人口出生率 13.63‰，死亡率 6.48‰，人口自然增长率 7.15‰。（以上数据来源于各县市国民经济统计公报以及全国第 7 次人口普查数据）

二、城市职能体系结构

（一）州域中心城市

文山市城市定位为：中国著名的“三七之都”，云南省面向东南亚、东南沿海开放的重要前沿城市，文砚平城市群核心。

砚山县城市定位为：文砚都市区的重要组成部分，以重工业、建材、现代服务业为主的文砚平城市群副中心城市。

平远循环经济示范区定位：滇东南重要的资源型特色产业基地，文砚平城市群副中心。

（二）州域二级中心城市

丘北县城：滇东南人流、物流集散枢纽，文山州域北部中心城镇。

广南县城：省级历史文化名城，文山州域北部中心城镇，是以发展旅游和特色农产品加工为主的城镇。

富宁县城：云南省“东大门”，滇东南现代物流中心，文山

州域东部中心城镇，是以发展商贸、旅游为主的，具有壮族民族风情特色的山水城市。

马关县城：云南省“铜、锌、锡”有色金属综合开发利用基地，文山州域南部中心城镇，以发展矿业、特色农产品加工业为主的城市。

麻栗坡县城：云南省连接中国—东盟自由贸易区的重要节点，文山州域南部中心城镇，以发展口岸经济、旅游等为主的城市。

兴街镇：文山州域南部重要节点城镇，以发展金融、物流等现代服务业为主的城镇。

普者黑旅游度假区：云南省重要旅游目的地。

（三）县域中心城市

西畴县城：全县的政治、文化信息中心，以岩溶地貌为特色的绿色生态园林城市。

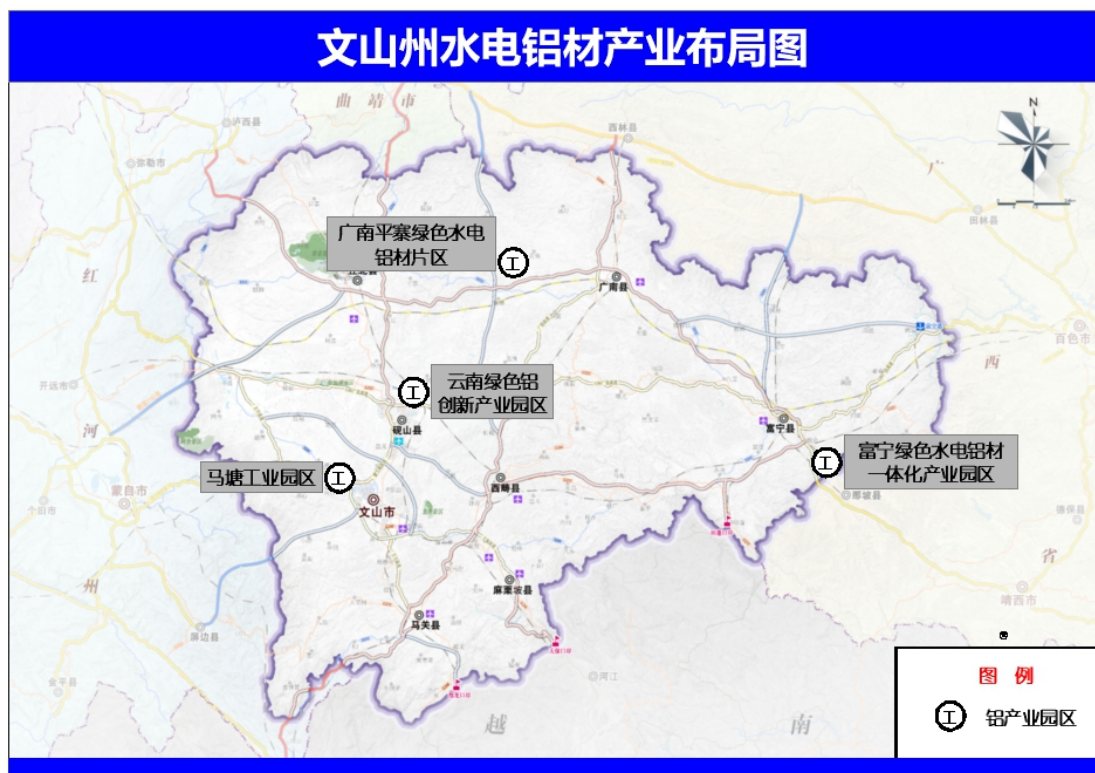
三、重点支柱产业

（一）绿色低碳水电铝产业

作为全省“打造千亿级绿色低碳水电铝材一体化基地”战略的重点布局区域，文山州将加大电解铝产能转移的引进承接力度，重点围绕合金铝、高纯铝、铝加工3大板块，产品涵盖建材用铝、生活交通用铝、航天航空用铝、电子产品用铝等领域。

立足全州绿色铝产能优势，深入研究分析铝产业发展的关键问题，紧扣绿色、规模、转化三大关键，合理确定生产规模，大力发展精深加工，发展以铝为基础的新材料，推动全产业链发展，降低单位能耗，抢占行业制高点，跳过中低端，直接步入高端行

列。抓好砚山“中国铝谷”核心区主引擎建设，建好富宁绿色铝循环发展、文山市绿色铝创新发展示范基地，加大招商力度，强化延链补链强链，在打造世界一流“绿色能源牌”中走在全省前列。



水电是云南省的优势产业之一，铝产业属于高载能产业，二者具有良好的协同效应。按照《云南省新材料产业施工图》和《云南省新材料产业发展三年行动计划》要求，云南省大力实施“水电铝材一体化工程”，依托全省能源资源和环境承载优势，主动谋划和推动“北铝南移”，推动水电和铝产业深度融合。到2025年，构建形成“阳极炭素—电解铝—铝精深加工—铝应用—再生铝”全产业循环链，绿色铝产能达393万吨，再生铝产能达250万吨，力争产能全部就地转化，并向铝材深加工和终端产品制造延伸，实现绿色铝材产业总产值达3000亿元。

（二）三七产业

文山州共有天然药物近 3000 种，农特作物 1727 种，三七、重楼、灯盏花、石斛、红豆杉、八角、草果等在全州 8 个县市均有种植，已形成以三七为主的独特生物优势产业。近年来，为进一步落实国家和云南省关于生物医药和大健康产业、扶贫攻坚的决策部署，从全产业链的角度，结合文山州产业发展实际，文山州于 2018 年编制并出台了《文山州以三七为主的生物医药和大健康产业全产业链发展规划（2018-2025）》。到 2025 年末，通过建立健全三七标准种植、精深加工、流通市场、科技创新、三七品牌、发展保障、文化宣传、行业治理八大产业发展体系，将文山打造成为融中药材标准化种植、健康产品研发制造、医疗养老服务、医药商贸流通集散于一体的“全球领先的以三七为主的中医药产业（含其他大健康产业）基地”。

当前，文山三七产业已成为云南生物医药产业中资源最丰厚、基础最扎实、前景最看好、市场最广阔的重要产业，在云南省生物医药产业中占据重要位置，更成为了文山州重要的支柱产业，在全州经济社会发展中发挥着重要作用。

第二节 发展机遇

省委省政府“绿色能源牌”战略为推动油气发展提供空间。文山州迎来了发挥清洁能源与载能产业优势、打造“绿色能源牌”大有可为的战略机遇期，将进一步促进油气消费的持续增长，为石油天然气行业的发展提供了较大空间。

文山州加快发展绿色水电铝材一体化等重大产业为油气发展带来新局面。预计到 2025 年，全州绿色水电铝产能达到 393 万吨左右，再生铝产能 250 万吨，考虑铝材加工项目产能用气，叠加全社会天然气用气需求增长，天然气等绿色能源需求将呈现几何级增长，为文山州油气发展打开新局面。

文山州独享的国家层面规划如《左右江革命老区振兴规划（2015-2025 年）》和《滇桂黔石漠化区域发展与扶贫攻坚规划（2011-2020）》等的深入实施，为文山州加强广西等地区油气管道互联互通建设等提供了良好的发展机遇和政策支持。

全州油气消费需求持续增长。“十四五”期间，文山州工业化、城镇化将加速推进，人民生活水平持续提高，将进一步促进油气消费增长。

第三节 面临挑战

一、日益增长的能源需求带来天然气供给保障挑战

省委、省政府积极打造世界一流“绿色能源牌”、发展绿色制造产业，州委、州政府大力发展以绿色水电铝材为支撑的矿电产业，对天然气需求剧增，而文山州天然气管道建设滞后，输气能力不足，天然气保障供应面临巨大挑战。受下游市场、融资困难、土地利用规划协调难等制约，油气管道投资风险增大，对文山州加快油气管道建设，提升油气供给能力带来挑战。

二、油气资源对外依存度较高，油气管网布局不完善，保障能力弱

日益增长的能源需求带来天然气供给保障挑战。目前文山州天然气主要依托广西北海 LNG，供应极易受到外部环境与国际形势的影响，存在不确定性问题。省内页岩气非常规油气资源区块勘探难度较大，页岩气空白区块矿权申办受制约。文山州目前天然气管网基础建设滞后，支线管网建设缓慢，管网密度低，覆盖面不够。目前州内仅有的大黑山—马塘支线虽已建成，但受前端气源管道影响，暂未通气，随着文山州绿色铝产业的投产，天然气保供将面临巨大挑战。

三、天然气储备能力不足，应急体系不健全

目前文山州内暂无大型储气设施，规划的两个 LNG 储备项目目前还处于前期阶段，下游城镇燃气企业应急储备不足，建设积极性不高，体系不健全。

四、天然气总体利用水平不高，结构不尽合理

“十三五”末期，全州天然气消费一次能耗占比远低于全省 2% 的平均水平，城镇燃气用气量占比较低，气化率偏低。缅气利用率低，2020 年全省缅气消费量仅占中缅天然气管道输送量的 20.5%，文山位处于中缅天然气管道末端，是全省六个未通管道天然气的市州之一，州内采用 LNG 保供，价格偏高，天然气利用推广缓慢，惠及民生及促进地方经济发展的作用尚未得到充分发挥。此外，消费结构不尽合理，天然气作为高效清洁资源的优势没有得到充分发挥。

五、管道保护安全工作面临压力

截至 2020 年底，全州天然气长输管道总里程（含在建）达 132

公里，且州内过境了玉溪—富宁成品油管道，随着“十四五”油气管道建设进度的加快，预计到2025年全州天然气长输管道里程累计达809公里。文山州属山地地貌，管道沿线地质、地貌、地形复杂，地质灾害频繁。管道建设和运行过程中与生态保护的矛盾突出，与其他基础设施相遇相交、管道占压和第三方破坏、损伤现象增多，管道建设运营安全风险加大、监管压力增大、保护工作难度增加。

第四节 发展展望

——天然气仍将在能源转型中发挥重要作用

天然气作为介于传统化石能源石油、煤炭和可再生能源之间的低碳清洁能源，它的碳排放要低于煤炭和石油，同时价格低于可再生能源，所以“十三五”时期成为能源转型的现实依靠，迎来黄金发展时代。从2016年到2020年，全球天然气消费年均增速达3.1%，尤其是亚太地区消费增长最为强劲。天然气贸易升温，尤其是全球化的LNG市场加速形成。

对我国来说，除了履行碳减排承诺，更紧迫的问题是大气治理。“十三五”时期，我国天然气在一次能源消费结构中的比例从5.9%提高到8.5%。随着越来越多的国家加入“碳中和”行动的行列，可再生能源技术不断突破，作为低碳但并非无碳的化石能源，天然气仍将在能源转型中发挥重要作用。首先，能源转型的当务之急是加快退煤步伐。在全球能源结构中，天然气每替代一个百分点的煤炭，将减少碳排放量2亿吨。其次，未来各种可再

生能源的发展一定会加快，但是许多技术较实现普遍商业化还有距离，需要进一步突破。再次，天然气存在电力不可完全替代的使用领域，比如用作原料，以及部分居民生活用气。

2020年9月22日，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出，我国将采取更加有力的政策和措施，力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，2060年前实现碳中和。目前，我国终端用煤比例是29%，世界平均比例仅为10%。我国目前煤电比例为62%，世界平均比例仅为36%。我国城市天然气普及率是72%，县城只有44%。天然气仍将作为改善空气质量和实现碳中和目标的现实途径，发挥重要作用。

——我国天然气消费仍有10年至15年稳健增长期

“十四五”时期，我国天然气消费将迈入中高速增长阶段，年均增速从10.6%调至7.1%，2025年有望实现4500亿立方米。

“十四五”时期经济增速放缓，煤改气替代求稳，非化石能源发展加速。总的来看，天然气消费虽然已经度过了高速增长期，但预计未来还有10年到15年的稳健增长阶段。

从消费领域看，在工业领域天然气会成为燃料清洁低碳替代的主力，预计每年新增消费485亿立方米。目前我国工业终端煤炭比例为50%，而工业化水平高的发达国家和地区一般在10%以内。“十四五”时期，用煤量大的行业可能加速推进煤改气，将拉动工业用气增长12个百分点。“十四五”期间宏观经济增长虽然有所放缓，但仍有韧性，预计拉动天然气消费增长4~5个百分点。工业用气增长也面临压力，主要是工业升级带来电气化水平

提高，将有更多机会消纳非化石能源。作为实现“碳中和”目标的主要路径之一，大力推进节能将抑制工业用气两个百分点的增长量。

在城市燃气领域，供气网络的完善和城镇化带来了更多刚性需求，预计带来每年新增用气 285 亿到 365 亿立方米。城镇化水平提高带来总用气人口增加，各地天然气“县县通”等供气网络的延伸，在“十四五”期间将惠及 1.2 亿人。

在交通领域，受多个因素的推动，LNG 重卡或实现保有量翻番。一是政策上更支持环保车型，二是重型车领域比较难电气化，三是重型卡车的市场还在增长，四是 LNG 重卡更有经济性。预计到 2025 年，LNG 重卡保有量达 100 万到 120 万辆，带来新的用气空间 160 亿到 250 亿立方米每年。

在发电领域，“十四五”将遵循适度发展原则及优先布局、与可再生能源融合发展的思路。从气电本身看，与国际对比，我国在资源、经济性、电力体制改革、环保政策、电气协同和政府推动方面都有所不足。“十四五”时期我国的风电和光伏总装机占比将从 23% 提高至 35%，可再生资源与电力需求严重的错配，东部高用电省份仍然需要发展本地电源，同时妥善解决环保问题。“十四五”期间，天然气发电有望发挥优势，优先布局在气源有保障、电价承受度高、环保改善需求大、电力峰谷差大的地区。

在化工领域，由于政策调控，用气保持低增长，从全国层面看限制和禁止天然气化工的改扩建仍然是主旋律。“十四五”时期天然气制合成氨、甲醇、尿素、氮肥还要进行去产能和总量调

控，但在延伸到下游、发展精细化工及高附加值材料领域有一定机会。

——文山州未来天然气利用发展展望

2018年9月20日，国家能源局召集的《北海 LNG 接收站专项调研推进会会议纪要》明确“支持论证广西—云南（文山）省际天然气管道建设方案，加快实施建设”，形成国家层面支持广西北海海气向云南内陆输送的政策性方向。云南省、文山州规划将中缅天然气管道红河支线、文山砚山支线、砚山—广南—富宁—广西串联，依托国家管网北海 LNG 接收站气化后的管道天然气向中缅天然气管道云南段外输，同时联通四川、昭通页岩气大通道，初步形成以川气（页岩气）、广西海气与云南缅气互联互通的天然气管网保障格局，为文山州打造为全省水电铝材一体化产业基地提供天然气保障。将文山州打造滇黔桂三省天然气管网互联互通战略支点，形成“川气、海气、缅气”互联互通的天然气管网保障中心区，助推革命老区文山州水电铝材一体化产业及经济社会发展，实现边疆和谐稳定。

第三章 总体要求

第一节 指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神和习近平总书记考察云南时的系列重要讲话精神以及州委九届十次全会精神，全面落实中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议和《云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，坚定不移贯彻落实新发展理念，深度融入“大循环、双循环”新发展格局，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，按照“四个革命，一个合作”的能源安全新战略和“碳达峰、碳中和”目标的部署要求，紧扣省委省政府文山现场办公会对文山建设成为“三个示范区”的发展定位，建成世界一流“三张牌”示范区。全面推动绿色低碳发展，在主动服务和融入国家发展战略，助力全省“绿色能源牌”打造，服务文山“四大主导”产业发展和满足全州人民日益增长的美好生活需求中寻求文山能源发展新突破，持续深化供给侧结构性改革，加快推进清洁、绿色能源消纳基地建设，保障天然气供需安全，提升天然气治理现代化能力，为推动文山打造世界一流“中国铝谷”核心区和实现高质量发展作出新贡献。

第二节 发展思路

——多元引进与省内开发相结合

充分利用中缅天然气管道进口通道，有序引进缅气资源，积极引进川渝气、粤桂进口液化天然气等省外天然气资源，加大省内昭通页岩气资源勘探开发，构筑多元化供应格局，不断夯实资源基础，增加有效供应，确保天然气供应链安全。

——整体布局与区域协调相结合

加强统筹规划，结合国家油气产业布局和州内天然气市场需求，科学规划、优化流向、适度超前，拓展天然气产业发展新空间。加快天然气主干管网建设，推进和优化支线等区域管道建设，优化天然气站场布局，推动实现全州天然气主干管网及区域管网互联互通。

——供应保障与高效利用、节约发展相结合

坚持“节约、清洁、安全、高效”的原则，构建基础稳固、布局多元的供给体系，提高天然气利用效率，推广替代能源，推进能源结构转型升级，加快天然气利用步伐，引领天然气消费水平提升。加快推进调峰及应急储备建设，保障天然气供应安全。

——深化改革与加强监管相结合

加快天然气体制改革进程，不断创新体制机制，着力破除制约行业发展的体制机制障碍，推动投资主体多元化和市场体系建设，打破地域分割和行业垄断，放开竞争性环节价格。加强行业监管，完善监管体系，使市场在资源配置中起决定性作用和更好发挥政府作用。

——资源利用与生态环境相协调

注重资源开发的可持续性，处理好产业发展与生态环境保护

的关系，加强生产、运输和利用等全产业链生态环境保护，减少环境污染。

第三节 发展目标

一、规划期限及范围

(一) 规划期限

近期：2021年～2025年；

远期：2026年～2035年。

(二) 规划范围

本规划范围为文山州行政辖区文山市、砚山县、富宁县、广南县、丘北县、西畴县、马关县、麻栗坡县。

二、近期目标

“十四五”期间，加快推进与广西 LNG 气源及管网基础设施的合作，以“缅气、桂气”入文为突破，充分发挥内通外联的区域优势，依托文山—砚山天然气支线管道、大黑山—马塘天然气支线管道和广西 LNG 外输管道复线（百色—文山）及云南省南环线等四大天然气管网资源，多渠道引进气源形成二源（缅气、桂气）合一、加强州域能源互联互通格局，实现全州所有县市、重点产业园及重点乡镇通天然气。到 2025 年，全州气化人口达 106.9 万人，城镇居民气化率达 40%，居民综合气化率达 28%。全州天然气消费量达 8.58 亿立方米/年，其中，城市天然气消费量达到 0.67 亿立方米/年，工业天然气消费量达到 6.28 亿立方米/年，汽车用气达 1.2 亿立方米/年，天然气在一次能源消费结构中的占比达到

4.2%。力争新建成天然气输气管道达 677 公里，建成 2 个 LNG 应急储备项目，保障文山州三个铝产业园区用气。实现天然气（包括管道天然气和 LNG）“县县通”目标。

三、远期目标

大力推进云南省东干线的实施，成功引进“川气”、昭通页岩气等天然气资源，形成三源合一，多气源互补格局，进一步实施互联互通重要通道及支线的布局，加强文山州战略保供措施，提高天然气利用率。展望 2035 年，全州气化人口达 256.7 万人，城镇居民气化率达 80%，居民综合气化率达 60%；全州天然气消费量达 15.22 亿立方米/年，其中，城市天然气消费量达到 2.3 亿立方米/年，工业天然气消费量达到 10.34 亿立方米/年，汽车用气达到 1.8 亿立方米/年，天然气在一次能源消费结构中的占比达到 6.1%。力争新建成天然气输气管道达 191 公里，推广分布式能源利用，完善 LNG 应急储备指标，推进管网和天然气站场智能化、信息化，推动中越天然气战略合作。实现与省内外互联互通，全面提升全州天然气保障能力。全面实现天然气管道“县县通”和“气化文山”战略目标。

第四节 发展方针

结合云南省能源局提出构建云南三大天然气能源通道，加强引进广西、四川的天然气资源，形成以中缅管道、云南省东干线、南环线以及“桂气入滇”干线为框架的多气源能源通道，加速构建全省天然气一张网的格局。发展“三千十支”形成北接宜宾、

昭通；西联红河、普洱；南通越南河江、老街；东连广西百色的天然气能源供应格局。努力把文山州打造成为云南省东南部天然气交汇枢纽。

第四章 气源与供需分析

第一节 气源供应分析

云南省油气资源有常规的石油、天然气和非常规的页岩气、煤层气和油页岩等五种油气资源类型。常规油气勘探自 1957 年以来，经过六十余载，不间断的、数代石油人的艰苦努力，已完成全省 1:20 万地面地质调查及大量重力、电法、磁法勘探，累计实施二维地震勘探大于 1.1 万千米，三维地震 155 平方千米，钻探各类井 150 多口，投资规模超过上百亿元。勘探工作主要集中在楚雄盆地北部、南盘江坳陷、思茅—兰坪盆地思茅坳陷、景谷盆地、陆良盆地、保山盆地、曲靖盆地、杨林盆地等区域。通过勘查在景谷、保山、陆良、曲靖先后建成 4 个小型油、气田，探明和控制石油地质储量 68.5 万吨，其中，探明石油地质储量 41 万吨（可采石油储量 12.4 万吨），控制石油储量 27.5 万吨；探明天然气地质储量 22.76 亿立方米，可采天然气储量 15.95 亿立方米。经过数年来的开采，石油、天然气储量几近枯竭。油、气田基本处于停产状态。

一、常规气源

（一）中缅管道天然气

中缅油气管道是继中亚油气管道、中俄原油管道、海上通道之后的第四大能源进口通道，中缅天然气管道投资额为 10.4 亿美元。

中缅天然气管道起于缅甸皎漂，途经四省邦，经南坎进入我

国瑞丽，管径1016mm，长度793公里，设计压力10MPa，年设计输量120亿立方米。管道于2010年6月开始建设，2013年5月底完工并具备投产条件，7月15日开始试运行。

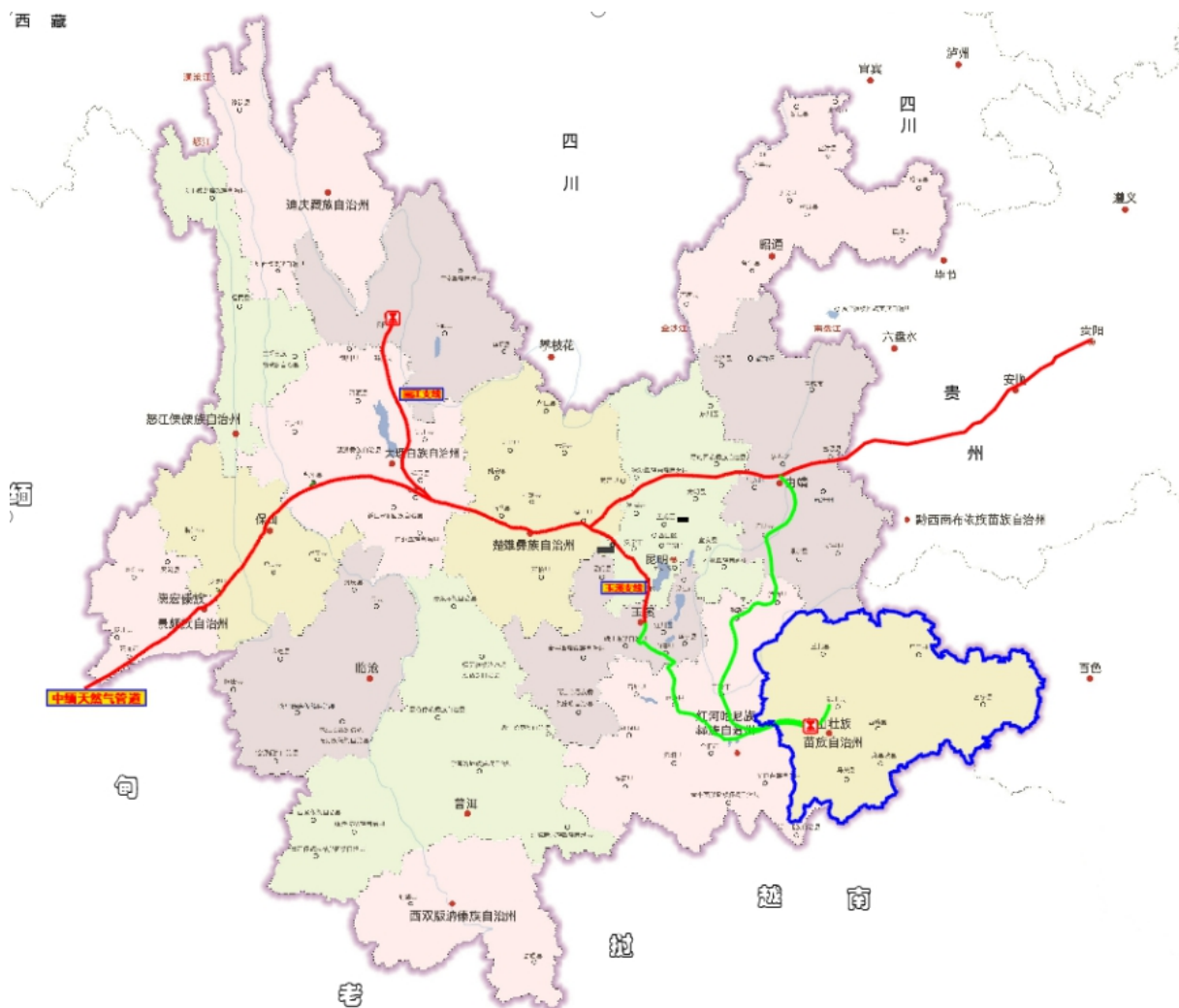


图 4-1 中缅天然气管道走向示意图

目前中缅天然气管道在瑞丽的入境气量近期为50亿立方米/年，远期为120亿立方米/年。随着楚雄—攀枝花—凉山支线的打通，预计每年将分流15亿立方米，初步预计缅气在2023年面临气量紧张。

(二) 中亚天然气（中贵线）

中贵线是连接西气东输、川渝管网、中缅天然气等管道的重

要工程，对保障我国天然气供应安全意义重大。中贵线起于宁夏中卫，终于贵阳末站，途经44个县市区，全长1898.37公里。管道设计压力为10MPa，管径为1016mm，总投资240.2亿元。

2011年3月15日，中贵线干线工程开工建设，2012年7月开始陆续试运行。实现了中亚和缅甸天然气的南北互通，联网里程达到4万公里，初步实现天然气在全国范围统一调度与配置，1.2亿人受益。从2013年开始，中卫—贵阳联络线的天然气已注入中缅天然气管道，注入气量为60~70亿立方米/年，可作为中缅天然气管道的补充气源。

（三）广西 LNG 海气

广西目前有2座LNG接收站，分别是国家管网广西北海LNG接收站和国家管网广西防城港LNG接收站。

北海LNG接收站于2013年7月开工建设，2016年3月开始试运营，LNG接收能力为600万吨/年，远期可达1000万吨/年。

防城港LNG接收站，2016年4月开工建设，2019年1月正式投产运营。设计年周转60万吨，包含3万立方米LNG全容罐2座、10个槽车装车位。

以广西为中心，广西LNG双雄，辐射粤、湘、滇、黔四省，承担着西南地区清洁能源的保障供应任务。

广西液化天然气（LNG）三期扩建项目位于广西壮族自治区北海市北部湾港铁山港西港区啄罗作业区内。建设内容包括码头工程、接收站工程两部分。工程接入现有外输管道，并根据需要新建配套建设外输管道。利用北海铁山西港区预留LNG第二泊位

建设1个26.6万立方米LNG船的LNG泊位。新增设计能力600万吨/年,选用节能型的再冷凝工艺,接收站工程规划建设8座LNG储罐,先期建设4座工作容积为22万立方米的全容式预应力混凝土储罐及其他配套设施,预留4座LNG储罐、冷能利用设施用地。



图 4-2 国家管网北海 LNG 码头

目前国家管网公司正在推进“桂气入滇”干线项目,项目起自广西百色分输站,止于文山州砚山末站,然后连接云南省南环线向西途经蒙自、普洱、临沧,达到中缅管道保山分输站并与其互联互通。项目初期气源来自广西南百支线,该支线起自南宁首站,止于百色末站,线路长300km,设计压力6.3MPa,设计输量为16.9亿立方米/年。目前管线沿线下载约3亿立方米/年,富裕输气能力可满足文山州近期用气需求。远期通过新建广西LNG外输管道复线(北海—钦州—崇左—百色),在百色末站增压为文山方向供气。

国家管网集团北海LNG接收站2020年供气能力为63亿方，预计2030年外输供气能力达154亿方。国家管网集团广西防城港LNG接收站2020年供气能力为8.4亿方，预计2030年外输供气能力为42亿方。钦州LNG接收站预计2030年外输供气能力达56亿方。2030年合计供气能力达252亿方。根据规划“十四五”至“十五五”期间，海南天然气资源通过琼州海峡汇入广西壮族自治区，可向区外供应的天然气资源量将继续增大，满足向云南大规模供气的资源条件。

二、非常规气源

页岩气是指赋存于富有机质泥页岩及其夹层中，以吸附和游离状态为主要存在方式的非常规天然气，成分以甲烷为主，不含硫，是一种清洁、高效的能源资源和化工原料。目前国内页岩气开发主要采取水力压裂方式改造后才可获取供工业开采的稳定气流。2011年12月31日，页岩气被列为我国第172个独立矿种。

（一）川南页岩气

四川省页岩气资源量约为27.5万亿立方米，占全国页岩气资源的21%；可采资源量约为4.42万亿立方米，占全国页岩气可开采量的18%，资源量和可采资源量均居全国第一。

中国石油形成的川南3500米以浅页岩气规模有效开发的理论和关键技术整体达到了国际领先水平，对全球页岩气行业的高质量发展具有指导作用。

为全面贯彻落实习近平总书记“大力提升勘探开发力度，保障我国能源安全”重要批示精神，按照中国石油集团公司加快天然

气业务发展战略部署，到 2025 年天然气产量达到 550 亿方，2030 年天然气产量达 800 亿方。西南油气田 2021-2030 产量方案表：

表 4-1 西南油气田 2021-2030 年产量方案表（单位：亿方）

领 域	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年
常规气	230	240	250	260	280	400
页岩气	120	150	190	230	270	400
产量合计	350	390	440	490	550	800

根据产销平衡富裕气外输，2021~2030 年川渝富余气年均外输需求为 70~363 亿方。

表 4-2 川渝地区天然气产销平衡表（单位：亿方）

项 目	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年
供应量	350	390	440	490	550	800
销量	280	297	312	337	357	437
外输需求	70	93	128	153	193	363

综上所述，川渝地区天然气外输能力较大，可以具备给云南大规模输气的条件。

（二）昭通页岩气

云南省页岩气总资源量为 24.74 万亿立方米，从层段来看，其中筇竹寺组为 9.13 万亿立方米，龙马溪组为 3.56 万亿立方米，玉龙寺组为 0.63 万亿立方米，上三叠统为 11.41 万亿立方米，从地区来看，其中滇东地区为 6.61 万亿立方米，滇中地区 5.42 万亿立方米，滇西地区为 7.66 万亿立方米，滇东北地区资源储量达到 5.05 万亿立方米。目前云南省页岩气开采主要集中在昭通地区。

昭通页岩气示范区为滇黔贵昭通国家级页岩气示范区。勘查矿权分布于云南、贵州、四川三省多个市、县，包括四川泸州市、

宜宾市，云南昭通市下辖的威信、盐津、彝良、镇雄、大关以及贵州毕节市下辖的威宁、赫章。示范区总面积 1.19 万平方公里。

昭通市境内的页岩气资源的探矿权主要由中石油西南油气田、浙江油田负责开发，其中西南油气田分公司面积 1332 平方公里，浙江油田分公司区块面积 6640 平方公里。另外据中国地质调查局成都调查中心资料显示，昭通境内永善一大关还有大量页岩气勘探空白区块，面积约 5000 平方公里，初步评价页岩气资源 1 万亿立方米左右，具有较高的资源潜力和勘探开发价值。



图 4-3 昭通页岩气示范区

根据《昭通页岩气勘探开发利用规划研究》页岩气产能稳产至 2030 年，彝良—威信区块、水富—盐津区块、永善—大关区块 3 大区块产能预测详见表 4-3。

表 4-3 昭通页岩气产能预测表 (单位: 亿立方米)

序号	区块	2019 年	2020 年	2021 年	2025 年	2030 年
1	彝良—威信	0.9	1.5	5	10	10
2	水富—盐津	1.1	3.5	6	25	25
3	永善—大关	0	0	2	5	5
合计		2.0	5.0	13.0	40.0	40.0

三、气源价格分析

(一) 缅气资源及供气价格分析

目前云南省发改委物价局核定的全省管道天然气工业销售价格不超过 2.59 元/方。2017-2020 年省内管道天然气采购均价约 1.8 元/方 (夏季为 1.59 元/方, 冬季往年有 45% 浮动)。因红河、文山支线尚未正式投运, 管输费和终端配气费目前没有明确的标准。若采取临时价格策略, 按照 2015 年云南省下发的《关于云南省管道天然气临时销售价格有关事宜的通知》以及 2017 年《关于降低非居民用天然气基准门站价格文件的通知》, 已明确临时管输费为 0.35 元/方, 终端配气费为 0.63 元/方, 据此初步测算文山州全年终端供气均价为 3.13 元/方。若按省发改委对昆明市东、西两条支线核算方式, 红河支线、文山支线管输费分别是 0.22 元/方和 0.184 元/方, 终端配气费为 0.63 元/方测算, 全年终端供气均价为 2.83 元/方。在此基础上, 如果考虑大工业用户直供, 不计入配气管网, 可避免部分终端配气费, 综合折算在 2.7 元/方以上。

(二) 广西 LNG 资源及供气价格分析

2020 年, 广西北海 LNG 接收站供气能力 63 亿方, 防城港 LNG 接收站供气能力 8.4 亿方, 中海油油田气 1 亿方, 共计 72.4

亿方，规划中的钦州 LNG 接收站供气能力 56 亿方。能充足供应文山，乃至云南省天然气南环线沿线、以及对越北部地区的市场需求。

据不完全统计，2020 年海气 LNG 价格 6 月处于价格低位，平均价格 2500 元/吨，折合天然气 1.72 元/方，12 月处于价格高位，平均价格 6500 元/吨，折合天然气 4.48 元/方，全年 LNG 均价为 3430 元/吨，折合天然气 2.37 元/方。若按管道输送，管输费为 0.7 元/方，终端配气费采用临时价格 0.63 元/方，海气入文全年终端供气均价为 3.7 元/方；若采取槽车输送，加上运输费用及终端配气费，文山州全年终端供气均价为 3.8 元/方。在此基础上，如果考虑大工业用户直供，减免部分终端配气费，综合折算约在 2.7~3.0 元/方。但 LNG 资源受气源和国际环境形势影响，价格波动区间较大、不易控制。

（三）川气资源量及供气价格分析

根据《四川省发展和改革委员会关于做好天然气行业增值税税率调整相应调整天然气价格工作有关事项的通知》（川发改价格〔2019〕157 号），四川省现行天然气基准门站价为 1.53 元/方，目前四川省产供储销天然气余量约为 1 亿方，“十四五”末期，随着各气田扩大产能规模，预计剩余量为 193 亿方以上，2030 年达 363 亿方以上。从四川宜宾至文山规划的天然气管道全长约 700 公里，为现有红河、文山支线的 3 倍，管输费将远高于红河、文山支线，同时因该管道为远期规划，相关政策变动大，若按现行管道输送政策，预测管输费为 0.5 元/方，终端配气费采用临时

价格 0.63 元/方，川气入文全年终端供气均价为 2.66 元/方。在此基础上，如果考虑大工业用户直供，减免部分终端配气费，综合折算约在 2.1~2.5 元/方。

(四) 价格承受能力分析

天然气用户的可承受价格主要取决于两个因素：用户的购买能力和天然气的替代能力。用户的购买能力与用户的财务状况和后续产品市场及价格有关，而天然气的替代能力主要与竞争性能源有关。鉴于本规划工业用气量市场占比较大，所以选取工业燃料领域进行测算。测算的基本方法之一是用天然气替代能源的当前价格和替代成本；基本方法之二是根据产品的燃料成本确定用户的购买能力。推算出天然气用户可承受气价。

目标市场各用户能源利用类型主要有煤炭、石油制品、电能等。工业用户能源利用价格承受能力分析，详见下表：

表 4-4 各种工业燃料与天然气对比

序号	能源类型	能源价格	热值	折合天然气价格 (元/立方米)
1	煤炭	550~880 元/t	25.2MJ/kg	0.74~1.18
2	0#柴油	7500~7900 元/t	42.7MJ/kg	5.97~6.29
3	液化石油气	10.5~12.5 元/kg	46MJ/kg	7.76~9.23
4	电能	0.58~0.7 元/kWh	3.6MJ/kWh	5.47~6.61

由上表可以看出，除煤炭作为燃料的工业企业外，工业企业对天然气的价格承受能力最低可达到 5.47 元/Nm³。可顺利实现以石油制品、煤制气和电能等作为燃料的工业企业天然气改造，而由于煤炭价格相对于天然气具有价格优势，以煤作为燃料的工业企业的煤改气工作有一定难度，但是随着节能减排的政策力度

加大，煤改气将是一种趋势。

四、气源选择

(一) 近期气源

1. 大黑山—马塘天然气支线管道

大黑山—马塘天然气支线管道项目主体工程已完工，项目总投资约 1.5 亿元，起于文山市薄竹镇大黑山，止于马塘工业园区，全长 44km，是文山州建成的首条天然气长输管道。该天然气管道是中缅天然气管道红河支线的下游管道，项目业主为云南中石油慧能能源有限公司。管道规格为 D273.1mm，设计压力 6.3MPa，全线设置阀室 2 座，末站 1 座，年设计输气量 2.59 亿立方米。

由于该输气管道上游段暂未联通，大黑山—马塘段预计 2022 年底实现通气，该管道配套的城市门站、12 公里文山城区入城管道正在建设当中，届时将保障马塘工业园区 160 万吨氧化铝及 50 万吨电解铝项目用气，同时将向文山市输送天然气，将有力提升文山天然气供应保障能力。

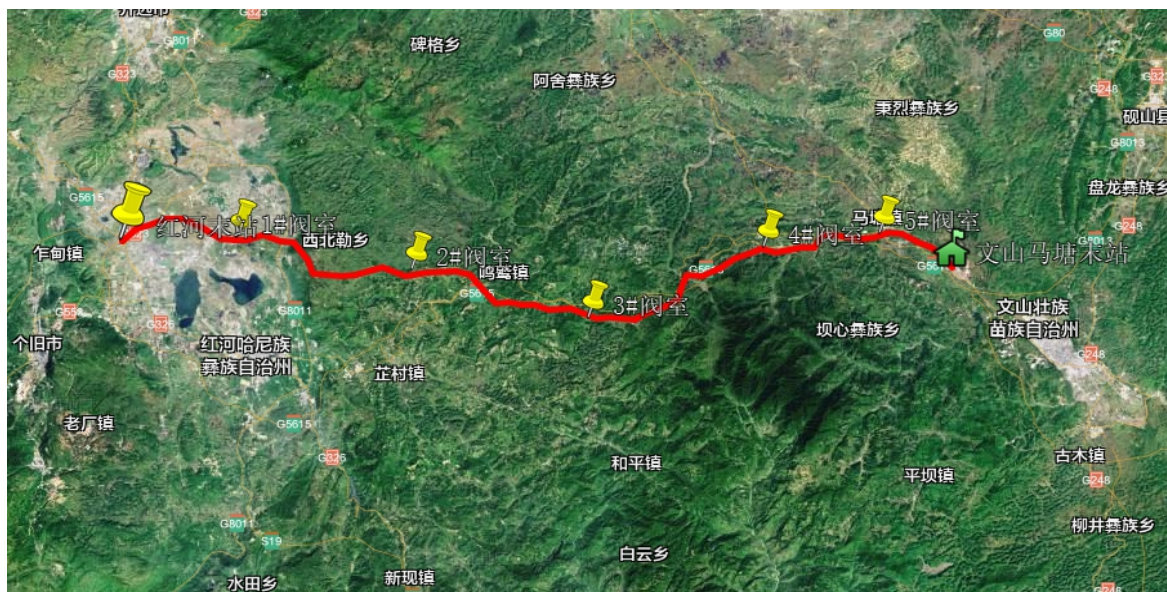


图 4-4 大黑山—马塘天然气支线管道走向示意图

2.文山—砚山天然气支线管道

文山—砚山天然气支线管道工程项目为云南省“十三五”能源发展规划重点项目，气源来自中缅天然气管道，自开远—蒙自支线接气，负责给文山、砚山及周边县（市）供气。管道全长约88km，管径 D406.4mm，设计压力 6.3MPa，设计输气量 2.55 亿立方米/年，最大输气量 6.71 亿立方米/年。管道起点为开远—蒙自天然气支线管道 2# 阀室下游 11.24km 处（接气点），终点为砚山末站，途经文山市德厚镇、马塘镇、东山彝族乡，砚山县盘龙彝族乡、砚山县江那镇，设 2 座站场，并设 4 座线路截断阀室。计划于 2022 年底建成通气。届时砚山城区及砚山绿色铝创新产业园区将用上管道天然气，也为文山市及周边县域提供天然气气源。

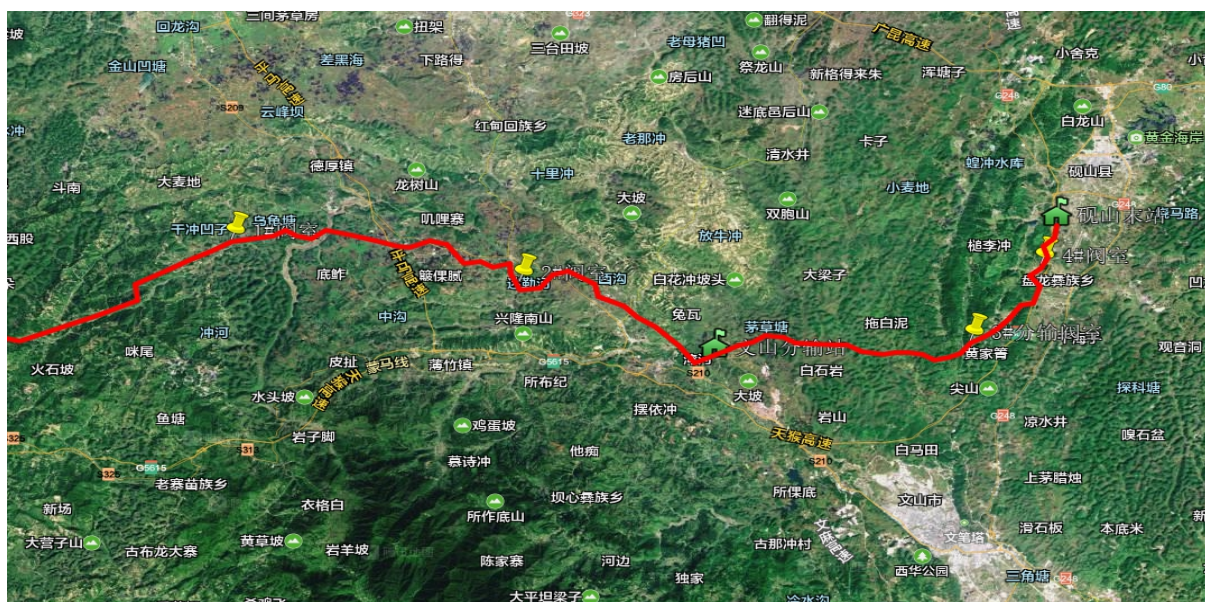


图 4-5 文山—砚山天然气支线管道走向示意图

3.广西 LNG 外输管道复线（百色—文山）

根据《北海 LNG 接收站专项调研推进会会议纪要》（国能综纪油气〔2018〕55 号）文件中关于“加强省际天然气管道互

联互通，提升沿线居民生活水平以及提出的广西—云南（文山）省际天然气管道建设方案”的要求：一是建设广西—云南（文山）省际天然气管道可有效地缓解云南省文山州的天然气供需矛盾，促进文山州新型冶金化工和新材料产业快速的发展；二是切实推进天然气供销体系建设，充分发挥北海 LNG 接收站的战略定位及应发挥的作用，尤其在调峰、储气上的优势；三是为管道沿线不具备集中建设天然气储气设施的区域提供集约化储气服务，并为消除天然气基础设施输送瓶颈提供有力的保障。

根据《广西 LNG 外输管道复线（百色—文山）工程—可行性研究报告 0 版》，该项目管线全长约 338 千米，文山州境内长约 252 千米，管径 508mm，压力 10MPa。该项目新建 3 座站场（国网富宁分输站、国网广南分输站、国网砚山分输站），改扩建 1 座站场（百色末站）。管线途经广西壮族自治区百色市右江区，云南省文山州富宁县、广南县、砚山县。项目计划 2024 年建成，目前正在开展项目前期工作。百色—文山管道主要满足文山州用气需求，富裕量还可以外输云南省内其他市、州，管道设计输量为 10 亿立方米/年。后期复线工程建成后，通过对百色站进行增压，该管道最大输气能力将达到 20 亿立方米/年。

4.LNG 液化天然气

天然气通过净化处理及制冷工艺，使气态天然气深冷液化。液化天然气无色、无味、无毒且无腐蚀性，其体积约为同量气态天然气体积的 1/600，液化天然气的重量仅为同体积水的 45%左右。其制造过程是先将气田生产的天然气净化处理，经一连串超

低温液化后通过 LNG 槽车运输到用户端。易于储存和运输，运输效率比 CNG 高 3 倍以上。可作为管道天然气到达城市前的过渡期气源，也可以作为城市应急调峰气源。

LNG 采购来源比较丰富，有国产气也有进口气。天然气在气源地经深冷处理后变成 LNG，通过槽车或轮船进行运输。目前国内 LNG 液化工厂和接收站较多，分布较广，详见下表。

表 4-5 中国 LNG 主要产地分布表

序号	企业简称	地点	规模 (万立方米/天)	备注
1	中海油横琴	珠海横琴	50	2008年启用
2	海南海燃	海南福山	25	2005年启用
3	新疆广汇	新疆鄯善	150	2004年启用
4	宁夏清洁能源	宁夏西宁	60	2009年启用
5	星星能源	内蒙鄂尔多斯	100	2009年启用
6	山西港华	山西晋城	50	2009年启用
7	沁水顺泰	山西晋城	50	2009年启用
8	达州汇鑫	四川达州	100	2009年启用
9	云投新奥	云南曲靖	17.5	2014年启用
10	寻甸先锋	云南昆明	55	2013年启用

表 4-6 中国 LNG 主要接收站分布表

序号	企业简称	地点	规模(万吨/年)	备注
1	中石化	广西北海	300	2016年启用
2	中海油	广西防城港	60	2019年启用
3	中海油	深圳大鹏湾	370	2007年启用

(二) 远期气源

根据《云南省油气基础设施“十四五”规划》，拟规划建设云南省东干线（宜宾—昭通—文山）天然气管道，形成川气入滇大通道，与中缅管道和南环线形成环网。云南省东干线（宜宾—昭通—曲靖—文山）天然气管道起点位于四川宜宾首站，终点位于云南省文山州砚山分输站，管道全长约 700km，管道设计压力

10MPa，管径 D813mm，设计输量 100 亿立方米/年，全线新建站场 8 座，改扩建站场 2 座，新建阀室 30 座。

云南省东干线将四川宜宾、云南昭通等地丰富的页岩气资源输送到云南南部，与云南省南环线、中缅管道形成环网。

(三) 气源确定

1. 近远期气源选定

根据长输管道建设进度及各县市管道建设布局，确定文山州 8 个县市气源规划：

表 4-7 各县市气源确定

行政区划	近期气源(2021-2025)	远期气源 (2026-2030)	远期气源 (2031-2035)
文山市	LNG+缅气+桂气	LNG+缅气、桂气	LNG+缅气、桂气、川气
砚山县	LNG+缅气+桂气	LNG+缅气、桂气	
富宁县	LNG+桂气	LNG+桂气	
广南县	LNG+桂气	LNG+桂气	
丘北县	LNG+桂气	LNG+桂气	
西畴县	LNG+缅气+桂气	LNG+缅气、桂气	
马关县	LNG+缅气+桂气	LNG+缅气、桂气	
麻栗坡县	LNG+缅气+桂气	LNG+缅气、桂气	

近期，文山和砚山两地将率先进入管道天然气时代，预计文山市、砚山县在 2022 年底开始使用缅气。对于“桂气入滇”干线沿线县城，待 2024 年主干线建成后陆续通气，预计富宁和广南两地将先后进入管道气时代，后续西畴、马关、麻栗坡也将在“十四五”末期进入管道气时代。

远期待云南省东干线建成后，预计 2030 年底文山州将进入“三气源”时代，同时以 LNG 作为应急调峰辅助气源。

对于管道沿线及周边重点乡镇，原则上选择管道气源，对于州域内其他偏远且不便于发展管道天然气的乡镇，则选择 LNG

供气。

第二节 市场需求预测

一、供气预测范围

（一）供气原则

天然气是一种优质燃料，它具有方便、卫生、节约的优点。为了充分发挥天然气的使用效能，在使用上应力求经济合理。云南省文山州天然气用户类型主要有：居民生活用气、公共事业及商业用气、燃气汽车用气、工业企业用气等。

目标市场供气原则如下：

1.以人为本（提高居民生活质量）、环保优先、经济效益优先、节约和合理利用能源、保证对居民用户稳定供气的原则。充分考虑引入天然气对文山州优化能源结构、促进经济发展、提高城镇人民生活水平和减少环境污染的积极作用。

2.积极发展居民用户、公建商业用户以及有一定经济承受能力的工业用户、汽车用户。

3.对使用燃煤、燃油锅炉的商业用户和绿色水电铝配套产业的工业用户，出台相关政策，推行煤改气或油改气。

4.从提高环境质量和经济效益出发，积极开拓新的天然气应用市场，坚持可持续发展的战略，寻求新的经济增长点。

（二）供气对象

用气类型包括：居民用户、公建及商业用户、工业用户、燃气汽车用户。

(三) 供气范围

本规划市场范围为文山州文山市、砚山县、富宁县、广南县、丘北县、西畴县、马关县、麻栗坡县。

二、市场预测方法

用气量预测是编制天然气利用规划的基础工作和重要内容，是合理确定气源、管网压力级制，系统布局的基本依据，预测要准确并符合地区天然气市场发展特点，其主要内容包括调查现状和历史资料、甄别收集的资料数据、分析基础数据的内在联系，选择合理的预测方法。目前常用的预测方法有横向比较法（类比法）、弹性系数法、回归分析法和增长率法四种方法。

(一) 横向比较法（类比法）

借鉴或参考同等规模城市或地区，根据城市或地区的某阶段燃气负荷单位指标和发展情况来预测目标市场燃气负荷的方法，采用各类用户实际用气量，确定合适的用气指标。

(二) 弹性化系数法

对燃气负荷在非突变的变化趋势条件下进行预测的方法，是在对一个因素发展变化预测的基础上，通过弹性系数对另一个因素的发展变化做出预测的一种间接、类推的预测方法，弹性系数法在能源方面应用较广，常用的是能源需求相对于国民生产总值（GDP）的弹性系数。

(三) 回归分析法

对影响燃气负荷的各因素应用回归分析方法判别主要因素，建立燃气负荷与主要因素之间的数学表达式，并利用该表达式来

进行燃气负荷预测的方法。

(四) 增长率法

通过预测燃气负荷增长率来预测燃气负荷的方法，根据地区历年的燃气负荷数据计算出年增长率。以历年燃气负荷增长率为基础结合城市总体规划、产业结构布局、经济发展水平，合理预测未来燃气负荷年增长率，进一步预测燃气负荷。

弹性系数法、回归分析法和增长率法这 3 种方法一般需要规划区域至少 5 年以上的燃气负荷历史数据。因此不适用于燃气事业刚起步的城市或地区，而横向比较法则不受此限制。

文山州天然气利用刚刚起步，因此本规划居民、商业及燃气汽车用户用气量预测方法采用横向比较法，根据已使用天然气的地区或城市各类用户用气量指标作为本规划用气量定额。针对工业用户，对于三个水电铝园区采用工业项目预测法（产能指标换算）分别按低中高三个方案进行预测，同时对远期天然气需求辅以增长率法预测，对于其他工业园区采用单位工业用地需求量分析法进行预测。

三、各类用户用气定额标准

(一) 居民生活用气标准

现阶段整个文山州管道天然气项目还处在发展起步阶段，因此居民管道用气的市场发展空间很大。

居民耗热定额是确定居民用气量的一个重要基础数据，决定了城镇燃气居民用气量计算及预测的准确性和可靠性。

影响居民生活用气定额的因素很多，主要有居民的生活习

惯，住宅内用气设施情况，公共生活服务网（食堂、熟食店、饮食店、浴室等）的发展程度、热水供应情况、气价的高低等。由于居民生活用气定额的影响因素较多，因此各个城市的居民耗热定额都是不同的。

1. 城镇居民耗气量指标

从长远出发，随着城市的发展，居民生活水平有一定的提高，燃气的用途也会进一步扩展，因而燃气的用量会随之增加。参考文山周边红河、昭通、曲靖等地居民用气情况，并结合文山州居民能源消费习惯，考虑到文山州水电资源丰富，确定居民用户耗热指标： $1500 \sim 2300 \text{MJ}/\text{人} \cdot \text{a}$ ，折合天然气耗气指标 $44.1 \sim 67.6 \text{Nm}^3/\text{人} \cdot \text{a}$ ，文山州近远期城镇居民耗热指标如下：

表 4-8 城镇居民用户耗气量指标一览表

时间	人均耗热指标 (MJ/a)
2021 年—2025 年	1500
2026 年—2030 年	1800
2030 年—2035 年	2300

2. 乡村居民耗热指标

根据《云南省农村燃气工程“十三五”专项规划》，需加大农村用气实施建设。参照昭通地区农村居民耗气量指标并结合文山州实际情况，本规划乡村居民耗热指标按 $1400 \sim 1800 \text{MJ}/\text{人} \cdot \text{a}$ 进行计算，折合天然气耗气指标 $41.17 \sim 52.94 \text{Nm}^3/\text{人} \cdot \text{a}$ 。

表 4-9 乡村居民用户耗气量指标一览表

时间	人均耗热指标 (MJ/a)
2021 年—2025 年	1400
2026 年—2030 年	1600
2030 年—2035 年	1800

(二) 公建及商业用户耗热指标

公建及商业用气指宾馆、饭店、医院、学校及餐饮业等公共建筑用户生产和生活用气，影响公共建筑用户用气量的因素有：城市燃气供应状况，燃气管网布置与公共建筑的分布状况，居民使用公共服务设施的普及程度，设施标准，用气设备的性能、效率、运行管理水平和使用均衡程度、地区气候条件等。常见公共建筑及商业用气量指标详见下表。

表 4-10 公建及商业用户耗热指标

类别	单位		用气量指标
商业建筑	有餐饮	KJ/ (m ² ·d)	502
	无餐饮		335
宾馆、酒店	高级宾馆 (有餐厅)	MJ/ (床·a)	29302
	中级宾馆 (有餐厅)		16744
旅馆、宾馆	有餐厅	MJ/ (床·a)	8372
	无餐厅		3350
餐饮业	MJ/ (座·a)		7955~9211
燃料直燃机	MJ/ (m ² ·a)		991
燃料锅炉	MJ/ (t·a)		25.1
职工食堂	MJ/ (人·a)		1884
医院	MJ/ (床·a)		1931
幼儿园	全托	MJ/ (人·a)	2300
	半托	MJ/ (人·a)	1260
大中专院校	MJ/ (人·a)		2512

(三) 工业生产用气标准

天然气在工业企业中的应用范围主要在冶金、烟草、化工、机械、医药、纺织、食品、陶瓷等行业，其用气量与生产规模、生产班制和工艺特点有关。工业用户需求量的计算方法有 GDP 能耗综合预测法、单位工业产业增加值需求量预测法、单位工业用地需求量分析法、工业用气比例分析法、工业项目预测法等等。

对于文山马塘工业园、砚山绿色铝创新产业园以及富宁绿色水电铝一体化产业园区，依据现状生产基础资料并结合逐年产能增加值测算综合耗气量，并按照低中高三种方案分析预测，最终得出合理的预测数据。根据现场调研马塘工业园文山铝业公司、富宁神火公司、云南宏泰公司以及文山周边的中国铝业广西分公司、广西田东锦鑫化工有限公司、广西华银铝业有限公司、广西信发铝电有限公司、靖西天桂铝业有限公司等公司提供的大量宝贵基础数据进行综合对比分析，最终确定本规划绿色水电铝产业链各工艺生产物料天然气耗气指标，如下表所示：

表 4-11 水电铝产业链工业用户耗气指标

工艺阶段	用气量指标 (立方米/吨)
氧化铝焙烧	85
炭素生产	70
铝型材加工	35
电解铝加热	0.7
再生铝提炼	30

其他园区本次规划采用单位工业用地需求量分析法进行预测，即在现有工业园区规划土地面积数据的基础上，根据园区规划土地资源容量和产业定位，结合项目能耗情况确定单位工业用地面积需求量指标，从而计算工业用户的需求量。根据规划工业用地性质并考虑天然气气化率，参照云南省内同类型城市，单位工业用地耗气量指标按 $0.5\sim 2.0\times 10^4\text{Nm}^3/\text{km}^2\cdot\text{d}$ 区间取值。

(四) 汽车用气量标准

各类汽车的用气指标可根据其公里耗气量进行计算，燃气汽车主要考虑公共汽车、出租汽车、大中型载客汽车以及大中型载

货汽车，一般按城市总体规划确定的汽车数量和气化率，按用气量指标预测用气量。燃气汽车用气量指标见表 4-12。

表 4-12 天然气汽车用气量指标

车辆种类	用气量指标 (立方米/百公里)
出租车	10
大中型载货汽车	55
大中型载客汽车	40

(五) 未预见气量

其他用气需求量为市场发展过程中出现没有预见到的新用户而超出了原计算设计供气量的不可预见量。本规划不可预见量按占总用气量的 5% 计算。

四、各类用户气化率

(一) 居民用户气化率的确定

近期，城市天然气发展重点在于基础设施（管网、场站）建设和市场培育，因此近期气化率水平较低；随着管道天然气逐步通气后，城市天然气将形成突破式的发展，居民用户气化率得到进一步提升。

1. 城镇居民气化率

结合云南省燃气规划确定的目标，以及各市县天然气发展现状，其中文山市及砚山县将率先进入管道气时代，同时“十四五”期间富宁、广南、西畴、马关、麻栗坡县也将进入管道气时期，综合各种因素，确定本规划各县（市）城镇居民气化率如下：

表 4-13 城镇居民用户气化率一览表（%）

序号	行政区划	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
1	文山市	20	25	30	35	40	60	80
2	砚山县	5	10	20	30	40	60	80
3	富宁县	5	10	20	30	40	60	80
4	广南县	5	10	20	30	40	60	80
5	丘北县	5	10	20	30	40	60	80
6	西畴县	5	10	20	30	40	60	80
7	马关县	5	10	20	30	40	60	80
8	麻栗坡县	0	5	10	25	40	60	80

注：麻栗坡县暂未建设 LNG 点供站，预计 2022 年开始建设。

2. 乡镇居民气化率

根据《云南省农村燃气工程“十三五”专项规划》，需加大农村用气实施建设。结合文山州实际情况，确定本规划至 2025 年乡镇天然气气化率达到 20%，至 2030 年乡镇气化率达到 35%，2035 年达到 40%。

表 4-14 乡村居民用户气化率一览表（%）

序号	行政区划	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
1	文山市	0	5	10	15	20	35	40
2	砚山县	0	5	10	15	20	35	40
3	富宁县	0	5	10	15	20	35	40
4	广南县	0	5	10	15	20	35	40
5	丘北县	0	5	10	15	20	35	40
6	西畴县	0	5	10	15	20	35	40
7	马关县	0	5	10	15	20	35	40
8	麻栗坡县	0	0	5	10	20	35	40

（二）公建及商业用户气化率的确定

商业用气量根据不同类型用户的实际燃料消耗量折算或结合表 4-10 确定。公建及商业用户发展程度跟居民用户基本相当，本规划公建及商业用户气化率见下表 4-15 商业用户气化率取值：

表 4-15 公建及商业用户气化率取值 (%)

区域	类别	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
其他县市	学校、医院、酒店	5	10	20	30	40	60	80
麻栗坡县		0	0	10	20	30	60	80

注：餐饮商业用气统一按居民用气量的 10% 考虑。

(三) 工业用户气化率的确定

根据各县（市）工业基础情况并结合管道气开通时序，统一规划至“十四五”末期工业园区气化率按 40~60% 左右考虑，规划至 2030 年，工业园区气化率按 80% 考虑；规划远期（2035 年），园区气化率结合工业用户具体情况，按 95% 考虑。

各县（市）工业园区气化率为下表：

表 4-16 工业园区气化率一览表 (%)

序号	行政区划	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
1	文山市	10	20	30	45	60	80	95
2	砚山县	5	10	20	40	50	80	95
3	富宁县	5	10	20	40	50	80	95
4	广南县	5	10	20	40	50	80	95
5	丘北县	5	10	20	30	40	80	95
6	西畴县	5	10	20	30	40	80	95
7	马关县	5	10	20	30	40	80	95
8	麻栗坡县	0	5	15	25	40	80	95

注：三个铝产业园区根据园区产能规划投产年限测算用气量，不额外考虑气化率。

(四) 燃气汽车气化率的确定

1. CNG 汽车

云南省政府倾向于用富余电力进行电解制氢与氢能源应用，并推出《新能源汽车推广应用工作方案》，要求公务车、执法执勤用车、新增更新市政工程车、公交、旅游客车、出租车、城市

配送车辆电动化；给予充电桩建设补贴；实行充电车免限行、免停放费的政策。并要求各州市政府相关部门细化出台相关政策，现昆明市出租汽车管理局已明确发文要求，自 2019 年 7 月 1 日后到期报废更新的巡游出租车必须 100%使用纯电动新能源汽车。

目前文山州仅文山市、广南县及丘北县建设了 L-CNG 加气站，有部分 CNG 出租车在用，结合十四五规划以及习近平主席要求的 2030 年碳达峰以及 2060 年碳中和目标，本规划不再考虑新增 CNG 车辆（包括出租车、城市公交、环卫车、私家车等），保持现有 CNG 车辆不变，后期新增车辆考虑新能源电车以及氢能汽车。

2. LNG 汽车

目前文山州 LNG 汽车市场普遍偏低，仅有广南、文山（在建）两县市有 LNG 加气站，文山州 LNG 汽车暂属空白，后期需要政策扶持和培育引导。本规划按到 2035 年大中型载客汽车和重型载货汽车市场占有率分别按 30%和 35%考虑。

表 4-17 汽车气化率一览表（%）

区域	分类	车辆类别	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
文山、广南	LNG 车辆	大中型载客汽车	5	10	15	20	25	30	30
其他县			0	5	10	15	20	25	30
文山、广南		重型载货汽车	5	15	20	25	30	35	35
其他县			0	5	15	20	25	30	35

五、市场需求预测

（一）文山州各县（市）天然气需求总量预测

结合市场调研基础数据，通过分析计算，预测文山州天然气需求如下：

表 4-18 文山州各县、市天然气需求量预测表（万立方米/年）

行政区划	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
文山市	6939.71	11053.75	19903.34	22615.00	28198.07	37139.10	47194.47
砚山县	829.50	6078.41	9271.97	15377.23	23396.67	31695.40	39653.31
富宁县	56.91	748.66	2243.15	8287.73	17797.00	23783.16	29569.42
广南县	338.31	964.23	1850.57	5325.33	6846.78	10638.31	13890.15
丘北县	361.56	972.16	1851.74	2716.37	3595.38	6033.46	8137.27
西畴县	63.43	320.51	660.88	993.25	1331.65	2262.46	3083.99
马关县	194.31	740.90	1521.19	2282.44	3053.90	5233.43	6946.72
麻栗坡县	0.00	266.83	676.82	1101.78	1626.35	2751.09	3738.06
总计	8783.72	21145.46	37979.67	58699.12	85845.80	119536.41	152213.38

预计到 2025 年，全州天然气消费总量达 8.58 亿立方米，折合为 104.24 万吨标煤；到 2030 年全州天然气消费总量达 11.95 亿立方米，折合为 145.2 万吨标煤；到 2035 年全州天然气消费总量预计达到 15.22 亿立方米，折合为 184.83 万吨标煤。

（二）文山州分类别用户天然气需求预测

表 4-19 文山州各类用户年天然气需求量预测表（万立方米/年）

类别		2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
居民用户	用气量	575.6	1333.8	2361.0	3449.3	4616.5	9571.5	16515.7
	比例	6.6%	6.31%	6.2%	5.9%	5.4%	8.0%	10.9%
商业用户	用气量	240.5	506.3	1025.0	1572.6	2155.6	4088.1	6553.7
	比例	2.7%	2.3%	2.70%	2.7%	2.5%	3.4%	4.3%
工业用户	用气量	6462.5	14745.3	26247.1	41558.7	62813.0	85452.9	103460.2
	比例	73.6%	69.73%	69.1%	70.8%	73.2%	71.5%	68.0%
汽车用户	用气量	1065.9	3502.5	6447.4	9183.6	11968.5	14447.2	18073.2
	比例	12.1%	16.5%	16.9%	15.7%	13.9%	12.1%	11.9%
不可预见	用气量	439.2	1057.2	1898.9	2935.0	4292.3	5976.8	7610.7
	比例	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
合计	用气量	8783.7	21145.4	37979.6	58699.1	85845.8	119536.4	152213.4

预计到 2025 年，全州居民用户天然气消费量达 0.46 亿立方米，公建及商业用户天然气消费量达 0.22 亿立方米，工业用户天然气消费量达 6.28 亿立方米，汽车用户天然气消费量达 1.2 亿立方米，工业用户占比达到 73.2%。

到 2035 年，全州居民用户天然气消费量达 1.65 亿立方米，公建及商业用户天然气消费量达 0.66 亿立方米，工业用户天然气消费量达 10.34 亿立方米，汽车用户天然气消费量达 1.8 亿立方米，工业用户占比达到 68%。

第三节 供需平衡分析

一、文山州气量供需平衡量详见下表

表 4-20 天然气供需平衡表 (单位: 亿立方米/年)

类别	2025 年	2035 年
供应量	16.1	116.1
需求量	8.6	15.2
供需平衡	7.5 (余)	100.9 (余)

二、供需分析结论

根据供需分析，预测 2025 年全州天然气表观消费量达 8.58 亿立方米。规划至“十四五”末期，随着大黑山—马塘支线、文山—砚山支线、“桂气入滇”干线及云南省南环线四大气源管道的贯通，文山州天然气供应量大幅增加，增至 16.1 亿立方米/年（其中大黑山—马塘支线 2.59 亿立方米，文山—砚山支线 2.55 亿立方米，“桂气入滇”干线 10 亿立方米，南环线近期考虑为外输通道），供应量大于市场需求量，有助于文山州开拓天然气新市场，应对天然气不可预见增量的保障。

预测到 2035 年全州天然气表观消费量达 15.22 亿立方米。同时随着云南省东干线的建成，文山州成为云南三大天然气干线的交汇枢纽，供应量成倍增加至 116.1 亿立方米/年（新增云南省东干线 100 亿立方米），供应量远大于全州市场需求量，文山州成为全省天然气转运外输枢纽。

三、文山州天然气能耗指标

表 4-21 文山州天然气消费量折算标准煤指标

项目	单位	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
消费量	亿立方米	0.88	2.11	3.80	5.78	8.58	11.95	15.22
标准煤	万吨标煤	10.67	25.68	46.12	70.17	104.24	145.15	184.83

第五章 布局规划

第一节 总体方案

按照合理、清晰、高效的布局原则，着力构建区域互联互通、定位清晰、空间高效利用、协调发展的“三千、十支”空间布局。

“十四五”时期，借助“缅气入文”的契机，发展“文砚平”城镇群及周边县市管道天然气网络。大力推进国家管网“桂气入滇”、云南省南环线等骨干网络建设，同时协同发展富宁支线、广南支线、砚山联络线、文山—西畴—麻栗坡—天保支线、文山—马关支线、平远支线等网络建设，适时推进启动东干线文山州段的前期工作及建设。力争到“十四五”末，建成文山州天然气双气源骨架网络，基本实现天然气（含LNG供气）“县县通”目标。

力争到2030年底前建成川气（昭通页岩气）入滇大通道（宜宾—昭通—丘北—文山），进一步推进文山州互联互通管网和应急保供设施的建设，进一步提高天然气的利用率，保障天然气管道本质安全。实现全州所有县（市）管道天然气“县县通”，实现“气化文山”战略。

到2035年，进一步完善州内外天然气管网互联互通，实现全州一张网，加强应急战略储备体系建设。实现管网及站场智能化、信息化。

第二节 天然气管网规划

一、“三千”布局

（一）“十四五”期间规划

一是在“缅气入文”的基础上，加快建设广西 LNG 外输管道复线（百色—文山），干线长度为 252km（文山州内段），规划管径为 D508mm，管道设计压力为 10MPa，设计年输量 10 亿立方米。该管道作为国家管网公司重点规划项目，目前该项目可研报告已通过国家管网公司的终审，计划在 2024 年底建成通气。该管道的建成通气，为文山州提供充足的气源，标志着文山成为双气源保障城市。二是积极推进云南省南环线（文山—蒙自—普洱）州内段的建设，管道州内长度 90km，规划管径 D813mm，管道设计压力 10MPa，设计年输量 100 亿立方米，建成后将作为中缅管道备用通道为滇南各州市供气，实现“市州通”。三是启动云南省东干线文山段的前期工作，立足长远，为“十五五”末期云南省东干线全线建成奠定基础。

（二）远期（2026-2035 年）

国家管网公司将重点建设云南省东干线（宜宾—昭通—曲靖—文山）天然气管道，引入川南页岩气，输送昭通页岩气、曲靖煤层气，该管道规划管径为 813mm，设计压力 10MPa，设计年输量 100 亿立方米。届时，文山将形成缅气、桂气、川气三大气源汇集的输送格局，文山州将成为云南省东南部天然气能源交汇枢纽。

二、“十支”布局

为适应文山州经济社会发展、新型城镇化建设、产业结构升级、基础设施建设、节能减排等任务，以及天然气需求广泛分布、

点多面广、跨区调配等需求，依托现有天然气资源，需加快启动新一轮天然气管网设施建设。

(一) “十四五”期间规划：

1.富宁支线：起于“桂气入滇”干线国网富宁分输站，自北向南敷设，途经者桑乡、归朝镇，止于富宁青龙坪末站，设富宁分输站、富宁青龙坪末站，设2座分输阀室。国网富宁分输站是“桂气入滇”干线进入文山州的第一个开口分输站。支线规划长度60km，规划管径为D323.9mm，设计压力6.3MPa，规划年输量2.8亿立方米，规划2024年底与“桂气入滇”干线同步建成。

2.砚山联络线：起于文山一砚山支线砚山末站，自南向北沿砚文高速敷设，途经砚山绿色铝园区，止于国网砚山分输站，并在广昆高速附近设置LNG气源联络线对接文山州LNG气源储备中心。设砚山工业园区分输站。规划长度38km，规划管径为D406.4mm，设计压力6.3MPa，设计年输量15.6亿立方米。该管道规划2024年建成（其中砚山末站一砚山工业园区分输站段提前到2022年建成通气），待云南省东干线建成后，该管道将缅气、桂气、川气有机结合为一体，增强文砚城镇群的战略保供，以及为文山州南部区域提供天然气支撑，为后期中越天然气能源合作奠定基础。

3.广南支线：起于广西LNG外输管道复线（百色一文山）工程广南那洒镇国网广南分输站，自南向北敷设，途经旧莫乡、莲城镇、珠琳镇，止于者兔乡，设广南分输站、广南平寨末站，规划全长约66km，设计年输量1.1亿立方米，规划管径D219.1mm，

规划 2024 年建成。国网广南分输站是“桂气入滇”干线进入文山州内的第二个开口分输站，可为广南县城及平寨铝产业园区及沿线城镇居民及工商业用户提供天然气能源。

4.平远支线：起于在建文山一砚山输气管道 1#分输阀室，接气后自南向北敷设至平远末站，规划线路长 21km，规划管径为 D114.3mm，设计压力 6.3MPa，设计年输量为 0.5 亿立方米，规划 2024 年底建成。该管道的实施，将提升“文砚平”城市群副中心的经济发展，促进产业结构的调整升级，凸显区域优势。加强“文砚丘平”城镇群的战略区位。

5.文山—西畴—麻栗坡—天保支线：起于文山—砚山天然气支线管道文山分输站，自西北向东南途经马塘园区、古木镇、西畴县兴街镇、麻栗镇，止于天保镇，设文山南分输站、兴街分输站、麻栗坡分输站、天保末站，规划全长 110 公里，规划管径为 D406.4mm，设计压力 6.3MPa，设计年输量 9.1 亿立方米，远期考虑外输至越南河江等北部区域。该管道规划 2025 年建成，结束西畴、麻栗坡不通管道天然气的历史，同时为后期中越能源合作提供了通道。

6.马关支线：起于文山南分输站，自北向南敷设，途经文山古木镇、马关坡脚镇，止于马关雨波村马关分输站，预留远期向红河河口分输供气的功能。规划线路长 40km，规划管径为 D323.9mm，设计年输量为 3.5 亿立方米。该管道规划 2025 年建成，结束马关不通管道天然气的历史，有利于促进马关经济社会的发展，同时为远期对接红河河口以及越南老街提供外输基础。

(二) 远期 (2026-2035 年) 规划:

1.丘北支线:起于云南省东干线国网丘北分输站,接气后自西向东敷设至丘北县末站,规划管道长 15km,规划管径为 D168.3mm,设计压力 6.3MPa,设计年输气能力为 0.7 亿立方米。该管道随东干线文山段同步建设,规划 2028 年建成,先期通过东干线文山段引入桂气供应丘北县,标志着文山州所有县市全部进入管道气时代,实现全州管道天然气“县县通”目标。

2.西畴支线:起于文山—西畴—麻栗坡—天保支线兴街分输站,自南向北方向敷设,止于西畴末站,规划线路长约 25 公里,设计管径 D114.3mm,设计压力 6.3MPa,设计年输量 0.5 亿立方米,规划 2027 年底建成。建成后可为西畴县城供气,结束西畴县城不通管道气的历史。

3.八宝支线:起于于广南县南屏镇“桂气入滇”干线 10#分输阀室(需改造增设调压设施)接气,自西向东敷设,止于八宝末站。规划线路长约 16km,设计压力 6.3MPa,设计管径 D114.3mm,设计年输量 0.5 亿立方米,规划 2028 年底建成。建成后对广南八宝特色旅游小镇的经济社会发展提供强有力的支撑。

4.马关—河口支线:起于马关分输站,向西南敷设,途经仁和镇、木厂镇,进入红河州境内,止于河口末站。文山州境内规划线路长 35km,规划管径规格为 D323.9mm,设计压力 6.3MPa,设计年输量为 3.0 亿立方米,规划 2035 年底建成。该管道的建成,有效地衔接红河州河口县,加强文山州、红河州的互联互通,远期可以向越南老街等地区提供天然气资源。

三、管道工程

(一) 管材选择

管道材质的选择在输气管道设计中占有相当重要的地位。随着各种优质钢的不断出现，管道用钢的范围亦在扩大。输气管道要求管道材质强度高，塑性及韧性好；同时要具有良好的焊接性和抗蚀性。采用高强度等级钢更能节省钢材。但过分强调高强度薄壁管，会带来的管道失稳、抗断裂及抗震性差等不利因素。

本规划国网干线管道拟采用 L485M 直缝埋弧焊钢管，州域支线管道拟采用 L360N 直缝埋弧焊钢管，符合《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2017 的要求。

(二) 管道穿越

输气管道穿越河流、铁路、公路等障碍时，由施工条件、施工技术及经济合理性决定穿越方法，可分为地上跨越和地下穿越两大类。

1. 河流穿越

管道穿越河流有定向钻、盾构隧道、顶管、大开挖、跨越等多种施工方法，各种方法各有优缺点。

定向钻穿越比较适应于平原区、防洪要求高、常年水量大、通航、河床为粘土、砂等适宜定向钻施工的中型河流穿越。

隧道穿越适应于防洪要求高、常年水量大、河床为基岩的大型河流。

沟埋穿越一般使用在常年水量较小、管沟开挖成沟容易、河床地层稳定的河流。对于季节性河流、低山（丘陵）段的冲沟、

浅季节小河流可采用直接穿越敷设方式，施工方法采用大开挖的形式。

顶管法施工是继盾构施工之后发展起来的一种地下管道施工方法。顶管施工是借助工作坑内主千斤顶及中继间内千斤顶的推力把工具管（混凝土管或钢管）从工作坑内穿过土层一直推到河流对岸接收井坑内，随后在工具管内敷设管道的施工方法。

因地形地貌限制采取穿越方式难度较大时，可采取跨越方式。

定向钻法、盾构法、顶管法、隧道法各有其优缺点及适用范围。在地质方面，定向钻法适用范围较窄，一般适用于粉土、粘土、粉细砂、中砂、软岩等地层，穿越卵砾石含量较大的地层时，施工风险较大。盾构法、顶管法适用地层广，只要装备了适合的刀盘和辅助设备，几乎可以穿越所有地层。采用定向钻方法在工期方面也具有明显优势。

大、中型河流推荐采用定向钻方式穿越；小型河流、沟渠推荐采用沟埋方式穿越，河流冲沟的小型穿越采用大开挖方式通过。

2.输气管道穿越铁路、道路

输气管道与铁路、主要道路发生交叉。在符合管道整体走向的前提下，结合现场实际情况，以及市政、规划、铁道等相关部门的意见，根据施工方案的可行性、经济性充分考虑管道的安全、可靠等因素确定具体的穿越位置。

铁路、主要道路可采用顶管（箱涵）或定向钻方式穿越，并

加套管保护，套管两端采用防腐、防水材料进行密封。

(三) 抗震设计

文山州位于云南省东南部，与广西、越南接壤，文山壮族苗族自治州地势西北高、东南低，最高点是文山市的薄竹山海拔2991.2米，最低点是麻栗坡县的船头（天保国家级口岸），海拔107米，平均海拔在1000~1800米之间。州府所在地文山市海拔为1260米。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）以及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010（2016版）），文山州州域所有的县（市）所辖乡镇地震动峰值加速度均不大于0.1g，文山市地震设防烈度为7度第三组，广南县地震设防烈度为6度第二组，其余县地震设防烈度为6度第一组。

根据中国地震动参数区划图最新版本，在设计和施工时应满足《油气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB/T50470-2017）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010（2016版））等国家最新抗震设计规范及相关要求。

1.各天然气输气管道及站场设计应按相关标准和规范进行设计。

2.管道敷设尽量避开地震断裂带。

3.按相关规范要求抗震设计，并采取有效的保护措施。

4.对不同地形条件的抗震地带，采取合适的抗震措施。

(四) 管道防腐

为减少和避免外部环境对管道的腐蚀，确保管线长期安全稳

定地运行，本规划采用防腐涂层防护和阴极保护联合保护的方式对管道进行保护。

为保证管道的安全性、可靠性，推荐埋地管道外防腐涂层采用先进的挤出聚乙烯三层结构外加强级防腐（简称 3PE）。三层结构又称复合涂层，是由熔结环氧，共聚物胶和聚乙烯组成，其粘结力强，耐水阻氧性好，使用寿命可达 50 年；优异的机械性能，使其抗施工损伤能力强；极高的绝缘电阻，使其抗相互干扰能力强，是目前输气管道首选的防腐涂层。

阴极保护推荐采用以强制电流保护为主、牺牲阳极保护为辅的联合保护方案。阴极保护站采用与工艺场站或阀室合建的方式。

（五）线路截断阀室设置

输气管道应设置线路截断阀（室），管道沿线相邻截断阀之间的间距应符合下列规定：

- 1.以一级地区为主的管段不宜大于 32km；
- 2.以二级地区为主的管段不宜大于 24km；
- 3.以三级地区为主的管段不宜大于 16km；
- 4.以四级地区为主的管段不宜大于 8km；
- 5.上述第 1~4 条款规定的线路截断阀间距，如因地物、土地征用、工程地质或水文地质造成选址受限的可做调增，一、二、三、四级地区调增分别不应超过 4km、3km、2km、1km。

第三节 输气站场布局

一、输气系统组成

天然气输配系统通常由输气管道、输气站（一般包括输气首站、输气末站、气体接收站、气体分输站、压气站）、管道穿（跨）越及辅助生产设施等部分组成。

输气首站：输气管道的起点站，一般具有分离、调压、计量、清管等功能。

分输站：在输气管道沿线，为分输气体至用户而设置的站，一般具有分离、调压、计量、清管等功能。

输气末站：输气管道的终点站，一般具有分离、调压、计量、清管、配气等功能。

二、站场的设置

基于文山州复杂的地形条件，在输气管道终点设置输气末站，末站可与门站合建，同时在输气管道沿线城镇地段设置分输站（或分输阀室）向下游用户供气。根据管网规划布局以及市场预测分析，文山州各输气站场规划如下：

表 5-1 站场设置一览表

序号	站场名称	处理能力 (万立方米/天)	单位	数量	备注
干线站场					
1	国网砚山分输站	428	座	1	规划
2	国网广南分输站	50	座	1	规划
3	国网富宁分输站	85	座	1	规划
4	国网丘北分输站	25	座	1	规划
支线站场					
1	文山分输站	269	座	1	在建（扩建）
2	砚山末站	30	座	1	在建（扩建）
3	文山马塘末站	70	座	1	已建
4	砚山工业园区分输站	90	座	1	规划

序号	站场名称	处理能力 (万立方米/天)	单位	数量	备注
干线站场					
5	富宁分输站	20	座	1	规划
6	富宁青龙坪末站	65	座	1	规划
7	麻栗坡分输站	10	座	1	规划
8	丘北末站	25	座	1	规划
9	广南分输站	15	座	1	规划
10	广南平寨末站	20	座	1	规划
11	平远末站	15	座	1	规划
12	文山南分输站	142	座	1	规划
13	西畴末站	10	座	1	规划
14	兴街分输站	10	座	1	规划
15	马关分输站	20	座	1	规划
16	天保末站	82	座	1	规划
17	八宝末站	15	座	1	规划
线路截断阀室					
1	阀室	-	座	38	规划

三、用地规划

本规划用地指标按照国土资源部发布的《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规〔2016〕14号）以及云南省自然资源厅《云南省建设用地项目指引》进行规划。多个站场组成的联合站场，其用地指标不应大于相关组成站场用地指标之和。

（一）站场用地面积

1.分输站、末站用地面积

本规划文山州场站规划用地面积见表 5-2。

表 5-2 各场站用地面积规划表

序号	站场名称	进站管径	规划面积（平方米）	备注
1	国网砚山分输站	DN800	13100	三路分输、两大干线交汇
2	国网富宁分输站	DN500	9600	
3	国网广南分输站	DN500	9600	
4	国网丘北分输站	DN800	11600	

序号	站场名称	进站管径	规划面积 (平方米)	备注
5	文山分输站	DN400	——	在建
6	砚山末站	DN400	——	在建
7	文山马塘末站	DN250	——	已建
8	砚山工业园区分输站	DN400	6400	
9	富宁分输站	DN300	6400	
10	富宁青龙坪末站	DN300	6400	
11	丘北末站	DN150	5400	
12	广南分输站	DN200	5400	
13	广南平寨末站	DN200	5400	
14	文山南分输站	DN400	7400	三路分输
15	兴街分输站	DN400	6400	
16	西畴末站	DN100	5400	
17	麻栗坡分输站	DN400	6400	
18	天保末站	DN400	6400	
19	马关分输站	DN300	6400	
20	平远末站	DN100	5400	
21	八宝末站	DN100	5400	
合 计			128500(合 192.8 亩)	

2. 阀室用地面积

本规划文山州各管线阀室规划用地面积见表 5-3。

表 5-3 各阀室用地面积规划表

序号	项目名称	单位	数量	占地面积 (平方米)
1	阀室 (DN<300)	座	7	8400
2	阀室 (300≤DN<500)	座	15	21000
3	阀室 (500≤DN<800)	座	9	15300
4	阀室 (800≤DN<1000)	座	7	16100
合 计		座	38	60800 (合 91.2 亩)

3. 调度及维抢修中心

规划在国网砚山分输站附近设置文山州天然气调度及维抢修中心 1 处，规划面积为 11500 平方米。

(二) 输气系统用地规划汇总

表 5-4 各场站用地面积规划汇总表

序号	项目名称	单位	数量	占地面积 (平方米)
1	分输站、末站、清管站	座	18	128500
2	阀室	座	38	60800
3	文山调度及维抢修中心	座	1	11500
合计		座	57	200800 (合 301.2 亩)

第四节 工艺系统

一、输气工艺系统规划

(一) 目前文山州天然气资源主要依托大黑山—马塘天然气支线管道和文山—砚山支线管道输送。

大黑山—马塘天然气支线管道目前已经建成,受制于上游红河支线通气手续尚未办结影响,暂未通气,预计 2022 年底通气。文山—砚山天然气支线管道气源来自中缅管道曲靖清管分输站,该管道设计压力 6.3MPa,设计输气规模 2.55 亿立方米/年,预计将于 2022 年底建成通气。文山州暂无大型 LNG 储气设施,还处于规划阶段。现有城镇燃气企业自建 LNG 储罐罐容也仅有 1450 立方米,应急储备严重不足。

(二) 结合云南省能源局提出构建云南三大能源通道的战略,加强引进广西、四川天然气资源,形成以中缅管道、云南省东干线、云南省南环线、“桂气入滇”干线为框架的多气源通道。加速构建全省天然气“一张网”的格局,推进内联外通。

(三) 根据云南省能源局关于“十四五”、“十五五”天然气发展的思路,“桂气入滇”干线通道继续向西延伸衔接中缅管道保山站形成云南省南环线,与输送四川、昭通的页岩气资源的云南省东干线互联互通,并在沿线区域布局重要支线。“十四五”

期间重点推进“桂气入滇”干线项目，协同推进砚山联络线、富宁支线、广南支线、平远支线。

（四）管网互联互通

互联互通工程建成后，可极大提高文山州天然气管道运行效率、社会效益和经济效益，促进文山州天然气平稳有序、安全经济运行，为文山州社会和经济快速发展提供更大的助力。将文山打造成云南省东南部北接四川宜宾昭通、东连广西百色、西联云南红河、南通越南河江省、老街省的天然气资源交汇枢纽。

第五节 储气调峰

城市燃气在供应过程中，由于用气量在时间上存在极大的不平衡性，因此必须将低谷供气时多余的燃气储存起来，高峰时送出去，以补偿燃气消耗量的不足。因此储气调峰在城市燃气输配系统中占有重要的地位。

一、储气调峰量及管道储气计算

调峰气量的大小主要取决于供气区域的气候条件、用户的构成及特点、居民的生活习惯、经济发展水平、供气规模等因素。依据《燃气工程设计手册》的要求，按照“十四五”末期以及远期 2030 年、2035 年用气规模、不均匀系数等因素进行计算。

规划各阶段储气调峰量汇总如下：

表 5-5 各规划年限内的高峰日调峰储气量

年 份	2025 年	2030 年	2035 年
调峰储气量（万立方米）	5.91	16.40	20.16
储气系数（百分比）	2.6%	4.8%	4.9%

二、储气调峰方案的确定

结合文山州的实际情况，储气调峰方案需经济、合理。本规划日、小时天然气调峰储气方案利用城镇燃气企业已建 LNG 储配站和长输管道末段储气的联合调峰的方式，既可以满足应急调峰的需求，又可减少重复建设应急设施的投资。月、季节调峰建议由地区 LNG 储备库解决或由区域储气库进行统一调配。

第六节 管道和站场建设一览表

表 5-6 规划输气干线统计表

序号	管道名称	起止及途经点	长度（千米）	管径（毫米）	设计压力（兆帕）	备注
1	广西 LNG 外输管道复线（百色—文山）工程	百色—富宁—广南—砚山	252	508	10	十四五
2	云南省南环线（文山州段）	砚山—文山州界	90	813	10	十四五
3	云南省东干线（文山州段）	砚山—文山州界	100	813	10	远期
合计			442			

注：跨州项目本表仅统计州内长度。

表 5-7 规划输气支线统计表

序号	管道名称	起止点	长度（千米）	管径（毫米）	设计压力（兆帕）	备注
1	富宁支线	国网富宁分输站—富宁青龙坪末站	60	323.9	6.3	十四五
2	广南支线	国网广南分输站—广南平寨末站	66	219.1	6.3	十四五
3	砚山联络线	国网砚山分输站—砚山末站	38	406.4	6.3	十四五
4	文山—西畴—麻栗坡—天保支线	文山分输站—天保末站	110	406.4	6.3	十四五
5	马关支线	文山南分输站—马关分输站	40	323.9	6.3	十四五
6	平远支线	文山—砚山天然气支线管道 1# 阀室—平远末站	21	114.3	6.3	十四五
7	马关—河口支线	马关分输站—红河州界	35	323.9	6.3	远期
8	丘北支线	国网丘北分输站—丘北末站	15	168.3	6.3	远期
9	西畴支线	兴街分输站—西畴末站	25	114.3	6.3	远期
10	八宝支线	百色—文山天然气管道 10# 阀室—八宝末站	16	114.3	6.3	远期

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

序号	管道名称	起止点	长度（千米）	管径（毫米）	设计压力（兆帕）	备注
合计			426			

注：跨州项目本表仅统计州内长度。

表 5-8 规划输气站场统计表

序号	站场名称	规模（万立方米/天）	单位	数量	备注
1	国网砚山分输站	428	座	1	规划
2	国网广南分输站	50	座	1	规划
3	国网富宁分输站	85	座	1	规划
4	国网丘北分输站	25	座	1	规划
5	文山分输站	269	座	1	在建（扩建）
6	砚山末站	30	座	1	在建（扩建）
7	文山马塘末站	70	座	1	已建
8	砚山工业园区分输站	90	座	1	规划
9	富宁分输站	20	座	1	规划
10	富宁青龙坪末站	65	座	1	规划
11	麻栗坡分输站	10	座	1	规划
12	丘北末站	25	座	1	规划
13	广南分输站	15	座	1	规划
14	广南平寨末站	20	座	1	规划
15	平远末站	15	座	1	规划
16	文山南分输站	142	座	1	规划
17	西畴末站	10	座	1	规划
18	兴街分输站	10	座	1	规划
19	马关分输站	20	座	1	规划

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

序号	站场名称	规模（万立方米/天）	单位	数量	备注
20	天保末站	82	座	1	规划
21	八宝末站	15	座	1	规划
22	阀室	-	座	38	规划
23	文山调度及维抢修中心	-	座	1	规划

第六章 应急储备体系

第一节 体系建设思路

一、统筹规划、合理布局

结合文山州天然气管网发展规划、经济发展与天然气需求量，按照因地制宜、合理布局、科学选址、集中建设的要求，遵循集约化、规模化建设的原则统筹规划储气设施，避免分散建设，“遍地开花”。

二、防范地方政府债务风险

对储气设施项目的建设，要按照“尽力而为、量力而行”的原则，充分论证、科学决策，对建设规划的制定实施、建设项目的审批、投资计划的编制执行从严把关，提高项目建设运行效率，降低综合成本，提升储气设施项目经济性。

三、多种方式满足储气能力指标

鼓励政府与燃气企业、供气企业通过合资、参股等方式集中建设储气设施。合资建设的储气设施，储气能力可按投资比例分解计入相应出资方的考核指标，指标认定的具体方案应在相关合同或合作协议中明确约定。鼓励天然气管网互联互通的地区政府或企业在异地投资或参股建设储气设施。鼓励供气企业、管输企业、城镇燃气企业、大用户及独立第三方等各类主体和资本参与储气设施建设运营。支持企业通过自建合建储气设施、租赁购买储气设施或购买储气服务等方式，履行储气责任。鼓励储气设施集约运营、合建共用，减少设施用地，降低运行成本。保障储气

设施规划用地的落实和顺利实施。

四、坚持储气服务市场化定价

鼓励成立专业、独立的储气服务公司。储气设施天然气购进价格和对外销售价格由市场竞争形成。储气设施经营企业可统筹考虑天然气购进成本和储气服务成本，根据市场供需情况自主确定对外销售价格。鼓励储气服务、储气设施购销气量进入上海、重庆等天然气交易中心挂牌交易。峰谷差较大的地方，要在终端销售环节积极推行季节性差价政策，利用价格杠杆“削峰填谷”。

五、坚持储气成本合理疏导

各城镇燃气企业自建的储气设施，投资和运行成本纳入城镇燃气配气成本统筹考虑，并给予合理收益。城镇燃气企业向第三方租赁购买的储气服务和气量，在同业对标、价格公允的前提下，其成本支出可合理疏导。鼓励储气设施运营企业通过提供储气服务获得合理收益，或利用天然气季节价差获取销售收益。加强天然气管道输配价格管理和成本监审，输配价格偏高的要尽快降低。支持大工业用户等通过购买可中断气量指标等方式参与调峰，鼓励供气企业根据其调峰作用给予价格优惠。

第二节 文山州储气设施现状及问题

一、储气设施现状

目前文山州大型储气设施均处于项目前期规划选址阶段，并未进入实质性的建设阶段。文山州已有七个县（市）建设了 LNG 气化站，麻栗坡县由于用地选址原因暂未建设。

二、存在的问题

(一) 储气能力缺口大

截至 2020 年底，全州天然气消费量为 6300 万立方米，已建有效计容储气设施总储气能力 87 万立方米，按政府形成保障本行政区域 3 天日均消费量和城镇燃气企业不低于年销售量 5% 的要求，2020 年储气缺口达 279.8 万立方米，低于国家的要求。同时随着文山州天然气利用步伐的加快，储气缺口将会越来越大。

(二) 对储气设施建设重视不够

文山州天然气利用时间较短，对储气设施建设重视不够，天然气储气设施建设配套政策和措施欠缺，没有相关财政与税收政策的支持。储气设施建设规划未与土地利用、城乡建设等规划衔接，没有预留储气设施建设用地。

(三) 储气设施建设积极性不高

文山州天然气季节性峰谷差不明显，储气设施运营时间较短，前期投资较大，投资收益率低，投资后可能没有回报，后期还会成为企业和当地政府的负担；同时，文山州天然气还处于市场培育期，企业更愿意投资建设基础设施抢占市场，对储气设施建设的积极性不高。

(四) 缺乏建设储气设施的气源指标

目前文山州 70% 的 LNG 来自广西北海 LNG 接收站，其余 30% 来自省内及周边地区，运输成本高且气源难以保障。储气设施项目配套建设 LNG 液化工厂可有效降低建设和运行成本，提高 LNG 周转率，减少 LNG 运输成本，但建设 LNG 液化工厂面

临气源指标的问题。政府 3 天及城镇燃气企业的 5% 储气能力指标的完成主要是依靠省内较大的城镇燃气企业进行建设，而云南省生产 LNG 的气源主要来源于中石油，中石油自 2018 年底进行批零一体化改革，其他城镇燃气企业要获得气源指标较为困难。

(五) 缺乏储气市场顺价机制

按照配气费核定范围，储气设施成本可纳入配气费进行核算，但文山州天然气利用刚起步，城镇燃气基础设施前期投资大，短期内管网负荷率达不到 50%，储气成本在相当长一段时间内难以通过气量销售实现弥补。同时，由于储气成本高，用气企业价格承受能力弱，储气成本难以通过下游市场顺利实现疏导。

三、各县（市）人民政府储气能力指标

县级以上地方人民政府指定的部门会同相关部门建立健全燃气应急储备制度，至少形成不低于保障本行政区域 3 天日均消费量的储气能力，在发生紧急情况时必须最大限度满足与居民生活密切相关的民生用气需求。

表 6-1 各县级以上人民政府储气能力指标（万立方米）

县（市）	2020 年实际		2025 年		2030 年		2035 年	
	日均用气量	储气指标	日均用气量	储气指标	日均用气量	储气指标	日均用气量	储气指标
文山市	13.67	41.00	75.08	225.23	101.11	303.32	128.15	384.46
砚山县	1.82	5.45	65.58	196.75	88.90	266.69	110.93	332.78
富宁县	0.23	0.70	50.08	150.23	66.91	200.73	82.99	248.98
广南县	0.34	1.01	14.44	43.31	24.30	72.89	31.89	95.66
丘北县	0.58	1.73	6.59	19.78	13.00	39.01	17.84	53.51
西畴县	0.00	0.01	2.16	6.47	4.32	12.95	6.08	18.25
马关县	0.63	1.89	5.74	17.22	12.59	37.78	15.61	46.83
麻栗坡县	0.00	0.00	2.29	6.88	4.80	14.40	6.80	20.41
合计	17.26	51.78	221.96	665.87	315.92	947.77	400.29	1200.88

到 2025 年，各县级以上人民政府需形成 665.87 万立方米的储气能力；到 2035 年，各县级以上人民政府需形成 1200.88 万立方米的储气能力。

四、城镇燃气企业储气能力指标

当管输气源发生故障，按照城市燃气供应优先原则，优先确保居民用气，向部分不能马上停气的工业用户供气。本规划不可中断用户取居民商业用户的 100%以及工业用户的 20%计算。按城镇燃气企业年用气量的 5%计算各县（市）城镇燃气企业到 2025 年、2030 年、2035 年需形成的储气能力，到 2025 年全州城镇燃气共需形成 966.7 万立方米的储气能力，到 2035 年需形成 2188.1 万立方米储气能力。

表 6-2 各县市城镇燃气企业储气能力指标核算（万立方米）

县（市）	2020 年实际		2025 年		2030 年		2035 年	
	年均用气量	储气指标	年均用气量	储气指标	年均用气量	储气指标	年均用气量	储气指标
文山市	4987.9	249.4	5977.4	298.9	8877.8	443.9	12693.8	634.7
砚山县	663.0	33.2	4925.5	246.3	7263.9	363.2	9839.5	492.0
富宁县	84.6	4.2	3666.4	183.3	5273.8	263.7	6968.2	348.4
广南县	122.7	6.1	1943.6	97.2	3563.5	178.2	5276.4	263.8
丘北县	210.0	10.5	1135.6	56.8	2264.4	113.2	3514.1	175.7
西畴县	1.8	0.1	469.4	23.5	960.5	48.0	1470.5	73.5
马关县	230.0	11.5	779.6	39.0	1569.5	78.5	2459.8	123.0
麻栗坡县	0.0	0.0	437.1	21.9	976.8	48.8	1539.2	77.0
合计	6300.0	315.0	19334.6	966.7	30750.2	1537.5	43761.4	2188.1

五、不可中断大用户储气能力

按照《关于加快储气设施建设和完善储气调峰辅助服务市场机制的意见》（发改能源规〔2018〕637号），不可中断大用户要签订购销合同和结合自身需求统筹供气安全，鼓励大用户自建自

备储气设施和配套其他应急措施。本规划不可中断大用户储气能力需求不纳入文山州储气指标总量，也不进行项目的规划，建议大工业用户及不可中断大用户根据自身情况自行建设储气设施。

六、文山州储气指标总量

根据以上对各县（市）人民政府、城镇燃气企业储气指标的测算，规划到 2025 年，文山州共需形成 1632.6 万立方米的储气能力，其中地方政府需形成 665.87 万立方米的储气能力，城市燃气企业需形成 966.7 万立方米的储气能力。

规划到 2035 年，文山州需形成 3388.95 万立方米左右的储气能力，其中地方政府需形成 1200.88 万立方米的储气能力，城镇燃气企业需形成 2188.1 万立方米的储气能力。

第三节 储气设施建设方案分析

按照国家关于加快推进储气调峰设施建设的要求，经研究分析，可选择的实施方案主要有分散自建、集中建设、直接购买服务等三种方式。

分散自建：由各城燃企业按照所属区域燃气市场发展需要，自行投资建设储气调峰项目，履行储气责任。该方案能够明确各单位建设目标任务，落实责任分工，但是投资规模大，运营成本较高，预期收益难以保障，规划、土地等建审手续办理繁琐，项目建设进度管控难度较大。

集中建设：由一家单位牵头按照国家政策要求，结合文山州城市燃气经营区域的调峰储备气量需求，集中投资建设大型储备

调峰项目，为城市燃气企业提供代储、代存等服务。该方案能够实现投资集约化、运营管理规范化、产品服务统一化，预期收益可控，各城市燃气企业无需自行投资，可通过委托代储代存、购买服务方式，落实调峰储备气量。但是各城市燃气企业若考虑合资、参股集中建设储气调峰项目，实施程序相对复杂，期限较长，各投资主体利益难以平衡。

购买服务：各城市燃气企业根据储气指标，与上游储气设施建设单位签订储气服务合同，直接购买储气服务，履行储气责任。本方案各城市燃气企业既无需自行投资，又可切实履行调峰储备责任。

经综合分析，建议选择分散自建和集中建设相结合的方式，利用已建、在建的天然气储气项目，落实文山州各燃气企业储气责任。一是各城市燃气企业可通过与上游储气设施单位签订储气服务合同，预订储气调峰气量，落实储气调峰责任；二是各城市燃气企业可合资、参股集中建设文山州天然气储气项目，储气能力可按投资比例分解计入相应出资方的考核指标，指标认定的具体方案应在相关合同或合作协议中明确约定。

第四节 应急保障

一、应急保障气源的必要性

根据国家发改委于2020年6月12日发布《关于做好2020年能源安全保障工作的指导意见》（发改运行〔2020〕900号）第十一条，文件指出：“加快推进储气设施建设。做好地下储气

库、LNG 储罐统筹规划布局，推进储气设施集约、规模建设。各省（区、市）编制发布省级储气设施建设专项规划，鼓励地方政府和有关企业通过异地合作、参股合资等方式，共担共享储气设施投资建设成本和收益”。

随着经济的快速发展，文山州对能源的需求日益旺盛，文山州 LNG 气源储备中心项目的建设，是文山州经济发展的重要支撑，是提高人民生活水平的基点，是实现文山州“十四五”经济发展目标的支点，将成为云南省区域气源保障的重要渠道之一，对深化云南省天然气的利用将起到了巨大的推动作用。

二、储气调峰规模

目前城市应急气源以 LNG 为主。一般 LNG 气化站具有启动速度快，方便调峰的优势。天然气的供应，上游主要承担月峰和日峰的调节，城燃企业主要承担日、时峰的调节。

根据测算，规划近期日调峰气量为 5.91 万立方米，2030 年日调峰气量为 16.4 万立方米，2035 年日调峰气量为 20.16 万立方米。

当管输气源发生故障，按照城市燃气供应优先原则，优先确保居民用气，向部分不能马上停气的工业用户供气。根据《城镇燃气规划规范》（GB/T51098-2015）第 7.2.2 条“城镇燃气应急储备设施的储备量宜按 3d~10d 城镇不可中断用户的年均日用气量计算”，本规划不可中断用户取居民、共建及商业用户的 100%以及工业用户的 20%计算。

规划近期 2025 年末天然气应急储备量需求为 1632.6 万立方

米，远期 2035 年末天然气应急储量需求为 3388.95 万立方米，与目前实际储量差距较大，综合文山州经济情况考虑，适时启动 LNG 储备库的建设工作。

第五节 储气设施规划布局

（略）。

第七章 重点任务

第一节 加快天然气骨架网络的建设

贯彻落实国家油气管网运营机制改革实施意见精神，探索管道设施投融资和运营模式，推进油气管网运营机制改革。加快天然气管网建设，推进全省“一张网”建设。推进天然气管网设施向第三方市场主体平等开放，提供输送、储存、液化和压缩等服务。依据《云南省油气基础设施“十四五”规划》内容，以资源为基础，市场为导向，远近结合，分步实施，适度超前布局文山天然气骨架管网。

执行《文山州人民政府关于进一步促进天然气协调稳定发展的实施方案》，推进城镇燃气利用，实施工业和交通燃料提档升级，推进天然气大规模高效利用。

加快推进在建的文山一砚山天然气支线管道，确保 2022 年底前建成；争取开工建设“桂气入滇”干线及沿线的富宁支线、广南支线；积极推动云南省东干线文山段的建设；适时启动文山—西畴—麻栗坡—天保支线、马关支线等支线管道的建设工作。在缅气供应的基础上，引入川气、省内昭通页岩气与广西海气，推动中越天然气战略合作，扩充气源供应渠道，强化天然气供应保障能力，实现全州管网互联互通。

到“十四五”末，力争全州累计建成长输管道里程达 809 公里，境内管道年输气能力达 16.1 亿立方米，实现全州所有县市、重点集镇、重点园区通天然气；到 2030 年“三源合

一”的天然气供应格局基本形成，实现管道天然气“县县通”的目标，实现“气化文山”战略。

专栏 1 天然气管网重点建设任务			
项 目	长度 (千米)	输气能力 (亿方/年)	途经区域
广西 LNG 外输管道复线(百色—文山)	252	10	富宁县、广南县、砚山县
云南省东干线(文山段)	100	100	砚山县、丘北县
富宁支线	60	2.8	者桑乡、归朝镇
广南支线	66	1.1	莲城镇、珠林镇
砚山联络线	38	15.6	江那镇、砚山工业园区

第二节 加快天然气应急调峰储备体系建设

完善能源调峰体系。坚持供给侧与需求侧并重，完善市场机制，加强技术支撑，增强调峰能力，提升能源系统综合利用效率。推进天然气储气调峰设施建设，完善天然气储气调峰辅助服务市场化机制，提升天然气调峰能力。健全天然气负荷可中断、可调节管理体系，挖掘需求侧潜力。

加大天然气应急和调峰储气配套设施建设力度。天然气基础设施运营企业要按满足季节调峰和安全供应的要求建立天然气储备设施；城市燃气管网运营企业要按满足区域日小时调峰和应急需要建立天然气储备设施。鼓励大型企业用户建立自有储备设施，配合调峰。

第三节 积极推进天然气大规模利用

加快培育天然气市场，推进天然气高效利用工程，重点抓好城市、工业、交通等领域天然气利用，力争达到“十四

五”末天然气在一次能源消费结构中占比达 4.2%左右的目标。

优先发展城市天然气利用。重点推广城镇居民日常生活用气、公共服务设施用气，加快提高城镇居民气化水平。配合天然气干支线管网建设，全面开展城市管网建设，加强城市供气能力。管输气已到达城市继续加强城市管网建造，扩大天然气用户和用气量；管输气未到达的城镇以 LNG 为过渡气源，适度超前规划建设城市燃气管网。结合新型城镇化建设，完善城镇燃气公共服务体系，支持建成区、新区、新建小区及公共服务机构建设燃气设施。加强城中村、城乡结合部、棚户区改造及天然气替代改造。以大气污染治理为重点，制定城市禁煤区政策，扩大城市高污染燃料禁燃区范围，加快燃煤设施天然气替代步伐，鼓励利用天然气。开展天然气下乡试点，鼓励多种主体参与，支持有实力的企业，按照“宜管则管、宜罐则罐”的原则，采用管道气、LNG 点供等多种形式，提高偏远和农村地区的天然气通达能力，结合新农村建设引导农村居民因地制宜使用天然气。

加大推进工业天然气利用。加快工业燃料升级改造，提高工业天然气利用比重，扩大天然气利用规模。落实控制污染排放政策，工业锅炉、窑炉燃料以气代煤、以气代油，重点开展 20 蒸吨及以下的工业燃煤、燃油锅炉、窑炉改造，新建、改扩建工业锅炉、窑炉严禁使用煤炭、重油、石油焦、

人工煤气作为燃料。鼓励医药、烟草、玻璃、陶瓷、建材、机电等重点工业领域天然气替代和利用。有条件的工业园区鼓励发展天然气分布式能源，在工业热负荷相对集中的开发区、工业区、产业园区等，鼓励新建和改造天然气集中供热设施。落实好大工业用户直供、工业园区用气管道、场站及配套 LNG 建设。在天然气干支管线沿线适当布局对天然气价格承受能力强的天然气利用项目和高附加值的天然气化工项目，实现天然气资源的综合利用。

大力发展交通领域天然气利用。加快交通燃料升级改造，提高天然气在公共交通、货运物流、船舶燃料中的比例。加快天然气车辆发展，重点发展物流配送、载客和长途重卡等以天然气（尤其是双燃料及 LNG 汽车）为燃料的运输车辆。加快在城镇、公路沿线建设加（注）气站建设，在高速公路、国道、省道沿线，矿区、物流集中区、贸易区、旅游区、公路客运中心等，鼓励发展 LNG 加气站、加氢站、油气合建站、油气电合建站，充分利用现有公交站内或周边符合规划的用地建设加气站，支持具备场地等条件的加油站增设加气、加氢、充电功能，鼓励有条件的交通运输企业建设自备加气站。

第四节 统筹协调发展与安全

统筹好文山州天然气发展和安全，增强自身竞争能力、开放监管能力、风险防控能力，在能源发展中保证能源安全，

在能源安全中促进能源发展。牢固树立安全生产红线意识，持续加强油气产业安全监督管理，排查隐患，完善应急处置机制，提高能源安全保障能力，实现能源高质量、高效率、可持续、更为安全的发展。

——做好天然气管道完整性管理工作

督促油气管道企业制定系统、全面的完整性管理方案；做好天然气输送管道人员密集型高后果区安全管控和治理，制定“一区一策”整治方案和应急预案，扎实推进天然气输送管道安全隐患专项整治排查工作，组织力量集中整治消除隐患。一是完善事前评价，开展地质灾害评价和高后果区识别，对天然气输送管道实行分级管理。二是加强事中管理，严格实施地质灾害风险点动态管理，落实人防技防物防措施，加强监控和防范。三是整合资源，联防联控，大力推进管网智能化建设，完善长输管道应急抢险工作体系，加强站场及管道的智能化信息传送和控制机制，持续提升天然气管道应急处理能力。

——完善应急处置机制

严格落实重大项目和重大任务安全环境管理机制，建立事前、事中、事后，全过程、全方面、全员的管理理念，制定各地区、各部门、各项目的综合应急预案和现场处置方案。针对燃气供应等重要环节，提高突发事件应急处置能力，整合燃气经营企业等社会资源，纵向与全州各县市、重点园区

融为一体，横向与自然资源局、应急管理局等部门携手联动，形成全州安全应急处置联防联控机制。加强应急管理信息化，组建以企业为主的专职应急救援队伍和以消防、医疗为依托以乡镇义务应急救援队为基础的应急救援队伍，加快引进先进救援装备，淘汰落后装备，保证救援需要。

第五节 保障水电铝材产业园区天然气供应

根据全州水电铝材项目落地情况，接近、远期分步实施，科学编制园区天然气专项规划，重点落实砚山绿色铝创新及配套产业园区、富宁绿色水电铝材一体化示范产业园区、文山马塘工业园区以及广南绿色水电铝精深加工园区天然气供应阶段性保障任务。

第八章 保障措施

第一节 强化规划指导

增强本规划的执行力和约束力，强化对天然气产业发展和基础设施建设的指导，完善规划定期评估和动态调整机制。各级各部门要将规划内项目纳入本行政区域、本行业相关规划，明确责任，强化配合，加强监督，全面落实各项工作任务。使文山州从天然气利用末端向天然气利用前端转变，为全州国民经济实现高质量跨越式发展提供天然气基础能源保障。

第二节 全面深化体制改革

认真贯彻落实《国家能源局关于鼓励和引导民间资本进一步扩大能源领域投资的实施意见》国能规划〔2012〕179号文的精神，破除行业垄断，扩大市场准入，鼓励民间资本和省外资本进入文山州天然气领域。在加强政府有效监管的前提下，放开天然气输送和销售业务，建立公平公开公正的市场准入机制，吸收社会资本投资天然气有关产业，实现投资主体多元化，促进优势资源的合理开发和利用，提高资源利用效率，引进国内外先进的管理和技术，加快文山州天然气产业的发展。

深化下游竞争性环节改革。坚持放宽限制与加强监管并重，完善天然气采购管理体制，发挥价格机制对优化能源结

构、节约能源资源和促进环境保护的引导作用。探索管道等基础设施建设运营惠及地方机制。

第三节 加强合作，建立沟通协调机制

建立完善的部门与部门之间、部门和企业之间的沟通协调机制。加强与住建、发改、工信、燃气经营企业以及天然气基础设施项目建设单位之间的沟通协作，进一步理顺各部门的职责，明确责任分工，搭建好部门与部门之间、部门与企业间的联系纽带，严格落实联席会议制度和燃气经营企业月报制度，加强信息共享，形成齐抓共管的良性局面。

第四节 明确责任分工

按照统一规划、分级管理的原则，将“气化文山”战略目标分解落实到各部门，州有关部门要增强协作，统筹政策机制，理顺各方关系，各司其职，明确责任分工，增强协作，密切配合，形成合力。各县（市）有关部门按照“统筹协调、分工负责”的原则，对规划提出的约束性指标和主要任务认真落实，制定实施方案，有关部门要按照职能职责，加快推进重大能源项目建设，促进全州能源产业高质量发展，保障全州能源产业达到既定发展目标。

（一）全力做好全州水电铝材一体化产业天然气保障工作。积极支持工业大用户自建天然气直供系统和其他能源企

业建设天然气管网接入园区，积极协调接入工作和落实大工业用户直供、一企一价等优惠政策，减少供气中间环节，帮助降低企业用气成本。相关县（市）人民政府，州发展改革委、州工业和信息化局、州住房和城乡建设局、州能源局按职责分工负责。

（二）加快天然气支线管道的建设，各县（市）要加大招商引资力度，切实落实责任，加强对项目跟踪、督促、服务协调力度，确保目标任务按期完成。州发展改革委、州能源局，有关县（市）人民政府按职责分工负责。

（三）加快推进管网互联互通。统筹推进州内天然气管网、城镇燃气管网、储气设施等互联互通，打破企业间、区域间行政性垄断，提高资源协同调配能力。各县（市）人民政府，州住房和城乡建设局、州工业和信息化局、州能源局按职责分工负责。

（四）落实储气设施指标。各县（市）人民政府，州发展改革委、州住房和城乡建设局、州能源局按职责分工负责。

（五）加快推进城镇燃气利用。加快编制城镇燃气专项规划。州住房和城乡建设局牵头。

（六）推进乡镇村庄燃气利用。加快推进燃气下乡，统筹布局乡镇液化天然气（LNG）储配站，宜管则管、宜罐则罐。编制《文山州乡镇村庄燃气利用工程专项规划》，对不具备通管道气的地区，按照“先试点、再推广、层层推进、

连片实施”的模式，以县（市）为单位，因地制宜推进多样化 LNG 项目建设；带动全州农村推广普及天然气，有效保护森林资源，促进生态文明建设。州住房和城乡建设局，有关县（市）人民政府负责。

（七）实施工业燃料升级工程。鼓励能源利用效率高、价格承受能力强、可中断工业用户采用天然气作为燃料，重点推进石化、冶金、烟草等行业使用天然气。各县（市）人民政府负责，州发展改革委、州工业和信息化局、州能源局加强指导。

（八）实施交通燃料升级工程。统筹规划在高速公路、国道省道沿线、机场、物流集中区、旅游区、公路客运中心、船舶停靠点等建设加气（注）站，预留建站用地。各县（市）人民政府，州自然资源局、州交通运输局、州商务局按职责分工负责。

（九）建立天然气供需预测预警机制，做好保供应急预案，严格按照“压非保民”原则，编制州市级、燃气企业应急预案，构建反应灵敏、处置有效的保供应急体系。各县（市）人民政府、州发展改革委、州能源局、有关企业按职责分工负责，州住房和城乡建设局负责。

（十）建立天然气发展综合协调机制。建立完备的天然气供储销体系，全面实行天然气购销合同制度，鼓励签订中

长期合同，积极推动跨年度合同签订。州发展改革委、州能源局负责。

（十一）完善天然气价格机制。落实好国家油气管网运营机制改革的精神，推动天然气管网输配分离，实现管输和销售分开。州发展改革委、各县（市）人民政府负责，州能源局配合。

（十二）规范天然气下游市场秩序

加强对城市燃气特许经营权的管理。按照“谁授权、谁清理”的原则，加快对“圈而不建”的城市燃气特许经营权进行全面清理，建立有效、严格地准入和退出机制。各县（市）人民政府、州住房和城乡建设局按职责分工负责。

（十三）加大项目建设的要素保障支持。注重与国土空间规划相衔接，强化用地保障。深化“放管服”改革，简化优化前置要件审批，积极推进并联审批等方式。各县（市）人民政府、州发展改革委、州自然资源局、州住房和城乡建设局、州生态环境局、州能源局等按职责分工负责。

（十四）强化天然气安全管理。各类供气企业、管道运营企业、城镇燃气企业等要切实落实安全生产主体责任，建立健全安全生产工作机制和管理制度，严把工程质量关，加强设施维护和巡查，严格管控各类风险，及时排查消除安全隐患。有关企业承担主体责任，县（市）人民政府承担属地管理责任，州公安局、州自然资源局、州生态环境局、州住

房和城乡建设局、州水务局、州应急管理局、州市场监管局、州能源局等按职责分工负责。

第五节 完善法规体系和政策支持

完善天然气基础设施建设和天然气价格政策，出台居民阶梯气价、峰谷气价、天然气分布式能源及发电上网电价及补贴政策，促进天然气产业健康快速发展。加快法规体系建设，清理和修改不适合新形势和改革要求的法规文件。加快完善天然气统计体系，研究推动天然气大数据平台建设。

第六节 加强基础设施建设保障

加强油气管道基础设施布局规划与土地利用、林地、环保、城乡规划等相关规划的统筹衔接。相关部门和各县市应统筹基础设施用地，确保用地需求纳入州、县（市）土地利用总体规划。

创新基础设施项目投融资机制，拓宽投融资渠道，鼓励采取公开招标方式，推动项目建设运营和投资主体多元化。加大企业债券等对基础设施建设支持力度，研究推动利用金融手段支持基础设施的措施。

第七节 保障管道安全运行

各县（市）能源主管部门要加强对本行政区域管道保护工作的领导。县级以上地方人民政府主管管道保护工作的部门要依法履行职责。落实管道保护企业主体责任，严格依法

开展管道建设和维护工作，加强监测与巡查。研究制定天然气管道保护法实施细则，加大管道保护法执行力度。建立各部门联动保护机制，确保管道安全运行。加强管道与铁路、公路等其他重大基础设施相遇相交关系的协调工作。加大管道安全隐患整改财政支持力度。

第八节 加强需求侧管理

探索建立由政府部门主导，产业上、中、下游共同参与的天然气数据统计信息平台，实现终端消费、设施建设、价格等数据的统一管理。

创新推动建立州级天然气管理运营平台，设立文山州天然气集中调度中心，统筹全州天然气资源购销、省级主干管网及调配枢纽建设，增强资源调配能力，保障供气安全，促进天然气产业健康、可持续发展。

第九节 建立项目审批“绿色通道”

建立“气化文山”项目审批“绿色通道”，不断优化项目审批流程，加速项目审批速度，定期召开项目联络会议，协调解决项目建设过程中遇到的问题，为项目实施创造便利条件。

第九章 环境保护

第一节 环境影响评价分析

一、生产过程中主要污染物

(一) 建设期污染因素分析

1.大气污染物：施工期间大气污染源主要为工程车及运输车辆排放的尾气及扬尘，主要污染物有 NO_2 （二氧化氮）、 CO （一氧化碳）及 TSP（总悬浮颗粒物）。

2.噪声：在施工作业过程中，使用挖掘机开挖管沟，需要有运输车辆运送材料，由于施工机械（风镐、挖土机、搅拌机、装载机）和车辆产生的噪声使附近居民产生一定的影响，运行噪声约为 80-100 分贝（A），但这种影响是暂时的。

3.废水：施工期间的水污染物主要为施工人员的生活污水及管道试压后排放的工程废水。管道试压一般采用清洁水，试压后排放水中的污染物主要是悬浮物。施工期生活污水的主要污染物是 COD（表征化学污染物）、SS（固体悬浮物），生活污水不得随地排放，要求经收集后，由环卫部门定期抽取。

4.固体废弃物：施工中的固体废弃物来源于废弃物料（如焊条、防腐材料等）和生活垃圾。

5.对生态的影响：对生态的影响主要表现在对地表保护层的破坏、植被的破坏、土壤结构的改变、土壤养分的流失以及不良地质条件下带来的水土流失等。

(二) 运行期污染因素分析

运行期在正常情况下对环境的影响主要是各厂站及后方设施所排放的污染物。

1.废气：在正常运行情况下，各厂站主要为在每次更换滤芯时排放的少量天然气。一般一个月排一次，一次 10 分钟。据估算，每次更换滤芯时排放的天然气量约 30~40 立方米。

2.废水：各厂站及后方设施排放的生活污水以及地面冲洗水等，主要污染物为 COD（表征化学污染物）和 SS（固体悬浮物）。要求厂站废水经处理达到国家排放标准后排放附近水体。对于设在市区服务所、技术部等排放的生活污水，若所在地附近有污水干管，可以直接进入污水干管；若没有城市污水干管，则也要求经处理达到国家排放标准后排放。

3.噪声：门站设备运转时有噪声产生及更换滤芯时放空噪声。

二、主要防范措施

在对天然气利用工程及输气干线工程有利及不利影响，正效应及负效应全面系统分析、综合评价的基础上，为更有效地进行环境管理、控制污染事故发生提出以下对策。

(一) 事故防范措施

天然气输送工程防止事故发生，工程的设计、工程施工质量至关重要。站场为易燃易爆区域，选址应远离居民区，

处于全年最小风频的上风侧。设计采用先进设备和工艺，并设置多级安全保护系统，防止泄漏和事故的发生。高压管道采用定向钻或顶管施工，避免土方开挖及对穿越部分的影响。高压管线设置分段截断阀，减少事故情况下对环境的影响。为防止其他工程施工对管道的破坏，应全程严格监管。

(二) 施工期污染防治措施

天然气工程项目特点是施工线路长，工程施工牵涉的区域范围大、工程量大、时间长、施工人员多。施工期应尽量避免雨季，减少洪水、泥石流、塌陷的危险。施工期的影响涉及农业、生态、社会经济等方面，主要包括施工期噪声、施工期空气、施工期废水、施工期固体废弃物等。为做好施工期环境保护工作，污染防治对策如下。

1. 社会经济

天然气工程对社会经济环境的影响主要体现在沿线征地、拆迁对居民的影响。征地使居民失去土地和房屋，建设单位应按规定标准发放补偿费，由各村妥善安置，以保持社会安定。拆迁会给这些人们带来一定的影响，需制定切实可行的方案，做好拆迁安置工作。

2. 生态

(1) 管线尽量避绕水域、水库、水塘。一二级水源保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，禁止向水域排放污水。对于准保护区，油气管道应当避开，

当受条件限制需要通过饮用水源保护区时，须在征得主管部门同意且采取安全保护措施的前提下实施，不得进入一级保护区。

(2) 管道施工时采取分层开挖、分层堆放、分层回填的方式，施工后对沿线进行平整、恢复地貌，进行复耕复垦。

(3) 合理规划设计，尽量利用已有道路，少建施工便道。

(4) 选线时应尽量避免大型水域，穿越河流时，尽量采用非开挖穿越方式。

(5) 施工中产生的弃土方应选择合理地点填埋或堆放，施工完毕后要及时运走废弃的土石方，弃土石方可用于修垫路基，剩余部分应设专门场地堆放，但应征得当地水土保持和环保部门的同意。渣场选择要合理，应避免泄洪道，堆渣场应修筑拦渣坝、截水沟，并进行平整绿化。

(6) 恢复地貌应限制深根植物，以防止植物根茎破坏管线防护层。

(7) 在山坡地段，当坡度小于 15° 时，可修筑排水沟并种草护坡；当坡度在 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之间时，采用块石干砌。坡度大于 25° 时，采用水泥砂浆砌。

(8) 管线穿越河流时，对有护砌的河渠，采取与原护砌相同的方式恢复原貌。对于水体不稳的河岸，采取浆砌石护砌措施。对于黏性土河岸，可以采取分层夯实回填土措施。

(9) 输气管道应尽量避免避开森林，当受条件限制需要通过森林时，必须遵循尽量少占林地的原则，并依照现行法律法规办理相关手续，依照国务院有关规定缴纳森林植被恢复费之后方可通行。管道应尽量避免避开森林公园，当受条件限制需要通过森林公园时，必须避开重点保护区域，避开受严格保护的天然林、珍贵树木等，在征得其管理部门同意，办理相关手续后方可通行。

3. 噪声

(1) 为减少施工噪声对沿线周围敏感点的影响，施工设备应选用优质、低噪设备。

(2) 严格控制施工作业时间，夜间严禁高噪设备施工。敏感点周围凌晨 6:00 以前、晚 22:00 以后严禁施工。

(3) 为减少高噪机械设备对施工人员造成的影响，应对高噪设备接触时间进行控制，85 分贝 (A) 8h。

(4) 单台施工机械噪声值均大于 72 分贝，施工现场周界有人群时，必须严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523-2011 进行施工时间、施工噪声控制。选用优质低噪设备、夜间严禁高噪声施工作业。

4. 废水

施工期间废水主要来自施工人员生活污水，地下渗水及管道试压后排放的工程废水。施工人员驻地应建造临时化粪池，生活污水、粪便水经化粪池处理后，由环卫部门清除或

堆做农肥，不得随意排放地下渗水、管道试压水主要污染物为 SS，建议施工前做好规划，在施工场地设置简单混凝沉淀池，废水经处理沉淀后排放。

5. 固体废弃物

施工期固体废弃物主要来源于废弃物料和生活垃圾，这类固体废物应收集后填埋。

6. 天然气管网属隐蔽工程，在管路工程施工中应将有关地下管道及设备的资料系统收集、记录、存档，以便于运行中进行管理、维修、检查、监护。

(三) 运营期污染防治措施

1. 空气污染防治措施

运行期废气污染物主要来自站场更换过滤器的滤膜（每月一次）时管路内的输送介质的释放，可采用集中高空排放的方式。

当管道发生事故排放时，这些气体与空气混合达到爆炸浓度极限时，遇电火花、明火等火源就会发生爆炸。因此针对发生天然气事故排放情形时，应根据燃气泄漏程度确定警戒区，警戒区内严禁明火。

2. 噪声污染防治措施

运行期噪声主要有站场泵类噪声、天然气经过管路管壁产生摩擦产生的气流噪声、调压过程产生的噪声以及放空产生的空气动力噪声。防治措施如下：

- (1) 设备选型尽可能选择低噪声设备。
- (2) 调压器进出口加装消声器。
- (3) 放空口设置消声装置。
- (4) 站场周围栽种树木进行绿化，厂区内工艺装置周围、道路两旁种植花卉、树木。

3.水污染防治措施

运行期水污染主要来自站场工作人员所产生的生活污水。厕所污水经化粪池处理后与其他生活污水一起进入一体化污水处理装置经处理达标后作为绿化用水或排放。

4.固体废弃物

运行期固体废弃物主要是站场工作人员产生的生活垃圾及更换过滤器、清管收球作业时产生一定量的废渣，主要成分为粉尘和氧化铁粉末。这类废渣可与生活垃圾一同填埋处理。

第二节 天然气利用对环境保护的贡献分析

一、利于降低碳排放量和提高单位能耗效率

(一) 天然气利用有效降低单位能耗碳排放

天然气减排有两个途径，一是替代燃煤，另一个是替代燃油。有关资料显示，1立方米天然气替代相当量的煤炭可减排二氧化碳 65.1%、二氧化硫 99.6%、氮氧化物 88%；若替代燃料油，可减排二氧化碳 24%、一氧化碳 97%、二氧化硫 90%、碳氢化合物 72%、氮氧化物 39%、粉尘 100%。

因此，加大天然气合理消费利用，降低石油，特别是煤的用量，可有效改善大气环境，促进实现文山州的减排目标。

(二) 天然气利用提高单位能耗效率

煤、石油、天然气三大主要化石能源中，天然气含氢比例最高，天然气燃烧时热能利用效率较高，属高热值能源。按生产、供应和终端利用全过程来比较电能和天然气的能量效率，天然气能源热能利用没有中间环节，生产和输送的能源效率达 90%，天然气能源效率远大于电能。据统计，工业燃煤锅炉利用效率为 50%~60%，而工业燃气锅炉效率为 80%~90%；家庭燃煤炉灶效率为 20%~25%，而家庭燃气灶效率为 55%~65%；燃煤和燃油发电热效率约 30%~40%，天然气联合循环发电的热效率约 55%，热电联产的热效率可达 70%。

二、天然气汽车利用能有效降低尾气污染物排放

天然气汽车的排放比汽油车和柴油车的综合排放污染低约 85%，其中碳氧化物减少约 97%，碳氢化物减少 70%~80%，氮氧化物减少 30%~40%，颗粒悬浮物减少 40%，噪音减少约 40%，且燃气汽车不会产生硫、铅、苯等有害有毒物质。此外车用天然气价格相对较低，还能降低车辆运行成本。

第三节 社会及环境效益分析

天然气具有低价高效、节能环保等特征，本规划的实

施可促进天然气的广泛应用。在改善环境质量、减少疾病、提高人民生活质量、延长居民寿命、节约能源、完善基础设施、改善投资环境、促进社会发展、增加国家税收等各方面，有着广泛和良好的社会效益。

同时，减少了燃煤的消耗，由燃煤产生的煤渣、粉尘及废气都得到相应的减少，对环境质量，特别是大气环境质量的改善，有巨大贡献。减少汽车废气排放，避免尘埃飞扬，减少粉尘排放量，环境效益也十分显著。

控制高污染能源消费总量，优化能源消费结构，减少煤炭消费，提高天然气消费在一次能源消费中的比例，可有效降低空气中PM2.5和二氧化碳的排放强度。到2025年，全州天然气消费量8.58亿立方米，可替代煤炭188.76万吨，减排烟尘0.71万吨，减排二氧化硫3.43万吨，减排氮氧化物0.45万吨，减排二氧化碳223.08万吨。到2035年，全州天然气消费量15.22亿立方米，可替代煤炭334.8万吨，减排烟尘1.26万吨，减排二氧化硫6.08万吨，减排氮氧化物0.8万吨，减排二氧化碳395.7万吨，节能减排和环保效果十分显著。

第四节 环境影响评价结论

本规划以高效、低碳、清洁、绿色、合理合规利用天然气资源为基本准则，规划的发展目标与重点任务符合国家和

省级能源发展战略、国土空间规划和各层级环保规划，符合全省打造“绿色能源牌”的发展战略和文山州打造特色现代产业体系的发展思路、土地利用等有关规划及环境功能区划。虽然规划实施过程中不可避免地会对环境带来一定压力，但通过从规划、生产、储运、消费、治理等环节上采取行之有效的预防措施和生态保护策略，加强全过程管理和公众监督，可以从源头上缓解和消除这种不利因素。

同时，规划的实施使文山州天然气资源得到了有效地利用，使文山州能源利用更加高效，对于保障民生、创造就业机会、促进全州经济社会发展具有重要意义。

第十章 智慧燃气

以安全运行、高效运营、服务用户为核心思想，以管网运行维护为核心目标，运用物联网、多维地理信息、大数据等技术手段感知、集成、分析管网运行系统的各项关键信息，向管道运营企业提供覆盖管网规划设计、工程施工、管网输配、设备抢维修、管网改造、管网管理、运行监控、企业综合运营的管网全生命周期的信息化管理工具，实现信息融合、服务拓展、气量预测和辅助决策。通过对燃气管网各个关键业务环节的信息化管理，帮助管道运营企业实现日常运营管控的智能化和精细化，最终保障燃气管网运营的稳定和安全。

第一节 全面统一数据标准

（1）管道 ERP 系统

覆盖并优化了设备、物资、项目、财务等核心业务流程，加强了管控力度，实现企业物流、资金流及信息流的统一。

（2）管道工程建设管理系统（PCM）

业务覆盖从核准立项、勘察设计、工程施工、投产试运到竣工验收的各阶段，对工程建设业务统一管理，规范了工程项目管理流程，促进了业主与承包商的协同工作，初步实

现建设和运营期数据共享，对工程建设项目起到重要支持作用。

（3）管道生产管理系统（PPS）

实现了油气管道生产运行计划、调度、运销计量、能源管理等业务统一管理，推动了油气管道由分散调控向集中调控的重要转变。

（4）管道完整性管理系统（PIS）

实现了从管道日常管理、高后果区识别、风险识别与分析、完整性评价、缺陷修复到效能评估等环节的闭环管理，确保管道安全、可靠、受控，为管道管理提供有力支撑。核心应用系统基本涵盖了工程建设、生产运行及管道管理等管道核心业务领域，满足了企业的经营管理需求，促进了业务规范和管理水平提升。

第二节 搭建管道物联网

物联网在技术架构上可分为感知层、网络层和应用层：

（1）感知层作为物联网的核心，是工业领域和信息技术领域发展的重点。其由各种传感器和传感器网关构成，作用相当于人的感觉神经末梢，用于识别物体和过程，并采集所需信息。例如将管道监测系统（如光纤预警系统、泄漏监测系统、地质灾害监测系统）应用于管道线路状态监测中。

(2) 网络层由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成，相当于人的神经中枢和大脑，负责传递和处理感知层获取的信息。可应用无线、有线两种通信技术：

1) 无线通信技术，近距离的无线通信技术是物联网最活跃的部分，目前常用技术包括蓝牙、ZigBee（低速短距离传输的无线网上协议）、RFID（射频识别技术）、NFC（近场通信技术）、UWB（超宽带无线载波通信技术）、WI-FI（无线通信技术）等；

2) 有线通信技术，利用金属导线光纤等有形媒质传送信息。光纤通信和卫星通信是智慧长输管道的重要通信手段如无人机可通过搭载的高清相机、高清摄像机、红外探测器等感知设备进行高清拍照和数据采集，并通过互联网或有线网络与地面控制站和数据接收设备、实时影像接收设备连线，实现管道沿线监控影像的传输，完成管道巡检作业。

(3) 应用层是物联网与用户（包括人、组织和其他系统）的接口，可与行业具体需求结合，利用生产数据开展业务应用与分析，为管理决策层提供依据。应用层包括数据存储和应用，通过云计算、大数据等技术对感知层采集的管道数据进行存储、计算、处理和挖掘分析，进而实现对长输管道的实时控制、完整性管理和科学决策。例如管道巡检系统，通过分析大量巡线数据和第三方施工记录，研究管道第三方

损坏风险规律，合理安排巡线计划，实现基于风险的管道巡护。在长输管道的一些业务领域，利用物联网技术开展了泄漏监测、阴极保护数据采集、移动巡检等应用，但依然停留在某些单项业务领域。全面、准确的数据是实现物联网应用的重要基础，为有效整合分散的数据，有必要建立一个物联网平台对各类感知层数据进行统一管理，以全面感知管道。智能感知技术是智能管道、智慧管网建设的数据来源和基础，应学习国内外先进智能感知技术，吸收行业内外的新思想、新技术，大胆创新利用大数据、云计算、物联网、移动互联等技术，构建面向应用的数据集成平台和智能应用服务系统（包括管理系统、视频监视、智能阴极保护测试桩、射频识别技术、光纤传感、无人机技术等），实现多个系统的高度集成共享。

第三节 建设管道数据中心

管网信息系统、物联网系统等的数据抽取至管道数据中心，经过数据清洗、转换和加载，实现业务数据统一管理、综合利用和可视化展示，通过统一接口为各业务系统的数据分析挖掘应用提供数据共享服务和全方位支持，避免了多个数据源汇总数据带来的延迟性、数据交叉矛盾、系统不兼容、跨平台开发等多种问题。数据中心向下实现了数据的统一集成管理，向上统一分发数据提供个性化应

用，集成各种类型的数据分析挖掘工具，为业务管理提供全方位的决策支持。同时，基于数据中心可以建设管道安全监测预警中心，实现管道风险的集中、动态、可视化管理，极大增加了数据的使用效率。大数据是近年继物联网、云计算之后最炙手可热的技术。管道信息系统所产生、存储和使用的数据总量正在逐年递增，数据所承载的业务内涵、数据管理的复杂性也在不断攀升，其所蕴含的价值成为企业重要的资产。目前，大数据分析在管道系统的应用案例较少，仅限于在管道风险分析、内检测等方面进行了初步探索，尚未实质性应用。管道物联网作为数据管理的新模式，开启了管道企业数据管理的新篇章，是形成管道系统大数据的基础，两者的结合将成为数据管控的新模式。面对管道生产运行过程中快速增长的管道数据，需要选择特定的模型计算框架，开发部署大数据分析模型，自动适应数据量的成倍增长，在满足模型计算可靠性和准确性的前提下，确保模型运算的速度。如何将这些数据快速存储并应用于大数据分析，是大数据分析模型服务于实际生产的关键。利用管道数据中心，从原来分散的海量数据库中抽取形成各类专题数据，满足各专业的数据检索和应用。

利用大数据分析工具，对工程建设、生产运行、维修维护、应急响应、日常监控等业务中产生的大量数据开展挖掘分析，找出隐藏在现象背后的规律、预测变化趋势，指导设备预检预修，优化生产作业方案，减少非计划停输，实现安全高效运营。大数据分析将是管道运营企业未来发展的重要趋势之一，是实现管道智能化决策的重要手段。

第十一章 节能

采用节能技术，合理利用能源，提高设备及系统的效率，提高系统的优化运行管理是节能设计的主要指导思想。

第一节 综合能耗分析

严格执行国家颁布的有关政策、法规、规定、办法外，积极采取节能措施，合理利用能源，提高设备的利用效率，提高系统的优化运行管理，努力降低能源消耗。根据天然气管道运营的特点，能耗主要包括：

- 1.管道系统发生事故或正常维修时的天然气放空。
- 2.天然气输送过程中压力能的损耗。
- 3.生产过程中水、电、气的消耗。
- 4.若设备、管道接头等密封不严造成的泄漏。

第二节 节能措施

一、主要节能措施

（一）合理利用天然气的压力能

天然气管道干线、支线等各连接管道，采用管道密闭输送，充分利用分输站、末站出口压力，减少沿线压力损失。

（二）优化工艺流程，减少能源消耗

- 1.优化站场工艺，选用压力损失小的阀门、设备，站场工艺流程中通入大气的放空阀门采用密闭性和可靠性良好的全通径密封球阀和节流截止放空阀双阀控制，控制站内能源损耗。

2.全线采用先进的控制系统，对管道全线实行优化运行管理和监控，确保管道及设备在最佳状态下运行，避免能源的损耗。

3.在天然气输配系统中设置一定数量的紧急切断阀门，管道发生断裂或重大泄漏时，事故段两端的阀门立即关闭，将管输天然气的损失减小至最低程度。同样管道检修时，也可通过关闭检修段上下游阀门，以减小天然气的放空量，将管输天然气的损失限制在局部范围内。

4.各生产环节设置必要的计量装置，以防止天然气的不合理损耗。

二、采用节能设施，以减少站场的能耗

（一）加强管理，树立节能意识。

（二）减少因设备、管道等密封不严造成的泄漏。如放空、排污选用耐冲刷、关闭严密的阀门，减少天然气内漏损失。站场设置可燃气体检测仪，可发现天然气的泄漏并及时进行处理，预防事故的发生，减少天然气的漏失量。

（三）在工艺站场设备选型中，选用密封性能好、使用寿命长、能量耗费少的阀门和设备，避免或减少阀门等设备由于密封不严、耗电量造成的能源损耗。

（四）供电系统合理化：电气主接线应简单、可靠、灵活；合理选择电压等级和级数，合理选择变压器台数和容量，减少变电损耗；尽量缩短配电线路半径，合理选择导线截面，降低线路损耗。

（五）生产、生活用水、电、气安装计量表进行控制。

三、建筑节能措施

（一）采用外墙保温，框架结构采用空心砖填充墙，有效减轻自重。

（二）选用高效节能的电气设备。尽可能减少建筑及外墙面积，建筑选择最佳朝向，保证冬季的日照及夏季的通风。

第十二章 消防

天然气输配系统建设和运营期间，消防管理部门应严格按照《中华人民共和国消防法》进行监督管理。必须加强消防知识宣传和教育，采取消防措施，坚持“预防为主，防消结合”的方针。

本规划站场及管道输送介质为天然气，属易燃、易爆甲类危险品。扑灭天然气火灾的根本措施在于切断气源。站场工艺装置应考虑高可靠性、灵活性的气源切断措施。输送介质在输送过程中基本无损耗，本规划消防方案在依托地方消防的同时立足于考虑自救，即火灾发生时，依靠各站场内设置的消防系统来完成消防任务。

第一节 危险性分析

天然气属甲类危险物品。主要组分为甲烷，常温常压下为气态，比空气轻（相对密度 0.58），在空气中爆炸极限为 4.9~15.0%。天然气在输送、储存和输配过程中具有一定危险性。如果储罐、设备和管道等一旦发生泄漏，不及时采取有效抢修措施，在静电、明火、雷击、电气火花及爆炸事故的诱发下，易引起爆炸和火灾。火灾爆炸危险性与物质特性、设计施工质量、管理水平及环境等条件有关。

第二节 消防措施分析

一、消防设置原则

（1）贯彻“预防为主、防消结合”的原则，严格遵循国家、行业的有关消防法规、政策、规范和标准，采取可靠的防范措施，防止和减少火灾危害；

（2）以“隐患险于明火、防患重于救灾、责任重于泰山”为基点，确保天然气场站生产安全；

（3）消防设施根据站场规模、火灾危险性及其邻近有关单位的消防协作条件等因素综合考虑确定。

二、消防措施

本规划消防方案设计严格遵照《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的规定，贯彻“预防为主，防消结合”的方针。

（1）扑灭天然气火灾的根本措施在于切断气源，站内工艺装置应充分考虑气源切断装置的可靠性和灵活性。

（2）根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）第 8.1.2 条，本规划新建分输站、末站均为五级站场，各站不设消防给水设施。对于单罐大于 20 立方米的储配站、气化站及二级（含）以上加气站应设置消防给水系统。

（3）各站场及沿线阀室根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的要求，对可能发生火灾的各类场所，按照其火灾危险性、区域大小等实际情况，分别设置一定数量不同

类型、不同规格的移动式灭火设备，以便及时扑灭初期零星火灾。

（4）本规划要求输配系统的设计以预防为主，天然气综合信息管理系统的设计增加了对管网的监控，管网一旦发生泄漏，系统将迅速做出反应进行报警，并显示沿线事故所危及的用户信息及位置，同时分析给出数个关断方案和救援车辆最佳行车路线，使消防部门以最快的速度达到事故现场，以便使损失降低到最低，从而使系统运行更加安全可靠，减少事故发生的可能性。

（5）配备检漏车，对管网定期巡检，发现泄漏点及时检修。对阀门井定期检修，保证阀门的正常工作。穿跨越管网两端设检漏管。建立天然气管道标识系统。管线沿途设置标志桩等警示标志，穿跨越处设警示牌，阀门井、调压箱等也需有明显的警示标志和防护设施。

（6）积极依托地方消防部门救援力量与自救措施。

第十三章 职业安全与工业卫生

天然气供气、经营企业，必须采取职业卫生安全防护措施，并符合劳动部《关于生产建设工程项目职业安全卫生监察的暂行规定》的有关要求。

第一节 主要危害分析

主要危害因素可分为两部分：其一为自然因素形成的危害或不利影响，包括地震、不良地质、暑热、雷击、洪水、内涝、台风等；其二为生产过程中产生的危害，包括毒害气体、火灾爆炸、机械伤害、噪声震动、触电等多种因素。上述各种危害因素的危害性各异，出现或发生的概率不一，危害范围和造成的后果均不同。

一、自然危害因素分析

自然危害因素主要包括如下方面：

1.地震

地震对建筑物破坏明显，进而威胁设备和人员的安全，但出现概率一般较低。

2.不良地质

不良地质对建筑物破坏巨大，但破坏往往只有一次，持续时间不长。

3.雷击

雷击有可能破坏建筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生。但其出现概率不大，破坏时间短暂。

4.极端气温

当环境温度过高时，会引起人员中暑及不适。气温对人的影响广泛，但其危害后果较轻。环境温度过低时，可能会造成设备损坏及人员冻伤。

5.暴雨等灾害性天气

暴雨、洪水、台风威胁工程和人员安全，其破坏范围大，但出现概率不大。

6.内涝

内涝浸渍设备，影响生产，但对人的危害较小。

总体来看，自然危害因素的发生基本是不可避免的，但可以对其采取相应的防范措施，以减轻对人员、设备的伤害或损失。

二、生产危害因素分析

生产危害因素主要包括如下方面：

1.震动和噪音

调压器在运行过程中会产生的噪音，压缩机、消防水泵、柴油发电机等设备会同时产生震动和噪音。噪声和震动危害会对人体产生不良影响。

2.有害气体

天然气为无色无味的气体，主要成分为甲烷，长时间接触会引起急性窒息，出现头昏、呕吐、乏力、甚至昏迷等症状。昏迷时间过长者，醒后可能出现运动性失语及偏瘫。长

期接触者可能出现神经衰弱综合症。

3.火灾爆炸

储存、输送的天然气为易燃易爆物质，操作不当造成泄漏会引起火灾乃至爆炸。火灾事故、爆炸事故均能造成人员伤亡和财产的损失。

4.触电、碰撞、坠落、机械伤害等意外事故均能对人体形成伤害，严重时造成人员的死亡。

5.灼伤

本规划中的液化天然气，一旦泄漏后由于急剧气化大量吸热，如接触人体，会造成人体低温灼伤。

生产危害因素造成的人体伤害或设备损坏部分是可以避免的，其造成危害的概率与管理水平有直接关系，故应制定严格的管理制度、积极进行人员培训，规范操作程序，尽最大可能避免生产危害因素造成人员伤亡及财产损失。

第二节 劳动安全与工业卫生措施方案

根据两类危害的特点，结合工程实际情况，采取如下防范措施：

1.输气场站在总图设计上，严格执行《石油天然气工程设计防火规范》《建筑设计防火规范》《输气管道工程设计规范》《城镇燃气设计规范》等规范，保证各建构筑物的安全距离。

2.站区总图竖向设计，应保证排水畅通，避免形成内涝。

3.选择良好的工程地质条件建站,建构筑物严格按照《建筑抗震设计规范》《构筑物抗震设计规范》处理地基和结构。

4.文山州文山市地震设防烈度为7度,其他县地震设防烈度为6度,建议所有建构筑物及设施均按照地震烈度8级设防。

5.站区设避雷装置。避雷接地与防静电接地连成一片,接地点不小于两处,接地电阻小于4欧姆。

6.输气场站设集中放散装置,系统管道超压、检修放散均汇集至集中放散,放空管高度大于10米且不低于周围25米范围内建筑物高度2米,避免造成低空污染。

7.下游燃气企业设置城市燃气综合信息管理系统,对城镇管网重要部位和最不利点进行压力监测,以便及早发现事故进行处理。

8.燃气中加入臭剂,一旦泄漏能够在造成危害前及早发觉。

9.在可能存在燃气泄漏的生产、储存及使用场所设可燃气体泄漏报警装置。

10.调压设备、压缩机、消防水泵等设备选用低噪声型号的产品或加设消音减震装置,以降低噪音,避免噪音对人体的危害。

11.输气管道系统采取防静电跨接和接地。

12.危险场所设置必要的安全标志,防止意外事故发生。

- 13.易发事故场所设置相应的应急照明设施。
- 14.设立专门的安全管理机构，专职负责安全工作。
- 15.职工定期体检。

第十四章 投资规模

投资估算依据基本建设有关文件和规划设计方案以及近期类似工程项目的有关资料编制。

1.费用估算：根据规划主要工程量进行投资估算。

2.本规划投资估算编制参考《建设项目投资估算编审规程》CECA/GC1-2015、《长距离输送管道工程投资参考指标》。

本规划设施总投资为 89.72 亿元，工程费用为 61.87 亿元，二类费用为 18.24 亿元，基本预备费为 9.61 亿元。

第十五章 规划实施建议

第一节 加强组织领导，紧抓规划落实

各县（市）政府、部门要充分认识天然气管网建设的重要性，强化天然气管道作为重要公共基础能源设施和民生工程中的地位，加强组织领导，密切配合，形成合力，协调解决全州天然气管网规划、建设、运营、管理中的重大问题，加快推进重大天然气管网项目建设，保障文山州天然气管网建设达到既定目标。

第二节 做好评估调整

规划实施过程中适时对规划执行情况进行梳理、评估，结合实施情况对规划项目进行微调。坚持规划中期评估制度，严格评估程序，委托第三方机构开展评估工作，对规划滚动实施提出建议，及时总结经验、分析问题、制订对策。规划确需调整的，州发展改革委、能源局根据经济社会发展和规划执行情况，适时修订并发布。

第三节 加强用地保障

各县（市）政府要加强管道建设用地政策支持力度，将天然气管网项目纳入土地利用规划，国土资源管理部门对天然气管网项目用地要在土地利用年度计划安排中给予重点保障，对投资额较大的重大天然气管道项目用地计划指标单列，项目用地由州统筹安排，统一立项审批，统一

办理手续，并简化程序，给予适当地优先、优惠和一定程度的特殊处理，提供相应的基础设施配套并与项目同步建设。

第四节 加大企业投入

油气企业对投资建设的管道要按照有关规定和建设程序，积极开展总体规划和可行性研究等前期工作，完善规划实施方案，抓好项目实施，项目核准后尽快实施建设，加大投资力度，加快天然气管网项目建设。

第五节 创新投融资模式，保障资金投入

以市场为导向，积极创新天然气管网投融资模式，鼓励民间资本进入，通过混合所有制方式，引导社会资本参与省内骨干天然气管网和跨区联网工程建设，对投资实行与国有投资一视同仁的土地、税收、补贴、价格、贴息等各类政策待遇。明确以补助、贴息等方式引导 PPP 项目建设的财政资金支持政策，设立政府与社会投资合作基金，推动天然气领域 PPP 项目建设。积极争取国家专项建设债券资金建设天然气管网，为项目建设提供支持。

第六节 落实清费减负和财税金融支持政策

对天然气管网设施等建设用地及配套设施依法给予税收优惠。社会公布行政事业性收费和政府定价经营服务性涉企收费严格按照政府公布的目录清单收费；规范银行收

费行为，减少服务收费项目，降低收费标准。鼓励和引导银行业金融机构切实加大信贷支持力度。优化天然气管网信贷审批程序，加大对天然气管网建设的信贷支持力度，提高贷款评估审批效率，并在信贷规模安排、贷款利率等方面给予倾斜和支持。建立政策性融资担保机制，为企业融资提供再担保服务。

第七节 加强监督，落实考核

制定天然气管网建设实施方案，分年度、分部门明确实施方案细则，列为督查督办事项，监督方案落实，定时评估监测，考核落实目标任务，定时汇总考核，根据考核进度实时向上级人民政府报告。对重点天然气管道工程，由项目所在地人民政府与项目企业细化目标任务，层层签订责任书，限时解决制约天然气管网建设的重大问题。对于考核结果不合格的单位，责令定期改进并完成考核任务，下一步的考核任务、考核指标等与本期考核结果挂钩。

第八节 遵守法律法规

严格执行《城镇燃气管理条例》《云南省燃气管理办法》。天然气设施作为重要、必要的市政基础配套设施，必须纳入城市规划和统一建设，确保燃气工程预留用地，确保燃气工程与城市开发、道路工程、住宅建设等项目同步设计、同步施工、同步验收，促进天然气快速深入利用。

附图：文山州天然气中长期天然气利用发展规划附图

- RG01 区位关系图（略）
- RG02 文山州现状天然气站场布局图（略）
- RG03 文山州现状天然气气源管线图（略）
- RG04 文山州天然气储气设施规划布局图（略）
- RG05 近期（2021-2025年）输气系统框图（略）
- RG06 远期（2026-2035年）输气系统框图（略）
- RG07 文山州天然气管道“十四五”规划图（略）
- RG08 文山州天然气管道中长期规划图（略）
- RG09 文山州天然气管网水力计算成果图（略）
- RG10 分输站、末站典型平面布置图（略）

RG11 阀室典型平面布置图（略）

RG12 LNG 储备库典型平面布置图（略）

RG13 文山州天然气管网互联互通关系图（略）

（注：如需要可按程序向州能源局申请查阅）

附件 1：文山州天然气消费预测

一、居民用户预测

根据《文山统计年鉴（2020）》近 5 年人口数据并参考第 7 次全国人口普查数据、各县（市）城市总体规划，考虑人口自然增长率和机械增长率以及城市总体定位，逐年测算文山州 2021-2025 年及 2030 年和 2035 年人口规模。再根据人口规模、气化率以及人均耗气指标进行测算。

表 1 各县（市）城镇居民用气量预测

范围	项目	单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
文山市	人口	万人	43.29	44.16	45.23	46.41	47.55	55.19	65.32
	气化率	%	20	25	30	35	40	60	80
	气化人口	万人	8.66	11.04	13.57	16.24	19.02	33.11	52.25
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	381.99	487.08	598.60	716.64	839.21	1753.04	3534.78
砚山县	人口	万人	23.61	26.95	28.02	29.04	30.25	36.66	39.30
	气化率	%	5	10	20	30	40	60	80
	气化人口	万人	1.18	2.70	5.60	8.71	12.10	22.00	31.44
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	52.25	120.05	251.73	394.33	550.20	1224.70	2236.7
富宁县	人口	万人	11.10	11.49	11.89	12.30	12.72	15.19	17.83

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

范围	项目	单位	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
	气化率	%	5	10	20	30	40	60	80
	气化人口	万人	0.56	1.15	2.38	3.69	5.09	9.12	14.27
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	24.56	51.18	106.78	167.02	231.43	507.55	1048.48
广南县	人口	万人	21.98	22.75	23.53	24.35	25.19	29.35	33.76
	气化率	%	5	10	20	30	40	60	80
	气化人口	万人	1.10	2.27	4.71	7.30	10.08	17.61	27.01
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	48.63	101.32	211.40	330.67	458.19	980.25	1985.18
丘北县	人口	万人	34.36	34.22	34.10	33.98	33.88	33.52	33.09
	气化率	%	0	5	10	15	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	1.71	3.41	5.10	6.78	11.73	13.24
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	70.20	139.39	207.62	275.32	537.23	663.24
西畴县	人口	万人	6.73	6.97	7.21	7.45	7.71	9.48	10.76
	气化率	%	5	10	20	30	40	60	80
	气化人口	万人	0.34	0.70	1.44	2.24	3.08	5.69	8.61
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	14.89	31.02	64.73	101.25	140.29	316.59	632.63
马关县	人口	万人	11.33	11.73	12.14	12.56	12.99	15.75	18.94
	气化率	%	5	10	20	30	40	60	80

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

范围	项目	单位	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
	气化人口	万人	0.57	1.17	2.43	3.77	5.20	9.45	15.15
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	25.08	52.25	109.02	170.52	236.28	525.94	1113.63
麻栗坡县	人口	万人	5.13	5.31	5.49	5.68	5.87	9.64	10.86
	气化率	%	0	5	10	25	40	60	80
	气化人口	万人	0.00	0.27	0.55	1.42	2.35	5.78	8.69
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	11.81	24.65	64.26	106.86	315.69	605.94

表 2 各县（市）乡村居民用气量预测

范围	项目	单位	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
文山市	人口	万人	19.71	19.60	19.42	19.21	19.02	17.24	15.04
	气化率	%	0	5	10	15	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	0.98	1.94	2.88	3.80	6.03	6.02
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	40.35	79.98	118.66	156.63	283.95	318.55
砚山县	人口	万人	24.52	26.48	26.05	25.52	25.13	22.41	24.02
	气化率	%	0	5	10	15	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	1.32	2.61	3.83	5.03	7.84	9.61
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

范围	项目	单位	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	53.98	105.18	152.96	199.29	337.93	465.7
富宁县	人口	万人	28.82	28.69	28.57	28.46	28.37	27.99	27.56
	气化率	%	0	5	10	15	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	1.43	2.86	4.27	5.67	9.80	11.02
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	58.84	116.77	173.83	230.37	448.09	550.86
广南县	人口	万人	55.67	55.41	55.17	54.95	54.74	52.60	50.67
	气化率	%	0	5	10	15	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	2.77	5.52	8.24	10.95	18.41	20.27
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	113.63	225.42	335.45	444.42	841.45	1011.25
丘北县	人口	万人	21.98	22.75	23.53	24.35	25.19	29.35	33.76
	气化率	%	5	10	20	30	40	60	80
	气化人口	万人	1.10	2.27	4.71	7.30	10.08	17.61	27.01
	用气指标	MJ/人·a	2000	2000	2000	2000	2000	2400	2700
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	48.63	101.32	211.40	330.67	458.19	980.25	1985.18
西畴县	人口	万人	20.22	20.16	20.11	20.07	20.03	20.52	19.74
	气化率	%	0	5	10	15	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	1.01	2.01	3.01	4.01	7.18	7.90
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	41.37	82.27	122.73	162.98	329.96	398.33

范围	项目	单位	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
马关县	人口	万人	20.73	20.54	20.36	20.18	20.01	19.46	18.98
	气化率	%	0	5	10	15	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	1.03	2.04	3.03	4.00	6.81	7.59
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	42.05	82.93	122.64	161.51	307.10	367.31
麻栗坡县	人口	万人	19.38	19.36	19.35	19.35	19.35	17.27	18.27
	气化率	%	0	0	5	10	20	35	40
	气化人口	万人	0.00	0.00	0.97	1.93	3.87	6.04	7.31
	用气指标	MJ/人·a	1400	1400	1400	1400	1400	1600	1800
	用气量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	0.00	39.63	79.05	157.86	279.49	379.76

二、商业及公建用户预测

（一）医院用气

根据文山州卫健委提供数据，得到 2020 年文山州各县（市）医院床位数。依据近年医院床位数增长率，预测至 2035 年，医院床位数年均增长率为 1%~2%。医院用气量预测根据单位床位耗气指标以及气化率进行用气数据测算。

表3 各县(市)医院用气量预测

时间	床位数	耗气指标	气化率	用气量 (万立方米/年)
		(MJ/床位·年)	(%)	
2020年	22188	1931	参考各县 (市)气化率	/
2021年	22409	1931		6.04
2022年	22634	1931		12.2
2023年	22861	1931		25.3
2024年	23089	1931		38.67
2025年	23320	1931		52.3
2030年	24510	2100		90.82
2035年	29777	2200		154.14

(二) 酒店宾馆用气量预测

根据实地调研数据并结合文山州旅游局提供的数据,得到2020年各县(市)酒店旅店数目,平均床位数取40,预测至2035年平均增长率为5%。考虑到文山州天然气发展缓慢,本次规划取中级餐厅耗气指标进行计算。酒店旅馆用气量预测结果见表4。

表 4 全州酒店旅馆用气量预测

时 间	宾馆/酒店数量	耗气指标：兆焦/（床位·年）	气化率（%）	用气量（万立方米/年）
2020 年	1700	/	/	/
2021 年	1785	3350	5	33.7
2022 年	1874	3350	10	70.76
2023 年	1968	3350	20	151.87
2024 年	2067	3350	30	240.88
2025 年	2170	3350	40	338.43
2030 年	2770	3800	60	742.78
2035 年	3535	4100	80	1363.77

注：酒店耗热指标取中位数。

三、学校用气量预测

2020 年文山州各县（市）各阶段住校人数由文山州教育局提供。按各县（市）总体规划中各类学校规划数量，学生人口与当地总人口占比取一定比例。学校用气量根据学生人数以及用气指标进行测算。

表 5 各县（市）学校用气量预测

范 围		大中专院校及小初高学生			幼儿及学前教育学生			全州 合计
指 标		人数	用气指标	用气量	人数	用气指标	用气量	
单 位		万人	MJ/人·a	万立方米/年	万人	MJ/人·a	万立方米/年	
年份	2021 年	37.2	2512	128.1	7.18	2300	15.08	143.18
	2022 年	37.65	2512	259.4	7.28	2300	30.65	290.05
	2023 年	38.32	2512	547.26	7.41	2300	64.47	611.73
	2024 年	39.12	2512	847.79	7.55	2300	100.27	948.06
	2025 年	40.06	2512	1164.5	7.74	2300	138.67	1303.17
	2030 年	46.3	2512	2052.6	9.01	2300	244.79	2297.39
	2035 年	51.02	2512	3016.69	9.93	2300	367.51	3384.2

四、餐饮商业用户用气预测

餐饮商业用户按居民用气量的 10%进行测算。

三、一般工业用户用气量预测

结合文山州工业用户现状，工业园区天然气气化率较低，本次规划采用单位工业用地需求量分析法对文山州各县（市）工业用气需求进行预测，即在现有工业园区规划土地面积数据的基础上，

根据园区规划土地资源容量和产业定位,结合项目能耗情况确定单位工业用地面积需求量指标和气化指标,从而确定工业用户的需求量。根据规划工业用地性质并考虑天然气气化率,参照云南省内同类型城市,单位工业用地根据园区定位以及一类、二类、三类工业用地性质,耗气量指标按 $0.5-2.0 \times 10^4 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ 范围区间取值。

表 6 各县(市)一般工业园区工业用地指标(单位:公顷)

园区名称	片区分类	工业用地指标(公顷)			
		工业用地指标	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地
砚山县工业园区	片区				
	承接产业园区	337.18	337.18	0	0
	三星坝片区	463.1		463.1	
三七产业园区	片区	工业用地	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地
	登高片区	637.86	47.68	590.18	
	新平坝片区	22.5	22.5		
富宁县边境贸易加工工业园区	片区	工业用地	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地
	瓦窑加工区	10.84	-	1.83	9.01
	板伦加工区	216.051	64.062	151.989	-
	归朝加工区	5.3416	1.4726	3.869	-
	田蓬贸易加工区	50.921	-	50.921	-
广南产业园区	片区	工业用地	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

园区名称	片区分类	工业用地指标（公顷）			
	莲城产业片区	89.94	11.21	78.73	
	铝产业精深加工区	923.649			923.649
	昔板产业片区	464.571		280.791	183.78
丘北县工业园区	片区	工业用地	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地
	南北片区	945.86	80.62	865.24	0
马关边境贸易加工园区	片区	工业用地	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地
	达号片区	444.81		45.84	398.97
	都龙口岸片区	112.27	25.16	57.32	29.79
	南山片区	144.27	66.88	77.39	
西畴兴街出口贸易加工园区	片区	工业用地	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地
	兴街片区	261.81	107.38	154.43	0
麻栗坡边境经济产业合作区工业园区	片区	工业用地	一类工业用地	二类工业用地	三类工业用地
	十里长冲片区	47.18	0	24.63	22.55
	湾担坡大坪子片区	199.58	57.42	90.59	51.57
	天保曼文进出口贸易产业片区	18.84	18.84	0	0

表 7 一般工业园区工业用户用气量预测

各县（市）一般工业园区工业用户数据预测									
文山市	片区名称	年份	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
		气化率（%）	10	20	30	45	60	80	95
	登高片区	单位面积指标	一类： $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ ；二类： $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	300	600	900	1350	1800	2400.1	2850.1
	新平坝片区	单位面积指标	一类： $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ ；二类： $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	3.7	7.4	11.1	16.7	22.3	29.7	35.3
	小计（万立方米/年）		303.7	607.4	911.2	1366.7	1822.3	2429.8	2885.3
	其他用户		415	415	415	415	415	505	557
	合计（万立方米/年）		719	1022	1326	1782	2237	2935	3442
砚山县	片区名称	年份	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
		气化率（%）	5	10	20	40	50	80	95
	承接产业园	单位面积指标	一类： $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ ；二类： $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ ；三类： $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	27.8	55.6	111.3	222.5	278.2	445.1	528.5
	三星坝片区	单位面积指标	一类： $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ ；二类： $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ ；三类： $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	76.4	152.8	305.6	611.3	764.1	1222.6	1451.8
合计（万立方米/年）		104.2	208.4	416.9	833.8	1042.3	1667.7	1980.3	
富宁县	片区名称	年份	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
		气化率（%）	5	10	20	40	50	80	95
	归朝生物加	单位面积指标	一类： $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ ；二类： $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

各县（市）一般工业园区工业用户数据预测									
	工区	耗气量	1.1	2.2	4.3	8.6	10.8	17.3	20.5
	田蓬贸易加工区	单位面积指标	二类：1.0×10 ⁴ Nm ³ /km ² ·d						
		耗气量	8.4	16.8	33.6	67.2	84	134.4	159.6
	合计（万立方米/年）		9.5	19	37.9	75.8	94.8	151.7	180.1
广南县	片区名称	年份	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
		气化率（%）	5	10	20	40	50	80	95
	莲城产业	单位面积指标	一类：0.5×10 ⁴ Nm ³ /km ² ·d；二类：1.0×10 ⁴ Nm ³ /km ² ·d						
	片区	耗气量	13.9	27.8	55.7	111.3	139.2	222.6	264.4
	昔板产业	单位面积指标	二类：1.0×10 ⁴ Nm ³ /km ² ·d						
	片区	耗气量	8.4	16.8	33.6	67.2	84	134.4	159.6
	水电铝产业精深加工区	单位面积指标	三类：2.0×10 ⁴ Nm ³ /km ² ·d						
		耗气量	0	0	0	2438.4	3048	4876.9	5791.3
	合计（万立方米/年）		22.3	22.3	44.6	89.3	2617	3271.2	5233.9
丘北县	园区名称	年份	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
		气化率（%）	5	10	20	30	40	80	95
	丘北县工业园区	单位面积指标	一类：0.5×10 ⁴ Nm ³ /km ² ·d；二类：1.0×10 ⁴ Nm ³ /km ² ·d；三类：1.5×10 ⁴ 万 Nm ³ /km ² ·d						
	合计（万立方米/年）		149.4	298.8	597.7	896.5	1195.3	2390.7	2838.9
西畴县	片区名称	年份	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
		气化率（%）	5	10	20	30	40	80	95

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

各县(市)一般工业园区工业用户数据预测									
	兴街出口贸易加工园区	单位面积指标	一类: $1.5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$; 二类: $1.0 \times 10^4 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
	合计(万立方米/年)		34.3	68.7	137.4	206	274.7	549.4	652.5
马关县	片区名称	年份	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
		气化率(%)	5	10	20	30	40	80	95
	达号片区	单位面积指标	一类: $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$; 二类: $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ 三类: $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	106.3	212.6	425.2	637.9	850.5	1700.9	2019.9
	都龙口岸片区	单位面积指标	一类: $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$; 二类: $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ 三类: $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	18.9	37.8	75.6	113.4	151.3	302.5	359.2
	南山片区	单位面积	一类: $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$; 二类: $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$;						
		指标	三类: $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	18.3	36.6	73.1	109.7	146.3	292.6	347.5
	合计(万立方米/年)		143.5	287	574	861	1148	2296	2726.5
麻栗坡县	片区名称	年份	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
		气化率(%)	0	5	15	25	40	80	95
	十里长冲片区	单位面积指标	一类: $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$; 二类: $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ 三类: $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	0	9.6	28.9	48.2	77.2	154.3	183.3
	湾担坡大坪子片区	单位面积指标	一类: $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$; 二类: $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ 三类: $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	0	32.4	97.3	162.2	259.6	519.2	616.5
	天保曼文产业片区	单位面积指标	一类: $0.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$; 二类: $1.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$ 三类: $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{km}^2 \cdot \text{d}$						
		耗气量	0	1.6	4.7	7.8	12.4	24.9	29.5

各县（市）一般工业园区工业用户数据预测								
	合计（万立方米/年）	0	43.6	130.9	218.2	349.2	698.4	829.3
	总计（万立方米/年）	1182.2	1969.8	3265.4	4962.6	8958.3	13960.1	17883.5

注：1.其他用户为目前文山城区范围内的燃气锅炉、烟叶复烤厂、龙欢酒业等用气量；2.水电铝产业精深加工区受园区规划实施影响，预计在2024年开始形成产能加工；3.三个重点绿色铝产业园区工业用气量预测不在此表中。

四、汽车用户预测

1、LNG 汽车用户

根据《文山统计年鉴 2020》现状数据预测文山州各县（市）2021-2025 年及 2030 年和 2035 年大中型客车、大中型载客车辆数；根据调研数据、相关规范和参考文件，结合文山州及周边城市燃气汽车现状，确定相应的气化率和用气指标、日均里程；预测结果见下表：

表 8 文山州各县（市）LNG 汽车用户用气量预测

文山市 LNG 汽车用户用气量预测									
项目	单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年	
大中型客车	车辆数	辆	421	425	429	433	437	457	478
	气化率	%	1	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	12.14	61.24	185.37	249.39	314.54	394.75	481.64
大中型载货车	车辆数	辆	1623	1637	1652	1667	1682	1759	1840
	气化率	%	1	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	112.46	567.37	1144.95	1732.88	2331.30	3047.65	3824.74
总计	10 ⁴ Nm ³ /a	124.60	124.60	628.61	1330.32	1982.27	2645.84	4306.37	
砚山县 LNG 汽车用户用气量预测									
项目	单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年	
大中型客车	车辆数	辆	262	264	266	269	271	284	297
	气化率	%	0	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	38.02	115.08	154.81	195.26	245.05	298.99

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

大中型载货车	车辆数	辆	1009	1018	1027	1036	1046	1094	1144
	气化率	%	0	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	352.74	711.82	1077.3	1449.3	1894.7	2377.8
总计		10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	390.75	826.90	1232.16	1644.7	2139.8	2676.9
富宁县 LNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
大中型客车	车辆数	辆	191	193	195	197	198	207	217
	气化率	%	0	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	27.81	84.18	113.25	142.84	179.26	218.71
大中型载货车	车辆数	辆	736	743	749	756	763	798	834
	气化率	%	0	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	257.34	519.32	785.99	1057.42	1382.34	1734.81
总计		10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	285.15	603.50	899.24	1200.26	1561.59	1953.52
广南县 LNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
大中型客车	车辆数	辆	288	291	293	296	299	312	327

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

	气化率	%	0	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	41.86	126.72	170.48	215.01	269.84	329.23
大中型载货车	车辆数	辆	1111	1121	1131	1141	1151	1204	1259
	气化率	%	1	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	76.97	388.33	783.65	1186.06	1595.64	2085.94	2617.81
总计		10 ⁴ Nm ³ /a	76.97	430.19	910.37	1356.53	1810.65	2355.77	2947.04
丘北县 LNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
大中型客车	车辆数	辆	190	192	194	196	197	206	216
	气化率	%	0	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	27.66	83.73	112.65	142.08	178.30	217.55
大中型载货车	车辆数	辆	733	740	746	753	760	795	831
	气化率	%	0	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	256.28	517.17	782.73	1053.03	1376.60	1727.61

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

总计		10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	283.94	600.90	895.38	1195.11	1554.91	1945.16
西畴县 LNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
大中型客车	车辆数	辆	92	92	93	94	95	99	104
	气化率	%	0	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	13.31	40.30	54.22	68.38	85.81	104.70
大中型载货车	车辆数	辆	353	356	360	363	366	383	400
	气化率	%	0	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	123.51	249.25	377.23	507.50	663.45	832.61
总计		10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	136.82	289.54	431.45	575.88	749.26	937.32
马关县 LNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
大中型客车	车辆数	辆	191	193	195	197	198	207	217
	气化率	%	0	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	27.81	84.18	113.25	142.84	179.26	218.71
大中型载货车	车辆数	辆	738	745	751	758	765	800	837

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

	气化率	%	0	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	258.06	520.76	788.17	1060.35	1386.16	1739.61
总计		10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	285.87	604.94	901.42	1203.18	1565.42	1958.32
麻栗坡县 LNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
大中型客车	车辆数	辆	132	134	135	136	137	143	150
	气化率	%	0	5	15	20	25	30	35
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	日均里程	km	200	200	200	200	200	200	200
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	19.23	58.21	78.31	98.77	123.95	151.24
大中型载货车	车辆数	辆	508	513	517	522	527	551	576
	气化率	%	0	5	10	15	20	25	30
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	日均里程	km	350	350	350	350	350	350	350
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	177.61	358.43	542.48	729.81	954.1	1197.3
总计		10 ⁴ Nm ³ /a	0.00	196.84	416.63	620.79	828.58	1078.0	1348.6

2、CNG 汽车用户

根据文山州道路运输管理局 2021 年 1 月提供数据，文山市、广南县、丘北县出租车 CNG 存

在改装，其余县无改装且公交车全部未使用 CNG 燃料；本规划考虑 CNG 出租车数量保持不变且到 2025 年底全部达到报废条件，之后新增车辆考虑为其他形式的新能源汽车；公交车不考虑 CNG 燃料；根据调研数据、相关规范和参考文件，给定相应的气化率和用气指标、日均里程；

CNG 汽车预测结果见下表：

表 9 各县（市）CNG 汽车用户用气量预测

文山市 CNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
出租车	车辆数	辆	695	695	695	695	695	-	-
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-
	日均里程	km	250	250	250	250	250	-	-
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	602.48	602.48	602.48	602.48	602.48	-	-
广南县 CNG 汽车用户用气量预测									
项目		单位	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
出租车	车辆数	辆	146	146	146	146	146	-	-
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-
	日均里程	km	250	250	250	250	250	-	-
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	133.23	133.23	133.23	133.23	133.23	-	-
丘北县 CNG 汽车用户用气量预测									

项目		单位	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
出租车	车辆数	辆	141	141	141	144	141	-	-
	耗气量指标	Nm ³ /km	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-
	日均里程	km	250	250	250	250	250	-	-
	需求量	10 ⁴ Nm ³ /a	128.66	128.66	128.66	128.66	128.66	-	-

五、绿色水电铝产业园区工业用户用气量预测

（一）文山马塘工业园区

1. 园区概况

文山马塘工业园区始建于2003年，属云南省重点工业园区之一，2008年被省政府评为“全省优秀工业园区”。园区规划面积32.95平方公里，共分为“三区一中心”，即新开田冶金片区、甲马石铝产业片区、塘子寨建材片区、综合物流及加工中心。功能定位是以铝产业为主，以冶金化工、建筑建材、机械制造、仓储物流为辅的综合性工业园区。发展目标是努力把园区打造成为云南铝工业中心、承接东部沿海地区产业转移的新兴工业基地。2018年8月，为使园区达到聚焦主导产业、“瘦身强体”的效果，委托省规划院编制《文山马塘工业园区总体规划修编（2018-2035）》，10月通过州工信委专家评审，已按程序上报省工信委待备案。修编后园区规划面积31.16平方公里，空

间结构为“一园二片”，即：新开田片区和甲马石片区，主导产业以水电铝材一体化为主的新型冶金化工产业，辅助产业为先进装备制造产业和冶金产业。截至目前，共引进 42 户企业入园发展（其中，规模以上企业 16 户）。马塘工业园区现有企业包括了云南九州再生资源有限公司、云南天冶化工有限公司、云南文山铝业有限公司、云南铝都物流有限公司、云南三七科技有限公司、云南万通商贸有限公司、文冶有色金属公司、文山中泰锰业等企业。目前准备入驻的有三一重工建材项目等。其中，云南文山铝业有限公司现状年产氧化铝规模已经达到 140-160 万吨，铝土矿设计产能 294 万吨/年，水电铝设计产能 50 万吨/年，二期 50 万吨电解铝预计在 2022 年底建成投产。云南天冶化工有限公司已建成年产 10 万吨烧碱、12 万吨 PVC 生产线；九州公司 260 万吨赤泥选铁项目建成投产，规划区现状产业初具规模。

2.工业用气量预测

关于重点铝产业园区，根据产能配额统计用气量，其余园区则根据单位面积耗热指标并考虑气化率进行测算。马塘工业园区总用气量按低、中、高三种方案预测如下：

表 10 马塘工业园区用气预测（低方案）

用气年份		2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
氧化铝	产能（万吨/年）	50	70	120	140	140		
	用气标准（方/吨）	85	85	85	85	85		
	用气量（万立方米）	4250	5950	10200	11900	11900		
原铝	产能（万吨/年）	50	50	55	65	80		
电解铝	产能（万吨/年）	25	50	50	50	50		
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	17.5	35	35	35	35		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	5	15	30		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	150	450	900		
铝材精深加工	产能（万吨/年）	0	5	10	35	48		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	0	175	350	1225	1680		
其他用气量	5%	225	324	557	693	717		
合计	（单位：万立方米）	4492	6484	11292	14303	15232	18532	21483

备注：文铝 2020 年底电解铝产能为 50 万吨，暂不考虑二期产能，氧化铝产能从 50 万吨逐年增加到 2024 年达产 140 万吨，另规划再生铝到 2025 年达 30 万吨产能，低方案考虑马塘园区就地铝型材加工按 60% 计算，其余铝型材加工外溢至其他园区。2026-2030、2031-2035 年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年 4%、3% 增长率预测耗气量。

表 11 马塘工业园区用气预测（中方案）

用气年份		2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
氧化铝	产能（万吨/年）	50	80	140	140	160		
	用气标准（方/吨）	85	85	85	85	85		
	用气量（万立方米）	4250	6800	11900	11900	13600		
原铝	产能（万吨/年）	50	50	105	120	140		
电解铝	产能（万吨/年）	25	50	100	100	100		
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	17.5	35	70	70	70		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	5	20	40		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	150	600	1200		
铝材 深加工	产能（万吨/年）	5	10	52.5	72	112		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	175	350	1838	2520	3920		
其他用气量	5%	234	378	727	763	926		
合计	（单位：万立方米）	4676	7563	14684	15853	19716	25768	31350
备注：文铝电解铝产能为 50 万吨，计划到 2022 年底达产到 100 万吨，氧化铝产能规模按 160 万吨计，炭素考虑外购，另规划再生铝到 2025 年达 40 万吨产能，马塘园区就地铝型材加工按 80% 计，其余外溢至其他园区。2026-2030、2031-2035 年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年 5.5%、4% 增长率预测耗气量。								

表 12 马塘工业园区用气预测（高方案）

用气年份		2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
氧化铝	产能（万吨/年）	70	140	160	200	200		
	用气标准（方/吨）	85	85	85	85	85		
	用气量（万立方米）	5950	11900	13600	17000	17000		
原铝	产能（万吨/年）	50	50	130	140	150		
电解铝	产能（万吨/年）	50	50	100	100	100		
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	35	35	70	70	70		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	30	40	50		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	900	1200	1500		
铝材 深加工	产能（万吨/年）	5	15	65	84	120		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	175	525	2275	2940	4200		
其他用气量	5%	324	656	839	1053	1119		
合计	（单位：万立方米）	6484	13116	17684	22263	23889	31970	40802

备注：文铝 2020 年底铝产能为 50 万吨，计划到 2022 年底二期投产达产到 100 万吨，按照氧化铝和原铝生产比例 2:1 的关系，文铝氧化铝产能规模到 2025 年达到 200 万吨，到 2025 年文铝铝产能达 100 万吨，氧化铝 200 万吨，另规划再生铝到 2025 年达 50 万吨产能，马塘园区就地铝型材加工按 80% 计，其余外溢至其他园区。2026-2030、2031-2035 年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年 6%、5% 增长率预测耗气量。

表 13 马塘工业园区用气预测比选（万立方米/年）

类别	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
低方案	4492	6484	11292	14303	15232	18532	21483
中方案	4676	7563	14684	15853	19716	25768	31350
高方案	6484	13116	17684	22263	23889	31970	40802

根据以上数据对比如下，结合文山实际情况，园区不考虑碳素生产，氧化铝产能保持不变，再生铝按规划中位数取值，本规划马塘工业园区数据推荐采用中方案预测数据。

（二）砚山县绿色水电铝创新及配套产业园区

1. 园区概况

砚山绿色铝创新及配套产业园由绿色铝创新产业园片区和二道菁产业片区构成。绿色铝创新产业园区位于县城北侧约 5 公里，规划面积 7.09 平方公里，东至小听湖村一带，西至处暑村一带，南至 G323 国道新线，北至马鞍山村南侧一带，主导规划布局铝材精深加工和水电铝 200 万吨左右，以重点发展水电铝材一体化产业为主。二道菁片区位于县城西北侧约 12 公里，G323 国道新线贯穿规划区，规划面积 2.76 平方公里，东至水塘及山体一带，西至五家寨村东侧一带，南侧和北侧紧

邻规划的基本农田红线，该片区主要以发展水电铝的配套产业（以水电铝配套原材料为重点）为主。

已有山东魏桥集团等一批水电铝龙头企业落户园区，园区于 2020 年底前投产水电铝 108 万吨，2021 年底投产水电铝 203 万。水电铝配套产业逐步形成。

2.工业用户用气预测

关于重点铝产业园区，根据产能配额统计用气量，其余园区则根据单位面积耗热指标并考虑一定气化率进行测算。砚山绿色铝创新及配套产业园区（含二道菁片区）总用气量按低、中、高三种方案预测如下：

表 14 砚山绿色铝创新及配套产业园用气量预测（低方案）

用气年份		2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
电解铝	产能（万吨/年）	10	100	203	203	203		
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	7	70	142.1	142.1	142.1		
原铝	产能（万吨/年）	108	203	203	213	233		
炭素	产能（万吨/年）	0	0	50	100	100		

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
	用气标准（方/吨）	70	70	70	70	70		
	用气量（万立方米）	0	0	3500	7000	7000		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	0	10	30		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	0	300	900		
铝材 深加工	产能（万吨/年）	10	50	80	105	140		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	350	1750	2800	3675	4900		
其他用气量	5%	19	96	339	569	634		
合计	（单位：万立方米）	376	1916	6781	11686	13576	16517	19148

备注：不考虑氧化铝生产，2022年电解铝达产203万吨，炭素按规划招商引资100万吨（目前奥海和万瑞公司各自立项规模均为50万吨）计，规划至2025年再生铝产能达30万吨，园区铝型材就加工转化按60%就地计算，其余型材加工外溢至其他园区。2026-2030、2031-2035年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年4%、3%增长率预测耗气量。

表 15 砚山绿色铝创新及配套产业园用气量预测（中方案）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
电解铝	产能（万吨/年）	20	203	203	203	203		
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	14	142.1	142.1	142.1	142.1		
原铝	产能（万吨/年）	108	203	203	223	263		

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
炭素	产能(万吨/年)	0	50	50	100	120		
	用气标准(方/吨)	70	70	70	70	70		
	用气量(万立方米)	0	3500	3500	7000	8400		
再生铝	产能(万吨/年)	0	0	10	20	60		
	用气标准(方/吨)	30	30	30	30	30		
	用气量(万立方米)	0	0	300	600	1800		
铝材	产能(万吨/年)	16	30	80	100	210		
	用气标准(方/吨)	35	35	35	35	35		
	用气量(万立方米)	560	1050	2800	3500	7350		
其他用气量	5%	30	247	339	560	836		
合计	(单位:万立方米)	604	4939	7081	11802	18529	24216	29463
备注: 不考虑氧化铝生产, 2022年电解铝达产203万吨, 炭素按规划招商引资120万吨(目前奥海和万瑞公司各自立项规模均为50万吨)计, 规划至2025年再生铝产能达60万吨, 园区铝型材就加工转化按80%就地计算, 其余型材加工外溢至其他园区。2026-2030、2031-2035年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策, 分别按年5.5%、4%增长率预测耗气量。								

表 16 砚山绿色铝创新及配套产业园用气量预测 (高方案)

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
电解铝	产能(万吨/年)	108	203	203	203	203		
	用气标准(方/吨)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
	用气量（万立方米）	75.6	142.1	142.1	142.1	142.1		
原铝	产能（万吨/年）	108	203	213	253	303		
碳素	产能（万吨/年）	0	50	100	150	150		
	用气标准（方/吨）	70	70	70	70	70		
	用气量（万立方米）	0	3500	7000	10500	10500		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	10	50	100		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	300	1500	3000		
铝材 深加工	产能（万吨/年）	16	61	85	150	242		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	560	2135	2975	5250	8470		
其他用气量	5%	33	304	532	836	1006		
合计	（单位：万立方米）	669	6081	10950	18229	23118	30937	39484
备注：不考虑氧化铝生产，2022年电解铝达产203万吨，炭素按规划招商引资120万吨（目前奥海和万瑞公司各自立项规模均为50万吨）计，规划至2025年再生铝产能达100万吨，园区铝型材就加工转化按80%就地计算，其余型材加工外溢至其他园区。2026-2030、2031-2035年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年6%、5%增长率预测耗气量。								

表 17 砚山绿色铝创新及配套产业园用气量预测

类别	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

低方案	376	1916	6781	11686	13576	16517	19148
中方案	604	4939	7081	11802	18529	24216	29463
高方案	669	6081	10950	18229	23118	30937	39484

综上，结合砚山县绿色水电铝产能增加情况，园区不考虑氧化铝生产，碳素规划布局按 120 万吨计，考虑再生铝产能 60 万吨，本规划市场测算推荐采用中方案预测数据。

（三）富宁绿色水电铝材一体化产业示范园区

1. 园区概况

富宁绿色水电铝材一体化产业园区位于文山州富宁县与广西百色市那坡县交界处，距离富宁县城 35km，距离那坡县城 14km。规划区南起两省交界，西至富宁县木腊村，北抵富宁县上青龙坪村，东临富宁县叭沙村，规划总面积 20.08 平方公里。园区目前积极引进了云南神火铝业有限公司绿色水电铝材一体化项目，同时为了拓展铝产业在富宁县的发展空间。园区规划布局 90 万吨电解铝产能，规划再生铝产能 150 万吨。

园区功能定位以绿色水电铝产业为主；绿色生物资源加工、出口贸易加工业为辅，节能、低碳的多元化产业综合发展区。

2.工业用户用气预测

关于富宁绿色水电铝材一体化产业示范园区，根据产能配额统计用气量，其余园区则根据单位面积耗热指标并考虑一定气化率进行测算。富宁县工业用气预测见下表所示：

表 18 富宁绿色水电铝一体化产业示范园区用气量预测（低方案）

用气年份		2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
电解铝	产能（万吨/年）	0	0	90	90	90		
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	0	0	63	63	63		
铝	产能（万吨/年）	75	90	130	150	210		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	40	60	120		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	1200	1800	3600		
炭素	产能（万吨/年）	0	0	0	45	45		
	用气标准（方/吨）	70	70	70	70	70		
	用气量（万立方米）	0	0	0	3150	3150		
铝材深加工	产能（万吨/年）	0	5	20	60	126		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	0	175	700	2100	4410		
其他用气量	5%	0	9	40	280	401		

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
合计	（单位：万立方米）	0	184	2003	7393	11624	14143	16395

注：结合实地考察，园区考虑到生产氧化铝成本过高，另外周边百色有足够的氧化铝成品原料供给，不生产氧化铝，预计2021年6月电解铝达产75万吨，2022年达产90万吨。另外园区有生产炭素意向，因此考虑2024年炭素产能达45万吨，规划至2025年再生铝产能达120万吨，铝型材就地加工转化按60%计算，其余外溢至其他加工园区。2026-2030、2031-2035年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年4%、3%增长率预测耗气量。

表 19 富宁绿色水电铝一体化产业示范园区用气量预测（中方案）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
电解铝	产能（万吨/年）	0	90	90	90	90		
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	0	63	63	63	63		
铝	产能（万吨/年）	75	90	90	110	240		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	0	20	150		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	0	600	4500		
炭素	产能（万吨/年）	0	0	0	45	45		
	用气标准（方/吨）	70	70	70	70	70		
	用气量（万立方米）	0	0	0	3150	3150		

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
铝材深加工	产能（万吨/年）	0	5	30	66	192		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	0	175	1050	2310	6720		
其他用气量	5%	0	13	59	291	523		
合计	（单位：万立方米）	0	251	1172	6414	14956	19547	23781
<p>注：结合实地考察，园区考虑到生产氧化铝成本过高，另外周边百色有足够的氧化铝成品原料供给，不生产氧化铝，预计2021年6月电解铝达产75万吨，2022年达产90万吨。另外园区考虑2023年炭素产能达45万吨，规划150万吨再生铝产能，铝型材就地加工转化按80%计算，其余外溢至其他加工园区。2026-2030、2031-2035年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年5.5%、4%增长率预测耗气量。</p>								

表 20 富宁绿色水电铝一体化产业园区用气量预测（高方案）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
电解铝	产能（万吨/年）	75	90	90	90	90		

文山州天然气中长期利用发展规划（2021-2035）

用气年份		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
	用气标准（方/吨）	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		
	用气量（万立方米）	52.5	63	63	63	63		
铝	产能（万吨/年）	75	90	130	170	270		
再生铝	产能（万吨/年）	0	0	40	80	180		
	用气标准（方/吨）	30	30	30	30	30		
	用气量（万立方米）	0	0	1200	2400	5400		
炭素	产能（万吨/年）	0	0	0	45	45		
	用气标准（方/吨）	70	70	70	70	70		
	用气量（万立方米）	0	0	0	3150	3150		
铝材深加工	产能（万吨/年）	0	10	65	102	216		
	用气标准（方/吨）	35	35	35	35	35		
	用气量（万立方米）	0	350	2275	3570	7560		
其他用气量	5%	3	22	123	357	567		
合计	（单位：万立方米）	55	435	3661	9540	16740	22402	28591

注：结合实地考察，园区考虑到生产氧化铝成本过高，另外周边百色有足够的氧化铝成品原料供给，不生产氧化铝，预计2021年6月水电铝达75万吨产能，2022年达产90万吨。另外园区有生产炭素意向，因此考虑2023年炭素产能达45万吨，并且考虑180万吨再生铝产能，铝型材就地加工转化按80%计算，其余外溢至其他加工园区。2026-2030、2031-2035年期间综合考虑国家碳达峰、碳中和政策，分别按年6%、5%增长率预测耗气量。

表 21 富宁绿色水电铝一体化产业园区用气量预测（万立方米）

类别	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
低方案	0	184	2003	7393	11624	14143	16395
中方案	0	251	1172	6414	14956	19547	23781
高方案	55	435	3661	9540	16740	22402	28591

综上并结合富宁绿色水电铝一体化产业园区实际情况，考虑州上电解铝新增产能以及与电能匹配度，本规划推荐采用中方案预测数据。

（四）三个绿色水电铝重点产业园区天然气预测量汇总

综上所述，文山州绿色水电铝产业园区天然气消费预测量如下表所示：

表 22 文山州绿色水电铝产业园区用气量汇总预测（万立方米）

园区	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2030 年	2035 年
马塘	4676	7563	14684	15853	19716	25768	31350
砚山	604	1255	6781	11802	18529	24216	29463

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

园区	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2030年	2035年
富宁	0	251	1172	6414	14956	19547	23781
合计	5281	9069	22637	34069	53200	69530	84594

预测到 2025 年，文山州绿色水电铝产业链天然气消耗量达 5.32 亿立方米，到 2035 年天然气消耗量达 8.45 亿立方米。分别占全州天然气消耗总量的 62%和 55.5%。

附件 2：输气管网工艺计算

(一) 水力计算公式

$$Q = 1051 \left\{ \frac{[P_1^2 - P_2^2 (1 + a \Delta h)] d^5}{\lambda Z \Delta T L \left[1 + \frac{a}{2L} \sum_{i=1}^n (h_i + h_{i-1}) L_i \right]} \right\}^{0.5}$$

式中：Q—气体（ $P_0=0.101325\text{MPa}$ ， $T=293\text{K}$ ）的流量， m^3/d ；

P_1 —输气管道计算段的起点压力（绝）， MPa ；

P_2 —输气管道计算段的终点压力（绝）， MPa ；

d —输气管道内直径， cm ；

Z —气体的压缩系数；

Δ —气体的相对密度；

T —气体的平均温度， K ；

L—输气管道计算段的长度， km；

a—系数， m—1， a=0.0683 (Δ/ZT) ；

Δh —输气管道终点和起点的标高差， m；

n—输气管道沿线高差变化所划分的计算段数；

h_i, h_{i-1} —各分管段终点和起点的标高， m；

L_i —各分管段长度， km。

λ —水力摩阻系数；

水力摩阻系数采用科尔布鲁克 (C·K·Colebrook) 计算公式：

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.01 \log \left[\frac{k}{3.71d} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right]$$

式中：K—管内壁绝对粗糙度， m；

d—管内径， m；

Re—雷诺数。

2) 沿线温度计算公式

$$t_x = t_0 + (t_1 - t_0)e^{-ax} - \frac{J\Delta P_x}{ax}(1 - e^{-ax})$$

式中： t_x —输气管道沿线任意点的气体温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_0 —输气管道埋深处的土壤温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_1 —输气管道计算段起点的气体温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

e —自然对数底数， $e=2.718$ ；

x —输气管道计算段起点至沿线任意点的长度， km ；

J —焦耳—汤姆逊效应系数， $^{\circ}\text{C}/\text{MPa}$ ；

ΔP_x — x 长度管段的压降， MPa 。

$$a = \frac{225.256 \times 10^6 KD}{q_v \Delta C_p}$$

式中：

K —输气管中气体到土壤的总传热系数， $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ；

D —输气管外径， m ；

q_v —输气管流量（ $P_0=0.101325MPa$ ， $T=293K$ ）， Nm^3/d ；

Δ —气体的相对密度；

C_p —气体的定压比热， $J/kg \cdot ^\circ C$ 。

（二）工艺计算软件

工艺方案计算采用 pipeline Studio4.0.1 软件。该软件是受到国际管道运营商广泛认可的天然气长输管道计算软件，可根据不同的约束条件和边界条件，计算长输管道的水力、热力参数。

（三）输气工艺系统方案

1.输气工艺系统

本规划气源主要从广西 LNG 外输管道复线（百色—文山）、云南省东干线（宜宾—昭通—曲靖—文山）、大黑山—马塘天然气支线管道以及文山—砚山天然气支线管道接气，输往下游各县市。

2.管径的选择要素

选择管径时，综合考虑了以下几点：

1) 管道末端运行压力不低于 2.0MPa。

2) 文山州经济发展态势良好，结合文山州天然气发展远期规划，应考虑为管道市场远期的进一步发展作出预留，满足后期用气需求，避免后期出现输气瓶颈。

3) 支线管道途经路由地形条件较差，再建设管道比较困难。

3.水力计算成果

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

Pipe Summary									
Name	Flow (流量)		Pressure (压力)		Temperature (温度)		Inventory (管存量)	Velocity (流速)	
管段	(Head)	(Tail)	(Head)	(Tail)	(Head)	(Tail)		(Head)	(Tail)
	10 ⁴ Nm ³ /d	10 ⁴ Nm ³ /d	MPAg	MPAg	Deg C	Deg C	MSm ³	m/s	m/s
Pipe01	-273.90	-273.90	7.35	7.42	15.11	20.00	0.41	-1.99	-2.02
Pipe02	-188.90	-188.90	7.22	7.35	10.05	15.11	1.56	-1.36	-1.37
Pipe03	-173.90	-173.90	7.15	7.22	9.91	10.05	1.04	-1.26	-1.25
Pipe04	-138.90	-138.90	7.11	7.15	9.94	9.91	1.02	-1.02	-1.01
Pipe05	1643.80	1643.80	7.11	6.32	12.81	9.34	3.44	4.73	5.28
Pipe06	-1844.30	-1844.30	7.11	7.66	13.02	16.45	2.29	-5.31	-4.98
Pipe07	-1869.30	-1869.30	7.66	8.10	16.45	20.00	1.97	-5.05	-4.84
Pipe08	25.00	25.00	4.50	4.31	1.38	7.56	0.02	2.74	2.96
Pipe09	35.00	35.00	4.50	4.27	-3.34	9.26	0.06	2.16	2.44
Pipe10	20.00	20.00	4.27	4.21	9.26	9.94	0.05	1.40	1.42
Pipe11	-339.39	-339.39	4.29	4.50	1.13	0.12	0.07	-6.22	-5.87
Pipe12	-254.39	-254.39	4.04	4.29	4.06	1.13	0.13	-5.06	-4.66
Pipe13	-224.39	-224.39	3.66	4.04	7.06	4.06	0.21	-5.03	-4.46
Pipe14	55.00	55.00	3.68	3.66	13.31	10.02	0.19	1.26	1.25
Pipe15	-70.00	-70.00	3.68	3.70	13.31	20.00	0.06	-1.60	-1.65
Pipe16	15.00	15.00	3.68	2.48	13.31	8.75	0.01	4.90	7.23
Pipe17	70.00	70.00	3.96	3.58	20.00	10.12	0.10	3.47	3.69
Pipe18	254.39	254.39	3.66	3.58	7.64	7.66	0.03	5.72	5.86

Pipe Summary									
Name 管段	Flow (流量)		Pressure (压力)		Temperature (温度)		Inventory (管存量)	Velocity (流速)	
	(Head) 10 ⁴ Nm ³ /d	(Tail) 10 ⁴ Nm ³ /d	(Head) MPAg	(Tail) MPAg	(Head) Deg C	(Tail) Deg C		(Head) m/s	(Tail) m/s
Pipe19	254.39	254.39	3.58	3.18	8.20	7.91	0.13	5.87	6.64
Pipe20	112.20	112.20	3.18	3.07	7.91	9.48	0.13	2.93	3.05
Pipe21	92.20	92.20	3.07	3.05	9.48	9.70	0.05	2.51	2.53
Pipe22	82.20	82.20	3.05	2.98	9.70	9.89	0.14	2.26	2.31
Pipe23	10.00	10.00	3.07	2.33	9.48	9.36	0.01	3.88	5.14
Pipe24	102.19	102.19	3.18	2.80	7.91	9.08	0.10	4.27	4.89
Pipe25	82.19	82.19	2.80	2.08	9.08	9.48	0.20	3.93	5.33
Pipe27	-15.00	-15.00	3.86	4.50	6.34	-3.56	0.01	-4.51	-3.63
Pipe28	85.00	85.00	4.50	4.33	1.44	8.88	0.16	2.35	2.54
Pipe29	65.00	65.00	4.33	4.28	8.88	9.65	0.08	1.95	1.98

注：计算值为负值只跟建模管段模型有关，不影响实际数据。

计算结果详见附图 RG-09。根据水力计算成果可知，各节点压力均不小于 2.0MPa，文山州规划管网能满足 2035 年用气市场的需求，且还具备大规模外输的能力。

附件 3：储气调峰计算

(一) 调峰需求测算

1. 高峰月平均日用气量

根据本次规划区各阶段各个用气领域的用气量及用气高峰系数。根据公式 $Q_{md}=K_m \times Q_d$ ，可确定各阶段高峰日流量（ Q_{md} 为高峰月平均日流量， Q_d 为年平均日用气量， K_m 为月高峰系数）。

表 23 近远期高峰月平均日用气量平衡表（万立方米/天）

项目	2025 年用气量	比例%	2030 年用气量	比例%	2035 年用气量	比例%
居民用户	15.18	5.86	31.47	8.29	54.30	11.74
公建商业用户	7.09	2.74	30.24	7.96	21.55	4.66
工业用户	190.34	73.55	258.95	68.18	313.52	67.76
汽车用户	33.25	12.85	40.13	10.57	50.20	10.85
不可预见量	12.94	5.00	18.99	5.00	23.13	5.00
合计	258.79	100.00	379.78	100.00	462.70	100.00

2. 调峰需求量计算

城市燃气在供应过程中，由于用气量在时间上存在极大的不平衡性，因此必须将低谷供气时多

余的燃气储存起来，高峰时送出去，以补偿燃气消耗量的不足。因此燃气储存在城市燃气输配系统中占有重要的地位。

调峰气量的大小主要取决于供气区域的气候条件、用户的构成及特点、居民的生活习惯、经济发展水平、供气规模等因素。依据《燃气工程设计手册》的要求，并按照十四五末期以及远期 2030 年、2035 年供气管道范围内用气规模、不均匀系数，并考虑预测和计算的误差。计算各规划年限内所需储气调峰量如下表：

表 24 2025 年储气调峰量计算表

小时段	供气量 累计值 (m ³)	耗气量 (m ³)			耗气量累计值 (m ³)	储气量 (m ³)	最大、最小值
		居民、商业 (m ³)	工业生产 (m ³)	不可 预见 (m ³)			
1-2	93978	2597	79309	0	81907	12071	
2-3	187955	2319	79309	0	163535	24420	
3-4	281933	1855	79309	0	244700	37233	
4-5	375910	3154	79309	0	327163	48747	
5-6	469888	9648	79309	5391	421512	48376	Max :
6-7	563865	10854	79309	5391	517067	46799	48747

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

小时段	供气量 累计值 (m ³)	耗气量 (m ³)			耗气量累计值 (m ³)	储气量 (m ³)	最大、最小值
		居民、商业 (m ³)	工业生产 (m ³)	不可 预见 (m ³)			
7-8	657843	11596	79309	5391	613363	44480	
8-9	751820	11503	79309	5391	709567	42253	
9-10	845798	14564	79309	5391	808832	36965	
10-11	939775	22264	79309	5391	915797	23978	
11-12	1033753	25882	79309	5391	1026380	7373	
12-13	1127730	9091	79309	5391	1120172	7558	
13-14	1221708	6215	79309	5391	1211088	10619	
14-15	1315685	5102	79309	5391	1300891	14794	
15-16	1409663	8535	79309	5391	1394127	15536	
16-17	1503641	14379	79309	5391	1493207	10434	
17-18	1597618	26439	79309	5391	1604346	-6728	
18-19	1691596	12987	79309	5391	1702034	-10439	Min:
19-20	1785573	7607	79309	5391	1794342	-8769	-10439
20-21	1879551	5752	79309	5391	1884794	-5244	
21-22	1973528	3340	79309	0	1967443	6085	
22-23	2067506	2876	79309	0	2049628	17877	
23-24	2161483	2226	79309	0	2131164	30319	
24-1	2255461	1855	79309	0	2212329	43132	
储气量 (m ³) : 59185.51							

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

小时段	供气量 累计值 (m ³)	耗气量 (m ³)			耗气量累计值 (m ³)	储气量 (m ³)	最大、最小值
		居民、商业 (m ³)	工业生产 (m ³)	不可 预见 (m ³)			
储气系数：2.6%							

表 25 2030 年储气调峰量计算表

小时段	供气量 累计值 (m ³)	耗气量 (m ³)			耗气量 累计值 (m ³)	储气量 (m ³)	最大、最小值
		居民、商业 (m ³)	工业生产 (m ³)	不可预见 (m ³)			
1-2	141519	7199	107895	0	115094	26425	
2-3	283038	6428	107895	0	229417	53621	
3-4	424557	5142	107895	0	342455	82102	
4-5	566076	8742	107895	0	459092	106984	
5-6	707595	26740	107895	7912	601639	105956	Max :
6-7	849114	30083	107895	7912	747530	101585	106984
7-8	990633	32140	107895	7912	895477	95157	
8-9	1132152	31883	107895	7912	1043166	88986	
9-10	1273671	40368	107895	7912	1199341	74330	
10-11	1415190	61709	107895	7912	1376857	38333	
11-12	1556709	71736	107895	7912	1564401	-7691	
12-13	1698228	25198	107895	7912	1705405	-7177	

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

小时段	供气量 累计值 (m ³)	耗气量 (m ³)			耗气量 累计值 (m ³)	储气量 (m ³)	最大、最小值
		居民、商业 (m ³)	工业生产 (m ³)	不可预见 (m ³)			
13-14	1839747	17227	107895	7912	1838440	1308	
14-15	1981266	14142	107895	7912	1968388	12878	
15-16	2122786	23655	107895	7912	2107850	14935	
16-17	2264305	39854	107895	7912	2263511	794	
17-18	2405824	73279	107895	7912	2452597	-46774	
18-19	2547343	35997	107895	7912	2604401	-57058	Min:
19-20	2688862	21084	107895	7912	2741292	-52430	-57058
20-21	2830381	15941	107895	7912	2873040	-42660	
21-22	2971900	9256	107895	0	2990192	-18292	
22-23	3113419	7971	107895	0	3106057	7361	
23-24	3254938	6171	107895	0	3220123	34814	
24-1	3396457	5142	107895	0	3333161	63296	
储气量 (立方米) : 164042.58							
储气系数: 4.8%							

表 26 2035 年储气调峰量计算表

小时段	供气量 累计值 (m ³)	耗气量 (m ³)			耗气量累计值 (m ³)	储气量 (m ³)	最大、最小值
		居民、商业 (m ³)	工业生产 (m ³)	不可 预见 (m ³)			
1-2	171873	8849	130632	0	139480	32393	
2-3	343746	7900	130632	0	278012	65734	
3-4	515619	6320	130632	0	414964	100655	
4-5	687492	10745	130632	0	556340	131152	
5-6	859365	32866	130632	9640	729477	129888	Max :
6-7	1031238	36974	130632	9640	906722	124515	131152
7-8	1203111	39502	130632	9640	1086496	116615	
8-9	1374984	39186	130632	9640	1265953	109030	
9-10	1546857	49615	130632	9640	1455839	91017	
10-11	1718730	75845	130632	9640	1671955	46775	
11-12	1890603	88169	130632	9640	1900396	-9793	
12-13	2062476	30970	130632	9640	2071637	-9161	
13-14	2234349	21173	130632	9640	2233081	1268	
14-15	2406222	17381	130632	9640	2390733	15489	
15-16	2578095	29074	130632	9640	2560078	18017	
16-17	2749968	48983	130632	9640	2749332	636	
17-18	2921841	90065	130632	9640	2979668	-57828	
18-19	3093714	44243	130632	9640	3164182	-70468	Min:

文山州天然气中长期利用发展规划 (2021-2035)

小时段	供气量 累计值 (m ³)	耗气量 (m ³)			耗气量累计值 (m ³)	储气量 (m ³)	最大、最小值
		居民、商业 (m ³)	工业生产 (m ³)	不可 预见 (m ³)			
19-20	3265587	25914	130632	9640	3330367	-64780	-70468
20-21	3437460	19593	130632	9640	3490231	-52771	
21-22	3609333	11377	130632	0	3632239	-22907	
22-23	3781206	9797	130632	0	3772667	8538	
23-24	3953079	7584	130632	0	3910883	42195	
24-1	4124952	6320	130632	0	4047835	77116	
储气量 (m ³) : 201620.26							
储气系数: 4.9%							

注：汽车用气量不计入调峰量计算。

规划各阶段储气调峰量汇总如下：

表 27 各规划年限内的高峰日调峰储气量

年 份	2025 年	2030 年	2035 年
调峰储气量 (万立方米)	5.91	16.40	20.16
储气系数	2.6%	4.8%	4.9%

(二) 管道储气能力计算

1) 计算公式

由于本规划各站场均无压缩机，故各支线管道全线均可作为末段储气。

管道末段储气能力的计算式如下：

储气开始时， p_{2min} 为已知，故：

$$P_{1min} = \sqrt{P_{2min}^2 + KL_Z q_v^2}$$

储气结束时， p_{1max} 为已知，故

$$P_{2max} = \sqrt{P_{1max}^2 - KL_Z q_v^2}$$

式中 p_{1max} —储气终了时的起点压力（绝），MPa；

P_{2max} —储气终了时的终点压力（绝），MPa；

p_{1min} —储气开始时的起点压力（绝），MPa；

p_{2min} —储气开始时的终点压力（绝），MPa；

q_v —气体的流量, Nm^3/d ;

L_z —末段管道的长度, m 。

根据输气管末段中储气开始和结束时的平均压力 $p_{M\min}$ 和 $p_{M\max}$ 求得开始和结束末段管道中的存气量为:

$$V_{\min} = \frac{p_{m\min} V Z_0 T_0}{p_0 Z_1 T_1}$$

$$V_{\max} = \frac{p_{m\max} V Z_0 T_0}{p_0 Z_2 T_2}$$

式中 V_{\min} —储气开始时末段管道中的存气量, m^3 ;

V_{\max} —储气结束时末段管道中的存气量, m^3 ;

V —末段管道的几何容积, m^3 ;

Z_1, Z_2 — p_{m2} 和 p_{m1} 时的压缩系数;

T_1, T_2 —初期开始和结束时末段的平均温度, K ;

P_0 —标准状态下的压力，101325kPa；

T_0 —标准状态下的温度，293.15K；

Z_0 — P_0 、 T_0 下的压缩系数， $Z_0=1$ 。

输气管末段的储气能力，是指储气结束与储气开始时管中存气量之差，近似认为 $Z_1 \approx Z_2 \approx Z$ ， $T_1 \approx T_2 \approx T$ 。故末段管的储气能力按下式计算：

$$V_S = V_{\max} - V_{\min} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{p_{\max} - p_{\min}}{p_0} \cdot \frac{T_0}{TZ} L_z$$

2) 计算结果

经计算，本规划所有支线管道储气规模为 69.4 万立方米。

附件 4：名词解释

1. **LNG (Liquefied Natural Gas)**：液化天然气，常规气态天然气在 -162°C 的深冷一定压力状态下变成液态天然气，1 立方米 LNG 约等于 600 立方米气态天然气。在常压下 LNG 的密度约为 430~470kg/立方米；

2. **CNG(Compressed Natural Gas)**：压缩天然气，常规气态天然气经压缩机压缩至 20~25MPa 状态下的气态天然气，以气态形式储存在容器中，1 立方米 CNG 约等于 200~250 立方米常规天然气；

3. **Nm³/a**：天然气单位，标准立方米每年，一般也简写 **m³/a**；

4. **Nm³/d**：天然气单位，标准立方米每天，一般也简写 **m³/d**；

5. **ha**：面积单位公顷，100ha 等于 1 平方公里，约等于 1500 亩；

6. **tce**：吨标准煤当量，1tce 等于 292710MJ；

7. **MJ**：热值单位，兆焦耳，1MJ 等于 1000000 焦耳；MJ/人·a 即为兆焦耳每人每年；

8. **Kcal**：热量单位，简称大卡，1kcal 等于 4186.8 焦耳；

9. **km²**: 面积单位, 平方公里;
10. **MPa**: 压强单位兆帕, 1MPa 等于 1000KPa, 等于 10 公斤;
11. **DN**: 管道公称直径, 单位为 mm;
12. **D813mm**: 表示管道外径为 813 毫米;
13. **SS**: 固体悬浮物;
14. **COD**: 化学需氧量, 是以化学方法测量水样中需要被氧化的还原性物质的量。