

设计阶段		一期工程环评			二期工程可研			备注
调蓄类型		名称	调节库容	充蓄水量	名称	调节库容	充蓄水量	
调蓄水库	万家	洋派	3485	1625	洋派	3485	1522	
		【红梅】	1019	36				
		【毛板桥】	1335	90				
	柳家村				(妙丰)	441	5	
					(罗家冲)	280	169	
					(耐桥)	41	30	
	凤屯	九龙甸	5912	793	九龙甸	5912	892	
		中石坝	530	113	中石坝	918	134	
		【青山嘴】	6200	1203				
	伍庄村	龙虎	947	474	龙虎	1042	424	
		庆丰	987	108	庆丰	937	107	
					(东清)	89	71	
					(共和)	71	60	
	龙川江				(小石门)	9609	1708	
		【麻柳】	1669	837				
		【丙巷河】	755	375				
		【丙间】	1716	188				
	鲁支河				(挨小河)	218	42	
		石门	1050	52	石门	1068	88	
	观音山	岔河	2140	485	岔河	2140	707	
					(白龙)	104		
		【沙龙】	958	256				
		【羊旧】	583	69				
					(大跃进)	294	17	
					(老鸦关)	520	80	
	螳螂川	黄坡	105	0	黄坡	600	539	二期骨干扩建
		富民调节池	300	300				
		箐门口	996	965	箐门口	939	809	
		青龙湖调节池	7000	3802	大箐	1600	2517	二期骨干扩建
				(张家坝)	1230			
龙泉	松华坝	10500	1629	松华坝	10500	2629		
呈贡	【果林】	656	100					
横冲	【横冲】	395	28					
阿斗村	东风	6138	3005	东风	6138	3015		
				(凤凰)	310	216		
				(石河)	575	242		
				(中村)	417	290	二期配套新建	
小龙潭	跃进	250	243	跃进	250	223		
	白龙河	955	62	白龙河	955	786		
				(大寨)	157	66		
				(捧寨)	69	46		
何官营				(琉璃河)	367	352		

设计阶段		一期工程环评			二期工程可研			备注
调蓄类型		名称	调节库容	充蓄水量	名称	调节库容	充蓄水量	
调蓄水库	龙尾				(阿白冲)	1226	344	
					(高冲)	970		
	跃进	跃进	3910	229	跃进	3910	843	
					(红罩塘)	222	171	
					(青云)	200	161	
	新坡背	个旧调节池	1000	1150	杨柳田	1262	1229	二期骨干新建
		【北坡】	1070	319				
					(大唐)	1148	829	二期骨干新建
					(五里冲)	5076	389	
					(长桥海)	1587	118	
合计		32座水库+ 3座调节池	83244	27156	53座水库+ 滇池	143991	37995	

注：①加【】为一期工程环评较二期工程可研不同的调蓄水库；

②加（）为二期工程可研较一期工程环评不同的调蓄水库。

### 3.2.6.2 重要调蓄工程变化的环境影响分析

一期工程环评中，为减缓枯期引水对金沙江环境影响，将昆明市青龙湖调节池、黄坡调节池和松华坝提水工程纳入一期工程环境保护措施。二期工程中优化了3件工程的具体实施方案，并纳入二期工程建设，相应环境影响在二期工程环评报告中已做具体预测分析，本节主要对方案调整带来的环境影响变化进行简要分析。

#### (1) 安宁调节池方案

一期工程环评采用青龙湖调蓄池方案调蓄汛期水量，保障安宁市受水区用水。青龙湖调蓄池坝址位于螳螂川左岸九龙河上的小河口村附近，调蓄池本区径流面积75km<sup>2</sup>，本区多年平均来水量1642万m<sup>3</sup>，总库容为7661万m<sup>3</sup>，调节库容7000万m<sup>3</sup>。

二期工程可研采取利用已建张家坝水库并扩建大箐水库的方案进行调蓄，扩建大箐水库纳入二期骨干工程建设。大箐水库位于红河流域绿汁江支流王家滩河上，坝址以上径流面积9.4km<sup>2</sup>，多年平均来水量为219万m<sup>3</sup>，现状主要承担下游农村人畜饮水和灌区的农业灌溉供水，现状总库容273

万 m<sup>3</sup>，经坝址方案比选后推荐在现大箐水库下游另址建设大箐水库。扩建后，大箐水库总库容 1749 万 m<sup>3</sup>，调节库容 1567 万 m<sup>3</sup>。

以下主要从地表水环境、陆生生态、水生生态方面，对安宁调节池方案两组方案环境影响进行分析，见下表。

表 3.2.6-2 安宁调节池方案环境影响分析表

项目	青龙湖调蓄池方案	扩建大箐水库方案	对比分析
地表水环境	九龙河现状水质为Ⅳ类，规划水平年利用青龙湖调蓄后，水质达Ⅳ类（总磷为Ⅳ类，其他均为Ⅱ-Ⅲ类），充蓄后水质改善程度明显	大箐水库水质现状为Ⅲ类，水库径流区内几乎无污染源，规划水平年大箐水库扩建后，水质逐月均满足Ⅲ类水质标准，整体水质情况较好	大箐水库径流区内几乎无污染源，扩建后水质优于青龙湖
陆生生态	淹没占用植被 580.60hm <sup>2</sup> ，主要占用水田、旱地、云南松林 3 类植被，其中水田和旱地占用面积相对较大，分别为 342.0 hm <sup>2</sup> 和 114.0 hm <sup>2</sup> ；受工程影响的物种主要为滇中地区常见物种，未见辖域特有种类或珍稀保护物种；淹没区生境较为单一，区内动物种类少，其群系类型主要以适应人类扰动的动物类群为主，动物影响不显著	淹没占地面积 44.82hm <sup>2</sup> ，占地植被以林地为主，主要为半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林，此外工程占用水田 3.88hm <sup>2</sup> 、旱地 1.52hm <sup>2</sup> 、园地 2.69hm <sup>2</sup> ；新增占地面积有限，区内动物种类和数量均较少，且栖居在此的动物对库区阻隔具有一定适应性	青龙湖方案淹没面积大，影响植被面积大，扩建大箐水库方案淹没占地面积小，造成的植被损失面积小
水生生态	九龙河流域人为活动强、河流受扰动大，区内鱼类资源匮乏，外来种多，未见保护鱼类或重要鱼类生境等敏感对象分布；大坝阻隔和坝后河道减水对鱼类资源的影响不大	现状主要以净化水质的鲫、鲢鳙为主，另有一些小型鱼类，如鳊虎鱼，麦穗鱼，棒花鱼等；扩建工程在原大坝下游建坝，不会对库区原有鱼类的物种组成和栖息生境产生较大影响，运行后水面更广、栖息范围更大，对库区鱼类有积极的影响	两个方案所在区域鱼类资源均比较匮乏，已外来种为主，两个方案对鱼类资源的影响程度相当，没有明显区别

总体来说，与青龙湖方案相比，扩建大箐水库方案水质较好，植被淹没损失小，不会对鱼类造成新的阻隔影响。

## (2) 富民调节池方案

一期工程环评中采用在已建黄坡水库上游修建黄坡调蓄池，通过与黄坡水库联合调度充蓄和供水，保障富民永定受水区供水保证率，满足检修和事故备用要求。黄坡调蓄池控制径流面积 29.6km<sup>2</sup>，总库容 429 万 m<sup>3</sup>，死库容 48 万 m<sup>3</sup>，兴利库容 350 万 m<sup>3</sup>。

二期工程可研采用扩建黄坡水库方案满足富民受水区调蓄要求，黄坡水库扩建工程纳入二期骨干工程建设。黄坡水库位于金沙江流域普渡河支

流大营河上，坝址以上控制径流面积 28.9km<sup>2</sup>，多年平均来水量为 703 万 m<sup>3</sup>，现状主要承担下游灌区的农业灌溉供水，现状总库容 213 万 m<sup>3</sup>，兴利库容 137 万 m<sup>3</sup>。黄坡水库采用在原大坝基础上进行扩建，扩建后兴利库容 600 万 m<sup>3</sup>。

以下主要从地表水环境、陆生生态、水生生态方面，对富民调节池方案两组方案环境影响进行分析，见下表。

表 3.2.6-3 富民调节池方案环境影响分析表

项目	黄坡调节池方案	扩建黄坡水库方案	对比分析
地表水环境	大营河现状水质为IV类，规划水平年黄坡调节池建成后，水质达IV类（总磷为IV类，其他均为II-III类），充蓄后水质改善程度明显	黄坡水库水质现状为IV类，主要是总磷，规划水平年扩建后水质在1-5月均满足III类水质标准，6-12月略微超出III类水质标准，整体来说水质得到一定程度的改善	采用扩建方案成库后水质优于“库中库”调节池方案
陆生生态	水库淹没主要占用旱地、水田、云南松林3类植被，总占用面积40.82hm <sup>2</sup> ，其中有林地11.7hm <sup>2</sup> 和旱地11.93hm <sup>2</sup> ；受工程影响的物种主要为滇中地区常见物种，未见辖域特有种类或珍稀保护物种；淹没区生境较为单一，区内动物种类少，其群系类型主要以适应人类扰动的动物类群为主，动物影响不显著	淹没占地面积26.72hm <sup>2</sup> ，占用植被以耕地和园地为主，占用林地面积较小，主要为暖温性针叶林和次生的半湿润常绿阔叶林；新增占地面积有限，区内动物种类和数量均较少，且栖居在此的动物对库区阻隔具有一定适应性	两个方案对陆生生态的影响均不显著，相对“库中库”调节池方案，扩建方案淹没面积较小
水生生态	大营河鱼类物种单一，区内鱼类资源匮乏，外来种多，未见保护鱼类或重要鱼类生境等敏感对象分布；黄坡水库已经建成多年，鱼类阻隔效应已经存在多年，新建“库中库”后鱼类资源的影响有所加剧	鱼类主要以湖泊鱼类为主，如鲫鱼、鲤鱼、花白鲢等，这些鱼类绝大部分为了净化水质而放养；本次在原大坝基础上扩建，不增加新的阻隔影响，运行后水面更广、栖息范围更大，对库区鱼类有积极的影响	区域鱼类资源均比较匮乏，已外来种为主，扩建方案在原大坝基础上进行，不增加新的阻隔影响

总体来说，与青龙湖方案相比，扩建大箐水库方案水质较好，植被淹没损失小，不会对鱼类造成新的阻隔影响。

### (3) 利用松华坝水库方案

一期工程环评采用松华坝提水工程，在不扩建水库，且不调整水库特征水位的情况下，对水库进行充蓄，多年平均充蓄水量 1651 万 m<sup>3</sup>。

二期工程通过盘龙干线向松华坝水库充蓄，盘龙干线为二期骨干工程建设内容。盘龙干线从龙泉分水口取水管道输水至松华坝水库大坝附近的

昆明七水厂高位水池，利用松华坝水库充蓄调节，调蓄水量 2629 万  $m^3$ 。

二期骨干工程具体落实松华坝水库提水工程，两阶段方案相比，工程组成均为管道、泵站，仅在工程布置和规模上有一定差别，二期工程方案充蓄水量增加，调蓄能力增大，对松华坝水库水质改善作用更大。因此，总体上看两阶段方案相应的环境影响差别较小。

### 3.2.6.3 调蓄方案的环境合理性分析

一期工程环评报告中，对利用洱海、滇池在线调蓄的方案进行环境合理性分析，结论都为不利用。环评报告确定的调蓄工程为 32 座水库（含海稍扩建、松华坝水库）和 3 座调节池（含扩大青龙湖调节池），调蓄水量共 2.72 亿  $m^3$ 。二期工程可研阶段维持一期工程关于洱海、滇池、跃进水库在线调蓄的专题研究结论，即不利用洱海，近期不利用滇池和跃进水库，远期视水质改善情况适时利用，并将利用滇池连通工程（大黑箐隧洞）纳入二期骨干工程建设内容。与一期工程环评的调蓄工程布局相比，二期工程具备远期利用滇池在线调蓄的条件。

结合细化的水资源配置方案和二期工程总体布局，二期工程可研阶段优化调整一期工程环评的调蓄布局方案。一期工程环评“32+3”调蓄方案中，其中 18 座水库和 3 座调节池已经纳入二期工程调蓄方案中，其余 13 座水库根据技术经济比选，存在提水扬程高、线路布置迂回等问题，其调蓄功能近期由二期工程新增的 32 座水库替代，远期利用滇池在线调蓄替代。经过上述优化调整后，二期工程近期利用 53 座调蓄水库，调节库容共 8.54 亿  $m^3$ ，调蓄水量 3.06 亿  $m^3$ ，比一期工程环评调蓄水量增加 0.34 亿  $m^3$ ；远期增加利用滇池调蓄水量 0.74 亿  $m^3$ ，总调蓄水量比一期工程环评增加 1.08 亿  $m^3$ 。

2030 水平年工程多年平均引水量 26.23 亿  $m^3$ ，占取水断面多年平均径

流量的 6.19%，利用 53 座水库调蓄减少枯水期取水量，可实现 3 月不引水，枯水期（1-4 月中旬）引水流量  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，引水量 5.62 亿  $\text{m}^3$ ，引水量占同期天然来水量的比例为 13.6%。2040 年水平年工程多年平均引水量 34.03 亿  $\text{m}^3$ ，占取水断面多年平均径流量的 8.02%，通过 53 座水库和滇池调蓄，减少枯水期取水量，可实现 3 月全月不引水，枯水期（1 月-4 月中旬）引水流量  $66\text{m}^3/\text{s}$ ，引水量 6.20 亿  $\text{m}^3$ ，枯水期引水量占同期天然来水量的比例为 15.0%。二期工程 2030 年、2040 年引水后的取水口下游流量均满足 4 月下旬至 6 月  $411\text{m}^3/\text{s}$  生态流量、其他时间  $300\text{m}^3/\text{s}$  生态流量要求。

经过二期工程调蓄方案优化，工程取水对下游的影响略优于一期工程环评的目标，落实了一期工程环评批复提出减小枯期引水量的要求，二期工程对调蓄工程的优化调整是合理的。

### 3.2.7 调蓄水库水质目标可达性分析

二期工程共利用 53 座调蓄水库，其中：13 座在线调节、40 座充蓄调节。

#### （1）在线调节水库合理性分析

根据二期工程水资源配置方案，在线调节方式为滇中来水进入水库调节后再回到输水分干线，库区水质会影响输水干渠水质，进而影响干渠后续用水功能要求。

根据滇中引水工程环评批复要求，利用现有水库进行调蓄的，水库水质达不到相应水质要求前，不能实施调水、输水，并且根据《滇中引水工程环境影响报告书》，规划水平年滇中引水来水的氨氮、总磷、总氮指标可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 III 类水质标准，因此，为避免在在线调蓄过程中对输水干线水质造成污染，在线调蓄水库水质除了满足水功能区水质目标要求外，水质还不能低于 III 类水质标准。

根据表 3.2.7-1，10 座已建在线调节水库中，现状年拟扩建大箐水库、规划新建红罩塘水库 2 个水库满足作为在线调蓄水库的条件，其余 8 个水库不满足在线调蓄水库水质要求。其中，白龙水库、东风水库、琉璃河水库、高冲水库、五里冲水库 5 个水库为当地饮用水水源地，根据水环境现状监测，个别水期存在水质超标现象，超标项为 TP、TN，主要为农业、农村面源污染。黄坡水库、跃进水库、阿白冲水库 3 座水库，存在满足现状供水任务要求，但不符合二期工程任务，还存在不符合调蓄后回到二期干渠的水质要求的可能。

规划水平年，根据水库水质预测结果，在线调节水库从引水前后的水质类别变化来看，滇中二期引水工程来水改变了部分水库库区水体综合水质类别，如白龙水库从Ⅲ类提高到Ⅱ类，黄坡、阿白冲、琉璃河、五里冲水库的水质类别可由Ⅳ类提高到Ⅲ类，其他水库水质类别与补水前基本保持不变，但水质略有提高，超标因子为 TP。

表 3.2.7-1 在线调节水库方案环境合理性分析表

州市	水库	区划功能	区划水质目标	二期供水任务	二期实施后水质目标	2017-2019 年水质		2040 年预测水质	符合区划要求	符合二期供水要求	符合干渠水质要求
						水质类别	主要超标项				
昆明市	大箐水库扩建	农业、生活	III	工业	III	II~III	-	II~III	是	是	是
	黄坡水库	农业用水	III	工业、农灌	III	II~IV	TP、COD	III	是	是	是
玉溪市	白龙水库	饮用一级、农业	II	城镇、工业	II	II~III	TP	II	是	是	是
	东风水库	饮用二级、农业用水	III	城镇	III	III~IV	TN	III~IV (TP)	否	否	否
	跃进水库	农业用水	V	工业、农业	III	IV	COD、TP	IV (TN)	是	否	否
	琉璃河水库扩建	饮用二级、农业用水	III	城镇、工业	III	III~IV	TP	III	是	是	是
红河州	阿白冲水库	饮用二级、农业用水	III	城镇、工业	III	III~IV	TP、TN	III	是	是	是
	高冲水库	饮用一级、工业、农业	II	城镇、工业	II	II~III	TP、TN	II~III (TP)	否	否	是
	规划红罩塘水库	饮用、工业、农业	III	城镇、工业	III	III	-	III	是	是	是
	五里冲水库	饮用一级、工业、农业	II	城镇、工业	II	II~IV	TP、TN	II~III (TP)	否	否	是

注：“否”表示存在不符合的可能



## (2) 充蓄调节水库

根据表 3.2.7-2, 现状水平年, 23 座水库满足作为充蓄调节水库的要求, 其余 17 座水库水质不满足作为充蓄调节水库的要求, 水质不满足现状水质目标的主要原因是农业农村面源污染。

规划水平年, 根据滇中引水工程环评批复要求, 利用现有水库进行调蓄的, 水库水质达不到相应水质要求前, 不能实施调水、输水。根据水库水质预测结果, 大银甸、花桥、妙峰、石河、长桥海 5 座水库不满足供水水质要求, 白龙河、跃进、青云 3 座水库满足滇中 III 类供水水质要求, 但不满足水库 II 类水质目标要求。

益民海水库、海稍水库、大坝水库、耐桥水库、张家坝水库 5 座水库水质类别有提升, 其余水库水质类别与补水前基本保持不变, 且水质略有提高, 超标因子为 TP。

表 3.2.7-2 充蓄调节水库方案合理性

州市	水库	区划功能	区划水质目标	二期供水任务	二期实施后水质目标	2017-2019 年水质		2040 年预测水质	符合区划要求	符合二期要求
						水质类别	主要超标项			
大理市	大银甸水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	III~劣 V	TP、TN	III~IV (TP)	否	否
	花桥水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	V~劣 V	TP、TN、COD	III~IV (TP)	否	否
	仙鹤水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	农业	III	III	—	III	是	是
	益民海水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	农业	III	IV~V	TP、TN	III	是	是
	海稍水库扩建	工业用水、农业用水	III	农业	III	III~V	TP、TN、COD	III	是	是
	崔家箐水库	饮用二级、工业用水、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是
	大坝水库	饮用、农业用水	II	农业	II	II~ III	—	II	是	是
	巴冲箐水库	工业用水、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是
	桑木箐水库	工业用水、农业用水	IV	农业	IV	IV~劣 V	TP	IV	是	是
	黑泥箐水库	工业用水、农业用水	IV	农业	IV	IV~劣 V	TP	IV	否	是
	团结水库	农业用水、一般鱼类保护	III	农业	III	III	—	III	是	是
	甸中河水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是
锁水阁水库	饮用二级、农业用水	III	农业	III	II~III	—	III	是	是	
楚雄州	洋派水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
	妙峰水库	饮用、农业用水	III	工业	III	III~IV	TP、COD、BOD <sub>5</sub>	III~IV	否	否
	罗家冲水库	农业用水	V	农业	V	V	—	V	是	是
	耐桥水库	农业用水	V	农业	V	劣 V	氨氮、COD、BOD <sub>5</sub>	V	是	是
	九龙甸水库	饮用一级、农业用水	II	生活、农业	II	II	—	II	是	是
	中石坝水库	农业用水	III	农业	III	III	—	III	是	是
	龙虎水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
	庆丰水库	农业用水	V	农业	V	V	—	V	是	是
东清水库	农业用水	V	农业	V	V	—	IV~V	是	是	

州市	水库	区划功能	区划水质目标	二期供水任务	二期实施后水质目标	2017-2019 年水质		2040 年预测水质	符合区划要求	符合二期要求
						水质类别	主要超标项			
楚雄州	共和水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
	小石门水库 (拟建)	饮用、农业用水	III	农业	III	III	—	III	是	是
	挨小河水库	饮用、农业用水	III	生活、工业	III	III	—	III	是	是
	石门水库	饮用、农业用水	III	生活	III	III	—	III	是	是
	大跃进水库	农业用水	V	农业	V	V	—	V	是	是
	老鸦关水库	饮用、农业用水	III	生活、农业	III	III	—	III	是	是
昆明市	箐门口水库	农业用水	III	生活	III	III~V	氨氮、TN	III	是	是
	张家坝水库	工业用水、景观用水	III	工业	III	V~劣V	TP、COD <sub>mn</sub> 、COD、BOD <sub>5</sub>	III	否	是
	松华坝水库	饮用一级	II	生活	II	II	—	II	是	是
玉溪市	岔河水库	饮用一级、农业用水	II	生活、工业	II	II~V	TP、TN	II~III (TP)	否	是
	石河水库	农业用水	V	城镇	III	III~V	COD、BOD <sub>5</sub> 、TP	V (TP)	否	否
	凤凰水库	饮用、农业用水	III	生活、工业	III	III	—	III	是	是
	捧寨水库	农业用水	V	农业	V	IV~V	—	IV~V	是	是
	大寨水库	农业用水	V	农业	V	IV~劣V	TP	V	是	是
	白龙河水库	饮用一级	II	生活、工业	II	II~劣V	TP、TN、COD、COD <sub>mn</sub>	III (TP)	否	否
红河州	青云水库	饮用一级、工业、农业用水	II	生活、工业	II	II~III	TP、TN	II~III (TN)	否	否
	跃进水库	饮用一级、工业、农业用水	II	农业	II	II~III	TP、TN	II~III (TN)	否	否
	长桥海水库	工业、农业	III	城镇、工业	III	III~V	COD <sub>mn</sub> 、COD、BOD <sub>5</sub> 、TP、TN	III~IV (TP)	否	否

### (3) 充蓄水库水质目标可达性分析

滇中二期引水工程沿线各充蓄水库库区基本无大中型工业和城镇生活污染源，入库污染物基本均来自于汇水区域内的农村分散式生活点源、畜禽养殖点源和农田非点源。各充蓄水库基本均地处山区或支流源头区，随着城镇化快速发展，农村人口逐渐向附近的城镇转移，各充蓄水库库区内的常驻人口将呈逐步减少趋势，农田种植面积呈自然减少趋势，畜禽养殖规模显著减少，故从总体趋势上来看，各充蓄水库的入库污染物负荷量将呈现逐渐减少趋势，有利于库区水质向好的方向发展。需要补充说明的是，根据二期工程可行性研究报告，53座水库中，有32座水库为饮用水水厂供水，32座水库中，12座已纳入《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》中，另有7座现状为饮用水水源水库，再有13座现状非饮用水水源，亦未纳入《滇中引水工程受退水区水污染防治规划》，从水质现状监测调查结果可知，上述将为饮用水水源的32座水库中，有16座水库水质达标。根据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T 338-2018)、《集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范》(HJ 774-2015)以及《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》(HJ 773-2015)等饮用水水源地相关技术规划，饮用水水源地都应划定饮用水水源保护区；饮用水水源保护区应按照相关法律、法规要求，开展点、面源污染治理，确保水源水质安全。因此，对上述32座水库，云南省各级人民政府及生态环境管理部门应在本工程建成运行前，完成饮用水水源保护区的划定、点面源污染防治工作，满足“先治污后通水的要求”。

根据《滇中引水工程受退水区污染防治规划》、地方“水十条”要求和城镇集中生活饮用水源区保护的相关规定，各充蓄水库汇水区域内应全面开展畜禽养殖污染、农业非点源污染治理、农业种植结构优化调整和农村环境综合整治等，尽可能地减少库区流域污染物的产生量和入库量，使各充

蓄水库水环境逐步改善,在实现污染防治规划和“水十条”目标的同时实现各充蓄水库的供水水质目标。

综上所述,在污染防治规划和“水十条”的全面落实条件下,规划水平年各充蓄水库的供水水质目标是可以实现的,但受农业农村非点源控制难度较大影响,仍有可能存在磷营养元素超标的风险。

### 3.2.8 渠首引水过程的合理性

#### (1) 一期工程环评批复的引水过程

一期工程环评正式上报环保部前,根据环保部提出的要求:进一步论证引水过程的环境合理性,做到枯期少引或不引。正式上报环保部的环评报告中,将水源工程检修期从11月调整至3月,在沿线增加16座提水充蓄水库,在金沙江丰水期提水充蓄、金沙江枯水期向受水区供水,从而减少枯期引水量。环评报告正式上报后,历经多轮技术评估和复核,环保部对一期工程环评的批复中要求:进一步优化引水调度方案,尽量减少枯期引水量,在保障4月下旬至6月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 、其他时间 $300\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量的基础上引水,当来水小于下游所需生态流量时,工程停止引水,减缓对取水口下游河段的不利影响。

通过采取上述调整检修期及增大调蓄能力后,2040年工程引水量及占天然来流量比例比较见表3.2.8-1。多年平均条件下,枯水期(1月~4月中旬)引水流量从环评上报前的 $103\text{m}^3/\text{s}$ 减少为 $66\text{m}^3/\text{s}$ ,减少 $37\text{m}^3/\text{s}$ ;枯水期引水量由环评上报前的9.94亿 $\text{m}^3$ 减少至6.29亿 $\text{m}^3$ ,减少3.64亿 $\text{m}^3$ ,枯水期引水量占同期天然来水量的比例由24.2%降至15.3%。

表 3.2.8-1 一期工程环评报告 2040 年采取措施后引水过程与环评上报前对比表 单位：m<sup>3</sup>/s

月份		天然来流量					环评上报前引水过程					环评采取措施后引水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	355	434	471	552	464	55	118	127	122	112	41	108	109	110	96
	中旬	358	409	440	527	437	58	109	119	115	104	42	93	108	107	91
	下旬	336	400	417	486	420	36	100	117	125	100	21	81	98	110	86
2	上旬	333	399	423	460	409	33	99	123	121	93	25	88	105	108	82
	中旬	334	380	414	461	401	34	80	114	115	88	25	73	103	106	80
	下旬	330	374	406	453	398	30	74	106	125	90	21	66	97	108	77
3	上旬	342	378	419	452	398	42	78	119	128	91	0	0	0	0	0
	中旬	347	372	411	498	406	47	72	111	120	94	0	0	0	0	0
	下旬	358	375	428	520	431	58	75	128	128	107	0	0	0	0	0
4	上旬	395	423	440	519	467	95	123	135	135	127	50	79	96	107	93
	中旬	452	450	468	651	537	127	131	135	134	131	107	106	116	135	122
	下旬	658	578	522	700	666	130	134	135	135	134	135	135	107	135	129
5	上旬	796	623	724	925	793	135	135	135	135	135	135	135	135	135	131
	中旬	731	566	940	930	880	135	135	135	135	135	135	135	135	135	132
	下旬	947	681	1096	1107	976	134	135	135	135	135	135	135	135	135	135
6	上旬	1762	1104	1836	1111	1211	128	135	135	135	134	135	135	135	135	130
	中旬	1694	1972	2226	1296	1624	124	129	135	135	131	135	135	135	135	135
	下旬	2694	2414	3769	1673	2127	127	130	135	135	133	135	135	135	135	135

月份		天然来流量					环评上报前引水过程					环评采取措施后引水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974年	2003年	1989年	1988年	平均	1974年	2003年	1989年	1988年	平均	1974年	2003年	1989年	1988年	平均
7	上旬	3015	3198	3762	1452	2633	127	134	135	135	132	135	135	135	135	134
	中旬	3908	3032	3648	1891	3054	123	128	130	129	127	135	135	135	135	134
	下旬	2781	2453	3381	2259	3016	125	132	135	135	129	133	135	135	135	133
8	上旬	4439	2042	2653	2033	3163	92	128	130	129	125	127	135	135	135	132
	中旬	2797	3273	3084	2576	3129	88	128	129	129	123	114	135	135	135	132
	下旬	4469	3538	3521	3222	3154	83	127	132	131	122	91	135	135	135	131
9	上旬	4703	4710	3151	3105	3097	79	127	129	128	117	81	135	135	135	128
	中旬	3948	4449	3734	2997	2878	77	124	128	128	116	86	135	135	135	126
	下旬	4009	3411	3104	2358	2479	81	121	127	128	114	85	135	135	135	124
10	上旬	2543	2307	2673	2281	2070	113	119	127	128	118	116	135	135	135	127
	中旬	1812	1707	2866	1658	1674	114	118	126	127	118	116	131	135	135	126
	下旬	1423	1367	2179	1350	1323	116	122	129	131	121	118	129	135	135	126
11	上旬	1130	1139	1586	1019	1050	0	0	0	0	0	114	114	114	115	114
	中旬	933	946	1244	843	873	0	0	0	0	0	113	113	113	114	113
	下旬	786	793	1010	721	734	0	0	0	0	0	113	116	116	120	110
12	上旬	685	670	827	651	629	113	115	116	122	115	114	115	115	121	116
	中旬	590	603	747	554	560	114	117	117	119	115	114	117	117	118	113
	下旬	534	563	661	506	503	117	125	124	128	117	118	118	125	125	110
枯水期旬平均		358	399	431	507	433	56	96	121	124	103	30	63	76	81	66

## (2) 二期工程引水过程

二期工程水资源配置的原则是在一期工程确定的渠首引水量、总干渠分水口门、水资源配置的基础上，在满足一期工程环评批复要求前提下，结合区域供水保障率和滇中引水工程检修、备用供水要求，对引水过程进行复核。

2030 水平年工程多年平均引水量 26.23 亿  $m^3$ ，利用 53 座水库进行调蓄，对应各典型年引水过程详见表 3.2.8-2。二期工程多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量  $60m^3/s$ ，引水量 5.62 亿  $m^3$ ，引水量占同期天然来水量的比例为 13.6%。各典型年引水后，4 月下旬~6 月下旬最小流量为  $414m^3/s$ ，其他时段下游最小流量  $302 m^3/s$ 。

2040 水平年工程多年平均引水量 34.03 亿  $m^3$ ，利用“53 座水库+滇池”进行调蓄，对应各典型年引水过程详见表 3.2.8-3。二期工程多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量  $66m^3/s$ ，引水量 6.20 亿  $m^3$ ，引水量占同期天然来水量的比例为 15.0%。各典型年引水后，4 月下旬~6 月下旬最小流量为  $420m^3/s$ ，其他时段下游最小流量  $302 m^3/s$ 。

## (3) 两阶段引水过程的对比分析

1) 二期工程 2030、2040 水平年检修期均为 3 月，全月不引水，与一期工程环评一致。

2) 2030 水平年，二期工程与一期工程环评相比，多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量从  $66 m^3/s$  降低至  $60m^3/s$ ，引水量从 6.29 亿  $m^3$  减少至 5.62 亿  $m^3$ ，引水量占同期天然来水量的比例从 15.3% 减小至 13.6%。

3) 2040 水平年，二期工程与一期工程环评相比，多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量不变，引水量从 6.29 亿  $m^3$  减少至 6.20 亿  $m^3$ ，引水量占同期天然来水量的比例从 15.3% 减小至 15.0%。

4) 二期工程 2030 年、2040 年的枯期引水量低于一期工程环评的引水



量；引水后的取水口下游流量满足 4 月下旬至 6 月  $411\text{m}^3/\text{s}$  生态流量、其他时间  $300\text{m}^3/\text{s}$  生态流量要求；不同典型年旬引水流量占天然同期流量最大比例为 24.79%。

综上，二期工程利用“53 座水库+滇池”进行调蓄，调蓄能力较一期工程环评增大，渠首枯水期引水量较一期工程环评有所减少，严格落实了一期工程环评批复中提出的减少枯期引水量的要求。

表 3.2.8-2 二期工程 2030 年引水流量过程表 单位: m<sup>3</sup>/s

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2030 年引水过程					二期工程 2030 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	41	108	109	110	96	43	78	98	95	80	312	356	373	457	384
	中旬	42	93	108	107	91	46	68	93	93	74	312	341	347	434	363
	下旬	21	81	98	110	86	24	68	100	98	72	312	332	317	388	348
2	上旬	25	88	105	108	82	31	68	98	87	72	302	331	325	373	337
	中旬	25	73	103	106	80	32	68	88	86	69	302	312	326	375	332
	下旬	21	66	97	108	77	28	72	100	91	73	302	302	306	362	325
3	上旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	378	419	452	398
	中旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	372	411	498	406
	下旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	375	428	520	431
4	上旬	50	79	96	107	93	53	81	98	129	103	342	342	342	390	364
	中旬	107	106	116	135	122	105	108	116	128	114	347	342	352	523	423
	下旬	135	135	107	135	129	111	112	108	130	117	547	466	414	570	549
5	上旬	135	135	135	135	131	118	129	135	135	127	678	494	589	790	666
	中旬	135	135	135	135	132	120	132	135	135	127	611	434	805	795	753
	下旬	135	135	135	135	135	119	120	135	135	127	828	561	961	972	849
6	上旬	135	135	135	135	130	114	107	135	134	111	1648	997	1701	977	1100
	中旬	135	135	135	135	135	91	101	113	131	107	1603	1871	2113	1165	1517
	下旬	135	135	135	135	135	95	98	113	109	106	2599	2316	3656	1564	2021

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2030 年引水过程					二期工程 2030 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
7	上旬	135	135	135	135	134	87	98	101	108	99	2928	3100	3661	1344	2534
	中旬	135	135	135	135	134	84	94	104	99	90	3824	2938	3544	1792	2964
	下旬	133	135	135	135	133	81	96	104	118	91	2700	2357	3277	2141	2925
8	上旬	127	135	135	135	132	79	80	89	96	84	4360	1962	2564	1937	3079
	中旬	114	135	135	135	132	72	99	88	97	80	2725	3174	2996	2479	3049
	下旬	91	135	135	135	131	72	73	93	103	78	4397	3465	3428	3119	3076
9	上旬	81	135	135	135	128	66	72	86	77	74	4637	4638	3065	3028	3023
	中旬	86	135	135	135	126	66	70	88	79	73	3882	4379	3646	2918	2805
	下旬	85	135	135	135	124	63	86	88	80	72	3946	3325	3016	2278	2407
10	上旬	116	135	135	135	127	84	95	104	101	91	2459	2212	2569	2180	1979
	中旬	116	131	135	135	126	90	98	105	94	92	1722	1609	2761	1564	1582
	下旬	118	129	135	135	126	93	100	105	102	93	1330	1267	2074	1248	1230
11	上旬	114	114	114	115	114	84	89	88	88	81	1046	1050	1498	931	969
	中旬	113	113	113	114	113	89	93	94	90	84	844	853	1150	753	789
	下旬	113	116	116	120	110	88	95	97	94	83	698	698	913	627	651
12	上旬	114	115	115	121	116	81	94	86	83	83	604	576	741	568	546
	中旬	114	117	117	118	113	77	97	88	85	84	513	506	659	469	476
	下旬	118	118	125	125	110	80	98	80	88	83	454	465	581	418	420
枯水期旬平均		30	63	76	81	66	33	56	72	73	60	325	344	359	434	374

表 3.2.8-3 二期工程 2040 年引水流量过程表 单位: m<sup>3</sup>/s

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	41	108	109	110	96	42	100	109	114	96	313	334	362	438	368
	中旬	42	93	108	107	91	43	94	109	112	93	315	315	331	415	344
	下旬	21	81	98	110	86	17	80	100	112	84	319	320	317	374	336
2	上旬	25	88	105	108	82	31	90	104	109	82	302	309	319	351	327
	中旬	25	73	103	106	80	32	69	102	109	79	302	311	312	352	322
	下旬	21	66	97	108	77	24	66	98	109	81	306	308	308	344	317
3	上旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	378	419	452	398
	中旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	372	411	498	406
	下旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	375	428	520	431
4	上旬	50	79	96	107	93	49	77	94	115	96	346	346	346	404	371
	中旬	107	106	116	135	122	107	105	102	123	113	345	345	366	528	424
	下旬	135	135	107	135	129	126	126	102	133	126	532	452	420	567	540
5	上旬	135	135	135	135	131	132	135	137	136	131	664	488	587	789	662
	中旬	135	135	135	135	132	134	136	137	136	133	597	430	803	794	747
	下旬	135	135	135	135	135	135	136	137	137	136	812	545	959	970	840
6	上旬	135	135	135	135	130	128	134	137	137	130	1634	970	1699	974	1081
	中旬	135	135	135	135	135	124	127	137	136	131	1570	1845	2089	1160	1493
	下旬	135	135	135	135	135	128	128	137	137	133	2566	2286	3632	1536	1994

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
7	上旬	135	135	135	135	134	127	131	137	137	133	2888	3067	3625	1315	2500
	中旬	135	135	135	135	134	123	125	130	130	127	3785	2907	3518	1761	2927
	下旬	133	135	135	135	133	125	128	137	137	130	2656	2325	3244	2122	2886
8	上旬	127	135	135	135	132	122	126	131	130	127	4317	1916	2522	1903	3036
	中旬	114	135	135	135	132	120	125	130	129	126	2677	3148	2954	2447	3003
	下旬	91	135	135	135	131	119	125	132	132	127	4350	3413	3389	3090	3027
9	上旬	81	135	135	135	128	119	127	132	132	126	4584	4583	3019	2973	2971
	中旬	86	135	135	135	126	118	128	131	131	125	3830	4321	3603	2866	2753
	下旬	85	135	135	135	124	116	126	130	130	124	3893	3285	2974	2228	2355
10	上旬	116	135	135	135	127	119	125	130	131	126	2424	2182	2543	2150	1944
	中旬	116	131	135	135	126	120	124	132	130	125	1692	1583	2734	1528	1549
	下旬	118	129	135	135	126	123	127	133	129	127	1300	1240	2046	1221	1196
11	上旬	114	114	114	115	114	117	123	126	123	124	1013	1016	1460	896	926
	中旬	113	113	113	114	113	118	123	126	124	124	815	823	1118	719	749
	下旬	113	116	116	120	110	120	125	131	130	123	666	668	879	591	611
12	上旬	114	115	115	121	116	113	122	130	125	123	572	548	697	526	506
	中旬	114	117	117	118	113	115	118	131	124	120	475	485	616	430	440
	下旬	118	118	125	125	110	117	119	132	128	116	417	444	529	378	387
枯水期旬平均		30	63	76	81	66	31	62	74	82	66	327	337	356	425	368

#### (4) 远期利用滇池调蓄存在水质风险情景下的引水过程分析

##### 1) 远期不利用滇池情景下的渠首引水过程

滇中引水工程具有城镇生活供水任务，工程利用滇池进行在线调蓄的条件是滇池外海水水质稳定达到 III 类。根据《滇池保护规划(2020~2035 年)》提出的水质目标，到 2035 年滇池草海和外海水水质均力争达到 III 类，2040 年滇池外海水水质达到 III 类存在一定的不确定性。滇中引水工程 2040 水平年引水量达到 34.03 亿  $m^3$ ，利用滇池调蓄 7439 万  $m^3$ ，在利用“53 座水库+滇池”进行调蓄后，可以实现渠首 3 月份全月不引水（见表 3.2.8-3）。在远期本工程引水量到达最大，但滇池外海水水质不能稳定达到 III 类的情景下，只能利用 53 座水库进行调蓄，因调蓄库容不足，渠首只能实现 3 月上中旬（20 天）不引水（表 3.2.8-7）。

在远期不利用滇池进行调蓄的情景下，与一期工程环评引水过程相比，多年平均枯水期（1 月~4 月中旬）引水流量从 66  $m^3/s$  增大至 73  $m^3/s$ ，引水量从 6.29 亿  $m^3$  增加至 6.92 亿  $m^3$ ，引水量占同期天然来水量的比例从 15.3% 上升至 16.8%，不能达到环保部对一期工程环评的批复要求。

因此，需要研究远期滇池水质存在水质风险情景下的供水保障方案。为在远期利用滇池存在水质风险情景下实现渠首 3 月下旬不引水，可采取两种情景进行分析：①分析金沙江上游 2040 水平年前建成水电站运行对渠首石鼓断面枯期来水的影响，说明在上游电站运行的情景下滇中引水工程具备 3 月下旬引水的水资源条件；②在石鼓断面天然来水条件下，按照供水破坏的优先顺序，采取非充分灌溉，优化调整受水区 3 月下旬供水破坏情景的水资源配置方案，实现 3 月全月不引水。

##### 2) 金沙江上游工程运行后的来水量分析

###### ①金沙江上游水电站开发建设概况

根据《金沙江上游水电规划》，金沙江上游规划 13 个梯级电站，其中

岗托、叶巴滩、拉哇、苏洼龙、巴塘、旭龙水电站为近期开发工程。“十三五”期间，随着叶巴滩电站的开工建设，金沙江上游段进入了水电开发快速建设期。目前，叶巴滩、拉哇、苏洼龙、巴塘电站已开工建设，旭龙电站环评报告已经取得生态环境部批复。此外，金沙江上游规划有引通济柴、南水北调西线等重大引水工程。金沙江上游水电站分布见图 3.2.8-1。



图 3.2.8-1 金沙江上游水电梯级开发示意图

本次评价的现状水平年为 2020 年，现状渠首上游金沙江河段水电已进入全面开发阶段，2040 水平年上游来水量的边界条件已经发生较大改变，因此本次环评采用考虑上游电站运行调度、重大引水过程实施后的来水量，叠加渠首引水过程进行分析。

## ②上游水电站基本情况

目前，金沙江石鼓断面以上尚未建成调节库容较大的电站，但在建的叶巴滩、拉哇两座电站将于 2030 年前建成，另外规划的岗托电站有望在 2040 年前投运，这 3 座电站调节库容较大，水库调蓄后将对滇中引水水源金沙江石鼓断面径流产生影响，水库基本情况见表 3.2.8-4。

表 3.2.8-4 石鼓断面以上控制性电站基本情况表

梯级名称	正常蓄水位 (m)	死水位 (m)	正常蓄水位以下库容 (亿 m <sup>3</sup> )	调节库容 (亿 m <sup>3</sup> )	装机容量 (MW)	建设情况
岗托	3215	3145	54.11	37.3	1200	规划
叶巴滩	2889	2855	10.8	5.37	2240	在建
拉哇	2702	2672	19.92	7.19	1900	在建
合计			84.83	49.86	5340	

### A 岗托

岗托水电站位于四川德格县与西藏江达县境内的金沙江干流上，坝址区位于德格色曲河汇口上游约 8.4km 处，为规划中的金沙江上游川藏段 13 个梯级电站中的第 4 级，上游为果通水电站，下游与岩比水电站衔接。

岗托水电站的开发任务发电为主，并促进地区经济社会发展。水库正常蓄水位 3215m，死水位 3145m，调节库容 37.3 亿 m<sup>3</sup>，电站装机容量 1200MW。

岗托水电站是金沙江干流上游控制性水库电站，具有年调节能力，汛期（6~10 月）为水库蓄水期，库水位从死水位 3145m 逐步蓄至正常蓄水位 3215m，一般在 9 月底蓄至正常蓄水位；11 月水库开始供水，至 5 月末水库水位消落到死水位。



岗托水电站目前处于预可行性研究阶段，2018 年预可研报告通过了审查。

## B 叶巴滩

叶巴滩水电站位于四川白玉县与西藏贡觉县交界的金沙江上游干流上，坝址区位于四川省白玉县盖玉区降曲河口以下约 4.5km 河段上，为规划中的金沙江上游川藏段 13 个梯级电站中的第 7 级，上游为波罗水电站，河道里程 73km；下游与拉哇水电站衔接，河道里程 78km。叶巴滩水电站距离四川成都直线距离 515km，距离西藏昌都直线距离 145km。

叶巴滩水电站坝址控制流域面积为 17.3km<sup>2</sup>，工程开发任务以发电为主，并促进地区经济社会发展。水库正常蓄水位 2889m，死水位 2855m，调节库容 5.37 亿 m<sup>3</sup>，电站装机容量 2240MW，具有季调节能力。水库调度运行原则为：保证电站安全运行的条件下，在电力系统中发挥较好的动能经济效益。

岗托水库建成前，叶巴滩作为金沙江上游“龙头”水库，按不完全年调节方式运行。汛期（6~10 月）为水库蓄水期，库水位从死水位 2855m 逐步蓄至正常蓄水位 2889m，一般年份在 7 月蓄至正常蓄水位；12 月水库开始供水，至 5 月末水库水位消落到死水位附近。

岗托水库建成后，叶巴滩作为被补偿电站之一，水库来水过程主要受上游岗托水库补偿调节方式控制，此时叶巴滩库水位一般尽量维持在高水位，全年按日、周调节方式运行，库水位在远期运行低水位 2884.0m ~ 正常蓄水位 2889.0m 之间变化。遇枯水年份，若电力系统需要，水库可消落至 2884.0m 以下运行。

叶巴滩水电站 2016 年 11 月获得国家发改委核准，2017 年主体工程开工建设，总工期为 103 个月。

## C 拉哇

拉哇水电站位于金沙江上游川藏界河段，工程区左侧为四川省巴塘县拉哇乡，右侧为西藏自治区芒康县竹巴笼乡。为规划中的金沙江上游川藏段 13 个梯级电站中的第 8 级，上游为叶巴滩梯级，下游为巴塘梯级。

拉哇水电站坝址位于拉哇乡拉哇沟口河段，距离四川省成都市、巴塘县公路里程分别 844km、18km，距离西藏昌都市、芒康县分别 531km 和 104km，距云南省香格里拉 361km。

拉哇水电站坝址控制流域面积 17.6 万 km<sup>2</sup>，工程开发任务以发电为主，并促进地方经济社会发展、移民群众脱贫致富和生态环境保护建设。水库正常蓄水位 2702m，死水位 2672m，调节库容 7.19 亿 m<sup>3</sup>，电站装机容量 1900MW，具有季调节能力。

拉哇水电站的运行方式为：一般年份 6 月上旬开始蓄水，8 月中旬可蓄至正常蓄水位，9~12 月一般维持在正常蓄水位或附近运行，次年 1~5 月为供水期，5 月底消落到死水位。

拉哇水电站 2019 年 1 月获得国家发改委核准，2019 年底主体工程开工建设，总工期为 108 个月。

### ③主要跨流域调水工程

根据有关规划成果，石鼓断面以上 2030 年以前不会有大的跨流域调水工程投运，但在 2040 年前引通济柴、南水北调西线有望建成，两个跨流域调水工程基本情况见表 3.2.8-5。

表 3.2.8-5 石鼓断面以上跨流域调水工程基本情况表

工程名称	建设情况	调出水量（亿 m <sup>3</sup> ）	水源区	受水区
引通济柴	规划	5.47	通天河	柴达木盆地
南水北调西线	规划	40	通天河	黄河流域
合计		45.47		

#### A 引通济柴工程

引通济柴工程是青海省为解决远期经济社会发展和生态环境用水问题，

合理利用长江流域水资源而规划的一项调水工程，根本解决近远期柴达木地区缺水问题，同时提高南水北调西线工程对青海的服务功能。计划从通天河干流引水至格尔木河，在满足格尔木区用水需求下，从格尔木河引水至香日德水库，再输送至德令哈解决德令哈区工业缺水问题。

引通济柴工程规划从通天河干流上取水，从通天河阿俄口由泵站提水后，在曲麻莱县境内向北经通涌隧洞、来涌曲倒虹吸、涌哈隧洞、哈尔松倒虹吸、哈错隧洞、错池牙陇倒虹吸、昂日曲倒虹吸、昂日曲隧洞和明渠等输水建筑物，输水至错日阿巴鄂阿东湖，再经当地水系流入格尔木河东支雪水河上的温泉水库。

根据《柴达木盆地水资源配置工程规划》，引通济柴工程在 2030~2040 年根据盆地内经济发展及生态环境保护要求开工建设，规划年供水量为 5.47 亿  $m^3$ ，输水时段为 5~10 月。

## B 南水北调西线工程

根据《南水北调工程总体规划》，南水北调西线工程是在长江上游通天河、支流雅砻江和大渡河上游筑坝建库，开凿穿过长江与黄河分水岭巴颜喀拉山的输水隧洞，调长江水入黄河上游。工程供水目标主要是解决涉及青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西等 6 省（自治区）黄河上中游地区和渭河关中平原的缺水问题。工程规划分三期建设，第一期规划从大渡河和雅砻江支流调水 40 亿  $m^3$  自流到黄河支流贾曲，第二期规划从雅砻江干流调水 50 亿  $m^3$  自流到贾曲，第三期规划从通天河干流侧坊调水 80 亿  $m^3$ 。工程规划总调水量为 170 亿  $m^3$ 。

根据《长江流域及西南诸河水资源综合规划》，到 2030 年，规划南水北调西线工程共调水 80 亿  $m^3$ 。工程目前处于前期论证阶段，根据初步成果，水源点按 8 座水源水库考虑，分别为通天河的侧坊、雅砻江干流的热巴、雅砻江支流达曲的阿安、雅砻江支流泥曲的仁达、大渡河支流色曲的洛若、

大渡河支流杜柯河的珠安达、大渡河支流玛柯河的霍那、大渡河支流阿柯河的克柯，其中通天河的侧坊调水量 40 亿 m<sup>3</sup>。

④上游工程实施后的石鼓断面流量过程

本次分析采用 1959 年 6 月~2014 年 5 月共 55 年长系列径流资料，计算时段为旬。根据金沙江上游梯级水库及跨流域调水工程的规划和建设情况，拟定 2 个计算工况，见表 3.2.8-6。

表 3.2.8-6 计算工况表

计算工况	水平年	调蓄水库	跨流域调水工程
工况 1	2040 年	岗托、叶巴滩、拉哇	
工况 2	2040 年	岗托、叶巴滩、拉哇	引通济柴、南水北调西线

经模拟计算，工况 1、工况 2 石鼓断面各频率代表年和多年平均旬均流量见表 3.2.8-8。采用工况 1、工况 2 枯水期（1~4 月中旬）平均流量，与天然来流对比，见图 3.2.8-2。

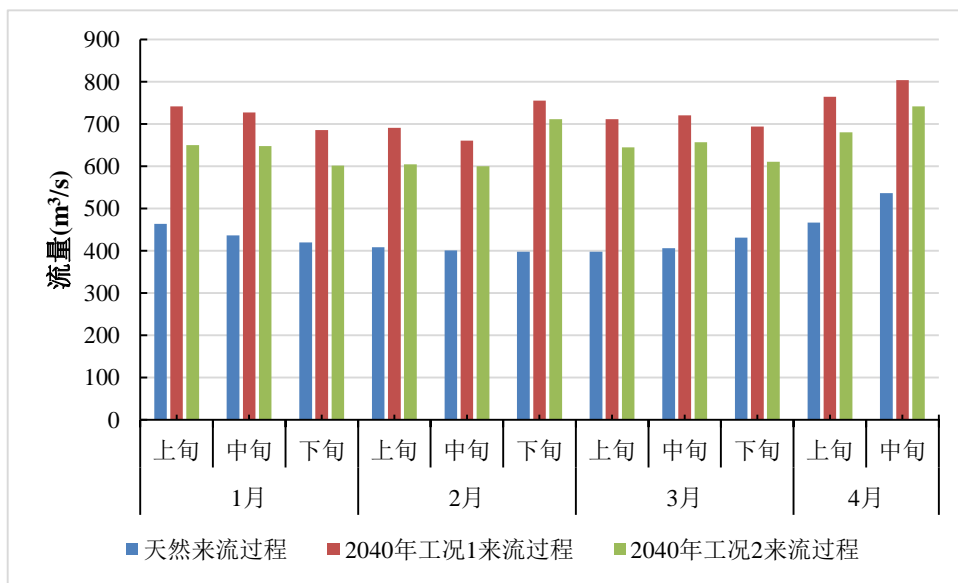


图 3.2.8-2 金沙江石鼓断面枯水期流量对比

对比工况 1 来流和天然来流可以看出，2040 年水平年金沙江上游岗托、叶巴滩、拉哇水库调蓄后，石鼓断面枯水期多年平均流量约增加 291m<sup>3</sup>/s；工况 2 2040 水平年考虑上游引通济柴和南水北调西线从通天河调水后，石鼓断面枯水期多年平均流量增加约 217m<sup>3</sup>/s。

### ⑤引水后下游流量

分别对 2040 年工况 1、工况 2 引水后的下游流量进行计算，并与石鼓断面天然来流量比对，结果见表 3.2.8-9。采用工况 1、工况 2 枯水期平均引水后流量与天然流量进行对比，见图 3.2.8-3。

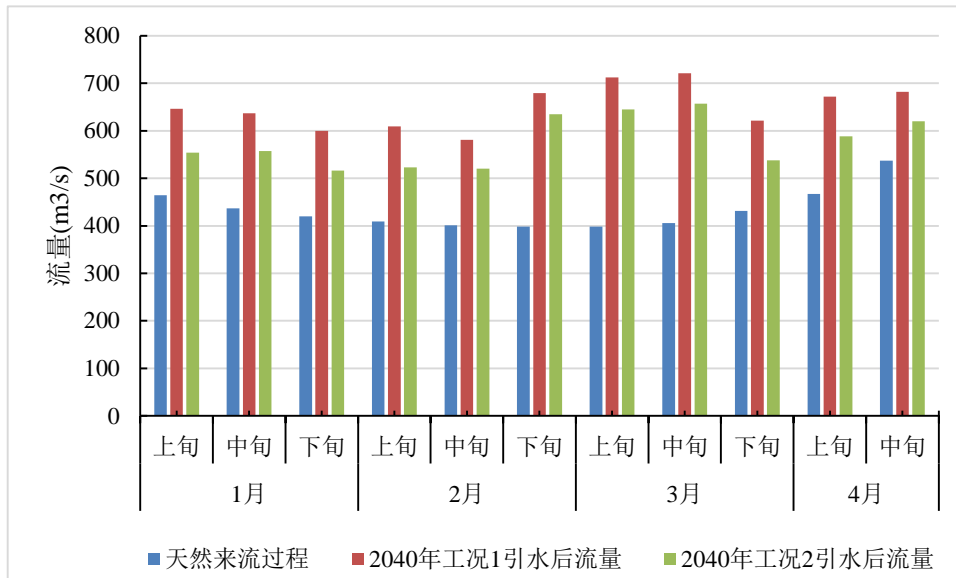


图 3.2.8-3 金沙江石鼓断面天然流量与引水后流量对比图

从图表中可以看出，多年平均条件下，2040 年工况 1、工况 2 枯水期（1 月~4 月中旬）引水后流量均大于同期天然来水量。说明上游水电站调度运行后，对石鼓断面枯水期流量的影响很大，来水量增加明显。远期 2040 年利用滇池调蓄存在水质风险的情景下，由于金沙江石鼓上游水电开发已经形成一定规模，电站调度运行后石鼓断面枯水期流量增大，本工程引水后下游流量仍然明显大于天然来流量，满足环保部对一期工程环评批复中提出的“保障 4 月下旬至 6 月 411m³/s 生态流量、其他时间 300m³/s 生态流量”的要求。

表 3.2.8-7 2040 年不能利用滇池情景下二期工程引水流量过程表 单位：m<sup>3</sup>/s

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均	1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	平均
1	上旬	41	108	109	110	96	41	108	109	110	96	314	326	362	442	368
	中旬	42	93	108	107	91	42	93	108	107	91	316	316	332	420	346
	下旬	21	81	98	110	86	14	81	98	110	86	322	319	319	376	334
2	上旬	25	88	105	108	82	25	88	105	108	82	308	311	318	352	327
	中旬	25	73	103	106	80	25	69	103	106	80	309	311	311	355	321
	下旬	21	66	97	108	77	14	66	97	108	77	316	308	309	345	321
3	上旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	378	419	452	398
	中旬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	372	411	498	406
	下旬	0	0	0	0	0	14	27	97	95	73	345	348	331	425	358
4	上旬	50	79	96	107	93	42	69	96	107	93	353	354	344	412	374
	中旬	107	106	116	135	122	107	106	116	135	122	345	344	352	516	415
	下旬	135	135	107	135	129	136	136	98	136	129	522	442	424	564	537
5	上旬	135	135	135	135	131	136	136	136	136	131	660	487	588	789	662
	中旬	135	135	135	135	132	136	136	136	136	134	595	430	804	794	746
	下旬	135	135	135	135	135	136	136	137	137	136	811	545	959	970	840
6	上旬	135	135	135	135	130	127	137	127	137	129	1635	967	1709	974	1082
	中旬	135	135	135	135	135	127	127	127	137	129	1567	1845	2099	1159	1495
	下旬	135	135	135	135	135	128	128	129	127	128	2566	2286	3640	1546	1999

月份		一期工程环评引水过程					二期工程 2040 年引水过程					二期工程 2040 年引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年 平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
7	上旬	135	135	135	135	134	114	128	129	127	127	2901	3070	3633	1325	2506
	中旬	135	135	135	135	134	115	128	134	135	126	3793	2904	3514	1756	2928
	下旬	133	135	135	135	133	114	128	132	135	126	2667	2325	3249	2124	2890
8	上旬	127	135	135	135	132	95	127	133	135	127	4344	1915	2520	1898	3036
	中旬	114	135	135	135	132	94	133	133	135	125	2703	3140	2951	2441	3004
	下旬	91	135	135	135	131	79	133	132	134	122	4390	3405	3389	3088	3032
9	上旬	81	135	135	135	128	81	135	135	137	119	4622	4575	3016	2968	2978
	中旬	86	135	135	135	126	86	120	136	134	118	3862	4329	3598	2863	2760
	下旬	85	135	135	135	124	86	119	135	134	117	3923	3292	2969	2224	2362
10	上旬	116	135	135	135	127	116	124	134	135	122	2427	2183	2539	2146	1948
	中旬	116	131	135	135	126	116	123	134	135	123	1696	1584	2732	1523	1551
	下旬	118	129	135	135	126	118	126	128	134	124	1305	1241	2051	1216	1199
11	上旬	114	114	114	115	114	114	113	117	120	115	1016	1026	1469	899	936
	中旬	113	113	113	114	113	126	126	130	134	126	807	820	1114	709	747
	下旬	113	116	116	120	110	126	126	129	133	120	660	667	881	588	614
12	上旬	114	115	115	121	116	114	115	119	117	116	571	555	708	534	513
	中旬	114	117	117	118	113	114	117	117	117	113	476	486	630	437	447
	下旬	118	118	125	125	110	118	118	128	128	110	416	445	533	378	393
枯水期旬平均		30	63	76	81	66	29	64	84	90	73	329	335	346	418	361

表 3.2.8-8 2040 年不同工况下石鼓断面来水量 单位：m<sup>3</sup>/s

月份		天然来流过程					2040 年工况 1 来水过程					2040 年工况 2 来水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
1	上旬	355	434	471	552	464	681	716	746	822	742	591	609	657	732	650
	中旬	358	409	440	527	437	681	707	727	809	728	605	621	649	730	648
	下旬	336	400	417	486	420	656	665	688	751	686	557	577	594	656	602
2	上旬	333	399	423	460	409	660	677	705	759	691	568	592	612	664	605
	中旬	334	380	414	461	401	671	676	667	709	661	576	587	611	671	600
	下旬	330	374	406	453	398	752	765	770	822	756	670	692	729	799	712
3	上旬	342	378	419	452	398	728	722	721	749	712	625	631	673	712	645
	中旬	347	372	411	498	406	733	725	720	776	721	637	640	679	752	657
	下旬	358	375	428	520	431	705	693	683	776	694	589	585	615	699	611
4	上旬	395	423	440	519	467	719	725	724	858	765	637	619	672	746	681
	中旬	452	450	468	651	537	595	708	814	923	804	616	630	697	803	742
	下旬	658	578	522	700	666	745	698	942	1057	911	726	657	724	838	784
5	上旬	796	623	724	925	793	899	890	1028	1196	1084	814	712	806	973	916
	中旬	731	566	940	930	880	884	933	1257	1305	1188	784	690	956	1083	939
	下旬	947	681	1096	1107	976	851	913	1055	1351	1202	699	619	763	1125	928
6	上旬	1762	1104	1836	1111	1211	1282	814	1399	1079	1018	1244	789	1286	963	961
	中旬	1694	1972	2226	1296	1624	908	1365	820	898	1048	907	1258	894	801	975
	下旬	2694	2414	3769	1673	2127	1366	1385	1366	886	1259	1401	1294	1387	794	1162



月份		天然来流过程					2040年工况1来水过程					2040年工况2来水过程				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年	
7	上旬	3015	3198	3762	1452	2633	2527	2328	2552	898	1757	2013	1861	2322	771	1559
	中旬	3908	3032	3648	1891	3054	3341	2461	2848	1353	2289	3193	1900	2777	1143	2032
	下旬	2781	2453	3381	2259	3016	2660	2367	2516	1535	2319	2170	1802	2406	1142	1994
8	上旬	4439	2042	2653	2033	3163	3432	1684	2734	1699	2648	3371	1464	2653	1477	2441
	中旬	2797	3273	3084	2576	3129	2940	2603	2752	2534	2742	2894	2572	2684	1847	2544
	下旬	4469	3538	3521	3222	3154	3046	2753	2758	3089	2604	2966	2673	2662	2536	2398
9	上旬	4703	4710	3151	3105	3097	3898	3133	2894	3185	2881	3782	3019	2778	3104	2720
	中旬	3948	4449	3734	2997	2878	2903	3837	2978	2872	2663	2785	3719	2860	2760	2481
	下旬	4009	3411	3104	2358	2479	2971	2939	2780	2329	2316	2886	2853	2694	2243	2129
10	上旬	2543	2307	2673	2281	2070	2460	2404	2513	2311	2051	2414	2194	2467	2156	1879
	中旬	1812	1707	2866	1658	1674	1847	1733	2798	1682	1655	1667	1537	2723	1486	1482
	下旬	1423	1367	2179	1350	1323	1319	1254	2002	1278	1202	1125	1061	1808	1085	1027
11	上旬	1130	1139	1586	1019	1050	1125	1134	1577	1013	1043	970	978	1422	886	914
	中旬	933	946	1244	843	873	1011	1023	1319	923	947	815	827	1124	803	800
	下旬	786	793	1010	721	734	913	912	1127	843	857	772	772	987	752	747
12	上旬	685	670	827	651	629	879	863	1025	843	822	728	730	874	738	705
	中旬	590	603	747	554	560	810	822	965	781	782	672	673	826	676	665
	下旬	534	563	661	506	503	738	765	855	703	713	601	623	720	595	600
枯水期旬平均		358	399	431	507	433	689	707	724	796	724	606	617	653	724	650

表 3.2.8-9 2040 年上游电站调度的引水后下游流量 单位：m<sup>3</sup>/s

月份		取水口上游天然来流过程					2040 年工况 1 引水后下游流量					2040 年工况 2 引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年		1974 年	2003 年	1989 年	1988 年	
1	上旬	355	434	471	552	464	640	608	637	712	646	550	501	548	622	554
	中旬	358	409	440	527	437	639	614	619	702	637	563	528	541	623	557
	下旬	336	400	417	486	420	642	584	590	641	600	543	496	496	546	516
2	上旬	333	399	423	460	409	635	589	600	651	609	543	504	507	556	523
	中旬	334	380	414	461	401	646	607	564	603	581	551	518	508	565	520
	下旬	330	374	406	453	398	738	699	673	714	679	656	626	632	691	635
3	上旬	342	378	419	452	398	728	722	721	749	712	625	631	673	712	645
	中旬	347	372	411	498	406	733	725	720	776	721	637	640	679	752	657
	下旬	358	375	428	520	431	692	666	586	681	621	576	558	518	604	538
4	上旬	395	423	440	519	467	677	656	628	751	672	595	550	576	639	588
	中旬	452	450	468	651	537	488	602	698	788	682	509	524	581	668	620
	下旬	658	578	522	700	666	609	562	844	921	782	590	521	626	702	655
5	上旬	796	623	724	925	793	763	754	892	1060	953	678	576	670	837	785
	中旬	731	566	940	930	880	748	797	1121	1169	1054	648	554	820	947	805
	下旬	947	681	1096	1107	976	715	777	918	1214	1066	563	483	626	988	792
6	上旬	1762	1104	1836	1111	1211	1155	677	1272	942	889	1117	652	1159	826	832
	中旬	1694	1972	2226	1296	1624	781	1238	693	761	919	780	1131	767	664	846
	下旬	2694	2414	3769	1673	2127	1238	1257	1237	759	1131	1273	1166	1258	667	1034

月份		取水口上游天然来流过程					2040年工况1引水后下游流量					2040年工况2引水后下游流量				
		特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均	特枯年	枯水年	平水年	丰水年	多年平均
		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年		1974年	2003年	1989年	1988年	
7	上旬	3015	3198	3762	1452	2633	2413	2200	2423	771	1630	1899	1733	2193	644	1432
	中旬	3908	3032	3648	1891	3054	3226	2333	2714	1218	2163	3078	1772	2643	1008	1906
	下旬	2781	2453	3381	2259	3016	2546	2239	2384	1400	2193	2056	1674	2274	1007	1868
8	上旬	4439	2042	2653	2033	3163	3337	1557	2601	1564	2521	3276	1337	2520	1342	2314
	中旬	2797	3273	3084	2576	3129	2846	2470	2619	2399	2617	2800	2439	2551	1712	2419
	下旬	4469	3538	3521	3222	3154	2967	2620	2626	2955	2482	2887	2540	2530	2402	2276
9	上旬	4703	4710	3151	3105	3097	3817	2998	2759	3048	2762	3701	2884	2643	2967	2601
	中旬	3948	4449	3734	2997	2878	2817	3717	2842	2738	2545	2699	3599	2724	2626	2363
	下旬	4009	3411	3104	2358	2479	2885	2820	2645	2195	2199	2800	2734	2559	2109	2012
10	上旬	2543	2307	2673	2281	2070	2344	2280	2379	2176	1929	2298	2070	2333	2021	1757
	中旬	1812	1707	2866	1658	1674	1731	1610	2664	1547	1532	1551	1414	2589	1351	1359
	下旬	1423	1367	2179	1350	1323	1201	1128	1874	1144	1078	1007	935	1680	951	903
11	上旬	1130	1139	1586	1019	1050	1011	1021	1460	893	929	856	865	1305	766	800
	中旬	933	946	1244	843	873	885	897	1189	789	821	689	701	994	669	674
	下旬	786	793	1010	721	734	787	786	998	710	737	646	646	858	619	627
12	上旬	685	670	827	651	629	765	748	906	726	706	614	615	755	621	589
	中旬	590	603	747	554	560	696	705	848	664	669	558	556	709	559	552
	下旬	534	563	661	506	503	620	647	727	575	603	483	505	592	467	490
枯水期旬平均		358	399	431	507	433	660	643	640	706	651	577	552	569	634	578

### 3) 短时间供水破坏情景的水资源配置方案

水利部审定的《滇中引水工程初步设计报告》对水源区（以石鼓水文站为代表）与受水区年径流的丰枯遭遇情况进行了详细分析，结果表明水源区与受水区的年径流相关系数为 0.089，最枯 6 个月（11 月下旬~5 月中旬）径流相关系数为 0.15，没有相关性，水源区与受水区同丰的遭遇概率为 16.1%，同枯的遭遇概率为 14.3%。因此，典型年枯期可引水量主要受石鼓断面生态流量下泄需求控制。

利用滇池调蓄情景下，各典型年渠首 3 月下旬引水水量分别为水量为 1283 万  $m^3$ （特枯）、2566 万  $m^3$ （枯水）、9218 万  $m^3$ （平水）和 9028 万  $m^3$ （丰水），7479 万  $m^3$ （多年），调蓄后的出湖供水水量为 9556 万  $m^3$ （特枯）、4752 万  $m^3$ （枯水）、4127 万  $m^3$ （平水）和 5415 万  $m^3$ （丰水），7467 万  $m^3$ （多年）。因此，在远期滇池存在水质风险情景下，滇池调蓄供水水量将无法使用，受水区缺水量分别增加 9556 万  $m^3$ （特枯）、4752 万  $m^3$ （枯水）、4127 万  $m^3$ （平水）和 5415 万  $m^3$ （丰水），7467 万  $m^3$ （多年）。按照供水破坏原则，优先破坏农业灌溉供水，其次是工业用水，各典型年的供水破坏方案如下：

①P=95%特枯年，需要减少供水 9556 万  $m^3$ ，枯水年农业供水已被破坏，按照农业灌溉供水破坏深控制要求，不能集中在 3 月破坏农业供水，需要提前 2 个月进行破坏，1 至 3 月受水区农业灌溉总供水 75529 万  $m^3$ ，通过受水区海稍、大银甸、小石门、九龙甸、东风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，可满足破坏深控制的要求。

②P=90%枯水年，需要减少供水 4752 万  $m^3$ ，3 月受水区农业灌溉总供水量为 27531 万  $m^3$ ，因为枯水年农业供水已被破坏，按照农业灌溉供水破坏深控制要求不能集中在 3 月破坏农业供水，提前 1 个月进行破坏，2 月和 3 月受水区农业灌溉总供水 54681 万  $m^3$ ，通过受水区大银甸、九龙甸、东

风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，满足农灌供水破坏控制的要求。

③P=50%平水年，需水减少供水 4127 万  $m^3$ ，3 月受水区农业灌溉总供水量为 31712 万  $m^3$ ，集中在 3 月破坏农灌供水，通过受水区大银甸、九龙甸、东风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，满足农灌供水破坏控制要求。

④P=25%丰水年，需水减少供水 5415 万  $m^3$ ，3 月下旬受水区农业灌溉总供水量为 30042 万  $m^3$ ，集中在 3 月破坏农灌供水，通过受水区大银甸、九龙甸、东风、跃进等骨干调蓄水库调整配置方案，满足农灌供水破坏控制要求。

### 3.2.9 利用洱海调蓄的可行性分析

2021 年 8 月，云南省院编制完成了《滇中引水二期工程利用洱海调蓄专题研究报告》。在一期工程利用洱海专题研究报告等成果基础上，按照一期工程环评批复要求的减缓枯水期引水对金沙江下游生态的影响，增设充蓄调节水库在丰水期引水充蓄思路，在输水总干渠设计流量、渠首引水总量已经确定的情况下，按照二期工程明确的调蓄布局和充蓄水量，遵循洱海运行调度和保护治理相关原则，将洱海增加作为充蓄调节水库，分析洱海调蓄能力和丰水期充蓄滇中引水工程水量和过程，以优化滇中引水渠首引水过程，尽量减少枯水期引水量。

在洱海调蓄满足运行水位、生态控制水位、下泄生态流量及保护治理要求的条件下，经计算，利用洱海调蓄水量有限，多年平均可以调蓄滇中引水水量 3742 万  $m^3$ ；利用洱海方案与不利用洱海方案相比，渠首枯期（1-4 月中旬）引水量仅可减少 0.16 亿  $m^3$ ，对减少渠首枯期引水量作用有限。

由于金沙江水源区和洱海分属长江和澜沧江两大不同水系，鱼类区系及种类差异大，若将金沙江引水进入洱海调蓄，可能会发生生物入侵的风

险。

鉴于利用“53座水库+滇池”的调蓄方案已满足滇中引水工程（一期）环评批复中提出的三月份全月不引水的要求，取水口断面也满足4月下旬至6月 $411\text{m}^3/\text{s}$ 、其它时段 $300\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量要求，而利用洱海调蓄方案对减少渠首枯期引水量作用有限，且有可能发生生物入侵的风险，推荐近期不利用洱海调蓄。

### 3.2.10 移民安置方案的环境合理性分析

二期骨干工程除杨柳田、大唐、大箐、黄坡4个调蓄水库集中连片征地外，其余为线性征地，征收耕地分解到具体乡（镇）、村委会面积不大。调蓄工程涉及的7个村组，耕地征收影响比例在20.65%~47.48%，征收耕地的比例较大，但征地后人均耕地面积充足，征地后4个村组的人均耕地超过1亩。征地后人均耕地面积不足1亩的蚂蟥村、大箐村、黄坡村3个村组距离城镇较近，主要收入来源为二、三产业，征地补偿后劳动力可以投入二、三产业，因此征用耕地对3个村组居民的生产生活影响有限。输水工程建设征地各村委会征收比例在0.02%~2.16%之间，征收比例较小。人均减少耕地面积在0.01亩~0.03亩之间，征地后各村委会剩余耕地较多，移民可利用补偿资金对中低产田进行改造、发展高产值经济作物等恢复并提高经济收入。工程可研阶段对安置人员回收有效意愿调查表397份，均同意本工程拟采取的货币补偿，由村组或个人利用补偿资金自行安置的方案。二期骨干工程生产安置方案环境合理。

本工程搬迁安置设1个集中搬迁安置点，其余村组搬迁安置人口采取后靠分散自行安置。坡脚小组集中安置点属于昆明市富民县大营街道黄坡村，位于原坡脚小组旧址的后山，在本村内安置，民族及社会融入性较好，便于移民尽快适应生活。坡脚集中安置点位于黄坡水库坝址下游左岸，安

置点配套建设生活垃圾收集、生活污水处理设施，安置点不会增加黄坡水库污染负荷。安置点不涉及自然保护区、生态保护红线等环境敏感区域，也不占用基本农田，无重大环境制约因素。安置点地形条件、水源条件、供电条件、交通条件等较好；区域地形地貌、气候条件、植被、水土流失均适宜安置点建设及移民生产生活活动。因此，搬迁安置点选址环境可行。

### 3.3 影响源分析

#### 3.3.1 施工期影响源分析

##### 3.3.1.1 水污染源

根据施工组织设计，二期骨干工程施工期水污染源包括生产废水和生活污水。生产废水主要为砂石料加工系统生产废水、混凝土拌和冲洗废水、隧洞排水、机修含油废水和基坑排水；生活污水主要为施工人员生活污水。

二期骨干工程建设 2 座砂石料加工系统，按生产  $1\text{m}^3$  料源产生  $2\text{m}^3$  废水计，则施工期砂石料加工系统废水产生量约 214.8 万  $\text{m}^3$ ，主要污染物 SS 浓度可达  $50000\text{mg/L}$ ；二期骨干工程共布设 73 台混凝土拌和机，按每台混凝土拌和机每天冲洗两次，每次用水  $0.5\text{m}^3$ ，排水系数 0.8 计，则施工期混凝土拌和机冲洗废水产生量约 0.81 万  $\text{m}^3$ ，主要污染物 SS 浓度可达  $5000\text{mg/L}$ ，pH 呈碱性；二期骨干工程共布设 11 座隧洞，隧洞排水点多且分散，排水量较大，不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度为  $100\sim 5000\text{mg/L}$ ，pH 值呈碱性；二期骨干工程共布设 48 个生产生活区，生产生活区机械设备、车辆产生少量含油废水，废水点多且分散，主要污染物 SS、石油类浓度分别为  $300\sim 1500\text{mg/L}$ 、 $10\sim 50\text{mg/L}$ ；大黑箐隧洞进口施工采取围堰导流，产生少量基坑排水，不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度约  $1000\text{mg/L}$ 。

二期骨干工程共布设 48 个生产生活区，各段生产生活区施工高峰人数在 26~1615 人，按施工高峰期每人用水量  $100\text{L/d}$ ，排水系数 0.8 计，则施

工期生活污水产生量约 51.66 万 m<sup>3</sup>，主要污染物 SS、COD、BOD<sub>5</sub>、总磷、氨氮浓度分别为 150mg/L、250mg/L、150mg/L、4.5mg/L、20mg/L。

### 3.3.1.2 大气污染源

工程施工期对大气环境产生污染的环节主要为：工程开挖爆破产生的扬尘、废气；运输车辆、施工机械排放的废气；砂石料加工产生色粉尘；交通运输、松散土料、弃渣等被风吹起的扬尘。

#### (1) 施工爆破与燃油废气

工程开挖前需进行爆破，爆破过程将产生一定量污染物，均会对施工区环境空气质量产生一定影响。主要产生部位为输水隧洞开挖、施工支洞开挖、暗涵边坡开挖施工等。本工程施工需要使用的燃油机械设备一般有发电机、自卸汽车、推土机等，燃料以柴油、汽油为主。本工程施工期间预计共需用油料 1.15 万 t，炸药 0.18 万 t。

柴油在燃烧过程中将产生 CO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> 等污染物质。炸药在爆炸过程中产生高温高压膨胀气体（炮烟），其中除含有大量粉尘外，还含有 CO、NO<sub>2</sub>、C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> 等污染物。根据有关资料介绍，柴油燃烧和炸药爆炸过程中排放或产生的有害气体量详见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 单位油料燃烧、炸药爆炸产生的有害气体指标表 单位：kg

有害气体	TSP	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>
爆炸 1t 炸药排放量	47.49	44.46	3.51	-	0.04
燃烧 1t 柴油排放量	0.31	29.35	48.26	3.52	4.83

由此推算，工程施工期机械燃油和施工开挖产生的有害气体排放量具体见表 3.3.1-2。

表 3.3.1-2 工程施工期燃油、炸药产生的有害气体总量表 单位：kg

有害物质 (kg)	TSP	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>
炸药	85482.00	80028.00	6318.00	-	72.00
油料	3565.00	337525.00	554990.00	40480.00	55545.00
合计	89047.00	417553.00	561308.00	40480.00	55617.00

#### (2) 交通扬尘



施工区交通扬尘主要来源于进场公路和场内公路，在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q = 0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km 辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m<sup>2</sup>。

施工区载重汽车主要为 15~25t，本次源强预测按 25t 计算，场内公路设计时速 20km/h，计算结果见表 3.3.1-3。

表 3.3.1-3 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位：kg/辆 km

车速 \ P	0.1 (kg/m <sup>2</sup> )	0.2 (kg/m <sup>2</sup> )	0.3 (kg/m <sup>2</sup> )	0.4 (kg/m <sup>2</sup> )	0.5 (kg/m <sup>2</sup> )	1 (kg/m <sup>2</sup> )
5 (km/h)	0.11	0.19	0.25	0.31	0.37	0.63
10 (km/h)	0.22	0.37	0.51	0.63	0.74	1.25
15 (km/h)	0.33	0.56	0.76	0.94	1.16	1.88
20 (km/h)	0.44	0.75	1.01	1.26	1.49	0.63

### (3) 施工开挖粉尘

目前工程区域总体环境空气质量良好。工程开工后，土石方开挖以及施工原材料汽车运输和装卸都产生大量粉尘和飘尘，造成施工场地范围内和施工道路两侧的大气污染。根据同类工程比较，施工区粉尘浓度较高的地点是水泥仓库约 50mg/m<sup>3</sup>~ 70mg/m<sup>3</sup>，粉尘和废气的排放的影响主要集中在施工期，将使施工场和施工道路沿线大气环境质量下降，对施工人员和周边敏感目标的身体健康造成一定影响。在主体工程施工组织设计中，根据本工程施工特点，已考虑了供风设施，用于施工作业通风换气，减低粉尘和废气浓度。

工程土石方明挖 192.58 万 m<sup>3</sup>，开挖产生的污染物主要是粉尘，粉尘产

生量根据有关工程类比约为  $0.7t/万 m^3$ ；在采取洒水等降尘措施的情况下，粉尘排放量会大幅降低，估计可减少约 95% 以上的粉尘。

#### (4) 砂石料加工系统产生的粉尘

本工程仅在昆明段设置一个大箐水库砂石料加工系统，其余段砂石料均为商品料。砂石加工系统在运行过程中将产生粉尘，属于连续性点源，其粉尘产生强度根据《三废处理工程技术手册》中的参数、并且类比同类工程统计资料，同时考虑本工程砂石加工原料岩性特点，确定砂石加工系统粉尘排放系数为为原材料的 0.01%，本工程砂石加工系统设计生产能力为 250t/h，推算出砂石加工系统粉尘排放强度为 25kg/h。

#### (5) 混凝土拌和系统粉尘

混凝土拌和系统产生的大气污染物主要是粉尘，粉尘主要产生在水泥、骨料装卸及进料过程中，粉尘较为分散。混凝土拌和站粉尘浓度约  $10mg/m^3 \sim 40mg/m^3$ ；无除尘器的拌和站  $> 200mg/m^3$ ；在无防尘措施的情况下，粉尘排放系数约 0.91kg/t。

### 3.3.1.3 噪声源

根据工程施工组织设计，施工噪声主要来源于施工开挖、钻孔爆破、混凝土拌和、机械运行和车辆运输，噪声源主要为破碎机、风钻、挖掘机、搅拌机，其中流动噪声源为载重汽车和推土机。

#### (1) 交通噪声

交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关，本工程场内交通公路等级为三级，采用大型运输车辆，运行速度 20km/h，噪声强度为 70~90dB (A)。

#### (2) 爆破噪声

本工程不需要进行大规模爆破作业，爆破噪声强度与爆破点岩性、爆

破方法及单孔装药量密切相关，最高爆破噪声强度可达到 125~132dB(A)。类比同类工程，工程爆破噪声源强将达到 125dB(A)。

### (3) 砂石骨料加工系统噪声

砂石加工系统为固定、连续式噪声污染源，类比已建砂石加工系统设备运行噪声源强，各类噪声均大于 90dB(A)。结合本工程砂石加工系统主要机械设备及生产能力特点，预测本工程砂石加工系统噪声源强为 105dB(A)。

### (4) 混凝土拌和系统及辅助企业噪声

混凝土拌和系统噪声主要来源于混凝土拌和站的拌和作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程也将产生一定强度的噪声。参照已建工程混凝土系统噪声源强，拌和站在未采取隔音降噪措施时搅拌层噪声与出料口噪声实测值均大于 90dB(A)；出料口不出料时噪声值仅为 77dB(A)，据拌和层和出料口噪声值计算，拌和楼作业时的叠加声级为 90~92dB(A)。本工程混凝土生产系统叠加噪声级按 92dB(A) 考虑。

### (5) 主体工程施工

主体工程施工噪声主要来自钻孔、开挖与出渣等，根据已建工程实测资料表明，施工主要的噪声设备的噪声级较高，源强均大于 90dB。类比同类，结合工程施工噪声特点，主体工程施工噪声源强将达到 95dB(A)。

### (6) 其他辅助企业生产

根据施工布置，均布置有加工厂等，参照同类工程实测资料，声源源强可达 90dB(A)。

根据工程施工特点、规模以及施工设备选型情况，主要施工机械、车辆噪声详见表 3.3.1-4。

表 3.3.1-4 工程主要施工机械设备及加工系统噪声源强表

声源类型	机械类型	噪声级 dB (A)
固定声源	混凝土拌和站	75-85
	挖掘机	80-90
	推土机	75-95
	振捣器	80-90
	振动碾	80-90
	钢筋加工	85-95
	电焊机	65-70
	汽车起重机	79-90
	装载机	75-95

#### 3.3.1.4 固体废弃物

根据本阶段设计成果，二期工程土石方总开挖量 5488.68 万 m<sup>3</sup>，回填利用 3243.12 万 m<sup>3</sup>，调入 223.37 万 m<sup>3</sup>，调出 223.37 万 m<sup>3</sup>，外借 44.7 万 m<sup>3</sup>，产生永久弃渣 2290.26 万 m<sup>3</sup>。弃渣若不妥善收集处置，将占压地表植被、破坏景观，造成水土流失和次生环境影响。

二期骨干工程建筑物施工、使用、维修、拆除过程产生一定量的建筑垃圾。建筑垃圾露天堆放影响环境空气和景观质量，长期堆放产生渗滤污水，严重污染周围地下水和地表水；建筑垃圾临时堆场缺乏防护措施可能出现崩塌，阻碍道路甚至冲向其他建筑物。

根据施工组织设计，二期骨干工程共布设 49 个生产生活区，各段生产生活区施工高峰人数在 26~1615 人，按施工高峰期每人产生生活垃圾 1kg 计，则施工人员生活垃圾产生量约 36582t。

#### 3.3.1.5 陆生生态

工程施工过程中输水线路开挖、库区淹没、料场开采、施工道路修筑、渣场堆渣等施工活动，不可避免地使工程施工区范围内的植被受到破坏、动植物资源个体受损，施工行为还会造成地表裸露，加大区域内土壤侵蚀强度，造成新增水土流失危害，影响工程区土质和河流水质，破坏区域生

态环境。

本工程建设将永久和临时占用部分土地，总占地面积 1030.08hm<sup>2</sup>，其中永久占地 374.76hm<sup>2</sup>将造成植被的永久消失，涉及的植被类型主要为暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖温性灌丛等自然植被，此类植被在施工区周边有大量分布，均带有次生特点，工程建设不会导致评价区内植被类型的减少；临时占地 655.31hm<sup>2</sup>，临时占用的植被在施工结束后，可依靠人工和自然恢复还原到现有的质量水平，施工占地及施工行为不会造成植被类型在该区域内的消失、也不会对评价区内的植物及动物资源造成显著影响。总体来说，工程建设永久及临时占用的土地资源对评价区植被、植物和动物资源会产生一定的不利影响，但影响范围和程度有限，不会使评价区的物种在空间分布格局和遗传结构发生明显的改变，不会改变评价区的植被类型及造成某一种物种在评价区的消失。

### 3.3.1.6 水生生态环境

根据本阶段设计成果，滇中引水二期骨干工程施工线路共涉及桑园河、毗雄河、紫甸河、盘龙江、宝象河、曲江（玉溪大河）等 6 条较大河流交叉，主要采取倒虹吸、渡槽等方式进行穿越，另工程需新建管线进入部分调蓄水库库区，新建大唐水库、杨柳田水库及扩建黄坡、大箐水库涉及其所在河流，此外基本无涉水工程施工，总体上涉水工程点位少、工程量较小、施工时期较短。

根据施工工艺，工程施工不会阻断河流，不会对河流、调蓄水库水生环境造成显著改变，涉水工程对水体局部范围产生扰动、短期内使水体浑浊度增加，对鱼类等水生生物造成驱赶、短期内影响到水生环境。此外，施工期如管理不善，可能会出现施工废水、弃渣、垃圾等未经收集处理而直接排放入河、库的情况，对河库水质及水生环境产生不利影响，不利于水生生物的保护。

### 3.3.2 运行期影响源分析

#### 3.3.2.1 水文情势

滇中引水工程二期工程共涉及充蓄水库 53 座，主要利用水库的调蓄能力，对工农业和城镇生活需水进行错峰调节，汛期滇中引水优先供水并充蓄水库，枯期滇中引水工程来水不足时，由水库补充供水。根据水库规模大小不同、充蓄水量占库容的比例不同以及调蓄方式的改变，其对水库造成的水位变幅、水量变幅、坝下河道生态流量等水文情势影响宜不同。

二期工程维持一期工程对滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个补水湖泊的生态补水量，根据 3 个湖泊影响专题，3 个湖泊早滇中补水后，换水周期均缩短，利于湖水中营养物质的输出。对水位的影响主要是枯水期，枯水年滇中引水将极大地改善湖泊水资源紧缺的局面，水位有所抬升。

2040 年，滇中受退水区将新增退水 50439.1 万  $m^3$ ，将对评价区内的退水河流水文情势造成一定的影响，特别是退水小区集中、现状年因水资源利用率高而出现断流的河流，比如桑园河、普渡河，流量较现状年将增加 152.9%、400.3%，其余断面增加值在 1.44%~50.56%。

#### 3.3.2.2 受退水区水质

二期工程 6 个州市受水区退水涉及金沙江、澜沧江、南盘江、红河 4 条干流以及 11 条一级支流。二期工程退水包括城市生活废水、工业废水、农村生活废水、农业灌溉废水，2040 年退水河流新增排水量 50439.1 万  $m^3$ ，退水河流水质将发生一定改变。

受水区共计 53 座充蓄水库，充蓄水库水质类别 II~V 类，水库功能涉及饮用、工业、农业。滇中引水工程水源区水质良好，N、P 负荷浓度较低，滇中引水通水后，受水区各座充蓄水库水质均有不同程度改善。

二期工程向滇池、杞麓湖、异龙湖 3 个湖泊进行生态补水，2040 年较补水前 TP、TN、COD 均有不同程度的下降，其中杞麓湖水质改善效果较

为明显，滇池改善程度较低。

### 3.3.2.3 陆生生态

本工程为民生水利工程，工程建成后，滇中地区受挤占的生态用水得到返还，有利于生态环境的良性发展和演替。此外，工程临时占用的 $655.31\text{hm}^2$ （总占地的63.62%）土地也将逐步恢复，施工期影响逐步消失；新建水源工程周边动物资源有限，输水工程布置以隧洞、倒虹吸、明渠、箱涵等形式相结合的方式布设，因此，不会对陆生脊椎动物产生明显的阻隔影响；本工程建设提供农业灌溉用水，灌区内农业生态系统将更加稳定，水热关系更为协调。总体而言，工程运行不会对区域陆生生态环境造成持续不利影响。

### 3.3.2.4 水生生态环境

工程运行期对水生生态的影响主要为可能产生鱼类外来物种入侵、滇中来水对充蓄水库鱼类的影响、对退水区鱼类区系和鱼类繁殖的影响等。

本工程为跨流域调水，工程建成运行后，金沙江来水将会被引入澜沧江、红河、珠江（南盘江）水系，如果不采取措施，可能造成金沙江鱼类进入其他水系、发生外来物种入侵的可能性。

工程建成运行后，滇中来水进入充蓄水库，导致库区水质和水温变化、水体交换速度增加，进而影响库区水生生物及其生境。此外，扩建黄坡、大箐水库将使其库区生境进一步发生变化，新建大唐、杨柳田水库坝址所在河流为季节性冲沟，运行期将在库区形成缓流水体，同时形成大坝阻隔，可能对坝下河沟水生生境产生一定影响。

工程将导致受退水区退水量增加，使退水河流水量增加、水位有所提升，水体置换速率加快，目前水质较差的河流会得到改善，进而影响退水区鱼类生境及其繁殖情况。

### 3.3.2.5 管理人员生活污水及生活垃圾

二期骨干工程运行期管理人员 347 人，根据《云南省地方标准 用水定额》(DB53/T 168-2019)，昆明市用水定额取 140L/(人·d)，其余县市按中小城市取 110L/(人·d)，排水系数 0.8 计，则运行期生活污水产生量约 31.52m<sup>3</sup>/d。生活垃圾产生量按每人 1kg/d 计，则生活垃圾产生量为 0.347t/d。

### 3.3.2.6 环境空气和声环境

工程建成后运行期不产生大气污染物，对环境空气无影响。

工程运行主要噪声源为泵站运行噪声，水泵和电机安装在水泵房，水泵运行噪声源强一般为 85~90 dB(A)。其噪声受厂房阻隔后，对周边声环境影响很小。



## 4 环境现状

### 4.1 流域概况

滇中受水区地处金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系分水岭，北为金沙江，南为红河，西为澜沧江，东为南盘江。其中属于金沙江流域的面积为 1.93 万 km<sup>2</sup>，占整个滇中规划区的 52%，主要支流包括桑园河、渔泡江、龙川江、普渡河、牛栏江，主要湖泊有滇池；属于南盘江流域的面积为 0.82 万 km<sup>2</sup>，占滇中规划区的 22%，主要支流包括曲江、泸江，主要湖泊有杞麓湖和异龙湖等；属于红河流域的面积为 0.81 万 km<sup>2</sup>，占滇中规划区的 22%，主要支流包括西河、毗雄河、绿汁江等；属于澜沧江流域的面积 0.14 万 km<sup>2</sup>，占滇中规划区的 4%，主要支流有黑惠江，主要湖泊有洱海。水系图见附图 8。

表 3.3.2-1 滇中引水工程主要涉及河流水系

流域	水系	受水区名称	幅原面积 (km <sup>2</sup> )	重要城镇
长江	落漏河	鹤庆黄坪	1296	矿区
		宾川牛井	1763	牛井镇 (县城)
	桑园河	永胜平山	231	乡镇
		祥云祥城	1645	祥城镇 (县城)
	渔泡江	姚安栋川	912	栋川镇 (县城)
		大姚金碧	1687	金碧镇 (县城)
		南华龙川	682	龙川镇 (县城)
		楚雄鹿城	1095	楚雄市 (州府)
		牟定共和	1440	共和镇 (县城)
		元谋元马	1547	元马镇 (县城)
		普渡河	武定近城	503
	安宁连然		1192	连然镇 (县城)
	富民永定		1009	永定镇 (县城)
	西山谷律		625	昆明郊区
	滇池流域	昆明四城区	1588	昆明市 (省城)
		呈贡龙城	707	龙城镇 (县城)
晋宁昆阳		791	昆阳镇 (县城)	
牛栏江	官渡小哨	232	昆明空港	
	嵩明嵩阳	746	嵩阳镇 (县城)	
红河	毗雄河	弥渡弥城	1197	弥城镇 (县城)
		西河	974	文华镇 (县城)
	绿汁江	双柏妥甸	1402	妥甸镇 (县城)
		禄丰金山	3105	金山镇 (县城)
		易门龙泉	1513	龙泉镇 (县城)

澜沧江	黑惠江	大理市	1498	大理市（州府）
南盘江	曲江	玉溪红塔	963	红塔区（市政府）
		江川大街	809	大街镇（县城）
		华宁宁州	1242	宁州镇（县城）
		通海秀山	721	秀山镇（县城）
	泸江	建水临安	1838	临山镇（县城）
		石屏异龙湖	430	异龙镇（县城）
		个旧个旧	574	个旧市（原州府）
		开远开远	635	开远市（建制市）
		蒙自文澜	932	文澜镇（州府）
	受水小区合计			37614

#### 4.1.1 金沙江流域概况

金沙江流域位于青藏高原、云贵高原、四川盆地西部边缘地区。金沙江为长江上游河段，发源于青海省境内唐古拉山北麓的各拉丹东雪山和尕斯迪如岗雪山，流经青、藏、川、滇四省区。河源至宜宾河道全长 3486km（为长江全长的 55.5%），落差 5142.5m（占整个长江落差的 95%），河道平均坡降 1.48‰，流域面积 47.32 万 km<sup>2</sup>，全流域平均高程 3720m。宜宾以下始称长江，河段长 2804km，落差 257.5m，平均比降 0.09‰。

工程区涉及主要一级支流有落漏河、桑园河、渔泡江、龙川江、普渡河、牛栏江。

##### （1）落漏河

落漏河发源于鹤庆县西邑镇石宝塔，源地高程 3760m，河长 54.0km，落差 2580m，平均比降 19.3‰，流域面积 1028km<sup>2</sup>。从源地由东南流至黄坪镇附近折向北流入永胜县，于永胜县涛源乡下庄田流入金沙江，汇口高程 1180m。

##### （2）桑园河

桑园河又名达旦河，发源于宾川县鸡足山镇茅草坪，源地高程 2450m，河长 102.4km，落差 1286m，平均比降 6.7‰，流域面积 1888km<sup>2</sup>。从源地由西向东，折转北流，经宾川坝子，于永胜县片角乡花坪汇入金沙江，汇口高程 1164m。

### (3) 渔泡江

渔泡江发源于楚雄州南华县天申堂乡官苴附近，源地高程 2520m，河长 170.3km，落差 1416m，平均比降 6.4‰，流域面积 4055km<sup>2</sup>。

### (4) 龙川江

龙川江为发源于楚雄州的南华县天子庙坡东侧鱼肚拉的蒲藻塘，在元谋北部的江边乡汇入金沙江。流域面积 9240.7km<sup>2</sup>，全长约 246km。发源处与入江口相对落差 1600m，河床平均坡降为 4.8‰，流域平均海拔 1992m。

### (5) 普渡河

普渡河发源于嵩明县梁王山北麓，源地高程 2600m，于小河坪子村汇入金沙江，汇口处河面高程 746m。普渡河全流域面积 11751km<sup>2</sup>，河长 364km，总落差 1854m，干流平均比降约 4.5‰。

### (6) 牛栏江

牛栏江发源于云南省昆明市境内，在昭通市汇入金沙江，干流长 423 公里，落差 1660 米，流域面积 13320 平方公里。

## 4.1.2 澜沧江流域概况

澜沧江发源于青海省唐古拉山东北坡。流经青海、西藏后从西藏盐井布依入云南境，澜沧江在云南境内 1247km，流域面积 16.5 万 km<sup>2</sup>，占澜沧江-湄公河流域面积 22.5%，支流众多，较大支流有泘江、黑惠江、威远江、补远江等，二期工程区涉及主要支流有黑惠江。

### (1) 黑惠江

黑惠江发源于丽江县老君山南麓罗凤山及铁甲山的九河，流经剑川、洱源、邓川、大理、漾濞、昌宁县，最后在南涧与凤庆两县交界的岔江，注入澜沧江。其自剑川县沙溪始便称为黑惠江，到漾濞县称漾濞江。黑惠江全长 349km，河源海拔高程 2780m，入澜沧江口高程为 990m。河道总高

差 1790m，平均比降 3.4‰。

## (2) 洱海

洱海属澜沧江水系，是大理州最大的天然淡水湖泊，也是云南省第二大湖泊，径流面积 2565km<sup>2</sup>，正常库容 28.8 亿 m<sup>3</sup>，最高运行水位 1966.00m，相应水面面积 259.1km<sup>2</sup>，蓄水量 29.59 亿 m<sup>3</sup>。多年平均入湖水量 10.5 亿 m<sup>3</sup>，主要入湖河流有弥苴河、罗时江、永安江波罗江、苍山十八溪等，天然出口为西洱河，多年平均出湖水量 8.01 亿 m<sup>3</sup>，于漾濞县平坡注入黑惠江。

### 4.1.3 红河流域概况

红河源位于云南省大理州大理市与巍山县交界处，红河上游礼社河出巍山县北在三江口接纳东侧支流绿汁江后始称元江，流至我国红河州境内后称红河，东南流至河口入越南，到河内分支流入太平洋的北部湾。全长约 1200km，中国境内河长 692km，流域面积 3.81 万 km<sup>2</sup>，河谷深切，流域分水岭高程一般 2000m~3000m，河口附近河床高程 76.4m，全河总落差为 2574m，平均比降 3.9‰。

二期工程区涉及主要支流有礼社江、绿汁江。

#### (1) 礼社江

礼社江发源于巍山彝族回族自治县北，河源海拔 2650 米，全长 282km，天然落差 2045m，平均坡降为 7.25‰。礼社江流经弥渡县，至南华县，接纳鹿鸣河，再过楚雄市区，至与新平县的边界，接纳绿汁江后，先称戛洒江，入元江县后称元江。

#### (2) 绿汁江

绿汁江为红河左岸一级支流，发源于楚雄州禄丰县勤丰镇九龙山，河源海拔 2404m，于新平县水塘乡汇入红河，汇口处海拔 547m。绿汁江干流大致呈东北—西南向，流经楚雄州的禄丰县、双柏县及玉溪市的易门县、

峨山县及新平县。全长 319km，平均比降 4.2‰，流域面积 8613km<sup>2</sup>。

#### 4.1.4 南盘江流域概况

南盘江发源于云南省曲靖市沾益县马雄山东麓，流经曲靖、陆良、宜良、华宁、弥勒、开远、泸西、罗平等县，汇入红水河后出省境为贵州、广西的界河，经珠江三角洲，于广州附近的磨刀门注入南海。

南盘江在云南境内长 677 km，流域面积 5.68 万 km<sup>2</sup>，天然落差为 1414 m，常年平均水量为 164.2 亿 m<sup>3</sup>，折合多年平均流量为 521 m<sup>3</sup>/s，河道平均坡降 1.74‰。

二期工程区涉及主要支流有曲江、泸江。

##### (1) 曲江

曲江又名华溪河，为南盘江右岸一级支流，发源于玉溪市红塔区小石桥乡新铺村的一座无名山，河源海拔 2212m。流经玉溪市的红塔、峨山、通海、华宁及红河州的建水等地，于华宁县盘溪镇三江口汇入南盘江。全长 193km，平均比降 3.7‰，集水面积 4108km<sup>2</sup>。

##### (2) 泸江

泸江为南盘江一级支流，发源于石屏县赤瑞湖西北山麓，经异龙湖、建水、开远，在个旧附近汇入南盘江。泸江开远坝一段古称乐蒙河，木花果村以下一段称东河。泸江境内流长 25km，流域面积 331km<sup>2</sup>，平均流量 10.64m<sup>3</sup>/s，最大流量 573 m<sup>3</sup>/s，最小流量 0.87 m<sup>3</sup>/s，年平均径流量 3.91 亿 m<sup>3</sup>。

#### 4.1.5 补水湖泊概况

##### 4.1.5.1 滇池流域概况

滇池是云南省水面最大的天然淡水湖泊，属长江流域金沙江水系的内陆高原湖泊，位于昆明主城区下游的西南部，东经 102°29′~103°01′、北纬

24°28'~25°28'之间。滇池南北长约40km,东西宽12.5km,湖岸长163.2km,由内湖(草海)、外湖(外海)两部分组成。滇池水位在正常水位1887.5m时,平均水深5.4m,最大水深11.0m,湖面面积约309km<sup>2</sup>,总湖容15.9亿m<sup>3</sup>。

注入滇池的主要河流有二十多条。上游水库和龙潭的河流均流入滇池外海,兼有农灌、泄洪、纳污等功能,受水库调节水量影响,大多属于季节性河流,盘龙江、宝象河、新河、洛龙河、捞鱼河、梁王河、柴河、大河、东大河、古城河等属于这类河。由城市下水道汇集而成的河流以及村镇下游的河流兼有纳污和泄洪功能,运粮河、乌龙河、西坝河、船房河、大清河、五甲河、护城河等属于此类河。

表 4.1.5-1 滇池流域主要入湖河流概况

名称	河流发源地	流域面积 (km <sup>2</sup> )	占总面积比例 (%)	河长 (km)	年径流量 (亿 m <sup>3</sup> )	年均流量 (m <sup>3</sup> /s)
大清河	流域北部	70	2.68		0.5704	1.85
盘龙江	流域北部	903	32.39	95.3	2.5156	7.98
宝象河	流域北部	290	11.09	48.0	0.5510	1.75
马料河	流域东部	98	3.75	20.2	0.1862	0.59
洛龙河	流域东部	140	5.35	14.0	0.2660	0.84
捞鱼河	流域东部	128	4.89	28.7	0.2560	0.81
梁王河	流域东部	105	4.05	23.0	0.2100	0.67
大河	流域南部	165	6.31	27.0	0.8300	0.63
柴河	流域南部	250	9.56	44.0	0.8300	0.63
东大河	流域南部	165	6.31	26.0	0.3565	1.13
西山散流	流域西部	112	4.28		0.3095	0.98
新河	流域北部	118	4.51	21.0	0.2785	0.88
古城河	流域北部	41	1.57		0.1197	0.38

#### 4.1.5.2 杞麓湖流域概况

杞麓湖又称通海湖,属于珠江流域西江水系,属滇中高原陷落性内陆湖泊。杞麓湖流域位于云南省中部,杞麓湖隶属玉溪市通海县,距县城1.3km。地理坐标为东经102°33'48"~102°52'36",北纬24°4'36"~24°14'21"。湖周群

山环抱。湖盆区东与华宁县接壤，西与红塔区、峨山县毗邻，湖面高程约 1795m，环湖为通海坝子，面积约 120km<sup>2</sup>，盆地与周围诸山分水岭相对高差 300~500m。流域内地形地貌总体呈西高东低，由杞麓湖湖盆区及中山山原区组成。

杞麓湖流域植被类型以暖温性植被类型为主，树种 300 多种，以云南松、华云松、桉树为主。杞麓湖流域内水土流失面积现有 113.37km<sup>2</sup>，占流域总面积的 32.03%。土壤侵蚀模数为 1107.83t/km<sup>2</sup>·a。水土流失面积中，轻度流失面积为 90.74km<sup>2</sup>，占流失面积的 80.04%；中度流失面积为 22.63km<sup>2</sup>，占流失面积的 19.96%。

杞麓湖流域内的河流主要有：红旗河、中河、者湾河、大新河 4 条主要河流。4 条主要入湖河流流域面积为 244.7km<sup>2</sup>，占整个杞麓湖流域面积的 69%，年均径流量占整个流域年均径流量的 71%。根据杞麓湖流域年降雨量分析，径流区干湿季节分明，枯季降水量占全年降水量的 17.5%，汛期降水量（4~8 月）占 53.3%。

杞麓湖无明显出流口，为一封闭型高原湖泊。湖泊泄水唯一通道为天然溶洞（岳家营落水洞），天然泻流量为 2.35m<sup>3</sup>/s（1998 年 9 月）。另外，由于杞麓湖无泄洪通道，难以实现水资源科学调度，旱涝灾害频繁发生。为此，通海县杞麓湖调蓄水隧道工程于 2009 年 6 月 24 日通水调试合格。该工程全长 9.92 公里，泄流量为 18m<sup>3</sup>/s。

根据《云南省杞麓湖保护条例》，杞麓湖最高蓄水位为 1797.65m（黄海高程），最低蓄水位为 1794.95m（黄海高程）。杞麓湖呈现出较为明显的浅水湖泊形态特征。杞麓湖在蓄水位 1797.25m 时，湖面面积 37.3km<sup>2</sup>，最大水深 7.28m，平均水深 4.5m，湖泊容积 1.676 亿 m<sup>3</sup>；最高蓄水位 1797.65m 时，湖泊容积 1.8285 亿 m<sup>3</sup>；最低蓄水位 1794.95m 时，湖泊容积 0.63 亿 m<sup>3</sup>。

近年来，杞麓湖运行水位偏低，干旱严重的年份已经在死库容条件下

运行。由于杞麓湖湖泊蓄水量很小，这也是近几年来水质不断恶化的重要原因之一。

#### 4.1.5.3 异龙湖流域概况

异龙湖位于云南省红河哈尼族彝族自治州石屏县境内，是云南省九大高原湖泊之一，也是红河州最大的天然湖泊，距石屏县城 3 公里。异龙湖形如葫芦，呈东西向，湖体西大东小，东西长 13.8 公里，南北平均宽 3 公里，属半封闭湖泊。正常蓄水水位为 1414.20m 时，湖面面积 30.63 km<sup>2</sup>，相应水量 1.13 亿 m<sup>3</sup>，最大水深 6.55m，平均水深 2.75m。

异龙湖流域面积 360.4km<sup>2</sup>，整个湖区成东西向条带状，为一断陷溶蚀湖盆地，湖盆中为一长约 30km，宽 2~6km，面积约 92km<sup>2</sup>的冲积平原。湖区内地形平坦，微向东倾斜，高程在 1410~1430m 之间，湖积厚度一般小于 50m，西部宝秀地区厚达 350m。湖盆周围为波状起伏的山地地形，一般高程在 1500~2000 m 之间，从而构成了异龙湖汇水区典型的中山湖盆地貌。

异龙湖属南盘江水系泸江支流的河源湖泊。异龙湖的入湖水源有地表水和地下水，主要入湖河流 20 条，环湖有大小泉眼 55 处；入湖河流主要有城河、城南河、城北河，龙港河、大水河、大沙河、渔村河，这 7 条入湖河流控制流域面积在 70% 以上。入湖河流除城河有常流水外，其它均为季节性河流，县城污水通过城河流入异龙湖。异龙湖原出水河流为新街海河，位于湖东端，进入建水县后称泸江，现新街闸以上海河已淤塞，新街闸以下海河已干涸，异龙湖已成为封闭型浅水湖。

异龙湖流域具有面积小、产水量少、蒸发量大、降雨集中、无过境水补给等特点。异龙湖流域年集水量在 5780~11453 万 m<sup>3</sup> 之间，其中地表径流占总集水量 53~46.0%，湖面降水占 24.4~24.6%，泉水占 22.6~11.4%。



## 4.2 评价区自然环境概况

### 4.2.1 地形地貌

工程评价区跨越金沙江、澜沧江、红河、南盘江四大水系，穿越横断山系高中山地貌区及滇中、滇东盆地山原区，地形总体自西北向东南呈阶梯状逐渐降低的格局。线路通过地面高程西北部丽江段一般 2400~2100m、大理 2000~1500m、楚雄一般 2000~1300m、昆明段一般 2600~1700m、玉溪-红河多在 2000m 以下，最低点为蒙自盆地，高程约 1290m。

### 4.2.2 地质环境

#### (1) 地层岩性

评价区地层从元古界至新生界均有出露。震旦系至三叠系地层主要为海相沉积岩，岩性主要为砂岩、页岩、冰碛层及各种类型的碳酸盐岩；三叠纪末期至白垩纪，以河湖相沉积地层为主，沉积了巨厚侏罗、白垩系砂岩、粘土岩及砂砾岩地层，底部并夹煤层；白垩纪后，只在断陷盆地中及河流两侧有零星第三系和第四系沉积物分布；评价区内变质岩主要为下元古界昆阳群浅变质岩和前寒武系苍山群变质岩系组成，为各类片麻岩、片岩和千枚岩、板岩、石英岩和大理岩等；岩浆活动由多期构造运动控制，各期喷发或入侵的岩浆岩中，除华力西期喷发的二叠系玄武岩覆盖范围较广外，其它各期多形成岩墙、岩脉及岩株状产出，出露范围较小。评价区主要穿（跨）越第四系地层，其次为穿（跨）越沉积岩、岩浆岩，穿（跨）越变质岩线路最少。

#### (2) 地质构造

评价区地质构造极为复杂，区域性断裂和褶皱构造发育，规模大。丽江-大理-楚雄-昆明段起主要控制作用的褶皱和断裂方向多为近南北、北东及北西向，且深大断裂较多；玉溪段-红河段主要受向南突出的弧形构造控

制，线路穿越通海弧、石屏弧、建水弧。与输水线路相交的工程活动性断裂共 15 条，其中全新世活动断裂 2 条、晚更新世活动断裂 3 条。

### (3) 岩溶与水文地质

评价区内碳酸盐岩分布较广，主要分布在丽江段、大理段、昆明段及玉溪红河段。震旦系及元古界古老碳酸盐岩主要分布在楚雄段(易门干线、武定干线)-昆明段的滇中高原；古生代碳酸盐岩各段均有分布，而三叠系碳酸盐岩集中分布在红河段。碳酸盐岩分布区地表岩溶形态齐全，主要有溶蚀洼地、溶沟、溶槽、漏斗和槽谷等裸露型岩溶和落水洞、溶洞、地下岩溶管道系统以及暗河、岩溶大泉等埋藏型岩溶。线路以楚雄为界，西段为高山高原岩溶，以峰丘、岭丘洼地为特征；东段为热带亚热带岩溶，多峰林、峰丛与洼地。

评价区内发育多个岩溶水系统和宽厚断裂带、向斜等构造储水体。地下水主要为第四系孔隙水、基岩裂隙水、溶隙水、断层脉状水等潜水类型，局部地段发育承压水。特殊岩土地层穿越洞段地下水对混凝土具弱至中等、少量强腐蚀性。

### 4.2.3 气候条件

二期工程线长面广，地理位置特殊，地形影响复杂。先后穿越了中温带、南温带、北亚热带、中亚热带、南亚热带等 5 个气候类型。由于地处低纬度、高海拔，夏秋季主要受来自孟加拉湾的西南暖湿气流和北部湾的东南暖湿气流影响，湿度大，降水多而集中；冬春季北方南下干冷气流的影响，天气晴朗，干燥少雨，风速及蒸发量；气温表现为年温差小、日温差大，水平分布复杂，垂直变化显著等特点。

受水区多年平均年降水量约 860mm，在 565~1082mm 间。高值区位于大理受水区的大理市和红河受水区的个旧市，为 1080mm 左右；低值区位

于大理受水区的宾川县(565 mm),其次为楚雄受水区的元谋县(630mm)。降水主要集中在汛期(5~10月),一般占全年的78.3~92.9%,高于省内其它地区。全段一般年温差在10~15℃,日温差在10℃以上。气温垂直变化显著,一般是河谷热、坝区暖、山区凉、高山寒。蒸发时空分布不均。受水区多年平均蒸发量在1126~2314mm之间,最低为红塔1126mm,最高为元谋2314mm。蒸发量年内分配不均匀,主要集中在2~8月,占全年的62.2~75.7%,其中3~5月最突出,其水面蒸发量占年蒸发量的29.0~49.0%。

#### 4.2.4 水土流失

评价区涉及云南省昆明市、玉溪市、楚雄州、大理州、红河州以及丽江市的35个县(市、区)属于全国土壤侵蚀类型区划中水力侵蚀为主的西南土石山区,区内容许土壤流失量为500t/km<sup>2</sup>·a。

评价区位于云贵高原,地势起伏大、山高坡陡、褶皱和断裂发育、雨量充沛、降雨强度大、暴雨发生频率高等自然因素,都为发生严重水土流失提供了基础条件。随着社会经济的快速发展,土地开发建设在数量、规模和强度上不断扩大,开发建设活动对土地扰动强烈,同时,因人口密度大,加之相对落后的生产生活方式,使云南省成为全国水土流失最为严重的省份之一。根据《云南省水利厅关于云南省2015年水土流失调查结果的公告》,评价区涉及的35个县(市、区)国土总面积为65029.62km<sup>2</sup>,土壤侵蚀面积为20119.10km<sup>2</sup>,占国土总面积的30.75%,其中轻度侵蚀面积13419.74km<sup>2</sup>,中度侵蚀面积3319.64km<sup>2</sup>,强烈侵蚀面积1578.56km<sup>2</sup>,极强烈侵蚀面积1026.59km<sup>2</sup>,剧烈侵蚀面积774.57km<sup>2</sup>。

### 4.3 水文、径流及水资源

#### 4.3.1 水文

##### 4.3.1.1 受退水区河流

###### (1) 金沙江流域

滇中二期工程输水线路及受退水区涉及的金沙江支流为龙川江、牛栏江、螳螂川（普渡河）、桑园河（达旦河）、落漏河、渔泡江、盘龙江、紫甸河等，各支流径流统计见表 4.3.1-1。

表 4.3.1-1 金沙江流域水系的水文径流统计表 单位：m<sup>3</sup>/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
落漏河 (黄坪水文站)	丰水年	2.42	1.38	1.0	0.61	0.28	0.68	0.7	5.71	16.99	21.71	5.7	3.84	5.1
	平水年	2.42	1.38	1	0.61	0.28	0.68	0.7	5.71	16.99	21.71	5.7	3.84	5.1
	枯水年	2.36	1.33	0.83	0.85	0.48	3.12	6.12	12.84	10.78	4.58	4.13	2.57	4.2
桑园河(达旦河) (大惠庄水文站)	丰水年	4.21	5.95	3.84	0.37	1.21	1	9.92	18.5	33.3	11.7	11.6	5.9	8.96
	平水年	0.71	0.082	0.1	0.11	0.13	3.03	0.34	4.47	11.4	10	2.56	2.06	2.92
	枯水年	0.058	0.03	0.008	0.004	0.015	1.04	1.32	1.95	1.59	0.16	0.086	0.032	0.52
龙川江 (小黄瓜园水文站)	丰水年	4.86	3.29	3.43	3.77	16.8	86.4	142	232	110	31.6	11.8	4.69	54.22
	平水年	11.4	5.37	3.47	6.51	5.89	8.69	36.8	79.9	28.4	47.7	14.5	12.6	21.77
	枯水年	1.73	1.14	1.16	2.65	3.99	4.68	12	12.6	10.9	15.4	3.99	2.72	6.08
牛栏江 (七星桥水文站)	丰水年	10.7	5.19	3.7	1.63	5.98	63.5	105	86.1	141	97.3	25.3	12	46.45
	平水年	4.72	3.65	1.49	3.12	17.2	30.8	40.2	69.3	48.2	28.4	10.7	9.7	22.29
	枯水年	4.17	3.04	1.74	1.09	5.94	18.3	12	16.6	24.1	22.3	10.4	7.63	10.61
螳螂川(普渡河) (蔡家村水文站)	丰水年	10.1	9.27	8.44	9.35	19.3	30.5	128	166	80.9	112	31.3	18.9	52.01
	平水年	10.7	9.84	4.62	4.65	2.92	11.3	16.4	58.9	88.9	46.1	24.7	22.6	25.14
	枯水年	4.28	3.86	2.02	2.43	5.25	4.04	16.7	16.4	27.1	13.3	7.95	5.39	9.06
渔泡江 地索(二)水文站	丰水年	1.77	0.98	0.8	0.55	0.41	6.52	19.3	31.4	42.6	9.93	44.4	6.56	13.77
	平水年	2.74	2.09	1.21	1.13	0.74	7.22	9.74	18.9	16.7	3.58	4.99	3.02	6.01
	枯水年	0.235	0.149	0.208	0.166	0.169	1.82	4.52	6.53	3.81	3.1	0.232	0.202	1.76
盘龙江 (中和水文站)	丰水年	1.378	1.367	1.062	0.694	1.683	1.578	13.988	15.881	6.668	3.155	2.198	1.63	4.27
	平水年	0.721	0.829	0.398	0.31	0.222	4.839	5.613	6	5.038	1.735	1.636	1.17	2.38
	枯水年	0.449	0.288	0.391	0.334	0.851	1.173	2.588	2.438	2.059	1.691	0.909	0.69	1.15
紫甸河 (凤屯水文站)	丰水年	1.27	0.9	0.8	0.6	0.42	0.96	3.89	5.17	6.23	4.5	2.2	1.66	2.38
	平水年	0.69	0.58	0.49	0.48	0.17	0.88	2.35	4.77	2.07	1.24	1.42	0.8	1.33
	枯水年	0.528	0.437	0.417	0.497	0.227	0.713	1.44	1.69	1.61	1	0.786	0.651	0.833

###### (2) 澜沧江流域

二期工程输水线路及受退水区涉及的澜沧江支流为黑惠江，其径流统计见表 4.3.1-2。

表 4.3.1-2 涉及澜沧江支流的水文径流统计表 单位: m<sup>3</sup>/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
澜沧江 戛旧(二)水文站	丰水年	493	432	486	590	1070	1640	2920	4460	3090	1600	1030	629	1536.67
	平水年	425	383	378	528	659	1060	1910	2870	2920	1940	857	558	1207.33
	枯水年	474	470	569	714	977	1750	1490	1400	1320	783	483	399	902.42
黑惠江 (田口水文站)	丰水年	94.1	66.1	45.7	38.6	30.9	68.3	259	533	347	339	171	111	175.31
	平水年	64.2	61.3	58.0	35.4	23.7	69.4	282	347	187	97.1	71.1	57.1	112.78
	枯水年	45.8	39.5	33.6	41.9	31.6	58.4	94.7	104	108	149	63.9	36.7	67.26

(3) 红河流域

二期工程输水线路及受退水区涉及的红河(元江)支流为礼社江、绿汁江,各支流径流统计见表 4.3.1-3。

表 4.3.1-3 红河(元江)支流的径流统计表 单位: m<sup>3</sup>/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
红河 (蔓耗水文站)	丰水年	121	102	90.7	55.3	291	1113	909	713	631	651	676	252	467
	平水年	101	83.9	60.3	46.2	159	325	619	711	577	370	237	177	289
	枯水年	84.1	67.9	46.0	33.0	42.7	95.4	205	412	278	428	146	101	162
礼社江 (大东勇水文站)	丰水年	2.85	1.8	0.89	1.76	1.10	0.880	45.8	49.9	69.8	186	27.9	9.92	33.22
	平水年	1.92	3.4	8.13	1.76	0.6	14.2	2.80	36.1	43.8	22.7	18.4	10.6	13.7
	枯水年	0.549	0.498	0.265	0.214	0.51	0.482	2.05	11.3	28.0	3.67	1.84	1.28	4.22
绿汁江 (鸦勒水文站)	丰水年	16.1	10.9	6.41	9.39	8.10	23.4	143	205	184	147	56.3	23.2	69.4
	平水年	18.4	12.4	7.71	6.34	3.37	13.7	54.1	139	74.1	43.6	14.5	9.78	33.08
	枯水年	3.39	1.44	2.36	1.16	1.00	8.81	23.0	28.5	31.5	14.0	4.23	2.52	10.16

(4) 南盘江流域

二期工程输水线路及受退水区涉及的南盘江支流为曲江、泸江,各支流径流统计见表 4.3.1-4。

表 4.3.1-4 南盘江支流的水文径流统计表 单位: m<sup>3</sup>/s

名称	水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
南盘江 (发蒙(二)水文站)	丰水年	163	99.1	75.1	58.3	93.3	341	785	627	869	613	309	185	351.5
	平水年	65.9	60.6	45.2	50.4	45.3	217	409	425	457	351	225	130	206.8
	枯水年	18.2	37.7	37.5	34.9	67.3	185	219	248	172	144	58.8	107	110.8
曲江 (西山水文站)	丰水年	6.39	5.76	4.96	2.81	25.3	82.5	48.4	35.7	23.3	26.8	39.3	15.1	26.4
	平水年	5.99	6.63	4.58	2.84	4.25	5.10	11.9	27.3	67.4	20.9	11.6	8.40	14.7
	枯水年	4.64	3.81	2.85	2.91	4.76	5.37	9.05	7.22	7.98	12.0	5.87	6.54	6.1
泸江 (泸江水文站)	丰水年	8.18	9.56	6.25	7.53	10.3	16.9	48.7	82.2	65.2	25.8	23.7	14.9	26.6
	平水年	2.28	1.98	1.91	1.98	3.25	6.49	18.2	31.7	35.1	11.5	5.72	12.5	11.1
	枯水年	2.49	2.32	1.74	1.42	1.31	1.31	2.34	6.45	3.01	2.68	2.17	2.3	2.5

4.3.1.2 充蓄水库

二期骨干工程涉及 53 座充蓄水库。各充蓄水库多年平均径流量月过程详见表 4.3.1-5。

表 4.3.1-5 充蓄水库多年平均径流量月过程成果表 单位：万 m<sup>3</sup>

受水区	水库	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	年
昆明市	大箐水库扩建	20.5	33	47	32.8	24	14.6	10.3	8.27	5.85	4.82	4.71	8.34	214
昆明市	黄坡水库扩建	66.6	107	152	107	78	47.2	33.4	26.8	19	15.6	15.3	27.1	695
玉溪市	石河水库	14.52	30	53.57	44.06	30.8	17.11	11.25	8.571	6.532	6.964	5.962	6.16	235.5
玉溪市	东风水库	563	937.2	1266	740.8	533	395.3	278	218.6	162.6	130.4	133.7	263.3	5622
玉溪市	跃进水库	6.998	14.73	26.78	20.74	15.27	8.554	5.625	4.285	3.145	3.482	3.11	2.946	115.7
玉溪市	琉璃河水库扩建	8.813	18.48	32.14	25.92	18.75	10.63	6.964	5.357	4.113	4.285	3.629	3.75	142.8
红河州	阿白冲水库	53.17	80.22	130.7	83.48	63.73	41.96	21.93	12.41	8.573	7.395	7.225	17.57	528.4
红河州	高冲水库	7.487	11.15	18.19	11.59	8.855	5.855	3.021	1.69	1.157	0.9963	0.9706	2.434	73.4
红河州	大庄水库	405.3	778.7	997	694.6	436.7	332.1	245.2	188	140.2	133.8	141.4	206.2	4699
红河州	五里冲水库	81.64	156.6	200.2	139.9	88.31	67.09	49.6	38.27	28.53	27.21	28.69	41.81	947.9
大理州	大银甸水库	71	215	460	455	270	134	84.5	62.3	35.2	27.8	24.7	18.2	1858
大理州	花桥水库	59.6	217	477	487	305	146	91.2	67.1	38.7	31.1	26.4	19.4	1965
大理州	仙鹤水库	187	470	932	947	627	340	246	203	144	139	128	118	4482
大理州	益民海水库	1.36	4.97	10.9	11.1	6.97	3.33	2.08	1.53	0.89	0.71	0.6	0.44	44.9
大理州	海稍水库扩建	56.7	207	454	463	290	139	86.8	63.8	36.9	29.6	25.2	18.4	1870
大理州	崔家箐水库	1.88	6.87	15.1	15.4	9.6	4.61	2.88	2.12	1.23	0.98	0.84	0.61	62.1
大理州	大坝水库	93.9	159	270	235	224	120	59.1	38.2	28.2	25.7	20	27.3	1300
大理州	巴冲箐水库	12.4	20.8	35.8	31.5	30	16.4	7.67	4.83	3.62	3.2	2.5	3.29	172
大理州	桑木箐水库	35.6	59.7	103	90.4	86	47.1	22	13.9	10.4	9.2	7.17	9.46	494
大理州	黑泥箐水库	1.87	3.13	5.4	4.74	4.51	2.47	1.16	0.73	0.54	0.48	0.38	0.5	25.9
大理州	团结水库	16.9	28.3	48.7	42.8	40.7	22.3	10.5	6.6	4.93	4.38	3.41	4.51	234
大理州	甸中河水库	74.4	125	214	188	178	96.6	46.4	29.6	22	19.7	15.4	20.7	1030
大理州	锁水阁水库	93.2	157	268	235	223	121	58.1	37.1	27.6	24.7	19.3	25.9	1290
楚雄州	洋派水库	51.84	107.4	188.8	156	111.4	62.21	40.44	31.07	23.95	24.91	21.77	22.5	842
楚雄州	妙峰水库	31.36	64.82	113.8	94.09	67.23	37.58	24.37	18.75	14.52	15	13.22	13.39	508
楚雄州	罗家冲水库	3.37	6.964	12.05	9.85	6.964	3.888	2.678	1.875	1.452	1.607	1.296	1.339	54
楚雄州	耐桥水库	14.26	29.73	51.96	42.51	30.27	16.85	10.98	8.571	6.532	6.696	5.962	6.16	230
楚雄州	中石坝水库	103.9	215.3	377.7	313.6	223.4	124.4	80.89	62.14	47.9	49.82	43.8	45	1687

受水区	水库	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	年
楚雄州	龙虎水库	64.28	133.4	234.1	193.4	138.2	76.98	50.09	38.3	29.76	30.8	26.96	27.86	1044
楚雄州	庆丰水库	74.91	155.1	273.2	225	161	89.68	58.12	44.73	34.59	35.89	31.36	32.41	1214
楚雄州	挨小河水库	37.07	76.6	134.5	110.9	79.28	44.32	28.66	21.96	16.93	17.68	15.55	16.07	599
楚雄州	石门水库	283.5	434.8	552	436.8	314.8	173.5	56.97	42.42	31.95	20.22	17.72	49.27	2414
楚雄州	大跃进水库	129.6	187.8	230.3	178.2	123.7	64.7	48.82	40.88	32.78	25.38	25.26	62.11	1150
楚雄州	老鸦关水库	72.53	111.2	141.2	111.7	80.53	44.38	14.59	10.85	8.179	5.163	4.522	12.61	617.5
昆明市	箐门口水库	93.9	151	215	150	110	66.5	47.1	37.8	26.8	22	21.5	38.1	979
昆明市	张家坝水库	1698	2595	3800	3128	2883	1249	1087	700	481	347	219	430	18620
玉溪市	岔河水库	204.2	417.8	637.5	404.4	286.6	198.3	126.4	96.69	63.14	58.92	65.84	105.5	2665
玉溪市	凤凰水库	52.1	95.08	124.8	69.21	49.01	34.99	20.36	14.46	9.435	6.964	6.221	15.53	498.2
玉溪市	捧寨水库	4.666	9.91	16.07	12.96	10.18	5.702	3.75	2.678	2.177	2.143	2.074	2.143	74.45
玉溪市	大寨水库	15.55	32.68	56.25	46.66	33.48	18.66	12.05	9.374	7.258	7.5	6.48	6.696	252.6
玉溪市	白龙河水库	176.5	321.4	423.2	234.6	165.8	117.9	68.83	49.28	32.18	23.57	21.25	52.76	1687
红河州	青云水库	13.93	20.86	27.95	16.52	9.867	9.844	7.247	5.753	4.91	5.358	5.322	11.33	138.9
红河州	跃进水库	244.7	366.5	491.1	290.2	173.3	172.9	127.3	101.1	86.26	94.13	93.5	199.1	2440
大理州	大石板水库	23.5	39.4	67.7	59.3	56.4	30.7	14.6	9.24	6.89	6.14	4.78	6.37	325
大理州	巍宝山水库	27.2	45.6	78.3	68.6	65.3	35.6	16.9	10.7	7.97	7.1	5.53	7.37	376
大理州	东河水库	9.65	16.3	27.8	24.3	23	12.4	6.06	3.9	2.89	2.61	2.04	2.77	134
大理州	黄栎嘴水库	138	232	397	349	331	181	85.5	54.2	40.5	36	28.1	37.4	1909
大理州	山高村水库	18	30.2	52.1	45.8	43.5	23.9	11.1	7	5.24	4.63	3.61	4.75	250
大理州	大横箐水库	25.1	42.2	72.5	63.5	60.4	32.9	15.6	9.89	7.37	6.57	5.12	6.82	348
丽江市	八湾水库	9.14	29.9	66	65.5	42.5	20	12.9	9.29	5.49	4.24	3.54	2.58	271
丽江市	菠萝坪	1.24	4.07	8.99	8.92	5.78	2.73	1.75	1.27	0.75	0.58	0.48	0.35	36.9
楚雄州	中屯水库	130	250.8	380.2	309.4	207.2	119	68.9	53.8	38.8	38.6	38.2	55.8	1691
楚雄州	西静河水库	87.35	180.8	318.7	261.8	187.5	104.5	67.76	52.23	40.16	41.78	36.81	37.77	1416
楚雄州	大海波水库	4717	7607	11276	8191	5303	2773	1178	953.5	788.7	506.2	775	2282	46358
楚雄州	楚双水库	19.7	40.98	71.78	58.84	42.05	23.33	15.27	11.78	8.951	9.374	8.294	8.571	319
楚雄州	大坡水库	27.48	57.05	100.4	82.94	59.19	33.18	21.43	16.61	12.82	13.12	11.66	11.78	448
楚雄州	赵家箐水库	10.11	21.16	37.5	31.1	21.7	11.92	7.767	5.892	4.596	4.821	4.147	4.285	164

受水区	水库	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	年
楚雄州	老厂河水库	96.94	200.9	353.5	290.3	208.4	116.1	75.53	57.85	44.76	46.34	40.69	41.78	1574
楚雄州	小箐河水库	58.84	121.9	214.3	177	126.7	70.5	45.8	35.09	27.1	28.12	24.88	25.44	956
楚雄州	红梅水库	88.65	183.5	321.4	267	190.4	106	68.83	53.03	40.88	42.32	37.32	38.3	1438
楚雄州	胡家山水库	73.35	152.1	267.3	220.8	158	87.87	57.05	43.93	33.87	35.09	30.84	31.61	1192
楚雄州	下口坝水库	70.76	146.5	257.4	212.8	152.1	84.76	54.91	42.32	32.66	33.75	29.81	30.53	1148
楚雄州	猛连水库	3.11	6.428	11.25	9.331	6.696	3.629	2.411	1.875	1.452	1.607	1.296	1.339	50
楚雄州	东河水库	2110	3048	3782	2955	2058	1056	802	676.8	541.4	418.8	414.8	1005	18868
楚雄州	石坝冲水库	25.66	39.36	49.95	39.56	28.51	15.71	5.163	3.849	2.899	1.84	1.603	4.444	218.5
楚雄州	西河水库	604.1	906.8	1190	941.1	694.3	437.7	349.9	297.4	252.3	210.8	194.1	313.9	6393
昆明市	车木河水库	476	765	1087	760	557	337	239	192	136	112	109	193	4961
昆明市	拖担水库	105	169	240	168	123	74.6	52.7	42.4	30	24.7	24.1	42.7	1097
昆明市	王家滩水库	195	314	447	312	229	138	97.9	78.7	55.7	45.9	44.8	79.3	2037
昆明市	金钟山水库	72.4	169	222	153	111	70.1	41.9	29.3	19.6	16.7	14	19.6	938
昆明市	松华坝水库	1542	3473	4483	3181	2256	1455	906	663	473	432	384	481	19730
昆明市	宝象河水库	155	325	437	296	225	156	99.1	73	52.5	47.9	39.6	75.2	1980
昆明市	大河水库	122	241	319	195	146	96.4	55.9	37.8	28.4	52.4	43.2	111	1449
昆明市	柴河水库	471	670	656	491	312	248	155	119	111	122	146	310	3810
昆明市	双龙水库	150	293	397	247	185	119	68.8	46.3	34.7	62.2	52.3	135	1791
昆明市	云龙水库	3534	6380	6375	4608	3480	1637	906	605	456	382	457	1136	29956
玉溪市	龙母箐水库	193.9	322.5	436	255.8	184.3	136.3	95.62	75.26	56.37	44.73	46.14	90.53	1937
玉溪市	海棠水库	16.33	34.02	58.92	49.25	34.55	19.44	12.59	9.642	7.5	7.767	6.739	6.964	263.7
红河州	小围堤水库	37.12	71.22	91.04	63.61	40.15	30.5	22.55	17.4	12.97	12.37	13.05	19.01	431
红河州	白云水库	18.54	35.56	45.46	31.76	20.05	15.23	11.26	8.689	6.476	6.179	6.514	9.492	215.2
红河州	花果山水库	36.02	69.1	88.34	61.72	38.96	29.6	21.88	16.89	12.59	12.01	12.66	18.45	418.2



#### 4.3.1.3 重要补水湖泊

##### (1) 滇池

滇池湖区水位主要受环湖入湖径流、牛栏江-滇池补水工程补水入湖过程、年内湖面降雨及蒸发过程及草外海年内出流过程影响，湖区水位控制主要通过调节海口河中滩闸的下泄流量来控制外海水位，草海水位主要通过西园隧洞出流来调节。

受流域降水量持续偏少，尤其是 2010 年云南大旱影响，自 2010 年其滇池出湖流量和水量均较 2009 年大幅度减少，较滇池多年平均出湖水量(或流量)亦显著下降，从而致使湖泊水位显著下降，至近年来的极低值(1886.35m); 随后受人为控制出湖流量影响，湖区水位有不同程度地升高。

牛栏江—滇池补水工程于 2012 年底贯通，这较大程度地改善了环湖截污工程实施后滇池湖泊水资源匮乏的情形，既提高了滇池外海湖泊蓄水至正常高水位的保证率，提高了湖区出现的最低水位高度，同时又增大了滇池向下游排水的流量，并提高了下游河道生态环境用水需求的保障程度。

受滇池环湖截污工程运行和滇池流域水情较枯等综合影响，滇池草外海的水文情势已经发生显著变化，目前经草海西园隧洞出湖的水量远大于经外海海口河出湖的水量过程。

##### (2) 杞麓湖

杞麓湖流域内的河流主要有：红旗河、中河、者湾河、大新河 4 条主要河流。4 条主要入湖河流流域面积为 244.7km<sup>2</sup>，占整个杞麓湖流域面积的 69%。

##### (3) 异龙湖

异龙湖年集水量在 5780~11453 万 m<sup>3</sup>之间，其中地表径流占总集水量 46.0~53.0%，湖面降水占 24.4~24.6%，泉水占 11.4~22.6%，入湖河流主要

有城河、城南河、城北河，龙港河、大水河、大沙河、渔村河，这 7 条入湖河流控制流域面积在 70% 以上。

#### 4.3.2 降雨径流

滇中地区年径流分布与降水量大概一致。由于陆地蒸发的地区分布与降水量相反，使得年径流深的地区分布更不均匀。滇中地区地表水资源量总体分布规律为：四周多，中间区域少，年径流深普遍较小，高值区分布零散，垂直变化明显。

受降水季节变化影响，天然径流量的年内分配与降水对应，有汛期与枯季之分，汛期一般出现在 5~10 月，枯季一般出现在 11~次年 4 月。径流年内分配较为集中，汛期径流量占年径流量的 75~85%。径流量最大月多出现在 8 月份，月径流量占年径流量的 20% 以上；最小月径流量多出现在 4 月份，月径流量只占年径流量的 1%~3% 左右。受水区 1956~2008 年多年平均径流量为 72.66 亿 m<sup>3</sup>。受水区各小区降水、径流系列延长前后成果对照见表 4.3.2-1。

表 4.3.2-1 受水区各小区降水、径流系列延长前后成果表

州(市)	县(市)	小区名称	小区面积 (km <sup>2</sup> )	径流量(万 m <sup>3</sup> )			降水量(mm)	
				1956~2000	1956~2008	相对差(%)	1961~2000	1961~2008
大理	宾川县	宾川牛井	1571.5	15021	15104	0.55	765.6	767.8
	大理市	大理市	1402.3	53111	51898	-2.28	1185.9	1186.8
	弥渡县	弥渡弥城	1514.9	28537	28664	0.45	890.2	904.8
	鹤庆县	鹤庆黄坪	1295.6	36196	36371	0.48	1004.7	1017.6
	巍山县	巍山南诏	974.3	25656	25300	-1.39	1031.3	1039.3
	祥云县	祥云祥城	1821	21411	21559	0.69	808	819.5
丽江	永胜县	太阳平山	230.5	2930	2946	0.56	817.8	813.3
楚雄	楚雄市	楚雄鹿城	1094.7	15699	15709	0.06	848.9	852.2
	大姚县	大姚金碧	1687.4	33062	32684	-1.14	886.3	888.4
	禄丰县	禄丰金山	2638	51285	51199	-0.17	915.4	920.1
	牟定县	牟定共和	1441.6	24765	24721	-0.18	886	886.6
	南华县	南华龙川	682.1	15579	15347	-1.49	909.7	911.2
	双柏县	双柏妥甸	1401.8		19921			823.4
	武定县	武定近城	503.3		16231			977.5
	姚安县	姚安栋川	918.5	20207	20149	-0.29	946.8	951.6
昆明	元谋县	元谋元马	1547	17564	17489	-0.43	776.9	781.3
	安宁市	安宁连然	1192	17605	18186	3.3	877.4	879.2

州(市)	县(市)	小区名称	小区面积 (km <sup>2</sup> )	径流量(万 m <sup>3</sup> )			降水量(mm)	
				1956~2000	1956~2008	相对差(%)	1961~2000	1961~2008
昆明	呈贡县	呈贡龙城	433.2	8422	8402	-0.24	879.9	892.6
	富民县	富民永定	1003.1	24837	24919	0.33	937.2	934.6
	晋宁县	晋宁昆阳	750.4	19963	20099	0.68	943.4	944
	昆明市	昆明市区	1325	14721	15789	7.25	961	962.2
	官渡区	官渡小哨	231.9	7443	7474	0.42	975.5	958.9
	嵩明县	嵩明嵩阳	746.1	23966	24070	0.43	1009.4	1017.9
	西山区	西山谷律	823.5	24161	24860	2.89	975	968.3
玉溪	红塔区	玉溪红塔	963.4	24326	23938	-1.6	944.1	941.2
	华宁县	华宁宁州	1241.7	34109	35869	5.16	993.0	984.6
	江川县	江川大街	807.8	9985	9677	-3.08	880.5	881
	通海县	通海秀山	737.7	9838	9779	-0.60	855.1	864.1
	易门县	易门龙泉	1512.5	23611	24225	2.60	836.0	831.4
红河	个旧市	个旧个旧	572.7	20182	20866	3.39	1006.8	1018.8
	开远县	开远开远	633.7	14199	14105	-0.66	943.4	934.2
	蒙自县	蒙自文澜	931.7	20660	21324	3.21	942.8	941.5
	石屏县	石屏异龙湖	430.2		5325			879.5
	建水县	建水临安	1853.7	21728	22441	3.28	843	852.6
统计			36914.8		726640			911

### 4.3.3 水资源

#### 4.3.3.1 水资源量

滇中区人均水资源量 1572m<sup>3</sup>，低于用水紧张地区的标准 1700m<sup>3</sup>；与全国人均水资源量 2220m<sup>3</sup>相比，约为全国水平的 70.8%，占全省人均水资源量的 30%、世界人均水资源量的 1/7，整个滇中区属用水紧张地区。

#### 4.3.3.2 水资源开发利用程度

2018 年滇中受水区本区工程供水量为 36.91 亿 m<sup>3</sup>，水资源量为 78.97 亿 m<sup>3</sup>，总体开发利用率为 46.7%，已超过 40%的水资源合理开发程度上限，远高于全省 6.8%的平均水平。其中宾川牛井、大理市、祥云祥城、安宁连然、呈贡龙城、昆明四城区、玉溪红塔、江川大街、通海秀山、个旧个旧、建水临安、开远开远、蒙自文澜、石屏异龙湖 14 个直接受水小区及间接受水小区嵩明嵩阳水资源开发利用程度高于 40%，开发利用程度最高的昆明四城区为 97.7%。

#### 4.3.3.3 水资源开发利用存在的问题

受水区是云南省降雨低值区，大部分地区年降水量在 600~900mm 左右，而水面蒸发量在 1400~2000mm，干旱指数大于 2.0。宾川、祥云、元谋、建水等坝子多年平均径流深 25~50mm，大姚、姚安、蒙自、安宁、呈贡等坝子多年平均年径流深 100mm 左右，为常年性干旱缺水地区。滇池流域人均水资源量仅 166m<sup>3</sup>/人。昆明、玉溪、楚雄、蒙自、大理等重点城市及祥云、蒙开个等大型灌区，资源性缺水是主要的缺水形式。

供水工程建设条件先天不足，造成滇中区抗御自然灾害的能力低下，特别是抗御干旱的能力非常脆弱，降雨过程稍不正常，便可能引发大范围的供水短缺；由于来水过程不均匀和缺乏控制性骨干供水工程，城镇用水挤占农业用水、各部门用水挤占河道生态用水现象严重，导致河流、湖泊水质大范围恶化，加剧了水资源短缺危机。

水资源的过度开发利用带来了河道断流、湖泊萎缩等生态环境问题，如龙川江、泸江等都发生过多断流，不能满足河道生态需水量要求。

根据云南省近年来实施的部分西南五省水源工程投资统计，中型水库单位库容投资达到 26 元，单位水方投资接近 27 元；小型水库单位库容投资达到 45 元，单位水方投资接近 41 元。本区水资源深度开发代价在不断加大，且在 2020 年以前基本实施完成，因此，要彻底解决滇中区的缺水问题，远期只能依靠滇中引水工程。

#### 4.3.4 生态流量现状

##### 4.3.4.1 生态流量下放现状

滇中地区是水资源紧缺地区，现状条件下生产生活用水严重挤占生态用水，为了优先保障生产生活用水，本区大部分水源都不具备下泄生态流量的水资源条件。工程利用的大部分已建水库建设年代早，没有生态流量下泄措施，只有少量近期修建的水库设置了生态流量泄放设施。

本阶段对工程的调蓄水库生态流量下放现状进行了调查，53座调蓄水库的生态流量下泄情况具体见下表：

表 4.3.4-1 调蓄水库生态流量下泄情况一览表

序号	州(市)	水库名称	多年平均径流量		水库生态流量下放情况		
			万 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	现状措施	是否下放	现状流量
1	昆明市	大箐水库扩建	140.0	0.0444	无	现状未下泄, 扩建后按环评要求下泄	无
2		黄坡水库扩建	703.0	0.2229	无	现状未下泄, 扩建后按环评要求下泄	无
3		松华坝水库	19802.93	6.279	无	未下泄	无
4		箐门口水库(在建)	942.8	0.2990	未建成	在建, 建成后按环评要求下泄	
5		张家坝水库	21.2	0.0067	无	未下泄	无
6	玉溪市	白龙水库	56.8	0.0180	无	未下泄	无
7		东风水库	5613.4	1.7800	无	未下泄	无
8		跃进水库	118.9	0.0377	无	未下泄	无
9		琉璃河水库扩建	148.2	0.0470	无	现状未下泄, 扩建后按环评要求下泄	无
10		中村水库	633.87	0.2010	未建成	新建, 建成后按环评要求下泄	
11		岔河水库	2649.0	0.8400	无	未下泄	无
12		凤凰水库	504.6	0.1600	无	未下泄	无
13		捧寨水库	79.2	0.0251	无	未下泄	无
14		大寨水库	261.6	0.0829	无	未下泄	无
15		石河水库	240.9	0.0764	无	未下泄	无
16		白龙河水库	1733.5	0.5497	无	未下泄	无
17	红河州	阿白冲水库	523.0	0.1658	通过水库导流输水隧洞下泄生态流量	按环评要求下泄	0.025m <sup>3</sup> /s
18		高冲水库	63.4	0.0201	无	未下泄	无
19	红河州	规划红罩塘水库	10.1	0.0032	未建成	新建, 建成后按环评要求下泄	
20		五里冲水库	946.1	0.3000	无	未下泄	无
21		杨柳田枢纽	65.28	0.0210	未建成	新建, 季节性冲沟, 平时无水, 不下泄	
22		大唐水库	174.07	0.0550	未建成	新建, 建成后按环评要求下泄	
23		青云水库	138.8	0.0440	无	未下泄	无
24		跃进水库	2440.9	0.7740	无	未下泄	无
25		长桥海水库	4730.4	1.5000	无	未下泄	无
26	大理州	大银甸水库	1944.7	0.6167	无	未下泄	无
27		花桥水库	2024.0	0.6418	无	未下泄	无

序号	州(市)	水库名称	多年平均径流量		水库生态流量下放情况		
			万 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	现状措施	是否下放	现状流量
28	楚雄州	仙鹤水库	1579.3	0.5008	无	坝址下游有鸡足山二级水电站尾水可回流至坝脚,不再下泄生态流量	无
29		益民海水库	47.0	0.0149	水库放水到滚水坝坝下取水	有流量下泄	暂无流量资料
30		海稍水库扩建	1870.9	0.5933	无	现状未下泄,扩建后按环评要求下泄	无
31		崔家箐水库	65.0	0.0206	无	未下泄	无
32		大坝水库	1313.6	0.4165	无	未下泄	无
33		巴冲箐水库	173.7	0.0551	无	未下泄	无
34		桑木箐水库	503.7	0.1597	无	未下泄	无
35		黑泥箐水库	757.0	0.2400	无	未下泄	无
36		团结水库	238.3	0.0756	无	未下泄	无
37		甸中河水库	1030.0	0.3266	无	未下泄	无
38		锁水阁水库	1290.0	0.4091	无	未下泄	无
39		洋派水库	946.1	0.3000	无	未下泄	无
40		妙峰水库	504.6	0.1600	无	未下泄	无
41		罗家冲水库	63.1	0.0200	无	未下泄	无
42		耐桥水库	220.8	0.0700	无	未下泄	无
43		九龙甸水库	6622.6	2.1000	无	未下泄	无
44		中石坝水库	1576.8	0.5000	无	未下泄	无
45		龙虎水库	1261.4	0.4000	无	未下泄	无
46	庆丰水库	1261.4	0.4000	无	未下泄	无	
47	东清水库	220.8	0.0700	无	未下泄	无	
48	共和水库	189.2	0.0600	无	未下泄	无	
49	小石门水库	14727.3	4.6700	未建成	新建		
50	挨小河水库	441.5	0.1400	采用输水隧洞下放生态流量直接进入坝下河道	按环评要求下泄	0.034m <sup>3</sup> /s	
51	石门水库	2403.7	0.7622	无	未下泄	无	
52	大跃进水库	1135.3	0.3600	无	未下泄	无	
53	老鸦关水库	614.9	0.1950	无	未下泄	无	

从上表可以看出,工程的大部分已建中型、小型水库均未设置单独的生态流量下放措施,这些水库功能大部分以农业灌溉供水为主,除水库弃水外,未下泄生态流量。近期修建的水库按照生态环境部门的要求,在设计和环评阶段完成生态流量下泄措施的设计和论证工作。

#### 4.3.4.2 调蓄水库坝下河道现状

本阶段针对工程调蓄水库的坝下河段进行了现场调查,各条坝下河流

的调查的时间为 2020 年 8 月（丰水期）和 2021 年 3-4 月期间（枯水期）。  
具体见下表：

表 4.3.4-2 调蓄水库坝下河道现状调查一览表

序号	州（市）	水库名称	坝下河道现状	现状供水方式
1	大理州	大银甸水库	大坝下有人工修复河道和天然河道大管河，下游大管河汇入炼洞河，之后汇入纳溪河	通过坝上大银甸泵站连通支管供水
2	大理州	花桥水库	大坝下无自然河段，仅有季节性河沟，坝下约 1km 至益民海水库库尾	通过坝上输水隧洞连通花桥支管供水，渠道灌溉供水
3	大理州	仙鹤水库	坝址下游有坝后电站，坝址以下 2km 内为季节性河流，坝下电站尾水可回流至坝脚	通过坝上输水隧洞、输水渠系建筑物向下游供水
4	大理州	益民海水库	大坝下约 200m 后季节性河沟汇入炼洞河，随后 1km 左右流入仙鹤水库	水库放水到坝下通过渠道供水
5	大理州	海稍水库扩建	大坝下有 6km 人工修复河道，随后为铁成河天然河道，之后约 3km 铁成河与宾居河汇合后为纳溪河	通过坝上输水隧洞和输水干渠向下游供水
6	大理州	崔家箐水库	大坝下无天然河道，均为农田种植区，或是原有河道消失，仅存在季节性集水坑	水库放水到坝下通过农灌沟进行供水
7	大理州	大坝水库	大坝下游直接进入巴冲箐水库库尾	通过坝上输水隧洞向下游供水
8	大理州	巴冲箐水库	大坝下溢洪道后无天然河道，之后 3km 后汇入毗雄河	通过坝上输水隧洞向下游供水
9	大理州	桑木箐水库	大坝下约 4km 均为季节性河沟，多为雨水积流，约 4km 后汇入毗雄河	通过坝上左岸输水隧洞向下游供水
10	大理州	黑泥箐水库	大坝下溢洪道多为季节性人工渠，仅有雨水积水，无自然河流	通过坝上右岸输水隧洞和渠道向下游供水
11	大理州	团结水库	大坝下为鱼塘、水田，坝下无自然河流，仅有少量季节性河沟	通过坝上右岸输水隧洞向下游供水
12	大理州	甸中河水库	大坝下有人工修复河道，约 3km 汇入礼社江，多为自然河流段	通过坝上右岸输水隧洞和输水干渠向下游供水
13	大理州	锁水阁水库	大坝下为季节性河沟，均为人工修复河道，约 8km 后汇入礼社江	通过坝上左岸取水塔和输水干渠向下游供水
14	楚雄州	洋派水库	大坝下溢洪道及以下为人工修复河道洋派河，约 3km 汇入人工修复河道中运河，约 1km 后汇入天然河道蜻蛉河	通过坝上输水隧洞连通渠道向下游农田供灌溉用水
15	楚雄州	妙峰水库	大坝下溢洪道及以下河段均为人工修复河道，5km 后为天然河道小河	通过坝上输水隧洞连通渠道供下游农田灌溉用水
16	楚雄州	罗家冲水库	大坝下溢洪道及以下河段均为人工修复河道，5km 后为天然河道沙坝小河	通过坝上输水隧洞连通渠道供下游农田灌溉用水
17	楚雄州	耐桥水库	大坝下溢洪道及以下河段均为人工修复河道，4km 后为天然河道石门河	通过坝上输水隧洞连通渠道供下游农田灌溉用水
18	楚雄州	九龙甸水库	大坝下为人工修复河道，约 4km 后为自然河段紫甸河	通过坝上输水隧洞连通管道供水至楚雄市第一、第二水厂，并通过坝上输水隧洞连通渠道保障下游农田灌

序号	州（市）	水库名称	坝下河道现状	现状供水方式
				溉用水
19	楚雄州	中石坝水库	大坝下溢洪道为人工硬化，溢洪道以下约8km后为富民河，为季节性河流，富民河后称为高桥河，随后约4km后汇入龙川江干流	通过坝上输水隧洞连通渠道供下游农田灌溉用水
20	楚雄州	龙虎水库	大坝下约1km为天然河道大河	通过坝上输水隧洞连通管道供水至牟定县第二水厂，并通过渠道保障下游农田灌溉用水
21	楚雄州	庆丰水库	大坝下为季节性小河沟，在牟定河汇口区域（约200m）为自然河段	通过坝上输水隧洞连通渠道供下游农田灌溉用水
22	楚雄州	东清水库	大坝下3km为天然河道牟定河	通过坝上输水隧洞连通渠道供下游农田灌溉用水
23	楚雄州	共和水库	大坝下为人工修复河道，约3km汇入天然河道石头河，随后约3km汇入天然河道牟定河	通过坝上输水隧洞连通渠道供下游农田灌溉用水
24	楚雄州	小石门水库（新建）	新建水库，目前仍为自然河流普登河	设计拟通过坝上输水隧洞连通管道供灌溉用水
25	楚雄州	挨小河水库	大坝下溢洪道及以下自然河段均为人工修复河道，12km邻近龙川江汇口河段为自然河流	烟水项目，现状通过坝上输水隧洞连通渠道供农业用水
26	楚雄州	石门水库	大坝下为人工修复河道，约4km及以下为天然河道南河	通过坝上输水隧洞连通渠道向下游农田供灌溉用水
27	楚雄州	大跃进水库	在坝址右侧溢洪道（约100m）接连着长坡箐水库，长坡箐水库坝下为人工修复河道，约8km后河道为自然流水河段，之后东大沟汇入东河	通过坝上输水隧洞连通管道供水至勤丰镇水厂，并通过渠道保障下游农田灌溉用水
28	楚雄州	老鸦关水库	大坝下为人工修复河段，5km后有溪流汇入，称为大河，为天然河道	通过坝上输水隧洞连通管道供水至土官镇水厂
29	昆明市	大箐水库（扩建）	大坝下约6km为大箐河人工修复河道，下游进入王家滩水库以上约3km为大箐河天然河道	通过坝上输水涵洞进行农灌供水
30	昆明市	黄坡水库（扩建）	大坝下约2.5km为人工修复河道，随后约4km天然河道汇入大营河	通过坝上输水隧洞供水
31	昆明市	松华坝水库	主坝和副坝坝下河流为人工修复河道牧羊沟、冷水河，瀑布公园以下河段为盘龙江干流	为昆明市饮用水源地，通过坝上取水塔供水
32	昆明市	箐门口水库（在建）	为在建工程，大坝下游为天然河道棋吉河，坝下1km汇入螳螂川干流	在建，尚未供水
33	昆明市	张家坝水库	水库通过管道从鸣矣河取水，大坝下无天然河道，为河流冲沟，基本无水，坝下约3km后为鸣矣河	通过坝上管道供给工业区的生产用水，水库无放水涵洞
34	玉溪市	白龙水库	大坝下游1m宽度人工修复河道，为原白龙箐，无水，坝下约1km为三五大河	通过坝上输水隧洞供水连接农灌沟进行供水
35	玉溪市	东风水库	大坝下为自然河流玉溪大河，坝下流域均为湿地公园或城市聚集区	红塔区集中式生活饮用水水源，通过坝上输水隧洞连通取水塔供水



序号	州(市)	水库名称	坝下河道现状	现状供水方式
36	玉溪市	跃进水库	大坝下为人工修复河道, 3km 及以下为自然河流	近几年来水较少未供水, 通过坝上输水隧洞供水
37	玉溪市	琉璃河水库(扩建)	大坝下游无天然河道, 流域为居民聚集区和农业种植区, 坝下约 3.5km 后为红旗河	扩建中, 尚未供水
38	玉溪市	中村水库(新建)	规划新建水库, 目前仍为自然河流董炳大河, 拟建大坝下 20km 后汇入东风水库。	滇中二期在线调节水库, 通过隧洞与石河水库连通, 实现联合调度, 本区径流量全部通过导流输水隧洞下放至下游河道, 来多少泄多少
39	玉溪市	岔河水库	大坝下存在自然河段, 在大约 500m 处与清水河(天然河道) 汇合后形成自然流态河段, 随后流入扒河	易门县生活饮用水水源, 通过坝上取水涵洞供水
40	玉溪市	凤凰水库	大坝下游约 4.5km 均为季节性河沟, 坝下流域均为农业种植区和居民区, 之后约 1km 马料河为自然河流段, 后汇入玉溪大河	通过坝上取水塔供水
41	玉溪市	捧寨水库	大坝下无天然河道, 为季节性河沟, 坝下流域均为农业种植区和居民区, 调查时汇入星云湖前该河沟无自然流水	近几年来水较少未供水, 通过坝上输水隧洞供水
42	玉溪市	大寨水库	大坝下无天然河道, 为季节性河沟, 坝下流域均为农业种植区和居民区, 调查时汇入星云湖前该河沟无自然流水	水库放水到坝下, 通过农灌沟供水
43	玉溪市	石河水库	大坝下游约 7km 多为季节性河沟, 汇入海口河, 坝下流域主要为居民区和农业种植区	近几年来水较少未供水, 通过坝上输水隧洞供水
44	玉溪市	白龙河水库	大坝下为干涸废弃的鱼塘和季节性河沟(白龙河), 坝下约 4.5km 后白龙河为自然流水体, 随后约 1km 汇入龙洞河	华宁县生活饮用水水源, 通过坝上取水管供水
45	红河州	阿白冲水库	大坝下为季节性河沟, 坝下约 3km 后汇入白花龙河, 为自然河流	通过坝上输水隧洞连通阿白冲输水干渠进行供水
46	红河州	高冲水库	大坝下无自然河段, 仅有季节性河沟(朱家寨沟), 坝下约 10km 后朱家寨沟为自然河流段	水库放水到坝下, 通过宝秀高沟、宝秀低沟进行供水
47	红河州	红罩塘水库(在建)	为在建水库, 水库修建位置处于山腰洼地, 修建前便无下泄河流, 水库坝下流域均为农业种植区和山地	在建, 尚未供水
48	红河州	五里冲水库	为利用天然洼地并采取防渗措施封堵地下暗河的无坝水库, 无下泄自然河流	水库内供水管线供水
49	红河州	杨柳田水库(新建)	拟新建水库, 坝址无自然河流, 仅有一条季节性河沟, 超 10km 以上无自然流水河流	滇中二期调节水库, 通过坝上输水隧洞连通管道供水
50	红河州	大唐水库(新建)	拟新建水库, 坝址无自然河流, 仅有一条季节性河沟, 坝下约 4km 后汇入泸江	滇中二期调节水库, 尚未供水
51	红河州	青云水库	大坝下游 4km 为人工修复河道, 随后约 5km 天然河道汇入泸江干流	建水县城集中式生活饮用水水源, 通过坝上取水塔供水

序号	州(市)	水库名称	坝下河道现状	现状供水方式
52	红河州	跃进水库	大坝下溢洪道后无自然河段,坝下约 2km 后进入白冲河和青云水库	建水县城集中式生活饮用水水源,通过坝上取水塔供水
53	红河州	长桥海水库	大坝下游有人工修复河道,坝下已无自然流水河段	通过坝上输水管道向下游供水

#### 4.3.4.3 生态需水量现状

根据工程水资源配置,调蓄水库以当地水源供生态环境与农业用水为主,调入水量则以供城市用水为主,通过置换城市占用的部分当地水来体现“兼顾农业和生态”的目标。对于有供水任务的水库,优先保证向下游河道下泄生态流量,生态流量下泄标准为:汛期生态流量为多年平均天然流量的 30%,枯期按多年平均天然流量的 10%下泄。

根据水生生态现状调查与分析,工程调蓄水库坝下调查河段不涉及重要涉水自然保护区、重要湿地、重要水生生物栖息地、鱼类“三场”等分布有敏感生态保护目标的区域,坝下河段的鱼类没有大规模集群产卵的习性,对产卵场环境要求不严格,适宜鱼类产卵的水域分布广泛,大多规模小而分散,无集中大规模固定的产卵场分布。因此,各调蓄水库对其生态需水满足状况的基本要求与水资源配置的要求一致,枯水期、丰水期的最小生态流量分别按照多年平均流量的 10%、30%控制。

### 4.4 地表水环境

#### 4.4.1 污染源现状

根据《滇中引水工程受退水区水污染防治补充规划(2019-2040年)》,工程 34 个受退水小区现状水平年(2019年)污染源主要为城市生活污染源、工业污染源和农业农村污染源。水污染防治补充规划基于各州、市、县社会经济及第二次污染源普查资料,同时参照《全国水环境容量核定技术指南》,并考虑受退水区的实际情况,综合考虑污染物到达入河(湖)距离(流程)、排污渠道的类型以及当地气温三类因素,计算污染负荷入河(湖)量。

根据水污染防治补充规划分析结果，现状年丽江、大理、玉溪、楚雄、红河、昆明 6 州市废污水总排放量 5.8 亿 t，COD 排放量 8.56 万 t，氨氮排放量 0.98 万 t，TP 排放量 0.13 万 t。在废污水排放相对关系上，昆明排放量最大，为 2.18 亿 t/a，楚雄、红河废污水排放量接近，分别为 1.07 亿 t/a、1.2 亿 t/a 上下；大理和玉溪排放量在为 0.77 亿 t/a 左右；丽江排放量最小，为 17.53 万 t/a。昆明 COD、氨氮和 TP 排放量最高，COD、氨氮和 TP 排放量分别为 2.44 万 t/a、2.36t/a 和 0.37 t/a；其次为楚雄州和大理州，COD、氨氮和 TP 排放量分别为 1.77 万 t/a、2.27 万 t/a、0.29 万 t/a 和 1.68 万 t/a、0.21 万 t/a、0.27 万 t/a。本工程受退水区主要污染物入河（湖）量具体统计见下表。

表 4.4.1-1 现状年污染负荷入河量统计表

地州		大理	昆明	楚雄	玉溪	红河	丽江	小计
排放量 万 m <sup>3</sup>	城镇生活	4235.09	18945.39	4943.14	3595.76	8240.44	13.68	39973.5
	城镇工业	2976.69	2847.95	5751.45	3086.2	3798.12	3.85	18464.26
	农业灌溉	-	-	-	-	-	-	-
	小计	7211.78	21793.34	10694.59	6681.96	12038.56	17.53	58437.76
氨氮排 放量 t/a	城镇生活	362.92	1465.49	541	326.12	809.77	1.7	3507
	城镇工业	441.1	438.71	843.98	360.3	467.72	0.69	2552.5
	农业灌溉	1317.01	453.19	882.98	491.78	556.04	13.68	3714.68
	小计	2121.03	2357.39	2267.96	1178.2	1833.53	16.07	9774.18
COD 排放量 t/a	城镇生活	3596.77	15691.31	4884.48	3363.48	8105.34	16.14	35657.52
	城镇工业	2955.09	2574.65	5751.45	3015.59	3491.12	4.62	17792.52
	农业灌溉	10255.74	6176.14	7077.37	3947.35	4529.99	116.9	32103.49
	小计	16807.6	24442.1	17713.3	10326.42	16126.45	137.66	85553.53
TP 排 放量 t/a	城镇生活	52.29	218.65	74.16	47.74	116.63	0.24	513.51
	城镇工业	52.11	50.43	100.48	47.36	58.25	0.08	304.39
	农业灌溉	167.17	76.99	113.76	63.35	72.15	1.82	495.76
	小计	271.57	346.07	288.40	158.46	247.02	2.14	1313.66

#### 4.4.2 地表水水质

本次通过收集国控、省控常规监测断面 2019 年~2021 年监测成果进行受退水区地表水环境质量现状分析。同时，委托云南坤发环境科技有限公司对工程区部分河流、水库开展了丰（2019 年 9 月）、平（2019 年 11 月）、枯（2020 年 4 月）三期水环境质量现状补充监测（监测报告见附件 7~9）。