

昆明市城市

# 防洪安全 保障对策研究

KUNMINGSHI CHENGSHI FANGHONG ANQUAN JI BAOZHANG DUICE YANJIU

崔松云 肖林 张培臣 李显鸿◎编著



云南大学出版社  
YUNNAN UNIVERSITY PRESS

## 内容简介：

全书共9章。本书以相关法规为准绳，根据昆明城市发展的战略目标、布局和社会经济发展对城市防洪的要求，结合昆明市自然地理概况、河流水系分布、暴雨洪水特性等实际情况，分析了昆明城市防洪所面临的形势、存在问题、内涝成因，并从水文、水力学的角度出发拟合了昆明城市暴雨强度公式、对主城各河道及滇池设计洪水、淹水点排水流量、现状河道行洪能力进行了研究，提出了主城各河道满足行洪要求的蓝线宽度，据此对昆明主城防洪安全进行客观、科学评价，在此基础上提出科学的昆明城市防洪体系构架以及确保昆明城市安全的保障对策，对昆明城市防洪排涝、内涝治理等工作具有较强的指导意义。

昆明市城市

# 防洪安全 及 保障对策研究

KUNMINGSHI CHENGSHI FANGHONG ANQUAN JI BAOZHANG DUICE YANJIU

崔松云 肖 林 张培臣 李显鸿◎编著



云南大学出版社  
YUNNAN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 ( CIP ) 数据

昆明市城市防洪安全及保障对策研究 / 崔松云等编  
著. — 昆明 : 云南大学出版社, 2018  
ISBN 978-7-5482-3372-5

I. ①昆… II. ①崔… III. ①城市—防洪工程—研究—昆明 IV. ①TU998.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第136113号

策划编辑: 张丽华

责任编辑: 张丽华

封面设计: 任 微

# 昆明市城市 防洪安全 保障对策研究

KUNMINGSHI CHENGSHI FANGHONG ANQUAN JI BAOZHANG DUICE YANJIU

崔松云 肖 林 张培臣 李显鸿◎编著

出版发行: 云南大学出版社  
印 装: 云南报业传媒(集团)有限责任公司  
开 本: 787mm×1092mm 1/16  
印 张: 18.5  
字 数: 450千  
版 次: 2018年7月第1版  
印 次: 2018年7月第1次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5482-3372-5  
定 价: 80.00元

地 址: 昆明市一二一大街182号(云南大学东陆校区英华园内)  
邮 编: 650091  
发行电话: 0871-65033244 65031071  
网 址: <http://www.ynup.com>  
E-mail: [market@ynup.com](mailto:market@ynup.com)

若发现本书有印装质量问题, 请与印厂联系调换, 联系电话: 0871-64142540。

# 前 言

防洪安全是事关人民群众生命财产安全的大事。昆明市虽总体属于资源型缺水城市，但因其特殊地理、地形与水文气象条件，复杂的河流水系等因素，城市洪涝灾害频繁。在 1950 年至 2016 年 67 年间，发生洪涝灾害 37 次，平均 1.8 年一次，是全国近年来内涝灾害严重的 60 个城市之一，城市防洪形势严峻。为保障昆明市城市防洪安全，相关部门积极研究昆明城市防洪问题，并编制了《昆明市城市防洪总体规划》（以下简称《防洪规划》），规划的实施在城市防洪排涝减灾工作中发挥了重要作用。但随着城市建设的高速发展，城市规模的不断扩大，《云南省滇池保护条例》对滇池运行水位的调整，昆明城区部分水系因城市建设发生了变化，《防洪规划》编制的边界条件发生了较大改变。在 2013 年“7·19”、2017 年“7·20”洪涝灾害中，暴露出昆明城市防洪排涝方面尚存在诸多问题，昆明市防洪体系在一些方面已不适应昆明市城市经济、社会发展要求。为尽快建立与城市发展相适应、完善的城市防洪排涝体系，确保城市防洪排涝安全，保障昆明市城市经济社会可持续发展，有必要对昆明主城防洪形势、现状及存在问题进一步梳理，在城市防洪体系现状的框架下，提出应对措施，为下一步城市防洪工作提供参考指导。

本研究以《中华人民共和国水法》《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国河道管理条例》等相关法规为准绳，根据昆明城市发展的战略目标、布局和社会经济发展对城市防洪的要求，在《防洪规划》的基础上，结合昆明城市防洪现状，进一步梳理存在的问题，提出与之相适应的城市防洪体系建设的总体布局，为防洪减灾指挥决策、城市基础设施建设和完善昆明市城市防洪体系提供科学依据。

全书共九章。各章作者分别为：第一章“昆明市城市概况”，由肖林、张培臣等编撰；第二章“昆明主城区河流水系分布情况”，由肖林、李显鸿等编撰；第三章“昆明主城区防洪形势现状及存在的主要问题”，由肖林、张培臣等编撰；第四章

“研究的边界条件”，由崔松云、李显鸿、张培臣等编撰；第五章“昆明主城暴雨洪水分析”，由崔松云、肖林、李显鸿等编撰；第六章“昆明主城河道行洪能力分析”，由崔松云、肖林、李显鸿等编撰；第七章“昆明主城防洪安全保障对策研究”，由崔松云、肖林、李显鸿等编撰；第八章“工程效益评价”，由张培臣、肖林等编撰；第九章“结论与建议”，由崔松云、肖林等编撰。

崔松云、肖林对全书进行了统稿。

# 目 录

第一章 昆明市城市概况	(1)
第一节 自然概况	(2)
1 地理位置	(2)
2 地形、森林植被	(3)
第二节 区域地质	(3)
1 地形地貌	(3)
2 地层岩性	(4)
3 地质构造及地震	(5)
4 水文地质条件	(5)
5 河道工程地质条件	(5)
第三节 水文气象特征	(5)
第四节 暴雨洪水特性	(6)
1 暴雨特性	(6)
2 洪水特性	(7)
第五节 经济社会概况	(8)
1 基本情况	(8)
2 经济发展指标	(8)
3 城市发展概况	(9)
第二章 昆明主城河流水系分布情况	(10)
第一节 河流水系	(11)
1 防洪河道	(11)
2 排涝河道	(20)
第二节 湖泊	(24)
第三节 水库	(25)
第三章 昆明主城防洪形势现状及存在的主要问题	(26)
第一节 城市洪涝灾害	(27)
1 洪涝灾害概况	(27)

2 重大洪涝灾害·····	(30)
3 洪涝灾害对国民经济的影响·····	(34)
第二节 城市防洪现状·····	(35)
1 防洪工程设施·····	(35)
1.1 蓄水工程·····	(35)
1.2 河道堤防工程·····	(37)
1.3 滇池防洪工程·····	(39)
1.4 其他防洪工程设施·····	(40)
2 防洪非工程措施·····	(47)
2.1 防洪指挥系统建设·····	(47)
2.2 防汛通信设施建设·····	(47)
2.3 水情监测系统建设·····	(47)
2.4 调度系统建设·····	(48)
2.5 相关防洪规划·····	(49)
3 现有防洪能力评估·····	(49)
第三节 防洪形势及存在问题·····	(51)
1 防洪形势·····	(51)
2 存在问题·····	(51)
第四章 研究的边界条件·····	(55)
第一节 指导思想·····	(56)
第二节 研究目标·····	(56)
第三节 研究依据·····	(56)
1 法律、法规·····	(56)
2 技术标准、规程、规范·····	(57)
3 相关技术报告·····	(57)
第四节 研究原则·····	(57)
第五节 研究范围·····	(58)
第六节 水平年·····	(58)
第七节 防洪标准·····	(58)
第五章 昆明主城暴雨洪水分析·····	(60)
第一节 研究的基本资料·····	(61)
1 研究范围涉及基本水文气象资料情况·····	(61)
2 基本资料综合评价·····	(64)
第二节 洪水分析方法·····	(64)
第三节 河道洪水分析·····	(65)
1 由实测洪水资料计算设计洪水·····	(65)

1.1	盘龙江	(65)
1.2	宝象河	(69)
1.3	大河	(72)
1.4	沙河	(74)
2	由实测暴雨资料推求设计洪水	(75)
2.1	代表性区域设计暴雨及其时程分配	(75)
2.2	山丘区河流上游水库入、出库洪水分析	(83)
2.3	城区河流洪水分析	(85)
3	河流控制断面设计洪水计算	(103)
3.1	盘龙江洪水组合	(103)
3.2	其他河流洪水组合	(118)
第四节	淹水点流量分析	(121)
1	暴雨强度公式配制	(121)
1.1	雨强公式配制	(121)
1.2	精度比较	(123)
2	汇流历时	(125)
3	次洪径流系数	(125)
4	淹水点雨水流量计算	(125)
第五节	滇池洪水分析	(129)
1	滇池入湖洪水	(129)
1.1	入湖洪水还原	(129)
1.2	入湖洪水统计参数	(130)
1.3	入湖洪水统计参数订正	(130)
1.4	上游水库群下泄洪水	(131)
1.5	水库群—滇池区间洪水	(132)
1.6	入湖设计洪水	(133)
1.7	设计洪水合理性分析	(134)
1.8	滇池入湖设计洪水过程	(135)
2	滇池出湖洪水	(136)
2.1	调节计算的洪水标准	(136)
2.2	湖容曲线	(136)
2.3	下泄曲线	(137)
2.4	调洪方式及原则	(137)
2.5	调洪结果	(137)
2.6	特征水位合理性检查	(138)
3	入滇池河流下游水位分析	(139)
第六节	河道糙率分析	(140)
1	现状河流糙率	(140)

2 规划河流糙率 .....	(140)
第七节 河道泥沙 .....	(141)
<b>第六章 昆明主城河道行洪能力分析 .....</b>	<b>(142)</b>
第一节 现状河道行洪能力复核 .....	(143)
1 现状河道水面线计算 .....	(143)
1.1 计算方法及原则 .....	(143)
1.2 水面曲线计算 .....	(143)
2 现状河道行洪能力评价 .....	(163)
2.1 滇池变动回水对入湖河道顶托影响范围 .....	(163)
2.2 河道行洪能力影响分析 .....	(163)
2.3 河道对雨水排泄系统影响 .....	(164)
第二节 规划河道行洪能力分析 .....	(164)
1 规划整治河道 .....	(164)
2 规划河道水面线 .....	(165)
2.1 治导线、河流基本断面形式及宽度 .....	(165)
2.2 河流坡度 .....	(167)
2.3 控制断面 .....	(167)
2.4 规划河道水面曲线 .....	(167)
2.5 滇池变动回水及河道行洪能力分析 .....	(193)
第三节 规划河道蓝线宽度 .....	(194)
<b>第七章 昆明主城防洪安全保障对策研究 .....</b>	<b>(225)</b>
第一节 防洪安全保障对策总体思路及布局 .....	(226)
1 方案设计思路 .....	(226)
2 防洪方案总体布局 .....	(228)
2.1 昆明主城区、滇池及其下游河道 .....	(228)
2.2 呈贡新城区 .....	(229)
2.3 晋宁南城区 .....	(229)
2.4 昆明空港经济区 .....	(230)
第二节 工程措施规划 .....	(230)
1 水库整治工程 .....	(230)
2 河道整治工程 .....	(231)
2.1 河道防洪工程整治原则 .....	(231)
2.2 主城河道 .....	(231)
2.3 呈贡新城区河道 .....	(244)
2.4 晋宁南城区河道 .....	(247)
2.5 海口河 .....	(250)

---

2.6 沙 河 .....	(251)
2.7 空港经济区 .....	(251)
3 滇池防洪堤整治工程 .....	(252)
4 主城区淹水点整治工程 .....	(253)
4.1 城市内涝原因分析及对策 .....	(253)
4.2 淹水点整治工程 .....	(254)
第三节 非工程措施规划 .....	(264)
1 防汛指挥系统 .....	(264)
1.1 存在问题 .....	(264)
1.2 信息采集与传输系统 .....	(264)
1.3 决策支持系统 .....	(274)
1.4 系统运行与管理 .....	(275)
2 防洪预案 .....	(276)
2.1 防洪风险区域 .....	(276)
2.2 防洪调度方案 .....	(277)
2.3 保障与措施 .....	(280)
第八章 工程效益评价 .....	(281)
第一节 社会效益 .....	(282)
第二节 环境效益 .....	(282)
第三节 综合评价 .....	(282)
第九章 结论与建议 .....	(283)
第一节 研究结论 .....	(284)
第二节 建 议 .....	(285)

# 第一章

## 昆明市城市概况

本章主要介绍昆明市城市自然地理、水文气象、暴雨洪水特性、社会经济等情况，为确定研究范围、洪水分析等后续研究奠定基础

## 第一节 自然概况

### 1 地理位置

昆明市地处云贵高原中部、云南省的中东部，地理位置介于东经  $102^{\circ}11'$  ~  $103^{\circ}40'$ 、北纬  $24^{\circ}23'$  ~  $26^{\circ}21'$  之间，东与曲靖市的会泽、沾益、马龙、陆良 4 县、区接壤，西与楚雄州的禄丰、武定两县及玉溪市易门县相连，南与红河州的泸西、弥勒两县、市及玉溪市的江川、澄江、峨山、红塔 4 县、区毗邻，北与四川省会理、会东两县隔金沙江相望，与 1 省，4 个州、市，15 个县、区交界。昆明市东西最大横距 152km，南北纵距 237.5km，全市总面积 2.11 万  $\text{km}^2$ ，其中丘陵、山地占 88%，平地占 10%，湖泊占 2%。昆明市主城区坐落在滇池盆地北部，位于北纬  $24^{\circ}23'$ ，东经  $103^{\circ}23'$ 。

其分布示意图见图 1.1。

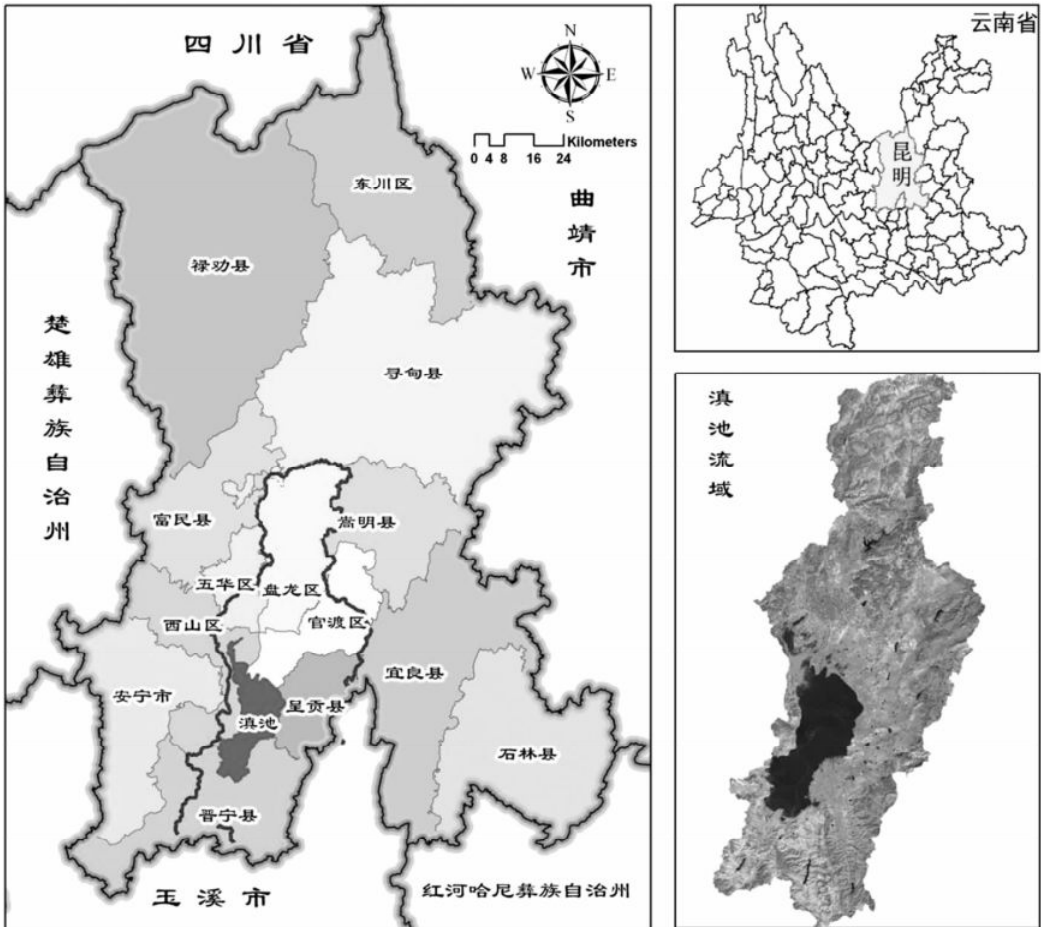


图 1.1 昆明市地理位置示意图

根据昆明市城市总体规划调整,昆明市城市范围包括以滇池流域为核心的昆明五华、盘龙、官渡、西山四区和呈贡区全部行政辖区范围以及滇池流域所涉及的晋宁区部分乡镇、嵩明县部分乡镇的行政辖区范围及牛栏江支流花庄河局部。

## 2 地形、森林植被

滇池流域地处金沙江、珠江、红河分水岭地带,面积 2920km<sup>2</sup>,流域内山脉呈南北走向,周围群山有三尖山、麦来山、大五山、梁王山、野猫山等,高程在 2200~2800m 之间。滇池盆地高程在 1886~1920m 之间。滇池流域水系由周围群山沟谷呈向心状注入滇池,西南面为出口(出口以下称海口河),1996 年 8 月新建西园隧洞,增加一出口。

滇池流域属湖盆岩溶为主体的多层次山原地貌,地势由北向南呈阶梯状逐渐低缓。除东部主峰山脉为东北走向外,西部的西山、北部的蛇山等山脉为南北走向。东、西、北三面分别为金马山、碧鸡山、蛇山(长虫山)环绕,南部为高原明珠——滇池。市区所在地形东、北、西三面高,中部、南部低,海拔在 1887~1950m 之间,主城区地面高程约 1890m,较松华坝水库正常水位约低 80m,高出滇池水位 2~4m。

昆明主城区属典型的山地城市,分布示意图见图 1.2。

滇池流域及花庄河分布的母岩为砂岩、页岩、石灰岩、玄武岩和古红土等。土壤类型复杂多样,有棕壤、红(黄)棕壤、红壤、紫色土、水稻土和草甸土。在高程 2400~2800m 地带发育有棕壤和红棕壤土,丘陵山地的自然土壤为山原红壤和紫色土,盆地和台地主要是农业耕作土及水稻土。

滇池植被类型十分丰富,既有滇中地区代表性的以青冈栎树和石栎树为主的常绿阔叶林和以云南松为主的针叶林,也有森林被破坏后形成的各类次生植物群落。近年来,森林植被率正在逐年提高。

## 第二节 区域地质

### 1 地形地貌

昆明主城处于昆明盆地中,属断陷盆地地貌,地貌类型主要包括:侵蚀、溶蚀地貌,剥蚀地貌,堆积地貌三类。中部的主城区地势平坦,以堆积地貌为主;城区南部属昆明断陷溶蚀盆地的一部分;西部地形高差大,属中山区,斜坡陡峻,侵蚀、溶蚀作用强烈,在山体陡壁上裂隙发育,局部崩塌现象较严重;北部嵩明县的阿子营乡、白邑乡等山区地形以缓坡为主,沟谷以侵蚀作用为主,无堆积物,沟底有溪流可见。

呈贡新区是浅丘中山与盆地边缘地形,属冲湖积盆地与构造侵蚀地貌,部分为构造溶蚀地貌。

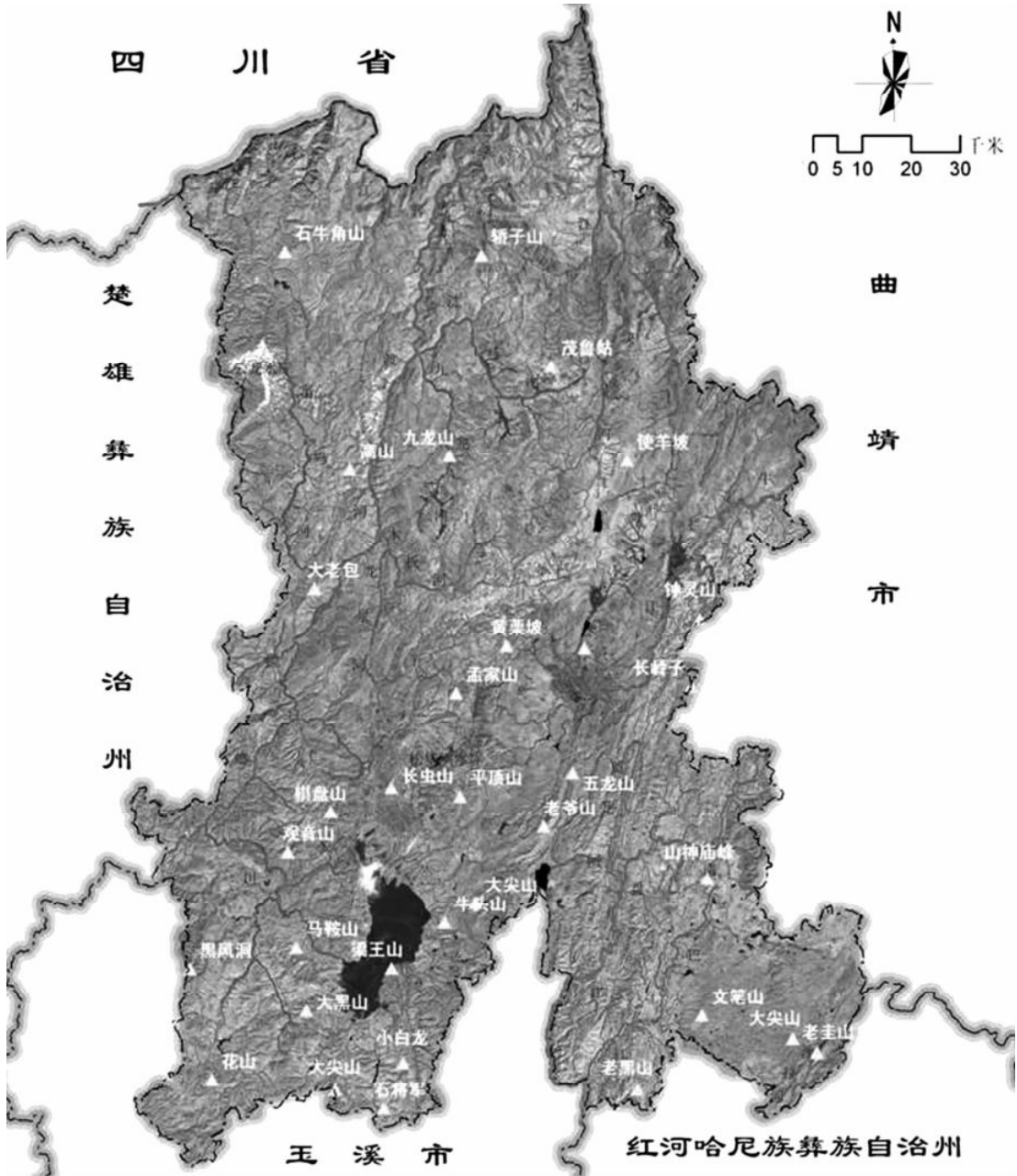


图 1.2 昆明市地貌水系图

晋宁南城及海口西城区是浅丘中山与盆地边缘地形，属盆地边缘与构造侵蚀地貌。空港经济区处于宝象河与牛栏江流域分水岭地带，地形总体呈中部高，东北、西南部低。地貌为侵蚀—溶蚀低山地貌、岩溶垄岗洼地丘陵地貌两大类型。

## 2 地层岩性

滇池流域地层岩性为上更新统冲洪积层黄褐色含砾粉质黏土，杂色泥质、砂质黏土，

粉质黏土；中更新统洪积层灰黄、灰、灰黑色含砾黏土、粗砂、粉砂、黏土；下更新统冲洪积层灰、灰白色砂砾石、细砂、粉砂、黏土、湖积层灰白、灰黄色粉砂质黏土夹灰、灰黑色黏土、炭质黏土及褐煤；全新统冲湖积层杂色砾石、含砾细砂、粉砂、粗砂、黏土，夹有黑褐色淤泥和草煤。

空港经济区主要为第四系坡残积层 ( $Q^{dl+el}$ )、石炭系上一中统马平威宁群 ( $C_{2-3}$ )，石炭系下统大塘阶 ( $C_1d$ )，泥盆系上一中统 ( $D_{2-3}$ ) 黏土、砂页岩和碳酸盐岩。岩土主要由黏土层和砂页岩、碳酸盐地层组成，地基岩土总体物理力学性质较好，强度高，无活动断裂分布，无地质灾害现状。土壤为红棕色土，土质疏松，有岩石出露，区域内多有封闭漏斗和岩溶封闭区。

### 3 地质构造及地震

昆明城市地处西山断裂与小江大断裂之间。地质构造活动较强烈，区域稳定性较差。根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001)，区域地震动峰值加速度为 0.2g，地震动反应谱特征周期为 0.4s，对应地震基本烈度为Ⅷ度。

空港经济区处南北向展布的小江断裂带(东)与白邑—龙潭箐断裂(西)之间，主要构造线以南北向为主。区域地震动峰值加速度为 0.2g，地震动反应谱特征周期为 0.4s，对应地震基本烈度为Ⅷ度。

### 4 水文地质条件

滇池流域区域地下水类型为孔隙水、风化裂隙水及岩溶水。

空港经济区主要为第四系孔隙型潜水，渗透进入地表沟渠向下游排泄，旱季则以垂直蒸发为主。富水性弱，局部有地下水溢出。

### 5 河道工程地质条件

昆明主城区、呈贡新区大部分和晋宁南城区一部分河道地基土呈软塑—流塑状，需进行地基处理；空港经济区、呈贡新区少数河道上游呈可塑—硬可塑状，为中硬地基土，力学强度相对较高，可采用天然地基；晋宁南城区一部分河道地基土呈可塑—软塑状，局部为流塑状，地基土为中软土—软弱土，力学强度普遍较低，应进行地基处理，少部分地段可采用天然地基。

## 第三节 水文气象特征

滇池流域处于滇黔高原湖盆亚区，以浅丘缓坡地势为主，河谷切割相对浅，属中、低山地貌。西北部梁王山及西部哀牢山分水线高程介于 2825~3143m 之间，对西南暖湿气流有抬升或部分屏障作用；东部乌蒙山高程介于 2358~3100m 之间，能阻滞北方寒冷气流入侵，对偏东部暖湿气流起抬升作用，致使区域较温和湿润。

根据云南省气象农业气候区划，滇池流域气候属北亚热带，是典型的高原季风气候

区。夏秋季主要受来自印度洋孟加拉湾的西南暖湿气流及北部湾的东南暖湿气流控制，在每年5~10月构成全年的雨季，湿热、多雨；冬春季则受来自北方干燥大陆季风控制，但受东北面乌蒙山脉屏障作用，区域天气晴朗，降雨量减少，日照充足，湿度小、风速大。总体而言，本区域具有年降雨量集中程度高，光热资源条件好，降雨量中等偏丰，干湿季分明的特点。根据昆明市气象站资料统计，昆明市区多年平均气温 $14.7^{\circ}\text{C}$ ，极端最高 $31.2^{\circ}\text{C}$ （1969年5月18日），极端最低 $-7.8^{\circ}\text{C}$ （1983年12月29日），最热的7月份平均气温 $19.8^{\circ}\text{C}$ ，最冷的1月份平均气温 $7.7^{\circ}\text{C}$ ，平均日照2448.7h，无霜期227d，平均风速 $2.2\text{m/s}$ ，常年风向西南风偏多，最大风速 $19\text{m/s}$ 。据流域内各水文站资料统计分析，滇池流域多年平均降雨量1003.5mm，降雨年内分配不均，干季（11月~次年4月）占全年雨量的15%左右，其中最最小月雨量多出现在1、2月，其量仅占年降雨量的1%~2%；湿季（5~10月）占85%左右，其中7、8月又集中了全年降雨量的40%左右，连续最大四个月（6~9月）降雨量占全年降雨量的60%左右。同时，降雨年际变化相对较大，如1958~1960年、1987~1989年、2009~2013年连续三年枯水年组和1965~1974年、1994~2002年连续丰水年组丰枯比值大于2，变差系数 $C_v$ 值在0.14~0.16之间。受局部地形影响，流域降雨量地区分布也并不均匀，在同一高度上，以北面三家村、华亭寺、西北沙河一带（年雨量在920~1145mm）最大，东北面松华坝、金殿一带（年雨量在900~980mm）次之，滇池东岸宝象河、大板桥、呈贡及南面海口一带（年雨量在820~890mm）最小；同一坡面则自下而上递增，如东北、北面盘龙江以及梁王河上游高山地区年雨量在1200~1400mm之间，较下游滇池周边大200~300mm。本地区径流量（地表、地下）以大气降雨补给为主，径流量的年际、年内变化与降雨量具有较好对应性。

## 第四节 暴雨洪水特性

### 1 暴雨特性

滇池流域水汽来源于西南孟加拉湾及东南南海暖湿气流，雨季主要受季风环流控制，具有明显的季节性。造成暴雨的天气系统主要是切变、低槽冷锋、低涡等，大暴雨主要由高空低涡或切变与地面锋系相伴出现形成。

从降雨的年内变化情况看，自4月下旬以后，西风带南支急流逐渐减弱，太平洋副热带天气系统位置逐步北移，该地区开始有大雨和洪水出现，其量级一般都不大，出现暴雨概率小；5、6月份暴雨洪水出现概率约32%；7、8月份太平洋副热带高压加强，高空西风槽、低涡特别活跃，地面低压锋系出现频繁，又正值西南和东南暖湿气流加强北上，整个滇池流域进入强盛雨季，常形成阻塞性大暴雨过程，构成全年主汛期（即夏汛洪水），出现大暴雨洪水的概率约55%；8月下旬后因太平洋副高压进一步西进，该地区出现短暂伏旱，暴雨洪水相对少且量级也不大；9月太平洋副高压逐渐减弱，暴雨洪水处于相对低谷，降雨又多呈移动过程，暴雨洪水也逐渐减少，出现大暴雨洪水的概率约8%；10月后西风带南支急流开始出现，副热带天气系统减弱南退，其上中旬出现一定量级降雨量，即