

# 西区非常规水资源开发利用规划 专题报告

中山市西区水利所  
中山市水利水电勘测设计咨询有限公司  
二〇一七年九月

委托单位：中山市西区水利所

审定：欧阳家祥

审核：麦志刚

校核：黄国朝

项目负责：麦志刚

编制单位：中山市水利水电勘测设计咨询有限公司

审定：付爱华 付爱华

审核：付爱华 付爱华

校核：赵平 薛燕 薛燕

报告编写：但灵芝 史致男 赵平 赵平

项目负责人：赵平 赵平

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 前言.....                      | 1  |
| 1 基本情况.....                  | 3  |
| 1.1 自然地理概况.....              | 3  |
| 1.2 经济社会概况.....              | 4  |
| 1.3 水资源及其开发利用现状.....         | 6  |
| 2 非常规水资源利用量分析 .....          | 10 |
| 2.1 降雨量分析 .....              | 10 |
| 2.2 屋顶径流系数分析 .....           | 13 |
| 2.3 弃流系数分析 .....             | 13 |
| 2.4 季节折减系数分析 .....           | 14 |
| 2.5 雨水资源量计算 .....            | 14 |
| 3 规划目标和总体方案 .....            | 18 |
| 3.1 非常规水资源利用目标.....          | 18 |
| 3.2 非常规水资源利用规划总体方案.....      | 18 |
| 4 制度建设.....                  | 20 |
| 4.1 提出节水奖超罚制度 .....          | 20 |
| 4.2 研究制定非常规水资源开发利用的优惠政策..... | 20 |
| 4.3 制定优惠的再生水价格政策.....        | 20 |
| 5 非常规水资源利用重点工程 .....         | 22 |
| 5.1 雨水资源利用工程建设.....          | 22 |
| 5.2 再生水回用 .....              | 27 |
| 5.3 非常规水资源利用重点工程.....        | 28 |
| 6 投资匡算及保障措施 .....            | 31 |
| 6.1 规划投资匡算.....              | 31 |
| 6.2 规划分期实施意见 .....           | 31 |
| 6.3 保障措施 .....               | 32 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 7 实施效果评价.....     | 34 |
| 7.1 经济效益.....     | 34 |
| 7.2 社会效益评价.....   | 34 |
| 7.3 生态环境效益评价..... | 35 |

## 前言

根据《关于印发<中山市 2016-2020 年最严格水资源管理制度考核实施细则>的函》（中水函〔2016〕15 号），十三五期间（2016-2020 年），中山市下达西区的用水总量控制指标为 3707 万  $\text{m}^3$ ，其中工业和生活用水总量控制指标为 2800 万  $\text{m}^3$ ，农业生产（生态）年用水总量控制指标为 907 万  $\text{m}^3$ 。2015 年西区工业和生活用水总量为 2137.4 万  $\text{m}^3$ ，无火电厂，随着城市化进程加快和工商业的快速发展，西区工业和生活用水总量控制指标将不足以保障全区经济发展所需的正常用水。因此，迫切需要大力推进西区节水型社会建设，全面提倡节约用水，提高水的利用效率，加大非常规水资源利用，缓解水资源开发利用的矛盾，故开展西区非常规水资源开发利用专题研究是十分必要的。

非常规水源是指区别于传统意义上的地表水、地下水的（常规）水资源，主要有雨水、再生水（经过再生处理的污水和废水）、海水、空中水、矿井水、苦咸水等，这些水源的特点是经过处理后可以再生利用。各种非常规水源的开发利用具有各自的特点和优势，可以在一定程度上替代常规水资源，加速和改善天然水资源的循环过程，使有限的水资源发挥出更大的效用。非常规水源的开发利用方式主要有再生水利用、雨水利用、海水淡化和海水直接利用、人工增雨、矿井水利用、苦咸水利用等。

加强非常规水源开发利用是实现节水优先和系统治理的重要手段，对缓解西区水资源供需矛盾具有重要意义。非常规水源开发利用具有增加供水、减少排污、提高用水效率、实现区域水资源循环利用等多重作用，可以有效缓解缺水地区水资源短缺的状况，优化区域水资源利用结构，减轻地表与地下水资源压力，改善水生态环境，是实现用水总量控制、落实最

严格水资源管理制度的重要抓手。

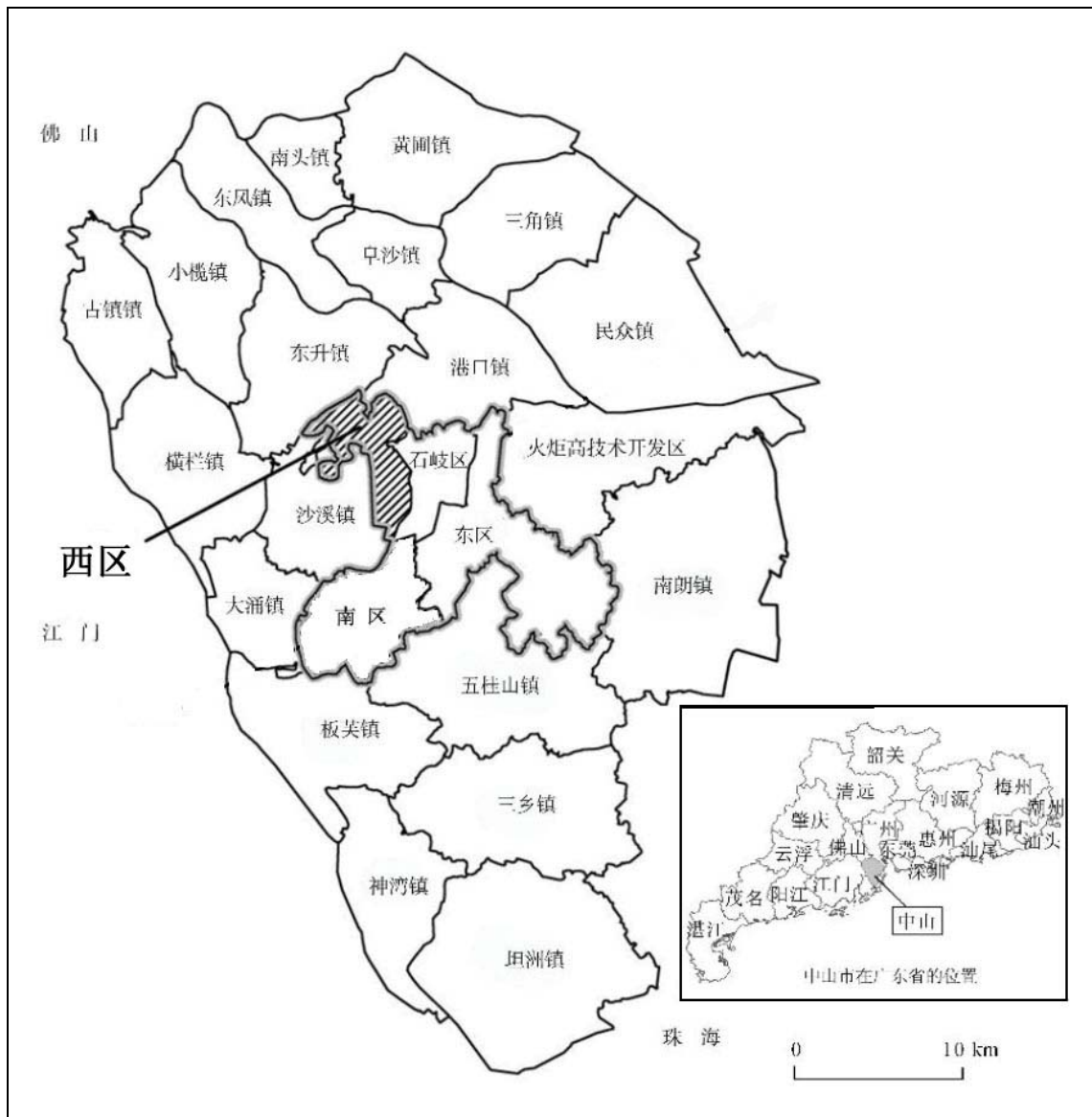
由于中山市西区境内无污水处理厂，无法利用污水处理厂的达标排放尾水作为再生水；西区属于内陆城市，无法利用海水、苦咸水作为再生水；西区境内无矿产资源，也无法利用矿井水作为再生水；故西区非常规水资源只有雨水、再生水（工业企业的重复利用水）。本专题报告主要围绕西区的雨水利用水开展分析研究。

# 1 基本情况

## 1.1 自然地理概况

### 1.1.1 地理位置

西区位于中山市城区西部，是中心城区的西大门，东邻岐江河，与石岐区隔河相望，东北面与石岐区鸭梨沙和港口镇接壤，南与沙溪镇龙瑞和南区的城南相邻，西与沙溪镇相连，北与东升镇坦背为界，面积 25.21km<sup>2</sup>。



### 1.1.2 气候气象

附近有中山（石岐）站位于西区，西区地处北回归线以南，属亚热带季风气候区。根据中山（石岐）站多年观测资料，本地区气候温暖湿润，日照充足，雨量充沛，多发暴雨，热带气旋影响频繁。其多年平均（1956~2015 年）降雨量 1812.8mm；降雨时空分配不均匀，其中汛期（4~9 月）占全年降雨总量的 83%，非汛期（10 月~次年 3 月）仅占全年总量的 17%。由于受海洋性气候的影响，西区气候温和，年际变化不大，多年平均气温为 21.8℃。年内 1 月份平均气温最低，多年平均为 13.3℃，最低气温为-1.3℃（1955 年 1 月 12 日）；7 月份平均气温最高，多年平均为 28.4℃，最高气温为 37.5℃（1994 年 7 月 11 日）。西区多年平均光照为 1843.5 小时，占年可照的 42%，最大日照时间为 2393h（1955 年），最小日照时间为 1456h（1961 年），年辐射总量约 108 千卡/cm<sup>2</sup>。其年平均蒸发量为 1448mm，年蒸发量（Φ80 蒸发器测量值）最大为 1971 年的 1606mm，最小为 1961 年的 1280mm。多年平均相对湿度为 83%，最大是 1957 年的 86%，最小是 1967 年和 1977 年的 81%。年内变化 5 月至 6 月大，12 月至 1 月较小。

西区主要受热带气旋（台风）、暴雨、洪水以及旱咸灾害影响较大。据市气象局 1956~2015 年 60 年统计，对中山市有影响的热带气旋（台风）共 136 次，其中影响较大的有 47 次。其中 1964 年 9 月 5 日出现历史最大风速 40m/s，风力超过 12 级。台风侵袭时，常带来狂风暴雨、巨浪和暴潮。

## 1.2 经济社会概况

### 1.2.1 行政区划与人口

西区辖长洲、后山、西苑、烟洲、彩虹、广丰、沙朗、隆平、隆昌 9



个社区居民委员会。2015 年末常住人口 10.40 万人，户籍人口 4.87 万人。西区区位优势良好，交通便利，105 国道、广珠公路、江中公路、北外环路、新岐江公路、小榄快线、太澳高速公路等交通要道纵横穿越区内，中山市汽车总站坐落于区内，是中山市主要的交通枢纽。西区文化底蕴深厚，烟洲书院、黄氏大宗祠为广东省文物保护单位，长洲醉龙文化入选国家级非物质文化遗产名录。

### 1.2.2 经济水平

西区坚持实施“一核心、两片区、三基地、四平台”的发展方略，牢固树立“抓大项目促大发展”思路，积极发挥区位优势和传统产业特色，推进“一核心、两基地、两提升”新型专业镇建设，不断引进优质和规模性产业，逐步确立了以电气机械制造业为主导，日用化工、造纸、电子及通信设备制造业共同发展的工业产业格局。

西区自 1984 年建区、1999 年与原沙朗镇合并以来，在历届党委政府的领导下，经过 30 年的努力，经济总量快速增长，综合竞争力不断增强，经济实力位居全市前列，在 2004 年成功创建省教育强区，在 2006 年成功创建市经济强区。2015 年实现地区生产总值 106.5 亿元，人均生产总值突破 10 万元，三次产业结构比例为 0.6:34.2:65.2，现代化服务业和先进制造业快速发展，先进制造业增加值占规模以上工业增加值的 73%，居全市前列。企业自主创新能力明显增强，2015 年研究和试验经费支出占生产总值比重的 3.3%，高新技术产品产值占规模以上工业增加值的比重达到 66%，居全市第二位，被省科技厅评为广东省知识产权试点镇（街）。

全区现拥有工业企业 200 多家，规模以上企业 38 家，年产值超亿元企业 16 家，拥有好来化工、大洋电机、瑞德纸品、琪朗灯饰、尊宝实业、日丰电缆、世宇动漫、铨欣照明、恒生药业、千叶电器等一批优质企业。

其中，大洋电机是中山第四家上市企业。目前，西区拥有全国名牌 2 个，全国免检 10 个，全国驰名商标 2 个，省名牌 9 个，省著名商标 8 个，免验企业 2 家。黑人牙膏、大洋电机、洁柔纸巾等知名品牌享誉国内外。西区商业底蕴深厚，第三产业所占比重超过 65%，是中山乃至珠江三角洲著名的商业贸易和休闲观光区。早在 20 世纪 80 年代就有“中山尖沙咀”的美称。

西区具有深厚的文化底蕴，孕育出“尚德、自强、创新、至善”的西区精神。500 多年历史的烟洲书院、黄氏宗祠是中山市爱国主义教育基地，烟洲书院是全市全民修身学堂总堂。醉龙文化传承悠久的民间文化艺术，2008 年入选国家第二批非物质文化遗产名录。西区关注民生建设，让发展成果惠及居民群众。每年新增财政 60%以上用于民生事业，每年为群众办好十件民生实事，每年投入 2000 万元实施沙朗片区幸福提升工程。出台了完善社保、推动就业创业、加强危房改造等事关改善民生的政策措施，实现城乡居民基本养老保险、住院和基本医疗保险基本全覆盖；个个社区有行政服务中心和卫生服务中心，基本公共服务水平不断提高。西区人民在市委、市政府的正确领导下，正围绕“加快转型升级，建设幸福西区”的核心任务，着力深改革、稳增长、调结构、强服务、惠民生，努力构筑经济发达、社会和谐、法治进步、文化繁荣、环境优美、人民安康、城乡一体的和美家园，全力加快建设“适宜创业、适宜创新、适宜居住”的更加美丽西区。

### **1.3 水资源及其开发利用现状**

#### **1.3.1 河流水系**

中山市西区位于中顺大围内，西区主要河涌包括岐江河、狮滘河、沙

朗涌、石特涌、分流涌、孖仔涌、中部排水渠。岐江河自西南向东北穿过城区，是城区最主要的一条集排洪、景观、农灌、通航等多功能的河涌。岐江河全长 40.30km，西端与西江干流相连，东端接入横门水道。在无暴雨的情况下，岐江河日常水位维持在 0.0m~1.0m。

### 1.3.2 水资源数量

#### （1）本地水资源量

中山市多年平均（1956~2015年）降雨量为1812.8mm，多年平均径流深1011.4mm，西区多年平均径流量2547万m<sup>3</sup>，地表径流由降雨形成，其变化趋势与降雨一致，具有年内分配不均匀的特征，汛期（4月~9月）径流量占全年径流量的82%~85%，枯水期（11月~3月）仅占15%~18%。汛期水量无法利用，但枯水期又非常缺水。

2015年，中山市西区降水量为1623.9mm，比上年减少1.7%，比常年减少7.1%，属平水年；年径流量2421万m<sup>3</sup>，比常年偏少7.8%。

#### （2）过境水资源量

中山市多年平均入境水资源量2662.94亿m<sup>3</sup>，多年平均出境水资源量2678.92亿m<sup>3</sup>。西区无过境水资源。

### 1.3.3 水资源质量

根据《中山市应急备用水源保障规划》对中山市水质现状的分析，江河水质尚属良好，近年水质趋势稳定。具有饮用水功能的西海水道、磨刀门水道、东海水道、鸡鸦水道、小榄水道均能达到水功能区保护目标；洪奇沥水道、横门水道、桂洲水道、黄圃水道、黄沙沥水道达III类水质标准；内河涌水质较差，全市超过50%的河涌水质为地表水环境质量V类或超V类水质标准；山塘水库保护良好，全年均达到地表水环境质量II类水质标准。枯水期，东部、南部因受不同程度的咸潮影响，致使部分水厂因氯化

物超标无法正常取水。

西区主要内河涌有岐江河、狮滘河、沙朗涌、石特涌、分流涌、孖仔涌、中部排水渠，2015年石岐河水质为Ⅳ类标准，属轻度污染级别，主要污染指标是石油类、氨氮和总磷。西区大部分内河涌水质经常维持在Ⅴ类或劣Ⅴ类水平，已大大超出河道的水环境承载能力。

根据《中山市水资源公报》（2015年），2015年中山市的主要江河水质监测（断面）站点共计布设7个，分别为磨刀门水道的全禄水厂和平岗、小榄水道的小榄和大丰水厂、横门水道的横门、鸡鸦水道的马鞍、黄沙沥中山开发利用区的黄沙沥大桥等。根据2015年的水质监测成果，小榄水道、磨刀门水道、横门水道，黄沙沥的代表站均达到Ⅱ类水水质标准，达标率为100%，鸡鸦水道为Ⅲ类水水质标准，而其目标水质为Ⅱ类，即不达标，超标项目为总磷。

### 1.3.4 水资源开发利用现状

#### （1）水资源总量丰富，但时空分布不均

中山市西区水资源量在年内、年际以及地区分布不均，如降水集中在汛期的4~9月。在枯水期，降水量少，河道过境水量也少，加上咸潮上溯，河道水位低，引水困难，致使部分地区农业供水不足，甚至影响部分水厂供水，严重影响当地的生产。中山市咸潮一般出现在10月至次年3月。一般年份咸潮线在南部上溯到磨刀门水道灯笼水闸，东部上溯到横门水道小隐水闸。咸潮造成部分地区间歇停水、超标供水，严重影响了广大人民群众的正常生产生活，威胁到人民群众的身体健康。

#### （2）节水意识淡薄，管网漏失率大

西区民众节水意识淡薄，节水措施难以落到实处。农业灌溉历来习惯大水漫灌，用水大量、浪费较多；工业用水重复利用率偏低，目前仍不到

35%，远低于全国平均水平，部分工厂内部管网漏失严重；建筑业及第三产业用水浪费现象较普遍，用水重复率非常低。因此，西区农业、工业、建筑业及第三产业节水建设有待加强。此外，西区自来水供水管道由于地基沉降、设备老化等因素，管网漏失率较大，约13.4%。

### （3）水质污染造成水质性缺水

中山市有大量过境客水，水资源从量上看并不缺乏。但随着中山工业迅猛发展以及人口的快速增长，在工业及生活用水需求量加大的同时也增加了相应的废污水排放量。加上污水处理滞后，中山市“水质性缺水”问题已引起人们的关注。2015年，西区污水排放总量为1059万 $\text{m}^3$ ，其中第二产业（工业和建筑业）废污水排放量166万 $\text{m}^3$ ，占15.6%；城镇居民生活废污水排放量404万 $\text{m}^3$ ，占38.2%；第三产业废污水排放量489万 $\text{m}^3$ ，占46.2%。西区大量未经处理的废污水直接排入水体，造成内河涌污染严重；加上内河生态水容量不足，部分内河涌变成纳污河道，水环境状况十分恶劣，河涌水质已经达不到居民生活与工业用水的水质要求，甚至连农田灌溉的水质标准也达不到，因此中山市西区水环境污染造成部分地区水质性缺水的情况日益明显。

## 2 非常规水资源利用量分析

### 2.1 降雨量分析

#### 2.1.1 资料选用

本次规划选用中山（石岐）站作为西区非常规水资源利用量计算的参证站。中山站的降雨实测资料来自气象资源服务共享网的数据（<http://www.escience.gov.cn/metdata/page/index.html>），资料的时间序列长度为 1955-2013 年，并统计到月降雨量。

经计算，1955 年~1979 年、1971 年~2000 年、1980 年~2013 年三个同步期系列统计参数（包括降雨均值和变差系数），与 1955 年~2013 年系列统计参数的比值变化范围，均值比值在 0.98~1.02 之间，变差系数比值在 0.94~1.14，均在允许范围之内，结果表明中山市 59 年同步期的统计参数具有较好的代表性。中山站长短序列均值和变差系数比指标见表 2.1-1。

表 2.1-1 中山站长短序列均值和变差系数比值表

|            |                   |               |          |          |      |
|------------|-------------------|---------------|----------|----------|------|
| 长序列统计参数    | N=59（1955~2013 年） | $\bar{X}_N$   | 1815.5mm | $C_w$    | 0.22 |
| 长短序列统计参数之比 | n=24（1955~1979 年） | $K_{\bar{X}}$ | 0.98     | $K_{Cv}$ | 1.12 |
|            | n=30（1971~2000 年） | $K_{\bar{X}}$ | 1.02     | $K_{Cv}$ | 0.97 |
|            | n=34（1980~2013 年） | $K_{\bar{X}}$ | 1.01     | $K_{Cv}$ | 0.92 |

#### 2.1.2 平均降雨量

对中山站的多年降雨量去平均值做为中山市平均降雨量，结果表明中山市西区多年（1956~2013）平均降雨量为 1815.5mm。其中，1960~1964 年平均降雨量最小，为 1509.7mm，1995~1999 年平均降雨量最大，达 2250.5mm，两者相差 740.8mm；总体上看，降雨量呈现增长的趋势。中山市西区各年段降雨量统计结果见表 2.1-2。

表 2.1-2 中山市西区 1955~2013 年各年段平均降雨量统计表

| 各年段降水量均值 (mm) |               |               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1955~<br>1985 | 1986~<br>2013 | 1986~<br>1990 | 1991~<br>1995 | 1996~<br>2000 | 2001~<br>2005 | 2006~<br>2010 | 2011~<br>2013 |
| 1736.4        | 1903.2        | 1860.9        | 1986.6        | 2056.7        | 1717.6        | 2084.1        | 1586.3        |

### 2.1.3 降雨量时间分布特征

#### (1) 降雨量的年内分配

对所有选用雨量站多年平均降水量分析,总体上,中山市西区降水量存在雨量丰沛、年内分配不均的特点。从降水季节分配来看,西区降水冬春少、夏秋多、汛期雨量集中,多年平均汛期(4~9月)降雨量占全年降雨量的70%以上,而非汛期(10月至翌年3月)只占全年降雨量的30%左右。

#### (2) 降雨量的年际分配

根据中山站 1955~2013 年的降水资料,1955 年~1985 年多年平均降雨量为 1736.4mm,低于 1955 年~2013 年降水量均值 1815.5mm,1986 年~2013 年多年平均降水量均值为 1903.2mm,高于 1955~2013 年降水量均值。统计结果表明,降水在整体上有增长趋势。以 1980~2013 年近 31 年的统计资料来看,P=95%频率降水量 1235.5mm,比长序列特枯年 1139.9mm 大,说明中山市西区近 34 年降水在特枯年的降水频率有增大趋势。

### 2.1.4 典型年的确定

典型年的选择根据以下两点原则进行:一是选择年雨量与设计年雨量较相近的年份;二是选择对工程较不利的年份。根据所选雨量站逐月降雨资料,分析计算得出各站点平均的年设计降雨量成果如表 2.1-3 所示。丰水年、平水年、枯水年和特枯水年的典型年分别为 2007、2008、1983 以及 1960 年,如表所示 2.1-4。

表 2.1-3 各频率降雨量计算表

| 统计参数   |      |       | 设计值    |        |        |         |
|--------|------|-------|--------|--------|--------|---------|
| 均值     | Cv   | Cs/Cv | 25%    | 50%    | 75%    | 97%     |
| 1815.5 | 0.23 | 0.17  | 2095.7 | 1812.8 | 1532.4 | 1037.27 |

表 2.1-4 所选典型年汇总表

| 丰水年 P=25% | 平水年 P=50% | 枯水年 P=75% | 特枯年 P=97% |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2007 年    | 2008 年    | 1983 年    | 1960 年    |

### 2.1.5 设计雨量确定

为了便于雨水资源利用项目规模的确定，根据雨量资料，统计长短历时雨量资料系列进行频率分析，计算不同设计标准下的设计雨量值。

选样原则：因此本次计算选出长历时年和汛期（4~9 月）雨量系列，采用合适的分布模型进行拟合，得出不同设计标准下的设计雨量值。

线型选择：分布模型选择要使模型与资料具有最佳的拟合程度。我国排水规范推荐皮尔逊Ⅲ型分布，当前全国水利部门也采用皮尔逊Ⅲ型分布。因此，本次计算采用皮尔逊Ⅲ型分布。结果表明中山市西区多年（1955~2013 年）平均降雨量为 1815.5mm。

根据中山站 1955 年~2013 年的降雨量，统计参数包括均值、Cv 值 Cs/Cv 比值及不同频率（P=20%、50%、75%、90%、95%）的年降雨量，20%、50%、75%、90%、95%五种降水频率平均降水量分别为 2166.8mm、1814.8mm、1533.5mm、1280.8mm、1139.9 mm。统计成果见表 2.1-5。

表 2.1-5 中山市西区不同频率年降水量统计表

| 年均值<br>(mm) | Cv   | Cs/Cv | 不同频率年降水量(mm) |        |        |        |        |
|-------------|------|-------|--------------|--------|--------|--------|--------|
|             |      |       | 0.2          | 0.5    | 0.75   | 0.9    | 0.95   |
| 1815.5      | 0.23 | 0.04  | 2166.8       | 1814.8 | 1533.5 | 1280.8 | 1139.9 |

综上所述，参数 H（中山市西区降雨量）的结果如下：



表 2.1-6

参数 H（中山市西区降雨量）结果

| 年均值<br>(mm) | 不同频率年降水量(mm) |        |        |        |        |
|-------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
|             | 0.2          | 0.5    | 0.75   | 0.9    | 0.95   |
| 1815.5      | 2166.8       | 1814.8 | 1533.5 | 1280.8 | 1139.9 |

## 2.2 屋顶径流系数分析

由《室外排水设计规范》（GB50014-2006）中表 3.2.2-1 可知，各种屋顶径流系数取 0.85~0.95。根据实际调查，结合卫星影像图，本次规划西区各建筑物现状屋顶径流系数  $\psi$  取 0.9。参考《中山市中心城区低冲击（低影响）开发规划》等相关资料，本次规划西区改造后的绿化屋顶径流系数  $\psi$  取 0.4。

## 2.3 弃流系数分析

采用初期弃流系数主要是考虑到初期雨水的水质。由于汇水面材料和大气污染的原因，降雨径流受到不同程度的污染，尤其是降雨间隔期较长的初期径流的水质较差，所以降雨径流利用应该考虑一个初期径流的去除量即初期弃流量，以除去初期污染较为严重的雨水。从而减轻雨水处理构筑物的负担，节约运行费用。要科学地确定此弃流系数需要做一系列的实验，取得大量的监测数据，分析降雨量、降雨历时、雨水水质变化等关系。参考《广州亚运村杂用水专项研究》，将每场降雨初期 3mm 作为初期弃流。通过对中山站 2006~2013 年降雨资料的分析，年平均降雨次数为 76.6 次，平均弃雨量 229.8mm，占年平均降雨量的 12.0%。因此，本次规划西区初期弃流系数  $\phi$  取 0.88。

## 2.4 季节折减系数分析

季节折减系数的含义是降水在年内分布不均，枯期次降水量很小，因此雨水的利用主要考虑汛期（4~9月）的降雨。通过对1955~2013年降水资料分析，10月~次年3月份的月降水量之和只占年降水量的15.1%左右，这些月份的降水量很小，有的降水过程甚至不能形成径流，也就无法利用，因此本次规划西区季节折减系数a取0.849。

## 2.5 雨水资源量计算

### （1）确定重现期为3年暴雨强度

暴雨强度公式按新的《中山市暴雨强度公式修编》中的规定计算，其中重现期3年和降雨历时5min（由地面集流时间和管渠内雨水流行时间组成）：

$$\begin{aligned} q &= \frac{1829.552(1+0.444\lg P)}{(t+6.0)^{0.591}} \\ &= \frac{1829.552 \times (1+0.444 \times \ln 3)}{(5+6.0)^{0.591}} \\ &= 659.814 \text{ L/s} \cdot \text{ha} \end{aligned}$$

### （2）确定改造前和改造后的雨水流量

#### 1）改造前屋顶的雨水流量：

$$Q_1 = \psi_1 q F$$

#### 2）改造后绿化屋面的雨水流量：

$$Q_2 = \psi_2 q F$$

#### 3）达到低冲击开发目标值的雨水流量

《中山市中心城区低冲击（低影响）开发规划》中的规定，学校流量

综合径流系数不大于 0.4，本次计算取学校流量综合径流系数为 0.4，恰好等于绿化屋顶径流系数，即达到低冲击开发目标值的雨水流量等改造后绿化屋顶的雨水流量。即  $Q_2 = Q_3$

### （3）确定雨水可利用面积

根据《中山市城市总体规划（2010~2020）》附图 8 中山市中心城区总体规划图（见图 2-1），结合西区卫星影像图，确定西区工业用地、公共机构用地（含学校）、居住类用地、商业类用地、绿地广场类用地近期、远期可开发雨水利用工程的规划面积，见表 2.5-1 和 2.5-2。

### （4）确定雨水调蓄量

设计雨水调蓄池容积依据《中山市中心城区低冲击（低影响）开发规划》中的规定，规划中规定城市新建雨水调蓄设施应满足项目外排水量不大于控制目标——流量综合径流系数计算的雨量；调蓄历时为 60min，雨水调蓄量计算如下：

$$V_1 = \frac{60}{1000}(Q_1 - Q_3) \cdot t_m$$

根据上次参数、计算公式，经计算可得中山市西区近期、远期重点拟建的雨水利用工程可收集雨水总量见表 2.5-1 和 2.5-2。

表 2.5-1 中山市西区重点拟建雨水利用工程计算表（近期）

| 雨水利用工程          | 规划面积<br>( $\text{km}^2$ ) | 改造前的雨水流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 改造后的雨水流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 可收集雨水总量<br>( $\text{万 m}^3$ ) |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 工业用地            | 2.05                      | 121.7                                 | 54.1                                  | 24.3                          |
| 公共机构用地<br>(含学校) | 1.95                      | 115.8                                 | 51.5                                  | 23.2                          |
| 居住类用地           | 3.14                      | 186.7                                 | 83.0                                  | 37.3                          |
| 商业类用地           | 0.25                      | 14.9                                  | 6.6                                   | 3.0                           |
| 绿地广场类用地         | 1.9                       | 112.3                                 | 49.9                                  | 22.5                          |
| 合计              | /                         | /                                     | /                                     | 110.3                         |

表 2.5-2 中山市西区重点拟建雨水利用工程计算表（远期）

| 雨水利用工程          | 规划面积<br>( $\text{km}^2$ ) | 改造前的雨水流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 改造后的雨水流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 可收集雨水总量<br>(万 $\text{m}^3$ ) |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 工业用地            | 3.42                      | 202.9                                 | 90.2                                  | 40.6                         |
| 公共机构用地<br>(含学校) | 3.90                      | 231.6                                 | 102.9                                 | 46.3                         |
| 居住类用地           | 5.24                      | 311.2                                 | 138.3                                 | 62.2                         |
| 商业类用地           | 1.50                      | 89.1                                  | 39.6                                  | 17.8                         |
| 绿地广场类用地         | 3.15                      | 187.2                                 | 83.2                                  | 37.4                         |
| 合计              | /                         | /                                     | /                                     | 204.4                        |

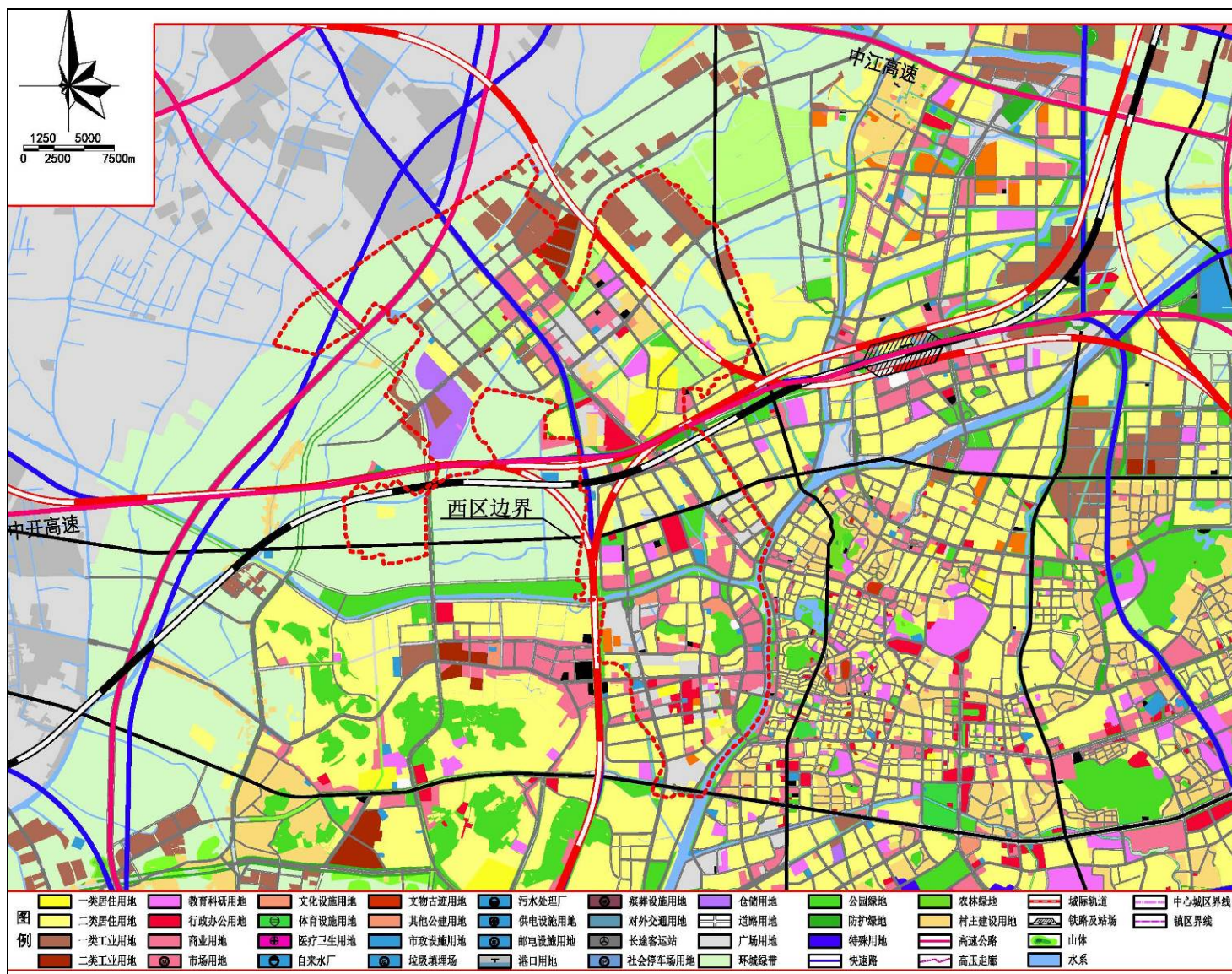


图 2-1 中山市中心城区（西区）总体规划图

### 3 规划目标和总体方案

#### 3.1 非常规水资源利用目标

##### (1) 西区节水型社会建设总体目标

到 2020 年，中山市西区节水型社会基本建成，水资源合理配置和高效利用体系基本实现，生活饮水安全得到全面保障，水资源保护和河湖健康保障体系基本建成，供水水源地水质全面达标，实现水资源的可持续利用。根据《中山市 2016-2020 年最严格水资源管理制度考核实施细则》，西区 2020 年用水总量控制指标为 3707 万  $\text{m}^3$ ，其中工业和生活用水总量控制指标为 2800 万  $\text{m}^3$ ，农业生产（生态）年用水总量控制指标为 907 万  $\text{m}^3$ ；万元 GDP 用水量为 29 $\text{m}^3$ /万元；万元工业增加值用水量为 10 $\text{m}^3$ /万元；三产业用水量比例为 27:28:45。

到 2030 年，中山市西区节水型社会全面建成，全区用水总量控制指标拟定为 3650 万  $\text{m}^3$ ，其中工业和生活用水总量控制指标为 2950 万  $\text{m}^3$ ，农业生产（生态）年用水总量控制指标为 700 万  $\text{m}^3$ ；万元 GDP 用水量为 15 $\text{m}^3$ /万元；万元工业增加值用水量为 9 $\text{m}^3$ /万元；三产业用水量比例为 24:35:41。

##### (2) 非常规水资源利用目标

到 2020 年，中山市西区其他雨水替代水资源利用比例达到 4.5%；到 2030 年，西区其他雨水替代水资源利用比例达到 6.0%。

#### 3.2 非常规水资源利用规划总体方案

(1) 在学校、体育馆等大型建筑物、或者商业区，新建雨水蓄集利用示范工程，汇集贮存城市雨水用作城市非饮用水的直接水源，用于建筑



内外的冲洗用水、绿化喷洒用水等。在居民小区，可优先考虑利用雨水作为景观水源，建立多功能雨水调蓄设施、雨水池塘或湿地等；在新建城区，结合城市规划，建立城市贮水池，可建在地上形成湖面、水景；或建在马路、广场、建筑物底下，就近收集雨水以减少管道长度，节省管网造价。城市建设尽可能减少封闭路面，在绿色植被与土壤之间增设贮水层、透水层，以便雨水补充地下水，通过利用池塘、湿地、低洼地等自然水体和人工开挖雨水窖、修建蓄水池等工程蓄集雨水利用，增加雨水利用量，用于农业灌溉、牲畜饮用、居民杂用或补充地下水。

（2）运用经济杠杆，扶持非传统水资源适当提高自来水水价，缩小非传统水资源价格和自来水价格之间的差距，并逐步使非传统水资源价格低于自来水价格。

（3）对非传统水资源利用项目给予资金补助。在非传统水资源利用的推广阶段，制定政策条例，鼓励各单位、住宅小区建设非传统水资源利用设施，由政府给予工程设施建设投资 30%~50%的资金补助。遵循“先利用，再补贴”的原则，根据单位、企业和居民实际使用的非常规水资源水量，按一定标准给予补贴。非传统水资源利用达到一定规模后，逐步取消相关补贴。

（4）组织科研力量，深入研究非传统水资源利用。加大非传统水资源开发利用的研究力度，改进工艺和材料等，降低非传统水资源利用成本，探索寻求更为经济可行的利用方案。

（5）逐步建立和完善再生水、雨水和海水利用的相关标准，形成具有完整体系的非传统水资源利用技术规范 and 标准

（6）广泛开展宣传教育。通过宣传和教育，鼓励引导单位、企业和个人使用非传统水源。

## **4 制度建设**

### **4.1 提出节水奖超罚制度**

为进一步提高西区民众的节约用水意识，强化节约用水管理，提高用水效率，保障用水安全，促进节约型城市的建设和水资源的可持续利用，应加大管理力度，制定节奖超罚制度。要求符合一定条件的用水户必须建设、运行非常规水资源利用设施或工程，否则予以惩罚，对超额用水的用水户予以处罚。

### **4.2 研究制定非常规水资源开发利用的优惠政策**

为鼓励使用再生水，西区要在增值税、城市公用事业附加费、污水处理费以及电价等方面给予优惠政策；对适合使用再生水的新建项目要把使用再生水作为审批条件之一，纳入规划、计划、土地等建设管理的审批程序；对农业再生水回用要在水价上给予政策性补贴，以调动经营者和农户的积极性。

### **4.3 制定优惠的再生水价格政策**

加快建立西区再生水替代自然水源和自来水的成本补偿机制和价格激励机制，制定与水资源相适应的，能体现水的商品属性、资源属性的水价格体系 and 政策，实行按质论价，保证再生水的价格大大低于自来水的价格，以优惠的价格政策鼓励使用再生水。加大对西区再生水利用工程的投资，对再生水的运营企业在信贷、税收等方面给予扶持，对再生水利用企业可以免收营业税、增殖税，减免所得税和相应的建设税费，实行电价优惠。对于暂时还不能按成本价售出的再生水，可以由西区政府在财政上给



予适当补贴，确保再生水企业的运营能够进入自我发展的良性循环。对使用再生水的西区企业在税收政策上按照环保企业对待，可以免收水资源费。

## 5 非常规水资源利用重点工程

随着工农业生产的发展和人民生活水平的提高，中山市西区用水量急剧增加，为缓解西区水资源短缺，促进西区经济持续发展做出突出贡献，除了节流外，充分利用雨水、再生水等非常规水资源是缓解水资源紧缺问题的重要举措。

### 5.1 雨水资源利用工程建设

中山市濒临南海，夏季风带来大量水汽，成为降水主要来源。中山市水资源公报表明年平均降水量为1815.3mm，属于丰水地区，多年平均降水量达29.18亿m<sup>3</sup>，辖区内降水量年内分配不均匀，主要集中在4~9月，约占全年86.7%，多年平均连续最大4个月降水量出现在5~8月，且连续最大4个月降水量占降水量60%~65%左右。

中山市西区降雨多为短历时暴雨，雨水不能及时入渗，造成雨水资源的大量流失，为发展雨水收集与利用提供了便利条件。中山市西区雨水资源利用潜力巨大，可以成为重要的可用水资源，缓解城市水资源紧张。

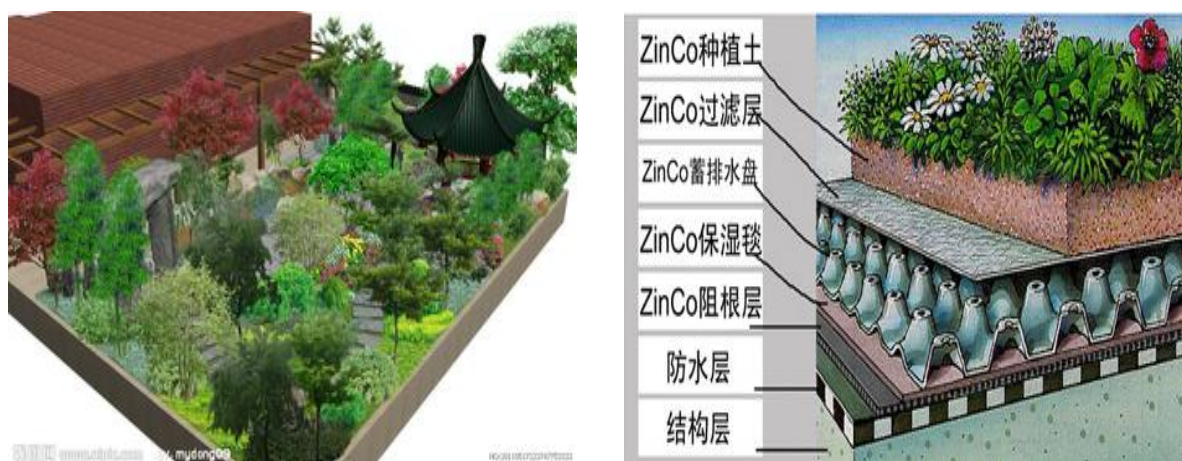
中山市西区雨水资源利用工程主要包括屋面雨水积蓄系统、地面雨水渗漏系统、蓄水池、雨水利用系统等。

#### （1）屋面雨水积蓄系统

针对屋面径流水质的实际情况，将屋面上产生的降雨径流通过雨水管道收集，经弃除初期径流等适当的处理后流入蓄水池备用。

屋顶绿化是一种削减径流量、减轻污染和城市热岛效应、调节建筑温度和美化城市环境新的生态技术，也可作为雨水集蓄利用和渗透的预处理措施，既可用于平屋顶，也可用于坡屋顶。

植物和种植土壤的选择是屋顶绿化的技术关键，防渗漏则是安全保障。植物应根据当地气候和自然条件，筛选本地生的耐旱植物，还应与土壤类型、厚度相适应。上层土壤应选择孔隙率高、密度小、耐冲刷、且适宜植物生长的天然或人工材料。植物建议种植色彩斑斓的各种矮小草本植物。屋顶绿化系统可净化雨水水质并使屋面径流系数减小到0.3以下，有效地削减雨水径流量。



屋面绿化系统

## (2) 地面雨水渗透系统

一般包括渗透性地面和下凹式绿地。

### 1) 渗透性地面

随着城市的开发建设，原有的自然植被被大量侵蚀，被建筑、广场及道路取代。地块在开发建设以前降雨水只有20%-30%形成地表径流，大部分雨水渗入地下。地块开发建设后，不透水地面占了绝大多数，使雨水不能直接下渗至土壤中，70%-80%形成地表径流，大大增加了地面排水系统的负荷，是造成城市水浸的主要原因。因此，回归自然的排水形态，增加城市地面的透水性能，可有效的改善城市雨水渗透性能，减少雨水地表径流。

改善城市地面透水性能主要有两个途径，一是增加城市绿地，二是将

硬地面改用透水材料。如停车场、步行道、广场等，及至轻型车辆行驶的道路均可采用透水性路面。

根据中山市城市总体规划，西区绿地约占建设用地25%，道路广场约占建设用地23%，如将其均改为透水地面，可极大的减少雨水地表径流。西区未来要改变传统的雨水排放模式，将地面形成的雨水径流，首先引入绿地，利用绿地的渗透性使雨水首先向土壤中渗透，多余的水量再溢流至城市雨水管道。此过程可使雨水尽量渗入土壤中，同时还可将雨水中所含的污染物进行截留和净化，改善城市环境，减少绿化用水。

中山市西区广场、非机动车道及轻型车的铺装地面，均可采用透水铺装。铺装面层采用新型环保的风积沙等透水材料，垫层也同样采用透水性较强的风积沙等透水材料，使其与面层紧密结合为一体，其下铺设300~500mm厚级配碎石垫层，碎石层起到既蓄水又排水的双重作用，在级配碎石垫层内铺设雨水收集管，当雨水充满碎石层空隙后，雨水经敷设在其中的穿孔管收集多余的雨水，排至市政雨水管道。

根据对现有透水地面铺装材料的渗透性能测试资料，其渗透系数能达到0.5 mm/s，大于目前所有降雨的强度，即使使用一段时间后有些堵塞也能使渗透系数保持在0.1mm/s，能够渗透50年一遇的最大降雨。其抗压强度在35兆帕以上，能够承受常见各种车辆的荷载。采用透水性的垫层所铺装的透水地面可有效减小地表径流，使雨水渗入地下或收集利用。



透水性地面

## 2) 下凹式绿地

下凹式绿地是一种天然的雨水渗透设施，具有强化雨水下渗的作用，可从源头上治理城市雨洪，实现雨水就地内部消耗，恢复城市水资源自然循环路径。

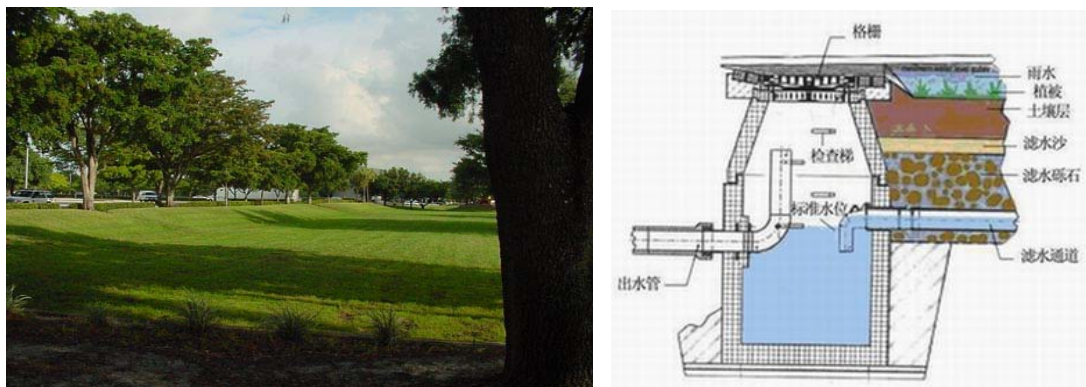
传统的城市竖向规划设计格局是三级台阶式，即绿地标高最高，人行道次之，车行道最低。这种格局不利于雨水下渗，缺乏生态设计思想，造成水资源流失、排水压力大。

城市开发建设应师法自然，采用低冲击开发理论对城市进行开发建设。排水系统规划应改变传统的雨水快速排放排水模式，采用首先使之下渗的自然排水理念，在源头减少排放量。

建议将西区的现有绿地逐渐改造成下凹式绿地，使其能对雨水进行蓄渗。改变传统的城市竖向格局，使建筑及路面等硬化地面处于最高位置，绿地处于最低位置，雨水口设置于绿地中并高于绿地，但是低于硬化地面。雨水汇集过程为：建筑屋面及硬化地面雨水首先排入绿地，经绿地渗透、截留、集蓄至一定高度后，超量的雨水再经排水口进入排水系统。

雨水流经绿地过程中，会产生渗透、沉淀、截留作用，汇入市政雨水管道的雨水量被削减、雨水径流中所含污染物得到部分去除，因而，下凹

式绿地具有滞留利用雨水与减少雨水径流中所含污染物负荷的双重作用，是构成具有高效自净能力的城市生态系统的一部分。下凹式绿地一般要求比地面低0.05-0.25m。



下凹式绿地雨水收集系统

### (3) 蓄水池

在有条件的地区，透水地面下可设置地下蓄水池，降雨时，可将雨水暂时贮存在蓄水池内，随后用于灌溉绿地、景观补水、喷洒路面等，或逐渐渗入到土壤内或经管道均匀排放，减少雨水径流及峰值流量。

蓄水池有多种型式，本规划建议采用孔隙式蓄水池，其由尺寸为 $1.0\times 0.5\times 0.4\text{m}$ 的单元模块组成，每个模块容量为190升，自重为9公斤，其整体的95%的空间可用于存水，表面积的43%可用于渗水。内部的圆锥柱保证了高强度和牢固度。单元模块还可相互连接成一层，而后多层叠放在一起。每一个单元内部都能够控制大量的雨水并暂时对它们进行储存。蓄水池体积小，可根据不同的地下空间灵活设置，可有效地将雨水就地蓄集起来，减少雨水外排量。

蓄水池可独立设置，也可通过不同的连接头与市政雨水管道相连，成为市政雨水管道的一部分，对雨水管道中的雨水进行调蓄，降低雨水峰值流量。

蓄水池的设置，可根据不同地区的实际情况，采用不同的策略。在西



区已建城区由于地下空间较少，建议各地块尽可能按1年一遇24小时暴雨需调蓄的雨水量设置蓄水池容量，降低雨水峰值流量，使其较均匀地汇至市政雨水管道。在新开发建设区域，严格按照市水务局要求“开发建设后地块雨水外排量不应大于开发前的雨水外排量”设置蓄水池容量。

蓄水池在西区分散布置，可直接与市政雨水管道相连。

#### （4）雨水综合利用系统

对于小区、广场、工厂等区域的建设的蓄水池，配套建设供水管网及加压提升设施，将蓄水池积蓄的雨水充分利用，可用于灌溉绿地、浇洒道路、河涌景观补水、冲洗车辆等。

城市雨水利用是一项造福子孙后代的系统工程。应加强宣传，提高认识，转变观念，把城市雨水利用与城市建设、水资源优化配置、生态建设统一考虑，把集水、蓄水、处理、回用、入渗地下、排水等纳入城市规划之中。借鉴发达国家的经验，合理、充分地利用雨水资源，缓解城市供水压力，保证城市防洪安全、回补地下水资源、改善生态环境，同时制定一系列有关雨水利用的法律法规。

## 5.2 再生水回用

再生水是指废水或雨水（由于雨水已在前文单独考虑，本节中主要指废水）经适当处理后，达到一定的水质指标，满足某种使用要求，可以进行有益使用的水。和海水淡化、跨流域调水相比，再生水具有明显的优势。从经济的角度看，再生水的成本最低，从环保的角度看，污水再生利用有助于改善生态环境，实现水生态的良性循环。

再生水可以作为生活杂用水，用于城市绿化、建筑施工、洗车、扫除洒水、建筑物厕所便器冲洗等；再生水也可以用于景观水体，但是要注意

水体的营养化问题，防止再生水中存在病原菌和有毒物质；在达到相应的水质要求下，再生水也能用于农业灌溉等。

西区境内无污水处理厂，再生水回用主要指工业企业的重复利用水。而西区的工业企业较多，再生水回用（工业企业的重复利用水）的潜力较大，市场前景较广阔，但再生水处理和应用是一项复杂、长期的工程，需要建立相应的发展运行机制和发展模式。为此提出以下对策和建议：

#### （1）通过政策优惠鼓励再生水利用。

政府可以通过补贴、专项资金、优惠政策等措施对再生水处理的企业和用水单位进行扶持。比如，对于再生水生产用电可实行单一电价、免收公共事业附加费；企事业单位回用再生水的免征污水处理费；在进行景观湖规划、房地产批复规划时，优先考虑利用再生水节约水资源的企业单位等等。

#### （2）积极推进国产技术与设备的应用。

政府应为好的再生水项目和应用技术提供政策、市场和资金的支持。如对自筹资金建设再生水项目的企业，政府可优先提供一定的环保项目贷款，或给予财政贴息减免再生水生产企业的增值税；所得税及用水增容费等税费，再生水处理企业用电优惠；对于具体的再生水项目减免相关市政配套费，或无偿提供土地使用权；使用再生水的单位可酌情减免污水处理费，其新鲜水的水质和水量应优先得到保证；成立专项基金资助再生水处理科研项目，使再生水回用这一新兴产业保持良好的发展势头。

### 5.3 非常规水资源利用重点工程

#### （1）雨水利用

根据《城市居住区规划设计规范》，居住区、小区、组团的道路用地



面积比例分别为10~18%、9~17%、7~15%，居住区、小区、组团的公共绿地（景观面积）面积比例分别为7.5~18%、5~15%、3~6%。结合西区已建小区、工厂的实际情况，本次规划西区新建小区的道路用地和公共绿地（景观面积）的面积比例分别取14%、12%，新建工厂的道路用地和公共绿地（景观面积）的面积比例分别取11%、4%。

根据《广东省用水定额》，浇洒道路和场地用水定额为 $2.1\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，市内园林绿化用水定额为 $1.1\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。经初步计算，对于占地面积约5万 $\text{m}^2$ 的小区，按蓄水池（90%容量可使用）提供15天的浇洒道路、绿化用水来考虑，则需要建设约360 $\text{m}^3$ 的蓄水池，其它小区按面积比例以此类推；对于占地面积约1万 $\text{m}^2$ 的工厂，按蓄水池（90%容量可使用）提供15天的浇洒道路、绿化用水来考虑，则需要建设约50 $\text{m}^3$ 的蓄水池，其它工厂按面积以此类推。对于其它公共机构用地（含学校）、商业类用地、绿地广场类用地等参考小区蓄水池建设标准执行。对于每个蓄水池，需配套建设相应的雨水收集及雨水利用的管道设施、加压设备等。

近期雨水利用试点工程为居住类土地利用工程、商业类土地利用工程和绿地广场类土地利用工程组成，具体见表5.3-1。

表5.3-1 西区重点拟建雨水利用重点工程统计表

| 雨水利用工程      | 可收集雨水总量（万 $\text{m}^3$ ） |       |
|-------------|--------------------------|-------|
|             | 近期                       | 远期    |
| 工业用地        | 24.3                     | 40.6  |
| 商业类用地       | 23.2                     | 46.3  |
| 居住类用地       | 37.3                     | 62.2  |
| 公共机构用地（含学校） | 3.0                      | 17.8  |
| 绿地广场类用地     | 22.5                     | 37.4  |
| 合计          | 110.3                    | 204.4 |

## （2）再生水回用

由于西区境内无污水处理厂，故无法利用污水处理厂的达标排放尾水作为再生水。本区域内再生水回用主要指工业企业的重复利用水，主要节水工程为：改进生产工艺，加强冷凝水、冷却水循环利用，推进工业废水处理回用，提高水资源重复利用率。

通过西区各工业企业的工艺改造，加强企业工业废水的处理回用，将西区工业用水重复利用率由现状的30%提高至规划期末（2030年）的75%。

## 6 投资匡算及保障措施

### 6.1 规划投资匡算

根据上述分析，本次西区非常规水资源利用规划重点工程为雨水利用工程，本阶段暂按5000万元考虑，资金由各小区、学校、企业、商业圈等有条件建设雨水利用工程的建设对象自筹，并由西区政府财政补贴部分。

### 6.2 规划分期实施意见

本规划为确保各工程顺利实施和完成，将工程分为近期和远期，近期为2017~2020年，远期为2021~2030年。

规划工程的实施应当考虑到工程的重要性，是否能解决西区非常规水资源利用建设过程中存在的问题，并要考虑工程实施的可行性及资金落实等因素，具体原则如下：

（1）应注意配合其它规划的实施时间，某些工程的实施是以其它规划的落实为条件的，其实施时间的近、远期规划应以实施条件是否成熟为依据。

（2）经济效益、社会效益好，资金较易落实的工程，安排近期实施。

（3）各级政府和当地群众较为关心，并有积极性兴建的工程，安排近期实施。

（4）工程量较大、内容较多，短时期内无法完成，应分阶段，划分近、远期工程目标。

（5）其余非急需的工程，安排远期实施。

按照上述原则，根据项目轻重缓急、群众关心程度、实施效果、实际需要与可能、资料筹措、前期工作等情况，参考《中山市节水型社会建设

和非常规水源开发利用规划》，合理安排西区非常规水资源建设规划项目的实施次序，见表 6.2-1。

表 6.2-1 西区非常规水资源建设规划分期实施计划表

| 工程名称   | 建设对象                | 建设内容                                                                 | 实施期 | 投资(万元) |
|--------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|--------|
| 雨水利用工程 | 烟洲、后山、西苑社区          | 对小区、学校、企业、商业等有条件的楼顶建设屋面雨水收集系统，对公园、小区的凹地、水池等新建雨水储蓄系统，配套建设蓄水池、雨水利用设备等。 | 近期  | 1500   |
| 雨水利用工程 | 彩虹、沙朗、广丰、长洲、隆平、隆昌社区 |                                                                      | 远期  | 3500   |
| 合计     | /                   | /                                                                    |     | 5000   |

备注：5000 万投资中西区政府财政补贴 500 万元，其余由各建设对象自筹。

### 6.3 保障措施

根据中山市西区现有的保障措施，以健全的节水奖超罚制度，结合优惠的回用水价格政策，在用户可承受水价的范围内，实施差别化的阶梯机制，对用水大户进一步上调自来水价格，建立非常规水资源的成本补偿机制和价格激励机制，利用价格杠杆激励企业的科技研发力度，鼓励用户对非常规水资源的利用。加大政府对雨水利用工程、再生水利用工程的投资力度，制定必要的政府扶持政策，在信贷、税收、电价等方面给予优惠。同时，为确保再生水企业在运营过程中经济上的良性运转，建立财政补助机制。建立起与市场接轨的多元化投资体制，借鉴法国、芬兰等一些欧洲国家的经验，通过实施“谁污染、谁治理、谁用水、谁花钱”的政策，解决资金来源。鼓励风投和其他有实力的企业参与非常规水资源利用项目的建设运营；实施基础设施建设风险补偿基金办法等各种手段保证投资回报；积极利用国际金融组织贷款，积极探索发行建设债券等多种融资方式，

加大对非常规水资源利用市场的资金投入，扩大非常规水资源的开发与利用程度。

## 7 实施效果评价

本次非常规水资源利用规划通过建设雨水利用工程，加强对废污水排放的监督和治理，实施污水资源化和中水回用，加大对非传统水资源的开发利用，提高西区的用水效率、增强供水能力、提高供水保障程度和改善生态环境，使之与经济社会发展对水资源的需求相适应。

本次规划主要从经济效益、社会效益、环境效益、生态环境效益等方面对西区非常规水资源利用规划项目实施效果进行评价。

### 7.1 经济效益

本次规划充分利用雨水、再生水等非常规水资源替代现有水源，缓解水资源用水总量控制的压力。节水效益按2016年西区非居民水价2.12元/m<sup>3</sup>计，预计2020年西区非常规水资源可节水110万m<sup>3</sup>，节水效益为233万元；2030年西区非常规水资源可节水204万m<sup>3</sup>，节水效益为432万元。非常规水资源可有效缓解生态恶化，水源紧缺状况，提高水的利用率，也是建立节水型社会的重中之重。

### 7.2 社会效益评价

非常规水资源利用规划通过建设雨水利用工程，加强对废污水排放的监督和治理，实施污水资源化和中水回用，有利于把西区建成为风境优美、经济繁荣、社会稳定和生活美满的文明城市，实现人与自然和谐相处，经济社会可持续发展，现代生态环境友好，提高生活质量，形成高效、优质、节约、保护的水资源环境和需求量总体平衡，使水资源更好地服务于现代社会经济的发展，造福于广大的人民群众。

### 7.3 生态环境效益评价

西区开展非常规水资源利用规划，通过雨水利用、再生水回用等工程措施和非工程措施的开展，大量污水被截留处理，减轻了污染物对城市周围水环境的影响，河湖水质将逐渐改善；再生水利用为城市环境提供了水源，河湖和生态需水将有一定的保障，有利于改善生态环境。有利于缓解城市用水紧张的状况，抑制地下水的过度超采，起到涵养地下水水源、逐步恢复地表水体功能，改善生态环境的作用。有利于水资源的合理分配，改善人与自然的的关系，促进生态环境的良性发展。