

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50596 - 2010

雨水集蓄利用工程技术规范

Technical code for rainwater
collection, storage and utilization

2010 - 07 - 15 发布

2011 - 02 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

雨水集蓄利用工程技术规范

Technical code for rainwater
collection, storage and utilization

GB/T 50596 - 2010

主编部门：中华人民共和国水利部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2011年2月1日

中国计划出版社

2010 北 京

中华人民共和国国家标准
雨水集蓄利用工程技术规范

GB/T 50596-2010

☆

中华人民共和国水利部 主编
中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行
世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 2 印张 50 千字
2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷
印数 1—6000 册

☆

统一书号:1580177·497

定价:12.00 元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 682 号

关于发布国家标准 《雨水集蓄利用工程技术规范》的公告

现批准《雨水集蓄利用工程技术规范》为国家标准,编号为 GB/T 50596—2010,自 2011 年 2 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年七月十五日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007年工程建设标准规范制定、修订计划(第一批)〉的通知》(建标〔2007〕125号)的要求,由中国灌溉排水发展中心、甘肃省水利科学研究院会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,吸取了国内外最新科研成果,针对存在的问题以及生产中提出的新要求,重点开展了雨水集蓄利用工程农村供水定额、雨水集蓄系统规模的确定和集蓄雨水的水质管理等专题研究。同时广泛征求了全国有关设计、科研、生产厂家、管理部门及专家和技术人员的意见,最后经审查定稿。

本规范共分9章和2个附录,主要内容有:总则、术语、基本规定、规划、工程规模和工程布置、设计、施工与设备安装、工程验收、工程管理等。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,水利部负责日常工作,中国灌溉排水发展中心负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈给中国灌溉排水发展中心(地址:北京市宣武区广安门南街60号荣宁园3号楼,邮政编码:100054;电子信箱:jskfpzc@163.com),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要审查人和主要起草人:

主编单位:中国灌溉排水发展中心

参编单位:甘肃省水利科学研究院

内蒙古自治区水利科学研究院

西北农林科技大学

四川省水利厅

贵州省水利科学研究院

扬州大学

山西省晋中市水利局

内蒙古自治区水利厅

主要起草人：李 琪 李元红 程满金 金彦兆 高建恩
李端明 许建中 王 群 庄耘天 沙鲁生
唐小娟 张 洁 郎旭东 康 跃
主要审查人：黄冠华 惠士博 王文元 李小雁 张书函
蔡守华 刘文朝

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	规 划	(4)
5	工程规模和工程布置	(6)
5.1	供水定额确定	(6)
5.2	需水量确定	(7)
5.3	集流面面积确定	(8)
5.4	蓄水工程容积确定	(9)
5.5	工程布置	(11)
6	设 计	(12)
6.1	集流工程	(12)
6.2	蓄水工程	(13)
6.3	净水设施	(15)
6.4	生活供水设施	(16)
6.5	节水灌溉系统	(16)
6.6	集雨补充灌溉制度	(16)
7	施工与设备安装	(17)
8	工程验收	(20)
9	工程管理	(22)
附录 A	雨水集流面面积	(23)
附录 B	雨水集蓄利用工程蓄水容积典型年和长系列 资料计算方法	(29)

本规范用词说明	(31)
引用标准名录	(32)
附:条文说明	(33)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(3)
4	Planning	(4)
5	Dimensioning and layout of the project	(6)
5.1	Water supply quota	(6)
5.2	Determination of water requirement	(7)
5.3	Determination of catchment area	(8)
5.4	Determination of the water storage capacity	(9)
5.5	Project layout	(11)
6	Design	(12)
6.1	Rainwater collection works	(12)
6.2	Rainwater storage works	(13)
6.3	Water purification installation	(15)
6.4	Water supply installation	(16)
6.5	Water saving irrigation system	(16)
6.6	Irrigation scheduling with rainwater harvesting system	(16)
7	Construction and installation	(17)
8	Project acceptance	(20)
9	Engineering management	(22)
Appendix A	Annex a tables of catchment area for collecting 1 m ³ of rainwater	(23)
Appendix B	Calculation of the rainwater storage capacity with rainfall data of typical year and	

chronological series	(29)
Explanation of wording in this code	(31)
List of quoted standards	(32)
Addition; Explanation of provisions	(33)

1 总 则

1.0.1 为提高雨水集蓄利用工程的建设质量和管理水平,保障农村饮水安全,促进节水灌溉和社会经济发展,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于地表水和地下水缺乏或开发利用困难,且多年平均降水量大于 250mm 的半干旱地区和经常发生季节性缺水的湿润、半湿润山丘地区,以及海岛和沿海地区雨水集蓄利用工程的规划、设计、施工、验收和管理。本规范不适用于城市雨水集蓄利用工程。

1.0.3 雨水集蓄利用工程应按单户、联户或自然村进行建设和管理。建设与管理必须贯彻科学规划、因地制宜的原则,在政府的引导和支持下,按照农户自愿的原则进行。

1.0.4 雨水集蓄利用工程应按全面建设小康社会和新农村建设的要求,并结合当地具体情况实施。

1.0.5 雨水集蓄利用工程的规划、设计、施工、验收和管理,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 雨水集蓄利用工程 rainwater collection, storage and utilization

指采取工程措施,对雨水进行收集、存贮和综合利用的微型水利工程。

2.0.2 集流效率 rainwater collection efficiency

集流面收集到的降水量与同一时期降水量的比值。

2.0.3 水窖 water cellar

地理式有盖的雨水存贮工程。

2.0.4 水窑 water cave

在窑内垂直下挖形成水池,用于贮存雨水的窑窖工程。

2.0.5 水池 water tank

用于存贮雨水径流的地表式蓄水工程。

2.0.6 作物需水关键期 critical period of crop water requirement

缺水对作物生长和产量影响最大的作物生育阶段。

2.0.7 集雨灌溉 irrigation with stored rainwater

利用集蓄的雨水对作物进行的补充灌溉。

2.0.8 点灌 bunch irrigation

用人工对单株作物进行直接灌溉的方式。

2.0.9 坐水种 irrigation during seeding

在播种时,利用专用设备或人工将一定量的水注入种子坑中,改善土壤墒情,满足种子发芽和苗期生长的一种局部灌水方法。

2.0.10 覆膜灌溉 irrigation with plastic sheeting

在膜上、膜下、膜侧进行灌水的灌溉方式。

3 基本规定

3.0.1 建设雨水集蓄利用工程应收集工程所在地区年降水量资料和多年平均年蒸发量资料,并分析计算得出多年平均以及频率为50%、75%及90%的年降水量。无实测资料地区,可查本省(自治区、直辖市)多年平均降水量、蒸发量及 C_v 等值线图获得。

3.0.2 建设雨水集蓄利用工程时,可不测绘地形图,但应有集流面、蓄水设施及灌溉土地之间的相对位置和高差资料,以及拟建工程地点的土质或岩性资料。

3.0.3 对拟作为集流面的屋顶、庭院、公路、乡村道路、天然坡面、打碾场等的平面投影面积应进行量算。

3.0.4 建设雨水集蓄利用工程应对下列情况进行调查:

1 对工程实施范围内已建集流面的材料和集流效率、蓄水设施的种类、结构和容积、提水设备、节水灌溉设施,以及节水灌溉制度和工程运行管理情况进行调查。

2 对工程实施范围内的人口与牲畜数量、计划利用雨水进行灌溉的作物种类、面积与需水、单产和灌溉情况以及土壤质地进行调查。

3 对工程实施范围内集蓄雨水的水质进行调查。

4 对工程当地水泥、钢筋、白灰、塑料薄膜,以及砂、石、砖、土料等建筑材料的储(产)量、质量、单价、运距等进行调查。

4 规 划

4.0.1 县及县以上雨水集蓄利用工程的建设应编制地区性规划。

4.0.2 地区性规划应根据当地的雨水资源条件以及经济、社会发展和生态环境保护对水资源的需求,提出开发利用规模。

4.0.3 地区性规划应与农村经济、社会发展和扶贫规划相协调,并应与水土保持及节水灌溉等规划紧密结合,同时应注重农村产业结构调整 and 先进适用技术的推广应用。

4.0.4 地区性规划应注重资源的节约利用。

4.0.5 地区性规划应包括下列内容:

1 应分析论证本地区缺水状况、发展雨水集蓄利用工程的必要性和可行性,并应与其他供水工程措施进行技术经济的对比分析。

2 应分析确定规划期内雨水集蓄利用工程解决本地区用水困难的人畜数量、生活供水定额、发展集雨节灌的面积、作物类型和灌水定额、发展养殖业和农村加工业的规模和供水量等主要指标,以及雨水集蓄利用工程的规模,并应根据近、远期解决缺水问题的迫切性和经费、劳力投入的可能性合理确定其发展速度。

3 应根据本地区气候、地形、地质等自然条件和社会经济特点进行分区,并确定不同类型区域的雨水集蓄利用方式和工程布局。

4 应根据本地区雨水集蓄利用工程的用途,分别提出不同类型区域的典型设计。

5 应按国家现行有关标准估算本地区雨水集蓄利用工程建设的工程量和投资。

6 应分析评价雨水集蓄利用工程对本地区生态系统、水环境

及人畜健康影响。分析宜采用定性分析与定量分析相结合的方法进行,并应以定性分析为主。

7 应编制本地区性建设雨水集蓄利用工程的分期实施计划,并提出组织管理、技术支持、资金筹措、劳力安排等措施。

5 工程规模和工程布置

5.1 供水定额确定

5.1.1 雨水集蓄工程农村居民生活供水定额按表 5.1.1 的规定取值。

表 5.1.1 雨水集蓄利用工程居民生活供水定额

分 区	供水定额[L/(d·人)]
多年平均降水量 250mm~500mm 地区	20~40
多年平均降水量 >500mm 地区	40~60

5.1.2 雨水集蓄工程生产供水定额的确定应符合下列要求：

1 生产供水应包括农作物、蔬菜、果树和林草的补充灌溉供水以及畜禽养殖业和小型加工业的供水。

2 灌溉供水定额应根据本地区农作物、果树、林草的需水特性，采用节水灌溉和非充分灌溉原理确定。缺乏资料时，灌水次数和灌水定额可按表 5.1.2-1 的规定取值。

表 5.1.2-1 不同降水量地区作物集雨灌溉次数和灌水定额

作 物	灌 水 方 式	不同降水量地区灌水次数		灌水定额 (m ³ /hm ²)
		多年平均降水量 250mm~ 500mm 地区	多年平均降水量 >500mm 地区	
玉米等 旱田作物	坐水种	1	1	45~75
	点灌	2~3	2~3	45~90
	膜上穴灌	1~2	1~3	45~100
	注水灌	2~3	2~3	45~75
	滴灌 地膜沟灌	1~2	2~3	150~225

续表 5.1.2-1

作物	灌水方式	不同降水量地区灌水次数		灌水定额 (m ³ /hm ²)
		多年平均降水量 250mm~ 500mm 地区	多年平均降水量 >500mm 地区	
一季蔬菜	滴灌	5~8	6~10	150~180
	微喷灌	5~8	6~10	150~180
	点灌	5~8	6~10	90~150
果树	滴灌	2~5	3~6	120~150
	小管出流灌	2~5	3~6	150~240
	微喷灌	2~5	3~8	150~180
	点灌(穴灌)	2~5	3~6	150~180
一季水稻	“薄、浅、湿、晒” 和控制灌溉	—	6~10	300~450

3 畜禽养殖供水定额可按表 5.1.2-2 的规定取值。小型加工业供水应按照节约用水、提高回收利用率的原则确定。

表 5.1.2-2 雨水集蓄利用工程畜禽养殖供水定额

畜禽种类	大牲畜	猪	羊	禽
定额[L/(d·头、只)]	30~50	20~30	5~10	0.5~1.0

5.2 需水量确定

5.2.1 农村居民生活、畜禽养殖供水需水量可按下式计算：

$$W = 0.365 \sum_{i=1}^n A_i \cdot Q_i \quad (5.2.1)$$

式中：W——设计供水保证率条件下，雨水利用生活用水工程的年需水量(m³)；

A_i——第 i 类规划需水对象的数量(人、头或只)；

Q_i——第 i 类规划用水对象的供水定额[L/(人、头或只)·d]，按表 5.1.1、表 5.1.2-2 的规定取值；

n——规划生活水需对象的种类数。

5.2.2 灌溉工程需水量可按下式计算：

$$W = \sum_{i=1}^n S_i \cdot M_i \quad (5.2.2)$$

式中：W——设计保证率条件下，雨水利用灌溉工程的年需水量（m³）；

S_i——第 i 次灌溉面积（hm²）；

M_i——第 i 次灌水定额（m³/hm²），按表 5.1.2-1 的规定取值；

n——灌水次数。

5.3 集流面面积确定

5.3.1 集流面面积应符合下列要求：

1 供水保证率应按表 5.3.1-1 的规定取值。

表 5.3.1-1 供水保证率

供水项目	生活供水	集雨灌溉	畜禽养殖	小型加工业
保证率(%)	90	50~75	75	75~90

2 单用途雨水集蓄利用工程的集流面面积可按下式计算：

$$\sum_{i=1}^n S_i \cdot k_i \geq \frac{1000W}{P_p} \quad (5.3.1-1)$$

式中：W——设计保证率条件下，单用途雨水集蓄利用工程的年供水量（m³）；

S_i——第 i 种材料的集流面面积（m²）；

k_i——第 i 种材料的年集流效率；

P_p——频率等于设计保证率的年降水量（mm）；

n——集流面材料种类数。

3 多用途雨水集蓄利用工程的集流面总面积可按下列公式计算：

$$S_i = \sum_{j=1}^m S_{ij} \quad (5.3.1-2)$$

式中：S_i——第 i 种材料的集流面面积（m²）；

S_{ij} ——第 j 种用途第 i 种材料的集流面面积(m^2)；

m ——雨水集蓄利用工程用途的数量。

4 年集流效率应根据各种材料在不同降水特性下的试验观测资料分析确定。缺乏资料时,可按表 5.3.1-2 的规定取值。

表 5.3.1-2 不同降水量地区不同材料集流面年集流效率

集流面材料	年集流效率(%)		
	多年平均降水量 250mm~500mm 地区	多年平均降水量 500mm~1000mm 地区	多年平均降水量 1000mm~1500mm 地区
混凝土	73~80	75~85	80~90
水泥瓦	65~75	70~80	75~85
机瓦	40~55	45~60	50~65
手工制瓦	30~40	40~50	45~60
浆砌石	70~80	70~85	75~85
良好的沥青路面	65~75	70~80	70~85
乡村常用土路, 土场和庭院地面	15~30	20~40	25~50
水泥石	40~55	45~60	50~65
固化土	60~75	75~80	80~90
完整裸露膜料	85~90	85~92	90~95
塑料膜覆中粗砂或草泥	28~46	30~50	40~60
自然土坡(植被稀少)	8~15	15~30	25~50
自然土坡(林草地)	6~15	15~25	20~45

5.3.2 集流面面积也可按本规范附录 A 的规定确定。

5.4 蓄水工程容积确定

5.4.1 蓄水工程容积可按下式计算：

$$V = \frac{KW}{1-\alpha} \quad (5.4.1)$$

式中： V ——蓄水容积(m^3)；

W ——设计保证率条件下年供水量(m^3)；

α ——蓄水工程蒸发、渗漏损失系数，可取 0.05~0.1；

K ——容积系数，可按表 5.4.1 的规定取值。

表 5.4.1 容积系数

供水用途	多年平均降水量(mm)		
	250mm~500mm 地区	500mm~800mm 地区	>800mm 地区
居民生活	0.55~0.6	0.5~0.55	0.45~0.55
旱作大田灌溉	0.83~0.86	0.75~0.85	0.75~0.8
水稻灌溉	—	0.7~0.8	0.65~0.75
温室、大棚灌溉	0.55~0.6	0.4~0.5	0.35~0.45

5.4.2 当实际集流面面积大于本规范第 5.3 节的计算结果 50% 以上时，蓄水容积系数可按表 5.4.2 的规定取值。

表 5.4.2 实际集流面面积较大条件下蓄水容积系数

供水用途	多年平均降水量(mm)		
	250mm~500mm 地区	500mm~800mm 地区	>800mm 地区
居民生活	0.51~0.55	0.4~0.5	0.3~0.4
旱作大田灌溉	0.71~0.75	0.6~0.65	0.53~0.6
水稻灌溉	—	0.55~0.6	0.5~0.56
温室、大棚灌溉	0.5~0.55	0.32~0.4	0.26~0.35

5.4.3 当具有长系列降水资料时，可按本规范附录 B 确定集流面面积和蓄水工程容积，但集流面面积和蓄水工程容积的结果不应小于本规范第 5.3 节和第 5.4.1 条计算结果的 0.9 倍。

5.4.4 蓄水工程超高应符合下列要求：

1 顶拱采用混凝土浇筑的水窖蓄水位距地面的高度应大于 0.5m，并应符合防冻要求；顶拱采用薄壁水泥砂浆或黏土防渗的水窖蓄水位应至少低于起拱线 0.2m。

2 水池超高应按表 5.4.4 的规定取值。

表 5.4.4 水池超高值

蓄水容积(m ³)	<100	100~200	200~500	500~10000
超高(cm)	30	40	50	60~70

5.5 工程布置

5.5.1 雨水集蓄利用工程的集流工程、蓄水工程以及供水和节水灌溉设施应统一布置,用于农业生产的雨水集蓄利用工程还应与农业措施相结合。

5.5.2 集流工程的集流能力应与蓄水工程容积相对应,不得布置集流量不足或没有水源的蓄水工程。

5.5.3 用于家庭生活供水的雨水集蓄利用工程,可与家庭内的畜禽养殖供水工程相结合,与其他生产用水的工程宜分开布置。

5.5.4 蓄水工程的布置宜利用其他水源作为补充水源。

5.5.5 用于解决生活用水的雨水集蓄利用工程,宜选用混凝土、瓦屋面和庭院作为集流面,不应采用草泥屋面、沥青路面和农村土路、土场地等作为集流面,并宜采用不同的蓄水设施分别储存屋面和庭院的集流。

5.5.6 用于农业灌溉的雨水集蓄利用工程宜利用有利地形。

6 设计

6.1 集流工程

6.1.1 集流工程宜由集流面、汇流沟和输水渠组成。当集流面较宽时,应修建截流沟拦截降雨径流并引入汇流沟。

6.1.2 集流面选址时,应避免厕所、畜禽圈舍和垃圾堆积场等污染源,宜利用透水性较低的现有人工设施或自然坡面作为集流面。灌溉用集流面宜布置在高于灌溉地块的位置。

6.1.3 新建专用集流面宜采用现浇混凝土、塑料薄膜、固化土等人工材料对地面进行防渗。集流面材料的选用应根据当地实际情况进行技术、经济比较后确定。

6.1.4 新建专用集流面设计应符合下列要求:

1 集流面应具有一定的纵向坡度,土质集流面坡度宜为 $1/20 \sim 1/30$ 。硬化集流面坡度不宜小于 $1/10$ 。横向坡度可按地形条件确定。

2 混凝土集流面宜采用厚度不小于 3cm 的 C15 现浇混凝土,并应设置伸缩缝。

3 石板集流面应铺砌在水泥砂浆层上,并应进行填缝和勾缝处理。

4 裸露式塑膜集流面可采用厚度 0.08mm 以上的塑料薄膜。埋藏式塑膜集流面宜采用厚度 0.1mm~0.2mm 的塑料薄膜,覆盖材料可采用厚度 5cm 的草泥或中、粗砂。

5 固化土集流面宜采用预制砌块或干硬性固化土砌筑,厚度不宜小于 5cm,固化剂含量宜为 7%~12%。干硬性固化土施工夯实干密度不应小于 $1.8t/m^3$ 。

6 原土翻夯集流面翻夯深度不应小于 30cm,干密度不应小于 $1.5t/m^3$;水泥土集流面可采用塑性水泥土现场夯实或预制干硬性水泥

土砌筑,厚度不宜小于 10cm。塑性水泥土水泥含量宜为 8%~12%,夯实干密度不应小于 $1.55\text{t}/\text{m}^3$;干硬性水泥土干密度不应小于 $1.8\text{t}/\text{m}^3$ 。

6.1.5 屋面集流面宜采用接水槽和落水管。利用道路、自然坡面作为集流面或新建专用集流面集流时,均应修建汇流沟。屋面雨水与地面径流宜分开储存。

6.1.6 汇流沟可采用现浇混凝土、预制混凝土、块(片)石衬砌结构或土渠,断面形式可采用矩形、U形或宽浅式。汇流沟的纵向坡度应根据地形确定,衬砌渠(沟)不宜小于 1/100,土渠(沟)不宜小于 1/300,断面尺寸应按汇流量计算确定。

6.2 蓄水工程

6.2.1 蓄水工程形式的选择应根据当地土质、工程用途、建筑材料、施工条件等因素确定。用于生活供水的蓄水工程应采用水窖、水窑、有顶盖的水池或在房屋内修建的水池。

6.2.2 蓄水工程设计应符合下列要求:

1 建设地点应避免填方或易滑坡地段,地下式蓄水工程外壁与崖坎和根系较发育的树木之间的距离不应小于 5m。多个水窖或水窑衬砌外壁之间的距离不宜小于 4m。

2 利用公路路面集流时,蓄水工程的布设位置应符合公路部门的有关规定。

3 蓄水工程宜进行防渗处理。

4 半干旱地区的蓄水工程不宜采用开敞式。

5 蓄水工程的进水口应设置堵水设施,并应设置泄水道。在蓄水工程正常蓄水位处应设置溢流管(口)。生活供水蓄水工程的进水管宜延伸到底部,离底板高度宜为 50cm。进水管的出口宜设置缓流设施。

6 蓄水工程的出水管应高于底板 30cm。

7 寒冷地区的蓄水工程应采取防冻措施。

6.2.3 土质地基上修建的水窖设计应符合下列要求:

1 顶盖可采用素混凝土或水泥砂浆砌砖半球拱结构,也可采用

钢筋混凝土平板结构。混凝土或砖砌半球拱厚度不应小于 10cm。钢筋混凝土平板结构应根据填土厚度和上部荷载设计。当土质坚固时,顶盖也可采用在土半球拱表面抹水泥砂浆的结构,砂浆厚度不应小于 3cm。

2 当土质较好时,窖壁可采用水泥砂浆或黏土防渗。砂浆厚度不应小于 3cm。窖壁表面宜采用纯水泥浆刷涂 2 遍~3 遍。黏土厚度可采用 3cm~6cm。土质较松散时,窖壁应采用混凝土圈支护结构,厚度不应小于 10cm。

3 底部基土应先进行翻夯,翻夯厚度不应小于 30cm,底部基土上宜填筑厚度 20cm~30cm 的三七灰土。灰土上应浇筑混凝土平板或反拱形底板,厚度不应小于 10cm,并应保证与窖壁的砂浆或混凝土圈良好连接。土质良好时,也可采用在灰土面上抹水泥砂浆的结构,厚度不应小于 3cm。

4 水泥砂浆强度不应低于 M10。混凝土强度不应低于 C15。

5 黄土地区水窖的总深度不宜大于 8m,最大直径不宜大于 4.5m。窖盖采用混凝土或砖砌拱结构时,拱的矢跨比不宜小于 0.3,窖顶部采用砂浆抹面结构时,顶拱的矢跨比不宜小于 0.5。

6 水窖窖台高出地面的高度不宜小于 30cm,取水口直径宜为 60cm~100cm。

6.2.4 土质基础上修建的水窖设计应符合下列要求:

1 水窖宽度不宜大于 4.5m,顶拱的矢跨比不宜小于 0.5,顶拱以上的土体厚度不应小于 3.0m,蓄水深度不宜大于 3.0m。

2 当土质较好时,顶拱可采用厚度 3cm~4cm 的水泥砂浆抹面结构;当土质较差时,应采用混凝土、浆砌石或砖砌拱支护,矢跨比不宜小于 0.3。

3 水泥砂浆和混凝土的厚度及强度可按本规范第 6.2.3 条的规定执行。

6.2.5 岩石基础上修建的水窖宜采用宽浅式结构。岩石开挖面比较完整坚固时,可在岩面上直接抹水泥砂浆防渗;岩石破碎或结构不稳定时,应采用浆砌石或混凝土支护。

6.2.6 修建在岩石崖面隧洞式水窖,顶部岩石破碎或结构不稳定时,应采用浆砌石或现浇混凝土支护。岩石较完整时,应采用水泥砂浆在岩石表面上抹面防渗。

6.2.7 水池设计应符合下列要求:

1 水池宜采用标准设计,也可按五级建筑物根据国家现行有关标准进行设计。水池防渗衬砌可采用浆砌石、素混凝土块、砌砖或钢筋混凝土结构。浆砌石、素混凝土块砌筑或砌砖结构的表面宜采用水泥砂浆抹面。

2 采用浆砌石衬砌时,应采用强度不宜低于 M10 的水泥砂浆座浆砌筑,浆砌石底板厚度不宜小于 25cm;采用混凝土现浇结构时,素混凝土强度不宜低于 C15;钢筋混凝土结构混凝土强度不宜低于 C20,底板厚度不宜小于 8cm。

3 湿陷性黄土上修建的水池宜采用整体式钢筋混凝土或素混凝土结构。地基土为弱湿陷性黄土时,池底应填筑厚 30cm~50cm 的灰土层,并应进行翻夯处理,翻夯深度不应小于 50cm;基础为中、强湿陷性黄土时,应加大翻夯深度,并应采取浸水预沉等措施。

4 修建在寒冷地区的水池,地面以上部分应覆土或采取其他防冻措施。

5 封闭式水池应设置清淤检修孔,开敞式水池应设置护栏,高度不应小于 1.1m。

6.3 净水设施

6.3.1 雨水集蓄利用工程净水系统设置应符合下列要求:

1 蓄水工程进水口前应设置拦污栅。利用天然土坡、土路、土场院集流时,应在进水口前设置沉沙池。沉沙池尺寸应根据集流面大小和来沙情况确定。

2 生活用水的蓄水工程进水口前应设置过滤设施。

3 微喷灌、滴灌、渗灌等灌溉系统首部应设置筛网式过滤器。

6.3.2 生活供水工程宜设置初期径流排除设施。

6.4 生活供水设施

- 6.4.1 生活供水系统宜采用固定式手压泵或微型取水设备取水。
- 6.4.2 生活供水系统供水管道应采用符合生活供水卫生要求的管材。

6.5 节水灌溉系统

- 6.5.1 利用集蓄雨水对作物进行灌溉时,应采用高效适用的灌水方法。旱作农田可采用坐水种、点灌、注水灌、覆膜灌溉等简易节水灌溉方法和滴灌、微喷灌、小管出流灌、小型移动式喷灌等,不应采用漫灌方法。水稻田应采用节水灌溉技术。
- 6.5.2 集雨灌溉宜同时采取地膜覆盖、合理耕作、培肥改土、选用抗旱作物品种、化学制剂保墒等农艺技术措施。
- 6.5.3 坐水种宜采用能一次完成开沟、播种、灌水、施肥、覆膜等作业的坐水播种机。生长期灌溉采用滴灌方法时,滴灌管的铺设宜与坐水种作业同时完成。
- 6.5.4 集雨微灌工程设计应符合现行国家标准《微灌工程技术规范》GB/T 50485 的有关规定。
- 6.5.5 小型集雨喷灌工程的设计应符合现行国家标准《喷灌工程技术规范》GB 50085 的有关规定。
- 6.5.6 平坦地区微灌和小型喷灌工程的干、支管埋深不宜小于50cm,寒冷地区管道应埋设在冻结线以下。

6.6 集雨补充灌溉制度

- 6.6.1 对作物进行集雨补充灌溉时,应在收集当地降雨和作物需水资料和对农业实践经验进行调查的基础上,分析确定影响作物的需水关键期及需要补充的灌溉水量,并应根据集雨工程蓄水容量和灌溉面积确定作物灌水次数、灌水定额和灌溉定额。
- 6.6.2 有条件的地方,集雨灌溉制度应根据集雨灌溉试验资料确定。

7 施工与设备安装

7.0.1 建筑材料应符合下列要求：

1 水泥应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。水泥强度应符合设计要求。

2 土壤固化剂的技术性能指标应符合现行行业标准《土壤固化剂》CJ/T 3073 的有关规定。

3 砂料应符合现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684 的有关规定。

4 粗骨料应质地坚硬，不得采用软弱、风化骨料，骨料粒径应小于混凝土集流面厚度的 1/2 和蓄水建筑物混凝土结构最小尺寸的 1/2。

5 砌筑使用的料石应坚硬完整，不得使用风化石或软弱岩石；砌筑时应将石料上的泥土、杂物洗刷干净。

6 拌和用水的总含盐量、硫酸根离子和氯离子含量分别不应大于 5000mg/L、2700mg/L 和 300mg/L。

7.0.2 土石方施工应符合下列要求：

1 基础应置于完整、均匀的地基上。水窖(水窑、水池)开挖时如发现基土裂缝宽度大于 0.5cm 且为通缝，应另选工程地址。蓄水工程不宜建在地基条件不均匀或地下水位高的地方，以及破碎基岩上。

2 水窖(窑、池)开挖中应随时注意土基或岩石有无变形，并及时支护。雨天施工时，应搭建遮雨篷，基坑周围应设置排水沟。

3 基土干密度低于 $1.5\text{t}/\text{m}^3$ 时，水窖(窑、池)的开挖直径应小于设计直径 6cm~8cm，预留部分土应击压至设计直径。

4 岩基开挖后如发现有裂缝时,应采用混凝土或水泥砂浆灌填。采用爆破作业开挖时,应采取打浅孔、弱爆破的方法。

7.0.3 混凝土及砂浆施工应符合下列要求:

1 混凝土配合比的拟定应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定;砂浆配合比应符合现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98 的有关规定。

2 模板与支撑应保证足够的刚度和稳定性。模板和支护应在混凝土达到一定强度后再拆除。

3 混凝土及砂浆应按规定配合比进行拌和。采用人工拌和时,应干、湿料各拌 3 次。混凝土拌和后至使用完毕的时间,常温下不应超过 3h,气温超过 30℃ 时不应超过 2h。

4 混凝土浇筑应连续进行,每次浇筑高度不应超过 20cm。混凝土因故中途停止浇筑,当浇筑时气温为 20℃~30℃ 时,间歇时间不得超过 90 分钟;当浇筑时气温为 10℃~20℃ 时,间歇时间不得超过 135 分钟。混凝土浇筑中途间歇时间超过标准规定时,应在浇筑停止 24h 后,将混凝土表面凿毛,清洗表面和排除积水,再用 1:1 水泥砂浆铺层 2cm~3cm 后再浇筑新的混凝土。

5 混凝土浇筑时应进行振捣密实,宜采用机械震捣。抹面应平整光滑。

6 混凝土及砂浆应在终凝后进行洒水养护,时间不应小于 7d。夏天天气炎热时洒水不应少于 4 次/d,地下部位可适当减少养护次数。

7.0.4 固化土施工应符合下列要求:

1 固化土的配合比及最优含水率、最大干密度应通过试验确定。所用土料应过 5mm 筛。土料备料宜按最优含水率 $\pm(1\% \sim 2\%)$ 控制。

2 干性固化土采用强制性搅拌机搅拌时,搅拌时间宜控制为 1min。人工搅拌时,应保证混合料拌和均匀。

3 混合料应在最优含水率下夯实。夯实可采用人工或机械

方式进行,每次夯实厚度不应超过 20cm。夯压应有重叠。夯压不应小于 3 遍,宜测定压实度。

4 固化土夯实整平 24h 后,应洒水养护 7d。

5 采用固化土砌块铺砌集流面时,砌块接缝应采用固化土浆液或纯固化剂浆液灌缝,并应抹光。勾缝应饱满、平整。砌块施工 12h~18h 后养护不应小于 7d。

7.0.5 伸缩缝的形式、位置、尺寸及填缝材料应符合设计要求。施工缝内杂物应清除干净,填充应饱满、密实。

7.0.6 浆砌块(片)石应采用座浆砌筑,不得先干砌再灌缝。砌筑应做到石料安砌平整、稳当,上下层砌石应错缝,砌缝应采用砂浆填充密实。石料砌筑前应先湿润表面。

7.0.7 塑膜铺设应符合下列要求:

1 塑膜铺设接缝可采用焊接和搭接,焊接时两幅膜重叠宽度不宜小于 10cm。搭接可采取折叠方式,重叠宽度不得小于 30cm。

2 埋藏式塑膜的覆盖层应厚度均匀、密实平整。塑膜铺设应避免高温及寒冷天气。

7.0.8 原土翻夯应分层夯实,每层铺松土厚度不应大于 20cm。夯实深度和密实度应达到设计要求。夯实后表面应整平。回填土含水率宜按表 7.0.8 的规定取值。

表 7.0.8 回填土含水率(%)

土料种类	砂壤土	壤土	重壤土
含水率范围	9~15	12~15	16~20

7.0.9 硬化土集流面的土基应进行翻夯处理,深度应符合设计要求或不少于 30cm,翻夯应符合本规范第 6.1.4 条第 6 款的规定。塑膜集流面的土基应铲除杂草,并应清除杂物、整平表面,同时应拍实或夯实。

7.0.10 节水灌溉工程施工与设备安装应符合现行国家标准《喷灌工程技术规范》GB 50085 和《微灌工程技术规范》GB/T 50485 的有关规定。

8 工程验收

8.0.1 雨水集蓄利用工程的验收应根据国家现行有关标准、规划设计文件及地方性规定进行。验收应包括工程布置、集流工程、蓄水工程、供水设施和集雨节水灌溉设施。

8.0.2 工程布置验收应检查各组成部分是否齐全、配套,布置是否合理。验收可采用综合评判法,雨水集蓄利用工程各组成部分均满足设计要求时应评定为合格,其中某一项不满足设计要求时评定为不合格。

8.0.3 集流工程验收应符合下列要求:

1 集流面面积和质量的检查符合设计要求时,应评定为合格;不符合设计要求时应评定为不合格。

2 集流面面积验收应采用量测法,不小于设计面积时应评定为合格。

3 集流面质量验收可采用直观检查法。集流面应符合设计要求,汇流沟、截水沟、边垅设置应合理,硬化集流面应无裂缝,塑料集流面无破损时应评定为合格。新建混凝土集流面应进行厚度测定、伸缩缝及表面质量检查。厚度不得小于设计尺寸,伸缩缝应符合设计要求,表面应光滑密实。

8.0.4 蓄水工程验收应符合下列要求:

1 容积、质量和配套设施符合设计要求时应评定为合格,不符合设计要求时应评定为不合格。

2 容积检查宜采用量测法,不小于设计值时应评定为合格。

3 蓄水工程防渗措施的防渗效果好时应评定为合格。

4 沉沙、泄水等配套设施齐全且质量符合设计要求时应评定为合格。

8.0.5 灌溉设施验收应符合下列要求：

1 灌溉面积和灌溉系统同时符合设计要求时应评定为合格，不符合设计要求时应评定为不合格。

2 灌溉面积验收采用量测法，不少于设计面积的 95% 时应评定为合格。

3 灌溉系统验收采用试运行法，运行正常、满足设计要求时应评定为合格。

8.0.6 供水设施的验收应采用试运行法，供水正常时应评定为合格。

8.0.7 验收文档应符合相关规定并存档。

9 工程管理

9.0.1 雨水集蓄利用工程应按有关规定划定管护范围,并应设置标示。严禁在管护范围内从事破坏工程结构、影响工程安全、污染水源的一切活动。

9.0.2 雨水集蓄利用工程应经常检查集流面是否完好和清除杂物。发现集流面有损坏时,应及时修复。

9.0.3 雨水集蓄利用工程应定期检查蓄水工程内水位变化。当蓄水工程内水位发生异常下降时,应查明原因,并应及时处理。

9.0.4 雨水集蓄利用工程应经常疏通引水渠、沉沙池及进出水管(沟),并应清除拦污栅杂物。雨季应经常观测工程蓄水位,蓄水达到设计水位后,应及时关闭进水口。蓄水工程应及时清淤。

9.0.5 水窖(窑、池)宜保留深度不少于 20cm 的底水。寒冷地区的水窖(窑)冬季最高水位应低于冰冻线,开敞式水池应采取防冻措施。

9.0.6 水窖(窑)进入孔、水池取水梯入口处应加盖(门)锁牢,并应随时检查其是否完好。

9.0.7 各类灌溉设施应按操作规程使用和管护,喷灌机组、微灌设备应有专人管理。

附录 A 雨水集流面面积

A.0.1 当已知雨水集蓄利用工程的全年供水量后,可根据不同的保证率选用表 A.0.1-1~表 A.0.1-3 计算所需的集流面面积。计算时,应根据当地的多年平均降水量和降水年际变差系数,查得每立方米集流量所需某种集流面的面积,再乘以总供水量,即可得到该类集流面的面积。当工程所在地的降水量及降水年际变差系数不在表 A.0.1-1~表 A.0.1-3 所列时,可采用线性内插方法通过计算查取。

表 A.0.1-1 保证率 50% 收集每立方米集流量所需集流面面积(m²)

变差系数	降水量 (mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土场院	良好沥青路面	裸露塑料薄膜	自然土坡
0.2	250	5.4	5.8	10.2	11.7	27.2	5.8	4.9	68.0
	300	4.5	4.8	8.1	9.2	20.0	4.8	4.0	42.5
	350	3.8	4.0	6.6	7.5	15.3	4.0	3.4	29.2
	400	3.3	3.5	5.5	6.2	12.1	3.5	2.9	21.3
	450	2.9	3.1	4.7	5.3	9.9	3.1	2.6	16.2
	500	2.6	2.7	4.1	4.5	8.2	2.7	2.3	12.8
	600	2.1	2.2	3.3	3.6	6.3	2.2	1.9	9.4
	700	1.8	1.9	2.7	3.0	5.0	1.9	1.6	7.3
	800	1.5	1.6	2.3	2.5	4.1	1.6	1.4	5.8
0.25	250	5.5	5.9	10.3	11.8	27.5	5.9	4.9	68.7
	300	4.5	4.8	8.2	9.3	20.2	4.8	4.0	43.0
	350	3.8	4.1	6.7	7.6	15.5	4.1	3.4	29.5
	400	3.3	3.5	5.6	6.3	12.3	3.5	3.0	21.5
	450	2.9	3.1	4.8	5.3	10.0	3.1	2.6	16.4

续表 A. 0. 1-1

变差系数	降水量 (mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土场院	良好沥青路面	裸露塑料薄膜	自然土坡
0.25	500	2.6	2.7	4.1	4.6	8.2	2.7	2.3	12.9
	600	2.1	2.3	3.3	3.7	6.4	2.3	1.9	9.5
	700	1.8	1.9	2.7	3.0	5.1	1.9	1.6	7.4
	800	1.6	1.7	2.3	2.5	4.2	1.7	1.4	5.9
0.3	250	5.6	6.0	10.4	11.9	27.8	6.0	5.0	69.4
	300	4.6	4.9	8.3	9.4	20.4	4.9	4.1	43.4
	350	3.9	4.1	6.8	7.6	15.7	4.1	3.5	29.8
	400	3.3	3.6	5.7	6.4	12.4	3.6	3.0	21.7
	450	2.9	3.1	4.8	5.4	10.1	3.1	2.6	16.5
	500	2.6	2.8	4.2	4.6	8.3	2.8	2.3	13.0
	600	2.1	2.3	3.3	3.7	6.4	2.3	1.9	9.6
	700	1.8	1.9	2.8	3.0	5.1	1.9	1.6	7.4
0.35	250	5.6	6.0	10.5	12.0	28.1	6.0	5.0	70.2
	300	4.6	4.9	8.4	9.5	20.6	4.9	4.1	43.9
	350	3.9	4.2	6.8	7.7	15.8	4.2	3.5	30.1
	400	3.4	3.6	5.7	6.4	12.5	3.6	3.0	21.9
	450	3.0	3.2	4.9	5.4	10.2	3.2	2.7	16.7
	500	2.6	2.8	4.2	4.7	8.4	2.8	2.4	13.2
	600	2.2	2.3	3.4	3.7	6.5	2.3	1.9	9.7
	700	1.8	2.0	2.8	3.1	5.2	2.0	1.7	7.5
0.4	250	5.7	6.1	10.6	12.2	28.4	6.1	5.1	70.9
	300	4.7	5.0	8.4	9.6	20.9	5.0	4.2	44.3
	350	3.9	4.2	6.9	7.8	16.0	4.2	3.5	30.4
	400	3.4	3.6	5.8	6.5	12.7	3.6	3.1	22.2
	450	3.0	3.2	4.9	5.5	10.3	3.2	2.7	16.9
	500	2.7	2.8	4.3	4.7	8.5	2.8	2.4	13.3
	600	2.2	2.3	3.4	3.8	6.6	2.3	2.0	9.9
	700	1.9	2.0	2.8	3.1	5.2	2.0	1.7	7.6
	800	1.6	1.7	2.4	2.6	4.3	1.7	1.4	6.0

表 A.0.1-2 保证率 75% 收集每立方米集流量所需集流面面积 (m²)

变差系数	降水量 (mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土场院	良好沥青路面	裸露塑料薄膜	自然土坡
0.2	250	6.2	6.6	11.6	13.3	31.0	6.6	5.5	77.5
	300	5.1	5.5	9.2	10.5	22.8	5.5	4.6	48.4
	350	4.3	4.6	7.6	8.5	17.5	4.6	3.9	33.2
	400	3.7	4.0	6.3	7.1	13.8	4.0	3.3	24.2
	450	3.3	3.5	5.4	6.0	11.2	3.5	2.9	18.5
	500	2.9	3.1	4.7	5.2	9.3	3.1	2.6	14.5
	600	2.4	2.5	3.7	4.1	7.2	2.5	2.2	10.8
	700	2.0	2.2	3.1	3.4	5.7	2.2	1.8	8.3
	800	1.8	1.9	2.6	2.8	4.7	1.9	1.6	6.6
0.25	250	6.5	7.0	12.2	13.9	32.5	7.0	5.8	81.3
	300	5.3	5.7	9.7	11.0	23.9	5.7	4.8	50.8
	350	4.5	4.8	7.9	8.9	18.3	4.8	4.1	34.8
	400	3.9	4.2	6.6	7.4	14.5	4.2	3.5	25.4
	450	3.4	3.7	5.6	6.3	11.8	3.7	3.1	19.4
	500	3.0	3.3	4.9	5.4	9.8	3.3	2.7	15.2
	600	2.5	2.7	3.9	4.3	7.5	2.7	2.3	11.3
	700	2.1	2.3	3.2	3.6	6.0	2.3	1.9	8.7
	800	1.8	2.0	2.7	3.0	4.9	2.0	1.7	6.9
0.3	250	6.8	7.3	12.8	14.7	34.2	7.3	6.1	85.5
	300	5.6	6.0	10.2	11.6	25.1	6.0	5.0	53.4
	350	4.8	5.1	8.3	9.4	19.3	5.1	4.3	36.6
	400	4.1	4.4	7.0	7.8	15.3	4.4	3.7	26.7
	450	3.6	3.9	5.9	6.6	12.4	3.9	3.2	20.4
	500	3.2	3.4	5.1	5.7	10.3	3.4	2.9	16.0
	600	2.6	2.8	4.1	4.5	7.9	2.8	2.4	11.9
	700	2.2	2.4	3.4	3.7	6.3	2.4	2.0	9.2
	800	1.9	2.1	2.9	3.1	5.2	2.1	1.7	7.3

续表 A. 0. 1-2

变差系数	降水量 (mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土场院	良好沥青路面	裸露塑料薄膜	自然土坡
0.35	250	7.1	7.6	13.3	15.2	35.6	7.6	6.3	88.9
	300	5.8	6.3	10.6	12.0	26.1	6.3	5.2	55.6
	350	4.9	5.3	8.7	9.8	20.1	5.3	4.4	38.1
	400	4.3	4.6	7.2	8.1	15.9	4.6	3.8	27.8
	450	3.8	4.0	6.2	6.9	12.9	4.0	3.4	21.2
	500	3.3	3.6	5.3	5.9	10.7	3.6	3.0	16.7
	600	2.7	2.9	4.3	4.7	8.2	2.9	2.5	12.3
	700	2.3	2.5	3.5	3.9	6.6	2.5	2.1	9.5
	800	2.0	2.1	3.0	3.3	5.4	2.1	1.8	7.6
0.4	250	7.5	8.0	14.1	16.1	37.6	8.0	6.7	93.9
	300	6.2	6.6	11.2	12.7	27.6	6.6	5.5	58.7
	350	5.2	5.6	9.1	10.3	21.2	5.6	4.7	40.2
	400	4.5	4.8	7.7	8.6	16.8	4.8	4.0	29.3
	450	4.0	4.2	6.5	7.3	13.6	4.2	3.6	22.4
	500	3.5	3.8	5.6	6.3	11.3	3.8	3.2	17.6
	600	2.9	3.1	4.5	5.0	8.7	3.1	2.6	13.0
	700	2.5	2.6	3.7	4.1	6.9	2.6	2.2	10.1
	800	2.1	2.3	3.1	3.5	5.7	2.3	1.9	8.0

表 A. 0. 1-3 保证率 90% 收集每立方米集流量所需集流面面积 (m²)

变差系数	降水量 (mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土场院
0.2	250	7.0	7.5	13.2	15.0	35.1
	300	5.8	6.2	10.4	11.9	25.8
	350	4.9	5.2	8.5	9.6	19.8
	400	4.2	4.5	7.2	8.0	15.7
	450	3.7	4.0	6.1	6.8	12.7
	500	3.3	3.5	5.3	5.8	10.5

续表 A.0.1-3

变差系数	降水量(mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土场院
0.2	600	2.7	2.9	4.2	4.7	8.1
	700	2.3	2.4	3.5	3.8	6.5
	800	2.0	2.1	2.9	3.2	5.3
0.25	250	7.6	8.2	14.3	16.3	38.1
	300	6.3	6.7	11.3	12.9	28.0
	350	5.3	5.7	9.3	10.5	21.5
	400	4.6	4.9	7.8	8.7	17.0
	450	4.0	4.3	6.6	7.4	13.8
	500	3.6	3.8	5.7	6.3	11.4
	600	2.9	3.1	4.6	5.1	8.8
	700	2.5	2.7	3.8	4.2	7.0
0.3	800	2.2	2.3	3.2	3.5	5.8
	250	8.2	8.8	15.4	17.6	41.0
	300	6.7	7.2	12.2	13.9	30.2
	350	5.7	6.1	10.0	11.3	23.1
	400	4.9	5.3	8.4	9.4	18.3
	450	4.3	4.6	7.1	8.0	14.9
	500	3.8	4.1	6.2	6.8	12.3
	600	3.2	3.4	4.9	5.5	9.5
	700	2.7	2.9	4.1	4.5	7.6
800	2.3	2.5	3.4	3.8	6.2	
0.35	250	8.9	9.5	16.7	19.0	44.4
	300	7.3	7.8	13.2	15.0	32.7
	350	6.2	6.6	10.8	12.2	25.1
	400	5.3	5.7	9.1	10.2	19.8
	450	4.7	5.0	7.7	8.6	16.1

续表 A.0.1-3

变差系数	降水量(mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土场院
0.35	500	4.2	4.4	6.7	7.4	13.3
	600	3.4	3.7	5.3	5.9	10.3
	700	2.9	3.1	4.4	4.9	8.2
	800	2.5	2.7	3.7	4.1	6.7
0.4	250	9.7	10.4	18.2	20.8	48.5
	300	8.0	8.5	14.4	16.4	35.7
	350	6.7	7.2	11.8	13.3	27.3
	400	5.8	6.2	9.9	11.1	21.6
	450	5.1	5.5	8.4	9.4	17.6
	500	4.5	4.8	7.3	8.1	14.5
	600	3.7	4.0	5.8	6.4	11.2
	700	3.2	3.4	4.8	5.3	9.0
	800	2.7	2.9	4.1	4.5	7.3

附录 B 雨水集蓄利用工程蓄水容积典型年和长系列资料计算方法

B.1 一般规定

B.1.1 计算资料应符合下列要求:

1 应有不短于 30 年的逐年各月或逐旬降水量资料。

2 应有根据场次、旬或月降水量计算各种集流面的旬或月平均集流效率的近似公式。近似公式可根据当地试验的降雨—径流资料分析得到,或按临近相似地区的公式。

B.1.2 计算生活供水或其他全年用水量分配比较均匀的蓄水工程,计算时段可采用月。对作物灌溉等集中用水的蓄水工程,计算时段宜采用旬。

B.1.3 蓄水工程的渗漏蒸发损失可按全年供水量的 10% 计算。

B.2 雨水集蓄利用工程蓄水容积计算的典型年法

B.2.1 典型年计算宜采用真实年法,应进行年降水量频率分析,应选择年降水量和设计频率降水量接近的 1 个~2 个年降雨过程计算蓄水容积,并应取其中大值作为设计蓄水容积。频率分析可采用经验频率法。

B.2.2 典型年的选择也可按需求水临界时段降水量的频率分析,应选择临界时段降水量和设计频率降水量接近的 1 个~2 个年降雨过程计算蓄水容积,并应取其中大值作为设计蓄水容积。

B.3 雨水集蓄利用工程蓄水容积计算的长系列法

B.3.1 长系列法确定蓄水容积时,应同时进行集流面面积计算。集流面面积和蓄水容积计算可按下列步骤进行:

1 根据系列中各年各旬(或月)降水量和旬(月)集流效率公

式计算各年单位集流面面积上的可集流量。

2 对各年可集流量进行频率分析,求得设计频率下单位集流面面积上的可集流量。

3 根据设计频率下单位集流面面积上的可集流量,计算正常集流面面积。

4 按照正常集流面面积计算各年、旬(月)雨水集蓄系统的入流量。

5 假设几个蓄水容积,分别进行水量平衡长系列计算。

6 计算在各假设的蓄水容积下发生缺水的年数。凡年内有一个计算时段发生缺水的,即应认为该年发生了缺水。

7 各蓄水容积下的供水保证率可按下式计算:

$$R = \frac{n-m}{n+1} \times 100\% \quad (\text{B. 3. 1})$$

式中: R ——供水保证率(%);

n ——系列长度(年数);

m ——计算得到的在某个蓄水容积下的缺水年数。

8 与设计保证率相应的蓄水容积为所求的蓄水容积。

B. 3. 2 集流面面积和蓄水容积的各组合可按下列步骤进行经济比较:

1 假设大于和小于正常集流面面积的几个集流面面积,按本规范第 B. 3. 1 条的规定,计算各集流面面积对应的设计频率下的蓄水容积。

2 对不同集流面面积和蓄水容积组合进行经济比较,求得造价最小的集流面面积和蓄水容积组合。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《喷灌工程技术规范》GB 50085
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《建筑用砂》GB/T 14684
- 《微灌工程技术规范》GB/T 50485
- 《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98
- 《土壤固化剂》CJ/T 3073

中华人民共和国国家标准

雨水集蓄利用工程技术规范

GB/T 50596 - 2010

条文说明

目 次

1	总 则	(37)
2	术 语	(39)
4	规 划	(41)
5	工程规模和工程布置	(42)
5.1	供水定额确定	(42)
5.2	需水量确定	(42)
5.3	集流面面积确定	(43)
5.4	蓄水工程容积确定	(43)
5.5	工程布置	(44)
6	设 计	(46)
6.1	集流工程	(46)
6.2	蓄水工程	(46)
6.3	净水设施	(51)
6.4	生活供水系统	(51)
7	施工与设备安装	(53)
8	工程验收	(54)

1 总 则

1.0.2 在我国,建设雨水集蓄利用工程的重点地区是西北、华北的半干旱缺水山区、西南石灰岩溶地区和石山区以及海岛和沿海地区。这些地区的共同特点是:严重缺水或季节性缺乏地表水和地下水资源;多为山区、沟壑纵横,引水、输水条件十分困难;居住分散,适宜就地利用雨水资源。例如,西北、华北许多山区地表水、地下水十分缺乏,不仅农业生产靠天吃饭,人畜用水也严重不足。西南山区虽然全年降雨比较充沛,但分布不均;区内河谷深切,水资源难以开采;石灰岩裸露、岩溶发育、保水性很差;因而经常性发生季节性干旱。我国沿海的石质丘陵山区及海岛由于缺乏淡水资源,引水工程的修建比较困难,也迫切需要建设雨水集蓄利用工程。

关于规定雨水集蓄利用工程多年平均降水量适用下限的依据,主要考虑如果降水量太小,所需要的集流场工程规模较大,工程费用也随着增加,将会造成技术不可行和工程不经济。根据调查,我国开展雨水集蓄利用的地区中,以甘肃的靖远县和会宁县、内蒙古自治区的伊克昭盟和宁夏回族自治区的宁南山区的降水量最小。甘肃靖远多年平均降水量为 200mm~250mm,雨水集蓄利用主要用于解决人畜用水困难,用于灌溉的很少。会宁北部降水量为 250mm~300mm,除了解决人畜用水外,也进行集雨灌溉。内蒙古自治区伊克昭盟降水量多数大于 300mm,最少的地方降水量也在 250mm 以上。宁夏的雨水集蓄利用工程分布在宁南山区,那里的降水量多数在 300mm 以上。因此本条规定了雨水集蓄利用工程的适宜降水量下限为 250mm 以上,是符合我国雨水集蓄利用工程的实际的。

1.0.5 我国全面建设小康社会和新农村建设的新形势要求,是这次规范修改的主要指导思想之一。体现在对生活供水的定额和水质以及工程标准方面都应尽可能符合上述形势要求。

2 术 语

2.0.1 雨水集蓄利用是雨水利用的一种特殊形式。雨水利用是指对原始状态下的雨水利用或对雨水在最初转化阶段时的利用。按照这个理解,属于雨水利用范畴的有雨养农业以及水土保持为提高对雨水资源的利用率所采取的措施,而雨水集蓄利用工程则是雨水利用的一种特殊形式。根据各地的调查,雨水集蓄利用工程是一种微型水利工程,包括了对雨水收集、存储等工程措施以及对雨水的调节和高效利用。其特点是:多为分散式,可以就地开发利用;主要靠农民的投入修建,产权明晰,有利于农民和社区的参与;与大型水利工程相比,不存在生态环境问题,是“对生态环境友好”的工程。在水源匮乏、居住分散的地区,雨水集蓄供水工程是解决农村饮水安全的主要形式。由于雨水集蓄利用能在空间和时间两个方面实现雨水的富集,它能更有效地解决旱作农业区普遍存在的天然降水和作物需水严重错位导致受旱减产的问题,在一些半干旱的山丘地区,甚至是一种不可替代的水资源利用形式。我国的雨水集蓄利用工程最初主要用于解决人畜用水问题,近十年来已更多地用于集水农业,并已成为促进半干旱和存在季节性缺水的湿润、亚湿润山丘地区农业综合发展的有效措施。在实践中,旱地低水量补灌、塑料大棚雨水高效利用、雨水就地叠加利用、旱地果树灌溉技术等方面已取得较大的进步和突破,为实现集水农业的规模化、集约化、产业化发展提供了有利条件。随着农业结构的调整,在庭院经济、畜禽养殖中也将越来越多地利用雨水。

为了区别于塘坝等小型蓄水工程,本规范以 500m^3 为雨水集蓄系统蓄水容积上限。

2.0.3 水窖是雨水集蓄利用工程中普遍采用的蓄水工程形式之

一。在土质地区和岩石地区都有应用。土质地区的水窖,形状一般为口小内腔大,多为圆形和瓶形,深度与最大直径之比一般为1.4~2,多采用混凝土或薄壁砂浆抹面结构。但在土方深挖有困难的地方和岩石地区,一般采用矩形宽浅式,周边墙及窖底均采用浆砌石或混凝土结构,顶盖则采用钢筋混凝土盖板或浆砌石或砖砌拱。岩石地区水窖多见于西南及北方地区,一般为矩形宽浅式,多用浆砌石砌筑。贵州等地的水窖窖身大部分在地下开挖,少部分窖身则在地上砌筑而成,但地上部分也用土或石料埋藏。根据上述水窖共同的特点,水窖是一种地下埋藏式蓄水工程。与有顶盖的水池比较,后者顶盖一般不埋藏。由于埋藏的特点,因此能较好地保持水质,多用于生活用水。

2.0.7 集雨灌溉采用了非充分灌溉的原理和方法,但它有别于一般情况下的非充分灌溉。主要表现在灌水次数更少,灌水量更低。根据我国北方地区的实践,集雨灌溉所用的水量仅为常规灌溉定额的 $1/10\sim 1/8$,但效果十分明显。因此,有必要作为一种特殊的灌溉方法来界定。其特点是:只在十分关键的作物生长期进行有限人工补水;只浇灌作物或树木的根系,土壤的湿润限制在很小的范围,棵间耗水极少;灌溉效益和水分利用率(作物单位耗水量的产量)都远高于一般情况下的非充分灌溉。

2.0.10 覆膜灌溉主要包括:膜上穴灌、膜下滴灌及地膜沟灌。

4 规 划

4.0.1 为保证雨水集蓄利用工程的科学决策,使这项工作能够得到健康发展,切实发挥效益,搞好县(含县)以上雨水集蓄利用工程的发展规划、合理制定各项规划指标、做好区域性的工程布局是十分必要的。本节的规定适用于县及县以上各级主持的工程,乡村一般不进行雨水集蓄利用工程规划。

4.0.2 对雨水的利用既要有效,又应有一定的限度。只有这样,才能保证雨水资源的合理开发利用。根据估算,我国近年来已建成的雨水集蓄工程利用的雨水占这些地区雨水总资源量的比例还不到1%。按照有关省区的发展规划,在今后10年内,雨水资源的利用率也不会超过总量的2%~3%。

5 工程规模和工程布置

5.1 供水定额确定

5.1.1 各地对供水定额提出的修改意见汇总如下表(表1):

表1 供水定额修改意见汇总表

提供意见单位	对供水定额修改意见(L/人·d)	
	半干旱地区	湿润、半湿润区
某自治区水利厅农水处	35~45	45~60
某省水利厅	10~30	40~60
浙江省某市水利局	20~40	50~80
江苏某大学教授	10~30	40~70
西北某大学教授	20~30	30~50

从上表看,多数对生活供水定额的修改值有所提高。考虑到随着我国新农村建设发展,农户的用水需求会不断提高。依据有关规范,对生活供水定额规定了一个范围。各地可根据降雨、集流和财力等具体条件,尽可能提高供水定额,以满足农户对生活用水日益增长的要求。

5.1.2 在这次规范制订过程中,根据各地发现的问题和提出的意见,对不同作物的集雨灌溉次数和定额作了局部调整。主要是:适当增加了湿润地区蔬菜、果树和水稻的灌水次数和定额,使之更好地符合作物生长需水的要求。此外,根据有关专家的意见,适当增加了大牲畜和猪的饮用水定额。半干旱地区集雨水量十分有限,在牲畜用水下限值中,没有考虑牲畜圈的清洗用水。

5.2 需水量确定

5.2.1 给出了规划用水人口、大小牲畜在年内保持不变时的生活

需水量计算公式。当规划需水对象在年内发生变化时,可据此划分计算时段,根据各时段实际用水天数分段计算生活水需量,再根据分段水需量累加计算全年生活需水量。

5.2.2 给出了单一规划灌溉作物需水量计算公式。当规划灌溉工程规模较大且有多种灌溉作物时,可分别计算各种作物的灌溉水需量,再累加计算所有灌溉作物需水量。

5.3 集流面面积确定

5.3.1 本条第4款根据调研和反馈意见,对各类集流面在不同降水量地区的年集流效率作了调整。主要是:根据试验资料,适当降低了半干旱地区的混凝土和水泥瓦的集流效率。根据化学固结土试验单位的意见,降低了年降水量1000mm以下地区化学固结土的集流效率。对其他降雨地区的各类集流面集流效率也相应作了局部的调整。

5.4 蓄水工程容积确定

5.4.1 这次规范制订中,利用了半干旱地区和湿润地区4个雨量站不短于30年的旬降水量资料,对不同供水目的的雨水集蓄系统蓄水容积进行了长系列操作计算,据此计算了容积系数。规范表5.4.1中的容积系数就是根据该计算并适当考虑安全因素后得出的。从表中可以看到,旱作大田灌溉和水稻灌溉的蓄水容积系数都比较大,这是因为这两类灌溉在雨水集蓄灌溉的条件下,用水时间非常集中,用水过程和雨水集蓄系统的人流过程相差较大。而家庭生活供水则为全年均匀分布,年收获3次的温室大棚在全年各旬中的用水分布也比较均匀,因而其容积系数较低。

5.4.2 按照本规范第5.3节确定的集流面面积,是不考虑系统多年调节作用的最小集流面面积。如果增大集流面面积,则为满足供水要求的蓄水容积可以减少。而如果考虑了系统的多年调节作用,集流面面积可以采用的比第5.3节计算的稍小,但相应的蓄水

容积就要增加。因此满足系统在一定保证率下的供水量,可以有不同的集流面面积和蓄水容积的组合。从经济或其他角度出发,可以选择某个最优的集流面面积和蓄水容积组合。事实上,我国雨水集蓄系统往往采用公路面作集流面,南方湿润地区还常采用天然坡面集流,这两类集流面投资很低,其集流面积完全有条件采用比第 5.3 节方法计算的结果大,从而减少所需要的蓄水容积,以减少系统总造价。本条是根据前述半干旱和湿润地区的 4 个雨量站的长系列资料计算得到的结果。

5.4.3 在有条件(具体条件应满足附录 B 的要求)的地区,当需要有比较准确的蓄水容积计算时,可以按照附录 B 采用典型年法或长系列法计算蓄水容积。由于计算中有些参数难以准确确定(主要是集流效率),为使最后采用的规模更安全可靠,本条规定,可按照本规范附录 B 的方法计算集流面面积和蓄水容积。但最后采用的结果,不应小于按照 5.3 节和第 5.4.1 条及第 5.4.2 条计算的集流面面积和蓄水容积数的 0.9 倍。

5.4.4 为保证土基地区水窖和水窑的运行安全,对顶盖只用黏土或水泥砂浆防渗的水窖,应限制其蓄水水位不得超过拱顶的起拱线。采用水泥混凝土顶盖的水窖,可以允许在拱顶部分蓄水,但应有一定的安全超高,寒冷地区还应考虑防冻要求。

5.5 工程布置

5.5.3 由于生活用水水质要求较高,一般应当用集流水质较好的硬化集流面(包括屋面)。但硬化集流面面积通常比较有限,应首先满足生活用水系统。同时,生产供水系统一般布置在田间地头,为减少担水劳力,也不宜与生活用水系统放在一起。但在庭院旁饲养的牲畜用水,为方便起见,可以与家庭生活用水系统一起布置。

5.5.5 本条是为了保证生活用水水质而设立的条文。当集蓄雨水用于家庭生活目的时,一般应当用集流水质较好的瓦屋面和用

混凝土硬化的庭院面作为集流面。用沥青路面集流易在水中产生石油类污染；农村土路和土场地表面污染物多，且大雨易造成冲刷使集流水浑浊，因此均不能作为生活供水的集流面使用。同时，屋面水比庭院硬化集流面集流的水质更好，更适宜作为饮水和烹饪用，因此有条件时，应尽量分别集流和储存。

6 设计

6.1 集流工程

6.1.2 本条所说的应尽量利用的人工设施指表面渗透性较低并可以用作雨水集流的各类工程或设施,如瓦屋面、公路路面、乡村道路、学校操场、场院等。湿润地区的自然坡面集流效率比较高,是当地主要的集流面。半干旱区自然坡面虽然集流效率很低,但由于地广人稀,可以用来集雨的荒山坡较多,因此也可加以利用。

6.1.4 根据甘肃、宁夏等地实践,混凝土集流面分块尺寸宜采用 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}\sim 2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$,缝宽 $1.0\text{cm}\sim 1.5\text{cm}$,缝内可采用黏土、油毡、沥青砂浆等材料填实,如工程用于解决生活用水,则应采用环保材料勾缝;石板集流面缝间应灌入水泥砂浆并勾缝,勾缝形式应采用平缝,座浆水泥砂浆强度等级不宜低于 M7.5,勾缝砂浆不宜低于 M10;塑料薄膜在裸露条件下,一般使用 2 个~3 个月或一茬作物生长期后就要更换。为降低成本,大多数采用农用地膜或棚膜,而埋藏式塑料薄膜使用期较长,一般宜采用厚度较大的聚乙烯薄膜。

6.1.5 为了保证家庭饮用水的质量,参考国内外的经验,本条规定在屋顶集流系统中,应尽量采用接水槽和落水管,并规定,屋面雨水宜和地面径流分开储存。

6.2 蓄水工程

6.2.2 为了减少因进水自由落入蓄水工程而引起的水流扰动,使水质变浑,德国规定进水管的出水口离开池底,不能大于某个距离,同时规定了出水要设置缓流箱。本条第 5 款对此作了相应规

定。考虑到资金承受能力和我国尚缺乏这方面的经验,采用的规范语言要求有条件时应尽量这样做。

6.2.3 本条主要规定了蓄水工程的防渗和结构形式以及从安全出发对不同窖型的尺寸限制。蓄水工程应满足渗漏小、安全蓄水和具有一定使用年限的要求。我国西北和华北地区群众有着丰富的打窖经验。传统水窖采用的黏土(胶泥)防渗在长期运行中证明是十分有效的。但黏土防渗施工比较复杂,各个环节要求十分严格,费工而且费时。20世纪80年代以来,我国发展了水泥砂浆薄壁水窖,施工大大简化,质量比较容易保证,经过实践检验,防渗效果也比较理想。因此,本条规定的几种防渗方式完全可以满足水窖防渗的要求。关于结构安全,一般讲,作为微型蓄水工程的水窖,当采用混凝土做其顶部、窖壁和底的支护时,结构应是安全的。问题是采用薄壁水泥砂浆或黏土水窖和顶部及底采用混凝土、窖壁采用砂浆或黏土层时,水窖的结构是否有保障。我国旱区群众使用黏土窖已有几百年的历史。这主要是由于黄土具有在干燥条件下开挖成垂直凌空面而不坍塌的自稳特性。只要做好防渗,同时土质又比较密实,则黏土窖可以长期安全运行。为了使水窖结构安全性有充分的保证,本条规定了顶部宜用混凝土或砌砖拱,以承受上部填土和活荷载。窖壁则采用薄壁水泥砂浆防渗。只要保证砂浆施工质量,并对窖壁表土进行夯击密实,薄壁水泥砂浆窖壁是完全可以保持稳定的。对窖底则采取了翻夯、设灰土层和浇注混凝土等加强防渗的措施,以防止窖底沉陷。图1是这种水窖的剖面图。这种水窖在甘肃省等地用得比较普遍。从20世纪80年代后期至今,已有10多年的使用历史,运行基本正常。因此这种窖型安全是有保证的。图2是根据传统黏土窖的经验,在窖壁上设砂浆铆钉以加强砂浆与基土层的结合。但在实践中采用很少,同时施工比较复杂。因此在本规范制订中,去掉了对这种窖型的规定。

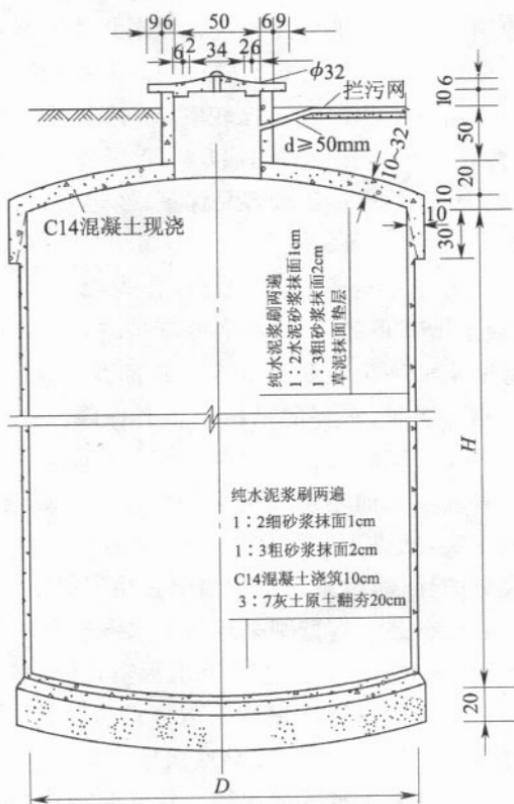


图1 混凝土顶拱水泥砂浆薄壁水窖剖面(单位:cm)

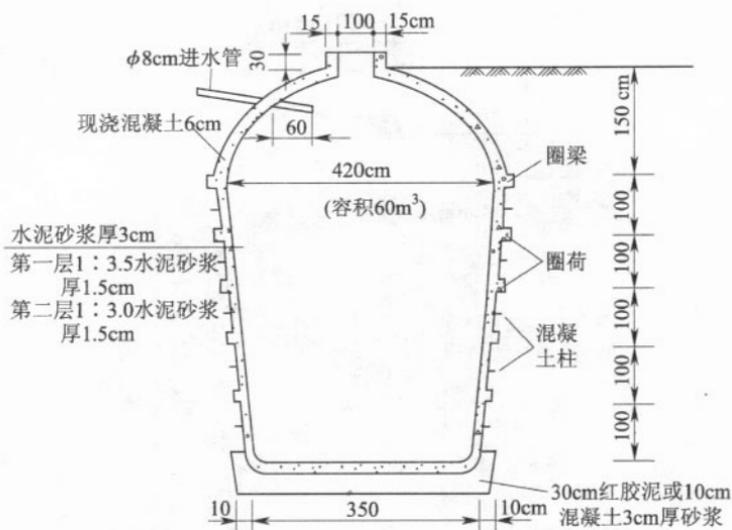


图2 混凝土顶拱和带砂浆铆钉的水泥砂浆薄壁水窖剖面(单位:cm)

土质比较密实坚固时,也可以全断面都采用水泥砂浆护壁,见图3。但水窖的蓄水深度应有一定限制。单纯从结构安全出发,采用全断面为混凝土的水窖肯定会更安全。但这种形式的造价要比薄壁窖高得多。图4是根据在甘肃省的调查而绘制的全断面采用混凝土水窖和混凝土顶拱及底、砂浆薄壁水窖每立方米蓄水容积的平均造价比较。

从图4可以看出,两种窖每立方米蓄水容积的平均造价相差70元~100元。因此在安全性有保障的条件下,应尽量采用水泥砂浆薄壁式水窖。如果由于土质原因,薄壁水窖不能满足安全时,本条规定应采用混凝土支护方式。本条第5款对各类水窖窖深、直径及拱顶矢跨比等参数的规定主要是根据在宁夏、陕西等省(区)的调查得出的。各类水窖的尺寸调查资料见表2。



图3 全断面水泥砂浆薄壁水窖剖面(单位:cm)

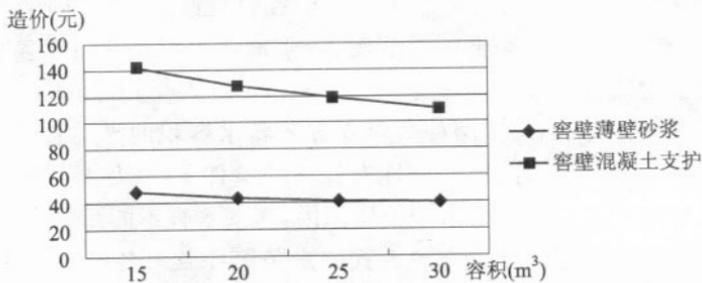


图4 两种水窖每立方米蓄水容积平均造价比较

表 2 各类水窖尺寸调查资料

水窖形式	适用条件	总深度 (m)	早窖深度 (m)	最大直径 (m)	底部直径 (m)	最大容积 (m ³)
黏土水窖	土质较好	8.0	4.0	4.0	3~3.2	40
薄壁水泥砂浆水窖	土质较好	7~7.8	2.5~3.0	4.5~4.8	3~3.4	55
混凝土或砌砖拱顶薄壁水泥砂浆水窖(盖碗窖)1	土质稍差	6.5	1~1.5	4.2	3.2~3.4	63
混凝土或砌砖拱顶薄壁水泥砂浆水窖(盖碗窖)2	土质稍差	6.7	1.5	4.2	3.4	60

6.2.7 湿陷性黄土地区修建水池时,为防止因地基沉陷造成结构物破坏,应尽量采用整体性好的混凝土或钢筋混凝土结构,不宜采用分离式和砌石砌砖结构。第3款提出的防湿陷措施是黄土地区修建水池和其他结构物时的常用措施,实践证明是有效的。

6.3 净水设施

6.3.1 本条中除了按照一般雨水净化要求,规定了在蓄水工程进水口前设置拦污栅,以阻止树叶、杂草等杂物进入蓄水设施。对于以生活用水为目的蓄水设施应在进水口前设置滤网或沙石等的粗过滤设施。对于微灌和喷灌系统首部应设置筛网式过滤器。

6.3.2 国外经验,屋顶集流采用初期径流排除装置,可以大大改善水质。斯里兰卡等地的检测表明,采用此措施后,集蓄的雨水甚至能达到饮用水卫生标准。这类装置一般结构很简单,投入不多,运行也很方便。在半干旱地区,由于降雨比较稀少,群众担心会浪费宝贵的雨水,因而不易接受。为此,可以把排出的水引入灌溉水窖,用于灌溉目的。

6.4 生活供水系统

6.4.2 雨水集蓄解决人畜饮用水的工程绝大多数离农户家庭很

近或直接位于庭院内,供水管道一般不需要进行水力计算,可直接用耐压 0.25MPa 的低压管。当利用雨水集蓄工程的水源需经提水或远距离输水的,应按有关规范设计管道。

7 施工与设备安装

7.0.3 雨水集蓄利用工程面广量大,不可能对单个工程都做混凝土和砂浆配合比设计,在执行本条第1款的规定时,可在一县范围内根据不同地区的建筑材料特性设计适用于不同条件下的混凝土和砂浆配合比,供乡村中实施工程时选用。

7.0.4 根据近年来西北农林科技大学的试验研究成果,增加了对化学固结土(固化土)集流面的施工规定。

8 工程验收

8.0.1 本节规定适用于对单个雨水集蓄利用工程的验收,对区域性(组、村)雨水集蓄利用工程项目的验收,应进行单项工程验收后按有关规定进行。

8.0.3~8.0.5 由于雨水集蓄利用工程面广量大,且主要由各农户完成,不可能及时地逐项验收每道工序,取样试验和施工记录也难以做到。因此验收主要依靠外形量测和直观检查,并辅以调查了解和试运行,使验收的结论能定性准确。