

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时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入流过程相差较大。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窖的运行安全,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。

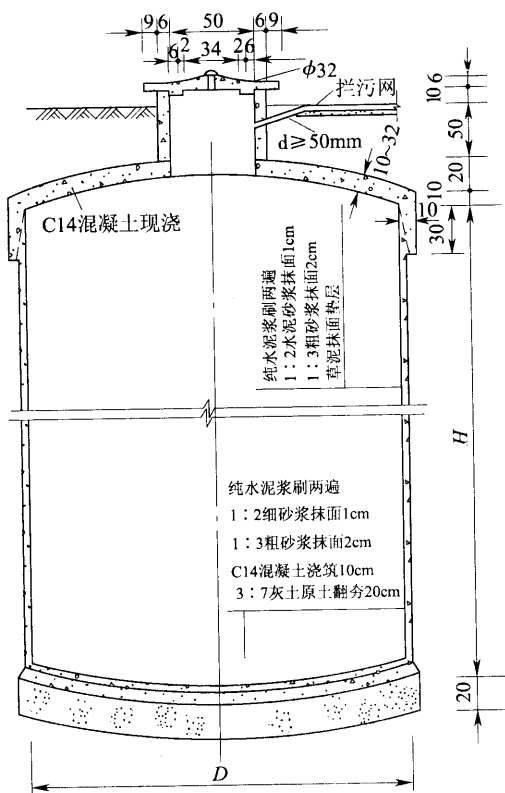


图 1 混凝土顶拱水泥砂浆薄壁水管剖面(单位:cm)

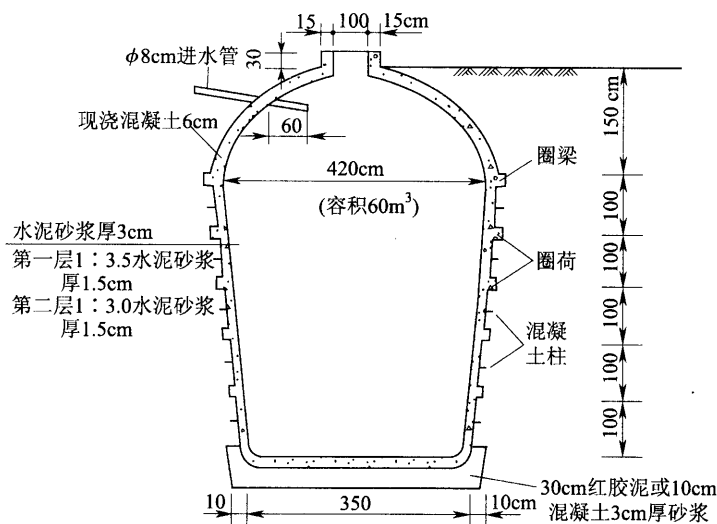


图 2 混凝土顶拱和带砂浆铆钉的水泥砂浆薄壁水窖剖面(单位:cm)

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。

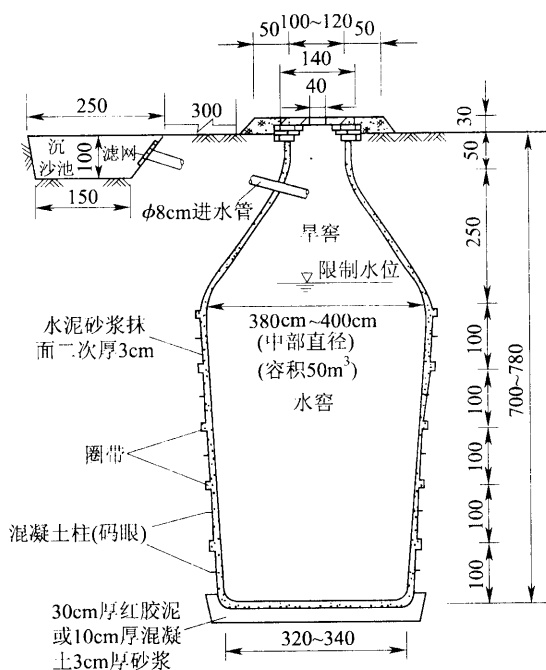


图3 全断面水泥砂浆薄壁水窖剖面(单位:cm)

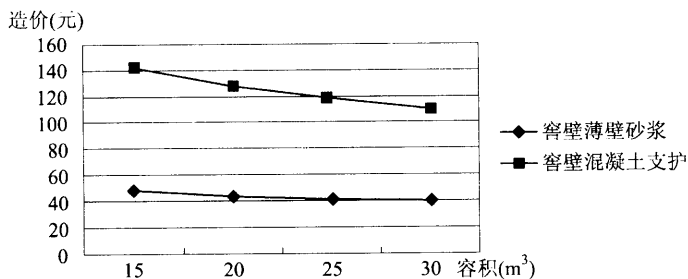


图4 两种水窖每立方米蓄水容积平均造价比较

表 2 各类水窖尺寸调查资料

水 窖 形 式	适用 条件	总深度 (m)	旱窖 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,为防止因地基沉降造成结构物破坏,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。