

龚正元 编著



降水观测仪器 使用与维修

气象出版社

前 言

降水是大自然中的一种现象。这大自然中的降水，很大程度上影响着人们的生产和生活活动。例如，降水量过少、过多或过分集中，都可能发生旱涝灾害；大范围的土地利用，土壤改造，农事安排，农作物的选种，培植，无不与自然降水的多少有关；冬季积雪对农作物病虫害的发生和发展及土壤墒情也会有很大影响；水利工程的设计，建设，必需以水利资源，历年的降水资料为依据。我们还可以举出很多事例来说明降水资料在国民经济建设，国防建设服务中有着重要的作用。所以降水是人们关心的气象现象之一。

所谓降水，在气象学上是指从天空降落到地面上的液态或固态水。降水量是指从天空降落到地面上的水，未经蒸发、渗透、流失而积聚在水平面上的水层深度，以mm（毫米）为单位。

降水的测量包括降水量，降水时间，降水强度。降水观测，是气象观测的主要项目之一。它主要为天气预报、气象情报、气候分析和气象科学研究，以及社会生产建设提供资料服务。为实现这一目的，就必需借助于降水观测仪器。用来进行降水观测的仪器有雨量器、虹吸式雨量计、翻斗式遥测雨量计和水导式雨量计等。

建国以来，随着科学技术的发展，我国气象仪器的生产供应摆脱了依赖进口的状况，降水观测仪器也从原来的器测实现了电子遥测。但是，目前我国气象仪器的质量还不高，

使用仪器的技术水平还较差，很不适应气象科学现代化的需要。特别是仪器使用人员对仪器的基本结构、性能、工作原理和日常维护等方面的知识了解得不够。所以在仪器的正确使用上还存在一定的困难，在如何获取具有代表性、准确性和比较性的气象资料方面还存在一些问题。

本书编写的主要目的，是想通过介绍降水观测仪器的结构、工作原理和维修知识等来提高这种仪器的使用人员的技术水平，并在此基础上，提高这种仪器的使用效果。

本书除可供气象系统的观测员使用外，也适用于水文气象、农林、盐业和科学实验等部门的气象（物候）工作者，同时对气象学校，气象技术干部培训等也有参考价值。

目 录

前言

第一节 雨量器	(1)
一、构造	(1)
二、工作原理	(4)
三、主要技术条件	(4)
四、安装与使用	(7)
五、检查与维护	(11)
六、包装与运输	(13)
第二节 虹吸式雨量计	(14)
一、构造	(14)
二、工作原理	(16)
三、主要技术条件	(19)
四、仪器的安装	(20)
五、记录误差、故障表现及排除方法	(24)
六、日常维护	(35)
第三节 翻斗式遥测雨量计	(37)
一、主要技术要求	(37)
二、翻斗式雨量计的遥测方法	(38)
三、仪器的结构及工作原理	(38)
四、电子线路部分	(47)
五、仪器的检查	(50)
六、仪器的安装	(52)
七、仪器的使用与维护	(53)
八、仪器常见故障分析	(56)
九、故障检查及排除	(61)

第四节 水导式遥测雨量计..... (68)

一、主要技术要求 (68)

二、仪器结构及工作原理 (68)

三、几点补充说明 (83)

第一节 雨量器

雨量器是用来测定某时间区间内降水量的仪器。它是一个金属圆筒，如图1.1所示。圆筒的筒口有一定的承水面积，被安置在观测场内或者指定的地方的固定架子上，器口保持水平，当有降水时，筒内就积聚一定深度的降水，再进行精确的测定，即得降水量。

一、构造

雨量器的规格型号较多，它们是以承水器口的大小来区分的。目前常用的有：

承水器口径为200mm，
其口面积为 314cm^2 。

承水器口径为112.8mm，
其口面积为 100cm^2 。

承水器口径为80mm，其
口面积为 50cm^2 。

承水器口径为200mm的雨量器一般是气象台站、水文站和农业、盐业气象（候）站，安置在观测场内固定架子上的。而口径为112.8mm和

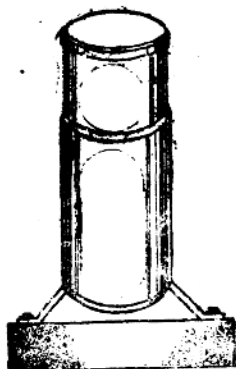


图1.1 雨量器

80mm的雨量器，由于它们的体积小，重量轻，移运、安置使用方便，一般为科学实验，气象哨及雨量点等采用。

根据雨量器的几种规格，现分别介绍如下：

1. 承水器口径200mm的雨量器

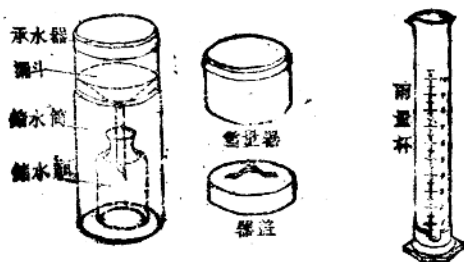


图1.2 雨量器的构造

这种雨量器的构造如图1.2所示，是一个金属圆筒体。它主要由承水器（漏斗），储水筒（称外筒）和储水瓶以及与其相对应的专用杯（或称雨量杯）组成。有的雨量器配有承雪器，在冬季降雪时，将承水器取下，换上相同口径的承雪器测量固体降水量；有的雨量器承水器的汇集漏斗制成活动的，当冬季降雪时，可将漏斗部分取下，作为承雪器测量固体降水量。这种雨量器，又称为雨（雪）量器。雨量器的承水器和储水筒是用镀锌铁皮或其它金属材料制成的。承水器口为正圆形，为保证其口径的准确不变形以及降落的雨水四溅，将口制成铜铸的金属圈，并将器口制成内直外斜的刀刃形。

储水瓶是具有一定容量的玻璃瓶。为倒水方便，在瓶口做了一个鸭嘴形的倒水嘴。

雨量杯是一个特制的玻璃杯，玻璃杯上的刻度一般从0到10.5mm。刻度的每一小格代表0.1mm的降水量，每一大格代表1.0mm的降水量。由于雨量杯的口面积比雨量器承水器的口面积小得多，即使雨量器收集的水量不多，水层不深，但将水倒入雨量杯后，却显得有很高的高度，这样就可以提高测量的准确度。它们之间的关系公式如下：

$$V = H \cdot S$$

式中S为雨量器的承水器口面积，H为筒内水深，V为承水器内的体积。

把承水器的水倒入雨量杯内，设量杯内截面积为S'，水深为h，则

$$h \cdot S' = H \cdot S$$

或

$$h = H \cdot S/S' \quad (1.1)$$

若以承水器口径为200mm的雨量器为例，量杯的内直径为40mm。如果将雨量器内积聚的深度为1mm的水倒入雨量杯中，那么雨量杯内积聚的水的高度为

$$\begin{aligned} h &= H \cdot S/S' \\ &= 1 \times (\pi \times 10000) / (\pi \times 400) \\ &= 25 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

因此，可按上述关系公式，在量杯上每隔25mm的长度刻一大格，作为1mm的降水量，再在一大格中分刻十个小格，每一小格表示0.1mm的降水量。所以量杯的放大倍数为

$$S/S' = 25$$

这样，测定降水量的准确度有了明显的提高。

2. 承水器口径112.8mm的雨量器

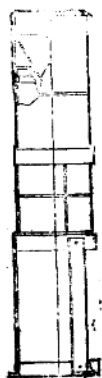
这种雨量器的构造如图1.3所示，它是由雨量器和量杯组成的。雨量器的量杯为500ml或100ml（即实验室或工业用量筒）。

3. 承水器口径80mm的雨量器

这种雨量器的结构如图1.4所示，它主要由承水器和玻璃量筒组成。玻璃量筒是采用与承水器口径相同的专用量

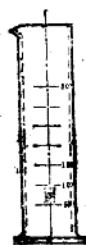
筒，可测定总降水量为105mm（即它的总容量为105mm）的降水。

量筒的计量单位为mm，单位刻度为1mm，相当于5ml容量。量筒在仪器中既是用作为量筒，又作为汇集降水量的储水筒，一物二用，简单方便。

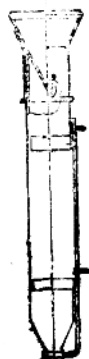


雨量器

图1.3 112.8mm口径雨量器



量杯



专用量杯

图1.4 80mm口径雨量器



承水器

二、工作原理

雨量器的工作原理比较简单。在雨量器按要求安置好以后，当有降水时，雨水通过承水器的漏斗汇集流入储水瓶内。使用部门可根据自身业务需要，规定观测时间用专用量杯（或指定的量筒）量取储水瓶中由本次观测时与前一次观测时间内的一段时间的降水总量。

三、主要技术条件

1. 承水器口径200mm的雨量器

(1) 雨量器承水器口径应为200mm, 允许偏差+0.6mm。

(2) 承水器口应呈正圆形, 口缘呈刀刃状, 内壁垂直光滑, 不得有砂眼、毛刺、伤痕、渗漏、涂层脱落等缺陷。器口内直外斜, 刀刃口的角度为40—45°。

(3) 承水器的口面与承水器中心轴线相垂直, 承水器内的漏斗和导管内表面应圆滑, 无渗漏水现象; 雨量器储水筒应为圆柱形, 表面涂层牢固、光滑, 无凹凸不平或焊接不严密、不牢固的现象。

(4) 承水器应能灵活地、稳妥地从储水筒上取下或套上。储水筒底应平正, 安装后能垂直、牢固, 不会因风力而摇动或将承水器吹开。

(5) 雨量器口应有盖子, 在无降水日, 应用盖子盖好, 以减少或防止脏杂物、虫类等进入漏斗导管, 引起导管堵塞。

(6) 雨量杯的形状与普通玻璃量筒相似, 区别是量杯的口径和计量单位不同。它是用于口径200mm雨量器测定降水量的专用量杯。量杯高约35cm, 内截面直径为40mm。在量杯上刻有与雨量器相对应的测量降水量的计量单位“mm”刻度。雨量杯一次能测量10mm(最多不超过10.5mm)左右的降水量。雨量杯的刻度分辨率为0.1mm。在测量时, 读数正确到小数一位, 即0.1mm, 百分位采取四舍五入。

对雨量杯的技术条件还可提出下列补充要求:

①用与雨量器承接的降水量相当的水量注入雨量杯后, 杯内水面高度只允许高出相应的示值刻度线, 但当降水量为0.05—0.1mm时, 不得超过0.7格, 其余各点不得超过0.5

格；

②雨量杯应能测量0.05—10.0mm的降水量，其刻度的最小分度为0.1mm，最低刻度线为0.5mm。在杯上限10mm刻度线以上，应有5根0.1mm的短刻度线。刻度线的间距不得小于2.3mm；

③雨量杯应无色、透明，呈圆柱形，内外应无影响读数的气泡、气丝和砂粒等缺陷；

④刻度线应平直、匀称，并与雨量杯平行，刻线和数字应清晰，着色牢固，无填色脱落现象。

(7)雨量器的储水瓶应符合下列要求：

①储水瓶的储水容量为2000—2500ml；

②储水瓶应有颈口，以利于手握提拿，颈口直径不得大于55mm；

③瓶口应为喇叭形，并有鸭嘴，以便于向雨量杯中倒水。

(8)雨量器附有安装支架，支架应牢固、平稳，能可靠地固定在混凝土底座或木桩上。雨量器当安置在支架上后，应有足够的稳定性，在任意转动雨量器时，承水器口面应保持水平。并不受风力作用而使雨量器身晃动，影响仪器测量的准确性。

2. 承水器口径112.8mm的雨量器

(1)这种雨量器承水器的口径应为112.8mm，允许偏差为 $\pm 0.4\text{mm}$ 。

(2)承水器口应呈正圆形，口缘呈刀刃状，其内壁应光滑，底筒不得渗漏水。器口内直外斜，刀刃口的角度为 40° — 45° 。

(3)承水器口面应与承水器中心轴线垂直，在移动任

意位置后与筒底面相平行。

(4) 承水器应能自由地，无阻挡地套在底筒上。

(5) 雨量器的雨量杯为500ml或100ml的(实验室或工业用)量筒，应符合二级精度要求。

(6) 仪器支架应轻便、牢固，安装妥后，雨量器能较自由放取，并保持承水器口面的水平状态。

(7) 雨量器各部件应能正确组合，表面涂层应均匀、牢固，无影响使用的缺陷。

3. 承水器口径为80mm的雨量器

(1) 雨量器的承水器的口径应为80mm，允许偏差 $\pm 0.4\text{mm}$ 。

(2) 承水器口应呈正圆形，口缘为刀刃状，其内壁面应光滑，不得渗漏水。器口内直外斜，刀刃口的角度为 40° — 45° 。

(3) 承水器的漏斗导管应与玻璃量筒衔接。在组合后，承水器口面应与玻璃量筒的中心轴线相垂直。

(4) 仪器安装在支架上后，要稳妥，能保持一定的活动量，但无明显的晃动。在承水器底部应有一个缓冲垫圈，以免受震时将量筒击碎。

四、安装与使用

1. 安装

雨量器一般安置在观测场内固定的混凝土底座或木桩上，也可以根据需要安置在指定的地方。仪器安置应牢固、稳妥。器口面应保持水平状态，器口距地面高度为70cm。

冬季在积雪较深的地区，应在安置雨量器的附近装一个使雨量器口距地面高度达到1.0—1.2m的备用支架，当积雪

深度超过30cm时，把仪器移到备用支架上进行观测。

2. 使用

降水量的观测方法，降水观测时间，应按照使用部门业务需要，拟定每日观测次数和观测时间的规定。

气象部门规定是在每日08时和20时观测两次，测量观测前12小时的降水总量。观测时，如遇继续降水应用备用的空储水瓶更换雨量器内的储水瓶，把换下来的盛有雨水的储水瓶带到工作室里用量杯测量。观测时，如果降水强度很小，或者已基本停止，也可在测场内测量。

冬季，如遇固体降水，观测人员应事先将承水器的漏斗取下（或换上承雪器），并取出储水瓶，以便测量固体降水。在进行固体降水观测时，应用备用空雪量器换取已盛有雪的仪器，同时用盖子将承雪器盖好，取回室内测量。

降水有液体和固体两种，它们的测量方法也不一样。

对于液体降水，测量方法是首先取用与雨量器承水器口内径相对应的专用量杯测量，不可错用。测量时，一手拿着量杯，另一只手拿着储水瓶，把储水瓶中的水缓慢地倒入量杯，每次倒入量杯的水量不能超出量杯刻度的上限线。采用量杯测量降水量的方法比较简单，但也从实践中总结了一套经验法则。即用大姆指和食指或中指捏（夹）住量杯上部的喇叭口处，此时量杯重心在下，杯体自然垂直。观测者的视线与杯内水面平齐（应以水凹面最低处为准），这样读出的刻度数即为所测定的降水量。如果降水量较多，一次不能测量完时可以分几次量取，然后把每次量取的量（即读数）加起来，即得出某一时段内的降水的总量。若因降水强度过大，致使降水从储水瓶中溢出，流入储水筒内，量取降水时，应把储水筒内的水合并计算。在将水倒入量杯时，细

心、准确，以免溅散、流失，影响测量的准确。

对于固体降水，测量的方法有两种：

①雨量杯量取法。观测时应将盛有雪的储水筒（包括承雪器）或雪量器加盖（主要是防止雪在融化中蒸发损失水量），放在较温暖的室内，待雪或其它固体降水物融化后，再用专用量杯量取。

②称量法。这是将雨量器内盛有的固体降水不待融化，直接称出固体降水重量，再换算成降水深度。下面介绍降水重量与雨量器内降水深度的关系：

设雨量器的承水器口面积为 S ，通常液体的降水密度 d 为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，固体降水融化成水的深度为 h ，它的重量为 W ，则

$$W = S \cdot h \cdot d \quad (1.2)$$

对于承水器口直径 D 为 20cm ，其面积为

$$S = \pi \cdot (D/2)^2 \approx 314 (\text{cm}^2)$$

当 h 为 1mm 时，将以上的数值代入1.2式，则

$$W = 314\text{cm}^2 \times 0.1\text{cm} \times \text{g}/\text{cm}^3 = 31.4\text{g}$$

因此，对承水口面积为 314cm^2 的雨量器，在称重得 31.4g 降水重量时，即相当于 1mm 深的降水量。

用于称固体降水的蒸发台称，就是根据上述公式制成的专用磅称，其计量单位为 mm 。凡是承水器口径为 20cm 的雨量器都可以用蒸发台称直接称出降水深度（ mm ）值。

各种规格的量筒与不同承水器口径的雨量器降水深度值可以进行换算。为使用方便，现将各种规格量筒在量取不同承水器口径雨量器的降水深度时的比值换算列于表1.1。

若用 cc 量杯时，量得的数值，必需除以 31.4 （即 314cm^2 口面积雨量器积水深 1mm 的重为 31.4g ）后，其数值才相

表1.1 不同规格量筒与不同承水器口面积
测定降水深度换算表

	雨量器承水器口面积			备 注
	314cm ²	500cm ²	200cm ²	
专用量筒	降 水 量 (mm)			
314cm ²	1	0.628	1.57	1cc=0.022mm
500cm ²	1.59	1	2.5	1cc=0.02mm
200cm ²	0.837	0.4	1	1cc=0.05mm

当于承水器口径20cm雨量器的降水的深度，如除以50，则相当于承水器口面积500cm²雨量器（计）的降水深度。同样可用314cm²专用量筒量取500cm²或200cm²雨量器（计）的降水量。量筒相互换用是可以的，但必须进行换算，这一点需要注意。现举例如下：

某气象站使用的雨量器（计），其口面积为500cm²，量筒采用314cm²口面积雨量器的专用量筒，量得降水量为10mm，换算成500cm²口面积雨量器（计）的实际降水量。

从表1.1中查得，314cm²专用量筒量得1mm降水量相当于500cm²雨量器（计）0.628mm的积水深度。若量得10mm时，即 $10 \times 0.628 = 6.28$ （mm）。

某气象站使用的雨量器（计），其口面积为314cm²，若采用500cc的量杯量取降水量时，量得降水量为500cc。若想换算成314cm²雨量器（计）的实际降水量，则可从表1.1中查得500cm²口面积雨量器（计），用500cc量杯量得1cc

水量，即在表的相应格备注栏中查出 $1\text{cc} = 0.02\text{mm}$ 水深（即降水量）。经过换算得相当于 314cm^2 口面积雨量器（计）的 0.032mm 水深（备注栏中 $1\text{cc} = 0.032\text{mm}$ ）。所以 500cc 水量（ $500 \times 0.032 = 16(\text{mm})$ ）等于 16mm 。

五、检查与维护

1. 雨量器口面积的检查与维护

每月要用计量刻度为 mm 的金属尺，测量雨量器承水器口径是否符合技术条件的要求。如果测量所得数值中有一个数值比规定值大（大于 0.6mm ）时，应进行修理，否则应停用，更换符合要求的承水器。因为承水器口径发生形变会导致雨量器受水面积的改变，变量越大，受水面积越小。

例如：假定承水器口面积正常情况（符合技术条件要求，其差值不大于 0.6mm ）下，其半径 $r = 10\text{cm}$ ，则承水器口面积 $S = \pi r^2$ ，为 314cm^2 。若承水器变形形成椭圆形后，其口面积就为 $S = \pi \cdot a \cdot b$ ，长轴 $a = 10.65\text{cm}$ ，短轴 $b = 9.29\text{cm}$ ，结果承水器的口面积 $S = 311\text{cm}^2$ ，它与正常面积相比就小了 3cm^2 ，减少的百分率约为 1% 。从上述例子可以看出，承水器口变形对降水量测定的正确性是有影响的。这个影响随它的变形程度而增大。所以在使用、保管储存或运输中均应注意轻取轻放，并随时检查。当发现承水器口变形，并超过技术条件规定的 $+0.6\text{mm}$ 时，应及时修理。

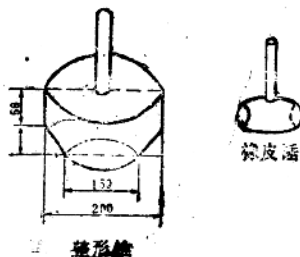


图1.5 雨量器口整形锥

修理的方法是采用整形锥，即用一块直径为25cm，长10cm的圆柱形硬木制成如图1.5所示的锥形柱体，放入雨量器口内，如果器口不是正圆，则口缘内壁不能与锥体密接，部分有间隙，其间隙的大小就是口面变形的数值，此时可用橡皮锤轻敲与整形锥周缘不密接的部分，即有间隙的部位和口缘四周，使整形锥体不断进入，到达直径20cm的圆柱体段，使口缘内壁与整形锥圆柱体相密接。此时可认为雨量器口已恢复正常，达到技术条件的要求。整形时，切忌用金属榔头敲打，以免延伸口缘，增长口缘的周长和口面直径长度。整形锥还可作为雨量器承水器的检查工具。

2. 检查仪器渗漏水现象

雨量器常因焊接不好或使用年久，在焊接处生锈而出现渗漏水现象。检查的方法是将雨量器承水器倒置(导管向上)，放在一张干净的白纸上，然后在漏斗底部注入清水，使水面离筒的边缘1cm左右，过半小时后，查看纸上是否有水迹。若有，则说明焊接处渗漏水。对于储水筒的检查，首先应将筒的外部擦干，再向筒内注入清水，使水位接近筒口，然后将筒放在干净的纸上，经半小时后，查看纸上是否有水迹。若有，则说明焊接处渗漏水。出现渗漏水现象，应及时重新焊接好。

3. 承水器刃口的检查

承水器的口缘是金属制成的，口是内直外斜的，其倾斜角为40—45°。这个部分很脆弱，往往由于包装、运输和使用不当，造成口面变形或损坏，使降水在器口上四溅，影响测量的精度。

4. 仪器安置水平的检查

雨量器安置应注意牢固，安置后不可因风吹而动摇。承水器口面要水平。如果承水器口面不水平，其口面积就会发