

基于 RS-485 总线的土工膜水力性能测试仪研制

李伟锋

(中原工学院 电气工程系, 河南 郑州 450007)

摘要 介绍了一种复合土工膜水力性能测试仪的设计原理和方法。该测试仪通过 RS-485 总线连接上位机与 89C52 单片机(下位机),实现了复合土工膜水力性能测试,下位机可完成自动加压和对压力、水量、时间的测定。上位机与多个下位机通讯对其采集的数据进行整理、制表打印、显示存储,提高了测量精度,减少了测试时间。并对影响测量精度的一些因素进行了讨论。

关键词 复合土工膜; 渗透系数; 耐静水压; RS-485 总线; 测试仪

中图分类号: TS 23 文献标识码: B 文章编号: 0253-9721(2005)01-0107-03

Research and manufacture of geomembrane waterpower test instrument based on RS 485 bus

LI Wei-feng

(Department of Electrical Engineering, Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou, Henan 450007, China)

Abstract Design principle and method of a waterpower test instrument for composite geomembrane were described. Waterpower test for composite geomembrane was realized by linking master computer to slaver 89C52 single-chip computer with RS-485 bus. Single-chip computer could control pressure and measure hydraulic pressure, water volume and time. The master computer could process collected data, print reports and draw curves as well as display and save the result through communicating all slaver computers which improve the precision and efficiency of measurement. Some factors affecting the precision of measurement were also discussed.

Key words composite geomembrane; infiltration coefficient; stillwater fast pressure; RS-485 bus; testing instrument

复合土工膜主要应用于防渗土工工程中,它的渗透系数和耐静水压是水力性能的主要指标,因此在质量检测中是必测项目^[1]。在工程应用中,复合土工膜在一定水压下不能破裂,还要保证最小的渗透率,防止水的流失。为了在施工前能确定所用复合土工膜是否符合工程需要,就必须在实验室中对使用的复合土工膜进行测定选择^[2]。其测试装置要求较高,测试过程复杂,标准要求每组试样不得少于 5 块。2001 年承担的河南省科技攻关项目——复合土工膜水力性能测试仪的研制成功,实现了单台手动/自动测试功能,解决了长期以来复合土工膜生产测试手段的落后状况。但由于需要选取试样多,测试时间长,每块试样需数小时才能完成,每组实验需要 2 d。为此在原测试仪的基础上,采用 RS-485 总线通讯方式,实现对多台测试装置(5 台)进行控制,大大缩短了测试时间,提高了测量精度,并由上位机实现了测试参数的制表打印,曲线绘制等功能,满足

了实际要求。

1 测试原理

复合土工膜在一定水力压差作用下会产生微小渗流。测定在规定水力压差(一般为 100 kPa)下,一定时间内通过试样的渗流量,并根据试样厚度即可计算求得渗透系数及透水率。渗透系数和透水率分别按式(1)、(2)计算。

$$K = V \cdot T / (t \cdot A \cdot \Delta p) \quad (1)$$

$$\phi = V / (t \cdot A \cdot \Delta p) \quad (2)$$

式中, K 为渗透系数; ϕ 为透水率(m^2/s); V 为时间 t 内的渗流量(cm^3); T 为试样厚度(cm , 实验压力 Δp 下); t 为测定时间(s); A 为有效渗流面积(cm^2); Δp 为试样两侧水力压差(cm)。

在测试装置的高压仓中注满水,放上经过充分浸泡湿润的复合土工膜试样,并利用网格使试样保持一定形状,连接低压仓,注入一定量的水。在高压

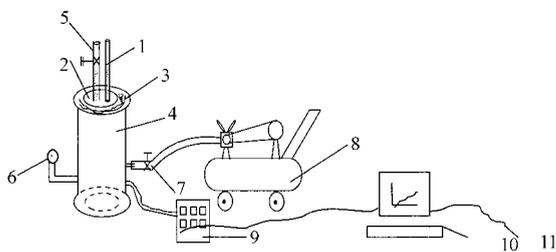
仓中有一个和加压气源相通的气囊,通过调节气源的压力,使气囊膨胀,在高压仓产生压力,使试样两侧建立起一定的压差。

测试装置试样测试直径为16 cm,有效测试面积为201 cm²,压力为0~1.6 MPa连续可调,上述加压装置在试样两侧建立一定压差。通过高压仓上安装的压力传感器检测输出压力信号送入下位机。在一定压差情况下,用标准的细计量管及光栅位移传感器测量出时间t内的渗流量V,求出渗透系数。通过改变压差测定不同水力压差条件下的渗透系数。耐水静压测定是在复合土工膜两侧的压差达到一定值后,复合土工膜就会破裂。逐级增加试样两侧的水力压差并保持一定时间,当渗透急速增加时,表明试样受到破坏,通过下位机采集到这时的压差值,前一级压差值就是试样的耐水静压值。如果只需判定试样是否能达到某一规定耐静水压值,则可直接加压到此压差值,并保持2 h。如果复合土工膜没有发生破裂,就判定此试样符合耐静水压值的要求。

根据 GB/T 17642-1998 的规定,有效渗流面积 $A \geq 200 \text{ cm}^2$ 。本文将高低压仓的口径及网格的有效渗流面积设计为 201 cm²,符合 GB/T 17642-1998 的要求。

2 系统组成

土工膜水力性能测试系统由测试装置、下位机、上位机组成,如图1所示。



1—计量管及位移传感器;2—低压仓;3—试样;
4—高压仓;5—注水口;6—压力传感器;7—调压阀;
8—气源;9—下位机;10—上位机;11—与其它下位机连线

图1 土工膜水力性能测试系统示意图

2.1 测试装置

测试装置包括:高压仓、低压仓、气囊、气源、进气孔、注水口、网格、加压装置、水量、压力检测等。其功能主要是放置土工膜试样、调节压力、建立压差、输出压差信号、检测渗透水量及水量突变。根据 GB/T 17642-1998 的要求,渗透水量测定范围0~3.7 mL,精度1/1000;压差值测试面积为201 cm²,压差0~1.6 MPa连续可调;压力传感器工作电压6 V,

量程0~1.6 MPa,精度1/1000。

2.2 下位机

采用单片机 89C52 为核心,配置有10位 A/D 转换器 MCI 4433、功能按键、MAX487 形成的 RS-485 接口^[3]等,实现对测试系统状态的设定,对压力、水量、时间的测定和与上位机的数据通讯。测试系统原理如图2所示。按键用来进行系统状态设定、启、停等功能控制,压力传感器检测压力,通过电动调压阀控制加压装置,使压力保持恒定值,用位移传感器检测渗水量。其中电动调压阀的控制采用了光电耦合器,以提高系统的抗干扰性能。根据测试原理及工艺过程,先设系统工作状态和参数,再进行渗透系数测定或耐静水压测定。改变压差测定不同水力压差条件下的值,其间,实时采集压力信号,经过数字滤波后,与该压力的给定值比较得到偏差信号,该偏差信号经 PI 运算后,控制电动调节阀,得到所需压力值。

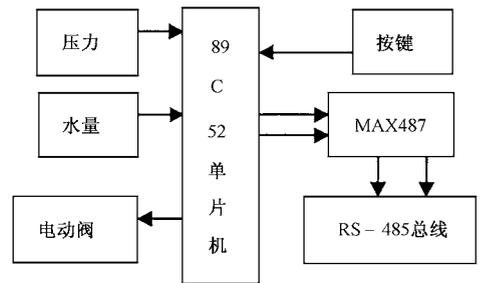


图2 下位机控制系统原理图

2.3 上位机

利用 PC 机自带的标准串行接口,通过专用的 RS-232/RS-485 转换器,形成 RS-485 总线与下位机的连接,上位机基于 Windows 操作系统,编程软件为 VB6.0,主要实现菜单/画面显示,接受下位机传送过来的信号及数据,根据式(1)求出渗透系数或耐静水压值,算出5台下位机测试结果的平均值,绘制测试曲线,打印测试报表。

3 通讯协议

通讯协议采用半双工异步通讯方式。数据格式为:1位起始位,8位数据位,1位停止位。帧格式包含呼叫帧和数据帧。呼叫帧由上位机发出,其格式为起始字符、下位机地址、停止字符等。数据帧是下位机对上位机呼叫的响应,上位机呼叫地址与下位机地址一致时,下位机才发送数据帧,每一时刻,只有1台下位机和上位机通讯。数据帧的格式如表1所示。其中,状态字段是当前的测试状态,每位表示的功能及操作如表2所示。

表 1 数据帧格式

起始字符	下位机地址	状态字段	数据序列	和校验	停止字符
8 位	8 位	8 位	4 × 8 位	8 位	8 位

表 2 状态字段各位含义

测试项目	测试状态	测试次数	测试物理量
D7 D6	D5 D4	D3 D2	D1 D0
00-渗透系数	00-正常测试 01-测试失败	00-第 1 块	00-压力
01-耐静水压	10-状态过渡 11-测试完毕	01-第 2 块	01-位移

表 2 中,正常测试表示正在测试,所传送数据有效,测试失败所传送数据无效,状态过渡表示正在进行其它操作,所传送数据也无效。数据系列中,2 个字节表示一个测试状态下的测试时间,另 2 个字节表示该测试状态下的测试物理量。

差错处理可保证数据传送的准确性,有 2 种情况及处理方法:1)上位机发出呼叫帧 4 s 内没有收到下位机发送数据帧,则上位机连续发 4 次呼叫帧,如下位机仍没有响应,则认为通讯故障,上位机报警。2)下位机发送数据帧,上位机收到后如果累加和有误,则要求重新发送,如果连续 4 次仍有错误,上位机报警。

4 测试结果与分析

利用该测试仪对某厂生产的短纤针刺复合土工膜 CG A1 B1 800/0.35 和 CG A2 B1 1000/0.45 进行测试。结果如表 3、4 所示。从表 3、4 看出,该仪器所测试的试样结果重现性好,完全符合国家标准,仪器稳定可靠;抗渗透压符合膜越厚,抗渗透压越大,渗透系数符合膜越厚,渗透系数越小(在材质和质量一定情况下)的一般规律。

复合土工膜两边的气泡对测量精度的影响最大,一是聚集在纤维之间的众多微小气泡,一是由于操作不当在水与膜之间形成的大水泡。第一种必须对复合土工膜试样充分浸泡湿润赶出微小气泡,第

二种需按照正确的步骤操作,先在高压仓中注满水并使其溢出,然后紧贴水面,在保证水面不低于高压仓顶的情况下,放置试样。低压仓的气泡,可通过改变主机倾斜角度,使其从计量管跑出。另外,应注意夹持试样部分顺纤维的微小渗透,最好把试样夹持部分的纤维去掉。

表 3 CG A1 B1 800/0.35 短纤针刺复合土工膜

试样	抗渗透压/MPa	渗透系数/(10 ⁻¹⁰ cm ³ ·cm ⁻² ·s ⁻¹)
1 [#]	0.78	6.0
2 [#]	0.76	7.0
3 [#]	0.80	6.8
4 [#]	0.77	6.0
5 [#]	0.79	6.3

表 4 CG A2 B1 1000/0.45 短纤针刺复合土工膜

试样	抗渗透压/MPa	渗透系数/(10 ⁻¹⁰ cm ³ ·cm ⁻² ·s ⁻¹)
6 [#]	1.23	1.0
7 [#]	1.28	2.0
8 [#]	1.29	1.8
9 [#]	1.37	2.0
10 [#]	1.25	1.3

5 结束语

基于 RS-485 总线的复合土工膜水力性能测试仪,检测方法完全符合国家标准,为复合土工膜产品质量提供了可靠的保证,实现了全过程的自动测试,成本较低,方便可靠,测试结果准确,测试时间短,并能显示曲线,打印测试结果,其经济效益和社会效益显而易见。它减少了人为和环境因素的影响,提高了测试精度,方便了用户。

参考文献:

[1] 李伟锋,张惠,霍书怀.土工布平面水流量智能测试仪的研制[J].纺织科学研究,2003,(1):42-46.
 [2] 奚宝松.土工膜的作用机理及其在水利水电工程中的应用[J].水利水电技术,2000,(4):22-24.
 [3] 马维华,奚抗生.微型计算机及接口技术[M].北京:科学出版社,2000.301-389.