

HP 5427A

HP 5451C - 350

数字振动控制系统 使用手册

《强度与环境》编辑部

1983年 北京

HP5427A

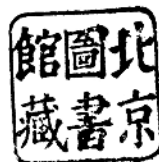
HP5451C-350

数字振动控制系统 使用手册

黄友仙 宋文治 王树棠 潘瑞琳 译

《强度与环境》编辑部

1983年 北京



B205410

译 序

随着计算机日趋小型化和FFT技术的发展,从70年代初开始,在国际市场上的模拟式振动控制设备已逐步被数字式控制设备所取代。由于计算机的程序编制具有极大的灵活性,因此数控设备不仅可以达到很高的控制精度而且可以实现功能多样化,从而具备了模拟式设备所不能比拟的优点。数字式振动控制器系统5427A就是这种高精度、多功能数控设备之一。

HP5427A提供了三种振动控制方式:正弦振动控制(包括带谷控制),随机振动控制(包括真随机和伪随机),瞬态振动控制(包括波形控制和冲击谱形控制)。此外在振动试验进行过程中可以进行在线数据处理或离线数据处理。数据处理内容包括:功率谱分析,传递函数分析,相干函数分析,瞬态波形采集及冲击谱分析等。

本手册除详细介绍了设备使用方法外,在第一至第三章中介绍了有关数控设备的基本识知和接口要求,在第十七章中系统地介绍了正弦、随机及瞬态振动控制的基本原理,由此可对数控方法的概貌有所了解。因此本手册不仅可提供设备用户使用,对从事振动试验设备研制人员、高校有关专业教师及研究生等亦有相当的参考价值。

此外,HP5427A和HP5451C选件350的功能相同。在使用方法上,除350增加了一条控制方式选择程序外,两者的控制过程和人机对话格式等完全相同。因此本手册不仅适用于5427A,同时亦可提供5451C用户使用。

本手册系在设备正常运转两年后翻译出版的。在翻译过程中,根据使用经验对原文中的错误进行了修改。但由于技术水平和英文水平所限,错误与疏漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

目 录

第一章 引言.....	(1)
第一节 手册编排说明.....	(1)
第二节 系统概述.....	(1)
第三节 振动控制方式概述.....	(1)
一 随机振动控制方法	
二 正弦振动控制方法	
三 瞬态振动控制方法	
四 测量方式概述	
第四节 保护功能.....	(5)
第五节 系统硬件和软件.....	(6)
一 基本系统硬件	
二 基本系统软件	
三 选订的硬件和软件	
第六节 术语汇编.....	(8)
第二章 预备知识.....	(10)
第一节 引言.....	(10)
第二节 系统各单元功能介绍.....	(10)
一 处理机	
二 2640B问答显示终端/2648A 绘图终端	
三 5477A 系统控制单元	
四 1335A 可变余辉示波器	
五 显示寄存器功能	
六 水平显示功能	
七 垂直显示功能	
八 显示方式开关	
九 输出开关功能	
十 9885 软磁盘驱动器	
第三节 注意事项.....	(21)
第四节 用户设备接口要求.....	(21)
第五节 系统开机/关机方法.....	(23)
一 数制	
二 系统开机	
三 系统关机	

第六节 系统操作程序.....	(25)
一 磁盘拷贝	
二 软磁盘拷贝程序FUP	
第三章 振动控制程序概述.....	(29)
第一节 引言.....	(29)
第二节 对终端提问和通知的回答方法.....	(29)
第三节 系统工作期间的行打用法.....	(29)
第四节 振动控制系统问题.....	(30)
第五节 设置阶段通用程序.....	(30)
一 设置起始阶段	
二 功能问题 (FUNCTION?)	
三 TY = 终端写入	
四 LS = 调回上次设置	
五 DS = 从磁盘调回设置	
六 DL = 设置的检索标志列表	
七 PU = 从磁盘中清除设置	
八 AP = 清除磁盘上的全部设置	
九 /C = 重新规定参考电平	
十 /R = 编辑	
十一 /L = 列表	
十二 /S = 设置存储	
十三 /E = 结束	
第六节 执行阶段通用程序.....	(34)
一 执行阶段起始	
二 执行阶段特点	
第七节 试验期间系统显示.....	(35)
一 REF键	
二 CNTRL键	
三 DRIVE键	
四 SAVE键	
第八节 绘图.....	(36)
第四章 随机设置阶段.....	(37)
第一节 引言.....	(37)
第二节 设置阶段细则.....	(37)
一 设置阶段图形显示	
二 设置问题	
第三节 控制带宽和分辨率带宽.....	(49)

一	规定参考谱	
二	设置结束后图形显示	
第五章	随机执行阶段	(53)
第一节	引言	(53)
一	执行阶段初期	
二	自检概述	
三	试验数据存储	
四	随机试验概述	
五	试验后系统功能概述	
第二节	5477A 系统控制单元	(54)
第三节	执行阶段细则	(55)
一	自检方法	
二	系统增益	
三	激振器增益设置	
四	数据存储	
五	数据存储限制	
六	数据清除	
七	正式试验方法	
八	中断后重新启动	
九	试验正常结束	
十	试验举例	
十一	数据显示控制	
第四节	状态指示灯	(65)
第五节	随机试验期间绘图方法	(65)
第六章	随机数据回调阶段	(66)
第一节	引言	(66)
第二节	数据回调阶段概述	(66)
第三节	数据回调初始阶段	(66)
第四节	数据回调标定方法	(67)
第五节	根据设置参数标定水平坐标	(68)
第六节	数据回调细则	(68)
数据调出		
第七节	资料绘制	(70)
第七章	正弦设置阶段	(71)
第一节	引言	(71)
第二节	设置阶段细则	(71)

一	设置阶段图形显示	
二	设置问题	
第三节	测量应用	(79)
	响应比及传递率	
第八章	正弦执行阶段	(83)
第一节	引言	(83)
一	执行阶段起始	
二	5477A系统控制概述	
第二节	执行阶段细则	(85)
一	系统状态控制	
二	正弦试验控制	
三	试验启动至预定的电平	
四	数据显示控制键	
五	图形显示选件	
六	状态指示灯	
第三节	模拟绘图方法	(93)
一	X轴电压	
二	抬笔	
第四节	频率参考值	(93)
第五节	摘要	(93)
第九章	正弦数据回调阶段	(94)
第一节	引言	(94)
一	数据回调时的图形显示	
二	数据回调起始阶段	
三	数据标定	
第二节	数据回调细则	(96)
一	数据调出	
二	绘图与打印	
第十章	瞬态设置阶段	(100)
第一节	引言	(100)
一	系统波形种类	
二	瞬态波形控制方法	
第二节	设置阶段细则	(101)
一	功能问题	
二	设置问题	
第三节	磁盘记录的特定波形	(107)

第四节 摘要.....	(111)
第十一章 瞬态执行阶段.....	(112)
第一节 引言.....	(112)
一 执行阶段概述	
二 5477A系统控制单元概述	
第二节 执行阶段细则.....	(114)
一 系统状态控制	
二 瞬态试验（执行阶段）控制方法	
三 数据显示控制	
四 图形校准	
第三节 试验完成.....	(120)
第十二章 瞬态试验数据回调阶段.....	(121)
第一节 引言.....	(121)
一 数据回调图形显示	
二 数据回调起始阶段	
第二节 数据回调细则.....	(122)
一 显示域	
二 数据调出	
三 试验结果资料绘制	
第十三章 资料绘制.....	(126)
第一节 引言.....	(126)
第二节 模拟绘图操作方法.....	(126)
一 连接方法	
二 概述	
三 模拟绘图程序	
第三节 PLOT/SAVE 按键操作.....	(128)
数字绘图程序	
第四节 试验后绘图能力.....	(135)
第五节 瞬态试验后绘图举例.....	(138)
第十四章 测量设置阶段.....	(140)
第一节 引言.....	(140)
第二节 设置细则.....	(140)
一 设置的选择	
二 功率谱密度设置	
三 瞬态捕获设置	

四	冲击响应谱设置	
五	传递函数(H)设置	
六	结束设置操作	
第十五章	测量执行阶段	(155)
第一节	引言	(155)
第二节	使用选定的滤波器组	(155)
第三节	执行阶段细则	(155)
一	PSD测量	
二	瞬态捕获测量	
三	冲击响应谱(SRS)测量	
四	传递函数(H)测量	
第十六章	测量数据回调阶段	(160)
第一节	引言	(160)
第二节	PLOT/SAVE功能	(160)
一	数据块指南	
二	打印功能	
三	绘图功能	
四	存储功能	
第三节	回调功能	(167)
一	数据块指南	
二	用数据块序号回调	
三	用检索标志回调数据	
第四节	模拟绘图方法	(168)
第十七章	振动控制理论	(170)
第一节	引言	(170)
第二节	随机控制理论	(170)
一	目的	
二	控制原理	
三	信号的产生	
四	伪随机噪声	
五	真随机噪声	
六	信号流程	
七	防混淆滤波器	
八	分辨率带宽	
九	动态范围	
十	均衡时间和循环时间	
十一	自检信号	

十二	低电平试验	
第三节	正弦控制理论	(178)
一	正弦控制软件概述	
二	正弦波的产生	
三	测量方法	
四	控制功能	
五	结论	
第四节	瞬态控制理论	(186)
一	控制原理	
二	系统特性假设	
三	驱动波形计算	
四	系统传递函数估计	
五	系统性能监测	
六	试验方法	
七	相干函数估计值	
八	限制条件	
九	位移和速度条件	
十	冲击谱分析	
十一	冲击谱系综	
第五节	设备接口要求	(198)
一	传感器校正值	
二	功放增益和接口要求	
第十八章	系统通知	(201)
第一节	系统共用通知	(201)
第二节	测量状态通知	(201)
一	设置选择	
二	编辑功能	
三	功率谱密度 PSD 操作	
四	瞬态捕获 TC 操作	
五	冲击响应谱 SRS 操作	
六	传递函数 H 操作	
七	回调功能	
八	绘图存储功能	
九	系统错误通知	
第三节	正弦振动控制通知	(204)
一	设置错误通知	
二	操作错误通知	
第四节	正弦振动控制通知	(207)

一	设置错误通知	
二	设置信息通知	
三	操作错误通知	
四	操作信息通知	
第五节	瞬态振动控制通知	(210)
一	设置错误通知	
二	设置信息通知	
三	操作错误通知	
四	操作信息通知	

第十九章 摘要..... (213)

第一节	测量状态摘要	(213)
第二节	振动控制状态摘要	(217)
一	随机振动控制摘要	
二	正弦振动控制摘要	
三	瞬态振动控制摘要	
四	数据表示	

第二十章 杂录..... (233)

第一节	引言	(233)
第二节	高分辨率随机控制选件	(233)
一	提供的设备	
二	安装	
三	操作	
四	软件计算时间	
五	设置阶段	
六	操作状态	
第三节	使用多路调制器扫描器 (MUX)	(234)
一	安装	
二	操作	
三	校核	

第一章 引言

第一节 手册编排说明

本手册主要有下述四方面内容:

随机振动控制(第四、五、六章)——包括试验设置和试验结果数据回调方法。

正弦振动控制选订(第七、八、九章)——包括试验设置和试验结果数据回调方法。

瞬态振动控制选订(第十、十一、十二章)——包括试验设置和试验结果数据回调方法。

测量操作(第十四、十五、十六章)——包括测量设置和对四种测量(功率谱密度,瞬态捕获,冲击响应谱,传递函数)结果的绘图和打印。

第二章提供了一些必要的预备知识,它有助于用户理解上述内容。

在振动控制操作方面有很多内容对随机、正弦和瞬态来说是相同的,为尽量减少手册内容重复,总括在第三章中,此外,对三种振动控制(随机,正弦,瞬态)提供试验资料的方式相同,在第十三章中介绍。在第十二章中还介绍了几种硬拷贝装置。

第十七章是振动控制理论。有关测量状态下各种测量方式的理论在第十四章中给出。

第十八章给出使用过程中可能遇到的各种通知(错误和信息通知)。

第十九章摘要给出了一些常用资料,用于查找有关振动控制和测量方面的问题。

最后,第二十章给出一些补充资料,供系统增加选订件时使用。

第二节 系统概述

5427A 数字式振动控制系统用于闭环振动控制。和用户的激振器及其它设备配合使用,可自动控制复杂的振动试验。在系统非控制状态,可进行几种测量分析,对试验数据或生产数据进行处理。

该系统基本上有两种工作状态:(1)控制振动试验,包括随机,正弦和瞬态试验。(2)测量,包括频率/时间波形分析。

一般来说,每种工作状态都由 5477A 控制单元和系统问答终端进行控制。而每种状态逻辑上又分为设置阶段,执行阶段和数据回调阶段。设置阶段,对要执行的试验步骤进行规定;执行阶段,实施所规定的试验;数据回调阶段,可调回从前存储的数据,用系统的打印装置或绘图装置绘制文件。

第三节 振动控制方式概述

与测量状态相同,每种振动控制(随机、正弦、瞬态)都有自己的 5477A 前面板。下面对

各种控制方式分阶段进行说明。

一 随机振动控制方法

HP5427A 随机振动控制工作方式是按多功能数字系统设计的，它能产生带宽超过 5kHz 的宽带随机噪声。系统根据 1 个或 2 个响应点（如另订 4 通道 ADC 可扩充到 4 个响应点）的测量值来控制激振器驱动信号谱。当响应通道多于 1 个时，对数据进行平均，给出组合控制谱。用组合谱和规定谱之差修正驱动谱。

第二通道（或最高编号通道）可作为测量通道。当系统用其它输入通道控制试验时，可用该通道独立校准 PSD 测量值。试验数据存入磁盘，试验完成后可以调回用于绘制文件。

参考谱（规定谱）一般不是一条直线，它往往在不同频段上有不同的量级。本系统允许参考谱最多分成 30 段（30 个拐点），每段可有自己的容差要求（参看图 1 - 1）。

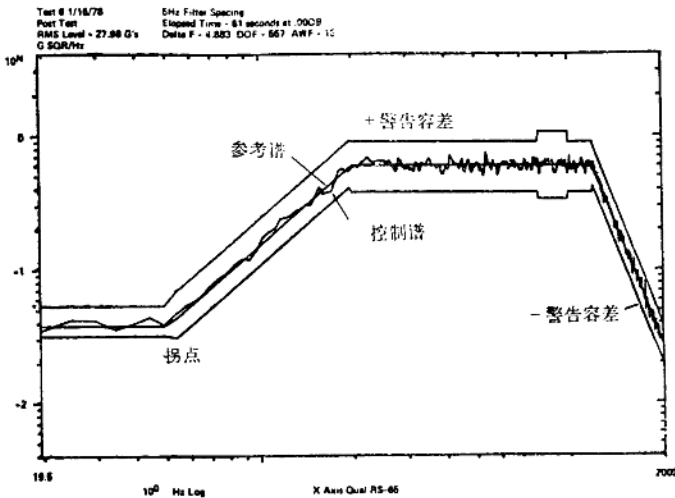


图 1 - 1 随机试验结果举例

功率谱可以按照幅值 (g^2/Hz)——频率或倾角 (dB/oct)——频率予以规定，或者取用测量的功率谱。所谓“测量的功率谱”，是在 5427A 测量状态测得的，按规定方式存储于测量磁盘，然后转送随机振动控制磁盘。

在随机设置阶段，对带宽、谱型、满量级试验时间、试验容差、测量参数及控制通道数和各通道的校正值等进行规定。设置完成后，可以存入磁盘备用。系统准备进入执行阶段。

执行阶段分两步：自检试验和满量级试验。在设置完成后，按 5477A 的“RUN”键，随机软件根据规定的带宽和自检量级发出一个宽带随机驱动信号。

如果返回的信号在预定范围之内，系统开始对驱动谱作初始修正并向操作者索取用于存储的数据，终端显示测得的系统前级增益，然后显示“READY”和试验量级分步表。此时允许操作者进行试验。

自检成功并按过“RUN”键之后，按照表列第一个试验量级输出驱动信号并开始均衡（参看

本节的术语定义)。试验量级按照设置阶段规定的量级逐步变化,量级最多可分成32级。在每一级上,按低于满量级多少dB来规定均方根试验电平,并规定该量级的持续时间。在分步表上还可以规定停机时间。

按5477A的“LEVEL UP”和“LEVEL DOWN”键,可以手动指令试验按表列量级前进一步或后退一步。试验量级之间的转换,试验结束或暂停,其电平变化都是平滑的。

试验结束后,可利用数据回调来观察和绘制各种试验结果。所提供的数据包括参考谱,控制谱、误差函数、试验容差、驱动谱和测量谱(如果测量过的话)。每个磁盘可存110条这类数据,可以全部用于存储一次试验的数据,也可以存入最多14次独立试验的数据;这要依每次试验的数据存储量而定。

二 正弦振动控制方法(选订)

5427A正弦振动控制方式是按多功能数字化系统设计的,它可在0.1~5000Hz频率范围内给出扫描正弦。系统最多可按4点响应测量值来控制输出幅值(此时系统要有另订的通道)。测量响应数据时,操作者可选择算法测其峰值、均值、均方值或进行数字滤波。在控制时可选控制通道中的最大值、最小值或平均值进行控制。

本系统另一个很有用的功能是“带谷”或“限值”。该功能允许操作者给某一通道指定一个“不得超过”的值,它独立于控制通道。在结构上某已知关键部位上的应变片或加速度传感器可以驾驭控制,以限制该点响应值不超过规定值。在这种情况下,关键点达到共振后取代了控制,迫使系统驱动电平降低以防幅值累积超出预定限制值。当正弦扫描通过共振区,关键点的幅值电平回跌后,原控制通道(或其它带谷通道)重新取得控制权。结果,控制通道的谱出现一个“谷”,因为限值通道曾取代过控制,所以叫做“带谷控制”。

还有一个功能是检测那些影响控制功能的响应。这一点在共振检测、验证带谷条件、测量响应或者响应缩比时特别有用。

通常按幅值-频率规范的控制通道参考谱或包络谱不一定是一条直线,它往往在不同的频率段上具有不同的电平。本数字系统允许参考包络谱按常规方式具有若干拐点,每段可有自己的容差。此外建立了任一频率上的正弦加速度、速度和位移间的关系,因此可采用三种运动中的任一种来规定参考包络谱。但最后得出的包络谱是加速度谱,控制也总是以加速度信号为基准。谷电平或限值电平按正弦波峰值电压来规定,也可以是来自某传感器的信号。作为例子,图1·2给出一个参考包络谱,由于控制了响应,其上出现一个谷。

正弦振动控制系统采用数字式信号处理和信号发生方法,能对振动台上的试件精确地施以正弦运动。为使本系统具有正弦控制能力,备有硬件和软件供选订。

在设置阶段规定的参数有:扫描频率范围,起始频率,扫描达到频率上、下限的次数,扫描方式(对数,线性),扫描率(时间,倍频程/分,10倍频程/分),参考包络谱(公制或英制),是否使用多路扫描,控制通道数,测量方式(峰值,平均值,均方根值,滤波),限值通道数和限值方式(峰值、平均值),启动和停止时间,最大电压,中断容差。这些设置值可以存入磁盘备用。设置完毕,系统准备进入执行阶段。

执行阶段分成两步:自检和满量级试验。设置完毕,按5477A的“RUN”键,正弦软件对振动台发出一个低电平宽带信号,算出各控制通道系统传递函数初始估值。在正弦试验之前只需

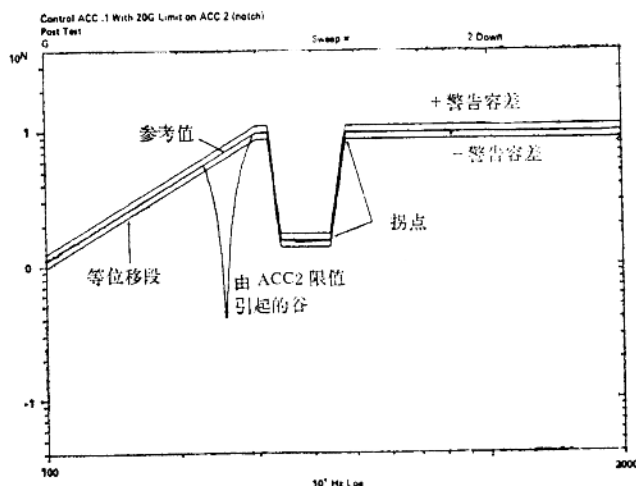


图1-2 正弦试验带谷控制结果举例

一次自检。但实际上操作者必须执行自检程序直到系统无一控制通道开路。

若所有返回信号都在预期限制内，则系统从磁盘调出操作软件，向操作者索取数据存储空间，“READY”指示灯亮，终端显示“READY”。

自检成功后，按“RUN”键，发出一个约2mv正弦驱动信号，频率为起始频率或者是上次试验中断时的频率。

正弦波电平随测量循环数而逐渐增加，在预定的起动时间内达到最大驱动电平。均衡建立后，按规定的方向和速率扫描。如果允许手动控制，可以控制扫描方向和幅值。此外，压缩速度可调。正常情况下，当扫描次数达到预定值时，执行阶段即告结束。这一时刻的试验数据可在数据回调阶段调出绘制文件。

数据回调时，正弦试验数据可以显示和绘图。数据包括有：参考包络谱，控制谱，正负警戒限，控制误差，组合误差，驱动信号和响应测量值。此外在数据回调时还可以绘制和显示测量数据的缩比图形。

三 瞬态振动控制方法（选订）

瞬态振动控制系统用数字信号处理方法对振动台上的试件精确地作用以冲击瞬态。有关详细理论，参看第十章。

在瞬态振动的设置阶段，要规定下列参数：用于计算加速度的转换常数，系统增益($g's/v$)，对瞬态的要求（冲击谱，磁盘记录，半正弦，后峰锯齿波、三角波、方波），试验时间，峰幅值($g's$)，正负警戒限，中断限，中断限占峰值的百分比数，馈给振动台的冲击瞬态次数，达到满量级(dB)所要求的步数。设置完成后，准备进入执行阶段。

瞬态执行阶段分为两步：自检试验和满量级试验。一旦设置完毕，按“RUN”键，馈给振动台一个低量级宽带信号，同时计算系统传递函数初始估值。在这一阶段，还要进行其它检查以确保系统做好瞬态试验的准备并保证系统组装正常。自检成功，终端通知“READY”，系统处于等待

状态。按“RUN”键，启动满量级试验。

自检成功后，按“RUN”键，发出瞬态信号。该信号是在设置阶段规定好的，可以自动或手动输到振动台。在下述情况下试验结束：在满量级上输出的脉冲达到预定数；操作者通过5477A的按键“STOP”或“ABORT”按键发出停止指令；若控制信号超出规定的“ABORT”限，则自动发出停止指令。如果需要，可以在数据回调时调出刚才的试验数据绘制文件。

提供的数据有：参考波形，正负警戒限，冲击谱；最终参考波形，最终控制波形，最终误差函数，最终驱动信号。在数据回调时，这些数据可以显示和绘图。

四 测量方式概述

本系统在进行频率分析和时间波形分析时具有四种基本测量功能。

功率谱密度测量：根据测量状态设置阶段规定的频率范围计算信号标准功率谱含量。

瞬态信号捕捉：将时域瞬态信号数字化并存储，用于显示、绘图或做冲击谱分析。

在上述两种情况里得到的功率谱密度和瞬态信号，可以在振动控制状态分别用作随机试验或瞬态试验的基准波形。

冲击响应谱分析：冲击响应谱表征一个冲击波形的破坏势。分析程序要求所分析的波形是用瞬态捕获方法测到的波形。

传递函数测量：计算系统输入和输出的比值。用这种测量方式确定系统频域特性。

在测量状态的设置阶段，要求操作者规定某些参数，以便在执行阶段按要求选择测量方式。

对四种测量方式的每一种，都要求从下述设置中选一种供系统使用。

- Last Setup（上次测量时规定的测量方式）。
- Stored Setup（用户从前写入并存储的设置，可以有6个）。
- New Setup（回答终端提问，写入新的设置）。

每次写入新设置时都要求用户写入设置标志（最多20个字符），用以标明该次设置和测量数据的特点。

在设置期间有几种编辑能力可供使用：将最新设置写入计算机内存；重新编辑设置；存储最新设置；清除从前存储的设置；结束设置状态等。

一旦设置结束，5477A上的几个操作键灯亮。按下选定的测量按键，开始测量。

测量完毕，显示结果。结果可以存储或绘图。功率谱密度和瞬态捕获的数据可存入磁盘“传递区”准备用作基准信号。

对长期存储的数据要写入检索符号（最多12个ASCII字符），以便识别。

完成测量之后，可以转入振动控制状态，或者按MEAS/SETUP键进行另一次测量设置。

第四节 保护功能

下面列出在振动控制状态所具有的保护功能，用以减少试件损坏的可能性。

- 在各次振动控制操作前都要进行“自检”。自检时输给激振器一个宽带低电平信号，检查ADC输入通道是否接通，检查信号是否超出系统设置限（过载），并检查ADC设置是否正确。

- 在满量级试验时,连续检查所规定的各种限制值,如果比较或检查结果不满足要求,ALARM灯或ABORT灯亮。

当ABORT灯亮时,系统平滑关机,试验中断。

- 在5477A后面板上有一个遥控中断插座,用来遥控中断功能。
- 按5477A面板上的“ABORT”键,可以手动中断试验,使系统平滑关机。
- 在设置阶段可以规定一个远低于满量级的低量级电平,输出一个试验波形用以判断对试件做满量级试验的合理性。
- 连续监测通道是否开路或过载。在任何时候,只要其中一种情况发生,系统马上采取相应的动作或输出一个警戒通知。

【注意】 瞬态试验时,可能会发生某一次脉冲过载现象。因为系统是在输出脉冲并对反馈信号进行分析之后才进行检查的。

第五节 系统硬件和软件

下面给出5427A的基本系统和选订系统,这些选订系统能增强基本系统的工作能力。图1.3是基本系统的照片。

一 基本系统硬件

使用54427A处理机(包括HP2109A或B型计算机)或54451B处理机(包括HP-1000E系列计算机,2113E)。5427A系统号大于100时使用的标准设备是54451B处理机。54427A内存40K字,54451B内存65K字,具有内存保护(仅54451B有),自动自检,双通道控制,浮点硬件,有中断内存奇偶检查,扩展算数单元,扩展指令组,动态变换。此外还有专用傅立叶程序器和振动控制固件(ROMS)。

9885M软磁盘驱动器:包括一个软磁盘包,内有测量和随机振动控制软磁盘及其备件。还有一个系统诊断磁盘。

5477A系统控制单元:

测量状态和随机振动控制状态各有自己的面板。

5478C系统接口:

包括2通道12位A/D变换器和D/A变换器,可扩展至4通道加上从0-4个滤波器。

1335A可变余辉示波器:包括12555B接口插板。

2640B终端:包括12880A接口。

29402B机柜(单仓,56英寸):可以不用机柜。

二 基本系统软件

磁盘包内备有:测量分析程序磁盘,随机振动控制程序磁盘,系统诊断程序磁盘。每盘有一份备件。

手册:一套操作和维修手册