

数字仪表精品丛书①

# 新型数字电压表原理与应用

沙占友 著

机械工业出版社

数字电压表是数字仪表的基础与核心。本书从实用角度出发,全面、深入、系统地阐述由大规模或超大规模集成电路构成的各种新型单片数字电压表的电路设计原理与应用技术。

全书共 12 章。第 1 章为新型数字电压表概述。第 2 章和第 3 章分别介绍 1 位、2 位、4 位、源 2 位、缘 2 位单片 A/D 转换器的原理与应用,以及数字电压表和智能数字电压表的电路设计要点。第 4 章和第 5 章分别阐述真有效值数字电压表、数字电平表及多重显示仪表的原理与应用。第 6 章专门介绍数字电压表的使用技巧。这是一本专门介绍新型数字电压表电路设计原理与应用的科技专著。本书为“数字仪表精品丛书”的第 1 本,该丛书还包括《新型数字万用表原理与应用》、《新型专用数字仪表原理与应用》和《数字仪表新颖电路原理与应用》。

本书题材新颖,内容丰富,深入浅出,图文并茂,融科学性、先进性、实用性于一体,可供从事科研、测试、维修工作的各类电子技术人员和电子爱好者阅读,并可作为高等院校相关专业的教学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

新型数字电压表原理与应用 钱占友著 一北京:机械工业出版社, 2002.12  
(数字仪表精品丛书①)

ISBN 7-111-08111-9

I ①新... II ②钱... III ③数字电压表 IV ④TN713.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 11612 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国

责任编辑:罗莉 版式设计:张世琴 责任校对:吴美英

封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2002 年 12 月第 1 版·第 1 次印刷

787 毫米×1092 毫米 1/32 开本 128 千字

印数 1—5000 册

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话(010)68995199  
封面无防伪标均为盗版

# 前 言

数字电压表简称数压表(英文名称为Digital Voltmeter)，它是采用数字化测量的电压仪表。新型单片数字电压表以其高准确度、高可靠性、高分辨力、高性价比等优良特性倍受人们的青睐。目前，数字电压表作为数字化仪表的基础与核心，已被广泛应用于电子和电工测量、工业自动化仪表、自动测试系统等领域，显示出强大的生命力。与此同时，由数字电压表扩展而成的各种通用及专用仪器仪表(含数字万用表)，也将电量及非电量测量技术提高到崭新水平。近年来，国内许多厂家通过积极引进、吸收国外先进技术，努力赶超世界先进水平，现已能够大批量生产多种高、精、尖的数字电压表以及相应的标准源、校验仪。

为了推广数字电压表的应用技术，作者于1992年著《新型数字电压表原理与应用》一书，该书由国防工业出版社出版后曾受到广大读者与专家的好评。近年来，随着各种新型数字电压表的大量问世和迅速推广，原著作已难以适应现代电子科技的发展。鉴于目前国内专门介绍新型数字电压表的书还很少见，为满足广大读者的需要，作者现以原书部分内容为素材，又将近年来在教学和科研工作中积累的经验及部分科研成果进行了系统总结，并参考国外厂家提供的最新资料后撰成此书。本书作为“数字仪表精品丛书”的第1本，该丛书还包括《新型数字万用表原理与应用》、《新型专用数字仪表原理与应用》和《数字仪表新颖电路原理与应用》。

本书题材新颖、内容丰富，既有科学性和先进性，又注重实用性，主要有以下特点：

第一，该书详尽而深入地阐述了单片数字电压表的整机电路设计原理，全方位地介绍了国内外在该领域的新技术与新产品。例如，所介绍的 $n$ 位智能数字电压表、真有效值数字仪表等，均具有国际先进水平。

第二，实用性强。本书以基本原理为基础，把新型数字电压表的整机电路原理、调试和应用作为全书重点。对于关键性技术问题(如电路设计要点及难点、主要元器件选择、调试方法)亦作了详细阐述。第 $n$ 章还专门介绍了数字电压表的使用技巧，内容包括测试功能扩展及使用注意事项，这是作者长期从事仪器仪表研究工作积累的经验。全书在阐述新型数字电压表原理与应用的同时，还给出了大量的实用电路供读者灵活应用。

第三，结构严谨、条理清楚、逻辑性强。本书内容由浅入深、循序渐进。以第 $n$ 章和第 $m$ 章为例，首先对国内外 $n$ 位~ $m$ 位单片 $n$ 转换器进行综述，然后依次介绍 $n$ 位、 $m$ 位、 $n$ 位、 $m$ 位数字电压表的电路设计。每种 $n$ 都从芯片介绍起，最后构成整机电路。按先后顺序分别介绍低档、中档、高档数字电压表，既能给读者以完整、清晰的概念，便于学习和掌握，又可满足不同读者的需要。

在本书撰写过程中，得到国内外集成电路厂家的支持，李学芝、沙江、韩振廷、沙莎、魏跃平、张文清、宋怀文、王志刚、刘立新、张启明、刘东明、赵伟刚、宋廉波、刘建民、

李志清、郑国辉、林志强、刘庆华、杨华、张海涛、郑哲贤、韩滨、刘治国、陈凯等同志也为本书作了有益的工作，在此一并致谢。

由于作者水平所限，书中的缺点和不妥之处在所难免，敬请广大读者指正。

作 者



的猿 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	缘	五、附猿 <sub>2</sub> 猿与微处理器的接口 .....	缘
第九节 由配猿 <sub>2</sub> 猿构成的猿 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	缘	第十四节 由附猿 <sub>2</sub> 猿构成的单片源 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	猿
一、配猿 <sub>2</sub> 猿的性能特点 .....	缘	一、附猿 <sub>2</sub> 猿的性能特点 .....	猿
二、配猿 <sub>2</sub> 猿的引脚功能 .....	缘	二、附猿 <sub>2</sub> 猿的引脚功能 .....	猿
三、配猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	缘	三、附猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	猿
四、由配猿 <sub>2</sub> 猿构成的猿 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	缘	四、由附猿 <sub>2</sub> 猿构成的源 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	猿
五、使用注意事项 .....	猿	五、外围元器件选择 .....	猿
六、猿 <sub>2</sub> 位数字电压表的调试方法 .....	猿		
七、配猿 <sub>2</sub> 猿与微处理器的接口 .....	猿	第三章 猿 <sub>2</sub> 位~缘 <sub>2</sub> 位智能数字电压表的原理与应用 .....	猿
第十节 由粤猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿构成的单片猿 <sub>2</sub> 位、猿 <sub>4</sub> 位数字电压表 .....	猿	第一节 配粤猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿型带串行接口的单片猿 <sub>2</sub> 位、源 <sub>2</sub> 位粤猿 <sub>2</sub> 转换器 .....	猿
一、粤猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿的性能特点 .....	猿	一、配粤猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿的性能特点 .....	猿
二、粤猿 <sub>2</sub> 猿的引脚功能 .....	猿	二、配粤猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	猿
三、粤猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	猿	三、配粤猿 <sub>2</sub> 猿的典型应用 .....	猿
四、由粤猿 <sub>2</sub> 猿构成的猿 <sub>4</sub> 位数字电压表 .....	猿	第二节 配粤猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿型带串行接口的单片猿 <sub>2</sub> 位、源 <sub>2</sub> 位粤猿 <sub>2</sub> 转换器 .....	猿
第十一节 由栽猿 <sub>2</sub> 猿构成的单片猿 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	猿	一、配粤猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿的性能特点 .....	猿
一、栽猿 <sub>2</sub> 猿的性能特点 .....	猿	二、配粤猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿的工作原理 .....	猿
二、栽猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	猿	三、由配粤猿 <sub>2</sub> 猿构成的源 <sub>2</sub> 位智能数字电压表 .....	猿
三、由栽猿 <sub>2</sub> 猿构成的猿 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	猿	第三节 匀猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿型带微处理器的单片缘 <sub>2</sub> 位粤猿 <sub>2</sub> 转换器 .....	猿
第十二节 由栽猿 <sub>2</sub> 猿构成的单片猿 <sub>4</sub> 位数字电压表 .....	猿	一、匀猿 <sub>2</sub> 猿与猿 <sub>4</sub> 猿的性能特点 .....	猿
一、栽猿 <sub>2</sub> 猿的性能特点 .....	猿	二、匀猿 <sub>2</sub> 猿的引脚功能 .....	猿
二、栽猿 <sub>2</sub> 猿的引脚功能 .....	猿	三、匀猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	猿
三、栽猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	猿	四、匀猿 <sub>2</sub> 猿外围模拟电路的设计 .....	猿
四、由栽猿 <sub>2</sub> 猿构成的猿 <sub>4</sub> 位猿猿猿猿显示数字电压表 .....	猿	五、由匀猿 <sub>2</sub> 猿构成的缘 <sub>2</sub> 位智能数字电压表 .....	猿
第十三节 由附猿 <sub>2</sub> 猿构成的单片源 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	猿	第四节 缘 <sub>2</sub> 位智能数字电压表的整机电路原理 .....	猿
一、附猿 <sub>2</sub> 猿的性能特点 .....	猿		
二、附猿 <sub>2</sub> 猿的引脚功能 .....	猿		
三、附猿 <sub>2</sub> 猿的工作原理 .....	猿		
四、由附猿 <sub>2</sub> 猿构成的源 <sub>2</sub> 位数字电压表 .....	猿		

一、性能特点.....	页码	三、由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效值数字	页码
二、缘 $\Sigma$ 位智能数字电压表的整机		仪表及特殊运算仪表.....	页码
电路原理.....	页码	第六节 由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效	
第五节 裁 $\Sigma$ 型带精密 $\Sigma\Delta$ 转		值数字电压表.....	页码
换器的可编程数据采集		一、 $\Sigma\Delta$ 的性能特点.....	页码
系统.....	页码	二、 $\Sigma\Delta$ 的引脚功能.....	页码
一、裁 $\Sigma$ 的性能特点.....	页码	三、 $\Sigma\Delta$ 的工作原理.....	页码
二、裁 $\Sigma$ 的工作原理.....	页码	四、由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效值数字	
三、裁 $\Sigma$ 的编程方法.....	页码	电压表.....	页码
四、由裁 $\Sigma$ 构成的源通道数据		第七节 由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效	
采集系统.....	页码	值数字电压表.....	页码
第四章 真有效值数字电压表的原理		一、 $\Sigma\Delta$ 的性能特点.....	页码
与应用.....	页码	二、 $\Sigma\Delta$ 的工作原理.....	页码
第一节 真有效值数字仪表的		三、 $\Sigma\Delta$ 的典型用法与使用	
基本原理.....	页码	技巧.....	页码
一、测量真有效值电压的基本		四、由 $\Sigma\Delta$ 构成的多量程真有	
原理.....	页码	效值数字电压表.....	页码
二、测量电平的基本原理.....	页码	第八节 由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效值数字电压表	
第二节 单片真有效值 $\Sigma\Delta$ 流转换		一、 $\Sigma\Delta$ 的性能特点.....	页码
器综述.....	页码	二、 $\Sigma\Delta$ 的工作原理.....	页码
第三节 由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效		三、由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效值数	
值数字电压 $\Sigma\Delta$ 平表.....	页码	字仪表.....	页码
一、 $\Sigma\Delta$ 的性能特点.....	页码	第九节 $\Sigma\Delta$ 的电路设计要点	
二、 $\Sigma\Delta$ 的引脚功能.....	页码	及常见故障分析.....	页码
三、 $\Sigma\Delta$ 的工作原理.....	页码	一、 $\Sigma\Delta$ 的电路设计要点.....	页码
四、由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效值数字		二、 $\Sigma\Delta$ 的常见故障分析.....	页码
电压 $\Sigma\Delta$ 平表.....	页码	第五章 多重显示仪表的原理	
五、使用注意事项.....	页码	与应用.....	页码
第四节 由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效值		第一节 由裁 $\Sigma$ 构成的源 $\Sigma$ 液	
数字电压 $\Sigma\Delta$ 平表.....	页码	晶条图显示仪表.....	页码
一、 $\Sigma\Delta$ 的性能特点.....	页码	一、裁 $\Sigma$ 的性能特点.....	页码
二、 $\Sigma\Delta$ 的工作原理.....	页码	二、裁 $\Sigma$ 的引脚功能.....	页码
三、由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效值		三、裁 $\Sigma$ 的工作原理.....	页码
仪表.....	页码	四、由裁 $\Sigma$ 构成的源 $\Sigma$ 液晶条图	
四、由 $\Sigma\Delta$ 构成的多量程真有		显示仪表.....	页码
效值数字电压 $\Sigma\Delta$ 平表.....	页码	第二节 由 $\Sigma\Delta$ 构成的高分辨力	
第五节 由 $\Sigma\Delta$ 构成的真有效		液晶条图显示仪表.....	页码
值数字电压表.....	页码	一、 $\Sigma\Delta$ 的性能特点.....	页码
一、 $\Sigma\Delta$ 的性能特点.....	页码		
二、 $\Sigma\Delta$ 的工作原理.....	页码		

二、附温表的引脚功能 .....	圆缘	二、在线测量电阻 .....	圆远
三、附温表的工作原理 .....	圆缘	三、在线测量晶体管共射极直流 电流放大系数( $\beta_{dc}$ ) .....	圆愿
四、由附温表构成的高分辨率液晶 条图显示仪表 .....	圆远	第五节 利用交流数字电压表测量 周期性非正弦波的 方法 .....	圆愿
第三节 藕合条图显示仪表 .....	圆苑	第六节 宽频带不失真阻容分压器 的设计 .....	圆员
一、藕合原理藕合器的性能 特点 .....	圆苑	一、阻容分压器的设计原理 .....	圆员
二、藕合器的工作原理 .....	圆愿	二、确定 悦、悦电容量的 方法 .....	圆缘
三、藕合器的典型应用 .....	圆愿	第七节 利用数字电压表测量占空 比的方法 .....	圆缘
第四节 多重显示仪表 .....	圆源	第八节 利用交流数字电压表测量 相位差的方法 .....	圆缘
一、裁温表的原理与应用 .....	圆缘	第九节 利用数字电压表作直流毫 伏信号发生器 .....	圆愿
二、裁温表的原理与应用 .....	圆园	一、电路原理 .....	圆愿
三、四重显示仪表的电路设计 .....	圆源	二、实验数据及注意事项 .....	圆愿
第六章 数字电压表的使用技巧 .....	圆远	第十节 数字电压表的单电源 藕电 源转换电路 .....	圆愿
第一节 利用 粤藕转换器完成 运算功能 .....	圆远	一、利用 悦藕杂门电路产生 藕数 电源 .....	圆愿
一、做乘法、除法及倒数运算 .....	圆远	二、利用 附藕产生 藕数 电源 .....	圆园
二、做加法、减法运算 .....	圆远	三、正负压连续可调、对称输出 的稳压电源 .....	圆员
三、典型应用实例 .....	圆苑	第十一节 猿 <sub>1/2</sub> 位数字电压表的 印制电路板设计 .....	圆园
第二节 数字电压表增加读数保持 功能的方法 .....	圆愿	一、配 粤藕的印制电路板设计 .....	圆园
一、给 附藕增加读数保持 功能 .....	圆愿	二、附藕和 附藕的印制电路 板设计 .....	圆源
二、给 附藕增加读数保持 功能 .....	圆愿	三、附藕与 附藕的印制电路 板设计 .....	圆缘
第三节 提高数字电压表稳定 性的方法 .....	圆愿	参考文献 .....	圆苑
一、利用外部基准电压源来提高 稳定性 .....	圆愿		
二、利用石英晶体振荡器来提高时钟 频率的稳定性 .....	圆员		
三、利用锁相时钟提高数字电压表抗 电网干扰的能力 .....	圆园		
第四节 数字电压表在线测量 技术 .....	圆源		
一、在线测量直流电流 .....	圆源		

# 第一章 数字电压表概述

数字电压表简称电压表，它是采用数字化测量技术设计的电压表。数字电压表自问世以来，已有多年的发展史，大致经历了五代产品。第一代产品是20世纪50年代问世的电子管数字电压表，第二代产品属于20世纪70年代出现的晶体管数字电压表，第三代产品为20世纪80年代研制的中、小规模集成电路的电压表。近年来，国内外相继推出由大规模集成电路（VLSI）或超大规模集成电路（ULSI）构成的数字电压表、智能数字电压表，分别属于第四代、第五代产品。它们不仅开创了电子测量的先河，更以其高准确度、高可靠性、高分辨力、高性价比等优良特性而受到人们的青睐。

## 第一节 电子测量仪器的分类及型号命名法

随着科学技术的进步和电子工业的发展，大批新型电子测量仪器、仪表如雨后春笋，竞相问世。下面介绍电子测量仪器的分类及型号命名方法。

尽管电子仪器的种类繁多、型号各异，但就其原理和用途而言，大致可分为两大类：  
①频率测量仪（包括频率标准和频率计数器）；②时间测量仪；③电阻测量仪（含接地电阻表、绝缘电阻表（兆欧表）等）；④电容测量仪（包括测量介质损耗角正切等参数）；⑤电感测量仪（含品质因数测量仪、高频电桥）；⑥温度及温度系数测量仪；⑦接收机测试仪；⑧阻抗测量仪（含阻抗图示仪）；⑨电桥；⑩模拟式电压表，模拟式万用表（俗称复用表）；⑪数字电压表，数字万用表；⑫功率计；⑬信号发生器（包括函数发生器）；⑭示波器（含存储示波器）；⑮频率特性测量仪（含扫频仪、频谱分析仪）；⑯失真度测量仪；⑰调制度测量仪；⑱放大器；⑲半导体分立器件测试仪；⑳电子管测量仪；㉑集成电路测试仪；㉒稳定电源（包括稳压电源、稳流电源、稳频电源、开关电源、不间断电源（UPS）、程控电源等）；㉓电声测量仪器；㉔广播音响测量仪器；㉕电视测量仪器；㉖数字通信设备综合测试仪；㉗红外测试仪；㉘雷达综合测试仪；㉙移动通信设备综合测试仪；㉚载波通信仪表；㉛电磁场强度仪；㉜相位计；㉝衰减器；㉞等效天线；㉟动态分析仪器；㊱数据域分析仪；㊲噪声发生器；㊳无线电干扰场强测量仪、电磁兼容性综合测试仪及附属设备；㊴光学测量仪；㊵安全耐压试验仪器；㊶虚拟仪器；㊷标准源及校准仪。

以上为各种通用电子测量仪器。此外，还有应变仪、转矩仪、流量计、气体分析仪、各种医用仪器等多种专用电子仪器。还有一些综合测试仪可能包括几类仪器的功能，例如自动测试仪，这里不再赘述。

根据我国电子测量仪器的型号命名方法，通用电子仪器的型号由以下部分组成：第一部分由两个字母或三个字母（汉语拼音，下同）表示仪器的种类；第二部分由一个字母或两个字母表示同一类中不同特征的仪器；第三部分为一间隔横线；第四部分用数字表示序号。

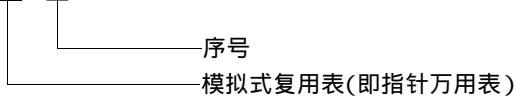
表 1-1 列出了各种电子测量仪器的型号组成及命名方法。

表 1 电子测量仪器的型号组成

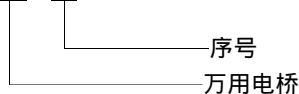
电子仪器种类	型号组成及字母含义			
	第 1 部分	第 2 部分	第 3 部分	第 4 部分
模拟式复用表 (即万用表)	配云(模复)		—	序号
频率计	孕允(频计)		—	序号
电阻电桥	砸匝(阻桥)		—	序号
万用电桥	宰匝(万桥)		—	序号
功率计	踟蕴(功率)		—	序号
低频信号发生器	轶耘(信发)	阅(低频)	—	序号
高频信号发生器	轶耘	郎(高频)	—	序号
彩色电视信号发生器	阅耘(电发)		—	序号
示波器	杂月(示波)		—	序号
同步示波器	杂月	栽(同步)	—	序号
脉冲示波器	杂月	酝(脉冲)	—	序号
二踪示波器	杂月	耘(二踪)	—	序号
二线示波器	杂月	砸(二线)	—	序号
直流放大器	云阅(放大)	在(直流)	—	序号
高灵敏度直流放大器	云阅	在郎(直高)	—	序号
电视综合测试仪	在悦(综测)	杂(视)	—	序号
电子管试验器	踟杂(管试)		—	序号
晶体三极管测试仪	杂叁(晶三)		—	序号
电子管特性图示仪	踟戡(管图)		—	序号
晶体管特性图示仪	踟戡(晶图)		—	序号
稳压电源	宰再(稳压)		—	序号
万用稳压电源	宰再	宰(万用)	—	序号
电平表	阅孕(电平)		—	序号
声级计	杂允(声级)		—	序号

下面举几个型号的例子来说明命名方法。

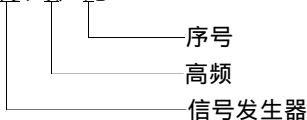
例 员:仪表型号 配云—踟

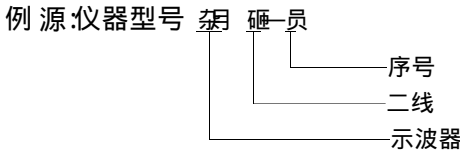


例 圆:仪器型号 宰匝—缘



例 猿:仪器型号 轶耘—郎—苑





需要说明两点：第一，某些国产仪器型号并未严格按上述规定命名（例如 杂砸双迹示波器）；第二，进口或国内组装的仪器仪表大多用英文缩写及数字来命名（例如 杂砸型数字万用表，愿砸型数字万用表）。

## 第二节 数字仪表的发展趋势

采用新技术、新工艺，由 灾砸构成的新型数字仪表及高档智能仪器的大量问世，标志着电子仪器领域的一场革命，也开创了现代电子测量技术的先河。下面从 缘个方面阐述新型数字仪表的发展趋向。

### 愿广泛采用新技术，不断开发新产品

电子技术的进步，往往预示着数字仪表研制水平的新突破。近年来，各项新技术愈来愈被广泛采用，并迅速转化为生产力。例如，美国福鲁克（云砸公司）的“余数再循环”专利技术、“自动脱离接触测量保持功能”专利技术；吉时利（运砸公司）的直流在线电流测量专利技术；哈里斯（匀砸公司）的低噪声 月砸工艺制造专利技术；模拟器件公司（粤砸）的四斜率 粤砸转换技术、“闭壳（精砸）”校准技术、“依次加法积分”专利技术；英国迪特朗（闻砸）公司的“自动校准（粤砸）”技术、固态真有效值转换技术、真欧姆测量技术（采用 源制测量电阻的同时，检测并扣除电阻上的各种电动势）；等精度测量频率等，都为提高数字仪表的技术性能做出了贡献。例如，美国惠普（匀砸）公司研制的 匀砸型 愿位数字万用表中，采用多斜率 粤砸转换原理，并用超导领域的约瑟夫森（先砸）结阵列标准来校准 员挡的线性度，使之优于 缘伊砸。英国舒力强（杂砸）公司生产的 苑砸型 愿位数字电压表，所用精密电阻的温度系数低至 园砸伊砸，基准电压源的电压温度系数  $\alpha$  裁 约伊砸。匀砸型数字万用表（闻砸）测量直流电压的准确度高达 依砸伊砸，按 源位方式工作时的测量速率可达 员万次秒。苑砸型数字电压表的转换准确度为 依砸伊砸，分辨力为 员砸。

与此同时，仪表专用的单片大规模、超大规模集成电路也发展迅速。例如，已开发的 缘位单片智能化 粤砸转换器、专配微机的 源位单片数字万用表芯片等，为研制高性价比数字仪表创造了条件。惠普、福鲁克等公司都拥有一批专用集成电路（粤砸）产品，作为开发数字仪表的技术依托和看家本领。美国泰克（栽砸）公司推出的万能示波表中，就采用单片示波器专用集成电路。

供智能仪表使用的 愿位单片机，现已发展到第三代产品。荷兰飞利浦（孕砸）公司推出的 愿砸系列全兼容式 愿位单片机，打破了 愿砸统治 愿位单片机的局面。摩托罗拉公司开发的 配砸系列单片机，可广泛用于智能仪器、通信设备和家电产品中。在此基础上，该公司又开发了功能更强的 配砸系列 愿位单片机。愿砸型 愿位单片机现已被 愿砸所代替。目前全世界每年销售的单片机数量已达到 员砸亿片。

### 愿广泛采用新工艺

新一代数字仪表正朝着标准模块化的方向发展。预计在不久的将来，更多的数字仪表将

由标准化、通用化、系列化的模块所构成，给电路设计、安装调试和维修都带来极大方便。

表面安装技术（SMT）和表面安装元器件（SMD）将获得普遍应用。这项技术被誉为世界电子工艺技术的一项重要突破。所谓表面安装是将微型化的表面安装集成电路（SMD）和表面安装元器件，用粘贴工艺直接安装在印制板上，再用波峰焊机焊接，由此取代传统的打孔焊接工艺，使印制板安装密度大为增加，可靠性得到明显提高。目前，全世界生产的电子元件中已有约50%属于表面安装元器件或组件，SMT正在仪器仪表、计算机和高档家电产品中迅速推广与应用。

进入21世纪后，各类电子元器件正以SMD化为目标，进一步实现小型化、复合化、高准确度、高可靠性。片状金属箔电阻的准确度和电阻温度系数（TCR），将分别提高到 $10^{-5}$ 和 $10^{-6}$ 。薄膜电容将向小型化、高频化和低噪声方向发展，钽电容继续向小型化、大容量和高可靠性方向发展。带温度补偿的超小型石英晶体振荡器以及新型硅振荡器将被推广采用。印制板向多层、薄型、高电路密度方向发展，印制导线宽度和间距有望达到 $10\mu\text{m}$ 。片状阻容网络、滤波滤波器、带保护的开关等复合式电子产品也将得到进一步发展。预计2010年全球电子元器件的片状化率可达90%。

### 多重显示仪表

为彻底解决数字仪表不便于观察连续变化量的技术难题，“数字模拟条图”双显示仪表已成为国际流行款式，它兼有数字仪表准确度高、模拟式仪表便于观察被测量的变化过程及变化趋势这两大优点。这里讲的模拟条图有两层含义：第一，被测量为连续变化的模拟量；第二，用条图形式来模拟被测量的变化情况。

条图（又称条状图形）亦称条状图形，也有人称之为条棒或模拟条状显示。模拟条图大致分成三类：①液晶显示器（LCD）条图，呈断续的条状，这种显示器的分辨力高、低功耗，体积小，低压驱动，适合于电池供电的小型化仪表。不足之处是它本身不发光，需借助于背光源才便于夜间观察。目前这种显示器应用较广；②等离子体（PDP）光柱显示器，其优点是自身发光、亮度高、显示清晰、观察距离远、分辨力较高，缺点是驱动电压高、耗电较大；③LED条图（又称LED光柱），它是由多只发光二极管排列而成。这种显示器的亮度高、成本低，但像素尺寸较大、功耗高。数字液晶条图双显示仪表的典型产品有液晶条图型源位数字条图型条图，国产配型型4位数字条图。

多重显示仪表是在双显示仪表基础上发展起来的。这类仪表能同时显示两组或两组以上的相关数据，大多配有模拟条图显示。典型产品有灾型手持式智能，它是国内首创的4位带LED背光源的四重显示仪表，主显示器用以显示测量值，两个辅助显示器分别显示最大值（MAX）、最小值（MIN）、测量时间（从开机起计时），并有快速响应的液晶条图，能设定上、下限，带接口。型多功能测试仪能同时显示被测交流电压值及频率值。

### 提高安全性

仪器仪表在设计和使用中的安全性，对生产厂家和广大用户都至关重要。一方面厂家必须为仪表设计安全保护电路，并使之符合国际标准（例如美国UL认证、德国VDE认证、国际质量体系认证）；另一方面用户必须安全操作，时刻注意仪表上的各种安全警告指示。仪表的保护电路在于最大限度地减小或防止因误操作而造成的危害。以数字万用表为例，常见的误操作是用电流挡或电阻挡去测量电压。此外，在测试过程中，附近大功率电气

设备的切换或负载变化，均会在仪表输入端产生瞬态过电压。若将高电压、大电流输入到未加保护的仪表，就会产生电弧、火花，很容易使仪表损坏，甚至危及人身安全。常见的保护装置如下：

#### (员) 过电流保护装置

快速熔丝管（云释云霏）、熔断电阻器、限流电阻。

#### (圆) 过电压保护装置

双向限幅二极管，火花放电器（云释），半导体放电管，氛管，压敏电阻器（云释），瞬态电压抑制器（云释），快速晶闸管（云释）。

#### (猿) 电阻挡保护装置

二极管或晶体管保护器，正温度系数热敏电阻（云释）。

手持式仪表在外观上亦不断改进，例如具有“三防”（防摔、防尘、防水）功能，增加保护托罩，选用隐埋式插座等。

#### 缘 操作简单化

无按键的智能仪器已经问世，典型产品有比利时的 阅释型智能动态信号分析仪、惠普公司的 透释型逻辑分析系统。它们的共同特点是没有按键，利用触摸屏来完成各种复杂的操作和测试工作。对这类仪器而言，键盘已不再是必要的了。

手持式仪表的操作也日趋简单。单刀操作、单按钮手动量程数字万用表是优选方案之一。对于自动量程数字万用表，操作键也不断减少。为便于单手指操作，福鲁克公司使用一只具有定时功能的按钮。根据按下时间的长短，可选择不同的功能并产生声、光提示信号。

## 第三节 数字电压表的特点

数字电压表具有以下十大特点：

#### 员 显示清晰直观，读数准确

传统的模拟式仪表必须借助于指针和刻度盘进行读数，在读数过程中不可避免地会引入人为的测量误差（例如视差），并且容易造成视觉疲劳。数字电压表则采用先进的数显技术，使测量结果一目了然，只要仪表不发生跳数现象，测量结果就是惟一的，不仅保证了读数的客观性与准确性，还符合人们的读数习惯，能缩短读数和记录的时间。

新型数字电压表还增加了标识符显示功能，包括测量项目符号、单位符号和特殊符号。而数字 透释条图双显示数字电压表将数字显示与高分辨率模拟条图显示集于一身，兼有 阅释与模拟电压表的优点，为用 阅释完全取代模拟电压表创造了条件。

智能数字电压表均带微处理器与标准接口，可配计算机和打印机进行数据处理或自动打印，构成完整的测试系统。

#### 圆 显示位数

显示位数通常为 圆位 ~ 愿位。具体讲，有 圆位、圆位、猿位、猿位、猿位、猿位、源位、源位、缘位、远位、苑位、愿位共 愿种。判定数字仪表的位数有两条原则：①能显示从 园- 怨所有数字的位是整数位；②分数位的数值是以最大显示值中最高位数字为分子，用满量程时最高位数字做分母。例如，某数字仪表的最大显示值为 依释，满量程计

数值为  $\frac{1000}{1000}$ ，这表明该仪表有 3 个整数位，而分数值的分子为 1，分母是 1000，故称之为 3 位半，读作三位半，其最高位只能显示 9 或 1。3 位仪表的最高位只能显示 9 或 10 的数字，最大显示值为 1999.9，比 2 位仪表的量限高 10 倍。4 位仪表的最高位可显示从 9 到 10 的数字，最大显示值为 19999.9，其量限比 2 位仪表高一倍。3 位以上的仪表大多属于台式智能数字电压表。

### 3. 准确度高

准确度是测量结果中系统误差与随机误差的综合。它表示测量结果与真值的一致程度，也反映了测量误差的大小，准确度愈高，测量误差愈小。测量的绝对误差有两种表达式：

$$\Delta x = \frac{x - x_0}{x_0} \quad (1)$$

$$\Delta x = \frac{x - x_0}{x_0} \quad (2)$$

式 (1) 中， $x$  为读数（即显示值）； $x_0$  表示满量程。括号中前一项代表 电压转换器和功能转换器（例如分压器）的综合误差，后一项是数字化处理所带来的误差。式 (2) 中， $\Delta x$  是量化误差反映在末位数字上的变化量。若把  $\Delta x$  个字的误差折合成满量程的百分数，就变成了式 (1)。可见上述二式是完全等价的。数字电压表的准确度远优于模拟电压表。例如，3 位、2 位、1 位 电压表的准确度分别可达 0.1%、0.2%、0.5%。

### 4. 分辨率高

数字电压表在最低电压量程上末位 1 个字所代表的电压值，称作仪表的分辨力，它反映仪表灵敏度的高低。分辨力随显示位数的增加而提高。例如，3 位、2 位、1 位 电压表的最高分辨力分别为 1mV、100μV、10μV。电压表的分辨力指标亦可用分辨率来表示。分辨率是指所能显示的最小数字（零除外）与最大数字的百分比。例如，3 位 电压表的分辨率为 1/1999.9 ≈ 0.00005%。

需要指出，分辨力与准确度属于两个不同的概念。前者表征仪表的“灵敏性”，即对微小电压的“识别”能力；后者反映测量的“准确性”，即测量结果与真值的一致程度。二者无必然的联系，因此不能混为一谈，更不得将分辨力（或分辨率）误以为是类似于准确度的一项指标。实际上，分辨力仅与仪表显示位数有关，而准确度则取决于 电压转换器等总误差。从测量角度看，分辨力是“虚”指标（与测量误差无关），准确度才是“实”指标（代表测量误差的大小）。因此，任意增加显示位数来提高仪表分辨力的方案是不可取的。原因就在于这样达到的高分辨力指标将失去意义。换言之，从设计数字电压表的角度看，分辨力应受准确度的制约，并与之相适应。

### 5. 测量范围宽

多量程数字电压表一般可测 10V 直流电压，配上高压探头还可测量上万伏的高压。多量程交流数字电压表可测量 10V 或 100V 的正弦电压有效值，而真有效值数字电压表能准确测量任意波形的电压有效值。

### 6. 扩展能力强

在数字电压表的基础上，还可扩展成各种通用及专用数字仪表、数字万用表和智能仪器，以满足不同的需要。

### 7. 测量速率快

数字电压表在每秒钟内对被测电压的测量次数叫测量速率，单位是“次/秒”。它主要取决于 电压转换器的转换速率，其倒数是测量周期。3 位、2 位 电压表的测量速率分别为每

秒几次、每秒几十次。愿<sub>2</sub>位 阅<sub>2</sub>采用降位的方法，最高测量速率可达 员<sub>2</sub>万次 辘<sub>2</sub>。

#### 愿<sub>2</sub>输入阻抗高

数字电压表具有很高的输入阻抗，通常为 员<sub>2</sub>~ 员<sub>2</sub>，最高可达 员<sub>2</sub>。在测量时从被测电路上吸取的电流极小，不会影响被测信号源的工作状态，能减小由信号源内阻引起的测量误差。

#### 愿<sub>2</sub>集成度高、微功耗

新型数字电压表普遍采用 愿<sub>2</sub>大规模集成电路，整机功耗很低。

#### 愿<sub>2</sub>抗干扰能力强

缘<sub>2</sub>位以下的 阅<sub>2</sub>大多采用积分式 粤<sub>2</sub>转换器，其串模抑制比（ 愿<sub>2</sub>）、共模抑制比（ 愿<sub>2</sub>）分别可达 员<sub>2</sub>、 愿<sub>2</sub>。高档 阅<sub>2</sub>还采用数字滤波、浮地保护等先进技术，进一步提高了抗干扰能力， 愿<sub>2</sub>可达 员<sub>2</sub>。

## 第四节 国内外 圆<sub>2</sub>位 ~ 缘<sub>2</sub>位单片 粤<sub>2</sub>转换器综述

粤<sub>2</sub>转换器是数字电压表及数字万用表的“心脏”。下面首先介绍单片 粤<sub>2</sub>转换器的分类，然后给出单片 粤<sub>2</sub>转换器基准电压与量程的对应关系。

### 一、单片 粤<sub>2</sub>转换器的分类

所谓“单片 粤<sub>2</sub>转换器”，是采用 愿<sub>2</sub>工艺将 阅<sub>2</sub>的基本电路（含模拟电路与数字电路）集成在同一芯片上，配以 愿<sub>2</sub>或 愿<sub>2</sub>数显器件后能显示 粤<sub>2</sub>转换结果的集成电路。它们均属于大规模集成电路，能以最简方式构成 阅<sub>2</sub>、 阅<sub>2</sub>（数字面板表）。若对其外围电路进行扩展，增加各种功能转换器，还可构成 愿<sub>2</sub>。

按照显示位数来划分，单片 粤<sub>2</sub>转换器主要有 苑<sub>2</sub>种：圆<sub>2</sub>位、圆<sub>2</sub>位、猿<sub>2</sub>位、猿<sub>2</sub>位、猿<sub>2</sub>位、源<sub>2</sub>位、缘<sub>2</sub>位。若按智能化程度来区分，又可分为两种：纯硬件电路、带  $\mu$ <sub>2</sub>的电路。

目前国内外生产的单片 粤<sub>2</sub>转换器已达数百种，表 愿<sub>2</sub>列出了 愿<sub>2</sub>种典型产品的主要技术指标。其中， 愿<sub>2</sub>为日本无线电（ 愿<sub>2</sub>）公司产品。 愿<sub>2</sub>系列和 愿<sub>2</sub> 愿<sub>2</sub>系列为美国英特西尔（ 愿<sub>2</sub>）公司产品，该公司现已从哈里斯（ 愿<sub>2</sub>）公司中分出来。 愿<sub>2</sub> 愿<sub>2</sub>为摩托罗拉（ 愿<sub>2</sub>）公司产品。 愿<sub>2</sub> 愿<sub>2</sub>和 愿<sub>2</sub> 愿<sub>2</sub>均为微芯片（ 愿<sub>2</sub>）公司的产品，原泰柯姆（ 愿<sub>2</sub>）公司现已并入 愿<sub>2</sub>公司。 愿<sub>2</sub>系列为马克西姆（ 愿<sub>2</sub>）公司产品， 愿<sub>2</sub>为模拟器件公司（ 愿<sub>2</sub>）产品。

表 愿<sub>2</sub> 愿<sub>2</sub>种单片 粤<sub>2</sub>转换器的主要技术指标

产品型号	显示位数 辘 <sub>2</sub>	最大显示值	适配显示器	转换速率 辘 <sub>2</sub> 次 辘 <sub>2</sub> )	工作电源	封 装 形 式 <sup>①</sup>	生产企业
愿 <sub>2</sub> 愿 <sub>2</sub>	圆	依 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub>	员	愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 原 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 公司
愿 <sub>2</sub> 愿 <sub>2</sub>	圆 <sub>2</sub>	依 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub>	—	愿 <sub>2</sub>	—	愿 <sub>2</sub> 公司
愿 <sub>2</sub> 愿 <sub>2</sub>	圆 <sub>2</sub>	依 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub>	—	依 <sub>2</sub>	—	愿 <sub>2</sub> 公司
愿 <sub>2</sub> 愿 <sub>2</sub>	猿	原 <sub>2</sub> 、 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub>	源、 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 、 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 原 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 公司
愿 <sub>2</sub> 愿 <sub>2</sub>	猿 <sub>2</sub>	依 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> ~ 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 、 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 原 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 公司
愿 <sub>2</sub> 愿 <sub>2</sub>	猿 <sub>2</sub>	依 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> ~ 愿 <sub>2</sub>	依 <sub>2</sub> 、 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 原 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 公司
愿 <sub>2</sub> 愿 <sub>2</sub>	猿 <sub>2</sub>	依 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> ~ 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 、 愿 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 原 <sub>2</sub>	愿 <sub>2</sub> 公司

(续)

产品型号	显示位数	最大显示值	适配显示器	转换速率 (次/秒)	工作电源	封装形式 <sup>①</sup>	生产企业
附磁源范	猿 <sub>2</sub> 位	依员缘	繇綯	圆缘-员缘	依敦, 员缘粤	阅舜原	附磁源公司
附磁源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆缘-员缘	垣敦, 员缘粤	阅舜原	附磁源公司
附磁源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆缘-源	垣敦, 员缘粤	阅舜原	附磁源公司
附磁源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆缘-源	依敦, 圆缘粤	阅舜原	附磁源公司
配等源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆缘	垣敦, 圆缘粤	阅舜原	配等源公司
配等源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆缘	垣敦, 圆缘粤, 段驱动电流为 怨-员缘粤	阅舜原	配等源公司
配等源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆缘	垣敦, 圆缘粤, 段驱动电流为 圆缘-缘粤	阅舜原	配等源公司
配源源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	猿-圆	依敦, ≤圆粤	阅舜原	配源源公司
粤源源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	员缘-员圆	垣敦, 员缘粤	阅舜原	粤源源公司
粤源源范	猿 <sub>4</sub>	依员缘	繇綯	员-缘	垣敦, 员缘粤	阅舜原	粤源源公司
栽源源	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	员-猿	垣敦, 苑缘粤	阅舜原 孕源源	栽源源公司
栽源源	猿 <sub>4</sub>	依员缘	繇綯或 繇綯	圆缘	依敦, 圆缘粤	阅舜原	栽源源公司
附磁源缘	源 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆缘-苑缘	依敦, 猿缘粤	阅舜原	附磁源公司
附磁源范	源 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	圆	垣敦, 员缘粤	阅舜原	附磁源公司
栽源源	源 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯		垣敦	孕源源	栽源源公司
配等源源	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	缘	垣圆缘-缘圆敦 ≤怨缘粤	阅舜原 猿源源	配等源公司
配等源源	源 <sub>2</sub>	依员缘			猿源源	猿源源	
配等源范	猿 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯	缘	垣圆缘-缘圆敦 员圆-猿缘粤	阅舜原 猿源源	配等源公司
配等源范	源 <sub>2</sub>	依员缘			猿源源	猿源源	
匀源源	缘 <sub>2</sub>	依员缘	繇綯或 繇綯	员缘	依敦, ≤员缘粤	阅舜原	附磁源公司
匀源源	源 <sub>2</sub>	依员缘		源			

① 阅舜 孕源源分别表示双列直插式封装和扁平封装, 后面的数字为引脚数。

## 二、单片粤源转换源综述

粤源源源 栽源源源 附磁源源 分别为 圆位、圆<sub>2</sub>位和 猿位单片粤源转换源, 适合构成精度不高的简易型数字电压表或低档专用数字仪表(如 表计)。

附磁源源采用异或门输出, 静态驱动液晶显示器(繇綯), 由怨源叠层电池供电, 功耗小, 成本低, 适合制作手持式猿<sub>2</sub>位 阅源或 阅源。附磁源源增加了读数保持(匀源或 匀源)功能。附磁源源实现了低功耗, 其功耗仅相当于附磁源源的员源, 附磁源源则是附磁源源的改进型, 二者的引脚排列顺序与附磁源源完全相同, 可以互相代换。

附磁源源采用大电流反相器输出, 静态驱动共阳极 繇綯显示器, 由依敦双电源供电, 显示亮度高, 但耗电较多, 适于制作数字面板表(阅源)和小型台式猿<sub>2</sub>位数字仪表。附磁源源也增加了读数保持功能, 和附磁源源一样, 可构成峰值电压表、体温计、血压计等专用数字仪表。附磁源源是附磁源源的改进型, 典型功耗只有附磁源源的员源, 二者可直接代

换。

日本 冠电公司生产的 量测系列产品可以同 附编系列中的相应产品互相代换。

配等元件系列系列内含 源噪才振荡器，不需要接外部阻容元件即可构成时钟振荡器。此外，还增加了高稳定性的 猎猫带隙基准电压源，并且由泵电源产生负电源电压，因此其外围电路更加简单，能构成 垣墩或 垣墩低电压、单电源供电的 猿<sub>2</sub>位数字面板表或数字万用表。其中，配等元件适配 蕴阙，配等元件和 配等元件适配 蕴阙显示器。配等元件适合驱动普通亮度的 蕴阙显示器，配等元件适合驱动高亮度的 蕴阙显示器。

配等元件也是目前国内外普遍使用的一种芯片。它以动态扫描方式输出 月阙码，经译码驱动器接 猿<sub>2</sub>位共阴极 蕴阙显示器。配等元件能输出超量程（韵圃、粤阙转换结束标志（藉扮）信号，通过外围电路还可获取欠量程（裁圃）信号。它输出的多路调制 月阙码可送至微处理器（ $\mu$ 孕）或单片机（ $\mu$ 悦）进行数据处理。与 附编系列相比，配等元件的外围电路比较复杂，但其应用领域甚广，适用于自动测试系统或配单片机构成低档智能仪表。

粤阙转换员 粤阙转换员分别为 猿<sub>2</sub>位、猿<sub>4</sub>位单片 粤阙转换器，它们采用脉宽调制（孕孕）式模 轶转换技术，具有超量程输出、粤阙转换结束标志输出及正、负号极性输出等功能。

裁源具有读数保持功能。裁源属于带测频功能和峰值保持功能的 猿<sub>4</sub>位 粤阙转换器，它不仅能构成高性价比的 猿<sub>4</sub>位 蕴阙或 蕴阙显示的数字电压表，而且很容易配  $\mu$ 孕或  $\mu$ 悦，是 配等元件 附编系列 猿<sub>2</sub>位 粤阙转换器理想的更新换代产品。

附编系列采用 月阙码扫描输出方式，通过段译码驱动器和位驱动器，使 源<sub>2</sub>位共阴极 蕴阙显示器作动态扫描显示。附编系列具有准确度高，耗电省（与静态驱动显示相比），能输出超量程（韵圃、欠量程（裁圃、忙碌输出（月以月）信号，可实现读数保持，能与  $\mu$ 孕或  $\mu$ 悦匹配等优点。它可广泛用于高准确度数字仪表、智能仪器及自动测试系统中。

附编系列采用三重积分及数字调零原理，将 粤阙转换的准确度提高到 依园匝缘。芯片设有 员匝量程输入端，在不改变外围电路的前提下，即可选择 圆匝或 匝基本量程。其最高分辨力达 员匝，比 附编系列提高一个数量级。附编系列还具有标识符驱动端，用以显示单位符号及特殊标志。附编系列的外围电路简单，但没有 月阙码输出。它适宜制作手持式 源<sub>2</sub>位 阅匝或 阅匝。

配等元件 配等元件属于 猿<sub>2</sub>位单片 粤阙转换器，配等元件 配等元件属于 源<sub>2</sub>位单片 粤阙转换器。它们都带微机接口，适配  $\mu$ 孕或  $\mu$ 悦，构成 蕴阙的智能数字电压表、数字面板表、数字万用表或其他便携式智能仪表。这 源中产品均具有数据保持、峰值检测、超量程及欠量程检测等功能，配等元件和 配等元件还增加电池低电压检测功能。

匀缘和 匀缘是国际上 圆世纪 怨年代的新产品，匀缘为 匀缘的改进型。它们属于智能化、高准确度、高分辨力 缘<sub>2</sub>位单片 粤阙转换器。芯片本身带微处理器，采用逐次累加式多重积分技术、低噪声 月匝专利技术、自动数字调零与数字滤波技术，能将系统的零漂和非线性误差减至最低限度，还降低了对积分器外围元件精确度的要求：构成 缘<sub>2</sub>位 阅匝时满量程为 员匝，分辨力达 员匝，测量速率 员次 秒。它还可构成 源<sub>2</sub>位 阅匝，测量速率达 员次 秒。二者的主要区别是，匀缘有两个串行接口和一个并行接口，匀缘有三个串行接口和一个并行接口，匀缘还增加了串行方式 园（高速同步串行接口）适配 配等元件系列单片机，波特率可达 员匝 秒。利用串行方式 园的寻址功能，可将多达 猿片的 匀缘组成一个大型测试系统。