

测量系统的接口

〔苏〕Б. И. 哈扎诺夫 著



机械工业出版社



测量系统的接口

〔苏〕Б.И.哈扎诺夫 著

陈云山 程逸岚 姜相阁 译

郭志坚 校

机械工业出版社

编 者 的 话

目前, 测量系统在科学技术各个领域已获得日益广泛的应用。它们被用来作为复杂信息计算综合装置及各种科学和技术实验自动化系统, 包括核子物理测量以及实验室测量和生产过程检测自动化系统的组成部分。

在使用电子计算机的程控系统中, 自动测量系统起着特别重要的作用。要在采用小型和微型电子计算机的自动测量系统方面取得进展, 首先必须实现仪器接口标准化。仪器接口是实际应用的任何一种现代测量系统必不可少的功能部件。

实行测量系统接口标准化, 可以达到以下目的:

把不同外形的系统组合起来;

减少仪器及其相互连接装置的种类;

实现各种仪器的广泛合作以及简化研制工作;

简化测量系统的技术维护和改型工作;

加速自动测量系统的研制工作, 降低研制费用;

提高测量系统的可靠性。

这些因素对于自动测量系统, 特别是在必须于限期内实现研制和应用的任務, 尤为重要。核子物理实验自动化系统可以作为这类测量系统的实例, 其进行新实验的研制期限在许多情况下均应不超过3~4个月, 因而必须在组建测量系统时采用先进的标准接口, 以保证迅速组成测量系统和编制仪器控制程序。

上述情况说明, 各种测量系统的研制人员对组建测量系

■

统的接口和分析其相互特性问题日益关注。

目前,实际上还没有出版针对这一课题的专门科技书籍。本书系统地研究了检测系统全部主要国际标准接口。此外,还简要地介绍了在自动测量系统中应用最广的小型 and 微型电子计算机的某些接口。书中还阐述了接口的使用方法。

本书可供从事测量系统和仪器的设计研制人员、从事科研工作的自动化和控制系统的专业人员以及有关专业的大学参考。

目 录

绪论	1
第一章 接口及其特性	4
1. 接口的概念	4
2. 接口的一般特性	6
3. 逻辑条件	13
4. 电气条件	16
5. 结构条件	20
6. 接口功能	22
第二章 测量系统的接口	27
7. 已研制出的几种测量系统接口概述	27
8. CAMAC系统接口	33
9. “矢量”系统	64
10. DIN 系统接口	66
11. H-P(Hewlett-Packard)公司接口	69
12. 信息测量系统(ИИС-1)接口	79
13. ЕИ-1 接口	82
第三章 某些电子计算机的接口	88
14. 2K接口	88
15. 电子计算机统一系统输入-输出接口	96
16. 有统一通道的小型电子计算机及某些微型电子 计算机的接口	108
附录	112
参考文献	114

绪 论

近几年来，科学和国民经济各个领域采用的测量技术，面貌一新，发生了质的变化。几年以前，主要测量装置还是目视读取测量结果的独立单个的仪表。而现在，这些设备都已大大复杂化了。要进行测量的范围扩大了；由于要求较高的准确度，模拟式测量装置逐渐为数字式测量装置所取代；越来越多地利用以图表形式显示数据的方法来代替目视读取测量结果的方法。此外，直接处理所得数据以及对设备进行程序控制，包括电子计算机控制，日益广泛地被利用起来。在许多情况下，要将仪器仪表组合成包括信息转换、显示、记录和读取等各种装置在内的测量系统。

测量设备特性的上述变化对其结构有极大影响，尤其是组成该设备的装置的相互连接方法发生了变化。

对于与其他装置分开使用的独立测量仪表，一般不存在连接问题。但是以前的测量系统由几个互相通信的装置（如本身包括数字打印部件、电传打字机或程序控制部件）组成，每个装置都通过专门的电缆连接另一装置。在这种情况下，为了利用该系统专门编制的信息传递程序、指令等，在各种情况下都要规定组件之间的通信方法。这种系统叫作具有固定设备的系统。

随着这些系统的日趋复杂，其制造工作越来越繁重。当用户不得不自制测量系统时困难就更多。此外，改进和扩充现有系统，要付出非常大的劳动费用和材料消耗。

目前，采用组合（模件）原理设计测量系统。根据这种

原理，形成系统的各个装置都是单个的、充分独立的产品（仪表、部件）。同时，设计研制仪表或部件，应使之进行新的组合连接时，产品本身不必作任何修改，只要改变彼此之间工作程序和通讯程序即可。这种系统就是众所周知的设备可变组合的系统。

装置连接灵活性，对测量系统研制人员来说，是无可置疑的优点。制成这类仪表和组件的应用范围日益扩大，它们的改进工作也可以简化。自动检测系统的设计工作大大加快，研制费用降低。所谓设计，通常只是利用极少数的技术装备把装置互相连接起来。由于连接系统质量较高，故障次数减少，因而可减少操作人员培训和技术维护等费用。

然而，由于作用原理、结构、速度及传递信号幅度等各不相同，在形成系统的仪表和部件中，为了实现标准连接，必须有连接部件，它们不直接具有测量功能，而只保证系统中单个组件之间的信号传递。这种设备形成测量系统的独立部分，即数据传输通道^[1]。数据传输通道的任务就是形成数据，使之分布在系统组成单元之间，排列数据传输，给定同时要求传递信息的器件的工作顺序。

一般情况下，这种数据通道包括：

根据一定的逻辑和时间关系传输测量结果和指令的电路；

在仪表和部件内包含连接级电路，这样形成信号传递和接收系统。

系统工作控制装置（控制器），用于调配和监控各个装置的动作；通常执行装置的控制功能是由电子计算机的处理器实现的。

数据传输通道的构成及其特性决定于通讯电路的结构、

种类及信息发送规则。上述因素亦是决定如何选择信号传输级的部件。这种信号是先从部件（仪表）进入通信电路，接收这些信号后又回到部件。此外，上述因素也是联系装置（选择电路、工作程序及其他）的具体执行规则。

A. 米亚切夫

第一章 接口及其特性

1. 接口的概念

测量系统一般是指测定某些物理量值并以便于直接复现的形式显示所得结果的技术装置的组合体。这种系统由匹配的(相互从属的)各组成部分组成。这些组成部分将接受物理量的作用,并转换成电信号,实现信号的进一步转换及显示测量结果。系统中给定每个装置完成操作和各装置相互作用的顺序。因此,在测量系统中,各组成装置之间通过通讯系统传递信息、信号和控制信号。

对于参加信息交换的各装置之间的统一连接系统“接口”这一术语,首先在电子计算机,而后在检测装置及其他装置中被普遍采用。虽然这些连接系统可以包括模拟信号传递电路,但接口通常是用来以数字形式按指令完成各装置间的数据交换,且含有为此所需的各个电路。为了使参加信息交换的装置能接到连接系统上,而且在没有任何附加设备的情况下组合成一个测量系统,在设计仪表和组件时必须提出并制定一系列设计规则,如规定以物理方式实现装置连接的结构形式、由装置发出和接收的信号特性以及信号随时间运动的顺序等。因此,接口就是指用于程控数字数据传输的装置相互通讯的系统。为它确定了一整套结构(机械)条件、电气条件和逻辑条件。

有了这种标准连接系统,则任何一个测量系统,在一般情况下都可以由以下装置组合而成:

- 1) 将信息传递至其他仪表和组件的装置(源装置);
- 2) 接收来自其他仪表和组件之信息的装置(接收装置);

3) 控制信息交换的装置, 其中包括确定哪一个源装置在该瞬间发出信息, 而哪一个接收装置应该接收数据(控制器)。具体的仪表或组件可以完成不是一个而是几个信息传递功能, 即为接收装置(源装置), 或同时完成控制器的功能。

设备容量小的系统可以不包括控制器, 例如, 在最简单的情况下, 只由计数器、信号源及数字打印装置、信号接收器组成。然而, 信息传递控制功能应该分配在形成这个系统的装置之间。用于产生进入连接电路的信号和从接口接收这些信号以及控制数据传输时仪表和组件间相互作用的全部有源元件均应包括在相应仪表和组件之内; 连接电路则完全是无源的。

脉冲振荡器、穿孔带或穿孔卡计数器可以作为数据交换过程(而不是测量过程)中信号源的例子。作为信号接收装置的可以是数字打印装置或电传打字机, 而信号源-接收器则可以是数据转换器或数字电压表(接收测量范围转换指令和给出测量结果的数据)。在数据传输过程中结合各种功能(源装置、接收器和控制器)的装置是电子计算机的处理器。

系统设计人员和与该接口配套使用的单个仪表和组件的研制人员必须熟悉为该接口制定的基本规则, 而系统研制人员只要懂得如何组织接口和编制数据传输程序即可。仪表和组件的研制人员则必须很好地设计制造这些装置, 以便能够满足逻辑上、电气和结构上的规定(也就是说, 装置完全满足规定条件)。研制新的综合技术装置时, 任务最为复杂。在此情况下, 必须为测量系统选择一个已研制成的且已被应用的

接口，或是建立一个新的接口。这样，就要求清楚地了解接口的全部特性和决定这些特性的因素，分析对仪器提出的常常是相互矛盾的多项要求。选择接口时，首先必须考虑被连接装置的特性（例如模/数变换器的变换时间）。

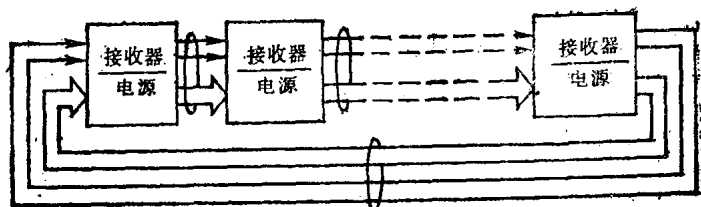
2. 接口的一般特性

组件或仪表彼此间的连接通过被叫作通讯线(或接口线)的电路来实现；完成数据传输程控过程中一种操作的通讯线组叫作接口母线。单个母线和通讯线的用途、编号及在系统中的相互配置(拓扑学)是研究任何接口功能的基础。

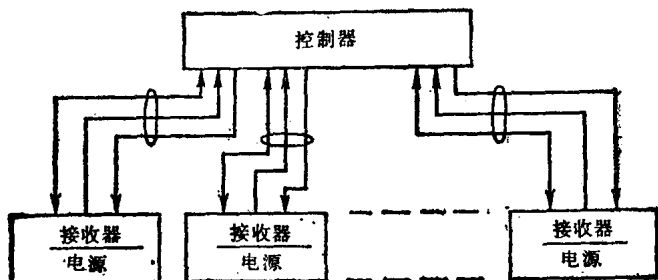
接口结构。主要有三种不同母线拓扑结构的接口形式：链式、辐射式和总线式。也可采用混合结构的，其中部分母线的配置是一种结构，而部分母线的配置又相当于另一种结构。

按链式结构构成的系统中(图1 a)，每对功能器件“电源装置-接收器”由通讯线成对地连接，直接在仪表或组件之间进行数据交换。控制功能分配在这些器件之间。然而，在某些情况下，分出独立器件(控制器)来控制数据交换。目前，很少利用链式结构接口，只在包括几个功能器件的简单系统中采用这种结构的接口。

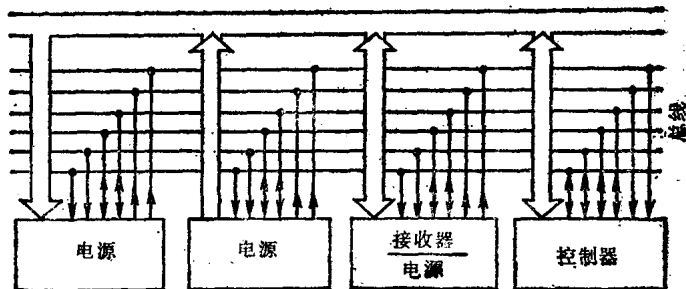
在辐射结构的系统中(图1 b)，分出中央器件-控制器，每个信号源和接收器通过单独的一组母线与控制器连接。但是，每组母线的通讯线编号及排列顺序同其他组的都一样，所以接到控制器上的组件和仪表能够改变位置，以适应控制器工作程序的变更。在控制器作用下，信息交换直接在每一装置和控制器之间进行。实现控制装置和一个器件(信号接收器或信号源)之间的通讯，可以按控制器的优先权，也可



a)



b)



c)

图1 系统结构

a) 链式的 b) 辐射式的 c) 总线式的

以根据信号接收器或信号源（用户）的优先权。在后一种情况下，一个用户发出要求通讯的信号，而控制器确定出那一个装置征询通讯。当控制器作好数据交换准备时，通讯电路

形成逻辑连接，交换过程开始。在需要的一份信息发完之前，这些通讯电路一直是接通的。

由于通讯查询可以由两个或两个以上用户同时发出，而控制器却只能同其中一个用户进行数据交换。因此，按其重要性与之建立通讯的用户选择系统——优先系统起着重要的作用。根据仪表和组件的类型、技术特性（特别是速度）以及发送信息的重要性，给予仪表和组件这种优先地位。在辐射结构的接口中优先地位通常与电缆的连接位置有关。由于此电缆将用户和控制器连接到控制器的接插件上（决定其顺序），因此在重新转接连接电缆时优先地位随之变化。

在总线结构的系统中(图1 c)，不用一组单独的母线，而是用集体母线连接所有的信号源、信号接收器和控制器。总线结构的特点是接口母线中产生的全部信号，基本上都到达接通接口的所有组件。然而，在每一时刻，只有一个信号源和只有一个接收器可以同接口接通，产生信号和接收信号（如果程序不预先规定数据并行进入两个或两个以上接收器的话）。

各组件之间的通讯，可以根据组件的主动性确定，也可以根据控制器的主动性确定。在第一种情况下，要求通讯的装置将服务询问送入总线。如果接口是空闲的，装置就获得同意通讯的信号，它便产生信号并将其送入接口。该信号代表数据应该进入（或从其发出数据）装置的地址。然后，接收器与信息源之间建立起通讯，实现数据的传输。虽然装置之间的通讯通常通过控制器来实现，并且数据交换也由控制器控制，但与辐射式接口不同，总线中的测量信息，越过控制器，从数据源直接进入接收器。在某些总线接口中一般没有控制器，其功能分配在其他组件或仪器之间。总线中可

以有两个或两个以上装置同时发出的通讯询问。所以必须规定优先权，根据优先权，控制器将数据传输要求进行分类，使具有最先优先权的装置先进行通讯。

单个母线系统是辐射结构所特有的，同总线接口集体母线系统比较，它更为可靠，因一组母线发生故障，对其余装置的工作没有影响。此外，在辐射式接口中，装置之间建立通讯比较简单，鉴别要求通讯装置所消耗的时间比较少。然而，在总线中，设备消费低(电缆、插件)，且这些结构在数量较多装置组成的系统中建立通讯时最为适用。

母线和信号种类。一般情况下沿接口线传递的信号分为信息信号、地址信号、指令信号、鉴别信号、控制信号、已知消息信号及补充信号等，一般称之为接口母线。但根据具体任务，连接系统中可以不用个别的母线。

沿接口传递的信息可以分成两个基本组：执行测量(仪器功能)的一个组及实现数据传输过程(执行接口功能)必不可少的一个组。

直接属于第一组的有信息信号和指令信号，它们是赋予仪器及测量装置功能所必需的(仪器指令)。信息信号用于表示数字值和经整理的非数字比例关系(即有内容的信息)，信号均通过信息母线。根据所采用的传递规则，信息母线包括一根线，而通常包括若干根线(达24根)。仪器指令为几个不同电路服务，迫使仪器或组件完成一定的操作工序，给定工作规范，改变仪器的主要特性(如灵敏度、平均时间等)，作用到仪器的控制机构等。

接口控制通过用不同的指令(地址、连接和公用控制等指令)来实现。地址指令(或地址选择指令)用地址母线传递，从组成系统的所有装置中的仪表分出建立彼此间的通

讯，并调整这些装置在信息交换中的作用。地址信号从发送信息的仪器或部件中选择一个，并禁止能够完成源功能的所有其他装置去发出信息，也同样地去选择一个或几个接收器。

连接和公共控制指令经接口组织各信息交换装置之间的通讯，保证交换信息过程中各装置的工作协调。这一点通过控制信号和信息信号来实现。控制信号包括呼叫（通讯询问）信号、同意通讯信号以及与完成接口操作有关的指令（接口清除、数据接收和发送、数据选择等）。装置回答控制信号发出的信号称作信息信号。例如，正在通信的回答信号、装置作好数据接收或发送准备的信号和未作好准备的信号、关于数据已被接收或未被接收的信号等。这类信号还包括关于所计算的信息中是否存在误差的信号或所接收信号的可靠性的信号。证明接口发生故障及确定系统中单个装置的功能的信号称作补充信号。

指令母线在接口中可以不单独分出来，即可以沿信息母线来传递指令。此时沿信息母线传递的信号其含义是确定补充服务的信号——标识信号，并且在接口内引入了一个专用母线——标识母线。例如，在标识线中没有信号 1 时，信息母线中的语句为数据，而当信号 1 存在时则为指令。

同样地，在总线中信息母线可用于传递地址，此时接口内加入一信号标识补充线。

将同一种母线的功能用途按时间分开（母线多路传输）可以大大缩减接口中的线数。然而，此时数据传输速度减慢，传输程序复杂化，而且在仪器和组件中安装级间匹配的设备要增加。

根据传输指令的线数，指令分成单线的和多线的两种。单线指令就是沿单个通道（线）传送的信号；而多线指令则

同时沿两根或两根以上的线传递，作为编码信息，尚需经指令接收器装置来进行译码。

仪器指令和接口指令可以是通用的和命址的。通用指令由同接口联系的所有装置接收，这样迫使每一个仪表或部件去完成与进入指令相对应的程序。命址指令只能由预先已建立通讯关系的仪表或部件接收，即这些仪表或部件与给定的地址是相对应的。

在许多情况下，接口还包含功能组件电源母线和电源状态信号线。测量系统的数据传输通路也可以有传输模拟信号线。这些信号参数（幅度、波形、出现时间）是属于要进行测量的。

沿信息母线的传输方向。如果在系统中为每个装置固定应完成数据传输过程中只有一种功能，那么就可确定出沿信息母线的传输方向。此时信息传输方向应由源装置到信号接收器。一般情况下，如果接口的每一分支都能连接源装置及接收器的话，在系统中便可达到连接的万能性，接口应能实现所连接装置之间的数据双向交换。

实现这种交换可以用两种方法：利用两类相同的信息线组（“读”和“写”母线或输入及输出母线），或者采用所谓的“通用母线”，通过它可以在正反两个方向传输信息（然而在每一时刻只能朝一个方向）。

将信息线分成两组会使导线数增加，采用较笨重的连接器。但可提高数据路的通过能力，简化组件和仪器内的连接部件及降低干扰电平。

数据传输方法。数字式数据可以用并行、串行和串并行方式传输；相应地接口亦可分成并行式、串并行式和串行式。

并行传输时，含 m 比特的量值沿 m 条线传输，因此这个

信息可以同时完整地进入接口,并由接收器接收。串并行传输时,数据由符号组成,其中每一个符号包含 l 比特。数据传输按符号进行,亦即 l 比特组沿 l 条线并行传输,符号进入接口,随后由接收器串联依次接收。为了传输 m 比特中的字,必须有 k ($k = m/l$)个串行发送的输出。在串行接口中传输共沿两条线来实现:一条线通过节拍信号(定时的);而另一条线通过信息信号和控制信号。节拍脉冲连续通过,如此刻没有信息脉冲,一般为信号0;而存在脉冲,则为信号1。

对于串行式接口来说,其特点是数据传输速度最抵,电网路成本最低,但是实现数据送入母线及从接口接收数据的终端极其复杂。这种系统对于远距连接及数据低速传输较为适用。

数据交换可以按同步和异步原理进行。

在第一种情况下,源装置决定发出信息以及接收信息的速度,并使与数据传输有关的所有过程同步。通常使线中每一比特、一组比特(符号)和信息的通过均同步。不这样,接收器就可能对进入的信息作不正确的译释。

测量系统接口中的异步传输原理一般基于询答方式。采用此方式时,源装置沿着接口的一条线产生发出数据的信号,并将其发往接收器(“询问”信号)。接收器确定此信号收到后,用另一条线将信号(“回答”信号)通知源装置。源装置收到回答后,即撤下被传输的数据。这样,源装置发送数据到接口母线的時間间隔是可变的,且既与源装置本身特性有关,也与信号接收器特性以及通信线的特性有关。

以同步传输数据与异步传输数据作比较,使用通道效率较高,并有较高的抗干扰能力。但在测量系统的接口中仍然采用异步传输方法。原因是:采用异步规范可以用任一速度