

计算机和测控系统 总线手册

杨廷善 周莉 等编著

人民邮电出版社

计算机和测控系统总线手册

杨廷善 周 莉等 编著

人 民 邮 电 出 版 社

登记证号(京)143号

图书在版编目(CIP)数据

计算机和测控系统总线手册/杨廷善等编著. —北京:人民邮电出版社,1993.9

ISBN 7-115-04928-9

I. 计…

II. 杨…

III. 电子计算机-测量系统:控制系统-总线式结构-手册

IV. TP27

内 容 简 介

本书对当前流行的20多种标准或非标准的计算机和测控系统总线的性能特点、机械和电气特性、总线信号以及总线操作等都做了详细介绍。书中力求突出工程应用,具有先进、实用和通俗易懂的特点。

本书可供从事计算机、测控和自动控制系统的设计、使用、生产和维护的工程技术人员使用,也可作为高等院校计算机、测控和自动化专业师生的教学参考书。

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街27号

中国铁道出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1993年9月 第一版

印张:26.5 1993年9月 北京第一次印刷

字数:653千字 插页: 印数:1—5 000册

定价:21.00元

前 言

本手册是航空航天部北京测控技术研究所的科技人员根据搜集到的有关计算机和测控系统总线的最新资料和他们自身的工作实践编写而成的。书中对流行较广的各种计算机和测控系统总线做了详细的介绍。可供从事计算机、测控系统、功能模板和应用接口的设计、应用和维修的工程师使用,也可作为高等院校有关专业师生的参考书。

本书在第一章中对总线和总线标准的基础性问题做了论述,并对各种类型总线的性能进行了比较。第二章至第十七章对 20 种总线分别做了详尽的介绍,其内容主要包括总线信号的组成及其功能,机械、电气特性以及总线操作原理。本书除了重点介绍各种总线的基本组成和工作原理以外,还力求为读者提供有关接口、功能模板、机箱和电源设计等实用资料和数据。

各章的执笔人是:杨廷善(第一、九章),周莉(第二、四章),周炳章(第三、十章),周伟(第五、六章),苏长莱(第七章),张纶(第八章),周宁(第十一章),李宝山(第十二章),程志杰(第十三章),郑锡云(第十四章),林涛(第十五章),杨经伟(第十六章),蒋晓鸿(第十七章)。

谨对在本书出版过程中给予帮助的所有同志表示感谢。

编 者

目 录

第一章 总线及其标准

1.1 采用总线的优越性	1
1.2 总线和网络	2
1.3 总线标准	3
1.3.1 总线标准的来源	3
1.3.2 IEEE 总线标准	3
1.3.3 广泛流行的总线	5
1.4 总线系列	6
1.4.1 计算机总线系列	7
1.4.2 测控系统总线系列	7
1.5 总线的基本操作	7
1.5.1 术语和基本概念	7
1.5.2 总线仲裁	8
1.5.3 总线定时	9
1.5.4 寻址	10
1.5.5 数据传送	10
1.5.6 出错检测	10
1.5.7 控制	10
1.5.8 中断	11
1.5.9 容错	11
1.5.10 多段总线	11
1.6 总线性能比较	11
1.6.1 8 位总线	12
1.6.2 16 位总线	12
1.6.3 32 位总线	13
1.6.4 PC 总线	14
1.6.5 测控总线	15
1.7 新的总线	17

第二章 STD 总线

2.1 概述	19
2.2 总线特性	20
2.2.1 性能	20
2.2.2 特点	20

2.3	总线信号	20
2.3.1	电源线	21
2.3.2	数据总线	21
2.3.3	地址总线	21
2.3.4	控制总线	21
2.4	机械特性	24
2.4.1	STD 总线底板	24
2.4.2	模板	24
2.4.3	插座	26
2.5	电气特性	26
2.5.1	CMOS 逻辑	26
2.5.2	TTL 逻辑	27
2.5.3	印制电路板电气特性	27
2.6	总线操作	28
2.6.1	地址选择	28
2.6.2	读/写操作	29
2.6.3	中断操作	31
2.6.4	插入等待周期	32
2.6.5	取得总线控制权	33
2.7	STD32 总线	34
2.7.1	STD32 总线插座	34
2.7.2	STD32 总线信号	34
2.7.3	芯片和软件与 PC 机兼容	36
2.8	应用与发展	36

第三章 S—100 总线

3.1	概述	37
3.2	性能特点	37
3.3	总线信号	37
3.3.1	总线信号的分类	37
3.3.2	总线信号的组成	38
3.3.3	总线信号引脚分配	41
3.4	机械特性	43
3.4.1	模板插头	43
3.4.2	模板尺寸	43
3.5	电气特性	44
3.5.1	信号电平	44
3.5.2	终端匹配	44
3.5.3	驱动器和接收器	45
3.5.4	板级总线负载	45

3.5.5	电源要求	45
3.6	总线操作	46
3.6.1	永久性主设备接口	46
3.6.2	暂时性主设备接口	46
3.6.3	从设备接口	46
3.6.4	8/16 位数据传送规约	46
3.6.5	总线周期定时	48
3.6.6	特殊总线操作	50
3.6.7	中断规约	51

第四章 Unibus,Q-bus 和 VAXBI bus

4.1	Unibus	53
4.1.1	Unibus 总线信号	53
4.1.2	Unibus 机械特性	56
4.1.3	Unibus 电气特性	57
4.2	Q-bus	58
4.2.1	Q-bus 信号	58
4.2.2	Q-bus 机械特性	61
4.2.3	Q-bus 电气特性	63
4.3	VAXBI bus	66
4.3.1	VAXBI 信号	66
4.3.2	BCI 信号	67
4.3.3	VAXBI 机械特性	68
4.3.4	VAXBI 电气特性	69
4.3.5	VAXBI 系统配置	70
4.4	Q-bus,Unibus 总线操作	72
4.4.1	数据传送操作	72
4.4.2	DMA 操作	79
4.4.3	中断	80
4.5	VAXBI 总线操作	83
4.5.1	VAXBI 总线周期	84
4.5.2	VAXBI 总线操作类型	84
4.5.3	分布式仲裁	84
4.5.4	高速缓存功能	85
4.5.5	节点内部通信	85
4.5.6	多响应设备中断	86
4.5.7	处理器之间中断	86

第五章 Multibus I

5.1	Multibus 的发展	87
-----	--------------	----

5.2	Multibus I 的性能及特点	87
5.3	总线信号	88
5.3.1	控制线	88
5.3.2	地址和禁止线	89
5.3.3	数据线	89
5.3.4	中断线	90
5.3.5	总线交换线	90
5.4	总线操作	91
5.4.1	数据传送操作	91
5.4.2	总线超时	92
5.4.3	禁止操作	92
5.4.4	8 位和 16 位设备间的数据传送	92
5.4.5	中断操作	93
5.4.6	标志字节	95
5.4.7	总线交换操作	96
5.5	机械特性	97
5.5.1	电路板间的相互关系	97
5.5.2	引脚分配	97
5.5.3	印制电路板外形尺寸	99
5.6	Multibus I 的电气特性	100
5.6.1	逻辑状态与电平关系	100
5.6.2	信号特性	100
5.6.3	电源	100
5.6.4	接收器、驱动器与终端匹配电阻	101
5.7	iLBX 局部扩展总线	101
5.8	iSBX 扩展 I/O 总线(IEEE959)	101
5.8.1	目的	101
5.8.2	iSBX 总线机械特性	104
5.8.3	iSBX 总线信号	105
5.8.4	总线操作	107
5.9	前景	110

第六章 Multibus II

6.1	概述	112
6.2	Multibus II 的设计思想	112
6.3	子总线功能	114
6.3.1	物理标准	114
6.3.2	扩展 I/O 总线	114
6.3.3	局部扩展总线	114
6.3.4	系统总线	114

6.4	互连空间	116
6.5	报文传送机构	117
6.6	报文空间	120
6.6.1	非请求包	121
6.6.2	请求包	121
6.6.3	总线仲裁	121
6.7	系统总线信号	122
6.7.1	总线插座引脚分配	122
6.7.2	中央控制	123
6.7.3	地址/数据	123
6.7.4	系统控制	123
6.7.5	仲裁	124
6.7.6	电源	124
6.8	电气特性	124
6.8.1	AC 定时	124
6.8.2	信号的 DC 规范	128
6.8.3	插座的电流限制	130
6.9	机械特性	130
6.9.1	机箱	130
6.9.2	模板尺寸	131
6.9.3	前面板	133
6.9.4	插座	133
6.9.5	总线底板	133
6.10	典型总线周期	135

第七章 VME 总线

7.1	概述	137
7.2	性能和特点	137
7.2.1	主要性能	137
7.2.2	特点	137
7.3	总线组成	137
7.3.1	VME 总线功能结构	137
7.3.2	数据传输总线	139
7.3.3	中断优先级总线	139
7.3.4	仲裁总线	140
7.3.5	公用总线 (Utility Bus)	140
7.3.6	总线信号引脚定义	141
7.4	VME 总线功能	142
7.4.1	寻址功能	142
7.4.2	基本的数据传输功能	143

7.4.3	各种总线周期的功能	144
7.4.4	地址管线(Pipelining)传输功能	146
7.4.5	请求器类型	146
7.4.6	仲裁器的类型	146
7.4.7	数据传输总线的释放	147
7.4.8	中断	148
7.4.9	广播操作功能	150
7.5	电气特性	151
7.5.1	规约	151
7.5.2	电源分配	151
7.5.3	总线插座电性能要求	151
7.5.4	电信号特性	152
7.5.5	总线驱动和接收要求	152
7.5.6	总线底板信号的互连	154
7.6	机械特性	157
7.6.1	机箱	157
7.6.2	模板	159
7.6.3	模板插头	160
7.6.4	模板组件	162
7.6.5	前面板	164
7.6.6	总线底板	169
7.6.7	机箱组装	174
7.7	VME 总线结构的发展趋势	177
7.7.1	发展背景	177
7.7.2	新总线结构要与 VME 总线兼容	177
7.7.3	支持高速缓存反拷贝(copy-back cache)	179
7.7.4	高性能	179
7.7.5	动态配置功能	180
7.7.6	高度的完整性	180
7.7.7	不依赖于某种技术	180
7.7.8	高的性能价格比	180
7.7.9	良好的维护性能和容错能力	180
7.7.10	VXI 总线	181

第八章 Futurebus

8.1	概述	182
8.2	性能特点	182
8.2.1	性能	182
8.2.2	特点	182
8.3	总线信号	182

8.4 Futurebus 机械特性	183
8.4.1 机箱与总线底板要求	183
8.4.2 模板	183
8.5 Futurebus 电气特性	185
8.5.1 电气特性	185
8.5.2 BTL 技术	185
8.6 总线操作	185
8.6.1 仲裁	185
8.6.2 数据传输	190
8.6.3 高速缓冲存取	196
8.6.4 控制和状态寄存器空间	198

第九章 Fastbus

9.1 概述	201
9.2 性能特点	201
9.2.1 性能	201
9.2.2 特点	201
9.3 总线信号	201
9.3.1 信号助记符	201
9.3.2 总线信号组成	202
9.3.3 信号分类	203
9.4 Fastbus 拓扑	204
9.4.1 段	204
9.4.2 Fastbus 段互连拓扑	205
9.5 电气特性	205
9.5.1 信号电平	205
9.5.2 ECL 实现的响应时间	206
9.5.3 电源	206
9.6 机械特性	208
9.6.1 机箱	208
9.6.2 总线底板	211
9.6.3 模板	213
9.6.4 电缆段	219
9.7 总线操作	221
9.7.1 主地址周期	221
9.7.2 地址空间	223
9.7.3 地址类型	223
9.7.4 仲裁	226
9.7.5 数据周期	226
9.7.6 NTA 寄存器	227

9.7.7	超时和等待	228
9.7.8	中断	228
9.7.9	控制和状态寄存器(CSR)空间	229
9.8	段互连操作	231
9.8.1	SI 的类型	232
9.8.2	操作的传递	232
9.8.3	冲突仲裁	233
9.8.4	路径表	233
9.9	从设备接口设计	234
9.9.1	ADI—PCL 接口电路	234
9.9.2	FSI 电路	235
9.9.3	电缆段驱动器和接收器	235

第十章 NuBus

10.1	概述	237
10.2	性能特点	237
10.2.1	性能	237
10.2.2	特点	239
10.3	总线信号	240
10.3.1	总线的组成	240
10.3.2	总线信号的分类	240
10.4	机械特性	242
10.4.1	总线底板	242
10.4.2	模板	242
10.5	总线操作	244
10.5.1	单一数据周期的操作	244
10.5.2	多字块传送	245
10.5.3	中断操作	246
10.5.4	总线奇偶校验	247
10.5.5	总线仲裁	247
10.5.6	总线锁定	248
10.5.7	注意周期	248
10.5.8	总线停置	248
10.6	系统结构	248
10.6.1	第一种系统结构	249
10.6.2	第二种系统结构	250
10.7	应用实例	251
10.7.1	Texas 1500 仪器系统	251
10.7.2	Apple 公司的 Macintosh II	254

第十一章 IBM PC/XT、PC/AT 总线和 Apple II 总线

11.1 概述	256
11.2 IBM PC/XT 总线	256
11.2.1 性能特点	256
11.2.2 系统总线	256
11.2.3 总线操作	258
11.2.4 总线信号描述	264
11.2.5 总线时序	268
11.2.6 总线的电气和机械特性	271
11.3 IBM PC/AT 总线	273
11.3.1 性能特点	273
11.3.2 总线信号	273
11.3.3 总线信号描述	277
11.3.4 总线插板	279
11.4 Apple II 总线	280
11.5 总结	280

第十二章 EISA

12.1 概述	282
12.2 性能特点	282
12.2.1 性能	282
12.2.2 EISA 总线特点	288
12.3 总线信号	288
12.3.1 EISA 信号组成	288
12.3.2 EISA 信号分类	289
12.3.3 新增 EISA 信号	290
12.3.4 EISA 芯片组	290
12.4 机械特性	292
12.5 EISA 系统配置	294
12.6 EISA 展望	295

第十三章 MCA

13.1 概述	297
13.2 性能与特点	297
13.2.1 基本性能	297
13.2.2 主要特点	298
13.3 结构和信号	300
13.3.1 微通道的设备	300
13.3.2 信号的定义和分类	302

13.4 总线操作.....	306
13.4.1 传输周期.....	306
13.4.2 总线所有权.....	312
13.4.3 可编程任选项选择(POS)配置	313
13.5 物理特性.....	314
13.5.1 微通道扩展板技术规范.....	314
13.5.2 微通道连接器和插槽.....	315

第十四章 GPIB

14.1 概述.....	319
14.2 性能特点.....	319
14.3 GPIB 接口功能	321
14.4 GPIB 接口总线组成	322
14.4.1 GPIB 系统构成	322
14.4.2 GPIB 接口信号线	324
14.5 三线通信联络过程.....	325
14.6 GPIB 接口的信息与编码	328
14.7 GPIB 接口功能实现方法	330

第十五章 CAMAC

15.1 概述.....	331
15.2 CAMAC 系统的性能特点	331
15.2.1 CAMAC 系统的性能	331
15.2.2 CAMAC 系统的特点	332
15.3 总线信号及操作.....	332
15.3.1 数据路.....	332
15.3.2 数据路的用法.....	333
15.3.3 数据路的操作.....	334
15.3.4 数据路的命令.....	340
15.4 CAMAC 总线信号的电气特性	341
15.4.1 信号标准.....	341
15.4.2 数据路命令操作的信号时序.....	342
15.4.3 电源标准.....	344
15.5 机械特性.....	345
15.6 CAMAC 系统的组成	347
15.6.1 无外部公路的 CAMAC 系统	347
15.6.2 CAMAC 并行系统	349
15.6.3 CAMAC 串行系统	353
15.6.4 并串行的 CAMAC 系统	356
15.6.5 多控制源 CAMAC 系统	357

15.6.6 智能机箱系统.....	359
--------------------	-----

第十六章 MIL-STD-1553B

16.1 概述.....	361
16.2 总线特性.....	361
16.2.1 数据格式.....	362
16.2.2 传输方法.....	362
16.2.3 命令字.....	363
16.2.4 数据字.....	366
16.2.5 状态字.....	366
16.2.6 状态字复位.....	367
16.2.7 报文格式.....	367
16.2.8 报文间隔.....	369
16.2.9 响应时间.....	369
16.2.10 最小无响应超时	371
16.3 终端操作.....	371
16.3.1 公共操作.....	371
16.3.2 总线控制器操作.....	371
16.3.3 远程终端操作.....	372
16.3.4 总线监控器操作.....	372
16.4 硬件特性.....	372
16.4.1 数据总线的特性.....	372
16.4.2 终端特性.....	374
16.5 余度数据总线.....	376
16.5.1 电气隔离.....	376
16.5.2 故障隔离.....	376
16.5.3 双余度数据总线.....	377

第十七章 Bitbus

17.1 概述.....	378
17.2 性能特点.....	378
17.2.1 性能.....	378
17.2.2 特点.....	380
17.3 总线信号.....	380
17.4 机械特性.....	382
17.4.1 电缆连接器.....	382
17.4.2 I/O 板	384
17.5 总线信号的电气特性.....	389
17.5.1 数据编码技术.....	389
17.5.2 直流规范.....	390

17.5.3	交流规范.....	391
17.6	总线操作.....	395
17.6.1	数据链路规约.....	395
17.6.2	报文规约.....	396
17.6.3	远程访问和控制.....	398
17.7	Bitbus 系统配置	404
17.7.1	硬件组成.....	404
17.7.2	软件组成.....	406

第一章 总线及其标准

自从 1970 年美国 DEC (Digital Equipment Corp) 公司为其 PDP11/20 小型计算机推出 Unibus 以来,随着现代电子技术、计算机技术和测控技术的发展,各种标准的、非标准的总线应运而生。如今,几乎所有的计算机和测控系统都采用了总线结构设计。

总线的种类很多。按其使用的范围来分,可分为计算机(包括外设)总线,测控总线和网络通信总线;按其数据传送方式来分,有位并行传送总线和位串行传送总线;并行传送总线中按其传送的数据总线宽度,又可分为 8 位、16 位和 32 位总线,等等。不管属于哪一类总线,它们有一个共同的作用,即通过公用的信号线可把计算机或测控系统中的模板或各种设备连成一个整体,以便进行彼此间的信息交换。

为了有效,可靠地进行这种信息交换而对总线信号及其传送规则和传输这些信号的物理介质所做的一系列规定称为总线规约。被某一标准化组织批准或推荐的总线规约即为某种总线标准。

本章将对各种总线、总线标准、总线操作和总线性能等内容做一概要介绍。

1.1 采用总线的优越性

总线技术之所以能得到迅速的发展,是由于计算机,测控系统等采用总线结构设计以后,在系统设计、生产、使用和维护上具有很多优越性。概括起来有以下几点:

1. 简化系统设计

在计算机和测控系统中,采用总线结构设计,使系统结构变得简单。系统可根据总体性能,将其分成若干功能子系统,功能模块,再利用总线将这些子系统或功能模块联系起来,按一定的规约进行协调工作。这就是现在广泛流行的模块化结构设计方法。按这种方法设计的系统,结构紧凑,明快。如在微型机中,将 CPU 板,内存板及接口板等插在总线底板的插槽中,就可组成系统。如不采用总线结构,在过去有两种设计方法:一种是把系统要实现的功能全部设计在一块大板子上;另一种也是把系统要实现的功能分成若干部分,分别设计若干功能模板,再用非公用的信号线将这些功能板连接起来。前一种方法增加了设计的复杂性,尤其是一些复杂的大系统,设计起来是非常困难的。后一种方法,虽然也是一种模块式结构,但模块之间的连接很复杂,繁琐。本可以公用的电路不能公用,增加了所需的器件和电路。

2. 能得到多家厂商的支持

已成为国际、国家标准的总线,或规范公开的总线,无版权私有问题。因此各国的厂商只要他们认为有市场需要,就可设计、生产符合某种总线要求的功能模板和配套的软件,转而促进了符合这种总线规范的产品的发展,丰富它的内容,提高它的性能。

3. 便于组织生产

总线式模块化结构的产品,其与系统的联系就是总线规约,因此模板之间具有一定的独立性。这就容易组织多家专业化生产,使产品的性能和质量得到进一步提高。由于模板的功能比较单一,调试中所用的仪器设备比较简单,对调试工人的技术水平要求较低,便于组织大规模