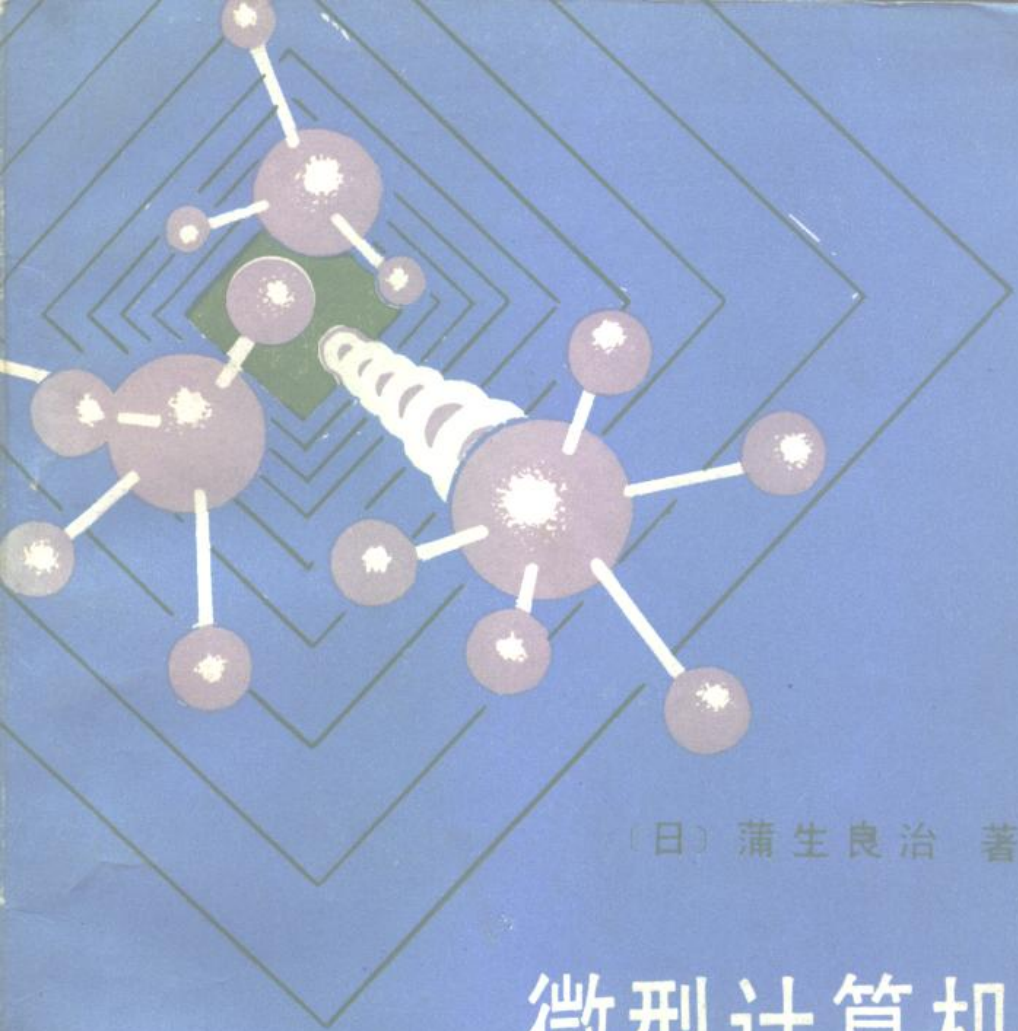
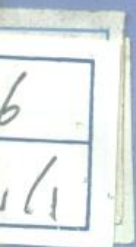




〔日〕蒲生良治 著

微型计算机 检测电路及其接口

科学出版社



微型计算机检测电路 及其接口

〔日〕蒲生良治 著

王洪晏 译

科学出版社

1987

内 容 简 介

本书主要讨论微型机检测技术及微型机与传感器之间的连接方法,对系统的抗干扰措施及提高可靠性的方法也作了适当的介绍。全书共有七章及两个附录。第一章介绍微型机检测技术的基本知识,第二章以温度检测系统为例,论述微型机检测系统的设计方法,第三章介绍传感器的线性化方法,第四章介绍模-数变换器与微型机的连接方法,第五、七章分别介绍模-数和数-模变换器的设计及选择方法,第六章介绍电压-频率变换器的设计及应用实例,附录介绍实际微型机系统中各种模拟输入系统的电路结构等。

本书内容丰富,书中给出的许多应用实例,可供读者借鉴和参考。本书适合于从事自动化、计算机的工程技术人员阅读。

蒲生良治著

マイコン用計測回路とそのインターフェース

センサを使いこなす基本テクニック

CQ出版社,1982

微型计算机检测电路及其接口

〔日〕蒲生良治著

王洪晏译

责任编辑 张建荣 鞠丽娜

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

北京景山学校印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1987年12月第一版

开本: 787×1092 1/32

1987年12月第一次印刷

印张: 7 1/8

印数: 0001—7,250

字数: 156,000

统一书号: 15031·863

本社书号: 5114·15-8

定价: 1.90元

前 言

目前,微型计算机(以下简称微型机)已成为检测技术中不可缺少的部分。如我们常接触到的制冷器,电子加热箱,以及提高燃烧效率 and 安全性、降低公害的电子控制车辆等都装备了微型机,此外,还有作为后援技术的含微型机的工具,机器人,自动控制装置等不胜枚举。使用微型机的检测技术正影响着各个领域。

有关微型机的书和有关模拟电路技术的书很多,但是,有关以模拟技术为背景的微型机检测技术(传感器与模拟电路技术)的应用的书几乎还没有。

从这种情况出发,本书把微型机与传感器之间的接口技术作为讨论的主题。尽可能以应用技术为目标,示出详细电路图,针对电路的主要规范,就其注意事项作通俗的说明,以期达到广泛使用之目的。

本书由七章构成。首先第一章概括论述作为本书着眼点的检测器的领域或必备的基本知识。第二章论述微型机检测系统的设计方法。基本上是以温度检测系统为例,着重就某些硬件引进的干扰的防范措施和含微机系统的构成方法进行介绍。

第三章广泛介绍线性化方法。要使用传感器就离不开线性化措施。线性化有两种方法,一是在传感器的放大器一侧使用模拟电路,另一种是使用数字电路或微型机软件,文中分别介绍这些方法和例子。另外,还要介绍高次多项式的生成性,利用这种方法,即使在传感器的非线性不明确的情况下,

也能通过计算实现线性化。这种方法能起到实现所谓智能传感器的作用,即在传感器中装入单片微型机等器件,以获得线性输出。

第四章介绍A-D变换器与微型机的连接方法。A-D变换器是用微型机处理传感器的模拟信号所必需的。虽说其内容是很多人所熟知的,不过,这对讨论更高效能的系统是有用处的。

第五章是A-D变换器的具体设计方法。不过近来的A-D变换器正被集成化的变换器所取代,因此,这里将详细介绍A-D变换器集成电路的选择方法。

第六章介绍V-F变换器的应用实例,V-F变换器是A-D变换器的一种。之所以要把V-F变换器提出来,是因为考虑到它的用途越来越广泛。现在多数传感器的输出是模拟量,随着传感器的智能化,有可能输出脉冲序列,若能实现这点,则可使用光导纤维传送信号。V-F变换器的用途相当广泛,今后它将成为一个很有希望的技术领域。

第七章介绍D-A变换器的设计技巧。D-A变换器是从微型机取出模拟信号时必须使用的器件,它和A-D变换器一样,正趋于集成化,使用方法也变得非常简便。不过根据用途的不同模拟输出是多种多样的。这一章将介绍D-A变换器集成电路的选择方法和大量的应用实例。

最后,作为附录将介绍实际微型机系统中各种模拟输入系统的电路结构。今后,传感器与微型机的接口技术在以检测装置为首的许多领域里会占有重要地位。

作者曾在石油化工厂,钢铁厂,发电站,以及上下水道等部门测定温度、压力、流量等以及从事与实现过程控制用的微型机应用检测系统有关的工作。在这一领域中,不单是实现系统的功能,而且在提高可靠性(包括抗干扰措施等)方面也

要花费很大的力量。因此,部分地定做大规模集成化器件也是很流行的做法。本书还适当地就抗干扰措施、提高可靠性措施作了介绍。如果作者的经验能在读者研究自己的系统时起到些微的作用,本人将感到不胜荣幸。

著者

一九八二年七月

目 录

第一章 使用微型机的检测技术基础知识	1
1.1 使用微型机的检测装置的结构	1
1.2 检测信号及其处理方法	5
1.2.1 由现场的前置放大器统一输出信号	5
1.2.2 可靠的统一信号传送仪表的使用	8
1.2.3 直流4~20mA传送/1~5V接收方式的优点	8
1.2.4 能否将微弱信号直接输入到微型机	11
1.3 微型机的应用与数据传送的效果	11
第二章 使用微型机的检测系统	14
2.1 多点检测中低电平模拟输入电路的构成方法	15
2.1.1 具有抗干扰性能的系统结构	16
2.1.2 多路转换器集成电路中毫伏级信号的切换	18
2.1.3 继电器式多路转换器的缺点	20
2.1.4 无噪声故障的飞渡电容方式	20
2.1.5 热电动势和绝缘电阻在继电器选择中的重要性	21
2.1.6 继电器多路转换器扫描速度的改善	23
2.1.7 理想的变压器隔离式半导体多路转换器	24
2.1.8 用商品化的模块易于实现变压器隔离式多路转换器	25
2.1.9 设定A-D变换器输入电平的重要性	27
2.1.10 A-D变换器的溢出判断法	28
2.1.11 程序控制放大器的功能	28
2.2 有效地利用微型机的系统技术	30
2.2.1 编制输入数据的表格	31
2.2.2 电路的零点和跨度的自动校正	32

2.2.3	热电偶基准温度接点的集中补偿	34
2.2.4	传感器检查	36
2.2.5	数字滤波器的利用	37
2.2.6	模拟滤波器与数字滤波器的组合	39
2.2.7	信号的监视和报警	40
第三章	线性化技术	42
3.1	模拟式线性提升器结构	42
3.1.1	模拟式线性提升器的原理	42
3.1.2	用折线电路实现非线性近似	44
3.1.3	简单折线近似电路的作法	46
3.1.4	使用理想二极管电路的折线近似	46
3.1.5	用高次多项式近似	48
3.1.6	使用集成电路乘法器的高次函数发生器	49
3.2	温度变换器中的模拟线性提升器举例	51
3.2.1	使用正反馈的测温电阻电路的线性化	51
3.2.2	稳压电桥误差的线性化	53
3.2.3	采用折线近似的热电偶线性提升电路	55
3.3	采用数字技术的线性提升器	57
3.3.1	使用 ROM 表的数字式线性提升器	58
3.3.2	比例乘法器的应用	58
3.3.3	非线性 A-D 变换器的应用	59
3.4	数字式温度计中的线性提升器	61
3.4.1	适合于线性化结构的 CMOS A-D 变换器 (AD7555)	61
3.4.2	比例乘法器所需要的初始处理	63
3.4.3	折线计数器的设定	64
3.4.4	CA 型热电偶线性化的例子	65
3.5	用微型机进行线性化	68
3.5.1	改善折线近似的一次插入法	68
3.5.2	CA 热电偶的线性化举例	69
3.5.3	使用高次多项式的线性化	70

3.6	对传感器特性进行近似的高次多项式的作法	70
3.6.1	泰勒展开法	71
3.6.2	切比雪夫展开法	72
3.6.3	用切比雪夫展开法计算线性化特性	77
补充(1)	测温电阻 (Pt) 的线性化计算	82
第四章	微型机与 A-D 变换器的连接方法	84
4.1	微型机与 I/O 电路的连接方法	84
4.1.1	I/O 电路的寻址	85
4.1.2	地址结构与译码器的功能	86
4.1.3	I/O 电路与 CPU 总线时序	89
4.2	I/O 电路的数据传送控制方法	92
4.2.1	简便而有效的握手控制方式	92
4.2.2	可附加监督功能的查询方式	93
4.2.3	中断控制方式	94
4.2.4	DMA 方式	95
4.3	微型机与 A-D 变换器的连接举例	96
4.3.1	A-D 变换器的三态输出结构	96
4.3.2	缓冲寄存器的增设与变换高速化	98
4.3.3	与微型机总线适配的 A-D 变换器	99
4.3.4	用三态输出也不能与微型机总线适配的 A-D 变换器	100
4.3.5	与 10/12 位 A-D 变换器的接口	101
4.3.6	面板仪表用的 A-D 变换器接口	101
4.3.7	利用 I/O 端口与非同步电路连接	103
4.3.8	多路转换器的接口	106
4.3.9	适于高速处理的多路转换器的顺序驱动	107
4.3.10	保证最大执行速度的双端口 RAM	109
补充(2)	存储器映像 I/O 和 I/O 映像 I/O	111
第五章	A-D 变换器的使用技巧	113
5.1	A-D 变换器集成电路的选择要点	113
5.1.1	变换精度	113

5.1.2	误差的主要来源	117
5.1.3	基准电源对增益变化的影响	119
5.1.4	变换精度与测定精度的差异	119
5.2	集成化A-D变换器的选择	121
5.2.1	变换速度取决于变换方式	121
5.2.2	适于测定直流信号的积分式A-D变换器	121
5.2.3	高速A-D变换器中的采样-保持电路	123
5.2.4	在采样保持的前级需要适宜的滤波器	126
第六章 V-F变换电路的设计和应用技巧		128
6.1	V-F变换器的使用技术	128
6.1.1	增设计数器构成A-D变换器	128
6.1.2	微型机定时功能的利用	130
6.1.3	V-F变换器的隔离	131
6.1.4	与F-V变换器组合为模拟隔离器	132
6.1.5	V-F变换器用作信号传送器	132
6.1.6	频率传送法的抗干扰性	133
6.1.7	光导纤维传送模拟信号	135
6.1.8	V-F变换器在消耗量测定中的应用	136
6.2	V-F变换器的工作原理和应用技术	138
6.2.1	单积分式V-F变换器	138
6.2.2	双积分式V-F变换器	139
6.2.3	单一电源集成化V-F变换器	139
6.2.4	F-V变换器的简单制作	140
6.2.5	电池驱动的V-F变换器传送	142
6.2.6	二线式V-F变换器传送	143
6.2.7	AD 537用作温度传送器	144
6.2.8	V-F变换器在电流累加器中的应用	145
6.2.9	脉冲的权换算和累加器电路的结构	146
6.2.10	累加电路中的输入不灵敏区	147
6.3	适于模拟传送的电压-脉冲序列变换电路	148
6.3.1	$\Delta \rightarrow \Sigma$ 调制器的原理	149

6.3.2	解调电路	151
6.3.3	分时多路传送	152
6.3.4	双向数据传送	153
6.3.5	与微型机的连接	153
6.3.6	数据与时钟信号一起传送的方法	154
补充(3)	V-F 变换器的 动态范围	156
补充(4)	V-F 变换器 的精度	156
第七章 D-A 变换器的应用技术		158
7.1	D-A 变换器应用的基础知识	158
7.1.1	D-A 变换器的检查要点	158
7.1.2	D-A 变换器的输入-输出 特性	161
7.1.3	D-A 变换器的三种输出形式	161
7.1.4	实现四象限乘法功能的CMOS D-A变换器	163
7.1.5	CMOS D-A变换器输出端的肖特基二极管	164
7.1.6	D-A 变换器的变换速度	166
7.1.7	高速D-A 变换器中的尖峰抑制措施	167
7.2	D-A 变换器的应用举例	169
7.2.1	D-A 变换器的基本输出结构	169
7.2.2	D-A变换器的调整方法	170
7.2.3	以适当数字定义LSB, 调整方便	171
7.2.4	低电平模拟输出电路的分压输出	173
7.2.5	D-A变换器中模拟偏置电压的加法	174
7.2.6	D-A变换器附加溢出的方法	176
7.2.7	偏置二进制数法和双极性输出	177
7.2.8	符号加绝对值的输出	179
7.2.9	四象限乘法式D-A变换器构成数控电位器	181
7.2.10	D-A 变换器用作数字衰减器	182
7.2.11	用 BCD 输入方式作成任意直流信号发生 器	183
7.2.12	用 BCD 输入控制的二进制式变换器	185
附录一 模拟输入实用电路		187

1. 接收高电平信号时防锁死模拟多路转换器·····	187
2. 电桥测定用的模拟多路转换器电路·····	188
3. 电桥测定用的CMOS 差动检测电路·····	190
4. 用于差动检测的CMOS 集成电路·····	192
5. 适于差动检测的多路转换器的结构·····	194
6. 热电偶用偏置抵消式交流变换器放大电路·····	195
7. 飞渡电容式多路转换器增加偏置抵消功能·····	197
附录二 各种热电偶及测温电阻的线性化表·····	201
参考文献·····	207
汉日名词对照索引 ·····	208

第一章 使用微型机的检测技术基础知识

检测技术过去只被看作是工业电子设备中的一个专业，然而，随着社会环境的变化，现已遍及像机器人、车辆电子设备、医学电子设备、家庭电子设备等整个电子技术领域。

检测技术的应用是很广泛的，例如，机器人中位置、速度、转动的测定，车辆电子设备中旨在控制汽油燃烧效率的气体温度、压力的测定等。此外，在医学方面还有用超声波做的各种检测，最常见的还有用压力传感器测定血压，用温度传感器测试体温等。

看来，检测技术今后仍将是电子学的基本环节，其发展前途是大有希望的。

但是，检测技术所包含的内容也在随着时代而变化，尤其是微型机的出现给检测技术的变革带来了巨大的影响。

1.1 使用微型机的检测装置的结构

图1.1所示为温度控制器，是传统的检测器结构。提起温度控制，似乎有点陌生的感觉，其实我们在日常生活中常常碰得到，象制冷器中的温度控制，新型汽车中引擎室的气体温度控制等。如果到工厂去，则可以看到更多的温度控制的应用。

可是，即使是从事温度检测的人也必须掌握如下这些技术：

- (1) 具有传感器的知识。
- (2) 能制作高稳定度的温度-电压变换电路。

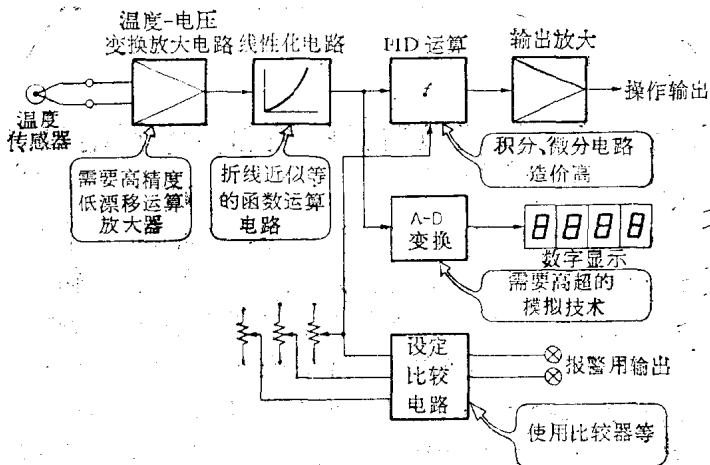


图 1.1 由传统模拟技术构成的温度控制器

- (3) 设计线性化电路。
- (4) 设计PID 运算电路。
- (5) 设计安全用的限制和报警电路。
- (6) 设计温度数字显示电路（制作高精度的 A-D 变换器）。
- (7) 抑制噪声。
- (8) 对含有上述各项技术的系统尽量降低造价。
- (9) 当变更传感器时，如何能迅速变更电路。

由于模拟集成电路技术的发展，上述(2)、(6)项的技术问题已于七十年代得到解决。随着微型机的出现，(3)、(4)、(5)、(6)、(8)、(9)各项技术问题亦将得到解决。图1.2所示是典型的最新检测器的结构。

图1.2所示检测系统的结构特点是，由于使用了微型机从而实现了可编程序的检测器，只要改变微型机的程序，便可用作温度控制器，或用作风机控制器，或用作机器人控制器。总之，可根据需要扩展其功能。换言之，如果牢固地掌握了以

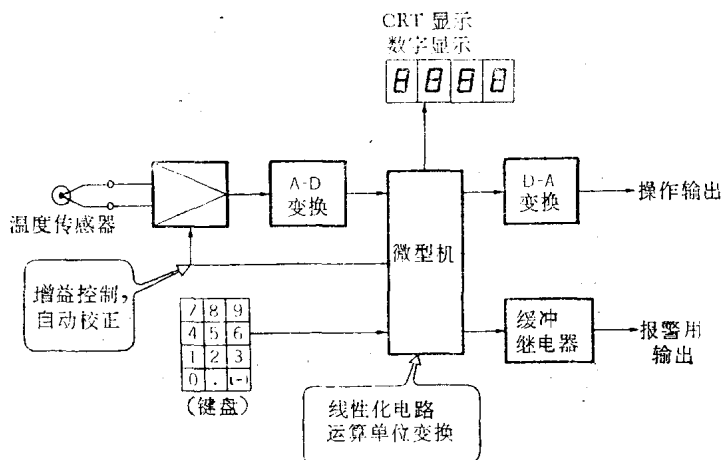


图 1.2 使用微型机的最新温度控制器

下三方面的技术,便可独立地制备具有相当精度的检测装置。

- (1) 传感器与输入电路的接口技术。
- (2) 适合于传感器功能的系统结构方法。
- (3) 使用集成电路的电气知识。

图1.3是个极端的例子,如果能做到既改变模拟输入部分的传感器,同时又能变更与传感器相适应的微型机程序(含有数据等的表),就可以实现多用途检测器。

当然,要把一个微型机检测系统作成多用途的,就必须做到各种不同传感器的连接、更换都很简便,这种装置叫作通用控制器或数据自动记录装置,后者主要用于数据处理。

图1.4所示是具有处理能力的传感器结构,目前尚处于试验阶段。它的特点是,把半导体化的传感器(通常这种传感元件的直线性和稳定性都不太好)和单片微型机安装于同一基板(混合用的陶瓷板)上,传感器的各种特性(非直线性,温度稳定性等)可以得到微型机的补偿。为进行补偿,首先把传感

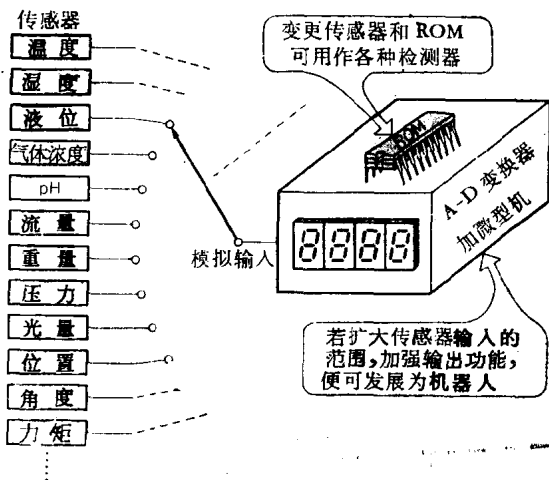


图 1.3 微型机系统构成的多用检验器

器的特性作为过程的被测对象加以处理, 然后根据测定数据进行补偿计算, 再把计算结果固化于ROM。这样的传感器如能实现, 一定是精度又高、使用又方便的传感器。

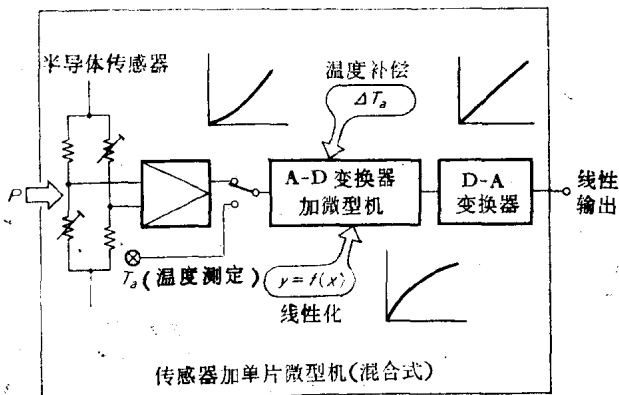


图 1.4 智能传感器的结构

勿庸置疑,检测器和传感器将来会有显著的发展。不过,从与传统机种的互换性和经济性等的角度看,现在的检测系统距完全的微型机化还有相当的距离。所以,目前模拟技术与微型机技术的结合具有重要意义。因此,本书首先就微型机与目前广泛使用的传感器、检测器(信号变换放大器)之间的接口技术加以讨论。

1.2 检测信号及其处理方法

用于监视和控制的检测系统中,来自传感器的信号几乎都是模拟信号,而且种类繁多。

表1.1示出了传感器输出的模拟信号的种类。

在考虑使用微型机的系统时,在什么地方对来自传感器的信号进行预处理(前置放大或信号整形),会在很大程度上影响系统的精度,抗干扰性以及系统的造价。

1.2.1 由现场的前置放大器统一输出信号

如表1.1所示,来自传感器的信号有不少是很微弱的,为

表1.1 模拟信号的种类

信号种类	举 例	性 质
电压/电流	$\mu\text{V}, \text{mV}$ 热电偶, 赫尔元件, pH 计电磁流量计, 心电动势 等医用信号	不适于直接远距离传送, 多数需要进行放大
	$\text{nA}, \mu\text{A}$ 放射线检出器, 光二极 管, 光电管	不适于直接长距离传送, 要用同轴电缆, 放大器
	mA 过程控制用的统一信号	可以直接长距离传送
	V 放大器输出, 转速计, 电 位计	可以直接远距离传送