

供水系统遥测遥控技术

翟玉庆 蔡雪彬 编著
宁奎喜 刘柏德
范仁周 审

中国建筑工业出版社

供水系统遥测遥控技术

翟玉庆 蔡雪彬 编著
宁奎喜 刘柏德
范仁周 审

中国建筑工业出版社

还书日期表

[illegible]

步、遥测一次仪接收、有线与无线遥控系统。每章

业、油田等部门
考。

遥控技术

小 雪 彬 编著

范仁

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市昌平长城印刷装订厂印刷 (北京市昌平区上苑)

开本：850×1168毫米1/32 印张：14¹/₂ 插页：1 字数：380千字

1986年7月第一版 1986年7月第一次印刷

印数：1—4,300 册 定价：3.00 元

统一书号: 15040·4961

目 录

第一章 城市供水系统遥测、遥控概述	1
§1-1 城市供水系统简介	1
§1-2 遥测、遥控技术概述	2
一、基本概念	2
二、遥测、遥控装置的类型	2
§1-3 遥测、遥控装置的构成	4
一、概述	4
二、遥测、遥控装置的构成	3
第二章 遥测一次仪表	9
§2-1 压力变送器	9
§2-2 压差变送器和比例积算器	10
§2-3 水位变送器	11
一、压力水位变送器	11
二、电容式水位变送器	12
§2-4 流量变送器	13
一、超声波流量计	13
二、水平螺翼式水表	15
§2-5 电量变送器	15
一、电压变送器	15
二、电流变送器	16
三、脉冲电度表	16
四、功率变送器	17
§2-6 水质监测仪表	18
一、余氯检测仪	18
二、浊度检测仪	18

第三章 时序部件20

§3-1 集中型时序20

一、帧和帧格式20

二、时序的组成20

§3-2 分散型时序22

一、帧和帧格式22

二、巡回工作方式和定点工作方式22

三、1 : N 分散型时序的组成24

§3-3 时钟脉冲部件26

一、石英晶体振荡器和同电网电源时钟脉冲部件26

二、串行二进制计数器29

三、并行二进制计数器32

§3-4 分配器33

一、移位寄存器组成的分配器34

二、计数器和译码器构成的分配器36

三、串行计数器和译码器构成的分配器中的译码噪声问题37

四、循环码计数器39

§3-5 时序运行指示和从时序同步恢复42

一、时序运行指示42

二、从时序同步恢复42

第四章 同步部件44

§4-1 位同步44

一、同电网电源时序部件的同步44

二、用数字锁相环提取位同步信号45

三、用接收帧同步码定时整步实现位同步51

§4-2 句同步和帧同步52

一、数字鉴宽式同步部件53

二、同电网电源的句同步和帧同步56

第五章 瞬时量遥测58

§5-1 概述	58
一、遥测分类	58
二、瞬时量遥测框图	58
三、累计量遥测框图	59
四、开关量遥测框图	61
§5-2 遥测中的干扰问题	62
一、常态干扰	63
二、共态干扰	64
§5-3 输入滤波器	68
一、RC 阻容式滤波器	68
二、滤波器参数的确定	71
§5-4 隔离放大器	73
一、理想隔离放大器	74
二、影响隔离放大器精度的因素	76
三、计算举例	79
§5-5 采样开关	81
一、继电器构成的采样开关	81
二、双极型晶体管采样开关	82
三、场效应管采样开关 (CMOS器件开关)	87
四、开关的分组	89
§5-6 隔离变压器的估算	91
一、作用	91
二、脉冲变压器的估算	92
三、直流变换器的估算	96
四、计算举例	100
§5-7 数字-模拟 (D/A) 转换	102
一、迭加原理	102
二、D/A 转换的解码网络	105
§5-8 解码网络的开关	115
一、双极型晶体管网络开关	115
二、一种简单的网络开关	118
三、CMOS网络开关	120

§5-9 逐位比较型模拟-数字转换器	120
一、逐位比较型 A/D 转换器的工作原理	120
二、逐位比较型 A/D 转换器	122
三、转换器的精度	127
§5-10 A/D 转换的其它方法——“双积分” 型 A/D 转换器介绍	129
§5-11 电压比较器	133
一、电压比较器的特点	133
二、4 $E323$ 电压比较器介绍	135
三、电路举例	138
§5-12 ADC 0809 A/D 转换芯片介绍	140
第六章 标度变换与数字显示	145
§6-1 标度变换及系数的标定	145
一、标度变换的目的	145
二、系数的标定	146
§6-2 标度变换方法 1	149
一、全加器	149
二、标换方法 1 的工作原理	151
三、标换方法 1 的系数	156
四、复合系数	158
五、运算举例	159
六、 BCD (2-10进制) 转换	163
七、逻辑电路	169
§6-3 标度变换方法 2	175
一、工作原理	175
二、系数设置	177
三、减法器和数据接收控制	179
四、加法器	183
§6-4 数字显示	187
一、辉光显示器及其译码电路	188
二、荧光显示器及其译码电路	192

§6-5 遥测量的越限告警	197
一、大数判别法	197
二、电平判别法	200
三、越限告警的记忆	201
 第七章 累积量及开关量的遥测	204
§7-1 累积量遥测的运行方式及逻辑电路	204
一、运行方式	204
二、流量的累计	205
§7-2 累积量的标度变换	208
§7-3 累积量的编码发送与接收	210
一、编码发送	210
二、接收	210
§7-4 机泵运行状态遥测	214
一、编码发送	214
二、接收	217
三、“对位状态”码的接收	220
§7-5 故障报警遥测	230
§7-6 开关量遥测的显示	234
 第八章 遥测量的误差分析	239
§8-1 测量分类与误差定义	239
§8-2 误差的合成	245
§8-3 遥测系统的测量误差	248
一、系统误差	248
二、随机误差	250
三、粗差	250
§8-4 减小误差的措施	255
一、关于变送器	255
二、关于输入采样	256
三、关于隔离放大器	258

四、关于 A/D 转换器	259
第九章 抗干扰编码在遥控中的应用	261
§9-1 引言	261
§9-2 分组码	265
一、概述	265
二、分组码	266
§9-3 常用检错码	271
一、 $(n, n-1)$ 偶监督码	271
二、恒比码	275
§9-4 循环码	278
一、概述	278
二、循环码	280
三、循环码的生成多项式	282
四、 $n-K$ 级移位编码器	285
五、 K 级移位编码器	289
六、循环码译码器	292
§9-5 BCH 码	295
一、伽罗华域 (Galois field)	295
二、伽罗华域 $GF(2^m)$ 中元的运算	296
三、BCH 码	297
四、循环码的一步大数逻辑译码	300
第十章 遥测、遥控系统信道	308
§10-1 概述	308
§10-2 基带传输	308
一、数字脉冲的几种形式	309
二、基带传输系统的组成及其基本环节	310
§10-3 音频信道	316
§10-4 振幅键控	319
一、二元制振幅键控波形 (2ASK) 的产生	320

二、振幅键控波形接收	321
§10-5 全双工音频数据信道	323
一、概述	323
二、调制器	324
三、数字频率信号的解调	330
§10-6 二-四线转换装置	335
一、三线圈变压器	335
二、三线圈变压器的工作原理	336
三、混合线圈的设计	342
四、混合线圈的测试	345
五、平衡网络	347
§10-7 数字相位调制	351
 第十一章 无线信道	353
§11-1 概述	353
§11-2 无线信道的特点	355
§11-3 调幅波与调频波	358
一、调幅波 (AM)	359
二、调频波 (FM)	361
§11-4 数字波形产生器	362
§11-5 数字信息的接收	366
一、带通滤波器电平判决	366
二、动态滤波器电平判决	370
三、一个实际动态滤波器的电路分析	375
§11-6 信道电台的选择	382
一、电台频率及调制方式	382
二、电台的发射功率	383
三、接收机灵敏度	384
四、天线	385
§11-7 场强测量及电台控制	386
一、场强的测量	386
二、调制信号的频率	386

三、电台的收发控制	387
-----------------	-----

第十二章 微计算机控制的城市供水遥控、遥测系统	391
-------------------------------	-----

§12-1 系统结构	392
------------------	-----

§12-2 信号帧结构及信号流程	394
------------------------	-----

§12-3 系统执行软件	397
--------------------	-----

§12-4 远程智能终端	400
--------------------	-----

一、遥测（模入）通道	403
------------------	-----

二、遥测数据处理和自检	408
-------------------	-----

三、遥控、遥信通道	408
-----------------	-----

四、遥调通道	409
--------------	-----

五、终端监视与报警	411
-----------------	-----

六、终端显示	413
--------------	-----

七、终端键盘命令	419
----------------	-----

八、打印机接口	425
---------------	-----

九、远程终端的主调度程序	427
--------------------	-----

§12-5 机间通讯	428
------------------	-----

参考资料	441
------------	-----

第一章 城市供水系统

遥测、遥控概述

§ 1-1 城市供水系统简介

城市供水系统一般由取水设施、净水厂、泵站和配水管网组成。水源主要是地表水（江、河、湖、水库）和地下水。从水源地把水取入净水厂进行净化处理，经泵站加压，通过配水管网送至各用户。

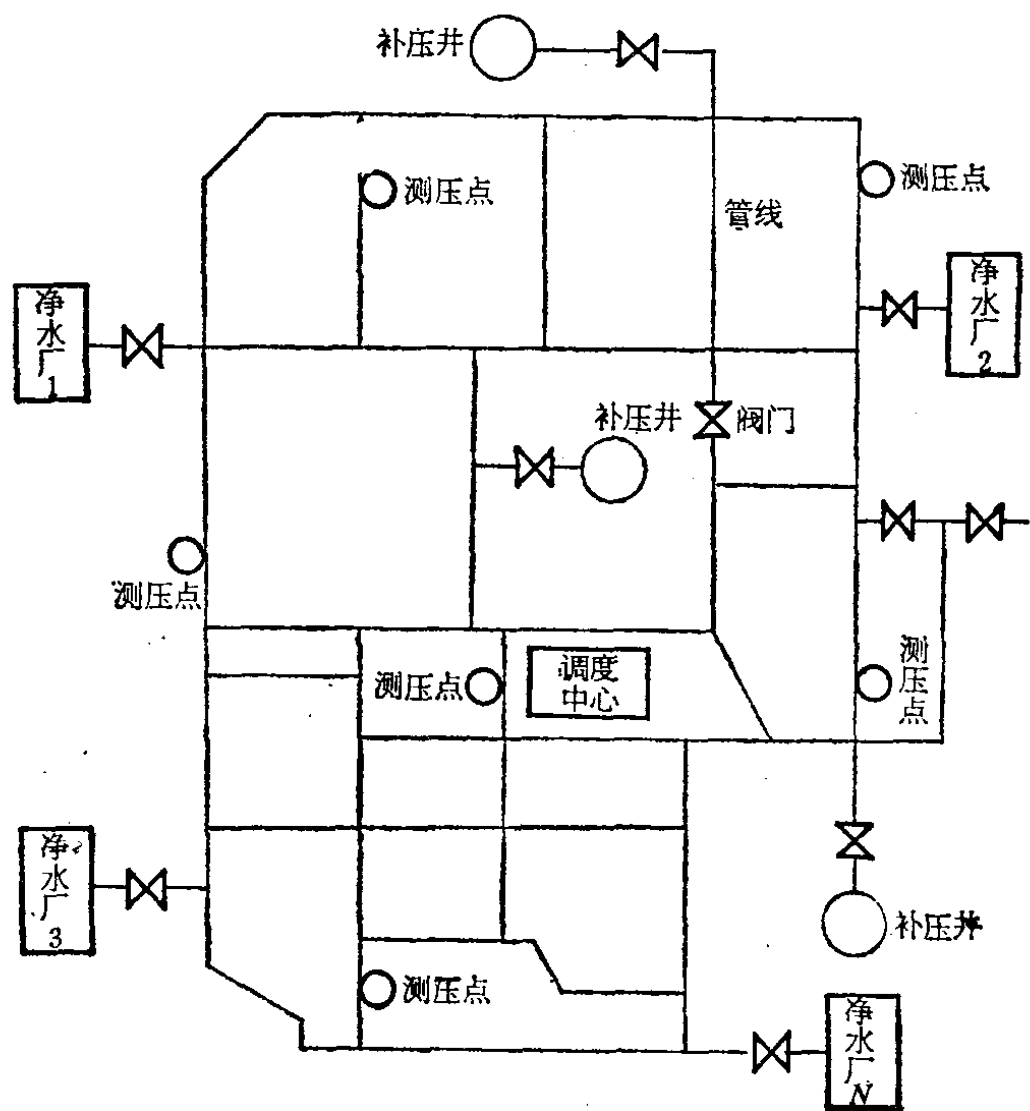


图1-1 城市供水系统图

城市供水系统的调度一般分为两级。第一级是城市供水的调度中心对各净水厂、管网测压点进行监测和调度。第二级是净水厂的控制室对净化工艺设备和水源井群进行监测和调度。

大、中城市的供水系统通常是由几个净水厂向多环管网供水，每个净水厂的配水泵站设有数台机泵，同时配水管网的不同地段设有测压点和管线阀门。

城市供水系统的调度中心担负着保证整个供水系统在安全可靠、经济合理、水质合格的情况下运行的任务，净水厂的控制室也对整个水厂发挥同样作用。根据这些要求，调度人员必须随时掌握各部位的运行参数和状况，及时调度和操作各种生产设备，及时处理各种异常情况。

城市供水系统的调度形式如图 1-1 所示。

§ 1-2 遥测、遥控技术概述

一、基本概念

遥测技术是通过电子设备把生产过程中的某些参数传输到远距离的监测中心，遥控技术则是在远距离的控制中心通过电子设备对生产设备进行远距离操作。

供水系统中常用的遥测参数主要有瞬时量、累计量和开关量等。瞬时量一般包括机泵压力、水池水位、电源电压、电气负荷电流等；累计量主要包括水量（吨）和电量（度）；开关量遥测亦称遥信，主要包括重要供电设备和机泵的开、停状态和报警信号。

在供水系统中，根据被控设备的要求，遥控可分为双位遥控和遥调。双位遥控是在控制中心对远距离设备进行开或停的一次性操作；遥调则是在控制中心对远距离设备进行连续性的调整操作。

二、遥测、遥控装置的类型

供水系统中，根据不同的场合及需要，可采用不同类型的遥

测、遥控装置。遥测、遥控装置在技术上有频分制（FDM）和时分制（TDM）两种。由于频分制在功能范围、抗干扰能力和传输距离方面都具有较大的局限性，当前在供水系统及其他工业部门中都采用时分制脉冲编码调制（PCM）技术，而且今后还将在这个基础上应用微计算机组成遥测、遥控系统。所以本书只着重讨论时分制遥测、遥控装置。同时，对微计算机组成的遥测、遥控系统作适当的介绍。

时分制脉冲编码调制遥测、遥控技术的基本原理即在一条信道（有线或无线均可）上传送许多不同的遥测、遥控信息。这些信息是以二进制数码的形式在发送端按照时间先后的顺序依次发送，在接收端根据时序加以区分。

遥测、遥控装置按照不同需要可划分为集中型 1 : 1 和分散型 1 : N 两种。

集中型装置由一个调度端和一个远距离的执行端所组成，调度端通过信道和执行端相连接。在城市供水调度中心和净水厂之间就可以采用集中型装置。图 1-2 表示这种装置的形式。



图1-2 1 : 1遥测、遥控装置的形式

分散型装置由在控制中心设置的一个调度端和两个以上（N 个）远距离的执行端所组成，一般为树枝状，遥测、遥控的信息也是双向传送。这种装置适用于被控对象较多而且分散，每个对象的设备又较少的情况。例如，由城市供水调度中心对配水管网各个压力遥测点、干线阀门等。此外，由净水厂控制室对取水井群或各个净化工艺设备的遥测、遥控也比较适合。图 1-3 表示这种装置的形式。

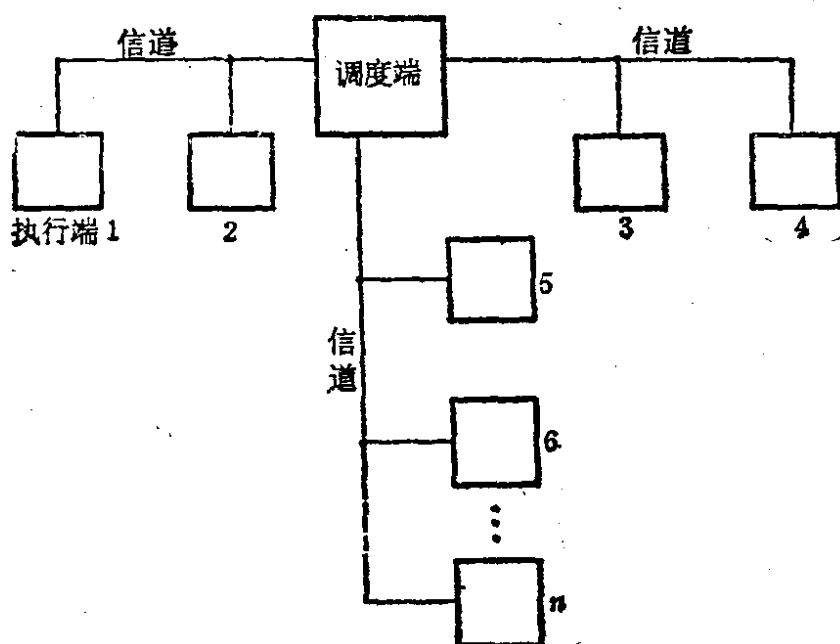


图1-3 1 : N 遥测、遥控装置的形式

§ 1-3 遥测、遥控装置的构成

一、概述

在时分制遥测、遥控装置中，遥测数据和遥控指令均为二进制数码，用脉冲的有、无或电平的高、低分别代表“1”或“0”。例如，对于正逻辑而言，高电平（如+12V）代表“1”，低电平（如0V）代表“0”。负逻辑则与此相反。“1”或“0”数码的编排可按不同需要在设计时确定，以遥测压力、水位和电压为例，当压力为3公斤/厘米，水位为4米，电压为6千伏时，用四位二进制数码表示，则分别是：

压力	3	0 0 1 1
水位	4	0 1 0 0
电压	6	0 1 1 0

现用电平表示这些二进制数码，采用正逻辑，如图 1-4 所示。

在时分制装置中，按时序先后传送二进制数码，数码的高位在前，低位在后，其波形如图1-5所示。

在时间 t_0-t_1 时段传送压力(0011)， t_1-t_2 时段传送水位(0100)， t_2-t_3 时段传送电压(0110)。这种传输方式即为不归零脉冲编码。

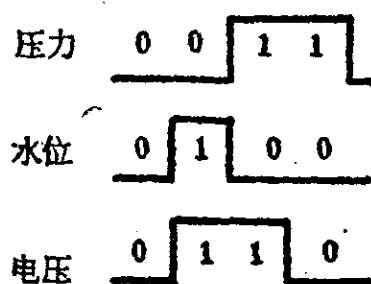


图1-4 二进制数码电平

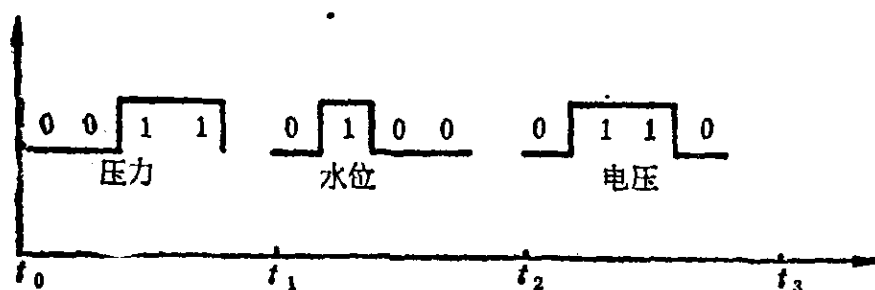


图1-5 数码传送时序关系

在信道中所传送的数码数目的单位称比特，单位时间内传输数码的速率的单位，采用波特（比特/秒）来表示。

在时分制遥测、遥控装置中，控制信息时间顺序的部件称时序部件。时序部件是该装置的心脏部分，因而十分重要。为保证装置可靠地发送和接收各种信息，调度端和执行端的时序部件必须在运行时保持时间顺序的一致，而且运行速率相同，即所谓“同步”。

在遥测中，瞬时量的处理是把被测量转换成相应的模拟量。模拟量一般为电量直流电压或电流。模拟量被送入模数转换器变成二进制数码（即数字量）经过编码可把数码经发码门通过信道送给接收端。在接收端把接收到的数码转换为二、十进制码，可在模拟盘或电视屏幕（CRT）上实现数字显示。数码进行二-十进制转换的同时，还需进行标度变换或称系数设置，以使数字显示与被测原始数据一致。对累计量的遥测，首先是把被测量转换

成相应的电脉冲，每个电脉冲可代表一个单位的累计量，然后把这些电脉冲发往接收端。接收端收到这些电脉冲以后即可直接进行累积计数和译码显示。

开关量遥测（或称遥信），是把被测的状态信号按时序进行编码，然后经过信道送往接收端。接收端把收到的信息经过寄存送给显示部件，实现灯光显示。

遥控和遥调，首先是把指令按照选址和抗干扰的要求编成数码，由发送端（即调度端）经信道发送给接收端（即执行端）。一般来说，为保证操作可靠，特别是遥控重要设备如配水机泵，需要采用“反馈回答”方式，即在执行端收到地址信息以后，再往调度端返回一个“地址回答”信息。调度端收到此地址回答信息以后，经校核无误，由操作人员向执行端发送操作指令。执行端收到操作指令后才能执行遥控操作。遥控一般为双位控制，即开、停操作；遥调一般是指用连续的遥控动作调节被控设备到一设定的程度，如阀门的开启度、机泵的转速等。遥调的执行程度通过遥测传示到调度端。

为增加其可靠性，遥测、遥控装置除了完成它的基本功能以外，还设置有“报警”功能，当被测量超过正常范围或被控设备发生异常情况时，在调度端即产生闪光或音响，以提醒值班人员进行适当处理。

二、遥测、遥控装置的构成

1 : 1 集中型装置的主要部件及构成如图 1-6 所示。它的主要特点是每套 1 : 1 装置各成独立系统，信道一般为全双工，即遥测、遥控信息可以往返同时传送。

1 : N 分散型装置的主要部件及构成如图 1-7 所示。它的主要特点是一个系统包括数个被控端，功能较多，定点与巡回兼有遥测方式。信道一般为树枝状半双工，即遥测、遥控信息按时序划分反复传送。信道可以有电线电缆、架空线或无线电。遥控为定点方式，即在对某执行端进行遥控操作时，停止巡回遥测显示，但故障信号可以优先，待遥控操作完成以后，可暂时保留定