

高等学校电子信息类教材

现代无线电 测控技术

孟维晓 王 钢 编著

Modern

Radio

Test Technology

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

■ 高等学校电子信息类教材 ■

现代无线电测控技术

孟维晓 王 钢 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

无线电测控技术是当代通信技术领域的一个重要分支。本书全面介绍了无线电测控的概念和原理, 传感器有关知识, 新型传感器技术, 测控原理, 模拟和数字遥测原理与设备, 遥测、遥控技术, 遥测与遥控系统的技术指标及检验方法, 差错控制技术, 航空航天测控技术, 导弹、航天器测控系统等。本书吸收了当今国内外无线电测控领域先进的研究成果, 是编著者多年教学和科研经验的总结, 具有较高的实用价值。

本书内容丰富、全面, 理论联系实际, 论述系统深入, 可作为无线电测控领域的工程技术人员和科研人员的参考书, 也可作为高等院校通信与信息系统学科本、专科学生的专业课教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代无线电测控技术 / 孟维晓, 王钢编著. —北京: 电子工业出版社, 2003. 11

高等学校电子信息类教材

ISBN 7-5053-9263-8

I. 现… II. ①孟… ②王… III. 无线电遥测术—高等学校—教材 IV. TP873

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 095899 号

责任编辑: 沈艳波 高买花

印 刷: 北京民族印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 552 千字

版 次: 2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

无线电测控技术是当代通信技术领域的一个重要分支。近年来，随着科学技术的飞速发展，特别是在全球信息技术及其产业化的推动下，无线电测控技术得到了迅猛发展，已经在航空航天、国防装备、原子能技术、地质水文、石油勘探、森林保护，乃至日常生活中得到了广泛的应用，极大地推动了社会生产力向前发展。

本书是编著者在多年从事该领域教学和科研的基础上，结合实践经验，广泛吸收了当今国内外无线电测控领域先进的研究成果，经过系统化归纳和认真总结，形成的一本完整的现代无线电测控技术书籍。书中全面介绍了无线电测控的概念和原理、传感器的有关知识、新型传感器技术、测控原理、模拟和数字遥测原理与设备、遥控技术、遥测与遥控系统的技术指标及检验方法、差错控制技术等。值得一提的是，航天领域的无线电测控技术代表着当代该领域最先进的水平，而哈尔滨工业大学作为国家航天事业的高等院校，长期从事航天测控方面的科研工作，所以本书的后半部分重点介绍了无线电测控技术在航天领域的应用，包括航天测控技术概论、雷达原理、导弹测控系统和航天器测控系统等内容。

本书在编写过程中得到了哈尔滨工业大学通信技术研究所和通信工程系的大力支持，韩宇辉、崔健、吴宣利、王鲁宁、陈莉娜、齐成行、王尔馥、古磊等积极参与了本书的部分编写和校对工作，在此表示衷心地感谢！

本书内容丰富全面，理论联系实际，论述系统深入，可作为无线电测控领域的工程技术人员和科研人员的参考书，也可以作为高等院校通信与信息系统学科本、专科学生的专业教材。

由于时间仓促及编著者水平的限制，本书难免存在一些疏忽之处，恳请读者批评指正。

编著者
于哈尔滨工业大学
2003 年 10 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 无线电测控的概念	(1)
1.1.1 遥测遥控的定义	(1)
1.1.2 测控系统的分类	(3)
1.2 无线电测控系统基本原理和系统组成	(5)
1.2.1 系统组成	(5)
1.2.2 现代无线电测控系统的主要特点	(8)
1.2.3 现代无线电测控系统的技术要求	(9)
1.3 测控技术的发展历史和应用	(10)
1.3.1 测控技术的发展历史	(10)
1.3.2 测控技术在工程上的应用	(11)
1.3.3 发展趋势	(12)
1.3.4 测控系统取得的效益	(13)
第 2 章 传感器技术	(14)
2.1 传感器基本概念	(15)
2.1.1 传感器的构成	(16)
2.1.2 传感器的分类和技术要求	(18)
2.2 传感器技术基础	(18)
2.2.1 传感器的数学模型	(19)
2.2.2 传感器的性能与指标	(21)
2.2.3 改善传感器性能的技术途径	(25)
2.3 传感器的标定与校准	(28)
2.3.1 传感器的静态标定	(28)
2.3.2 传感器的动态标定	(29)
2.3.3 传感器的互换性	(30)
2.4 典型传感器的原理与特性	(30)
2.4.1 电阻式传感器	(30)
2.4.2 电感式传感器	(33)
2.4.3 电容式传感器	(34)
2.4.4 压电式传感器	(35)
2.4.5 光电式传感器	(35)
2.4.6 热电阻式传感器	(36)
2.4.7 磁电式传感器	(36)

2.4.8	超声波传感器	(37)
2.5	新型传感器及航空航天传感器	(38)
2.5.1	流量与液位传感器	(38)
2.5.2	振动和冲击传感器	(38)
2.5.3	噪声和过载传感器	(39)
2.5.4	灵巧智能传感器	(40)
2.6	传感器的发展现状与未来	(41)
2.6.1	传感器技术的现状	(41)
2.6.2	传感器开发的基本问题	(41)
2.6.3	传感器的开发方向	(43)
第 3 章	测控系统	(45)
3.1	基本概念	(45)
3.1.1	测控系统的主要功能和特点	(45)
3.1.2	测控系统工作的基本原理	(48)
3.1.3	测控系统的主要技术指标	(58)
3.2	测控系统的硬件	(67)
3.2.1	AMC—100 集中式通用测控系统	(67)
3.2.2	AMC—200 分布式测控系统	(71)
3.2.3	AMC—300 高速高精度测控系统	(74)
3.2.4	AMC—400 智能测控工作站	(78)
3.3	测控系统的应用实例	(80)
3.3.1	PCM-FSK-FM 混合制遥测系统	(80)
3.3.2	煤气管网的计算机三遥系统	(82)
3.3.3	工业用分散目标遥测遥控系统	(84)
第 4 章	遥测技术	(90)
4.1	遥测信息传输	(90)
4.1.1	模拟调制和多路复用	(90)
4.1.2	基本数字调制体制	(96)
4.1.3	扩频调制体制	(102)
4.1.4	航空航天遥测体制	(105)
4.2	模拟式遥测技术	(110)
4.2.1	脉冲频率方式遥测	(110)
4.2.2	FM-FM 方式遥测	(112)
4.2.3	脉冲时间调制方式遥测	(112)
4.2.4	游标法提高遥测精度	(116)
4.3	数字式遥测技术	(118)
4.3.1	数字式遥测系统的组成	(118)
4.3.2	采样保持电路	(120)
4.3.3	PCM 调制	(121)

4.3.4	增量调制	(125)
4.4	典型遥测设备	(127)
4.4.1	遥测发信机	(127)
4.4.2	遥测发射天线	(132)
第 5 章	遥控技术	(138)
5.1	遥控系统的组成及操作过程	(138)
5.1.1	系统组成	(138)
5.1.2	简单动作型操作过程	(139)
5.2	遥控系统的工作方式	(141)
5.2.1	实时工作方式	(141)
5.2.2	循环工作方式	(143)
5.2.3	问答工作方式	(146)
5.3	遥控数据保护	(146)
5.3.1	遥控的安全需求	(147)
5.3.2	PCM 遥控数据的保护	(150)
5.3.3	分包遥控数据的保护	(151)
5.3.4	工程设计中的若干问题	(153)
5.4	卫星同步控制	(154)
5.4.1	卫星同步控制原理	(154)
5.4.2	角度法控制	(157)
5.5	遥控实例——红外线遥控	(160)
5.5.1	红外线遥控概念及特点	(160)
5.5.2	红外线遥控的基本原理	(161)
第 6 章	无线电测控系统的主要技术指标及检验	(165)
6.1	主要技术指标	(165)
6.1.1	发射功率	(165)
6.1.2	发射天线及馈线	(165)
6.1.3	接收天线	(166)
6.1.4	接收系统等效噪声温度	(168)
6.1.5	接收系统灵敏度	(170)
6.1.6	接收机动态范围	(172)
6.1.7	各种损耗的考虑	(173)
6.1.8	遥控指令差错率	(173)
6.2	检验方法	(174)
6.2.1	天线增益测试	(175)
6.2.2	接收机灵敏度测试	(178)
6.2.3	系统误码率测试	(179)
6.2.4	遥控误指令率测试	(182)
6.2.5	可靠性测试	(182)

第 7 章 遥测遥控系统的差错控制技术	(185)
7.1 数字传输系统模型和质量要求	(185)
7.1.1 数字传输系统模型	(185)
7.1.2 数字传输系统的质量要求	(185)
7.2 差错控制的基本概念	(186)
7.2.1 差错的分类	(186)
7.2.2 差错控制的基本原理	(186)
7.2.3 差错控制方式	(188)
7.2.4 差错控制编码分类	(189)
7.3 常用检错码	(189)
7.3.1 重复码	(189)
7.3.2 恒比码	(190)
7.3.3 奇偶校验码	(190)
7.4 纠错编码	(191)
7.4.1 线性分组码	(191)
7.4.2 汉明码	(195)
7.4.3 循环码	(196)
7.4.4 非线性码	(198)
第 8 章 航空航天测控技术概论	(201)
8.1 空间飞行器轨道	(201)
8.2 坐标系统与时间系统	(203)
8.2.1 坐标系统及换算	(203)
8.2.2 时间系统及换算	(207)
8.3 空间定位的原理与方法	(209)
8.3.1 基本的位置测量元素	(209)
8.3.2 几种典型的几何定位方法	(212)
8.4 航空航天测控技术	(214)
8.4.1 测控信号与信道设计	(214)
8.4.2 再入遥测技术	(223)
8.4.3 分包遥测技术	(228)
8.5 航天测控系统的功能与组成	(233)
8.5.1 航天测控系统的分类	(233)
8.5.2 航天测控系统的功能	(234)
8.5.3 航天测控系统的组成	(234)
第 9 章 雷达原理	(237)
9.1 雷达的基本工作原理	(237)
9.1.1 目标斜距测量	(238)
9.1.2 目标角位置测量	(239)

9.1.3	相对速度的测量	(242)
9.1.4	雷达的主要战术参数 (应用参数)	(243)
9.2	雷达发射机和接收机	(243)
9.2.1	雷达发射机	(243)
9.2.2	雷达接收机	(246)
9.3	目标及其发现	(247)
第 10 章	导弹测控系统	(248)
10.1	概论	(248)
10.1.1	导弹及其试验	(248)
10.1.2	导弹测控系统的组成	(249)
10.1.3	测控系统在导弹飞行中的地位和作用	(250)
10.1.4	导弹测控系统的结构与布局	(250)
10.2	导弹飞行参数测量	(251)
10.2.1	外弹道参数测量	(251)
10.2.2	遥测参数测量	(253)
10.2.3	目标特性参数测量	(254)
10.3	导弹飞行安全控制	(255)
10.3.1	导弹安全控制系统的组成和功能	(255)
10.3.2	地面安全控制系统	(255)
10.3.3	安全管道与安全边界	(256)
10.4	导弹测控系统的设计原理	(257)
10.4.1	总体设计的原则和任务	(257)
10.4.2	测控要求的论证和分析	(258)
10.4.3	测控系统总体设计	(259)
10.4.4	测控系统优化设计	(267)
10.4.5	外弹道测量精度设计	(272)
10.4.6	弹上天线设计	(273)
10.4.7	可靠性设计	(275)
10.5	测控支持保障分系统的总体要求	(280)
10.5.1	时统系统的作用和要求	(280)
10.5.2	通信系统的作用和要求	(281)
10.5.3	大地测量的作用和要求	(282)
10.5.4	气象测量的作用和要求	(282)
第 11 章	航天器测控系统	(284)
11.1	遥测地面站系统	(284)
11.1.1	概述	(284)
11.1.2	遥测接收信道	(285)
11.1.3	遥测自跟踪系统	(298)
11.1.4	统一系统的遥测终端	(304)

11.2 地面遥控系统	(306)
11.2.1 组成及功能	(306)
11.2.2 指令数据的形成	(308)
11.2.3 遥控体制及指令编码	(310)
11.2.4 监控检测系统	(319)
11.3 微小卫星测控系统实例	(321)
11.3.1 引言	(321)
11.3.2 地面测控站的主要参数及组成	(322)
11.3.3 系统工作原理	(326)
参考文献	(334)

第1章 绪 论

现代科学技术的发展促进了现代测控技术的发展，并使之形成一门独立的学科。产品生产过程日益趋向自动化，趋向于对生产过程特别是处于分散状态的目标的生产过程进行集中监视和管理。现代测控技术是综合自动控制技术、计算机技术和现代通信技术三大领域的技术成果，为适应上述要求而发展起来的一门学科。

近年来，随着科学技术的发展，现代测控技术在国民经济建设中发挥了越来越重要的作用。在国防领域，现代测控系统更是国防工业现代化不可缺少的组成部分，并成为导弹实验、航天器发射运行等的重要支持系统。

1.1 无线电测控的概念

1.1.1 遥测遥控的定义

1. 遥测

所谓遥测，就是对被测对象的某些参数进行远距离测量。有些被测对象，如运载火箭和具有放射性的物体等，人们不可能或不适于在它们附近直接进行有关参数的测量，只能在远离它们的地方进行间接测量。这种远离被测对象的间接测量，习惯上称之为遥测。因此，遥测乃是一般测量的延伸。这里所说的远距离是一个相对的概念，它可以近到几米，如对高速旋转体内静应变参数的遥测；也可以远到几百兆米，如卫星和深空探测中的遥测。在国民经济、科学研究和国防部门，许多被测对象或由于距离较远，或由于分散，或由于其他特殊原因，人们无法接近，因此都需要通过遥测来了解或监视被测对象的工作情况。采用遥测技术，可以提高各部门的自动化程度，改善劳动条件，提高劳动生产率，提高管理调度质量。

下面通过一个遥测系统的例子来进行具体的说明。体育训练的医学科学研究需要将运动员的心电图在运动状态下传给中心监控室（即在运动状态下对运动员的心电进行遥测），这是一个活动目标的单一参数的遥测系统，所以只能用无线传输手段。人体心电信号是生理信号，首先需要把这个生理信号变成电信号，送给无线发射机传送出去，把生理信号转换成电信号的装置叫做传感器。通常传感器送出去的信号是很微弱的，要由放大器放大到合适的电平才能送给发射机。放大的信号经调制器送给发射机，经无线电波传给接收天线。接收机收到高频信号，经过解调器解调之后，送给显示器显示和记录仪记录。其系统框图如图 1-1 所示。

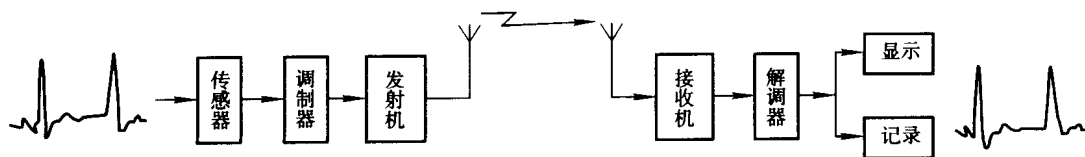


图 1-1 心电遥测系统

当然，在这五光十色、千变万化的信息社会里需要探测的对象是十分广泛的。为了正确远距离地进行测量，需要有感知被测参数的装置（传感器），以便将被测参数正确地取出来；为了使信号在信道上正确地传输，需要对信号进行放大、压缩、编码、调制、解调等各种加工处理；对模拟传输系统来说需要高保真地传输这些信号；对数字传输系统要求信息的保护和差错控制；在接收端还要对信号进行分类、处理和存储等。总之，遥测系统包括信息的感受（传感）、变换、传输、处理、显示记录等多种过程。在这个意义上说，遥测系统是一个特殊的单向通信系统，其信息流从被测量端流向测量端。

2. 遥控

所谓遥控，就是对远方的研究对象和目标进行控制。控制方式分为断续的和连续的（又叫做遥调）两种。被控制的对象可以是活动的，如导弹、火箭、卫星、飞船和无人机等；也可以是不动的，如集中目标的工厂设备、电站、大型变电所等，或者处于分散状态的输油管道、油田油井设备等。下面我们用遥控飞机模型的例子来进行说明，其框图如图 1-2 所示。运动员在地面用遥控发射装置对空中的飞机模型进行操纵，通过方向舵和升降舵控制发动机的启停和飞行姿态。

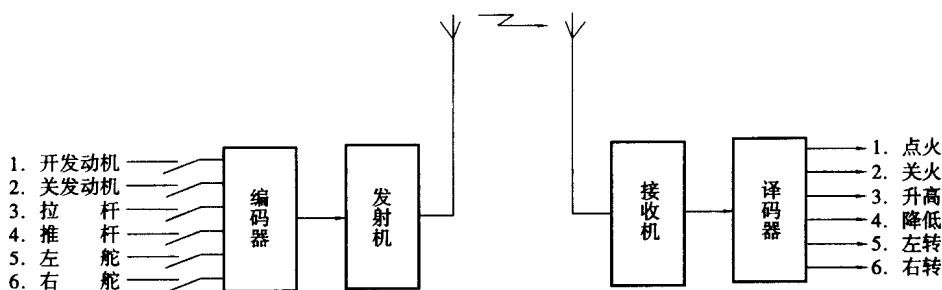


图 1-2 飞机模型遥控系统

通过这个例子可以看出，遥控系统由指令的产生、变换、传输、执行等过程组成，其信息流由控制端流向被控端。

3. 遥调

远距离对被控对象施行连续控制就是遥调，遥调也就是闭环遥控系统。一个典型遥调系统方框图如图 1-3 所示。

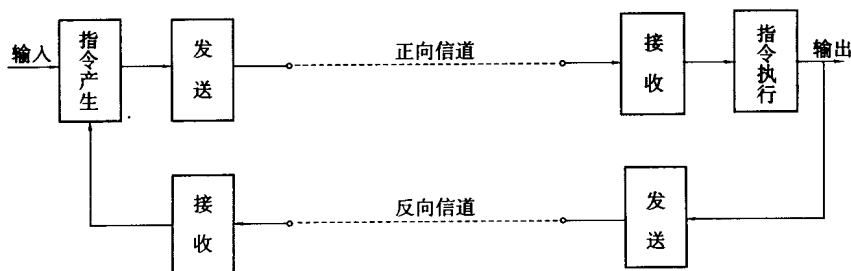


图 1-3 遥调系统框图

这种对被控对象的工作状态可以定量地进行改变的远距离遥控（遥调），可以用于对某些连续量的控制，例如导弹飞行轨迹的控制、输油管道中的流量控制等。遥调和遥控的主要

区别是遥调需要双向信道（正向信道和反向信道），而遥控系统通常是不需反向信道的。

4. 遥信

在遥控系统中，当一个遥控指令发送完时，遥控指令是否被正确执行是远方遥控操纵人员十分关心的问题。为了监视遥控系统中遥控指令的执行情况，有时需要把执行的结果通过反向信道送回来，这种把被控对象的动作结果送回控制端的行为，通常被称为遥信。被控对象各个参数的状态实时显示在控制端，以便实时掌握其状态，继续发出指令按预定目的对被控对象施加控制。一般地说，遥控系统离不开遥信，但有些情况下也可以不用遥信监视其被控对象的工作状态，例如上述飞机模型的测控系统就没有遥信系统，其工作状态的监视是由肉眼观察或通过其他方式完成的。事实上遥信就是遥测的特殊形式，它传送的是极限状态，而遥测传送的则是连续信号值。

根据上述定义，我们把远距离实现控制、测量、调节、监视的系统称为遥测遥控系统。一个系统如果只具备遥控功能则称为遥控仪；如果只具备遥测功能则称为遥测仪；如果同时具备遥测、遥控功能则称为双遥系统。同样，同时具备遥测、遥控、遥信功能的系统，则称为三遥系统；具备遥测、遥控、遥信、遥调功能的系统则称为四遥系统。图 1-4 就是一个典型遥测遥控系统的工作示意图。

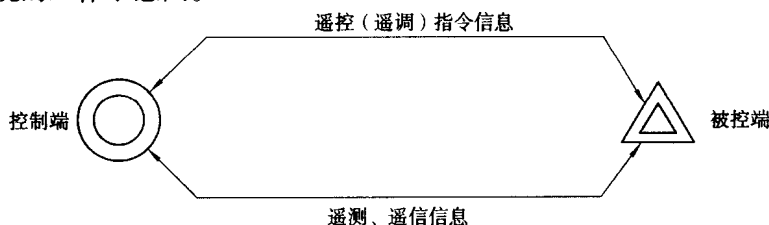


图 1-4 典型遥测遥控系统示意图

就功能来说，遥控和遥调都是控制端（也称调度端）按预定意图对被控目标的内部参数、工作状态进行远距离的操作和控制。所以，从工作原理上说，遥调可以归入遥控范围。遥测和遥信都是被控目标向控制端提供它的内部参数及其对命令的执行情况。所以，我们只要了解了遥控和遥测，遥调和遥信也就解决了。

1.1.2 测控系统的分类

测控系统是多种多样的，其分类方法也各有不同。

根据传输媒介的不同，测控系统可以分为有线测控系统和无线电测控系统。有线测控系统利用电线、电力线、电缆等作为传输媒介，在电力、油井、天然气等工业部门及医学、生物、地震及其他科学研究中广泛采用。无线电测控则利用电磁波在自由空间的传播来传输测控信息，它在飞机、导弹、卫星及宇宙探测中得到了广泛的应用。在这里我们讨论的测控系统主要指的是无线电测控系统。

根据实现多路传输的方式不同，测控系统可分为频分多路测控系统和时分多路测控系统。根据传输信号的类型可分为模拟式测控系统和数字式测控系统。

根据应用场合不同，测控系统可以分为以下 4 种方式：

- （1）(1:1)工作方式；
- （2）(1:1)×N 工作方式；

(3) $(M:N)$ 工作方式;

(4) $(1:N)$ 工作方式。

图 1-5 分别列出了这 4 种工作方式。 $(1:1)$ 工作方式是最基本的工作方式,它由特定的被控对象决定系统只需要一个控制端和一个被控端。高空通信气球测控系统、飞行器测控系统都是 $(1:1)$ 的工作方式,这种工作方式适合集中型的(工厂、电站等)被控对象。

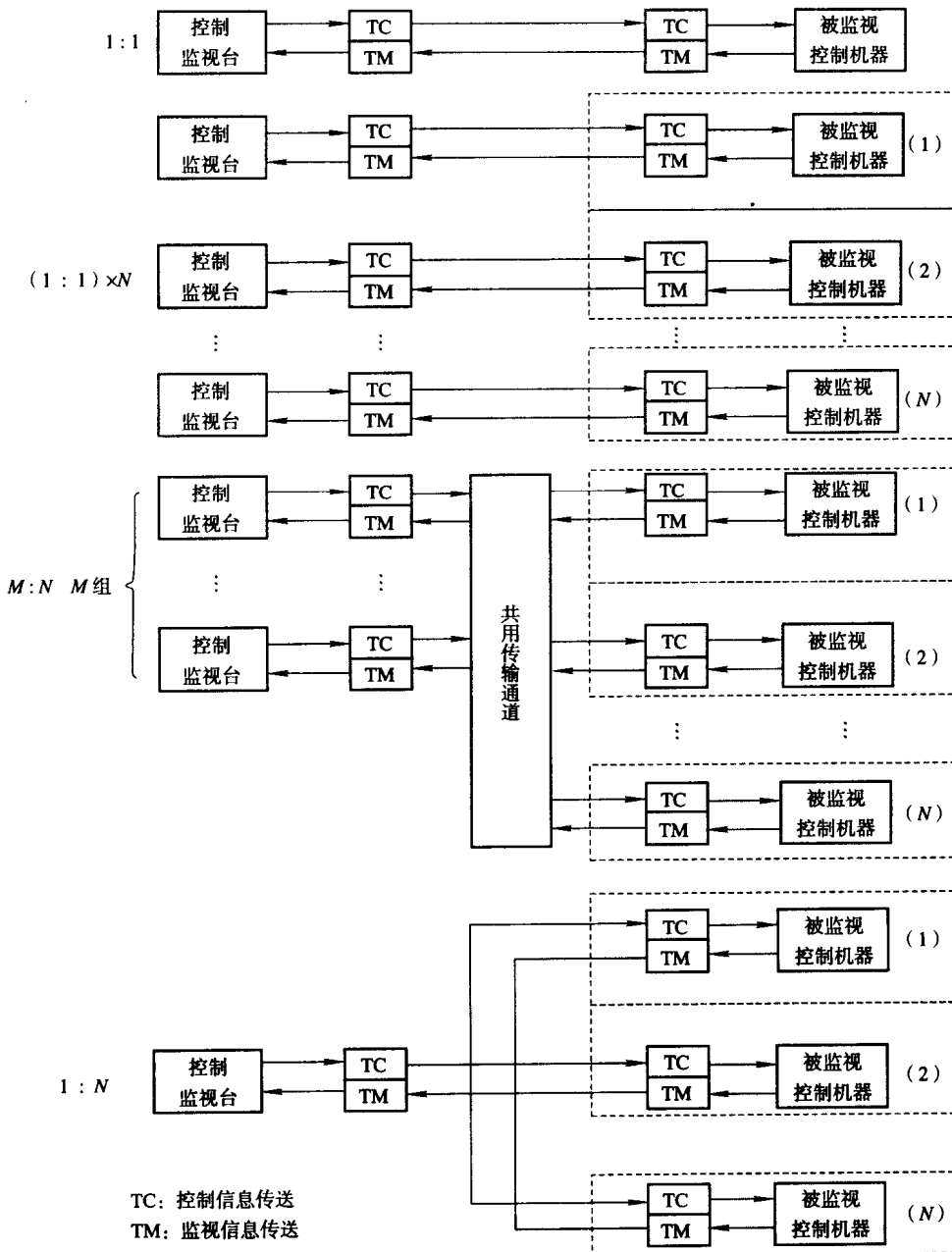


图 1-5 测控系统工作方式

对分散型的被控对象(如油田、气田、输油输气管道、铁道等)可以采用 $(1:1) \times N$, $(1:N)$

或 $(M:N)$ 工作方式。 $(1:1) \times N$ 的方式就是 N 个 $(1:1)$ 测控系统集中起来使用。非常明显,这样的组合将导致控制端设备的复杂化,操作也不方便。 $(1:N)$ 方式是把控制 N 个对象的功能完全合并在一起,这样既高效又经济,既解决了集中控制监视,又体现了分散多目标。分散目标越多,这种方式的优越性就越明显。但是,从可取性方面考虑, $(1:N)$ 方式却不如 $(1:1) \times N$ 方式优越。如果控制端发生故障,对 $(1:N)$ 方式来说,整个系统就要停止工作,但对 $(1:1) \times N$ 方式来说,这个故障只会使其中一个被控对象停止工作,其余的将照常工作。 $(1:1) \times N$ 方式传信率高,又可以同时对多个被控端进行操作,如果想要扩大系统容量, $(1:1) \times N$ 方式是非常方便的。因此,当 $N < 4$ 时,建议采用这种方式,因为这时的造价与 $(1:N)$ 相比没有什么显著差别。 $(M:N)$ 方式是根据具体情况,适当综合上述两种方式的优点出现的另一种方式。在实际情况中,究竟应该采用哪种方式要综合用户要求、信息性质等全面考虑。

根据被控端的地理分布、信息流程以及系统规模,测控系统又可分为直线式、混合式、网状式和分级控制式,如图1-6所示。

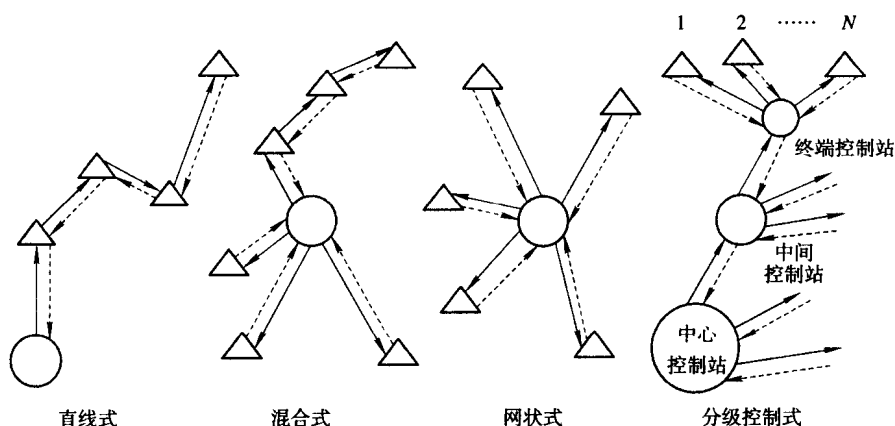


图 1-6 测控系统流程图

1.2 无线电测控系统基本原理和系统组成

1.2.1 系统组成

无线电测控系统的组成原理如图1-7所示。其中图1-7(a)为无线电遥测系统,图1-7(b)为无线电遥控系统。

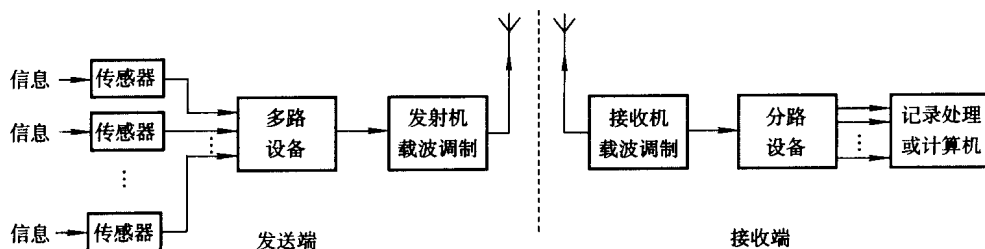


图 1-7 (a) 无线电遥测系统

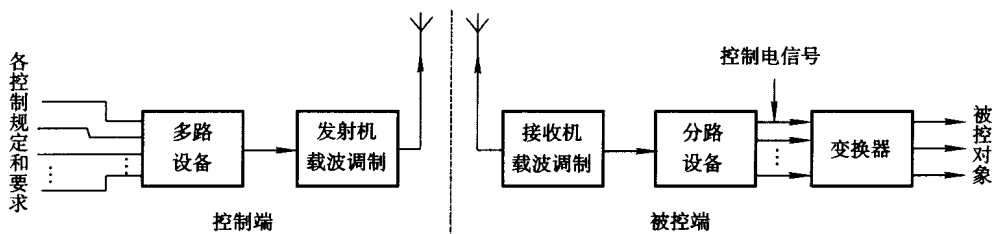


图 1-7 (b) 无线电遥控系统

在图 1-7 (a) 所示的无线电遥测系统中，由于被测对象往往有很多个，而且有时一个对象就需要测量几个参数，这些参数往往是非电量，这就需要通过传感器将这些被测量变成统一的电信号。当然，如果被测量本身就是电信号，那么只要经过变换器变成统一的电信号即可。传感器输出的各路信号在多路设备中综合相加变成多路信号，然后送入发射机进行载波调制，再经天线发射出去。无线电波经空间传播后在接收端通过接收机进行载波解调，再经分路设备把输出的各路信号送入记录、显示、处理设备或送入计算机中进行处理。

图 1-7 (b) 为无线遥控系统原理图。由图可见，无线遥控系统的多路设备、发射机、接收机、分路设备等与无线电遥测系统相同。由分路设备输出的各路信号经变换器变成控制信息送到被控对象上去。因此遥测系统与遥控系统从信息传输的角度上看是基本相同的。

由于本书主要讨论测控系统信息传输的基本原理，并不过多地涉及具体设备，为此我们把测控系统用图 1-8 所示的信息传输模型加以概括。

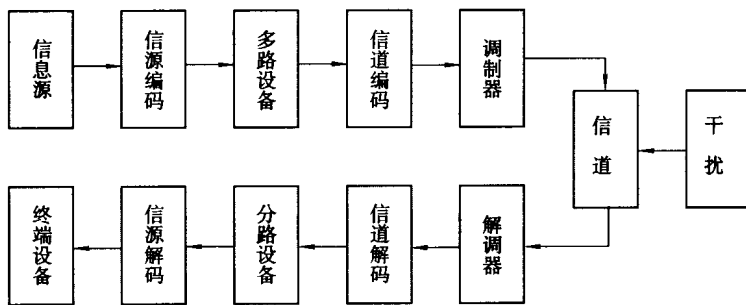


图 1-8 测控系统信息传输模型

1. 信息源和终端设备

信息源是被测参数经传感器变成的电信号或者遥控信号的总和，代表被传输信息的发源地。终端设备是指遥测信号或的记录、显示和数据处理的执行机构。

2. 信源编码及解码

信源编码的主要任务是解决模拟信号的数字化和提高数字信号的有效性。例如，在一定精度要求下，如何用最小的码元数来表示信号，以及如何压缩频带以提高信息传输的效率等。信源解码是信源编码的反变换。

3. 多路设备及分路设备

由于遥测和遥控参数很多，为了提高传输效率需要借用一条信道传输多路信号。多路设备就是把各路信号综合在一起的设备，分路设备是把综合信号分解成各路信号的设备。

4. 信道编码及解码

在数字式测控系统中,由于信道中存在一定的干扰,因而会造成传输数据码的差错。为了减少差错,提高可靠性,可人为地按一定规则增加一些多余的码元与数据码一起传输,在接收端根据附加的码字可发现和纠正数据码的差错。这是由信道编码器和解码器来实现的。我们把这一部分称为差错控制。

5. 调制器和解调器

被传输的原始信号通常是不适于在信道中直接传输的,因而往往需要用被传输的信号对载波进行某种调制,然后用已调载波进行传输。调制器就是实现载波调制的设备。解调器是从已调载波中恢复出调制信号的设备。

6. 信道与干扰

上面我们已经讲过,信道就是信息传输的媒介。例如,有线传输中的电线、电力线、电缆或无线传输中的大气层和宇宙空间。在传输过程中,不可避免地会存在一些干扰。例如,在无线传输中的工业干扰、大气干扰、宇宙干扰及人为干扰等。

图 1-8 所示的测控系统信息传输模型,只能代表实际测控系统中的原理性部分,并不能包括实际系统的所有部分。例如在数字式无线电测控系统中很重要的一部分是同步设备,但是这一部分在图 1-8 中没有明确地反映。反过来,图 1-8 中的每部分也并不一定在某些实际系统中存在。例如,模拟式无线电测控系统就不一定包括信源编码和解码、信道编码和解码等。

测控系统由硬件和软件组成。硬件主要包括模拟量输入通道(子系统),数字量输入通道(子系统),脉冲、频率和周期量输入通道(子系统),模拟量输出通道(子系统),数字量输出通道(子系统),脉冲量输出通道(子系统),信号调理器,计算机及其外设等。其组成结构如图 1-9 所示。

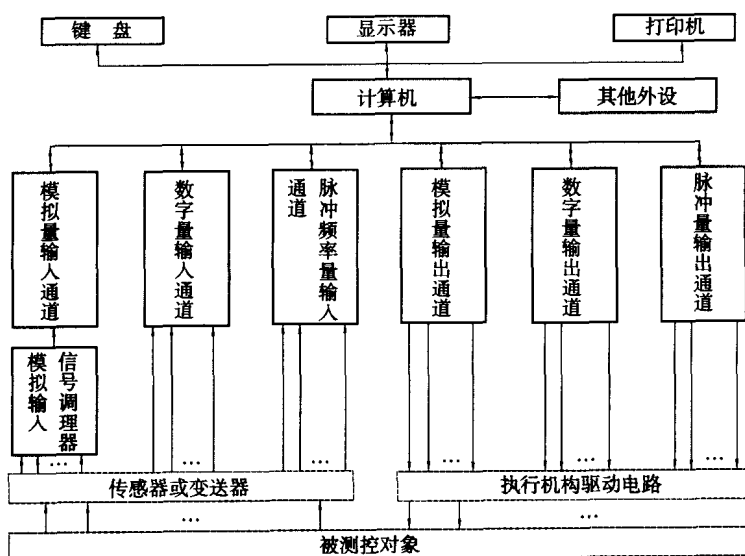


图 1-9 测控系统硬件组成方框图

测控软件可按功能分类,如图 1-10 所示。