

高等学校教学用书

远距离测量

第一卷

苏联 Г. М. 日丹諾夫著

水利电力出版社

高等学校教学用书

远距离测量

强度系统

第一卷

苏联Г.М.日丹诺夫著

刘侃译

苏联高等教育部指定作为高等学校教学参考书

水利电力出版社

內 容 提 要

本書系統地講述了远距离測量中的傳送系統和傳送儀器的理論、計算和設計問題。
本書供高等工業院校學生和工業、運輸業中的工程技術人員參考。

Г.М.ЖДАНОВ

ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЕ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1952

远 距 离 測 量 (第一卷)

根据蘇聯國立動力出版社1952年莫斯科版翻譯

刘 侃譯

*

855D313

水利電力出版社出版 (北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105号

水利電力出版社印刷廠排印 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 13 $\frac{1}{2}$ 印張 * 296千字 * 定價(第10類)1.70元

1958年8月北京第1版

1958年8月北京第1次印刷(0001—1,700冊)

序

远距离測量——将被測的量的数值传至远处的技术——大約在25年以前就被广泛地用到电力工程方面，而后在国民經济的其他部門中也有了广泛的应用。現在，国民經济項目繁复而又广泛，不用远距离測量，便不可能对其生产过程进行集中的調度檢查和控制。因此，无数的設計部門和科学研究机构現在都在研究远距离測量裝置的設計和应用問題；在許多高等工业院校，特别是在仪器制造系和仪器制造专业，都开出了講述远距离測量的專門課程。不过，無論在苏联或其他国家的文献中，目前还没有一本对远距离測量系統的构造原理、理論和計算进行有系統的講述的書籍。这就使得远距离控制專門人才——設計人員和运行人員——的培养工作面临到很大困难。

本書首先是为了要滿足高等工业院校仪器設計制造专业对于教科書或参考教材的需要而編写的。在这些专业中，通常分別开有信号通路和計算技术等課程。本書的选材和編排就是以此为依据的。对于远距离測量教学大綱中所未列的，如远距离測量裝置的装配、选择和运用、調度站、配电板和操縱台的装备，訊路这几个章节沒有編入。而远距离測量系統方面的材料則是从設計观点出发來講述的。作者希望本書对于仪器制造工业中的工人也能有所裨益。

本書是远距离測量裝置方面的第一本著作，不免会有許多缺点。讀者如果提出批評和建議，使本書再版时能得以改进，作者一定衷心感激地接受。

在本書的編写过程中，教研室的同志給与了許多帮助。Ф.Е.吉姆尼柯夫副教授和O.A.郭利雅伊諾夫副教授供給了許多重要参考材料，本書評閱者M.Л.楚克尔曼教授的指正和批評对于手稿的修訂，有很大教益。作者对这几位同志表示深切的感謝。

所有批評和建議信件，請寄到：Москва, Шлюзовая набережная, 10, Госэнергоиздат.

作者

目 录

序

远距离测量技术发展简史.....(3)	导言.....(12)
-----------------------	---------------

第一章 电敏感元件.....(17)	
----------------------	--

1-1. 整流元件.....(17)	B. 压电晶体元件.....(52)
1-2. 热电元件.....(23)	1-5. 电化学元件.....(59)
1-3. 热阻元件.....(30)	A. 电导元件.....(59)
1-4. 电弹性张力元件.....(38)	B. 电势元件 (原电池)(66)
A. 变阻张力元件.....(38)	1-6. 光电元件.....(75)
B. 磁弹性张力元件.....(46)	

第二章 发送器.....(93)	
--------------------	--

2-1. 一般概念.....(93)	2-4. 感应发送器 (变量器发送器)(113)
2-2. 变阻发送器.....(93)	2-5. 电机发送器.....(121)
2-3. 电感发送器.....(108)	

第三章 远距离测量系统的接收仪器.....(138)	
------------------------------	--

3-1. 大偏转角伏特计和检流计.....(138)	3-7. 自动补偿计 (一般概念)(168)
3-2. 比率计 (一般概念).....(140)	3-8. 自动电位计 (一般概念)(170)
3-3. 磁电比率计.....(143)	3-9. 具有控制式零位机构的快速自动电位计.....(179)
3-4. 铁磁电动比率计.....(151)	3-10. 具有寻测环节和机械放大器的自动电位计.....(187)
3-5. 电磁比率计.....(156)	
3-6. 感应比率计.....(160)	

第四章 电压远距离测量系统.....(193)	
---------------------------	--

4-1. 一般概念.....(193)	的分析.....(217)
4-2. 不平衡系统.....(196)	4-5. 用动态平衡法的零值系统的分析.....(225)
4-3. 平衡系统 (零值系统)(214)	
4-4. 用静态平衡法的零值系统	

第五章 不平衡桥式远距离测量系统.....(237)	
------------------------------	--

5-1. 基本概念和定义.....(237)	5-5. 分流式电桥的线路误差。电桥的计算.....(261)
5-2. 不平衡远距离测量电桥的基本线路.....(239)	5-6. 比率计的选择和配合.....(272)
5-3. 广义线路的对称和分析.....(246)	5-7. 近距离传送时比率计指示范围的选择.....(278)
5-4. 分压式电桥的电路误差.....(257)	

第六章 平衡电流式远距离测量系统 (电流可以调整的系统)(284)	
---	--

6-1. 关于自动调整器式发送器的一般概念.....(285)	调整器的发送器.....(304)
6-2. 用机电伺服传动装置的发送器.....(290)	6-7. 平衡电流式远距离测量系统的计算公式和广义线路的分析.....(309)
6-3. 用振动调整器的发送器.....(292)	6-8. B类发送器的误差原理.....(319)
6-4. 用热测调整器的发送器.....(295)	6-9. B类发送器的性能和特徵的分析.....(325)
6-5. 用光电调整器的发送器.....(300)	6-10. B类发送器的动力学.....(336)
6-6. 用感应式和感应-电子式	

远距离測量技術发展簡史

远距离測量技术广泛地采用了若干有关技术領域的思想和成就，並且在这些思想和成就的基础上发展起来。所采用的有电工測量、电报学、自动电话学、无线电工程、高频通訊等，近二十五年来，还采用了非电量的电測技术。由于这个緣故，远距离測量技术的发展史，特别是奠定基本理論的初始阶段，便不能脱离其他有关技术而孤立地研究。

远距离传送控制和指示訊号的这一思想，是1812年俄罗斯学者П.Л.施林格首先提出和实现的。他曾用电流使远地雷管爆炸。1830年，施林格制成了电磁式电报机，首先在机內采用了磁电繼电器。在施林格的著作中，講述了若干脉冲电碼法的概念。

俄罗斯科学院院士Б.С.雅柯比(1801~1874年)在他所发明的电动机中首先采用了旋轉換向器，以后又研究出了許多自动轉換开关。1839~1840年，他創造了三种不同型式的最简单的电报机。利用此种电报机，便能将文字消息和其他数据，尤其是被測量的值，传送到远处而記錄下来。1845年，他制成了世界上第一部同步-同相指針式电报机，又在1850年制成了印字电报机。

Б.С.雅柯比的成就与現代远距离測量技术有着直接的关系，他給这种技术提供了許多方法(尤其是同步方法)和許多基本构造。应当指出，德国西門子公司和美国尤柴公司都曾采取了和广泛利用了雅柯比的成就。

俄罗斯学者К.И.康斯坦丁諾夫(1818~1871年)在1842~1844年期間研究並制成了世界上第一个測量炮弹飞行速度的电的自动系統。这种装置能自动发出炮弹穿过匀速旋轉鼓筒上面的毫米格子挡板时的进度訊号並將其記錄下来。康斯坦丁諾夫在这种装置中采用了許多新穎的繼电器、轉速調整器和一个有十六触点的自动轉換开关。

在前一世紀的后半期，繼施林格、雅柯比和康斯坦丁諾夫的成就之后，若干俄罗斯学者又获得了許多成就。这些学者們給远距离測量技术打下了基础，他們的成就是：建立了随动系統(达維道夫)，进

一步发展了同步通訊理論和建立了同步系統（彼得魯舍夫斯基），建成了水位示数的远距离传送系統（扎哈罗夫，符郎格里，基可夫）等等。

1895年，俄罗斯学者 A.C.波波夫发明了无綫电，这是在世界全部技术发展史中最有价值的发明之一；並創造了全世界第一部无綫电报机。由于波波夫的发明，便可能在远距离測量技术中采用不用导綫的信号通路，並可能实现从仪器到活动目标之間的远距离传送；这就为远距离測量技术中的一个最重要部門——无綫电远距离測量——的发展打下了基础。

1906年，俄罗斯科学院院士 B.B.郭里崔在彼得堡附近的布尔柯伏远距离地震觀測所內首先在世界上裝置和試驗了包含有許多現代远距离測量技术重要元件的电工仪器；其中有用來將地震儀敏感元件所測得的数据传到远处（传至專門場所）的感应式发送器。至于接收裝置，郭里崔用的是灵敏的磁电式檢流計。

在其他国家，只是在1912年才出現第一个远距离測量系統，当时美国曾試圖利用感应式同步电橋法將迴轉角度传到远方。从构造和原理方面来看，这种設備是很不完善的：在这种系統的綫路內，甚至远距离作用的基本条件都沒有得到滿足。在巴拿馬运河上（1913~1914年）所构造的用接触式自同步机的同步系統是比較成功的。自同步系統保持着原有的基本特点，一直沿用到現在。

在德国，1918年才初次出現了远距离計量系統。当时曾制造出不平衡电橋式設備。电橋是分流式，具有复式变阻发送器和交叉綫环式对称比率計，以传送具有偏轉角度的热測仪器的讀数。

远距离測量是要將被測量的值而不祇是測量儀器的讀数（即它們的角度和角速度）传送到远处，這項技术是在二十年代开始迅速发展的，当时提出了許多方法，这些方法現在还具有重大的意义。大約在1924年，出現了用來对电力网电压和电流进行远距离測量的具有电子管的初批整流設備（美国）；在1925~1926年，出現了用來对电力系统有功和无功功率进行远距离測量的电轉換設備（英国）。在三十年代，热电轉換設備經過修改，在美国成为标准远距离測量系統而开始流行。在苏联，1932~1933年由 A.B.米哈伊洛夫（全苏电工研究所）制

成了具有新穎的溫度补偿綫路並用氧化亚銅单向导电元件的整流設備，形式为遙測伏特計和遙測安培計。以后B.E.瓦爾吉爾斯基(列寧格勒自動裝置和远距离控制机械實驗工厂)又制成了电子管整流設備。

1923年，意大利工程師制成了对水位进行远距离測量的在接收方面裝有可变电感器和随动設備的同步橋式感应系統；他們同时在远距离測量技术中采用了平衡(随动)設備。和較早的美国系統不同，意大利橋式系統滿足了远距离传送的条件。在其他国家，含有电感元件的同步系統和同步-随动橋式系統进一步发展时所沿着的途徑是，改进設備的結構，采用插棒法以控制成对綫圈的电感、接入用于直綫位移測量儀器的发送器。这里並沒有出現什么完全新的思想。只是三十年代出現的、用于航空罗盘的三对角綫变阻同步电橋(德国)才具有一定的意义。

重要的和具有新穎原理的是苏联学者Д.В.斯維恰爾尼克的成就。他在1934年~1935年提出了关于引用零序旋轉电流的单綫同步系統的建議，並依据这个原理而制成了許多远距离水位指示器，其中有为高加索巴克桑水电站而制造的。

在远距离測量同步系統的电机組的发展中，更重要的具有决定意义的改进措施是由苏联学者們完成的。从巴拿馬运河第一次采用自同步电机时起，就一直感觉到这种电机有一个很大的缺点——具有触点。为了克服这个缺点，当时曾試用了大量的方法。在其他国家，这方面的一切嘗試都沒有成功。只有在苏联，A.Γ.約西夫揚和Д.В.斯維恰爾尼克(全苏电工研究所)把引入轉子的电流換成磁通，才于1938年解决了这个問題。这些学者，特別是A.Γ.約西夫揚和他的小組的进一步研究，改善了指示式无触点自同步电机，並制成了重量和尺寸都很小的設備。外国公司广泛利用了苏联学者的成就。他們为了逃避苏联的专利权，在結構上作了某些不重要的修改。例如，美国一个公司制造了一种自同步机“Teleion”，把其定子(二次回路)上的三相綫捲換成了二相綫捲。另一家美国公司在这方向前迈进了重要的一步，它在四十年代制出了以利用坡莫合金磁回路的非綫性为基础的磁同步机。还应指出，有一个瑞士公司在1925年制出了用鉄磁測力計的零值同步

系統。Д.В.斯維恰爾尼克、И.М.薩陀夫斯基和В.Ф.伏羅彼葉夫(全苏电工研究所)在1938年共同提出的單綫自同步通訊綫路也有很大的意义(通常傳送每个参数需要三条導綫)。

1924年, 美国随意大利之后也采用了平衡仪器(通过自身而閉合的自动調整器)法, 不过已經是用于发送裝置方面, 这就获得了具有可調电流的远距离測量系統; 問題並沒有完全解决, 設備很笨重而且有慣性, 讀数不精确, 还要用电力驅动。許多外国公司曾多次想从結構方面改进这个方法, 提高快速作用和准确度, 但都沒有得到显著的結果。А.В.米哈伊洛夫(全苏电工研究所)和Ю.Г.柯尔尼洛夫(远距离控制机械学研究所)在这方面从原理上迈进了有决定性意义的一步, 他們彼此独立地除去了触点控制式电流調整器而代以无接触点的光电調整器。这些学者是第一个並且是成功地在具有可調电流的远距离測量裝置內引用了电子技术。远距离測量在这方面的进一步发展主要是研究电子式电流調整器的各种控制方法。在其他国家, 有一些公司进行了这方面的工作。苏联进行这方面工作的有莫斯科动力局中央試驗所和實驗工場(工程师克維青斯基和普歇尼奇尼柯夫)、測量仪表制造厂實驗室(А.В.佛烈姆凱)和敖德薩電信研究所(П.И.叶夫陀基莫夫)等单位。

平衡式仪器(自动調整器)在远距离測量中的应用, 促使了对許多动态問題——稳定性、裝置的速度、动态随动的准确度等等——进行理論研究。远距离測量系統的动态問題从1934~1935年起由苏联学者А.В.米哈伊洛夫、Ю.Г.柯尔尼洛夫、А.В.佛烈姆凱等开始研究。有特別重要价值的是А.В.米哈伊洛夫(全苏电工研究所)的工作, 他在1937年首先研究出分析自动調整系統稳定性的頻率相位法。远距离測量系統动态理論的进一步发展主要是以普通自动調节原理的发展为基础。由于А.А.安德羅諾夫和В.С.庫列巴金以及Я.З.崔普金、В.В.索洛陀符尼克夫、М.А.阿益捷爾曼、Л.С.郭里法不勃、М.В.麥葉羅夫、Д.И.馬爾雅諾夫斯基、А.И.路爾叶和其他許多苏联学者的研究, 普通自动調节原理已經有了大大的发展。自动調整方面的苏联学派現在在全世界佔主导地位。

远距离测量的振盪法的发展，开始得比較晚一些。最初在法国，然后在德国，出现了用来对电网功率进行远距离测量的振盪系統，当时被称为“遙測瓦特”系統。在三十年代初期，莫斯科动力局中央試驗所和工場工程师М.И.帕烈茨基曾研究出相似的系統。所有这些系統都有缺点(輸出功率小和电压低、整流作用差、傳送距离不远)。苏联学者B.O.阿魯秋諾夫(測量仪表制造厂實驗室)对这种系統作了十分重要的改进。他在1939~1940年提出了用参数控制輸出电流的結構新穎的振盪式发送器，在这种发送器中，已消除了以前各种系統的缺点，他还詳細地建立了这种仪器的理論。

按照有比率計的不平衡电橋法构成的远距离測量系統的发展，使得这种系統有了大量的生产。这种系統主要是在歐洲流行。在苏联，C.Г.盖拉西莫夫教授和E.H.克拉索特金工程师(全苏热工研究所)研究了这些系統，他們在1935~1936年創造了具有变量发送器和电磁比率計的几种裝置，以將流量計等的讀数傳送到远方。不平衡的远距离測量电橋的詳細理論分析和計算方法是由Г.М.日丹諾夫在1937~1940年的时期內研究出来並在1948年发表的。

苏联自动电位計的发展和电压远距离測量系統零值組的創造是从三十年代开始的。《高溫計》制造厂掌握了自动电位計的机电模型並在以后生产出具有电子零示机构的自动电位計。

Г.М.日丹諾夫从1934年开始，后来(1939~1940年)又有Д.Л.奥尔尙斯基，对于强度远距离測量系統的靜态准确度和变参数有綫訊路的极限傳送距离进行了理論研究工作。对于这个問題，其他国家的研究工作开始較迟，其所包括的范围也比較狹小。

1922年，捷克斯洛伐克工程师埃利赫·魯奇卡制造了力矩动平衡式发送器，从而在自动檢查和远距离測量方面采用了动态平衡法。埃·魯奇卡第一个把这个方法用于远距离測量，同时利用自己的发送器以制造時間脈冲系統。但是魯奇卡的工作沒有得到进一步的发展。1926~1927年，П.А.莫耳昌諾夫教授独立地在无綫电远距离測量連續多重球体測試計的发送器中使用了脈冲時間法，以研究对流层和同溫层的上层情况。在这种发送器中，初次証实了許多重要原理，这些原理

以后在工业和时间脉冲远距离测量技术——点探测、接触测取、测量仪器的按照部位排列、交点法远距离传送、高频无线电通路的运用等等——的特种装置方面得到了广泛的应用。美国和德国公司遵循了埃·鲁奇卡和莫耳昌诺夫所开闢的道路，而祇在1928~1930年制造出一种用于有线传送的长脉冲週期机电式工业装置。所有这些装置现在都已过时，祇有在三十年代中出现的一种装置“米塔米吉尔”（“Митамилер”）才获得了普遍采用。关于这一类装置的独特理论曾由Ф.Е.吉姆尼柯夫（莫斯科动力研究所）在四十年代提出。

关于具有快速（光电）探测装置和电接收器的短週期时间脉冲装置的概念是苏联学者和工程师提出的。从1933~1934年起，及稍晚些，苏联К.Б.卡朗傑叶夫教授和Н.Ф.噶尔庫沙、В.В.柯瓦列夫斯卡雅、П.И.叶符陀基莫夫、Е.А.湯斯基、Я.М.斯特利柯夫斯基、В.Е.瓦尔吉耳斯基、Ф.Е.吉姆尼柯夫等工程师先后为創造这种装置而工作。К.Б.卡朗傑叶夫教授首先把它制造出。1934年，苏联工程师施吉恩噶茲提出了拾取测量仪器讀数的感应法。

在时间脉冲远距离計量技术領域內，Ф.Е.吉姆尼柯夫（莫斯科动力研究所）在1935年独立地研究出了电量的动态平衡法，並將該法用于脉冲时间发送器的制造。这项工作具有原理上的意义，就是扩大了时间脉冲法的应用范围，从使用角偏轉仪器扩展到使用含有电量输出的仪器，这样就使电气测量方法能够应用于非电量的测量。在以后的年代中，对于这个原理如何应用于单路和連續多路时间脉冲远距离測量系統（其中包括应用于超快速动作系統和用于各种自动檢查仪表），作了全面研究。在用动态平衡法的多路时间脉冲系統內，提出了許多新的概念：初級指示器的按照电的部位排列，点的零值指示，复联綫路无触点拾取法，直綫和座标記錄法（脉冲記錄仪），发送器和接收器的射頻同相法等等。这許多工作成就曾在苏联技术期刊的文献中发表。只是在1946年，获得这些成就以后的10~12年，美国“仪器”杂志“*Instruments*”才发表了葛·凱納特教授的文章，在文章中毫不引証地詳細地复述了Ф.Е.吉姆尼柯夫的著述，这曾引起苏联技术界的抗議（“*Электричество*”，1948，No.3）。

最初的頻率系統出現于1923~1924年，這是一種低頻的頻率脈沖系統。具有感應式計數器和触点斷續器式發送器的這種裝置（遙測瓦特計）曾在美國和電容器替續式接收器及變壓器替續式接收器同時製出。隨後，德國許多公司曾研究了這個方法，他們試圖製造平衡式机电接收器。稍後，從三十年代起，莫斯科動力局中央試驗所和實驗工場工程師М.И. 帕烈茨基研究出了與此相似的裝置，以後工程師С.А. 庚茲布爾格和А.В. 鮑固斯洛夫斯基同 М.А. 噶符李洛夫教授對發送器部分作了改進，工程師О.К. 克維青斯基和 А.М. 普謝尼奇柯夫對接收器部分作了改進。С.А. 庚茲布爾格（莫斯科動力局中央試驗所和實驗工場）在莫斯科和В.О. 阿魯秋諾夫（測量儀器製造工廠實驗室）在列寧格勒提出了許多新穎的感應式計數器聯接綫路，以作電流、電壓和非電量的遠距離測量，保證了電壓和頻率的穩定合乎要求。特別是，В.О. 阿魯秋諾夫在1935年和С.А. 庚茲布爾格在1939年第一次在非電量遠距離測量頻率法中引進了幾個使頻率法的应用擴展到電敏感元件方面的方法。М.А. 噶符李洛夫教授和А.В. 鮑固斯洛夫斯基工程師在1944~1945年提出了簡單而適用的發送器-計數器綫路，發送器-計數器藉助於輔助磁系統可以逆轉。這種低頻裝置到現在還有價值，不過在所有各種類型接收器中，祇有電容接收器才深為人們所喜用。1948年，Г.М. 日丹諾夫進行了這種型式的接收器的理論研究工作，М.И. 帕烈茨基和С.А. 庚茲布爾格（1935年和1946年）進行了用於脈沖狀態的接收儀器的動態研究。

М.Л. 楚克爾曼教授和И.К. 柳克揚斯基工程師（測量儀器製造廠實驗室）的頻率系統是蘇聯技術思想的巨大成就。這種系統是在1930~1931年所研究出來的，其中裝有感應式計數器（瓦特計）、光电斷續器式發送器和用真空管的電容器式接收器。在這蘇聯第一個工業用的遠距離測量系統內，在世界上最先將電子技術应用于脈沖遠距離測量。按其基本概念和結構樣式來說，這種系統相當成功，以致在二十年內就被外國作為模型而多次仿造，這些仿造完全是复制，沒有什麼改變。

人們曾試圖不用旋轉式初級測量器，而代以頻率可調節的真空管

振盪器，但這種嘗試在相當長時間內都沒有成功。菲茨哲腊德工程師（美國）在1930年提出的電子拍頻系統（用於具有偏轉角的測量儀器）也是不成功的。該系統又複雜又不穩定，還要用大量的真空管，所以沒有實用的意義。

祇有在1946~1948年、工程師Г.П.米寧、В.И.依凡金和В.Е.卡尙斯基（國營地方電站組織化和合理化托辣斯）才創造了具有RC-振盪器和電容器直接控制頻率系統的遠距離測量，其平均工作頻率是几百赫到几千赫，工作範圍為平均頻率的 $\pm 5\sim 15\%$ ，特點是穩定度極高。1948年，工程師В.С.馬洛夫（電站部中央科學研究電工實驗室）作成了用負互導管的LC-振盪器的頻率系統，把平均頻率減低到几十赫，工作範圍為平均頻率的 $\pm 20\sim 25\%$ 。В.С.馬洛夫採用了電控制法以控制振盪器的頻率，即用消耗數毫瓦電功率的磁化抗流圈以控制頻率，由是便在電子管頻率遠距離測量中，首先採用了使遠距離測量能用於非電量的電氣測量裝置的方法。美國技術思想在二十年的過程中，對頻率遠距離測量沒有提供任何新的東西，從這方面看來，蘇聯技術思想的這些成就更具有特殊的意義。

由於П.А.莫耳昌諾夫教授對於製造用於球體測試計的發送器的研究工作，1933年便在有線電遠距離測量中採用了頻率法。約在同一時期，П.А.莫耳昌諾夫教授制成了三點式發送器，從而在有線電遠距離測量中採用了第三種脈沖法——電碼法。這種發送儀器是如此成功，差不多進行大氣無線電探測的所有國家都把它當作標準設備。到1940年，蘇聯、西歐、印度、冰島、格陵蘭和其他國家用這種裝置完成了約5,000次大氣無線電探測。

稍晚一些，傳出了一個消息，就是有一家德國公司曾試圖在工業用的遠距離測量中採用电碼脈沖法，結果是完全沒有成功。在造出的樣品中，用了幾個重型選擇器，這些選擇器需要電力拖動和起止同步裝置，並且採用複合電碼，訊號畸變的防護設備很差。

1941~1942年，Г.М.日丹諾夫（莫斯科動力研究所）利用遠距離控制和自動電話技術上的成就，就研究出角偏轉儀器用的電碼脈沖遠距離測量系統的基本構造原理，又在1945~1946年同О.А.郭利雅伊

諾夫工程師為具有電輸出量的儀器製造了替續式補償器。在1946~1950年間，他們制成了用二進制電碼和十進制電碼並具有指示器、示號器和印字接收儀器的電碼脈沖系統。好多件這類樣品曾經試用。在1949年，即5~6年後，外國文獻中才開始有關於外國進行相似工作的報道。

在以後的年代中，無線電遠距離測量技術，及電視在遠距離測量方面的應用，在蘇聯日益廣泛地發展起來。因此必須表揚科學院院士A.A.車爾尼雪夫和他的同事在列寧格勒物理技術研究所的工作以及B.K.史丘金關於視頻遙測術的工作。

蘇聯技術思想在世界遠距離測量技術方面起了決定性的作用。它構成了並在技術上制定了許多基本原則，創造了為外國當作范型的許多結構，解決了外國儀器製造技術上直到現在還沒有解決的許多問題，並在遠距離測量系統的製造方面，特別是在多路無線電遙測技術方面繼續提出了許多新的理論。

导 言

現代技術操作過程具有許多特點，這些特點決定了必須對過程進行自動控制和遠距離控制。這些特點的形成，是由於動力機和工具機的工作速度、壓力、溫度和應力的增高及安全系數的相應減低；機器、車床、儀表的功率和尺寸的增大，複雜性和生產率的提高，以及它們組成複合系統和流水作業綫；向連續工藝過程、機械化、流水生產、大量生產等的過渡，以及電能除了在驅動方面還在工藝過程方面的採用。

因此發生了如下的各種問題：對於生產過程的進行情況，主要工藝設備的工作和狀態如何進行較精細的觀察；對於制成品和半製品的質量如何進行較精細、準確和迅速的檢驗以及對產品如何計數和分類；如何更準確地推進工藝過程，如何使正常狀態不被破壞，如何防止事故；如何對條件的變化進行迅速的反映，如何從一些機器儀表過渡到另一些機器儀表，如何改換工藝過程，如何接入和送出備件等等。

管理人員的人身能力已不能再滿足這些新的、越來越嚴格的要求。人不能在百分之幾秒的時間內接通或關閉機器設備，不能憑觀察來測定每分鐘幾千幾萬轉的速度、其精確度為千分之幾毫米的尺寸和其精確度為十分之幾度和百分之幾度的溫度。管理人員雖能利用人工測量儀器和工具，但並不能解決生產過程的速度和連續性的問題。因此，人工測量儀器就被自動儀器所淘汰。自動儀器能迅速、準確、並且連續不斷地工作，不需人參加，管理人員的作用祇限於定時檢查儀器的工作情況。

替換了人工的控制生產過程的自動儀器，應能將影響這些過程的內外條件的變化反映出來，應能測定這些影響的程度、並採取措施以消除不良的結果，應能檢查主要生產設備的動作，等等。反映生產過程^①進行情況的變化和其結果的自動裝置稱做反射式自動裝置。

① 生產過程的這一概念包括輸送過程和武器的操縱。

生产过程和设备的检查、保护、调整和控制等都要用到反射式自动装置。一切自动仪器所以能具有反射性能，是由于这些仪器装有特殊的敏感元件，这些元件监视着生产过程的进行情况、过程的特征数值和工作机构的状况。通常所监视的不祇是被检查的量或其对给定值的偏差，而且是该量的变化趋势，就是说，测定变化速度和加速度。由此便可清楚了解这种自动检查仪器的无所不包的作用。它除了本身的作用以外，对于保护、调整和控制都起着很大的作用。没有灵敏的（测量用的）检查元件，就不能制造自动调整器、自动控制装置和保护装置。这种元件只有在半自动控制装置中才不需要，那里初始脉冲（指挥）是由人工传达的（例如，远距离调度控制）。

用于检查、调整、控制和保护的反射式自动装置对于生产过程的强化和劳动生产率的提高等等，一般地说，对于生产力的发展及脑力劳动和体力劳动之间的矛盾消除，有着极为巨大的意义。反射式自动装置是在工艺电气化的基础上发展起来的，本身又在迅速地电气化，是共产主义社会技术基础的发展中的最基本和最进步的技术趋向之一。

反射式自动装置分为两类：**本地自动装置和远距离自动装置**。在远距离自动装置中，工艺过程的检查机构和控制机构（执行机构）在空间上有很远距离，因此它们是通过信号线路而联系起来的。这种远距离自动装置常称为远动装置，其任务包括**远距离检查、远距离控制和远距离调整**等。

“检查”和“远距离检查”的涵义应理解为“测量”和“远距离测量”要更广泛一些；除了测量在某一范围内连续（或略微跳跃地）变化的各个量的数值外，检查还包括了目标的位置（接通、切除、封闭、开启等等），被测量的极限值等的信号的发送。

由于远动装置与本地自动装置的区别祇在于前者要将某些作用传送至一定距离以外，所以，作为远动学的一部分的远距离测量与一般测量的区别，也就在于远距离测量所研究的是将被测的量的数值传至远处的問題，在个别场合中，将初级测量仪器的读数，即，已测出的数值传至远处的問題。因此，许多测量方法，特别是电气测量方法，

都具有一定的远距离传送的可能性。远距离测量所用的一部分装置就是普通的测量装置，在这种装置中，通过对仪器的专门计算和选择，就有了远距离传送的性能。此外，远距离测量技术还广泛地利用着远动学的其他领域，甚至无线电工程，电话，电报等领域中研究出来的一些与测量技术无关的方法（例如电码传送，载频传送等等）。

基本概念、定义、专门名词

反射式自动系统是若干仪器的总成，其中每个仪器担任着一项既定的任务，各个仪器之间的联系要能在无人参加下保证着一定的动作次序^①。

远动系统是这样一种自动（或半自动）系统，其中各个仪器之间的联系与距离有关，因此发生了这样一个问题，就是要用把一种量变为另一种量的方法而把某些仪器的作用经过线路传送给其他仪器。

远距离测量系统是由彼此有线路联系的若干仪器的总成所组成的运动系统。通过这样的总成，被测的量的数值便可传送到远处，同时将一种量变成较为适于传送的另一种量，这一点正是远距离测量的重要特征。

在定义中，要着重指出的是距离因数和将被测的量变成用以传至远处的另一种量的这种变换的必要性。

按作者的意见，远距离测量系统还应包括这样一些系统，其中初级测量仪器是能使测量过程电化的元件，也就是能将被测的量变为电流或电压的一种元件。这是由于在具有电化了的初级测量仪器的系统中，存在着两个重要特征——距离因数和将被测的量向适于传送的另一量的转换。

根据上述理由，书中所研究的远距离测量，既包括具有发送器的系统，也包括具有电化初级测量器的系统。就结构方面来说，远距离测量系统是一组发送器经过线路与一组接收器所组成的组合体。一方面有大量的仪器，另一方面有各种各样的线路和传送方法，这样就构成了十分繁多的系统，祇有根据它们的性能进行概括地分类才可能对

① 指控制用的自动装置，而不是主要生产设备的循环式自动装置。