



〔苏〕A. A. 斯密尔諾夫 著

傅志宗 譯

制漿造紙工業中使用的 檢查、測量与調整仪表

輕工業出版社

制漿造紙工業中使用的 檢查、測量与調整仪表

〔苏〕A. A. 斯密尔諾夫 著
傅志宗 譯

輕工業出版社
1958年·北京

內 容 介 紹

本書可供制漿造紙技術學校用作教材和制漿造紙工廠中管理各種儀表與自動調整儀器的工程技術人員參考。

本書介紹制漿造紙工業中所採用的檢查、測量與調整儀表。本書系按制漿造紙技術學校的教學大綱而編輯的。

А. А. Смирнов

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ

ПРИБОРЫ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ

ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(根據蘇聯國立木材造紙工業出版社一九五四年版譯出)

制漿造紙工業中使用的 檢查、測量與調整儀表

(蘇) А. А. 斯密爾諾夫 · 著

傅志宗 譯

輕工業出版社出版(北京廠門內白廣路)

北京市書刊出版登記證出字第099號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

開本850×1168公厘 $\frac{1}{16}$ ·14字印張·326,000字

1958年9月第1版

1958年9月北京第1次印刷

印數(京)1—2,500 定價(10)2.40元

統一書號: 15042·250

目 录

序言.....	5
导言.....	6

第一篇 关于仪表的总論

第一章 定义 标度 分类.....	9
第二章 处在静止和运动状态中的活动系統.....	15
第三章 誤差.....	20

第二篇 溫度的測量

第四章 測量溫度的方法和仪表的分类.....	26
第五章 玻璃水銀溫度表.....	28
第六章 压力溫度表.....	39
第七章 热电偶.....	46
第八章 千分电压表.....	59
第九章 實驗室用的和提携式的电位計.....	72
第十章 电机自动电位計.....	78
第十一章 电子学元件.....	93
第十二章 附有千分电压表的电子信号器.....	106
第十三章 电子电位計.....	120
第十四章 电阻溫度表.....	136
第十五章 比率表.....	141
第十六章 AYM 型电机自动平衡电桥	149
第十七章 ЭМД 型电子自动平衡电桥	154
第十八章 放射高溫表.....	162

第三篇 压力和真空的测量

第十九章	总論	173
第二十章	液体压力表	177
第二十一章	抽力表	187
第二十二章	彈簧压力表	192

第四篇 物質流量和耗用量的測量

第二十三章	按变差法测量流量	212
第二十四章	变差流量表的差动压力表	233
第二十五章	变差流量表的安裝与使用	270
第二十六章	按定差法测量流量	288
第二十七章	液面高度的測量	298

第五篇 气体的分析

第二十八章	化学气体分析器	304
第二十九章	电气气体分析器	313

第六篇 特殊的測量

第三十章	橫向运木机上使用的木材体积計量器 CM	320
第三十一章	塔酸中 SO_2 含量測定器	325
第三十二章	測量液体中氫离子濃度的 pH 計	335
第三十三章	白水中纖維含量測定器	345
第三十四章	紙頁湿度測定器	350
第三十五章	紙張長度計量器 CMB	357

第七篇 自动調整器

第三十六章	关于調整和調整器的基本概念	364
第三十七章	調整器	398

第八篇 制漿造紙工業主要工艺过程的自动化与檢查

第三十八章	制漿造紙生产过程的自动化与檢查	429
-------	-----------------	-----

序 言

苏联的仪表制造工厂目前所生产的仪表种类非常繁多。在本书中，欲將所有的检查、测量仪器与自动调整器的构造一一地予以介绍，似乎是不可能的。

本书只介绍一些测量方法和在苏联制浆造纸企业中最常采用的各种检查、测量与调整仪表的构造和其使用法。

本书将着重介绍制浆造纸工业专用的和其他工业部门通用的最新式的仪表。

本书采用国家标准 (ГОСТ) 和根据苏联科学院工业名词委员会的意见所拟定的专门术语。

由于本书篇幅的限制，未能编入缩流装置的计算例题和某些其他材料。

本书是根据著者在列宁格勒制浆造纸工业专科学校的检查、测量仪表和自动装置系的讲义编写的。

工程师 Б.И. 巴巴卿，科学硕士 Е.Я. 巴尔玛索夫，工程师 К.И. 奥布拉佐夫，С.П. 斯捷克劳夫和 Н.Г. 菲罗念柯对于本书的编辑和评论提供了具体的而且极有价值的建议，著者对他们表示感谢。

导 言

苏联是先进的社会主义文化的国家。它所出版發行的書籍、報紙和雜誌的数量之大，是世界上任何国家不能比拟的。为保証滿足社会主义国民經济各个部門和全国人民对于紙張日益增長的需要，制漿造紙工業在現代的技术基础上必須不断地向前發展。

制漿造紙工業正在逐年地采用更多的生产能力高的新設備和先进的技术成就。这就需要不断地改进制漿造紙生产工艺过程的檢查与調整。

很多的工艺过程，例如做出濃的成分一定的蒸煮藥液，化学紙漿的連續蒸煮和連續漂白，紙漿在打漿机中的連續叩解等，如不广泛采用工艺規程的檢查仪表和自动調整器，勢必無法順利地进行生产。生产过程的普遍自动化是今后迅速發展制漿造紙工業的基础。

不久以前，在制漿造紙工業中还由人工管理設備，沒有自动裝置。若在設備上裝以指示式或自动記錄式的仪表，管理人員根据这些仪表的指示就可以控制生产。目前把这样一些复杂的生产过程，如在蒸鍋中蒸煮化学紙漿，烘干紙頁等已經自动化了。

測量技术和自动調整仪表的發展以及它們被广泛地运用于生产是与許多俄国学者和工程师的創造性的劳动分不开的。

俄国的学者和發明家首先發現了一系列的現象，而这些現象后来就被用作構造測量仪表和自动調整仪器的依据。

苏联仪表制造業的首創者，偉大的俄国学者 M.B. 罗蒙諾索夫根据液体受热膨脹的原理創造了測量温度的标度。M.B. 罗蒙諾索夫与科学院院士 Г.В. 利赫曼于 1752 年首先創造了电气測量仪表并將其应用于科学研究工作。

М.В. 罗蒙諾索夫与其同时代之人——俄国科学院院士 Ф.У. 爱比奴斯于 1758 年發現了电热的作用。这一發現对于高温测定学的发展具有重大的意义，它是現代测量温度最可靠的方法的基础。

十八世紀中叶，俄国的机械师——自修学者 И.И. 保尔忠諾夫創造了鍋爐飼水自动調节器。这不仅是世界上第一具飼水調节器，而且是第一个应用于生产上的自动調节器。

Д.И. 門节列也夫，В.С. 雅柯比，Т.И. 維立德，О.В. 斯特魯維和許多其他俄国学者在科学方面的發明对于测量技术的发展起了很大的作用。沒有 А.С. 保保夫，А.Н. 劳德京，А.Г. 斯道列托夫和其他俄国学者的發明，世界上就不可能有現代化的电子电位計、平衡电桥和許多其他电子仪表的出現。

虽然有个别的俄国学者和工程师們在测量技术和自动調整仪表的研究方面曾經获得了極大的成就，但是这些成就对于生产的作用还不大，因为在革命之前的俄国沒有仪表制造工業。这种工業只有在苏維埃政权建立以后——在工業迅速发展的基础上才建立起来的。苏联的仪表制造工業开始建立于 1924—1929 年，但是特別在第一个五年計劃的年代里才开始發展。

最近 10—15 年以来，在苏联的仪表制造工業中广泛地采用了电子技术。在研究与鑽研电子仪表方面，下列人員所获得的成績比較优秀：斯大林獎金获得者 А.А. 安得烈也夫，Л.А. 伏朗柯夫，黑色金屬动力工業自动化中央实验室的全体工作人員等。

于最近 20 年內，教授 И.Н. 伏兹涅孝斯基和 И.И. 保尔忠諾夫中央鍋爐与渦輪工業学院中他的学生，Ф.Э. 捷尔任斯基全苏热力工業学院的全体人員以及其他許多机构在关于热工过程調整的理論革新方面也作了很多的工作。

1946 年初，中央造紙科学研究院創辦了生产过程自动化的實驗室。这个實驗室的任务就是：研究在制漿造紙工業中自动化的方法和确定其运用的步驟；在使生产过程自动化方面，給予制

漿造紙企業以極密切的合作；對於制漿造紙工業中專用的檢查與控制生產過程的儀表，從理論和改進構造方面進行研究和實驗；製造一些實驗用的樣品並在個別情況下，小量地生產一些制漿造紙工業專用的儀表。

蘇聯的儀表製造工業在第四個五年計劃內（戰後五年計劃）曾得到特別迅速的發展。

第19次黨代表大會在關於發展蘇聯國民經濟第五個五年計劃——1951至1955年——的決議中曾經指出，將要擴建現有的儀表製造工廠並將建設新的工廠，使各種儀表和調整儀器的產量提高到2.7倍。

在社會主義社會的條件下，實行自動化的目的是為了提高生產力和減輕工人的勞動強度。

蘇聯人民，蘇聯科學和技術在共產黨的領導下，必然能順利地解決生產過程自動化事業中的一切問題。

第一篇 关于仪表的总論

第一章 定义 标度 分类

对于制漿造纸工艺过程的检查是以测量影响生产过程的各种物理量的大小而实行的。

所謂測量就是把我們需要測量的物理量与另一个被采定为計量單位的同性質的物理量进行比较。在比較中，确定受測量的物理量等于計量單位的多少倍或者是前者等于后者的几分之几。

按求得結果的方法，可將測量分为直接与間接的二种。进行直接測量时，或將物理量直接与計量單位进行比较，或利用标有相应的計量單位的仪表，測量物理量的大小。进行間接測量时，受測量的物理量的大小是通过另一种物理量表示出来的，后者能表明前者的特性，而且兩者之間必須具有一定的数学关系。

实际測量温度，压力，各种物質耗用量以及其他物理量时，可采用單独的檢查与測量仪表或成套的檢查与測量裝置。

單独的檢查与測量仪表是一种在構造上完整而不可拆散的仪器。运用这种仪表可以完全独立地进行受測量的物理量与計量單位的比較，并在測量过程中，仪表的每一个零件都能單独地完成一定的任务。

單独的檢查与測量仪表是一具構造完整的仪表，也就是一具不可拆散的裝置（例如：用以測量压力的彈簧压力表，用以測量温度的玻璃水銀溫度表）。

成套的檢查与測量裝置是由几个單独的或由几个在結構上合而为一的仪器所組成的，运用此种裝置可以將受測量的物理量与

計量單位進行比較，在測量過程中，成套裝置的每一個部件都能單獨地完成一定的任務。

在成套的檢查、測量裝置中最常採取的組成形式有下列三種：

1. 接受器——第一級聯接綫——第一級儀表；

2. 第一級儀表——傳送器——第二級聯接綫——第二級儀表；

3. 接受器——第一級聯接綫——第一級儀表——傳送器——第二級聯接綫——第二級儀表。

接受器是成套測量裝置的一個組成部分，用以接受被測量的物體中所發生的變化，可以說，接受器是成套測量裝置的觸角。

成套的檢查與測量裝置的接受器是該裝置的一個組成部分，用將受測量的物理量轉化為另一種物理性較顯著的物理量，以便使用成套測量裝置的第一級儀表直接地測量其大小。

按受測量的物理量的轉化次數，接受器分為一級和多級的。多級的接受器是由幾具串聯的接受器所組成，利用此種接受器可對受測量的物理量進行連續的轉化。

實際採用的接受器的級數最多不超過三級。此種接受器稱之為三級接受器，它具有輸入級、中間級和輸出級。

根據受測量的物理量的種類，接受器又分為流量接受器、溫度接受器和濕度接受器等。

發生於接受器中的脈動將利用聯接綫向後傳遞。

聯接綫是一種機械的（運動的）連鎖和連鎖中的鍊條、聯絡管綫和電綫，它們的用途是將各個單獨的組成部分聯合成一套完整的檢查與測量裝置。

在必要的情况下，可於聯接綫內加設輔助設備。

輔助設備是一些不直接參與測量過程的設備、裝置和機械，但是必須用以保證單獨的或成套的檢查與測量儀器在工作上的可靠性和正確性。

例如過濾器、循環裝置、供給器以及各種各樣的中間設備都

屬於輔助設備。

联接綫分为第一級和第二級兩種。第一級联接綫用以联接接受器和第一級仪表，第二級联接綫是用以联接成套測量裝置的傳送器和第二級仪表。

成套的檢查与測量裝置的第一級仪表的用途是对于受測量的物理量进行直接或間接的測量，或用以直接地測量物理量的大小，或于物理量經過接受器的轉化之后再进行測量。

在最簡單的成套的檢查与測量裝置中包括接受器、联接綫和第一級仪表。

在热电高温表的成套裝置中，热电偶就是溫度接受器，銅導綫或称补偿綫就是联接綫，高温千分电压表就是第一級仪表。在設有 ΔP 型差动压力表的变化位差流量表的成套裝置中，隔膜或其他縮流設備就是流量接受器，銅制的或以其他材料制成的管道就是联接綫，差动电压表就是第一級仪表。

在以电气導綫联接接受器和第一級仪表的成套測量裝置中，第一級仪表与接受器之間可留以必要的距离，此一距离仅受該綫路中电阻量的限制，其長度可达几百公尺，足以滿足成套裝置的实际需要。

若采用水力的或压缩空气的联接綫，情况就不同了。在这种情况下，为防止全套仪表的指示迟緩，自接受器至第一級仪表之間的距离不可大于几十公尺，否則常常不能滿足实际需要。如果必須將指示数傳遞以相当長的距离，則須采用补充部件——傳送器，第二級联接綫和第二級仪表，因此使成套測量裝置的構造更趋复杂化。

傳送器也是成套檢查与測量裝置的一个組成部分，其作用是將第一級仪表游动机構的位移（測量的动距）轉化为电气量或机械量，然后利用成套裝置的第二級仪表測量其大小。

傳送器分为电气的和机械的（水力的和压缩空气的）兩種。

从傳送器本身的工作性質来看，它与接受器有很多相同之

处，兩者都是轉化器。但是如果觀察一下它們在成套裝置中的安裝位置（接受器裝在第一級仪表之前，而傳送器裝在第一級仪表之后）和它們的用途（接受器用以轉化受測量的物理量，而傳送器則用以轉化已經測量過的物理量），即不难加以区分。

傳送器設于第一級仪表之內，借將第一級仪表所測得的數值傳給第二級仪表。

成套的檢查与測量裝置的第二級仪表的用途是測量經過傳送器轉化的第一級仪表游動機構的位移。

若在測量裝置中加設傳送器和第二級仪表，可使短距離的測量裝置变为遠距離的，可以在距離接受器很遠之處進行測量。

為了正確地識別單獨的測量仪表和成套的檢查与測量裝置，必須記住，即在成套裝置中至少應有一種轉化器——不是接受器，就是傳送器。

联接綫、輔助設備和中間設備以及計算機械的設置并不能作為區別成套裝置与單獨仪表的標誌。联接綫和這些機械設備在兩種儀器內可能都有。

如此，假設在測量裝置中確有傳送器或有接受器設備時，則該儀器定為成套的測量裝置，否則即為單獨的檢查与測量仪表。

在設有 ΔPBC 型差動壓力表的變化位差流量表的成套裝置中，隔膜就是流量接受器，銅的或其他材料的管道就是第一級联接綫，設有透傳指數的感應系統的浮筒式差動電壓表就是附有電力傳送器的第一級仪表，銅的联接導綫就是第二級联接綫，電氣測量仪表（一具或二具）就是第二級仪表。

根據受測量的物理量的求法，第一級仪表和第二級仪表又分為指示式、自動記錄式和統計式三種。

在指示式的仪表上設有計量裝置，利用計量裝置可直接求得物理量的大小。為此目的，在仪表上設以標度盤和指針，在標度盤上刻有用以計量的標度。根據指針在標度盤上的位置，可以求得仪表的指示數。

儀表的讀數是指針末端在標度盤上所指出的數值。此等數值系一無名數，若附加以計量單位，則得儀表的指示數。

以計量單位表示出來的儀表讀數稱之為儀表的指示數。

例如，若在測量溫度的儀表標度盤上，對着指針末端的數字為200，則儀表的指示數應為 200°C 。

在許多情況下，為了求得儀表的指示數，須將儀表的讀數乘以儀表的常數。

為了求得以計量單位表示出來的受測量的物理量的數值，有時候必須將由儀表標度盤、圖表盤或由統計器的計量裝置上查得的數字乘以另一個不變的數值，於是，此一數值即稱之為儀表的常數。

儀表的常數在標度盤的上部或下部註明，例如在標度盤上註有符號 $\times 100^{\circ}\text{C}$ ，則該儀表的讀數均須乘以 100°C 。

生產上使用的檢查與測量儀表大多數屬於指示式類。這是因為指示式儀表的標度盤尺寸較大，指示數顯而易見，足能滿足掌握生產的需要。自動記錄式的儀表在這一方面就比較差。

自動記錄式的儀表可以在一張活動的圖表紙上自動地記錄其指示數。

為記錄指示數，在自動記錄式的儀表內設有加墨水的筆尖或設有斷續受一小錘撞擊的染色帶。在最新型自動記錄電子電位計內，採用號碼機印刷儀表的指示數。

自動記錄儀表通常多安裝在分組的或集中的儀表板上，將其作為檢查儀表使用，而圖表的求積法，則作為統計儀表使用，以代替統計式的儀表。

在統計式的儀表內，設有一具彙总的機構，用以統計受測量的物理量在一定時間內的和數。例如利用測定蒸汽流量的成套裝置中的統計器，可以測得一班，一晝夜或其他一段時間內通過儀表接受器的蒸汽總流量。在整理圖表記錄時，用以測量自動

記錄儀表的圖表面積的求積器也屬於統計儀表類。

若在指示式或自動記錄式的儀表上設以特殊的信號裝置和調整裝置，用以控制受測量的物理量的變化，則此種儀表稱之為調整儀表。

調整儀表只是自動調整的成套裝置的一個組成部分。

所有的測量儀表，均可分為標本的和工業用的兩大類。第一類的用途是保證儀表的複製和保存計量單位的準確性，並用以檢驗其他不夠準確的測量儀表，並根據檢驗的結果修正儀表的標度，第二類是供生產部門作測量用。

具有最高準確度，並用以複製新儀表和保存計量單位的標本儀表稱之為標準儀表。

標準儀表是以規定的計量單位測量所有的物理量的物質基礎。在生產實際的工作情況下，可採用具有一定準確度的標本儀表檢驗並求得工業用的測量儀表的標度。

準確度已經預知，如果加入一個修正系數，可使準確度提高的標本儀表稱之為具有一定準確度的標本儀表。

具有一定準確度的標本儀表，按其指示數的準確度分為幾等。第一等標本儀表的標度是根據標準儀表進行複製和校準的，其準確性較低於標準儀表，但高於第二等標本儀表。同樣地，第二等儀表的準確度又高於第三等標本儀表。在企業和實驗室中或在製造檢查與測量儀表的生產車間內，通常備有第三等，有時備有第二等標本儀表。

企業中的生產人員應當利用標本儀表檢查其餘儀表的指示數。但由於標本儀表也是不夠十分準確，所以它的指示數也不能真正地代表受測量的物理量。

在實踐中，即以標本儀表的指示數假定為受測量的物理量的真正數值。

標本儀表是一種實驗室的儀表，僅供實驗室用以檢驗和校正工業用的測量儀表的標度。

为了在車間内部就地檢驗工業用的仪表，特备有提携式的檢驗仪表，此种仪表具有一个便于携帶的外壳，其准确度与低等的标本仪表相似。

第二章 处在靜止和运动状态中的活动系統

对于测量仪表的活动系統有两种主要的力在發生作用，即有效力与反抗力。

有效力是受测量的物理量的函数，它的作用是向前移动仪表的活动系統，使其指針朝着仪表指示数增長的方向前进。它是由于内部导动力的作用而产生的，在总的形式下，可用下列公式表示之：

$$M_1 = f(A), \quad (1)$$

其中： M_1 ——有效力或旋轉力矩；

A ——受测量的物理量。

反抗力是活动系統的移距的或傾斜角的函数，其作用与有效力相反，与有效力相平衡，阻止仪表活动系統和指針的前进。

反抗力的总公式如下：

$$M_2 = f'(\alpha) \text{ 或 } M_2 = f''(S), \quad (2)$$

其中： M_2 ——反抗力或反抗力矩；

α ——活动系統的傾斜角；

S ——活动系統的移距。

当活动系統从平衡状态中向任何一方轉移时，有效力与反抗力之間所产生的差額即形成仪表的穩定力，其公式为：

$$M = M_1 - M_2, \quad (3)$$

其中： M ——穩定力。

穩定力的作用是企圖把仪表的活动系統穩定在平衡状态中。只有在穩定力等于零，即有效力与反抗力相等的情況下，仪表的

活动系統才能处在靜止状态中:

$$M_1 = M_2; \quad f(A) = f'(\alpha),$$

$$\text{因此} \quad \alpha = \varphi(A). \quad (4)$$

作用于磁电千分电压表的活动系統上的磁电旋轉力矩等于:

$$M_1 = c \cdot i,$$

其中: c ——与仪表構造特征有关系的常数;

i ——千分电压表框架中的电流。

与此旋轉力矩相对抗的彈簧或悬条的彈性力矩等于:

$$M_2 = \frac{I}{L} E \cdot \varphi,$$

其中: I ——彈簧帶横剖面的慣性力矩;

L ——彈簧展开的長度;

E ——彈簧材料的彈性模数;

φ ——彈簧的扭轉角。

現在分析一下, 当受測量的物理量發生平稳的和緩慢的变化时, 摩擦力对于仪表指示数的影响。

假設作用于千分电压表框架上的磁电旋轉力矩等于 M_{ap_1} 。前面已經指出, M_{ap_1} 仅与框架中的电流發生正比的关系, 不受框架扭轉角的影响。假如沒有摩擦力, 則仪表的指示数可以用旋轉(有效)力矩与反抗力矩的等式求得之。假定与力矩 M_{ap_1} 相适应的反抗力矩为 M_{np_1} , 仪表的指示数为 t_1 。

假設千分电压表框架中的电流由于受測量的物理量的增大而有所增長, 旋轉力矩的新数值为 M_{ap_2} 。則所产生的稳定力矩 M 等于:

$$M = c \cdot i - \frac{I}{L} E \cdot \varphi.$$

稳定力矩將要移动仪表的活动系統, 使其指針自 t_1 点移向 t_2 点。由于螺卷彈簧的扭轉, 反抗力矩將隨之而增大到 M_{np_2} 值并与 M_{ap_2} 值相等。于是稳定力矩將等于零, 仪表的活动系統將停