

自动记录仪表

〔西德〕A. 帕耳姆 著



机械工业出版社

73.866
349

自动记录仪表

〔西德〕A. 帕耳姆 著

陆 嘉 译

3427/27

机械工业出版社 1965.9.22

本书是根据西德 A. 帕耳姆(Palm)所著“自动记录仪表”一书 1959 年修订版翻译的。本书经修订后，在内容上有较大的变动，收集了许多新的资料，内容比 1950 年初版更为充实。

本书内容大致分两部分：前一部分叙述记录仪表的各种元件，如记录机构、记录纸、驱动机构、测量机构和发送机构等；后一部分分别介绍各种记录仪表，如里程记录器、力记录器、流量记录器、数量记录器、温度记录器、多点记录器、补偿记录器、带放大器的记录器、电火花记录器、射线记录器及电子射线示波器。最后还阐述了有关记录仪器的应用。

本书可供从事仪器仪表设计制造工作的工程技术人员及科学研究人员阅读，也可供高等学校有关专业的师生参考。

A. Palm

Registrierinstrumente

Springer 1959

(根据西德 Springer 出版社一九五九年第二版译出)

* * *

自动记录仪表

[西德] A. 帕耳姆 著

陆嘉译

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850 × 1168 $\frac{1}{32}$ · 印张 7 $\frac{15}{16}$ · 字数 208 千字

1965 年 7 月北京第一版 · 1965 年 7 月北京第一次印刷

印数 0,001—7,500 · 定价(科六) 1.20 元

*

统一书号: 15033 · 3758

譯 者 序

A·帕尔姆所著“自动記錄仪表”一書，上海科学技术出版社曾于1959年根据本書1950年初版的俄譯本轉譯出版，受到讀者的欢迎。而自初版到現在的这十几年中，科学技术有着很大的发展，出現了許多新的記錄方法和記錄仪表，例如新的机械記錄仪表、小型电气記錄仪表、高效率的光綫示波記錄儀和阴极射綫示波記錄儀、直接記錄的快速記錄仪表，特別是电子补偿記錄仪表等。为了及时反映記錄仪表的一些新成果，作者在1959年对本書作了全面的修訂，删除了一些較老的仪表結構型式，代以最新的記錄仪表。

下面簡單介紹一下修訂二版中对初版所作的重要修訂和补充。

在記錄方法和元件一篇中，除初版中原有的連續記錄方法外，增添了近年来业已发展成熟并大量采用的用金屬紙、用气流和液流以及用磁帶記錄的方法，而对初版中粗略提到的用传真紙記錄的方法則作了較詳細的叙述。在用落弓和色帶的斷續記錄方法中，則几乎全部用新結構代替了初版中所列举的老式結構。

在記錄仪表中測量值的传送一篇的各种传送方式一章中，除所举的典型实例很大一部分已用新的所代替外，还增加了直綫導軌一节，系統地論述了在各种記錄仪表中将測量机构的旋轉运动轉換成記錄机构的直綫运动的各种方案，它們的优缺点。这对記錄仪表設計是很重要的。在用輔助力記錄一节中，則用目前广泛采用的电子补偿記錄儀代替初版中介绍的相位角补偿記錄儀。

作者对測量值正确传送的条件一章作了許多有价值的补充，特别是对产生記錄誤差的各种因素进行了分析，以动圈記錄仪表为例，对它的記錄系統的运动方程式作了介紹。

在占本書过半篇幅的記錄仪表的构造一篇中，作者介绍了各

种各样的典型记录仪表结构，并按测量原理分为机械的和电气的两类。机械记录仪表再按被测量的不同，电气记录仪表则按记录仪表的结构划分。在初版中作者介绍了 50 余种记录仪表，在修订二版中很大一部分已被新型仪表所代替，所介绍的仪表品种大为增加，更加典型，所涉及的范围也更广泛。在机械记录仪表一类的行程记录仪表一节中，详细叙述了复杂的作多种参数记录的速度记录仪，增加了加速度记录仪和表面光洁度记录仪。工业和气象中极常用的膜片、膜盒、弹簧管压力记录仪，以及波纹管流量记录仪及其电感传送和电阻传送装置都分别补充在力记录仪和流量记录仪二节中。

其它机械记录仪表一节中，增加了折光率记录仪、透射率记录仪、分光光度记录仪和生产过程自动控制用的粘度记录仪。自然，初版这一节中所举的实例也毫不例外地大部分被新型结构所代替，例如，用风速风向记录仪代替天平式气压记录仪，用新型粘度记录仪代替旧式的，还加述了粘度计上各种搅拌器的型式。

电气记录仪表部分的内容有很大的改变，其中连续记录仪表一节几乎全部改写了。初版中主要介绍了记录纸分度线是弧形的和直线的两种长图记录仪表结构，并介绍了直线导轨。在修订版中，由于直线导轨已在记录仪表中测量值的传送一篇中系统地加以讨论，这里就予以省略。除初版已有的内容外，这一节着重介绍了故障记录仪和快速记录仪，特别由于快速记录仪在现代工业生产和科学研究中广泛用来记录迅速变化的过程，修订版中作了较详尽的介绍，除在卷筒纸上记录的长图记录仪表外，也讨论了在折叠记录纸、照相胶卷、腊层纸、熏烟纸上记录的仪表。

此外，在这一节中还专门补充讨论了长图记录仪表的标准化问题，包括表壳尺寸、记录纸宽度、记录纸传送速度的标准化。现代的小型记录仪表也在这里占了一定的篇幅。

断续记录的电气记录仪表一节中，以时间记录仪表为重点补充了一系列在科学研究中常用的精确和快速记录时间的仪表，例如精确记录时间差的、直接打印出读数的和用照相机记录的仪表，

以及除記錄各种参数还兼記錄時間的仪表。

在介紹最大值記錄仪表时,也增加了一些新内容,如不用記錄笔的干式記錄仪表、穿孔記錄的和直接打印讀数的仪表。

此外还介紹了平均值記錄仪表。

补偿記錄仪表是现代科学技术中最常用的記錄仪表,在初版中由于它还处于初級发展阶段,沒有得到詳細的叙述,这里用較多篇幅詳細介紹了各种电子补偿記錄儀的結構,也介紹了 $x-y$ 軸記錄儀。

本書修訂版增加了帶放大器的記錄儀和射流記錄儀二节。帶放大器的記錄儀一节中除將初版中列入补偿記錄儀一节中的光学随动記錄儀和电感随动記錄儀划归这一节之外,介紹了各种帶补偿放大器的仪表,也介紹了帶磁放大器和气动放大器的記錄仪表。

光綫記錄仪表一节的内容已根据新发展全部改写过了,内容大为丰富,增列了許多最新的仪表。

在电气記錄仪表最后的电子射綫示波記錄儀一节中,初版只介紹了一般示波器。在修訂版中,由于近年来示波器的迅速发展,型式繁多,不可能再一一加以討論,特别是由于一般示波器實質上是指示仪表,不属于本書范围,因此本書着重介紹了示波記錄儀,即用照相机拍摄螢光屏图象或直接将图象投影到感光胶片上記錄仪表。

在本書最后一篇記錄仪表的应用中,由于在科学研究中記錄仪表的应用已在介紹每种記錄仪表时分別叙述过了,这里只討論心电图記錄儀,省略了初版中的那些簡單的仪表。而在技术上的应用一节中,則叙述各种記錄仪表在各个工业部門的应用。虽然修訂版和初版一样都是討論記錄仪表在鋼鐵、化工、交通運輸等工业部門的应用,但所举的实例却有很大的改变。

綜上所述,本書修訂二版的内容与初版有很大的不同,看来,修訂二版更符合当前科学研究和工业生产的需要,反映了近二十年来記錄仪表的新发展。

在科学技术中,由于測量对象不同,要求不同,所选用的記錄

Ⅵ

方法和記錄仪表也不同。正确选择記錄方法和記錄仪表对科学技术工作有重大意义。到現在为止，本書几乎是論述記錄仪表各种結構及其元件的唯一专著，相信它对科学研究人員、工业仪表的操作使用人員和記錄仪表的設計制造人員都是頗有参考价值的。

譯者

1964年9月

目 次

譯者序

緒論	1
----------	---

記錄在科学技术中的意义	1
-------------------	---

內容提要	2
------------	---

第一篇 記錄工具和記錄方法

第一章 連續記錄	3
----------------	---

第一节 用墨水和笔記錄	3
-------------------	---

 1. 卷筒紙帶(3)—2. 圓筒紙(6)—3. 圓盤紙(9)—4. 記錄笔(9)—5. 記錄墨水(11)

第二节 其它記錄方法	12
------------------	----

 1. 在特制紙上用笔記錄(12)—2. 電記錄法(14)—3. 其它划痕法(16)—4. 用光綫或电子射綫記錄(17)—5. 用气体或液体射流記錄(19)—6. 在磁帶上記錄(19)

第二章 断續記錄	20
----------------	----

第一节 色帶和落弓	20
-----------------	----

第二节 用照相記錄	24
-----------------	----

第三节 打印計数器	24
-----------------	----

第四节 測量值穿孔	24
-----------------	----

第二篇 驅動机构

第一章 彈簧机构和重錘机构	27
---------------------	----

第二章 鐘表机构	28
----------------	----

第一节 用于圓筒或圓盤紙的鐘表机构	28
-------------------------	----

第二节 用于連續記錄的卷筒紙的鐘表机构	30
---------------------------	----

第三节 多色打点記錄儀用的鐘表机构	30
-------------------------	----

第四节 用于多种紙傳送速度的鐘表机构	35
--------------------------	----

VI

第五节 电动机上弦的鐘表机构	36
第三章 电力驱动	37
第一节 同步电动机	37
第二节 棘輪机构	38
第四章 用测试量驱动记录紙	39

第三篇 记录仪表中测量值的传递

第一章 各种传递方式	40
第一节 概說	40
第二节 行程记录	42
第三节 力记录	43
第四节 直綫导轨	46
第五节 用輔助力记录	53
第二章 测量值正确传递的条件	54
第三章 图表的定值	61

第四篇 仪表分类

第一章 有机械测量机构的仪表	67
第一节 行程记录仪表	68
第二节 力记录仪表	86
第三节 流量记录仪表	96
第四节 总数量记录仪表	103
第五节 溫度记录仪表	104
第六节 多綫记录仪表	107
第七节 其它记录仪表	108
第二章 用电气测量机构的记录仪表	124
第一节 連續记录仪表	125
第二节 断續记录仪表	142
第三节 补偿记录仪表	167
第四节 带放大器的记录仪表	182
第五节 火花记录仪表	192
第六节 射流记录仪表	194

第七节 光线记录	196
第八节 用电子射线示波器记录	209

第五篇 记录仪表的应用

第一章 概說	216
第二章 心电图记录仪表	217
第三章 工业记录装置	219
参考文献	231
公司名称对照表	242

緒 論

記錄在科学技术中的意义

記錄仪表在一百年前还是不大为人們所知道的，它在技术上的发展是在上世紀九十年代才开始的，而今，它却和指示仪表一样被經常遇到，并在科学和技术领域中起着重要的甚至是决定性的作用。魏委格 (Vieweg) [1]* 曾对記錄仪表的意义作过如下的确切表述：

“不少物理現象的特性迫使我們用繪制的曲綫来代替单个值的直接观察。在这里，時間的两个极端占有特殊的地位。演变极快和持續极久的观察，一般只有靠連續記錄的途径才能实现。因此，記錄仪表的使用范围現在已經伸展到从最慢直到最快的过程的全部領域，如果形象地指出这两个极端，那就是記錄笔和阴极射綫示波器。”

在今天，一切能够被观察的过程一般都是能够被記錄的，更进一步講，当人的观察能力对許多測試量的过程无能为力时，却仍能将它們記錄在图表上。使用記錄仪表主要是根据下列观点决定的：

記錄仪表上得到的被測量值与另一个量(大多是時間)的变化关系是一种客观記錄，因而排除了主观观察的誤差。記錄图表大都像一份观察記錄一样，是一种便于保存的資料。它用一系列点或者用一条实綫将大量单一值保存下来。特別是在連續記錄时，它能取得直接讀数时介于两次摘录之間并会被遺漏的一切数值。

通过記錄将能节约在指示仪表上不断讀数和摘录測量值所耗費的時間和精力。例如，当追随一个持續很久的过程时，当連續进

* [1] 表示参考文献序号，下同。

行大量相同試驗時，以及當許多相同的或不相同的過程同時進行時，採用記錄儀表就很合理。記錄儀表在這裡能代替有時必須設置大量觀察人員方能勝任的任務。僅出於經濟上的考慮，大量的觀察人員就已經是不經濟的了。

記錄有可能繪制變化速度超出人類觀察能力的過程。

記錄儀表能夠掌握極少和不能預見但突然出現的過程。縱是有責任感的觀察人員，即使他有能力將一個過程可能出現的快速經過記載下來，有時也會由於生理上的原因錯過重要的過程，特別是在發生事故的時候。而記錄儀表則不然，它能隨時將發生的事故準時、準確、如實地保存下來。

記錄儀表有可能繪制觀察人員不能接近或不能長時接近的，或者觀察人員在場將使測量受到障礙的場合的過程。

內 容 提 要

雖然在各種關於測量技術的著述中都充分地討論到記錄儀表，卻時常僅涉及某些題目；在記錄儀表製造廠的印刷品中自然也能找到這種儀表性能和構造的詳細說明。此外，對於特殊產品，即僅承擔特殊任務的儀表，也在綜合性自然科學和技術文獻中有所報導。本書則試圖對記錄儀表的廣闊領域作一簡略的、但尽可能全面的敘述。

記錄機構和記錄面是記錄儀表特有的標志，因此將在第一篇中深入和綜合地加以討論。使記錄紙和其它類型的記錄面運動的驅動機構則在第二篇中詳細闡述。記錄儀表的測量機構除少數外，在原理上與指示儀表是相同的，可以設想已為讀者所通曉，但特殊的仍將在敘述各類記錄儀表一篇中突出地提到。將測量值從測量機構傳送到記錄機構是一個重要過程，因此將在專門一篇中借典型實例和理論探討予以說明。

記錄儀表的結構型式根據測量原理可分為兩類：機械原理的和電氣原理的。各種不同產品都幾乎毫無例外地分屬於這兩類。在最後一篇中將簡略地概述記錄儀表的應用。

第一篇 記錄工具和記錄方法

記錄工具在这里只应理解为直接繪制記錄图表的元件，即記錄面和記錄机构。最常見的是用紙、笔和墨水的連續記錄，因此將优先詳細討論这种方法。接着將闡述为数众多的其它方法。斷續記錄采用与連續記錄相同的記錄面，但記錄机构却大都不同。

第一章 連續記錄

第一节 用墨水和笔記錄

1. 卷筒紙帶

在欧洲制造的記錄仪表多半是在一条成卷紙条或紙帶上記錄。紙帶长度是在 10 和 100 米之間，大都繞在一只硬紙筒上卷成一个紙卷备用，并由驅動机构将它展开。紙卷的内径通常为 10.5 毫米；外径为 18.5 或 45 毫米。

紙帶寬度有时只有几厘米，最大約为 300 毫米；只在特殊情况下方达 1000 毫米。它是由記錄机构的偏轉幅度决定的；当許多并排的記錄系統在同一条紙帶上記錄时，也由記錄系統的数量来决定。随着紙帶寬度的增加，也引起了精确記錄的許多困难。紙帶寬度最經濟的上限是 250 毫米，最大 300 毫米。

在大多数情况下，特别是用于工业目的，紙帶上印有座标网，使記錄易于讀数。印刷寬度多半与測量范围相当，其中特別常用两种尺寸：100 毫米的用于机械式压力表和流量計；120 毫米的用于电气記錄仪表。这两种尺寸也用于許多其它仪表。

在紙帶长度方向上的時間大都按小时分格。紙的行进速度是

在 5 毫米/时和 100 毫米/秒之間；在工业記錄仪表上多半是 10、20、30、60 或 120 毫米/小时。两分度綫間的距离为 5 至 10 毫米；下限約为 1 毫米，但这种小分度綫間距却很少应用。

記錄机构的总偏轉应在校正仪表时使之与記錄帶有效宽度彼此一致。为簡化計时常应用厘米分度的紙帶。用一支透明材料制成的讀数尺讀数，尺上載有仪表的校正刻度，用它对准零綫并讀出曲綫值。如果使用印有与校正刻度相当的座标网紙帶，讀数将更簡單些〔2〕。但这种紙却要特另印制，比較貴一些，只有在批量較大时方才值得采用。

紙帶上多半有用來傳送紙帶的洞孔，它們位于紙帶一边或两边；在极少情况下也有位于紙帶中央的。傳送由一只銷釘輓进行，銷釘輓上的銷釘嵌入洞孔中，以免紙帶滑动。銷釘必須精心設計，使同时嵌入記錄紙洞孔的銷釘数目尽可能多些并使記錄紙的傳动均匀，同时釘尖不致損及紙帶。由于時間刻度是与紙孔一致，因此溫度和湿度使紙帶长度发生变化所造成的誤差，就可以由銷釘加以糾正。洞孔的間距大多是 5 毫米，也有 6 毫米的。

在窄帶上只有一排洞孔就够了，洞孔多半在左边沿着零綫，偶而也在右边靠近滿刻度值。在前一种情况下，紙帶寬度的变化不致影响紙帶刻度的零值；在后一种情况下，不致影响滿刻度值。紙帶寬度的变化特別在寬紙帶上能造成显著的誤差，因此在寬帶上总有两排洞孔，傳送輓的两只銷釘輪就分別鉤在这两排洞孔中。如果紙帶寬于 100 毫米，則大多只有左边一排是圓孔，它与銷釘精确配合并保證零綫准确。另一排則是長圓孔，它保證紙帶有正确的導軌，并避免軋住，而在紙帶寬度变化时有活动余地，以免扯坏或拱起。紙帶寬度愈大，这長圓孔就必须愈長。在寬紙帶上，洞孔有时不是在紙边上，而是放在紙帶寬度的 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{2}{3}$ 处。

为了平衡紙帶寬度的变化，最有效的方法是将右面的銷釘輪裝在单独的一只輪上，輪子的槽和鍵可在輓軸上沿軸向移动。至于紙帶本身則兩側都是圓孔。于是自然將輪移到与紙帶寬度相当的位置上。

紙帶寬度变化所出現的繪制誤差,在好紙上也可能有1%,但很难加以估計。因此有时用固定的記錄筆在左右两个紙边上繪出所謂基綫来〔3〕,以便讀数时有可能考虑到这誤差。

記錄仪表和記錄紙的制造厂在多年来生产了种类繁多的紙帶,其中大多数直到現在还大量应用在运行的仪表中。在近二十年里,各工业国家都力图限制紙帶尺寸和型式只通用少数必要品种;最好是有一种国际标准。但由于英美和其它国家有着两种不同的計量制度,目前还没有实现。图1a所示为一边有圓孔的紙帶,b为两边有圓孔的,c为左边有圓孔而右边有长孔的。德国通行的紙帶尺寸和印刷尺寸列于表1。在本表中包括了1954年1月发表的新訂 DIN 16230* 和 DIN 16231(1944年8月版)标准草

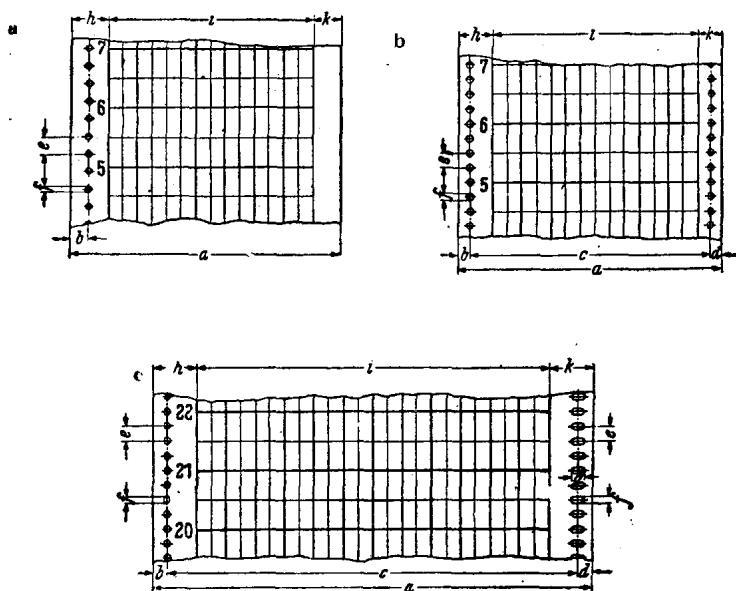


图1 直綫直角坐标和厘米分度的記錄帶:

a——一边有圓孔的,b——两边有圓孔的,c——左边圓孔,右边长孔的。

* DIN(Deutsche Industrienorm)德国工业标准。——譯者

案。图 2 所示的四种带校正分度的紙带系用按仪表分度数据而特制的印刷辊筒,以旋轉印刷法制成。注意图 2b 中标以“求积零綫”的綫,这是专用于流量記錄儀的記錄紙带,該記錄儀表的測量机构偏轉是与測試值的平方成正比。为了得到綫性指示,要应用一个开方装置。这样正确求积所依据的零綫应稍位于刻度之外,并且必須另加标明。

表 1 德国記錄儀表的記錄带尺寸

紙帶尺寸	洞 孔 尺 寸						印刷尺寸		提 出 廠 家 或 日 准 期	單 雙 三 綫 記 錄 儀 表 (單 雙 三)	參 見 圖 1.	
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k			
60	2.2	55.6	2.2	5	1.5	—	5	50	5	AEG	單	b
90	5	80	5	5	2	4	10	70	10	1954	單	c
110	3	104	3	5	2	—	5	100	5	H&B	單	b
120	5	110	5	5	2	4	10	100	10	1954	單	c
140	5	130	5	5	2	4	10	120	10	1954	單	c
220	5	210	5	5	2	4	10	200	10	1954	單	c
230	5	220	5	5	2	4	10	2×100	10	1954	雙	—
270	5	260	5	5	2	4	10	250	10	1954	單	c
270	5	260	5	5	2	4	10	2×120	10	1954	雙	—
270	5	260	5	5	2	4	10	3×70	10	1954	三	—
340	5	330	5	5	2	4	10	3×100	10	1954	三	—

图 3 所示为記錄笔作弧形运动所用的一种記錄紙带,这种紙带形式多見于其它国家*。从設計观点看来,在弧形坐标上记录比在直綫直角坐标上简单些,理由是:測量机构多半是旋轉运动。不过直綫直角坐标系統却便于讀数和处理,此外,这种表示方法也是比較习惯的。

2. 圓筒紙

圓筒紙和卷筒紙一样在橫向上有均匀分度或校正分度,在縱

* 指德国以外的国家,以下同。——譯者

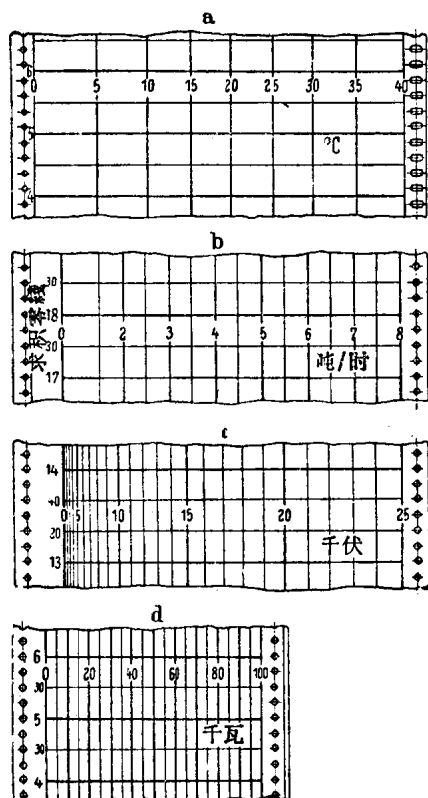


图2 直线直角坐标和
校正分度的记录带,用于:
a—温度; b—流量; c—压力; d—功率。

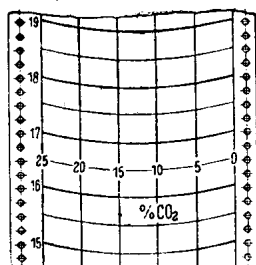


图3 弧坐标和校正
分度的记录纸。

向上大多有时间分度。圆筒旋转一周的时间是由测试延续时间决定,自几秒至几星期。当圆筒多次旋转记录时,为使记录笔在经过纸接缝时不致被阻碍,圆筒纸的一端应涂一些胶水,将纸牢贴在圆筒上。如果记录时并不越过接缝线,例如在示功器上,那么就在圆筒面的纵向装一条或两条紧挨着的

细弹簧片,将圆筒纸的两端插进弹簧片下面。最常见的是用来夹固定圆筒纸,它是一条易于挠曲的细钢带,下端插在凸出的筒底的一条窄缝里,上端则弯过去钩在圆筒上沿。它将两个搭接的纸头压在圆筒上。图4和5所示的两种圆筒纸型式:一种有直线直角坐标;另一种有弧坐标。后一种符合DIN 5451,用于气象记录仪表的记录圆筒上。其它圆筒纸除用于两线记录仪上的高度为178毫米,三线记录仪上的高度为266毫米外,其余尺寸尽皆相同。