

磨料磨具工业的 电子化与自动化

〔苏〕B. A. 格拉戈夫斯基 等著

きかいこうぎょうぎじゅつとしょ

Industry and Technics
Mécanique et Technipue
auindustrie und Technologie
ой Промышленности и Технике

机械工业出版社

本书阐述了磨料磨具生产过程中应用电子检测仪表及自动控制 and 调节系统的基本问题, 概述了为正确选择使用上述仪表及系统所必需的原理, 并介绍了目前磨料磨具工业中采用检测仪表和自动化方面的情报资料。

本书可供从事磨料磨具工艺和设备设计工作的工程技术人员, 磨料磨具和机械工业工艺部门、检测仪表和自动化部门的工作人员参考。本书对有关专业的大专院校和中等专业技术学校的学生也有助益。

ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА В АБРАЗИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Авторы книги

Б. А. Глаговский, Г. И. Завалишин,
И. Б. Московенко, Г. Ш. Ройтштейн,
А. Л. Хаит, В. А. Яшин

Рецензент

канд. техн. наук П. А. Обновленский
Ленинград, ул. «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
1972 г.

磨料磨具工业的 电子化与自动化

〔苏〕 Б. А. 格拉戈夫斯基 等著
柳恒俊、张世珍 译
杨 槩 校

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 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·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $7 \frac{1}{8}$ · 字数 156 千字

1981 年 5 月北京第一版·1981 年 5 月北京第一次印刷

印数 0,001—3,300 · 定价 0.75 元

*

统一书号: 15033 · 4986

前 言

科学技术进步的一项基本任务，就是大规模地实现生产过程的综合自动化，使更多的车间和企业过渡为自动化车间和企业。这就要求在企业中加速推广工艺设备和工艺过程的自动控制系统、电子计算机控制系统、电子计算系统以及控制系统的自动化。目前在冶金、化工以及某些机械制造和仪表制造部门中，已经有效地实现了生产过程的自动化，并建立了自动化的控制系统。

磨料磨具工业与上述工业部门相比，在工艺过程的自动化方面是落后的。其原因，一方面是磨料磨具工厂尚未装备有足够的检测磨料磨具特性和磨加工过程参数的仪表，另一方面是极少把磨料磨具工业的工艺设备作为自动控制的对象来研究。但是，近年来已为磨料磨具工业的许多工艺过程设计了一些新颖的电子检测仪表及自动化系统。在现有及新建的磨料磨具企业中，正在建立检测仪表和自动化装置的工作部门，其任务是保证各类仪表和系统可靠而无故障地连续工作，而这些仪表和系统今后的数量及复杂性将不断增长。磨料磨具和其他工业部门科研工作所需仪表(首先是电子仪表)的生产正不断增加。

这些仪表、自动化系统和装置的工作原理以及使用方面的知识，不仅科学研究人员应该掌握，而且磨料磨具工业部门的工艺人员 and 设计人员，磨加工作业占很大比重的企业的专业人员，以及相邻部门的专业人员，都需要掌握。然而，目前还没有有关磨料磨具生产用电子仪表和自动化方面的文献。

本书的目的，就是要在一定程度上填补技术文献中的这一空白。书中总结了苏联磨料磨具磨削研究所、国立机床制造工厂设计院列宁格勒分院以及其他有关机构在磨料磨具工业电子仪表的制造及自动化方面所作的工作，重点叙述的是控制磨料磨具工艺参数的电子仪表。

书中介绍的都是专用仪表。工业上已成批生产、在专业文献和一般文献中已有介绍的标准仪表（例如光谱及 x -射线装置、电子显微镜以及检验表面质量的电子仪表）就未作介绍。但作者认为，一些特别重要参数（硬度、重量、粒度组成等）的检验则属例外。为保持完整起见，有关机械式仪表的简要数据也列入书中。鉴于新型人造超硬材料对国民经济具有重要意义，本书对其生产过程的控制方法及超硬材料磨具制造方面的检验，亦给予很大的注意。

法利科夫斯基 Б. И.、卡尔林 В. В.、卡茨 И. С.、坦赫利松 Б. М.、格丽戈里耶娃 Е. Д.、拉维科维奇 В. В.、雷芭科娃 Г. Г.、那扎连科 В. А.、莫罗佐夫 П. Д. 和苏联磨料磨具磨削研究所、国立机床制造工厂设计院列宁格勒分院以及《伊里奇》磨料磨具厂的其他工作人员，对本书的编写都给予了很大的帮助，对此，作者表示感谢。罗赫莉娜 Г. М. 和别连基 Ф. С. 参加了本书某些章节的编写。

作者深知，由于本书是对磨料磨具工业自动化及仪表制造方面的第一次系统总结，难免有差错，请将批评意见寄至《Машиностроение》出版社列宁格勒分社（Ленинград, 191065, ул. Дзержинского, 10）。

目 录

前言	
绪论	1
第一章 磨料磨具工业中热能参数和机械参数 的检测仪表	7
1. 粘度的检验	7
2. 气体成分的检验	13
3. 温度的测量	17
4. 溶液浓度的测定	24
5. 材料料面、数量和重量的测定	27
6. 机械参数的应变法测定	35
7. 磨削时磨削力的测量	41
8. 应力、压力及相对延伸率的测量	48
9. 运动参数的测定	53
第二章 磨料磨具生产中工艺和输出参数的检测 仪表	57
10. 磨料料浆密度的测定	57
11. 湿度的测量和检验	61
12. 磨料中磁性物含量的测定	71
13. 磨粒和磨粉粒度组成的检验	89
14. 磨具硬度的检验	96
15. 砂轮不平衡度的测定	115
16. 磨具几何尺寸、缺陷和损伤的检验	117
17. 涂敷磨具基体透漆性及漆层、刮浆料层和磨料层厚度的 测量	125
第三章 磨料磨具生产工艺过程的自动化	134

IV

18. 炉料原材料准备、炉料的配制和装运	134
19. 刚玉冶炼及其熔块的破碎	143
20. 粉碎和去除杂质	154
21. 粒度分级及脱水	160
22. 砂轮和油石的生产	169
23. 砂布(纸)的生产	179
24. 磨料磨具生产工艺过程自动化的前景	191
第四章 磨料磨具工业中检测仪表和自动化部门的 组织机构及仪表和控制系统的有效性和 可靠性	195
25. 检测仪表和自动化部门的组织机构	195
26. 电子设备的可靠性	198
27. 磨料磨具生产自动化的经济效果	207
参考文献	217

绪 论

众所周知，为了有效地在生产中推广生产过程的自动化系统，在进行生产专业化、产品通用化和标准化以及生产机械化的同时，还必须为工业企业提供大量的专用测量仪表，以便能可靠地检验（或测量）产品的质量、使用性能、物理性能以及其他性能。实践表明，在实现综合自动化之前，必须先进行和试行部分系统的自动化。最有效的方法，是先从个别参数的调整，逐步过渡到有联系地调整某些参数，最终再利用信息、计算和控制装置，实现控制系统的自动化和生产过程的完全自动化。

在苏联，具有重要国民经济意义的磨料磨具工业，实际上是最近三十年建立起来的。虽然战后时期的磨具（砂轮、油石、砂瓦、磨头和砂布砂纸等）生产增加了8倍，但是磨料磨具工业的增长速度还是落后于机械制造主要部门的增长速度，这不能不说明其自动化水平落后于主要工业部门的水平。

在这种情况下，建立和推广检测技术和自动化系统的工作，就更有其特别重要的意义，在许多指导性文件中已反映出了这方面的情况。

表1所列为磨料磨具工业工艺过程自动化方面的主要任务（符号“+”表示必须要由相应系统来保证的磨料磨具生产参数）。

表 1 磨料磨具工业工艺过程主要参数的检验、测定、报信项目和自动化水平

项 目	测 量 范 围	定期检查		极 限 报 信	连续检验		定 值 自 动 调 整	累 计 测 定 值 的 文 字 记 录	事 故 报 信	自 动 报 废
		目 测 记 录	文 字 记 录		目 测 记 录	文 字 记 录				
I. 磨 料										
原材料及生成物的化学成分(%)	0~100		+							
原材料及生成物的块度(毫米)	0.005~300		+							
破碎炉料组份的料面(米)	0.5~8	+		+						
破碎炉料的湿度(%)	0.1~25	+	+					+		
炉料各组份的耗量(吨/小时)	0.0001~60	+	+					+		
烧结带上烧结块的厚度(米)	0.1~0.5									
烧结物的烧结程度	—									
烧结物强度	—		+							
烧结带的运动速度(米/分)	0.5~3.0		+		+					
电炉的几何尺寸(米)	0.1~2.5		+	+		+	+			
电炉结构部件的温度(℃)	200~1500		+			+	+			
熔液的温度(℃)	1000~3500						+			
流放液体的温度(℃)	50~2000									
熔液的化学成分(%)	0~100						+			
熔液的液面(米)	0~1.0		+	+						
电极的移动距离(米)	0~4				+				+	
电极的耗量(毫米/小时)	5~50									

(续)

项 目	测 量 范 围	定期检查		极限 报 信	连续检验		定值自 动调整	累计 测定 值和文 字记录	事故 报 信	自动 报废
		目 测 记录	文 字 记录		目 测 记录	文 字 记录				
干燥室和煅烧室温度(℃)	100~1200				+		+			
加热器中空气和煤气耗量(米 ³ /小时)	10~100					+	+	+		
加热器中煤气—空气比例	1:1~5:1				+		+			
管道和加热室中空气(煤气)压力(负压)(千牛顿/米 ²)	0~5				+		+			
热介质的湿度(克/米 ³)	10~500				+					
破碎磨粒湿度(%)	0.1~25	+	+		+					
细碎物的耗量(公斤/吨)	7~20	+			+					
磁选机磁场强度(千安培/米)	50~1600	+					+			
破碎磨粒磁生性物含量(%)	0.001~10	+	+				+			
磨料的粒度(毫米)	0.0001~300	+	+				+			
磨粒的色泽	—	+								
磨粒的机械强度(牛顿/颗粒)	0.5~200		+							
磨粒的研磨性能(克)	0.005~0.7		+							
磨粒的硬度(千牛顿/毫米 ²)	18~100	+								
Ⅲ. 磨 具 生 产										
散粒料料面(米)	0.1~4	+		+						

(续)

项 目	测 量 范 围	定期检查		极限 报 信	连续检验		定值自 动调整	累计 的测定 和记录	事故 报 信	自动 报 废
		目测 记录	文字 记录		目测 记录	文字 记录				
煤气、空气耗量(米 ³ /小时)	3~50000					+	+	+		
煤气、空气压力(牛顿/米 ²)	0.5~6000		+		+		+			
胶的硬化程度(%)	25~100		+							
刮浆程度(%)	25~100									
传运速度(米/秒)	0~1				+		+	+		
对辊滚辗力(千牛顿)	3~35				+		+			
基体张力(牛顿)	0~5000				+		+			+
砂布(纸)基体上各料层厚度(克/ 米 ²)	20~2000					+	+			
磨具几何尺寸(毫米)	0.5~1500		+			+				+
磨具硬度*	BM ₁ ~YT ₂		+							+
磨具抗张强度(兆牛顿/米 ²)	5~30		+							
砂轮不平衡度(克)	0~500		+							
缺陷	—		+							+
磨具的使用性能	—		+							

* 当用谐振法测量硬度时，要用频率（赫芝）或弹性模数（牛顿/米²）作为计量单位。

第一章 磨料磨具工业中热能参数 和机械参数的检测仪表

1. 粘度的检验

生产磨具用的大多数液状料（合成树脂、清漆、涂料、胶液和橡胶溶液以及水玻璃等），其粘度在很大程度上是决定其质量和成分的参数。有时需检验熔液的粘度（熔炼磨料时）。应当指出，磨料磨具工业中测量液体粘度时，基本上是用 B3-1 和 B3-4 型粘度计的测值作为标准单位的。这些粘度计或其他类似的粘度计有一个严重缺点，就是很难用它们进行连续测量，而连续测量在某些工艺过程中（如生产砂布砂纸时）又是必需的。目前连续测量液体粘度的方法有许多种：流量法、落体法、扭矩法、振动法及超声法等。苏联工业部门依据上述原理设计了多种粘度计，既可用于生产，也可供科学研究使用。表 2 所示为几种主要工业粘度计的简要技术数据。

落球式粘度计作用原理的依据是斯托克斯定律，即液体的粘度与固体在该液体中的降落速度有关。

用这种方法测定粘度时，最复杂的因素是记录落球通过一定距离所经历的时间。为准确判读时间，可根据仪器的结构和被测液体的性能，分别采用感应式、光电式、放射性同位素等传感器。工业上已设计和生产了一种落球式粘度计，供在流水线上连续测量牛顿型液体粘度用。

旋转式粘度计的作用原理是测量液体所传递的扭矩：

$$M = k\eta\omega \quad (1)$$

表2 工业粘度计的简要技术数据

型 号	测量范围 (牛顿·秒/ 米 ²)	误 差 (%)	介 质 特 性		作 用 原 理	输 出 信 号
			压 力 (毫牛顿/ 米 ²)	温 度 (°C)		
BP	0~1000	2.5	1.7	-30至+200	旋转式	气 压
BP-67T	0.1~1000	1.5	*	-50至+100	同 上	*
BAB-3	0~500	5	1.6	+300	超声波式	电
BBH-1a	0.5~5	2.5	丁二烯橡胶		振动式	同 上
BПЛЛ-1	5~25秒	1.0	流水线上的牛顿型液体		落球式	同 上

* 数据暂缺。

表2中牛顿型液体,是指服从牛顿摩擦定律的液体,一般其粘性较小,且随着温度而变化。温度升高时,液体的粘度减小,气体的则增大——译注。

式中 k ——仪器的常数 (取决于圆筒的几何尺寸);

ν ——液体的运动粘度;

ω ——角速度。

旋转式粘度计有三种主要型式:同轴圆筒型、液内旋转体型和平行圆盘型。

振动式粘度计是在被测量介质中强制振动专用喷头,按所产生的振幅变化来评定液体粘度的。仪器刻度按粘度已知的液体来校准。

大部分超声波粘度计的作用原理,是测量物体(振片)在被测介质中自由振动的衰减度。利用传感器敏感元件激发的脉冲来实现连续测量,并且当衰减振动振幅减弱到一定的恒定值时发出交替脉冲。

毛细管流量法的原理,是普阿泽利对粘性液体在层流情况下沿毛细管流动时所获得的关系式〔60〕:

$$\eta = \frac{\pi R^4 \Delta P}{8 Q l} \quad (2)$$

式中 η ——动力粘度；

R 和 l ——毛细管的半径和长度；

ΔP ——毛细管两端的压力差；

Q ——单位时间内流经毛细管的液体体积。

几种仪器的原型，就是利用这种方法测量粘度的。结构最简单的是阿赫麦特齐亚诺夫粘度计[13]。仪器由难熔玻璃制成。利用测微高度计透过恒温器（熔液在其中被加热）的专用观察孔判读液面。仪器毛细管的半径 $R = 0.03192 \pm 0.00001$ 厘米，长度 $l = 19.6 \pm 0.1$ 厘米；立管的半径 $R = 0.425 \pm 0.005$ 厘米。这种仪器可测量 700°C 以下熔融物的粘度。

根据斯托克斯定律设计了多种可检验熔融物和高粘度液体粘度的仪器。现将作者按落球法设计的几种粘度计介绍如下：

光电式粘度计[17]是用挂在金属线上的落球按阿尔恩德特法测定熔融物的料面的。为提高测量精度，采用装有电子时间继电器的光电系统，可得到落球经过固定刻度所需的无延迟时间的读数。为减少因金属线扭转而产生的误差，小反射镜呈圆环状挂在金属线上，或是在涂黑了的金属线上挂上未涂黑过的圆环[16]。粘度测量的示意图1。支架1上装有一个带轴承的滚轮2绕自己的轴线自由转动。白金丝4挂在滚轮上，其一端栓有白金球11。带球的白金丝卷绕在带槽的滚轮上。当放松时，球就自由落下。支架固定在底座9上。底座上还装有一个电炉8（最好是实验室型的）。电炉炉盖6上有孔5，其直径保证球能自由通过。电炉内放有圆形白金坩埚10。需要测定粘度的熔融物就在坩埚中熔化。

为能在一定的温度下测量粘度，因此装有温度调节器7，

以便能很精确地保持要求的温度。希望调节器尽量精确，为此，可在这个调节器上附装一种使温度曲线平稳的附件（如均衡元件、差动装置等）。白金丝上套有可移动的、经抛光过的圆环3。圆环尺寸应尽量小些。支架上装有两个光电元件（或光电电阻器）12，相互间严格地保持一定的距离 A 。设计时，在支架上钻有许多孔，供装光电元件用，所以距离 A 是可变的。在光电元件间装有照明器14，通过它的两个光栅（缝隙）的是很窄的光束。如图所示。安装圆环应使其反射的光正好落在光电元件孔的中央。由光电元件记录下落球所经过的距离 A 。

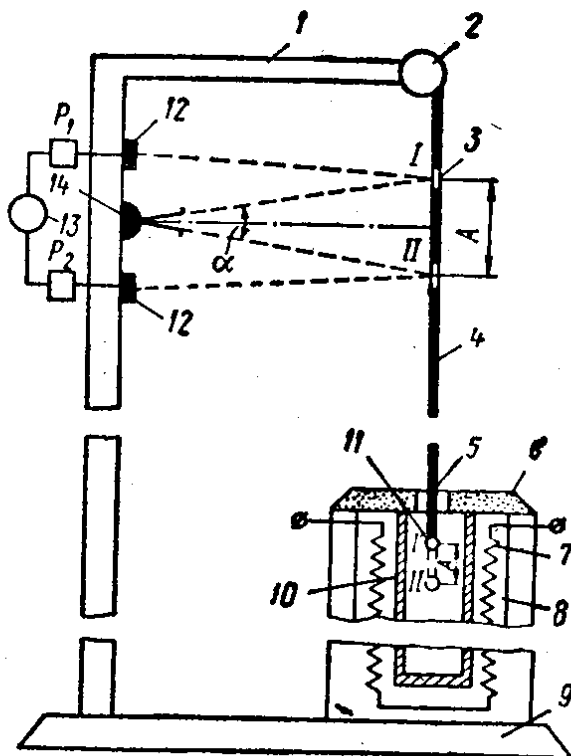


图1 光电式粘度计作用原理图

光电流经两台放大器放大，在其输出端接有继电器 P_1 和 P_2 ，其中 P_1 是双线圈继电器。两个继电器的触点接在电子继电器13的电路里。落球位于孔的上面并被滚轮所张紧。接通电路（照明器及放大器），滚轮放松，白金球就自由地落入熔融物中。当球落到位置I时，照明器所发出的光就照到圆环上，被反射并落到光电元件12上，所得到的光电流脉冲经放大器放大。继电器 P_1 由其自身的触点启动和闭锁。这样，尽管光电元件立即中止了脉冲，继电器 P_1 断电，但因有自己的辅助线圈，它仍是闭锁的。继电器 P_1 启动后即以其触点和电子继电器电路

接通。

当白金球到达位置Ⅱ时，光就照到另一个光电元件12上，与前述一样，继电器 P_2 动作。继电器 P_2 断开自己的触点，使电子继电器电路断开，并解除继电器 P_1 的闭锁装置。电子继电器断开后，继电器 P_1 回到原始位置，这样就完全精确地记录下白金球所经历的距离 A 。

斯托克斯定律公式中包括液体和落球材料的密度值。若落球材质密度为已知，就可用任何一种已知方法（如沃拉罗维奇法）来测定熔融物的密度。制造粘度计最好是按标准液体来校准刻度，并考虑到仪器的常数，它包括金属丝的摩擦修正值、圆环小镜的重量、圆柱形坩埚壁和底的影响等。仪器制备后，就可以按粘度的绝对单位校定指示器。安装时，还得考虑沿电炉高度的温差为最小，以便更精确地测出熔融物或液体的粘度。

作者设计的放射性粘度测定仪是对前述粘度计的一种改进。仪器采用 γ -辐射源，放射性涂料直接涂在悬挂着的金属丝自由段上。这段金属丝不浸入熔融物中。其示意如图2所示。支架1上装有能自由转动的滚轮2，软金属丝3绕在滚轮上，其一端栓有要浸入待测量粘度熔融物（溶液）中去的落球5。熔融物装在坩埚6中。金属丝3上涂有一滴（ $d = 1$ 毫米）由镭或铀盐配成的涂料4。落球通过位置Ⅰ和Ⅱ的时间由电子计数系统8记下，在

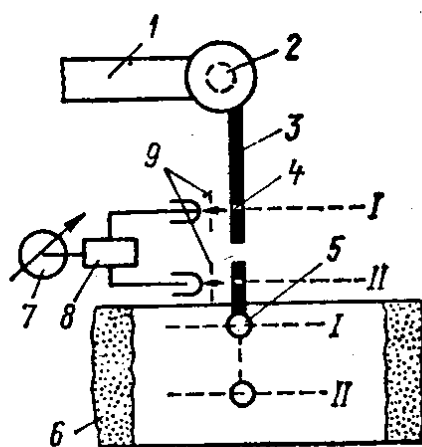


图2 放射性粘度计
（带悬挂金属丝）的
作用原理图

落球通过位置Ⅰ和Ⅱ的时间由电子计数系统8记下，在