

硫酸生产设备的自动化

[苏联] Г. М. 菲阿尔科 著

化学工业出版社

16

硫酸生产设备的自动化

〔苏联〕Г. М. 菲阿尔科 著

王 骥 程 等译

化学工业出版社

本书介绍了化学生产过程自动调节原理基础和调节器最佳参数的工程计算方法；叙述了以接触法和塔式法生产硫酸的过程和设备的各种控制方案及自动化工具，介绍了苏联硫酸工厂自动化工具的设计、安装和调整原则及方法。

本书供硫酸生产和其它工业部门中从事连续的物理-化学过程自动化工作的工程技术人员阅读；亦可供设计院、科学研究院的工作人员和高等学校化工院系生产过程自动化专业的学生参考。

本书由浙江大学化工自动化教研室王驥程等翻译，由天津大学热工仪表及自动装置教研室龔炳綏、韓建勛校訂。

Г. М. ФИАЛКО
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ
МАШГИЗ (москва, свердловск 1961)

硫酸生产设备的自动化

王驥程 等译

化学工业出版社出版(北京安定門外和平里七区八号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第 120 号

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本: 850×1168毫米1/32 1966年5月北京第1版

印张: 9

1966年5月北京第1版第1次印刷

字数: 222,000

印数: 1-1,813

定价: (科大) 1.40 元

书号: 15063·1986

序 言

本书向硫酸工业的工作人员介绍硫酸生产中经过试运转的自动化工具和自动化系统，并且还叙述相应的调节系统的计算方法。

本书的第一篇叙述硫酸生产中所采用的专用仪表与调节器，并详细述了为各个工业部门所广泛采用的新型硫酸浓度计。

第二篇叙述化工过程自动调节的理论基础，详细地阐述工艺过程调节器最佳参数的工程计算方法，并且列举了一些硫酸工厂具体调节系统最佳整定的例子。

本书的第三篇列举了一些使用硫铁矿和利用有色金属冶炼废气，以接触法和塔式法生产硫酸的自动化系统，对自动装置的安装和调整作了介绍。书中所介绍的自动化系统，大部分都是经过工业生产条件下的试运转的。

本书的基本材料取自苏联乌拉尔化学科学研究所(УНИХИМ) 20年来有关硫酸生产自动化的研究成果，和苏联其它一些研究所与工厂的有关资料。

因为硫酸生产中的设备和各个工序在其它工业部门中也会遇到，所以本书所写的材料对于从事各种连续生产过程自动化的人员，同样也是有益的。

目 录

序 言

第一篇 硫酸生产中的专用仪表与自动化工具

第一章 檢驗測量仪表	1
第一节 硫酸生产用仪表的一般特性	1
第二节 硫酸和发烟硫酸的濃度計	1
ЛК-3 实验室用濃度計	9
KCO-2 濃度計	16
KCO-3 濃度計	19
90~94% 的硫酸濃度的自动測量	28
酸洗溶液中硫酸濃度的自动測量	31
第三节 二氧化硫气体分析仪	34
标尺为 0~20%SO ₂ 的二氧化硫气体分析仪	37
微量二氧化硫气体的气体分析仪	40
第四节 氮的氧化物和硫酸雾的光电比色計	44
光电比色計	46
酸雾計	49
第五节 硫酸液面計	50
第六节 硫酸流量計	53
第七节 硫酸重度計	55
第八节 pH 計	57
第九节 硫铁矿湿度計	59
第十节 信号器	61
双位調节和酸面信号器	61
廢水酸度信号器	61
第二章 自动調节器	64
第一节 电动調节器	64
硫酸濃度調节器	64

IV

酸面調節器	72
帶有電熱式重定機構的調節器	74
第二节 气动調節器	76
酸濃度調節器	76
酸面調節器	81

第二篇 化工生产过程自动調節理論基础

第三章 調節系統及其微分方程	83
第一节 化工生产工艺过程的調節对象和調節器	83
第二节 調節对象的微分方程	87
单容量的混酸器	87
由两个混酸器組成的混酸站	96
液体貯槽	99
管 道	103
第三节 調節器各环节的微分方程	104
电动气体分析仪	104
硫酸濃度計	106
帶有硬反饋和重定反饋的环节	106
帶有調節机构的电动执行机构	109
电解质微分濃度測定器	110
第四节 閉环調節系統的微分方程	112
第四章 調節系統的傳遞函数和頻率特性	116
第一节 运算微积的概念	116
第二节 典型环节和开环、閉环調節系統的傳遞函数	120
第三节 頻率特性	126
第四节 調節系統个别环节中某些非綫性的計算	136
第五章 生产过程中調節器最佳参数的确定	140
第一节 自动調節系統的稳定性	140
劳斯-赫維茨代数判据	141
米哈依洛夫穩定判据	145
奈奎斯特幅相穩定判据	147
第二节 調節过程的质量	148
第三节 生产过程中調節器最佳参数的确定	154

有自衡调节对象	155
无自衡调节对象	163
第四节 调节对象动态参数的确定	166
调节对象过渡过程曲线的测定	166
根据过渡过程的实验曲线确定调节对象的动态常数	168
第五节 工业调节器的整定参数	183
9PT 和 9P-III 型电子调节器	184
04 型气动调节器	187
第六章 生产过程的关联调节	192
第一节 复杂对象的单独与关联调节	192
第二节 调节器的交叉(外部)联系参数的确定	193
 第三篇 硫酸生产过程和装备的控制和自动化	
第七章 接触法硫酸生产流程, 硫铁矿干燥转筒自动化	199
第一节 接触法硫酸生产流程	199
第二节 硫铁矿干燥转筒自动化	202
第八章 硫铁矿焙烧炉的自动化	209
第一节 硫铁矿粉末焙烧炉的自动化	209
第二节 沸腾炉的自动化	225
第九章 洗涤工段自动化	228
第十章 转化器自动化	234
第十一章 接触法硫酸生产中检测与控制集中化和干燥塔与吸收塔 的自动化	249
第一节 干-吸工段的自动化	249
第二节 酸库作业的自动化	262
第三节 接触法硫酸生产中检测与控制的集中化	263
第十二章 塔式法硫酸生产的自动化	266
参考文献	278

第 一 篇

硫酸生产中的专用仪表与自动化工具

第 一 章

檢 驗 測 量 儀 表

第一节 硫酸生产用仪表的一般特性

硫酸厂綜合自动化系統包括着許多工艺参数的檢測和控制，除了那些气体和酸的溫度，气体的压力和真空度等一般的檢驗参数以外，在硫酸厂里还存在着一系列特殊参数的自动檢測与控制問題。这些参数有：酸、发烟硫酸和二氧化硫气体的濃度，在气体中氧化氮和硫酸霧的濃度，噴淋式冷却器中冷却水的氫离子濃度，硫酸和发烟硫酸的液面，等等。

一般工艺参数的檢測用热工檢驗仪表来进行，而对于硫酸工厂中这些特殊参数的檢測，應該采用近几年才研制成功的濃度計、液面計、酸霧計等专用的檢驗仪表。

硫酸生产中的工艺参数对于其它許多連續的物理化学过程是具有代表性的，因此为硫酸生产自动化所制造的仪表，可以应用到其它工业部門中去。

第二节 硫酸和发烟硫酸的濃度計

在硫酸工业中所应用的硫酸和发烟硫酸濃度計是以測量酸的电导率为基础的^(1~4)。这类仪表是苏联烏拉尔化学科学研究所为了硫酸生产的需要而研制出来的，但由于其運轉可靠，測量精确，

而被其它工业部門广泛地用来測量各种盐、酸和碱溶液的濃度。苏联烏拉尔化学科学研究所設計的濃度計是苏联唯一大批生产的檢驗溶液濃度仪表。这类仪表在文献中几乎沒有記載，因而介紹它們的结构和操作經驗将会促使在物理化学生产过程自动化中扩大它們的应用范围。

根据电导率測定硫酸的濃度是在于測量充滿了硫酸的电极室的电阻。硫酸是一种强电解质并有良好的导电性，这是由它的离子导电性所决定的。为了消除电极极化的影响，在測定溶液的濃度时，通常选用工业頻率的交流电，因此，濃度計通常也选用工业頻率的交流电。在这种情况下电极极化的影响虽沒有全部消除，但实际上不影响測量的精确度。

电极室的电阻决定于酸的电导率和它的几何尺寸。如果把彼此相距为 l 的两个鉑电极焊入截面为 S 的玻璃管内，这样就成为电极室，再用酸将它充滿，那末这个电极室电阻 R 将是：

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad (1)$$

式中 ρ ——酸的比电阻，等于高为 1 厘米、截面为 1 厘米² 酸柱的电阻，欧姆·厘米。

将比电阻的倒数（比电导 $\kappa = \frac{1}{\rho}$ ）代入方程式(1)，則得：

$$R = \frac{l}{\kappa S} \quad (2)$$

于是极室电阻为

$$R = \frac{K}{\kappa} \quad (3)$$

式中 $K = \frac{l}{S}$ ——极室常数。

常数 K 可以用实验的方法确定，把电极室充以已知其电导率的溶液（如 KCl 溶液，它在各种温度下的电导率是作过詳細的研究的）測定其电阻。酸的比电导率是其濃度的函数。倘若电极室常数为已知，那么可以根据測量充酸极室电阻的結果确定比电导

率，从而测定酸的浓度。测定酸极室电阻可以应用交流的不平衡和平衡电桥。

硫酸与发烟硫酸的电导率是温度的函数：它随温度的升高而增加。为了消除温度对浓度计读数的影响，采用了温度误差补偿。一种通用温度补偿线路得到广泛应用，在浓度计里这种线路是与极室电阻 R_3 串联一个铜的补偿电阻 R_k ，并联一个锰铜电阻 R (图 1a)。这个线路可以在一定的酸度范围和一定的温度范围内保证补偿温度误差⁽⁵⁾。

在硫酸浓度计内应用上述补偿方法并不是最佳的，因为浓度——电导率曲线在某个范围内比较平坦。极室上的并联电阻 R 和附加电阻 R_k 大大地降低了“电阻—浓度”发讯器特性曲线的曲率。

苏联乌拉尔化学科学研究所设计的浓度计中，温度误差的补偿是通过把充酸的参比电极室 R 接入电桥线路来实现的(图 1b)。这个极室浸入流过浓度计发讯器的酸液内，因此在测量极室和参比极室中酸的浓度是相同的。当流经发讯器的酸温变化时，两极室的电阻同时改变，浓度计温度误差因此而得到补偿。

图 2a、b 表示了在 18°C 硫酸与发烟硫酸的比电导率与浓度关系的曲线。这些曲线表明，比电导率与浓度的关系并不是单值的。因此利用测量电导率的方法来测定酸浓度仅仅对于曲线的上升或下降段才是可能的。电导率曲线曲率在不同线段内不是常数，因此，即使电极室电阻测量的精度一定，而酸浓度测量的精度不可能是恒值。

计算表明，硫酸浓度的测量误差介于 $\pm 0.66\%$ (当浓度为 93% 时)至 $\pm 0.03\%$ (当浓度为 99% 时)之间。对含有 20% SO_3 的发烟硫酸测量误差为 $\pm 0.34\%$ 。为了增加硫酸浓度测量的精度加大测量电极室的电阻是适宜的。这个电阻与电极室常数 K 成正比，因此为了增大电极室电阻必须增加它的常数。

电导式仪表的 K 值在 $1 \sim 10 \text{ 厘米}^{-1}$ 的范围内⁽⁶⁾。苏联乌拉尔化学科学研究所设计的硫酸浓度计，由于电极的特殊结构这个常

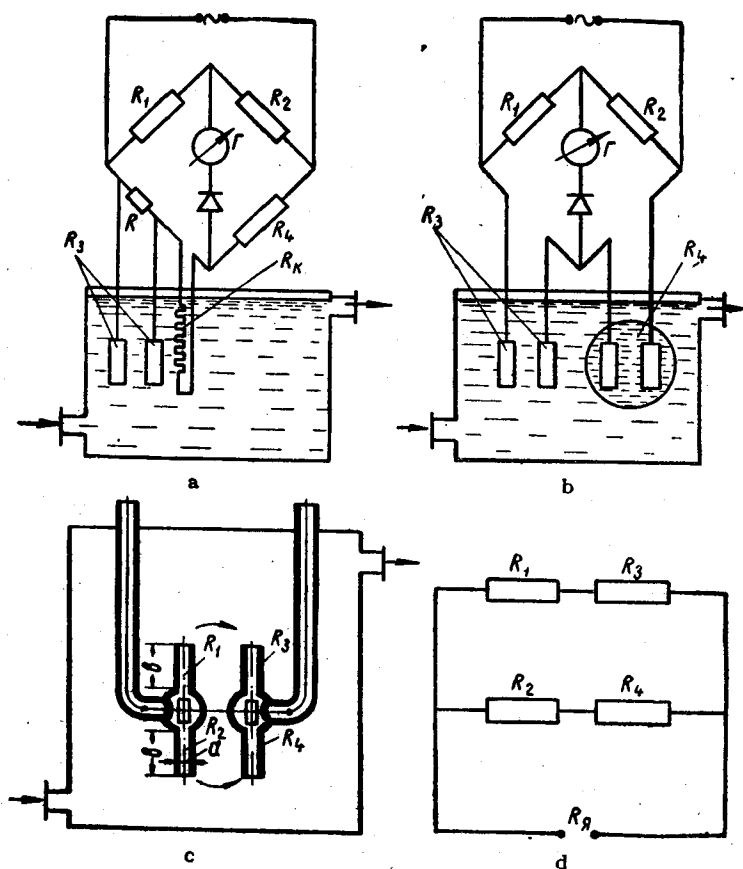


图 1 温度误差补偿线路和浓度计电极室

数增至 30 厘米^{-1} 。把大小为 1×1 厘米的镀铂的铂片卷成圆柱状作为电极。极室电阻是由玻璃管内的酸柱电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 组成(见图 1c)。当各元件的电阻相等即 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ 时,整个电极室的电阻 R_5 将同样等于 R (图 1d)。

测量电极的圆柱管内径为 3 毫米, 长度为 21 毫米, 电极室常数为:

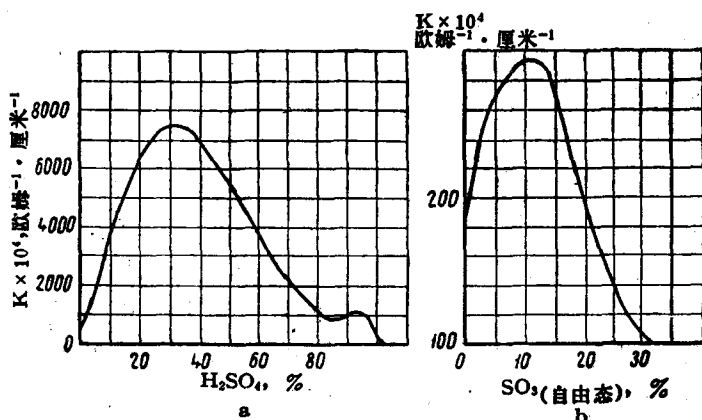


图2 在18°C下硫酸与发烟硫酸的比电导率

$$K = \frac{l}{S} = \frac{l}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{2.1}{0.785 \times 9 \times 10^{-2}} = 29.7 \approx 30 \text{ 厘米}^{-1}$$

参比电极室里要保持这个 K 值, 则玻璃圆柱的内径必须是 5 毫米, 长度必须是 59 毫米。

当工业频率的交流电通过电极室时, 电极仍然会产生某些不大的极化现象。因此, 电流与加在电极室上的电压之间存在着相移, 在交流电情况下电极室的总电阻除了包含与酸的电导率有关的有功分量(阻抗)之外, 还包含着无功分量(容抗)。

为了保证浓度计按电阻刻度的可能性(这一点对于简化工业产品来说特别重要), 应使电极室全电阻中的无功分量比有功分量小。镀铂电极可使无功分量大大的降低。苏联乌拉尔化学科学研究所进行的研究表明, 交流回路中的电极室可看成为由欧姆电阻和电容并联成的等效电路。在电极没有镀铂时, 充酸电极室的等效电容可达 6 微法, 这相当容抗 532 欧姆。当电阻为 200 欧姆时, 电流与电压间的相移为 $20^\circ 39'$ 。采用优质镀铂电极后, 电极室的等效电容下降到 0.1 微法, 这相当于容抗为 31900 欧姆(相移为 $0^\circ 21'$)。

在通过电极室的电流显著增大时，优质的鍍鉑电极能保證电极室电容不变。例如，流过由鍍鉑导体做成的电极室的电流从 0.48 毫安增大到 31.4 毫安，电导室的初始电容 0.15 微法，仍保持不变。

在鍍鉑时电极室的电容下降并不是均匀的，起初下降很快，然后逐渐緩慢，继而趋近于某一等于 0.1~0.2 微法的极限（图 3a）。苏联烏拉尔化学科学研究所設計的濃度計在电极鍍鉑时，采用了氯化鉑。鍍鉑过程是把 50 毫安的直流电通入充有氯化鉑的电极室，通电时间为 10 分钟，并且每經過 30 秒变一次电流方向。电极的变黑还不足表明鍍鉑的质量，鍍鉑黑的基本质量指标是經鍍鉑以后的电极室电容值。这个电容值可以用交流电桥（图 3b）测

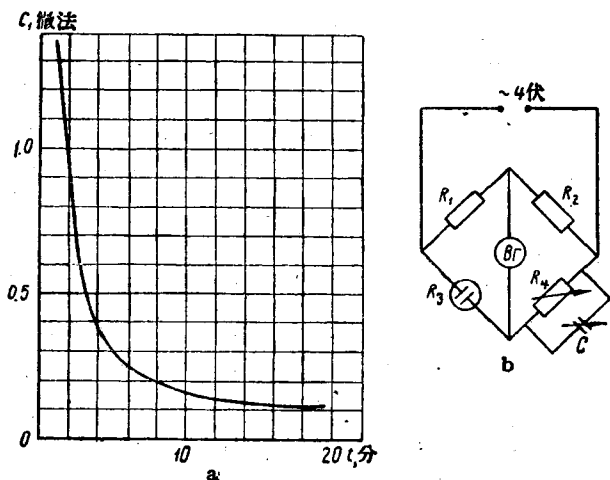


图 3 鍍鉑的质量檢查

a—在鍍鉑过程中电极室电容的变化；b—电极室电容的檢驗棧路

量。电桥的两臂 R_1 和 R_2 电阻各为 100 欧姆。其余两个桥臂是待檢驗的电极室 R_3 和并联着 HE-3 型电容箱欧姆电阻 R_4 。电桥供电电压为 4 伏，振動檢流計用作指示平衡点。

上述鍍鉑和檢驗的方法，保證电极室只有小的容抗，这样就

表 1

硫酸的电导率和温度系数

电导率与 温度系数	硫酸浓度, %H ₂ SO ₄																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	17	19	21	23	25		
$\alpha_{18} 10^4$	450	900	1310	1740	2080	2500	2850	3190	3500	3910	4200	4800	5430	5850	6280	6620	6900	7170		
$\alpha 10^4$	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	150	150	150	150	150	150	150	150		
$\beta 10^6$	-97	-97	-97	-97	-97	-97	-97	-97	-97	-97	-54	-54	-54	-54	-54	-54	-54	-54		
K_{45}	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.365	1.365	1.365	1.365	1.365	1.365	1.365	1.365		
K_{55}	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485	1.485		
K_{65}	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585	1.585		
$\alpha_{45} 10^4$	612	1270	1780	2360	2830	3400	3880	4340	4760	5330	5740	6550	7410	7990	8560	9040	9420	9800		
$\alpha_{55} 10^4$	657	1310	1910	2540	3040	3650	4160	4660	5110	5720	6240	7120	8060	8690	9310	9840	10250	10640		
$\alpha_{60} 10^4$	693	1390	2020	2680	3210	3850	4390	4920	5400	6030	6660	7610	8760	9270	9950	10490	10920	11370		

表 2

硫酸的电导率和温度系数

电导率与 温度系数	硫酸浓度, %H ₂ SO ₄																			
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78						
$\alpha_{18} 10^4$	2905	2748	2595	2445	2299	2157	2019	1886	1758	1636	1522	1415	1323	1238						
$\beta 10^6$	230	234.3	239	244.1	249.6	255.5	261.8	268.5	275.6	283.2	291	300	310	323						
K_{45}	76.0	78.5	8300	88.6	95.1	103	117.5	124	137	151	165	181	198	214						
K_{55}	1.6764	1.6898	1.7058	1.7237	1.7432	1.7649	1.7889	1.815	1.843	1.874	1.905	1.941	1.981	2.028						
K_{65}	1.8138	1.8302	1.8498	1.8718	1.8961	1.9231	1.9530	1.986	2.022	2.060	2.099	2.145	2.194	2.252						
K_{65}	1.9550	1.9744	1.9979	2.0245	2.0537	2.0864	2.1272	2.1631	2.2072	2.2545	2.3025	2.3577	2.4180	2.4880						
K_{60}	2.1001	2.1226	2.1502	2.1815	2.2161	2.2548	2.2980	2.3464	2.3992	2.4558	2.5132	2.5793	2.6513	2.7341						
$\alpha_{15} 10^4$	4870	4644	4427	4214	4008	3807	3612	3423	3240	3066	2899	2746	2620	2510						
$\alpha_{50} 10^4$	5269	5029	4800	4577	4359	4148	3943	3746	3550	3370	3190	2990	2800	2780						
$\alpha_{55} 10^4$	5679	5426	5185	4950	4721	4500	4286	4079	3880	3688	3504	3336	3199	3080						
$\alpha_{60} 10^4$	6101	5833	5580	5334	5095	4864	4640	4425	4218	4018	3825	3649	3507	3385						

有可能使濃度計根据电阻进行刻度。

除了鍍鉑以外，硫酸濃度計中采用炭电极是很有前途的。对直径为 4~5 毫米炭电极的測量电极室 研究表明，在电极被沾污时，电极室的电容可达 5 微法。但經洁淨后的炭电极室(經鉻化合物及热水处理)，电容下降至 0.1~0.2 微法，即达到了鉑电极所能达到的极限。

装置在硫酸工厂里的濃度計工作时，在发訊器內硫酸和发烟硫酸的温度在 40° 至 70°C 之間，因此仪表应根据发訊器內相应于酸温的电阻进行刻度。硫酸电导率随温度上升而增加。这个关系可用下式表示：

$$\kappa_t = \kappa_{18} [1 + \alpha(t - 18) + \beta(t - 18)^2] = \kappa_{18} K, \quad (4)$$

式中 κ_t ——在温度 t 时酸的电导率；

κ_{18} ——在温度 18°C 时酸的电导率；

α 和 β ——温度系数；

K ——总温度系数。

工业硫酸在不同温度下的电导率和电导率温度系数，根据苏联烏拉尔化学科学研究所的数据，列于表 1、2、3 和 4。

表 3

硫酸的电导率和温度系数

电导率与 温度系数	硫酸浓度, % H ₂ SO ₄						
	93.0	94.0	95.0	96.0	97.0	98.0	99.0
$\kappa_{18} 10^4$	1098	1071	1023	955	850	700	425
$\alpha 10^4$	283	277	274	273	276	285	298
$\beta 10^6$	163	160.5	156.5	150	143	138.5	140
K_{45}	1.884	1.865	1.854	1.847	1.850	1.871	1.907
K_{50}	2.073	2.051	2.037	2.027	2.030	2.054	2.097
K_{55}	2.271	2.244	2.227	2.216	2.217	2.243	2.294
K_{60}	2.477	2.447	2.427	2.411	2.411	2.441	2.499
K_{65}	2.690	2.657	2.634	2.615	2.613	2.646	2.710
K_{70}	2.912	2.874	2.848	2.825	2.824	2.857	2.928
$\kappa_{45} 10^4$	2070	2000	1900	1762	1573	1310	810
$\kappa_{50} 10^4$	2275	2196	2084	1936	1725	1438	891
$\kappa_{55} 10^4$	2495	2405	2280	2115	1892	1570	975
$\kappa_{60} 10^4$	2729	2620	2483	2303	2050	1709	1061
$\kappa_{65} 10^4$	2955	2845	2700	2495	2220	1850	1150
$\kappa_{70} 10^4$	3198	3078	2914	2698	2400	1999	1245

发烟硫酸的电导率和电导率温度系数

电导率与 温度系数	含SO ₃ (自由态)%										
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\kappa_{15} 10^4$	280.6	276.3	271.5	265.7	258.9	251.3	242.9	233.5	223.3	212.1	200.2
$\alpha 10^4$	314	315	316	317	318.5	320	322	327	330	335	346
$\beta 10^6$	234	242	247	252	257	259	260	259	257	254	249.6
K_{45}	2.02	2.027	2.035	2.04	2.048	2.052	2.061	2.07	2.08	2.095	2.106
K_{50}	2.247	2.259	2.268	2.28	2.288	2.295	2.308	2.315	2.325	2.335	2.342
K_{55}	2.481	2.493	2.51	2.52	2.532	2.542	2.558	2.57	2.58	2.592	2.608
K_{60}	2.73	2.745	2.76	2.773	2.789	2.802	2.82	2.83	2.846	2.861	2.875
K_{70}	3.255	3.292	3.311	3.329	3.351	3.364	3.377	3.401	3.411	3.429	3.474
$\kappa_{45} 10^4$	566.8	560.7	551.5	545.7	530.2	515.7	500.6	483.3	464.5	444.3	421.6
$\kappa_{50} 10^4$	630.5	624.6	615.8	605.8	592.4	576.7	560.6	540.5	519.2	495.2	468.9
$\kappa_{55} 10^4$	696.2	689.3	681.5	669.6	655.5	638.8	621.3	600.0	576.1	549.8	522.2
$\kappa_{60} 10^4$	766.0	758.7	749.3	736.5	722.1	704.1	685	668	635.5	606.8	575.6
$\kappa_{70} 10^4$	944.9	909.7	898.9	884.7	867.6	845.4	820.4	794.06	761.6	727.2	695.5

在硫酸工厂里, 采用两类基本型号的浓度计: 实验室用浓度计 ЛК-1、ЛК-2 及 ЛК-3, 用来测定硫酸和发烟硫酸的单独样品; 工业用浓度计 КСО-1、КСО-2 及 КСО-3, 用来连续测定工艺设备中硫酸和发烟硫酸的浓度。

ЛК-3 实验室用浓度计

实验室用硫酸与发烟硫酸浓度计 ЛК-3, 用以测定硫酸及发烟硫酸的浓度。仪表的测量范围是: 硫酸为 65~70, 72~78, 93~96 和 96~99% H₂SO₄; 发烟硫酸为 15~25% SO₃(自由态)。浓度计同样可以用来测量其它电解溶液的浓度。

浓度计的作用原理是以交流平衡电桥测量硫酸和发烟硫酸的电导率作为基础。浓度计测量电桥的一边是充满已知浓度酸的参比电极室和充满待测酸的测量电极室。另一边是两个欧姆电阻和一个滑线电阻, 电桥供以交流电。

零点检流计通过相敏整流器接入电桥的对角线上。当用硫酸或发烟硫酸充入测量电极室时, 电桥的平衡受到破坏。检流计指针偏离零点, 旋转滑线电阻的滑触使电桥重新平衡, 该滑触与仪表

的标尺相联。仪表的原理线路示于图 4。

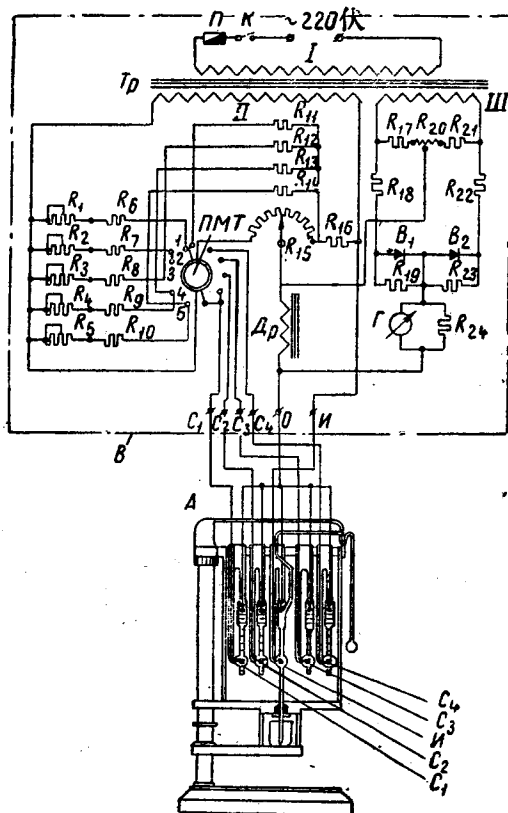


图 4 JLK-3 实验室用浓度计原理线路图

4—发讯器；B—测量装置； C_1, C_2, C_3, C_4 —参比电极室；H—测量电极室

浓度计由发讯器和测量装置两个部分组成。发讯器里装有测量电极室 H 和四个参比电极室 C_1, C_2, C_3 和 C_4 。参比电极室用来消除酸温变化对仪表指示值的影响。因为不同浓度的硫酸及发烟硫酸的电导率温度系数是不相等的，参比电极室充满了不同浓度的酸。需要测量浓度的酸，用橡皮球吸入测量电极室。

测量装置由交流电桥，零点检流计，相敏整流器，电源变压