

科技资料

红外应用技术资料选编

陕西省科学技术情报研究所

一九七五年十二月

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，在深入学习无产阶级专政理论运动的推动下，中国科学院委托中国科学技术情报研究所，于1975年10月中旬在陕西省西安市召开了全国红外技术应用交流会。会议期间代表们畅谈了大好形势，看到了我国民用红外技术取得的丰硕成果，总结了以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，应用推广红外技术的好思想，好作风、好经验。会议上交流技术资料近70种。为了使红外技术进一步交流、推广，经会议领导小组商定，出版“红外应用技术资料选编”。并经由会代表在各交流小组中研究推选出测温、检控、分析、红外热烘烤等方面技术资料20篇。

凡选入“选编”的资料，会后我们又请各原著单位对资料在政治上、技术上进行了再次审定，进一步提高了“选编”的水平。在此我们向各有关单位表示谢意。但是由于我们政治思想水平，业务水平不高，不妥之处，在所难免。希望大家提出批评指正。

陕西省科学技术情报研究所 1975年12月

目 录

1. 红外线气体分析仪在农作物光能利用研究中的应用
.....北京市农业科学研究院气象室光能利用组 (1)
2. 红外线分析器的应用.....北京分析仪器厂 (5)
3. Y—1型医用二氧化碳分析仪
.....中国科学院上海技术物理研究所、上海生理研究所 (11)
4. 红外线火源探测仪技术报告.....辽宁省煤炭研究所 (15)
黑龙江森保所
5. 地面红外森林探火仪.....八二〇一厂 地面森林探火仪小组 (21)
一四一一所
6. 航空红外遥感技术及应用.....中国科学院上海技术物理研究所 红外相机组 (26)
7. 红外线轴温探测器.....哈尔滨铁路局科学研究所 (30)
8. 脉冲宽度调制式轴温信号传输系统试验情况报告
.....呼和浩特铁路局科学研究所 (38)
9. HW—4型红外测温仪研制及其应用.....华东电业管理局中心试验所 (41)
10. HWD—1型红外亮度测温仪在棉涤纶热定型机上的应用
.....上海红光内衣染织厂、上海市激光技术试验站、上海长征电讯器材厂 (48)
11. 红外测温自动控制单晶等径生长.....上海冶炼厂 (51)
12. 红外光源电子清纱器.....天津市纺织研究所 (55)
13. 红外亮度测温仪简介.....上海长征电讯器材厂、上海市激光技术试验站 (58)
14. HSZ—1型红外双波段测温仪.....上海市激光技术试验站 (63)
15. WDH—I 光电高温计工业现场应用报告.....上海工业自动化仪表研究所 (71)
16. 热释电探测器的应用.....中国科学院上海技术物理研究所 (75)
17. 钛酸铅陶瓷热电探测器.....上海东华半导体厂、中国科学院上海硅酸盐研究所 (79)
18. 钽酸锂热电探测器.....上海东华半导体厂、中国科学院上海硅酸盐研究所 (80)
19. 远红外辐射源的研制与试用
.....上海缝纫机二厂、中国科学院上海硅酸盐研究所、上海市竹木公司家具研究室 (85)
20. 光电导向无轨座车
.....上海第二棉纺织厂、中国科学院上海技术物理研究所、上海师大三结合小组 (92)

红外线气体分析仪在农作物光能利用研究中的应用

北京市农业科学研究院气象室光能利用组

在毛主席无产阶级革命路线指引下,近几年来,我们在北京郊区农业学大寨先进单位平谷县许家务大队蹲点,同贫下中农一道进行作物间套复种三种三收光能利用的高产规律的研究,工作中应用广东佛山分析仪器厂FQ式与北京分析仪器厂携带式农红外分析仪进行观测。两年来的工作进展使我们深切体会到,红外仪在农业上运用,有利于发展我国农业科学,促进农业增产,对进一步贯彻毛主席“深挖洞、广积粮、不称霸”的战略方针有重要意义。农村是红外仪运用的广阔天地。现将我们的工作情况作一简要汇报。

一、基本原理及解决的问题

农业生产是“绿色生产”。大田作物是靠光合作用利用太阳能吸收空气中的二氧化碳形成碳水化合物构成产量的。红外二氧化碳分析仪在作物光能利用中的应用,就有助于从作物产量形成的能源和原料来源上来研究高产规律及其途径。各种作物需要多少光?密植到什么程度光能利用效率最高?田间通风所输送的二氧化碳够不够?这历来是生产实践中特别是高产栽培中需要解决的问题。但是,由于科学技术发展的限制,过去人们无法直接测量在大田状况下作物的光能利用。一般用“称重法”测定一个时段的干物质积累来研究光能利用,许多农业生产上急需解决的问题仍无法进行观测。自从红外仪在农业上运用以来,研究手段有了很大的改进。可以在大田中将作物密闭在“同化室”或“同化箱”里,通过红外仪测二氧化碳浓度的变化,就能迅速而较精确地测定作物单叶、整株、群体光能利用状况。

测定作物间套种的光能利用,在农业生产上有重要意义。在无产阶级文化大革命和批林批孔运动推动下,广大贫下中农认真贯彻毛主席制定的农业“八字宪法”的合理密植为中心,精心探索绿色体在时间、

空间上的合理配置,研究提高光能利用效率创造高产的途径。我国南方地区正大力推广三熟制夺取全年高产,我国北方地区无霜期短,气温低,正利用作物间套作的方式进行复种,实现粮食“过江”或“双过长江”,甚至创造亩产“吨粮”的高产田。实践证明,间套复种是我国北方地区粮食增产的重要途径。大寨大队小麦套玉米试验田亩产一千五百斤,陈永贵同志说,这是一个很好的“新套套”。河北省成安县河横城大队在棉花地里多收一茬小麦,多年来粮棉产量双过长江。

我们的工作紧密结合京郊农业生产中间套复种耕作制度改革进行的。

作物间套复种为什么能够增产呢?这就是利用了季节和作物用光的特点,提高了作物光能利用率来提高产量的。以许家务大队为例,原来是两年三熟,即上一年种小麦和夏玉米,下一年种春玉米,或一年种一茬春玉米、高粱和谷子。现在采用7—8尺畦宽种小麦,在小麦收前一个月,在麦行的畦埂上套种玉米,小麦收后又在玉米行间套上高粱、谷子或豆子等一年可种三茬作物。另外在作物用光上还有一个重要特点,即生长盛期光能利用率最高,用光最多,幼苗期和成熟衰老期光能利用率低,用光少。实行作物间套复种后,一块田在较长时间内保持有处于生长盛期高光能利用率的作物,也有苗期、成熟期作物,既增长了套种作物的生育期,又经济利用了光能。而且,作物需光要求是不同的,玉米、小麦最喜光,谷子、高粱中等喜光,大豆、土豆稍能耐阴,间套作时可选择相应的各种作物,喜光的和耐阴的作物套种,能合理地经济地用光。高光能利用率的生长盛期,要用到150米高空的二氧化碳,田间空气要经常更新才能满足作物生长的需要。高矮秆几种作物种在一起,使原来单作田平面的作物层变成立体“暖气片”形、波浪形的球面作物层,既有利于分层用光,又有利于“通风”供应二氧化碳。

但是,一切发展中的事物都是不完善的,间作套种三冲三收在充分利用地力、光热资源方面显示了一定的优越性,但也带来了一系列新的问题,如多大畦宽比较合适?各种作物及不同品种间的喜光和耐阴性究竟如何?如何搭配?进一步创高产,农田中“遮阴窝风”是高产限制因素,农田光及二氧化碳究竟够不够呢?这些都需要利用红外仪进行观测。我们利用它研究下列问题:

1. 测定各种作物的需光指标,即作物的光饱和点和补偿点。

光是作物生产干物质的能源,作物需要多少光,是一个很复杂的问题。以前只能在实验室里用离体叶片进行研究,迄今密切联系生产实践的研究甚少。作物需光量可以用光饱和点、补偿点表示。饱和点就是作物需光的上限,光再多就浪费了。光补偿点就是光强低于这个值,作物光合作用积累的干物质,就不够呼吸作用的消耗。作物的光饱和点、补偿点不仅随生育期、叶龄等因素而变化,而且随密度和环境条件而变。利用红外仪及测太阳光强度的仪器一起在田间观测,可测单叶、整株和群体的光饱和点和补偿点。目前,作物需要氮、磷、钾的指标已有大量的研究,作物高产的需光指标迄今观测和资料甚少。这是对生产实践有指导意义的基本数据。此项工作,亟待开展。

2. 研究田间“通风透光”状况及高产田的合理结构。

用红外仪测田间二氧化碳浓度,可估算“通风”所输送的二氧化碳含量是否够作物生长的需要。如果不够可用改变作物种植方式及配置形式调正密度的大小来改善株间通风状况。亦可通过选择株形调整绿色体结构来改善株间透光状况,使田间作物处于饱和点以下补偿点以上的中等光强,有利于经济用光,提高光能利用率。

3. 在二氧化碳施肥中用于掌握田间适宜的二氧化碳浓度。

各种作物的二氧化碳饱和点约为现代大气中二氧化碳浓度的1—4倍,提高空气中二氧化碳浓度,禾谷类作物、蔬菜、棉花、果树等产量有明显提高。特别是温室中二氧化碳施肥效果更好。因此二氧化碳施肥是一个有希望的增产途径。但二氧化碳浓度过高反而会降低作物产量,甚至有害。因此农田二氧化碳施肥利用红外仪监测能经济有效地提高作物产量。

4. 测定作物光能利用效率发挥作物增产潜力

在农田用同化室或同化箱测定叶片或群体植株吸收二氧化碳的速率,不仅可测各种作物的光补偿点、饱和点,而且可计算出各种作物的光能利用率。

作物每吸收一克分子二氧化碳(44克),约需120千卡太阳能,由吸收光量与太阳能收入比较可科学地计算光能利用率和估算增产潜力。亩产千斤小麦平均光能利用率只1—2%,生长盛期光能利用率可达5%,但与理论上可达到的效率30%左右还有很大距离。从光能利用看,农业增产仍有很大潜力。美帝、苏修宣扬“人口爆炸”、“资源枯竭”、“人类进入了饥饿时代”是完全没有科学根据的,只不过是他们反动末落的哀鸣。解放了的中国人民,将爆发出无限的创造力。在人类历史的长河中,人类利用自然资源的能力是无限的。在无产阶级文化大革命和批林批孔的推动下,我国亿万贫下中农,利用作物间套复种,在时间上、空间上合理地配置绿色体,改善田间“通风透光”,来提高光能利用率,较大地发挥了增产潜力,随着红外仪的农业应用,必将推动这一新生事物的发展。

二、仪器使用情况及资料数据

七四年我们用广东佛山厂红外仪测农田二氧化碳浓度及小麦单叶、群体光饱和点及间作套种下谷子、大豆光饱和点和光能利用状况,取得的数据发表在七五年第一期“中国农业科学”及“植物学报”杂志上,对小麦高产及间作套种提供了一定的科学数据。部份资料列于表1、表2。全国各地不少单位、研究人员来信询问,对这方面的工作表示关切。有条件的单位已在计划订购红外仪进行研究。

广东佛山分析仪器厂FQ式红外仪进行观测,效果是很好的,但由于体积大,份量重,在农田搬运不便。七五年我们在北京分析仪器厂的大力支持下,用该厂试制的携带式红外仪在田间观测。该仪器携带方便,反应灵敏而稳定,数据精确,是田间使用良好的仪器。我们用于二氧化碳施肥时控制农田二氧化碳浓度,测定田间作物光饱和点、补偿点,测农田二氧化碳浓度,取得的部份资料见图。由图知玉米、谷子需要强光,高强度下尚见不到光饱和点,间作套种后玉米受光多有利于夺高产。第三茬作物谷子需要强光,小于七尺的窄畦种谷子遮阴太严重就要倒伏减产。白薯和花生需光较少,可以考虑作第三茬作物。农田二氧化碳浓度呈有规律地变化,光合作用进行中农田二氧化碳浓度不断降低,10时以后均在300PPM以下,傍晚甚至不足200PPM。农田二氧化碳的输送和亏缺问题是生产上必须考虑的。

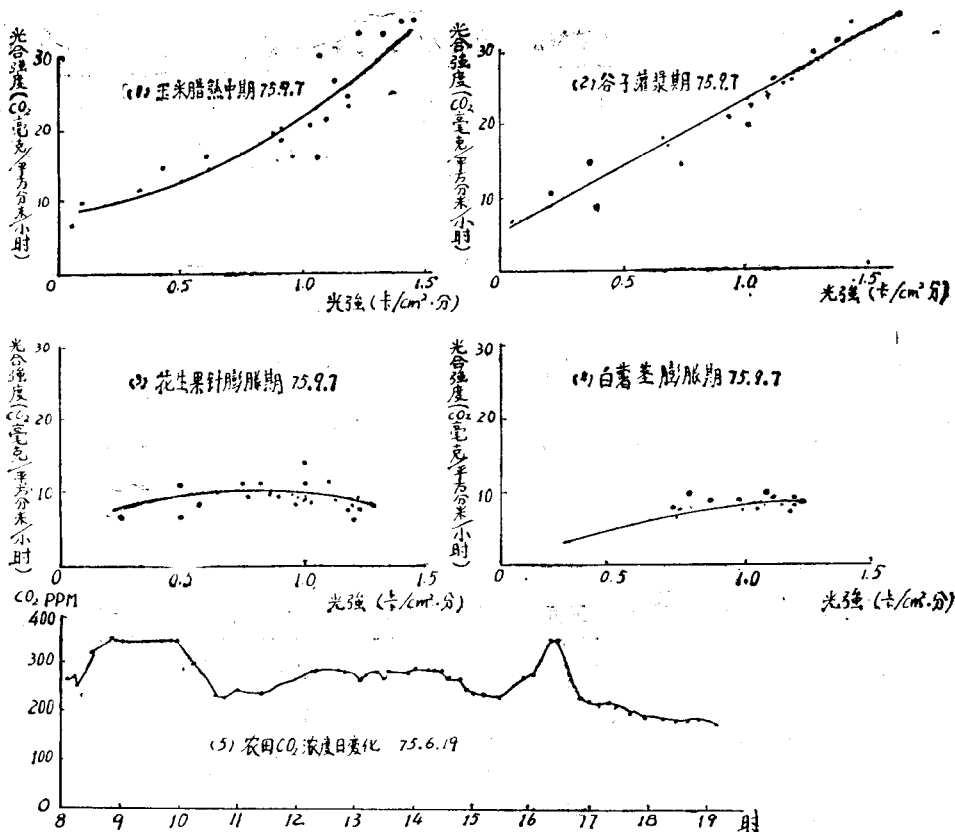
携带式红外仪如能改用直流电,农田观测则更为理想。

表1. FQ式红外仪测小麦田二氧化碳浓度、固定太阳光能及利用效率 74年5月16日许家务

时 间	7	9	11	13	15	17	19	1	5	日辐射总量和 日平均光能利 用率%
太阳光强度 卡/cm ² ·分	0.3043	0.9860	1.1321	1.4869	0.6129	0.3652	0.0487			606.2 卡/cm ² ·日
二氧化碳浓度PPM	284	234	289	287	264	277	305	312	292	
作物二氧化碳吸收量 10 ⁻³ ·毫克/cm ² ·分	2.288	3.945	4.020	3.410	3.223	1.350	1.060			
单位叶片固定太阳能 10 ⁻³ 卡/cm ² ·分	5.8344	10.0597	10.2510	8.6955	8.2166	3.4425	2.703		0.0892	
光能利用率%										3.7%

表2. FQ式红外仪测玉米、谷子、大豆间套作田固定太阳光能及利用效率 74年9月1日许家务

玉 米	太阳光强度卡/cm ² ·分	0.3652	0.6864	1.0912	0.9328	0.8624	0.1324	0.0083			467.0卡 cm ² ·日
	二氧化碳浓度PPM	352	327	328	344	332	338	355	450	448	
	玉米叶片二氧化碳吸收量 10 ⁻³ 毫克/cm ² ·分	2.798	4.123	4.990	3.440	3.600	1.300	0.192	0.066	1.300	
	单位叶片固定太阳能 10 ⁻³ 卡/cm ² ·分	7.135	10.514	12.725	8.772	9.180	3.315	0.490			
	光能利用率%										2.32%
谷 子	二氧化碳浓度PPM	339	328	328	336	337	343	350	445	417	
	二氧化碳吸收量 10 ⁻³ 毫克/cm ² ·分	0.832	2.265	2.968	2.592	1.292	0.598	0.293			
	单位叶片固定太阳能 10 ⁻³ 卡/cm ² ·分	2.1216	5.7757	7.5684	6.610	3.295	1.525	0.747			
	光能利用率%										1.02%
大 豆	二氧化碳浓度PPM	339	336	331	345	335	338	336	445	417	
	二氧化碳吸收量 10 ⁻³ 毫克/cm ² ·分	0.350	1.253	0.815	0.783	0.935	0.032	0.148			
	单位叶片固定太阳能 10 ⁻³ 卡/cm ² ·分	0.893	3.159	2.087	1.997	2.384	0.082	0.377			
	光能利用率%										0.75%



三、农村是红外仪应用的 广阔天地

1972年,在我国粮食连续十年丰收,亿万贫下中农在农业学大寨的群众运动中,以间套复种向更高产进军的大好形势下,我们深入北京郊区许家务、岳各庄等大队调查,岳各庄的贫下中农反映采用“三种三收”、间套复种方式创高产时,“遮阴窝风”问题很突出。许家务大队党支部书记一开始就问我们,各种作物各生育期需要多少光,耐阴性如何?林、粮间套作时粮食作物光够不够?小麦行里套玉米,玉米行里套第三茬作物的光够不够?他们常说:“我们捉摸玉米叶子在空气里伸胳膊伸腿的,就是要吃要喝。地下部份土、肥、水问题,我们可以通过改良土壤,施肥、浇水解决,在土、肥、水达到一定水平后,光、热、气问题就显得重要了。”我们说这个问题的解决要待用红外仪进行观测。

通过大量调查,我们深切地体会到,我国社会主义农业已经发展到一个新的阶段,随着农田基本建设的发展,土、肥、水条件的改善,为适应这一形势发

展的需要,对科学种田的认识和研究手段都必须“更上一层楼”。在领导的积极支持下,我们下定决心,从佛山买来了红外仪,冲破了过去贵重仪器不能带下乡的清规戒律,连人带仪器走出了高楼深院,在远郊区许家务大队的广阔田野上,搭起了简易帐篷,开始红外仪光能利用的观测研究。我们到农村和大队党支部、贫下中农一起研究如何夺取高产,和科技小组一起搞试验和田间调查,参加集体生产劳动,丰富了我们的农业生产知识,也加深了对光能利用研究的信心。在大队党支部的支持下,贫下中农热情地帮助我们作好准备工作,并排除困难。观测时,来这个大队参观的人和当地贫下中农都来看,我们就给他们讲:“一株作物就好比一个工厂,主要原料就是空气中的二氧化碳,太阳能就如工厂的电源,生产的快慢和效率都是靠红外仪来测量。”他们一看到测量太阳光的仪器指针动了,红外仪二氧化碳浓度的指针就迅速下降了,就说:“这玩艺真灵,真是万物生长靠太阳。”

两年来的实践证明,红外仪在农业上应用大方向是正确的,适应了当前我国农村革命和生产形势发展的需要。随着农村群众性科学实验运动的蓬勃发展,迫切需要各种仪器。红外仪器拿到田间,不仅取得了一些

科学数据,而且为红外技术在农业上的应用积累了一定的经验。然而,这仅仅是开始。我们必须牢记伟大领袖毛主席的教导:“我们必须打破常规,尽量采用先进技术,在一个不太长的历史时期内,把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”红外技术在农业上还有很多用处,例如可筛选高光合效率的品种,可用于测定农田作物温度,研究间作套种中第三茬有些品种,可能因遮阴、低温造成晚熟问题,还可快速作出作物产量的预测预报,土壤和种子含水量的测定,危害作物的有害气体的分析等等。红外仪在农业上的

应用有广阔的前途。

最近,在毛主席和党中央的亲切关怀下,全国农业学大寨会议胜利闭幕了。会议号召全党动员,大办农业,为普及大寨县而奋斗!这次会议对于加快我国农业和农业机械化发展速度,促使国民经济有一个更大的发展,在本世纪内实现农业、工业、国防和科学技术现代化的宏伟目标,具有深远的意义。形势大好,形势逼人。我们决心以阶级斗争为纲,坚持党的基本路线,扎根农村干革命,为大办农业,普及大寨县作出新的贡献。

红外线分析器的应用

北京分析仪器厂

根据被分析的物质对红外线某一特定波长的强烈吸收原理而制成的红外线分析器在化肥、石油、化工、机械、冶金、水泥、陶瓷等工业流程上,用于连续自动监测某一待测组份,是实现生产自动化的重要仪器。也是农业、医疗卫生、环境保护等部门进行科学实验的有用工具。

红外线分析器之所以得到如此广泛地应用是因为它具有下述优点。

1. 它的被分析对象极为广泛,原则上讲凡是在红外光谱图上有吸收峰的物质都能制成红外线分析器。目前这种物质已经达到上万种了,我们常遇到的如 CO 、 CO_2 、 SO_2 、 NH_3 、 HCl 、 H_2 、 CH_4 、 N_2 、 NO_2 、 N_2O_4 、 HCN 、 NO 、 H_2S 、 C_2H_2 、 C_2H_4 、 C_3H_8 、油分等气体,液体或蒸汽就能用红外线分析器进行分析。

2. 灵敏度高,测量范围广:当前红外线分析器能测量的满量程最小浓度是 1 ppm (百万分之一),最大浓度是 100%。

3. 反应速度快:从样品进入红外线分析器直到仪器指示值达仪表的 90%,所需的时间为 0.1—0.5 秒,所以医用红外线分析器能够跟踪人的呼吸检测二氧化碳浓度。

4. 精度高:一般仪器可以制成 2—3 级精度,有要求时可以制成 0.5—1 级精度。并且连续地自动分析。

5. 可以制成各种规格在不同的场合下应用:如在爆炸环境中使用时可以制成防爆形式;在野外使用时

可以制成手提式;在实验室使用可以制成实验室形式;在工业流程中使用可以制成工业仪表;在车上用时可以制成车用形式;航空工业中可以制成超小型红外线分析器,被分析对象具有腐蚀性时可以考虑防腐蚀;大面积的空气污染可用制成区域毒气报警器或多种气体分析器等。

由于红外线分析器具有上述优点和其他分析技术相比是简单、可靠,所以它获得了广泛地应用,下面仅介绍部分例子。

一、化肥工业中的应用

化学肥料是农业增产的重要措施之一,它包括氮肥、磷肥和钾肥。氮肥包括有硫酸铵、硝酸铵、碳酸氢铵、氨水、尿素、氯化铵等,其中尿素含氮最高是一种高效肥料,但是不论那一种氮肥都是以氨为基础的,氨与硫酸中和为硫酸铵,与硝酸中和为硝酸铵;氨溶于水为氨水;氨水与二氧化碳碳化化为碳酸氢铵;与二氧化碳合成为尿素,氨碱联合生产为氯化铵,由此可见合成氨是化肥工业的重要环节。从原料上看合成氨所要的氮气,氢气可以分别从煤、油、天然气、焦炉气、石油气、焦炭中获得,根据原料不一样生产流程会有所不同,但其净化及合成部分是相同的。

氮肥生产过程的化学反应是比较复杂的,整个加工过程又都是成分的变化过程,同时具有高温、高压、易燃、易爆、易中毒的特点,加工过程又是强制性连续大量进行的,因此要使工艺过程能在最佳、最平

稳、最安全的状态下进行,必须及时地严格的控制各个工序的成分的变化,这对于保证半成品及成品的质量,以及提高劳动生产率,降低成本和安全生产等方面都有重大作用。

合成氨中碰到的气体都是 CH_4 , CO , CO_2 , NH_3 , 此外还有 N_2 、 H_2 等,前面这些成分都是红外线分析器的任务。如合成氨的心脏部分是 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$, 这个反应是在高温、高压和触媒的作用下进行的,如果在合成氨的原料气 N_2 , H_2 中混有微量的 CO 和 CO_2 就会造成合成塔触媒中毒,使氨的合成率立即显著下降,严重的会影响触媒的寿命,在这种情况下,只好将合成塔中的气体排空。以年产5万吨合成氨的工厂为例排空一次就是损失200多吨氨,造成严重的浪费事故。所以南京化肥厂采用北京分析仪器厂QGS—05和QGS—05A, 0—50ppm CO_2 和0—100ppm CO (1ppm是百万分之一)红外线分析器来自动连续监视进入合成塔原料中的气中的 CO 、 CO_2 来保证流程正常生产。此外别的工段也大量采用红外线气体分析器,如我国设计的年产5万吨合成氨的化肥厂在造气,脱硫,变换,水洗,铜洗,合成等工段就有可能应用42台红外线气体分析器,在小型化肥厂中由于生产流程比起大型化肥厂来说更不稳定,所以合成效率很低,但是如果能够利用红外线气体分析器控制一下就会有很好效果,如北京远郊××化肥厂使用一台北京分析仪器厂制造的一台简易红外线 CO 分析器(0—5%)监视造气车间的质量,使生产从每天6吨提高到8吨左右,仪器及时地反应了流程的情况,可以及时地采取措施防止事故。

二、热处理中的应用

大多数机械工业部门都有热处理工序而且是决定机械性能好坏的重要工艺,如常对钢质零件进行渗碳,使其表面硬化来达到表面具有特殊的耐磨性能,比较典型的的就是汽车工业中的齿轮,打字机的键等等。

最近采用控制气氛和碳位自动控制技术是热处理工艺中的先进工艺,它采用一种渗碳炉(无罐式)先将待渗碳的零件置于炉中加热,为了防止脱碳,预热零件时是将零件处于中性气体介质中,然后使在富碳气体介质中加热一定时间,这时钢质零件即从富碳气体中吸收碳,直到其表面与气体介质达到平衡为止,然后又在不含碳的气体中缓慢地冷却一个时间,这样可以使碳在零件表面均匀扩散,最后将零件置于油中冷却。整个过程是这样的,富碳气体是液化石油被加热气化,然后在离解炉中使丙烷气和空气混合,在催化剂的作用下加热至1050℃,此时的富碳气成分大致

如下: CO : 23%, H_2 : 31%, N_2 : 45%和少量的 CO_2 和 H_2O (富碳气体又名 R_x 气)。

由测量系统、控制调节系统、取样系统及二次煤气调节机构组成。当被测的吸热性保护气体(又称 R_x 气体或富碳气体)由热处理炉中被引入红外线 CO_2 (0—1%)分析器中,分析器便连续自动地指示和记录出保护气体中的 CO_2 含量,该 CO_2 指示值与调节系统中的给定值(即预定控制的 CO_2 含量)进行比较,产生一个偏差电压信号使二次煤气调节系统的阀门改变开度从而改变送给煤气量的大小,在二次煤气调节阀动作的同时,调节系统的平衡电机亦相应动作使比例调节桥路输出一个与偏差电压信号相位相反的电压信号,直到这二个信号的差值为0时二次煤气调节阀即停止动作,从而完成一次闭环调节。使煤气与空气进入反应罐的配比,按偏差讯号的大小得以调节,实现对保护气体的碳位控制。二氧化碳含量和气氛碳势有相应的关系,控制了二氧化碳就控制了碳势(C%)也就是控制了淬火的质量。北京分析仪器厂生产的KH—01红外线控制仪对 R_x 气体中 CO_2 含量的闭环调节示意图见图一所示。

在这里,红外线气体分析器从流动的 R_x 气体的样品中测定 CO_2 含量,并通过记录仪指示记录下来。由于调节系统的输入回路中的动触点 E_1 在滑线电阻 R_1 上的位置与记录指示的位置同步(机械联动),因而 R_x 气体各个瞬间的 CO_2 值亦被送入调节系统的输入回路(交流电桥)中,其中 RD 为定值器,其动触点 H 的位置即是现场操作者按工艺要求预先调好的 CO_2 给定值。由此可见当输入的 CO_2 信号大于或小于工艺整定的 CO_2 值时,在桥路 E_1 , H 两端即有“正相”或“反相”交流电压——即偏差信号输出,并加到调节放大器输入端。此信号经过电压放大进入作为鉴相器的半波相敏放大电路中,以便根据给定值与实际测定值之差的“正”、“负”确定脉冲开关 I 或 II 中的一个得以导通,从而使连接在127V交流电网上的平衡电机按偏差值的正负极性运转,此时被该电机牵着的触点 E_2 在平衡电桥的滑线电阻 R_1 上移动,迫使该桥路从 E_2 、 G 两点输出一个与偏差电压方向相反的负反馈电压信号加在放大器输入端,当触点 E_2 移至 R_1 上的某一位置使反馈信号与偏差信号大小相等时,则输入到调节放大器的信号相互抵消为零,脉冲开关即刻关闭使平衡电机停止动作;此时整个自动调节系统处于动态平衡。在平衡电机转动的这段时间内,触点 ST_2 是接通的,因此执行电机也相应地在转动并调节二次空气流量以实现对 R_x 气体中的 CO_2 含量的闭环调节。此时,从红外线气体分析器测得的 CO_2 值必然不断的趋向给定的 CO_2 值,致使加

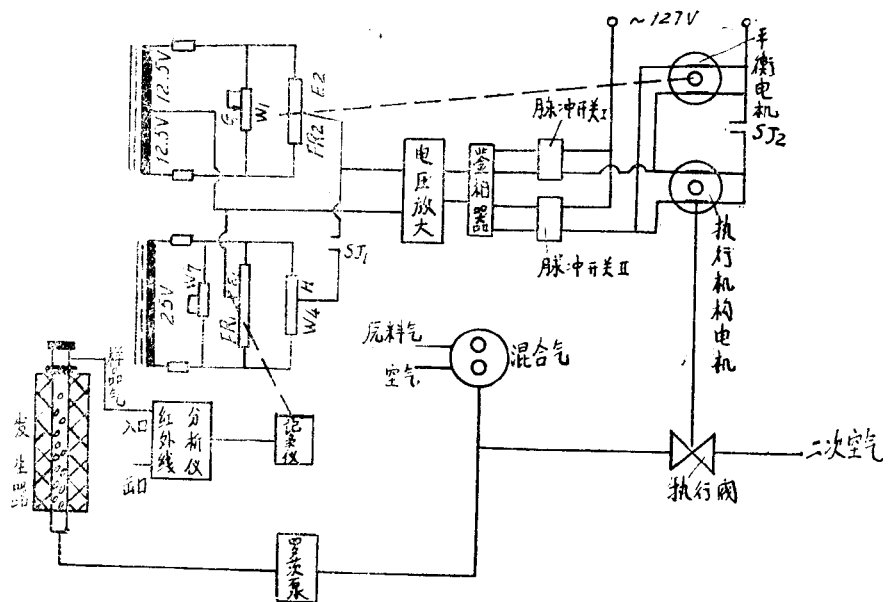


图 一

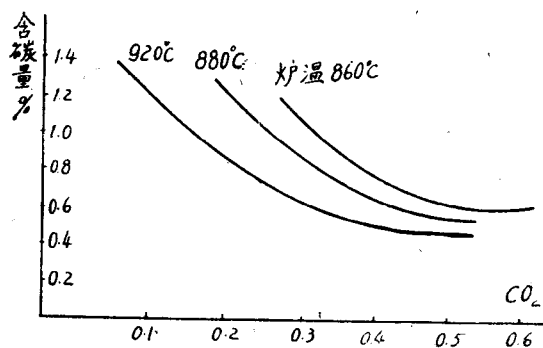
到调节放大器上的偏差信号亦逐渐减小并趋于零。平衡器的指针亦渐渐回到中间零位。当测定值与给定值之差还未完全消除就被手控或自动的转向对另一调节对象的检测与控制，则接点 SJ_1 ， SJ_2 断开使执行电机的电源及加到调节放大器上的偏差信号被切断，此时只有平衡桥路输出的负反馈信号加在放大器输入端，此信号经电压放大及鉴相器即应指令平衡电机朝减小 E_2 ， G 间电位差值的方向转动，当 E_2 回到滑线电阻 R_2 的中间位置时，平衡桥路就无信号输出，调节放大器即无信号输入，平衡电机则停止转动，此时平衡器指针回到中间零位，为下一次调节作准备，在平衡桥路中的 R_2 为比例调节电位器，调节 R_2 的阻值即能调节滑线电阻 R_2 上的压降以实现在同一偏差信号情况下，平衡电机牵着动触点 E_2 的移动距离，达到按比例整定执行机构的调节能力（开度变化率）的目的，另外，在输给调节系统的 CO_2 信号值不变的情况下，若调节输入回路中的 RS_1 即能改变交流电桥的工作电流，从而能显著影响偏差信号的幅值，直接影响执行机构的调节能力。

由于红外线分析器反应迅速，KH—01同时控制三台渗碳炉。

特别值得指出的是滴注式气氛是可控气氛中最普及的一种，特点是将有机液体直接滴入热处理炉内，使其另件周围自行热解和裂化，直接为工件化学热处

理产生一种无氧化、无脱碳加热介质及必须的渗碳气氛或碳氮共渗气氛。这种气氛与成套的红外线 CO_2 控制仪组成闭环调节系统后，即可实现对炉气碳势的自动控制调节。滴注式可控气氛与上述的气体发生装置产生的可控气氛相比，不需要专门复杂的设备，操作简便，投资和使用费用低，建造快变换滴注剂就能满足不同热处理工艺的要求，而且利用原有设备（如井式渗碳炉）稍加改装即可使用，有利于工厂的技术改造，不足之处是产生的气量较小，因而特别适用于中小型工厂及产品多变的企业。

图二是KH—01红外线控制仪在××汽车厂测量出的碳势和 CO_2 的浓度关系曲线。



图二 $C\% - CO_2\%$ 的关系曲线

三、水质污染的分析

1. 红外线水中油分析器：随着石油工业的发展和海洋石油运输的扩大，河川、海洋均不等程度地受到了原油污染，油港、鱼港、杂货码头停靠的轮船均向海区水域排放含油废水，造成了港区附近水域污染，严重地会直接影响鱼类和水生物的生长。海水中油含量随着污染源、海潮、流向、风向、季节等因素而有变化。为了控制海面的油污染，必须对海水进行定点监测。还有油轮上的压舱水都需要进行大量的分析，过去常常采用以石油醚为萃取剂的重量法和丙酮——乙醇——胶比浊法，但是由于海水中油含量较低（例如低于0.5毫克/升），分析样品不但程序多、费时间长，而且难以得到准确的结果，利用四氯化碳萃取——测量海水中微量油的污染是有效的工具之一，北京分析仪器厂生产的QGS—06型水中油红外线分析器，它设计成对饱和直链烃 CH_3 —，— CH_2 —基团在红外3.5微米处的振动吸收敏感。水中的油用四氯化碳萃取，脱水后直接在仪器上测量，四氯化碳在 5μ 左右吸收峰在采用石英窗口后而被滤掉。测量时无需蒸干、称重等一系列复杂操作，具有快速、灵敏、可靠等优点。下面是仪器在我国北方某浴场、港区泊位及轮船压舱水中油含量的测量结果并与重量法、比浊法做了比较，表一列出了×××海滨浴场的测量结果，水样用四氯化碳萃取后分两份，一份做红外法，另一份在水浴上蒸干、80℃烘干后做重量法，浴场之油污染由港口跑冒原油引高，测量结果表明，位于岛北的狼牙山桥，海面广阔、海岸直、水中油污染较轻，金山嘴两测之省办、专家、省疗三个浴场水中油含量均超过0.3ppm之国家允许标准，应引起严重注意。由于水中油含量较低，重量法不能给出准确的结果，如表一示。

表 一

采 样 地 点	红外法测得的结果	重 量 法
代 河 口	0.30ppm	0.7ppm
中直浴场	0.26ppm	0.4ppm
老 虎 石	0.20ppm	0 ppm
省 疗	0.40ppm	0.4ppm
专家浴场	0.60ppm	0.4ppm
省 办	0.47ppm	
狼牙山桥	0.06ppm	0 ppm

表二列出了××轮压载舱水中油含量，鱼轮舱水中有黄色物质同时被萃取从而使重量法测量结果偏高，除3、5两舱相差较显著外，三种测量结果比较一致。

表二：

序号	舱 位 号	水中油含量 ppm		
		红外法	重量法	比浊法
1	3 舱左	6.4	8.0	8.0
2	3 舱右	1.4	2.1	2.4
3	5 舱左	7.4	11.1	15.7
4	5 舱右	1.8	1.3	1.7
5	2 舱左	1.3	2.3	1.4
6	2 舱右	3.0	3.0	4.6

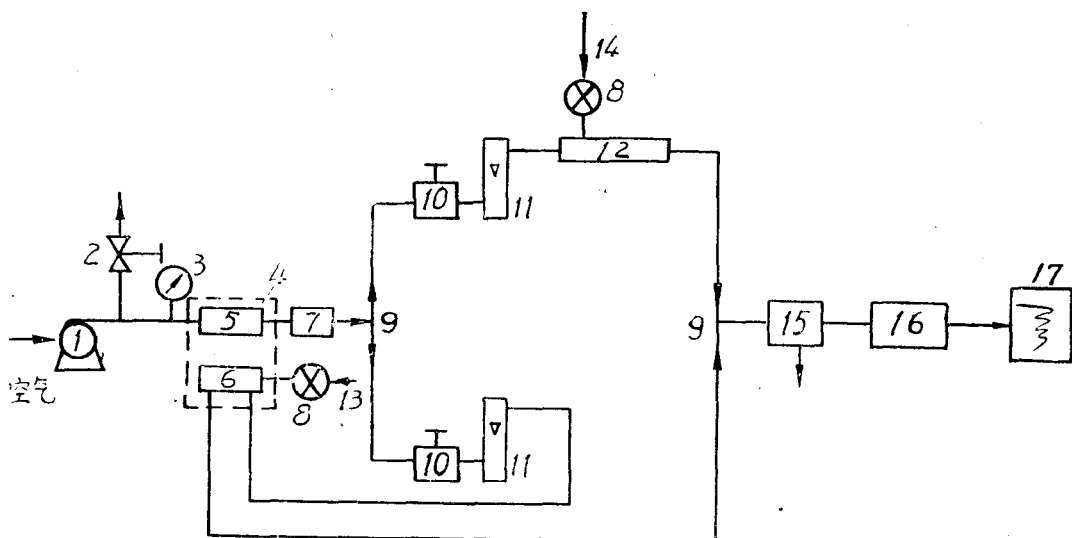
由此可以看出红外法还是具有明显的优点，QGS—06型水中油分析器为0—10ppm的测量范围，最小感度为0.1ppm。

2. 水质污染总有机碳分析：

在污染中废水所占的比率非常高，而且这个问题越来越严重，由于工业的发展，人们要控制污染，与污染作斗争，达到“综合利用，变废为利”，首先是必须分析出污染的情况。过去测定水质的污染情况一向是使用经典的测量水中有机的BOD（生物化学的氧气要求量）法以及COD（化学上的氧气要求量）法，其中BOD法需要5天，COD法需要2小时才能测定出结果，使方法受到了局限性。由于废水处理工艺不断改进的需要，从而对于这种含毒成分复杂多变的废水就需要一种快速而准确地测定方法，水中总有机碳的方法就是在这种情况下产生的，我国初步造出了这种仪器，取得了可喜的结果。

总有机碳的测定法如图三，原理是这样，污染水中的总有机碳是这样测定的，水样在高温转换炉中将有机碳和无机碳全转换成 CO_2 ，然后在空气（ CO_2 ）的载流下流入红外线二氧化碳分析器，测出水中的总碳，以后又将一式两份的样品进入低温转换炉，只将无机碳转换成 CO_2 进入红外线 CO_2 分析器中得出水中的无机碳。水中的总有机碳等于水中的总碳减去水中的无机碳，从而在不到1分钟内得出结果，位于高温炉4（0—1000℃）中的，高温转换炉6是一个石英管内装有催化剂总碳在其中转成 CO_2 ，低温转换炉12控制在120—150℃之间也是一个石英管内装催化剂将无机碳如CO，碳酸盐转化成 CO_2 。

兰州化工研究院在陈官营污水厂对调节池进水，生化池进水与出水的COD、BOD以及总有机碳进行



图三 总有机碳分析器原理图

1.空气泵；2.阀；3.压力表；4.高温炉；5.空气燃烧管；6.高温转换炉；7.CO₂吸收；8.逆止阀；9.三通阀；10.流量控制器；11.流量计；12.低温炉；13.总碳测量进样；14.无机碳测定进样；15.电子致冷；16.红外线CO₂分析器；17.记录器。

了测定，三种方法是一致的数据，所以总有机碳法是水质污染分析的一个重要方法。由于它的快速、准确、灵敏，所以大有代替COD的趋势。

四、在农业上的应用

农业生产是绿色植物的光合生产，农作物干物质产量（包括粮食在内）的90—95%来源于空气中的微量二氧化碳。空气中二氧化碳浓度与作物产量有密切的联系。作物最适宜的CO₂浓度一般认为1300—1800ppm，更有人试验结果为3000ppm。由于空气中CO₂浓度稀薄，限制了农作物的生产力。

现在小麦、水稻等作物亩产千斤，光能利用率仅1—2%，以CO₂施肥可提高光能利用率，充分发挥作物增产潜力。农田CO₂浓度过高对作物有害，需用红外分析仪测量控制，研究CO₂施肥。

国内外进行试验证明，这个方法是很有希望的增产途径，下面摘些材料供参考：

上海植物生理所曾进行过试验，效果是明显的而且是肯定的。如水稻千粒重增加3克左右，空粒瘪粒均减少10%。

CO₂温室施肥效果60年代已肯定。温室中莴苣产量增加一倍，大豆增产35—50%，甜菜和大麦增产50%，高粱增产2倍。CO₂从正常浓度提高到2400ppm，水稻亩产由700斤提高到1133斤，增产62%，

最近美国在田间施CO₂，水稻增产6.7%，棉花增产30%（见国外科技动态，1975年第3期）。

田间CO₂浓度为0.04%，比对照0.033%时总干物质产量增加67%。棉花生产第75—130天之间使田间CO₂浓度保持500ppm，最后增产30%（科技参考消息74年6月15日）。

在作物育苗期增施CO₂，可促进幼苗生育，增产20—30%。如蕃茄增施1000ppm浓度，果实落色好、肥大、品质好、抗病、增加早期产量（日本蔬菜温室研究）。

澳大利亚研究CO₂浓度从300ppm增到2400ppm时，水稻产量从10公吨/公顷增加到18.9公吨/公顷。塑料棚内抽穗前增加CO₂浓度到900ppm，使粮食产量增加29%，抽穗后施CO₂则增产21%（作物产量的生理学原理，日本）。

温室中CO₂浓度提高8倍，大豆粮食和茎秆产量分别比对照增加50%和60%。而在大田条件下（在限制范围内）可分别增加43%和57%（国外科技动态74，9期）。

荷兰在温室试验将CO₂浓度提高3至5倍能使黄瓜等增产25—50%。（国外科技动态74年第6期）。

一公斤CO₂就能多收7.5公斤品质优良的黄瓜，而CO₂施肥所花的费用仅是产品总值的1.63%。同时增加矿物质肥料可增产49.6%。（苏联农业科学）。

日本高知县：CO₂浓度增加到1000—1500ppm光合效率提高2—3倍（74年日本农林展览会）。

日本试验CO₂浓度增至900ppm,水稻粮食产量增加29—21% (遗传与育种74, 12期)。

一些国家温室施CO₂已很普遍,大田则在大面积试验时在大田试验:燕麦、大麦、洋葱、马铃薯和甘蔗的产量比对照增加20—40%,利用石灰窑废气净化后施用菠菜提高产量1.5倍,马铃薯1.8倍,羽扇1.9倍,大麦1.0倍,甜菜0.5倍。同时增施矿肥则甜菜增加39%,马铃薯增产3倍。

这种空气在60公顷地上进行,甜菜产量提高39.4%,马铃薯提高76%,黑麦提高30.6%。

北京分析仪器厂试制成功二台便携式的QGD—07型农用红外线CO₂分析器有二个量程,0—500ppm研究光合作用,0—3000ppm研究CO₂施肥,正在由北京农科所和北京植物所试用,初步取得了一些数据。

另外,在水果的贮存和保管方面,红外线CO₂分析器也在北京四道口果品公司水果库进行了某些测量,数据证明越冬的国光苹果呼吸比较弱,CO₂仅1800—2000ppm;菜花是2800ppm;刚入库的五月鲜水蜜桃,呼吸较强>3000ppm。为了更好地贮存水果及蔬菜,利用红外线CO₂分析器研究它们的呼吸是很重要的。

五、在冶金工业中的应用

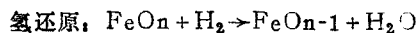
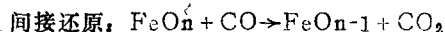
①测量钢、铁、合金及其它材料中的碳和硫:将被测试的钢、铁、合金及其它材料的样品置于高频炉中的纯氧的气氛下使之熔化。于是样品中的硫就变成SO₂,碳就转成CO和CO₂,然后将气体样品以标准的体积数字输入到仪器中,在进入红外线分析器之前还必须将少量的CO在催化剂作用下转换成CO₂,然后红外线二氧化碳分析器和二氧化硫分析器测出二种气体的浓度,也就是样品中相应的碳和硫的含量,整个分析过程才2分半钟,是钢、铁工业中的重大分析技术革新。

②金属中微量气体分析:金属中含有微量的气体,严重地影响金属的性能:如机械强度、抗腐蚀性、延伸性等等,借助于红外线气体分析器技术就很容易测量出来。方法是把样品放在石墨坩埚中,然后在氩气保护气氛下进行电弧放电,金属在高温中熔化,金属中的微量氧气和石墨生成CO,CO在氩气载气下流入CO红外线分析器,红外线就分析出CO的浓度,从而决定了金属中的含气量。由北京有色研究院和北京分析仪器厂研制的样机已经取得了可喜的结果。

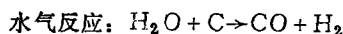
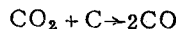
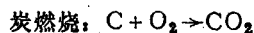
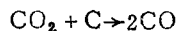
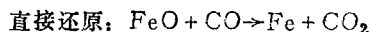
③顶吹氧转炉炼钢中与计算机联用实现闭环控制达到炉前定碳的水平,自从纯氧顶吹炼钢以来使炼一

炉钢从数小时变成十几分钟,是钢铁工业中的一次大革命,这么快的速度炼钢相应地又提出了一个技术问题,如果纯氧吹的时间太短达不到脱碳的目的,时间太长就成了纯铁,所以看火花已不能适应顶吹氧转炉炼钢的新技术了,必须根据转炉在顶吹氧时生成的炉中气体成分进行分析,根据CO、CO₂浓度变化的规律,决定是否再继续吹氧和决定钢的质量、规格。红外线分析器的数据输送给计算机,然后实现闭环控制。所使用的红外线分析器的规格是0—40%CO₂、0—10%CO。

④高炉炼铁时,炉顶气的自动分析:高炉炼铁时炉子上部的化学反应是:



炉子的下部化学反应是:



以及加重油的燃烧等等一切反应都通过炉顶气反应出来,所以计算机自动控制高炉燃烧反应质量的关键就是炉气CO、CO₂的连续自动分析。数据证明,炉顶气的CO每变化1%浓度炉温就变化近64℃,所以炉顶气CO的分析控制是很重要的,CO的控制精度提高1%,就可以提高产量2—5%,而且可以降低焦比,每吨生铁节省焦炭13.5kg。以首钢一个高炉一天生铁产量是2000多吨就可省焦炭27吨,全国生铁总产量节省的焦炭就是一个很大的数字;除此外还可提高劳动生产率,控制住生铁的含硅量;炉子寿命延长,大大地降低了分析工人的劳动强度。高炉自动控制的红外线分析器的重要关键就是要实现高精度的分析其精确度为1级,此外红外分析器的取样系统也是很重要的,要将气体样品的温度冷却,含水量控制好,样品中的尘埃要滤除,仪器使用的环境温度和压力及周围的气氛也要严格控制。

六、其它

除了上述的应用之外,我们还采用QGS—04红外线总烃分析器(0—10%)用在天然气的脱硫厂中分析克劳斯法脱硫的燃烧炉酸气中的总烃取得了明显效果,硫磺质量有所提高。

在医学上利用QGD—06型医用红外线分析器研究肺功能、气管炎、针刺麻醉、人工呼吸水平的控制,高山生理的观察。

y—1 型医用二氧化碳分析仪

中国科学院上海技术物理研究所

上海生理研究所

为了把针刺麻醉原理和高山生理的科研工作进一步促上去,发展我国的医疗仪器。上海生理研究所和中国科学院上海技术物理研究所的工人、科技人员和革命干部组织了内外“三结合”研制小组。在研制过程中,在两所党组织的正确领导下,同志们发扬“独立自主,自力更生”精神,批判了“崇洋媚外”,投降主义路线,苦干加巧干,攻破了一个又一个技术难关,群策群力,终于在国庆前夕,初步研制成功,向国庆节献礼。

仪器的技术指标、测量原理、结构介绍如下。

y—1 型医用红外二氧化碳分析仪用于测量人和动物呼出气中二氧化碳的含量。

本仪器可用于:一,现代医疗技术中作为呼吸系统、肺功能的快速检查测量的有力手段;也可在抢救溺水、触电而停止呼吸的病人时用于控制呼吸量等;二,在生理研究中(例如,针刺麻醉研究)对实验动物人工呼吸的监控;一般的临床麻醉时呼出气的监控;三,特殊环境生理现象的研究,如研究高山缺氧引起的种种生理、病理现象、潜水生理现象的研究等。

一、技术指标:

测量对象:人、猫、兔和其他大动物。

内容:呼出气中的 CO_2 含量。

范围:0—15%。

精度:2%。

显示方法:数字三位,荧光数码管显示数字。

采气方式:连续采气;一定时间间隔的间断采气(并能采终末潮气)。

测量方式:1、测量呼出气中 CO_2 含量的连续变化曲线。

2、测量呼出气中 CO_2 含量的最大值(即测终末潮气)。

输出方式:模拟电压输出 10毫伏/1% CO_2 浓度二进十进制九位数字输出。

仪器到被测者的最小距离不小于1米。

二、测量原理:

y—1型医用二氧化碳分析仪,利用二氧化碳气体对于波长为4.3微米的红外线有强烈吸收的特性进行测量。设波长为4.3微米的红外线强度为 I_0 。经过L厘米C浓度的 CO_2 气体,则红外线强度I被衰减为 $I = I_0 e^{-\alpha CL}$, α 为吸收系数,测出 I/I_0 , L和 α 是已知的,就可测出 CO_2 的浓度C。

三、仪器结构:

整机由测量部分和采气部分组成,采气部分把待测气体抽入测量气室,并对测量部分进行控制,使之配合动作。测量部分则进行测量、显示结果,超限报警。测量部分分成光学系统、测量电路二部分,兹分别叙述于后。

1、光学系统:

光学系统的设计按照测量精度要高,系统能长期稳定工作的要求进行,并兼顾加工方便,便于推广生产。

光学系统原理图如下(见图1):

采用空间双光路形式。参考气室中充新鲜空气或纯氮。待测气体送入测量气室。调节光源位置使待测气体中 CO_2 浓度为0时,从参考和测量二气室出来的红外光强相等。未知待测气体进入测量气室后,测出通过测量气室和参考气室二束光光强的比例,即可测得 CO_2 浓度。

红外光源用铁铬铝丝做成,灯丝的直径为 $\phi 0.3$ 毫米,绕成螺圈 $\phi 3$ 毫米,其直流电阻为2欧,通入1安电流,灯丝温度约为800°K,抛物反射镜用铝作材

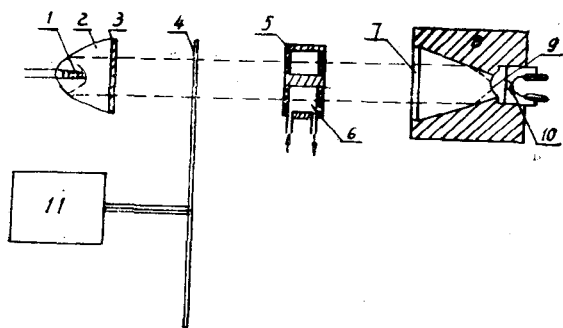


图 1 光学系统原理图

- 1、铁铬铝丝。 2、抛射反射镜。 3、氟化钙窗口。
4、调制盘。5、参考气室。6、测量气室。7、干涉滤光片。
8、反射光锥。9、锗浸没透镜。10、碲化镉探测器。
11、调制盘马达。

料，经抛光后镀铬而成，直径 $\phi 20$ 毫米。窗口用氟化钙作材料，让所需的红外光通过，并保护灯丝。

气室的直径为7毫米、厚3毫米，内镀金。进出气管直径为3毫米，使采气时气流能较均匀的通过，防止气体滞留在死角中。

探测器是室温光电型碲化镉红外探测器。具有坚固、体积小、可靠等优点。采用锗浸波透镜型，再加上一个光锥，把红外线引向探测器。

采用干涉滤光片滤去 $4.3\text{微米} \pm 0.15\text{微米}$ 以外的其他波长的辐射，只让 $4.3\text{微米} \pm 0.15\text{微米}$ 的红外光透过，被 CO_2 选择吸收，因而使其他波长的红外光不影响 CO_2 的测量。

干涉滤光片放置在光锥的口上，可以防止杂散的红外辐射进入探测器。

采用单光源，单滤光片，单探测器引起的变化，对于参考和测量二光路相同，而能够通过自动增益控制等措施保持参考信号不变，使测量信号不变，达到读数稳定的目的。同时也有利于提高调制频率减少晶体管的低噪声，提高信噪比。

关于目前流行的时间双光路型式，我们认为有以下原因不予采用：

一、由于碲化镉的分谱响应率随温度而改变。本仪器温度范围要求 $35^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}$ ，分谱响应率曲线会有明显改变，对参考和测量二个波长的响应率的比例会有明显的变化，就影响测量的稳定；

二、温度变化会引起干涉滤光片的中心波长变化，二块滤光片的变化也不会相同，且碲化镉的分谱响应率并不平坦，中心波长的变化就会引起测量值的变化；

三、碲化镉的响应率较高的范围在 $8 - 7\text{微米}$ ，

而动物或人体呼出气中含有大量水蒸气，要避免其影响，从水蒸气的吸收光谱中看来这一点难于实现。

但空间双光路也有缺点，就是灰尘、脏物等污染了气室，会使测量值不稳定，这一点用以下办法解决，在吸气时 CO_2 浓度为0（小于0.1%），如果气室弄脏，就会不到0，可让其报警，操作者可重新“调零”抵消脏物的影响。

2、测量电路

测量电路的作用在于把 CO_2 的浓度测出，显示测量结果。如果超过设定的上限、下限，用灯光和声响形式报警。

其线路框图如下（见图2）

框图说明：

前置放大，把探测器来的信号放大1000倍左右，并供给碲化镉探测器所需的偏流，对探测器以恒压偏置为基础，且使偏置电压随温度升高而增大，补偿碲化镉探测器的响应率随温度升高而降低的趋势。经过补偿，当环境温度从 -10°C 变到 35°C 时，前置放大级输出的信号变化不大于2倍。

信号经过“可控衰减器”被后级放大，放大到峰值为6伏左右，在“电子开关”被同步分离为二路信号：光路经过参考气室的“参考信号”和光路通过测量气室的“测量信号”，而被各自积分。参考信号的积分值与设定电压 V_c 进行比较，其差值被放大后用于控制“可控衰减”的衰减比，达到稳定参考信号的目的。经测量表明“前置放大”输出信号变化达2倍时，参考信号的变化不大于1%。

“电子开关”的同步驱动信号来自光电同步级。由调制盘上的测量孔和参考孔分别使专设的二个灯炮的光，通向各自光敏二极管上而产生的信号作为同步信号。调节它们之间的相对位置就能获得正确的同步。同步信号经“整形驱动”级使波形变方，并获得驱动电子开关所需的电平。

$$\text{由于参考信号已被稳定, 原先需测 } \frac{V_{\text{测}}}{V_{\text{参}}} = e^{-\alpha L C}$$

而求出浓度 C 变化， $V_{\text{差}} = V_{\text{参}} - V_{\text{测}} = V_{\text{参}} [1 - e^{-\alpha L C}]$ ，因为 $V_{\text{参}}$ 是常数。从 $V_{\text{参}} - V_{\text{测}}$ 即可求出浓度 C ，这一点由“分差放大”来实现。

把上式用级数展开

$$V_{\text{差}} = V_{\text{参}} - V_{\text{测}} = V_{\text{参}} [(\alpha L C) - \frac{1}{2}(\alpha L C)^2 + \frac{1}{6}(\alpha L C)^3 - \dots]$$

从式中看出除了一次项 $V_{\text{参}} \cdot \alpha \cdot L \cdot C$ 以外，尚有浓度 C 的高次项即 $V_{\text{差}}$ 不正比于 C ，其他电路失真等原因也会造成 $V_{\text{差}}$ 不正比于 C ，为了使本仪器能够和

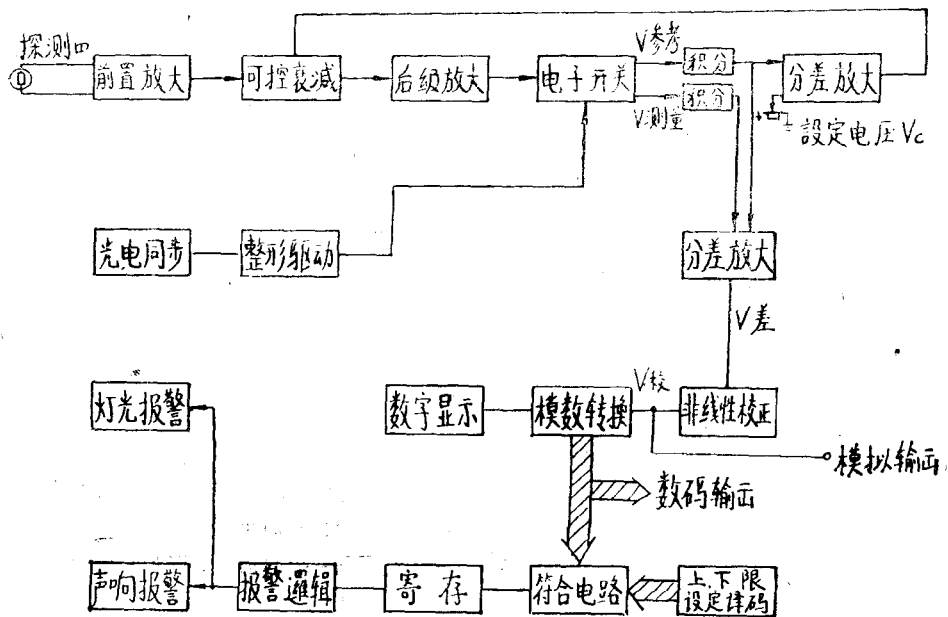


图 2

普通的记录器，记录纸，表头相配合，要求仪器输出信号能正比于C，为此采取二个措施。

1、适当减小气室长度，使二次项 $\frac{1}{2}(\alpha L)^2 C^2$ 变得较小，减轻非线性的程度，但也不能减得太小，因为V差正比于L。L太小使信噪比下降不利于稳定性。

2、增加非线性校正电路，用逐段逼近的方法，逐段增高放大倍数，把原先弯下去的部分拉直，使非线性校正电路的输出V校正比于C。

逐段逼近法调节比较困难，但是它能用各种浓度的标准气体直接校正读数，可同时校正各种原因引起的非线性从而提高测量精度。

“模数转换”采用计数器阶梯电压模数转换器形式，其原理是有一数模转换器，能把计数器中的数转换成与此数成比例的电压，当模数转换开始，计数器被清另，然后将时钟脉冲送入计数，计数器中的数顺序增大，通过数模转换器变成一个阶梯电压，此阶梯电压与输入电压在模拟比较器中进行比较，当阶梯电压小于输入电压时，计数继续进行，当阶梯电压稍大于输入电压时就停止计数，计数器中保存的数即为模数转换后的对应于该输入电压的数码。

采用计数器阶梯电压模—数转换器形式的主要原因 是该型式能获得最大值的数码，这对于终末潮气的测量，即CO₂浓度最大值的测量非常有利。

此种形式速度较慢，每次转换最多需30毫秒，但对

于呼吸频率最高约1.5秒/次来讲，速度是完全够快的。

模数转换的数码由“数字显示”部分用三只萤光数码管显示出来，同时可对外输出，输向打印机、计算机等。

数码也送向“符合电路”，与上下限设定的数码比较，能否符合在寄存器中把这点记忆下来再由“报警逻辑”决定报警与否及形式，例如与上限符合即上限报警，再如与上限不符合而与下限符合，则不报警等。“灯光报警”包括“报警”红灯亮，上限报警只“上限”发光。

声音报警：是在报警时发出一个声音。

采气部分分成——采气机构和时间顺序控制电路二部分，分述如下：

1.采气机构：如图所示由采气管、电磁阀门A、B、C、气室、吸泵、清洁干燥器等组成。（见图3）

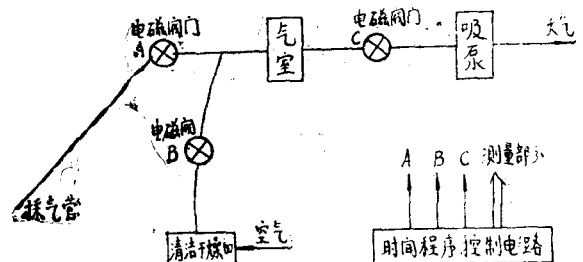


图 3