

氮肥生产自动化译文集

DANFEI SHENGCHAN ZIDONGHUA YIWENJI

化学工业部上海化工研究院组织翻译

中国工业出版社

氮肥生产自动化译文集

化学工业部上海化工研究院組織翻譯

★

化学工业部图书編輯室編輯 (北京安定門外和平里7区8号楼)

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路丙10号)

北京市书刊出版业營業许可证出字第110号

北京市印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

★

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 4 · 插頁 1 · 字数 94,000

1965年4月北京第一版·1965年4月北京第一次印刷

印数 0001—2,660 · 定价(科六) 0.65 元

★

統一书号: 15165 · 3529 (化工-327)

本譯文收集了苏联、美国等国家近五、六年来出版的书籍杂志上有关氮肥生产自动化的論文十三篇。书中介紹了近年来苏联氨生产自动化的情况；合成氨、稀硝酸和硝酸铵生产的自动控制系統以及合成气的乙醇胺法脫硫、加压水洗脫除二氧化碳、氨合成过程的自动調节方案等。对于气相色谱法以及实现自动化的重要技术工具——計算机在氨生产中的应用，也分別选取了四篇专文加以介紹。

本书由化学工业部上海化工研究院組織翻譯，化学工业部图书編輯室編輯。

本书可供从事氮肥工艺和自动控制的設計、研究人員以及氮肥厂工程技術人員閱讀，也可供化工院校无机物专业和自动控制专业的师生參考。

目 录

苏联氨生产自动化情况(一).....	С. И. Бернштейн(1)
苏联氨生产自动化情况(二)	
.....	А. В. Корчинский, А. Н. Захаров(23)
大型氨生产工艺过程的自动控制系统.....	В. М. Ордынцев(31)
乙醇胺法净化可燃气体的生产过程自动化.....	А. Л. Леонов(44)
合成氨生产中水洗塔的液面调节系统	
.....	В. М. Ордынцев, Ю. И. Шендлер(52)
具有预催化的氨合成过程自动化.....	А. В. Корчинский(55)
氨合成过程自动化.....	Б. В. Вольтер(64)
稀硝酸和硝酸铵生产的自动化.....	Г. К. Рубцова(72)
氨氧化过程的自动化.....	И. В. Стариков(83)
氨生产的计算机控制.....	J. Gutzon, R. D. Killick(89)
TRW-330 新型生产过程控制计算机	(101)
合成氨生产的“自动调度机”系统	
.....	Е. В. Курдюк, В. А. Афанасьев(108)
气相色谱法在合成氨气体分析中的应用	
.....	J. Lacy, K. G. Woolmington, R. V. Hill (114)

苏联氨生产自动化情况(一)^①

С. И. Бернштейн

在苏联，氨生产部門是自动化相当薄弱的部門。

以前，在氨生产方面的自动化方式只是应用了自动事故保护装置和某些重要自动检测参数（气体浓度，高压容器中的液面）的装置，个别情况下采用自动調節。仅仅在最近五六年内才开始組織一些科学研究单位研究机組和过程的綜合自动調節系統。

集中控制的設置

在合成氨的主要車間里設置了設備机組的集中控制系統。一氧化碳变换車間和氨合成車間的工艺过程，是在配置有仪表屏的專門走廊內操纵的，仪表屏具有控制測量仪表和調節閘閥的操纵杆。操纵杆用穿过控制走廊和生产厂房之間的隔牆的特殊拉杆与閘閥的閘杆連接。敷設工艺管綫时，設法使調節閘閥靠近操纵盘。直到最近在氨厂設計中，上述車間成套設備的控制系統还是继承这种方式，并且布局和控制方法也仿照老厂。这种集中控制系統已經陈旧了，它完全可以用远距离控制机組的新式裝置来代替，以便縮减操纵盘室和更合理地敷設生产管綫。氨生产部門的某些車間（脫硫車間、銅洗車間）都还没有机組的集中控制室。測量仪表和調節閘閥分布在这些車間生产現場的各部分。操作工必須不断巡視工艺設備工况和控制在其中进行的生产过程。

阻碍采用远距离控制裝置的重要因素是，工艺人員不信任它們的操作可靠性。

但是現在苏联工业已經能够提供远距离控制裝置。气动单元

① 原文题目为“Автоматизация производства Аммиака”与下一篇同題，故我們把題目作了修改。——編者

組合仪表(AVC), 由于沒有气动高压調节閥, 推迟了在高压下操作的氨生产車間集中控制室的組成。

自动事故保护装置

氨生产部門的車間极广泛地采用了自动保护装置。它們的优先应用是由于有生成爆炸性混合气的危險和高压气体可能冲进低压設備。

在二氧化碳的水洗工段設置了預防压力达28—30大气压的气体从水洗塔冲入排水管綫的保护系統。在水洗塔水位事故性降低的情况下, 气体就有冲入透平式能量回收机的危險。根据实际需要, 試制了一些防止上述事故的保护系統, 并已在許多工厂得到了应用。

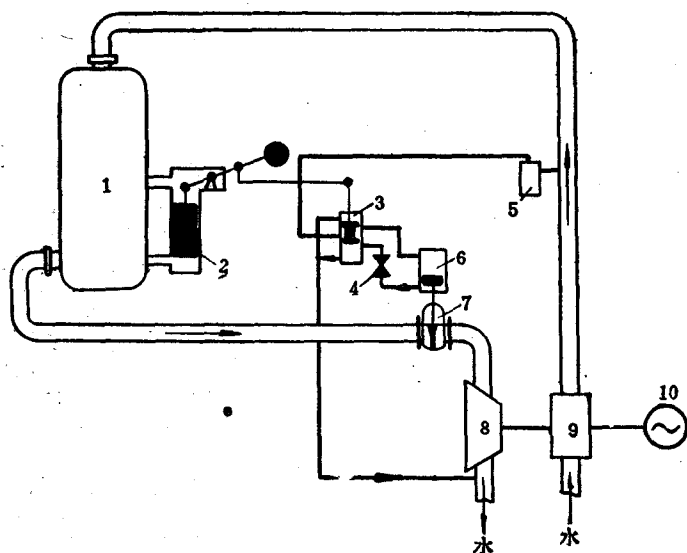


图 1 气体从水洗塔冲出的防护装置

(苏联国立氮素工业設計研究院設計)

- 1—水洗塔; 2—浮标室; 3—滑閥; 4—調节閥; 5—过滤器; 6—活塞机构; 7—保护閘閥; 8—透平式能量回收机; 9—泵; 10—电动机

图 1 为苏联氮素工业设计研究院提出并在里西昌斯克联合企业实现的事故保护装置的方案。水洗塔 1 上连接着一只用作水位计的浮标室 2。浮标用简单的杠杆和连杆系统与滑阀 3 连接。后者控制着安装在排水管线（通往透平式能量回收机 8）上防护闸阀 7 的活塞机构 6 的位移。活塞机构是借水洗塔喷淋液压送管线的压力作用下而移动的。

当水洗塔水位降低时，浮标降落，使滑阀移向上部边缘位置，结果水便压入活塞机构的上腔而使防护闸阀关闭。利用滑阀和活塞机构之间管线上的调节阀 4，给定关闭闸阀所必需的时间。

当水洗塔水位升高时，浮标使滑阀向下移动，从而把活塞机构的下腔与压送管线接通。压力使活塞机构和防护闸阀保持在上部位置。所以在正常操作过程中防护闸阀是完全开启的。闸阀的开启和保持这一位置，是靠控制系统本身实现的。

当泵因断电事故停车时，它的管线上的止逆阀因而关闭，致使水洗塔的水位降低，于是如上所述的防护装置开始动作。

克麦罗夫斯克(Кемеровск)工厂提出了自身防护系统，其方案示于图 2。当泵 5 事故停车时，其压送管线上的止逆阀 4 便动作。在巨大的压差作用下防护闸阀 2 即行关闭。当泵工作正常时，止逆阀前的压力比阀后的压力高。这个比较小的压差足以把防护闸阀保持在上部的开启状态。

第三种防护方法是在斯大林诺哥尔斯克联合企业实现的。它同苏联国立氮素工业设计研究院的方案一样，利用带电感发送器的浮标作为操纵防护装置的脉冲。浮标移动时，继电器立即动作，经过自己的触点而接通电磁滑阀装置的线圈。后者控制供给防护闸阀活塞的压力。这一方案的特点是利用控制间歇式煤气发生炉吹风的液压系统的压力。水洗车间装有备用液压贮存器，以保证当造气车间液压系统临时停止供应时，装置仍能工作。

一氧化碳变换车间里设有保护装置，以防向变换炉送入空气时因原料气中断而生成爆炸性混合气。向变换炉送入空气是否必

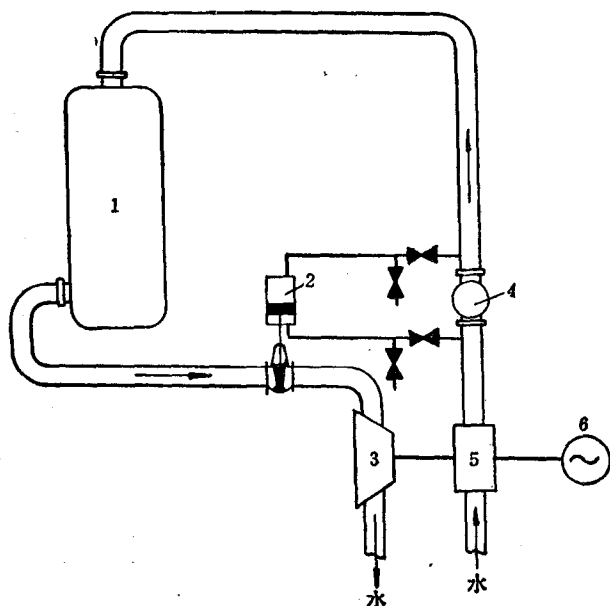


图 2 气体从水洗塔冲出的防护装置

(克麦罗夫斯克工厂设计)

1—水洗塔；2—保护阀；3—透平式能量回收机；4—逆止阀；
5—泵；6—电动机

要，则由变换触媒的活性而定。当触媒活性降低时，即须鼓入空气，以便靠部分氢的燃烧来保持所需的温度。但当原料气停止送入变换炉时必须立即停止送入空气。

通向变换炉的空气管线上装有带气动薄膜执行机构的常开式切断阀。关闭该阀的脉冲是原料气流量计测量系统的位移。环秤式流量计上装有凸轮装置，当它转动时便闭合电磁气动阀电路内的触点。该阀动作时把压缩空气送至切断阀的膜片，并使其关闭。一旦变换炉的负荷降低到规定值的一半，即停止向变换炉送入空气。

当发生以下三种事故时压缩车间压缩机的电动机当即停车：压缩机润滑系统油压降低；气柜高度事故性降低；变换气总管压

力事故性下降。

在甲烷轉化机組上采用了防止生成爆炸性混合气的装置。当焦炉气中断时，空气和氧气管綫上的电动閘閥便自行关闭。

在苏联国立氮素工业設計研究院的設計中，特別注意采用自动防护装置，以防止在设备中生成爆炸性混合气而发生对工艺規程的不允許的破坏。在这种情况下相应的带有接触装置的发送器用来使切断閘閥或者电动传送或气动薄膜传送的閘門发生作用。在后一种情况下，发送器的接触装置作用于控制切断閘閥薄膜执行机构进气的电磁閥。

自动检测

目前氨厂成功地配备了检测仪表，例如液体和气体的温度和流量、低压容器中的液位和压力等参数的标准工业仪表。

除此以外，最近五六年来苏联化工部自动装置实验設計局(ОКБМХП)还試制成功了一系列对制氨工业具有特殊意义的自动检测仪表。它們在氨厂中应用甚广。

苏联自动装置实验設計局制成的 МГК-2 型磁性氧气体分析器，用来控制造气过程中富氧空气的成分。它工作得非常可靠。

气体分析器采用 ЭПД 型电子电位差計作为二次仪表。仪表刻度可介于氧含量为0—100%的任意范围内。

苏联自动装置实验設計局还基于利用紅外綫选择吸收的原理，制成了測定一氧化碳、二氧化碳、甲烷和氨的 ГИП-5 型自动气体分析器。在这种情况下用 ЭПД 型电子 电位差計作为二次仪表。

目前苏联自动装置实验設計局又制成了量程达十万分之几的这种型的分析器，它們对于控制氮氢混合气的精炼过程是非常必需的。

苏联自动装置实验設計局研究成功了高压容器用的 РВП 型浮标式液面調節器。調節器与該局制成的电气变换器、气动定位器和高压气动調節閥配套使用。ПМК-320 型調節閥用来調節分

分离器中液氨液位和銅氨液洗滌塔中銅氨液液位。

應該指出,在当前具体条件下,应用浮标式調節器具有重大缺点。液氨分离器中往往含有循环气从合成塔中带出的触媒粉尘。它常常会堵塞浮标室的連接管。銅氨液洗滌塔里由于銅氨液沉淀而使浮标的体积增大,因而使发送器改变自己的讀数。所以正在研究利用放射性同位素辐射的高压容器液位发送器。在苏联自动装置实验設計局和苏联氮素工业設計研究院共同拟定的銅氨液洗滌过程自动化方案中,就打算用这种型式的发送器来調節液面。

斯大林諾哥尔斯克联合企业采用热工仪表研究院的 VP-4 型放射性液面計来測定銅氨液洗滌塔或其它設備中的液面。初步試驗的效果很好。然而,應該指出,由于辐射源和接受室装設在厚壁高压容器的外面,就必须大大提高辐射强度。看来,把辐射源和接受室放在容器内比較合理。这样既能防止操作人員受射线侵害,又能建立与 ЭПД 型标准电子电位差計連用的无触点发送器。

在氨的生产部門中还采用測定氮氢混合气中氢气浓度的自动仪表。这种仪表对于控制工艺过程非常重要,它也是由苏联自动装置实验設計局試制的。它的测量部分是热导式发送器,而二次仪表則是 ЭПД 型标准电位差計。

在氨生产过程綜合自动調節方面研究工作的发展,对控制测量仪表和发送器的研究部門提出了許多新任务,并且要求提高现有仪表的可靠性。目前的趋向是用气体分析器来調節淨化过程的质量和生产的主要反应过程的质量。为采用計算机以控制生产,更加需要工艺过程运行的充分信息。因此,生产过程中运用新式自动化的方法与仪表制造的发送器和敏感元件。

自动調節

前已述及,在个别情况下应用自动調節使一些最重要的工艺参数保持在規定值。此时运用自动調節总是直接决定于实际

需要。

苏联卫国战争时期不得不取消原料气和变换气的气柜。此时，首先必须预防在负荷冲击下在鼓风机和高压压缩机入口形成真空，以免空气吸入操作系统和产生爆炸性混合气。其次，必须建立消除氨生产部门首尾车间负荷失调的等效缓冲容量。

这一任务是靠在鼓风机和高压压缩机入口处采用压力调节器来解决的。上述调节器打开鼓风机和高压压缩机第一段的副线。

为了稳定第一个 $\Gamma\text{ИАП}$ 型连续式沸腾层气化煤气发生炉的操作状况，曾采用一系列参数的自动调节，但是并不能控制气化过程本身。

自动调节氧气总管的压力可以稳定富氧空气的成分。空气和氧气在鼓风机入口处混合。在鼓风机吸入口吸气量实际不变的前提下调节氧气压力，可以间接使空气与氧气量之间保持必要的比例。

自动调节器曾用来调节低压和高压蒸汽压力。利用 PYKII 型简单的调节器调节煤气发生炉单流废热锅炉中分离器的贮器和膨胀槽里的冷凝液液位。

根据苏联氮素工业设计研究院的设计，在另一种类似的煤气发生炉中除装设上述调节器外，还实现了废热锅炉中蒸汽和水量的比值、造气车间净化设备除尘系统的氮气压力的自动调节，以及脱气设备的自动化。

脱气设备用两个调节器控制： PYKII 型液面调节器和 04-MC-410 型塔顶压力调节器。液面调节器控制着由脱气塔至锅炉给水泵的供水量。压力调节器控制着通入脱气塔的蒸汽量。

为了控制工艺过程的进行，即使能自动调节个别重要的参数还是不够的。因此，苏联氮素工业设计研究院设计某些新合成氨厂时，已开始转到了个别重要的过程机组自动化，然后再过渡到车间中某一脱硫过程的综合自动化。

用氧化锌脱除焦炉气中有机硫化物的设备，乙醇胺法脱硫过程中的蒸馏塔以及甲烷转化机组的自动调节系统，都可以作为机

組自动化的例子。

用氧化鋅作吸收剂脫除焦炉气中所含有机硫化物的过程，实质上是氧化鋅同它們化合，然后再进行再生。

这一过程的正常进行决定于通入脫硫器的气体温度。它的温度应等于 400°C 。

冷焦炉气首先在热交换器中由净化过的热气体預热到 380°C 左右，然后再在轉化气和空气的燃烧室里加热到所需要的温度。

实质上問題在于調节高热值轉化器的燃烧过程，以保証把全部焦炉气預热到所需要的温度。自动調节方案是这样的：燃烧室出口的焦炉气温度調节器控制着进入燃烧室的轉化气的量，比例調节器根据轉化气的进气量控制燃烧室中空气进入量。

在乙醇胺法脫硫过程中进行了废液再生蒸餾塔的自动調节。調节規定保持塔內給定的液位和影响到温度状态的塔內压力。PVKII型液面調节器控制着离心泵从塔內抽出的溶液量。它作用于装在它的压出管綫上的調节閥上。

压力調节器保持蒸餾塔回流貯槽中的压力給定值，从而在塔里建立应有的压力。除此以外，还能自动保持該貯槽中的回流液液位。

根据苏联氮素工业設計研究院設計，实现了甲烷催化轉化管式炉的自动調节。这种調节系統可以保証焦炉气、空气和氧气以一定的比例进入轉化炉，其中以焦炉气的流量为主。这种調节是靠焦炉气-空气和空气-氧气两个比例調节器完成的。

机組的实际操作和理論推断都表明，上述自动化方案并不是尽善尽美的。的确，它无法調节轉化炉里的温度状态。同时，当焦炉气中甲烷浓度变化时，单靠一个比例調节器便不能使吹入的气体組份間保持应有的比例。焦炉气、空气和氧气之間的比例应按轉化炉內的温度加以校正。这一点可利用串級調节方式来完成，其中轉化炉中的温度調节器对焦炉气-空气比例調节器的整定值起作用。为此應該采用能够自动改变其給定值的特殊三脉冲比例調节器。对于空气-氧气的比例調节則可用一般的調节器。

苏联国立氮素工业设计研究院设计了乙醇胺法脱除二氧化碳过程的综合调节系统,其原理流程如图3所示。

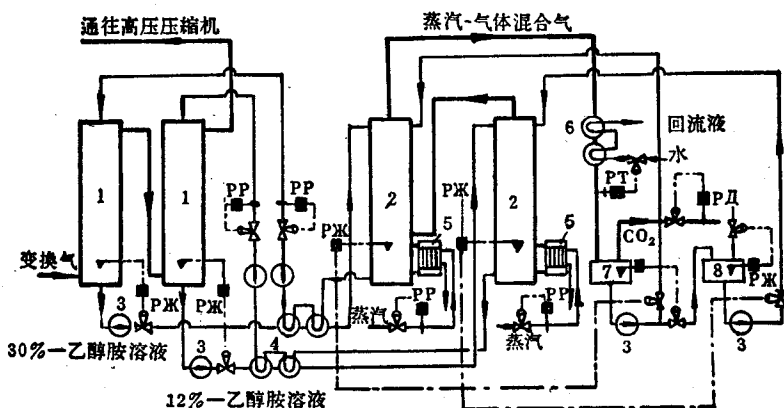


图 3 乙醇胺法脱除二氧化碳过程的自动调节原理图

1—吸收塔；2—再生塔；3—离心泵；4—热交换器；5—再生塔的
 沸腾器；6—冷却器；7、8—回流液贮槽；*PЖ*—液位调节器；
PP—流量调节器；*PT*—温度调节器；*PД*—压力调节器

净化是用30%和12%的乙醇胺溶液进行的。其中每一种溶液都规定有单独的净化和再生循环。第一套吸收塔和再生塔用30%的溶液喷淋。第二套吸收塔和再生塔用12%的溶液喷淋。吸收塔的液位调节器 P_K 控制着送入再生塔的废液量。流量调节器 PP 控制着经过净化和在冷却器内冷却过的适当浓度的溶液的喷淋量。再生塔的液位调节器 P_K 决定着附加喷淋再生塔的回流量。

在再生塔的沸騰器中，送入一定量的蒸汽，后者是靠流量調節器 PP 來穩定的。再生塔的温度状态是利用下述方法来間接保持的，即在回流液貯槽 7 和 8 內保持一定的压力。用稀釋冷凝液來保持貯槽 8 中的回流液液面。

氨生产部門主要过程自动调节方面的研究工作①

現在介紹一下某些重要的氨生产过程的自动调节原理图。

● 本段略有删节。

图4为 ГИАП 型連續作用煤气发生炉的自动調节系統。它是由苏联氮素工业设计研究院与苏联科学院自动学和远动学研究所共同研究拟定的。

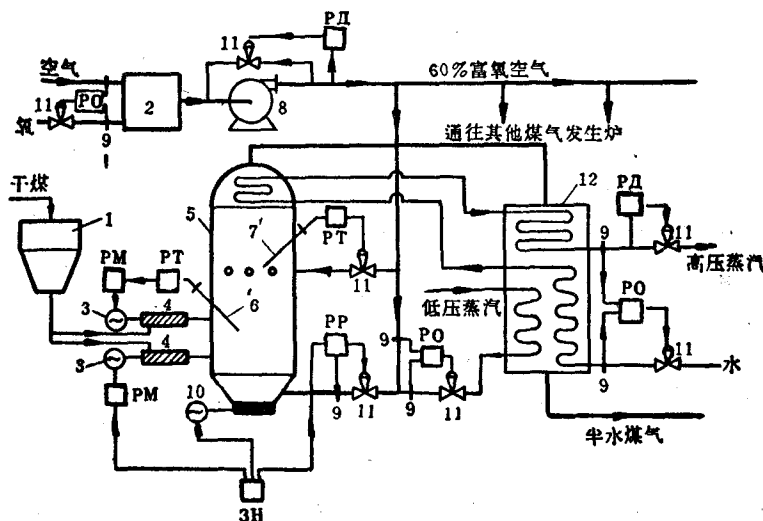


图 4 ГИАП 型煤气发生炉的自动調节原理图

1—料斗；2—混合器；3—給料器的电动机；4—螺旋給料器；5—煤气发生炉；6，7—沸腾层和二次鼓风区的热电偶；8—鼓风机；9—流量孔板；10—排灰机的电动机；11—調节閥；12—廢热鍋炉；PO—比例調节器；PT—温度調节器；PD—压力調节器；PP—流量調节器；PM—磁力調速器；3H—負荷整定器

这种調节系統的重要內容，是在吹入的气体組份之間保持給定的比例，以及用控制煤气发生炉中燃料添加量的方法来保持必需的溫度状态。于是，就可以在不改变溫度状态的条件下，在加入发生炉的各种物质之間保證一定的比例。显然，可以认为，采用这种調节时所得到的半水煤气的組成一定相当稳定。所以就能够为以后处理这种气体的过程創造較好的条件。

上述原理图中未表示出輔助过程和参数的調节系統。图中也沒有发生炉用煤的干燥过程自动化系統以及廢热鍋炉分离器貯器液位的調节方案。

为了调节气化燃料沸腾层区域的温度，采用了串级原理。温度调节器 PT 作用于磁力调速器 PM 的整定器上，以控制螺旋给料器的异步电动机 3 的转速。苏联科学院自动学和远动学研究所 (ИАТ АН СССР) 正在研究采用电动及气动温度调节器两种方案，调节温度和异步电动机的转速。参加给料器异步电机转速调节器试制工作的还有苏联科学院电工研究所。

自动化方案规定煤气发生炉的负荷借整定器 $3H$ 来改变；该整定器还对燃料添加量和一次鼓风的调节器的整定值以及排灰机的电动机 10 的转速起作用。这种整定器手动或自动可由半水煤气车间的负荷来决定。

图 5 为一氧化碳变换机组的自动调节原理图。苏联科学院自动学和远动学研究所拟定这个方案时，吸取了硫酸生产中带有中间换热的转化设备的自动调节经验。该所不久以前完成了这些设备的自动化工作。硫酸生产的转化器和一氧化碳变换炉有许多完全相同的地方。

变换炉自动调节的原理在于使下列参数自动保持恒定。

(1) 用外部热交换器后的热气体与进入热交换器的较冷气体混合的方法，控制变换炉入口温度；温度调节器控制沿副线送至变换炉入口的冷气体量；

(2) 控制变换炉一段出口的温度，温度调节器控制原料气和蒸汽量比例调节器的整定值；

(3) 用调节器调节冷却变换炉一段后混合气的冷凝液量，来控制变换炉二段入口处的温度。

用苏联科学院自动学和远动学研究所的实验室特制的气动三脉冲调节器作为原料气和蒸汽量的比例调节器 PO ，它是单元组合仪表中一个单元的发展。利用这种调节器可以构成变换炉一段出口温度的串级调节方案。这种调节器的特点是：当第三个脉冲作用时，它的比例特性受到破坏，而不是平行移动。调节器的这种性质能够在主气流的不同浓度下自动在各组份之间保持所需的比例。“季兹” (ТИЗ) 仪表厂正把上述调节器用作 AYC 的一个单

元。

原料气和蒸汽在喷射器内混合，当进入的蒸汽压力不低于 3 大气压（表压）时，它不仅能够用作混合器，还可以用作输送设备。本原理图中变换设备的蒸汽由压力为 4.5 大气压的蒸汽总管供给。测量孔板前蒸汽压力的自动调节应能消除压力波动对比例调节器工作的影响。

目前正在安装实验机组的自动装置，上述方案还将在生产条件下进行实验研究。

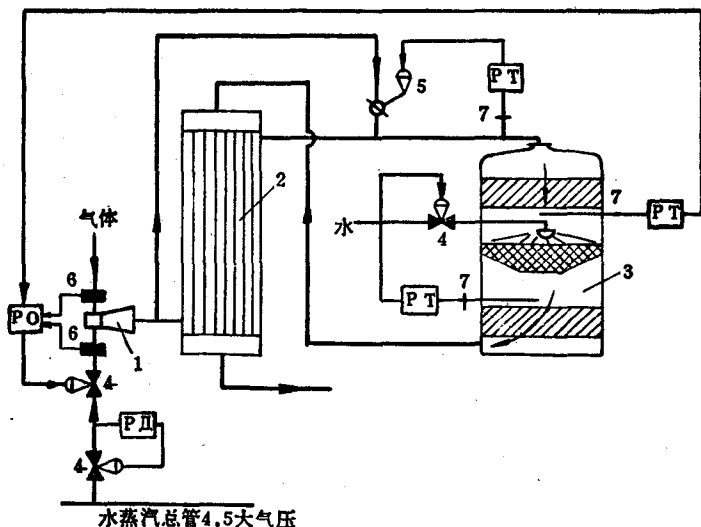


图 5 一氧化碳变换机组自动调节原理图

- 1—喷射器；2—热交换器；3—变换炉；4—调节阀；5—调节阀开板；6—测量孔板；7—热电偶；PO—比例调节器；
PD—压力调节器；PT—温度调节器

在这项工作中规定用保持设备出口应有的一氧化碳浓度的方法来研究变换炉预定操作质量的自动调节，以及当必须向变换炉送入空气时在非常状态下调节变换炉。由于把苏联自动装置实验设计局试制的 ГИП-5 型仪表作为调节器的发送器，这就为采用一氧化碳浓度调节系统提供了可能性。至于向变换炉中送入空气

的調節，对于在脫硫程度很高和采用稳定的催化剂的場合，向变换炉中送入空气的調節，看来是完全不必要的。

图 6 为苏联科学院自动学与远动学研究所与苏联氮素工业设计研究院所拟定的高压压缩机自动調節原理图。压缩車間的自动化規定在調整所有生产車間負荷及压缩車間前的几个主要車間負荷降低时的两种状态下自动調節压缩机。在第一种情况下，自动調節水洗和銅氨液洗滌前的压力。在第二种情况下，保持水洗車間前压力恒定，以及稳定变换气气柜規定的下限高度。气柜高度調節器，把压缩机的負荷減輕到所有生产車間的生产能力达到協調为止。

压力調節器 1 和 2 同气柜高度調節器 3 控制着压缩机四段和一段的进气閥 5 和 6 的关度。根据压缩車間的操作規程，气柜高度继电器 4 切换气动調節器的作用綫是借电磁閥来实现的。当气

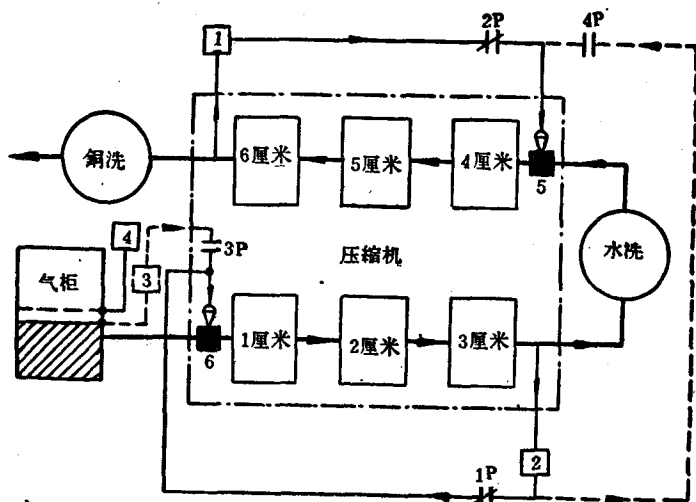


图 6 高压压缩机自动調節原理图

1 和 2 — 压力調節器；3 — 气柜高度調節器；4 — 气柜高度继电器；
5 和 6 — 进气閥的調節裝置；1P 和 2P — 气柜高度继电器 4 的常开閥；3P 和 4P — 气柜高度继电器 4 的常閉閥