

化工特殊检测仪表资料汇编

化工部自控设计技术中心站

序 言

本汇编包括了“氮肥特殊检测仪表”和“氯砒特殊检测仪表”。参加编写的单位有：化工部第四设计院、化工部第八设计院、化工部第二设计院及兰化公司设计院。

“化工特殊检测仪表”包括的范围很广泛，由于时间的限制，本汇编只选择其中的一部分，主要目的是对目前氮肥和氯砒自控设计、生产、使用中的一些问题，进行初步的总结和分析，以供参考。

化工部自控设计技术中心站

1979·7

目 录

第一篇 氮肥特殊检测仪表

第一章 温度测量	1
第一节 重油气化炉炉温测量	1
一、重油气化炉测温要求	1
二、还原性气体对高温测温的影响	1
三、热电偶吹 N_2 目的要求及控制方法	2
四、重油气化炉测温用热电偶及结构	8
五、套管材质问题	13
六、安装方法及使用要求	18
第二节 重油气化炉表石温度测量	19
一、概述	19
二、表石温度的检测原理	20
三、线管状热敏电阻的结构及技术特性	21
四、检测系统的组成	24
五、安装方法及要求	26
第三节 三十万吨合成氨厂二段转化炉温度测量	28
第四节 固定层造气炉炉温测量	33
第五节 多点温度检测	38
一、100 点以内的手动矩阵选点	38
二、100 点以上的选点线路	41
三、自动巡回选点显示	45

第二章 压力测量 48

第一节 膜片隔离装置 48

一 膜片式压力表 48

二 自制的膜片隔离装置 50

第二节 其它形式的隔离装置 55

一 活塞式隔离装置 55

二 充硅脂隔离的压力表 58

第三节 压力振幅变送器 58

一 转换器 59

二 变送器 60

第三章 流量测量 65

第一节 大口径低压差流量测量 65

一 理论基础 65

二 发展与现状 68

三 皮托管 69

四 文丘里皮托管 71

五 阿牛巴均压环 76

六 双翼均速管 77

七 旋涡式流量计 79

第二节 液氨流量的测量 84

一 概述 84

二 液氨流量的测量方法及使用状况 84

三 涡轮流量计测量液氨流量的温度补偿 87

第三节 气体流量测量的自动校正 104

一 概述 104

二 差压法测量气体流量的温度压力校正

理论公式	105
三、用单元组合仪表组成的温度压力校正系统	106
四、用绝对压力变送器、绝对温度变送器组成的温度压力校正系统	112
五、理论校正公式的误差	118
六、蒸汽流量测得的校正问题	120
七、密度自动补偿测算系统	126
第四节 旁通转子流量计	129
一、概述	129
二、基本公式的推导	130
三、计标方法和步骤	133
四、理论公式的验标	137
第四章 液位测算	143
第一节 高压氨分离口，冷汜口液位的测算	143
一、概述	143
二、测算工况	143
三、各种测算方法的应用	143
四、高压电容液位计的应用	144
五、现场运行情况及存在问题	147
第二节 铜洗塔的液位测算	150
一、概述	150
二、测算工况	150
三、各种测算方法的应用	150
四、吹入新铜汜测算铜洗塔液位的方法	151
第三节 尿素合成塔液位的测算	157



一、	流程、作用及操作要求	157
二、	检测方法及选用仪表	158
三、	使用情况及存在问题	159
第四节	尿素汽提塔液位的测量	161
一、	流程、作用及操作要求	161
二、	检测方法及选用仪表	161
三、	使用情况及存在问题	164
第五节	尿素造粒塔液位的测量	165
一、	流程、作用及操作要求	165
二、	检测方法及选用仪表	165
三、	使用情况及存在问题	166
第六节	γ 射线料位计	166
一、	概述	166
二、	测量原理	166
三、	仪表构成及附件说明	167
四、	使用 γ 射线料位计有关问题	170

第二篇 氯砷特殊检测仪表

第一章	自制靶式流量计测氯盐水流速	183
第一节	测量原理	183
第二节	改装方法	183
第三节	计算举例	187
第四节	使用情况	190
第二章	利用园缺孔板测回收盐水流速	190

第一节	测氧原理	190
第二节	测氧系统	191
第三节	使用状况	192
第三章	用隔离法测氯气流氧	192
第一节	测氧方法	192
第二节	测氧系统	192
第三节	隔离装置	194
第四节	使用状况	201
第四章	盐水浊度计的测氧方法	202
第一节	测氧原理	202
第二节	测氧装置结构	203
第三节	使用状况	204
第五章	用放射法测液氯贮槽重氧	205
第一节	测氧原理	205
第二节	测氧方法	206
第三节	二次仪表线路	208
第四节	仪表组成	209
第五节	使用状况	210
第六章	湿差法测碱液浓度	211
第一节	测氧原理	211

091	第二节	测温点的选择方法	213
101	第三节	温差法自动出料线路的组成	216

第七章 废水含酸和蒸发冷凝液中含碱检测报警 220

091	第一节	测另原理	220
091	第二节	电导池结构	222
091	第三节	测另线路	224
401	第四节	使用状况	225

第一篇 氮肥特殊检测仪表

第一章 温度测量

第一节 重油气化炉炉温测量

一、重油气化炉测温要求

重油气化炉是以重油为原料，在高温（ $1300 \sim 1350^{\circ}\text{C}$ ）、加压（ $20 \sim 35 \text{ kg/cm}^2$ ）的条件下，用氧气、水蒸汽进行重油气化，产生合成氨的粗原料气。

重油气化炉内的气体成分：

H_2 : 46%	CO : 46.6%	CO_2 : 5.4%
CH_4 : 0.8%	O_2 : 0.1%	H_2S : 50 ppm

从炉中的气体成分可以看出，裂化炉测温条件是以 H_2 气和 CO 气为主体的强还原性气体。在生产中发生故障时，裂化炉行车炉内喷入大量的蒸汽，使炉温从 1350°C 急降到 700°C 左右。在烘炉和升温过程中，炉内有大量的空气，炉内在这个阶段又具有强氧化性气氛。由于用重油气化，在气化过程中有大量的碳黑产生，这样使炉内测温条件特别苛刻。尽管如此，气化炉内温度测量对生产过程是特别重要的。炉温控制的好坏直接影响气化效率，气体的有效成份，氧的消耗及碳黑生成等。特别是过氧时，使有效气体中氢气大量被烧掉，降低气化效率，更为甚者造成炉温过高，烧坏耐火砖及炉壁，这种严重的事故很多厂都不止一次的发生过。

二、还原性气体对高温测温的影响

还原性气体对高温测另影响是很大的，在一定温度、一定的压力、一定的氢分压条件下，氢气溶于金属晶格中，使金属发生脆性破坏，这种现象叫做氢脆。金属发生氢脆以后，机械性能下降，使金属的强度和塑性都降低。

同时渗透到金属内部的氢，遇到碳化物，引起钢组织的化学变化，使碳化物分解产生甲烷，使金属脱碳，并产生大晶界裂纹，这就是氢腐蚀。

金属氢腐蚀开始的温度与压力的关系：

压力 (Kg/cm ²)	30~100	100~200	200~300	300~400	400~600	600~800
温度 (℃)	280~300	240~270	200~230	210~220	200~210	190~200

重油气化炉是在强还原性气氛中进行测另，氢脆及氢腐蚀两种影响都同时存在。因此重油气化炉炉内温度测另的最关键问题，就是如何延长热电偶及保护套管的使用寿命，即找到既耐高温、中压、抗氧化又抗还原性气氛的比较理想的保护套管的材料。

重油气化炉炉温测另目前国内各厂采用的各种办法及措施，都是围绕着上述的目的和要求而进行的。

三、热电偶吹 N₂ 的目的、要求、及控制方法。

1、吹 N₂ 的目的

1) 吹 N₂ 的主要目的是防止还原性气体在高温、加压情况下，对热偶丝及其套管发生氢脆及氢腐蚀的现象，使热电偶及外套管表面形成一层惰性气体的保护层。

2) 防止在热电偶受损坏时，高温裂化气通过套管达到炉壁内层，导致壁温过高，甚至破坏炉子外壳的机械强度，发生设备外破等严重事故。

3) 平衡气化炉中的压力，使金属套管在高温下不受压力

的影响，提高金属的耐温性能。

2、吹 N_2 量对测温温度的影响

吹 N_2 量控制的大小对温度的测量值影响是很大的，吹 N_2 量太小，达不到对吹 N_2 目的的要求，若吹 N_2 量太大，影响测温的准确性，目前国内各厂对吹 N_2 量的控制范围相差很大，如衢州化工厂每根温度计套管的充 N_2 量为每分钟200毫升，七根套管每小时总吹 N_2 量不超过0.10立方米，他们认为这么小的吹 N_2 量不影响炉温测量的准确性。而前郭旗化肥厂吹 N_2 量（共六点热电偶，一点炉压测量）每支热电偶为1.5立方米。兴平化肥厂吹 N_2 量每支热电偶控制为1立方米，最高达4.62立方米/小时。很多厂由于没有耐压 30 kg/cm^2 的玻璃转子流量计，吹 N_2 量无法控制，也不知吹进去多少。刘家峡化肥厂曾经做过实验，吹 N_2 与不吹 N_2 ，测温值相差 200°C ，这对安全操作是很危险的。但这种实验不能说明什么问题，因为到底吹进氮气多少不清楚。前郭厂吹 N_2 量控制在 $1.5\text{ Nm}^3/\text{小时}$ 时，试验吹 N_2 与不吹 N_2 对测温的影响，其结果是吹 N_2 比不吹 N_2 温度相差 $40\sim 50^\circ\text{C}$ ，我们认为这个数据是比较实际的。据日本宇井兴产公司重油气化炉吹 N_2 热电偶的运行试验，吹 N_2 量控制在每小时每支热电偶为 0.1 Nm^3 ，所测炉温比实际炉温低 20°C 。根据以上情况，我们推荐热电偶的吹 N_2 量，每支热电偶每小时控制在100~150立升比较合适。

3、吹 N_2 的控制方法

国内各厂重油气化操作压力不同，采用控制吹 N_2 的方法也各异，尽管采用的手段不一样，目的都是一样的。吹 N_2 系统控制的设计想法，必须保证吹进炉内的 N_2 气压力要高于炉压，一般要求高于炉压 $0.5\sim 2\text{ kg/cm}^2$ ，并且希望吹 N_2 系统的压力要跟踪炉压的变化，下面介绍各厂采用的几种控制方法：

衢化采用氮压跟踪法。

衍化用空气减压阀改装成的恒差调节口，其内口结构完全采用 KGJ 型减压阀的零件，膜片用丁烯橡胶外壳根据使用氮气压力的大小，自己加工。手轮、压力调节阀杆及密封装置与小阀门一样，其结构如图 1.1.1

工作原理：

使用前，先要调歪好，使其 N_2 压跟踪炉压的变化，并保持 N_2 压大于炉压 0.3 Kg/cm^2 的恒差压。

调歪方法：

先将炉压侧放空
氮压侧接上标准压力表，调歪手轮，使调压杆压缩调节弹簧，至氮压侧标准压力表指示到 0.3 Kg/cm^2 时为止。

当炉压升高时，B 室压力升高，将膜片下压，喷嘴将挡板压下， N_2 气经 C 室进入 A 室，当 A 室压力升高超过 B 室，又推动膜片使喷嘴离开挡板，关闭气泥进入 A 室的路，多余的气压从 A 室进入 B 室，达到 A 室与 B 室气压相差 0.3 Kg/cm^2 而平衡。

通过 N_2 压跟踪口的作用，经常有 N_2 气从 A 室进入 B 室而进到炉内，使炉压引压管始终有 N_2 气进入炉内，若 N_2 气压力不发生突然变化，炉气不会倒流到跟踪口，可避免炉压引压管为碳黑所堵塞。（衍化重油气化炉为低压操作，压力为 6 Kg/cm^2 ）

图 1.1.2，图 1.1.3，介绍二种用加法口组成的吹氮压力

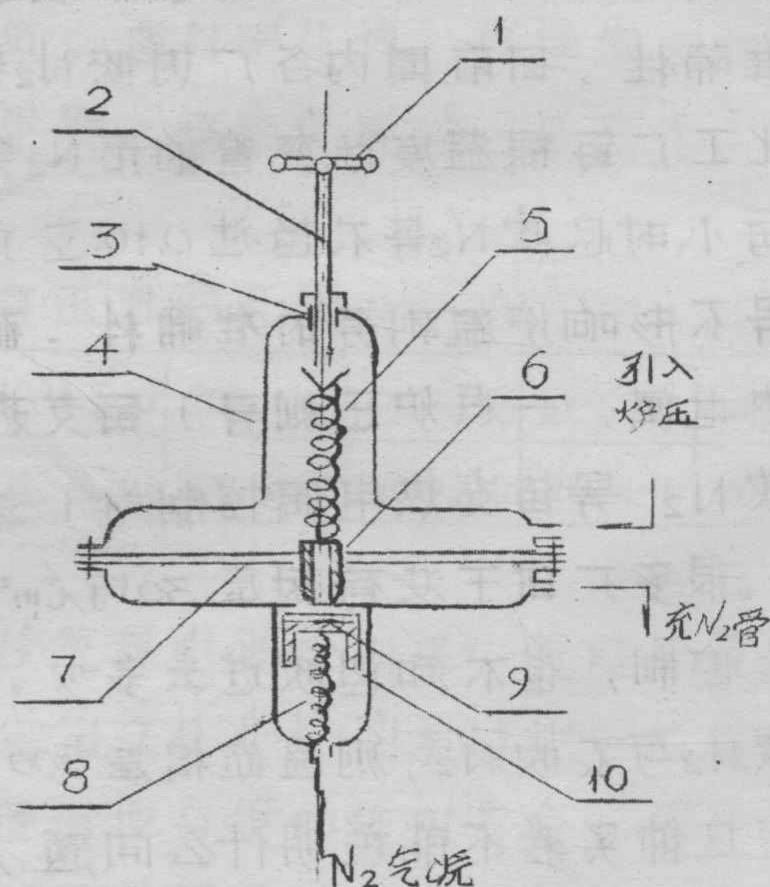


图 1.1.1 氮压跟踪口

- 1) 手轮； 2) 调压杆； 3) 密封装置；
4) 外壳； 5) 调压弹簧； 6) 喷嘴；
7) 膜片； 8) 复位弹簧； 9) 橡胶挡板；
10) 阀座。

控制系统。

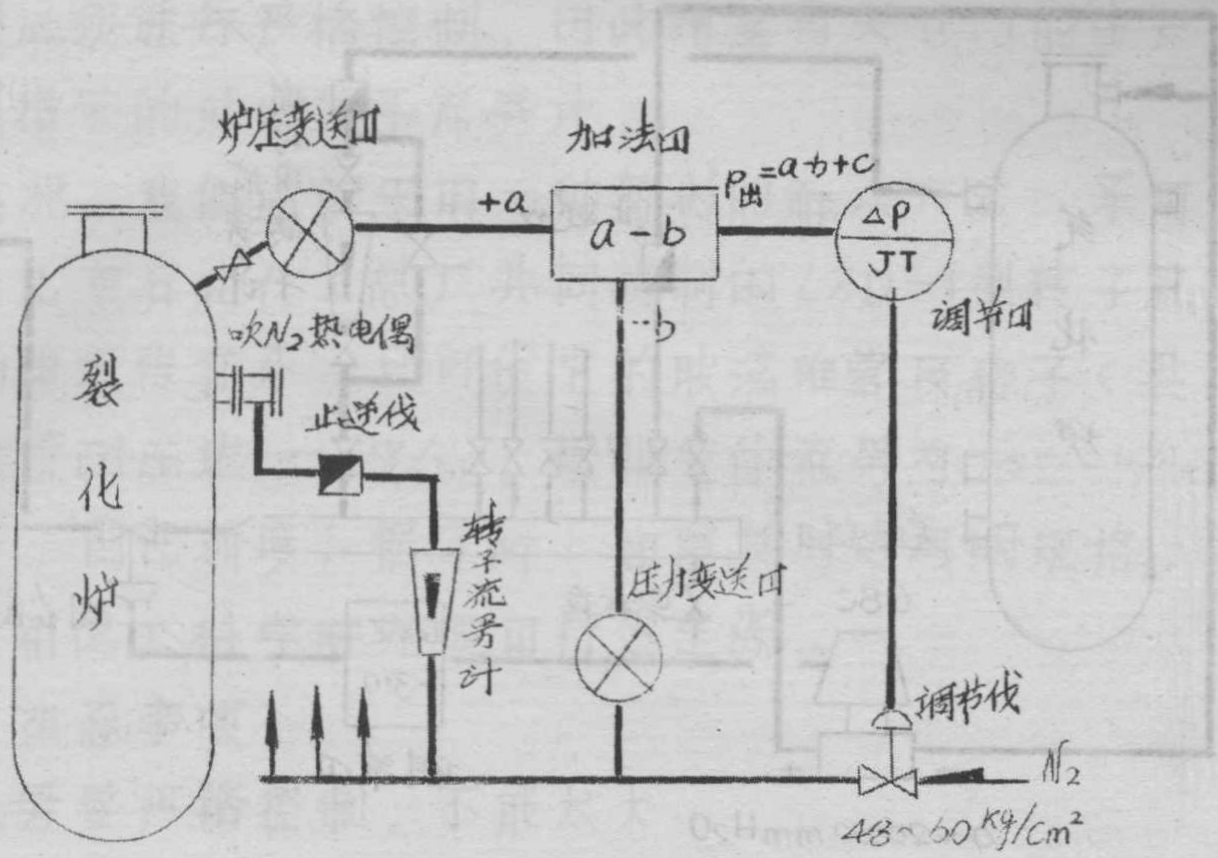


图 1.1.2 吹 N_2 恒差调节系统图

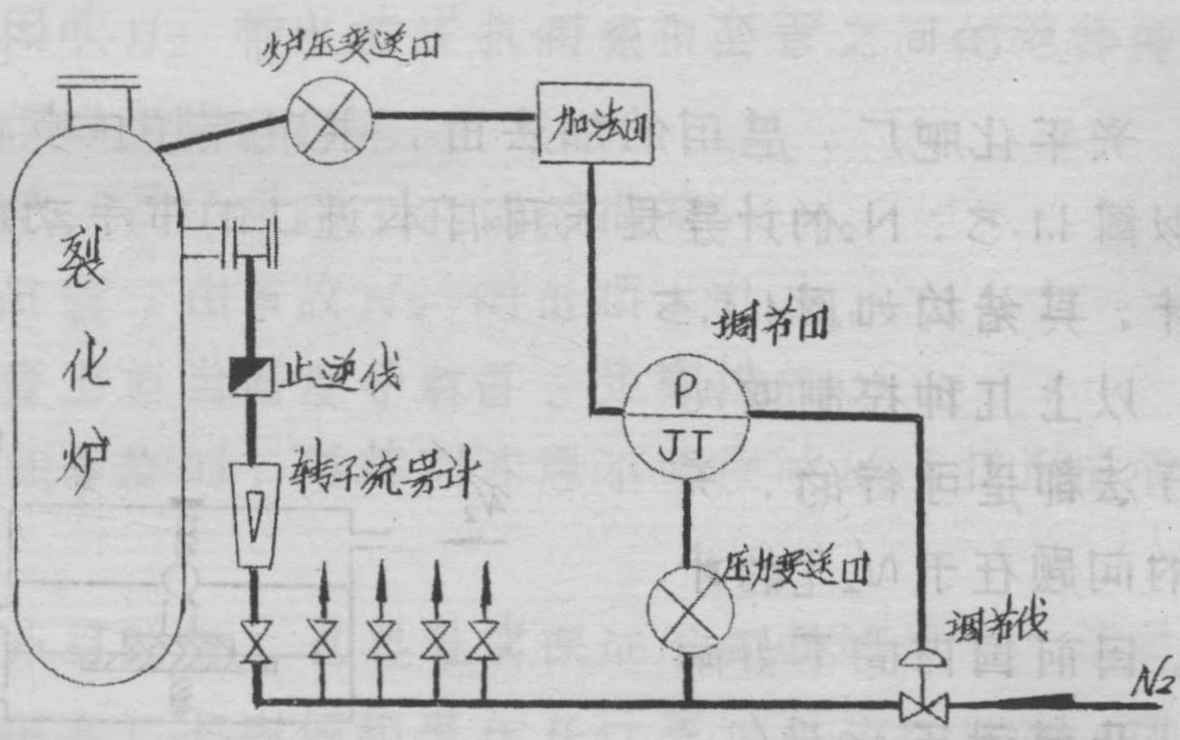


图 1.1.3 吹 N_2 跟踪炉压调节系统图

前郭旗化肥厂吹 N_2 系统，用差压变送器，按 N_2 气与炉压之前来调节吹 N_2 压力，调节系统如图1.1.4

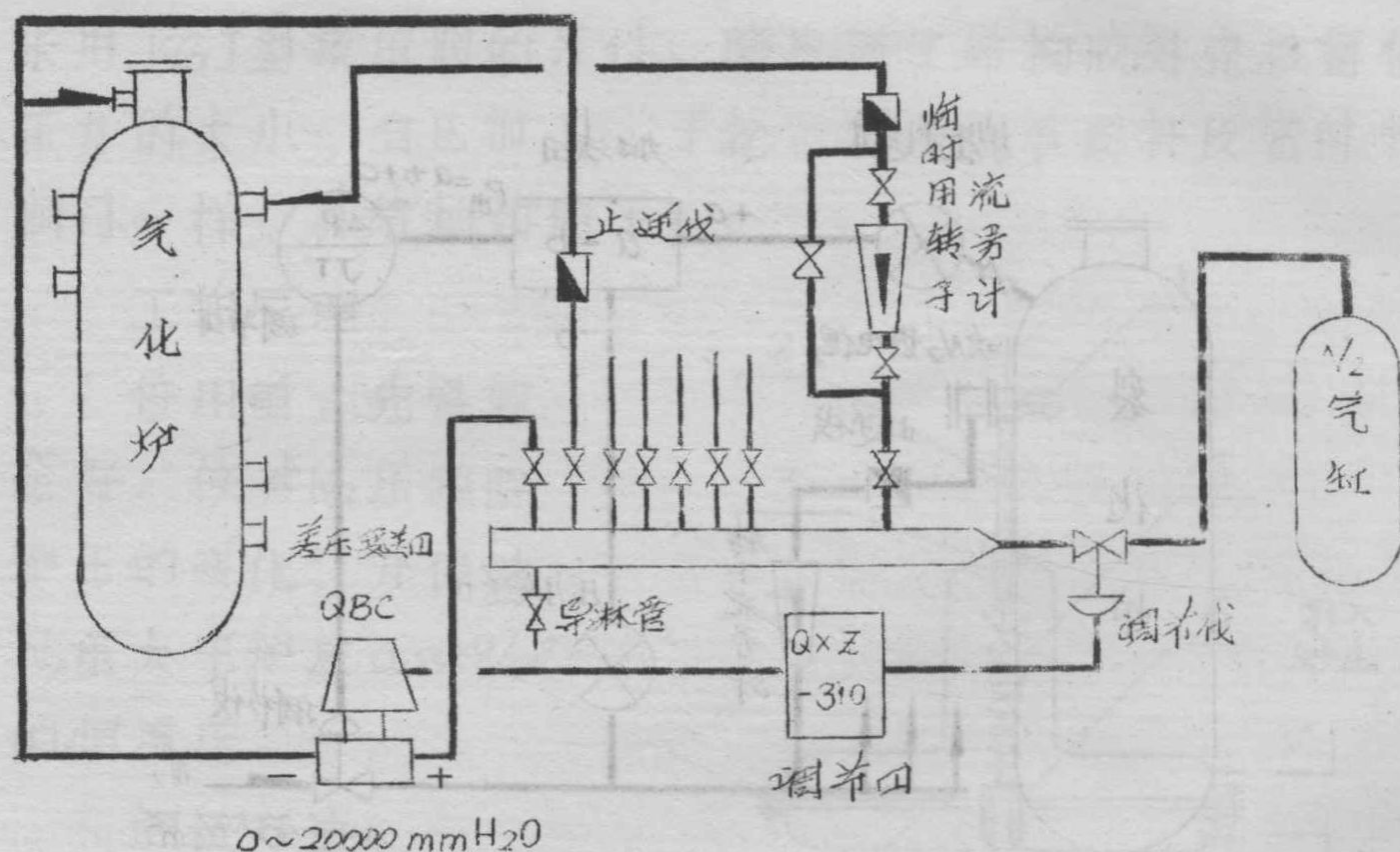


图 1.1.4 用差压变送器跟踪炉压控制吹 N_2 系统图

兴平化肥厂，是用的加法回，来跟踪炉压变化，调节系统类似图 1.1.3。 N_2 的计量是采用日本进口的带手动调节的转子流量计，其结构如图 1.1.5

以上几种控制吹 N_2 的方法都是可行的，关键的问题在于 N_2 气的计量。目前国内尚不好解决，没有耐压 40 kg/cm^2 就地指示的小转子流量计。只有电远传和气远

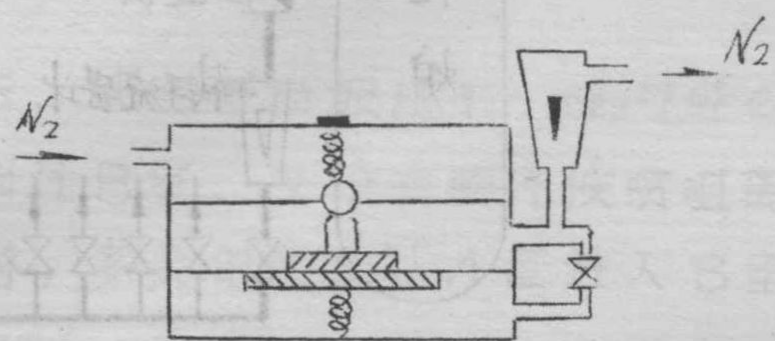


图 1.1.5 带手动调节的转子流量计

传的产品，这种产品对测另热电偶吹 N_2 另来讲，它显得结构复杂，体积太大，价格昂贵，安装使用很不方便。很多厂由于转子流量计没有解决，吹 N_2 另都处于盲目状态。使炉子超温现象

都严重的存在，给安全生产带来很大影响。我们认为对每个吹 N_2 热偶的吹 N_2 旁必须进行严格控制，因此希望有关部门能生产这种小型的就地指示的玻璃转子流量计。

鉴于以上情况，我们建议采用一种暂时的解决方法：采用北京化研究院和北京石油化工总厂共同试制的LZD-1型转子流量计，不用它的电远传部分，只订货它的玻璃锥管及转子（具报导，该玻璃锥管耐压达 320 kg/cm^2 ，最小气体流量为 25 升/小时 ），自己标定，自己刻度。据了解：如需要时请写明规格，向石化部北京石油化工科学研究院器材处定货。

4、吹 N_2 注意事项

- 1) 吹 N_2 旁要严格控制，不能太大。
- 2) 要求 N_2 气的质旁一定要高，不能带油、带水。有的厂因为 N_2 气带水，影响准确测温，更为甚者，严重地损坏了热偶的套管及热偶丝，如衢州化工厂曾发生因吹 N_2 带水，使套管炸裂。也有的厂因吹 N_2 带水造成热偶丝和套管之间的绝缘降低，甚至短路，使温度指示反常。

针对这种情况，各厂采用了不同的措施：

a) 将吹 N_2 总管，由事故 N_2 贮罐顶上引出。

b) 在 N_2 气管上适当增设导淋管、定期排放。

c) N_2 气管线安装时，要特别注意不要使吹 N_2 入口形成管线的最低点

3) 在行炉及升温阶段，也要继续保证不间断地吹 N_2 ，这点是特别重要的。很多厂热电偶都是在开车过程中损坏的，前页介绍的几种吹 N_2 控制系统，在正常生产的条件下，运行是可以的，但在行炉时，跟踪系统压力变化太快，调节阀调不过来，就要影响热电偶的继续吹 N_2 ，这就要求在操作时要特别注意，一旦行炉自动跟踪系统就要切换到手动操作系统，对铜套管对这个问题更要特别注意。

总之用吹 N_2 热电偶对气化炉测温，对延长保护套管和热电偶的使用寿命带来一定的好处，同时也使检测系统复杂化，仪表投资增加，正常维护工作量也加大。在没有找到更好的测温方法以前，对在还原性气氛的介质中进行温度测量，仍是一个必要的可行的方法。

四、重油气化炉测温用热电偶及结构

对在还原性气氛介质中进行温度测量，最好选用铂—康铜热电偶，或者铁—康铜热电偶，这两种热电偶对还原性气体 H_2 及 CO 是不会发生化学腐蚀的。但对镍铬—镍铝或者镍铬—镍硅，铂铑—铂、铂铑—铂铈热电偶都不适合这种环境下测温。但重油气化炉，不管在常压下、低压下，或者中压下操作，一般温度都在 $1350^\circ C$ 左右。故选用铂铑—铂热电偶或者铂铑—铂铈热电偶。对于氢脆及氢腐蚀问题，前已讲过用吹 N_2 来解决这个问题。

GWRL 铂铑—铂铈热电偶分度特性如表 1：

分度号 LL-2，热电偶自由端温度 $0^\circ C$ ，表 1

工作端温度 ($^\circ C$)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 (毫 伏)									
0	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	0.003	0.007	0.012	0.018	0.025
100	0.034	0.043	0.054	0.065	0.078	0.092	0.107	0.123	0.141	0.159
200	0.178	0.199	0.220	0.243	0.267	0.291	0.317	0.344	0.372	0.401
300	0.431	0.462	0.494	0.527	0.561	0.596	0.632	0.670	0.708	0.747
400	0.787	0.828	0.870	0.913	0.957	1.002	1.048	1.096	1.143	1.192
500	1.242	1.293	1.345	1.397	1.451	1.505	1.560	1.617	1.674	1.732
600	1.791	1.851	1.912	1.973	2.036	2.099	2.164	2.229	2.295	1.362
700	2.429	2.498	2.567	2.638	2.709	2.781	2.854	2.927	3.001	3.076
800	3.152	3.229	3.307	3.385	3.464	3.544	3.624	3.706	3.788	3.871
900	3.955	4.039	4.124	4.211	4.297	4.385	4.473	4.562	4.651	4.741
1000	4.832	4.924	5.016	5.109	5.203	5.297	5.393	5.488	5.585	5.682

续上表

工作端温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 (毫伏)									
1100	5.780	5.879	5.978	6.078	6.178	6.279	6.380	6.482	6.585	6.688
1200	6.792	6.896	7.001	7.106	7.212	7.319	7.426	7.533	7.641	7.749
1300	7.858	7.967	8.079	8.186	8.297	8.408	8.519	8.630	8.742	8.854
1400	8.967	9.080	9.193	9.307	9.420	9.534	9.649	9.763	9.878	9.993
1500	10.108	10.224	10.339	10.455	10.571	10.687	10.803	10.919	11.035	11.151
1600	11.268	11.384	11.501	11.617	11.734	11.850	11.966	12.083	12.199	12.315
1700	12.431	12.547	12.663	12.778	12.894	13.009	13.124	13.239	13.354	13.468
1800	13.582									

铂铑—铂铑热电偶，长期使用温度小于1600℃，短期使用温度1800℃，完全适用于气化炉长期测温要求。基于目前各厂热电偶损耗另太大，采用贵金属铂铑成本太高，是否可以生产其他材料的热电偶，对当前来讲若能生产铂铑—铂铑铠装热电偶能进一步提高热电偶的使用寿命。

大连工学院为石油气化炉制造的吹气热电偶其规格如下。

型 号	材 质	分度号	温度使用范围		保护管外径 长 度	连接法兰
			长 期	短 期		
GWRLB	铂铑10-铂	LB-3	0~1300℃	0~1600℃	Φ27, 30, 34 mm	Hg 5015-58
GWRLI	铂铑30-铂铑	LL-2	0~1600℃	0~1800℃	Φ60, 75, 85, 100 mm	Dg 50, Pg 40

套管材料：铜合金管

其结构如图 1.1.6。

大连工学院，在这种结构套管的基础上，又试制出一种比较轻便的尾吹N₂气的热电偶，其结构见图 1.1.7。