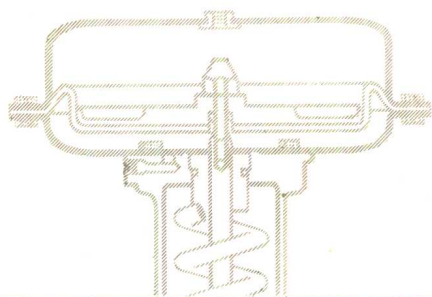
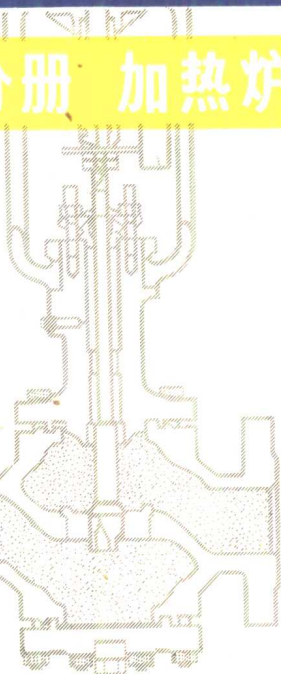


美国石油学会



炼油厂仪表及调节系统安装手册

第三分册 加热炉和惰性气体发生器



-62

石油工业出版社

炼油厂仪表及调节系统安装手册

第三分册 加热炉和
惰性气体发生器

美国石油学会

王道之 朱跃强 译 蒋照忠 校

石油工业出版社

内 容 提 要

《炼油厂仪表及调节系统安装手册》由四个分册组成。本书为第三分册，主要介绍加热炉和惰性气体发生器的测量、控制系统、报警和停车系统。手册对以上诸项内容进行讨论并提供可行的安装方式。

本书可供从事过程控制设计的技术人员，以及炼油厂和化工厂从事仪表专业的工程技术人员和工人阅读。

Manual on installation of refinery instruments and Control Systems

Part III—Fired Heaters and inert gas generators

American Petroleum institute

Second edition 1977

*

炼油厂仪表及调节系统安装手册

第三分册 加热炉和惰性气体发生器

美国石油学会

王道之 朱跃强 译 蒋照忠 校

*

石油工业出版社出版

(北京安定门内外馆东后街甲36)

化工出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850 × 1168毫米 32开本 1³/₈印张 30千字 印1—5,000

1982年10月北京第1版 1982年10月北京第1次印刷

书号：15037·2373 定价：0.18元

出版说明

《炼油厂仪表及调节系统安装手册》为美国石油学会 (API) 的指导性文献。本社曾于1976年出版过其中的第一、二两个分册 (据1965年版本译出), 分别定名为《美国炼油厂仪表及调节系统安装手册》、《石油产品质量自动分析仪表安装手册》。此次重译, 除上述一、二两个分册根据最新版本做较大增补、修订外, 另据新本译出三、四两个分册, 一并出版。为系统计, 四个分册统一定名为《炼油厂仪表及调节系统安装手册》。计第一分册《工业过程仪表及调节系统》、第二分册《工业流程分析器》、第三分册《加热炉和惰性气体发生器》、第四分册《蒸汽锅炉》。

我们希望手册的出版将有助于从事过程控制设计与仪表安装的工程技术人员学习和借鉴国外的经验。

1981年10月

前 言

本手册是 RP·550 炼油厂仪表及调节系统安装手册的一个组成部分。RP·550 由下列四个分册组成：

第一分册：工业过程仪表及调节系统；

第二分册：工业流程分析器；

第三分册：加热炉和惰性气体发生器；

第四分册：蒸汽锅炉。

第一分册论述常用测量和控制仪表及其保护设施和有关附件的安装；第二分册详细讨论工业流程分析器；第三分册介绍加热炉和惰性气体发生器所用仪表的安装；第四分册介绍蒸汽锅炉仪表的安装。这些讨论均包括详细的资料和实例，以便于推荐这些方法。

本手册基于石油工业工程师的知识和经验之积累。旨在有助于较常用的测量和控制仪表以及有关附件的安装，以达到安全、连续运转、精确和有效操作、以及最少量的维修。虽然这里的内容主要是供炼油厂使用，但其很多方面照样可适用于化学装置、汽油装置以及其他类似装置。

所有工程师和操作维修人员工作的成果，是经过了多年的研究、观察、创造，以及有时是经过试验和发生差错而得到的，现将其献于仪表和控制技术。

本分册的内容不得构成和不应解释为法规条文。因而，也绝无以暗示或其他方式对制造、出售或使用任何方法、设备或专利证书所包括的产品同意有任何权利，也不承担任何人违反专利证书的责任。

本手册的使用者应注意到，在飞速发展的仪表领域中，这种类型的出版物不可能十分完善，任何现成的文件也不可能代替权

威的工程分析。而且，必须参考联邦政府、国家和地区的法规。

本分册中未包括某些仪表，这是因为这些仪表专用性很强和使用受到限制。当一种仪表（或一类仪表）获得通用，并且当安装达到相当的标准化程度时，本手册将在修订时增加其内容。

目 录

第一章 加热炉	1
1.1 范围	1
1.2 概述	1
1.3 测量	3
1.4 温度	3
1.4.1 炉膛温度	3
1.4.2 对流段的温度	5
1.4.3 烟囱温度	6
1.4.4 测量和传送温度	6
1.4.5 管子表面温度	7
1.4.6 燃料温度	9
1.4.7 助燃空气预热器温度	9
1.5 压力和流量	9
1.5.1 负压通风	9
1.5.2 燃料流量和压力测量	9
1.5.3 进料流量	11
1.5.4 助燃空气流量	11
1.6 分析	12
1.6.1 烟道气的分析	12
1.6.2 英热单位测量	12
1.6.3 烟尘测量	13
1.7 燃烧器上的燃烧状况	13
1.8 控制系统	14
1.8.1 燃料流量与空气流量调节	14
1.8.2 燃料气点火	16
1.8.3 燃料油点火	17
1.8.4 混合点火	19

1.8.5	炉膛压力控制	22
1.8.6	典型的控制系统	22
1.9	保护仪表	23
1.9.1	报警的型式	24
1.9.2	停车装置	26
1.10	吹灰器	27
第二章	惰性气体发生器	29
2.1	范围	29
2.2	测量	31
2.3	控制系统	31
2.3.1	正常操作下的控制	32
2.3.2	操作方式	32
2.4	保护仪表	33
2.4.1	报警器	33
2.4.2	停车装置	33
2.4.3	联锁装置	35
2.5	程序点火系统	35

第一章 加 热 炉

1.1 范 围

本章的各种仪表适用于下列三种型式的管式加热炉：

1. 自然通风加热炉；
2. 强制通风或引风机式的（或二种都用）加热炉；
3. 带有助燃空气预热器的强制通风与引风机式的加热炉。

这些加热炉由加热盘管组成，盘管排列在耐火砖炉衬中，形成辐射与对流加热区。加热炉的燃料，一般是可燃气体、油或可燃气体与油的混合物。通过盘管的流体物料，一般与燃烧气体对流，以使热载荷在宽范围内，获得良好热效率。

1.2 概 述

加热炉一般可分为两种型式，立管式和卧管式。可以自上而下或自下而上地通风，火嘴可安装在端墙或侧壁、底面、顶上或其他任何组合位置上。

加热炉通常包括主要由辐射传热的区段和主要由和燃烧气体对流传热的区段。直接面对辐射火焰的区域叫做辐射段，而把看不到火焰的区域叫做对流段。加热炉的有些地方可能有一个这些热传导方式都存在的加热表面。

加热炉里，炉管的尺寸与排列、由工艺要求（原油蒸馏、裂解等等）、受热面大小的要求、金属温度通过管道的允许流速及压降决定。典型卧管式加热炉见图1-1。

立管式加热炉有环形或矩形的截面。燃烧器一般在底部，而辐射区排管是垂直的，见图1-2。

原油预热或蒸汽发生器有时包括在这些对流段中，以改善加

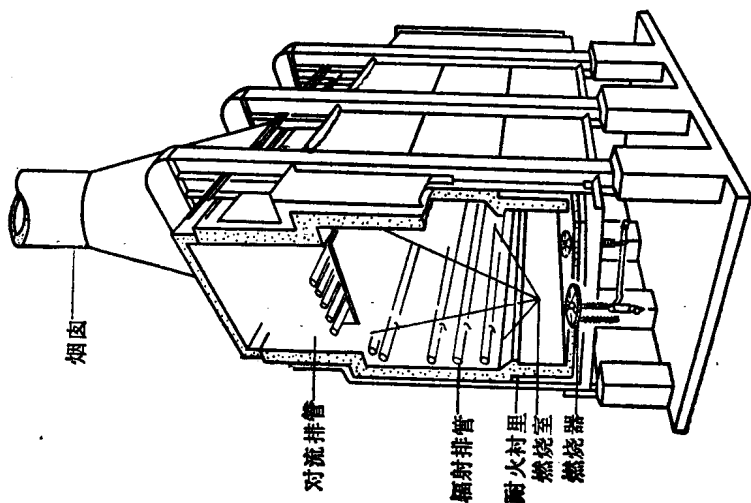


图 1-1 典型卧式管式加热炉

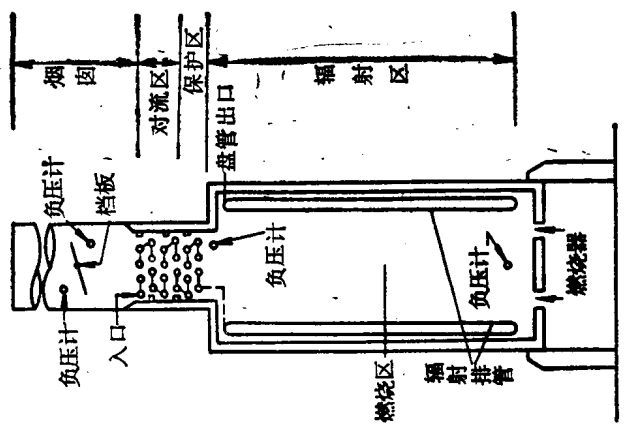


图 1-2 典型立式管式加热炉

热炉的操作效率。在立式加热炉中，这些辅助管道可以是垂直的或卧式的，视特定设计而定。卧式加热炉的辅助管道一般是在对流段，与其他管道一样。

为了回收烟道气的热量，有些装置可采用交流换热或同流换热式助燃空气预热器。

1.3 测 量

为了保证加热炉的正常运转，温度、压力与流量等变量，可以被指示或记录。这些变量也可用于自动控制、驱动报警或停车装置。由于传感器的目的是为了提供有用的信息，它们应当安装在易于观察与维修的地方。即使温度在主控制室有指示或记录，仍可能需从测量点就地检测。

1.4 温 度

温度通常是加热炉最重要的测量变量。温度测量装置的位置、数量和种类是由工艺过程与加热炉的设计来确定的。这些测量应能：(a) 对加热炉运转进行评价；(b) 正确地调整燃烧器，使操作有效和流体的温度分布合适；(c) 使加热炉操作符合所选管道的材质的要求。

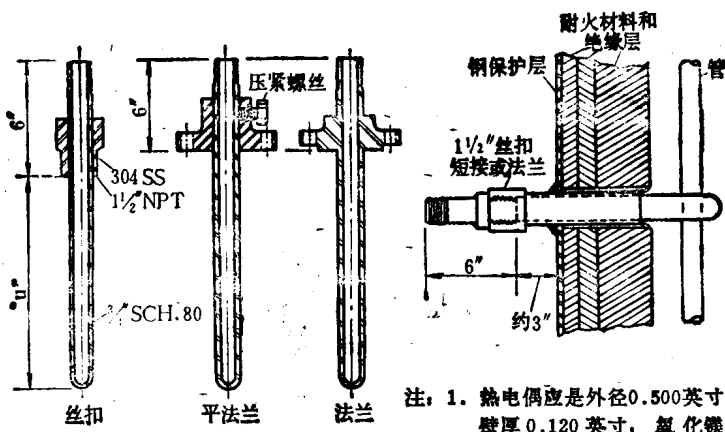
温度一般由热电偶测量，其他的一次测温元件也可以使用。关于热电偶的完整叙述，请参考本手册第一分册第三章温度。

1.4.1 炉膛温度

辐射段温度测量，可用作控制点火系统的指南，以避免管道或炉膛发生过热现象。

这些热电偶应安装在套管或其他保护装置中。测量点处不得受抽风冷却，也不得受燃烧器火焰的冲击。热电偶应延伸到少许超出管子，并装在避免死区的地方。典型的炉膛热电偶套安装见图1-3。

热电偶材料种类的选择，取决于使用的温度与大气。炉膛的大气有氧化作用，需要用一种有抗热、抗氧化、抗酸以及抗电性



注：1. 关于热电偶套材料见表1-1；
2. 炉膛外部材料可采用与表1-1中不同的材料

- 注：1. 热电偶应是外径0.500英寸，管壁厚0.120英寸，氧化镁绝缘的14号镍铬-镍铝热偶丝，AISI 446型不锈钢保护管，或用表1-1中材料；
2. 热电偶末端应有2英寸的裸线，矿物绝缘至少应消除1/4英寸，并用化合物密封；
3. 热电偶头部应有3/4英寸接头；
4. 从顶部插入安装时，不受24英寸最大插深的限制

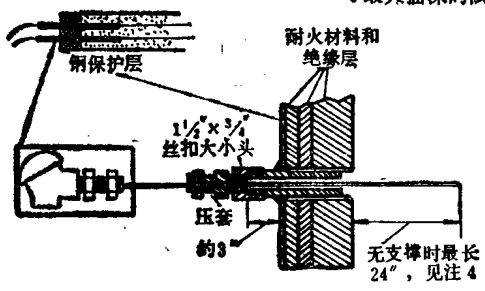


图 1-3 典型的热电偶套安装方法

能的合金^①。

有时吸气型热电偶可用来使辐射热吸收作用减到最小。

铁-康铜（J型）热电偶不常用来测量炉膛的温度，但如只有J型标度的温度仪表可供采用时，则可使用这种热电偶扩大温

① 例如镍铬-镍铝型合金（K型）。

度的使用范围。然而，这种热电偶应有保护管、矿物绝缘、或是8号线规的粗线。采用这种方法比买一个双针仪表或二次仪表的费用少。但是，缺点是要频繁地更换热电偶。

热电偶套管的材料，必须耐炉膛的温度与大气压力。美国钢铁学会〔AISI〕446型和347型的材料通常是令人满意的。表1-1列出的几种其他材料用作热电偶保护套管被证实是满意的。对于某些装置曾采用过陶瓷或涂陶瓷的热电偶套管。大直径（1/2英寸或更大些）矿物绝缘的热电偶如其保护管材料与所推荐的热电偶套管材料相同，则在某些条件下可不安装在套管中使用。但是，如果这些热电偶水平安装需加支撑以防下垂。

表 1-1 用于加热炉炉膛的热电偶套管

最高温度 华氏	适用燃料或条件	AISI型号或商标	组 分 ^①		其 他 ^②
			Cr	Ni	
1500	低硫燃料 ^③	304	18~20	8~12	
2000	低硫燃料	309	22~24	12~15	
2000	低硫燃料	310	24~26	19~22	
2000	低硫燃料	314	23~26	19~22	1.5~3Si
2000	低硫燃料	镍铬铁合金	14	80	
1500	高硫燃料	347	17~19	9~13	Nb-Ta10xC
2000	高硫燃料	耐盐酸镍基合金X	55~60		15~20Mo
2000	高硫燃料	446 ^④	23~27		
2000	高硫与高钒燃料	镍铬耐蚀不锈钢	50	50	
2500	高硫与高钒燃料	康塔尔铁铬 钼电阻合金	22		5Al 镀铝的铬 硅铝压铸件
2500	高硫与高钒燃料				
3000	高硫与高钒燃料				

① 仅为主要成分，如需完整分析应参照有关手册。

② 对于AISI型不锈钢，考虑其他成分多数为铁。

③ 为了选择热电偶保护套管的材料，低硫燃料含硫量应低于1.8%（重量）。

④ 对于AISI446型，在华氏温度为750至950与华氏温度为1100至1500时会脆化。

1.4.2 对流段的温度

对流段的温度测量是为了监控效率及把操作条件限制在对管子及支承物材质的要求以内。尽管对流段的条件不如辐射段那么

严格，但加热炉对流段的热电偶套管必须能够承受温度与大气压力。AISI347型不锈钢通常可满足热电偶套管材质的要求。但是，由于对流段的温度较低，因此可采用较低级合金钢。然而，许多炼油厂在加热炉中都使用同样材质的套管。吸气型热电偶有时用于这种测量。

1.4.3 烟囱温度

烟囱的温度测量对加热炉总效能的评价及把温度保持在设计和烟囱材质的极限之内是有用的。温度偏高，可能引起早期故障，也可能表示管子有破裂。另一方面，温度如果在露点以下，由于烟囱里有二氧化硫与三氧化硫等酸性气体，则会产生严重腐蚀。

有保护套管的热电偶一般应安装在烟道尾部，在或接近与烟囱连接的地方，最好安装在烟道气的取样点处。多烟囱式的加热炉在每个烟囱内都应有温度测量。如果一个公共的烟囱用于几个加热炉，每个加热炉的烟道尾部都应测量温度。热电偶套管材料的要求，本质上同对流段用的一样。

有些装置中，需要有一个平均温度读数。

1.4.4 测量和传送温度

对受热流体的温度，必须在适当的位置上取得足够的数，才能对加热炉的效能作出评价并保证良好的运转。热电偶的位置和数量决定于加热炉的类型和所用燃料。

简单的加热设备，如再沸器，仅对其出口与入口的温度进行测量。其他的加热设备，如用于裂解和高蒸发的等等，应有足够的温度测量点，以获得所期望的温度分布。带有保护套管的热电偶应安装在：

1. 加热炉的入口管道上；
2. 对流段至辐射段的各个交叉点处；
3. 加热炉的各个出口；
4. 加热炉出口接管。

加热流体的温度，应在输入热量类型变化的地方进行测量。另外，在易产生结焦的加热炉内，至少在出口前二根或三根管子

处进行测量。测温点的最佳选择应考虑所期望的温度分布。重要的是温度应在（或接近）温度分布的最高区域测定。

热电偶套管应安装成同流体接触，而不应安装在液体停滞或因结焦而影响传热的位置上。热电偶套管应安装成使其底部朝向流体。这样有助于保持顶部清洁，并能保证较好的测量。另外由流动而引起的空化以及随之发生的在套管共振频率下可能导致疲劳的振动，也都能相应地减小。

热电偶套管的材料，一般是 AISI304 型不锈钢。这种钢表面抛光，可避免污垢积聚。某些材料，例如 AISI446 型钢，由于在一定温度范围内，具有脆性或由于某种形式的腐蚀，不能令人满意。

1.4.5 管子表面温度

如果加热炉的操作条件、结焦、负载或温度可能影响管子的寿命，则测量管子金属的温度是适当的。为在管子材料限制范围（例如它的抗蠕变或抗腐蚀性能）内操作，对管子金属温度的了解是必不可少的。温度测量结果用以表示管中的结焦程度。温度测量仪表可以指示、记录、驱动一个报警器或任意的报警组合。

管子金属温度的测量结果并不总是准确的。因为这些仪表显示出的某点温度读数，未必是加热炉中管子的最高温度。然而，这些温度测量结果仍然是有价值的操作指南，因此，应尽力获取最准确的测量结果。

综合测量的精确度取决于主要的热电偶的精确度和热电偶连接到管子的方法。后者是最重要的。裸露的热电偶插入管壁得出最准确的温度读数，但令人遗憾的是，除获得一个最初读数或校验其他种类的热电偶外，任何数值的有效期限都太短。为得到一个较满意的有效时间，保护热电偶的金属丝不受炉膛的空气腐蚀是必要的。保护方法之一是给热电偶装一个管形的、矿物质隔热的套子。挠度必须足以适应加热炉管的膨胀。保护套材料必须能耐腐蚀和抗脆裂。AISI446型护套材料，外径1/2英寸、厚0.12英寸，已表明是令人满意的。其他也可用镍基的合金，外径1/4英

寸，壁厚0.035英寸。

最普通的安装方法是在管子表面焊接一个垫板型热电偶，见图1-4。热电偶必须与管子紧密接触。在连接热电偶护套或垫板以前，必须清除管子上的锈皮和氧化物。清除时以砂磨为优，金属丝刷是不适当的。保护热电偶的附件必须以其整个接触面焊在管子上。管子与热电偶附件之间的任何间隙会造成高的读数，因为热电偶不能将所受到的热放回管子。把护套焊接在管子上（平行焊或环形焊）2英寸或更长，使沿着热护套长度的导热影响减少到最低限度是适当的。

其他几种热电偶与管壁的连接方法，无论根据什么设计，都

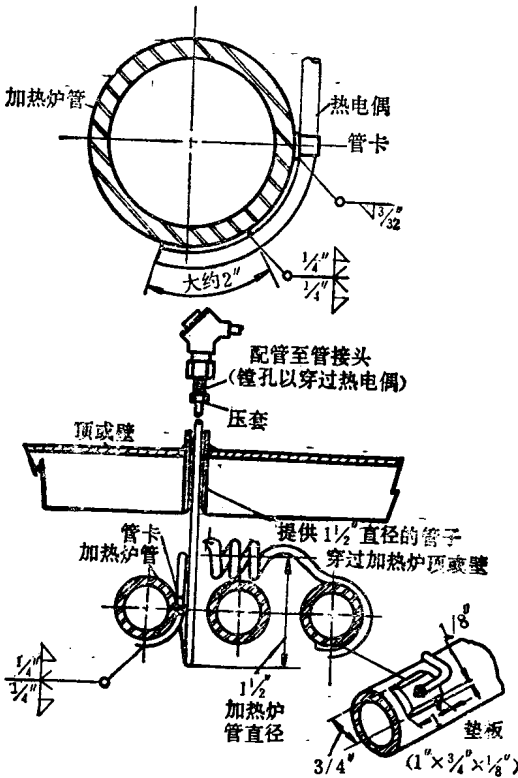


图 1-4 加热炉管表面热电偶安装

应该采用高质量的制品和最好的材料。

由于安装造成误差的原因，管子表面热电偶可能读不出精确的管壁温度。对于最初的校验，观察在管内紧挨着永久性装置的临时的热电偶可能是有帮助的。换句话说，光导的或辐射的热敏感元件可用来做这种最初的校验。这些热敏感元件能表明管垢温度、燃烧气体的温度、来自耐火材料的反射热或通常所有变化的综合以及金属温度。

1.4.6 燃料温度

燃料气体温度测量可以用来校准流量大小以得到高的准确度。如果在燃料气压力调节器下游进行测量，碳氢化合物液体的存在通常显示为温度下降。最后所得的信号可以用作为报警或给燃料气换热器加热。

1.4.7 助燃空气预热器温度

当使用助燃空气预热器时，需要测量空气入口和出口温度以及烟道气入口和出口温度。

这些测量结果在评价预热器特性时是有用的，并可在保持烟道气和（或）空气温度在露点以上、防止冷却端腐蚀方面作为一个指南。

1.5 压力和流量

1.5.1 负压通风

在任何燃烧设备上，负压的测定是重要的。这项测定习惯上是作为使燃料适当燃烧的指南。压力（负压）测定应该在强制通风机的出口，通过空气预热器，在炉膛（靠近燃烧器和辐射段顶部）并通过风挡进行，见图1-5。该图表示典型的负压计安装详情。炉膛压力可以用来粗略地控制自然通风加热炉的加热空气的流量。

用于控制的测压点不应当与其他的管接头相接。

1.5.2 燃料流量和压力测量

燃料气压力和燃料气与燃料油的流量是用不同的方法测定