

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

*B01J 19/02 (2006.01)*

*B01J 8/00 (2006.01)*

*C01B 3/26 (2006.01)*



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710178674.0

[43] 公开日 2008年8月27日

[11] 公开号 CN 101249411A

[22] 申请日 2007.12.4

[21] 申请号 200710178674.0

[71] 申请人 中国石油天然气华东勘察设计研究院  
地址 266071 山东省青岛市市南区延安三路  
113号甲

[72] 发明人 姚稷天

[74] 专利代理机构 北京市中实友知识产权代理有  
限责任公司  
代理人 谢小延

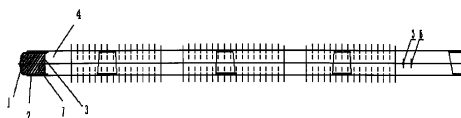
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

### [54] 发明名称

一种制氢转化炉出口集合管

### [57] 摘要

本发明涉及一种石油化工制氢转化炉出口集合管，其特征在于：位于制氢转化炉炉体外底部，下尾管汇集处与下尾管连接的出口集合管管材为国内采用离心铸造技术生产的 ZG1Cr20Ni32 高合金材料，管材的蠕变断裂强度高，高温蠕变断裂性能可运行 10 万小时，抗渗碳性与高温塑性，可使钢组织中形成枝条状共晶碳化物，阻碍裂纹扩展，使用寿命长，进口材料比其多花费 3-4 倍费用，可节约相当于转化炉总投资的 8-10%，国内有较大的生产能力和较高的生产水平，在国内订货可以及时进行生产能力的观察、产品质量跟踪，随时走访用户了解存在问题，并能较快地交货验收。



---

1. 一种制氢转化炉出口集合管，位于制氢转化炉炉体外底部与下尾管汇集处与下尾管连接，其特征在于：出口集合管管材为国内采用离心铸造技术生产的 ZG1Cr20Ni32 高合金材料。

## 一种制氢转化炉出口集合管

### 技术领域

本发明涉及一种用国内采用离心铸造技术生产的 ZG1Cr20Ni32 特大口径高合金管材代替现在石油化工制氢转化炉出口集合管用的 1Cr20Ni32 和 Cr16Ni36 进口轧材。

### 背景技术

石化炼厂制氢装置是为加氢裂化装置提供氢气。制氢转化炉是制氢装置的核心设备之一，温度 500℃ 的烃类原料进入转化炉与炉管内催化剂接触，在温度 800~820℃ 和压力 2.5MPa 的条件下进行裂解与转化反应。高温转化气经各下尾管汇集到出口集合管，再进入工艺装置。

出口集合管处于转化炉管路系统末端，在高温下除承受介质压力外，还要承受转化炉管与尾管间、各转化炉管间的热膨胀差，以及自身两端膨胀引起的热应力，它在整个管路系统中受力情况最为复杂。

出口集合管运行的好坏，关系到加氢、制氢装置的投资和收益。它价格昂贵，操作条件极为苛刻，因此选材十分重要。

转化炉炉管使用 HK-40 材料已有 30 多年历史，生产操作中未出现过问题。产氢气量小于 30dam<sup>3</sup>/h 的转化炉，其出口集合管以前为热壁集合管，也采用过 HK-40 材料。在高温操作环境中，由于高温时效，碳化物大量析出，致使出口集合管变脆，而不能继续承受操作中由于膨胀造成的弯曲应力，因而出现过一些事故。后来使用进口高合金管材，如用 1Cr20Ni32、Cr16Ni36 等轧

制管材作出口集合管使用至今一直未出现问题，故现在的转化炉出口集合管也一直采用进口材料。但是，国外订货要经过招商、技术谈判、成品复检与问题处理等多道手续，要花费许多时间，经常因此而影响转化炉施工进度。另外，进口管材价格过高，因而增加了工程投资。目前我国有近百台在役转化炉需要更新材料，许多企业还要兴建转化炉。因此寻找一种既好又省的出口集合管管材已迫在眉睫。

对出口集合管材料的要求：

(1) 出口集合管在高温下使用，因此要求其材质具有良好的高温力学性能，并有较高的抗氧化和抗腐蚀能力。

(2) 管内介质温度高，出口集合管受热变形大，操作条件又比炉管苛刻，因此要求管材具有良好的塑性。

(3) 出口集合管开孔多，需要有几十或上百个加强接头与各下尾管连接。同时集合管的制造是先生产管段，再拼接成所需要的长度，焊接工作量很大，故材料可焊性要好。

(4) 炼油厂制氢装置产氢量经常在变化，转化炉负荷也在变化，故出口集合管要能适应负荷与操作温度的变化。

我国目前大口径高铬镍奥氏体不锈钢轧制管材还不能生产，但生产离心铸造高合金管材历史很久，有较成熟的技术与经验，可以生产材质与轧制相同（1Cr20Ni32）的高合金离心铸材（下简称代用材料）代替进口轧材来制造出口集合管。

## 发明内容

本发明的目的是用国内采用离心铸造技术生产的同材质 ZG1Cr20Ni32 高合金管材代替制氢转化炉出口集合管用的 1Cr20Ni32 和 Cr16Ni36 进口轧材。

本发明所述的制氢转化炉是将 500℃ 烃类原料在炉管内与催化剂接触，介质被加热到 800~820℃，在 2.5MPa 条件下进行裂解与转化反应，高温转化气经各下尾管汇集到炉外出口集合管再进入工艺装置。

制氢转化炉由辐射室、对流室、烟囱、炉钢架、炉衬、转化炉管路系统（转化炉管、进口与出口集合管、上下尾管）、对流炉管和燃烧器组成。出口集合管位于制氢转化炉炉体外底部与下尾管汇集处与下尾管连接。

出口集合管除受介质压力外，还要承受转化炉管与尾管间、各转化管间的热膨胀差以及自身膨胀引起的热应力，受力情况最为复杂。

原用 1Cr20Ni32 和 Cr16Ni36 进口轧材作为管材，现改为用国内采用离心铸造技术生产的 ZG1Cr20Ni32 高合金管材。

#### 1. 对 ZG1Cr20Ni32 高合金管材的分析

(1) 高合金奥氏体不锈钢轧制管材主要是钢管在轧制过程中经过挤压变化，金属组织变动与重新分布，使组织致密、均匀，因而钢材延展性好，蠕变断裂强度高，通常把高温蠕变断裂强度的高低作为炉管寿命的主要指标之一。ZG1Cr20Ni32 具有良好的塑性，受热冲击性较高，高温性能好，用在热应力较大的出口集合管部位是可行的。

(2) 离心浇铸管材是将熔融的合金液浇注到变速旋转的型筒中。在离心力的作用下，合金液布满型筒而随之转动，最后凝固成铸件。离心力可使合金良好地补缩，厚薄一致，并使夹杂物和气体漂移到内表层，经机械加工除去疏松层以获得优质产品。这种管材的合金结晶较细，无气孔、非金属夹杂物和缩孔，组织致密，机械性能较好。添加微量的 Nb、Ti 等元素进行微量合金化，生成稳定的碳化物，可减少碳的有害作用，提高钢的抗晶间腐蚀能力，改善焊接性能，增强蠕变持久强度。添加 Al 元素，能生成较密的氧化膜，在氧化性介质中增加其抗腐蚀能力，加入微量合金后，材料具有较高的热强度

和足够的组织稳定性。

(3) 温度在 660 °C 以上时, ZG1Cr20Ni32 的高温持久强度优于 Incoloy-800H 热轧管材。

(4) ZG1Cr20Ni32 具有良好的焊接性能, 适用于手工电弧焊、氩弧焊、等离子电弧焊以及用作焊条或焊丝可免去焊前预热和焊后热处理。

## 2 作为出口集合管的材料

近期我国某炼厂产氢量 20dam<sup>3</sup>/h 制氢转化炉出口集合管改用高合金同材质离心铸造管 ZG1Cr20Ni32, 从管段检查结果看, 由于制造厂采用报废的飞机材料, 并添加 Ni、Ti、Al 等微量元素, 铸管化学成分达到或超过了规定的极限。该出口集合管常温拉伸试验测定的抗拉强度偏低, 但如果考虑壁厚裕量, 还是可以满足要求的。美国 ASTM A608 标准中规定: 高温合金的高温性能与常温力学性能无依从关系, 一般不推荐把常温力学性能作为验收依据。《中国不锈钢腐蚀手册》介绍: 耐热钢是在高温气体环境下使用, 除抗高温腐蚀(如高温氧化)作为必要条件外, 高温力学性能是评定耐热钢质量的主要指标。该出口集合管高温拉伸试验结果如表 1。

表 1 铸材 900 °C 高温拉伸检验结果

项目	材质	抗拉强度 Sb/MPa	延伸率/%
一组	1Cr20Ni32	196.5	36
二组	1Cr20Ni32	185.9	32
三组	1Cr20Ni32	169.7	28.7

由表 1 可知, 检验结果与化工部《高温承压用离心铸造合金炉管技术条件》标准中 ZG14Ni32Cr20Nb 材料的比较, 抗拉伸强度  $\sigma_b$  高出其 900 °C 时的下限值的两倍以上, 延伸率比 900 °C 时高出 25%。

该出口集合管高温持久强度试验确定温度 900 °C 与应力 69MPa 作为试验

的恒定条件，测定最小断裂时间（即最短寿命）见表 2。

表 2 铸材高温持久强度试验结果

管号炉号	最小断裂时间/h
93—10—223	11.5
93—10—225	11.2
93—10—236	4.5

表 2 中 93—10—236 持久时间较短，可能会影响使用寿命。由于对试验要求的条件较严，通过对试验的检验证明，该管已达到较高水平。

在计算裕量时，对于 800H 轧材的许用应力，取设计温度下材料的 10 万小时持久断裂强度的平均值。对于铸管的许用应力，取上述条件下的平均值的 75%。考虑到其他不利因素，铸管壁厚增加 20%。

经实验证明：对于 ZG1Cr20Ni32 管材，只要离心铸造质量得到保证，焊接工作符合规范要求，并按照转化工艺及规程要求操作，高温蠕变断裂性能可以运行 10 万小时。假如材质老化需提前更换，在经济上仍然合算。

出口集合管在转化炉管材中是用量最多、价格最高的材料，往往进口一台产氢量 20dam<sup>3</sup>/h 的制氢转化炉所用的出口集合管就比用 ZG1Cr20Ni32 管材多花费 3-4 倍费用，约相当于转化炉总投资的 8-10%。

HP 耐热钢的镍含量为 35%，比 HK 增加 15%，可提高抗氧化和抗渗碳能力，也能限制碳在奥氏体中的溶解度，提高管材的蠕变断裂强度。改良品种可增加钢材抗渗碳性与高温塑性，可使钢组织中形成枝条状共晶碳化物，能够阻碍裂纹扩展，从而提高使用寿命。

国内有较大的高合金铸材的生产能力，在国内订货可以及时进行生产能力的观察、产品质量跟踪，随时走访用户了解存在问题，并能较快地交货验收等。

## 附图说明

图 1 为制氢炉下集合管图，图中：

1—椭圆形封头， 2—保温套筒， 3—保温套筒端板， 4—出口集合管， 5—热电偶套管， 6—测压管， 7—绝热填料

图 2 为制氢炉下集合管位置正面图

图 3 为制氢炉下集合管位置侧面图

图中：8—出口集合管， 9—下尾管

## 具体实施方案

本发明所述的制氢转化炉是将 500℃ 烃类原料在炉管内与催化剂接触，介质被加热到 800~820℃，在 2.5MPa 条件下进行裂解与转化反应，高温转化气经各下尾管汇集到炉外出口集合管再进入工艺装置。

制氢转化炉由辐射室、对流室、烟囱、炉钢架、炉衬、转化炉管路系统（转化炉管、进口与出口集合管、上下尾管）、对流炉管和燃烧器组成。出口集合管 8 位于制氢转化炉炉体外底部与下尾管 9 连接。

用国内采用离心铸造技术生产的 ZG1Cr20Ni32 高合金管材制作出口集合管。见图 1

1—椭圆形封头，1 件，封头 Dg386×18，1Cr18Ni9Ti

2—保温套筒，1 件， $\delta = 1.5$ ，Cr25Ni20

3—保温套筒端板，1 件， $\delta = 1.5$ ，Cr25Ni20

4—出口集合管，1 件，无缝钢管  $\Phi 406.4 \times 28$ ，1Cr20Ni32，2945kg

5—热电偶套管，1 件，无缝钢管  $\Phi 29 \times 5$ ，Cr25Ni20

6—测压管，1 件，无缝钢管  $\Phi 29 \times 5$ ，Cr25Ni20

7—绝热填料，0.06m<sup>3</sup> 矾土水泥：蛭石=1:8

选择管段表面没有大于 0.3mm 的划痕与碰撞产生的凹痕的 ZG1Cr20Ni32 高合金管材，本集合管由三段焊成，总长为 11220mm（3340+3110+4770=



11220), 订货时另加工工艺焊接评定用料 500mm, 总管长为 11720mm。

#### 1 出口集合管国内代用材料的情况

(1) 巴陵石化公司鹰山石化厂产氢量  $13\text{dam}^3/\text{h}$  转化炉出口集合管  $\Phi 166 \times 13 \times 2816$ , 4 根, 材质为 ZG1Cr20Ni32Nb, 由吴川华立合金炉管厂生产。

(2) 天津炼油厂产氢量  $15\text{dam}^3/\text{h}$  转化炉出口集合管部分连接管路采用 ZG1Cr20Ni32。

(3) 洛阳石化工程公司设计的兰炼产氢量  $20\text{dam}^3/\text{h}$  转化炉出口集合管为  $\Phi 406 \times 28 \times 11200$ , 材质为 ZG1Cr20Ni32, 已投用 10 余年。

(4) 洛阳石化工程公司为辽河勘探局石化总厂设计的产氢量为  $10\text{dam}^3/\text{h}$  的转化炉出口集合管为  $\Phi 280 \times 30 \times 6600$ , 材质为 ZG1Cr20Ni32。

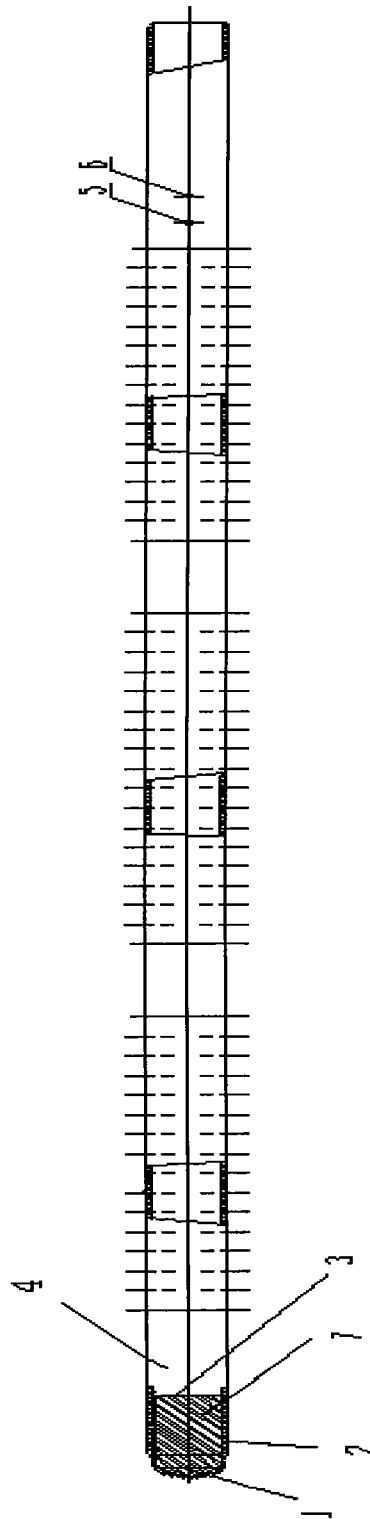


图 1

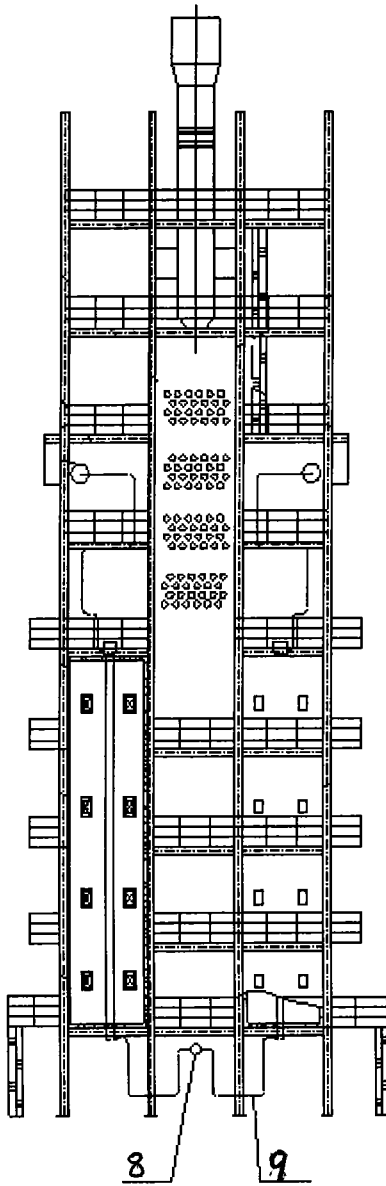


图2

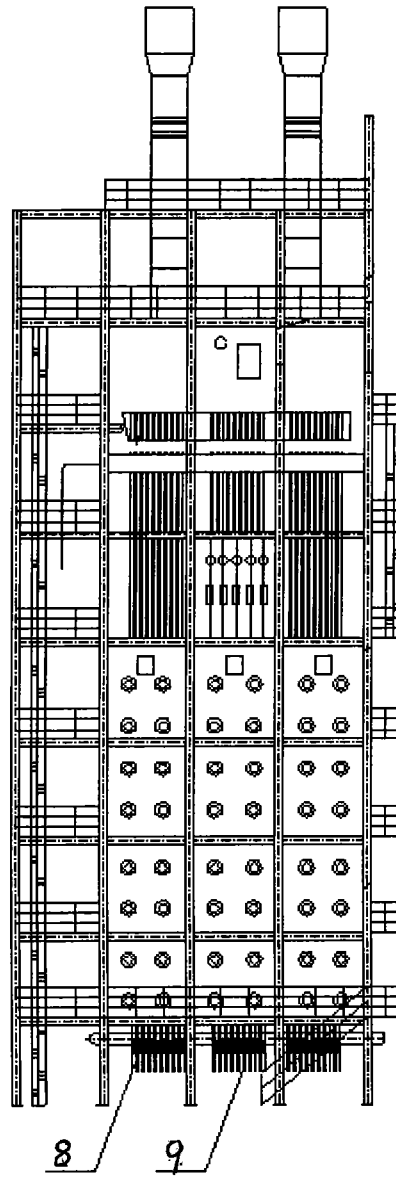


图3