

秸秆气制备合成天然气新工艺的研究

钟娅玲 钟雨明 曾启明 熊承永 陈天洪 (四川亚连科技有限责任公司)

摘要:通过秸秆气合成天然气新工艺解决了秸秆气热值低的难题。在工业规模的生产试验条件下,以镍系催化剂两段催化合成法,采用常规变压吸附方法,将秸秆气的热值由普通秸秆气的 2000Kcal/Nm³ 提高到 8000Kcal/Nm³ 以上。使出口气体达到城市燃气标准,可将利用秸秆气为原料催化合成、净化分离处理后的合成气并入到城市管网作为天然气使用。该工艺还可副产大量蒸汽、热水可供生活使用。

关键词:秸秆气 催化合成 高热值 天然气

秸秆气是指将玉米芯、棉柴、玉米秸、麦秸等干秸秆粉碎后作为原料,经过气化设备(气化炉)热解、氧化和还原反应转化成可燃气体,经净化、除尘、冷却、储存加压,再通过输配系统送往用户,用作燃料或生产动力。秸秆气化集中供气工程一般以自然村为单元,供气规模从数十户至数百户不等。供气半径在 1km 以内。秸秆燃气已成为继天然气、管道煤气、液化气、沼气后,又一种清洁无污染的农村新能源。秸秆气化技术的推广应用对于增加农村能源供给,改变农村炊事结构,改善农村卫生条件,减轻环境污染,构建节约型社会和社会主义新农村具有重大意义。

由于采用不同的气化工艺、不同的原料,得到的秸秆气成份略有不同,典型秸秆气组成如下表 1:

表 1 秸秆气组成

名称	CO	CO ₂	H ₂	CH ₄	O ₂	N ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈
组成(V%)	11-16	26-30	25-30	12-20	0.5-1.5	4-6	≤0.3	≤0.3

因为秸秆气中的杂质是多样的、复杂的,所以也不可能使用单一的方法来净化秸秆。通常是几种净化方法组合在一起使用的。净化秸秆气的主要目的是除去灰分、炭颗粒、水分、焦油及冷却,所采用的技术也是针对这些方面。目前应用最多的、技术较成熟的秸秆气气化工艺是以空气为气化剂对秸秆进行气化。这种秸秆气最主要的特点就是含氮气与二氧化碳的比例较高,因此热值也就偏低。

因此,普通的秸秆气经过简单的处理(除尘、除焦、脱硫)后就直接使用,包括百姓家里饮食煮饭、直接燃烧发电、供热取暖、化学品合成等。如果把秸秆气做为燃气直接燃烧,不但热值低、用气量大,而且其组分中含有大量一氧化碳、氢气等有毒、易燃易爆危险气体,无论是储存还是使用都存在一定的安全隐患。

为此,四川亚连科技有限责任公司在多年从事催化剂、吸附剂、生物质沼气浓缩天然气研究[1]及工业应用的基础上,开发了以镍系催化剂两段催化合成法,采用常规变压吸附方法,将秸秆气的热值由普通秸秆气的 2000Kcal/Nm³ 提高到 8000Kcal/Nm³ 以上。使出口气体达到城市燃气标准,可将该利用秸秆气为原料催化合成、净化分离处理后的合成气并入到城市管网作为天然气使用,从生产工艺路线上根本解决秸秆气热值低的问题和通过高效催化合成技术提高生产效率。

1 实验材料与方法

1.1 催化剂 催化剂是以 γ -Al₂O₃ 和少量 TiO₂ 作为载体、以 NiO 与 La₂O₃ 为助催化剂,其质量成分为:Al₂O₃ 65~75%,TiO₂ 4~8%,NiO 15~25%,La₂O₃ 1.0~5%,Cr₂O₃ 1~5%采用如下方法制得:

①载体的制备 将 Al₂O₃ 和 TiO₂ 按照一定的比例混合均匀,然后在 1300℃条件下煅烧 4~5 小时,然后滚压成圆球;

②活性组分负载 将活性组分镍、助剂镧与铬以离子态的形式存在于硝酸溶液中,加热至 60~70℃,然后将①过程的载体放入到溶液中浸渍 0.5~1.5 小时,使活性组分与助剂负载于载体之上,得初产品;

③催化剂的烧制 将②制得的初产品在 110~130℃条件下干燥 4~5 小时,然后在 600℃-650 条件下煅烧 4~5 小时即得。

1.2 秸秆气制备合成天然气条件 实验在 400Nm³/h 的工业规模中进行,流程简要说明见图 1。

由储气柜送过来的秸秆气经过压缩机加压后,通过预热器加热到一定温度进入催化合成器,催化合成器内装有实验催化剂,经过催

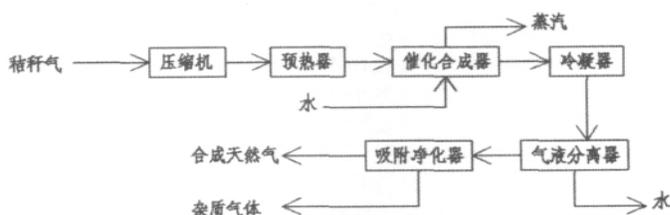


图 1 秸秆气制备合成天然气工艺流程示意图

剂作用后,秸秆气中的氢气与一氧化碳转化成为甲烷气体,温度进一步升高后输出催化合成器,经过冷凝器将气体冷凝到常温后进入气液分离器,将秸秆气中原有的水分以及催化合成过程中产生的水分在气液分离器中分离除去,气体部分进入到吸附净化器,吸附净化器的作用是分离除去转化气体中的二氧化碳气体及少量一氧化碳气体与原秸秆气中自带的少量氮气,最后得到甲烷浓度在 97% 以上的合成天然气。

1.3 试验数据记录

表 2 压缩机前秸秆气参数

流量	压力	温度	CO%	CO ₂	CH ₄ %	H ₂ %	O ₂ %	N ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	其它
Nm ³ /h	Mpa	℃			%			%	%	%	%
392.07	0.015	26.4	15.08	30.97	16.41	26.32	0.91	5.67	0.12	0.16	

表 3 催化合成器前的秸秆气参数

流量	压力	温度	CO%	CO ₂	CH ₄ %	H ₂ %	O ₂ %	N ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	其它
Nm ³ /h	Mpa	℃			%			%	%	%	%
392.07	2.0	31.93	15.08	30.97	16.41	26.32	-	5.67	0.12	0.16	

表 4 催化合成后的秸秆气参数

流量	压力	温度	CO%	CO ₂	CH ₄ %	H ₂ %	O ₂ %	N ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	其它
Nm ³ /h	Mpa	℃			%			%	%	%	%
323.20	1.89	52.73	7.65	37.56	30.54	0	1.10	6.88	0.15	0.19	

表 5 吸附净化后秸秆气参数

流量	压力	温度	CO%	CO ₂	CH ₄ %	H ₂ %	O ₂ %	N ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	其它
Nm ³ /h	Mpa	℃			%			%	%	%	%
100.37	1.80	32.5	-	0.89	97.37	-	-	0.7	-	-	

2 数据分析与讨论

2.1 整个催化合成过程温度的影响 首先,在触媒的作用下,发生了以下反应过程:



由反应式可以看出(1)和(3)反应是需要的反应,(2)和(4)为副反应,通过催化合成反应前、后的数据对比可以看出,原料气中的氢气基本上都参与了反应,通过前后数据的对比不难看出整个反应过程中主要发生的是(1)过程。

2.2 整个秸秆气处理过程的时间 从图 1 可以看出,整个秸秆气处理包括从原料秸秆气进入压缩机升压、再到预热器加热、催化合成器转化、冷凝器降温、分液分离和吸附净化等过程,不包括秸秆的气化过程,如果是加上秸秆的气化时间与气化后气体的预处理(降温、除尘、除焦等),总共需要数分钟左右的时间。

2.3 影响产品质量与收率的因素 影响产品质量的主要因素是吸附净化过程,该过程主要是利用变压吸附手段除去气体中的二氧化碳、一氧化碳、氧气和氮气等杂质气体,其原理是利用不同吸附剂对于两个物质在不同压力下吸附能力的不同来进行分离,针对杂质成份的多少与类别会选择多种不同的吸附剂进行装填,以达到更好的分离效果,节约投资,降低成本的目的。

影响产品收率的因素较多,因最终需要的产品是甲烷,所以其主要影响收率的因素分为以下三点:①是秸秆气化过程中的甲烷含量,不同的气化工艺、不同的原料其成分都有所差别,甲烷浓度一般小于

施工过程中工程造价控制措施初探

冯改荣 (浙江广厦建设职业技术学院)

摘要:在建筑施工中,加强施工单位在施工阶段的造价控制,加强事前管理,是施工单位获得良好经济效益的重要手段。现行经济状况不景气,各种行业出现危机,工程建设单位更应该合理的控制工程造价,节约成本的同时获得最佳的社会和经济效益。本文通过分析在施工阶段进行造价控制时存在的一些问题,重点论述工程造价控制的方式方法和优化措施。

关键词:工程造价 合同变更 工程索赔 资金使用 施工预算

建设工程施工阶段工程造价控制一般是指建设项目已经完成施工图设计,并完成招标阶段工作和签订工程承包合同以后的工程造价确定与控制工作,其主要内容包括工程预付款、进度款的确定、工程变更价款和索赔费用的确定以及办理竣工结算等。工程实施阶段是整个项目建设过程中时间跨度最长、变化最多的阶段,对建设项目全过程造价管理来说也是最难、最复杂的。对于业主和施工方来说,在工程实施阶段合理的控制工程造价,将节省一些不必要的开支,能使整体工程效益提高。

1 施工阶段进行造价控制时常存在的问题

1.1 目标成本控制不合理

工程造价人员在测算项目的目标成本往往是以建筑工程预算定额为依据,参照定额消耗量以及市场信息指导价来计算分部分项工程直接费,工程量多为依据投标书中的工程清单数量,没有在测算目标成本的时候重新核算施工图中的数量,也没有结合施工实际情况进行项目单价的组价。这种不精确的成本制定,往往使目标成本控制失去指导意义。

1.2 项目经理责任制的作用得不到充分的发挥

项目经理是在建设工程项目上由施工企业法人指定的委托代理人,项目经理责任制是以项目经理为责任主体的施工项目目标责任制度。项目经理代表企业控制并实现工程项目的成本、质量、进度和安全等目标。但是现在各个施工企业在建设工程项目管理过程中,并没有完善以责任、权利、利益相结合的目标成本管理制度。仅仅要求项目管理班子完成合同内约定的工程数量、工程质量和工期进度,没有合

(上接第 202 页)

20%,如果在秸秆气化过程中甲烷浓度能尽量提高的话,在后续整个处理过程中损失的甲烷就越少,相对收率增加。②是在催化合成过程中,催化剂的选择上,尽可能选择甲烷选择率高、转化率高、耐高温的催化剂,可有效利用氢气、一氧化碳催化合成甲烷,提高甲烷收率。③选择分离系统较高的吸附剂有增加产品收率。

2.4 与传统工艺的比较 目前,在秸秆气利用技术领域还没有人将秸秆气合成天然气使用,通常是将气化炉出来的秸秆气简单处理后直接使用,如燃烧、发电、供热、合成等。就秸秆的甲烷化技术也没有人采用本工艺路线,利用催化剂合成的方式来提高秸秆气中甲烷含量。传统工艺有如下几种:一将秸秆在气化炉中直接气化后得到主要含一氧化碳、二氧化碳、甲烷与氢气的混合气体,一氧化碳与氢气的热值大概在 3000Kcal/Nm^3 左右,加上甲烷其混合气体的热值在 2000Kcal/Nm^3 左右;二是将秸秆经过酸化处理后制成甲烷反应堆,其原理是利用甲烷厌氧菌在厌氧条件下生产甲烷气体。

本工艺是将气化炉中气化后的混合气体作进一步处理,最后得到甲烷浓度大于97%的合成天然气,选择将气化后的混合气来处理主要原因是气化时间短,气化后的混合气中有合成甲烷所需的一氧化碳与氢气。利用甲烷菌厌氧生产甲烷气体虽然一次性产出的甲烷浓度高(40%~60%),但是对于秸秆的预处理过程较复杂,厌氧过程时间长,后续还要增加污水的相应处理,设备多,投资较大。

3 结论

通过项目中试运行过程中,得到如下结论:

3.1 彻底解决了传统的秸秆气热值低的问题,传统秸秆气热值在 $1000\sim 2000\text{Kcal/Nm}^3$ 左右,采用本技术后可将秸秆气的热值提高到 8000Kcal 左右;

3.2 传统的秸秆生产甲烷多采用生物甲烷菌利用厌氧发酵产生

理的计算并控制成本费用,没有考虑到效益问题,造成资金浪费的现象。往往项目经理领导下的项目管理班子,责任和权利没有得到落实,没有按照项目管理计划来实施,使管理程序被打断、被随意化,使管理班子的责任和权利受影响,从而影响到各个目标的具体实现过程,消磨了管理班子工作积极性和工作热情,上级对下级授权、下级对上级负责的项目经理责任制也就不能实现。

1.3 项目部成员的经济意识有待进一步加强

在施工过程中一些施工技术人员会很重视技术管理,但是因为其财务计算能力和成本管理受限的情况下,经常会忽视工程施工过程中的成本管理,也就是成本控制,这是在当前施工企业中普遍存在的现象。我们该考虑的是施工项目的成本控制不单单是工程核算人员和财务人员的任务,也不仅仅是财务部门和项目部的工作,在有完善的成本管理机构和成本管理专业人员的同时,也是整个施工项目所有人员应当参与的事务。通过对技术人员进行经济技能的培训,将施工人员的工作成果与奖金挂钩的方式,在项目成员中树立经济意识。例如:设立一个专门的考核小组,在每道施工工序完成后,根据项目成员的完成情况进行考核。在项目成员的责任成本方位内,以节约资金的一定百分比作为奖励,反之则扣除一定的工作所得。通过与收入相结合的方式,能充分调动起项目成员的积极性,使工程项目达到预期控制目标。

1.4 合同管理和索赔意识不强

发包方在建设工程项目进行招标时,其招标文件的合同条款往往会制定得比较苛刻,并且发包方进行分割发包的情况也比较多,施工企业在这样的情况下,经营和管理比较困难,也因为事先条款制定的比较详细,很多施工企业就忽略了合同的签订,或者合同条款签订照搬发包方的招标文件,在没有详细的研究合同条款的情形下,简单的按发包方的条款进行套用。但是施工过程中由发包方的原因而造成的工期延误和费用的增加会不可避免的发生,由此合同条款上发包方对这些问题的回避会使施工企业造成不必要的损失,而又因为施工

甲烷,对甲烷菌种控制要求严格,且最重要的一点是反应时间过长从原料处理到产出甲烷气体需要数十个小时,采用本技术在短短数分钟内即可产出甲烷气体;

3.3 本工艺可处理秸秆气集中供应站的低热值秸秆气,本质是将整个技术装置做成撬装移动形式,到较分散的集中供气站处理秸秆气,处理后的产品气(合成天然气)就近储存,或直接并入城市管网使用;

3.4 本工艺彻底改变了传统利用生物生产甲烷的方法,利用催化剂在转化器内催化合成甲烷气体,不但反应时间短,而且利用反应放出的热能还可以副产大量蒸汽;

3.5 本工艺针对较大规模的有固定来源秸秆气处理装置,有效利用副产的蒸汽建立热电联产,合理有交利用资源;

3.6 经过本技术处理后的产品气可替代民用天然气并入城市管网,可以输送到化工厂进行甲烷下一步精加工,也可加液化替代LNG等;

3.7 自动化程度高,操作简便,安全可靠,布置紧凑合理。

参考文献:

- [1] 钟娅玲, 陈天洪等, 一种提取沼气的甲烷气体的方法, CN101817715A.
- [2] 苏毅, 陆方, 60KW 两段式秸秆气化炉运行特性, 太阳能学报, 2010, 31(1): 124-127.
- [3] 郑德聪, 武月明, 农作物秸秆综合利用技术, 中国社会科学出版社, 2006, 39-40.
- [4] 高春雨, 李铁林, 中国秸秆气化集中供气工程发展现状 - 存在问题 - 对策, 安徽农业科学, 2010, 38(4): 2181-2183.
- [5] 杜廷红, 李瑜, 南方农村秸秆气化综合利用的调查及实例分析, 可再生能源, 2025(4): 75-76.
- [6] 曹稳根, 高贵珍, 等, 新型户用下吸式秸秆气化炉的研究与应用, 安徽农业科学, 2008, 36(30): 13328~13329.