



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

甲醇转化变压吸附制氢技术要求

Specification of Hydrogen Production by Methanol Reforming and Pressure Swing
Adsorption

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 命名与综合能耗计算 2

5 技术要求 4

 5.1 通用要求 4

 5.2 工艺系统及单元设备 4

 5.3 管道及附件 5

 5.4 电气设施 6

 5.5 自动控制和监测 6

6 安装 6

7 试验与检测 7

8 标志 9

9 产品随机文件 9

10 包装 9

附录 A（规范性附录）燃料、电、及耗能工质的统一能源折算值..... 10

附录 B（资料性附录）甲醇转化变压吸附制氢系统产品综合能耗计算实例 12

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）提出并归口。

本标准起草单位：XXXX、XXXX、XXXX、XXXX。

本标准主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX。

甲醇转化变压吸附制氢技术要求

1 范围

本标准规定了以甲醇及脱盐水为原料，采用甲醇、水蒸汽转化与变压吸附提纯氢气的制氢系统的术语和定义、分类与命名、技术要求、安装、试验与检测、标志、包装。

本标准适用于固定式甲醇转化变压吸附制氢系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 150 压力容器
GB/T 151 热交换器
GB 191 包装储运图示标志
GB 338 工业甲醇
GB 1576 工业锅炉水质标准
GB/T 2589 综合能耗计算通则
GB/T 3634.1 氢气 第1部分 工业氢
GB/T 3634.2 氢气 第2部分:纯氢、高纯氢和超纯氢
GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
GB/T 4830 工业自动化仪表气源压力范围和质量
GB 4962 氢气使用安全技术规程
GB 8978 污水综合排放标准
GB/T 13306 标牌
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB 16297 大气污染物排放综合标准
GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB/T 19773 变压吸附制氢系统技术要求
GB/T 20801.1~6 压力管道规范 工业管道
GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语
GB/T 29412 变压吸附提纯用吸附器
GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50050 工业循环冷却水处理设计规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范
GB 50177 氢气站设计规范
GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50235 工业金属管道工程施工规范
GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
GB 50275 压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范
GB 50316 工业金属管道设计规范
GB/T 50441 石油化工设计能耗计算标准
GB 50461 石油化工静设备安装施工质量验收规范
GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范
HG 20231 化工工业建设项目试车规范
HG/T 20675 化工企业静电接地设计规程
JB /T 4711 压力容器涂敷与运输包装
JB4732 钢制压力容器-分析设计标准
TSG D0001 压力管道安全技术监察规程 工业管道
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语与定义

3.1

含氢气体 hydrogen-contained gas

含有氢气的气体混合物。

[GB/T 24499, 定义2.24]

3.2

氢提纯 hydrogen purification

将含氢气体中的杂质去除，使氢浓度提高至规定值的工艺过程。

[GB/T 24499, 定义2.25]

3.3

脱盐水 desalted water

是将所含易于去除的强电解质除去或减少到一定程度的水。

3.4

甲醇转化 methanol reforming

在一定温度、压力下，甲醇和脱盐水发生转化反应生成含氢气体的过程。

3.5

甲醇转化变压吸附制氢系统 hydrogen production system by methanol reforming and PSA

在一定温度、压力下，将甲醇和脱盐水发生转化反应生成的含氢气体，经变压吸附提纯氢气的生产设备组合的统称。

3.6

甲醇转化变压吸附制氢系统单位产品综合能耗 overall energy consumption for each cubic meter hydrogen production by methanol reforming and PSA hydrogen generation system

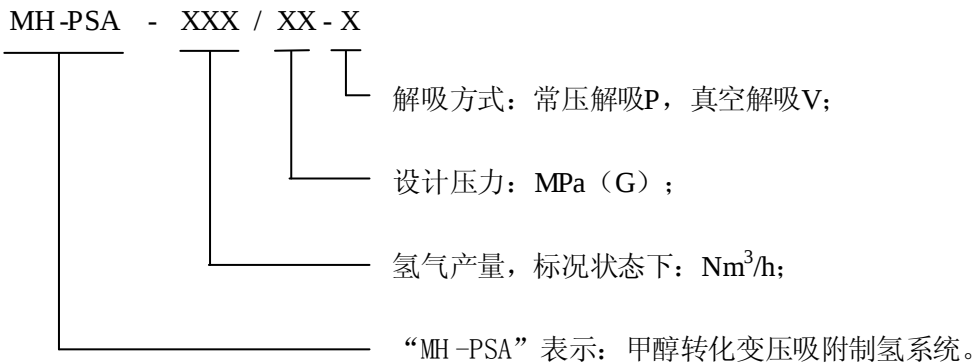
在某一产品纯度下生产单位氢气所需的原料、燃料及耗能工质所耗能量折算成标准煤的值 kg(标煤)/Nm³(H₂)。

4 命名与综合能耗计算

4.1 总则

甲醇转化变压吸附制氢系统产品氢气中杂质含量及氢气纯度指标,应符合现行国家标准GB/T3634.1和GB/T3634.2的有关规定或满足用户的要求。

4.2 命名



示例:

MH-PSA-1000/1.40-P 表示: 氢气产量为1000Nm³/h甲醇转化变压吸附制氢系统, 设计压力为: 1.40MPa(G), 采用常压解吸方式。

4.3 综合能耗计算

- 4.3.1 甲醇转化变压吸附制氢系统中原料是指生产单位氢气所消耗的甲醇折算成标准能源值, 甲醇转化变压吸附制氢系统配套脱盐水设备的宜根据脱盐水设备所耗电量及新鲜水所耗能量折算成标准能源值; 未配套脱盐水设备宜根据脱盐水的标准能源值计算。
- 4.3.2 甲醇转化变压吸附制氢系统配套供热设备应根据配套供热设备的消耗折算成标准能源值, 采用甲醇转化变压吸附制氢系统内 PSA 解吸气燃烧方式或氧化反应供热的设备,PSA 解吸气不计入原料消耗; 无配套供热的应根据供热载体的标准能量值计算。
- 4.3.3 甲醇转化变压吸附制氢系统的能耗计算法则参考现行国家标准 GB/T 50441 和 GB/T 2589 有关规定。
- 4.3.4 甲醇转化变压吸附制氢系统综合能耗计算
- 4.3.4.1 甲醇转化变压吸附制氢系统综合能耗的计算按式 (1) 计算:

$$E_p = \sum (G_i C_i) + \sum Q_j \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_p ——单位时间甲醇转化变压吸附制氢系统折算成标准能源值后的能耗[kg(标煤)/h]；

G_i ——单位时间原料、燃料、电及耗能工质*i*消耗量(kg/h, m³/h, kW)；

C_i ——原料、燃料、电及耗能工质*i*的能源折算值[kg(标煤)/kg, kg(标煤)/m³, kg(标煤)/kW]；

Q_j ——单位时间甲醇转化变压吸附制氢系统与外界交换热量所折成标准能源值[kg(标煤)/h]，输入时为正值，输出时为负值。

4.3.4.2 甲醇转化变压吸附制氢系统单位产品综合能耗的计算按式(2)计算：

$$e_p = E_p / G_p \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

e_p ——甲醇转化变压吸附制氢系统单位产品综合能耗[kg(标煤)/Nm³]；

G_p ——单位时间内甲醇转化变压吸附制氢系统合格产品量(Nm³/h)。

4.3.5 各种能耗计算折算值可参考附件A，附件A表中的项目可根据实际情况增减。

5 技术要求

5.1 通用要求

5.1.1 一般规定

5.1.1.1 甲醇转化变压吸附制氢系统包括的主要单元设备有：甲醇转化单元、变压吸附单元。

5.1.1.2 甲醇转化变压吸附制氢系统的废水应符合国家现行标准 GB8978、固体废弃物排放应符合国家现行标准 GB18599 及地方环保的有关规定。

5.1.1.3 变压吸附单元的解吸气宜回收利用，当采用排入大气方式时，应符合国家现行标准 GB16297 及地方环保的有关规定。

5.1.1.4 甲醇转化变压吸附制氢的工作压力范围宜为：0.8MPa(G)～3.0MPa(G)。

5.1.1.5 甲醇转化变压吸附制氢场所有爆炸危险区域范围及等级的划分，应符合国家现行标准 GB50177 的有关规定。

5.1.1.6 原料甲醇应符合现行国家标准 GB338 中一等品的有关规定。脱盐水中的氯离子(Cl⁻)含量不应大于 1 ppm，电导率应小于 10 μS/cm，其它组分应符合 GB1576 中锅炉给水水质的有关规定。

5.1.1.7 甲醇转化变压吸附制氢系统应设置置换气体接口，置换气体宜采用氮气。

5.1.1.8 甲醇转化变压吸附制氢系统中介质温度高于 60℃的设备、管道及仪表管道应采取保温或防护措施。

5.1.1.9 甲醇转化变压吸附制氢系统中运行环境温度低于 0℃的设备、管道及仪表管道应采取防冻措施。

5.1.1.10 循环冷却水水质应符合国家现行标准 GB50050 的有关规定。

5.1.1.11 仪表空气质量应符合国家现行标准 GB/T4830 的有关规定。

5.1.1.12 催化剂产品的物理性质、化学组分、使用条件、使用要求应符合国家和行业的有关规定。

5.2 工艺系统及单元设备

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 工艺系统及单元设备应根据甲醇转化变压吸附制氢系统的规模、用气特征、氢气质量要求等合理配置。

5.2.1.2 单元设备的技术性能、工作参数应满足甲醇转化变压吸附制氢单元的整体要求，并应严于整体系统要求。

5.2.1.3 单元设备内与含有氢气接触的材料与氢有相容性，应符合国家现行标准 GB/T29729 的有关规定。

5.2.1.4 属于压力容器的设备设计、制造、检验和验收应符合现行国家标准 GB150 的有关规定，吸附器应符合国家现行标准 GB/T29412 的有关规定，疲劳容器应符合现行国家行业标准 JB4732 的有关规定。

5.2.1.5 属于热交换器的设备设计、制造、检验和验收应符合现行国家标准 GB/T151 的有关规定。

5.2.1.6 甲醇转化变压吸附制氢系统内的机、泵动设备，宜设置备用设备。

5.2.1.7 甲醇转化变压吸附制氢系统应设置灭火保护、充氮保护。

5.2.2 甲醇转化单元

5.2.2.1 甲醇转化单元包括的主要设备有：转化反应器、汽化过热器、预热器、冷却器、原料泵及气液分离器。

5.2.2.2 转化反应器是甲醇与脱盐水蒸汽发生转化反应生成含氢气体的主体设备，它的性能参数决定甲醇转化变压吸附制氢系统的技术性能。

a) 转化反应器进出口宜设置氮气置换口。

b) 转化反应器进出口宜设置温度检测仪表和压力检测仪表。

5.2.2.3 汽化过热器是将甲醇及脱盐水混合后的原料液利用热载体加热汽化并过热的一台或多台设备。

a) 汽化过热器的规格尺寸、内部组件的设计应满足在使用条件下换热面积、温度及压力基本要求。

b) 汽化过热器的甲醇和脱盐水的原料液进料状态大于饱和液体时应设置气体平衡口防止冷物流进料管线出现气液阻塞现象。

c) 汽化过热器的进出口应设置温度及压力检测仪表，并对运行情况进行监控。

d) 汽化过热器设备上或出口管道应设置安全阀。

5.2.2.4 预热器是将含氢气体的热量传递给甲醇和脱盐水的原料液，使含氢气体的温度降低的热量交换设备。原料液预热器进出口应有温度检测仪表，并对原料液预热器的运行情况进行监控。

5.2.2.5 冷却器是将含氢气体的热量传递给循环冷却水或其它介质，使含氢气体的温度达到工艺流程规定指标的热量交换设备。冷却器进出口应有温度检测仪表，并对冷却器的运行情况进行监控。冷却器输出的含氢气体温度宜低于40℃。

5.2.2.6 原料泵是将原料液增压至操作压力的设备，原料泵的安装高度应考虑泵的汽蚀余量。当输送甲醇、脱盐水及回收液时，应考虑液体饱和蒸汽压及CO₂的含量对泵的汽蚀余量以及含酸性气体对泵腐蚀性的影响。

5.2.2.7 配液系统是将原料甲醇、脱盐水及回收液调配为甲醇转化反应所需原料液比值的系统。

a) 配液系统可设置在原料泵之前或之后，原料泵之前的配液系统宜设置混合液缓冲罐。

b) 配液系统根据工艺需要采用在线配液或间断配液；宜在配液系统中设置在线密度测量系统对原料液组分进行校准。

5.2.2.8 气液分离器是分离含氢气体中液体的设备。气液分离器规格尺寸、内部组件的设计应满足工艺条件要求。气液分离器宜设置液位控制及安全保护措施。

5.2.2.9 汽化过热器、转化器低压侧设计压力小于高压侧设计压力的2/3时，应在低压侧设置安全保护措施。

5.2.3 变压吸附单元

采用变压吸附法，从甲醇转化得到的含氢气体中提纯氢气的单元。变压吸附单元设计、制造应符合现行国家标准 GB/T19773 的有关规定。

5.3 管道及附件

5.3.1 管道

5.3.1.1 甲醇转化变压吸附制氢系统的管道符合现行国家标准 GB/T20801 和国家部门行政法规 TSG D0001 的有关规定，氢气及含氢气体管道材质选择还应符合现行国家标准 GB 50177 的有关规定。

5.3.1.2 在甲醇转化单元中，所有含冷凝液的管道应采用耐酸性腐蚀的不锈钢材质，如 06Cr19Ni10。

5.3.1.3 对于有热应力的管道，应做管道应力分析。

5.3.2 管道附件

5.3.2.1 管道附件、阀门的材质宜与管道材质等同或高于管道材质。

5.3.2.2 对于有热应力的管道，应合理采取热补偿措施，并不得影响安装、操作和维修。

5.3.2.3 管道内介质有脉动冲击的管段，应合理采取吸收脉冲能量措施。

5.3.2.4 管道及附件的布置应整齐有序，减少管道交叉。

5.3.2.5 氢气及含氢气体管道附件材质选择应符合现行国家标准 GB50177 的有关规定。

5.4 电气设施

5.4.1 氢气生产环境电气设施的设防应符合现行国家标准 GB50058 的有关规定，爆炸级别为 IIC T1。

5.4.2 在有爆炸危险环境中的电气设备及其配线选用、配置应符合现行国家标准 GB50058 的有关规定。

5.4.3 甲醇转化变压吸附制氢系统的接地，应符合下列要求

5.4.3.1 金属外壳、金属底座或框架均应接地，防雷措施应符合现行国家标准 GB50057 的有关规定，防静电接地应符合现行国家标准 GB50177 的有关规定。

5.4.3.2 含可燃介质管道的法兰、阀门连接处应设置防静电金属连接线(铜质)跨接。

5.5 自动控制和监测

5.5.1 甲醇转化变压吸附制氢系统的自动控制及软件编程应满足工艺要求。

5.5.2 自动控制系统应具备报警联锁功能，进行检测报警，自动或手动停车。

5.5.3 自动控制和监测设备，应符合下列要求

5.5.3.1 原料泵出口、转化器进出口、吸附器出口、产品氢气和仪表空气总管处应设置压力检测仪表。

5.5.3.2 汽化过热器、转化器、原料液预热器、冷却器进出口、冷却介质进出口应设置温度检测仪表。

5.5.3.3 甲醇转化变压吸附制氢系统的甲醇、脱盐水、产品氢气应设置流量检测仪表。

5.5.3.4 甲醇转化变压吸附制氢系统宜配置原料液组分、含氢气体组分及产品氢气纯度的分析仪器。

5.5.3.5 甲醇转化变压吸附制氢系统区域内应设置可燃气体报警装置，配置应符合现行国家标准 GB50493 的有关规定。

6 安装

6.1 一般规定

6.1.1 甲醇转化变压吸附制氢系统的压力管道工程施工安装应符合国家现行标准 GB/T 20801 的有关规定。

6.1.2 其它管道工程施工安装应符合国家现行标准 GB50235 的有关规定。

6.1.3 现场设备、管道焊接工程施工应符合国家现行标准 GB 50236 的有关规定。

6.1.4 设备、管道的保温及防冻施工应符合国家现行标准 GB/T 4272 的有关规定。

6.2 设备安装和填料装填

6.2.1 压力容器设备安装前应按部门行政法规 TSG 21 和设计图纸要求，核对、检查设备出厂质量证明书、压力容器检验等文件的完整性和随机附件。

6.2.2 压力容器设备安装应符合国家现行标准 GB50461 和部门行政法规 TSG 21 的有关规定。

6.2.3 机械设备、动设备的安装施工应符合现行国家标准 GB 50231 和 GB 50275 的有关规定，应核对、检查制造厂提供的出厂合格证，并按相关设备的有关标准和制造厂的技术说明书中的要求进行安装。

6.2.4 在转化器及吸附器就位、管道安装完成，并进行系统试验合格后，应在技术提供单位的技术人员指导下进行催化剂、吸附剂的填装。

7 试验与检测

7.1 试验方法

7.1.1 单元设备试验要求

7.1.1.1 试验前应检查所有制造厂提供的各种合格证、技术文件，包括全部试验记录和证书、图纸资料、压力容器的检验证书，这些文件资料齐全，并逐一进行核对无误后，才能进行试验。

7.1.1.2 机械设备、动设备试车时应符合现行国家标准 GB 50231 和 GB 50275 的有关规定，并按相关设备的有关标准和制造厂的技术说明书中的要求进行试验和验收。

7.1.1.3 甲醇转化变压吸附制氢系统应根据设计文件及相关的标准规范进行测试。

7.1.2 甲醇转化变压吸附制氢系统试验要求

7.1.2.1 试验前应检查外观和各种相关尺寸，检查各类液体、气体管道和仪电线路的连接的正确性。

7.1.2.2 无损检测应符合现行国家标准 GB/T 50184 的有关规定。

7.1.2.3 强度试验、气密性试验和泄漏试验，应符合现行国家标准 GB 50231、GB 50235 和 GB 50275 的有关规定。

7.1.2.4 变压吸附采用真空解吸时，真空度测试应符合现行国家标准 GB/T 19773 的有关规定。

7.2 性能参数检测

7.2.1 性能参数检查是对甲醇转化变压吸附制氢系统的性能考核，性能参数考核连续运行时间不低于 72 小时，应符合现行国家行业标准 HG 20231 的有关规定。

7.2.2 检测前准备

7.2.2.1 对甲醇转化变压吸附制氢系统进行吹扫置换，吹扫置换后系统内氮气中含氧量应小于 0.5%，且无其它氧化性介质。

7.2.2.2 甲醇转化催化剂需按照催化剂生产厂家技术说明进行催化剂还原；催化剂还原管道及设备内氮气中氧含量应满足催化剂的还原要求，氧含量不低于 7.2.2.1 的要求。

7.2.2.3 甲醇转化变压吸附制氢系统的原料、公用工程及自控系统等均应符合设计要求，达到开车所应具备的条件。

7.2.2.4 甲醇转化变压吸附制氢系统区域环境符合设计要求，各种生产辅助设备均应达到开车具备的条件。

7.2.2.5 系统试车运行，逐渐增加负荷，原料进料量、转化温度、含氢气体的组成、产品氢气纯度、工作压力、工作温度、氢气产量直到满足设计工况，并对此过程进行检测、记录。

7.2.2.6 性能参数检测的内容有：产品氢气产量、氢气纯度、原料耗量、公用工程耗量。进行上述检测的同时，应认真测试并记录系统工作压力、工作温度和环境温度。

7.2.2.7 在产品气纯度及压力达标情况下，根据第 4.3 条综合能耗计算方法计算产品氢气的能耗。

7.2.3 检测方法

7.2.3.1 氢气产量检测方法采用气体流量法或容积法，检测用气体流量计应在有效检定周期内使用，采用容积法测量氢气产量应根据现行国家标准 GB/T 19773 的有关规定进行。

7.2.3.2 氢气纯度的检测和氢中杂质含量应根据现行国家标准 GB/T 3634.1 和 GB/T 3634.2 的有关规定进行分析检测。

8 标志

8.1 甲醇转化变压吸附制氢系统及其设备的标志制作、安装位置，应符合现行国家标准 GB/T13306 的有关规定。

8.2 标志的内容应简洁、明确，显示主要性能参数、指标和要求。标志应固定在易于观察的明显位置。

8.3 压力容器铭牌应由压力容器生产厂家按照现行国家法规 TSG21 的有关规定制作。

8.4 包装箱储运图示标志应符合现行国家标准 GB/T191 的有关规定。

9 产品随机文件

9.1 搬运、吊装，制造厂家应提供甲醇转化变压吸附制氢系统各类单体设备、组件的安全搬运、吊装说明；必要时以图示说明吊装、搬运方法。

9.2 系统图纸

9.3 使用手册

9.4 安装维护手册

10 包装

10.1 包装应符合现行国家标准 GB/T13384 的有关规定。并按装箱单的编号、项目名称和件数进行装箱。

10.2 压力容器的包装和运输应符合现行国家行业标准 JB/T4711 的有关规定。

附录 A
(规范性附录)

表A.1 燃料、电、及耗能工质的统一能源折算值

(引自GB/T50441-2007)

序号	类别	单位	能量折算值	能源折算值	备注
			(MJ)	(kg 标准煤)	
1	电	kw·h	10.89	0.372	
2	标准油	t	41868	1428.552	
3	标准煤	t	29308	1000.000	
4	汽油	t	43124	1471.407	
5	煤油	t	43124	1471.407	
6	柴油	t	42705	1457.111	
7	催化烧焦	t	39775	1357.138	
8	工业焦炭	t	33494	1142.828	
9	甲醇	t	19678	671.421	
10	10MPa 级蒸汽	T	3852	131.431	7.0MPa≤P
11	3.5MPa 级蒸汽	t	3684	125.699	3.5MPa≤P≤4.5MPa
12	2.5MPa 级蒸汽	t	3559	121.434	2.5MPa≤P≤3.5MPa
13	1.5MPa 级蒸汽	t	3349	114.269	1.5MPa≤P≤2.5MPa
14	1.0MPa 级蒸汽	t	3182	108.571	1.0MPa≤P≤1.5MPa
15	0.7MPa 级蒸汽	t	3014	102.839	0.7MPa≤P≤1.0MPa
16	0.3MPa 级蒸汽	t	2763	94.275	0.3MPa≤P≤0.7MPa
17	<0.3MPa 级蒸汽	t	2303	78.579	
18	10~16℃冷量	MJ	0.42	0.014	显热冷量
19	5℃冷量	MJ	0.67	0.023	相变冷量
20	0℃冷量	MJ	0.75	0.026	相变冷量
21	新鲜水	t	6.28	0.214	
22	循环水	t	1.19	0.041	
23	软化水	t	10.47	0.357	
24	脱盐水	t	96.3	3.286	
25	加热设备凝结水	t	320.29	10.928	
26	净化压缩空气	m ³	1.59	0.054	
27	非净化压缩空气	m ³	1.17	0.040	
28	氧气	m ³	6.28	0.214	
29	氮气	m ³	6.28	0.214	
30	二氧化碳	m ³	6.28	0.214	

注：1. 燃料应按其低热值折算标准煤；

2. 蒸汽压力指表压；

3. 作为耗能工质的污水，指生产过程排出的需耗能才能处理合格排放的污水；

4. 气体标准状态下的体积指0℃和101.325kPa状态下的体积；

5. 采用气体燃料的能源折算值可根据气体组成按低发热值计算；

6. 采用有机热载体的能源折算值可根据进出甲醇转化变压吸附制氢系统的能耗及公用工程有机热载体炉效率计算能源折算值；

7. 甲醇转化变压吸附制氢系统已配套耗能工质公用工程应根据该公用工程能耗折算成能源折算值计算。

附录 B (资料性附录)

甲醇转化变压吸附制氢系统综合能耗计算实例

B.1 甲醇转化变压吸附制氢系统综合能耗计算

B.1.1 甲醇转化变压吸附制氢系统综合能耗的计算按式 (B.1) 计算：

$$E_p = \sum (G_i C_i) + \sum Q_j \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

E_p ——单位时间甲醇转化变压吸附制氢系统折算成标准能源值后的能耗[kg(标煤)/h]；

G_i ——单位时间原料、燃料、电及耗能工质*i*消耗量 (kg/h, m³/h, kW)；

C_i ——原料、燃料、电及耗能工质*i*的能源折算值[kg(标煤)/kg, kg(标煤)/m³, kg(标煤)/kW]；

Q_j ——单位时间甲醇转化变压吸附制氢系统与外界交换热量所折成标准能源值[kg(标煤)/h]，

输入时为正值，输出时为负值。

B.1.2 实例

某甲醇转化变压吸附制氢系统配套有脱盐水装置及导热油装置，导热油装置采用PSA解吸气及甲醇供热。以1000Nm³/h甲醇转化变压吸附制氢提纯高纯氢，燃料为甲醇，尾气回烧装置为例，该装置正常工作条件下的消耗，按附录A换算为标准能源标煤值如表B.1所示。——

表B.1 1000Nm³/h甲醇转化变压吸附制氢能耗值

序号	能耗类别	单位	单位时间 消耗量	能量 折算值 MJ	能源 折算值 kg 标准煤	折算 能耗值 kg(标煤)/h
1	电	kW·h	5.5	10.89	0.372	2.0460
2	原料甲醇	kg/h	560	19678	671.421	375.9958
3	燃料甲醇	kg/h	85	19678	671.421	57.0708
4	循环水	kg/h	1800	1.19	0.041	0.0738
5	脱盐水	kg/h	308	96.3	3.286	1.0121
6	净化压缩空气	m ³ /h	30	1.59	0.054	1.6200
合计	综合能耗, E_p	kg(标煤)/h				437.82

由上述计算得，1000Nm³/h 甲醇转化变压吸附制氢系统综合能耗值为：437.82[kg(标煤)/h]。

B.2 甲醇转化变压吸附制氢系统单位产品综合能耗的计算

B.2.1 甲醇转化变压吸附制氢系统单位产品综合能耗的计算按式 (B.2) 计算：

$$e_p = E_p / G_p \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

e_p ——甲醇转化变压吸附制氢系统单位产品综合能耗[kg(标煤)/Nm³];

G_p ——单位时间内甲醇转化变压吸附制氢系统合格产品量 (Nm³/h)。

B.2.2 实例

按B.1.2实例1000Nm³/h甲醇转化变压吸附制氢系统综合能耗437.82[kg(标煤)/h]，换算单位产品综合能耗为：

$$e_p = E_p / G_p = 437.82 / 1000 = 0.44 [\text{kg(标煤)}/\text{Nm}^3]$$

由上述计算得，甲醇转化变压吸附制氢系统单位产品综合能耗为：0.44[kg(标煤)/Nm³]。