



小氮肥厂能量消耗测定方法

孔 祥 琳 编



化学工业出版社

小氮肥厂能量消耗测定方法

孔祥琳 编

化学工业出版社

内 容 提 要

书中主要介绍了小氮肥厂能量消耗测定方法,共十三章六十条。每个条目分别介绍了测定目的、计算公式和测定方法,并对测定结果进行技术分析;书中还附有带测定点的流程图、测定原始记录表及部分计算机程序等。

本书第1~56条由化工部化肥司孔祥琳执笔;第57~60条由辽宁省石油化工设计院曲郁芳执笔;大兴县氮肥厂米艳霞、嘉定县化肥厂曹华狱、北京市化肥公司雷寿康参加了本书初稿的修改、补充及附件的编制工作。

本书可供小氮肥厂管理干部、技术人员、工人及有关专业师生参考。

小氮肥厂能量消耗测定方法

孔祥琳 编

责任编辑:孙绥中

封面设计:许立

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 $16 \frac{1}{2}$ 插页1字数400千字印数1—3,670

1985年10月北京第1版1985年10月北京第1次印刷

统一书号15063·3666定价3.25元

前 言

目前全国小氮肥厂约有一千三百多个，小合成氨产量占全国合成氨总产量的一半以上。近几年来，全国小氮肥企业在各省、市、自治区领导下，通过加强企业管理和技术改造，使小氮肥厂煤电消耗有了较大幅度的下降，经济效益有了明显提高。但是，目前多数小氮肥厂的节能潜力仍然很大。根据国家经委关于搞好能量普查的要求，为了搞好小氮肥厂的能耗测定工作，进一步降低小氮肥的能耗，化工部化肥司组织编写了《小氮肥厂能量消耗测定方法》。

小氮肥厂能耗测定是考核产品能源消耗情况和检查能量利用薄弱环节的必要手段，也是加强工厂生产技术管理，提高职工技术水平的有效措施。

根据小氮肥厂耗能的主要部位及能量利用的薄弱环节，确定了小氮肥能耗的测定方法，共六十条。各厂在进行能耗测定时，要根据具体条件，可在规定的测定期内同时测定所有的测定条目，亦可选取相关的部分或个别条目进行测定。

小氮肥厂的能耗测定工作可分为评议性测定和统计性测定两类。当主要数据取自于测定项目时，称之为评议性测定；而主要数据部分或全部来源于一般性生产统计时，称之为统计性测定。评议性测定可作为工厂（或工序）能耗考核、评比的依据；统计性测定一般仅作为工厂内部生产调度或技术改造的依据。

书中每个条目都分别介绍了测定目的、计算公式和测定方法，并对多数条目测定后可能得到的结果，进行了技术分析，以提高测定工作的实际效率。为了方便测定，书中附有带测定点的流程示意图、测定原始记录表格及部分条目的计算机程序。为了避免计算中的错误，并指导测定报告的编制，书中还给出了测定报告实例，以供参考。

书中介绍的测定方法，曾在上海市嘉定县化肥厂及北京市大兴县氮肥厂的能耗测定中试用。参加这两个厂测定工作的，有高等院校、设计和科研部门、中小型氮肥厂等六十二个单位，共七十七位同志。北京化肥公司、上海化肥农药公司、嘉定县化肥厂、大兴县化肥厂及参加测定的同志对初稿进行了审阅，藉此一并致谢。

本书出版后，仍希得到读者的批评指正。

编 者

目 录

第一章 合成氨各项单耗及氨利用率的测定	1
第1条 合成氨产量的测定.....	1
第2条 合成氨燃料煤单耗的测定.....	3
第3条 合成氨原料煤单耗的测定.....	4
第4条 合成氨电力单耗的测定.....	6
第5条 合成氨总能耗的测定.....	7
第6条 氨利用率的测定.....	7
第7条 吨氮综合能耗的测定.....	9
第二章 合成氨原料气体单耗的测定	11
第8条 脱硫后煤气单耗的测定.....	11
第9条 混合煤气单耗的测定.....	12
第10条 半水煤气及再生气单耗的测定.....	12
第11条 变换气单耗的测定.....	13
第12条 碳化气单耗的测定.....	14
第13条 补充气单耗的测定.....	14
第14条 半水煤气收得率及有效率的测定.....	15
第15条 补充气利用率的测定.....	17
第三章 锅炉工段生产的测定	19
第16条 锅炉热效率的测定.....	19
第四章 造气工段生产测定	26
第17条 造气炉蒸汽分解率的测定.....	26
第18条 造气工段自产蒸汽量的测定.....	27
第19条 造气工段外来蒸汽消耗量的测定.....	28
第20条 造气系统碳平衡的测定.....	29
第21条 造气工段热利用率的测定.....	30
第22条 空气鼓风机流量及效率的测定.....	32
第五章 压缩工段生产测定	38
第23条 高压机有效打气量的测定.....	38
第24条 高压机回气率及实际打气量的测定.....	39
第25条 高压机绝热效率和等温效率的测定.....	42
第六章 变换工段生产测定	45
第26条 饱和塔出口混合煤气汽气比及饱和度测定.....	45
第27条 变换工段外来蒸汽单耗的测定.....	46
第28条 变换炉催化剂平衡温距的测定.....	48

第29条	变换工段热量回收率的测定	48
第30条	CO变换率的测定	50
第七章	碳化工段生产测定	52
第31条	吸氨工序氨吸收率的测定	52
第32条	碳化工序氨利用率的测定	53
第33条	氨回收塔尾气氨损失率的测定	53
第34条	碳酸氢铵结晶粒度的测定	54
第35条	碳酸氢铵产品含水及含氮量的测定	55
第八章	铜洗工段生产测定	57
第36条	铜液循环量的测定	57
第37条	铜液吸收度的测定	58
第38条	变换气中CO回收率的测定	60
第39条	铜液再生热量单耗的测定	61
第40条	铜洗工段冷量单耗的测定	61
第41条	铜洗工段氨耗的测定	62
第九章	合成工段生产测定	64
第42条	合成工段外供冷量单耗的测定	64
第43条	合成工段热回收量的测定	65
第44条	氨的生成率、合成率及收得率的测定	65
第45条	合成系统压力分布及循环机气体压缩功耗的测定	68
第十章	冰机工段生产测定	71
第46条	冰机制冷系数的测定	71
第十一章	主要静止设备生产强度的测定	73
第47条	造气炉炉膛截面利用系数的测定	73
第48条	洗气塔截面利用系数的测定	73
第49条	脱硫塔截面利用系数的测定	74
第50条	变换炉催化剂容积利用系数的测定	74
第51条	饱和热水塔截面利用系数的测定	74
第52条	碳化塔截面利用系数的测定	75
第53条	铜洗塔截面利用系数的测定	75
第54条	冷换热器容积利用系数的测定	75
第55条	合成催化剂容积利用系数的测定	76
第56条	合成塔催化剂床层温度分布的测定	76
第十二章	电气的测定	78
第57条	负载率的测定	78
第58条	主机电力消耗的测定	78
第59条	全厂功率因数的测定	79
第十三章	仪器仪表的选择与使用	80
第60条	仪器仪表的选择与使用	80

附件:		84
附件一	液氨贮槽容积的标定.....	84
附件二	小氮肥厂带测定点流程示意图.....	85
附件三	测定原始记录表.....	86
附件四	部分条目计算机程序 (PC-1211 计算机)	108
附件五	嘉定县化肥厂能耗测定报告.....	121
附件六	大兴县氮肥厂能耗测定报告.....	164
附录:		233
附录一	煤的取样及缩制.....	233
附录二	煤中全水分的测定方法.....	237
附录三	煤的工业分析方法.....	241
附录四	煤中碳酸盐的二氧化碳含量的测定方法.....	248
附录五	煤的成分分析基础和换算.....	250
附录六	蒸汽湿度测定要求.....	252

第一章 合成氨各项单耗及氨利用率的测定

第1条 合成氨产量的测定

一、测定目的

1. 考核该系统的合成氨产量。
2. 以测定期的合成氨产量作为合成系统生产能力分析及其它测定项目计算的基础数据。

二、计算公式

$$q_{\text{产}}^{\text{NH}_3} = q_{\text{槽}}^{\text{NH}_3} + q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3}$$

式中 $q_{\text{产}}^{\text{NH}_3}$ ——合成氨产量, 公斤/小时;
 $q_{\text{槽}}^{\text{NH}_3}$ ——液氨贮槽氨产量, 公斤/小时;
 $q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3}$ ——贮槽弛放气及合成放空气回收氨水贮槽增减折氨量, 公斤/小时。

三、测定方法

1. 用液氨贮槽计量液氨产量。用于计量的贮槽应在测定前用水标定其容积, 相应校正其标尺的刻度位置, 以保证计量的准确程度 (用于换算重量的比重, 应以实测温度为依据, 温度计位置应尽量靠近液位计。标定容积的方法见附件一)。

$$q_{\text{槽}}^{\text{NH}_3} = V_{\text{槽}}^{\text{NH}_3} \gamma$$

式中 $V_{\text{槽}}^{\text{NH}_3}$ ——贮槽中液氨体积, 米³;
 γ ——液氨比重, 公斤/米³。

2. 计量测定期贮槽弛放气及合成放空气回收塔放出的氨水量, 并在氨水送出系统前及时分析回收氨水浓度。按下式计算氨水折氨量:

$$q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3} = V_{\text{=水}} C^{\text{NH}_3} \times 0.85$$

式中 $q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3}$ ——每一槽回收的氨量, 公斤;
 $V_{\text{=水}}$ ——贮槽弛放气及合成放空气回收氨水体积, 米³/小时;
 C^{NH_3} ——氨水中氨的浓度, 滴度;
0.85——每米³氨水每滴度的重量换算系数。

3. 测定回收氨量时, 应记录并计算氨水贮槽测定始末的氨水折氨量, 由下式求得回收氨量:

$$q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3} = \Sigma q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3} + \Delta q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3}$$

$$\Delta q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3} = q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3} - q_{\text{始}}^{\text{NH}_3}$$

式中 $\Delta q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3}$ ——测定期终了与起始时的氨水折氨量的差值, 公斤;
 $q_{\text{=水}}^{\text{NH}_3}$ ——测定结束时贮槽中氨水折氨量, 公斤;
 $q_{\text{始}}^{\text{NH}_3}$ ——测定起始时贮槽中氨水折氨量, 公斤。

4. 测定前应对回收氨水贮槽进行标定, 以校核贮槽的标尺。
5. 测定时液氨贮槽及回收氨水贮槽进出口阀不能同时开启, 以免影响计量。测定前应消除阀门内漏。测定时, 该关的阀门应关严。

6. 测定前后, 氨分离器、冷交换器和吸收塔液位应尽可能保持一致。

四、测定结果分析

对于一定原料及一定设备条件的小氮肥厂, 如果合成氨的产量低, 其原因主要有三个方面:

1. 设备生产强度过低或设备能力不平衡

对于气体净化过程的塔器等设备, 一般不宜采用过高的生产强度指标, 以免增加生产的不稳定因素。但是诸如造气炉等设备的生产强度如果过低, 也会造成产量低、消耗高等问题; 而运转设备, 则应当采用较高的强度指标, 才能取得产量高消耗低的效果; 如高压机回路阀开启过大, 造成回气率大 (见第24条), 有效打气量低必然造成产量低、消耗高。显然设备能力不平衡, 局部设备能力过小的部位, 必然成为提高产量的薄弱环节。但这里所指的是设备能力的合理平衡, 比如有的厂由于蒸汽单耗过高, 造成蒸汽供应紧张, 这就不能认为是锅炉能力不平衡。

2. 气体单耗高

在半水煤气产量一定的情况下, 如果半水煤气的有效率 $\eta_{\text{有}}$ 、半水煤气收得率 $\eta_{\text{收}}$ (见第14条) 以及补充气的利用率 $\eta_{\text{补}}$ (见第15条) 低, 必将造成消耗高、产量低。这可由下式看出:

$$\frac{q_{\text{产}}^{\text{NH}_3}}{1000} \cdot 2635.3 = \frac{2635.3}{V_{\text{补}}^{\text{H}_2+\text{N}_2}} \cdot \frac{V_{\text{补}}^{\text{H}_2+\text{N}_2}}{V_{\text{补}}^{\text{H}_2+\text{N}_2}} \cdot \frac{V_{\text{补}}^{\text{H}_2+\text{N}_2}}{V_{\text{半}}} \cdot V_{\text{半时}}$$

$$= \eta_{\text{补}} \cdot \eta_{\text{收}} \cdot \eta_{\text{有}} \cdot V_{\text{半时}}$$

另外, 目前实际生产中, 合成氨产量是根据化肥 (碳酸氢铵或氨水) 的实物产量及氨加工的氨利用率来核算的。如果不是采用实际的氨利用率及实际的自用氨量, 而是在用规定的统计值时, 则氨加工的氨利用率 $\eta_{\text{加}}^{\text{NH}_3}$ 越高 (见第6条) 氨的核算产量则越高。或者当全厂的氨利用率 $\eta_{\text{全}}^{\text{NH}_3}$ (见第6条) 越高, 氨的核算产量也越高。显然, 这时氨的核算产量, 并不是真实的氨产量。

本条测得的合成氨实际产量, 可以按以下途径与其它测定结果相校核, 用以判断测定结果是否正确, 并有利于分析测定工作中的问题。

(1) 气体平衡:

- ① $\eta_{\text{补}}$ 、 $\eta_{\text{收}}$ 、 $\eta_{\text{有}}$ 三值均应小于1;
- ② $V_{\text{半}} \cdot y_{\text{半}}^{\text{H}_2} > V_{\text{补}} \cdot y_{\text{补}}^{\text{H}_2} > 1976.5$ 的式子应当成立;
- ③ $V_{\text{半}} \cdot y_{\text{半}}^{\text{N}_2} > V_{\text{补}} \cdot y_{\text{补}}^{\text{N}_2} > 658.8$ 的式子应当成立。

(2) 氨的收得率 (见第44条) $\eta_{\text{收}}^{\text{NH}_3}$ 值应小于1。而且

$$q_{\text{产}}^{\text{NH}_3} = q_{\text{合}}^{\text{NH}_3} \cdot \eta_{\text{收}}^{\text{NH}_3} = q_{\text{合}}^{\text{NH}_3} \cdot \frac{q_{\text{合}}^{\text{NH}_3} - (W_{\text{放}}^{\text{NH}_3} - W_{\text{三水}}^{\text{NH}_3})}{q_{\text{合}}^{\text{NH}_3}}$$

$$= q_{\text{合}}^{\text{NH}_3} - (W_{\text{放}}^{\text{NH}_3} - W_{\text{三水}}^{\text{NH}_3})$$

式中 $W_{\text{放}}^{\text{NH}_3}$ ——合成放空气回收前的氨量, 公斤。

按测定结果计算, 等式的左右两方应该近似相等。

(3) 氨利用率 (见第6条) $\eta_{\text{全}}^{\text{NH}_3} < 1$ 、 $\eta_{\text{加}}^{\text{NH}_3} < 1$ 即:

$$q_{\text{产}}^{\text{NH}_3} - W_{\text{产}}^{\text{NH}_3} > W_{\text{氨}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{水}}^{\text{NH}_3}$$

$$q_{\text{产}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{三水}}^{\text{NH}_3} > W_{\text{氨}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{水}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{废水}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{自}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{产}}^{\text{NH}_3}$$

式中 $W_{\text{自}}^{\text{NH}_3}$ ——测定期间铜洗、脱硫等自用氨的总量, 公斤。

需要注意的是,如脱硫用的氨水是铜洗再生回收的氨水,则不应当重复计算,此时:

$$W_{\text{自}}^{\text{NH}_3} = W_{\text{铜}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{脱水}}^{\text{NH}_3} - W_{\text{净}}^{\text{NH}_3}$$

第2条 合成氨燃料煤单耗的测定

合成氨标准燃料煤单耗量,系指生产每吨合成氨所用的蒸汽的燃料煤消耗量。

一、测定目的

1. 考核工厂的能量消耗情况,作为评议工厂企业管理和生产技术水平的条件之一。
2. 作为测定期锅炉热效率的测算基础数据。
3. 也可作为评议工厂各蒸汽用户蒸汽消耗的间接数据。

二、计算公式

$$G_{\text{煤}} = \frac{g_{\text{标准}}}{q_{\text{产}}^{\text{NH}_3}} \times 1000$$

$$g_{\text{标准}} = \Sigma [g_{\text{煤}i} \times Q_{\text{Dwi}}^y \div 7000]$$

式中 $G_{\text{煤}}$ ——合成氨标准燃料煤单耗,公斤/吨氨;

$g_{\text{标准}}$ ——标准燃料煤消耗总量,公斤;

$g_{\text{煤}i}$ ——各批入炉煤实物量,公斤;

Q_{Dwi}^y ——各批入炉煤实际低位发热量(应用基),千卡/公斤;

7000——标准燃料煤的发热值,千卡/公斤。

三、测定方法

1. 合成氨生产耗汽。包括氨生产过程中各工段(包括碳化工段)的工艺用汽、物料加热、设备及管道保温等用汽。而不包括碳化煤球、硫磺等副产品、油再生等非氨生产直接用汽和生活采暖用汽。

2. 如非合成氨生产(碳化煤球等)使用合成氨副产蒸汽时,应按计量的蒸汽消耗量,并近似地根据所测的锅炉效率(见第16条)折成燃料煤量,由燃料煤消耗量中扣除。

3. 掺烧的燃料煤返炭、炉渣及废气不计入消耗。从锅炉燃烧余物中拣回的返炭也不从消耗中扣除。回用后也不计入消耗。但测定期全厂所消耗的返炭,应不多于该期间内全厂产生的返炭量。如燃用返炭过多,则多余部分应在燃料煤消耗中加入。

4. 入炉煤实物量可用台秤进行称量。台秤必须进行校验,误差应小于0.1%。

5. 实际低位发热量应以入炉煤称量时,所取煤样分析的数据为准(取出煤样不计入消耗)。一般情况下,当大堆取样密度不够,因而煤样代表性较差时,测定前所取大堆样分析结果仅作参考。由于燃料的不均匀性较大,如果所取煤样无代表性,常会使测得的发热值偏差过大。因此,燃料的取样工作应认真进行。煤的取样方法见附录一。

四、测定结果分析

影响燃料煤单耗的因素,可简单地由以下近似式看出:

$$G_{\text{煤}} \approx \frac{W_{\text{全}}^{\text{汽}}}{\eta_{\text{锅}}} \cdot \frac{i_{\text{汽}}'' - i_{\text{水}}'}{7000} - \frac{Q_{\text{煤}}^{\text{汽}}}{7000}$$

式中 $W_{\text{全}}^{\text{汽}}$ ——全厂合成氨蒸汽单耗,公斤/吨氨;

$Q_{\text{煤}}^{\text{汽}}$ ——锅炉燃用可燃性气体的热量,大卡/吨氨。

如果燃料煤的单耗高,其原因在于:

1. 合成氨的蒸汽单耗高

$$W_{\text{全}}^{\text{汽}} = W_{\text{造}}^{\text{外}} + W_{\text{变}}^{\text{外}} + W_{\text{再}}^{\text{汽}} + W_{\text{碳}}^{\text{汽}} + W_{\text{其它}}^{\text{汽}}$$

式中 $W_{\text{造}}^{\text{外}}$ ——造气工段外供蒸汽单耗, 公斤/吨氨;

$W_{\text{变}}^{\text{外}}$ ——变换工段外供蒸汽单耗, 公斤/吨氨;

$W_{\text{再}}^{\text{汽}}$ ——铜液再生蒸汽单耗, 公斤/吨氨;

$W_{\text{碳}}^{\text{汽}}$ ——碳化工段的蒸汽单耗, 公斤/吨氨;

$W_{\text{其它}}^{\text{汽}}$ ——设备、管道保温以及蒸汽管网中跑、冒、滴、漏、冷凝等损耗的蒸汽, 公斤/吨氨。

可见, 凡属计入合成氨汽耗的各项, 如造气外来蒸汽 (见第19条) 变换外供蒸汽 (见第27条)、铜液再生消耗蒸汽 (见第39条)、碳化消耗蒸汽以及合成氨生产过程中的其它蒸汽的单耗过高均可能造成燃料煤单耗高。由于能量综合平衡利用的结果, 生产的各工序之间热交换更为密切, 因此, 有时输入某工段的蒸汽虽然增多、但输出的蒸汽 (或热量) 却因此增加得更多。这样合成氨蒸汽单耗及燃料煤耗并不增加。当然设备管道保温不良以及蒸汽管网中跑、冒、滴、漏多、冷凝损失大等因素, 也会增大合成氨的蒸汽单耗。

2. 锅炉热效率 (见第16条) 低

锅炉热效率越低, 燃料煤单耗也就越高。

3. 锅炉没有燃用合成氨放空的可燃性气体, 或者燃用量少

目前小氮肥厂合成放空及贮罐气回收氨后, 剩下的可燃性气体, 多数是送锅炉作燃料的, 而且并不计入燃料消耗, 这样那些不回收, 或者回收率低的厂的燃料煤耗就会比较高。目前有的厂也采用深冷膨胀或变压吸附等方法, 回收了合成放空及弛放气中的大部分 H_2 , 这样虽然减少了送入锅炉的可燃性气体量, 但如果回收的氢气仍返回系统作为合成氨的原料气, 则仍能起增加产量降低总能耗的作用。

4. 余热回收量少

合成氨生产系统回收的余热, 可以用来降低造气、变换、铜洗等工段的外来蒸汽消耗 (见第18条、29条), 以降低燃料煤耗, 同时也可以用来提高锅炉给水温度, 从而减少燃料煤的单耗, 从 $G_{\text{煤}}$ 的公式中也可看出, 锅炉给水温度越低, 燃料煤的单耗也会越高。

目前小氮肥厂节约燃料煤耗的技术, 还有较大潜力, 如果余热能得到进一步利用, 有可能在小合成氨生产中不用外供燃料煤。

第3条 合成氨原料煤单耗的测定

合成氨原料单耗系指生产每吨合成氨在造气工段所消耗的煤量。

一、测定目的

1. 考核工厂的能耗情况, 作为评议工厂企业管理和生产技术的条件之一。
2. 作为测定定期进行造气工段有关项目测算的基础数据。
3. 也可作为评议工厂原料气单耗的间接数据。

二、计算公式

$$G_{\text{煤}} = \frac{g_{\text{总标}}}{q_{\text{标}}^{\text{NH}_3}} \times 1000$$

式中 $G_{\text{煤}}$ ——合成氨标准入炉原料煤单耗, 公斤/吨氨;

$g_{\text{总标}}$ ——标准入炉原料煤消耗总量, 公斤。

$$g_{\text{总标}} = \sum [g_{\text{原}i} \times (1 - W_{\text{原}i}^{\%}) \times C_{\text{GD}}^{\%} \div 0.84]$$

式中 $g_{\text{原}i}$ ——各批原料煤入炉实物量，公斤；
 $W_{\text{原}i}^{\%}$ ——各批原料煤入炉时全水份含量，%；
 $C_{\text{GD}}^{\%}$ ——各批入炉原料煤干基固定碳含量，%；
0.84——标准煤固定碳含量，%。

三、测定方法

1. 入炉原料煤系指投入造气炉的原料煤，不包括入炉前筛出的煤粉。炉渣中所拣出的返焦（二煤）返回煤气炉再作原料使用时，不计入消耗，即在入炉煤消耗量中不重复计算。返焦不回炉使用时，也不得从煤耗量中扣除。返焦（或炉渣）用于烧锅炉时，也不计入锅炉煤耗中，也不扣合成氨煤耗。测定期造气所消耗的返焦量（折标）应不多于该期间本工段所产生的返焦量（折标），多余的部分应在原料煤单耗中加入。

2. 造气炉系统的带出物，如集尘器的灰末送其它生产系统或非生产系统利用时，不应从煤耗量中扣除。如用于合成氨生产也不重复计算单耗。但使用集尘灰（折标）不能大于测定期出炉集尘灰（折标）量，否则多余部分应计入消耗。

3. 入炉原料煤实物量可用台秤进行称量，台秤必须进行校验，误差应小于0.1%。

4. 入炉煤的质量分析，应以入炉称量时所取煤样分析数据为准，一般情况下，当大堆取样密度不够、煤样代表性较差时，测定前所取的大堆样分析结果仅作参考。煤的取样分析方法见附录。

四、测定结果分析

影响原料煤单耗的因素，可简单地由以下公式看出：

$$G_{\text{原}} = \frac{V_{*}}{\varepsilon_{\text{原}}}$$

式中 V_{*} ——半水煤气单耗，标米³/吨氨；
 $\varepsilon_{\text{原}}$ ——原料煤利用系数，标米³/公斤。

测定中如果原料煤单耗高，原因在于：

1. 半水煤气单耗高（见第二章）。
2. 原料煤的利用系数低

原料煤的利用系数系指每公斤折标原料煤所产生的半水煤气量。但当半水煤气的成分不同时，这一系数也就不能准确反应原料煤消耗与合成氨原料气体量的关系。同样，半水煤气作为合成氨原料气也存在着质量上的差异。因此，生产管理上往往确定半水煤气的有效气（CO + H₂）含量为某一数值，以作为相互比较的标准。如当确定以半水煤气中（CO + H₂）含量为68%，作为可比半水煤气单耗，那么，原料煤利用系数也可定为每公斤原料煤生产的有效气含量折为68%的半水煤气体积，这时上式也可改写为：

$$G_{\text{原}} = \frac{\frac{V_{*} \cdot y_{*}^{\text{CO}+\text{H}_2}}{0.68}}{\frac{y_{*}^{\text{CO}+\text{H}_2}}{0.68} \cdot \varepsilon_{\text{原}}}$$

式中 $y_{*}^{\text{CO}+\text{H}_2}$ ——半水煤气中CO + H₂的含量，%。

可见，只要统计半水煤气单耗与原料煤利用系数时，选取同一个半水煤气质量指标（CO +

H₂含量), 则对于原料煤单耗的计算是一致的。当然, 这也只是粗略的计算, 因为严格说来, 即使(CO + H₂)含量相同, 而CO及H₂的含量不同, 煤气质量也不能认为完全相同。

除此而外, 我们也可以通过本方法中其它与半水煤气单耗及与原料煤利用系数有关的项目的测定结果, 来进一步分析原料煤消耗高的原因。如半水煤气的有效率、收得率(见第14条)、补充气的利用率(见第15条)或造气过程的热利用率过低, 都会使原料煤消耗高。

第4条 合成氨电力单耗的测定

合成氨电力单耗系指生产每吨合成氨所消耗的电量。

一、测定目的

1. 考核工厂的能耗情况, 作为评议工厂企业管理和生产技术的条件之一。
2. 作为评议测定期主要动力设备运行效率的间接数据。

二、计算公式

$$G_{\text{电}} = \frac{\text{电力消耗总量(度)}}{Q_{\text{产}}^{\text{NH}_3}} \times 1000$$

式中 $G_{\text{电}}$ ——合成氨电力单耗, 度/吨氨。

三、测定方法

1. 合成氨电力消耗总量除包括: 从原料场、库运料开始, 经原料筛分、经合成氨生产过程中的工艺、仪表用空气压缩机的电力消耗。当生产系统冷量不足需开冰机时, 其耗电量也应计入合成氨耗电总量内。但为外供液氨增开冰机的耗电量, 应从合成氨耗电量中扣除。

2. 合成氨电力消耗总量中不包括碳酸氢铵、碳化氨水(包括低压水洗)等氨加工工段用电及锅炉、煤球生产的用电。也不包括联产品、副产品(硫磺)用电, 生活用电, 碱回收用电及生产用的水(包括外供、自供的一次水、循环水、软水等)用电。

3. 测定期电力消耗总量应以变电所电度表计量为准。

四、测定结果分析

显然合成氨生产各工段(不包括碳化工段)运转设备及加热设备耗用的电量越多, 电耗则越高。而合成氨电耗中, 五机一泵(即造气鼓风机、罗茨鼓风机、高压机、循环机、冰机及铜液泵)的电力单耗(见第十二章)在合成氨电耗中占90%以上, 因此五机一泵的电耗是合成氨电耗的决定因素, 其中尤以高压机电耗影响为最大。造成合成氨生产中运转设备及电加热设备电耗高的主要原因是:

1. 生产不稳定: 和合成氨其它单耗一样, 生产不稳定、负荷低、不正常必然增大电力单耗。如果氨不平衡开水洗、冷量损失过大开冰机、负荷过低开变换、合成电加热器, 这样就更会使电力消耗增加。

2. 运转设备配置不合理: 正常生产时主机设备回路量过大, 不能满开, 电耗必然比较高。在设计和生产调度中, 应注意使开运设备合理匹配, 以减少主机开回路而造成的电力损失。一般说来, 与静止设备的操作调节直接关联的机、泵如循环机、铜泵等应与系统的生产能力相匹配。空气鼓风机则应与造气炉的开台相匹配, 罗茨鼓风机应与高压机的开台相匹配。

3. 运转设备效率低: 因设备选型不当或维护检修质量差, 造成效率低、耗能高。工厂中常见的情况如空气鼓风机与工况匹配差, 不能在高效区运行; 罗茨鼓风机常开副线; 高压机出力不足或回气率低; 循环机副线开量过大等等均是造成电力消耗高的原因。

4. 工艺负荷不合理：如系统阻力过大，气体单耗过高，合成率过低等原因均会影响运转设备的电耗。

5 冷却水温过高或水冷器传热效率差：冷却水温过高水冷器传热效率差必然会降低高压机、冰机等运转设备的出力和效率，增加电耗，也会增大冷冻负荷，多开冰机，有时也会因降低了冷却设备的传热效果而降低系统合成氨产量，这样各项消耗均会因此而增大。

冷却水系统本身的耗电量，在目前的统计方法中，虽然不包括在合成氨电力单耗中，但事实上冷却水系统设计不合理，水源过远而无循环冷却系统或循环冷却效率低、水冷却设备水量调节不及时等等都会增大合成氨生产冷却水耗电量。增加合成氨总能耗。

第5条 合成氨总能耗的测定

合成氨总能耗系指合成氨生产中燃料、原料、电力及水单耗量折热能之和。

一、测定目的

可作为评议同种原料的工厂企业管理和生产技术水平的主要条件之一。

二、计算公式

$$Q_{\text{总}} = G_{\text{燃}} \times 7000 + G_{\text{原}} \times Q_{\text{Dw}_1} + G_{\text{电}} \times 3000 + Q_{\text{水}}$$

式中 Q_{Dw_1} ——入炉原料煤的低位发热值，千卡/公斤；

$Q_{\text{水}}$ ——水单耗折热能耗，千卡/吨氨；

3000——规定的每度电折热量，千卡/度；

$Q_{\text{总}}$ ——合成氨总能耗，千卡/吨氨。

合成氨水单耗是指每吨合成氨所消耗的冷却水、化学软水、脱氧软水量（米³/吨氨）。

三、测定方法

1. 原料煤低位发热值按照附录三无烟煤低位发热值计算方法进行。

2. 冷却水（包括一次水、循环水）折热能量，应以水耗电为依据，直接用合成氨系统冷却水用电量折算热能计入合成氨总能耗中。

冷却水不能统计电耗的企业，可用水表测出用水量后，根据水的不同压力折电量（水泵总效率按85%计算值），再折算成热能量计入合成氨总能耗中。

水泵进出口压差与水耗电折算

水泵进出口压差 (公斤/厘米 ² 表压)	2	3	4	5	6
水耗电 (度/米 ³)	0.064	0.096	0.128	0.160	0.192

化学软水折热能量，包括从水源到水的加压，处理过程中耗电量之和折热能量。如果无计量时，每米³软水折热能量一律按3500千卡进行计算。

每米³不脱氧软水耗电折热能量加每米³脱氧水耗蒸汽折热量之和，如果无计量时，每米³脱氧软水折热能量一律按10万千卡计算。

第6条 氨利用率的测定

氨利用率系指转入产品的氨量与产品耗氨量的比值。全厂氨利用率系指产品耗氨量中包括自用氨在内的氨利用率。自用氨量越多，全厂氨利用率则越低。氨加工利用率系指碳化工

段转入产品（包括库存氨水的增、减量）的氨量与送入工段的氨量之比。

一、测定目的

1. 测定全厂氨利用率用以考核合成氨生产的自用氨耗及氨加工氨耗情况，作为评议各有关工段生产管理和技术水平的条件之一。

2. 测定氨加工利用率用以考核碳化工段工艺、设备和生产操作的状况，作为评议该岗位生产管理和技术水平的条件之一。

二、计算公式

$$\eta_{\text{全}}^{\text{NH}_3} = \frac{W_{\text{碳}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{水}}^{\text{NH}_3}}{q_{\text{产}}^{\text{NH}_3} - W_{\text{产}}^{\text{NH}_3}}$$

式中 $\eta_{\text{全}}^{\text{NH}_3}$ ——全厂氨利用率，%；

$W_{\text{碳}}^{\text{NH}_3}$ ——产品碳酸氢铵中的氨量，公斤；

$W_{\text{产}}^{\text{NH}_3}$ ——库存液氨增（减）量，公斤；

$W_{\text{水}}^{\text{NH}_3}$ ——库存氨水增（减）量中的氨量，公斤。

$$\eta_{\text{加}}^{\text{NH}_3} = \frac{W_{\text{碳}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{水}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{脱水}}^{\text{NH}_3}}{q_{\text{碳}}^{\text{NH}_3} + W_{\text{三气}}^{\text{NH}_3}}$$

式中 $\eta_{\text{加}}^{\text{NH}_3}$ ——氨加工的氨利用率，%。

$W_{\text{脱水}}^{\text{NH}_3}$ ——测定期碳化送脱硫的氨水中的氨量，公斤；

$q_{\text{碳}}^{\text{NH}_3}$ ——合成工段送碳化工段的氨量，公斤；

$W_{\text{三气}}^{\text{NH}_3}$ ——测定期送碳化的三气（贮罐弛放气、合成放空气及铜洗再生气）回收的氨水中的氨量，公斤。

三、测定方法

1. 测定前先标定合成液氨贮槽（附件一）、碳化各用作计量的氨水槽。

2. 测定测定期氨产量（见第1条）。并认真记录测定前后合成各液氨贮槽库存液氨的增（减）量（包括测定期未用但有管道相通的贮槽）。

3. 测定期合成工段送碳化的气氨量可以合成氨冷器加入的氨量计量：当第二氨冷器（第一、二氨冷器气氨总管连通阀关闭）或一、二氨冷器（停开冰机）仅向碳化供氨时，加入第二氨冷器或加入一、二氨冷器的液氨量即为送碳化的氨量。当一、二氨冷器气氨总管连通阀开启，测定期又启用冰机时，送碳化的氨量即等于一、二氨冷器加氨量之和减去冰机贮槽计量的循环氨量的总和。显然测定前后氨冷器液位应维持不变。

4. 测定测定期碳酸氢铵实物产量及其含氮量，并按下式折算碳酸氢铵含氮量：

$$W_{\text{碳}}^{\text{NH}_3} = q_{\text{产}}^{\text{NH}_3} \cdot W_{\text{碳}}^{\text{N}} \cdot \frac{17}{14}$$

式中 $q_{\text{产}}^{\text{NH}_3}$ ——测定期碳酸氢铵的实物重量，公斤；

$W_{\text{碳}}^{\text{N}}$ ——产品碳酸氢铵的含N量，%。

5. 测定库存氨水（浓氨水、稀氨水、母液氨水等）增（减）量、三气回收送碳化的氨水量以及碳化送脱硫的稀氨水量，并分别分析其中氨含量后按下式分别求得其中含氮量：

$$W_{\text{液}}^{\text{NH}_3} = V_{\text{液}}^{\text{NH}_3} \cdot C_{\text{液}}^{\text{NH}_3} \times 0.85$$

式中 $W_{\text{液}}^{\text{NH}_3}$ ——浓氨水中含氮量，公斤；

$V_{\text{液}}^{\text{NH}_3}$ ——浓氨水体积，米³；

$C_{液}^{NH_3}$ ——浓氨水浓度，滴度。

6. 为了分析全厂氨利用率情况，可进行自用氨耗的测定，并计算自用氨占合成氨产量中的比例。测定测定期铜洗工段氨耗（见第41条）、再生气氨回收量（见第10条）及送脱硫（合成、铜洗或碳化送脱硫）的氨水中的氨量，并按下式计算全厂自用氨消耗量：

$$W_{自}^{NH_3} = W_{铜}^{NH_3} - W_{再}^{NH_3} + W_{脱}^{NH_3}$$

式中 $W_{再}^{NH_3}$ ——再生气氨回收量，公斤。

四、测定结果分析

小氮肥厂氨加工的氨利用率是反映送碳化的氨（包括氨冷器蒸发的气氨和合成回收后送碳化的氨水）被利用的程度的指标。它也反映送碳化的这些氨损失的程度，即：

$$\eta_{加}^{NH_3} = 1 - \eta_{加损}^{NH_3} = 1 - \frac{W_{回}^{NH_3} + W_{吸}^{NH_3} + W_{其}^{NH_3}}{Q_{碳}^{NH_3}}$$

式中 $\eta_{加}^{NH_3}$ ——氨加工损失率，%；

$W_{回}^{NH_3}$ ——氨回收塔尾气中氨损失量，公斤；

$W_{吸}^{NH_3}$ ——吸收各岗位产品中氨损失量，公斤；

$W_{其}^{NH_3}$ ——其它氨损失量，公斤。

碳化系统的氨损失主要有回收塔尾气损失的氨（见第33条）、吸氨尾气损失的氨（见第31条）以及其它氨损失，如系统设备、阀门、管道冲洗、跑、冒、滴、漏等损失。这些损失越多，氨加工的氨利用率也就越低。在一般的厂中尤以水不平衡造成氨水过剩及吸氨尾气损失的氨量占比例为大。各厂应根据生产测定情况，找出影响氨利用率的关键。

小氮肥厂全厂的氨利用率，除受氨加工的氨利用率影响外，还受自用氨消耗量及计入产量的氨水（如合成弛放气、放空气回收的氨）的利用情况的影响。如果铜洗（见第41条）的自用氨耗越大，脱硫用氨越多则全厂氨利用率也越低；如果计入产量的氨水纳入产品中的量（如采用等压回收，生产高浓度的氨水送碳化）越少，则氨利用率也越低。有的厂脱硫用的氨水来自于碳化，这部分耗氨量过多，虽然没明显的影响氨加工的利用率，但却降低了全厂的氨利用率。

第7条 吨氮综合能耗的测定

综合能耗系指工厂在测定期内，生产合成氨、碳铵、氨水所消耗的全部能量，而将工厂的最终产品碳酸氢铵、氨水及液氨折合为纯氮，而生产每吨纯氮所消耗的全部能量则称为吨氮综合能耗。

一、测定目的

1. 考核全厂能量消耗情况，作为评议工厂企业管理和生产技术水平的条件之一。
2. 作为评议工厂合成氨综合能耗及氨利用率的间接数据。

二、计算公式

$$Q_{氮综} = \frac{\text{能源消耗量}}{q_{纯}^N}$$

$$= \frac{Q_{合总} + Q_{加}}{q_{纯}^N}$$

式中 $Q_{\text{氮总}}$ ——吨氮综合能耗, 千卡/吨氮;

$Q_{\text{合成}}$ ——合成氨总能耗, 千卡;

$Q_{\text{加}}$ ——氨加工总能耗, 千卡;

q_{N}^{N} ——氮的总产量, 吨。

三、测定方法

1. 测定碳酸氢铵、氨水产量、商品液氨及库存液氨增减量 (不包括自用氨), 并分别折算为纯氮产量。折算方法如下:

$$q_{\text{N}}^{\text{N}} = \sum \left(\frac{q_{\text{N}}^{\text{H}} \cdot W_{\text{N}}^{\text{H}}}{1000} \right)$$

式中 q_{N}^{N} ——碳酸氢铵产量折纯氮, 吨;

q_{N}^{H} ——各批碳酸氢铵实物产量, 公斤;

W_{N}^{H} ——各批碳酸氢铵实物含 N 量, %。

$$q_{\text{N}}^{\text{N}} = \sum (V_{\text{N}}^{\text{NH}_3} \cdot C_{\text{N}}^{\text{NH}_3} \cdot 0.00070)$$

式中 q_{N}^{N} ——氨水产量折纯氮, 吨;

$V_{\text{N}}^{\text{NH}_3}$ ——所产各批氨水体积, 米³;

$C_{\text{N}}^{\text{NH}_3}$ ——所产各批氨水浓度, 滴度;

0.00070——1 米³浓度为 1 滴度的氨水折 N 系数。

$$q_{\text{N}}^{\text{N}} = \frac{W_{\text{N}}^{\text{NH}_3} \times 0.8225}{1000}$$

式中 q_{N}^{N} ——商品液氨及库存液氨增减量折 N 量, 吨;

0.8225——1 公斤液氨折 N 系数。

按下式求得测定期产品折氮总量:

$$q_{\text{N}}^{\text{N}} = q_{\text{N}}^{\text{N}} + q_{\text{N}}^{\text{N}} + q_{\text{N}}^{\text{N}}$$

氨水产量中包括商品氨水及全厂各氨水贮槽的库存增减量。

2. 测定合成氨生产各工段燃料煤、原料煤、电力及水的消耗总量 (见第2、3、4条) 折成热能消耗 (见第5条) 后, 求出测定期合成氨热能消耗之和。

3. 测定碳铵、碳化氨水等氨加工工段的电力及软水、冷却水的消耗, 并折成热能消耗。碳化工段所消耗的蒸汽已包括在合成氨燃料煤消耗中, 因此不要重复计算。

四、测定结果分析

影响吨氮综合能耗的因素, 可以简单地由下式看出:

$$Q_{\text{氮总}} = \frac{Q_{\text{合成}} + Q_{\text{加}}}{q_{\text{N}}^{\text{N}}}$$

测定期当氮产量一定时, 合成氨或氨加工能源消耗量越高, 吨氮综合能耗也就越高; 测定期能源消耗量一定时, 氮产量越低, 吨氮综合能耗也越高。影响氮产量的因素, 显然是测定期的合成氨产量及其利用率。