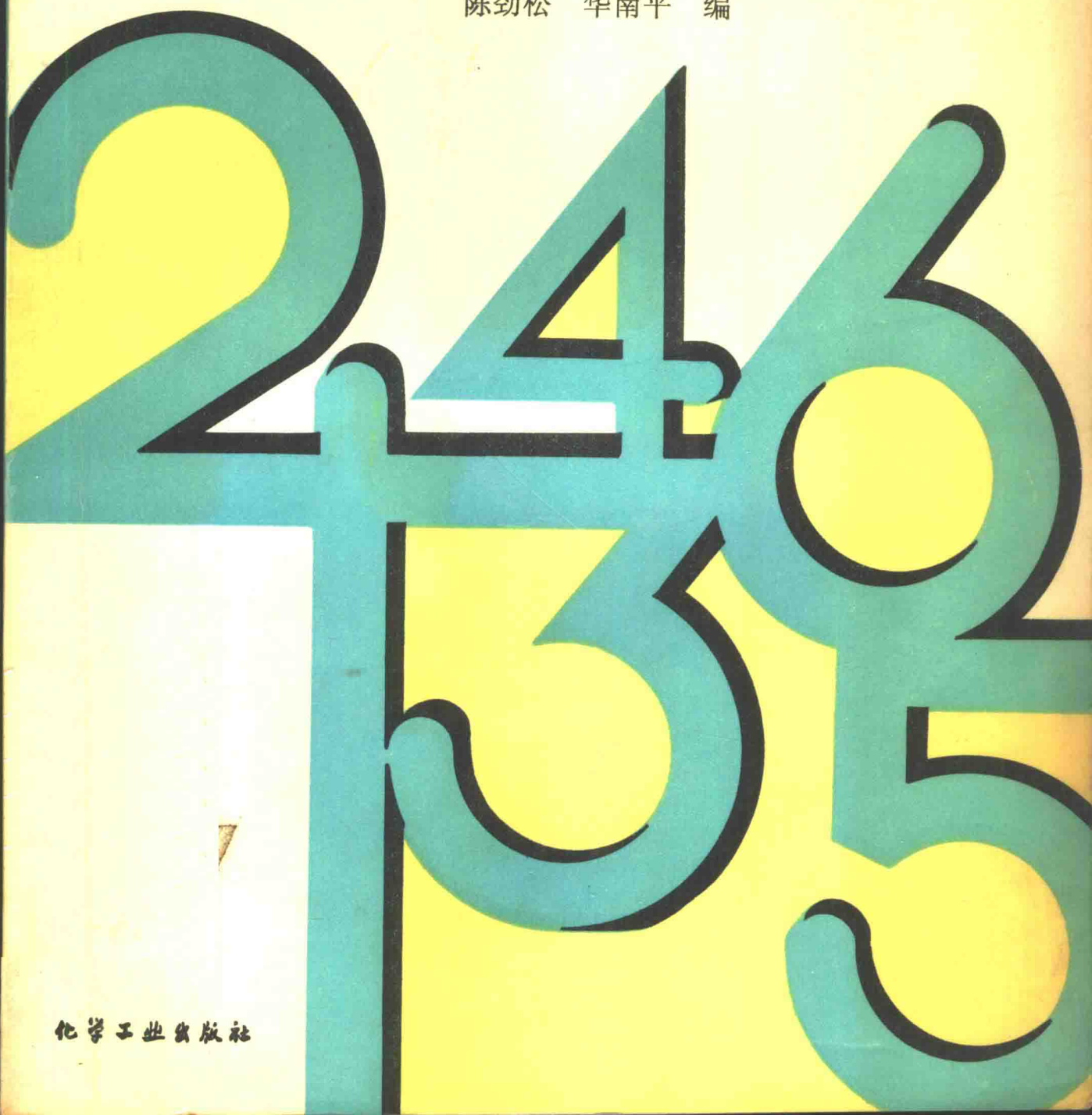


小型合成氨厂
变换工段操作
数据手册

陈劲松 华南平 编



化学工业出版社

小型合成氨厂

变换工段操作数据手册

陈劲松 华南平 编

化学工业出版社

(京)新登字039号

**小型合成氨厂
变换工段操作数据手册**

陈劲松 华南平 编

责任编辑: 孙绥中

封面设计: 许立

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

新华书店北京发行所经销



开本787×1092¹/₁₆印张14字数338千字

1991年11月第1版 1991年11月北京第1次印刷

印数1—2,860

ISBN 7-5025-0964-x/TQ·562

定价10.50元

序 言

小合成氨厂的一氧化碳变换，为满足变换反应和工艺要求需消耗大量蒸汽。除了造气外，变换是合成氨厂能耗最多的工序。即使目前广泛使用了中串低变变换工艺，如何正确合理操作，尽量降低能耗，仍是广大技术人员、操作工人所面临的问题。

变换岗位的工艺参数仅为压力与温度，如何利用这两个参数来优化变换操作，是一个很有意义的技术课题。目前国内外有关这方面资料很少。偶尔有之，也仅偏重于单纯理论的论述，技术内容则较少，联系实际不多，很难满足众多从事化肥工业生产、设计诸方面人员的迫切需要。鉴于此，我们利用这两个参数，结合变换反应理论与生产控制实践，推导和计算了这本变换操作数据手册。并从变换系统的压力与各温度参数派生出各种实用的操作数据，理论性和实用性都比较强，既可为从事第一线生产的工人、管理人员的变换岗位管理及操作之用，也可以为从事设计的人员在变换流程设计，节能改造时应用。

本手册在编著过程中力求深入浅出，理论联系实际，通俗易懂，以适应不同知识面的读者阅读。

由于作者水平有限，文中有不当及疏漏之处，请读者批评指正。

作者

1990.12.

目 录

一、绪论	1
二、使用符号	3
三、入变换炉半水煤气混合气汽气比的估算	4
3.1. 添加饱和蒸汽的混合气的汽气比	4
3.1.1. 数学模型	4
3.1.2. 使用说明	4
3.1.2.1. 表格说明	4
3.1.2.2. 使用方法	4
3.1.2.3. 汽气比与蒸汽用量换算	4
3.1.2.4. 变换工况条件对混合气汽气比的影响	7
3.1.3. 半水煤气混合气汽气比表	7
3-1-3 半水煤气混合气汽气比表 (添加饱和蒸汽, $P_{sy}=0.25\sim 0.90\text{MPa}$, $t_m110\sim 160^\circ\text{C}$)	5
3.2. 添加过热蒸汽的半水煤气混合气汽气比	7
3.2.1. 数学模型	7
3.2.2. 使用说明	9
3.2.2.1. 表格说明	9
3.2.2.2. 使用方法	9
3.2.2.3. 变换工况条件对混合气温度的影响	10
3.2.2.4. 变换工况条件对混合气汽气比的影响	11
3.2.2.5. 表格使用注意事项	12
3.2.3. 半水煤气混合气汽气比表 (添加过热蒸汽)	12
表 3-2-3-1-(1) 半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=190^\circ\text{C}$)	13
表 3-2-3-1-(2) 半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=200^\circ\text{C}$)	13
表 3-2-3-1-(3) 半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=210^\circ\text{C}$)	14
表 3-2-3-1-(4) 半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=220^\circ\text{C}$)	15
表 3-2-3-1-(5) 半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=230^\circ\text{C}$)	16
表 3-2-3-1-(6) 半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=240^\circ\text{C}$)	17
表 3-2-3-1-(7) 半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=250^\circ\text{C}$)	18

表 3-2-3-1-(8)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=260^\circ\text{C}$)	19
表 3-2-3-1-(9)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=270^\circ\text{C}$)	20
表 3-2-3-1-(10)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=280^\circ\text{C}$)	21
表 3-2-3-1-(11)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=290^\circ\text{C}$)	22
表 3-2-3-1-(12)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=300^\circ\text{C}$)	23
表 3-2-3-1-(13)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=310^\circ\text{C}$)	24
表 3-2-3-1-(14)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=320^\circ\text{C}$)	25
表 3-2-3-1-(15)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=330^\circ\text{C}$)	26
表 3-2-3-1-(16)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=340^\circ\text{C}$)	27
表 3-2-3-1-(17)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=350^\circ\text{C}$)	28
表 3-2-3-1-(18)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=360^\circ\text{C}$)	29
表 3-2-3-1-(19)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=370^\circ\text{C}$)	30
表 3-2-3-1-(20)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=380^\circ\text{C}$)	31
表 3-2-3-1-(21)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.60\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=390^\circ\text{C}$)	32
表 3-2-3-2-(1)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=190^\circ\text{C}$)	33
表 3-2-3-2-(2)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=200^\circ\text{C}$)	33
表 3-2-3-2-(3)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=210^\circ\text{C}$)	34
表 3-2-3-2-(4)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=220^\circ\text{C}$)	35
表 3-2-3-2-(5)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=230^\circ\text{C}$)	36
表 3-2-3-2-(6)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=240^\circ\text{C}$)	37
表 3-2-3-2-(7)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=250^\circ\text{C}$)	38
表 3-2-3-2-(8)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=260^\circ\text{C}$)	39

表 3-2-3-2-(9)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=270^\circ\text{C}$)	40
表 3-2-3-2-(10)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=280^\circ\text{C}$)	41
表 3-2-3-2-(11)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=290^\circ\text{C}$)	42
表 3-2-3-2-(12)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=300^\circ\text{C}$)	43
表 3-2-3-2-(13)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=310^\circ\text{C}$)	44
表 3-2-3-2-(14)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=320^\circ\text{C}$)	45
表 3-2-3-2-(15)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=330^\circ\text{C}$)	46
表 3-2-3-2-(16)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=340^\circ\text{C}$)	47
表 3-2-3-2-(17)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=350^\circ\text{C}$)	48
表 3-2-3-2-(18)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=360^\circ\text{C}$)	49
表 3-2-3-2-(19)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=370^\circ\text{C}$)	50
表 3-2-3-2-(20)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=380^\circ\text{C}$)	51
表 3-2-3-2-(21)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.65\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=390^\circ\text{C}$)	52
表 3-2-3-3-(1)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=190^\circ\text{C}$)	53
表 3-2-3-3-(2)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=200^\circ\text{C}$)	53
表 3-2-3-3-(3)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=210^\circ\text{C}$)	54
表 3-2-3-3-(4)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=220^\circ\text{C}$)	55
表 3-2-3-3-(5)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=230^\circ\text{C}$)	56
表 3-2-3-3-(6)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=240^\circ\text{C}$)	57
表 3-2-3-3-(7)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=250^\circ\text{C}$)	58
表 3-2-3-3-(8)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=260^\circ\text{C}$)	59
表 3-2-3-3-(9)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=$ 1.10MPa , $t_h=270^\circ\text{C}$)	60

表 3-2-3-3-(10)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=280^\circ\text{C}$)	61
表 3-2-3-3-(11)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=290^\circ\text{C}$)	62
表 3-2-3-3-(12)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=300^\circ\text{C}$)	63
表 3-2-3-3-(13)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=310^\circ\text{C}$)	64
表 3-2-3-3-(14)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=320^\circ\text{C}$)	65
表 3-2-3-3-(15)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=330^\circ\text{C}$)	66
表 3-2-3-3-(16)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=340^\circ\text{C}$)	67
表 3-2-3-3-(17)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=350^\circ\text{C}$)	68
表 3-2-3-3-(18)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=360^\circ\text{C}$)	69
表 3-2-3-3-(19)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=370^\circ\text{C}$)	70
表 3-2-3-3-(20)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=380^\circ\text{C}$)	71
表 3-2-3-3-(21)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.70\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=390^\circ\text{C}$)	72
表 3-2-3-4-(1)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=190^\circ\text{C}$)	73
表 3-2-3-4-(2)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=200^\circ\text{C}$)	73
表 3-2-3-4-(3)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=210^\circ\text{C}$)	74
表 3-2-3-4-(4)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=220^\circ\text{C}$)	75
表 3-2-3-4-(5)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=230^\circ\text{C}$)	76
表 3-2-3-4-(6)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=240^\circ\text{C}$)	77
表 3-2-3-4-(7)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=250^\circ\text{C}$)	78
表 3-2-3-4-(8)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=260^\circ\text{C}$)	79
表 3-2-3-4-(9)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=270^\circ\text{C}$)	80
表 3-2-3-4-(10)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=280^\circ\text{C}$)	81

表 3-2-3-4-(11)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=290^\circ\text{C}$)	82
表 3-2-3-4-(12)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=300^\circ\text{C}$)	83
表 3-2-3-4-(13)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=310^\circ\text{C}$)	84
表 3-2-3-4-(14)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=320^\circ\text{C}$)	85
表 3-2-3-4-(15)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=330^\circ\text{C}$)	86
表 3-2-3-4-(16)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=340^\circ\text{C}$)	87
表 3-2-3-4-(17)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=350^\circ\text{C}$)	88
表 3-2-3-4-(18)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=360^\circ\text{C}$)	89
表 3-2-3-4-(19)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=370^\circ\text{C}$)	90
表 3-2-3-4-(20)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=380^\circ\text{C}$)	91
表 3-2-3-4-(21)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.75\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=390^\circ\text{C}$)	92
表 3-2-3-5-(1)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=190^\circ\text{C}$)	93
表 3-2-3-5-(2)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=200^\circ\text{C}$)	93
表 3-2-3-5-(3)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=210^\circ\text{C}$)	94
表 3-2-3-5-(4)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=220^\circ\text{C}$)	95
表 3-2-3-5-(5)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=230^\circ\text{C}$)	96
表 3-2-3-5-(6)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=240^\circ\text{C}$)	97
表 3-2-3-5-(7)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=250^\circ\text{C}$)	98
表 3-2-3-5-(8)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=260^\circ\text{C}$)	99
表 3-2-3-5-(9)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=270^\circ\text{C}$)	100
表 3-2-3-5-(10)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=280^\circ\text{C}$)	101
表 3-2-3-5-(11)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=290^\circ\text{C}$)	102

表 3-2-3-5-(12)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=300^\circ\text{C}$)	103
表 3-2-3-5-(13)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=310^\circ\text{C}$)	104
表 3-2-3-5-(14)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=320^\circ\text{C}$)	105
表 3-2-3-5-(15)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=330^\circ\text{C}$)	106
表 3-2-3-5-(16)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=340^\circ\text{C}$)	107
表 3-2-3-5-(17)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=350^\circ\text{C}$)	108
表 3-2-3-5-(18)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=360^\circ\text{C}$)	109
表 3-2-3-5-(19)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=370^\circ\text{C}$)	110
表 3-2-3-5-(20)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=380^\circ\text{C}$)	111
表 3-2-3-5-(21)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.80\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=390^\circ\text{C}$)	112
表 3-2-3-6-(1)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=190^\circ\text{C}$)	113
表 3-2-3-6-(2)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=200^\circ\text{C}$)	113
表 3-2-3-6-(3)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=210^\circ\text{C}$)	114
表 3-2-3-6-(4)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=220^\circ\text{C}$)	115
表 3-2-3-6-(5)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=230^\circ\text{C}$)	116
表 3-2-3-6-(6)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=240^\circ\text{C}$)	117
表 3-2-3-6-(7)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=250^\circ\text{C}$)	118
表 3-2-3-6-(8)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=260^\circ\text{C}$)	119
表 3-2-3-6-(9)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=270^\circ\text{C}$)	120
表 3-2-3-6-(10)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=280^\circ\text{C}$)	121
表 3-2-3-6-(11)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=290^\circ\text{C}$)	122
表 3-2-3-6-(12)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.85\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=300^\circ\text{C}$)	123

表 3-2-3-6-(13)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=310^\circ\text{C}$)	124
表 3-2-3-6-(14)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=320^\circ\text{C}$)	125
表 3-2-3-6-(15)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=330^\circ\text{C}$)	126
表 3-2-3-6-(16)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=340^\circ\text{C}$)	127
表 3-2-3-6-(17)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=350^\circ\text{C}$)	128
表 3-2-3-6-(18)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=360^\circ\text{C}$)	129
表 3-2-3-6-(19)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=370^\circ\text{C}$)	130
表 3-2-3-6-(20)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=380^\circ\text{C}$)	131
表 3-2-3-6-(21)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.85\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=390^\circ\text{C}$)	132
表 3-2-3-7-(1)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=190^\circ\text{C}$)	133
表 3-2-3-7-(2)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=200^\circ\text{C}$)	133
表 3-2-3-7-(3)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=210^\circ\text{C}$)	134
表 3-2-3-7-(4)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=220^\circ\text{C}$)	136
表 3-2-3-7-(5)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=230^\circ\text{C}$)	137
表 3-2-3-7-(6)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=240^\circ\text{C}$)	138
表 3-2-3-7-(7)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=250^\circ\text{C}$)	139
表 3-2-3-7-(8)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=260^\circ\text{C}$)	140
表 3-2-3-7-(9)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=270^\circ\text{C}$)	141
表 3-2-3-7-(10)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=280^\circ\text{C}$)	142
表 3-2-3-7-(11)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=290^\circ\text{C}$)	143
表 3-2-3-7-(12)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=300^\circ\text{C}$)	144
表 3-2-3-7-(13)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{ay}=0.90\text{MPa}$, $p_{as}=1.10\text{MPa}$, $t_h=310^\circ\text{C}$)	145

表 3-2-3-7-(14)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=320^\circ\text{C}$)	146
表 3-2-3-7-(15)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=330^\circ\text{C}$)	147
表 3-2-3-7-(16)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=340^\circ\text{C}$)	148
表 3-2-3-7-(17)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=350^\circ\text{C}$)	149
表 3-2-3-7-(18)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=360^\circ\text{C}$)	150
表 3-2-3-7-(19)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=370^\circ\text{C}$)	151
表 3-2-3-7-(20)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=380^\circ\text{C}$)	152
表 3-2-3-7-(21)	半水煤气混合气汽气比 (添加过热蒸汽, $P_{sy}=0.90\text{MPa}$, $p_{ss}=1.10\text{MPa}$, $t_h=390^\circ\text{C}$)	153

四、变换系统蒸汽添加量的估算 154

4.1. 数学推导 154

4.2. 使用说明 154

4.3. 变换系统吨氨蒸汽添加量表 155

表 4-3-(1)	变换系统吨氨蒸汽添加量 (kg/tNH_3) $P_{sy}=0.60\text{MPa}$ $t_w=90\sim 136^\circ\text{C}$ $D=90\%$	155
表 4-3-(2)	变换系统吨氨蒸汽添加量 (kg/tNH_3) $P_{sy}=0.65\text{MPa}$ $t_w=90\sim 136^\circ\text{C}$ $D=90\%$	156
表 4-3-(3)	变换系统吨氨蒸汽添加量 (kg/tNH_3) $P_{sy}=0.70\text{MPa}$ $t_w=90\sim 136^\circ\text{C}$ $D=90\%$	157
表 4-3-(4)	变换系统吨氨蒸汽添加量 (kg/tNH_3) $P_{sy}=0.75\text{MPa}$ $t_w=90\sim 136^\circ\text{C}$ $D=90\%$	158
表 4-3-(5)	变换系统吨氨蒸汽添加量 (kg/tNH_3) $P_{sy}=0.80\text{MPa}$ $t_w=90\sim 136^\circ\text{C}$ $D=90\%$	159
表 4-3-(6)	变换系统吨氨蒸汽添加量 (kg/tNH_3) $P_{sy}=0.85\text{MPa}$ $t_w=90\sim 136^\circ\text{C}$ $D=90\%$	160
表 4-3-(7)	变换系统吨氨蒸汽添加量 (kg/tNH_3) $P_{sy}=0.90\text{MPa}$ $t_w=90\sim 136^\circ\text{C}$ $D=90\%$	161

五、催化剂床层段间喷水冷激汽气比估算 162

5.1. 使用说明 162

5.2. 水冷激汽气比变化表 162

表 5-2-(1)	水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=20^\circ\text{C}$)	162
表 5-2-(2)	水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=30^\circ\text{C}$)	162
表 5-2-(3)	水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=40^\circ\text{C}$)	163
表 5-2-(4)	水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=50^\circ\text{C}$)	163
表 5-2-(5)	水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=60^\circ\text{C}$)	163
表 5-2-(6)	水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=70^\circ\text{C}$)	163

表 5-2-(7) 水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=80^{\circ}\text{C}$)	164
表 5-2-(8) 水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=90^{\circ}\text{C}$)	164
表 5-2-(9) 水冷激汽气比变化表 ($t_{cw}=100^{\circ}\text{C}$)	164
六、一氧化碳变换反应平衡浓度	165
6.1. 使用说明	165
6.2. 不同反应温度和汽气比时一氧化碳平衡浓度表	166
表 6-2-(1) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 25% CO ₂ 12% H ₂ 40%	166
表 6-2-(2) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 26% CO ₂ 11% H ₂ 40%	168
表 6-2-(3) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 27% CO ₂ 10.5% H ₂ 39%	170
表 6-2-(4) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 28% CO ₂ 10% H ₂ 39%	172
表 6-2-(5) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 29% CO ₂ 9% H ₂ 38%	174
表 6-2-(6) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 30% CO ₂ 8.4% H ₂ 40%	176
表 6-2-(7) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 31% CO ₂ 8% H ₂ 38%	178
表 6-2-(8) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 35% CO ₂ 7% H ₂ 36%	180
表 6-2-(9) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 47% CO ₂ 4% H ₂ 46%	182
表 6-2-(10) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 48% CO ₂ 3% H ₂ 46%	184
表 6-2-(11) 一氧化碳平衡浓度表 (CO含量%) CO 49% CO ₂ 2% H ₂ 46%	186
七、气体露点温度	188
7.1. 使用说明	188
7.2. 气体露点温度表	188
表 7-2-(1) 不同压力和汽气比下气体露点温度 ($P_{sy}=0.60\sim0.90\text{MPa}$ $R=0.15\sim0.95$)	188
表 7-2-(2) 不同压力和汽气比下气体露点温度 ($P_{sy}=0.60\sim0.90\text{MPa}$ $R=1.00\sim1.80$)	189
八、中串低变流程半水煤气中最低硫化氢含量	190
8.1. Co-Mo系耐硫变换催化剂的反硫化	190
8.1.1. 反硫化反应	190
8.1.2. 影响反硫化反应的因素	190
8.1.3. 半水煤气中最低硫化氢含量	191
8.1.4. 硫化与反硫化动态平衡	191
8.2. 使用说明	191
8.3. 不同汽气比时各温度下最低硫化氢含量表	192
表 8-3 不同汽气比时各温度下最低H ₂ S含量[单位: 干气mg/m ³ (标)]($t=200\sim$ 450°C $R=0.2\sim2.0$)	192
九、Co-Mo系耐硫变换催化剂的活性区域图	193
9.1. 不同热点温度时的活性区域图	193
9.1.1. 使用说明	193
9.1.2. 不同热点温度时活性区域图	193
图 9-1-2-(1) $t=200^{\circ}\text{C}$ 时活性区域图	193
图 9-1-2-(2) $t=225^{\circ}\text{C}$ 时活性区域图	193
图 9-1-2-(3) $t=250^{\circ}\text{C}$ 时活性区域图	194
图 9-1-2-(4) $t=275^{\circ}\text{C}$ 时活性区域图	194

图 9-1-2-(5) $t=300^{\circ}\text{C}$ 时活性区域图	194
9.2. 不同汽气比的活性区域图	194
9.2.1. 使用说明	194
9.2.2. 不同汽化比 R 的活性区域图	194
图 9-2-2-(1) 汽气比 R 为 0.2 时活性区域图	194
图 9-2-2-(2) 汽气比 R 为 0.3 时活性区域图	194
图 9-2-2-(3) 汽气比 R 为 0.4 时活性区域图	195
图 9-2-2-(4) 汽气比 R 为 0.5 时活性区域图	195
图 9-2-2-(5) 汽气比 R 为 0.6 时活性区域图	195
图 9-2-2-(6) 汽气比 R 为 0.8 时活性区域图	195
图 9-2-2-(7) 汽气比 R 为 1.0 时活性区域图	195
9.3. 不同硫化氢浓度的活性区域图	195
9.3.1. 使用说明	195
9.3.2. 不同硫化氢浓度的活性区域图	196
图 9-3-2-(1) H_2S 40mg/m ³ (标) 时活性区域图	196
图 9-3-2-(2) H_2S 60mg/m ³ (标) 时活性区域图	196
图 9-3-2-(3) H_2S 80mg/m ³ (标) 时活性区域图	196
图 9-3-2-(4) H_2S 100mg/m ³ (标) 时活性区域图	196
图 9-3-2-(5) H_2S 120mg/m ³ (标) 时活性区域图	197
图 9-3-2-(6) H_2S 200mg/m ³ (标) 时活性区域图	197
9.4. 低变催化剂的操作点	197
9.4.1. 操作点的概念	197
9.4.2. 操作点举例说明	197
图 9-4-2-(1) H_2S 225 $^{\circ}\text{C}$ 时活性区域图	197
图 9-4-2-(2) 汽气比 R 0.3 时活性区域图	198
图 9-4-2-(3) H_2S 80mg/m ³ (标) 时活性区域图	198
十、催化剂升温还原及硫化时气体流量、空速估算	199
10.1. 使用说明	199
10.2. 通过电加热器气体流量表	199
表 10-2-(1) 通过电加热器的气体流量 ($N=24\sim 288\text{kW}$) [气体入口温度: 10°C , 气体流量: m ³ (标)/h]	200
表 10-2-(2) 通过电加热器的气体流量 ($N=300\sim 696\text{kW}$) [气体入口温度: 60°C , 气体流量: m ³ (标)/h]	201
十一、附录	202
(一) 变换系统蒸汽消耗	202
1.1. 理论消耗量	202
1.2. 实际生产中的消耗量	203
(二) 低温变换使用技术	203
2.1. 使用低温变换的目的	203
2.2. 使用低温变换的工艺流程	204
2.2.1. 中串低变变换	204
2.2.1.1. “炉外串低变”变换	204

2.2.1.2. “炉内串低变”变换	205
2.2.2. 全低变变换	205
2.3. 催化剂的硫化	207
2.3.1. 硫化机理	207
2.3.2. 硫化方法	207
2.3.2.1. 干煤气自然硫化	207
2.3.2.2. 强制硫化及高效快速硫化法	207
2.4. 催化剂的使用	208
2.4.1. 尽量低的入口温度	208
2.4.2. 严禁空气进入催化剂床层	208
2.4.3. 严防水的进入	208
2.4.4. 催化剂的反硫化	208
参考文献	209

一、绪 论

我国的小合成氨工业从1958年诞生至今已经历了32个春秋,对我国的化肥工业和农业都作出了历史性的贡献。但是我国的小合成氨企业技术比较落后,能耗大,效益差。截止1990年,我国小氮肥吨氨能耗仍徘徊在 $71.1 \times 10^6 \text{kJ}$ (1700万千卡)。离合成氨理论能耗($22.4 \times 10^6 \text{kJ}$)相差甚远,与国外及我国引进的大型合成氨装置(日产1000t NH_3 以上)的能耗也有很大的距离。因此,降低合成氨的能耗,提高经济效益,是小合成氨企业的迫在眉睫的使命。

就变换岗位来说,经过长期以来不断的工艺和设备的技术改造,特别是新型中变催化剂和耐硫低变催化剂的广泛应用,在节能降耗方面取得了很大的进步,但仍存在不少问题。不少厂变换系统蒸汽耗量仍很可观,即使采用了中变串低变的变换工艺,其蒸汽消耗也不理想,入炉汽气比过高。

但有一部分企业,重视对设备、技术的改造肯于投资,但对工艺操作管理较差,严重影响了新技术、新工艺效益的发挥。如作为变换岗位主要操作指标之一的入炉汽气比(蒸汽与半水煤气体积比)的控制得不到应有的重视。其实汽气比的控制是一个十分重要的操作技术。变换催化剂和变换催化剂操作温度确定后,决定变换反应平衡的主要因素为入炉汽气比。汽气比的高低不仅影响变换反应,也直接影响其能耗。因此控制合适的入炉汽气比是变换操作的主要手段和目的。

如何控制正确的入炉汽气比,如何估算汽气比值的大小,这对于第一线生产岗位的操作工人来说,并非易事。虽然目前不少厂变换岗位安装蒸汽流量表,但由于汽气比与蒸汽量无直接定量关系,即使能够正确显示蒸汽流量,也尚需再经过许多计算才能得到汽气比值。因此合成氨厂变换岗位操作工人仅以变换出口一氧化碳含量作为调整蒸汽用量的主要操作方法。但出口一氧化碳含量除了与蒸汽量有关外,还与出口温度、催化剂活性有关,无法准确估算汽气比,在此种情况下操作对变换的节能十分不利。为此,设计了一条仅通过变换系统几个常用的温度与压力参数来正确地估算出系统(包括饱和塔出口半水煤气、入炉混合气及段间冷激后变换气)汽气比的数值的途径,极大地方便了合成氨厂变换岗位的优化操作。

除了系统汽气比估算外,变换后一氧化碳平衡浓度;气体的露点温度;Co-Mo系耐硫低变催化剂的反硫化数据、活性操作区域图等等,对变换系统的正确操作也是很重要的。例如变换一氧化碳平衡浓度表,操作工人可以直接从煤气气体成分了解不同汽气比及变换炉出口温度状态下变换气中一氧化碳含量,也可以从变换气中一氧化碳含量(分析值)掌握在此工况条件时系统的蒸汽用量及考察催化剂活性。

以上操作数据对于从事工艺设计,技术改造及生产管理人员来说也是非常实用的。

本手册的数据经确立数学模型,通过电脑计算,电脑模拟,及实际生产检验,数据可靠。

近几年在我国开发的Co-Mo系耐硫变换催化剂是一种与传统的Fe-Cr系中变催化剂不同的催化剂。由于其活性温度仅 $160 \sim 230^\circ\text{C}$,对变换反应平衡十分有利,应用于中变后的一氧化碳深度变换,可大大减少入炉蒸汽用量,并降低出口一氧化碳含量,节能降耗增产效果非常显著,目前已在我国已有一半左右的小合成氨厂得到了应用,实际上已经成了变换系统的

一个不可分割的部分。但由于Co-Mo系耐硫变换催化剂开发较晚，对广大小合成氨厂比较生疏，已经使用的厂家在使用技术上出现了不少问题，有流程上，也有操作上的问题。这一部分内容似乎同上面部分内容不相关联，但事实上又十分密切；其次，使用了中串低变变换工艺后，蒸汽用量大幅度下降，究竟变换系统需要多少蒸汽？变换系统蒸汽能否自给等等。诸如此类小型合成氨生产关心的问题，我们都给以附录在本手册的后面，供有兴趣的读者阅读，希望能给你有所启发和帮助。