

QIJU

# 气举手册

《钻采工艺》增刊

四川石油管理局《钻采工艺》编辑部

## 附录目录

| 图号     | 名称                                                          | 页数     |
|--------|-------------------------------------------------------------|--------|
| 图A3—01 | 天然气的压缩系数                                                    | ( 1 )  |
| 图A3—02 | 60°F波纹管内充氮压力对不同温度的压力数据                                      | ( 2 )  |
| 图A3—03 | 在深度上的气体压力                                                   | ( 3 )  |
| 图A3—04 | 由气柱重量引起的压力增量                                                | ( 4 )  |
| 图A3—05 | 气柱重量 ( $\text{Max} \cdot p_{so} = 1200$ 磅/英寸 <sup>2</sup> ) | ( 5 )  |
| 图A3—06 | 气柱重量 ( $\text{Max} \cdot p_{so} = 2000$ 磅/英寸 <sup>2</sup> ) | ( 6 )  |
| 图A3—07 | 随深度的气体压力 ( $G = 0.6$ $\text{Max} \cdot p_{so} = 800$ )      | ( 7 )  |
| 图A3—08 | 随深度的气体压力 ( $G = 0.6$ $\text{Max} \cdot p_{so} = 1500$ )     | ( 8 )  |
| 图A3—09 | 随深度的气体压力 ( $G = 0.65$ $\text{Max} \cdot p_{so} = 800$ )     | ( 9 )  |
| 图A3—10 | 随深度的气体压力 ( $G = 0.65$ $\text{Max} \cdot p_{so} = 1500$ )    | ( 10 ) |
| 图A3—11 | 平均压力 ( 确定平衡式气举阀的工作压力, $P_{svc} = 1100$ )                    | ( 11 ) |
| 图A3—12 | 平均压力 ( 确定平衡式气举阀的工作压力, $P_{svc} = 2100$ )                    | ( 12 ) |
| 图A3—13 | 波纹管内充氮压力的温度校正 ( $T_{tro} = 80^\circ\text{F}$ $G = 0.6$ )    | ( 13 ) |
| 图A3—14 | 波纹管内充氮压力的温度校正 ( $T_{tro} = 80^\circ\text{F}$ $G = 0.6$ )    | ( 14 ) |
| 图A3—15 | 波纹管内压力充氮的温度校正 ( $T_{tro} = 60^\circ\text{F}$ $G = 0.6$ )    | ( 15 ) |
| 图A3—16 | 波纹管内压力充氮的温度校正 ( $T_{tro} = 60^\circ\text{F}$ $G = 0.6$ )    | ( 16 ) |
| 图A3—17 | 波纹管内压力充氮的温度校正 ( $T_{tro} = 60^\circ\text{F}$ $G = 0.6$ )    | ( 17 ) |
| 图A3—18 | 波纹管内压力充氮的温度校正 ( $T_{tro} = 60^\circ\text{F}$ 气体偏差校正)        | ( 18 ) |
| 图A3—19 | 波纹管内压力充氮的温度校正 ( $T_{tro} = 80^\circ\text{F}$ 气体偏差校正)        | ( 19 ) |
| 图A3—20 | 波纹管内压力充氮的温度校正 ( $T_{tro} = 80^\circ\text{F}$ 气体偏差校正)        | ( 20 ) |
| 图A3—21 | 不同嘴子尺寸的气体流量 (1000千英尺 <sup>3</sup> /日)                       | ( 21 ) |
| 图A3—22 | 不同嘴子尺寸的气体流量 (4000千英尺 <sup>3</sup> /日)                       | ( 22 ) |
| 图A3—23 | 不同嘴子尺寸的气体流量 (20000千英尺 <sup>3</sup> /日)                      | ( 23 ) |
| 图A3—24 | 气体流量图的修正系数                                                  | ( 24 ) |
| 图A3—25 | 通过嘴子的气体流量 ( 6/64英寸)                                         | ( 25 ) |
| 图A3—26 | 通过嘴子的气体流量 ( 7/64英寸)                                         | ( 26 ) |
| 图A3—27 | 通过嘴子的气体流量 ( 8/64英寸)                                         | ( 27 ) |
| 图A3—28 | 通过嘴子的气体流量 ( 9/64英寸)                                         | ( 28 ) |
| 图A3—29 | 通过嘴子的气体流量 (10/64英寸)                                         | ( 29 ) |
| 图A3—30 | 通过嘴子的气体流量 (11/64英寸)                                         | ( 30 ) |
| 图A3—31 | 通过嘴子的气体流量 (12/64英寸)                                         | ( 31 ) |
| 图A3—32 | 通过嘴子的气体流量 (13/64英寸)                                         | ( 32 ) |
| 图A3—33 | 通过嘴子的气体流量 (14/64英寸)                                         | ( 33 ) |
| 图A3—34 | 通过嘴子的气体流量 (15/64英寸)                                         | ( 34 ) |
| 图A3—35 | 通过嘴子的气体流量 (16/64英寸)                                         | ( 35 ) |

|        |                      |      |
|--------|----------------------|------|
| 图A3—36 | 通过嘴子的气体流量 (17/64英寸)  | (36) |
| 图A3—37 | 通过嘴子的气体流量 (18/64英寸)  | (37) |
| 图A3—38 | 通过嘴子的气体流量 (19/64英寸)  | (38) |
| 图A3—39 | 通过嘴子的气体流量 (20/64英寸)  | (39) |
| 图A3—40 | 通过嘴子的气体流量 (22/64英寸)  | (40) |
| 图A3—41 | 通过嘴子的气体流量 (24/64英寸)  | (41) |
| 图A3—42 | 通过嘴子的气体流量 (26/64英寸)  | (42) |
| 图A3—43 | 通过嘴子的气体流量 (28/64英寸)  | (43) |
| 图A3—44 | 通过嘴子的气体流量 (30/64英寸)  | (44) |
| 图A3—45 | 通过嘴子的气体流量 (32/64英寸)  | (45) |
| 表A3— 1 | 碳氢化合物及其他气体的物理常数      | (46) |
| 表A3— 2 | 基准温度为60°F的氮气温度修正系数   | (47) |
| 表A3— 3 | 基准温度为80°F的氮气温度修正系数   | (48) |
| 图A4— 1 | 套管压力操作气举阀的力平衡公式      | (49) |
| 表A4— 1 | 卡姆科公司的套管压力操作气举阀的技术规范 | (50) |

#### 公称油管内径 = 1 1/2英寸

|         |                                                   |      |
|---------|---------------------------------------------------|------|
| 图A5—001 | 流动压力梯度 (100BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (51) |
| 图A5—002 | 流动压力梯度 (100BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (52) |
| 图A5—003 | 流动压力梯度 (100BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (53) |
| 图A5—004 | 流动压力梯度 (100BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (54) |
| 图A5—005 | 流动压力梯度 (100BWPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (55) |
| 图A5—006 | 流动压力梯度 (100BWPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (56) |
| 图A5—007 | 流动压力梯度 (200BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (57) |
| 图A5—008 | 流动压力梯度 (200BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (58) |
| 图A5—009 | 流动压力梯度 (200BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (59) |
| 图A5—010 | 流动压力梯度 (200BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (60) |
| 图A5—011 | 流动压力梯度 (200BWPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (61) |
| 图A5—012 | 流动压力梯度 (200BWPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (62) |
| 图A5—013 | 流动压力梯度 (400BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (63) |
| 图A5—014 | 流动压力梯度 (400BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (64) |
| 图A5—015 | 流动压力梯度 (400BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (65) |
| 图A5—016 | 流动压力梯度 (400BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (66) |
| 图A5—017 | 流动压力梯度 (400BWPD $T_{avg} = 140^{\circ}$ )         | (67) |
| 图A5—018 | 流动压力梯度 (400BWPD $T_{avg} = 190^{\circ}$ )         | (68) |
| 图A5—019 | 流动压力梯度 (600BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}$ )         | (69) |
| 图A5—020 | 流动压力梯度 (600BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}$ )         | (70) |
| 图A5—021 | 流动压力梯度 (600BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}$ )         | (71) |
| 图A5—022 | 流动压力梯度 (600BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (72) |

|         |                                                     |        |
|---------|-----------------------------------------------------|--------|
| 图A5—023 | 流动压力梯度 (600B WPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 73 ) |
| 图A5—024 | 流动压力梯度 (600B WPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 74 ) |
| 图A5—025 | 流动压力梯度 (800B OPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 75 ) |
| 图A5—026 | 流动压力梯度 (800B OPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 76 ) |
| 图A5—027 | 流动压力梯度 (800B LPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 77 ) |
| 图A5—028 | 流动压力梯度 (800B LPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 78 ) |
| 图A5—029 | 流动压力梯度 (800B WPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 79 ) |
| 图A5—030 | 流动压力梯度 (800B WPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 80 ) |
| 图A5—031 | 流动压力梯度 (1000 BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | ( 81 ) |
| 图A5—032 | 流动压力梯度 (1000 BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | ( 82 ) |
| 图A5—033 | 流动压力梯度 (1000 BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | ( 83 ) |
| 图A5—034 | 流动压力梯度 (1000 BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | ( 84 ) |
| 图A5—035 | 流动压力梯度 (1000B WPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | ( 85 ) |
| 图A5—036 | 流动压力梯度 (1000B WPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | ( 86 ) |

**公称油管内径 = 2英寸**

|         |                                                     |         |
|---------|-----------------------------------------------------|---------|
| 图A5—037 | 流动压力梯度 (200 BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 87 )  |
| 图A5—038 | 流动压力梯度 (200 BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 88 )  |
| 图A5—039 | 流动压力梯度 (200 BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 89 )  |
| 图A5—040 | 流动压力梯度 (200 BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 90 )  |
| 图A5—041 | 流动压力梯度 (200B WPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 91 )  |
| 图A5—042 | 流动压力梯度 (200B WPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 92 )  |
| 图A5—043 | 流动压力梯度 (400 BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 93 )  |
| 图A5—044 | 流动压力梯度 (400 BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 94 )  |
| 图A5—045 | 流动压力梯度 (400 BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 95 )  |
| 图A5—046 | 流动压力梯度 (400 BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 96 )  |
| 图A5—047 | 流动压力梯度 (400B WPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 97 )  |
| 图A5—048 | 流动压力梯度 (400B WPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 98 )  |
| 图A5—049 | 流动压力梯度 (600 BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 99 )  |
| 图A5—050 | 流动压力梯度 (600 BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 100 ) |
| 图A5—051 | 流动压力梯度 (600 BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 101 ) |
| 图A5—052 | 流动压力梯度 (600 BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 102 ) |
| 图A5—053 | 流动压力梯度 (600B WPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 103 ) |
| 图A5—054 | 流动压力梯度 (600B WPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ )  | ( 104 ) |
| 图A5—055 | 流动压力梯度 (800 BOPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ )  | ( 105 ) |
| 图A5—056 | 流动压力梯度 ( 800 BOPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | ( 106 ) |
| 图A5—057 | 流动压力梯度 ( 800 BLPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | ( 107 ) |
| 图A5—058 | 流动压力梯度 ( 800 BLPD $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | ( 108 ) |
| 图A5—059 | 流动压力梯度 ( 800B WPD $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | ( 109 ) |

|         |                   |                                 |       |
|---------|-------------------|---------------------------------|-------|
| 图A5—060 | 流动压力梯度 ( 800BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (110) |
| 图A5—061 | 流动压力梯度 (1000 BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (111) |
| 图A5—062 | 流动压力梯度 (1000 BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (112) |
| 图A5—063 | 流动压力梯度 (1000 BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (113) |
| 图A5—064 | 流动压力梯度 (1000 BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (114) |
| 图A5—065 | 流动压力梯度 (1000BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (115) |
| 图A5—066 | 流动压力梯度 (1000BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (116) |
| 图A5—067 | 流动压力梯度 (1500 BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (117) |
| 图A5—068 | 流动压力梯度 (1500 BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (118) |
| 图A5—069 | 流动压力梯度 (1500 BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (119) |
| 图A5—070 | 流动压力梯度 (1500 BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (120) |
| 图A5—071 | 流动压力梯度 (1500BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (121) |
| 图A5—072 | 流动压力梯度 (1500BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (122) |
| 图A5—073 | 流动压力梯度 (2000BOPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (123) |
| 图A5—074 | 流动压力梯度 (2000BOPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (124) |
| 图A5—075 | 流动压力梯度 (2000BLPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (125) |
| 图A5—076 | 流动压力梯度 (2000BLPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (126) |
| 图A5—077 | 流动压力梯度 (2000BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (127) |
| 图A5—078 | 流动压力梯度 (2000BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (128) |

**公称油管内径 = 2 1/2英寸**

|         |                  |                                 |       |
|---------|------------------|---------------------------------|-------|
| 图A5—079 | 流动压力梯度 (200 BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (129) |
| 图A5—080 | 流动压力梯度 (200BOPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (130) |
| 图A5—081 | 流动压力梯度 (200BLPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (131) |
| 图A5—082 | 流动压力梯度 (200BLPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (132) |
| 图A5—083 | 流动压力梯度 (200BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (133) |
| 图A5—084 | 流动压力梯度 (200BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (134) |
| 图A5—085 | 流动压力梯度 (400BOPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (135) |
| 图A5—086 | 流动压力梯度 (400BOPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (136) |
| 图A5—087 | 流动压力梯度 (400BLPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (137) |
| 图A5—088 | 流动压力梯度 (400BLPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (138) |
| 图A5—089 | 流动压力梯度 (400BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (139) |
| 图A5—090 | 流动压力梯度 (400BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (140) |
| 图A5—091 | 流动压力梯度 (600BOPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (141) |
| 图A5—092 | 流动压力梯度 (600BOPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (142) |
| 图A5—093 | 流动压力梯度 (600BLPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (143) |
| 图A5—094 | 流动压力梯度 (600BLPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (144) |
| 图A5—095 | 流动压力梯度 (600BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (145) |
| 图A5—096 | 流动压力梯度 (600BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (146) |

|          |                  |                                 |       |
|----------|------------------|---------------------------------|-------|
| 图 A5—097 | 流动压力梯度 (800BOPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (147) |
| 图 A5—098 | 流动压力梯度 (800BOPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (148) |
| 图 A5—099 | 流动压力梯度 (800BLPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (149) |
| 图 A5—100 | 流动压力梯度 (800BLPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (150) |
| 图 A5—101 | 流动压力梯度 (800BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (151) |
| 图 A5—102 | 流动压力梯度 (800BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (152) |
| 图 A5—103 | 流动压力梯度 (1000BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (153) |
| 图 A5—104 | 流动压力梯度 (1000BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (154) |
| 图 A5—105 | 流动压力梯度 (1000BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (155) |
| 图 A5—106 | 流动压力梯度 (1000BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (156) |
| 图 A5—107 | 流动压力梯度 (1000BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (157) |
| 图 A5—108 | 流动压力梯度 (1000BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (158) |
| 图 A5—109 | 流动压力梯度 (1500BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (159) |
| 图 A5—110 | 流动压力梯度 (1500BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (160) |
| 图 A5—111 | 流动压力梯度 (1500BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (161) |
| 图 A5—112 | 流动压力梯度 (1500BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (162) |
| 图 A5—113 | 流动压力梯度 (1500BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (163) |
| 图 A5—114 | 流动压力梯度 (1500BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (164) |
| 图 A5—115 | 流动压力梯度 (2000BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (165) |
| 图 A5—116 | 流动压力梯度 (2000BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (166) |
| 图 A5—117 | 流动压力梯度 (2000BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (167) |
| 图 A5—118 | 流动压力梯度 (2000BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (168) |
| 图 A5—119 | 流动压力梯度 (2000BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (169) |
| 图 A5—120 | 流动压力梯度 (2000BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (170) |
| 图 A5—121 | 流动压力梯度 (3000BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (171) |
| 图 A5—122 | 流动压力梯度 (3000BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (172) |
| 图 A5—123 | 流动压力梯度 (3000BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (173) |
| 图 A5—124 | 流动压力梯度 (3000BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (174) |
| 图 A5—125 | 流动压力梯度 (3000BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (175) |
| 图 A5—126 | 流动压力梯度 (3000BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (176) |

**公称油管内径 = 3英寸**

|          |                 |                                 |       |
|----------|-----------------|---------------------------------|-------|
| 图 A5—127 | 流动压力梯度 (400BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (177) |
| 图 A5—128 | 流动压力梯度 (400BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (178) |
| 图 A5—129 | 流动压力梯度 (400BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (179) |
| 图 A5—130 | 流动压力梯度 (400BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (180) |
| 图 A5—131 | 流动压力梯度 (400BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (181) |
| 图 A5—132 | 流动压力梯度 (400BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (182) |
| 图 A5—133 | 流动压力梯度 (600BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (183) |

|          |                  |                                   |       |
|----------|------------------|-----------------------------------|-------|
| 图 A5—134 | 流动压力梯度 (600BOPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (184) |
| 图 A5—135 | 流动压力梯度 (600BLPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (185) |
| 图 A5—136 | 流动压力梯度 (600BLPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (186) |
| 图 A5—137 | 流动压力梯度 (600BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (187) |
| 图 A5—138 | 流动压力梯度 (600BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (188) |
| 图 A5—139 | 流动压力梯度 (800BOPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (189) |
| 图 A5—140 | 流动压力梯度 (800BOPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (190) |
| 图 A5—141 | 流动压力梯度 (800BLPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (191) |
| 图 A5—142 | 流动压力梯度 (800BLPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (192) |
| 图 A5—143 | 流动压力梯度 (800BWPD  | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (193) |
| 图 A5—144 | 流动压力梯度 (800BWPD  | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (194) |
| 图 A5—145 | 流动压力梯度 (1000BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (195) |
| 图 A5—146 | 流动压力梯度 (1000BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (196) |
| 图 A5—147 | 流动压力梯度 (1000BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (197) |
| 图 A5—148 | 流动压力梯度 (1000BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (198) |
| 图 A5—149 | 流动压力梯度 (1000BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (199) |
| 图 A5—150 | 流动压力梯度 (1000BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (200) |
| 图 A5—151 | 流动压力梯度 (1500BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (201) |
| 图 A5—152 | 流动压力梯度 (1500BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (202) |
| 图 A5—153 | 流动压力梯度 (1500BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (203) |
| 图 A5—154 | 流动压力梯度 (1500BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (204) |
| 图 A5—155 | 流动压力梯度 (1500BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (205) |
| 图 A5—156 | 流动压力梯度 (1500BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (206) |
| 图 A5—157 | 流动压力梯度 (2000BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (207) |
| 图 A5—158 | 流动压力梯度 (2000BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (208) |
| 图 A5—159 | 流动压力梯度 (2000BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (209) |
| 图 A5—160 | 流动压力梯度 (2000BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (210) |
| 图 A5—161 | 流动压力梯度 (2000BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (211) |
| 图 A5—162 | 流动压力梯度 (2000BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (212) |
| 图 A5—163 | 流动压力梯度 (3000BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (213) |
| 图 A5—164 | 流动压力梯度 (3000BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (214) |
| 图 A5—165 | 流动压力梯度 (3000BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (215) |
| 图 A5—166 | 流动压力梯度 (3000BLPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (216) |
| 图 A5—167 | 流动压力梯度 (3000BWPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (217) |
| 图 A5—168 | 流动压力梯度 (3000BWPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (218) |
| 图 A5—169 | 流动压力梯度 (4000BOPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (219) |
| 图 A5—170 | 流动压力梯度 (4000BOPD | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ ) | (220) |
| 图 A5—171 | 流动压力梯度 (4000BLPD | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ ) | (221) |

|          |                           |                                 |       |
|----------|---------------------------|---------------------------------|-------|
| 图 A5—172 | 流动压力梯度 (4000BLPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (222) |
| 图 A5—173 | 流动压力梯度 (4000BWPD          | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (223) |
| 图 A5—174 | 流动压力梯度 (4000BWPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (224) |
| 图 A5—175 | 流动压力梯度 (6000BOPD          | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (225) |
| 图 A5—176 | 流动压力梯度 (6000BOPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (226) |
| 图 A5—177 | 流动压力梯度 (6000BLPD          | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (227) |
| 图 A5—178 | 流动压力梯度 (6000BLPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (228) |
| 图 A5—179 | 流动压力梯度 (6000BWPD          | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (229) |
| 图 A5—180 | 流动压力梯度 (6000BWPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (230) |
| 图 A5—181 | 流动压力梯度 (8000BOPD          | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (231) |
| 图 A5—182 | 流动压力梯度 (8000BOPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (232) |
| 图 A5—183 | 流动压力梯度 (8000BLPD          | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (233) |
| 图 A5—184 | 流动压力梯度 (8000BLPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (234) |
| 图 A5—185 | 流动压力梯度 (8000BWPD          | $T_{avg} = 140^{\circ}\text{F}$ | (235) |
| 图 A5—186 | 流动压力梯度 (8000BWPD          | $T_{avg} = 190^{\circ}\text{F}$ | (236) |
| 图 A5—187 | 2英寸油管的流动压力梯度              |                                 | (237) |
| 图 A5—188 | 2½英寸油管的流动压力梯度             |                                 | (238) |
| 图 A5—189 | 3英寸油管的流动压力梯度              |                                 | (239) |
| 图 A5—190 | 斯坦丁混合体积系数图 (确定 $J_{og}$ ) |                                 | (240) |
| 图 A5—191 | 斯坦丁混合体积系数图 (确定饱和压力)       |                                 | (241) |
| 图 A5—192 | 斯坦丁混合体积系数图 (确定饱和点液体的地层体积) |                                 | (242) |

#### 水平管的流动压力梯度曲线 (图A5—193~图A5—247)

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| <b>出油管内径 2.0英寸</b> |                |
| 图A5—193            | 50BWPD (243)   |
| 图A5—194            | 200BWPD (244)  |
| 图A5—195            | 400BWPD (245)  |
| 图A5—196            | 600BWPD (246)  |
| 图A5—197            | 800BWPD (247)  |
| 图A5—198            | 1000BWPD (248) |
| 图A5—199            | 1500BWPD (249) |
| 图A5—200            | 2000BWPD (250) |
| 图A5—201            | 2500BWPD (251) |
| <b>出油管内径 2.5英寸</b> |                |
| 图A5—202            | 50BWPD (252)   |
| 图A5—203            | 200BWPD (253)  |
| 图A5—204            | 400BWPD (254)  |
| 图A5—205            | 600BWPD (255)  |
| 图A5—206            | 800BWPD (256)  |

|         |          |       |
|---------|----------|-------|
| 图A5—207 | 1000BWPD | (257) |
| 图A5—208 | 1500BWPD | (258) |
| 图A5—209 | 2000BWPD | (259) |
| 图A5—210 | 3000BWPD | (260) |
| 图A5—211 | 4000BWPD | (261) |
| 出油管内径   | 3.0英寸    |       |
| 图A5—212 | 50BWPD   | (262) |
| 图A5—213 | 200BWPD  | (263) |
| 图A5—214 | 400BWPD  | (264) |
| 图A5—215 | 600BWPD  | (265) |
| 图A5—216 | 800BWPD  | (266) |
| 图A5—217 | 1000BWPD | (267) |
| 图A5—218 | 1500BWPD | (268) |
| 图A5—219 | 2000BWPD | (269) |
| 图A5—220 | 3000BWPD | (270) |
| 图A5—221 | 4000BWPD | (271) |
| 图A5—222 | 5000BWPD | (272) |
| 出油管内径   | 3.5英寸    |       |
| 图A5—223 | 50BWPD   | (273) |
| 图A5—224 | 200BWPD  | (274) |
| 图A5—225 | 400BWPD  | (275) |
| 图A5—226 | 600BWPD  | (276) |
| 图A5—227 | 800BWPD  | (277) |
| 图A5—228 | 1000BWPD | (278) |
| 图A5—229 | 1500BWPD | (279) |
| 图A5—230 | 2000BWPD | (280) |
| 图A5—231 | 3000BWPD | (281) |
| 图A5—232 | 4000BWPD | (282) |
| 图A5—233 | 5000BWPD | (283) |
| 图A5—234 | 6000BWPD | (284) |
| 出油管内径   | 4.0英寸    |       |
| 图A5—235 | 50BWPD   | (285) |
| 图A5—236 | 200BWPD  | (286) |
| 图A5—237 | 400BWPD  | (287) |
| 图A5—238 | 600BWPD  | (288) |
| 图A5—239 | 800BWPD  | (289) |
| 图A5—240 | 1000BWPD | (290) |
| 图A5—241 | 1500BWPD | (291) |

|          |                                                       |       |
|----------|-------------------------------------------------------|-------|
| 图 A5—242 | 2000BWPD                                              | (292) |
| 图 A5—243 | 3000BWPD                                              | (293) |
| 图 A5—244 | 4000BWPD                                              | (294) |
| 图 A5—245 | 5000BWPD                                              | (295) |
| 图 A5—246 | 6000BWPD                                              | (296) |
| 图 A5—247 | 8000BWPD                                              | (297) |
| 图 A6—1   | 不同产率、地温梯度及油管尺寸下的流动温度梯度                                | (298) |
| 图 A6—2   | 盐水—油混合物的梯度                                            | (299) |
| 图 A6—3A  | 非平衡式气举阀的油管效应 ( $A_b = 0.77$ $d_{v1} = \frac{3}{8}$ )  | (300) |
| 图 A6—3B  | 非平衡式气举阀的油管效应 ( $A_b = 0.32$ $d_{v1} = \frac{3}{16}$ ) | (301) |
| 图 A6—3C  | 非平衡式气举阀的油管效应 ( $A_b = 0.32$ $d_{v1} = \frac{1}{4}$ )  | (302) |
| 图 A6—3D  | 非平衡式气举阀的油管效应 ( $A_b = 0.32$ $d_{v1} = \frac{5}{16}$ ) | (303) |
| 图 A6—4A  | 确定60°F下阀的调试打开压力 ( $d_{v1} = \frac{1}{4}$ 英寸)          | (304) |
| 图 A6—4B  | 确定60°F下阀的调试打开压力 ( $d_{v1} = \frac{5}{16}$ )           | (305) |
| 表 A6—1   | 液体重量换算表                                               | (306) |
| 图 A7—1   | 不同产率及油管尺寸下的间距系数 (SF)                                  | (307) |
| 图 A7—3   | 计算阀间距的卸载梯度 (全油)                                       | (308) |
| 图 A7—3   | 计算阀间距的卸载梯度 (全水)                                       | (309) |
| 图 A7—4   | 间歇气举每周期的注入气需用量                                        | (310) |
| 图 A7—5   | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—4½英寸)                                 | (311) |
| 图 A7—6   | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—5英寸)                                  | (312) |
| 图 A7—7   | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—5½英寸)                                 | (313) |
| 图 A7—8   | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—6英寸)                                  | (314) |
| 图 A7—9   | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—6¾英寸)                                 | (315) |
| 图 A7—10  | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—7英寸)                                  | (316) |
| 图 A7—11  | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—7¾英寸)                                 | (317) |
| 图 A7—12  | 间歇气举环空压力降 (套管尺寸—9英寸)                                  | (318) |
| 图 A7—13  | 地面注入气用嘴子控制的间歇气举阀的R值选择<br>(阀的外径 = 1½英寸)                | (319) |
| 图 A7—14  | 地面注入气用嘴子控制的间歇气举阀的R值选择<br>(阀的外径 = 1英寸)                 | (320) |
| 图 A7—15  | 计算阀间距的简化卸载梯度曲线 (2英寸油管)                                | (321) |
| 图 A7—16  | 计算阀间距的简化卸载梯度曲线 (2½英寸油管)                               | (322) |
| 图 A7—17A | 间歇气举气体需用量 (2英寸—50磅/英寸²)                               | (323) |
| 图 A7—17B | 间歇气举气体需用量 (2英寸—100磅/英寸²)                              | (324) |
| 图 A7—17C | 间歇气举气体需用量 (2½英寸—50磅/英寸²)                              | (325) |
| 图 A7—17D | 间歇气举气体需用量 (2½英寸—100磅/英寸²)                             | (326) |
| 表 A8—1   | 腔室环空容积与腔室上部油管容积的比值                                    | (327) |

|           |                                          |       |
|-----------|------------------------------------------|-------|
| 表 A9—1    | 卡姆科公司的油管压力操作阀的技术规范                       | (328) |
| 图 A10—1   | 柱塞气举近似的用气量及所需的压力值 (2英寸油管)                | (329) |
| 图 A10—2   | 柱塞气举近似的用气量及所需的力值 (2½英寸油管)                | (330) |
| 图 A10—3   | 2英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 0$ )    | (331) |
| 图 A10—4   | 2英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 30$ )   | (332) |
| 图 A10—5   | 2英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 60$ )   | (333) |
| 图 A10—6   | 2英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 100$ )  | (334) |
| 图 A10—7   | 2英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 150$ )  | (335) |
| 图 A10—8   | 2英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 200$ )  | (336) |
| 图 A10—9   | 2½英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 0$ )   | (337) |
| 图 A10—10  | 2½英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 30$ )  | (338) |
| 图 A10—11  | 2½英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 60$ )  | (339) |
| 图 A10—12  | 2½英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 100$ ) | (340) |
| 图 A10—13  | 2½英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 150$ ) | (341) |
| 图 A10—14  | 2½英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 200$ ) | (342) |
| 图 A10—15  | 3英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 0$ )    | (343) |
| 图 A10—16  | 3英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 30$ )   | (344) |
| 图 A10—17  | 3英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 60$ )   | (345) |
| 图 A10—18  | 3英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 100$ )  | (346) |
| 图 A10—19  | 3英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 150$ )  | (347) |
| 图 A10—20  | 3英寸油管的柱塞气举近似套压和气体需用量 ( $P_{wh} = 200$ )  | (348) |
| 表 A11—1   | 组合平行油管柱直径 (接箍错开, 两根管柱一齐下入)               | (349) |
| 表 A11—2   | 组合平行油管柱直径 (平行管柱分别下入)                     | (350) |
| 表 A11—3   | 单油管柱井的环空容积                               | (351) |
| 表 A11—4   | 下有两平行油管柱井的环空容积                           | (352) |
| 表 A11—5   | 同心小油管气举装置的环空容积                           | (353) |
| 表 A12—1   | 根据抗拉屈服强度确定小油管的下入深度 (英尺)                  | (353) |
| 图 A13—1   | 气体流过小直径高压管线的威莫斯列线图                       | (354) |
| 表 GA—1    | 圆面积                                      | (355) |
| 表 GA—2(A) | 油管尺寸数据                                   | (356) |
| 表 GA—2(B) | 油管尺寸数据                                   | (357) |
| 表 GA—3    | 套管尺寸                                     | (358) |
| GA—4      | 换算系数                                     | (359) |
| GA—5      | 公式                                       | (360) |

图A 3—01 天然气的压缩系数

例题

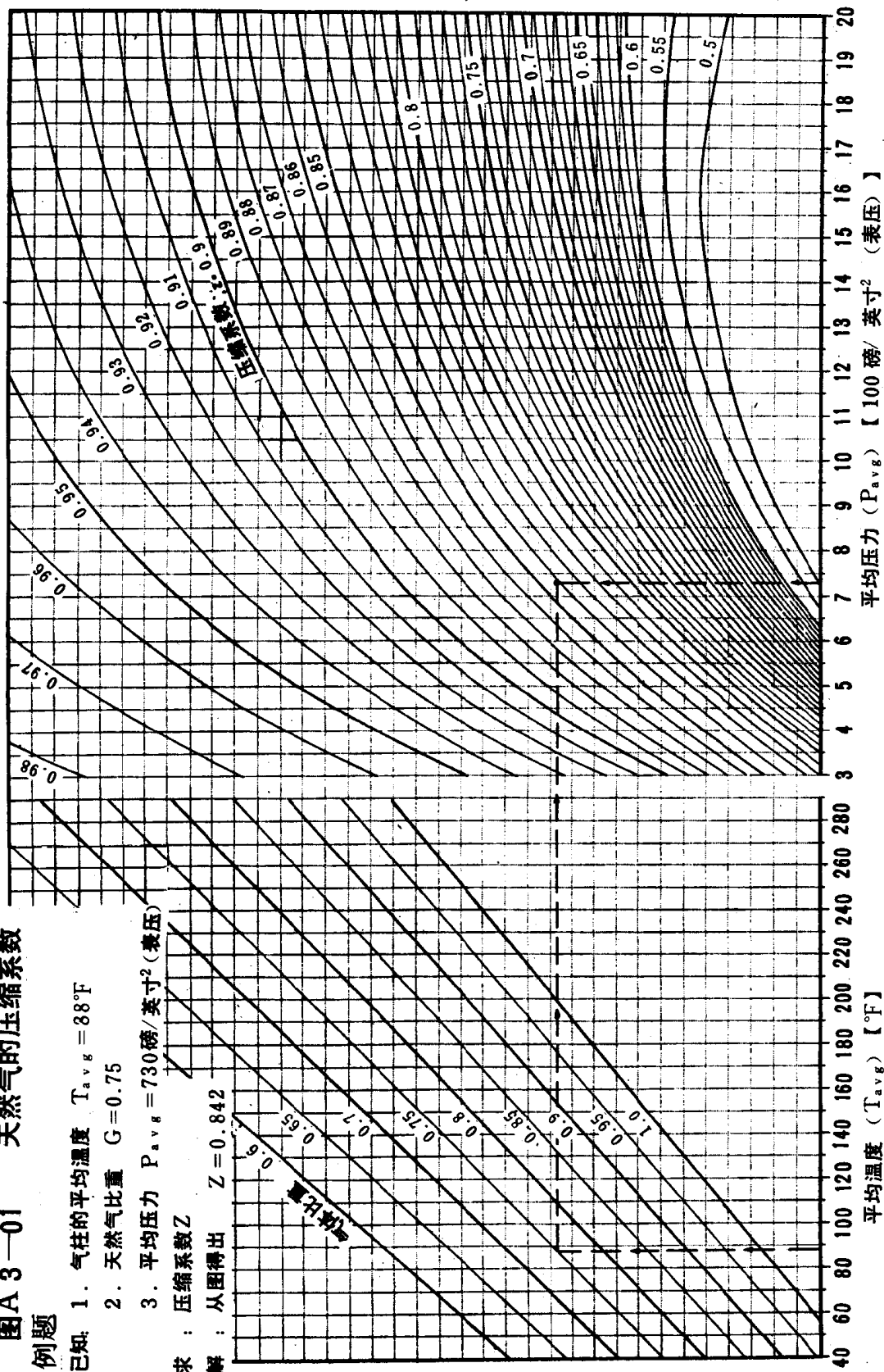
已知：1. 气柱的平均温度  $T_{avg} = 38^\circ\text{F}$

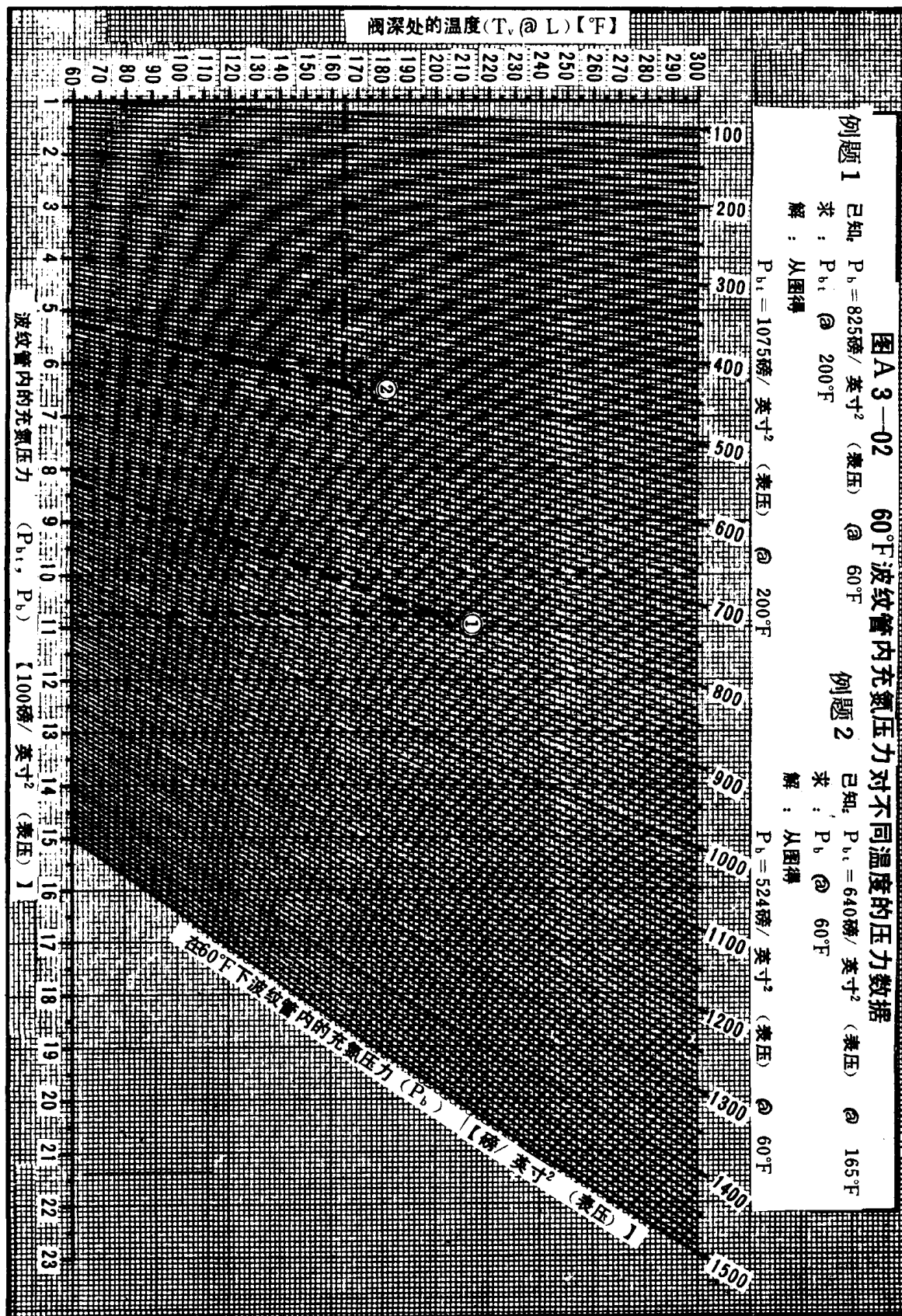
2. 天然气比重  $G = 0.75$

3. 平均压力  $P_{avg} = 730$  磅/英寸<sup>2</sup> (表压)

求：压缩系数  $Z$

解：从图得出  $Z = 0.842$





# 例题

已知:

1. 地面气体压力  $P_s = 650$  磅/英寸<sup>2</sup> (表压)
2. 天然气比重  $G = 0.75$
3. 气柱长度  $L = 6000$  英尺
4. 气柱平均温度  $T_{avg} = 88^\circ\text{F}$
5. 压缩系数  $Z = 0.845$

求:  $P_v$  @ 6000 英尺

解: 从图得出

$P_v = 783$  磅/英寸<sup>2</sup> (表压)

图 A 3-03 随深度的气体压力

图表依据的公式:  $P_v = P_s (e)^{\frac{GL}{53.34 T_{avg} Z}}$

