

苏联 阿·阿·貝斯特罗夫 奥·姆·貝斯特罗娃著

矿山往复式空气压缩设备的运行



煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書闡明了往复式空气压缩设备的使用、修理、檢查和安裝等問題；叙述了空气压缩设备的故障及其处理方法，生产能力的各种調整系統；列举了服务人員的权利和职责；提供了檢查和修理的标准，制造个别零件的技术条件和方法，并闡述了有关安全技术的主要問題。

本書供从事使用和修理空气压缩机的工程技术人员参考之用，并可作为使用空气压缩机的实用指南。

А. А. Быстров О. М. Быстрова
ЭКСПЛУАТАЦИЯ РУДНИЧНЫХ
ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК
Углетехиздат Ленинград 1954
根据苏联国立煤矿技术書籍出版社 1954 年版譯

694

矿山往复式空气压缩设备的运行

王文銓譯 李道成校

煤炭工業出版社出版(地址:北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業證出字第094号

煤炭工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

开本: 850×1168公厘 1/32 印张16 1/4 插页3 字数368,000

1958年4月北京第1版 1958年4月北京第1次印刷

統一書号: 15035·430 印数: 0·001—5,000册 定价: (10)3.50元

序

矿山空气压缩设备是全矿性的重要设备；其修理和使用要求服务人员及矿井机械师具有很多的经验和知识。

本书介绍了使用和修理矿山空气压缩设备的生产经验，并将其他书籍中与这一问题有关材料系统化起来。

本书中没有介绍空气压缩机的构造和技术特征，因为这在其他书籍中已有足够充分的叙述（阿·普·盖尔曼，亚·谢·伊里伊契夫，姆·伊·佛联凯里，符·佛·黎斯等的著作），此外矿井机械师也容易就地熟悉其所使用的空气压缩机的构造。

书中详细地阐明了往复式空气压缩机的使用问题，空气压缩机工作的检查，可能发生的故障及其处理方法，空气压缩机工作中的不正常规范，生产能力的调整，并介绍了必要的使用上的计算，检查空气压缩设备的工作量；叙述了制造个别零件的技术条件，修理工作，修理和使用的标准以及安装。书中并着重地阐述了安全问题以及空气压缩机服务人员的权利和职责。

本书的任务是帮助煤炭工业的工作人员更好地掌握空气压缩设备，造成使用空气压缩机的正常技术条件，改善修理工作的组织，以及提高空气压缩设备工作的经济性。

讲师、技术科学硕士普·符·茹拉沃列夫和工程师阿·普·薩莫斯瓦特曾校閱本書的草稿并提出了宝贵的意见，作者对他们表示感谢。

目 录

序

第一章 概論	11
§1. 热力学的基本知識	11
§2. 空气压缩机概論	17
§3. 往复式空气压缩机理論的基本知識	21
§4. 根据空气压缩机的尺寸确定其技术数据	26
第二章 往复式空气压缩机的看管	27
§1. 空气压缩机起动的准备	27
§2. 空气压缩机的起动	29
§3. 空气压缩机的停止	32
§4. 空气压缩机在工作时的看管	33
§5. 空气压缩机的試轉	38
§6. 空气压缩机的吹扫	42
第三章 空气压缩机气缸的潤滑	44
§1. 对于油脂的要求	44
§2. 油脂的消耗标准	45
§3. 气缸的潤滑	47
§4. 多柱塞油泵	50
第四章 空气压缩机运动部分的潤滑	55
§1. 軸承的油圈潤滑	55
§2. 对于軸承部件的主要要求	56
§3. 由曲軸箱中將油帶出进行飞溅潤滑	57
§4. 使用滴油杯进行潤滑	58
§5. 潤滑运动部分用的油脂	59
§6. 运动部分的压力潤滑	60
§7. 集中潤滑系統	68
§8. 齒輪油泵	70

§9. 运动部分潤滑系統的油泵的計算	72
第五章 空气壓縮机的 冷却	74
§1. 对于空气壓縮机冷却系統的基本要求	74
§2. 空气壓縮机冷却的計算	78
§3. 中間冷却器的試算	80
§4. 中間冷却器的構造	82
§5. 中間冷却器構造上的数据的确定	85
§6. 冷却器的强度計算	87
§7. 中間冷却器的使用	88
第六章 空气壓縮机的輔助設備	91
§1. 風包(儲气箱)	91
§2. 在压力为16大气压(計示的)以下工作的容器的强度計算	97
§3. 吸取和清潔空气的裝置	102
§4. 冷却水的設備	109
§5. 冷却空气壓縮机用的水泵設備	117
§6. CHJ7301-41A1 型磁控操縱站	119
第七章 往复式空气壓縮机生产能力的調整	123
§1. 对于調整系統的主要要求	123
§2. 調整方式的分类	125
§3. 調整方法的簡單叙述	126
§4. 对压力調整器提出的主要技术要求	133
§5. 作用于吸气閥的空气壓縮机生产能力的二級調整 (使用單个的重錘調整器)	136
§6. “空气壓縮机”工厂制造的重錘式生产能力調整器	140
§7. 重錘調整器的校准	145
§8. 作用于吸气閥的空气壓縮机生产能力的三級調整 (使用双个的重錘調整器)	148
§9. 作用于吸气閥的空气壓縮机的生产能力的二級調整 (使用彈簧式調整器)	150

§10. 使用接入附加腔空方法的生产能力的五級調整(使用五級的 气动調整器).....	154
§11. 使用接入附加腔室方法的生产能力的五級調整(使用槓桿式重 錘調整器).....	159
§12. 錯誤的和非标准的調整系統	168
§13. 調整系統的使用	173
§14. 調整系統的故障	176
§15. 調整機構的安裝	181
第八章 往复式空气压缩机空气分配器	187
§1. 閥的構造和工作.....	187
§2. 空气压缩机低压气缸吸气閥的計算.....	189
§3. 閥的压开裝置.....	191
§4. 空气压缩机沒有低压气缸吸气閥时的工作.....	193
§5. 空气压缩机沒有低压气缸排气閥时的工作.....	197
§6. 当从高压气缸每个吸气(排气)側各取下一个吸气閥(或排 气閥)时空气压缩机的工作.....	202
第九章 往复式空气压缩机工作中的不正常狀況.....	204
§1. 压力在各段的分布不正常.....	204
§2. 空气压缩机生产能力的減小.....	207
§3. 空气压缩机中的敲打声和冲击.....	211
§4. 空气分配機構中的故障.....	219
§5. 空气压缩机的各种故障及其原因.....	222
§6. 同期电动机在工作中的不正常狀況.....	225
§7. 空气压缩机的溫度规范不正常.....	227
§8. 空气压缩设备的重大事故和其原因.....	235
§9. 閥門的故障.....	247
§10. 根据示功圖發現的空气压缩机工作中的不正常狀況	249
§11. 防止气力網中压缩空气漏失和压力剧烈降低的措施	257
第十章 空气压缩设备的工作的檢查	258

§1. 檢查和試驗空氣壓縮機的一般問題	258
§2. 溫度的檢查	261
§3. 壓力的檢查	264
§4. 示功器的構造和作用原理	270
§5. 對於設置示功器的要求	274
§6. 圖取示功圖的規定和順序	275
§7. 示功圖面積的確定	278
§8. 在試驗時空氣壓縮設備功率和效率的確定	280
§9. 確定空氣壓縮機指示功率的順序	282
§10. 根據示功圖確定空氣壓縮機的生产能力	283
§11. 用向風包裝氣的方法確定空氣壓縮機的生产能力	284
§12. 氣力網中壓縮空氣漏失量的確定	287
§13. 對於用節流器械(借助於流量孔板和噴嘴)測量空氣消耗量的 一般要求	290
§14. 用流量孔板和差示壓力計確定空氣壓縮機的生产能力	291
§15. 製造流量孔板的技术条件	293
§16. 流量孔板在管路上的設置	297
§17. 流量孔板的計算順序	302
§18. 液体差示壓力計設置和使用的基本規定	304
第十一章 設備檢查的順序和工作量	309
§1. 運動部分的潤滑的檢查	309
§2. 氣缸的潤滑的檢查	311
§3. 空氣壓縮機的冷卻系統的檢查	311
§4. 空氣壓縮機的生产能力調整系統的檢查	312
§5. 活塞部分的檢查	316
§6. 空氣壓縮機運動部分的檢查	317
§7. 油泵的檢查	318
§8. 吸氣管及濾風器的檢查	319
§9. 油開關的檢查	320

§10. 同期电动机的檢查	321
§11. 励磁机的檢查	323
§12. 空气压缩设备的檢查順序	323
第十二章 修理工作的組織	324
§1. 关于修理空气压缩机的一般指示	324
§2. 拆卸和装配空气压缩机的一般規定	326
§3. 更換零件的一般規定	328
§4. 測量零件的一般指示	329
§5. 檢查零件和其連接處的一般指示	332
§6. 空气压缩设备的清扫	334
§7. 酸洗	336
§8. 空气压缩设备的日常檢查(工作量和順序)	339
§9. 关于檢修空气压缩设备的每晝夜工作一覽表	341
§10. 关于空气压缩机計劃預防性修理工作一覽表	343
§11. 关于空气压缩机大修工作一覽表	343
§12. 空气压缩机站机械设备的檢修周期	345
§13. 空气压缩机站电气设备的檢修周期	348
§14. 檢視、修理和檢查空气管路網的周期	349
§15. 必需的修理工具的明細表	350
§16. 空气压缩设备專用工具的明細表	352
§17. 空气压缩机站所需要的量具和仪表的明細表	353
§18. 空气压缩机备件明細表	354
§19. 必要的技术文件	355
第十三章 空气压缩机的修理	356
§1. 軸承軸瓦灌注襯層的準備順序	356
§2. 軸瓦在熔爐內鍍錫的順序	358
§3. 用手工方法灌注軸瓦襯層	358
§4. 在灌注襯層后軸瓦的加工	360
§5. 对已灌注襯層的軸瓦提出的要求	362

§6. 关于更換軸承軸瓦的一般指示	363
§7. 空气压缩机冷却器的修理	364
§8. 風包裂縫的焊补	366
§9. 鑄鉄上的裂縫的冷焊补(納扎罗夫法)	367
§10. 漲圈的更換	368
§11. 活塞桿的修理	371
§12. 金屬填料函的修理	372
§13. 基础螺釘的修理	374
§14. 曲軸的修理	377
§15. 气缸的修理	379
§16. 同期电动机轉子連接环的更換	384
§17. 鑄件的电木浸压	385
§18. 預先在管中填塞砂子的管子的無褶弯曲	386
§19. 不填塞砂子的管子的有褶弯曲	387
§20. 傳动皮帶的縫合	389
第十四章 零件制造的基本知識	392
§1. 机座和机身的制造	392
§2. 曲軸箱的制造	394
§3. 气缸的制造	395
§4. 活塞的制造	397
§5. 曲軸的制造	399
§6. 連桿的制造	400
§7. 十字头体的制造	401
§8. 十字头銷子的制造	403
§9. 制造連桿对开头部的襯套的标准工艺过程	405
§10. 鑄鉄漲圈(活塞环)的制造	406
§11. 直徑220公厘以下的帶有斜切口的小漲圈的机械加工	418
§12. 直徑为220—350公厘的平口重合切口之中型漲圈的机械加 工工序	419

§13. 350—900 公厘的平重合切口的鑄鉄漲圈的机械加工工序	420
§14. 制造重合切口的漲圈之工序	421
§15. 制造斜切口的鑄鉄漲圈之工序	422
§16. 閘板的制造	422
§17. 閘彈簧的制造	428
§18. 往复式空气压缩机零件容許的机械負荷	430
§19. 公差	432
§20. 往复式空气压缩机零件主要表面的加工光潔度	434
§21. 保藏备件的规定	435
§22. 验收空气压缩設備的规定和順序	437
第十五章 往复式空气压缩机的安裝	439
§1. 安裝的一般順序	439
§2. 机器下面的基础的准备	440
§3. 地脚螺絲的設置	443
§4. 空气压缩机的机座的安裝	444
§5. 主軸的安裝和軸承的裝配	450
§6. 活塞的裝配及安裝	455
§7. 曲柄-連桿機構的裝配	457
§8. 气缸的裝配	462
§9. 同期电动机的安裝	464
§10. “战士”工厂的往复式空气压缩机的安裝間隙	466
§11. “空气压缩机”工厂的往复式空气压缩机的安裝間隙	468
§12. 伏龙芝工厂的臥式往复式空气压缩机的安裝間隙	469
§13. 空气压缩設備的电气裝置的主要規程	470
§14. 空气压缩設備安裝完畢投入生产时需要的技术文件	472
§15. 矿山空气管安裝的主要問題	473
§16. 空气管路網的計算实例	482
§17. 在矿井中移动式空气压缩設備必須滿足的要求	491
第十六章 安全的基本問題	495

§1. 房屋.....	495
§2. 防护設施.....	496
§3. 防止爆炸的措施.....	497
§4. 防火安全問題.....	499
§5. 看管空气压缩设备电气部分的安全.....	500
第十七章 服务人員的权利和职责.....	501
§1. 空气压缩机司机的权利和职责.....	501
§2. 空气压缩机技师的权利和职责.....	506
§3. 空气压缩站內务条例的主要規定.....	509
附录.....	511
双段空气压缩机工作中的溫度規範的記錄实例	511
效率	513
各种空气压缩机的容积效率	514
气动机械	514
各种气力设备的压缩空气消耗量	515
19____年空气压缩机计划預防性檢修圖表(例).....	517

第一章 概 論

§ 1. 热力学的基本知識

空气的基本参量:

V ——空气的体积(公尺³);

G ——空气的重量(公斤);

v ——比容(公尺³/公斤);

γ ——比重(公斤/公尺³);

ρ ——空气的密度(公斤·秒²/公尺⁴);

T ——绝对温度(度);

P ——绝对压力(公斤/公尺²);

p ——绝对压力(公斤/公分²)($P = 10\,000p$, 公斤/公尺²)。

空气的比容(在规定的状态下 1 公斤空气的体积)

$$v = \frac{V}{G} \text{ 公尺}^3/\text{公斤}.$$

空气的比重(在规定的状态下 1 立方公尺空气的重量)

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{ 公斤/公尺}^3.$$

空气比容和比重之间的关系为(在同一状态下)

$$v\gamma = 1.$$

空气的密度(在规定的状态下 1 立方公尺空气所具有的质量)

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \text{ 公斤} \cdot \text{秒}^2/\text{公尺}^4.$$

绝对温度和由摄氏温度计测得的温度(°C)之间的关系

$$T = 273 + t.$$

以液柱表示的压力,

$$H = \frac{P}{\gamma_{\text{ж}}} \text{公尺},$$

式中 $\gamma_{\text{ж}}$ ——液体的比重(公斤/公尺³)。

压力计表示的压力

$$P_M = P - P_a \text{ 公斤/公分}^2,$$

式中 P_a ——大气压力(公斤/公分²);

或 $P_M = P - P_a \text{ 公斤/公尺}^2.$

真空计表示的压力

$$P_B = P_a - P \text{ 公斤/公分}^2,$$

或 $P_B = P_a - P \text{ 公斤/公尺}^2.$

空气的状态以下列数据表示的被采取作为标准空气:

$\gamma_0 = 1.2$ ——比重(公斤/公尺³);

$\rho_0 = 0.1223$ ——空气的密度(公斤·秒²/公尺⁴);

$\nu_0 = 0.83$ ——比容(公尺³/公斤);

$t_0 = 20^\circ$ ——空气的温度;

$P_0 = 10,330$ ——压力(760 公厘水银柱)(公斤/公尺²);

$\psi_0 = 50\%$, 相对湿度。

表 1

气体的名称	符 号	估体积的百分数 (%)
氮	N ₂	78.03
氧	O ₂	20.93
氩	Ar	0.932
二氧化碳	CO ₂	0.03
氖	Ne	$1.5 \cdot 10^{-3}$
氦	He	$5 \cdot 10^{-4}$
氪	Kr	$1 \cdot 10^{-4}$
氙	Xe	$1 \cdot 10^{-5}$
氢	H ₂	$5 \cdot 10^{-5}$

这些数据确定了空气的标准状态。通常在一切计算中, 空气被换算至标准状态, 即换算至标准空气的条件下。

不考虑水蒸汽和机械混合物时, 空气的成分提供在表 1 上。

气体(空气)状态的基本

方程式:

对于 G 公斤气体 $PV = GRT$;

对于 1 公斤气体 $Pv = RT$;

对于 1 立方公尺气体 $P = \gamma RT$ 。

气体常数 (当空气 的温度升高 1°C 时, 1 公斤空气膨胀所作的单位功)

$$R = \frac{Pv}{T} \text{ 公斤公尺/公斤} \cdot \text{度};$$

对于空气 $R = 29.27$ 公斤公尺/公斤·度。

热力学第一定律。如果热转化为机械功, 则每一热单位能作 427 公斤公尺的功。根据热力学第一定律, 当量功

$$L = EQ,$$

式中 $E = 427$ ——热的功当量(公斤公尺/大卡);

当量热

$$Q = AL,$$

式中 $A = \frac{1}{427}$ ——功的热当量(大卡/公斤公尺)。

热力学第二定律。仅在温度下降的条件下, 热才可能转化为机械功; 此时, 所耗费的热量的一部分没有转化为机械功, 而消耗于增加物体的内能。

热力学的基本方程式

$$dQ = C_v dT + AP dv$$

或写成另一个形式

$$C_p = C_v + AR,$$

式中 C_p ——空气的等压比热;

C_v ——空气的等容比热。

对于在 $t = 20^\circ - 100^\circ\text{C}$ 的空气:

$C_p = 0.241$ 大卡/公斤·度;

$C_v = 0.171$ 大卡/公斤·度。

$$k = \frac{C_p}{C_v} = 1.41.$$

当气体(空气)由于受到热或机械作用其状态发生变化, 可区分为下列几个过程: 等压的、等容的、等温的、绝热的和多变的。

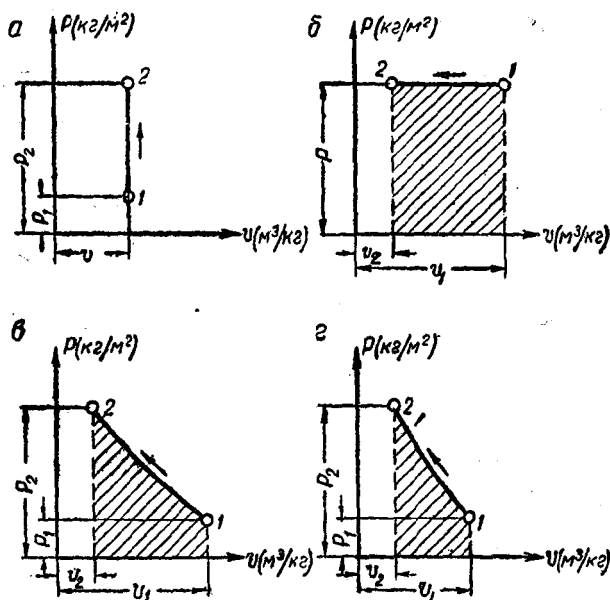


圖 1 以 P, v 座标表示的气体压缩的理論过程
a—等容的; b—等压的; c—等温的; d—絕热的。

等压过程(在绝对压力不变时气体状态的变化过程, 圖1):
这个过程的基本条件是 $P = \text{常数}$; 气体的开始状态是 P, V_1 和 T_1 ; 气体的最后状态是 P, V_2 和 T_2 。

在等压过程中，一定质量的气体的体积与绝对温度成正比

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

在等压过程中变化 1 公斤气体的状态所需的机械功为

$$L = P(v_2 - v_1) \text{ 公斤公尺/公斤}.$$

在等压过程中变化 1 公斤气体的状态时，需加入气体内的
或从气体内导出的热量

$$Q = C_p(T_2 - T_1) \text{ 大卡/公斤}.$$

等容过程(在体积不变时气体状态的变化过程)。这个过程的基本条件是 $V = \text{常数}$ ；气体的开始状态是 P_1 、 V 和 T_1 ；气体的最后状态是 P_2 、 V 和 T_2 。

在等容过程中，气体的绝对压力与绝对温度成正比

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

在等容过程中机械功 $L = 0$ 。

在等容过程中变化 1 公斤气体的状态时，需加入气体内的
或从气体内导出的热量

$$Q = C_v(T_2 - T_1) \text{ 大卡/公斤}.$$

等温过程(在温度不变时气体状态的变化过程，圖 1)。这个过程的基本条件是 $T = \text{常数}$ ；气体的开始状态是 P_1 和 V_1 ；气体的最后状态是 P_2 和 V_2 。

在等温过程中，一定质量的气体的体积与压力成反比

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}.$$

在等温过程中变化 1 公斤气体的状态所需的机械功为

$$L = 2,303 P_1 v_1 \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ 公斤公尺/公斤}.$$