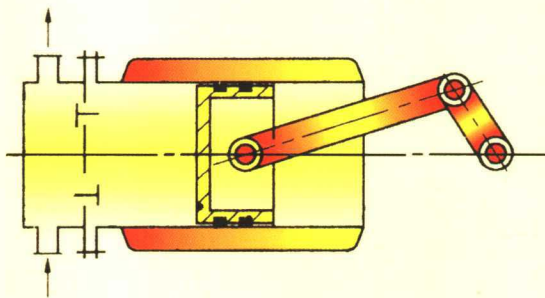


石油化工设备技术问答丛书

# 往复式压缩机 技术问答

(第二版)

安定纲 编著  
孙炯明 朱吉新 修订  
吕碧超 吕碧超 主审



中国石化出版社

石油化工设备技术问答丛书

# 往复式压缩机技术问答

(第二版)

	安定纲	编著
孙炯明	朱吉新	修订
	吕碧超	主审

中国石化出版社

# 石油化工设备技术问答丛书

管式加热炉技术问答(第二版)	螺杆泵技术问答
实用机械密封技术问答(第二版)	齿轮泵技术问答
泵操作与维修技术问答(第二版)	高速泵技术问答
离心式压缩机技术问答(第二版)	磁力泵技术问答
压力容器制造技术问答	螺杆式压缩机技术问答
带压堵漏技术问答	离心式风机技术问答
汽轮机技术问答	轴流式风机技术问答
石化管道安装设计实用技术问答	板框过滤机技术问答
往复式压缩机技术问答(第二版)	转鼓过滤机技术问答
石化工艺及系统设计实用技术问答	皮带运输机技术问答
设备润滑技术问答	搅拌设备技术问答
塔设备技术问答	设备状态监测技术问答
固定式反应器技术问答	催化反应器、再生器技术问答
换热设备技术问答	焦化焦炭塔技术问答
空气冷却器技术问答	连续重整反应再生设备技术问答
压力容器管理技术问答	催化烟机-主风机组技术问答
钢制圆筒形压力容器技术问答	炼油气体压缩机技术问答
常压焊接储罐技术问答	乙烯裂解炉技术问答
气柜技术问答	化肥转化炉技术问答
火炬技术问答	化肥尿素高压设备技术问答
塔器、储罐基础技术问答	化肥氨合成塔技术问答
油罐技术问答	化肥废热锅炉技术问答
球形储罐技术问答	防爆电动机技术问答
设备腐蚀与防护技术问答	变压器技术问答
设备泄漏与治理技术问答	电站锅炉技术问答
设备保温保冷技术问答	电站汽轮发电机技术问答
设备及管道涂层技术问答	电站汽轮机技术问答
工业阀门技术问答	空分膨胀机技术问答
炼油特殊阀门技术问答	空分冷冻机技术问答

# 序

设备是企业进行生产的物质技术基础。现代化的石油化工企业，生产连续性强，自动化水平高，且具有高温、高压、易燃、易爆、易腐蚀、易中毒的特点。设备一旦发生问题，会带来一系列严重的后果，往往会导致装置停产、环境污染、火灾爆炸、人身伤亡等重大事故的发生。因而石油化工厂的设备更体现了设备是企业进行生产、发展的重要物质基础。“基础不牢、地动山摇”。设备状况的好坏，直接影响着石油化工企业生产装置的安全、稳定、长周期运行，从而也影响着企业的经济效益。

为了确保石油化工厂设备经常处于良好的状况，就必须强化设备管理，广泛应用先进技术，不断提高检修质量，搞好设备的操作和维护，及时消除设备隐患，排除故障，提高设备的可靠度，从而确保生产装置的安全、稳定、长周期运行。

为了适应广大石油化工设备管理、操作及维护检修人员了解设备，熟悉设备，懂得设备的结构、性能、作用及可能发生的故障和预防措施，以提高消除隐患，排除故障，搞好操作和日常维护能力的需要，中国石化出版社针对石油化工厂常见的各类设备，诸如，各类泵、压缩机、风机及驱动机、各类工业炉、塔、反应器、压力容器，各类储罐、换热设备，以及各类工业管线、阀门管件等等，组织长期工作在石油化工企业基层，有一定设备理论知识和实践经验的专家和技术人员，以设备技术问答的形式，编写了一系列“石油化工设备技术问答丛书”，供大家学习和阅读，希望对广大读者有所帮助。本书即为这套丛书之一。

中国石化设备管理协会副会长 胡安定

# 目 录

<b>第一章 往复式压缩机的基础知识</b> .....	( 1 )
1. 什么是压缩机工作过程? .....	( 1 )
2. 什么是压缩气体的三种热过程? .....	( 3 )
3. 什么是多级压缩? .....	( 6 )
4. 为什么要多级压缩? .....	( 7 )
5. 什么是气体压力? 压力单位的表示方法? .....	( 8 )
6. 什么是温度? .....	( 9 )
7. 什么是比容? .....	( 10 )
8. 往复式压缩机的机型代号的含义是什么? .....	( 10 )
9. 什么是往复式压缩机的生产能力(排气量)? .....	( 10 )
10. 影响往复式压缩机生产能力提高的因素主要 有哪几方面? .....	( 10 )
11. 为什么往复式压缩机气缸必须留有余隙? .....	( 12 )
12. 为什么往复式压缩机各级之间要有中间冷却器? .....	( 13 )
13. 往复式压缩机润滑的作用、润滑类别及润滑方法? .....	( 14 )
14. 目前石化行业往复式压缩机设计、制造、 销售的通用标准是什么? .....	( 16 )
<b>第二章 往复式压缩机的主要部件的结构特点</b> .....	( 17 )
1. 往复式压缩机的气缸有哪几种形式? .....	( 17 )
2. 什么情况下采用气缸套? .....	( 17 )
3. 压缩机的气阀布置有哪几种形式? .....	( 17 )
4. 压缩机的气阀的固定有哪几种传统形式? .....	( 18 )
5. 气阀是由哪些零件组成的? 各个零件有何作用? .....	( 18 )
6. 阀片升程大小对压缩机有何影响? 如何调节?	

气阀的弹簧弹力不一致有什么影响? .....	( 18 )
7. 气阀的结构有哪几种形式? .....	( 18 )
8. 吸气阀和排气阀有何区别? 安装气阀时应注意 什么? 吸排气阀装反会出现什么问题? .....	( 19 )
9. 与金属阀相比, 非金属阀有什么优点? .....	( 19 )
10. 什么工况下不宜使用非金属阀? .....	( 19 )
11. 非金属阀在使用中应注意什么? .....	( 19 )
12. 煤油测试气阀泄漏量为何不再普遍适用? .....	( 20 )
13. 为什么过量的油润滑可能会影响气阀的工作状态 和寿命? .....	( 20 )
14. 为什么液击、杂物、粉尘等因素会直接影响到 气阀的寿命? .....	( 20 )
15. 气阀损坏的几率与运行时间有没有关系? .....	( 21 )
16. 气阀中最容易损坏的部件是什么? .....	( 21 )
17. 弹簧为什么易断裂? .....	( 21 )
18. 阀片为什么会经常在最外圈发生断裂? .....	( 21 )
19. 腐蚀是如何影响气阀寿命的? .....	( 21 )
20. 气阀的中心螺栓上紧扭矩是否必须遵守? .....	( 21 )
21. 活塞的结构有哪几种形式? .....	( 22 )
22. 活塞杆在制造中采用什么方法来提高耐磨性? .....	( 22 )
23. 活塞环和支撑环的作用有什么不同? .....	( 22 )
24. 设计活塞环和支撑环时需要考虑哪些因素? .....	( 22 )
25. 非金属支撑环的设计应注意哪些因素? .....	( 23 )
26. 活塞环和支撑环在安装过程中有什么要求? .....	( 23 )
27. 活塞杆填料环的作用是什么? .....	( 23 )
28. 活塞的对中及活塞杆的径向跳动有何影响? .....	( 23 )
29. 设计活塞杆填料环需要考虑哪些因素? .....	( 24 )
30. 活塞杆填料环在安装过程中有什么要求? .....	( 24 )
31. 活塞杆填料环的“三个间隙”及重要性? .....	( 24 )
32. 介质变化对活塞环与填料环有哪些影响? .....	( 24 )

33. 工作表面对活塞环和填料环有何影响? .....	( 25 )
34. 为什么活塞环工作一段时间后, 会形成偏磨? .....	( 25 )
35. 活塞杆填料环的寿命一致吗? 能否实现寿命的同步性? .....	( 26 )
36. 填料盒在安装过程中有什么要求? .....	( 26 )
37. 有油/无油润滑对活塞环与填料环有哪些影响? .....	( 27 )
38. 无水填料盒的工作原理是什么? .....	( 27 )
39. 无水冷却填料盒的主要优点有哪些? .....	( 28 )
40. 填料盒用久以后对填料环有什么影响? .....	( 28 )
41. 刮油环的作用是什么? .....	( 28 )
42. 设计刮油环需要考虑哪些因素? .....	( 29 )
43. 刮油环在安装过程中有什么要求? .....	( 29 )
44. 常用的非金属密封材料有哪些? .....	( 29 )
45. 为了避免重大安全事故, 密封产品在设计使用中应注意哪些问题? .....	( 29 )
46. 为什么密封部件要进行开机磨合? .....	( 30 )
47. 什么是电液气量调节系统? 它的作用是什么? .....	( 30 )
48. 电液气量调节系统的基本原理是什么? 控制速度和精度如何? .....	( 31 )
49. 电液气量调节系统具有哪些控制特点? .....	( 32 )
<b>第三章 往复压缩机的故障处理</b> .....	<b>( 33 )</b>
1. 一级吸气压力异常上升是什么原因? .....	( 33 )
2. 中间级吸气压力异常上升是什么原因? .....	( 33 )
3. 一级排气压力异常上升是什么原因? .....	( 33 )
4. 中间级排气压力异常上升是什么原因? .....	( 34 )
5. 一级吸气压力异常低是什么原因? .....	( 34 )
6. 中间级吸气压力异常低是什么原因? .....	( 34 )
7. 一级排气压力异常低是什么原因? .....	( 34 )
8. 中间级排气压力异常低是什么原因? .....	( 34 )
9. 排气压力异常高是什么原因? .....	( 35 )

10. 一级吸气温度异常升高是什么原因? ..... ( 35 )
11. 中间级吸气温度异常升高是什么原因? ..... ( 35 )
12. 一级排气温度异常低是什么原因? ..... ( 35 )
13. 中间级排气温度异常低是什么原因? ..... ( 35 )
14. 中间级排气温度异常高是什么原因? ..... ( 35 )
15. 吸、排气阀不良是什么原因? ..... ( 36 )
16. 气量显著降低是什么原因? ..... ( 36 )
17. 怎样判别各级气阀有故障? ..... ( 37 )
18. 为什么压缩机各级排出系统必须设置安全阀? ..... ( 37 )
19. 为什么介质为易燃易爆的压缩机在检修前和检修  
后(开工或停机时间过久)要用氮气置换? ..... ( 38 )
20. 轴瓦(承)过热是什么原因? ..... ( 38 )
21. 活塞杆过热是什么原因? ..... ( 38 )
22. 刮油环漏油是什么原因? ..... ( 39 )
23. 气缸过热是什么原因? ..... ( 39 )
24. 传动机构撞击是什么原因? ..... ( 39 )
25. 气缸发出撞击声是什么原因? ..... ( 40 )
26. 气缸内发出突然冲击声是什么原因? ..... ( 40 )
27. 吸、排气阀发出敲击声是什么原因? ..... ( 40 )
28. 曲轴箱发出严重的敲击声是什么原因? ..... ( 41 )
29. 飞轮发出敲击声是什么原因? ..... ( 41 )
30. 曲轴裂纹或折断是什么原因? ..... ( 41 )
31. 连杆螺栓断裂是什么原因? ..... ( 42 )
32. 活塞卡住或咬住是什么原因? ..... ( 42 )
33. 连杆大头瓦过热和异响是什么原因? ..... ( 43 )
34. 连杆小头瓦过热和异响是什么原因? ..... ( 43 )
35. 压缩机的运动部件有异音是什么原因? ..... ( 43 )
36. 气缸部分异常振动是什么原因? ..... ( 43 )
37. 机身异常振动是什么原因? ..... ( 44 )
38. 机体部分发生不正常的振动是什么原因? ..... ( 44 )
39. 管线异常振动是什么原因? ..... ( 44 )



40. 新安装的压缩机为什么发生基座振动? .....	( 45 )
<b>第四章 压缩机维护检修</b> .....	<b>( 46 )</b>
1. 主轴颈中心线与曲轴颈中心线不平行度不准超过多少? .....	( 46 )
2. 曲轴安装水平误差不准超过多少? .....	( 46 )
3. 曲轴的弯曲及曲臂距差最大不准超过多少? .....	( 46 )
4. 轴颈的椭圆度和锥度的安装允许值和最大磨损 极限不准超过多少? .....	( 46 )
5. 轴瓦瓦背与瓦座(瓦窝)的配合有哪些要求? .....	( 47 )
6. 轴颈与轴瓦的接触角及接触点应留多大为标准? .....	( 48 )
7. 主轴瓦的径向间隙和侧部间隙应留多大为合适? .....	( 48 )
8. 怎样检测和调整主轴瓦间隙? .....	( 49 )
9. 怎样确定主轴瓦的轴向间隙(窜量)? .....	( 49 )
10. 怎样使用和装配薄壁瓦? .....	( 50 )
11. 连杆及连杆瓦在装配时应注意什么? .....	( 53 )
12. 连杆大头瓦的检修应注意什么? .....	( 53 )
13. 连杆小头瓦的检修应注意什么? .....	( 55 )
14. 曲轴在哪些情形下应对其进行修理? .....	( 56 )
15. 十字头销在检修中应注意什么? .....	( 56 )
16. 十字头跑偏或横移是什么原因? .....	( 57 )
17. 怎样调整和确定十字头滑履与机身滑道的间隙 .....	( 58 )
18. 连杆螺栓的检修应注意什么? .....	( 58 )
19. 连杆的安全使用期限一般不允许超过多长时间? .....	( 59 )
20. 活塞杆表面(贴填料处)的加工有哪些要求? .....	( 59 )
21. 填料漏气过多是什么原因? .....	( 59 )
22. 填料发生异常磨损, 烧伤是什么原因? .....	( 60 )
23. 填料的装配及检修应注意什么? .....	( 60 )
24. 如何检查活塞杆的跳动值? 跳动值的标准是 如何规定的? .....	( 61 )
25. 刮油环带油是什么原因? .....	( 61 )
26. 从法兰盘处泄漏油是什么原因? .....	( 61 )

27. 阀片与阀座的质量标准是什么? .....	( 62 )
28. 阀片破损是什么原因? .....	( 62 )
29. 阀簧折断是什么原因? .....	( 62 )
30. 怎样确定活塞与气缸内端面的死点间隙? .....	( 62 )
31. 活塞与气缸之间的周隙多大为宜? .....	( 63 )
32. 怎样检查活塞与气缸的周隙? .....	( 63 )
33. 活塞组件总装配时应注意什么? .....	( 64 )
34. 活塞环为什么要留工作开口间隙? 怎样留工作 开口间隙? .....	( 64 )
35. 活塞环在活塞槽里的侧面间隙应留多大? .....	( 65 )
36. 活塞环为什么要倒角? .....	( 65 )
37. 活塞环异常磨损、烧损是什么原因? .....	( 65 )
38. 活塞环磨损到什么程度不能再使用? .....	( 66 )
39. 为什么活塞环工作一段时间后, 会磨成一边 薄一边厚? .....	( 66 )
40. 气缸经过镗缸后, 其增大值不允许超过多少? .....	( 67 )
41. 气缸在安装或检修中, 应注意什么? .....	( 67 )
42. 压缩机在开车之前, 为什么要盘车? .....	( 67 )
43. 压缩机与电动机对轮同心度不允许超过多少? .....	( 67 )
44. 压缩机的基础在工作时的振幅值规定不允许 超过多少? .....	( 67 )
45. 压缩机的检修周期及检修项目是怎样规定的? .....	( 68 )
<b>第五章 润滑及冷却系统故障的处理 .....</b>	<b>( 70 )</b>
1. 齿轮油泵的工作原理、特点、旋转方向、安全 阀的作用是什么? .....	( 70 )
2. 循环油压不高或突然降至到零是什么原因? .....	( 70 )
3. 润滑油因温度低而粘度大怎么办? .....	( 71 )
4. 齿轮油泵各部间隙应留多大? .....	( 71 )
5. 润滑油过热是什么原因? .....	( 72 )

6. 油压降低是什么原因? .....	( 72 )
7. 注油器的柱塞常出现哪些问题? .....	( 73 )
8. 注油器供油不正常或不供油对压缩机有什么影响? .....	( 73 )
9. 注油器的逆止阀返气是什么原因? .....	( 73 )
10. 润滑油管堵塞是什么原因? .....	( 74 )
11. 怎样正确调节注油器的供油量? .....	( 75 )
12. 冷却水中带有气泡是什么原因? .....	( 75 )
13. 怎样防止冷却水管系统的泄漏? .....	( 75 )
14. 怎样防止冷却水管件及冷却水管的冻裂? .....	( 75 )
15. 压缩机的出口气温过高是什么原因? .....	( 76 )
<b>第六章 压缩机的试运、验收</b> .....	<b>( 78 )</b>
1. 压缩机起动时应注意哪些事项? .....	( 78 )
2. 压缩机怎样试车? .....	( 79 )
3. 压缩机在运转中必须注意哪些事项? .....	( 81 )
4. 压缩机在试运时可能会出现哪些问题? .....	( 82 )
5. 压缩机停车时应注意哪些事项? .....	( 87 )
6. 怎样做好压缩机的日常维护? .....	( 87 )
7. 压缩机的验收标准有哪些? .....	( 90 )
8. 压缩机的完好标准都包括哪些内容? .....	( 91 )
<b>第七章 压缩机的状态监测及故障诊断</b> .....	<b>( 93 )</b>
1. 为什么要对压缩机进行状态监测及故障诊断? .....	( 93 )
2. 压缩机状态监测及故障诊断技术发展的状况如何? .....	( 93 )
3. 压缩机状态监测分为哪几种? .....	( 93 )
4. 压缩机在线监测系统主要有哪些组成? .....	( 93 )
5. 压缩机在线系统主要有哪些功能? .....	( 94 )
6. 目前状态监测设备(系统)主要具有哪些监测、 分析功能? .....	( 94 )

# 第一章 往复式压缩机的基础知识

## 1. 什么是压缩机工作过程？

往复式压缩机都有气缸、活塞和气阀。压缩气体的工作过程可分成膨胀、吸入、压缩和排出四个阶段。

图 1-1 所示是一种单吸式压缩机的气缸。这种压缩机只在气缸的一端有吸人气阀和排人气阀，活塞每往复一次只吸一次气和排一次气。

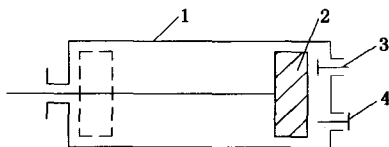


图 1-1 单级式压缩机气缸简图

1—气缸；2—活塞；3—吸人气阀；4—排人气阀

(1) 膨胀：当活塞 2 向左边移动时，活塞右边的缸容积增大，压力下降，原先残留在气缸中的余气不断膨胀。

(2) 吸入：当压力降到稍小于进气管中的气体压力时，进口管中的气体便推开吸人气阀 3 进入气缸，随着活塞逐渐向左移动，气体持续进入缸内，直到活塞移至左边的末端（又称左死点）为止。

(3) 压缩：当活塞调转方向向右边移动时，工件的容积逐渐缩小，这样便开始了压缩气体的过程。由于吸人气阀有止逆作用，故缸内气体不能倒回进口管中，而出口管中的气

体压力又高于气缸内部的气体压力，缸内的气体也无法从排出气阀4跑到缸外。出口管中的气体因排出气阀有止逆作用，也不能流入缸内。因此缸内的气体质量保持一定，只因活塞继续向右移动，缩小了缸内的容气空间(容积)，使气体的压力不断升高。

(4) 排出：随着活塞右移，压缩气体的压力升高到稍大于出口管中的气体压力时，缸内气体便顶开排出气阀而进入出口管中，并不断排出，直到活塞移至右边的末端(又称右死点)为止。然后，活塞又开始向左移动，重复上述动作。活塞在缸内不断地来回运动，使气缸往复循环地吸入和排出气体。活塞的每一次来回称为一个工作循环，活塞每来回一次所经过的距离叫做冲程。

图1-2所示是一种双吸式压缩机的气缸。这种气缸的两端，都具有吸入气阀和排出气阀。其压缩过程与单吸式气缸相同，所不同的只是在同一时间内，无论活塞向哪一方向移动，都能在活塞的运动方向发生压缩作用，在活塞的后方进行吸气过程。也就是说，无论活塞向左移或向右移都能同时吸入和排出气体。

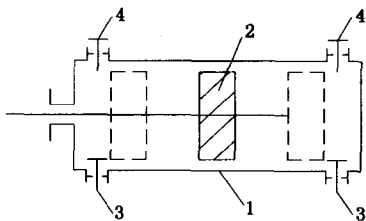


图1-2 双吸式压缩机气缸简图

1—气缸；2—活塞；3—吸入气阀；4—排出气阀

## 2. 什么是压缩气体的三种热过程？

气体在压缩过程中的能量变化与气体状态(即温度、压力、体积等)有关。在压缩气体时产生大量的热,导致压缩后气体温度升高。气体受压缩的程度愈大,其受热的程度也愈大,温度也就升得愈高。压缩气体时所产生的热量,除了大部分留在气体中使气体温度升高外,还有一部分传给气缸使气缸温度升高,并有少部分热量通过缸壁散失于空气中。

压缩气体所需的压缩功,决定于气体状态的改变。说通俗点,压缩机耗功的大小与除去压缩气体所产生的热量有直接关系。一般来说,压缩气体的过程有以下三种:

(1) 等温压缩过程:在压缩过程中,把与压缩功相当的热量全部移去,使缸内气体的温度保持不变,这种压缩称为等温压缩。在等温压缩过程中所消耗的压缩功最小。但这一过程是一种理想进程,实际生产中是很难办到的。

(2) 绝热压缩过程:在压缩过程中,与外界没有丝毫的热交换,结果使缸内气体的温度升高。这种不向外界散热也不从外界吸热的压缩称为绝热压缩。这种压缩过程的耗功最大,也是一种理想过程。因为实际生产中,无论何种情况要想完全避免热量的散失,都是很难做到的。

(3) 多变压缩过程:在压缩气体过程中,既不完全等温,也不完全绝热的过程,称为多变压缩过程。这种过程介于等温过程和绝热过程之间。实际生产中气体的压缩过程均属多变压缩过程。

图 1-3 所示是气体在上述三种情况下的压缩曲线。其中最外一条曲线  $BC$  表示绝热过程,称为绝热曲线;位于中间的曲线  $BC_1$ ,表示在实际情况下的气体压缩过程,称为多变曲线;位于里层的曲线  $BC_2$  表示气体在温度不变情况下

的压缩过程，称为等温曲线。

从图 1-3 中可以看出，气体在等温压缩时所包含的面积  $ABC_2D$  比绝热压缩包含的面积  $ABCD$  为小。面积的大小也可以表示功耗的大小，故等温压缩时所消耗的功就比在绝热压缩时所消耗的功小得多。同时从图中也可看到，多变曲线介于等温和绝热曲线之间，其面积  $ABC_1D$  比等温压缩时的面积  $ABC_2D$  为大，比绝热压缩时的面积  $ABCD$  为小，因而在多变压缩过程中所消耗的功就比等温压缩为大，比绝热压缩为小。多变曲线愈靠近等温曲线，其所消耗的功就愈少；反之多变曲线愈靠近绝热曲线，则所消耗的功就愈多。所以，在实际工作中，为了节省压缩功，也就是节省压缩气体时所消耗的动力，就必须使多变过程尽量接近等温过程。换句话说，必须创造近似于等温过程的条件进行气体压缩。

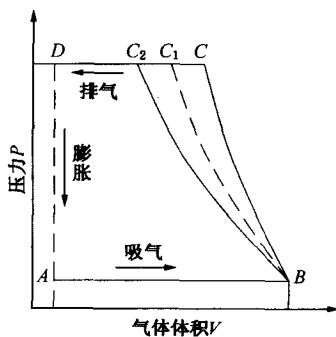


图 1-3 气体压缩曲线

$BC$ —绝热曲线； $BC_1$ —多变曲线； $BC_2$ —等温曲线

要使多变过程接近于等温过程，必须将压缩气体时所产生的热量移去。在实际生产中，为了达到上述目的，多用空气和冷却水来冷却压缩机的气缸和压缩以后的气体。在压缩

过程中，冷却的效果愈好，移去的热量会愈多，多变曲线也就愈接近等温曲线，则节省的动力也会愈多，愈经济。

图 1-3 又叫示功图，可用专门的仪器(示功器)描绘在图纸上，根据示功图可以确定指示功率、容积系数、压缩和膨胀过程的多变指数、吸气和排气时的压力损失和消耗在有害阻力上的指示功率。此外所有阀、阀的弹簧、活塞环和填料函工作的情况都反映在示功图上。

图 1-4 示出了压缩机正常工作和不正常工作的示功图。根据示功图歪曲的特点，可以看出压缩机在工作中所发生的故障及其性质。

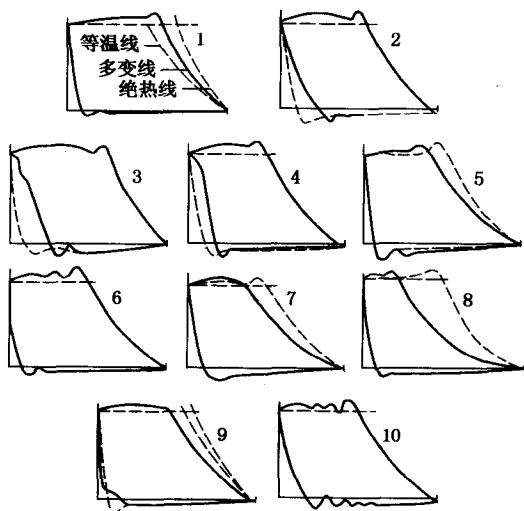


图 1-4 示功图的歪曲情况

- 1—正常的示功图(虚线代表理论的吸入、压缩和排出曲线)；2—余隙容积超过正常值；3—排出阀漏；4—排出阀片卡住；5—吸入和排出管路的阻力大；6—排出阀的弹簧过强；7—压缩时吸入阀或者活塞环漏；8—吸入阀卡住；9—活塞环泄漏；10—阀的弹簧选择不适当



### 3. 什么是多级压缩?

所谓多级压缩,即根据所需的压力,将压缩机的气缸分成若干级,逐级提高压力,并在每级压缩之后,设立中间冷却器,冷却每级压缩后的高温气体。这样,便能降低每级的排气温度。

图 1-5 所示,是多级压缩机的示功图。 $BC$  为绝热曲线,  $BK$  为等温曲线。当气体在  $P_1$  压力下进入第一级气缸,并在缸中压缩到  $P_1$  压力时,如果为绝热过程,气体状态以  $BC_1$  线上的点  $a$  表示。在压缩过程中如果经过气缸水套冷却水的冷却,则气体状态落在图  $b$  点。由图可见,这样可节省  $Bab$  面积的功。状态  $b$  的气体再经过第一级缸后的中间冷却器,气体温度降低,体积由  $b$  点移到  $c$  点(压力  $P_2$  仍然保持不变)。

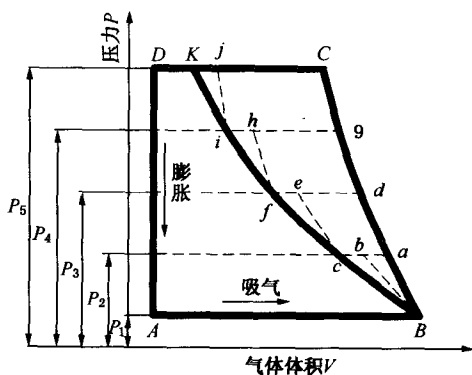


图 1-5 分段压缩示功图

$P_1$ —吸入压力;  $P_2$ —一级出口压力;  $P_3$ —二级出口压力;  $P_4$ —三级出口压力;  $P_5$ —四级出口压力;  $Bbcefhij$ —实际分级多变压缩曲线

同理,在第二级压缩时,节省了  $cade$  面积的功;第三