

《空压机安全规则和操作规程》GB/T 10892-2021

ICS 23.140
CCS J 72



中华人民共和国国家标准

GB/T 10892—2021

代替 GB/T 10892—2005

固定的空气压缩机 安全规则和操作规程

Stationary air compressors—Safety rules and code of practice

(ISO 5388:1981,MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 单位制	1
5 压缩机的种类	1
6 潜在事故	2
7 压缩机设计和结构的一般要求	4
8 防护装置	4
9 管道和压力容器	4
10 振动和压力脉动	5
11 电气设备	5
12 过热	5
13 材料	5
14 压缩机安装及空气分配系统	6
15 压缩机的安装	6
16 检修平台	7
17 压力仪表	7
18 管道系统	7
19 压力释放装置的设计	8
20 压力释放装置的应用	8
21 压力释放装置的安装	9
22 噪声	9
23 压缩机的操作	10
24 维护	10
附录 A (资料性) 本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照	12
附录 B (资料性) 本文件与 ISO 5388:1981 技术差异及其原因	15
附录 C (资料性) 噪声	17
附录 D (资料性) 有油润滑往复压缩机压力系统的设计原则	18
附录 E (规范性) 空气压缩机的润滑	19
附录 F (资料性) 积炭自燃的机理和油爆炸的起因	20
附录 G (资料性) 预防曲轴箱爆炸	21
参考文献	22

表 1 最大允许积炭层厚度	11
表 A.1 本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照情况	12
表 B.1 本文件与 ISO 5388:1981 技术差异及其原因	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 10892—2005《固定的空气压缩机 安全规则 and 操作规程》，与 GB/T 10892—2005 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 调整了术语和定义(见第 3 章,2005 年版的第 4 章)；
- 补充了易造成人身伤害的情况(见 6.4,2005 年版的 6.4)；
- 更改了噪声健康要求(见 6.5,2005 年版的 6.5)；
- 简化了铭牌内容的要求(见 7.1,2005 年版的 7.1)；
- 更改了喷油回转机的排气温度限值的前提要求(见 12.1,2005 年版的 12.1)；
- 更改了排气超温保护的溫度要求(见 12.2,2005 年版的 12.2)；
- 补充了对吸入空气品质的要求(见 15.2,2005 年版的 15.2)；
- 细化了压力仪表的安装位置(见 17.1,2005 年版的 17.1)；
- 更改了压力释放装置的压力设定要求(见 20.1、20.5、20.6、20.8、21.1,2005 年版的 20.1、20.5、20.6、20.8、21.1)；
- 更改了压力释放装置重新整定的要求(见 24.16,2005 年版的 24.16)；
- 增加了润滑油分类及典型应用要求(见 E.4.2)。

本文件修改采用 ISO 5388:1981《固定的空气压缩机 安全规则 and 操作规程》。

本文件与 ISO 5388:1981 相比，在结构上有较多调整，附录 A 中列出了本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照情况。

本文件与 ISO 5388:1981 相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录 B。

本文件还做了下列编辑性改动：

- 压力单位用“MPa”代替“bar”；
- 开氏温度“K”改为摄氏温度“℃”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国压缩机标准化技术委员会(SAC/TC 145)归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、浙江红五环机械股份有限公司、浙江开山压缩机股份有限公司、安瑞科(蚌埠)压缩机有限公司、鑫磊压缩机股份有限公司。

本文件主要起草人：任芳、陈德祥、徐秋林、王立新、臧杰、袁军、邢志胜、叶鹏、王钧、揭政义、王晨曦、徐洪富、骆嘉。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1989 年首次发布为 GB 10892—1989,2005 年第一次修订；
- 2017 年转为推荐性标准 GB/T 10892—2005；
- 本次为第二次修订。

固定的空气压缩机 安全规则和操作规程

1 范围

本文件规定了一般用固定或撬装的空气压缩机(以下简称压缩机)的设计、安装、操作及维护中应遵守的安全规则和操作规程。

本文件适用于轴功率不小于 2 kW、额定排气压力为 0.05 MPa~5 MPa 的压缩机。

本文件不适用于下列类型的压缩机:

- a) 用于呼吸、潜水、外科手术的特殊压缩机;
- b) 用于空气制动系统的压缩机;
- c) 引射器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 3100 国际单位制及其应用(GB 3100—1993,eqv ISO 1000:1992)

GB/T 7631.9 润滑油、工业用油和有关产品(L类)的分类 第 9 部分:D组(压缩机)(GB/T 7631.9—2014,ISO 6743-3:2003,MOD)

GB/T 13306 标牌

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

卸压阀或安全阀的整定压力 relief valve or safety valve set pressure

卸压阀或安全阀开始开启时,其进口端的压力。

3.2

喘振极限 surge limit

透平压缩机的一个极限流量,在此极限值下压缩机将不能够稳定工作。

4 单位制

本文件采用 GB 3100 规定的 SI 制单位。

5 压缩机的种类

5.1 分类

压缩机按润滑方式可分为无油润滑压缩机、有油润滑往复压缩机和喷油回转压缩机。

5.2 无油润滑压缩机

压缩空气不与润滑油接触。如动力式压缩机、迷宫压缩机、隔膜压缩机、无油润滑回转压缩机或带无油润滑活塞环的压缩机。

5.3 有油润滑往复压缩机

压缩腔中的运动件用油润滑,润滑油由专用注油器或由压缩机的其他部件供给。如无十字头的单作用往复活塞压缩机。

5.4 喷油回转压缩机

大量的润滑油喷入压缩腔,润滑油不仅润滑运动零部件,同时也有助于密封并吸收压缩热。

6 潜在事故

注:本文件不可能全面介绍与机械有关的所有可能发生的危险。以下仅指出一些特殊的事故,特别是固定的压缩机可能发生的事故。

6.1 不正确润滑

6.1.1 不正确润滑通常的原因是:

- a) 使用不合适的润滑油;
- b) 缺油;
- c) 由于维护不良引起间隙增大,使油压过低而导致轴承磨损;
- d) 不充分冷却或过度冷却;
- e) 过度润滑。

6.1.2 压缩机润滑系统的故障可能会导致排气温度升高,继续运转会使温度不断升高,润滑油有起火的危险。

6.2 不正确冷却

冷却不充分会引起事故的发生,但过度冷却形成的冷凝液则会使润滑油变质,引起气缸内壁腐蚀。

6.3 机械故障

机械故障通常是由以下一个或数个原因造成:

- a) 超压;
- b) 超速;
- c) 不正确润滑;
- d) 不正确冷却;
- e) 维护不良;
- f) 过度振动或受外力作用。

6.4 人身伤害

通常引起人身伤害的原因是:

- a) 与运动件接触;
- b) 与发热零件接触;

- c) 从高处摔下；
- d) 滑倒(例如由漏出的油引起)；
- e) 触电；
- f) 维修时不正确使用工具；
- g) 带压设备或部件的爆裂或爆炸；
- h) 润滑油着火产生的有毒油烟气；
- i) 热空气流烫伤；
- j) 高压空气射流。

6.5 噪声

即使是合理水平的噪声,也会引起人情绪烦躁、身心失调。长时间处在噪声环境中还会严重损伤人的神经系统,导致失眠和情绪烦躁。平均声压级超过 85 dB(A)的噪声被认为有损听觉,其危害程度取决于噪声强度和在该环境中所处的时间。

压缩机产生的噪声主要有三类:吸气噪声、压缩机表面辐射噪声以及管道系统发出的噪声。室内的噪声水平取决于室内所有噪声源发出的噪声以及房间本身的声学特性,即墙壁、地板和天花板的吸声作用。压缩机的噪声排放并非总是影响总噪声水平的最重要因素,还需考虑原动机产生的噪声。噪声说明参见附录 C。

6.6 压力系统着火与爆炸

6.6.1 有油润滑往复压缩机

一般认为,有油润滑往复压缩机压力系统的着火事故是由于积炭引起的。当参照附录 D 设计压力系统和按照附录 E 选择润滑油时,压缩机和压力系统都应当是清洁、无积炭的,这样可减少着火事故。对会产生积炭的压力系统来说,油的品级是比较重要的,而定期清洗压力系统也同等重要(参见附录 F)。

以下列出影响积炭形成的几个因素。

- a) 给油量
供油过度会助长积炭的形成。
- b) 空气过滤
随空气吸入的尘粒使油变稠,并造成油通过排气系统热部件的通道时间延长,增加了油氧化反应的时间,因而加速了积炭形成的速度。
- c) 温度
明显氧化的起始温度与使用油的品级和种类有关。水冷压缩机,推荐采用处理过的或去除矿物质的水,以防止水道结垢。公认的起火原因之一是冷却水中断,引起排气温度急剧升高,超过压缩机的正常温度,当热区内的积炭层又足够厚时,就可能产生起火。阀的损坏,同样也能使排气温度升高,引起事故的发生。
注:级压力比很高的压缩机,在冷却不良或润滑油过量时,会出现“压燃”现象。在特定的情况下,压燃引起的缸内爆燃,可变成沿着排气管道方向的连续爆燃。
- d) 存在催化剂(例如氧化铁)。
- e) 润滑油的错选或黏度不合适。

6.6.2 喷油回转压缩机(特别预防)

经验证明,良好的设计,正确的润滑和维护,可使喷油回转压缩机避免发生着火事故。但由于油过滤器滤芯引起的不正常温度升高,加速油的氧化,也会产生着火的危险。对于滤芯由化纤材料制成的油气分离器,滤芯和筒体间应保持良好的导电性并可靠接地,否则当高温高压的油气混合物进入时,可能

会引发静电放电起火的风险。

实验室试验和现场经验表明,防止发生油着火危险的三个重要因素为:

- a) 合理的设计;
- b) 选择恰当的油;
- c) 压缩机的正确操作与维护,特别重要的有以下几点:
 - 1) 保持低油耗;
 - 2) 定期换油;
 - 3) 保证油冷却装置正常工作。

6.7 曲轴箱爆炸

压缩机曲轴箱或齿轮箱中可能发生爆炸(参见附录 G)。

6.8 不正确的安装、操作和维护

如果安装、操作和维护的方法不正确,同样也可能发生事故(见第 23 章、第 24 章和附录 D)。

7 压缩机设计和结构的一般要求

7.1 压缩机的供方应按第 7 章~第 13 章的要求执行。

在规定的压力、温度和其他规定的工作条件下,设计和制造的压缩机应可靠,并且操作和维护方便,人身伤害的危险最小。

每台压缩机应在明显而平坦的部位固定上铭牌,铭牌尺寸与技术要求应符合 GB/T 13306 中的规定,铭牌上标示的内容应符合压缩机产品标准的要求。

7.2 所有仪表的功能应清楚地标明。远控压缩机运行时,机房中应有显示压缩机实际运行情况的仪表。

7.3 单人难以搬动的压缩机零部件,应设计有便于起吊的结构,除非零部件的形状本身适合吊装。

7.4 往复压缩机的进、排气阀组件或阀孔止口应设计成进气阀不能在排气阀位置安装,排气阀也不能在进气阀位置安装。

7.5 为了从活塞上拆卸活塞杆时的安全,在设计时应确保残留在活塞中的压缩空气量不会产生危险。

7.6 如有需要,大型压缩机的曲轴箱宜装有爆炸释放装置(参见附录 G)。

8 防护装置

8.1 所有对人有危险的转动件和往复件应设防护装置。必要时,应在飞轮罩上开一孔,以便盘车和接近所需观察的定时标记、飞轮中心和其他部位。

8.2 防护装置应便于拆卸和安装,并应有足够的刚度,以防止因人体接触而引起运动件对防护装置的摩擦。

8.3 用于室外的带传动和链条传动的防护装置,应不受气候的影响。

8.4 管道和其他热部件应适当防护和隔热(见 14.2)。

8.5 水平布置或人易于靠近的管道应有防护装置,或有足够的强度以承受 1.5 kN 的垂直载荷,而不产生有危险的挠曲或损坏。

9 管道和压力容器

9.1 连成一体的管道和辅助设备的支撑,应能消除由于振动、热膨胀和自身重量而引起破坏的可能性。

9.2 外露管道(不包括现场安装的仪表、气缸润滑仪器和控制空气的管路等)应有足够的管壁厚度,以防止由于偶然碰撞而引起损坏。

9.3 有油润滑往复压缩机至后冷却器或储气罐之间的排气管道,宜布置成能使油借助于重力通过热区,安装的级间管道及冷却器也宜做类似的布置(参见附录 D)。

9.4 管道和压缩机附件(如水套、冷却器、缓冲器及储气罐)都应在低处配置排液装置,以防止冬季停机时出现冻结事故。

9.5 气缸夹套和压缩机壳体的冷却剂出口应是开式的,或使冷却剂不会产生超压。

9.6 属于压力容器范围的附属设备应按国家有关标准和规范进行设计。

9.7 压缩机的压缩腔应在不低于 1.5 倍的最高工作压力下进行水压试验。为防止形成气囊,水压试验前,阀和有关装置应进行排气。对于有效工作压力低于 1.5 MPa 的批量生产的压缩机,可作抽样试验。

10 振动和压力脉动

10.1 振动和轴向位移报警器及停机开关,可用以防止破坏性事故。

10.2 由于往复压缩机吸、排气体的气流脉动,形成往复压缩机具有压力脉动的固有特性。如果脉动频率与管路或基础的固有频率发生共振,就会使管路、接头、地脚螺栓以及其他部件产生疲劳损坏。可以计算其共振频率,通过合理布置管路系统,而得到满意的减振效果(参见 D.7)。如果无法用以上方法实现减振,应合理设计带有排液装置的缓冲器安装在压缩机近气缸处或并入气缸部件中,使压力脉动及其对系统其他部分的影响减到最小。有油润滑往复压缩机的缓冲器,其设计宜能防止积炭(见 9.3)。

11 电气设备

所有电气设备应符合有关标准、规范或法规的规定。

12 过热

12.1 对于喷油回转压缩机,各级最高排气温度应不超过 110 °C。当使用特殊油时,允许较高的排气温度。

12.2 喷油回转压缩机应设有排气温度超温报警或自动停机装置,以防止压缩机油温度超过安全极限值。超温停机装置的停机温度应不高于最高正常排气温度加 28 °C,且不超过 12.1 规定的排气温度最高限值。

12.3 用浸入式电加热器加热润滑油时,电加热器最大能耗不应超过 25 kW/m²。如果润滑油出现过热或着火,则应全部更换新油。

12.4 积炭有时出现在高速齿轮传动中。在某些场合这种现象会导致油过热甚至着火。所以在齿轮箱中应留有足够的空间,并应配有适当的排泄装置。

13 材料

13.1 压缩机活塞环和填料的材料应能承受使用中可能出现的压力和温度。

13.2 与润滑剂接触的零部件材料应与润滑剂相适应。

13.3 在承受冲击和振动的管道上,宜避免使用铸铁的阀和管件。

14 压缩机安装及空气分配系统

14.1 压缩机的供方和用户应履行和遵守第 14 章~第 22 章的要求。

压缩机机组以及空气分配系统组件按第 7 章的规定。如对噪声大小和振动量有特殊要求,则应在合同中作出明确的规定。

所有管道、容器以及其他部件都应按有关标准和规范进行设计。

14.2 外表温度超过 80 ℃,且正常操作中人体易触及的管道和部件,应予以防护或隔热,其他高温管件应根据有关标准的规定做出清晰的标识。

14.3 当设计的管路系统会使压缩空气回流进入压缩机时,对设有内装止回阀的压缩机,在排气管线上应安装防止空气倒流的止回阀。上述压缩机用于并联运行时,也应安装止回阀。

14.4 如果系统要求透平压缩机延伸工作范围,在喘振极限附近运行的话,则压缩机应装设喘振保护装置。该装置应排放或回流来自压缩机排出的空气,以维持超过喘振极限的流量进入压缩机。回流的空气应予以冷却,以防止出现过高的温度。

14.5 可使用振动和轴向位移报警器及停机开关防止破坏性事故。

14.6 为了便于手动关停电动机,应在易于操纵的地方设置一个按钮,用于切断电动机的电源。

14.7 紧急停机按钮应呈红色。

14.8 在有些设备中,压缩后的空气被再加热,以增加它的体积或降低相对湿度。当压缩空气中含油雾时,则不应使用直接火焰型加热器。

14.9 当原动机功率显著地超过所需的功率时,应配有适当的保护装置,防止压缩机超负荷工作(如原动机为电动机时,宜采用过电流保护)。

14.10 用变速原动机时,除非证明压缩机不会产生超速的危险,否则应使用限速器或超速断开装置,以防止极端高速度,从而保护压缩机。

14.11 限速器或超速断开装置应调整到,在突然失载状态下轴的瞬时转速不会超过轴的安全极限转速。

14.12 输入功率大于 200 kW 的有油润滑往复压缩机应装有一个测温仪,用来指示末级的排气温度。

15 压缩机的安装

15.1 压缩机宜安装在环境凉爽清洁的地方,如确需将压缩机安装在炎热和多尘的环境中,宜通过一个吸入导管,从尽可能凉爽、少尘的地方吸入空气,并注意降低空气的湿度。

15.2 吸入的空气不应含有能导致内燃或爆炸的易燃烟气和蒸气,例如涂料溶剂的蒸气;亦不应含有能导致零部件腐蚀和润滑油劣化的腐蚀性气体。

15.3 风冷压缩机应安装在冷却空气能通畅流动的地方。

15.4 压缩机组周围应留有适当的空间,便于进行必要的检查、维护和拆卸。

15.5 为了维护和试车的安全,应能单独对一台压缩机进行停机和开机,而不影响其他压缩机。

15.6 远控的压缩机应在工作现场配有启动、停机装置。

15.7 远控和自控的压缩机上应有一个指示牌,牌上标明:

危 险
远 控 压 缩 机 , 开 车 不 警 告

为了安全起见,操作远控压缩机的人员应采取适当预防措施,以保证在没有人接触压缩机和没有人在压缩机上工作的情况下操纵压缩机。为此,在启动开关处应设置安全告示。

15.8 压缩机的吸气口应布置得不致使衣服被吸入,以避免人身伤害。

15.9 未配有吸气滤清器或筛网的压缩机,不应安装和使用。

15.10 输入功率大于 100 kW 的压缩机,当进气过滤器中灰尘或其他物体的积聚会引起其两端的压降显著增加时,每个进气滤清器宜加装压差指示装置。

15.11 当使用长的、不易清洗的金属进气管时,在最初开动和运转期间,应在压缩机吸气法兰前装上临时的空气滤清器或筛网,以防止压缩机因外来物质(例如焊渣、混凝土渣等)进入而损坏,可在进气管干净后,去掉该临时的滤清器或筛网。

16 检修平台

16.1 进行日常维护用的平台,应设有梯子和栏杆。平台的结构应保证操作人员能接近所需要维护和检修的位置,同时也不应妨碍检修零件的起吊。

16.2 高架平台和楼板应由金属板或栅板构成,其所有敞开的边应设置安全围栏,围栏分别由高为 1 050 mm 和 600 mm 的栏杆以及高约 100 mm 的护板构成,多于 4 个梯级的梯子,至少应在一侧设有扶手。

16.3 高架平台的楼梯倾斜应不大于 50°。

16.4 梯子和检修平台应防腐蚀或做防腐蚀处理,金属楼板应具有防滑表面。

17 压力仪表

17.1 显示压缩空气压力的压力仪表应安装在:

- a) 储气罐上;
- b) 工作压力大于 0.1 MPa 的活塞、回转空压机的末级下游靠近排气口的管道上(驱动功率不大于 15 kW 的非固定式压缩机除外);
- c) 工作压力大于 0.3 MPa 的隔膜压缩机的每一级下游靠近排气口的管道上;
- d) 驱动功率大于 22 kW 的压缩机的每一级下游靠近排气口的管道上;
- e) 每台透平压缩机气缸的排气侧。

17.2 如使用压力表,建议排气压力表上应有红色的刻度线表示最高工作压力,另一刻度线表示额定工作压力。额定工作压力宜处在压力表全量程的中段。

17.3 末级压力仪表为压力表时,其最大量程应是储气罐最高工作压力值的 1.5 倍~2 倍。压力表上的刻度单位应与安全阀使用的压力单位一致。

17.4 输入功率大于 75 kW 且带润滑油泵的压缩机,应装有一个指示强制润滑系统中润滑油压力的压力仪表。

17.5 如使用压力表,当有效许用工作压力大于 1 MPa 且表壳直径大于 63 mm 时,应使用带有防碎玻璃面和卸载孔的安全型压力表。

17.6 对受压力脉动影响的压力表,应采取措施保证压力表读数稳定。

18 管道系统

18.1 各管道连接前,应去除闭锁法兰或盲板以及干燥剂袋。

18.2 宜将冷却器后的排气管道布置成能使压缩空气中的油借助于重力通过热区,并且压缩空气流速

一般不应低于 8 m/s。

18.3 压缩机至后冷却器或储气罐之间的排气管受热后应能自由膨胀,并且不应与木材及其他易燃材料接触。若易燃材料在上述管道附近,则应采取措施避免发生着火。

18.4 在并联压缩机系统中,每台压缩机应装有隔离阀门并设有旁通阀,以便单台压缩机使用。止回阀不能用于隔离压缩机。

18.5 其他要求分别按 8.5、9.1、9.2、9.4 和 9.5。

19 压力释放装置的设计

19.1 一般压缩空气系统的压力释放装置宜选用弹簧式安全阀。爆破片可代替安全阀,或与正确设计、安装的安全阀连接使用。

19.2 大流量压缩机,当其释放的流量超过一定数量的安全阀所能处理的流量时,可采用爆破片,其最高工作压力应比预计的压缩机工作压力大得多,以防止爆破片由于屈服或疲劳过早损坏。

19.3 爆破片上应标明在特定温度下的爆破压力。

19.4 压力释放装置的设计需要考虑到各种膨胀、收缩、粘着和淤积的影响。

19.5 压力释放装置的材料应适合在有关压力、温度和腐蚀等条件下使用,可将合适的、安全可靠的非金属衬垫用于安全阀的阀瓣中,不应使用在工作条件下可能产生变形的纤维及其他材料。对腐蚀介质,应考虑使用隔膜阀。

19.6 安全阀的设计应使运动件有良好的导向,并在所有的工作状态下有适当的间隙。阀杆不应配置填料函。

19.7 安全阀的设计应在零件破裂和装置产生故障时,不会妨碍气体自由排出。

19.8 安全阀的设计应使其不会因疏忽而被调整到超出其标定的排放压力范围。

19.9 用于压缩空气的安全阀,应配备提升装置,在压力低于工作压力情况下,该装置应能将阀从阀座上提起;当撤去外提升力后,提升装置应能使阀回复到阀座上。

19.10 当安全阀用螺旋弹簧加载时,在最大排放状态下,螺旋弹簧圈间应留有钢丝直径的一半或至少 2 mm 的自由间隙。

19.11 每个安全阀都应有下列永久标记:

- a) 制造厂名称;
- b) 气体流动方向;
- c) 整定压力;
- d) 流量系数和有效流通面积或阀的流通能力。

20 压力释放装置的应用

20.1 对使用压力超过大气压力的压缩机、压力容器和附属设备,应使用压力释放装置或其他保护装置,防止系统元件中的压力超过其最高工作压力(制造厂所规定)的 1.1 倍或加 0.1 MPa,取两者中的较大值。容器被分隔开的每一部分都应看成是一个独立的容器,并应恰当地连接一个压力释放装置。

20.2 容积式压缩机总是在压缩机排气口和第一个截止阀之间设置压力释放装置予以保护。

20.3 离心或轴流压缩机系统中,其任一元件中能产生的最高压力不会超过其最高工作压力的 1.1 倍时,使用这种压缩机系统可不设压力释放装置。为确定是否可以不用释放装置,应根据吸气压力、吸气温度、流量和速度的各种组合来评估系统可能产生的最高压力。

20.4 在可能产生负压而容器不能承受负压的情况下,应配备真空截断装置。

20.5 分析系统以确定何种情况下会导致压缩机各元件的压力可能超过其最高工作压力的 1.1 倍或加

0.1 MPa,取两者中的较大值。在此最恶劣条件下,用该压力下的流量确定释放装置的流量。

压缩机最常见的超压原因是:

- a) 出口阻塞;
- b) 空气流量低时,流量调节装置失效;
- c) 进口压力增高;
- d) 超速;
- e) 进口空气或中间冷却器的温度低于透平压缩机的设计值。

当超压仅在上述两个或多个不相关原因同时出现的情况下才可能发生时,可以不考虑超压控制。

20.6 为了防止压力释放装置的泄漏,装置整定压力至少应超过其气体进口处工作压力的 1.1 倍或加 0.1 MPa,取两者中的较大值。

为避免压力释放装置不必要的起跳,在压缩机排气压力和压力释放装置最低整定压力间需要有一定余量。

压力释放装置开启太频繁会影响其正常使用。因此,在上述情况不能避免时,应使用两个不同整定压力的压力释放装置,每个压力释放装置应有足够的释放能力。

20.7 存有液体的容器应配有压力释放装置或采取其他防护措施,以确保能排出产生的蒸汽。

20.8 当容器内所配的加热盘管或其他加热元件发生故障时,可能会增加容器内流体的正常压力。考虑到可能产生一些蒸汽,设计的压力释放装置释放能力,应能保证使容器中的压力不超过制造商所规定最高工作压力的 1.1 倍或加 0.1 MPa,取两者中的较大值。

20.9 当容器之间用具有一定流通面积的管道连在一起,并且容器之间没有截止阀隔开时,可作为一个容器来考虑配置压力释放装置。

21 压力释放装置的安装

21.1 压力释放装置应安装在靠近要保护的系统,并且不允许用阀门隔开,除非带有可以切换的双重或多重释放装置,其释放量应保证在最大连续供气流量下,系统压力不应超过最高工作压力的 1.1 倍或加 0.1 MPa,取两者中的较大值。

对于大多数压缩机及其辅助系统的超压保护,只需在压缩机的每一级排气侧装上一个压力释放装置。通常,当上述释放装置工作时,能保证压力系统中最弱元件的压力不会超过其最高工作压力的 1.1 倍或加 0.1 MPa,取两者中的较大值。

21.2 气体进入释放装置后流经的阀门、连接件及管道,其有效流通面积至少应等于释放装置进口处的有效流通面积。

21.3 在最大流量条件下气体流过释放装置进气管后的最大压力降,应不超过整定压力的 3%。

21.4 条件允许时,被释放的气体宜直接排入大气。大气排放或排放管口应设在不会对人员造成伤害的地方。

21.5 所使用的排放管的尺寸,应不降低释放能力。

21.6 装有两个或多个可预期同时工作的压力释放装置的排放管道,释放量以其出口面积的总和为基础,并考虑下游部分的压降。

21.7 排放管道及其固定支架的结构和设计,应能承受反作用力,并不让过多的力传到压力释放装置上。

21.8 安全阀排气管道的结构和设计,应使其任何部位均不产生集液现象。

22 噪声

一般常用单独的压缩机房把压缩机噪声与一般的工作场所屏蔽。噪声大小取决于压缩机的数量和

它们的噪声辐射。当采用吸气消声器时,可使噪声降低到令人满意的水平(参见附录 C)。

23 压缩机的操作

23.1 压缩空气系统的用户和操作人员应履行和遵守本章的要求。用户企业应选派具有一定资质的人员作为压缩机的安全管理人员,对压缩机的正确操作和维护负责。

23.2 管理人员应保证操作人员得到有关安全预防措施方面的教育,以防止发生事故和人身伤害。

23.3 压缩机应由指定的经过培训的人员操作。

23.4 操作人员应定期温习压缩机的开机、停机和应急停机等操作程序。

23.5 应以使用说明书或图表的形式提供清楚的操作指南。

23.6 应按照附录 E 的规定使用制造厂推荐或同意的润滑油品或种类。

23.7 应避免压缩机因气缸过分冷却导致气缸内部腐蚀,以免铁锈加剧压力侧积炭的产生。水冷压缩机宜使用恒温水阀门。

23.8 输入功率大于 100 kW 的压缩机,应保存其油耗及所有主要项目的测试、检查、修理以及压力试验情况等的记录。

注:缺油是压缩机发生故障的常见原因,压缩机发生故障前常出现油耗量增加的现象,因此,定期测定油耗量能帮助操作人员及时发现故障。

23.9 对于无油润滑压缩机,一旦监测到油耗异常,则表明可能有润滑油泄漏进入压缩空气中并产生潜在的危险。

23.10 开机前,应排除压缩机和内燃机的进气管道及冷凝液收集器和气缸中的冷凝液。

23.11 压缩机初次开机和改变电力接头或换向装置后,应检查电动机的转向,以保证其按正确方向运转。

23.12 用浸润式或油浴式吸气滤清器时,所选择的油应不会增加着火的危险,且只使用压缩机和吸气滤清器制造厂推荐或允许使用的油品。

23.13 应注意避免损坏压力释放装置,同样也应避免由于涂层或污垢的聚结堵塞,而影响压力释放装置的功能。

23.14 操作人员和维修人员在噪声超过规定值的压缩机房内停留时,应带护耳器。

23.15 应保持喷油回转压缩机冷却系统的内部和外部清洁,以避免循环油或过滤器产生过热现象。通常采取的措施如下:

- a) 压缩机在多灰尘的大气中运转时,根据需要,每天或每周应对冷却器外表面进行一次清洗;
- b) 压缩机在很高的环境温度下运转时,应注意确保冷却器中油的内循环不会因油垢而受到影响;
- c) 应按期检查超温停机装置;
- d) 润滑油应按制造厂的规定定期更换。压缩机在高温环境下运转时,宜缩短润滑油的更换周期。

23.16 输入功率大于 200 kW 的大型往复压缩机,建议操作人员测量冷却水温度、排气温度以及曲轴箱内的油温。

24 维护

24.1 压缩空气系统的用户和操作人员应履行和遵守本章的要求。安全管理人员(见 23.1)应至少每年检查压缩机的操作和维护是否正确遵守,以及压缩机及其所有附件和安全装置是否处于良好的工作状态。

24.2 维修工作只能由经过适当培训的人员担任。

24.3 除设计规定在运行时可以清洗的进气滤清器外,所有维修工作应在压缩机停机时进行。

- 24.4 拆卸压缩机中的受压件前,压缩机应与所有压力源隔开,并且把压缩机中的压缩空气完全排入大气。
- 24.5 压缩机宜尽量保持清洁、无油和无尘垢。
- 24.6 对电力驱动的压缩机进行维护保养时,电气开关应处在断开位置,或采用诸如取下熔断器等其他能断开电源的措施。
- 24.7 应维护所有安全装置,确保其功能正常。安全装置不应发生故障,并只能用可提供同样安全的其他装置来替换。应定期检查压力仪表和测温仪的精度,精度超出规定时应予以更换。
- 24.8 定期维修的项目应包括检查压缩机设备的安全装置。
- 24.9 应根据制造厂的建议,定期对全部安全阀进行试验,确定功能是否良好。
- 24.10 压缩机维修时,为避免由于疏忽而使压缩机启动,应断开动力源并悬挂警告标示牌,其上标明:

正在检修,严禁开机

- 24.11 往复压缩机在拆卸或大修前,应避免质量大于 15 kg 的运动件的翻转或移动。拆卸或检修后,应使压缩机曲轴至少转动一圈,以保证压缩机或其驱动装置内无机械障碍。
- 24.12 在任何情况下,都不应使用易燃液体清洗阀、滤清器、冷却器的气道、气腔、空气管道以及正常工作条件下与压缩空气接触的其他零件。不应使用四氯化碳作为清洗剂。在用氯化烃类的非易燃液体进行清洗时,应采取适当的安全措施以防止开机后有有毒气体排出。
- 24.13 对有油润滑往复压缩机,应定期检查排气口至压缩空气温度为 80 ℃ 处之间的所有管路、容器和配件,有效地去除任何积炭。检查和清除的次数应使积炭的厚度不超过表 1 的规定。

表 1 最大允许积炭层厚度

有效工作压力 MPa	≤ 1	$>1\sim 3$	$>3\sim 5$
允许积炭层厚度 mm	3	2	1

- 24.14 当怀疑轴承或其他零部件过热时,应在停机后经足够时间的冷却(至少 15 min),使得过热部件的温度降到最低自燃温度(空气与油蒸气或空气与油雾混合物的最低自燃温度约 275 ℃)以下,再打开曲轴箱或其他观察盖,以避免曲轴箱发生爆炸(参见附录 G)。
- 24.15 不应使用明火察看压缩机或压力容器内部。
- 24.16 当压力释放装置的操作条件改变,使其排放压力超出制造厂推荐使用专用弹簧的压力范围时,应按相关标准的规定重新整定和重做标记。
- 24.17 定期检查爆破片是否有疲劳裂纹、腐蚀或其他损坏的迹象。
- 24.18 为避免排气温度增高,应定期检查和清洗传热表面(如中间冷却器和水套),并应规定清洗的间隔时间。

附 录 A

(资料性)

本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照

表 A.1 给出了本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照一览表。

表 A.1 本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照情况

本文件结构编号	ISO 5388:1981 结构编号
1	1.1 第一句, 1.3
2	2
3	4
3.1	4.2
3.2	4.7
4	3
5	5
5.1	—
5.2	5 a)
5.3	5 b) 第一段
5.4	5 c)
6	6
7	7
7.1	引言, 7.1
7.2	7.2
7.3	7.3
7.4	7.4
7.5	7.5
7.6	7.6
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17

表 A.1 本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照情况 (续)

本文件结构编号	ISO 5388:1981 结构编号
18	18
18.1	18.1
18.2	18.2
18.3	18.7
18.4	18.8
18.5	18.3~18.6,18.9
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	附录 A
附录 D	附录 B
附录 E	附录 D
E.1	D.1
E.2	D.2
E.2.1	D.2 引言
E.2.2	D.2.2
E.2.3	D.2.3
E.2.4	D.2.4
E.3	D.3
E.4	D.4
E.4.1	引言
E.4.2	—
E.4.3	D.4.6
E.4.4	D.4.7
E.4.5	D.4.8
E.4.6	D.4.9
附录 F	附录 C
F.1	C.1
F.2	C.2

表 A.1 本文件与 ISO 5388:1981 结构编号对照情况 (续)

本文件结构编号	ISO 5388:1981 结构编号
F.3	C.3
F.4	C.4
F.5	C.5
F.6	C.6
F.7	C.7
F.8	C.8
F.9	C.9
附录 G	附录 E
—	4.1, 4.3~4.6, D.2.1, D.2.5, D.4.1~D.4.5

附录 B

(资料性)

本文件与 ISO 5388:1981 技术差异及其原因

表 B.1 给出了本文件与 ISO 5388:1981 技术差异及其原因的一览表。

表 B.1 本文件与 ISO 5388:1981 技术差异及其原因

本文件 结构编号	技术差异	原因
1	重新编写“范围”一章的内容	按 GB/T 1.1 的要求对“范围”一章进行调整和规范,主要内容未变
3	删除了部分术语和定义	原国际文件 4.1、4.3、4.4、4.5、4.6 的术语在标准正文中未提及,按 GB/T 1.1 的规定予以删除
4	用不注日期的 GB 3100 替换了 ISO 1000	适合我国国情
5.2	删除了有油润滑压缩机的四种型式	四种型式的分类与我国标准的分类方式不一致,也不全面,删除后并不影响该条的说明
6.4 i)j)	增加了 2 种引起人身伤害的原因	压缩空气是高温高压气体,操作不当给人身带来重大伤害,根据实际危害补充了热气流烫伤、高压空气射流的伤害
6.5	更改了噪声值要求	按现阶段国家对职业健康的要求,加严噪声值要求,新的噪声值与国内外现阶段噪声标准要求一致,同时体现了对人体健康的日益重视
6.6.1 e)	增加了润滑油的错选或黏度不合适	国外产品说明及我国实践证明,油品的选择不当,是积炭形成的重要因素之一
6.6.2	增加了对化纤材料滤芯导电及接地的要求	静电放电引起的火灾在喷油回转压缩机的故障中占了很大比例,增加该条款要求有助于减少危害,保障安全
7.1	更改并简化了铭牌标识的内容	我国压缩机行业标准对产品铭牌的内容均有明确规定,且远多于 ISO 标准的要求,这些内容已为行业厂所接受,修改并简化此条为按压缩机产品标准的要求,以符合我国实际
9.7	更改了水压试验压力	我国压缩机标准规定,作为强度试验的水压试验压力应为“1.5 倍的最高工作压力”
12.1	删除了对单级和环境温度 30 ℃ 的前提限制	压缩机技术的最新发展,两级压缩产品技术成熟且市场应用广; 基于运行安全考虑,压缩机在任何情况下均不应超温
12.2	更改了超温报警的温度	超温报警温度改为“最高正常排气温度加 28 ℃,且不超过 12.1 规定的排气温度最高限值”,与 GB 22207—2008《容积式空气压缩机 安全要求》的规定保持一致,也符合我国产品的现状

表 B.1 本文件与 ISO 5388:1981 技术差异及其原因 (续)

本文件 结构编号	技术差异	原 因
14.2	更改了高温管道标识要求	我国各行业对高温管道标识的规定尚不统一,只能定性规定,修改为“其他高温管件应根据有关标准的规定做出清晰的标识”
14.11	删除了所引用的 5 个透平压缩机国际标准及文件	这些文件仅是说明透平压缩机限速器等要求条文的来源或该条文与这些文件相关连
14.12 24.7	温度计改为测温仪	允许使用更先进的仪器仪表、测量手段及适应数字化发展
15.2	增加了对吸入空气品质的要求	如压缩机的吸入空气中含有腐蚀性气体,容易导致压缩机零部件损伤和润滑油劣化
17	压力表改为压力仪表	允许使用更先进的仪器仪表、测量手段及适应数字化发展
17.1	细化了压力表具体的安装位置; 20 kW 改为 22 kW	与 GB 22207 的要求保持一致,给出具体安装位置更具可操作性; 按我国标准对驱动机功率分档的规定调整,以保持一致
18	对管道系统的安全条款进行了简化与合并	删除了 ISO 标准的 18.3~18.6 及 18.9,条文内容和第 8 章、第 9 章要求重复,改为引用方式处理
20.1 20.5 20.6 20.8 21.1	更改了承压元件、压力释放装置的压力设定值及表述方式	按 GB 22207—2008《容积式空气压缩机 安全要求》的规定,修改为“最高工作压力的 1.1 倍或加 0.1 MPa,取两者中的较大值”,同时满足低压时的可操作性
24.16	细化了重新调整压力释放装置的要求	压力释放装置的调整由谁进行、如何调整和重新标记,相关标准均有明确规定,用户不得随意操作,条款的进一步细化和明确可避免争议,有利于保障压力释放装置的安全使用
E.4.2	更改了对润滑油油品的推荐	ISO 标准中推荐的润滑油品与我国油品标准不一致,也不符合现阶段润滑油的技术发展。修改为按照 GB/T 7631.9 的规定,可以提供国内常用压缩机用润滑油的合理使用范围,又避免对润滑油进行不必要的限制
全文	更改了名词“最高许用工作压力”	“最高许用工作压力”一般用于压力容器的设计和校核,修改为符合压缩机专业设计使用的“最高工作压力”
—	将原国际文件 9.7、12.1、17.1、20.5、20.6、23.15 下的“注”处理成为具体的条文	这些条文的注,其内容包含了要求的性质,与 GB/T 1.1 的规定不符

附 录 C
(资料性)
噪 声

C.1 即使是一般的噪声也会引起人情绪烦躁、身心失调。长时间处在噪声环境中还会损坏人的神经系统,导致失眠、情绪烦躁等。每天 8 h 以上处在声压级超过 85 dB(A)的噪声中会损坏人的听觉。

C.2 一般常用单独的压缩机机房把压缩机噪声与一般的工作场所屏蔽。噪声大小取决于压缩机的数量和它们的噪声辐射,当采用吸气消声器时,可使噪声降低到满意的程度。

在压缩机房的墙壁、顶棚上采用吸音材料并设置减噪和防止驻波形成的挡板,可以改进压缩机房的传声环境,使总的噪声声级降低。应当注意,通过墙壁和窗户传出的噪声在周围环境中不应引起过高的噪声。

工作人员在各种声压场合下工作的时间应按有关法规或标准的规定。

C.3 压缩机噪声的测定按 GB/T 4980 的规定。

附录 D

(资料性)

有油润滑往复压缩机压力系统的设计原则

D.1 压缩机系统中油的燃烧通常是由于积炭引起的。在压缩空气系统中,高温和高压易使油发生氧化反应。一旦油被氧化,将变得更黏稠,形成如淤泥状的物体,最后在末级转化成积炭。如果积炭层很厚,就可能发生自燃并引起压力系统着火,甚至会引起爆炸(参见附录 F)。

D.2 实践证明,压缩机排气系统热区的设计对积炭的形成有决定性影响,因为排气系统的设计决定了油微粒通过热区需要的时间。

D.3 压缩机排气法兰或排气阀的一些润滑油被雾化成小的微粒,直接随压缩空气被快速送到压力系统的冷区而不与热壁相接触。由于这部分油很快通过热压力区,因而实际上不发生氧化作用。

D.4 较大的油微粒具有较大的质量和惯性,无法被气流带走,因此沉积在热区的壁上,与空气接触的时间足够长,因而发生氧化反应并发生分解。

D.5 主要有两种方法可以把停留在壁面上的油迅速转移到冷区。通常会同时利用如下两种方法,使压缩空气系统的热区保持干净:

a) 使部分油气化;

b) 把压力系统内部设计成可借助压缩空气的脉动作用及重力作用,促使油沿着壁面向冷区移动。

D.6 调查表明,如果按照附录 E 的要求选择润滑油,同时有油润滑往复压缩机的管道及其他元件中压缩空气的速度大于 8 m/s,压缩机排气系统就能保持干净、无沉积物。在这种空气速度下,任何沉积在垂直壁面上的油都将向上移动。当然,在可能的情况下,气流应向下流动,这样重力将有助于油的移动。

D.7 压缩空气在管内、冷却剂在管外的结构是最好的后冷却器设计。这种布置对于窄管结构的后冷却器具有良好的压力脉动阻尼作用。连接压缩机和后冷却器的管路长度需要设计成能够获得最大的压力脉动阻尼。为了充分利用上述脉动阻尼现象,每台压缩机要有适合自身的后冷却器和储气罐,还要同时有利于使用和维护。

附录 E
(规范性)
空气压缩机的润滑

E.1 无油润滑压缩机

E.1.1 所有的无油润滑压缩机几乎都有油润滑的轴承、驱动机构或齿轮传动装置,用填料函或其他装置将压缩机的润滑部位与压缩空气的部位隔开,防止空气与油彼此接触。

E.1.2 在机器的润滑部位,引起磨损继而引起损坏的不充分润滑的危险通常很小。

E.1.3 有些高速压缩机,在启动和停机时对润滑来说是危险期。因此,这些机器常备有安全装置,在启动和停机操作时用来控制油压。有些机器采用单独的油泵,即在压缩机启动前,先开动油泵建立起油压。

E.1.4 在有些压缩机中,机器的润滑部位与无油部位之间的密封件易产生一定程度的磨损,结果使润滑油漏进压缩腔内,这种泄漏不仅会使压缩机不适合使用,还会使压力系统中形成积炭。

E.2 有油润滑往复压缩机

E.2.1 正确选择和使用压缩机润滑油,不仅是为满足正常的润滑要求,同时也为了在排气系统中消除积炭和至少形成积炭。通常采用的润滑油品级和牌号,应是压缩机制造厂家推荐的。

E.2.2 有油润滑往复压缩机中着火的主要原因是由于积炭的形成,所以最新的发展方向是直接生产不易变质和不易形成沉积物的润滑油。油的抗氧化性和暴露在排气系统热空气中的时间是很重要的两点。

E.2.3 抗氧化性好的油是靠选用具有抗氧化作用的基础油或油中加入在压缩机排气温度的下才具有稳定性的抗氧化剂。而油暴露的时间则取决于压力系统(见附录 D)的结构形状和油的黏度。

E.2.4 油的黏度越低,越容易沿管子移动,但也容易产生气化,所以,重要的是采用具有适当蒸馏特性的油。如果一种油蒸馏范围太宽,油中的轻油部分将产生气化,剩下较重部分,因为其黏度较高,在热区滞留更长时间。

E.3 喷油回转压缩机

喷油回转压缩机由于排气温度低,一般没有积炭的问题,但作为循环油,应具有良好的抗氧化作用,以保证一定的寿命。对于喷油回转压缩机应该使用特殊油或具有良好抗乳化的循环油。抗氧化剂在一般的压缩机温度下应具有足够低的挥发性,使油保持到换油的时间。

E.4 润滑油的使用

E.4.1 通常,应该使用压缩机制造厂推荐的牌号和品级的润滑油,如用其他润滑油,则应与压缩机制造厂商议。油的氧化反应会形成自燃温度低的乙醛,因此具有潜在的危险。

E.4.2 润滑油的分类及在压缩机中的典型应用按照 GB/T 7631.9 中的规定。

E.4.3 在露天或不热的机房内运行的有油润滑往复压缩机,在可能出现的最低环境温度时,润滑油计算黏度应不超过 $2\ 000\ \text{mm}^2/\text{s}$,并且凝固点应比最低环境温度低大约 $5\ ^\circ\text{C}$ 。

E.4.4 如环境温度特别高,应使用高黏度等级的润滑油。

E.4.5 需要特别注意,在可能吸入空气的情况下应确保润滑油无毒。供油方应提供信息,以使用户能够评估与压缩空气预期用途有关的任何健康危害。空气中油雾的极限值通常定为 $5\ \text{mg}/\text{m}^3$ 。

E.4.6 宜选择满足润滑要求并且黏度最低的润滑油,该润滑油应适用于最低环境温度下启动和最高环境温度下运行。在特殊情况下,可按一年中不同的季节使用不同黏度等级的润滑油。

附录 F

(资料性)

积炭自燃的机理和油爆炸的起因

F.1 油与压缩空气接触易发生氧化反应,氧化反应的速度随着温度、氧的分压力、起催化剂作用的铁或氧化铁的微粒的增加而增加。氧化反应会提高油的黏度,如果油在热区停留的时间充分,就可能在压缩机排气系统形成积炭。这些积炭继续氧化,而氧化反应产生放热现象,因此,就存在着自燃的必要条件。

F.2 实际上,氧化反应产生的热量通过两种方式带走:一是通过积炭层上面的压缩空气流的冷却作用,二是通过积炭层传导给所处的金属壁。当不能及时带走氧化反应产生的热量,积炭层的温度就升高,在特殊情况下,会达到积炭层自燃的温度,而产生足够大的热量削弱或软化压力系统壁上的金属。虽然不发生真正的爆炸,但这种器壁的突然破裂会被误认为是爆炸。

F.3 研究表明,引起油着火,需要积炭层达到一定的厚度(0.7 MPa 工作压力下约 25 mm),周围温度要在 150 ℃ 和一定的限制热量通过积炭层传导的孔隙度(常称作干燥度)。在这些条件下,当积炭层上面流动的压缩空气过多地减少,引起散热速度降低时就会起火,这种情况会在吃饭、休息、换班或当压缩机处在无负荷运行时发生;或者当压缩空气流动情况不变,而积炭层产生的热量使其内部的温度高于自燃温度的情况下也会发生着火现象。

F.4 危险的积炭层临界厚度随每台压缩机压缩空气的压力和温度、沉积物中杂质微粒、沉积物实际位置以及压缩机运行条件的不同而改变。因此,积炭层安全厚度将随压缩机的不同而改变。在 24.13 中给出了一些推荐的数值。

F.5 有时,压力系统中的油着火会引发油蒸气或油雾爆炸,但实际这种情况很少发生。这种情况如出现,必定是压缩空气和汽化的油或油雾的混合比率处在爆炸极限的范围之内,并且此混合物接触到点火源。

F.6 幸好,引起爆炸所需要的压缩空气与油的混合比率范围是有限制的。氧气过多或易燃物过多都会抑制爆炸,这可能是极少发生爆炸的主要原因,但应始终牢记这种危险的存在。

F.7 虽然获得的信息有限,难以判断压缩机油初始爆炸的确切原因,但以下分析似乎最有可能:当压缩机空载,且没有气流流过积炭层时,引发了起火。一段时间之后,空气中的氧气在不完全燃烧中被消耗,产生的一氧化碳连同从积炭层中分解或氧化的油和油雾,形成潜在的易燃混合气体。易燃混合的气体和油雾流向排气系统下游的冷却器部位,在那里与未燃烧过的空气混合,产生一种易爆的混合气体。在这种情况下,当压缩机再次启动排出空气时,空气流量突然增加,吹散了燃烧的积炭微粒,并把它送到易爆的区域,就可能发生爆炸。

注意,即使没有发生爆炸,压缩空气也将被不完全燃烧产生的有害气体污染。

F.8 当有油润滑往复压缩机排气管道的内壁有一层薄的油膜时,前面所述的这种初期的爆炸会接二连三发生更猛烈地爆炸。由于初期爆炸传到排气管道的足够强的冲击波,会从管壁上剥下油膜,并形成一种油雾和空气混合物。如果产生易燃混合物,且冲击波的温度达到了自燃极限,则会发生第二次爆炸,它加速冲击波达到爆破速度(超音速),这时会发生管壁脆性破裂。这一过程可能会沿着压缩机空气管道不时重复出现,在管道内表面频繁地产生破坏。这种类型的爆炸对于压力系统的破坏是巨大的,并且对于附近的人也是非常危险的。

F.9 如果严格地按照本文件中的规定,减小积炭的形成,则可将油着火或爆炸的危险降至最低。

附录 G
(资料性)
预防曲轴箱爆炸

G.1 曲轴箱爆炸是由于润滑油和空气的易燃混合物引燃的结果。随着有限密闭空间的燃烧,燃烧产生的压力常常超过曲轴箱的强度,从而产生破坏性事故。引火源一般是过热的零部件。

G.2 防止曲轴箱爆炸需要消除火源,或者预防产生易燃混合气体。

G.3 因为某种形式的机械故障卡住总有可能产生,所以要消除火源是不可能的。从技术角度上讲,要测量出所有运动部位的温度,尽早发现过热部位,排除潜在的火源也是不现实的。

G.4 恰当的运行和维护可以减少机械故障。如果一台压缩机因机械故障(可能包含过热部位)而停机时,不能马上打开检查窗。在空气进入曲轴箱前,让过热部位冷却一段时间,这样就减少了爆炸的可能性。

G.5 为防止产生易燃的混合物,建议可采用曲轴箱强制通风或使曲轴箱在低于大气压力下工作的方法。需要认识到当采用这种方法时,在一定条件下,曲轴箱通风会稀释高浓度的可燃混合物,使它达到易燃和易爆的范围。

G.6 曲轴箱可以不断用惰性气体净化,这也是一种通风方法。但是,要有效地净化一台大型的压缩机,所需的惰性气体量会使这种方法不切实际。

G.7 由于很难消除造成爆炸的原因,有时要装设压力释放装置来防止压力超过曲轴箱的强度。释放装置可采用弹簧加载盖板或具有阻焰器的特殊设计的阀门。

G.8 不应使用爆破片,因空气涌入填满由爆炸产生的局部真空时,可能导致第二次爆炸,有时比第一次爆炸危害更大。

G.9 至于压力释放装置的选择,试验表明,当曲轴箱处在最大爆炸强度下,提供足够大的泄压面积来维护安全的压力是不切实际的。但是,经验表明,如果装置的总喉部面积满足公式(G.1)的要求,许多典型的曲轴箱爆炸可以用传统的曲轴箱防爆装置安全地解除:

$$A \geq 0.07V \quad \dots\dots\dots (G.1)$$

式中:

A —— 总喉部面积,单位为平方米(m²);

V —— 曲轴箱容积,单位为立方米(m³)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4980 容积式压缩机噪声的测定
-