



中华人民共和国国家标准

GB 12476.7—2010/IEC 61241-4:2001

可燃性粉尘环境用电气设备 第7部分：正压保护型“pD”

Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust—
Part 7: Type of protection “pD”

(IEC 61241-4:2001, IDT)

2010-08-09 发布

2011-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 正压原理	3
5 通用结构要求	3
6 温度极限	4
7 安全措施和安全装置(静态正压保护除外)	5
8 静态正压用安全措施和安全装置	7
9 保护气体的供给	7
10 检查和试验	7
11 标志	8
附录 A (规范性附录) 保护气体源的管道	10
图 A.1 沿管道和通过正压外壳的静态过压示例	10
图 A.2 带风扇的正压型旋转电机中的静态过压示例	11
表 1 对正压保护故障的要求	6

杭叉集团
专用

前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 12476《可燃性粉尘环境用电气设备》分为若干部分：

- 第1部分：通用要求
- 第2部分：选型和安装
- 第3部分：可燃性粉尘存在或可能存在的危险场所分类
- 第4部分：本质安全型“iD”
- 第5部分：外壳保护型“tD”
- 第6部分：浇封保护型“mD”
- 第7部分：正压保护型“pD”
- 第8部分：试验方法 确定粉尘最低点燃温度的方法
- 第9部分：试验方法 粉尘层电阻率的测定方法
- 第10部分：试验方法 粉尘与空气混合物最小点燃能量的测定方法

……

本部分是 GB 12476 的第 7 部分，等同采用 IEC 61241-4:2001《可燃性粉尘环境用电气设备 第 4 部分：正压保护型“pD”》(英文版)。

本部分对 IEC 61241-4:2001 进行了下列编辑性修改：

- 删除了 IEC 61241-4:2001 的前言；
- 增加了国家标准的前言。

本部分的附录 A 是规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本部分主要起草单位：南阳防爆电气研究所。

本部分主要参加单位：国家防爆电气产品质量监督检验中心、江苏欧瑞防爆电气有限公司、创正防爆电器有限公司、沈阳亿佳三丰电气有限公司、华荣集团有限公司。

本部分主要起草人：李书朝、高峰、吴建国、陈瑞、周京、刘绮映。

可燃性粉尘环境用电气设备

第7部分:正压保护型“pD”

1 范围

GB 12476 的本部分规定了可燃性粉尘环境用电气设备的设计、结构、试验和标志的要求,规定在设备外壳内充入一定的保护气体(空气或惰性气体),使其压力高于外部环境压力,以防止粉尘进入不含可燃性粉尘释放源的外壳,避免在外壳内形成可燃性粉尘环境。

本部分还规定了结构和试验的具体要求,包括拟用于可燃性粉尘环境中正压保护型“pD”电气设备的防护要求。

本部分适用于外壳及其关联部件的结构要求,如果有的话,还包括保护气体用进气管道和排气管道,以及为保证形成正压和保持正压保护型“pD”的安全措施和安全装置所必需的要求。

本部分不适用于具有内部粉尘释放源的正压外壳的要求。

本部分不适用于具有或不具有内部粉尘释放源的正压房间。

本部分不适用于那些不需要大气中的氧即可燃烧的火炸药粉尘或自燃物质。

本部分不涉及可燃性气体和粉尘混合物的危险。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 12476 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004, IDT)

GB 12476.2—2010 可燃性粉尘环境用电气设备 第2部分:选型和安装(IEC 61241-14:2004, IDT)

IEC 61241-0:2004 可燃性粉尘环境用电气设备 第0部分:通用要求¹⁾

3 术语和定义

本部分使用 IEC 61241-0:2004 确定的以及下列术语和定义。

3.1

正压保护型 “pD” type of protection “pD”

一种防爆型式,为向外壳内充以保护气体,保持外壳内部高于周围环境的过压,以避免在外壳内部形成爆炸性粉尘环境。

3.2

过压 overpressure

高于环境压力的正压外壳内压力。

3.3

正压保护 pressurization

保持外壳内部保护气体的压力高于外部大气压力,以阻止外部可形成爆炸的粉尘环境进入外壳内的方法。

1) 即将转化为国家标准:GB 12476.1《可燃性粉尘环境用电气设备 第1部分:通用要求》(IEC 61241-0:2004, MOD)。

3.4

保护气体 protective gas

用于保持过压的空气或惰性气体。

注：本部分中的惰性气体是指氮、二氧化碳、氩或类似气体，当它同氧按 4:1 的比例在空气中形成混合物时不会引起点燃和形成可燃特性及更严重的情况，如爆炸极限。

3.5

外壳 enclosure

包容电气设备带电部件和保护电气设备的整个壳壁，包括门、盖、电缆引入装置、操纵杆、芯轴和转轴。

3.6

正压外壳 pressurized enclosure

保持内部保护气体的压力高于外部大气压力的外壳。

注：正压外壳可能是也可能不是包容带电部件和保护电气设备其他部件的外壳。

3.7

静态正压保护 static pressurization

设备运行中，不再添加保护气体而保持危险场所中正压外壳内过压值的保护方法。

3.8

具有泄漏补偿的正压保护 pressurization with leakage compensation

在外壳出气口（如果有）封闭时，保护气体源足以补偿正压外壳及其管道中的任何泄漏而保持其内过压的保护方法。

3.9

具有保护气体连续流动的正压保护 pressurization with continuous flow of the protective gas

用保护气体通过在外壳内连续流动保持正压外壳内过压的保护方法。

3.10

电气设备 electrical apparatus

全部或部分利用电能的设备，这些设备包括发电、输电、配电、蓄电、电源、调节、变流、用电设备和通讯设备。

3.11

有点燃能力的设备 ignition-capable apparatus

在正常运行条件下，对规定的可燃性粉尘环境形成有效点燃源的设备，包括采用可燃性粉尘环境用电气设备的防爆型式保护的电气设备。

3.12

自显故障 self-revealing fault

将引起设备错误动作且在设备再运行之前必须调整的，可以通过声音或可视信号明示的故障。

3.13

开口 opening

孔、门、观察窗或非气密安装的面板。

3.14

保护装置 protective device

对系统提供保护防止导致着火或爆炸的装置。

3.15

报警器 alarm

产生可视或声音信号，以引起注意的设备部件。

3.16

测量仪表 indicator

测量显示流量或压力是否适当,并且定期校准以满足使用要求的设备器件。

3.17

被保护设备 protected apparatus

安装在正压外壳内的电气设备。

3.18

正压保护系统 pressurization system

用于增压和监控正压外壳的元件组合。

3.19

替代(或辅助)的保护气源 alternate (or auxiliary) source of supply of protective gas

在主保护气体源失效的情况下用来起保护作用的气体源。

3.20

区 zones

根据爆炸性粉尘/空气环境出现的频次和持续时间对爆炸性粉尘环境划分的区域。

3.21

20区 zone 20

空气中可燃性粉尘云长期连续出现或经常出现形成爆炸性环境的区域。

3.22

21区 zone 21

正常运行时,空气中可能偶尔出现的可燃性粉尘云形成爆炸性环境的区域。

3.23

22区 zone 22

正常运行时,空气中的可燃性粉尘云不可能出现,如果出现,仅是短时间存在形成爆炸性环境的区域。

4 正压原理

正压保护型是一种防爆型式,当外壳内电气设备接通电源时,外壳内部承受保护气源的连续过压。在设计正压保护系统时,采用下列基本原理。

4.1 保护气体

有适当的能保持压力高于预定压力值的保护气源,第7章规定的静态正压除外。

4.2 自动断开或报警

正压保护发生故障时自动断开系统电源和/或启动报警器。

4.3 吹扫

外壳应在电源接通之前进行吹扫,以便清除正压保护系统故障之后或正常停机之后偶然聚集在外壳内的剩余可燃性粉尘。

4.4 保护气体的排放

最好是将保护气体排到非危险场所。在连续流动正压保护的情况下,如果保护气体被排到危险场所,应提供在正常或故障条件下避免炽热颗粒或其他点燃源从设备进入危险场所的方法。

5 通用结构要求

5.1 设备的电气性能

外壳内装设备的电气性能应能使设备的功能达到其全部额定值,并且认可的过载(如果有)不会对

外壳造成损害或不使表面温度上升超过规定极限。

注：应考虑防止潜在电弧故障可能导致外壳故障的安全措施，考虑故障水平时同时将配置的保护和安全装置考虑在内。

5.2 机械强度

在正常运行时和在所有排气孔封闭的状态下，正压外壳管道和它们的连接部件应能承受制造商规定的 1.5 倍最大正压的压力，最低压力至少为 200 Pa。

如果运行中产生的压力可能引起外壳管道或连接部件变形，制造商应设置安全装置，将最大内部正压限制到低于对防爆型式可能产生不利影响的水平。

注：对于承受压力超过 1 kPa 的表面积大的设备（例如，金属板外壳），可能要求压力容器的法定授权机构认可。

5.3 进（出）气口

5.3.1 对于静态压力保护的外壳，应有一个或多个进气口。充气正压达到正压保护后，所有的进气口应关闭。

5.3.2 对于泄漏补偿正压保护的外壳，应有一个或多个进气口。

5.3.3 对于用连续流动保护气体正压保护的外壳，应有一个或多个进气口和一个或多个出气口，用于连接保护气体的进风道和出风道。

5.4 外壳的电气连接件

导线的引入应采用电缆引入装置或导管直接引入外壳内并能保持保护功能的方法，或采用符合可燃性粉尘环境用电气设备的防爆型式之一保护的独立接线盒。

5.5 门和盖

由于存在外部爆炸性粉尘环境，如果因设备内部零件的表面温度或部件上的剩余能量（大于 0.2 mJ）可能带来爆炸危险而必须延迟打开外壳时，则门和盖应设置警告，给出在断开电源之后遵守的延迟时间。

不使用工具就能打开的门和盖应与电源联锁以便切断电气设备的所有电源。

在静态正压的情况下，门和盖只能用工具才能打开，并且应设警告语：

正压外壳应在非危险场所打开！

如果为了能够在使用中进行检查而设置门和盖，则应在其上设警告语或等效警告语：

严禁带电打开！

除非在运行期间针对调整采取措施，在这种情况下警告语应写明：

打开前阅读使用说明书。

为有效吹扫，外壳应提供适当数量的开口。开口的数量应按设备的设计和分布来选择，特别要考虑电气设备可能被分成一个个小空腔吹扫的需要。

6 温度极限

设备应按 IEC 61241-0:2004 要求进行分组，并按下列温度较高者进行确定：

a) 外壳的最高外表面温度；

b) 用符合可燃性粉尘环境用电气设备的防爆型式保护的内部零件以及当用于正压的保护气流取消或失效时仍保持带电的内部零件（例如，电加热器）的最高表面温度。

在正常运行期间，可能暴露于爆炸性粉尘环境的内表面的温度超过 IEC 61241-0:2004 针对设备温度组别规定的最高值，当正压保护中断时应采取适当措施，在内表面冷却到低于允许的最高值之前防止可能出现的任何爆炸性粉尘环境与该表面接触。以上要求可通过正压外壳和管道接头的设计和结构或

其他的方法来达到,例如:替换(或辅助)保护气源进入工作状态或将正压外壳内的热表面安装在尘密或浇封外壳内。

在确定旋转电机温度时,还应考虑符合制造商按 GB 755—2008 规定的工作制。

7 安全措施和安全装置(静态正压保护除外)

7.1 概述

应采取保护措施避免安装在正压外壳中的电气设备在形成正压之前通电。所有安全装置应

- a) 用符合可燃性粉尘环境用电设备的某一种防爆类型保护;或
- b) 是非电气的并且不能引起点燃;或
- c) 位于非危险场所。

本部分要求的安全元件构成控制系统的安全相关的部件。制造商和用户负责评定控制系统的安全和整体性是否合理。

安全装置应由设备制造商或用户设置。如果由用户设置安全装置,设备上应标志“X”,并且在使用说明书中应包括用户必要的保证符合本部分规定的所有要求的内容。

外壳应在系统供电的电源接通或再接通之前进行吹扫,以便清除正压保护系统故障之后或正常停机之后偶然聚集在外壳内的剩余可燃性粉尘。制造商应向用户提供必要的详述吹扫外壳要求的说明书。

制造商应该规定安全装置的最大和最小动作值及公差。适当考虑对正常运行所规定的最恶劣的条件,安全装置应按制造商的规定在正常工作范围内使用。

7.2 压力或流量响应装置

为报警器和电气脱扣装置运行而设置的压力响应装置应在外壳内压力低于允许最小值或超过允许最大压力时动作。

为报警器和电气脱扣装置运行而设置的流量监控装置应在外壳内压力低于允许最小值或超过允许最大值时动作,并且流量监控装置应位于出口处。

风扇电动机或控制器上的电气连锁不适合显示正压故障,当发生风扇皮带滑动、风扇在转轴上松动或风扇反转时,电气连锁不显示正压故障。

7.3 电源

如果没有提供正压保护系统停机或故障之后避免粉尘进入的保护,则应设置警告牌,标明在接通电源之前清除内部粉尘。

7.4 切断电源

如果本部分要求切断电源,按照 GB 12476.2 的规定应要求切断所有带电导线,包括中性线。

7.5 正压故障

正压保护系统的设计原理是,正压故障自动断开系统电源和/或启动报警器。

为避免正压保护的电气设备在保护气体供应中断的情况下可能引起爆炸,应采取下列措施,这些措施应考虑设备的性能、当时的环境条件及监控装置和警告的使用。

7.5.1 保护要求

对正压保护设备的要求随下列有关的危险等级不同而不同:

- 所用设备的类型;和
- 场所的分类;和
- 具体安装和工艺要求。

这些条件要求断开电源和报警,或只要求报警。

无论采取什么保护措施,还应采取下列措施:

- a) 所有的在无正压的情况下通电的电气设备应适用于所处位置的爆炸性粉尘环境。

- b) 应设置可视或声音报警设备,在负责人员直接看到或听到报警信号时立即采取必要的行动。
- c) 应使用压力监控装置、流量监控装置或两种装置来监控正压功能是否符合要求。

表 1 对正压保护故障的要求

区域类别	外壳中设备的类型	
	有点燃能力的电气设备	正常运行中无点燃源的设备
20 区	不适用 ^a	不适用 ^a
21 区	7.5.1.1	7.5.1.2
22 区	7.5.1.2	不要求内部正压

^a 对 20 区用所有设备的要求仍在考虑之中。

7.5.1.1 切断电源

下列要求适用:

- a) 应设置自动装置以切断所有保护设备的电源,除非设备由可燃性粉尘环境用电气设备的一个或多个防爆型式保护,且在正压和/或保护气体流量低于最小规定值时,启动声音和/或可视的报警器。在特殊情况下,当设备用于意外断电可危及装置或人员安全的装置中时,则可要求调整,重新设置一个连续的声音的或可视的报警器直到恢复正压或采取另外一适当的措施为止。
- b) 不使用工具就能打开的门和盖应联锁,以便在开启任何门或盖时关掉所有的由可燃性粉尘环境用电气设备的一个或多个防爆型式保护的部件的电源,如有时,包括所有相的电源和中性线。必须防止电源在所有的门和盖重新关闭之前再次接通。
- c) 警告语应固定在设备明显处,写明下列警告语或等效警告语:

警告:吹扫后送电

7.5.1.2 仅报警

下列要求适用:

- a) 应设置自动装置,在正压和/或保护气体流量低于最小规定值时,向操作者提供声音和/或可视报警,以便能采取适当的措施。
- b) 所有不用工具就能打开的门和盖应设警告语:

警告:在可燃性粉尘环境,严禁带电打开。

- c) 警告语应固定在设备明显处,写明下列警告语或等效警告语:

警告:吹扫后送电

7.6 过压等级

相对于外部大气压力,在可能产生漏泄的正压外壳及其管道内的各点的压力应保持 30 Pa 的最低过压。

外壳和管道不同系统中的压力分布实例见图 A.1~图 A.2。

注:旋转电机宜采用封闭式结构。如设备具有通过内风扇加速循环的内部封闭冷却回路,应考虑采用泄压设备,因为这些风扇作用可以在壳体部件上产生负压,如果正压保护失效会发生外部粉尘随后进入的危险(见图 A.3)。

7.7 潜在点燃源

当被保护的装置内装带点燃源的部件(例如,电池)时,在设计装置时应采取适当的措施,保证这些部件设计成带有适合于外部和内部环境特征的防爆型式,以避免火花偶然产生。这些部件应清晰地标识。

7.8 内装部件

外壳内在没有保护气体的情况下继续运行的任何部件,如,在未运行期间加热设备的装置,应符合可燃性粉尘环境用电气设备的防爆型式之一加以保护,以适用于具体危险场所。

7.9 独立外壳

如果设备是用来构成多个外壳装置的一部分,共用同一个保护气源,设计时应考虑整个装置的最不利条件。

如果共用保护装置,在下列情况下打开门或盖时不必切断全部电源或启动报警器:

- 打开门或盖之后无保护措施的设备,在打开门或盖之前,应断开其电源,或为达到共同的目的,将门与电源联锁;和
- 共用保护装置继续用于监测其他设备。

8 静态正压用安全措施和安全装置

8.1 静态正压的附加要求

正压外壳应采用制造商规定的方法在非危险场所充入惰性气体。

应提供一个或多个自动安全装置,以便在正压外壳内的过压下降至低于制造商规定的最低值时动作。当设备运行时应能检查这些安全装置是否正确动作。这些自动装置只能使用工具或钥匙才能重新复位。

注1:使用自动装置(即,断电或声音报警或用其他方法来保证设施的安全)是用户的责任。

最低过压值应大于正常运行时一周期内所测得的最大压力损失,此周期不小于内装元件冷却到所涉及的粉尘最高允许的表面温度以下所需时间的100倍,至少为1h。在正常运行规定的最恶劣的条件下,最低过压值至少应高于外部压力50Pa。

注2:如果正压降低至规定的最小值,用户负责在重新充气之前,将正压外壳移到非危险场所。

9 保护气体的供给

9.1 保护气体类型

保护气体应用于保持外壳中的正压。保护气体不应由本身的化学特性或因其可能所含的杂质而降低至保护等级低于规定的等级,或严重影响正常运行和设备的整体性。必要时应提供从保护气体中消除任何油或水分或其他不符合要求的杂质的方法。

制造商应规定保护气体和允许使用的其他气体。

注1:保护气体也可以用作其他目的,例如设备冷却。

注2:当使用惰性气体时,有窒息的危险,因此合适的警告牌宜固定在外壳上。

9.2 第二供气源

如果在主保护气源失效的情况下要求第二保护气源,则每一气源均应能独立维持保护气体规定的压力等级或送气流量。

注:第二供气源在必须保持电气设备运行的情况下是可行的。

9.3 温度

在外壳进气口处,保护气体的温度通常不超过40℃。但在特殊情况下,允许较高的温度或可要求较低的温度。在这种情况下,应在外壳上标出温度。

注:如果需要,应采取避免凝露和结冰。

10 检查和试验

10.1 总则

除IEC 61241-0:2004规定的型式检查和试验以及例行试验之外,正压型外壳还应承受下列10.2~

10.5. 适用时,10.6 和 10.7 规定的试验。如果适用,在进行所有其他的试验之前应进行 10.6 的冲击试验。

10.2 型式检查和试验

下列情况应通过对技术文件的检查或必要时通过试验来验证。

- a) 对于外壳的结构和保护措施,具有泄漏补偿的正压和通过连续流动保护气体的正压应符合本部分的规定。
- b) 在制造商规定的最低保护气体供给情况下,能够维持最低的过压(见 7.8)。对于变频电机,静止和旋转两种状态都应检验。
- c) 辅助装置,如开关和阻火器,适用于危险场所。

10.3 过压试验

与正压有关的外壳和装置应承受内部压力至少为在正常使用中规定的最大压力的 1.5 倍或 200 Pa,两者取较大值,而不出现损坏或严重的变形。压力应逐渐施加并且保持 $2\text{ min} \pm 10\text{ s}$ 。

如果不发生使防爆性能失效的永久性变形,则认为试验合格。

10.4 最低过压试验

10.4.1 试验条件

应将外壳和与正压有关的关联装置组装在一起,在正常运行条件下使用和运行 5 min,最低保护气体供给按制造商的规定。在运行期间和运行完成之后,外壳的最低过压应不低于 7.6 的规定值。

10.4.2 试验次数

对于内部无运动部件设备的外壳,应进行一次试验。

对于内装有运动部件的设备外壳,如,在设备运行期间可能移动的转轴、芯轴或其他穿透外壳壁的构件,应在设备处于静止状态和足以代表正常使用的运行状态两种情况下进行试验。

10.5 泄漏试验

正压外壳和相关管道和它们的连接件(当它们是外壳的整体部件时)内的压力应调整到正常运行时规定的最大过压,至少为 200 Pa。

所测的流量应不大于制造商规定的最大泄漏流量。

在静态正压情况下,正压外壳内的压力应调整到正常运行时能够出现的最大过压值。封闭各开口,按第 8 章的要求监测内部压力一段时间。压力的改变应不低于正常运行时规定的最低过压值。

10.6 冲击试验

符合 IEC 61241-0:2004 规定的冲击试验仅要求用于可能承受机械损伤的正压外壳。无须承受冲击试验的外壳应标志“X”,并且在试验报告中详细注明。

应在检验报告和防爆合格证中规定安全使用的特殊条件。

10.7 例行试验

10.7.1 过压试验

应按 10.3 的规定进行要求的过压试验。

10.7.2 泄漏试验

应按 10.5 的规定进行最大泄漏流量试验。

11 标志

11.1 正压外壳

外壳应标志如下内容,但用静态正压保护的的正压外壳除外:

- 制造商名称或注册商标;
- 制造商规定的产品型号;
- 正压保护型“pD”;

- 符合第 6 章规定的最高表面温度；
- 用于 21 区时数字“21”；
- 用于 22 区时数字“22”；
- 如果要求,产品序列号；
- 电气设备制造标准要求的正常标志；
- 本部分要求的警告标志；
- 检验机构的名称或标志以及防爆合格证编号。

11.2 附加标志

下列情况(必要时,根据防爆合格证申请单位和检验机构之间的协议)作为补充。

- a) 适用时,运行期间的最低、最高压力或保护气体的最低流量；
- b) 保护气体类型(不是空气时)；
- c) 影响设备安全使用的其他限制；
- d) 应在设备外壳上或在技术手册中标明监控压力和流量的位置；
- e) 对于照明灯具,可能使用的不超过外壳最高表面温度的灯泡的最大功率。

11.3 用静态正压保护的的正压外壳

警告牌应带有下列警告语：

- a) 该外壳由静态正压保护
- b) 该外壳按制造商说明书的要求只能在非危险场所充气

11.4 其他要求的标志

必要时,根据防爆合格证申请单位和检验机构之间协议执行。

专用
 (杭叉集团)

附录 A
(规范性附录)
保护气体源的管道

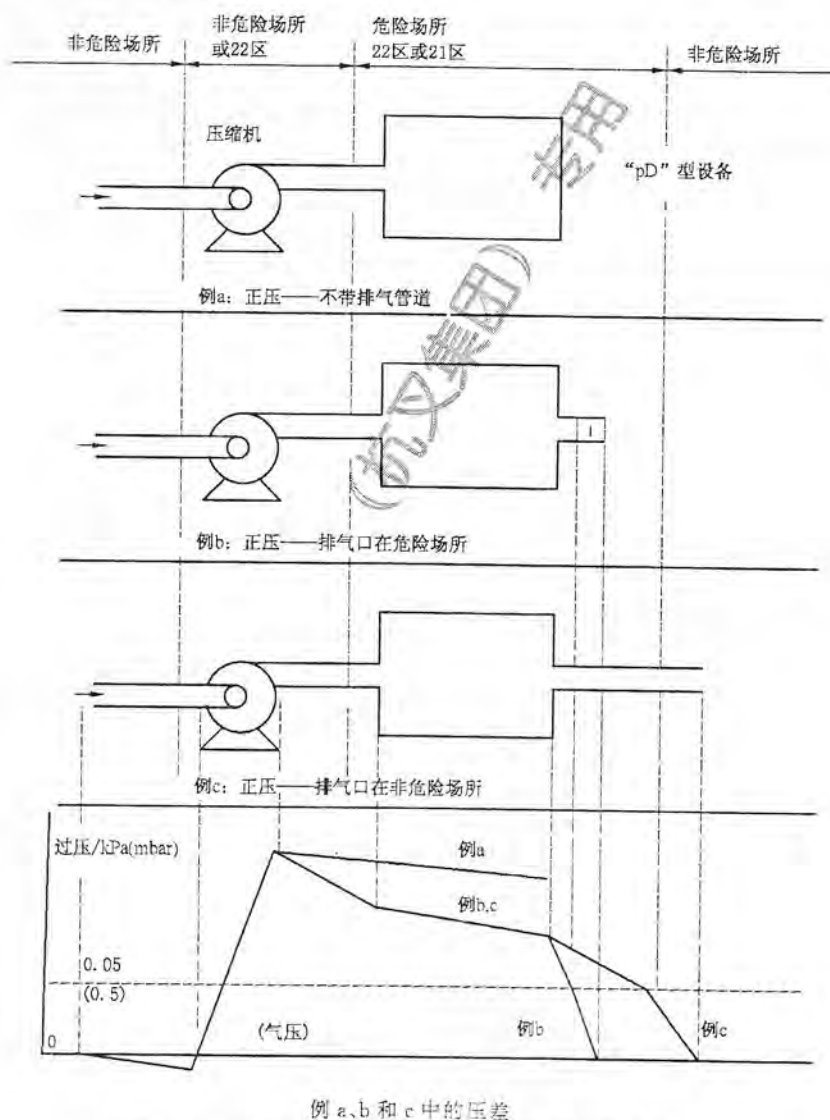
保护气体进入供气管道的位置应设在非危险场所。

正压设备和与正压设备连接的进气管道的结构和安装不得使可燃性粉尘进入系统(见图 A.1 例 a)。管道通常应将保护气体排到非危险场所(见图 A.1 例 c)。

但是,如果通过有效装置阻挡火花或炽热颗粒射出(见图 A.1 例 b),在内表面温度会引起可燃性粉尘点燃危险的情况下,用适当的装置阻止外部粉尘快速吸入外壳内,则可以将保护气体排到危险场所。

所有管道应保持正压外壳规定的防护等级(IP 等级)。正压设备和与正压设备连接的进气管道的结构和安装不得使可燃性粉尘进入系统(见图 A.1 例 a)。

注:图 A.1 中压缩机位于 22 区时,应考虑相应防爆要求。



例 a、b 和 c 中的压差
图 A.1 沿管道和通过正压外壳的静态过压示例

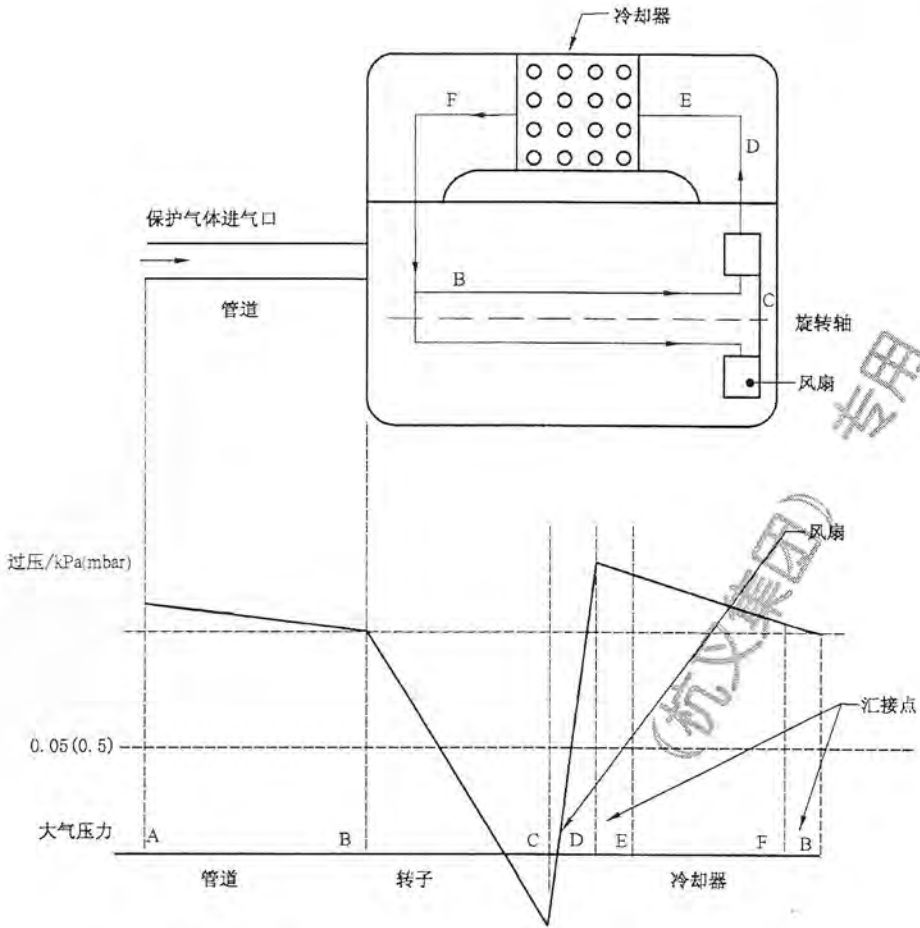


图 A.2 带风扇的正压型旋转电机中的静态过压示例