



安全排气阀的安全制动距离白皮书



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

安全排气阀的安全制动距离



Linda Caron

派克汉尼汾公司工厂自动化气动部门全球产品经理兼认证机械安全专家 (TüV Nord) CMSE®

通常，我们将安全设备置于距离危险区域多远的地方？切记，我们必须把机械安全设备的开关时间和故障条件下的排气速率考虑在内。我们不会提及排气流量，但它是使气动机械恢复安全状态的关键因素。

确保满足机械安全运行所需的时间，是由产品、开关时间和排气流速共同决定的。由于安全产品具有不同流速和排气时间，因此除非已经确定所使用的安全产品，否则无法完成这些计算。



鉴于组件的排气时间会影响机械防护装置的安装位置，因此，您确实想在挑选组件时了解确切的排气时间。

机械设计所规定的安全距离

如果采用机械防护装置，其中一种有效的相关措施（争议少）是放置危险相关的设备。这在试图满足避免ISO 13849-1项下滞留能量的要求时尤为适用，其中机械中压缩空气的排气时间和气体量对于创造安全条件具有重要作用。受伤严重程度、风险暴露频率等风险评估问题必须考虑在内，因此，我们首先对机械设计各方面进行考虑。

国际标准 ISO 13855“机械安全 - 与人体部位接近速度相关防护设施的定位”，定义了这些标准。通常考虑的问题是，我们可以以多快的速度使机械恢复安全状态？

计算安全距离 - 概述

但是，安全距离计算需要考虑大量细节；ISO 13855提供了计算最小安全距离（用于计算间距）的常用公式：

$$S = (K \times T) + C$$

S = 最短距离（单位：mm），即防护装置与危险区域之间所需的距离，以防止人或人体部位在停止机械危险功能前接触危险区域。

K = 基于人体部位接近速度数据所推导出的接近速度参数（单位：mm/s）。

T = 时间间隔（单位：s），即启动传感功能与停止机械危险功能之间全系统停机时间。

C = 侵入距离（单位：mm）速度，是指人体部位（通常是指手）越过防护装置伸向危险区域的速度。

ANSI和OSHA标准进一步定义了安全距离时间（T），规定：

$$\text{其中 } T = T_s + T_c + T_r + T_{bm};$$

T_s = 在最终控制元件处测量的设备停止时间

T_c = 控制系统的响应时间

T_r = 现有传感设备与其接口的响应时间

T_{bm} = 制动监视器补偿正常停止时间变化所需的额外时间（如果适用）。

现在即可考虑 T（时间间隔）

没有用于解释排气与间距之间的关联性,从而允许工程设计人员利用常识方法来集成安全排气阀的标准。

现有接近这些标准的标准是“全系统停机时间”。为安全起见, 该时间间隔在理想状态下应包括排气时间,但这并不切实可行。大部分气动安全排气阀的供应商,会提供多种机械容量的数据（见下文）。

请注意 - 6 bar时拥有150L滞留空气的机械在故障时需要7.3秒排空空气，

因此，假定大型机械完全排空空气是不现实的，但是可以采用负责方式保证安全，

并使用该数据针对应用作出有效决策。

排气时间 - 正常条件和故障条件（s）

容量ft³ (L)	正常或故障	工作压力					
		30 psig (2 bar)		90 psig (6 bar)		145 psig (10 bar)	
		至15 psig (1 bar)	至7 psig (0.5 bar)	至15 psig (1 bar)	至7 psig (0.5 bar)	至15 psig (1 bar)	至7 psig (0.5 bar)
0.071 (2)	N	0.05	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14
	(F)	0.07	0.10	0.15	0.18	0.20	0.25
0.35 (10)	N	0.13	0.21	0.32	0.39	0.42	0.51
	(F)	0.18	0.30	0.53	0.71	0.79	1.02
0.70 (20)	N	0.23	0.38	0.60	0.75	0.80	0.97
	(F)	0.33	0.56	1.02	1.37	1.53	2.00
1.41 (40)	N	0.42	0.72	1.16	1.45	1.56	1.90
	(F)	0.61	1.06	1.98	2.69	3.00	3.94
5.29 (150)	N	1.46	2.60	4.23	5.33	5.74	7.01
	(F)	2.16	3.86	7.30	9.93	11.11	14.63

派克汉尼汾公司提供的上述数据表仅适用于P33安全排气阀。

不适用于其它制造商的产品。

同时考虑开关时间和排气时间（如果可能的话）

在挑选设备之前,的关键考虑事项是其开关时间和排气时间。我想强调, 就工程实践而言, 在可能情况下, 在进行安全距离计算时, 将该组件的开关时间和排气时间考虑在内。理想情况下, 危险位置应设计成利用一小块压缩空气区域进行快速减压, 但是如果是翻新机械, 则在现有情况下是不可能实现的。

如果一些机械体型巨大, 将排气时间考虑在内并不总是可行的, 因此这可能需要几秒钟进行排气。合理判断和适用的工程设计原理在此发挥作用。一旦启动排气, 安全阀将开始快速降低机械内聚积的压力, 使机械恢复安全状态。如果无法采取切实可行的方式腾出排气时间, 可以采取一些其他措施来提高安全性, 例如杆锁或夹具等安全停止装置。

采用排气产品确定安全距离

安全排气阀有三个主要功能。首先, 快速排放压缩空气。其次, 防止在检测到故障时重新启动机械。如果采取冗余设计, 则确保双通道正常运行, 或提供故障保护/排空气体（即使在停电时）。

考虑故障排气时间

选择在故障状态下可快速排气的安全排气阀，以尽快降低机械内压力。如果机械容量为5.30 ft³ (150 L)，工作压力为90 psig或6 bar。一旦发生故障，派克P33能够在7.3秒内排空气体。请使用制造商的故障排气时间数据，从而掌握全部情况。

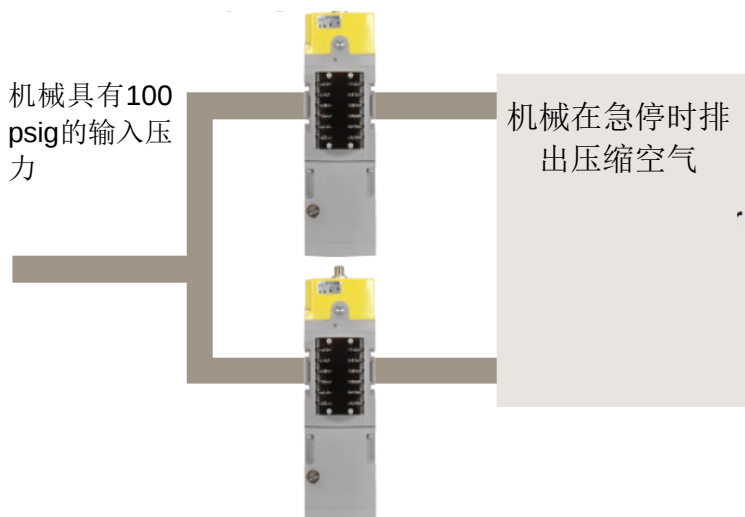
1 使用辅助措施

如果机械需要时间排气且仍然存在不安全工况，则请使用辅助措施，以停止、阻塞或使负载原地不动，例如夹具和杆锁。

2 双安全排气阀

如果您的气动气源可提供足够压力，来满足安全排气阀的最低工作压力要求，则可考虑采用双安全排气阀（如右图所示）。这尤其适用于大型机械。派克安全排气阀在P1时至少需要 30 psig 的压力。

各安全排气阀至少需要30 psig的最低输入压力。



遵守标准 这些标准详细规定了机械防护装置的高度以及身体部位所需的基本安全距离。另外，应使用停机时间测量设备来测量机械在信号发出后停止运行所需的时间。只有这样，才能在考虑安全距离情况下，确定防护装置（即，光幕）与危险区域的相对位置。计算放置安全输入设备的位置（例如门或光幕）是机械设计的关键步骤。在建造和测试机械之前，确定机械防护间距。另外，必须把检查停机时间设备作为工厂例行维护工作的一部分，以确保机械的停机功能并未因磨损或干预而受影响。