



中华人民共和国国家标准

GB/T 3836.13—201×
代替GB 3836.13-2013

爆炸性环境 第13部分：设备的修理、检 修、修复和改造

Explosive atmospheres—

Part 13: Equipment repair, overhaul and reclamation

(IEC 60079-19:2019 (CDV), Explosive atmospheres—

Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation, MOD)

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2019.09)

201×—××—××发布

201×—××—××实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 概述	4
5 防爆型式隔爆型“d”设备修理和检修的补充要求	11
6 防爆型式本质安全型“i”设备修理和检修的补充要求	14
7 正压正压型“p”设备修理和检修的补充要求	17
8 防爆型式为增安型“e”或“eb”设备修理和检修的补充要求	19
9 防爆型式为“n”或“ec”设备修理和检修的补充要求	23
10 GB/T 3836.20 所涉及设备修理和检修的补充要求	26
11 防爆型式为“t”（前“tD”或DIP）设备修理和检修的补充要求	26
12 防爆型式为正压型“pD”或“pxb”（对于EPL Db）、“pyb”（对于EPL Db）或“pzc”（对于EPL Dc）设备修理和检修的补充要求	28
13 由浸液型“o”保护的类型的设备修理和检修要求	29
14 防爆型式充砂型“q”设备的修理和检修要求	29
15 防爆型式特殊型“s”设备的修理和检修要求	30
附录A（规范性附录）修理设备的标识	31
附录B（规范性附录）“负责人”和“修理人员”的知识、技能和资质	32
附录C（规范性附录）修理、检修和修复期间隔爆型设备的测量要求（含公差指南）	33
附录D（资料性附录）重绕和修理期间的最佳实践评估	35
附录E（资料性附录）与“Ex”控制设备有关的补充要求	36

前 言

GB/T 3836《爆炸性环境》分为若干部分：

- 第1部分：设备 通用要求；
- 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备；
- 第3部分：由增安型“e”保护的设备；
- 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备；
- 第5部分：由正压外壳“p”保护的设备；
- 第6部分：由液浸型“o”保护的设备；
- 第7部分：由充砂型“q”保护的设备；
- 第8部分：由“n”型保护的设备；
- 第9部分：由浇封型“m”保护的设备；
- 第11部分：气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据；
- 第13部分：设备的修理、检修、修复和改造；
- 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境；
- 第15部分：电气装置的设计、选型和安装；
- 第16部分：电气装置的检查与维护；
- 第17部分：由正压房间“P”和人工通风“v”保护的设备；
- 第18部分：本质安全电气系统；
- 第19部分：现场总线本质安全概念（FISCO）；
- 第20部分：设备保护级别（EPL）为Ga级的设备；
- 第21部分：设备生产质量体系的应用；
- 第22部分：光辐射设备和传输系统的保护措施；
- 第23部分：用于瓦斯和/或煤尘环境的I类EPL Ma级设备；
- 第24部分：由特殊型“s”保护的设备；

.....

本部分为GB/T 3836系列的第13部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本部分代替GB 3836.13-2013《爆炸性环境 第13部分：设备的修理、检修、修复和改造》。

本部分采用重新起草法修改采用IEC 60079-19:2019（CDV）《爆炸性环境第19部分：设备的修理、检修和修复》。

本部分与IEC 60079-19:2019（CDV）的主要技术性差异及原因如下：

- 关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适用我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

· 用我国标准代替国际标准。

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/TC9）归口。

本部分主要起草单位：

本部分主要起草人：

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

- 分所代替标准的历13-1997；
- 分所代替标准的历13-1913。

引 言

当电气设备安装可燃性气体、蒸汽、薄雾或粉尘在浓度和数量上可能形成危险环境的场所时，应采取保护措施，降低设备在正常运行或规定的故障条件下因电弧、火花或热表面导致引燃而发生爆炸的可能性。

GB/T 3836 的本部分是对其他相关标准的补充，例如，IEC 60034 系列，特别是 GB/T 21205（旋转电机的整修规范），GB/T 16895 系列（关于安装要求），同时也涉及 GB/T 3836 系列及其相关部分对应的适用电气设备设计要求。

GB/T 3836 的本部分第 4 条是有关设备修理和检修的通用要求，宜与标准中涉及各种防爆型式详细要求的其他相关条款同时使用。

当所保护的设备含有多种防爆型式时，宜参照所有相关条款。

各种防爆型式提供的防爆性能因其独有的特性而异，还应参考相应标准中的详细信息。

本部分不仅给出了使修理的设备保持电气安全和性能要求的实用方法指导，而且规定了在修理、检修或修复后，仍使设备符合防爆合格证的规定，或者如无可用防爆合格证，符合适当防爆标准规定的程序。

对于任何特定设备的修理，用户都应选择最合适的修理单位，无论是制造商的修理厂还是装备精良的有能力的修理单位（见注）。

本部分认可进行设备的修理、检修和修复应当具有所需资质等级。某些制造商可能建议仅由其自行修理设备。

在对通过设计认证的设备进行修理、检修或修复时，可能需要确认设备依然符合防爆合格证的规定。

爆炸性环境 第13部分：设备的修理、检修、修复和改造

1 范围

GB/T 3836 的本部分

- 对设计用于爆炸性环境的设备修理、检修、修复和改造给出侧重于技术性质的指导；
- 适用于检修和修理，以减少运行、检查和维护期间发现的缺陷，
- 未就可能需在重新安装设备时更新的电缆引入装置系统给出建议；
- 不适用于防爆型式“m”
- 假定始终采用良好的工艺实践。

在配合使用防爆型式“m”与其他防爆型式（如 Ex “d”、Ex “e”）的情况下，本标准的相关条款适用于其他防爆型式的检修和修理，但是，如 Ex “m”设备存在缺陷，则只能进行更换。

注：本标准的大部分内容都涉及电机的修理和检修。其原因并非电机是防爆设备最重要的部分，而是电机通常是可修理基本设备的主要部分，无论哪种防爆型式，其结构存在很多共性，因此，需要尽可能详细的设备修理、检修、修复或改造指南。

2 规范性引用文件

以下引用文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的参考标准，仅引用的版本适用。凡是未注明日期的参考标准，所引用参考标准的最新版本（包括所有修订案）适用。

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求(GB/T 3836.1-201×，IEC 60079-0: 2017，MOD)

GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备(GB/T 3836.2-201×，IEC 60079-1: 2014，MOD)

GB/T 3836.5 爆炸性环境 第5部分：由正压外壳“p”保护的设备(GB/T 3836.5-201×，IEC 60079-2: 2014，MOD)

GB/T 3836.6 爆炸性环境 第6部分：由液浸型“o”保护的设备(GB/T 3836.6-201×，IEC 60079-6: 2015，MOD)

GB/T 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设备(GB/T 3836.3-201×，IEC 60079-7: 2014，MOD)

GB/T 3836.15 爆炸性环境 第15部分：电气装置的设计、选型和安装(GB/T 3836.15-201×，IEC 60079-14: 2007，MOD)

GB/T 3836.8 爆炸性环境 第8部分：由“n”型保护的设备(GB/T 3836.8-201×，IEC 60079-15: 201×，MOD)

GB/T 3836.9 爆炸性环境 第9部分：由浇封型“m”保护的设备(GB/T 3836.9-201×，IEC 60079-18: 201×，MOD)

GB/T 3836.20 爆炸性环境 第20部分：设备保护级别（EPL）为 Ga 级的设备(GB/T 3836.20-201×，IEC 60079-26: 2014，MOD)

GB/T 11021 电气绝缘 耐热性分级(GB/T 11021-2007，IEC 60085:2004，IDT)

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）(GB/T 4208-2017，IEC 60529: 2013，IDT)

GB 12476.1 可燃性粉尘环境用电气设备 第1部分：通用要求(GB 12476.1-2013，IEC 61241-0:2004)

GB 12476.7 可燃性粉尘环境用电气设备 第7部分：正压保护型“pD” (GB 12476.7-2010，IEC 61241-4:2001，IDT)

GB/T 3836.× 爆炸性环境 第31部分：由防粉尘点燃外壳“t”保护的设备(GB/T 3836.×，IEC 60079-31，MOD)

GB/T 3836.24 爆炸性环境 第24部分：由特殊型“s”保护的设备(GB/T 3836.24-2017，IEC

60079-33: 2012)

GB/T 21205 旋转电机整修规范 (GB/T 21205-2007, IEC 60034-23:2003, IDT)

GB/T 12332 金属覆盖层 工程用镍电镀层 (GB/T 12332-2008, ISO4526:2004, IDT)

GB/T 11379 金属覆盖层 工程用铬电镀层 (GB/T 11379-2008, ISO6158:2004, IDT)

GB/T 5185 焊接及相关工艺方法代号 (GB/T 5185-2005, ISO 4063:1998, IDT)

3 术语和定义

在本文件中, GB/T 3836.1 中给出的术语和定义以及以下定义均适用。

注: 适用于爆炸性环境的其他定义可见于 GB/T 2900.35。

3.1

可使用状态 serviceable condition

如适用, 妥为考虑防爆合格证文件要求后, 允许使用更换或修复的零件而不会损害使用此零件的设备性能和防爆特性的一种状态。

3.2

修理 repair

使故障设备恢复到完全可使用状态并符合相关标准要求的活动。

注: 相关标准是指设备的最初设计标准。

3.3

检修 overhaul

将已使用或存放一段时间, 但未出现故障的设备恢复至完全可使用状态且符合相关标准或认证文件的活动的。

注: 相关标准是指设备的最初设计标准。

3.4

维护 maintenance

为将设备维持在或恢复至能够满足相关规范的要求并履行其所需功能的状态而开展的任何活动的组合。

3.5

零件 component part

一种不可分的元件

注: 通常, 这些元件装配起来可以构成设备。

3.6

修复 reclamation

修理的一种, 例如, 去除或添加材料以修复持续损坏的零件, 以便根据相关标准使零部件恢复到可使用状态。

注: 相关标准是指单个部件的最初制造标准。

3.7

改造 modification

影响材料、匹配度、形式或功能的设备设计变动。

注: 由于防爆合格证描述了设备的具体结构, 因此, 改造的设备将不再符合防爆合格证文件中描述的结构。

3.8

制造商 manufacturer

设备的制造者 (也可能是供货商、进口商或代理商), 通常以其名称登记设备的防爆合格证 (如适用)。

3.9

改动 alteration

改变产品, 导致形成防爆合格证文件中描述的替代结构。

3.10

用户 user

属于设备所有者的组织或个人, 主要负责修理设备, 但并非设备制造商或修理单位

3.11

修理单位 repair facility

提供防爆设备修理、检修或修复服务的单位，可能是制造商、用户或第三方（修理代理商）

3.12

防爆合格证 certificate

用于确定产品、工艺、系统、个人或组织符合指定要求的文件

注：防爆合格证可以是供货商提供的符合性声明，或购买者提供的 GB/T 27000 规定的符合性认可或认证（第三方采取行动后出具）。

3.13

防爆合格证编号 certificate references

防爆合格证编号可指采用单独设计或类似设计的一系列设备。

3.14

符号“X” symbol “X”

用于表示特殊使用条件的符号

注：符号“X”用于确认防爆合格证包括的设备安装、使用和维护的基本信息。因此，通常应在安装、修理、检修、修复、改动或改造这类设备之前研究防爆合格证文件。

3.15

复制绕组 copy winding

用一个特性和性能至少相当于原绕组的绕组全部地或局部地替换另一个绕组的工艺。

3.16

隔爆外壳“d” flameproof enclosure “d”

一种防爆型式，其中，能够点燃爆炸性气体环境的部件配有外壳，该外壳能够承受爆炸性混合物发生内部爆炸时产生的压力并防止爆炸传播到外壳周围的爆炸性气体环境中。

3.17

本质安全电路“i” intrinsically safe circuit “i”

一种电路，其中，在 GB/T 3836.21 规定条件下产生的任何火花或任何热效应，包括正常运行和规定的故障条件，都不能点燃给定的爆炸性气体环境。

3.18

正压型“p” pressurization “p”

一种防爆型式，通过将其中的保护气体保持在高于外部环境的气压水平下，防止外部大气进入外壳或房间。

3.19

增安型“e” increased safety “e”

一种应用于电气设备的防爆型式，其中采取了进一步措施，降低在正常使用条件或指定异常条件下温度过高以及形成电弧和火花的可能，从而提高安全性。

3.20

防爆型式“n” type of protection “n”

一种应用于电气设备的防爆类型，使得在正常使用条件和某些指定异常条件下，该设备不能点燃周围的爆炸性气体环境。

3.21

防爆型式“tD”或Ⅲ类“t” type of protection “tD” or Group III “t”

爆炸性粉尘环境用防爆型式，其中，电气设备配有提供防尘保护的外壳和限制表面温度的装置。

3.22

防爆型式“pD”或“pxb”（对应 EPL Db），“pyb”（对应 EPL Db）或“pzc”（对应 EPL Dc）。
type of protection “pD” or “pxb” for EPL Db, “pyb” for EPL Db or “pzc” for EPL Dc.

一种向外壳充入保护气体的技术，通过维持相对周围环境的过压状态，防止外壳内部形成爆炸性粉尘环境。

3.23

修理人员 operative

证明具备有效使用危险场所设备开展有关活动所需知识和技能组合的人员。

3.24

负责人 responsible person

证明具备有效使用危险场所设备开展并监督有关活动所需的知识和技能组合的人员。负责人应始终具有防爆型式技术和所开展行动的相应资质（例如，修理和检修、测试和检查）。

3.25

浇封型 “m” encapsulation “m”

一种防爆型式，其中，将可通过火花或加热点燃爆炸性环境的部件封闭在一种化合物内，以防在运行或安装条件下点燃爆炸性环境。

3.26

油浸型 “o” oil immersion “o”

一种防爆型式，其中，电气设备或电气器具的部件浸入保护液，防止液面上方或外壳外部的爆炸性气体环境被点燃。

3.27

充砂型 “q” powder filling “q”

一种防爆型式，其中，能够点燃爆炸性气体环境的部件被固定在适当位置并完全被填料包围，以防止点燃外部爆炸性环境。

3.28

防爆型式 “s” type of protection “s”

一项已被采纳的概念，用于评估和测试下述类型的电气设备或其部件：出于技术、操作或功能原因，并不符合为既定防爆型式设备规定的结构或其他要求，但是如有必要，仍可通过评估和试验证明适用于规定区域或危险场所的设备。

3.29

证书档案 verification dossier

一套显示电气设备和装置符合性的文件，包括防爆合格证，制造商说明，先前修理、检修和修复的记录。

3.30

资质 Competence

运用知识和技能来实现预期结果的能力。

[来源 GB/T 27024]

4 概述

4.1 一般原则

本条款涉及的修理、检修、修复、改动和改造等方面内容为所有防爆设备通用。后续条款提供了有关具体防爆型式的补充要求细则。在设备含有多种防爆型式的情况下，应参考相应的条款。

注 1：尚未定义有关防爆型式“m”的补充要求。

如果使用制造商部件或 4.3.2.4 给出的文件中规定的部件，且由 4.3.2.2 中规定的有资质人员按照本标准和防爆合格证文件中的具体规定执行修理或改动，则应当推定影响防爆型式的修理和检修符合防爆合格证。

如果没有符合 4.3.2.4.1 规定的相关文件，则设备的修理和检修应根据本部分及最初要求设备符合的其他相关标准进行。应在修理单位记录中记录获得相关文件的步骤（见 4.3.2.4.3）。

如果是设备改造，则应符合 4.3.4 的要求，要求重新取得防爆合格证或确认设备不再适用于危险场所。

注 2：在某些国家，法律要求不允许在没有相关文件的情况下修理 I 类设备，除非接受全面的重新试验并颁发新的防爆合格证。

如使用其他不符合本标准的修理或改动技术，则有必要咨询制造商和/或检验机构，以确定设备是否适合在爆炸性环境中继续使用。

4.2 用户说明

4.2.1 防爆合格证和文件

设备用户应了解有关定期检查和检验的任何相关法规，确定在爆炸性环境中安装的电气设备是否适于使用目的。用户应考虑其是否具有修理或检修此类设备所需的足够设施和资质，或者是否应与专业修理和检修服务供应商签订合同。此外，用户应当了解，必须向第三方服务机构和安装人员提供足够的信息，以便履行职业健康和安义务。

用户有责任获取原购货合同包含的设备防爆合格证和其他相关文件（见 4.3.2.4）。

4.2.2 记录和工作指示

用户应将从原购货合同中获得的所有相关文件（4.2.1）以及任何先前修理（4.3.2.4.1）、检修

或改造的记录保存在证书档案中，并允许修理单位查阅。

注1：通常，文件和记录在设备使用寿命期间保存在用户的证书档案中。

在任何可能的情况下，告知修理单位单位故障和/或待完成工作的性质以及任何特定对用户有利的使用信息，例如，电机是由变频器供电。

宜提请修理单位注意用户规范中的规定以及对不同标准进行补充的特殊要求，如提高防护等级、特殊环境条件等。

应告知修理单位遵从防爆合格证有关的任何法定要求。

4.2.3 已修理设备的重新安装

按照 GB/T 3836.15 重新安装已修理的设备。

注：GB/T 3836.15 要求，在重新调试修理的设备前，应检查电缆/导管引入装置，确保其完好无损且符合设备相应防爆型式的要求。

4.2.4 修理单位

用户有责任对相关修理单位进行审核，证明其符合本标准的相关规定和任何监管要求。

4.3 修理单位说明

4.3.1 法定要求

修理单位（可能是制造商、用户或第三方修理商）应了解可能规范修理或检修作业的相关国家或地区法规中的任何具体要求。

4.3.2 修理和检修

4.3.2.1 概述

修理单位应采用符合 GB/T 19001 要求的质量管理体系，连同以下详述的要求。

修理单位应指定管理机构内一名具有所需资质的人员（“负责人”）（见附录 B）承担管理责任和权限，确保设备修理/检修后符合与用户商定的检定状态。被任命的人员应具有相应的防爆标准操作知识并理解本标准。

应当建立起涵盖相应检验、诊断、试验和检查程序的质量工艺计划，以确保修理和检修符合 GB/T 3836.13 以及相关标准和/或认证文件的功能和合规性要求，能够向用户证明重新安装在潜在爆炸性环境中的适用性。

修理单位应制定“Ex”设备修理和检修的程序或工作指示。

修理单位应确定并记录“Ex”设备修理和检修中所用试验、测量能力和限制的范围。

修理单位应具备可根据国际或国家标准调校测量系统设备。

修理单位应保留清晰可读的记录，提供可追溯的校准仪器测量结果以及记录的实际测量值，支持在指定的保存期内进行检索。

在进行尺寸和/或电气测量时，修理单位应在报告中记录“调整前”和“调整后”数值以便以后参考。

修理单位应建立内部审核方案，使 QMS 更有效地满足本标准的要求。

如果某种工艺可能影响防爆型式的完整性，并且在制造后无法验证所具有的完整性，则应测量和检测该特定工艺以证明符合所需参数。

如需进行试验，应按照 GB/T 3836.13 或相关标准中的规定执行试验，不允许使用抽样技术。

修理单位应建立一套系统。如果在随后发现检修或修理的“Ex”设备不符合 GB/T 3836.13 和相关标准，可在修理时利用该系统识别用户。修理单位应针对已经发现的不合格 Ex 设备存在的风险采取适当措施。

修理单位应具有足够的修理和检修设备、相应的必需设备和经过培训的具有要求资质和待执行工作权限的修理人员（见附录 B），同时考虑到具体的防爆型式。

修理单位应对待修理设备的状况进行评定，与用户一起商定设备修理后的预期检定状态和待执行的修理工作范围。对于任何检修或修理，修理单位都应检验与防爆型式相关的所有 Ex 要求，以验证是否符合认证文件或相关标准。其中宜包括省略本文件中提及的且用户可能有理由认为应执行的任何试验的理由。评定工作应记录在案，并应指出相应设备标准和本标准中的相关条款，纳入向用户出具的工作报告。应由负责人执行此类评定工作（在相应修理人员的协助下）。负责人必须在证明具有相应资质后，才能在评定工作中使用所需防爆技术。

适用时，修理单位应整合在修理单位以外的其他地点开展检修/修理工作需要的其他程序和系统。

修理单位应注意了解并遵守相关的防爆标准和防爆合格证，包括适用于待修理或检修设备的任何特定使用条件。

4.3.2.2 资质

直接参与设备修理和/或检修的所有人员都需要具有所需资质或由负责人或修理人员监督。所需资质视具体工种而定。

培训和资质评定在附录 B 中规定。

4.3.2.3 元件的修理

如修理需要拆掉成套设备的元件（如旋转电机的转子或外壳的盖板），或者某些试验难以执行，修理单位应在开始修理之前进行详细记录，并向用户提供这些记录。

4.3.2.4 文件

4.3.2.4.1 概述

修理单位应设法从用户或制造商处获取设备修理和/或检修的所有必要信息/数据。其中可能包括参考相关的防爆标准、防爆合格证文件以及与先前修理、检修或改造有关的信息。

修理单位还应具备并参考修理/检修的设备必须符合的任何相关防爆标准复印件。

根据待修理设备的类型和防爆型式，也可纳入认证文件要求的修理和/或检修数据（R 外加正方形的符号），包括但不限于以下各项的详细信息：

- 技术条件；
- 图纸；
- 防爆型式；
- 运行条件（如环境、供电（是否使用逆变器）、润滑脂、工作制等）
- 拆装说明书；
- 如有规定，防爆合格证文件以及防爆合格证的限制条件（特殊使用条件）；
- 标志（包括防爆标志）；
- 建议的设备安装/运行/维护/修理/检修方法；
- 备件目录；
- 产品之前修理历史的摘要，包括 4.2.2 列举的信息。

以上资料可以调整。

注：自 GB/T 3836.1 第四版起，制造商需要编写说明书，包括修理说明书。

4.3.2.4.2 向用户提供的工作报告

修理工作结束后，提交用户（见 4.2.2）的工作报告应至少包括以下内容，并由用户存入证书档案：

- 故障检查情况；
- 修理和检修情况说明；
- 更换或修复部件目录；
- 所有检查和试验的结果（应足够详细，如之后的修理单位需要，可提供帮助，见 4.2.2, 4.3.2.1）；
- 结果与用于确定符合性的标准之间的比较；
- 用户合同或订单复印件；
- 附录 A 规定使用标志的简短描述。

修理/检修工作报告的保存时间应与用户协商确定。应妥为管理保存的资料，以确保获得正确的检索结果。

对于未根据 4.3.2.4.1 中的文件（R 外加三角形）进行的修理，修理报告应包括以下内容：

- 对于设备最初已获得认证的特定防爆型式，修理符合制造商说明书或 Ex 标准适用要求的声明；
- 修理单位无法提供足够的证据证明完全符合防爆合格证文件的声明；

4.3.2.4.3 修理单位的记录

修理单位应保存以下记录：

- 除防爆标准以外，相关技术标准的新旧版本复印件；
- 修理单位质量标准证明，包括：
 - 修理服务提供者的质量评估计划详情；
 - 试验仪器校准；
 - 人员资质和培训记录；

- 采购控制系统;
- 客户投诉系统;
- 内部和(必要时)外部审计文件;
- 管理评审;
- 工艺控制程序;
- 制造商图纸明细。
- 工作记录包括:
- 取得防爆合格证文件的步骤;
- 符合相关标准的机械检查记录, 包括所用仪器的可追溯性和合格/失效判定标准;
- 缺陷的鉴别;
- 修理前后的电气试验记录, 包括所用仪器的可追溯性和合格/失效判定标准;
- 任何更换部件的合格证明
- 修理元件的修复程序;
- 负责人做出的任何评定以及判断依据记录;
- 组装期间和组装后的机械检查记录;
- 修理单位的工作记录;
- 由修理单位制造的任何更换部件记录。

修复元件的修复记录(4.3.3.3.1)应至少指明以下各项:

- a) 零件标识;
- b) 修复机构名称;
- c) 所开展工作的具体理由;
- d) 考虑的各种选择(如, 焊接、金属喷涂);
- e) 技术参数, 如粘结强度;
- f) 选择修复技术的原因;
- g) 使用的消耗品和存储方法;
- h) 基础材料;
- i) 制造商产品说明书推荐的修复工艺;
- j) 所使用的程序;
- k) 操作人员的身份和资质;
- l) 所使用的检查程序, 如, 超声波、着色渗透、X射线;
- m) 自动系统的维护和校准情况;
- n) 与相关防爆合格证文件中标注的尺寸或零件原始尺寸不一致的任何尺寸的详细资料;
- o) 含详细修复资料的图纸, 包括拆除和更换的材料;
- p) 修复日期。

这些记录应至少保存十年或按照与用户约定的时间保存。

4.3.2.5 备件

4.3.2.5.1 概述

建议从制造商处购买新部件。修理单位应保证在修理或检修检定设备时仅使用适当备件。可能需要根据制造商、设备标准或相关防爆合格证文件确定这类备件, 具体视设备性质而定。

如果原制造商无法提供所需元件, 但有可用的完整元件规范并且修理单位的质量方案允许, 则应允许修理单位通过分包商制造或采购更换零件。应保留此类更换零件的记录并提供给用户。

4.3.2.5.2 紧固件

如需更换螺栓, 应使用型号、材料、直径、螺距和长度均相同的螺栓, 且其抗拉强度与原设备的规定相同。

不应更换螺栓头、螺钉头或螺母下面的垫圈、平垫或锁销, 但原防爆合格证文件或制造所依据的设备防爆型式标准中有规定时除外。

如果最初装有护罩, 仍应确保其安装牢固。

4.3.2.5.3 密封部件

设备规范和防爆合格证文件要求密封的部件仅能使用部件清单中规定的特定备件进行更换。

注: 设备上安装的用于显示第三方干预的装置(如, 保护密封件), 与防爆合格证文件中的要求不同, 不在本条款的讨论范围内。

4.3.2.6 设备修理后的标识

应检查现有的认证标志牌，确认是否固定牢靠、清晰可辨。

应在设备上设置显示修理或检修以及修理单位名称的标志。设备修理后的标志见附录 A。

标志可以添加到单设的标志牌上。在某些情况下，有必要修改或移除或增设标志牌，如下所示。

a) 如果在修理、检修或改动后，设备仍然符合本标准、设备设计所依据的防爆型式标准中规定的限制条件，并且符合认证文件，则不应移除标志牌且应为修理标志“R”外加一个正方形符号（见附录 A）

b) 如果在修理、检修或改动后，设备仍然符合本标准、设备制造所依据的防爆型式标准中规定的限制条件，但未必符合认证文件，则通常应移除标志牌，并为修理标志“R”外加一个倒置三角形符号（见附录 A）。

c) 如果在修理、检修、改动或改造后，被改动的设备已不再符合防爆型式标准或认证文件，则应移除认证标志牌上的“Ex”标志和证书颁发者标志，已另行取得防爆合格证的情况除外。

d) 如果先前取得过合格证的设备制造所依据的标准未知，则本标准 and 现行版本的相关防爆型式标准要求应适用。应由有资质评定防爆设备的人员进行设备评定，以便在修理单位交货之前验证是否符合相关的安全水平。执行评定工作的人员不应与修理单位有任何关联，并且应为经认可具有 Ex 设备检验资质的机构中的一员

4.3.3 修复

4.3.3.1 概述

如果修理过程涉及修复工作，除了 4.3.2 中的修理和检修要求外，4.3.3 中的要求也应适用。

不会影响防爆特性的修复不属于 4.3.3 的讨论对象。应使用良好工程实践修复此类部件，使其适合用途。

4.3.3.2 例外情况

认为一些零件是不可修复的，因此不在本标准规定的范围之内，例如：

- 由玻璃、塑料或任何尺寸不稳定的材料制成的零件；
- 紧固件；
- 制造商声明不能进行修复的零件，如一些浇封型组件。

4.3.3.3 要求

4.3.3.3.1 概述

应由熟练掌握所需工艺的有资质人员采用良好工程实践执行任何修复工作（见附录 B）。如果采用任何专用工艺，则应遵从该工艺发起人的指示。要求修复技术（例如焊接、金属喷涂）的操作人员接受 B.5 规定的初次和定期操作技能测试。

应按照 4.3.2.4.3 记录所有修复。

如果修复不是由用户进行的，应向用户提供记录的复印件。

如果采用任何专用工艺，则应遵从该工艺发起人的指示。

4.3.3.3.2 责任

如果修复单位将修复工作外包给专门行业单位，则此类修复责任应由修理单位承担。

4.3.3.4 修复程序

4.3.3.4.1 概述

以下概括了可能适用于防爆设备的一些修复程序。

应当认识到，一些程序并不适用于所有防爆型式。因此，本标准的相应条款给出了详细说明。

应最大限度地减少金属切除量，以刚好去除要求修理的损坏部分为准，且镀层厚度符合所用技术建议的最小值。

对于金属喷涂，如果去除的金属厚度不大于 2% 或 0.5mm（以较大者为准），而对于焊接，如果去除的金属厚度不大于 20%，则不会对元件强度造成明显的不利影响。如需去除的材料厚度更大，只能在妥为咨询制造商后或者如无法与制造商取得联系，则在计算数据后去除材料。

在修复完成后，修理单位应确保设备处于完全可使用状态，并符合相应防爆型式标准。修理单位应记录是否符合上述要求，并将记录保存在工作档案中。

4.3.3.4.2 金属喷涂

仅当磨损或损坏程度加上修复前准备零件时所需的机加工不会导致部件强度降至低于安全限制时，才能使用此方法。当计算强度时，不应考虑可能导致刚度增加的喷涂金属镶嵌材料。当然，金属喷涂作业之前的机加工工序可能会引起应力上升，应力上升可能进一步降低元件强度。

当圆周速度超过 90 m/s 时，不建议采用金属喷涂。

4.3.3.4.3 电镀

只要部件强度未降至低于安全限制，就可以采用电镀工序。详细的镀铬和镀镍程序分别在 GB/T 11379 和 GB/T 12332 中给出。

4.3.3.4.4 镶套

仅当磨损和损坏程度加上修复前准备部件时所需的机加工不会导致部件强度降至低于安全限制时，才能使用此方法。当计算强度时，不应考虑可能导致刚度增加的套筒。

4.3.3.4.5 硬钎焊和熔焊

仅当所用技术能够保证硬钎焊或熔焊料与母材适当渗透和熔接，从而产生足够的加强，并可防止变形、消除应力且无气孔时，才能考虑通过硬钎焊和熔焊进行修复。应当认识到，硬钎焊和熔焊会使元件的温度升至较高水平并且可能导致疲劳裂缝延伸。

本标准和 GB/T 5185 认可以下焊接技术：

- MMA：手工电弧焊
- MIG：金属极惰性气体保护焊
- TIG：钨极惰性气体保护焊
- Sub-Arc：一层助熔剂下的金属极惰性气体保护焊
- 热丝熔焊

其他技术只有在咨询制造商或（如相关）认证机构后方可用于修复。

4.3.3.4.6 金属压合

对于有相当厚度的铸件，可通过镍合金缝线封闭断面并通过镍合金链状嵌钉密封裂缝的技术对断裂铸件进行冷修复。

4.3.3.4.7 紧固件的螺孔

如果螺纹损坏情况超出容许程度，根据防爆型式，可采用下列方法之一进行修复：

- 加大钻孔尺寸，重新攻丝；
- 加大钻孔尺寸，重新攻丝和安装经螺套制造商规定的相应拉力试验检测合格的专用螺套；
- 加大钻孔尺寸，堵死螺孔，重新钻孔并攻丝；
- 堵死螺孔，在其它位置重新钻孔并攻丝；
- 焊死螺孔，重新钻孔并攻丝；
- 待修复紧固件的所有修复螺孔都应接受扭矩试验，试验用扭矩应与螺栓扭矩相等。

应可靠固定丝堵，以免被意外拆下。

4.3.3.4.8 重新加工

——仅在下列情况下允许对磨损或损坏表面进行重新加工，且如适用，零件强度不得降至低于基于等效设备数据确定的安全限制：

- 必须保持外壳的完整性；
- 达到要求的表面粗糙度。

4.3.4 改动和改造

4.3.4.1 改动

当修理工序涉及改动工作时，除了 4.3.2 中有关修理和检修的要求以外，4.3.4 的要求也应适用。

除非防爆合格证文件中允许改动，否则不得对设备进行任何改动。如果修理单位无法取得可用的防爆合格证文件，则制造商应以书面形式确认防爆合格证允许提出的改动。本标准的后续条款给出了有关不同防爆型式下所做改动的详细说明。

4.3.4.2 改造

如果提出的改造将导致设备不符合防爆合格证文件或设备认证所依据的标准，应以书面形式告知用户，并提供如何进行改造的书面说明。如果进行改造，但未另行进行评定，设备不再适用于爆炸性环境。如果进行改造，但未另行进行评定，应移除或更改标志牌，明确指出设备不符合原防爆合格证。此外，提交用户的报告应明确说明改造的工程特性以及因未另行进行评定，设备不再适用于爆炸性环境。

如果移除标志牌，应在与用户协商后尽量保持产品的可追溯性，见 4.3.2.6。

4.3.5 临时修理

仅当防爆安全得到保证或在设备完全恢复前采取其他适当措施时，才可进行临时修理，以使设备在短期内继续运行。因此，可能不允许使用某些临时修理程序。应在合理可行的范围内尽快使任何临时修理满足完全修理标准。

仅允许与用户和制造商或修理单位协商后在现场完成临时修理。

应详细记录临时修理并添加到证书档案和设备修理记录中。临时修理应遵循良好工程实践，并与设备用户协商。

4.3.6 旋转电机

4.3.6.1 概述

修理单位应考虑适用于预期安装在非危险场所中的旋转电机的 GB/T 21205 要求，其中包括确保 IEC 60034 涵盖的所有类型和尺寸的旋转电机的重绕和修理符合需要的必需程序。本标准中的要求是对 GB/T 21205 要求的补充。

4.3.6.2 损坏绕组的拆除

允许使用在剥离绕组前利用溶剂软化绕组浸漆的工序。

允许使用通过加热帮助移除绕组的替代程序，但是，必须谨慎进行此操作，以免损坏磁性部件叠片之间的绝缘层。

通过加热移除防爆型式“e”设备和温度组别为 T6、T5 或 T4 的任何防爆型式设备上的绕组时要特别小心。

不允许在未连续监测铁芯温度的情况下用明火加热铁芯，这样可能损坏叠片之间的绝缘层并使铁芯损耗增加，具体视叠片绝缘类型而定。

对于这类情况，需要特别谨慎的原因是，层间绝缘的劣化可能导致铁芯损耗增加，从而对防爆型式“e”参数（ t_E -时间等）造成严重影响或导致超出温度组别。

与所有修复工序的有关要求类似，修理单位应使设备在修复完成后处于完全可使用状态并符合标准中的相关防爆概念（另见 4.3.3.4）。

4.3.6.2.1 绕组修理后的试验——概述

在整体或部分修理后，如适用，绕组应接受下列试验，优选在装配好的设备上进行的试验。

a) 应在室温下测量并验证各绕组的电阻。

更换的绕组电阻与原绕组电阻的差异不应超过 5%。在多相绕组的情况下，应平衡各相或相线端子之间的电阻。不平衡度（即最大值和最小值之间的差值）应小于中间值的 5%。

如果修理绕组与原绕组的绕组电阻（从原制造商数据、未损坏绕组的测量值中获得，或通过损坏绕组计算推导出）之间的差异超过 5%，可能需进行额外的热试验以确保仍然符合所述绝缘等级和温度组别。

b) 应进行绝缘电阻试验以测量绕组对地间，绕组之间，以及如可能，绕组与辅助设备之间以及辅助设备对地间的电阻。建议的最低试验电压为 500 V d.c.。

最低容许绝缘电阻值是以下各项的函数：额定电压、温度、设备类型以及重新绕制为部分或整体绕制。

对于预期在最高 690 V 电压下使用的整体重绕设备，绝缘电阻在 20℃ 时不应低于 20 MΩ。

c) 应根据相关标准，在绕组对地间，以及如可行，绕组之间以及绕组与连接至绕组的辅助设备之间进行高压试验。

d) 变压器或类似设备应尽可能地在额定电源电压下通电。应测量电源电流、二次电压和电流。测量值应与通过制造商数据（如适用）推导出的数值进行比较，但对于多相系统，应尽可能合理地平衡各相数值。

e) 高压（例如，1 000 V a.c./1 500 V d.c. 及以上）和其他专用设备可能需要进行附加试验。修理或检修合同应重点处理这类问题。

注：GB/T 755 中给出了关于旋转电机试验电压和附加试验的指南。

4.3.6.2.2 旋转电机

除上述试验外，旋转电机应在合理可行的范围内接受下列试验。

a) 电机应在额定转速和额定电压下运行，以检查轴承温度、噪声或振动和无载电流值。应查明任何异常轴承温度、噪声和/或振动增加的原因并予以纠正。无载电流的不平衡度应小于中间值的 5%。

注 1：当给出的额定速度为数值范围时，应以该范围内的最高可行转速执行试验。

b) 当转子锁定时，在合理折算电压下为鼠笼式电机的定子绕组通电，达到满载电流的 75% 至 125%，并检查各相是否平衡。（该试验在某些方面可作为满载试验的替代方案，用于确认定子绕组及其连接的完整性并显示转子是否存在缺陷。）不平衡度应小于中间值的 5%。

如果由于安全原因，无法合理实施该试验，应使用其他验证方法。

c) 高压（例如，1 000 V a.c./1 500 V d.c. 及以上）和非鼠笼式电机可能需进行替代和/或附加试验。修理或检修合同应重点处理这类问题。

注 2: GB/T 755 给出了关于旋转电机试验电压和附加试验的指南。

补充要求

在将重绕或修理的旋转电机返回用户之前,修理单位应确认风扇罩通风孔未被堵塞或损坏,不会影响电机上方的冷却空气通路,并且任何风扇间隙都符合设备标准的要求(如适用)。如果风扇或风扇罩因损坏需要更换,应从制造商处获取更换部件。如无法实现,则更换部件应具有与原部件相同的尺寸和至少相同的质量。在适当的情况下,更换部件应考虑到设备标准的要求,以避免摩擦打火和产生静电,并考虑到使用电机的化学环境要求。

4.3.6.3 润滑剂和防腐剂

第三方修理单位应向用户确认,要求修理的任何旋转电机是否需使用任何特殊润滑剂。须注意正确选择和使用润滑剂和防腐剂,例如:

- 不会出现移动到非绝缘电气部件上的情况;
- 润滑剂或防腐剂的闪点超过了待涂覆设备的温度组别;
- 使用设备的环境;
- 其使用无助于火焰传播或不会对防爆型式技术产生不利影响。

4.3.6.4 变频器供电的旋转电机

在修理通常由变频器供电的旋转设备时,应注意绕组绝缘系统,包括种类、外形和安装以及轴承选择,以防止危险的热量增加,匝间故障和接地电流流动时形成电弧。

4.3.6.5 变速驱动器

应特别注意,在为 Ex 旋转电机增设变频器时需小心谨慎,确保仅在防爆合格证或旋转电机制造商文件中规定了提出的变频器和旋转电机组合时才可进行此操作。

在将变速驱动器安装在防爆外壳中的情况下,例如,待更换为替代件的 Ex “d” 外壳内,修理单位应确定更换逆变器的功能特性不会导致热量增加,超过现有的防爆外壳设计要求。

4.3.7 控制设备

附录 E 提供了有关控制设备检修和修理的补充指南。

5 防爆型式隔爆型 “d” 设备修理和检修的补充要求

5.1 应用

本条款包含防爆型式 “d” 设备修理、检修、修复和改动的补充要求。本条款宜与包含通用要求的第 4 条以及任何其他相应条款(如相关)一起应用。当对 Ex “d” 设备进行修理或检修时,宜参考的相关设备标准是最初的设备制造标准(见 GB/T 3836.2)。

5.2 修理和检修

5.2.1 外壳

5.2.1.1 概述

首选从制造商处获得新部件。应特别注意在修理或检修后正确组装隔爆外壳,确保隔爆接合面符合相关标准的要求,并在必要时符合防爆合格证文件的要求。如果隔爆接合面上未设衬垫,并且制造商的文件也未说明接合面的保护,仅指明引入防护,则只能使用非凝结性润滑脂或不含挥发性溶剂的抗腐蚀剂或其他符合 GB/T 3836.15 的防护方法。

应对部件的腐蚀或变形进行评定,以确保外壳中的任何原有开孔或间隙不超过表面粗糙度和火焰通路间隙限制。

如果将不属于火焰通路一部分的垫圈装入隔爆接合面,则替换件应与原件的材料、尺寸相同。任何建议的材料变动都应征得设备制造商、用户或检验机构的同意。

在外壳上钻孔属于改造行为,如未参考制造商认证图纸,不得进行,或在特殊情况下(例如,制造商中止经营),可在咨询认证机构后进行。

改变表面粗糙度、涂漆等时必须小心谨慎,因为这些可能会影响外壳的表面温度,从而影响温度组别。

5.2.1.2 过压试验

当修理涉及外壳结构或外壳的完整性存在疑问时,应进行过压试验。

应采用 1.5 倍于设备文件(如有)指定参考压力值或常规压力值的压力水平完成试验,并至少保持 10 秒。如未规定参考压力,Ⅰ组设备的试验压力为 1,000 kPa,ⅡA 和 ⅡB 组外壳为 1,500 kPa 以及 ⅡC 组外壳为 2,000 kPa。合格/不合格标准应包括结构损坏的评定,并在外壳面板的几何中心处测量损坏程度。在进行过压试验后,应测量火焰通路接合表面,确认未出现永久性变形。

对于带螺纹隔爆接合面的外壳，如果无法验证螺纹牙形，应进行过压试验。

当对电机或水冷式外壳进行过压试验时，应将水套放到室外，待晾干后再进行试验。

当对多隔室外壳进行过压试验时，应分别对各个隔室进行试验。

负责人应就确定进行压力试验的过程或选择不再进行过压试验的原因编写详细文件。应将这些内容添加到检修报告中。

注：经过一段时间后，铸铁外壳容易变脆。

5.2.2 水套

应除去水套上的水垢并进行以下试验，以验证试验结果是否符合制造商资料、设备铭牌或认证文件中说明的验收标准。

——测量水套容积。

——测量水套流量。

——对水套进行压力试验。

——确认水冷式电气外壳内外部均无漏水迹象。

5.2.3 外壳引入装置

隔爆外壳上的引入装置在修理或检修后仍应符合相应设备标准和/或防爆合格证文件（如适用）中详述的条件。

5.2.4 端子

修理端子时应小心谨慎，注意保持间隙和爬电距离。任何更换的端子、衬套或部件都应从制造商处获得，或符合相关设备标准和/或防爆合格证文件（如适用）。

5.2.5 绝缘

应采用与最初提供的绝缘材料相同或更高的绝缘等级。例如，修理时，可用F级（155℃）材料代替B级（130℃）材料对绕组进行绝缘处理（见GB/T 11021）。但是，在此示例中，设备的允许温升仍按B级（130℃）处理。

如果设备的输出功率提高，要求重新对设备进行防爆合格证检定。

5.2.6 内部连接

虽然无关于防爆型式“d”的特别要求，但内部连接的修理应相当于原设计标准。

5.2.7 旋转电机

5.2.7.1 概述

优选从制造商处获得原绕组数据。如果无法合理实现（即不能从制造商处获得原始数据），可采用仿制重绕技术，其中不仅包括确定绕组连接、导线尺寸、匝数、线圈间距、绕组凸起，还包括确定原线圈电阻。重绕时使用的材料应包括适当的绝缘系统。如果提出的绝缘等级优于原绝缘材料，则未经咨询制造商不得增加绕组的额定值，以免对设备的温度组别产生不利影响。

5.2.7.2 旋转电机转子的修理

导条绕线转子如有故障，应使用原制造商生产的新转子进行更换或使用相同规格的材料进行修理。在更换鼠笼式转子中的导条时，必须特别注意确保这些导条在槽内配合紧密。应采用制造商用于实现紧密配合的方法。

压铸鼠笼式转子如有故障，应使用原制造商生产的新转子更换。

如果原制造商不再提供更换件，可以生产与原件具有同等特性的新转子绕组。

同等特性包括材料、缠绕的尺寸特性、短路条和通风辅助装置。

允许修理压铸转子短路条外表面的损坏，包括通风辅助装置。

5.2.7.3 温度传感器

5.2.7.3.1 修理的绕组

如果使用嵌入式温度传感器监测绕组温度，则更换件应具有相同的特性，并在浸漆和固化处理前将其埋入修理的绕组内相同位置处。

5.2.7.3.2 检修

建议在任何检修作业期间检查温度传感器，如发现缺陷，进行更换。如需更换，应选用按照GB/T 3836.1编写的文件中规定的温度传感器，并按照该文件中的规定进行安装。防爆合格证文件要求的检修期间，存在缺陷的嵌入式温度传感器的更换件需要重绕。

如无可用文件，或者无可用的同等温度传感器，应由负责人评估和记录能否接受更换件。

5.2.7.4 隔爆制动器单元

如果旋转电机上安装的同样通过认证的隔爆制动器单元需要修理，建议将其与机器一起返回制造商。出于封闭结构限制的考虑，建议采取这种处理方法。但是，只要修理单位拥有制造商提供的必要

图纸和信息或参照防爆型式标准，允许修理单位进行此类修理，不强制要求由制造商进行。

5.2.7.5 其他辅助装置

如果辅助装置基于不同的防爆型式，则在进行任何修理之前，应参考本标准中的相应条款。

5.2.8 辅助设备

5.2.8.1 透光部件

不得尝试重新粘接或修理透光部件，只能使用制造商规定的全套更换组件。不得用溶剂擦洗透光部件或其他由塑料制成的部件。建议使用家用洗涤剂进行擦洗。

5.2.8.2 浇封部件

一般情况下，认为不宜修理浇封部件（如，开关装置）。

5.2.8.3 电池

在使用电池的情况下，应遵从制造商的建议。

5.2.8.4 灯泡

应将制造商规定的灯泡类型作为更换件使用，且不得超过规定的最大瓦数。反光镜（如有）的位置及灯泡和观察窗之间的距离应保持不变。

5.2.8.5 灯座

如可获取，应使用制造商列出的更换件。如果无法获得这类更换件，可以使用有资质人员依照设备防爆型式标准认证的同等产品。

5.2.8.6 镇流器

如可获取，仅应使用制造商列出的部件更换扼流圈和电容器。如果无法获得，经有资质人员根据要更换的设备或元件和防爆型式标准进行认证后，可以使用同等产品。

5.2.8.7 通风装置

应按照文件的规定维修通风装置，维修后仍需保持外壳的防爆性能。如果无法获得本文件，仅可使用防爆合格证文件中列出的这类部件更换通风装置。如果通风装置附带 Ex 元件证书，仅可使用经适当验证并标有尺寸的部件进行更换。

5.3 修复

5.3.1 概述

防爆型式“d”设备的修复可使用在 4.3.3 中详细说明的技术，但须符合本条款的限制条件。

5.3.2 外壳

5.3.2.1 元件

修复的隔爆外壳零件必须在通过相关过压试验（如适用）后才允许使用。不得使用金属压合。

如果损坏的元件并非隔爆外壳的组成部分（例如固定接线片），可以采用焊接或金属压合的方法进行修理，但必须小心，以免影响设备的完整性和稳定性。尤为重要的一点是，必须确认正在修理的任何裂缝都没有延展至隔爆外壳。

此外，考虑到基质材料的不同（例如铝或钢），利用焊接技术的修复或修理效果实际上更加复杂。如果无法确定，修理单位最好在采用该技术之前寻求制造商的建议。未经冶金专家同意，不允许对铸铁隔爆外壳进行焊接。

如果使用锥形或半圆头螺栓，则应现场加工环绕螺孔的表面，以确保螺栓头的轴线与表面垂直，制造商另有规定时除外。

5.3.2.2 隔爆接合面

应尽可能与制造商协商后，对损坏或腐蚀的隔爆接合表面进行机械加工，但是，对最终接合面间隙和法兰尺寸造成的影响不得导致违反防爆合格证文件中的要求。如无可用的防爆合格证文件，应从附录 C 获取进一步的指导。不得修复非金属隔爆接合面。

a) 平面接合面：允许对平面接合面进行焊接、电镀和再加工，但须妥为考虑所用技术的局限性（见第 4 条）。允许使用粘结强度大于 40 MPa 的金属喷涂技术。

b) 止口/圆筒接合面：对部件进行机加工时需增添金属，从而确保火焰通路尺寸符合设备标准，以及必要时，符合防爆合格证文件的规定。如果只有局部损坏，可以通过增添金属和再加工使其恢复到原尺寸。允许通过电镀、镶套或焊接技术增添金属，但不允许采用粘结强度小于 40 MPa 的金属喷涂技术。

c) 螺纹接合面：

1) 电缆和导管引入装置：不建议对损坏的外螺纹部件进行修复；需用新元件更换。可以使用 MMA、MIG 和 TIG 焊接技术修复损坏的内螺纹。

2) 螺纹盖：允许利用 MMA、MIG 和 TIG 焊接技术修复螺纹盖及相关外壳的螺纹部分。

5.3.2.3 紧固件螺孔

如果螺纹损坏情况超出容许程度，根据材料类型，可采用下列方法之一进行修复：

——加大钻孔尺寸，重新攻丝和安装专用螺套

——焊死螺孔，重新钻孔和攻丝，须通过扭矩试验，试验用扭矩应与螺栓扭矩相等。须通过螺套制造商规定的相应拉力试验；

5.3.3 镶套

注意不能引入额外的有效火焰通路。应可靠固定套筒。

5.3.4 轴和轴承座

可使用电镀、金属喷涂、镶套或焊接（不包括 MMA）技术修复轴和轴承座，包括防爆接合面。任何后续机加工都应符合设备标准和/或防爆合格证文件（如适用）中规定的火焰通路尺寸。如无可用的防爆合格证文件，应从附录 C 获取进一步的指导。焊接技术可能适用，但须妥为考虑技术的局限性（见 4.3.3.4.5）。

5.3.5 套筒轴承

可使用电镀、金属喷涂或焊接（不包括 MMA）技术修复套筒轴承表面。

5.3.6 转子和定子

如准备使用轻微刮削转子和定子的方法消除偏心和表面损坏，则转子和定子之间因此增大的空气间隙可能会导致压力重叠特性变化或外表面温度升高，可能因此超过电机的温度组别。如果无法确定可能对温度组别或压力重叠特性造成的不利影响；则在应用该工艺之前，修理单位最好寻求制造商的指导。

经刮削或已损坏的定子铁芯应接受“磁通量试验”，以确保无任何可能对温度组别产生不利影响或在随后损坏定子绕组的其余过热点。应在 1.5 特斯拉下进行“磁通量试验”，并记录试验条件和结果。

5.4 改动和改造

5.4.1 外壳

如果防爆合格证文件无相关依据和/或未经制造商同意，或者在特殊情况下（例如制造商中止运营），未经认证机构同意，不得对隔爆外壳部件进行影响防爆性能的改造。

5.4.2 外壳引入装置

如果防爆合格证文件无相关依据和/或未经制造商同意，或者在特殊情况下（例如制造商中止运营），未经认证机构同意，不得增设其他引入装置。

如果外部导线通过插接装置进行连接或在接线盒内连接，即外部导线和电缆在主体外壳内连接，则不应将间接引入装置改为直接引入装置。

5.4.3 端子

不得改造包含隔爆接合面的端子组件，例如，间接引入装置接线盒和主体外壳之间带衬套的端子。对于不含隔爆接合面的端子组件，可根据数量、载流能力、爬电距离和电气间隙以及质量方面的要求，选择设计和结构符合需要的替代产品进行替换。

5.4.4 绕组

如需重绕设备以用于另一种电压，应首先咨询制造商。在这种情况下，应当确保，磁负载、电流密度、损耗等不会增加，遵从相应的新爬电距离和电气间隙，并且新电压保持在防爆合格证文件的限值范围内。铭牌应改标新的参数。

如需重绕旋转电机以用于不同转速，必须首先咨询制造商，避免电机的电气和热特性发生显著变化，导致超出指定温度组别要求的限值范围。

5.4.5 辅助设备

如果需要额外的辅助设备，例如，防冷凝加热器或温度传感器，应咨询制造商以确定增设的可行性和具体程序。

6 防爆型式本质安全型“i”设备修理和检修的补充要求

6.1 应用

本条款包含防爆型式“i”设备修理、检修、修复、改动和改造的补充要求。本条款宜与包含通用要求的第 4 条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用。当对 Ex “i” 设备进行修理或检修时，宜参考的相关设备标准是最初的设备制造标准

仅在征得制造商同意后参照防爆合格证文件对防爆型式“i”设备进行修理和检修。

本条款适用于可能安装在爆炸性环境中的本质安全设备以及可能安装在“安全区”中的关联设备。

本条款中的元件更换要求仅适用于单层和双层电路板，电路板表面所有电路接线清晰可见并且仅使用具有引线 and 可处理尺寸的传统元件。

多层电路板，特别是任何带有表面安装元件的电路板，排除在外，并且视为不可修理，应通过安装原制造商提供的更换电路板的方式进行修理。

本质安全设备可能具有三种防爆等级之一，“ia”、“ib”和“ic”。但是，无论设备安装在何种危险场所，修理和检修要求均适用于所有防爆等级。此外，本质安全系统的安全性还取决于构成系统的所有设备以及互相连接的接线。Ex i 系统安装在非危险场所和危险场所的部分应同样纳入考虑范围。

因腐蚀和不够洁净可导致本质安全失效，所以可能需要额外的保护涂层。

6.2 修理和检修

6.2.1 外壳

如果本质安全设备和关联设备必须配备外壳以实现所需的本质安全，则修理和检修工作不得降低外壳所提供的（IP）防护等级。

应在检查前彻底地清洁外壳的外表面。应去除本质安全元件和外壳中的水分、污垢或其他污染物。

6.2.2 电缆填料函

电缆填料函用于保持外壳的防护等级。任何修理都不应导致防护等级降低。

6.2.3 端子

修理接线腔时，更换的任何端子通常应与所替换端子类型相同。如果无法获得相同类型的端子，则使用的任何替代类型都应满足本标准规定的设备最大电压下的爬电距离（根据 CTI）和间隙要求以及标准要求的间距，以避免意外形成交叉连接。

如相关，本质安全设备内、外部的的主要和冗余接地线/接地阻抗接线应在修理结束时完全恢复。

6.2.4 焊接连接

当必须采用焊接技术进行修理时，应注意确保认证的依据不会失效；例如，如果认为可以进行修理，应考虑方面包括：

- 焊接方法与文件的兼容性；
- 焊接材料与文件的兼容性；
- 爬电距离和电气间隙的保持和验证；
- 焊接工艺；
- 清洁涂层，使其恢复原有的热特性和其他特性。

焊接工作结束时，应清除焊剂残渣和任何溅锡。

一些无铅焊料的长期稳定性和可能侵蚀爬电距离和电气间隙的锡指变长都是需要监测的新问题。

应采用原涂层或热特性与原涂层相同的涂层修复在此工作中损坏的任何保形涂层，但是，新涂层不应与电路板上的其他材料发生反应。

注 2：涂层的基本要求和规定的涂覆方法见 GB/T 3836.21。

6.2.5 熔断器

本质安全设备中的熔断器更换件应具有同等特性或防爆合格证文件中标明的其他选项。仅允许在熔断器易于接近时更换熔断器。

在关联设备的供电侧，如果无法使用同等熔断器进行更换，可使用符合以下要求的替代产品更换熔断器：

- 额定值相同；
- 断路容量相同或更高；
- 时间/电流特性相同；
- 结构形式相同；
- 外形尺寸相同。

如果无法实现，则应由负责人对所选熔断器对本质安全的影响进行评估，见 4.3.2.4.3。

不宜更换浇封型安全栅或浇封型电池组（或类似产品）中的熔断器。

6.2.6 继电器

如需更换继电器，所用更换件应与原继电器的特性相同或具有防爆合格证文件中标明的特性。

6.2.7 并联二极管安全栅和电隔离器

不得尝试修理这些元件。如需更换这些元件，更换件应始终具有相同的安全描述，并且选定 U_m 值

应等于或大于原装置的 U_m 值。应验证所有其他实体参数是否合适。还应注意，即使物理结构不同，也必须符合本质安全电路和非本质安全电路端子的裸露导电部分之间保留 50 mm 间距的规定。

在本质安全系统中，如更换安全栅所使用的替代件类型未在系统证书中列出，要求重新验证所有系统参数。

6.2.8 印制电路板

通常，不应缩短这些设备部件的导电连线之间的临界距离（爬电距离）。因此，在更换元件时，应小心地将更换件放置在电路板上的适当位置。如果涂层在修理期间损坏，如绝缘涂层或保护涂层损坏，应以经批准的方式涂覆制造商规定的涂层类型，例如，如使用浸渍法涂覆第一层，则使用其他方法涂覆第二层。

6.2.9 光耦合器和压电元件

仅允许使用与防爆合格证文件中所列类型相同的元件作为更换件。

注：部件编号不同的元件可能显著改变隔离作用，冲击性能和其他必要的 IS 属性。

6.2.10 电气元件

在更换电阻器、晶体管、齐纳二极管等元件时，通常可使用从任何来源购买的元件进行更换，但是，如果元件并非从制造商或持有证书者处购得，则应由有资质人员根据设备防爆型式标准进行验证。

然而，在特殊情况下，一些制造商可能对某些元件应用“试验选择”流程。在这种情况下，随设备提供的文件应指明更换件是从设备制造商处获得还是通过其推荐的方法选出。

在本质安全系统中，如果更换元件时所使用的元件类型未在系统防爆合格证文件中列出，则将此类型更换视为改造，未经另行认证，不得执行。

注：改变元件封装可能使热特性无效

6.2.11 电池

仅允许将设备制造商说明书或防爆合格证文件中指定的电池类型作为更换件。

注：当前的本质安全设计证书通常会指明制造商和经试验确定合格的可更换电池型号。相同型号的不同电池，甚至同一制造商生产的不同型号电池有时都可能存在不同的短路电流，在短路条件下，可能引发电解质泄漏或爆裂，或者导致温度过高。

如果可充电电池为浇封型，应更换整个组件。

使用制造商或证书持有人提供的替代浇封型电池组属于改造行为，未经另行认证，不得执行。

6.2.12 内部布线

导线之间的某些距离及其隔离非常关键。因此，如果位置变化，应将内部布线重新恢复到其初始位置。如果布线的绝缘、屏蔽、外护套和/或双层绝缘或固定方法受到影响，应使用等效材料更换和/或按相同结构重新固定。

如对设备进行了整机认证，则任何改变布线的行为均视为改造，未经另行认证，不得执行。

6.2.13 变压器

如需更换变压器，所用更换件应与原变压器的特性相同或具有防爆合格证文件中标明的特性。不得尝试修理或更换任何埋入式（浇封型）热脱扣装置。

6.2.14 浇封元件

不允许修理浇封元件，如带内部限流电阻器或熔断器——齐纳二极管组件的电池，只能更换为采用设备制造商原有设计的组件。

6.2.15 非电气部件

对于设备配有的非电气部件，例如配件或观察窗，如果不影响电路或爬电距离和电气间隙，因此不会影响本质安全性能，可使用相同型号的新部件更换这类部件。

某些部件可能存在影响本质安全性能的防静电、冲击、热特性和可燃性要求。如需更换这类部件，应使用防爆合格证文件中规定的材料进行更换。

6.2.16 试验

在完成修理或检修后，应通过在端子和外壳之间施加 500 V a.c.（50 Hz 或 60 Hz）电压并持续 1 分钟的方式检查本质安全电路和金属外壳之间的绝缘介电强度。若外壳为绝缘材料，或者为安全起见，电路一侧采用电镀方式连接至外壳或者外壳从未返修，则可以不再进行该试验。

一旦更换变压器和光耦合器，即应按照相关设备标准和认证文件对电隔离元件进行试验。

6.3 修复

不得尝试修复与本质安全性能有关的元件。

6.4 改造

在本质安全系统中，对设备做出的任何改变均视为不符合 IS 系统文件规定的系统改造，可能影响系统的安全性。应咨询负责 IS 系统安全性的有资质人员，然后，可能需对 IS 系统进行额外评估。不

建议由进行改造的人员开展此项评估。

7 正压正压型“p”设备修理和检修的补充要求

7.1 应用

本条款包含有关防爆型式“p”、“px”、“py”或“pz”设备修理、检修、修复和改造的补充要求。本条款宜与包含通用要求的第4条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用。修理或检修Ex“p”、Ex“px”、Ex“py”或Ex“pz”设备时宜参考的相关设备标准是最初的设备制造标准（见GB/T 3836.5）。

7.2 修理和检修

7.2.1 外壳

虽然优选从制造商处获得新部件，但原则上，损坏部件也可以修理或用另一个部件更换，只要与原件相比，更换部件

- 至少具有相同的强度；
- 不会导致保护气体泄漏量增加；
- 不会妨碍保护气体流入或流过外壳；
- 不会因形状或配合问题致使爆炸性气体进入外壳；
- 不会因结构问题导致外壳内积累滞流的气体；
- 不会降低外壳或其内部元件的散热速度，以致不再符合其温度组别。

衬垫或其他密封装置应以采用相同材料制成的更换件进行更换。但是，如果符合使用目的并且与环境相适应，允许使用不同的衬垫材料。

7.2.2 外壳引入装置

引入装置应保持原有的防护等级，并且不得使正压气体泄漏量增加。

7.2.3 端子

应确保原有爬电距离和电气间隙保持不变。

7.2.4 绝缘

在修理或检修过程中使用的任何绝缘更换件都应至少达到原先的质量和等级（见GB/T 11021）。

7.2.5 内部连接

内部连接在电气特性、热特性或机械特性方面都不得低于原先安装的内部连接，并且其标准应至少与原设计标准相当。

7.2.6 旋转电机

7.2.6.1 概述

优选从制造商处获得原绕组数据。如果无法实现，可以使用复制绕组技术，其中包括确定绕组连接、导线尺寸、匝数、线圈节距、绕组凸起，以及确定原线圈电阻。重绕时使用的材料应包括适当的绝缘系统。如果提出的绝缘等级优于原绝缘材料，未咨询制造商，不得增加绕组的额定值，以免对设备的温度组别产生不利影响。

7.2.6.2 旋转电机转子的修理

导条绕线转子如有故障，应使用原制造商生产的新转子进行更换或使用相同规格的材料进行修理。在更换鼠笼式转子中的导条时，必须特别注意确保这些导条在槽内配合紧密。应采用制造商用于实现紧密配合的方法。

压铸鼠笼式转子如有故障，应使用原制造商生产的新转子进行更换。

如果原制造商不再提供更换件，可以生产与原件具有同等特性的新转子绕组。

同等特性包括短路环和通风辅助装置的材料和尺寸特征。

允许修理压铸转子短路条外表面的损坏，包括通风辅助装置。

7.2.6.3 正压正压

检查“p”、“Px”或“Py”或“Pz”密封是否充分发挥作用，并且应测量最大过压下的最大泄漏率，以检验是否超出铭牌示值。

检查所有内部空气通路和管道在重绕后是否被清漆堵塞。

如果未能向修理单位发送Ex p设备连同正压系统且修理单位并无内部正压设备，应在发货前与用户商定针对泄漏的替代试验和正压系统的现场试验，并且在正压系统的现场调试结束前，不得完成最终修理/检修报告。

7.2.6.4 温度传感器

7.2.6.4.1 修理的绕组

如果使用嵌入式温度传感器监测绕组温度，建议选择与原传感器特性相同的更换件，并在浸漆和固化之前将其埋入修理的绕组内相同位置处。

7.2.6.4.2 检修

建议在任何检修作业期间检查温度传感器，如发现缺陷，进行更换。如需更换，应选用按照 GB/T 3836.1 编写的文件中规定的温度传感器，并按照该文件中的规定进行安装。防爆合格证文件要求的检修期间，更换存在缺陷的嵌入式温度传感器时需要重绕定子。

如无可文件，或者无可用的同等温度传感器，应由负责人评估和记录能否接受更换件。

7.2.7 辅助装置

如果辅助装置基于不同的防爆型式，则在进行任何修理之前，应参考本标准中的相应条款。

7.2.8 透明件

不得用溶剂擦洗由塑料制成的透明件。建议使用家用洗涤剂进行擦洗。

7.2.9 浇封部件

通常，认为浇封部件（例如，灯具中的开关装置）不适于修理。

7.2.10 电池

在使用电池的情况下，应遵从制造商的建议。

7.2.11 灯泡

应将制造商规定的灯泡类型作为更换件使用，且不得超过规定的最大瓦数。

7.2.12 灯座

如可获取，应使用制造商列出的更换件。如果无法获得这类更换件，可以使用有资质人员依照设备防爆型式标准认证的同等产品。

7.2.13 镇流器

仅允许使用制造商列出的部件（如可获取）更换扼流圈或电容器。如果无法获得，经有资质人员根据要更换的设备或元件和防爆型式标准认证后，可以使用同等产品。

7.3 修复

7.3.1 概述

可以使用第 4 条详述的技术修复防爆型式“p”设备，但须符合本条款规定的以下限制条件。

7.3.2 外壳

7.3.2.1 概述

如需通过焊接或金属压合技术修理损坏的外壳、接线盒和机盖，应注意确保设备的完整性不会受到严重损害，不会导致防爆型式降级，特别是，应保证仍可通过冲击试验和承受适当的过压水平。

7.3.2.2 接合面

如需对损坏或腐蚀的接合表面进行机加工，则不应削弱元件的机械强度和工作性能，也不得影响防护等级。

通常采用止口接合面实现紧密公差配合。因此，在对外圆进行机加工时，需要同时向内圆添加金属并进行机加工（反之亦然），以保持接合面的配合特性。如果只有局部损坏，可以通过增添金属和再加工使其恢复到原尺寸。应通过电镀、镶套或焊接的方法增添金属，但不宜使用粘结强度小于 40 MPa 的金属喷涂技术。

7.3.3 轴和轴承座

如需修复轴和轴承座，宜采用金属喷涂或镶套技术进行修复。在妥为考虑焊接技术的局限性后（见 4.3.3.4.5），也可选用此技术。

7.3.4 套筒轴承

可使用电镀、金属喷涂或焊接（不包括 MMA）技术修复套筒轴承表面。

7.3.5 转子和定子

如准备使用轻微刮削转子和定子的方法消除偏心和表面损坏，则转子和定子之间因此增大的空气间隙可能会导致表面温度变化，可能因此超过电机的温度组别。如果无法确定可能对温度组别造成的不利影响；则在应用该工艺之前，修理单位最好寻求制造商的指导。

经刮削或已损坏的定子铁芯应接受“磁通量试验”，以确保无任何可能对温度组别产生不利影响或在随后损坏定子绕组的其余过热点。应在 1.5 特斯拉下进行“磁通量试验”，并记录试验条件和结果。

7.4 改动和改造

7.4.1 外壳

允许改动不含可燃性气体释放源的外壳。任何改动的部件都应满足 7.2 中给出的条件。应由负责人核实防爆合格证中定义的改动。

如未咨询制造商，不得以任何方式改造包含内部可燃性气体释放源（如分析仪、色谱仪等）的外壳。

不得改动过压水平和流速或吹扫气体的监测点，也不得改变任何计时器或其他监测装置的设置。

7.4.2 外壳引入装置

如改动引入装置，应特别注意确保指定的防爆型式和防护等级保持不变。

7.4.3 端子

应采用良好工程实践进行端子的改造。

7.4.4 绕组

如需重绕设备以用于另一种电压，必须首先咨询制造商，但是要求，磁负载、电流密度和损耗等不会增加，遵从相应的新爬电距离和电气间隙，并且新电压保持在防爆合格证文件的限值范围内。铭牌应改标新的参数。

如需重绕旋转电机的绕组以改变转速，必须首先咨询制造商，避免电机的电气和热特性发生显著变化，导致超出指定温度组别要求的限值范围（如适用）并且危及正压系统的有效性。

7.4.5 辅助设备

如果需要额外的辅助设备，例如，防冷凝加热器或温度传感器，应咨询制造商以确定拟增设的可行性和具体程序。

7.5 正压系统

对于与设备有关的安全装置，应进行功能试验以检验正压系统。视正压类型的不同（“px”或“py”或“pz”），安全装置也可能变化，因此须妥为验证。功能试验可能包括：

- 按照铭牌上的规定完成吹扫循环。这可能包括检验触点以启动正压循环。
- 正压期间，应按照铭牌上的规定，保持外壳内的最小压力
- 验证外壳泄漏是否小于正压系统允许的最大泄漏容量
- 通过取消正压来启动移除电源或报警信号
- 验证与规定的各项操作对应的触点和信号灯
- 当外壳压力超过制造商规定的设计限值时，检查安全阀能否正常工作

8 防爆型式为增安型“e”或“eb”设备修理和检修的补充要求

8.1 应用

本条款包含防爆型式“e”或“eb”设备修理、检修、改动、修复和改造的补充要求。本条款宜与包含通用要求的第 4 条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用。当对 Ex “e”或“eb”设备进行修理或检修时，宜参考的相关设备标准是设备的最初认证标准（见 GB/T 3836.3）。

8.2 修理和检修

8.2.1 外壳

虽然优选从制造商处获得新部件，但原则上，损坏部件也可以修理或更换为其他部件，只要认证标志牌上规定的防护等级或温度组别保持不变。

具体 IP 防护等级是防爆型式“e”的组成部分。衬垫和密封件的性能对于保持 IP 防护等级至关重要，并且必须接受特殊的调节和试验，仅能用材料和结构相同的垫圈和密封件进行更换。

为了满足环境条件，可以采用比设备标准中规定的更加严格的防护等级，在这种情况下，任何修理都不得降低这种更高级别的防护等级。

应特别注意，所有外壳部件的冲击试验要求的以及进气口和排气口须具备的防护等级应当符合设备标准中的规定。

固定部件和旋转部件之间应按照设备标准保持适当的间隙。适当的间隙是指制造商认证图纸要求的间隙，或如无可用图纸，则指 GB/T 3836.3 中规定的最小间隙。

注意表面粗糙度、涂漆等对外壳温度组别的影响。只能使用制造商规定的或等效的涂层。

8.2.2 外壳引入装置

根据 GB/T 4208 的要求，引入装置的防护等级不应低于 IP54，并且至少与设备最初设计的 IP 防护等级相同。

8.2.3 端子

通常会在防爆合格证文件中详细说明端子的设计（在所用材料和结构方面）、爬电距离和电气间隙以及端子绝缘的相比起痕指数。应从制造商处获得更换部件，或就合格替代品征求其建议。

如果端子为松散引出线，则端接方法，包括绝缘处理，应符合防爆合格证文件的要求。

8.2.4 绝缘

关于绕组绝缘系统的详细内容，包括浸渍清漆的类型，通常在认证文件中规定。如无相关规定，应向制造商索取全部资料或在详细检查原绕组后确定。

8.2.5 内部连接

如需重新更换内部连接，则此类连接上的绝缘在电气特性、热特性或机械特性方面都不得劣于原有水平。

任何更换连接的横截面积都不得小于原安装尺寸。允许的导线连接方法见相关标准。

已经确认包括超过六根电缆的线束存在产生过热点的特定风险，可能影响增安型防爆型式的完整性。

8.2.6 旋转电机

8.2.6.1 概述

防爆型式“e”或“eb”设备的电气结构对防爆安全有着决定性的影响，修理单位应具有必要的全部信息和设备。除非尺寸较大的设备支持更换部分绕组，否则如果可行，应将整个绕组恢复至初始状态。

如因绕组温度过高导致运行中的 Ex e 或 Ex eb 电机出现任何故障，须进行根本原因分析以确定故障过程。应告知客户故障的严重性，并确保客户不仅拥有防止故障再次发生的解决方案，还应将此解决方案应用于 1 区中的所有其他电机。这可能要求改动其维护规程、状态监测或其他传感器。

8.2.6.1.1 对于额定电压在 1 000 V 或以下的电机：

允许使用以下修理技术：

- 定子绕组更换为制造商提供的定子绕组；
- 根据制造商的绕组数据更换定子绕组；
- 复制绕组技术；

当进行复制绕组的修理时，修理单位应确定，待更换的绕组为原绕组还是修理的绕组，然后根据先前的修理记录确定先前绕组的规格是否与原绕组相同。

为修理定子绕组，需获得以下绕组数据并保持原 tE：

- a) 绕组类型 ——例如，单层、双层等；
- a) 绕组图；
- b) 匝数/导线数量/槽数，每相并联路数；
- c) 相间连接；
- d) 导线尺寸；
- e) 绝缘系统，包括槽绝缘和通用清漆系统或工艺，如 VPI 或滴漆；
- f) 测量或计算端子间电阻或相电阻。
- g) 线圈节距
- h) 绕组凸起，包括线圈和外壳之间的间隙

注 1：变频器供电的电机不受 tE 概念的保护，而是采用嵌入式温度传感器或通过变频器的固有设计进行保护。

如果使用复制绕组技术，需要满足以下所有要求：

a) 如在剥离旧绕组时存在损坏铁芯的风险，应在剥离绕组前后进行铁芯磁通量试验以验证铁芯状态，

试验须采用适当的参数值，如 1.5 T (50 Hz) 或 1.32 T (60 Hz)。剥离后的铁芯损耗不得大于剥离前磁芯损耗的 110%。

b) 定子绕组的拆除应采用化学剥离，定子温度不超过 370℃ 的受控热分解（温度受控的烧断）或冷剥离工艺。

c) 导线的横截面积不得小于原绕组的横截面积，且不得大于原绕组横截面积的 103%。

d) 重绕时应采用原绕组使用的绕组类型 ——例如，单层、双层、搭接、同轴等。

e) 每相的导线数/槽数和并联路数应与原绕组相同。

f) 线圈的平均匝长不应大于原绕组线圈，且长度最好应减小。

g) 定子绕组凸起应与原绕组相同。

h) 嵌入式温度传感器的安装位置应与原绕组中温度传感器的安装位置相同。

- i) 应采用与原绕组相同的通用清漆系统工艺,如环氧树脂滴漆,使用 VPI 的无溶剂树脂,或预热后三重浸渍并在含溶剂的树脂中固化
- j) 应在固化前以及浸渍后清洁定子内孔。这是为了尽量避免在定子绕组固化后仍需清洁定子内孔,以免增加杂散损耗。
- k) 相间电阻或端子之间的电阻应在原绕组 $\pm 5\%$ 的范围内。

注 2: EASA 和 AEMT 发布的题为“修理/重绕对电机效率的影响”的 EASA/AEMT 重绕研究提供了与重绕和修理期间的最佳实践有关的更多信息。可从 www.easa.com, www.aemt.co.uk 或 www.iecex.com 免费下载本文件,见附录 D。

8.2.6.1.2 对于额定电压大于 1 000 V 的电机

有关高压电机的补充要求并不适用于根据早期 GB/T 3836.3 版本中的要求评估的设备。如果恢复初始状态,这些电机仅需符合最初的评估标准要求

除 8.2.6.1.1 的要求以外

除非先前已对绝缘系统进行 GB/T 3836.3 规定的定子绕组试验,否则电机绕组都应接受此项试验。为修理定子绕组,需获得以下绕组数据并保持原 tE:

- a) 绕组类型 ——例如,单层、双层等;
- b) 绕组图;
- c) 导线数量/槽数,每相并联路数;
- d) 相间连接;
- e) 导线尺寸;
- f) 绝缘系统,包括清漆规格;
- g) 相间电阻或端子之间的电阻。

注:有关根据 IECEx 决策表 DS2013/006 (可从 www.iecex.com 获得)进行定子绕组和绝缘系统评估的更多信息,请参见附录 D。

如果无法获得完整的绕组数据,仅能使用制造商提供的定子绕组完成更换。电机将维持原 tE。

注:变频器供电的电机不受 tE 概念的保护,而是采用嵌入式温度传感器或通过变频器的固有设计进行保护。

8.2.6.2 旋转电机转子的修理

导条绕线转子如有故障,应使用原制造商生产的新转子进行更换或使用相同规格的材料进行修理。在更换鼠笼式转子中的导条时,必须特别注意确保这些导条在槽内配合紧密。应采用制造商用于实现紧密配合的方法。

压铸鼠笼式转子如有故障,应使用原制造商生产的新转子进行更换。

如果原制造商不再提供更换件,可以生产与原件具有同等特性的新转子绕组。

相同的特征包括短路环和通风辅助装置的材料和尺寸特征。

允许修理压铸转子短路条外表面的损坏,包括通风搅动器。

8.2.6.3 温度传感器

8.2.6.3.1 修理的绕组

如果使用嵌入式温度传感器监测绕组温度,建议在浸漆和固化前将同等替换件埋入修理的绕组内相同位置处。

8.2.6.3.2 检修

建议在任何检修作业期间检查温度传感器,如发现缺陷,进行更换。如需更换,应选用按照 GB/T 3836.1 编写的文件中规定的温度传感器,并按照该文件中的规定进行安装。防爆合格证文件要求的检修期间,更换存在缺陷的嵌入式温度传感器时需要重绕定子。

如无可文件,或者无可用的同等温度传感器,应由负责人评估和记录能否接受更换件。

除非根据 GB/T 3836.1 选择适于同等气体分组的另一种适用防爆外壳型号以容纳电弧/火花装置,否则不得在 Ex “e” 外壳内设置电弧或火花装置。

8.2.7 透光部件

不得尝试修理透光部件,只能使用制造商提供或指定的更换元件。不得用溶剂清洗透光部件或使用塑料制成的其他部件。允许使用家用洗涤剂。

8.2.8 浇封部件

通常,认为浇封部件(例如,灯具中的开关装置)不适于修理或修复。

8.2.9 电池

在使用电池的情况下,应参考制造商说明书进行任何修理或更换。

8.2.10 灯泡

应将制造商规定的灯泡类型作为更换件使用,且不得超过规定的最大瓦数。

应特别注意单脚荧光灯管。单脚在插入灯座后会形成隔爆外壳，失真或未对准可能会影响设计的防爆性能。

8.2.11 灯座

仅能使用制造商指定的更换件。如果接入灯座的布线是工厂制造的（压接等），除非修理单位拥有根据相同标准恢复布线的设备，否则不得重新布线。

注：防爆型式“e”灯具的灯座始终为特殊类型，即，管状荧光灯的单脚型或其他类型的螺口型。

8.2.12 镇流器

如可获取，仅应使用制造商列出的部件更换扼流圈和电容器。如果无法获得，经有资质人员根据要更换的设备或元件和防爆型式标准认证后，可以使用同等产品。

8.2.13 通风装置

应按照文件的规定维修通风装置，维修后仍需保持外壳的防爆性能。如果无法获得本文件，仅可使用防爆合格证文件中列出的这类部件更换通风装置。如果通风装置附带 Ex 元件证书，仅可使用经适当验证并标有尺寸的部件更换。

8.3 修复

防爆型式“e”设备的修复可使用在第4条中详细说明的技术，但须符合本条款的以下限制条件。

8.3.1 外壳

8.3.1.1 概述

如需通过焊接或金属压合技术修理轻微损坏的外壳、接线盒和机盖，应注意确保设备的完整性不会受到严重损害，不会导致防爆型式降级，特别是，应保证仍可通过冲击试验和保持防护等级。

8.3.1.2 接合面

如需对损坏或腐蚀的接合表面进行机加工，则不应削弱元件的机械强度和工作性能，也不得影响防护等级。

在设置接合面以实现紧密公差配合的情况下，在对外圆进行机加工时，需要同时向内圆添加金属并进行机加工（反之亦然），以保持接合面的配合特性。如果只有局部损坏，可以通过增添金属和再加工使其恢复到原尺寸。应通过电镀、镶套或焊接的方法增添金属，但不宜使用粘结强度小于 40 MPa 的金属喷涂技术。

8.3.1.3 轴和轴承座

如需修复轴和轴承座，宜采用金属喷涂或镶套技术进行修复。在妥为考虑焊接技术的局限性后（见 4.3.3.4.5），也可选用此技术。

8.3.2 套筒轴承

可使用电镀、金属喷涂或焊接（不包括 MMA）技术修复套筒轴承表面。

8.3.3 转子和定子

如准备使用轻微刮削转子和定子的方法消除偏心 and 表面损坏，则转子和定子之间因此增大的空气间隙可能会导致表面温度变化，

可能因此超过电机的温度组别。如果无法确定可能对温度组别造成的不利影响；则在应用该工艺之前，修理单位最好寻求制造商的指导。

经刮削或已损坏的定子铁芯应接受“磁通量试验”，以确保无任何可能对温度组别产生不利影响或在随后损坏定子绕组的其余过热点。

在采用此工艺或根据防爆型式标准重新测试设备之前，修理单位应寻求并遵循制造商的建议。

8.4 改动和改造

8.4.1 外壳

如果防爆合格证确认符合相应标准，则允许改造外壳。应由负责人核实防爆合格证中定义的改动。

8.4.2 外壳引入装置

如改动引入装置，应特别注意确保指定的防爆型式和防护等级保持不变。

8.4.3 端子

如未咨询制造商，不得改造端子。

8.4.4 绕组

如需重绕设备以用于其他电压或连接，必须获得制造商的指导，但是要求，磁负载、电流密度和损耗等不会增加，遵从相应的新爬电距离和电气间隙，并且新电压、tE 时间和 IA/IN 比均保持在防爆合格证文件的限值范围内。铭牌应改标新的参数。

如未获得制造商的指导，不得重绕旋转电机以用于不同转速，否则电机的电气和热特性可能会发生显著变化，导致超出防爆合格证文件的限值范围。铭牌应改标新的参数。

8.4.5 辅助设备

如果需要额外的辅助设备，例如，防冷凝加热器或温度传感器，应咨询制造商以确定拟议改造的可行性和具体程序。

9 防爆型式为“n”或“ec”设备修理和检修的补充要求

9.1 应用

本条款包含防爆型式“n”或“ec”设备修理、检修、修复和改造的补充要求。本条款宜与包含通用要求的第4条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用。当对 Ex “n” 或 Ex ec 设备进行修理或检修时，宜参考的相关设备标准是最初的设备制造标准（见 GB/T 3836.8）。

9.2 修理和检修

9.2.1 外壳

虽然优选从制造商处获得新部件，但原则上，损坏部件也可以修理或更换为其他部件，只要标志牌上规定的防护等级或温度组别保持不变。

具体 IP 防护等级是防爆型式“n”或“ec”的组成部分。衬垫和密封件的性能对于保持 IP 防护等级至关重要，并且必须接受特殊的调节和试验，仅能用材料和结构相同的垫圈和密封件进行更换。

为了满足环境条件，可以采用比设备标准中规定的更加严格的防护等级，在这种情况下，任何修理都不得降低这种更高级别的防护等级。

应特别注意设备标准中规定的所有外壳部件的冲击试验要求。

固定部件和旋转部件之间应按照设备标准保持适当的间隙。

限制通风外壳取决于其衬垫和其他密封方法的防爆性能。密封装置的状况可能会对防爆型式产生不利影响。

注意表面粗糙度、喷漆等对外壳温度组别的影响。

9.2.2 外壳引入装置

引入装置应根据 GB/T 4208 的要求保持最低 IP54 的防护等级。

9.2.3 端子

修理接线腔时应注意按照设备标准保持电气间隙和爬电距离。在使用非金属螺钉进行固定的情况下，仅可更换为材料类似的螺钉。

如果端子为松散引出线，则端接方法，包括绝缘处理，都应符合防爆合格证文件。

9.2.4 绝缘

应使用与最初提供的绝缘材料相同或更高的绝缘等级，例如，可使用 F 级材料修理使用 E 级材料绝缘的绕组（见 GB/T 11021）。

9.2.5 内部连接

如需重新更换内部连接，则此类连接上的绝缘在电气特性、热特性或机械特性方面都不得劣于原有水平。

任何更换连接的横截面积都不得小于原安装尺寸。

9.2.6 旋转电机

9.2.6.1 概述

防爆型式“n”或“ec”设备的电气结构对防爆安全有着决定性的影响，修理单位应全面掌握必要的信息和设备。除非尺寸较大的设备支持更换部分绕组，否则如果可行，应将整个绕组恢复至初始状态。

9.2.6.1.1 对于根据 IEC 60079-15: 1987 GB/T 3836.8-1987 或 2003 评估的电机：

应采用以下修理方案之一：

- 定子绕组更换为制造商提供的定子绕组
- 根据制造商的绕组数据进行修理；
- 复制绕组技术，包括确定绕组连接、导线尺寸、匝数、线圈间距、绕组凸起，以及确定原线圈电阻；

• 有关高压电机的补充要求并不适用于根据早期 GB/T 3836.8 版本中的要求评估的设备。如果恢复初始状态，这些电机仅需符合最初的评估标准要求。

9.2.6.1.2 对于根据 IEC 60079-15: 2005 GB/T 3836.8-2014 或更新版本评估的额定电压为 1 000 V 或以下的电机：

应采用以下修理方案之一：

- 定子绕组更换为制造商提供的定子绕组
- 根据制造商的绕组数据进行修理；
- 复制绕组技术，包括确定绕组连接、导线尺寸、匝数、线圈间距、绕组凸起，以及确定原线圈电阻；

9.2.6.1.3 对于根据 IEC 60079-15: 2005 GB/T 3836.8-2014 或更新版本评估的额定电压大于 1 000 V 的电机：

对于 IEC 60079-15: 2005 GB/T 3836.8-2014，最终用户可选择指明，根据 IEC 60079-15: 2005 GB/T 3836.8-2014 进行的初始评估中使用的风险因数表明定子绕组放电的可能性较低，因此未执行定子引火性试验。

应当采用以下修理方案之一，以确保除非先前已对绝缘系统进行 GB/T 3836.8 规定的定子引火性试验，否则电机绕组应接受此项试验：

- 制造商提供的定子绕组；
- 根据制造商的绕组数据更换定子绕组；
- 复制绕组技术；

根据以下绕组数据进行修理：

- a) 绕组类型 ——例如，单层、双层等；
- b) 绕组图；
- c) 导线数量/槽数，每相并联路数；
- d) 相间连接；
- e) 导线尺寸；
- f) 绝缘系统，包括槽绝缘和通用清漆系统或工艺，如 VPI 或滴漆；
- g) 测量或计算相间电阻或端子间电阻；
- h) 线圈节距；
- i) 绕组凸起，包括线圈和外壳之间的间隙

注 1：变频器供电的电机不受 tE 概念的保护，而是采用嵌入式温度传感器或通过变频器的固有设计进行保护。

如果使用复制绕组技术，需要满足以下所有要求：

1) 如在剥离旧绕组时存在损坏铁芯的风险，应在剥离绕组前后进行铁芯磁通量试验以验证铁芯状态，试验须采用适当的参数值，如 1.5 T (50 Hz) 或 1.32 T (60 Hz)。剥离后的铁芯损耗不得大于剥离前磁芯损耗的 110%。

m) 定子绕组的拆除应采用化学剥离，定子温度不超过 370℃ 的受控热分解（温度受控的烧断）或冷剥离工艺。

n) 导线的横截面积不得小于原绕组的横截面积，且不得大于原绕组横截面积的 103%。

o) 重绕时应采用原绕组使用的绕组类型 ——例如，单层、双层、搭接、同轴等。

p) 每相的导线数/槽数和并联路数应与原绕组相同。

q) 线圈的平均匝长不应大于原绕组线圈，且长度最好应减小。

r) 定子绕组凸起应与原绕组相同。

s) 嵌入式温度传感器的安装位置应与原绕组中温度传感器的安装位置相同。

t) 应采用与原绕组相同的通用清漆系统工艺，如环氧树脂滴漆，使用 VPI 的无溶剂树脂，或预热后三重浸渍并在含溶剂的树脂中固化

u) 应在固化前以及浸渍后清洁定子内孔。这是为了避免在定子绕组固化后仍需清洁定子内孔，以免增加杂散损耗。

v) 相间电阻或端子之间的电阻应在原绕组±5%的范围内。

注 2：关于“重绕和修理期间的最佳实践评估”的更多信息，请参见附录 D。

9.2.6.2 旋转电机转子的修理

导条绕线转子如有故障，应使用原制造商生产的新转子进行更换或使用相同规格的材料进行修理。在更换鼠笼式转子中的导条时，必须特别注意确保这些导条在槽内配合紧密。应采用制造商用于实现紧密配合的方法。

压铸鼠笼式转子如有故障，应使用原制造商生产的新转子进行更换。

如果原制造商不再提供更换件，可以生产与原件具有同等特性的新转子绕组。

相同的特征包括短路环和通风辅助装置的材料和尺寸特征。

允许修理压铸转子短路条外表面的损坏，包括通风搅动器。

9.2.6.3 温度传感器

9.2.6.3.1 修理的绕组

如果使用嵌入式温度传感器监测绕组温度，则更换件应具有与原传感器相同的特性，并在浸漆和固化之前将其埋入修理的绕组内相同位置处。

9.2.6.3.2 检修

建议在任何检修作业期间检查温度传感器，如发现缺陷，进行更换。如需更换，应选用按照 GB/T 3836.1 编写的文件中规定的温度传感器，并按照该文件中的规定进行安装。防爆合格证文件要求的检修期间，更换存在缺陷的嵌入式温度传感器时需要重绕定子。

如无可用文件，或者无可用的同等温度传感器，应由负责人评估和记录能否接受更换件。

9.2.7 透光部件

不得用溶剂清洗透光部件或使用塑料制成的其他部件。允许使用家用洗涤剂。

9.2.8 浇封部件

通常，认为浇封部件（例如，灯具中的开关装置）不适于修理。

9.2.9 电池

在使用电池的情况下，应参考制造商说明书进行任何修理或更换。

9.2.10 灯泡

应将制造商规定的灯泡类型作为更换件使用，且不得超过规定的最大瓦数。

9.2.11 灯座

如可获取，仅能使用制造商列出的部件更换灯座。如果无法获得，经有资质人员根据要更换的设备或元件和防爆型式标准认证后，可以使用同等产品。

反光镜（如有）的位置及灯泡和观察窗之间的距离应保持不变。

9.2.12 镇流器

如可获取，仅能使用制造商列出的部件更换扼流圈和电容器。如果无法获得，经有资质人员根据要更换的设备或元件和防爆型式标准认证后，可以使用同等产品。

9.2.13 封闭式断路装置

通常，认为不宜修理封闭式断路装置。应使用制造商列出的更换部件。

9.2.14 通风装置

应按照文件的规定维修通风装置，维修后仍需保持外壳的防爆性能。如果无法获得本文件，仅可使用防爆合格证文件中列出的这类部件更换通风装置。如果通风装置附带 Ex 元件证书，仅可使用经适当验证并标有尺寸的部件更换。

9.3 修复

9.3.1 概述

防爆型式“n”设备的修复可使用在 4.4.2.4 中详细说明的技术，但须符合本分条款的限制条件。

9.3.2 外壳

如需通过焊接或金属压合技术修理轻微损坏的外壳、接线盒和机盖，应注意确保设备的完整性不会受到严重损害，特别是，应保证仍可通过冲击试验和保持防护等级。

9.3.3 接合面

如需对损坏或腐蚀的表面进行机加工，则不应削弱元件的机械强度和工作性能，也不得影响防护等级。

通常采用止口接合面实现紧密公差配合。因此，在对外圆进行机加工时，需要同时向内圆添加金属并进行机加工（反之亦然），以保持接合面的配合特性。如果只有局部损坏，可以通过增添金属和再加工使其恢复到原尺寸。应通过电镀、镶套或焊接的方法增添金属，但不宜使用粘结强度小于 40 MPa 的金属喷涂技术。

9.3.4 轴和轴承座

允许修复轴和轴承座，但最好使用金属喷涂或镶套技术。在妥为考虑焊接技术的局限性后，也可选用此技术（见 4.3.3.4.5）。

9.3.5 套筒轴承

可使用电镀、金属喷涂或焊接（不包括 MMA）技术处理套筒轴承表面。

9.3.6 转子和定子

如准备使用轻微刮削转子和定子的方法消除偏心和表面损坏，则转子和定子之间因此增大的空气间隙可能会导致外表面温度升高，可能因此超过电机的温度组别。如果无法确定可能对温度组别造成的不利影响，则在应用该工艺之前，修理单位最好寻求制造商的指导。

经刮削或已损坏的定子铁芯应接受“磁通量试验”，以确保无任何可能对温度组别产生不利影响或在随后损坏定子绕组的其余过热点。

9.4 改动和改造

9.4.1 外壳

若能达到规定的温度组别、防护等级和满足相应标准中的冲击试验要求，可以改造外壳。应由负责人核实防爆合格证中定义的改动。

9.4.2 外壳引入装置

应注意确保规定的防爆型式和防护等级保持不变。

9.4.3 端子

仅可在符合设备标准的前提下改造端子。

9.4.4 绕组

在咨询制造商后，允许重绕设备以用于另一种电压，但是要求，磁负载、电流密度和损耗等不会增加，遵从相应的新爬电距离和电气间隙，并且新电压保持在防爆合格证的限值范围内。铭牌应改标新的参数。

如未咨询制造商，不允许重绕旋转电机以用于不同转速，否则电机的电气和热特性可能会发生显著变化，导致超出防爆合格证文件的限值范围。

9.4.5 辅助设备

如果需要额外的辅助设备，例如，防冷凝加热器或温度传感器，应咨询制造商以确定拟议改造的可行性和具体程序。

10 GB/T 3836.20 所涉及设备修理和检修的补充要求

如未获得制造商提供的资料，不得进行修理或检修。除需满足 GB/T 3836.20 的要求以外，本标准第 5 至 8 条的适用要求仍然适用。

如果无可用的防爆合格证文件，应按照相应的设备标准对设备进行重新试验。

11 防爆型式为“t”（前“tD”或 DIP）设备修理和检修的补充要求

11.1 应用

本条款包含有关防爆型式“t”、“tD”或“DIP”设备修理、检修、修复和改造的补充要求。本条款宜与包含通用要求的第 4 条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用。当对 III 组“t”、“tD”或“DIP”设备进行修理或检修时，宜参考的相关设备标准是最初的设备制造标准。

注：当在规定的无尘或粉尘层条件下以指定的最高环境温度（通常为 40℃）进行试验时，将电气设备外表面任何部分达到的最高温度在设备上标记为温度值 T。场所符号以“A”开头的 A 型设备在无尘条件下进行型式试验。场所符号以“B”开头的 B 型设备在粉尘层条件下进行型式试验。

11.2 修理和检修

11.2.1 外壳

虽然优选从制造商处获得新部件，但原则上，损坏部件也可以修理或更换为其他部件，只要认证标志牌上规定的防护等级或温度组别保持不变。

具体 IP 防护等级是防爆型式“t”的组成部分。衬垫和密封件的性能对于保持 IP 防护等级至关重要，并且必须接受特殊的调节和试验，仅能用材料和结构的相同垫圈和密封件进行更换。

如果外观检查（如，是否有灰尘或水进入）发现外壳密封件的有效性遭到损坏或老化，须更换这些密封件，并且应优先采用设备制造商提供的原厂备件或具有同等质量的密封垫。应特别注意确保等效材料的保存方法、边缘连续性、硬度计硬度、回收率等特性。

如有任何迹象表明已经超过规定的温度，或者，如有疑问，应根据相关设备防爆型式标准进行实际测量。如有必要，应使用制造商提供的备件和/或根据其建议更换带电部件，如绕组、铁芯、冷却系统。

为了满足环境条件，可以采用比设备标准中规定的更加严格的防护等级，在这种情况下，任何修理都不得降低这种更高级别的防护等级。

应特别注意设备标准中规定的所有外壳部件的冲击试验要求。

固定部件和旋转部件之间应按照设备标准保持适当的间隙。

注意表面粗糙度、喷漆等对外壳温度组别的影响。只能使用制造商规定的或等效的涂层。

旋转电机的外壳、外壳部件或外部通风系统部件所使用的塑料材料应当设计为可以避免因传播型

刷状放电导致的引燃危险。除尺寸符合要求以外, 备件还应具备 GB 12476.1 和 GB/T 3836.0 中规定的静电放电特性。

11.2.2 外壳引入装置

根据 GB/T 4208 的要求, 视情况而定, 引入装置应保持最低 IP5X 或 IP6X 的防护等级。

11.2.3 端子

修理接线腔时应注意按照设备标准保持电气间隙和爬电距离及防护等级。在使用非金属螺钉进行固定的情况下, 仅可使用材料类似的更换螺钉。

如果端子为松散引出线, 则端接方法, 包括绝缘处理, 都应符合防爆合格证文件。

11.2.4 绝缘

如未咨询制造商, 比原先所用更高的绝缘等级不得导致设备额定值升高。

11.2.5 内部连接

任何更换连接的横截面积都不得小于原安装尺寸。

11.2.6 旋转电机

11.2.6.1 概述

在进行重绕的情况下, 尤为重要是确定原绕组数据并且新绕组数据与原绕组数据相符。如果提出的绝缘等级优于原绝缘材料, 则未咨询制造商不得增加绕组的额定值, 以免对设备的温度组别产生不利影响。

应尽可能从制造商处获得原绕组数据。如果无法合理实现, 可以使用复制绕组技术, 其中包括确定绕组连接、导线尺寸、匝数、线圈节距、绕组凸起, 以及确定原线圈电阻。

未经咨询制造商或认证机构, 不建议部分更换绕组, 除非尺寸较大的设备支持部分更换绕组。

11.2.6.2 电机转子的修理

导条绕线转子如有故障, 应使用原制造商生产的新转子进行更换或使用相同规格的材料进行修理。在更换鼠笼式转子中的导条时, 必须特别注意确保这些导条在槽内配合紧密。应采用制造商用于实现紧密配合的方法。

压铸鼠笼式转子如有故障, 应使用原制造商生产的新转子进行更换。

如果原制造商不再提供更换件, 可以生产与原件具有同等特性的新转子绕组。

同等特性包括短路环和通风辅助装置的材料和尺寸特征。

允许修理压铸转子短路条外表面的损坏, 包括通风搅动器。

11.2.6.3 温度传感器

11.2.6.3.1 修理的绕组

如果使用嵌入式温度传感器监测绕组温度, 则更换件应具有相同的特性, 并在浸漆和固化处理前将其埋入修理的绕组内相同位置处。

11.2.6.3.2 检修

建议在任何检修作业期间检查温度传感器, 如发现缺陷, 进行更换。如需更换, 应选用按照 GB/T 3836.1 编写的文件中规定的温度传感器, 并按照该文件中的规定进行安装。防爆合格证文件要求的检修期间, 更换存在缺陷的嵌入式温度传感器时需要重绕定子。

如无可用文件, 或者无可用的同等温度传感器, 应由负责人评估和记录能否接受更换件。

11.2.7 透光部件

不得用溶剂清洗透光部件或使用塑料制成的其他部件。允许使用家用洗涤剂。

11.2.8 电池

在使用电池的情况下, 应参考制造商说明书进行任何修理或更换。

11.2.9 灯泡

应将制造商规定的灯泡类型作为更换件使用, 且不得超过规定的最大瓦数。

11.2.10 灯座

如可获取, 仅能使用制造商列出的部件更换灯座。如果无法获得, 经有资质人员根据要更换的设备或元件和防爆型式标准认证后, 可以使用同等产品。

反光镜(如有)的位置及灯泡和观察窗之间的距离应保持不变。

11.2.11 镇流器

如可获取, 仅应使用制造商列出的部件更换扼流圈和电容器。如果无法获得, 经有资质人员根据要更换的设备或元件和防爆型式标准认证后, 可以使用同等产品。

11.2.12 通风装置

通风装置仅能使用制造商列出的部件更换, 或者也可使用经适当认证和尺寸定制的部件。

适当的认证包括防爆型式、气体组和防护等级（如适用）。

11.3 修复

可以使用 4.3.3.4 中详述的技术修复防爆型式“t”设备，但须符合本分条款的以下限制条件。

11.3.1 外壳

如需通过焊接或金属压合技术修理轻微损坏的外壳、接线盒和机盖，应注意确保设备的完整性不会受到严重损害，特别是，应保证仍可通过冲击试验和保持防护等级。

11.3.2 接合面

如需对损坏或腐蚀的表面进行机加工，则不应削弱元件的机械强度和工作性能，也不得影响防护等级。

通常采用止口接合面实现紧密公差配合。因此，在对外圆进行机加工时，需要同时向内圆添加金属并进行机加工（反之亦然），以保持接合面的配合特性。如果只有局部损坏，可以通过增添金属和再加工使其恢复到原尺寸。应通过电镀、镶套或焊接的方法增添金属，但不宜使用粘结强度小于 40 MPa 的金属喷涂技术。

11.3.3 轴和轴承座

允许修复轴和轴承座，但最好使用金属喷涂或镶套技术。在妥为考虑焊接技术的局限性后，也可选用此技术（见 4.3.3.4.5）。

11.3.4 套筒轴承

可使用电镀、金属喷涂或焊接（不包括 MMA）技术处理套筒轴承表面。

11.3.5 转子和定子

如准备使用轻微刮削转子和定子的方法消除偏心和表面损坏，则转子和定子之间因此增大的空气间隙可能会导致外表面温度变化，可能因此超过电机的温度组别。如果无法确定可能对温度组别造成的不利影响，则在应用该工艺之前，修理单位最好寻求制造商的指导。

经刮削或已损坏的定子铁芯应接受“磁通量试验”，以确保无任何可能对温度组别产生不利影响或在随后损坏定子绕组的其余过热点。

11.4 改动和改造

11.4.1 外壳

若能达到规定的温度组别、防护等级和满足相应标准中的冲击试验要求，可以改造外壳。

应由负责人核实防爆合格证中定义的改动。

11.4.2 外壳引入装置

应注意确保规定的防爆型式和防护等级保持不变。

11.4.3 绕组

在咨询制造商后，允许重绕设备以用于另一种电压，但是要求，磁负载、电流密度和损耗等不会增加，遵从相应的新爬电距离和电气间隙，并且新电压保持在防爆合格证的限值范围内。铭牌应改标新的参数。

如未咨询制造商，不允许按不同转速重绕旋转电机，否则电机的电气和热特性可能会发生显著变化，导致超出防爆合格证文件的限值范围。

11.4.4 辅助设备

如果需要额外的辅助设备，例如，防冷凝加热器或温度传感器，应咨询制造商以确定拟议改造的可行性和具体程序。

12 防爆型式为正压型“pD”或“pxb”（对于 EPL Db）、“pyb”（对于 EPL Db）或“pzc”（对于 EPL Dc）设备修理和检修的补充要求

12.1 应用

本条款包含防爆型式“pD”设备修理、检修、修复、改动和改造的补充要求。本条款宜与包含通用要求的第 4 条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用。修理或检修“pD”设备时应参考的相关设备标准是设备的最初制造标准。

由于是在经认证符合 GB 12476.7 要求的外壳内使用“pD”设备，对于这类设备，该标准通常不作规定。因此，允许进行改动以安装设备，且不会导致防爆合格证无效。但是，如果改变内部设备，需要考虑电气性能和额定温度等一般限制条件。

注：与防爆型式“p”不同，防爆型式“pD”不允许进行吹扫。在根据 GB 12476.7 接通电源之前，必须对外壳进行

内部清洁。

12.2 修理和检修

修理和检修要求与第7条规定的防爆型式“p”要求相同。

12.3 修复

修复要求与第7条规定的防爆型式“p”要求相同。

12.4 改造

改造要求与第7条规定的防爆型式“p”要求相同。

13 由浸液型“o”保护的的设备类型的设备修理和检修要求

13.1 应用

本条款包含防爆型式“o”设备修理、检修、修复和改造的补充要求。在采用混合技术的情况下，宜结合包含通用要求的第4条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用本条。修理或检修防爆型式“o”设备时宜参考的相关设备标准是最初的设备制造标准（见GB/T 3836.6）。

通常，为实现防爆型式“o”，所需特性包括一些在查看防爆合格证或试验报告时不易察觉的关键因素。除电路外，关键因素还包括容器的油型和加注程序。

13.2 修理和检修

13.2.1 相关防护技术

由于防爆型式“o”通常与其他防爆技术结合使用，因此确定其他防爆技术尤为重要。

应按照本标准的相应条款进行相关技术的修理和检修工作。

13.2.2 保护液的去除

去除保护液的方法应符合制造商认证文件和修理/检修程序。

注：在处理用过的保护液时，应参考给定的材料安全数据表和环境因素。

13.2.3 元件的更换

仅允许更换原制造商认证文件中列出的元件，并且仅能以相同的方式更换同等元件，或以同样的方式更换具有类似或更优特性的等效元件，所述等效元件应：

- 额定值相同；
- 断路容量相同或更高；
- 时间/电流特性相同；
- 结构形式相同；
- 外形尺寸相同。

应确认通风口能否正常通风。应验证GB/T 3836.6中关于结构、内部器械和保护装置的任何其他相关要求。

13.2.4 更换保护液的准备工作

容器应无污染物和缺陷（孔洞、泄漏等），以确保成品元件的完整性并防止异物进入。如有必要，可进行压力试验以确认容器的完整性。

13.2.5 保护液

更换的保护液应符合防爆合格证文件中的规定。加注方法和液位应符合防爆合格证文件中的规定。

13.2.6 容器的闭合

应按照防爆合格证文件中的规定闭合或密封容器。

13.3 修复

可以修复容器以继续保留保护液。

13.4 改造

如未咨询制造商和/或检验机构，不得进行可能影响设备防爆特性的修造。

14 防爆型式充砂型“q”设备的修理和检修要求

14.1 应用

本条款包含防爆型式“q”设备修理、检修、修复和改造的补充要求。在采用混合技术的情况下，宜结合包含通用要求的第4条以及任何其他相应条款（如相关）一起应用本条。修理或检修防爆型式“q”设备时宜参考的相关设备标准是最初的设备制造标准（见GB/T 3836.7）。

仅可在征得制造商同意后参照防爆合格证文件对防爆型式“q”设备进行修理和检修。

通常，为实现防爆型式“q”，所需特性包括一些在查看防爆合格证或试验报告时不易察觉的关键

因素。除电路外，关键因素还包括容器的加注材料和加注程序。

14.2 修理和检修

14.2.1 相关防护技术

由于防爆型式“q”通常与其他防爆技术结合使用，因此确定其他防爆技术尤为重要。应按照本标准的相应条款进行相关技术的修理和检修工作。

14.2.2 保护材料的去除

去除保护材料的方法应符合制造商认证文件和修理/检修程序。

14.2.3 元件的更换

仅允许更换原制造商认证文件中列出的元件，并且仅能以相同的方式更换同等元件。

14.2.4 更换保护材料的准备工作

容器应无污染物和缺陷（孔洞、泄漏等），以确保成品元件的完整性并防止异物进入。如有必要，可进行压力试验以确认容器的完整性。

14.2.5 保护材料

更换的保护材料应符合防爆合格证文件中的规定。加注方法和液位应符合防爆合格证文件中的规定。

14.2.6 容器的闭合

应按照防爆合格证文件中的规定闭合或密封容器。

14.3 修复

可以修复容器以继续保留保护材料。

14.4 改造

如未咨询制造商和/或检验机构，不得进行可能影响设备防爆特性的改造。

15 防爆型式特殊型“s”设备的修理和检修要求

不要求采用防爆型式“s”防护技术的设备必须遵从既定设备标准中的要求。有关防爆型式“s”的要求载于 GB/T 3836.24。因此，仅能根据防爆合格证中提供的信息执行任何检修和修理活动。

仅可在征得制造商同意后参照防爆合格证文件进行防爆型式“s”设备的修理和检修。

在采用混合技术的情况下，宜根据包含通用要求的第4条以及任何其他相应条款（如相关）执行任何检修和修理工作。修理或检修 Ex “s” 设备时应参考的相关设备标准是设备的最初制造标准。

附录 A (规范性附录) 修理设备的标识

A.1 标志内容

对于修理和检修的设备，应在设备主体部分的醒目位置处设置标志。标志应清晰、耐久，能够耐受所有相关的环境条件。标志应包括：

- 有关符号（见下文第 A.2 条）；
- 标准代号“GB/T 3836.13”或国家等效标准；
- 修理单位的名称或其注册商标及修理单位合格证（如有）；
- 参与修理工作的修理单位参考编号；
- 检修/修理日期。

可以将标志铭刻在永久固定在修理设备上的标牌上。

再次修理后，应移除先前的修理/检修牌，并记录其上的所有标志内容。

如果已经移除的先前标牌上刻有如 A.2.2 所示的三角形符号，也应在后来的标牌上铭刻三角形符号，除非修理单位将整台设备恢复至完全符合防爆合格证文件的状态。

如果修理或检修后的设备不符合防爆合格证文件以及防爆型式标准，应在征得用户同意后将所有与防爆性能有关的标志信息删除。

A.2 符号

A.2.1 符合防爆合格证文件和/或制造商规范

仅在根据本标准进行修理或修复并且修理单位提供足够的证据证明完全符合防爆合格证文件和/或制造商规范时，方可使用此标志。



A.2.2 符合防爆型式标准但不符合防爆合格证文件

在下列情况之一时使用此标志

a) 设备在修理或修复期间有变动，经修理单位检验确定仍然符合本标准及其制造依据的防爆标准中规定的限制条件，但是修理单位不能提供足够的证据证明完全符合防爆合格证文件；或

b) 设备制造依据的标准未知，但已采用本标准和现行版本的相关防爆标准中的要求，但是修理单位不能提供足够的证据证明完全符合防爆合格证文件；或由有资质评定防爆设备的人员进行设备评定，以便在修理单位放行设备之前验证是否符合相关的安全水平。

在这些情况下，宜保留认证标志牌。



注：这些标志是为方便用户和今后的修理单位，不同标志之间的仅有区别是符合的方式。

A.2.3 其他情况

对于修理或修复后不符合 A.2.1 或 A.2.2 的设备，其原制造商标志牌应移除或改为明确说明该设备不再符合防爆合格证的要求。

如果用户要求重新认证无法通过原铭牌和认证标志识别的设备，则修理单位和用户应与适当的独立第三方主管机构合作，以验证该设备是否符合其原认证标准。

附录 B
（规范性附录）
“负责人”和“修理人员”的知识、技能和资质

B.1 范围

本附录规定了本标准述及人员应具备的知识、技能和资质。

B.2 知识和技能**B.2.1 负责人**

“负责人”对防爆设备特定防爆型式的检修、修理和修复涉及到的工序负责，至少应具备以下条件：

- a) 对相关电气和机械工程的总体了解程度达到或超出同行水平；
- b) 拥有防爆原理和技术的实践认知；
- c) 理解并具有阅读和评估工程图纸的能力；
- d) 熟悉测量已知量的测量职责，包括实际测量技能；
- e) 拥有作业知识并了解防爆领域的相关标准；
- f) 拥有质量保证基础知识，包括测量的可追溯性原则和仪器校准。

应限制此类人员参与其指定主管领域内的检修、修理和修复，在没有专家的指导下，其不得自行对防爆设备进行改造。

B.2.2 修理人员

修理人员必须具备以下条件并达到执行任务所需的程度：

- a) 了解防爆型式的基本原则和防爆标志；
- b) 理解影响防护概念的设备设计的各个方面；
- c) 了解本标准相关部分涉及的检查和试验；
- d) 辨别制造商授权的更换部件和元件的能力；
- e) 熟悉本标准述及的修理中所使用的特定技术。

B.3 资质**B.3.1 概述**

资质应与操作人员须掌握的各种防爆技术相适应。例如：仅拥有 Ex “d” 电机修理和检修领域资质的人员可能无法完全胜任 Ex “d” 开关设备或 Ex “e” 电机的修理工作。在这种情况下，修理单位管理部门应在其文件系统中指明此类情形。

修理人员还应证明其拥有以下方面的资质

- a) 可获得并使用 4.3.2.4.1 中规定的文件；
- b) 按照 4.3.2.4.2 中的规定编写向用户提供的工作报告；以及
- c) 按照 4.3.2.4.3 中的规定使用和编写修理单位记录。

B.3.2 负责人

负责人应能证明其资质，并提供证据证明其达到 B.2.1 中规定的与涉及的防爆型式和/或设备类型相关的知识和技能要求。

B.3.3 修理人员

修理人员应能证明其资质，并提供证据证明其达到 B.2.2 中规定的与涉及的防爆型式和/或设备类型相关的知识和技能要求。

B.4 评定

应按照 4.3.2.2 的规定，定期查证负责人和修理人员的资质，判断依据为能否充分证明达到以下条件：

- a) 具备工作范围要求的必需技能；
- b) 能够胜任涉及不同工作领域的工作；以及
- c) 具备相关知识和理解巩固的能力。

应根据技术或技能的使用频率以及标准或法规的变动情况定期开展适当的培训和评定。间隔时间通常不应超过三年。

注：例如，可以根据 IECEx 防爆人员资质评定向适当的单位证明所具有的资质。

B.5 修复人员资质

负责焊接或金属喷涂等修复技术的修理人员应在获准首次使用修复技术之前接受该技术的实践操作测试。此后，应每三年进行一次实践操作测试。如果修理人员没有在过去的六个月内使用该技术，应要求其在进行修复工作之前修复一个测试件以证明自身资质。

附录 C
(规范性附录)
修理、检修和修复期间隔爆型设备的测量要求 (含公差指南)

C.1 概述

现有证据显示, 在一些实例中, 虽然在将设备间隙设置为制造商规定的最大值时, 设备可通过 Ex d 火焰传播试验, 但是如果将间隙设置为 Ex d 标准允许的更大间隙, 则试验结果不合格。由于此类设备的防爆合格证上不一定标有“X”, 因此无法得知设备修理后能否安全地达到标准允许的数值或者是否需要在修理后达到制造商规定的较小间隙。因此, 如果没有指明制造商规定间隙的图纸, 修理单位应使用表 C.1 中给出的指南。

注 1: 图 C.1 与表 C.1 等效。
注 2: 在防爆合格证中, 后缀“X”用于除火焰通路减少以外的其他原因。

表 C.1 ——修复部件最大间隙的确定

编号	条件		最大间隙
1.	尺寸可见于防爆合格证文件。		使用该文件规定的值。
2.	原国家标准 ^a 要求将试验间隙设置为该标准中的规定值。		使用所用标准的规定值。
3. a)	如果试验间隙小于所用标准的规定值, 原标准或认证机构政策要求标记后缀“X”。	防爆合格证带后缀“X”。	使用防爆合格证“使用条件”中规定的值。
3. b)		防爆合格证不带后缀。	使用所用标准的规定值。
4.	准确确定相关尺寸: ——在“全新”条件下测量设备; 或 ——从相同的未损坏设备上获得; 或 ——从设备的未损坏部件上获得; 或 ——从设备的部分损坏部件上获得。		使用测定的值。
5.	准确确定原有尺寸的其他方法。		使用由此确定的值。
6. a)	其他条件 ^{b, c, d}	带滚动轴承的旋转电机轴密封盖的圆筒形接合面。	使用 GB/T 3836.2 现行版本中规定值的 80%。
6. b)		其他接合面	GB/T 3836.2 现行版本中相应值的 40% 小于可靠加工间隙。
6. c)			GB/T 3836.2 现行版本中相应值的 40% 大于可靠加工间隙。
a “原标准”是指设备认证所依据的标准版本。			
b 缩减间隙 (80% 或 40%) 仅适用于须进行修复的损坏部件。			
c 如果缩减间隙违反了有关最小径向间隙“k”和/或最大径向间隙“m”的要求, 则要求的间隙应是同时满足“k”和“m”要求的最小间隙。			
d 对于在要求使用 IIC 组设备的环境中的设备, 不得修复损坏的间隙。			

是否有证书文件？	是	使用证书文件中给出的最大间隙尺寸。
否		
最初是否按照要求将试验间隙设置为标准规定值的国家标准对设备进行了评估？	是	使用所用标准规定的间隙值。
否		
若试验间隙小于标准中的规定值，“原”标准是否要求在设备上标记后缀“X”？	是	防爆合格证是否带有后缀“X”？
否	是	是 否
认证机构是否有政策要求，若试验间隙小于标准中的规定值，须在设备上标记后缀“X”？		使用防爆合格证“使用条件”中规定的值
否		使用所用标准的规定值。
是否通过测量“全新”条件下的设备以准确确定相关尺寸？	是	
否		
是否通过相同的未损坏设备、设备的未损坏部件或设备的部分损坏部件精确确定相关尺寸？	是	使用测定的值。
否		
是否使用了准确确定原有尺寸的其他方法？	是	使用由此确定的值。
否		
该场所是否要求使用 IIC 组设备？	是	不允许修复。
否		
带滚动轴承的旋转电机轴密封盖是否为圆筒形接合面？	是	使用 GB/T 3836.2 现行版本中规定值的 80 %。
否		
IEC 60079-1 现行版本中相应值的 40 % 是否小于可靠加工间隙？	是	使用最小可靠加工间隙。
否		使用 GB/T 3836.2 现行版本中规定值的 40 %。

图 C.1 - 修复部件最大间隙的确定

附录 D
(资料性附录)
重绕和修理期间的最佳实践评估

D.1 概述

当重绕电动机时，为防止损耗增加，尤为重要的是保持机器的原有效率，以免影响 Ex 耐热等级。

有关重绕对电机效率的影响以及修理和重绕期间最佳实践指南的信息，请参见 EASA&AEMT 出版的题为：“修理和重绕对电机效率的影响”的 EASA/AEMT 重绕研究。

可前往 IECEx 网站免费下载此文件：

(<http://www.iecex.com/operational.htm>，操作文件 OD 301)

或前往 EASA 网站：(<http://www.easa.com/energy>)

或前往 AEMT 网站：(<http://www.aemt.co.uk/technical>)

为成功复制绕组，修理单位须获得的原定子绕组相关数据指南可见于 IECEx ExTAG 决策表 2013/006（可从 IECEx 网站 (http://www.iecex.com/extag_decisions.htm) 免费下载）。

附录 E
（资料性附录）
与"Ex"控制设备有关的补充要求

如果控制设备由多个部分组成，则检修和修理应考虑到与组件有关的所有细节，下面所示为应检查的项目示例

除上述试验外，含控制设备的防爆外壳应符合以下要求

E.1 概述

如果设备采用防爆技术（外壳除外），检查安装过程是否符合相关防爆合格证或批准文件或适当标准，或同时符合前述。其他防爆技术，如本质安全，要求以正确方式重新安装。应参考具体的设备标准（如有）和相应的安装标准。

所有绝缘都应清洁、可靠，无过热或开裂迹象。

所有布线和端子都应进行检查和测试，以确保电气完整性和安装安全。

应测量所有电路的绝缘电阻，务必小心避免损坏任何本质安全（IS）电路或电子装置。

应检查所有绝缘子是否存在因安装夹具或固定而出现开裂迹象及其密封性。

应完成制造商建议的任何特定试验。

除非根据 GB/T 3836.1 选择适于同等气体分组的另一种适用防爆外壳型号以容纳电弧/火花装置，否则不得在 Ex “e” 外壳内设置电弧或火花装置。

除 GB/T 3836.8 允许的同类装置或者根据 GB/T 3836.15 选择适用于同等分组的其他防爆外壳型号并应用于设备的情况以外，不允许在 Ex “n” 外壳内设置电弧和火花装置。

E.2 隔离器和断路器

应对电路断路器和隔离器进行检查和测试，以确认其状态良好并可正常运行。

应检查过流和过载装置的校准情况，并配合相关电流互感器或其他传感装置检验其运行状况。如可行，允许使用初级注电技术。

应根据制造商提供的跳闸曲线验证电流与时间试验。

应检查断路器的油位和气压，必要时纠正。

应检查和确认所有相位安全栅均可正常工作、正确安装，并在需要时接地。

E.3 联锁和机械联动装置

应单独和共同检查所有联锁机构是否存在磨损迹象、能否自由动作和操作序列是否正确。其中应包括属于外壳联锁系统一部分的机盖联锁、机械驱动式电气联锁。

辅助机构，如跳闸连杆和门锁装置，应进行检查并验证是否符合其设计意图。

所有运动部件，如主轴、衬套、开口销、螺线管和磁铁，都应进行检查并验证能否正常运行。

所有锁定装置都应进行检查并验证能否正常工作以及是否牢靠。

E.4 接地故障装置

应对所有接地装置进行检查和测试，以确认其状态良好并可正常运行。

应检查接地故障装置的校准情况，并配合相关电流互感器或其他传感装置检验其运行状况。如可行，允许使用初级注电技术。

用于跳闸动作和提高灵敏度的接地故障跳闸装置应与其铁芯平衡电流互感器或其他传感装置一起进行测试。

测试所有接地连续性和相/接地故障锁定装置能否正常运行。

E.5 其他装置

应检查并验证温度传感装置能否正常运行。

应检查并验证气压传感装置能否正常运行。

应检查并验证所有计时装置的校准情况和接触动作。

E.6 变压器

应检查变压器的液位，必要时纠正。

应检查和验证所有电力和控制变压器的以下方面

- 螺栓的紧密性、电气连接和导线的支护；
- 过热迹象

测试一次和二次绕组之间变压器的绝缘电阻以及绕组与机架和铁芯之间的绝缘电阻。

如果涉及多个二次绕组，应扩大绝缘试验的范围，以涵盖一次/二次绕组、各二次绕组和各绕组对地间的所有组合。

参考标准

GB/T 19000 质量管理体系 基础和术语

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 27000 合格评定 词汇和通用原则

GB/T 2900.35 电工术语 爆炸性环境用设备

GB/T 3836.11 爆炸性环境 第11部分：由本质安全型“i”保护的设备

IEC 60034（所有部分） 旋转电机

IEC 60364（所有部分） 低压电气设备

IECEX OD 301, The Effect of Repair/Rewinding on Motor Efficiency, EASA/AEMT, Rewind 2852
Study and Good Practice Guide to Maintain Motor Efficiency