



中华人民共和国国家标准

GB/T 3836. ×—201 ×

爆炸性环境 第×部分：严酷工作条件用设备

Explosive atmospheres—
Part ×: Equipment in adverse service conditions

(IEC TS 60079-43: 2017, Explosive atmospheres—
Part 43: Equipment in adverse service conditions, 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 IV

1 范围 1

2 规范性应用文件 1

3 术语和定义 1

4 影响爆炸性环境用设备的环境条件 2

4.1 概述 2

4.2 低温影响 2

4.3 其他环境条件影响 2

5 设备设计建议 3

5.1 概述 3

5.2 含盐和卤化物的大气 3

5.3 积雪条件 3

5.4 太阳辐射 3

5.5 机械完整性 3

5.6 结冰和防冻措施 4

5.7 快速冷却的影响 4

6 低温对不同防爆型式的影响 4

6.1 概述 4

6.2 本质安全型“i” 4

6.3 隔爆外壳 “d” 4

6.4 正压外壳“p” 5

6.5 液浸型 “o” 5

7 设备的选择、安装和使用 5

7.1 限定功能 5

7.2 电缆和导线 5

7.3 密封件和密封材料 5

8 设备维护 5

9 危险场所分类 6

附 录 A （资料性附录） 对材料的建议 7

附 录 B （资料性附录） 太阳辐射 8

附 录 C （资料性附录） 低温度条件用电机 9

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”保护的的设备；
- 第 3 部分：由增安型“e”保护的的设备；
- 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的的设备；
- 第 5 部分：由正压外壳“p”保护的的设备；
- 第 6 部分：由液浸型“o”保护的的设备；
- 第 7 部分：由充砂型“q”保护的的设备；
- 第 8 部分：由“n”型保护的的设备；
- 第 9 部分：由浇封型“m”保护的的设备；
- 第 11 部分：气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据；
- 第 12 部分：可燃性粉尘物质特性 试验方法；
- 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”和人工通风房间“v”保护的的设备；
- 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”保护的的设备；
- 第 25 部分：可燃性工艺流体与电气系统之间的工艺密封要求；
- 第 26 部分：静电危害 指南；
- 第 27 部分：静电危害 试验。

.....

本部分为 GB/T 3836 的第×部分。

本部分按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC TS 60079-43: 2017《爆炸性环境 第 43 部分：严酷工作条件用设备》。

本部分与 IEC TS 60079-43: 2017 的主要技术性差异及其原因如下：

- 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 GB/T 3836.1 代替 IEC 60079-0、用 GB/T 3836.4 代替 IEC 60079-11、用 GB/T 3836.15

GB/T 3836. ×—201 ×

代替 IEC 60079-14、用 GB/T 3836. 16 代替 IEC 60079-17、用 GB/T 4942. 1 代替 IEC 60034-5、用 GB/T 4208 代替 IEC 60529、用 GB/T 4796. 1 代替 IEC 60721-1、用 GB/T 4797. 1 IEC 60721-2-1。

- 删除了 IEC 60068 和 IEC TR 60721-4，并移至参考文献。

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。

本部分起草单位：

本部分主要起草人员：

引 言

GB/T 3836.1 规定了对在下列标准大气条件下爆炸性环境中使用的电气设备的要求：

——温度： $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ ；

——压力： $80\text{kPa}\sim110\text{kPa}$ ；

——空气中正常氧含量（体积比）：通常为21%。

在一些情况下，GB/T 3836系列标准的其他部分，例如GB/T 3836.2也规定了超出上述范围的条件。

GB/T 3836.1说明正常环境温度范围为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，超出上述正常环境温度范围使用的电气设备需要特殊考虑，并增加附加标志以向用户传递该信息。

GB/T 3836.15包括用户选型和安装设备以适应环境条件的要求，但是对超出标准大气条件范围的或者对其他严酷环境条件的情况未给出具体指南。

极地环境的极端气候条件对防爆技术和方案具有挑战性。积雪、喷射结冰、降水冻结等条件可能对设备的运行和安全造成不利影响。极低温度和气候条件会使户外露天加工区域处理烃类更加困难。设备运行也可能遇到挑战。处理这些挑战的方法通常称作“防冻措施”。

本部分是严酷工作条件用设备，例如在GB/T 3836.1中视为是“特殊”的设备的指南。适用于这类设备的设计、制造、安装、检查和使用。附录A给出了对材料的推荐，附录C给出了低温度条件用电机的信息。本部分的一些具体内容可能会并入GB/T 3836系列相关部分的下一版中作为指南材料。

本部分目前不涉及其他环境条件，如高温，在随后的版本中将予以研究。

爆炸性环境

第××部分：严酷工作条件用设备

1 范围

GB/T 3836 的本部分给出了一20℃以下环境温度条件和其他附加严酷条件（包括海上应用）的爆炸性环境用设备的指南。

本部分的目的是对这类设备的设计、制造和使用提供建议。本部分适用于在防爆合格证规定的环境条件范围内运行的设备。

注：气候条件分级详见 GB/T 4796.1、GB/T 4797、GB/T 4798 和 GB/T 2421.1。

本部分与 GB/T 3836 系列标准的其他有关部分一起使用。

2 规范性应用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/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 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的的设备（GB/T 3836.4-201×，IEC 60079-11：2011，MOD）

GB/T 3836.15 爆炸性环境 第15部分：电气设备的设计、选型和安装（GB/T 3836.15-2017，IEC 60079-14：2007，MOD）

GB/T 3836.16 爆炸性环境 第16部分：电气设备的检查和维护（GB/T 3836.16-2017，IEC 60079-17：2007，MOD）

GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级（IP代码） 分级（GB/T 4942.1-2006，IEC 60034-5：2000，IDT）

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）（GB/T 4208—2008，IEC 60529：2013，IDT）

GB/T 4796.1 环境条件分类 第1部分：环境参数及其严酷程度（GB/T 4796.1-2017，IEC 60721-1：2002，IDT）

GB/T 4797.1 电工电子产品自然环境条件 温度和湿度（GB/T 4797.1-2005，IEC 60721-2-1：2002，MOD）

3 术语和定义

GB/T 3836.1 界定的术语和定义适用于本文件。

注：其他适用于爆炸性环境的定义见 GB/T 2900.35。

ISO 和 IEC 在下列地址维护用于标准化的术语数据库：

——IEC 电子库：<http://www.electropedia.org/>

——ISO 在线浏览平台：<http://www.iso.org/obp>

4 影响爆炸性环境用设备的环境条件

4.1 概述

本部分考虑那些能引起与防爆性能有关的设备或部件失效的环境条件和具体运行参数。

GB/T 4797 系列标准中有气候分类的有用信息。这些标准把气候类型分五种：热带、干旱、温带、寒带、极地。如果制造商希望设备符合这些分类之一，建议采用 GB/T 4797 具体部分所示的温度，例如用于确立 GB/T 3836.1 耐热耐寒试验的温度。

本部分中涉及的可能单独或组合起来影响设备的主要环境因素包括：

- 低温；
- 湿度；
- 腐蚀介质；
- 雪粉；
- 降水；
- 海浪喷溅；
- 强风；
- 太阳辐射；
- 机械影响。

这些因素的影响可能很大，尤其是在同时出现时影响更大。下面是这些因素产生的影响。

4.2 低温影响

低温可能会产生下列影响，宜予以考虑：

- 电化学电容器冻结失效；
- 电池组放电；
- 蜡和保护性化合物固化并开裂；
- 橡胶材料失去弹性和失效；
- 油脂冻结影响铰链和转轴；
- 继电器故障；
- 晶体管放大特性降低；
- 材料或焊接面失去延展性或脆化；
- 材料膨胀或收缩不同对元件正确配合产生影响；
- 油粘度增加，流动受限或停止，造成保护缺失，或造成机械系统故障；
- 在老化的电气设备中作为介质绝缘的油会含有较多的水分，会降低介电强度，或者甚至会造成绝缘故障。

4.3 其他环境条件影响

温度变化可能导致高湿，例如在海洋条件下。对于这些情况，可能会产生下列影响，宜予以考虑：

- 绝缘材料传导性增大；
- 绝缘材料表面电阻降低；
- 空气间隙介电常数降低；
- 电介质和金属中产生附加物理-化学过程，例如腐蚀或生物变化。

这些条件会引起电容器电容过度变化、绝缘电阻降低、电介质膨胀脱落、金属腐蚀或设备内出现霉

菌。

盐或其他污染物使许多由于湿度造成的问题加剧，例如降低了绝缘性能、加速腐蚀等。

5 设备设计建议

5.1 概述

GB/T 3836.1 要求设备按照有关工业标准中适用的安全要求制造。

注 1：这些标准包括 GB/T 2423 系列标准中的与严酷工作条件有关的环境试验。GB/T 20159 系列）包括对 GB/T 2423 系列标准有关试验的引用。

对于使用中可能承受严酷工作条件的设备，生产商宜提供这些条件下设备选型、安装、使用和维护所需的附加信息。宜规定最高和最低温度值和湿度值。气候分类的推荐值见 GB/T 4796.1 和 GB/T 4797.1。有关时，设备预期用于的温度变化率也宜在设备说明书中规定。

注 2：根据具体应用情况，同一类型的设备通常规定不同的温度范围。

如果安装之前的储存条件超出合格证规定的温度范围，生产商提供的说明书中宜说明温度对设备防爆型式的潜在影响。如果说明书中没有提供这些信息，建议储存温度不超出合格证规定的温度范围。

设备暴露于严酷工作条件时，宜保持防爆型式。这需要在设备选型、安装时考虑，也需要在检查和维护时考虑。这些方面的指南见第 7 章和第 8 章。

设备的选择、安装设计和维护宜考虑 GB/T 3836.15 和 GB/T 3836.16 要求的环境因素和性能。本部分也可能用于为这些方面提供附加指南。

5.2 含盐和卤化物的大气

当设备拟用于可能暴露于盐雾的区域时，耐盐雾腐蚀的要求宜适用。

注：化学活性物质分类以及这些物质对设备的影响的相关信息见 GB/T 4798 系列标准、GB/T 17214.4 和 GB/T 19292.1。

5.3 积雪条件

在雪粉条件下，建议设备防护等级符合 GB/T 4208 和 GB/T 4942.1 规定的 IP6X，以防止雪粉以类似于粉尘进入的方式进入设备外壳内。

热耗散设备，尤其是有旋转部件的热耗散设备，宜防止积雪在设备通电时融化，在停电时结冰。因此，这类设备的安装方式宜能防雪，或者宜加热防止结冰。

5.4 太阳辐射

防太阳辐射的要求仅需要适用于工作条件下暴露于太阳辐射的部件，而不是整个设备。附录 B 包含有关太阳辐射的附加信息和建议。

注：对承受太阳辐射的非白色或银白色表面的设备，表面温度可能至少升高 5K。详见附录 B。

5.5 机械完整性

在低温条件下，宜考虑提高对机械完整性的要求。对于设备，这在按照 GB/T 3836.1 的要求准备防爆合格证时规定。对于设备安装，可能需要附加要求，例如安装要求。

注：一些等级的钢和铸铁在温度低于-20℃时变得更脆。

在-20℃以下，在露天环境或在空气温度和湿度变化与露天环境无显著差异的室内（空间）使用的设备，宜考虑下列情况：

——热膨胀系数不同的材料配合的螺纹接合面，宜考虑避免对材料造成损坏，确保温度范围增大引起部件尺寸变化时，满足紧固要求。

- 易磨损（例如由于摩擦）的部件，在低温条件下材料的磨损速度与温带气候条件下相比不宜增大。
- 低温下冲击回弹性较低的部件，需要采取附加措施以确保其完整性。

5.6 结冰和防冻措施

如果设备的运行条件及设计参数没有排除影响防爆型式的积雪（结冰），宜采取适当措施，例如，防冻措施。

可以把设备放置在温度受控区域作为防冻措施，或者采取其他防结冰措施防止表面、建筑或设备上结冰。防结冰措施包括对空气或设备加热。

5.7 快速冷却的影响

雪、雨、喷雾，或防冻系统失效可能使设备快速冷却，导致设备内部压力下降及冷凝。快速冷却之后，外壳暴露于高温和潮湿环境会造成外壳变形以及 IP 防护等级降低。

由于温度变化造成的压力差，可能引起水通过互连电缆从一个腔体进入另一个腔体。

采用适当的呼吸装置泄压可以解决上述问题。

6 低温对不同防爆型式的影响

6.1 概述

低于-20℃的环境温度可能对设备的防爆型式造成影响，这宜在设备评定和试验时予以考虑。如果不同防爆型式标准中没有特别规定这些低温问题，则宜考虑可能出现的关键问题，下列章节给出了示例。

6.2 本质安全型“i”

在低温下，本质安全设备中使用的元件，如安全栅，具动态本质安全元件的限制火花时限电源性能特性会发生变化。选择元件时宜考虑这些变化，并宜按照 GB/T 3836.4 的要求，利用制造商规定的运行温度进行评定。该额定值宜考虑影响本质安全性能的半导体元件运行的变化，以提供要求的本质安全功能。

这种系统中使用的具有动态本质安全元件的电源，其本质安全效能取决于使用场所的环境温度。在低温下，本质安全电源的动态半导体元件的灵敏度下降，开关时间增加。GB/T 3836.4 规定火花点燃试验应在最易点燃条件的电路布局中进行。但是，实际上，实验通常是在实验室温度下进行。

因此，涉及低温的地方，对具有动态本质安全保护电源的系统，需要在应用范围内的温度下，包括动态半导体元件的最低温度，以及在最高工作温度时火花试验装置连接适宜负载的条件下，测试本质安全性能。

在低于-40℃的环境温度下提供本安保护的半导体元件，可能需要特殊加热系统。对于在寒冷海洋气候下使用的设备，可能需要高于 IP54 的防护等级，以确保防止氯化物可能在印制电路板表面沉积造成起痕，尽管设备符合 GB/T 3836.4（IEC 60079-11）的爬电距离和绝缘材料 CTI 规定。

6.3 隔爆外壳“d”

确保外壳完整性的紧固件宜由在低温下保持强度的材料制造。这对低于-40℃的温度尤其重要。

对于粘结接合面，宜使用耐寒粘结剂。

隔爆结合面可能需要附加防腐措施，尤其是海洋性气候条件下使用的设备。

不同温度系数的不同材料配合的接合面，宜考虑温度从上限至下限变化对隔爆间隙的影响。

6.4 正压外壳 “p”

在低温下运行的正压系统，可能需要采取附加措施以确保可靠运行。
可能需要固定式加热器、环境净化装置或其他防冷凝装置。

6.5 液浸型 “o”

宜采用适用于低温的液体，或者起动前设备先预热。宜在说明书中规定。

7 设备的选择、安装和使用

7.1 限定功能

设备防爆合格证可允许设备在低温下运行，但是对低温下设备的功能没有规定。本部分在下面给出了一些出于安全原因宜考虑的因素。例如，即使设备在防爆合格证规定温度限值范围内运行，也可以使用加热器。

低温下，一些电池不宜作为应急灯的备用电源。可以用不间断电源系统，系统的电池位于温度较高的场所，或有其他充分措施（如加热）。荧光灯管的光输出将降低。可考虑其他光源，提供必要的光输出。

对于通常采用电池作为备用电源的其他系统，可能需要较简单的备用电源方法。

7.2 电缆和导线

除 GB/T 3836. 15 的要求之外，下列情况也宜考虑：

- 低温下电缆护套和电缆引入装置的密封元件硬度可能会变化。在安装、检查和维护时，宜遵照制造商的建议。
- 低温下电缆的允许最小弯曲半径可能需要增大。
- 由于 GB/T 3836. 15 没有对本质安全型要求具本电缆引入装置，因此对于低温应用，宜避免使用没有 “d”、“e”、“t” 防爆型式合格证的电缆引入装置，因为它们不太可能对低温进行过试验。

7.3 密封件和密封材料

宜按照其低温特性选择弹性密封件并宜避免冻结条件。

建议对密封件进行充分处理以便于安装和维护，例如，对密封件进行润滑。

8 设备维护

如果设备暴露于严酷工作条件，为在这些条件下保持防爆性能的有效性，除 GB/T 3836. 16 规定的要求之外，还宜进行附加定期检查和维护。

宜考虑下列情况：

- 增加检查频率，确保加热器、轴承润滑和电机可用性正常。
- 由于许多密封材料在低于 -20℃ 的温度下变硬，在低温下宜进行检查和维护，以防止对密封件或其他部件造成损坏。
- 宜检查紧固件的扭矩以及其形成的密封情况。
- 制造商说明书宜包括维护、特殊工具的使用、润滑剂和备件的要求。
- 启动之前宜按照制造商的建议保持油冷却轴承的温度。

——可能需要定期检查绝缘系统（用高阻表）。

9 危险场所分类

场所分类宜考虑低温产生的影响，例如由于极端低温对密封件和其他元件的影响，释放源可能会扩大。

附 录 A
(资料性附录)
对材料的建议

原则上，在低温下，所有奥氏体钢更具延展性且具有较高的抗缺口冲击韧性。

为了避免脆性故障，低温工作条件下使用的材料，宜适合于有关要求规定的金属最低设计温度。买卖双方宜对运行、维护、运输、安装、试运行和测试过程中可能出现的状况需采取的特殊预防措施达成一致。

可能承受低于延性脆性转变温度的钢质承压部件，选择的制造方法、焊接程序和材料宜符合良好设计实践。国际公认标准如美国机械工程协会(ASME)锅炉和压力容器规范和其他美国国家标准学会(ANSI)标准，根据最小拉伸特性，对许多材料都发布了允许的设计应力。一些标准没有给出沸腾、镇静、镇静、热轧材料和正火材料之间的区别，也没有考虑材料是在细晶粒、粗晶粒实践条件下制造出来的。在选择低于-20℃使用条件下使用的材料时，宜特别注意。

附 录 B

(资料性附录)

太阳辐射

B. 1 概述

在低温下，尤其是夏季太阳 24h 不落的极地区域，太阳辐射可能是一个非常严重的问题。强烈的太阳辐射可能对设备造成附加温升，可能导致下列问题：

- 非金属材料老化；
- 表面温度影响温度组别；
- 元件（包括电子元件）在工作温度下运行。

B. 2 温度梯度

在低温环境中，温度梯度可能非常显著。强烈太阳辐射会提供超过 1kW/m^2 的加热，使平面金属表面温度超过 90°C ，这种情况的温升不宜视为适用于一般条件下的物体。在一定时间内设备的表面不会都暴露于太阳辐射。根据环境温度、湿度、表面布局、空气运动、尺寸、形状、质量和其他因素不同，从太阳辐射获得的热量、设备的热传导率会变化。

B. 3 建议

B. 3. 1 电缆和引入装置

电缆和引入装置可能会受损害时，宜提供附加防太阳辐射措施，可采取包括涂覆、安装在配有防护罩的电缆托架中或其他合适的保护措施。不建议采取遮蔽措施，因为内部冷凝会引起化学反应。

B. 3. 2 设备

受强太阳辐射影响易受损害的设备，宜考虑附件保护，例如加遮挡罩。
如果温度会超过设备内使用材料的额定运行温度，例如绝缘材料的最高额定温度，则也宜予以考虑。
有强太阳辐射的地方，选择设备宜考虑强太阳辐射的影响，或者提供附加保护。

B. 3. 3 保护措施

防太阳辐射的措施可包括使用顶棚、遮盖物或类似结构。

附 录 C
(资料性附录)
低温度条件用电机

C.1 概述

C.2 低温度下防爆电机可能会出现特殊问题。除了本部分正文所述之外，还需要考虑下列问题。防爆

对隔爆型“d”设备，GB/T 3836.2 对用于温度低于-20℃的设备有特殊要求。最主要的问题是低温条件下参考压力增大，因此设备需要够承受过压值。对于隔爆型“d”电机，低温下压力重叠和可能爆炸的潜在问题被放大，从而使压力可能超过常规预期值。

对于“eb”、“ec”和“n”型设备，GB/T 3836.3 和 GB/T 3836.8 中没有除 GB/T 3836.1 要求之外对于低温的特殊要求。然而，这不表示“e”或“n”型电机可以看作适用于低温条件。例如，非常重要的一点是整个绝缘系统在低温下保持有效并符合要求。“eb”电机的保护系统需要特别注意保证有效运行，且 t_E 时间和 I_A/I_N 值符合要求。更重要的问题可能是如何使用嵌入式温度传感器。如果传感器在定子中，但转子可能温度更高，定子中的传感器可能需要设定为较低温度，或者可以提供依靠电流的传感器监控电机电流。这可能需要作为电机评定和试验的一部分评估。电机保护装置的位置也非常重要。不宜设置在比受保护的电机温度低的区域，因为这些装置通常采用易受温度影响的基准元件，如双金属元件。

C.3 影响设计和性能的因素

低温下宜确保轴承的润滑脂不凝结。一些情况下可能需要加热器，在电机起动之前加热轴承。轴承润滑脂不能有湿气。

电机定转子之间水结冰相当于起动时的制动器。这也需要在起动之前用加热器。

使用排液孔也会出现问题，因为即使温度高于零度，排液孔任然会结冰一段时间。如果需要排出湿气，可能需要清理或加热。

轴承材料、转轴和轴承室的膨胀系数也需要考虑，以确保维持适当的配合和间隙。

衬垫和轴环需要使用在低温下保持弹性和功能的材料，如硅橡胶弹性体。

电机的性能，包括起动电流和效率会受影响。

随着温度降低轴钢会变硬，失去延展性，不耐撞击或冲击负荷，因此可能需要特殊轴钢。

其他材料以及焊接点脆度增加也需要考虑。

如果电机在露天使用，并且可能不连续运行，可能需要增加保护罩，防止积雪和结冰影响起动。

在这种条件下，可能需要更有效的密封，防止雪尘及常规粉尘进入。

低温条件不建议使用塑料风扇和其他塑料元件，因为会变脆。

在温度变化较大和较快条件下使用的电机，宜配置防冷凝加热器，以维持电机温度高于凝露点。加热器也可用于其他目的，如加热轴承。

参考文献

- [1] GB/T 3836 爆炸性环境（所有部分）（IEC 60079）
- [2] GB/T 2421.1 电工电子产品环境试验 概述和指南（GB/T 2423.21-2008，IEC 60068-1：1988，IDT）
- [3] GB/T 2423（所有部分）环境试验（IEC 60068）
- [4] GB/T 2424（所有部分）环境试验（IEC 60068）
- [5] GB/T 20159（所有部分）环境条件分类[IEC TR 60721-4（所有部分）]
- [6]
- [7] GB/T 17214.4 工业过程测量和控制装置的工作条件 第4部分：腐蚀和侵蚀影响（IEC 60654-4）
- [8] GB/T 4796.1 环境条件分类 第1部分：环境参数及其严酷程度（IEC 60721（所有部分）
- [9] GB/T 4797 环境条件分类（IEC 60721（所有部分）
- [10] GB/T 4798 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级（IEC 60721（所有部分）
- [11] GB/T 25444 移动式 and 固定式近海设施 电气装置（所有部分）（IEC 61892（所有部分）
- [12] GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分：分类、测定和评估（ISO 9223）
- [13] DIN 17007 Material numbers
- [14] IMO（International Maritime Organization），Guidelines for Ships Operating in Polar Waters Effective of 1 January 2011
- [15] Binns, V. R. and R. B. Cole（1978），Arctic duty motors. Industry Applications, IEEE Transactions on（1）：33-39
- [16] Gallant, T. A. and B. Jackson（1997），Large flameproof cage induction motors for exceptional ambient temperatures. Eighth International Conference on Electrical Machines and Drives（444）：309-313
- [17] ASME BPVC,（American Society of Mechanical Engineers）Boiler and Pressure Vessel Code