

# 中华人民共和国国家标准

GB 12476.4—2010/IEC 61241-11:2005

---

## 可燃性粉尘环境用电气设备 第4部分：本质安全型“iD”

**Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust—  
Part 4: Protection by intrinsic safety “iD”**

(IEC 61241-11:2005, 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 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 本质安全设备和关联设备的分组与分级 .....	3
5 电气设备的等级 .....	3
6 设备结构 .....	3
7 与本质安全性能有关的元件 .....	4
8 可靠元件、可靠组件和可靠连接 .....	5
9 二极管安全栅 .....	5
10 型式试验 .....	5
11 例行检查和试验 .....	6
12 标志 .....	6
13 文件 .....	7
附录 A (规范性附录) .....	8
附录 B (资料性附录) .....	8
附录 C (规范性附录) .....	8
表 1 IEC 61241-0:2004 适用的具体条款 .....	1
表 2 允许的部件耗散功率 .....	4

## 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 4 部分，等同采用 IEC 61241-11:2005《可燃性粉尘环境用电气设备 第 11 部分：本质安全型“iD”》(2005 年英文版)。

本部分对 IEC 61241-11:2005 进行了下列编辑性修改：

- 删除了 IEC 61241-11:2005 的前言；
- 增加了国家标准的前言。

本部分的附录 A 和附录 C 是规范性附录，附录 B 是资料性附录。

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)归口并负责解释。

本部分主要起草单位：南阳防爆电气研究所、上海工业自动化仪表研究所。

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、深圳特安电子有限公司、华荣集团有限公司、煤科总院抚顺分院、创正防爆电器有限公司。

本部分主要起草人：徐建平、张刚、付淑玲、王平、刘姮云、李江。

## 引 言

在生产、加工、运输和存贮中产生的许多粉尘是可燃性的。如果粉尘与空气混合成适当比例,当点燃时粉尘能够迅速地燃烧产生巨大的爆炸压力。在可能出现这类可燃性物料的场所中,通常需要使用防爆电气设备,因此必须采取适当的预防措施,以确保所有这类电气设备得到充分地保护,以减少点燃外部爆炸性环境的可能性。在电气设备中,潜在点燃源包括电弧和火花、热表面和摩擦火花。

在空气中出现危险数量的粉尘、纤维和飞絮的场所被划分为危险场所,并且按照危险等级被分成3个危险区域。

一般情况下,用下列两种方法之一来确保电气设备的电气安全,即:一种方法(只要切实可行)应将电气设备安装在危险场所外,另一种方法按照电气设备使用场所推荐的方法进行设计、安装和维护。

电气设备可能会通过下列几种主要途径点燃可燃性粉尘:

- 电气设备表面温度高于有关粉尘的最低点燃温度。粉尘点燃的温度与粉尘性能、粉尘存在状态、粉尘层的厚度和热源几何形状有关。
- 电气部件(如开关、触头、整流器、电刷及类似部件)的电弧或火花。
- 聚积的静电荷放电。
- 辐射能量(如电磁辐射)。
- 与电气设备有关的机械火花、摩擦火花或摩擦发热。

为了避免点燃危险应做到以下几点:

- 可能堆积粉尘或可能与粉尘云接触的电气设备表面的温度须保持在本部分所规定的温度极限以下;
- 任何产生电火花的部件或温度高于 GB 12476.2 规定的温度极限的部件应:
  - 安放在一个能足以防止粉尘进入的外壳内,或
  - 限制电路的能量以避免产生能够点燃可燃性粉尘的电弧、火花或温度;
- 避免任何其他点燃源。

危险场所中的电气设备使用几种防爆技术。本部分描述了该防爆型式的安全技术特点,规定了采取的要求。为确保电气设备在危险场所的使用安全,遵守符合标准的选型和安装程序最为重要。

如果电气设备在其额定条件下运行,且根据有关守则或规定进行安装和维护(如防止过电流,内部短路及其他电路故障),则遵守 GB 12476 本部分的要求仅具备需要的安全等级。特别来说,将内部或外部故障的持续时间及严重程度限制在电气设备可以承受且不会损坏的范围内是最重要的,例如应符合 IEC 60079-25 的原则进行设计,并按照 GB 12476.2 的要求进行安装。

必须遵从以下原则:

- 电路必须满足 GB 3836.4 中对于 II B 类别的要求,以避免火花点燃危险。
- 要求 IP6X 或采用浇封技术以避免粉尘影响电气间隙和爬电距离。因此,对于外壳或浇封来说,其整体完整性的耐久性和重要性远高于 GB 3836.4 的要求。
- 无外壳或无浇封保护的电气设备或电气设备的部件(如非绝缘探头),宜进行限能保护以避免由于能量耗散直接进入堆积的粉尘层(通过与导电性粉尘的能量匹配)引起的点燃,或部件表面的热点燃。
- 对于超过功率限制极限的所有设备或设备的部件,按照 IEC 61241-0 的规定限制其暴露表面的温度。表面可以是外壳的表面或浇封的表面。

# 可燃性粉尘环境用电气设备

## 第 4 部分：本质安全型“iD”

### 1 范围

GB 12476 的本部分规定了存在粉尘云或粉尘层的潜在爆炸性环境中使用的本质安全型电气设备，及相应环境下本质安全电路所连接的关联设备的设计和试验要求。

本部分是对 IEC 61241-0:2004<sup>1)</sup> 的补充，表 1 中的排除条款除外。

系统中使用的设备将满足 GB 3836.18—2010《爆炸性环境 第 18 部分：本质安全系统》的要求。

如果关联设备采用 IEC 61241-0:2004 或 GB 3836.1—2000 中的防爆型式，则 IEC 61241-0:2004 或 GB 3836.1—2000 中针对相应防爆型式的要求和 IEC 61241-0:2004 或 GB 3836 中相应部分的要求也适用于关联设备。表 1 排除条款主要针对在非爆炸性危险环境中使用的关联设备，在其他情况下使用的关联设备宜与其他防爆型式的要求合并使用。

表 1 IEC 61241-0:2004 适用的具体条款

IEC 61241-0:2004 条款或分条款		本质安全设备	关联设备
4.1	总则	是	是
4.2	20 区用设备的设计与试验准则	是	否
4.3	开启式外壳	是	否
4.4	环境条件	是	否
5.1	最高表面温度	是	否
5.2	粉尘层厚度超过 50 mm 的最高表面温度	是	否
5.3	环境温度	是	是
6.1	非金属外壳和外壳的非金属部件	是	否
6.1.1	材料规格	是	否
6.1.2	塑料材料	是	否
6.1.3	符合性验证	是	否
6.1.4	热稳定性	是	否
6.1.5	静电电荷	是	否
6.2	含轻金属的外壳	是	否
6.2.1	成分	是	否
6.2.2	螺纹孔	否	否
7	紧固件	否	否
8	联锁装置	否	否
9	绝缘套管	否	否

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》。

表 1 (续)

IEC 61241-0:2004 条款或分条款		本质安全设备	关联设备
10	粘接材料	是	否
11	Ex 元件	是	否
12	连接件和接线空腔	否	否
13	接地连接件和等电位导体	否	否
14	电缆和导管引入装置	是	否
15	辐射设备	是	否
16	旋转电机的补充规定	否	否
17	开关的补充规定	否	否
18	熔断器的补充规定	否	否
19	插接装置的补充规定	否	否
20	灯具的补充规定	否	否
21	手提灯和帽灯的补充规定	否	否
22	带有电池的设备的补充规定	是	否
23.1~23.3	型式检查和试验	是	是
23.4.1	总则	是	否
23.4.2.1	冲击试验	是	否
23.4.2.2	跌落试验	是	否
23.4.2.3	判定准则 <sup>a</sup>	是	否
23.4.3	防粉尘试验(外壳防护等级)	是	否
23.4.4	20 区和 21 区使用的外壳绝缘套管扭转试验	否	否
23.4.5.1	最高表面温度的测定	是	否
23.4.5.2	超厚粉尘层下最高表面温度的测定	是	否
23.4.5.3	温度控制	是	否
23.4.6	热剧变试验	是	否
23.4.7.1~ 23.4.7.5	20 区和 21 区使用的非金属外壳及外壳的非金属部件试验	否	否
23.4.7.6	机械试验	是	否
23.4.7.7	表面电阻试验	是	否
27	非铠装电缆和无编织物覆盖层的电缆夹紧试验	否	否
28	铠装电缆的电缆夹紧试验	否	否
29	标志	是	是
30	标志示例	是	是
<sup>a</sup> 采用 IEC 61241-0:2004 的判定准则。			

GB 12476 的本部分内容适用于其本身电路不能引起周围可燃性粉尘环境爆炸的电气设备。在其他环境下,关联设备宜与 IEC 61241-0:2004 中列出的其他防爆型式的要求合并使用。

## 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 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求(eqv IEC 60079-0:1998)

GB 3836.4—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分:本质安全型“i”(eqv IEC 60078-11:1999)

GB 3836.18—2010 爆炸性环境 第18部分:本质安全系统(IEC 60079-25:2003, IDT)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001, 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

IEC 61241-1:2004 可燃性粉尘环境用电气设备 第1部分:外壳保护型“tD”

## 3 术语和定义

IEC 61241-0、GB 3836.1—2000 和 GB 3836.4—2000 的术语和定义适用于本部分,需要注意的是,用于本部分时以上标准中“爆炸性气体环境”应用“可燃性粉尘环境”代替。

## 4 本质安全设备和关联设备的分组与分级

本质安全设备和关联设备应按照 IEC 61241-0 的要求进行分组与分级。

## 5 电气设备的等级

电气设备的分级应满足 GB 3836.4—2000 中第5章及以下要求:

设备至少应满足 II B 等级设备的火花点燃能量要求。

## 6 设备结构

### 6.1 外壳

一般来说,由于已经对电路本身采取了保护措施,所以本质安全设备不需要将外壳作为保护措施。但是,由于导电部件可能削弱本质安全性能,如任何类型的粉尘都可能减小可靠的爬电距离,所以根据 IEC 61241-0:2004 要求,设备外壳应满足 GB 4208—2008 所规定的至少 IP6X 防护等级要求。其他情况下,设备需达到的外壳防护等级由设备的具体使用条件决定。没有 IP6X 外壳防护等级的设备部件,如果对其进行有效浇封,且浇封厚度不小于 1 mm,则应视为其可以有效地防止粉尘进入。对于既没有外壳保护,也没有进行浇封的电路部件,例如,与爆炸性粉尘环境直接接触的非绝缘探头,应在假定其爬电距离和电气间隙均不满足 6.4 规定的条件下进行评定或试验。

外壳结构和浇封情况应记录在最终设计文件中(见第13章)。

### 6.2 湮没粉尘中的设备温度

#### 6.2.1 总则

无论在什么情况下,粉尘环境用本质安全设备都宜尽可能地采用外壳防护。本款适用于无外壳保护,且正常工作条件下需湮没粉尘的设备,如温度传感器或其他测量元件等。所有的温度测定均须在最不利的故障条件下进行,但不必考虑电流、电压和功率的安全系数。

以下要求适用于粉尘层厚度为 5 mm 时点燃温度不低于 210 °C 的粉尘环境中使用的电气设备。

对于电位计来说,考核的表面应为电阻元件的表面,而不是设备的外表面。在测试过程中还应考虑电位计整体结构的安装方式、散热性能及冷却效果。测量印制导线上的温度时,应分别通入符合“iaD”

或“ibD”要求的电流。如果这会导致实际电阻小于印制导线电阻的 10%，则在 10% 印制导线电阻的情况下进行测量。

### 6.2.2 设备和元件温度

如果设备满足以下任一条件，则认为其可以适用于完全湮没或无法控制粉尘层厚度的粉尘环境：

- a) 任何部件的匹配耗散功率满足表 2 要求。

表 2 允许的部件耗散功率

最高环境温度/℃	40	70	100
允许耗散功率/mW	750	650	550

- b) 对于暴露在粉尘环境中，或湮没在可燃性粉尘中，且粉尘层的焖燃温度高于 200℃ 的本质安全电路，如果其触点的功率小于 750 mW，短路电流小于 250 mA，则不需要进行温升试验。

- c) 设备满足 6.2.3 规定的标准粉尘湮没试验要求。满足该要求的设备被认为可在规定的最高环境温度下适用于任何点燃温度不低于 210℃ 的可燃性粉尘环境。

### 6.2.3 标准粉尘湮没温度试验

具体的试验条件和相关要求仍在进一步讨论中。

### 6.2.4 设备内部导线

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.2.2 的规定。

### 6.2.5 印制电路导线

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.2.3 的规定。

### 6.2.6 无外壳防护电路

与爆炸性粉尘环境直接接触的本质安全设备电路至少应达到火花点燃试验中对于 II B 设备的要求。在此情况下，应假定所有的电气间隙和爬电距离均不满足 6.4 的要求。

## 6.3 与外电路连接的装置

### 6.3.1 端子

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.3.1 的规定。

### 6.3.2 插头和插座

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.3.2 的规定。

### 6.3.3 用电阻来限制电源能量时最大外部电感与电阻比( $L_0/R_0$ )的确定

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.3.3 的规定。

### 6.3.4 永久连接的电缆

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.3.4 的规定。

## 6.4 间距

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.4 的规定。

## 6.5 防止极性接反保护

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.5 的规定。

## 6.6 接地导体、连接及端子

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.6 的规定。

## 6.7 用于隔离爆炸性环境的浇封

应符合 GB 3836.4—2000 中 6.7 的规定。

## 7 与本质安全性能有关的元件

### 7.1 额定值

应符合 GB 3836.4—2000 中 7.1 的规定。

**7.2 内部连接用连接装置、插接板及元件**

应符合 GB 3836.4—2000 中 7.2 的规定。

**7.3 熔断器**

应符合 GB 3836.4—2000 中 7.3 的规定。

**7.4 原电池和蓄电池**

应符合 GB 3836.4—2000 中 7.4 的规定。

**7.5 半导体**

应符合 GB 3836.4—2000 中 7.5 的规定。

**7.6 元件和连接的故障**

应符合 GB 3836.4—2000 中 7.6 的规定。

**7.7 压电器件**

应符合 GB 3836.4—2000 中 7.7 的规定。

**8 可靠元件、可靠组件和可靠连接**

应符合 GB 3836.4—2000 中第 8 章的规定。

**9 二极管安全栅**

应符合 GB 3836.4—2000 中第 9 章的规定。

**10 型式试验****10.1 火花点燃试验**

如需进行试验,则宜满足 GB 3836.4—2000 中对 II B 组别设备的要求。

**10.2 温度试验**

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.5 的规定。

**10.3 电压试验**

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.6 的规定。

**10.4 小元件点燃试验**

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.7 的规定。

**10.5 规定不严密的元件参数的测定**

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.8 的规定。

**10.6 电池和电池组试验**

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.9 的规定。

**10.7 机械试验****10.7.1 浇封复合物**

采用直径为 6 mm 的平头金属试棒对浇封复合物表面垂直施以 30 N 的力,并保持 10 s。浇封复合物不应出现损坏、永久性变形或试棒的位移大于 1 mm。

当浇封复合物存在自由表面时,为了保证浇封复合物的强度,又要使其不易碎裂,应在  $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$  的条件下,使用 GB 3836.1—2000 附录 G 中的试验装置对浇封复合物进行冲击试验。在任何情况下,冲击能量不应小于 2 J。

试验后浇封复合物应保持完好且没有出现永久性变形。表面的微小不透裂纹可以忽略。

**10.7.2 隔板**

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.10.2 的规定。

### 10.8 装有压电器件的电气设备试验

若设备的任何部分在正常工作中有可能受到外界冲击,则应采用 GB 3836.1—2000 附录中的试验设备,按照 GB 3836.1—2000 中规定的高能量在(20±10)℃的条件下对设备进行冲击试验,并测量压电器件的电容及器件两端的电压。

若含有压电器件的设备安装有避免设备直接受到外界冲击的保护装置,则应按照制造商预期的压电器件安装方式加上保护装置后进行试验。

在最高实测电压下,压电晶体电容的最大储存能量不应超过 0.25 mJ。当压电器件的电气输出由保护元件(包括保护设备)进行限制时,冲击试验不应出现使保护措施失效的损坏。

当需要对压电器件采取保护以防止外部物理冲击产生超过元件规定值的能量时,则应对要求的细节进行规定,并将其作为安全使用的特殊条件,且应在设备上标志符号 X。

### 10.9 二极管安全栅及安全分流器的型式试验

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.12 的规定。

### 10.10 电缆拔脱试验

应符合 GB 3836.4—2000 中 10.13 的规定。

## 11 例行检查和试验

应符合 GB 3836.4—2000 中第 11 章的规定。

## 12 标志

### 12.1 总则

本质安全设备及关联设备应至少具有 IEC 61241-0:2004 及本部分 12.2 所要求的标志。产品序列号可使用日期或一系列数字代码代替,这足以保证质量控制的可追溯性。

注 1: 产品序列号可独立于其他标志。

对于关联设备,标志 Ex iaD 或 Ex ibD 应用方括号括起来。

如果可行,应将所有相关参数都标注出来,如  $U_m$ 、 $L_i$ 、 $C_i$ 、 $L_o$ 、 $C_o$ 。

注 2: 标志及文件的标准符号均由 GB 3836.4—2000 中的第 3 章给出。

考虑实际应用,可限制或不使用斜体字或角注,且可以使用简化形式,如使用  $U_o$  代替  $U_o$ 。

### 12.2 连接件标志

本质安全设备及关联设备的连接件、接线盒及插头与插座应进行明确标示且易于区分。若要使用颜色对其进行标识,则应为浅蓝色。

当设备的各部件或不同设备之间采用插头与插座的连接方式时,用于本质安全电路的插头与插座应能明确识别。若要使用颜色对其进行标识,则应为浅蓝色。

此外,为了使整个系统都能达到本质安全性能,应对正确的连接方式进行充分、详细的标识。

注: 为了达到上述目的,可能需要在靠近插头与插座处或相邻处增加标志牌。如果要标识清楚,则电气设备可以用标签。

标志示例如下:

#### a) 独立的本质安全设备

××××有限公司
3 型信号接收器
Ex iaD 20 T135
-25 °C < Ta < +50 °C
防爆合格证编号:ACB Ex01****
序列号:××××

## b) 与其他设备连接的本质安全设备

××有限公司	
12 型变频器	
Ex ibD 21 T120	
防爆合格证编号:ACB No;Ex01****	
$L_i: 10 \mu\text{H}$	$C_i: 1\ 200 \text{ pF}$
$U_i: 28 \text{ V}$	$I_i: 250 \text{ mA}$
$P_i: 1.3 \text{ W}$	

## c) 关联设备

××有限公司	
TYP 4 型设备	
[Ex ibD]	
防爆合格证编号:ACB No;Ex01*.***	
$U_m: 250 \text{ V}$	$P_o: 0.9 \text{ W}$
$I_o: 150 \text{ mA}$	$U_o: 24 \text{ V}$
$L_o: 14.2 \text{ mH}$	$C_o: 0.93 \mu\text{F}$

## 13 文件

应符合 GB 3836.4—2000 中第 13 章的规定。

此外,文件应规定设备的最高表面温度和测得该最高表面温度的条件,如“按照 6.2.3 进行谷类粉尘湮没温度试验得到其最高表面温度为 135 °C”。

当设备设计用于超出 -20 °C ~ +40 °C 环境温度范围时,其认可的使用环境温度应在文件中注明。

设备等级(iaD 或 ibD)也应注明。

其他确保设备安全使用所需要的信息也应包括在文件中。

**附 录 A**  
(规范性附录)

见 GB 3836.4—2000 附录 B。

**附 录 B**  
(资料性附录)

见 GB 3836.4—2000 附录 C。

**附 录 C**  
(规范性附录)

见 GB 3836.4—2000 附录 D。

---

中华人民共和国  
国家标准  
可燃性粉尘环境用电气设备  
第4部分：本质安全型“iD”

GB 12476.4—2010/IEC 61241-11:2005

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

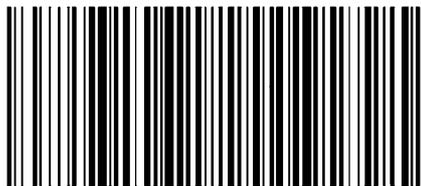
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字  
2011年1月第一版 2011年1月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-40838

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533



GB 12476.4-2010