

# 粉尘爆炸与粉尘防爆电气设备

物质燃烧必须有足够能量的点火源，有可燃物质和空气混合成一定的浓度，也就是说有了一定的助燃剂，三者缺一不可。在无机盐的生产、贮藏和输送中，要有防火防爆的安全措施。在生产车间里要安装防爆电气设备，如防爆操作箱、防爆操作柱、防爆磁力启动器、防爆灯。在贮藏的仓库中要装防爆灯、防爆开关等。以避免点火源与粉尘直接接触，在输送的过程中要注意撞击、摩擦产生静电等因素。

## 1 粉尘爆炸的机理和特点

粉尘爆炸首先是粉尘粒子从点燃源获得能量后（热传导、热辐射）表面受热，另外粉尘粒子获得能量后内外相继受热而产生熔融和气化迸发出炽热微小质子颗粒或火花，也形成粉尘的点火源。而由于粉尘表面积大，与空气能够充分接触，加之粉尘层的存在，故粉尘粒子表面温度急剧上升，使粉尘粒子加速分解或气化，当与空气混合接触时即可形成气相点火，这样粉尘中既有气相也有固相，两相同时存在燃烧时更加剧烈。当然，静电的积聚摩擦也形成点火源。当粉尘浓度与空气混合达到爆炸下限时遇到点火源即可燃烧，在初始燃烧时，由于粉尘与空气混合较充分，粉尘即可爆炸，并以压力波的方式释放能量，所以常常把机械装置中的粉尘吹出来，把地面上的粉尘层吹起，形成了飞扬的粉尘云。这些粉尘云再被初始的爆炸的灼热残余物瞬间再次点燃，接着发生第二次爆炸，同时可产生空气湍流。这次爆炸由于把大量的沉积的粉尘再次吹起，其爆炸的威力比初始爆炸大得多。粉尘的爆炸受到点火源的形成、最小点火能量和粉尘浓度等多种因素的影响，因此，粉尘爆炸是一个很复杂的过程。

## 2 粉尘爆炸危险场所的划分及温度组别的确定

粉尘种类繁多，但归结起来可分为爆炸性粉尘和可燃性粉尘。

### 2.1 爆炸危险场所的划分

爆炸危险场所是根据爆炸性或可燃性粉尘环境出现的频度和持续时间而划分的。根据我国标准 GB12476.1-90 将粉尘爆炸危险场所划分为 10 区、11 区(见表 1)。

表 1 危险场所的划分

危险场所		10 区	11 区
爆炸性粉尘		DT	DT
可燃性粉尘	导电性粉尘	DT	DT
	非导电性粉尘	DT	DP

注：DT—尘密型；DP—防尘型

10 区是在正常加工处理或清理过程中出现或可能出现的粉尘云或粉尘层与空气混合能达到爆炸浓度的区。11 区是未划分为 10 区的场所，但在异常条件下，可以在该场所内出现粉尘云或粉尘层与空气混合能达到爆炸浓度的区。

## 2. 2 温度组别的确定

温度组别是根据爆炸性和可燃性粉尘的粉尘云的点燃温度和高温表面堆积粉尘层的点燃温度而确定的。根据 IEC 标准，防爆电气设备最高表面温度不允许超过该粉尘云与空气爆炸性混合物点燃温度的 2/3，防爆设备最高表面温度应低于粉尘层的粉尘闷燃温度 75K，而粉尘闷燃温度在 5mm 的厚度测定的随着粉尘层厚度的加厚而温度随之增加。为了安全则进一步降低设备表面的温度，粉尘层在金属外壳表面的厚度不应超过 5mm，应经常擦洗，见表 2。

表 2 温度组别的确定

温度级别	点燃温度/°C
T <sub>11</sub>	$T \geq 270$
T <sub>12</sub>	$270 \geq T \geq 200$
T <sub>13</sub>	$200 \geq T \geq 150$

注：确定粉尘温度组别时应取粉尘云的点燃温度和粉尘层的点燃温度两者之中的低值。

## 3 粉尘防爆电气设备外壳要求

### 3. 1 防止粉尘进入电气设备壳内

根据国家标准 GB12476. 1-90 粉尘防爆电气设备的要求，可按外壳接合面的形式制成平面式、止口式、密封式、螺纹式、圆筒式、曲路式以及几种方式的组合。按限制粉尘进入壳内的能力来分为两类。一类是尘密外壳：外壳的结构设计成隔尘结构，粉尘不能进入，外壳的防外物能力为 6 级；另一类是防尘外壳：不能完全防止粉尘进入，但进入量不足以影响电气设备的正常运行，外壳防外物能力为 5 级。

按 GB4203-93 准试验，判定合格标准：“尘密外壳”壳内无可见粉尘，“防尘外壳”壳内可见微量粉尘，但不影响电气设备的正常运行。

### 3. 2 电气设备材料的选择

防尘外壳要有足够的强度以防止紧固接合面时受力破裂或变形，这就要求有一定的厚度，否则达不到密封要求。因此材质可采用金属（如铸铁、钢、铜等），若用铝合金时一定要控制含镁量在 0. 5%（质量比）以下。若体积小于 2L 时，可采用塑料材料制造外壳，普通塑料强度不够，热稳定性也不好，不能满足要求，用工程塑料，也要注意其厚度，以增加强度，同时为了防止静电的积聚，其表面电阻应小于  $10^9 \Omega$ ，紧固螺孔应有金属的埋封件。

### 3. 3 电气设备的外观要求

粉尘防爆外壳上应铸造 Ex 永久性标志，以警示人们该设备是防爆设备，不能随意拆卸。设备上还要设有铭牌，明确标出产品名称，型号规格、防爆标志及防爆合格证号，还要有“断电源后开盖”的警告牌，内外接地标志等，以确保生产及人身的安全。

## 4 粉尘外壳允许最高表温度

防止粉尘点燃的主要因素之一就是限制粉尘外壳最高表面温度的形成，尽管用了“尘密”或“防尘”外壳的设备，有效的防止粉尘进入，避免电弧火花直接点燃粉尘，但电气元件发热是不可避免的。必须限制该电气设备最高表面温度值范围，就能保证其安全性。当然这就取决于粉尘的种类和粉尘的点燃温度及安全系数，因不同的物质有不同点燃温度，因此要求限制电气设备最高表面温度的范围也不同。现将电气设备允许的最高表面温度值列于表 3。

表 3 电气设备允许的最高表面温度

温度测量	点燃温度/°C	允许最高表面温度/°C
------	---------	-------------

		未过负荷时	有认可的过负荷
$T_{11}$	$T \geq 270$	215	190
$T_{12}$	$270 \geq T \geq 200$	160	145
$T_{13}$	$200 \geq T \geq 150$	120	110

所以在安装、使用粉尘防爆电气设备时，尽可能减少粉尘泄漏与飞扬，以使粉尘在空气中的浓度下降，减少粉尘层的积聚，并经常清扫以降低闷燃温度，这些都是降低电气设备表面温度的有效措施，在使用过程中，如果要打开设备外壳，必须使内部元件温度低于设备最高表面温度，否则须在外壳上设警告牌，加以明示，以防元件表面高温引起点燃爆炸。当然，对其它可能出现的火花、电弧、高温等因素，仍要采取措施，以降低粉尘爆炸的危险性。

## 5 粉尘防爆电气设备如何选型

首先识别粉尘防爆的标志是 DIP，类别为 DT(DP)，温度组别为  $T_{11}$ — $T_{13}$ 。然后根据使用场所及温度来选型，在正常加工生产过程中，能够产生粉尘云或粉尘层的爆炸性和可燃性物质，当与空气混合达到一定浓度时，这种环境就必须选择“尘密型”的外壳，以使粉尘不得进入壳内。因为壳内电气元件有可能产生电弧、火花点燃粉尘而形成爆炸。当非导电性的哪怕是可燃性物质，用在无粉尘云和粉尘层出现的场所，就可选择“防尘型”的外壳。

而温度组别的确定就要按 2.2 的原则来确定了。比如：铝粉末，其点燃温度是  $230^{\circ}\text{C}$ ，经计算后再加安全系数，电气设备的允许最高表面温度只能选择  $T_{12}$ 。所以说，铝粉车间选择防爆电气设备就应选择 DIP DT  $T_{12}$ 。

防爆电气设备确定后，安装和使用也是防止粉尘爆炸的重要一环，一定要按安装规范要求的有关条款去执行，才能保证防爆电气设备起到防爆作用