

煤矿井下电工丛书

# 矿用低压开关

李玉杰 编



煤炭工业出版社

TD611

12

3

煤矿井下电工丛书

# 矿用低压开关

李玉杰 编

1200000



煤炭工业出版社

B147470

## 内 容 提 要

本书介绍了我国煤矿井下所用的各种低压开关(包括矿用隔爆型和隔爆兼安全火花型开关)。比较详细地叙述了开关及附属电器的原理、性能、构造、安装、检修以及小改小革等方面的知识,同时又围绕规程标准作了较具体的解释。可供煤矿电工阅读和现场技术人员参考。

责任编辑:李 秀 荣

煤矿井下电工丛书

### 矿用低压开关

李 玉 杰 编

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub>

印张 14

字数 308 千字

印数1—4,420

1984年4月第1版

1984年4月第1次印刷

书号15035·2604 定价1.45元

## 前 言

为适应煤炭工业的迅速发展，满足煤矿井下电工技术学习的要求，参阅了有关技术资料，结合现场实际经验，编写了这本书。

本书是《煤矿井下电工丛书》的一种，重点介绍我国研制的、适于煤矿井下使用的矿用低压开关。书中阐述了矿用低压开关及其附属电器的基本知识、具体结构、检修技术以及修理中的小革小改项目，注意了生产中解决技术问题的需要，也顾及到了规程标准的贯彻执行，且做了较具体的条文解释。

本书由范廷瓚、李帮强同志审定。在编写过程中，曾得到各低压开关厂、科研与设计单位、煤炭部生产司机电处及开滦局机电处的大力支持和提供了宝贵的意见与资料，谨致以衷心的感谢。

由于编者水平所限，时间仓促，书中错误与不当之处一定不少，请读者批评指正。

编 者

一九八二年三月

---

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第一章 矿用低压开关的工作原理和结构 .....  | 1   |
| 第一节 概述 .....              | 1   |
| 一、矿用低压开关分类与工作条件 .....     | 2   |
| 二、开关铭牌 .....              | 4   |
| 三、隔爆性能 .....              | 8   |
| 四、有关规定 .....              | 14  |
| 五、开关的主要部件 .....           | 18  |
| 第二节 隔爆型自动馈电开关 .....       | 61  |
| 一、馈电开关的构成与工作原理及技术特征 ..... | 61  |
| 二、万能自动空气断路器型号与工作原理 .....  | 62  |
| 三、电流脱扣器 .....             | 65  |
| 四、分励脱扣器 .....             | 70  |
| 五、空气断路器的合闸机构 .....        | 73  |
| 第三节 隔爆型磁力起动器 .....        | 85  |
| 一、分类与基本结构 .....           | 86  |
| 二、主要元部件 .....             | 90  |
| 三、磁力起动器简介及电气线路 .....      | 172 |
| 四、磁力起动器的几种接线方式 .....      | 211 |
| 第四节 隔爆型手动起动器 .....        | 234 |
| 一、结构与电气线路图 .....          | 235 |
| 二、合闸机构工作原理 .....          | 236 |
| 第二章 低压隔爆型开关检修与试验 .....    | 243 |
| 第一节 检修程序与隔爆结构的检修 .....    | 244 |
| 一、检修程序 .....              | 244 |
| 二、外壳及隔爆面 .....            | 248 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 三、隔爆面的防锈措施 .....                      | 270 |
| 四、隔爆法兰盘 .....                         | 278 |
| 五、紧固螺钉与间隙插测 .....                     | 285 |
| 六、进线装置 .....                          | 291 |
| 七、机械闭锁装置 .....                        | 306 |
| 八、按钮杆与杆孔 .....                        | 323 |
| 第二节 触头系统 .....                        | 334 |
| 一、触头故障 .....                          | 334 |
| 二、触头参数 .....                          | 337 |
| 三、触头修整 .....                          | 347 |
| 第三节 磁系统 .....                         | 348 |
| 一、磁系统故障 .....                         | 348 |
| 二、衔铁开距、装配与修理、线圈数据 .....               | 354 |
| 第四节 灭弧装置 .....                        | 362 |
| 第五节 隔离开关与低压熔断器 .....                  | 367 |
| 一、隔离开关 .....                          | 367 |
| 二、低压熔断器 .....                         | 377 |
| 第六节 热继电器、限流热继电器及变压器、<br>直流电磁继电器 ..... | 383 |
| 一、热继电器与限流热继电器 .....                   | 383 |
| 二、变压器与直流电磁继电器 .....                   | 391 |
| 第七节 其他装置的技术要求 .....                   | 396 |
| 第八节 故障与排除 .....                       | 400 |
| 一、电气故障的现象、原因、鉴别和处理 .....              | 400 |
| 二、合闸系统的故障现象、原因和处理 .....               | 412 |
| 第九节 试验 .....                          | 415 |
| 一、电气试验 .....                          | 415 |
| 二、外壳压力试验 .....                        | 438 |

# 第一章 矿用低压开关的工作 原理和结构

## 第一节 概 述

随着煤矿井下采掘工作的开展，从煤体和岩石的空隙、孔洞中涌出或喷出大量的瓦斯（煤矿的瓦斯主要是指井下的沼气），瓦斯具有燃烧和爆炸性，它扩散于井下空气之中，当其含量浓度达5~15%、特别在9.5%时，如遇到温度超过650°至750℃的火源（电火花、电弧或灼热体），就可能爆炸。当瓦斯浓度超过15%时，如遇上述火源，就会引起瓦斯燃烧。煤尘在一定的浓度和粒度条件下，若遇超过其燃点的温度也会发生爆炸。瓦斯和煤尘的爆炸，破坏力甚大，严重地威胁着矿井安全和人的生命安全。很明显，普通的电气设备是不能用于煤矿井下的。鉴于这种情况，就须有特殊的电气设备来适应这种特殊需要。为了消除由于电火花引起瓦斯煤尘爆炸和瓦斯燃烧事故的发生，井下电气设备须制成防爆型。

目前，主要采用隔爆外壳和本质安全（安全火花）电路，制成各型防爆电气设备：

（1）隔爆外壳：隔爆型电气设备，在煤矿应用极其广泛。目前，煤矿井下电气设备绝大部分均属隔爆型。将电气元件装入特制的外壳中，外壳是由钢板、铸钢或铸铁制成，其结构具有耐爆性和不传爆性。耐爆性是指外壳强度而言，

即外壳能承受内部爆炸的压力而不损坏，这是由外壳材质及结构强度决定的。不传爆性也称隔爆性，即外壳内部爆炸的火焰，不会从间隙传出来引起外部爆炸性混合物的爆炸，这是由外壳接合面的间隙、长度和光洁度决定的。

具有耐爆性和隔爆性的电气设备，由于外壳的隔爆结构，起到了防止爆炸性介质爆炸的作用，这种结构型的设备称为隔爆型电气设备。

顾名思义，隔爆型电气设备就是在外壳内部发生爆炸时，不能引起外部爆炸性介质爆炸的电气设备。

（2）本质安全电路（本安型、安全火花型）：这种设备的电路系统电流很小，在正常或故障状态下所产生的电火花，不足以引燃周围环境中的爆炸性介质。本质安全系统适用于煤矿井下信号、通讯和仪表等。还有一种为复合式的防爆电气设备，其壳体为隔爆型而控制电路是本质安全型，此类称为隔爆兼本质安全型。QC810-60 隔爆兼安全火花型磁力起动器就是此类型的一种型式。

## **一、矿用低压开关分类与工作条件**

### **（一）分类**

这里所介绍的矿用低压开关，是指矿用低压隔爆型开关，按其结构型式主要分为四类：

- 1) 隔爆型自动馈电开关；
- 2) 隔爆型磁力起动器；
- 3) 隔爆兼安全火花型磁力起动器；
- 4) 隔爆型手动起动器。

各型隔爆型开关的分类列于表1-1-1中。

### **（二）工作条件**

矿用低压隔爆型开关适用于下列工作条件：



表 1-1-1 各型低压隔爆型开关分类

| 名 称       | 型 号       | 名 称               | 型 号           |
|-----------|-----------|-------------------|---------------|
| 隔爆型自动馈电开关 | DW81-200F | 隔爆型磁力起动器          | QC83-30       |
|           | DW81-350F |                   | QC83-80       |
|           | DW81-200  |                   | QC83-80A      |
|           | DW81-350  |                   | QC83-80G      |
|           | DW80-200  |                   | QC83-80N      |
|           | DW80-350  |                   | QC83-120      |
|           | DW80-60   |                   | QC83-225      |
|           | DW80-120  |                   | QCS83-80      |
|           | DW80-200A |                   | QCS83-120     |
| DW80-350A | QC815-30  |                   |               |
| 隔爆型手动起动器  | QS81-40   | 花型磁力起动器<br>隔爆兼安全火 | QC815-30N     |
|           | QS81-80   |                   | QC815-60      |
|           | QS81A-40  |                   | QC815-60N     |
|           | QS81A-80  |                   | QC810-60      |
|           | QSS81-40  |                   | QC810-80      |
|           | QSS81-80  |                   | QC810-30      |
|           |           |                   | DQBH-660/200  |
|           |           |                   | DQBH-660/200Z |
|           |           |                   | (真空开关)        |

- 1) 海拔高度不超过1000米；
- 2) 周围介质的相对湿度不大于97%；
- 3) 周围介质温度不高于+ 40℃，不低于- 30℃；
- 4) 在有甲烷气体和煤尘爆炸危险的矿井中；
- 5) 在无强烈颠簸振动的环境中；
- 6) 在有防止滴水的地方；
- 7) 在与垂直面的倾斜度不超过15°的地方。

(三) 环境影响

- 1) 海拔高度影响空气密度。随着海拔高度的增加空气

变得稀薄了。海拔高度每增高100米，空气的绝缘强度约下降1%。由于空气密度减低，致使电气设备的散热条件（热传导与热对流）和灭弧条件都恶化了。为了考虑这一影响，所以规定一般电气设备限于海拔高度1000米以下使用。

2) 周围介质湿度的规定值，主要是根据煤矿的实际工作条件确定的。周围介质相对湿度是指水蒸汽的密度和同温度下的饱和水蒸汽密度之比。如果相对湿度超过97%，周围空气湿度太大，接近了凝露点了。开关在这种环境中工作，对绝缘非常不利。（露点——是大气中的水蒸汽遇冷而开始凝结为露的温度）。

3) 周围介质温度是指开关外面的空气温度。周围介质温度有上限和下限之分，上限主要与绝缘材料寿命和导电零件（如触头）的工作可靠性有关。温度高了绝缘材料寿命减短，导电部件温升也要增高。温度下限主要与绝缘材料的耐寒性有关，如塑料制品在低温下会变硬发脆。

4) 开关在强烈颠簸振动的环境中，不能保证可靠的吸合和释放，容易造成开关的误动作。

5) 开关在滴水的场合下工作，因水珠的飞溅或渗透可能造成电气元件的短路，并使绝缘强度下降，同时外壳的隔爆面也易锈蚀。

6) 开关放置应力求与地面垂直，放置角度大于 $15^{\circ}$ ，开关不能正常工作，大于 $30^{\circ}$ 时便会跌倒。

## 二、开关铭牌

在每台隔爆开关的明显处，都有一个清晰的铭牌。铭牌上注明了本台开关的技术特征及必要的技术数据。

铭牌上主要标有：型号、额定电压、额定电流、变压器变压比、用于电动机最大功率、防爆合格证号等内容。如是

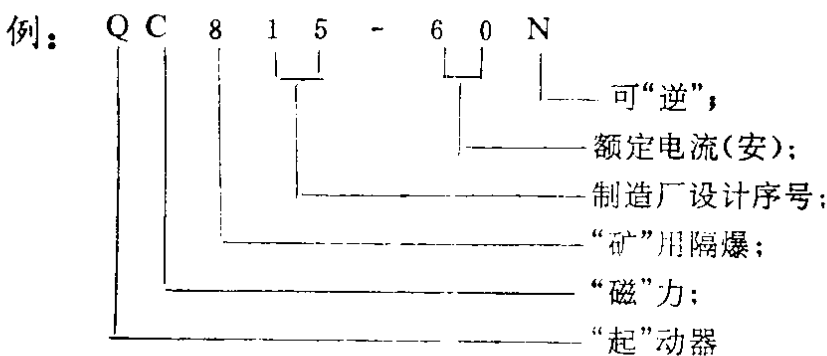
馈电开关则另标脱扣器整定电流。此外，铭牌上还注有醒目的类型标志。

铭牌很重要，它提供了开关正常工作的数据，如若数据没弄清，决不能盲目使用，否则可能发生事故。

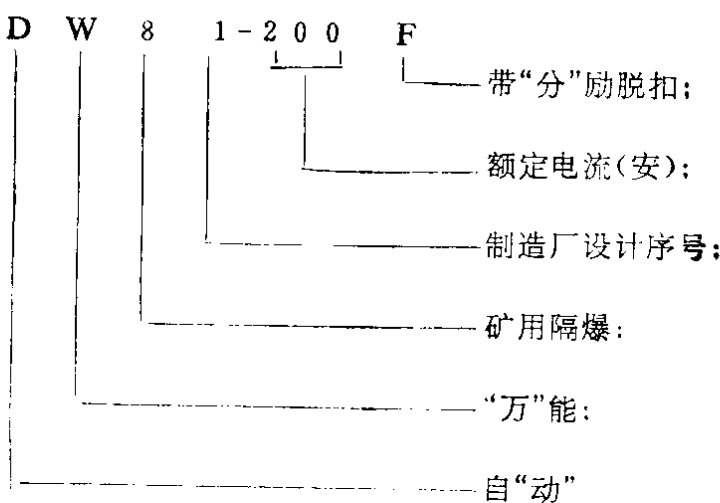
现将铭牌上主要内容分别介绍于下：

(一) 型号

型号是设备技术特征和基本规格的缩写。熟悉和掌握型号内容是很必要的。国产电气设备型号是按它的结构型式和技术特征，用汉语拼音字母（字头）及阿拉伯数字编制的。



全称：可逆式矿用隔爆型磁力起动器，额定电流60安，制造厂设计序号15。



全称：矿用隔爆型万能自动馈电开关，额定电流200安，

制造厂设计序号 1，带分励脱扣器。

## （二）额定电压与额定电流

额定电压（单位：伏）。铭牌上所标定的电压等级就是开关电压的额定值。额定电压是指开关正常工作的电压。磁力起动器一般有两种电压：即主回路电压和控制回路电压（控制回路的电压，通常是由自备降压变压器所供给）。主回路电压是主触头工作电压，而控制回路电压则是吸引线圈的工作电压。铭牌上标注的额定电压亦是主触头的额定电压。

额定电流（单位：安）。铭牌上所注明的电流等级，便是开关电流的额定值。额定电流是指开关在正常工作条件下允许的工作电流。开关的额定电流亦是主触头的额定电流。

## （三）变压器变压比

变压器变压比是指磁力起动器自备降压变压器一次侧及二次侧的电压等级。

## （四）用于电动机最大功率

铭牌上所规定的用于电动机最大功率是指，开关在额定电压下正常工作时所能带的电动机最大功率（单位：千瓦）。目前，国产隔爆型磁力起动器，通常用于正常工作状态下电动机的通断，不宜控制密集通断和经常反接制动的电动机，鉴于这种情况，只有适当降低磁力起动器的容量。

## （五）脱扣器整定电流

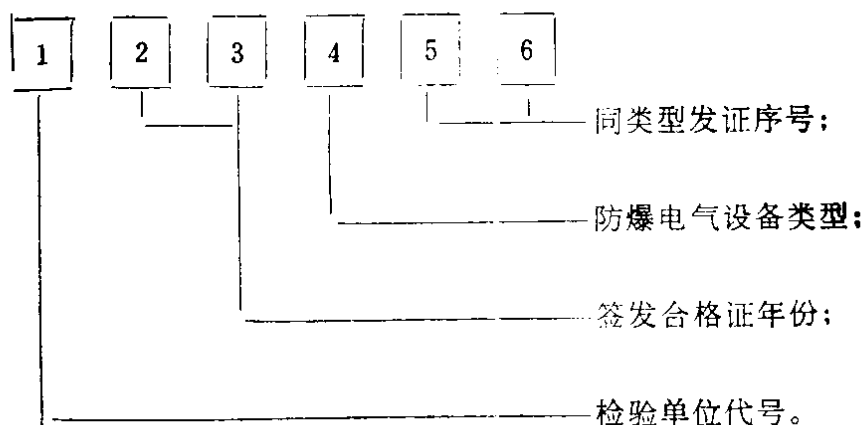
隔爆型馈电开关的电流脱扣器（电磁式电流继电器），主要作为系统短路保护用。由于馈电开关经常用于不同的负载中，为适应其保护范围内的负载变化，在结构上将电流脱扣器制成可调式，工作时可随意调整。这一措施扩大了馈电开关的应用范围。

### (六) 合格证号

国家规定，一切防爆电气设备，一律要经过国家指定的防爆检验单位按防爆电气制造检验规程进行鉴定。

对防爆电气设备的检验是非常严格的，经检验合格后，由检验单位发给“防爆合格证”并在证书上注有合格证号，取得防爆合格证后，制造厂才能正式生产。

合格证号表示内容：防爆合格证号由六位阿拉伯数字组成，其组成型式和含义于下：



注：检验单位代号：1—代表抚顺煤研所；2—代表上海煤研所；3—代表重庆煤研所。例：174119号表示：抚顺煤研所检验，74年签发给合格证，防爆设备类型1，同类型设备发证序号19。

### (七) 类型标志

防爆型电气设备一般有以下类型，即增安型、隔爆型、本质安全型（安全火花型）、正压型、充油型、充砂型、无火花型、特殊型等。上述各类型均隶属防爆型，统称为防爆电气设备，亦称之爆炸性危险环境用电气设备。

爆炸性环境用电气设备在外壳明显处（小型设备及仪表可采用标志牌）均具有清晰、永久性凸纹标志：EX。

在铭牌中还要标出各保护型式（用英文字母标示）：增

安型“e”；隔爆型“d”；本质安全型“i”；正压型“p”；充油型“o”；充砂型“q”；无火花型“n”；特殊型“s”。

### 三、隔爆性能

隔爆型开关的隔爆接合面，除操纵杆（包括手柄轴）以外，均属静止部位（分）隔爆接合面，操纵杆是活动的，故称之活动部分隔爆接合面。

在此说明一下，操纵杆与杆孔的装配型式虽是活动隔爆接合面，但它与电动机转轴和轴孔的配合型式完全不一样。电动机转轴因有滚动轴承支承，所以轴与轴孔不易磨损，即不易加大其直径差。而开关操纵杆却不然，每当动作都要与杆孔磨擦，这样极易增大两者间的直径差。为减少磨损，对操纵杆光洁度的要求比静止隔爆面要高一级。光洁度高可减少磨擦力，同时也不易生锈。

#### （一）隔爆接合面的结构型式

隔爆型开关的隔爆接合面（以下简称隔爆面），按其结构型式可分为静止部分隔爆面和活动部分隔爆面。静止部分隔爆面一般又可分为平面式和转盖式两种。

##### 1. 平面式隔爆面

平面隔爆面是指，相对面为平面且接合面长度为直线形的隔爆面。平面隔爆面也叫法兰盘隔爆面。这种结构通常是由法兰盘和紧固螺钉（或螺栓）构成的。接线箱法兰与箱盖的配合，是平面式隔爆面的典型结构，其型式如图1-1-1所示。

##### 2. 转盖式隔爆面

转盖式隔爆面是转盖止口与壳体止口相互扣合构成的。图1-1-2为转盖式隔爆面的结构示意图。

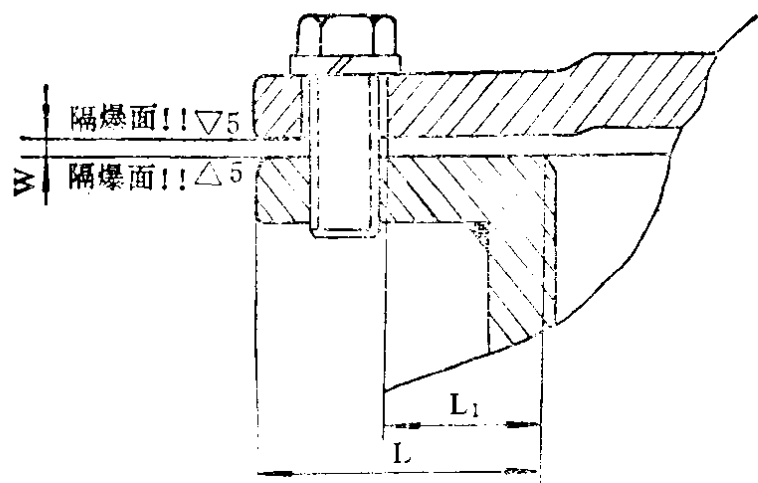


图 1-1-1 平面式隔爆接合面

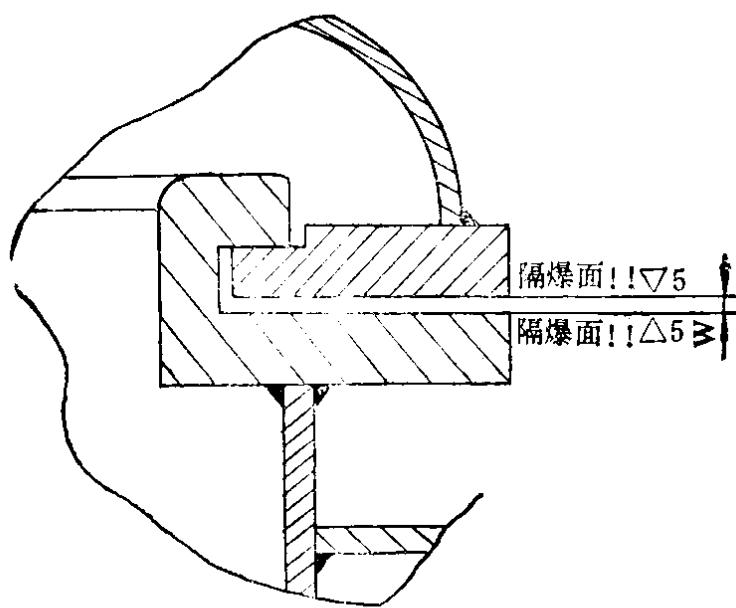


图 1-1-2 转盖式隔爆面的结构型式

3. 活动部分隔爆面

操纵杆与孔的配合型式（包括手柄轴及孔）为活动式隔爆面。活动式隔爆面是指可以转动或运动的隔爆接合面。它是偶尔活动的。活动式隔爆面的结构型式，如图1-1-3所示。

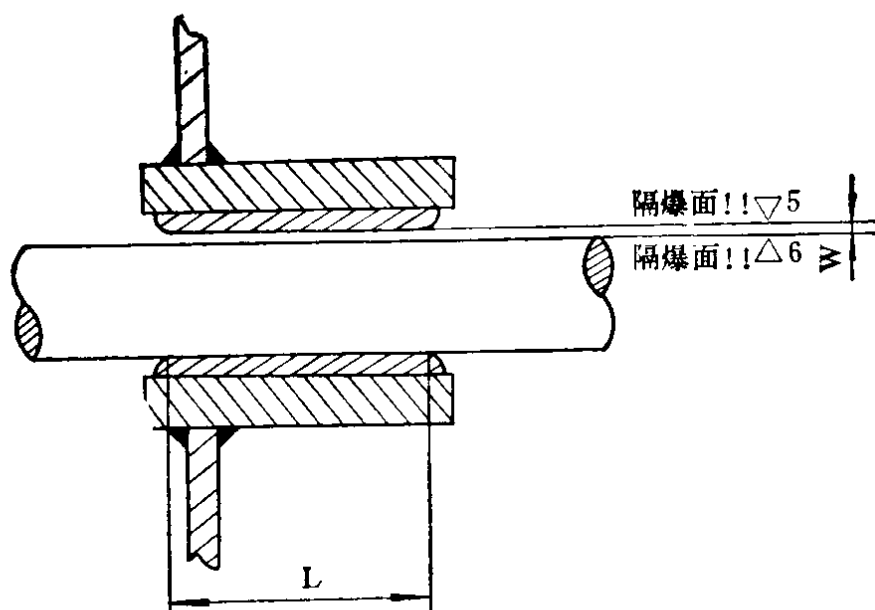


图 1-1-3 活动隔爆接合面的结构型式

操纵杆与孔的间隙以直径差计算，其隔爆面最小长度（ $L$ ）和直径差（ $W$ ）的隔爆参数要求与平面式相同（即表 1-1-2 中的规定）。操纵杆表面的光洁度为  $\nabla 6$ ，杆孔内圆光洁度为  $\nabla 5$ 。

## （二）名词术语的理解

### 1. 外壳净容积

外壳净容积的单位是升。外壳净容积是指，壳内总容积减去壳内电器或部件的体积后剩余的实际空间。或者说是，装配好的外壳在壳内所占有的实际空气容积。

就隔爆型设备来讲，外壳内甲烷（瓦斯）与空气的混合物的爆炸压力与外壳净容积有关，在通常情况下，净容积大其爆炸压力就大。净容积大于 0.5 升的外壳，其净容积的变化对爆炸压力无影响，但对于净容积小于 0.5 升的外壳，其净容积的变化明显地影响着爆炸压力，这时它的爆炸压力随着净容积的变小而减弱。



## 2. 隔爆接合面

隔爆接合面是指，隔爆外壳不同部件的相对表面配合一起的部位，以防止内部爆炸向外壳周围的爆炸性混合物传播。也可以说，隔爆面是指当外壳内部爆炸时，其爆炸火焰沿外壳接缝处向外喷散的途径。

## 3. 隔爆面最小有效长度（L）

隔爆面最小有效长度是指，隔爆面内缘到外缘的最短有效通路。一个完整的隔爆面，一般分为结构长度和最小有效长度（L）。结构长度必须大于最小有效长度，而使隔爆面的有效长度具有一定的裕量，其目的有两个：其一是在一定条件下，补偿由于某些缺陷所占去的隔爆面上的长度；其二是保证两个隔爆面错位后的合格配合长度。

规程中所规定的最小有效长度（L），是指一对隔爆接合面的实际配合有效长度。也就是说，当两个隔爆面由于相互位移而改变配合长度时，其实际配合长度也符合规程所规定的数值。

隔爆面的结构长度与最小有效长度（L），其含义根本不同，在认识上不得混淆，也决不能在结构长度上任取一段作为最小有效长度（L），究竟哪一段是最小有效长度，这要根据实际配合状态而定。

## 4. 隔爆面边缘至通孔边缘的最小有效长度（ $L_1$ ）

由于螺孔或通孔占据了隔爆面上的很大区域，从而减短了隔爆面的有效长度（L）。为了确保法兰盘的隔爆性能，故在规程中专门规定了隔爆面边缘至通孔边缘的最小有效长度（ $L_1$ ）。试想一下，隔爆面的最小有效长度（L）变小了，能否保证它的隔爆性能呢，实际情况是这样，因隔爆面上有螺钉紧固，致使两个隔爆面配合得很紧密，即便壳内爆炸