



第十二章

电动工具及移动式电气设备



第一节 基本分类与结

一、基本分类 构

1. 根据手持式电动工具不同的应用范围分类

(1) 金属切削类

(2) 砂磨类

(3) 装配类

(4) 林木类

(5) 农牧类

(6) 建筑道路类

(7) 铁道类

(8) 矿山类

(9) 其它类

2. 根据触电保护特性分类

按电击防护条件，电气设备分为0类、0 I 类、I 类、II 类和III类设备。0类、0 I 类、I 类设备都是仅有工作绝缘（基本绝缘）的设备，而且都可以带有II 类设备或III类设备的部件。所不同的是0类设备外壳上和内部不带电导体上都没有接地端子（保护导体接线端子）；0 I 类设备的外壳上有接地端子；I 类设备外壳上没有接地端子，但内部有接地端子，自设备内引出带有保护插头的电源线。

II 类是带有双重绝缘或加强绝缘的设备。

III类设备是安全电压的设备。

II 类设备和III类设备都无须采取接地或接零措施。

手持电动工具没有0类和0 I 类产品。移动式电气设备大部分是0 I 类和I 类设备。

二、基本结构

手持式电动工具的结构形式多样，一般由驱动部分、传动部分、控制部分、绝缘和机械防护部分组成。

1. 驱动部分

在工具中，一般是由电动机驱动它的传动机构。

2. 传动部分

传动机构是工具的重要组成部分。

3. 控制部分

工具的控制部分主要包括开关、插头、电缆以及控制装置等。

4. 绝缘和机械防护部分

绝缘部分是工具中的绝缘材料所构成的部件，其中包括基本绝缘和附加绝缘。机械防护部分是指工具的外壳和机械保护罩等。

三、合理选用

各类工具的触电保护特性不同，在不同的场所应选用不同类型的工具，并配备相应的保护装置，以保证使用者的安全。

1. 各类工具的特点

目前，I、II类工具的电压一般是220V或380V。
III类工具过去都采用36V，现“国标”规定为42V，需要专用变压器，此类工具很少使用。

II类工具比I类工具安全可靠，表现为工具本身除基本绝缘外，还有一层独立的附加绝缘，当基本绝缘损坏时，操作者仍能与带电体隔离，不致触电。

III类工具（即42V以下安全电压工具），由于用安全隔离变压器作为独立电源，在使用时，即使外壳漏电，因流过人体的电流很小，一般不会发生触电事故。

2. 选用规则

(1) 在一般场所，为保证使用的安全，应选用Ⅱ类工具。如果使用Ⅰ类工具，应装设漏电保护器、安全隔离变压器等。否则，使用者必须戴绝缘手套，穿绝缘鞋或站在绝缘垫上。

(2) 在潮湿的场所或金属构架上等导电性能良好的作业场所，必须使用Ⅱ或Ⅲ类工具。

如果使用Ⅰ类工具，必须装设额定漏电动作电流不大于30mA、动作时间不大于0.1S的漏电保护器。

(3) 在狭窄场所如锅炉、金属容器，管道等应使用Ⅲ类工具。如果使用Ⅱ类工具，必须装设额定漏电动作电流不大于15mA、动作时间不大于0.1S的漏电保护器。不得使用Ⅰ类工具。

(4) 在特殊环境使用的工具必须符合相应防护等级的安全技术要求。

第二节 安全性能要求

为了安全生产，避免和减少对操作者的伤害，工具的安全性能必须符合安全操作的要求。

一、手持电动工具的安全要求

使用手持电动工具应当注意以下安全要求：

1. 辨认铭牌，检查工具或设备的性能是否与使用条件相适应。
2. 检查其防护罩、防护盖、手柄防护装置等有无损伤、变形或松动。
3. 检查电源开关是否失灵、是否破损、是否牢固、接线有无松动。
4. 电源线应采用橡皮绝缘软电缆；单相用三芯电缆、三相用四芯电缆；电缆不得有破损或龟裂、中间不得有接头。

5. I 类设备应有良好的接零或接地措施，且保护导体应与工作零线分开；保护零线（或地线）应采用截面积 $0.75 \sim 1.5 \text{ mm}^2$ 以上的多股软铜线，且保护零线（地线）最好与相线、工作零线在同护套内。

6. 使用 I 类手持电动工具应配合绝缘用具，并根据用电特征安装漏电保护器或采取电气隔离及其他安全措施。

7. 绝缘电阻合格，带电部分与可触及导体之间的绝缘电阻 I 类设备不低于 $2 \text{ M}\Omega$ 、II 类设备不低于 $7 \text{ M}\Omega$ 。

8. 装设合格的短路保护装置。

9. II 类和 III 类手持电动工具修理后不得降低原设计确定的安全技术指标。

10. 用毕及时切断电源，并妥善保管。

3. 弧焊机一次额定电压应与电源电压相符合、接线应正确、应经端子排接线；多台焊机尽量均匀地分接于三相电源，以尽量保持三相平衡。

4. 弧焊机一次侧熔断器熔体的额定电流略大于弧焊机的额定电流即可；但熔体的额定电流应小于电源线导线的许用电流。

5. 二次线长度一般不应超过20~30m，否则，应验算电压损失。

6. 弧焊机外壳应当接零（或接地）。

7. 弧焊机二次侧焊钳连接线不得接零（或接地）、二次侧的另一条线也只能一点接零（或接地），以防止部分焊接电流经其他导体构成回路。

8. 移动焊机必须停电进行。

为了防止运行中的弧焊机熄弧时70V左右的二次电压带来电击的危险，可以装设空载自动断电安全装置。这种装置还能减少弧焊机的无功损耗。

二、交流弧焊机的安全要求

交流弧焊机的一次额定电压为380V、二次空载电压为70V左右、二次额定工作电压为30V左右、二次工作电流达数十至数百A、电弧温度高达6000℃。由其工作参数可知，交流弧焊机的火灾危险和电击危险都比较大。安装和使用交流弧焊机应注意以下问题：

1. 安装前应检查弧焊机是否完好；绝缘电阻是否合格（一次绝缘电阻不应低于 $1\text{M}\Omega$ 、二次绝缘电阻不应低于 $0.5\text{M}\Omega$ ）。

2. 弧焊机应与安装环境条件相适应，弧焊机应安装在干燥、通风良好处；不应安装在易燃易爆环境、有腐蚀性气体的环境、有严重尘垢的环境或剧烈振动的环境，并应避开高温、水池处。室外使用的弧焊机应采取防雨雪、防尘土的措施。工作地点远离易燃易爆物品，下方有可燃物品时应采取适当安全措施。

三、机械防护装置

手持式电动工具，无论是切割（削）工具或研磨工具，在高速旋转、往复运行或振动时，会带来意外危险，因此，必须按有关标准安装防护装置，如防护罩、保护盖等。没有防护装置或防护装置不齐全的，严禁使用。

第三节 安全技术措施

手持电动工具在使用中需要经常移动，振动也比较大，容易发生碰壳事故，又往往是在工作人员紧握之下运行的，而且其电源线的绝缘也容易由于拉、磨或其它机械原因而遭到破坏。因此，工具在使用过程中有很大的触电危险。为了保护操作者的安全，应对工具采取安全措施。

一、保护接地或保护接零

保护接地或保护接零是 I 类工具的附加安全预防措施。当 I 类工具采用保护接地或保护接零时，能使可触及的导电零件在基本绝缘损坏的事故中不成为带电体，以保障操作者的人身安全。

1. 保护接地或接零线的技术要求

I 类工具的保护接地或接零线不宜单独敷设，应当和电源线采用同样的防护措施。电源线必须采用三芯（单相工具），或四芯（三相工具），多股铜芯橡皮护套软电缆或护套软线，其中，绿 / 黄色标志的导线只能用作保护接地或接零线，原有以黑色线作为保护接地或接零线的软电缆或软线应逐步调换。其专用芯线用作保护接地或接零线。保护接地或接零线应采用截面积 $0.75\sim 1.5\text{mm}^2$ 以上的多股铜线。

2. 保护接地或接零的接线方法

在中性点工作接地的星形连接的三相四线制的供电系统中，工具应采用保护接零。在三角形接线无中性点或星形接线中性点不接地的供电系统中应采取保护接地。

在中性点接地的供电系统中的接线方法：

(1) 所有用电设备的金属外壳与系统的零线可靠连接，禁止用保护接地代替保护接零。

(2) 中性点工作接地的电阻应小于4欧姆，并在每年雨季前进行检测。

(3) 保护零线要有足够的机械强度，应采用多股铜线，严禁用单股铝线。

(4) 每一台设备的接零连接线，必须分别与接零干线相连，禁止互相串联。

(5) 不允许在零线设开关和保险。

(6) 零线导电能力不得低于相线的二分之一，其导电截面通过的电流等于或大于熔断器额定电流的4倍，等于或大于自动开关瞬时动作电流脱扣整定电流的1.25倍。

二、安全电压

在特别危险的场合，应采用安全电压的工具（Ⅲ类工具），应由独立电源或具备双线圈的变压器供电。如下图所示。

双圈变压器接线图

在使用Ⅲ类工具（即42V及以下电压的工具）时，即使外壳带电，由于流过人体的电流较小，一般不容易发生触电事故。使用Ⅱ类工具时，工具的外壳不应接零（或接地）；当工具的使用电压大于24V时，必须采取防直接接触带电体的保护措施。

三、隔离变压器

鉴于不接地电网中单相触电的危险性小于接地电网中单相触电的危险性，在接地电网中，可以装备一台隔离变压器（见下图），并由该隔离变压器给单相设备供电。隔离变压器的变压比是1：1，即原、副边电压是相等的。隔离变压器副边线圈与原边线圈、与变压器外壳以及与大地均应保持良好的绝缘。因此，单相设备配用隔离变压器之后，不存在电压配合问题，可以直接接用；与没有隔离变压器时不同的只是单相设备转变为在不接地电网中运行，从而减少了触电危险。

四、双重绝缘

II类工具在防止触电保护方面属于双重绝缘工具，不需要采用接地或接零保护，它是一种新型的、安全性能较高的工具。有些国家甚至在法律上规定：220V以上的工具必须采用双重绝缘结构。

双重绝缘的基本结构如下图所示。双重绝缘是指除基本绝缘（工作绝缘）之外，还有一层独立的附加绝缘。如转子铁芯与转轴间的绝缘层等，用来保证在基本绝缘损坏时，防止金属外壳带电，保护操作者。

加强绝缘是指绝缘材料机械强度和绝缘性能都增强的基本绝缘，它具有与双重绝缘相同的触电保护能力。

双重绝缘结构示意图

1一带电体；2—工作绝缘；3—保护绝缘；4—金属壳体

五、熔断器保护

使用熔断器属于短路保护措施，工具常用的熔断器是在电路的相线上接上重盒式或管式熔断器。熔断器利用电流的热效应在一定额定电流值时熔化并断开电路。熔断器额定值一般是工具铭牌上所示额定电流的1.5~2倍。

在使用过程中常见的电流过大的故障有：过载；相线和中性线（或零线）相接触（短路）；相线通过工具的金属外壳与接地线相接触（接地故障）；三相工具的相线与相线相接触（两相短路）。上述任一故障都会导致电流过大，使熔断器熔化，断开电流、切断电源，使工具处于不带电的安全状态，从而保证了操作者的安全。

六、绝缘安全用具

I 类结构工具采用保护接地或接零，虽能抑制危险电压，但保护措施还是不够完善，因此，在使用工具时必须采用漏电保护器、安全隔离变压器等。当这两项措施实施发生困难时，工具的操作者必须戴绝缘手套、穿绝缘鞋（或靴）或站在绝缘垫（台）上。采用这些绝缘安全用具使人与地面或使人与工具的金属外壳（包括与相连的金属导体）隔离开来。这是目前简便可行的安全措施。为了防止机械伤害，使用手电钻时不允许带线手套。绝缘安全用具应按有关规定进行定期耐压试验和外观检查，凡是不合格的安全用具应禁止使用，绝缘用具应由专人负责保管和检查。

七、漏电保护

漏电保护器是为了防止漏电或触电的保护仪器。如果在系统中出现漏电或触电事故，可以立即发出报警信号、迅速切断电源，起到保护人身安全的作用。漏电保护器主要分为电压型和电流型两种。

漏电保护器根据使用地区、工作环境的不同有多种组合形式。

一般讲，使用Ⅰ类工具时除采用其它保护措施之外，还应采取漏电保护措施，尤其是在潮湿的场所或金属构架上等导电性能良好的作业场所，如果使用Ⅰ类工具，必须装设漏电保护器。

八、使用注意事项

为了确保使用者的安全，在使用工具时应注意如下事项：

1. 工具的外壳（塑料外壳）不能破裂；机械防护装置完善并固定可靠；插头、插座和开关没有裂开；软电缆或软线没有破皮漏电之处；保护零线或地线固定牢靠没有脱落；绝缘没有损坏等。

经检查发现有上述情况之一，应停止使用，交给专职人员进行修理或更换。在未修复前，不得使用。

2. 工具在接电源时，应首先按工具的铭牌所标出的电压、相数去接电源。

3. 长期搁置不用的工具，使用时应先检查转动部分是否转动灵活，然后检查绝缘电阻。

4. 工具在接通电源时，首先进行验电，在确定工具外壳不带电时，方可使用。

5. 换向器部分，必须特别注意下列保养工作：

- (1) 随时将污垢清除。
- (2) 电刷磨损到将不能使用时必须及时调换。
- (3) 电刷架弹簧压力可以调节，必须控制适当的压力，以免产生严重火花而烧损换向器。
- (4) 如果发生严重火花必须立即检查原因并予以修理。
- (5) 应严格按操作规程和工具使用说明书操作，还应注意轻放，避免冲击，防止损坏外壳或其它零件；移动时，应手握工具的机体，严禁拉着电缆搬动工具，并随时防止电缆或软线擦破、割破和轧坏等现象；操作电钻、砂轮机工具时，不易用力过大，以防过载，凡遇转速异常时，应立即放松压力。
- (6) 使用过程中发现异常现象和故障时，应立即切断电源，将工具完全脱离电源之后，才能进行详细的检查。
- (7) 按要求配戴护目镜、防护衣、手套等防护用品。
- (8) 工具的软电缆或软线不宜过长，电源开关应设在明显处，且周围无杂物，以方便操作。

第四节 工具管理

根据对一些事故的分析可知，造成事故的原因主要是使用管理制度不严、操作者缺乏安全使用知识。因此对选购、使用、存放、保养、维修等各个环节，都应建立严格的管理制度。

一、建立健全工具管理制度的必要性

手持式电动工具用途广泛、使用和携带方便，操作者的流动性较大，又缺少必要的管理制度。

二、管理制度的内容

根据手持式电动工具的使用状况和国家有关标准规定，其管理制度的内容包括：

1. 选购和储运管理制度：选购工具时，必须选用国家有关部门根据相应的标准检验合格的产品。

必须存放在干燥、无有害气体和腐蚀性化学品的场所，由具有专业技术知识的人员负责保管。

2. 不同类型工具的使用场合与措施：如在一般场合，尽力选用Ⅱ类工具；采用Ⅰ类工具时，必须同时采用其他安全保护措施；在狭窄场所，如锅炉、金属容器、管道内等，应使用Ⅲ类工具。

3. 保养、检查、维修制度：建立正常的发放和保养制度，如在工具发出或收回时，必须由保管人员进行日常检查。建立正常的检查和维修制度，如专（兼）职人员定期对工具全面检查。工具的维修必须送专门修理的单位，必须经检验合格后，方可使用。

三、建立安全技术管理档案

建立安全技术管理档案是工具管理制度的一项重要内容，安全技术管理档案的内容一般包括：工具的使用说明书和有关安全技术资料、合格证以及工具台帐、检验记录、维修记录、使用记录等。

1. 使用说明书、合格证：使用说明书是档案中不可缺少的资料。合格证是工具的合格证明材料，只有具备合格证的工具才允许使用。

2. 工具台帐：按照工具和种类分类建立台帐，以便于根据工作情况选用工具，掌握现有工具的种类和数量，及时作出增添或报废工具的计划。

3. 检验记录：建立日常、定期和抽样检验记录帐簿，以便记录工具的检验情况。

4. 维修记录：若经检验发现工具存有隐患或故障，需要维修时，要做好记录。内容一般包括：工具的故障原因、损坏和更换的零件、修理工艺、修后试验记录、维修人和检验人等。

5. 使用与保养记录：内容一般包括：借用人、借用时间、工作内容、工具数量、工具使用前后的安全技术状态等。工具使用后进行检验、保养和记录。发现隐患或故障，加以排除。