



玉田县 2021 年技能提升培训 教 案

培训基地：河北省玉田县职业技术教育中心

培训单位：海泰新能科技

培训专业：电气设备安装工

培训课程：电气设备安装工

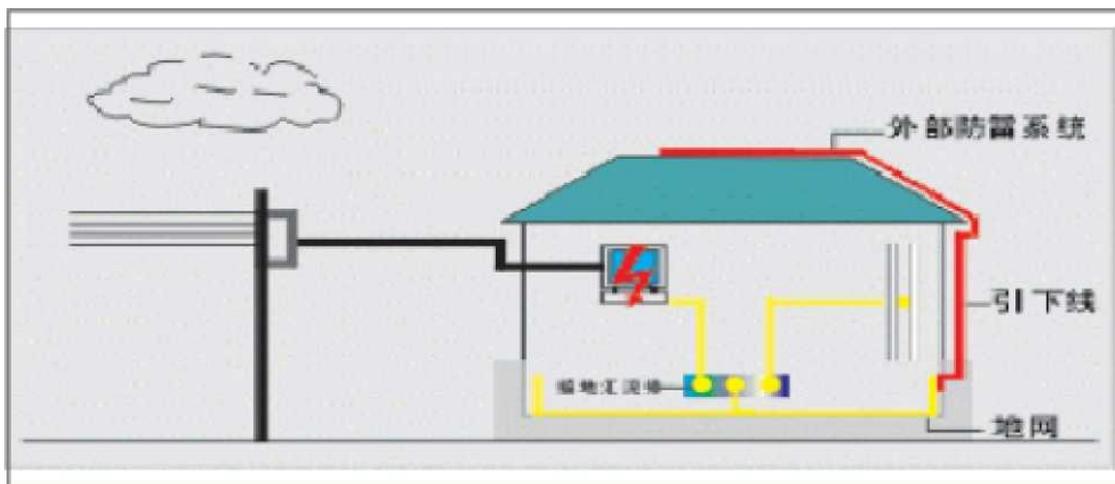
培训教师：申颖亮



教 案 首 页

| | | | |
|--|--------------------|------|----------|
| 培训基地 | 河北省玉田县职业技术教育中心 | | |
| 培训类型 | 2021 年职业技能提升培训 | 课程类型 | 理实一体课 |
| 课程名称 | 电气设备安装工 | 培训对象 | 海泰新能科技员工 |
| 授课教师 | 申颖亮 | 授课时间 | |
| 教学目标 | 掌握防雷接地装置的安装要求和安装技巧 | | |
| 教学重点 | 防雷接地装置的安装 | | |
| 教学难点 | 防雷接地装置的安装 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>导入：</p> <p>雷击对电力系统的安全运行带来极大危害，可能造成设备或系统过电压；电器设备绝缘破坏；形成大规模停电；还可能引起火灾和爆炸事故等。因此，电力设备采取有效的防雷措施，以确保雷击时电器设备的安全运行及人身安全。</p> <p>新课讲授：</p> <p>一、雷击危害的表现形式主要有三方面：</p> <p>1. 直击雷</p> <p>直击雷是指雷云对大地某点发生的强烈放电。它可以直接击中设备，也可以如图所示，雷电击中架空线，如电力线，电话线等。雷电流便沿着导线进入设备，当雷电流通过被击物体时，将产生有破坏作用的热效应和机械效应相伴的还有电磁感应和对附近物体的闪络放电。直击雷防护措施：</p> | | | |

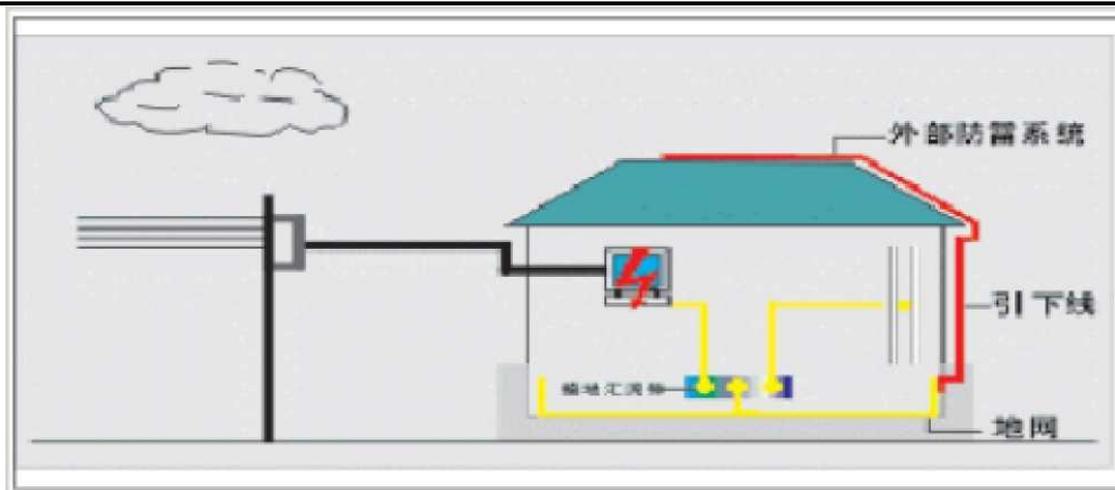
避雷针、避雷线、避雷网、避雷带是防止直击雷的主要设施。



2. 感应雷

感应雷可以分为静电感应及电磁感应。下图是静电感应的例子。当带电雷云（一般带负电）出现在导线上空时，由于静电感应作用，导线上束缚了大量的相反电荷。一旦雷云对某目标放电，雷云上的负电荷便瞬间消失，此时导线上的大量正电荷依然存在并以雷电波的形式沿着导线经设备入地，引起设备损坏。当雷电流沿着导体流入大地时，由于频率高，强度大，在导体的附近便产生很强的交变电磁场，如果设备在这个场中，便会感应出很高的电压，以致损坏。对于灵敏的电子设备，尤需注意。

措施：为了防止静电感应产生的高电压，可采取屏蔽措施并将建筑物和构筑物内的金属设备、金属管道、结构钢筋予以接地。



3. 雷电侵入波

雷电侵入波是由于雷击发生在架空线路或者架设于空气中的管道上，在架空线路或金属管道上产生冲击电压，并沿线路或管道向两侧迅速传播，称行进波。当这种行进波沿导线进入变电所时，将使电器设备绝缘击穿，危急人生安全。

防护措施：

1) 变配电装置的防护措施

一般 10KV 及以下变电所进线选用阀型避雷器作为保护电器。安装和使用应注意： a. 10KV 母线上应安装一组阀型避雷器，该避雷器与变压器的电器距离，当自有一路进线时，不宜大于 15 米；当有两路进线时，不得大于 25 米。 b. 架空线路终端应装设一组阀型避雷器。 c. 对于有电缆进线段的架空线路，应在其终端电缆盒附近装设阀型避雷器；其电缆两端的金属外皮均应接地。为防止低压侧雷电入侵波的正变换电压和来自高压测的反变换电压击穿变压器绝缘，在低压测宜装设一组阀型避雷器。如变压器 35KV 以上，则其高低压侧均应装设阀型避雷器。

二、防雷装置



通常采用的防雷装置有避雷针、避雷线、避雷器、避雷带、避雷网。一套完整的防雷装置由接闪器、引下线和接地装置组成。

1. 接闪器

接闪器位于防雷装置最上部。其作用原理是利用其高出被保护的高度，形成集中电场，把雷电引向自身，并接受雷电放电。根据保护范围和保护对象不同，接闪器可做成针状、线状、网状和带状，即所谓的避雷针、避雷线、避雷网和避雷带。

1.1 避雷针

避雷针为针状接闪器，一般用 1.5-2 米的镀锌圆钢或钢管制成，其顶部做成尖角形，以便很好地吸引雷电，造成尖端放电。避雷针保护范围的大小以其高度有关，当保护范围较大，单支避雷针达不到保护要求时，可采用双支和多支避雷针共同进行保护。

单支避雷针在地面上的保护半径 $r=1.5h$ 。

在被保护物高度上的保护半径为：当 $h_x > h / 2$ 时， $r=(h-h_x)p$

式中：当 $h < 30m$ 时， $p = 1$ 当 $h > 30m$ 时， $p=5.5/h$ 开方

1.2 避雷线

避雷线也叫架空地线，它是悬挂在高空的接地导线，一般为 35-70mm 的镀锌钢绞顺着每根支柱引下接地线并以接地装置相连接。引下线应有足够的截面，接地装置的接地电阻一般应保持在 10 欧以下。

为了降低雷电通过避雷针放电时感应过电压的影响，不论是避雷针或者避雷线与被保护物之间必须有一定的安全空气距离，一般情况下不允许小于 5m，另外，防雷保护用的接地装置与被保护物的接地体之间也应保持



一定的距离，一般不应小于 3 m。一般 66KV 及以上的架空线路需沿全线装设避雷线，35KV 的架空线一般只在经过人口密集区或进出变电所的一段线路上装设，而 10KV 及以下线路上一般不装设避雷线。

1.3 避雷网和避雷带

避雷网是利用钢筋混凝土屋顶中的金属焊接成网状结构构成。避雷带是在屋顶围栏上焊接金属栏杆构成。避雷网和避雷带一般用于保护高层建筑作接闪器。

2. 引下线

引下线是连接接闪器和接地装置的连接导线。其作用是当接闪器遭受雷击时，将雷电流导入大地，因此对引下线的要求是：有足够的机械强度、导电性、热稳定性及耐腐蚀性。一般采用圆钢或者扁钢制作，如用钢绞线制作，其截面应不小于 35 平方毫米。

当引下线的锈蚀达导线截面的 30% 时，应予更换。

3. 接地装置

接地装置是防雷装置的重要组成部分，他和大地中的土壤紧密接触，可使雷电流很好的泄入大地。

4. 避雷针的日常检查项目

外观检查：有无倾斜，锈蚀情况，针尖是否腐蚀。基础螺栓应涂抹黄油防腐，接地线连接处无腐蚀。

接地电阻测试：每年三月份进行接地电阻测试，要求接地电阻小于 4 欧姆。

三、接地装置的装设



1. 一般要求在设计和装设接地装置时，首先因充分利用自然接地体。如果实地测量所利用的自然接地体电阻以能满足接地电阻值的要求而且又满足热稳定条件时，可不必装设人工接地装置，否则应装设人工接地装置作为补充。

2. 自然接地体的利用建筑物的钢结构和钢筋，埋地的金属管道等均可作为自然接地体，应注意利用自然接地体时，一定要保证良好的电气连接。

3. 人工接地体有垂直埋设和水平埋设两种基本结构形式

最常用的垂直接地体为直径 50mm 、长 2.5m 的钢管或 50X5 的角钢其根数的多少，应根据接地电阻要求而定。为了减少外界温度变化对流散电阻的影响，埋入地下的垂直接地体上端接地体距地面不应小于 0.6m，长度与 2.5 米为宜。对于敷设在腐蚀性较强的场所的接地装置，应根据腐蚀的性质，采用热镀锌等防腐措施，或适当加大截面。垂直接地体和水平接地体的间距一般不应小于 5 米，布置形式有封闭性、反射型、综合型。

4. 接地连线

接地连线一般用 25 X 4mm 的扁钢或 8mm 的圆钢制作，接地扁钢一般立放，连接时采用焊接，在制作时，要保证接地线与接地体之间有足够的接触面积。对于角钢接地体，应将接地连线弯成 90 度焊接两个面，对于管型接地体，应先在管子头部焊接 O 型卡件。扁钢应距钢管或角钢顶端 100 毫米。接地网连接好后，应在适当位置焊接引出线，引出线应露出地面 0.5 米以上，并涂以防锈漆。

5. 接地装置应满足的安全要求

a. 导电的连续性。保证连接不得有脱落现象。在其伸缩缝或接头处应



加跨接线。

b. 连接可靠。在有振动的地方，因采取防松处理。

c. 足够的机械强度。做好防锈防腐蚀处理。

D. 足够的导电能力和热稳定性。

E. 防止机械损伤。

F. 防腐处理。为了防止锈蚀，钢制接地装置应采用镀锌材料制作。焊接处应涂沥青防腐，明设的接地线要涂油漆防腐

g. 地下安装距离。接地体与建筑物的距离不应小于 1.5 米。与独立避雷针接地体间距离不小于 3 米。

f. 适当的埋设深度，离地面不小于 0.6 米。

防雷装置的接地要求避雷针宜装设独立的接地装置。安全距离其最小间距不小于 3m.

四、接地线的外观检查和接地电阻的测量方法

1. 接地线的外观检查的主要内容有

a. 检查因绝缘损坏而可能呈现危险对地电压的设备金属外壳是否已可靠接地或接零。

b. 检查接地线或接零线与电气设备接地或接零干线的连接是否牢固和接触良好。如果用螺栓连接，则应检查是否有防松垫圈。

c. 检查接地线相互间的焊接是否良好，焊接长度是否符合要求。

d. 检查接地线穿过墙壁，经过建筑物伸缩节时是否有良好的保护措施。

F 在有腐蚀的环境中，检查接地线或接零线表面是否需要添加防腐涂料。



2. 接地电阻测量方法

常用 ZC29 型接地电阻测试仪。使用方法：1) 测量前将仪表放平，然后调零，使指针指在红线上。2) 将被测接地体接至 E, 沿直线相距 20 米插入电流电压探针（P 接至电压探针，C 接至电流探针）。3) 将倍率开关放在最大倍数上，缓慢摇动发电机手柄，同时转动测量标度盘直至指针停在红线上，当检流计平衡时，加快转速至每分钟 120 转，调节测量标度盘直至指针稳定指在红线上。即可读数。4) 如测量刻度盘的读数小于 1 时，应将倍率开关放在较小一档，然后重新测量。

五. 安全用具（三相短路接地线）

当高压设备停电检修或进行其他工作时，为防止检修中突然来电或邻近高压带电设备对停电部分形成的感应电压造成的危险，必须对停电检修设备采取三相短路接地的保护措施。其实现方法有两种：一是采用带接地刀闸的固定型接地刀闸实行三相短路接地；二是采用携带型三相短路接地线实行三相短路接地。

1. 携带型接地线的组成

1) 夹头部分

携带型接地线的夹头是携带型接地线与设备导电部分的连接部件。一般用铝合金浇筑后经抛光而成。表面必须光滑、平整、以保证连接时有足够的接触面积，使连接紧密，接触良好，接触电阻小。

2) 绝缘棒和操作杆

绝缘棒和操作杆是在悬挂接地线时，保证一定绝缘距离并进行有关操作的手柄，用较轻的高强度绝缘材料制成，长度除手柄外，一般为



200-400mm, 其有效绝缘长度应满足 10KV 以下 (0.4 米) 35-66KV (0.7 米) 110KV (1.0 米) 220KV (1.8 米)

3) 三相短路接地线由多股软铜绞线构成, 具有柔软、轻便、导电性能好、机械强度高特点, 其截面应不小于 25 平方毫米。

4) 接地端

接地端是携带型接地线与接地网或大地连接的部件, 一般做成夹具式, 连接处要求连接可靠, 接触良好。

2. 三相短路接地线的安装与拆卸

1) 安装

安装三相短路接地线应在设备停电并经验电确认不带电的情况下进行。安装时, 先将接地端和接地网可靠连接, 保证接触良好。然后将三相短路线的三相夹头依次与设备导电部分相连并保持连接紧密, 接触良好。

2) 拆除

工作完毕需拆除三相接地线时, 应先拆除三相接地线与设备导电部分连接的线夹, 然后拆除接地端。



玉田县 2021 年技能提升培训 教 案

培训基地：河北省玉田县职业技术教育中心

培训单位：海泰新能科技

培训专业：电气设备安装工

培训课程：电气设备安装工

培训教师：申颖亮



教 案 首 页

| | | | |
|--|-------------------|------|----------|
| 培训基地 | 河北省玉田县职业技术教育中心 | | |
| 培训类型 | 2021 年职业技能提升培训 | 课程类型 | 理实一体课 |
| 课程名称 | 电气设备安装工 | 培训对象 | 海泰新能科技员工 |
| 授课教师 | 申颖亮 | 授课时间 | |
| 教学目标 | 掌握低压配电柜的安装方法和布线要求 | | |
| 教学重点 | 低压配电柜的安装 | | |
| 教学难点 | 低压配电柜的安装 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>导入：</p> <p>配电柜的种类有很多，按电压分类有低压和高压之分，这节课我们主要学习一下低压配电柜的安装。</p> <p>新课讲授：</p> <p>一、配电柜的安装</p> <p>1. 配电柜底座制作安装</p> <p>配电柜底座一般用型钢制作，如角钢、槽钢等。钢材规格大小根据配电柜的尺寸和重量而定，槽钢用 5 — 10 号，角钢用 L3 0X4 — L50XS。型钢先矫平直在下料。</p> <p>2. 配电柜开箱配电柜到达现场后，按进度情况进行开箱检查。先查验合格证、产品说明书，在将主要检查内容要填写“设备开箱检查记录”。</p> <p>3. 配电柜的安装</p> | | | |



配电柜平稳地安装到基础槽钢上，柜间用螺栓拧紧，找平、找正后与基础槽钢焊接在一起，盘柜要用 6mm 的软铜线与接地干线相连，作为保护接地。盘柜安装水平度、垂直度要求的允许偏差如表下图所示。固定底座用的底板由土建施工进行预埋。安装人员应配合或检查验收其的准确性。

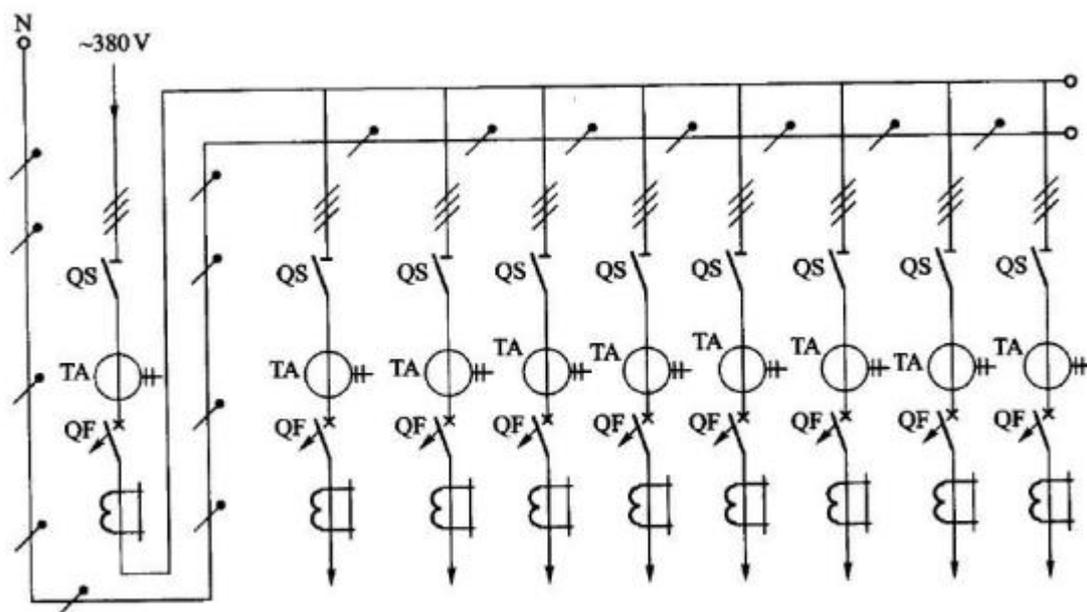
| 项 目 | | 允许偏差 (mm) |
|----------|--------|-----------|
| 垂直度 (每米) | | 1.5 |
| 水平度 | 相邻两盘顶部 | 2.0 |
| | 成行盘顶部 | 5.0 |
| 不平度 | 相邻两盘顶部 | 1.0 |
| | 成行盘顶部 | 5.0 |

盘柜水平安装和垂直安装允许的偏差值

- 1) 柜安装在震动场所，应采取防震措施（如开防震沟，加弹性垫等）。
- 2) 柜本体及柜内设备与各构件间连接应牢固。主控制柜、继电保护柜、自动装置柜等不宜与基础型钢焊死。
- 3) 单独或成列安装时，其垂直度、水平度以及柜面不平度和柜间接缝的允许偏差施工要求安装。
- 4) 立尚子箱安装应牢固，封闭良好，安装位置应便于检查；成列安装时，应排列整齐。
- 5) 柜的接地应牢固良好。装有电器的可开启的柜门，应以软导线与接地的金属构架可靠地连接。
- 6) 柜内配线整齐、清晰、美观、一导线绝缘良好，无损伤，柜的一导线不应有接头；每个端子板的每侧接线一般为一根，不得超过两根。

- 7) 柜内配线应采用截面不小于 1.5mm²、电压不低于 400V 的铜芯线。
- 8) 柜内敷设的一导线符合安装规范的要求，即同方向导线汇成一束捆扎，沿柜框布置导线；导线敷设应横平、竖直，转弯处应成圆弧过渡的直角。
- 9) 橡胶绝缘芯线引进出柜内、外应外套绝缘管保护。
- 10) 配电柜安装好后，柜面油漆应完好。若有损坏，应重新喷漆。

二、硬母线安装



PGL 配电柜一次接线图

1. 接线图要求工艺如下

1) 母线在支持绝缘子上的固定低压母线用低压瓷瓶或塑料支持件固定。安装母线以前，必须将母线支持架和支持绝缘子安装完毕。

母线在支持绝缘子上的固定方法通常有三种：一种是用螺栓直接将母



线定位于绝缘子上，这种方法需事先在母线上钻一长圆形孔，此孔的长轴应该与母线的走向一致，以便因温度变化而变形时母线能够充分伸缩、移动。另一种是用卡板将母线固定和安装在绝缘子上，将卡板转动一个角度即可将母线卡住，第三种是用扁铝夹板在绝缘子上固定和安装母线。

2. 母线伸缩节

母线应按设计规定装设伸缩节。如无规定时，一般应隔 20m 左右安置一个。伸缩节系用 02~05mm 厚的紫铜片或铝片(用于铝母线)制成。在安装前应检查母线伸缩节，不应有裂纹、断股和折皱，其总截面不应小于母线截面的 1.2 倍。

3. 母线的排列与刷漆

(1) 母线的排列顺序应按设计规定，当设计未对母线排列提出明确要求时，可参照下列规定。母线垂直布置时，交流 L1、L2、L3 相的排列应由上向下，直流母线的正极在上，负极在下。

母线水平布置时，交流 L1、L2、L3 相的排列应由内向外，直流母线的正、负极排列由内向外。

配电盘上水平布置的交流母线，由盘后向盘面排列为 L1、L2、L3 相。

排列引下线时，交流 L1、L2、L3 相的排列应自左至右(面对母排)，直流正、负极的排列应自左至右(面对母排)。

全厂各变电所、各种不同电压等级配电装置的母线，其相位的配置都应相互一致。

规定母线相序的统一排列方式，有助于运行操作人员的安全。因为 L3 相的相色漆规定为红色，故将其排在最容易接近的一侧，以引起接近母线



人员的警觉。

(2) 母线分相刷色的规定是：L1 相黄色，L2 相绿色，L3 相红色。直流母线，正极赭色，负极蓝色。交流中性汇流母线和直流均衡汇流母线，不接地者为紫色，接地者刷紫色带黑色条纹。

母线刷相色漆时要注意：单片母线的表面及多片、槽形、管形母线的所见到的表面应涂相色漆，而母线的螺栓联接及支持联接处、母线与电器的联接处以及距所有联接处 10mm 以内的地方不刷相色漆。

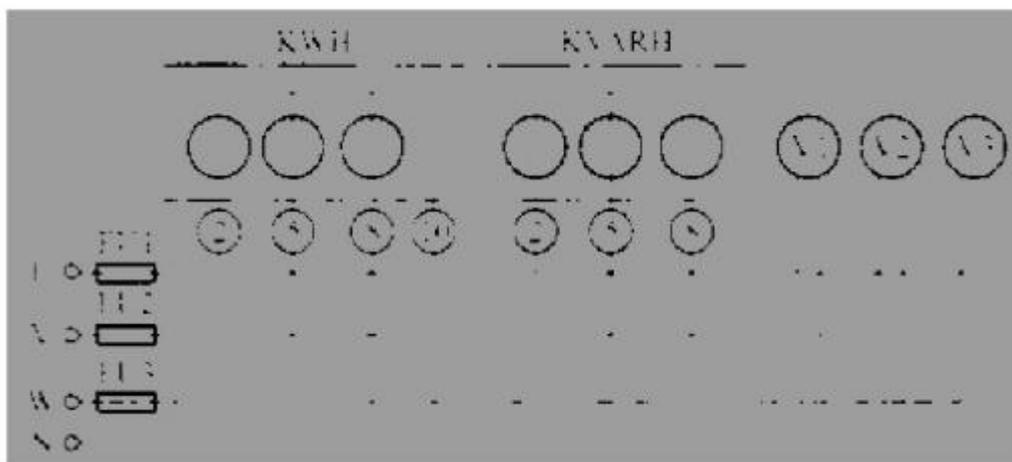
三、柜内回路安装接线图的绘制及安装布线

1. 设备清单如下图

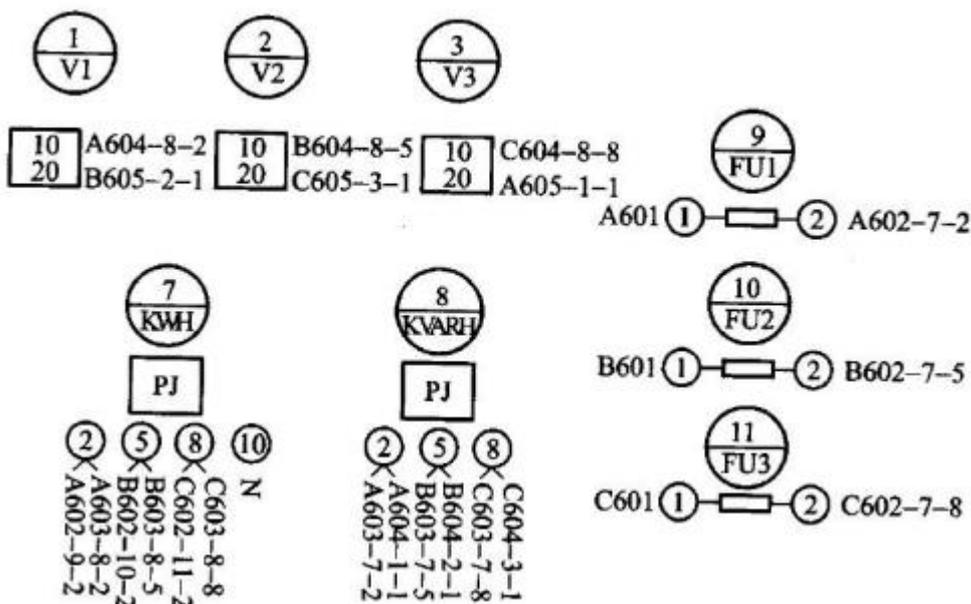
| 序号 | 符号 | 设备名称 | 规格型号 | 数量 | 备注 |
|----|-------|---------|---------------|----|----|
| 1 | QS | 隔离刀开关 | HDB-200A/3 | 1 | |
| 2 | QF | 漏电保护断路器 | DZ15L-200/3 | 1 | |
| 3 | V | 电压表 | 44L0-450V | 3 | |
| 4 | A | 电流表 | 44L-200/5 | 3 | |
| 5 | KWH | 有功电能表 | DT8 | 1 | |
| 6 | KVARH | 无功电能表 | DX62 | 1 | |
| 7 | FA | 电流互感器 | LM8-0.5-100/5 | 3 | |
| 8 | FU | 熔断器 | R110A | 3 | |

2. PGL1 低压配电柜内电压回路接线图的绘制及安装布线

用常规画法绘制的电压回路接线图



用相对编号法绘制的电压回路接线图



回路走向为：

A→A601-9-1→A602-7-2→A603-8-2-A604-1-1

B→B601-10-1→B602-7-5→B603-8-5→604-2-1

C→C601-11-1→C602-7-8→C603-8-8→604-3-1

四、安装后的检查

1. 检查各电气设备、电器元件及配电柜的安装质量是否符合安装要求



及安装规范。

2. 按 U (L1) 黄、V (L2) 绿、W(L3) 红的电源相序检查接线。
3. 检查各接线端子接线是否符合安装规范，螺钉是否拧紧。
4. 按接线图仔细检查有无错接、漏接。
5. 线路安装的质量检查

五、调试、验收准备的资料 and 文件

1. 电压表、电流表的校验，操动及联动试验。
2. 验收准备的资料 and 文件
 - (1) 变更设计部分的实际施工图；
 - (2) 变更设计证明文件；
 - (3) 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证及安装图纸等技术文件；
 - (4) 电气安装施工记录；
 - (5) 调整试验记录。

六、检测标准

1. 配电柜的固定及接地应可靠，柜面应漆层完好、清洁整齐。
2. 配电柜内所装电器元件应完好，安装位置应正确、固定牢固。
3. 所有接线应正确，连接可靠，标志齐全、清晰。
4. 安装质量符合验收标准。
5. 操动及联动试验符合设计要求



玉田县 2021 年技能提升培训 教 案

培训基地：河北省玉田县职业技术教育中心

培训单位：海泰新能科技

培训专业：电气设备安装工

培训课程：电气设备安装工

培训教师：申颖亮



教 案 首 页

| | | | |
|--|----------------|------|----------|
| 培训基地 | 河北省玉田县职业技术教育中心 | | |
| 培训类型 | 2021年职业技能提升培训 | 课程类型 | 理实一体课 |
| 课程名称 | 电气设备安装工 | 培训对象 | 海泰新能科技员工 |
| 授课教师 | 申颖亮 | 授课时间 | |
| 教学目标 | 认识常用电缆以及电缆的敷设 | | |
| 教学重点 | 电缆的种类性能和敷设方法 | | |
| 教学难点 | 电缆的敷设方法 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>导入：</p> <p> 电缆作为日常用电的传输媒介，其使用和敷设的是否符合规范严重影响人们的日常生活和生产，因此本科着重讲述电缆敷设的相关知识。</p> <p>新课讲授：</p> <p> 一、常用电缆的种类及性能</p> <p> 1、铠装电缆</p> <p> 铠装电缆在井下多用于对固定设备或半固定设备的供电；对井下移动设备(如采、掘工作面设备)的供电，多采用柔软性较好、能够弯曲的橡套电缆。</p> <p> 2、橡套电缆</p> <p> 橡套电缆分为阻燃橡套电缆、屏蔽电缆和双屏蔽电缆。</p> | | | |



①阻燃橡套电缆

这种橡套电缆的外护套采用氯丁橡胶制造。氯丁橡胶同样可以燃烧，但燃烧时分解产生的氯化氢气体不助燃。由于氯化氢气体不助燃，将火焰包围起来，与空气隔离，因而很快熄灭，不会沿电缆继续燃烧。

②屏蔽电缆

在橡套电缆内护套外又包上一层屏蔽层，屏蔽层用半导体材料或铜丝尼龙网。屏蔽电缆主要用于采区工作面以提高工作的安全性。

③屏蔽电缆作用

因为屏蔽层是接地的，主芯线首先碰到屏蔽层造成接地故障，使检漏继电器动作，切断电源，不会形成严重的相间短路的危险故障；因为当电缆主芯线绝缘损坏时首先碰到屏蔽层，造成接地故障，这样就超前切断了电源，保证了人身安全，有效地防止了漏电火花或短路电弧的产生，因此它特别适用于有瓦斯或煤尘爆炸危险的场所和移动频繁的电气设备。

二、电缆的选用

1. 选用矿用电缆的要求

- 1) 必须选用经检验合格，并取得煤矿矿用产品安全标志的阻燃电缆。
- 2) 严禁采用铝包电缆。
- 3) 接地不得使用铝芯电缆。
- 4) 低压电缆不应采用铝芯，采区低压电缆严禁采用铝芯电。

2. 高压电缆的选择

- 1) 固定敷设的高压电缆



a. 在立井井筒或倾角 45° 及其以上的井巷内，应采用聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆、交联聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆。

b. 在水平巷道或倾角 45° 以下的井巷内，应采用聚氯乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆、交联聚氯乙烯钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆。

c. 非固定敷设的高压电缆必须采用符合 MT818 标准的橡套软电缆

3. 低压动力电缆的选择

a. 固定敷设的电缆应采用 MVV 铠装或非铠装电缆或对应电压等级的移动橡套软电缆。

b. 非固定敷设的低压电缆，必须采用符合 MT818 标准的橡套软电缆。移动式 and 手持式电气设备应使用专用橡套电缆。

c. 照明、通信、信号和控制用电缆，应采用铠装或非铠装通信电缆、橡套电缆或 MVV 型塑力缆。

4. 电缆截面的选择

a. 电缆主线芯的截面应满足供电线路负荷的要求。

电缆正常工作负荷电流应等于或小于电缆允许持续电流。

b. 高压动力电缆的截面应按经济电流密度、允许负荷电流、电力网络的允许电压损失进行选择，并按短路电流校验电缆的热稳定性。流过电缆的最小两相短路电流应满足过流保护装置的灵敏系数要求。

c. 低压动力电缆的截面应按电缆的允许负荷电流、低压供电系统的



允许电压损失进行选择，并满足电动机启动时对启动电压的要求。流过电缆的最小两相短路电流应满足过流保护装置的灵敏系数的要求。

d. 为了保证供电距离最远、容量最大的电动机在重载下启动，要求电动机启动的端电压不得低于额定电压的 75%。

e. 正常运行时，要求最远处电动机的端电压下降值不得超过额定电压的 7%~10%。

5. 电缆长度和芯线数的确定

a. 电缆长度应按敷设电缆巷道的设计长度，再加适当的伸缩量作为电缆的实际选用长度。

① 铠装电缆的实际选用长度，应比敷设电缆巷道的设计长度增加 5%；

② 固定敷设的橡套软电缆的实际选用长度，应比敷设电缆巷道的设计长度增加 10%；

③ 移动设备用的橡套软电缆实际选用长度，按使用最远点的计算长度另加 3~5m 的机头部分活动长度。

④ 当电缆中间有接头时，应在接线盒的两端各增加 3m。

b. 电缆芯线数的选择。

① 对于铠装电缆一般选用三芯，电缆的铠装和铅包可以用作地线。

② 对于橡套动力电缆一般选用 4 芯电缆。

③ 向采掘机械供电的电缆，要根据具体生产机械的控制方式、信号系统的要求相应地增加控制芯线数，可选用六芯或七芯等。

④ 专用通讯电缆的芯线数，要按通讯、信号及控制系统的实际要求数选取，同时要留有一定数量的备用线数。



⑤ 电缆接地芯线除用作监测接地回路外，不得兼作它用。

三、电缆的连接

电缆连接一定要做到“三无”，无“鸡爪子”无“羊尾巴”、无明接头，以减少漏电和短路故障。

1、电缆与电气设备的连接

a. 电缆与电气设备的连接，必须用与电气设备性能相符合的接线盒。

电缆芯线与导电杆连接时，必须使用齿形压线板(卡爪)或线鼻子与电气设备进行连接。

b. 电缆与电气设备连接时，电缆护套穿入接线盒器壁长度一般为 5~15mm。电缆护套的切割，应是整齐的一圈，并不得划破线芯绝缘。应将线芯绝缘层外的布带及芯垫割除。

c. 接线箱内的线芯布置要求整齐，不得相互绞绕，三根芯线不能交叉，弯曲弧度要适当。

d. 其中接地芯线应有足够长度，要保证电缆向外拉出时，各主芯线被拉脱导电螺杆时，地线仍保持连接。

e. 接线应整齐平滑、无毛刺，卡爪不压绝缘胶皮或其他绝缘物，露铜不大于 10mm，也不得压住或接触屏蔽层。

f. 当橡套电缆与各种插销连接时，必须使插座连接在靠电源一侧。

g. 屏蔽电缆与电气设备连接时，必须剥除主芯线的屏蔽层，其去除长度应大于国家标准规定耐泄漏性的 d 级绝缘材料的最小爬电距离的 1.5~2 倍。

h. 接线前要求用砂布清除芯线表面的氧化层，卡爪不能压住芯线绝缘



层、裸露部分要小于 10 毫米

i. 接线完毕后，应清除接线箱内铜丝、石块、煤屑等杂物。

j. 用 500V 摇表测量其总回路的绝缘电阻，在空气温度为 15~25℃、相对湿度为 50%~70%时，其绝缘电阻值不应小于 10MΩ。(井下使用中的开关，380 伏不低于 1 兆欧，660 伏时，不低于 2 兆欧，1140V 时，不低于 5 兆欧。)

2、电缆与电缆的连接。

a. 不同型电缆之间严禁直接连接，必须经过符合要求的接线盒、连接器或母线盒进行连接。

b. 同型电缆之间直接连接时，除按不同型号电缆之间的连接方法进行连接外，还可以直接连接，但必须遵守下列规定：

① 橡套电缆的修补连接(包括绝缘、护套已损坏的橡套电缆的修补)，必须采用阻燃材料进行硫化热补或与热补有同等效能的冷补。在地面热补或冷补后的橡套电缆，必须经浸水耐压试验，合格后方可下井使用。在井下冷补的电缆必须定期升井试验。

② 电缆芯线的连接应采用压接或焊接，严禁绑扎。

③ 连接后的接头电阻不应大于同长度芯线电阻的 1.1 倍。

④ 其抗拉强度不应小于原芯线的 80%。

⑤ 连接后电缆的直径不应大于原电缆直径的 120%。

⑥ 两根电缆的铠装、铅包、屏蔽层和接地芯线都应有良好的电连接。

⑦ 屏蔽电缆之间连接时，必须剥除主芯线的屏蔽层，其长度为 d 级绝缘材料最小爬电距离的 1.5—2 倍。



四、电缆的维护

1. 电缆定期检查内容

(1) 移动设备所用电缆的管理和维护，应专职到个人并应每班检查维护，在采煤工作面或掘进工作面附近，电缆的超长部分应呈 S 形挂好，不准在带电情况下盘圆或盘 8 字形放置(采煤机电缆车上的电缆除外)，并应严防炮崩、砸压或受外力拉坏等，同时应防止移动电缆与油管频繁摩擦发热而引起火灾事故。

(2) 低压电网中的防爆接线盒，应由专人每月进行一次清理检查。特别是接线端子的连接情况，应注意检查有无松动现象，防止过热烧毁。

(3) 电缆的悬挂情况应由专职人员每日巡回检查一次。有顶板冒落危险或巷道侧压力过大的地区，专职维护人员应及时将电缆放落到底板上并妥善覆盖，防止电缆受损。

(4) 高压铠装电缆的金属铠装，如有断裂应及时绑扎。高压电缆在巷道中跨越电机车架线时，该电缆的跨越部分应加橡胶物覆盖，防止架线火花灼伤电缆外黄麻护层或铠装。电缆线路穿过淋水区时，不应设有接线盒；如有接线盒时，应严密遮盖，并由专职人员每日检查一次。

(5)

每季度检查一次固定敷设的电缆绝缘；每周由专责电工检查一次悬挂情况，并进行外部检查。

(6) 每月检查一次移动电气设备橡套电缆的绝缘。

(7) 每年进行一次高压电缆泄漏和耐压试验。

安全检查重点



1、接地不得使用铝芯电缆；低压电缆不应采用铝芯，采区低压电缆严禁采用铝芯电缆。

2、在水平巷道或倾角 30 度以下的井巷中，电缆应用吊钩悬挂；在立井井筒或倾角 30 度及其以上的井巷中，电缆应用夹子、卡箍或其他夹持装置进行敷设。

3、水平巷道或倾斜井巷中悬挂的电缆其悬挂高度应保证电缆在矿车掉道时不受撞击，在电缆坠落时不落在轨道或输送机上；电缆悬挂点的间距，在水平巷道或倾斜井巷内不得超过 3m，在立井井筒内不得超过 6m。

4、电缆与压风管、供水管在巷道同一侧敷设时，必须敷设在管子下方，并保持 0.3m 以上的距离；高、低压电力电缆敷设在巷道一侧时，高、低压电缆之间的距离应大于 0.1m；高压电缆之间、低压电缆之间的距离不得小于 50mm。

5、电缆与电气设备连接时，电缆护套穿入接线盒器壁长度一般为 5~15mm；

6、接线盒内其中接地芯线应有足够长度，要保证电缆向外拉出时，各主芯线被拉脱导电螺杆时，地线仍保持连接。



玉田县 2021 年技能提升培训 教 案

培训基地：河北省玉田县职业技术教育中心

培训单位：海泰新能科技

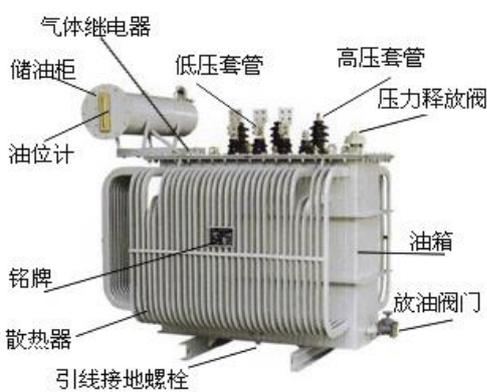
培训专业：电气设备安装工

培训课程：电气设备安装工

培训教师：申颖亮



教案首页

| | | | |
|---|-----------------|------|----------|
| 培训基地 | 河北省玉田县职业技术教育中心 | | |
| 培训类型 | 2021年职业技能提升培训 | 课程类型 | 理实一体课 |
| 课程名称 | 电气设备安装工 | 培训对象 | 海泰新能科技员工 |
| 授课教师 | 申颖亮 | 授课时间 | |
| 教学目标 | 掌握电动机和变压器的安装与维护 | | |
| 教学重点 | 电动机和变压器的安装与维护 | | |
| 教学难点 | 电动机和变压器的安装与维护 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>导入：</p> <p>为了保证设备的正常运行和维护，电动机的安装和变压器的安装与维护十分重要，它是生产能够正常保证的条件。因此，作为一名电气设备安装工应该熟练掌握以上技能。</p> <p>一、电压器的认识与维护</p> <p>1. 认识电力变压器的组成结构</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">油浸式电力变压器外形结构图</p> | | | |

2. 认识电力变压器的主要附件

a. 气体继电器（瓦斯继电器）



b. 无励磁调压分接开关



c. 有载调压分接开关



d. 安全气道



e. 压力释放阀



2. 变压器运行中的日常维护

应定期对变压器及附属设备进行全面检查，每天至少一次。检查过程



中，要注重“看、闻、嗅、摸、测”五字准则，仔细检查。

- 外部表面洁净度
- 绝缘套管外部
- 听响声
- 储油柜的油色、油位
- 上层油温
- 引线接头接触情况
- 防爆装置
- 气体继电器
- 接地线可靠性
- 调压分接头位置

3. 特殊巡视检查项目

当电力系统发生短路故障或天气突然发生变化时，值班人员应对变压器及其附属设备进行重点检查。

- A. 电力系统发生短路或变压器事故后的检查
- B. 大风、雷雨、冰雹后的检查
- C. 浓雾、小雨、下雪时的检查
- D. 气温骤变时的检查
- E. 过负荷运行时的检查
- F. 新投入或经大修的变压器投入运行后的检查

二、直流电动机的特点

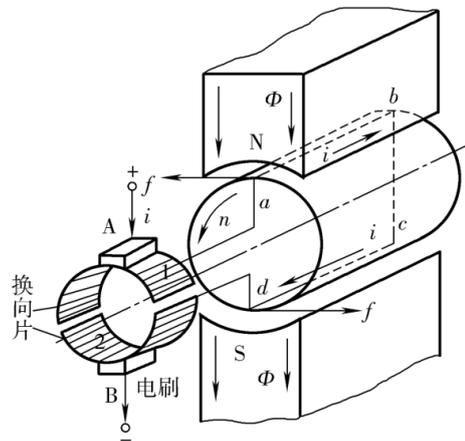
1、优点：

- (1) 调速特性好，调速方便、平滑，调速范围广
- (2) 启动、制动和过载转矩大
- (3) 易于控制，能实现频繁快速启、制动以及正反转

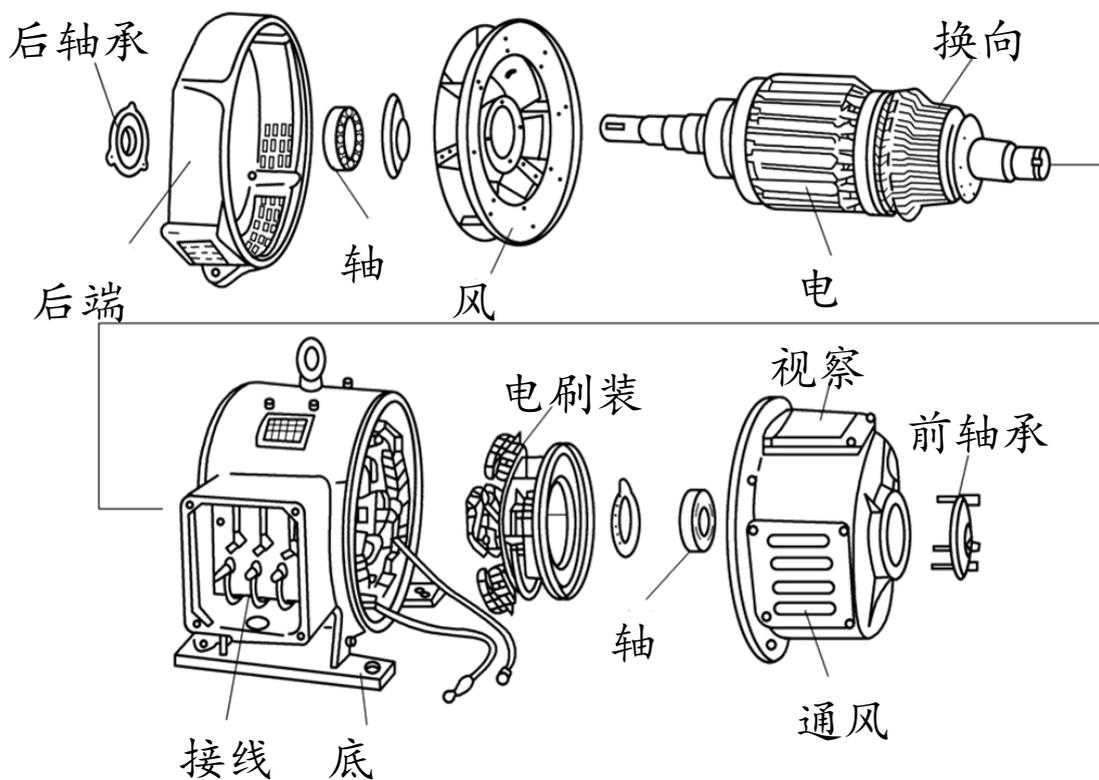
2. 缺点：

电枢电流换向问题。在换向时产生的火花最终将造成电刷与换向片间接触不良，它限制了直流电动机的极限容量，又增加了维护的工作量。

3. 直流电动机的物理模型



4. 直流电动机总装配图



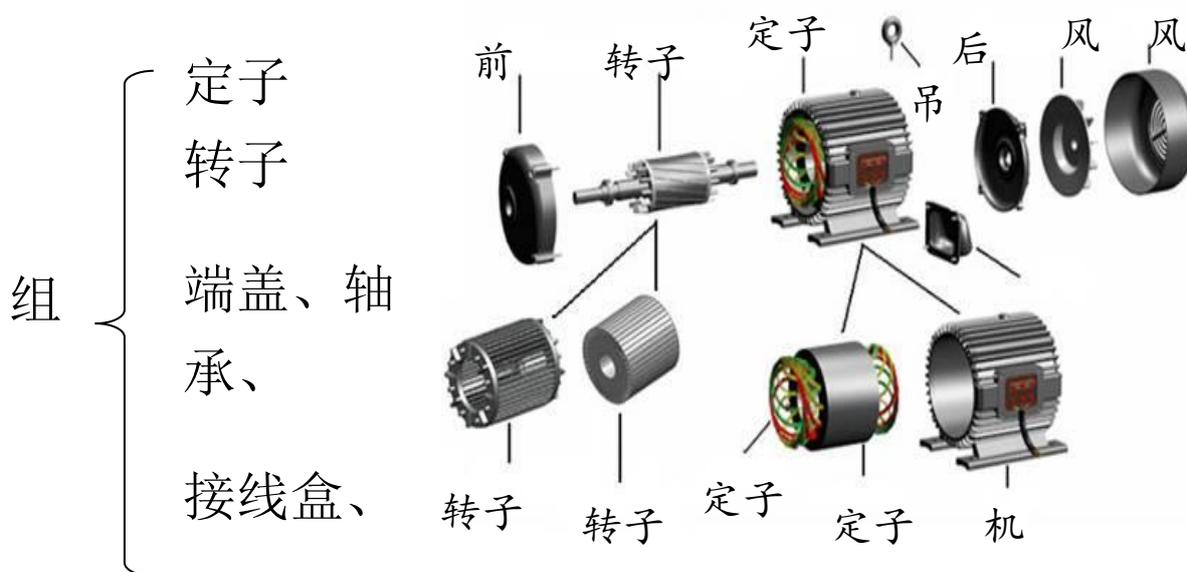
5. 直流电动机的安装

注意：安装过程应小心翼翼，尽可能恢复原状，切勿碰伤直流电动机的机械和电气部分。

在安装端盖时端盖与机座相对位置应与拆卸前相同；在敲打端盖时除了用力均匀适度外还要不时通过旋转转子来测试转轴的灵活性。

三、三相异步电动机

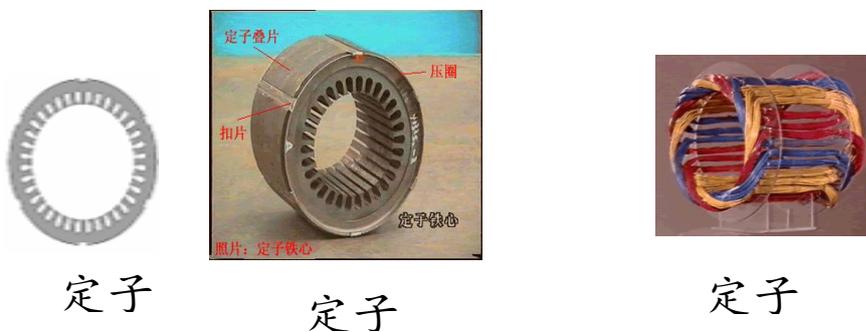
1. 三相异步电动机的结构



2. 定子部分

三相异步电动机定子是用来产生旋转磁场的，是将三相电能转化为磁能的环节。

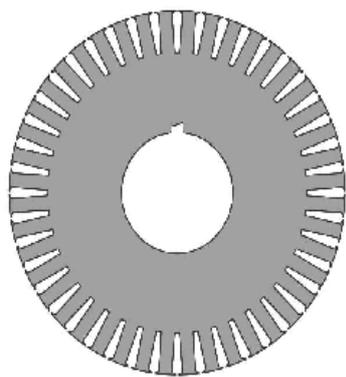
组成：机座 定子铁心 定子绕组



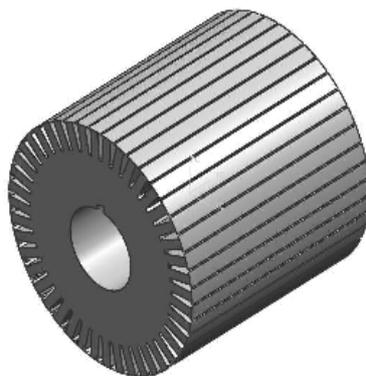
3. 转子部分

三相异步电动机的转子——是将旋转磁能转化为转子导体上电势能而最终转化为机械能的环节。

组成：转子铁心 转子绕组



转子



转子

4. 附件部分

端盖、轴承和轴承盖、风扇和风罩、接线盒、吊环



端盖



轴承盖

轴承



CENTE



风罩



风扇



玉田县 2021 年技能提升培训 教 案

培训基地：河北省玉田县职业技术教育中心

培训单位：海泰新能科技

培训专业：电气设备安装工

培训课程：电气设备安装工

培训教师：申颖亮



教 案 首 页

| | | | |
|--|----------------|------|----------|
| 培训基地 | 河北省玉田县职业技术教育中心 | | |
| 培训类型 | 2021 年职业技能提升培训 | 课程类型 | 理实一体课 |
| 课程名称 | 电气设备安装工 | 培训对象 | 海泰新能科技员工 |
| 授课教师 | 申颖亮 | 授课时间 | |
| 教学目标 | 掌握电气照明装置的安装技巧 | | |
| 教学重点 | 电气照明装置的安装 | | |
| 教学难点 | 电气照明装置的安装 | | |
| 教学过程 | | | |
| <p>导入：</p> <p>电气照明装置的选择与安装对于日常生活生产十分重要，不同的环境选择不同的光源和照明安装方式有利于资源的合理利用，同时也能更好的保障使用人的身体健康。这节课我们重点学习照明装置安装的相关知识。</p> <p>新课讲授：</p> <p>一、照明方式与种类</p> <p>照明方式可分为四种：一般照明；分区一般照明（当仅仅需要担高房间内某些物定工作区的照度，而采用的照明方式）；局部照明和混合照明。</p> <p>照明种类可分为六种：正常照明；应急照明（包括备用照明、疏散照明和安全照明）；值班照明；警卫照明；景观照明和障碍标志灯。</p> <p>二、照明供电</p> <p>1. 照明供电系统的一般原则</p> | | | |



照明供电网由馈电线、干线和分支线所组成。供电网络的接线方式有：放射式、树干式与混合式三种。

(1) 三相照明线路上每相负荷的分配，应尽量平衡。在每个分配中的最大相与最小相的负荷电流差，不可超过 30% 。

(2) 照明系统中的每一单相回路，不应超 16A ；灯具数量不宜超过 25 个。大型建筑组合灯具，每一单相回路不宜超过 25A ；电光源数量不宜超过 60 个。建筑轮廓灯，每一单相回路不宜超过 100 个。

(3) 当灯具与插座共为一回路时，其中的插座数量不宜超 5 个（组）。当插座为单独回路时，数量不宜超过 10 个（组）。

(4) 在照明分支回路中，不可采用三相低压断路器对三个单相分支回路进行控制与保护。

(5) 对于特别重要的负荷，宜在负荷末级的配电盘中采用自动切换电源的方式，也可采用两个专用回路各带约 50% 的照明灯具和配电方式。

(6) 当正常照明发生故障而须继续或暂时继续工作所设置的备用照明，应采用两路电源或两回路供电。

A. 当采用两路高压电源供电时，备用照明的供电干线，应接自不同的电源变压器上。

B. 当采用两路低压电源供电时，备用照明的供电干线，应接自两段低压配电干线上。

C. 当具备自备发电机组时，备用照明的供电干线，一路接自发电机组，另一路接处正常照明电源。

D. 当不具备两个电源或两个回路时，备用照明电源，宜采用蓄电



池组。

(7) 插座宜由单独回路供电。

A. 一个房间内的插座，宜由同一回路配电。

B. 潮湿房间（住宅中的厨房除外）内不允许装设一般插座，但设置有安全隔离变压器的插座可例外。

C. 备用照明、疏散照明的回路中，不可设置插座。

2. 照明的基本线路

常用的两种：一只单联开关控制一盏灯与两只双联开关控制一盏灯。

A. 一只单联开关控制一盏灯的线路。接线时，要注意相线进开关、零线进灯头，再由开关引线接至灯头上。

B. 两只双联开关节控制一盏灯的线路。注意两根联络线直接连接至两个开关的两个静触头，相线接一开关动触头，零线接灯头，灯头的另一触头线连接至另一开关的动触头。

三、照明线路的敷设

照明线路的敷设方式，同电力线路一样，有明敷和暗敷两大类。明敷：可分为瓷夹板、瓷瓶配线，钢索配线，塑料护套线配线等，而主要是采用塑料护套线配线；暗敷：可分为用穿金属管配线，穿硬塑料管配线等。

在照明线路中，除遵守相应配线方式的注意事项外，还应注意以下一些事项：

1. 重要场所与负载为气体放电灯的照明线路，应考虑到照明负荷使用的不平衡性以及气体放电灯线路中存在着三次三的倍数次的谐波电流，所以中性线的截面积应与相线截面积的规格相同。



2. 对于高温灯具，应采用耐热导线配线，或采用其他隔热措施，并且线路不应敷在灯具的上部。

3. 为改善气体放电光源的频闪效应，可采取将同一或不同灯具的相邻灯管分别敷设在不同相别的线路上。

4. 住宅中，每一户内的一般照明与插座宜分开配线，并且在每户的分支回路中装设有过载保护、短路保护功能的保护装置，在插座回路中装设不漏电保护及过、欠电压保护功能的保护装置。

四、照明灯具及开关、插座、配电箱等的安装

1. 照明灯具的安装：

- (1) 做好灯具安装前的准备工作。
- (2) 将木台固定到设计图纸要求的灯位上。
- (3) 安装灯具的底座。
- (4) 对灯座进行接线。
- (5) 对灯具进行总装。

照明灯具在安装中应该注意到：灯具的安装必须牢固，当灯具质量超过 3 公斤时，应将其固定在预埋的吊钩或螺栓上；固定灯具时，不可因灯具的自重，而使导线受到额外的张力；灯架及管内的导线不可有接头；导线在引入灯具处，不应受到应力与磨擦；必须接地和接零的金属外壳，应有专门的接地螺钉与接地线相连。

照明灯具安装的高度，一般的厂房、车间、住宅等应不小于 2.5 米；在室外，应不小于 3 米，装在路灯杆上的路灯，应不小于 4.5 米；隧道照明灯，不宜低于 4 米。



安装的部位，正常照明与备用照明，一般都有装在顶棚上或墙面上；疏散照明，安装在疏散出口的顶部或疏散走道及其转角处距地 1 米以下的墙面上，走道上的疏散指示灯，间距不宜大于 20 米；航空障碍标志灯，应安装在建筑物或构筑物的最高部位，而在烟囱上的航空障碍标志灯，却应安装在低于烟囱口 1.5--3 米的部位，并成三角形水平排列。

2. 照明开关和插座的安装

开关和插座的安装出分为明装和暗装两种方式。

在安装开板把开关时，开关板把向上是接通电路；向下板是切断电路。

在安装开关时，接线孔的位置必须严格按规定排列：单相二孔插座，垂直安装时，相线在上孔，零线在下孔；水平安装时，面对插座，相线在右孔，零线在左孔。单相三孔插座，面对插座，接地线在上孔，相线在右孔，零线在左孔。三相四眼插座，接地接零线在上孔。插座的接地线必须单独敷设，不允许在插座内与零线孔直接相连，不可与工作零线相互混用。

开关和插座的安装高度，按安装规范的规定：拉线开关，一般为 2--3 米；其他各种开关，一般为 1.3 米；距门框为 0.15--0.2 米，开关相邻间距一般不小于 20 mm。插座，一般为 1.3 米，在托儿所、幼儿园、小学校和住宅不低于 1.8 米，车间与试验的明、暗插座，一般不低于 0.3 米，特殊场所可降为 0.15 米。

明装开关、插座的底板和暗装开关、插座的面板，安装中允许的偏差为：并列安装时的高差不大于 0.5 mm；同一场所的高差不大于 5 mm；面板垂直度不大于 0.5 mm。

3. 照明配电箱的安装



照明配电箱也分为定型产品的成套配电箱与非标准的自制配电箱两类；按结构可分为：墙挂式（明装）与嵌入式（暗装）两种。

照明配电箱的安装高度，底边距地一般为 1.5 米；配电板的安装高度，底边距地面不应小于 1.8 米。

配电箱在安装中，垂直度的允许偏差为：箱的体高在 50 cm 以下者，为 1.5 mm；体高在 50 cm 及其以上者，为 3 mm。