

序

应友人之邀，花费十余日，著此拙文，只求能授益予他人。但因才疏学浅，唯恐误人子弟，深感惴惴，故作以下表述：

本文仅针对初次接触电气设计的技术人员，作为工业建筑电气 cad 绘图的入门用。本文提供部分工业建筑方面电气 cad 绘图的思路和方法，**内容仅供参考，不作依据**。由于水平有限，文中难免有错误和不妥当之处，希望大家批评指正。设计时应以国家现行规范和标准图集为最终依据。

本人已委托网站---电气人·福建电气论坛进行本文意见的收集工作，网址为 <http://www.dqrt.com> 或 <http://www.fjdq.cn>，意见集中收集贴设置在该网站内部论坛的福建电气栏目中并予以栏目置顶，本人将根据大家意见进行修改和补充。本文及最新修改资料也将在电气人·福建电气论坛网站以 PDF 格式提供下载。

本文版权归作者所有，未经作者许可不得随意转载、刊登和引用，也不得盗用本文内容，违者必究。

（本文所有图形在 Autocad2006 版本下制作。）

[2007 年根据新出版的《建筑设计防火规范》GB50016-2006 进行了修编。](#)

福建海峡建筑设计规划研究院

叶湘明

2007 年 3 月 13 日

工业建筑的电气 CAD 设计

福建海峡建筑设计规划研究院 叶湘明

一、前言

1、概述

工业建筑的电气 cad 设计与民用建筑不同，工业建筑一般单层层高较高，单间面积大，动力负荷多。会接触到高压气体放电灯照明、明敷设线路、动力设备配电、电动机控制原理等等方面的设计。设计前首先要对设计对象有深入的了解，比如对该工业建筑的建筑分类、建筑规模、消防等级、室外消防水量、工艺流程等等一系列问题要有个清楚的认识，这些问题清楚后才会知道怎么设计才能满足规范和工艺方面的要求。

2、与工业建筑有关的部分重要规范

电气设计以安全为主，而消防安全又是重中之重。一般工业建筑的消防电气设计应该严格遵循《建筑设计防火规范》GB50016-2006的各项要求。在《建筑设计防火规范》第 1.0.2 条和第 1.0.3 条的适用范围里有明确，一般工业建筑的电气消防设计要做什么、做多少，大部分依据的就是这本规范。当然当我们遇到一些无法明确的问题时还得征询当地消防部门的意见，各地区的消防部门对规范的理解、看法不太相同，因此要求也可能不相同。这里还得提到一本规范《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058-92，这本规范适用于在生产、加工、处理、转运或贮存过程中出现或可能出现爆炸和火灾危险环境的新建、扩建和改建工程的电力设计，但也有不适用的范围，

大家可以细看一下规范的第 1.0.2 条的规定。

上述两本规范只是工业建筑消防电气设计中比较常用的两本规范。并不是说只要依据这两本规范就可以进行工业建筑的消防电气设计了，比如还有《人民防空工程设计防火规范》GB50098-98 等等。工业建筑电气设计包含方方面面，涉及到的电气规范条文非常多，非常广，大家平时要多收集多看多记。另外注意，看规范时，千万不要仅仅局限于电气章节，一方面除了要注意规范规定的使用范围外，还要适当留意其它专业的内容，有时其它专业内容或规范中也有和电气有关的规定，比如《自动喷水灭火系统设计规范》的第 11 章对电气专业设计就作出了要求。

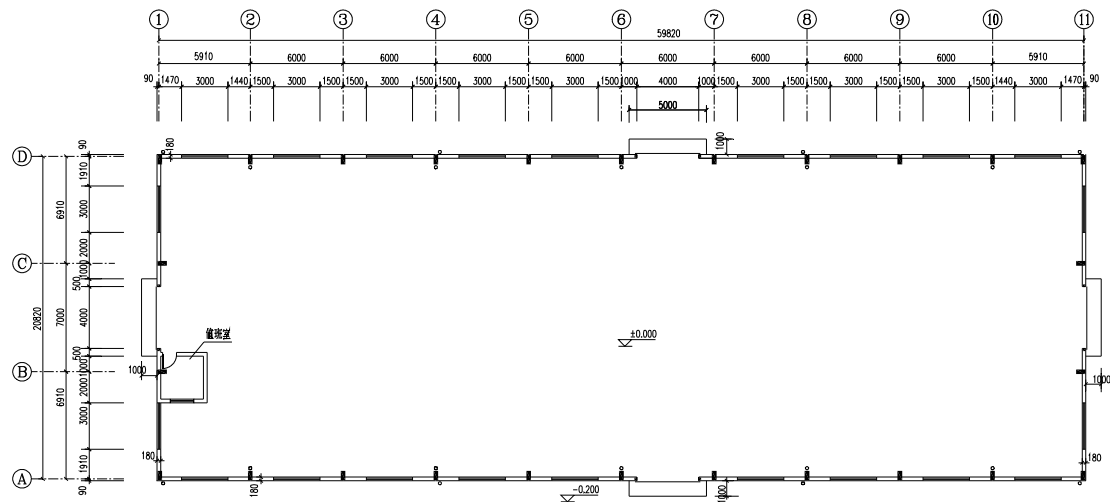
3、常见图形和文字符号的明确

图纸绘制最先要掌握图形和文字符号的正确表达。为了方便图纸的识别，使图纸绘制更加规范化，了解图形符号的绘制统一标准很重要。国家标准的图形和文字符号要求可以参见《建筑电气工程设计常用图形和文字符号》00DX001 这本图集。这本图集的内容和以前相应的标准图集相比较在图形和文字符号上作了适当修改，比如灯具部分，新的图集区分灯具光源和种类是在原来灯的一般符号边注上文字，金属卤化物灯文字为 MH，防爆灯为 EX 等等；线路敷设中部分也有增加和修改，我们常用的如直接埋设符号为 DB，电缆沟敷设为 TC，沿墙面敷设为 WS，吊顶内敷设 SCE，地板或地面下敷设为 F 等等。这里介绍的只是其中的一小部分，大家可以认真全面地看看图集，有一些图形符号还作了精简。

当然全国这么多设计单位，长期以来养成的绘图习惯和绘图方式或多或少都有不同，而且电气设备日新月异、种类繁多，这本图集也不可能方方面面都顾及到。绘图时应该允许设计人员对图面上的图例和文字符号作适当调整，并在图纸设计时绘制图例说明表格，表格中标注清楚设计图纸中的图形符号代表的含义就可以了。要掌握一个原则就是图例及文字符号与标准图集基本能保持一致，这样做目的只有一个，使图面清晰明朗规范，便于施工人员对图纸内容识别和理解。这里说的适当修改主要针对的是图形符号，非文字符号。

二、 工业建筑电气照明平面 cad 绘制

下面通过一个简单的实例讲解一下工业厂房照明平面 cad 的基本绘制方法。其中也包括一些如负荷等级划分、插座布置、消防系统等方面的内容。我们可以通过这个例子掌握最基本的工业建筑照明平面的设计思路和方法，并将 cad 绘图的常用命令练习一下，了解一些 cad 绘图的技巧。



这是一座简单的单层丙类普通工业厂房（按绘制标准省略了下

面和右面轴号), 钢结构屋面, 室外消防水量 25L/S, 室内层高较高, 有考虑安装桥式吊车, 因此灯具安装高度要 8 米以上, 内部有一间值班室。由于甲方在设计前期对厂房内部生产工艺的要求不是很明确, 无法获得具体的工艺条件, 工艺设备电源由甲方根据最终的实际需要另行引入, 这里只考虑照明, 类似情况我们在标准厂房设计中也会遇到, 只要预留动力电源容量即可。

这个工程中火灾危险性分类(丙类)以及室外消防水量可以向建筑和给排水专业索取, 我们在做其它工业建筑工程设计时也一样, 这是我们必须事先明确的两个重要指标。火灾危险性分类可以让我们确定在这个工程电气设备的防护等级, 知道有没有电气方面的特殊要求, 线路要做哪些特别处理, 要安装哪些消防方面的设备等等; 室外消防水量可以让我们知道这个工程消防用电设备按几级负荷供电, 这样我们可以考虑要不要设置柴油发电机或者其它备用电源等等。

1、初步思路

1) 工业厂房的照明可采用荧光灯光带(槽式灯)或气体放电灯具, 一般是普通照明结合局部照明。有些厂房工艺设备上配有专门的局部照明, 我们设计时只要考虑普通照明就可以了。工艺设备用电属动力用电, 另外单独引入电源并预留。在工业厂房中, 照明灯具的悬挂高度在 4 米左右时, 可以选择荧光灯, 悬挂高度在 5 米左右及以上时, 一般选择适用的高压气体放电灯。本工程灯具安装要在 8 米以上, 所以应选择气体放电灯具。

工业建筑灯具安装状态按建筑层高划分一般划分为高顶棚、中

顶棚、低顶棚三类。高顶棚类安装高度一般 10 米以上，采用 250~1000W 的高压气体放电灯，狭形房间要求高照度时灯具为狭照型配光，对于面积大的宽型房间灯具用中照型配光；中顶棚类安装高度一般 5~10 米，采用小功率高压气体放电灯，灯具为中照型配光；低顶棚类安装高度一般小于 5 米，这时主要采用荧光灯或白炽灯。

高压气体放电灯主要有高压钠灯、金属卤化物灯、高压汞灯。高压钠灯光效高，金属卤化物灯显色性好，高压汞灯显色性差。光效高的灯具一般用于室外场地，显色性好的灯具一般用于显色性要求高的场所。本例中我们考虑采用金属卤化物灯作为一般照明灯具。照明控制箱设置在值班室，便于集中操作。

2) 根据《建筑设计防火规范》第 11.1.1 条可以知道室外消防水量为 25L/S 的建筑消防用电设备可以按三级负荷供电，消防设备配电采用专用供电回路，当发生火灾切断生产、生活用电时，应能保证消防用电。但这里我们要留意《建筑设计防火规范》的第 11.1.5 条关于末端互投的要求，对于无备用电源要求的配电系统，个人认为可以采用在建筑物第一级配电系统的母线段（尽量为不同母线段）配出双回路专用线路进行末端互投。这在其它工程可能会遇到，在本例中不进行这个方面的讨论。

3) 应急照明包括疏散照明、安全照明、备用照明。关于疏散照明的设置要求《建筑设计防火规范》第十一章的第 11.3 节已经讲得很明确。备用照明是用于确保正常活动继续进行的照明，它的设置要看工业厂房生产工艺上有没有这方面的要求。疏散照明分为疏散应急

照明，用来确保疏散照度，以及疏散指示标志（分为灯光疏散指示标志和蓄光疏散指示标志），用来指示疏散方向，灯光疏散指示标志需要电源，蓄光疏散指示标志是利用蓄光自发光材料的蓄光发光功能无需电源。疏散照明一般设置在内部环境复杂或者建筑内部人员对该建筑内部环境不是很了解的建筑疏散走道或疏散线路上，用来在事故时引导人员疏散用。

关于疏散指示标志的设置我们首先要清楚疏散走道或疏散线路是完全不同的两个概念，疏散线路的范畴应该比疏散走道广。大面积厂房内部或大面积人员密集的公共场所（比如商场内部）的疏散是通过疏散线路完成的，而疏散走道应该是和其它场所采用防火分隔措施分隔开的较为独立的空间场所。《建筑设计防火规范》的第 11.3.4 条对工业建筑的疏散走道的灯光疏散指示标志的设置作出要求（注意是灯光疏散指示标志），而第 11.3.5 条对人员密集的公共场所的疏散走道或疏散线路的灯光疏散指示标志和蓄光疏散指示标志的设置作出要求。因此个人认为工业建筑疏散指示标志的设置场所应该是针对疏散走道而非更广义的疏散线路。目前很多工业建筑的设计中厂房内部大开间的疏散线路都设置灯光疏散指示标志，但个人认为应该酌情而定，中小规模的工厂内部工人经常在这个环境工作，对内部环境已经较为熟悉，在疏散时只要有一定照度，很容易找到出口，不一定要设置疏散指示灯，因此在一般情况下对于内部并不复杂的工业厂房只要设置一些在事故断电时能保证安全的照明就可以了，以避免内部工艺设备造成的人员危险，至于消防用的应急照明《建筑设计防火规范》

只针对疏散走道有所规定。但要注意安全出口灯还是要设置的，这点条文有规定。对于内部环境较为复杂的大型车间内部，疏散线路还是设置疏散指示标志为妥。

4) 关于丙类厂房设不设置火灾报警控制系统的问题，在设计领域目前存在争议，究竟是依据《建筑设计防火规范》来判定设不设置，还是依据《火灾自动报警系统设计规范》来判定设不设置。按常理《建筑设计防火规范》是用来明确要不要设置火灾报警控制系统，而《火灾自动报警系统设计规范》是用来明确如何设置火灾报警控制系统的，但是在《火灾自动报警系统设计规范》的条文说明 3.1 节中又强调《火灾自动报警系统设计规范》和《建筑设计防火规范》是相互协调、充实互补的关系，这自然造成设计人员在规范理解上的一些争议。

新版《建筑设计防火规范》第 11.4 节对火灾报警控制系统设置部位的要求与旧版规范相比较已经做了细化，对个别类别丙类厂房要不要设置火灾报警控制系统已经进行了明确，如果只从《建筑设计防火规范》上看除条文规定之外的丙类厂房可以不设置火灾报警控制系统。但是在《火灾自动报警系统设计规范》的 3.1.1 条中却很明确把工业建筑中丙类生产厂房列为二级保护对象（注意用的字眼是“宜”，且附录 D 也是仅作为建议性要求），因此消防部门在图纸送审时常常会依据这条规定要求设置火灾报警控制系统。

丙类厂房种类很多，大家可以看看《建筑设计防火规范》第 3.1 节中生产的火灾危险性分类举例。建筑平时对一些标准厂房或者工艺未明确的厂房常常归类为丙类厂房，这类厂房究竟设不设置火灾报警

控制系统，应该依据最终的工艺以及厂房内堆放物品的类型定，我们可以在设计说明中先给予明确：火灾报警控制系统待工艺确定后再考虑是否设置。如果设置，对小面积二级保护对象可以采用区域报警系统，报警主机设置在有人值班的值班室或管理室就可以了，大面积的厂房可以视情况采用集中报警系统，这时要设置专用消防控制室。

本例中厂房由于工艺不确定我们依据《建筑设计防火规范》暂时不考虑火灾报警控制系统，如果最终需要，报警控制器可设置在值班室，线路明敷设增设也方便。

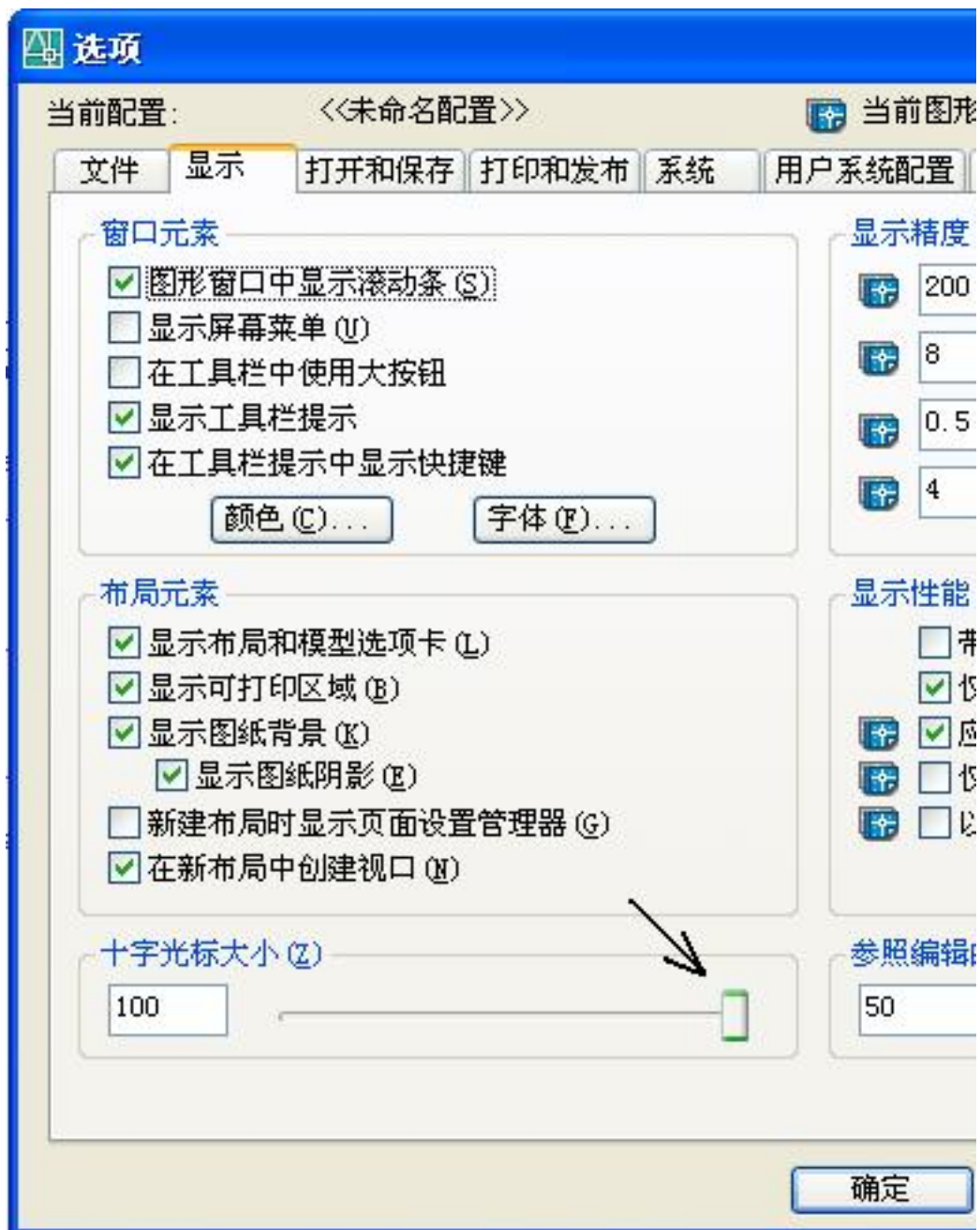
5) 本例中厂房由于是钢结构厂房，电气线路无法暗敷设，以明敷设为主。线路较少的直接穿钢管明敷设，线路集中且多的地方可以采用金属线槽、金属桥架或在电缆沟内敷设。金属线槽主要用来敷设电线，金属桥架主要用来敷设电线电缆。要注意采用金属线槽或金属桥架敷设线路千万别忘了金属线槽或金属桥架及其支架都必须接地，且金属线槽桥架接地点不能少于两处，每隔一定距离还要考虑重复接地。金属线槽或金属桥架中敷设电线电缆的数量在相应规范中有明确条文。比如规定线槽内电线的总截面不超过线槽内截面的 40%；桥架内电力电缆总截面不超过桥架内截面的 40%，控制电缆为 50%等等。

6) 工业的特殊场所如多尘场所采用密闭式防尘设备，潮湿场所采用防潮设备，有腐蚀性气体场所采用防腐设备，火灾危险场所采用防燃设备，有爆炸危险场所采用防爆设备。本例中暂时不考虑这些特殊环境的存在，因此在这方面的电器设备的选用和电气线路的处理上就不做深入讲解，大家可以翻阅相关的设计书籍。

2、cad 的两个常用初始设置

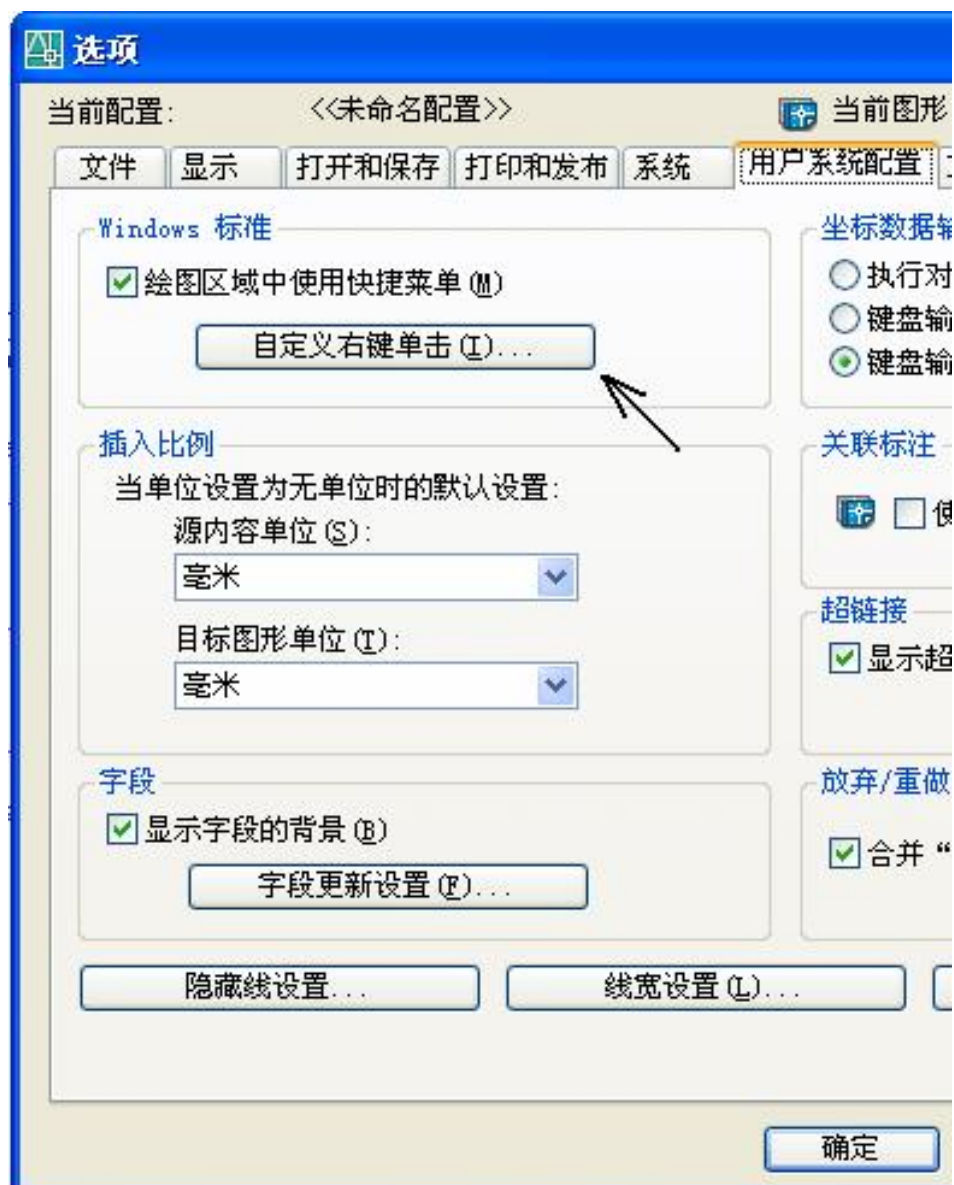
在正式进入绘图的介绍前，我们介绍两个常用的初始设置。

一个是十字图标の設定。刚安装好 cad，进入绘图窗口时，我们会看见鼠标是一个小十字光标，中间带一个小方框，有些以前看惯了大十字光标的人会不太习惯，怎么修改？我们可以从工具菜单组的选项命令（options）进入设置窗口，点击上面的显示一栏，出现下图：

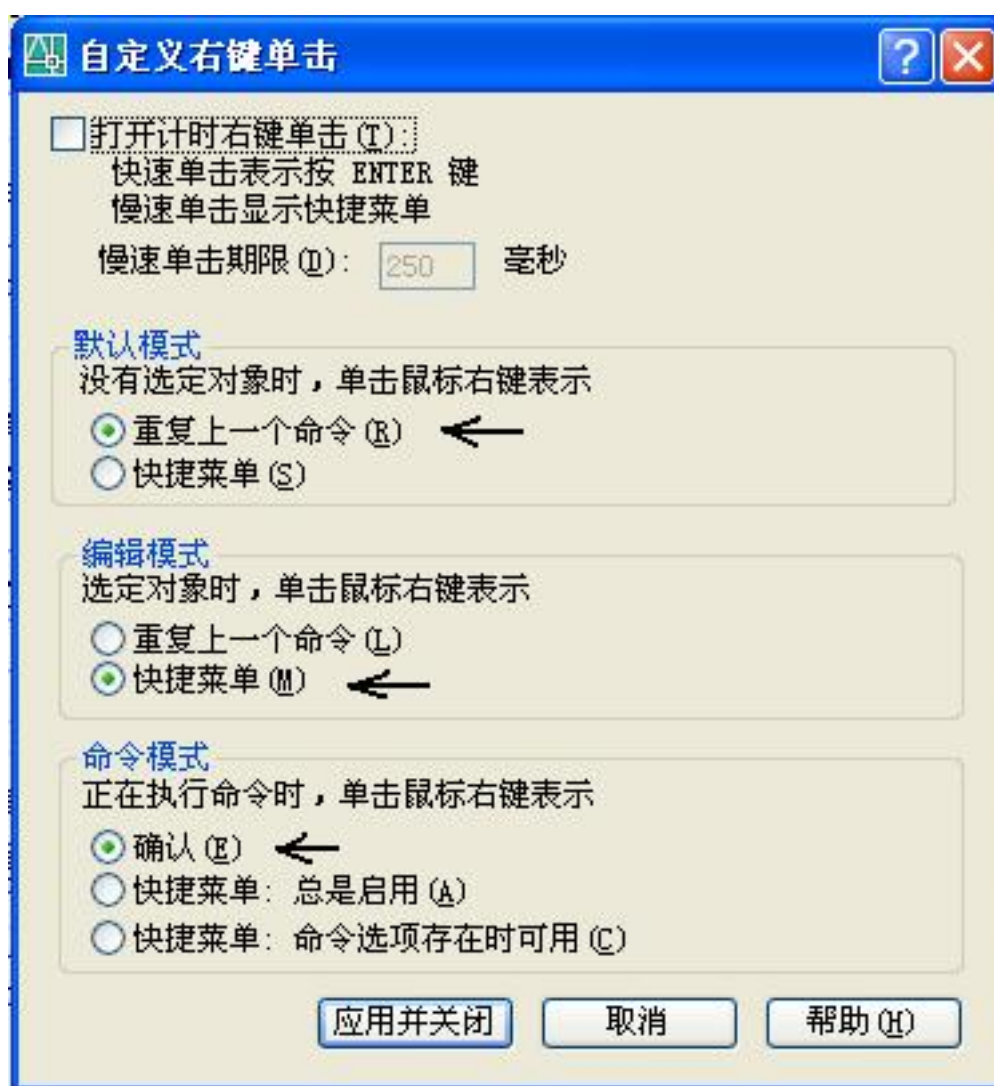


通过移动箭头所指的滑条就可以调整十字光标的大小，调整完毕后点确定即可。大家也可以在 cad 的命令行直接执行 CURSORSIZE 命令调整十字光标的大小。

另一个是鼠标右键的设定，cad 默认在非命令状态时单击鼠标右键会出现快捷菜单，如果我们希望在非命令状态时单击鼠标右键是回车执行前一个命令，而在命令状态时单击鼠标右键是执行回车命令，我们可以这样设置：从工具菜单组的选项命令（options）进入设置窗口，点击上面的用户系统配置栏，出现如下图：



点击上图箭头所指的自定义右键单击，出现下图：



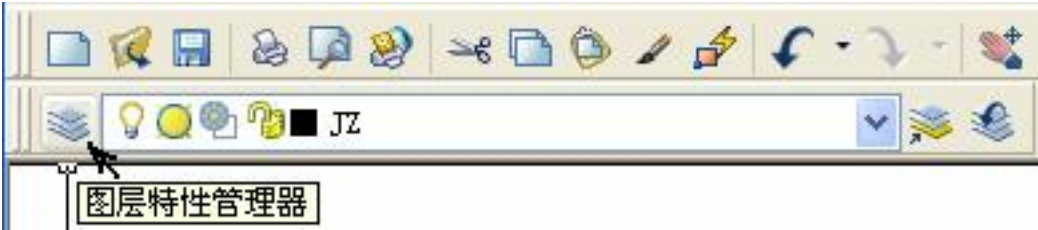
按上面箭头所指的设定就可以了。这样设置可以加快平时我们输入命令及执行命令的速度。

3、建筑平面条件图的前期处理

获得建筑专业所提的建筑条件图时，建议先进行建筑平面的处理，处理的最终目的是方便后面绘制电气设备和线路图时，使电气专业图形显得突出，并且减少建筑平面中多余的图层、文字字形组合、线型等等，从而相应减少图形文件的容量。这里并没有要求你一定要进行建筑图形的处理，就像一张桌面堆放很多东西，你整理不整理只

是个习惯问题一样，只是不整理图面看上去很零乱。因此下面简要介绍一下建筑平面的建议性处理方法。

我们打开建筑条件图，点取下图中的 cad 工具条中箭头所指的图标，或者在 cad 的命令行输入 layer 并回车执行命令。

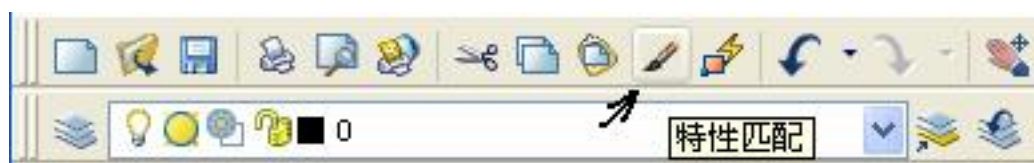


在出现的图层设置界面中我们可以看见建筑设计时设定的很多图层，我们通过下拉条找到建筑墙线所在图层，如果不知道，可以在 cad 绘图状态采用修改菜单组的特性命令（properties）点取某段墙线而获得其所在图层名字，或者用 list 命令也可以，这里墙线所在图层经确定是 WALL 图层，如下图：

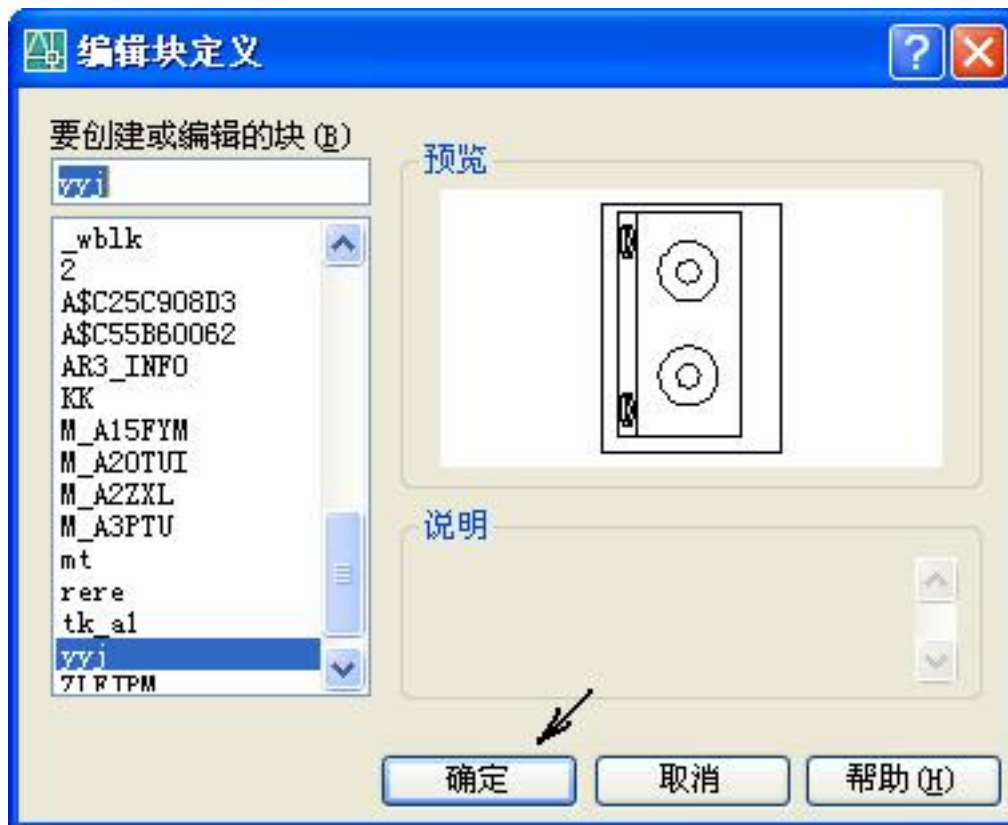


点取图层 WALL 对应的颜色，选取或输入个不太显眼的颜色号比如 117 号色，我们同时也可以通过鼠标双击图层名称 WALL 将它修改为“建筑”这个名称，确认后退出。在退出前，你可以通过上图中箭头所指的新建命令创建后面我们绘图时需要的图层，或者等清理

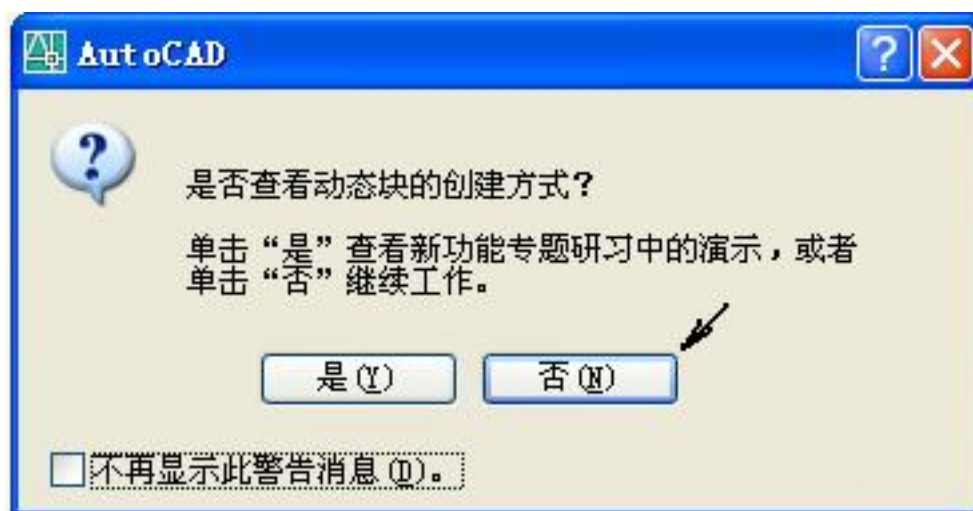
完建筑平面后再用这个命令创建我们需要的图层（因为用 `purge` 命令清理时，对于没有实体的图层都可以清理干净）。比如创建设备层，设置为黄色；顶线层（沿顶棚明敷设或暗敷设的线路），设置为橙色；地线层（沿地面暗敷设的线路），设置为红色，线型为虚线（`dashed`）；标注层，设置为 255 号色；根数标注层，设置为白色；桥架线槽层，设置为白色；控制层，设置为白色，线型为点划线（`center`）等等。顺便告诉大家，如果设置一个图层是 9 号色并且在打印设置中将 9 号打印样式设成 9 号色，这样这个图中的所有这种颜色的实体都可以打印出灰度来，就是不像全黑颜色那么深，这样我们可以将建筑柱内的填充体设置到这个层上，填充体颜色调整为随层（`bylayer`），打印出来就不会那么显眼了。接前面的，我们设置好墙线层新的颜色退出后可以通过修改菜单组的特性匹配 `matchprop` 命令，即下图箭头所指的图标命令，拾取某段墙线作参照物，将图中所有其它实体转换到墙线所在图层。这样整张建筑图就基本同一颜色（117 号色）了。



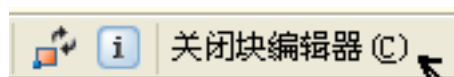
如果建筑图中有少许图块，比如树木、家具、卫生洁具等颜色没有改变，说明这个图块中有镶嵌图块，比如油烟机的图块，我们可以直接用鼠标双击这个图块，会出现下面窗口：



点击确定后出现下图提示，我们可以选择否，同时可以勾选不再显示此警告消息。选择否后进入图块编辑状态。



这时图面转换到图块内部状态，我们通过修改菜单组的分解命令（explode）打散图块内部的所有块，并把所有实体转换到 0 层，颜色设层随层（bylayer），修改可以使用特性 properties 和特性匹配 matchprop 命令。转换完毕后点取关闭图块编辑器。

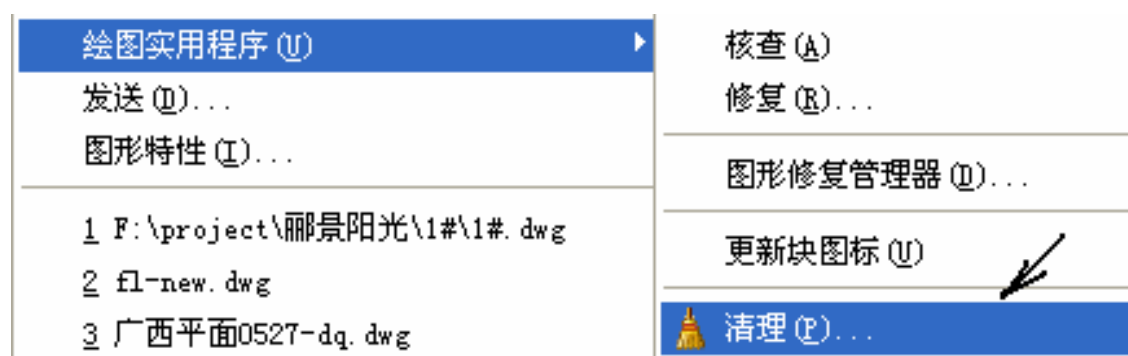


出现提示是否保存，点击是后，cad 会将图中所有同名的图块自动替换成你编辑后的图块内容，且颜色会随层变化了。



我们还可以通过在 cad 命令行输入 REFEDIT 命令直接修改图块，用 REFCLOSE 命令保存，也可以实现上述功能。

图面调整完毕后我们就可以通过 cad 的清理工具清除无用图层、图块、线型及各种样式，以减少图形文件容量。在文件菜单组中，找到清理命令（purge）并执行，如下图，然后根据中文提示进行清理，这样会使得你的图形文件不至于过于庞大，运行速度自然就快了。





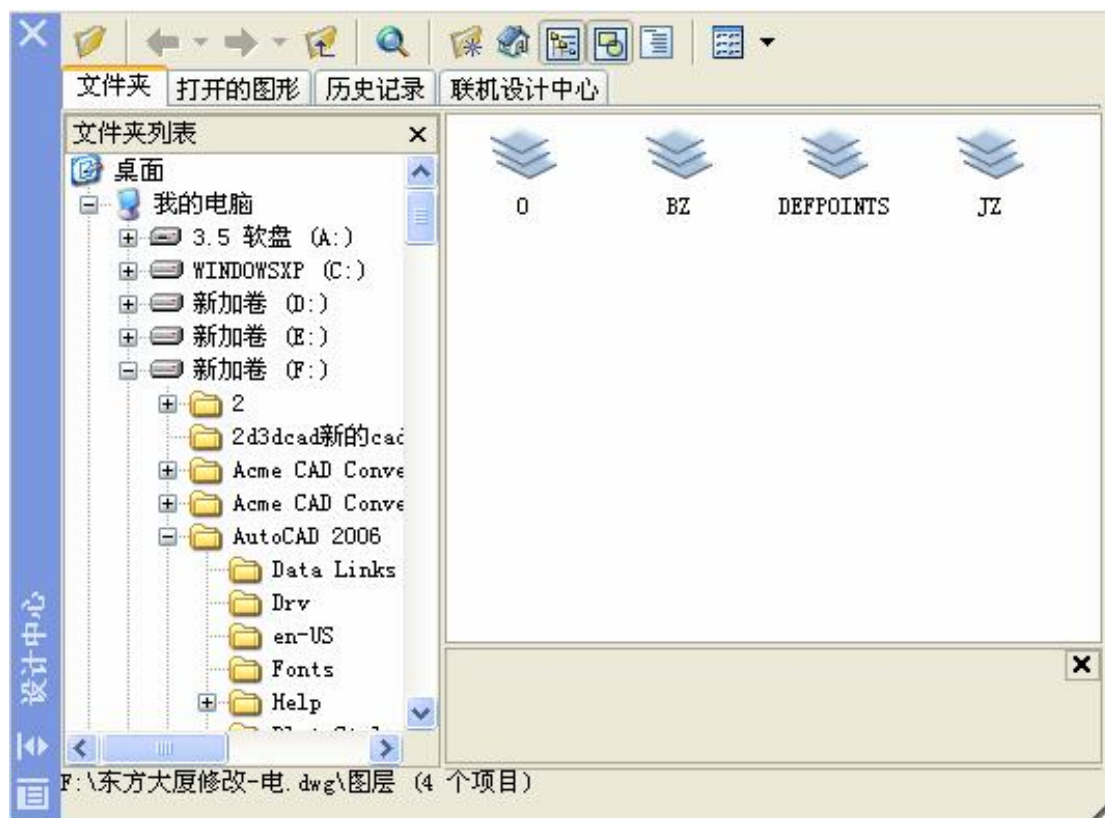
建筑平面处理完毕后可以锁定建筑平面层，如下图。这是为了在绘制电气设备、电气线路时，复制、移动、删除都方便，不会影响到原有的建筑实体。当然你可以根据需要随时给图层解锁。



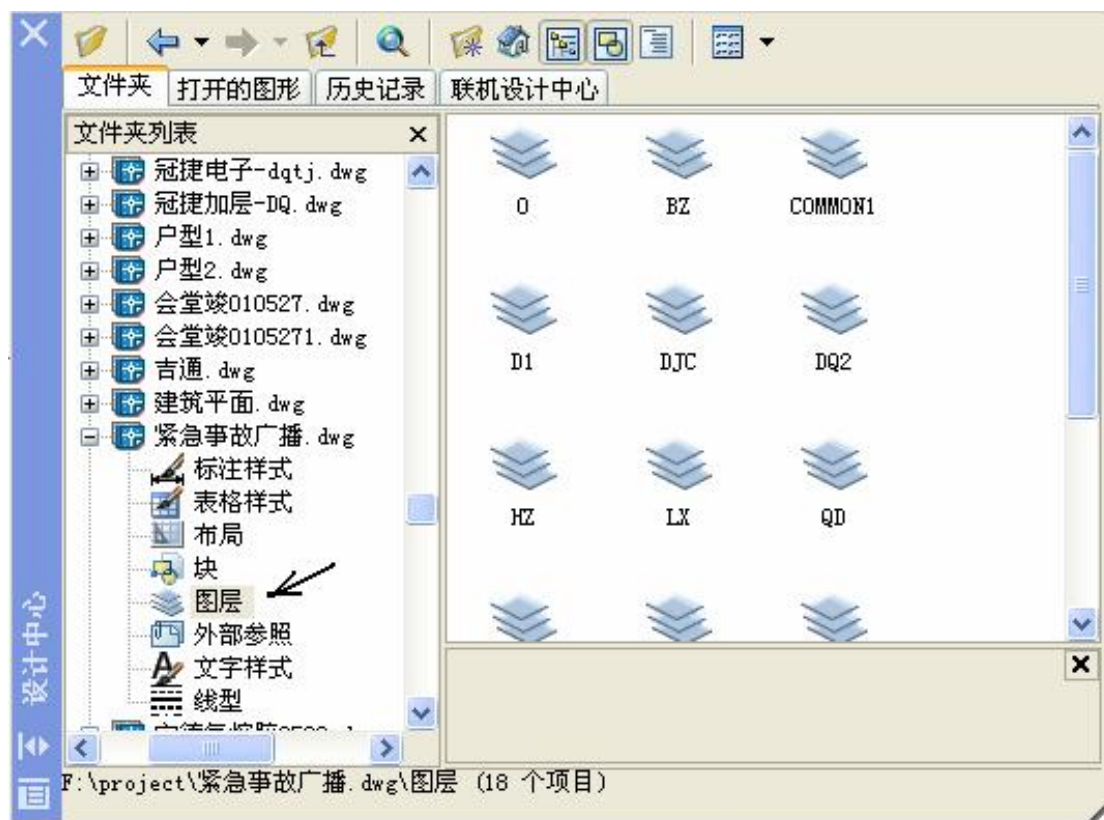
4、电气平面图设备绘制的准备

前面我们提到了图层的设置方式，我们可以用这种设置方式设置我们想要的图层，这里不再重复。设置图层的目的是为了控制图层中的实体，比如图层实体的关闭不显示，锁定图层实体，设置不打印图层，同层实体的编辑等等，主要方便图纸的修改和调整。比如我要拷贝、修改或删除设备层中的所有实体，我们可以关闭设备层以外的其它层，这样拾取实体就方便很多了。另外我们设置的不同图层有不同颜色，打印时就可以根据颜色设置笔宽。有一种方式可以简化图层的设置，比如大家新建一个空白新图，在新图中设置好常用的图层后保存为 cktc.dwg 或其它文件名的 dwg 文件，以后绘制电气图时只要插入一次 cktc.dwg，所有图层就带进来，不要再重新设置了。其它基本设置也可以先设置到这张图中。

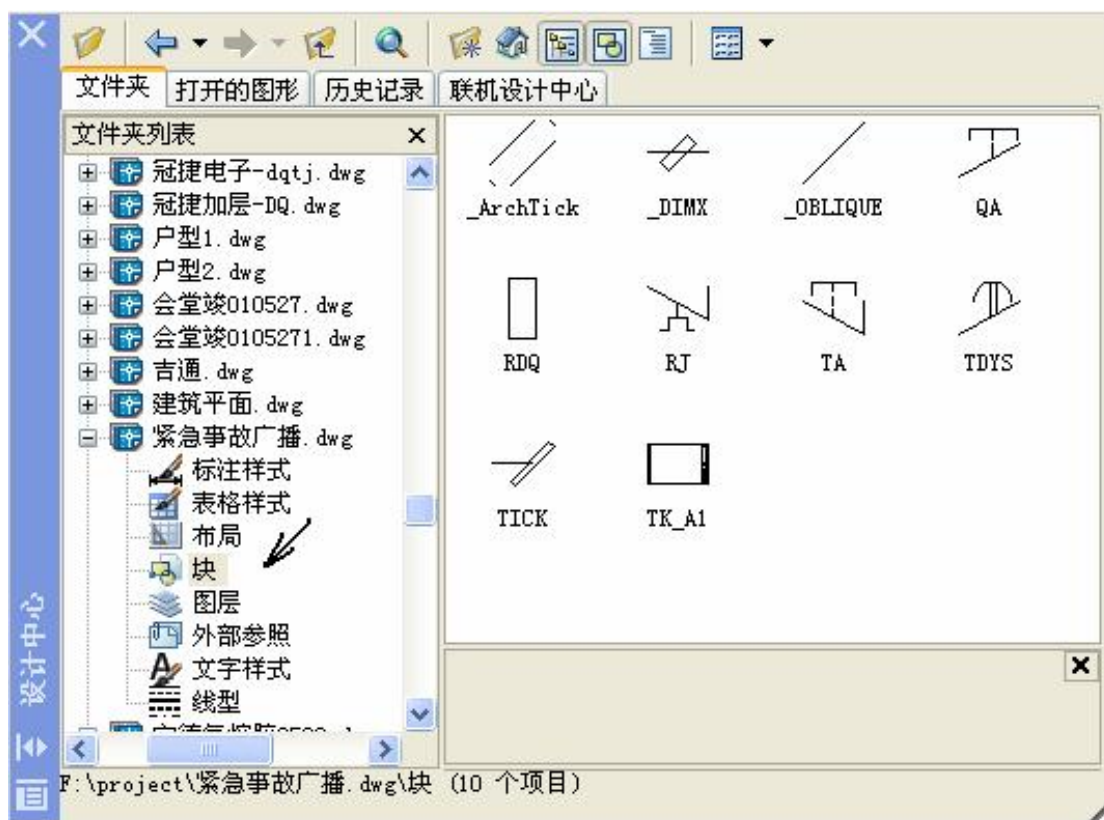
这里再给大家介绍个两个 cad 的更实用的功能。现介绍设计中心功能(adcenter), 可用来很便捷地达到上述目的。在“工具”菜单上单击“设计中心”, 显示“设计中心”窗口。



我们可以任意选用以前画的某个图形文件, 通过鼠标在右边窗口内选定项上的双击或拖放, 将里这个图形面的图层、图块、标注样式、文字样式、线型等等的设置随意调入当前图中, 很方便的, 如下图。

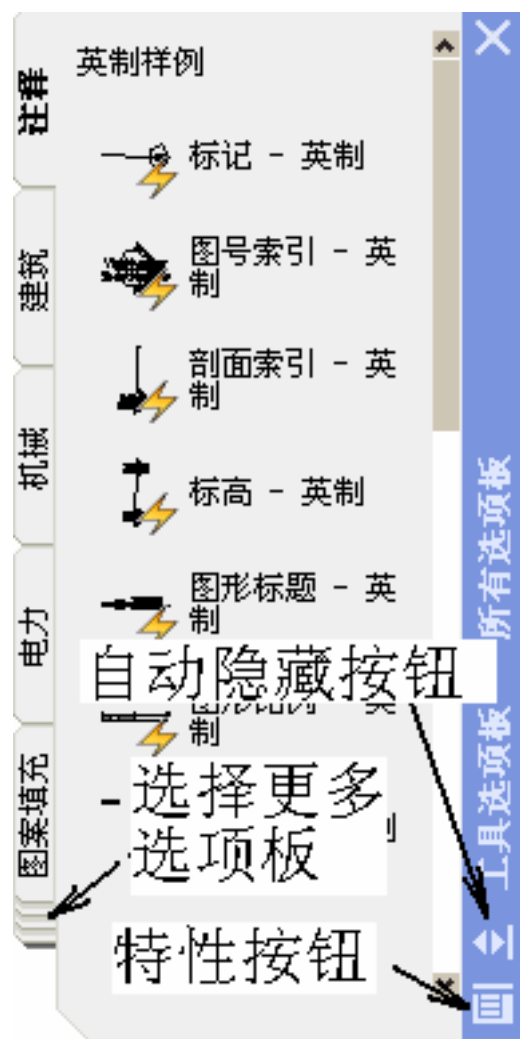


想插入图块也一样：



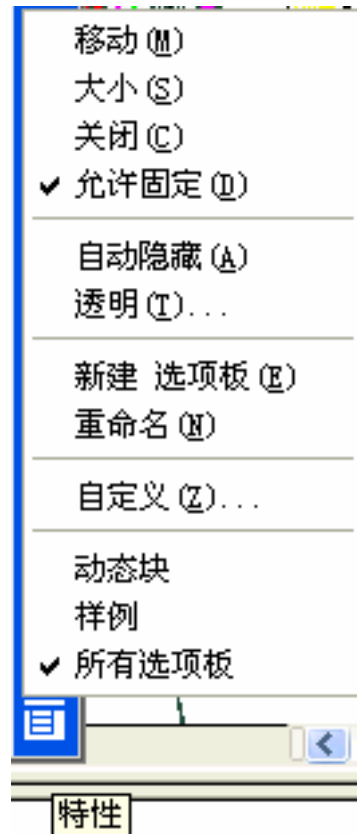
设计中心的其它栏目如打开的图形、历史纪录等大家可以自己试一下。

另外一个就是工具选项板窗口（ToolPalettes）。在“工具”菜单上单击“工具选项板窗口”，显示“工具选项板窗口”窗口。



上图中点击自动隐藏按钮可以将上面窗口设置成鼠标移开后自动隐藏成窄条，鼠标移上去自动打开。下面我们利用这个工具实现电气设计图库的分类设置。

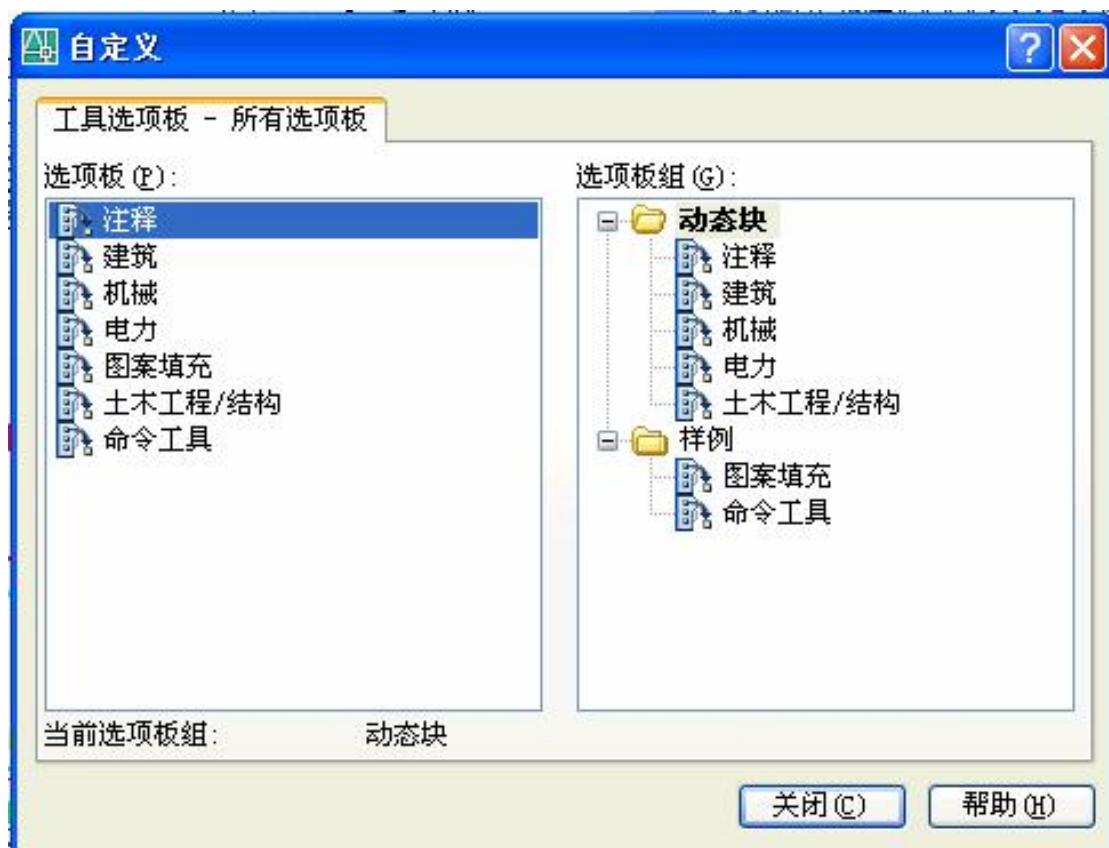
点击上述窗口中的特性按钮（或直接命令行输入 customize），出现：



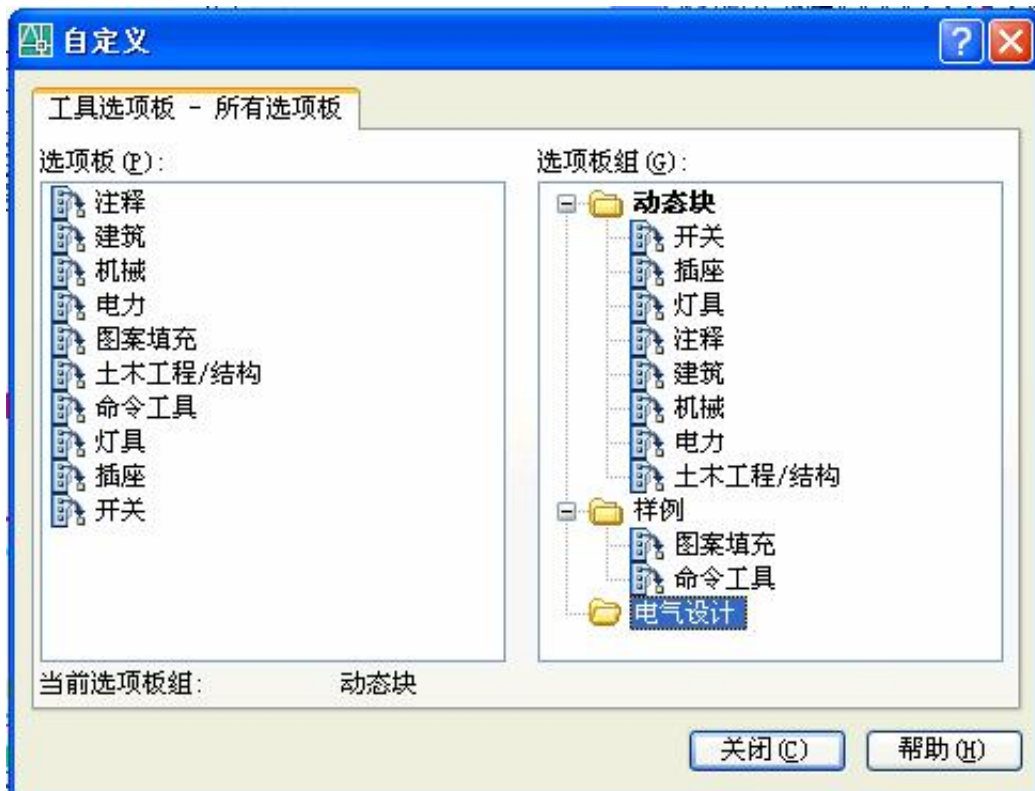
这里动态块和样例是 cad 安装后就有的两个选项板组，动态块选项板组里有土木工程/结构、电力、机械、建筑、注释这几个选项板，这些选项板上有相对应的多个图块。我们这上面菜单上选择动态块选项板组，那么在工具选项板窗口上就会显示动态块选项板组中的所有选项板，我们就可以通过选项板调入不同图块。

工具选项板是“工具选项板”窗口中选项卡形式的区域，提供组织、共享和放置块及填充图案的有效方法。实际上我们可以通过它实现图块的快速插入功能，相当于图库工具。

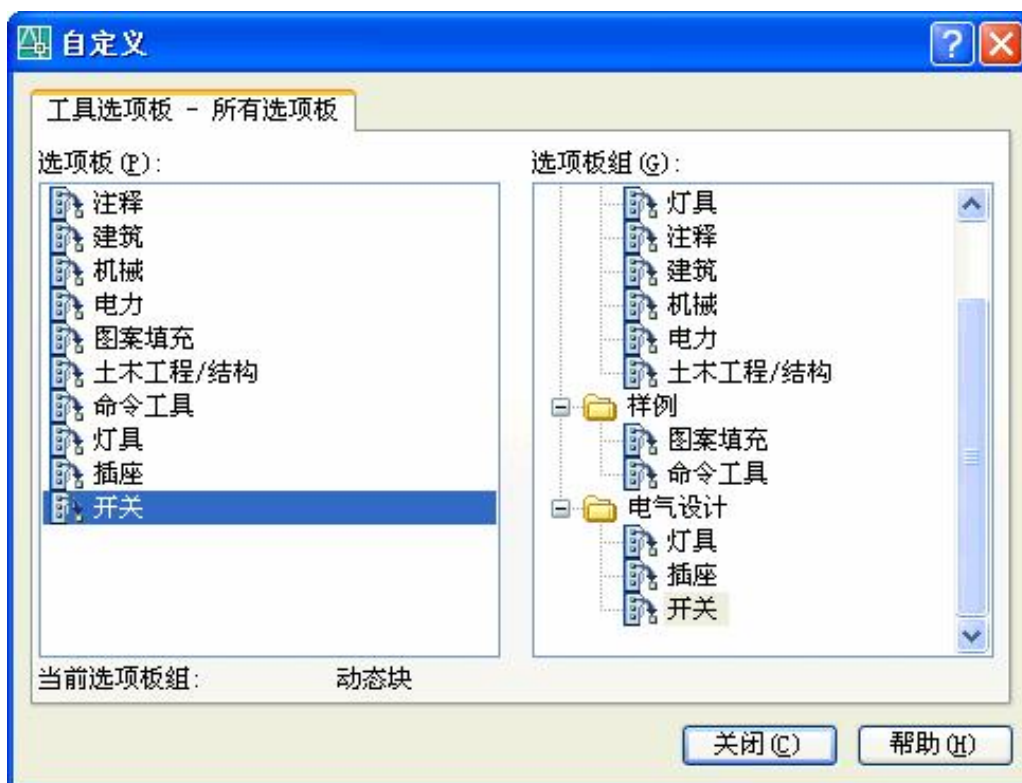
我们点击上面菜单中的自定义，出现：



然后我们可以将鼠标分别移到选项板和选项板组窗口内，点击鼠标右键，在出现的菜单内选择新建选项板或选项板组。比如我们新建选项板名称为灯具、插座、开关，新建选项板组名称为电气设计，如下图：



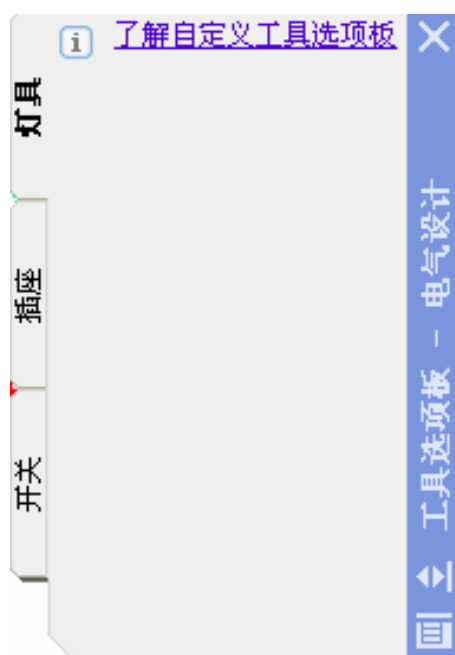
现在鼠标分别点取灯具、插座、开关等选项板拖放到电气设计选项板组下。



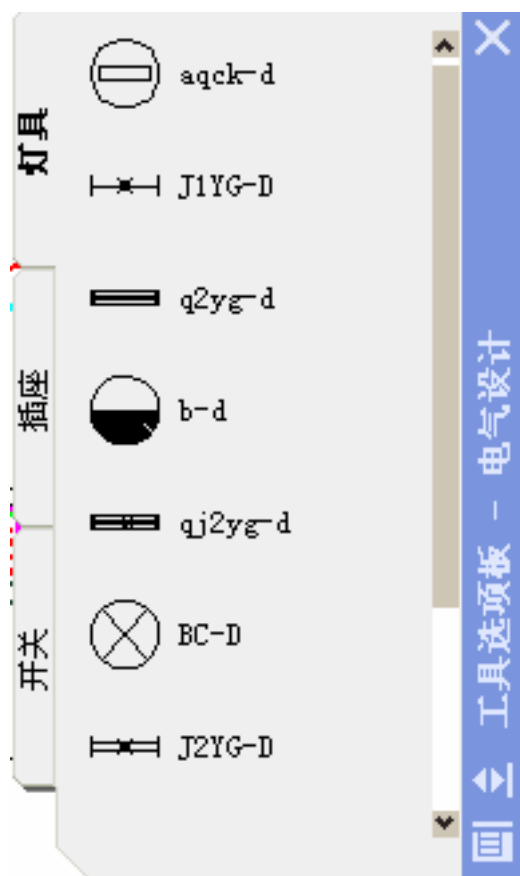
关闭后点击选项板组窗口下角特性，选择电气设计选项板组：



选项板组窗口显示如下：



现在我们可以打开设计中心功能（adcenter），按照前面的介绍的方式打开需要图纸，将以前图纸中已经有的图块通过鼠标拖动到上面对应选项板中就行了。以后插入图块直接通过选项板点取。效果如下：



其它两个选项板设置方法相同，我们可以在上面窗口内直接点鼠标右键，里面有个排序菜单，通过它可以对图块进行排序。

设置完图层，还要进行出图比例（全局比例，命令 `dimscale`）和线型比例（命令 `ltscale`）的设置。如果要 1:150 出图，那么图中所有尺寸标注要按 1:150 调整。可以通过 `dimscale` 命令将全局比例设置成 1:150。现在建筑条件图很多采用 1:1 的比例，主要是因为建筑平面图

中尺寸很关键，用 1:1 的比例容易发现尺寸上的错误，而且在画局部大样时换算比例也方便。绘图比例和出图比例是两个概念，出图时使用“出图 1 单位=绘图 500 单位”就是按 1/500 比例输出，若“出图 10 单位=绘图 1 单位”就是放大 10 倍输出。cad 中一个绘图单位（抽象的）可以看成 1 毫米（可在打印设置时选择绘图单位为毫米），绘制图形就相当于按实际长度绘制，等到打印时再设置出图比例。举个例子大家就知道实际尺寸和绘图、出图比例的关系了。比如我们图纸上文字打印出来后实际高度至少 3 毫米高才看得清楚（建议总说明至少 5 毫米高，平面内标注 3~3.5 毫米高，平面图注释 4 毫米高），如果我们出图是按 1:150 出图的，就是说打出来的图纸大小比实际物体大小缩小 150 倍，因此我们绘图时文字高度就要设置成 450 绘图单位高，就是说先放大 150 倍，出图时缩小 150 倍按毫米单位出图后刚好 3 毫米高，可以看得清楚。在 1:150 出图的前提下，如果绘图时全局比例采用 1:150 的比例的时候，在标注样式设置时文字高度要设成 3，这样图中生成标注或文字时字体高度为 $3 \times 150 = 450$ 绘图单位，如果绘图时全局比例采用 1:1，在标注样式设置时文字高度要设成 450，这样图中生成标注或文字时字体高度也是 $450 \times 1 = 450$ 绘图单位，刚好达到 1:150 出图的实际效果，就是出图后实际文字高度为 3mm。关于线型比例（命令 `ltscale`）的设置就不多说，线型比例的设置主要是为了让各类线型，比如虚线能在当前图中正常显示，如果线型比例设置太小或太大我们看到的虚线就可能是直线，一般在 1:100 出图比例下，虚线 `dashed` 适当线型比例为 500~800 左右，大家可以自己测试调整。

虚线的显示与否有时与 `viewres` 这个快速缩放百分比的设置有关。如果调整线型比例无效时,可以试试加大 `viewres` 快速缩放百分比的值。

5、图例说明

在本例的 `cad` 绘制介绍中我们会用到以下图例:

 金卤灯  消火栓箱控制按钮  明装照明配电箱

 自带电源双管荧光灯  单联暗开关  应急壁灯

图例(图块)的做法在 `cad` 基础知识中已经有介绍,就不多说了。建议大家制作图例时尽量在 0 图层做, 0 图层颜色设置成随层(`bylayer`)状态,且不要在图块中套用图块,这样当你在其它图层状态插入图块时,图块的颜色才会随插入图层的颜色而改变,整个图面比较好控制,编辑管理时也方便。关于灯具和开关等电器设备的型号规格的确定这里也不阐述,大家可以根据产品样本进行选择。

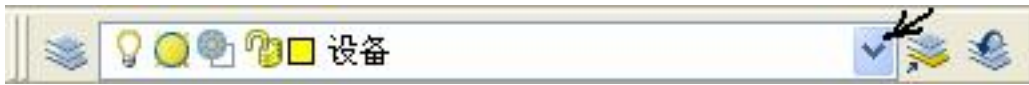
本例中我们设置的全局比例为 1:150,而插入的电气设备图例(图块 `block` 或 `wblock`)原来是在 1:100 的常用比例下制作,在 1:100 出图时刚刚适合阅览,因此插入 1:150 图中时要放大 1.5 倍。如果原来在 1:1 比例下制作的图块,适合 1:1 出图时阅览,那么插入 1:150 图中时就要放大 150 倍了。

6、平面图中电气设备的绘制

这里要先提醒大家绘图时应避免图形绘制在 `AutoCAD` 自动产生的图层(`DEFPOINTS`、`ASHADE` 等)上,这样会出现打印不出来的现象,因为这些图层是 `cad` 某些命令的辅助图层,自动设置成不打

印了。因此我们绘图时要尽量绘制在自己新设置的图层上。

先通过工具条上图层的下拉条把当前图层转换到设备层：



我们先来绘制厂房照明用的金属卤化物灯。照明设计必然涉及到照度计算问题，我们首先要通过照明空间的照度要求计算出所需的灯具数量。关于照度要求大家可以查找《建筑照明设计标准》GB50034-2004，里面说得很明确。要提醒大家，在确定灯具数量时要特别注意其中的节能要求，就是功率密度值的限制，这是强制性条例不能违反的。

照明的节能效果与灯具及灯源的选择密切相关，就拿荧光灯灯管的选择举个例，荧光灯 28W 的 T5 灯管的光通量相当于 36W 的 T8 标准型荧光灯管的光通量，而 36W 的 T8 三基色荧光灯管的光通量接近 36W 的 T8 标准型荧光灯管的光通量的 1.4 倍，因此我们在照明设计中采用荧光灯作为照明灯具时，可以通过选择荧光灯管类型而达到降低功率密度值的目的，这就是一种节能方式，同样道理我们可以用在其它灯具的选择上。

照度计算主要分为利用系数法、逐点计算法和单位容量估算法（这种方法不适用于施工图阶段），在很多设计手册中都有详细讲解，内容较繁锁，就不再长篇累牍。大家可以看看相应的电气和照明设计手册。

在本例中我们姑且认为经计算后车间内需要 30 盏 150W 的中照型配光金属卤化物灯具，安装高度 8.2 米。厂房长 59.82 米，宽 20.82

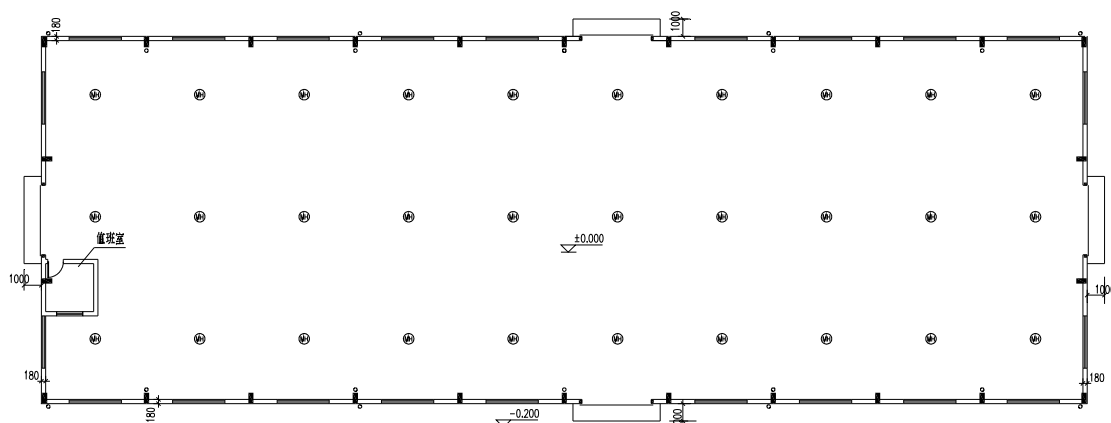
米，基本考虑一个跨度一盏灯距，灯具的行距为 7 米，列距为 6 米，一行 10 盏灯，共三行。

在平面图的 1~2 轴和 C~D 轴之间的通过插入命令（insert）插入一个代表金属卤化物灯具的图块，大概位置就行，不一定要那么准确，电气图纸尺寸要求不像建筑那么严格，然后点选修改菜单组中的阵列命令，或者在命令行输入 array 回车执行，会出现阵列菜单框如下，我们在这个菜单框中根据中文提示设置好数据。



图中行偏移-7000 就是说向下方偏移，如果向上方就为 7000，偏移量相当于 7 米，列偏移 6000 就是说向右方偏移，如果向左方就为-6000，偏移量相当于 6 米，偏移距离大家也可以通过后面对应的拾取按钮直接在图面上点取距离。设定好参数后，点取图片中箭头所指的选择对象按钮，拾取刚才插入的金属卤化物灯具的图块，确定后生成如下图所示（这里删除轴号使图形大些，轴号可以见前面的建筑

平面条件图):

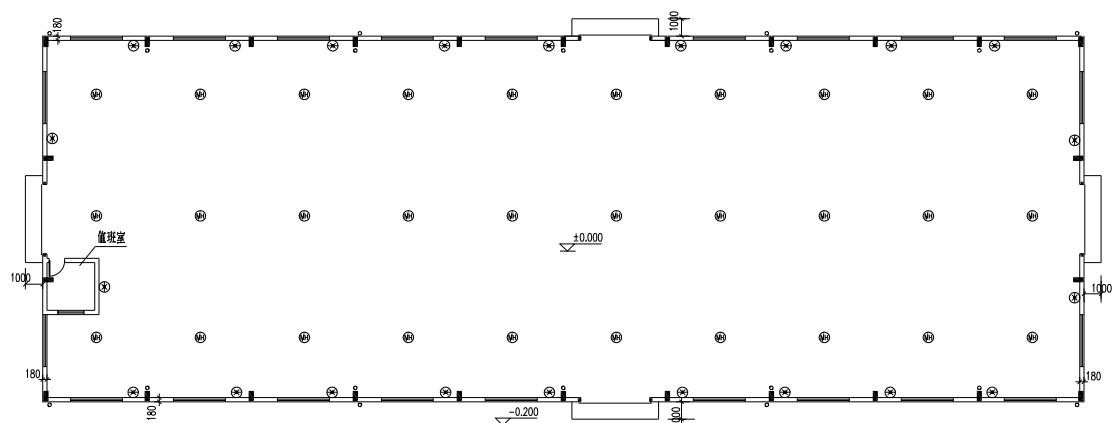


绘制好厂房主要照明灯具后我们继续设置自带电池的应急壁灯（2X3W），作为安全照明。由于厂房不大，灯具主要设置在厂房内部四周墙面上，要注意尽量在内部通道附近，作为电源故障时确保人员安全用，安装高度视现场情况安装在 1.8~2.2 米左右的墙面上，我们也可以采用先预留专用电源插座的方式。灯具用于火灾应急照明时在《建筑设计防火规范》中只要求应急时间不少于 30 分钟，现在一般应急照明灯具应急时间都能达到 90 分钟。要提醒大家注意《建筑设计防火规范》的第 11.3.4 条和 11.3.6 条有要求消防应急指示标志和灯具必须符合《消防安全标志》GB13495 和《消防应急灯具》GB17945 的有关规定，这一条我们最好写到设计总说明中，主要是为了杜绝施工单位为了省钱采用普通灯具配应急电池的做法。应急照明的照度要求《建筑照明设计标准》的第 5.4.2 条有明确规定。

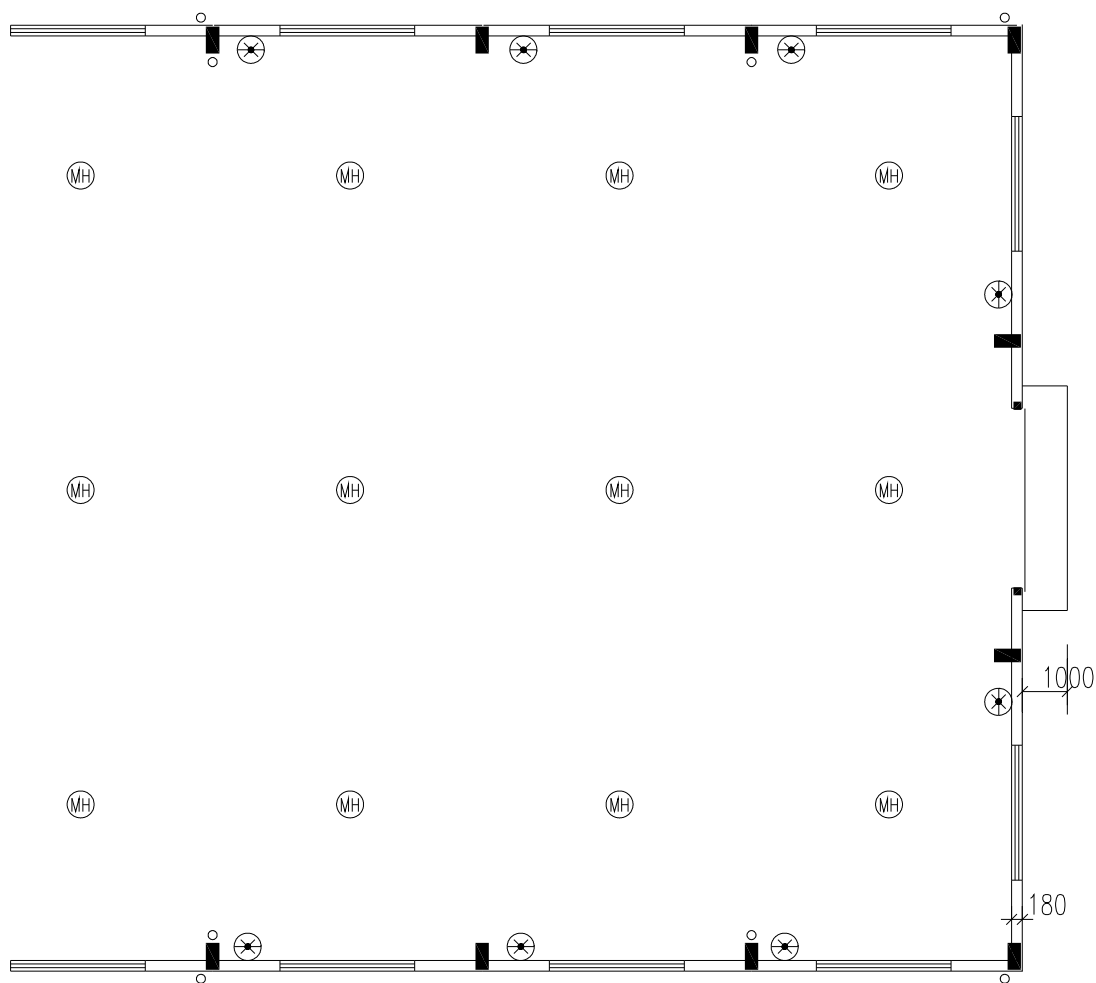
由于本例照明设备总容量不大，我们也可以考虑在照明箱处直接采用应急电源 EPS 作为整体集中备用电源，这样维护方便，也不需要另外设置应急灯具（只是要注意前面提到的消防应急灯具的规范要求），但采用 EPS 备用电源成本相对较高，特别是大面积备用

情况。要注意 EPS 不像柴油发电机那样能提供持续备用电源，断电时间长时，EPS 电能会耗尽，再充电时间也长，有可能出现断电时，EPS 电源投入运行并耗尽，这时出现消防状态时就无法保障消防设备的用电了。有些地方消防部门也不允许采用 EPS 作为除火灾应急照明外消防设备的备用电源，这时 EPS 就相当于将单盏应急灯具配带的电池集中起来一样。EPS 电源的选择可以参见相应产品技术资料，里面会说得很清楚，这里就不多说。

应急壁灯的绘制同样是在相应位置插入代表应急壁灯的图块，然后用复制命令（copy）或阵列命令（array）绘制。灯具位置上下对称的话，在绘制好上半部分灯具后可以采用镜像命令（mirror）把绘制好的灯具镜像到下半部分，这样能加快绘制速度，这些命令在修改菜单组内或工具条上都可以找到，大家多试试就很容易掌握。绘制完毕应急壁灯的效果如下：

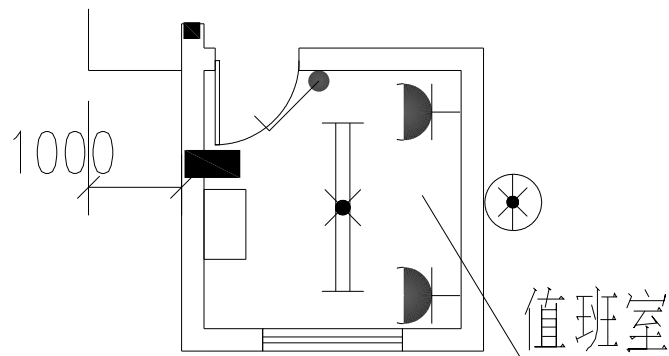


我们局部放大写再看：



接下来我们要进一步布置值班室的灯具、插座、照明箱以及消火栓箱控制按钮。消火栓箱控制按钮是用来在火灾时启动消防泵灭火的，消火栓箱控制按钮与消火栓箱配套供应，由给排水专业提供位置，设计时千万别忘了向给排水专业要条件，相应线路平面绘制就不专门示范了。车间厂房内插座可以由工艺考虑是否装设，电源可以由动力配电提供。普通用途的单相插座，负荷不大情况下可以和照明系统一起考虑，由照明配电箱配出回路。一般情况下可以暂时不考虑安装到位，因为车间内环境目前还不明确，可以先在照明箱或动力配电箱内预留配电回路。本例中照明箱不考虑车间内部插座回路的配出。

值班室布置过程与上面所述类似，布置完毕后效果如下：



值班室面积不大，顶棚高度只有 3 米左右（与厂房不同高），布置一盏 T5 管的双管荧光灯（2X28W）足够了，灯具吸顶安装，采用自带电池的荧光灯具，主要为了断电时进行必要的开关操作作用，应急时间要求与前面一致；照明暗装开关底距地面 1.2~1.4 米，距门框水平距离 150~200 毫米；暗装用插座底距地面不低于 0.3 米，如果在车间内布置，考虑到产品材料的堆放或清洗地面等因素，安装高度 1.5 米左右比较妥当；明装照明配电箱为了便于操作，而且考虑到安装在值班室内而非其它公共场所，安装高度底距地面 1.2~1.5 米。厂房灯具由于数量多而且都是大面积同时开启关闭，因此厂房内灯具的操作控制主要采用集中控制方式，在照明箱处统一操作。对于少许小开间场所可以采用翘板开关就地控制。这样整个照明平面的设备布置我们就完成了。对于没有值班室的厂房，我们可以将照明配电箱安装在厂房入口附近墙面上（方便操作），这时要注意厂房内部环境对照明配电箱的要求。

7、平面图中电气线路的绘制

电气线路的绘制与电气回路的划分有关。在给电器设备连线前我们要先确定哪几个电器设备可以划分为同一个回路。划分回路的依据是：首先对于不同用途灯具我们划分为不同回路，在本例中，车间照

明灯具、应急壁灯、值班室照明灯具、值班室插座分属不同功能用途，因此回路要分开。其次还要注意，单个回路功率上的限制以及配电距离、控制区域、灯具位置等也是划分回路的依据。

在《建筑照明设计标准》中的第 7.2.7 规定每一照明单相分支回路的电流不宜超过 16A，所接光源数不宜超过 25 个；连接建筑组合灯具时，回路电流不宜超过 25 A，光源数不宜超过 60 个；连接高强度气体放电灯的单相分支回路的电流不应超过 30A。请大家注意这一条与《民用建筑电气设计规范》的第 11.8.11 条的区别，民规中相应的第一句话说的是灯具数不超过 25 个，照明标准中说的是所接光源数不宜超过 25 个，也就是说单盏的双管荧光灯具按民规一回路可以接 25 盏，按新照明标准只能减半了。同样民规第 11.8.11 条还规定了回路插座数量不宜超过 10 个。但如果插座是接计算机等正常泄漏电流大的负荷，同一单相回路插座数量最多不宜超过 5 个为妥。

本例中我们考虑值班室照明灯具、值班室插座分别一个回路外，应急壁灯分上下墙面两个回路，每个回路 11 盏双头的应急壁灯。车间内一般照明灯具分三行布置，每行 10 盏。考虑到控制管理上的方便和必要时节省用电，车间内一般照明灯具每行分为两个回路，这两个回路交错配电，就是说从左至右看，第 1、3、5、7、9 盏灯属于一个回路，第 2、4、6、8、10 盏灯属于另外一个回路，这样如果灯具没必要全开时，一行只要打开一个回路的灯就行了，这样仅车间内一般照明灯共有 6 个回路。

现在我们开始连线。先通过图层窗口的下拉条把当前图层转换

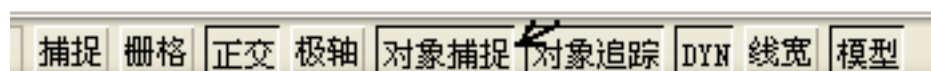
到顶线层：



还有一样事情要做，就是设置对象捕捉模式。对象捕捉模式设置的命令在工具菜单组的草图设置（dsettings），大家在命令行输入命令 osnap 回车也能调出这个设置窗口（如下图）。



窗口中打勾的部分是我们常用的捕捉模式，设置好后点击确定，进入对象捕捉模式开启状态，见 cad 下方的状态行。我们可以通过点击状态行的“对象捕捉”来打开和关闭刚才设定的捕捉模式，或者通过按 F3 键达到打开和关闭捕捉模式的目的。

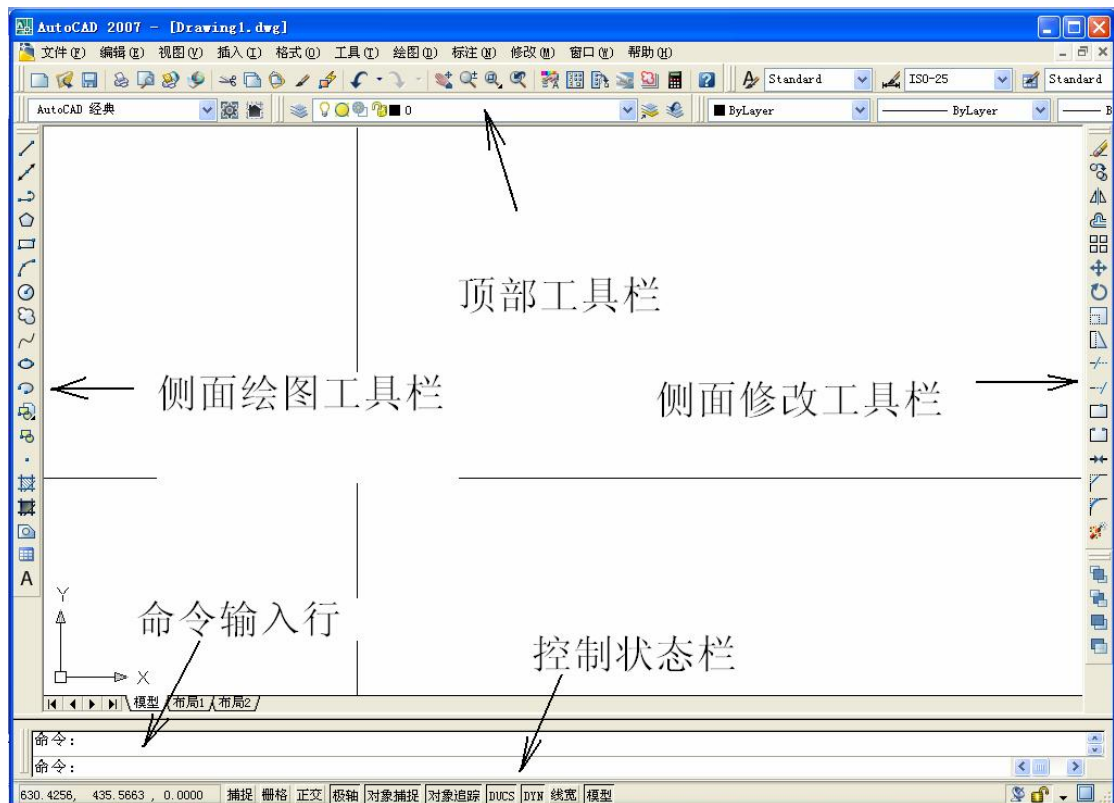


此外，你可以按住 Ctrl 键后单击鼠标右键，也会出现捕捉模式

选用菜单，你可以直接选取单独的捕捉模式。如下图：



这里顺便提一下 cad 工具条，其实前面提到的绘图命令基本都能通过工具条直接点选，我们在安装完 cad 后进入 cad 界面时就会看见常用的工具条，AutoCAD 最初显示以下几个工具栏：“标准”工具栏，“样式”工具栏，“图层”工具栏，“特性”工具栏，“绘图”工具栏，“修改”工具栏，如下图。我们可以直接点选工具条上的图标进行绘图，没必要在下拉菜单中寻找，使用熟练后绘图速度自然就快了。



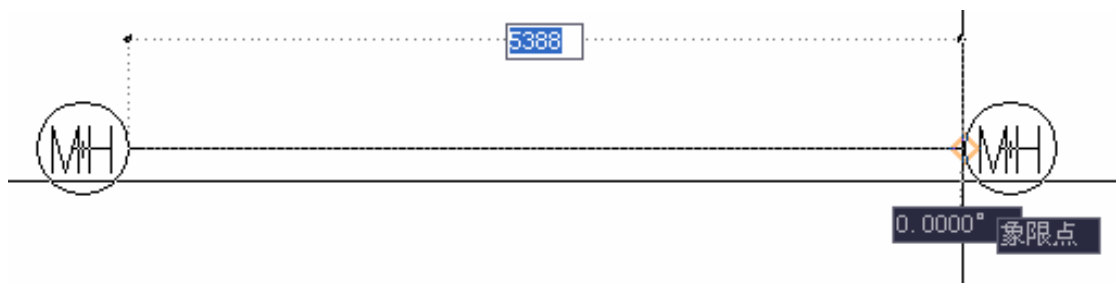
如果我们想要打开其它工具条，在已有的工具栏处直接点鼠标右键，在弹出的菜单中选择需要的工具条，调出后直接拖放到四周都可；如果无意中关闭了所有这些浮动工具条的话可以在视图菜单组的工具栏命令（**toolbar**）窗口中点击工作空间的 **Autocad 默认**，再点击右边自定义工作空间，然后在左边的工具栏处勾选你需要的浮动工具条即可；如果你嫌这样麻烦，可以通过工具菜单组→选项→配置→重置命令进行恢复，也可用 **MENULOAD** 命令，然后点击浏览，选择 **ACAD.MNC** 文件（注意不是 **ACAD.CUI** 文件）重新加载即可。

接本例绘图介绍，设备布置好后我们先把同回路设备用线连接起来（配电箱配出到设备的线后面再讲）。下面先画金属卤化物灯具间的电气线路。将通过 **zoom** 命令将窗口放大到第一行的第一个和第

二个灯具（从左往右数），执行直线（line）命令，打开正交状态（按F8），打开捕捉模式，捕捉第一个图例的圆的象限点（4分点），如图：



引线至下一个图例的圆的象限点并鼠标左键单击确定，如图：

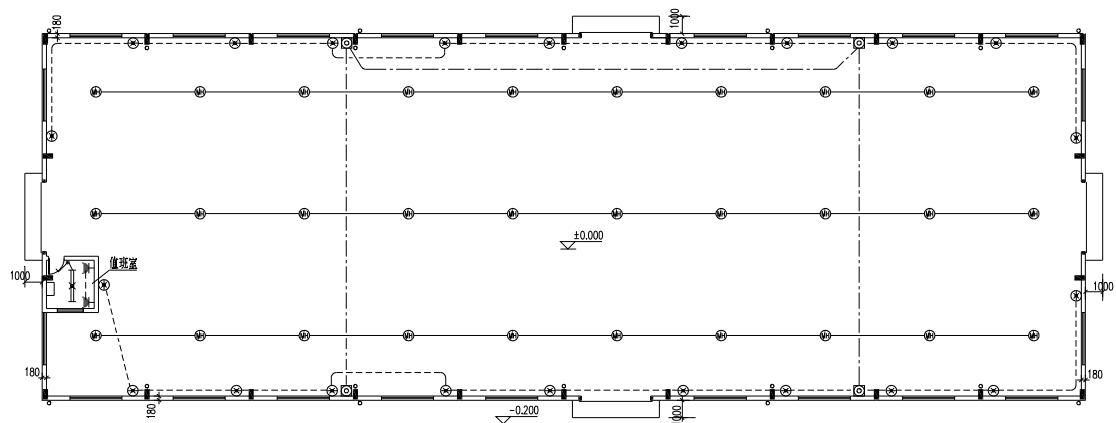


这样两盏灯间的连线就画完了，这条线代表两盏灯之间的电气线路。同样我们可以画出下两盏灯之间的线路。这里有个捷径，我们画完上面所述的一段线路后，可以用拷贝命令（copy）中的多重拷贝方式（M）将绘制的线段拷贝到第一行的其它灯具间，并通过窗口选取将第一行灯具的所有连线拷贝到第二行灯和第三行灯处，因为他们之间灯具距离都相同，位置也对应；或者我们也可以采用前面说的更简捷的阵列方式，将这条连线进行阵列，共3行9列（10盏灯具9段线），行距-7000，列距6000。这里介绍这些绘图方式的目的是希望大家能熟练地掌握它们，并将这些绘图命令加以灵活运用，这样会大大加快我们的绘图速度。

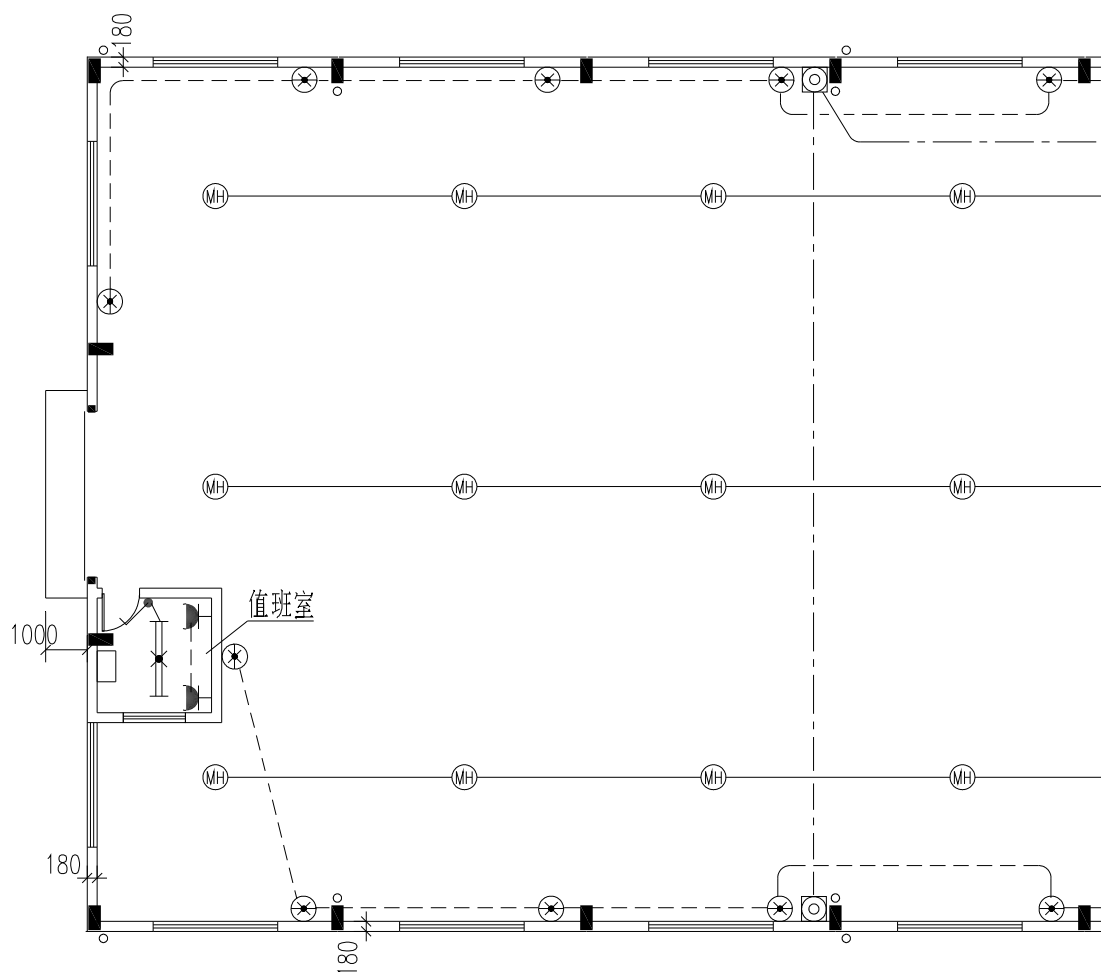
同样画法我们把应急壁灯、值班室灯具和开关、值班室插座按前面考虑的回路连线完毕（包括消火栓控制按钮），其中应急壁灯、

插座的连线采用地线层（线型为虚线），表示埋地敷设，消火栓控制按钮的连线采用控制层（线型为点划线），表示是控制线路。判别线路埋顶板敷设还是埋地敷设主要看那种方式埋设线路最短且最方便。

我们绘制的电气线路主要示意起止点，只是告诉施工人员这个线路从哪个设备到哪个设备，施工时电气施工人员会根据现场情况作适当调整，不会和设计图中完全一致。也就是说我们绘制线路时不一定要直来直去，有时为了图面清楚可以画成折线，折角处用圆角命令（**fillet**）改成圆弧（这是线路暗敷设时画法，明敷设时可为直角）。如果 1:100 比例出图，线与线间的圆弧半径可以设置为 200 绘图单位，其它出图比例相应调整。尽管如此，我们在绘制电气线路时还是要注意电气线路在楼板同一点处是严禁三管及三管以上交叉，因此在绘图时要尽量避免施工时出现这种问题的可能性。设备间的连线的绘制应该很简单，相交的线要采用修改菜单组中的打断命令（**break**）断开，一般埋顶的线断埋地的线。还有线路与此线路无关的设备图例（是指不是用这条线路配电的电气设备）相交时线路也要断开，设备间线路绘制完毕后初步效果如图：



我们局部放大看看：



接下来我们要考虑配电箱配出到设备的线路。由于本例是钢结构厂房，只有值班室局部为混凝土框架结构，因此厂房照明线路只能走明管，前面说过厂房照明共设置了六个回路，每行两个回路交错控制，因此线路从配电箱引出时可以考虑采用金属线槽方式走到厂房顶棚下灯具吊点高度左右转成穿钢管敷设到灯具位置，注意在灯具处钢管与电气设备、器具间的电线保护管宜采用金属软管或可挠金属电线保护管，但金属软管的长度不宜大于 2 m。对于回路功能、设备种类、电压及负荷等级等等均类似的设备的配电回路我们可以考虑两个及两个以上回路的共管敷设，如图中厂房一般照明灯同一行的两个回路就可以考虑共管敷设。金属线槽线路的画法如下：

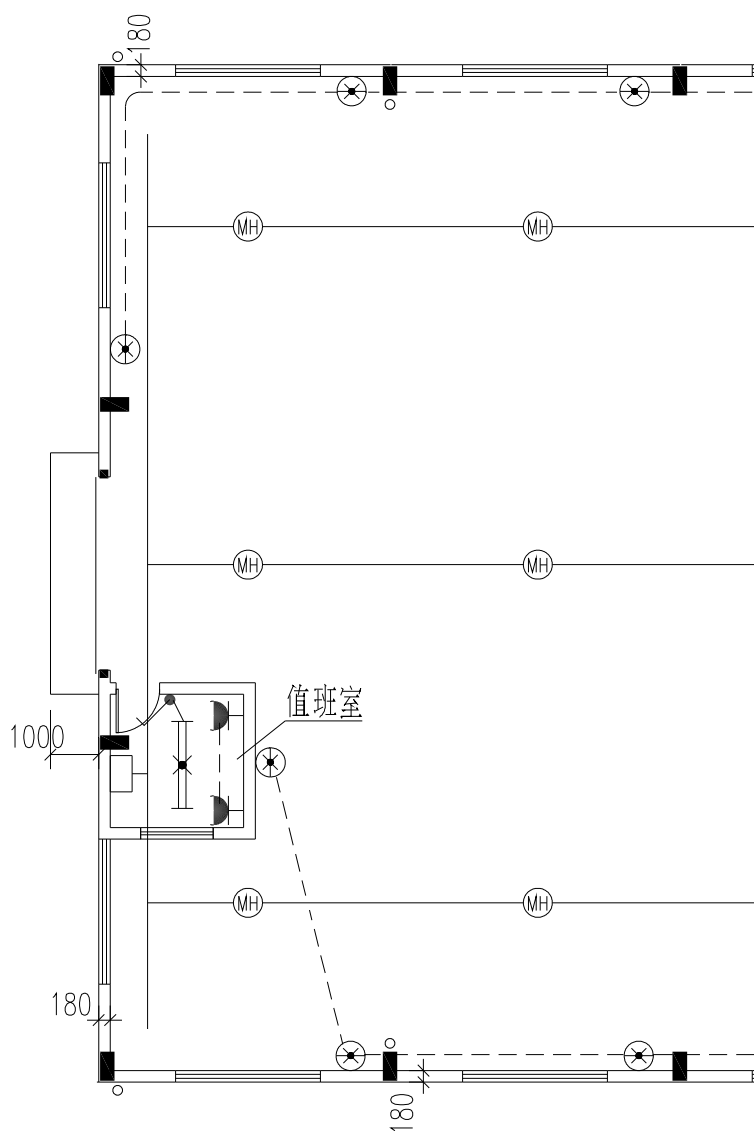
先把当前图层转换到线槽桥架层



金属线槽线路方向考虑与金属卤化物灯具线路垂直，靠近配电箱，由配电箱直接引出。金属线槽标准符号为 **MR**，线路可以用下面形式表示：



初步画法如下，先在线槽桥架层画好代表线槽的直线：



由于线槽数量不多，而且颜色与其它某些层同，比如根数层，

我们可以先把代表线槽的线路转换为带宽度的多义线，其它线路宽度可以在打印设置时通过设定颜色笔宽实现。你也可以事先通过关闭其它层的办法将不同类别也不同图层的电气线路转换成带不同宽度的多义线，这样出图打印时就不再设定了。

电气专业线路一般形成蓝图后宽度在 0.4~0.6 毫米比较妥当，因此在出图比例为 1:100 时，cad 内电气线路线宽可设定为 40~60，建筑平面线条设定为 15，其它线条如标注说明等设定为 20~25，出图比例为 1:150 时，cad 内电气线路线宽设定为 60~90，建筑平面线条设定为 22，其它线条如标注说明等设定为 30~38，就可以了。桥架、线槽线路设定宽度时比照明等配电线路宽些，1:100 比例的设定为 100，1:150 比例的设定为 150。以上只是建议性设定，具体靠大家平时设计时摸索。

我们现在将代表线槽的线路段转成线宽为 150 的线路段（出图比例 1:150）。修改菜单组→对象→多段线，点击执行，或命令行输入 pedit 回车执行命令，出现：

命令: pedit (回车)

选择多段线或 [多条(M)]: m (回车) ←一次性选择多段要改宽度的线

选择对象: (鼠标点选)

然后用鼠标选取刚才画的代表线槽的所有线段后回车，出现：

选择对象: 找到 1 个，总计 2 个

选择对象: (回车)

是否将直线和圆弧转换为多段线? [是(Y)/否(N)]? <Y> (回车默认)

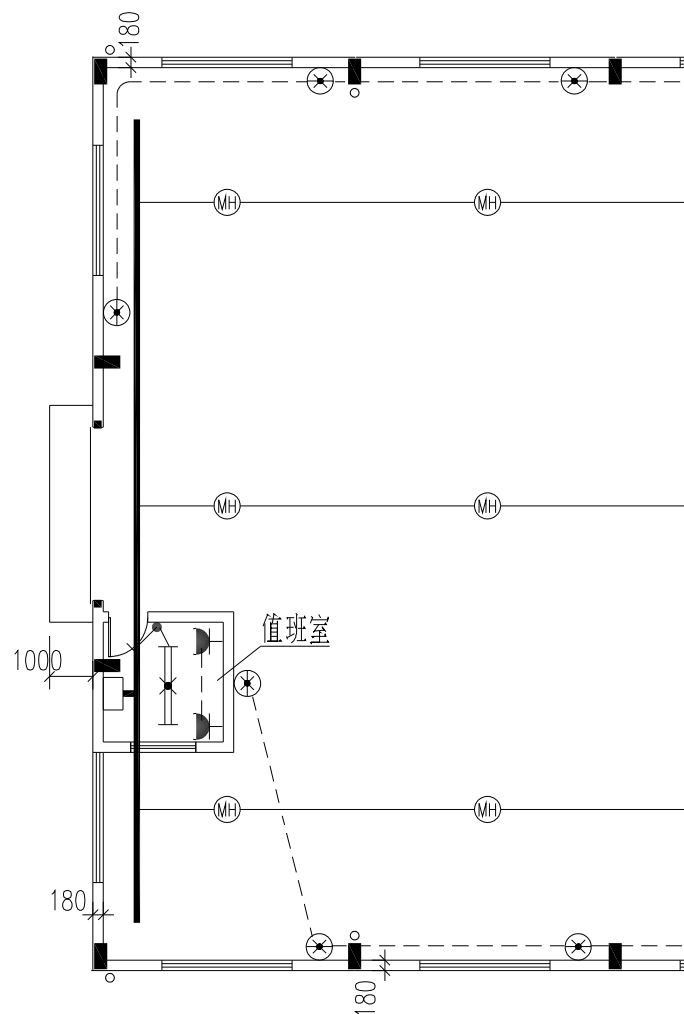
输入选项

[闭合(C)/打开(O)/合并(J)/宽度(W)/拟合(F)/样条曲线(S)/非曲线化(D)/线型生成(L)/放弃(U)]:w (回车) ←选择调整宽度

指定所有线段的新宽度: 150 ←输入线宽度后回车

输入选项 [闭合(C)/打开(O)/合并(J)/宽度(W)/拟合(F)/样条曲线(S)/非曲线化(D)/线型生成(L)/放弃(U)]: (回车)

执行后, 出现:



下一步我们要把代表金属线槽的文字 **MR** 标注到线路上（我们也可以采用直接设置带字体的线型方式实现这种标识，后面再介绍）。标注的方式有多种，这里介绍一种快捷的方式。我们先在图中空白处用 **dtext** 命令（绘图菜单组→文字→单行文字）输入文字 **MR**，字高设定为 450 高（1:150 比例下），然后用 **block** 命令做成图块，名称就叫 **MR**，图块插入点设定在文字中心位置。做完后我们可以执行绘图菜单组→点→定距等分（**measure**）或定数等分命令（**divide**），这里以定距等分（**measure**）命令为例，执行后出现：

命令: **measure** (回车)

选择要定距等分的对象: (鼠标拾取)

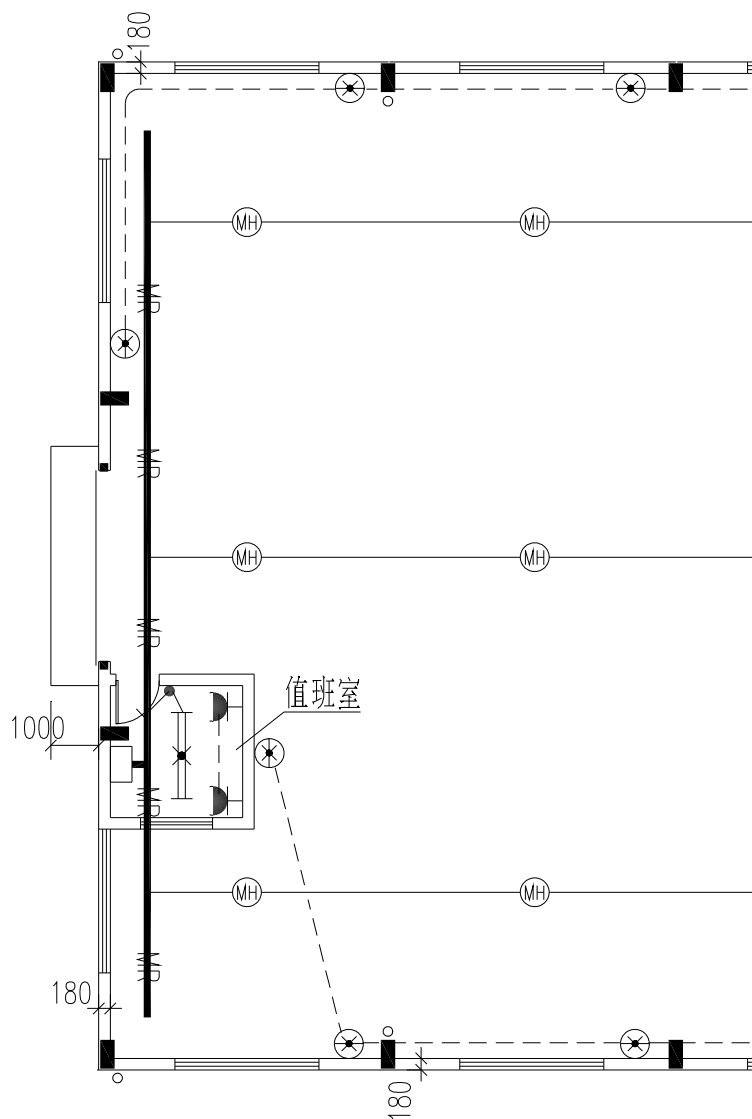
指定线段长度或 [块(B)]: **b** (回车) ←采用图块等分

输入要插入的块名: **mr** (回车) ←刚才做好的文字图块名称

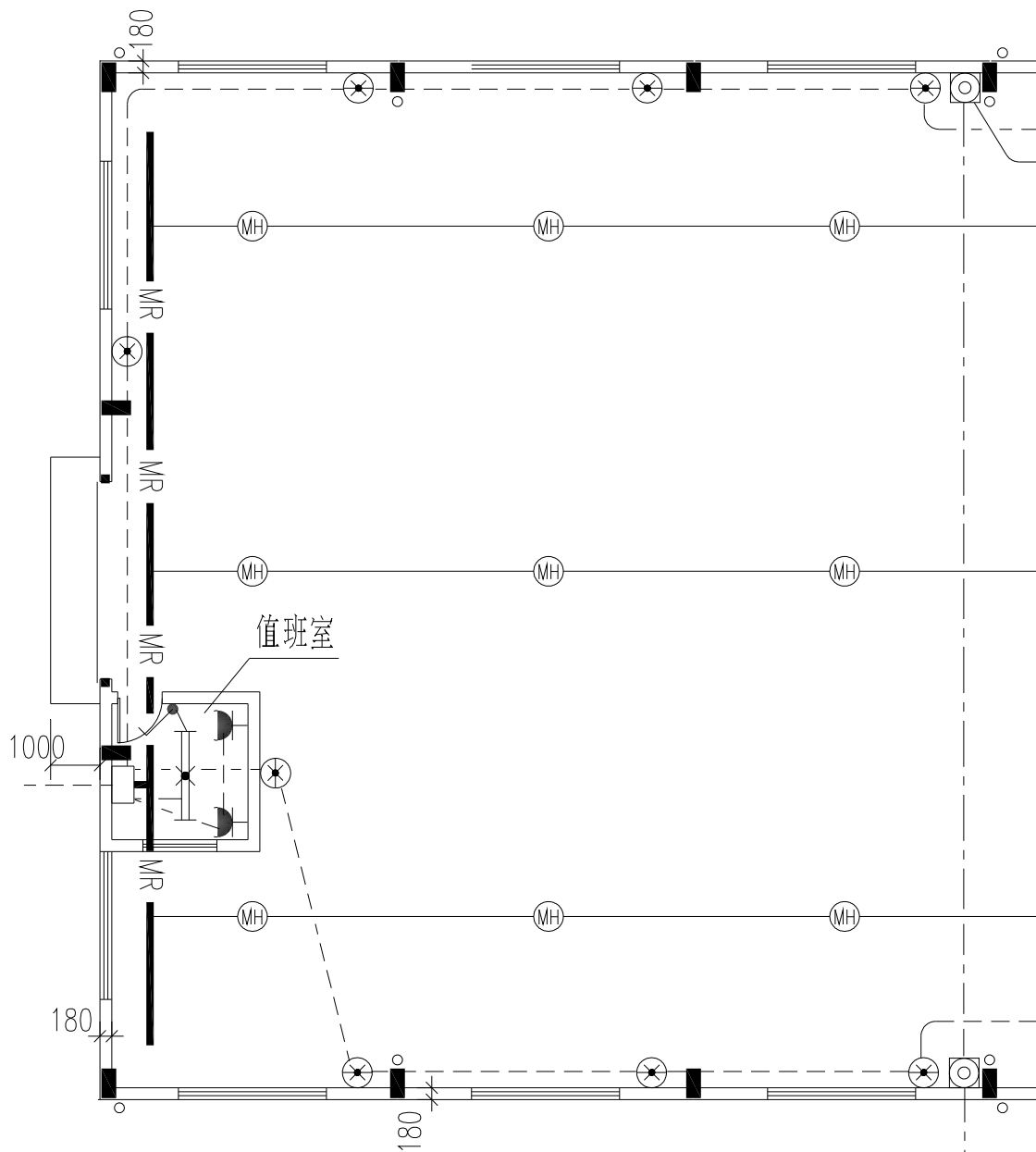
是否对齐块和对象? [是(Y)/否(N)] <Y>: (回车默认)

指定线段长度: **3500** ←等分的长度 (回车后执行)

结果如下：



我们采用移动命令（move）适当调整文字图块 MR 位置后，用修改菜单组中的打断命令（break）断开线与文字重合部分，然后我们把其它设备与配电箱间的线路连上，最终局部效果如下：



设置带字体的线型的 Autocad 的 acad.lin 文件中就可以进行。

acad.lin 文件在 C:\Documents and Settings***\Application Data\Autodesk\AutoCAD 2006\R16.2\chs\support\路径下, ***为操作系统用户名称。你可以双击打开 acad.lin, 并参照 HOT_WATER_SUPPLY 线型或 GAS_LINE 线型的设置进行添加和修改。设置好后就可以在绘图时随时加载了, 加载方式与其它线型的加载相同。要注意这种线

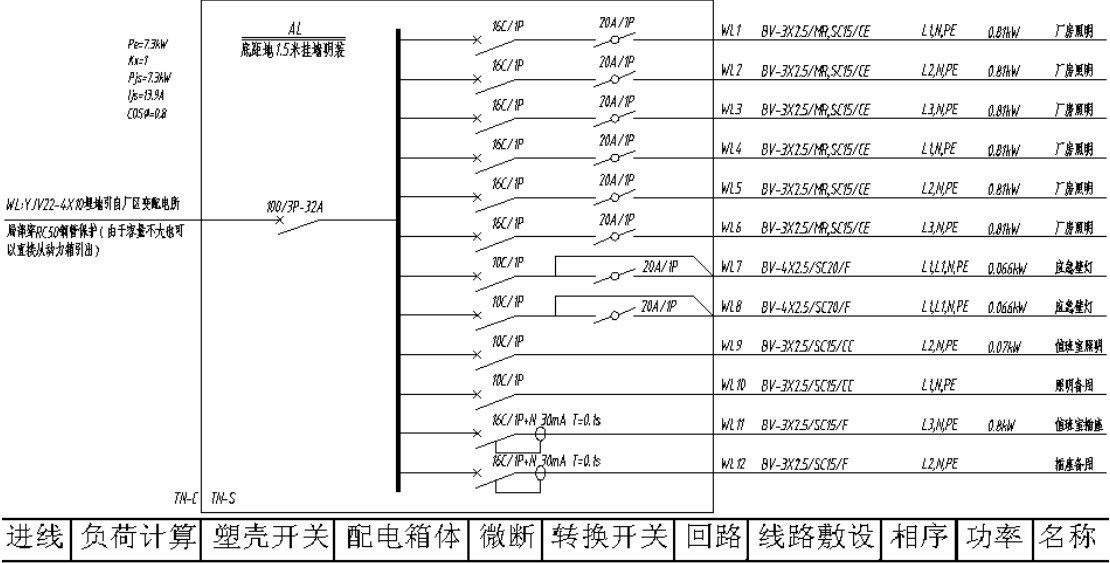
型设置后不能再用打印设置中设置线宽的办法，这样线型中的文字也会打成粗线的，我们可以在绘图时就将线设置成带宽度的多义线，然后出图就可以避免这类错误了。

8、照明配电系统图的绘制

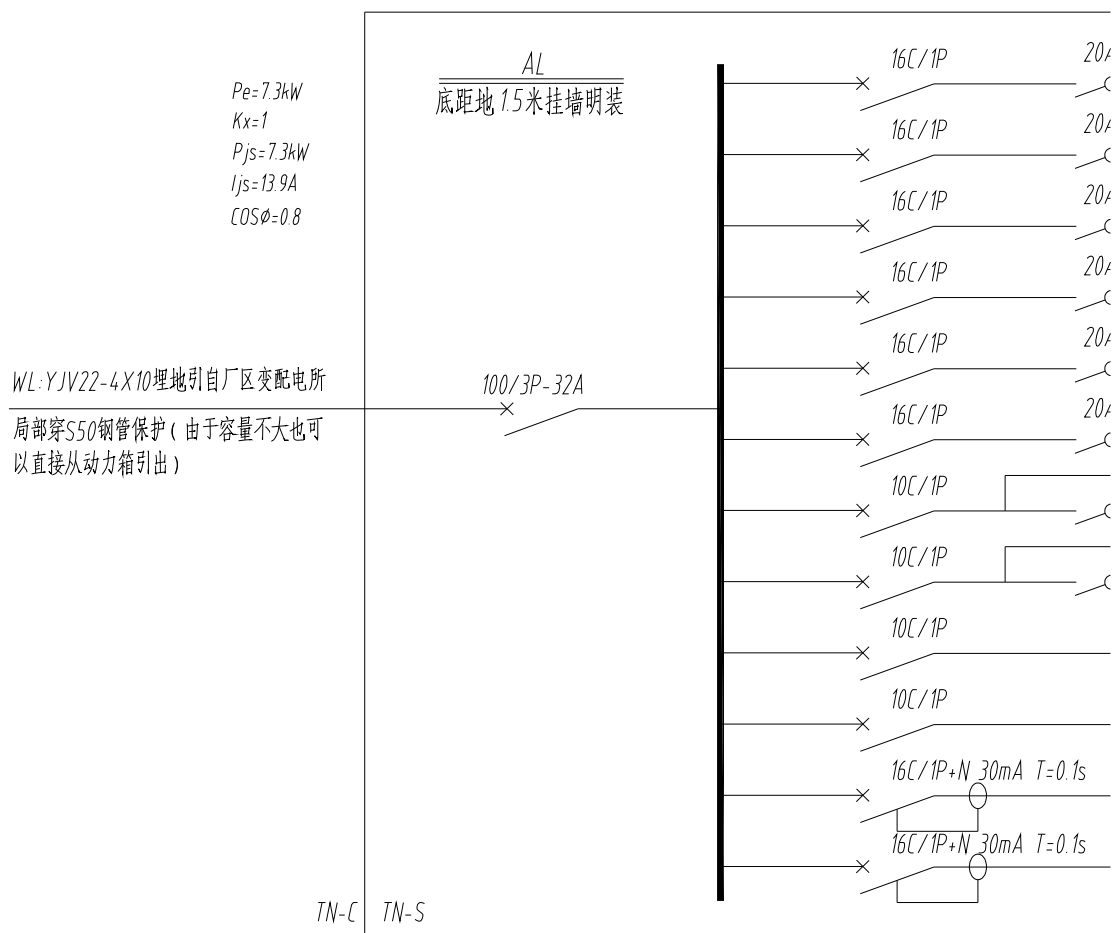
线路会置完毕后，我们就可以先根据前面划分的回路来绘制照明配电箱的配电系统图了，这里配电系统图按我们常用的 1:100 比例绘制。

前面说过车间照明灯具 6 个回路、应急壁灯 2 个回路、值班室照明灯具 1 个回路、值班室插座 1 个回路总计 10 个回路，考虑到每个箱体 20%回路的预留量，照明配电箱应设置 12 个回路。

本例配电系统图的结构形式如下：



局部放大我们细看一下，先从进线部分往下看：



本系统图中电源进线可以引自厂区变配电房，由于功率不大也可以直接引自厂房内的动力电源总箱。注意由变配电房直接引入的电源线路如果截面太小要进行短路时动热稳定的校验。本系统图中进线电缆我们采用交联电缆直埋地敷设。一般室外直埋地敷设电缆我们都选铠装，铠装电缆能承受机械外力作用。YJV22 电缆在工艺制作和材料上与 VV22 电缆不同，同规格载流量比 VV22 电缆大很多，大家可以看看国家标准图集《建筑电气常用数据》04DX101-1。进线电缆的规格 $4\text{X}10\text{mm}^2$ 是根据进线开关电流整定值选取的，采用 4 根是因为本例系统接地方式是 TN-C-S，就是说电源引入时是 TN-C 系统，三根火线加一根 PEN 线（这里 PEN 线是绝对不允许断开的），引入建

筑后在总开关前 PEN 线重复接地后严格分开为 PE 线和 N 线，之后配线时 PE 线和 N 线不得混接，也就是说进入建筑后接地方式转为 TN-S 系统，就是三根火线加一根 PE 线和一根 N 线。电源引入的 TN-C-S 接地方式是在变配电所室外独立设置或者变配电所建在其它栋楼里时常用的一种电源引入的接地方式。如果变配电所在本栋建筑内部则采用 TN-S 接地方式，也就是 PE 线和 N 线自变压器后严格分开。WL 是进线回路的编号。这里进线我们穿的是水煤气管，《建筑电气工程涉及常用图形和文字符号》中没有对水煤气管给出标注形式，以前的图集标注方法是 RC。穿水煤气管的规范依据可以见《低压配电设计规范》GB50054-95 的第 5.2.8 条。

箱体负荷计算如下：

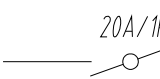
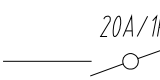
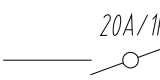
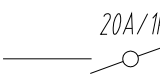
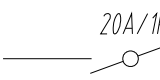
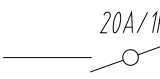
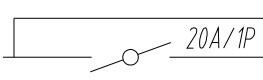
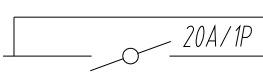
$P_e = 7.3kW$	设备功率
$K_x = 1$	同时使用系数
$P_{js} = 7.3kW$	计算功率
$I_{js} = 13.9A$	计算电流
$\cos\phi = 0.8$	功率因数

其中设备功率是选取三相中最大相负荷乘 3 得出的。考虑到负荷以照明负荷为主，同时使用概率高，而且负荷又不大，为预留一点扩展容量我们同时使用系数取 1。根据《建筑照明设计标准》的第 3.3.5 条和第 7.2.10 条规定，照明灯具都应该采取节能措施（也就是单灯的无功功率补偿），功率因数一般不会低于 0.9，但由于有少许插座负荷，我们总体功率因素按 0.8 考虑（0.85 也可以），预留了一定余量。电流计算公式 $I_{js} = P_{js} / (\sqrt{3} \times 0.38 \times \cos\phi)$ 。

配电系统中的负荷计算和开关设备选择涉及的方面很多，大家可以参见《工业与民用配电设计手册》（第三版）的相关内容。先避开手册上种类繁多的正规计算公式，这里谈一下通俗的设备选择方式，简单地说就是，微型断路器整定过载保护电流 >1.25 回路计算电流，塑壳开关（额定电流 125A 以上）整定过载保护电流 >1.1 回路计算电流，回路上其它设备额定电流（包括线路载流量） $>$ 断路器整定过载保护电流。当然设备选择还涉及到开关的短延时脱扣电流和瞬时脱扣电流的整定，这里不多说了，大家自己深入去了解。

AL 是配电箱的箱体编号。100/3P-32A 说明塑壳开关壳体额定电流为 100A，是三极开关，过载整定电流值是 32A。一般靠近变配电所的箱体以及单体建筑总箱的进线总开关选用塑壳开关，不要采用微断，因为有可能短路冲击电流较大。三相断路器一般选用三极开关（只同时通断 L1~3 相），这样可以避免断零故障烧毁设备。四极开关（同时通断 L1~3 相和 N 线）一般使用在有漏电保护附件时和双电源互投时，可以参见《全国民用建筑工程设计技术措施 电气》的 4.5.3 的 17 条。整定电流值是 32A 也预留了一定余量。

微型断路器的规格 16C/1P 表示单相微断过载整定电流值为 16A，是 C 型（普通配电用）的单极微型断路器，如果负荷为电动机则采用的 D 型微断，D 型微断能承载电动机短时的启动电流。16C/1P+N 30mA T=0.1s 表示带漏电保护附件的单相微断，同时通断火线和零线（N 线），N 线不考虑过载，考虑 N 线过载保护时选用 2P 开关，漏电整定电流值为 30mA，跳闸动作时间 0.1 秒，其它符号表示与上面同。

	WL1	BV-3X2.5/MR,SC15/CE	L1,N,PE	0.81kW	厂房照明
	WL2	BV-3X2.5/MR,SC15/CE	L2,N,PE	0.81kW	厂房照明
	WL3	BV-3X2.5/MR,SC15/CE	L3,N,PE	0.81kW	厂房照明
	WL4	BV-3X2.5/MR,SC15/CE	L1,N,PE	0.81kW	厂房照明
	WL5	BV-3X2.5/MR,SC15/CE	L2,N,PE	0.81kW	厂房照明
	WL6	BV-3X2.5/MR,SC15/CE	L3,N,PE	0.81kW	厂房照明
	WL7	BV-4X2.5/SC20/F	L1,L1,N,PE	0.066kW	应急壁灯
	WL8	BV-4X2.5/SC20/F	L1,L1,N,PE	0.066kW	应急壁灯
	WL9	BV-3X2.5/SC15/CC	L2,N,PE	0.07kW	值班室照明
	WL10	BV-3X2.5/SC15/CC	L1,N,PE		照明备用
1mA T=0.1s	WL11	BV-3X2.5/SC15/F	L3,N,PE	0.8kW	值班室插座
1mA T=0.1s	WL12	BV-3X2.5/SC15/F	L2,N,PE		插座备用

转换开关额定电流 20A 就不多说了，我们采用转换开关的目的就是用来通断照明回路，有些人会问为什么不直接在微断上操作？这两方面的原因，一方面断路器是不频繁操作电器，经常带负荷通断会降低断路器触头的使用寿命，容易损坏；另一方面直接采用断路器的翘板操作，势必影响配电箱、柜的防护等级，这在设备防护等级要求高的场所使用就不合理了。比如有些较潮湿的环境，灯具的防护等级就要求不得低于 IP54，当然配电箱也一样，能直接操作断路器翘板的箱体的防护等级是肯定达不到要求的。因此对于工业建筑中需要直接在配电箱、柜处统一操作照明回路的情况，建议采用安装在箱、柜面上的控制按钮（通过接触器控制）或转换开关等电器操作。

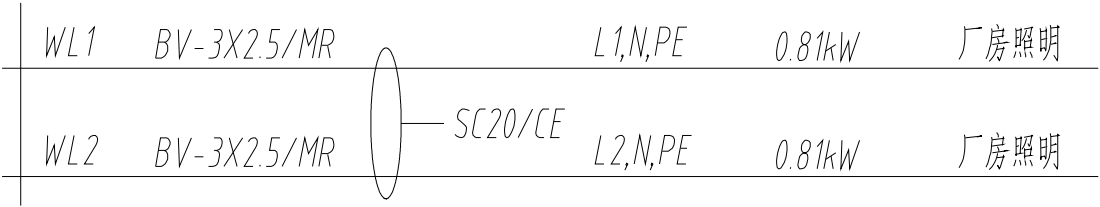
这里所有照明回路都配出了 PE 线。我们知道照明灯具根据防触电保护方式可分为四类：0 类，保护依赖基本绝缘（在易触及的部分及外壳和带电体的绝缘），使用在安全程度高的场合且灯具安装维护方便，如空气干燥、尘埃少、木地板等条件下的吊灯、吸顶灯；I 类，除基本绝缘外，易触及的部分及外壳有接地装置，一旦基本绝缘失效，不致有危险，用于金属外壳灯具，如投光灯、路灯、庭院灯等，提高安全程度；II 类，除基本绝缘外，还有补充绝缘，做成双重绝缘或加强绝缘，提高安全性，绝缘性好，安全程度高，适用于环境差、人经常触摸的灯具，如台灯、手提灯等；III 类，采用特低安全电压（交流有效值 $<50\text{V}$ ），且灯内不会产生高于此值的电压，灯具安全程度最高，用于恶劣环境，如机床工作灯，儿童用灯。0 类灯是一种没有安全保护，无双层绝缘等保护形式的灯具，只要电线一漏线，基本保护就破损，容易产生危险。国外已经不生产零类灯具，我国零类灯也将逐步退出市场，室内照明设计应该考虑使用 I 类灯具的可能性。根据《建筑照明设计标准》中第 7.2.12 条规定，当采用 I 类灯具时，灯具的外露可导电部分应可靠接地，因此所有照明配电回路都要考虑 PE 线的敷设到位。

系统图中 WL7 和 WL8 回路增加了一根线是作为应急壁灯的充电和电源监视用的。因为本例中我们是通过转换开关来操作应急壁灯的，因此必须在转换开关前引出电源监视线，以避免受转换开关的影响。值班室照明灯（WL9 回路）的也是带电池灯具，但是由于它是

受现场的翘板开关控制，所以配电箱处不必多配出电源监视线。本例中应急壁灯也可以不通过转换开关控制，直接配出回路，只要考虑断电时点亮就可以，这时也不需要单独配出一根电源监视线。

BV-3X2.5/MR,SC15/CE 表示采用 BV 型电线 3 根单根截面 2.5mm^2 沿金属线槽敷设，引出线槽后穿 15（指钢管内径。注意塑料管的规格是指外径，如 PC16,其中 PC 指穿硬塑料管保护，16 就是管的外径）规格厚壁钢管保护沿顶板明敷。注意本例厂房内无建筑吊顶，《低压配电设计规范》的第 5.2.7 条规定，在建筑物的顶棚内，必须采用金属管、金属线槽布线。这条目前存在争议，争议的焦点就是阻燃或难燃的塑料管以及塑料线槽在顶棚内能不能使用的问题，个人认为应该是可以的，但规范毕竟是规范，不能违反。关于线路敷设还存在个问题，就是《低压配电设计规范》的第 5.2.8 条规定的钢管壁厚不小于 1.5mm ，大家可能用过 KBG 扣接钢管，它不需要跨焊的，施工时方便，但是它的壁厚就小于 1.5mm ，尽管厂方提供各类实验证明，但是规范规定无法更改，因此建议不要在暗敷设时以及消防等比较重要的线路上使用，用在普通照明的明敷设线路上还是可以考虑的。关于配线还要注意，导线规格的选择除了与保护开关以及回路计算电流密切相关外还与照明线路允许的电压降有关。《建筑照明设计标准》的第 7.1.3 条对灯具的端电压做出了规定，因此对于较长的线路，我们要校验线路末端的电压降，特别是采用安全特低电压供电的线路。线路电压降的校验可以参见《工业与民用配电设计手册》（第三版）的相关内容。

前面提到，本例厂房照明中同一行的同类灯具回路引出线槽后可以共管敷设，比如 WL1 和 WL2 为同一行灯具回路，可以同时穿 20 规格厚壁钢管敷设，修改后的表示方式如下，图中的椭圆我们采用绘图菜单组→椭圆→中心点 ellipse 命令绘制，其它雷同：



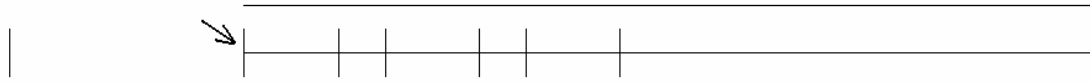
系统图中我们分配相序时尽量三相保持平衡，最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的 115%，最小相负荷不宜小于三相负荷平均值的 85%。照明设备的负荷功率统计时，除了灯具灯源本身的功率外，我们还要考虑气体放电灯整流器的功率损耗（在功率密度计算中也不要忘了），其中荧光灯具整流器的功率损耗为灯源功率的 20%，其它类灯具整流器的功率损耗为灯源功率的 8%左右。

我们整定微断过载电流时还要注意金卤灯从开启到正常工作的启动阶段，有 1~2 分钟电流会上升到正常工作电流的 2 倍，因此我们确定微断的整定电流时要避开这个电流值。在本例中，车间照明一个回路 0.81KW，功率因数取 0.9，算出计算电流为 4.1A，短时电流启动阶段电流为 8.2A，因此选用 16A 整定值微断。

介绍完配电系统图的结构和标识符号的含义，下面我们简单介绍下 cad 中如何绘制上面介绍的系统图。

这里系统图中线路可以采用前面设定的顶线层，开关可采用设备层，文字可采用标注层。我们先按前面介绍方式把当前层置为顶线层。先画出下图中箭头所指垂直短线，执行直线命令（line），任意选

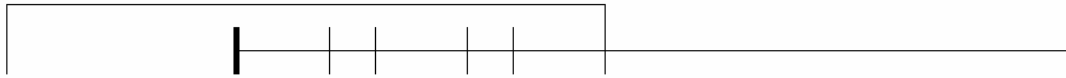
取第一点，在提示选取下一点时，输入 1000<-90



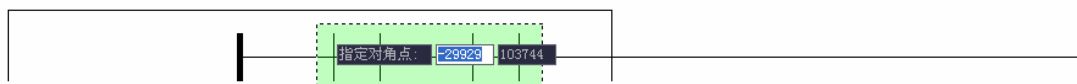
然后回车，就是说第二点在向下 90 度方向与第一点距离为 1000 绘图单位的位置。还有两种更简单的画法，一种是打开正交状态（F8 键），在要求拾取第二点时鼠标向下方移，会看见引出线方向垂直向下，输入 1000 后回车，绘出的线段效果与前面相同；另外一种是对坐标的输入（在正交状态时，一般输入为：@x,0 或@0,y），在要求拾取第二点时输入相对坐标 “@0,-1000” 表示下一点相对上一点 Y 方向向下增加 1000，X 方向增加为 0（如果是 X 方向增加 50，Y 方向增加 100，就是@50,100）。绘制完垂直短线后，再次执行直线命令，并打开捕捉状态功能，捕捉垂直短线中点，确认正交状态（F8 键）打开，鼠标向右方移，输入 18000 后回车，出现与短线垂直的长度为 18000 的水平线。然后用修改中的偏移命令（offset）将水平长线往上偏移 1000，将前面的垂直短线往左边偏移 5000，往右边偏移 2000，再将右偏过后短线偏移 1000，同样再 2000，再 1000，再 2000，形成上图。我们用修改菜单组的复制命令（copy）也能完成上图绘制，比如执行复制命令，拾取复制物（箭头所指短线），点取复制的第一基准点，打开正交状态（F8），鼠标往右方向移一段，命令行输入 5000 回车后和通过偏移命令将箭头所指短线往右偏移 5000 效果一样。

下面将上图箭头所指的垂直线段转换为带宽度线（代表箱体母线排），采用修改菜单组→对象→多段线命令（pedit），将线宽设置成

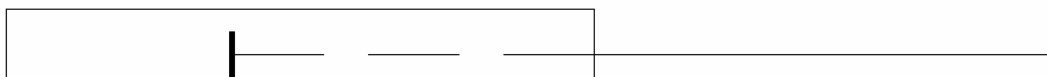
100, 修改后, 采用修改菜单组中的倒角命令 (chamfer), 将最左边最右边的垂直短线与最上面的长线进行倒角操作, 效果如下:



执行修改菜单组中的修剪命令 (trim), 采用 C (经过) 拾取方式, 点中间间距 1000 的四段垂直短线的右下角并往左上角框选。



选择后点取要减断的线路, 然后删除这四根短线, 效果如下:



现在继续画断路器, 转换到设备层: 执行直线命令 (line), 画三段线

命令: line

指定第一点: (鼠标点选)

指定下一点或 [放弃(U)]: 1100<-160 (回车)

指定下一点或 [放弃(U)]: (回车)

命令: line

指定第一点: (鼠标点选)

指定下一点或 [放弃(U)]: 250<45 (回车)

指定下一点或 [放弃(U)]: (回车)

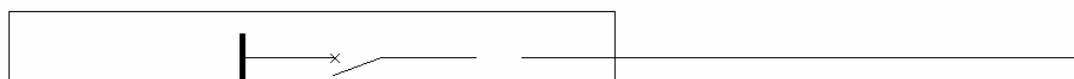
命令: line

指定第一点: (鼠标点选)

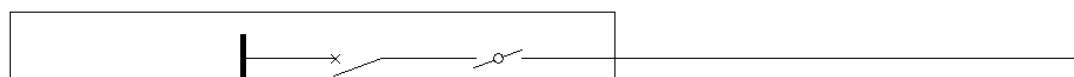
指定下一点或 [放弃(U)]: 250<-45 (回车)

指定下一点或 [放弃(U)]: (回车)

通过移动命令 (**move**), 捕捉后面两段短线中的一段短线的中点并移动, 使这两段短线形成交叉线, 然后捕捉交叉线交点将交叉线移动到前面画的线路断路器所在位置线路的端点上, 同样移动第一段线, 形成断路器符号, 大家可以吧这个符号做成图块, 供以后随时调用。



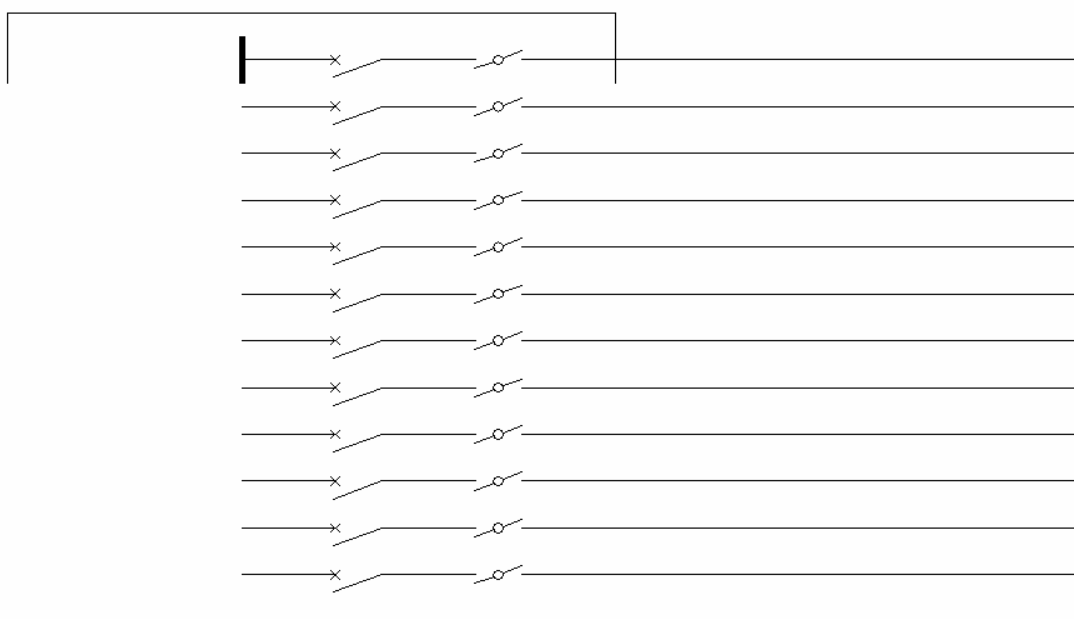
平行拷贝断路器的较长斜线 (以斜线右边端点为基准) 到转换开关处的右边端点, 斜线上移 188, 以斜线中点为圆心画一个半径 100 的圆 (绘图菜单组→圆→圆心、半径 **circle**), 修剪 (**trim**) 掉圆内线段, 形成转换开关符号。



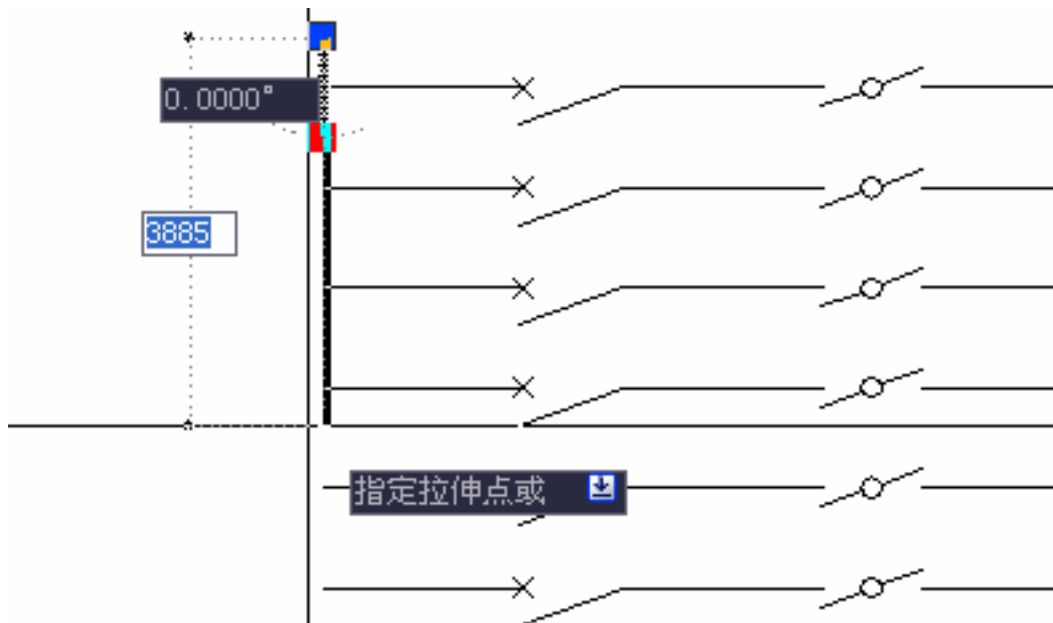
将所画的第一个回路进行间距-1000 的阵列



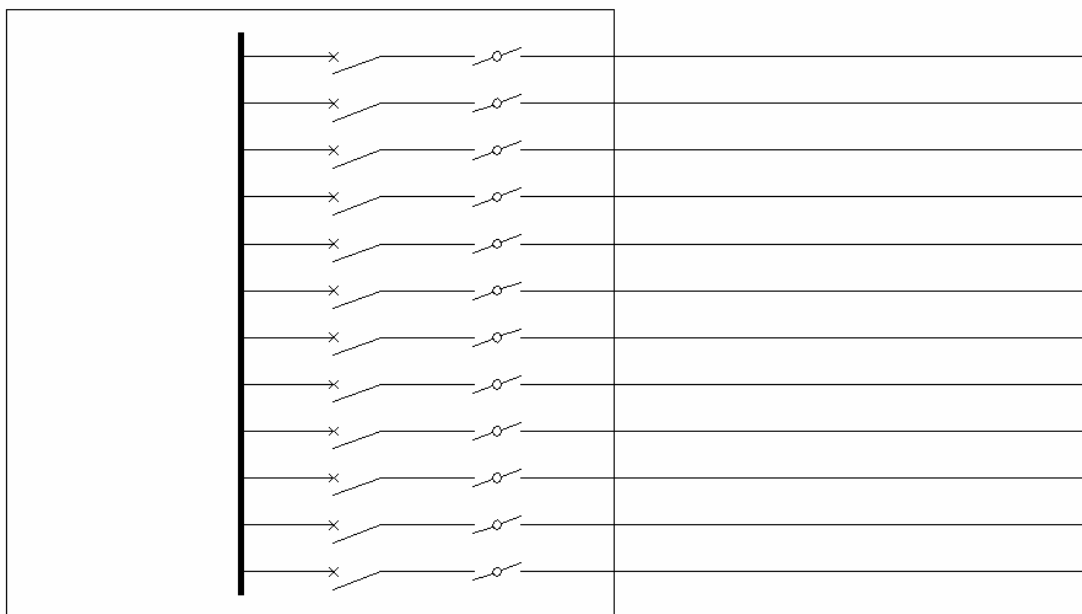
阵列完毕后将最下面的一段水平线往下平移 1000。



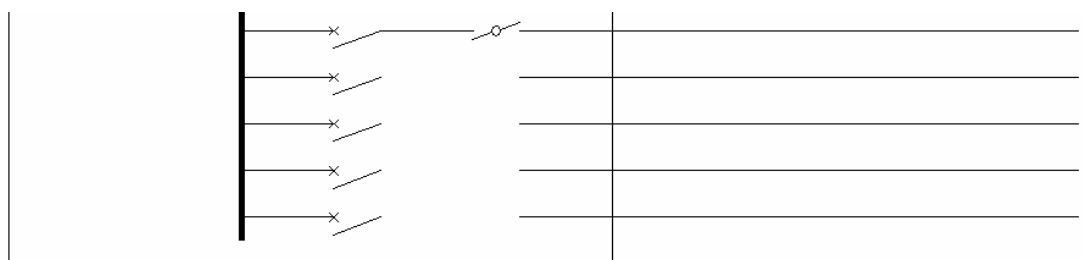
用鼠标直接点取作为母线排的粗短线, 会出现蓝色界标, 用鼠标点取界标往下方移动。



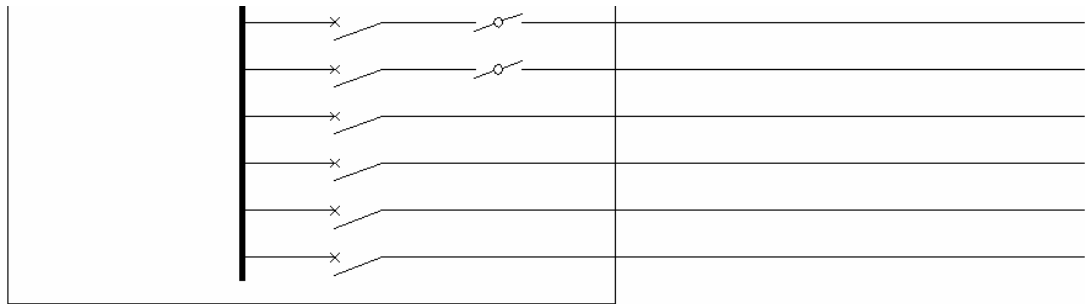
直接输入 12000 后回车，然后将前面图中最底下的水平短线与配电箱外框线作倒角（chamfer）后形成下面图形：



删除（erase）最下面四个回路转换开关符号及无用线路



用修改菜单组的延伸命令（**extend**）将断路器和断开的线连上。



这样系统图主体基本形成，剩下还要画进线、进线开关、应急壁灯的电源监视线、漏电保护附件以及标注文字等等。由于绘图采用命令前面基本都有介绍到了，就不再一步一步介绍画法了，大家可以参考前面介绍的完整的系统图示例继续绘制下去。

关于文字标注，我们可以用单行文字输入命令（**dtext**）进行文字标注，本例中文字采用 350 字高（1:100 比例状态），少数 400 字高（比如配电箱编号）。字高有时与字库的字型有关，有的汉字字型同样采用 350 字高会比其它字型显高些，这时你可以自己调整字高设置值，比如改为 300 字高。在输入一组文字后可以通过拷贝命令（**copy**）拷贝到我们需要的其它位置，然后直接鼠标双击文字修改，或者通过修改菜单组→对象→文字→编辑命令（**ddedit**）进行修改。

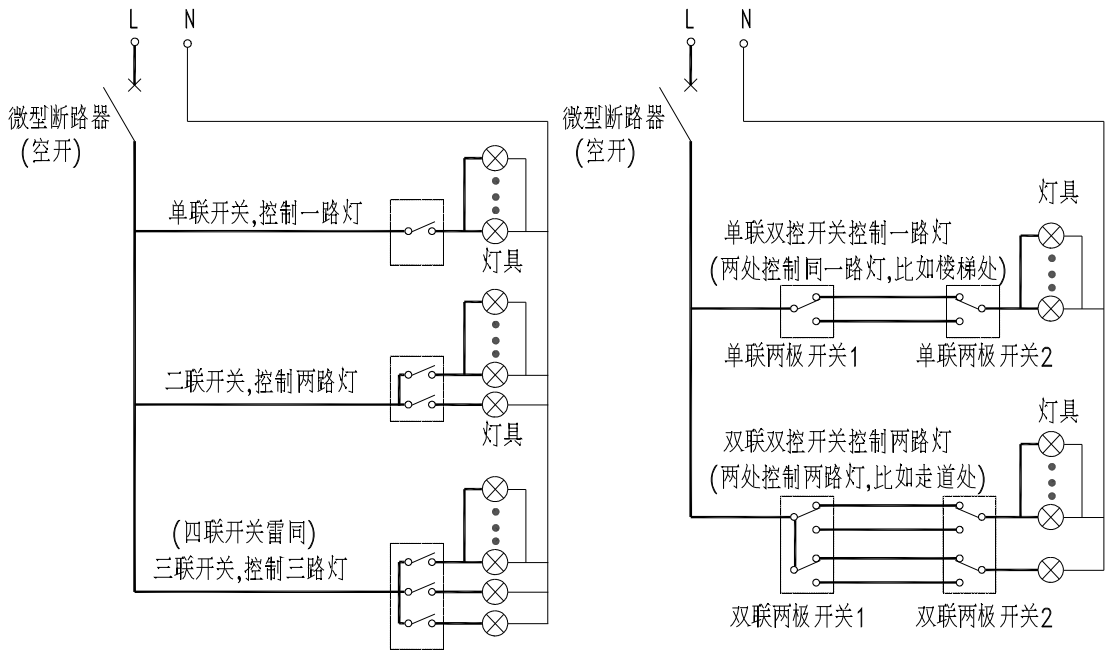
9、线路的平面标注

平面标注分为三部分，第一部分是线路根数标注，第二部分是回路标注，第三部分是平面注释或说明。

1) 线路根数标注

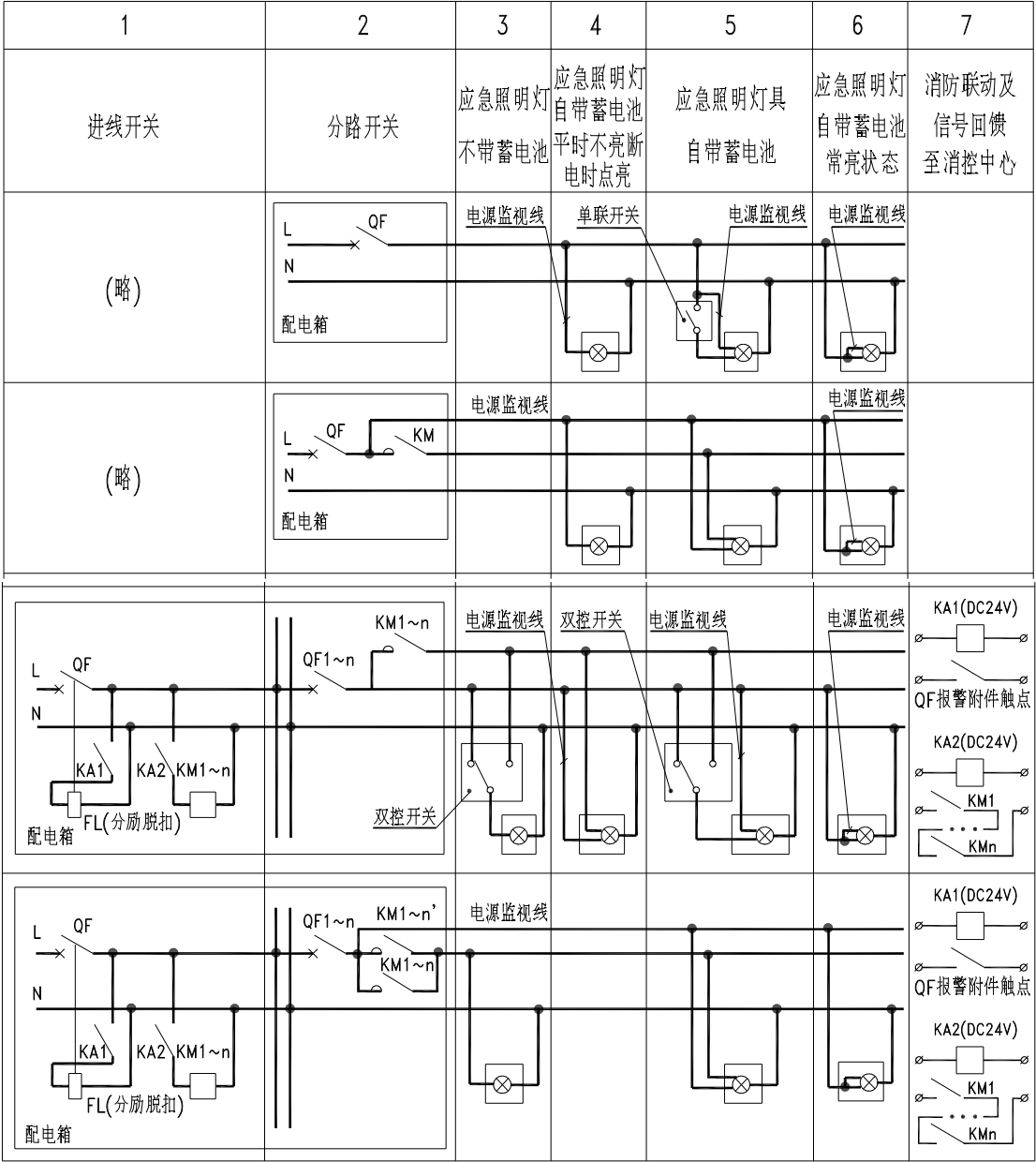
平面线路根数在配电系统图上基本能看出来，只是照明回路如果灯具采用就地翘板开关控制的话，灯具之间的线路根数就和控制它

的翘板开关有关了。我们可以通过灯具的控制原理来判定线路的根数。本例中虽然采用翘板开关控制的灯具不多，但是了解灯具控制原理在做其它工程的电气设计时就可以触类旁通了。照明灯具的普通控制原理图如下：



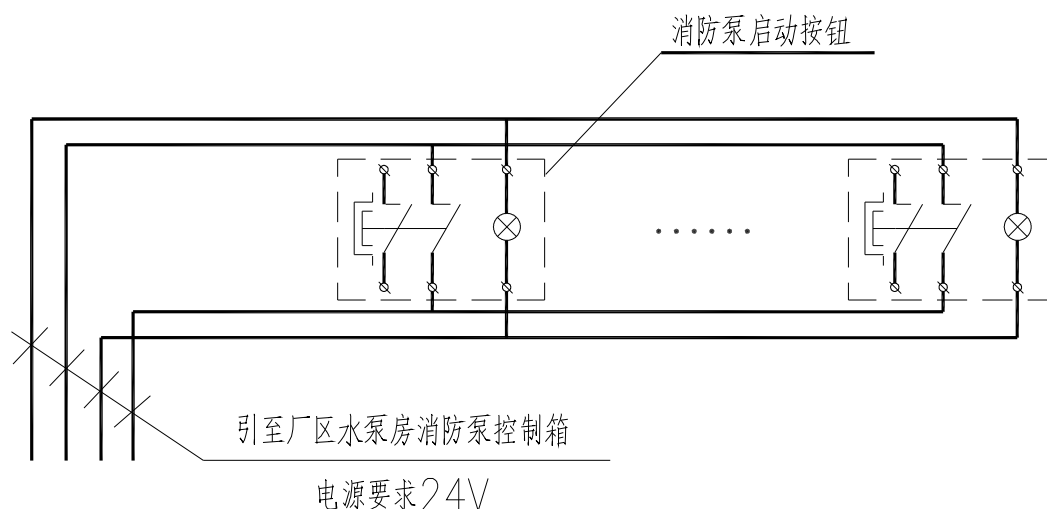
普通灯具控制原理

还有应急照明灯的控制原理。应急照明灯控制及配电线路只不多了一个不受灯具开关控制影响的电源监视和充电线路。接线方式按开关控制分为如下四种，其中灯具接线方式又分为六类：



顺便说一下，现在已经有带消防触头的延时开关可用于应急照明灯的消防联动控制。

下面介绍的是消火栓箱控制按钮的接线原理图：



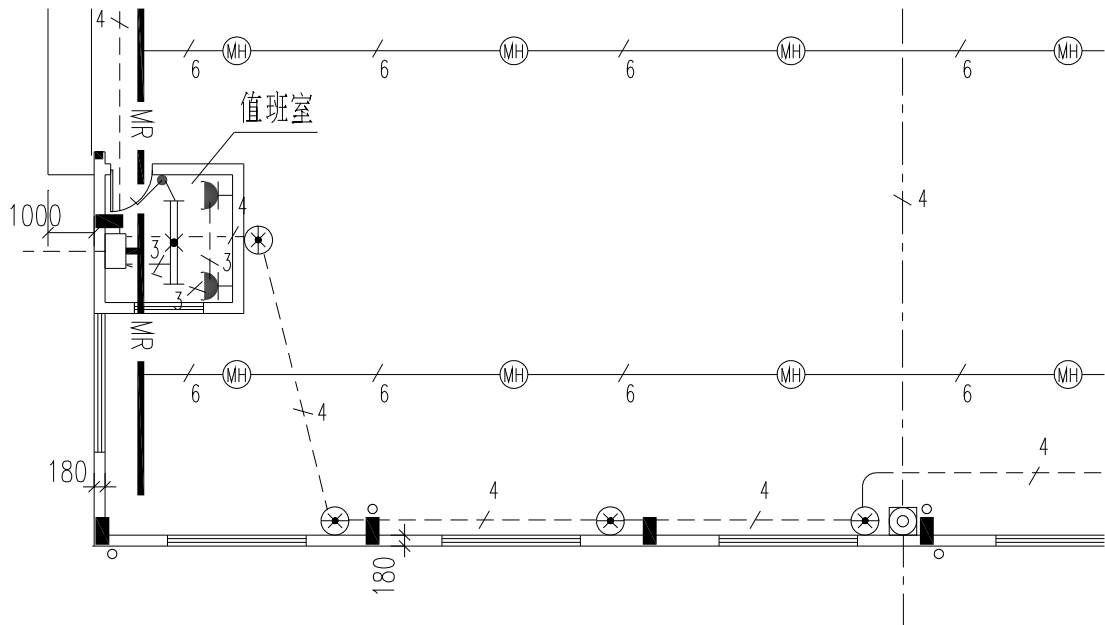
消防栓箱控制按钮联动详图

消火栓箱控制按钮线路规格，室外采用 ZB-KVV22-500 4X2.5/SC32/F，到室内后转为 ZB-BV-500 4X2.5/SC20/F，ZB 代表阻燃 B 型电缆二、三类建筑使用，一类建筑采用阻燃 A 型电缆即 ZA，三类普通建筑采用阻燃 C 型电缆即 ZC。

这里顺便提醒一点，灯具墙面翘板开关的额定电流不管是几联的（指面板上翘板个数）一般为 10A，而一个普通照明回路允许电流不超过 16A 就行，因此我们在绘制照明平面时要特别注意一个开关的控制灯数，开关控制的灯具线路电流不要超过开关额定值，最好一个开关的负荷电流控制在 6A 左右，这样开关也不易过热。

一般一段线路同时有三根及三根以上导线敷设时才标注根数，形式用小斜杠旁边注明导线数量的形式表示。这种形式也可以通过 cad 属性块的功能来实现（绘图→块→定义属性命令 attdef），就是把斜杠和属性文字做成图块，标根数时插入并即时修改属性文字即可。关于属性块的做法在后面的工业建筑电气动力平面及系统图的 cad 绘制的讲解中有详细介绍。在 1:150 出图比例下，斜杠 450 长，字高 450。

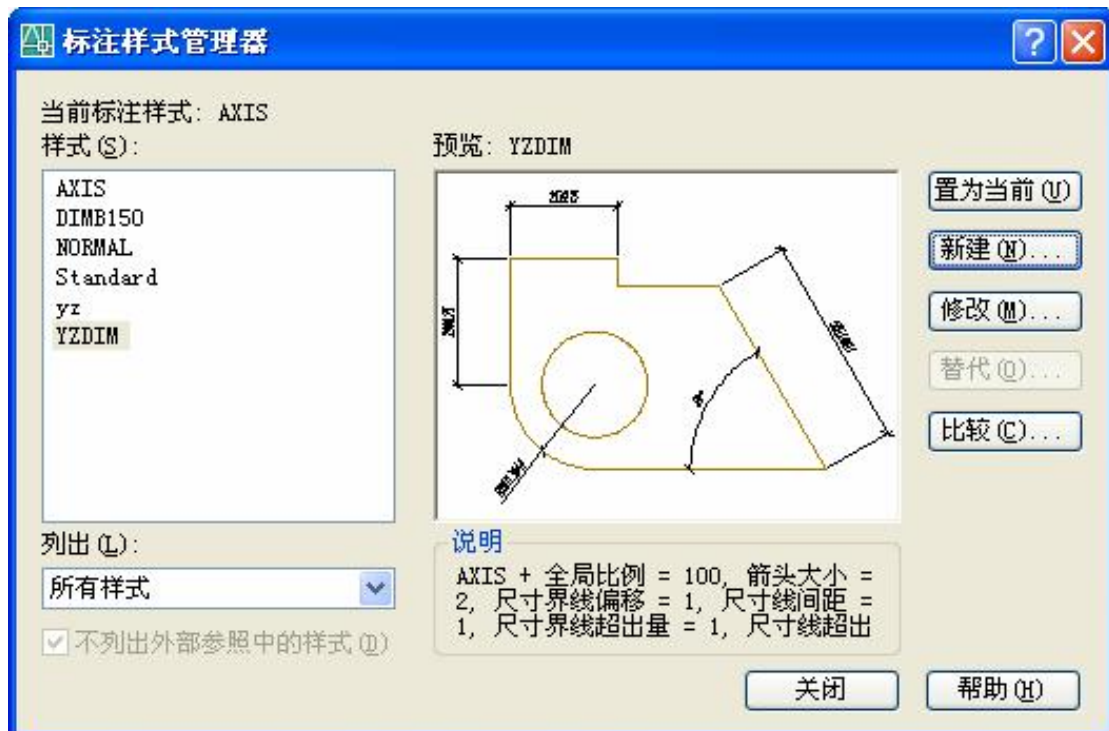
可以采用直线命令（line）和单行文字命令（dtext）绘制。绘制完的局部图如下（绘制前要先切换到根数图层，图中有六根线的是两个回路共管或同线路走向时产生的）：



2) 平面配电回路的标注

配电回路的标注主要用来注明各类设备是由配电箱体的哪个回路供电或控制，一般标注在配电箱至回路第一个设备的线路上。本例中由于涉及到不同回路共管和同走向线路，因此这类线路要特别注明灯具所在回路。

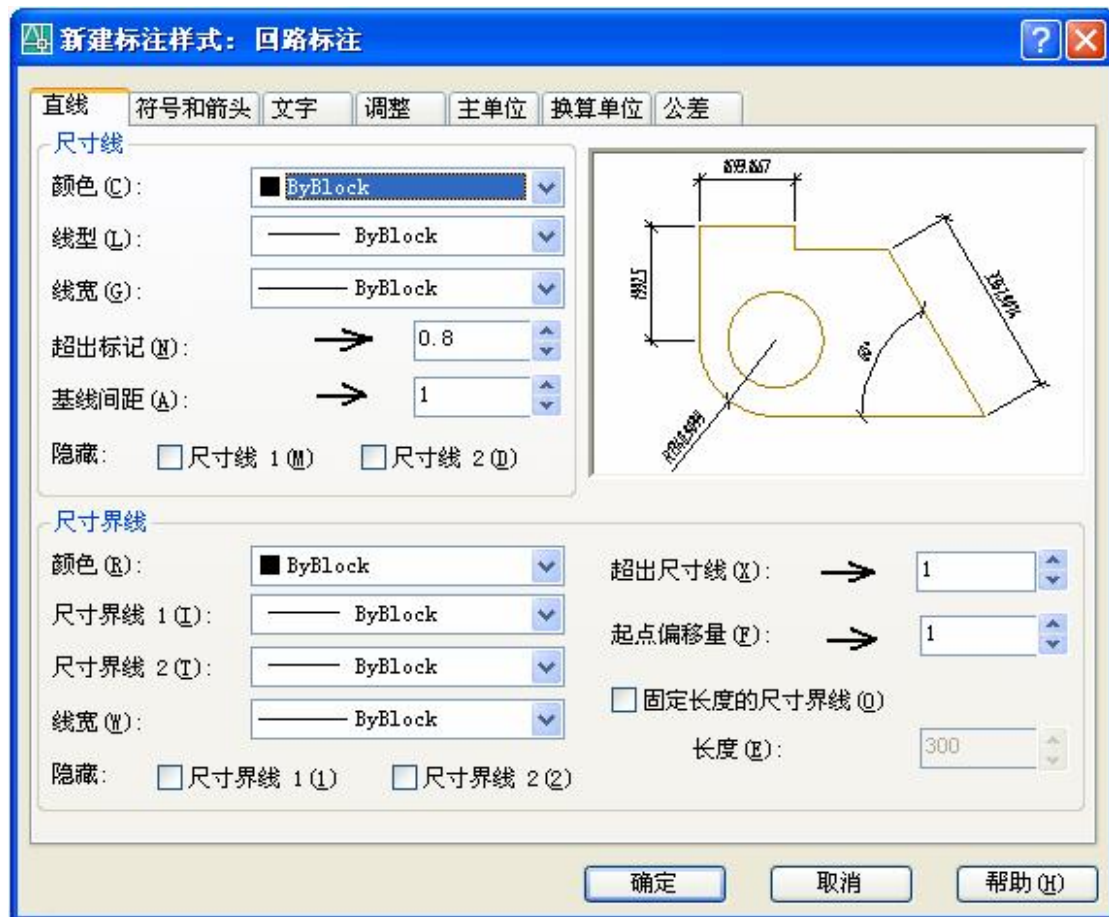
这里介绍个引线标注 **leader** 命令，可以用来进行回路标注。在进行回路标注前我们先设定标注样式。执行标注菜单组下的标注样式命令（**dimstyle**），出现标注样式对话框。



鼠标点选参考样式（YZDIM）后，我们新建一个标注样式，取名“回路标注”。



其中 YZDIM 是前面选定的作为参照的标注样式，点击继续，注意下图中箭头所指的数值，这些数值与全局比例密切相关，它与全局比例相乘就是图中实际单位，比如 1:150 的比例，我们设置成 1，那么图中实际长度或距离就是 $1 \times 150 = 150$ 。



接下来我们点击符号和箭头设置菜单栏，我们将引线设置成倾斜线，也可以设置成圆点，如下图。



标注形式设置完毕后其它主要设置状态如下，同样注意箭头所指的数值与全局比例相关。



修改标注样式：回路标注

直线 符号和箭头 文字 调整 主单位 换算单位 公差

调整选项 (T)

如果尺寸界线之间没有足够的空间来放置文字和箭头，那么首先从尺寸界线中移出：

☐ 文字或箭头（最佳效果）
☐ 箭头
☐ 文字
☐ 文字和箭头
☒ 文字始终保持在尺寸界线之间
☐ 若不能放在尺寸界线内，则消除箭头

文字位置

文字不在默认位置上时，将其放置在：

☐ 尺寸线旁边 (B)
☐ 尺寸线上方，带引线 (L)
☒ 尺寸线上方，不带引线 (Q)

标注特征比例

☒ 使用全局比例 (S)：150
☐ 将标注缩放到布局

优化 (U)

☐ 手动放置文字 (E)
☒ 在尺寸界线之间绘制尺寸线 (D)

确定 取消 帮助 (H)

修改标注样式：回路标注

直线 符号和箭头 文字 调整 主单位 换算单位 公差

线性标注

单位格式 (U)：小数
 精度 (P)：0
 分数格式 (M)：水平
 小数分隔符 (C)：'.' (句点)
 舍入 (R)：0
 前缀 (X)：
 后缀 (S)：

测量单位比例

比例因子 (E)：1
☐ 仅应用到布局标注

清零

☐ 前导 (L) ☐ 0 英尺 (F)
☒ 后续 (T) ☐ 0 英寸 (I)

角度标注

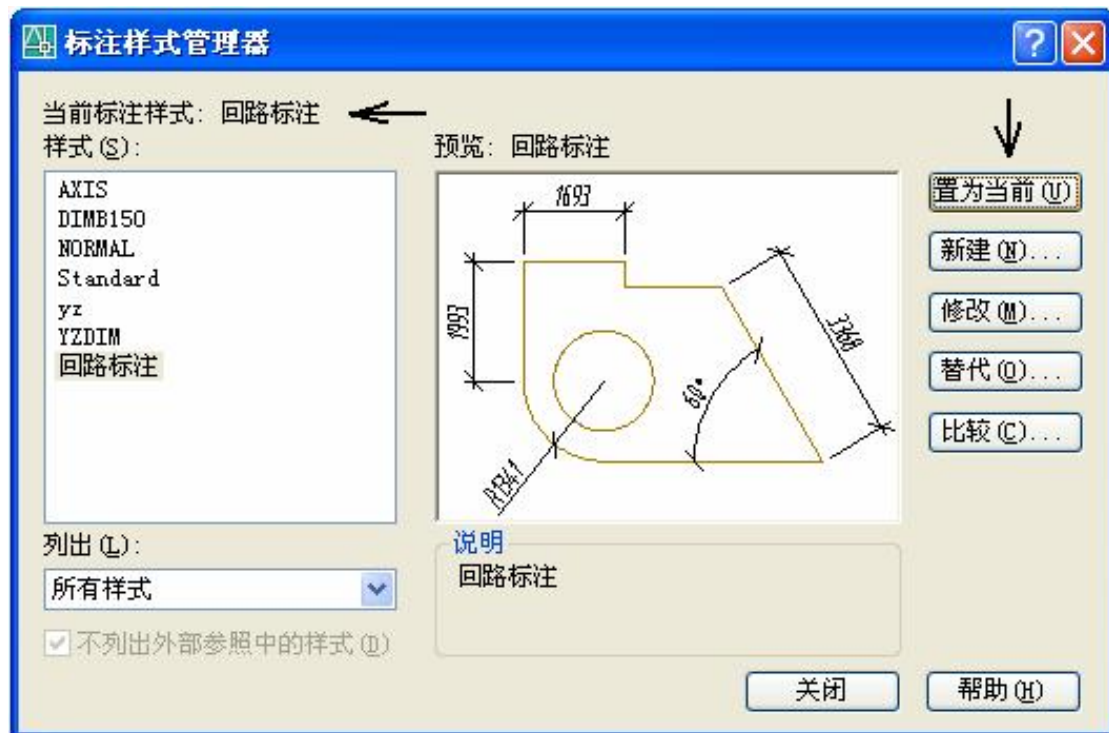
单位格式 (A)：十进制度数
 精度 (Q)：0

清零

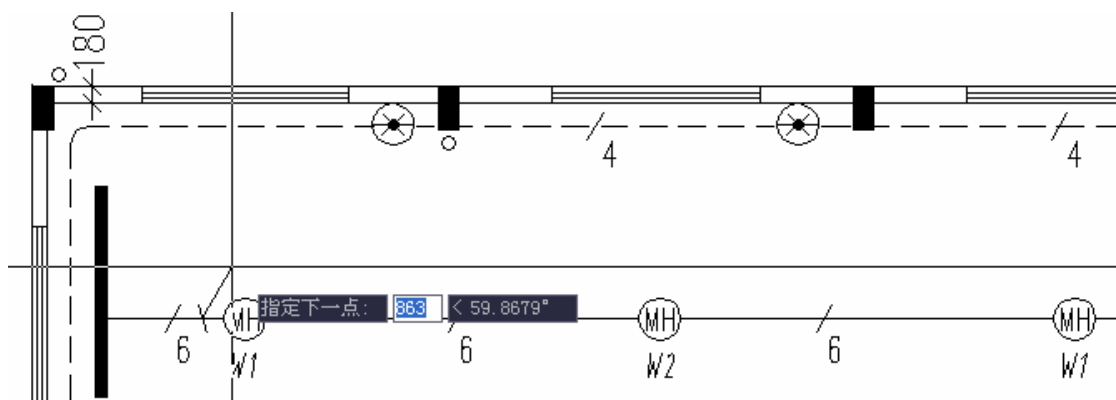
☐ 前导 (L) ☐ 后续 (T)

确定 取消 帮助 (H)

这样回路标注的标注样式就设置完毕，点击确定后并将回路标注样式置为当前样式。



下面我们开始进行回路标注。首先将当前层置为标注层。在命令行输入引线命令（leader，注意不是 qleader）并执行。拾取要标注线路段的任意一点，引出方向，



命令执行过程如下：

leader（回车）

指定引线起点：（鼠标点选）

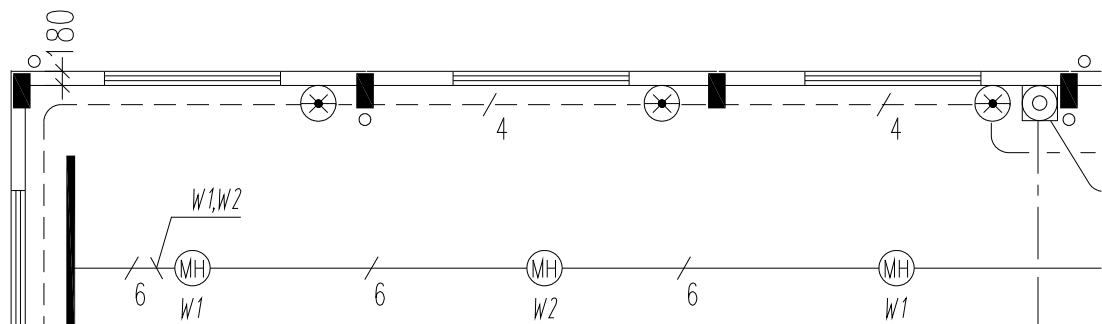
指定下一点: <正交 关> (鼠标点选)

指定下一点或 [注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>: (回车)

输入注释文字的第一行或 <选项>: W1,W2 (回车)

输入注释文字的下一行: (回车)

在指定下一点或 [注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>:阶段我们可以通过输入 F 回车来设定引线格式,大家可以试一下。标注完的效果如下。



其它回路的标注我就不一一举例,还有引入线的标注,方式方法是一样的。

3) 平面的注释和说明

平面的注释和说明的主要目的是为了更方便大家对平面图的理解。比如我们要对平面中的强电弱电线路的表示方法作图例说明,注明什么线路符号表示沿顶板敷设,什么线路表示沿地板敷设,什么线路代表电话线路,什么线路代表电视线路,或者注明一下局部线路的通用做法等等。平面的注释和说明的文字高度在 1:150 出图比例下设置成 450~750 就可以了。

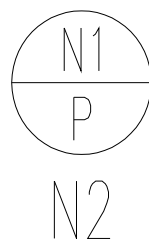
所有这些绘制完毕后,我们可以事先把相应图层的电气线路通过修改菜单组→对象→多段线命令 (pedit) 加粗 (配电系统图也是一

样)，这样我们在打印设置时就不要再设置笔宽，或者只要设置建筑线所在图层及标注层颜色的笔宽就可以了。比如我们把除顶层线外的图层都关闭，就可以通过 `pedit` 命令的多条编辑项（`M`）把顶层线内的所有线条实体转换成 90 线宽（1:150 出图比例）的多义线。一般线宽要求和执行步骤前面讲到过，不再重复。这也可以让我们了解到前面我们分图层绘图的好处。

三、 工业建筑电气动力平面及系统图的 cad 绘制

工业建筑的动力设备的设置与工艺结合紧密，动力设备的控制箱、柜、盘一般与设备配套供应，因此很多情况下我们只需考虑供给电源就可以了。工业建筑动力线路可以采用直接埋地、电缆沟和桥架的敷设方式。动力负荷大小及设备布置情况、设备控制要求一般由工艺提供，也可以由甲方给出预留电源容量，如果实在没有，可以用单位面积法估算动力负荷大小。对于不知道具体工艺设备的情况，可以按每平方米 20W~80W 预估。动力负荷估计不会太大的取低值，动力负荷可能很大或者有可能有空调负荷的厂房可取高值，标准厂房可取中间值，这要结合厂房的用途来确定预留量。

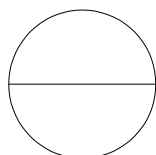
动力平面电气设备的符号我们结合标准图集的注释方法，绘制如下：



其中 N1 是设备编号，字高 1:100 比例下为 300，N2 是设备名称，字

高 1:100 比例下为 400，P 是设备功率，字高 1:100 比例下为 300。我们可以把它制作成属性块，每次插入时都可以修改 N1、N2 和 P 的属性值。平面中同类型的泵我们可以编号为 1、2.....，比如氨机可以编成 1 号氨机、2 号氨机.....同一平面中氨泵也编成 1 号氨泵、2 号氨泵.....风机编成 1 号风机、2 号风机.....

下面介绍上面电气设备的符号的绘制方法。在全局比例 1:100 模式下，采用绘图→圆→圆心、半径命令（circle）绘制一个半径为 500 的圆，然后将圆的水平两个象限点（四分点）用直线（line）联接。



下面要添加文字属性。绘图→块→定义属性命令（attdef），我们来设置第一个属性 N1。



属性定义

模式

- ☐ 不可见 (I)
- ☐ 固定 (C)
- ☐ 验证 (V)
- ☐ 预置 (P)

属性

标记 (T): N1

提示 (M): 设备编号

值 (L): 1 

插入点

☒ 在屏幕上指定 (O)

X: 0

Y: 0

Z: 0

文字选项

对正 (J): 中心

文字样式 (S): W6-H0

高度 (H) < 300

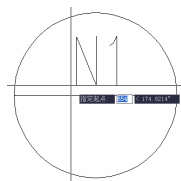
旋转 (R) < 0

☐ 在上一个属性定义下对齐 (A)

☐ 锁定块中的位置 (K)

确定 取消 帮助 (H)

在各栏目输入或选择数值如图，注意不要勾选锁定在块中的位置，这样插入图块后我们可以通过鼠标的点选移动属性文字位置。窗口中的值是指你不输入时的默认值，这里设置成 1。300 字高是在（1:100）比例状态下的数值。设置完毕点击确定，鼠标点选安放位置。



采用同样方法绘制 P 和 N2，P 字高 300，默认值为一（横杠），N2 字高设成 400 高，默认值为空。绘制好后我们可以将整个图形（包括刚才设定的属性文字）制成图块，可以命名为 SB（设备）。我们试一下用插入命令（insert）插入这个图块。执行 insert，出现如下图：



这里输入 1.5 是指在 1:150 出图比例中插入图块（注意图块是在 1:100 比例下做的）。设定完确认后：

指定插入点或 [基点(B)/比例(S)/X/Y/Z/旋转(R)/预览比例(PS)/PX/PY/PZ/预览旋转(PR)]：（鼠标点取）

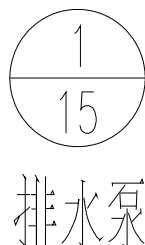
输入属性值

设备名称: 排水泵（回车）

设备功率 <->: 15（回车）

设备编号 <1>:（回车）

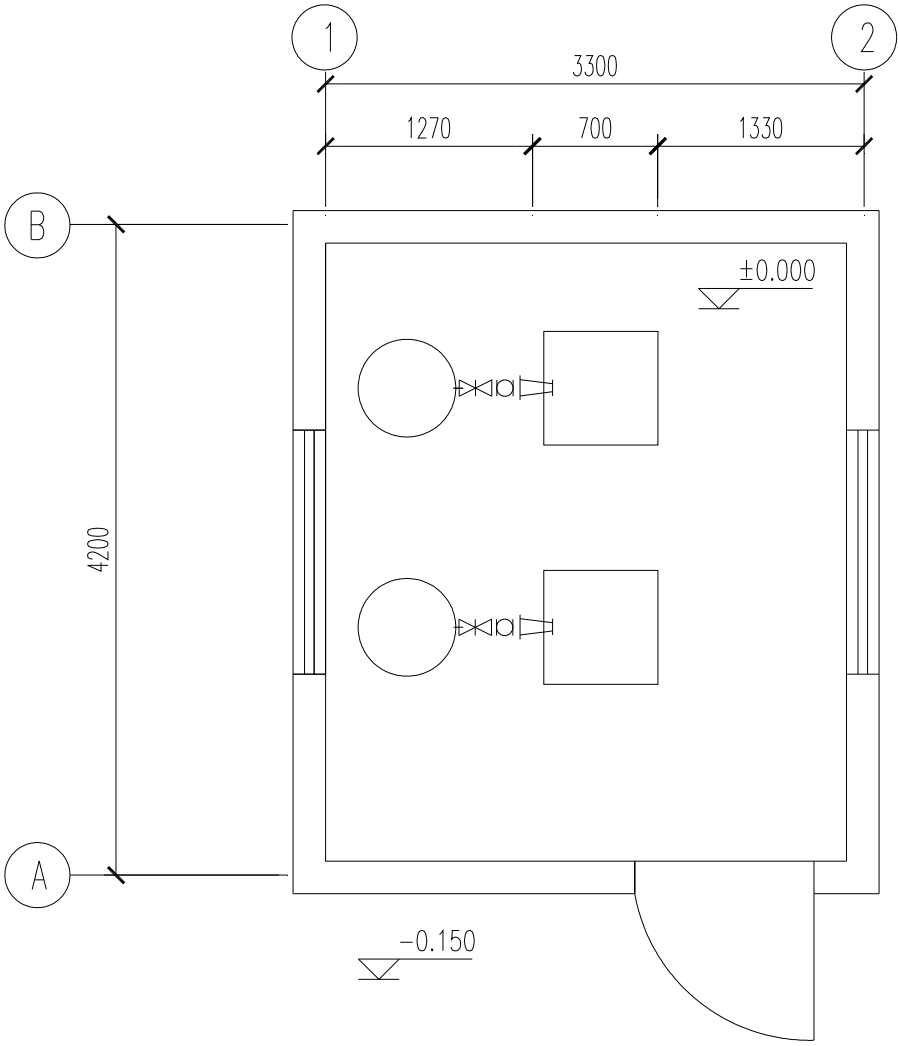
出现下图：



这就是一台设备编号为 1，功率为 15KW 的排水泵的图例。这个做属性块的方式，也可以用在做灯具图例上，将灯具的文字符号与

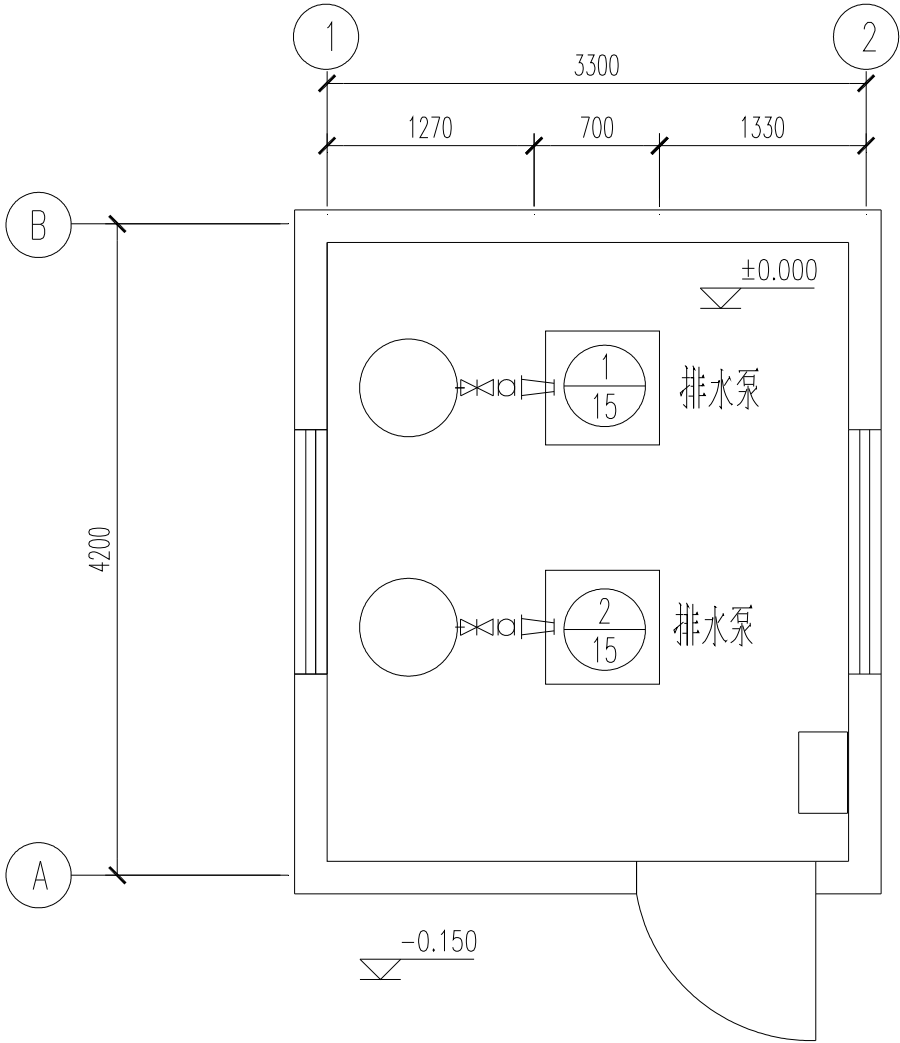
图形符号一道做成属性块，插入时就能根据灯具的不同，改变属性文字了。

电气设备的符号的绘制讲完后，我们举个简单的例子来讲解动力平面的绘制方法。关于如何绘制线路，方法与照明平面线路绘制相同，只是表达方式有些区别，这里就不重复。



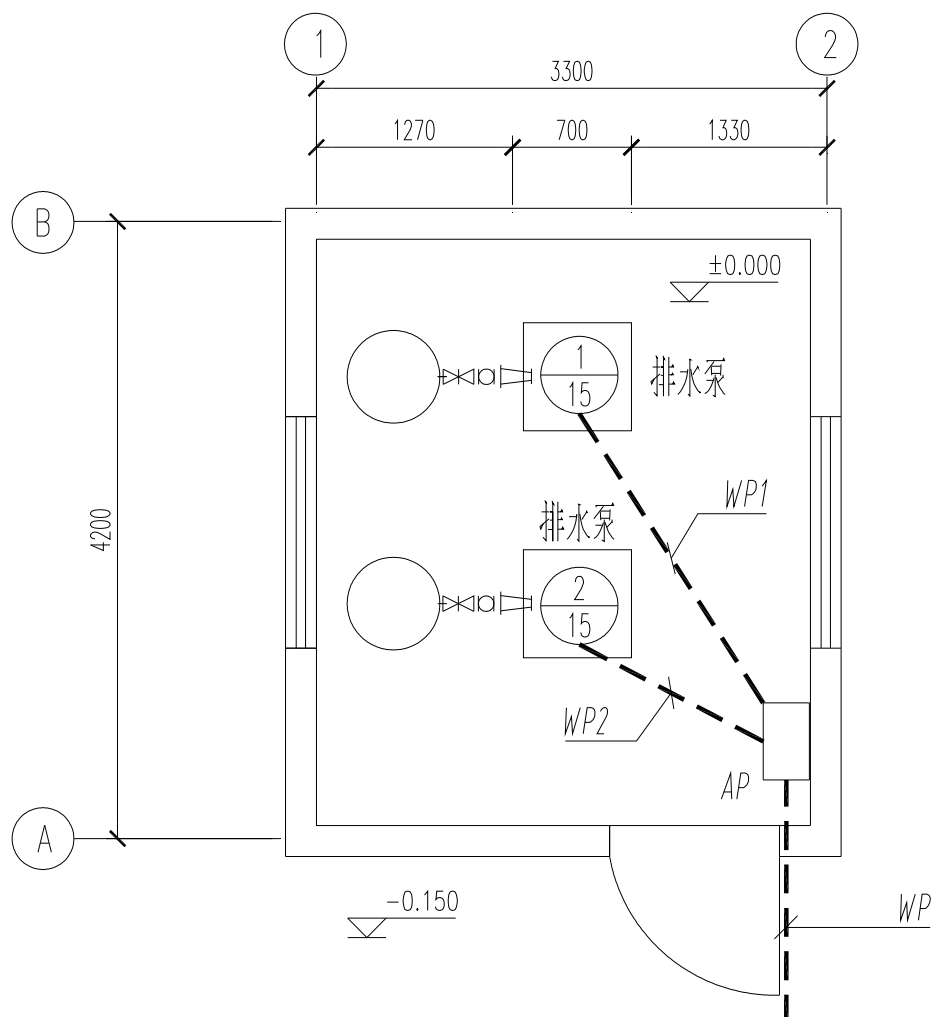
这里我们由于页面大小限制，就不举大车间厂房的例子，况且大型车间厂房动力用电常常是预留电源或者配电到设备配套的控制箱、柜、盘上，绘制基本思路与照明设备配电也有雷同，只是负荷较大些，因此这里我们简单介绍一下一个小型建筑的动力平面的布置示

意，如上图。这是厂区里的一个独立排水泵房（绘图实际比例 1:50，而出图比例为 1:100，也就是说在 1:100 的图中绘制 1:50 的图，因此图中建筑尺寸长度和动力箱均有放大一倍），一个比较小的房间，里面有两台排水泵。我们这里首先要根据工艺专业或者给排水专业提的条件注明用电设备位置（主要指电动机位置），我们采用上面介绍的图例表达方式，并在门口附近设置一个动力控制箱，设备绘制在设备层（我们采用的图层与前面照明平面一致），插入属性图块方式前面介绍过。



如果设备名称影响线路绘制可以用鼠标直接点击，出现蓝色界

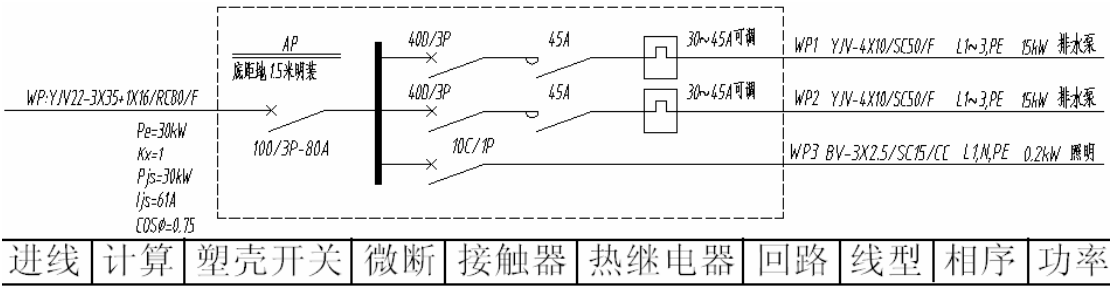
标后，点击左下角界标将文字移开。我们将动力箱和电气设备之间的线连上。这里动力线应该埋地敷设，所以绘制在地线层上。绘制完毕我们把动力线路变成带线宽（60 宽）的多义线，并按照前面介绍的方法注明回路和箱体编号（动力线路一般不要标根数，线路规格根数从配电系统图上就能知道），最终效果如下：



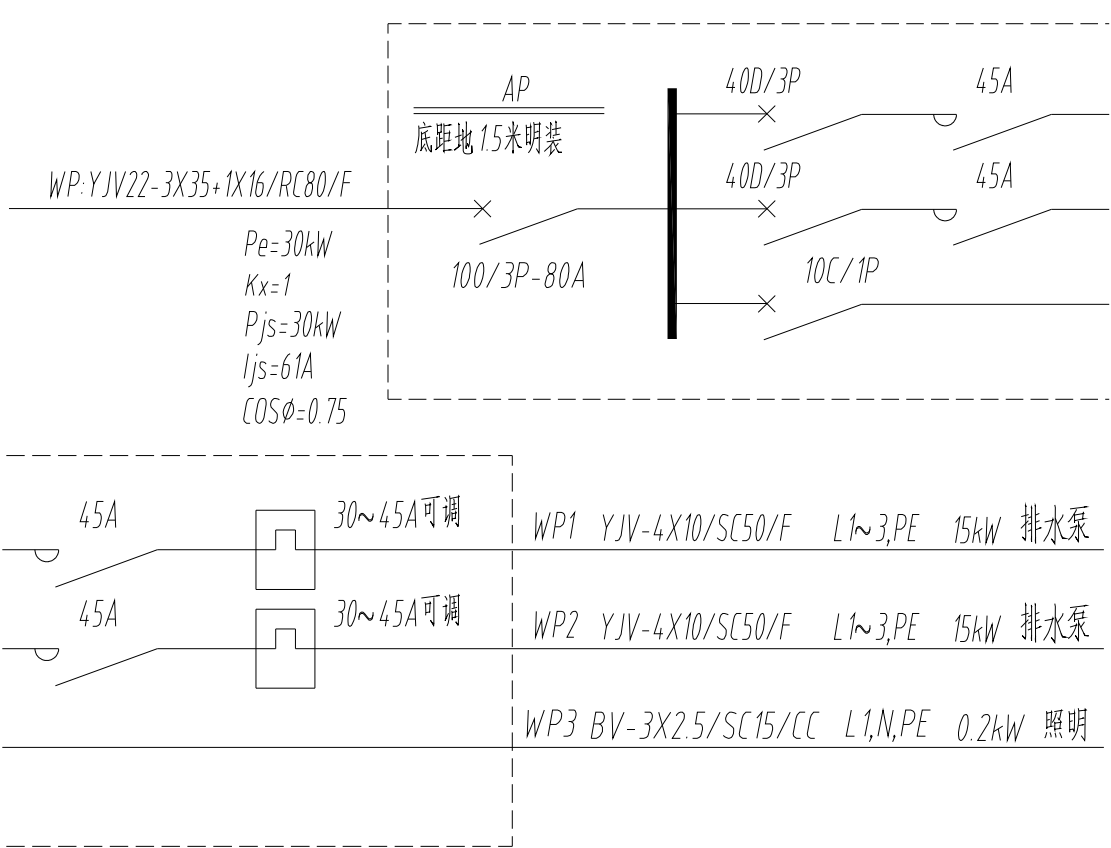
这样动力平面绘制就基本完成，但这里还欠缺一个控制线路，这要与水泵控制原理图结合才能绘出，将在后面提到。绘制完平面图，我们将着手绘制动力配电箱的配电系统图。配电系统图的画法与照明配电系统大致相同，这里我们解释一下少许不同的以及要特别注意的

地方。

本例动力系统绘制完毕后如下：



我们局部放大看看：



本系统考虑两台排水泵独立运行状态，如果是一用一备，那么总设备功率只考虑单台排水泵和照明功率之和，这时一用一备的排水泵的控制回路还得设置联锁防止同时运行。

系统进线电缆采用 3X35+1X16 是考虑到负荷以电动机等负荷为主，三相基本平衡，中性线上流过的电流不大。如果是单相负荷为

主（如照明、插座等），就要考虑 N 线上有可能流过与相线相同的电流，电缆就要采用 4X35 规格的。

我们谈到动力配电，就必然涉及到电动机的启动方式，这张系统图中我们采用的是直接启动的方式。电动机的启动方式分全压启动和降压启动，是否采用降压启动与电动机启动时对电网造成的影响有关系。一般要求，电动机启动对电网造成的电压降，经常启动的电动机要求不大于 10%；偶尔启动的电动机不超过 15%。在保证生产机械所要求的起动转矩而又不至于影响其它用电设备的正常工作时，可允许为 20%或更大些。有明确写明多大功率允许直接全压启动的只有《民用建筑电气设计规范》JGJ/T16-92 的第 10.2.1.5 条，公用电网限制 11Kw 及以下，住宅小区 15Kw 及以下，这本规范目前正在修订。工业建筑没有明确功率多少以下才允许直接启动，只是有电压降要求，在电压降允许范围内你可以全压启动。一般全压启动电动机容量不大于变压器容量的 30%为妥。

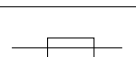
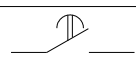
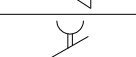
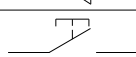
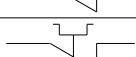
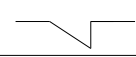
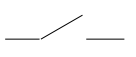
这里电动机回路微断我们采用 D 型，能承载电动机短时的启动电流。建议尽量采用塑壳开关为妥。电动机长延时过载保护主要是通过热继电器来实现，断路器只提供短路保护和开断电源的功能。关于线路规格及开关设备的选择前面讲照明配电系统时提到过，方法类似。泵房照明负荷因为不大可以直接从这个动力箱引出。照明平面这里略去，画法与前面同，房间内设置防水防尘灯作照明灯具就可以了。

四、 工业建筑电机控制原理的 cad 绘制

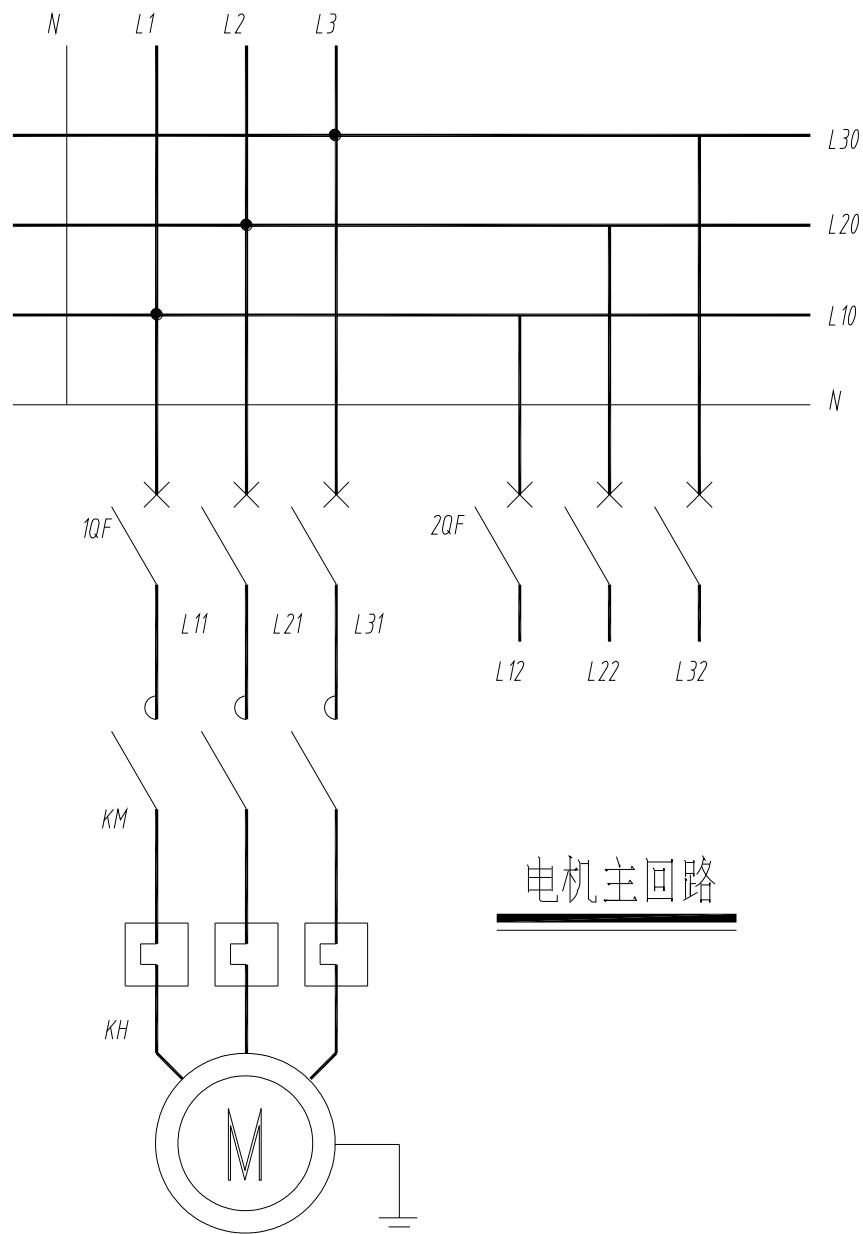
我们用上面排水泵的例子讲解最简单的控制原理。绘制电动机

的控制原理,我们首先要了解排水泵的控制要求,包括启动方式上的,工艺上的。这里我们不想介绍太复杂,姑且认为这两台排水泵独立运行,全压启动,无备用关系,自动状态时受各自远程的水位控制(液位计触点),因此我们只要绘制单台泵的控制原理图就行了。

这里先介绍一下控制原理图的图例符号。这是我们绘图和看图的关键。只有清楚这些图例,你才能看懂控制原理图。下面是我们常见的部分图例符号,其它的参见标准图集《建筑电气工程涉及常用图形和文字符号》相关部分。

符 号	名 称	图 例
SL	浮球液位计接点 (常开)	
SL	浮球液位计接点 (常闭)	
HA	电铃	
HR	信号灯 红	
HG	信号灯 绿	
HB	信号灯 蓝	
HY	信号灯 黄	
HW	信号灯 白	
FU	熔断器	
KA	中间继电器	
KT	时间继电器	
KT	通电时延时闭合触点	
KT	通电时延时断开触点	
KT	通电闭合断电延时断开触点	
KT	通电断开断电延时闭合触点	
SF	控制按钮	
SS	控制按钮	
KH	热继电器	
KM	交流接触器	
SAC	转换开关	
	常闭触点	
	常开触点	

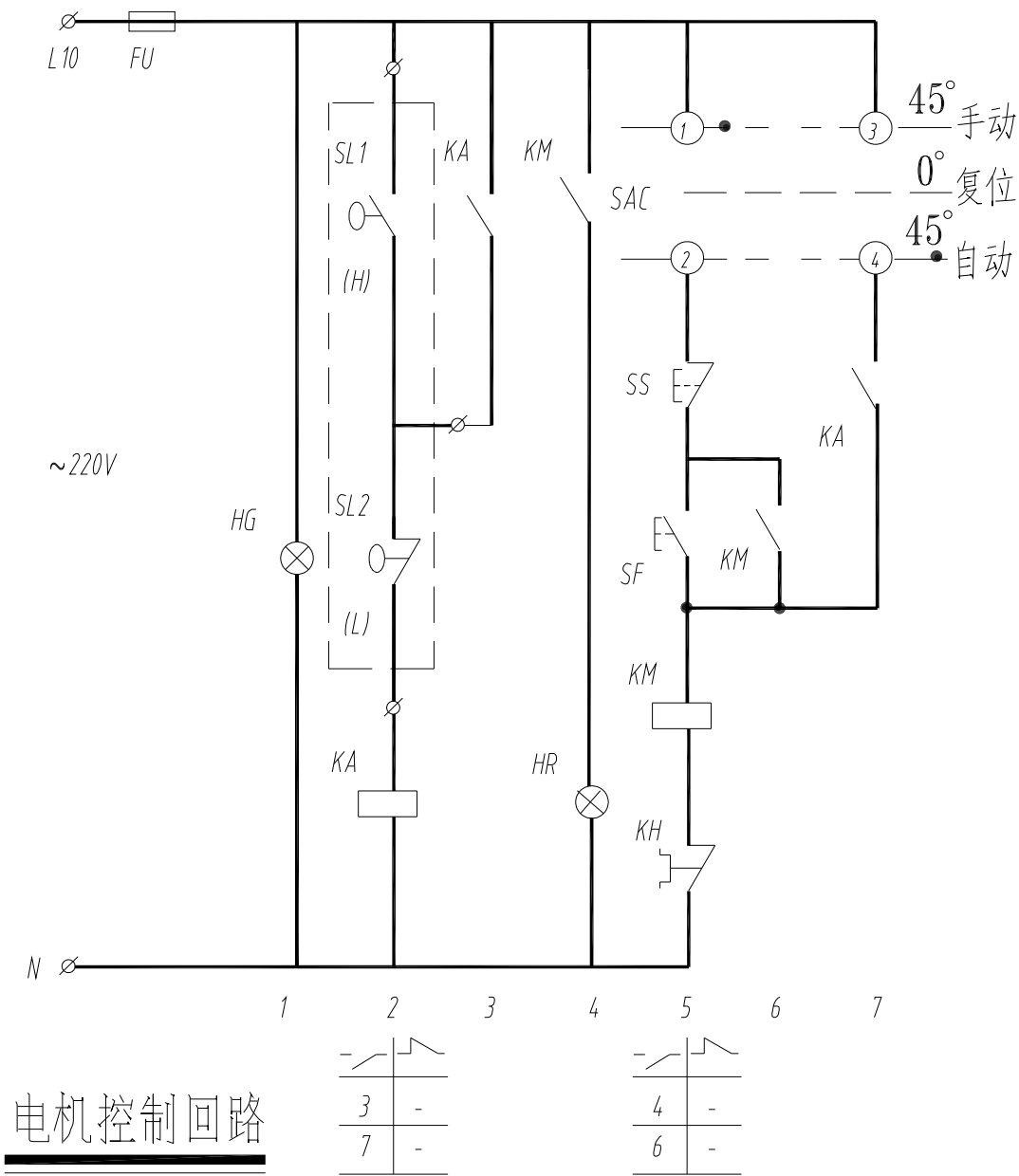
接下来我们看看电机主回路的画法：



图中 M 是电动机符号，QF 是断路器符号，L1~3 是代表三相火线，N 代表零线，电动机边是接地符号，其它符号前面已经介绍过。

根据这个主回路和前面提到的控制要求得出控制原理图如下：

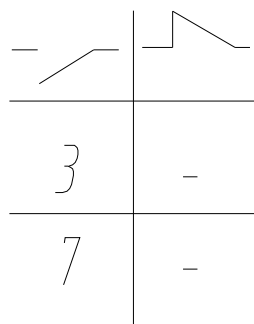
电源保护	电源 指示	水池水位 控制	启泵 指示	手动控制	自动 控制
------	----------	------------	----------	------	----------



这里我们把控制原理图的每一列按从左到右编成号，共7列，我们来讲一下怎么看懂这个控制图。

要看懂控制原理，我们首先要抓住重点部分，就是阅读的切入点。在这张图上无疑转换开关最关键。转换开关有三个状态，右转

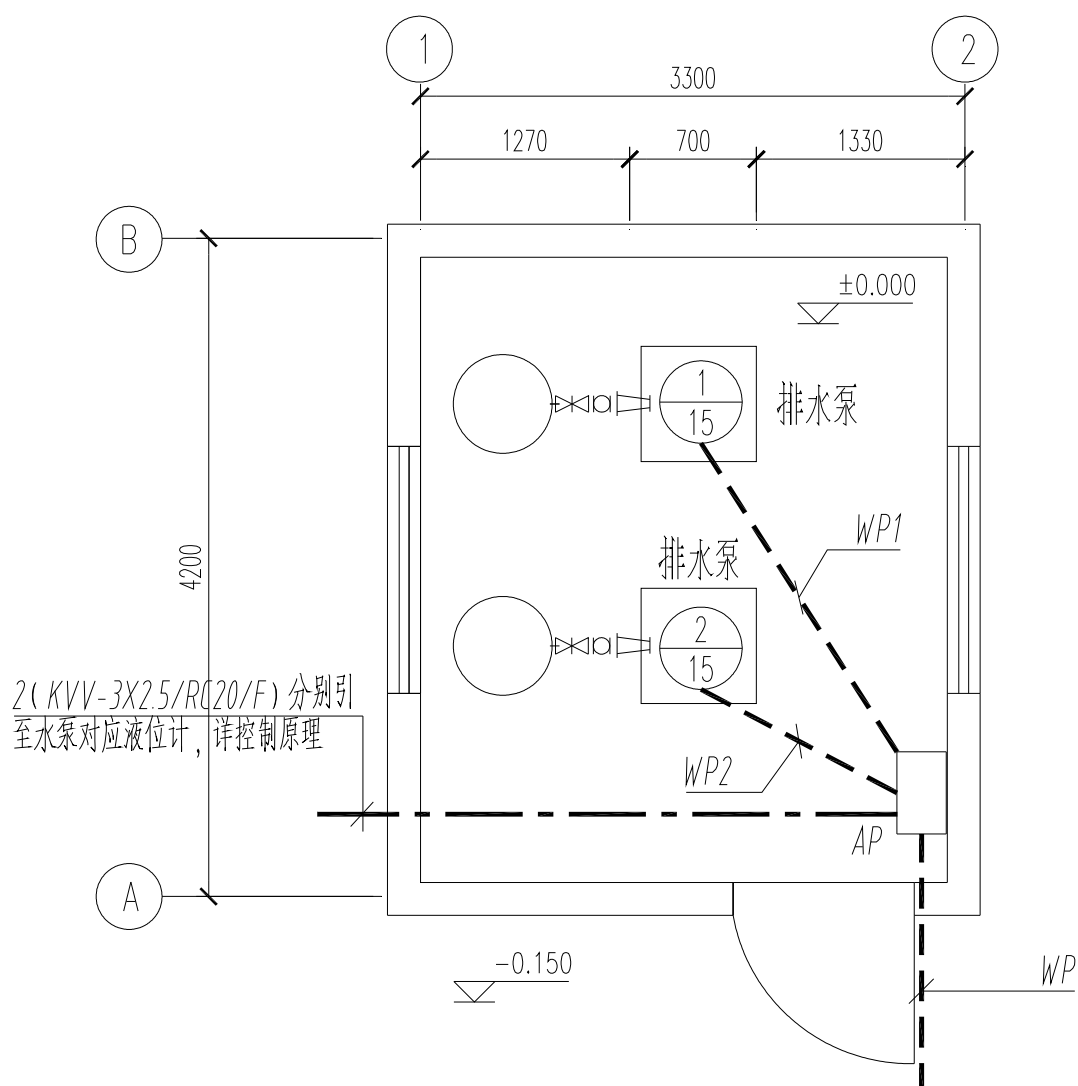
45 度、中间 0 度、左转 45 度，分别代表手动控制、复位解控和自动控制（液位计控制）。转换开关右 45 度状态时，开关 1、2 端子接通（黑点表示接通状态），这时启动按钮 SF 闭合，KM 得电，电动机启动并运行，KM 常开触点闭合，线路自保持接通状态，红灯亮（水泵运行，开始排水），如果停止按钮 SS 动作回路断开，KM 失电，KM 常开触点断开，水泵停止运行，红灯灭；转换开关左 45 度状态时，开关 3、4 端子接通，水泵受远程液位计接点控制，这时远程集水池水位达到设定高水位时，液位计 SL1 触点闭合，中间继电器 KA 得电，KA 常开触点闭合，线路自保持接通状态，KM 得电，电动机启动并运行，开始排水，红灯亮，排水到一定程度，集水池水位达到设定低水位时，液位计 SL2 触点断开，中间继电器 KA 失电，KA 常开触点断开，KM 失电，KM 常开触点断开，水泵停止运行，红灯灭。转换开关中间 0 度状态，开关端子均不接通，回路不工作。图中 HG 绿灯为常亮状态，表示电源正常。KH 为热继电器触点，电动机过载发热到一定程度，KH 常闭触点断开，KM 失电，水泵停止运行，红灯灭。



上图表示所在控制图的这一列控制回路中设备有两个常开触点，一个用在第 3 列控制回路，一个用在第 7 列控制回路，常闭触点没有用上。

注意一个接触器一般只有两常开和两常闭触点，如果需要的常开常闭触点多于接触器自带的，可以采用增加中间继电器的方式增加触点。我们选用中间继电器时也要根据常开常闭的需要量进行选用。另外，主回路断路保护器件（断路器）的额定电流不超过 20A 时，控制回路可不装设断路保护（FU 熔断器）。

这个简单的排水泵控制原理就讲完了，其它控制方式和原理图大家看看标准图集《常用电机控制电路图》D303-2~3 合订本，大家可以照着画。这里要注意本例控制原理图中有接到远处集水池的液位计的三根控制线路，每个水泵一路，整个动力配电箱共两路，每路 3 根线。每路控制线可以采用 KVV-3X2.5/RC20/F 的线路规格和敷设方式，如果水池较远，要通过拉线手孔，也可采用 KVV22-3X2.5/RC25/F 的线路规格和敷设方式，KVV22 是铠装控制电缆。平面示意如下：

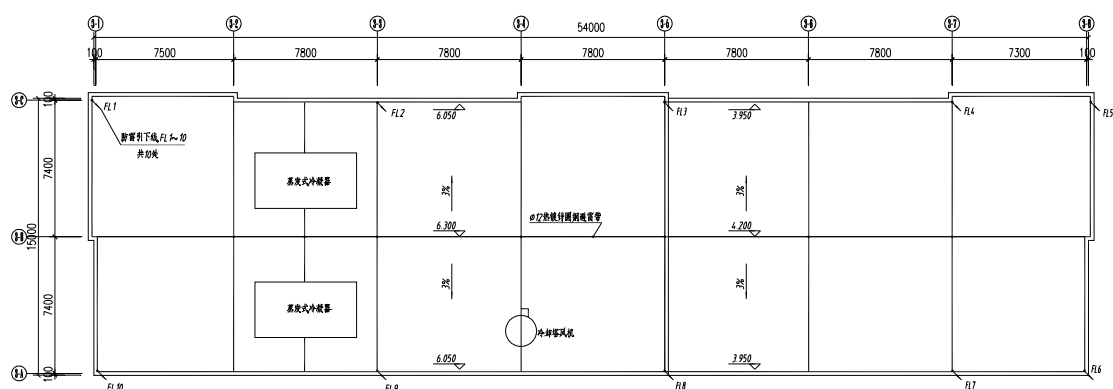


五、 工业建筑防雷接地平面的绘制

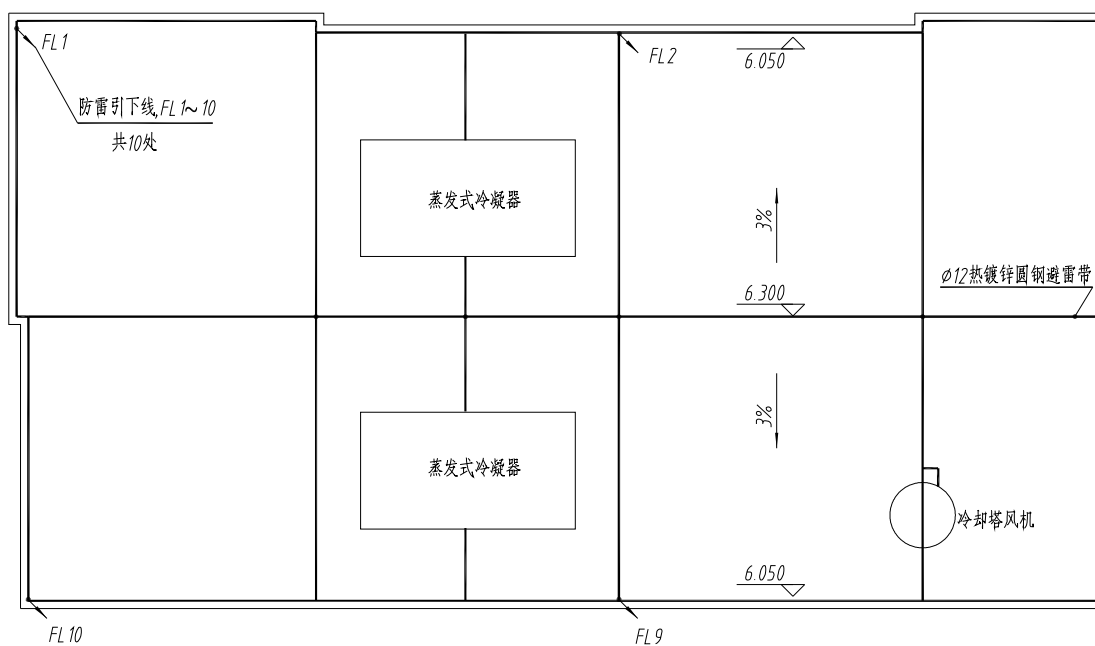
1、 防雷平面的绘制

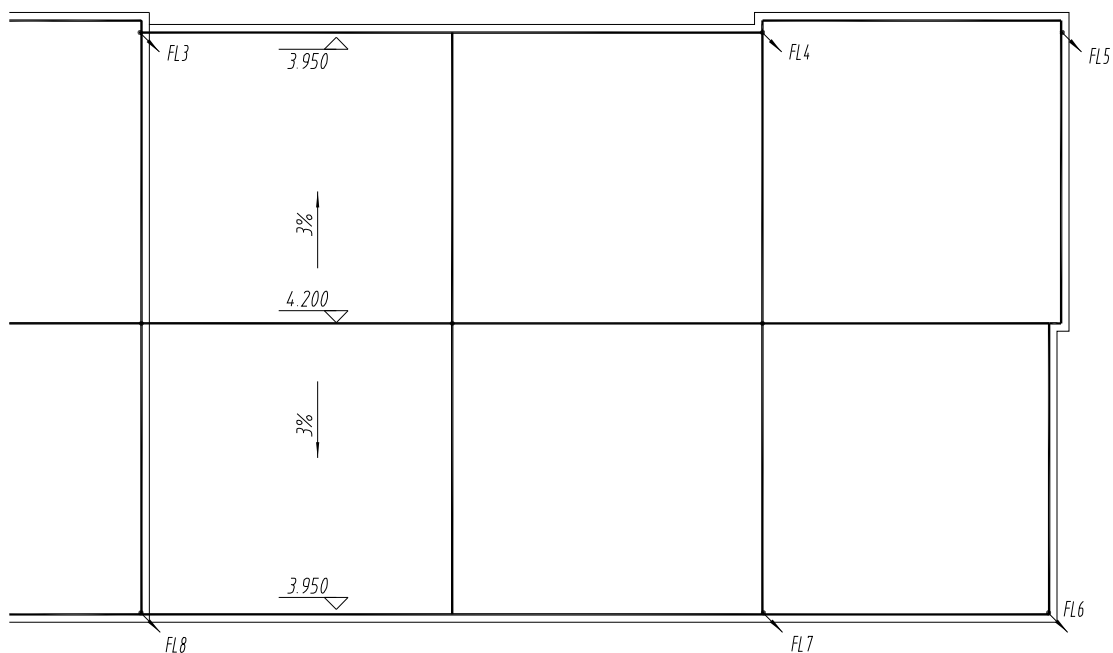
预计雷击次数大于或等于 0.06 次/a 的一般性工业建筑划归为三类防雷建筑，爆炸危险环境的建筑物根据具体情况划归一、二类防雷建筑，具体划分可见《建筑物防雷设计规范》GB50057-94 的第二章节。关于避雷带规格、网格大小、引下线间距、规格做法等等在 GB50057-94 里也有详细的要求，而且绘制方法与民用建筑防雷类似，这里就不多说。如果还不明白，可以看看标准图集《防雷与接地安装》合订本 D501~1~4 的具体的施工做法。

下面简单举个图形例子，大家自己看，绘制过程就不多说了。



这是一个厂区设备房的防雷平面，根据建筑内部环境和防雷设计规范要求按二类防雷设计。我们局部放大看看：





注意屋面的金属构件（特别是突出屋面的设备）必须与避雷带可靠联结。屋面电气设备还应根据建筑物的重要性采取相应的防止雷电波侵入的措施，并应符合下列规定：1）无金属外壳或保护网罩的用电设备宜处在接闪器的保护范围内,不宜布置在避雷网之外,并不宜高出避雷网。2）从配电盘引出的线路宜穿钢管。钢管的一端宜与配电盘外壳相连；另一端宜与用电设备外壳、保护罩相连,并宜就近与屋顶防雷装置相连。当钢管因连接设备而中间断开时宜设跨接线。3）在配电盘内,宜在开关的电源侧与外壳之间装设过电压保护器。另外，防雷规范上要求避雷带圆钢直径不应小于 8mm，我们采用直径为 12 的圆钢主要考虑预留点余量，减少露天腐蚀对圆钢截面的影响。

我们这里再讲一下防雷比较特殊的例子，就拿前面的钢结构厂房为例。前面提到的钢结构厂房，屋面采用彩钢板或其它形式的钢板，我们如果上面做明装的避雷带没办法做支架支撑，即使做了，支点

处有可能造成屋面的渗漏。因此我们可以考虑直接用金属屋面作接闪器。《建筑物防雷设计规范》的第 4.1.4 条有专门对金属屋面作接闪器的情况提出要求：第一类防雷建筑除外；金属板之间如果有搭接，搭接长度不应小于 100mm；金属板下无易燃物，厚度不小于 0.5mm；金属板下有易燃物，其厚度，铁板不应小于 4mm，铜板不应小于 5mm，铝板不应小于 7mm；金属板无绝缘被覆层等。钢结构厂房柱子如果为钢柱，我们可以直接利用它作防雷引下线，如果是混凝土柱，我们可以利用柱内直径不小于 16 的对角两根主筋（如果对角主筋直径不到 16，但不小于 12，可以采用四根主筋）作防雷引下线，防雷引下线上与金属屋面，下与接地体作电气联结。并在部分防雷引下线距地 0.5 米处焊出测试卡子，用于测试接地电阻。

2、 接地平面的绘制

建筑物的接地装置一般分为两类，一种是人工接地体，另外一种自然是自然接地体（可利用建筑物基础内的钢筋）。一般情况我们尽量利用基础内钢筋网作接地体，但要注意，作为接地体的基础内钢筋网必须在室外地面以下距地面不小于 0.5m，钢筋规格是通过需要钢筋表面积总和进行换算的，这在《建筑物防雷设计规范》中有具体计算公式。

关于接地电阻的要求各类规范内都有明确，共用接地体的情况下一般考虑各系统要求的接地电阻的最小值。电气设备保安接地电阻不大于 10 欧，防雷系统冲击接地电阻不大于 10 欧，变压器中性点接地电阻不大于 4 欧，弱电系统（非设备外壳）接地电阻不大于 1

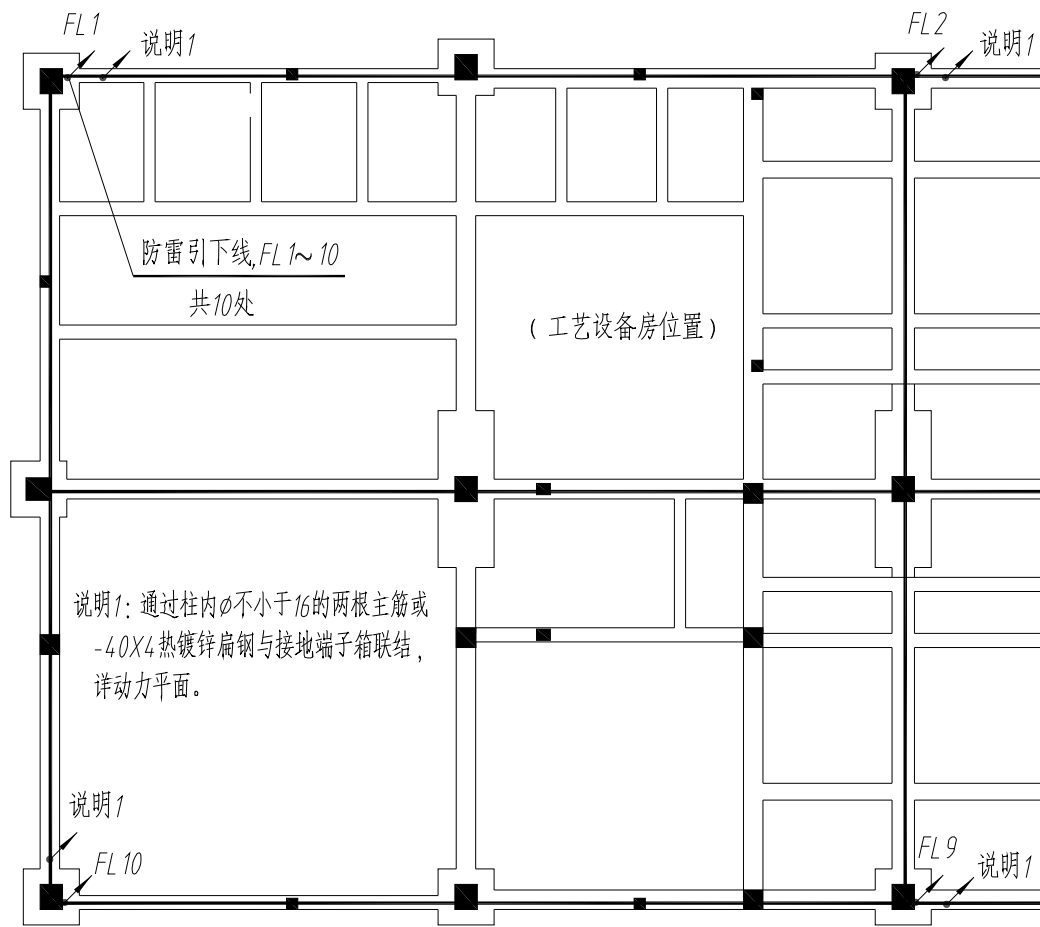
1) 人工接地平面的绘制

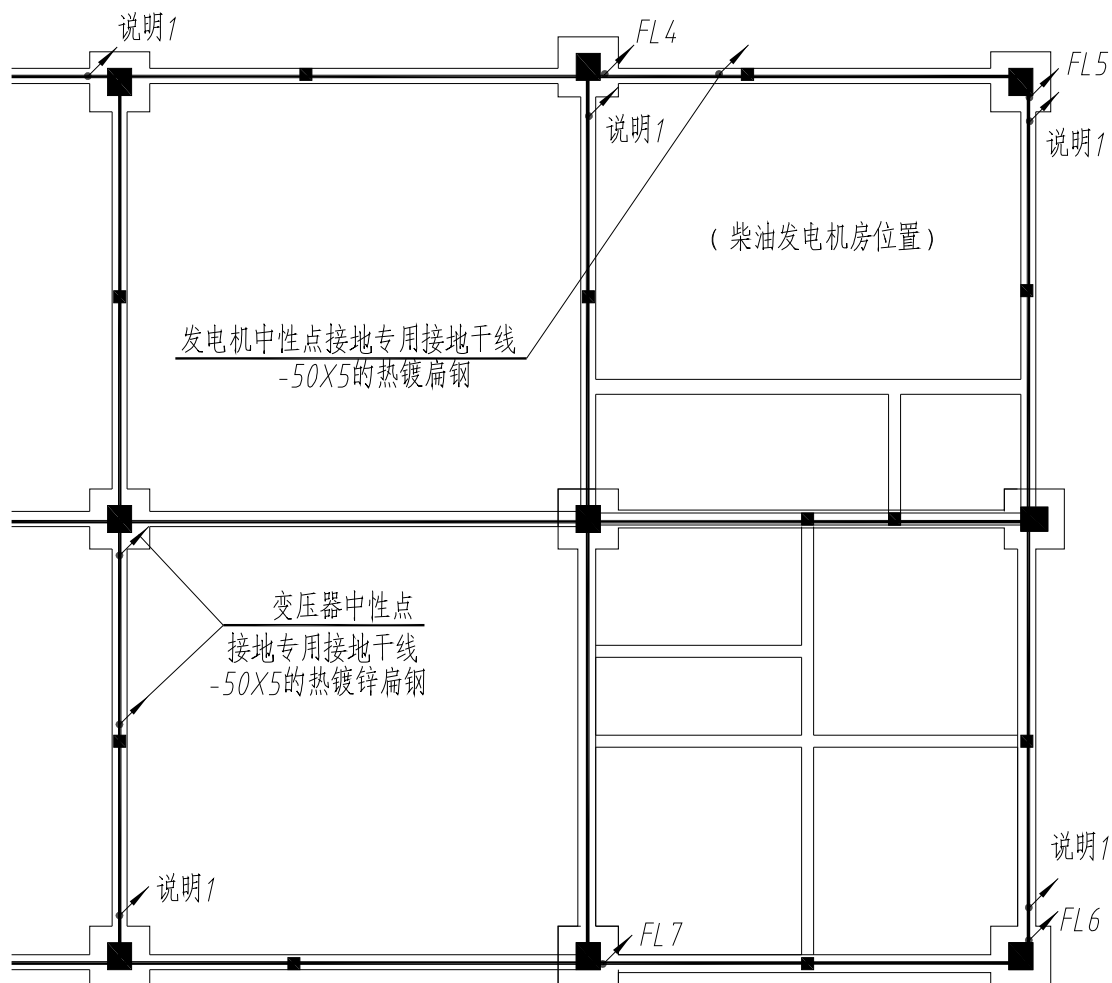
2) 基础接地平面的绘制

[illegible]

这是一个设备房的接地平面，里面包含工艺设备房、变配电房、柴油发电机房，因此我们绘制接地图时要考虑各类引上线的预留，比如与防雷引下线的联结线的引上，设备房、变配电房接地端子盒、箱的接地干线引上，设备房金属桥架线槽的重复接地干线的引上（可在桥架线槽安装高度的适当位置设置接地端子盒），电梯井道接地干线的引上，电梯机房控制系统接地干线的引上，变压器中性点接地干线的引上，发电机中性点接地干线的引上等等。由于本接地系统为变压器中性点接地、电气保安接地（采用 TN-S 系统）、防雷接地地的共用系统，总接电阻要求小于 4 欧姆。进出建筑物的金属管线及铠装电缆金属外皮在出入建筑物处须和接地系统联结。

我们看看局部放大图：





利用基础内钢筋作接地体的具体做法是如图将室外埋深不小于 0.5 米的基础梁底或承台的主筋（直径不小于 16，两根以上）焊成接地网（注意网格不宜大于 18m），并将图示接地网经过的桩内钢筋与接地网焊接作为全楼的接地系统，并在与防雷引下线对应室外埋深大于 0.5 米处由被利用作为引下线的钢筋上焊出一根 40X4 热镀锌扁钢伸向室外（刷沥青两道），距外墙皮距离大于 1 米（超出建筑散水坡）。如测试电阻达不到要求，要从此处外引人工接地体。

对应的设备房内接地干线做法简单介绍一下：

六、 结束语

本文主要以工业建筑强电部分 cad 绘制为例。工业建筑弱电部分系统较为简单，原理与民用建筑设计同，设计量也不大。比如电话系统工业建筑使用量就小，只要明确需要的终端数量绘图就很简单了；火灾报警部分由于房间功能单一，设置也不复杂，特别是小型的工业建筑。因此本文就不对工业建筑的弱电设计作深入介绍。

本文仅提供初学工业建筑电气设计的人员学习 cad 绘图参考用，列举的例子均比较简单，图形仅作示意。由于水平有限，难免有错误和不妥当之处，大家要多看现行的规范和标准图集，一切以现行规范和标准图集为准。工业建筑绘图的关键要抓住工业建筑的特点，掌握工业建筑与民用建筑的不同之处，了解工业建筑工艺上的要求，绘图前能清楚知道自己要做什么，怎么去做，然后根据掌握的 cad 各种命令就可以实现工业建筑电气 cad 的绘制。本文中提到的规范、标准图集和手册，均是我们设计时常用的和必备的，或者是注册电气工程师专业考试的指定用书，希望大家能及时购买到，以方便对本文的理解和日常工作中使用。