

国家标准技术制图在 AutoCAD 中实现的基本方法

摘要: 在 AutoCAD 软件内部实现中国国家标准技术制图的系统化、规范化组织, 是国内计算机信息交换领域普及推广机械制图国家标准、开发机械 CAD 专业应用软件的最基础的工作。详细论述了在 AutoCAD 内部实现这些最基础的工作所包含的基本内容, 实现的各种具体技术方法(包括 AutoLISP 文件, DCL 文件, MENU 文件等等), 以及在 AutoCAD 平台上进行规范化、系统化的组织方式。它们已在 AutoCAD R12.0 版中实现, 并在专业应用软件开发中使用。按照设计思想和提出的具体实现技术方法, 继续升级在 AutoCAD R14.0 版中完成其标准化通用软件的开发工作, 具有指导意义。它是开发机械 CAD 应用软件最底层的共享资源, 对于在计算机上普及推广技术制图、机械制图国家标准, 具有普遍的实际应用价值。

关键词: AutoCAD; 技术制图; 机械制图; 标准化; 专用化

The Basic Method on Accomplishing the National Standard Technology Drawing in AutoCAD

Abstract: Accomplishing the Chinese National Standard technical drawing systematization and standardization organization within AutoCAD software is the basicest work to make the mechanical drawing national standard universal in the domain of national computer information exchange and to develop the application software in mechanical CAD speciality. It was discussed in detail in this paper about the basic contents of accomplishing the aforementioned work within AutoCAD software. All kinds of particular technical methodes(including AutoLISP files, DCL fiels, Menu fiels, etc.), and organizing method of achieving standardization and systematization on AutoCAD platform have been accomplished in AutoCAD R12.0 and systematization on AutoCAD platform, and have been used in developing speciality application software. It has a guiding significance to upgrade and complete the developing work for standardized common software in R14.0. It is the best primary common resources of developing mechanical CAD application software, and has general practice application value in popularizing technology drawing and mechanical drawing national standard on the computer.

Key words: AutoCAD; Technical drawing; Mechanical drawing; Standardization; Specialization.

AutoCAD 计算机辅助设计软件, 由美国 AutoDESK 公司于 1982 年推出。经过近 20 年的更新再版, 已经由最初的 1.0 版本升级到现今的 14.0 版, 而且最新版 AutoCAD2000 已投入试用。该软件拥有世界众多的用户, 也成为我国众多的设计院、科研院所开发专业应用软件首选的支撑平台, 同时也逐步被纳入到我国高等工科大学的工程制图教学改革计划和教学大纲之中, 其学时和内容逐年增加。目前我国使用的 AutoCAD 软件已经过了汉化, 这给应用软件的二次开发和计算机绘图提供了极大的方便。但是, 由于软件采用英制标准和 ISO 标准, 使得我国的用户在使用它时, 不得不在进入软件系统时, 反复修改初始设置, 以求达到适合自己的工作环境。这不仅给用户的工作带来了大量的、繁锁的、重复性的劳动, 而且还由于用户所设置的工作环境不尽相同, 给不同用户之间图形信息交换带来了混乱, 使得交流产生了障碍。为此, 我国于 1993-09-23 发布了中华人民共和国国家标准《机械制图用计算机信息交换制图规则》(GB/T 14665-93)。该标准在图幅代号、图线、字体、尺寸线的终端形式、图形符号的表示、图样中各种线型在计算机中的分层做了具体规定, 在一定的范围内规范了用计算机绘制机械图样的内容。其它相关标准包括图纸幅面和格式, 应遵循国家标准《技术制图》(GB/T 14689-93)规定, 图线型式应遵循国家标准《机械制图》(GB4457.4-84)规定, 标题栏格式由国家标准(GB10609.1-89)规定, 尺寸公差与配合注法由国家标准《机械制图》(GB4458.5-84)规定, 装配图中零、部件序号及其编排方法由国家标准《机械制图》(GB4458.2-84)规定, 尺寸注法由国家标准《机械制图》(GB4458.4-84)规定。这些相关标准也应在计算机绘制的图形中加以规范。

上述规定制定了对计算机制图的最基础的要求。是进行计算机绘图、开发专业应用软件最底层的共享资源，需要在软件中以规范化、系统化的方式统一组织实施，并以工具的方式提供给用户。但目前尚未检索查阅到这种规范化、系统化的文字信息和软件程序。本文根据多年来的教学实践和应用软件开发实践，针对 AutoCAD R12.0 FOR DOS 版和 R14.0 FOR WINDOWS 版加以综述。

1 AutoCAD 机械制图国家标准化、专业化内容

1.1 图幅的标准及其包含的信息

GB 图幅分代号 A0、A1、A2、A3、A4 五种规格：有装订边和非装订边两类；内含 GB 标题栏和教学用标题栏两种格式。

1.2 图线标准及其包含的信息

AutoCAD 提供的线型标准有英制和 ISO 两种，它们具有与我国线型相同的名称，但线形规格定义和单位与我国的标准规定不同。根据 GB/T 14665-93 标准规定：

(1) GB 屏幕显示的线型有粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、细点划线、粗点划线、双点划线 8 种形式。需要在 AutoCAD 线型文件*.LIN 中定义。在计算机中分层显示，并具有规定的图线层名及代号，具有颜色属性。

(2) GB 打印机、绘图机输出的线型分粗线和细线两大类，每类有 5 组线宽规格，A0、A1 幅面优先采用第 3 组规格(粗线 1.0 mm、细线 0.35 mm)，A2、A3、A4 幅面优先采用第 4 组规格(粗线 0.7 mm、细线 0.25 mm)。

1.3 字体标准及其包含的信息

(1) 汉字：输出时采用正体。

(2) 数字和字母：输出时采用斜体。

不同的图幅规定有对应的字体高度，A0、A1 幅采用 5 号字体，A2、A3、A4 用 3.5 号字体，属于一次设置的常量。对字距、行距也有标准规定。字体写在 GB 规定的、图线层名为 11 的图层上。

1.4 尺寸标注及其包含的信息

(1) 尺寸线的终端形式：标准中规定有 4 种形式，在机械制图中常选用实(或空)心箭头形式，其箭头长度由尺寸变量 DIMASZ 控制，其值为 4~5 mm。

(2) 尺寸线上数字与字母的高度：根据图幅大小分 2 种规格。A0、A1 幅采用 5 号字体，A2、A3、A4 幅用 3.5 号字体，字高由尺寸变量 DIMTXT 控制。

(3) 尺寸标注比例：图形可以按不同的比例绘制，但图形上标注的尺寸必须是机件的实际尺寸。例如：以 2:1 比例绘制的图形，比实物放大一倍，若在 AutoCAD 中量取一段直线段标注其实际线性尺寸，则必须给尺寸变量中长度比例因子 DIMLFAC 赋值，其值为 1:2，才能注出实际尺寸。因此，长度比例因子的值是随绘图比例变化的量。

(4) 图形的尺寸，必须标注在 GB 指定的图层上。即尺寸线、尺寸界线及尺寸线终端形式放在图线层名为 08 的图层上。

(5) 其他尺寸变量的初始设置：这里包括几个相互平行的尺寸线之间的间距：尺寸线超过尺寸界线的长度；两尺寸界线之间可以标注尺寸的最小间距；尺寸数字距尺寸线之间的距离等赋值尺寸变量的初始设置。

1.5 尺寸标注形式

尺寸标注的形式主要指尺寸数字与尺寸线、尺寸界线之间的相对位置关系，尺寸数字的字头方向。它由许多开关尺寸变量加以控制。使用时需根据图形实时修改这些开关变量的设置(在 R12.0 中)。或通过对话框中的单选按钮和可视化窗口实时修改这些设置(在 R14.0 中)。因此，需要提供一个可视化的用户界面，供使用者直接选择。不必反复修改这些难于记忆或多重操作的组合尺寸变量。

1.6 尺寸公差与配合尺寸的标注

在 AutoCAD 中，尺寸公差中的上、下偏差被定义为正、负偏差，这在概念上有别我国标准的定义。因此，须加以重新定义。如在 R14 中，输入负的上偏差值，系统仍然默认为是正值。

1.7 表面粗糙度标注

表面粗糙度符号在机械图样中常见的有两类，去除材料和不去除材料的表面粗糙度符号。每类在图样上标注时都需要确定位置、方向、数值。因此，需要自定义一个交互式的、可视化的标注表面粗糙度函数。

1.8 装配图中零件编号标注

装配图中的零件需要统一编号标注。编号数字高度与图幅有关，还必须包括零件总数、零件引出线位置、编号位置、当前标注的零件序号值。因此，需要自定义一个交互式的、可视化的标注零件序号函数。

1.9 明细表

明细表为装配图所通用，故需要专用化。对于不同的部件，其装配图中的零件个数一般是不同的。因此，表中的零件序号是随零件个数变化的变量。明细表的位置又是随图幅变化的量。又因为标题栏有 GB 和学生用两种形式，故明细表也对应这两种形式。因此，需要自定义一个自动生成明细栏的函数。

2 技术途径

2.1 图幅标准化实现方法

按 GB 图幅代号 A0、A1、A2、A3、A4 的 5 种规格分别制定 5 种样板图(每种又分横、竖放置两种方式和有装订边图框和非装订边图框两类)；显示在屏幕上的信息有细实线表示的图幅框和粗实线表示的图幅框；内含用 WBLOCK 命令制作的 GB 标题栏或教学用标题栏两种格式的共享图块。隐含在图幅内图形数据库中存储的信息有：尺寸线的终端形式设置，尺寸数字与字母的高度的初始设置，其他尺寸变量的初始设置，数字和字母输出时采用斜体的初始设置，还有栅格间距，捕捉间距，各图层及线型和颜色的创建等。样板图上的这些信息可以通过 SAVE 命令生成的 An.DWG 文件存储，通过插入命令调入；还可以编制 AutoLISP 参数化绘图程序，并在程序中通过系统变量设置好上述所有变量的初始值，通过 LOAD 命令调入，通过函数名执行，输入参数为图幅代号、放置方式、装订方式。推荐采用 AutoLISP 语言编程，文件字节少，通用性好。输入的参数采用弹出式对话框选取。

2.2 屏幕显示图线标准化实现方法

首先，在 ACAD.LIN 文件中根据 GB 规定的各种线型的规格，定义各种 GB 线型。线型名前冠以 GB 符号。然后，可以采用 AutoCAD 提供的批处理文件定义图层。即在命令组文件中，使用一系列层命令 LAYER，按 GB 定义的层名创建图层，每个图层上载有对应的线型和颜色以及开关状态信息，生成的文件名为 LAYER.SCR，在 AutoCAD 中用 SCRIPT 命令调入。使用不同的线型时，把这种线型对应的层名置为当前层；还可以用 AutoLISP 语言编写 ACAD.LSP 程序，在程序中定义若干个创建层的函数和命令，用(GBLyn)函数名和 GBn 层命令来表示，n 是变量，取值范围从 1 到 16。ACAD.LSP 是开机时自动调入到 AutoCAD 中的，使用哪种线型，键入对应的层命令 n 即可；在 R14 中，也可以直接采用弹出式对话框创建各层，使用时，通过对话框设置当前层，从而实现图线标准化。采用这种方法，必须将其初始设置存放在样板图中。推荐采用 AutoLISP 语言编程，文件可以自动装入，简化的层命令 GBn 操作快捷、方便、实用。

2.3 打印机、绘图机输出线型标准化实现方法

采用列表式对话框，将各种图幅输出的线型按 GB 指定的规格进行缺省定义和选择定义，显示在对话框的表框中，缺省定义为优先选用组，选择定义为其他可选组，每组的隐含操作是：粗线组对应第 1 层和第 6 层，其他层对应的均为细线组。用 AutoLISP 中提供的对话框语言功能设计对话框用户界面，生成*.DCL 文件，然后采用对话框 PDB 函数编制对应的*.LSP 语言程序来驱动*.DCL 文件，实现输出功能。

2.4 字体标准化实现方法

采用列表式对话框，将各种图幅对应的字高显示在对话框的列表框中，供用户选择，隐含操作是按 GB 指定的规格设置图层、字体、字高、字距、行距。用 AutoLISP 中提供的对话框语言功能设计对话框用户界面，生成*.DCL 文件，然后编制对应的*.LSP 语言程序驱动调用完成其功能。

2.5 尺寸标注比例及标注形式的标准化、专业化实现方法

实现尺寸标注比例标准化，可以采用编辑对话框方式，提示用户输入当前屏幕图形的绘图比例，隐含操作是：根据输入的绘图比例，计算按 1:1 比例标注尺寸时，尺寸变量中长度比例因子的取值并对此给其系统

变量赋值。用 AutoLISP 中提供的对话框语言功能设计对话框用户界面，生成*.DCL 文件，然后编制对应的*.LSP 语言程序驱动调用完成其功能。

实现尺寸标注形式专用化，可以采用图像按钮对话框或图标(像)菜单方式，将各种尺寸标注形式制作成幻灯文件，即将各种尺寸标注形式的屏幕图形生成*.SLD 文件，显示在图像按钮上或图标菜单上，点取图像按钮或图标菜单的隐含操作是完成对应尺寸标注形式的各种尺寸变量值的设置。采用图像按钮方式时，用 AutoLISP 中提供的图像对话框功能设计对话框用户界面，生成*.DCL 文件，然后编制对应的*.LSP 语言程序驱动对话框，同时在程序中设置系统变量的初始值进行调用完成指定功能。采用图标(像)菜单方式时，在*.MNU 文件中的图标菜单项***ICON 中列出*.SLD 文件名，后台的操作是 DIM 尺寸标注命令下的一系列尺寸变量值的设置。

2.6 明细表生成和零件编号专用化实现方法

采用 AutoLISP 语言编程方法实现自动生成明细表和交互式标注零件编号。

自动生成明细表时，需要用户交互式输入图幅代号以确定明细表的位置坐标，输入零件总数以确定明细表分栏数。输入明细表样式以确定明细表生成格式，AutoLISP 程序根据输入参数自动生成明细表。参数的输入采用弹出式对话框方式完成。

标注零件编号时，需要用户交互输入标注形式，零件总数，标注第几件的件号数字，鼠标拖动确定零件序号引出线起始点位置，序号标注点位置。AutoLISP 程序根据输入参数拖动实现零件编号。参数的输入采用弹出式对话框方式完成。

2.7 公差及表面粗糙度标注实现方法

2.7.1 尺寸公差标注

采用二级对话框嵌套方式实现尺寸公差标注。第一级对话框为按钮对话框，第二级对话框是嵌套在第一级中的编辑对话框。按钮对话框提示 3 种信息：基本尺寸+公差代号标注方式；基本尺寸+上下偏差值标注方式；基本尺寸+公差代号+上下偏差标注方式。

在点取基本尺寸+公差代号标注方式的按钮后，弹出编辑对话框，提示用户输入基本尺寸和公差代号、旋转角度、图幅代号，隐含操作是执行文本标注 TEXT 命令。标注位置通过鼠标拖动完成。

在点取基本尺寸+上下偏差标注方式的按钮或点取基本尺寸+公差代号+上下偏差值标注方式钮菜单后，弹出编辑对话框，提示用户输入基本尺寸、上偏差值、下偏差值、旋转角度、图幅代号、隐含操作是执行 3 次文本标注 TEXT 命令。标注位置通过鼠标拖动完成。

制作时按 AutoLISP 提供的可编程对话框(DCL)工具设计并定义对话框，生成 GB-CCGC.DCL 文件，并按 AutoLISP 提供的对话框 PDB 函数编制对应的 GB-CCGC.LSP 程序来驱动调用 DCL 文件，完成指定功能。

2.7.2 配合代号标注

采用 AutoLISP 中提供的对话框语言功能设计对话框用户界面，生成*.DCL 文件，在编辑对话框中，提示用户输入基本尺寸、孔公差代号、轴公差代号，然后编制对应的*.LSP 语言程序启动对话框。当用户输入参数值后，点取确认按钮，执行交互式标注配合代号的 AutoLISP 函数，提示用户采用鼠标拖动方式或用指引线方式给出标注位置。

2.7.3 表面粗糙度符号标注

采用二级对话框嵌套方式实现表面粗糙度符号标注。第一级为按钮或图像对话框，第二级为在第一级下嵌套的编辑对话框。在*.DCL 文件中设计对话框格式，按钮或图像分 2 类，去除材料的表面粗糙度符号和不去除材料的表面粗糙度符号。这 2 种符号用幻灯文件显示，点取时，启动编辑对话框，提示用户输入轮廓算术平均偏差值、符号旋转角度、图幅代号，确认后拖动符号到确定位置完成标注。采用 AutoLISP 中对话框 PDB 函数编程完成对话框驱动和标注功能。

3 组织实施方式

规范化、系统化的组织方式对用户来说是直观的、可视的，便于识别、便于操作，无须用户进行任何修改，仅需用户输入极少的数据，便可实现在 AutoCAD 软件内、在 GB 环境下进行绘图工作。使设计制图的效率和质量产生质的飞跃。

采用弹出式下拉菜单将 AutoCAD 国产标准化专用化内容进行分类组织，对用户操作使用是一种简单易行的方式。也是提供给用户简洁而又方便的工具。

每项菜单下为明确的一级子菜单文字说明标题，如 GB 图幅下的一级子菜单标题为：A0、A1、A2、A3、A4 幅面，选取任意幅面后，会弹出第二级子菜单。第二级子菜单下多为图标菜单、按钮菜单、列表式对话框、编辑对话框等用户直接操作工具。如选取 A0 幅面后，弹出的是 A0 图幅的 8 种样板图图像菜单。菜单标题是 A0 图幅格式 8 种格式的图形分别为：横放 4 种，竖放 4 种，其中每 4 种又分装订边和非装订边两类，每一类又含 GB 标题栏和学生用标题栏。用户直接用鼠标点取所需图像，即可进入到对应的样板图环境。其他二级菜单内容以此类推。

参考文献：

- [1] National Technology Supervising Administration(国家技术监督局). GB/T 14665-93. General rules of drawings in mechanical drawings and computer for information interchange(机械制图用计算机信息交换制图规则) [S]. Beijing(北京): Chinese Standards Organization Press(中国标准出版社), 1994
- [2] National Bureau of Standards(国家标准局). GB4457 ~ 4460-84. Mechanical drawings(机械制图) [S]. Beijing(北京): Chinese Standards Organization Press(中国标准出版社).1984
- [3] Gan Dengdai(甘登岱), Liao Shanshan(廖彬山). AutoCAD 12.0 using manual(使用大全) [M]. Beijing(北京): Xueyuan Press(学苑出版社), 1993
- [4] Lin Liyu(林立域). AutoCAD R14 Teach-yourself Books(自学教程) [M]. Beijing(北京): Tsinghua University Press(清华大学出版社), 1998
- [5] Liang Xuechun(梁学春). AutoLISP Practical Course of Study(实用教程) [M]. Beijing(北京): Telecommunications of the People Press(人民邮电出版社), 1999