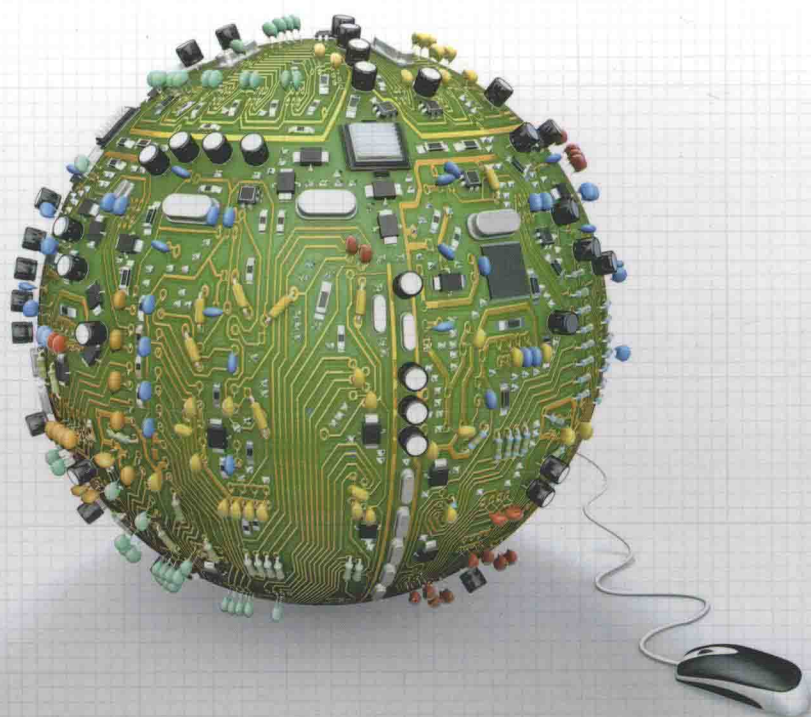


制图标准学用指南丛书

电气制图标准 实用手册

郭汀 主编



中国质检出版社
中国标准出版社

制图标准学用指南丛书

电气制图标准实用手册

郭 汀 主编

中国质检出版社

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

电气制图标准实用手册/郭汀主编. —北京:中国标准出版社,2015.8

(制图标准学用指南丛书)

ISBN 978-7-5066-7884-1

I. ①电… II. ①郭… III. ①电气制图-技术标准-手册 IV. ①TM0246

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第078581号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 23 字数 670 千字
2015年8月第一版 2015年8月第一次印刷

*

定价 58.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

前 言

20 世纪 90 年代以来,信息技术广泛用于工业领域,改变了传统的工作方式,人们用计算机画图,进行文件编制,并尝试通过构建信息结构用计算机进行产品、系统或装置全寿命周期的管理。人们也渐渐认识到计算机管理的关键是运用标识代号系统。为此,国际电工委员会(IEC)对 20 世纪 80 年代甚至 90 年代发布的文件编制和图形符号、文字符号的规则等国际标准从内容到形式进行了更新。我国标准顺应国际趋势进行了全面修订和补充。

本书以电气制图规则为主线,配合以电气简图用图形符号、文字符号(标识代号),构成完整的电气图,还补充了电气设计常用标志标识,展现了国际通用的电气文件编制的规则。

包括参照代号、端子代号、信号代号、文件代号在内的文字符号,构成标识代号系统。标识代号系统中,参照代号是核心,其作用除了将图纸上的代号和实物之间建立对应关系外,还可作为进入数据库的“导航工具”,实现寻址和检索,为结构信息的检索提供了一种手段。本书详细解释了参照代号的用法。在电气制图一章中涉及端子代号、信号代号和文件代号之处,都给以了详细说明。

本书将国家标准中有关电气图形符号、文字符号,以图表的方式将最核心的内容融于一体,和原标准相比,简明扼要,电气设计人员使用时一目了然。第 1 章“电气简图用图形符号”中,介绍我国标准及截止 2014 年 6 月 IEC 发布的最新符号。需要说明的是,关于文字符号,过去的标准按照项目种类划分类别,新版标准 GB/T 5094 按照功能(用途和任务)划分类别。由于分类依据不同,个别项目的文字符号有了明显的改变(详见书中的符号对照)。文字符号标准所示项目只是示例,未列全所有项目。使用时应按项目功能,对照选用相应符号。另外,技术发展使专业领域的划分也越来越不明显,机电越来越密不可分。根据国际标准和相应国家标准,书中所示的文字符号也适用于机械、液压、气动等领域,标准中也列出这些非电领域的项目示例。

本书中部分电气图用图形符号(特别是二进制逻辑元件和模拟元件符号)注释及说明较多,需要时请参考 GB/T 4728 原版。

本书中介绍的标准之间内容密切相关,正确理解和应用所有相关标准才能编制出符合标准要求的、能用于国内外交流的电气技术文件。把与电气设计相关的各类常用标准有选择地集于一书,更大限度地方便使用人员,是我们出版本书的目的。

本书的出版将为电气工程或其他工程的设计、制造、施工、操作、维修、管理人员,以及大专院校教学人员、软件开发人员、行业标准制定人员等广大标准使用者提供便利。

本书作者长期从事电气信息结构、文件编制、图形符号等国家标准的制定和研究,有较丰富的工作经验。由于标准涉及面极广,在国际上有些技术也还在发展,作者对某些标准内容的理解深度十分有限,难免有错误和不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2014 年 12 月

目 录

第 1 章 电气简图用图形符号	1
一、图形符号设计原则(GB/T 4728 和 GB/T 16901.1)	1
(一) 术语	1
(二) 标准图形符号应用说明	1
1. 符号形式和选用	1
2. 一般符号	2
3. 符号选用及组合	2
4. 增加附加信息	3
(三) 电气简图用图形符号设计原则	4
1. 图形符号可表达的对象	4
2. 设计程序	4
3. 设计原则	4
4. 比例的调整	8
5. 图形符号的取向	9
二、电气简图用图形符号(GB/T 4728)	10
1. 符号要素、限定符号和其他常用符号	10
2. 导体和连接件	22
3. 基本无源元件	27
4. 半导体管和电子管	31
5. 电能的发生与转换	43
6. 开关、控制和保护器件	60
7. 测量仪表、灯和信号器件	76
8. 电信:交换和外围设备	82
9. 电信:传输	90
10. 建筑安装平面布置图	112
11. 二进制逻辑元件	128
12. 模拟元件	200
13. 废除的符号	215
14. IEC 新发布的符号	232
第 2 章 标识代号	240
一、标识代号概念	240
二、参照代号(GB/T 5094)	240

(一) 参照代号的含义	240
(二) 参照代号表示方法	243
(三) 参照代号的应用	244
(四) 一位参照代号	249
1. 分类原则	249
2. 一位参照代号及与旧标准符号对照	249
(五) 双字母参照代号	256
1. 分类原则	256
2. 二位(含子类)代码	256
第3章 标志标识	278
一、外壳防护等级(IP 代码)(GB 4208—2008)	278
(一) 防护型式	278
(二) 标识	278
(三) 试验一般要求	279
二、人机界面标志标识	283
(一) 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和特定导体终端标识(GB/T 4026—2010)	283
1. 适用范围及标识方法	283
2. 字母数字系统通则	283
3. 标志规则	283
4. 与特定导体相连接的设备端子和特定导体终端的标志	284
(二) 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器的编码规则(GB/T 4025—2010)	285
1. 达到目的的手段	285
2. 指示器代码的应用	285
3. 操作器代码的应用	285
4. 不发光操作器的应用	285
5. 发光操作器	285
6. 作为图像显示一部分的操作器	285
7. 指示器代码的应用	285
(三) 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识(GB 7947—2010)	288
1. 颜色标识通则	288
2. 数字标识	288
3. 某些特定导体的标识	289
4. 用颜色代码和字母数字标识的特定导体	289
(四) 颜色标志的代码(GB/T 13534—2009)	291
1. 颜色标志的字母代码	291
2. 应用规则	291
(五) 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识(GB 7947—2010)	291
1. 范围	291
2. 一般要求	291
3. 操作与效应	293

4. 操作件的识别要求	295
5. 操作件的专用类型和特殊应用要求	295
第4章 集成电路助记忆法和符号(GB/T 20296—2012)	297
一、说明	297
二、功能记忆法和符号	297
三、与输入和输出相关的记忆法和限定符号	303
第5章 电气制图规则(GB/T 6988.1—2008)	326
一、一般原则	326
二、各类电气文件的信息表达规则	326
1. 易读性	326
2. 文字方向	326
3. 对使用颜色的要求	326
4. 对图纸的要求	327
5. 对页面的要求	327
6. 页面布局	327
7. 前后参照	328
8. 超链接	329
9. 线宽和字体	329
10. 符号	329
11. 元素范围和序列的表示	330
12. 尺寸线	331
13. 指引线和基准线	331
14. 说明性注释和标记	331
15. 参照代号	331
16. 电缆芯线代号	332
17. 端子代号	332
18. 信号代号	332
三、各类文件	332
(一) 简图	332
1. 各类简图的通用要求	332
2. 概略图	342
3. 功能图	342
4. 电路图	342
5. 接线图	349
(二) 图	351
1. 基本文件要求	351
2. 布置图	354
(三) 表格	355
1. 参照代号的表示方法	356
2. 接线表	356
(四) 表图	358

第 1 章 电气简图用图形符号

一、图形符号设计原则(GB/T 4728 和 GB/T 16901.1)

(一) 术语

为帮助理解 GB/T 4728《电气简图用图形符号》系列标准,根据 GB/T 6988.1《电气技术用文件的编制 第1部分:规则》、GB/T 15565《图形符号 术语》及 GB/T 16901.1《技术文件用图形符号表示规则 第1部分:基本规则》选取如下有关的术语:

a) 图形符号 graphical symbol

以图形或图像为主要特征的,表达一定事物或概念的符号。

b) 简图 diagram

以图形符号表示项目及它们之间关系的图示形式。

c) 符号要素 symbol elements

图形符号的组成部分。

说明:符号要素是有确定意义的简单图形,不能单独使用,必须同其他图形组合才能构成事物或概念的完整符号,如“屏蔽”的符号要素与“导线”组合成符号“屏蔽导体”,如图 1-1。

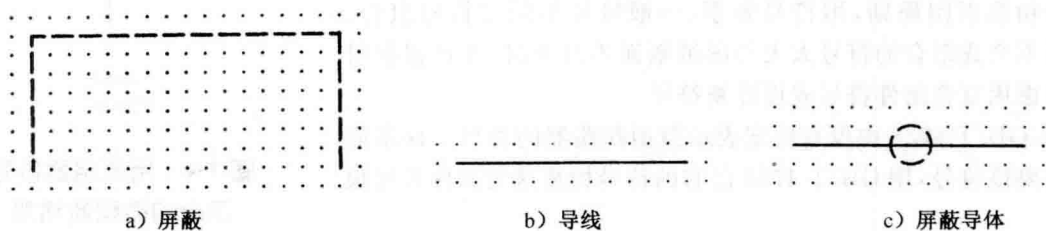


图 1-1 符号要素使用示例

d) 限定符号 qualifying symbol

附加于一般符号或其他符号之上,以提供某种确定或附加信息的图形符号的组成部分,它不能单独使用。一般符号也可作为限定符号使用。

e) 一般符号 general symbol

表示一类事物或其特征,或作为成组符号中各个图形符号的组成基础的较简明的图形符号。

说明:一般符号是同一类产品中各种产品的通用符号,可单独使用,也可加限定符号组成一特定产品的图形符号,还可做限定符号。如图 1-2,“电容器一般符号”,加限定符号“可调节性”组成“可调电容器”;缩小尺寸后作限定符号组合成“电容式传声器”。



图 1-2 一般符号使用示例

(二) 标准图形符号应用说明

1. 符号形式的选用

表示同一对象的图形符号有的示出不止一个形式,有“(形式)”“其他形式”“形式 1”“形式 2”(甚至

“形式3”)“推荐形式”“其他形式”“一般形式”“简化形式”,见图1-3。

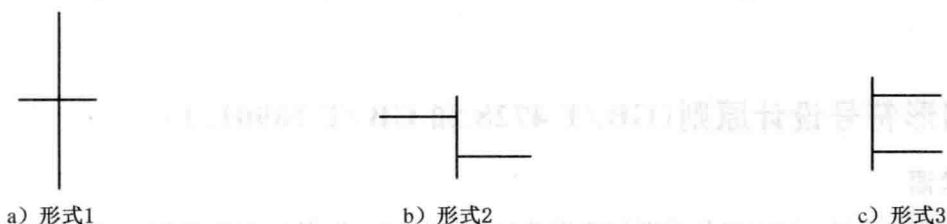


图 1-3 “半导体区,具有多处接触”的三个形式

一般来说,符号形式可任意选用,当同样能够满足使用要求时,最好用“推荐形式”或“简化形式”。但无论选用了哪一种形式,对同一套图中的同一个对象,都要用该种形式表示。

2. 一般符号

一般符号通常是起草整组更专业符号的基础。一般符号在不需要使用专业符号或专业符号不理想、不能准确表达设计思想时使用。

3. 符号选用及组合

进行电气设计时,首先应了解标准,包括国家标准、行业标准,应该选用标准符号。表示同一含义,只能选用同一个符号,如果标准中有所需符号(含示例符号),应直接选用;如果标准中没有,应根据符号的功能组图原则,用符号要素、一般符号加限定符号组合。如因符号不全或组合的符号太大与图纸幅面不协调时,才可根据组图原则考虑用复合组件符号或设计新符号。

示例:GB/T 4728 中没有特定表示微型断路器的符号。许多应用领域需要该符号,用 GB/T 4728 已有的符号构造这类器件符号很必要。

a) 微型断路器,术语称小型断路器。因此,可采用断路器符号 S00287。该符号只是不能区分“标准”断路器和微型断路器。微型断路器符号如图 1-4 示出。

b) 微型断路器的主要功能是在其所在处断开(即断路)电路。主要概念是开关。开关的一般符号是 S00227。而微型断路器自动脱扣,GB/T 4728 中 DB 指明自动脱扣功能的限定,符号是 S00222。因此,除开关一般符号外,可应用该符号,组合如图 1-5 示出。

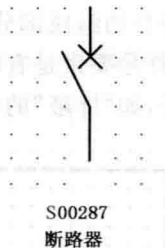


图 1-4 用断路器符号示出的微型断路器

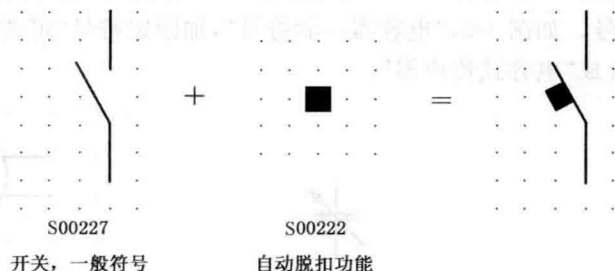


图 1-5 用自动脱扣符号限定开关一般符号示出的微型断路器

本符号不精确指明断路器有切断电路功能。它仅表示断路器有自动脱扣功能。

c) 另一种替换方法是用断路器基本符号代替开关一般符号,见图 1-6,然后用自动脱扣图示说明断路器。

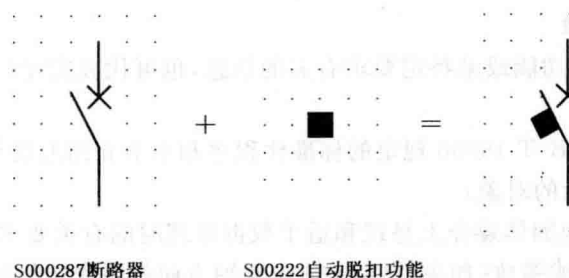


图 1-6 用自动脱扣符号限定断路器符号示出的微型断路器

d) 微型断路器的操作以两个往返过程为基础，一个热效应，另一个电磁效应。可用一般开关符号（断路器）S00227 作为基本符号。然后，加上指明热效应的限定符号 S00120，以及指明电磁效应的一般符号 S00121，见图 1-7。

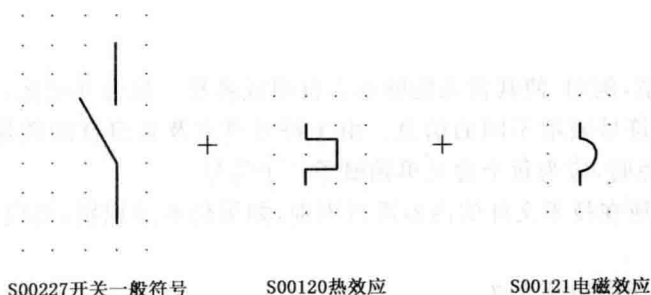


图 1-7 用热和电磁效应符号限定开关一般符号示出的微型断路器

e) 另一种替换方法是用断路器符号 S00287 代替 d)中所用的开关一般符号 S00227 的符号组合，见图 1-8。



图 1-8 用热和电磁效应符号限定断路器符号示出的微型断路器

4. 增加附加信息

GB/T 4728 系列标准中还有少数形状完全相同、但含义不同的符号，要注意其使用，见图 1-9。



图 1-9 相同形式的符号举例

当应用相同形式的符号可能产生歧义时，应用文字符号、技术数据等提供附加信息。

(三) 电气简图用图形符号设计原则

1. 图形符号可表达的对象

图形符号可用于传递与某功能或某特定要求有关的信息,也可代表实际产品。

2. 设计程序

图形符号的设计应遵循 GB/T 16900 规定的标准化程序和本节介绍的设计原则,并考虑:

- a) 描述图形符号所要表示的对象;
- b) 确定适于在纸张或其他固体媒介上呈现和适于数据处理时的有关要求;
- c) 分析符号经旋转、镜像或缩放(如果需要, x 轴和 y 轴方向的缩放比例可不同)后的结果;
- d) 将功能相关的符号按符号族设计;
- e) 考虑图形符号的常规应用,例如可增加文字符号(参照代号)(参见第 2 章)、技术数据等;
- f) 如果将符号用于缩微复制,应遵守 ISO 6428 的有关规定。

3. 设计原则

(1) 构形

① 图形符号的构形应:

- 简洁,以利于识别和复制;
- 易于与其预定含义产生联系,例如,使其含义能够不言自明或者易于领会并记忆。

② 要避免使用形状相同的图形符号表示不同的信息。由于符号要素及其组合的数量有限,形状相同的图形符号表达不同含义无法避免时,应为每个含义单独赋予一个符号。

③ 图形符号的含义通常可根据所在技术文件的内容进行识别,如果仍不能识别,则应为此类符号提供辅助信息。

④ 形状不同的图形符号不得表示相同的含义。

(2) 工作状态

如果图形符号中的某个符号要素表示产品中的一个可动部件(例如,液压阀的阀元件或开关装置的触头),应按以下要求确定该符号要素在图形符号中的位置:

- a) 带有自动复位器件(例如,弹簧回弹器件)的产品按其自动复位器件处于静止状态时的位置设计;
- b) 不带自动复位器件(例如,关闭的阀门)的产品按其可动部件处于非工作状态时的位置设计。

如果需要表示以上两种情况之外的其他工作状态,宜在相关文件中加以说明。

(3) 图形符号的组合

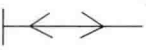
① 一般要求

两个或多个图形符号可组合成一个新的图形符号,见表 1-1 中的示例。新组合成的图形符号的含义应与其各组成部分所表示的含义一致。

表 1-1 图形符号组合示例

示例	图形符号	含义说明	图形符号	含义说明
1		阳极		带有直热式 阴极的二极管
		直热式阴极		
		管壳		

续表

示例	图形符号	含义说明	图形符号	含义说明
2		外壳、容器		整流器/逆变器
		直流		
		交流		
		能量流动,双向		

② 复合组件的图形符号

表示复合组件的图形符号应由表示该组件各组成部分的图形符号组合而成。

如果由于复合组件过于复杂,或因缺少表示某组成部分的图形符号而无法采用上述方法时,则应以简单的实轮廓线框为基础,在轮廓线框内按以下要求提供辅助信息:

- a) 使用图形符号表示最重要的组成部分(见图 1-10);
- b) 使用数学符号和(或)公式表示量的符号、化学分子式、标准的图形和符号。数学符号应与 GB 3102 的规定一致(见图 1-11);
- c) 使用英文缩写词(见图 1-12);

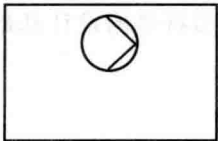


图 1-10 泵系统

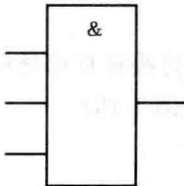


图 1-11 “与”元件

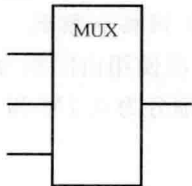


图 1-12 多路转换器

- d) 使用与各输入输出都有关的图形符号提供辅助信息(见图 1-13);

- e) 提供与组件有关的辅助信息的图形符号可作为整体位于实轮廓线框内或轮廓线框外(见图 1-14);

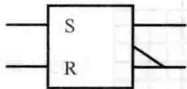


图 1-13 双稳态元件

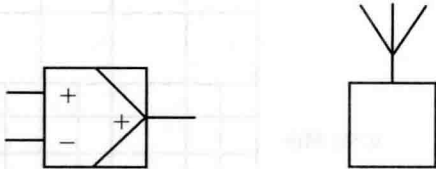


图 1-14 反馈控制器和无线电系统

- f) 如果按照 a)~e)所给出的方法仍无法表示图形符号的含义,则可添加一简短的文字说明。文字说明宜使用中文或英文,置于轮廓线框内或轮廓线框外(见图 1-15)并宜尽可能简短。

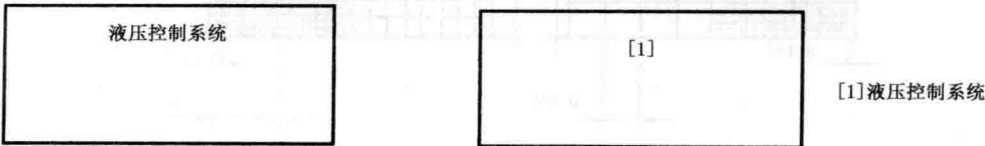


图 1-15 液压控制系统

③ 包含流向的图形符号

当图形符号采用流向提供辅助信息时,应强调总的流向(见表 1-2)。

表 1-2 流向及不同取向形式示例

取向形式	流向	图形符号	取向形式	流向	图形符号
A			E		
B			F		
C			G		
D			H		

(4) 网格和模数

① 应使用由间距为 1M(M 为模数)的平行线垂直相交所形成的网格作为图形符号的设计基础。该网格可细分为 0.1M 和 0.125M 两种网格(见图 1-16)。

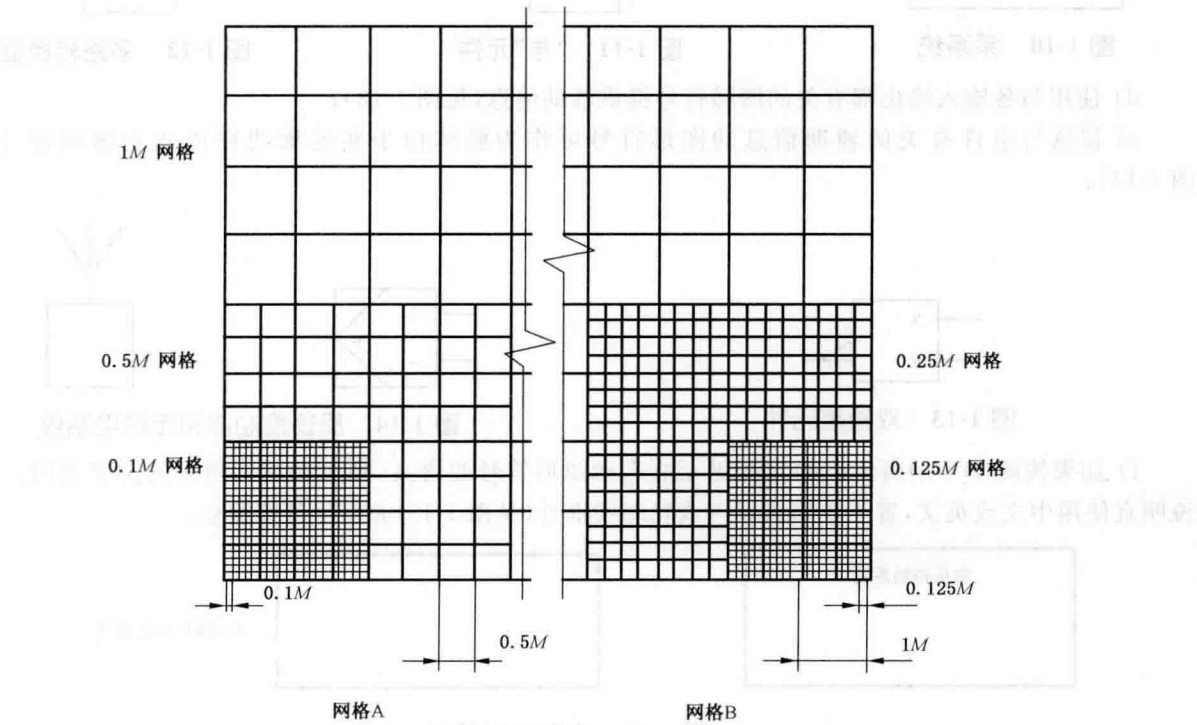


图 1-16 网格示例

② 对于同一图形符号或符号族,只应选用 0.1M 或 0.125M 两种网格系统之一进行设计,并应在适当的文件中简要说明。电气图形符号是在 1M 的网格系统中设计的, $M=2.5\text{ mm}$ 。

(5) 线宽

图形符号的线宽与用于图形符号设计的模数 M 之比应为 $1:10$ 。字符与图形符号线条应具有相同的线宽。如果需增加线宽类型,则任意两类型之间线宽的比宜至少为 $2:1$ 。宜使用 GB/T 17450 中给出的标准线宽。

(6) 弧线与直线

① 图线类型应符合 GB/T 17450 的规定。线之间相接或相交而成的锐角角度不宜小于 15° 。

② 与网格线不平行的直线,其与网格线的夹角宜按 15° 递增,或按斜率(例如, $1:1$ 、 $2:1$ 、 $3:1$ 或 $4:1$)确定。直线的起点与终点宜落在网格线交点上。

③ 弧线的端点应位于网格线的交点上。曲线仅应由弧线和(或)直线构成。

④ 对于确定图形符号轮廓线的直线和弧线,当需要连接点时(见图 1-17)适用以下规则:

a) 水平线和垂直线的轴线应位于 $0.5M$ 或 $1M$ 的网格线上;

b) 斜线或弧线的轴线应与 $0.5M$ 的网格线交点相交,其交点数应与所需的连接点数一致。

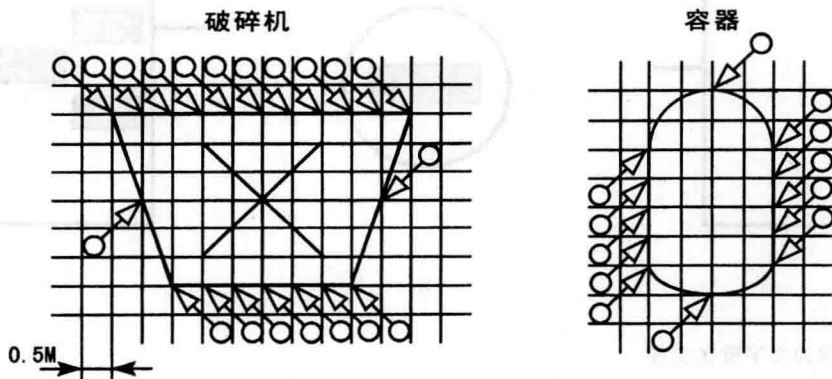


图 1-17 包含连接点的图形符号轮廓线示例

(7) 平行线间的最小间距

平行线间的最小间距应为最宽线条宽度的 2 倍。

(8) 阴影区和填实区

阴影区中平行线间的最小间距以及线宽应分别遵守(7)和(5)条的规定。宜避免使用填实区。

(9) 连接点

在必要时,图形符号宜给出适当数量的表示输入和输出的连接点。

(10) 连接点的位置

连接点宜位于 $1M$ 或 $0.5M$ 的网格线交点上。

如果要在连接点之间或平行的端线之间放置文字,则连接点之间或端线之间的最小间距应为 $2M$ 。

(11) 端线

如需使用端线,则端线长度宜根据实际需要设计并尽可能短。

在图形符号上不含端线时,连接线宜以特定方式连接在图形符号上,此时连接线宜以虚线表示。

(12) 基准点

为便于在计算机辅助系统中使用,图形符号需要有一个基准点。基准点应位于设计该图形符号时所使用的 $0.5M$ 或 $1M$ 的网格线交点上。

(13) 图形符号带有文字

① 字符的字体

字符的字体应符合 GB/T 14691 中规定的 B 型直体。表示量的字母符号应符合 GB 3102 和

IEC 60027的规定。

② 字符集

图形符号中的文字宜由从标准字符集中选取的字符组成。为确保计算机处理的兼容性,字符宜限于采用 GB 1988 中规定的除控制字符以外的 7 位字符集。如需其他字符,则应从现有的编码字符集中选择,例如 ISO/IEC 8859、ISO/IEC 10367、GB 13000.1、GB/T 19679 等。

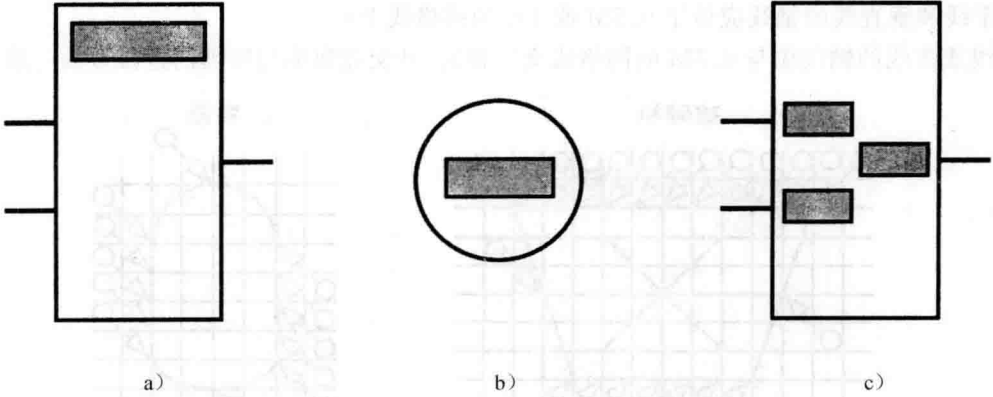
③ 文字方向

文字方向(阅读方向)宜符合 GB/T 4458.4 中的有关规定,仅限于水平和垂直两种。

④ 文本在轮廓线框内的位置

与图形符号相关的文字宜优先置于图形符号轮廓线框的上部中间[见图 1-18 a)],也可置于图形符号轮廓线框的中部[见图 1-18 b)]。

与输入或输出有关的文字应紧靠相应的输入或输出位置[见图 1-18 c)]。



注: 阴影区域所示为文字所在位置。

图 1-18 文字位置示例

⑤ 最小间距

文字与其周围的几何图形的最小间距至少应为最宽线宽(d)的 2 倍(见图 1-19)。

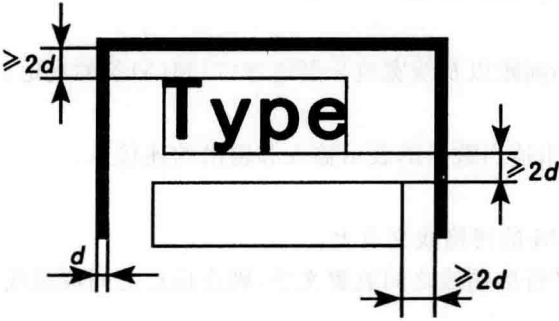


图 1-19 文字与线条间的最小间距

(14) 图形符号的大小

图形符号的大小宜考虑其空间布置的需求,例如需要考虑所要包含的文字、图形符号的组成部分、其他符号细节、连接点的位置与数目等。

4. 比例的调整

图形符号国家标准中规定的图形符号的比例为标准比例(本书所选图形符号中的网格点两点之间的标准距离应为 2.5 mm)。在应用符号时,如果符号比例调整后仍能够传递与原符号相同的信息,则可根据需要调整符号的比例。

5. 图形符号的取向

在实际应用中,图形符号可采用不同的取向形式以满足有关流向和阅读方向的不同需求。由于图形符号具有不同的几何外形,因此一个图形符号所需的取向形式可多达 2 种、4 种或 8 种。

符号的不同取向形式仍认为是同一个符号。

简单的取向形式可通过旋转或镜像的方式生成。例如,在图 1-20 中,取向形式 A 按逆时针方向每次旋转 90° 即可得到取向形式 B、C 和 D,取向形式 E 由取向形式 A 的 y - y 轴镜像得到,取向形式 E 再次按逆时针方向每次旋转 90° 即可得到取向形式 F、G 和 H。

当图形符号包含文字时,则应调整文字的阅读方向和文字所在的位置。

根据标准所确定的规则,在表 1-2 和表 1-3 所示的全部取向形式中,取向形式 A、B、E 和 F 是首选的取向形式。

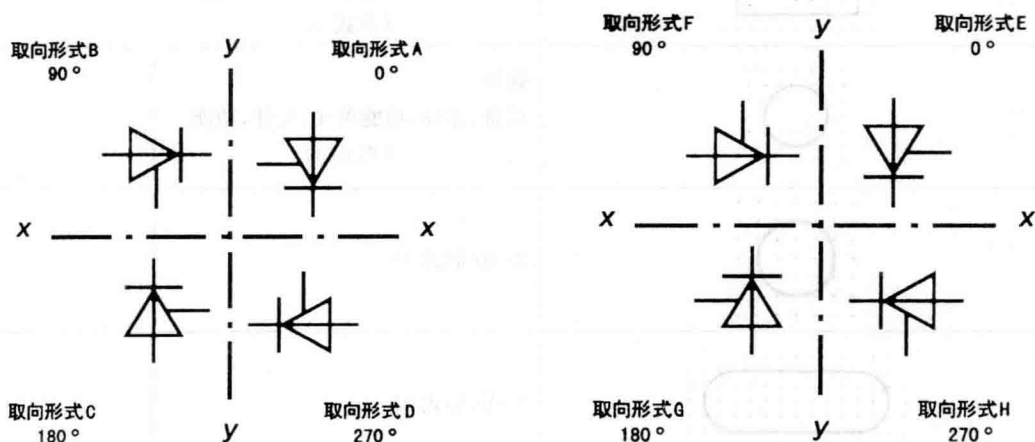


图 1-20 晶闸管图形符号可能的取向形式

表 1-3 不同取向形式的调整示例

取向形式	流向	图形符号	取向形式	流向	图形符号
A			E		
B			F		
C			G		
D			H		