

JIANZHUSHIHEBEI SHIGONGJISHU WU JI SHI JI 建设设备施工技术系列手册

仪表设备施工技术手册

封苏伟 主编 尹连文 副主编



YZLI 0890089036

中国建筑工业出版社

建筑设备施工技术系列手册

仪表设备施工技术手册

封苏伟 主 编

尹连文 副主编



YZLI 0890089036

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

仪表设备施工技术手册/封苏伟主编. —北京: 中国
建筑工业出版社, 2010. 8

(建筑设备施工技术系列手册)

ISBN 978-7-112-12145-8

I. ①仪… II. ①封… III. ①仪表装置-建筑安装工程-工程施工-技术手册 IV. ①TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 096064 号

本书包括的主要内容有: 概论; 温度测量仪表的选用; 压力、差压测量仪表的选用及应用; 液位和物位仪表的选用及应用; 流量; 分析仪表; 二次仪表; 调节阀; 电源与接地; 计算机系统; 控制系统的应用等内容。本书内容丰富、实用性强。

本书可供从事工业与民用建筑仪表专业的设计、施工、管理等人员使用。还可供大专院校师生和相关专业人员使用

* * *

责任编辑: 胡明安

责任设计: 张 虹

责任校对: 王金珠 刘 钰

建筑设备施工技术系列手册

仪表设备施工技术手册

封苏伟 主 编

尹连文 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 21 字数: 524 千字

2010 年 9 月第一版 2010 年 9 月第一次印刷

定价: 60.00 元

ISBN 978-7-112-12145-8

(19409)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

随着科学技术的发展，现代化的建设需要高质量的仪表。在全世界的各项工程中，仪表及计算机控制所占的比例越来越大，而且随着仪表和计算机技术的迅猛发展，仪表在不断淘汰和更新之中。

现在，有些大学里自动化和仪表专业的教材跟不上时代发展需要，课本只介绍一些已经淘汰的仪表，在工作中根本用不上。

为了满足工程设计以及广大自动化和仪表专业的需要，编写了这本手册，供自动化专业的大学毕业生、仪表工程技术人员及相关专业学习，以便掌握仪表的基本知识，运用到生产工作中去。

本手册汇集了相关专业的基础知识，全面系统介绍了仪表及计算机控制技术的最新资料。作者有 30 多年工厂新建项目、旧厂改造项目的设计和施工经验，举了许多实例，供仪表工程技术人员参考。全书由封苏伟主编，尹连文、赵晓宇、李宗超协编，尹连文审核。由于编者水平有限，时间仓促，书中谬误不妥之处，望读者批评指正。

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 仪表的分类	1
1.2 常用的图形符号和文字代号	3
1.2.1 常用仪表的图形符号	3
1.2.2 常用仪表的文字代号	7
第 2 章 温度测量仪表的选用	14
2.1 概述	14
2.1.1 国际实用温标简介	14
2.1.2 分度号与分度表	14
2.1.3 温度仪表的分类与特点	14
2.2 温度仪表选用	17
2.2.1 测量范围的选用	17
2.2.2 热电阻	17
2.2.3 热电偶	19
2.2.4 温度保护套管及接线盒的选用	20
2.2.5 特殊场合温度测量仪表的选用	23
2.3 就地温度测量仪表的选用	23
2.3.1 双金属温度计	23
2.3.2 玻璃温度计	24
2.3.3 低温压力式温度计	24
2.3.4 红外测温仪	24
2.4 集中控制的温度仪表选用	27
2.4.1 检测元件的选用	27
2.4.2 温度变送器的选用	27
2.5 仪表的连接	33
2.5.1 热电阻连接方式	33
2.5.2 热电偶的连接方式	34
2.5.3 温度变送器的连接方式	36
2.5.4 电接点双金属温度计连接方式	36
2.6 温度仪表安装实例	36
2.6.1 双金属温度计安装图	36
2.6.2 热电偶、热电阻安装图	36
第 3 章 压力、差压测量仪表的选用及应用	49

3.1 概述	49
3.2 压力、差压变送器选型	49
3.2.1 刻度选择	49
3.2.2 常用压力仪表选型	49
3.2.3 压力变送器、传感器的选用	51
3.2.4 测量介质环境条件的选择	58
3.3 应用与安装	59
3.3.1 压力、差压变送器选型的注意事项	59
3.3.2 压力、差压变送器的接线与应用	60
3.3.3 压力、差压变送器应用	61
3.3.4 压力、差压变送器应用安装	63
第4章 液位和物位仪表的选用及应用	73
4.1 概述	73
4.2 液位/物位	73
4.2.1 液位连续检测	73
4.2.2 就地液位计	82
4.2.3 压力、差压变送器在液位中的应用	83
4.2.4 液位计的安装注意事项	84
4.2.5 液位/料位计的安装	85
第5章 流量	102
5.1 概述	102
5.2 流量测量仪表选型原则	102
5.3 各种流量计	103
5.3.1 电磁流量计的选型	103
5.3.2 超声波流量计	109
5.3.3 孔板流量计	111
5.3.4 涡街(旋涡)流量计	113
5.3.5 塔形流量计	116
5.3.6 V形锥流量计	122
5.4 民用和建筑用流量仪表	125
5.4.1 水表	125
5.4.2 燃气表	128
5.4.3 热量表	131
5.5 流量计的安装	137
5.5.1 节流件的安装	137
5.5.2 流量计的安装	138
5.5.3 流量计的接线原理图	139
5.5.4 流量检测仪表安装图	140

第6章 分析仪表	152
6.1 智能电导仪	152
6.1.1 概述	152
6.1.2 主要特点	152
6.1.3 主要技术指标	152
6.1.4 仪表的安装	153
6.2 工业智能酸度计	153
6.2.1 概述	153
6.2.2 主要特点	153
6.2.3 主要技术指标	153
6.2.4 仪表的安装	154
6.3 工业用智能酸碱浓度计	154
6.3.1 概述	154
6.3.2 主要经济指标	155
6.3.3 仪表的安装	155
6.4 工业智能钠监测仪	155
6.4.1 概述	155
6.4.2 主要技术指标	155
6.4.3 主要特点	156
6.4.4 仪表的安装	156
6.5 智能工业溶氧仪	156
6.5.1 概述	156
6.5.2 主要技术指标	156
6.5.3 仪表的安装	157
6.6 有毒可燃气体报警仪/控制器	157
6.6.1 综述	157
6.6.2 智能型固定式气体检测变送器	158
6.6.3 报警控制器	159
6.7 成分分析仪表	160
6.7.1 LGA-3100 激光气体分析仪	160
6.7.2 LGA-4100 激光气体分析仪	161
6.7.3 LGA-3500/LGA-4500 激光气体分析仪	161
6.8 激光粉尘检测仪	162
6.9 紫外气体分析仪	162
6.9.1 OMA-3000 分光光谱分析仪	162
6.9.2 OMA-3010 紫外气体分析仪	163
6.9.3 OMA-3510 紫外气体分析仪	163
6.10 OMA-2000PA 便携式烟气分析仪	164

6.11 DTS 系列分布式光纤传感温度监测系统	165
6.12 系列金属分析仪	166
6.13 系列烟气排放监测系统	169
6.13.1 系列烟气排放连续监测系统	169
6.13.2 便携式烟气分析仪	171
6.14 称重系统	172
6.14.1 称重给料机	172
6.14.2 皮带秤	179
第 7 章 二次仪表	182
7.1 概述	182
7.2 二次显示调节仪表	182
7.2.1 气动单元组合式显示调节仪表	182
7.2.2 电动单元组合式显示调节仪表	182
7.2.3 电子单元组合式数字仪表和智能仪表	183
7.3 架装仪表	190
7.3.1 配电器	190
7.3.2 信号隔离器	191
7.3.3 温度变送器	192
7.3.4 电源分配器	192
7.3.5 安全栅	192
7.4 一次仪表与二次仪表的接线原理图	201
第 8 章 调节阀	203
8.1 概述	203
8.1.1 调节阀的分类	203
8.1.2 阀（或称阀体组件）	203
8.2 气动薄膜式执行机构和调节阀	203
8.2.1 执行机构	203
8.2.2 调节阀	205
8.3 活塞式执行机构和调节阀	206
8.3.1 执行机构	206
8.3.2 调节阀	207
8.4 特殊调节阀	213
8.4.1 管线球阀	213
8.4.2 锅炉连续排污调节阀	213
8.4.3 减温水调节阀	214
8.4.4 蒸汽疏水调节阀	214
8.4.5 HTC 锅炉给水泵最小流量调节阀	215
8.4.6 HC310 低负载型蝶阀	215

8.4.7 HC320 高性能蝶阀	216
8.5 电动/电子调节阀	216
8.5.1 电动执行机构	216
8.5.2 智能式电子调节阀	217
8.6 液压调节阀	218
8.6.1 液压执行机构	218
8.6.2 液压调节阀	218
8.6.3 特种液压技术	218
8.7 自力式压力调节阀	227
8.7.1 自力式压力调节阀的特点	227
8.7.2 自力式压力调节阀原理	227
8.7.3 规格与技术参数	227
8.8 调节阀的电气阀门定位器	227
8.9 调节阀的功能和特性术语	228
第9章 电源与接地	231
9.1 电源	231
9.2 接地系统	232
9.2.1 接地的作用	232
9.2.2 设备接地的要求	232
9.2.3 接地技术	233
第10章 计算机系统	236
10.1 概述	236
10.2 计算机集成制造系统组成	238
10.2.1 概述	238
10.2.2 计算机系统组成	238
10.3 可编程序控制器	241
10.3.1 PLC 的特点	241
10.3.2 PLC 的构成	243
10.3.3 PLC 主要组成系统	245
10.3.4 PLC 控制系统的设计基本原则	246
10.3.5 PLC 软件系统及常用编程语言	246
10.4 上位计算机系统	249
10.4.1 概述	249
10.4.2 上位组态软件	250
第11章 控制系统的应用	273
11.1 汽包(锅炉)液位三冲量控制系统	273
11.1.1 汽包(锅炉)给水控制	273
11.1.2 三冲量控制系统的设备选型	273

11.1.3 三冲量控制系统	275
11.2 循环水系统控制系统	279
11.2.1 概述	279
11.2.2 控制系统的方案	280
11.3 综合泵房水系统控制系统	285
11.3.1 概述	285
11.3.2 控制系统的方案	286
11.4 除尘控制系统	291
11.4.1 概述	291
11.4.2 2800m ² 布袋除尘自动化设计说明	293
11.5 液压站自动化控制系统	299
11.5.1 工艺概述	299
11.5.2 控制系统的方案	300
11.6 楼宇自控系统	304
11.6.1 概述	304
11.6.2 智能大厦楼宇管理中的基本自动控制系统	305
11.6.3 控制系统的方案	307
主要参考文献	326

第1章 概 论

近年来仪表发展较快，在各个领域中都离不开仪表自动化系统。

仪表自动化是一门新型的学科，涉及的面十分广泛，涉及的内容较多，相关专业知识较多。不但要精通检测仪表、调节器和执行机构等工作原理和结构特点，而且还要有一定的过程控制自动化知识及电气的基本常识。

涉及专业有自动化、电气自动化、仪表、计算机及应用。

仪表在生产过程中起到关键性作用。仪表好比人类的眼睛。没有仪表，就等于瞎子一样。有了仪表，才可能监控所有工况。例：1. 电机的温升，就是利用热电阻测量电机的温度，热电阻就是电机的眼睛，通过它来控制电机的正常运行；2. 高层楼房的供水，压力低，水供应不上去，高层没水；压力高水流又太大，喷溅四射，浪费水资源。合理的用水量才是人们所需要的，这就需要压力测量，进行压力调控，而压力表或压力变送器就是高层供水的眼晴；3. 楼宇控制：就是由许多眼睛（检测元件）通过大脑（计算机系统）控制楼宇的各个部位（阀门、电机、水量、风量、温度等）。温感检测和烟感检测就是消防系统的眼睛；摄像头就是监控系统的眼睛；红外监控就是开门关门的眼睛；集中空调系统的眼睛是温度、流量、压力仪表。这样，由多个小系统组成一个完整的楼宇控制系统。

1.1 仪表的分类

检测与过程控制仪表（通常称自动化仪表）分类方法很多，根据不同的方法可进行相应的分类。

(1) 按安装场所分：一次仪表和二次仪表。见表 1-1。

1) 一次仪表：安装在现场的仪表统称一次仪表。一次仪表又分检测端仪表和操作端控制仪表及调节控制仪表。

(A) 检测端仪表：就地温度表、热电阻、热电偶、压力表、压力变送器、液位变送器、各种液位计、料位计、物位计、各种流量计、分析仪表、称重仪表的压力传感器、位移测量仪表、测速仪表、测量扭矩仪表、旋转编码器等。

(B) 操作端控制仪表（安装在现场的各种执行器）：调节阀门、调节执行机构等。

(C) 调节控制仪表：自力式调节阀、电气/阀门定位器、电子控制器、可编程序控制器等。

2) 二次仪表：分显示仪表和架装仪表，一般安装在控制盘上或控制箱、操作台上。

显示仪表有温度、压力、流量、液位等显示表、记录仪、控制调节器、报警联锁显示表、闪光报警器、指针显示表等各种计量的显示仪表。架装仪表不带显示，负责信号传送、变送、信号隔离等，如安全栅、配电器、信号隔离器、温度变送器、电源分配器等。

(2) 按安装方式分：现场仪表、盘装仪表和架装仪表。

(3) 按能源分：气动单元组合仪表、电动单元组合仪表、液动单元组合仪表、电子组装式仪表。

(4) 按组合形式分：基地式仪表、单元组合式仪表、综合控制装置仪表。

(5) 按信号源分：可分为 DDZ-I 型仪表、DDZ-II 型仪表、DDZ-III 型仪表、智能仪表。

1) DDZ-I 型仪表：是用电子管作为信号处理元件制造的第一代仪表。现在已经淘汰不用了。

2) DDZ-II 型仪表：动圈指针式和数字模拟式，主要是四线制，两根电源线，两根信号线。基本上是 220V 供电独立的电源信号；另外两根是 0~10mA 或 0~10V 的模拟信号。电动执行机构中的伺服放大器有 II、III 型仪表。有 0~10mA；也有 4~20mA。这类仪表现在也不太多用，已经更新换代得差不多了，有个别地方还在用。

3) DDZ-III 型仪表：模拟和数字式，也可指针式。主要是两线制仪表；既是 24V 供电信号，又是 4~20mA 或 1~5V 模拟输入信号。调节阀和执行机构也是 4~20mA 的输出模拟信号。反馈信号也是 4~20mA 模拟信号。III 型仪表和智能仪表是目前世界上应用最多的仪表，也是今后发展主流。

检测与过程控制仪表分类表

表 1-1

按安装场所	按功能	按被测变量	按工作原理或结构形式	按组合形式	按能源	其他
一次仪表	检测仪表	压力 温度 流量 物位(液位) 成分(分析)	液柱式、弹性式、电气式、活塞式、电容式、扩散硅式 膨胀式、热电阻、热电偶、光学、辐射、红外 节流式、转子式、容积式、速度式 靶式、电磁、旋涡、热值式 直读式、浮力式、静压式、电学、声波、辐射、光学、雷达式、同位素式、压力式、差压式 电导、pH、氧分析、CO 分析、CO ₂ 分析、色谱、红外、紫外等有毒气体分析	单元组合 单元组合 单元组合 单元组合 实验式和流程	气电	智能
	操作端仪表	阀门	直通单座、双座、套筒(笼式)、球阀、蝶阀、隔膜阀、偏心旋转、角形、三通、阀体分离等	执行机构和阀门可以进行各种组合		直线 对数 物线 快开
	调节(控制)仪表	执行机构	薄膜式、活塞式、长行程气缸式、电子式、电动式、电机式、液压式、其他 自力式调节阀 组装式：电气/阀门定位器，电子控制器 可编程序控制器		气电液	
二次仪表	显示仪表	各种充量显示报警控制累积	DDZ-I 型仪表 指针和数字 DDZ-II 型仪表 (指示和记录) DDZ-III 型仪表 模拟和数字 (指示和记录) 动圈、自动平衡电桥、电位差计	0~10mA、 0~10V 4~20mA、 1~5V ±5V±10V	气电 电	智能
	架装仪表		安全栅、配电器、信号隔离器、温度变送器、电源分配器等		电	有源 无源

注：I、II、III 型仪表的区分主要在信号上。I 电子管式；II 0~10mA/0~10V；III 4~20mA/1~5V。

1.2 常用的图形符号和文字代号

1.2.1 常用仪表的图形符号

(1) 测量点

测量点（包括检测元件）是由过程设备轮廓线或管道线引到仪表圆圈的线的起点。一般无特定的图形符号，如图 1-1 所示。

若测量点位于设备中，当有必要标出测量点在过程设备中的位置时，线应引到过程设备轮廓线内的适当位置上，并在线的起点加一个直径约为 2mm 的小圆符号，如图 1-2 所示。

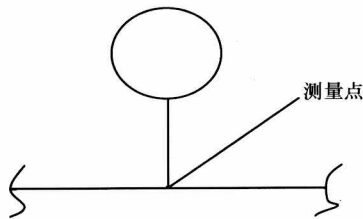


图 1-1 测量点

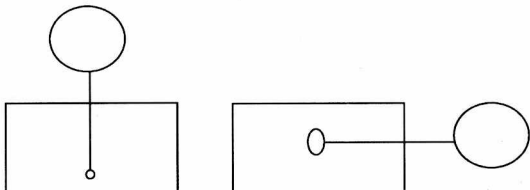


图 1-2 设备中测量点

测量点的位置在功能和过程顺序上应正确，但并不表示其确切位置，只能证明在设备上有什么检测元件。

(2) 检测元件

在流程图上，检测元件可用仪表圆圈和仪表位号或表 1-2 所列的图形符号表示。

(3) 线

1) 机械连接线、仪表能源线（包括冲洗液体源）的符号为细实线。

注：① 当有必要区分仪表能源类别时，可在仪表能源符号之上标注下列缩写字母：

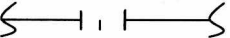
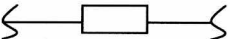
- AS 空气
- ES 电源
- FS 其他冲洗液源
- GS 气源
- HS 液压源
- NS 氮气源
- SS 蒸汽源
- WS 水源

② 仪表能源的额定值可加注在能源缩写字母之后。例如：AS1.4 为 0.14MPa 的空气源；ES24DC 为 24V 的直流电。

常用的检测元件图形符号 表 1-2

序 号	检测元件名称	图形符号	备 注
1	热电偶		

续表

序 号	检测元件名称	图形符号	备 注
2	热电阻		
3	嵌在管道中 ^① 的检测元件		圆圈内应标注仪表位号
4	取压接头（无孔板）		
5	孔板		
6	文丘里管及喷嘴		

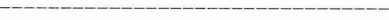
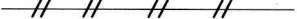
① 嵌在管道中是指检测元件占有一段管道。

2) 仅供仪表连线标志用的仪表圆圈，其连接到过程设备轮廓或管道线上的线为细实线。

当通用的仪表信号为细实线可能造成混淆时，通用信号线符号可在细实线上加斜短划线。仪表连接线图形符号见表 1-3。

仪表连接线图形符号

表 1-3

序 号	信号线类别	图形符号	备 注
1	通用的仪表细实线		
2	电信号线		
3	气压信号线 ^①		短划线与细实线成 60°
4	液压信号线		
5	毛细管		
6	电磁或声信号 ^②		
7	表示信号的方向 ^③		

① 如不是采用空气作为气压信号线的介质，应在气压信号之上或用其他方式注明所用的气体。

② 电磁现象包括热、无线电波、核辐射和光等。

③ 当有必要标明信息传输的方向时，应在信号线上加箭头。

(4) 仪表圆圈

1) 仪表圆圈是直径为 10mm（或 12mm）的细实线圆，必要时可适当放大或缩小。



仪表位号字数较多，圆圈不能容纳时，可以断开。如图 1-3 所示。

2) 一个仪表圆圈可用来表示一台仪表；一个回路中多个仪表的组合，就需要用多个圆圈来表示仪表、仪表连同附件，或者仅用来标志测量点位号。有时一台仪表也会用两个或多个仪表圆圈来表示其含义。

图 1-3 仪表圆圈

3) 当有必要区别安装位置时, 仪表圆圈应按表 1-4 所示方法表示。

仪表安装位置的图形符号				表 1-4
安装位置 仪表功能	现场安装正常情况下 操作员不监视	控制室盘上安装仪表正常 情况下, 操作员见使用	现场盘上安装 (辅助位置) 正常情况下, 操作员见使用	
离散仪表				
共用显示 共用控制				
计算机功能				
可编程逻辑 控制功能				
盘后安装仪表				
计算机进机符号				

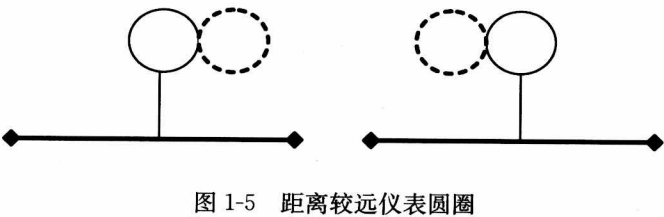
4) 处理两个或多个变量 (不采用多变量字母 U 时) 的仪表, (例如多笔记录仪或多点记录仪) 或处理一个变量但有多功能的仪表, 可用两个或多个相切的圆圈表示, 如图 1-4 所示。

5) 当两个测量点在图纸上距离较远, 或不在同一个图纸, 需要时, 可在两测量点附近分别用两个相切的实线圆圈和虚线圆圈表示, 如图 1-5 所示。

(5) 执行器和阀

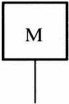
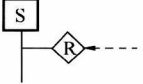
1) 执行器的图形符号是由执行机构和调节机构的图形符号组合而成的。

(A) 执行机构: 不区别形式的通用执行机构图形符号是直径约 5mm 的细实线圆和与调节机构图形符号相连接的细实线, 如图 1-6 所示。



当有必要区分执行机构形式和执行机构的附加装置时，应采用表 1-5 所示的图形符号。

执行机构的图形符号 表 1-5

序 号	执行机构	图形符号	附 注
1		带弹簧的薄膜执行机构	
2		不带弹簧的薄膜执行机构	
3		执行机构与手轮组合（以带弹簧的薄膜执行机构）	顶装或侧装均用同样方法表示
4		执行机构与阀门定位器组合（以带弹簧的薄膜执行机构）	
5		执行机构与带转换器组合（以带弹簧的薄膜执行机构）	
6		电动机执行机构	
7		数字执行机构	
8		电磁执行机构	
9		活塞执行机构单作用	
10		活塞执行机构双作用	
11		带人工复位装置的执行机构（以电磁执行机构为例）	
12		带远程复位装置的执行机构（以电磁执行机构为例）	

(B) 调节机构：不区别形式的通用的调节机构图形符号是边长 5mm 的等边三角形，如图 1-7 所示。



图 1-7 调节机构图示

2) 调节阀：各种形式的阀门的图形符号应符合国家标准的有关规定。在阀的图形符号国家标准发布之前，各种常用的阀可采用表 1-6 的图形符号或各部门的有关规定。

ISA 标准调节阀体与风门符号 表 1-6

 截止阀	 角阀	 蝶阀	 旋塞阀
 三通阀	 四通阀	 球阀	
 隔膜阀	 风门或百叶窗	 风门或百叶窗	 风门或百叶窗

1.2.2 常用仪表的文字代号

(1) 仪表位号：仪表位号由字母代号和数字编号两部分组成，两部分之间用一短划线隔开。需要时数字编号之后可附加尾缀。示例如下：

- 例 1：PIC—112——仪表位号
PIC——字母代号（功能标志——压力显示调节）
112——数字编号（区域编号和回路编号）
- 例 2：FIQSA—206——仪表位号
FIQSA——字母代号（功能标志——流量显示累积联锁报警）
206——数字编号（区域编号和回路编号）

(2) 字母代号：

1) 字母代号由表示被测变量或初始变量第一位字母和表示功能的 1 个或 2 至 3 个后继字母组成，字母均为大写英文字母。示例如下：

- 例 1：PI——功能标志
P——首位字母（表示被测变量压力）
I——后继字母（表示读出功能显示）
- 例 2：TIC——功能标志
T——首位字母（表示被测变量温度）
IC——后继字母（表示读出功能显示+输出功能）

2) 字母代号的英文缩写及含义：见表 1-7。