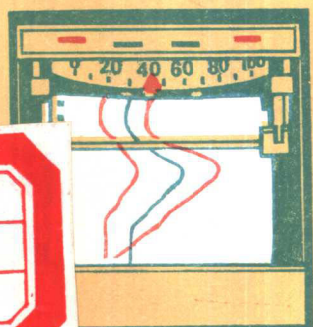
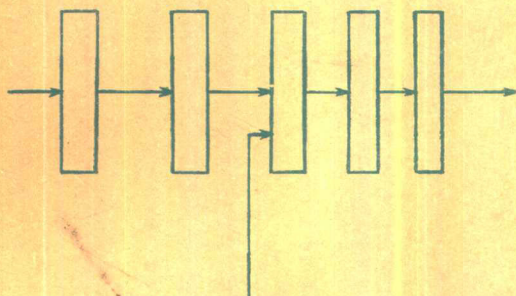


EK 系列

电动单元组合仪表 的特点及线路

王家楨 王俊杰
刘蜀仁 编著



中国计量出版社

E K 系列：

电动单元组合仪表的 特点及线路

王家楨 王俊杰 刘蜀仁 编著

内 容 提 要

本书以国产 DDZ-Ⅰ 系列电动单元组合仪表的知识为基础,采用对比写法,介绍新型 EK 系列仪表的特点,全书共分七章,重点概述了调节单元和变送、运算、显示单元的原理、线路、性能及其合理选择,正确使用。

为满足自动化系统的扩展和需要的需要,书中还介绍了 EK 系列调节器中的特种调节器,专门与计算机配合组成计算机监控 SCC 系统或直接数字控制 DDC 系统。它们和计算机之间的接口比较简单,并能保障计算机的安全运行。

可供自动化系统的设计人员,石油、化工、发电、冶金、机械、轻工等部门中从事仪表计量的工程技术人员参考使用,也可供工科院校有关专业师生参考。

EK 系列

电动单元组合仪表的特点及线路

王家楨 王俊杰 刘蜀仁 编著

责任编辑 徐 鹤

✽

中国计量出版社出版

北京和平里11区7号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

✽

开本 787 × 1092 1/32 印张 6 1/2

字数 147 千字 印数 1—17 000

1986年 0 月第一版 1986年 9 月第一次印刷

统一书号 15210·608

定价 1.45 元

前 言

电动单元组合式仪表早已在工业自动化领域中占据重要地位，目前我国除普遍采用的 DDZ-Ⅱ 和 DDZ-Ⅲ 系列以外，又引进了不少国外的这类仪表，其中以日本的 I 系列和 EK 系列为数较多，并且在西安和北京分别引进了这两个系列的生产线，开始成批供应。

我国的 DDZ-Ⅲ 系列是主要参考 I 系列设计的，所以熟悉了国产 DDZ-Ⅲ 系列之后，掌握 I 系列是比较容易的。但是 EK 系列出现得较晚，在同类仪表的基础上又有不少改进，其设计思想和线路上确有独到之处，而当前有关 EK 系列的参考书却十分缺乏，使自动化系统的设计人员和运行人员深感不便。

本书的用意在于介绍 EK 系列仪表的特点，以便合理地选择和正确地使用。

鉴于 DDZ-Ⅲ 系列仪表的原理和线路已为多数技术人员所熟知，凡与之相同之处不再详述。关于具体安装、使用、调校的细节，亦可参看制造厂家的说明书，无需一一罗列。本书重点只在分析 EK 系列仪表和其它同类仪表的差别，使本专业人员用较少的时间便可掌握其特性。

在编写本书之前，曾得到横河北辰公司内山辉胤先生和北方自动化工业联合公司卞正岗同志及北京电表厂的帮助和鼓励，在此表示衷心的感谢。

由于理解不深，书中错误之处，望读者惠予指正，不胜铭感。

编 者

目 录

前 言

第一章 总体概述	(1)
§ 1-1 主要特点	(1)
§ 1-2 一般规格	(4)
§ 1-3 品种、型号及主要指标	(12)
第二章 基型调节器	(26)
§ 2-1 PID 运算规律的实现	(26)
§ 2-2 基本电路的数学关系	(29)
§ 2-3 软手动电路	(40)
§ 2-4 软手动抗漂移	(45)
§ 2-5 停电对策和零起动	(59)
§ 2-6 内给定、指示及电源电路	(67)
第三章 调节器的附加功能	(75)
§ 3-1 上下限报警	(75)
§ 3-2 预设定手动及自动-手动远方切换	(81)
§ 3-3 抗积分饱和	(86)
§ 3-4 输出限幅	(99)
第四章 特种调节器	(102)
§ 4-1 串级调节器	(102)
§ 4-2 外部反馈调节器	(108)
§ 4-3 SCC调节器	(111)
§ 4-4 给定值抗漂移	(118)
§ 4-5 DDC调节器	(124)

第五章 变送单元	(136)
§ 5-1 直流毫伏变送器	(137)
§ 5-2 热偶温度变送器	(140)
§ 5-3 热阻温度变送器	(149)
第六章 运算单元	(153)
§ 6-1 加减器	(153)
§ 6-2 乘除器	(158)
§ 6-3 开方器	(166)
第七章 显示单元	(170)
§ 7-1 小型多笔记录仪	(170)
§ 7-2 比例积算器	(176)
编 后	(189)

第一章 总体概述

§ 1-1 主要特点

从总体上看，EK 系列仪表和我国的 DDZ-III 系列有很多相同之处。首先，它们都是常规的模拟式单元组合仪表，并没有应用先进的微处理机技术，就其功能说还比不上单回路数字调节器及分散型综合控制装置。其次，在电源和信号的规格上也没有重大的改变，除了可以在订货时选择交流供电的品种之外，一般的 EK 系列仪表也是由直流 24V 供电。信号制也是采用国际电工委员会 (IEC) 所推荐的统一信号，即用直流 4~20mA 进行远传送，用直流 1~5V 进行控制室内部联络。最后，如果把相应单元的外特性进行比较也基本上一样，其内部电路的方框图也大同小异，并没有迥然不同的差别和脱胎换骨的变化。

但是，这决不等于说，EK 仪表毫无特色，稍加分析就不难发现，在很多方面确有值得注意的特点，其中主要可归纳为下列几方面：

(一) 应付事故的能力加强

随着工业生产规模的日益扩大和自动化程度的不断提高，意外事故所引起的后果也就更加严重，这是人所共知的。面对这一严酷现实，除了千方百计提高仪表本身的可靠性之外，还希望仪表具有种种应急手段，以便在万一出现故障或生产工艺不正常时，有应付变故的能力，是否能做到这一点，取决于设计者是否考虑得周密。

例如意外停电之后的突然恢复供电，如果没有运行人员参与操作，对生产工艺和设备会造成何种影响，在一般单元组合仪表里是没有考虑的，但 EK 系列仪表的设计就比较完善，它在调节器里设计了专门的“停电对策”线路，能根据意外停电历时长短，决定恢复供电时输出电流的大小，即使运行人员不在场，突然恢复供电也不会引起事故。

其它保护措施和自动切换功能还很多，实际上在 EK 仪表的设计中已经吸取了近代技术中的逻辑判断、连锁保护、优先权、冗余备用、无中断输出等先进思路，所以可靠性较高。

（二）便于使用的改进增多

仪表是运行操作人员和生产设备之间进行联系的接口，其使用是否方便至关重要，特别在系统复杂仪表较多的情况下，应尽可能简化操作方法，避免繁琐的规程，让运行操作人员有充分自由能根据需要随时进行调整、操作或切换，而且要便于安装、维护及更换，还希望与其它仪表及计算机有较好的兼容性，以便同时共用，逐步更新，或者互为备用。

常见的电动调节单元，即使有软手动功能，其操作速度也只有快慢两档。EK 调节器的软手动却快慢自如，并且有抗漂移电路可以长期保持阀位，所以通常没有必要使用硬手动功能，这就使它在自动和手动间相互切换时，真正做到了“无平衡无扰动”化。内给定（本机给定）和外给定（远方给定）之间的相互切换，也无需复杂的手续就能按滑动平衡方式逐渐过渡。另外还有各种方式的外接点远方控制，使自动切换和扩展功能十分方便。

EK 仪表采用母线制接线，使施工和安装相当简便，也是一项重要改进。

至于用齐纳式安全栅代替复杂的隔离式安全栅，则是北

辰公司的特点。

其它在结构上也有不少改进。

(三) 模拟为主数模混合

EK 系列虽然属于模拟式仪表，在设计中却已大量引入数字技术，不但有开关信号和逻辑电路，而且在调节器的抗漂移措施里还直接应用了模-数转换和脉冲计数电路。其它例如光电隔离、单稳、双稳、振荡、分频、与非门、锯齿波等脉冲数字电路，也都得到了广泛地应用，这样就充分发挥了各种电路的优越性，数模混合，相辅相成，使得仪表的功能显著增加。

(四) 大量采用集成电路

除运算放大器类集成电路之外，EK 仪表里还大量应用了稳压、双运放、双 JK、四与非、场效应管集成门、集成电阻等集成电路或集成元件。

正是由于采用了这类小尺寸低功耗的器件，才有可能在较小的仪表外壳之内，容纳比一般仪表更复杂的电路。而且在元件总数增加的情况下，可靠性非但没有降低反而得到提高。虽然由于功能增多不可避免地引起线路复杂，但采用新型元件器件使密集化程度提高，在尺寸紧凑和安全可靠方面收效显著。

(五) 功能分离和部件通用化

为了适应用户的多种要求，必须有足够多的规格和品种，但是从降低生产成本上考虑又不希望花样繁多，这是仪表用户和制造厂之间有矛盾之处。EK 系列仪表在内部线路板的设计上也体现了标准化的思想，它按照功能分别制造线路板，通过灵活组装形成仪表。这样，可供用户选择的功能都是单独的印刷电路，便于增减取舍，即使局部出现故障也便于替换。

显示和操作部分则用通用部件，甚至刻度标尺、开关标记都可以灵活改换，既便于生产又利于使用。

这种功能分离和部件通用的设计思想，实际上和组装式控制装置的特点是吻合的，或者说是吸收了组装式仪表的长处。

(六) 更便于和计算机配合

当前大多数用户在选择仪表时，还考虑到将来自动化系统的扩展和提高，特别是近年来计算机技术的推广更为引人注目，常规仪表能否和计算机配合，就成为决定取舍的重要因素。

与计算机关系密切的要算调节单元了，EK系列的调节器中，有专门为了和计算机配合组成计算机监控(SCC)或直接数字控制(DDC)系统的品种。它和计算机之间的接口比较简单，而且调节器里带有光电隔离，对保障计算机安全运行十分有利。计算机有故障时，调节器能按多种可供选择的方式离机，转为一般的自动运行，或者按适当的速度趋近于安全阀位，这对于生产过程的安全运行也十分重要。

总之，EK系列仪表在单元组合式仪表里是出现较晚的系列，因而在设计中得以吸收更多更新的经验，采用较新的技术，所以这种仪表的性能较好也是必然的。

§ 1-2 一般规格

整个EK系列仪表都是控制室仪表，它不包括现场安装的变送器和执行器，但是凡应用直流4~20mA或1~5V信号的变送器和执行器都能和EK系列仪表配合，共同组成系统。

既然EK仪表都是控制室仪表，就只限于盘装和架装两类，没有现场安装类。

从生产现场到控制室之间的信号传递，除了以直流4~20mA的统一信号之外，对于热电偶、热电阻、霍尔传感器等，则以非统一信号的方式传送到控制室，接到相应的EK系列变送器上。从控制室到现场的操作信号，则一律为4~20mA。

控制室内部各仪表间的联络，用直流1~5V信号。电流信号向电压信号的转换，通过250Ω电阻进行，此电阻可以装在仪表内部，也可以选用专门的信号分配器，由用户订货时决定。

各仪表的电源可以是直流24V，也可以是交流100V（220V的可在订货时提出要求）频率为50Hz或60Hz。如果是交流供电的话，各个仪表内部要附加一部分线路和元件，仍然是先将交流电源变成直流24V再供给基本线路。因为这部分附加线路和元件要占据适当的空间，所以某些仪表的功能要减少一些。例如多笔记录仪在直流供电时最多可装4笔，但交流供电时最多只能装3笔。

为了分别控制各仪表的电源，EK系列仪表中有专门的电源分配器，它包含10路可以分别通断的电源开关及熔断丝。

各种EK仪表的共同性规格可以归纳为下列几点：

（一）采用共用母线方式

无论盘装或架装，EK仪表的接线特点是共用母线方式，其原理如图1.1。

以直流供电为例，电源的正极（24V）、负极（0V）及保护性接地，以三条扁铜母线的方式与各仪表的相应端子连接。

图1.1中只画出了电源正负两根母线，接地线与仪表的正常工作原理无直接关系。

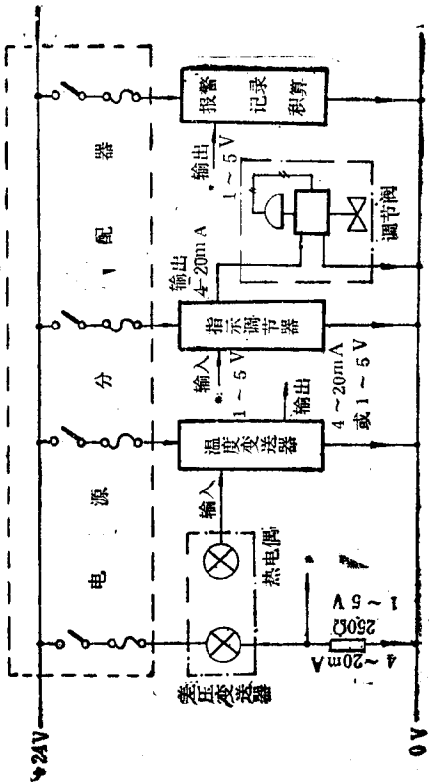


图 1.1 共用母线示意图

图中点划线框内部分在生产现场，虚线框代表电源分配器。对于仪表为数不多的简单系统，也可以不用电源分配器。

采用母线方式的好处有二。一方面可以简化信号接线，因为仪表的输入输出信号的负端和电源的负端在同一电位上，只要把信号的正端接到仪表上就完成了通路，于是每一路信号只需接一根导线即可，安装施工十分便捷。另一方面减小了共用导线上压降所形成的误差，因为母线的断面较大，电阻极小，其压降可以忽略。

必须说明的是，图 1.1 里每个仪表只画了一根输入信号线及输出信号线，并不等于说 EK 仪表的端子排上每个信号通道只有一个端子。实际仪表上仍然有正负两个端子。信号的负端子并没有在仪表内部和电源的负端子相连，所以使用时仍然要从信号的负端子上引一根导线。不过，这根导线可以就近连到仪表下方所安装的负极 (0V) 母线上，而没有必要把它连到信号源的负端去。也就是说，既不应该象图

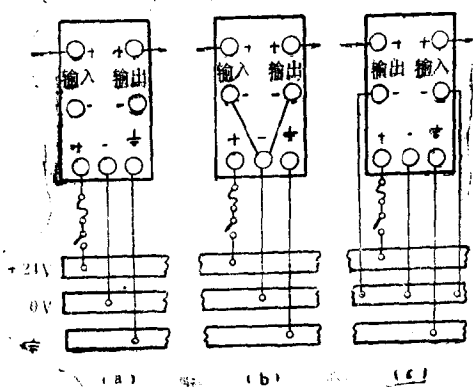


图 1.2 信号负端的连接

1.2(a) 那样把信号的负端子悬空，也不宜象图 (b) 那样和电源的负端子连在一起，而要照图 (c) 所示分别用导线连到0V母线上去。

上文所说每一路信号只需接一根导线，是指从信号源或信号分配器引来的导线只有一根，并不是说仪表端子上只接一根线。

(二) 输入信号并联方式

EK 系列仪表在输入信号的形式上和 DDZ-III 系列控制室仪表相同，都是直流 1~5V。当多个仪表共同接受同一个信号时，采用并联的方式，把各个仪表的输入端都并联到同一个 250Ω 电阻上，当直流 4~20mA 流过这个电阻时，所形成的电压便同时送到各个仪表，各仪表接受到的电压完全相等。

当然，各仪表的输入阻抗必须很高，不然信号电压就要受到影响而产生误差。EK 系列仪表的输入阻抗都在 1MΩ 以上，所以这是不成问题的。

上述 250Ω 电阻及为了并联多个仪表而设的扩展端子，都在信号分配器上。电阻的阻值误差在 ±0.1% 以下。

(三) 用电流信号远传送

来往于生产现场和控制室之间远传送信号一律用直流 4~20mA，它既能保证传送的精确又有利于抗干扰。这和 DDZ-III 系列仪表一样。

现场如需就地指示，或控制室仪表上的输出指示，都用串联动圈仪表的方法解决。

(四) 24V 单一电源共用电源驱动

EK 系列仪表的直流电源为 24V，且只有两条母线（接地线在外），所有仪表全都共用同一电源。这样就便于设计可靠性高的供电装置，简化了各个仪表内部的电源线路，而

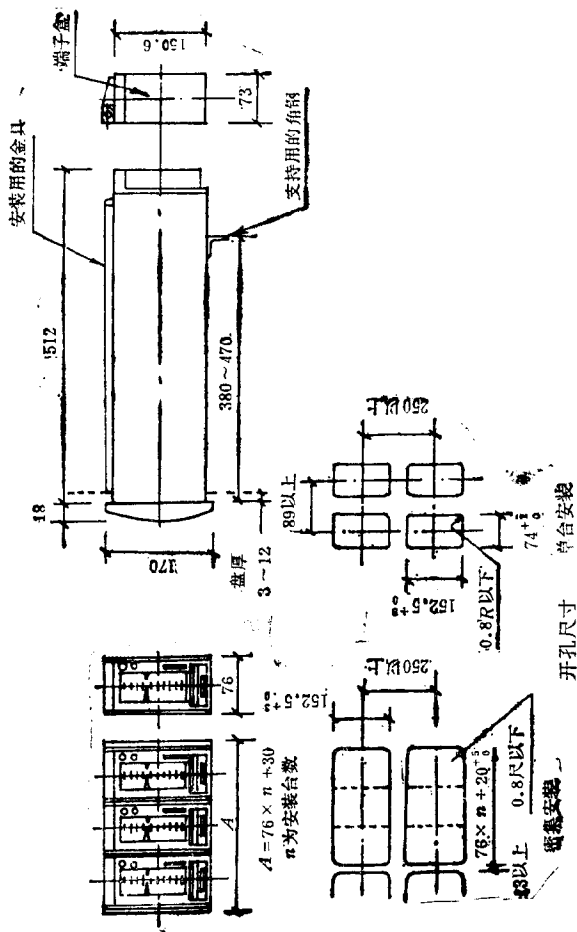


图 1.3 盘装仪表的标准尺寸

且便于施工安装。这和 DDZ-III 系列仪表也相同。

(五) 外形尺寸规格

EK 系列的盘装仪表，其标准尺寸见图 1.3。其正面尺寸为 $76\text{mm} \times 170\text{mm}$ （接近于 $3\text{in} \times 6\text{in}$ ），盘面以后的深度 512mm 。表盘开孔尺寸为 $74\text{mm} \times 152.5\text{mm}$ 。

多台盘装仪表密集安装时的尺寸，详见图中规定，无需赘述。

指示仪之中有的品种为上述标准宽度的一半，即 38mm 。

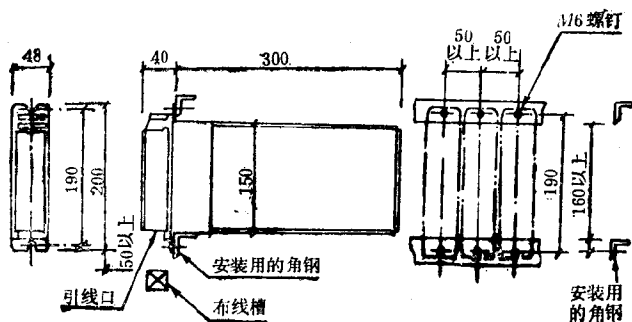


图 1.4 架装仪表的标准尺寸

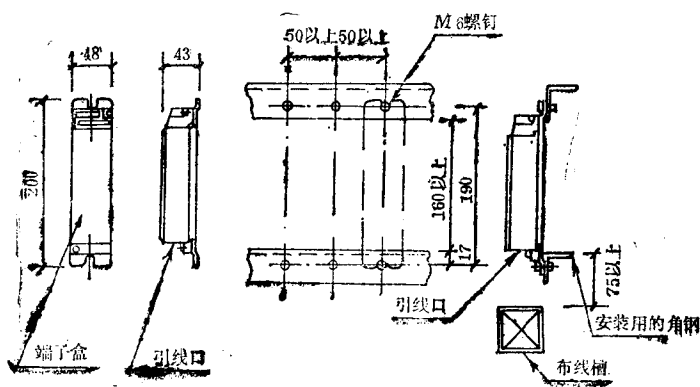


图 1.5 信号分配器的基本尺寸

记录仪之中则有比标准宽度大一倍的，即 152mm。

EK 系列的架装仪表，其标准尺寸见图 1.4。

架装仪表中的信号分配器则纵向深度小，其尺寸如图 1.5。

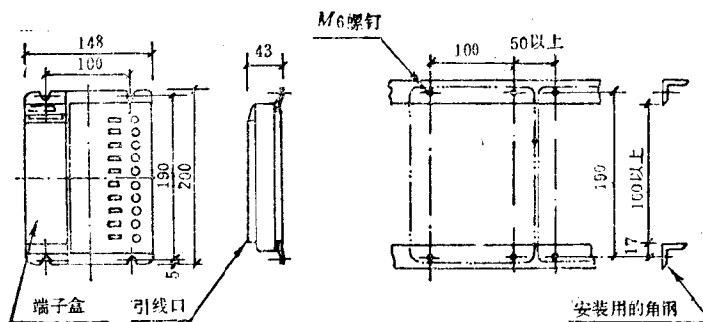


图 1.6 电源分配器的基本尺寸

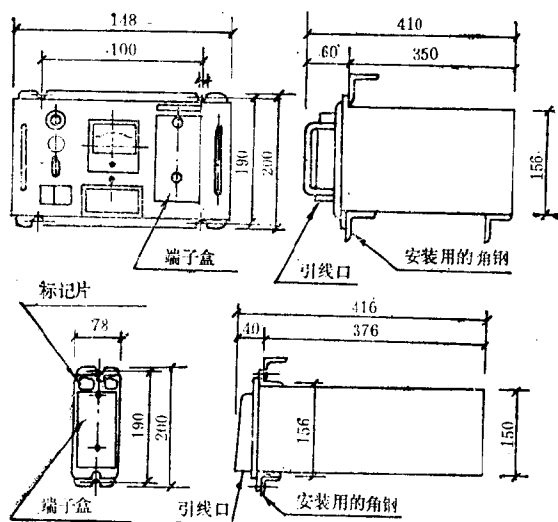


图 1.7 直流电源的基本尺寸