面向中国和亚洲地区的指令开关（φ22）“AY22 系列”、“DY22 系列”

“AY22 Series” and “DY22 Series” Command Switches (φ22) for Chinese and Asian Markets

高野　芳弘 TAKANO, Yoshihiro　　井上　辰志 INOUE, Tatsuyuki　　山田　正士 YAMADA, Takashi

指令开关的安装孔，IEC 标准将 φ16、φ22、φ30 规定为标准尺寸。中国和亚洲地区大多使用 φ22 的安装孔，且规模不断扩大，超过了日本市场。富士电机面向中国和亚洲地区发售了指令开关（φ22）“AY22 系列”、“DY22 系列”。本系列采用了具有高级感的外观，和可灵活组合的模块结构。在带灯式方面，开发了无变压器式的 LED 灯，实现了小型化和低价化。另外，端子结构以 IEC 标准规定的保护结构（IP2X）为标配，提升了安全性。

The diameter of the mounting holes of command switches comply with IEC standards: φ16, φ22 and φ30. Command switches have been more greatly expanding in China and Asia than in the Japanese market, and φ22 mounting holes are mainly used. Fuji Electric has offered“AY22 Series” and “DY22 Series” φ22 command switches for the Chinese and Asian markets. These series adopt a modular structure that enables a high-grade appearance and flexible combinations. We have also developed transformerless LED lamps for illuminated products that have small sizes with low prices. The standard terminal structure of those are conforms to the IEC protective structure standard (IP2X) to improve safety.

1　引言

各种机械装置中使用的操作开关、指示灯的作用是迅速、正确地开展人与机械间的信息交流。富士电机以“指令开关”这一产品名销售各种操作开关和指示灯，并获得了好评。

指令开关的安装孔，IEC 标准将 φ16、φ22、φ30 规定为标准尺寸，在海外，特别是在中国、亚洲地区，大多使用 φ22 的安装孔。本文将就面向市场规模超过日本不断扩大，且今后有望进一步成长的中国和亚洲地区而开发的 φ22 指令开关“AY22 系列”、“DY22 系列”的特点，以及为实现小型化和成本削减而采用的无变压器式 LED 灯技术进行介绍。

2　开发背景

中国市场目前流通的操作开关可分为来自海外的产品（进口品）、进驻中国的外企生产的产品（本地生产品）、和中国企业生产的产品（中国制造商产品）三种。

对于从中国出口、品质要求高的控制柜，富士电机和过去一样，提供标准品“AR22 系列”、“DR22 系列”。另外，随着中国国内市场的扩大，作为本地生产品的需求日益增加，对此，富士电机正在推进 φ16 指令开关的销售。为了满足 φ22 的需求，富士电机又开发了面向中国和亚洲地区的本系列，充实了产品阵容。

3　“AY22 系列”、“DY22 系列”的特点

图 1 中展示了“AY22 系列”、“DY22 系列”的外观。

3.1　外观和结构

本系列除 φ22 的安装孔尺寸，还采用了需求较大的高级感外观和可灵活组合的模块结构，满足了安全性、小型化等需求。

图 1　“AY22 系列”、“DY22 系列”

⑴　具有高级感的外观

近年来，从中国出口的操作面板被要求具备高度的设计感，中国国内对于高级感外观的需求也很大。为此，富士电机将面板表面肉眼可见的按钮外缘设计为银色金属色调的机种。为使这一机种与金属面板搭配协调，将塑料零部件涂装成银色，使表面呈现哑光的金属质感（**图 2**）。

⑵　模块结构

面向日本国内的产品，其操作开关的基本构成为操作部分和触头部分，以组装了光源的状态交货。而在日本以外地区，客户根据用途灵活组合的情况较为常见。因此，富士电机对构成零部件进行了模块化。

⑶　端子部的保护结构（IP2X）

在日本国内作为特殊品处理的端子部保护结构，面向中国和亚洲地区时，以 IP2X（手指无法伸入的保护结构）为标准结构。

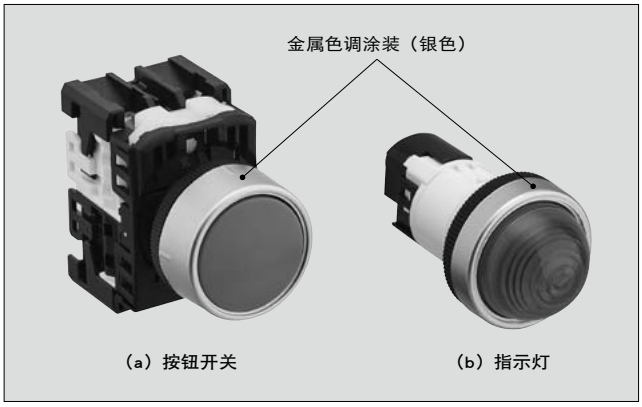

图 2　金属色调的外观

表 1　“AY22 系列”、“DY22 系列”的主要规格

项目		性能
额定绝缘电压		不带灯式：AC/DC 600 V 带灯式、指示灯：AC/DC 250 V
额定通电电流（约定发热电流）		10 A
耐久性	机械性	按钮（瞬时型）：500 万次 按钮（交换型）：25 万次 旋钮（手动恢复）：25 万次 紧急停止：10 万次
	电气性	10 万次（AC220 V、3 A）
耐振动性	可变振动	10～500 Hz、双振幅 0.7 mm
	固定振动	16.7 Hz、双振幅 3.0 mm
耐冲击性	误动作	100 m/s^2、150 m/s^2（紧急停止）
	耐久	500 m/s^2
使用环境温度	非带灯式	−20～＋70 ℃
	带灯式	−20～＋50 ℃
操作部保护结构		IP65（防尘型、防喷流型）
带电部件保护结构		IP2X
触头构成		最多 6 个触头（紧急停止时最多 4 个触头）

⑷　无变压器式的 LED 灯

为实现产品的小型化、削减成本，带 LED 灯的机种采用了无变压器式的 LED 灯。

3．2　主要规格

本系列的规格如**表 1** 所示。

4　无变压器式 LED 灯

配置在指令开关上的 LED 灯，有由电源直接供电的全电压式（灯用电压≦ 24 V），和经由专用变压器连接的变压器式（输入电压＞100 V）两种，但变压器式的缺点是会导致产品大型化。另外，LED 元件的发光效率不断改善，近年来许多小电流也能满足辉度且发热少的产品涌向市场。利用这一点，富士电机使用电阻器进行降压，采用无变压器方式，实现了小型化。还通过本地采购 LED 灯，削减了成本。

4．1　小型化

带灯按钮开关和指示灯使用无变压器式的 LED 灯，使

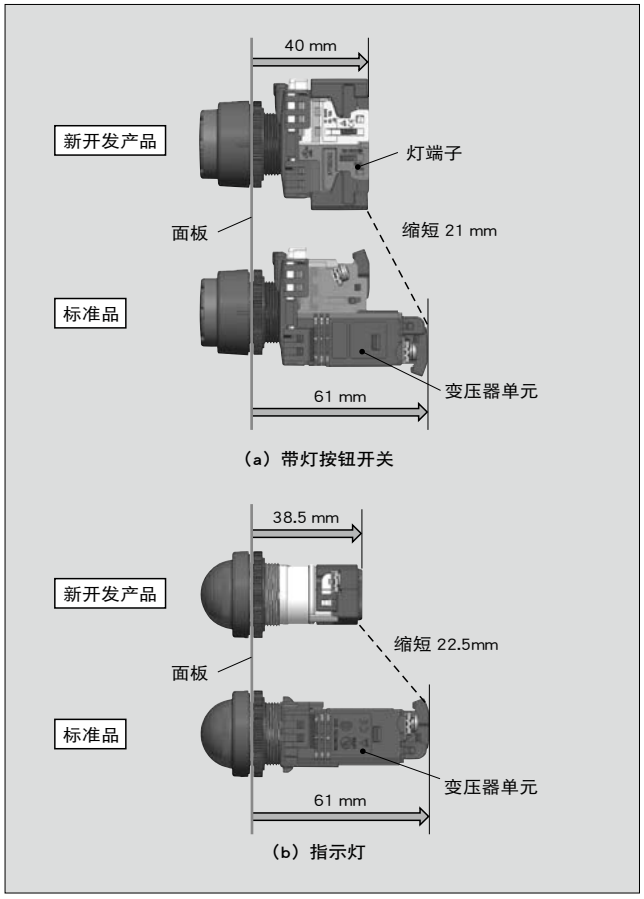

图 3　小型化后的纵深尺寸

带灯按钮开关（单触头产品）在操作面板上的纵深尺寸缩短了 21 mm，变为 40 mm，指示灯缩短了 22.5 mm，变为 38.5 mm（**图 3**）。

若采用这样的按钮开关和指示灯，就无需另接变压器，同时削减了配线，有助于降低客户的装置成本。

4．2　LED 灯

富士电机在中国采购 LED 灯之际，调查了十多家制造商，对辉度、耐久性进行了评价。最终，为获得令人满意的性能，以下述几点为重点，由公司自主进行了开发。

⑴　照明面均匀的照明状态

人机界面的带灯按钮开关和指示灯等指令开关，要求照明面内部记载的文字清晰可见。因此，照明面照度均匀非常重要。近年来，LED 高辉度化的趋势更加明显，单元件化不断推进，因此，很容易形成透镜中央特别明亮的单点照明。**图 4** 中展示了 LED 灯光源优化后的结果。用来比较的中国制造商的 LED 元件，其角度较窄，到照明面透镜表面的光照射面积较小。而新开发产品选择了方向角较大的 LED 灯。并且，在配置 LED 元件时，保证了 LED 等光源的光能均匀照射到整个透镜上。这样，形成了透镜中央部和外周部差异较小的均匀照明状态。**图 5** 中展示了照明状态的等高线图和辉度分布图。从**图 5** ⑹的辉度分布图上也可以看出，相对于用来比较的制造商产品，辉度大幅提升，可见性得到了改善。

⑵　干扰对策

为了让用户能自主更换指令开关 LED 灯，产品必须耐

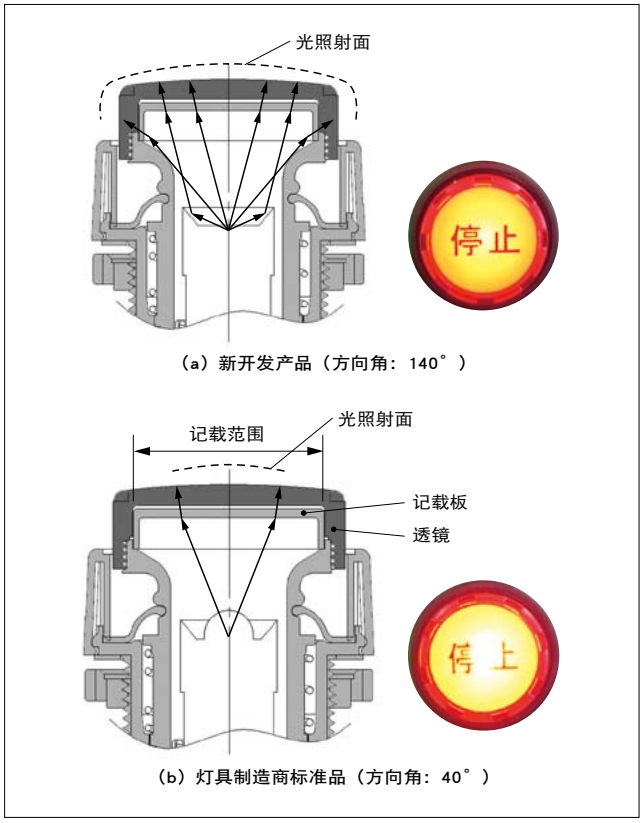

图 4　LED 灯光源的优化

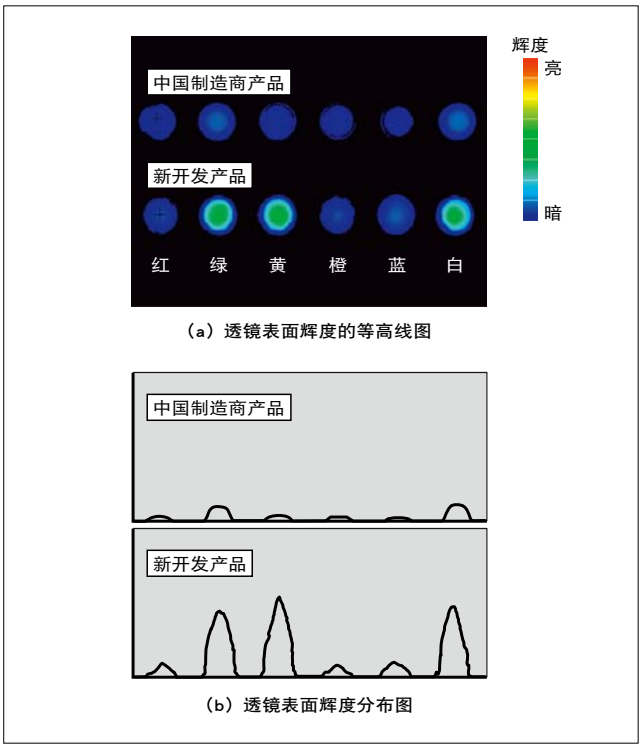

图 5　照明状态的等高线图和辉度分布图

受人体直接接触带来的静电。另外，对于经常一起组合设置在控制柜、操作盘内的接触器和继电器的开关干扰，也必须耐受。因此，富士电机将 LED 灯的抗干扰性设计为额定电压的 20 倍。

这样，降压用电阻器必须使用高耐脉冲性类型，富士电机计算出干扰最大时的峰值电力，从本地生产品中选择了峰值电力在一个脉冲的极限电力以内的电阻器。

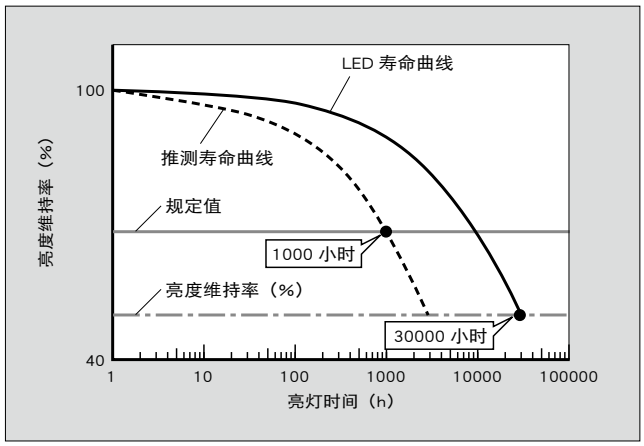

图 6　LED 寿命曲线和推测寿命曲线

由此，在接触器（AC200 V）、继电器（DC24 V）并联的电路中，即使进行 20 万次开关试验，LED 灯也能正常点亮，无需追加零部件就确保了性能。

⑶　暗点亮对策

由于高辉度化，即使是微小的电流也能轻松点亮 LED 元件。根据使用环境，会因受到外部浪涌吸收电路等引起的漏电流，和并行电缆间浮游静电容量引起的漏电流的影响而发生亮度昏暗地点亮的暗点亮现象，必须有针对性地采取对策。本系列考虑到柜内电缆的分布，测量了 20 m 左右的电缆发生的浮游静电容量导致的漏电流，通过追加与 LED 元件并联的电阻器，降低电路阻抗，解决了暗点亮问题。

⑷　亮灯寿命的短期预测技术

LED 灯必须有约 30000 小时（约 3.4 年）的亮灯寿命。过去是根据到 3000 小时为止的亮度变化，对照过去的实绩来推测亮灯寿命的，但富士电机运用迄今为止积累的实绩和知识经验，经过探讨，实现了短期内的预测。

⑷　由于亮度下降的主因在于热对 LED 元件的影响，因此提取了外加灯用电压 1.0 倍和 1.5 倍电压时 LED 表面温度的上升值。

⑹　基于 LED 表面温度的各上升值，计算劣化系数，创建了推测寿命曲线（**图 6**）。

⑹　在外加灯用电压 1.5 倍电压的加速试验中我们发现，只要经过 1000 小时亮度维持率在规定值以上，就能保证 30000 小时的寿命。

凭借此对策，富士电机以低成本，在短期内开发出了耐受用户使用环境、辉度比用来比较的制造商产品更高的专用 LED 灯。

5　端子部的保护结构（IP2X）

在中国以及亚洲地区，作业者流动性高、作业熟练度偏低。因此，必须保证即使不小心采取了危险行为（不安全行为），在使用状态下，施加了电压的导体部分（带电部件）也能确保安全性。国际标准 IEC 60204-1（机械安全 机械电气设备）规定，机械设备中设置的电气设备的带电部件对于

直接接触的保护必须达到 IP2X 级以上。本系列以 IP2X 为标准保护等级，也满足了未配线状态下直接接触保护的要求。

日本国内的标准品因为必须高度支持圆形压接端子，因此端子结构中，将防触电的带电部件防护盖设为可开关，端子螺丝可拆卸，配线性很高（**图 7**）。而在中国和亚洲地区，圆形压接端子的要求较少。通过支持前端开放型压接端子，无需增加纵深尺寸，以与标准品相同的纵深尺寸形成了 IP2X 形状。另外，如**图 8** 所示，当以 3 层叠加的方式配置触头单元时，用来比较的中国制造商产品，配线工具（螺丝刀）无法伸入到第 1 层和第 2 层的触头单元间，在进行维护需拧紧端子螺丝或变更配线时，必须拆下触头单元。而新开发产品倾斜配置端子螺丝，形成了即使叠加触头单元也能进行配线的形状。

端子螺丝的倾斜配置改善了配线性，再加上直接接触保护和与标准品相同的外形尺寸，使得直接接触保护部的成形零部件形状呈复杂且扁平的结构。运用过去研发的精密成形技术，通过追加排气口、优化栅片位置，构建了耐受 IP2X 所要求的以试验手指按压负载（10N）的结构。

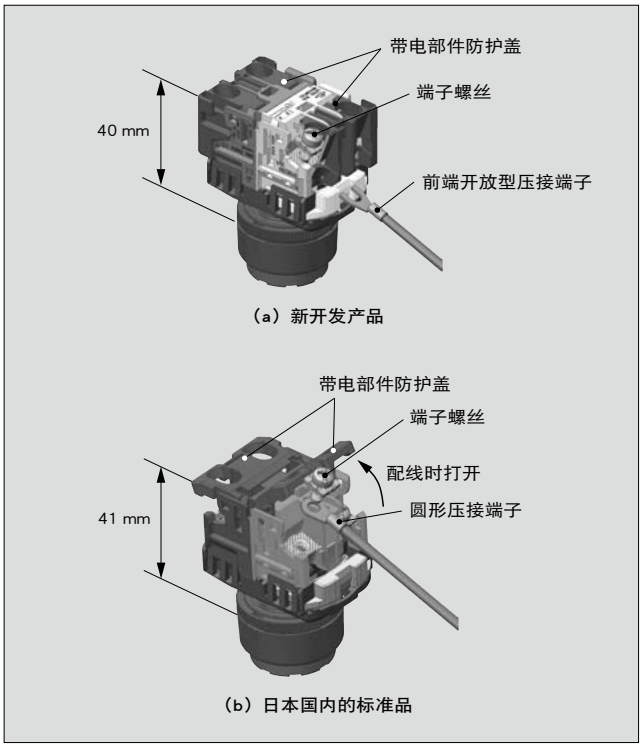

图 7　端子部保护结构

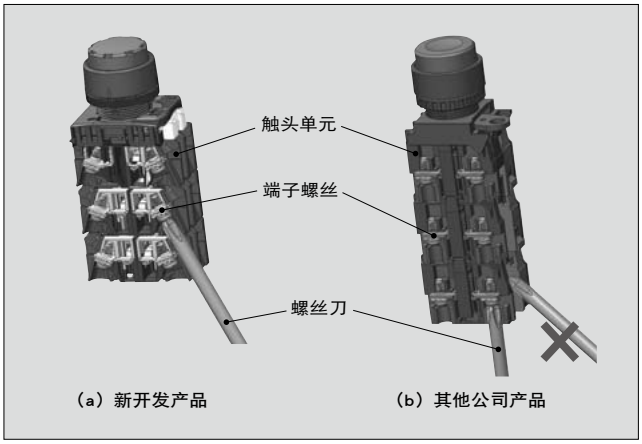

图 8　触头单元叠加时（3 层叠加）的配线性（截面图）

6　后记

本文介绍了面向中国和亚洲地区的指令开关（φ22）“AY22 系列”、“DY22 系列”。

今后，作为人机界面设备富士电机将继续追求操作性、可见性等感性诉求，推进可满足新需求的产品开发。

高野　芳弘

从事操作显示设备等的产品设计和开发业务。现为富士电机机器制御株式会社开发本部开关控制开发部主管课长。

井上　辰志

从事操作显示设备的产品设计和开发业务。现就职于富士电机机器制御株式会社开发本部开关控制开发部。

山田　正士

从事操作显示设备的产品开发评价业务。现就职于富士电机机器制御株式会社开发本部技术开发部。

富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。