

基于新一代智能变电站整合型 在线监测 IED 研究

在线监测 IED 是智能变电站中实现高压设备智能化的主要设备,是智能高压设备状态可视化、全生命周期管理的重要基础。总结了目前智能变电站在线监测 IED 的实现方式及其存在问题,研究了符合新一代智能变电站发展的整合型在线监测 IED,分析了其配置方案及经济性,指出了其发展方向。通过研究表明,整合型在线监测 IED 功能强大,技术先进,经济效益显著,对推动新一代智能变电站建设具有十分重要的作用。

张仑山 雍明超 易永辉 路光辉 王雷涛/许继集团有限公司



张仑山/工程师

关键词/Keywords

智能高压设备·
在线监测·
智能变电站·
智能组件·

随着智能变电站建设的全面展开,作为智能变电站主要特征的智能高压设备,其在线监测实现方式一直进展缓慢,主要以监测功能组的模式,安装在被监测设备上或附近,接收传感器发送的数据,实现数据的采集、加工、分析及转换,并按照 IEC 61850 标准输出^[1,2]。这些监测功能组一般包含一个主智能电子设备(Intelligent Electronic Device, IED)和多个子 IED,功能比较单一^[3]。这种面向间隔和元件的配置方案,造成 IED 数量众多,功能彼此独立,不便于安装和调试,且智能变电站系统硬件平台化、软件组件化等优势没有充分利用,造成户外柜和智能组件数量多、功耗大及占地面积广等现象。

目前,新一代智能变电站的发展使整个变电站在技术应用、设备形态和系统结构等方面发生了较大变化,因此有必要对监测功能组从结构和功能上进行整合,形成整合型在线监测 IED,以符合新一代智能变电站系统高度集成,结构布局合理,装备先进适用,经济节能环保,支撑调控一体的建设目标^[4]。

通过对目前智能高压设备在线监测 IED 的构成和功能特点进行分析,提出了符合新一代智能变电站发展的整合型在线监测 IED,并对其构成、功能组合、硬件技术及软件实现作了研究,给出了 220 kV 电压等级新一代智能变电站整合型在线监测 IED 的配置方案,分析了其经济性,展望了其未来发展方向。

智能高压设备在线监测 IED 的构成及功能

1. 智能高压设备在线监测 IED 的构成

目前建设运行的智能变电站,其智能高压设备在线监测功能组一般安装在被监测设备上或附近,由一个主 IED 和多个子 IED 组成,例如:变压器在线监测功能组含主 IED、套管绝缘监测 IED、油色谱及微水监测 IED、局部放电监测 IED、工况信息监测 IED 以及油温和绕组温度 IED 等,如图 1 所示(点画线框部分为在线监测功能组);断路器在线监测功能组含主 IED、动作特性监测 IED、局部放电监测 IED、SF₆ 微水密度监测 IED 和避雷器绝缘监测 IED 等,如图 2 所示(点画线框部分为在线监测功能组)^[5]。

2. 智能高压设备在线监测 IED 的功能

主 IED 负责各子 IED 及其与站控层之间的控制指令和数据转发,分类整合设备监测参数,构建设备性能多参量评估模型,对每个单项评估结果、单项监测参数进行权重分析,对风险值进行综合评估,同时综合各类在线监测数据,对设备故障

类型及故障部位进行判断，结合设备评价结果提出检修决策建议。主 IED 根据各子 IED 的监测数据和初步评价结果对高压设备进行综合分析，完成高压设备过载能力、寿命预测等高级应用功能。子 IED 采用模块化设计和面向对象技术，应用功能封装在可重用的组件模块中，通过标准接口互

联，根据需要灵活配置，汇总传感器上传的实时数据，根据单项评价依据初步分析，生成单项测试评价结果，经过程层网络，采用 Report 服务传输至主 IED，数据文件通过文件服务传输至主 IED，且仅在召唤时以文件服务的方式传送至站控层，并存储于实时/历史数据库^[5,6]。

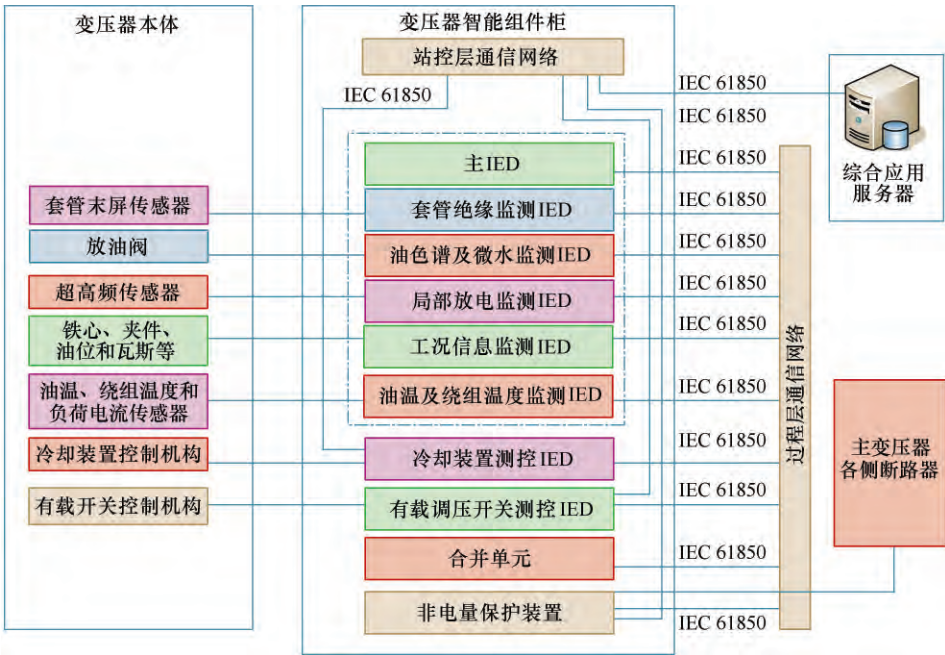


图 1 变压器智能组件构成及其系统联接示意图

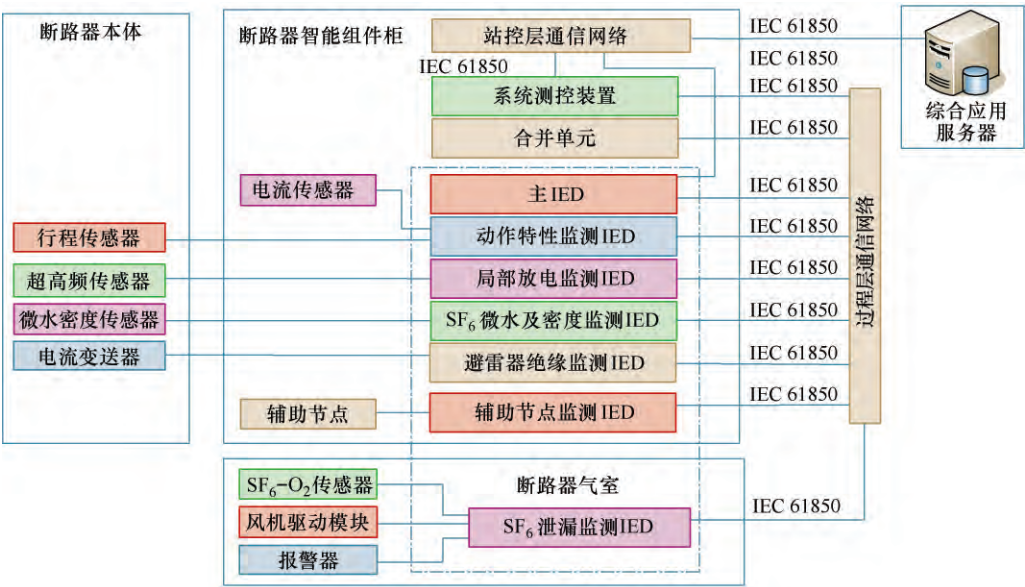


图 2 断路器智能组件构成及其系统联接示意图

从以上分析可以看出，作为智能变电站主要特征的智能高压设备，其在线监测功能组所含 IED 数量较多，功能彼此独立且单一，配置复杂

且占地面积多，导致智能变电站造价居高不下；各监测 IED 间的互操作网络结构复杂，数据传输繁多，不便于调试；智能组件柜内 IED 数量多、

功耗大，使其运行环境劣化，造成 IED 寿命短；IED 就地化面临的可靠性和安全性也不能很好保证；智能变电站系统的硬件平台化、软件组件化等优势没有充分利用等。这些弊端不利于智能高压设备安全运行，不适合智能变电站及智能电网发展的需要。

新一代智能变电站智能高压设备整合型在线监测 IED 研究

计算机技术、通信网络技术、新材料技术、信息融合技术和传感器技术的应用以及 IEC 61850 标准的颁布实施和智能变电站的发展，特别是新一代智能变电站的发展，为智能高压设备应用整合型在线监测 IED 提供了新的契机。智能变电站通信采用 IEC 61850 标准，使变电站内数据共享，实现了新模型与通信协议栈分析及面向对象建模、模型扩展和自描述机制等，为主 IED 及各子 IED 等系统集成奠定了基础。基于过程总线强大的软硬件平台，将目前一个变压器/断路器间隔内的多台监测 IED 或同电压等级多个断路器间隔的多台监测 IED，集中在一台变压器/断路器整合型在线监测 IED 内，完成大部分监测功能成为必然。例如：采用一台整合型变压器在线监测 IED 整合原来变压器监测功能组内多台 IED，并实现其功能。每个 IED 被抽象为一个逻辑单元，每个逻辑单元保持功能上的相对独立性，并通过统一的通信接口与其他设备进行交互^[4]。

1. 整合型在线监测 IED 功能与构成

所述整合型在线监测 IED 含整合型变压器在线监测 IED 和整合型断路器在线监测 IED。由于篇幅所限，仅对整合型变压器在线监测 IED 进行功能、硬件、软件及构成等方面进行分析，整合型断路器在线监测 IED 只给出其构成及功能示意图。

整合型变压器在线监测 IED 整合现有的主 IED、套管监测 IED、油色谱与微水监测 IED、工况信息监测 IED 和油温与绕组温度监测 IED。油温与绕组温度传感器的 4 ~ 20 mA 或 0 ~ 5 V 信号直接采集，铁心接地电流、套管泄漏电流等以 RS 485 通信方式接入，合并单元数据以基于发布/订

阅机制的采样值 (Sampled Value, SV) 方式接入，然后综合分析，最终把监测参量和轻量级诊断结果以制造报文规范 (Manufacturing Message Specification, MMS) 方式与站控层进行交互，同时以通用面向变电站事件 (Generic Object Oriented Substation Event, GOOSE) 方式把系统电压、电流和油温等参量与冷却及有载调压测控 IED 进行交互，为其控制策略提供数据源^[5]，功能分析如下表所示，构成及功能示意图如图 3 所示。

表 整合型变压器在线监测 IED 功能分析

序号	功能	内容概要
1	信息采集	采集变压器本体参量和开关量
2	数据接入	接入 RS 485 总线、SV、模拟量和开入量
3	控制功能	完成变压器油中气体分析的流程控制及组份分析功能
4	通信功能	通过 MMS 服务与站控层通信，支持文件传输及 GOOSE 交互功能
5	录波功能	满足继电保护工程实施规范和国网标准要求，生成油中溶解气体原始谱图
6	油中溶解气体分析	计算出各气体组份浓度、绝对产气速率和相对产气速率，绘出监测结果的原始谱图；并结合改良三比值法、大卫三角法和援例分析法等综合辅助诊断分析方法做出故障诊断
7	故障诊断功能	对监测量具有初步分析、预警等功能
8	在线自诊断功能	对心跳信号和运行状况进行监测，实现远程维护；装置自身软、硬件自检诊断；对通道质量进行实时检测和告警；及时发现设备及网络故障，并向站控层系统报警，提供就地故障指示；接收更新分析模型、更新配置、数据召唤和强制重后等控制命令
9	对时功能	简单网络时间协议、光 B 码和 IEEE 1588 (任一种)

(1) 硬件部分

采用高性能 CPU (32 位内核 PowerPC)；大容量 Flash 存储器，存储多种控制逻辑模块代码；支持高准确度 B 码对时要求；支持热插拔功能，在不掉电的情况下更换插件。站控层采用基于 IEC 61850 的 MMS 通信服务；过程层采用基于 IEC 61850 的 GOOSE 及 SV 通信服务，满足实时数据采集及与间隔层设备的数据信息交互。

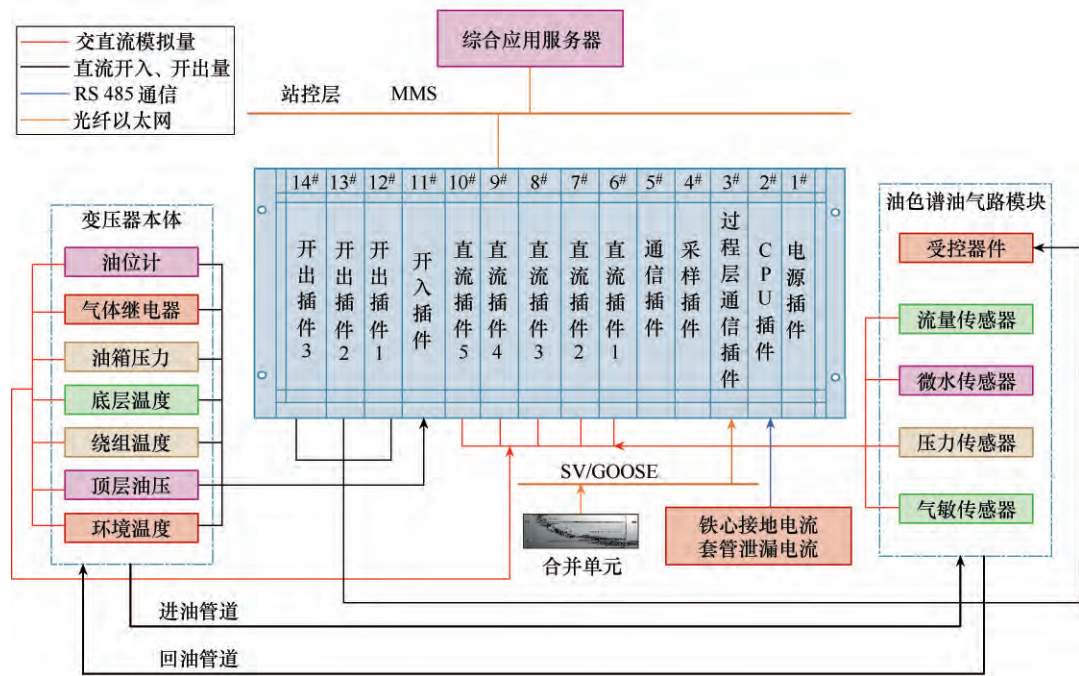


图 3 整合型变压器在线监测 IED 构成及功能示意图

(2) 软件部分

底层软件系统实现操作系统、IEC 61850 通信和人机接口等功能；应用软件系统提供可视化逻辑编程工具，完成 IED 所要求的数据分析、数据管理、智能预警、设备诊断、寿命评估和对外交互等业务功能，如图 4 所示。

整合型断路器在线监测 IED 整合主 IED、动作特性监测 IED、SF₆ 微水及密度监测 IED 和避雷器绝缘监测 IED，接口设计满足开入量、模拟量、SV、GOOSE 和 MMS 等多种信息量的交互要求，其整体构成及功能如图 5 所示。

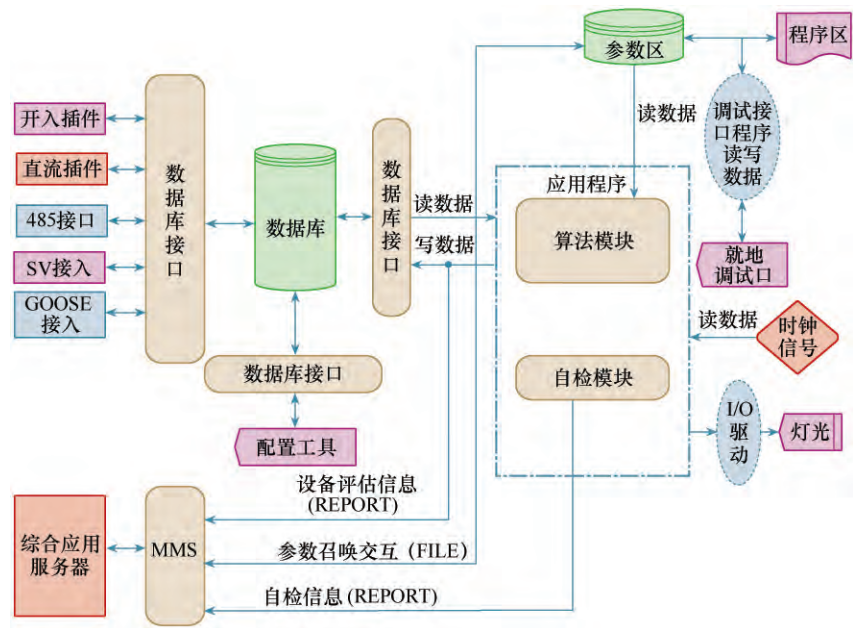


图 4 整合型变压器在线监测 IED 软件功能实现图

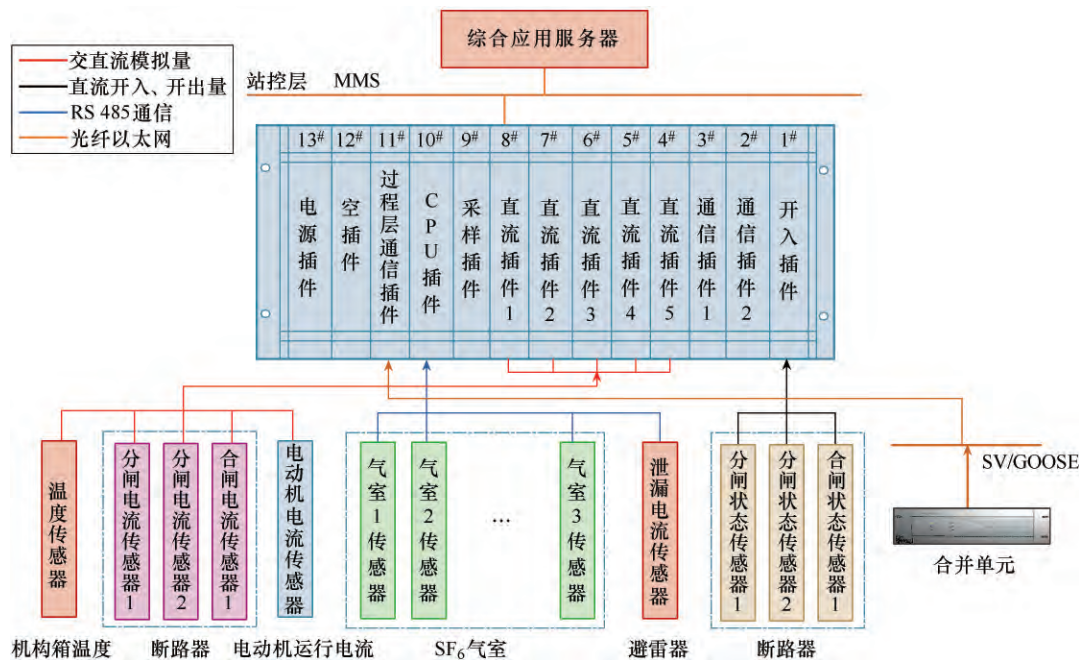


图5 整合型断路器在线监测 IED 构成及功能示意图

2. 新一代智能变电站整合型在线监测 IED 配置方案及经济性分析

(1) 配置方案

智能变电站在线监测 IED 配置原则一般按照电压等级和设备种类进行配置，在装置硬件处理能力允许情况下，同一电压等级的同一类设备宜多间隔、多参量共用在线监测 IED，以减少装置硬件数量。

以一个 220 kV 新一代智能变电站为例：每个 220 kV 变压器间隔配置一台整合型变压器在线监测 IED，每个 220 kV 断路器间隔配置一台整合型断路器在线监测 IED，站内 110 kV 及以下电压等级断路器间隔按一段母线所有间隔配置一台；220 kV 以上电压等级的变电站配置与此相同。对 110 kV 及以下电压等级变电站，一段母线所有断路器间隔配置一台整合型在线监测 IED，每个变压器间隔配置一台整合型变压器在线监测 IED。

(2) 经济性分析

整合型在线监测 IED 可节约新一代智能变电站投资，以 220 kV 变压器为例：一台整合型变压器在线监测 IED 替代原有五台 IED，由于硬件为模块化配置，装置成本之间偏差不得超过 40%，设监测功能组各 IED 价格为 5 万元，则整合型在线

监测 IED 价格为 7 万元，因此成本降低到原来的 28%，节约成本共计 18 万元；同时，减少了现场智能组件柜的数量和体积、网络节点及交换机数量，节约了占地面积等^[8]。

综上所述，仅单台主变压器在线监测设备就可节约直接投资 18 万元；依此计算，单个断路器间隔也可节约直接投资 13 万元。工程应用中，一个 220 kV 变电站经济效益就比较显著了。

整合型在线监测 IED 的发展方向

新一代智能变电站将在 IEC 61850 通信的基础上，深化多源信息的分层与交互技术、完善高级协调控制与预决策分析技术，实现与调控中心设备信息和运维策略全面互动及基于状态检修的设备全生命周期综合优化管理^[9]；将采取一体设备、一层网络和一套系统的架构，使设备智能化、模块化及节能环保的特征更加明显，逐步走向功能集成化和结构一体化。智能高压设备将高度集成，打破现有的一、二次设备界限，整合型在线监测 IED 将完成其智能组件中计量、测量、保护、控制及监测中的监测功能，成为智能组件中的一个插件或功能模块，与一次设备有机融合成一体，不再是本体的附属部分。

结束语

研究了整合型在线监测 IED 的构成、功能组合、硬件技术及软件实现,并对其在 220 kV 电压等级新一代智能变电站的配置方案及经济性进行了分析,得出如下结论:

1) 整合型在线监测 IED 技术先进,功能强大,完全能满足新一代智能变电站的技术要求。

2) 硬件方面完全能满足新一代智能变电站对实时性、流量和存储容量的需求;软件方面实现可视化逻辑编程,完成 IED 所要求的全部业务功能,有利于变电站运维管理和后期改扩建。

3) 整合型在线监测 IED 能大幅减少装置数量、节约占地面积和建设成本,经济效益显著,符合新一代智能变电站占地少、造价省及效率高的建设理念。

整合型在线监测 IED 已得到业内人士的关注,并在 220 kV 及以上电压等级的新一代智能变电站中得到应用,但由于没有把局部放电 IED、辅助控制功能及传感器整合进来,因此未来还需要对其作进一步的深入研究。

参考文献

[1] 潘良煜,赵小虎,李辉. 基于主 IED 的智能变电站

状态监测系统的应用及研究 [J]. 电气应用, 2013, 32 (12): 64-67.

[2] 国家电网公司. Q/GDW Z410—2010 高压设备智能化技术导则 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2010.

[3] 王德文,王艳,邱钊. 智能变电站状态监测系统的设计方案 [J]. 电力系统自动化, 2011, 35 (18): 51-53.

[4] 王忠强,李栋,姜帅,等. 新一代智能变电站技术经济分析 [J]. 电气应用, 2013, 32 (21): 34-37.

[5] 陈安伟,乐全明,张宗益,等. 智能变电站一次主设备在线监测工程实现 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36 (13): 110-113.

[6] 张斌,倪益民,马晓军,等. 变电站综合智能组件探讨 [J]. 电力系统自动化, 2010, 34 (21): 91-94.

[7] 国家电网公司. Q/GDW692—2011 智能高压设备通信技术规范 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2012.

[8] 中国电力企业联合会. 电力建设工程预算定额 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.

[9] 宋旋坤,李敬如,肖智宏,等. 新一代智能变电站整体设计方案 [J]. 电力建设, 2012, 33 (11): 3-5.

(收稿日期: 2014-03-21) EA

信息动态

林德叉车为今麦郎提供高效物流解决方案

20 世纪 90 年代初,诸多方便面名企,不约而同地将目标市场锁定在一、二线城市,无暇顾及广大市场。当时今麦郎的前身是华龙,一方面,今麦郎看到了中国市场蕴藏的巨大潜力;另一方面,与大品牌在高端市场正面竞争相对较难。因此,今麦郎转而将目光投向了广大的中低端市场。现如今,今麦郎已经发展成为实力雄厚且颇具竞争优势的知名企业。

供应链一体化和物流对市场的反应速度是企业的第三利润源泉。供应链一体化实现了今麦郎和上下游企业的信息共享,加强了供应链各成员企业的协作程度,为企业利润最大化创造了增值空间。今麦郎从产品生产到进入工厂辐射范围的市场最多需要两天时间,在服务业成本逐年上升的大背景下,今麦郎的物流成本却逐年下降或持平。为了保证物流系统的高效运转,今麦郎对物流设备的选择十分严格。例如选择林德(中国)叉车有限公司作为合作伙伴,今麦郎主要基于以下几点考虑:首先,林德叉车品质优良,可适应较为繁重的作业量;其次,林德叉车还为

其提供专业而全方位的服务及最优化的物料搬运综合解决方案;第三,今麦郎在物流过程中主要使用林德的电动叉车,不存在 CO 及其他有害气体排放,对食品企业来说,绿色环保的作业环境尤为重要。

林德不仅有专业的售后团队,还对企业的叉车工人进行叉车使用培训,提升工人的操控能力。在合作之初,林德根据今麦郎仓库特点,为其推荐了有针对性的叉车种类,提升了物流效率。据了解,在今麦郎后续的仓储建设中还将延续与林德叉车的合作关系。今麦郎相关负责人表示,“作为食品加工企业,我们严格按照食品安全法的相关规定来甄选物流供应商,要求物流公司严格按公司要求安排车辆,例如运送原料梨汁的必须是冷藏车,同时要做到防止污染串味。选择林德(中国)叉车有限公司作为供应商不仅因为拥有相当高的品牌知名度,更看重林德企业背后可靠的产品质量和周到的产品服务,以及其低碳环保的发展理念。”