

电能计量自动化立体仓库流量优化策略

冯泽龙, 蔡奇新, 王忠东, 徐晴, 谢辉

(国网江苏省电力公司电力科学研究院国家电网电能计量重点实验室, 江苏南京 210019)

摘要: 自动化立体仓库是超大规模电能计量设备全自动化检定线的物流中转核心, 承担着电能计量器具出入库、检定缓存中转的重任。针对于立体仓库巷道流量分配提出一种优化策略, 对关键节点流量进行了分析与演算, 实际应用表明, 该策略在不影响出入库能力的前提下, 大幅降低了主传输线流量压力, 提高了计量器具中转效率。

关键词: 自动化立体仓库; 电能表检定; 流量优化

中图分类号: TM93

文献标志码: A

文章编号: 1009-0665(2016)05-0071-03

电能计量器具全自动检定是计量管理精细化、智能化、集约化的要求, 能大幅提高检定效率、降低生产成本^[1]。自动化立体仓库作为全自动检定系统的物流中转核心^[2], 需实现新表入库、检定出库、检定入库、成品出库等功能。目前针对电能计量器具的自动化立体仓库(以下简称自动化库房)流量策略研究相对滞后, 研究不同流量分配模式下自动化库房的工作特性, 提出针对性的解决方案, 能在不改变自动化库房设备作业性能、不增加任何额外设备投资情况下, 减少交叉流量的产生, 均衡各个关键作业点工作负荷, 提高自动化库房出入库效率、加快电能计量器具中转速度, 为自动化库房长期稳定运行打下良好的基础。

1 全自动化检定概述

江苏省全自动化检定线^[3]支持年检定单相智能电能表 800 万只、三相智能电能表 80 万只、低压电流互感器 60 万只, 用电信息采集终端 20 万只。

新购电能表、采集终端、低压电流互感器在负一层库前区由传输设备运载至高架库区, 分配至相应巷道, 由堆垛机运输至货架相应位置存储; 二楼电能表检定区根据检定需求要表(电能表、采集终端), 堆垛机将表计从货架出库, 传输至二楼, 进行检定; 检定完成, 表计从二楼运输至负一层封印贴标线进行分拣、封印、贴标签等工作; 封印贴标完成, 成品表计回到高架库区; 成品表计从自动化库房出库, 由传输线运载至库前区出库。低压电流互感器的检定与封印贴标等工作均由互感器检定线在负一层完成, 与电能表、终端检定有所区别。其流程如图 1 所示。

新购电能计量器具(包含电能表、终端、互感器)进入高架库区的流程称为新表入库; 成品电能计量器具从库房配送出库称为成品出库; 待检定的电能计量器具去往电表检定线、贴标封印线、互感器检定线的流程称为检定出库; 检定完成的电能计量器具从相应

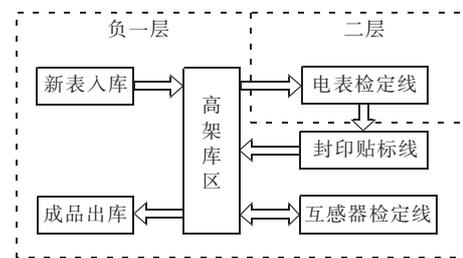


图 1 全自动化检定工作流程

线体返回高架库区的流程称为检定入库; 空周转箱从库前区进入高架库区的流程称为空箱入库; 空周转箱从高架库区配送出库的流程称为空箱出库。

按一年 250 个工作日计算, 每天工作 7 h 计算, 出入库能力要求如下所示: 新表入库, 230.5 垛/h; 成品出库, 138.3 垛/h; 检定入库, 138.3 垛/h; 检定出库, 138.3 垛/h; 空箱入库, 138.3 垛/h; 空箱出库, 126.7 垛/h。

2 自动化库房概况

自动化库房分为 2 个主要区域: 高架库区与库前区。高架库区共 10 个出入库巷道, 每个巷道 1 台高速料箱堆垛机, 共计 2.6 万个货位; 上下双层主传输线, 与堆垛机及出入库通道接驳。库前区共 2 个新表入库通道, 1 个空周转箱可出可入通道(一般情况下配置为空周转箱入库, 必要时可配置成出库通道, 以下简称空箱出入库通道), 2 个成品与空周转箱出库通道(共用 1 台出库提升机, 在计算主传输线流量时可视为 1 个通道, 以下简称成品出库通道)。

自动化库房布置在地下下一层, 北侧是低压电流互感器检定线与智能电能表封印贴标线, 二层是智能电能表与采集终端检定线。检定出库的表计从堆垛机出库, 沿着上层主传输线运载至库房最北侧出库; 检定入库的表计, 沿着下层主传输线从库房最北侧入库, 分配至各个堆垛机巷道存储。自动化库房布局如图 2 所示。

根据自动化库房工作流程及出入库能力, 计算出主要环节作业能力要求如下: 新表入库 230.5 垛/h, 2 个人库通道, 单通道 115.3 垛/h; 空周转箱入库 138.3

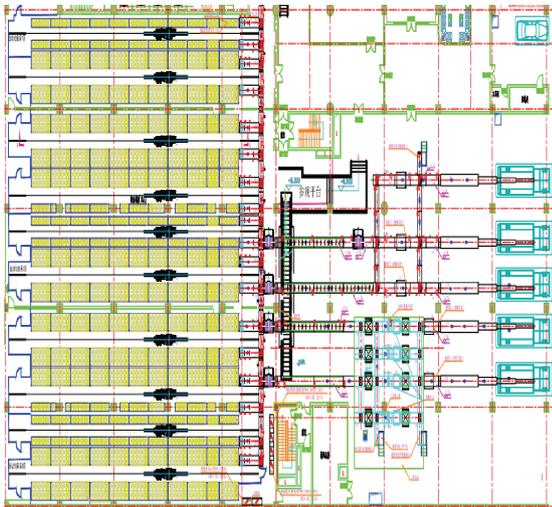


图2 自动化库房平面布置

垛/h,1个入库通道;空周转箱出库126.7垛/h,成品表出库138.3垛/h,1个出库通道,265垛/h;检定入库,138.3垛/h;检定出库,138.3垛/h。

3 出入库关键节点分析

2个新表入库通道、1个空箱出入库通道、1个成品出库通道分别采用1台连续式提升机与双层主传输线接驳。接驳处除作为干线纵向传输物料之外,还要承担横向出入库的流量,类似于交通枢纽的作用,最大流量发生在这8个接驳位置。接驳位置如表1所示。

表1 接驳位置命名

项目	上层	下层
1号新表入库通道	1A	1B
2号新表入库通道	2A	2B
空箱出入库通道	3A	3B
成品出入库通道	4A	4B

4 平均分配模式下流量分析

通常的流量分配模式是不区分出入库功能,对所有出入库流量按巷道进行平均分配。

4.1 每巷道流量计算

1号新表入库通道流量115.3垛/h,均分至10个巷道,每巷道流量11.53垛/h;2号新表入库通道流量115.3垛/h,均分至10个巷道,每巷道流量11.53垛/h;空箱出入库通道流量138.3垛/h,均分至10个巷道,每巷道流量13.83垛/h;成品出入库通道流量265垛/h,均分至10个巷道,每巷道流量26.5垛/h;检定出库通道流量138.3垛/h,均分至10个巷道,每巷道流量13.83垛/h;检定入库通道流量138.3垛/h,均分至10个巷道,每巷道流量13.83垛/h。

4.2 关键节点流量计算

以1A节点为例,对流量计算进行说明:

(1) 从1号新表入库通道去往4、5、6、7、8、9、10巷道的表计通过1A节点中转,由此产生的流量为 $11.53 \times 7 = 80.71$ 垛/h。

(2) 从2号新表入库通道去往10个巷道的表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

(3) 从空箱出入库通道去往10个巷道的表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

(4) 从1、2、3巷道去往成品出库通道的表计通过1A节点中转,由此产生的流量为79.5垛/h。

(5) 从1、2、3巷道至检定出库通道的表计通过1A节点中转,由此产生的流量为 $13.83 \times 3 = 41.49$ 垛/h。

(6) 从检定入库通道至10个巷道的表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

4.3 平均分配模式问题

平均分配模式下,各个关键节点流量分配极不均衡,流量最大的4A节点(389垛/h)负荷为流量最小的3B节点(139垛/h)的近2.8倍,长期照此模式运转,对设备正常寿命和后期运维都有较大不利影响。平均分配模式导致传输线出现大量交叉流量,影响了各种出入库操作的运行效率,增加了运行成本。

5 流量优化

5.1 优化原则

(1) 1号新表入库通道临近的巷道是1、2、3巷道,2号入库通道临近的是4、5、6巷道,就近入库能提高作业效率,减少物料对于主传输线的占用。

(2) 7、8、9、10巷道距离互感器检定区、贴标封印线、二楼检定区相对较近,检定入库这5个巷道,可以保证检定入库与新表入库物流流向不会有交叉,即使是新表入库通道出现问题,也不影响检定设备回库。

(3) 合格的成品表计从7、8、9、10巷道出库,不会与新表入库物料流量交叉,提高成品出库的可靠性。

(4) 空箱入库7、8、9、10巷道,与成品表计一起出库,避免与新表入库流量交叉。

5.2 各巷道流量计算

1号新表入库通道流量115.3垛/h,入1、2、3巷道,每巷道流量38.43垛/h;2号新表入库通道流量115.3垛/h,入4、5、6个巷道,每巷道流量38.43垛/h;空箱出入库通道流量138.3垛/h,入7、8、9、10个巷道,每巷道流量34.58垛/h;成品出入库通道流量265垛/h,从7、8、9、10出库,每巷道流量66.25垛/h;检定出库通道流量138.3垛/h,从1、2、3、4、5、6出库,每巷道流量23.05垛/h;检定入库通道流量138.3垛/h,入7、8、9、10个巷道,每巷道流量34.58垛/h。

5.3 关键节点流量计算

以1A节点为例,对流量计算进行说明:

(1) 从1号新表入库通道去往1、2、3巷道的表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

(2) 从2号新表入库通道去往4、5、6巷道的表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

(3) 从空箱出入库通道去往7、8、9、10巷道的表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

(4) 成品出库表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

(5) 从1、2、3巷道至检定出库通道的表计通过1A节点中转,由此产生的流量为69.15 垛/h。

(6) 检定入库表计均不通过1A节点中转,由此产生的流量为0。

6 流量优化效果分析

(1) 流量优化之后,除4B节点流量增加外,各关键节点流量均大幅度减少。在现场对关键节点的传输设备进行实测,8个关键节点的设备作业能力基本相同,约9 s/垛。优化前,4A节点流量最大,为389 垛/h,约9.3 s/垛,设备基本满负荷运转;优化后,4B节点流量最大,为265 垛/h,约13.6 s/垛,设备负荷为工作能力的67%,优化后系统运行的稳定性、可靠性明显增强。优化前后关键节点流量对比如表2所示。

表2 优化前后关键节点流量对比

节点	优化前/(垛·h ⁻¹)	优化后/(垛·h ⁻¹)	优化后/优化前/%
1A	202	69	34
1B	152	115	76
2A	300	169	56
2B	156	38	24
3A	386	292	76
3B	138	0	0
4A	389	276	71
4B	189	265	142

(2) 优化后,高架库区主传输线上的交叉流量大幅度减少,不同出入库流程之间互相影响的可能性大大降低。以新表入库与成品出库为例:优化后,1号新表入库通过1B节点从下层主传输线至1号、2号、3

号巷道入库,2号新表入库通过2A节点从上层主传输线至4号、5号、6号巷道入库,成品出库从7、8、9、10巷道由下层主传输线通过4B节点出库。1号新表入库通道有传输设备发生故障时,1B节点至1号巷道的下层传输线设备不能使用,此时2号新表入库物料不通过下层传输线、不进入1号、2号、3号巷道,完全不受影响;而成品出库从10号巷道至4B节点的下层传输线与1号新表入库通道使用的下层传输线还有相当远的距离,也不受到任何影响。

7 结束语

针对电能计量器具全自动化检定对于自动化库房的物料需求,对不同出入库流程对于流量的要求进行了梳理与细化,在此基础上提出了一种库房流量分配优化策略,能大幅减少传输线关键节点流量、提高库房系统运行的稳定性与可靠性、降低部分设备出现故障时对库房出入库功能的影响。在计量器具全自动化检定与仓储日渐成为主流趋势的情况下,科学地设计与规划自动化立体仓库,具有良好的参考价值。

参考文献:

- [1] Q/GDW354—2009,智能电能表功能规范,国家电网公司企业标准[S]. 2009.
- [2] 王勇,杨劲锋,申妍华.大型供电企业电能计量自动化系统研究与应用[J].电测与仪表,2011,48(11):63-66.
- [3] 黄奇峰,蔡奇新,刘建.一种超大规模智能电能表全自动检定系统设计[J].计算机测量与控制,2013,21(8):2149-2151.

作者简介:

冯泽龙(1981),男,湖南桃源人,工程师,从事电能计量技术、智能仓储技术研究工作;

蔡奇新(1978),男,福建莆田人,高级工程师,从事电能计量技术、数字化变电站智能设备检测研究工作;

王忠东(1969),男,江苏南京人,研究员级高级工程师,从事电力计量科技研究工作;

徐晴(1973),女,江苏南通人,研究员级高级工程师,从事电磁测量、电能计量研究工作;

谢辉(1983),男,江苏徐州人,助理工程师,从事电力计量检定设备运维工作。

The Optimization Strategy of Freight Flow on Electric Energy Metering Automated Warehouse

FENG Zelong, CAI Qixin, WANG Zhongdong, XU Qing, XIE Hui

(State Grid Key Laboratory of Electrical Power Metering,

State Grid Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 210019, China)

Abstract: Automated warehouse is the logistics transit center of super-large-scale electric energy meter automatic verification system, which plays the key role in storage, transshipment and verification of the meters. This paper proposes an optimization strategy of freight flow on automated warehouse and gives the calculation and analysis of the flow of the key points. The results show that this strategy can significantly decrease the pressure of the main freight transfer line and improve the speed of freight allocation under the premise of ensuring the ability of in-out stock.

Key words: automated warehouse, electric energy meter verification, the optimization of freight flow