

基于 Python 的电气设计方法研究

韩闻天, 吴景春

(航天长征化学工程股份有限公司, 北京 101111)

摘 要: 电气设计是航天粉煤加压气化装置研制过程中的重要环节, 以提高设计效率与质量、降低人为错误为目的, 结合实际工作流程, 基于 Python 语言对电气设计方法进行研究。通过运用 PYQT 库构建易用的操作界面, 使用 Pandas 库及 Numpy 库完成大数据处理及电缆、仪器仪表的选型, 采用背包算法将各回路用电设备规划至规划 MNS 配电柜内, 调用 win32com 实现操纵 ActiveX 控件在 AutoCAD 程序内完成图纸自动绘制。经过对实际项目的使用, 验证了该文的可靠性、稳定性及高效性, 设计与绘图效率、准确性高于人工水平, 同时模块化程度高, 易于后期维护, 可拓展性强。

关键词: Python; 电气设计; 背包算法; AutoCAD; ActiveX

中图分类号: TP301

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2022)0108-06

Research on Electrical Design Method Based on Python

HAN Wen-tian, WU Jing-chun

(Changzheng Engineering Co., Limited, Beijing 101111, China)

Abstract: Electrical design is an important link in the development of aerospace pulverized coal pressurized gasification equipment, which aims to improve design efficiency and quality and reduce human error. Combining actual work flow, the electrical design method is researched based on Python language. By using the PYQT library to build an easy-to-use operation interface, using the Pandas library and the Numpy library to complete big data processing and the selection of cables and instruments, using the backpack algorithm to plan the electrical equipment of each loop into the planning MNS power distribution cabinet, and call win32com Realize the automatic drawing of drawings in AutoCAD program by manipulating ActiveX controls. Through the use of actual projects, the reliability, stability and efficiency of this article have been verified. The design and drawing efficiency and accuracy are higher than the manual level. At the same time, it has a high degree of modularity, easy maintenance, and strong scalability.

Key words: Python; electrical design; knapsack algorithm; AutoCAD; ActiveX

0 引 言

航天长征化学工程股份有限公司作为航天科技集团的下级单位, 依托中国航天在运载火箭和液体火箭发动机研制、生产和试验方面积累的优势, 深耕煤炭洁净高效利用领域, 通过航天粉煤加压气化技术可对煤炭进行高效、环保、低成本转化, 可广泛应用于煤制合成氨、煤制甲醇、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制天然气、煤制油、煤制氢、IGCC 发电等多个领域。作为航天长征化学工程股份有限公司的核心产品, 航天粉煤加压气化装置已经在各个项目中投产数十套之多, 而电气设计部分作为稳定运行的基础, 在整套装置的设计过程中也有着举足轻重的作用。在电气的设计过程中, 设计人员首先需要对上游提出的用电设备条件逐一细化与分类, 而后对这些设备参数进行大量计算以完成电压损耗校核、电缆选型、仪器仪表选型等, 也要根据

这些设备的用电回路为其合理的划分配电柜, 同时按对应条件将所有设备信息统计成册, 在 AutoCAD 中完成设计图纸的绘制。这一系列的工作存在待处理数据量大、重复性工作多、耗费人工时、出错率高等问题。为解决上述痛点, 以减少人工时、降低人为错误, 提高设计效率、保证图纸质量为目的, 引入电气辅助设计软件的开发。

软件的开发思路主要聚焦在解决大数据处理和 AutoCAD 自动绘图两方面, 采用 Python 语言作为开发工具, 可以依靠 Pandas 库和 Numpy 库构建数据矩阵, 通过对大量维度数组与矩阵运算, 完成大量数据处理^[1]。而针对 AutoCAD 的开发目前主流方式主要集中在 VisualLisp、VBA、ObjectARX 和 .NET API 等^[2], 但这些语言或多或少地存在扩展性、操作性较差, 易用性、后期维护复杂等缺憾, 选用 Python 让软件的开发

收稿日期: 2021-08-05

作者简介: 韩闻天(1990-), 男(蒙古族), 硕士, 工程师, 研究方向为软件工程。

维护具备更高的灵活性和扩展性,同时有各种强大的第三方库作为支持也让软件在未来可具备更多的可能性。该文就基于 Python 的电气辅助设计软件开发,围绕整体框架、电气设计和程序设计等方面进行阐述。

1 总体架构设计

从本软件需处理的实际业务出发,主要完成电缆选型及 AutoCAD 图纸绘制两大功能,其中数据处理过程中会涉及大量设备信息,而各项目之间工况差异性大,设备信息通用复用性低,上游专业会频繁修改设备信息,为使设计人员可高效地批量修改数据,同时也方便上下游数据交互,便放弃数据库作为数据源,转而采用 Excel 或 CSV 文件作为数据源,确保基础数据的使用及维护更加平滑。在 AutoCAD 图纸的绘制过程中,如果在服务器端调用 AutoCAD 软件会耗费大量性能且对服务器显存有较高要求,难以做到高并发多线程操作。设计人员也存在异地办公,无法连接公司内网的情况,结合上述原因采用 C/S 架构会更适用于本软件。软件的数据流图见图 1,其整体架构由数据导入模块、电缆选型模块、绘图模块、数据处理模块、人机交互模块组成。

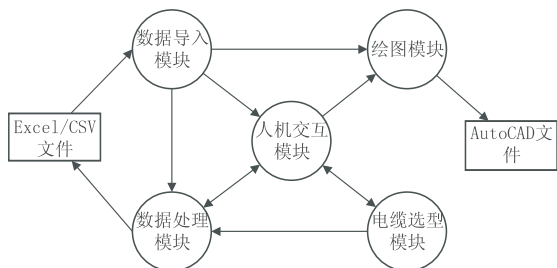


图 1 数据流图

本软件是基于面向对象方法进行结构化设计的,依据各模块的功能及特性封装至不同的类。从使用者的角度出发,软件各功能可独立运行,减少了重复性的操作步骤,提高软件使用效率。从开发者角度讲,面向对象技术方便对函数、数据、变量的管理,程序运行时可减少重复参数和冗余变量,提高整体运行速度^[3-6],软件的 UML 类图见图 2。

数据导入模块对应的类是 Data_Import,包含数据导入的方法,用于完成对 Excel 或 CSV 文件的读取,并将其中的设备参数转化为数据矩阵,用于后续模块的操作。电缆选型模块对应的类是 Cable_Selection,实现对矩阵进行遍历计算,对该计算结果进行校验,同时完成电缆及仪器仪表的选型,子类 SubReference 包含了背包算法与回溯算法的实现。绘图模块对应的类 Drawing_CAD,会对数据矩阵进行遴选与分组,计算出相关坐标后,开始图纸自动绘制。数据处理模块对应类 Data_Processing,对数据矩阵及相应的配置文件进

行解析处理,包括数据分类、统计、更新、计算等,并导出如电缆敷设表、负荷计算表等 Excel 文件。Ui_Control、Ui_Widget、Widget_Control 共为人机交互模块的类,用于为用户提供操作界面,用户可以通过该界面完成软件相关的全部操作,同时具备自定义参数、预览设备信息数据等功能。

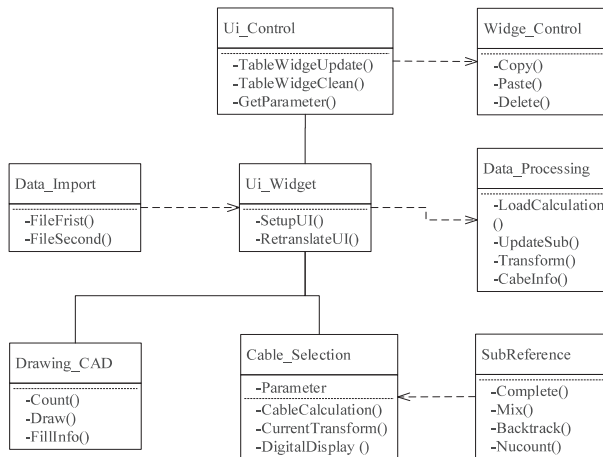


图 2 UML 类图

2 电缆选型模块

电缆选型模块与绘图模块为本软件的核心部分,其中电缆选型模块又聚焦于电缆选型与配电柜分配两大功能。所示该流程除了涉及到大量数据计算与校核外,还将调用计算后的结果以完成电缆、断路器、接触器、电流互感器、多功能数显表的选型。配电柜分配功能是将不同回路中的用电设备合理分配至各配电柜中,并统筹配电柜编号,电缆选型流程图如图 3 所示。

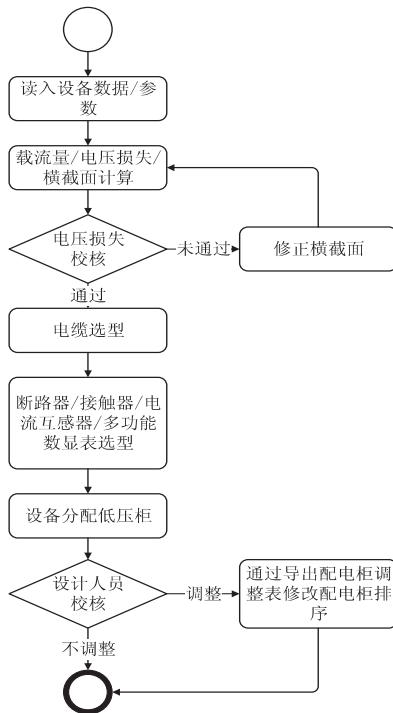


图 3 电缆选型流程图

2.1 电缆选型

电缆选型是整个电气设计过程中的重要一环,航天粉煤加压气化装置均运用于化工厂,化工厂的生产环境与工况复杂,如若电缆线外护套选型不当,可能会出现外护套磨损,电线裸露进而形成短路的情况,甚至存在酿成火灾等重大安全生产事故的风险。若电缆横截面选型不当,会增加项目施工成本,导致利润降低,短期内通过不当电缆连接的设备会出现偶然信号丢失,引发功率损耗,慢慢演变为间歇性连接故障,最终对整套航天粉煤加压气化装置产生影响,演变为系统停车,因停产造成大量经济损失,但解决方案只有重新敷设电缆。

电缆选型的过程首先会对数据矩阵内的设备依次计算电流^[7-10]:

$$I = P \div (\sqrt{3} \times U \times \cos\theta) \quad (1)$$

式中, I 为设备计算电流; U 为系统标称电压; $\cos\theta$ 为系统自然功率因数; P 为设备计算有功功率。

根据电流计算载流量:

$$M = I \div (K_1 \times K_2 \times K_3) \quad (2)$$

式中, K_1 为交联聚乙烯绝缘(XLPE)和聚氯乙烯绝缘(PVC)在不同环境温度下的系数; K_2 为电缆在桥架内多层敷设时的载流量校正系数; K_3 为爆炸危险环境对电缆载流量的修正系数。

根据载流量通过预设速查表得到压降率后,计算电压损失:

$$\Delta U\% = \Delta U_a\% \times I \times L \quad (3)$$

式中, ΔU_a 为压降, I 为计算电流, L 为从设备负载至电源处缆线的总长度。

根据式(1)~式(3)可以计算出单条设备缆线上的电压损失,校验该电压损失的值,若小于 5%,便可计算出电缆横截面:

$$S = \rho(I \times L \div \Delta U_a) \quad (4)$$

表 1 完全背包填表法

Dp	Val	Wi	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72
NAN			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 E	1	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16 E	3	16	0	1	3	4	6	7	9	10	12	13
24 E	5	24	0	1	3	5	6	8	10	11	13	15

由表 1 所述,用 $dp[i][j]$ 表示当前背包的最大值,因 3 种抽屉的小室高度均为 8 的倍数,故以 8 为步长计算配电柜内的最大价值,所以当 j 循环时,每一步会产生插入抽屉与不插入抽屉两种情况:(1)不插入第 i 种抽屉,此刻价值即 $dp[i-1][j]$;(2)插入 k 件第 i 种抽屉($k \times w[i] \leq E$),此刻价值为 $dp[i-1][j-k \times w[i]] + k \times v[i]$,可以得到转移方程:

式中, ρ 为导线的电阻率。若电压损失大于 5%,则提高载流量重复式(3)进行校核,直至其小于 5%。当载流量大于 430 且电压损失依旧大于 5%时,采用双拼电缆即两条电缆并列敷设的方式,使载流量减为原先的 1/2 后,继续通过式(3)进行校核,直至校验合格后通过式(4)完成电缆截面计算。同时设计人员可以在 UI 界面的自定义参数中自行选择电缆护套材料及是否铠装,最后结合全部信息完成电缆选型。

2.2 配电柜分配

配电柜分配功能会将母联回路、馈电回路、电动机回路、无功补偿内所有用电设备,合理地划分进不同的配电柜中,同时预留 30% 的回路作为备用,保证供电系统的可靠性及连续性,完成分配后还将统计出各设备及备用回路所在的配电柜编号。以 MNS 型配电柜为例,该柜柜体高度为 2 200 mm,折合 72 E, E 为抽屉柜模数,根据设备所在回路及功率判断在配电柜内所需抽屉的小室高度,非馈电回路中,设备功率在 22 kW 以下时,小室高度为 8 E;设备功率在 22 kW 至 75 kW 之间时,小室高度为 16 E;设备功率大于 90 kW 时,小室高度为 24 E。

可以将配电柜分配描述为一个容量为 72 E 的柜子和 3 种不同规格抽屉摆放的背包问题,要求尽可能的将柜子容量占满,因此本软件采用动态规划的方式求解这样的多重背包问题,虽然每一种抽屉并没有价值,但是根据配电柜优先排列大功率设备的原则,拟定若设备小室高度越高,对应价值越大。即有 i 种抽屉,每个抽屉的数量为 $n[i]$,高度为 $w[i]$,价值为 $v[i]$,在总高度不超过 E 的情况下分配这些柜子。相比完全背包,多重背包仅增加了物品数量的限制,故在计算转移方程时,可以参考完全背包的摆放方法^[11-13],完全背包的填表法见表 1。

$$dp[i][j] = \max(dp[i-1][j], dp[i-1][j-k \times w[i]] + k \times v[i]) \quad \& j \geq w[i]$$

通过转移方程即可根据抽屉、配电柜高度、当前抽屉数量三个维度构建三重循环,部分当前物品数量循环代码如下:

```
count = min(num[i-1], j//weight[i-1])
#判断配电柜高度 j 的情况下,当前抽屉的最大数量
```

```
dp[i][j] = dp[i-1][j]
for k in range(1, count+1):
    new_v = dp[i-1][j-k * weight[i-1]] + k * value[i-1]
    if new_v > dp[i][j]:
        dp[i][j] = new_v

当循环结束后可求得 dp 数组,并通过 dp 数组获取配电柜内的最高价值。对最大价值和 dp 数组进行回溯,部分回溯方法代码如下:

if remain != dp[raw-1][col]: #判断是否选择当前抽屉
    count = min(num[raw-1], col//weight[raw-1])
    #确定抽屉个数
    for k in range(1, count+1):
        if dp[raw][col]-k * value[raw-1] == dp[raw-1][col-k * weight[raw-1]]:
            used -= k * value[raw-1]
            col -= k * weight[raw-1]
            recount[raw-1] = k
```

通过遍历拿出 k 个当前抽屉后,最大价值是否等于前面抽屉和除去 k 个抽屉的价值,即可确定选用了哪种抽屉及使用个数,由此即可实现对不同回路内设备的配电柜分配。

3 CAD 图纸绘制

本模块的运行效果是在 AutoCAD 软件界面内,依次插入图框及配电柜连接电设备所对应的图块,之后对图块内信息进行填写,以此方式来完成设计图纸自动绘制。为实现此效果,软件首先会对数据矩阵内的数据进行遍历筛选,按照设备所属的母线及回路分段构建出多个列表,对这些列表内配电柜编号进行提取,并转换为字典类型,就可以统计每个柜子内的设备数量,从而计算出每个图框内所摆放的图块数量以及其坐标,此举即避免了每个图框内的设备数量过少,也保证了每个图框内的设备数量不会溢出,避免让设计人员耗费大量时间调整重绘图纸。当确定了所有坐标后,通过调用 com 接口连接到 AutoCAD 程序,本方法代码如下:

```
acad = win32com.client.Dispatch("AutoCAD.Application")
```

通过 ActiveX 控件进行传参及指令执行^[15],根据用电设备的功率及仪器仪表特性,获取对应预设块图的绝对路径,使用 InsertBlock 指令依次插入全部的图框、图块至对应坐标,插入后部分效果如图 4 所示。

之后需完成对每个图块的属性进行填写,通过 GetAttributes() 方法依次遍历出当前图纸中所有的块属性,方法代码如下:

```
for block in acad.ActiveDocument.ModelSpace:
    block_attribute = block.GetAttributes()
```

此方法遍历的顺序即图框及图块的插入的先后顺序,从列表中取得对应的参数,更新至块属性中,即可

完成 AutoCAD 图纸的自动绘制,更新块属性后部分效果如图 5 所示。



图 4 插入部分效果图

本方法代码如下:

```
for every_attribute in block_attribute:
    every_attribute.TextString = lst[num][count]
every_attribute.Update()
```

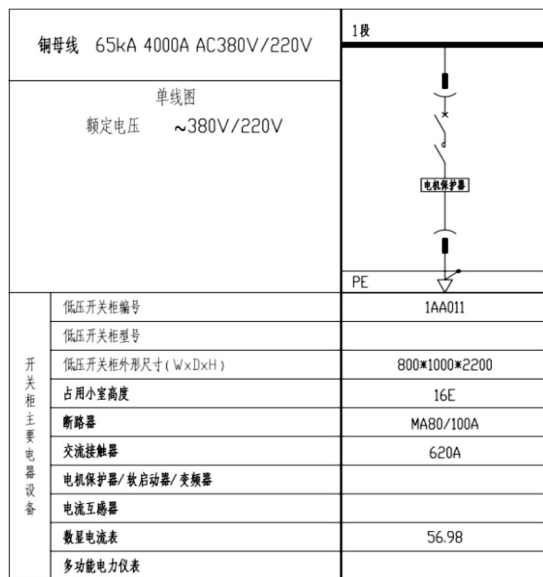


图 5 更新块属性后部分效果图

4 人机交互设计

人机交互模块的设计主旨意为在设计人员提供友善、易用的界面,让其可以快速熟悉软件布局,发挥软件功能。人机交互界面图见图 6。

本软件的人机交互模块采用 PYQT 库进行开发,通过信号/槽机制可以实现界面与功能间的快速响应,部署灵活,扩展性强。UI 界面划分为三大部分,上部分为参数设置,包含了各功能实现过程中涉及到的全部参数,用户可以通过自定义输入或者下拉菜单的方

式进行选择。中部部署了 TableWidge 表,可以方便用户直接预览数据矩阵内的设备信息,也支持随时对表

内数据进行修改。下部为各功能按钮,根据实现功能与设计流程分类排序,方便用户直观使用所需功能。

■ 电气设计辅助软件

参数设置

电缆材质	K1温度	K2桥架层数	K3爆炸危险区域系数	电缆格式选择	放大系数
XLPE	40	2层: 0.65	正常: 0.91	YJV	1.8

气化分段 渣水分段 压滤机分段 公用工程分段 其它分段 分段字符格式

I II段 III IV段 III IV段 III IV段 III IV段 III IV段 阿拉伯数字1

非馈线 馈线 多功能表 现场操作柱

单向表 单向表 数显电流表 共用

操作柱功率值 柜面功率值-非馈线 柜面功率值-馈线

2.1 4 3.7

编号	设备位号	容量kW	电缆编号	起点	终点	馈电/电动机
1	1	1K93504A	2.2	1K93504A-WC	低压柜 煤仓引风机(2.2kW)	馈线
2	2	1K93504B	2.2	1K93504B-WC	低压柜 煤仓引风机(2.2kW)	馈线
3	1	1K93504C	2.2	1K93504C-WC	低压柜 煤仓引风机(2.2kW)	馈线
4	1	1X93501A	13.0	1X93501A-WC	低压柜 称重给料机(13kW)	馈线
5	2	1X93501B	13.0	1X93501B-WC	低压柜 称重给料机(13kW)	馈线
6	1	1X93501C	13.0	1X93501C-WC	低压柜 称重给料机(13kW)	馈线
7	1	1S93502A	45.0	1S93502A-WC	低压柜 旋转分离器(45kW)	电动机+变频器
8	2	1S93502B	45.0	1S93502B-WC	低压柜 旋转分离器(45kW)	电动机+变频器
9	1	1S93502C	45.0	1S93502C-WC	低压柜 旋转分离器(45kW)	电动机+变频器
10	1	1K93503A	30.0	1K93503A-WC	低压柜 密封风机(30kW)	电动机+电机保护

选择1: 原始条件表/电动条件转换表/设备信息表 选择2: 配电柜调整表/电压表册配置表

D:/Python/Cabinet/设备信息.xlsx 选择文件 D:/Python/Cabinet/配置文件.xlsx 选择文件

预览控制 电缆选型 绘图/数据处理

导入设备表 数据计算 AutoCAD图纸绘制

清空表 电缆选型 输入条件转化

导出设备表 分配低压柜 负荷计算表

↑ 配电柜调整表 电缆敷设表

↓ 更新配电柜编号 施工材料统计

图 6 人机交互界面图

5 性能验证

以电气设计过程的实际业务为依托,对数据导入模块、电缆选型模块、数据处理模块内具体功能逐一测试。从输入条件转化、负荷计算表、电缆敷设表与施工

材料生成开始,文件内设备信息按照设备位号拆分正常,各项数值准确,可以按照预期完成,分配准确。数据计算与电缆选型结果良好,可以准确地选择电缆类型及仪器仪表规格,约 0.5% 计算选型结果优于手工计算选型结果,数据计算完成图如图 7 所示。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
段号	设备位号	容量kW	电缆编号	起点	终点	馈电/电动机	电压等级	COSΦ	总长度m	计算电流	电压损失%	电缆
1	1K93504A	2.2	1K93504A-低	低压柜	煤仓引风机(2.2kW)	馈线	380	0.8	223	4.18	1.837%	ZA-YJV-0. DN2
2	1K93504B	2.2	1K93504B-低	低压柜	煤仓引风机(2.2kW)	馈线	380	0.8	223	4.18	1.837%	ZA-YJV-0. DN2
1	1K93504C	2.2	1K93504C-低	低压柜	煤仓引风机(2.2kW)	馈线	380	0.8	233	4.18	1.92%	ZA-YJV-0. DN2
1	1X93501A	13	1X93501A-低	低压柜	称重给料机(13kW)	馈线	380	0.8	176	24.69	3.546%	ZA-YJV-0. DN3
2	1X93501B	13	1X93501B-低	低压柜	称重给料机(13kW)	馈线	380	0.8	196	24.69	3.949%	ZA-YJV-0. DN3
1	1X93501C	13	1X93501C-低	低压柜	称重给料机(13kW)	馈线	380	0.8	198	24.69	3.989%	ZA-YJV-0. DN3
1	1S93502A	45	1S93502A-低	低压柜	旋转分离器(45kW)	电动机+变频器	380	0.8	200	85.47	3.077%	ZA-YJV-0. DN6
2	1S93502B	45	1S93502B-低	低压柜	旋转分离器(45kW)	电动机+变频器	380	0.8	218	85.47	3.354%	ZA-YJV-0. DN6
1	1S93502C	45	1S93502C-低	低压柜	旋转分离器(45kW)	电动机+变频器	380	0.8	220	85.47	3.385%	ZA-YJV-0. DN6
1	1K93503A	30	1K93503A-低	低压柜	密封风机(30kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	204	56.98	3.952%	ZA-YJV-0. DN5
2	1K93503B	30	1K93503B-低	低压柜	密封风机(30kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	222	56.98	4.301%	ZA-YJV-0. DN5
1	1K93503C	30	1K93503C-低	低压柜	密封风机(30kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	231	56.98	4.475%	ZA-YJV-0. DN5
1	1A93501A	7.5	1A93501A-低	低压柜	磨煤机液压站油泵(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	210	14.24	3.95%	ZA-YJV-0. DN3
2	1A93501B	7.5	1A93501B-低	低压柜	磨煤机液压站油泵(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	228	14.24	4.289%	ZA-YJV-0. DN3
1	1A93501C	7.5	1A93501C-低	低压柜	磨煤机液压站油泵(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	230	14.24	4.327%	ZA-YJV-0. DN3
1	1A93501A	1.5	1A93501A-低	低压柜	磨煤机液压站排渣油泵(1.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	210	2.85	1.18%	ZA-YJV-0. DN2
2	1A93501B	1.5	1A93501B-低	低压柜	磨煤机液压站排渣油泵(1.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	228	2.85	1.281%	ZA-YJV-0. DN2
1	1A93501C	1.5	1A93501C-低	低压柜	磨煤机液压站排渣油泵(1.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	230	2.85	1.292%	ZA-YJV-0. DN2
1	1A93501A	7.5	1A93501A-低	低压柜	磨煤机稀油站A油泵双速电机(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	210	14.24	3.95%	ZA-YJV-0. DN3
2	1A93501B	7.5	1A93501B-低	低压柜	磨煤机稀油站A油泵双速电机(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	228	14.24	4.289%	ZA-YJV-0. DN3
1	1A93501C	7.5	1A93501C-低	低压柜	磨煤机稀油站A油泵双速电机(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	230	14.24	4.327%	ZA-YJV-0. DN3
1	1A93501A	7.5	1A93501A-低	低压柜	磨煤机稀油站B油泵双速电机(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	210	14.24	3.95%	ZA-YJV-0. DN3
2	1A93501B	7.5	1A93501B-低	低压柜	磨煤机稀油站B油泵双速电机(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	228	14.24	4.289%	ZA-YJV-0. DN3
1	1A93501C	7.5	1A93501C-低	低压柜	磨煤机稀油站B油泵双速电机(7.5kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	230	14.24	4.327%	ZA-YJV-0. DN3
1	1A93501A	4.8	1A93501A-低	低压柜	磨煤机减速机电加热器(4.8kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	210	9.12	3.775%	ZA-YJV-0. DN2
2	1A93501B	4.8	1A93501B-低	低压柜	磨煤机减速机电加热器(4.8kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	228	9.12	4.098%	ZA-YJV-0. DN2
1	1A93501C	4.8	1A93501C-低	低压柜	磨煤机减速机电加热器(4.8kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	230	9.12	4.134%	ZA-YJV-0. DN2
1	1A93501A	1	1A93501A-低	低压柜	磨煤机液压站电加热器(1kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	210	1.90	0.786%	ZA-YJV-0. DN2
2	1A93501B	1	1A93501B-低	低压柜	磨煤机液压站电加热器(1kW)	电动机+电机保护器	380	0.8	228	1.90	0.854%	ZA-YJV-0. DN2

图 7 数据计算图

配电柜分配功能运转正常,但因项目现场环境及业主特殊要求,会导致详细设计时配电柜分配与该功能计算结果存在小部分差异性,出现此种情况时,采用配电柜编号更新功能,更新矩阵数据,经测试本功能满足预期,设计人员可轻松完成配电柜编号调整。绘图功能采用通过 ActiveX 控件驱动 AutoCAD 完成图纸

绘制的方法,这种方式可以有效保证此功能的高稳定性,不会出现因内存溢出而中断绘制的情况,通过反复测试,本功能运行正常,可以批量完成设计图绘制,大幅提高用户的出图速度,AutoCAD 单张绘制图如图 8 所示。

铜母线 65kA 4000A AC380V/220V 单线图 额定电压 ~380V/220V	1 张	1 张	1 张	1 张	1 张	1 张
	PE	PE	PE	PE	PE	PE
	1AA013	1AA013	1AA013	1AA013	1AA013	1AA013
	低压开关柜编号					
	低压开关柜型号					
	低压开关柜外形尺寸(W×D×H)	800*1000*2200	800*1000*2200	800*1000*2200	800*1000*2200	800*1000*2200
	占用小室高度	8E	8E	8E	8E	8E
	断路器	MA16/100A	MA16/100A	MA16/100A	MA16/100A	MA16/100A
	交流接触器	620A	620A	620A	620A	620A
	电机保护器/软启动器/变频器					
	电抗器					
	数量	2.85	2.85	2.85	1.9	1.9
	多功能电力仪表					
	回路用途及设备名称	磨煤机进线柜普通油压	磨煤机电加热器	备用	磨煤机进线柜电加热器	磨煤机进线柜电加热器
	设备型号	1A93501C	1H93701A		1A93501A	1A93501C
	设备功率/计算功率(kW)	1.5	1.5		1.0	1.0
	计算电流(A)	2.85	2.85		1.9	1.9

图 8 AutoCAD 自动单张绘制图

通过引入 Time 库计算所有功能响应时间,以 200 条设备数据为例进行测试,数据导入模块、电缆选型模块、数据处理模块内所有功能处理速度良好,均可在 1 s 内完成响应。绘图模块处理速度较慢,需在 AutoCAD 进程中逐一插入图框后遍历所有块属性,再进行赋值,但仍可在 240 s 内完成绘制。综上所述,软件各功能实现情况良好,响应速度正常,可以满足设计人员的设计任务。

6 结束语

本软件基于 Python 语言开发,以面向对象方法为原则进行设计,通过实际项目进行验证,从模块功能及响应时间两个维度验证了软件的高效性及可靠性,软件目前对低压配电柜设计辅助良好,后续会根据项目实际情况完善高压配电柜设计辅助功能。随着国家对碳达峰到碳中和与低碳经济发展的要求,航天长征化学工程股份有限公司也会向运用清洁能源不断转型,所面临的项目也会更加复杂,注定了电气设计的方式方法也会有所转变,本软件也会随着相关需求进行不断改进,同时因其具备高内聚低耦合性,各程序模块有着高复用性和强可移植性,既可以在短时间内实现功能参数的修正与新增,也可以随服务器配置的提高实现 B/S 架构部署与迁移。

参考文献:

[1] LEMENKOVA P. Processing oceanographic data by python

- libraries numpy, scipy and pandas [J]. Aquatic Research, 2019,2:73-91.
- [2] 崔联合,于华艳,刘江,等.基于 AutoLISP 的 AutoCAD 二次开发研究[J].制造业自动化,2019,41(2):47-51.
- [3] ARTUR K,JAROSLAW J,JAROSLAW W. OONIS — object-oriented network infection simulator [J]. SoftwareX, 2021,14:100675.
- [4] 张楠. Python 语言及其应用领域研究[J]. 科技创新导报,2019,16(17):122-123.
- [5] 陈旭,严丽,马宗民,等.基于 UML 类图的模糊时空数据建模[J]. 计算机应用研究,2019,36(2):481-485.
- [6] 杨启亮,马智亮,邢建春,等.面向信息物理融合的建筑信息模型扩展方法[J]. 同济大学学报:自然科学版,2020,48(10):1406-1416.
- [7] 中国电力工程顾问集团西南电力设计院. GB 50217-2007 电力工程电缆设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2007.
- [8] 中国航空工业规划设计研究院. 工业与民用供配电设计手册[M]. 北京:中国电力出版社,2016:496-501.
- [9] 谢炜. 从低压进线总配电箱系统图发现的设计问题[J]. 建筑电气,2018,37(4):61-68.
- [10] 孟铎. 仪表电源电缆的线芯截面选择[J]. 石油化工自动化,2019,55(1):21-24.
- [11] BLADO D,TORIELLO A. A column and constraint generation algorithm for the dynamic knapsack problem with stochastic item sizes[J]. Mathematical Programming Computation,2020,13:185-233.

(下转第 119 页)