

# 关于机床电气设计标准化的感想

刘亚靖

北京精雕科技集团有限公司, 北京 102300

**[摘要]** 伴随着机床行业发展, 性能不断升级优化, 制造标准不断提升, 为满足多类型、高质量的工业自动化制造需求, 对数控机床电气控制进行标准化研究。随着本公司的发展壮大, 机床种类越来越多, 为提高企业竞争力, 标准化应用日益成为企业内部声音, 是提效降本的有力措施。本文从电气设计流程出发, 通过电气控制模型重新明确机床的运动轴和运动方向, 并给出 XT2 转接板的点位分布的规范化方案, 有助于更加直接地了解机床加工的运动方式, 然后阐述项目的位置面、功能面和产品面, 同时给出三级 BOM 模块化模型, 最后对机床设计的标准化工作进行展望, 意在给机床电气设计标准化提供思路, 提高电气设计水平。

**[关键词]** 电气设计流程; 电气控制模型; 信号命名规则; 标准化

DOI: 10.33142/ucp.v1i1.12342      中图分类号: TG659      文献标识码: A

## Reflections on the Standardization of Electrical Design for Machine Tools

LIU Yajing

Beijing Jingdiao Technology Group Co., Ltd., Beijing, 102300, China

**Abstract:** With the development of the machine tool industry, performance is constantly upgrading and optimizing, and manufacturing standards are constantly improving. In order to meet the needs of various types and high-quality industrial automation manufacturing, standardization research is being carried out on the electrical control of CNC machine tools. With the growth and expansion of our company, there are more and more types of machine tools. In order to improve the competitiveness of the enterprise, standardized application is becoming an internal voice of the enterprise, which is a powerful measure to improve efficiency and reduce costs. Starting from the electrical design process, this article redefines the motion axis and direction of the machine tool through an electrical control model, and provides a standardized solution for the point distribution of the XT2 adapter plate, which helps to have a more direct understanding of the motion mode of machine tool processing. Then, it elaborates on the position plane, functional plane, and product plane of the project, and provides a three-level BOM modular model. Finally, it looks forward to the standardization work of machine tool design, aiming to provide ideas for the standardization of machine tool electrical design and improve the level of electrical design.

**Keywords:** electrical design process; electrical control model; signal naming rules; standardization

数控机床是工业发展的母机, 在制造和使用过程中充满危险, 而机床电气设计是保障机床安全操作运行的重要基石, 而电气设计就像遍布机床整身的毛细血管一样, 而机床机电设计标准化既可以提高机床的安全性, 又可以提高电气设计水平, 使得机床性能进一步得以提高, 更主要的是可以提效降本, 使得在市场中保持优势竞争力。机床电气设计标准化工作之所以繁琐且有难度, 归根到底还是因为设计规则不明确。因本公司电气设计的历史问题, 最初并没有按照标准设计, 加之多类型、高质量的工业自动化制造需求, 导致设计多样性, 随之规则也就越来越杂乱, 现在想从源头解决就比较困难。本文是为了给机床相关工作者提供电气设计标准化的思路, 共同为标准化工作作出贡献。

### 1 电气设计流程

公司想在业内提高影响力, 首先要对齐标准, 尽可能地对齐并高于国际标准、国内标准和行业标准, 其次要制定高于国标的企业标准, 真正的通过电气设计标准化来提高机床安全性能, 进一步提高本公司的市场影响力。

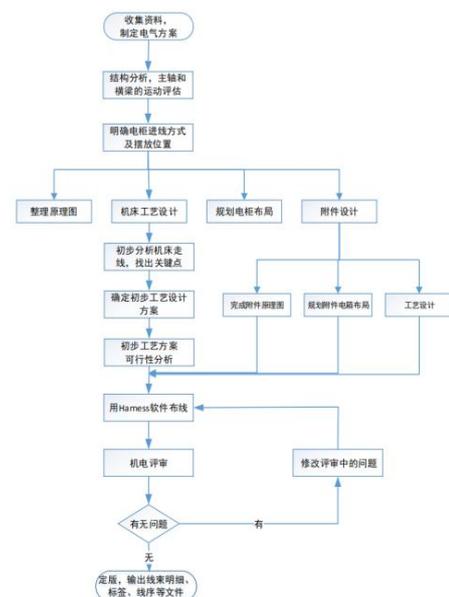


图 1 电气设计流程图

## 2 机床电气控制模型

### 2.1 机床电气控制模型

机床加工实际就是主轴带动刀具,刀具和工件之间相互作用。对于不熟悉或刚接触机床者来说,想要快速上手进行设计,就需要清楚基础层的控制关系,即机床电气控制模型,以控制伺服刀库为例,如下图2所示。



图2 机床电气控制模型

当前,精雕高速机配置的多款换刀机构,主要包括全圆盘伺服刀库、精机刀库+精机机械臂结构、集成式换刀机构等,考虑到换刀机构使用的伺服电机数量较多,就需要明确什么是运动轴,对运动轴做出相关的命名规范。自动换刀装置的形式是多种多样的,主要的组成部分是刀库、机械手和驱动机构等,虽然换刀过程、选刀方式、刀库结构、机械手类型等各不相同,但都是在数控装置及可编程控制器控制下,由电动机或液压或气动机构驱动刀库和机械手实现刀具的选择与交换。机床主轴指的是机床上带动工件或刀具旋转的轴。机床主轴是一个组件,它包括电主轴、冷却机构、内置编码器、换刀机构(气动或液压)。以下是对运动轴和运动方向做的相关定义。

(1)运动轴。参考机床坐标系命名自动换刀装置的运动轴,主轴作为参照对象,即主轴夹持的刀具作为参考点,与主轴直接进行刀具交换的装置称为换刀机械手(或者机械臂),储存加工中所需要的各种刀具的装置称为刀库,刀库与机械臂之间传送刀具的装置称为传送机构。个别自动换刀装置传送的是刀库或者机械臂,仍称为传送机构。

(2)方向。传送机构靠近主轴的方向为正向,远离主轴的方向为负向。那么,传送机构正限位即为传送机构正向运动极限位置,同理可知传送机构负限位。

### 2.2 XT2 点位分配方案

XT2是刀库信号转接端子排,随着机床性能复杂程度增加,刀库种类随之增多,需要转接的刀库信号也就增多,因为没有明确的设计规则约束,使信号转接板的点位分布各不相同,最终会影响设计效率,为减少设计过程的出错率,提高设计流程的效率,故规范XT2点位分配。XT2端子排与自动换刀装置的传感器的对应关系如下图3所示。设计师在选用信号转接端子时,其遵循的规则如下:

(1)在选用端子排位数时,应遵循避免浪费的原则,针对不同位数的端子排,一般默认最后两位用作急停。

(2)图4中分为20个点位和10个点位,其中4、5、6点位和7、8、9点位是“复用”点位。

例如:在20个点位分布中,4、5、6点位可用作机械臂原点和刀具检测,当4、5、6点位用于机械臂原点时,那么7、8、9点位用于刀具检测;当4、5、6点位用于刀

具检测时,那么7、8、9点位用于刀柄检测,其中优先用7、8点位,9点位留作备用。

(3)当20个点位端子排不能满足设计师需求时,可选择包含更多点位的端子排,遵循不改变原端子排点位分布的原则,优先将备用点位用于新增项。

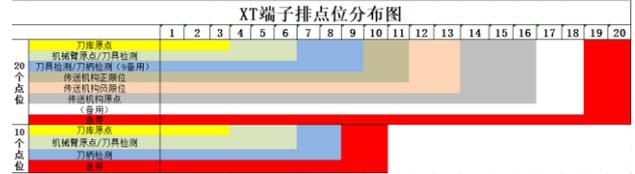


图3 XT2端子排点位分布图

## 3 三级明细

### 3.1 位置面、功能面和产品面

通过对GB 5094的解读,形成“项目”的概念,并提高对目前EPLAN中项目的分类以及命名代号的认识,从产品面、位置面、功能面是剖析一个项目的重要手段,这三个面贯穿在机床电气设计的始终,以下是对这三个面的定义。

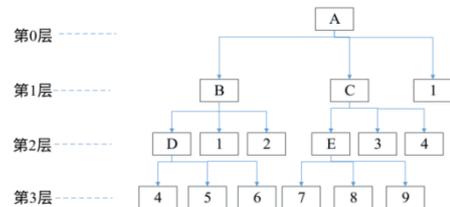
对GB 5094的解读形成“项目”的概念,更重要的是知道从产品面、位置面、功能面剖析一个项目,并对目前EPLAN中项目的分类以及命名代号有了认识。

位置面结构以系统的位置布局或系统所在环境为基础,意在说明构成系统的产品实际处于何位置,在位置面结构中,位置可以连续分解。功能面结构以用途为基础,意在说明该部分设备的功能与其他电气设备的相互作用,系统的功能可分解为若干子功能,正是这些子功能共同完成预期的用途。产品面结构以系统使用中间产品或成品的方式为基础,意在说明它周围的结构。

### 3.2 模块化

模块化是标准化的高级形式。模块化的主要方法是分解与组合,主体思想是先分后合。机构模块化设计可以降低错误率,提高设计效率和实际作业标准化程度,节省项目成本。

机床的物料明细表是不可或缺的配套文件,将机床转接盒物料作为一个项目,转接盒的BOM主要有机床线束组、转接盒外购物料组、其他补充物料组成,需要以BOM组件体现,为方便后面的升级管理,有必要采用产品面、位置面和功能面来剖析此项目,同时结合模块化的方式进行分解和组合。下图4是三级BOM的分层原则,总之分层原则是:组件—部件—零件,如下图所示。采用三级BOM可以使得工作简单化,模块化。



A为主组件;B、C、D和E为分组件;1、2、3等为零件;B、C、D、E用单层明细表规定;

图4 三级BOM的分层原则

## 4 信号命名规则

以规范机床端信号名称为目的，便于识别理解，符合习惯用法，杜绝名称口语化，避免出现名称歧义等现象，信号名称一般采用文字、数字、字母以及特殊字符的组合，它表明该信号的功能，尽量使用技术人员容易理解的标准术语和英文缩写，如有必要可添加备注说明。

### 4.1 主语（产品面）+功能

主语（产品面）+功能，这里定义的主语是产品面的名词，某些相关联的信号名称需要通过位置面区分的，可以在主语前加位置面，以简明扼要为前提，没必要加位置面的可省略。简单来说就是什么东西做了什么事情，前后主语保持一致。

表1 “主语（产品面）+功能”的命名格式

信号名称	位置面	产品面主语	功能	备注
X轴原点	/	X轴	原点	无位置面，无“控制”二字
刀套状态检测	/	刀套	状态检测	
测头低电压报警	/	测头	低电压报警	
对刀仪区域检测	/	对刀仪	区域检测	
润滑泵液位报警	/	润滑泵	液位报警	此处增加“泵”字
磨削对刀仪触发	/	磨削对刀仪	触发	去掉“信号”两字
治具松开压力检测		治具	松开压力检测	
前安全门锁检测1	/	前安全门锁	检测1	“前安全门锁”以及“检测1”的定义
转台正压密封	/	转台	正压密封	
刮板排屑器反转	/	刮板排屑器	反转	
机床排屑器正转	机床	排屑器	正转	去掉“控制”两字 有没有必要留位置面请斟酌

为更清楚地理解该命名的规范要求，按照“主语（产品面）+功能”的格式，上表1列出部分信号名称的组成，意在更详细地阐述此命名规则。

### 4.2 功能面名词

根据公司已定义的《机床配置功能名称及内容规范手册》，同时结合附件产品定义的名词，以及机床端少量配套的功能，直接套用现有功能面名词来命名，为避免名称过长，此名词不增加位置面的信息。例如切削冷却泵、中空增压泵、油雾分离，均是符合此规则的名称，如下表2所示为列举的符合此规则的部分信号名称。

表2 部分功能面名词

序号	信号名称	属性
1	切削冷却泵	功能面名词
2	污水泵	
3	油水分离	
4	油雾分离	
5	冲洗泵	
6	中空增压泵	
7	供液泵	
8	喷淋泵	

### 4.3 习惯用法

因历史原因以及设计习惯，还有少量信号名称不符合以上两种命名规则，那么就需按照习惯用法统一名称，保证信号名称唯一对应，通俗易懂，避免歧义，符合精雕产品的特征。无产品面主语的习惯用法包括：正压密封、清洁刀柄吹气、微雾分离压差检测等。

以上是信号名称的三种命名规则，还需根据实际情况对应规则，在整体上进行定义。

## 5 展望

为进一步提高机床电气设备的质量，高水平的标准是机床行业需要，机床稳定的重要基础是高水平的电气设计。对于电气设计来说，标准化包含2方面的内容：其一是所设计的工程项目要遵循或符合国家/国际标准，遵守企业标准。只有遵循了这些标准或规范，可以降低错误率，减少歧义。其二是企业内部的标准化，设计方法和流程一致，图纸的风格相同，还包括合理的选型、报表的输出种类及风格等。因此亟须建立产品设计标准化体系，以保证电气设备的高质量运行，通过标准化手段来提高设计水平，标准化成为提效降本的有力措施。标准化人员应使有关标准在新产品开发中得以全面系统地贯彻执行，从而提高机床设备的质量。

### [参考文献]

- [1] 瞿德福. GB/T 4728《电气简图用图形符号》系列标准贯标方法研究[J]. 机械工业标准化与质量, 2012(1): 23-27.
  - [2] 宋鹏飞, 蒋炎辰. 精细化工企业爆炸危险环境电气设计常见问题剖析[J]. 电气防爆, 2022(8): 34-36.
  - [3] 孙井胜, 田春波, 胡春生, 等. 化工企业电气设计中的问题与对策分析[J]. 能源技术与管理, 2022(2): 198-200.
  - [4] 覃政, 李元庆. 基于EPLAN软件平台的控制柜设计和生产流程优化研究[J]. 智能制造, 2019(10): 25-30.
- 作者简介：刘亚靖（1987.11—），女，河北工业大学，电气工程，北京精雕科技集团有限公司，产品设计师，中级职称。