

大功率步进电机驱动电源的应用

重庆大学迪希数控研究所 李敏基 朱 文

关键词 经济型数控 步进电机 驱动电源

“八五”期间我校承担了国家重点攻关课题和重庆市火炬计划“大功率步进电机细分驱动电源的产业化生产”,经过两年多深入细致的研究与开发,现已研究成功 BS308、BS312 五细分大功率步进电机驱动系统,电机工作电流为 8A、12A 两轴驱动,并与重庆巴山仪器厂合作,成功地进行了经济型数控车床控制系统的产业化生产。

1 大功率驱动源存在问题

80 年代以来,我国开发研制的经济型数控车床的控制系统,软、硬件在应用中还存在一些问题。如驱动系统工作发热,可靠性低、烧大功率管、低频振荡、矩频特性差及功能不齐等,成为推广应用经济型数控车床的难题,也成为大功率驱动电源产业化不可逾越的鸿沟。针对以上大功率驱动电源出现的问题,我们对使用较普遍的 110BF 系列、130BF 系列、反应式步进电机细分驱动电源从理论上进行分析研究,建立高频斩波步进电机伺服驱动系统的数学模型。在对数学模型进行计算机仿真运行的基础上,对伺服驱动系统综合性能和输入电压电流参数进行分析,得知驱动系统的输入电压、电流值对运行矩频特性影响较大。如输入电压过低,矩频特性指标差,高频时输出力矩不够,满足不了使用技术要求;如输入电压过高,虽然高频输出力矩大,但低频运行振荡严重,会直接影响加工精度。

2 大功率步进电机驱动源低频振荡

中断处理撤消)的程序,在没有输入“中断”信号时,完全按正常的方式执行。但一旦 CNC 的“中断”输入信号进入,则 CNC 自动中断现有加工而跳转到 $P \times \times \times$ 继续执行。这一功能可以方便地实现多种加工中断处理问题。例如,对于工作台上分区加工的场合。若 A 区和 B 区放置的是不同的加工零件,其加工程序应各不相同。这时,利用本功能,可以在各自的程序结束段上,通过一个 M 代码激活“中断”输入,从而使机床移至 B 区(或 A 区)继续加工不同的零件。如此不断循环就能方便地实现工作台的分区加工动作。

2.1 倍压、倍流控制方式

当电机运行在低频加工段时,采用低压额定电流控制方式,确保加工无低频振荡,提高精度;运行在高速大力矩状态时,加入倍流倍压控制,提高输出力矩。如当步进电机工作频率在 1000Hz 以下,工作电压为 130V DC;工作频率在 1000Hz 以上,工作电压为 180V DC,步进电机在高频运行(如频率在 3000Hz 以上)加倍流。为此采用计算机软件与电子线路相结合来完成开关倍压和倍流的控制方法。

根据步进电机运行的频率,由计算机软件发出控制信号,电子线路由光电耦合器隔离传输信号,通过集成电路 4069、MC1413 及模块控制倍流的增加,通过可控硅来控制倍压的增加。这样可靠性一下提高许多,存在的高频力矩不够、低频振荡的问题都圆满地解决了。另外,当电机处于锁紧状态时,由软件发出控制信号,电机工作在半电流锁紧状态。

2.2 五细分步进电机驱动电源

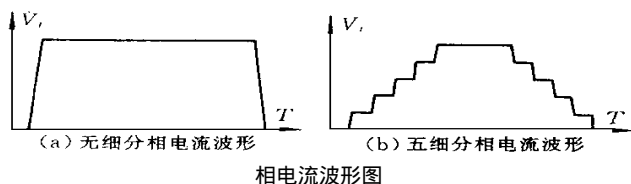
为提高步进电机工作精度,进一步减少低频振荡,采用了计算机软件与电子线路相结合的方式。即由计算机发出脉冲信号电子线路来完成步进电机五细分的工作,使原来 1 个脉冲信号步进电机走 1 大步即 0.75° (附图 a),精确到 1 个脉冲步进电机走 5 小步,即 $0.75^\circ \div 5 = 0.15^\circ$ (附图 b),从而大大提高了步进电机的低频运行精度,进一步减小步进电机低频振荡。在普通 C620 车床上可确保 $\pm 2\mu\text{m}$ 的加工精度。

1.8 其它

除了 J50 系统的以上特殊功能为用户提供方便外,还有一些功能如 M96/97 刀具半径补偿的方式转换、M94/95 内部镜像、G25 程序拷贝等,它们的设计思路也是很有特色的,限于篇幅,在此不再一一例举,读者可以参阅 SASNAC J50M 操作手册。手册上,这些指令的说明比较具体。 (未完待续)

作者:龚仲华,常州市常新路 150 号,常州机床总厂,邮编:213012

(编辑 宋业钧) (收稿日期:1998-05-06)



3 限电压、过电流及过热的保护

在步进电机细分驱动系统中,为了提高驱动系统的可靠性、稳定性,设计了驱动电源的“限电压”、“过热”及“过电流”保护线路。该线路已申请国家专利。

3.1 限电压保护

在实际应用中,由于我国电网状况差,工作现场的电压波动较大,交流 220V 电压的波动有时超出 $-15\% \sim +20\%$ 范围。在实际工作中电机低频运行在 80V DC 也能正常工作,所以低压不作保护。而在外电压超过额定值 20% 时,保护线路起作用,但不象传统的保护线路将驱动电源切断,而是使工作电压稳定限制在 180V DC 以下。驱动电源不会因外电压忽高忽低影响工作。

此工作是由电阻分压电路在步进电机工作高压取样,在运算器 LM393 上进行比较,再由光电耦合器进行隔离传输,触发可控硅控制开关步进电机工作高压完成。

3.2 过电流保护

步进电机运行中,大功率管的二次击穿是一个最头痛的问题,即使在调试中稍不注意也会将功率管损坏。为此,设计了过电流保护线路。当驱动线路出故障或电机相线短路,使某相工作电流瞬间超过额定 30% 时过电流保护线路起作用。此时过流指示灯亮,将该相输入控制信号关闭;通过报警信号线向计算机报警。计算机自动发出关断高压控制信号,关断高压,避免大功率管烧坏。此保护线路是电路切断脉冲信号与计算机关断工作电源起双保护作用。

3.3 过热保护

步进电机驱动系统的过热保护是保证系统稳定运行的关键。我们设计的 BS308、BS312 驱动电源,在室温 40℃ 通风正常的情况下,散热器上的温度仅在 55~65℃。当发生意外使散热风机停转或环境温度过高时,都会导致驱动电源散热器温度上升,当散热器温度达到 70℃ 时,过热保护电路将自动关掉高压,使功率管工作电流为 0,电机停转,此时过热指示灯亮。

过热保护线路是由温敏电阻在驱动源散热器上取得温度转换后的电压变化信号,通过运算放大器 LM393 进行比较,将所得结果再通过集成电路 MC1413 放大,如果温度超过标准值,信号将通过光电耦合器,触发可控硅关断步进电机工作电压,步进电机停止运行,技术人员进行及时处理。

4 结束语

VMOSFET 高频恒流斩波步进电机伺服驱动技术是我所多年来开发研制数十种驱动电源的成熟技术,而近年研制成功的 BS308、BS312 细分驱动电源又在原来基础上大大地进了一步。在该驱动系统中,采用大功率 VMOS 管和 IGBT 混合电路,利用 VMOS 管开关频率高的特性,完成斩波工作,而 IGBT 饱和压降低,发热量小,作相选通控制,这样驱动电源效率高,无二次击穿,可靠性大大提高。

BS308、BS312 已在航天部重庆巴山仪器厂进行了各种技术参数的测试及高低温老化实验,整机性能指标完全符合标准,并通过鉴定,目前正进行批量生产。

第一作者:李敏基,重庆市重庆大学迪希数控技术研究所,邮编:400044

(编辑 刘茹贵)

(收修改稿日期:1998-01-05)

纪念戴曙教授

原大连市政协委员,《制造技术与机床》杂志编委会委员,全国高校制造技术及机床学研究会名誉理事长和第一、第二届理事长,原中国机械工程学会生产工程分会委员,大连理工大学戴曙教授,因病医治无效,于 1998 年 6 月 9 日不幸逝世,享年 70 岁。

戴曙教授是我国机床学科教学研究的先驱者之一,他同赵为铎先生一起,奠定了我国机床学的教学体系。多年来他在我国机械制造行业的教学、科研和生产中作出了卓越的贡献。他把毕生的精力献给了我国的机械制造事业。他积极参加社会活动,与工厂紧密合作,曾为厂矿解决了不少技术问题。在他担任全国高校制造技术及机床学研究会第一、第二届理事长期间,领导该会为我国机床教学和为科研战线上的高校教师提高素质、交流经验作出了贡献。

50 年来,戴曙教授对党对祖国一片赤诚,全心全意献身于教育事业。他在病重期间,带着氧气输送管还坚持工作,研究科研项目,审阅《制造技术与机床》杂志的稿件。他对人真诚,诲人不倦。他一生光明磊落,在他临终前还念念不忘党和国家的强盛,对党内腐败问题深感忧虑,表现了一个人民教师、一个共产党员的崇高品质和对党对人民的无限忠诚。

全国高校制造技术与机床学研究会
《制造技术与机床》编辑部