[电气自动化]

电气自动化控制中变频调速技术的应用

文/文华学院机械与电气工程学部　聂　菁

当前，工业控制技术逐渐发展为我国重要的支柱产业，总体规模以及技术水平等都取得了显著进步，特别是在提高系统运行效率、安全性、可靠性及节能性方面运用了许多先进技术。变频调速技术作为其中一种热门的节能增效技术，在工业电气自动化控制中得到了广泛的运用。基于建设生态文明与实现高质量发展的背景，应加强对变频调速技术实践应用的研究。

随着社会与时代的不断进步，人们物质生活水平得到了进一步的提高，进而对社会生产力提出了更高的要求。在此形势下，我国电气行业实现了迅速的发展，各类电气系统与设备得到了全面创新与优化，尤其是电气自动化控制系统，在工业生产中发挥着不可替代的作用。同时，变频调速技术凭借自身优势，在机械、石油等领域中得到了广泛运用，并展现出了良好的节能降耗效果。随着我国提出力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的战略目标，变频调速技术的推广创新已然成为一项势在必行的重要工作。

变频调速技术工作原理

变频调速技术指的是调整电动机转速和电源，达到控制电动机频率的目的。电动机在正常运转时，磁极对数、电源频率及电动机实际转速之间联系紧密，其中电动机转动速度和电源输出频率表现为正比例关系，具体公式为

$$n=60f\left(1-s\right)/p$$

式中，n为电动机转速；f为电源频率；s为转差率；p为电动机磁极对数。

结合公式可知，改变电动机电源频率，能够对电动机转速进行有效的调整，提升电动机工作效率。变频调速技术正是立足于此原理实现的，如图1所示。可结合实际工作需求，对电动机工作频率予以相应的调整，最终提升电动机工作效率。同时，在电气自动化控制中运用变频调速技术，可以对电动机进行自动化控制，以此提高工业生产的自动化控制效率。

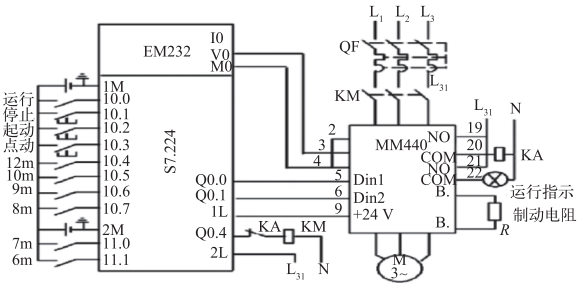

图 1　变频调速技术原理

变频调速技术应用必要性

1. 推动变频调速技术的普及

将变频调速技术运用到电气自动化控制中，除了能够让电气领域生产效率与质量得到提高外，还可以全面普及与发展变频调速技术。在此过程中，需要通过改变电源频率方式，调整和管理电动机转速，

确保电气自动化控制的有效性。并且，变频器在实际运用方面还可以实现低能耗工作，从而实现节能减排的目的。所以，开展电气自动化控制工作的过程中，需正确运用变频调速技术，加强对电动机、电源及电路的管理，落实好电动机实时监督与控制工作，然后根据电流大小管理与调整变频器，进而在提高生产效率与质量的基础上实现节能的目的。

2. 提升电气自动化技术运用的效率

当前，电气自动化技术在应用范围方面正在不断拓宽，其中在经济领域的运用属于重点。电气自动化控制技术在经济领域应用的过程中会综合运用到机、电及计算机等技术，并让各学科进行融合与交流，所以其在电气自动化发展中占据着重要位置和发挥着关键作用。而要想顺利实现电气自动化控制，需要对变频调速技术进行合理的运用，以便于实时监督与调节电气自动化设计的具体状况。在实际运用过程中，变频器主要是通过异步电动机减速与停机的方式，实现控制与调节，进而让电动机同步转速得到减少，最终实现电动机减速的目的。将变频调速控制技术应用到电气自动化控制中，展现变频调速技术的调节功能，实现对异步电动机的管理和控制。

工业电气自动化控制中变频调速技术的应用策略

1. V-F 控制技术的主要应用

V-F控制技术在变频调速技术中占据着重要位置，能够展现出优秀的变频调速功能。在实际调速控制方面，V-F控制技术会采取控制电动机电压的方式，实现对电动机转速的控制。同时，V-F控制技术也属于一种压控振荡装置。电动机在工作过程中，电源工作效率主要由电压决定，且电源和电动机转速间联系紧密，因此通过对电压的适当调整，可以确保电压出现变化，进而引起电动机振荡频率的变化，最终实现对电动机转速的控制。另外，在电气自动化控制中，可以和V-F控制技术进行良好的结合，且自动化控制技术（诸如PLC技术）能够有效地控制电压，进而实现V-F的精准控制，调整电动机转速。

2. 在发电系统中的应用

工业电气自动化控制系统在运转时，对于能源的要求较高，只凭借外接电源的供应，无法保证供电质量，还会引起资源浪费的情况。所以，部分企业会构建独立的发电系统，以此向电气自动化系统、设备提供电能。但发电系统复杂程度较高，实际运转时会产生电流输出和需求不符的状况，引起电压供应不稳，进而形成短路和断路的问题，不利于整个系统的稳定运转。而在运用变频调速技术后，可有效约束与控制以上问题，提高工业电气自动化控制系统运行过程中的安全系数，并让生产效率得到改善，推动企业健康、稳定的发展。通过对变频调速技术的合理使用，还可以科学调配电力资源，促进资源利用率的提高，确保电气自动化系统稳定、安全运转，并实现节能减排目标，推动企业的绿色发展。另外，与变频调速技术存在联系的应用配件的成本不高，电气自动化控制在生产方面可以减少成本，获取更多的经济效益。同时，在发电系统中对变频调速技术的运用还可以让发电过程稳定性得到有效的增强。

3. 减速区段的低速保护应用

将变频调速技术运用到减速区段低速控制中，除了能够对自动化控制水平进行优化之外，还可以让该区段在运行方面的稳定性得到加强，防止电气自动化设备产生临界值运行的状况，确保电气自动化控制系统的安全运转，减小工业生产出现各类危险的几率。同时，结合PLC和变频设备，可以监督与掌握减速区段内速度表现出来的变化特点，以便于及时了解与分析未达到减速要求的时段，明确存在的问题和具体成因，然后制定相应的解决方式。并且，还需要对安全值以及数据值进行仔细的核对，保证系统减速区段的稳定、正常运转。若监控过程中存在速度和规定素质不同的情况，则需要及时向系统中心发出安全警报，调节系统减速控制。在减速区段低速控制中的应用如图2所示。

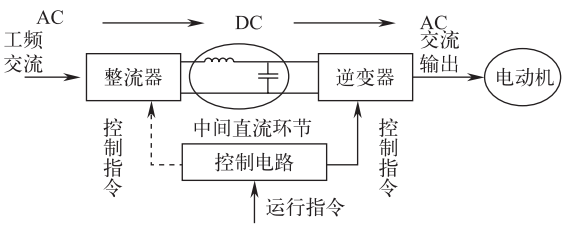

图2　在减速区段低速控制中的应用

4. 等速区间的超速控制保护应用

在工业电气自动化控制的过程中对变频调速技术进行运用，等速区间保护与电动机拉动设备也属

于十分关键的应用内容。对于等速区间保护和减速区间保护而言，两者在应用原理方面一致，均属于通过电气自动化技术控制变频调速技术，进而达到控制电动机运转速度的目的，保护电动机系统。但是，电气设备在长时间的运行状态中，容易产生电动机拉动设备超载使用的状况，导致电动机转速高于界定转速值。同时，在长时间超速工作中，电动机除了会出现故障之外，还会对电动机使用效率产生影响，引起电动机拉动设备故障。而通过结合运用变频调速技术和电气自动化技术的方式，能够对等速区间进行超速控制。另外，对电动机与设备运行速度进行设计的过程中，不可高于最大工作速度的10%，若产生超出最大工作速度的状况后，等速区间保护系统会立即开启自动保护措施，控制系统催动变速调整系统，调整电动机速度，确保电动机处在安全的运行速度中，进而实现对电动机以及电动机拉动设备的保护。

针对电气自动化设备的节能改造

在现代工业生产中，电气自动化设备属于重点，通过变频调速技术，能够实现对引送风机、数控机床等相关设备的节能降耗改造。比如，某工程中所运用的引送风机在实际运转时发出的噪声，且容易出现故障和能耗高。对此，工作人员结合此设备特点，通过变频调速技术实施改造。如图3所示，工作人员将变频装置融入到了引送风机系统中。

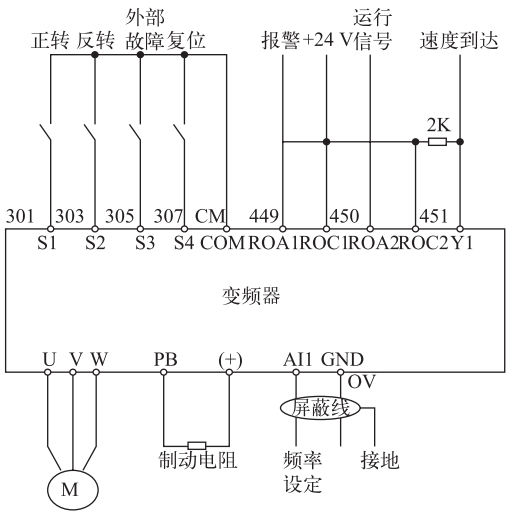

图3　某引送风机设备的变频器接线图

另外，该企业通过变频调速的方式对机床设备进行改造之后，深入探究了设备节能效果，具体比对数值见表1。分析表1中的观察结果后可知，在工业电气自动化控制系统中运用变频调速技术，能够发挥出良好的节能降耗效果。

表1　某引送风机系统变频调速改造后节能效果

机组负荷/MW	类别	引风/kW	送风/kW	总功率/kW	节电率（%）
60	工作状态	691.5	401.5	1 082.0	57.1
	变频状态	286.0	212.3	487.3	
	节能量	414.5	198.3	600.8	
80	工作状态	692.2	428.5	1 100.7	47.7
	变频状态	403.9	182.2	576.1	
	节能量	296.6	254.6	940.2	
100	工作状态	748.6	448.3	1 185.9	43.1
	变频状态	450.1	194.5	6.33.6	
	节能量	301.8	268.0	557.8	

结束语

总而言之，将变频调速技术运用到工业电气自动化控制系统中，能够实现对电动机的有效控制，并改良电气设备。对此，有关工业领域需要给予变频调速技术更多的关注，通过正确的方式对该技术进行运用，确保电力资源的充分利用，促进电气自动化生产水准的提高，进而为企业创造出更多的经济效益，让工业电气自动化实现更好的发展。EA

（收稿日期：2022-03-30）

参考文献

[1] 王翠玉．变频调速技术及其在工业电气自动化控制中的运用[J]．中阿科技论坛(中英文)，2021(10)：121-123．

[2] 何亚福，郝祥山，苏彪．变频调速技术在电气自动化控制中的运用分析[J]．锻压装备与制造技术，2021，56(4)：75-77．

[3] 高倩，杨晓峰，孟凡文．变频调速技术在电气自动化控制中的应用探究[J]．电子制作，2021(6)：93-94．

[4] 郭艳兵，许海涛．高性能交-直-交同步电动机变频调速系统的研究与应用[J]．电气应用，2020，40(12)：26-33．

[5] 蒯申红．变频调速技术及其在工业电气自动化控制中的运用[J]．科技风，2020(9)：36．

[6] 郭艳兵，许海涛.高性能交-直-交同步电动机变频调速系统的研究与应用[J]．电气应用,2020,40（12）：26-33.