

文章编号: 1005—7277(2003)06—0005—07

大型风电场及风电机组的控制系统

徐甫荣

(国家电力公司 热工研究院 自动化所, 陕西 西安 710032)

摘要: 详细讨论了恒速恒频及变速恒频并网型风力发电机组的控制方法,同时也介绍了大型风电场计算机监控系统。

关键词: 风力发电; 绿色能源; 控制系统

中图分类号: 7M921.41

文献标识码: A

Control system for the large-scale wind power plant and wind-driven generating sets

XU Fu-rong

(Xi'an Thermal Power Research Institute, Xi'an 710032, China)

Abstract: The control methods of wind-driven generating sets with constant-speed constant-frequency and variable-speed constant-frequency are introduced. In the meanwhile, the computer control system for the large-scale wind power plant is also given.

Key words: wind generating electricity; green energy; control system

1 前言

随着煤炭、石油等能源的逐渐减少,人类越来越重视可再生能源的利用。风力发电是可再生能源中最廉价、最有希望的能源,而且是一种不污染环境的“绿色能源”。目前国外数百千瓦级的大型风电机组已经商品化,兆瓦级的风力发电机组也即将商品化。全世界风电装机总容量已超过1000万千瓦,单位千瓦造价约1000美元,发电成本约5美分/千瓦时,已经具有与火力发电相竞争的能力。

我国的风能资源丰富,理论储量约为16亿千瓦,实际可利用2.5亿千瓦,有巨大的发展潜力。1995年初,国家计委、科委、经贸委联合下发了《中国新能源和可再生能源发展纲要(1996~2010)》。1996年3月,国家计委又制定了以国产化带动产业化的风电发展计划,即有名的“乘风计划”,为我国风力发电技术的国产化指明了方向,也创造了条件。同时,我国也是利用风能资源进行风力发电、风力提水较早的国家,到1996年底,我国小型风力发电机组总量已达15万台,年生产能力约为3万台,均居世界首位。

2 风力发电机组的类型

2.1 恒速恒频与变速恒频

在风力发电中,当风力发电机组与电网并网时,要求风电的频率与电网的频率保持一致,即保持频率恒定。恒速恒频即在风力发电过程中,保持风车的转速(即发电机的转速)不变,从而得到恒频的电。在风力发电过程中,让风车的转速随风速而变化,再通过其它控制方式来得到恒频电能的方法,被称之为变速恒频。

2.2 两种类型机组的性能比较

由于风能与风速的三次方成正比,当风速在一定范围内变化时,如果允许风车做变速运动,则能达到更好利用风能的目的。风车将风能转换成机械能的效率可用输出功率系数 C_p 来表示, C_p 在某一确定的风轮周速比(桨叶尖速度与风速之比)下达到最大值。恒速恒频机组的风车转速保持不变,而风速又经常变化,显然 C_p 不可能保持最佳值。变速恒频机组的特点是风车和发电机的转速可在很大范围内变化而不影响输出电能的频率。由于风车的转速可变,可以通过适当的控制,使风车的周速比处于或接近最佳值,从而最大限度地利用风能发电。

2.3 恒速恒频机组的特点

目前,在风力发电系统中采用最多的异步发电机属于恒速恒频发电机组。为了适应大、小风速的要求,一般采用两台不同容量、不同极数的异步发

电机, 风速低时用小容量发电机发电, 风速高时则用大容量发电机发电, 同时一般通过变桨距系统改变桨叶的攻角以调整输出功率。但这也只能使异步发电机在两个风速下具有较佳的输出系数, 而无法有效地利用不同风速时的风能。

2.4 变速恒频系统的实现

可用于风力发电的变速恒频系统有多种, 如: 交-直-交变频系统、交流励磁发电机系统、无刷双馈电机系统、开关磁阻发电机系统、磁场调制发电机系统、同步异步变速恒频发电机系统等。这种变速恒频系统有的是通过改造发电机本身结构而实现变速恒频的; 有的则是发电机与电力电子装置、微机控制系统相结合而实现变速恒频的。它们各有其特点, 适用场合也不一样。为了充分利用不同风速时的风能, 应该对各种变速恒频技术做深入的研究并尽快开发出实用且适合于风力发电的变速恒频技术。

3 恒速恒频风电机组控制

3.1 风电机组的软启动并网

在风电机组启动时, 控制系统对风速的变化情况进行不间断的检测, 当 10 分钟平均风速大于起动风速时, 控制风电机组会做好切入电网的一切准备工作: 松开机械刹车, 收回叶尖阻尼板, 风轮处于迎风方向。控制系统不间断地检测各传感器信号是否正常, 如液压系统压力是否正常, 风向是否偏离, 电网参数是否正常等。如 10 分钟平均风速仍大于起动风速, 则检测风轮是否已开始转动, 并开启晶闸管限流软起动装置快速起动风轮机, 并对起动电流进行控制, 使其不超过最大限值。异步风力发电机在起动时, 由于其转速很小, 切入电网时其转差率很大, 因而会产生相当于发电机额定电流 5~7 倍的冲击电流, 这个电流不仅对电网造成很大的冲击, 也会影响风电机组的寿命。因此, 在风电机组并网过程中采用限流软起动技术, 以控制起动电流。当发电机达到同步转速时电流骤然下降, 控制器发出指令, 将晶闸管旁路连接。晶闸管旁路连接后, 限流软起动控制器自动复位, 等待下一次起动信号。这个起动过程约 40 秒左右, 若超过这个时间, 被认为是起动失败, 发电机将被切出电网, 控制器根据检测信号, 确定机组是否重新起动。

异步风电机组也可以在起动时转速低于同步转速时不并网, 等接近或达到同步转速时再切入电网, 这样既可避免冲击电流, 也可省掉晶闸管限流软启动器。

3.2 大、小发电机的切换控制

在风电机组运行过程中, 因风速的变化而引起发电机的输出功率发生变化时, 控制系统应根据发电机输出功率的变化对大、小发电机进行自动切换, 从而提高风电机组的效率。具体控制方法为:

(1) 从小发电机向大发电机切换

在小发电机并网发电期间, 控制系统对其输出功率进行检测, 若 1 秒钟内瞬时功率超过小发电机额定功率的 20%, 或 2 分钟内的平均功率大于某一定值时, 则进行小发电机向大发电机的切换。切换过程为: 首先切除补偿电容, 然后小发电机脱网, 等风轮自由转动到一定速度后, 再实现大发电机的软并网; 若在切换过程中风速突然变小, 使风轮转速降低的情况下, 应再将小发电机软并网, 重新实现小发电机的并网运行。

(2) 从大发电机向小发电机切换

检测大发电机的输出功率, 若 2 分钟内平均功率小于某一设定值(此值应小于小发电机的额定功率)时, 或 50 秒瞬时功率小于另一更小的设定值时, 立即切换到小发电机运行。切换过程为: 切除大发电机的补偿电容器, 脱网, 然后小发电机软并网, 计时 20 秒, 测量小发电机的转速, 若 20 秒后未达到小发电机的同步转速, 则停机, 控制系统复位, 重新起动; 若 20 秒内转速已达到小发电机旁路转速则起动旁路晶闸管软起动装置, 再根据系统无功功率情况投入补偿电容器。

3.3 变桨距控制方式及其改进

风力发电机并网以后, 控制系统根据风速的变化, 通过桨距调节机构, 改变桨叶攻角以调整输出功率, 更有效地利用风能。在额定风速以下时, 此时叶片攻角在零度附近, 可认为等同于定桨距风力发电机, 发电机的输出功率随风速的变化而变化。当风速达到额定风速以上时, 变桨距机构发挥作用, 调整叶片的攻角, 保证发电机的输出功率在允许的范围之内。

但是, 由于自然界的风力变幻莫测, 风速总是处在不断地变化之中, 而风能与风速之间成三次方的关系, 风速的较小变化都将造成风能的较大变

化,导致风力发电机的输出功率处于不断变化的状态。对于变桨距风力发电机,当风速高于额定风速后,变桨距机构为了限制发电机输出功率,将调节桨距,以调节输出功率。如果风速变化幅度大,频率高,将导致变桨距机构频繁大幅度动作,容易使变桨距机构损坏;同时,变桨距机构控制的叶片桨距为大惯量系统,存在较大的滞后时间,桨距调节的滞后也将造成发电机输出功率的较大波动,对电网造成一定的不良影响。

为了减小变桨距调节方式对电网的不良影响,可采用一种新的功率辅助调节方式—转子电流控制 RCC(Rotor Current Control)方式来配合变桨距机构,共同完成发电机输出功率的调节。RCC控制必须在线绕式异步发电机上使用,通过电力电子装置,控制发电机的转子电流,使普通异步发电机成为可变滑差发电机。RCC控制是一种快速电气控制方式,用于克服风速的快速变化。采用了RCC控制的变桨距风力发电机,变桨距机构主要用于风速缓慢上升或下降时,通过调整叶片攻角,调节输出功率;RCC控制单元则应用于风速变化较快或风速突然发生变化时调节发电机的滑差,使发电机的转速在一定范围内变化,同时保持转子电流不变,也使发电机的输出功率保持不变。

3.4 无功补偿控制

由于异步发电机要从电网吸收无功功率,使风电机组的功率因数降低。并网运行的风力发电机组一般要求其功率因数达到0.99以上,因此必须用电容器组进行无功补偿。由于风速变化的随机性,在达到额定功率前,发电机的输出功率大小是随机变化的,因此对补偿电容的投入与切除需要进行控制。在控制系统中设有四组容量不同的补偿电容,计算机根据输出无功功率的变化,控制补偿电容器分段投入或切除,保证在半功率点的功率因数达到0.99以上。

3.5 偏航与自动解缆控制

偏航控制系统有3个主要功能:正常运行时自动对风。当机舱偏离风向一定角度时,控制系统发出向左或向右调向的指令,机舱开始对风,直到达到允许的误差范围内,自动对风停止。绕缆时自动解缆。当机舱向同一方向累计偏转2~3圈后,若此时风速小于风电机组启动风速且无功功率输出,则停机,控制系统使机舱反方向旋转2~3圈解绕;

若此时机组有功率输出,则暂不自动解绕;若机舱继续向同一方向偏转累计达3圈时,则控制停机,解绕;若因故障自动解绕未成功,在扭缆达4圈时,扭缆机械开关将动作,此时报告扭缆故障,自动停机,等待人工解缆操作。失速保护时偏离风向。当有特大强风发生时,停机,释放叶尖阻尼板,桨距调到最大,偏航90°背风,以保护风轮免受损坏。

3.6 停车控制

停机过程分为正常停机和紧急故障停机。

(1) 正常停机

当控制器发出正常停机指令后,风电机组将按下列程序停机:切除补偿电容器;释放叶尖阻尼板;发电机脱网;测量发电机转速下降到设定值后,投入机械刹车;若出现刹车故障则收桨,机舱偏航90°背风。

(2) 紧急故障停机

当出现紧急停机故障时,执行如下停机操作:首先切除补偿电容器,叶尖阻尼板动作,延时0.3秒后卡钳闸动作。检测瞬时功率为负或发电机转速小于同步转速时,发电机解列(脱网),若制动时间超过20秒,转速仍未降到某设定值,则收桨,机舱偏航90°背风。

停机如果是由于外部原因,例如风速过小或过大,或因电网故障等,风电机组停机后将自动处于待机状态;如果是由于机组内部故障,控制器需要得到已修复指令,才能进入待机状态。

4 变速恒频发电机组的控制

4.1 同步发电机交-直-交系统的控制

这种类型的风电机组采用同步发电机,发电机发出的电能的频率、电压、电功率都是随着风速的变化而变化的,这样有利于最大限度地利用风能资源,而恒频恒压并网的任务则由交-直-交系统完成。

4.1.1 风轮机的控制

风轮机的起动、控制、保护功能基本上与恒速恒频机组相似,所不同的是这类机组一般采用定桨距风轮,因此省去了变桨距控制机构。

4.1.2 发电机的控制

发电机的输出功率由励磁来控制。当输出功率小于额定功率时,以固定励磁运行;当输出功率超过额定功率时,则通过调整励磁来调整发电机的输

输出功率在允许的安全范围内运行。励磁的调整是由控制器调整励磁系统晶闸管的导通角来实现的。

4.1.3 交 - 直 - 交变频系统的控制

这里的变频器的概念与普通变频器的概念是不一样的。普通变频器是将电压和频率固定的市电(220 V/380 V,50 Hz)变成频率和电压都可变的电源,以适应各种电器的需要,如果用于变频调速系统,则电压和频率根据负载的要求不断地改变。相反,这里的变频器则是将风力发电机发出的电压和频率都不断改变的电能,变成频率和电压都稳定(220 V/380 V,50 Hz)的电能,以便与电网的电压及频率相匹配,而使风电机组能并网运行。

所谓的“交 - 直 - 交”变频,是变频方式的一种,是将一种频率和电压的交流电整流成直流电,再通过微机控制电力电子器件,将直流电再逆变成某种频率和电压的交流电的变频方式。其基本原理如图 1 所示。

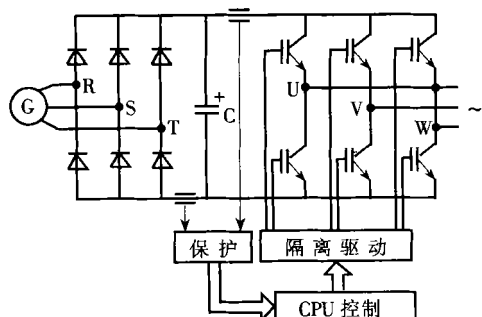


图 1 交 - 直 - 交变频器框图

风力发电机发出的三相交流电,经二极管三相全桥整流成直流电后,再由六只绝缘栅双极型电力晶体管(IGBT),在控制和驱动电路的控制下,逆变成三相交流电并入电网。逆变器的控制一般采用 SPWM-VVVF 方式,即正弦波脉宽调制式变压变频方式。采用交 - 直 - 交系统的变频装置的容量较大,一般要选发电机额定功率的 120% 以上。

4.2 双馈发电机的控制

目前的风电机组多采用恒速恒频系统,发电机多采用同步电机或异步感应电机。在风电机组向恒频电网送电时,不需要调速,因为电网频率将强迫控制风轮的转速。在这种情况下,风力机在不同风速下维持或近似维持同一转速,当效率下降时,会被迫降低出力,甚至停机,这显然是不可取的。与之不同的是,无论处于亚同步速或超同步速的双

馈发电机都可以在不同的风速下运行,其转速可随风速变化做相应的调整,使风力机的运行始终处于最佳状态,机组效率提高。同时,定子输出功率的电压和频率却可以维持不变,既可以调节电网的功率因数,又可以提高系统的稳定性。

(1) 双馈电机的工作特性

双馈电机的结构类似于绕线式感应电机,定子绕组也由具有固定频率的对称三相电源激励,所不同的是转子绕组具有可调节频率的三相电源激励,一般采用交 - 交变频器或交 - 直 - 交变频器供以低频电流。

当双馈电机定子对称三相绕组由频率为 f_1 ($f_1 = P \cdot n_1 / 60$) 的三相电源供电时,由于电机转子的转速 $n = (1 - s) n_1$ (s 为转差率, n_1 为气隙中基波旋转磁场的同步速率)。为了实现稳定的机电能量转换,定子磁场与转子磁场应保持相对静止,即应满足 $\omega_r = \omega_1 - \omega_2$, 式中: ω_r 是转子旋转角频率; ω_1 是定子电流形成的旋转磁场的角频率; ω_2 是转子电流形成的旋转磁场的角频率。由此可得转子供电频率 $f_2 = s \cdot f_1$, 此时定转子旋转磁场均以同步速 n_1 旋转,两者保持相对静止。

与同步电机相比,双馈电机励磁可调量有以下 3 个:一是与同步电机一样,可以调节励磁电流的幅值;二是可以改变励磁电流的频率;三是可以改变励磁电流的相位。通过改变励磁频率,可调节转速。这样在负荷突然变化时,迅速改变电机的转速,充分利用转子的动能,释放和吸收负荷,对电网的扰动远比常规电机小。另外,通过调节转子励磁电流的幅值和相位,可达到调节有功功率和无功功率的目的。而同步电机的可调量只有一个,即励磁电流的幅值,因此调节同步电机的励磁一般只能对无功功率进行补偿。与之不同的是双馈电机的励磁除了可以调节电流幅值外,亦可以调节其相位,当转子电流的相位改变时,由转子电流产生的转子磁场在气隙空间的位置就产生一个位移,改变了双馈电机电势与电网电压向量的相对位置,也就改变了电机的功率角。双馈电机不仅可调节无功功率,也可调节有功功率。一般来说,当电机吸收电网的无功功率时,往往功率角变大,使电机的稳定性下降。而双馈电机却可通过调节励磁电流的相位,减小机组的功率角,使机组运行的稳定性提高,从而可多吸收无功功率,克服由于晚

间负荷下降,电网电压过高的困难。与之相比,异步发电机却因需从电网吸收无功的励磁电流,与电网并列运行后,造成电网的功率因数变坏,因此双馈电机较同步电机和异步电机都有着更加优越的运行性能。

(2) 风力发电中双馈电机的控制

在风力发电中,由于风速变幻莫测,使其的利用存在一定的困难。改善风力发电技术,提高风力发电机组的效率,最充分地利用风能资源,有着十分重要的意义。任何一个风力发电机组都包括作为原动机的风力机和将机械能转变为电能的发电机。其中,作为原动机的风力机,其效率在很大程度上决定了整个风力发电机组的效率,而风力机的效率又在很大程度上取决于其负荷是否处于最佳状态。不管一个风力机是如何精细地设计和施工建造,若它处于过载或久载的状态下,都会损失其效率。从风力机的气动曲线可以看出,存在一个最佳周速比,对应一个最佳的效率。风力发电机的最佳控制是维持最佳周速比。另外,由于要考虑电网对有功功率和无功功率的要求,所以风力机最佳工况时的转速应与其气动曲线及电网的功率指令综合得出。也就是说,风力发电机的转速随风速及负荷的变化应及时作出相应的调整,依靠转子动能的变化,吸收或释放功率,减少对电网的扰动。通过变频器控制器对逆变电路中功率器件的控制,可以改变双馈发电机转子励磁电流的幅值、频率及相位角,达到调节其转速、有功功率和无功功率的目的,既提高了机组的效率,又对电网起到稳频、稳压的作用。如图2所示为按这种控制思路得出的风力发电双馈电机控制系统框图。

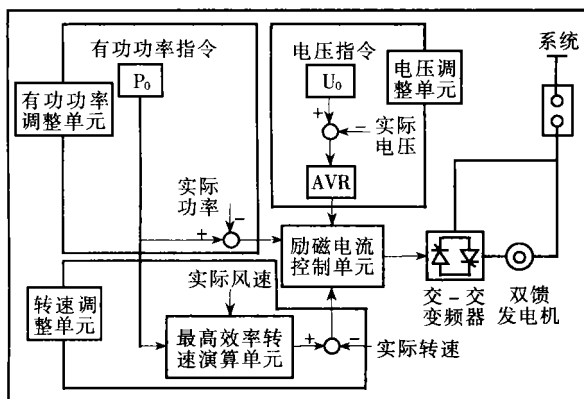


图2 风力发电双馈电机控制系统框图

整个控制系统可分为3个单元:转速调整单元、有功功率调整单元、电压调整单元(无功功率调整)。它们分别接受风速和转速、有功功率、无功功率指令,并产生一个综合信号,送给励磁控制装置,改变励磁电流的幅值、频率与相位角,以满足系统的要求。由于双馈电机既可调节有功功率,又可调节无功功率,因而有风时机组并网发电,无风时也可作抑制电网频率和电压波动的补偿装置。

(3) 双馈风力发电机组应用前景广阔

综上所述,将双馈电机应用于风力发电中,可以解决风力机转速不可调、机组效率低等问题。另外,由于双馈电机对无功功率、有功功率均可调,对电网可起到稳压、稳频的作用,因而可提高发电质量。与同步机交-直-交系统相比,还有变频装置容量小(一般为发电机额定容量的10~20%)、重量轻等优点,更适合于风力发电机组使用,同时也降低了造价。

将双馈电机应用于风力发电的设想,不仅在理论上成立,在技术上也是可行的。与现有的风力发电技术相比,无论从经济性,还是从可靠性来看,都具有无可替代的优势,具有很强的竞争力,有利于风电机组国产化的进程,其发展前景十分广阔。

5 大型风电场的计算机监控系统

风力发电技术和发展将带动大型风电场的建设。以大型风力发电机组组成的大型风电场,可为电网提供可再生的绿色能源,也可解决边远地区能源供应紧张的形势,大型风电场的运行管理已提上议事日程。目前,我国各大风电场在引进国外风力发电机组的同时,一般也都配有相应的监控系统,但各有自己的设计思路,致使风电场监控技术互不兼容。如果一个风电场中有多种机型的风电机组的话,就会给风电场的运行管理造成很大困难。因此,国家计委在“九五”科技攻关计划中实施对大型风电机组进行攻关的同时,也把风电场的监控系统列入攻关计划,以期开发出适合我国风电场运行管理的监控系统。本文在对目前国内几个风电场监控系统进行调研分析的基础上,提出我们的总体设计思路。

5.1 通讯方式

目前风电场所采用的风电机组都是以大型并网型机组为主,各机组有自己的控制系统,用来采

集自然参数、机组自身数据及状态,通过计算、分析、判断而控制机组的启动、停机、调向、刹车和开启油泵等一系列控制和保护动作,能使单台风力发电机组实现全部自动控制,无需人为干预。当这些性能优良的风电机组安装在某一风电场时,集中监控管理各风电机组的运行数据、状态、保护装置动作情况、故障类型等尤为重要。为了实现上述功能,下位机(机组控制机)控制系统应能将机组的数据、状态和故障情况等通过专用的通讯装置和接口电路与中央控制室的上位计算机通讯,同时上位机应能向下位机传达控制指令,由下位机的控制系统执行相应的动作,从而实现远程监控功能。根据风电场运行的实际情况,上、下位机通讯有如下特点:

一、上位机能监控多台风电机组的运行,属于一对多通讯方式; 下位机能独立运行,并能与上位机通讯; 上、下位机之间的安装距离较远,超过500米; 下位机之间的安装距离也较远,超过100米; 上、下位机之间的通讯软件必须协调一致,并应开发出工业控制专用功能。

为了适应远距离通讯的需要,目前国内风电场所引进的监控系统主要采用如下两种通讯方式:一是异步串行通讯方式。它是用RS-422或RS-485通讯接口。它的传输距离可达数千公里,传输速度也可达数百万位。由于所用传输线较少,所以成本较低,很适合风电场监控系统采用。同时因为这种通讯方式的通讯协议比较简单,也很常用,所以成为较远距离通讯的首选方式。二是调制解调器(MODEM)方式。它是把数字信号调制成一种模拟信号,通过介质传输到远方,在远方再用解调器将信号恢复,取出信息进行处理,是一种实现远距离信号传输的方式。这种传输方式的传输距离不受限制,可以将某地的信息与世界各地交换,且抗干扰能力较强,可靠性高,虽相对说来成本较高,但在风电机组通讯中也有较多的应用。

5.2 上、下位机通讯接口的设计

5.2.1 上位机通讯接口的设计

在工业现场控制应用中,通常采用工控PC机作为上位计算机,通过RS-232串行口与下位机通讯,构成集散式监控系统。但是,采用RS-232串行口进行数据通讯,其缺点是带负载能力差,仅用于近距离(15米以内)通讯,无法满足分散的、远距离的风电场监控的通讯要求。无论是采用异步串行通

讯方式还是调制解调方式,均要在PC机RS-232串行口的基础上进行适当的改进与扩展。

RS-232的电气接口是单端的,是双极性电源供电系统,这种电路无法区分由驱动电路产生的有用信号和外部引入的干扰信号,使传输速率和传输距离都受到限制;RS-422则采用平衡驱动和差分接收的方法,从根本上消除了信号地线。当干扰信号作为共模信号出现时,接收器只接收差分输入电压,因而这种电路保证了较长的传输距离和较高的传输速率。两者之间可用异步通讯用RS-232/422转换接口板转换。

5.2.2 下位机通讯接口的设计

监控系统的下位机是指各风电机组的中心控制器。对于每台风力发电机组来说,即使没有上位机的参与,也能安全正确地工作。所以相对于整个监控系统来说,下位机控制系统是一个子系统,具有在各种异常工况下单独处理风电机组故障,保证风电机组安全稳定运行的能力。从整个风电场的运行管理来说,每台风电机组的下位控制器都应具有与上位机进行数据交换的功能,使上位机能随时了解下位机的运行状态并对其进行常规的管理性控制,为风电场的管理提供方便。因此,下位机控制器必须使各自的风力发电机组可靠地工作,同时具有与上位机通讯联系的专用通讯接口。

可编程控制器(PLC)具有功能齐全,可靠性高和编程方便的特点,在工业控制领域受到了广泛的欢迎。尤其是近年来,为了适应现场控制要求及集散控制要求,国外的PLC厂家纷纷推出与各自PLC相配套的通讯模块,这些模块提供了RS232/422适配器或RS-232接口与PC机之间实现数据通讯,并有专门的编程软件,使软件开发更加方便。因而,采用可编程控制器(PLC)作为风力发电机组的下位控制器,完全可以满足风力发电机组控制和风电场监控的要求。

5.3 抗干扰措施

风电场监控系统的主要干扰源是:工业干扰:高压交流电场、静电场、电弧、可控硅等;自然界干扰:雷电冲击、各种静电放电、磁爆等;高频干扰:微波通讯、无线电信号、雷达等。

这些干扰通过直接辐射或由某些电气回路传导进入的方式进入的控制系统,干扰控制系统工作的稳定性。从干扰的种类来看,可分为交变脉冲干

扰和单脉冲干扰两种,它们均以电或磁的形式干扰系统,因而抗干扰措施应从以下几方面着手:在机箱、控制柜的结构上:对于上位机来说,要求机箱能有效地防止来自空间辐射的电磁干扰,而且尽可能将所有的电路、电子器件均安装于机箱内;还应防止由电源进入的干扰;所以应加入电源滤波环节,同时要求机箱有良好的接地,机房内有良好的接地装置。在通讯线路上:信号传输线路要求有较好的信号传输功能,衰减较小,而且不受外界电磁场的干扰,所以应该使用屏蔽电缆。在通讯方式及电路上:不同的通讯方式对干扰的抵御能力不同。一般来说,风电场中上、下位机之间的距离不会超过几千米,这种情况下经常采用串行异步通讯方式,其接口形式采用RS-422A接口电路,采用平衡驱动、差分接收的方法,从根本上消除信号地线。这种驱动器相当于两个单端驱动电路,输入相同信号,输出一个正向信号和一个反向信号,对共模干扰有较好的抑制作用。RS-422A串行通讯接口电路适合于点对点、一点对多点、点对多点的总线型或星型网络,它的发送和接收是分开的,所以组成双工网络非常方便,很适合于风电场监控系统。

调制解调方式一般适用于远距离传输,用于多站互联,现在也有用于风电场监控系统的示例。此种通讯方式的特点是采用平衡差分方式,是半双工的,具有RS-422A的优点。用一对双绞线即可实现通讯,可节省电缆投资。但对于近距离通讯来说,RS-422A电路的串行通讯方式显得更加经济一些。

5.4 监控软件的编制

监控应用软件是根据具体对象来实施工业监控而开发出的软件,用在监控系统中执行监视、控制生产过程和及时调整的应用程序。对于风电场监控系统,首先要显示风电场整体及机组安装的具体位置,而后要了解各台机组之间的连接关系及每台风电机组的运行情况。因此,风电场的监控软件应具有如下功能:友好的控制界面。在编制监控软件时,应充分考虑到风电场运行管理的要求,应当使用汉语菜单,使操作简单,尽可能为风电场的管理提供方便。能够显示各台机组的运行数据。如每台机组的瞬时发电功率、累计发电量、发电小时数、风轮及电机的转速和风速、风向

等,将下位机的这些数据调入到上位机,在显示器上显示出来,必要时还应当用曲线或图表的形式直观地显示出来。显示各风电机组的运行状态。如开机、停车、调向、手/自动控制以及大/小发电机工作情况。通过各风电机组的状态了解整个风电场的运行情况,这对整个风电场的管理是十分重要的。能够及时显示各机组运行过程中发生的故障。在显示故障时,应能显示出故障的类型及发生时间,以便运行人员及时处理和消除故障,保证风电机组的安全和持续运行。能够对风电机组实现集中控制。值班员在集中控制室内,只需对标明某种功能的相应键进行操作,就能对下位机进行状态设置和控制,如开机、停机、左右调向等。但这类操作必须有一定的权限,以保证整个风电场的运行安全。系统管理。监控软件应当具有运行数据的定时打印和人工即时打印以及故障自动记录的功能,以便随时查看风电场运行状况的历史记录情况。

监控软件的开发应尽可能在现有工业控制软件的基础上进行二次开发,这样可以缩短开发周期。同时,在软件的编制过程中,应当采用模块化程序设计思想,以利于软件的编制和总体调试。

6 结束语

风力发电技术已日趋成熟,在可再生的绿色能源开发领域中占有突出的地位,具有重要的开发利用价值。尤其是在偏远的山区、牧区和海岛等地区,风力发电可为当地居民的生活和生产提供洁净的能源,缓解能源供应紧张的局面。

参考文献:

- [1]赵斌等.大型风电场的监控系统[J].新能源,1998,(9).
- [2]夏晖.变桨距风力发电机中的RCC控制[J].风力发电,1999,(2).
- [3]杲爱卿等.双馈电机在风力发电中的应用[J].新能源,1997,(10).

作者简介:



徐甫荣(1946-),男,1970年毕业于西安交通大学电机系发电厂电力网及电力系统专业,现为国家电力公司热工研究院自动化所高级工程师,主要从事火电厂热工自动化及交直流调速拖动技术的研究工作。

收稿日期:2002-02-04