

# DCS系统在电厂电气控制系统中的应用

何子璘

北京华电北燃能源有限公司 北京 101117

**摘要：**电厂是保障国家与社会经济发展电力供应的核心单位，面对越来越严峻的能源发展趋势，以及越来越高的电力需求，电厂需要保证安全高效运行，而这离不开自动化技术的应用。在信息化时代背景下，DCS系统在电厂中的应用越来越普遍，在电气控制中的应用可以提高控制效率，保证电气机组安全运行，提高能源利用率。DCS系统的数据处理能力强，控制策略比较灵活，可靠性高，可以显著提高电厂的自动化控制水平，实现电气控制的精准管理与优化。但随着电厂运行程序的复杂度提高，电气控制的安全可靠要求不断提升，DCS系统的运行也面临新的挑战，需要提出新的应用策略，这也是推动未来能源行业以及电厂电气控制智能化发展的关键举措。

**关键词：**电厂；电气控制系统；DCS系统

## 引言

随着科学技术的不断进步，自动化控制水平不断提升，在电厂电气控制系统中，大数据、云计算、人工智能等先进技术的应用发挥了关键作用，大大提高了控制效率与质量，并且实现集成化、智能化的发展。DCS系统即分布式控制系统，对于打造自动化电厂存在不可替代的推动作用，而且对于保障电厂安全、高效、环保的运行提供强有力的技术支持。在电厂电气控制系统中，DCS系统的应用也表现出多样化的优势，对于发电效率提升、故障诊断效率提高、维护成本降低等作用突出。本文立足于电厂电气控制系统，分析DCS系统的应用情况。

## 一、DCS系统在电厂电气控制系统中的应用优势

### （一）兼容性强

DCS系统具有强大的兼容性，而且灵活性很强。电厂内电气控制系统的运行情况比较复杂，控制对象繁琐，包括发电机组、泵、阀门等设备，都需要不同的控制逻辑，展现出各自的响应特性。但是传统的控制系统越来越不能满足相应的控制需求，特别是在各类设备自动化水平不断提升的基础上，亟需选择新的控制模式。DCS系统以模块化设计为主，支持对不同设备进行统一的管理，实现集成控制，其依靠不同的通信协议与各类设备之间相互对接，支持各类设备运行数据的实时共享与交互。同时，DCS系统内部设置有智能化的控制算法库，内容十分丰富，比如PID控制、自适应控制等，这样可以支持操作人员按照设备控制需求灵活选择适应的控制

方案，积极合理的应对高延迟、强干扰等带来的挑战，大大提高了系统运行效率。

### （二）支持远程智能操控

DCS系统中应用了远程智能I/O技术，借助物理层面上的分散I/O模块，支持远程收集控制信号，并对此进行智能化应对。该技术的应用增加了系统的灵活性，提高了系统的可拓展性，而且也降低了多线控制的复杂程度，大大减少维护成本。该技术中包括自我诊断功能，通过传感器等技术的配合使用，可以实时监督每台设备以及线路的运行状态，如果有故障隐患会及时提出预警，并在故障出现后报告故障的位置，方便进行运维管理。而且在系统支持下，维护人员可以通过无线网络远程定位故障位置，避免了现场排查对于人力与时间的消耗，这样可以直接安排技术人员进行维修，提高维护工作的精确性与针对性。另外，DCS系统还拥有丰富的现场通信总线，提高了数据收集的效率与正确性，也保证了数据传输的可靠性、准确性，并为系统的升级优化提供扩容空间，方便未来设备智能化水平进一步提升，电气控制需求进一步提高背景下，对系统模块和功能以及运转程序进行扩充，以适应不断发展的需求。

### （三）实现辅机控制

DCS系统不仅可以应用于电厂电气控制中的发电设备，也支持用于辅助设备的运行控制。在电厂中，煤炭输送、除渣、化学水处理等环节一般是独立控制，与整个发电机组之间相互隔离。这样不仅控制难度大，也容易出现问題，影响运行效率。在DCS系统的支持下，所

有设备都能纳入系统中，并根据不同设备的运行要求，分化出子系统进行对应控制，然后子系统集成到一起，由总控制台负责监督与控制。另外，辅助设备在DCS系统的应用下同样支持远程监控与调度，减少人为因素的影响，避免误操作问题的发生，大大提高了运行效率。部分电厂将MIS系统与DCS系统集成，进一步提高了控制系统的智能化水平，能够实时收集电厂电气控制运转的数据，进行实时分析与反馈，不仅可以保证设备的安全稳定运行，也能为电厂制定发展决策提供数据支持。

## 二、DCS系统在电厂电气控制系统中的应用问题

### (一) 面临系统集成与扩展的挑战

因为电力需求不断增加，电厂电气控制需求也不断提高，再加上电厂设备智能化水平提升，生产技术也在不断革新，这都给DCS系统的集成化、扩展性等方面带来挑战。按照电厂生产实践的要求，DCS系统须支持无缝衔接的增加设备及系统的新链接，拥有可扩展的链接渠道，能够对更多的设备与系统进行实时管理。虽然DCS系统的兼容性比较强，但因为设备的品牌、型号、样式等的多样性特点突出，所以兼容性问题依然需要注意，可能导致增加新的设备与系统后无法集成，特别是新设备与新系统与目前已有的设备系统之间的智能化水平不在一个层级，带来的兼容难度大。另外，AI技术等的应用，给DCS系统的扩展性也带来新的挑战，要想融合新的传感器以及执行器，须能够处理更多的数据流，与当前使用的控制逻辑和用户界面进行无缝衔接，对于DCS系统的模块化设计、数据处理及通信能力均带来更高的要求。

### (二) 预测性维护实施存在难题

目前已有DCS系统融入AI技术进行预测性维护，并认为理论优势突出。但是在实践中，这方面存在一定问题，主要是数据收集与分析。电厂设备种类繁多，型号复杂，类型多样，运行时产生的数据以海量计，同时电厂时刻运行，设备时刻运转，产生的数据体量大，种类多，并不局限于数字、文字类型，还有视频、图文类型，需要分类收集和处理。但DCS系统的数据采集系统的高精度、高频率采集能力不到位，可能造成数据缺失或遗漏，或精确度不足，影响系统的判断。另外，数据分析需要进行数据清洗、特征抽取、模式识别等预处理环节，但目前应用的DCS系统数据处理能力有限，对于一些比较精细的故障问题难以准确预测，所以未来还需要进一步升级。

### (三) 智能化管理需求尚未有效满足

人工智能等先进技术的发展，也要求DCS系统需要进一步提高远程控制、智能化管理水平，以更好地应对新时期电厂发展的运维控制需求。这就对DCS系统提出新的要求，需要系统可以借助无线网络接收总控制台下达的控制指令，并对设备状态进行实时监控与反馈，所以需要DCS系统有高水平的网络通信能力。在这方面，目前应用的DCS系统存在一定不足。另外，智能化管理的落实需要DCS系统可以自动调控运行参数，优化生产流程，所以需要系统有高水平的数据处理以及决策能力，但目前DCS系统在智能和远程控制方面有一定的局限性，比如远程控制的实时性尚未达到电厂运行的要求，自动化水平还有很大的提升空间等。所以新时期DCS系统需要深度融合智能算法、5G技术、AI技术等，以更好地适应电厂不断发展带来的远程控制及智能化管理需求。

## 三、DCS系统在电厂电气控制系统中的应用创新

### (一) 机组启动与停止控制

对于机组设备的启动与停止，过去依靠设备开关人工控制，操作麻烦，而且对于人力需求高。但是在DCS系统应用后，借助智能系统可以支持远程启动设备，并实时监测设备的运行情况，同样进行远程停止。考虑机组设备比较多，型号多样，按照电厂发电程序要求，不同设备需要按顺序启动，否则可能造成严重后果。对此，DCS系统中录入技术人员事先设定的逻辑，限定设备启动条件，按照顺序设置不同设备的依次启动程序，即锅炉送风机-引风机-燃烧器-同步发电机并网这一顺序。DCS系统发挥作用的原理在于通过传感器设备监测上述设备的运行参数，比如压力、温度、水流量，将检测到的实时参数与参数数据库内的记录进行比对，如果在合理范围内，即保证设备稳定运行；如果超出合理范围，直接停止启动。同样在停止控制中，也是按照既定顺序逐渐停止各台设备，先是逐渐降低燃料供给，关停燃烧器，停止送风和引风系统，最后停止锅炉和发电机的运行。

### (二) 电气设备的自动化控制与监测

对于不同的设备，进行自动化控制和监测有不同的要求。对于设备开关，如果设备出现短路、断电等问题，需要及时断开开关。此时DCS系统通过监测断路器、隔离开关和接触器的运行状态，了解设备的电气负荷情况，然后远程控制是否需要合闸、分闸。比如发现电气负荷超过程序设定的最大值，系统会自动控制开关跳闸，避

免发生电路过载问题。对于变压器，主要是避免电压过大、温度过高等问题，这可能造成设备损坏。此时DCS系统通过监测电压V、电流I、温度T等参数，并对参数进行分析和合力应对，以此实现自动化控制。比如监控发现变压器的温度超过安全阈值，系统会直接示警，对变压器提供保护措施，比如断电、停止运行，进行冷却等，或者通知技术人员进行处理。对于发电机，同样是避免电压过大导致设备损毁。此时DCS系统通过监测输出电压、输出电流，与内部储存数据进行对照，保证设备按照额定工况运行，如果检测到电压超出阈值也会实施保护措施。

### （三）负荷调节与发电效率优化

电网中的负荷需求一直在变化，特别是用电高峰期，这一波动十分突出。为了应对用户的用电需求，保持负荷需求的均衡性，需要实时调整机组的运行参数，比如输出功率、燃料流量和风门开度等。DCS系统的应用主要负责监测负荷需求变化，如果检测到上升趋势，会发出调整机组运行参数的指令，包括增加燃料流量、扩大风门开度等，提供合理的应对措施，从而提高发电效率，供应更多的电力。如果检测到负荷需求波动变小，趋于平衡，则由系统控制机组运行参数在当前水平。如图1所示，随着用电高峰期的到来，负荷需求出现提高趋势，DCS系统在此时发挥作用，控制增加燃料流量和风门开度等参数，响应系统的指令，逐步减少功率偏差，保持发电稳定性和效率的平衡。

时间	电网负荷需求 (MW)	机组输出功率 (MW)	功率偏差 (MW)	燃料流量 (kg/s)	风门开度 (%)
08:00	500	490	10	12.5	75
08:30	550	540	10	13.0	78
09:00	600	595	5	14.0	80
09:30	650	645	5	15.2	82
10:00	700	698	2	16.5	85
10:30	750	740	10	17.8	88

图1 不同负荷需求下的动态负荷调节数据

DCS系统可以通过调节主蒸汽压力、过热蒸汽温度、氧气含量等参数，保证锅炉设备处于最佳运行工况，从而保证发电效率最高。如果系统监测到蒸汽参数和氧气含量出现调整，即对锅炉的燃烧过程进行优化控制，顺

势调整对应的参数，保证锅炉在不同负荷需求下表现出较高水平的发电效率。

### （四）关键设备故障诊断与报警功能

DCS系统借助传感器收集机组设备运行数据进行分析，与数据库内储存的历史运行数据相比对，准确判断是否存在故障隐患。对此一般需要在DCS系统的配合下，设置固定的故障诊断模型，然后通过收集数据录入模型，分析是否存在故障。DCS系统还可以向工作人员以及总控制台发出报警信号，用以提醒机组责任运维人员进行故障排查与维修。

### 结语

随着时代的发展，电厂运维对于智能化的需求也不断提升，DCS系统在其中拥有广阔的应用前景，不仅可以降低设备故障率，也能够通过自动化优化实现燃料消耗减少。而大数据技术、AI技术等先进技术与DCS系统的结合应用，可以进一步提升系统的使用性能，强化智能化控制水平，为电厂运行做出更大贡献。总结来说，DCS系统可以为电厂电气控制的智能化管理提供支撑，借助机组启动、设备监测、负荷调节和故障诊断方面的应用管理，保证电气设备的高效运行。但未来DCS系统须不断推动智能化发展，以借此提高电厂的管理水平，实现绿色发展，从而为电力行业的可持续发展做出贡献。

### 参考文献

- [1]白科亭, 刘坦, 王冠桥.分散控制系统在电厂电气自动化中的应用分析[J].中国战略新兴产业, 2024, (17): 39-41.
- [2]阮忠龙.电厂热控DCS控制保护回路误动作原因和解决对策[J].装备维修技术, 2024, (04): 62-64.
- [3]陈晨.电厂热控DCS控制保护回路误动作原因和解决对策[J].光源与照明, 2023, (10): 246-248.
- [4]李实.DCS系统在电厂热工控制中运用与维护分析[J].集成电路应用, 2023, 40(09): 302-303.
- [5]梁雪.刍议DCS在电厂热工控制系统中的应用与管理维护[J].中国设备工程, 2023, (16): 65-67.