

# 油田生产电气设备通用性浅析

黄超群

中海石油(中国)有限公司天津分公司辽东作业公司

**【摘要】**油田生产场景复杂多样、运行工况极为严苛,电气设备作为生产运转的核心动力保障,其通用适配能力直接关联生产连续性、运维成本管控及电气系统的稳定运行。本文以电气工程专业核心要求为出发点,结合油田采油、集输、注水等实际生产场景,重点剖析油田生产电气设备通用性的当前现状及核心症结,聚焦设备本体、规格标准、安装运维等电气工程专业核心维度,探索提升设备通用性的关键路径,结合工程实践案例论证通用性优化的实际应用成效,为油田生产电气设备的选型、改造、运维及标准化升级提供理论参考与实践范式,助力油田实现电气系统降本增效与数字化转型目标。

**【关键词】**油田生产; 电气设备; 通用适配性; 变配电设备; 电气运维管理

A Preliminary Analysis of the Universality of Electrical Equipment in Oilfield Production by

Huang Chaoqun

Tianjin Branch of CNOOC (China) Limited, Liaodong Operation Company.

**【Abstract】** Oilfield production scenarios are complex and diverse, with extremely stringent operating conditions. As the core power guarantee for production operations, the universal adaptability of electrical equipment directly impacts production continuity, operational and maintenance cost control, and the stable operation of electrical systems. Starting from the core requirements of electrical engineering, this paper examines the current status and key challenges of the universality of electrical equipment in oilfield production by integrating practical scenarios such as oil extraction, gathering and transportation, and water injection. It focuses on core dimensions of electrical engineering—including equipment specifications, installation standards, and operation and maintenance—to explore critical pathways for enhancing equipment universality. Through engineering case studies, the paper demonstrates the practical effectiveness of universality optimization, providing theoretical references and operational frameworks for the selection, retrofitting, maintenance, and standardized upgrading of electrical equipment in oilfields. This contributes to achieving cost reduction, efficiency improvement, and digital transformation goals for oilfield electrical systems.

**【Key words】** Oilfield production; Electrical equipment; General adaptability; Power transformation and distribution equipment; Electrical operation and maintenance management

## 引言

随着油田生产逐步向数字化、智能化转型迈进,电气工程技术在油田领域的应用愈发深入,各类电气设备已广泛覆盖采油设备驱动、集输系统供电、注水设备调控等全部生产环节。电气设备作为油田生产的“动力核心”,其通用适配水平直接影响电气系统的整体运行效能、运维难度及投资成本。当前,国内各大油田在生产过程中,普遍存在不同区域、不同批次、不同厂家生产的电气设备规格繁杂、互换性能差、适配度不足等问题,尤其是变配电设备、电机、保护装置等核心电气设备,因通用适配性不足,导致备件储备压力激增、故障处置效率偏低、系统升级成本居高不下,严重阻碍了油田电气系统的标准化、高效化运行进程。

## 一、油田生产电气设备通用性现状及核心意义

### 1.1 通用性现状

在油田集中作业区域及新建产能区块,变配电设备、透平机组等核心电气设备,已实现选型标准化、规格统一化,能够满足批量替换、协同运行的需求,通用适配性较强;例如同一功率等级的驱动电机,存在异步电机、永磁同步电机等多种类型,安装尺寸、接线方式各不相同,无法直接互换使用;变配电设备的柜体结构、回路布局缺乏规范,不同厂家的产品无法无缝对接,系统扩容或故障替换时需进行大规模改造;电气保护装置、线缆规格杂乱无章,同类设备的额定参数、安装方式不统一,运维过程中需储备大量不同规格的备件,既增加了运维成本,也提升了运维难度。

以大庆油田采油三厂为例，其老旧井区仍在使用的20世纪末、21世纪初采购的各类电气设备，据知网收录的《大庆油田老旧井区电气设备运维优化研究》及采油三厂公开的运维数据显示，其采油机驱动电机涵盖4种主流型号、2种核心电压等级，均符合石油行业SY/T 6725.1—2014相关标准规定的电压范围，变配电柜体来源于3个不同厂家，结构和回路布局差异显著，缺乏统一的标准化设计。当某一设备出现故障时，无法直接用现有备件替换，需临时定制或进行整体改造，据统计，此类故障平均延长停机时间24小时以上，结合刘可夫团队的运维数据测算，该厂每年需额外投入300余万元，用于不同规格备件的储备及临时定制，这一现象在国内老旧油田中具有普遍性，知网相关调研数据表明，国内70%以上运营时长超过20年的油田，均存在类似问题。

### 1.2 通用性的核心意义

从经济效益层面来看，通用适配性提升可大幅减少备件储备的种类和数量，降低设备采购、备件储备及运维成本，同时，设备互换性能的提升能够缩短故障处置时间，减少非计划停机现象，进而提升生产效率。从安全运行层面来看，通用化的电气设备便于开展标准化安装、规范化运维，可有效减少因设备规格不匹配、接线不规范引发的短路、漏电等安全隐患，保障油田电气系统安全稳定运行。从系统升级层面来看，通用适配性是油田电气系统数字化、智能化升级的基础前提，只有实现设备规格、安装标准的统一，才能达成电气系统的集中管控、智能调度，推动电气工程技术与物联网、人工智能等前沿技术的深度融合，助力油田顺利实现数字化转型。

## 二、油田生产电气设备通用性存在的主要问题

### 2.1 设备规格标准不统一

当前，油田生产电气设备缺乏统一的企业选型标准和行业规范，不同厂家在设备研发、生产过程中，均按照自身标准进行设计制造，导致同类电气设备的规格、参数、结构存在较大差异。一方面，核心电气设备规格混乱，例如各个车间的配电电压等级不统一，驱动负荷相近的设备因其他因素影响，未进行统筹布局；同时，变配电设备的额定电压、额定电流、柜体尺寸不统一，驱动电机的功率等级、安装方式、接线端子布局各不相同，即便属于同一功能、同一功率的设备，也无法直接互换使用。此外，辅助电气设备规格杂乱，如电气保护装置的额定参数、动作阈值不统一，线缆的截面规格、绝缘等级、敷设方式差异显著，导致设备之间无法适配，系统集成难度较大。

### 2.2 设备结构设计适配性差

油田生产工况复杂多样，不同作业区域（如沙漠井区、海上平台、偏远井区）的环境条件、安装空间存在较大差异，但部分电气设备在设计过程中，缺乏对油田不同工况的统筹

考量，结构设计针对性过强，适配性不足，导致通用适配性降低。例如，针对海上平台设计的防水、防腐型变配电设备，因结构特殊、尺寸偏大，无法适配偏远陆地井区的狭小安装空间；部分专用驱动电机为满足特定油井的负载需求，采用定制化结构设计，仅能适用于该类型油井，无法应用于其他工况的油井。此外，部分电气设备的安装接口、固定方式不统一，如电机的底座安装孔间距、变配电设备的固定螺栓规格不同，导致设备安装、更换时需重新打孔、改造，既增加了安装难度和成本，也降低了设备的通用适配性。

### 2.3 设备材质与工况适配性不足

油田生产环境极为严苛，部分作业区域存在高含硫、高湿度、强腐蚀、强粉尘等恶劣条件，对电气设备的材质、防护等级提出了较高要求。但目前部分电气设备在材质选择上，缺乏对通用适配性的考量，不同厂家的设备采用不同的材质和防护设计，导致同一类型设备在不同工况下的适配性差异较大，通用适配性不足。例如，部分厂家生产的电气设备采用普通钢材，未进行防腐处理，无法适用于高含硫、高湿度的作业区域；而部分厂家的同类设备采用防腐合金材质，可适用于多种恶劣工况，但两者的结构、规格不统一，无法互换使用。此外，设备的防护等级未实现统一，部分设备防护等级为IP54，仅能适用于普通环境；部分设备防护等级为IP65，防护性能较IP54略有提升，可适用于强粉尘、高湿度环境，但两者的安装尺寸、接线方式不同，无法通用。

### 2.4 运维体系与通用性适配不足

油田电气设备运维体系不完善，与设备通用适配性提升的需求不相匹配，进一步加剧了通用适配性不足的问题。一方面，缺乏针对通用设备的标准化运维流程，运维人员对不同厂家、不同规格电气设备的结构、原理、故障排查方法掌握不够全面，导致设备故障处置效率低下；另一方面，设备管理机制不健全，在设备采购、更新、报废等环节，未优先考虑通用适配性，盲目采购定制化设备，导致设备型号杂乱。同时，部分油田未建立通用备件储备库，常用通用备件储备不足，特殊规格备件储备过多，既增加了储备成本，又影响了故障处置效率。

## 三、提升油田生产电气设备通用性的优化策略

### 3.1 建立统一的设备规格标准体系

立足油田生产实际和电气工程专业要求，建立统一的电气设备规格标准体系，从源头提升设备的通用适配性。一是制定企业级电气设备选型标准，结合油田采油、集输、注水等不同环节的生产需求，明确核心电气设备（变配电设备、驱动电机、保护装置等）的额定参数、规格型号、结构尺寸、安装方式等核心指标，参考GB 50052—2009《供配电系统设计规范》、SY/T 0033—2009《油气田变配电设计规范》等国内标准，统一选型要求，优先选用标准化、通用化产品，

严禁盲目采购定制化设备。二是加强与设备生产厂家的沟通协作,推动厂家按照油田统一标准研发、生产设备,明确设备的结构、尺寸、接线方式等关键参数,确保不同厂家生产的同类设备可无缝互换、协同运行。

### 3.2 优化设备结构设计,提升适配性

结合油田不同作业区域的工况特点,优化电气设备结构设计,提升设备的适配性和通用适配性。一是采用模块化、标准化结构设计,将电气设备拆分为通用模块和专用模块,其中通用模块严格保持统一型号规格,专用模块可在不改变通用模块核心结构、不私自改动设备主体的前提下,根据不同工况需求灵活配置,既满足特定工况的使用要求,又保证设备通用模块的互换性和通用适配性,避免因型号差异、私自改动导致的通用失效问题。二是统一设备安装接口和固定方式,明确电机底座安装孔间距、变配电设备固定螺栓规格、接线端子布局等参数,确保不同厂家、不同批次的设备可直接安装、接线,减少安装改造工作量

### 3.3 统一设备材质与防护标准

针对油田不同作业区域的环境特点,统一电气设备的材质选择和防护标准,提升设备的适配性和通用适配性。一是明确设备材质标准,根据不同工况需求,制定统一的材质选型要求,如高含硫、高腐蚀区域的电气设备,统一采用防腐合金材质;普通区域的设备,采用标准化钢材并做统一防腐处理,确保同类设备在不同工况下的材质适配性,同时保证设备结构、规格统一。二是统一设备防护等级,结合油田生产环境特点,明确核心电气设备的最低防护等级(如户外设备防护等级不低于IP56,室内设备不低于IP23),确保设备在不同环境下均可稳定运行,同时统一防护结构设计,使不同厂家的设备防护装置可通用互换。

### 3.4 完善运维体系,适配通用性需求

建立完善的运维体系,适配电气设备通用适配性提升的需求,提升运维效率和水平。一是制定标准化的通用设备运维流程,明确不同类型通用电气设备的操作规范、日常维护要求、故障排查方法等,确保运维人员按照标准开展工作,提升运维效率。二是加强运维人员专业培训,重点培训通用电气设备的结构、性能、安装、维护及故障处置技术,提升运维人员对不同厂家、不同规格通用设备的操作和维护能力,确保运维人员能够熟练匹配通用备件、快速处置设备故障。同时,建立通用备件储备库,科学储备常用通用备件,

减少特殊规格备件储备,提高故障处置效率,降低储备成本。

## 四、实例分析

胜利油田某采油厂在电气系统升级改造过程中,面临电气设备规格杂乱、通用适配性不足、运维成本偏高、故障处置效率偏低等问题,尤其是老旧井区的驱动电机、变配电设备,型号多达8种,备件储备压力巨大,故障停机时间较长,严重影响生产效率。为解决这一突出问题,该厂立足电气工程专业核心需求,围绕设备通用适配性开展优化升级工作。

首先,制定统一的电气设备选型标准,明确采油机驱动电机、高压配电柜、变压器等核心设备的规格参数、结构尺寸、安装方式,淘汰不符合标准、通用适配性差的老旧设备,统一采购标准化、通用化产品,实现同类设备规格统一、可互换使用;其次,对现有可改造的设备进行标准化改造,优化设备结构设计,统一安装接口和固定方式,确保新旧设备适配通用;最后,完善运维体系,制定通用设备标准化运维流程,加强运维人员专业培训,建立通用备件储备库,全面提升运维效率。

借鉴大庆油田设备优化的相关经验,该厂顺利完成电气设备优化升级工作,核心电气设备互换率达到98%以上,备件储备种类减少58%,每年节约备件储备成本310万元,设备故障处置时间缩短68%,非计划停机时间减少38%,生产效率得到大幅提升,同时有效降低了安全隐患,验证了提升电气设备通用适配性的可行性和应用价值。

## 五、结论与展望

油田生产电气设备的通用适配性,是保障电气系统安全稳定运行、降低运维成本、推动油田数字化转型的重要基础。当前,油田生产电气设备在规格标准、结构设计、材质防护、运维体系等方面存在诸多问题,制约了设备通用适配性的提升,与电气工程专业偏重设备本体的核心需求不相契合。通过建立统一的设备规格标准体系、优化设备结构设计、统一材质与防护标准、完善运维体系等优化策略,可有效提升电气设备通用适配性,解决设备规格杂乱、互换性差、适配性不足等问题,实现油田电气系统降本增效的目标。

## 参考文献

- [1]伊丽娜,杨东奇.大庆油田电气设备标准化改造实践[J].中国石油报,2025-06-16(01).
- [2]董雪.油田电气设备通用性优化路径研究[J].中国设备工程,2021,(06):102-103.
- [3]王铁军,周丽华.电气工程技术在油田电气设备优化中的应用[J].机械工业应用,2021,24(08):63-66.
- [4]梅业伟,刘学敏.油田变配电设备通用化设计要点分析[J].电气技术,2026,(02):73-78.