

# 民用支线机场供电工程设计要点浅析

张继云

民航机场规划设计研究总院有限公司华北分公司 北京市 100621

**【摘要】**设计师在进行机场电力系统的设计时，一般都要对空港的性质、规模、所在地区的环境、对电力的需求有一定的了解。并在此基础上，进一步认识支线机场与其它大型机场的不同之处，比如支线机场的规模、航站楼等设施所需供电容量、变压器容量等相关信息等。除此之外，还要了解机场供电系统设计中可能涉及到的相关标准规范，只有这样才能更好地进行设计工作。文章通过对机场电力系统组成、特性的分析，阐述了机场电力系统的设计中应注意的几个问题，以期为机场电力系统的设计者提供参考。

**【关键词】**民用支线机场；供电工程；中心变电站；供电网络

Analysis of key design points of power Supply project of Civil Branch Airport

Ji-yun zhang

Civil Aviation Airport Planning and Design Research Institute Co., Ltd. North China Branch Beijing 100621

**【Abstract】**In the design of the airport power system, designers generally have a certain understanding of the nature, scale, the environment of the area and the demand for electricity. On this basis, further understand the differences between regional airports and other large airports, such as the scale of regional airports, power supply capacity required by terminals and other facilities, transformer capacity and other related information. In addition, it is necessary to understand the relevant standards and specifications that may be involved in the design of airport power supply system, only in this way can the design be better. Through the analysis of the composition and characteristics of airport power system, the paper expounds several problems in the design of airport power system to provide reference for the designers of airport power system.

**【Key words】**civil branch airport; power supply project; central substation; power supply network

按照《民用航空支线机场建设标准》MH5023-2006 的规定，“支线机场”是指直航距离 800-1500 公里，设计目标年客运量不超过 500,000 人的民用机场。在目前运营的民航机场中，支线机场约占 70% 左右。

在设计机场的电力系统的时候，一定要综合考虑到系统的安全性、可靠性和经济性，并且要按照系统的相关负载级别来选择合适的方案，以确保系统的高效运行。

## 1 民用支线机场中心变电站设计要点

由于支线机场具有较高的负载水平，因此，其动力中心应该有两个稳定、可靠的电源，通常是 10KV 和 35KV。如果上级变电所与机场的距离较近，而机场的总负载较小，则只需使用两个 10kV 的电源；如果上一级的变电所离机场很远，或者机场的总负载很大（如使用电锅炉供暖），那么就需要用到两个 35kV 的电源。

机场 10kV 中心变电站由 10kV 配电室、0.4kV 配电室、

储油室、储油室和主控室组成。机场 35kV 中心变电站由 35kV 主变室、和消弧线圈室组成。因为支线机场中心变电站与灯光站合建，所以 10kV 或 35kV 中心变电站还需要设置灯光配电室（调光柜间）、维修间、测光室、备品间，除了变电站综合自动化系统之外，主控室还需要设置助航灯光监控系统。

针对机场为双回路供电、负荷等级高等特点，对 35kV、10kV 中心变电站的高压主线路采取了分段单母线的方式；在中心变电所的低压线路上，采取了双变+柴油发电机的方式[4]。尽管在机场中心变电站和灯光变电站是合建的，但是，助航灯光系统的接线应该是相对独立的，不应该接入大量的其它负载，从而导致可靠性下降[3]。

由于机场供暖系统使用的是 2 台 2.4 MW 的电炉，在采暖季的总用电量很大，因此，在此基础上设计了一个 35kV 的变电所，并配有两个 35kV 的变电所。车站设有 35KV 配电室，35KV 主变室，10KV/0.4KV 配电室，调光柜室，柴油发电机机房等。35KV 变电室配置 6300KV 的主变各 2 个，

10/0.4 KV 的配变各 1 个, 2 个 315 KV 的干式变压器各 2 个 (2 个), 2 个 (3 个) 是助航灯配用的专用变压器。

在柴油发电机房内, 安装了 800 千瓦和 360 千瓦的 380 伏柴油发电机组。其中, 360 KW 的柴油发电机是专门用于航灯配电网的, 当两条线路的电力都被切断时, 它将承担航灯的所有负载; 当两条线路停电时, 800 kW 的柴油发电机还可以为机场其它一级负载中的重点负载提供电力。某支线机场中心变电站高低压主接线图如图 1 所示。

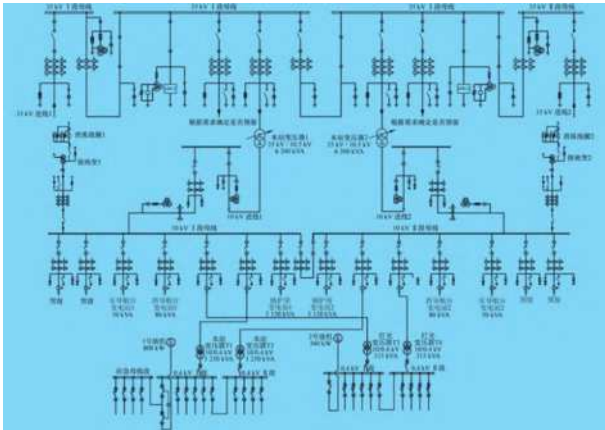


图 1 某支线机场中心变电站高低压主接线图

由图 1 可知, 本案例中电锅炉由两台主变降压后供电, 主变容量因电锅炉而选择较大, 在非采暖季主变负载率较低, 变压器运行不经济, 但该供电方式可节约单独为电锅炉设置 35kV 变配电设备的费用。在设计过程中, 电锅炉还可以考虑直接由 35 kV 母线经电锅炉专用变压器供电, 与案例中的供电方案相比, 该方案需要增加 35 kV 出线间隔, 35 kV 变配电设备等, 初期投资较大。但是, 采用这种方法, 可以减少主变的容量, 增加主变的负荷, 节省了运行成本, 方便了独立的电热锅炉。以上两个方案中, 究竟应该采取何种方式, 要根据工程的具体情况, 通过比较来决定。

综上, 支线机场中心变电站设计要点主要有:

(1) 按照机场负荷的大小和距上位变电所的远近, 对电源的电压水平进行了合理的选择;

(2) 中心变电站大楼的平面布置, 要根据供电电压等级, 机场的总体供电计划, 以及照明变电所的使用需要, 综合考虑来决定;

(3) 支线机场的电力总线路比较固定, 通常在高压总线路上使用单母线, 在低压总线路上使用两个变压器和一个柴油发电机, 在助航灯的供电上单独设置;

(4) 在飞机上安装了大容量电锅炉的情况下, 采用综合比较的方法来选择其供电方式。

## 2 支线机场的供电电源

按照 GB50052-2009《供配电系统设计规范》中的 3.0.2、3.0.3 以及其他有关条款: “一类负载采用双电源供电”; “在一级负载中, 对于特别重要的负载, 除了使用两种电源之外, 还应该增加一种应急电源。”即, 整个支线机场被界定为一级负荷, 应该有两个单独的电源点提供电力, 在机场中, 一些特殊的负载应该增加一个应急电源。

当前, 支线机场通常采用的方法是从当地电网引出两路市电 (通常引出两个不同的变电站, 这两个变电站之间不存在上下级关系), 同时, 机场再自备应急电源。因为区域大型电力网在主网电压的上部是并网的, 所以, 不管用电部门从电网中取多少回电源, 都不能得到两个完全不同的电源。

在设计过程中, 机场的双重市电电源可以是分别来自于不同电网的电源, 也可以是来自于同一个电网, 但是在运行过程中, 电路彼此之间的联系非常微弱, 电气距离非常遥远。还可以是来自于同一个电源点的不同出线, 但是要确保当一个出线出现异常运行或者短路故障时, 另一个出线仍然能不间断供电, 在进行外线设计时, 这样的电源都可被看作是双重电源。在应急电源方面, 《标准》规定了与常规电源相独立的发电机、与常规电源相独立的特殊供电线路和蓄电池等均可用作应急电源。

在支线机场中, 常有多个应急电源并用, 空港中心变电站常用的应急电源为快启动型柴油发电机。在要求供电稳定、可靠且无开关时间的空中管道类工艺负载和终端弱电负载等方面, 一般都会使用蓄电池组; 而在机场候机楼和航管大楼等大型建筑物中, 紧急情况下的应急照明可以考虑 EPS。由于区域间经济发展水平的差异, 导致了我国西部电力网的发展滞后于东部和沿海地区。

## 3 支线机场高低压配电系统

### 3.1 高压供电系统的典型接线

对于地区电网供电的 10kV 单电源进线, 变压器一次侧可采用线路变压器组接线或单母线接线的方式, 如图 2、图 3 所示。

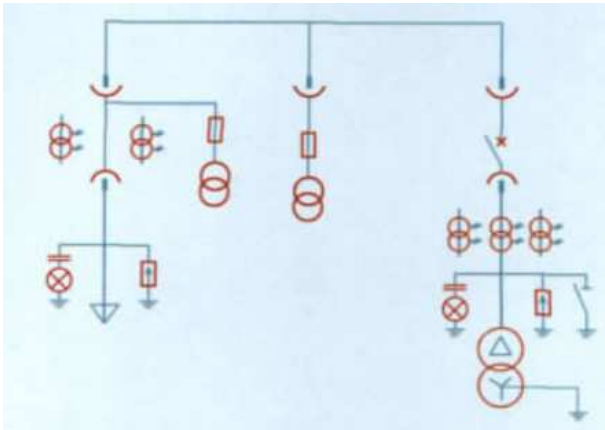


图2 线路变压器组接线

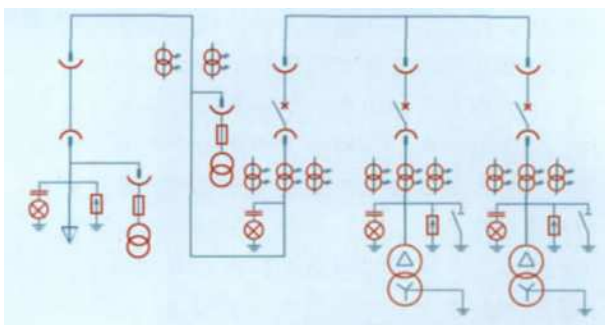


图3 单电源单母线接线

本系统适合二次负载供电,且变压器容量通常在 1250 KV·A 以下。多个开关柜连接在同一条母线上的接线方法叫单母线接线,对于二次负载和一次负载,单母线一般都是用于二次负载和一次负载,而二次负载一般都是从低电压侧得到的。在双进线情况下,变压器初级端可以采取单母线和单母线分段布线两种方式,见图4和图5。变压器二次侧接线一般均采用分段单母线接线的形式。

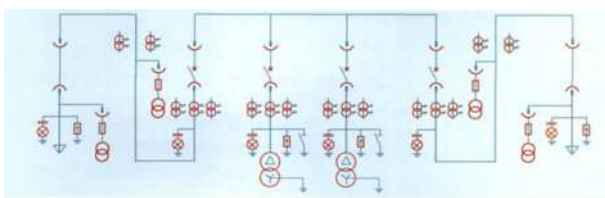


图4 双电源单母线接线

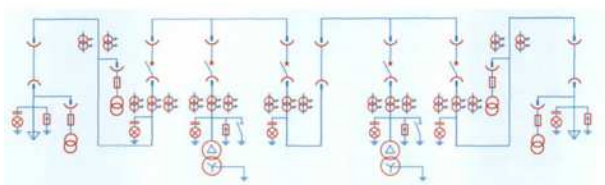


图5 双电源分段单母线接线

双电源单母线接线的电力设备,一般采用两路电力输入,一般采用一个备用的方式,两路高压主进线开关必须进行互锁,以避免两路电力输入并联。本电源可满足一次负荷和二次负荷的需要。一种由两个电源同时供电,相互为备,每个

电源都接一条母线,在两个电源之间用一个正常情况下被切断的母联开关连接的接线方式,叫做单母线分段。

在正常情况下,每一条母线都是分开工作的,当有一条发生故障时,就启动母联开关,把发生故障的那一部分的负载转移到正常的那一部分上,两路的高压进线端子和母联之间要有可靠的互锁。这种方法具有可靠性高、操作灵活、能适应多电源大负荷的特点,在支线机场的高压供电设计中得到了广泛的应用。

### 3.2 低压配电系统的典型接线

当机场供电为两路时,最常用的低压配电网为两个变电所、一个柴油发电机。若只有一条市电,考虑到若安装一台变压器,在其发生故障或检修时,就需要启动应急电源,所以也安装了两台变压器。因此,本文对低压系统的主接线形式以两台变压器加一台柴油发电机的配电方案展开了探讨。

低压侧的两个变压器,在正常情况下,每个变电所负载的低压母线 I 段和 II 段;在一次停电或发生故障的情况下,由一次母连带整个负载的情况下;在两个变压器都掉电的情况下,三段母线上的一次负载是一个非常重要的负载,如图6所示。

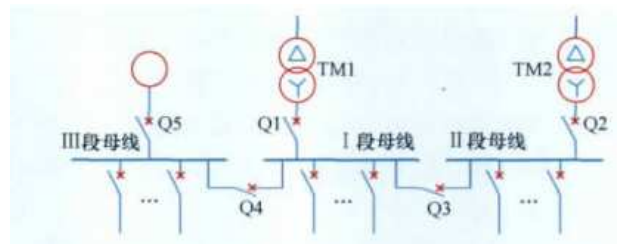


图6 方案1

为使柴油发电机的功能最大化,即当市电断电时,柴油发电机还可以直接向普通负载提供电力,可以将柴油发电机专门用于一个特殊负载的紧急母线 III 段,并与变压器共享母线,图7中显示了方案2。

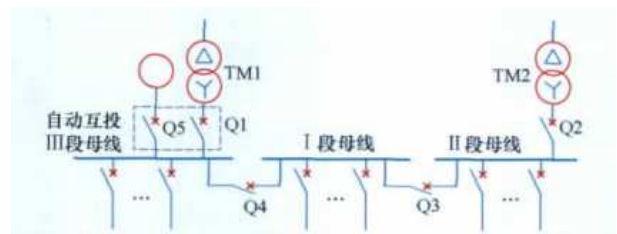


图7 方案2

从以上分析可以看出,当市电可靠,柴油发电机仅考虑一级负荷中特别重要的负荷时,可选用方案1,柴油发电机功率较小,投资较少;而当选择的柴油发电机容量较大,同时希望尽可能多带一级负荷时,可选用方案2。

### 3.3 供电系统设计中需注意的几个问题

#### (1) 对备用电源自动投入装置的要求

在低压系统的设计中,采用双变并联、母线分步运行的方式,在母线分步开关柜上安装有备用电源的自投装置。在正常情况下,分段式开关是不动作的,但在任何一个回路发生故障而动作的情况下,它都会被启动,并通过另外一个回路来为全系统提供电力。备用电力自启动设备应该符合下列要求:

1) 不论在何种情况下,工作电源的断电情况下,自控装置都必须可靠地工作。

2) 为了确保电力供应的持续,备份自控设备的工作时间要尽量减少。

3) 为了避免低电压启动元件的失灵,应当对变压器的断线进行监控。

#### (2) 低压侧柴油发电机的系统接入

当机场将自备的发电机电源与低压配电网连接在一起时,需要注意的问题有:

1) 为了避免柴油机发电机对外部电源进行逆向输送,柴油机和电网之间必须进行电子和机械互锁,并且不能将柴油机发电机与电网相连。柴油机与外部供电之间的切换,应

该选择四极式开关。

2) 在对外部电力网的收费时,要避免混同。

3) 在接入线路的设计上,要有一定的弹性,使其能够在不发生意外的条件下,为某些重要负载提供电力。

## 4 结语

首先,文章对支线机场的总体情况,支线机场的电力供应项目进行了概述,并根据支线机场电力供应项目的特点,对该项目进行了详细的分析,并对该项目进行了详细的阐述。本文就机场高压、高压配电系统的有关接线方式及有关可靠性问题进行了探讨。与干线或枢纽机场的区别是,支线机场的电负荷可以根据具体的情况来确定为三级负荷。其中,机场供电系统的接线方式应该要选择用单母线分段,因此,即使是只有一路在外线电源的时候,也可以将单母线分段设置在低压侧,以增强备用电源的可靠性。

## 参考文献

- [1]工业与民用供配电设计手册[M]. 北京:中国电力出版社,2016:69-76,964-966.
- [2]民用建筑电气设计标准:GB51348—2019[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [3]刘英哲,傅行军.汽轮发电机组扭振[M]. 北京:中国电力出版社,1997:72-75.
- [4]文劲宇,孙海顺,程时杰.电力系统的次同步振荡问题[J].电力系统保护与控制,2008,36(12):1-7.
- [5]刘世宇,谢小荣,王仲鸿.我国火电基地串补输电系统的次同步谐振问题[J].电网技术,2008,32(1):5-8,19.
- [6]田旭,姜齐荣,谢小荣.电力系统次同步谐振抑制措施综述[J].电网技术,2010,34(12):74-79.
- [7]钟胜.与超高压输电线路加装串补装置有关的系统问题及其解决方案[J].电网技术,2004,28(6):26-30.
- [8]邓婧,李兴源.基于PSCAD的电力系统次同步谐振研究[J].四川电力技术,2009(4):20-23,76.
- [9]白菲菲,和鹏,张鹏,等.抑制次同步谐振的串补方案仿真研究[J].电力系统保护与控制,2011,39(19):121-125.
- [10]陈婕,姜建国.基于MATLAB的SVC抑制SSR仿真研究[J].电测与仪表,2011,48(4):54-57.
- [11]蒋卫平,曾昭华,班连庚,等.数模混合式实时仿真装置中含多质量块轴系的发电机模型及其在工程研究中的应用[J].电网技术,2000,24(4):48-51.
- [12]民用机场飞行区技术标准:MH5001—2021[S].北京:中国民航出版社,2021.
- [13]运输机场总体规划规范:MH5002—2020[S].北京:中国民航出版社,2020.