

水利工程管理精细化 系列丛书



BENG ZHAN DIAN QI SHI YAN JI SHU

泵站电气试验 技术

江苏省骆运水利工程管理处◎编



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

泵站电气试验技术

江苏省骆运水利工程管理处 编

常州大学图书馆
藏书章



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

泵站电气试验技术/江苏省骆运水利工程管理处编

. —南京: 河海大学出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5630-5257-8

I. ①泵… II. ①江… III. ①泵站—电气设备—试验

IV. ①TV675—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 322948 号

- | | |
|------|---------------------------------------|
| 书 名 | 泵站电气试验技术 |
| 书 号 | ISBN 978-7-5630-5257-8 |
| 责任编辑 | 曾雪梅 |
| 装帧设计 | 黄 煜 |
| 出版发行 | 河海大学出版社 |
| 地 址 | 南京市西康路 1 号(邮编:210098) |
| 电 话 | (025)83737852(总编室) (025)83722833(营销部) |
| 经 销 | 江苏省新华发行集团有限公司 |
| 排 版 | 南京布克文化发展有限公司 |
| 印 刷 | 虎彩印艺股份有限公司 |
| 开 本 | 787 毫米×960 毫米 1/16 |
| 印 张 | 12.25 |
| 字 数 | 210 千字 |
| 版 次 | 2017 年 12 月第 1 版 |
| 印 次 | 2017 年 12 月第 1 次印刷 |
| 定 价 | 45.00 元 |

介商快照 编写委员会

主 审：李太民

主 编：周元斌 冯 杰

编写人员：马玉祥 吉庆伟 吴旭明 蔡 磊 力 刚 邵 翀
朱端来 张前进 陈家强 王 荣 赵一哈 冯 俊
赫邵鹏 刘 智 徐邦宁 张 星 杨晓芬 朱佳佳
黄 建 丁 瑞 张 迪 陈 勇 韩前才 黄 毅
魏建华 刘兆正 楚 轩

江苏省骆运水利工程管理处简介

江苏省骆运水利工程管理处 1985 年 8 月由江苏省骆马湖控制工程管理处与江苏省第三抗旱排涝队合并组建而成,隶属江苏省水利厅,坐落于风景优美的宿迁市区古黄河畔,主要管理泗阳站、泗阳二站、刘老涧站、皂河站、沙集站等五座大型泵站和泗阳闸、黄墩湖滞洪闸、皂河闸、刘老涧闸、刘老涧新闸、沙集闸、六塘河闸、洋河滩闸、房亭河地涵、新邳洪河闸等十座大、中型涵闸;承担 2.1 km 邳洪河大堤的管理维护。共有大型抽水机组 16 台套,是南水北调第四、五、六梯级站,淮水北调第一、二、三梯级站,总装机容量 45 400 kW,抽水量 565 m³/s;所属十座涵闸与嶂山闸、宿迁闸等共同构成骆马湖、中运河防洪体系;并拥有一支国家级防汛机动抢险队,拥有流动柴油机泵 350 台套、电动潜水泵 108 台套及一大批防汛抢险设备。

江苏省骆运水利工程管理处还承担着江苏省骆马湖联防指挥部办公室和江苏省骆马湖管理与保护联席会议办公室的日常工作,受水利厅委托行使骆马湖、微山湖(江苏境内)的湖泊管理与保护职能;自 2008 年 7 月开始,受江苏省水源有限责任公司委托,承担南水北调泗阳站(部分)、刘老涧二站、皂河二站、睢宁二站、解台站、蔺家坝站等大型泵站的管理工作。所属工程在防洪、排涝、灌溉、供水、发电、航运、改善生态环境和促进地方经济社会发展等方面发挥了重大作用。

前 言

泵站电气试验工作一直以来遵照电力及机械等部门制定的相关规程、规范,在本行业内没有形成系统的规程、规范和指导办法,给泵站电气试验工作带来诸多不便。江苏省骆运水利工程管理处经过几十年的工作实践,专业技术人员结合自身泵站设备特点,参考相关行业的规程、规范,编制了具有水利行业特色的《泵站电气试验技术》一书,用来指导具体的泵站电气试验工作,同时本书还可作为泵站运行管理人员及专业电气试验人员学习及培训教材。

本书只针对水利工程泵站设备的电气试验,不能完全涵盖所有的电气试验内容,加之编写人员水平有限,难免存在不足之处,请广大读者批评指正。

目 录

第一部分 泵站电气试验综述

第一章 泵站电气试验总体要求	003
第一节 试验的依据	004
第二节 对试验人员的要求	006
第三节 对设备的要求	007
第四节 对试验环境的要求	008
第五节 试验前准备工作	008
第六节 试验过程中的要求	008
第七节 试验制度要求	010
第二章 泵站电气试验的作用与分类	011
第一节 泵站电气试验的作用	011
第二节 泵站电气试验的分类	011

第二部分 泵站电气试验的原理及方法

第三章 交流耐压试验	015
第一节 目的	015
第二节 原理	015
第三节 方法	015
第四节 注意事项	016
第五节 数据分析及问题处理	017

第四章 直流耐压及泄漏电流试验	018
第一节 目的	018
第二节 原理	018
第三节 方法	018
第四节 注意事项	020
第五节 数据分析及问题处理	021
第五章 电阻测量	022
第一节 绝缘电阻和吸收比测量	022
第二节 直流电阻的测量	027
第三节 接地电阻的测量	033
第四节 导电回路电阻的测量	037
第六章 介质损耗因数试验	039
第一节 目的	039
第二节 原理	039
第三节 方法	040
第四节 注意事项	041
第五节 数据分析及问题处理	042
第七章 容量测试	043
第一节 并联电容器容量测试	043
第二节 蓄电池容量测试	044
第八章 变比、极性、相序测量	047
第一节 变比测量	047
第二节 极性测量	048
第三节 相序测量	049
第九章 断路器性能试验	051
第一节 目的	051
第二节 方法	051

第三节 数据分析及问题处理	055
第十章 避雷器试验	056
第一节 目的	056
第二节 方法	056
第三节 数据分析及问题处理	059
第十一章 仪表校验	060
第一节 目的	060
第二节 方法	060
第三节 注意事项	066
第四节 误差计算与数据分析	067
第十二章 继电器校验	069
第一节 目的	069
第二节 方法	069
第十三章 微机保护装置校验	081
第一节 方法	081
第二节 存在问题及分析处理	089
第十四章 同步电机励磁系统调试	091
第一节 目的	091
第二节 步骤	091
第三节 注意事项	097
第十五章 绝缘油的化学分析及其电气试验	098
第一节 电气强度试验	098
第二节 水溶性酸碱测试	099
第三节 酸值测试	100
第四节 闪点测试	102
第五节 介质损耗角 $\tan\delta$ 试验	103
第六节 微水测试	105

第七节 色谱试验	106
第十六章 局放试验	109
第一节 目的	109
第二节 方法	109
第三节 注意事项	111
第四节 试验结果分析及处理	112
第十七章 电力安全工器具	113
第一节 电容型验电器	113
第二节 携带型短路接地线	114
第三节 绝缘杆	115
第四节 核相器	115
第五节 绝缘罩	116
第六节 绝缘隔板	117
第七节 绝缘胶垫	117
第八节 绝缘靴	118
第九节 绝缘手套	119
第三部分 泵站电气试验项目、周期及标准	
第十八章 高压电动机试验	123
第一节 主要试验项目	123
第二节 试验标准及周期	123
第三节 绝缘老化试验	126
第十九章 变压器试验	130
第一节 主要项目	130
第二节 标准及周期	131
第二十章 高压断路器及开关柜试验	138
第一节 断路器试验项目及标准	138

第二节	高压开关柜试验项目及标准	140
第二十一章	互感器试验	141
第一节	电流互感器试验	141
第二节	电压互感器试验	143
第二十二章	电力电缆试验	146
第一节	试验标准及周期	146
第二节	说明	147
第二十三章	电容器试验	149
第一节	主要项目	149
第二节	标准及周期	149
第二十四章	绝缘油和 SF ₆ 气体试验	151
第一节	项目及标准	151
第二节	说明	153
第二十五章	避雷器试验	155
第一节	阀式避雷器试验	155
第二节	金属氧化物避雷器试验	157
第二十六章	接地装置试验	159
第一节	项目及周期	159
第二节	说明	160
第二十七章	安全工器具试验	161
第一节	电容型验电器试验	161
第二节	携带型短路接地线试验	162
第三节	绝缘杆、绝缘罩试验	163
第四节	绝缘隔板、绝缘胶垫试验	164
第五节	绝缘手套、绝缘靴试验	164
第六节	核相器试验	165

第四部分 泵站电气试验安全管理

第二十八章 泵站电气试验安全基本要求	169
第一节 基本要求	169
第二节 现场安全管理	171
第三节 试验室安全管理	174
第二十九章 安全事故防范措施	175
第一节 组织措施	175
第二节 技术措施	179

1

第一部分

泵站电气试验综述

第一章

泵站电气试验总体要求

泵站电气试验是判断泵站电气设备能否投入运行、预防设备损坏及保证安全运行的重要手段。泵站电气设备均应按照相关规程规范的要求进行相应的试验。泵站电气试验应坚持科学的态度,严格执行规程规范的有关规定,从人员、设备、制度、资料、试验性质、项目周期、标准、安全等方面严格要求。对试验结果必须全面、历史地进行综合分析,掌握设备性能变化的规律和趋势。

当泵站电气设备的额定电压与实际使用的额定工作电压不同时,应根据下列原则确定试验电压的标准:

1. 采用额定电压较高的电气设备用于加强绝缘的,应按照设备的额定电压标准进行试验;
2. 采用额定电压较高的电气设备用于满足产品通用性及机械强度的要求时,可以按照设备实际使用的额定工作电压的标准进行试验;
3. 采用较高电压等级的电气设备,在已满足高海拔地区或污秽地区要求时,应在安装地点按照实际使用的额定工作电压的标准进行试验。

在进行与温度、湿度有关的各种电气试验时(如测量直流电阻、绝缘电阻、损耗因数、泄漏电流等),应同时测量被试物和周围空气的温度、湿度。绝缘试验应在良好的天气,且被试物温度及周围空气温度不低于 5℃,空气相对湿度一般不高于 80%的条件下进行。

进行绝缘、耐压等试验时,应尽量将连接在一起的各种设备分离开来单独试验(成套设备除外),同一试验标准的设备可以连在一起进行。为了便利现场试验工作,已经有了单独试验记录的若干同一试验标准的电气设备,在单独试验有困难时,也可以连在一起进行试验,此时,试验标准应采用连接的各种设备中的最低标准。

第一节 试验的依据

试验标准是开展试验工作的依据,从试验的项目、参数、周期、试验条件,到测试数据的处理和判断,都离不开相应的标准。为了保证试验工作的顺利进行,保证试验的质量,试验人员应尽量完整地收集有关的试验标准。泵站电气试验涉及的主要标准有以下几种。

(一) 高低压电器的产品标准

常以国标(GB)、原机械部标(JB)等形式出现。这些标准,主要从制造的角度来介绍产品试验的项目、方法、试验条件、判断标准等。

(二) 计量器具的计量检定规程

以国家计量检定规程(JJG)形式出现。属于计量器具的电器设备,如互感器、计量仪表仪器等,都应遵照计量检定规程来试验。无论制造、验收、使用中的试验都应遵守其有关规定。

(三) 投运或维护性试验标准

常用的有:《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB 50150—2016)、原电力工业部《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596—1996)中的电力设备试验标准部分。此种标准与前文(一)、(二)所述标准的不同点是:(1) 主要面向电力设备使用单位。(2) 适用于某大类或多种电力设备,而不局限于某一种。(3) 主要规定了试验项目、判断标准以及周期,而不介绍试验方法、试验条件。对于电力设备使用单位来说,这种标准简明、直接,接近其试验任务,因而往往被作为主标准,所缺的试验方法等内容,则通过其他标准或资料来补充。

(四) 基础标准、相关标准和参考标准

还有一类标准作为各种产品标准的基础,为各种产品标准引用,称为基础标准。比如,GB 311.1—2012《高压输变电设备的绝缘配合第1部分:定义、原则和规则》、GB/T 8170—2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》、《中华人民共和国法定计量单位》、GB 998—1982《低压电器基本试验方法》等。在有些标准里,有时注明“本节按××标准执行”,则此处“××标准”为该标准的相关标准。同理,在注明“本节参见YY标准”时,则“YY标准”为该标准的

参考标准。相关标准、参考标准与原标准构成完整的标准内容。实际上,基础标准常常被引作相关标准或参考标准。

(五) 制造厂的产品技术标准、出厂检验报告及其他的测试资料

在一些试验标准中,有时并不给出产品具体的合格判定值,而只写“应符合产品技术标准的规定”“与初始值相比较,变化不大于 $\pm 5\%$ ”“与历年数据比较不应有显著变化”等。“产品技术标准”,有一些已在 GB, JB 等标准内规定,有些并未统一规定,而由各制造厂自定。也就是说,各厂所定的技术标准是不完全相同的,因此在试验前收集这些产品的技术标准就是非常必要的。对于工程验收试验来说,“初测值”只能是厂方的检验报告,因此,对于这些产品,需要收集其出厂检验报告。对于需要“与历年数据相比较”的设备,积累该设备的历年试验数据是必不可少的。如果此设备以前不是由本单位(部门)试验的,则应向有关单位索取有关试验数据。总之,为了正常开展试验工作,确保试验结果的正确和准确,试验所依据的标准和有关资料应该齐全。

在各类标准收集的基础上,泵站试验单位还应该针对所管泵站工程的具体情况编写试验实施细则。主要有以下原因:

1. 以上各种标准的种类很多,同一产品可有几种标准,为了便于操作,必须选择适合本单位的标准;
2. 同一标准中,内容多,篇幅大,而与试验有关的可能只是其中的一小部分;
3. 有些标准,往往只制订了原则性要求,具体实施有一定困难;
4. 有些设备有多种试验方法可用,需要针对泵站工程具体条件确定试验方法,有些设备的试验方法在以上标准里找不到,需要从一些参考书中择取;
5. 试验人员的水平参差不齐,对于经验不足的试验人员,需要有一份较详细的试验实施细则。

试验实施细则的内容,应该包括试验项目、参数、周期、方法、选用的设备、操作步骤、注意事项(包括特殊情况下的处理方法),以及数据的记录、处理、判断等。实施细则制订后,需经上级主管部门批准,成为试验部门的内部标准。一般情况下,可作为试验依据,直接依照执行。为了便于现场查阅,该细则应尽量简明扼要,可用表格的地方尽量采用表格形式。在执行中,如发现有与上级标准相悖的地方,应以上级标准为准。初编的实施细则不可能一步到位,十全十美,可在使用一段时间后,进一步进行修改、充实。