

Analysis of the Performance for Integrated Test of High-Voltage Submersible Motor and Pump

ZHANG Xinfang

Zhanjiang Normal University, School of information Science Technology, Zhanjiang, China

Abstract: The articles through integrated test of high-voltage submersible motor and pump in the sham three pumping, to receive the parameters of motor and pump that it is variety conditions of experimental in the data analysis, to determine the system performance of motor and pump and to analysis of the motor and pump performance.

Keywords: submersible motor; integrated test; data processing and analysis

用高压潜水电机及电泵综合试验的性能分析

张馨方

湛江师范学院信息科学与技术学院, 湛江, 中国, 524048

摘 要: 文章通过对深井三级提水的高电压潜水电动机及电泵的试验, 获得了各种实验状态下的电机及电泵的参数, 在进行了数据分析后, 确定了深井三级提水的系统中电机及电泵的性能, 通过试验分析了三级高压潜水电机及电泵的性能。^[1]

关键词: 潜水电动机; 综合试验; 数据处理及分析

1 引言

在很深的矿井下, 抽水问题常常会给矿井中的其他采矿工作带来麻烦^[2], 抽水设备需要具有防爆功能。将抽出的水存储在地面装置中作为资源。因此, 在矿区要采用性能良好, 工作可靠的电机及电泵设备。高电压潜水电动机起动转矩大, 过载能力强, 防爆及贫油好糊功能, 在深井下采用这种潜水电动机和电泵可以抽水装置可以保证深井下安全作业。

2 现场试验报告^[5]

2.1 试验设备

电机型号: BQYX; 出厂编号: 067; 接线方式: Y; 工作制: S1; 额定功率: 3.0kW; 额定电压: 660V; 额定电流: 4.12A; 额定转速: 2850r/min; 额定频率: 50Hz; 绝缘等级: E 级; 标准编号: Q/HDB1002-91; ^[3]

水泵型号: BQYX; 流量: 10m³/h; 扬程: 44m; 水泵效率: 46%;

2.2 试验项目

(1) 空载试验

空载试验数据见表 1。

Table 1. The submersible motor in the the blank experiment BQYX—3.0 P Motor Power3.0kW Experiment data list^[4]

表 1. 潜水电动机空载试验 BQYX—3.0 电动机功率 3.0kW 记录单

参数 Parameter							
NO.	$U_1(V)$	U_0/U_N	$(U_0/U_N)^2$	$I_0(A)$	$p_0(W)$	$p_{0Cu1}(W)$	$p_0'(W)$
01	715	1.08	1.17	2.57	700	82	618
02	685	1.04	1.08	2.26	590	64	526
03	660	1.00	1.00	2.09	620	54	566
04	610	0.92	0.85	1.81	590	41	549
05	560	0.85	0.72	1.06	540	32	508
06	496	0.75	0.5	1.38	500	24	476
07	439.5	0.67	0.44	1.26	460	20	440
08	375	0.57	0.32	1.15	440	16	424
09	322.5	0.49	0.24	1.14	410	16	394
010	272.5	0.41	0.17	1.18	400	17	303

试验结果: 空载损耗 $p_0=625(W)$; 空载电流 $I_0=2.08(A)$; 空载同损耗 $p_{0Cu1}=54(W)$; 铁损耗 $p_{Fe}=221(W)$; 机械损耗 $p_{m}=350(W)$; 空载后定子电阻 $R_{10}=8.314(\Omega)$

(2) 负载试验

负载试验数据见表 2。

(3) 堵载试验

堵载试验数据见表 3。

(4) 试验数据分析

Table 2. The submersible motor in the the load experiment BQYX—3.0 P Motor Power3.0kW Experiment data list^[5]

表 2. 潜水电机负载试验 BQYX—3.0 电动机 功率 3.0kW 记录单

参数 Parameter										
NO.	$P_1(W)$	$I_1(A)$	s	$p_{Cu1}(W)$	$p_{Cu2}(W)$	$p_s(W)$	$\sum p(W)$	$P_2(W)$	η_m	$\cos\varphi$
01	2450	3.01	2.02	132	46	42	791	1659	67.71	0.7120
02	2980	3.35	2.73	163	71	53	858	2122	71.21	0.7782
03	3570	3.85	3.08	216	96	66	949	2621	73.41	0.8112
04	3680	3.92	3.52	224	114	68	977	2703	73.45	0.8212
05	3930	4.15	3.80	250	131	73	1025	2905	73.92	0.8284
06	4300	4.42	4.33	284	164	80	1099	3201	74.44	0.8510

试验结果：^[6] 定子电流 $I_1=4.22(A)$ ；定子同损耗 $p_{Cu1}=259(W)$ ；转子同损耗 $p_{Cu2}=143(W)$ ；

杂散损耗 $p_s=75(W)$ ；总损耗 $\sum p=1048(W)$ ；输出功率 $P_2=3.0(kW)$ ；

输入功率 $P_1=4.048(kW)$ ；效率 $\eta_m=74.11\%$ ；功率因数 $\cos\varphi=0.8391$ ；转差率 $s=0.04$

试验时现场温度为 $12.5^{\circ}C$ ，则算到 75° 时的定子电阻 $R_N(75^{\circ})=4.851(\Omega)$ 。

Table 3. The submersible motor in the the blocked rotor experiment BQYX—3.0 P Motor Power3.0kW Experiment data list^[7]

表 3. 潜水电机堵转试验 BQYX—3.0 电动机 功率 3.0kW 记录单

参数 Parameter					
NO.	$U_k(V)$	$I_k(A)$	$P_k(W)$	$T_k(N \cdot m)$	$R_k(\Omega)$
01	673.5	28.97	26100	36.36	10.624
02	660.0	28.10	25250	37.03	10.430
03	606.0	26.62	21100	30.99	9.700
04	475.0	20.99	12550	17.81	9.590
05	330.0	14.37	7250	12.51	9.550
06	232.5	9.670	2528	3.510	9.270
	170.0	6.390	1216	1.610	9.020

试验结果：电压为额定值时堵转电流 $I_{d1}=28.4(A)$ ；电压为 170V 时堵转电流 $I_{d2}=6.93(A)$ ；

电压为额定值时堵转功率 $P_{d1}=25.250(kW)$ ；电压为 170V 时堵转功率 $P_{d2}=1.216(kW)$ ；

试验数据分析：1.空载电流不平衡度 2.58%；标准值为 10%； $2.58\% \leq 10\%$ ，合理；

2.堵转电流/额定电流=6.98；标准值为 7.0； $6.98 \leq 7.0$ ，合理；

3.堵转转矩/额定转矩=3.46；标准值为 1.2； $3.46 \geq 1.2$ ，合理；

4.最大转矩/额定转矩=5.61；标准值为 2.0； $5.61 \geq 2.0$ ，合理；

5.满载效率 74.11% ；标准值为 74% ； $74.11 \geq 74\%$ ，合理；

6.定子绕组满载温升=29.2；标准值为 29.2； $29.2 \leq 80$ ，合理；

绕组绝缘电阻，冷态为 $500M\Omega$ ，热态为 $500M\Omega$ ；

绕组耐压试验 2320V；绕组匝间冲击耐电压

2200V；

满载功率因数=0.8391；标准值 ≥ 0.86 ，（允许误

差-0.233，计容差为 0.8367）小于标准值。^[8]

2.3 水泵试验项目^[9]

2.3.1 潜水电泵试验

潜水电泵性能试验数据见表 4。

Table 4. The Pumps performance in the experiment BQYX—3.0 Pumps Experiment data list

表 4. 潜水电泵性能试验 BQYX—3.0 水泵试验 记录单

参数 Parameter				
NO.	$H(m)$	$Q(m/s)$	$P_{2n}(kW)$	$\eta_p(\%)$
01	45	0	1.547	0
02	43.46	1.456	2.007	42.25
03	44.77	1.813	2.246	43.15
04	44.89	2.296	2.508	45.19
05	45.11	2.381	2.515	46.78
06	45.19	2.435	2.617	46.89
07	45.25	3.853	2.719	46.99
08	45.39	4.224	2.834	47.10
09	45.88	4.586	2.903	47.12
010	45.90	4.827	3.170	47.16

试验结果：电压为额定值时堵转电流 $I_{d1}=28.4(A)$ ；

电压为 170V 时堵转电流 $I_{d2}=6.93(A)$ ；

电压为额定值时堵转功率 $P_{d1}=25.250(kW)$ ；电压为 170V 时堵转功率 $P_{d2}=1.216(kW)$ ；

2.3.2 潜水电泵性能试验数据分析

试验数据分析：

1. 扬程 $H=45.08m$ ；标准扬程为 44m； $45.08 \geq 44$ ，合理；

2. 效率 $\eta_p=45.85\%$ ；标准效率为 46% ； $45.85\% \leq 46\%$ ，合理；

3. 流量 $Q=10.034(m^3/h)$ ；标准流量为 $10(m^3/h)$ ； $10.034 \geq 10$ ，合理。

试验数据分析结果得到^[10]，潜水电机及水泵性能完全可以适用矿井提水。

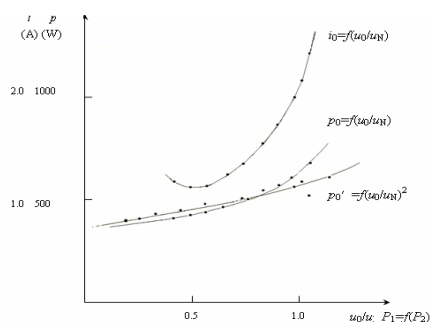


Figure 1. No-load characteristic curve

图1. 空载特性曲线

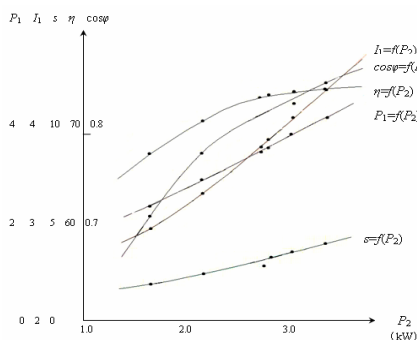


Figure 2. Load characteristic curve

图2. 负载特性曲线

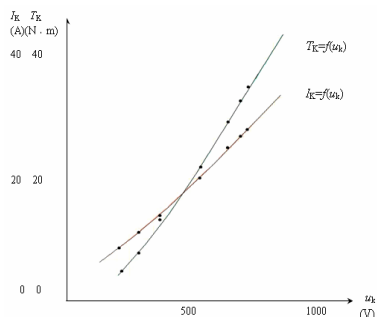


Figure 3. Block transfer characteristic curves

图3. 堵转特性曲线

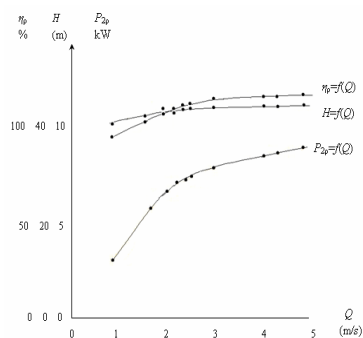


Figure 4. Pump performance curve

图4. 水泵性能曲线

3 试验数据曲线

根据第2.2节及第2.3节内容中实验数据绘制高压潜水电动机及电泵个各参量特性曲线；如图1为高压潜水电动机空载特性曲线；图2为高压潜水电动机负载特性曲线；图3为高压潜水电动机堵转特性曲线；图4潜水电泵性能曲线^[12]

4 潜水电动机及水泵性能分析

4.1 潜水电动机功率

深井抽水电动机属于连续负载工作制，只要选择连续工作制电动机，且使电动机的功率大于负载功率既可以，即 $P_N \geq (1.1 \sim 1.6P_Z)$ ； P_Z 为负载功率，由用户的技术条件给出。

4.2 潜水电动机起动能力

当电动机的功率选择确定后，电动机的电磁转矩按通过公式 $T_N = 9550 \frac{P_N}{n_N}$ 选择， n_N 为潜水电动机的额定转速。

校验最小起动转矩：假定电动机按全压起动，

$$T_{\min} = \frac{T_L K_s}{K_u^2} \text{ N} \cdot \text{m} ;$$

式中 $T_{\min}$ —为电动机的最小起动转矩；

T_L —为负载转矩；

K_s —为校验系数，取为1.25；

K_u —为校验系数，取为0.85；

4.3 潜水电动机过载能力校验

在试验数据分析内容中，已经得到最大转矩/额定转矩=5.61；标准值为2.0； $5.61 \geq 2.0$ ，潜水电动机的过载能力能够满足。

5 结语

通过现场试验，测量的数据合理，潜水电动机和电泵参数合理；性能良好，完全能够满足负载的要求。

References (参考文献)

- [1] PANChenglin Editor-in-Chief Manual small and medium-sized electric utility. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press. [M]. 2007. 4. P10.6~10.12.6潘成林主编 实用中小型电机手册. 上海: 上海科学技术出版社 [M].2007年4. P10.6~10.12.6.
- [2] LIUYingchun et al Sensor design and application of the principle [M]Changsha. National University of Defense Technology Press. The third edition P16~26 刘迎春等编.传感器原理设计与应用.长沙.国防科技大学出版社.第三版; P16~26.
- [3] ZFANGXinfang Editor-in-chief The basis of the motor and drag Beijing: China Electric Power Press[M].P150~161 张馨方主编 电动机及拖动基础.北京: 中国电力出版社[M].P150~161.

- [4] WANG Yi-Quan ZhANGBinghuo Edited by Beijing:Science Press[M].2004 年 1. P180~193 王益全 张炳火编著 电机测试技术. 北京: 科学出版社[M].2004 年 1. P180~193.
- [5] CAIJiang Editor-in-chief Experimental manual motor Beijing: China Electric Power Press[M] 1998 年 3. P296~311 才家刚主编 电机实验手册. 北京: 中国电力出版社[M]. 1998 年 3. P296~311.
- [6] GB/T1032 National Laboratory standard AC motor [S].1985GB/T1032 交流电动机国家实验标准[S].1985 年.
- [7] GB/T12785.2002 National standards for Submersible Motor GB/T12785.2002 年潜水电机国家标准.