

大型低扬程轴流泵的述评

阮复兴

许跃华

(广东省中山市水利局)

(无锡市水泵制造有限公司)

摘要:为解决中山市低扬程排涝问题,并为类似泵站设计提供参考,对适用低扬程工况的水力模型、装置形式、水泵结构形式等进行了分析和研究。

关键词:低扬程,水力模型,水泵结构,水泵装置

文献标识码:B **文章编号:**1005-6254(2002)02-0013-02

TV6

引言

中山市位于珠江三角洲南部,东临珠江口,西通江门市,南连珠海、澳门,北靠顺德。东西距45km,南北长66km,总面积1800km²。平原占全面积68%,丘陵山地占24%,河流占8%。境内河道纵横交错,遇到较大暴雨、外江水位较高时,向外排水就不能闸排,只能泵排。由于泵站容量不够,容易积水,造成内涝。1994年内涝造成的经济损失达4.217亿元。随着中山市工农业经济的飞速发展,区域性防洪要求也随之提高,由原50年一遇三天排完的标准提高到百年一遇24h排完。

1 泵站工况

中山市的防洪主要依靠中顺大围,内河水位高于外江水位时,可以用闸排,当外江水位高于内河水位时,用泵排。总集水面积709.36km²,干堤总长113.7km,围内人口90万,经济比较发达。已建泵闸外排总流量为2520m³/s,规划中新建泵闸总流量1700m³/s,其中100m³/s以上的大型泵站有6个,东河口泵站250m³/s已建成投入运行,其单机流量42m³/s,设计扬程2.4m,装机6台大型立式轴流泵。规划中新建泵站的特征扬程见表1。

2 水力模型研究

对于低扬程轴流泵(泵扬程不超过4.0m)目前国内可供选择的水力模型有一定的局限性,尤其是2m以下的泵站工况,水力模型就更少。从

规划中泵站的特征扬程来看,适用工况条件泵的比转速在1300以上,有的甚至达到1700。在国内已建大型低扬程泵站中,通常采用降低 $D \cdot n$ 值的方法,来解决低扬程工况问题。这是由于高比转速的水力模型,流量大,扬程低,水力损失占的比例较大,环量分布不均,导致模型的效率、汽蚀性能两项主要指标很难有所突破。目前国内老的 $n_s=1400$, $n_s=1600$ 两个水力模型,在中间机组(叶轮直径1.2m以下)中的使用效率不是令人十分满意,其主要问题是超功率,汽蚀严重,因此在大型泵(叶轮直径2.0m以上)中很难得到推广应用。现有低扬程水力模型参数见表2。

表 1

单位: 磅米

站名	设计流量 (m ³ /s)	外江特征水位			特征扬程	
		最高	最低	设计	最高	设计
全 桥	100-150	3.27		2.61	3.77	2.31
滨 涌	70-100	3.49		3.34	3.99	3.04
白花头	70-100	2.32	0.50	2.20	2.82	1.90
西河口(近期)	182	2.18		2.05	2.68	1.75
西河口(远期)	330	3.31		3.13	3.81	2.83

注:内河特征水位:最高为1.3,最低为-0.5,设计值为0.3。

表 2

模型号	流量 (m ³ /s)	扬程 (m)	效率 %	比转数 n_s	汽蚀比转数 C
14ZM-140	0.380	2.99	81.20	1438	1180
14ZM-160	0.370	2.52	80.80	1609	1120
ZMB931-130	0.356	3.25	83.09	1304	1274
350ZMB-3.4	0.440	3.40	82.50	1402	1350

注:以上模型叶轮直径均为300mm,转速1450r/min, $D \cdot n = 435$;表中上二为老模型,下二为新模型。

ZMB931-130模型已用于江苏望虞河泵站,9

台叶轮直径 2.5m 开敞轴流泵, 350ZMB-3.4 模型已用于中山东河水力枢纽工程, 6 台叶轮直径 3.2m 立式轴流泵, 以上两站都已降低 $D \cdot n$ 值使用, 望虞河 $D \cdot n$ 值为 375, 东河口为 368。国内其它大型低扬程泵站降低 $D \cdot n$ 值使用的还有: 浙江盐官 4 台叶轮直径 3.8m 斜 15° 轴流泵, $D \cdot n$ 值为 342; 太浦河 6 台叶轮直径 4.1m 斜 15° 轴流泵, $D \cdot n$ 值为 299.3; 等。

3 大型低扬程泵的装置形式

20 世纪 90 年代开始, 国内在大型低扬程轴流泵的装置形式上进行了研究和开发, 在装置形式上打破了传统, 到本世纪初, 已形成了系列化、规范化, 其典型的装置形式有开敞式、斜式两种。近 10 年来已建的典型泵站见表 3。

表 3

泵型	流量 L_m^3/s	扬程 (m)	装机台数	装置形式	泵站
2500ZLB20-2.4	20	2.4	9	开敞式	江苏望虞河
2500ZLB20-3	20	3.0	5	开敞式	江苏白屈港
3000ZLQ35-4	35	4.0	9	开敞式	江苏引江河
2000ZLB12.7-1.8	12.7	1.8	17	开敞式	浙江嘉兴
2500ZXB15-3	15	3.0	2	斜 30°	上海张家塘
2000ZXB15-2.8	15	2.8	3	斜 30°	江苏新夏港
3800ZXQ50-2.8	50	2.8	4	斜 15°	浙江盐官
4100ZXB50-1.8	50	1.8	6	斜 15°	上海太浦河

注: 叶轮直径 2m 以上的卧式低扬程轴流泵没有统计。

表中上 3 为双向运行, 第 4 为单向运行, 第 5 为直接联接, 下 3 为齿轮箱联接。

开敞式装置主要优点是: 结构简单, 安装维修方便, 泵房占地面积小, 电机与泵直接传动, 系统相对简单, 运行可靠性好。另外, 由于泵设置在密封层下面, 运行时泵房内环境噪音较低。缺点是: 泵房土建设计施工复杂, 尤其是实现双向运行的“x”形流道泵站; 开挖深度相对较大, 装置效率相对较低; 泵站的可观赏性不强。

斜式泵由于其良好的水力性能以及较低的开挖深度, 已在低扬程泵站中得到推广运用。同种水力模型斜式装置比立式装置效率高约 2.5% ~ 3.2%, 斜式泵的土建设计施工较开敞式泵简单, 底板的开挖深度可降低 0.1 ~ 0.2 倍的叶轮直径, 泵房宽敞明朗, 具有较好的观赏性。斜式泵由于承载面积大, 因此, 对底板的压力相对分散, 机组产生不均匀下沉的可能性相对要小一些, 尤其适用软土地基。其缺点是: 泵房的跨度大, 由于大型机组通常采用齿轮箱传动, 运行时泵房内环境噪音相对大一些, 另外, 影响机组可靠运行的关键部件——水导轴承, 在已建的泵站中其运行寿命尚达不到所期望的要求。

4 大型低扬程泵的结构形式

大型泵的结构形式主要是指叶片的调节方式, 无论是开敞式还是斜式轴流泵, 叶片的调节取决于泵站的工况条件, 对于 2m 以下工况, 扬程变化幅度不大的泵站, 通常采用半调节结构, 实际是不调节, 这种结构在水泵型号上通常用“B”来表示。其特点是结构简单, 安装维修方便。对于 2m 以上工况, 扬程变化幅度较大的泵站, 通常采用叶片全调节结构, 也就是在运行中可以调节叶片角度, 这种结构通常用“Q”来表示。其特点是可以根据工况的变化, 使泵运行在高效区, 同时可以降低过渡过程对电控设备以及电网的冲击, 但结构相对要复杂一些, 安装维修也相对有些不便。

5 结束语

大型低扬程轴流泵的运用是一门综合课题, 除本文谈及的问题外, 还有许多问题要研究。如流道内流态分析、压力场、环量分布等, 随着数模计算、数模加工叶片等技术的运用(太浦河泵站已运用该技术), 大型低扬程轴流泵已日趋完善。

Review on the Large Axial-Flow Pumps with Low Head

RUAN Fu-xin

XU Yue-hua

(Water Conservancy Department of Guangdong Zhongshan) (Wuxi Pump Manufactory Co. lim.)

Summary: In order to solve the question about drainage in low head, and provide references for pump station designing reference, the waterpower model, setting form and pump structure etc. Are analysed and studied.

Key words: Low head, Waterpower model, Pump structure, Setting form of pump