

我国大中型水泵及配套电动机产能分析评价

李 琪, 许建中, 李端明

(中国灌溉排水发展中心, 100054, 北京)

关键词: 泵站; 水泵; 电动机; 生产能力; 性能评价

中图分类号: TV675

文献标识码: B

文章编号: 1000-1123(2009)23-0022-04

泵站工程是重要的水利基础设施,承担着防洪、排涝、灌溉、供水等重要任务。新中国成立以来,我国机电排灌泵站工程取得了长足发展。但是,我国的泵站大多建于20世纪60—70年代。由于建设标准偏低,运行时间长,加之经费严重短缺,泵站设施和设备老化失修现象普遍存在,超期服役或带病运行问题相当严重,导致泵站运行故障多、能耗高、效率低,除涝、抗旱能力明显下降,并存在诸多安全隐患,亟待更新改造。为解决泵站特别是大型灌溉排水泵站老化失修、功能下降、效益衰减、管理体制不顺等突出问题,在中部四省大型排涝泵站更新改造后,2009年全国大型灌排泵站更新改造项目也已经启动。

泵站工程通常由水泵、电动机、辅助设备以及相应的配套建筑物组成,而水泵和电动机是其中的关键设备。为了保证我国大型灌排泵站更新改造工作的顺利实施,受水利部农村水利司委托,中国灌溉排水发展中心会同中国水利学会泵及泵站专业委员会,组织专家对15家大中型水泵和电动机生产企业的生产能力和产品技术性能等进行了典型调查,同时向全国约100家重点骨干水泵、电动

机生产企业发出产品技术性能调查表,并通过查阅相关资料、专家咨询等方式,收集了大量的国内外适用于机电灌排用的水泵、电动机产品技术性能资料。通过调查分析,初步掌握了国内重点骨干水泵、电动机生产企业适用于机电灌排水泵、电动机产品的生产能力及技术性能状况。

一、生产能力分析评价

总体而言,我国大中型水泵及配套电动机企业(含国外在华合资或独资企业)的生产能力和生产潜力,能够满足正在实施的灌排泵站更新改造。主要表现在以下六个方面:

a.多年来国民经济其他部门对泵及配套电动机的持续大量需求,使行业的整体生产能力大幅度提高,泵和电动机是典型的通用机电设备,用途遍及国民经济发展的各个主要部门和行业。由于各种原因,相当一段时期以来,除长江三角洲的江苏省和珠江三角洲的广东省等部分地区外,我国其他大部分地区的机电灌排泵站新建和更新改造项目相对较少,对水泵及配套电动机的需求量不大。但其他诸如电力、矿山、冶金、煤炭、石油、化工、城乡建设、环境保护、跨流域调

水(例如南水北调东线工程)等部门和行业,对泵及配套电动机的需求量逐年大幅度增长,为企业扩大生产规模、提高生产能力提供了契机和动力。虽然这些行业所需的泵及配套电动机产品与机电灌排泵站可能有所差异,但企业兴建的厂房、购置的生产设备和不断优化的加工工艺等,大多数可用于生产机电灌排泵站所需的水泵及配套电动机产品。

b.原有的国内老牌生产企业,仍然在行业中发挥着重要作用。随着国有企业体制改革的深入,除少数企业仍保持国有独资企业体制外,大多数原有的泵及配套电动机重点骨干企业的所有制形式、隶属关系、组织结构等都不同程度地发生了变化。企业重组或改制后,大多数企业的主要产品并没有改变,而企业资产得以重新组合,组织管理模式得以优化,生产能力在一定程度上得到提高,仍然在行业中发挥着重要作用,属于中坚力量。

c.国外企业大举挺进中国,对我国泵及配套电动机行业生产能力建设起到了强有力的推动作用。近些年来,受中国市场对泵及配套电动机需求量增加、生产成本低廉、行业综合基础较好等利好因素驱动,一批国外

收稿日期:2009-12-04

作者简介:李琪(1956—),男,副主任,教授级高级工程师。

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划——灌区大型泵站改造关键技术研究课题(2006BAD11B07)。

知名企业以各种不同方式相继进入我国,也将其先进的设计、生产技术和现代经营管理理念带入我国。另外,即使在国内泵站工程项目机电设备采购招标投标中,由于合资、独资企业的参与,实际上已不再是国内生产厂家之间的竞争,而是世界范围内的竞争。

d.国内民营企业的迅速崛起,为行业发展注入了新的强大动力。在最近不到十年的时间里,国内已经有一批民营企业从生产中小型水泵、电动机做起,逐步进入大中型水泵及配套电动机生产行列。目前,这些企业凭借较雄厚的经济实力、快速灵活的投资决策机制,兴建起高大的厂房和试验设施,购置了先进的大型生产设备,招聘了大批专业技术人员,成为行业中一股新生力量。除已经开始生产大中型水泵、电动机的民营企业外,浙沪闽地区一大批实力强大的中小型水泵、电动机民营企业,是不可小觑的大中型水泵及配套电动机潜在生产力量。虽然该类民营企业目前以生产中小型水泵、电动机为主,但凭借其多年来积累的经济实力和生产经验,加上快速灵活的投资决策机制,如果与目前尚陷于困境的一些国有大中型水泵、电动机生产企业实行某种形式的联合,短期内即可形成强大的生产能力。

e.较大的产品出口份额,使一批企业的生产能力得以提高。泵及配套电动机生产企业中,产品出口份额较大的企业包括三种类型:一是国外在华独资或合资企业。它们从建立的那一天起,营销目标就不仅仅是中国市场,而是全球市场。二是上面提到的浙沪闽地区的一大批中小型水泵及配套电动机生产企业。三是综合实力强、主导产品质量达到国际先进水平的国内企业。较大的产品出口份额,使这批企业具备了扩大生产能力的经济实力和动力。

f.原材料和外购配套件市场供应充足。同国民经济发展和人民生活所

需的其他绝大多数产品一样,生产大中型水泵、电动机所需的钢材、铜材、铸铁、塑料、橡胶等原材料,以及轴承、减速器、机械密封等外购配套件是绝对的买方市场,虽然价格可能会因各种各样的因素有所波动,但市场供应充足,为生产大中型水泵及其配套电动机提供了坚实的物资基础。

二、产品性能、质量对比分析评价

1.与 20 世纪 80 年代以前的产品性能、质量比较

(1)单级双吸离心泵

①主要改进和提高

a.规格型号增加,性能参数扩展。除原来型谱中规定的切割叶轮直径变型产品外,部分企业采用多次切割叶轮直径方式,使该类泵的性能参数扩展,使用范围扩大。从使用角度讲,泵的性能参数与泵站运行所需的参数越吻合,就越有可能运行在高效区范围内。因此,这样的改进不仅有利于企业降低制造成本,也有利于用户选择更适宜的产品,提高泵站运行效率。

b.叶轮采用钢板焊接成型技术,性能质量得以提高。某些企业采用钢板焊接离心泵叶轮,代替传统的铸造工艺,使叶轮表面粗糙度、抗泥沙磨损性能和水泵抗汽蚀性能大幅度提高,水泵效率也有所改善。

c.一部分小规格双吸泵由水平中开式改为悬臂式结构,技术经济指标得以提高,造价降低。有的企业将一部分小规格双吸泵(进水口直径和流量相对较小的泵)改为单吸悬臂式离心泵,不但结构简单、制造成本降低,效率也有所提高。一些小规格泵采用双吸方式,比转速偏小致使效率偏低,采用单吸方式后比转速位于离心泵高效范围内,效率随之提高。

②存在的主要问题

自 20 世纪 80 年代初对双吸泵进行全国联合设计以来,至今未对其水力性能进行全面系统的研究和改进,

即水力模型仍旧是原来的。因此,作为衡量泵自身节能指标的效率值总体上提高幅度不大。

(2)大中型轴(混)流泵

①主要改进和提高

a.泵的结构形式增加,有利于提高泵站运行效率,减少工程投资。通过自主研发、技术引进或合作生产,制造出斜轴式轴流泵(泵轴的安放角度有 15° 、 30° 和 45°)、竖井贯流泵、抽芯式斜流泵等新结构大型水泵,并在实际工程中成功应用;水泵和电动机之间加齿轮减速箱的机组也开始少量应用。斜轴泵使泵站进出水流道变直、变短,水力损失减小,提高泵站运行效率,并有利于减小泵房尺寸和土建投资。竖井贯流泵适用于大流量、超低扬程泵站。抽芯式斜流泵安装、维修方便,并有利于减小泵房尺寸、吊装设备荷载和泵站土建工程投资。

b.筛选出一批较优秀的轴流泵水力模型。为保证南水北调东线工程用泵的先进性,有关部门组织对全国近年来开发的轴流泵水力模型进行了同台对比测试。共有 27 个水力模型(名义比转速 550~1 600)参加同台测试,从中筛选出优秀水力模型 12 个,其中单向泵 10 个,双向泵 2 个;单向泵各种叶片安装角度下的平均效率为 83.27%~85.62%(其中 7 个模型的平均效率超过 85%),双向泵平均效率为 75.19%~75.30%。与我国原有的同类泵水力模型相比,效率提高约 2%,流量提高约 5%。

c.铸造工艺有所改善,机加工质量进一步提高。近年,大部分企业添置或更新了生产设备。除常规的大型车床、镗床、刨床和吊装设备外,一些企业还购置了数控车铣床、五轴联动数控加工中心、三坐标测量机、树脂砂造型铸造生产线等金属切削和铸造设备,生产能力和加工精度提高,为保证产品质量奠定了基础。叶轮表面精加工、轴颈硬质合金堆焊、机械密封、聚四氟乙烯水导轴承、轴承温

度实时监测装置等新技术、新工艺的应用,为提高泵的效率、可靠性等技术经济指标奠定了基础。

d.叶片安放角调节装置可靠性有所提高。叶片安放角调节装置的作用是根据泵站装置的变化(例如进出口水位变化),对大型轴(混)流泵的叶片安放角度进行适时调节,尽可能使泵的流量、扬程等参数符合泵站装置需求,并运行在高效区范围内。叶片安放角调节装置对泵站高效运行、节约能源具有重要意义。由于其结构较复杂,所以是大型轴(混)流泵的关键技术之一,也是泵站运行中的一个故障多发点。通过自主创新和技术引进,机械式和液压式两种叶片安放角调节装置的可靠性进一步提高,并在南水北调东线工程等重点工程中成功应用。

e.设计、研究手段提高。各企业在水泵设计中普遍采用CAD技术,并采用CFD技术对泵内流场进行分析及对泵效率、汽蚀性能等参数进行预测和评估,技术人员劳动强度降低,产品研究开发工作效率提高。

②存在的主要问题

a.水力模型研究总体水平仍比较落后,效率等指标的提高不具有普遍性。近十几年来,国内一直没有对轴(混)流泵水力模型进行全面系统的研究和改进。即使为南水北调东线工程选泵进行的水力模型同台测试,其中大多数优秀水力模型也是由国外在华独资或合资企业提供的,相当一部分国内企业仍然采用以前的水力模型。

b.齿轮减速器的应用普及率偏低。动力传动装置是泵站主机组中除了主水泵和主电动机以外的第三个重要机械装置。如果采用直联传动,在功率相同的条件下,配套电动机的转速越低体积就越大,不但电动机自身造价高,泵房尺寸及相应土建规模也随之加大。采用高速电动机加齿轮减速器传动方案,虽然增加了齿轮减速器,但电动机转速高、体积小、造价低,机组总投资基本持平或略有降

低。重要的是,单件设备的尺寸减小,重量降低,泵站总投资大幅度降低(在直联传动方案中,电动机的尺寸、重量通常最大,泵房的尺寸大小由其决定)。因此,国外(例如日本、荷兰、俄罗斯)的低扬程泵站大都采用高速电动机加齿轮减速器传动方案,而我国目前应用较少。

c.缺少实型泵与模型泵之间对应关系的全面系统研究。由于大中型泵站特别是轴(混)流泵站的流量、效率等性能参数很难在现场精确检测,所以评价大型轴(混)流泵优劣时主要依据其模型泵的测试结果。也就是说,人们常说的大中型水泵效率,实际上是模型泵效率;大中型泵站装置效率,实际上是模型装置效率。到目前为止,实型泵与模型泵之间的加工精度、表面粗糙度等具备怎样的对应关系,实型泵才能真正反映模型泵的性能水平,这个关键问题并没有得到很好解决。

(3)潜水轴(混)流泵

①主要改进和提高

a.水泵口径(流量)、配套功率和潜水电机电压等级达到国际先进水平。我国于20世纪80年代末开始研发大中型潜水轴(混)流泵,与国外知名企业基本上同步。目前,国内潜水轴(混)流泵最大出水口直径达1800mm、单机流量 $15\text{ m}^3/\text{s}$ 、电压等级10kV,达到或超过国际同期先进水平。

b.采用行星齿轮减速器,为潜水电泵向大型化发展开辟了新途径。潜水轴(混)流泵的特点是扬程低,因而需要配备低速潜水电机。但在功率一定的情况下,电动机的转速越低体积就越大,因此电动机的体积大小就成为潜水轴(混)流泵向大型化发展的重要制约因素。采用行星齿轮减速器后,潜水电机的体积大幅度减小,使潜水轴(混)流泵向大型化发展成为可能。

c.采用多种自动保护功能,运行可靠性提高。许多厂家采用机械密封过热、电动机内腔、油腔和接线腔泄漏保护及防结露等多种自动保护功

能,机组运行可靠性得以提高,并有利于实现泵站自动监测控制。

d.研制出移动式潜水泵站,扩大了潜水轴(混)流泵的应用领域。移动式泵站具有转移方便、机动灵活等优点,可以单独使用,也可作为固定式泵站的补充。如果配备足够数量的移动式泵站,就可花很少投资,全面提高现有固定式泵站的防洪排涝标准,因而具有广阔的推广应用前景。

②存在的主要问题

现有关于泵站设计、施工安装、运行管理的标准中,有关潜水轴(混)流泵站的内容偏少,不利于潜水轴(混)流泵的推广应用。

(4)配套电动机

①主要改进和提高

a.产品规格型号、结构形式齐全,能够满足配套需求。我国的大部分电机生产企业既可生产异步电动机,也可生产同步电动机;既有单速,也有双速和变速;既有380V低压,也有高达10kV的高压;既有常用的立式、卧式,也有专为斜轴式水泵研制的斜轴式;既有功率为数百千瓦的中型电动机,也有高达1万kW以上的大功率电动机。无论是规格型号还是结构形式完全可以满足大中型水泵配套需求。

b.产品性能质量有所提高。近年来,许多生产企业广泛采用计算机辅助设计、定子线圈真空整体浸渍处理、树脂砂成型铸造、钢片自动冲剪生产线、二氧化碳气体保护焊、氧化皮喷丸处理、恒温模压机、弹性金属塑料推力轴瓦等一系列新技术、新材料、新设备、新工艺,产品的效率、功率因数、启动转矩,以及机械性能、绝缘性能、外观质量和运行可靠性等都有所提高。

c.企业可按泵站原有的土建配合尺寸定做新型电动机。在泵站更新改造项目中,新更换的电动机安装尺寸是否与泵站的原有土建尺寸吻合,是经常遇到的技术难题。许多电机生产企业承诺可根据泵站原有的土建配合尺寸定做新型电动机,为大规模的

机电灌排泵站更新改造提供了便利。

②存在的主要问题

大中型水泵配套电动机存在的主要问题是,部分知名生产企业对排灌泵站更新改造项目热情不高。其原因是与其他部门和行业相比,排灌泵站配套电动机的价格明显偏低。如果企业仍按给其他部门供货所采用的原材料、加工工艺等生产电动机,企业可能就无利可图;如果按低质低价生产供货,又有损企业声誉。

2.与国外同类产品性能、质量比较

(1)产品种类、规格型号、结构形式不比国外少

水泵方面,除常规的双吸离心泵、立式和卧式轴(混)流泵外,近年生产并在工程项目中成功应用了斜轴式轴(混)流泵、“抽芯式”轴(混)流泵、贯流泵、潜水轴(混)流泵等。可以说,国外已有的适用于大中型机电灌排泵站的水泵及配套电动机,国内都能够生产。

(2)主要企业的大部分产品主要性能指标达到国外先进水平

从产品性能质量水平的视角考虑,可将生产企业划分为三种类型:一是国外知名企业在华建立的独资或合资企业,其产品原本就具有国际先进水平。二是实力强大、长期与国外知名企业合作生产或引进关键技

术的国内企业,其产品总体上达到,甚至某些指标超过了国际先进水平。三是一些国内新兴或近期进行了产权改革的企业,这类企业为数众多,其总体技术水平及产品性能质量距国际先进水平尚有一定差距,但这些企业的优势一是决策机制灵活,二是对大中型机电灌排泵站更新改造项目积极性高,因而产品质量可望在近期内赶上国际先进水平。

(3)主要企业的生产设备、加工工艺接近国际先进水平

如前所述,在水泵生产中,许多企业采用铸件树脂砂造型工艺、大泵叶轮表面精加工、轴颈硬质合金堆焊技术等;在电动机生产中,许多企业采用铸件树脂砂造型工艺、定子线圈真空整体浸渍处理、钢片自动冲剪生产线、二氧化碳气体保护焊、氧化皮喷丸处理等。这些生产设备和加工工艺已经达到或接近国际先进水平。

(4)产品可靠性是国内企业的软肋
国内泵站工程项目设备采购时,用户舍国产水泵(不含国外在华独资或合资企业产品)不用而选择进口产品,以及国内企业大中型水泵出口批量仍然较小的主要原因,是国内产品的可靠性较差。而可靠性差的主要原因通常又不在于叶轮、泵体、泵轴等主要零部件,而是由轴承、密封装置、保护装

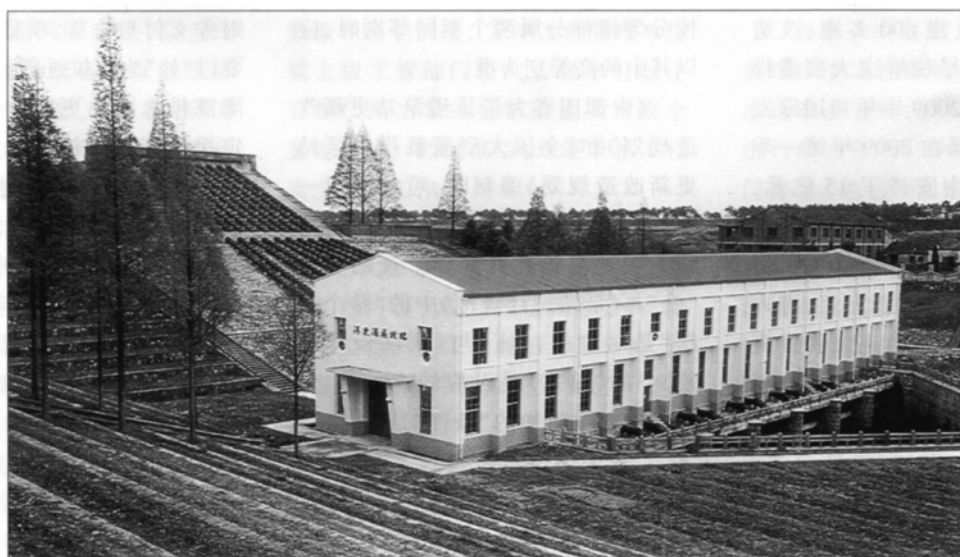
置(例如潜水泵中的过热保护)等配套件的质量问题引起的。另外,部分企业生产的大型轴(混)流泵叶片安放角全调节装置目前仍不过关。

(5)电动机产品与国外知名企业的产品仍有差距

我国电动机产品与国外知名企业的产品在性能、质量等方面相比较,仍存在一定的差距,主要表现为:国外产品绝缘材料质量好,耐压等级高,可靠性高;进口磁性材料的导磁性能更高;进口轴承性能好,寿命长;国外电机效率高,噪声低,振动小,其他性能指标也优于国内产品;国外电动机体积小,运行更稳定;国外电动机设计和制造工艺精细,品质要求高,关键部位细节非常重视,严格按照工艺要求加工;国外电动机设计(包括合资企业)的电动机制造成本高,因此售价也高,使用寿命长。

通过对比分析可以看出,20多年来,我国大中型水泵及配套电动机行业取得了长足的发展和进步,与国际先进水平的差距不断缩小,但也存在一些不容忽视的问题。要进一步提高我国大中型灌排泵站用水泵及配套电动机产品的技术性能,还需政府、企业和项目单位的共同努力。 ■

责任编辑 邓淑珍



江苏淳东灌区