

## 从国际小水电投标中 看我国机电设备生产的差距

钟凤英 周雨农

(四川省水利水电勘测设计院)

我院于1985年参加了国际小水电招标的投标工作，从马来西亚的三批工程投标中，看到了国外小水电发展的一些趋势，也看出了我们的差距。本文略加总结，对关心这方面工作的同志，可能会有一定的参考作用。

**1. 机型选择** 马来西亚规划有82个小水电站，第四个五年计划期间拟实现20个电站。1985年获得亚洲开发银行贷款后，已发出三批招标书。

这三批电站的水头为29~140米，流量为0.4~1.4米<sup>3</sup>/秒，出力200~800千瓦，都要求一个电站一台机组，且只要冲击式或双击式水轮机。他们根据已投产的一批试验电站，总结出冲击式水轮机投资最省，技术也最简单，水工结构设计可以标准化，软基上亦可修建。因此，厂房可以靠近河岸，缩短尾水渠。他们估计500千瓦以下的电站，机电设备投资每千瓦仅需200~300美元；11千伏线路投资每公里需40000马来西亚元(M\$)，每户配电费1000M\$（折美元313元）。

标书要求水轮机效率达80~86%，但我国现有的斜击式水轮机效率只有81%，双击式仅79%；转轮直径最大要求达0.65米，而我国现有的转轮直径斜击式最大为0.6米，双击式为0.42米，出力在800千瓦以下。目前四川洪雅农机厂已经小批量生产上述品种的水轮机，如XJ-35、40、50、60与SX-30、42。天津电器传动研究所已研制出高效率SX式模型转子，效率可达83.5%，不日即可投产。

国际上，日本与西德都有完整的双击式水轮机系列，效率在83%左右。西德的奥森别尔格双击式水轮机是申请了专利的，转轮直径达0.8米，装机达1000千瓦。

**2. 调速器** 招标书都要求调速器能自动并带有油压装置，以便无电时关机。我国YTT型调速器适于推荐。由于招标一方要求根据上游水位能灵活调节机组出力，以控制来多少水，发多少电，这样就需要大功率的负荷调节器，而我国仅有100千瓦以下的负荷调节器。

**3. 进水阀** 一般要求供给重锤阀，能自重关闭。我国温州阀门厂有工作压力为10公斤/厘米<sup>2</sup>、直径为400、500、600、800几种规格，但工作压力大于10公斤/厘米<sup>2</sup>的还没有，可望发展这种既可靠又价廉的重锤阀。

**4. 自动化元件** 一般电站都要求进水口设水位讯号器，以控制调速器去限制出力，避免水位下降而降低效率，减少总发电量。马来西亚很重视水位讯号器，200千瓦机组也要求配置，它的确是能提高电厂收益的重要手段。外方要求自整角机式、浮球式、量程1.5米左右的水位讯号器，目前国内一般量程仅有10米以上或半米以下的。

5. **发电机** 一般要求无刷励磁、异步电机，以降低造价（可减少10~20%），电压为415伏。我国重庆电机厂已能生产800千瓦以下无刷励磁同步发电机，效率达92~93%。但是，异步电机却只有100千瓦以下品种，不能满足国外需要。有一电站要求同步发电机，有的外商（如西德）对小型电站采用同步发电机感到惊奇，可见国外小型电站已较多采用异步电机。

6. **小水电经济性是首要指标** 招标国家首先考虑总价是否最低，否则不可能中标。这就要求不仅机电设备价格便宜，还要求土建工程最简单、节省。投标费用除主机价格外，还要考虑进口税，中间商收入、运费、保险费、安装监督费、设计费、成套费、试运行费、外贸单位利润等等。因此，在总价外还需加40~50%，主机价格能否中标成为主要因素，应使其价格不超过国内产品的150~200%，投标才有意义。美国投标者曾推荐一中标可能性的估价公式：

$$P = 12000 \times \frac{N^{0.67}}{H^{0.33}} \quad (\text{美元})$$

式中 N——出力，单位千瓦；

H——设计水头（米）；

P——价格（美元）。

P所包括的供应范围是以下八大件：水轮机、发电机、调速器、自动化元件、励磁机，控制屏、进口阀，备品备件。其中还包括了安装与到达对方指定港口的运输费。

我国小水电产品能否进入国际市场，取决于产品品种与价格上是否具有竞争能力。

7. **设备的技术要求** 一般要求按IEC或NEMA标准作各种材料试验及试运转测试出力、效率、甩负荷试验等。飞逸转速一般要求1.8倍额定转速值，而且飞逸允许时间为30分钟，对我国小型水电设备的制造厂提出了新的要求。较大的机组甚至要求20小时的允许飞逸时间。对转速上升β值要求小于30%，压力上升值 $\zeta < 20\%$ ，这对长管道状况就需增加飞轮转矩。

8. **机组台数** 所有招标电站都要求一台机，以求最优的经济指标，按保证出力90%来定装机。我国由于水轮发电机组品种的限制，通常为凑合已有机型而安装2~6台机，这是极不合理的现象。小水电一般装机两台以内为佳，总装机容量为二倍保证出力的90%为宜。

总之，亚洲小水电将有更大的发展，如果要进入亚洲市场，尚需在制造业上多花费些精力，扩大品种范围，促进冲击式水轮机发展，降低成本，解决负荷调节器及重锤阀的设计制造问题，以适应买方的需要，也推动我国小水电设备的发展。