

BW(BWT)系列高压注浆泵的研究

廖锦初

高压喷射注浆技术在铁路、公路、水电、矿山、港口、机场和高层建筑等地基加固、边坡护理、水库大坝防渗堵漏等施工中的应用越来越广泛，而高压注浆泵是主要关键设备。我厂于1990年开始调研和收集有关资料，1996年2月正式报请中地装备工程集团新产品开发立项，并列入地质矿产部“1996年地质科技发展计划”。

1 BW(BWT)系列高压注浆泵主要性能参数

BW(BWT)系列高压注浆泵主要性能参数见表1。

表1 BW(BWT)系列高压注浆泵(部分)主要性能参数

型号		BW180/14				BWT150/15		BWT120/30		BW120/32		BWT100/30		BWT70/50	
型式		卧式三缸单作用往复柱塞泵													
行程/mm		110				110		120		120		130		130	
缸径/mm		60				55		40		40		45		36	
泵速/min ⁻¹		203	178	156	136	201 ~ 67		278 ~ 93	183 ~ 61	278	183	170 ~ 57		185 ~ 84	
流量/(L·min ⁻¹)		180	160	140	120	150 ~ 50		120 ~ 40	80 ~ 27	120	80	100 ~ 33		70 ~ 32	
压力/MPa		9	10	12	14	15		20	30	21	32		30		50
泵输入速度/(r·min ⁻¹)		622				704 ~ 235		684 ~ 228		684		544 ~ 181		592 ~ 269	
泵皮带轮节径/mm		510				400		510		510		460		400	
电机型号		Y225S4				YCT3354A		YCT3354A		Y250M4		YCT3354B		YCT3354C	
电机功率/kW		37				55		55		55		75		90	
电机转速/(r·min ⁻¹)		1480				1320 ~ 440		1320 ~ 440		1480		1320 ~ 440		1320 ~ 600	
进水管径/mm		64				64		51		51		51		51	
排水管径/mm		25				25		19		19		19		16	
质量/kg	泵	650				600		650		650		800		800	
	泵组	1050				2150		2200		1100		2600		2650	

注：BW型为2挡或4挡机械变速变量泵，BWT型为无级变速变量泵。

2 结构特点

(1)采用卧式三缸单作用往复柱塞泵型式，结构紧凑，体积小，质量轻，易损件少，流量压力波动小（比双缸双作用泵减少60%左右）。

(2)进排水阀采用不锈钢或工程陶瓷球阀，适用于输送含磨砾性高浓度、碱性水泥浆，成直通式布局，余隙容积小，容积效率高，流道畅通，避免水泥浆液在泵内凝固堵塞喷嘴。

(3)为避免柱塞和密封圈在高压往复运动时产生高温过热，采用一离心水泵泵送循环冷却液强制冷却。

(4)BW180/14型泵采用4挡变速变量，BW120/32型泵采用2挡变速变量，其它BWT系列泵均采用无级调速电机实现无级变速变量。流量调节范围广，确保泵压恒定，使桩径大小符合工程设计要求，又能节约水泥材料，降低工程成本。

(5)曲轴采用优质钢锻造空心组装式结构，既方便制造，又能确保强度和减轻旋转惯性质量，减少泵体振动。

(6)由于闭式泵体的曲轴轴承孔为整圆，它比开式泵体刚性好，易于保证各加工面的形状和位置公差，而且零件数目少。所以我们采用闭式泵体(泵压15 MPa以下的3种泵型仍采用开式泵体)。

(7)连杆大头除BW120/32和BWT120/30两种泵型采用双列向心液柱轴承外，其它8种泵型均采用适合高速高压的薄壁滑动轴瓦。

(8)采用双重润滑系统新结构。即对于齿轮、十字头及其滑套、滚动轴承等的润滑采用飞溅重力自流润滑，而对于曲轴颈与连杆瓦间的润滑采用转子式油泵强制润滑，有利于形成油膜，提高连杆瓦承载能力，延长其使用寿命。

(9)采用双保险拉杆密封结构，阻止液力端浆液窜入曲轴箱(泵体)和防止曲轴箱内润滑油外泄。拉杆密封采用双向多道J型密封圈，可以确保曲轴箱内润滑油清洁，提高运动件的使用寿命。

(10)采用窄V带传动新型式，传动效率提高2%~5%，而且尺寸小，胶带根数少，因而使皮带轮结构尺寸和传动空间缩小。

(11)采用新材料、新工艺，提高易损件使用寿命。

连杆瓦采用SF1复合材料制造，它是以钢背为基体，烧结铜网为中间层，以经过增强改性的塑料聚四氟乙烯(PTFE)为表层的3层复合材料，具有特殊的自润滑性和消振、息音、不咬轴、不抱轴等特性。

柱塞采用双金属层，即以40Cr钢为基体，经调质处理后在表层喷镀0.4~0.5 mm硬质合金层，具有高的耐磨、耐温、耐压性。

柱塞座采用聚甲醛(POM)制造，具有较好的硬度和刚度，耐疲劳性好，吸水率低，尺寸稳定性高，耐磨，能在-40~+110℃温度范围内使用，综合性能高于尼龙(PA)。

密封圈:泵压30 MPa以下采用V型夹布特种橡胶；泵压40 MPa以上采用TB21车氏组合密封，其工作条件：压力可达100 MPa，温度-55~250℃，线速度达6 m/s，耐腐蚀。

窄V带的强力层材料为高强度的涤纶绳心，传动效率高，传动功率大，故皮带根数可减少，因而传动空间小，寿命长。

3 研究成

1996年6月中旬完成BW120/32型高压注浆泵图纸设计，于当年11月底完成样机试

制，随后进行调试和改进。至1997年2月底，按照GB11795-89《地质钻探用往复式泥浆泵试验方法》完成了厂内考核试验工作。测试结果主要性能超过GB11794-89《地质钻探用往复式泥浆泵技术条件》优等品指标，并达到80年代国际先进水平。样机于1997年4月10日～7月2日在河南省永城县陈四煤矿进行厂房地基加固单管旋喷施工，共完成77根桩，桩径600～700 mm，孔深12 m，桩深10 m，2～25 MPa（额定流量80 L/min）。用户认为该泵能适应单管旋喷施工要求，但仅有2挡变速变量不够，为了使桩径大小符合设计要求，必须要泵压恒定，所以要求能无级变速变量。

根据用户意见，在BW120/32型基础上于1997年4月底完成BWT120/30型高压注浆泵（无级变速变量）试制，经调试改进后，在郑州某栋9层大楼，打桩52根，桩径600～700 mm，桩长9 m。

通过生产试验，用户认为2种泵均能满足单管高压旋喷施工要求，性能可靠，结构紧凑，体积小，质量轻，操作方便且安全，流量压力稳定。BWT120/30型高压注浆泵能实现无级变速变量，虽总质量比BW120/32型重1倍，价格高2万多元，但更受用户欢迎。

1997年12月22日，原地矿部组织的专家会议认真评审，一致认为该2种泵的研制是成功的，主要技术性能指标均达到设计任务书要求，特别是BWT120/30型高压注浆泵采用无级调速电机实现无级变量，在国内是首创，填补了国内空白，一致同意通过鉴定，并建议批量投产。

作者简介：廖锦初：男，1936年生，原地矿部衡阳探矿机械厂高级工程师，国家有突出贡献专家；1961年毕业于华中理工大学机械系；长期从事探矿机械研究工作，曾任衡阳探矿机械厂产品开发研究所所长，主任工程师。地址：421002 湖南省衡阳市江东区。电话：0734-8320032。

收稿日期：1998-06-11