

ICS 27.140  
K 55  
备案号：65951—2019

**NB**

# 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10078—2018

---

## 水轮机进水球阀选用、试验及验收规范

Specification for selection, testing  
and acceptance of spherical inlet valves for hydraulic turbine

2018—10—29 发布

2019—03—01 实施

---

国家能源局 发 布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 进水球阀系统组成 ..... 2

5 技术要求与保证 ..... 4

6 检验、试验及验收 ..... 9

7 供货范围与备品备件、专用工具..... 10

8 图纸与资料..... 10

9 铭牌、包装、运输及保管..... 11

附录 A（规范性附录） 进水球阀工厂试验 ..... 13

附录 B（资料性附录） 进水球阀现场试验 ..... 16

附录 C（资料性附录） 常规备品备件及专用工具 ..... 18

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业水电水力机械标准化技术委员会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京市西城区六铺炕北小街2号，邮编：100120）。

本标准起草单位：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司、哈尔滨电机厂有限责任公司、中阀科技（长沙）阀门有限公司、湖南普林斯流体设备制造有限公司。

本标准主要起草人：张强、郑建兴、黄梅、伍志军、高洪军、童成彪、聂晓春。

# 水轮机进水球阀选用、试验及验收规范

## 1 范围

本标准规定了水轮机/水泵水轮机进水球阀（以下简称进水球阀）系统组成，技术要求与保证，检验、试验及验收，供货范围与备品备件、专用工具，图纸与资料，铭牌、包装、运输及保管等方面的基本要求。

本标准适用于最大静水头大于或等于 200m、公称直径 500mm~4500mm 的进水球阀。  
进水球阀的设计、制造应满足本标准的规定。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 150.3 压力容器 第 3 部分：设计  
GB/T 150.4 压力容器 第 4 部分：制造、检验和验收  
GB/T 191 包装储运图示标志  
GB/T 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值  
GB/T 3505 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数  
GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求  
GB/T 4208 外壳防护等级 (IP 代码)  
GB/T 4892 硬质直方体运输包装尺寸系列  
GB/T 6388 运输包装收发货标志  
GB/T 7935 液压元件 通用技术条件  
GB/T 8564 水轮发电机组安装技术规范  
GB/T 8923 (所有部分) 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定  
GB/T 9652.1 水轮机控制系统技术条件  
GB/T 9652.2 水轮机控制系统试验  
GB/T 11805 水轮发电机组自动化元件(装置)及其系统基本技术条件  
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件  
DL/T 619 水电厂自动化元件(装置)及其系统运行维护与检修试验规程  
JB/T 7927 阀门铸钢件外观质量要求  
JB/T 10205 液压缸

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**进水球阀公称直径** nominal diameter of spherical inlet valve

*D*



进水球阀与上、下游压力引水管法兰相连处阀体的通流内径，单位为毫米（mm）。

注：若两侧内径不相同，则取小值。

### 3.2

**最大静水头 maximum hydrostatic head**

$H_{st}$

进水球阀关闭后，进水球阀水平中心线至上游最高水位所形成的水柱高，单位为米（m）。

### 3.3

**最大静水压力 maximum hydrostatic pressure**

$P_c$

进水球阀关闭后，进水球阀水平中心线至上游最高水位所形成的水压，单位为兆帕（MPa）。

### 3.4

**最高瞬态压力 maximum momentary pressure**

$P_{m\ max}$

过渡过程中，进水球阀水平中心线处所产生的最高表计压力，单位为兆帕（MPa）。

### 3.5

**调节保证设计值 design pressure of regulation guarantee**

$P_{rgd}$

过渡过程计算中，进水球阀水平中心线处最高瞬态压力在考虑计算误差和压力脉动之后的最高压力值，单位为兆帕（MPa）。

### 3.6

**设计压力 design pressure**

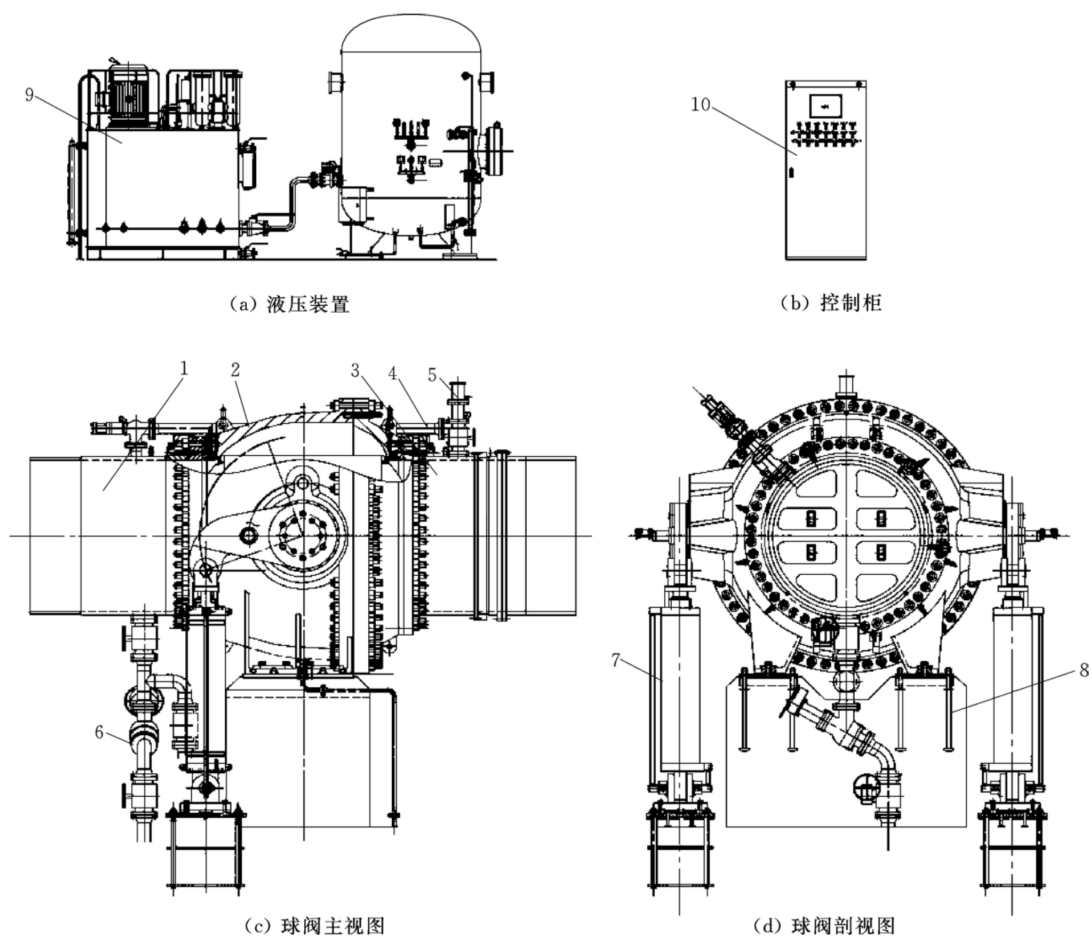
$P_d$

用于进水球阀过流部件强度设计的压力，单位为兆帕（MPa）。

## 4 进水球阀系统组成

### 4.1 构成及结构型式

**4.1.1** 进水球阀系统一般由阀门本体、操作机构、液压装置、自动控制系统及附属设备组成。阀门本体包括阀体、活门、阀轴、轴承和密封装置等；附属设备包括连接管、伸缩节、检修阀、旁通系统、空气阀、排水装置和基础埋件。进水球阀系统组成示意图见图 1。



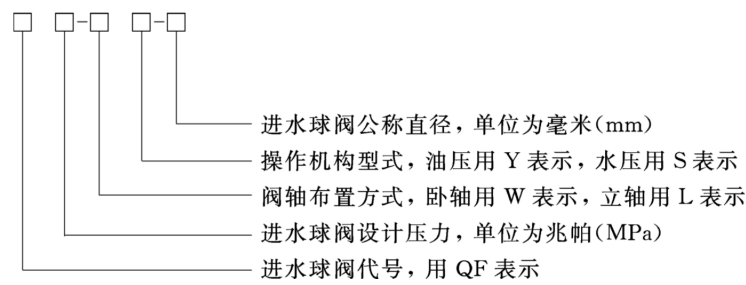
1—连接管；2—阀门本体；3—伸缩节；4—旁通系统；5—空气阀；6—排水装置；  
7—操作机构；8—基础埋件；9—液压装置；10—控制柜

图1 进水球阀系统组成示意图

- 4.1.2 进水球阀宜采用卧轴布置。
- 4.1.3 进水球阀开启应采用液压操作，关闭可采用液压操作、重锤操作或重锤液压联合操作。
- 4.1.4 进水球阀可根据结构尺寸和操作功配置双接力器或单接力器结构。
- 4.1.5 进水球阀应为双密封结构，检修密封应布置于上游侧，工作密封应布置于下游侧。

4.2 型号

进水球阀的型号由下列单元组成：



## 5 技术要求与保证

### 5.1 基本要求

- 5.1.1 进水球阀的选型和布置应考虑输水系统及厂房布置要求、水轮发电机组和调速器的相互关系。
- 5.1.2 进水球阀公称直径宜与蜗壳（配水环管）进口直径相同，如公称直径与蜗壳进口直径不一致时，应进行技术经济比较。
- 5.1.3 进水球阀应有足够的强度和刚度，应能传递和承受沿压力钢管方向的最大作用力和极端工况下的水压力。进水球阀设计压力不应低于调节保证设计值。
- 5.1.4 机组正常停机或检修时，进水球阀应能可靠地关闭。
- 5.1.5 机组在任何运行工况下，进水球阀应能安全可靠动水关闭。
- 5.1.6 进水球阀的活门工作状态应处于全开或全关位置，不作流量调节用。
- 5.1.7 在阀门两侧压力差不大于最大静水头的 30% 时，进水球阀应能正常开启，不产生有害振动。
- 5.1.8 进水球阀应设置表示活门位置的指示机构和保证活门在全开和全关位置的限位装置。
- 5.1.9 进水球阀结构应能在不拆开阀体的情况下更换工作密封、检修密封、轴颈密封及阀轴轴瓦。
- 5.1.10 进水球阀在全关位置应设置可靠的自动液压锁锭装置，在全开位置不宜设置自动液压锁锭装置，全开与全关位置应设置检修用的手动机械锁锭装置，能承受误操作时接力器的作用力。进水球阀检修密封应设置可靠的锁锭装置。
- 5.1.11 进水球阀宜设置旁通阀，旁通阀的公称直径不宜小于进水球阀公称直径的 10%。旁通阀宜采用针型阀，针型阀的密封座应采用可拆卸易更换的结构。旁通阀前应设置不锈钢检修阀。对跨过压力钢管伸缩节的旁通管路，应设置旁通伸缩节，或具有移动补偿功能的其他结构。旁通管路应可靠固定。
- 5.1.12 进水球阀应设置空气阀或其他类型的排气和补气装置，以满足进水球阀启闭时自动排气或补气的要求。空气阀公称直径不宜小于进水球阀公称直径的 5%。空气阀主密封宜采用不锈钢金属密封，密封座应采用可拆卸易更换的结构。空气阀应布置在进水球阀阀体下游连接管上，并应在空气阀前设置不锈钢检修阀。
- 5.1.13 进水球阀底部应设置排水阀及管路接口。
- 5.1.14 进水球阀应设置装拆方便的伸缩节，伸缩节宜布置在下游侧。
- 5.1.15 进水球阀底座应允许在基础板上沿压力钢管方向少量位移，最大允许位移量应按进水球阀关闭时的最大水推力等引起的阀体轴向移动计算确定，基础板滑动面间应有防锈措施。
- 5.1.16 进水球阀的开启和关闭时间宜在 40s~180s 范围内可调。
- 5.1.17 进水球阀在开启或关闭的过程中，各部件应动作灵活，功能可靠，位置准确，无任何卡阻。
- 5.1.18 进水球阀的密封结构应满足如下要求：
- 进水球阀的移动密封环可 adopt 水压操作或油压操作；当采用水压操作时，宜从进水球阀上游连接管或上游压力钢管引取压力水，经过滤处理后使用，并应考虑密封腔顶部排气和底部排污等措施；当采用油压操作时，应考虑油水混合排污措施。全套设备、阀件及管路应随进水球阀提供。
  - 在工作密封和检修密封之间的阀体顶部应设置排气阀。
  - 检修密封应设置机械锁锭装置，并应在检修密封的操作压力消失后，仍能保证检修密封的密封性能。
- 5.1.19 进水球阀至少应设置下列信号：

- a) 进水球阀全开和全关位置信号；
- b) 锁锭投入和拔出信号；
- c) 旁通阀的全开和全关位置信号；
- d) 进水球阀上、下游压力差的差压信号；
- e) 工作密封、检修密封移动密封环投入与退出位置信号；
- f) 液压系统压力信号、过滤器堵塞报警信号。

**5.1.20** 进水球阀所有零部件表面粗糙度  $R_a$  应符合 GB/T 1031、GB/T 3505 的要求，且不超过表 1 中所列的数值。

**表 1 进水球阀零部件表面粗糙度**

单位为微米

部 件	部 位	粗 糙 度
固定接触表面	要求紧配合的	3.2
	不要求紧配合的	6.3
滑动接触面		1.6
轴承接触表面		0.8
其他机械加工表面		12.5
阀体	与移动密封环密封接触滑动表面	0.8
活门	过流表面	12.5
阀轴	与轴承及密封接触表面	0.8
移动密封环	密封面	0.8
固定密封环	密封面	0.8
接力器	接力器缸内孔	0.4
	接力器活塞杆	0.4

## 5.2 结构与材料

### 5.2.1 阀体

**5.2.1.1** 阀体可采用钢板焊接或铸焊结构，应具有足够的强度和刚度。阀体应带有连接上游连接管和下游连接管的法兰。

**5.2.1.2** 阀体应有一个整体的支撑底座，能把全部垂直载荷、所承受的水平载荷及接力器在开、关阀过程中产生的力矩等安全地传递到混凝土基础上。

**5.2.1.3** 阀体应设置可拆式轴承座。

**5.2.1.4** 阀体可采用分瓣形式或整体形式，当采用分瓣形式时，分瓣面宜避开检修密封、工作密封及阀轴密封位置。

### 5.2.2 活门

**5.2.2.1** 活门可采用钢板焊接或铸焊结构。

**5.2.2.2** 活门流道应平整光滑，表面粗糙度不超过表 1 中所列的数值。

### 5.2.3 阀轴和轴套

**5.2.3.1** 阀轴与活门可采用螺栓连接、焊接或整体铸造等方式。

- 5.2.3.2 阀轴密封结构应可靠并具有防泥沙功能。
- 5.2.3.3 在不拆卸阀轴的情况下，应能更换轴颈密封填料。
- 5.2.3.4 轴套采用自润滑轴套且能承受阀轴处传递的最大载荷。
- 5.2.3.5 轴封结构应保证阀轴正常转动而不产生擦痕或有害变形，不发生阀轴抱死现象。

#### 5.2.4 密封副

- 5.2.4.1 工作与检修密封副应采用金属硬密封结构。密封环和密封座之间的材料硬度应进行合理匹配，保证密封环和密封座表面不应出现凹陷压痕。
- 5.2.4.2 活门固定密封环与活门的连接应保证进水球阀在使用过程中不发生松动和泄漏。

#### 5.2.5 材料

- 5.2.5.1 材料应具有化学成分和力学性能的检验报告及符合相应材料最新标准的质量合格证明书。
- 5.2.5.2 阀门铸钢件的外观质量应符合 JB/T 7927 的规定，表面应无砂眼、夹渣、气孔、缩松等缺陷。
- 5.2.5.3 进水球阀阀轴与轴承、阀轴与轴颈密封、阀体与密封环等接触面及滑动面均应采取防锈措施。
- 5.2.5.4 进水球阀密封副的金属密封表面应采用抗空蚀材料。
- 5.2.5.5 橡胶密封圈应采用优质耐磨橡胶制造，各法兰面密封圈的设计应考虑阀体水压试验工况，各密封圈宜为整条结构。
- 5.2.5.6 进水球阀与油类接触的密封应采用耐油材料。
- 5.2.5.7 对于多泥沙河流水电站，进水球阀过流面应采取抗泥沙磨损的措施。

#### 5.2.6 工作应力和安全系数

- 5.2.6.1 进水球阀结构设计中应进行安全性能分析，对承受交变应力、振动或冲击力的零部件，在所有预期的工况下，设计时应进行刚强度和疲劳强度分析计算。
- 5.2.6.2 所有部件的工作应力不得超过规定的许用应力。其中设计压力下采用经典公式计算应力不大于表 2 规定的许用应力，试验压力下采用经典公式计算应力不大于材料屈服极限的 2/3。

表 2 部件的许用应力

材 料 名 称	许 用 应 力	
	拉应力	压应力
碳素铸钢和合金铸钢	U. T. S/5 且 Y. S/3	U. T. S/5 且 Y. S/3
碳钢锻件	Y. S/3	Y. S/3
合金钢锻件	U. T. S/5 且 Y. S/3	U. T. S/5 且 Y. S/3
主要受力部件的碳素钢板	U. T. S/4	U. T. S/4
高强度钢板 ( $s_b \geq 540\text{MPa}$ )	Y. S/3	Y. S/3
其他材料	U. T. S/5 且 Y. S/3	U. T. S/5 且 Y. S/3
注：U. T. S 为强度极限，Y. S 为屈服强度。		

- 5.2.6.3 对于承受剪切和扭转力矩的零部件，最大剪应力不得超过许用拉应力的 70%，但其中进水球阀枢轴的最大剪应力不得超过许用拉应力的 60%，最大综合应力不超过许用应力。
- 5.2.6.4 当螺栓要求有预应力时，在施加预紧力时螺栓的应力不得超过材料屈服强度的 80%。
- 5.2.6.5 由有限元方法得到的应力分析，应给出应力分布，宜指出局部应力的部位，并提取出部件的平均应力和局部应力，在设计压力下非应力集中处的平均应力不大于表 2 规定的许用应力，局部最

大应力不得超过材料屈服强度的 2/3，强度耐压试验条件下局部最大应力不得超过材料的屈服强度。

### 5.3 液压系统及操作机构

**5.3.1** 液压系统、液压元件及液压缸应分别符合 GB/T 3766、GB/T 7935、GB/T 9652.1、GB/T 9652.2、JB/T 10205 的规定。

**5.3.2** 进水球阀采用油压操作时，操作压力等级宜为 6.3MPa；采用蓄能罐式高压油压操作时，操作压力等级宜为 16.0MPa。

**5.3.3** 当采用油压操作时，每套液压系统至少应配有两台电动油泵，其中有一台为备用油泵；油压装置应配有压力指示装置、压力信号器、油位指示装置、油位信号器、安全阀等；中压油压装置还应配有自动补气装置；蓄能罐式高压油压装置还应配有充气装置。

**5.3.4** 每台进水球阀宜设置独立的液压驱动装置。压力油罐（蓄能器）的有效容积应保证在正常工作油压下限且供油泵不启动时，进水球阀接力器全行程最少动作 2 次，油压仍高于事故低油压。压力降到事故低油压且油泵不启动时，进水球阀应能可靠关闭。

**5.3.5** 回油箱的容积不应小于进水球阀操作系统全部用油量的 1.1 倍；回油箱宜设检修用的进人孔；回油区与净油区之间应设置滤网；回油箱应装设油位计。

**5.3.6** 当采用水压操作时，液压系统宜配有过滤设备、压力及流量指示装置、安全泄压装置等；根据水质情况确定是否需要配置沉沙设备。

**5.3.7** 主接力器在接近全关位置时应设有缓冲装置，开腔与关腔均应设有排气、排油、测压装置。

主接力器的设计压力不应小于操作过程中接力器上下腔体内出现的最高瞬态压力。

主接力器应在开启侧设置节流装置，节流装置与接力器本体采用可靠连接，节流装置应保证油管爆裂时球阀关闭时间不小于要求时间。

**5.3.8** 液压系统的工作压力小于或等于 10.0MPa 时，液压系统操作用油宜与水轮发电机组用油牌号相同。

**5.3.9** 进水球阀液压系统应设有与机组机械超速保护装置的液压联动接口。

### 5.4 控制系统

**5.4.1** 进水球阀的开启操作应能与尾水事故闸门之间实现电气闭锁。

**5.4.2** 控制系统所配电控装置的外壳防护等级应符合 GB/T 4208 的规定。

**5.4.3** 控制系统应能实现现地操作和远程控制功能。

**5.4.4** 控制系统应将进水球阀及其附属设备的各种状态信号（主阀全开和全关信号、旁通阀全开和全关信号、锁锭投入和拔出信号、平压信号、控制系统自检输出信号、液压系统故障信号等）引至进水球阀控制盘柜的端子排或通过通信接口与上位机实现通信，通信规约及接口型式应能满足水电站通信要求。

**5.4.5** 控制系统应能接收水轮发电机组机械液压超速保护装置动作信号，并通过油路直接关闭进水球阀。

**5.4.6** 油泵电机功率大于等于 30kW 时宜采用软启动方式。

**5.4.7** 控制系统应具备过电流保护及过载保护功能，并能发出报警信号。

**5.4.8** 进水球阀自动化元件及系统的其他技术要求应符合 GB/T 11805、DL/T 619 的规定。

### 5.5 焊接和焊补

**5.5.1** 进水球阀的阀体开孔和补强应符合 GB/T 150.3 的相关规定。

**5.5.2** 焊缝坡口的型式、尺寸及焊接质量和检验应符合 GB/T 150.4 的相关规定。

**5.5.3** 焊缝表面不应有裂纹、气孔、夹渣、弧坑和飞溅物。

5.5.4 焊补应在缺陷清除干净后进行，同一部位的焊补次数不应超过 2 次。

5.5.5 要求焊后热处理的零件，应在热处理前进行焊补。在热处理后进行的焊补，焊补后应进行消除应力处理。

## 5.6 涂漆

5.6.1 涂漆前钢材表面除锈等级按 GB/T 8923 的规定。

5.6.2 加工配合表面应涂易去除的防锈剂，阀门内腔应采取防锈措施。涂漆宜在工厂试验完成以后进行。

5.6.3 涂层外观应光滑平整，色泽一致，无裂纹、鼓泡、桔皮、皱褶、流挂、剥落及漏涂等缺陷。

## 5.7 密封性能

5.7.1 进水球阀在出厂检验时及保证期内，进水球阀工作密封与检修密封应按本标准 6.3.2 的要求分别进行密封性能试验，其密封最大漏水量，不应超过公式 (1) 的计算值。

$$Q = KD\sqrt{H} \quad (1)$$

式中：

$Q$ ——进水球阀的漏水量，单位为毫升每分钟 (mL/min)；

$H$ ——试验水头，单位为米 (m)；

$K$ ——与密封型式和试验水头  $H$  有关的漏水量系数， $H \leq 300\text{m}$  时， $K$  取 3； $300\text{m} < H < 750\text{m}$  时， $K$  取 4.5； $750\text{m} \leq H < 1200\text{m}$  时， $K$  取 6； $H \geq 1200\text{m}$  时， $K$  取 7；

$D$ ——进水球阀公称直径，单位为米 (m)。

5.7.2 进水球阀的操作机构采用油压直缸接力器，当油温为  $20^\circ\text{C}$  时，活塞任一侧允许的最大漏油量不应超过公式 (2) 的计算值。

$$q = 0.005D_c\sqrt{P} \quad (2)$$

式中：

$q$ ——漏油量，单位为毫升每分钟 (mL/min)；

$D_c$ ——接力器油缸内径，单位为毫米 (mm)；

$P$ ——工作油压，单位为兆帕 (MPa)。

5.7.3 轴颈密封、阀体分瓣面、有密封要求的焊缝，伸缩节、空气阀均不应漏水。

5.7.4 旁通管路水压试验时，承压件不应产生有害的永久变形、结构损伤和渗漏，各连接面不应渗漏。

5.7.5 进水球阀上、下游密封性能应能满足活门水压试验正常进行而不损坏。

## 5.8 可靠性指标

5.8.1 进水球阀每年允许的启闭次数，常规水电站不应少于 1200 次，抽水蓄能电站不应少于 3000 次（每开启、关闭为 1 次）。

5.8.2 进水球阀可利用率不应低于 99.5%（指整个进水球阀及操作系统）。

5.8.3 进水球阀无故障连续运行时间不应少于 20000 小时。

5.8.4 进水球阀安全稳定运行的寿命不应少于 40 年。

## 5.9 保证期

5.9.1 产品保证期自初步验收证书签发之日起 2 年内为有效。在此期间，产品如因制造质量而损坏或不能正常运行，制造厂应无偿地为用户修理、更换或按合同约定承担经济责任。

5.9.2 进水球阀放空检修间隔保证期不应少于 10 年。

## 6 检验、试验及验收

### 6.1 材料检验

进水球阀主要承压件材料应进行机械性能及化学成分的检验。

### 6.2 无损检测

**6.2.1** 进水球阀的无损检测包括对主要承压件的原材料、承压件的内部、外部缺陷及承压件的焊缝（焊接接头）的无损探伤检测，以及在工地焊接的焊缝进行的 100% 的无损探伤检测。

**6.2.2** 无损检测可采用超声波、磁粉、液体渗透等检测方式，必要时可用射线检测或衍射时差法超声检测进行复检。

**6.2.3** 进行无损检测的人员应持有国家相关部门颁发的相应无损检测方式的锅炉压力容器无损检测人员资格证。

**6.2.4** 承压件焊缝（焊接接头）的超声波、磁粉、液体渗透、射线检测要求及合格指标应符合 GB/T 150.4 的规定。

**6.2.5** 对经无损检测后进行焊接返修的承压件的焊缝（焊接接头）应采用原检测方法重新检测，直至合格。

### 6.3 工厂试验

#### 6.3.1 强度耐压试验

**6.3.1.1** 进水球阀及其附属设备承受水压、油压的部分，除现场焊接部分外，均应在制造厂内进行强度耐压试验。

**6.3.1.2** 进水球阀阀体、上游连接管、下游连接管及旁通系统应做强度水压试验，试验压力为设计压力的 1.5 倍，试验持续时间不小于 30min，试验程序及方法见附录 A.1.1。

**6.3.1.3** 进水球阀活门应做强度水压试验，试验压力为设计压力的 1.2 倍，试验持续时间不小于 30min，试验程序及方法见附录 A.1.2。

**6.3.1.4** 进水球阀接力器采用直缸接力器时，接力器两腔应做强度耐压试验，试验压力为进水球阀接力器设计压力的 1.5 倍，试验持续时间不小于 30min。

**6.3.1.5** 强度耐压试验后，进水球阀及附属设备的承压件不应有结构损伤、渗漏（除活门密封外）及有害的永久变形；试验过程中如遇异常声响时，应查明原因。

#### 6.3.2 密封性能试验

**6.3.2.1** 进水球阀在制造厂内组装后应对上游检修密封、下游工作密封及旁通阀分别进行密封性能试验。

**6.3.2.2** 进水球阀应在设计压力条件下进行密封性能试验，试验持续时间不小于 30min，试验程序及方法见附录 A.2。

**6.3.2.3** 密封性能试验时，进水球阀的轴颈密封和阀体分瓣面不允许漏水；检修密封及工作密封只允许点滴渗漏或浸漏，不允许喷雾状泄漏，测得的漏水量应符合本标准 5.7.1 的规定。

**6.3.2.4** 进水球阀伸缩节应在制造厂内进行漏水试验，试验压力为进水球阀设计压力，试验持续时间不小于 30min，应保证无任何渗漏，试验程序及方法见附录 A.3.1。

**6.3.2.5** 油压直缸接力器应在制造厂内进行接力器活塞密封漏油试验，接力器活塞任一侧的漏油量



应符合 5.7.2 的规定。

### 6.3.3 动作试验

6.3.3.1 进水球阀及其操作机构在制造厂内组装后应分别进行活门启闭动作试验、检修密封环与工作密封环动作试验、锁锭的投入与退出试验。

6.3.3.2 动作试验在空载状态下进行，试验方法见附录 A.4。

6.3.3.3 进水球阀及操作机构应在全行程范围运行顺畅，无振动、撞击和卡阻现象；工作密封环、检修密封环均应移动平稳；锁锭的投入与退出应灵活、无卡阻现象。

### 6.4 现场试验

6.4.1 进水球阀及其附属设备在工地安装应符合 GB/T 8564 的规定。进水球阀及其附属设备在现场安装调试完毕后，应进行无水动作试验、充水动作试验、动水关闭试验。

6.4.2 进水球阀无水动作试验在流道充水前进行，操作顺序应正确、动作可靠、到位准确、信号反馈无误，试验程序及方法参见附录 B.1。

6.4.3 进水球阀充水动作试验在流道充水后进行，进水阀两侧平压后操作进水球阀开启和关闭，动作应灵活可靠，进水球阀和伸缩节各端接密封面不应有渗漏现象，试验程序及方法参见附录 B.2。

6.4.4 现场组装的进水球阀在完成组装后应进行密封性能试验，试验程序及方法见附录 A.2。

6.4.5 进水球阀在保证期内应至少任选一台机组进行动水关闭试验。动水关闭试验宜在机组额定输出功率下进行，试验程序及方法参见附录 B.4。

### 6.5 验收

6.5.1 进水球阀及其附属设备经出厂检验时，应对阀体结构长度、进水端口直径、出水端口直径、法兰螺栓孔分布圆直径、法兰螺栓孔孔径及法兰厚度等尺寸进行检查。

6.5.2 进水球阀及其附属设备经出厂检验合格后，制造厂应提供出厂检验记录、试验报告、主要承压件材料的无损检测报告、材料质量合格证明书、主要承压件的无损检测报告、外购件的质检报告及合格证明书、出厂验收合格证书等资料。

## 7 供货范围与备品备件、专用工具

7.1 进水球阀系统成套供货范围包括：

- a) 阀门本体（阀体、活门、阀轴、轴承和密封装置）；
- b) 液压装置及操作机构；
- c) 附属设备（连接管、伸缩节、检修阀、旁通系统、空气阀、排水装置和基础埋件）；
- d) 自动控制系统；
- e) 备品备件、装拆和维护用专用工具。

7.2 除合同另有约定外，常规备品备件及专用工具参见附录 C。

7.3 备品备件应能互换并与原件材质及制造工艺相同。

7.4 在符合保管规定的条件下，备品备件中橡胶件的保存期不应低于 3 年，其他备品备件不变质的允许保存期不应低于 8 年。

## 8 图纸与资料

制造厂应提交下列图纸资料，并应附有图纸资料清单：

- a) 进水球阀、伸缩节及其附属设备布置图；
- b) 进水球阀、伸缩节总装配图；
- c) 进水球阀主要部件刚度计算书；
- d) 油压装置容量计算书；
- e) 进水球阀及操作设备对基础作用力大小和方向受力图；
- f) 进水球阀及操作设备的安装基础图、埋设件图和管路布置图；
- g) 进水球阀运输及起吊图；
- h) 阀体、活门、接力器装配图；
- i) 旁通阀装配图；
- j) 密封环和密封座装配图；
- k) 密封环操作系统图；
- l) 机械液压原理图；
- m) 油压装置或液压站装配图；
- n) 易损零部件图；
- o) 电气原理图；
- p) 电气接线图；
- q) 控制柜外形图；
- r) 控制流程图；
- s) 产品使用说明书；
- t) 主要承压件的材料性能试验报告及质量合格证明书；
- u) 主要承压铸件、钢件、焊接件的无损探伤检测报告；
- v) 产品出厂试验及检验记录、报告；
- w) 产品质量合格证明书；
- x) 供货清单；
- y) 现场试验大纲；
- z) 合同中规定的与设计、安装、运行、维护和检修有关的其他图纸资料文件。

## 9 铭牌、包装、运输及保管

### 9.1 铭牌

#### 9.1.1 进水球阀应在醒目处设置铭牌，铭牌应注明下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 公称直径；
- d) 进水球阀设计压力；
- e) 接力器设计压力；
- f) 操作介质/压力；
- g) 出厂编号；
- h) 出厂日期；
- i) 制造厂名称。

#### 9.1.2 包装、运输收发货标志应符合 GB/T 191、GB/T 6388 的规定。

## 9.2 包装、运输及保管

9.2.1 进水球阀及其附属设备的零部件、备品备件必须经检验、验收合格后才能装箱运输。

9.2.2 产品包装应根据进水球阀及其附属设备的具体结构、尺寸、流通的环境条件及订货合同的要求进行，并采取必要的防雨、防潮、防锈、防振、防霉和防运输变形等措施。

9.2.3 采用包装箱运输的产品，包装箱的外形尺寸和质量应满足从工厂到水电厂的运输条件。硬质直方体运输包装件的尺寸应符合 GB/T 4892 的规定，包装箱的技术要求、验收规则应符合 GB/T 13384 的规定。

9.2.4 包装箱内应附下列随机文件：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 装箱单。

9.2.5 橡胶、塑料、尼龙制品应避免日光直射，远离热源，还应防止油类对橡胶的污损，橡胶制品、填料等应存放在干燥通风的仓库内。

9.2.6 电子电器产品、自动化元件装置或仪表应存放在温度为 $-5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于90%，无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和强电磁场作用且不受灰尘、雨雪侵蚀的仓库内。

9.2.7 在正常的储运和吊装条件下，应保证进水球阀及其附属设备运至工地后1年不致引起产品的锈蚀、长霉、损坏和降低精度等。

附录 A  
(规范性附录)  
进水球阀工厂试验

### A.1 强度耐压试验

**A.1.1** 阀体与上游连接管进行强度耐压试验时，检修密封与工作密封处于退出位置，阀体内部充水打压，压力由 0MPa 逐步升到设计压力的 1.5 倍，保持 30min；然后将内部压力降到设计压力，保持 30min，最后内部压力逐步降为 0MPa。阀体与上游连接管强度耐压试验示意图见图 A.1。

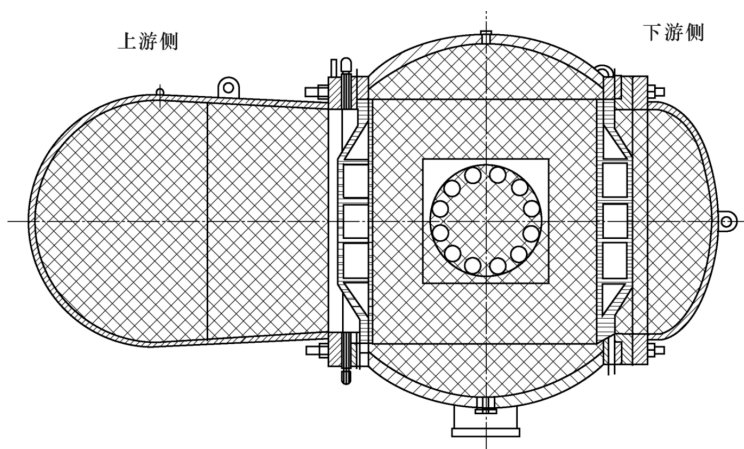


图 A.1 阀体与上游连接管强度耐压试验示意图

**A.1.2** 活门进行强度耐压试验时，宜分别按照检修密封投入、工作密封退出和检修密封退出、工作密封投入两种工况进行，密封投入腔的压力宜与活门试验压力同步逐渐上升，但不高于最大密封试验压力。

在检修密封投入、工作密封退出工况下，检修密封前腔充压，压力由 0MPa 逐步升到设计压力的 1.2 倍，保持 30min；然后将压力降到设计压力，保持 30min，最后将压力逐步降至为 0MPa。该工况活门强度耐压试验示意图见图 A.2。

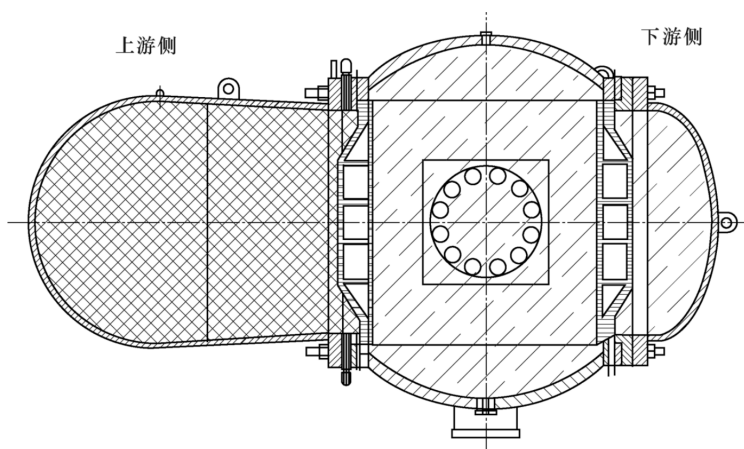


图 A.2 活门强度耐压试验示意图（检修密封投入、工作密封退出）

在检修密封退出、工作密封投入工况下，工作密封前腔充压，压力由 0MPa 逐步升到设计压力的 1.2 倍，保持 30min；然后将压力降到设计压力，保持 30min，最后将压力逐步降至为 0MPa。该工况活门强度耐压试验示意图见图 A. 3。

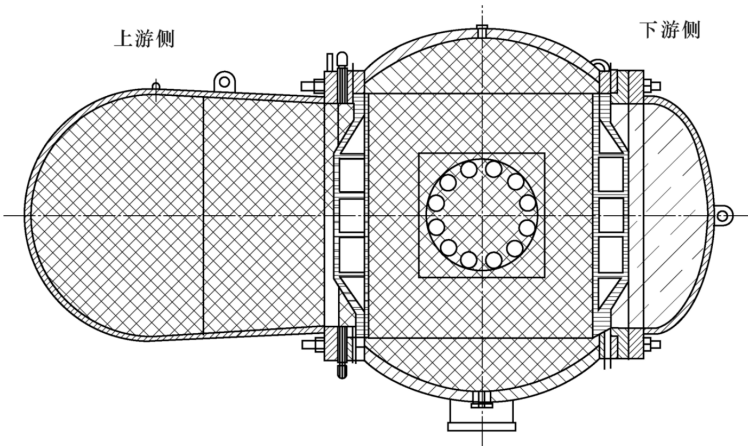


图 A. 3 活门强度耐压试验示意图（检修密封退出、工作密封投入）

## A. 2 密封性能试验

### A. 2.1 检修密封试验程序和方法

a) 检修密封投入（密封投入腔的压力宜与密封试验压力相同），工作密封退出，打开进水阀底部排水阀，排除阀体内的水；检修密封前腔充压，压力由 0MPa 逐步升到最大静水压力及设计压力，分别保持 30min；记录漏水量。

b) 检修密封锁锭投入，将检修密封投入腔压力（水压或油压）降至 0MPa，保持 30min，记录漏水量；然后将检修密封前腔压力逐步降至 0MPa。

检修密封试验示意图见图 A. 4。

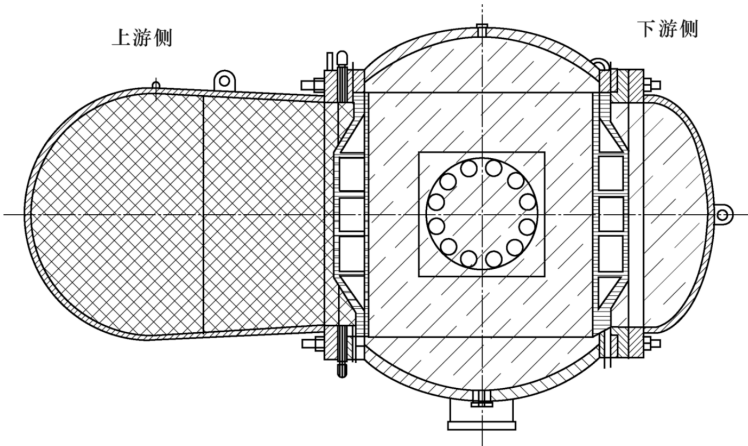


图 A. 4 检修密封试验示意图

### A. 2.2 工作密封试验程序和方法

检修密封退出，工作密封投入（密封投入腔的压力宜与密封试验压力相同），关闭进水阀底部排水阀，工作密封前腔充压，压力由 0MPa 逐步升到最大静水压力及设计压力，分别保持 30min，记录漏水量；排空下游闷头内的水，从闷头进入门处观察工作密封渗漏形态；然后将工作密封前腔压力逐步降至 0MPa。工作密封试验示意图见图 A. 5。

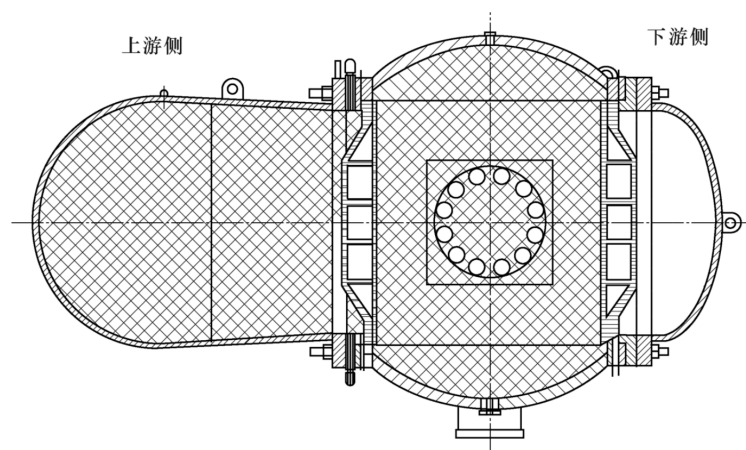


图 A.5 工作密封试验示意图

### A.3 伸缩节及接力器试验

A.3.1 进水球阀伸缩节在工厂进行强度耐压试验时，可采用与阀体整体打压或单独打压。

A.3.2 伸缩节移动密封在工厂进行漏水试验，试验压力按进水球阀设计压力和停机关闭进水球阀后伸缩节密封所承受的最小压力分别进行，试验时间为 30min，不允许出现外渗漏。

### A.4 动作试验

A.4.1 进水球阀活门的启闭动作试验从全关到全开、再到全关，往复循环 3 次，检查其启闭性能。

A.4.2 检修密封环与工作密封环应分别进行动作试验，投入和退出往复循环 3 次，并记录移动密封环的行程。

A.4.3 锁锭应进行投入与退出试验，往复循环 3 次，并记录锁锭行程。



**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**进水球阀现场试验**

**B.1 无水动作试验**

**B.1.1** 按照规定的程序对进水球阀的全开和全关位置信号、液压锁锭投入和退出信号、现地和远程状态信号、液压系统油压过低信号、液压系统事故低油压信号、油压装置油位信号、液压系统滤清报警信号、油压装置油温信号等进行检测。

**B.1.2** 对机械锁锭和液压锁锭进行检查和清扫，分别进行投入和退出试验，动作 3 次，动作应灵活、无卡阻现象，检查无异常。

**B.1.3** 对密封面进行检查和清扫，分别对上、下游密封环进行动作试验，动作 3 次，动作应灵活、无卡阻现象，在密封投入情况下检查活动密封与固定密封之间应无间隙。

**B.1.4** 退出液压锁锭上游侧检修密封和下游侧工作密封，操作进水球阀接力器进行开关动作试验，进水球阀从全开到全关动作 3 次，动作应灵活、无卡阻现象，并检查球阀是否开启不到位、开启过头或关闭不到位等情况。

**B.1.5** 对进水球阀与尾水事故闸门等相关设备进行无水联锁试验检查，闭锁逻辑和程序应正确。

**B.2 充水动作试验**

**B.2.1** 在压力钢管首次充水过程中应进行球阀整体位移及变形量监测；压力钢管及机组流道充水后，进行进水球阀开关动作试验，测量并记录其开启和关闭时间，进水球阀从全开到全关动作 3 次以上，整定进水球阀开启和关闭时间。

**B.2.2** 当油压装置处于工作状态时，切断电源，进行进水球阀自动关闭试验。

**B.2.3** 将油压系统油压降到事故低油压，进行进水球阀关闭试验。

**B.2.4** 油压系统的工作压力降到正常工作油压下限时，油泵启动；工作压力升到正常工作油压上限时，溢流阀卸荷；工作压力超过正常工作油压上限时，油泵停止。

**B.2.5** 按照操作程序，模拟现地和远方自动控制进行进水球阀全开到全关动作各 3 次。

**B.2.6** 进行进水球阀与尾水事故闸门联动闭锁动作试验。

**B.3 密封性能试验**

**B.3.1** 进水球阀密封性能试验在上游压力钢管充水状态下进行。

**B.3.2** 检修密封投入，工作密封退出，利用进水球阀排水管或其他合适的方法进行漏水量测量。

**B.3.3** 检修密封退出，工作密封投入，利用蜗壳排水管或其他合适的方法进行漏水量测量。

**B.4 动水关闭试验**

**B.4.1** 进水球阀动水关闭试验进行时，必须具备如下条件：

- a) 机组及相关设备缺陷处理完成，处于正常运行状态；
- b) 机械和电气保护装置全部正常投入；
- c) 开机前检查压力钢管排水阀、压力钢管排气阀、进水球阀排水阀、进水球阀阀体排气阀、蜗壳排水阀等均处于可靠关闭状态，进水球阀伸缩节空气阀的检修阀处于打开状态；
- d) 检查进水球阀检修密封处于退出状态；



e) 引水事故闸门和尾水事故闸门在全开位置，启闭机动作正常。

**B.4.2** 主要监测部位的典型监测点布置参见表 B.1。

**表 B.1 典型监测点布置**

监测点名称	位 置	监测点名称	位 置
机组实时转速		进水球阀阀体垂直振动	
有功功率		混凝土基础水平振动	
导叶或喷针开度		混凝土基础垂直振动	
球阀前水压力	压力钢管管壁	进水球阀水平 X 向位移	垂直于水流方向
蜗壳进口水压力	蜗壳进口管壁	进水球阀水平 Y 向位移	与水流方向一致
尾水管进口水压力	尾水锥管管壁	进水球阀操作接力器压力	开启/关闭腔
进水球阀阀体水平振动		进水球阀操作接力器行程	

**B.4.3** 进水球阀动水关闭试验至少包括空载、50%和 100%额定负荷 3 种状态下的试验，并应分别由低负荷到高负荷逐步进行，试验主要步骤如下：

- a) 机组发电运行，待机组振动、摆度和轴承温度趋于稳定；
- b) 将调速器、进水球阀控制方式切到现地手动方式，保持导叶开度不变，现地手动关闭进水球阀；
- c) 对记录结果进行分析，检查试验数据是否在允许范围内；
- d) 每次试验后，对进水球阀和机组进行全面安全检查，如结果正常则继续进行下一步试验。

附录 C  
(资料性附录)  
常规备品备件及专用工具

常规备品备件及专用工具名称与推荐数量参见表 C.1。

表 C.1 常规备品备件及专用工具名称与推荐数量

常规备品备件				
序号	备品备件名称	备品备件推荐数量		
		1~2 台机	3~5 台机	6 台机及以上
1	各种规格的 O 型密封圈及各法兰密封件	1 台套	2 台套	3 台套
2	活门轴颈密封 (轴颈密封圈)	1 台套	2 台套	3 台套
3	接力器活塞环 (接力器活塞密封圈)、活塞杆密封圈、轴端密封圈	1 台套	2 台套	3 台套
4	伸缩节密封材料	1 台套	2 台套	3 台套
5	移动密封环上的密封	1 台套	2 台套	3 台套
6	固定密封环与移动密封环 (工作密封)	1 台套	2 台套	3 台套
7	固定密封环与移动密封环 (检修密封)	1 台套	2 台套	3 台套
8	各类轴瓦	1 台套	2 台套	3 台套
9	各类行程开关	1 台套	2 台套	3 台套
10	油压装置 (水过滤装置) 密封件	1 台套	2 台套	3 台套
11	旁通阀	—	1 台套	2 台套
专用工具				
序号	专用工具名称	专用工具数量		
1	专用扳手	1 台套		
2	螺栓拉伸器具 (拉伸器、力矩扳手、加热器等)	1 台套		
3	转臂拆卸工具	1 台套		
4	阀轴轴套拆卸工具	1 台套		
5	吊环螺栓	1 台套		
6	蓄能罐充脂工具	1 台套		
7	蓄能罐充氮工具	1 台套		
8	数据线和程序光盘	1 台套		