

燃气-蒸汽联合循环发电站

主燃气调节阀--电液智能控制技术 开发与应用



成都凯远流体控制工程有限公司
Chengdu Kaiyuan Flow Co.,Ltd

目录

一、成都凯远流体控制工程有限公司简介.....1

二、电液执行机构产品简介.....2

三、美国 Rexa 智能集成型电液执行器产品.....4

四、电液执行机构产品典型应用案例.....5

五、电液、电动、气动偏心球阀产品.....23



一、企业简介

国家高新技术企业、四川省燃机产业联盟首批成员单位——成都凯远流体控制工程有限公司，是一家依托国内知名阀门制造厂，集阀门及机电液一体化执行机构的研发、生产（外包）、销售、选型咨询和技术服务于一体的技术服务型企业。

凯远流体主要为电站——煤电、燃气轮机发电、核电、高炉煤气余压（TRT）发电、新能源光热（熔盐）发电，以及环保工程——烟气脱硫、天然气净化、污水处理、海水淡化等项目，研发、成套供应各种适用、苛刻工况的阀门及过滤器等设备。

凯远流体自成立之日起，历经 20 年的磨练成长，不断添砖加瓦，成功开发了适用于亚临界、超临界、超超临界机组的各种阀门。

凯远流体从 2003 年开始，针对重型燃气轮机及联合循环装置用阀的特殊需求，研发了多种新产品，例如：硬密封高温球阀、防中腔异常超压的平衡式闸阀、带节流功能的大口径截止阀、轻型止回阀、电动（直流）角式真空破坏阀、高温高压燃气过滤器等，已在 20 多个电厂 50 余台机组上成功运行，有的运行已达 15 年以上。还有的阀门随主机出口到了欧洲。目前我公司拥有 2 个发明专利，10 多个实用新型专利。

凯远流体自 2016 年起和有关单位合作，共同开发了电液压力流量控制阀（蒸汽切换阀）、电液控制低压主汽（含快关）蝶阀、电液控制调节（含快开）蝶阀等一系列阀门产品，并于 2017 年完成专利授权，电液控制的阀门已在电厂中安全可靠的运行。近年来，机电液一体化特别是智能电液伺服执行器已成为工业自动化的一个重要方面。在需要大功率、快速、精确调节的阀门中，智能电液伺服执行器日益得到广泛的应用。目前正投入资金研发燃气轮机联合循环发电机组用的智能（泵控）主燃气压力控制阀和流量控制阀。

凯远流体从 2017 年开始，针对光热发电技术，研制开发了耐高温、防冻堵的开关型熔盐阀。目前正在研究开发适用于熔盐介质的调节阀。

凯远流体科技创新精神，赢得了尊重，于 2012 年 11 月荣获四川省高新技术企业称号，并在 2015 年和 2018 年两度复查后，继续保持国家高新技术企业的荣誉称号。

凯远流体拥有高素质的技术专家团队，把引进国外先进技术与自主创新相结合，多项专利技术在推动市场发展方面发挥了积极作用。目前仍在持续开发有自主知识产权以国代进的高技术产品，适应市场的需求。

对于特定的使用工况，选择适用而又相对廉价的阀门是一项至关重要的工作。我公司的工程技术人员，基于对阀门制造和使用的丰富经验，可为用户在阀门选型方面提供有价值的建议。

二、电液执行机构产品简介

成都凯远流体作为电液执行机构产品及解决方案提供商，公司的电液执行机构产品在国内外电力行业应用广泛，主要用于电液伺服快关调节蝶阀、抽汽电液控制快关阀、小汽轮机给水泵切换阀、循环水液控蝶阀等。部分产品也远销国外。

凯远流体可为用户提供各种功能、规格、配置，高质量、高可靠性电液执行机构产品。如按照功能，可提供调节型、开关型、开关/快动型、调节/快动型等。按照油源的不同，可提供自带油源集成型、外接油源分体型。分体型电液执行机构可使用 EH 系统高压抗燃油的压力油作为动力源，也可使用低压透平油。对于需要 ESD 快速动作的电液执行器，可根据需要，选用蓄能器或液压弹簧作为储能元件，在接收到快动信号或在执行机构供电电源消失时，实现快动功能（最快可达到 0.25S）。



外接油源式—蓄能器蓄能电液执行机构



外接油源式—弹簧蓄能电液执行机构



外接油源式—分体式液压油源



外接油源式—直行程电液执行机构

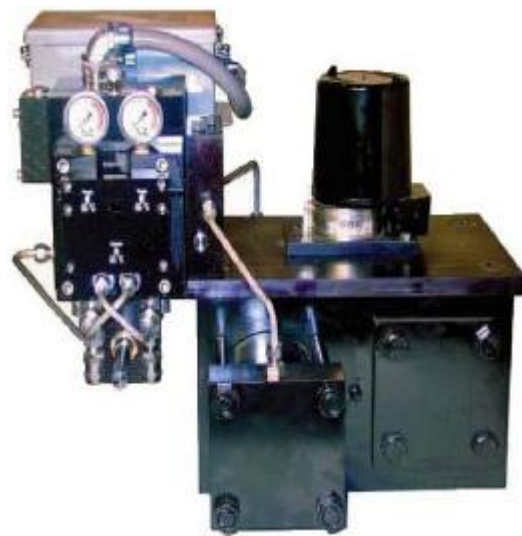
三、美国 REXA 智能集成型电液执行器产品

成都凯远流体一直致力于 REXA 电液执行器产品在西南地区的推广和应用。

美国 REXA 智能集成型电液执行器是集成型、以微处理器为基础的机、电、液一体化执行器产品，比气动执行器更精确，刚度更大；比电动执行器更耐用，有更高的额定负载持续率（占空比）；比传统液压执行器更紧凑，更清洁。



自带油源式一直行程 REXA 电液执行机构



自带油源式一部分旋转 REXA 电液执行机构

作为一种性能卓越的定位装置，尤其适合于需要精确控制和高可靠性的应用，可应对最恶劣的运行环境，并能够掌控最苛刻的工艺条件。

以下领域取得了大量应用业绩：

1. 汽轮机电液调节（DEH）
2. 给水泵汽轮机电液调节（MEH）
3. 汽轮机旁路执行器机构
4. 锅炉一次、二次风门
5. 锅炉给水泵勺管执行机构

6. 锅炉给水泵最小流量阀执行机构
7. 锅炉摆动燃烧器控制
8. 石油石化输油管线、站场截断阀、调节阀控制

四、电液执行机构产品典型应用案例

应用案例 1：天然气主燃气调节系统

应用案例 2：给水泵小汽轮机切换阀（阀控）

应用案例 3：电液（阀控）调节蝶阀---带快关

应用案例 4：汽轮机旁路系统调节阀执行机构改造

应用案例 5：汽轮机低压缸零出力切缸改造

应用案例 6：汽轮机抽汽管道快速关断阀和抽汽调整阀

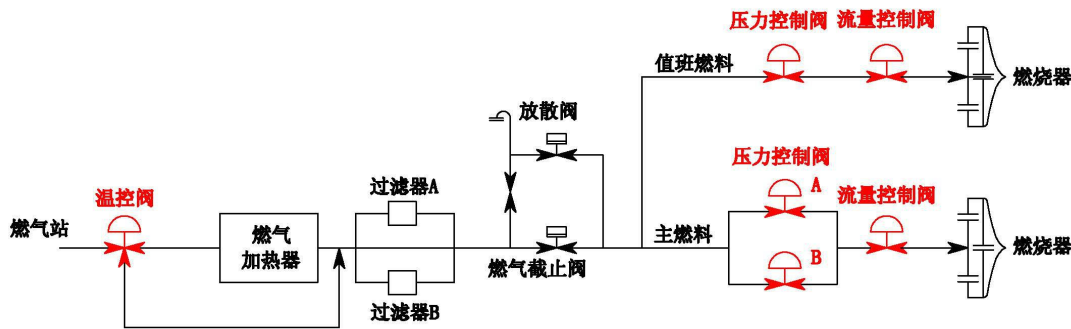
应用案例 7：主蒸汽管道超高压供热改造

应用案例 8：汽轮机电液调节系统(DEH)

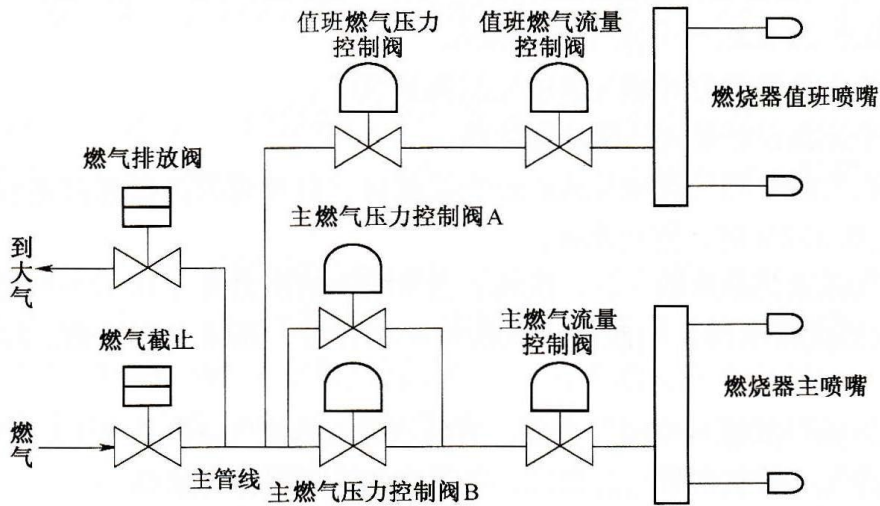
应用案例 1：天然气主燃气调节系统

1. 概述

燃气调节系统的作用是接受和调节来自天然气处理站的天然气，控制进入燃气轮机燃烧室的天然气压力、温度和流量，以满足燃气轮机运行的需要。系统流程如下：



系统中，主燃气流量控制阀和压力控制阀的作用是：按照燃气轮机负荷的要求，在他们的共同作用下，正确地供给燃气流量。



这两种阀门都可以快速关闭，以便在燃气轮机停机/跳闸，或出现超速跳闸情况下因安全油压的迅速卸掉而隔断燃气。

主燃气流量控制阀：此阀门控制着燃气轮机燃料的供给，对燃气轮机的运行起着非常重要的作用。从燃气轮机点火到 100%满负荷运行过程中，它必须具有修正抛物线的调节特性，调节精度达到 0.1%，较好的流速控制能力和在 0.5 秒内快速关断的性能。

主燃气压力控制阀：燃气轮机的流量控制是通过压力控制阀和流量控制阀共同作用而实现的。其中，压力控制阀控制流量控制阀的前后压力差，使流量控制阀前后压差保持一个定值，再通过流量控制阀的开度来调整天然气的流量。

这两种阀门在市面上常见的设计是采用的**伺服阀+电液系统**，在欧美为第二代产品，需要有高压油源或专用高压油箱，最突出的缺点是：由于伺服阀有很高的精度，从而要求液压油的精度也很高，稍有杂质就会卡涩，造成停机事故。因此，必须经常停机过滤或更换液压油。

针对这样问题，我们重新设计了一套方案，将此类阀门中的电液直行程执行器伺服阀取消掉，采用伺服泵，改阀控为泵控。消除了对伺服阀油质需经常进行高精度过滤的要求，彻底解决了容易引起调节阀卡死造成的事故隐患。该方案控制精度更高，且为一体化智能设计，无需外接高压油源，安装调试十分方便，液压油密封在执行器体内，十年无需维护。同时，该方案产品无需占用其他储存空间并有效避免外部空气、水分和粉尘的污染，并使装置具有了极强的抗油液污染能力和优良的保压性能。

2.技术特点

100%连续调节

执行器的死区在 0.05%~5%内可调（最新一代产品死区可 \leq 0.03%）

输入信号：4-20mA 模拟信号或脉冲信号

重复率：<0.1%

分辨率：可调整至<0.1%

线性度：可修正至<0.05%

可选的失电弹簧复位功能

微处理器控制，灵活、可靠

间歇动作：电机仅在需要改变位置时运转

3.规格及执行标准

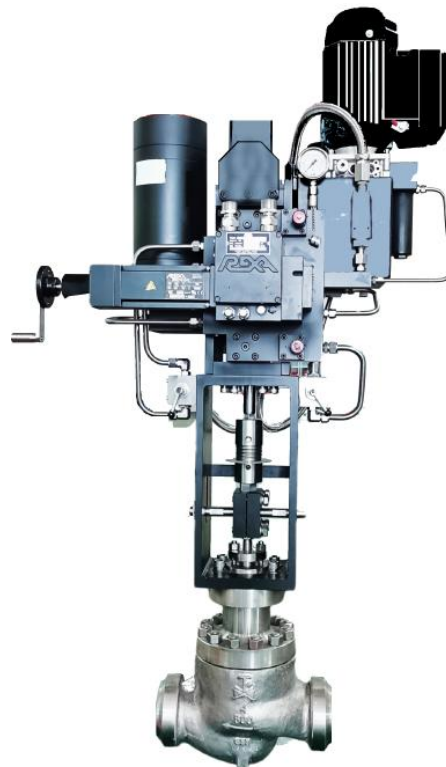
公称直径：DN25~DN300

公称压力：600Lb

阀体材料：CF8、CF8M、316、304 等。

阀门设计、制造及材料性能符合 API、ANSI。B16.34 或等同的固定标准。

检验验收符合 API598、ISO5208 及 EN12266 标准



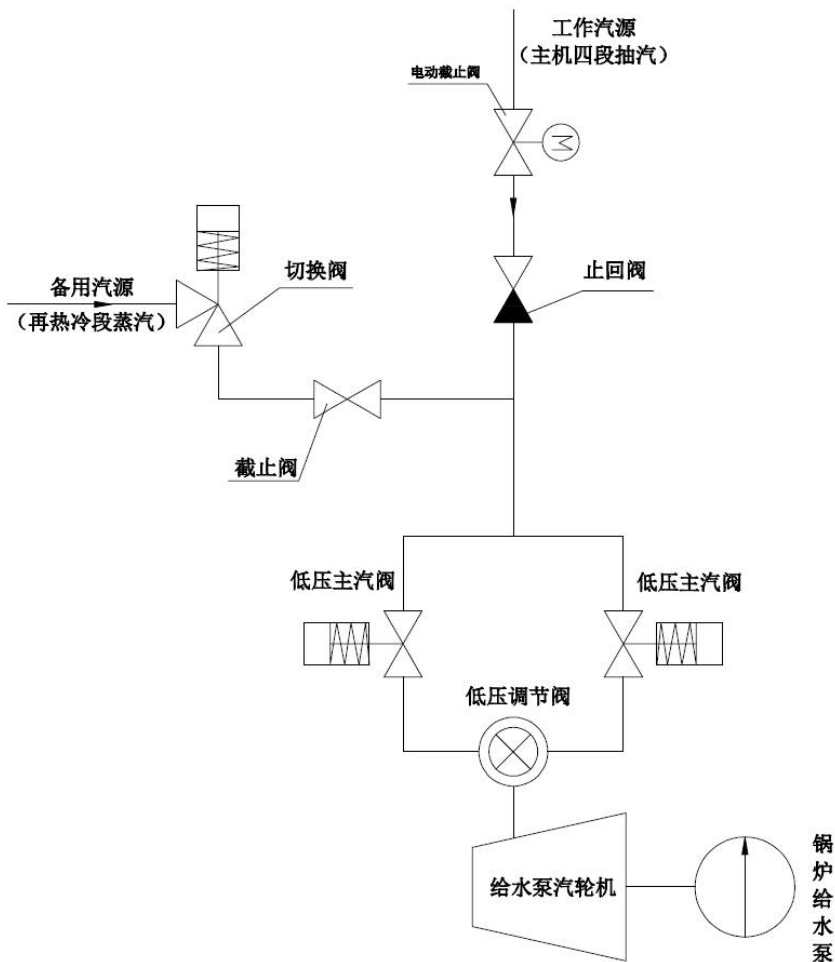
自带油源—电液（泵控）压力/流量调节阀外形图

应用案例 2：给水泵小汽轮机切换阀（阀控）

1.概述

给水泵小汽轮机切换阀作为小机进汽系统中不可或缺的一部分，对整个系统的稳定运行起到了至关重要的作用。

它主要安装在辅助蒸汽或主机再热冷段至水泵汽轮机四段抽汽管道上，当低压抽汽无法保证小汽轮机正常工作时，能够自动、迅速、可靠地切换到高压抽汽口供汽，保证小汽轮机的正常供汽量。



小机进汽系统示意图

在电气控制方面它既可与控制系统联接实现自动连锁控制，又可进行就地和远程的手动控制，能输出阀位信号与接收外来阀位信号，达到

远程调节控制的目的，完成闭环控制。

切换阀的动力系统采用弹簧来储备能量，在接到快动信号后，弹簧快动装置迅速释放能量实现阀门的快速动作，工作稳定、可靠。快速动作的时间可小于 0.25S。当无信号输入，阀门则保持原位。当输入信号时，阀门将打开或关闭到相应的开度。



给水泵小汽轮机切换阀外形图

2. 执行标准

设计和制造 API、ANSI、B16.34（法兰按 ASME B16.5 或 GB/T9113）

压力试验按 API598 规定

3. 规格

公称压力：一般情况 \leq PN100 或用户指定

公称尺寸：DN100~450

工作温度： \leq 400℃

阀体材质：WCB、WC6、WC9。

应用案例 3：电液（阀控）调节蝶阀---带快关

1. 概述

本电液（阀控）调节蝶阀--带快关，安装在汽轮机低压导汽管上，用于调节低压缸的补汽。在汽机的任何工况下，阀门不出现卡涩或振动。正常工况下，阀门常速启闭并储备能源；调节型执行器则接受统一的标准直流信号，完成工业过程的自动调节任务；当系统出现危机工况时，储备能源快速释放，驱动阀门在 0.2~0.8 秒内紧急关闭，实现管路的可靠截止，保护管道主机设备的安全。

阀门液控执行器功能配置方面可选项比较多，如：

快关与快开、辅助动力源、动力油源、安全油源、调节信号类型、电磁阀机能等等。



电液（伺服阀）调节蝶阀---带快关外形图（弹簧蓄能）



电液（伺服阀）调节蝶阀---带快关外形图（蓄能器蓄能）

2.执行标准

阀门设计、制造及材料性能符合 API、ANSI。B16.34 或等同的国家标准。检验验收符合 API598、ISO5208、EN12266 等标准

3.规格

公称直径 DN：400~500。

公称压力：ANSI 150 Lb。

工作温度：370℃。

阀体材料：WCB、WC6、20G 等

应用案例 4：汽轮机旁路系统调节阀执行机构改造

1. 概述

汽轮机集成型电液执行器旁路系统以美国 REXA 电液执行器产品为核心，以直线油缸为动力，驱动减压阀、减温水调节阀，实现旁路系统的调节与控制；以蓄能器为能源，实现被控阀门的快速开启和关闭。该系统无须外部提供任何油、气能源，具有结构简单、驱动力了大、响应速度快、操作灵活简便、调整维护方便，高可靠性、高可控性和高操作性等特点。

该产品已经在 300MW、600MW 机组旁路系统改造中获得大量应用，取代原旁路系统中的气动、电动执行机构，实现了零泄漏、高可靠性、环保节能，取得了满意的应用效果。



汽轮机旁路调节阀电液执行机构

汽轮机集成型电液执行器旁路系统特点：

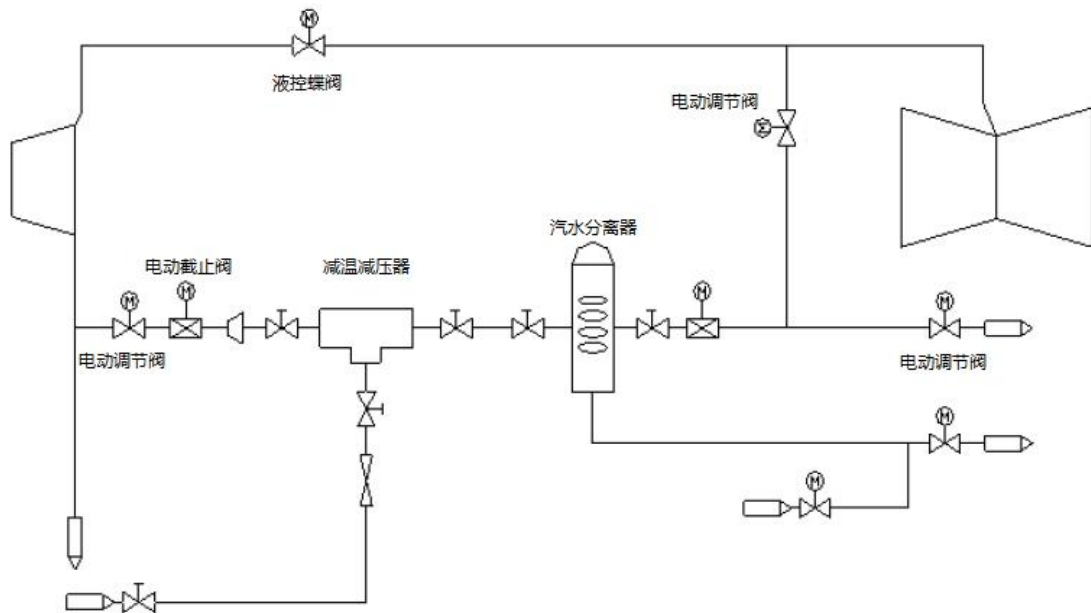
- (1) 采用机电液一体化、集成化、模块化、小型化设计。结构简单、体积小，无须外接油源和气源，可靠性高，寿命长。
- (2) 可灵活、简便、准确整定工作参数。安装、调整方便，维护工作量小，可实现免维护，对使用环境的适应性强。
- (3) 具有标准模拟量、脉冲量信号控制方式，具备有数字通讯能力，易于与控制器接口，接受任何控制系统的控制信号。
- (4) 智能化设计，可实现速度、加速度、死区等参数的设定、调整和控制；可实现对被控对象特性的线性修正、水锤防护、过载保护。
- (5) 具有运行状态自动检测、诊断、报警和防护；可与上级控制系统进行通讯，实现对被控对象的智能闭环控制。
- (6) 具有失电情况下的各种安全机制（全开、全关、保位）。



应用案例 5：汽轮机低压缸零出力切缸改造

1. 概述

汽轮机低压缸零出力切缸灵活性改造技术，主要通过汽轮机本体及中低压缸连通管改造，实现供热机组在抽汽凝汽运行方式与高背压运行方式的灵活切换，使机组同时具备高背压机组供热能力大、抽汽凝汽式供热机组灵活运行方式的技术。



汽轮机低压缸零出力切缸改造原理图

改造的设备主要有：

- (1) 在原有的连通管上加装 LCV 液控蝶阀。
- (2) 增加低压缸连通管旁路的进汽流量控制系统，即增加“切除低压缸减温减压和汽水分离器”等设备。
- (3) 增加旁路和减温减压与自动控制系统。计算各个级的相对容积流量、温度、压力、湿度等，并实时显示。
- (4) 循环水系统增加变频功能。以便根据需要调节真空，达到调节蒸

汽排汽比容的作用。

改造的关键，是在原有的中低压缸连通管上加装 LCV 液控蝶阀。

2. 电液执行机构在 LCV 阀上的应用

我们引进国外技术开发的电液执行机构产品，可满足机组低压缸零出力切缸灵活性改造项目对 LCV 阀的不同配置要求，已在国内多台机组中获得成功应用。

2017 年，沈阳金山能源股份有限公司金山热电分公司 200MW 机组汽轮机低压缸零出力切缸改造项目中的 LCV 阀采用了我们的电液执行机构产品，取得了满意的改造效果。

目前，正参与华能临河电厂、国电投阜新发电有限公司、国电投大连发电有限责任公司 1#机、国电投本溪热电分公司 1#机等电厂机组实施的低压缸零出力切缸灵活性改造项目。

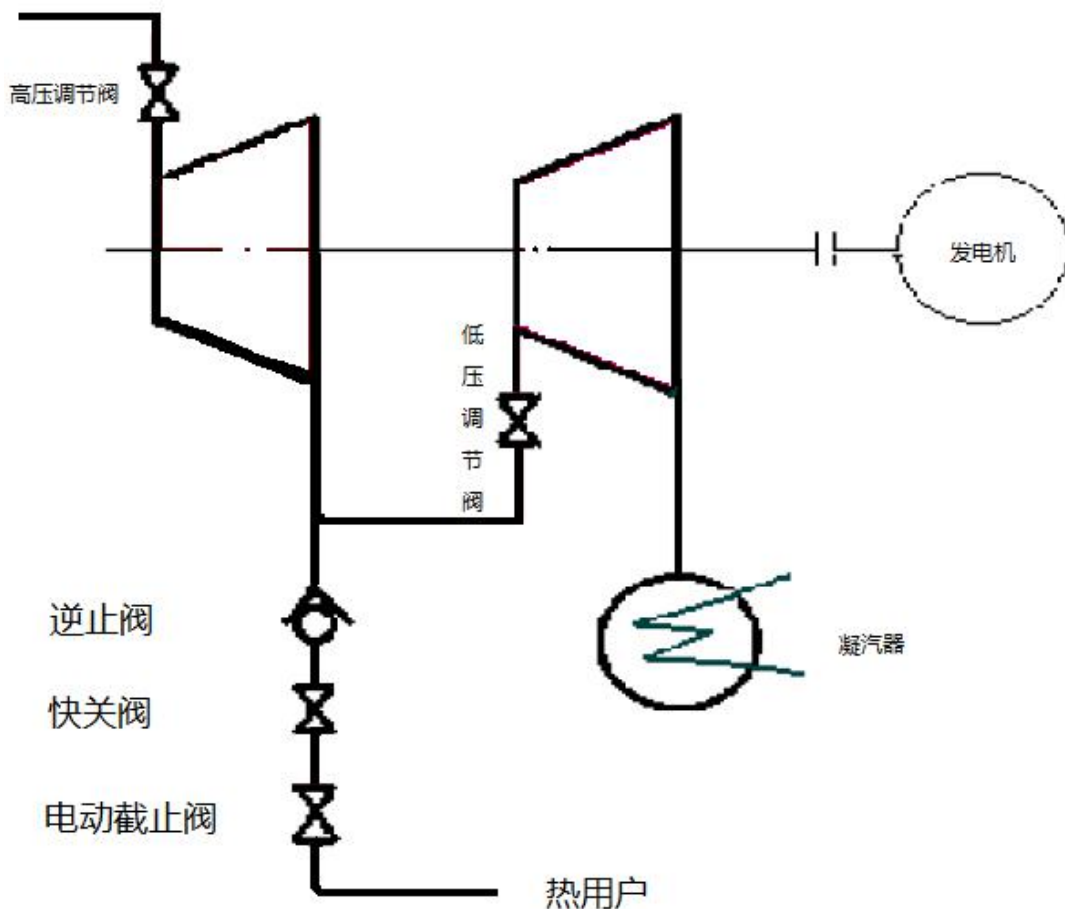


电液执行机构现场安装照片

应用案例 6：汽轮机抽汽管道快速关断阀和抽汽调整阀

1.概述

为提高电力生产的安全性、可靠性，防止抽汽机组热网蒸汽倒流引起超速事故，在原国家电力公司《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》中，要求在可调整抽汽管道上加装快速关断阀。



2.抽汽管道快速关断阀电液执行机构特点

(1) 集成、分体、蓄能器蓄能、弹簧蓄能等多种执行机构可选。执行机构响应速度快、输出力矩大。

(2) 采用进口电气控制元件、液压控制元件和先进的密封技术，可靠性

高。

(3) 系统液压介质清洁度为 NAS1638-9 级, 无需油净化装置等特殊要求, 易于维护管理。

(4) 采用多重冗余保护设计, 具有故障诊断和报警功能, 使系统具有较高的运行安全性、可靠性。

(5) 具有灵活的操作方式, 易于与自动控制系统接口。

(6) 执行机构具有远方操作方式和就地操作方式。

(7) 执行机构具有在线维修功能。

(8) 系统具有失电快动型、失电保位型两种失电保护工作方式。

(9) 系统具有普通型、防爆型。

3. 抽汽管道快速关断阀和抽汽调整阀应用情况

我们供应的电液控制快速关断装置（快关阀）、采暖抽汽调整阀产品作为系列产品, 已经广泛应用在 500 多台新建或改造的各种容量等级、各种类型的抽汽机组上。并凭借优异的产品性能、可靠的产品质量、覆盖产品全生命周期的技术支持及 7*24 小时的售后服务, 获得广大用户的信赖和好评。



应用案例 7：主蒸汽管道超高压供热改造

1. 概述

目前，国内正在鼓励大机组进行供热等综合升级，改造力度较大，相关优惠政策如根据供热量增加发电基数利用小时；年节能量每形成 1 万吨标准煤，相应增加企业集团 3 万千瓦火电建设规模等，对企业进行供热改造形成较强的政策支持。推进机组进行供热改造将在经济、政治、社会影响力等方面受益。

2. 主蒸汽管道超高压供热改造

图一为某电厂供热蒸汽管道系统图。从#1~#4 号汽轮机主蒸汽母管引出供汽管道，蒸汽压力为 16.7Mpa,温度为 540℃。经过减温减压器后，汇入超高压高参数供热母管，蒸汽压力为 15Mpa,温度为 520℃。其间设置阀门、管道、管件、流量测量喷嘴和减温减压器装置。

图 1 中减温减压器前设置快速关断阀和蒸汽调节阀。其中调节阀采用了 REXA 电液执行器作为执行机构；快速关断阀采用了我们的电液快关阀。每台机组配 1 台 REXA 电液执行器和 1 台电液快关阀，4 台机组共使用 REXA 执行器 4 台、快关阀 4 台。

3. 应用前景

从机组主蒸汽超高压管道直接供热，不仅能提高能源利用率，而且还能提高电厂的经济型，改善机组调峰能力，在节约能源、改善环境、提高电厂上网竞争力等方面都具有较好的综合效益。为大容量机组供热及灵活运行提供了一种新型解决方案，具有较好的推广前景。

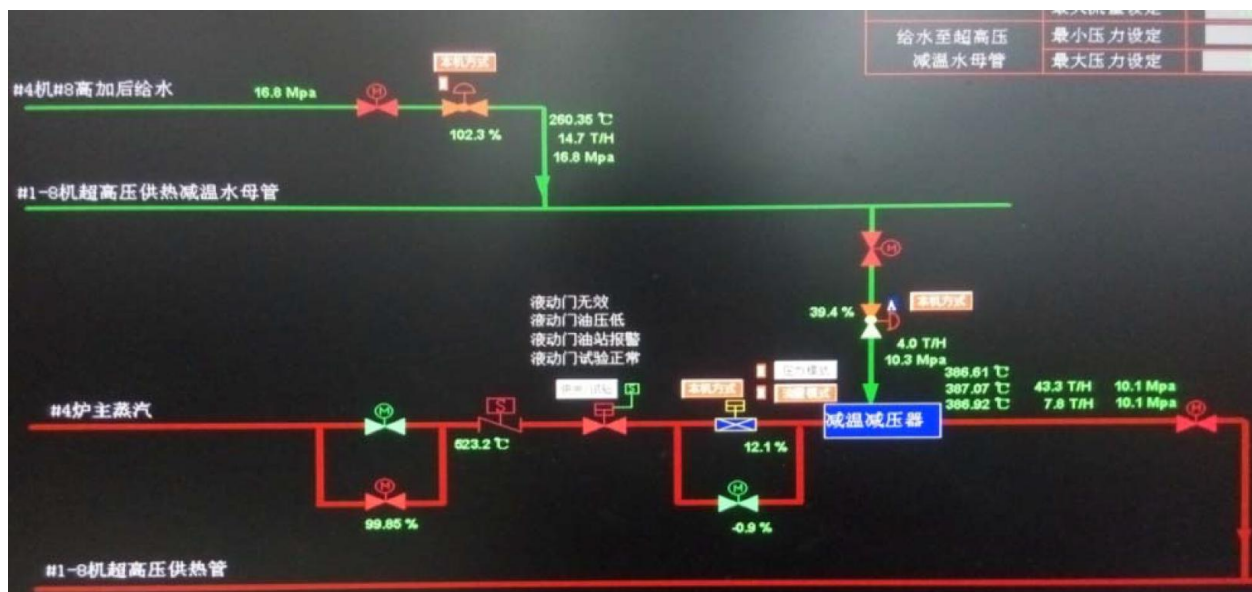


图 1 超高压供热蒸汽管路图



图 2 REXA 电液执行器调节阀和快速关断阀

应用案例 8：汽轮机电液调节系统(DEH)

1.概述

汽轮机调节系统是电厂自动控制系统的重要组成部分，是机组自动化改造的基本内容之一。目前汽轮机电液控制系统有透平油 DEH 系统和高压抗燃油 DEH 系统。电液转换装置是 DEH 系统的关键部件，通常采用的电液转换装置易受油质污染，对油质的要求相对较高，已是 DEH 系统运行可靠性的薄弱环节。

汽轮机 REXA 执行器 DEH 系统是根据各类汽轮机调节系统的结构特点，采用以自容式执行器（REXA 执行器）为转换装置，组成无液压控制工质的汽轮机 REXA 执行器 DEH 系统。在提高机组自动化水平的同时，进一步简化了系统结构，提高了系统抗污染能力。

该系统已成功的应用于新机组的设计和老机组改造，并在凝汽、背压、抽汽、再热机组，以及驱动给水泵等工业汽轮机上得到广泛应用，该系统通过了原国家电力公司组织的技术鉴定，并取得了专利证书。

2. 应用情况

采用以 REXA 电液执行器作为转换装置的汽轮机 REXA 执行器 DEH 系统，在新机组的设计和汽轮机调节系统的改造中被广泛应用。

截止到 2018 年 7 月，已经有近 300 台汽轮机采用了 REXA 电液执行器 DEH 系统。应用机组的容量有：1MW,6MW,12MW,25MW,50MW,75MW,100MW,145MW,200MW,320MW,362MW;机组的类型有：凝汽式、背压式、一段可调整抽汽式、二段可调整抽汽式、三段可调整抽汽式、再热式、超临界机组以及驱动给水泵、压缩机等汽轮机，包括抗燃油 DEH 系统的

改造。基本上覆盖了哈汽、东汽、上汽、北重、武汽、南汽、青汽，以及 GE、GEC、列宁格勒、乌拉尔、乌克兰等制造厂生产的各类型机组和各类型调节系统。



汽轮机 REXA 执行器 DEH 系统现场安装照片

五、电液、电动、气动偏心球阀产品

成都凯远流体的偏心球阀（电液、电动、气动）代表着当今最先进水平球阀之一，它的技术源自美国，我们通过与其他企业联合开发制造出符合我国国情的产品，它对提高我国控制阀技术水平，缩小与欧美等国家差距、节省外汇等具有重大贡献和历史性、突破性的意义。

1.该阀通过特殊的阀座来改变流量特性和流量大小。传统阀是通过阀芯或者球芯开V型口来改变流量特性和流量大小。这是本阀的最大不同。它实现了精确的调节。经过多年的研究证明，高精度的计算机控制是必要的。本阀远远优于传统的V型球阀、偏心旋转阀等设计，是它们最佳的替代产品，属于国内首创。

2.有多种阀座可选择。该阀座采用激光切割至要求的形状和尺寸以适应和满足不同客户的需求。

3.偏心容腔及偏心阀芯能克服很大的力矩，同时运动过程中阀芯与阀座脱开不接触，磨损小，使用寿命长。

4.同一口径三种以上的Cv值，仅需通过改变阀座来实现，减少了库存管理，实现了生产的标准化。

5.各种阀部件采用模块化设计，易维修和更换。

6.阀盖和阀体一体化精铸，减少了泄漏点。

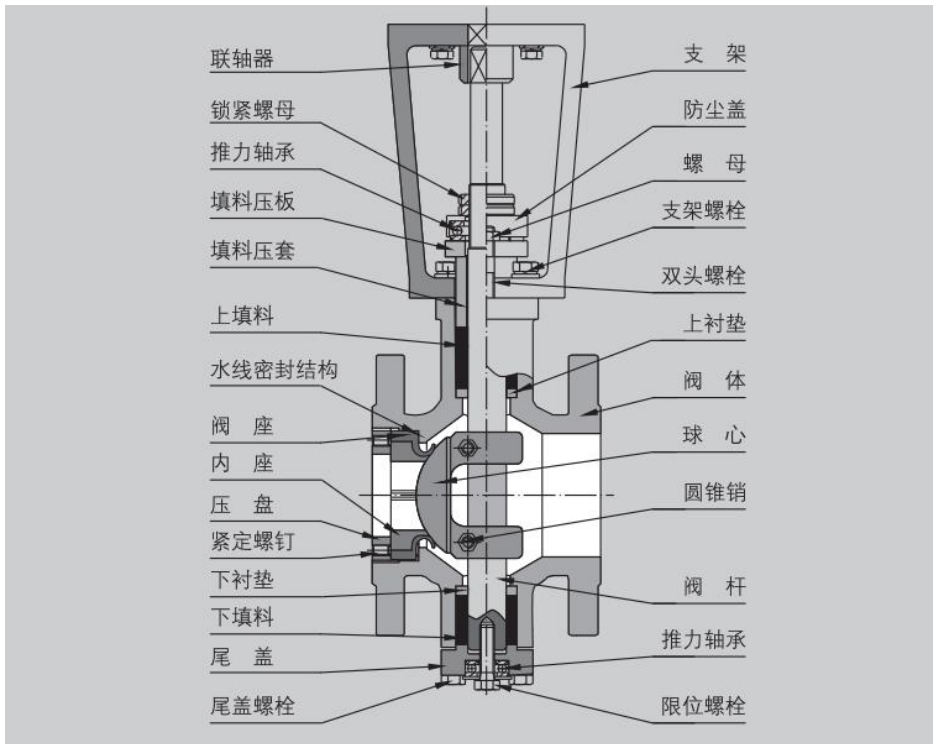
7.超轻超薄的外型特点，是对传统阀的重要革新。

8.阀芯、阀座采用先进的处理工艺，具有很好的耐磨、耐腐蚀性能。

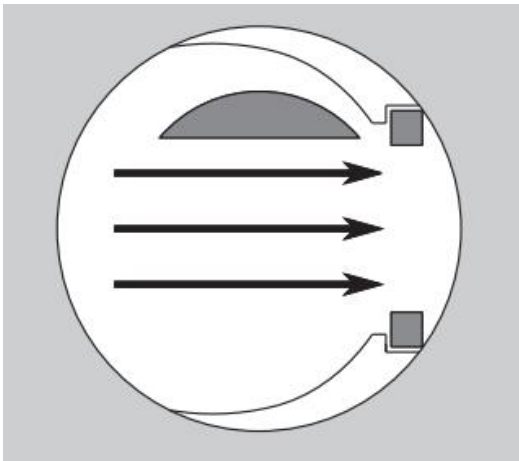
9.阀杆粗壮，刚性好。轴承上下限位，定位好。

10.可与多种执行机构（电液、电动、气动）进行配合，以适应多种

不同工况需求。

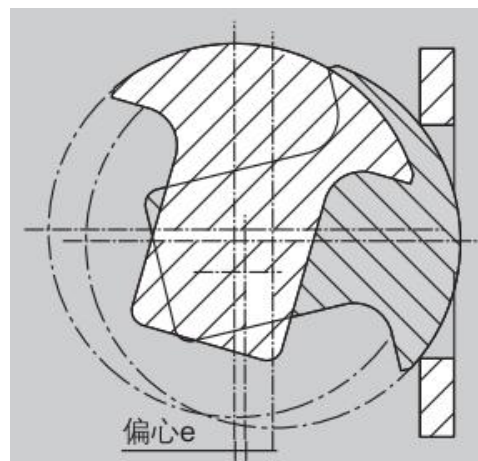


本体构造图



阀体及阀体的流路型式

(阀体直通、流道简单、防堵性能好)



阀芯旋转结构

(偏心结构, 阀芯阀座不接触, 减少磨损)

阀座型式: 1.可通过特殊阀座来精确的调节流量和流量特性;

2.阀座有多种选择并可满足客户的特殊要求;

3.阀座通过堆焊或 QPQ 处理, 提高了硬度, 具有良好的

耐磨腐蚀作用。



1
常规等百分比阀座



2
精密等百分比阀座



3
常规直线阀座



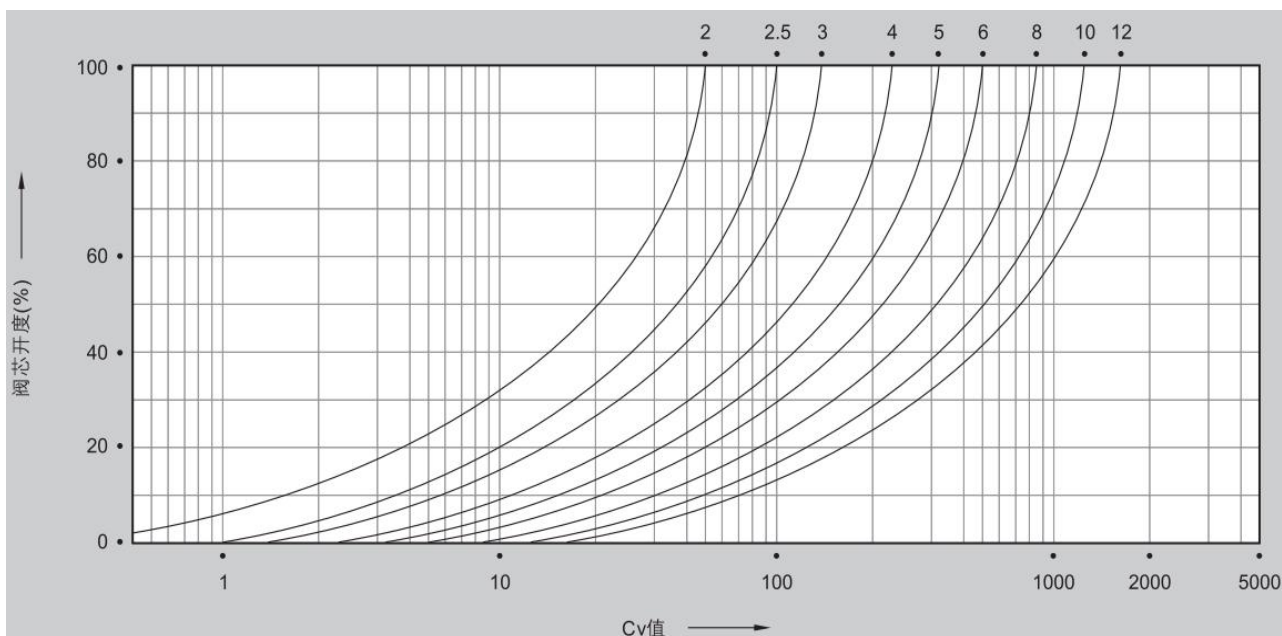
4
小流量直线阀座



5
低噪音式阀座



6
直通式阀座



阀座型式示意图及阀门流量特性曲线

成都凯远流体—

电液智能控制技术集成供应商

质量方针

专注客户 质量为本 精细管理 热忱服务

公司宗旨

创新、优质，服务能源

诚信、和谐，成就你我

成都凯远流体控制工程有限公司
Chengdu Kaiyuan Flow Co.,Ltd.

地址：成都市蜀汉路289号锦城商厦A座605室

邮编：610036

电话：028-87536020 87574140

传真：028-87574342

邮箱：sckyj@126.com

网址：www.cdkeylt.com