● 材料失效分析 Material Failure Analysis ●
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.03.020

火电厂四大管道主阀门缺陷形成及损伤行为分析

许 辉,郭延军,郦晓慧,王 鲁,乔立捷,杨 林,邱质彬
(华电电力科学研究院有限公司 材料技术部,浙江 杭州 310030)

摘 要:四大管道主阀门的服役性能影响着火电机组的正常运行,服役过程中主阀门形成的各种不同缺陷会给机组运行带来安全隐患。本文结合火电厂四种主阀门的工作原理、服役特点,综述了服役前后这些阀门的主要缺陷类型、形成机理以及损伤机制;总结了主阀门各种原始缺陷、局部应力集中,组织性能退化等对阀门服役性能的影响,并对阀门中各种常见的应力腐蚀和疲劳失效问题进行分析,阐述了相应的治理措施。

关键词:四大管道;主阀门;裂纹;缺陷;应力集中

中图分类号:TM621 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8365(2020)03-0286-05

Analyses on Defect Formation and Damage Behaviors of Main Valves Employed in HTHP Pipes of Thermal Power Plant

XU Hui, GUO Yanjun, LI Xiaohui, WANG Lu, QIAO Lijie, YANG Lin, QIU Zhibin
(Department of Materials Technology, Huadian Electric Power Research Institute Co., Ltd., Hangzhou 310030, China)

Abstract: The service performance of the main valves of the HTHP major pipelines affects the normal operation of the ignition unit of thermal power plant. Various defects of the main valve in service may bring safety risks to the thermal power unit operation. Based on the working principle and service characteristics of four main valves in thermal power plant, the main defect types, formation mechanism and damage mechanism of these valves before and after service were summarized. The effects of various original defects, local stress concentration and microstructure degradation on service performance of main valve were summarized. The common stress corrosion and fatigue failure problems in valves were analyzed and the corresponding control measures were expounded.

Key words: HTHP pipe; main valve; crack; defect; stress concentration

阀门是火电机组中用来调节和控制锅炉压力管道、汽轮机缸体中蒸汽参数的重要部件。由于火电机组的长期高温高压运行以及频繁调峰,在役阀门的安全可靠性对整个系统的正常运行起着至关重要的作用。火力发电厂4大管道(包括主蒸汽管道系统、高温再热蒸汽管道系统、低温再热蒸汽管道系统和高压给水管道系统)常用的在役主阀门,如堵阀、安全阀、主汽阀门和中压联合汽门等在高温高压条件下服役时,承受着机械振动、磨损、氧化腐蚀、应力波动等苛刻工况,其内部制造缺陷、微观组织也可能会发生演化和加速老化,造成阀门力学性能降低,甚至形成孔洞、裂纹等缺陷,最终引起阀体泄漏或开裂。因此,这些阀门服役时一旦失效会给电厂造成巨大经济损失,带来严重的人身和财产安全隐患。本文从4种主阀门的工作原理、常见的损伤和失效模式以及失效机理等方面进行论述,以期对主阀门的失效机理与预防治理有更全面的认识。

1 主阀门工作原理

堵阀是一种安装在锅炉过热器出口和再热器进、出口蒸汽管道上作为静态水压试验的隔离装置;水压试验后拆除堵板、支撑板等内件,并装入导流套使管道进入正常使用状态。堵阀的制造材质一般有锻钢和铸钢两类,其中铸钢类堵阀由于设计灵活和成本低,在很多电厂中得到了广泛应用。

安全阀是锅炉压力容器及管道内的重要自动阀门,它作为安全附件用来保护锅炉管道系统中的重要承压设备和可能瞬时超压的设备,防止其超压服役而发生损坏。其工作原理是,当阀体内的压力上升至起跳压力时,内部阀门会自动开启,把多余的介质排放到大气中,从而保证压力容器和管道系统安全运行;而当压力下降至安全阀的回座压力时,阀门

收稿日期:2019-12-05
作者简介:许 辉(1987-),河南信阳人,博士,工程师.主要从事电站金属材料服役损伤机理、寿命评估等方面的工作.电话:0571-85246578,
E-mail:hui-xu@chder.com

会自动进行关闭并阻止介质继续排出，确保设备安全。

高压主汽阀是锅炉主蒸汽进入汽轮机做功的第一道阀门，可在危急情况下迅速关闭，从而切断主蒸汽汽源而迫使机组停机，防止汽轮机产生超速等不安全状态。主汽阀结构复杂，一般具有较好的热强性和热稳定性。但对热处理参数比较敏感，长期在高温高压条件下服役，由于微观组织的老化其脆性倾向增加，易产生裂纹缺陷。

中压联合汽阀由中压主汽阀和中压调节汽阀组成，两阀共用一个壳体、腔室和阀座，阀蝶呈上下串联布置。中压调节阀可控制中压进汽量和危急遮断系统，中压主汽阀则只能进行危急遮断。高温蒸汽从再热热段管道进入阀壳后，再经过滤网、开启的中压调节阀和中压主汽阀，最后通过汽轮机短管进入汽轮机缸体做功。

2　各阀门服役损伤与失效模式

2.1　堵阀损伤与失效模式

电站锅炉系统中运行温度和压力相对较高的管道堵阀多采用锻造方式制成，而运行温度和压力相对较低的管道堵阀多采用铸钢制成。铸钢堵阀在生产过程中由于成型工艺不当、成分偏析、组织不均等工艺因素，难免形成裂纹、气孔、砂眼、缩孔、疤痕、冷隔皱折等缺陷。锻造堵阀常采用中阀体锻件与两端支管焊接组成三片式阀体，阀门内腔零部件全部采用锻件或板料。锻造堵阀增强了阀门的结构强度、承压能力和抗介质冲蚀能力，其可靠性显著提高。但是，锻造时如果加热或冷却速率不合理、终锻温度太低或者操作不当，会因成型能力差或热应力过大而引起锻造裂纹。

电站堵阀由于阀体厚度较大，在服役时阀体不同部位存在温度差。当机组启停或蒸汽参数有波动时，这种温度差显著增大，引起热应力，导致堵阀表面形成裂纹。锻钢堵阀表面裂纹较少，但在其变截面部位，也可能会形成少量裂纹。铸钢件表面裂纹较为常见，分布在阀体各个部位。表面的冷裂纹一般数量较少，裂纹较长，但深度较大；而热裂纹数量较多，呈密集龟裂状，裂纹较短，深度较浅。堵阀服役过程中产生的裂纹主要集中在阀体外表面，阀体内表面上的裂纹较少。堵阀开裂时的运行时间较短，一般在10 000~20 000 h就有可能出现。

2.2　安全阀部件损伤、失效模式

电站安全阀长期服役后的故障模式有阀门密封面出现污垢、杂物或破损等引起的阀门泄漏；阀体结合面螺栓紧度不够或平面度不合格等引起的阀体结合面泄漏[8,9]；阀门运动部件卡阻、主安全门漏气量过大、主安全阀与冲量安全阀体不匹配引起的安全门拒动[10]；安全阀蒸汽排量过大、阀芯根导向套配合间隙不合适等导致的安全阀回座力低下[11]；安全阀的颤振和频跳等。由于安全阀大都采用锻造工艺制成，因此气孔、砂眼、缩孔等原始缺陷大大减少，其缺陷主要是在服役过程中产生的裂纹类缺陷，这也是安全阀在服役过程中发生的主要损伤模式。安全阀的表面常会出现深度较大的裂纹甚至穿透性裂纹；长期服役后，安全阀的内部也会形成一些深埋缺陷。

2.3　主汽阀部件损伤、失效模式

主汽阀部件损伤或者失效的模式主要有原始缺陷开裂、构件应力集中过大、组织老化严重和疲劳裂纹扩展。主汽阀也会因铸造工艺引入疏松、缩孔、夹渣、组织异常等原始缺陷，如有报道称ZG15Cr2Mo1主汽阀壳体在经铸造或不当热处理后会产生明显裂纹[12]。材料中的有害元素P、S含量过高时会使材料韧性和抗疲劳强度降低[13,14]。阀体因设计不合理存在的应力集中或在成型过程中引入的缺陷均会导致裂纹的形成。如某大型主汽阀阀壳由于铸件内壁存在未除尽的裂纹和补焊形成的焊接裂纹而发生了爆裂事故[15]；汽轮机主汽阀杆退刀槽外表面存在的大量加工刀痕，造成局部应力集中而发生开裂[16]；高压主汽阀经表面磨削加工时产生的残余应力可导致汽门阀杆断裂[17]。

主汽阀长期在高温高压条件下服役，其显微组织会发生演化，如晶界粗化、晶界网状碳化物的析出等，使合金的脆性倾向增加，塑性极大降低。如某火电厂的300 MW亚临界机组的高压主汽阀阀杆，在运行3万多小时后，晶界上析出网状碳化物，促进了裂纹的形成[18]。主汽阀在服役过程中的交变应力作用下，还会发生疲劳开裂。例如N300-16.7 /538 /538型汽轮机高压主汽阀壳内壁由于交变热应力作用而形成了热疲劳裂纹[19]。主汽阀阀壳在机组冷态启动、热态启动、正常停机过程中温度场、应力场会发生剧烈变化，一旦阀壳内部存在疏松、缩孔、夹渣等原始缺陷，在应力集中效应的作用下，阀壳缺陷处可能会率先发生局部低周疲劳变形，原始缺陷成为疲劳源并萌生出裂纹，造成阀体损伤甚至失效。

2.4　中压联合汽阀部件损伤、失效模式

中压主汽门常见的故障为驱动端阀轴漏气和门盖螺栓断裂，前者主要由密封面接触不良、阀轴移动不畅或油控跳闸阀密封不严引起，而后者主要由螺

栓硬度超标或装配不当引起[20,21]。中压主汽门还会发生阀壳的低周疲劳开裂，裂纹起裂点大多位于阀门进汽口对面的滤网槽底部，沿加强筋两侧向上扩展[22]。中压调节阀常见的部件损伤有杠杆销钉断裂、阀座螺钉断裂以及阀座开裂等。李文彬等[23]发现中压调节阀杠杆销钉(材质为20Cr1Mo1VNbTiB)在长期服役后，销钉的微观组织会严重退化，造成硬度和断裂韧性降低，局部应力集中到一定程度时销钉就会发生断裂。赵健雄等[24]对中压调节阀阀座螺钉的断裂失效原因进行了研究，发现如果结构上存在螺钉头部与螺杆过渡圆弧半径过小或者螺钉装配预紧力过大时，都有可能引起螺钉断裂。

3 阀门部件损伤或失效机理

3.1 堵阀部件损伤或失效机理

堵阀阀体由于壁厚较大，在铸造成型和服役过程中内外表面均会存在较大的温度差，在阀体内产生较大的热应力，影响着堵阀的成型过程和服役性能。研究发现[1,6,25]，堵阀金属液在铸型内凝固收缩过程中，表面和内部之间产生的铸造应力可能超过此时材料的强度极限，导致铸造堵阀开裂，形成沿晶扩展的热裂纹和穿晶扩展的冷裂纹。铸造堵阀在服役过程中，随着锅炉启停和运行参数波动，阀体内的热应力会显著增大。堵阀内的一些原始缺陷如微裂纹、气孔、砂眼、缩孔、疤痕、冷隔皱折等，在热应力作用下会发生扩展并逐渐生长为宏观裂纹，导致铸造堵阀开裂失效。锻造堵阀在热加工变形时的加热不当、终锻温度太低会使塑性变形能力降低，形成锻造裂纹；或者因加热、冷却速率过大，形成较大热应力而导致裂纹产生。对于铸钢堵阀和锻造堵阀，为了消除加工内应力、保证工件尺寸、获得平衡稳定的组织，并改善力学性能，通常会对堵阀进行时效处理。但若时效温度选择不当、时效时间不足，仍会造成堵阀保留较大的内应力，在服役状态下可能会引起变形或者开裂。

3.2 安全阀部件损伤或失效机理

安全阀长期在高温高压条件下服役，其合金组织也会发生老化，如碳化物球化、晶界粗化、甚至形成蠕变孔洞，造成阀体力学性能不断降低。随着运行时间的增加，蠕变孔洞会不断聚集长大，形成微裂纹。尤其当安全阀因工质诱发而形成颤振时，这种演化过程会大大加速，最终形成宏观裂纹。此外，安全阀在特定的腐蚀环境中还会发生应力腐蚀开裂[26]。应力腐蚀后，其外观上一般没有明显的塑性变形或腐蚀现象，但却产生了裂纹；这种裂纹发展迅速，难以预测，因此具有很大的危险性。应力腐蚀是材料受拉应力和含有H+离子腐蚀介质共同作用而产生的脆性破坏，电厂环境下的腐蚀介质来源主要为大气中的CO-CO_2混合气，H_2S等，这些气体穿过保温层聚集在安全阀的表面和与周围的水蒸气混在一起形成一层薄膜[27]。在电化学腐蚀过程中，H+离子与金属发生反应后得到电子变为氢原子，由于其原子半径小，易于在金属内扩散并聚集于晶格缺陷和微裂纹等位置，从而增加材料的脆性。安全阀表面或次表面上本身存在一些微小缺陷，一旦应力腐蚀启动，这些缺陷将加速扩展，形成宏观裂纹。应力腐蚀裂纹的萌生与扩展可能会以不同的方式进行，裂纹的萌生过程受腐蚀环境因素和局部电化学反应控制，而裂纹的扩展取决于裂纹尖端的特性和微观组织结构[28]。

3.3 主汽阀部件损伤或失效机理

由于早期凝固工艺水平的限制，主汽阀壳腰部的热节区难以获得补缩，成型后容易形成缩孔、疏松等缺陷。这些缺陷的存在，不但降低阀体的负载能力，还会在缺陷尖端部位形成应力集中，服役时在外部应力的作用下成为裂纹源[12,29]。主汽阀中还存在热处理工艺不合理，组织粗大，产生了富铜相、带状组织和大量夹杂物等原始缺陷，使材料产生了较大脆性而造成主汽阀阀杆断裂[16]。主汽阀结构设计或者制造不合理，局部位置存在应力集中或者加工缺陷时，会导致裂纹的形成。一些主汽阀铸件内壁还可能会存在未除尽的裂纹和补焊后形成的焊接裂纹，在铸件试压过程中，裂纹末端应力集中逐渐增大；如果铸件的塑性和韧性较差，随着水压的不断增加，铸件内壁裂纹就可能会快速扩展并发生开裂[15]。

主汽阀服役时阀壳内外壁之间存在一定的温度差，在机组起停和负荷变化过程中，会产生热应力。Miroshnik R等研究了电厂调节阀阀门壳体的热应力与疲劳寿命，发现稳态运行时，阀门壳体最大应力位于阀体内表面，其值为46.4 MPa；启停过程中温度变化速率达到200 ℃/h时，热应力的最大值为974 MPa，其分布区域正是部件中形成裂纹的部位[30]。而在强热态启动工况下，阀壳外壁所受的拉应力高于阀壳内壁所受的压应力[31]。采用有限元法可分析复杂结构阀壳的结构应力，有人曾计算出阀壳在内压和热应力双重作用下的周向应力高达293 MPa；在这种交变应力作用下，阀壳有可能会发生热疲劳破坏[19,22]。主汽阀在服役过程中所承受的工作应力即使在弹性范围内，但在某些局部区域，如孔洞、沟槽、拐角等存在应力集中或者应变集中的部位，仍可能发生塑性

屈服而进入塑性变形状态。尤其在机组启停和加热过程中，主汽阀要同时承受机械应力和瞬态热冲击带来的热应力，两种应力叠加在一起，可构成周期性的循环应力，促使主汽阀发生低周疲劳变形和损伤[30]。

3.4　中压联合汽阀部件损伤或失效机理

由于服役时的温度和压力相对较低，中压联合汽阀（包括中压主汽门和中压调节阀）的阀壳本体发生开裂的情况鲜有报道，其部件损伤主要有杠杆销钉断裂、阀盖螺栓断裂、阀座螺钉断裂、阀座开裂以及阀杆断裂[20,23,24,32,33]。在这些失效方式中，应力集中影响显著，不但会促进构件中的原始缺陷处萌生裂纹或者裂纹扩展，甚至能直接导致构件在局部薄弱位置发生开裂，导致其部件损伤和失效。中压联合汽阀另一个重要的损伤或失效机制就是材料的老化[20,23,33]，阀门构件长期在高温高压下运行，其晶界在外应力作用下会发生氧化腐蚀，晶界结合力不断降低。同时晶界上的碳化物也会发生演化，最终在晶界上形成连续氧化膜或者网状碳化物，成为裂纹的萌生位置，诱发裂纹沿晶扩展[20]。这些过程的进行，会增加构件的脆性，最终导致裂纹的形成。

4　结论与建议

火力发电厂4大管道主阀门成型时的原始缺陷、结构设计上的局部应力集中、服役后材料的老化均可能造成阀门形成裂纹，引起部件损伤失效。应严格控制主阀门的铸造、锻造工艺过程，减少原始缺陷的产生，尤其是阀门的化学成分检验，防止P、S等有害元素超标而造成金属夹渣和材料脆性断裂。

各类主阀门内外壁间温度差会产生热应力，阀壳在交变应力的作用下会发生疲劳破坏，因此在机组启停过程中，应严格控制升温速率，避免阀体热应力过大。尤其是主阀门，应及时清除主阀门阀壳的内壁裂纹或因补焊后形成的焊接裂纹，防止其成为裂纹源进一步扩展。应及时消除主阀门构件表面的残余应力，加大对主阀门构件应力集中部位的排查，避免因应力集中而造成阀门开裂。

各类主阀门应注意防范应力腐蚀问题。首先应采用正确的结构设计、加工工艺和热处理工艺，从而尽可能减少残余应力和应力集中。其次做好管道防护措施，加强保温，在部件表面涂上防护层，提高汽、水品质控制，减少对承压部件的内部腐蚀。同时，还要对易产生应力腐蚀的部位加强检验，及时处理主阀门在运行过程中产生的重要缺陷。

参考文献：

[1] 陈炜. 电厂锅炉管道堵阀缺陷分析与检验 [J]. 技术应用，2018，25(8)：150-151.

[2] 张立峰，王义厢. 电站锅炉铸钢堵阀缺陷分析 [J]. 中国科技信息，2015(11)：130-131.

[3] Smith P, Zappe R W. 5-Pressure Relief Valves, Valve Selection Handbook [M]. Oxford, United Kingdom: Gulf Professional Publishing, 2004:169-225.

[4] 王雪梅. 高压主汽阀设计[J]. 机械工程师，2014(5)：240-241.

[5] 刘彩梅，修先翠. 水压试验阀技术研究[J]. 现代商贸工业，2008(12)：271-272.

[6] 李鹏新，王兴胜，笪耀东. 加强电站锅炉管道堵阀的检验[J]. 监察与检验，2010，27(2)：15-17.

[7] 高同京. 电厂锅炉安全阀的常见故障分析及处理办法 [J]. 电子技术与软件工程，2013，18：126-126.

[8] 李翠侠. 安全阀校验与维修中的常见问题与解决措施 [J]. 科技技术应用，2013(z1)：31-31.

[9] 姜磊，司磊磊. 关于电站锅炉安全阀常见故障的研究[J]. 能源与节能，2013(9)：112-116.

[10] 李鸿雁. 锅炉安全阀故障及维护处理办法[J]. 黑龙江科技信息，2015(18)：35-35.

[11] 白学科. 试论锅炉安全阀的典型故障与排除 [J]. 科技风，2015(1)：112-112.

[12] 吴永法. 滨海热电1号机主汽阀阀体裂纹原因分析与焊接修复[J]. 浙江电力，2015(2)：45-49.

[13] 江国栋，卢建湘，黄文呈. 火电厂发电机组汽轮机阀杆断裂分析[J]. 铸造技术，2017，38(5)：1066-1068.

[14] 郑天艳. 汽轮机主汽阀裂纹原因分析及修复[J]. 浙江电力，2014(2)：38-42.

[15] 王长健. 大型主汽阀阀壳铸件爆裂原因分析 [J]. 铸造技术，2013，34(12)：1669-1672.

[16] 王志武，费勤楠，梅伟，等. 300 MW汽轮机高压主汽阀阀杆断裂原因分析[J]. 金属热处理，2011，36(8)：21-24.

[17] 张洲全，涂湛，何可龙，等. 汽轮机高压主汽阀阀杆断裂原因分析[J]. 汽轮机技术，2016，58(1)：78-80.

[18] 彭以超，楼玉民，李望，等. 亚临界300MW机组高压主汽阀阀杆断裂原因分析[J]. 理化检验-物理分册，2016，52(10)：738-754.

[19] 陈珏玮. N300-16.7/538/538型汽轮机高压主汽阀壳内壁开裂原因分析[J]. 热力发电，2009，38(3)：97-99.

[20] 彭以超，楼玉民，徐绍平，等. 超超临界机组中压汽门阀盖Alloy783合金螺栓断裂失效分析 [J]. 热力发电，2018，47(3)：115-122.

[21] 张旭. 330 MW机组中压主汽门出现的问题及处理方法[J]. 科技经济导刊，2016(16)：65-65.

[22] 陈忠兵，李国清，张辉，等. 电站中压主汽阀阀壳低周疲劳寿命研究[J]. 金属热处理，2007，32(增刊)：122-126.

[23] 李文彬，冯砚厅，郑相锋，等. 某电厂中压调节阀杠杆销钉断裂原因分析[J]. 热加工工艺，2013，42(18)：196-198.

[24] 赵健雄，王刚，张邦强. 汽轮机中压调节阀阀座螺钉断裂失效分析及改进[J]. 东方汽轮机，2015(4)：56-60.

[25] 张立峰，王义厢. 电站锅炉铸钢堵阀缺陷分析 [J]. 中国科技信息，2015(11)：130-131.

[26] 陶章兵，王义厢，蔡斌. 电站锅炉应力腐蚀裂纹的产生与处理防

范措施[J]. 轻工科技,2012(11):118-141.

[27] Long Y, Wu G, Fu A Q, et al. Failure analysis of the 13Cr valve cage of tubing pump used in an oil field [J]. Engineering Failure Analysis,2018,93:330-339.

[28] Panda B, Sujata M, Madan M, et al. Stress corrosion cracking in 316L stainless steel bellows of a pressure safety valve [J]. Engineering Failure Analysis,2014,36:379-389.

[29] 锻冶科, 段嘉光. 主汽阀壳裂纹的消除 [J]. 铸造,1983, 32(1):61-64.

[30] Miroshnik R, Jeager A, Haim H B. Probabilistic life assessment of chest valve under thermal stresses [J]. Int. J. Pressure Vessels and Piping,1998,75(1):1-5.

[31] 陈忠兵. 火电站中压主汽阀阀壳热疲劳损伤研究[D]. 武汉:华中科技大学,2009.

[32] 朱晏萱,张宏斌,韩彦灵. 汽轮机中压调节汽阀阀座开裂原因分析[J]. 广州化工,2014,42(17):168-170.

[33] Ipohorski M, Luppo M I. Failure analysis of a steam valve stem[J]. Materials Characterization,2003,50:23-30.

(上接第 278 页)

[6] 周细应,童建华,李曼萍. 压铸铝合金零件失效分析[J]. 轻合金加工技术,2005,33(10):16-18.

[7] 涂建国,周素珍,司亚春,等. ADC12 铸造铝合金齿轮箱开裂原因分析[J]. 金属热处理,2015,40(4):198-200.

[8] 卢从义,丁军锋,刘玉鑫,等. R14 铝合金拔叉铸件断裂分析[J]. 失效分析与预防,2016,11(3):176-181.

[9] 李世光. 铝合金压铸产品铸造缺陷产生原因及处理办法 [J]. 铸造技术,2007,128(S1):67-71.

[10] JIS-H5302-2006,铝合金压铸件[S].

[11] ASTM E8 / E8M-16a, Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials[S].

(上接第 285 页)

下:抗拉强度 605 MPa,屈服强度 436 MPa,断后伸长率 19%,断面收缩率 38%,冲击吸收功 41 J,平均硬度 215 HB。完全符合用户技术要求。

6 结语

经过反复实验针对消失模铸钢桥壳出现的问题逐一解决:使用 STMMA 珠粒发泡成形;白模烧空工艺;浇注过程后期高频振动;法兰处增加防裂环;底漏钢包浇注+吹氩气:变形虽然在白模烘干和涂料烘干采取框架支撑防变形,但在浇注后应力收缩变形无法控制,仍有 20%左右的产品的变形量超出用户标准,需压力机整形。但在材质,力学性能,夹杂缺陷,试漏,抗疲劳强度等满载实验方面达到用户重型工程车辆铸钢桥壳验收标准。

RX 榕霞®

福建省榕霞石英砂有限责任公司
漳浦县榕霞矿业开发有限公司

公司简介
Company

我公司创办于1976年，是国内较早从事石英砂系列产品生产、销售一体化经营的综合性企业。公司拥有丰富的优质石英砂矿产资源，矿区面积1000多亩，年开采量可达40万吨。公司生产的石英砂产品具有SiO2含量高，含泥量低、角形系数小等特点，是高品位的天然石英砂。

"榕霞"天然石英砂系列产品现广泛应用于国内铸造行业、机械制造行业、全国各水处理行业及玻璃制造、钢铁冶金行业等，质量达到国际先进水平。公司已通过ISO9001、ISO14001管理体系认证，先进的生产工艺及完善的品质保障体系确保了产品质量的长期稳定，专业的销售团队为客户提供优质完善的售后服务。

产品主要理化性能

Sio2 > 98%	角形系数 < 1.3
灼烧减量 < 0.5%	含泥量 < 0.3%
含水量(干砂) < 0.2%	耐温 > 1700℃

地址:福建省晋江市金井 电话:0595-85332410 85332410 传真:0595-85331410 www.rxsgy.com E-mail:rxsgy@163.com