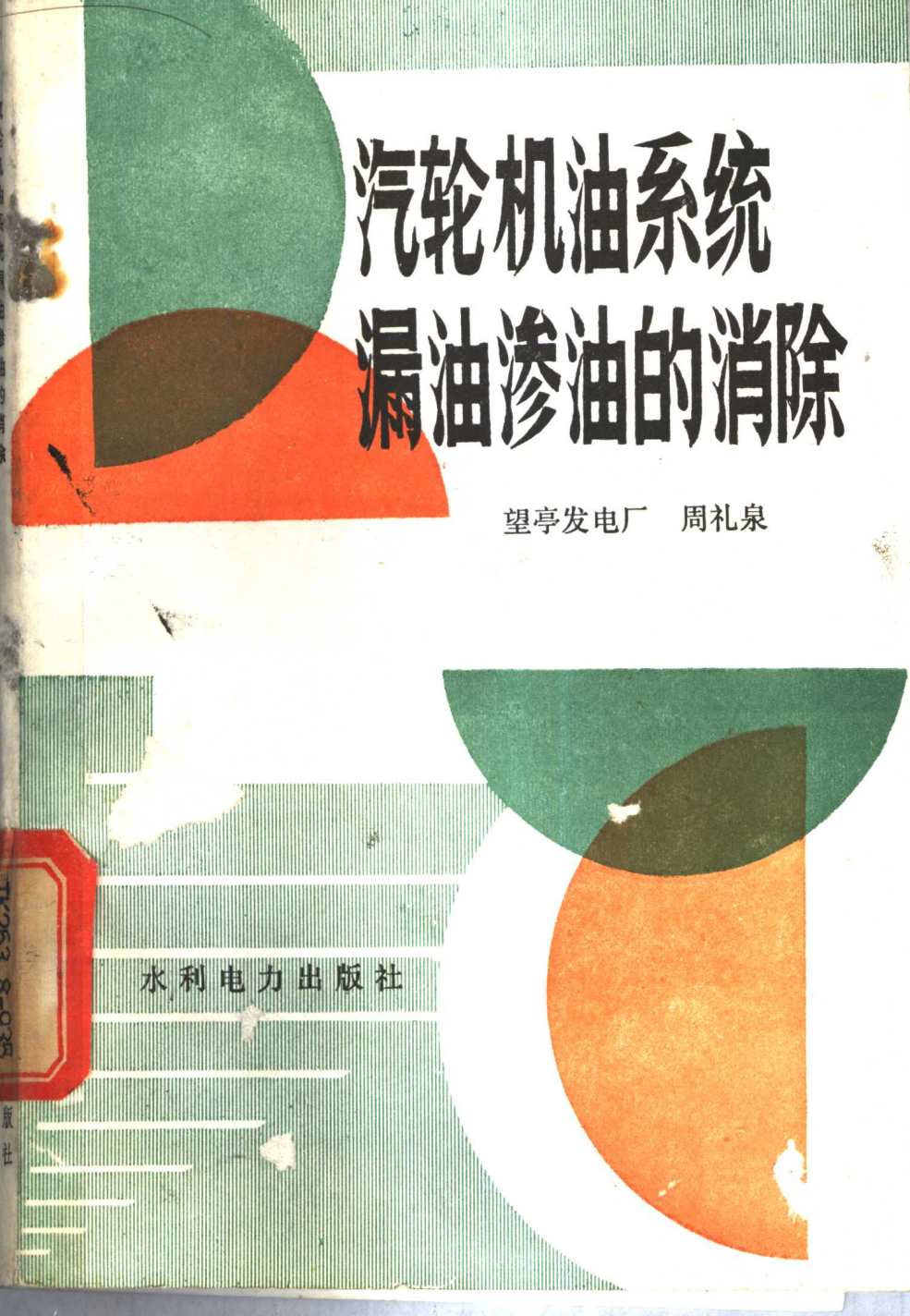




汽轮机油系统 漏油渗油的消除

望亭发电厂 周礼泉

水利电力出版社

TK662.3.008

版社

汽轮机油系统 漏油渗油的消除

望亭发电厂 周礼泉

水利电力出版社

内 容 提 要

本书较系统地叙述了汽轮机油系统、轴承等方面漏油渗油的消除方法、改进措施、检修管理和工艺技术；同时，介绍了油系统常用密封材料的特性、使用方法以及无油作业、防火措施、电站其它设备漏油渗油的消除等。

本书可供汽轮机运行、检修和安装工人阅读，也可供设计、制造、安装和发电厂等单位的技术人员和领导干部参考，对于其它行业从事油务工作的人员有一定参考价值。

汽轮机油系统漏油渗油的消除

望亭发电厂 周礼泉

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 5印张 109千字

1990年10月第一版 1990年10月北京第一次印刷

印数0001—2730册

ISBN 7-120-01220-7/TK·194

定价3.75元

前 言

随着现代化建设的发展，文明生产已是各行各业不可缺少的内容。然而，发电厂汽轮机油系统及其它设备的漏油渗油，严重影响着环境卫生和文明生产。更重要的是漏油渗油往往导致火灾事故，给国家造成难以估量的损失。所以，搞好文明生产，确保安全经济发供电，积极消除汽轮机及其它设备的漏油渗油是重大措施之一。

根据上述情况，本人总结编写了《汽轮机油系统漏油渗油的消除》一书。本书较详细地总结了大、中、小型汽轮机油系统的技术管理及消除漏油渗油的措施、方法、检修工艺等；同时，简要地介绍了电站其它设备漏油渗油的消除。

本书在审稿时，得到北京热电厂、京西发电厂、大港电厂以及其它电业单位同志的热情帮助，在此表示感谢。

本书不足及错误之处，欢迎读者指正。

编者

一九八九年十月

目 录

前 言

第一章	油系统的管理	1
第一节	油系统安全运行的重要性	1
第二节	漏油、渗油的危害性	2
第三节	油系统设计、安装中存在的问题	5
第二章	油系统检修工艺与质量	6
第一节	油系统检修中常见的工艺质量问题	6
第二节	法兰及锁母接头接触平面的检查和研刮	12
第三节	油管的强度核算及管壁厚度选择	13
第四节	油管的疲劳断裂	15
第五节	油管的振动与消除	20
第六节	锁母接头的应力集中与改进措施	27
第七节	油管法兰预紧力核算及扳手选择	34
第八节	漏油、渗油点的寻找方法	39
第九节	疏油管、回油管的布置	42
第三章	油系统的改进	46
第一节	油系统存在的问题	46
第二节	油系统的改进与革新	57
第三节	油系统密封垫片的选用	67
第四节	油阀门密封填料的选用	69
第五节	油泵轴端密封的改进	71
第六节	常见密封圈的使用	81
第七节	无油作业措施	108
第八节	防火措施	111
第四章	轴承漏油的消除	116

第一节	轴承漏油的特性	116
第二节	迷宫油挡	117
第三节	浮动油挡	120
第四节	特殊结构的油挡	122
第五节	疑难漏油点的分析与消除	123
第六节	轴承座的透气管及排烟系统	125
第七节	轴承、油系统常用的密封涂料及粘合剂	128
第八节	其它漏油、渗油的消除	135
第五章	大机组油系统防漏防火措施	140
第一节	套装式油管路	140
第二节	焊接式油系统	141
第三节	防止油挡漏油措施	143
第四节	油系统使用燃点高的抗燃油	146
第六章	发电厂其它设备漏油渗油的消除	147
第一节	泵类中间轴承漏油、渗油的消除	147
第二节	齿轮箱漏油的消除	149
第三节	JSL1000-12 电动机轴承渗漏对策	150
第四节	电气设备的漏油渗油	152

第一章 油系统的管理

第一节 油系统安全运行的重要性

汽轮机油系统担负着机组的润滑、冷却和调速系统执行机构的控制等重要任务。如果我们把调速系统看作是汽轮机的大脑，则油系统就是保证大脑及身体各部分功能正常的血液系统，油管路就是输送这些血液的血管。大家知道，人体中的血管一旦发生堵塞或爆裂，往往危及人的生命。同样，汽轮机油管路一旦发生堵塞或爆裂，将使整个机组被迫停运。当油漏到高温热力管道或热力设备上时，将引起严重的火灾事故，危及整个电厂的安全，给国民经济带来严重损失，后果不勘设想。在电厂中因漏油引起的火灾事故，在国内外并不少见。如某电厂125MW汽轮机组中压油动机因垫片吹损造成严重漏油，引起火灾。大火持续了两个小时，直到油箱内的油全部燃光，火才熄灭。其后果使汽轮机轴封、轴瓦、油管等烧坏，汽轮机大轴弯曲，主厂房钢架烧坏，屋顶塌落等。再如某电厂由于油系统漏油，油漏到主蒸汽管道上，引起火灾，结果烧坏了两台50MW机组及行车、仪表等。据统计，1971年全国电厂因油系统漏油引起的事故共38次，1972年50次，1973年24次。总之，在电厂中因漏油引起的事故是较频繁的。而且火灾事故往往是灾难性的。所以，我们在检修油系统时，要十分重视漏油现象，要严格要求，一丝不苟，确保检修质量。

为了减少或消灭火灾事故，国外逐步采用抗燃油来代替

透平油。抗燃油的燃点高于 600°C ，即当汽轮机蒸汽温度低于 600°C 时，油漏到热力设备上不会着火，但此油价格昂贵，而且还没有成熟的运行经验，在国内尚属研究试用阶段。即使用了抗燃油，油系统仍然存在着如何保证严密不漏的问题。

第二节 漏油、渗油的危害性

目前，电厂汽轮发电机组的润滑、冷却和调速动力油，均采用不同型号的透平油。透平油渗透性强、不易挥发（约 200°C ）等特性使得电厂普遍存在漏油渗油现象且难以消除。

电厂严重的漏油，会使油箱油位下降，主油泵进口失油，导致汽轮机断油的重大事故，而且随时有发生火灾事故的危險。即使是渗油，虽然渗出的油量不很多，多则每小时几滴到十几滴，少则几小时漏一滴，看起来问题不很严重，但是，日久天长，一方面油与灰尘粘结在一起，在管壁表面形成厚厚一层油垢，另一方面渗油滴到热力设备上，随着时间越积越多，同样会引起火灾。有些渗、漏的油往往从汽轮机运转层一直流到最低层，中间流过几层设施，看上去到处是油污，严重影响现场的整洁与安全。有些漏油会流进沟、坑、洞内，形成火灾事故的隐患。所以要搞好安全生产和文明生产，不解决漏油渗油缺陷，将是一句空话。

漏油渗油不仅对安全生产和文明生产有很大影响，而且造成很大的浪费。例如某厂一台 300MW 汽轮机第八道轴瓦油挡漏油，每天要漏掉 70kg 到 80kg 透平油，这些漏出来的油和水、垃圾混在一起，无法回收，都白白浪费掉。另有一台 AK-25 型（匈牙利仿BBC）汽轮机第二、三轴承座漏油，每月需增加 180kg 左右透平油作补充，每年损耗透平油 $2000\sim 3000\text{kg}$ ，从1957年安装投运到1977年消除这项漏油共损耗透

平油 40000kg。更严重的是这些油绝大部分漏进凝汽器,使十台机、炉的汽水系统和设备受到严重污染,影响机组热效率和汽水品质。有些漏油渗油虽然没有上述那样严重,但是,积少成多,全国所有电厂因漏油渗油所损耗的透平油虽没有统计数字,但可以肯定这项浪费是惊人的。

实践证明,只要我们重视这项工作,积极采取措施,在消除漏油渗油方面是能够取得较好的成绩的。如某电厂从1979年开始抓汽轮机漏油渗油的消除工作,经过几年努力,渗漏油缺陷大幅度下降,尤其是一些多年未能解决的严重漏油缺陷都一一得到了解决,年补充透平油量连年减少。从表1-1可以看出这个问题。

表 1-1 某电厂年补充透平油量比较表 (单位: kg)

年 份	全年补充透平油量	年补充透平油 比上年减少量	减少百分率 (%)
1978	40060		
1979	26400	13660	34.0
1980	17370	9030	34.2
1982	11810	5560	32.7
1983	11590	220	1.9
1984	11890	-300	-2.6
1985	11550	340	2.9
1986	11140	410	3.5
1987	10880	260	2.3
1988	9990	890	8.2

注 1. 全厂共有16台汽轮机组, 其中2台为300MW机组, 其余为中、小型机组, 总容量800MW, 油系统共有泄漏点2万余个;

2. 年补充油量包括机组大修、小修、维修等损耗在内。

综上所述,漏油渗油的危害性可以归纳为以下几个方面:

1) 油渗漏到蒸汽室、主蒸汽管道等热力设备或热力管

道上，引起火灾；

2) 漏油渗入混凝土基础，使混凝土酥松，破坏了混凝土同钢筋或底脚螺栓的紧密结合，引起机组剧烈振动；

3) 油沿发电机轴与端罩之间的间隙或沿发电机端罩与底脚之间的缝隙漏入发电机线圈，降低其绝缘性能，严重时会出现线圈绝缘击穿事故；油和灰粘合形成的油泥，可能堵塞发电机上的通风孔，使发电机局部发热；油泥附在空气冷却器铜管表面上，降低冷却效果；这些都会使发电机的运行工况恶化；

4) 油沿轴漏到励磁机的滑环上，易引起火花，严重时 would 发展成火圈而引起火灾；

5) 油渗到发电机轴承座下面的绝缘垫上，与灰粘在一起，造成绝缘不良，产生轴电流，损坏轴承和蜗母轮等；

6) 油漏进汽轮机凝汽器，附在凝汽器铜管表面上，影响传热效果，降低经济性，或随凝结水进入系统，污染给水，劣化给水水质，并被带入汽包，影响锅炉安全运行；

7) 油漏到调节汽门或自动主汽门的门杆上，受热后结成油垢，使汽门门杆动作时发生卡涩，形成重大事故；

8) 油漏到调速系统和保护装置的各个露出部分，与灰尘结合在一起，增加动作时的阻力；

9) 油漏到电缆上，使电缆绝缘损坏而短路，可能引起保护装置的误动、拒动或其它电气故障等；

10) 严重的漏油，会损失大量透平油；

11) 大量漏油，会引起油压下降或油箱油位下降，迫使机组紧急停运或造成重大断油事故；

12) 漏油会污染环境，影响文明生产，同时，油漏在地面上易使行人滑跌，威胁人身安全。

第三节 油系统设计、安装中存在的问题

目前汽轮机油系统在运行中存在的问题较多，如油管的振动、断裂等，其中有相当一部分问题与设计、安装有关。设计单位往往对主蒸汽高温管道或其它较粗管道比较重视，对油管往往因其工作参数低、管径小而不够重视。所以，油系统管道往往无一定规格的支吊架和足够的伸缩补偿器，对于与机组相连的油管道也缺少防止振动传递的措施，管内油的流速无统一标准等。安装单位对油管的安装工艺和质量在某些方面很不重视。尤其是在支吊架、焊接件的安装等方面存在的问题较多。

为此，设计和安装单位应该做到：

- 1) 严格执行部颁法规中关于油系统的有关规定；
- 2) 管道布置要层次分明，整齐美观，便于处理事故；
- 3) 根据设计计算，设有足够的支吊架，尤其要有适当数量的固定支吊架（目前此支吊架数量不够）；
- 4) 设有足够的伸缩补偿器，减轻或消除热胀时的整劲；
- 5) 设有减震措施，防止机组的振动传递给油管；
- 6) 油管与热力管道分层布置，中间需设置防火平台，以防漏油、喷油引起的火灾事故；
- 7) 有条件时高压油管应布置在回油管中或油箱内；
- 8) 严禁在小油管上乱开三通而削弱管壁强度，应使用专门加工的三通、短节、大小头等焊接件（详见后述）；
- 9) 严禁把高压泄油排入回油和疏油管内，以免阻塞通道，发生满油溢油事故，应设置专门的管道，将高压泄油直接排入油箱。

第二章 油系统检修工艺与质量

第一节 油系统检修中常见的 工艺质量问题

从多年实践经验来看，油系统的漏油、渗油缺陷有相当一部分是因检修工艺质量不佳所致。检修工艺质量中的问题大部分是一般检修常识范围内的事。为了更好地吸取教训，现将常见的工艺质量问题简述如下。

1. 法兰刚度差

当润滑油管或回油管上选用低压平法兰且配用厚度为

1 mm左右的耐油橡胶石棉纸板垫时，由于法兰刚度较差，法兰螺栓上紧后，法兰产生弹性变形，使两只法兰边缘互相靠紧，如图 2-1 所示。但实际上垫片的密封紧力尚不够，导致漏油、渗油。纠正的办法：选用法兰时应在原有基础上提高 1~2 个压力等级，并尽量采用凸缘法兰，垫片厚度应选择

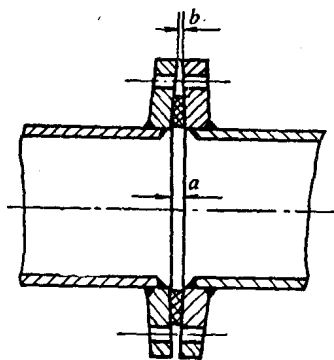


图 2-1 法兰刚度差
($b \approx 0$; $a > b$)

在 1.5 mm 左右，上紧螺钉时不要用力过大，以防法兰变形。

2. 法兰及接头垫片配合尺寸不当

当垫片外圆尺寸太小时，垫片易偏离中间位置，造成如图2-2 (a) 所示的情况，其接触面 a 大于 b ，在 b 接触面较小的情况下，垫片易挤压过度而碎裂，发生漏油、喷油事故。当锁母平接头垫片外径太小时，因垫片自重或放的位置不正确而偏离中心，有些因锁紧螺母有退刀槽，垫片落在退刀槽里，更易偏离中心，如图2-2 (b) 所示，结果造成大量漏

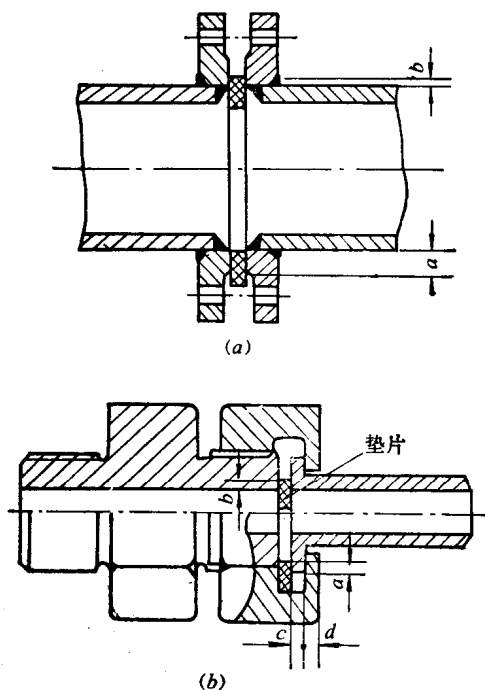


图 2-2 垫片偏离中心位置

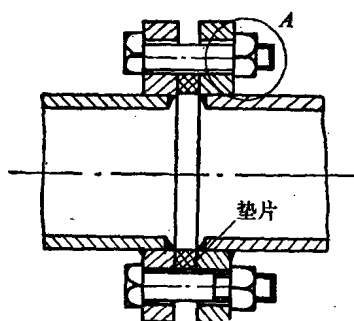
(a) 法兰连接; (b) 接头连接

($a > b$; $b \approx 0$)

油。纠正的方法：法兰垫片外径最好能与法兰螺栓保持1~3 mm间隙，这样垫片就不可能偏离中心位置很多，装配时也较方便。锁母接头垫片外径最好比锁紧螺母内径小0.5mm到1 mm，同时注意退刀槽不能车得太深太宽。

3. 法兰螺栓螺纹长度不够

法兰螺栓螺纹长度往往不被人们注意，尤其当螺纹长度



A 详图

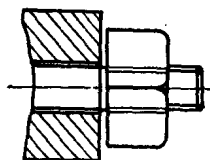


图 2-3 法兰螺栓螺纹长度不够

与必须的长度相差不多时，更易被忽视。但当装配时法兰螺栓上紧后，法兰内垫片因螺栓螺纹到顶而仍未压紧，如图 2-3 所示，导致漏油、渗油。纠正的方法：在组装油管前应检查法兰螺栓的螺纹长度是否合格，螺纹长度应留有 3~4 牙的裕度；上紧螺栓时应逐只检查螺母是否被拧到底，法兰垫片是否压紧。

4. 锁母接头螺纹长度不够

锁母接头螺纹长度与法兰螺栓螺纹长度一样，往往易被忽视。当锁紧螺母上紧后，接头内垫片（平接头）或球形接头的球面因螺纹长度不够而尚未压紧，如图 2-4、图 2-5 所示，导致漏油渗油。纠正的方法：仔细测量接头、锁紧螺母的螺纹长度及垫片厚度等，螺纹长度应留有 2~3 牙裕度。

5. 法兰螺栓、螺母规格不同

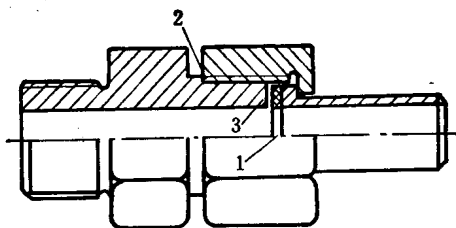


图 2-4 锁母平接头螺纹长度不够
1—垫片；2—螺纹长度不够；3—垫片未压紧

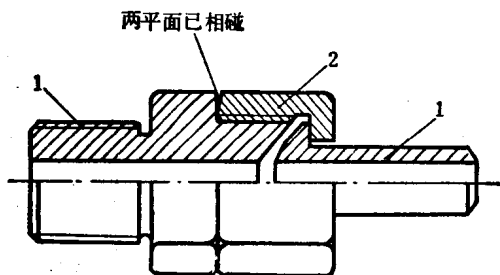


图 2-5 球形锁母接头螺纹长度不够
1—接头；2—螺母

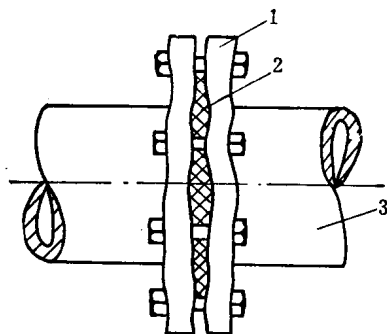


图 2-6 法兰严重变形
1—法兰；2—垫片；3—管子

同一对法兰上使用的螺栓、螺母规格不一致，因而在紧螺栓时用的扳手大小不一致，结果使各螺栓的紧力不相等，造成法兰的变形，如图2-6所示。由于法兰严重变形，导致漏油渗油。纠正的方法：在同一对法兰上严禁使用规格不等的法兰螺栓和六角对边不等的螺母。

6. 法兰螺栓紧力不均衡

由于两片法兰不平行或装配工艺不当，使法兰螺栓紧力不均匀，产生法兰张口现象，如图2-7所示，使法兰垫片密封紧力不相等，导致漏油、渗油。试验表明，即使是刚度较好的法兰，在螺栓上紧后法兰变形极微 $[(a-b) \geq 0.3\text{mm}]$ 时，也会发生渗漏。其原因是厚度为1.5mm的耐油橡胶石棉纸板垫的不均匀压缩量约为20%。纠正的方法：装配油管法兰时应检查两片法兰的平行度，不得有偏斜、变形、互相间距太大等异常情况；紧螺栓时应对角逐步上紧，防止产生张口现象，一旦出现张口现象，应立刻松开螺栓，更换垫片，重新组装，上紧螺栓。

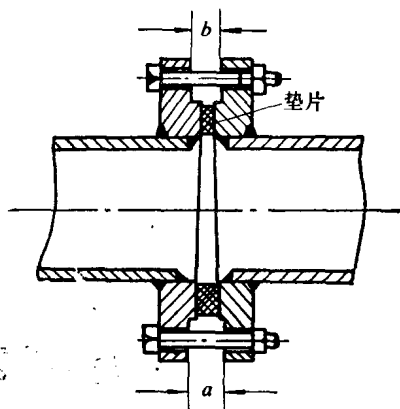


图 2-7 法兰螺栓紧力不均衡 ($a > b$)

7. 法兰、接头平面不平滑、不干净

法兰及锁母接头平面未清理干净，尤其是锁母接头采用耐油橡胶石棉纸板垫片时，清理比较困难，导致漏油渗油。纠正的方法：锁母平接头严禁使用非金属垫片，加强检查及验收。

8. 锁母接头边缘薄、刚度差、变形严重

锁母接头锁紧螺母边缘太薄，刚度不够，产生严重变形，如图2-2(b)所示，导致漏油渗油。纠正的方法：将图2-2(b)中的c、d各增加到4mm以上，上紧时用力适中（详见本章第六节）。

9. 油管振动频率高、振幅大

由于油管装配时有憋劲，设计时管内流速过高、支吊架不当等因素，使油管产生高频剧烈振动，天长日久，油管焊口、接头等强度薄弱处产生疲劳断裂而喷油。纠正的方法：消除油管憋劲，降低管内油流速度，增加夹马或支吊架，（详见下一章）平时加强检查等。

10. 油管碰擦

由于装配或运行时膨胀等因素，使油管与油管或油管与其它设备碰擦，时间长了，使油管磨破而发生喷油。纠正的方法：油管必须与其它设备、管道、花铁板等保持一定的距离，同时要考虑机组投运后的膨胀余地。机组在运行中油管与油管或油管与其它设备一般其间隙不得小于5mm。一旦出现碰擦现象，可用石棉纸板或橡皮作临时隔开措施。

11. 凹凸型法兰装配工艺不当

凹凸型法兰装配工艺不当是经常发生的事件。其主要原因是组装时未仔细检查，凹凸面未配准便盲目旋紧螺钉。也有凸形法兰与凹形法兰尺寸未仔细测量，加上凸缘凸出高度