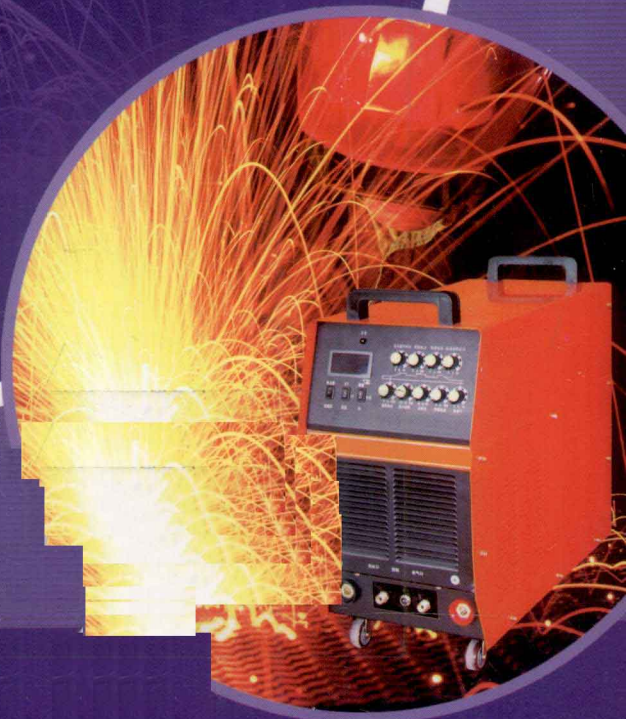


DIANHUHANJI

电弧焊机 故障诊断与典型实例

梁文广 高文景 苏允海 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

电弧焊机的故障现象、故障原因千变万化。本书编者集数十年电弧焊机维修经验于一书,在介绍电弧焊机故障性质和类型的基础上,重点总结了故障诊断的实用方法和步骤,并在最后精选了60余个故障判断的典型实例进行详细讲解,使读者在掌握故障判断一般方法的基础上,更加深刻地认识到在实践中怎样进行电弧焊机的故障判断及维修。

本书适合从事电弧焊机维修的技术人员和工人学习、阅读,也可供中职、高职院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电弧焊机故障诊断与典型实例/梁文广,高文景,苏允海编著. —北京:中国电力出版社,2010.2

ISBN 978-7-5123-0084-2

I. ①电… II. ①梁…②高…③苏… III. ①电弧焊—焊机—故障诊断 IV. ①TG434.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 021086 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.75 印张 226 千字

印数 0001—3000 册 定价 19.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言



我国的钢产量早已居世界第一，年产钢数亿吨。焊接是钢结构制造过程中的主要加工工艺之一，因此，电焊机在钢结构制造中大有用武之地。

电焊机中，电弧焊机占据绝大多数（据统计占 92% 以上）。我国当前年产电焊机总量为 70~80 万台，现在约有近千万台电焊机在国民经济各个系统、部门、工厂、工地发挥着重要作用。

电焊机的使用寿命一般为 10 年。应该指出，电弧焊机的工作环境（指电弧燃烧的焊接区域）和条件还是较为苛刻的，因为焊接电流大、温度高，还有焊接飞溅火花四射，因而，电弧焊机在使用过程中，如维护不当或不及时，极易出现故障。

焊机出现了故障，若不及时排除而带病工作，轻者会影响焊件质量，降低焊接生产率，增加工程成本；重者将使焊机烧毁，产生设备事故，使产品报废，甚至可能危及操作者的人身安全。

本书作者 10 多年前曾编写过《电焊机维修简明问答》一书，面市后较受欢迎，屡次重印，后来又进行增订，编写了《电焊机维修简明问答（第二版）》，也重印过多次。

然而，电弧焊机的故障是多种多样的，就故障论故障，200 例、300 例，再多也不够用。“授人以鱼，不如授人以渔”，编者本着这样的目的，编写这本《电弧焊机故障诊断及典型实例》。书中，加强了对焊机故障性质、类型的介绍，明

确地提出了故障维修的标准，提供了故障诊断的实用方法，最后，又将新收集到的 200 多个故障实例进行了精炼、归类，浓缩为 60 余个典型实例以供参考。

全书由梁文广主编，其中第五章由高文景编写，第一章、第三章由苏允海编写，第二章、第四章和第六章由梁文广编写。

本书在编写过程中，得到了张森岩、梁开亮同志的大力帮助，在此致以谢意。由于作者水平所限，书中难免有疏漏和错谬之处，恳请批评指正。

编 者

目 录



前言

第一章 电弧焊机概述	1
第一节 焊条电弧焊机	1
1. 焊条电弧焊需用焊条电弧焊机	1
2. 焊条电弧焊机应具有的性能	2
3. 动铁心式交流焊条电弧焊机	3
4. 动线圈式交流焊条电弧焊机	4
5. 抽头式交流焊条电弧焊机	5
6. 动圈式直流焊条电弧焊机	6
7. 磁放大器式直流焊条弧焊整流器	7
8. 晶闸管式直流焊条弧焊整流器	8
9. 直流焊条弧焊逆变器	10
10. 直流焊条弧焊发电机	11
第二节 熔化极气体保护焊机	13
1. 熔化极气体保护焊方法简介	13
2. 熔化极气体保护焊机的构成	15
第三节 钨极氩 (Ar) 弧焊机	22
1. 弧焊电源	22
2. 供气系统	23
3. 焊枪	23
第四节 埋弧焊机	25
1. 熔剂洒布装置 (焊药斗或熔剂斗)	26
2. 送丝机构	26
3. 弧焊电源	26
4. 焊接小车	27
第五节 等离子电弧焊机	28

1. 电源	29
2. 供气系统	29
3. 应用	29
第六节 螺柱电弧焊机	31
1. 螺柱埋弧焊法	31
2. 螺柱陶瓷环弧焊法	33
3. 电容尖端放电引燃电弧的螺柱焊法	34
第二章 电弧焊机故障概述	37
第一节 电弧焊机故障的形成与危害	37
1. 电弧焊机故障的定义	37
2. 电弧焊机故障的形成机理	37
3. 电弧焊机是容易产生故障的设备	37
4. 电弧焊机故障可能造成的影响和危害	42
第二节 电弧焊机故障的类型	43
1. 按电弧焊机故障存在的位置分类	44
2. 按电弧焊机故障所在的部件（或系统）分类	45
3. 按电弧焊机故障的表面特征分类	46
4. 按电弧焊机故障存在的时间分类	47
5. 按电弧焊机故障产生的速度分类	50
6. 按电弧焊机故障存在的数量分类	52
7. 按电弧焊机故障对焊机功能的影响分类	53
8. 按电弧焊机故障原因的来源分类	54
9. 按电弧焊机故障原因的技术发展性分类	55
10. 按电弧焊机故障产生的必然性分类	58
11. 按电弧焊机故障造成的后果分类	59
12. 按电弧焊机故障维修费用分类	60
第三节 电弧焊机故障的性质	60
1. 故障的层次性	60
2. 故障的关连性	61
3. 故障的功能性	62
4. 故障的条件性	62
5. 故障的时间性	63

6. 故障的不确定性	64
7. 故障的可修复性	64
8. 故障的经济性	65
第四节 电弧焊机故障检修过程	65
1. 故障现场调查	65
2. 故障原因分析	66
3. 故障点查询	67
4. 故障维修	68
5. 故障维修效果检验	69
6. 故障维修经验小结	69
第五节 电弧焊机维修人员应掌握的知识和技能	69
1. 应掌握的知识	69
2. 应掌握的技能	70
第三章 电弧焊机故障诊断标准	71
第一节 电弧焊机的使用者、管理者和维修者都 需要焊机标准知识	71
第二节 电弧焊机的安全和技术性能参数	73
1. 电弧焊机的安全性能参数	73
2. 电弧焊机的技术性能参数	75
第三节 电弧焊机的技术数据到哪里去找	77
1. 电弧焊机的技术数据到哪里找	77
2. 各种类型规格电弧焊机的技术数据	78
第四章 电弧焊机故障诊断实用方法	79
第一节 人体感官查询法	79
1. 口询法	79
2. 目视法	80
3. 耳闻法	80
4. 鼻嗅法	81
5. 手摸法	81
第二节 验电器查询法	82
1. 简介	83

2. 验电原理	84
3. 正确持笔法	84
4. 验电器检测电焊机内部电路时的注意事项	86
第三节 亮灯查询法	88
1. 简介	88
2. 制作亮灯检测工具	88
3. 应用	89
第四节 仪表测量法	90
1. 电压测量法	90
2. 电流测量法	92
3. 电阻测量法	95
4. 绝缘电阻测量法	97
第五节 有源亮灯查询法	101
1. 检测工具制作	101
2. 检测方法	101
第六节 故障元件替代法（置换法）	102
1. 定义	102
2. 故障判断步骤	103
3. 故障判断实例	103
第七节 状态比较法	105
1. 定义	105
2. 故障判断步骤	105
3. 故障判断实例	106
第八节 故障再现法	107
1. 定义	107
2. 应用实例	108
第九节 导线短接法	109
1. 定义	109
2. 故障判断步骤	109
3. 故障判断实例	109
第十节 电路分割法	111
1. 定义	111

2. 应用实例	112
第十一节 逐项排查法 (菜单法)	113
1. 定义	113
2. 应用实例	113
第五章 电弧焊机部件故障修理技术要点	115
第一节 电弧焊机变压器故障修理技术要点	115
1. 变压器是电弧焊机的重要部件	115
2. 焊接变压器的结构特点	115
3. 焊接变压器主要故障现象、产生原因及 故障修理的技术要点	117
第二节 焊接电流调节机构故障修理技术要点	119
1. 动铁心式电弧焊机 (BX1) 电流调节机构	119
2. 动线圈式电弧焊机 (BX3) 电流调节机构	122
3. 抽头式电弧焊机 (BX6) 电流调节机构	123
4. 焊机用瓷盘电阻调节焊接电流的装置	124
第三节 整流器故障修理技术要点	128
1. 整流二极管	128
2. 晶闸管	130
3. 弧焊整流器中整流器件损坏的判断及修复 技术要点	132
第四节 埋弧焊小车故障修理技术要点	134
1. 埋弧焊小车简介	134
2. 两件装埋弧焊机小车的故障及修理技术要点	134
第五节 送丝机故障修理技术要点	139
1. CO ₂ 焊接送丝机概述	139
2. 送丝机的检查与调整要领	139
3. 送丝机故障修理的技术要点	141
第六节 高频和高压脉冲引弧装置的故障修理技术 要点	143
1. 高频振荡器引弧装置	143
2. 高压脉冲引弧和稳弧装置	146

第六章 电弧焊机故障诊断与维修典型实例	154
第一节 机外线路故障	154
1. 焊机输入线路的故障	154
2. 焊机输出线路的故障	157
第二节 焊机电网电源的故障	164
1. 电网电源掉相引起的焊机故障	164
2. 电网电源相序引起的焊机故障	169
3. 接错电网电压险些烧毁焊机	171
第三节 焊机起动电路的故障	172
第四节 焊机有关空载电压的故障	175
1. 焊机无空载电压 ($U_0=0$ 或 $U_0\approx 0$) 的故障	175
2. 焊机空载电压过低的故障	184
3. 焊机空载电压时有时无的故障	187
第五节 焊机电流调节机构的故障	188
1. 交流焊机线圈重绕后, 线圈出头与大小挡连接的故障	188
2. 电流调节范围方面的故障	197
3. 焊机使用时电流忽大忽小的故障	202
4. 调节机构其他方面的故障	206
第六节 焊机辅助电路的故障	208
1. 晶闸管焊机引弧电路的故障	208
2. 晶闸管焊机外拖电路的故障	210
3. 晶闸管焊机滤波电路的故障	212
第七节 焊机杂项故障	213
1. 焊机变压器大修时选线偏小的故障	213
2. 焊机大修装配质量差引起的故障	214
3. 焊机变压器夹件发热烫手故障	215
4. 焊机被雨淋湿的故障	216
第八节 CO₂ 气体保护焊机的故障	218
1. 送丝系统的故障	218
2. 焊机送气系统的故障	225
第九节 钨极氩电弧焊机的故障	229
1. 手工直流钨极氩电弧焊机的故障	229

2. 手工交流钨极氩弧焊机的故障	235
第十节 埋电弧焊机的故障	241
1. 交流埋电弧焊机的故障	241
2. 直流埋电弧焊机的故障	246
第十一节 等离子弧设备的故障	251
1. 微束等离子电弧焊机的故障	251
2. 等离子电弧焊机的故障	256
3. 空气等离子弧切割机的故障	259
第十二节 电容放电式螺柱焊机的故障	265
参考文献	267

第一章 电弧焊机概述

凡是以电弧的能量作为热源，对金属加热进行焊接的方法，均称为电弧焊接（简称弧焊）。进行弧焊所必须的设备、装置或机器，称为电弧焊机。

根据焊接电弧的保护介质不同或电弧的使用形态不同，实用的电弧焊接方法可以有很多种。当然，每种弧焊方法所使用的电弧焊机就更多了。

第一节 焊条电弧焊机

1. 焊条电弧焊需用焊条电弧焊机

电焊工使用电焊条进行金属手工电弧焊接的方法，称为焊条电弧焊（通常叫手工电弧焊）。这是应用最广泛的一种焊接方法，焊条电弧焊焊法示意图如图 1-1 所示。

图 1-1 简单地说，就是电弧焊机（电源）通过焊条向电弧提

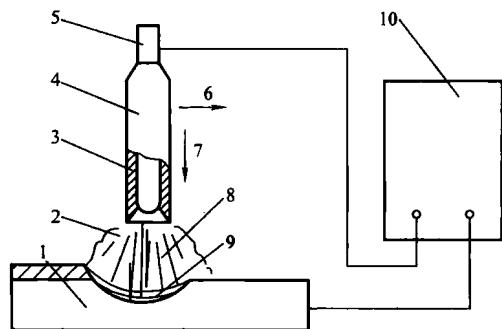


图 1-1 焊条电弧焊焊法示意图

- 1—母材；2—焊条产生的保护气体；3—焊条药皮；4—电焊条；
5—焊条芯；6—焊接方向；7—焊条送进方向；8—电弧；
9—熔池；10—焊条电弧焊机

供电能（电流和电压），焊条熔化形成焊缝。所以电弧焊机是焊条电弧焊法必不可少的设备。

焊条电弧焊机按其提供的电流种类，可以分为交流焊条电弧焊机和直流焊条电弧焊机，而在每种焊机里，又有若干种焊条电弧焊机可供选择。

2. 焊条电弧焊机应具有的性能

(1) 焊条电弧焊机的输出电流与电压的关系（通常称为外特性）为：随着焊机输出电流增大，焊机的输出电压逐渐下降，焊机的下降外特性曲线如图 1-2 所示。这样形状的外特性称为下降（陡降或缓降）外特性。

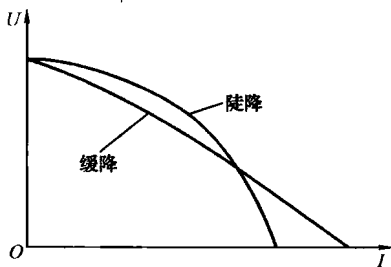


图 1-2 焊机的下降外特性曲线

(2) 焊条电弧焊机无输出时，输出端的电压（通常称为空载电压，以 U_0 表示）应为 $U_0 \leq 80\text{V}$ 。

(3) 焊条电弧焊机输出的焊接电流应能调节。焊机输出的最大电流（ $I_{\max}$ ）为焊机的额定电流（ I_e 焊机铭牌上标称的电流），标记为

$I_{\max} = I_e$ 。而焊机的最小输出电流 $I_{\min}$ ，规定为额定电流的 20%，即 $I_{\min} = 0.2I_e$ 。这样，焊机输出的焊接电流的调节范围通常为 $(0.2 \sim 1.0)I_e$ 。

(4) 焊条电弧焊机应在 10min 内正常地连续工作。由于电焊条的使用有交流电和直流电区别，所以，焊条电弧焊机亦有交流焊机和直流焊机两类。

交流焊条电弧焊机按照焊机的焊接电流调节机构可分为动铁心式、动线圈式和抽头式。

直流焊条电弧焊机按焊机的直流电获得方式可分为发电机式、整流式和逆变式。

3. 动铁心式交流焊条电弧焊机

图 1-3 为动铁心式交流焊条电弧焊机结构原理图。焊机的一次绕组、二次绕组都分成上下两部分。一次绕组和二次绕组各自绕在口形铁心的一侧。两个一次绕组 N_{1-1} 和 N_{1-2} 串联之后接入电网的一次电压 U_1 。两个二次绕组 N_{2-1} 和 N_{2-2} 串联之后向输出端输出空载电压 U_0 ，可以向焊接电弧供电。

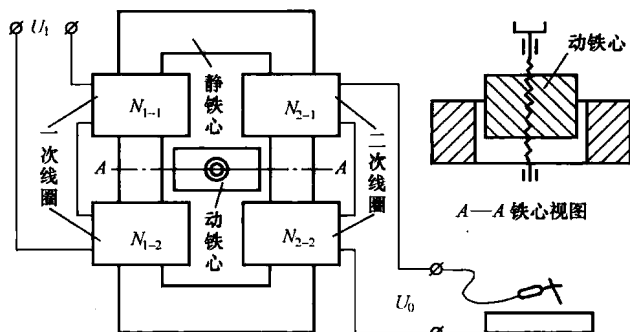


图 1-3 动铁心式交流焊条电弧焊机结构原理图

在四个线圈 N_{1-1} 、 N_{1-2} 、 N_{2-1} 和 N_{2-2} 之间设置可以调节的活动铁心。由于活动铁心的存在，使一次线圈对二次线圈的耦合产生了漏磁通，由漏磁通形成漏抗。漏抗的大小又与焊机的输出电流成反比，因此，调节活动铁心的位置就调节了焊机的输出电流。

常用交流动铁心式焊条电弧焊机型号和技术数据见表 1-1。

表 1-1 交流动铁心式焊条电弧焊机常用型号和技术数据

型 号	电源电压 /V	输入容量 /kVA	额定工作 电压 /V	空载 电压 /V	额定焊 接电流 /A	电流调节 范围 /A	额定负载 持续率 (%)
BX1-125	380/220	7.9	23	55	125	40~125	20
BX1-160	380/220	9.9~11.2	24.4	55~67	160	40~160	20
BX1-200	380/220	10.6~14.7	26~28	50~70	200	40~200	20/35

续表

型 号	电源电压 /V	输入容量 /kVA	额定工作 电压 /V	空载 电压 /V	额定焊 接电流 /A	电流调节 范围 /A	额定负载 持续率 (%)
BX1-250	380/220	17.1~18.5	28~30	66~70	250	50~250	20/35/60
BX1-315	380/220	22.5~25.5	30.6~32.5	72~76	315	60~315	20/35/60
BX1-400	380	29~32	36	74~76	400	80~400	35/60
BX1-500	380	38~41	40	75~78	500	100~500	35/60
BX1-630	380	49.6~52.5	44	75~80	630	125~630	35/60

4. 动线圈式交流焊条电弧焊机

图 1-4 所示为动线圈交流焊条电弧焊机结构原理图。焊机的铁心为日字形，焊机的一、二次线圈 N_1 和 N_2 都设置在中间心柱上，二次在下，一次在上。二次是固定的，向外接到焊机的输出端，可供焊接使用。一次是活动线圈，通过丝杠可以调节在铁心上的位置，从而可以改变 N_1 和 N_2 之间的距离 l 。 l 大小的不同，即 N_1 对 N_2 的漏抗值不同，便使焊机获得下降外特性和输出（焊接）电流的调节。

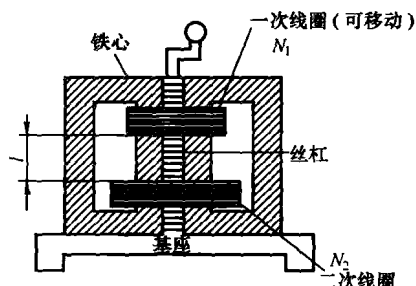


图 1-4 动线圈式交流焊条电弧焊机结构原理图

动线圈式焊机的体积和质量都较同容量的动铁心式焊机要大，这是因为动线圈的移动加大了铁心柱的高度之故。但是，动线圈所受的电磁作用力，比同容量动铁心式焊机的受力要小得多，所以，焊机工作时动线圈焊机的振动及噪声要小得多。而且，

线圈位置稳定，焊机输出的焊接电流也稳定。

表 1-2 所列是常用动线圈式交流焊条电弧焊机的型号和技术

数据。

表 1-2

常用动线圈式交流焊条电弧焊机

型号和技术数据

型 号	电源电压 /V	输入容量 /kVA	额定工作 电压 /V	空载 电压 /V	额定焊 接电流 /A	电流调节 范围 /A	额定负载 持续率 (%)
BX3-160	380/220	12.9	24.4~26.4	78	160	32~160	20/35
BX3-250	380/220	18.4	28~30	78/70	250	50~250	20/35/60
BX3-300	380/220	20~24	30~32	78/70	300	60~300	20/35/60
BX3-315	380	22.5~25	32.6	75/70	315	60~315	35/60
BX3-400	380	28.9~31	36	75/70	400	80~400	35/60
BX3-500	380	30~40	40	78/70	500	100~500	35/60
BX3-630	380	45~50.5	44	78/70	630	120~630	35/60
BX3-800	380	65~69.4	44	75/70	800	150~850	60/100

5. 抽头式交流焊条电弧焊机

抽头式交流焊条电弧焊机的结构原理图如图 1-5 所示。

抽头式交流焊条电弧焊机的铁心为口字形。一次线圈分两

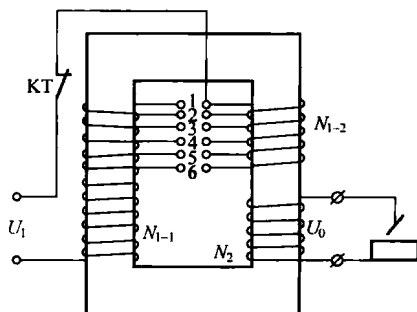


图 1-5 抽头式交流焊条电弧焊机的结构原理图

N_{1-1} 、 N_{1-2} ——一次绕组； N_2 ——二次绕组； U_1 ——一次电压；

U_0 ——空载电压；KT——温度开关（继电器）；

1~6——抽头调节开关的结点

部分, N_{1-1} (大部分) 独占一个心柱 (左侧), 而另一小部分 N_{1-2} 则与二次线圈 N_2 同绕在右侧心柱上, N_{1-1} 和 N_{1-2} 的抽头由接线板选择连接。 N_2 的两端向外接输出端, 有 U_0 向外输出供焊接使用。

焊接电流的调节可通过更换抽头接线板的位置来达到。 N_1 抽头的配置是按常用焊条直径所需电流来确定的。

抽头式焊机的突出特点为: 结构简单、体积小、质量小, 常制成便携式。

表 1-3 是交流抽头式焊条电弧焊机型号和技术数据。

表 1-3 交流抽头式焊条电弧焊机型号和技术数据

型 号	电源电压 /V	输入容量 /kVA	额定工作 电压 /V	空载 电压 /V	额定焊接 电流 /A	电流调 节范围 /A	额定负载 持续率 (%)
BX6-125	380/220	8~8.7	23	48~55	125	40~125	20
BX6-160	380/220	9~12	24.4	54~65	160	50~160	20
BX6-200	380/220	12~15	26~28	54~60	200	60~200	20/35
BX6-250	380/220	13~18	28~30	50~56	250	70~250	20/35/60
BX6-315	380/220	19~22	32.6	72	315	75~315	20/35/60
BX6-400	380	28	36	72	400	80~400	35/60
BX6-500	380	40	40	76	500	100~500	35/60

6. 动圈式直流焊条电弧焊机

动圈式直流焊条电弧焊机, 也叫动圈式直流焊条弧焊整流器, 其结构和主电路如图 1-6 所示。

直流弧焊整流器就是采用整流方式, 将交流电变成直流电, 向焊接电弧供电的装置。为了使整流后的电流波形更加平稳, 整流焊机大都采用三相整流。为了整流焊机获得下降的外特性输出, 为了焊接电流可以调节, 整流变压器采用了三相对称磁路可调动线圈的结构。三相磁路的三个一次动线圈, 通过丝杠可均匀