

优选法在金属切削中的应用

刘明光 刘文魁 编著
董庭辉 朱鲁峰

内 容 简 介

本书简明地介绍了优选法的基本知识,介绍了在金属切削过程中经常遇到的实际问题,利用优选法解决这些问题的办法;并且着重介绍了在车床、铣床、钻床、磨床、刨床等方面应用优选法以及优选和技术革新、技术改造结合起来,提高工效和质量的具体事例。

本书适合具有中等文化水平的青年工人以及从事金属切削工作的同志阅读。

优选法在金属切削中的应用

刘明光 刘文魁 编著
董庭辉 朱鲁峰

*

科学出版社出版
北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1975 年 8 月第 一 版	开本: 787×1092 1/32
1975 年 8 月第一次印刷	印张: 6 1/2
印数: 0001—110,650	字数: 121,000

统一书号: 15031·100

本社书号: 503·15—3

定价: 0.45 元

目 录

序言	v
第一章 优选法简介	1
第一节 什么是优选法	1
第二节 常用的几种优选方法	2
1. 折叠纸条法 (请牢记一个数: 0.618)	2
2. 分数法	5
3. 对分法	7
4. 交替法 (等高线法)	7
5. 瞎子爬山法	8
第二章 金属切削基本知识	10
第一节 车刀切削部分的几何角度	10
1. 车刀组成部分	10
2. 辅助平面	11
3. 车刀几何角度的定义	12
4. 车刀几何参数的作用与选择	13
第二节 切削用量	19
1. 切削用量的概念	19
2. 切削用量的优选	19
第三节 切削力与切削热	20
1. 切削力	20
2. 刀具角度对切削力的影响	22

3. 切削用量对切削力的影响	22
4. 切削热	23
第三章 优选法与金属切削	25
1. 切削要求不同	25
2. 加工零件形状不同	36
3. 加工材料不同	43
第四章 优选法在金属切削中的应用	55
第一节 应用优选法攻克生产关键	55
1. 优选主偏角提高工效 31 倍	55
2. 优选车刀角度加工大方牙螺纹	58
3. 应用优选法加工小方牙螺杆	60
4. 优选外圆滚压光刀的倾斜角度	63
5. 应用优选法解决高锰钢加工关键	65
6. 优选宽刃精刨刀前角提高工效 49 倍	67
7. 砂轮上搞优选解决磨削关键	70
8. 应用优选法攻克精磨细长轴难关	72
9. 优选滚齿机润滑剂提高加工光洁度	74
第二节 应用优选法提高刀具水平	76
1. 90° 深切刀角度的优选	76
2. 优选车刀角度加工铬锰钼钒钢	78
3. 应用优选法解决断屑问题	80
4. 粗车细长轴优选车刀角度	83
5. 优选 75° 车刀前角提高工效 5 倍	86
6. 应用优选法攻下大螺母加工关键	88
7. 优选车刀角度切断不锈钢	90
8. 优选宽槽切刀前角	92
9. 精车细长轴优选车刀角度	94
10. 以搪代磨光洁度达 $\nabla 7$	96

11. 宽刃光刀前角的优选	99
12. 优选切削用量精车齿圈内孔	101
13. 优选车刀刃倾角加工尖牙螺纹	103
14. 应用优选法加工梯形螺纹	104
15. 优选蜗杆车刀角度	107
16. 优选机械夹固式高速精搪孔车刀角度	110
17. 优选机械夹固式光刀角度	112
18. 优选反 75° 机械夹固式车刀角度	114
19. 优选 90° 机械夹固刀角度	116
20. 优选 60° 机械夹固式尖牙螺纹车刀角度	118
21. 优选 45° 机械夹固刀角度	120
22. 优选车刀前角和润滑油车削圆槽蜗杆	122
23. 应用优选法车削球面	124
24. 优选圆梳刀前角	126
25. 优选法在坐标搪床上的应用	127
26. 优选铣刀角度	130
27. 优选端铣刀角度和切削用量铣削不锈钢件	132
28. 优选铣床搪孔刀角度	134
29. 优选铣床切削用量提高工效 6 倍	136
30. 优选强力刨刀前角	138
31. 优选刨刀角度提高工效 9 倍	140
32. 在皮带刨床上优选刀具前角和刃倾角	142
33. 优选法在伞齿刨床上的应用	144
34. 优选宽刃精刨刀前角	146
35. 优选切槽刀刃倾角和主切削刃夹角	148
36. 应用优选法钻削效率提高 8 倍	151
37. 优选钻头锋角	153
38. 优选钻头棱边宽度钻削光洁度达 $\nabla 6$	155
39. 优选梯形丝锥角度	157

40. 优选尖牙丝锥角度	160
41. 外圆磨床上应用优选法	162
42. 内圆磨床上的革新和优选	164
43. 优选砂轮宽度提高磨削效率	166
44. 应用优选法快速静平衡砂轮	167
45. 优选插齿机刀具角度	170
46. 优选联合冲剪机刀板间隙	172
47. 优选法在电火花加工冷冲模中的应用	173
第三节 应用优选法促进技术革新	176
1. 优选加革新突破合金焊接套筒加工关键	176
2. 优选革新加工罗拉头段提高工效 17 倍	178
3. 在六角车床上革新与优选	180
4. 高效率挑螺母车刀的革新与优选	182
5. 剃削滚压刨刀的革新与优选	185
6. 革新优选钻头锋角攻克钻深孔难关	187
7. 复合刀具的革新与优选	189
后记	192

第一章 优选法简介

第一节 什么是优选法

在生产斗争和科学实验中，经常遇到这样的问题，譬如：如何选择合适的配方、操作工艺和制作过程，使产品质量好、数量多，或在一定的质量指标下，使生产周期缩短、成本降低等等。所有这些都是优选的问题。优选法就是根据生产和科研中的不同问题利用数学原理，合理安排试验点，减少试验次数，以求迅速而准确地找到最佳试验点的一种科学方法。它是广泛开展技术革新、技术革命活动中一种行之有效的措施。

在金属切削加工中，也处处存在着优选的问题。譬如：我们切削的金属材料中，有碳素钢（包括高碳钢、中碳钢、低碳钢）、合金结构钢、合金工具钢、有色金属和铸铁等等，由于材料的结构和性能不同，因此加工时就要选择不同的切削用量和刀具几何角度，否则就不能达到良好的效果。

举个例子，假如我们接到一批加工任务，加工零件的材质是我们以前没有碰到过的，怎么办？首先要考虑改变刀具角度，看看前角多大，主偏角多大，刃倾角多大，……刀具才能切削顺利，这里就有优选问题。

也许会有人说：“不用优选法，我一度一度的试验，也可

以找到最好的刀具角度。”那么,让我们算一算到底要做多少次试验吧!

假定我们要在 $10^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 之间选择一个合适的主偏角,如果从 11° 开始用一度做一次试验的办法,要做 70 次才能得出结果。如果刀具的十个角度都各按十个等级选择,则需要做 $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$, 即一亿(10^8)次试验。大量的试验要花费大量的人力、物力和时间,不符合多快好省的原则,而且在生产和科研过程中,往往也不允许这样去做。

而应用优选法,只需要做十几次试验就可以得出结果。工人师傅经过分析,认为在刀具的十个角度中,影响切削加工的主要是前角和主偏角。于是,只要对这两个角度进行优选就行了。如果不这样,把十个角度全都进行优选,就算优选法优选一次能顶一万次试验,也还要做一百万次试验。

在金属切削中,只要我们“**用全力找出它的主要矛盾**”,运用优选法,在一般情况下不增加人力、物力,就可以较快地找到合适的加工工艺(如切削用量和刀具几何角度等),以便充分发挥机床效率,优质、高产、低消耗,多快好省地建设社会主义。

第二节 常用的几种优选方法

1. 折叠纸条法(请牢记一个数: 0.618)

用一张带有刻度的纸条来表示我们所要优选的刀具主偏

角的范围： $10^{\circ} \sim 80^{\circ}$ （见图 1）。

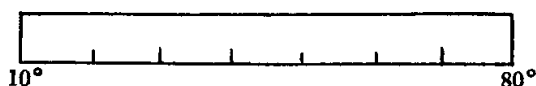


图 1

首先在纸条总长度的 0.618 处划上一条线，这条线所指示的刻度（ 53.26° ），就是第一次所选出的刀具角度（见图 2）。

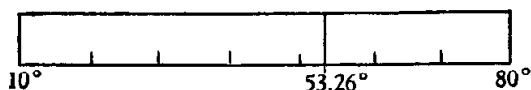


图 2

然后把纸条对叠，在 53.26° 对称的地方再划一条线（此处 36.74° ），这就是第二次选出的刀具角度（见图 3）。

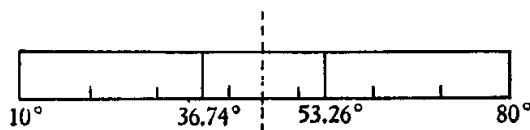


图 3

毛主席教导我们：“有比较才能鉴别。有鉴别，有斗争，才能发展。”把两次试验的结果进行比较，如果 53.26° 比较好一些，我们就把 36.74° 左边的纸头去掉（见图 4）；如果 36.74° 比较好，则在 53.26° 处剪去右边的一段。

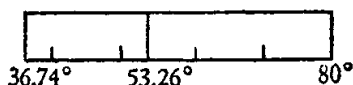


图 4

再把纸条对叠，在 53.26° 对称的地方，又可以划出一条线（此处是 63.48° ），这就是第三次选出的刀具角度，见图 5。

在 63.48° 处试验后, 和 53.26° 进行比较, 如果仍然是 53.26° 比较好, 就把 63.48° 右边的一段纸条撕去 (见图 6); 如果 63.48° 比较好, 就剪去 53.26° 左边的一段。

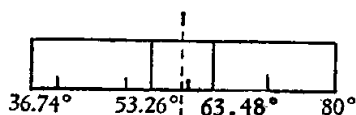


图 5

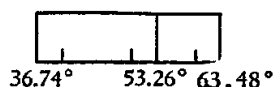


图 6

留下部分按同样方法继续做下去, 取已试点的对称点进行试验、比较和取舍, 留下好点, 去掉“坏点”以外部分。注意每次留下纸条的长度等于上次长度的 0.618 (留下的纸条长等于 $0.618 \times$ 上次长)。就这样, 试验比较, 再试验再比较, 在矛盾的解决和再出现过程中, 一次比一次更接近合适的角度。应用此法, 每次可以去掉试验范围的 0.382, 因此, 可以以少的试验次数, 迅速找到最佳点。

各次试验点也可按下面简单公式计算:

第一个公式: $(大 - 小) \times 0.618 + 小$ 。

第二个公式: $大 + 小 - 中$ (中不是中间, 是上一试验点)。

以刚才的例子来说明:

第一试验点: $(大 - 小) \times 0.618 + 小 = (80^\circ - 10^\circ) \times 0.618 + 10^\circ = 53.26^\circ$ 。

第二个试验点: $大 + 小 - 中 = 80^\circ + 10^\circ - 53.26^\circ = 36.74^\circ$ 。

两次试验结果进行比较, 如果 53.26° 好, 可将 36.74° 以下各点去掉不试验。第三个试验点: $大 + 小 - 中 = 80^\circ + 36.74^\circ - 53.26^\circ = 63.48^\circ$ 。依此类推。

用以上公式计算的结果都是小数。为了便于说明和作图,在本书以后各章节中都采取了四舍五入的办法,即 3.5° 以上 4° 以下的按 4° 作图和计算, 3.4° 以下 3° 以上的按 3° 作图和计算(在实际应用时刀具角度也是取整数)。

2. 分数法

0.618 是 $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$ 的三位小数近似值。关于这个数,我

们可以用下面一系列的渐近分数来表示:

$$\frac{3}{5}, \frac{5}{8}, \frac{8}{13}, \frac{13}{21}, \frac{21}{34}, \frac{34}{55}, \frac{55}{89}, \frac{89}{144}, \dots,$$

这些分数的构成很有规律:后一个分数的分母等于前一个分数的分子和分母相加,而分子就是前一个分数的分母。

分数法常用于以下几种情况:

1) 根据机床主轴转速和走刀量的特殊性,一般用分数法进行优选比较方便。例如:要优选一种机床合适的主轴转速,根据平日的加工经验,可把优选范围固定在从某挡到某挡之间。在这个范围内,如果共分 5 个、8 个、13 个、21 个……区间(两个挡之间算一个区间),那么就可以按照分数 $\frac{3}{5}$ 、 $\frac{5}{8}$ 、 $\frac{8}{13}$ 、 $\frac{13}{21}$ 、……的方法去找试验点。假如共分 8 个区间,见图 7。

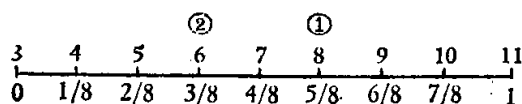


图 7

第①试验点就在 $\frac{5}{8}$ 处(即第 8 挡)做。

第②试验点在和 $\frac{5}{8}$ 相对称的地方 $\frac{3}{8}$ 处(即第 6 挡)做。

比较第①、第②试验点, 决定取舍。假定第②试验点好, 就把第①试验点以上部分去掉不再试验, 然后找第③试验点。

第③试验点在和第②试验点相对称的地方 $\frac{2}{8}$ 处(即第 5 挡)做, 见图 8-1。

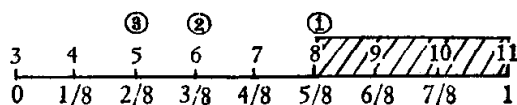


图 8-1

然后, 比较第②、第③试验点, 去掉“坏点”, 留下好点。这样很快便可以找到合适的主轴转速。第②、第③、……试验点的计算仍可用 0.618 法的第二个公式, 即大+小一中。

2) 优选吃刀深度和刀具角度时, 也可把它分成数份, 用分数计算。

有时试验范围中的份数不是 5 份、8 份、13 份……不是分数中的分母数, 怎么办? 用虚舍或虚设的办法。例如有一把刀具的试验范围只可分 15 份, 那么就分析一下能否缩短试验范围(即虚舍)见图 8-2, 如能缩短两份, 则可应用 $\frac{8}{13}$ 来计

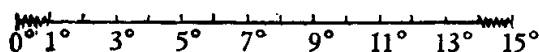


图 8-2

算。如果有一把刀具的试验范围只可分 20 份,可添一个数(虚设),见图 8-3,凑足 21 份,应用 $\frac{13}{21}$ 来计算。

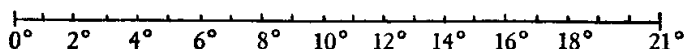


图 8-3

3. 对分法

这种方法是每次试验都在试验范围的中间一点进行,计算公式: $\frac{\text{大} + \text{小}}{2}$ (即加两头折半)。应用于作一次试验就可以判断此试验点是偏大还是偏小的情况,例如砂轮的静平衡(详见第四章第二节 44)和切削深度的选择。每次去掉试验范围的 $\frac{1}{2}$,可以迅速找到最好的试验点。

以上三种是用于单因素的优选方法,以下两种是用于双因素的优选方法。

4. 交替法(等高线法)

例如:我们要优选主轴转速(n)和走刀量(s)两个因素,可以先把走刀量固定,按单因素的方法优选主轴转速 n ,得好点 n_1 。然后把主轴转速固定在 n_1 处,按单因素方法优选走刀量 s ,得好点 s_1 。又固定走刀量在 s_1 处,优选主轴转速 n_2 ……,如此交替优选,直至优选出最佳的 n 和 s 点。

三个因素以上的情况,也是同样的道理,先把其它因素固

定,优选其中一个因素。这样,就可以把多因素的问题化为单因素问题去处理,见图 9。

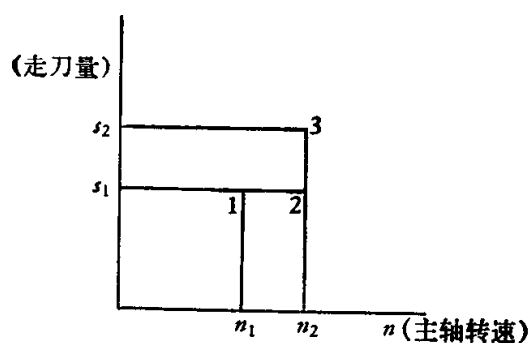


图 9

5. 瞎子爬山法

瞎子在山上某点,想要爬到山顶,怎么办? 从立足处用明杖向前一试,觉得高些,就向前一步,如果前面不高,再向左一试,高就向左走一步,不高再向右一试,高就向右走一步……。这样一步步地走,如果四面都不高,说明到了山顶,见图 10。

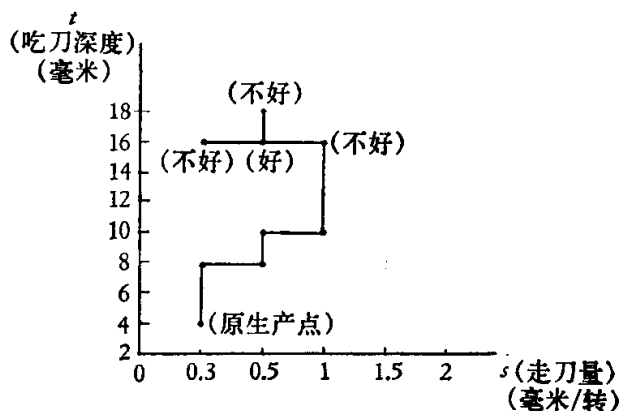


图 10

譬如,在切削时,为了提高工作效率,常常对机床的转速、

走刀量、吃刀深度进行调整,直到合适为止。这种调整实际上应用了瞎子爬山法,它一般用于小幅度的调整。

除以上介绍的几种方法外,在金属切削中,有时也用到“平行线法”和“陡度法”,关于这些方法,可参阅华罗庚同志著《优选法平话及其补充》¹⁾。

1) 华罗庚著:《优选法平话及其补充》,国防工业出版社,1971年5月。

第二章 金属切削基本知识

在金属切削加工时，往往遇到一些问题，如刀具不耐用、刀尖易掉、断屑不良、工件光洁度达不到要求、生产效率低等，一般地说，除了机床、加工件、夹具这些条件外，对上述问题起决定性影响的则是刀具的几何角度和切削用量。

为了使优选法更好地应用于金属切削加工，在本章里我们将对刀具的几何角度、切削用量、切削力和切削热等金属切削的一些基本知识作一简单的叙述。

第一节 车刀切削部分的几何角度

1. 车刀组成部分

车刀是由刀头和刀杆组成的。刀头是切削部分，用来切削。刀杆是用来将车刀夹固在刀架或刀座上的部分。

车刀的切削部分一般是由三个表面、二个刀刃和一个刀尖组成，如图 11 所示。

前刀面——刀头上与切屑相接触的表面，也称前面。

后刀面——刀头上面对着切削表面的表面，也称主后刀面。

副后刀面——刀头上面对着已加工表面的表面，也称副

后面。

主刀刃——前刀面和主后刀面的交线，也称主切削刃。

副刀刃——前刀面和副后刀面的交线，也称副切削刃。

刀尖——主刀刃和副刀刃的交点。

另外，还有修光刃和过渡刃。

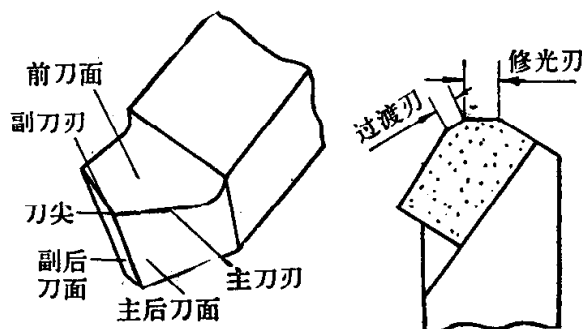


图 11 刀头部分的刃和面

2. 辅助平面

为了规定和测量刀具的切削角度，需要选择以下三个辅

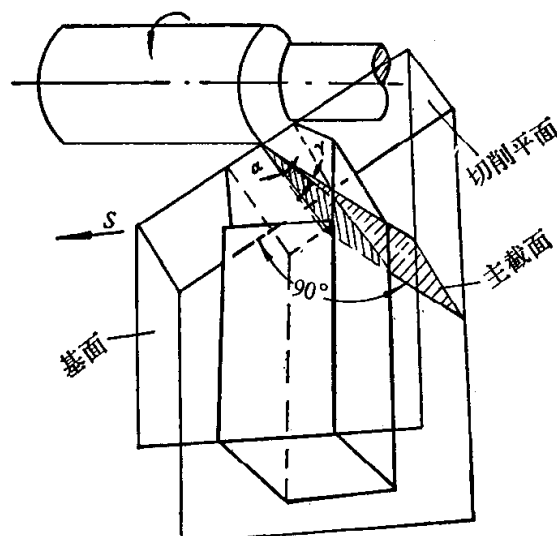


图 12 三个辅助平面