

机械制造工艺的 科学基础

索科罗夫斯基著



机械工业出版社

电子学研究所图

78.1

462

机械制造工艺的科学基础

索科罗夫斯基著

浙江大学机械制造教研室译



330362

出版者的話

本書是機械制造工艺方面重要著作之一，是蘇聯技術科學博士索科羅夫斯基教授的最後一本著作，敘述了作者十五年來從事機械制造工艺學方面研究的成就。書中系統地闡明了機械加工中的振動、剛度、加工準確度、表面光潔度以及基準選擇等重要問題。

本書可供機械制造廠的工藝師、技術員參考，也可作為大專學生及研究生的參考資料。

DT45/61

蘇聯 А. П. Соколовский 著 ‘Научные основы технологии машиностроения’ (Машгиз 1955 年第一版)

* * *

NO. 1765

1958 年 9 月第一版 1958 年 9 月第一版第一次印刷

850×1168^{1/32} 字數 402 千字 印張 15 0.001—3,600 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 2.80 元

目 次

原出版者的話	7
序	10

第一篇 金屬切削时的振动

第一章 切削时的振动现象及其产生原因	13
1 切削时的振荡运动	13
2 切削时产生自激振荡的原因	17
第二章 接近于谐波的一个自由度系统的自激振荡	23
1 光滑表面的車削	23
2 在留有振动痕迹的表面上車削	32
3 振动强度和频率与各种因素之间的关系	38
第三章 松懈振荡	50
1 接近于谐波的振荡及松懈振荡	50
2 松懈振荡的形式、振幅及频率	51
3 松懈振荡的例子	56
第四章 两个及几个自由度系统的振荡	61
1 工件及溜板的自然振荡	61
2 車刀在毛坯长度上的位置对振动频率及振幅的影响	71
3 两个质量的弹性系统(溜板-軸)的自然振荡	73
4 車床系统的自激振荡	76
5 关于几个自由度系统的振荡的一些說明	85
第五章 在切向平面内的力和振荡	86
1 軸与溜板共同振荡的实验研究	86
2 P_z 力及 x 方向的振荡对自激振荡过程的影响的理論基础	94
3 高频率的振荡	99
第六章 在各种机床上工作时的振动	104
1 各种車削、刨削及鏜削时的振动	104
2 銑削时的振动	108
3 在細加工(光整加工)条件下的振动	114

第七章 防止振动的方法	115
1 防止振动的方向及振动稳定性的标准	115
2 选择切削用量及工具以保证无振动的工作	121
3 工艺系统的振动稳定性	131
4 消振器	136

第二篇 机械制造工艺中的刚度

第一章 机床-零件-工具工艺弹性系统的刚度	154
1 刚度系数及[刚度]	154
2 根据工艺系统各环节的刚度来计算工艺系统的刚度	159
3 确定机床部件刚度的方法	166
第二章 刚度与各种因素的关系	171
1 静止的加负荷与卸负荷图	171
2 接合处的变形	174
3 确定接合处变形的计算方法	177
4 提高工艺弹性系统刚度的方法	179
第三章 各种类型金属切削机床的刚度	183
1 车床的刚度	183
2 铣床的刚度	192
3 镗床的刚度	197
4 刨床的刚度	205
第四章 工艺系统刚度对准确度和生产率的影响	218
1 刚度是一个工艺因素	218
2 机动时间与系统刚度及加工准确度的关系	221
3 $\frac{P_y}{P_z}$ 和 $\frac{P_x}{P_z}$ 力的比值	224
第五章 与工艺系统弹性变形有关的加工误差的确定	228
1 尺寸误差	228
2 形状误差	233
3 与工艺系统刚度有关的各种计算	235

第三篇 机械加工的准确度

第一章 机械制造工艺中的准确度问题	239
-------------------------	-----

1 基本概念及定义	239
2 誤差及其發生的原因	244
第二章 与負荷無关的誤差	246
1 机床的誤差	246
2 工具及夾具的誤差	255
3 測量誤差	256
第三章 与負荷有关的誤差	259
1 由工艺系統彈性变形引起的誤差	259
2 由溫度变形引起的誤差	259
3 因刀具的尺寸磨耗而引起的誤差	280
4 由內应力所引起的誤差	289
第四章 表面的質量	292
1 表面光潔度	292
2 表面光潔度与加工方法及切削用量的关系	295
3 表面層的冷硬及殘余应力	302
第五章 研究加工准确度的統計方法	305
1 零件同一个尺寸上各个数值的合成	305
2 分布曲綫法	308
3 点圖法	315
第六章 在一次安裝的加工中的准确度的計算	325
1 确定总加工誤差的計算-分析法	325
2 加工准确度的理論圖	328
3 尺寸分散的計算	330
4 机床的尺寸調整	335
第七章 准确度的計算方法及其例題	358
1 对于計算方法的一般說明	358
2 在調整好的机床上加工一批零件时尺寸准确度的計算	361
3 在單件生产条件下加工零件时尺寸及形狀准确度的計算	365

第四篇 表面的相互位置及基準

第一章 表面相互位置的准确度；安裝及定位	374
1 工艺基準——測量基準及安裝基準	374

2 加工誤差、安裝誤差及定位誤差	375
3 零件在机床上的安裝	378
4 零件的夾緊	386
第二章 在工序執行過程中的定位	400
1 基準的結構	400
2 定位的確定程度	401
3 基準的質量	407
4 根據加工表面來定位	409
第三章 保證表面的規定相互位置的各种方法	410
1 表面的工藝組合	410
2 一次安裝中的工作	412
3 在几次安裝中的工作	415
第四章 在擬訂機械加工工藝過程時的定位問題	417
1 把零件作為產品的一部分	417
2 基本基準、操作基準和輔助基準	425
3 在基準改變時尺寸與公差的換算	430
4 定位在工序調整中的作用	435
第五章 定位方案與工序的順序	440
1 擬定工藝過程的一般程序與細加工工序	440
2 起始工序與粗基準	443
3 由粗基準過渡到光基準	446
4 某些工藝與組織因素對於擬訂工藝過程的影響	450
第六章 以單獨工序的準確度為基礎來決定表面相互位置的 準確度	452
1 表面位置的最終準確度	452
2 從毛坯切削出零件	455
第七章 加工余量計算基礎	460
1 一般概念和定義	460
2 決定余量數值的因素	466
3 對於余量計算方法的說明	470
4 余量計算舉例	473
附錄	475
參考文獻	476

机械制造工艺的科学基础

索科罗夫斯基著

浙江大学机械制造教研室译



机械工业出版社

出版者的話

本書是機械制造工艺方面重要著作之一，是蘇聯技術科學博士索科羅夫斯基教授的最後一本著作，敘述了作者十五年來從事機械制造工艺學方面研究的成就。書中系統地闡明了機械加工中的振動、剛度、加工準確度、表面光潔度以及基準選擇等重要問題。

本書可供機械制造廠的工藝師、技術員參考，也可作為大專學生及研究生的參考資料。

DT45/61

蘇聯 А. П. Соколовский 著 ‘Научные основы технологии машиностроения’ (Машгиз 1955 年第一版)

* * *

NO. 1765

1958 年 9 月第一版 1958 年 9 月第一版第一次印刷

850×1168^{1/32} 字數 402 千字 印張 15 0.001—3,600 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 2.80 元

目 次

原出版者的話	7
序	10

第一篇 金屬切削时的振动

第一章 切削时的振动现象及其产生原因	13
1 切削时的振荡运动	13
2 切削时产生自激振荡的原因	17
第二章 接近于谐波的一个自由度系统的自激振荡	23
1 光滑表面的車削	23
2 在留有振动痕迹的表面上車削	32
3 振动强度和频率与各种因素之间的关系	38
第三章 松懈振荡	50
1 接近于谐波的振荡及松懈振荡	50
2 松懈振荡的形式、振幅及频率	51
3 松懈振荡的例子	56
第四章 两个及几个自由度系统的振荡	61
1 工件及溜板的自然振荡	61
2 車刀在毛坯长度上的位置对振动频率及振幅的影响	71
3 两个质量的弹性系统(溜板-軸)的自然振荡	73
4 車床系统的自激振荡	76
5 关于几个自由度系统的振荡的一些說明	85
第五章 在切向平面内的力和振荡	86
1 軸与溜板共同振荡的实验研究	86
2 P_z 力及 x 方向的振荡对自激振荡过程的影响的理論基础	94
3 高频率的振荡	99
第六章 在各种机床上工作时的振动	104
1 各种車削、刨削及鏜削时的振动	104
2 銑削时的振动	108
3 在細加工(光整加工)条件下的振动	114

第七章 防止振动的方法	115
1 防止振动的方向及振动稳定性的标准	115
2 选择切削用量及工具以保证无振动的工作	121
3 工艺系统的振动稳定性	131
4 消振器	136

第二篇 机械制造工艺中的刚度

第一章 机床-零件-工具工艺弹性系统的刚度	154
1 刚度系数及[刚度]	154
2 根据工艺系统各环节的刚度来计算工艺系统的刚度	159
3 确定机床部件刚度的方法	166
第二章 刚度与各种因素的关系	171
1 静止的加负荷与卸负荷图	171
2 接合处的变形	174
3 确定接合处变形的计算方法	177
4 提高工艺弹性系统刚度的方法	179
第三章 各种类型金属切削机床的刚度	183
1 车床的刚度	183
2 铣床的刚度	192
3 镗床的刚度	197
4 刨床的刚度	205
第四章 工艺系统刚度对准确度和生产率的影响	218
1 刚度是一个工艺因素	218
2 机动时间与系统刚度及加工准确度的关系	221
3 $\frac{P_y}{P_z}$ 和 $\frac{P_x}{P_z}$ 力的比值	224
第五章 与工艺系统弹性变形有关的加工误差的确定	228
1 尺寸误差	228
2 形状误差	233
3 与工艺系统刚度有关的各种计算	235

第三篇 机械加工的准确度

第一章 机械制造工艺中的准确度问题	239
-------------------------	-----

1 基本概念及定义	239
2 誤差及其發生的原因	244
第二章 与負荷無关的誤差	246
1 机床的誤差	246
2 工具及夾具的誤差	255
3 測量誤差	256
第三章 与負荷有关的誤差	259
1 由工艺系統彈性变形引起的誤差	259
2 由溫度变形引起的誤差	259
3 因刀具的尺寸磨耗而引起的誤差	280
4 由內应力所引起的誤差	289
第四章 表面的質量	292
1 表面光潔度	292
2 表面光潔度与加工方法及切削用量的关系	295
3 表面層的冷硬及殘余应力	302
第五章 研究加工准确度的統計方法	305
1 零件同一个尺寸上各个数值的合成	305
2 分布曲綫法	308
3 点圖法	315
第六章 在一次安裝的加工中的准确度的計算	325
1 确定总加工誤差的計算-分析法	325
2 加工准确度的理論圖	328
3 尺寸分散的計算	330
4 机床的尺寸調整	335
第七章 准确度的計算方法及其例題	358
1 对于計算方法的一般說明	358
2 在調整好的机床上加工一批零件时尺寸准确度的計算	361
3 在單件生产条件下加工零件时尺寸及形狀准确度的計算	365

第四篇 表面的相互位置及基準

第一章 表面相互位置的准确度；安裝及定位	374
1 工艺基準——測量基準及安裝基準	374

2 加工誤差、安裝誤差及定位誤差	375
3 零件在机床上的安裝	378
4 零件的夾緊	386
第二章 在工序執行過程中的定位	400
1 基準的結構	400
2 定位的確定程度	401
3 基準的質量	407
4 根據加工表面來定位	409
第三章 保證表面的規定相互位置的各种方法	410
1 表面的工藝組合	410
2 一次安裝中的工作	412
3 在几次安裝中的工作	415
第四章 在擬訂機械加工工藝過程時的定位問題	417
1 把零件作為產品的一部分	417
2 基本基準、操作基準和輔助基準	425
3 在基準改變時尺寸與公差的換算	430
4 定位在工序調整中的作用	435
第五章 定位方案與工序的順序	440
1 擬定工藝過程的一般程序與細加工工序	440
2 起始工序與粗基準	443
3 由粗基準過渡到光基準	446
4 某些工藝與組織因素對於擬訂工藝過程的影響	450
第六章 以單獨工序的準確度為基礎來決定表面相互位置的 準確度	452
1 表面位置的最終準確度	452
2 從毛坯切削出零件	455
第七章 加工余量計算基礎	460
1 一般概念和定義	460
2 決定余量數值的因素	466
3 對於余量計算方法的說明	470
4 余量計算舉例	473
附錄	475
參考文獻	476

原出版者的話

技术科学博士亞历山大·巴夫洛維奇·索科罗夫斯基 (Александр Павлович Соколовский) 教授是苏联年青科学 [机械制造工艺学] 的創始人之一。

索科罗夫斯基在 1911 年从彼得堡工業大学造船系畢業后到 1930 年的一段时期中，曾在工厂及設計部門中工作。他在这些地方，領導了在生产中采用当时來說是先进的那些机器零件加工工艺过程的工作。

自 1930 年起一直到他去世为止，索科罗夫斯基教授領導了列宁格勒加里宁工学院的机械制造工艺学教研組。

索科罗夫斯基最有成效的創造性工作是在他轉入科学教学工作以后开始的。

在这阶段的初期，索科罗夫斯基教授收集了机械制造工業上的許多經驗而加以系統化，并且来寻求建立工艺科学的途徑。同时他制定了机械制造工艺学課程的教学大綱，并确定了培养这个專業方面工程师及科学干部的教学方法。

1932~1935 年間以五个分册的形式出版了索科罗夫斯基的著作 [机械制造工艺学]，該書是高等工業学校最早的教材，同时也是工艺师們在实际工作中的寶貴資料。

但是索科罗夫斯基了解到，他在机械制造工艺学方面所完成的工作只是一个开始，因为仅仅根据綜合实际工作中的許多零星实例，是不可能建立起严整的理論的。

此后，索科罗夫斯基的創造性工作，便是革新及进一步的整理这些資料。

因此他在 1938 年構成了工艺过程典型化的思想，这个思想在 1938 年召开的工艺过程典型化問題的專業會議上得到了机器制造業工作者們的贊同。

在典型化原則的基础上，索科羅夫斯基將其先前出版的著作進行了徹底的修改；在1938~1939年內他的兩卷新作品〔機械制造工艺學的基础〕出版了。

以後索科羅夫斯基為了奠立機械制造工艺學的理论基礎起見，用他的全部精力進行了機械制造工艺學中各個問題的科學研究。

他認為建立工艺學的理论，與典型化的思想彼此有着不可分割的聯繫，因為要使典型過程及工艺規程令人信服，必須通過計算加以論證，這樣才能使其具有証實性和客觀性。

1946年蘇聯國立機器制造書籍出版社出版了索科羅夫斯基的專題著作（монография）〔機械制造工艺中的剛度〕。這本書對工艺科學有巨大的貢獻。如同其所有的著作一樣，索科羅夫斯基力圖將理論及試驗的結論運用到實際應用中去。他擬定了考慮到工艺系統剛度條件的切削用量計算法。

在該書序言內指出：〔機械制造工艺學的學說是出之于車間，故不應斷絕與車間之聯繫〕。

1947~1949年出版了兩卷機械制造高等工業學校用的課本〔機械制造工艺學教程〕。在書中，索科羅夫斯基引用了他本人和其他蘇聯學者在機械制造工艺學上所研究的理論問題：工艺系統的剛度；金屬切削時的振動；機械加工準確度及調整機床到規定尺寸的一些問題；定位理論問題等等。

在1951年出版的由索科羅夫斯基編輯的〔機械加工準確度及其提高的方法〕文集中，以及在他最後所寫的專門論文之一〔金屬切削機床加工準確度的計算〕（1952年蘇聯國立機器制造書籍出版社）一書中，機械加工準確度的問題獲得了更進一步的發展。

在最後這一著作中，索科羅夫斯基曾指出：工艺師的工作應該建立在使之具有嚴整系統並在形式上適用於生產情況的科學研究上。

個別加工誤差的計算，在這文獻中編列有表格式的資料。

二十年來，索科羅夫斯基教授曾擔任了蘇聯機械科學工程技術學會列寧格勒分會（Лонитомаш）工艺學委員會主席。他以常務委員會

(Оргкомитет) 主席的資格，主持召开了数次苏联机械科学技术学会列宁格勒分会的科学—生产會議。在这些會議上的报告与發言，經過索科罗夫斯基校訂而由苏联国立机器制造書籍出版社以專集形式出版的計有：

1. 列宁格勒工艺过程典型化專業會議報告書，1940年。
2. 金屬的高速加工法，1948年。
3. 机械制造的先进工艺，1951年。
4. 机械制造的先进工艺，第一部分，1951年。
5. 机械制造的先进工艺，第二部分，1952年。
6. 用新材料所制工具的金屬高生产率加工法，1953年。
7. 金屬切削的高生产率加工法，1955年。

这些著作曾經受到工程技术界的崇高評價。

如前所述，索科罗夫斯基成功地提出了、表述了并解决了工艺科学上的一系列理論問題，其中包括：系統的剛度、剛度与劳动生产率的关系、振动和防止振动的方法以及机械加工准确度等。

他創造了最初的液压消振器 (виброгаситель)，并研究了車削时消除振动的条件。

在机械加工准确度方面，索科罗夫斯基采用了計算—分析的研究方法，这个方法不仅在研究机械加工准确度时可以应用，而且对于零件加工的工艺过程在提高制造准确度方面也起着積極的作用。

所有这些問題，在索科罗夫斯基逝世前所完成的目前这本「机械制造工艺学的科学基础」一書中，都有系統的反映。

序

广泛地应用工艺科学的成就是提高工艺水平的重要方法之一。在許多情況下，科学可使工艺师不仅只依靠生产上的經驗，而且依靠技术計算来做自己的工作，这就有可能避免許多的錯誤。科学的預見，不仅只是根据各种現象的重复性的估計，而首先是根据对各种現象間相互关系的研究。进行研究时要發現参与过程的各个因素。設法影响这些因素，就能找到改进生产工艺的途徑。

縱使在工艺过程已确定的情況下，工程师也不能始終墨守陈規地工作。他的注意力必須放在生产發生困难的地方，而不需要放在生产已經正常进行的部分。必須利用各种方法来消除这些困难。在許多場合中，熟悉理論能給工艺师重大的帮助，使他能找到解决日常問題的方向。

15~20年前，机械加工工艺方面的科学研究，主要是局限于研究切削时所發生的力和切削工具的耐用度关系上。現在工艺师和研究人員的工作范围扩大了，其中包括剛度、振动、加工准确度、表面光潔度、基准選擇及尺寸計算等等問題。

工艺科学主要是以苏联学者巴拉克辛 (Б. С. Балакшин)、波罗达契夫 (Н. А. Бородачев)、沃季諾夫 (К. В. Вотинов)、季雅欽柯 (П. Е. Дьяченко)、伊薩耶夫 (А. И. Исаев)、卡西林 (А. И. Каширин)、柯万 (В. М. Кован)、列歇托夫 (Д. Н. Решетов)、索科罗夫斯基及亞亨 (А. Б. Яхин) 等人的著作为基础而建立的。

作者在写本書时給自己提出的目的就是要以簡單扼要的形式叙述近代工艺科学上已經达到的主要成果，以便生产工作者运用。

本書是綜合作者与其学生斯克拉噶 (В. А. Скраган)、阿莫索夫 (И. С. Амосов)、鮑格达諾夫 (Б. М. Богданов)、布柳姆别尔格 (В. А. Блюмберг)、李本国 (Ли Бен Гу)、莫耳恰諾夫 (Г. Н. Молчанов)、巴諾夫 (Н. Н. Панов)、罗曼 (О. В. Роман)、雷若夫 (Э. В. Рыжов)、寶明