

高等学校教学用书

航空仪表制造工艺学

上册

A. H. 加福利洛夫著

高等教育出版社

高等学校教学用书



航空仪表制造工艺学

上册

A. H. 加福利洛夫著
賀 联 奎 译

高等教育出版社

本書系根据苏联国立国防工業出版社 (Государственное издательство оборонной промышленности) 出版的加福利洛夫 (А. Н. Гаврилов) 著“航空仪表制造工艺学” (Технология авиационного приборостроения) 1951 年版譯出。原書系作者依照苏联高等教育部所批准的‘仪表和自动器工艺学’教学大綱为高等航空工業学校仪表制造專業編著，經苏联高等教育部审定为高等航空工業学校仪表制造專業教科書。

本書共三編，中譯本分上下兩册出版。上册包括第一編仪表制造中工艺程序設計的一般和理論基础与第二編仪表一般零件的制造工艺。下册包括第三編特殊零件的制造及仪表的裝配工艺。

仪表制造部門的工作者在准备及实际生产期間，可用本書作为解决工艺問題的指南。

本書原由商务印書館出版，原書名为“航空仪表制造施工学”，自 1957 年 4 月起改由我社出版，并改名为“航空仪表制造工艺学”。

航 空 仪 表 制 造 工 艺 学

上 册

A. H. 加福利洛夫 著

資 联 中 譯

高等教育出版社出版 (北京東黃城根 25 號)

(北京市書刊出版登記證出字第 054 號)

京華印書局印刷 新华書店总經售

統一書號 15010·471 開本 850×1168¹/₃₂ 印張 11 7/16 字數 272,000 印數 001—400
1953 年 11 月商務初版 (共印 3,000) 1957 年 12 月新 1 版 1957 年 12 月北京第 1 次印刷
定價 (10) 元 1.70

上 冊 目 次

緒 論

第一編 儀表製造中工艺程序設計的 一般和理論基礎

第一章 航空儀表製造中工艺程序設計的內容和設計方法.....	7
第一節 一般的概念和定義.....	7
第二節 工艺程序設計工作的範圍和內容.....	8
第三節 工艺程序的典型化.....	9
第四節 工艺程序的結構與生產類型的關係.....	11
第五節 航空儀表製造的特點.....	11
第六節 設計工艺程序時的開始資料.....	16
第七節 工艺文件和生產中的工艺紀律.....	18
第二章 加工精度.....	19
第一節 一般原理.....	19
第二節 機械加工中生產誤差發生的原因.....	19
第三節 在工艺程序中分析並計算精度的方法.....	22
第四節 製造零件時得到指定公差的条件及成率率.....	33
第三章 夾具設計基礎.....	40
第一節 一般原理.....	40
第二節 基準的選擇.....	41
第三節 夾具的基本部份.....	42
第四節 夾具設計.....	54

第四章 表面的質量	60
第一節 表面質量問題的歷史和本質	60
第二節 表面光潔度對零件使用性質的影響	64
第三節 估計表面質量的標準	66
第四節 檢驗表面光潔度所用的方法和儀器	68
第五節 被覆	70
第六節 表面一層的化學-熱處理	78
第五章 加工餘量與中間尺寸	82
第一節 一般原理	82
第二節 決定加工餘量數值的計算原則	82
第三節 中間尺寸的計算	85
第六章 儀表裝配工藝程序設計的一般和理論基礎	90
第一節 產品及其單元	90
第二節 設計裝配程序的理論前提	94
第三節 裝配的組織形式	104
第四節 裝配工藝程序設計	105
第七章 在儀表製造中提高勞動生產率的方法	109
第一節 時間的技術定額、它的組成和各個單元的意義	109
第二節 提高生產率的途徑	117
第三節 在儀表製造中提高切削加工勞動生產率的工藝辦法	118
第四節 儀表製造中的多台機床工作	125
第八章 技術—經濟的分析以及構造和工藝程序性質的評定	132
第一節 零件生產成本的構成	132
第二節 按照零件的生產成本來評定工藝程序的合理性	135

第三節 在機表製造中結構的工艺性	137
------------------	-----

第二編 儀表一般零件的制造工艺

第九章 零件的無切屑加工	151
--------------	-----

第一節 鑄造	152
第二節 冷沖壓	165
第三節 熱沖壓	193
第四節 由塑料压制零件	198
第五節 特殊壓力加工法	205

第十章 軸與小軸	208
----------	-----

第一節 一般原理	208
第二節 車床、六角車床與自動車床使用上的比較性質及使用界限	211
第三節 加工精度	212
第四節 在縱行自動車床上的加工	217
第五節 典型軸和小軸的製造工艺	232

第十一章 嚙合零件	240
-----------	-----

第一節 一般原理	240
第二節 典型嚙合零件製造的工艺	242
第三節 嚙合零件製造精度的分析	262

第十二章 螺紋零件	268
-----------	-----

第一節 螺釘	268
第二節 連接螺釘的制造工艺	269
第三節 精確螺釘的制造工艺	276
第四節 切製內螺紋	279

第十三章 圓柱形螺旋彈簧	287
第一節 一般原理	287
第二節 彈簧的分類	288
第三節 影響彈簧製造精度的因素	289
第四節 製造精確彈簧所用材料	293
第五節 精確彈簧的制造工艺	294
第六節 彈簧的檢驗	303
第十四章 支承板	306
第一節 一般原理	306
第二節 坯件的製造	306
第三節 孔的加工	318
第四節 孔中心間距離之度量	321
第十五章 數字盤	329
第一節 一般原理	322
第二節 坯件的製造方法	324
第三節 刻度和符號的刻製法	324
第四節 數字盤製造誤差之分析	339
第十六章 外殼	341
第一節 用途和結構的特徵	341
第二節 材料	341
第三節 坯件的製造方法	342
第四節 外殼的制造工艺	342

緒 論

航空儀表製造工藝學是應用科學的一個分支，它討論航空儀表的製造方法，並在科學研究和總結生產經驗的基礎上保證先進生產方法得以運用。

關於機械和儀表的製造知識，從其發展的歷史看來，是先從工廠資料的組織開始，然後創造了構成專門製造學的理論基礎。

最近，機械和儀表製造的工藝學又與其他的知識——算學、力學、電工學、材料學、一般工藝學以及生產經濟和生產組織發生了密切的聯繫。

作為科學一個分支的航空儀表製造工藝學，應該與社會主義經濟的需要，儀表工業工程師的事業有着連繫。從擺在航空儀表製造前面的現代問題上看來，提高儀表的質量及其壽命、增加儀表的種類及其生產規模以提高生產的經濟性等都獲得特殊的意義。

在我國（蘇聯），航空儀表的大批生產開始於蘇維埃時代。遠在一九二二年，‘航空儀表’工廠即大批地製造出多種主要的航空儀表（高度表、轉灣儀、壓力表等等）。

航空儀表的製造是與飛機製造及發動機製造同時發展起來的。第一個斯大林五年計劃時代航空儀表製造得到特別的增長。

一九三三年一月七日，斯大林同志在聯共（布）中央委員會及中央監察委員會聯席全會上作第一個五年計劃的總結時說到：‘從前我們沒有航空工業，現在我們有了。’¹⁾

在以後第二個及第三個五年計劃，偉大的衛國戰爭及斯大林戰後五年計劃的年代裏，航空儀表的製造不斷地高漲。現在，它已成為我國（蘇聯）儀表製造工業中先進部門之一。

航空儀表製造企業的先進工程師和斯達哈諾夫式工人們對於航空儀表製造的發展有很大的貢獻。他們中間很多人因為從事這方面的工作曾得到斯大林獎金和政府的崇高獎勵。

儀表製造工藝設計是和我國（蘇聯）國民經濟的飛速增長、國家的工業化平行發展的，在這一期間內產量的顯著提高、產品質量的改進和成本降低等問題在國民經濟各部門獲得首要的意義。

只有在創造性的科學幼苗有着廣闊發展前途的、每一個有價值的建議和每一個生產革新計劃得到黨和政府的支持並會變為廣大人民財富的蘇維埃經濟體系情況下，像機械和儀表製造工藝這種科學，才有了發生和發展的可能。

工藝學是作為建立在科學研究和總結先進生產經驗的基礎上確保進步的生產過程廣泛應用的一門科學，是與資本主義經濟體系的本質格格不入的。在資本主義經濟體系中，個別的科學研究和生產合理化方法都成為公司的秘密，科學研究的成果和生產上的成就都被獨佔者收買，收買之目的不是為使用，而是怕別人用來和他競爭。

蘇聯的學者、先進的工廠工程師和工程師—研究員是機械和儀表製造工藝學的創始者。他們在創立機械和儀表製造工藝學的科學基礎上从事了巨大的、創造性的工作。

¹⁾ И. Сталин, Вопросы ленинизма, 11-е изд, стр. 373.

莫斯科巴烏曼高等工業學校、榮獲列寧勳章的莫斯科奧爾忠尼啓則航空學院、列寧格勒光學及精密機械學院、列寧格勒航空儀表製造學院、莫斯科航空工業學院等學校工藝學教研組的教師們，以及政府某些部所屬的科學研究所試驗室人員，對於儀表製造工藝學成為科學的一個分支方面有着很大的貢獻。

機械和儀表製造工藝學是在本世紀三十年代成為大學課程的。一九三〇年首先在蘇聯的一些機械製造的高等工業學校內創設了工藝學的教研組¹⁾。與此同時（一九三〇年）在莫斯科巴烏曼高等工業學校和列寧格勒光學及精密機械學院開始了儀表製造工藝學一學程的講授。從一九四〇年起，在榮獲列寧勳章的莫斯科奧爾忠尼啓則航空學院內‘設備和航空儀表製造的特种工藝學’即成為一單獨的學程。一九四三年該校成立了‘航空儀表製造工藝學’教研組，這一門學問乃成為獨立的學程。

寫作本書時作者考慮到不僅使學習航空儀表製造工藝學的學生得到必要的理論，而是讓他們同時熟悉航空儀表製造廠中生產程序的多样性和特殊性。這減輕了作者在解決一系列最重要問題方向的負擔，同時也可以敘述理論與生產某一部門實際資料間的有機關係、科學研究的成果在機械和儀表製造工藝方面的意義、在蘇維埃企業條件下斯達哈諾夫工人經驗的意義和生產革新者所佔的地位。

本書與‘航空電氣機械儀表’專業的‘儀表和自動器工藝學’一教程的大綱一致。這一大綱是在一九五〇年六月十三日為蘇聯高等教育部所批准的。

¹⁾ 一九三〇年在莫斯科羅蒙諾索夫汽車和拖拉機學院先設立了汽車製造教研組（指導者 А. Н. Камприн 教授），然後又設立了拖拉機製造教研組（指導者 В. М. Кован 教授）。

本書討論航空仪表的制造工艺，它是用来培养有广闊視界的仪表制造工程师的。

書中所有的編、章是按照这样的原則写作的，即是令学生在应用其知識到具体工程問題方面得有足够的能力，亦即能够熟練地組織工艺程序的各种方案，和最主要的——从仪表(或零件)的用途、航空仪表和自动器的使用条件和对它們的技术要求以及生产它們时的經濟要求出發，熟練地对这些工艺程序估价，并將其中較好的选择出来。

本書是在專業課程中使用的，其中某些特別部份的組成是以工作对象为基础，而不按过程編写，虽然这些过程的本質和特性在書中也有着足够的說明，这是本書的特点。在工艺程序設計的一般和理論問題、零件的制造工艺以及仪表裝配方面，我們都闡明其历史进化过程。

第一編討論零件制造及仪表裝配工艺程序的一般和理論設計、航空仪表制造的特征，并根据制造的各主要阶段討論工艺程序設計的內容和方法，特別注意零件制造及仪表裝配的精度問題、技术-經濟分析、結構及工艺程序优劣的評價。

第二編和第三編討論典型零件和特殊零件的制造工艺以及航空仪表的裝配。

我們特別注意进步的制造工艺广泛地应用于航空仪表制造方面的可能性，在第二編的开始处有特別的一章專討論無切屑式仪表零件加工快速制造法。

在各章中开始討論典型的和特殊的零件制造以及仪表裝配工艺程序的內容以前，对这些零件的特性加以描述并說明对它們的要求。

討論現有的工艺程序时我們注意这些程序的精确性和技术-經濟方面的分析，同时也注意它們的远景和它們在仪表制造方面可能有的改进。

書末依次列有圖書目錄式的查詢表。

一九五〇年二月在榮獲列寧勳章的莫斯科奧爾忠尼啓則航空學院和同年四月在列寧格勒航空儀表製造學院所召開的、由教授、講師與儀表製造工業代表所組成的本書手稿審查擴大會議對作者有極大的幫助。

作者衷心地感謝對本書手稿提出寶貴意見的技術科學博士 А. П. Соколовский 教授和技術科學博士 А. Б. Яхин 教授；評閱者技術科學碩士 П. И. Буловский 講師和技術科學碩士 С. М. Голвин 講師以及負責出版的技術科學碩士 А. Н. Малов 講師。

作者同時感謝對本書單獨各章或全書提出意見的同志們和各團體。

以後如再有意見提出，作者也非常感謝。

第一編 仪表制造中工艺程序設計的一般和理論基础

第一章 航空仪表制造中工艺程序設計的內容和設計方法

第一节 一般的概念和定义

所謂仪表制造工艺学就是研究仪表零件制造和用这些零件裝成仪表的过程的科学。

工厂(或車間)的生产过程: 使送入工厂(或車間)的材料(或毛坯)变为已成产品的活动总体称为工厂(或車間)的生产过程。

生产过程不仅包括与被加工零件的形狀和性質的改变、以及使用这些零件裝成仪表直接有关的过程, 它还包有为完成基本过程所必需的輔助过程, 如: 工厂內的运输、檢驗、设备的修理、生产准备等。

在生产过程中, 与个别零件的形狀和性質的改变或零件的装配直接有关的部份称为工艺程序。

工艺程序可分为两个阶段:

- a) 零件制造;
- b) 装配。

零件制造过程依其本身順序可分为下列各阶段:

- a) 毛坯制造(鑄造、冲压等);
- b) 机械加工;

в) 特殊加工(热处理、被复等)。

毛坯的制造和其以后的机械加工工艺程序是由一系列的組成部份構成,今將这些組成部份的定义引用如下:

工序:在一个工作位置,由一个工人(或一个工作组)在一个指定零件(或数个零件)上連續所执行的工艺程序中的一完整部份。

定位:工序中的一部份,此部份在零件固定一次中执行。

工位:被加工零件固定一次中,零件(或工具)对机床所采不同位置中的一个。

工步:工序的一部份,在此期間不变更工具(或工具組),并保持加工状态不变地对零件表面的一部份或几部份加工。工步可分为若干个行程。

行程。工步的一部份,在不变更加工表面和机床調整的情形下切削下一層金屬称为一个行程。

动作。工序的一部份,它是为了达到某一整体目的之活动总体。¹⁾

第二节 工艺程序設計工作的范围和内容

工業上試制时,每个产品(仪表)都經過設計、試驗、生产准备中的工艺和生产組織准备各阶段。

工艺准备在劳动力和時間方面所占比重最大。

工艺准备包括:工艺程序設計、工艺装备(夾具、工具)的設計和制造、檢驗方法的制訂及檢驗工具的制造、必要的技术定額和明細表的制訂。

¹⁾ 在研究技术定額的專門論文上,討論着將工序在結構上詳細区分为动作和單元,以及它們的組成部份。參看 Н. Н. Захаров, Г. И. Образцов, Техническое нормирование в машиностроении, Машгиз, 1949。

工艺程序設計的工作内容是:

a) 确定工艺程序的結構, 即將它分为若干个單元。选择設備、夾具及工具;

b) 确定工序尺寸、論証給定的精度、决定工时定額、决定工艺程序各种不同方案的經濟性;

б) 將被采用的工艺程序写成相应的文件。

設計仪表零件的工艺程序时, 决定程序應該拆成的工序的数目是很重要的。

應該根据具体条件解决工序的集中(集中为一个較复杂的)或分散(分散为若干較簡單的)的問題。

生产的特性, 以及与它有关的批量大小是决定工艺程序分散程度的主要因素。所生产的仪表成批性愈高, 品种愈少, 則工艺程序所分的工序数愈多, 这并不使生产計劃复杂化。和机械制造不同, 在仪表制造中被加工零件的重量不是能够限制工艺程序的分散程度的重大因素。

随生产程序的分散, 設備簡單化, 对工人熟練程度的要求降低, 其結果是生产的掌握变得容易。

工序集中时, 生产过程計劃的工作減輕, 由于施行零件一次定位的集中加工, 加工精度提高; 由于同时在几个表面上加工, 生产率增加并縮短了裝夾及取下零件所用的輔助時間。如果考虑到不会因为工序的集中引起对工人熟練程度提高的要求, 則工序集中是改进工艺程序的方法之一。

第三节 工艺程序的典型化

工艺程序典型化的問題归根結蒂是整理現有的制造工艺, 并創造条件使进步的加工方法得以推广。

在較為扩大的計劃內，工艺程序典型化的問題可以用下列方式制定之。

1) 組織性質的問題(工艺程序制訂方法的整理，在相似零件的制造法中引用同一方式，生产准备循环期的縮短，工艺装备的統一，为机床的典型化、按閉合循环的零件生产組織、流水式生产組織、工厂間的合作以及工艺幹部的准备創造条件¹⁾。

2) 工艺性質的問題(进步工艺方法的运用、工厂与工厂間經驗的交流、在成批生产中移植大量生产的經驗、建立設計者与工艺人員工作間的密切联系、創造工艺学發展为科学的一个分支的理論前提等等)。

零件的分类是工艺程序典型化所不可少的条件。零件分类中的主要工作是給予零件以本工業部門特有的标号，这标号指出零件的用途、輪廓和使用的材料。

工艺程序典型化的問題根据生产的类型(特性)分別解决。

这样，在小批生产和大批生产的情形中，典型化在簡化、加速生产准备和降低生产准备成本方面非常重要。因此，在产品种类繁多，产品又时常变化的航空仪表制造中，典型化尤其迫切需要。

在大量生产（这也在相同的程度上牽涉到品种变化較少的航空仪表制造）的情形下，工艺程序的典型化显著地促进工厂內工艺技术的提高。但是，却不要認為典型化(作为工艺計劃方法之一)可以代替全部生产过程的組織。不可將典型的工艺程序过分地公式化，因为在这种情形下它們的实际用途很小。必須按照科学和技术上的新發現以及生产革新上的成就有系統地改进典型的制造工艺。

¹⁾ 詳細情形參看 А. П. Соколовский, Типизация технологических процессов. Энциклопедический справочник 'Машиностроение' т. 7 Машгиз, 1947.