

ZHUANGBEI
YANZHI GONGYI GUANLI
YU KONGZHI

武器装备研制 工艺管理与控制

主 编 殷世龙



國防工業出版社

National Defense Industry Press

武器装备研制 工艺管理与控制

主 审 熊艳才

主 编 殷世龙

副主编 白 松

薛 焱

史一宁

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

武器装备研制工艺管理与控制/殷世龙主编. —北京:国防工业出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-118-11482-9

I. ①武… II. ①殷…②白… III. ①武器装备—研制—工艺管理 IV. ①TJ

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 330164 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市众誉天成印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 31 字数 578 千字

2018 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 110.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

武器装备研制的装备制造过程中,工艺技术是制造工程技术的重点,工艺过程是保证和控制产品质量的核心过程;质量检验则是产品实物质量判定、把关和处置的基础,也是承研承制单位质量管理的重点。装备研究开发、小批试生产能力形成及技术、质量管理的开展,也都离不开制造工艺、工艺管理和工艺质量检验工作。我们有些产品设计是世界第一流的,但是做出来的产品缺乏竞争力,就是因为制造过程中没有重视工艺技术和工艺管理,使得产品的一致性、稳定性受到很大的影响。产品设计和制造工艺是构成装备生产的密切相关的两大技术支柱,它们相辅相成、缺一不可。工艺工作和设计工作必须是相提并重,紧密配合,忽略了哪一方都会给部门、企业,甚至给国家、给人民带来灾难。正如一块和田美玉石,不经工艺雕琢加工,就变不成光彩夺目的工艺品一样。

以多品种、小批量生产为特征的现代生产,使军工企业生产组织、计划、协调、控制及现场管理、物质管理、品质管理等工作变得更为重要和复杂。在工厂的管理上,如何使规模、效益与多样化需求相结合,就成为现代企业工艺管理中的一个突出的问题。本书即从以上特点出发,根据国家相关法规、标准的要求,吸收多企业经营管理方式及经验,结合国内相关企业传统的优秀管理方法编著而成。

本书的编审人员,是长期从事装备研制、生产的装备设计与管理,工艺设计与工艺管理和质量管理的高级工程技术人员,是工作在装备研制生产第一线的第三方质量监督人员。他们具有丰富的理论和实践经验,为本书的编写付出了辛勤的劳动,也在编写过程中,从中将相关知识进一步归纳整理,使得书中内容更贴近实践,期待提高各相关单位其武器装备研制工程管理、工艺管理和质量管理的能力,在装备的研制、生产过程中发挥着规范、传授和引领作用。

用于指导装备研制的丛书包括《武器装备研制工程管理与监督》《武器装备研制质量管理与审核》和本书《武器装备研制工艺管理与控制》,自2012年第一本出版以来,涵盖了军工企业装备研制工作的方方面面。内容编排上注重管理思维的形成与实际操作方法、技巧、流程的运用,将复杂的管理理论用平实的文字与实际操作结合起来,条理清晰,语言简练,深入浅出。丛书的出版引起了很大的反响,许多院校和专门的培训机构,军工企业的培训管理部门以此丛书作为

培训的教材,许多技术设计、工艺设计和质量管理等技术人员以及应届毕业生以它作为提高研制能力、自我提升管理水平的办公桌前的工具书,从而以匠心精神研制、生产出顶用、管用和好用的武器装备。

本书由中国航空发动机集团有限公司北京航空材料研究院熊艳才主审;殷世龙主编,白松、薛焱、史一宁副主编;殷波、王刚(军通局)、张晓峰、庞祺、殷涛参加了本书的编写;王刚(上海局)、石永红对书中相关章节进行了专审。

衷心感谢中国电科电子科学研究院陆军院士的技术支持和大力帮助。感谢空军驻上海、北京、军械通用装备军事代表局和中国航空发动机集团有限公司北京航空材料研究院在本书编写过程中提供的支持和帮助,感谢中国人民解放军驻中国航空无线电电子研究所军事代表室总代表李锋,中国人民解放军驻061基地军事代表室,中国科学院电子学研究所王刚、张志强、徐建斌等的大力协助。感谢无锡市雷华科技有限公司、上海市埃威航空电子有限公司,特别对空军沈阳局牛克力、西安局陆寿根同志、战友提出的宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

编者
2017.10

目 录

第一章 工艺管理综论	1
第一节 工艺	1
一、工艺简述	1
二、工艺内涵	1
三、工艺工作	3
四、现代工艺的发展	5
五、装备研制生产中的墨菲定律	8
第二节 工艺管理	12
一、工艺管理工作	12
二、工艺管理的基本任务	13
三、工艺管理工作的内容	14
四、产品工艺管理工作	16
第三节 工艺设计	18
一、工艺设计简述	18
二、装备研制工艺设计	19
三、型号工艺网络图的绘制	21
四、产品工艺工作设计	41
第四节 工艺控制管理	47
一、工艺控制简述	47
二、工艺控制内容及要求	48
三、工艺控制的步骤	50
四、工艺控制方法	53
五、工艺管理及控制的思考	56
第五节 工艺管理术语及说明	58
一、一般术语及定义	59

二、典型表面加工术语及定义	94
三、冷作、钳工、装配和试验术语及定义	100
第二章 装备研制工艺工作策划	112
第一节 装备研制的工艺准备策划	112
一、工艺准备的目的和任务	112
二、工艺管理体制、机构和职责	114
三、工艺准备的计划与控制	116
四、工艺准备工作程序	132
第二节 装备研制产品结构工艺性审查策划	134
一、产品结构工艺性审查目的与原则	134
二、产品结构工艺性审查对象与方式	136
三、产品结构工艺性审查时机与程序	136
四、设计图样工艺性审查内容及要求	142
第三节 装备研制零件结构工艺性审查策划	147
一、零件结构的铸造工艺性审查	147
二、零件结构的锻造工艺性审查	149
三、零件结构的冷冲压工艺性审查	150
四、零件结构的焊接工艺性审查	152
五、零件结构的切削加工工艺性审查	153
六、零件结构的热处理工艺性审查	155
七、零件快速原型制造的审查	156
第四节 面向制造的设计技术	157
一、面向制造的设计技术综述	157
二、计算机辅助 DFM 系统	159
三、产品的 DFM 技术及主要内容	161
第五节 工艺质量检验与管理策划	166
一、工艺质量检验概述	166
二、工艺质量检验分类及要求	168
三、工艺质量检验的依据	172
第六节 质量检验机构及管理	175
一、质量检验机构的设置	175

二、检验文件及管理	178
三、不合格管理	182
四、检验人员的管理	183
五、检验信息的收集及统计分析	184
第三章 装备研制工艺(技术)设计及管理	187
第一节 装备研制工艺设计综述	187
一、装备研制工艺设计内涵	187
二、工艺设计类型简介	193
三、工艺文件分类、审核及标准化审查	206
四、产品标识和可追溯性要求	216
第二节 工艺总方案设计	221
一、工艺总方案的概念	221
二、研制过程工艺总方案的类型	222
三、工艺总方案的编制及编制程序	223
第三节 工艺标准化文件设计	225
一、工艺标准化文件概述	225
二、工艺标准化文件的构成	226
三、工艺标准化文件编制的一般要求	229
第四节 工艺规程设计	230
一、工艺规程的概念	230
二、工艺规程的类型	231
三、工艺规程设计的要素	233
四、工艺规程文件的类型	234
五、工艺规程的设计程序	235
六、工艺规程的审批程序	237
七、工艺规程设计范例	238
第五节 作业指导技能设计	247
一、识图技能	247
二、部分量规仪器的使用	255
三、检验标准	275
四、检验方法	286

第六节	工艺装备设计	295
一、	工艺装备的概念	295
二、	工艺装备的类型	296
三、	工艺装备设计的内容	296
四、	工艺装备设计程序	298
五、	工艺装备验证	302
六、	工艺验证书的格式和填写	305
七、	工艺装备制造与使用的管理	306
第七节	计算机辅助工艺装备设计	311
一、	辅助工艺装备设计概述	311
二、	辅助机床夹具设计	313
三、	辅助制造中的刀具系统	319
第八节	首件鉴定工作的设计	323
一、	首件鉴定的概念	323
二、	首件鉴定的范围、内容和要求	324
三、	首件鉴定的程序	325
四、	首件鉴定的记录	327
五、	首件鉴定质量控制	330
第九节	工艺质量检验工作设计	331
一、	工艺质量检验程序及一般要求	332
二、	进货检验及程序	334
三、	外协含外包产品的验收检验及程序	337
四、	工序检验及程序	337
五、	特种检验(无损探伤检验)程序及要求	339
六、	固定项目提交检验及要求	340
七、	最终产品(成品)检验及程序	341
第四章	装备研制工艺和工艺标准化评审	344
第一节	装备研制工艺评审综述	344
一、	工艺评审的概念	344
二、	工艺评审的一般要求	344
三、	工艺优化与工艺评审	345

第二节 工艺文件的评审	347
一、工艺总方案的评审	347
二、工艺说明书的评审	350
三、关键件、重要件、关键工序的工艺文件评审	350
四、特殊过程工艺文件的评审	357
五、采用新工艺、新技术、新材料、新设备的评审	373
第三节 外购器材的工艺管理及评价	374
一、外购器材工艺管理及评审综述	374
二、外购器材的工艺质量控制要求	375
三、外购器材的保管制度	377
四、外购器材的保管人员的资格考核	378
第四节 工艺评审的组织管理	379
一、管理职责	379
二、评审组的组成	379
三、评审组的职责	379
第五节 工艺评审的评审程序	379
一、准备工作	379
二、组织评审	380
三、结论处置	380
四、工艺评审文件资料的管理	380
第六节 工艺标准化评审	386
一、工艺标准化评审概述	386
二、工艺标准化评审的内容	387
三、工艺标准化评审程序	387
四、工艺标准化评审的管理	388
五、产品研制阶段工艺标准化工作项目一览表	389
第五章 工艺定额及其管理	391
第一节 工时定额的确定	391
一、一次性定额	391
二、工时定额的作用	391
三、工时定额的组成	393

第二节 装备研制材料定额概述	395
一、什么是定额?	395
二、工艺定额的组成?	395
三、装备研制对工艺定额的要求	396
第三节 材料消耗工艺定额的编制(材料定额)	396
一、材料消耗工艺定额编制范围	396
二、材料消耗工艺定额编制原则	396
三、材料消耗工艺定额编制依据	396
四、材料消耗工艺定额编制方法	396
五、产品材料消耗工艺定额的程序(用技术算法编制)	397
六、材料消耗工艺定额的修改	397
第四节 劳动消耗工艺定额的制定(劳动定额)	398
一、劳动定额的制定范围	398
二、劳动定额的形式	398
三、制定劳动定额的基本原则	398
四、制定劳动定额的依据	398
五、劳动定额的制定方法	398
第五节 型材、管材、板材、机械加工件和锻件材料消耗工艺定额确定的方法	399
一、选料法	399
二、下料利用率法	399
三、下料残料率法	400
四、材料综合利用率法	400
第六节 各种计算公式	400
一、铸件成品率算法	400
二、可回收率算法	400
三、不可回收率算法	400
四、炉耗率算法	401
五、金属液收得率算法	401
六、金属炉料与焦炭化算法	401

第六章 装备研制生产现场的工艺管理	402
第一节 装备研制生产现场工艺管理综论	402
一、生产现场工艺管理的概念	402
二、生产现场工艺管理及目标	402
三、生产现场工艺管理内容及要求	403
第二节 装备研制生产现场的工序管理	404
一、工序质量控制点设置原则	404
二、工序质量控制点的主要工作	405
三、生产提供过程质量控制	407
四、装备研制生产的批次管理	412
第三节 装备研制生产现场定置管理	414
一、定置管理的目的	414
二、定置管理的目标	415
三、定置管理的范围	415
四、定置管理的程序	415
第四节 装备研制生产现场工艺纪律管理	416
一、工艺纪律控制的要求	416
二、工艺纪律控制的内容	419
三、工艺纪律检查的实施	420
第五节 装备研制生产现场工艺技术管理	421
一、工艺技术管理概述	421
二、工艺技术管理的重点范围	422
三、装备研制阶段工艺技术管理	423
四、装备研制的生产性分析	424
第七章 装备研制与生产工艺控制	434
第一节 装备研制与生产工艺控制综述	434
一、装备研制与生产工艺控制的必要性	434
二、装备研制与生产工艺控制的依据	435
三、装备研制与生产工艺控制的基本要求	435
四、装备研制与生产工艺控制的风险分析	436

五、装备研制与 GJB 9001C - 2017《质量管理体系要求》对工艺管理的要求	438
第二节 方案阶段工艺控制的主要工作	441
一、方案阶段工艺工作项目	441
二、新产品工艺性分析和结构审查	441
第三节 工程研制阶段工艺控制	443
一、工程研制阶段工艺工作项目	443
二、完成设计状态试制图样的工艺性审查	444
三、实施试制准备状态检查	445
四、加强试制过程质量控制	447
五、生产图样的工艺性审查	456
六、实施生产准备状态检查	457
第四节 设计定型阶段工艺控制	465
一、设计定型阶段工艺控制项目	465
二、组织关键性生产工艺考核	465
三、实施小批试生产生产性分析	468
第五节 生产定型阶段工艺控制	468
一、生产定型与工艺鉴定的关系	468
二、生产定型阶段工艺控制工作	468
三、工艺鉴定的内容及要求	468
四、组织工艺鉴定工作	470
五、工艺和生产条件考核	474
第六节 装备研制工艺管理与控制案例	475
一、某型起动机液压离合器齿圈断裂故障	475
二、某型导弹发射架固定螺栓断裂故障	476
三、某型发动机四级涡轮盘爆裂故障情况	476
参考文献	477

第一章 工艺管理综论

第一节 工 艺

一、工艺简述

工艺是劳动者利用生产工具对各种原材料、半成品进行加工或处理(如量测、切削、热处理、检验等),最后使之成为产品的方法,是人类在劳动中积累起来并经过总结的操作技术经验。

根据技术上进步、经济上合理的原则,研究各种原材料、半成品、成品的加工方法和过程是一门科学,这门科学也称工艺学。各种工程学科都有自己的工艺学,如机械制造工艺学、食品制造工艺学、造纸工艺学等。工艺如果按工艺特点分,可分为工序和工步。

工序亦称“作业”,是工艺过程的一个组成部分,是指一个(或一组)工人在一个工作地上(如一台机床或一个装配位置)对一个(或几个)劳动对象所完成的一切活动的总和。如在冲压弹簧片时,工人在一台冲床进行冲压的全部操作,就叫做“冲压弹簧片”工序。产品生产一般要经过若干道工序,如制造弹簧片可分为落料、冲压、热处理等几道工序。

工步是按工艺特点划分的一个组成部分,其特征是设备的工作规范、工艺性质、加工面和所用工具都不变。如果这些因素中有一个发生变化,就出现另一个新的工步。如砂型工人手工制型时,先填满上型箱,然后填满下型箱,这是一个工序的两个工步;车床工人先车削工件的一个端面,然后在不改变车床工作规范的情况下,用同一车刀车削工件的另一端面,这是车削工序的两个工步。

二、工艺内涵

工艺与制造在我国是有区别的。根据对工艺的定义,工艺可以习惯地理解为产品进入生产后涉及产品生产过程诸多因素的方法和过程;而制造则是产品从概念设计到生产、销售,直到服务这样一个全过程中涉及的整个技术体系。工艺工作包括工艺技术和工艺管理这两个互为补偿,相互依存的两部分内容。工艺内涵可以从以下几个方面表述:

（一）历史的工艺概念

工艺是把人们的思考和设想变为产品实物的手段和方法；后来，普遍的说法是：把人们的设计变为实物产品的技术和方法。例如过去手工打铁这类传统的手艺等等。所以，工艺在人类文明史中已有很悠久的历史了。

（二）工艺与技术

工艺是指劳动者利用生产工具对原材料、半成品进行加工或处理，最后使之成为产品的方法，是人类在劳动中积累起来并经过总结的操作技术经验；技术是泛指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种操作方法与技能。广泛地讲，除操作技能外，还包括相应的生产工具和其他物资设备，以及生产过程或作业程序、方法。因此，工艺与技术的涵义相近或相同。

（三）工艺技术的发展

工艺技术的发展是伴随着人类文明社会的发展而发展的，是人类社会生产力发展的推进器，到手工业时代，工艺技术就已经具有很高的水平，很多工匠主宰着先进的产品生产和制造，例如，生产和打仗用的刀具就靠铁匠的手艺，谁的手艺水平高谁就能制作出锋利的刃器，谁就有了克敌制胜的法宝。到了工业化时代，由于产品经济的发展，工艺技术有了史无前例的技术进步和模式、管理等根本性发展，现代工艺技术才真正成为社会生产力的支撑和动力。

（四）现代工艺技术特点

首先，为适应产品的社会化需求，工艺技术逐渐变成一门制造技术，不再是少数能工巧匠的“专利”，变成了可用文字总结记载下的文件化了的一系列“技术和方法”，产生对此的管理，形成了不同作用的“工艺文件”。

与此同时人们普遍感到人手的功能和能力已经满足不了制造各类产品、满足各类工艺技术的需要，于是工艺装备的设计制造又成为一个新兴的产业。

另外，随着工业化的进展，工艺在工厂的地位越来越突出，技术需求越来越广，成为产品制造过程的不可或缺的技术工作。很多工厂对工艺工作的管理日益重视，逐渐形成和构建起了专门的工艺管理机构 and 系统，出现了多种的管理模式。

随着现代工艺技术的发展，其种类越来越多，也就出现了工艺门类的区别，一般来说，现代工艺技术分为五大类：

- 一是通用工艺技术：车、钻、铣、刨、磨、镗、刮等；
- 二是热加工技术：锻、铸、焊、轧制、压延、热处理等；
- 三是表面处理技术：喷砂、喷漆、喷镀、化学表面处理等；
- 四是特种工艺技术：超声振动光饰、激光加工等；
- 五是电子工艺技术：电火花、电子切割、电脉冲等。

现代工艺技术的发展和社会生产力发展的需求，一些高等院校及高职高专和承研承制单位内部逐渐设立起工艺技术的专业教育、培训教育等。

（五）我国机械制造工艺发展的回顾

我国机械制造具有悠久的历史,早在公元 200 年左右,我国就制成生产纺织品的纺织机械。公元 260 年左右,我们的祖先应用了轮系原理创造了木制齿轮。利用水力转动的机械(古老的水力机械)以加工谷物。

汉代就已经有了用铜和铁制成的轴承,同时还制成了运输工具——木牛流马。在明朝就发明了和现代铣削加工相似的机械加工方法,即用马匹拖动类似铣刀的工具加工天文仪器上的铜环。中国古代科学技术的发展,在世界科学史中占有特殊的地位。中国是世界上最早进入封建社会的国家,从战国到秦汉的数百年间,中国科学技术的许多门类都形成了具有特色的体系,在许多方面超过了西方。又经过汉、唐千余年的发展到宋、元(公元十世纪到十四世纪)期间达到了高峰。英国科学史家李约瑟在《中国科学技术史》中说:“在公元三世纪至十三世纪之间(中国)保持一个西方所望尘莫及的科学知识水平……,中国的这些发明和发现远远超过同时代的欧洲,特别是十五世纪以前更是如此。”

我国的四大发明——火药、指南针、印刷术、造纸术,大大加速了近代文明在欧洲的兴起,马克思在 1863 年 1 月 28 日给恩格斯的信中称这些为“资产阶级发展的必要前提”。在技术方面,铸铁、瓷器、丝绸都居于领先地位。在数学和天文学以及其他自然科学方面亦均有许多重要的贡献,如圆周率的计算、高次方程的数值解法,天、地象记录仪,历法、地图学、水利工程、建筑等等。中医和中药直至现代仍是举世公认的医药宝库。总的说,直到西方近代科学产生之前,在长达一千数百年的封建社会里,中国的科学及技术在许多方面和同时期的西方相比都处于领先地位。

十年动乱,工艺技术管理首当其冲被破坏殆尽,加上工业体制没有竞争,极大阻碍了工艺技术的发展。这个左右企业命脉的工艺技术管理学科,尚不被决策人所重视,科研管理部门抓进度,而忽视了研制程序的项目及产品质量;社会和企业的“企业管理学习班”却只字不提工艺管理,似乎非常看重企业外的项目管理、EMBI 管理学习班,对于其内部的在职培训班,往往由于工作忙,交付产品时间紧,常常以两、三小时的如生产管理、经济管理、计划管理讲座而结束;而对装备研制需要的如工程管理(设计管理)、技术状态管理、质量管理和工艺管理等培训的内容,却没有培训计划、大纲和教材,总认为几次案例讲座搞好了,就包含了工程管理(设计管理)、技术状态管理、质量管理和工艺管理的培训内容,企业就可以高枕无忧了,这种错误的认识至今不在少数。

三、工艺工作

（一）工艺工作的作用

工艺工作在装备研制中的作用从以下几个方面体现。

1. 工艺是制造能力的核心技术

在市场经济尤为进步、武器装备跨越式发展的时代,武器装备的承研承制单位的竞争力主要取决于设计开发能力、工程制造能力、质量保证能力和组织管理能力等。其工程制造能力着重体现在:

(1) 工程制造能力的基本构成:工艺设备能力、工艺技术水平、人员素质、工程管理能力;

(2) 工艺技术的核心作用:运用工艺技术提高产品的可生产性、设计生产流程和工艺分工、运用工艺技术保证设计的实现、设计工程要素的管理控制技术和方法等;

(3) 工程技术水平的衡量要素:设计开发的实现程度、掌握与制造本单位产品有关的工艺技术齐全程度、技术能力、工艺技术开发能力、工艺控制能力等。

2. 工艺是质量保证的技术基础

基于技术基础的三个要素:

(1) 工艺过程和质量控制过程的一致性;

(2) 质量过程的技术支持:一是工序要素(即0、5、10等)的技术要求的明确;二是工序能力的技术参数水平的精确;

(3) 过程稳定性的技术保证:控制要求、试验要求、检验要求及验证要求等的一致性。

3. 工艺是装备研制的支持力

体现支持力的四个方面:

(1) 设计开发的实现能力;

(2) 产品试制过程的难易;

(3) 试验工艺设计;

(4) 平稳实现向小批试生产和批生产的转换等。

4. 工艺是工程管理的支撑力

(1) 运用工艺技术缩短新产品试制周期;

(2) 科学的流程设计和工艺分工降低试制成本;

(3) 工艺稳定性是减少质量成本的基础。

5. 工艺在装备发展中的作用

(1) 增强竞争力;

(2) 提高诚信度;

(3) 开拓产品开发能力;

(4) 提高人员整体素质;

(5) 为精益制造、精细化生产创造基础。