

王健石

朱炳林

主编

电子工艺

实用技术手册

Dianzi Gongyi
Shiyong Jishu Shouce



中国标准出版社
1510061875
防伪电话 8007156616 防伪网站
数码防伪

 中国标准出版社

电子工艺 实用技术手册

● 王健石 朱炳林 主编

中国标准出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电子工艺实用技术手册/王健石,朱炳林主编.
北京:中国标准出版社,2010
ISBN 978-7-5066-5805-8

I. ①电… II. ①王…②朱… III. ①电子技术-技
术手册 IV. ①TN-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 103125 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn
电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 27.25 字数 672 千字
2010 年 7 月第一版 2010 年 7 月第一次印刷

*

定价 58.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

编委会

主编：王健石 朱炳林

编委：王健石 朱炳林 雍波
雷家军 代丽琼 钟家骐
张和平 朱辉 何仁芳
徐秋蓉 徐志启 樊国栋
赖盛辉 韩英歧 雷远秀
谷超臣 张力 韩新宇
朱东霞 孙泽法

近年来,电子产品竞争激烈,对电子产品工艺设计要求愈来愈高,但电子工艺设计方面的资料极少,给各类工艺设计工程技术人员带来了一定的困难,为了适应电子工业高速的发展,满足各类工艺人员的需要,我们编写了《电子工艺实用技术手册》一书。

本手册共分为工艺管理、印制电路板加工工艺、表面组装技术、防静电技术和部件三防工艺技术、机械制造工艺方法分类与代码、金属铸造与锻压工艺、焊接工艺、切削加工工艺等 10 章,为广大读者提供了大量的技术数据和图表,内容丰富,数据可靠,突出专业,突出实用,查找快捷,方便读者。本手册可供电子整机工艺、印制电路工艺、电装工艺、三防工艺、电镀工艺、金属铸造与锻压工艺、焊接工艺、切削加工工艺、热处理工艺及其相关工艺人员使用,是电子整机工厂、科研单位上架图书,也可供高等院校电子制造与工艺专业广大师生参考。

本手册在编写过程中得到了电子 29 研究所、784 厂、四川标准图书有限责任公司、中国标准出版社等的大力支持,在此向他们表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限,缺乏经验,不足之处敬请读者批评指正。

编著者

2009 年 10 月于成都

第1章 工艺管理

1.1 基本要求	1
1.2 工艺工作程序	3
1.3 产品设计工艺性审查	6
1.4 工艺方案设计	18
1.5 工艺规程设计	20
1.6 工艺工装设计与管理	22
1.7 工艺定额编制	26
1.8 工艺评审	32
1.9 生产现场工艺管理	44
1.10 定置管理	44
1.11 工序质量控制	46
1.12 工艺纪律管理	50
1.13 工艺验证	51
1.14 工艺标准化	52
参考文献	53

第2章 印制电路板加工工艺

2.1 印制电路板照相底图的技术要求和制作方法	54
2.2 印制电路板计算机辅助设计 光绘照相原版技术条件	62
2.3 印制电路生产用照相底版的技术条件和制作方法	67
2.4 印制电路板图形转移工艺技术要求	73
2.5 印制电路板孔金属化工艺技术要求	75
2.6 印制电路板电镀锡铅合金工艺技术要求	84
2.7 印制电路板酸性光亮镀铜工艺技术要求	89
2.8 通孔安装焊接组装的要求	96
2.9 引出端焊接组装的要求	100

2.10 印制板组装件装联技术要求	105
2.11 印制电路组件装焊工艺要求	108
2.12 印制电路组件装焊后的清洗工艺方法	108
参考文献	116

第3章 表面组装技术

3.1 表面组装电路设计指南	117
3.2 表面安装焊接组装的要求	133
3.3 表面安装印制板组装件通用要求	143
3.4 表面组装工艺通用技术要求	163
3.5 表面和混合安装印制电路板组装件的高可靠性焊接	179
3.6 表面组装元器件可焊性试验	185
3.7 表面组装用胶粘剂通用规范	191
参考文献	201

第4章 防静电技术和部件三防工艺技术

4.1 电子元器件制造防静电技术要求	202
4.2 电子设备制造防静电技术要求	206
4.3 电子产品制造与应用系统防静电测试方法	211
4.4 印制板组装件保护涂覆准则、分类、材料和典型工艺技术	221
4.5 浸渍、灌封和绝缘处理工艺技术	234
4.6 高压部件和器件三防工艺技术	248
4.7 接插件三防工艺技术	255
参考文献	260

第5章 机械制造工艺方法分类与代码

5.1 总则	261
5.2 铸造	262
5.3 压力加工	263
5.4 焊接	265
5.5 切削加工	268
5.6 特种加工	269
5.7 热处理	271

5.8 覆盖层	273
5.9 装配与包装	275
5.10 其他工艺方法	276

第 6 章 金属铸造与锻压工艺

6.1 熔模铸造工艺质量控制	279
6.2 锻造工艺质量控制要求	284
6.3 金属板料拉深工艺设计规范	287
6.4 钢质锻件热锻工艺 燃料消耗定额计算方法	300
参考文献	307

第 7 章 焊接工艺

7.1 焊缝符号表示法	308
7.2 激光焊接工艺规程	315
7.3 电子束焊接工艺规程	322
7.4 电阻焊焊接工艺规程	328
7.5 波峰焊接技术要求	332
参考文献	338

第 8 章 切削加工工艺

8.1 总则	339
8.2 车削	341
8.3 铣削	342
8.4 刨、插削	343
8.5 钻削	344
8.6 镗削	344
8.7 拉削	345
8.8 磨削	345
8.9 齿轮加工	346
8.10 数控加工	355
8.11 下料	356
8.12 划线	359
8.13 钳工	360
参考文献	363



第9章 热处理工艺

9.1 热处理工艺材料分类及代号	364
9.2 热处理质量控制要求	367
9.3 热处理节能技术导则	372
9.4 钢件在吸热式气氛中的热处理	376
9.5 钢件的淬火与回火	379
9.6 钢件的正火与退火	386
9.7 不锈钢和耐热钢热处理	392
参考文献	400

第10章 涂覆工艺及金属覆盖层

10.1 涂料涂覆标记	401
10.2 涂覆典型工艺	403
参考文献	425

第 章 工 艺 管 理

1.1 基本要求

1.1.1 工艺管理的基本任务

工艺工作是一项系统工程,贯穿于生产的全过程,工艺管理是企业重要的基础管理,是稳定、提高产品质量,提高生产效率,保证安全生产,降低消耗,增加经济效益,发展生产的重要手段和保证。企业必须重视和加强工艺管理,提高工艺管理水平。

工艺管理的基本任务是在一定的生产条件下,应用现代科学理论和手段,对各项工艺工作进行计划、组织、协调和控制,使之按一定的原则、程序和方法有效地进行工作。建立与企业其他相关管理关系协调、责权明确、职能相应的工艺工作法规和标准。

1.1.2 工艺管理体系

各企业都应本着有利于加强工艺管理,提高工艺水平的原则,结合本企业的规模、产品特点和生产类型,建立科学、有效的工艺管理体系。工艺管理体系的具体模式由企业自定。

各企业都应配备相应素质和数量的工艺工作人员。

各企业都应加强工艺管理,制定必要的工艺管理制度和监督、检查、考核、奖励等办法。

1.1.3 工艺部门的职能

1. 贯彻有关方针

认真贯彻上级有关工艺工作的方针、政策、法规。

2. 编制工艺发展规划

为了提高企业的工艺水平,适应产品发展需要,各企业应根据本企业的发展规划、中远期和近期目标,按照先进与适用相结合、技术与经济相结合的方针,编制工艺发展规划,并制定相应的实施计划和配套措施。

工艺发展规划包括工艺技术措施规划(如新工艺、新材料、新装备和新技术攻关规划等)和工艺组织措施规划(如工艺路线调整、工艺技术改造规划等)。

工艺发展规划应在企业总工程师(或技术副厂长)主持下,以工艺部门为主进行编制,并经厂长批准实施。

3. 负责工艺技术的研究与开发

详见各企业相关规定。

4. 负责产品生产的工艺准备

1) 参与新产品开发和老产品改进的工艺调研和考察

见 1.2。

2) 负责产品设计的工艺性审查

见 1.3。

3) 负责工艺方案设计

见 1.4。

4) 设计和编制成套工艺文件

见 SJ/T 10320—1992、SJ/T 10324—1992、1.2 和 1.5。

5) 负责工艺工装的设计与管理

见 1.6。

6) 编制工艺定额

见 1.7。

7) 组织工艺评审

见 1.8。

8) 组织工艺验证

见 1.13。

9) 负责工艺总结和工艺整顿

见 1.2。

5. 配合生产现场进行工艺管理

生产现场工艺管理主要是对人、机、料、环、法等诸因素的综合管理。

见 1.9、1.10、1.11 和 1.12。

6. 配合主管领导和有关部门进行工艺纪律管理

见 1.12。

7. 配合科技信息部门开展工艺信息工作

详见各企业相关规定。

8. 配合标准化部门开展工艺标准化工作

见 1.14。

9. 负责和组织工艺成果的申报、评定和奖励工作

按国家和有关部门的文件与管理办法以及本企业的规定执行。

10. 制定各种工艺管理制度并组织实施

见 1.9。

11. 开展技术改进活动

开展群众性的合理化建议与技术改进活动,进行新工艺和新技术推广交流工作。

12. 配合教育部门对工艺人员、技术工人进行培训和教育

各企业都应有计划地对工艺人员、技术工人进行培训和教育(包括出国考察和学习),为工艺人员、技术工人知识更新、提高技术水平和技能提供必要的方便和条件。

1.1.4 各有关部门的主要工艺职能

工艺管理是一项综合管理,各有关部门应根据加强工艺管理的要求,在厂长和总工程师的直接领导下,行使各自的工艺职能,完成有关工艺方面的任务。



各有关部门的主要工艺职能如下：

- a. 设计部门应为工艺和生产部门提供正确、齐全、统一的设计图样和技术文件，保证产品设计的工艺性；
- b. 设备部门应负责设备的安装与调试，并应保证工艺设备经常处于完好状态；
- c. 能源部门应保证按工艺要求提供生产需要的各种能源；
- d. 工具部门应按工艺要求提供生产需要的合格的工艺装备；
- e. 物资供应和部品部门应按工艺要求提供各种合格的材料、外购件和部品；
- f. 生产计划部门应按工艺文件要求均衡地安排生产；
- g. 检验和理化分析部门应按照工艺文件对生产过程中产品质量进行检验和分析，并及时反馈有关质量信息。检验部门还应负责生产现场的工艺纪律监督；
- h. 计量和仪表部门应按工艺文件要求负责计量器具和仪器仪表的配置，并保证量值准确；
- i. 质量管理部门应负责对企业有关部门工艺职能执行情况进行监督和考核，并与工艺部门和生产车间一起共同搞好工序质量控制；
- j. 基本建设部门应按工艺方案要求，负责厂房、车间的设计；
- k. 安全技术和环保部门应负责工艺安全、工业卫生和环境保护措施的落实及监督；
- l. 科技信息部门应根据生产工艺及时收集和提供国内外工艺管理、工艺技术信息资料；
- m. 标准化部门应负责收集和提供国内外有关的工艺标准资料。组织制、修订本企业工艺标准。宣传贯彻国家、行业和本企业的工艺标准，并负责工艺文件的标准化审查；
- n. 劳资部门应按生产需要配备各类生产人员，保证定人、定机、定工种的实现；
- o. 财务部门和审计部门应负责做好技术经济分析、技术改造和技术开发费用的落实、审计与管理工作；
- p. 教育部门应负责做好专业技术培训和工艺纪律教育工作。

1.1.5 生产现场和工艺职能

生产现场必须按产品图纸、工艺文件和有关标准进行生产，实行科学、先进的工艺管理方法，进行定量管理和工序质量控制，严格执行现场工艺纪律。

1.2 工艺工作程序

1.2.1 电子产品工艺工作程序

电子产品工艺工作程序(见图 1-1)是指产品从预研阶段、设计性试制阶段、生产性试制阶段、直到批量性生产(或质量改进)各阶段中有关工艺方面的工作规程。工艺工作贯穿于设计、制造全过程。

本工艺工作程序的各阶段的内容，根据产品性质、产品类型等可以合并、增减。

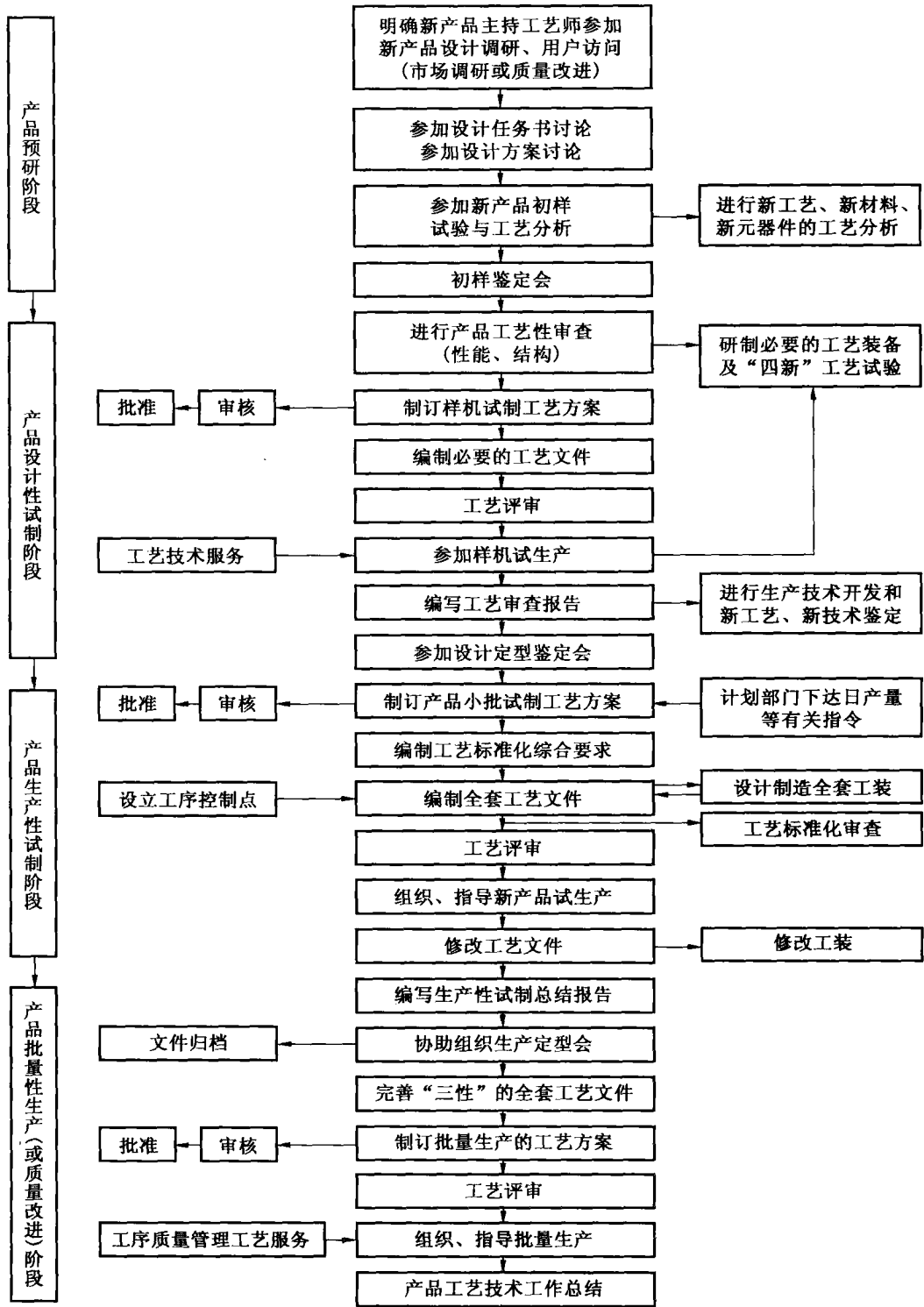


图 1-1 电子产品工艺工作程序



1.2.2 产品预研阶段的工艺工作

1. 参加新产品设计调研和用户访问

企业在确定新产品主持设计师的同时应确定主持工艺师。主持工艺师应参加新产品的
设计调研和老产品的用户访问工作。

2. 参加新产品的设计方案论证和老产品的改进设计方案论证

针对产品结构、性能、精度的特点和企业的技术水平、设备条件等进行工艺分析,提出改
进产品工艺性的意见。

3. 参加产品初样试验与工艺分析

对按设计方案所研制的初样进行工艺分析,对产品试制中可采用的新工艺、新材料、新
元器件及关键工艺技术进行可行性研究试验,并对引进的工艺技术进行消化吸收。

4. 参加初样鉴定会

参加初样鉴定会,提出工艺性评审意见。

1.2.3 产品设计性试制阶段的工艺工作

1. 进行产品工艺性审查

见 1.3。

2. 制定产品设计性试制工艺方案

见 1.4。

3. 编制必要的工艺文件

包括以下文件:

- a. 关键件明细表;
- b. 关键零、部件工艺过程卡片;
- c. 有关关键工艺说明及简图;
- d. 关键专用工艺装备方面的工艺文件;
- e. 有关材料类的工艺文件。

4. 进行工艺评审

见 1.8。

5. 参加样机试生产

积极参与关键的装配、调试、检验及各项试验工作,做好原始记录和工艺技术服务
工作。

6. 参加设计定型会

根据样机试制中出现的各种情况,编写工艺审查报告。参加设计定型会,对样机试生产
提出结论性意见。

1.2.4 产品生产性试制阶段的工作

1. 制定产品生产性试制工艺方案

见 1.4。

2. 编制全套工艺文件

工艺文件的编制要符合 SJ/T 10320—1992、SJ/T 10324—1992 的规定。为了保证产品
质量,提高生产效率,改善劳动条件,在此阶段要设计、制造新产品的全套工装。同时设立工
序控制点,进行工序分析,实行因素管理。

3. 进行工艺标准化审查

工艺标准化审查和编制工艺标准化审查报告按有关规定和要求执行。

4. 进行工艺评审

见 1.8。

5. 组织指导产品试生产

根据工艺文件指导生产、进行工装验证、工艺验证和对车间的服务。

6. 修改工艺文件、工装

全套的工艺文件、工装通过产品试生产的考核,对工艺文件和工装不完善的部分进行修改和完善,以满足正式投产要求。

7. 编写试制总结,协助企业组织生产定型会

试制总结应包括下列内容:

- a. 生产性试制情况介绍;
 - b. 对产品性能与结构的工艺性分析;
 - c. 工艺文件编制数量;
 - d. 工装完成情况;
 - e. 关键工装及新工艺试验情况;
 - f. 对进一步提高产品设计工艺性的意见和建议;
 - g. 转入批量生产必须采取的关键措施及方法等。
- 协助组织生产定型会,得出结论性意见,文件归档。

1.2.5 产品批量生产(或质量改进)阶段的工艺工作

- a. 按照完整性、正确性、统一性要求,完善和补充全套工艺文件;
- b. 制定批量生产的工艺方案;
- c. 进行工艺评审;
- d. 组织、指导批量生产;
- e. 产品工艺技术工作总结。

1.3 产品设计工艺性审查**1.3.1 总则****1. 所有产品应进行工艺性审查**

所有新设计的产品和改进设计的产品,在设计过程中均应进行工艺性审查。

企业对外来产品的图样、简图,在首次生产前也应进行工艺性审查。

2. 负责部门

产品设计工艺性审查工作由工艺部门负责。

3. 产品设计工艺性审查的基本要求

a. 全面检查产品图纸的工艺性、定位、基准、紧固、装联焊接、调试等加工要求是否合理,所引用的工艺是否正确可行;

b. 详细了解产品的结构,提出加工装配上的关键问题和工艺关键件的工艺方案,协助设计人员解决设计中的工艺性问题;

c. 审查设计文件中采用的材料状态及纹向、尺寸公差、配合、粗糙度、涂覆等是否合理;审查设计文件中采用的元器件的质量水平(合格质量水平、可焊性和失效率)及元器件生产厂家是否为已选择定点供应的厂家;

d. 当本企业的工艺技术水平还达不到设计文件所要求的水平时,工艺人员应建议设计人员改变设计,或提出所要增添设备、工装的计划,以保证每一张图纸都能按设计文件要求进行加工。

4. 产品设计工艺性审查的目的

a. 使新设计的产品在满足技术要求的前提下符合一定的工艺性要求,尽可能在现有生产条件下用比较经济、合理的方法制造出来,并便于检测、使用和维修;当本企业现有生产条件尚不能满足设计要求时,及时提出新的工艺方案、设备、工装设计要求或外协加工工艺性要求,提出技术改造的建议与内容。

b. 及时向设计部门提供新材料、新型元器件和新工艺的技术成果,以便设计部门改进设计。

c. 从便于生产制造的角度提出工艺继承性的要求,审查设计文件是否最大限度地采用了典型结构设计、典型线路设计,以利于尽可能地采用典型工艺和标准工艺。

5. 工艺性分类和工艺性评价的形式

工艺性分类,评定产品设计工艺性应考虑的主要因素和工艺性评价的形式见 1.3.4。

6. 工艺性主要指标项目

产品设计工艺性主要指标项目见 1.3.5。

7. 产品设计工艺性审查细则

各单位可根据具体情况,制定本单位“产品设计工艺性审查细则”,作为补充。

1.3.2 产品设计工艺性审查的内容

为使所设计的新产品具有良好的工艺性,在产品设计的各个阶段均应进行工艺性审查。

产品设计工艺性审查阶段的划分应与产品设计阶段的划分相一致,一般按初步设计、技术设计和工作图设计三个阶段进行工艺性审查。产品设计工艺性审查并非都必须具有三个阶段,当产品的构成较简单或者为原机型的派生产品时,也可以仅有技术设计阶段和工作图设计阶段或者只有工作图设计阶段的工艺性审查。

1. 初步设计阶段工艺性审查的内容

a. 从制造观点分析设计方案的合理性、可行性和可靠性。除一般工艺性审查外,应特别注意:

a) 对产品设计中安全性设计的工艺性审查,如防机械、防触电、防燃烧等危害的结构工艺性和工艺材料的审查;

b) 对产品设计中热设计的工艺性审查;

c) 对产品设计中结构缓冲、减振设计的工艺性审查;

d) 对产品设计中电磁兼容设计的工艺性审查等。

b. 分析和比较设计方案中系统图、电路图、结构图及主要技术性能参数的经济性和可行性。

c. 分析所用主要原材料、配套元器件及外购件的选用是否合理。

d. 分析重要件、关键件在本企业或外协加工的可行性。

e. 分析产品各组成部分是否便于装联、检测、调整和维修。

f. 分析产品可靠性设计的文件中,有关工艺失效的比率是否合理、可行。可靠性设计的工艺性审查内容见 1.3.6。

2. 技术设计阶段工艺性审查的内容

- a. 分析产品各组成部分进行装配和检测的可行性。
- b. 分析总装配的可行性。
- c. 分析机械装配时避免切削加工或减少切削加工的可行性。
- d. 分析电气装联(组装互连)、调试时避免更换或少更换元器件或零、部、整件的可行性。
- e. 分析高精度、复杂零件在本企业加工或外协加工的可行性。
- f. 分析结构件主要参数的可检测性和装配精度的合格性;电气线路关键参数的调试和检测性。
- g. 分析特殊外协加工件的可行性和特殊专用元器件外协或自制的可行性。

3. 工作图设计阶段工艺性审查的内容

- a. 各零、部件是否具有合理的装配基准和调整环节。
- b. 分格各大装配单元分解成平行小装配单元的可行性。
- c. 分析各电路单元调试、检测,即按分机分别调试、检测或联机调试、检测的可行性。
- d. 分析产品中零件的铸造、焊接、热处理、切削加工、钣金、冲压件加工,表面处理以及塑件加工、机装等工艺性,其工艺性基本要求,见 1.3.7。
- e. 部件、整件或整机的电气装联工艺性和印刷电路板工艺性要求,见 1.3.8。
- f. 分析产品在安装、调试、使用、维护、保养方面是否方便、安全。

1.3.3 产品设计工艺性审查的方式和程序

初步设计和技术设计阶段的工艺性审查或分析,通常采用会审方式,也可利用设计方案论证或设计评审及可靠性设计评审的机会进行工艺性审查。

对于构造复杂的设备或系统,主持工艺师应从设计部门制定设计方案时起,就参加设计方案和有关设计工作的讨论、研究等项重要活动,并随时对设计的工艺性提出意见和建议。

工作图设计阶段的工艺性审查,由主持工艺师和各专业工艺师(员)分头进行。详述如下:

- a. 进行工艺性审查的产品图样和简图应为草图(铅笔图或复印图),并已经设计、审核人员签字。
- b. 审查时对所发现的工艺性问题,应填写在“产品设计工艺性审查记录表”上,产品设计工艺性审查记录表的格式及各栏填写内容见 1.3.9。
- c. 全套产品的设计文件经过工艺性审查后,若无大的修改意见,则审查人员应在设计文件的“工艺”栏内签字;对有较大修改的,暂不签字,而将设计文件和产品设计工艺性审查记录表一并交主管工艺师进行审查,审查后交给设计部门。
- d. 产品设计人员根据审查人员的意见和建议修改设计。经修改后的设计文件若“工艺”栏尚未签字的应返回给原具体负责的工艺人员复查后签字。
- e. 若设计人员与工艺人员的意见不一致时,双方应采取协商的办法解决。如果协商仍有较大的意见分歧,则由厂级技术负责人进行协调或裁决。
- f. 正式底图经设计、审核签字后,交原负责工艺审查的人员签字,工艺人员签字时有权对底图进行复审。
- g. 未经工艺部门进行工艺性审查签署的工作图,不能投入生产。