




SHEBEI ZHILIANG KONGZHI GAILUN

设备质量控制概论

吉效科 王 飞 王昊楠 编著

陕西新华出版传媒集团
陕西科学技术出版社
Shaanxi Science and Technology Press



设备质量控制概论

吉效科 王 飞 王昊楠 编著

陕西新华出版传媒集团
陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

设备质量控制概论 / 吉效科,王飞,王昊楠编著. —西安: 陕西科学技术出版社, 2017. 12

ISBN 978 - 7 - 5369 - 7070 - 0

I. ①设… II. ①吉… ②王… ③王… III. ①设备管理—质量管理 IV. ①F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017) 第 224333 号

设备质量控制概论

出版者 陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮编 710003
电话 (029) 87211894 传真 (029) 87218236
[http: //www. snstp. com](http://www.snstp.com)

发行者 陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社
电话(029) 87212206 87260001

印刷 陕西天地印刷有限公司

规格 787mm × 1092mm 16 开本

印张 14

字数 320 千字

版次 2017 年 12 月第 1 版
2017 年 12 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978 - 7 - 5369 - 7070 - 0

定价 50.00 元

版权所有 翻印必究

前言

PREFACE

2015 年国务院印发了《中国制造 2025》，提出了实现中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、中国产品向中国品牌转变，完成中国制造由大变强的任务。推动“中国制造 2025”是在新的国际国内环境下，中国政府立足于国际产业变革大势，作出的全面提升中国制造业发展质量和水平的重大战略部署。其根本目标在于改变中国制造业“大而不强”的局面，通过 10 年的努力，使中国迈入制造强国行列，为到 2045 年将中国建成具有全球引领和影响力的制造强国奠定坚实基础。

据工业和信息化部统计，2013 年，我国装备制造业产值规模突破 20 万亿元，占全球装备制造业的比重超过 1/3，稳居世界首位。我国多数装备产品产量位居世界第一。2013 年发电设备产量约占全球总量的 60%；造船完工量占全球比重的 41%；汽车产量占全球比重的 25%；机床产量占全球比重的 38%。近年来，随着装备工业快速发展，我国已成为名副其实的装备制造业大国，但离装备制造业强国还有一段距离，一些核心部件和关键材料仍然依赖进口，与先进国家相比还有较大差距。主要表现在：一是自主创新能力薄弱，研发设计水平较低，试验检测手段不足，关键共性技术缺失；二是基础配套能力不足，核心零部件受制于人，基础制造工艺落后，关键材料依赖进口；三是产业结构不合理，低端产能过剩，高端产能不足，生产性服务业发展滞后；四是发展质量效益不高，目前我国装备工业增加值率 26%，低于发达国家平均水平 6~8 个百分点。

据中国质量协会发布的 2013 年全国装备制造业企业质量管理现状调查报告显示，装备制造企业质量管理成熟度平均值为 63.5 分（百分制），被调查

企业关键设备的国产化率只有 52.4%。调查显示,我国装备制造业质量管理平均成熟度还不高,质量管理不成熟、关键设备和零部件国产化率低,依然是制约我国装备制造业转型升级的主要瓶颈。对于装备制造业来说,要实现《中国制造 2025》的纲要内容,质量问题仍是时下的主要问题之一,要实现工业化和信息化的深度融合,在制造企业推进先进质量管理方法,关键在于抓好质量控制的落实。

可靠性、维修性、安全性、适应性、经济性是衡量设备的重要内在特性,其中可靠性反映设备的质量特性,也是我们考核设备的首要条件。在多年从事油田设备管理工作中,经常处理一些设备故障与管理的问题,归结一点,大部分设备问题是由于设备的质量问题造成的,但是在解决这些设备质量问题的过程中,遇上了很多复杂的管理问题,如设备制造厂商和使用单位互相推诿责任问题,设备质量问题的界定问题,设备质量缺陷的判别问题等等,这些都体现了包括机械设计、制造、检验、安装、使用、维护等设备质量控制管理,从思想认识到控制落实方面还有很多需要提高的地方。

设备质量控制是一个全方位的过程,从设备的设计开始,经过设备的制造、检验、试验、配置、采购、安装、验收、使用、维护等多个环节,通常设备出现质量问题就认为是设备的制造问题是不确切的,其实,设备的质量问题有可能是机械设计缺陷造成的,也可能是设备选型、配置、工艺不合理,或者设备安装、验收环节出问题,需要专业人员经过严格的质量分析方法进行判别。同样,设备制造厂商为了降低成本,增强竞争力,在符合相关标准和用户要求的前提下减少设备的参数设计余量或者减小参数配置;在用户不明确使用材质或工艺的条件下,选用简单工艺和低劣材质,致使设备部件寿命短、故障多;设备结构和技术改进没有充分的试验验证,直接设计用于推广设备,造成设备质量事故等等,这些也属于设备质量控制的范畴。

设备质量控制是一个发展创新的过程,常规设备质量检验的方法有感觉检验法、物理检验法以及测量工具检验法。随着科学技术的不断发展,设备质量检验的自动化、智能化、数字化有了很大的发展,将很多主观检验转化为客观检验,提高了质量检验的准确性。设备状态监测技术的应用对关键、大型设备的运行状态实时跟踪,将设备的事后维修转化为预防维修,对于关键、

大型设备的安全、平稳运行,降低设备维护成本具有重要意义。装备制造业智能化的发展及先进工艺技术的应用,增强了配件制造加工的精度和效率,做到了用先进装备保证产品质量,减少人为操作控制因素,这是未来装备制造业质量控制发展的方向。

为保障设备产品质量安全,现在很多制造企业在质量管理方面已以更高的起点,与国际质量管理模式接轨,全面导入产品生产的质量管理理念,建立独立于生产管理的质量保证体系,加强设备制造过程的质量检查和质量监督,解决产量、成本、质量的矛盾问题,逐步促进质量管理理念的转变。质量管理由事后质量检验把关控制转变为“预防式”的事前控制和事中控制。

设备质量管理如同医生看病,治标不能忘治本,许多企业虽然高悬着“质量是企业的生命”的标语,而现实中存在“头疼医头、脚疼医脚”的“重结果轻过程”质量管理误区。为了彻底走出“事后控制”的误区,提高事前控制和事中控制的执行力,企业应在质量管理中推行全面质量管理模式,层层把关,人人负责,才能使质量控制在每一个产生的源头。

设备质量问题的处理也是不可忽视的方面,应该加强设备质量问题处理的过程转变,即由设备质量问题责任追究和结果考核,向原因分析、持续推行质量改进转变。设备质量问题的发生必然有其产生的原因,如果一味追究责任和进行经济处罚,会导致隐瞒小问题,最终集结成大的质量事故,为此倡导提出问题,商讨改进和预防措施,避免同样的问题重复发生。

本书共有八个章节,第一章主要介绍了设备的内在特性即可靠性、维修性、安全性、适应性、经济性等,第二章介绍了设备质量控制的内涵、方法及重要性,第三章至第六章分别介绍了设计、制造、安装、采购、维修等过程的质量控制,第七章介绍了设备质量检验的程序与方法,第八章介绍了设备质量分析统计工具、设备维修质量评估方法、设备评估质量问题分析、设备运行可靠性评估方法等。

在本书的编写过程中,也参考了大量的材料,借鉴了一些作品和资料,在此对其作者表示衷心的感谢。长庆油田公司机械首席专家、设备管理处副处长李宁会在百忙之中为本书的编写内容进行指导并提出宝贵意见,同时在编写过程中得到了长庆油田公司设备管理处及各单位设备管理专家的支持,在

此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促,书中难免存在一些纰漏,敬请广大读者鉴谅。如果本书能对读者有所帮助,就是对笔者最大的鼓励。

目 录

CONTENTS

第一章 设备的内在特性	(1)
第一节 设备的可靠性	(1)
第二节 设备的维修性	(17)
第三节 设备的安全性	(23)
第四节 设备的适应性	(24)
第五节 设备的经济性	(26)
第二章 设备质量控制的意义	(43)
第一节 设备质量控制的内涵与分类	(43)
第二节 设备质量控制的方法	(48)
第三节 设备质量控制重要性	(57)
第三章 机械设计制造质量控制	(63)
第一节 机械设计过程质量控制	(63)
第二节 机械加工质量控制	(72)
第三节 压力容器制造质量控制	(83)
第四节 设备制造过程质量控制	(96)
第四章 设备安装验收质量控制	(103)
第一节 设备安装施工方法	(103)
第二节 设备安装质量验收	(112)

第五章 设备采购过程质量控制	(115)
第一节 设备采购供应商管理	(115)
第二节 原材料与配件的质量控制	(126)
第三节 设备采购过程质量控制	(132)
第六章 设备维修过程质量控制	(136)
第一节 设备状态监测	(136)
第二节 设备维修检测	(139)
第三节 设备维修清洗	(143)
第四节 设备维修工艺	(146)
第五节 设备维修质量控制	(149)
第七章 设备质量检验	(158)
第一节 设备质量检验程序	(158)
第二节 设备质量检验方法	(170)
第八章 设备质量评估	(187)
第一节 设备质量统计分析工具	(187)
第二节 设备配件寿命评估方法	(193)
第三节 设备维修质量评估方法	(198)
第四节 设备评估质量问题分析	(206)
第五节 设备运行可靠性评估方法	(211)
参考文献	(213)

第一章 设备的内在特性

随着设备技术进步与应用需求的提高,设备的内在特性即可靠性、维修性、安全性、适应性、经济性等显得非常必要。在设备研发阶段就需考虑其内在特性,通过运用合理的原理、设计简单的结构、选用先进的工艺和材料,以确保设备在应用服役期内满足企业生产与实际使用的要求,获得稳定的工作状态与技术性能,以合理的周期费用实现设备完好性要求。设备内在特性是影响设备效能的重要因素,对设备的负荷能力、平稳运行、节能降耗、全寿命周期费用具有重要的意义,设备内在特性的形成、保持、发挥和提高是一个复杂的、系统的工程,是我们对设备提出的基本条件,在机械设计之初就需考虑提出科学的、合理的性能要求,通过设计和制造过程保证设备质量。

第一节 设备的可靠性

可靠性是指系统、设备或零部件在特定的工况条件下和规定的时间内保持与完成规定功能的能力或性质。设备质量特性反映了设备在使用过程中,其功能发挥的稳定性和无故障性,材料与零部件的持久性、耐用性等。结构的设计是保证设备可靠性的决定性因素,而制造、安装、使用、维护和管理是重要支撑。因而,为了保证设备结构的安全可靠,在机械结构设计中,对于概率设计理论的研究及可靠性技术的应用就显得十分重要。可靠性技术要依赖于概率统计和随机过程理论,通过结构分析技术,达到对结构系统可靠度的估计。

可靠性的特征量有可靠度函数、故障分布函数、故障密度函数、故障率、平均寿命和特征寿命等。可靠性要求分为定性要求和定量要求,定性要求是对机械设计、工艺、软件等方面提出的非量化要求,通常要求有成熟的技术,简化设计,模块化、标准化、规范化、数字化等。定量要求是指选择与确定设备可靠性的技术参数、技术指标及特征方法,以便在设计、制造、试验和使用过程中用量化的方法来评价或验证设备的可靠性

水平。确定设备可靠性就是通过可靠性预测、试验等各种途径来确定设备的失效机理、失效形式等,设备的可靠性就是通过产品寿命周期中的一系列技术与管理措施得到提高,从而实现设备可靠性的最优化。

设备可靠性一般可分为结构可靠性和机构可靠性。结构可靠性主要考虑机械结构的强度以及由于载荷的影响使之疲劳、磨损、断裂变形失效;机构可靠性则主要考虑的是机构在动作过程中,由于运动学问题引起的失效。设备可靠性包括设计可靠性、制造(工艺过程)可靠性、运行可靠性等。其中,设计可靠性和制造可靠性保证了产品生产过程中的可靠性水平,属于“先天因素”,对设备的可靠性起着重要作用;而运行可靠性与设备使用条件、工况环境、使用时间、零部件退化失效、操作维护等因素有关,具有时变性、动态性和特殊性,属于“后天因素”。同一台设备,在不同的运行条件与工况环境下,其运行的可靠性必然不同。如同一台离心泵用于输送含水原油和清水二种介质时,运行的可靠性有差别,离心泵输送含水原油时,由于含水原油介质中可能有含硫物质,就会对叶轮、导叶等过流部件造成腐蚀,影响可靠性;离心泵输送清水时,如果清水矿化度较高或含有泥沙等,就会造成离心泵过流部件的结垢或磨损失效。一些关键设备的结构复杂、零部件众多,这增加了发生故障的可能性,此类事件不胜枚举。如2011年的日本福岛核电站泄漏事故,由于核电站抗震能力不足和设备老化,致使核电站的冷却系统全部被摧毁,造成巨大的生态和环境灾难。

一、设计可靠性

设备设计可靠性可分为定性设计可靠性和定量设计可靠性。所谓定性设计可靠性就是在进行设备故障模式影响及危害性分析的基础上,有针对性地应用成功的设计经验使所设计的产品达到可靠的目的。所谓定量设计可靠性就是充分掌握所设计设备零部件的强度分布和应力分布以及各种设计参数的随机性基础上,通过建立隐式极限状态函数或显式极限状态函数的关系设计出满足规定可靠性要求的设备产品。

在产品设计时,强调可靠性能减少设备出现故障的次数,但不能说明在出现故障之后能不能修好或需花多长时间、多大代价才能修好。可维修性好的设备,能在最短的时间、以最低限度的资源(人力、技术、备件、维修设备和工具等)和最省的费用,经过维修使设备恢复到良好状态。可维修性既是设备可靠性的必要补充,又是设备维修保障决策的重要依据。维修工作的核心是保证设备的可靠性。设备结构的简单性、可互换性(系列化、通用化、标准化)、安全性、识别标记(防差错)等,是可维修性的重要设计准则,又是判断设备可维修性好坏的重要标准。只有当这些要求(其中包括一些量化指标)得到满足,可维修性才会有保证。设备的可维修性是设计时赋予的一种特性,

又受人的因素和环境条件等的制约。设备人/机结合好、对环境适应能力强,可大大提高设备维修工作的质量和效率,又可降低材料消耗。据有关方面统计,设计对设备质量的贡献率可达70%~80%,可见设计决定了设备的固有质量特性(如:功能、性能、寿命、安全性和可靠性等),赋予了设备“先天优劣”的本质特性。

一个机械系统、一台设备,不管其原理如何先进,功能如何全面,精度如何高级,若故障频繁,可靠程度很差,不能在规定时间内可靠地工作,那么它的使用价值就低,经济效果就差。从设计规划、制造安装、使用维护到修理报废,可靠性始终是系统和设备的灵魂。其中设计制造决定固有可靠性,而使用维护则保持使用可靠性。可靠性是评价系统和设备好坏的主要指标之一。它是研究系统和设备的质量指标随时间变化的一门科学。随着科学技术的发展,设备的功能由单一转向多功能,结构日趋复杂;采用新材料、新工艺、新技术后使不可靠的因素增多,可靠性水平降低;新设备又要考虑更恶劣的使用条件,增加了保证其使用可靠性的难度;一旦发生故障则带来的危害往往很严重,维修费用很高。

1. 设计可靠性的影响因素

(1) 可靠性与规定条件相关

所谓规定条件是指设备在使用时的环境条件、使用条件、维护条件等。例如:载荷、速度、温度、冲击、振动、润滑、环境、湿度、气压、风沙、含尘量、连续或间断工作等。同样的设备在各种环境条件、使用条件和维修条件下,其可靠性是不相同的。通常条件愈恶劣,可靠性愈低。因此,设计可靠性必须将设备的环境条件、使用工况条件、维护条件等充分结合,综合考虑机械结构、技术参数和附件配置等。

(2) 可靠性与规定时间相关

所谓规定时间是指设备工作的期限,用时间或相应的指标表示。例如,滚动轴承用小时或百万转,车辆用公里。规定时间根据实际情况可以是长期的,如若干年;也可以是短暂的,如若干小时。通常工作时间愈长,可靠性降低。设计可靠性需结合特定生产需求,甚至企业的需要而定,在特定的时间内设备可靠性设计得以保证,即认为符合设计要求。

(3) 可靠性与规定功能有关

所谓规定功能是指设备应具有的主要技术性能和使用功能。例如:承载能力、工作寿命、工作精度、机械特性、运动特性、经济指标、控制功能等。

(4) 可靠性与操作维护有关

在设计可靠性时应该考虑的主要因素有:设备结构不出现故障;设备及零部件的故障率低,使用寿命长;设备的使用操作方便,结构简单。一个机械系统,一台设备其结构复杂、操作控制环节多、对人员的技术要求高,人员操作控制的失误概率就会增

加,一定程度上影响设备的可靠性,同样,结构复杂,维护拆装难度大,易使配件在维护中二次损坏,增加了设备的故障率,为设备的维修增加工作量和费用,甚至埋下安全隐患和设备事故。

2. 设计可靠性的准则

设计可靠性准则是在设计经验总结的基础上形成的、用来指导定性设计可靠性的条款,设计可靠性准则是针对某个具体的设备产品而言的,不同的产品具有不同的特性,其可靠性要求也不完全相同。一般来说,凡具有产品型号(即规格、代号)的独立产品,在进行机械设计之前,均应编撰各自的设计可靠性准则,作为该产品设计时必须贯彻的输入文件。机械的设计可靠性应贯彻简化设计准则和“通用化、组合化、系列化”的原则。

(1) 简化设计

简化设计,就是在确定产品的设计方案时,不片面地追求性能指标的“高而精”,在满足使用要求和操作控制的前提下,尽可能地采用成熟技术,使产品的结构、组成和配置均得到简化,从而提高产品的可靠性,零部件越少发生故障的概率降低,设备的可靠性就会提高,反之,设备的可靠性就会降低。结构简化是指产品的机械结构应尽可能地采用“一体化”的结构形式,减少组装级别与螺栓连接;组成简化是指尽可能地减少产品的功能单元,减少零部件的品种和数量。

孤立地谈论简化设计显得太笼统,不具操作性。只有将简化设计与“三化”设计结合在一起才有实际意义。所谓“三化”就是通用化、组合化(模块化)、系列化的简称。“三化”是标准化的原则与方法在产品研制活动中的具体应用、是标准化活动的必然结果。

这里的设备简化设计并不是将各种功能设备拼凑一起成橛的结果,它具有较强的集成性,系统集成和功能集成,同时简化设计以安全设计和可靠设计为前提,简化设计需要充分论证安全性和可靠性,一味地追求简化设计而忽视产品的安全性和可靠性是不可取的。

(2) 通用化

所谓通用化就是直接选择具有互换特性(结构和功能均具有互换性)的通用单元或部件,将其应用于所设计的产品中。通用化的实施对象,通常是整机配套的部件、组件、零部件、附件,或者分系统级的产品。如果没有现成的通用单元或部件可供选用,则可有目的、有针对性地研制新的通用单元或部件,以满足正在研制和后续研制产品的使用需求。通用单元或配件在整机产品中的层次愈高、应用的范围愈广,则通用化的效果就愈明显。

通用化就是不断地增加通用件的品种和扩大通用件的使用范围。实现通用化的

方法有统一设计法和逐步积累法两种。将那些变化因素较少,而且重复使用频率较高的零部件,有计划地进行统一设计,独立编号。零部件通用化要求在互换性的基础上尽可能扩大同一产品零部件、结构件等的使用范围,其内容包括:按零部件统一、互换等标准化原则,编制零部件图册,设计中优先采用标准件、通用件,以合理压缩和简化零部件的品种和规格。

(3) 组合化(模块化)

组合化的实施对象,一般是较为复杂的产品,但不一定是最终的整机产品,可以是为整机配套的分系统或者设备的硬件产品,也可以是软件产品。

这类产品通常要完成比较重要而且复杂的任务,在进行设计之前,首先要对任务进行认真的分析,将其分解成几个相对独立的任务单元,随后选用不同的通用功能模块来分别满足其任务需求。对于某些特殊的需求,有可能找不到现成的通用模块,那么,就需要研制专用模块以满足此特殊需求。最后,再将这些通用的和专用的模块按照一定的规则,将它们组合成一个有机的整体,一个新的产品就诞生了。

(4) 系列化

系列化的实施对象,通常是最终要交付的整机产品。这里所说的整机产品可以是一个相当复杂的大系统,也可以是一个很小的零部件或附件。总之,它们都是要直接面对市场、是可供用户选购的最终设备或配件产品。

产品系列化是指将产品的主要参数、型式、尺寸、基本结构等作出合理的安排,以协调同类产品和配套产品之间的关系,达到以最少的品种,满足最广泛的需要。根据一定的技术经济要求,按照一定的规律,对同类产品的品种、规格合理分档、分级,形成系列,叫品种规格系列化。品种规格系列化的内容为“确定范围、合理分档、同类归并、统一设计”。系列化是搞好产品设计的一个重要原则,主要内容有:制定产品参数系列标准、编制产品系列型谱、进行产品系列设计。

这类设备产品的主要参数(结构参数和性能参数)可按照设备产品的特点和使用需求被划分成若干个档次,称为参数系列。然后,再根据参数系列编制产品的系列型谱。产品的研制、生产、销售都是依据该型谱进行的,这就是通常所说的基本机型系列化。所谓基本机型就是产品的型谱中固定不变的部分,在此基础上可派生出一系列新的产品以满足用户的不同需求。系列化产品中每一规格(档次)的产品,都在一定的范围内具有通用性。因此,系列化也是扩大了范围的通用化。

通用化是基础,为组合化和系列化提供标准的、通用的功能模块;组合化是应用由通用化提供的功能模块组合成不同层级的产品,可以是最终要交付的整机产品,也可以是为整机配套的中间级产品;系列化是结果,按照产品的系列型谱制造(或者组合)出各种系列的产品以满足用户的不同需求。三者的关系可用一句话来概括:利用通用

的模块组合出系列的产品。

在确定产品的设计方案时,如果能够认真地贯彻“三化”原则,那么前面所说的结构简化和组成简化就肯定能够实现。贯彻“三化”原则,不但能够提高产品的可靠性、维修性,而且可以缩短产品的研制周期、降低产品的固有成本,提高产品的生产效率。

3. 设计可靠性的要点

设备设计可靠性要点主要有:确定整机及零部件的合理安全系数;贮备能力设计(冗余设计);环境适应性设计;简单化和标准化设计;结构安全性设计;安全附件配置设计;部件之间连接设计;人机界面设计。

(1) 安全系数

安全系数是指零部件在理论上计算的承载能力与实际所能承担的负荷之比值。确定安全系数时应考虑以下几个因素:

- 1) 环境条件的影响如温度、湿度、冲击、海拔、腐蚀、振动、结垢等;
- 2) 使用过程中发生超负荷或误操作时的后果;
- 3) 为提高安全系数所付出的经济代价是否合算等。

安全系数的提高应通过优化结构设计来达到,而不是简单地通过增加构件尺寸、优选材料、增加重量或增加费用等方法来实现。

(2) 贮备能力设计(冗余设计)

贮备能力设计是指将若干功能相同的零部件作为备用机构,当其中某个零部件出现故障时,备用机构马上启动工作,使设备仍能保持正常工作。例如,滚动轴承中的双排滚珠,当其中一排损坏时,另一排仍可以维持正常工作。

采用贮备能力设计的产品,一般是有剧毒的化工设备、故障率较高的设备、流水生产线上的关键设备或一旦出现事故损失较大的设备。

贮备能力设计的目的在于提高产品的可靠性,如果盲目采用贮备能力设计或设计不当,将会因增加体积、重量和费用而导致相反的效果。

(3) 环境适应性设计

环境适应性设计是在设计设备时,应充分考虑使用时的环境工况条件,设计时应采取相应的耐环境、适应工况条件的措施。在机械设计时就应考虑其在极端恶劣的工况条件下运行的可靠性。在设计和试制阶段,要进行如环境试验、寿命试验、耐久性试验、可靠性测定等,试验或现场预计环境条件的可靠性试验。如对于沙尘地域的电气控制机械设计时需要采取较高的防护等级、防尘性能设计。

(4) 简单化和标准化设计

在满足设备功能要求的前提下,其结构、零部件越简单越好。在此设计中尽可能使用标准件和通用件,不能只追求复杂和高水平的零部件,减少个性化零部件设计和

零部件的规格型号,结构与配置力求简单、可靠。在简单化和标准化设计中应注意如下几点:

1) 产品设计本身是利用已有的技术积累,并加以继承和发展的过程。具体地说,就是对已有的技术积累进行选优、组合、变换,研制出新产品。而产品设计标准化就是有效应用现行标准和为适应新的需要不断制定新标准,修订旧标准,向集中着高水平技术成果的标准中增加新内容。

2) 采用计算机进行辅助设计和设计管理,是提高设计效率的重要手段,而要付诸实施,必须建立在标准化的基础之上。

3) 在现代科学技术条件下,产品的设计和制造技术已超出个人的知识范围,这就要求从个人自由思考进行设计转变为集体思考进行设计。而实现这种转变,要求对技术和经验加以集中,标准化正是积累技术和经验并可加以利用的最好形式。

4) 产品在设计过程中要提高产品“三化”(标准化、通用化、系列化)水平,应避免单纯追求高水平及复杂化,大量采用标准件、通用件。一方面,可以大量节省设计工作量,提高设计效率;另一方面,可以保证产品的互换性和协作配合,缩短新产品试制和生产准备周期。相反,如在设计中不贯彻有关标准,就会使设计出现反复,甚至给工艺、工装、供应、计划和生产带来困难。

5) 要处理好极限设计,设计时应考虑并保证产品在各种恶劣条件下使用的可靠性、安全性,可以通过保险机构、连锁机构、防护设施等安全装置或安全措施来解决。

6) 在设计各个阶段,要认真进行产品图样及设计文件的标准化审查,其目的是检查各种图样和设计文件是否符合各种标准的要求。对产品设计进行标审是贯彻相关标准的一项重要手段,也是保证产品在设计、研制和生产过程中,贯彻实施技术标准的一项有效措施。

7) 在产品设计中应用标准化、系列化和通用化的方法,发展定型产品,并在定型产品的基础上发展变型产品,有利于简化机型,增加品种,提高零部件的通用化比重,充分利用和继承已有的技术成果,减少新产品设计和试制工作量,减少工夹模具设计和制造量。同时,有利于采用标准工艺装备和典型工艺,提高工作效率和产品质量。使设计人员用更多的时间去考虑和研制更先进的技术和产品,加速产品的更新换代。

(5) 部件之间连接设计

部件之间连接设计是对设备多个部件之间的连接方式、配合精度的设计。多个零部件构成了整个设备,故在各个零部件之间存在很多结合处,结合处有相应的各种连接方式,如箱体连接、焊接连接、齿轮齿条连接、铰链连接等。在结合处发生断裂、泄漏、磨损失效等故障的概率较高,也容易引发其他故障的发生,因此,在可靠性设计时必须保证各部件结合处的配合精度、连接强度、刚度和密封要求等。在串联系统中,串

联的单元愈多,可靠性愈差;反之,愈简单的机械愈可靠。因此,设备上可有可无的零部件应尽量不要,尽可能把几个零部件合并成一个零部件。一般来说,非工作储备系统的可靠度高于工作储备系统。不论串联或并联,提高其中任何一个零部件的可靠度都能提高系统的可靠度。因此,设法提高系统中最低可靠度零部件的可靠度,尽量选用可靠度高的标准件,避免采用容易出现疏忽、维护和操作错误的结构。结构布置要能直接检查和修理,如油面指示器位置应便于观察油面、要设置检查孔等。合理规定维修期,维修期过长,可靠度下降,如润滑油变质、配合间隙过大。必要时设置监测系统,及时报警故障,如进行温度监测、微裂纹监测。增加过载保护装置和自动停机装置。

(6) 结构安全设计

结构安全设计是在结构设计时,要做到结构合理,从根本上消除危险与有害因素,使操作者彻底从危险部位或危险状态下解脱出来,是提高产品可靠性和安全性的根本出路。例如,铁路上两节车厢之间的联接器,传统的方法用的是连杆插销联接器,工人在脱开或连接两节车厢时,必须接近两节车厢之间进行拔出或插入销子的操作,这时工人就处于可能被两节车厢撞击或挤伤的危险部位中,随时都可能被撞伤。而现在使用的车辆自动联接器,不需工人到两节车厢之间直接操作,而是利用低速相碰触自动连接。因为根除了危险因素,当然也就不会发生被车厢撞伤的事故了。又如旋转设备的旋转部位设计安装防护装置,并且该装置拆装操作方便,这样有效避免了操作人员可能存在的安全风险。

(7) 安全附件配置设计

作为可靠性较高的机械设备必须具备必要的安全防护设施或保护机构,以使用来防止超载、超行程、超温、超压、误操作、误接触、外部环境突变(如停电、停气等)而引起事故以及限制事故的扩大。一般都是通过在线监测仪器及时捕捉异常信号的变化,当超限时立即发出警报信号、故障显示或自动停机等。这是设计、制造方面应完成的任务,绝不应把危险与有害因素等事故隐患留给用户。如锅炉设计时配置液位计、压力表、安全阀、连锁保护装置及超限报警等安全附件及保护装置。

(8) 人机界面设计

人机界面是人与设备交换信息的环节,如果人机界面设计不当,人与设备相接触造成能量逸出,将直接会导致事故发生。所以在人机界面设计时,即人机工程设计时,必须考虑人的生理、心理因素,考虑人机协调关系,如人的正常生理能力和允许限度。要求所设计的显示器,长时间观察或监听而不易疲劳;操纵机构应设计成在操作时需要用的操作力不大,有“手感”而不沉重;控制器和显示器应尽量少而集中,配置合理,避免操作失误;且设有连锁保护装置,做到即使误操作某一控制器也不会引起事故。