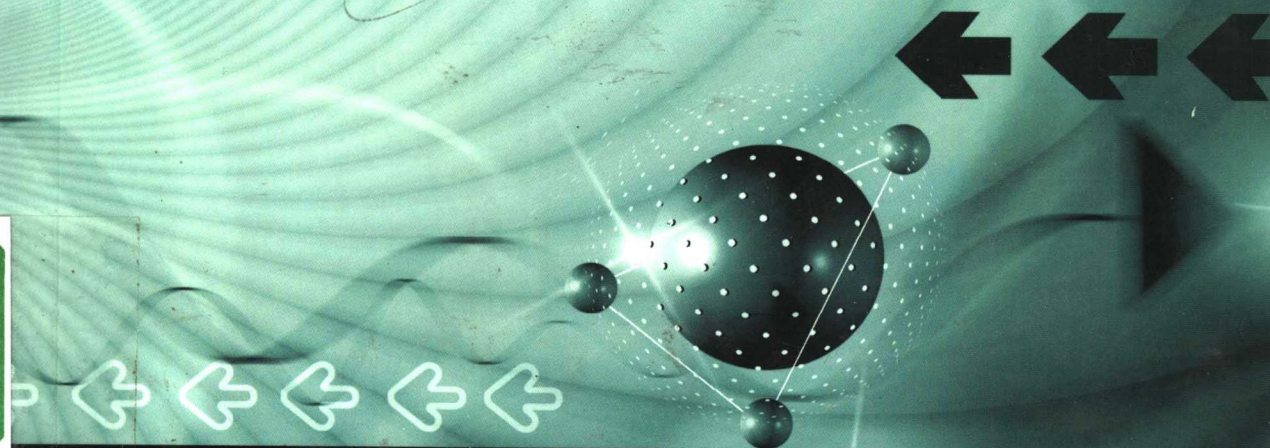


可拆卸联接

设计与应用

凌武宝 编著



可拆卸联接设计与应用

凌武宝 编著

机械工业出版社

本书系统地介绍可拆卸联接的各种结构形式及其设计理念,涉及到联接的工艺性设计与使用性设计中的各种问题。除对基本联接形式与典型联接形式作出详细分类并按类进行介绍外,还展示了各行业在长期工程实践中形成的、具有成熟性特点的联接结构实例。本书图文并茂,有利于读者直接、全面地了解可拆卸联接的设计知识,也有利于读者从多种行业、各种形式的例证中触类旁通,引发创造性思维。本书具有一定的参考性、实用性、启迪性。

本书可供广大从事机械结构工作的技术人员和大专院校机械结构专业师生在设计或教学中参考,也可供生产人员在技术革新时参考。

图书在版编目(CIP)数据

可拆卸联接设计与应用/凌武宝编著. —北京:机械工业出版社, 2006.1

ISBN 7-111-18158-1

I. 可… II. 凌… III. 机械元件-联接 IV. TH131

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第152386号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:黄丽梅 版式设计:张世琴 责任校对:陈延翔

封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2006年3月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·13.375印张·521千字

0 001—4 000册

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面防伪标均为盗版

前 言

在机械结构中,零部件间的联接是必不可少的,并且在许多情况下是设计与制造方面的重要问题之一。机械结构,比之其他科学技术是更为古老的科学技术;而其中随之发展的联接技术,当然也具有悠久的历史。人类自开始制造工具起,就面临着一些联接问题。随着生产的发展,各种联接方法相继出现。在我国,春秋战国时期的兵器和车辆已使用了铆接件。秦兵马俑处出土的大型彩绘兵马俑车,便是显示我国 2200 年前机械结构及其制作工艺杰出成就的瑰宝,设计巧妙,制作精湛。就联接而言,此铜马车中已有了铰接、销接、插接、嵌接等多种联接方法。在欧洲,由于阿基米德螺线的发现,公元 2 世纪左右就出现了最原始的作紧固用的螺线件了,那是由手工业工人制成的。

联接又是实践性很强的技术。联接技术的实践性的困难也许并不在于要确定联接类型及结构参数,而是在于具体构成及联接所规定的附加条件,如要综合考虑结构形式、功能要求、装卸条件、受力状态、调整方法以及制作难易程度等多方面因素。很多情况下,各部件的布置条件会迫使设计人员更改原先已选定的联接类型,甚至结构方案。

本书所涉及的联接内容,仅是静联接中的可拆卸联接部分。这部分联接的种类繁多,功能各异,形体差别很大。虽然如此,其设计思路与设计方法多有共同点,多有融会贯通的地方。本书以联接的结构形式为主线,其间贯穿一些设计思路、设计方法以及设计中应注意的问题。在第 4 篇关于联接的工艺性与使用性的内容中,这方面更有较多的介绍。本书的目的,当然不在于也不可能提供一个现成的、固有的设计模式,而是期望对静联接中的可拆卸联接有一个初步的、简明的、并能勾划出全貌的汇集,有一个有助于设计的参考,并希望能够有利于触类旁通、相互借鉴,以达到开拓思路、启发创新灵感的目的。设计应该既遵循技术原则与技术规范,又富于变化与创新。

需要提及的是,当前科学技术迅猛发展,人们往往自然地偏重于高技术。也许有人有意或无意地认为,像联接之类的“一般技术”,是不足引以注意与重视的。但问题并非如此,且不说机械结构是科学技术的基础,联接技术本身也还有许多待发展的问题,而就一般技术问题而言,其影响也显得甚为重要。因为人们着眼于高技术的同时,容易忽视周围环境与技术细节,一般认为不应出现的事故也会因之而出现。这样的事例,国内外均有许多,有些甚至令人震惊。这些当引以注意,予以克服。

IV

本书收集的资料，除书后已列出的参考文献和作者工作中积累的设计资料外，尚有许多从期刊杂志中的节录。因疏忽记录下这些刊物的名称和作者的姓名，所以未能在参考文献中列示，在此表示歉意。在成书过程中，得到许多同志的鼓励与帮助，在此表示谢意。本书初步编写，限于学识水平和实践经验，也限于资料收集的广度，所以对国内外更先进的设计例证和设计理念，很可能未作出展示与总结，实有不足之感。书中还可能有错误与不妥之处，请读者予以指正。

凌武宝

目 录

前言

第1篇 联接概述

第1章 概述 1

1.1 联接的目的与联接的重要性 1

1.1.1 联接的目的 1

1.1.2 联接的重要性 2

1.2 联接的分类 2

1.3 对可拆卸联接的设计要求 4

1.3.1 对可拆卸联接设计的一般要求 4

1.3.2 对可拆卸联接设计的特定要求 5

1.3.3 技术发展对可拆卸联接提出的新要求 5

1.4 联接设计的创新方法 6

第2篇 基本联接形式

——紧固件联接与无紧固件联接

第2章 螺纹紧固件联接 9

2.1 螺纹紧固件概况 9

2.1.1 紧固螺纹的种类 9

2.1.2 螺纹紧固件联接的基本类型及应用 10

2.1.3 主要标准螺纹紧固件简介 13

2.1.4 螺纹紧固件联接应用评述 16

2.2 保证螺纹紧固件有效使用的设计 16

2.2.1 保证螺纹紧固件有效紧固的设计 16

2.2.2 保证螺纹紧固件持久紧固的设计 29

2.2.3 防止螺纹紧固件丢失与意外拧松的方法 31

2.3 特殊结构的螺纹紧固件联接 34

2.3.1 钢丝螺套的联接 34

2.3.2 反向螺纹的联接 36

2.3.3 差动螺纹的联接 37

2.3.4 高锁螺栓和高锁螺母的联接 39

2.3.5 摩擦型高强度螺栓的联接 40

2.3.6 变异螺纹紧固件的联接 43

2.4 金属板材上的螺纹联接 47

2.4.1 薄板上设置螺纹的设计 47

2.4.2 薄板上装置螺纹紧固件的设计 48

2.4.3 用自攻螺钉联接薄板的设计 50

2.5 工程塑料的螺纹联接 51

2.5.1 工程塑料简介 51

2.5.2 工程塑料的螺纹联接 51

2.6 复合材料的螺纹联接 57

2.6.1 复合材料简介 57

2.6.2 复合材料螺纹联接的特有要求 58

2.6.3 复合材料板结构的螺纹联接 59

2.6.4 复合材料法兰结构的

设计	63
2.6.5 复合材料夹层结构的螺纹 联接	63
2.6.6 复合材料结构中镶嵌件的 定位	68
2.7 螺纹联接合理负载的 措施	70
2.7.1 联接结构合理负载的 原则	70
2.7.2 避免结构不合理对螺纹紧固件 受力有不利影响	71
2.7.3 采用使载荷合理分担的联 接结构	78
2.7.4 改善应力分布, 减低应力 幅, 提高静力强度与疲劳 强度	81
2.7.5 正确控制预紧力	85
第3章 销联接 键联接 楔联 接	88
3.1 销联接	88
3.1.1 销联接的用途	88
3.1.2 销的主要类型及其应用	88
3.1.3 特殊形式的销及其应用	93
3.1.4 销联接设计与加工中应注意 的问题	97
3.2 键联接	102
3.2.1 键联接的主要类型及 应用	102
3.2.2 键联接设计与加工中应注意 的问题	106
3.3 楔联接	109
第4章 无紧固件联接	112
4.1 过盈联接	112
4.1.1 过盈联接的分类	112
4.1.2 过盈联接的配合与装配	114
4.1.3 过盈联接设计中应注意的 问题	116

4.2 伸张联接	121
4.2.1 直接的伸张联接	121
4.2.2 间接的伸张联接	123
4.3 形状联接	125
4.3.1 直接的形状联接	125
4.3.2 间接的形状联接	128
4.4 其他形式的无紧固件 联接	130

第3篇 典型联接

第5章 典型联接形式	132
5.1 夹紧联接	132
5.1.1 夹紧联接简介	132
5.1.2 卡箍夹紧联接	133
5.1.3 楔件夹紧联接	139
5.1.4 锥体夹紧联接	141
5.1.5 偏心夹紧联接	144
5.1.6 螺钉顶压夹紧联接	148
5.1.7 刚性移动件夹紧联接	153
5.1.8 弹性筒套夹紧联接	156
5.1.9 弹性夹持联接	161
5.2 法兰联接	163
5.2.1 法兰联接的应用	163
5.2.2 法兰联接的结构形式	163
5.2.3 法兰联接设计应考虑 的问题	167
5.3 锥形配合联接	169
5.4 插销联接	172
5.4.1 定位插销联接	173
5.4.2 固定插销联接	176
5.5 铰联接	182
5.5.1 球铰联接	182
5.5.2 轴铰联接	185
5.5.3 铰链联接	192
5.6 可调移直线位置的联接	196
5.7 槽口联接	199
5.7.1 插转式槽口联接	199

5.7.2 直移式槽口联接	201	应用	280
5.7.3 杠杆式槽口插件联接	204	6.6.2 螺栓球节点联接结构及其紧固原理	281
5.8 卡件联接	205	6.7 脚手架中扣件式与碗扣式联接	283
5.8.1 搭扣联接	206	6.8 土建基材上的固定联接	286
5.8.2 卡钩联接	208	6.8.1 地脚螺栓的联接	286
5.8.3 卡套联接	210	6.8.2 膨胀卡锚螺栓的联接	286
5.9 铆式联接	213	6.8.3 固定套及锥形销的联接	289
5.9.1 单侧插装铆式联接	213	6.9 钢丝绳联接	291
5.9.2 双侧插装铆式联接	218	6.10 金属板间的联接	295
第6章 常用联接集例	220	6.11 木料上的螺钉联接	297
6.1 管路联接	220	第4篇 联接的工艺性与使用性设计	
6.1.1 管接头的用途及其结构形式	220	第7章 联接的工艺性设计	299
6.1.2 固定式接头的管联接	221	7.1 联接工艺性设计的重要性	299
6.1.3 活动式接头的管联接	234	7.1.1 联接工艺性设计的重要性简述	299
6.1.4 管路联接接头的密封	239	7.1.2 装卸设计是绿色设计的重要内容	300
6.2 轴毂联接	240	7.2 联接的装配工艺性设计	301
6.2.1 形锁合轴毂联接	240	7.2.1 对一般联接的装配工艺性设计要求	301
6.2.2 摩擦锁合轴毂联接	242	7.2.2 对机械化与自动化联接的装配工艺性设计要求	312
6.3 轴杆联接	249	7.2.3 联接结构在装配中的调整与补偿	315
6.4 箱柜快锁联接	253	7.2.4 装配工艺要求单侧操作的联接方法	319
6.4.1 箱柜快锁联接简介	253	7.3 联接的定位工艺性设计	321
6.4.2 按操作方式分类的快锁联接	255	7.3.1 螺纹联接以孔距偏差定位	321
6.4.3 箱柜快锁联接设计应考虑的问题	269	7.3.2 定位销及其他圆柱面的精密配合定位	324
6.5 轻型钢结构节点的螺栓联接	270	7.3.3 联接件的形状定位	328
6.5.1 普通屋架与支撑的联接	270	7.4 联接的拆卸工艺性设计	329
6.5.2 刚架的节点联接	272		
6.5.3 网架的节点联接	273		
6.5.4 轻型塔桅钢结构的节点联接	276		
6.5.5 其他构架多种节点联接形式举例	279		
6.6 螺栓球节点联接	280		
6.6.1 螺栓球节点联接的特点及其			

第 8 章 联接的使用性能设计	335	8.2.5 密封胶密封	371
8.1 快速联接设计	335	第 9 章 联接的可靠性与安全性设计	374
8.1.1 快速联接简介	335	9.1 螺纹联接的抗疲劳设计 ...	374
8.1.2 具有快速特点的螺纹紧固件联接	336	9.2 螺纹联接与销联接的防松	380
8.1.3 具有快速特点的锁钉联接	346	9.2.1 螺纹联接防松设计简介 ...	380
8.1.4 从快速装拆要求考虑联接的结构形式	349	9.2.2 摩擦防松	383
8.2 联接静密封设计	354	9.2.3 直接锁住防松	399
8.2.1 联接静密封简介	354	9.2.4 破坏螺纹副关系防松	405
8.2.2 各种联接形式中的密封 ...	356	9.2.5 销联接防松	409
8.2.3 螺纹紧固件的密封	363	9.3 联接结构的防腐设计	410
8.2.4 联接静密封设计中应注意的问题	366	9.4 联接结构的安全性设计 ...	414
		参考文献	418

第 1 篇 联 接 概 述

第 1 章 概 述

任何机械结构都是由一定数量的零件与部件组成的，零件的组合形成部件，零件与部件的组合又形成较大的整装件。这种零件或部件因组合而必须有的相互接触，便形成了联接关系。社会需求是人类发明创造的一个动力，机械制造、交通运输、冶金、采矿、能源、建筑等行业的发展，提出了许许多多需要解决的联接问题。机械结构种类繁多，功能各异，因而对联接的要求，既有其共性，也有其特殊性，联接的方法也便分出许多种类，对联接结构也提出了不同的技术要求。

本书所介绍的仅指静联接中的可拆卸联接。

1.1 联接的目的与联接的重要性

1.1.1 联接的目的

按具体情况，每种联接的目的包含在以下几种情况之中：

1. 改善加工工艺，使制作简化

有些机件或形体复杂，或体积很大，难以整体制作，须分开制作后联接成整体；还有些机件的局部有较高的精度要求，也需将精度较高的部分单独制作，然后再与其他部分联接成整体。这些情况均达到了改善加工工艺使制作简化的效果。

2. 为便于检修或换件，要求机件间能够拆卸

对于需要检修或需要局部更换机件的机械结构，应该能够分解成几个独立但又相互联接的部分，通过拆卸，达到便于检修或能够换件的目的。

3. 使结构分块，便于运输

对于某些大型构件，常会在装运时受到吊装工具或车辆运输能力的限制，或受到运输环境的限制（如一些大型结构在铁路运输中就要受到规范《标准轨距铁

路机车与车辆限界》的限制), 这便有了结构构件分块的联接设计。

4. 通过特定联接方式的设计, 以实现装配技术的某种要求

例如某些构件的安装, 有位置精度的要求, 则需要通过具有调节功能的联接设计, 使得能够在线性方向或角度方向调节构件的位置, 以达到安装精度的要求。

5. 通过联接措施, 节省稀有材料或贵重材料

一般情况下, 为减少紧固件与减低加工费用, 应尽可能将两个零件或两个以上零件合为一个零件; 但有时却需要将本是一个零件作分段加工后, 再用紧固件联接起来。这种情况常出现在为节省稀有材料或贵重材料的机件中。某些机件上只用少量的稀有材料或贵重材料即可, 为节省起见, 将仅需用的稀有材料或贵重材料制作成单独部分, 再联接到机件的另一部分上去。

6. 以联接方法作为安全设施

作为安全设施的联接, 多用于传动机构中。例如用安全销的联接, 可避免因转矩超载所产生的危险。

1.1.2 联接的重要性

我们不能随意夸大每个联接的重要程度, 但某些机械结构设计中, 联接确是关键技术之一。联接设计不良可能是机械故障甚至是某些高科技产品失事的常见根源。就功能而言, 联接结构在一定程度上影响到机械结构的技术性能和使用性能。在技术性能方面, 如结构的互换性能、再定性能、密封性能、可装卸性能、载荷传递的合理性能等均与联接设计有直接关系, 拆卸设计更是当代绿色设计中的主要内容之一。在使用性能方面, 如维修性能、抗腐蚀性能、安全性能、装拆的快速性能等均与联接设计有直接关系。

联接设计的重要性还表现在设计的过程之中。一般说来, 要单一确定联接类型及结构参数, 或许并不困难。困难的是要解决联接的具体构成及所附加的功能条件。因为联接形式及附加的功能条件必须要放进产品总体设计中全面考虑, 就是说联接设计要在多种因素的约束条件下进行, 这些约束条件形成了设计人员进行谋划与构思的“设计空间”。譬如有时零部件的局部条件要迫使设计人员修改甚至要推翻原先已选定的联接设计。这些情况特别对经验不足的设计人员来说, 应引以重视。

1.2 联接的分类

1. 按联接的工作状态分类

按联接的工作状态, 联接分为两大类: 静联接和动联接。

(1) 静联接。特点是联接件之间在工作时没有相对运动, 即其相互位置在工

作时不能也不允许变化。静联接如螺纹联接、键联接、楔联接、销联接、可拆卸的过盈配合联接等。

(2) 动联接。特点是联接件之间在工作时有相对运动，动联接如轴承与轴间的联接、相互啮合的齿轮联接、蜗轮与蜗杆的联接以及可转动的铰联接等。

2. 按联接的工作原理分类

按联接所依据的工作原理，联接分为三类：

(1) 用力锁合的联接。此类联接有摩擦力锁合联接、弹性力锁合联接和磁性力锁合联接。联接件接合面间传递载荷的摩擦力不会自行产生，而是由接合面上的正压力产生的，例如靠螺栓弹性变形的夹紧联接、靠过盈配合的过盈联接，均会产生接合面上的正压力。所以，用摩擦力锁合的联接又称二次力锁合联接。至于弹性力锁合联接和磁性力锁合联接，则为直接力锁合联接。

(2) 用形状锁合的联接。此类联接有三种情况：

1) 以两联接件形状的交错嵌合达到联接的目的，例如插转式槽口联接（见 5.7.1 节）。塑料件利用其较大的弹性变形构成一种卡入式结构，也属这种情况。

2) 在两联接件间用起传力作用的嵌置件来达到联接的目的，如键联接、销联接、精配合螺栓联接等。联接件工作时，键、销或精配合螺栓起横向传力作用。

3) 联接件经塑性变形后相互插合形成形状锁合联接。如金属板材相互捲边的联接，实体圆棒插入薄壁管材后，管材上预制的内凹压沟与圆棒上预制环槽之间的嵌合联接。

与力接合联接相比，无负载时，在形状锁合联接的接合面间，不需要预加压力。

(3) 用材料接合的联接。这类联接不属可拆卸联接的范围。此类联接是通过材料的变化来实现的，如焊接、熔接、胶接等。

有许多联接形式是综合利用以上原理实现的，如带键的螺栓联接，键的侧面与键槽之间的传力，对于螺栓联接传力起辅助作用。

3. 按联接有无紧固件分类

(1) 有紧固件联接。紧固件如螺钉、螺栓、键、销等作为附加联接件将联接件与被联接件接合在一起。

(2) 无紧固件联接。有些联接不用紧固件就可以实现，如过盈联接（见 4.1 节），利用材料弹性变形起卡扣作用的伸张联接（见 4.2 节），利用彼此相匹配的形状作为相互限位与支撑的形状联接（见 4.3 节）。

4. 按联接能否拆卸分类

主要分两大类：

(1) 不可拆卸联接。其特征是拆开这类联接后，联接件或被联接件要遭受破

坏,如铆接、电弧焊接、薄板捲边咬合联接等。

(2) 可拆卸联接。其特征是联接件经拆卸后,没有损坏,可多次重复装拆,继续使用不影响联接性能。对于有装配、维修、调整等方面要求的联接,可拆卸性是十分重要的。可拆卸联接有螺纹联接、销联接、键联接以及多种夹紧联接等。但也有一些联接,如可卸的过盈配合联接,不宜多次重复装卸。

一般说来,不可拆卸联接主要是为机件获得整体性的联接,而可拆卸联接除使机件获得整体性外,常附有其他技术要求和功能要求,因而可拆卸联接结构一般没有不可拆卸的紧凑,在设计上也应针对具体要求考虑多种问题。

以上介绍已经明确,本书介绍的内容仅为静联接中的可拆卸联接,本节所列出的几种分类中均含有可拆卸联接的内容。为使可拆卸联接结构的系统清晰,按基理与实据我们编分为基本联接形式与典型联接形式,前者将在第2篇中作出介绍;后者是由前者组装演化而来的多种联接形式,是机械结构中常见的联接形式,将在第3篇中作出介绍。

1.3 对可拆卸联接的设计要求

可拆卸联接作为联接系统的组成部分,应满足联接设计的一般要求;作为可拆卸联接,针对各类设计中不同的技术要求和功能要求,还应满足其特定要求。

1.3.1 对可拆卸联接设计的一般要求

(1) 联接设计应放在机械结构整体设计中考虑,结构形式、位置布局等要符合整体要求。

(2) 机件经联接接头装配后,要准确地得到设计所要求的几何形状。

(3) 对于受力结构,联接结构要有足够的承载能力。为此,一方面要考虑传力与受力的合理性,另一方面要从联接件的材料、形体以及联接布局等方面,保证足够的联接强度与联接刚度。受力件产生应力集中的问题必须足够重视;许多情况,减低甚至消除应力集中成为保证承载能力的关键。

(4) 具有良好的力学环境适应性,在一定的振动、冲击甚至循环载荷作用下能正常工作。设计一种静态载荷作用下的联接结构是相对容易的,但设计在变化载荷条件下工作的联接结构,就会出现不同程度的困难。

(5) 具有良好的气候环境与生化环境的适应性。联接结构要保证在规定的高温、低温和湿热的环境条件下可靠地工作;联接结构要具有耐生物与化学腐蚀的能力。

(6) 具有良好的加工工艺性。如何使加工方便并装配方便,如何尽量采用标准件和通用件等,均是设计中要考虑的工艺性问题。对于成批生产的产品,其良

好的工艺性可以降低加工成本,具有明显的经济意义。

(7) 对于需自行设计的紧固件,要符合联接接头的实际要求,保证能持久地起紧固作用。

1.3.2 对可拆卸联接设计的特定要求

1. 要保证满足预定的功能要求

一般说来,不可卸联接使机件获得整体性即可,而可拆卸联接除使机件获得整体性外,常附有其他的功能要求,所以应针对具体情况,考虑这些要求。例如:

(1) 密封要求。对于气体或液体通道上的联接,其接合面要求密封,不能渗漏。

(2) 转换流体方向与分配流体流量的要求。气体或液体通道上的这类要求多数由专用阀门实现,但也有用联接接头实现的,例如可用旋转的联接接头。

(3) 调节被联接件安装位置以达到安装精度的要求。由于加工误差和装配误差,需要在安装过程中调节联接件的位置,以补偿位置误差来达到安装精度的要求。这样的联接结构,就需要有调节功能。调节一般有线性调节和角度调节两种情况,也有两者兼有的情况。

(4) 制动与固结要求。对于某些可活动的联接,例如各种铰接结构,在预定位置上要能制动或固结,这就需要在联接结构上附有这方面功能的装置。

(5) 电联接功能要求。各种有电联接功能的接插件,是一种特殊的联接装置,除要求具有迅速、准确、可靠的机械联接外,还须满足各种物理指标的电联接要求。

2. 保证联接在多次装拆后的位置精度

这方面包含的要求是,不但初装后要得到所设计的几何形状和位置精度,而且在多次拆装后仍要保持所设计的位置精度,亦即要保证联接的再定度。

3. 要考虑装卸的可能性与方便性,有需要时还要求能够快速装拆

足够的操作空间、联接件的标准化和通用化、联接件数量的尽量减少、联接件形状规格的尽量统一以及联接方法的简化等都是对装拆可能性与方便性需要考虑的问题。快速装拆是许多产品对联接部位要求的技术性能,实现快速装拆不但要从具体的联接结构考虑,还应放在结构整体之中考虑。

1.3.3 技术发展对可拆卸联接提出的新要求

随着科学技术和加工技术的发展,联接技术也会随之发展,对可拆卸联接设计提出许多高新要求:

(1) 以绿色设计的概念和绿色设计的准则指导联接可拆卸设计。绿色设计是

提出不长时间的新的设计概念,旨在使资源利用合理化,废弃物产生少量化,使得人类赖以生存的环境少污染甚至无污染。拆卸设计是绿色设计的主要内容之一。优良的拆卸性能对于使用过程中的维护,对废弃物淘汰后的有效回收与重用,均具有重要意义。以绿色设计概念和绿色设计准则作指导,更能从深度和广度上理解联接设计。

(2) 新材料应用于联接设计中,从而发展新的联接结构。新材料如新型塑料、新型合金、碳纤复合材料等。

(3) 满足特殊环境条件中的要求。在真空、高温、低温、深水、外层空间等特殊环境中的联接,对材料、结构等均相应提出较高的要求,须进行相应的研究或改进。

(4) 满足对特殊规格紧固件的要求。随着技术的发展,产品多样化需求越来越强烈,如巨型高效自动化设备和超精细仪器设备在不断研制,这些都可能提出特殊规格紧固件的研制,以满足其特殊要求。

(5) 提高互换性,加强通用性,使得设计可进一步简化,使用性与维修性可进一步改善,并有利于规格化的生产加工。

(6) 扩大联接结构的设计思路,应用优化设计理论与先进计算方法,提高装拆的方便性与使用的可靠性,提高联接结构的承载能力。

1.4 联接设计的创新方法

工程设计按其性质可分为常规设计与创新设计。以成熟技术为基础,运用常规方法而进行的产品设计为常规性设计。常规性设计在一定的时间间隔和一定范围内是大量存在的,并且是一种经常性的工作。随着科学技术与加工技术的发展,为着意设计上的技术进步,对于有着特殊要求的联接结构设计,将诸如上节所述,提出许多新高设计要求。这些新高设计要求,无疑需要以创新性设计方法才能实现。

所谓创新性设计就是采用新的技术原理及技术手段,采用非常规方法,进行能取得新颖而独特成果的设计。事实上,就宏观而言,常规性设计与创新性设计具有继承与更新的关系,有着不断延续与演变的过程,今日之常规乃为昨日之创新。创新方法寓于创新思维之中,创新思维是创造力的核心,是创新活动中多种思维的复合体。多种思维诸如形象与抽象思维,分析与综合思维,发散与收敛思维,对应与联想思维,换元与移植思维,正向、迂回与反向思维等,设计方法学中,凭着这些思维的融合,便派生出各种现代创新性设计方法。根据联接设计的特点,以下简要介绍几种对联接设计行之有效的创新方法,而各创新方法在实践中又是互相关联、互相补充的。

1. 模仿创造法（改型设计法）

模仿法是找出事物间某方面的基本共同点，运用相似方法或相似技术来解决相似的新问题。模仿法不是仿制或照搬，它是对被借鉴的对象根据实际条件的差异作出必要的改造，它是一种初级的创造活动，是走向再创造的有效途径。应用模仿法可以整体模仿，也可以模仿其中的部分。

在联接设计的模仿法中，实际上包含了诸如替代法、改变法、添加法、缩减法、颠倒法等创新思维方法。欲设计某一希望的联接结构，可以把收集来的许多实例（实物或例图）进行分析、筛选，以其中有参考价值的整体结构或局部结构作为基型，经改型设计（即模仿创造法），派生出各种各样的、适应需要并且是更佳的联接结构。对联接结构来说，以模仿方法作改型设计的思路概要如下：

（1）尺寸变换：构件尺寸的放大、缩小，或改变形状，或变换操作的动作范围。

（2）联接结构中弹性构件改型：如将压簧改为扭簧、片簧、拉簧、弹簧钢丝等；改变弹性构件受力点及相应形状。

（3）紧固件、锁紧件或操作件改型：改变紧固件、锁紧件或操作件的形状以及受力部位，改变手工操作方法或握持方式。

（4）对机构型联接结构（如箱柜的快锁机构联接），将传动件作结构改型、将操作件和锁紧件作动作变换。例如使传动件的旋转副改为移动副，或反之。再如，使锁把或锁舌的运动方式作变换，改变其运动方向。

（5）安装方式变换：改变联接结构的组合方式或安装方式。

（6）材料变换：例如以工程塑料件代替金属件等。

（7）外观造型变换：改进外观件的形状及结构；改变外观件的表面涂覆；附加装饰性构件等。

2. 移植法

这是将其他领域中的技术原理、设计方法应用到本领域中来的一种创新技法，亦称渗透法。例如，引入磁性原理用于磁性锁联接；引入日常生活用品中的尼龙搭扣用作机件的联接。为此，必须博览技术资料，注意观察机械结构方面的实物，不断收集和积累有用的信息，包括新技术、新材料、新结构、新工艺以及别具风格的造型和色彩等，以便从中获得线索和启发，进而在消化的基础上进行移植性的创新。

3. 摄视设计法

对国内外产品中的样本、图片、照片或插图以及不可能通过拆卸知其内部结构的实物，通过反复的仔细观察、思考、分析、推理，以摄取其产品构成原理及技术诀窍，作为新设计的依据。例如可摄取各种各样的精致的汽车门锁结构，用于电子设备箱柜的快锁联接中。这种方法只能粗略地看出其输入和输出的动作，

其内部结构则是一个未知的“黑箱”。因而，这种方法要求设计人员具备坚实的理论基础和丰富的设计经验。广泛收集各种联接的图样、照片，观察有关实物，是以这种方法进行创新的重要条件。

4. 检核目录法

这种方法亦称为奥斯本设问法，其关键环节是发散思维。奥斯本建议从不同角度进行发问，并根据不同对象和不同目的把创新思路归纳成检核条目，按这些条目逐条检查思考。这样可使创新思路系统化，条理化，有利于提高思考效率，节约创新时间。这是一种应用较广、简单易学并行之有效的创新方法。

下面的检核条目以箱柜快锁联接为例：

(1) 转化：这种专用快锁联接机构能否直接或稍加改动，作为其他用途？通过发问，突破现有结构的专一性，可以发现其新的功用。

(2) 引伸：有与此快锁的功能及作用相类似的东西吗？能否将其他技术领域的相关技术、结构原理引进来？

(3) 改变：能否对结构进行某些改变？改变什么？是颜色？动作？形状？加工工艺？改变后会有何结果？

(4) 放大：该结构能否放大？高一些、长一些、厚一些、大一些、加强一些行吗？在这种快锁机构中可以增加一些机构或构件，从而改善其性能或扩大其功能吗？

(5) 缩小：该结构能缩小吗？使之变小、压缩、降低、变轻、变薄、变短如何？在这种快锁机构中减少一些构件会怎样？分割或化小等会有什么结果？

(6) 替代：有没有其他一种快锁替代这种快锁？或其他形式的构件替代这种构件？其他材料替代这种材料？以别的工艺替代这种工艺？

(7) 重组：这种快锁的构件是否可以更换一下顺序？改变一下布置？改变一下动作方向与行程？或改变因果关系？

(8) 颠倒：可否颠倒使用？正反颠倒、上下颠倒、左右颠倒、前后颠倒有何影响？能满足设计要求吗？可否将快锁机构原理颠倒？反转使用？

(9) 组合：几种快锁机构（原理）可否组合在一起？如何组合更好？

在按照检核目录思考时，应将设问的思路放宽一些，并将思考结果记录下来，整理成不同的结构方案。在考虑设计的约束条件、分析各种方案的基础上，进行评价与择优。

从以上所列举的创新方法中，我们可以领略到现代设计的哲理准则，这就是要使设计从基本经验型转变到科学方法型，要使设计成为人们主动地按思维规律进行创造的过程。