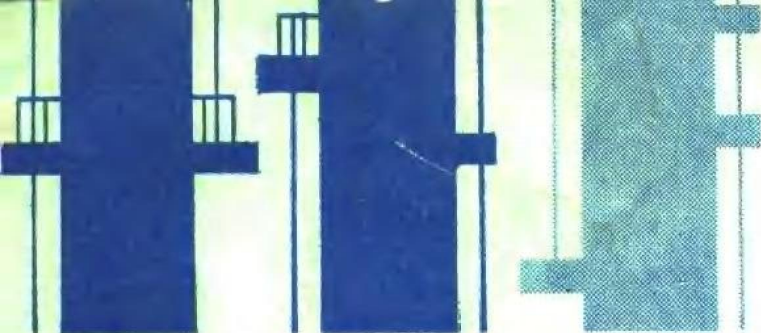
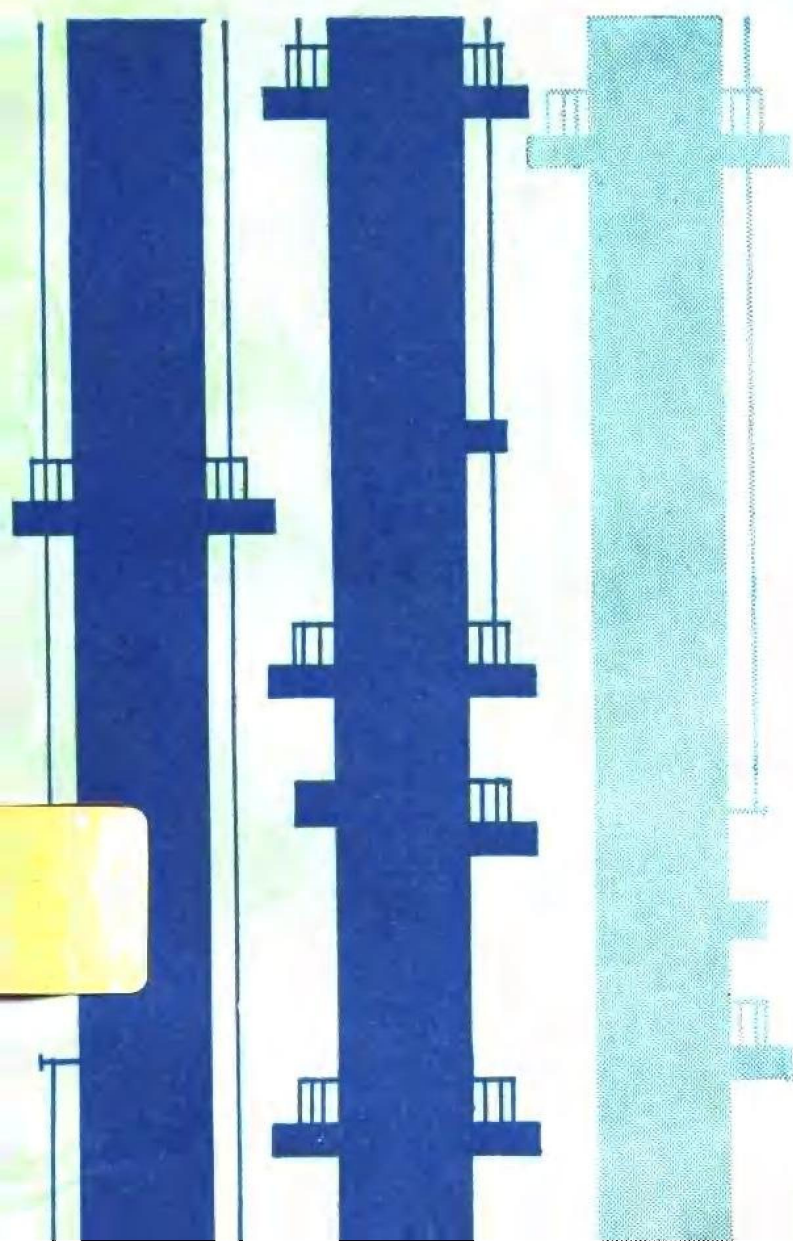




〔日〕日本设备维修协会 编

设备现场 修复技术



中国石化出版社

内 容 提 要

本书汇集和整理了生产中各种设备的修复方法和技术,是日本设备维修协会修复技术委员会的经验总结。

全书分为三篇。第一篇是总论,叙述了修复技术的地位及其作用;第二篇分章详述了焊接、喷镀、电镀、镶衬、钎焊等各种修复方法,每章结尾都归纳了施工要点,全篇最后对各种修复技术进行了归类、比较,以便于读者学习和选用;第三篇是本书的精华,介绍了从许多行业中挑选出来的64种设备的修复实例,涉及的范围很广,很有代表性。

本书可供从事生产管理、机械工程,特别是从事机械维修的技术人员和管理人员参考,也可供大专院校作为机械维修课程的教学参考书。

对于已具备修复技术基础知识的读者,可直接参考第三篇实例,这些珍贵的资料将确定最佳修复方案有所帮助。

本书由北京钢铁学院余梦生教授最后审定。

設備を活かす現場の再生補修技術

日本プラントメンテナンス協会

昭和59年3月31日 初版発行

•
设备现场修复技术

〔日〕日本设备维修协会 编

谭志豪 易秉铨 译

汤学忠 校

•
中国石化出版社出版

(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码:100029)

海丰印刷厂排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

•
787×1092毫米 16开本 13¹/₂印张 1插页 345千字 印1—2350

1991年6月北京第1版 1991年6月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-128-2/TH·014 定价:6.30元

序

近几年来，由于生产车间的自动化、机器人化、机电一体化等的迅速发展，不仅设备制造工业，连机械装配工业的装备水平也在不断提高，生产对设备的依赖程度也越来越高。因此，保证设备性能和正常运转的维修工作成了生产中最重要的一环。

由于维修工作的地位迅速提高，维修本身就是提高生产率和保持产品质量的一种生产技术，是生产中最重要课题之一。

本书的内容是经过日本设备维修协会修复技术委员会充分讨论的。特别是第3篇的实例，介绍了各种行业的64个典型事例，这对生产和维修工作者来说，是非常珍贵的资料。

我期待着本书能被技术人员充分利用，并在生产中取得实际效果。

社团法人 日本设备维修协会会长

（富士照相胶片社副社长）

荻 达 一 郎

前 言

现在,在日本产业界,一方面生产设备不断大型化、高度化、自动化和复杂化;另一方面生产保持低增长率,对企业周围的环境要求非常严格,各企业中生产设备逐渐出现设备性能降低以及老化问题。因而迫切要求确保设备维修技术的可靠性、设备的安全性和保证维修的质量,同时又要尽力削减维修费用。

此外,要求各企业能够根据社会形势的变化,力求生产设备能够节约和有效利用资源、节约能源、省力和具有环保措施等等。

维修技术大致可分为设备诊断、预防技术和修理修补技术。由于上述的情况,近年来修理与修补技术变得越来越重要。关于这方面,至今还没有一本总结性的技术著作,各企业又是根据需要具体施工,今后有必要按照“再生修复技术”的考虑方法进行整理归纳,在通用的和横向的方面进行发展。本书是按此意图将各种再生修复技术汇集在一起的日本的第一部著作。

本书是以维修技术人员在进行修复工作时,能够正确选择最合适的技术,而且能够具体实施为目的而编写的。内容经过日本设备维修协会的修复技术委员会充分讨论,并尽可能满足维修技术人员的实际需要。

本书由三篇构成。第1篇叙述了再生修复技术的重要性,即总论部分;第2篇为分论,对焊接、喷镀、电镀、镶衬、钎焊等这些在再生修复技术中最常用的方法作了详细叙述,以保证读了本书后可以掌握一整套再生修复技术的知识。

在第2篇各章的结尾,归纳了各种技术的要点,以便于读者总结所学的知识。此外,为了对各种技术相互进行比较,以便选择最合适的再生修复技术,最后给出了汇总表,请充分加以利用。

第3篇是本书的精华,共介绍了64个实例。事例是从许多行业可供公开发表的实例中选择出来的最有代表性的例子,涉及的范围很广泛。

内容分成:(1)作为修复对象的机器、装置概况;(2)存在的问题与再生修复的目的;(3)施工方法简介;(4)效果评价等四部分进行介绍。考虑到便于读者全面理解其内容,对实例尽可能按相同的格式总结。但也需要预先声明一下,有些实例由于受到允许公开发表的范围的限制,也有不一定能统一成相同格式的情况。

本书大致是按从头开始顺次阅读编排的。但对于已具有再生修复技术一般知识的读者,也完全可以直接阅读第3篇的实例。

如上所述,再生修复技术的重要性在今后将越来越突出。对各企业负责设备维修的人员,本书如果能在其今后的工作中起到启发和帮助的作用,我们将感到非常高兴。

最后,我们对为本书的出版发行给予大力协助的出版部门表示深切的谢意。

执笔者代表

社团法人 日本设备维修协会

修复技术委员会委员长

(旭工程技术公司常务董事)

石 田 恭 郎

目 录

序
前言

第1篇 修复技术的重要性

1. 修复技术在维修技术中的地位	1
2. 什么是修复技术	1
3. 修复技术的展望	4

第2篇 修复技术

第1章 焊接修补

1. 焊接方法	7
1.1 焊接方法的分类	7
1.2 各种焊接方法	8
2. 焊接材料	10
2.1 硬化堆焊用的药皮电弧焊条 (JIS Z 3251-1981)	10
2.2 硬化堆焊用的焊接材料 (AWS 5.13-80)	10
3. 材料按用途不同的选择、各种材料的特性和各种包覆钢的特点	13
3.1 硬化堆焊用焊接材料的特性和选择	13
3.2 耐腐蚀材料的选择及其特性	15
3.3 各种包覆钢的特点	16
4. 工艺注意事项和操作规程	17
4.1 一般的注意事项	17
4.2 低碳钢、低合金钢的焊接	19
4.3 不锈钢、镍基合金的焊接	21
4.4 不同材质间的焊接	24
4.5 堆焊	26
4.6 钛、钛合金和类似金属的焊接	27
4.7 铸铁的焊接	29
5. 试验和检验	33
5.1 焊接区的非破坏性检验	33
6. 技术鉴定	34
6.1 JIS标准制订的焊接技术鉴定	34

6.2 石油学会制订的JPI标准的焊接技术鉴定	34
6.3 日本焊接协会制订的WES标准的焊接技术鉴定	34
7. 焊接修补的标准工艺	34
7.1 确保耐磨性和尺寸精度	34
7.2 耐腐蚀	36
7.3 断裂、龟裂和焊接区缺陷的修补	37
参考文献·引用文献	39
8. 焊接工艺的要点	39

第2章 喷 镀 修 补

1. 喷镀的历史(发展过程)	42
2. 喷镀技术概况和基础	42
2.1 喷镀	42
2.2 喷镀膜生成的原理	42
2.3 喷镀技术基础	44
3. 喷镀的分类	45
4. 喷镀枪的种类	45
4.1 燃气熔线式	46
4.2 电气熔线式	46
4.3 粉末式	46
4.4 等离子气体式	47
4.5 爆炸式燃气喷镀	47
4.6 线爆喷镀	47
5. 喷镀的特点	47
5.1 热喷镀(自熔合金喷镀)的特点	48
5.2 低温喷镀(除自熔合金喷镀以外的喷镀)的特点	49
6. 喷镀工艺	50
6.1 预处理	50
6.2 喷镀	51
6.3 精加工	52
7. 日本标准(JIS)规定的喷镀材料	52
8. JIS中没有规定的喷镀材料	53
9. 喷镀材料按用途的选择	54
9.1 单纯选择材料的不完善性	54
9.2 喷镀膜性能的分类	55
9.3 耐磨性	55
9.4 耐热、抗氧化性	56
9.5 耐大气和水的腐蚀性	58
9.6 耐化学腐蚀性	59
参考文献·引用文献	61

10. 喷镀施工法要点	62
-------------------	----

第3章 电镀修补

1. 电镀概况	64
1.1 电镀的方法	64
1.2 电镀的种类及其目的	65
1.3 最近的动向	65
2. 修复和电镀	66
2.1 旧电镀层的剥离	66
2.2 镀铬	66
2.3 镀镍	70
2.4 无电解镀镍	70
2.5 镀铜	71
2.6 镀铁	71
2.7 镀铅锡合金	72
2.8 设计和订货	72
2.9 局部电镀	74
3. 电镀试验	76
3.1 耐腐蚀试验	77
3.2 粘合试验	80
参考文献·引用文献	81
4. 电镀工艺摘要	82

第4章 覆盖修补

1. 金属覆盖	84
1.1 施工方法的分类和特点	84
1.2 施工方法要点	84
1.3 金属覆盖的检查方法	91
2. 树脂及橡胶覆盖	92
2.1 树脂覆盖	92
2.2 橡胶覆盖	96
2.3 树脂和橡胶覆盖的修复方法	98
3. 无机物覆盖	102
3.1 无机物覆盖的概要和分类	102
3.2 陶瓷涂覆	102
3.3 玻璃覆盖	105
参考文献·引用文献	108
4. 覆盖施工方法要点	108

第5章 钎焊修补

1. 钎焊的基础	111
1.1 用较低的温度得到更牢固的接合或堆层	111
1.2 共晶现象	111
1.3 扩散现象	112
1.4 溶剂的重要作用	113
2. 钎焊方法的分类及其特点	114
2.1 烙铁钎焊法	114
2.2 焊枪钎焊	114
2.3 浸渍钎焊	114
2.4 电气钎焊	114
2.5 炉中钎焊	114
3. 材料的选择	116
3.1 材料选择的注意事项	116
3.2 钎料与母材	116
4. 施工方法和施工注意事项	117
5. 检查、验收和钎焊作业的管理	119
6. 钎焊修复的施工实例	120
6.1 450℃以下的软钎焊法	120
6.2 450℃以上的硬钎焊法	121
6.3 堆层型钎焊法(图2.100和图2.102)	123

第6章 修复技术总结

1. 表2.55 不同施工方法的修复技术的比较(焊接、喷镀、电镀)	124
2. 表2.56 覆盖比较表	125
3. 表2.57其它主要的修复技术(制品)一览表	126
4. 〈资料〉表2.58硬度换算表(根据SAE J417b)	127

第3篇 应用实例

I. 焊接修补

No.1 破碎机锤头磨损的修补〈堆焊〉	129
No.2 输送机辊磨损的修补〈堆焊〉	130
No.3 连铸机辊筒的耐腐蚀、耐磨损的修补〈堆焊〉	131
No.4 粉尘阀磨损的修补〈堆焊〉	133
No.5 水冷槽磨损的修补〈堆焊〉	134
No.6 离心分离机输送器磨损的修补〈堆焊〉	135
No.7 离心分离机转盘和旋转轴配合处磨损的修补〈堆焊〉	136

No.8	螺旋输送机叶片磨损处的修补〈接头焊接〉	137
No.9	树脂混合搅拌机螺旋折断的修补〈接头焊接〉	138
No.10	运输机驱动轴折断的修补〈接头焊接〉	140
No.11	吸收塔底部的应力腐蚀裂纹的修补〈接头焊接〉	142
No.12	离心泵叶轮磨损的修补〈钛焊接〉	144
No.13	泵壳裂缝的修补〈铸件的焊接〉	144
No.14	电极夹头烧损的修补〈铜的焊接〉	145
No.15	电镀用的电极磨损的修补〈铜的焊接〉	146
No.16	地脚螺栓折断的修补〈压接〉	147

II. 喷 镀 修 补

No.17	空气压缩机高压气缸磨损的修补〈熔线式喷镀〉	150
No.18	大型灭菌釜内底面腐蚀的修补〈熔线式喷镀〉	152
No.19	回转接头密封部磨损的修补〈熔棒式喷镀〉	153
No.20	外圆磨床主轴淬裂的修补〈低温喷镀〉	153
No.21	泵转轴部分磨损的修补〈低温喷镀〉	155
No.22	印刷用滚筒磨损的修补〈低温喷镀〉	155
No.23	搅拌机轴承座磨损的修补〈低温喷镀〉	156
No.24	热交换器壳体封头腐蚀的修补〈低温喷镀〉	157
No.25	钻孔钻模基准面磨损的修补〈自熔合金喷镀〉	158
No.26	木材加工用锯齿刃磨损的修补〈自熔合金喷镀〉	159
No.27	挤压机模具磨损的修补〈自熔合金喷镀〉	160
No.28	木材加工剥皮机链轮金属间摩擦、磨损的修补〈自熔合金喷镀〉	161
No.29	泵壳腐蚀及气蚀的修补〈陶瓷喷镀〉	162
No.30	纤维卷绕机卷线筒磨损的修补〈等离子喷镀〉	163
No.31	柱塞泵磨损的修补〈等离子喷镀〉	164
No.32	喷气发动机与主翼连接部磨损的修补〈等离子喷镀〉	165

III. 电 镀 修 补

No.33	海水管路腐蚀的修补〈熔融电镀〉	167
No.34	纤维机械辊筒表面伤痕的修补〈无电解镀〉	168
No.35	挖掘机用驱动装置轴磨损的修补〈镀铬〉	169
No.36	柱塞泵磨损的修补〈镀铬〉	170
No.37	飞机起落架伸缩装置的油缸磨损的修补〈镀铬〉	171
No.38	压缩机用活塞杆磨损的修补〈镀多孔铬〉	172
No.39	镀槽设备辊子表面磨损的修补〈镀铬〉	172
No.40	干燥机辊子联接处磨损的修补〈局部电镀〉	173
No.41	升压泵轴承部磨损的修补〈局部电镀〉	174
No.42	干燥机辊子缺陷的修补〈局部电镀〉	175

No.43	干燥机压盖密封垫磨损处的修补〈局部电镀〉	176
No.44	飞机起落装置缺陷的修补〈局部修补〉	177
No.45	轴流式压缩机滑环磨损的修补〈喷镀和局部电镀并用〉	177

IV. 覆盖修补

No.46	原料溜槽磨损的修补〈金属覆盖〉	179
No.47	油水分离塔下部腐蚀的修补〈树脂覆盖〉	180
No.48	盐酸贮罐底部管嘴裂纹的修补〈树脂覆盖〉	181
No.49	配管连接部裂纹的修补〈树脂覆盖〉	182
No.50	海水泵壳腐蚀的修补〈树脂覆盖〉	183
No.51	活性炭贮槽管口裂纹的修补〈橡胶覆盖〉	184
No.52	手孔法兰盘面剥落的修补〈橡胶覆盖〉	185
No.53	反应器管口和法兰盘裂纹的修补〈橡胶覆盖〉	186
No.54	离心分离机脱水筐裂纹的修补〈橡胶覆盖〉	187

V. 钎焊修补

No.55	淬火线圈漏水的修补〈硬钎焊〉	189
No.56	油压机活塞粘着的修补〈软钎焊〉	190
No.57	钻孔夹具夹钳齿轮断齿的修补〈堆焊型硬钎焊〉	191
No.58	吊钩磨损的修补〈喷镀与堆焊型硬钎接并用〉	192

VI. 其它的修补

No.59	挤压机法兰盘结合处缺陷的修补〈切削〉	194
No.60	自动调节阀阀座侵蚀的修补〈切削〉	195
No.61	换热器用隔板衬垫焊接部位切除的修补〈切削〉	196
No.62	压缩机的防振修补〈树脂粘接〉	198
No.63	颚式破碎机的防振修补〈树脂粘接〉	200
No.64	锅炉引风机基础龟裂的修补〈树脂粘接〉	201

第 1 篇 修复技术的重要性

1. 修复技术在维修技术中的地位

如图1.1所示，生产设备是由许多组件和零件构成的。设备在发展到运转不正常或发生故障等不能起到作用之前，一定会在零件上显示出某些征兆。最近，除原有的维修技术之外，设备诊断及状态监控等技术显得越来越重要，它是预测故障征兆、进行先期维修的一种工具。

但是，这些技术如医学上的内科诊断那样终究只是一种工具，最终确保维修质量及产品质量的手段还要靠“外科手术”，即修补技术和技能，它是维修技术的基本支柱。设备的缺陷或故障是由于构成设备的基本元件——零件，不能起到作用时引起的，那时就要对零件进行修复或更换。

为了提高现有生产设备的经济性和可靠性，从对零件（包括耐用零件和易损零件）采取的措施来看，在确立设备诊断技术的同时，研究开发以及选择确定零件的修复技术也同样是重要的。而且，修复技术还使维修具有一种新的功能，它可为改进设计提供反馈信息。新的维修施工技术也很重要，特别是拥有高超修复技术和技能的技术员及技师，对工厂的维修工作是不可缺少的（图1.2）。

2. 什么是修复技术

修复技术是当构成设备的零件、构件，由于磨损、腐蚀、龟裂、折断、粘着、烧伤、剥离等损伤，使其功能（形状、尺寸、强度、耐环境的能力等）下降或丧失时，根据实际情况，利用构件的完好部分，使其功能恢复的技术。

2.1 损伤的形式

需要修复的设备有以下几种损伤形式：

- (1) 形状变化（变形、弯曲、坑洼、扭曲、龟裂、剥落等）；
- (2) 尺寸精度降低（烧伤、磨损、腐蚀等）；
- (3) 强度降低（拉伸强度、冲击值、硬度、疲劳强度等）；
- (4) 耐环境能力降低（耐药性、耐风化性、绝缘性、接触动作性等）。

2.2 修复技术的典型实例

修复工作需要用到多种技术，典型的例子如下所示：

- (1) 接合（焊接，粘结，钎接，锡焊等）；
- (2) 覆盖（堆焊，喷镀，镀覆，电镀等）；
- (3) 机械加工（磨削，切削，抛光等）。

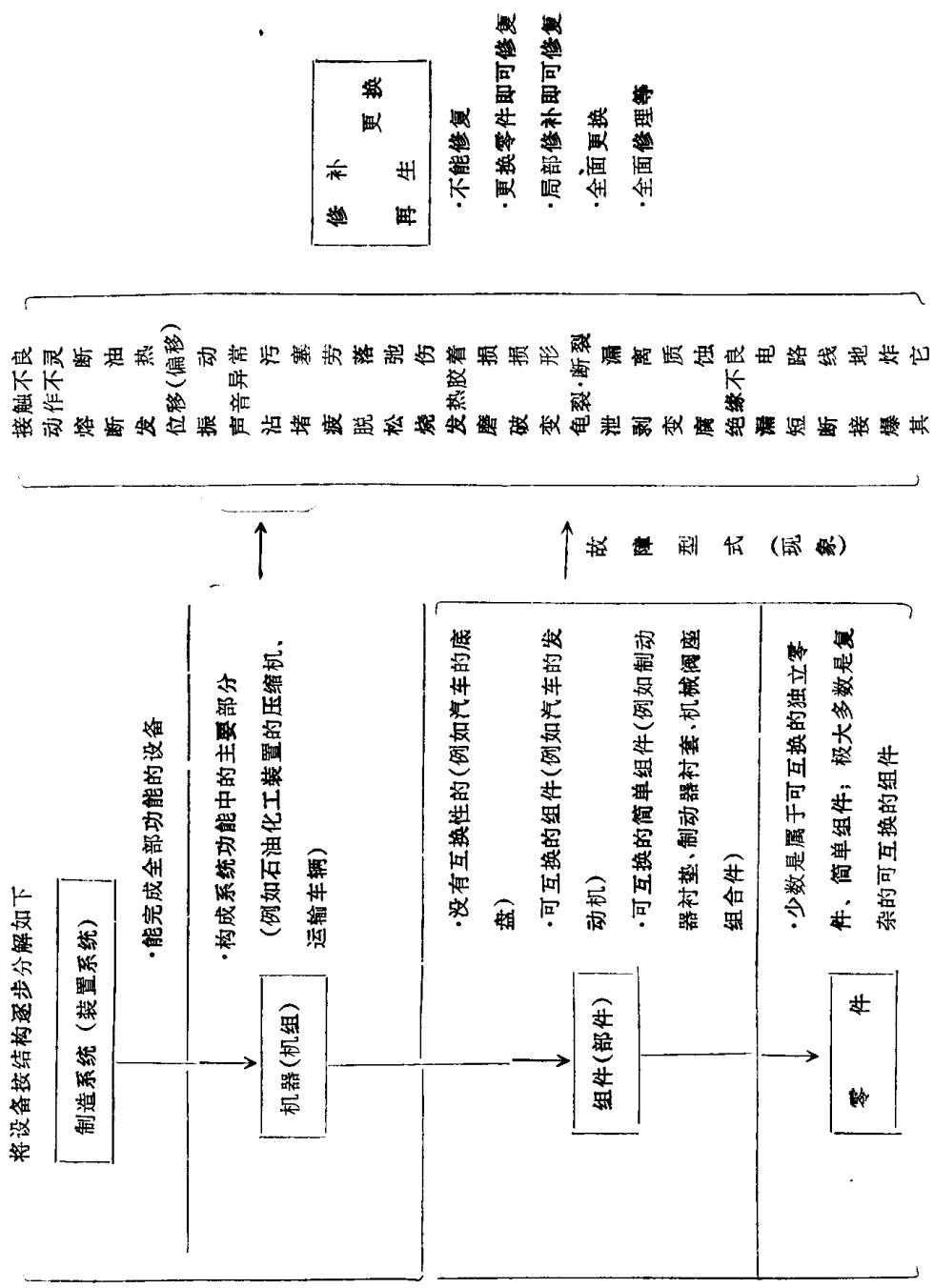
决定更换、更新还是修理，属于上级部门的职责范围

由于除维修之外，还受外界的许多因素影响

（例如产品性能、工厂技术的进步、操作技术等）

决定更换、更新还是修理，属于维修管理部门的职责范围

〔因为在维修管理的范围内考虑即可〕



〔注〕1. 从结构来看，设备由阶层形构成。因此，维修系统也必须按阶层形考虑，分担其功能。停留在过去的实际与经验的水平上考虑方法及手段是不够的。

2. 基本上应把设备按上述的结构进行分解后来考虑，维修的必要性，当组件不能起作用时，就知道需要进行维修。

3. 当组件需要维修时，它关系到哪一级，以及由谁决定是修理还是更换，作为维修机能的系统方法，这些问题是很重要的。

4. 到底应由维修管理部门决定还是由上级管理部门决定，这是经常遇到的问题。总之，要记住，设备改造或更新应该是上级管理部门的任务。

5. 不同产品的零件数目示例，

黑白电视机	10 ²
彩色电视机	10 ³
汽车	10 ⁴
喷气飞机	10 ⁵
宇宙飞船	10 ⁶
计算机	10 ⁵ ~10 ⁹

图 1.1 系统层次 (装置的组成) 与决定维修意图的关系

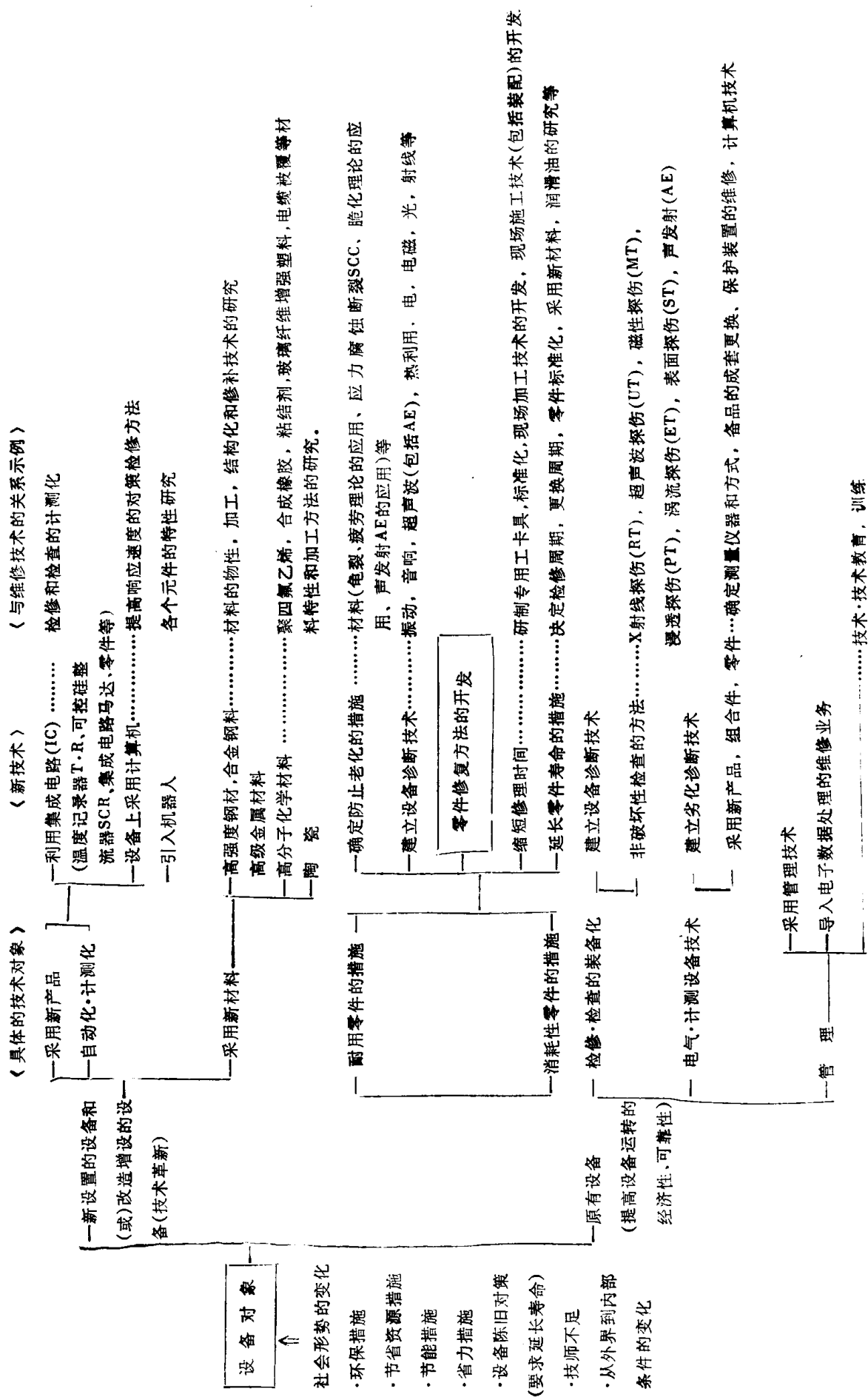


图 1.2 综合维修技术包括的体系(例)

对损伤的零件和构件，过去已经应用修复技术的实例，以及今后应积极开展修复工作的领域，或有待于应用修复技术的领域，将在下面说明。

2.3 损伤的零件和构件适宜用修复技术的场合

- (1) 无备用品，或购置零件比修补要费时得多和费用要大得多的场合；
- (2) 是旧型号的机器，已无备用品可供应的场合；
- (3) 断定除采用修补方法之外别无他法的场合；
- (4) 对该修复技术已有经验，并已规范化的场合；
- (5) 为了建立某种修补技术而进行实例研究，并在安全上没有问题的场合。

2.4 今后应积极开展修复工作的领域

- (1) 作为应急措施，只要求维持一定工作寿命的场合；
- (2) 希望具有相当长寿命的场合；
- (3) 把节省资源、降低修理费用作为主要因素考虑时；
- (4) 要求用较少的气力、较低的成本起到相同的作用和功能，期待产生新的价值时；
- (5) 可望给表面带来新的功能，提高零件和构件的性能，从而使设备的性能进一步提高的场合；
- (6) 希望对必要的零件和构件进行高精度的修补时；
- (7) 可望给维修带来新的功能成为一种重要的维修施工技术时。

从以上列举的例子可见，修复技术应用的范围很广，但对不同的场合，要明确给出它的要求，并对修复技术应用的效果具体作出经济评价是非常重要的（参看表1.1）。

修复工作在技术上的难题还很多，所以对修复技术要积极地理解，并有向风险挑战的气魄。只要认真地进行调查、准备和安排，就一定能达到修复的目的。

特别要强调的是，施工部门与用户要同心协力研究，并不断积累实际经验，才能取得最大的成果。

3. 修复技术的展望

在经济高速增长的时期，企业应注意迅速引进新型生产设备和扩大设备规模，并且不断采用先进技术。因而，对生产设备要将注意点放在折旧上，旧设备要用新型设备代替。即在高速发展时期的观点是，生产设备的价值只要折旧完，回收了成本，不管何时淘汰都已不受损失。

但是，在经济低速发展的时期，各企业面临的处境非常严峻，深感许多设备性能下降以及老化的问题。另一方面又迫切要求提高对生产设备维修技术的可靠性，以确保安全性和维修质量；并进一步有效地降低维修费用。

因此，现今的观点是，生产设备的价值并不是考虑使用年数和式样陈旧的问题，而是如果采用恰当的维护能否保持所需的精度、功能，以及能维持多长的运转时间。也就是必须重新估价设备的实际使用价值。

应用修复技术使零件和组件复活的修复工作，可以说是起到了暗中帮忙的作用，它是使设备复活的一种很重要的技术。因此，应把修复技术作为一种重要的维修技术和技能，有效地纳入工厂的各个管理体系中。在组织上，要把修复工作放在一定的位置，以最大限度地发挥工厂设备的综合生产率。

表 1.1 修复技术情报资料示例 (降低成本的效果)

情报等级

☐

秘 密

☐

可公开

分 类

登记号

编制 年 月 日

(关联号)

设备名称

工厂名

编制人姓名

施工单位

负责人姓名

(电话)

(所属部门)

(所属部门)

(电话)

现 状 概 要		目 前 的 修 理 费		这 次 采 用 的 修 理 费		
部位名称或零件名称		技术名称或方法		技术名称或方法		
母 材		(a)	平 均 寿 命 月	(1)	平 均 寿 命 月	
尺寸·重量		(b)	年 系 数 (12)÷(a)	(m)	年 系 数 (12)÷(a)	
修 复 目 的			项 目	金 额		
☐ 耐磨损	☐ 耐腐蚀	(1)	材 料 费 (单价×个数)		(7)	材 料 费 (单价×个数)
☐ 耐 热 °C		(2)	工资、管理费、其它费用		(8)	工资、管理费、其它费用
☐ 耐酸蚀	☐ 尺寸精度	(3)	修理费总计		(9)	修理费总计
☐ 剥 离	☐ 裂 纹	(4)	年 费 用 (3)×(b)		(10)	年 费 用 (9)×(m)
☐ 变 形	☐ 泄 漏	(5)	年库存费用 ^①		(11)	年库存费用 ^②
☐ 其 它		(6)	年总费用 (4)+(5)		(12)	年总费用 (10)+(11)
简 图 (如 下)		(13)	年降低的费用 (6)-(12)		综 合 评 价	
问 题		(14)	投资效果 (13)÷(12)×100 %			
		其它效果 设备、零件寿命的延长率(LPF) ^③ %				

① 例如(1)×(b)×1/3,

② 例如(7)×m×1/3,

③ $(LPF) = (1) \div (a) \times 100(\%)$ 。根据LPF (Life Prolonging Factor) 的值,可预测设备、零件的可靠性与对偶然事故的安全率。(参看1982年全国设备管理大会资料, JIPM)

而且，为了要灵活地运用修复技术，最好在最需要的部门里，建立有力的推广体制和系统（包括：获得必要的修复技术情报的途径，日常维修工作中适用修复技术的零件和组件的检查系统，制定路线：应用修复技术时的价值经济评价系统等），并有计划地贯彻下去。

第2篇 修复技术

第1章 焊接修补

焊接修补和喷镀一样，为目前设备零件修复方法中应用最广的技术。

具体来说，焊接用于零件磨损处的修复，提高零件耐磨性和耐腐蚀性，以及作为机加工失误的补救、零件折断和产生裂纹的修补等。

本章从修补的角度来介绍焊接技术。

1. 焊接方法

1.1 焊接方法的分类

1.1.1 按能量分类

焊接方法的分类很多，图2.1所示的是按能量分类。

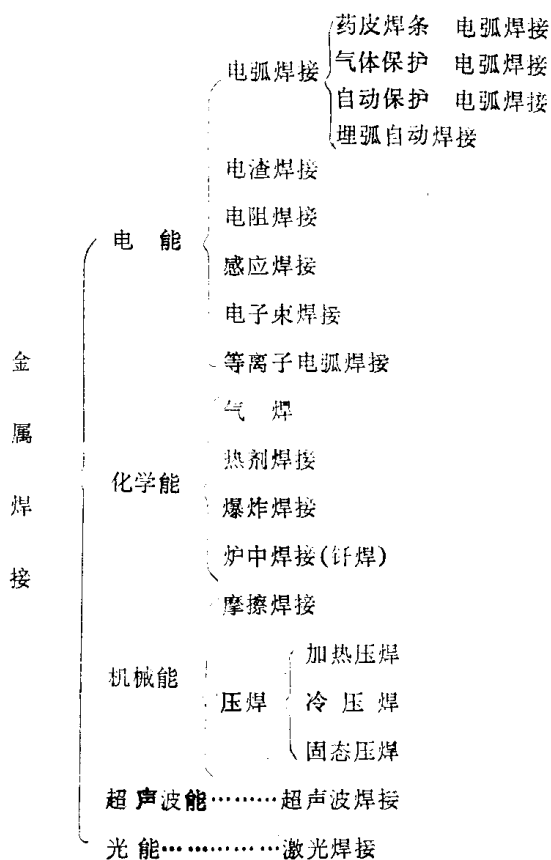


图 2.1 按能量对焊接方法的分类

1.1.2 按堆焊方法分类

图2.2所示为按堆焊方法分类。