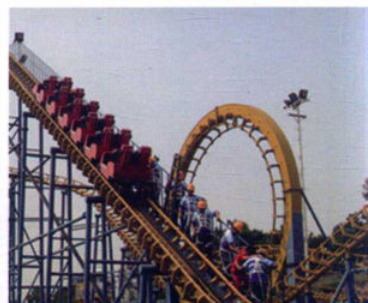


大型游乐设施安全技术丛书 主编 林伟明

大型游乐设施制造与安装

郑志涛 刘喜旺 陈建生 米学津 等 编著



同济大学出版社

大型游乐设施安全技术丛书

- ◎大型游乐设施设计
- ◎大型游乐设施制造与安装
- ◎大型游乐设施运营安全
- ◎大型游乐设施监督检验
- ◎大型游乐设施典型案例
- ◎大型游乐设施无损检测
- ◎欧美大型游乐设施安全管理
- ◎日本大型游乐设施安全管理

TS 952.8

22

ISBN 978-7-5608-5935-4



9 787560 859354 >

定价：80.00 元

大型游乐设施安全技术丛书

大型游乐设施制造与安装

郑志涛 刘喜旺 等 编著
陈建生 米学津

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是“大型游乐设施安全技术丛书”的游乐设施设计制造分册。内容包括：游乐设施常用材料与焊接方法、游乐设施制造资格与能力要求、游乐设施制造通用方法与要求、游乐设施钢结构制造与装配、游乐设施安装、游乐设施维护保养与修理改造以及典型游乐设施安装示例。全书技术介绍简明实用，图示清晰。本书可供大型游乐设施设计制造、安装、检验及运作人员阅读使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

大型游乐设施制造与安装/郑志涛等编著. --上海:
同济大学出版社, 2015. 8

(大型游乐设施安全技术丛书/林伟明主编)

ISBN 978-7-5608-5935-4

I. ①大… II. ①郑… III. ①游乐场—设施—制造
②游乐场—设施—安装 IV. ①TS952. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 183745 号

大型游乐设施制造与安装

郑志涛 刘喜旺 陈建生 米学津 等 编著

责任编辑 张平官 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址: 上海市四平路 1239 号 邮编: 200092 电话: 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 23.5

字 数 586000

版 次 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5935-4

定 价 80.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

大型游乐设施安全技术丛书编写委员会

主 任： 秦平彦

副主任： 林伟明 吴斯远 丁洁民

主 编： 林伟明

编 委： （按姓氏笔画排序）

马 宁	王浩然	王银兰	王 新	邓志毅
付恒生	戎志刚	曲乃强	刘海滨	刘喜旺
刘新华	米学军	汤小英	纪永宏	李大强
李长林	李加申	李 良	李 勇	时军林
宋伟科	宋 涛	张 勇	张晓振	陈建生
陈 奕	陈朝阳	林 明	林泽钊	金承仪
郑志涛	钟信孚	袁金国	郭俊杰	郭 蓓
鄂立军	黄建文	崔质能	梁 仓	梁朝虎
蒋敏灵	韩赤权	韩绍华	程旭泽	程巧丽
詹蕴鑫	戴泽人			

序

大型游乐设施是八大类特种设备（锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、大型游乐设施、索道、场内专用机动车辆）中的“特种设备”，是最受社会关注的特种设备。主要原因有以下几个方面：

第一，大型游乐设施是用于生活领域、服务广大市民并带有消费品性质的特种设备，这与用于生产领域、服务生产企业的锅炉、压力容器、压力管道、起重机械等生产装备不同。

第二，大型游乐设施是运动型式复杂、高度机电一体化、花样翻新、不断追求新奇刺激、载客量较多的设备设施（建设中的 208m 观览车载客可达 1920 人），这与同样用于生活领域的电梯和索道不同。

第三，大型游乐设施是用于创造欢乐的载体，往往是父母孩子一家人同时乘坐游玩，一旦发生伤亡事故，后果将不堪设想，甚至造成整个家庭毁掉，社会影响巨大。

第四，我国主题公园和游乐设施制造业起步较晚，与锅炉压力容器等特种设备比较，大型游乐设施运营安全管理和产品质量控制管理方面尚处于成长过程中，相关单位和人员的认知水平、知识能力和实际经验都有待于进一步提升。

应当说，三十多年以来，我国游乐设施产业迅速发展，不断壮大，无论在游乐设施生产（设计、制造、安装、修理、改造）还是在主题公园及游乐园建设与运营方面，都取得了长足的进步，使得我国游乐设施产业由初期的幼稚行业发展成为多年来每年增长率超过 20% 的朝阳产业，甚至成为我国文化旅游领域不可或缺的重要产业。

截至 2013 年底，我国从事游乐设施生产单位（设计、制造、安装、修理、改造）150 余家。投资超过 10 亿元人民币的大型主题公园 30 多家，拥有 5 台以上大型游乐设施的中小型游乐园 50 多家，近两年相继投产运营大型主题公园和中小型游乐园占全部数量的 40% 以上。目前，在用的大型游乐设施已达到 2 万多台。主题公园（游乐园）的建成投运，丰富了广大人民群众的物质文化生活，对促进和谐社会建设作出了积极的贡献。

随着我国游乐设施产业的迅猛发展，关系到广大乘客生命安全与健康的游乐设施生产质量、安全使用管理水平、技术机构检验检测质量、相关从业人员数量及其专业知识与能力等诸多方面存在的差距，已经成为严重制约本产业可持续健康发展的短板。近几年频繁暴露出的一些单位和人员行为的不规范、游乐设施设计制造质量缺陷、运营使用重大故障与事故也充分证实了这一点。

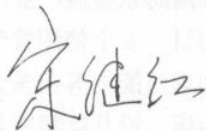
为了帮助我国游乐设施产业解决目前存在的问题,提高质量安全水平,满足广大乘客对游乐设施日益增强的安全需求,在国家质检总局特种设备安全监察局的大力支持下,中国特种设备检测研究院于2006年开始组织游乐设施主要生产单位和主题公园对游乐设施设计、制造、安装、使用、检验检测、事故预防与救援等诸多方面进行经验总结和知识提炼,对国外游乐设施安全管理情况与我国实际进行比较研究和分析归纳,整理出一套很有价值的工作成果。鉴于这些工作成果对于规范我国游乐设施相关单位与人员行为,提升游乐设施产品质量和安全运营水平,促进这个产业的整体提升和可持续发展具有重要借鉴参考意义,遂将这些工作结果结集出版,包括《大型游乐设施设计》、《大型游乐设施制造与安装》、《大型游乐设施运营安全》、《大型游乐设施监督检验》、《大型游乐设施典型案例》、《大型游乐设施无损检测》、《欧美大型游乐设施安全管理》、《日本大型游乐设施安全管理》等分册在内的“大型游乐设施安全技术丛书”,旨在促进游乐设施产业发展和质量安全水平的提高。

大型游乐设施安全管理是一种全方位、整个设备生命周期的系统工程,涉及到大型游乐设施本身安全质量、相关人员的能力经验与工作质量、生产与使用检验单位的诚信和管理有效性,也涉及到我国大型游乐设施法规标准体系建设、政府安全管理模式与方法的不断调整和持续改善。针对目前游乐设施产业发展尚未成熟、企业诚信体系建设还不完善、相关人员数量与能力经验短缺、游乐设施质量安全状况参差不齐的情况下,要想使得我国游乐设施产业安全管理状况迅速提升,不仅需要整个产业各方面的共同努力,还需要好的路径和有效方法。这套由中国特种设备检测研究院组织编辑的“大型游乐设施安全技术丛书”,提供了这种路径和方法。因此,我相信这套丛书一定能够对游乐设施的设计、制造、安装、修理、改造、运营管理、安全操作、检验检测、人员培训、事故预防及应急救援等诸多方面有所帮助,对我国游乐设施质量安全水平的提高和产业健康发展有所促进。

这套丛书集中了全国游乐设施行业相关人员多年的知识积累、经验总结和对国外游乐设施安全管理的研究成果,既可以作为研究文献参考,又可以作为实用手册查阅。我希望从事游乐设施相关工作的人员都能够从中找到自己有用的东西或得到有益的启发,更希望大家能够为这套丛书修订完善提出意见和建议。

向付出辛勤劳动和卓越贡献的丛书研究和编审人员致敬!

国家质检总局特种设备安全监察局局长



2014年5月22日

前言

游乐设施设计、制造、安装、维修改造及检验检测等环节是确保设施安全可靠运行且技术性很强的系统工程。其总体水平反映出当前游乐设施的发展水平和技术进步的状况。

本书涉及的有关设计、工艺、加工、安装、维修以及检测检验等基础理论知识与其他通用设施（设备）相关知识相同，但编写内容充分体现了游乐设施的特殊性。

游乐设施有别于其他特种设备，是载人且追求刺激的特种设备，其安全与可靠性有自身独特的要求。制造企业及相关人员必须遵守《特种设备安全法》、《大型游乐设施安全监察规定》等法律法规，掌握游乐设施制造所涉及的专业知识、生产组织管理与质量保证等知识，并通过实践经验积累（包括借鉴他人的实践经验）来保障所生产的游乐设施的质量。

本书共分7章。第1章由刘喜旺、米学津、李向东、龚奎成、郑辉等编写。第2章由林伟明、郑志涛、李勇等编写。第3章由陈建生、严时汾、钟信孚等编写。第4章由严时汾、郑志涛、刘喜旺等编写。第5章李长俊、林伟明、梁苍等编写。第6章由黄建文、林伟明编写。第7章由刘喜旺、武彦民、孙建熙、陈建生、李长俊等编写。

本书编写过程中，米学津、郑志涛、刘喜旺在整理、审稿等方面做了大量的工作。丛书编委会主任秦平彦及副主任林伟明、吴斯远、丁洁民给予很多指导，提出很多重要意见和建议，林伟明多次审稿，修改添加相关内容和照片，并最终定稿。

本书编写工作除各章主要编写人员外，尚有很多制造安装单位人员参加。在此谨向各编写单位和个人表示衷心感谢。

由于编写水平有限，以及收集积累的编写资料不够丰富，因此书中难免有缺点与不妥之处，敬请专家和读者批评指正。

编著者

2015年2月

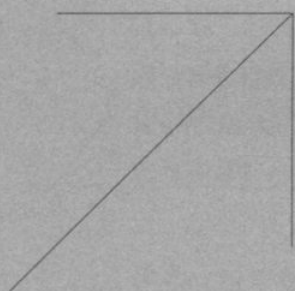
目录

序

前言

第1章 游乐设施常用材料与焊接方法	1
1.1 常用金属材料与非金属材料	2
1.2 轴承类零件	4
1.3 金属材料焊接	7
第2章 游乐设施制造资格与能力要求	29
2.1 法律法规及安全技术规范要求	30
2.2 游乐设施制造许可评审与许可后管理	42
2.3 制造许可评审中的常见问题	59
第3章 游乐设施制造的通用方法与要求	89
3.1 生产组织	90
3.2 零件制造与质量控制	94
3.3 机械系统装配与质量控制	113
3.4 液压与气动系统装配与质量控制	139
3.5 玻璃钢件制造与质量控制	152
3.6 产品档案与出厂文件	162
第4章 游乐设施钢结构件制造与装配	167
4.1 钢结构零件加工	168
4.2 钢结构件的组对与焊接	180
4.3 钢结构预拼装	189
4.4 钢结构件焊接与螺栓连接	191

4.5	游乐设施典型焊接结构件实例	204
4.6	钢结构的涂装与标识	215
4.7	钢结构制造质量控制流程与控制内容	219
第5章	游乐设施安装	231
5.1	法律法规对有关安装方面的规定	232
5.2	基础工程与有关土建工程	235
5.3	安装前准备工作	245
5.4	整机安装与质量控制	254
5.5	整机检验、调试与试验	265
第6章	游乐设施维护保养与修理改造	291
6.1	概述	292
6.2	机械零部件维修	298
6.3	齿轮与链条维修	309
6.4	机械零部件维修拆卸与装配	314
6.5	游乐设施修理与改造	318
第7章	典型游乐设施安装示例	323
7.1	飞行塔(30m)安装	324
7.2	飞毯安装	328
7.3	观览车安装	334
7.4	过山车安装	347
7.5	TOPSPIN(波浪翻滚)安装	353
7.6	飞行岛安装	358



第1章 游乐设施常用 材料与焊接方法

1.1 常用金属材料与非金属材料

1.1.1 金属材料

1. 钢

用于游乐设施的钢材种类、品种、规格很多，常用的为碳素钢和合金钢。

1) 碳素钢

碳钢可以按用途分为碳素结构钢、碳素工具钢和易切削结构钢三类。碳素结构钢又可分为建筑结构钢和机器制造结构钢两种。按碳的质量百分数分为低碳钢 ($C: \leq 0.25\%$)、中碳钢 ($C: 0.25\% \leq C \leq 0.6\%$) 和高碳钢 ($C: > 0.6\%$)。按碳钢含有的主要杂质质量 (如硫、磷等) 又分为普通碳素钢 ($S \leq 0.055\%$, $P \leq 0.045\%$)、优质碳素钢 ($S \leq 0.040\%$, $P \leq 0.040\%$) 和高级优质碳素钢 ($S \leq 0.030\%$, $P \leq 0.035\%$)。碳钢的牌号为 Q195, Q215, Q235, Q255, Q275 等。游乐设施受力件采用 Q235 的板材和各种型钢 (方管、槽钢、H 型钢和电焊管) 较多。

优质碳素结构钢的牌号以平均含碳量的万分数来表示, 例如 20 号钢、45 号钢等。45 号钢表示平均含碳量为 0.45% 的优质碳素结构钢。优质碳素结构钢含磷、硫等杂质较少, 性能优于碳素结构钢, 主要用于制造受力较大, 且受变载荷或冲击载荷作用的各种机器零件 (如游乐设施轴类零件)。

2) 合金钢

合金钢里除铁、碳外, 加入其他的合金元素, 就叫合金钢。在普通碳素钢基础上添加适量的一种或多种合金元素而构成。

按合金元素的含量可以分为低合金钢 (合金元素总含量小于等于 5%)、中合金钢 (合金元素总含量在 5% ~ 10%)、高合金钢 (合金元素总含量大于等于 10%)。按合金元素的种类, 合金钢又可以分为铬钢、锰钢、铬锰钢、铬镍钢、铬镍钼钢、硅锰钼钒钢等。按其主要用途, 合金钢又可以分为结构钢 (建筑及工程用结构钢、机械制造用结构钢)、工具钢和特殊性能钢。

游乐设施重要受力结构通常采用低合金钢 Q345 (原 16Mn), 而机械零件 (如轴类零件) 通常采用 40Cr, 35CrMo, 42CrMo, 38CrMoAl, 20CrMnMo, 20CrMnTi, 30CrMnT, 40CrNiMoA, 45CrNiMoVA 等合金钢。

3) 铸钢与锻钢

钢的加工成型方法 (交货状态) 包括热 (冷) 轧、冷拔、铸造、锻造等。

铸钢是指采用浇注方法而生产出来的一种钢铸件。铸钢牌号的表示方法是在符号“ZG”后加注一组数字,如ZG310-570,表示屈服点为310MPa,抗拉强度为570MPa。

铸钢也是游乐设施常用的金属材料之一,主要用于制造承受重载荷的大型零件或形状复杂、力学性能要求较高的零件,如承受重载荷的大型齿轮、联轴器等。

铸钢的强度性能和碳素结构钢相似,但内部组织不如轧制件和锻压件致密,因此强度值要略低。

锻钢是指采用锻造方法生产出来的钢锻材(锻件)。钢铁经过锻打、锻压等塑性变形的热加工方法,消除和改善材料的组织结构和铸造孔隙、粗大柱状晶等内部缺陷,使材料内部的组织更加致密、均匀,从而在很大程度上提高了材料的强度和韧性,但形状受加工方法的限制。锻件用结构钢(GB/T 17107—1997)。

危险性较大的游乐设施,通常采用锻钢加工单一失效零部件或重要轴类零件。

铸钢件与锻钢件比较,铸钢材料内杂质较多,密度不如锻钢好,材料较脆,强度差,内应力大,内部组织松散,有偏析现象,但可以加工成较为复杂的工件。

锻钢件的质量比铸钢件高,能承受大的冲击力作用,塑性、韧性和其他方面的力学性能也都比铸钢件高,但不能加工出铸钢那样复杂的工件。

2. 铸铁

铸铁和钢都是铁碳合金,区别在于碳含量不同。碳的质量分数高于2%的铁碳合金称为铁,反之称为钢。铸铁是脆性材料,其抗拉强度、塑性、韧性均较差,不能进行碾压和锻造;但其减振性和耐磨性较好,成本较低。根据碳的存在状态不同,铸铁可分为白口铸铁(碳、硅含量较低)、灰口铸铁(含碳量较高,为2.7%~4.0%)、可锻铸铁(由白口铸铁退火处理获得)和球墨铸铁(灰口铸铁经球化处理获得)。

灰口铸铁是应用最广的一种铸铁,抗压强度高于抗拉强度,切削性能好,但不宜承受冲击载荷,常用于制造受压状态下工作的零件,如机器底座、机架、皮带轮。灰口铸铁牌号的表示方法是在符号“HT”后加注一组表示抗拉强度的数字,如HT200,表示抗拉强度为200MPa。

球墨铸铁除伸长率和韧性稍低外,其他力学性能基本与钢接近,用球墨铸铁制造的曲轴、齿轮等,其成本低于锻钢件。球墨铸铁牌号的表示方法是在符号“QT”后加注两组数字,如QT400-15,表示抗拉强度为400MPa,伸长率为15%。

球墨铸铁在游乐设施方面常用来制造陀螺类设备底部耳座、碰碰车电机外壳、导电头等。

1.1.2 玻璃钢

玻璃钢是一种纤维增强塑料(全名是纤维增强树脂基复合材料)。玻璃钢具有强度高、重量轻、可设计性好、防腐化学性能好、成本低的优点。

一般来说,木材的强度为40~100MPa,钢材的强度为250~350MPa,玻璃钢的强度为150~450MPa(与玻璃钢的设计、生产工艺、用料等多方面有关)。如果采用高强度的碳纤维或芳纶纤维代替玻璃纤维来做玻璃钢,强度可达到1000MPa以上。钢铁的密度是水的7.8倍,而玻璃钢的密度仅为1.8倍。相比之下,制造承受一定力量的产品,玻璃钢产品重量要轻许多。

玻璃钢产品的可设计性好,可按客户要求随意设计外观形状,尤其是曲面造型或其他不规则状。而用金属制造,成本就会很高。

玻璃钢的防腐性能优良,对于绝大多数酸碱盐溶液,都具有良好的耐腐蚀性,所以目前很多防腐场合都采用玻璃钢来制造。

玻璃钢制品在游乐设施中应用极其广泛,大量水上游乐设施、游乐设施的乘骑物、外观装饰物等均采用玻璃钢。

1.2 轴承类零件

游乐设施常用轴承类零部件有回转支承、带座外球面轴承、关节轴承、自润滑轴承、向心球轴承、角接触球轴承、向心推力轴承等。

1.2.1 回转支承

回转支承(转盘轴承)是一种能够承受综合载荷的大型轴承。回转支承又可称为旋转支承、回旋支承。

回转支承是两物体之间需作相对回转运动,又需同时承受轴向力、径向力、倾翻力矩的机械所必需的重要传动部件,可以同时承受较大的轴向、径向负荷和倾覆力矩。

回转支承由滚动体、套圈、保持架、隔离块、密封圈等构成。

回转支承根据实际使用情况及设计结构有不同的工作方式，基本工作方式为：

(1) 内圈固定其支撑作用，外圈旋转。

(2) 外圈固定其支撑作用，内圈旋转。

回转支承在游乐设施中应用极其广泛，大部分旋转类游乐设施如大摆锤、空中飞舞、波涛翻滚、自控飞机等采用回转支承。

1.2.2 其他类轴承

1. 带座外球面轴承

带座外球面轴承是将滚动轴承与轴承座结合在一起的一种轴承单元。此类轴承在设计上具有一定调心性，易于安装，具有双重结构的密封装置，可以在恶劣的环境下工作。带座外球面轴承是润滑脂密封型深沟球轴承和各种形状的轴承座组合而成的高精度组件产品。轴承组件可以通过几个螺栓直接安装到机械装置的主体上，具有调心功能，能够进行润滑脂的补充等，是一种安装使用都非常简便的产品。转马曲轴支承，长传动轴支承（滑行车和激流勇进提升动力轴）都是带座外球面轴承。

2. 关节轴承

关节轴承结构比滚动轴承简单，其主要是由一个有外球面的内圈和一个有内球面的外圈组成。关节轴承滑动表面为球面形，可在一定角度范围内作倾斜运动（即调心运动）。由于关节轴承的球形滑动接触面积大、倾斜角大，同时还因关节轴承多采取了特殊的工艺处理方法，如表面磷化、镀锌、镀铬或外滑动面衬里、镶垫、喷涂等，因此有较大的载荷能力和抗冲击能力，并具有抗腐蚀、耐磨损、自调心、润滑好或自润滑无润滑污染物污染的特点，即使安装错位也能正常工作。因此，关节轴承被广泛用于速度较低的摆动运动、倾斜运动和旋转运动。

关节轴承根据其不同的类型和结构，可以承受径向负荷、轴向负荷，或径向与轴向同时存在的负荷。由于关节轴承的内圈外球面镶有复合材料，在工作中该轴承可产生自润滑。

关节轴承常用于空中飞舞、风火轮、天旋地转等游乐设施产品中的长距离二点同轴支承，赛车、观览车等二力拉杆场合，以及滑行车轿轴等。

3. 自润滑轴承

自润滑轴承分为复合材料、固体镶嵌、双金属材料 and 特殊材料自润滑轴承等种

类。其中固体镶嵌自润滑轴承(JDB)是一种兼有金属轴承特点和无油润滑轴承特点的新颖润滑轴承,具有承载能力高、耐冲击、耐磨损、耐高温、自润滑能力强等特点,特别适用于重载、低速、往复或摆动等难以润滑和形成油膜的场合。

游乐设施中的转马曲轴与连杆连接、滑行车轮架转动副等采用自润滑轴承。

4. 球轴承

球轴承是用钢球作滚动体的滚动轴承,有单列向心、双列向心球面、向心推力、推力和推力向心球轴承等多种结构型式。

(1) 单列向心球轴承结构紧凑,使用方便,应用最广。主要用以承受径向载荷,也可承受一定量的轴向载荷。在高速装置中,也可用它来代替推力轴承。这种轴承的摩擦阻力小,极限转速高,适用于刚性较大的双支承轴。轴相对于轴承座的倾斜允许在 $8^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 范围内。

(2) 双列向心球面球轴承有两列钢球,外圈滚道是以轴承中点为心的球面,内外圈轴线倾斜在 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 以内仍能工作,调心性能好。这种轴承主要用来承受径向载荷,也能承受不大的轴向载荷,适用于多支承和挠曲变形较大的传动轴。

(3) 向心推力球轴承可承受以径向载荷为主的径向轴向联合载荷,极限转速较高。球和外圈的公称接触角 α 分 12° , 26° 和 36° 三种,接触角大能承受较大的轴向载荷。

(4) 推力球轴承有单向和双向两种。单向推力球轴承只能承受单方向的轴向载荷,双向推力球轴承可承受两个方向的轴向载荷。这种轴承不适宜在高速下工作,高速时宜采用推力向心球轴承。

(5) 推力向心球轴承接触角 α 大于 45° ,可以承受以轴向载荷为主的轴向径向联合载荷,极限转速比推力球轴承高。

向心球轴承应用于游乐设施中的滑行车类设备的车轮,各种滚轮及滑轮,轻载的转动副上。

5. 圆锥滚子轴承

圆锥滚子轴承主要承受以径向为主的径、轴向联合载荷。轴承承载能力取决于外圈的滚道角度,角度越大承载能力越大。圆锥滚子轴承根据轴承中滚动体的列数分为单列、双列和四列圆锥滚子轴承。由于圆锥滚子轴承只能传递单向轴向载荷,因此,为传递相反方向的轴向载荷就需要另一个与之对称安装的圆锥滚子轴承。

圆锥滚子轴承有圆锥形内圈和外圈滚道,圆锥滚子排列在两者之间。单列圆

锥滚子轴承外圈和内圈组件可以分开。双列圆锥滚子轴承的外圈（或内圈）是一个整体。双列或四列圆锥滚子轴承能够承受较重的复合载荷（径向与轴向），刚性强。

圆锥滚子轴承广泛应用于游乐设施中的滑行车类设备的车轮、车轿立轴、轮架立轴上。

1.3 金属材料焊接

1.3.1 概述

游乐设施多采用焊接方法制造，焊接方法按焊接过程中加热程度和工艺特点的不同可以分为熔焊、压焊和钎焊三大类。

不同焊接方法分类如图 1-3-1 所示。

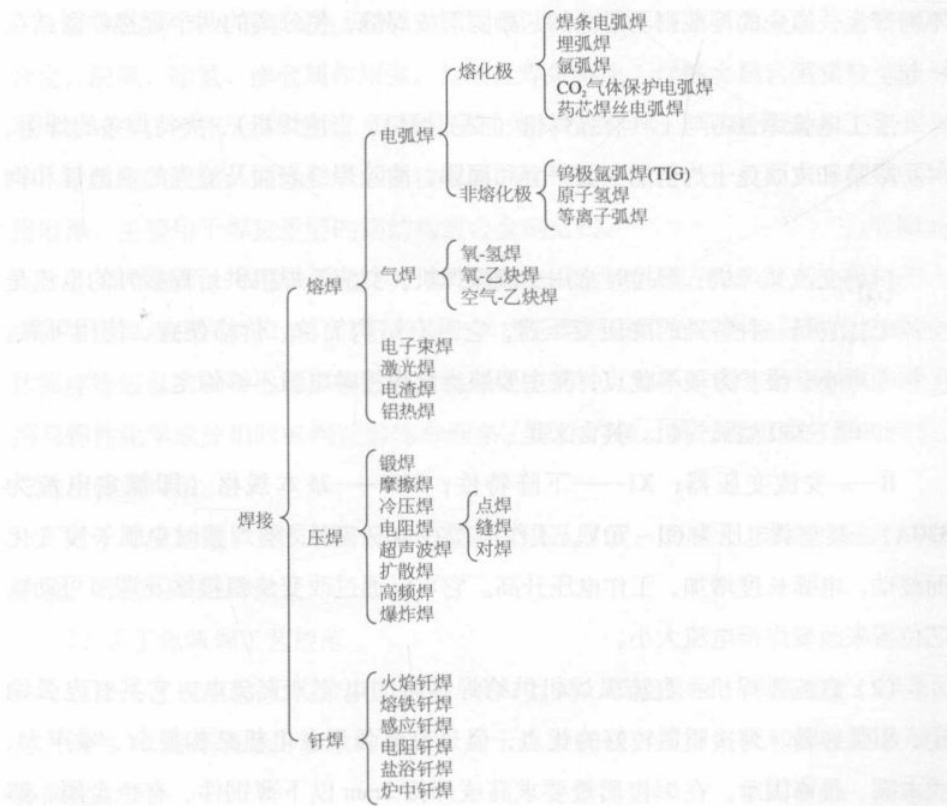


图 1-3-1 焊接方法分类