



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43756—2024

## 叉车设计规范

Design specifications for forklift trucks

2024-03-15 发布

2024-10-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	VII
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、符号和代号 .....	2
3.1 术语和定义 .....	2
3.2 符号和代号 .....	2
4 总体设计 .....	2
4.1 基本构成 .....	2
4.2 载荷和载荷组合 .....	3
4.2.1 通则 .....	3
4.2.2 计算载荷 .....	3
4.2.3 载荷组合 .....	5
4.3 自重、质心和桥荷 .....	6
4.3.1 自重及质心位置计算 .....	6
4.3.2 质心位置实测 .....	6
4.3.3 桥荷 .....	7
4.4 机动性能 .....	8
4.4.1 最小外侧转弯半径 .....	8
4.4.2 最小直角堆垛通道宽度 .....	9
4.5 动力特性 .....	14
4.5.1 发动机选型 .....	14
4.5.2 电动机选型 .....	15
4.5.3 控制器设计选型 .....	18
4.5.4 内燃叉车传动系统总速比 .....	20
4.5.5 传动系统速比分配原则 .....	22
4.6 牵引特性 .....	22
4.6.1 牵引力与速度 .....	22
4.6.2 最大牵引力 .....	24
4.6.3 爬坡能力 .....	24
4.7 制动性能 .....	25
4.7.1 行车制动力矩 .....	25
4.7.2 停车制动力矩 .....	25
4.8 整机稳定性 .....	25
5 结构 .....	25
5.1 金属结构件的计算通则 .....	25
5.2 金属结构件的连接计算 .....	26
5.2.1 焊接 .....	26

5.2.2	螺栓连接 .....	27
5.2.3	销轴连接 .....	29
5.3	门架结构计算 .....	30
5.3.1	门架结构强度估算 .....	30
5.3.2	门架结构强度验算 .....	30
5.3.3	门架局部弯曲应力分析 .....	40
5.3.4	门架合成应力 .....	41
5.3.5	门架滚轮接触应力分析 .....	41
5.4	货叉架结构验算 .....	42
5.5	车架结构验算 .....	44
5.5.1	结构验算通则 .....	44
5.5.2	结构验算方法 .....	44
6	机械 .....	45
6.1	起升系统 .....	45
6.1.1	门架基本尺寸 .....	45
6.1.2	零部件验算 .....	49
6.2	转向系统 .....	58
6.2.1	转向阻力矩 .....	59
6.2.2	液压缸推力 .....	60
6.2.3	转向机构 .....	60
6.2.4	转向桥桥体 .....	63
6.3	驱动系统 .....	65
6.3.1	离合器 .....	65
6.3.2	变矩器 .....	67
6.3.3	变速器 .....	67
6.3.4	联轴器 .....	67
6.3.5	驱动桥 .....	67
6.4	制动系统 .....	74
6.5	车轮 .....	75
7	电气设备 .....	75
7.1	基本要求 .....	75
7.2	电源和供电 .....	75
7.2.1	供电电源 .....	75
7.2.2	控制电源 .....	76
7.2.3	供电系统 .....	76
7.3	电气控制系统 .....	76
7.3.1	电气控制元件 .....	76
7.3.2	控制器 .....	76
7.3.3	控制系统设计 .....	76
7.4	电动机 .....	77
7.5	辅助电气设备 .....	78
7.5.1	仪表 .....	78

7.5.2	照明和信号装置 .....	78
7.6	通信 .....	78
7.7	电线电缆 .....	79
7.7.1	一般要求 .....	79
7.7.2	导线敷设 .....	79
8	液压 .....	79
8.1	基本要求 .....	79
8.2	液压系统回路 .....	79
8.2.1	一般要求 .....	79
8.2.2	液压泵回路 .....	79
8.2.3	负载回路 .....	80
8.2.4	卸荷回路 .....	80
8.2.5	调压回路 .....	80
8.2.6	限速回路 .....	80
8.3	液压系统类型 .....	80
8.3.1	开式液压系统与闭式液压系统 .....	80
8.3.2	单泵、双泵与多泵液压系统 .....	80
8.4	液压系统压力 .....	80
8.5	液压元件的设计与选型 .....	80
8.5.1	设计通则 .....	80
8.5.2	液压缸 .....	81
8.5.3	液压泵 .....	82
8.5.4	液压阀 .....	82
8.6	液压辅助元件 .....	83
8.6.1	管路 .....	83
8.6.2	液压油箱 .....	84
8.6.3	滤油器 .....	84
8.6.4	冷却器 .....	84
8.6.5	蓄能器 .....	84
9	安全 .....	84
9.1	基本要求 .....	84
9.2	动力系统 .....	84
9.3	传动系统 .....	85
9.4	转向系统 .....	85
9.5	制动系统 .....	85
9.6	液压系统 .....	85
9.7	电气系统 .....	85
9.8	控制装置 .....	86
9.9	工作装置 .....	86
9.10	安全防护装置 .....	86
9.11	安全尺寸 .....	86
附录 A (规范性)	本文件使用的符号和代号 .....	88

附录 B (规范性) 稳定性计算 ..... 106

- B.1 通则 ..... 106
- B.2 稳定性计算 ..... 107
  - B.2.1 平衡重式叉车 ..... 107
  - B.2.2 侧面式叉车 ..... 109
  - B.2.3 前移式叉车和插腿式叉车 ..... 112
  - B.2.4 托盘堆垛车 ..... 117
  - B.2.5 三向堆垛式叉车 ..... 124

附录 C (资料性) 液力变矩器特性 ..... 130

- C.1 液力变矩器构造 ..... 130
- C.2 液力变矩器特性 ..... 130
  - C.2.1 液力变矩器外特性 ..... 130
  - C.2.2 液力变矩器输入特性 ..... 131
- C.3 液力变矩器与发动机的匹配 ..... 131

参考文献 ..... 133

图 1 质心位置测量示意图 ..... 7

图 2 前驱四支点叉车和单电动机前驱三支点叉车转向示意图 ..... 8

图 3 双电动机前驱三支点叉车及后驱三支点叉车转向示意图 ..... 8

图 4 前驱四支点叉车和单电动机前驱三支点叉车  $b_{12}/2 \leq b_{13}$  时直角堆垛示意图 ..... 9

图 5 前驱四支点叉车与单电动机前驱三支点叉车  $b_{12}/2 > b_{13}$  且  $b_{12}/2 + b_{13} < r$  时直角堆垛示意图 ..... 10

图 6 双电动机前驱三支点叉车及后驱三支点叉车直角堆垛示意图 ..... 11

图 7 前移式叉车直角堆垛示意图 ..... 12

图 8 托盘堆垛车直角堆垛示意图 ..... 13

图 9 插腿式叉车直角堆垛示意图 ..... 13

图 10 门架受力示意图 ..... 31

图 11 门架总成截面示意图 ..... 38

图 12 翼缘局部弯曲应力分布 ..... 40

图 13 翼缘局部应力计算简图 ..... 41

图 14 货叉架受力简图 ..... 42

图 15 货叉架上横梁截面计算图 ..... 43

图 16 二级门架理论高度设计示意图 ..... 46

图 17 三级全自由门架理论高度设计示意图 ..... 48

图 18 货叉强度计算简图 ..... 50

图 19 货叉叉尖挠度计算简图 1 ..... 51

图 20 货叉叉尖挠度计算简图 2 ..... 52

图 21 货叉叉尖挠度计算简图 3 ..... 53

图 22	滚轮受力分析 .....	54
图 23	起升液压缸简易模型 .....	57
图 24	充气轮胎触地示意图 .....	58
图 25	实心轮胎触地示意图 .....	59
图 26	曲柄滑块式转向机构液压缸推力示意图 .....	60
图 27	内外轮偏转角之间关系示意图 .....	61
图 28	叉车曲柄滑块式转向机构示意图 .....	62
图 29	转向桥的受力简图 .....	63
图 30	驱动桥桥壳受力简图 .....	69
图 31	轴承安装简图 .....	72
图 32	以环境温度和海拔高度为函数变量的修正值 .....	78
图 B.1	稳定性计算原理示意图 .....	106
图 B.2	平衡重式叉车第一项稳定性工况 .....	107
图 B.3	平衡重式叉车第二项稳定性工况 .....	107
图 B.4	平衡重式叉车第三项稳定性工况 .....	108
图 B.5	平衡重式叉车第四项稳定性工况 .....	109
图 B.6	侧面式叉车第一项稳定性工况 .....	109
图 B.7	侧面式叉车第二项稳定性工况 .....	110
图 B.8	侧面式叉车第三项稳定性工况 .....	111
图 B.9	侧面式叉车第四项稳定性工况 .....	111
图 B.10	侧面式叉车第五项稳定性工况 .....	112
图 B.11	前移式叉车和插腿式叉车第一项稳定性工况 .....	112
图 B.12	前移式叉车和插腿式叉车第二项稳定性工况 .....	113
图 B.13	前移式叉车和插腿式叉车第三项稳定性工况 .....	114
图 B.14	前移式叉车和插腿式叉车第四项稳定性工况 .....	114
图 B.15	前移式叉车和插腿式叉车第五项稳定性工况 .....	115
图 B.16	前移式叉车和插腿式叉车第六项稳定性工况 .....	116
图 B.17	前移式叉车和插腿式叉车第七项稳定性工况 .....	116
图 B.18	前移式叉车和插腿式叉车第八项稳定性工况 .....	117
图 B.19	托盘堆垛车第一项稳定性工况 .....	118
图 B.20	托盘堆垛车第二项稳定性工况 .....	118
图 B.21	托盘堆垛车第三项稳定性工况 .....	119
图 B.22	托盘堆垛车第四项稳定性工况 .....	120
图 B.23	托盘堆垛车第五项稳定性工况 .....	121
图 B.24	托盘堆垛车第六项稳定性工况 .....	122
图 B.25	托盘堆垛车第七项稳定性工况 .....	123
图 B.26	托盘堆垛车第八项稳定性工况 .....	123

图 B.27 托盘堆垛车第九项稳定性工况 .....	124
图 B.28 三向堆垛式叉车第一项稳定性工况 .....	125
图 B.29 三向堆垛式叉车第二项稳定性工况 .....	125
图 B.30 三向堆垛式叉车第三项稳定性工况 .....	126
图 B.31 三向堆垛式叉车第四项稳定性工况 .....	127
图 B.32 三向堆垛式叉车第五项稳定性工况 .....	127
图 B.33 三向堆垛式叉车第六项稳定性工况 .....	128
图 B.34 三向堆垛式叉车第七项稳定性工况 .....	129
图 C.1 液力变矩器构造示意图 .....	130
图 C.2 液力变矩器的外特性曲线 .....	131
图 C.3 液力变矩器输入特性曲线 .....	131
图 C.4 液力变矩器匹配 .....	132
图 C.5 发动机匹配 .....	132
表 1 叉车滚动阻力系数 .....	4
表 2 载荷与载荷组合表 .....	5
表 3 附着系数 .....	24
表 4 焊缝连接的许用应力 .....	26
表 5 普通螺栓连接的许用应力 .....	27
表 6 抗滑移系数 $\mu$ 值 .....	28
表 7 单个高强度螺栓的预拉力 $P_g^a$ .....	28
表 8 强度安全系数 .....	28
表 9 销轴连接的许用应力 .....	30
表 10 与矩形截面高宽比有关的系数 .....	44
表 11 货叉强度安全系数 .....	51
表 12 向心轴承的动载荷系数 .....	55
表 13 链条破断安全系数 .....	56
表 14 叉车滑动摩擦系数 .....	59
表 15 许用比压 $p_0$ 和摩擦系数 $\mu$ .....	66
表 16 摩擦花键连接的摩擦阻力对压紧力影响的修正系数 .....	67
表 17 管路内允许流速 .....	83
表 18 钢管材料的许用应力安全系数 .....	84

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业车辆标准化技术委员会(SAC/TC 332)归口。

本文件起草单位：安徽合力股份有限公司、北京起重运输机械设计研究院有限公司、杭叉集团股份有限公司、宁波如意股份有限公司、太原科技大学、林德(中国)叉车有限公司、中联重科安徽工业车辆有限公司、诺力智能装备股份有限公司、浙江中力机械股份有限公司、科朗设备(苏州)有限公司、北京科正平工程技术检测研究院有限公司、丰田工业(昆山)有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、龙工(上海)叉车有限公司、柳州柳工叉车有限公司、浙江加力仓储设备股份有限公司、徐州徐工港口机械有限公司、浙江吉鑫祥叉车制造有限公司、河南嘉晨智能控制股份有限公司、安徽皖南新维电机有限公司、福建省威盛机械发展有限公司。

本文件主要起草人：毕胜、赵春晖、杨馨蕾、尚洪、张金侠、谢国生、傅敏、高有山、张冬林、曾优连、邵波涛、刘云华、余晓贤、王海清、王军、葛立银、石磊、陆时明、龚文、马乙、刘清榕、戴肖肖、侯博伦、徐佳敏、姚欣、潘晋、肖辉英。



# 叉车设计规范

## 1 范围

本文件确立了叉车总体、结构、机械、电气、液压和安全的设计原则,规定了设计、计算要求和方法。

本文件适用于 GB/T 6104.1 所定义的平衡重式叉车、前移式叉车、侧面式叉车、插腿式叉车、托盘堆垛车和三向堆垛式叉车,其他类型叉车参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 2982 工业车辆充气轮胎规格、尺寸、气压与负荷
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 4662 滚动轴承 额定静载荷
- GB/T 4942—2021 旋转电机整体结构的防护等级(IP 代码) 分级
- GB/T 5008.1 起动用铅酸蓄电池 第 1 部分:技术条件和试验方法
- GB/T 5143 工业车辆 护顶架 技术要求和试验方法
- GB/T 5182 叉车 货叉 技术要求和试验方法
- GB/T 5184 叉车 挂钩型货叉和货叉架 安装尺寸
- GB/T 6074 板式链、连接环和槽轮 尺寸、测量力和抗拉强度
- GB/T 6104.1 工业车辆 术语和分类 第 1 部分:工业车辆类型
- GB/T 7403.1 牵引用铅酸蓄电池 第 1 部分:技术条件
- GB/T 10823 充气轮胎轮辋实心轮胎规格、尺寸与负荷
- GB/T 10827.1 工业车辆 安全要求和验证 第 1 部分:自行式工业车辆(除无人驾驶车辆、伸缩臂式叉车和载运车)
- GB/T 10827.3 工业车辆 安全要求和验证 第 3 部分:对带有起升操作台的车辆和专门设计为带起升载荷运行的车辆的附加要求
- GB/T 14687 工业脚轮和车轮
- GB/T 16622 压配式实心轮胎规格、尺寸与负荷
- GB/T 17300 土方机械 通道装置
- GB/T 18849 机动工业车辆 制动器性能和零件强度
- GB/T 26560 机动工业车辆 安全标志和危险图示 通则
- GB/T 26948.1 工业车辆驾驶员约束系统技术要求及试验方法 第 1 部分:腰部安全带
- GB/T 26949.2 工业车辆 稳定性验证 第 2 部分:平衡重式叉车