

建筑工程安全生产 实用手册



中国建筑工业出版社

建筑工程安全生产实用手册

唐山市建筑工程施工安全监督站 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程安全生产实用手册/唐山市建筑工程施工安全监督
站编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

ISBN 978-7-112-09109-6

I. 建… II. 唐… III. 建筑工程-工程施工-安全生产-手
册 IV. TU714-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 017324 号

本书集建筑施工安全管理技术、安全管理资料于一身, 通过大量的图示、
图表和翔实的文字, 使本书图文并茂, 具有实用性、科学性和指导性。本书完
全按照新标准、新规范的要求编写, 以利于施工现场管理人员的学习及查阅。

本书对提高施工现场安全管理水平、人员素质; 突出施工现场安全检查要
点; 完善安全保证体系, 具有较强的指导意义。

* * *

责任编辑: 周世明

责任设计: 董建平

责任校对: 安 东 王雪竹

建筑工程安全生产实用手册

唐山市建筑工程施工安全监督站 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 24 字数: 596 千字

2007 年 3 月第一版 2007 年 3 月第一次印刷

印数: 1—6500 册 定价: 60.00 元

ISBN 978-7-112-09109-6

(15773)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《建筑工程安全生产实用手册》

编 委 会

主 任：芮国录 孙冬至

副 主 任：裴文久 董国成 毕学斌 苏春生 史景忠
戴冠军

顾 问：苏幼坡 闫福林 岳清明

主 编：任 民

副 主 编：吕家骥 王树东

编写人员：高怀生 张东辉 孙万同 刘庆余 张 欢
李志兴 程启国 曾庆军 李立新 郭占山
肖凤鸣 张聚涛 阚德才 陈建军 刘 新
燕金飞 芦 猛 李世忠

参编人员：王俊旭 曹全旺 郑乃夫 戴荣斌 王玉光
张树增 张友明 李宝安 于建军 马文广
常国栋 王东生 崔茂杰 翟继贤 周 波
潘铁柱 刘 岩 冉振山 赵景华 胡寿康
徐金强 于小玲

前 言

安全生产事关人民群众的生命财产安全，事关改革发展和社会稳定大局。搞好安全生产工作，是构建社会主义和谐社会、统筹经济社会全面发展的重要内容，是实施可持续发展战略的重要组成部分。我们党和政府历来对安全生产工作高度重视，不断采取重大举措加强安全生产工作，促使安全生产工作呈现相对平稳、趋于好转。但是，由于建筑业新技术、新工艺、新材料的应用，使建筑劳务整体素质不能满足安全生产的需要，一些建筑施工企业安全法制意识淡薄，重效益、轻安全、忽视安全生产教育培训工作，安全技术检查、整改不到位，施工现场事故隐患增多，伤亡事故仍有发生，给国家和人民造成了重大损失。

为贯彻国家安全生产工作的方针政策，提高施工现场文明施工水平，进一步落实安全生产责任制，结合施工现场实际情况，以重大危险源的控制为重点，经过编写组的不懈努力，组织专业人员编写了本书。

本书集安全管理技术、安全管理资料于一身，通过大量的图示、图表和翔实的文字，使本书图文并茂，具有实用性、科学性和指导性。书中完全按照新标准、新规范的要求编写，并采编了环境及职业安全健康保证计划、深基坑施工方案、脚手架施工方案三个附录，以利于现场管理人员的学习及查阅。本书对提高建筑业施工现场安全管理，提高施工企业人员素质，加强企业安全管理，突出施工现场安全检查要点，完善各方责任主体安全保证体系，具有较强的指导意义。

本书的出版发行，必将为建筑施工现场的安全管理增添活力，为全面提高建筑施工现场的安全生产、文明施工管理水平，为确保国家财产和人民生命安全作出积极的贡献。由于时间有限，书中错误与不足之处，敬请读者谅解与指正。

目 录

第一篇 安全管理技术

第一章 脚手架工程	2
第一节 施工方案	2
第二节 扣件式脚手架	3
第三节 附着式脚手架	20
第四节 门式钢管脚手架	26
第五节 吊篮脚手架	28
第六节 施工现场应急救援预案	30
第七节 施工现场检查要点	33
第八节 事故案例	37
第二章 模板工程	39
第一节 施工方案	39
第二节 模板支架计算	39
第三节 支撑系统的构造要求	41
第四节 模板安装	41
第五节 模板拆除与存放	42
第六节 施工现场应急救援预案	43
第七节 施工现场检查要点	45
第八节 事故案例	46
第三章 高处作业	48
第一节 施工方案	48
第二节 安全技术	49
第三节 高处作业安全技术交底	53
第四节 施工现场应急救援预案	57
第五节 施工现场检查要点	60
第六节 事故案例	61
第四章 施工用电	63
第一节 施工组织设计	63
第二节 安全技术	67

第三节 施工现场临时用电技术交底	78
第四节 施工现场应急救援预案	79
第五节 施工现场检查要点	83
第六节 事故案例	87
第五章 土石方工程	89
第一节 施工方案	89
第二节 安全技术	89
第三节 施工现场应急救援预案	100
第四节 施工现场检查要点	103
第五节 事故案例	104
第六章 起重吊装	106
第一节 施工方案	106
第二节 安全技术	106
第三节 起重吊装作业安全技术交底	126
第四节 施工现场应急救援预案	127
第五节 施工现场检查要点	130
第六节 事故案例	134
第七章 塔式起重机	137
第一节 施工方案	137
第二节 安全技术	140
第三节 施工现场应急救援预案	145
第四节 施工现场检查要点	148
第五节 事故案例	151
第八章 施工升降机	153
第一节 施工方案	153
第二节 安全技术	154
第三节 施工现场应急救援预案	157
第四节 施工现场检查要点	160
第五节 事故案例	163
第九章 施工机具	165
第一节 常用施工机具	165
第二节 一般规定	165
第三节 安全技术	166
第四节 施工现场应急救援预案	174
第五节 施工现场检查要点	177

第六节 事故案例	181
第十章 物料提升机	183
第一节 施工方案	183
第二节 安全技术	184
第三节 安全生产事故应急预案	191
第四节 现场施工检查要点	194
第五节 事故案例	196
第十一章 文明施工	199
第一节 施工方案	199
第二节 安全技术	199
第三节 施工现场保卫工作	201
第四节 施工现场消防工作	202
第五节 施工现场环境卫生	205
第六节 施工现场环境保护	206
第七节 施工现场检查要点	207
第十二章 环境、职业安全健康保证计划	213

第二篇 安全管理资料

第一章 必备资料	216
第一节 安全生产许可证及安全管理人员配置	216
第二节 建筑施工企业安全管理制度	217
第三节 各工种安全技术操作规程	221
第四节 意外伤害保险办理	221
第五节 特种作业人员	222
第六节 重大危险源清单	222
第七节 事故应急救援预案	222
第二章 安全管理	224
第一节 安全保证体系	224
第二节 项目安全人员岗位责任制	224
第三节 工程施工组织设计	225
第四节 企业与项目部之间的经济合同	225
第五节 安全目标管理	226
第六节 安全教育与培训	227
第七节 安全检查	232
第八节 工伤事故登记	235

第九节 遵章守纪违章处理	237
第十节 动火审批	238
第三章 脚手架工程	240
第一节 脚手架施工方案	240
第二节 常用脚手架的必备资料	241
第三节 脚手架搭设安全技术交底	242
第四节 脚手架的验收和检查	247
第五节 脚手架的拆除方案	261
第六节 脚手架拆除的安全技术交底	261
第四章 模板工程	265
第一节 模板工程施工方案	265
第二节 模板安装安全技术交底	266
第三节 模板工程验收	268
第四节 模板拆除申请及批准手续	269
第五节 模板拆除安全技术交底	271
第五章 高处作业	272
第一节 施工现场安全防护方案	272
第二节 施工现场安全防护技术交底	273
第三节 施工现场安全防护设施验收	274
第四节 施工现场安全防护用品验收	275
第六章 施工用电	278
第一节 施工组织设计	278
第二节 安全技术交底	280
第三节 施工临时用电验收	282
第四节 接地电阻测试记录	284
第五节 漏电保护器检测记录	285
第六节 电工日常检查维修记录	286
第七章 土石方工程	287
第一节 基础设施支护方案	287
第二节 基坑工程安全技术交底	289
第三节 基坑支护变形检测	291
第四节 基坑支护验收	292
第八章 起重吊装	294
第一节 起重吊装作业方案	294

第二节 起重吊装安全技术交底	295
第九章 塔式起重机	298
第一节 塔式起重机安装方案	298
第二节 塔式起重机安装安全技术交底	299
第三节 基础混凝土试验报告	300
第四节 塔式起重机安装验收	300
第五节 办理有关使用备案手续	304
第六节 塔式起重机拆除方案	307
第七节 塔式起重机拆除安全技术交底	308
第十章 施工升降机	309
第一节 施工升降机安装方案	309
第二节 安装安全技术交底	309
第三节 安装验收	311
第四节 施工升降机拆除方案	313
第五节 施工升降机拆除安全技术交底	313
第十一章 施工机具	315
第一节 施工机具安全技术交底	315
第二节 施工机具安装验收	324
第三节 维修保养记录	332
第十二章 物料提升机	333
第一节 安装施工方案	333
第二节 安装安全技术交底	334
第三节 物料提升机安装验收	335
第四节 日常检查检测记录	339
第五节 物料提升机拆除方案	339
第六节 物料提升机拆除安全技术交底	340
附录一 环境、职业安全健康保证计划（示例）	341
附录二 天津某气象电算楼基坑开挖与降水工程方案设计	354
附录三 ×××工程脚手架施工方案	361

第一篇

安全管理技术

随着社会生产力水平的不断提高,建筑工程逐步向高、大、深、新的方向发展,建筑施工机械化程度越来越高,建筑施工安全管理更加重要。由于建筑施工复杂多变,人员流动分散、工期变换规则性差,加之我国安全生产基础薄弱,保障体系和机制不健全;部分地方和生产经营单位安全意识不强,责任不落实,安全投入不足,安全管理人员技术水平有限等原因,安全生产事故多发的状况尚未根本扭转,安全生产形势依然严峻。建筑施工安全技术作为指导企业一线施工安全的重要理论依据,能从根本上提高建筑业从业人员的技术水平,为实现建筑施工安全管理的规范化、标准化夯实了基础。

本篇共分为十二章,从安全技术角度,阐述了建筑工程各分项工程(脚手架工程、模板工程、高处作业、施工用电、土石方工程、起重吊装工程、塔式起重机、施工升降机、施工机具、物料提升机、文明施工)从方案的编写到过程控制应注意的要点和难点,具有很强的针对性、实用性和操作性,有利于施工现场安全管理过程中查阅及参考。

第一章 脚手架工程

脚手架是建筑工程施工中必不可少的临时设施。脚手架随着工程进度搭设，工程完毕后拆除，它对建筑施工速度、工作效率、工程质量以及工人的人身安全有着直接的影响，如果脚手架搭设不及时，势必会拖延工程进度；脚手架搭设不符合施工要求，工人操作就不方便，质量得不到保障，工效也不能提高；脚手架搭设不牢固、不稳定就容易造成施工中的伤亡事故。因此，对脚手架的选型、构造、搭设绝不可疏忽大意。本章系统地阐述了脚手架的分类、构造要求、构配件要求及脚手架选型计算等，有利于施工现场管理人员学习、查阅。

第一节 施工方案

1. 编制依据

- 1.1 单位工程施工组织设计；
- 1.2 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001)；
- 1.3 《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80—91)；
- 1.4 《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 128—2000)；
- 1.5 《建筑施工安全检查标准》(JGJ 59—99)；
- 1.6 《建筑施工附着式升降脚手架管理暂行规定》；
- 1.7 其他法律、法规、规定。

2. 工程概况

主要指对工程高度、结构形式和特点、施工工艺特点、脚手架选型、脚手架地基等有关情况的描述。

3. 脚手架工程施工方案内容

脚手架施工方案主要包括以下内容：

- 3.1 脚手架具体形式选择：根据工程特点，选择合适的脚手架形式。
- 3.2 设计计算书：
 - 3.2.1 纵向、横向水平杆等受弯构件的强度和连接扣件的抗滑承载力计算；
 - 3.2.2 立杆的稳定性计算；
 - 3.2.3 连墙件的强度、稳定性和连接强度的计算；
 - 3.2.4 立杆地基承载力计算。
- 3.3 基础处理方案：高大脚手架或地基较弱脚手架地基处理、基础做法。
- 3.4 搭设要求：包括杆件间距、连墙杆、连接方法、施工设备。
- 3.5 脚手架使用和日常维护。
- 3.6 冬雨期施工措施。

3.7 脚手架的拆除。

第二节 扣件式脚手架

1. 定义及分类

扣件式脚手架是使用扣件紧固连接的脚手架。

1.1 杆件名称

立杆、外立杆、内立杆、角杆、双管立杆、主立杆、副立杆、水平杆、纵向水平杆、横向水平杆、扫地杆、纵向扫地杆、横向扫地杆、连墙件、刚性连墙件、柔性连墙件、横向斜撑、抛撑、剪刀撑。

1.1.1 立杆：脚手架中垂直于水平面的竖向杆件。

1.1.2 外立杆：双排脚手架中离开墙体一侧的立杆，或单排架立杆。

1.1.3 内立杆：双排脚手架中贴近墙体一侧的立杆。

1.1.4 角杆：位于脚手架转角处的立杆。

1.1.5 双管立杆：两根并列紧靠的立杆。

1.1.6 主立杆：双管立杆中直接承受顶部荷载的立杆。

1.1.7 副立杆：双管立杆中分担主立杆荷载的立杆。

1.1.8 水平杆：脚手架中的水平杆件。

1.1.9 纵向水平杆：又称大横杆，沿脚手架纵向设置的水平杆。

1.1.10 横向水平杆：又称小横杆，沿脚手架横向设置的水平杆。

1.1.11 扫地杆：贴近地面，连接立杆根部的水平杆。

1.1.12 横向扫地杆：沿脚手架横向设置的扫地杆。

1.1.13 纵向扫地杆：沿脚手架纵向设置的扫地杆。

1.1.14 连墙件：连接脚手架与建筑物的构件。

1.1.15 刚性连墙件：采用钢管、扣件或预埋件组成的连墙件。

1.1.16 柔性连墙件：采用钢筋作拉筋构成的连墙件。

1.1.17 横向斜撑：与双排脚手架内、外立杆或水平杆斜交，呈之字形的斜杆。

1.1.18 抛撑：与脚手架外侧面斜交的杆件。

1.1.19 剪刀撑：在脚手架外侧面成对设置的交叉斜杆。

1.2 构配件

1.2.1 钢管

1.2.1.1 选用的钢管应有准确的外径与强度，以满足脚手架使用、搭设及稳定性要求。选用的管材要经济、合理，经对有缝钢管进行试验与计算结果表明：用于脚手架的钢管强度，主要取决于钢管的材质及截面特征，而与有缝无缝无关。因此，脚手架的钢管应尽量选用有缝管或焊接管，采用高强度钢材并不能充分发挥其强度性能。

1.2.1.2 根据我国钢管的规格和供应情况，以及各地的实践经验，用于脚手架的钢管主要采用外径 48mm，壁厚 3.5mm 的焊接钢管；少数使用外径 51mm、壁厚 3~4mm 的热轧钢管，此种规格的钢管应逐步淘汰，使规格统一。

1.2.1.3 为便于操作和运输，应对钢管的长度及重量有所限制，规定每根钢管重应

不超过 25kg, 同时规定每根钢管最大长度应不超过 6.5m。

1.2.1.4 为加强管理, 规定钢管必须涂有防锈漆, 并规定, 外径壁厚允许最大偏差为 -0.5mm , 长管弯曲应不大于 20mm , 短管弯曲不大于 10mm 。

1.2.2 扣件

1.2.2.1 扣件形式, 目前使用的扣件形式基本有以下四种:

直角扣件: 用于连接两根相互垂直交叉的钢管;

回转扣件: 用于连接两根呈任意角度交叉的钢管;

对接扣件: 用于将两根钢管对接接长的扣件;

防滑扣件: 根据抗滑要求增设的非连接用途的扣件。

1.2.2.2 扣件材质: 目前我国有可锻铸造扣件与钢板压制扣件两种, 可锻铸造扣件已有产品标准和专业检测单位, 质量易于保证, 因此应采用可锻铸造扣件。对钢板冲压扣件目前尚无国家标准, 难以检查验收, 且钢板受力后易产生变形, 重复使用次数少, 故不推荐采用钢板冲压扣件。

1.2.2.3 扣件螺栓拧紧程度: 扣件螺栓的拧紧程度, 对脚手架的承载能力、稳定性和安全度等有着很大的影响。脚手架上的施工荷载是通过扣件向各杆件传递的, 因此要求扣件必须有抗旋转能力和抗滑能力。

试验和使用的结果表明, 当扣件螺栓拧紧扭力矩为 $40\sim 50\text{N}\cdot\text{m}$ 时, 扣件本身所具有的抗滑、抗旋转和抗拔能力均能满足使用, 并具有一定的安全储备。但应注意, 可锻铸铁属脆性材料, 破坏时会突然断裂。因此, 在使用时螺栓不要拧的太紧, 扭矩一般控制在 $40\sim 50\text{N}\cdot\text{m}$, 最大不超过 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 。

1.2.3 脚手板

1.2.3.1 冲压脚手板: 冲压脚手板一般采用厚度不小于 2mm 的钢板压制而成, 常用的规格为长 3m 、 3.6m , 宽 $200\sim 250\text{mm}$, 厚 50mm , 重量不大于 30kg 。脚手板的一端是连接卡口, 另一端是承接口, 铺设时板与板连接。为增加板面防滑性能, 常在板面冲有直径为 25mm 的圆孔, 孔边沿凸起。钢脚手板应涂防锈漆, 不得有裂纹、开焊与硬弯, 板面挠曲不大于 12mm 。

1.2.3.2 木脚手板: 板厚不应小于 50mm , 宽度不小于 200mm ; 不能采用桦木等脆性木材, 应用松木或杉木板, 板端用直径 4mm 的镀锌钢丝绑扎两道。不得使用腐朽或有裂纹的脚手板。

1.2.3.3 竹脚手板: 南方地区常用的为竹笆板, 北方使用的竹脚手板为竹串片板。竹串片板是采用螺栓穿过并列竹片拧紧而成, 螺栓直径为 $8\sim 10\text{mm}$, 间距 $500\sim 600\text{mm}$, 螺栓孔径不大于 10mm 。竹片并列脚手板长度为 $2\sim 3\text{m}$, 宽 $250\sim 300\text{mm}$, 板厚不小于 50mm 。另一种竹片板, 为防止脚手板发生松散及侧弯变形, 制作时在板的两侧采用 $50\text{mm}\times 50\text{mm}$ 的方木进行加固。

2. 设计计算

2.1 荷载

作用在脚手架上的荷载有两种, 一种是静荷载, 一种是动荷载。

2.1.1 静荷载

静荷载是指长期作用在脚手架上的不变荷载。如钢管、扣件、脚手板、安全网等构配

件的自重, 为设计计算方便可分为两部分计算。

2.1.1.1 脚手架结构自重。“结构”指组成脚手架的主要杆件, 包括立杆、大横杆、小横杆、剪刀撑、横向斜撑、扣件等材料的自重。

2.1.1.2 构、配件自重。这部分材料在整个脚手架中的数量, 随着作业条件的不同设计要求也不同。包括脚手板、防护栏挡脚板、安全网等材料的自重。

2.1.2 活荷载

活荷载是指作用在脚手架上可以变化的荷载。如施工荷载、风荷载等, 应根据脚手架的类型分别计算。

2.1.2.1 施工荷载。包括脚手板上的堆放材料、运输小车、作业人员及器具等荷载。

施工荷载以作业层脚手板的面积为基准按均布荷载计算 (kN/m^2), 脚手架使用的目的不同, 施工荷载也不同。用于结构用的脚手架其施工荷载按 3kN/m^2 计算; 用于装修的脚手架考虑堆放材料少不允许有车辆运行, 其施工荷载按 2kN/m^2 计算。

2.1.2.2 风荷载。风荷载按水平荷载计算, 是均布作用在脚手架立面上的荷载 (kN/m^2)。风荷载的大小与不同地区的基本风压 (ω_0)、风压高度变化系数 (μ_z)、封挂何种安全网以及施工建筑的形式有关 (μ_s), 风荷载的计算公式为

$$\omega_k = 0.7\mu_z \cdot \mu_s \cdot \omega_0$$

2.1.3 荷载效应组合

设计脚手架时, 应根据整个使用过程中 (包括工作状态及非工作状态) 可能产生的各种荷载, 按最不利的荷载组合进行计算, 将荷载效应叠加后脚手架应满足其稳定性要求。

2.1.3.1 脚手架的立杆稳定计算时的荷载效应组合, 应分别按下列两种情况计算:

- (1) 永久荷载+施工荷载;
- (2) 永久荷载+0.85 (施工荷载+风荷载)。

其中 0.85 为荷载组合系数, 是考虑脚手架在既有施工荷载, 又有风荷载的情况下, 不会出现最大值, 所以在取二者最大值后, 乘以 0.85 系数进行折减。

2.1.3.2 脚手架的纵横向水平杆强度与变形荷载效应组合为:

永久荷载+施工荷载。

2.1.3.3 当计算脚手架的连墙件时的荷载效应组合, 应按下列情况计算:

- (1) 单排架: 风荷载+3kN;
- (2) 双排架: 风荷载+5kN。

在计算连墙杆的承载能力时, 除去考虑各连墙杆负责面积内能承受的风荷载外, 还应再加上由于风荷载的影响, 使脚手架侧移变形产生的水平力对连墙杆的作用。按每一连墙点计算, 对于单排脚手架取 3kN, 对于双排脚手架取 5kN 的水平力, 并与风荷载叠加。

2.1.4 荷载的传递

2.1.4.1 对于采用脚手板的脚手架, 其荷载的传递方式为:脚手板——小横杆——大横杆——立杆——基础。

2.1.4.2 对于采用竹笆片的脚手架, 其荷载的传递方式为:竹笆片——大横杆——小横杆——立杆——基础。

2.2 设计与计算

2.2.1 设计与计算方法

2.2.1.1 强度与稳定:

(1) 杆件的强度:

拉、压杆的强度计算公式:

$$\sigma = N/A \leq [\sigma]$$

式中 σ ——工作应力;

N ——轴向力;

A ——杆件截面面积;

$[\sigma]$ ——材料允许应力。

(2) 压杆的稳定:

压杆的稳定计算公式:

$$\sigma = N/A \leq \phi[\sigma], \text{ 或 } \sigma = N/\phi A \leq [\sigma]$$

式中 ϕ ——压杆的稳定系数。

(3) 稳定系数 ϕ :

稳定系数 ϕ 也称折减系数, 它是一个随 λ (长细比) 改变而改变的小于 1 的系数, 可以通过查表求得。

“ λ ”称为压杆的柔度或长细比, 它的数值随杆件两端的支承情况 (计算长度系数 μ)、杆件的长度及截面的尺寸和形状 (截面回转半径 i) 等因素而变化。 λ 的数值越大, 表示压杆长细比越大、承载能力就越小, 压杆就越容易变形失稳。临界荷载与压杆长度的平方成反比, λ 是压杆稳定计算中的一个十分重要的几何参数。

λ 的计算公式:

$$\lambda = \mu l / i$$

式中 λ ——长细比;

l ——杆件的长度;

i ——单杆截面回转半径。

2.2.1.2 近似分析: 分析脚手架的受力情况, 可以视双排脚手架为一个空间框架结构, 立杆就是框架柱, 水平杆就是梁, 荷载通过节点 (扣件) 传递到梁、柱, 最后到基础, 唯一不同的是这个框架结构节点的“梁”和“柱”都不在一个平面上, 因为它们是通过扣件连接的, 所以节点各杆件的轴线不能正交于一点。

扣件连接不但使立杆形成偏心受压, 同时由于扣件连接并不属于刚性连接, 受力后杆件的夹角会产生变化, 所以不同于框架的刚性节点。但是由于设置了剪刀撑、横向斜撑和连墙杆, 从而限制了脚手架各个方向的位移, 因此, 可以近似地按无位移多层框架进行力学分析。

2.2.1.3 简化计算: 从脚手架试验看, 脚手架的破坏并不是由于杆件的强度不足, 而主要是脚手架失稳造成。脚手架的失稳形式有两种可能, 一种是整体失稳, 一种是局部失稳。

整体失稳破坏, 主要发生在横向即垂直于墙面方向, 立杆的变形弯曲状况, 与步距及连墙杆间的垂直距离有关 (整体失稳是脚手架的主要破坏形式)。

局部失稳破坏, 主要发生在杆件间距、步距、连墙杆垂直距离较大处, 由于间距的不均匀, 造成局部荷载高于整体荷载 (一般情况局部稳定大于整体稳定)。

同时可以看出,脚手架立杆受压失稳是脚手架的主要危险。

为简化脚手架的计算,通过试验和计算提出:将脚手架段视为一根轴心受压杆件。通过实架试验得到临界荷载,反求这一理想压杆的稳定系数。因此,虽然在计算表达式上是对单根立杆的稳定计算,但实质上是对脚手架结构的整体稳定计算,因为通过整架求得的计算系数已把脚手架结构的整体对立杆的约束作用考虑在内。

2.2.1.4 概率极限状态设计法:

(1) 什么是极限状态。极限状态就是当结构的整体或某一部分,超过了设计规定的要求时的状态。

这种方法的优点是,可以使得所设计的结构中各类构件,具有大致相同的可靠度,因而可能在宏观上做到合理的利用材料(否则,结构的某一处先达到破坏,其他处强度再大也无意义,因为整个结构已不能使用)。

所谓承载能力的极限状态,即结构或杆件发挥了允许的最大承载能力的状态。或虽然没有达到最大承载能力,但由于过大的变形已不具备使用条件,也属于极限状态。

(2) 什么是概率计算法。这里讲概率计算,就是以结构的失效概率来确定结构的可靠程度。

过去容许应力法采用了一个安全系数 K 来确定结构的可靠程度,所以简称为单一系数法;现在极限状态法采用了多个分项系数来确定结构的可靠度,所以也称多系数法。它把结构计算划分得更细、更合理,分别不同情况下选择不同的分项系数,这些分项系数是由统计概率方法进行确定的,它来自工程实践,所以具有实际意义。诸多的分项系数从不同方面对结构的计算进行修改后,使其材料性能得以充分发挥和结构更安全可靠。

· 这些分项系数都是结构在规定的时间内和规定的条件下,完成预定功能的概率(可靠度),所以这个计算方法的全称应该是“以概率理论为基础的极限状态设计法”。

(3) 在脚手架的计算中如何采用分项系数。

在脚手架的计算中采用的分项系数如:

结构重要性系数 $\gamma_0 = 0.9$ 。工程结构按重要性划分为三个等级,一级 $\gamma_0 = 1.1$,二级 $\gamma_0 = 1.0$,三级 $\gamma_0 = 0.9$ 。一级是最重要的结构,像公建、礼堂等建筑,一旦破坏损失会特别严重,所以乘以 1.1 系数再加大设计荷载;而脚手架属临时性结构,又不像公建、礼堂那样重要,故 γ_0 选 0.9 较为合理。一方面可确保其安全性能,另一方面又做到尽量发挥材料作用。

荷载的分项系数中,永久荷载分项系数 $\gamma_G = 1.2$,可变荷载(包括施工荷载及风荷载)分项系数 $\gamma_Q = 1.4$ 。

但是由于脚手架的设计计算和研究工作立项实践短,缺乏系统的积累和统计资料,尚不具备独立进行概率分析的条件和本身的分项系数,而借用工程结构的分项系数。又考虑到脚手架的使用条件处于露天以及材料的重复使用,并不同于正式工程结构,故在采用了工程结构的分项系数之后,还要对脚手架的结构抗力进行调整。因此,目前脚手架采用的设计方法,实质上是属于半概率、半经验的计算方法。

(4) 荷载的标准值与设计值:

1) 荷载的标准值,就是指在结构正常状况下可能出现的最大作用值。当按正常使用极限状态验算受弯杆件的变形时,取荷载的标准值。