ICS 77.180

**中国钢铁工业协会** 发布

2023-××-××实施

2023-××-××发布

冶金机械设备安装工程施工及验收规范

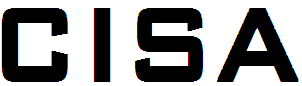
通用规定

General regulations for construction and acceptance specifications of metallurgical machinery and equipment installation engineering

（征求意见稿）

T/CISAXXXX—XXXX

**团 体 标 准**

CCS H 90；P93

**前 言**

本标准是根据《中国钢铁工业协会关于下达2020年第五批团体标准制修订计划的通知》（钢协[2020]112号）文件要求，由上海宝冶集团有限公司会同有关单位共同编制完成。

在编制过程中，编制组对近年来冶金机械安装行业的现状进行广泛调研，认真总结近年来冶金机械安装的实践经验，参考相关国家、地方、行业标准，结合安装行业发展，在广泛征求意见的基础上，对具体内容反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本标准共分12章和13个附录，主要内容包括总则，术语，基本规定，设备基础检查，基准线和基准点，设备就位、找平找正和标高测定，地脚螺栓、垫板和二次灌浆，清洗和装配，齿轮箱，水泵，承压设备的强度试验和严密性试验，试运转及工程验收。

1. 本标准由中国钢铁工业协会提出，由冶金机电标准化技术委员会归口，由上海宝冶集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至上海宝冶集团有限公司（地址：上海市宝山区庆安路77号；邮编：200941）。
2. 本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：
3. 本标准主编单位：上海宝冶集团有限公司

参编单位：

1. 主要起草人：
2. 主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc141947006)

[2 术语 2](#_Toc141947007)

[3 基本规定 3](#_Toc141947008)

[4 设备基础检查 4](#_Toc141947009)

[5 基准线和基准点 6](#_Toc141947010)

[6 设备就位、找平找正和标高测定 7](#_Toc141947011)

[7 地脚螺栓、垫板和灌浆 9](#_Toc141947012)

[7.1 预留地脚螺栓的安设 9](#_Toc141947013)

[7.2 带锚板活动地脚螺栓的安设 9](#_Toc141947014)

[7.3 胀锚地脚螺栓的安设 9](#_Toc141947015)

[7.4 设备基础浇灌预埋地脚螺栓的安设 10](#_Toc141947016)

[7.5 地脚螺栓的紧固 10](#_Toc141947017)

[7.6 垫板 12](#_Toc141947018)

[7.7 灌浆 14](#_Toc141947019)

[8 清洗和装配 16](#_Toc141947020)

[8.1 一般规定 16](#_Toc141947021)

[8.2 螺纹连接件、键、定位销装配 17](#_Toc141947022)

[8.3 滑动轴承装配 19](#_Toc141947023)

[8.4 滚动轴承装配 21](#_Toc141947024)

[8.5 关节轴承装配 25](#_Toc141947025)

[8.6 齿轮传动装配 25](#_Toc141947026)

[8.7 联轴器装配 28](#_Toc141947027)

[8.8 皮带传动、链传动装配 36](#_Toc141947028)

[8.9 密封件装配 37](#_Toc141947029)

[8.10 热装配、冷装配和压装配 39](#_Toc141947030)

[9 齿轮箱 41](#_Toc141947031)

[9.1 一般规定 41](#_Toc141947032)

[9.2 齿轮箱安装 41](#_Toc141947033)

[10 水泵 42](#_Toc141947034)

[10.1 一般规定 42](#_Toc141947035)

[10.2 泵体安装 42](#_Toc141947036)

[11 承压设备的强度试验和严密性试验 44](#_Toc141947037)

[12 试运转及工程验收 47](#_Toc141947038)

[12.1 试运转一般规定 47](#_Toc141947039)

[12.2 齿轮箱试运转 48](#_Toc141947040)

[12.3 泵试运转 49](#_Toc141947041)

[12.4 工程验收 50](#_Toc141947042)

[附录A 常用测量和检查方法 52](#_Toc141947043)

[附录B 地脚螺栓紧固工具 55](#_Toc141947044)

[附录C 螺栓紧固力测定方法 56](#_Toc141947045)

[附录D 地脚螺栓紧固力 57](#_Toc141947046)

[附录E 斜垫板和平垫板 58](#_Toc141947047)

[附录F 座浆法放置垫板操作规程 59](#_Toc141947048)

[附录G 常用碱性清洗液 61](#_Toc141947049)

[附录H 常用除锈方法和质量要求 62](#_Toc141947050)

[附录I 脱脂 64](#_Toc141947051)

[附录J 常用材料的弹性模量和线膨胀系数 65](#_Toc141947052)

[附录K 联轴器装配两轴心径向位移和两轴线倾斜的测量方法 66](#_Toc141947053)

[附录L 有过盈的配合件的装配方法 68](#_Toc141947054)

[本标准要求严格程度用词的说明 69](#_Toc141947055)

[引用标准名录 70](#_Toc141947056)

[条文说明 71](#_Toc141947057)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc135983058)

[2 Terms 2](#_Toc135983059)

[3 Basic requirements 3](#_Toc135983060)

[4 Equipment foundation inspection 4](#_Toc135983061)

[5 Baseline and Datum Point 6](#_Toc135983062)

[6 Equipment positioning, leveling and alignment, and elevation measurement 7](#_Toc135983063)

[7 Anchor bolts, base plates, and grouting 9](#_Toc135983064)

[7.1 Installation of reserved anchor bolts 9](#_Toc135983065)

[7.2 Installation of movable anchor bolts with anchor plates 9](#_Toc135983066)

[7.3 Installation of expansion anchor bolts 9](#_Toc135983067)

[7.4 Installation of embedded anchor bolts for equipment foundation pouring 10](#_Toc135983068)

[7.5 Tightening of foundation bolts 10](#_Toc135983069)

[7.6 Base plate 12](#_Toc135983070)

[7.7 Grout 14](#_Toc135983071)

[8 Cleaning and assembly 16](#_Toc135983072)

[8.1 General requirements 16](#_Toc135983073)

[8.2 Assembly of threaded connectors,keys,and locating pins 17](#_Toc135983074)

[8.3 Assembly of sliding bearing 19](#_Toc135983075)

[8.4 Assembly of rolling bearing 21](#_Toc135983076)

[8.5 Assembly of joint bearing 25](#_Toc135983077)

[8.6 Assembly of gear transmission 25](#_Toc135983078)

[8.7 Assembly of coupling 28](#_Toc135983079)

[8.8 Assembly of belt drive and chain drive 37](#_Toc135983080)

[8.9 Assembly of seals 38](#_Toc135983081)

[8.10 Heating assembly,cooling assembly and pressurized assembly 40](#_Toc135983082)

[9 Gear case 42](#_Toc135983083)

[9.1 General requirements 42](#_Toc135983084)

[9.2 Installation of gear case 42](#_Toc135983085)

[10 Water pump 43](#_Toc135983086)

[10.1 General requirements 43](#_Toc135983087)

[10.2 Installation of water pump 43](#_Toc135983088)

[11 Strength and tightnes testing of pressure equipment 45](#_Toc135983089)

[12 Test running and engineering acceptance 48](#_Toc135983090)

[12.1 General requirements for test running 48](#_Toc135983091)

[12.2 Test running of gearbox 49](#_Toc135983092)

[12.3 Test running of water pump 50](#_Toc135983093)

[12.4 Engineering acceptance 51](#_Toc135983094)

[Appendix A Common measurement and inspection methods 53](#_Toc135983095)

[Appendix B Anchor bolt tightening tool 56](#_Toc135983096)

[Appendix C Method for determining the tightening force of bolts 57](#_Toc135983097)

[Appendix D Tightening force of foundation bolts 58](#_Toc135983098)

[Appendix E Inclined pad and flat pad 59](#_Toc135983099)

[Appendix F Operating procedures for placing base plates using the slurry method 61](#_Toc135983100)

[Appendix G Commonly used alkaline cleaning solution 62](#_Toc135983101)

[Appendix H Common rust removal methods and quality requirements 62](#_Toc135983102)

[Appendix I Degrease 64](#_Toc135983103)

[Appendix J Elastic modulus and linear expansion coefficient of commonly used matierial 65](#_Toc135983104)

[Appendix K Measurement method for radial displacement and inclination of two axes duiring coupling assembly 6](#_Toc135983105)6

[Appendix L Assembly method of fitting parts with interference 68](#_Toc135983106)

[Appendix M Explanation of the strictness required by this standard in terms of wording 6](#_Toc135983107)9

[List of quoted standards 7](#_Toc135983102)0

[Addition：Explanation of provisions 7](#_Toc135983102)1

## 1 总则

1.0.1 为了提高冶金机械设备安装工程的施工水平，促进技术进步，确保工程质量和安全，提高经济效益，制定本规定。

1.0.2 本规定适用于选矿、烧结、焦化、炼铁、炼钢、轧钢等各专业的冶金机械设备安装施工及验收的通用性部分。

1.0.3 冶金机械设备安装及验收的专业技术条件，尚应符合上述各专业冶金设备安装施工及验收规范的规定。

1.0.4 对安装工程有特殊要求的冶金机械设备，其安装工程施工及验收的技术条件应符合设备技术文件的规定。

1.0.5 对安装工程涉及危险性较大的分部分项工程应符合住建部发布的《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(住建部令第37号)和住建部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知(建办质(2018) 31号)的要求。

## 2 术语

2.0.1 冶金机械设备安装工程 metallurgical machinery equipment installation engineering

为新建、改建及扩建冶金建设项目中的设备所进行的施工技术工作及完成的工程实体。

2.0.2 冶金机械设备安装工程质量 quality of metallurgical machinery equipment installation engineering

冶金机械设备安装工程固有的特性、安全和使用功能满足相关标准规定、合同约定和隐含要求的程度。

2.0.3 通用性部分 general part

冶金机械设备安装工程各专业施工过程中涉及的普遍性和共性的部分。

2.0.4 特殊要求 special requirements

设备技术文件有关规定而本标准未规定或设备技术文件的规定与本标准规定不一致的技术条件。

2.0.5 设备技术文件 equipment technical documents

设备的说明书、制造图（包括零件图和装配图）和技术要求。

2.0.6 危险性较大的分部分项工程 major risk subproject

在施工过程中，容易导致人员群死群伤或者造成重大经济损失的分部分项工程。

2.0.7 验收 quality acceptance

在施工单位自行质量检验评定的基础上，参与工程项目建设的有关单位共同对工程施工质量进行抽样复验，对质量合格与否作出书面确认。

## 3 基本规定

3.0.1 施工现场应有健全的质量管理体系。

3.0.2 冶金机械设备安装工程施工质量应符合设计文件的要求。

3.0.3 施工质量管理应有相应的施工技术标准规范。

3.0.4 冶金机械设备安装工程施工质量的检验应符合下列规定：

1 冶金机械设备安装工程采用的设备材料和半成品，应按各专业施工质量验收规范的规定进行检验；

2 各专业工程应根据相应的施工规范对施工过程进行质量控制,并按工序进行质量检验；

3 相关专业之间应进行施工工序交接检验；

4 各专业工程应根据相应的施工规范进行最终检验和试验。

3.0.5 冶金机械设备安装工程施工质量的验收应在施工单位自行检验的基础上进行。

3.0.6 隐蔽工程应在隐蔽前由施工单位通知有关单位进行验收。

3.0.7 施工质量的检验方法、检验数量、检验结果记录应符合各专业工程施工质量验收规范的规定。

## 4 设备基础检查

4.0.1 设备基础应有确认基础已具备安装条件的交接验收资料。

4.0.2 设备基础验收时，应依据土建基础施工图和设备安装图，对照基础施工交接资料进行复查验收，基础的尺寸允许偏差应符合表4.0.2的规定。

**表4.0.2 设备基础的尺寸允许偏差（mm）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 项 目 | 允许偏差 |
| 1 | 基础坐标位置（纵、横向轴线） | ±20 |
| 2 | 基础各不同平面的标高 | 0 |
| -20 |
| 3 | 基础上平面外形尺寸 | ±20 |
| 凸台上平面外形尺寸 | 0 |
| -20 |
| 凹穴尺寸 | 20 |
| 0 |
| 4 | 基础上平面的水平度（包括地坪上需要安装设备的部分）： |  |
| 每 米 | 5 |
| 全 长 | 10 |
| 5 | 垂直度： |  |
| 每 米 | 5 |
| 全 高 | 10 |
| 6 | 预埋地脚螺栓： |  |
| 标高（顶端） | 20 |
| 0 |
| 中心距（在根部和顶部两处测量） | ±2 |
| 7 | 预留地脚螺栓孔： |  |
| 中心距 | ±10 |
| 深度 | 20 |
| 0 |
| 孔壁的垂直度 | 10 |
| 8 | 预埋活动地脚螺栓锚板： |  |
| 标高 | 20 |
| 0 |
| 中心距 | ±5 |
| 水平度（带槽的锚板） | 5 |
| 水平度（带螺纹孔的锚板） | 2 |

4.0.3 设备基础表面及预留孔内应清洁，预留孔内壁设计要求做麻面处理的，应按照设计要求处理达标。

4.0.4 T型头地脚螺栓，应实测检查基础版（锚板）标高及其矩形孔方向，并应符合设计文件规定。

4.0.5 预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应防护完好。

4.0.6 基础或地坪有防震隔离要求时，应按工程设计要求施工完毕。

4.0.7 基础有预压和沉降观测要求时，应经预压合格，并应有预压和沉降观测的记录。

4.0.8 安装工程施工中拟利用建筑结构作为起吊、搬运设备的承力点时,应对建筑结构的承载能力进行核算,并应经设计单位或建设单位同意方可利用。

## 5 基准线和基准点

5.0.1 基准线和基准点应根据设计、安装和检修的需要确定。

5.0.2 设备安装平面位置的标高偏差的检测，除有指定的依据外，均应以基准线和基准点为依据。

5.0.3 需要保留的基准线和基准点应设置永久中心标板和永久基准点。

5.0.4 永久中心标板和永久基准点可采用铜材、不锈钢材、普通钢材制造，采用普通钢材制造应有防腐蚀措施。永久中心标板和永久基准点应设置牢固并予以维护。埋设在混凝土内的永久中心标板和永久基准点的结构形式可参见图5.0.4。



图5.0.4 水久中心标扳和永久基准点示意图

1—永久中心标板；2—永久基准点

5.0.5 设备安装单位应绘制永久中心标板和永久基准点布置图，在图中表明永久标榜和永久基准点的编号、设置位置及其实测坐标或标高。安装工作结束后，应将永久中心标板和永久基准点机器布置图移交接受单位。

5.0.6 安装需要的临时基准线标点和临时基准点应根据永久中心标板和永久基准点作出，无永久中心标板和永久基准点，则应根据经校正的设备轴线和标高作出。

5.0.7 挂设的基准线应根据设备安装精度要求和挂设跨距选用直径为0.3～0.75mm的整根钢丝，其拉紧力一般为钢丝破断拉力40%～80%，水平或倾斜挂设的跨距不宜超过40m。

5.0.8 基准线标点和基准点的施工测量应符合《建筑施工测量标准》JGJ/T 408的规定。

## 6 设备就位、找平找正和标高测定

6.0.1 设备就位前，必须除去设备地面的油污、油漆、泥土及地脚螺栓预留孔内的杂物。二次灌浆处的设备基础表面应清除浮浆、凿成麻面，并不得有油污，以保证二次灌浆质量。

6.0.2 设备的纵、横向中心线、标高、水平度或垂直度的允许偏差应符合各专业冶金机械设备安装施工及验收规范的规定，如无规定，一般应符合表6.0.2的规定。

**表6.0.2 一般设备安装允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备位置情况 | 中、横向中心线、标高  允许偏差(mm) | 水平度或垂直度允许偏差 |
| 单独布置的设备 | ±10 | 1/1000 |
| 与其他设备有机械上  的衔接关系的设备 | ±2 | 0.5/1000 |

**注：本标准中对水平度、垂直度、平行度以千分数表示的允许偏差，系指被测检物形状误差符合规定条件下的位置允许偏差，其数值为规定检测长度（如无规定，即为被测检物的全长）乘以千分数。**

例： 水平度允许偏差为1/1000，规定检测长度为500mm时，公差允许偏差为500×1/1000=0.5mm

6.0.3 设备找平找正和标高测定的测点，宜在设备的下列部位中选择：

1 设计或设备技术文件指定的部位；

2 设备的主要工作面；

3 部件上加工精度较高的表面；

4 零、部件间的主要结合面；

5 支承滑动部件得导向面；

6 轴承剖分面、轴颈表面、滚动轴承外圈；

7 设备上应为水平或垂直的主要轮廓面。

8 连续输送设备和金属结构宜选在主要部件的基准面的部位，相邻两测点间距离不宜大于6m。

6.0.4 机械设备找正、调平的定位基准的面、线或点确定后，其找正、调平应在确定的测量位置上进行检验，且应做好标记，复检时应在原来的测量位置。

6.0.5 设备安装精度的偏差，宜符合下列要求：

1 能补偿受力或温度变化后所引起的偏差；

2 能补偿使用过程中磨损所引起的偏差；

3 不增加功率损耗；

4 使转动平稳；

5 有利于提高工件的加工精度。

6.0.6 拉钢丝检测直线度、平行度、同轴度时, 应根据测检精度要求和拉设跨距选用直径为0.2～0.75mm的整根钢丝，其拉紧力一般为钢丝破断力的50%～80%。水平方向拉钢丝检测需考虑钢丝挠度影响时，钢丝两支点间的距离不应大于16m；钢丝在自重作用下的挠度应按下式计算：

*f*=500×*q*×*x*×（*L*-*x*）/*p* （6.0.6）

式中：*f* — **检测点**的挠度(mm)；

*q* — 单位长度的钢丝重量（kg/m）；

*x* — 检测点至一支点的距离（m）；

*L* — 钢丝两支点间的距离（m）；

*P* — 钢丝拉紧力（N）。

6.0.7 用拉钢丝法进行设备安装找平找正时，每次作业前应对钢丝的基准度进行复测，复测合格方可进行设备找平找正作业。

6.0.8 常用的测量和检查方法见附录A。

## 7 地脚螺栓、垫板和灌浆

### 7.1 预留地脚螺栓的安设

7.1.1 地脚螺栓与混凝土接触的部位不得有油脂和污垢。

7.1.2 地脚螺栓在预留孔中应垂直。

7.1.3 地脚螺栓底端不得碰预留地脚螺栓孔的孔底，与孔壁的距离应大于15mm。

7.1.4 地脚螺栓上的油污和氧化皮等应清除干净，螺纹部分应涂上适量油脂。

7.1.5 螺母与垫圈、垫圈与设备底座间的接触均应紧密。

7.1.6 拧紧螺母后、螺栓应露出螺母，其露出的长度宜为2～3个螺距。

7.1.7 应在预留孔中的混凝土达到设计强度的75%以上后拧紧地脚螺栓,各螺栓的拧紧力应均匀。

7.1.8 设备初步找正调平后，地脚螺栓与设备螺栓孔周围宜留有间隙。

### 7.2 带锚板活动地脚螺栓的安设

7.2.1 活动锚板设置应平稳，锚板与基础面的接触应均匀。

7.2.2 带槽锚板活动地脚螺栓末端上应标明举行头的方向，基础表面上应标明带槽锚板矩形槽的方向，矩形头应正确嵌入锚板槽内。

7.2.3 带锚板活动地脚螺栓预留孔或套管的密封应符合设计规定，如无规定，可在预留孔或套管内充填干燥的沙子，上口以麻丝沥青封闭。

7.2.4 T型地脚螺栓安装前应试穿，并应做好T形头方向标记。

7.2.5 螺栓无螺纹部分和基础板（锚板）应按设计文件规定进行涂装，设计无规定时应涂膜适量油脂1道次～2道次。

7.2.5 T型地脚螺栓就位后，预留孔顶部位置应按照设计要求或使用橡塑海绵板等其他密封填充物进行封堵。

### 7.3 胀锚地脚螺栓的安设

7.3.1 胀锚螺栓的中心线至基础或构件边缘的距离不应小于胀锚螺栓的公称直径的7倍；胀锚螺栓的底端至基础底面的距离不应小于胀锚螺栓的公称直径的3倍，且不应小于30mm；相邻两胀锚螺栓的中心距不应小于胀锚螺栓的公称直径的10倍。

7.3.2 胀锚螺栓的钻孔直径和深度，应符合选用的胀锚螺栓的要求，且应防止与基础或构件中的钢筋、预埋管和电缆等埋设物相碰。

7.3.3 胀锚螺栓不应采用预留孔。

7.3.4 安装胀锚螺栓的基础混凝土的抗压强度不应小于10MPa。

7.3.5 混凝土或钢筋混凝土结构有裂缝的部位和容易产生裂缝的部位不应使用胀锚螺栓。

### 7.4 设备基础浇灌预埋地脚螺栓的安设

7.4.1 地脚螺栓的坐标及位置尺寸应符合施工图的要求，机械设备基础位置、尺寸的允许偏差应符合本规范表表4.0.2的规定。

7.4.2 地脚螺栓露出基础部分应垂直，机械设备底座套入地脚螺栓应有调整余量，每个地脚螺栓均不应有卡阻现象。

### 7.5 地脚螺栓的紧固

7.5.1 设备底座上用于找平的调整螺钉，在地脚螺栓紧固前应予回松。地脚螺栓紧固后，调整螺钉不应受力。

7.5.2 对紧固力无严格测定要求的地脚螺栓，紧固的方法一般采用普通扳手或风动、电动板手及游锤冲击单头扳手等（紧固工具的选择可参见附录B）。

7.5.3 对紧固力有测定要求的地脚螺栓，一般可采用下列方法紧固。

1 定扭矩法

将规定的紧固力换算成紧固力矩，换算公式如下：

*M* = *K*×*D*×*P*/1000 （7.5.3-1）

式中 *M* — 螺栓的紧固力矩（N·m）；

*K* — 紧固力矩系数，螺纹接触面、螺母与被联结件接触面的摩擦因数均为0.15时，*K*取0.2；

*D* — 螺栓的公称直径（mm）；

*P* — 规定的螺栓紧固力（N）。

根据计算出的紧固力矩即可选用定扭矩扳手进行紧固。此法应用较普遍，但由于摩擦力矩的存在，误差较大，且不能用于较大螺栓的紧固。

2 螺母多拧进角度法

将螺母拧紧消除间隙后，在螺母和螺栓端面作刻痕标记。然后加热螺栓使其伸长，再将螺母多拧进一定角度，待螺栓冷却后即得所需的紧固力，螺栓的加热温度和螺母的多拧进角度（见图7.5.3）应按下列公式计算。

*t*=*p*/（*A*×*α*×*E*）＋*t*0 （7.5.3-2）

*θ*=360×*p*×*L*/（*A*×*S*×*E*） （7.5.3-3）

式中：*t* — 螺栓加热温度（℃）；

*P* — 螺栓紧固力（N）；

*A* — 螺栓被拉伸部分的横截面积（mm2）；

*α* — 螺栓材料的线膨胀系数，参见附录J（参考件）（1/℃）；

*E* — 螺栓材料的弹性模量，参见附录J（参考件）（N/mm）；

*t*0— 环境温度（℃）；

*θ* — 螺母多拧进的角度（°）；

*L* — 螺栓被拉伸部分的长度（mm）；

*S* — 螺距（mm）。

注：当螺栓与被联接件在工作状态下出现温差以及需考虑被联接件的弹性变形时，应对公式（7.5.3-2）、（7.5.3-3）予以修正。



图7.5.3 螺母多拧进角度法示意图

3 液压法紧固

液压法紧固有液压旋转法和液压拉伸法紧固。

1）液压旋转法紧固

采用液压扳子，应根据螺栓尺寸和设计紧固力矩，在控制装置上设定油压，从而达到控制拧紧扭矩。液压扳子的螺母扳头可以更换。

2）液压拉伸法紧固

液压拉伸法紧固地脚螺栓是通过液压螺栓拉伸器将螺栓拉伸，在没有负荷的情况下，拧紧螺母。

液压拉伸器是针对螺杆的直径采用专用的螺杆液压拉伸器。先将螺母上紧，消除各部间隙，然后驱动液压油缸，拉伸螺栓，达到所要求的伸长量后，利用螺母的孔，便可轻松的转动螺母使之与机座贴合，拉伸器卸压后，螺栓与螺母就会得到紧密的配合，达到螺栓紧固。

7.5.5 紧固力测定

1 对紧固力无严格测定要求的地脚螺栓，一般用锤敲击螺母，根据响声和反弹力凭经验检查地脚螺栓的紧固程度。锤头规格可参照表7.5.1-1选用。

表7.5.1-1 检查地脚螺栓紧固的锤头规格

|  |  |
| --- | --- |
| 地脚螺栓公称直径（mm） | 锤头规格（kg） |
| ≤36  ＞36～80  ＞80 | 0.5  1.5～5  6～8 |

2 对紧固力有要求时，应对紧固力进行测定，测定方法可根据地脚螺栓的公称直径选择；

表7.5.1-2 地脚螺栓紧固力测定方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 地脚螺栓公称直径（mm） | 16～30 | ＞30～56 | ＞56～140 |
| 测定方法 | 用扭矩扳手检查 | 螺母多拧进角度法；用测力仪器检查 | |
|  |  |  | 测定螺栓伸长量 |

7.5.6 联轴器找正相关地脚螺栓紧固

1 联轴器调整找正至规范或设计要求值后将地脚螺栓拧紧到其预紧力的75%，然后进行灌浆。

2 灌浆前，需在设备对角位置的纵横两个方向，各架设一个百分表观察设备位移情况，位移值应符合设备厂家及设计要求。

3 灌浆完48h以后，再检查电机与机械设备联轴器的定心是否因灌浆而产生变化，如没有可将地脚螺栓100%拧紧。

### 7.6 垫板

7.6.1 垫板组位置和数量一般应符合下列要求：

1 每个地脚螺栓的近旁至少应有一个垫板组，底座刚度较小或动负荷较大的设备，地脚螺栓的两侧近旁均应放置垫板组；无地脚螺栓处的设备主要受力部位亦应放置垫板组。

2 垫板组在放置平稳和不影响二次灌浆的情况下，应尽量靠近地脚螺栓和主要受力部位。

3 相邻垫板组之间的距离宜为500～1000mm。

7.6.2 放置在混凝土基础上的垫板，其总承力面积应按下式计算：

*A*=100×*C*×(*Q*1+*Q*2)/*R* （7.6.2）

式中： *A* — 垫板总承力面积（mm2）；

*C* — 安全系数，可采用1.5～3, 采用座浆法放置垫板或采用无收缩混凝土进行二次灌浆时，取小值*；*

*Q*1 — 采用普通混凝土二次灌浆时为设备及承载物的重量，采用无收缩混凝土二次灌浆时为设备重*量*（N）；

*Q*2 — 地脚螺栓紧固力[设备技术文件如无规定，可按附录D(补充件)确定]的总和（N）；

*R* — 基础混凝土上的抗压强度（MPa）。

7.6.3 垫板的规格一般应根据垫板的总承力面积和垫板组的数量参照附录E选用。

7.6.4 采用研磨法安设垫板，垫板与基础接触面的接触点应分布均匀，垫板与混凝土基础接触面积应≥50%。垫板之间，垫板与设备底座接触应良好。

7.6.5 采用座浆法放置垫板，座浆混凝土的配置、施工程序及注意事项可参照附录F。

7.6.6 每一垫板组应尽量减少垫板的块数，一般不宜超过5块。平垫板组中，最厚的垫板应放在下面，最薄垫板应放在中间。

7.6.7 设备找平找正后，每一垫板组应符合下列要求：

1 每一垫板组应放置整齐，每对斜垫板的重量面积应大于垫板面积的2/3；

2 垫板组伸入设备底座底面的深度应超过地脚螺栓；

3 平垫板组宜露出设备底座外缘10～30mm，斜垫板组宜露出设备底座外缘10～50mm；

4 每一垫板均应被压紧，压紧程度可用手锤轻击垫板，根据响声凭经验检查；对于高速运转、承受冲击负荷和振动较大的设备，其垫板与垫板间、垫板与设备底座间，用0.05mm塞尺检查，塞入面积不得超过垫板面积的1/3。

5 钢垫板组的各垫板应相互点焊牢固，垫板不得与设备底座焊接。

6 安装在金属结构上的设备调平后，其垫铁应与金属结构用定位焊固定。

7.6.8 机械设备用螺栓调整垫铁(见图7.6.8)调平时,应符合下列要求：

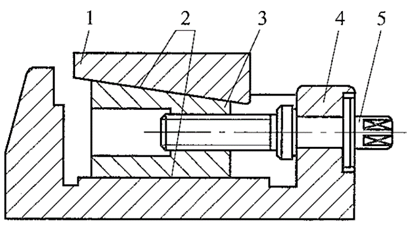


图7.6.8 螺栓调整垫铁

1-升降块；2-调整块滑动面；3-调整块；4-垫座；5-调整螺栓

1 螺纹部分和调整块滑动面上应涂以耐水性较好的润滑脂；

2 调平应采用升高升降块的方法，当需要降低升降块时，应在降低后重新再作升高调整；调平后，调整块应留有调整的余量；

3 垫铁垫座应用混凝土灌实,但混凝土不得灌入其活动部分。

7.6.9 机械设备采用调整螺钉（见图7.6.9）调平时，应符合下列要求：

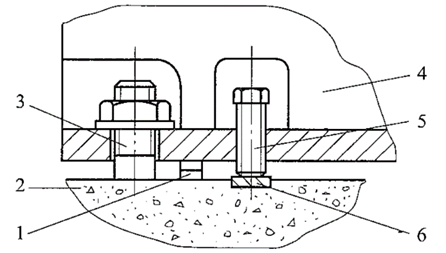


图7.6.9调整螺钉

1-垫铁；2-基础或地坪；3-地脚螺栓；4-设备底座；5-调整螺钉；6-调整螺钉的支承板

1 不作永久性支承的调整螺钉在设备调平后，设备底座下应用垫铁垫实，再将调整螺钉松开；

2 调整螺钉支承板的厚度宜大于调整螺钉的直径；

3 调整螺钉的支承板应水平、稳固地放置在基础面上，其上表面水平度偏差不应大于1/1000。4 作永久性支承的调整螺钉伸出机械设备底座底面的长度，应小于调整螺钉直径。

### 7.7 灌浆

7.7.1 预留地脚螺栓孔或机械设备底座与基础之间的灌浆，其配制、性能和养护应符合国家现行标准《混擬土外加剂应用技术规范》GB 50119和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定。

7.7.2 预留地脚螺栓孔灌浆前，灌浆处应清洗洁净，不得有积水；灌浆宜采用细碎石混凝土，其强度应比基础或地坪的混凝土强度高--级；灌浆时应捣实，不应使地脚螺栓歪斜和影响机械设备的安装精度。

7.7.3 灌浆层厚度不应小于25mm。但用于固定垫铁或防止油、水进人的灌浆层，其厚度可小于25mm。

7.7.4 灌浆前应敷设外模板。 外模板至设备底座外缘的间距不宜小于60mm；模板拆除后，表面应进行抹面处理。

7.7.5 当机械设备底座下不需全部灌浆，且灌浆层需承受设备负荷时，应设置内模板。

7.7.6 灌浆前和灌浆后，都应有隐蔽验收资料。灌浆过程应连续，不得间断，并缩短灌浆时间。

## 8 清洗和装配

### 8.1 一般规定

8.1.1 需要在安装现场装配的零、部件以及设备上原已装配的零、部件，如有下列情况之一者，应进行清洗：

1 包装防护材料不需要保留的；

2 包装防护材料不能作为润滑剂或掺入润滑剂使用；

3 包装防护材料可以作为润滑剂或掺入润滑剂使用但超过了规定的有效期；

4 因运输、保管不善，致使包装防护材料发生变质或零、部件加工面已产生锈蚀、脏污。

8.1.2 对于需要清洗的零、部件，清洗洁净后应涂以规定的润滑剂，必要时应涂以合适的防锈润滑剂。

8.1.3 对于需要清洗的设备管路应清洗洁净并畅通。

8.1.4 设备表面的防锈油脂可选择下列方法清洗：

1 用金属清洗剂 (非离子表面活性剂)清洗；

2 用蒸汽或热空气吹洗，吹洗后必须及时除尽水分；

3 用热的机械油、汽轮机油或变压器油清洗，油温不应超过100℃，如将被清洗的零、部件浸入油内加热溶解清洗时，被清洗的零、部件应与加热容器底部和四周保持适当距离；

4 用碱性清洗液清洗，清洗液宜加热至60～90℃，清洗后应用清水冲洗洁净并使之干燥，常用的碱性清洗液的配方和适用范围可参照附录G；

5 用煤油、柴油火器油等溶剂油清洗。

8.1.5 设备加工面上的防锈漆,应用适当的稀释剂或脱漆剂等溶剂清洗；用气相防锈剂溶剂浸涂的零、部件，可用12%～15%亚硝酸钠和0.5%～0.6%碳酸钠的水溶液或酒精清洗。

8.1.6 机械设备和零、部件清洗后,其清洁度应符合下列要求:

1 采用目测法时,在室内白天或在 15～20W日光灯下,肉眼观察表面应无任何残留污物；

2 采用擦拭法时,应用清洁的白布或黑布擦拭清洗的检验部位,布的表面应无异物污染；

3 采用溶剂法时,应用新溶液洗涤,观察或分析洗涤溶剂中应无污物、悬浮或沉淀物；

4 采用蒸馏水局部润湿清洗后的金属表面,应用pH试纸测定残留酸碱度,并应符合其机械设备技术要求。

8.1.7 设备加工面如有锈时，应进行除锈。常用得除锈方法和质量要求件附录H。

8.1.8 有禁油要求的设备、管路及其附件，应进行脱脂。脱脂剂使用范围、脱脂方法和脱脂后的检验见附录I。脱脂后，应将脱脂件上残留的脱脂剂清除干净。

8.1.9 设备拆卸、装配前应了解设备的构造和技术要求，确定拆装顺序和方法。

8.1.10 设备拆卸时，应对易于混淆的零、部件作出相对位置的标志。

8.1.11 设备装配时，应先检查零、部件与装配有关尺寸的允许偏差，符合设备技术文件要求后，按照装配顺序和标记进行装配。

### 8.2 螺纹连接件、键、定位销装配

8.2.1 螺纹连接件的装配，螺栓头部、螺母与被联接件的接触应紧密，紧密程度一般用手锤轻击螺母或螺栓头部，根据响声凭经验，或用塞尺检查。如设备技术文件对紧固力有规定时，应对紧固力进行测定，测定方法可参照附录C。

8.2.2 不锈钢、铜和铝螺纹连接件的螺纹部分，装配时应涂抹防咬合剂。

8.2.3 螺纹连接件的防松件应装配正确。

8.2.4 螺栓联接采用加热螺栓多拧紧螺母角度的方法紧固时，多拧进螺母的起始位置应使螺栓与被联接件的间隙消除，螺栓的加热温度和螺母的多拧进角度应按公式计算。（详见7.5.3条目）

8.2.5 高强度螺栓的装配，应符合下列要求：

1 高强度螺栓在装配前，应按设计要求检查和处理被联接件的接合面；装配时，接合面应保持干燥，严禁在雨中进行装配；

2 不得用高强度螺栓兼做临时螺栓；

3 安装高强度螺栓时，不得强行穿入螺栓孔；当不能自由穿入时，该孔应用铰刀修整，铰孔前应将四周螺栓全部拧紧，修整后孔的最大直径应小于螺栓直径的1.2倍；

4 组装螺栓联接副时，垫圈有倒角的一侧应朝向螺母支撑面；

5 高强度螺栓的初拧、复拧和终拧应在同一天内完成。

8.2.6 大六角头高强度螺栓装配除应符合本规范第8.2.5条要求外，还应符合下列要求：

1 大六角头高强度螺栓的终拧扭矩值，宜按下式计算：

*Tc* = *KP*c*d* (8.2.6)

式中 *T*c — 终拧扭矩值（N·m）；

*P*c — 施工预紧力（kN），按本规范附录F的规定确定；

*K* — 扭矩系数，取0.11～0.15；

*d* — 螺栓公称直径（mm）。

2 施工所用的扭矩扳手，每次使用前必须校正，其扭矩偏差不得大于±5%，并应在合格后使用；校正用的扭矩扳手，其扭矩允许偏差为±3%；

3 大六角头高强度螺栓的拧紧应分为初拧和终拧；对于大型节点应分为初拧、复拧和终拧；初拧扭矩应为终拧扭矩值的50%,复拧扭矩应等于初拧扭矩，初拧或复拧后的高强度螺栓应在螺上涂上标记，然后按终拧扭矩值进行终拧，终拧后的螺栓应用另一种颜色在螺母上涂上标记；

4 螺栓拧紧时，应只准在螺母上施加扭矩。

8.2.7 扭剪型高强度螺栓装配，应符合本规范第8.2.5条和第8.2.6条的要求；终拧时，应拧掉螺栓尾部的梅花头。对于个别不能用专用扳手终拧的螺栓，其终拧扭矩值计算时，扭矩系数宜取0.13。

8.2.8 平键、半圆键、楔键、薄型平键、切向键等与键槽的配合，应分别符合《平键 键槽的剖面尺寸》GB/T 10953、《半圆键 键槽的剖面尺寸》GB/T 1098、《楔键 键槽的剖面尺寸》GB/T 1563、《薄型平键 键槽的剖面尺寸》GB/T 1566、《切向键及其键槽》GB/T 1974的规定。

8.2.9 楔键的斜面与轮毂键槽的斜面应接触紧密。切向键的每对键的斜面、键与轴槽和键与轮毂槽的工作面均应接触紧密。

8.2.10 定位销的装配应符合下列要求：

1 定位销的型式、规格，应符合随机技术文件的规定；

2 有关联接机件及其几何精度应经调整符合要求后装销；

3 销与销孔装配前，应涂抹润滑油脂或防咬合剂；

4 装配定位销时不宜使销承受载荷，宜根据销的性质选择相应的方法装人；销孔的位置应正确；

5 圆锥定位销装配时，应与孔进行涂色检查；其接触率不应小于配合长度的60%，并应分布均匀；

6 螺尾圆锥销装入相关零件后，其大端应沉入孔内；

7 装配中发现销和销孔不符合要求时，应铰孔，并应另配新销；对配制定位精度要求高的新销，应在机械设备的几何精度符合要求或空负荷试运转合格后进行。

### 8.3 滑动轴承装配

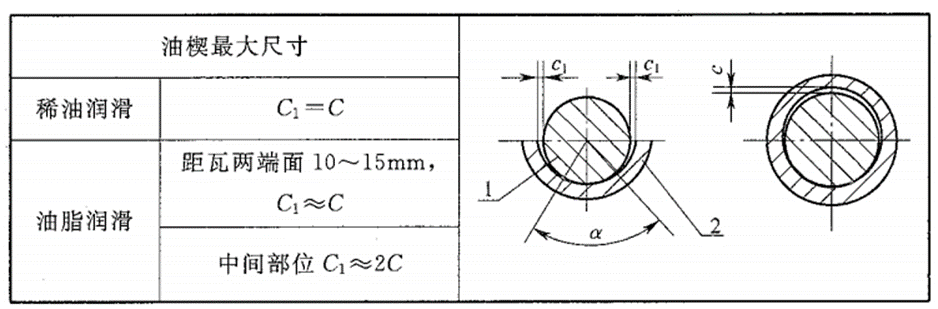
8.3.1 轴瓦的合金层与瓦壳的结合应牢固紧密，不得有分层、脱壳现象。合金层表面和两半轴瓦的中分面应光滑、平整、无裂纹、气孔、重皮、夹渣和碰伤等缺陷。

8.3.2 厚壁轴瓦与轴承盖、轴承座的结合面均应接触紧密，轴颈与轴瓦、轴瓦与瓦枕、瓦枕与轴承盖、轴承座的结合面均应接触紧密，接触面积需符合厂家及设计要求，受力轴瓦应大于70%，不受力轴瓦应大于60%，且应分布均匀。

8.3.3 轴瓦外径与轴承盖和轴承座内径为过盈配合时, 其过盈量（紧力）应符合设备技术文件的规定。

8.3.4 上、下轴瓦内孔与轴颈接触角以外部分的均油楔，应从瓦口开始由最大逐步过渡到零；其油楔最大尺寸应符合随机技术文件的规定，当无规定时，油楔最大尺寸应符合表8.3.4的规定。

**表8.3.4 轴颈与受力轴瓦的接触要求**



注：1为轴，2为上、下轴瓦，*C*为轴瓦的最大配合间隙，*C*1为油楔最大尺寸，*α*为上、下轴瓦内孔与轴颈接触角。

8.3.5 对于负荷方向不变的滑动轴承，轴承需要刮研时，轴颈与受力轴瓦的接触点数和接触角度应符合表8.3.2的规定。

**表8.3.5 上、下轴瓦内孔与轴径的接触要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴承直径  mm | 机床或精密机械主要轴承 | | | 锻压设备、通用机械和动力机械的轴承 | | 冶金设备和建筑工程机械的轴承 | |
| 高精度 | 精密 | 普通 | 重要 | 一般 | 重要 | 一般 |
| 每25mm×25mm内的接触点数 | | | | | | |
| ≤120 | 20 | 16 | 12 | 12 | 8 | 8 | 5 |
| ＞120 | 16 | 12 | 10 | 8 | 6 | 5～6 | 2～3 |

8.3.6 对于负荷方向不变的滑动轴承，轴承需要刮研时，轴颈与轴瓦的间隙一般应符合下列要求：

1 顶间隙：用润滑油润滑的轴承，应为轴颈直径的0.10%～0.15%；用润滑脂润滑的轴承，应为轴颈直径的0.15%～0.20%。如负荷作用在上轴瓦时，上述顶间隙值应减小15％。

2 同一轴承两端顶间隙之差（即图8.3.9 中*S*1与*S*2之差）应符合表8.3.6的规定。

**表8.3.6 滑动轴承两端顶间隙之差（mm）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴颈公称直径 | ≤50 | ＞50～120 | ＞120～220 | ＞220 |
| 两端顶间隙之差 | ≤0.02 | ≤0.03 | ≤0.05 | ≤0.10 |

3 侧间隙：单侧间隙应为顶间隙的1/2～1/3。

8.3.7 对于负荷方向变化的滑动轴承，轴承需要刮研时轴颈与轴瓦的接触点数、接触角度、顶间隙、侧间隙均应符合设备技术文件的规定。

8.3.8 薄壁轴瓦与轴承盖、轴承座的结合面不得刮研，但应检查配合过盈量；薄壁轴瓦与轴颈的接触面不宜刮研。

8.3.9 轴颈与轴瓦的顶间隙可用压铅法检查（见图8.3.9）。压铅法用的铅丝直径应为顶间隙的1.5～2倍，并不宜超过顶间隙的3倍。测量前，铅丝应用黄油定位。



图8.3.9 压铅法侧量轴承顶间隙示意图

1-轴承座；2-轴瓦；3-轴

顶间隙应按下列公式计算：

*S*1=*b*1-（*a*1+*a*2）/2 （8.3.9-1）

*S*2=*b*2-（*a*3+*a*4）/2 （8.3.9-2）

式中：*S*1 — 一端顶间隙（mm）；

*S*2 — 另一端顶间隙（mm）；

*b*1*、b*2 — 轴颈上各段铅丝压扁后的厚度（mm）；

*a*1*、a*2*、a*3*、a*4 — 轴瓦合缝处结合面上各垫片的厚度或铅丝压扁后的厚度（mm）。

8.3.10 轴颈与轴瓦的侧间隙可用塞尺检查，侧间隙应符合随机技术文件的规定。

8.3.11 上、下轴瓦的接合面应接触良好。未拧紧螺栓时,应用0.05mm的塞尺从外侧检查，任何部位塞人深度均不应大于接合面宽度的1/3。

8.3.12 对于在上、下轴瓦合缝处结合面间允许用垫片调整顶间隙的轴承，两边垫片的组合厚度应相等，垫片不得与轴颈接触，但聚力轴瓦内源不宜超过1mm。

8.3.13 对于用润滑油润滑的轴承，装配时，轴承剖分面应涂以密封剂。

8.3.14 液体摩擦轴承的装配应符合设备技术文件的规定。

8.3.15 轴套与轴承座孔的配合及轴套与轴颈的配合均应符合设备技术文件的规定。

8.3.16 含油轴套装配时，其表面若需擦洗，擦洗拥有宜与轴套所含的润滑油相同，含油轴套与轴套的间隙一般为轴颈直径的0.1%～0.2%。

8.3.17 尼龙轴套与轴颈的间隙应为轴颈直径的0.5%～1.0%，装配时应涂以适量的润滑脂。

8.3.18 推力滑动轴承的装配应符合设备技术文件的规定。

### 8.4 滚动轴承装配

8.4.1 装配滚动轴承前，应测量轴承的配合尺寸，并应将轴承清洗洁净；轴承应无损伤和锈蚀,转动应灵活及无异常声响。

8.4.2 采用压装法装配时,压人力应通过专用工具或在固定圈上垫以软金属棒、金属套传递,不得通过轴承的滚动体和保持架传递压入力。采用温差法装配滚动轴承时，加热温度不应高于120℃，冷却温度不应低于-80℃。

8.4.3 轴承外圈与轴承座孔或壳体孔的配合应符合设备技术文件的规定；对于剖分式轴承座，轴承盖与轴承底座的结合面应无间隙，且轴承盖和轴承内孔的两侧不得卡紧轴承外圈。

8.4.4 滚动轴承与轴肩或轴承座挡肩，闷盖、透盖、垫环应均匀贴紧在轴承内圈或外圈的端面上，如设备技术文件规定留有游隙，应按规定留出。

8.4.5 单列向心球轴承、双列向心球面轴承和双列向心球面滚子轴承装配时，应预留出轴向热膨胀间隙*L*( 见图8.4.5)，间隙一般应大于0.5mm，必要时，轴向间隙应按下式计算：

*ΔL*=*L*×*α*×*Δt*+0.15 （8.4.5）

式中：*ΔL* — 轴向间隙（mm）；

*L* — 两轴承的中心距（mm）；

*α* — 轴材料的线膨胀系数，参见附录J（参考件）（1/℃）；

*Δt* — 工作时轴与环境的最大温度差值（℃）。

对于人字齿轮的轴承，应留出应齿轮侧隙产生的轴向窜动间隙。



图8.4.5 轴承装配的轴向热膨胀间隙示意图

8.4.6 单列向心推力球轴承、单列圆锥滚子轴承、双联单向推力球轴承和双向推力球轴承的装配，轴向游隙一般应符合表8.4.6-1～8.4.6-3的规定。

**表8.4.6-1 单列向心推力球轴承轴向游隙（mm）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴 承  公称内径 | 轴承系列 | | | | | |
| 36000 | | | | 46000及66000 | |
| I型 | | II型 | | I型 | |
| 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 |
| ≤30 | 0.020 | 0.040 | 0.030 | 0.050 | 0.010 | 0.020 |
| ＞30～50 | 0.030 | 0.050 | 0.040 | 0.070 | 0.015 | 0.030 |
| ＞50～80 | 0.040 | 0.070 | 0.050 | 0.100 | 0.020 | 0.040 |
| ＞80～120 | 0.050 | 0.100 | 0.060 | 0.150 | 0.030 | 0.050 |
| ＞120～180 | 0.080 | 0.150 | 0.100 | 0.200 | 0.040 | 0.070 |
| ＞180～260 | 0.120 | 0.200 | 0.150 | 0.250 | 0.050 | 0.100 |

**表8.4.6-2 单列圆锥滚子轴承轴向游隙（mm）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴 承  公称内径 | 轴承系列 | | | | | |
| 7000 | | | | 27000 | |
| I型 | | II型 | | I型 | |
| 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 |
| ≤30 | 0.020 | 0.040 | 0.040 | 0.070 | — | — |
| ＞30～50 | 0.040 | 0.070 | 0.050 | 0.100 | 0.020 | 0.040 |
| ＞50～80 | 0.050 | 0.100 | 0.080 | 0.150 | 0.030 | 0.050 |
| ＞80～120 | 0.080 | 0.150 | 0.120 | 0.200 | 0.040 | 0.070 |
| ＞120～180 | 0.120 | 0.200 | 0.200 | 0.300 | 0.050 | 0.100 |
| ＞180～260 | 0.160 | 0.250 | 0.250 | 0.350 | 0.080 | 0.150 |
| ＞260～360 | 0.200 | 0.300 | — | — | — | — |
| ＞360～400 | 0.360 | 0.350 | — | — | — | — |



图8.4.6 单列向心推力球轴承、单列圆锥滚子轴承轴向游隙示意图

**表8.4.6-3 双联单向推力球轴承和双向推力球轴承轴向游隙（mm）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴 承  公称内径 | 轴承系列 | | | | | | |
| 8100 | | | 8200及8300、  38200及38300 | | 8400及38400 | |
| 最小 | 最大 | 最小 | | 最大 | 最小 | 最大 |
| ≤50 | 0.010 | 0.020 | 0.020 | | 0.040 | — | — |
| ＞50～120 | 0.020 | 0.040 | 0.040 | | 0.060 | 0.060 | 0.080 |
| ＞120～140 | 0.040 | 0.060 | 0.060 | | 0.080 | 0.080 | 0.120 |

8.4.7 双列圆锥滚子和四列圆锥滚子轴承装配前，应检查轴承的游隙，径向游隙一般应符合表8.4.7的规定。

**表8.4.7 双列圆锥滚子轴承和四列圆锥滚子轴承径向游隙（mm）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴 承  公称内径 | 圆柱孔 | 辅助1组 | | 辅助2组 | | 基本组 | | 辅助3组 | | 辅助4组 | | 辅助5组 | |
| 圆锥孔 | — | | 辅助1组 | | 辅助2组 | | 基本组 | | 辅助3组 | | 辅助4组 | |
|  | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 |
| ＞24～30 |  | 0 | 0.010 | | 0.020 | | 0.030 | 0.040 | 0.050 | | 0.060 | 0.070 | 0.080 |
| ＞30～40 |  | 0 | 0.012 | | 0.025 | | 0.040 | 0.045 | 0.060 | | 0.075 | 0.080 | 0.090 |
| ＞40～50 |  | 0 | 0.015 | | 0.030 | | 0.045 | 0.050 | 0.065 | | 0.080 | 0.090 | 0.110 |
| ＞50～65 |  | 0 | 0.015 | | 0.030 | | 0.050 | | 0.070 | | 0.090 | | 0.120 |
| ＞65～80 |  | 0 | 0.020 | | 0.040 | | 0.060 | | 0.080 | | 0.110 | | 0.150 |
| ＞80～100 |  | 0 | 0.020 | | 0.045 | | 0.070 | | 0.100 | | 0.130 | | 0.170 |
| ＞100～120 |  | 0 | 0.025 | | 0.050 | | 0.080 | | 0.100 | | 0.150 | | 0.200 |
| ＞120～140 |  | 0 | 0.030 | | 0.060 | | 0.090 | | 0.120 | | 0.170 | | 0.230 |
| ＞140～160 |  | 0 | 0.030 | | 0.065 | | 0.100 | | 0.140 | | 0.190 | | 0.260 |
| ＞160～180 |  | 0 | 0.035 | | 0.070 | | 0.110 | | 0.150 | | 0.210 | | 0.280 |
| ＞180～200 |  | 0 | 0.040 | | 0.080 | | 0.120 | | 0.170 | | 0.230 | | 0.310 |
| ＞200～225 |  | 0 | 0.040 | | 0.090 | | 0.140 | | 0.190 | | 0.260 | | 0.340 |
| ＞225～250 |  | 0 | 0.050 | | 0.100 | | 0.150 | | 0.210 | | 0.290 | | 0.380 |
| ＞250～280 |  | 0 | 0.060 | | 0.110 | | 0.170 | | 0.230 | | 0.320 | | 0.420 |
| ＞280～315 |  | 0 | 0.070 | | 0.120 | | 0.180 | | 0.250 | | 0.350 | | 0.460 |
| ＞315～355 |  | 0 | 0.070 | | 0.140 | | 0.210 | | 0.280 | | 0.390 | | 0.510 |
| ＞355～400 |  | 0 | 0.080 | | 0.150 | | 0.230 | | 0.310 | | 0.440 | | 0.580 |
| ＞400～450 |  | 0 | 0.090 | | 0.170 | | 0.260 | | 0.350 | | 0.490 | | 0.650 |
| ＞450～500 |  | 0 | 0.100 | | 0.190 | | 0.290 | | 0.390 | | 0.540 | | 0.720 |
| ＞500～560 |  | 0 | 0.110 | | 0.210 | | 0.320 | | 0.430 | | 0.590 | | 0.790 |
| ＞560～630 |  | 0 | 0.130 | | 0.230 | | 0.350 | | 0.480 | | 0.660 | | 0.880 |
| ＞630～710 |  | 0 | 0.140 | | 0.260 | | 0.400 | | 0.540 | | 0.740 | | 0.910 |
| ＞710～800 |  | 0 | 0.160 | | 0.290 | | 0.450 | | 0.610 | | 0.830 | | 1.100 |
| ＞800～900 |  | 0 | 0.180 | | 0.330 | | 0.500 | | 0.670 | | 0.920 | | 1.240 |
| ＞900～1000 |  | 0 | 0.200 | | 0.360 | | 0.540 | | 0.720 | | 0.980 | | 1.300 |
| ＞1000～1120 |  | 0 | 0.220 | | 0.400 | | 0.600 | | 0.820 | — | — | | — |
| ＞1120～1250 |  | 0 | 0.220 | | 0.450 | | 0.670 | | 0.900 | — | — | | — |
| ＞1250～1400 |  | 0 | 0.250 | | 0.500 | | 0.750 | | 0.980 | — | — | | — |

注：1 轴向游隙与径向游隙的换算公式如下：

*Δα* = 0.75× *Δr*/ *e* （8.4.7）

式中：*Δα* — 轴向游隙， mm；

*Δr* — 径向游隙，mm；

*e* — 轴承接触角的判断参数，可从滚动轴承产品样本或机械零件设计手册中查得。

2 径向游隙分组标志：基本组在轴承代号中不标注游隙代号，辅助组在轴承代号中的精度等级的左面用数字表示。

### 8.5 关节轴承装配

8.5.1 外圈有装配槽的向心关节轴承的装配，应使轴承承受的径向负荷方向与外圈装配槽相垂直；特殊结构（非标准）的向心关节轴承，其承受径向负荷的方向应符合设备技术文件规定。

8.5.2 开行外圈的向心关节轴承，装配后外圈开缝处应和缝良好。

8.5.3 关节轴承的旋转和摆动应灵活。

### 8.6 齿轮传动装配

8.6.1 轴心线平行且轴心线位置为可调整结构的渐开线圆柱齿轮副的装配，其中心距允许偏差±fa应符合表8.6.1 的规定。也可按设备技术文件规定的侧隙进行检查。

注：中心距允许偏差±fa 系指在齿宽的中间平面上的实际中心距与公称距之差。

表8.6.1 渐开线圆柱齿轮副中心距允许偏差±fa

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 齿轮副  公称中心距  （mm） | 齿轮副第II公差组精度等级 | | | | | |
| 1～2 | 3～4 | 5～6 | 7～8 | 9～10 | 11～12 |
| 中心距允许偏差±fa（μm） | | | | | |
| ＞6～10 | 2 | 4.5 | 7.5 | 11 | 18 | 45 |
| ＞10～18 | 2.5 | 5.5 | 9 | 13.5 | 21.5 | 55 |
| ＞18～30 | 3 | 6.5 | 10.5 | 16.5 | 26 | 65 |
| ＞30～50 | 3.5 | 8 | 12.5 | 19.5 | 31 | 80 |
| ＞50～80 | 4 | 9.5 | 15 | 23 | 37 | 95 |
| ＞80～120 | 5 | 11 | 17.5 | 27 | 43.5 | 110 |
| ＞120～180 | 6 | 12.5 | 20 | 31.5 | 50 | 125 |
| ＞180～250 | 7 | 14.5 | 23 | 36 | 57.5 | 145 |
| ＞250～315 | 8 | 16 | 26 | 40.5 | 65 | 160 |
| ＞315～400 | 9 | 18 | 28.5 | 44.5 | 70 | 180 |
| ＞400～500 | 10 | 20 | 31.5 | 48.5 | 77.5 | 200 |
| ＞500～630 | 11 | 22 | 35 | 55 | 87.5 | 220 |
| ＞630～800 | 12.5 | 25 | 40 | 62.5 | 100 | 250 |
| ＞800～1000 | 14.5 | 28 | 45 | 70 | 115 | 280 |
| ＞1000～1250 | 17 | 33 | 52.5 | 82.5 | 130 | 330 |
| ＞1250～1600 | 20 | 39 | 62.5 | 97.5 | 155 | 390 |
| ＞1600～2000 | 24 | 46 | 75 | 115 | 185 | 460 |
| ＞2000～2500 | 28.5 | 55 | 87.5 | 140 | 220 | 550 |
| ＞2500～3150 | 34.5 | 67.5 | 105 | 165 | 270 | 675 |

8.6.2 轴心线平行且轴心线位置为可调整结构的“67”型圆弧齿圆柱齿轮副、圆柱蜗杆传动、圆弧齿圆柱蜗杆传动和圆锥齿轮副的侧隙应符合表8.6.2-1～8.6.2-4 的规定。如用压铅法检查侧隙，应沿大齿轮（或蜗轮）圆周不少于3 处的等分布为检查，铅丝的长度应大于3个齿距，铅丝的直径不宜超过侧隙的3倍，对于齿宽较大的齿轮，沿齿宽方向应均匀放置至少2根铅丝。

**表8.6.2-1 “67”型圆弧齿轮柱齿轮副侧隙（mm）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 法向模数 *m*n | 2～6 | 7～30 |
| 侧隙 | （0.04～0.06）*m*n | （0.03～0.04）*m*n |

**表8.6.2-2 圆柱蜗杆传动侧隙（mm）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 中心距 | ≤40 | ＞40～80 | ＞80～160 | ＞160～320 | ＞320～630 | ＞630～1250 | ＞1250 |
| 标准保证侧隙*D*c | 0.055 | 0.095 | 0.130 | 0.190 | 0.260 | 0.380 | 0.530 |
| 较大保证侧隙*D*e | 0.110 | 0.190 | 0.260 | 0.380 | 0.530 | 0.750 | — |

**表8.6.2-3 圆弧圆柱蜗杆传动侧隙（mm）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 中心距 | ≤80 | ＞80～160 | ＞160～320 | ＞320～630 |
| 标准保证侧隙*D*c | 0.095 | 0.130 | 0.190 | 0.260 |

**表8.6.2-4 圆锥齿轮副侧隙（mm）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 锥距 | ≤50 | ＞50～80 | ＞80～120 | ＞120～200 | ＞200～320 | ＞320～500 | ＞500～800 | ＞800～1250 |
| 标准保证侧隙*D*c | 0.085 | 0.100 | 0.130 | 0.170 | 0.210 | 0.260 | 0.340 | 0.420 |
| 较大保证侧隙*D*e | 0.170 | 0.210 | 0.260 | 0.340 | 0.420 | 0.530 | 0.670 | 0.850 |

注：一般情况下表13～15中的“标准保证侧隙*D*c”用于闭式传动，“较大保证侧隙*D*e”用于开式传动。

8.6.3 轴心线位置为可调整结构的齿轮副的装配，其接触斑点应符合表8.6.3的规定。用着色法检查齿轮副的接触斑点（见图8.6.3），应符合下列要求：



（a）圆柱轮； （b）圆锥齿轮；（c）蜗轮

图 8.6.3 着色法检查齿轮传动的接触斑点示意图

1 将涂色油薄而均匀的涂在小齿轮（或蜗杆）上，在轻微制动下，用小齿轮驱动大齿轮，使大齿轮转动 3～4转。

2 圆柱齿轮和圆柱蜗杆传动蜗轮的接触斑点应趋于齿侧面的中部；圆弧齿圆柱蜗杆传动的蜗轮，其接触斑点在齿高方向应偏向齿顶，且双向运转时，蜗轮轮齿两侧接触面应对称与蜗轮齿宽中间平面；圆锥齿轮的接触斑点应趋于齿侧面的中部并接近小端。

3 接触斑点的百分值应按下式公式计算：

*C*b = (*b″*-*c*) /*b′*×100% （8.6.3-1）

*C*h = *h″*/*h′*×100% （8.6.3-2）

式中：*C*b－ 沿齿长方向接触斑点的百分值，％；

*C*h － 沿齿高方向接触斑点的百分值，％；

*b″* － 接触痕迹极点间的距离，mm；

*c* － 超过模数值的断开距离，mm；

*b′* － 齿的工作长度，mm；

*h″* － 接触痕迹平均高度（对圆柱齿轮和蜗轮）或齿长接触痕迹中部的高度（对圆锥齿轮），mm；

*h′* － 齿的工作高度（对圆柱齿轮和蜗轮）或相应于处的有效齿高（对圆锥齿轮），mm。

4 可逆传动的齿轮，轮齿两侧面均应检查。

**表8.6.3 齿轮传动接触斑点**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 齿轮类别 | | 测量部位 | 接触斑点精度等级 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 接触斑点百分值，不得小于 | | | | | | | | | | | |
| 渐开线圆柱齿轮 | | 齿高 | 65 | 65 | 65 | 40 | 55（45） | 50（40） | 45（35） | 40（30） | 30 | 25 | 20 | 15 |
| 齿长 | 95 | 95 | 95 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 30 | 30 |
| “67”型圆弧齿圆柱齿轮 | | 齿高 | — | | | | | 70 | 65 | 60 | 50 | — | | |
| 齿长 | — | | | | | 90 | 85 | 80 | 75 | — | | |
| 圆锥齿轮 | | 齿高 | — | | | | 75 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 30 | — |
| 齿长 | — | | | | 75 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 30 | — |
| 圆柱蜗杆 | 运动传动 | 齿高 | — | 60 | 60 | 60 | 50 | — | | | | | | |
| 齿长 | — | 75 | 75 | 75 | 60 | — | | | | | | |
| 动力传动 | 齿高 | — | | | | 60 | 60 | 60 | 50 | 30 | — | | |
| 齿长 | — | | | | 75 | 70 | 65 | 50 | 35 | — | | |
| 圆弧齿圆柱蜗杆 | | 齿高 | — | | | | | | | | 55（60） | — | | |
| 齿长 | — | | | | | | | | 60（70） | — | | |

注：1 渐开线圆柱齿轮括号内的百分值适用于轴相重合度＞0.8的斜齿轮。

2 “67” 型圆弧齿圆柱齿轮，齿高方向接触斑点的百分值系经逐级加载至额定负荷走合后的百分值；齿长方向的接触痕迹应大于一个轴向齿距。

3 圆弧齿圆柱涡杆接触斑点百分值系在25%额定负荷下走合后的百分值，括号内的百分值系在额定负荷下走合后的百分值。

### 8.7 联轴器装配

8.7.1 刚性联轴器（见图 8.7.1）的装配，两轴心径向位移不应大于0.03mm，两个半联轴器端面应紧密。



图8.7.1 刚性联轴器

8.7.2 十字滑块联轴器（见图8.7.2-1），NZ型挠性爪型联轴器（见图8.7.2-2）的装配，两轴心径向位移和两轴线倾斜应符合表8.7.2的规定。十字滑块联轴器的端面间隙*c*,对于外形最大直径小于或等于190mm的联轴器应为0.5～0.8mm；对于外形最大直径大于190mm的联轴器应为1.0～1.5mm；NZ型挠性爪型联轴器的端面间隙*c*宜为2mm。



图8.7.2-1 十字滑块联轴器



图8.7.2-2 NZ型挠性爪型联轴器

**表8.7.2 十字滑块和NZ型挠性爪型联轴器装配要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 |
| ≤300 | 0.1 | 0.8/1000 |
| ＞300～600 | 0.2 | 1.2/1000 |

8.7.3 蛇形弹簧联轴器（见图8.7.3）的装配，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙c应符合表8.7.3的规定。



图8.7.3 蛇形弹簧联轴器

**表8.7.3 蛇形弹簧联轴器装配要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 | 端面间隙*c*（mm） |
| ≤200 | 0.1 | 0.1/1000 | 1.0～4.0 |
| ＞200～400 | 0.2 | 1.5～6.0 |
| ＞400～700 | 0.3 | 1.5/1000 | 2.0～8.0 |
| ＞700～1350 | 0.5 | 2.5～10.0 |
| ＞1350～2500 | 0.7 | 2.0/1000 | 3.0～12.0 |

8.7.4 CL型齿轮联轴器（见图8.7.4-1）、CLZ形齿轮联轴器（见图8.7.4-2）的装配，两轴心径向位移、两轴线倾斜和外齿轴套端面处间隙c 应符合表8.7.4的规定，且外齿轴套端面处间隙c的确定，应使外齿端面与断面在两轴传动到端面间隙为最大尺寸位置时不接触。装配后应按设备技术文件规定在内腔加注润滑剂。



图8.7.4-1 CL型齿轮联轴器

1-内齿外套；2-外齿轴套；3-外齿端面；4-端盖



图8.7.4-2 CLZ型齿轮联轴器

**表8.7.4 CL型、CLZ型齿轮联轴器装配要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 | 端面间隙*c*不得小于（mm） |
| 170～185 | 0.30 | 0.5/1000 | 2.5 |
| 220～250 | 0.45 |
| 290～430 | 0.65 | 1.0/1000 | 5.0 |
| 490～590 | 0.90 | 1.5/1000 |
| 680～780 | 1.2 | 7.5 |
| 900～1100 | 1.5 | 2.0/1000 | 10.0 |
| 1250 | 15.0 |

8.7.5 弹性圈柱销联轴器（见图8.7.5）的装配，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙c应符合表8.7.5的规定。



图8.7.5 弹性圈柱销联轴器

**表8.7.5 弹性圈柱销联轴器装配要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 轴孔直径*d*（mm） | 标准型 | | | 轻型 | | | 轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 |
| 型号 | 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 端面间隙*c*（mm） | 型号 | 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 端面间隙*c*（mm） |
| 25～28 | B1 | 120 | 1～5 | Q1 | 105 | 1～4 | 0.05 | 0.2/1000 |
| 30～38 | B2 | 140 | Q2 | 120 |
| 35～45 | B3 | 170 | 2～6 | Q3 | 145 |
| 40～55 | B4 | 190 | Q4 | 170 | 1～5 |
| 45～65 | B5 | 220 | Q5 | 200 |
| 50～75 | B6 | 260 | 2～8 | Q6 | 240 | 2～6 |
| 70～95 | B7 | 330 | 2～10 | Q7 | 290 | 0.10 |
| 80～120 | B8 | 410 | 2～12 | Q8 | 350 | 2～8 |
| 100～150 | B9 | 500 | 2～15 | Q9 | 440 | 2～10 |

8.7.6 棒销联轴器（见图8.7.6）的装配，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙*c*应符合表8.7.6的规定，且端面间隙*c*的确定，应使半联轴器端面与挡板在两轴传动到端面间隙为最大尺寸位置时不接触。



图8.7.6 棒销联轴器

1-半联轴器端面；2-挡板；3-外套；4-棒销

**表8.7.6 棒销联轴器装配要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 | 端面间隙*c*不得小于（mm） |
| 145～270 | 0.1 | 0.2/1000 | 5 |
| 290～470 | 0.2 | 10 |
| 520～750 | 0.3 |
| 850～1110 | 0.5 | 15 |

8.7.7 柱销联轴器（见图8.7.7）的装配，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙*c*应符合表8.7.7的规定。



图8.7.7 柱销联轴器

**表8.7.7 柱销联轴器转配要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 | 端面间隙*c*（mm） |
| 90～150 | 0.05 | 0.2/1000 | 2.0～3.0 |
| 170～220 | 2.5～4.0 |
| 275～320 | 0.10 | 3.0～5.0 |
| 340～490 | 4.5～6.0 |
| 560～610 | 5.0～7.0 |
| 670 | 0.15 | 6.0～8.0 |
| 770 | 7.0～10.0 |
| 850 | 8.0～11.0 |
| 880 | 9.0～12.0 |

8.7.8 带制动轮柱销联轴器（见图8.7.8）的装配，两轴心径向位移、两轴向倾斜、两轴线倾斜和端面间隙*c*应符合表8.7.8的规定。



图8.7.8 带制动轮柱销联轴器

**表8.7.8 带制动轮柱销联轴器装配要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 | 端面间隙*c*（mm） |
| 150 | 0.05 | 0.2/1000 | 2.0～3.0 |
| 170 | 2.5～4.0 |
| 220～275 | 3.0～5.0 |
| 340～410 | 0.10 | 4.0～6.0 |
| 490～560 | 5.0～7.0 |

8.7.9 TD型胎形弹性联轴器（见图8.7.9）的装配，两轴心径向位移、两轴向倾斜、两轴线倾斜和端面间隙*c*应符合表8.7.9的规定。



图8.7.9 TD型胎形弹性联轴器

**表8.7.9 TD型胎形弹性联轴器装配要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 | 端面间隙*c*（mm） |
| 112 | 0.5 | 1.0/1000 | 8～10 |
| 140 | 10～13 |
| 180 | 15～18 |
| 215 | 1.0 | 1.5/1000 | 18～22 |
| 265 | 20～25 |
| 310 | 24～30 |
| 405 | 30～38 |
| 460 | 1.5 | 2.0/1000 | 40～48 |
| 560 | 50～60 |
| 700 | 70～82 |
| 950 | 2.0 | 100～115 |

8.7.10 胶板弹性联轴器（见图8.7.10）的装配，两轴心径向位移、两轴向倾斜、两轴线倾斜和端面间隙*c*应符合表8.7.10的规定。



图8.7.10 胶板弹性联轴器

**表8.7.10 胶板弹性联轴器装配要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 联轴器外形最大直径*D*（mm） | 两轴心径向位移不得大于（mm） | 两轴线倾斜不得大于 | 端面间隙*c*（mm） |
| 300～360 | 0.2 | 0.5/1000 | 30～32 |
| 450 | 0.3 | 45～47 |
| 520～690 | 1.0/1000 | 30～32 |
| 880 | 0.5 | 70～72 |
| 1000 | 40～42 |

8.7.11 万向联轴器（见图8.7.11）的装配，应符合下列要求：



图8.7.11 万向联轴器

1-半圆滑块；2-叉头；3-销轴；4-扁头

1 半圆滑块与叉头的虎口面或扁头平面的接触应均匀，接触面积应大于 60%。

2 在半圆滑块与扁头之间所测得的总间隙δ，宜在各配合间隙积累范围内。可逆传动时，间隙应取较小值。

8.7.12 联轴器装配两轴心径向位移和两轴线倾斜的测量方法见附录K（补充件）。

8.7.13 测量联轴器端面间隙*c*时，应使两轴窜动道端面间隙为最小尺寸的位置；对于轴承型式为滑动轴承的电机，应使转子轴处于磁场中心的位置。

### 8.8 皮带传动、链传动装配

8.8.1 传动平行的每对皮带轮或链轮的装配，应符合下列要求：

1 两轴的平行度公差为0.15/1000；

2 两轮的轮宽中间平面应在同一平面上，其偏移值不应大于0.5mm；

3 偏移和平行度的检查，宜以轮的边缘为基准。

8.8.2 链条与链轮的装配，应符合下列要求：

1 装配前应清洗洁净；

2 主动轮与从动轮的轮齿几何中心线应重合，其偏差不应大于两链轮中心距*A*的2%；

3 链条主动边拉紧时，其从动边的弛垂度*f*（见图8.8.1）；当链条与水平线夹角*α*小于或等于45°时，宜为两链轮中心距*A*的2%；当链条与水平线夹角*α*大于45°时，宜为宜为两链轮中心距*A*的1%～1.5%。



图8.8.1 传动链条弛垂度

1-从动轮；2-主动轮；3-从动边链条

### 8.9 密封件装配

8.9.1 压装软填料圈应符合下列要求：

1 软填料圈的接口宜切成小于45°的剖口，相邻两圈的接口应错开 90°以上；

2 压盖的压紧力应沿圆周均匀分布，软填料圈不易压得过紧。

8.9.2 油封装配时，应在油封唇部和轴表面涂以润滑剂；油封唇边应对着被密封介质的压力方向，唇边不得损伤，油封在壳体内应可靠的固定，不得有轴向移动或转动的现象。

8.9.3 O型密封圈装配时，密封圈不得有扭曲和损伤。

8.9.4 承套V型密封圈（见图8.9.4）的装配，预压量应适当。如需搭接，应切成45°剖口，相邻两圈的接口应错开90°以上。

8.9.5 Yx型密封圈的装配，应区分孔用Yx型密封圈（见图8.9.5-1）或轴用Yx型密封圈（见图8.9.5-2），不得相互代用。

8.9.6 V型、Y型、Yx型、U型密封圈的装配，其唇边应对着被密封的压力方向，唇边不得损伤。

8.9.7 环形间隙密封、曲折（迷宫式）密封的装配（见图8.9.7）应符合下列要求：

1 环形密封槽内和曲折缝隙内一般应填满润滑脂（气封除外）；

2 密封缝隙应均匀。



图8.9.4 成套V型密封圈

1-支承环；2-密封环；3-压环



图8.9.5-1 孔用YX型密封圈



图8.9.5-2 轴用YX型密封圈



（a)环形间隙密封 (b)曲折密封

图8.9.7 环形间隙密封和曲折密封示意图

8.9.8 密封胶的使用，应符合下列要求：

1 密封胶的类型和品种，应符合设备厂家要求或设计规定；

2 应将密封面上的油污、水分、灰尘或锈蚀去除，并清洗洁净；

3 密封胶应均匀和无间断地涂抹在两密封面上，涂层的厚度应按密封面的加工精度和间隙大小确定；当单独使用密封胶不能满足密封要求时，应与密封垫片混合使用；

4 在密封胶干固期间，应对两密封面均匀地施加压力，且不得使密封面发生错动；

5 密封处应无渗漏现象；

6 当密封面较宽时，螺栓孔内外两侧均应涂抹密封胶。

### 8.10 热装配、冷装配和压装配

8.10.1 有过盈的配合件装配前，应检查包容件与被包容件的配合公式、倒角和圆角半径、导向部位的锥度和长度，根据平均实测过盈之差对配合类别，按附录L（补充件）选择装配方法。

8.10.2 热装配时，被加热件的加热温度应按下式计算：

*t*=（2～3）×*i*/（*α*× *d*）+ *t0* （8.10.2）

式中：*t* － 被加热件的加热温度（℃）；

*i* － 平均实测过盈值（mm）；

*α* － 被加热件材料的线膨胀系数，参见附录J（参考件）（1/℃）；

*d* － 被加热件的公称直径（mm）；

*t0* － 环境温度（℃）。

被加热件加热的温度应不超过被加热件材料的回火温度。

8.10.3 冷装配时，被冷却件接近和低于脆性转变温度时严禁敲击。被冷却件的冷却温度应按下式计算：

*t*=2×*i*/（*α*× *d*）+ *t0* （8.10.3）

式中：*t* － 被冷却件的冷却温度（℃）；

*i* － 平均实测过盈值（mm）；

*α* － 被冷却件材料的线膨胀系数，参见附录J（参考件）（1/℃）；

*d* － 被冷却件的公称直径（mm）；

*t0* － 环境温度（℃）。

注：常用冷却剂及其冷却温度（一个标准大气压下）如下：

干冰加酒精或丙酮 -75℃

液氨 -120℃

液氮 -190℃～ -195℃

液氧 -180℃～ -182℃

8.10.4 压装前，应将配合面清洗洁净，并涂以润滑剂。压装前的压入人力可按经验公式计算：

当被包容件与包容件的材料都是钢时

*P*=2.9×[(*D*/*d*)2-1]×*i*×*L*/(*D*/*d*)2 （8.10.4-1）

当被包容件的材料是钢，包容件的材料是铸铁时

*P*=4.3×(*D*/*d*+0.3)×*i*×*L*/(*D*/*d*+6.35) （8.10.4-2）

式中：*P* — 压入力（MPa）；

*D* — 包容件外径（mm）；

*d* — 被包容件外径（mm）；

*i* — 平均实测过盈值（mm）；

*L* — 包容件与被包容件的配合长度（mm）。

## 9 齿轮箱

### 9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于整体安装的齿轮箱。

9.1.2 齿轮箱的检查

9.1.2.1 检查齿轮箱的所有设计图纸以及产品安装说明书等技术文件。

9.1.2.2 对齿轮箱进行外观检查，齿轮箱应具有良好的密封性能，无损伤及渗漏现象。

9.1.2.3 检查所有管口、螺纹接头、油标等防锈封堵状态应符合要求。

9.1.2.4 打开齿轮箱箱盖，对齿轮箱内部进行检查，应于监理工程师、 业主代表检查合格，并进行隐蔽工程验收确认后，方可进行封闭。

9.1.1.5 对基座、垫块、调整垫片等零部件必须按照图纸等相关技术文件进行核对。

### 9.2 齿轮箱安装

9.2.1 基础验收

9.2.1.1 设备基础表面及预留孔内应清洁，预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应防护完好。

9.2.1.2 设备基础的表面应标有齿轮箱轴心的基准点。

9.2.1.3 齿轮箱安装基础的标高应符合设计要求。

9.2.2 安装规定

9.2.2.1 以被传动装置的中心为基准，测量齿轮箱机座输入或输出轴纵向中心线。轴端面测量横向中心线。

9.2.2.2 以标高基准点测量齿轮箱机箱体剖分面的标高。

9.2.2.3 测量齿轮箱箱体剖分面的水平度。

**9.3 齿轮箱安装允许偏差**

9.3.1齿轮箱安装允许偏差应符合表9.3.1的规定。

**表9.3.1 齿轮箱安装允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 | | 检查方法 |
| Ⅰ级 | Ⅱ级 |
| 齿轮箱纵向中心线 | 0.3 | 0.5 | 拉钢丝线、吊线锤，用钢尺检查 |
| 齿轮箱横向中心线 | 0.5 | 1.0 | 拉钢丝线、吊线锤，用钢尺检查 |
| 齿轮箱标高 | ±0.30 | ±0.50 | 用水准仪或平尺、内径千分尺检查 |
| 齿轮箱纵向水平度 | 0.05/1000 | 0.10/1000 | 用平尺和水平仪 |
| 齿轮箱横向水平度 | 0.05/1000 | 0.10/1000 | 用平尺和水平仪 |

## 10 水泵

### 10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于离心泵、轴流泵、混流泵、往复泵、螺杆泵、计量泵等泵体设备的安装。

10.1.2 泵就位前应做下列检查：

10.1.2.1 基础的尺寸、预埋螺栓或预留孔的中心尺寸、标高符合设计要求。检查水泵设备主要安装尺寸应符合设计要求。

10.1.2.2 应按设备技术文件的规定清点泵的零件和部件，设备不应有缺件、损坏和锈蚀等情况，管口保护物和堵盖应完好。

10.1.2.3 手动盘车应灵活，无阻滞、卡住现象，无异常声音。

10.1.2.4 整体出厂的泵在防锈保证期内，其内部零部件不宜拆卸，只需要清洗外部表面和安装接合面。

10.1.2.5 解体出厂泵的主要零件、部件和附属设备、中分面和套装零件、部件的端面不得有擦伤和划痕；轴的表面不得有裂纹、损伤和其他缺陷，同时按装配的顺序分类放置；泵壳垂直中分面不宜拆卸和清洗。

### 10.2 泵体安装

10.2.1 整体安装的泵安装水平，应在进、出口法兰面或其他水平面上进行检测，其纵向安装水平偏差不应大于0.10/1000，横向安装水平偏差不应大于0.20/1000。

10.2.2 解体安装的泵的安装水平，应在水平中分面、轴的外露部分、底座的水平加工面上纵、横向放置水平仪进行检测，其偏差均不应大于0.05/1000。

10.2.3 大型泵的找正、调平，应符合下列要求：

10.2.3.1 驱动机与泵连接时，应以泵的轴线为基准进行找正；驱动机与泵的之间有中间机器连接时，应以中间机器的轴心为基础进行找正。

10.2.3.2 联轴器的径向位移和轴向倾斜和端面间隙，应采用先进的激光对中仪技术进行检查（见附录A图A-4），数值应符合随机技术文件要求。无规定时，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的有关规定。

10.2.3.3 汽轮机驱动的泵和输送高温、低温液体的泵(锅炉给水泵、热油泵、低温泵等)在常温状态下找正时，应按设计规定预留其温度变化的补偿值。

10.2.4 与泵连接的管道安装要求：

10.2.4.1 管子内部和管端应清洗洁净，清除杂物；密封面和螺纹不应损伤。

10.2.4.2 吸入管道和输出管道应有各自的支架，泵不得直接承受管道的重量。

10.2.4.3 相互连接的法兰端面应平行，通过塞尺进行检查；螺纹管接头轴线应对中，不应借法兰螺栓或管接头强行连接。

10.2.4.4 管道与泵连接后，应复检泵的原找正精度，当发现管道连接引起偏差时，应调整管道。

10.2.4.5 管道与泵连接后，不应在其上进行焊接和气割；当需焊接和气割时，应拆下管道或采取必要的措施，并应防止焊渣进入泵内。

10.2.4.6 泵的吸入和排出管道的配置应符合设计规定。当无规定时，可按《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275附录C的规定进行。

10.2.5 高转速泵或大型解体泵安装时，应测量转子叶轮、轴套、叶轮密封环、平衡盘、轴颈等主要部位的径向和端面跳动值，其允许偏差应符合设备、技术文件的规定。

10.2.6 转子部件与壳体部件之间的径向总间隙应符合设备技术文件的规定。

10.2.7 安全阀、溢流阀或超压保护装置应调整至正常开启压力，去全流量压力和回座压力应符合随机技术文件的规定。

## 11 承压设备的强度试验和严密性试验

11.0.1 本章适用于同时具备下列条件的承压设备的强度试验和严密性试验：

1 工作压力为正压（表压大于0MPa）；

2 工作介质为气体或最高工作温度低于标准沸点（之在一个大气压下的沸点）的液体。

11.0.2 承压设备应做强度试验和严密性试验，但对于设计无强度试验要求或同时具备下列条件的承压设备，可不作强度试验，仅作严密性试验：

1 在制造厂已作过强度试验，并具有合格证；

2 外表无损伤痕迹。

11.0.3 强度试验应采用液压法进行，如设计规定采用气压法或因设备结构及操作条件限制只能采用气压法时，则必须有可靠的安全措施。

11.0.4 需作强度试验的承压设备，其严密性试验应在强度试验合格后进行。设备的工作介质为液体时，严密性试验应采用液压法；设备的工作介质为气体或为易燃、有毒介质时，严密性试验应采用气压法。

11.0.5 强度试验和严密性试验的试验介质应符合下列要求：

1 用水试验介质时，水质应洁净；当设备材料为奥氏体不锈钢时，水中的氯离子含量不得超过 25ppm；

2 用压缩空气作试验介质时，压缩空气应洁净；

3 设备有禁油要求时，试验介质严禁含有油脂；

4 试验介质的温度不得低于5℃；对于材质有冷脆倾向的承压设备，应根据材质的脆性转变温度确定试验介质的最低温度，以防脆裂。

11.0.6 试验使用的压力表，应经校验合格并有封印且在校验合格的有效期内；压力表的表盘刻度极限为试验压力的1.5～3倍，最好选用2倍；压力表的精度：对于试验压力小于1.6MPa的应不低于2.5级，对于试验压力等于或大于1.6MPa的应不低于1.5 级；压力表的表盘直径应小于100mm。

11.0.7 强度试验的试验压力和持压时间应符合表11.0.7的规定。

表11.0.7 强度试验的压力和时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工作压力*P*  （表压MPa） | 试压压力（表压MPa） | | 持压时间（min） |
| 液压法 | 气压法 |
| ＞0～＜1.6 | 1.25P | 1.20P | 5～10 |
| 1.6～＜10 | 1.15P |
| 10～＜100 | — |

对于壁温等于或大于200℃的承压设备，其强度试验压力应按表11.6.1规定的试验压力乘以/ , 即

=*P*T×[*σ*]/[*σ*]*t* （11.0.7）

式中：—壁温等于或大于200℃的强度试验压力（MPa）；

*P*T—壁温小于200℃的强度试验压力（见表11.6.1）（MPa）；

[*σ*]— 试验温度小材料的许用应力（MPa）；

[*σ*]t — 设计工作温度下的许用应力（MPa）；

当[σ]/[σ]t 之比值大于1.8时取 1.8。

11.0.8 强度试验升压应分级逐步、缓慢进行，无异常情况方可持续升压，在达到规定的试验压力和持压时间后，将压力降至工作压力，对被试验的设备作检查，不得有异常变形现象。

11.0.9 对于非易燃或无毒介质的设备，严密性试验应符合表11.0.9-1的规定；对于易燃或有毒介质的设备（介质为煤气和天然气的设备除外），严密性试验应采用气压法检查泄漏并应符合表11.0.9-2的规定。

**表11.0.9-1 非易燃或无毒介质的设备严密性试验**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验方法 | 液压法 | 气压法 |
| 试压压力 | 工作压力 | |
| 持压时间 | 不少于30min | |
| 检查要求 | 一般不得有明显泄漏；重要部位的设备不得渗漏 | |

**表11.0.9-2 易燃或有毒介质的设备严密性试验**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验容积（m3） | ≤10 | ＞10～30 | ＞30～100 | ＞100～300 | ＞300 |
| 试验压力 | 工作压力 | | | | |
| 停压\*时间（h） | 3 | 4 | 6 | 8 | 12 |
| 泄漏率（%） | 室外设备≤4；室内设备≤2 | | | | |

**注： 停压系指试验达到规定压力后停止加压，不允许补充压力。**

泄漏率应按下式计算：

*Δ*= [1-*P2*×*T1*/(*P1*×*T2*)]×100% （11.0.9）

式中：*Δ* — 泄漏率（%）；

*P*1 — 试验开始时气体的绝对压力（MPa）；

*P*2 — 试验结束时气体的绝对压力（MPa）；

*T*1 — 试验开始时气体的绝对温度（K）；

*T*2 - 试验结束时气体的绝对温度（K）。

11.0.10 介质为煤气或天然气的设备，其强度试验和严密性试验应按《工业企业煤气安全规程》GB 6222的规定执行。

11.0.11 液压、启动和润滑系统的压力试验应按《冶金机械液压、润滑和气动设备工程安装验收规范》GB 50387的规定执行。

11.0.12 压力容器的耐压试验和气密试验应按《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21的规定执行。

## 12 试运转及工程验收

### 12.1 试运转一般规定

12.1.1 设备试运转应具备下列条件：

1 设备及其附属装置经检查合格，并有完整的检查记录；

2 能源及工作介质应符合设计要求；

3 危险部位和易燃部位应设置安全防护和灭火设施；

4 设备及周围环境应清洁；

5 应有必要的照明和通讯设施；

6 应制定试运转规程。

12.1.2 无负荷试运转规程（单体和联动）应由设备安装单位负责编制，负荷试运转规程（单体和联动）应由生产单位负责编制。

通用机械设备的试运转可不另编制运转规程，按《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的规定执行。

12.1.3 试运转应按下列四个步骤进行：

1 安装后的调试；

2 单体试运转；

3 无负荷联动试运转；

4 负荷联动试运转。

12.1.4 每台设备在安装完毕后，安装单位应进行调试，以检验设备安装的正确性，确认安装设备技术文件的规定后，方可进行单体试运转。

12.1.5 单体试运转应遵守下列顺序的规定：

1 先手动，后电动；

2 先点动，后连续；

3 先低速，后中速、高速。

12.1.6 无负荷联动试运转应按设计规定的联动程序进行或模拟进行。

12.1.7 负荷联动试运转应按生产工艺流程进行。

12.1.8 冶金机械设备的试运转时间或次数，应按下列规定执行：

1 单体试运转：连续运转的设备连续运转2～4h，往复运动的设备在全行程或回转范围往返5～10次；

2 无负荷联动试运转：按设计规定的联动程序连续操作运转或模拟操作运转3次应

无故障，每次运转时间是参与联动设备多少及联动程序繁简而定，一般不超过半小时；

3 负荷联动试运转：按生产工艺流程进行模拟生产，确认正常后投料运转，运转 24～48h，或冶炼（处理）3～5炉（桶、罐）产品。

12.1.9 设备试运转的检查内容及要求，一般按下列规定执行：

12.1.9.1 液压、气动和润滑系统试运转应符合《冶金机械液压、润滑和气动设备工程安装验收规范》GB/T 50387的规定。

12.1.9.2 冷却或加热系统应符合下列规定：

1 各系统应畅通，不得有漏泄现象；

2 各系统工作介质的品质、流量、压力、温度应符合设计和设备技术文件的规定；

3 阀门、回转接头、疏水器等密封应良好，动作应正确、灵活可靠。

12.1.9.3 轴承温度

1 滑动轴承正常运转时，轴承温度不得超过35℃，且最高温度不得超过70℃；

2 滚动轴承正常运转时，轴承温升不得超过40℃，且最高温度不得超过80℃。

3 有起动油泵的机组，应在机组起动前开动起动油泵，待主油泵供油正常后才能停止起动油泵；机组停止运转前，应先开动起动油泵，机组停止转动后应待轴承回油温度降到45℃后再停止起动油泵。

12.1.9.4 传动机构应符合下列规定：

1 皮带不得啃边、打滑；

2 链条和链轮运转应平稳，不得有啃边和异常噪音；

3 齿轮运转时，不得有异常噪音和振动；

4 离合器的动作应灵活、可靠；

5 平衡部件的配重应准确；

6 各紧固件、连接件不得有松动现象。

12.1.9.5 安全防护及调节、制动装置应符合下列规定：

1 调速器、调压器、调力矩（力）装置、安全法、紧急切断阀、事故放散阀、事故复位装置等应按设备技术文件或设计的规定进行试验或模拟试验；

2 制动器、限位装置在制动、纤维是，动作应准确、灵敏、平稳、可靠。

### 12.2 齿轮箱试运转

12.2.1 启动前，通过油过滤器加入符合型号的润滑油，检查油标看润滑油是否加到工作油位。

12.2.2 在一些较寒冷环境中，应先通过加热器进行润滑油预热，在油液未达到工作温度前不得启动齿轮箱。

12.2.3 检查联轴器对中情况，并检查所有螺栓是否都拧紧。

12.2.4 空载启动齿轮箱，检查其旋转方向是否正确，并检查系统油压。

12.2.5 空载运行30分钟，检查各联结件、紧固件不得有松动现象。各接合处、密封处不得有渗、漏油现象。

12.2.6 齿轮箱运行应平稳正常，不得产生冲击、振动以及异常噪音。

12.2.7 监测齿轮箱的振动和工作温度，如发现异常，立即关机并采取措施排除故障。

12.2.8 齿轮箱空载运行合格后，应对其进行负荷试运行。负荷运行应在额定转速下，分别按齿轮箱额定载荷的25%、50%、75%、100%分四个阶段缓慢加载，每个阶段运行的时间以润滑油温升稳定为准，并连续运转3h后油温不超过100℃，若齿轮箱本身有冷却系统的，油温应不超过90℃。

### 12.3 泵试运转

12.3.1 试运转前的检查

12.3.1.1 驱动机的转向应与泵的转向相符。

12.3.1.2 各润滑部位加注润滑剂的规格和数量应符合设备技术文件的规定；有预润滑要求的部位应按规定进行预润滑。

12.3.1.3 检查各连接部位应紧固，不得有松动现象。

12.3.1.4 手动盘动转子及各运动部件运转应正常，不得有异常声响和摩擦现象。

12.3.1.5 各指示仪表、安全保护装置及电控装置均应灵敏、准确、可靠。

12.3.2 试运转

12.3.2.1 应开启入口阀门和放空阀门，泵的平衡盘冷却水管路应畅通；吸入管路应充满输送液体，并排尽空气，不得在无液体情况下启动。

12.3.2.2 泵启动后应快速通过喘振区。

12.3.2.3 转速正常后应打开出口管路的阀门，出口管路阀门的开启不宜超过设计工况，不得在性能曲线驼峰处运转。

12.3.2.4 附属系统的运转应正常，管道连接应牢固无渗漏。

12.3.2.5 轴承的温度不应大于设备技术文件的规定，滑动轴承的温度不应超过70℃，滚动轴承的温度不应超过80℃。

12.3.2.6 各润滑点的润滑油温度、密封液和冷却水的温度均应符合设备技术文件的规定，润滑油不得有渗漏和雾状喷油现象。

12.3.2.7 泵的安全保护和电控装置及各部分仪表均应灵敏、正确、可靠。

12.3.2.8 机械密封的泄漏量不应大于温升应正常；杂质泵及输送有毒、有害、易燃、易爆等介质的泵，密封的泄露量不应大于设计的规定值。

12.3.2.9 泵在额定工况下连续试运转时间不应少于表12.3.2.9规定的时间。

表12.3.2.9 泵在额定工况下连续试运转时间

|  |  |
| --- | --- |
| 泵的轴功率（kW） | 连续试运转时间（min） |
| ＜50 | 30 |
| 50～100 | 60 |
| 100～400 | 90 |
| ＞400 | 120 |

12.3.2.10 泵系统在试运转中应检查下列各项工作，并做好记录。

1 润滑油的压力、温度及各部分供油情况。

2 吸入和排出介质的压力和温度。

3 冷却水的供水情况。

4 各部位轴承的温度和振动情况。

5 电动机的电流、电压和温度。

### 12.4 工程验收

12.4.1 冶金机械设备安装工程质量验收应按分项工程、分部工程、单位工程依次进行。

12.4.2 分项工程应在施工单位自检的基础上,由建设单位专业技术负责人(监理工程师)组织施工单位专业技术质量负责人进行验收。

12.4.3 分部(子分部)工程应在各分项工程验收合格的基础上,由施工单位向建设单位提出报验申请,由建设单位项目负责人(总监理工程师)组织施工单位和监理、设计等有关单位项目负责人及技术负责人进行验收。

12.4.4 单位(子单位)工程完工后,由施工单位向建设单位提出报验申请，由建设单位项目负责人组织施工单位、监理单位、设计单位等项目负责人进行验收。

12.4.5 当工程由分包单位施工时；其总承包单位应对工程质量全面负责,并应由总承包单位报验。

12.4.6 检验项目合格质量应符合下列规定：

1 主控项目和一般项目每项抽检处的施工质量应符合相应专业施工质量验收规范的规定。

2 具有完整施工依据、施工记录及质量检查、检验和试验记录。

12.4.7 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分项工程所含的检验项目均应符合合格质量的规定。

2 分项工程的质量控制资料应齐全。

12.4.8 分部(子分部)工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分部(子分部)工程所含分项工程的质量应全部为合格。

2 分部(子分部)工程的质量控制资料应齐全。

12.4.9 单位(子单位)工程质量验收合格应符合下列规定：

1 单位(子单位)工程所含分部工程的质量应全部合格。

2 单位(子单位)工程的质量控制资料应齐全。

12.4.10 当检验项目的质量不符合相应专业质量验收规范的规定时，应按下列规定进行处理：

1 返工后的检验项目，应重新进行质量验收。

2 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的检验项目，应判定为验收通过。

3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能保证安全使用要求的检验项目,可判定为验收通过。

4 经返修或加固处理的分项、分部(子分部)工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

12.4.11 通过返修后仍不能满足安全使用要求的分部(子分部)工程、单位(子单位)工程，严禁判定为验收通过。

## 附录A 常用测量和检查方法

A.0.1 常用测量和检查方法及其应用范围见表A.0.1。

**表A.0.1 常用测量和检查方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 测检方法 | 应用范围 | | 附注 |
| 测检项目 | 测检精度 |
| 1 | 拉钢丝、内径千分尺量距离、用导电接触讯号法 | 直线度、平行度、同轴度 | 0.02mm | 应考虑钢丝的挠度（见图A.0.1-1） |
| 2 | 拉钢丝、钢板尺量距离 | 直线度、平行度、同轴度 | 0.50mm | 应考虑钢丝的挠度 |
| 3 | 水准仪和普通标尺测度数 | 标高、水平度 | 1.00mm | 标尺刻度采取措施后，测检精度可为0.30mm |
| 4 | 吊线锤、钢板尺量距离 | 铅垂度 | 1.00mm | 线锤应无摆动现象 |
| 5 | 吊钢丝线锤、内径千分尺量距离、用放大镜观察接触法或用导电接触讯号法 | 铅垂度 | 0.05mm | 线锤应无摆动现象（见图A.0.1-2） |
| 6 | 摇臂旋转测量法 | 平行度、垂直度 | 0.03mm/m | （见图A.0.1-3） |
| 7 | 光学准直仪、激光轴对中仪 | 直线度、平行度、同轴度、水平度 | 0.02mm/m | （见图A.0.1-4） |
| 8 | 激光准直仪 | 直线度、平行度、同轴度、水平度 | 距离≤20m为0.05mm  距离＞20～40m为0.10mm  距离＞40～70m为0.20mm |  |
| 9 | 用有刻度的液体连通器测量 | 水平度 | 1.00mm |  |
| 10 | 条式水平仪、框式水平仪 | 水平度 | 0.05mm/m 0.02mm/m | 10 |
| 11 | 光学合相水平仪 | 水平度 | 0.01mm/m | 11 |
| 12 | 塞尺、锥形塞尺、数显锥形塞尺 | 间隙值 | 0.01mm | 12 |



图A.0.1-1 拉钢丝测检同轴度示意图

1-钢丝；2-滑轮和支架；3-重锤；4-电池；5-耳机；6-导线；7-内径千分尺；8-被测检物



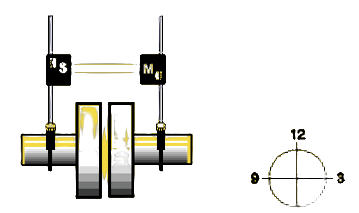
图A.0.1-2 吊钢丝线锤测检铅垂度示意图

1-吊线架；2-被测检物；3-内径千分尺；4-V形块；5-钢丝；6-机座；7-线锤；8-油桶



图A.0.1-3 摇臂旋转测检垂直度示意图

1-摇臂；2-钢丝；3-内径千分尺



3

5

4

1

2

图A.0.1-4 激光对中方法示意图

1-联轴器A；2-联轴器B；3-固定支架；4-激光发射端S；5-激光接收端M

## 附录B 地脚螺栓紧固工具

B.0.1地脚螺栓紧固工具的选择可参见表B.0.1。

**表B.0.1 地脚螺栓紧固工具**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地脚螺栓公称直径mm | 16～30 | ＞30～56 | ＞56～80 | ＞80～110 | ＞110～140 |
| 紧固工具 | 电动扭力扳手、5kg大锤打击单头扳手 | 电动扭力扳手、液压扳手、10kg大锤打击单头扳手；150kg游锤冲击单头扳手 | 液压拉伸器、200kg游锤冲击单头扳手 | 液压拉伸器、500kg游锤冲击单头扳手 | 电动扭力扳手、5kg大锤打击单头扳手 |

## 附录C 螺栓紧固力测定方法

C.0.1设备技术文件对紧固力有规定的螺栓，紧固力的测定方法可参见表C.0.1。

**表C.0.1 螺栓紧固力测定方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 螺栓公称直径mm | 16～30 | ＞30～56 | ＞56～140 |
| 测定方法 | 用扭矩扳手检查 | — | 测量螺栓伸长量 |
| 螺母多拧进角度法：用测力仪器检查 | |

注：用扭矩扳手检查时，螺栓的紧固力矩应按下式计算：

*M*=*K*×*d*×*P*/1000 (C.0.1)

式中：*M* — 螺栓的紧固力矩（N•m）；

*K* —紧固力矩系数，螺纹接触面、螺母与被联接件接触面的摩擦系数均为0.15 时，*K*取0.2；

*D* — 螺栓公称直径（mm）；

*P* — 螺栓紧固力（N）。

## 附录D 地脚螺栓紧固力

D.0.1计算垫板总承力面积对地脚螺栓紧固力的确定，当设备技术文件未作规定时，每个地脚螺栓的紧固力应按下式计算：

*Q*2=[*σ*]×*A* (D.0.1)

式中：*Q2* - 地脚螺栓紧固力（N）；

[*σ*] - 地脚螺栓许用拉应力（MPa）；

*A* - 地脚螺栓螺纹部分的计算面积（mm2）。

材料为A3的地脚螺栓，许用拉应力取7～10MPa, 紧固力见表D.0.1。

**表D.0.1 材料为A3的地脚螺栓紧固力**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地脚螺栓公称直径（mm） | 螺纹部分计算面积（mm2） | 紧固力（N） |
| M16 | 157 | 112～160 |
| M20 | 245 | 175～250 |
| M24 | 353 | 250～360 |
| M30 | 561 | 400～572 |
| M36 | 817 | 583～833 |
| M42 | 1120 | 799～1142 |
| M48 | 1470 | 1049～1499 |
| M56 | 2030 | 1449～2070 |
| M64 | 2680 | 1913～2733 |
| M72×6 | 3460 | 2470～3529 |
| M80×6 | 4340 | 3098～4426 |
| M90×6 | 5590 | 3991～5701 |
| M100×6 | 7990 | 5704～8149 |
| M110×6 | 8560 | 6111～8731 |
| M125×6 | 11190 | 7989～11413 |
| M140×6 | 14180 | 10124～14463 |

## 附录E 斜垫板和平垫板

E.0.1 斜垫板的材料可采用普通碳素钢，平垫板的材料可改用普通钢或铸铁。

E.0.2 斜垫板和平垫板的规格如下：

1 长度*L*、宽度*b*等尺寸见表E.0.4。

2 厚度可根据实际需要和材料的材质和规格确定；斜垫板的斜度宜为1/20～1/40。

E.0.3 采用斜垫板时，斜垫板宜与同号平垫板配合使用，即“斜1A”（或“斜1B”）配“平 1”，“斜2A”（或“斜2B”）配“平2”，等等，依此类推。

E.0.4 斜垫板应成对使用，成对的斜垫板必须采用同一斜度。

**表E.0.4 垫板规格(mm)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 斜垫板 | | | | | | | | | 平垫板（图E-1c） | | |
| A型（图E-1a） | | | | | B型（图E-1b） | | | |
| 代号 | L | b | c最小 | a\* | 代号 | L | b | c最小 | 代号 | L | b |
| 斜1A | 100 | 50 | 3 | 4 | 斜1B | 90 | 50 | 3 | 平1 | 90 | 50 |
| 斜2A | 140 | 70 | 4 | 8 | 斜2B | 120 | 70 | 4 | 平2 | 120 | 70 |
| 斜3A | 180 | 90 | 6 | 12 | 斜3B | 160 | 90 | 6 | 平3 | 160 | 90 |
| 斜4A | 220 | 110 | 8 | 16 | 斜4B | 200 | 110 | 8 | 平4 | 200 | 110 |
| 斜5A | 300 | 150 | 10 | 20 | 斜5B | 280 | 150 | 10 | 平5 | 280 | 150 |
| 斜6A | 400 | 200 | 12 | 24 | 斜6B | 380 | 200 | 12 | 平6 | 380 | 200 |

**\* a为参考尺寸。**

（a）A型斜垫板；（b）B型斜垫板；（c）平垫板

图E.0.4 垫板

## 附录F 座浆法放置垫板操作规程

**F.1 混凝土配制**

F.1.1 配制座浆混凝土所使用的原材料应符合《冶金建筑工程质量检验评定标准》YB 4147的规定。座浆混凝土的胶结材料应采用塑性期和硬化后期均保持微膨胀或微收缩状态的和泌水性小（以保证垫板与混凝土的接触面积达到75%以上）的无收缩水泥，砂应用中砂，石子的粒度为5～15mm。

座浆混凝土的塌落度为 0～1cm；座浆混凝土48h的强度应达到设备基础混凝土的设计强度。

座浆混凝土应分散搅拌，随拌随用。材料称量要准确，用水量尚应根据施工季节和砂石含水率调整控制。将称量好的材料倒在搅拌上干拌均匀，再加水搅拌，视颜色一致为合格。搅拌好的混凝土不得加水使用。

**F.2 成品座浆料**

F.2.1 成品座浆料是一种以水泥为胶结材料、配以复合外加剂和高强骨料，现场加水搅拌后即可使用，具有无收缩、高强、易施工等特性的专用座浆料，适用于各种设备垫板座浆。使用成品座浆料前，应先检查产品合格证及复检报告，符合技术规范要求后，才能投入使用。

**F.3 施工程序及注意事项**

F.3.1 在设置垫板的混凝土基础部位凿出座浆坑，座浆坑的长度和宽度应比垫板的长度和宽度大60～80mm，座浆坑凿入基础表面的深度应不小于30mm，且座浆层混凝土的厚度应不小于50mm。

F.3.2 用水冲或用压缩空气吹出坑内的渣物，并充分浸润混凝土坑约30min，然后除尽坑内积水，坑内不得沾有油污。

F.3.3 在坑内涂一层薄的水泥浆，以利新老混凝土的粘结。水泥浆的水灰比为：水泥0.5kg，水1～1.2kg。

F.3.4 随机将搅拌好的混凝土灌入坑内。灌筑时应分层捣固，每层厚度宜为40～50mm，连续捣至浆浮表面以利拍浆。混凝土表面形状呈中间高四周低的弧形，以便放置垫板时排出空气。

F.3.5 当混凝土表面不再泌水或水迹消失后（具体时间视水泥性能、混凝土配合比和施工季节而定），即可放置垫板并测定标高。垫板上表面标高允许偏差为±0.5mm。垫板放置于混凝土上应用手压、用木锤敲击或用手锤垫木板敲击垫板面，使其平稳下降，敲击时不得斜击，以免空气传入垫板与混凝土接触面之间。使用较大尺寸的平垫板时，垫板中间位置应有排气孔。

F.3.6 垫板标高测定后，拍实垫板四周混凝土，使之牢固。混凝土表面应低于垫板面2～5mm,混凝土初凝前再次复查垫板标高。

F.3.7 盖上草袋或纸袋并浇水湿润养护。养护期间不得碰撞和振动。

F.3.8 养护期满，混凝土强度达到设计要求后，方可拆除模板，拆除模板时不得损伤混凝土表面。

## 附录G 常用碱性清洗液

G.0.1常用碱性清洗液的配方及其适用范围可参见表G.0.1。

**表G.0.1 常用碱性清洗液**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 配方（%） | 适用范围 |
| 1 | 氢氧化钠 0.5～1  碳酸钠 5～10  硅酸钠 3～4  水 余量 | 碱性较强，能清洗矿物油、植物油和钠基脂，适用于一般的钢铁件 |
| 2 | 氢氧化钠 1～2  磷酸三钠 5～8  硅酸钠 3～4  水 余量 |
| 3 | 磷酸三钠 5～8  磷酸二氢钠 2～3  硅酸钠 5～6  烷基苯磺酸钠 0.5～1  水 余量 | 碱性较弱，有除油能力，对金属腐蚀性较低，适用于钢铁件和铝合金件 |
| 4 | 十二烷基硫酸钠 0.5  油酸三乙醇胺 3  苯甲酸钠 0.5  水 余量 | 碱性更弱，适用于精加工或抛光后的钢铁件和铅合金件 |

## 附录H 常用除锈方法和质量要求

**H.1 除锈方法**

H.1.1 除锈前，应根据被除锈零、部件的表面粗糙度选择除锈方法，各级粗糙度表面的除锈方法见表H.1.1。

**表H.1.1 常用除锈方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 表面粗糙度*R*a（μm） | 除锈方法 |
| 1 | 不切削加工表面 | 用砂轮、钢丝刷、刮具、砂布、喷砂或酸洗除锈 |
| 2 | 10～80 | 用非金属刮具、油石或粒度为150号（2/0）砂布蘸机械油擦除或进行酸洗除锈 |
| 3 | 1.25～10 | 用细油石、粒度为150号（2/0）或180号（3/0）的砂布蘸机械油擦除或进行酸洗除锈 |
| 4 | 0.32～1.25 | 先用粒度为180号（3/0）或240号（4/0）的砂布蘸机械油进行擦拭，然后再用干净的棉布（或布轮）蘸机械油和研磨膏的混合剂进行磨光 |
| 5 | 0.001～0.16 | 先用粒度为280号（5/0）的砂布蘸机械油进行擦拭，然后用干净的丝绸蘸机械油和细研磨膏的混合剂进行磨光 |

注：括号内的代号为砂布习惯代号。

H.1.2 有色金属加工修饰应用粒度不低于150号的砂布蘸机械油擦拭。轴承的滑动面除锈蚀，不得用砂布。

H.1.3 酸洗除锈应符合下列要求：

1 光洁度不高于*R*a10～*R*a20，形状较简单（没有小孔、狭槽、铆接等）的零、部件，可用6%硫酸或10%盐酸溶液进行酸洗；

2 光洁度为*R*a1.25～*R*a10的零、部件，应用铬酸酐—磷酸水溶液酸洗或用棉布蘸工业醋酸进行擦拭；铬酸酐—磷酸水溶液的配比和使用方法：

铬酸酐 CrO3 150g/l

磷酸 H3PO4 80g/l

酸洗温度 85～95℃

酸洗时间 30～60min

3 酸洗除锈后，必须立即用水进行冲洗，再用含苛性钠 4g/l和亚硝酸钠2g/l的溶液进行中和，防止腐蚀；

4 酸洗、冲洗、中和、再冲洗、干燥和涂油等操作应连续进行。

H.1.4 除锈后的废酸液的排放应符合有关环境保护法的规定。

**H.2 除锈质量要求**

H.2.1 除锈质量要求。

1 微锈、轻锈应彻底除净，呈现原来的金属光泽；

2 中锈应除至表面光滑为止，允许有斑纹和云雾状的锈迹存在；

3 重锈应除净，但允许坑内有黑斑存在，应做好记录；

4 应尽量保持结合面和滑动面的表面光洁度和配合精度；

5 除锈后，应用煤油或汽油清洗洁净，使其干燥，并涂以适量的润滑油脂或防锈油脂。

## 附录I 脱脂

I.0.1 常用脱脂剂及其适用范围见表I.0.1。

**表I.0.1 常用脱脂剂**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 脱脂剂名称 | 适用范围 | 附注 |
| 三氯乙烯 | 金属制件 | 有毒，对金属物腐蚀性 |
| 四氯化碳 | 金属和非金属制件 | 有毒，对有色金属有腐蚀性 |
| 95%乙醇 | 脱脂要求不高的设备和管路 | 易燃、易爆，脱脂性能较差 |

I.0.2 脱脂方法：

1 小零件可浸没在脱脂剂内5～15min；

2 较大的金属表面可用清洁的棉布或棉纱浸蘸脱脂剂擦洗；

3 大容器内表面可用喷头喷淋脱脂剂冲洗；

4 一般容器或管子的内表面可用灌洗法脱脂，与脱脂剂接触的时间应不少于15min；

5 非金属衬垫应用对密封面无腐蚀性的溶剂浸泡20min以上，石棉衬垫可在300℃左右的温度下灼烧（不得用有烟的火焰）2～3min；

6 紫铜垫片退火后，可不再脱脂。

I.0.3 经过脱脂后的设备、管路及其附件的检验，可选择下列方法进行脱脂后的检验：

1 对脱脂要求不高和易擦拭的部件，可用白滤纸（或白布）擦拭脱脂表面，以滤纸（或白布）上看不出油渍为合格。

2 将使用后的脱脂取样分析，以油脂含量少于0.05%为合格；

3 用蒸汽吹洗脱脂件，取其冷凝液，放入一些粒径1mm左右的纯樟脑，以樟脑不停的旋转为合格；

4 用专用紫外灯具照射检查，以无白色亮点为合格。

I.0.4 采用有毒的脱脂剂进行脱知识，应按有关劳动保护法的规定，采取相应保护措施。

## 附录J 常用材料的弹性模量和线膨胀系数

**表J 常用材料的弹性模量和线膨胀系数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材料 | 弹性模量*E*（MPa） | 线膨胀系数*α*（1/℃） | |
| 加热 | 冷却 |
| 钢 | 20000～21000 | 11×10-6 | 8.5×10-6 |
| 铸钢 | 17500 | 11×10-6 | 8.5×10-6 |
| 可锻铸铁 | 9000～15000 | 10×10-6 | 8×10-6 |
| 铸铁 | 7500～10500 | 10×10-6 | 8×10-6 |
| 铜 | 12500 | 17×10-6 | 14×10-6 |
| 黄铜 | 8000 | 18×10-6 | 16×10-6 |
| 铝合金 | 6500～7500 | 23×10-6 | 18×10-6 |
| 锡青铜 | 8500 | 17×10-6 | 15×10-6 |
| 镁合金 | 3600～4700 | 26×10-6 | 21×10-6 |
| 塑料 | 400～1600 | （46～70）×10-6 | — |

## 附录K 联轴器装配两轴心径向位移和两轴线倾斜的测量方法

K.0.1 将半联轴器A和B暂时互相联接，在圆周上画出对准线或装设专用工具。测量方法如图K-1所示的三种方法。

图K.0.1 联轴器两轴心径向位移和两轴线倾斜测量方法示意图

（a）用塞尺直接侧量；（b）用塞尺和专用工具测量；（c）用百分表和专用工具测量；（D）激光轴对中测量

K.0.2 将半联轴器A和B一起转动，每转90°测量一次并记录测量值，包括起点0°即有5个位置的径向测量值*a*和轴向测量值*b*，记录成如图K.0.2的形式。和分别为位于同一直径两端的两个百分表或两个测点的轴向测量值。

K.0.3 只有在测量值=及-=-时，表明测量正确，测量值方为有效。

K.0.4 联轴器两轴心径向位移计算公式：



图K.0.2 记录形式

*a*x = (*a*2-*a*4)/2 （K.0.4-1）

*a*y = (*a*1-*a*3)/2 （K.0.4-2）

*a* = （K.0.4-3）

式中：～ — 径向测量值（mm）；

— 测量处两轴心在x-x方向的径向位移（mm）；

— 测量处两轴心在y—y方向的径向位移（mm）；

*a* — 测量处两轴心的实际位移（mm）。

K.0.5 联轴器两轴线倾斜计算公式：

*=* （K.0.5-1）

*=* （K.0.5-2）

*θ=*×1000/1000 （K.0.5-3）

式中： ～ — 轴向测量值（mm）；

*d* — 测点处的直径（mm）；

— 两轴线在x-x方向的倾斜；

— 两轴线在y-y方向的倾斜；

θ — 两轴线的实际倾斜。

## 附录L 有过盈的配合件的装配方法

L.0.1 有过盈的配合件的装配方法见表L.0.1。

**表L.0.1 有过盈的配合件装配方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 配合类别 | | | 配合特性 | 装配方法 |
|  | 基孔制 | 基轴制 |
| 过渡配合 |  |  | 用于稍有过盈的定位配合，例如为了消除振动用的定位配合 | 一般用木锤装配 |
|  |  | 平均过盈比（或）大，用于有较大过盈的更紧密的定位 | 用锤或压力机装配 |
| 过盈配合 |  |  | 小过盈配合，用于定位精度特别重要，能以最好的定位精度达到不见的刚性及同轴度要求，但不能用来传递摩擦负荷，需要时易拆除 | 用压力机装配 |
|  |  | 中等压入配合，用于钢制和铁制零件的半永久性和永久性装配，可产生相当大的结合力 | 一般用压力机装配，对于较大和薄壁零件需用温差法装配 |
|  |  | 具有更大的过盈，依靠装配的结合力传递一定负荷 | 用温差法装配 |

## 本标准要求严格程度用词的说明

1 要求严格程度的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词采用“必须”、“严禁”；
2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词采用“应”、“不应”、“不得”；
3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词采用“宜”、“一般”、“可”、“不宜”。

2 条文中指明应按其他有关标准规范的规定执行的，其写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”；非必须按照所指的标准规范执行的，其写法为“可参照……”。

## 引用标准名录

《建筑施工测量标准》JGJ/T 408

《混擬土外加剂应用技术规范》GB 50119

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

《平键 键槽的剖面尺寸》GB/T 10953

《半圆键 键槽的剖面尺寸》GB/T 1098

《楔键 键槽的剖面尺寸》GB/T 1563

《薄型平键 键槽的剖面尺寸》GB/T 1566

《切向键及其键槽》GB/T 1974

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231

《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275

《工业企业煤气安全规程》GB 6222

《冶金机械液压、润滑和气动设备工程安装验收规范》GB 50387

《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21

《冶金建筑工程质量检验评定标准》YB 4147

**中国钢铁工业协会团体标准**

**冶金机械设备安装工程施工及验收规范通用规定**

## 条文说明

目 次

[1 总则 74](#_Toc135983058)

[3 基本规定 75](#_Toc135983060)

[4 设备基础检查 76](#_Toc135983061)

[5 基准线和基准点 77](#_Toc135983062)

[6 设备就位、找平找正和标高测定 7](#_Toc135983063)8

[7 地脚螺栓、垫板和灌浆 79](#_Toc135983064)

[8 清洗和装配 81](#_Toc135983072)

[9 齿轮箱 83](#_Toc135983083)

[10 水泵 84](#_Toc135983086)

[11 承压设备的强度试验和严密性试验 85](#_Toc135983089)

[12 试运转及工程验收 86](#_Toc135983090)

**1 总 则**

1.0.1 本规定是按冶金机械设备安装工序的共同性技术要求编制的规定。目的是规范安装工序的技术要求和规定，避免共同性规范条文在各类冶金机械设备安装规范中重复去规定。

1.0.2 本规定的适用范围，是指冶金机械设备安装工程施工的通用性技术规定和技术要求。它是以选矿、烧结、焦化、炼铁、炼钢、轧钢等各专业冶金机械设备安装工程为基础，将其共同性的技术要求编制为本规定。

1.0.3 各类冶金机械设备的专业技术和特殊要求，本规定无法包括进去；应由有关部门、按专业设备的类别另行规定。

1.0.4 对大型复杂的冶金机械设备和成套冶金生产设备除安装施工图外，还有设计的施工说明和注释技术文件。其内容涉及采用相关标准件，原材料的型号、规格，关键部位的组装结构和该机械设备相连接或衔接等的技术要求。

1.0.5 对于冶金机械设备安装工程中涉及危险性较大的分部分项工程应符合国家相关法律法规。

**3 基本规定**

3.0.1 冶金机械设备安装工程的大小规格各不相同，其质量监督和管理的方式也很多。故本条强调应健全质量管理制度，严格工序自检、互检、专业检查，做好质量检查记录。

3.0.2 设计文件是冶金机械设备安装的依据，冶金机械设备安装必须负荷设计文件的要求，才能使冶金机械设备安装工作顺利进行下去。

3.0.3 施工质量管理应按照国家相关规范进行。

3.0.4 与冶金设备安装工程相关的专业很多，例如建筑专业、电气专业等。各专业之间应按规定的程序进行交接检查,例如设备基础完工后交设备安装，各专业之间交接时，应进行检验并形成记录。

3.0.5 安装工程施工质量验收程序应符合相关规范要求。

3.0.6 冶金机械设备安装工程中的隐蔽工程主要指设备的二次灌浆、变速箱或齿轮箱的封闭、大型轴承座的封闭等。

3.0.7 安装工程施工质量验收应符合相关规范要求。

**4 设备基础检查**

4.0.1 设备的基础工程，由建筑单位施工，建筑单位应按现行国家有关标准验收后，向设备安装单位进行中间交接，未经验收和中间交接的设备基础，不得进行设备安装。

4.0.2 设备安装前，应按施工图和测量控制网确定设备安装的基准线。所有设备安装的平面位置和标高均应以确定的安装基准线为准进行测量。

4.0.3 本条规定的检查项目应在设备吊装前完成。

**5 基准线和基准点**

5.0.1 主体设备和连续生产线应埋设永久中心标板及永久基准点，满足安装施工和维护检修的要求。

5.0.2 永久中心标板和永久基准点在工程竣工验收后，要移交工程接受单位供今后生产检修使用。因此要求采用铜材或不锈钢制造,设置要牢固并应予以保护。

**6 设备就位、找平找正和标高测定**

6.0.1 本条机械设备定位基准的面、线或点，是指被安装的机械设备上的定位面、线或点，在设备就位时它与安装基准线和标高的允许偏差。特别是设备之间有机械联系的，允许偏差大了会产生很大的矛盾，甚至无法安装。

6.0.2 机械设备的找正、调平与测量的位置有关，不同的位置测得的结果往往不同，特别是安装水平十分明显；故本条明确规定在给定的测量位置上进行检验，并用不易抹掉的记号笔或其他方式做好标记。如无明确的给定位置，则靠经验去确定测量位置。复检时均应在原来的测量位置上进行，否则会造成不同的测量结果，且容易产生争议。

6.0.3 本条的目的是推荐在找正、调平时，在安装精度允许偏差的范围内，较合适的偏差选择的方向。

7 地脚螺栓、垫板和灌浆

**7.1 预留地脚螺栓的安设**

预留地脚螺栓由土建单位在基础施工时预留地脚螺栓孔，设备安装时由安装单位安装地脚螺栓。

地脚螺栓与混凝土接触部位要清理干净是为了保证地脚螺栓的握裹强度。

预留孔混凝土强度是否达到设计规定的 75%，以土建单位的通知单为准。

设备经初步找正调平后，要求地脚螺栓与设备螺栓孔周围留有间隙，是为了满足灌浆及设备精调的需要。

**7.2 带锚板活动地脚螺栓的安设**

本条为安设“T”形头地脚螺栓的技术要求。参照《T形头地脚螺栓》JB/ZQ 4362和《T形头地脚螺栓用锚板》JB/ZQ 4172进行编写，地脚螺栓安装时依据标记将 T形头正确地嵌人矩形槽内。

设备就位前，应进行T形头地脚螺栓的试穿，确认 T形头地脚螺栓长方头与错板长方形孔垂直,并在螺栓和基础适当位置做好 T形头方向记号，紧固螺栓时必须按记号安装螺栓，以确保 T形头地脚螺检长方头与错板长方形孔垂直。

设备二次灌浆前,应按设计要求在套管内填塞填充物，封闭管口，设计未规定时，一般采用橡塑海绵板封堵。

**7.3 胀锚地脚螺栓的安设**

胀锚地脚螺栓多用于小型静止设备的固定。

**7.4 设备基础浇灌预埋地脚螺栓的安设**

预埋地脚螺栓由土建单位在基础施工时安装，由土建单位交接给设备安装单位。

**7.5 地脚螺栓的紧固**

设备通过地脚螺栓固定在基础上，必须按设计或规范规定的紧固力拧紧。

对紧固力无测定要求的地脚螺栓,可选用普通扳手，风动或电动扳手紧固,大锤或游锤撞击扳手紧固。紧固力检查一般采用手捶敲击螺母的方法，根据响声和反弹力凭经验判断。

对紧固力有测定要求的地脚螺栓，多采用定扭矩法、螺母多拧进角度法、液压紧固法。定扭矩法是将规定的紧固力换算成紧固力矩，根据计算出的紧固力矩，选用扭矩扳手进行紧固。螺母多拧进角度法是根据热胀冷缩的原理，将螺母多拧进一定的角度。液压拉伸紧固法是用液压螺栓拉伸器将地脚螺栓拉伸，达到要求的伸长量后,螺母在无负荷的情况下拧紧。

**7.6 垫板**

设备的技术文件中有些规定了垫板的类型、规格、布置位置。调整精度要求高的设备，一般都随机提供专用垫板,设备安装时,应按相应的设计技术文件的规定执行。

研磨法安装垫板是将垫板直接放置在研磨好的基础上。平垫板和斜垫板通常用普通碳素钢板切割而成。斜垫板的斜面和底面需加工抛光。采用平垫铁和一对斜垫铁组成一个垫板组。

调整精度要求高的设备，应采用座浆法设置垫板，配合螺栓调整垫铁或调整螺钉进行设备水平度的调整。使用螺栓调整垫铁时，当需要降低调整时，应先降低再升高进行调整，防止出现假数据。使用调整螺钉时，不作永久支承的调整螺钉调平后要松开，目的是让垫铁承受机械设备的质量,防止螺钉变形。作永久支撑的调整螺钉，伸出长度应小于螺钉直径，如伸出长度过长,可能会发生变形。

**7.7 灌浆**

设备技术文件及设计文件对灌浆层的强度有明确要求，要按照技术和设计文件选择灌浆料。同时要办理好灌浆前、灌浆后的工程资料。

**8 清洗和装配**

机械设备装配前，应对需要装配的零部件配合尺寸，相关精度、配合面、滑动面进行尺寸复查及清洗，并应按照标识标记及装配工艺顺序进行装配。

**8.1 一般规定**

8.1.1 冶金机械设备的清洗工作是安装中必须进行的工作。因为机械设备出厂时，均作了防锈包装，防锈包装的方式很多，有涂防锈油、防锈漆、充惰性气体等；加上设备运输、仓储保管方式及存放环境条件各不相同，致使机械设备的污染程度也各不相同。安装时，清洗工作的好坏，将直接影响机械设备是否能正常使用。

8.1.4 设备表面清洗的方法很多，可根据实际需要，选择合适的清洗方法。

8.1.6本条文主要对零部件经过清洗后，通过目测法、擦拭法、溶剂法、pH试纸测定法对零部件的清洁度进行检查，达到设备零部件装配要求。

**8.2 螺纹连接件、键、定位销装配**

本条目为螺纹连接件、键、定位销装配的技术要求。

8.2.5本条文主要是对高强螺栓在装配过程中，被联接件的接合面必须保持干燥，高强螺栓不能做临时螺栓，高强螺栓应自有穿入，若不能自有穿入时对铰孔的要求，垫圈的安装方向以及高强螺栓的拧紧做出了要求。

8.2.6大六角头高强度螺栓装配除应符合本规范第8.2.5条要求外，还对大六角头高强度螺栓的终拧扭矩值的计算，扭矩扳手以及初拧、复拧和终拧提出了要求。

8.2.7扭剪型高强度螺栓装配，除了符合本规范第8.2.5条和第8.2.6条的要求；终拧时，应拧掉螺栓尾部的梅花头。对于个别不能用专用扳手终拧的螺栓，其终拧扭矩值计算时，扭矩系数宜取0.13。

8.2.10 机械设备零部件装配时定位销起到了至关重要的作用，本条文对定位销的装配提出了详细的要求，适用于冶金机械设备零部件的装配。

### 8.3 滑动轴承装配

滑动轴承种类繁多，其装配的技术要求如顶间隙、侧间隙、接触弧度、长度和接触率及接触斑点等，都因转速、润滑冷却方式和载荷大小而各不相同。本节除原规范已选择的滑动轴承外，仅增加了滑动轴套和球面轴承两个品种。

   条文内容主要参照国家现行标准《重型机械通用技术条件 装配》JB/T 5000.10，《化工机器安装工程施工及验收通用规范（通用规定）》HG/T 20203、《装配通用技术要求》JB/T 5994和原规范修订的；其中技术参数一部分来源于上述标准，另一部分为原规范规定内容。

8.3.1 在轴瓦的合金层与瓦壳进行装配时，两者的结合应牢固紧密，不得有分层、脱壳现象。

8.3.4 上、下轴瓦内孔与轴颈接触角以外部分的均油楔，应从瓦口开始由最大逐步过渡到零；其油楔最大尺寸应符合随机技术文件的规定，当无规定时，油楔最大尺寸应符合8.3.1表格规定。

8.3.11 上、下轴瓦的接合面应接触良好。未拧紧螺栓时,应用0.05mm的塞尺从外侧检查，任何部位塞人深度均不应大于接合面宽度的1/3。

### 8.6 齿轮传动装配

本条为滚动轴承装配的技术要求。

8.9.8密封件对于机械设备主要起到密封的作用，因此密封件的正确装配非常重要，本条文主要对密封件的装配提出了一般的要求。

**9 齿轮箱**

**9.1 一般规定**

9.1.1 齿轮箱各零部件的材质和工作机理清洗工作要求非常严格，安装前的清洗和检查是安装前必须严格进行的常规项目。

9.1.2 无论是整体出厂或解体出厂的齿轮箱组装后，均应进行严密性检验，避免漏油。其中润滑系统因润滑方式和压力各不相同，故在各类齿轮箱中规定或按随机技术文件规定处理。

9.1.3 齿轮箱的管路、接头及连接处的密封和泄放很重要。

**9.2 齿轮箱安装**

9.2.1 本节针对的是整体出厂的齿轮箱，整体出厂的齿轮箱在出厂前均进行了不少于2h～3h的满负荷连续试运转，经检验合格后才能出厂。

9.2.2 安装前对齿轮箱进行外观和内部开盖检查，并对基础进行验收，合格后方可进行安装。齿轮箱的安装允许偏差应满足规范要求。

**10 水泵**

**10.1一般规定**

泵安装前应事先对其外观质量和随机技术文件进行检查，泵不应有损坏、锈蚀，零部件不应有缺失，密封件不应有损坏，核对泵的型号、规格以及安装尺寸是否符合设计要求，开箱检查完毕后应注意记录并办理移交手续。

**10.2 泵的安装**

整体安装的泵安装水平，应在进、出口法兰面或其他水平面上进行检测，其安装水平偏差不应大于0.10/1000。本条为随机技术文件无规定时应符合的要求，当随机技术文件有规定时应符合随机技术文件要求。

泵的入口和出出管路是泵和泵站安装的重要部分，对泵的管路安装做出了一般规定，管道的连接部位和阀门等应无泄漏，泵安装时，其附属系统的管道一般应该要在现场进行压力试验。在试运转前应对安全阀、溢流阀进行检查、试验，按照随机技术文件要求执行。

**11 承压设备的强度试验和严密性试验**

11.0.1 设备技术文件及设计文件对承压设备强度试验和严密性试验的试验压力、试验介质、试验温度、试验的时间都有详细和明确的规定，试验作业要严格按照技术设计文件及本规范的相应条款实施。

11.0.2 要按照承压设备报检报验的各项规定，同时进行承压设备的试验见证及文件资料的整理等工作。

**12 试运转及工程验收**

**12.1 试运转一般规定**

参照设备有关制造技术条件和标准，将试运转时一般规定在本条中规定明确。

试运转包括单机试运转、无负荷联动试运转和负荷联动试运转。单机试运转、无负荷联动试运转由安装施工单位负责进行,负荷联动试运转由建设单位负责进行。

安全保护装置是保障人身安全和设备安全运行的设施。本条文严格要求安全保护装置必须在设备试运转前安装调整合格,在试运转中需要调试的必须在试运转中完成调试，其功能必须符合设计技术文件要求，防止发生安全事故。无负荷联动试运转后，必须对各个接合部位复检，防止松动而造成事故。

安装单位要在无负荷联动试运转合格后办理中间交接手续，中间交接手续办理之后，设备的保管、维护应由建设单位负责。

**12.2 齿轮箱试运转**

齿轮箱试运转的检验合格标准主要就是润滑油的各项指标达标。润滑油温和轴承温升均不应超过设备技术文件的规定。本条对试运行的润滑油温做出了统一规定。设备技术文件如有要求的，以厂家技术文件为准。

**12.3 泵试运转**

由于泵设备不允许无介质空运转，因此泵设备的试运转没有单机试运转，一经投人试运转即为负荷运转。泵输送的介质有常温水、高、低温液体、化学液体、挥发性液体、黏性液体和颗粒悬浮物等，一般都以水为介质进行试运转，试运行合格作为安装工程完毕,可办理交工验收。如设备技术文件及设计文件要求使用规定的工作介质进行试运转，则试运转工作应由建设单位主持,安装施工单位参加，并负责处理属于安装施工所造成的质量问题。

**12.4 工程验收**

设备安装的分项工程应按设备的台(套)或机组划分，同一个单位工程中的设备安装工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。大型特殊的设备安装工程可单独构成单位(子单位)工程或划分为若干个分部工程，其分项工程可按工序划分。

本条明确了分项工程质量验收合格的3项质量标准即主控项目、一般项目及施工控制文件应具备的条件。明确了分部工程安装质量的验收合格的2项标准，即所含分项工程质量全部合格;分部工程质量控制文件齐全完整。明确了单位工程安装质量的验收合格的2项标准，即所含分部工程质量全部合格；单位工程质量控制文件齐全完整。