UDC

中国土木工程学会标准

P T/CCES XX－20XX

槽式预埋件应用设计标准

Application design standard for anchor channels

（征求意见稿）

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回。

20XX–XX–XX 发布 20XX–XX–XX 实施

中国土木工程学会 发布

**中国土木工程学会标准**

槽式预埋件应用设计标准

Application design standard for anchor channels

**T/CCES X－20XX**

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：20XX年XX月XX日

20XX 北 京

前 言

本标准是根据中国土木工程学会《关于发布<2019年中国土木工程学会标准立项计划>的通知》（土标委[2019]11号）的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位编制而成。

在本标准编制过程中，编制组广泛调查研究和总结了槽式预埋件应用设计的工程实践经验，参考了国内外有关标准，并在广泛征求意见基础上，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是：1.总则，2. 术语、符号与参考标准，3.基本设计规定，4.材料，5.受力分析，6.承载能力极限状态计算，7.正常使用极限状态验算，8.构造措施。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国土木工程学会标准与出版工作委员会负责管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有修改意见或建议，请寄送槽式预埋件应用设计标准编制组（地址：北京市朝阳区北三环东路30号；邮政编码：100013； 电子邮箱：648020443@qq.com））。

本标准主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

本标准参编单位：XXXX

本标准主要起草人员：XXXX

本标准主要审查人员：XXXX

签 发：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc22800671)

[2 术语、符号与参考标准 2](#_Toc22800672)

[2.1 术语 2](#_Toc22800673)

[2.2 符号 2](#_Toc22800674)

[3 基本设计规定 10](#_Toc22800676)

[3.1 一般规定 10](#_Toc22800677)

[3.2 槽式预埋件设计基本原则 10](#_Toc22800678)

[3.3 承载能力极限状态计算 10](#_Toc22800679)

[3.4 正常使用极限状态计算 11](#_Toc22800680)

[3.5 分项系数 11](#_Toc22800681)

[4 材料 13](#_Toc22800682)

[4.1 槽式预埋件 13](#_Toc22800683)

[4.2 混凝土基材 14](#_Toc22800684)

[5 受力分析 15](#_Toc22800685)

[5.1 一般规定 15](#_Toc22800686)

[5.2 受拉作用分析 15](#_Toc22800687)

[5.3 垂直受剪作用分析 17](#_Toc22800688)

[5.4 平行受剪作用分析 18](#_Toc22800689)

[5.5 附加钢筋受力作用分析 19](#_Toc22800690)

[6 承载能力极限状态计算 21](#_Toc22800691)

[6.1 一般规定 21](#_Toc22800692)

[6.2 拉力极限状态计算 21](#_Toc22800693)

[6.3垂直剪力极限状态计算 32](#_Toc22800694)

[6.4平行剪力极限状态计算 40](#_Toc22800695)

[6.5 拉剪复合的极限状态计算 45](#_Toc22800696)

[7 正常使用极限状态验算 48](#_Toc22800697)

[8 构造措施 49](#_Toc22800698)

[本规程用词说明 49](#_Toc22800698)

[引用标准名录 50](#_Toc22800698)

条文说明 [51](#_Toc22800698)

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc22800671)

[2 Terms, symbols and reference standards 2](#_Toc22800672)

[2.1 Terms 2](#_Toc22800673)

[2.2 Symbols 2](#_Toc22800674)

[2.3 Reference standards 9](#_Toc22800675)

[3 Basic design Requirements 10](#_Toc22800676)

[3.1 General Requirements 10](#_Toc22800677)

[3.2 Principles for anchor channel Design 10](#_Toc22800678)

[3.3 Ultimate state calculation of bearing capacity 10](#_Toc22800679)

[3.4 Calculation of serviceability limit stat 11](#_Toc22800680)

[3.5 Partial coefficient 11](#_Toc22800681)

[4 Material 13](#_Toc22800682)

[4.1 Anchor channel 13](#_Toc22800683)

[4.2 Concrete base material 14](#_Toc22800684)

[5 Force analysis 15](#_Toc22800685)

[5.1 General Requirements 15](#_Toc22800686)

[5.2 Tensile analysis 15](#_Toc22800687)

[5.3 Analysis of vertical shear action 17](#_Toc22800688)

[5.4 Analysis of parallel shear action 18](#_Toc22800689)

[5.5 Analysis of the stress action of additional reinforcement 19](#_Toc22800690)

[6 Ultimate state calculation of bearing capacity 21](#_Toc22800691)

[6.1 General Requirements 21](#_Toc22800692)

[6.2 Calculation of tensile limit state 21](#_Toc22800693)

[6.3 Calculation of vertical shear limit state 32](#_Toc22800694)

[6.4 Limit state calculation of parallel shear 40](#_Toc22800695)

[6.5 Limit state calculation of tension shear composite 45](#_Toc22800696)

[7 Checking calculation of serviceability limit state 48](#_Toc22800697)

[8 Structural measures 49](#_Toc22800698)

[Explanation for wording in the specification ...... ………...... ……...... ....…...... ……….......](#_Toc435778404)49

[List of Quoted Standards ... ....... .... .......... ………..... ……...... ....…...... ….... ....…….......](#_Toc435778404)50

Explanation of provisions………...... ………...... ………...... …...... …...... …......…….......51

**1 总** **则**

1. 为了槽式预埋件在轨道交通、城市管廊、建筑幕墙等建设工程领域的合理应用，做到安全、适用、经济，保障工程质量，降低风险隐患，制定本标准。
2. 本标准适用于槽式预埋件系统的设计，覆盖碳钢和不锈钢材料的槽式预埋件。设计方法包括槽道与锚件刚性连接，刚性连接形式有焊接、铆接、螺栓连接。
3. 本标准依据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010及《建筑结构荷载规范》GB 50009的原则制定。
4. 槽式预埋件设计除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2 术语、符号与参考标准**

## 2.1 术 语

1. 槽式预埋件系统 anchor channel system

槽式预埋件预先埋设在混凝土中，可将被紧固物固定的锚固连接系统。

1. 槽式预埋件 anchor channel

由槽道、T型螺栓副和至少2个锚件组成的钢组件。

1. 槽道 channel

由碳素结构钢、低合金结构钢或不锈钢使用热轧或冷成型工艺制成，槽口内壁光滑或者有齿牙的槽钢。

1. 锚件 anchor

由碳素结构钢、低合金结构钢或不锈钢等制成，采用焊接、铆接或螺栓连接等方式与槽道背面连接，并与混凝土基材形成锚固作用的配件。

1. T型螺栓副 T-bolt

由 T 型螺栓、螺母、垫圈组成的一套钢质组件。

1. 附加钢筋 supplementary reinforcement

设计受力钢筋承载力不足而另外添加的钢筋，分为附加纵向和附加横向钢筋，本身并不承载槽式预埋件的拉力、剪力。

## 符 号

* + 1. 材料性能

|  |  |
| --- | --- |
|  | —— 混凝土150mm立方体抗压强度标准值； |
|  | —— 锚件的公称抗拉强度标准值； |
|  | —— T型螺栓的公称抗拉强度标准值； |
|  | —— 混凝土轴心抗拉强度设计值； |
|  | —— 锚件的公称屈服强度标准值； |
|  | —— T型螺栓的公称屈服强度标准值； |
|  | —— 槽道的公称屈服强度标准值； |
|  | —— 附加钢筋屈服强度标准值。 |

* + 1. 作用与作用效应

|  |  |
| --- | --- |
|  | —— 承载力极限状态下，槽式预埋件系统所受的荷载效应组合设计值； |
|  | —— 作用在T型螺栓上的弯矩设计值； |
|  | —— 拉力作用下的槽道的弯矩设计值； |
|  | —— 拉力作用下的槽道抗弯强度设计值； |
|  | —— 有力臂T型螺栓的抗弯承载力标准值； |
|  | —— 有力臂T型螺栓的基准抗弯承载强度标准值； |
|  | —— 槽式预埋件抗弯承载强度标准值； |
|  | —— 作用在T型螺栓上的拉力荷载设计值； |
|  | —— 单个锚件的拉力设计值； |
|  | —— 单个T型螺栓的拉力设计值； |
|  | —— 单个锚件*i*的拉力设计值； |
|  | ——附加钢筋的拉力设计值； |
|  | —— 单个锚件的附加钢筋锚固破坏抗拉承载力设计值； |
|  | —— 单个锚件的单根附加钢筋锚固破坏抗拉承载力设计值； |
|  | —— 混凝土锥体破坏抗拉承载力设计值； |
|  | —— 混凝土理想侧锥体破坏抗拉承载力设计值； |
|  | —— 槽式预埋件在混凝土中的抗拉承载力设计最小值； |
|  | —— 拉力下的锚件拔出承载力设计值； |
|  | —— T型螺栓抗拉承载力设计值； |
|  | —— 锚件抗拉承载力设计值； |
|  | —— 槽道与锚件连接处抗拉承载力设计值； |
|  | —— 槽口抗拉承载力设计值； |
|  | —— 混凝土劈裂破坏抗拉承载力设计值； |
|  | —— 混凝土锥体破坏抗拉承载力标准值； |
|  | —— 混凝土理想锥体破坏抗拉承载力标准值； |
|  | —— 混凝土侧锥体破坏抗拉承载力标准值； |
|  | —— 混凝土理想侧锥体破坏抗拉承载力标准值； |
|  | —— 拉力下的锚件拔出承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的附加钢筋钢材破坏抗拉承载力标准值； |
|  | —— T型螺栓抗拉承载力标准值； |
|  | —— 锚件抗拉承载力标准值； |
|  | —— 槽道与锚件连接处抗拉承载力标准值； |
|  | —— 槽口抗拉承载力标准值； |
|  | —— 槽口基准抗拉承载力标准值； |
|  | —— 混凝土劈裂破坏抗拉承载力标准值； |
|  | —— 混凝土理想劈裂破坏抗拉承载力标准值； |
|  | —— 非地震作用组合下的槽式预埋件系统承载力设计值； |
|  | —— 地震作用组合下的槽式预埋件系统承载力设计值； |
|  | —— 槽式预埋件系统承载力标准值； |
|  | —— 作用在T型螺栓上的剪力荷载设计值； |
|  | —— 单个锚件的剪力设计值； |
|  | —— 单个T型螺栓的剪力设计值； |
|  | —— 单个锚件*i*的剪力设计值； |
|  | —— 单个锚件的平行剪力设计值； |
|  | —— 单个锚件的平行剪力设计值； |
|  | —— 单个锚件的垂直剪力设计值； |
|  | —— 单个锚件的垂直剪力设计值； |
|  | —— 单个T型螺栓的平行剪力设计值； |
|  | —— 单个T型螺栓的垂直剪力设计值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土边缘平行抗剪承载力设计值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土边缘垂直抗剪承载力设计值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土剪撬平行抗剪承载力设计值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土剪撬垂直抗剪承载力设计值； |
|  | —— 槽式预埋件在混凝土中的平行抗剪承载力设计最小值； |
|  | —— 槽式预埋件在混凝土中的垂直抗剪承载力设计最小值； |
|  | —— 无力臂T型螺栓的垂直抗剪承载力设计值； |
|  | —— 单个锚件的平行抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的垂直抗剪承载力设计值； |
|  | —— 槽道与锚件连接处平行抗剪承载力设计值； |
|  | —— 槽道与锚件连接处垂直抗剪承载力设计值； |
|  | —— 槽口垂直抗剪承载力设计值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土边缘平行抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土边缘垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土理想边缘平行抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土理想边缘垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土剪撬平行抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的混凝土剪撬垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 无力臂T型螺栓的垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的平行抗剪承载力标准值； |
|  | —— 单个锚件的垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 槽道与锚件连接处平行抗剪承载力标准值； |
|  | —— 槽道与锚件连接处垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 槽口平行抗剪承载力标准值； |
|  | —— 槽口垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 槽口基准垂直抗剪承载力标准值； |
|  | —— 有力臂T型螺栓的垂直抗剪承载力标准值。 |

* + 1. 几何参数

|  |  |
| --- | --- |
|  | —— T型螺栓在预埋槽道中受剪时的内力臂长度； |
|  | —— 平行剪力作用下混凝土边缘破坏时，混凝土实际边缘破坏在侧向的投影面面积； |
|  | —— 平行剪力作用下混凝土边缘破坏时，混凝土理想边缘破坏在侧向的投影面面积； |
|  | —— 锚件受拉时接触混凝土的端部面积； |
|  | —— 锚件受拉时有效受力截面面积； |
|  | —— T型螺栓受拉时有效受力截面面积； |
|  | —— 单根附加钢筋受力横截面积； |
|  | —— T型螺栓头部长度； |
|  | —— 槽道宽度； |
|  | —— 工字型锚件沿槽式预埋件*x*轴方向的末端墩头宽度； |
|  | —— 拉力作用下垂直于混凝土边缘方向的距离，剪力作用下垂直于需考虑进行破坏验算混凝土边缘方向的距离； |
|  | —— 拉力作用下平行于混凝土边缘方向的距离，剪力作用下平行于需考虑进行破坏验算混凝土边缘方向的距离； |
|  | —— 拉力作用下避免发生混凝土锥体破坏的临界边距； |
|  | —— 拉力作用下避免发生混凝土侧锥体破坏的临界边距； |
|  | —— 拉力作用下避免出现混凝土劈裂破坏的临界边距； |
|  | —— 剪力作用下避免发生混凝土边缘破坏的临界边距； |
|  | —— 平行或垂直于槽道轴向的混凝土边缘到锚件轴心的最小距离； |
|  | —— 槽式预埋件系统允许位移量限值； |
|  | —— 布置槽式预埋件附加钢筋的混凝土构件有效深度； |
|  | —— 锚件杆部直径； |
|  | —— 锚件等效截面直径； |
|  | —— 槽口之间的最短距离； |
|  | —— 锚件末端墩头直径； |
|  | —— 附加钢筋直径； |
|  | —— T型螺栓杆部直径； |
|  | —— 垫片外直径； |
|  | —— 混凝土表面到作用在T型螺栓上剪力作用线的距离； |
|  | —— 槽式预埋件附加钢筋轴心到作用在被紧固物上剪力作用线的距离； |
|  | —— 槽式预埋件系统位移量设计值； |
|  | —— 锚件端部到混凝土底面距离； |
|  | —— 混凝土厚度； |
|  | —— 槽道底部到锚件端部（含端部厚度）的距离； |
|  | —— 槽道高度； |
|  | —— 剪力作用下避免发生混凝土边缘破坏的临界厚度； |
|  | —— 槽式预埋件有效埋深； |
|  | —— 混凝土最小厚度； |
|  | —— 锚件沿槽式预埋件*x*轴方向的截面惯性矩； |
|  | —— 槽道沿槽式预埋件*y*轴方向的截面惯性矩； |
|  | —— 混凝土受拉锥体破坏范围内的附加钢筋有效锚固长度； |
|  | —— T型螺栓力臂长度； |
|  | —— 附加钢筋外伸锚固长度； |
|  | —— 拉力设计值或剪力设计值在槽式预埋件上单方向的影响长度； |
|  | —— 锚件间距； |
|  | —— 相邻T型螺栓轴心间距； |
|  | —— 槽式预埋件系统受拉时可避免相邻锚件产生相互影响的临界间距； |
|  | —— 槽式预埋件系统受拉时可避免出现混凝土侧锥体破坏的相邻锚件临界间距； |
|  | —— 槽式预埋件系统受拉时可避免出现混凝土劈裂的相邻锚件临界间距； |
|  | —— 槽式预埋件系统中可避免对边缘抗剪承载力产生影响的相邻锚件临界间距； |
|  | —— 在、、或范围内，被计算锚件到相邻锚件的间距； |
|  | —— 锚杆最大间距； |
|  | —— 锚杆最小间距； |
|  | —— 被紧固物厚度； |
|  | —— 锚件末端墩头厚度； |
|  | —— 工字型锚件沿槽式预埋件*x*轴方向的杆部宽度（mm）； |
|  | —— 工字型锚件沿槽式预埋件*y*轴方向的杆部宽度； |
|  | —— T型螺栓螺杆部位的弹性截面抵抗矩（mm3）； |
|  | —— 槽式预埋件槽道沿*y*轴方向的塑性截面模量公称值； |
|  | —— 槽式预埋件附加钢筋轴心到受力截面中和轴的距离。 |

* + 1. 分项系数和计算系数

|  |  |
| --- | --- |
|  | —— 附加钢筋形状影响系数； |
|  | —— 保护层修正系数； |
|  | —— 被紧固物在有力臂T型螺栓垂直受剪的约束系数； |
|  | —— 地震作用下承载力降低系数； |
|  | —— 槽式预埋件系统承载力分项系数； |
|  | —— 拉力作用下槽口破坏时，T型螺栓轴心间距对槽口承载力的影响系数； |
|  | —— 剪力作用下槽口破坏时，T型螺栓轴心间距对槽口承载力的影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土锥体破坏或劈裂破坏时，混凝土边角距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土侧锥体破坏时，混凝土边角距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 垂直剪力作用下混凝土边缘破坏时，混凝土边角距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土锥体破坏或劈裂破坏时，混凝土边距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土侧锥体破坏时，混凝土厚度对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 垂直剪力作用下混凝土边缘破坏时，混凝土厚度对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土锥体破坏或劈裂破坏时，相邻锚件间距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土侧锥体破坏时，相邻锚件间距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 垂直剪力作用下混凝土边缘破坏时，相邻锚件间距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 剪力方向影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土劈裂破坏时，混凝土厚度对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 平行剪力作用下混凝土边缘破坏时，混凝土厚度对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 拉力作用下混凝土锥体破坏时，表层混凝土密集配筋对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 垂直剪力或平行剪力作用下混凝土边缘破坏时，混凝土边缘钢筋对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 平行剪力作用下混凝土边缘破坏时，混凝土边距对被计算锚件承载力的影响系数； |
|  | —— 槽式预埋件受拉时混凝土锥体破坏承载系数； |
|  | —— 槽式预埋件受拉时拔出破坏承载系数； |
|  | —— 槽式预埋件受拉时混凝土侧锥体破坏承载系数； |
|  | —— 槽式预埋件受剪时混凝土剪撬破坏承载系数； |
|  | —— 槽式预埋件受平行剪力时混凝土边缘破坏承载系数； |
|  | —— 槽式预埋件受垂直剪力时混凝土边缘破坏承载系数； |
|  | —— 拉剪复合验算中的槽口破坏承载系数； |
|  | —— 拉剪复合验算中的锚件破坏和连接处破坏承载系数； |
|  | —— 拉力设计值或剪力设计值对单个锚件*i*的影响长度； |
|  | —— 影响长度； |
|  | —— 根据受拉力最不利的锚件计算所需附加钢筋的根数。 |

**3 基本设计规定**

## 一般规定

* + 1. 槽式预埋件设计采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，采用承载力分项系数的设计表达式进行设计。
    2. 本标准中槽式预埋件的设计参数应符合现行行业标准《槽式预埋件应用系统评价技术规范》的规定。
    3. 槽式预埋件的设计使用年限应与被紧固的构件相一致。
    4. 槽式预埋件极限状态设计包括承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算。

## 槽式预埋件系统设计基本原则

1. 槽式预埋件系统承受静态或准静态荷载。
2. 槽式预埋件系统承受拉力作用和/或剪力作用。
3. 槽式预埋件应预埋在强度等级C25～C100的普通混凝土中。槽式预埋件系统设计时的混凝土抗压强度标准值不应高于75 N/mm2。
4. 承载能力极限状态计算应考虑不同方向的作用力及所有可能的失效模式。
5. 正常使用极限状态验算应考虑由作用力引起的位移，且位移量不应超过最大允许位移。
6. 槽式预埋件的材质选择和防腐要求应考虑安装环境和工程使用环境要求。

## 承载能力极限状态计算

1. 槽式预埋件设计承载力应按下列公式验算所有可能的失效模式，应符合下列规定：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 无地震作用组合 |  | （3.3.1-1） |
|  |  | （3*.*3.1-2） |
| 有地震作用组合 |  | （3.3.1-3） |
|  |  | （3.3.1-4） |

式中：—— 承载力极限状态下，槽式预埋件系统所受的荷载效应组合设计值（N）；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 非地震作用组合下的槽式预埋件系统承载力设计值（N）； |
|  | —— | 地震作用组合下的槽式预埋件系统承载力设计值（N）； |
|  | —— | 地震作用下承载力降低系数。当地震作用效应不大于荷载效应组合值的20%时，可取1.0。当地震作用效应大于荷载效应组合值的20%时，应按实验或认证报告确定； |
|  | —— | 槽式预埋件系统承载力标准值（N）； |
|  | —— | 槽式预埋件系统承载力分项系数，按本标准第3.5.1条取用； |

## 正常使用极限状态验算

1. 正常使用极限状态应符合下式规定：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （3.4.1） |

式中： —— 槽式预埋件系统位移量设计值（mm），应按产品认证报告取用，并应考虑槽式预埋件受剪力作用时其配置的附加钢筋产生的混凝土裂缝效应；

—— 槽式预埋件系统允许位移量限值（mm），按本标准第7.0.1条确定。

1. 正常使用极限状态宜考虑槽式预埋件系统锚固区内的混凝土处于开裂状态。当配置附加钢筋的槽式预埋件系统受到剪力作用时，应考虑混凝土处于开裂状态。

## 分项系数

1. 槽式预埋件系统承载力分项系数，应根据产品的认证报告确定。无认证报告时，应按表 3.5.1 采用，表中应按行业标准《槽式预埋件系统应用评价技术规范》标准号第7.2.6条的要求取用。

**表3.5.1 槽式预埋件系统承载力分项系数**

| 不同破坏类型对应的承载力标准值 | | 不同破坏类型对应的分项系数 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **槽式预埋件钢材破坏** | | | | |
| **拉力作用下** | | | | |
| 锚件破坏 |  |  |  | |
| 锚件与槽道连接处破坏 |  |  | 1.8 | |
| 槽口破坏 |  |  | 1.8 | |
| T型螺栓破坏 |  |  |  | |
| 槽道受弯破坏 |  |  | 1.15 | |
| **剪力作用下** | | | | |
| 锚件破坏 |  |  | 当且 时，取；  当或 时，取1.5。 | |
| T型螺栓无力臂纯剪  T型螺栓有力臂破坏 |  |  |
| 锚件与槽道连接处破坏 |  |  | 1.8 | |
| 垂直剪力下槽口破坏 |  |  | 1.8 | |
| 平行剪力下槽口与T型螺栓咬合破坏 |  |  |  | 1.8 |
|  | 2.1 |
|  | 2.5 |
|  | 1.75*/* |
| 无认证 | 3.5 |
| **槽式预埋件附加钢筋钢材破坏** | | | | |
| 钢筋受力破坏 |  |  | 1.15 | |
| **槽式预埋件的混凝土破坏** | | | | |
| 混凝土受拉锥体破坏 |  |  | 1.5 | |
| 混凝土受拉侧锥体破坏 |  |
| 混凝土受剪边缘破坏 |  |
| 混凝土受剪剪撬破坏 |  |
| 锚件受拉拔出破坏 |  |  |
| 混凝土受拉劈裂破坏 |  |  |

1. 正常使用极限状态时，槽式预埋件系统承载力分项系数宜采用1.0。
2. 选取承载力分项系数时应保证槽式预埋件系统的有效锚固。有效锚固应符合下列规定：

**1** 应先放置槽式预埋件再浇筑混凝土。浇筑时应进行振捣，应保证在槽道和锚件端部下方的混凝土密实；

**2** 在配筋、混凝土浇筑和振捣过程中，槽式预埋件不应产生移动。

**4 材料**

## 槽式预埋件

* + 1. 槽式预埋件系统有效埋深不应（宜/可）小于40mm，锚件间距s不应小于。
    2. 槽式预埋件（图4.1.1）的有效埋深应符合下列规定：当且时，应按**图4.1.1a)**取值；当槽式预埋件的或时，其有效锚固深度应按**4.1.1b)**取。
    3. 槽式预埋件的材料公称抗拉强度标准值不应大于1000MPa。



(a) 且时有效埋深 (b) 或时有效埋深

图4.1.1 槽式预埋件有效埋深示意图

1—锚件；2—锚件与槽道连接处；3—槽道；4—槽口；5—T型螺栓

## 混凝土基材

* + 1. 当槽式预埋件系统锚固区域内的混凝土符合下式规定时，可判定为非开裂混凝土，否则可判定为开裂混凝土。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （4.2.1） |

式中：——正常使用极限状态下，在槽式预埋件系统锚固区域内的混凝土中按荷载标准组合计算的应力值（），拉力为正，压力为负；当活荷载有利时，在荷载组合中不应计及；

——由于混凝土收缩、温度变化及支座位移等在槽式预埋件系统锚固区域内的混凝土中所产生的拉应力标准值（ ），可近似取3 。

* + 1. 混凝土基材中的受力钢筋不应承受槽式预埋件系统的拉力和/或剪力。

**5 受力分析**

## 一般规定

1. 被紧固物所受外力应以静态的拉力和剪力形式作用在槽式预埋件上，最终由锚件传递至混凝土基材中。在力传递过程中，可省略被紧固物与混凝土表面之间的相互作用力。
2. 受力分析时应假定外力仅由锚件传递至混凝土基材中。
3. 槽式预埋件受力形式可为双向力和三向力（图5.1.3）。



(a) 槽式预埋件受双向力 (b) 槽式预埋件受三向力

图5.1.3 槽式预埋件受力示意

—拉力；—平行剪力；—垂直剪力

1. 当拉力和/或垂直剪力作用在槽式预埋件上时，锚件受力可分为两种情况：
2. 当槽式预埋件有2个锚件时，可视为跨度等同于锚件间距的简支梁计算各锚件的受力分配；
3. 当槽式预埋件有大于2个锚件时，应按本标准第5.2.1条和5.2.2条计算各锚件的受力分配。
4. 槽式预埋件系统的设计应按本标准第6.2节、6.3节和6.4节完成拉力作用和剪力作用下破坏模式的验算，并按本标准第6.5节完成拉剪复合作用下的受力验算。

## 5.2 受拉作用分析

1. 当位于槽式预埋件任意位置的一个T型螺栓受拉（图5.2.1）时，各锚件的受力可按影响范围内线性分配计算，每个锚件所受拉力设计值可按下列公式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.2.1-1） |
|  |  | （5.2.1-2） |
|  |  | （5.2.1-3） |

式中:—— 单个锚件*i*的拉力设计值（N）；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 单个T型螺栓的拉力设计值（N）； |
|  | —— | 假定T型螺栓拉力设计值处高度为1.0，其与2长底边形成的三角形内，为锚件*i*所在位置的高度； |
|  | —— | 拉力设计值对单个锚件*i*的影响长度（mm）； |
|  | —— | 拉力设计值对单个锚件*i*的影响三角形内各总和的倒数； |
|  | —— | 影响长度范围内的锚件数量； |
|  | —— | 槽道沿槽式预埋件*y*轴方向的截面惯性矩（mm4），应由相关认证报告提供； |
|  | —— | 锚件间距（mm）。 |



（a）槽式预埋件受拉示意图

（b）弹性支撑示意图

（c）荷载影响三角形内锚件受力分配示意图

图5.2.1槽式预埋件锚件受力示意图

1. 当位于槽式预埋件任意位置的多个T型螺栓受拉时，锚件所受拉力等于各影响三角形内拉力设计值的叠加值。各锚件内力计算完成后，应找出最不利的受力锚件进行各项破坏类型的验算。
2. 槽式预埋件在拉力设计值作用下，槽道产生的弯矩设计值可按照跨度等于2个锚件间距的简支梁进行计算。若槽道中安装的一个或多个T型螺栓的位置未知或可调，则应由设计人员按照受力最不利工况完成弯矩设计值的计算。

## 5.3 垂直受剪作用分析

1. 当下列条件同时满足时，作用于T型螺栓的剪力可视为无力臂的纯剪：
2. 被紧固物为钢制，其与T型螺栓的接触长度不应小于，为被紧固物厚度；
3. 被紧固件应同时紧贴混凝土表面和槽道顶面安装。
4. 当不满足本标准第5.3.1条时，槽式预埋件可视为有力臂的受剪（图5.3.2）。



图5.3.2 槽式预埋件有力臂受剪示意图

1—混凝土基材；2—T型螺栓；3—被紧固物

1. 当位于槽式预埋件任意位置的一个T型螺栓垂直受剪时，槽式预埋件各锚件所受垂直剪力应按本标准第5.2.1条计算，其中替换，替换。
2. 当位于槽式预埋件任意位置的多个T型螺栓受剪时，锚件所受剪力等于各T型螺栓影响三角形内剪力设计值的叠加值。各锚件内力计算完成后，应找出最不利的受力锚件进行各项破坏类型的验算。

## 5.4 平行受剪作用分析

1. 当槽式预埋件上任一锚件与混凝土边距均大于10和60时（图5.4.1），锚件受力计算应符合下列规定：
2. 当槽式预埋件有不大于3个锚件时，应由各锚件平均分配受力（图5.4.2 a）；
3. 当槽式预埋件有大于3个锚件时，应由槽式预埋件轴向受力方向尾部的3个锚件平均分配受力（图5.4.2 b）。



图5.4.1 垂直或平行预埋锚件与混凝土边缘距离示意图



（a）锚件数量不大于3个时



（b）锚件数量大于3个时

图5.4.2 锚件与混凝土边缘距离均大于10hef和60da时受力分配示意图

1. 当任一锚件与混凝土边距小于10或60，且槽式预埋件垂直混凝土边缘预埋时（图5.4.1），锚件受力计算应符合下列规定：
2. 当验算钢材破坏或混凝土剪撬破坏时，应按本标准第5.4.1条计算；
3. 当验算混凝土边缘破坏时，应由距离混凝土边缘最近的单个锚件受力（图5.4.3 a）。此情况同样适用于预埋在狭窄构件中的槽式预埋件（图5.4.3 b），且均大于和。



1. 垂直预埋的槽式预埋件 （b）狭窄构件中的槽式预埋件

图5.4.3 锚件与混凝土边缘距离小于10hef或60da时受力分配示意图

1. 当任一锚件与混凝土边缘距离小于10或60，且槽式预埋件平行混凝土边缘预埋时（图5.4.1），应按本标准第5.4.1条计算锚件受力。

## 附加钢筋受力作用分析

1. 槽式预埋件系统附加钢筋仅以受拉的形式进行力的传递。
2. 槽式预埋件的附加钢筋设计应根据受拉作用下最不利的锚件进行计算。附加钢筋的拉力设计值应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ) | （5.5.2） |

式中： ——单个锚件*i*的拉力设计值（N）。

1. 当作用在槽式预埋件上的剪力方向垂直于混凝土边缘且朝向混凝土边缘时，槽式预埋件的附加钢筋应沿着剪力方向布置（图5.5.3），当作用在槽式预埋件上的剪力有平行于混凝土的分量、或有和朝向混凝土边缘方向为反向的分量时，该分量都宜考虑为垂直且朝向混凝土边缘的剪力。附加钢筋的拉力设计值应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.5.3） |

式中：—— 槽式预埋件附加钢筋轴心到作用在被紧固物上剪力作用线的距离（mm）；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 槽式预埋件附加钢筋轴心到受力截面中和轴的距离（mm），取； |
|  | —— | 布置槽式预埋件附加钢筋的混凝土构件有效深度（mm），且*d*不应大于2倍hef和2倍c1的较小值； |
|  | —— | 需考虑进行破坏验算的混凝土边缘到槽式预埋件轴心的距离（mm）； |
|  | —— | 作用在T型螺栓上的剪力荷载设计值（N），取和中的较大值。 |



图5.5.3 槽式预埋件受剪作用下附加钢筋受力模型图示

**6 承载能力极限状态计算**

## 6.1 一般规定

1. 承载能力极限状态计算应根据《槽式预埋件系统应用评价技术规范》产品认证报告中的设计数据进行。
2. 混凝土承载力标准值对应的相邻槽式预埋件最小间距应符合表6.1.2规定。

**表6.1.2 混凝土承载力标准值对应的相邻槽式预埋件最小间距**

|  |  |
| --- | --- |
| 混凝土承载力标准值 | 相邻槽式预埋件最小间距 |
|  |  |
|  |  |

1. 槽式预埋件的附加钢筋应根据受力情况进行承载能力极限状态计算，并符合6.2.2、6.3.2或6.4.2条的规定。

## 6.2 拉力极限状态计算

1. 拉力作用下槽式预埋件系统承载力设计值验算应符合表6.2.1的规定。当存在抗拉附加钢筋时，混凝土锥体破坏验算应由附加钢筋破坏验算替代。

**表6.2.1 拉力作用下槽式预埋件系统承载力设计值的验算项目**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 失效模式 | | 承载力验算 | 最不利的受力部位或部件 | 示意图 |
| 1 | 钢  材  破  坏 | 锚件破坏 |  | 受力最大的锚件 |  |

**表6.2.1 拉力作用下槽式预埋件系统承载力设计值的验算项目（续）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 失效模式 | | 承载力验算 | 最不利的受力部位或部件 | 示意图 |
| 2 | 钢材破坏 | 槽道与锚件连接处破坏 |  | 受力最大的锚件 |  |
| 3 | 槽口卷边破坏 |  | 受力最大的T型螺栓 |  |
| 4 | T型螺栓破坏 |  | 受力最大的T型螺栓 |  |
| 5 | 槽道受弯破坏 |  | 受弯矩最大的槽道 |  |
| 6 | 混凝土破坏 | 锚件拔出破坏 |  | 受力最大的锚件 |  |
| 7 | 混凝土锥体破坏 |  | 最不利的锚件 |  |
| 8 | 混凝土劈裂破坏 |  | 最不利的锚件 |  |
| 9 | 混凝土侧锥体破坏 |  | 最不利的锚件 |  |
| 10 | 附加钢筋的钢材破坏 | |  | 受力最大的附加钢筋 |  |
| 11 | 附加钢筋的锚固破坏 | |  | 受力最大的附加钢筋 |  |

1. 槽式预埋件系统在承受拉力作用时，附加钢筋的设置应符合下列规定（图6.2.2-1）：
2. 附加钢筋应满足设计要求，并均匀布置在混凝土受拉锥体破坏区域的两侧；
3. 附加钢筋的设计应根据受拉力最不利的锚件进行计算，并按此对所有锚件配筋；
4. 附加钢筋应使用直径不大于16mm，屈服强度标准值不大于600N/mm2的热轧带肋钢筋。附加钢筋轴心直径应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中钢筋材料的要求；
5. 附加钢筋应对称布置在锚件两侧，且与锚件的距离不应大于0.75倍；
6. 当附加钢筋为弯折、弯钩锚固或闭合环状时，混凝土受拉锥体破坏范围内的有效锚固长度应取包括弯折或弯钩在内的投影长度，且不应小于4倍附加钢筋直径 ，弯折或弯钩的技术要求应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中的有关规定；当附加钢筋为直钢筋时，混凝土受拉锥体破坏范围内的有效锚固深度不应小于10 倍附加钢筋直径 ；
7. 附加钢筋的布置应伸出混凝土受拉锥体破坏范围外，外伸锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中的有关规定；
8. 当槽式预埋件平行于混凝土边缘或位于狭窄混凝土中时, 附加钢筋应垂直于槽道的轴向（图6.2.2-2）；
9. 附加钢筋端部应设置表面钢筋辅助受力。应采用图6.2.2-1所示的受力分析模型对表面钢筋进行计算。表面钢筋应可抵抗混凝土受拉劈裂破坏力，且外伸锚固长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中的有关规定。



图6.2.2-1 拉力作用下槽式预埋件系统附加钢筋及简化拉压杆模设计模型图示

1—锚件受拉附加钢筋；2—混凝土基材；3—混凝土表面钢筋



（a）槽式预埋件平行于混凝土边缘 （b）槽式预埋件在狭窄混凝土中

图6.2.2-2 垂直于槽式预埋件轴向方向的附加钢筋图示

1—锚件受拉附加钢筋；2—混凝土表面钢筋

1. 槽式预埋件受拉钢材破坏应考虑不同破坏模式进行计算。
2. 锚件抗拉承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜经检测确定组件受拉承载力标准值，且不应大于下式计算值。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.3-1） |

式中： —— 锚件受拉时有效受力截面面积(mm2)；

—— 锚件的公称抗拉强度标准值（MPa），不应大于锚件公称屈服强度标准值的1.9倍和860MPa。

1. 槽道与锚件连接处抗拉承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜经检测确定组件受拉承载力标准值。
2. 槽口抗拉承载力标准值应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.3-2） |
|  | （6.2.3-3） |

式中： —— 槽口基准抗拉承载力标准值，应按产品认证报告取用；当无认证报告时，宜经检测确定组件受拉承载力标准值（N）；

—— T型螺栓轴心间距影响系数，不应大于1.0；

—— 相邻T型螺栓轴心间距，不应小于螺杆直径的3倍；

—— 槽道宽度（mm）。

1. T型螺栓抗拉承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜经检测确定T型螺栓副承载力标准值，且不应大于下式计算所得值：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.3-4） |

式中：——T型螺栓受拉时有效受力截面面积(mm2)；

——T型螺栓的公称抗拉强度标准值（MPa），不应大于T型螺栓公称屈服强度标准值的1.9倍和860MPa的较小值。

1. 槽式预埋件抗弯承载强度标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.3-5） |

式中：—— 槽式预埋件槽道沿*y*轴方向的塑性截面模量(mm3)；

—— 槽道的公称屈服强度标准值（MPa）。

1. 槽式预埋件受拉锚件拔出承载力标准值应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.4-1) |
| 圆形锚件端部面积 | (6.2.4-2) |
| 工字型锚件端部面积 | (6.2.4-3) |
|  | (6.2.4-4) |

式中： —— 拔出破坏承载系数，开裂混凝土取6.0，非开裂混凝取8.4；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 锚件受拉时接触混凝土的端部面积（mm2）； |
|  | —— | 圆型锚件末端墩头直径（mm）； |
|  | —— | 圆型锚件末端墩头厚度（mm）； |
|  | —— | 圆型锚件杆部直径（mm）； |
|  | —— | 工字型锚件沿槽式预埋件*y*轴方向的杆部宽度（mm）； |
|  | —— | 工字型锚件沿槽式预埋件*x*轴方向的末端墩头宽度（mm）； |
|  | —— | 工字型锚件沿槽式预埋件*x*轴方向的杆部宽度（mm）； |
|  | —— | 混凝土150mm立方体抗压强度标准值（MPa）。 |



（a） （b）

图6.2.4 锚件端头图示

1—锚件；2—槽道

**6.2.5**  槽式预埋件受拉混凝土锥体破坏抗拉承载力标准值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.5-1) |

式中： —— 拉力作用下单个锚件的混凝土理想锥体破坏承载力标准值（N），应按式（6.2.5-2）计算；

|  |  |
| --- | --- |
|  | —— 相邻锚件间距对被计算锚件的混凝土锥体破坏抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-5）计算，且不应大于1.0； |
|  | —— 混凝土边距对被计算锚件的混凝土锥体破坏抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-7）计算，且不应大于1.0； |
|  | —— 混凝土边角距对被计算锚件的混凝土锥体破坏抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-8）计算，且不应大于1.0； |
|  | —— 表层混凝土密集配筋对被计算锚件的混凝土锥体破坏抗拉承载力的影响系数。当混凝土内钢筋间距大于150mm时，或混凝土内钢筋间距大于100mm且直径不大于10mm时，应取1.0；当不满足以上条件时，应按式（6.2.5-9）计算，且不应大于1.0。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.5-2) |
| 开裂混凝土 = | (6.2.5-3) |
| 非开裂混凝土 = | (6.2.5-4) |

式中： —— 混凝土锥体破坏承载系数，当且时，，否则应取1；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）； |
|  | —— | 槽式预埋件有效埋深（mm）。应按本标准第4.1.1条确定。当，且、、、中有不少于三项边距小 于时，应取cmax/ccr,N\*hef, smax/scr,N\*hef, 180的最大值。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.5-5) |
| = | (6.2.5-6) |

式中： —— 被计算锚件到相邻锚件的间距（mm）（图6.2.5-1），应不大于；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 锚件临界间距（mm），且不小于3倍的hef； |
|  | —— | 被计算锚件（第0号锚件）的拉力设计值（N）； |
|  | —— | 对被计算锚件有影响的第*i*号锚件的拉力设计值（N）； |
|  | —— | 被计算锚件两侧临界间距内的锚件数量。 |



图6.2.5-1 相邻锚件间距对被计算锚件的混凝土锥体破坏抗拉承载力的影响示意

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.5-7) |

式中： —— 被计算锚件轴心到垂直于验算混凝土边缘的距离（mm）（图6.2.5-2 a）；当混凝土为狭窄构件时，应取和中的较小值（图6.2.5-2b）；

—— 混凝土锥体破坏临界边距（mm），取0.5倍的。



（a） —一侧为边缘的混凝土构件 （b）—一 两侧均为边缘的狭窄混凝土构件

图6.2.5-2 槽式预埋件混凝土边距示意

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.5-8) |

式中： —— 被计算锚件轴心到平行于验算混凝土边缘的距离（mm）（图6.2.5-3）；

—— 混凝土临界边距（mm），取0.5倍的。



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| （a） 被计算锚件为1号锚件 | （b）被计算锚件为2号锚件 | （c）被计算锚件为2号锚件 | （d）被计算锚件为1号锚件 |

图6.2.5-3 槽式预埋件混凝土边角距示意

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.5-9) |

**6.2.6**  槽式预埋件受拉混凝土劈裂破坏抗拉承载力标准值应符合下列规定。

**1** 当满足下列条件之一时，可不考虑拉力下的混凝土劈裂破坏：

**1)** 锚件任一方向的边距*c*不应小于1.2倍，且混凝土厚度*h*不小于最小厚度。其中拉力作用下避免出现混凝土劈裂破坏的临界边距及最小厚度应根据产品认证报告取值，当无认证报告时，应符合本规程8.0.1条的有关规定。

**2)** 混凝土锥体破坏抗拉承载力标准值和锚件拔出破坏承载力标准值应根据开裂混凝土工况进行计算，且应保证受力钢筋控制混凝土裂缝宽度不大于0.3mm。当混凝土裂缝宽度不易计算时，受力钢筋横截面积应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.6-1） |

式中： —— 受力最不利的单个锚件的拉力设计值（N）；—— 受力钢筋屈服强度标准值（MPa）。

**2** 当上述条件都不满足时，需考虑拉力下的混凝土劈裂破坏。混凝土劈裂破坏抗拉承载力标准值应按下式计算：

(6.2.6-2）

式中： —— 拉力作用下单个锚件的混凝土理想劈裂破坏抗拉承载力标准值（N），应按式（6.2.6-3）计算；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 相邻锚件间距对被计算锚件的混凝土劈裂破坏抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-5）计算，且不应大于1.0，其中应由代替，，应根据产品认证报告取值，当无认证报告时，取3倍的hef； |
|  | —— | 混凝土边距对被计算锚件的混凝土劈裂破坏抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-7）计算，且不应大于1.0，其中应由代替； |
|  | —— | 混凝土边角距对被计算锚件的混凝土劈裂破坏抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-8）计算，且不应大于1.0，其中应由代替； |
|  | —— | 表层混凝土密集配筋对被计算锚件的混凝土劈裂破坏抗拉承载力的影响系数。当混凝土内钢筋间距大于150mm时，或混凝土内钢筋间距大于100mm且直径不大于10mm时，应取1.0；当不满足以上条件时，应按式（6.2.5-9）计算，且不应大于1.0； |
|  | —— | 混凝土厚度对被计算锚件的混凝土劈裂破坏抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.6-4）计算，不应大于，且不应大于2.0。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2.6-3) |

式中： —— 单个锚件的拔出承载力标准值（N），应按式（6.2.4-1）算；

—— 混凝土理想锥体破坏受拉承载力标准值（N），应按式（6.2.5-2）计算。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.6-4） |

式中： ——拉力作用下避免出现混凝土劈裂破坏的最小厚度（mm），应按产品认证报告取值。

**6.2.7** 槽式预埋件受拉混凝土侧锥体破坏抗拉承载力标准值应符合下列规定：

当槽式预埋件边距c大于0.5倍时，无需进行验算，否则应对混凝土侧锥体破坏抗拉承载力进行验算。

单个锚件的混凝土侧锥体破坏抗拉承载力标准值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.7-1） |

式中： —— 混凝土理想侧锥体破坏抗拉承载力标准值（N），应按式（6.2.7-2）计算；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 相邻锚件间距对被计算锚件的混凝土侧锥体抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-5）计算，且不应大于1.0，其中应由代替，应取4倍； |
|  | —— | 混凝土边角距对被计算锚件的混凝土侧锥体抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.5-8）计算，且不应大于1.0，其中应由代替，应取2倍； |
|  | —— | 混凝土厚度对被计算锚件的混凝土侧锥体抗拉承载力的影响系数，应按式（6.2.7-3）计算，不应大于，且不应大于1.0。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.7-2） |

式中： —— 侧锥体破坏承载系数，应按产品认证报告取用；开裂混凝土取7.8，非开裂混凝取10.9；

—— 被计算锚件轴心到垂直于验算混凝土边缘的距离（mm）。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.7-3） |

式中：—— 锚件端部到混凝土底面距离（mm）（图6.2.7）。



图6.2.7 槽式预埋件在较薄混凝土厚度示意

**6.2.8** 当槽式预埋件混凝土受拉锥体破坏验算不满足要求时，应设置附加钢筋。附加钢筋承载力标准值应按下列公式计算：

1. 单个锚件的附加钢筋钢材破坏抗拉承载力标准值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.8-1） |

式中： —— 单根附加钢筋受力横截面积（mm²）；

—— 根据受拉力最不利的锚件计算所需附加钢筋的根数；

—— 附加钢筋屈服强度标准值（MPa），不应大于600。

1. 单个锚件的附加钢筋锚固破坏抗拉承载力设计值应按式（6.2.8-2）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.8-2） |
|  | （6.2.8-3） |

式中： —— 根据受拉力最不利的锚件计算所需附加钢筋的根数；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 根据受拉力最不利的锚件计算的单根附加钢筋锚固破坏抗拉承载力设计值（MPa），应按式（6.2.8-3）计算，且不大于，其中为单根附加钢筋受力横截面积（mm²）；为附加钢筋屈服强度标准值（MPa），应不大于600； |
|  | —— | 附加钢筋形状影响系数，当附加钢筋为弯折、弯钩锚固或闭合环状时，应取0.7；当附加钢筋为直钢筋时，应取1.0； |
|  | —— | 保护层修正系数，当附加钢筋的保护层厚度为3倍时，应取0.8；当附加钢筋的保护层厚度为5倍时，应取0.7；当附加钢筋的保护层厚度介于3倍与5倍间时，应按内插取值； |
|  | —— | 混凝土轴心抗拉强度修正系数，当混凝土强度等级不高于C25时，应取0.8；当混凝土强度等级高于C55时，应取0.95；当混凝土强度等级介于C25与C55间时，应按内插取值； |
|  | —— | 混凝土受拉锥体破坏范围内的附加钢筋有效锚固长度（mm）（图6.2.2-2），且应符合本标准6.2.2 第5条款中的要求； |
|  | —— | 附加钢筋直径（mm）； |
|  | —— | 混凝土轴心抗拉强度设计值（MPa）。 |

## 垂直剪力极限状态计算

1. 垂直剪力作用下的槽式预埋件系统承载力设计值验算应符合表6.3.1的规定。当设置附加钢筋时，混凝土边缘破坏验算应由附加钢筋破坏验算替代。

**表6.3.1 垂直剪力作用下槽式预埋件系统承载力设计值的验算项目**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 失效模式 | | 承载力验算 | 最不利的受力部位或部件 | 示意图 |
| 1 | 钢  材  破  坏 | 锚件破坏 |  | 受力最大的锚件 |  |
| 2 | 锚件与槽道连接处破坏 |  | 受力最大的锚件 |  |
| 3 | 槽道卷边受剪破坏 |  | 受力最大的T型螺栓 |  |
| 4 | T型螺栓无力臂破坏 |  | 受力最大的T型螺栓 |  |

**表6.3.1 垂直剪力作用下槽式预埋件系统承载力设计值的验算项目（续）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 失效模式 | | | 承载力验算 | 最不利的受力部位或部件 | 示意图 |
| 5 |  | T型螺栓有力臂破坏 | |  | 最不利的T型螺栓 |  |
| 6 | 混凝土破坏 | | 混凝土剪撬破坏 |  | 最不利的锚件 |  |
| 7 | 混凝土边缘破坏 |  | 最不利的锚件 |  |
| 8 | 附加钢筋的钢材破坏 | | |  | 受力最大的附加钢筋 |  |
| 9 | 附加钢筋的锚固破坏 | | |  | 受力最大的附加钢筋 |  |

1. 槽式预埋件系统在承受垂直剪力作用时，附加钢筋的设置（图6.3.2）应符合下列规定：
2. 附加钢筋应以表面钢筋的形式进行布置（图6.3.2）；
3. 附加钢筋的设计应根据受垂直剪力最不利的锚件进行计算，并应对同一槽式预埋件所有可能导致混凝土边缘破坏的锚件进行配筋；
4. 附加钢筋应使用直径不大于16mm，屈服强度标准值不大于600N/mm2的热轧带肋钢筋。附加钢筋轴心直径应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010中钢筋材料的要求；
5. 附加钢筋应对称布置在锚件两侧，且与锚件的距离不应大于0.75倍；
6. 当附加钢筋为弯折、弯钩锚固或闭合环状时，混凝土受剪边缘破坏范围内的有效锚固长度应取包括弯折或弯构锚固在内的投影长度，且*l*1不应小于4倍附加钢筋直径 ，弯折或弯钩的技术要求应当满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中的有关规定；当附加钢筋为直钢筋时，混凝土受剪边缘破坏范围内的有效锚固深度不应小于10 倍附加钢筋直径 ；
7. 附加钢筋的布置应伸出混凝土受剪边缘破坏范围外，外伸锚固长度应当满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中的相关规定；
8. 应保证附加钢筋与混凝土受力钢筋的有效连接。当无法保证附加钢筋与混凝土受力钢筋的有效连接时，应使用合适的受力模型对自附加钢筋至混凝土受力钢筋的力学传递进行分析；
9. 有附加钢筋时混凝土破坏范围应和本标准6.3.4条第2款中混凝土边缘破坏的破坏范围相同；
10. 附加钢筋端部应设置边缘钢筋辅助受力。



图6.3.2 垂直剪力作用下槽式预埋件附加钢筋图示

1. 槽式预埋件垂直受剪钢材破坏应符合下列规定。
2. 锚件垂直抗剪承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜经检测确定锚固垂直受剪承载力测试取得的承载力标准值。
3. 槽道与锚件连接处垂直抗剪承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜经检测确定锚固垂直受剪承载力测试取得的承载力标准值。
4. 槽口基准垂直抗剪承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜经检测确定槽式预埋件垂直剪切测试取得的承载力标准值。槽口垂直抗剪承载力标准值应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.3.3-1) |
|  | (6.3.3-2) |

式中： —— 槽口基准垂直抗剪承载力标准值（N）；

|  |  |
| --- | --- |
|  | —— T型螺栓轴心间距影响系数，不应大于1.0； |
|  | —— 相邻T型螺栓轴心间距（mm），应不小于螺杆直径的3倍； |
|  | —— 槽道宽度（mm）。 |

1. 无力臂T型螺栓的垂直抗剪承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.3.3-3) |

式中： —— 当碳钢T型螺栓的公称抗拉强度标准值且时，或不锈钢T型螺栓的公称抗拉极限强度标准值在之间时，取0.6；当碳钢T型螺栓的公称抗拉强度标 准值或时，取0.5；

—— T型螺栓抗拉承载力标准值(N)，应按本标准第6.2.3条第4款取值。

1. 有力臂T型螺栓的抗弯承载力标准值应按下式计算：



（a）T型螺栓力臂示意图 （b）被紧固物无约束工况 （c）被紧固物完全约束工况

图6.3.3-1 有力臂T型螺栓垂直受剪示意

1—混凝土基材；2—螺栓；3—被紧固物

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.3.3-4) |

式中： —— 被紧固物在有力臂T型螺栓垂直受剪的约束系数，

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 当被紧固物无约束时（图6.3.3-1b），应取1.0；  当被紧固物完全约束时（图6.3.3-1c），应取2.0； | |
|  | | —— 有力臂T型螺栓抗弯承载力标准值（Nmm），应按式（6.3.3-2）计算； |
|  | | —— T型螺栓力臂长度（mm）（图6.3.3-1a）。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.3.3-5) |

式中： —— 有力臂T型螺栓基准抗弯强度标准值（Nmm），应按产品认证报告取用。若无认证报告，应按式（6.3.3-6）计算，且应符合式（6.3.3-7）和（6.3.3-8）的规定；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | T型螺栓拉力设计值（N）； |
|  | —— | T型螺栓抗拉承载力设计值（N），取。其中应根据本标准第6.2.3条第4款取值，应根据本标准表3.5.1取值。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.3.3-6) |
|  | (6.3.3-7) |
|  | (6.3.3-8) |

式中： —— T型螺栓螺杆部位弹性截面抵抗矩（mm3）；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | T型螺栓的公称抗拉强度标准值（MPa）； |
|  | —— | 槽口抗拉承载力标准值（N），应根据本标准第6.2.3条第3款取值； |
|  | —— | T型螺栓抗拉承载力标准值（N），应根据本标准第6.2.3条第4款取值； |
|  | —— | T型螺栓在预埋槽道中受剪时的内力臂长度（mm）应按图6.3.3-2取用。 |



图6.3.3-2 因剪力产生的T型螺栓内力臂示意图

1—槽口；2—T型螺栓；T/s—槽口所受的拉伸应力；C/s—槽口所受的挤压应力

1. 槽式预埋件垂直受剪混凝土破坏应依据下列方法计算。
2. 混凝土剪撬垂直抗剪承载力标准值应根据有无附加钢筋进行计算。

**1)** 当槽式预埋件无附加钢筋时，单个锚件的混凝土剪撬垂直抗剪承载力标准值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.3.4-1） |

式中： —— 混凝土剪撬破坏承载系数；当时，应取1.0；当时，应取2.0；

—— 混凝土锥体破坏抗拉承载力标准值（N），应根据本标准第6.2.4条第2款取值。

**2)** 当槽式预埋件有附加钢筋时，单个锚件的混凝土剪撬垂直抗剪承载力标准值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.3.4-2） |

1. 混凝土边缘垂直抗剪承载力标准值应按式（6.3.4-3）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.3.4-3） |

式中： —— 单个锚件的混凝土理想边缘垂直抗剪承载力标准值（N），应按式（6.3.4-4）计算；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 相邻锚件间距对被计算锚件的混凝土边缘垂直抗剪承载力的影响系数（图6.3.4-1），应按式（6.2.5-5）计算，且不应大于1.0，其中应由代替，当且时，应取4倍之和；当不满足以上条件时，应根据产品认证报告给出，且不应小于4倍之和； |
|  | —— | 混凝土边角距对被计算锚件的混凝土边缘垂直抗剪承载力的影响系数（图6.3.4-2），应按式（6.2.5-8）计算，且不应大于1.0，其中应由代替，取0.5倍scr,V； |
|  | —— | 混凝土厚度对被计算锚件的混凝土边缘垂直抗剪承载力的影响系数（图6.3.4-3），应按式（6.2.6-4）计算，且不应大于1.0，其中应由代替，当且时，应取之和；当不满足以上条件时，应根据产品认证报告给出，且不应小于； |
|  | —— | 剪力方向影响系数（图6.3.4-4）， |
|  | 当剪力平行于混凝土边缘时，应取2.5； | |
|  | 当剪力垂直于混凝土边缘时，应取1.0； | |
|  | —— | 混凝土边缘钢筋对被计算锚件的混凝土边缘垂直抗剪承载力的影响系数， |
|  | 当开裂混凝土未配置边缘钢筋或垂直于槽道的箍筋时，应取1.0； | |
|  | 当开裂混凝土配置直径不小于12mm的边缘钢筋，且槽道高度 不大于40mm时，应取1.2； | |
|  | 当开裂混凝土配置直径不小于12mm的边缘钢筋和间距不大于min(100mm, 2)的箍筋或网状钢筋，且槽道高度不大于40mm时，应取1.4。 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.3.4-4） |

式中： —— 边缘破坏承载系数，应按产品认证报告取用；若无认证报告，开裂混凝土应取4.0，非开裂混凝土应取5.6；

—— 被计算锚件轴心到垂直于验算混凝土边缘的距离（mm）（图6.3.4-1）当混凝土为狭窄构件时，应按式（6.3.4-5）取值。



图6.3.4-1 槽式预埋件垂直受剪示意图



(a) 一侧为边角位置 (b) 两侧均为边角位置

图6.3.4-2 位于混凝土边角部的槽式预埋件垂直受剪示意图



图6.3.4-3 混凝土厚度影响示意图



图6.3.4-4 剪力方向影响示意图

1. 当槽式预埋件位于狭窄混凝土构件（图6.3.4-5）中，且混凝土边距不大于，混凝土厚度不大于时，计算，和时所用的应取为，按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.3.4-4 ) |



1. 位于狭窄混凝土示意图 (b) 受两个角和构件厚度影响的示意图

图6.3.4-5 槽式预埋件预埋示意图

1. 当槽式预埋件混凝土边缘破坏验算不满足要求时，应设置附加钢筋。垂直剪力作用下附加钢筋承载力标准值应按本标准第6.2.8条计算。

## 6.4 平行剪力极限状态计算

1. 平行剪力作用下的槽式预埋件系统承载力设计值验算应符合表6.4.1的规定。当设置附加钢筋时，混凝土边缘破坏验算应由附加钢筋破坏验算替代。

**表6.4.1 平行剪力作用下槽式预埋件系统承载力设计值的验算项目**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 失效模式 | | 承载力验算 | 最不利的受力部位或部件 | 示意图 |
| 1 | 钢  材  破  坏 | 锚件受剪破坏 |  | 受力最大的锚件 |  |
| 2 | 锚件与槽道连接处受剪破坏 |  | 受力最大的锚件 |  |
| 3 | 槽道卷边 |  | 受力最大的T型螺栓 |  |
| 4 | T型螺栓无力臂受剪破坏 |  | 受力最大的T型螺栓 |  |
| 5 | T型螺栓有力臂受弯破坏 |  | 最不利的T型螺栓 |  |

**表6.4.1 平行剪力作用下槽式预埋件系统承载力设计值的验算项目（续）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | | 失效模式 | | 承载力验算 | 最不利的受力部位或部件 | 示意图 |
| 6 | 混凝土破坏 | 混凝土剪撬破坏 |  | 最不利的锚件 |  |
| 7 | 混凝土边缘破坏 |  | 最不利的锚件 |  |
| 8 | 附加钢筋的钢材破坏 | |  | 受力最大的附加钢筋 |  |
| 9 | 附加钢筋的锚固破坏 | |  | 受力最大的附加钢筋 |  |

1. 平行剪力作用下的槽式预埋件系统附加钢筋应满足本标准第6.3.2条要求。
2. 槽式预埋件平行受剪钢材破坏计算应符合下列规定：
3. 锚件平行抗剪承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜按式（6.3.3-3）计算，其中应由代替，应由代替。
4. 槽道与锚件连接处平行抗剪破坏承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜按式（6.3.3-3）计算，其中应由代替，应由代替。
5. 槽口平行抗剪承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜经检测确定的平行剪力承载力标准值。
6. 无力臂T型螺栓的平行抗剪承载力标准值应按产品认证报告取用。当无认证报告时，宜按式（6.3.3-3）计算。
7. 有力臂T型螺栓的抗弯承载力标准值应按本标准6.3.3第5条款计算。
8. 槽式预埋件平行受剪混凝土破坏计算应符合下列规定：
9. 混凝土剪撬破平行抗剪承载力标准值应考虑有无附加钢筋。

当槽式预埋件无附加钢筋时，单个锚件的混凝土剪撬平行抗剪承载力标准值应按本标准式（6.3.4-1）计算；

当槽式预埋件有附加钢筋时，单个锚件的混凝土剪撬平行抗剪承载力标准值应按本标准式（6.3.4-2）计算。

1. 混凝土边缘平行抗剪承载力标准值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.4.4-1) |

式中： —— 单个锚件的混凝土理想边缘平行抗剪承载力标准值（N），应按式（6.4.4-2）计算；

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | —— 单个锚件的混凝土理想边缘破坏侧向投影面面积（mm²）（图6.4.4-1），应取4.5倍的2，其中应取最靠近混凝土边缘的锚件混凝土边距；当混凝土为狭窄构件，且同时满足和时，应取*c*2,max/1.5和*h*/1.5的较大值； | |
|  | | —— 单个锚件的混凝土边缘破坏侧向投影面面积（mm²）（图6.4.4-1），应取最靠近混凝土边缘的锚件混凝土边距。仅当时，应取；仅当时，应取；当且时，应取。当混凝土为狭窄构件，且同时满足和时，应取*c*2,max/1.5和*h*/1.5的较大值； | |
|  | | —— 混凝土边距对被计算锚件的混凝土边缘平行抗剪承载力的影响系数，应按式（6.4.4-6）计算，且不应大于1.0，应取最靠近混凝土边缘的锚件混凝土边距。当混凝土为狭窄构件时，应取两侧边距中的较小值，仅当且时，应取*c*2,max/1.5和*h*/1.5的较大值； | |
|  | | —— 混凝土厚度对被计算锚件的混凝土边缘平行抗剪承载力的影响系数，应按式（6.4.4-7）计算，且不应小于1.0。应取最靠近混凝土边缘的锚件混凝土边距；当混凝土为狭窄构件，且同时满足和时，应取*c*2,max/1.5和*h*/1.5的较大值； | |
|  | | —— 剪力方向影响系数（图6.4.4-3），  当剪力平行于混凝土边缘时，应取2.0；  当剪力垂直于混凝土边缘时，应取1.0； | |
|  | | —— 混凝土边缘钢筋对被计算锚件的混凝土边缘垂直抗剪承载力的影响系数，应按本标准6.3.4条第2款取值。 | |
|  | | (6.4.4-2) |

式中： —— 边缘破坏承载系数，应按产品认证报告取用；开裂混凝土取1.5，非开裂混凝取2.1；

—— 锚件等效截面直径（mm），圆型锚件应取其截面直径，工字型锚件应按公式（6.4.4-3）计算。

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.4.4-3) |

式中： —— 锚件沿槽式预埋件*x*轴方向受力方向惯性矩（mm4），对于工字形锚件取为。

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.4.4-4) |

式中： —— 槽式预埋件有效埋深（mm），不应大于12倍的；

—— 被计算锚件轴心到垂直于验算混凝土边缘的距离（mm）；

当混凝土为狭窄构件，且同时满足和时， 应取*c*2,max/1.5和*h*/1.5的较大值。

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.4.4-5) |
|  | (6.4.4-6) |
|  | (6.4.4-7) |



图6.4.4-1 混凝土理想边缘破坏侧向投影面面积计算示意图



（a）槽式预埋件位于较薄混凝土构件 （b）槽式预埋件位于混凝土构件边角部

图6.4.4-2 混凝土边缘破坏侧向投影面面积计算示意图



图6.4.4-3 剪力方向影响示意图

1. 平行剪力作用下的槽式预埋件附加钢筋破坏验算应符合下列规定：
2. 当槽式预埋件混凝土边缘破坏验算不满足要求时，应于混凝土表层设置附加钢筋，并设置边缘钢筋辅助受力。
3. 当槽式预埋件平行于混凝土边缘，且剪力平行或倾斜于混凝土边缘（图6.4.5-1）时，可假定平行于混凝土边缘的剪力垂直并向外作用于混凝土边缘。附加钢筋承载力标准值应按本标准第6.3.5条计算。
4. 当槽式预埋件垂直于混凝土边缘（图6.4.5-2）时，沿槽道方向的剪力应仅由最靠近混凝土边缘的一根或多个锚件传递给附加钢筋。附加钢筋承载力标准值应按本标准第6.3.5条计算，且附加钢筋与锚件的距离应小于0.75倍的*c*1。



图6.4.5-1 剪力平行或倾斜于混凝土边缘示意图



图6.4.5-2 剪力垂直于混凝土边缘示意图

## 6.5 拉剪复合的极限状态计算

1. 槽式预埋件系统在同时承受拉力和剪力时，应按T型螺栓钢材破坏、槽式预埋件钢材破坏和混凝土锚固破坏进行验算，并应符合下列规定：
2. T型螺栓钢材破坏的验算应按式（6.5.1-1）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.5.1-1） |
|  | （6.5.1-2） |

式中： —— 单个T型螺栓的拉力设计值（N）；

—— 单个T型螺栓的剪力设计值（N）；

—— 单个T型螺栓的平行剪力设计值（N）；

—— 单个T型螺栓的垂直剪力设计值（N）。

1. 槽式预埋件钢材破坏的验算应符合下列规定：

槽口破坏和槽道弯曲破坏的验算应按式（6.5.1-3）计算，锚件破坏、槽道和锚件连接处破坏的验算应按式（6.5.1-4）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.5.1-3） |

式中： —— 槽口破坏承载系数，应按产品认证报告取用。若无认证报告，按以下要求取用，当时，应取2.0；当时，应取1.0。

（6.5.1-4）

式中： —— 锚件破坏和连接处破坏承载系数，应按产品认证报告取用。若无认证报告，按以下要求取用：当时，应取2.0；当时，应取1.0。

1. 混凝土锚固破坏的验算应按式（6.5.1-5）计算：

（6.5.1-5）

式中： ——当无附加钢筋时，应取1.5；当有附加钢筋，且槽式预埋件承受拉力或剪力时，应取1.0；当有附加钢筋，且槽式预埋件承受拉力和剪力时，应取1.5；

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——当无附加钢筋时，应取、、和的最小值（N）；当有附加钢筋时，应取、、、和的最小值（N）； |
|  | ——当无附加钢筋时，应取和的最小值（N）；当有附加钢筋时，应取、和的最小值（N）； |
|  | ——当无附加钢筋时，应取和的最小值（N）；当有附加钢筋时，应取、和的最小值（N）。 |

**7 正常使用极限状态验算**

1. 槽式预埋件系统正常使用极限状态应满足本标准第3.4节的要求，其中槽式预埋件允许位移量限值应由设计人员根据应用类型确认。槽式预埋件允许位移量限值可假定为施加荷载的线性方程。当槽式预埋件受到拉剪复合力时，允许位移量限值应为拉力位移及剪力位移的矢量和。
2. 槽式预埋件在静态荷载下的位移标准值应按产品认证报告取用。当槽式预埋件受作用力时，其配置的附加钢筋可造成正常使用状态下的混凝土出现局部裂缝。本标准中附加钢筋的设计已考虑混凝土局部裂缝对位移产生的影响，并在可接受范围内。

**8 构造措施**

1. 槽式预埋件的几何尺寸、及预埋系统相关构造要求应按产品认证报告取用。当无认证报告时，应符合下列规定：

**1** 槽式预埋件尺寸限值应符合表8.1的规定。

**表8.1 槽式预埋件尺寸限值**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 槽道高度[mm] | 槽道宽度[mm] | 槽道最小长度[mm] | 槽式预埋件端部与锚件轴线间最小距离[mm] | 锚杆最小间距[mm] | 锚杆最大间距[mm] | 几何尺寸比值 |
| 15≤≤51 | 25≤≤76 | 100 | 25 | 50 |  | ≤0.4 ≤0.7 |

注：1 ——平行或垂直于槽道轴向的混凝土边缘到锚件轴心的最小距离

2 ——槽式预埋件有效埋深

**2** 槽式预埋件的混凝土最小临界边距不应小于3，且不应（宜/可）小于150mm。

**3** 混凝土的最小厚度不应小于2，且不应（宜/可）小于100mm。

1. 相邻T型螺栓轴心间距不应小于3倍螺杆直径。

# 本规程用词说明

**1**  为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 规程中指明应按其它有关标准执行时的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1 《建筑结构荷载规范》GB 50009

2 《混凝土结构设计规范》GB 50010

3 《槽式预埋件系统应用评价技术规范》（已报批未发布）

**中国土木工程学会标准**

槽式预埋件应用设计标准

T/CCES 1－202X

**条文说明**

制订说明

《槽式预埋件系统应用设计标准》T/CCES XXX-20XX，经中国土木工程学会 年 月 日以第 号公告批准颁布。

本标准制订过程中，编制组梳理了国内外相关技术资料及标准规范，进行了工程应用和产品检测认证方面的调研，同时参考了国外先进的技术法规、技术标准、认证标准，并与相关标准协调。

本标准（规程…）制（修）订过程中，编制组进行了XXX的调查研究，总结了我国XXXX领域的实践经验，同时参考了相关先进技术法规、技术标准**（可指明重要技术法规及标准的名称）**，通过试验**（可列出相关试验名称）**取得了XXXX重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文 规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目 次**

1 总则 ………………………………………………………………………………………54

3 基本设计规 ………………………………………………………………………………55

3.1 一般规定 …………………………………………………………………………55

3.2 槽式预埋件设计基本原 …………………………………………………………55

3.3 承载能力极限状态计算 …………………………………………………………55

3.5 分项系数 …………………………………………………………………………55

4 材料 ………………………………………………………………………………………57

4.1 槽式预埋件 ………………………………………………………………………57

4.2 混凝土基材 ………………………………………………………………………57

5 受力分析 …………………………………………………………………………………58

5.1 一般规定 …………………………………………………………………………58

5.4 平行受剪作用分析 ………………………………………………………………58

5.5 附加钢筋受力作用分析 …………………………………………………………57

6 承载能力极限状态计算 …………………………………………………………………59

6.1 一般规定 …………………………………………………………………………59

6.2 拉力极限状态计算 ………………………………………………………………59

6.3垂直剪力极限状态计算 …………………………………………………………60

6.4平行剪力极限状态计算 …………………………………………………………60

8 构造措施…………………………………………………………………………………61

**1 总则**

* + 1. 槽式预埋件现在广泛应用于轨道交通、城市管廊、建筑幕墙等建设工程领域。作为非结构构件，通常需要机电专业设计人员、建筑设计人员与结构设计人员协作完成。
    2. 槽式预埋件应用尚未有单独设计标准指导预锚固系统的设计工作。本标准制定过程考虑了与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010及《建筑结构荷载规范》GB 50009的原则一致。

**3 基本设计规定**

## 3.1 一般规定

* + 1. 本标准根据国家标准《混凝土结构可靠度设计统一标准》GB50068，采用了以试验研究数据和工程经验为依据，以分项系数为表达形式的极限状态设计方法。
    2. 本标准参照了欧美的技术体系，对于非标准产品参数由认证机构依据《槽式预埋件系统评价技术规范》标准中试验和评价给出。
    3. 槽式预埋件系统的耐久性受工程使用环境的影响很大。为使非结构构件设计更经济合理，故规定设计所采用的设计使用年限，应与被紧固物的设计使用年限一致，满足本设计的槽式预埋件从受力角度可保证50年的使用寿命。考虑到工况实际锈蚀影响等因素，宜加强检查或监测，但检查时间的间隔可由设计单位做出规定。

## 3.2 槽式预埋件设计基本原则

* + 1. 规定了本标准设计时考虑荷载的性质。疲劳和抗震未纳入本标准适用范围。
    2. 槽式预埋件即可承受抗拉，也可同时承受抗拉和抗剪组合作用。抗剪因作用方向不同又可分为垂直抗剪和平行抗剪。
    3. 规定了槽式预埋件混凝土强度等级的应用范围。槽式预埋件系统实际应用的混凝土强度等级范围可以从C25到C100，但设计时，混凝土抗压强度最高可以取75 N/mm2。
    4. 槽式预埋件系统应用不仅要考虑受作用力失效情况，同时应考虑位移的影响。

## 3.3 承载能力极限状态计算

* + 1. 槽式预埋件承载力设计表达式按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定采用。为承载力标准值， 为承载力分项系数，而非材料性能分项系数；承载力标准值由试验统计确定。

## 3.5 分项系数

**3.5.1** 槽式预埋件承载力分项系数主要参考国内外相关标准制定。对于现场安装影响系数只能依据产品的认证报告确定，其性能主要受螺栓预紧力及安装间隙对槽口和 T 型螺栓的咬合承载力的影响，评价及试验方法由《槽式预埋件系统应用评价技术规范》给出。

**3.5.2** 规定了有效锚固的2种基本原则。

**4 材料**

## 4.1 槽式预埋件

* + 1. 槽道与锚件有不同的连接方式，如焊接、铆接、螺栓连接，但都应满足刚性连接。
    2. 槽式预埋件系统设计与锚件的有效埋深和锚件间距密切相关。

## 4.2 混凝土基材

1. 作为基材的原混凝土结构构件应满足现行国家标准的相关规定。混凝土结构作为锚固连接的主体，必须坚固可靠。

**5 受力分析**

## 5.1 一般规定

**5.1.1～5.1.2** 作用在槽式预埋件上的拉力及剪力经由T型螺栓、槽道和锚件最终传递至混凝土基材中。本条款给出了设计基本简化条件。

**5.1.3** 无机械咬合的槽式预埋件可承受抗拉和垂直抗剪。有机械咬合的槽式预埋件可承受抗拉、垂直抗剪和平行抗剪。

**5.1.5** 本标准中平行剪力作用下的内力计算依据欧洲技术委员会的技术报告TR047《槽式预埋组件的设计》对于槽式预埋件沿槽方向剪力的规定编制而成。

## 5.4 平行受剪作用分析

**5.4.1** 目前对于取3个锚件是欧洲技术评估报告TR047的设计模型。目前学术界也正在开展进一步试验，研究成果显示，当多于3个锚件时，可以影响到其他锚件，但所有锚件的受力值比目前的计算模型要小。在新的受力模型未确认前，本标准采用了欧洲已发布实施并经过工程验证的计算模型。

## 5.5 附加钢筋受力作用分析

**5.5.1～5.5.3** 附加钢筋的内力计算参照欧洲技术委员会的技术报告TR047《槽式预埋组件的设计》中的规定确定。

**6 承载能力极限状态计算**

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 槽式预埋件设计参数来源主要是通过试验后，评估计算得出的标准值。数据处理基于概率论的正态分布，采用90%的置信度。槽式预埋件的标准值可以通过《槽式预埋件系统应用评价技术规范》标准中产品认证报告获得。部分参数也可以不采用试验后认证评估获取，通过理论计算获得，值偏于保守。

## 6.2 拉力极限状态计算

**6.2.1** 槽式预埋件的破坏形式复杂多样。对于槽式预埋件的承载力验算，根据拉力作用下不同工况，按照表6.2.1的验算项目进行。这些验算涉及混凝土破坏时考虑素混凝土作为基材的情况，当存在抗拉附加钢筋时，混凝土锥体破坏验算应由附加钢筋破坏验算替代。

**6.2.2** 附加钢筋的设置参照欧洲技术报告TR047的规定，并结合我国国家标准GB50010《混凝土结构设计规范》中的要求。

**6.2.3** 槽式预埋件受拉钢材破坏包含5种破坏类型，分别为锚件破坏、连接处破坏、槽口破坏、螺栓破坏和槽道受弯破坏。每种破坏类型的标准值都在产品认证报告中给出。需要注意的是，同一根槽道上螺栓的间距，对于槽式预埋件的槽口承载力是有影响的。当螺栓间距不能满足构造间距要求时，需要对槽口承载力进行折减，其折减后的承载力按照式（6.2.3-2）及（6.2.3-3）计算得出。

**6.2.4** 槽式预埋件混凝土破坏分为锚件拔出破坏、混凝土锥体破坏、混凝土劈裂破坏和混凝土侧锥体破坏。其中，锚件拔出破坏和混凝土锥体破坏不是《槽式预埋件系统应用评价技术规范》试验项目。锚件拔出是锚件端部和局部混凝土受压破坏有关。公式中系数k2的取值参考欧洲技术报告TR047的规定及中欧混凝土标号的差异换算得出。

槽式预埋件受拉时的混凝土锥体破坏承载力验算参照欧洲技术报告TR047规定。其中k1的取值参考欧洲产品评估标准EAD 330008-2-0601《槽式预埋件》，及中欧混凝土标号的差异得出。

槽式预埋件依据《槽式预埋件系统应用评价技术规范》可以在混凝土锚固状态下进行安装劈裂检验，其目的为保证其最大安装扭矩不会对配套螺栓、槽式预埋件或混凝土产生破坏。

混凝土侧锥体破坏*k*5的取值参考欧洲技术报告TR047的规定及中欧混凝土标号的差异换算得出。

## 6.3垂直剪力极限状态计算

**6.3.1** 槽式预埋件的破坏形式复杂多样。对于槽式预埋件的承载力验算，根据垂直剪力作用下不同工况，按照表6.3.1的验算项目进行。这些验算涉及混凝土破坏时考虑素混凝土作为基材的情况，当存在附加钢筋时，混凝土边缘破坏验算应由附加钢筋破坏验算替代。

**6.3.2** 槽式预埋件在承受垂直剪力作用时，附加钢筋的设置参照欧洲技术报告TR047的规定，并结合我国国家标准GB50010《混凝土结构设计规范》中的要求。

**6.3.3** 槽式预埋件垂直受剪钢材破坏形式包括锚件破坏、连接处破坏、槽口破坏、T型螺栓受剪破坏（无力臂作用）、T型螺栓受弯剪破坏（有力臂作用）。

**6.3.4** 槽式预埋件垂直受剪混凝土破坏包括剪撬破坏、边缘破坏。对于最小边间距有限制的条件，需要进行必要的折减。的取值参考欧洲产品评估标准EAD 330008-2-0601。的取值参考欧洲产品评估标准EAD 330008-2-0601及中欧混凝土标号的差异得出。

## 6.4平行剪力极限状态计算

**6.4.1** 槽式预埋件的破坏形式复杂多样。对于槽式预埋件的承载力验算，根据平行剪力作用下不同工况，按照表6.4.1的验算项目进行。这些验算涉及混凝土破坏时考虑素混凝土作为基材的情况，当存在附加钢筋时，混凝土边缘破坏验算应由附加钢筋破坏验算替代。

**8 构造措施**

**8.1** 本条对槽式预埋件的几何尺寸有适用范围的要求。参照美国ICC-ES的标准AC232-2016，在槽式预埋件的型式，尺寸等构造超出此要求的时候，本标准所依照的设计方法和受力机理不适用。