

# 四象限脉宽调制 (PWM) 伺服放大器

## 适用于直流无刷伺服电机调速控制

BLD 7010



**FAULHABER GROUP**  
We create motion

# 目 录

中文版说明书简介 .....	1
再版说明.....	1
缩写的术语注释.....	1
<b>1、概述 .....</b>	<b>2</b>
<b>2、产品外观图.....</b>	<b>3</b>
<b>3、参数规格 .....</b>	<b>4</b>
<b>4、外形尺寸 .....</b>	<b>5</b>
<b>5、安全事项 .....</b>	<b>6</b>
5.1、专职人员.....	6
5.2、法律责任.....	6
5.3、空载试车.....	6
5.4、附加安全装置 .....	6
5.5、维修 .....	6
5.6、危险性 .....	6
5.7、最高输入电压 .....	6
5.8、静电放电（ESD） .....	6
5.9、电磁兼容性（EMC） .....	6
<b>6、试车前准备.....</b>	<b>7</b>
6.1、工作模式.....	7
6.2、接线图 .....	7
6.3、设置调速电压 .....	8
6.4、定义霍尔时序 .....	8
6.5、调相 .....	8
6.6、设置调速范围 .....	8
<b>7、试车 .....</b>	<b>9</b>
7.1、电源选择.....	9
7.2、电位计功能.....	9
7.3、电位计出厂预设值.....	9
7.4、调节步骤.....	9
7.5、试车 .....	9
<b>8、输入/输出端口功能详解 .....</b>	<b>11</b>
8.1、输入端 .....	11
8.1.1、Set value（调速）[17、18].....	11
8.1.2、Enable（使能）[13].....	11
8.1.3、Encoder A（编码器信号 A 通道）[7].....	11
8.1.4、Encoder B（编码器信号 B 通道）[8].....	11
8.1.5、Hall A（霍尔 A）[10] .....	12
8.1.6、Hall B（霍尔 B）[11] .....	12

8.1.7、Hall C (霍尔 C) [12] .....	12
8.1.8、Power Gnd (电源地) [5] .....	12
8.1.9、+Vcc (电源正) [4] .....	12
<b>8.2、输出端 .....</b>	<b>12</b>
8.2.1、Monitor I (电流监测) [19] .....	12
8.2.2、Monitor n (转速监测) [20] .....	13
8.2.3、Ready/Error (就绪/故障的状态指示) [21] .....	13
8.2.4、Motor C (电机 C 相) [3] .....	14
8.2.5、Motor B (电机 B 相) [2] .....	14
8.2.6、Motor A (电机 A 相) [1] .....	14
8.2.7、+5V, 100mA [6] .....	14
8.2.8、+15V, 20mA [14] .....	14
8.2.9、-15V, 20mA [16] .....	14
<b>9、简单故障排除 .....</b>	<b>15</b>
<b>10、英文词汇与术语解释 .....</b>	<b>16</b>
<b>11、联系信息与中文版发行信息 .....</b>	<b>17</b>
11.1、联系信息 .....	17
11.1.1、FAULHABER 集团总部 .....	17
11.1.2、FAULHABER 集团中国总代理 .....	17
11.1.3、北京信达恒科贸有限公司 .....	17
11.2、中文版版本信息与修订记录 .....	17

# 中文版说明书简介



## 中文版说明书简介

《BLD 7010 伺服放大器说明书（中文版）》由北京信达恒科贸有限公司于 2010 年 2 月发布。本文译自 FAULHABER 集团 2006 年 4 月发布的英文版说明书（第二版）。

本章和第 6 章“英文词汇与术语解释”、第 7 章“联系信息与中文版发行信息”为译文所增加。

因水平有限，译文的疏漏错误在所难免，故本文仅供用户参考，所有内容均以 FAULHABER 官方文本（可能是德语或英语）为准。因引用、采信、执行本文所描述、记载和说明的任何内容而可能引起的一切不良后果，FAULHABER 和其中国代理商、本文编译者均不承担任何责任。

您一旦参考本文内容，就意味着您完全知道、理解并且接受上述申明。

对本文有任何疑问或建议，欢迎通过电子邮件 [zh-jane@bjxdh.com.cn](mailto:zh-jane@bjxdh.com.cn) 或电话 010-8811 9411 指正，更多联系方式请参阅我们的联系信息。

关于译文的更多信息，请参阅[中文版版本信息与修订记录](#)。

### 再版说明

中文第一版于 2006 年 10 月发行，在排版风格上尽可能与英文版保持了一致。FAULHABER 新近发布的产品中，说明书样式等有了较大变化。

另外，随着对 FAULHABER 产品和其用户体验的认识不断加深，我们的翻译更规范、制作更精细。

因此，我们再版了本说明书，再版力求更加规范，用户的阅读体验也定会更佳。

除了调整整体布局与风格外，再版中，国际标准单位均用英文字母记载，例如“伏”记为“V”，不再使用中文。

### 缩写的术语注释

对于较为专业而在业内通用或约定俗成的英文缩写名称等，在正文首次出现时，用中文表述、括号内用英文注释，后续出现时直接用英文缩写。注释内容在第 6 章有详细说明。对于电子版本，注释内容有浅绿色背景，点击即可跳转查看详细说明。

# 概述



## 1、概述

BLD 7010（以下简称“7010”）是一款功率强劲的四象限脉宽调制（PWM）伺服放大器，最大输出功率达 700W，适用于无刷伺服电机的调速控制。

7010 具有三种基本工作模式：

- ◆ 转矩控制；
- ◆ 数字式编码器反馈的转速控制；
- ◆ 霍尔传感器（以下简称“霍尔”）反馈的转速控制。

所需的工作模式，可通过左侧面板的跳线选择。7010 具有过流、过热、电机相间或对电源短路等的保护功能，最新科技的场效应晶体管功放输出，功效高达 95%。良好的电源兼容性，支持 11~70V DC 的宽范围电压输入。

# 产品外观图

## 2、产品外观图



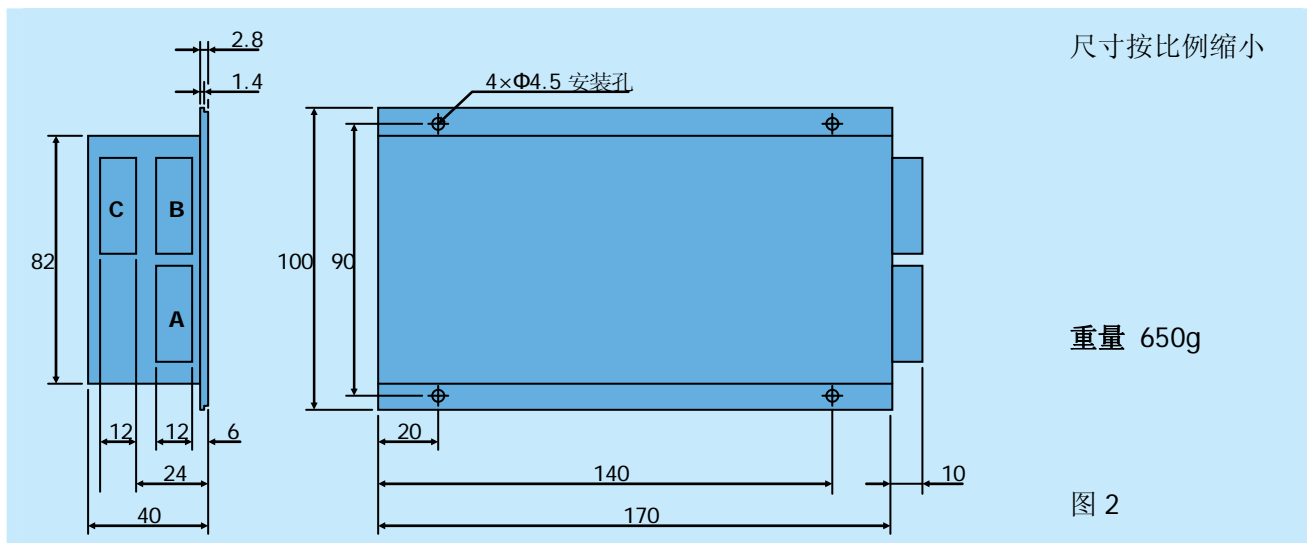
图1

### 3、参数规格

BLD7010 SC4P		
电源电压	11~70	V DC
开关频率	49	KHz
连续输出电流（环境温度 22 °C）	10	A
峰值输出电流	20	A
模拟信号输入： <sup>1)</sup>		
— 电压范围	±10	V DC
逻辑输入：		
— 编码器：	TTL规格，A、B通道	
— 编码器信号最高频率：	100	KHz
— 使能：	8~30	V DC
供外部使用的输出电压		
— 正（最大负载电流 20mA）	+15	V DC
（最大负载电流 100mA）	+5	V DC
— 负（最大负载电流 20mA）	-15	V DC
霍尔反馈时最高可控制转速 <sup>2)</sup>	5 000 / 40 000	rpm
霍尔反馈时最低可控制转速 <sup>3)</sup>	250 / 2 000	rpm
编码器反馈时最高可控制转速（分辨率为 1000 线） <sup>2)</sup>	1 250 / 10 000	rpm
编码器反馈时最低可控制转速 <sup>3)</sup>	5 / 40	rpm
外接电感 <sup>4)</sup>		
温度范围：		
— 工作温度范围	-10~+45	°C
— 储存温度范围	-40~+80	°C
<sup>1)</sup> 调速电压可外接电位计分压获取或从外部输入。		
<sup>2)</sup> 最高可控制转速由 7010 的电源电压、电机型号、负载情况与反馈信号等综合决定。		
<sup>3)</sup> 最低可控制转速由电机型号、负载情况与反馈信号所决定。		
<sup>4)</sup> 具体值应视电机运行周期与工作条件而定。		

## 外形尺寸

## 4、外形尺寸



# 安全事项



## 5、安全事项

### 5.1、专职人员

7010 的安装和试车等，必须由具有熟练行业经验的专职人员进行。

### 5.2、法律责任

用户须确认 7010 连同其附属设备的安装正确无误，并且用途为当地法律法规所允许。

### 5.3、空载试车

首次启动运行 7010 时，须确保所驱动的电机无任何负载。

### 5.4、附加安全装置

电子设备均存在失灵和损坏的可能性。为确保工作安全稳定，7010 连同附属设备均应安装和使用额外保护装置，最大限度地避免因误操作、电缆断路和其它故障所带来损害。

### 5.5、维修

仅生产厂家或授权经销商方可维修 7010。未经授权的拆卸和不当维修，有可能对用户和其设备造成危害。

### 5.6、危险性

安装 7010 时，连同其附属设备均必须断开电源，任何时候都不要触摸可能带电的部件。

### 5.7、最高输入电压

7010 的最高输入电压为 70V DC，接入的电源电压超过 70V 或极性颠倒将烧毁 7010。

### 5.8、静电放电（ESD）

7010 所有的接线端均可能带有静电，切勿触摸。

### 5.9、电磁兼容性（EMC）

7010 符合电磁兼容指令中，通过 92/31/EWG 和 93/68/EWG 修正的文档 89/336/EWG 内，第 10 条和附录 1（EMV，即电磁电容）之标准和规定，也符合 EN61800-3-1996（可调速电力传动系统）之标准。要确保达到以上指标，请遵悉以下事项：

- ◆ 7010 应固定安装于镀锌板上并可靠接地；
- ◆ 用于安装紧固的螺钉，应加用内牙锁垫片；
- ◆ 所有接线均使用屏蔽电缆；
- ◆ 使用镀锌屏蔽罩；
- ◆ 电机外壳接地。

## 6、试车前准备

准备工作如下：

- ◆ 选择合适的工作模式；
- ◆ 备好调速电压以便输入；
- ◆ 定义霍尔时序；
- ◆ 调相；
- ◆ 设置调速范围。

### 6.1、工作模式

工作模式	跳线设置	需用到的电位计	至少需用到的输入端
转矩控制	4	Gain, $n_{max}$ , $I_{max}$ , Offset	6, 9~13, 17, 18
霍尔反馈调速	7, 8, 9	Gain, $n_{max}$ , $I_{max}$ , Offset	6, 9~13, 17, 18
编码器反馈调速	5, 6, 7	$I_{max}$ , Offset	6~13, 17, 18

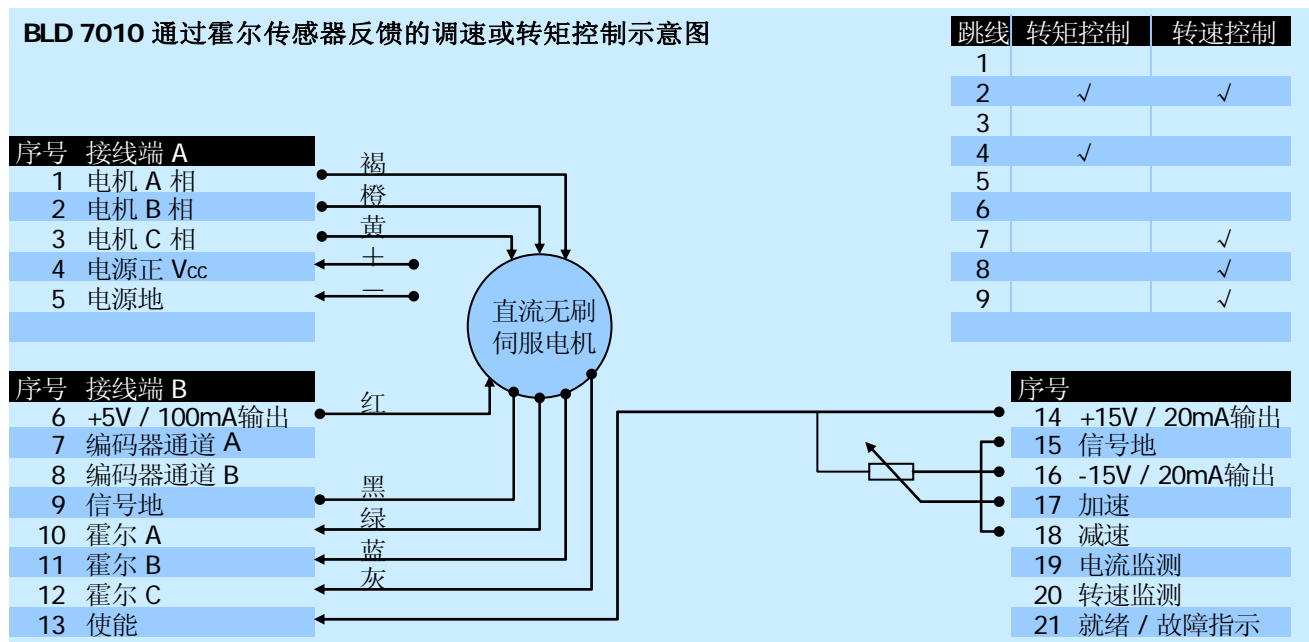
Gain: 增益；

$n_{max}$ : 最高转速；

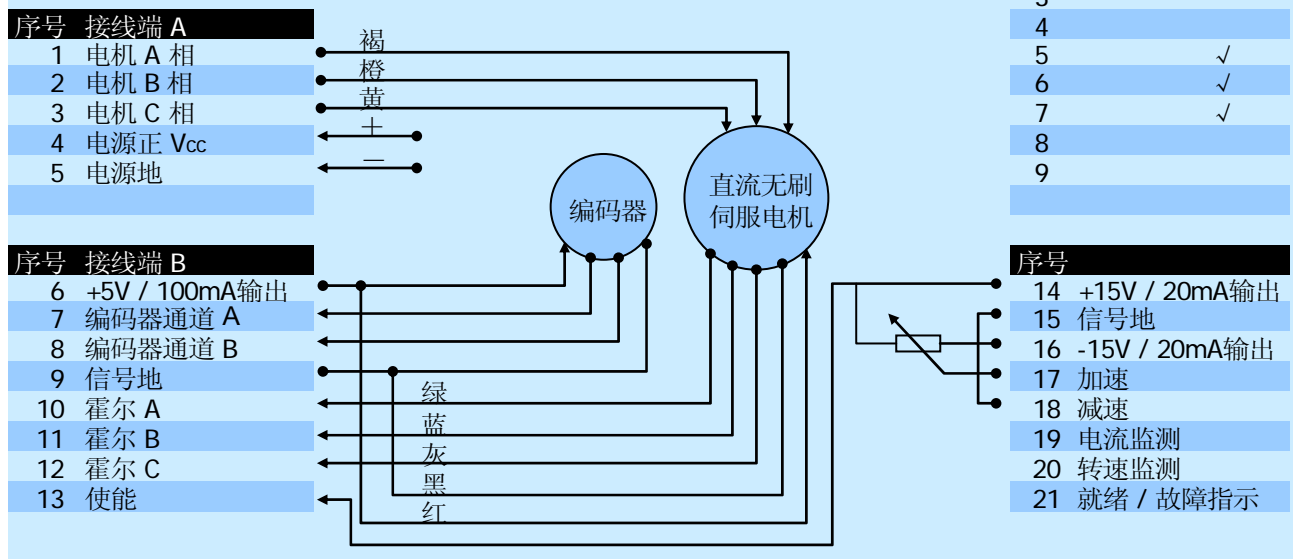
$I_{max}$ : 最大电流；

Offset: 偏量。

### 6.2、接线图



BLD 7010 通过编码器反馈的调速示意图



### 6.3、设置调速电压

若使用外接电位计（最小阻值为 10kΩ）分压，请将其调节端连接 7010 第 17 端，另外两端分别连接第 14 和 16 端，同时将 7010 的 15 和 18 端短接并移除跳线 3；若通过 7010 的 Offset 电位计调速，则需断开 15 和 18 端，同时将跳线 3 连接。

### 6.4、定义霍尔时序

跳线 2 用以设置霍尔信号时序以匹配电机，它由所规定的电机正转向而定，可用于改变电机转向。驱动 4490 系列电机时，跳线 2 必须连接。

### 6.5、调相

跳线 1 用以设置各路霍尔信号之间的相位差，7010 出厂时已针对电机正确预设（参阅电机参数表），驱动 4490 系列电机时，跳线 1 必须移除。

### 6.6、设置调速范围

跳线 10 和 11 用以设置调速范围。跳线 10 和 11 的连接与移除，共有四种组合状态，对应前文的参数表中所列的四个转速区间。选取与实际需求最接近的一个，以达到最高控制精度。具体设置请参阅 7010 前面板的图示。

# 试车



## 7、试车

### 7.1、电源选择

符合参数表中规格的所有电源均可使用。为避免意外失控所带来的损失与危险，试车时，电机不可与其它机械结构件连接，同时建议电源满足如下指标：

- ◆ 输出电压：最低 11V DC、最高 70 V DC；
- ◆ 残留电压：<5%
- ◆ 输出电流：稳定输出 10A，峰值输出 20A。

### 7.2、电位计功能

名称	含义与功能	逆时针调节	顺时针调节
Gain coarse	增益粗调，粗略调节 7010 的增益	降低	提高
Gain fine	增益微调，精细调节 7010 的增益	降低	提高
n <sub>max.</sub>	设置调速电压为 10V 时所对应的电机最高转速	降低	提高
I <sub>max.</sub>	限制 7010 的最大输出电流	降低 最小 0.3A	提高 最大 10A
Offset	偏量调整，调速电压为零时，将电机转速调至零	电机顺时针旋转	电机逆时针旋转

### 7.3、电位计出厂预设值

各电位计并无统一预设值，用户需按需调节。

### 7.4、调节步骤

通过用霍尔或编码器反馈进行调速时：

- 1、将调速电压加至最大（例如为 10V），顺时针调节 n<sub>max.</sub>，直到转速达到目标值；
- 2、调节 I<sub>max.</sub>至适当位置，将最大电流限制在合理范围内。**注意：最大电流值应参照电机参数表。**
- 3、顺时针缓慢调节 Gain coarse，直到增益合适。**注意：如果电机出现振动、抖动或发出异常声响，请立即反向调节直到恢复稳定。**再配合调节 Gain fine，在保证系统稳定的前提下达到最大增益。
- 4、将调速电压调至 0V，然后调节 Offset，直到电机停转。

转矩控制：

- 1、调节 I<sub>max.</sub>至适当位置，将最大电流限制在合理范围内。**注意：最大电流值应参照电机参数表。**

### 7.5、试车

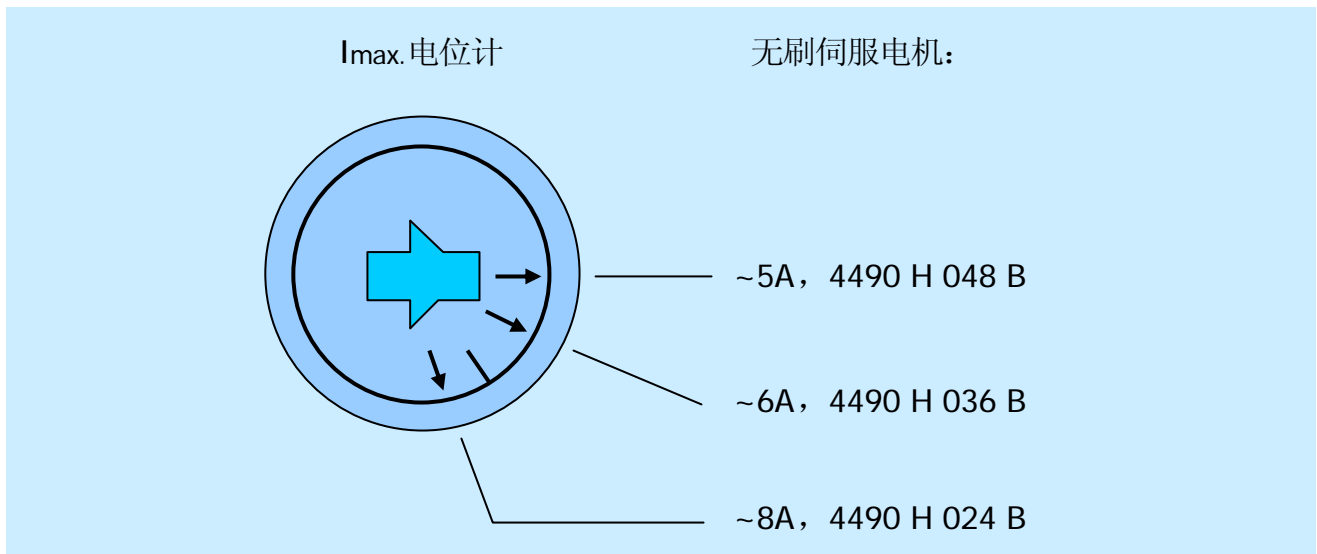
请根据 7010 前面板上的图示，通过左侧的跳线选择所需的工作模式等，包括以下项目：

- ◆ Select Mode（工作模式）；
- ◆ Select Input for Set Value（调速电压输入方式）；
- ◆ Select other Options（定义霍尔时序与调相）；
- ◆ Select max RPM（调速范围）。

# 试车



设置完毕后请连接电机（若有编码器也一并连接）与控制信号，例如调速电压和使能端等，最后打开电源，依照前文进行调节和控制。



## 8、输入/输出端口功能详解

方括号内的数字表示端口序号。

### 8.1、输入端

#### 8.1.1、Set value（调速）[17、18]

调速信号通过这两个端口输入给 7010 的差分放大器。

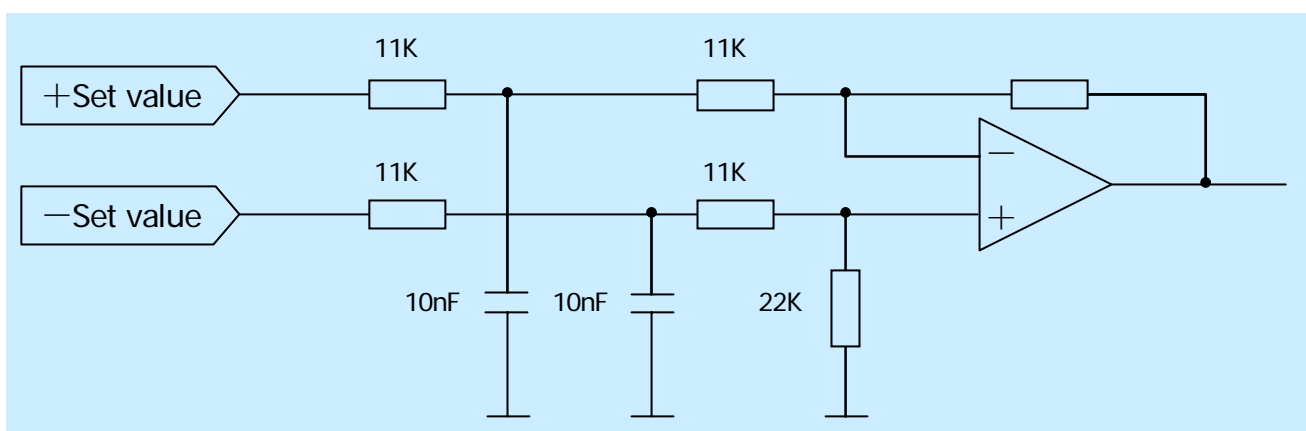
输入范围：-10V~+10V

输入阻抗：20k $\Omega$ ；

极性定义：电机正转（+Set value）>（-Set value）；

电机反转（+Set value）<（-Set value）。

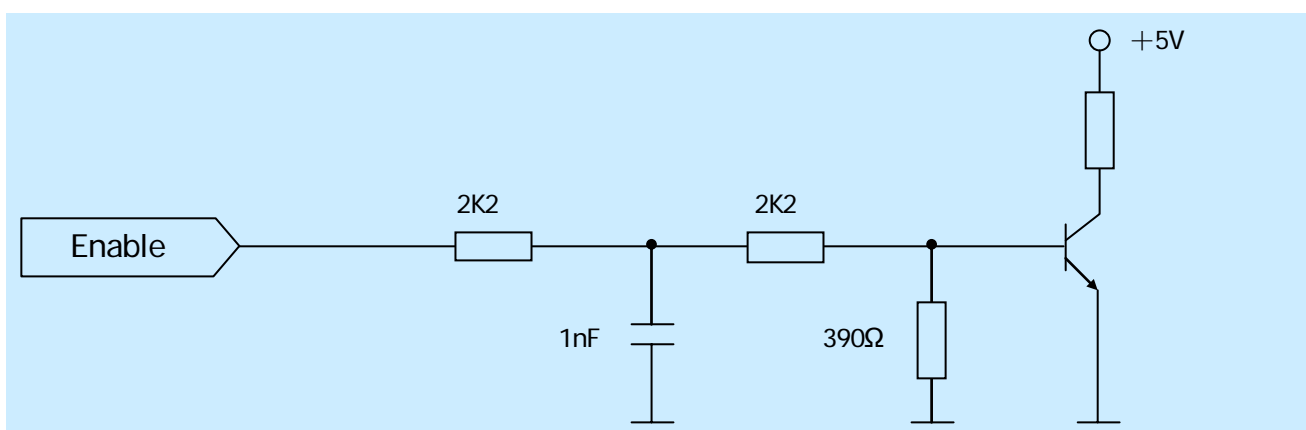
参考电路：



#### 8.1.2、Enable（使能）[13]

高电平时，激活 7010 的控制、电机加电；悬空或接地时，7010 的所有驱动功能均无效、电机不受控。

参考电路：

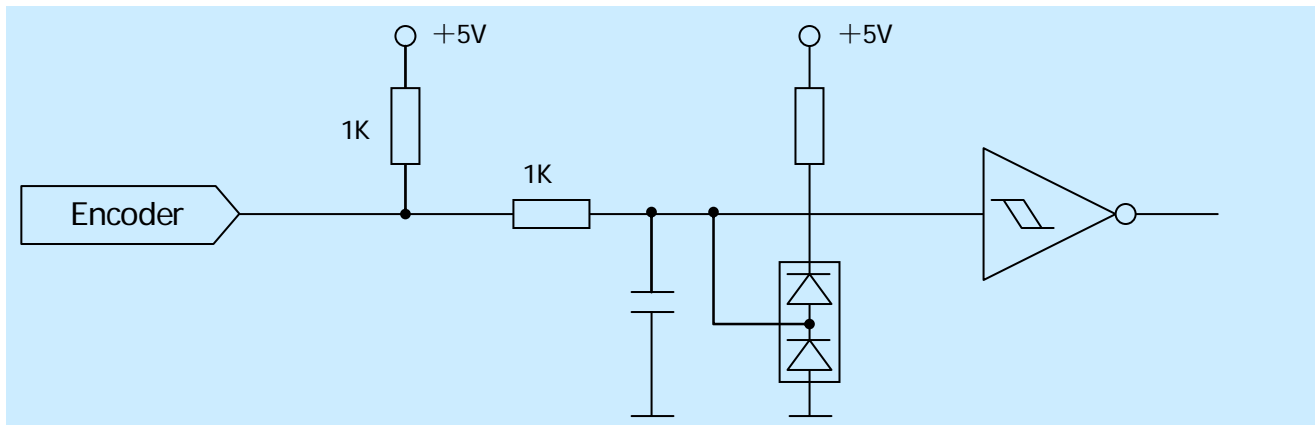


#### 8.1.3、Encoder A（编码器信号 A 通道）[7]

#### 8.1.4、Encoder B（编码器信号 B 通道）[8]

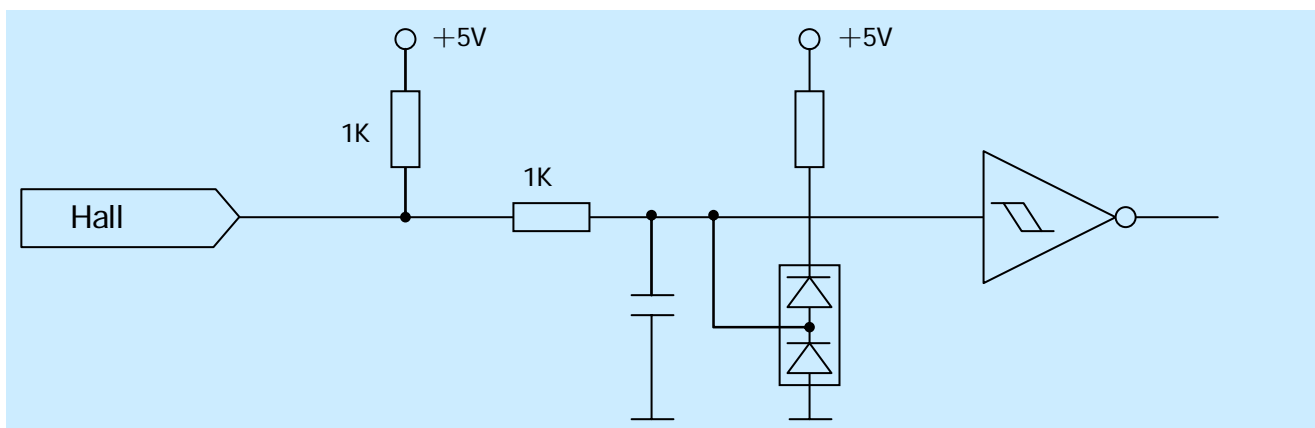
采用编码器反馈调速时，请将编码器输出的 A、B 信号通道与 7、8 端口连接。

参考电路：

**8.1.5、Hall A (霍尔 A) [10]****8.1.6、Hall B (霍尔 B) [11]****8.1.7、Hall C (霍尔 C) [12]**

采用霍尔反馈调速时，请将各霍尔的输出信号与 10、11 和 12 端口顺次连接以确保相序和相位正确。

参考电路：

**8.1.8、Power Gnd (电源地) [5]****8.1.9、+Vcc (电源正) [4]**

连接电源。**注意：切勿将电源正和电源地连接到输出端 Motor A、Motor B 或 Motor C！**

**8.2、输出端****8.2.1、Monitor I (电流监测) [19]**

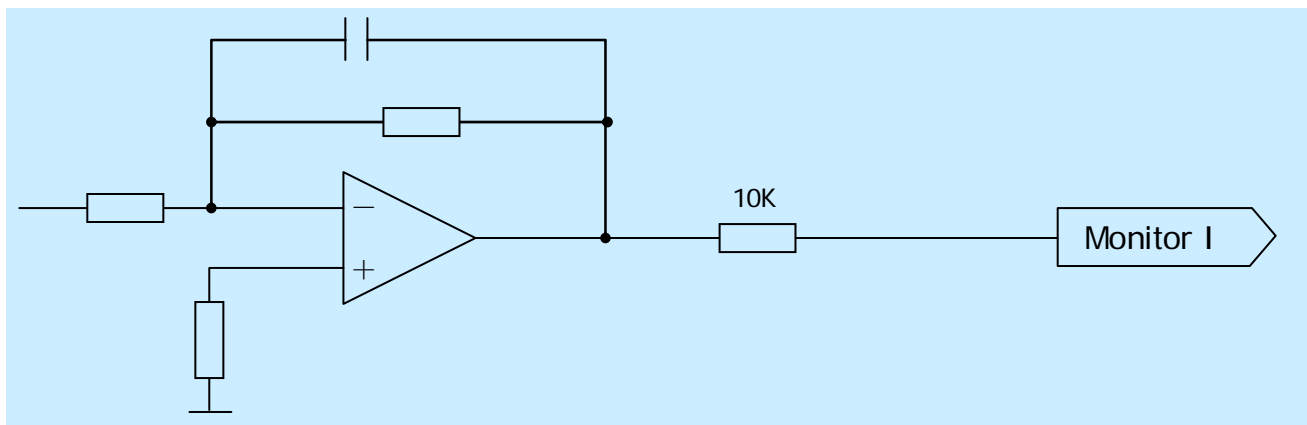
监测 7010 的输出电流。端口所输出的模拟（电压）信号与驱动电机的电流成正比。该端口具有短路保护功能。

输出电压范围：-10~+10V DC；

输出阻抗：10kΩ；

输出电压与驱动电流的比例关系：0.5V/A。

参考电路：

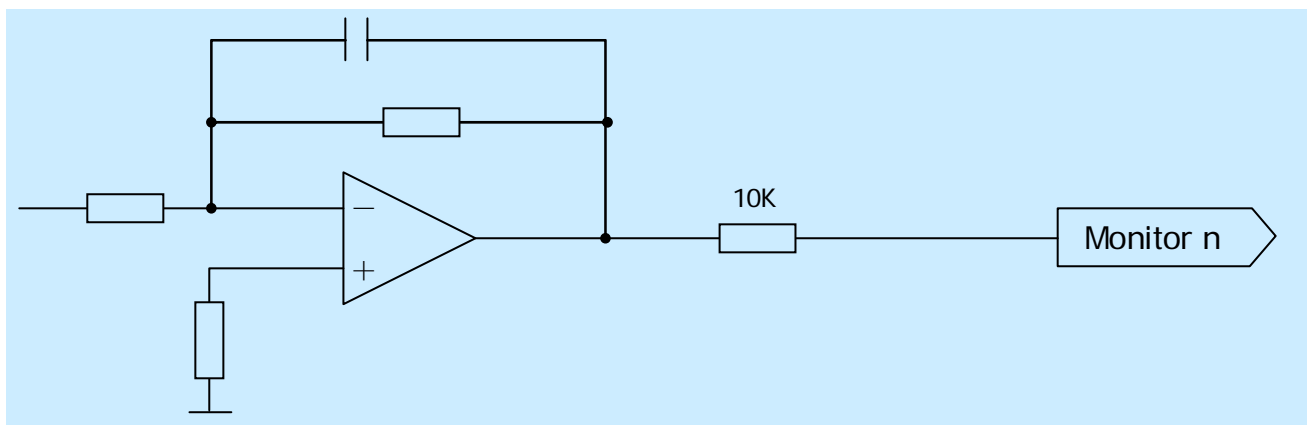


### 8.2.2、Monitor n（转速监测）[20]

监测所驱动电机的转速。端口所输出的模拟（电压）信号与电机转速成正比。可用于定性分析系统的动态性能。

输出电压范围： -10~+10V DC;  
 输出阻抗： 10kΩ;  
 输出电压与电机转速的比例关系： 电机最高转速对应电压为 10V。

参考电路：



### 8.2.3、Ready/Error（就绪/故障的状态指示）[21]

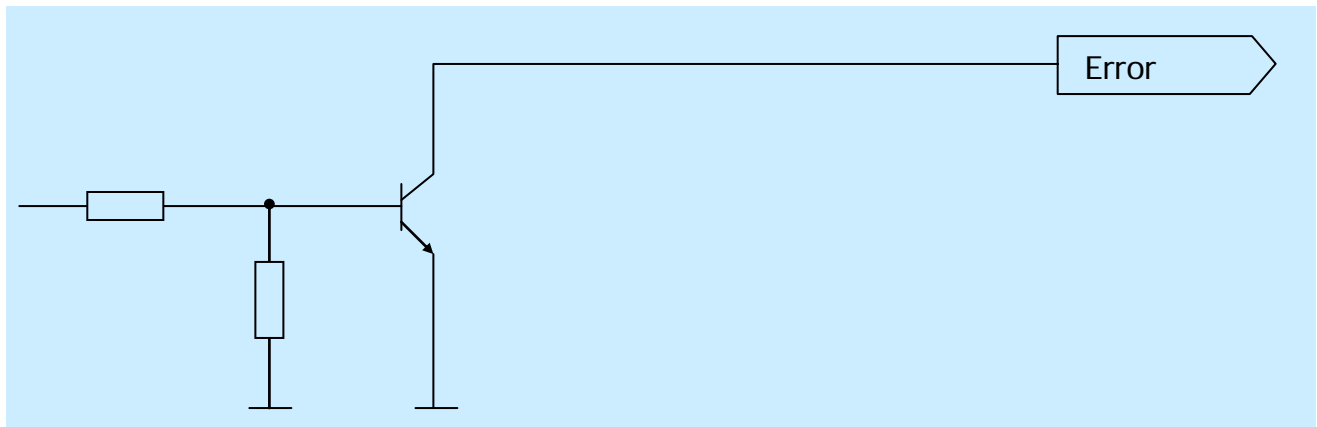
反映 7010 的工作状态，还可作为反馈信号提供给其它设备与控制器。该端口为集电极开路输出并处于常闭状态，这表明系统正常工作时，端口若要保持高电平，需外接一个上拉电阻。

当 7010 出现欠压、过压、过热和过流等异常时，内部的晶体管导通，输出低电平。

最高电压：30V DC;  
 负载电流：<20mA。

所有故障都将导致 7010 停机。要重启，需断开后再重新连接使能端。

参考电路：

**8.2.4、Motor C（电机 C 相）[3]****8.2.5、Motor B（电机 B 相）[2]****8.2.6、Motor A（电机 A 相）[1]**

与电机的 A、B 和 C 相连接。

**8.2.7、+5V，100mA [6]**

辅助电源输出，可为霍尔和（或）编码器供电。

**8.2.8、+15V，20mA [14]****8.2.9、-15V，20mA [16]**

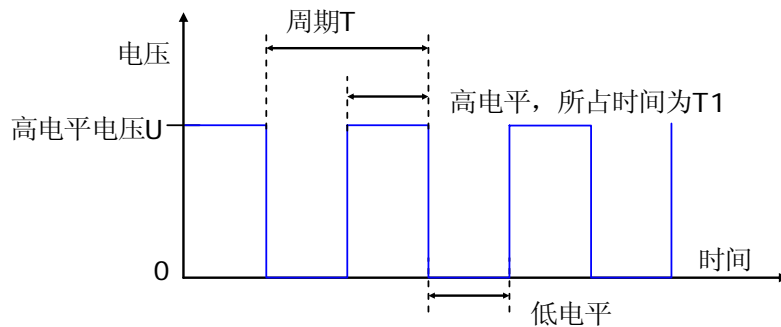
辅助电源输出，通过外接电位计分压后，作为调速信号从+Set value [17] 和-Set value [18] 端输入。

## 9、简单故障排除

故障现象	工作模式	原因分析	解决途径
电机不转	全部	电源电压低于 11V	检查电源
		使能端未激活	检查 Enable（使能端） [14] 的电平状态
		调速电压为零	检查调速电压 [17] 和 [18] 端
		最大电流设置过小	调节 I <sub>max</sub> . 电位计
		最高转速设置过低	调节 n <sub>max</sub> . 电位计
		工作模式错误	参照前面板上的 Select Mode 检查跳线设置
		接线接触不良	检查接线
		接线错误	检查接线
		电机转速不可控	编码器反馈调速
霍尔反馈调速	增益过低		调节 Gain coarse 和 Gain fine 电位计

## 10、英文词汇与术语解释

**PWM:** 英文 Pulse Width Modulation 的缩写，意为“脉冲宽度调制”，简称“脉宽调制”。它通过改变占空比来调节实际等效输出电压。占空比是高电平持续时间  $T_1$  与整个脉冲周期  $T$  的比值，实际输出电压等于高电平电压  $\times$  占空比。PWM 信号频率越高，则越等效于直流电压。



占空比  $= T_1/T \times 100\%$ ，本例为 50%，则实际输出电压  $= U/2$ 。

**rpm:** 英文 Round per minute 的缩写，本文中的电机转速单位，意为“转每分”。

**TTL:** 英文 Transistor-Transistor-Logic 的缩写，意为“晶体管—晶体管逻辑电平”。这是计算机处理器控制的设备内部各部分之间通信的标准技术，+5V 等价于逻辑 1，0V 等价于逻辑 0。

# 联系信息与中文版发行信息



## 11、联系信息与中文版发行信息

### 11.1、联系信息

#### 11.1.1、FAULHABER 集团总部

地址: Daimlerstraße 23/25 71101 Schönaich, 德国;

电话: +49 (0) 7031 638-0;

传真: +49 (0) 7031 638-100

电邮: [info@faulhaber.de](mailto:info@faulhaber.de)

网址: <http://www.faulhaber-group.com>

#### 11.1.2、FAULHABER 集团中国总代理

北京众志恒电机运动控制系统技术有限公司 (Beijing U-motor Co.; Ltd.)

地址: 北京市海淀区海淀大街 38 号 银科大厦 1215。

电话: 010-8260 2078、8260 2079。

传真: 010-8260 2080。

电邮: 业务联系: [sales@u-motor.com.cn](mailto:sales@u-motor.com.cn), 技术支持: [zhming@u-motor.com.cn](mailto:zhming@u-motor.com.cn)。

网址: [www.u-motor.com.cn](http://www.u-motor.com.cn)。

#### 11.1.3、北京信达恒科贸有限公司

北京信达恒科贸有限公司 (Beijing Industrial Equipment Co., Ltd.)

地址: 北京市海淀区阜成路 115 号北京印象 7 号楼 1006 室。

电话: 010-8811 9400、8811 9411。

传真: 010-8811 4288。

电邮: 业务联系: [sales@bjxdh.com.cn](mailto:sales@bjxdh.com.cn), 技术支持: [zh-jane@bjxdh.com.cn](mailto:zh-jane@bjxdh.com.cn)。

网址: [www.bjxdh.com.cn](http://www.bjxdh.com.cn)。

### 11.2、中文版版本信息与修订记录

2005 年 8 月由北京信达恒科贸有限公司技术部第一次正式发行, 版本号: 1.0.0。

2010 年 2 月 5 日由北京信达恒科贸有限公司技术部再版, 版本号: 2.0.0。

再版暂无再修订内容。